

# Kırdar Taşocağında Galeri Atımından Çevreye Duyarlı Basamak Sistemine Geçişin Teknik ve Ekonomik Değerlendirilmesi

## Technical and Economic Evaluation of Changing from Galleri Blasting to Bench Blasting Method in Kırdar Quarry Mining

**Birol ELEVİLİ, Hamdi AKÇAKOCA, Önder UYSAL, İ. Göktay EDİZ**

DPU. Mühendislik Fakültesi. Maden Mühendisliği Bölümü. 43100. Merkez Kampus. Kütahya  
elevelif@dumlupinar.edu.tr

**ÖZ:** Dumlupınar Üniversitesi (DPÜ) merkez kampus sınırları içinde kalan Kırdar Taşocağında üretim klasik galeri atımı sistemi ile yapılmaktaydı. Söz konusu işletmenin hem eğitim-öğretim yapılan binalara yakınlığı, hem de civarında bulunan yerleşim alanlarından dolayı üretim yöntemini değiştirerek çevreye duyarlı bir üretim yöntemine geçme ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bir taşocağında çevreye duyarlı üretim sistemine geçmenin birinci aşaması, galeri atımından vazgeçip basamak atımı ile üretimi gerçekleştirme, ikinci aşaması ise patlatmadan dolayı meydana gelen titreşim, gürültü, toz oluşumu ve kaya fırlaması gibi faktörleri kabul edilebilir bir seviyeye getirecek delme-patlatma tasarımı yapmaktır. Bu çalışma kapsamında Kırdar Hazır Beton şirketi tarafından işletilen taşocağına önerilen ve uygulanan basamak parametreleri ile delme patlatma tasarımı sonuçları irdelenmiştir. Birkaç aylık uygulama sonuçları gözlemlendiğinde, yeni yöntem ile hem çevreye duyarlı bir üretim yöntemi sağlandığı ve hem de işletmenin verimliliğinin artarak, genel üretim maliyetlerinin düşmekte olduğu görülmüştür.

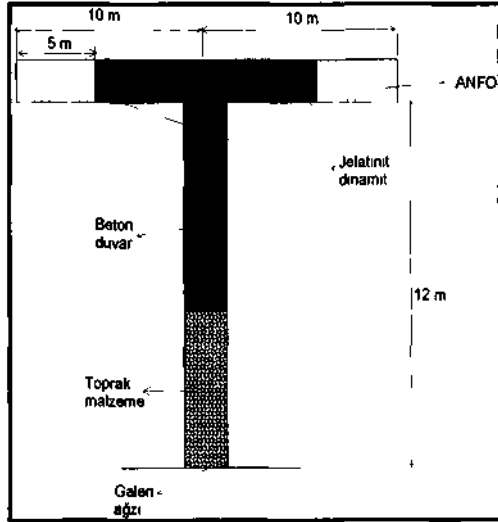
Nahtar kelimeler: Taşocağı, basamak patlatması, galeri atımı

**ABSTRACT:** The production method of Kırdar Quarry, which is within DPU campus area, had been gallery blasting. The quarry is very close to education blocks as well as surrounding villages. Therefore, production method has been needed to be changed to more environmentally sensitive method. The first stage of changing to environmentally sensitive method is to give up "gallery blasting" and to utilize "bench blasting" method. The second stage is to design drilling and blasting that will reduce ground vibration, noise, dust and flying rocks. Within the scope of this study, a bench blasting parameters have been determined for Kırdar Quarry. Then these parameters have been applied to quarry. The results have showed that the method is very sensitive to environment and also very productive when compared to old method in terms of production cost.

