

Yemleyicilerin Çalışma Mekanizması ve Önemi

Working Stages of Primers and Importance

Ümit Kılıç

(Orica-Nitro Patlayıcı Mad. San. Ve Tic. A.Ş.)

Metehan Derya

(Orica-Nitro Patlayıcı Mad. San. Ve Tic. A.Ş.)

ÖZET Yemleme amaçlı patlayıcıların çalışma mekanizmasının iyi bilinmesi, patlatma verimindeki önemini anlamamıza yardımcı olacaktır. Tecrübeler göstermiştir ki delik dizaynı, patlayıcı seçimi gibi patlatma parametrelerinin doğru seçimine rağmen uygun olmayan yemleme nedeniyle kötü atım sonuçları elde edilebilir. Delik içerisinde stabil detonasyona ulaşan ana patlayıcının sağladığı toplam enerji yemleme tekniğinden bağımsızdır. Ancak yemleyiciye yakın bölgede serbest kalan enerji ile stabil detonasyon hızına ulaşmak için gerekli zaman ve mesafe, yemleme veriminden etkilenebilir.

Bu bildiriye, yemleyicinin çalışma mekanizmasının evrelerine değinilmiş ve yemleyicide olması gereken özelliklerinin, patlatma performansına nasıl etki edeceği açıklanmaya çalışılmıştır.

ABSTRACT The understanding of priming mechanism will help us to know its importance on the blasting performance. Practices show that improper primer will cause undesired blasting results although it is determined correct blast parameters such as drilling pattern, explosive selection. There is no relation between priming and total energy obtained from main charge reached steady state. However, the energy released near the primer, run-up time and run-up distance can be effected from priming efficiency. In this paper, priming mechanism stages and the effect of primer characteristics on blast performance are mentioned.

1 GİRİŞ

1.1 Yemleyici Nedir?

Bir kapsülden veya infilaklı fitilden aldığı ateşlemeyi kendisi ile eşit veya daha az hassasiyetteki patlayıcıya detonasyon şeklinde aktaran bir patlayıcıdır.(1)

İyi bir yemleme patlayıcının performansını arttırarak:

- Fragmantasyonu iyileştirir
- Verimliliği arttırır
- Güvenli ateşlenmeyi sağlar
- Toplam maliyetleri düşürür

Yemleyicinin diğer patlayıcı şarjını detone edebilmesi şunlara bağlıdır:

- Yemleyicinin detonasyon basıncına
- Yemleyicinin enerji çıkışına ve yemleyici boyutlarına
- Patlayıcı şarjının hassaslığına
- Yemleyici ve ana şarjın iyi temas etmesine Uygun yemleyicinin sahip olması gereken özellikler şunlardır:
- Yüksek detonasyon basıncı
- Büyük çap
- Yeterli uzunluk

Kayaç türü ve hapsedilme derecesi gibi faktörler yemleme mekanizmasını etkiler. Tecrübeler şunu göstermiştir ki delme, patlayıcı seçimi, şarjlama uygun olmasına rağmen yetersiz (uygun olmayan) yemleme yüzünden kötü atım sonuçları elde edilebilir. Delik içerisinde stabil detonasyona ulaşan ana patlayıcının sağladığı toplam enerji yemleme tekniğinden bağımsızdır. Ancak yemleyiciye yakın bölgede serbest kalan enerji ile stabil detonasyon hızına ulaşmak için gerekli zaman ve mesafe, yemleme veriminden etkilenebilir.

1.2 Yemleme Mekanizması ve Gelişimi

Kapsülün yemleyiciyi harekete geçirmesi ile yemleyici tarafından gönderilen şok dalgaları küresel olarak yayılmaya başlar. Yanal yönlerde yayılan şok dalgaları delik duvarına çarpıp geri yansır. Bu geri yansıyan şok dalgaları, ileri yönde patlayıcı kolonu boyunca ilerlemekte olan şok dalgalarını yakalar ve şok önündeki basıncı arttırarak detonasyonun sabit bir hızda devam etmesini sağlar. Böylece patlayıcı kalıcı hal hızına (steady state) ulaşır ve detonasyon patlayıcı kolonu boyunca bu hızda (ideal şartlarda) ilerler. (9)

