

Divriği Demir Madeni Hazırlık İşleri Kapsamında Sürülen Galerilerde Uygulanan Son Kesme Tekniğinin Galeri İlerleme Hızına ve Maliyetine Etkisi

The Effect Of The Smooth Blasting Application on Gallery Advance Rate and Cost in Divrigi Iron Mine

Ümit Kılıç

Nitrokimya Kimya San. Müh. Ürt. Paz. İnş. ve Tic. A.Ş.

Ali Dere

Erdemir Madencilik San. ve Tic. A.Ş.

Hasan Geyik

Çiftay İnşaat Taah. ve Tic. A.Ş.

Kadri Kurt

Özada İnşaat Ltd. Şti.

ÖZET Özel bir patlatma tekniği olmasından dolayı daha pahalı ürün kullanımı gerektirmesi nedeniyle Son Kesme uygulamasına pek sıcak bakılmamaktadır. Oysa toplamda sağlanan fayda görüldüğünde bu teknik devamlı kullanılmaktadır.

Bu bildiri Divriği Demir Madeni hazırlık işleri kapsamında sürülen galerilerde yapılan patlatmalarda uygulanan Son Kesme tekniğinin galeri kazı hızına olan etkisini ve toplam hesaplamada normal uygulamaya göre maliyetini ortaya koymak üzere hazırlanmıştır.

ABSTRACT Since it is a special blasting technique, it requires more expensive materials and that's why Smooth Blasting application doesn't used very much. However, after understanding its positive effects on the total job cycle, it is always used.

This paper is prepared to explain the effect of the Smooth Blasting technique on gallery advance rate and the total cost of the technique comparing with normal application in the development works in Divrigi Iron Mine.

1 GİRİŞ

Tünelcilik ve madencilik faaliyetlerinde istenen, birim çevirim süresini mümkün olan en kısa sürede tutarak olabildiğince ilerleme yapabilmektir. Doğaldır ki bu işleri yaparken her çevirim içindeki birim operasyonlar zemin türüne göre belirli sürelerle ihtiyaç duyarlar. Normal bir tünel veya galeri operasyonunda çevirim şu adımlardan oluşur:

- Delme
- Dolum
- Patlatma ve havalandırma
- Pasa nakli
- Tarama (hidrolik kırıcı ve/veya elle)
- 2.pasa nakli

- Tahkimat işleri
- Topoğrafik ölçüm

Tüm bu adımlar içerisinde, zemin türüne göre patlatma tekniği ile, Tarama Süresi ve 2.Pasa Nakli için geçen zaman dilimine müdahale edilebilir. Uygun patlatma tekniği kullanılarak projede hedeflenen kesite en yakın kesit elde edilerek tarama süresi ve taramadan çıkan pasanın taşınması için geçen süre azaltılabilir. Bunun için kullanılan uygulama, Son Kesme (Smooth Blasting) olarak bilinir ve bu teknik ile tünel veya galeri kesitinde fazla ve/veya eksik kazı önlenerek şu yararlar sağlanabilir:

- Hedeflenen kesite en yakın kesit elde edilerek fazla kazının önüne geçilebilir. Böylece kesit düzeltme için geçen tarama süresi, açılan boşluğun doldurulması (örneğin, shotcrete ile) ve fazla kazıdan kaynaklanan pasanın taşınması gibi efektif olmayan süreler azaltılmış olur.
- Bu tekniğin kullanılmadığı atımlarda özellikle tavan ve duvar deliklerinde şarj boyunun az olması nedeniyle “bilezik” diye tabir edilen kırılmamış kaya çıkıntıları olur. Bu eksik kazıyı düzeltmek için önemli miktarda tarama yapmak gerekir.
- Tarama süresinin azalması, tahkimat süresi ve miktarının azalması gibi üretim hızını arttıran faydalarının yanında hidrolik kırıcı kullanılmadığı durumda akaryakıt sarfiyatının azalması da ekonomik açıdan Son Kesme uygulamasının ciddi analizini gerektirir.