**Key words:** Quarry, bench blasting, gallery blasting

## I.GİRİŞ

Kırdar Hazır Beton (Kırdar Taşocağı) tarafından işletilmekte olan taş ocağı Kütahya-Dumlupınar Üniversitesi (DPÜ) Merkez Kampus sınırları içinde yer almakta olup, eğitim-öğretim yapılan en yakın binaya (Mühendislik Fakültesi) yaklaşık 2 km. mesafededir. Söz konusu taşocağında, günümüze kadar üretim "galeri atımı" diye nitelendirilen yöntemle gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde, taşocağı aynasında yüksekliği yaklaşık 1 m., genişliği 70-80 cm. olan 10-15 m. uzunluğunda yatay bir galeri delme-patlatma yöntemiyle açılmaktadır. Daha sonra bu galerinin sonundan sağa ve sola doğru 10'ar m'lik galeriler açılarak yeraltında "T" şeklinde bir boşluk oluşturulmaktadır (Şekil 1). Bu boşluğun sonundaki 5'er m'lik kısımları ANFO ile doldurulup patlatılmaktaydı. Kayıtlara göre yapılan en son atımda bir seferde 10 ton ANFO ve 27 kg. Jelatin dinamit kullanılmıştır. Bu atımlar sonucunda oluşan işletmenin görüntüsü Resim 1 'de verilmiştir.



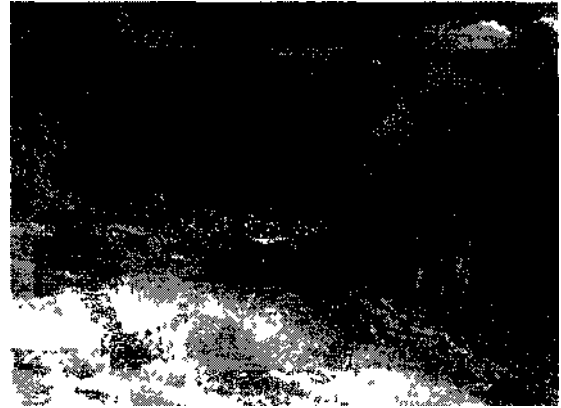
Şekil 1 Galerî Atımı Modeli

Galerî atımı yönteminin; ekonomik, teknik, çevresel ve emniyet açılarından birçok sakıncaları bulunmaktadır. Bulardan bazıları;[3]

- Bir seferde kullanılan patlayıcı madde miktarının fazlalığı, yer sarsıntısı, hava şoku, kaya fırlaması gibi istenmeyen

olaylara neden olmaktadır. Bu olumsuzluklar çevrede bulunan yapı ve tesislere (yol, elektrik ve telefon hatları, vs.) zarar verebilmektedir.

- Patlatma sonucu genellikle iri boyutlu malzeme açığa çıkmaktadır. Bunun sonucunda ocak içinde ikinci atımlar (patar atımı) yapılmakta ve ayrıca hidrolik kırıcı yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Patar atımı hem tehlike yaratmakta, hem iş akışını engellemekte, hem de ikincil işlemler maliyeti artırmaktadır.
- iş makineleri oldukça yüksek (en az 30-40 m.) ve kontrolsüz şev altında çalışmak durumundadır. Bu durum ciddi bir iş güvenliği problemi yaratmaktadır. (Resim 1)
- Ocakta bulunan kalker rezervinde bir kalite dağılımı söz konusudur. Ancak belirli bir üretim noktası olmadığı için seçimli üretim söz konusu değildir. Tüm malzeme birbirine karıştığı için tek kalite üretim vardır. Bu durumda rezervin seçimli kazı ile daha etkin üretimi engellenmektedir.
- Kırma eleme tesisine genellikle iri boyutlu malzeme gitmekte, bu durum ise hem kırıcı astarlarının ömrünü kısaltmakta, hem de elektrik sarfiyatının yüksek olmasına sebep olmaktadır.[2]
- işletmede genel bir dağılıklık olmaktadır.



Resim 1. Galerî Patlatması Yönteminde Oluşan Ayna

Yukarda sayılan tüm bu olumsuz durumlar hem maliyetlerin artmasına sebep olmakta hem de çevresel ve emniyet problemleri oluşturmaktadır.

Söz konusu problemleri önleyerek hem düşük maliyetli farklı kalitede üretim yapma olanağı sağlamak, hem de çevresel problemleri ortadan kaldırmak ve/veya kabul edilebilir seviyede tutmak için üretim sisteminin değiştirilmesi gündeme gelmiştir. Söz konusu amaca ulaşılmasını sağlayacak üretim sistemine dünyanın kabul ettiği "basamak patlatması" üretim sistemidir. Bu nedenle işletmenin "galeri atımı" sisteminden "basamak atımı" sistemine geçmesi için gerekli projelendirme çalışmaları yapılarak, uygulamasına geçilmiştir.