Bu şekilde patlayıcının kalıcı hal durumuna ulaşması için kat edilen mesafeye 'ivmelenme mesafesi (run up distance)', bunun için geçen zamana da 'ivmelenme süresi (run up time)' denir. Uygun yemleme durumunda ivmelenme mesafesi normalde delik çapının 2 ile 4 katı bir mesafeye karşılık gelir ki bu zonda patlayıcı enerjisinin tamamını dışarı veremez çünkü bu sırada patlayıcı kalıcı hızına ulaşmaya çalışmaktadır ve enerjisinin bir kısmını bunun için harcamaktadır. Patlayıcının hassaslığı ve çapı kritik limitlere yaklaştıkça ivmelenme zonu delik çapının 10 katı mesafeye kadar sürebilir. (5, 9,)

- Hapsedilmiş patlayıcılar (delikte veya rijit tüb içinde) hapsedilmemiş şarjlara göre daha küçük yemleyicilere ihtiyaç duyarlar ve stabil VOD'ye daha çabuk ulaşırlar. Bunun nedeni, katı duvardan yansıyan şok dalgalarının detonasyon cephesi önündeki basıncın şiddetini arttırmak üzere daha çabuk bir araya gelmesidir.

- Eğer yemleyiciden sağlanan enerji yeterli ise, ana şarj içinde kısa bir ivmelenme mesafesinden sonra (1 ile 3 delik çapı mesafesi kadar) stabil detonasyon gelişecek ve tüm patlayıcı kolonu boyunca sürecektir (enerji kaybının olmadığı katı-sağlam ortamlar farz edilirse).
- Eğer yemleyici uygun değilse reaksiyonun başlangıç detonasyon önü eğri şeklinde gelişir ve daha düşük 'başlangıç hızına' (initial VOD) sahip olur (ivmelenme zonunda). Detonasyon stabil VOD'ye ulaşınca önü daha düzlemsel olur. Başlangıç hızı düşük olan patlayıcı kolon boyunca ortalama VOD'si daha düşük olacaktır.(3,5)
- İvmelenme zonunda patlayıcılardan açığa çıkan enerji büyük oranda taşıma enerjisidir ama serbest kalan toplam enerji aynıdır.(6,7)

Patlayıcı şarjının iyi hapsedilmeme veya deliği tam dolduramama (decoupled) durumlarında delik duvarından yansıyan şok dalgalarının reaksiyonun gelişimine katkısı daha zayıf olacak ve ivmelenme zonu daha uzayacaktır. (Kaynaklar, no: 6, 7)

2 YEMLEYİCİ ÖZELLİKLERİ

Yemleyicinin bazı özellikleri yemleme mekanizmasında önemli rol oynamaktadır. Bu özelliklerin bilinmesi ve yemleyici seçilirken göz önünde tutulması faydalıdır.

2.1 Detonasyon Basıncının Önemi

Detonasyon basıncı, şok önündeki basınç olup, detonasyonun patlayıcı kolonu boyunca stabil olarak ilerlemesinde önemli rol oynar. Yemleyici tarafından ana şarja doğru dağıtılan şok dalgaları basıncın yükselmesine neden olur ve reaksiyon başlar. Ana şarjın içinde şok önüne yakın kısımda açığa çıkan enerji basıncın yükselmesine neden olur ki bu durum şok önünü destekler. Yüksek detonasyon basıncı, yüksek detonasyon hızını dolayısıyla yüksek şok enerjisi işaret eder.

Detonasyon basıncı pratik olarak aşağıdaki formülden hesaplanabilir (4):

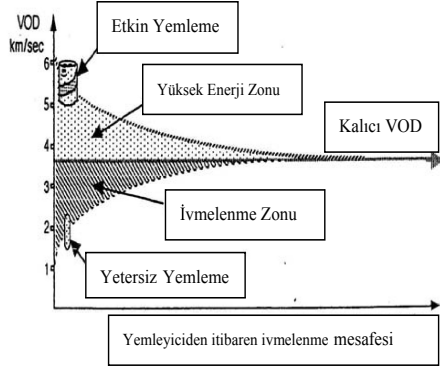
$$P = 2,5 \times 10^{-6} \times D \times VOD^2$$