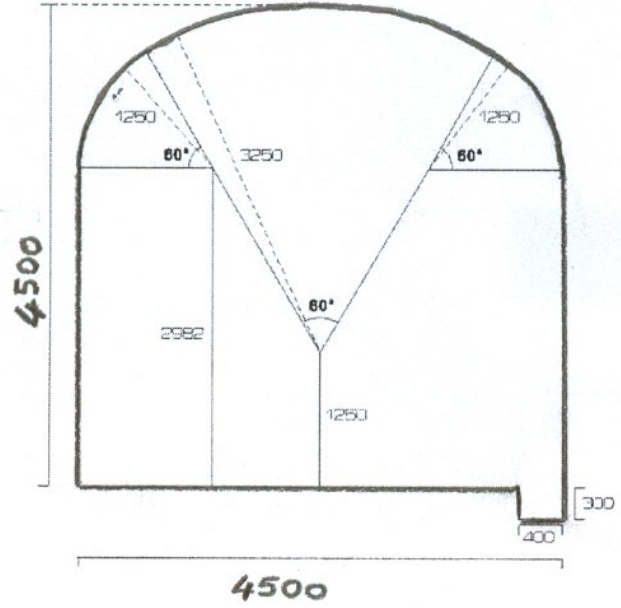
Yukarıdaki yararlarının yanında bu tekniğin sakıncaları şöyle sıralanabilir:

- Tavan ve duvar bölgelerinde delikler normalden daha sık delindiği için bu bölgelerde delik sayısı artar.
- Son Kesme deliklerinde özel pahalı patlayıcılar kullanılır.
- Planlama ve uygulamanın dikkatli yapılması gereklidir.

Pahalı ürün kullanımı gerektiren Son Kesme tekniği toplamda sağladığı faydalar göz önüne alındığında galeri ve tünel patlatmalarında kullanılması çok faydalı bir uygulamadır. Bu çalışmada, Erdemir Madencilik San. Ve Tic. A.Ş.'ye ait Sivas İli Divriği ilçesi sınırlarında işletilmekte olan Divriği Demir Madenindeki hazırlık işleri kapsamında sürülen galerilerde uygulanan Son Kesme tekniğinin galeri kazı hızına etkisi incelenerek bu tekniğin toplamda sanıldığı gibi pahalı olmadığı ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

2 ÇALIŞMANIN YAPILDIĞI ORTAM İLE İLGİLİ ÖZET BİLGİ

Divriği Demir Madeni Hazırlık işleri kapsamında sürülen galeriler kesitlerine göre değişik tiplere ayrılmakta olup bu çalışmaya konu olan atımlar A-Tipi galerilerde yapılmıştır. Yaklaşık 19m² kesit alanına sahip A-Tipi galerinin şekli, Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. A-Tipi Galeri Kesiti

2.1 Galerilerin Açıldığı Kayaç: Siyenit

Sahada görülen en yaygın kayaç birimi olup, genellikle masif bir yapı arz eden kayaç yer yer altere olmuş, bol kılcal çatlaklı, çatlakları silis dolgulu ve eklemlidir. Süreksizlik yüzeyleri ise pürüzlü ve dalgalıdır.

Yapılan testlerin sonucuna göre kayaç dayanımı (RQD): %35–47, tek eksenli basınç dayanımı (Mpa): 96 dir. Siyenitlerde yapılan jeomekanik değerlendirme sonunda ortalama kayaç kütle puanı (RMR): 61 dayanım faktörü (t): 9 bulunup, “iyi kaliteli kayaç” grubuna dahil edilmiştir. Siyenit içerisinde açılacak yeraltı boşluklarında desteksiz kalma süresi 2500 saat ve tavsiye edilen güvenli desteksiz durabileceği yükseklik ise 11 m dir. Çizelge 1'de galerilerin sürüldüğü hakim kayaç olan siyenite ait jeomekanik veriler görülmektedir.