## 2. BASAMAK SİSTEMİNE GEÇİŞ

İşletme sahasında, topoğrafik harita üzerinde yapılan incelemeler ve mevcut delicinin delme çapına bağlı olarak yapılan hesaplamalar sonunda, yaklaşık 7 metrelik basamaklar halinde bir yamaç işletmesi uygulanmasına ve mevcut ocağın kuzey-doğu kısmından basamakların oluşturulmaya başlanmasına karar verilmiştir. Arazinin genel yapısından ve önceden yapılan çalışmalar sonucunda oluşan topoğrafik yapıdan dolayı, öncelikle ocağın doğu kısmındaki bölümün 1070 kotuna kadar basamak yöntemiyle üretilmesine, batı kısmının da 1091 kotundan başlayarak 1070 kotuna kadar basamaklarının oluşturulmasına karar verilmiştir.

Delik geometrisinin belirlenmesi için bu çalışmada Amerikan Madencilik Bürosunun yaklaşımı kullanılmıştır.[1,5] Bu yaklaşımın hareket noktası patlatma yapılacak delik çapıdır. Delik çapı seçimi bu taş ocağında mevcut delicinin çapına göre yapılmış olup, delik çapı (D) 111,4 mm'dir Bundan sonra temel delme-patlatma parametreleri olan dilim kalınlığı, delikler arası mesafe, toplam delik boyu, sıkılama miktarı, taban payı, patlayıcı madde miktarı ve basamak yüksekliği belirlenmiştir. Bu hesaplamalardan sonra sahada uygulama yapabilmek için delik geometrisinin Çizelge 1'de verildiği gibi önerilmesine karar verilmiştir. Bu modelin arazi uygulaması şaş-beş düzeninde yapılmıştır.

Çizelge 1. Önerilen Delik Geometrisi

Tanım	Boyut (m)
Dilim kalınlığı (B)	3
Delikler arası mesafe (S)	3,5
Toplam delik boyu (H)	7,8
Sıkılama miktarı (T)	2
Taban payı (J)	0,8
Basamak yüksekliği (L)	7
Patlayıcı Dolacak Kısım ( $L_{u,1,k}$ )	5,8

Bu işletme için tespit edilen delik düzenine uygun patlayıcı madde miktarı Çizelge 2'de verildiği gibi hesaplanarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Kutlanılan patlayıcı madde cinsi ve miktarları

Patlayıcı türü	Miktarı
Patlayıcı madde (ANFO-hazır)	50 kg/delik
Yemleme (Powergel-dinamit)	1 adet/delik
Kapsül (gecikmeli - elektrikli)	1 adet/delik

Çizelge 2'de verilen değerler, Çizelge 1'de verilen delik düzenine göredir. Ancak bu çalışma kapsamındaki ocakta basamaklar yeni oluşturulacağı için, arazinin eğiminden dolayı zorunlu olarak farklı boylarda delik delinmiştir. Zorunluluktan dolayı delik boyu değiştiği zaman, buna bağlı olarak patlayıcı madde miktarı ve diğer parametrelerde değişmiştir. Kot farkından dolayı kısalan deliklere konulacak patlayıcı madde miktarı delik boyları ve patlayıcı madde miktarı oranlanarak hesaplanmış olup, delik düzeni de doğrusal bir yaklaşımla arazide yeniden düzenlenmiştir. Bir başka ifadeyle delik boyu kısaldııkça dilim kalınlığı ve delikler arası mesafede küçültülmüştür olup patlayıcı madde miktarında aynı oranda azaltılmıştır.

Kırdar taş ocağının doğu bölümünde 1070 tabanlı basamak (Resim 2) yaklaşık yedi adet atım sonucu oluşturulduktan ve sistemli çalışmaya hazır hale getirildikten sonra ocağın batı bölümünde basamak oluşturulmaya geçilmiştir.