P = Detonasyon basıncı (kbar)

D = yoğunluk (g/cm³)

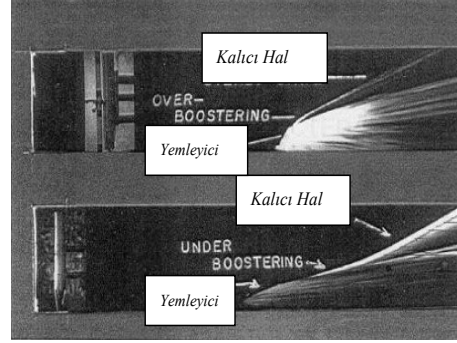
VOD = detonasyon hızı (m/s)

Yemleyici olarak kullanılacak olan patlayıcının en azından 100kbar detonasyon basıncı geliştirmesi tavsiye edilir.(9) Detonasyon basıncının büyüklüğü ivmelenme zonuunun mesafesini ve karakterini kontrol eder. Yüksek basınca sahip bir yemleyici ile başlatılan detonasyon için ivmelenme zonu daha kısa olup yüksek enerji zonu (over drive zone) gelişir. Bu zonda yüksek enerji açığa çıkar ve dolayısıyla bu durum topuk ihtimali, güvenli olmayan koşullar (delik dibinde Anfonun nemden etkilenmesi, yemleyicinin çamura gömülmesi vb) için güvenilir bir yemleme sağlar. Uygun olmayan özelliklere, düşük detonasyon basıncına sahip yemleme koşullarında, uzun ivmelenme zonu gelişir ki bu zonda düşük enerji çıkışı olur (daha düşük VOD). Bu durumda uygun olmayan koşullar (seyrelme, hassaslığın azalması vb.) ve topuk kalması gibi riskler için dezavantaj oluşturur. (Bkz. Şekil-1) (4, 7)



Şekil-1 Uygun yemleyici ve yetersiz yemleyici kullanılması sonucu gelişen zonlar. (7)

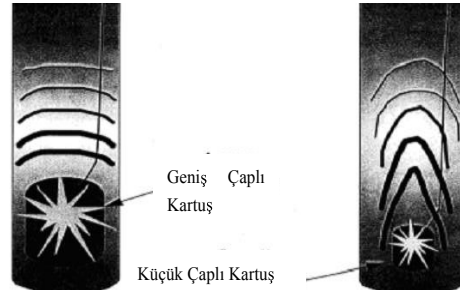
Şekil- 2'de saniyede 550 film çekebilen bir kamera ile çekilmiş 3inch çapındaki patlayıcının açıkta kötü ve iyi koşullarda yemlenmesi sonucu gelişen geçiş zonları görülmektedir.(9)



Şekil-2 Yeterli ve Yetersiz Yemleme durumlarında gelişen enerji zonları (9)

2.2 Çapın Önemi

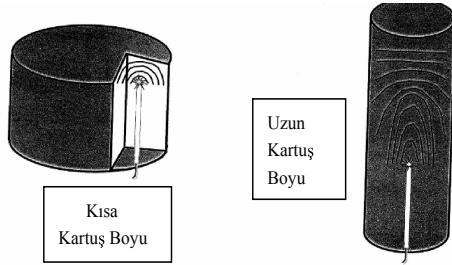
İyi bir yemleme için yemleyici çapının delik çapına yakın olması istenir. Yemleyici çapı transfer ettiği şok alanını kontrol eder. Yemlemenin çapı delik çapından çok küçük olursa, yemleme tarafından sağlanan şok dalgalarının delik duvarına çarpıp geri yansiyarak stabil hızı geliştirmesi için geçecek olan zaman daha fazla olacaktır. Bu durum daha büyük ivmelenme mesafesi anlamına gelir. Oysa delik çapına daha yakın bir yemleyici kullanıldığında şok dalgalarının delik duvarına çarpıp geri yansiyarak stabil detonasyonu oluşturması için daha kısa zaman gerekecektir. Bu durum ise daha küçük ivmelenme mesafesini ifade eder (Bkz.Şekil-3). İvmelenme mesafesinin daha uzun ya da kısa olması da önceki bölümlerde bahsedildiği gibi, yemleyiciye yakın bölgedeki enerji çıkışı ve kötü koşullar için güvenli yemlemeyi geliştirme gibi durumları etkileyecektir. Pratikte fikir vermesi açısından yemleyici çapı, en az delik çapının %60'ı civarında olması uygundur. (10)