Çizelge 1. Siyenit'in jeomekanik verileri

| | |
|------------------------------------|-------|
| Birim Ağırlık (g/cm ³) | 2,58 |
| Nem Oranı (%) | 0,44 |
| Gözeneklilik (%) | 0,59 |
| Schmidt Sertlik İndeksi | 47,82 |
| Nokta Yüğü Dayanım İndeksi (MPa) | 9,08 |
| Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa) | 94,74 |
| Çekme dayanımı (MPa) | 20,03 |

1105 ve 1315 ana nakliye galerileri genellikle siyenit içerisinde sürülmüştür. Siyenit patlatmaya oldukça iyi cevap veren bir kayaç olup kütle yapısı stabilite problemi yaratmamıştır. Sadece 1315 galerisinin özellikle ilk 200m'sinde kayacın çatlaklı yapısından ve ortamdaki suyun varlığından ötürü stabilite problemi ile birlikte patlatmadan sonra istenen kesitin elde edilememesi problemleri ile karşılaşmıştır. ***Bu bildirinin hazırlanması sırasında alınan veriler ise siyenitin masif olduğu ve stabilite problemi yaratmadığı zemin koşullarında yapılan patlatmalar sonucu elde edilmiştir.***

2.2 Masif Siyenit'teki Tahkimat İşleri

Masif siyenitin herhangi bir stabilite problemi yaratmadığı yukarıda belirtilmişti. Bununla birlikte ilerleme ile birlikte püskürtme beton uygulaması ve yer yer kamalanmalar dolayısıyla lokal blonlama yapılmıştır. Gerekli yerlerde ise çelik bağ kullanılmıştır.

Çalışmanın yapıldığı zemin koşullarında ise tahkimat olarak sadece püskürtme beton uygulaması yapılmıştır. Bu ise, ayna son tahkimatlı noktadan belli bir mesafe uzaklaştıktan sonra kazı işi durdurularak aynaya kadar tüm alana püskürtme beton atılması ile yapılmaktadır.

2.3 Galerilerde Delme-Patlatma İşleri

1105 galerisinde patlatma yöntemi olarak paralel kesme (parallel cut) yöntemi kullanılırken 1315 galerisinde orta çekme (V-Cut) yöntemi kullanılmaktadır. Paralel

kesme yönteminin kullanıldığı 1105 galerisinde atım başına 55 delik delinirken Orta Çekme yönteminin kullanıldığı 1315 galerisinde ise atım başına 60 civarında delik delinmektedir.

1315 ana nakliye galerisindeki uygulamada, atım başına ortalama 180kg kapsüle duyarlı patlayıcı kullanılmaktadır. Buradaki uygulamada gerek yemleyici olarak gerekse ana şarj olarak kapsüle duyarlı patlayıcı kullanılmıştır.

1105 ana nakliye galerisinde ise yemleyici olarak 50kg kapsüle duyarlı patlayıcı ile birlikte ana şarj olarak 150kg ANFO kullanılmıştır. ANFO deliklere basınçlı olarak ANFO Dolu Üniteleri ile doldurulmuştur.

2.3.1 Son kesme uygulamasına neden gerek duyuldu?

İşin ilk başlarında 1315 galerisi nisbeten zayıf zemin koşullarında sürülmekte iken kazı sonucu istenen kesitin elde edilmesinde sorunlar çıkıyordu. Burada özellikle suyun ve çatlaklı siyenitin varlığı kazıdan sonra zeminde fazladan dökülmelere neden oluyordu. Bu dökülmeler, gerek atım sırasında gerekse de atım sonrası hidrolik kırıcı ile tarama yapılırken oluyordu. Bu durum hem güvenlik hemde ekonomik açıdan istenmeyen bir durumu çünkü oluşan bu açılmalar çelik hasır takviyeli püskürtme beton ile dolduruluyordu (Bkz. Resim-1). Yer yer 1-2m'yi bulan bu açılmalardan sonra zemin, dengeye ulaşip hareketini bitiriyordu ancak çalışanlar üzerinde yarattığı tedirginlik ve fazla tahkimat maliyeti önemli sorundu.

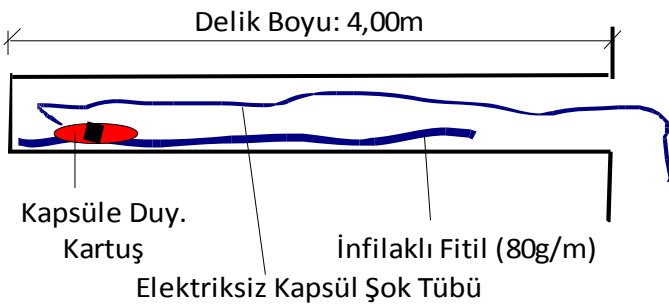
Sağlam zemin koşullarında sürülen 1105 galerisi ise atımdan sonra tarama işi için hidrolik kırıcı çalıştırmakta idi. Her iki probleme de çözüm arayışları neticesinde Son Kesme uygulamasının denenmesine karar verilmiştir. 1315 galerisindeki fazla kazı ve kavlak problemlerini azaltmak ile her iki galerideki hidrolik kırıcının çalışma saatini düşürmek gibi amaçlara ulaşmak için Son Kesme uygulamasına geçilmiştir.