Şekil-3 Yemleyici Çapı İle Detonasyon Dalgaları Arasındaki İlişki (9)

2.3 Yemleyici Boyunun Önemi

Yemleyicinin, en az stabil detonasyonu geliştirecek bir uzunluğa sahip olması gerekir. Ana şarj başlatıldığında yemleyicinin stabil detonasyon hızına ulaşmış olması gerekir. Aksi halde yemleyici ana şarjı başlatmak için sahip olduğu enerjinin tamamını bu iş için kullanamaz ve enerjisinin bir kısmını kalıcı hızına ulaşmak için harcar. Bu durumda da ana şarjın hassaslığına da bağlı olarak ivmelenme mesafesi ve performansı etkilenir. Pratikte kartuşlu patlayıcılar için yemleyici boyu, kapsül boyu ve en az çapı kadar bir uzunluğun toplamı kadar olmalıdır. Çünkü kapsül ateşlendikten sonra yemleyici de ivmelenme süresine ihtiyaç duyacaktır.



Şekil-4. Yemleyici boyunun önemi (9)

2.4 Hassaslık

Patlayıcıların kalıcı hal hızına ulaşma süreleri ve mesafeleri değişiktir. Doğal olarak bu söylenebilir ki yemleyici ne kadar kısa sürede kalıcı hale ulaşırsa enerjisinin o kadar büyük kısmını ana şarjı yemlemek için kullanacaktır. Bu da özellikle topuk bölgesinde patlayıcının performansını etkiler.

Dolayısıyla eldeki mevcut patlayıcılar içerisinde en hassas olanını yemleyici olarak kullanmak daha doğru bir yaklaşımdır. Yemleyicinin etkisini azaltan veya ana şarjın duyarlılığını azaltan genel faktörler şunlardır (7):

- Patlayıcıları suyu bünyelerine alması veya su ile seyrelmesi
- Delik içerisinde tavsiye edilen süreden daha uzun kalması
- Delik içinde suyun varlığı
- Yemleyicinin kısmen ya da tamamen çamur veya suya gömülmesi
- Derin deliklerde hidrostatik basınç

- Komşu delik tarafından duyarsızlaştırılması

Bu durumlar güvenli olmayan yemleme koşullarını oluşturan nedenlerdir. Bu durumlarda ana şarjın verimli olarak başlatılması için güvenli tarafta kalınması daha doğru bir yaklaşımdır. Bunun için uygun yemleme kullanmak yerinde olacaktır. Böylece ana şarjın kaybedeceği enerjinin önüne geçilecektir.

3 YEMLEYİCİ SAYISI VE YERİ

3.1 Yemleyici Sayısı

İdeal şartlar altındaki (enerji kaçışının olmadığı sonsuz çapa sahip) bir patlayıcı kolonunu ateşlemek için, kolonun uzunluğuna bakılmaksızın sadece tek yemleyiciye ihtiyaç duyulur. Bununla birlikte pratikte aşağıdaki nedenlerden dolayı birden çok yemleyiciye ihtiyaç duyulabilir:

- Ara sıkılama yapıldığında
- Atımdan önce muhtemel bir kısmen duyarsızlaşma halinde (örn. su ile)
- Ateşleme sisteminin bir kısmının hasar görmesi (örn. Delik içindeki hattın hasar görmesi)
- Atım sırasındaki zemin hareketi ile ortaya çıkan kesme durumunda
- Atım sırasında dinamik duyarsızlaşma durumunda (Komşu deliğin etkisi ile)
- Uzun şarj boylarında ideal olmayan koşulların varlığı dolayısıyla enerji kaçışı ve basıncın düşmesi
- Resmi kurallar nedeniyle

Uzun deliklerde, atım kesmesine karşı önlem olarak çift yemleme kullanmak genel bir alışkanlıktır (bir tanesi dipte, diğeri şarjın üst kısmında). Birden çok yemleme atım sonuçlarının kritik olduğu durumlarda gerekli olup standart tavsiye edilen aralık 8-10m'den fazla olmamalıdır. Kullanılan ikincil yemlemenin maliyeti, her şarjlanan delik için harcanan paraya ve potansiyel kesme veya kötü atım sonucu ihtimaline göre çok daha küçüktür.(7)

İki yemleyicinin kullanıldığı durumlarda, dipten yemlenmenin sağlanması için küçük numaralı kapsül içeren yemleyici tabana

konmalıdır. Bu durumda üst kısımda kullanılan yemleyici sadece sigorta vazifesi yapacak ve dipteki yemleyici ateşlenmeden şarjı ateşlemesi mümkün olmayacaktır. (7)

3.2 Yemleyicinin Yeri

Tek yemleyicinin kullanıldığı basamak patlatmalarında genellikle yemleyici aşağıdaki nedenlerden ötürü tabana konur:

- Pasa taşınması ve gevşemesinin daha iyi olması
- Topuk bölgesindeki kırılma ve gevşetmenin daha iyi olması
- Kaya fırlaması, hava şoku, gürültü ve hasarı azaltması
- Daha az kesme olayı görülmesi

Tek ya da çok yemleyici ile yapılan patlatmalarda, herhangi bir optimum pozisyonla ilgili teorik kabullere bakılmaksızın yemleyicinin tüm şarjı detone etmesi gerekir. En önemli faktör, yemleyicinin iyi durumdaki patlayıcı ile çevrelenmiş olmasıdır (dipteki yemleyici çamur veya su içine gömülmemiş, nemden etkilenmemiş olmalı).(7)

Dipten yemlemenin üstten yemlemeye göre potansiyel faydaları temelde kaya kütlelerine bağlıdır ve zayıf kayalarda önemli olmayabilir.(7)

Eğer topuk yükü fazlaysa daha iyi bir atım sonucuna ulaşmak için yemleyiciyi taban seviyesine yerleştirmek faydalı olabilir. Bununla beraber taban seviyesinden yemleme ile onun biraz altından ya da üstünden yemleme arasında genelde açık bir fark olmayacaktır.(7)

Eğer kaya kütleleri zayıf ve sağlam tabakalar içeriyorsa, birkaç yemleyici kullanmak ya da yemleyiciyi sağlam kaya içine yerleştirmek daha iyi bir atım sonucu için yararlı olabilir (çünkü atım gazları zayıf kayadan daha kolay kaçma eğiliminde olacaktır).(1,7)

Sağlam kayada yapılan atımlarda, yemlemenin tabandan yapılması topuk kalması ve taşıma gibi problemlere karşı daha uygundur. Çünkü üstten yemleme durumunda şok dalgalarını takip eden gazların çatlaklara dolarak çatlakları geliştirmesi ve taşıma işini verimli yapabilmesi için detonasyonun başladığı noktadan itibaren (şarjın üst kısmından) enerji kaçışının olmaması istenir. Oysa üstten yemleme koşullarında bunu sağlamak mümkün olmayacak ve daima bir miktar enerji kaçışı olacaktır.

Yapılan bazı deneysel çalışmalar göstermiştir ki küçük çaplı deliklerde (<100mm) yemleyicinin basamak taban seviyesine yerleştirilmesi topuk bölgesinde görülen pik gerilmeyi arttırmaktadır. Bunun nedeni de yemleyicinin altında ve üstündeki şarjın aynı anda detone olmasıdır. Dolayısıyla aşırı topuk yükünün bulunduğu durumlarda yemleyicinin basamak taban seviyesinde olması atım sonucunu iyileştirecektir. (8,10)

Benzer olarak, nispeten kalın sert kaya bandının görüldüğü durumlarda yemleyici, bu sert tabakanın olduğu bölgeye yerleştirilerek daha fazla pik gerilme yaratılabilir. (8)