Resim 1. Fazla açılmaların püskürtme beton ile doldurulması

2.3.2 Son kesme tekniğinin uygulaması

Bir önceki bölümde değinilen sebeplerden ötürü uygulanmasına karar verilen Son Kesme tekniği için aynanın tavan ve omuz kısımlarına daha sık aralıklarla delik delinmesi ve bu deliklerin 80-g'lık İnfilaklı Fitol ile doldurulmasına karar verildi. Bunun için delikler arası mesafenin 40cm ve son kesme deliklerinin yükünün 40cm olmasına karar verilmiştir. Delikler 1 kartuş kapsüle duyarlı patlayıcı ve 80-g'lık infilaklı fitil ile doldurulmaktadır. Üretim delikleri ile birlikte ateşlenen son kesme delikleri en büyük kapsül numarası ile en son patlatılmaktadır. Denemeler sonucu gerek daha düzgün bir kesit elde edilmesi gerekse hidrolik kırıcının çalışma saatinin azaltılması adına önemli katkılar yapan son kesme uygulamasına tüm çalışma boyunca devam edilmiştir (Resim-2). Son kesme deliklerine ait dolun şekli Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Son Kesme deliği dolun şekli



Resim 2. Son Kesme uygulamasının sonucu

2.3.3 Delme patlatma işinde kullanılan patlayıcı maddeler?

Hazırlık İşleri kapsamında sürülen galerilerde yapılan patlatma işlerinde değişik patlayıcılar kullanılmıştır.

Taşeron ekibin çalıştığı 1315 galerisinde ana şarj olarak Powergel Magnum365 ticari isimli emülsiyon tipi kapsüle duyarlı patlayıcı madde kullanılırken müteahhit firma tarafından sürülen 1105 galerisinde ana şarj olarak deliklere basınçlı olarak doldurulan ANFO kullanılmıştır. Her iki galeride de yemleyici olarak Powergel Magnum 365 kapsüle duyarlı emülsiyon patlayıcı kullanılmıştır. Her iki galeride de ateşleme sistemi olarak Exel LP Elektriksiz Kapsül'ler kullanılmış ve bunların ateşlenmesinde 5-6g/m'lik infilaklı fitil'den yararlanılmıştır.

Son Kesme deliklerinde ise 80-g/m'lik infilaklı fitil kullanılmıştır.

3 YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışma için Divriği Demir Madeni hazırlık işleri kapsamında 1315 kotunda ve 1105 kotunda sürülen galerilerde 5-adet normal atım ile 5-adet Son Kesme tekniği uygulanarak patlatma yapılmış ve her atım için bir çevrim boyunca ihtiyaç duyulan süreler ölçülmüştür. 10-adet atımın 7'si 1315 nolu ana nakliye galerisinde ve 3'ü ise 1105 ana nakliye galerisinde yapılmıştır. Çalışma

kapsamında atımların tamamının 1315 galerisinde yapılması planlanırken 7. atımdan sonra zeminin değişmesi nedeniyle aynı zemin koşullarında çalışmaya devam etmek için son 3 atım 1105 ana nakliye galerisinde yapılmıştır. Alınan veriler toplu halde Tablo 1'de görülmektedir.

Ölçülen değerlerden, Son Kesme tekniğinin kullanıldığı ve bu tekniğin kullanılmadığı (normal uygulamanın yapıldığı) her iki koşul için bir çevirim tablosu hazırlanmıştır. (Tablo 2).

Her iki uygulama için kullanılan patlayıcı madde ve delgi miktarları Tablo 3'de, bu miktarlar için bir atımın maliyeti de Tablo 5'de verilmiştir.