4 MİKTAR VE EKONOMİ

Delme patlatma operasyon maliyetinin yarısı patlatma maliyetidir. İşçilik hariç tutulduğunda patlayıcı madde maliyetleri içerisinde yemleyicinin maliyeti çok düşüktür. Patlatma işinin ilk adımı olan yemleme işinde kullanılan patlayıcı madde seçimi yapılırken çoğu kez ekonomi düşünülerek gereğinden az kullanma yolu seçilmektedir. Oysa yapılması gereken optimum miktarı tespit etmektir. Unutulmamalıdır ki bir patlayıcı maddeyi verimli bir şekilde harekete geçirebilmek için başka bir patlayıcıdan en az belirli bir miktar kullanmak gereklidir. Önceki bölümlerde bahsedilen özelliklere (yüksek detonasyon basıncı, delik çapına yakın çapa ve yeterli uzunluğa sahip) sahip patlayıcı için miktar sınırlamasından bahsetmek doğru değildir. Bununla birlikte yol gösterici olması açısından ANFO yemlemesinde pratikte kullanılan 50kg ANFO için 1kg yemleme oranı sorun yaratmadan çalışmaktadır. Sulu deliklerde kullanılan kartuşlu emülsiyonların yemlenmesi sırasında ise yemleyici sayısının fazla tutulması daha uygun olacaktır.

Gereğinden fazla miktarda yemleyici kullanmak sadece ivmelenme zonunu yüksek enerji seviyesinden (overdrive zone) başlatacak ama daha sonra patlayıcı hızı yine kalıcı hal hızına inecektir. Miktar olarak fazla yemleyici kullanımının atım performansını iyileştireceği gibi bir yanlış inanış da vardır. Yemleyici sadece tetiği çeken bir mekanizma olarak düşünülmeli işi yapanın ise ana şarj olduğu unutulmamalıdır.

Patlayıcı madde maliyeti içerisinde yemleyicinin yeri şu örnekle anlatılabilir:

Tipik bir kalker ocağındaki patlatmaya ait veriler;

Zemin Türü	:	Kalker
Delik Çapı	:	89 mm
Basamak Boyu	:	10 m
Dip Delgi	:	0,5 m
Delik Boyu	:	10,5 m
Sıkılama Boyu	:	2,50 m
Yük Mesafesi	:	2,50 m
Delikler Arası Mesafe	:	3,00 m
Bir Delikten Elde Edilen Teorik Hacim	:	75,00 m ³

Bir Delişe Doldurulan Patlayıcı Madde Miktarları

Ana Şarj (ANFO) miktarı	:	40	kg
Yemleyici Miktarı	:	1,00	kg
Kapsül Miktarı	:	1,00	adet

Birim Tüketimler

ANFO	:	0,53	kg/m ³
Yemleyici	:	0,01	kg/m ³
Kapsül	:	0,01	ad/m ³
Delgi	:	0,14	m/m ³

m³ Başına Birim Maliyetler

Ürün	Birim Fiyatı (USD)	Birim Maliyeti	%
ANFO	: 0,70	0,37	42,23
Yemleyici	: 2,80	0,04	4,22
Kapsül (Elektriksiz kapsül-14m)	: 4,00	0,05	6,03
Delgi	: 3,00	0,42	47,51
TOPLAM		0,88	0

Yukarıdaki tablodaki patlayıcı madde fiyatları, bildirinin hazırlandığı tarih itibarıyla ortalama piyasa fiyatlarıdır. Hesaplamalardan da anlaşılacağı üzere yukarıdaki patlayıcı madde maliyet analizinde ana yemleyicinin toplam maliyet içerisindeki yüzdesi en düşüktür. Bu analize işçilik maliyeti dahil edilmemiştir. Sadece toplam patlayıcı madde maliyetini oluşturan elemanların ve delgi maliyetinin yüzdesi verilmiştir. Yüzelere bakıldığında tasarruf yapmak amacıyla yemleyiciyi gereğinden az kullanmak pek doğru bir yaklaşım değildir.