Birim Delme maliyetinin hesabı Tablo 4'de, Hidrolik Kırıcı'nın çalışma zamanındaki farklılıktan ötürü oluşan motorin maliyet farkı Tablo 6'de verilmiştir.

Bir çevirim içindeki kırıcının çalışmasından dolayı gelen maliyet ve delme-patlatma maliyetinin toplamı Tablo 7'de görülmektedir.

İlerlemeye bağlı olarak yapılan üretim miktarı (kazı miktarı) ile bunun tutarı Tablo 8'de verilmiştir. Burada anahtar teslimi kazı fiyatı olarak benzer kesitte sürülen galeri ve tünel işlerindeki ortalama piyasa fiyatı yaklaşık 80-USD/m³ baz alınmıştır.

Tablo 9'da ise asıl verilmek istenen sonucun rakamsal ifadesi görülmektedir.

3.1 Çalışmanın Verileri

Bölüm-2'nin ilk paragrafında açıklandığı gibi toplam 10-adet atımın verileri Tablo-1'de görülmektedir. Bu tablodaki ilk 5 atım Son Kesme tekniği kullanılarak yapılmış ve 6,7,8,9,10 nolu atımlarda ise Son Kesme tekniği kullanılmamıştır. İlk 7 atım 1315nolu ana nakliye galerisinde, son 3 atım ise 1105nolu ana nakliye galerisinde yapılmıştır.

3.2 Hesaplamalar ve Analiz

Çalışma kapsamında ölçülen değerler ve işletmedeki sorumlu mühendislerle yapılan görüşmeler neticesinde tüm adımlarla ilgili genel uygulamalar hakkında fikir edinildikten sonra eldeki veriler ile aşağıdaki

hesaplamalar yapılmıştır. Tüm hesaplamalar daha anlaşılır olması açısından ayrı başlık altında toplanmıştır.

3.2.1 Çevirim tablosu

Tablo-1'deki veriler ver çalışma sırasındaki diğer rutin veriler (havalandırma süresi, topoğrafik ölçüm, tahkimat işleri vb.) baz alınarak aynı zemin koşullarındaki galeri ilerlemesine ait bir çevirim için gerekli ortalama süreler Tablo-2'de görülmektedir. Bu tablodaki ölçülen veriler ve diğer veriler uygulamadaki ortalama süreleri yansıtmaktadır. Doğaldır ki her adımda zemindeki küçük değişiklikler, makine arızası, delici takım sıkışması vb. nedenlerden ötürü her çevirim süresi tablodaki değerlerle bire bir örtüşemez.

3.2.2 Atım başına kullanılan patlayıcı madde ve delinen delik miktarları

Tablo 1'deki veriler ve sorumlu mühendislerden alınan veriler ışığında her patlatmada kullanılan ortalama patlayıcı madde miktarları ve delinen delik metrajı Tablo 3'de verilmiştir.

3.2.3 Atım başına delme-patlatma maliyeti

Tablo-3'deki veriler göz önüne alınarak yapılan hesaplamalar sonucu atım başına delme-patlatma maliyeti hesaplanmış ve Tablo-5'de verilmiştir. Bu hesaplamada patlayıcı madde fiyatlarından Powergel Magnum 365 ve Exel LP-5m Elektriksiz Kapsül fiyatları için Orica-Nitro A.Ş.'nin 28.12.2009 tarihli fiyat listelerinin Toptan Fiyatları, İnfilaklı Fitiller için ise piyasadaki genel fiyatlar baz alınmıştır. Powergel Magnum 365 fiyatı, listedeki TL fiyatının güncel Dolar kuru olan 1,50 üzerinden USD'ye çevirilmesiyle hesaplanmıştır. Birim Delgi Fiyatı ise satın alınan makinenin 5 yıllık amortismanı, 2 operatör maliyeti ve delici makinenin bakım-onarım, delici takım sarfı, aylık servis maliyeti ve arıza-yedek parça masrafları dikkate alınarak hesaplanmış ve tablo 4'de sunulmuştur. Arıza-yedek parça ve tamir maliyeti, Ocak-Ağustos 2010 aylarına ait masrafların

ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Bu veriler müteahhit firma Çiftay İnşaat Taah. Tic. A.Ş.'nin fiili sarf tutanaklarından alınmıştır.

Tablo.5'de Son Kesme tekniği ile yapılan patlatmaların normal uygulamaya göre %4 civarında daha pahalı olduğu görülmektedir. Bunun nedeni daha pahalı ürün kullanılması ve daha fazla delik delinmesidir.

3.2.4 Hidrolik kırıcının motorin maliyeti

Her iki uygulamada da kazı kesitini projedekine uydurmak ve yeterince kırılmamış bölgeleri kırmak için tarama tabir edilen işlem yapılır. Bu işi yapan hidrolik kırıcının hesaplanan motorin maliyeti Tablo 6'da görülmektedir. Son Kesme uygulamasında hidrolik kırıcı daha az çalıştığı için motorin maliyeti daha düşüktür. Makinenin amortismanı ve kırıcı uç sarfı ile bakım-onarım maliyetleri bu analizin dışında tutulmuştur. Çünkü bu maliyet kalemlerinin uzun süreçte ve detaylı tutulması gerekirdi. Böyle bir şansımız olmadığı için hidrolik kırıcının çevirim içindeki maliyeti sadece harcadığı motorin üzerinden hesaplanmıştır. Bu durumun Son Kesme maliyeti açısından dezavantaj oluşturması beklenir çünkü az çalışan makine daha az yıpranır ve bakım-onarım maliyeti ile kırıcı aksam sarfiyatı daha az olur. Bu konuyu Son Kesme uygulamasının görünmeyen faydası hanesine not etmek gerekir.

3.2.5 Bir çevrim için hidrolik kırıcının motorin maliyeti ve delme patlama maliyeti

Her iki uygulama için günlük atım sayısı 27-gün ile çarpılarak aylık çevirim sayısı bulunmuş ve bu değerler bir çevrimin maliyeti ile çarpılarak aylık **“Delme Patlatma ve Kırıcı Motorin Maliyeti Toplamı”** bulunmuştur. Tablo.7'de verilen bu hesaplamalara göre, Son Kesme tekniği ile yapılan atımların delme patlatma ve kırıcı motorin maliyetlerinin toplamı normal uygulama ile yapılan atımlara göre %13 daha fazladır.

3.2.6 Aylık ilerlemeler, kazı miktarları ve tutarları

Son Kesme uygulamasının kullanıldığı durumda ilerlemenin yaklaşık %5 daha fazla olduğu Tablo.2'de verilmişti. Aylık ilerleme miktarı ile galeri kesiti çarpılarak her iki durum için yapılan kazı miktarı hesaplanmış ve kazı miktarları ile kazı birim fiyatı çarpılarak aylık kazı tutarları bulunmuştur. Kazı birim fiyatı 80-USD/m³ olarak kabul edilmiştir. Bu fiyat, yaklaşık aynı kesitteki (20-m²) tünel ve galeriler için ortalama piyasa fiyatıdır. DSİ birim fiyatı 90-TL/m³ olmasına karşın tünel içi nakliye, tünel uzunluk zammı, su zammı vb. ek ödemelerden dolayı toplamda fiyat bu değer üzerinde çıkmaktadır. Tablo.8'de verilen hesaplamalara bakıldığında fazla ilerlemeye imkan tanıdığı için Son Kesme uygulamasının kullanıldığı durumda kazı tutarı yaklaşık %5 daha fazla olmaktadır.

3.2.7 Analiz

Tablo.8'de verilen kazı tutarından her iki durum için delme-patlatma ve kırıcı motorin maliyetini düşersek toplamda elde edilen maliyet ilişkisi ortaya çıkacaktır. Bu analiz Tablo.9'da verilmiştir. Bu tabloda görüldüğü gibi delme-patlatma maliyeti açısından Son Kesme uygulaması pahalı iken ilerlemeye yaptığı katkı nedeniyle toplamda daha karlı duruma geçmektedir.