5 SONUÇ

Ana şarjı yemlemek için kullanılan yemleyici ne kadar uygun özelliklerde olursa ana şarjın başlatılması o kadar güvenli ve verimli olacaktır. Uygun özelliklerden yüksek

detonasyon basıncı, delik çapına yakın çap ve yeterli uzunluk kastedilmektedir. Kalıp yemleyiciler (TNT/PETN karışımları) gibi yüksek yoğunluğa (1.6g/cm³), yüksek detonasyon basıncına (20Gpa) ve yüksek VOD'ye (7km/sn) sahip yemleyiciler, boyutlarına bakılmaksızın yüksek enerji zonu (overdrive) geliştirirler. Buna karşın ana şarj çapının ve hassaslığının kritik limitlere yaklaştığı durumlarda ivmelenme mesafesi çapın 10 katı ya da daha fazla mesafelere kadar uzayabilir ki bu esnada patlayıcıda düşük enerji çıkışı olacaktır. Bu durumda, yemleyiciye yakın bölgedeki herhangi bir olumsuz durum (örn. Tabanda ANFO'nun nemden etkilenmesi ile hassaslığının azalması, yemleyicinin çamura gömülmesi vb.) atımı riske sokar.

Eğer patlayıcı şarjı, hapsedilmemiş, zayıf hapsedilmiş veya delik çapına göre daha düşük çapta ise ivmelenme mesafesi daha uzayacaktır.

Diğer bir görüş ise ivmelenme zonunda kısa süre için düşük enerji çıkışı olduğu ama uzun sürede atım sonuca bakıldığında bu bölgedeki parçalanmanın ve pasa taşınmasının genel sonuçla pek farkı olmadığıdır. Çünkü patlama reaksiyonu sonrası delik içi basınç hızla yükselmekte ve yüksek basınçlı gazlar deliği tamamen doldurmaktadır.

Patlatma konusunda daha bilinçli çalışan ülkelerde yemleme işi için kalıp yemleyiciler (PETN/TNT karışımları) kullanılmaktadır. Tüm dizaynı iyi yapılmış bir atımın yemleyici yüzünden verimsiz olması riski göz önüne alındığında uygun özelliklerde ve miktarda yemleyici kullanmak en akılcı yoldur.

Ülkemizde yemleme işinde kartuş patlayıcılar kullanılmaktadır. Miktar konusunda ise daha önce de değinildiği gibi uygun yemleyici şartları mevcut ise bir sınırdan bahsedilemez. Ülkemiz patlayıcı piyasasında kullanılan 50kg ANFO/1kg yemleyici oranı pratikte herhangi bir sorun yaratmamaktadır. Sadece sulu deliklerde emülsiyon kartuşlarının kullanıldığı durumlarda birden çok yemleme yapmak daha faydalı olmaktadır.

Yemleyicinin delme patlatma operasyonu içerisindeki maliyetinin çok küçük olduğu unutulmamalı ve patlayıcı madde maliyetinden tasarruf yapmak için uygun

yemleyici miktarını düşürme yoluna gidilmemelidir.

KAYNAKLAR

1. Atlas Powder Company, (ed.), 1987. *Explosives and Rock Blasting*, Dallas,Texas, Sayfa 205-232
2. Erkoç, Ö.Y. (ed.), 1990. *Kaya Patlatma Tekniği*, İstanbul, Sayfa 86
3. Giltner, S.G., 2003. Relationship of booster size and velocity of detonation in production holes, *Explosive and Blasting Technique, Holmberg (ed)*, Sayfa 363-369, Prauge.
4. International Society of Explosives Engineers, (17th ed.), 1998. *Blasters' Handbook*, Cleveland, Ohio, Sayfa 257-268
5. Olofsson, Stig O (ed.), 1988. *Applied Explosives Technology for Construction and Mining*, Arla, Sweden, Sayfa 189-199
6. Orica, *Engineer Training Program-Package No:1 (Explosives)*, Australia, 26 Sayfa
7. Orica, *Engineer Training Program-Package No:10 (Priming and Charging)*, Australia, 34 Sayfa
8. Orica, 1998, *Safe and Efficient Blasting in Open Cut Mines (Technical Services)*, Australia,
9. Orica, 2001, *Advance Blasting Course*, Manchester
10. Snodgrass, P, 1996. Effect Of Explosives And Rock Parameters On Blasting Performance, 2. *Delme Patlatma Sempozyumu*, Sayfa 185-189, Ankara.