4 SONUÇ

Bu çalışma ile galeri ve tünel kazı işlerinde pahalı olduğu ön yargısından ötürü hak ettiği değeri bulamayan ve mesafeli durulan Son Kesme tekniğinin, toplamda kazı hızını arttırarak ekonomik açıdan normal uygulamaya göre daha avantajlı olduğu anlatılmaya çalışılmıştır. Bunun için Erdemir Madencilik San. Ve Tic. A.Ş. tarafından Divriği Demir Madenindeki hazırlık işleri kapsamında sürülen galerilerde yapılan normal uygulama ve Son Kesme uygulaması karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma yapılırken sadece delme-patlatma maliyeti ile tarama süresi farkı nedeniyle kırıcının harcadığı motorin maliyeti dikkate

alınmıştır. Aslında bu kısıtlı yelpazede dahi Son Kesme uygulaması ekonomik olarak daha avantajlı çıkmıştır. Bununla birlikte Son Kesme uygulamasının bu çalışmada değerlendirilemediği görünmeyen faydaları şöyle özetlenebilir:

- Daha az patlayıcı madde kullanıldığı için havalandırma süresi daha azdır.
- Tavan ve duvar bölgelerinde fazla açılmayı önlediği için gerekli tahkimat miktarı, dolayısıyla tahkimat süresi daha az olacaktır.
- En önemli sonuç, tavanda çok daha az kavlak bıraktığı için daha güvenli bir çalışma ortamına katkı yapar.

Son Kesme tekniğinin başarısının zemin tipine bağlı olduğu, özellikle sağlam, kırıksız, masif zeminlerde başarılı sonuçların alınabileceği hakim görüştür. Bununla birlikte bu sistemin başarısının tek başına jeoloji ile sınırlandırılmayacağına ilişkin görüşler de mevcuttur. Çatlaklı, zayıf zeminlerde, son kesme delikleri arasındaki mesafe daha dar tutularak ve delikler daha düşük yoğunlukla şarjlanarak uygulamanın başarısı sağlanabilir. Cambridge, Massachusetts'de çatlaklı, kırıklı kiltasında açılan 6,1m çapındaki at nalı kesitine sahip tünelde yapılan düzgün yüzey elde etme çalışmalarında, normal son kesme uygulaması (delik aralığı 61-cm ve patlayıcı yoğunluğu 0,40-kg/m) ile daha yakın deliklerin (0,45cm) düşük şarj yoğunluğunun (0,16-kg/m) kullanıldığı uygulamalar karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak daha fazla delik ve patlayıcı kullanımından dolayı pahalı gözüken uygulamanın toplamda normal uygulamaya oranla %40 daha ekonomik olduğu bildirilmiştir. Bu fark fazladan yapılan pasa nakli ve fazladan atılan püskürtme beton maliyetinden kaynaklanmaktadır. (ISEE, Sayfa 462).

Bu bildiriye anlatılmaya çalışılan faydaları nedeniyle Son Kesme tekniğinin tünel ve galeri işlerinde kullanılması, daha güvenli bir çalışma ortamı sağladığı gibi kazı hızına

yaptığı pozitif katkı nedeniyle de ekonomik açıdan avantaj teşkil eder. Bu nedenle herhangi bir galeri ya da tünel kazı işinde bu tekniğin uygulanması ile ilgili kararın, kullanılan malzemenin maliyetine göre değil benzer analizlerin yerel çalışma şartlarına göre yapılmasından sonra verilmesi yararlı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu bildirin hazırlanması sırasında yapılan çalışmalara izin veren Erdemir Madencilik Sanayi ve Tic. A.Ş.'ye özellikle sayın Aydın KARATEPE'ye, bilgilerini bizimle paylaşan müteahhit firma Çiftay İnşaat ve Taah. A.Ş.'ye ve taşeron firmalar Gülsu Madencilik Ltd. Şti.'ne ve Özada İnşaat Ltd. Şti'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Çiftay İnşaat A.Ş., 2010. Fiili Sarf Tutanakları, Divriği-Sivas.
- DSİ Genel Müdürlüğü, 2010. DSİ 2010 Yılı Emanet Taşeron Birim Fiyat Cetveli, 29/A. Baskı, 45.s.
- Gülsu Madencilik Ltd. Şti., 2009. Hakediş Raporları, Divriği-Sivas.
- International Society of Explosives Engineers, (17th ed.), 1998. *Blasters' Handbook*, Cleveland, Ohio, Sayfa 462.