Resim 2. Doğu bölümünde 1070 taban kotlu basamak

Ocağın batı bölümünün bir tarafı da eski işletme aynası (40-50 m. yükseklikte) olduğu için başlangıçta bu aynadan yararlanılarak basamak oluşturulmaya başlanmıştır. Bu tarafta da arazinin eğiminden dolayı ilk delik 1091 m kotundan ve 7.8 m. derinliğinde delinmiştir. Burada da yine arazinin eğimine uygun olarak kot alçaldıkça delik boyu kısaltılmıştır. Batı bölümünde de 1084 taban kotlu basamak oluşturulmuştur. Yapılan atımların bazılarında, atım yerinden yaklaşık 300 m mesafede yapılan ölçümlerde hiçbir titreşim kayıt edilememiştir. Bu durum atımların çevreye hiçbir olumsuz etki yaratmadan gerçekleştiğinin bir göstergesi olarak kayıtlara geçmiştir. Ocağın Eylül 2003 tarihli görünümü Resim 3' de görülmektedir



Resim 3. Ocağın son durumu

## 2.1.Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu çalışmanın amacı iki aşamalıdır. Birinci aşaması; DPÜ kampus alanında bulunan ve diğer yerleşim yerlerine de yakın olan bir taşocağı işletmesinin faaliyetini çevreye duyarlı biçimde sürdürmesi için gerekli işletme parametrelerini tespit etmektir, ikinci aşaması ise daha verimli ve ekonomik işletme koşullarının oluşmasını sağlamaktır.

Birinci amaca, ulaşmak için tasarlanan delme-patlatma deliklerinin patlatılması esnasında oluşan titreşim ve sesler ölçülmüştür. Ölçümler yaklaşık olarak patlatma yapılan noktadan 300 m uzaklıkta yapılmıştır. Bu ölçümlere göre titreşim değerleri Amerikan Madencilik Bürosu tarafından belirlenen maksimum limit değerlerinin altında gerçekleşmiştir. Burada ölçülen değerler 5,31 mm/sn ve 8,01 mm/sn ve yine hava şoku basıncı da izin verilen limit olan 120 dB'in altındadır (yaklaşık 100 dB). Pratik olarak düşük frekanslı titreşimler meydana getiren patlatmalar için emniyet sınırı modern alçı pano duvarlı evler için 19 mm/sn, tahta kalas üzeri sıva duvarlı evler için 12,7 mm/sn dir. 40 Hz üzeri frekanslarda tüm evler için emniyetli parçacık hızı maksimum 51 mm/sn olarak tavsiye edilmektedir.[4] Ölçülen değerler bu limit değerlerinden düşük kalmaktadır.

İkinci amaca dönük olarak ocağın doğu ve batı bölümlerinde oluşturulan basamaklarla eski sisteme göre daha verimli ve daha ekonomik bir işletme modeli ortaya konulmuş ve uygulanmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 3.1. Sonuçlar

DPÜ Maden Mühendisliği Bölümü tarafından projelendirilen ve uygulamasına başlanılan Kırdar Taş Ocağı işletmesinde "yamaç işletmesi" şeklinde üretime geçilmiş ve başlangıç basamakları oluşturulmuştur. İşletmedeki basamak yükseklikleri 7 metre olup, 1070, 1077, 1084,1091 ve 1098 kotları basamak tabanlarıdır. Eskiden uygulanan "galeri atımı" yöntemine göre şimdi uygulanan "yamaç işletmesi" yönteminin aşağıdaki avantajları tespit edilmiştir.

1. Kontrollü atım yapıldığı için eskiden oluşan patlatmaya bağlı titreşim, gürültü ve kaya fırlaması gibi olumsuz etkiler ortadan kalkmış olup, çalışmalar tamamen çevreye duyarlı bir haldedir.
2. Patlatma sonucu daha iyi bir boyut küçülmesi ve boyut dağılımı ortaya çıkmakta, bunun sonucunda yükleme, nakliye verimi artmakta, kırıcı maliyeti azalmaktadır.
3. Uygun boyut dağılımından dolayı, işletme sahasında ikinci boyut küçültmeye gerek kalmamaktadır.
4. Yeni uygulanan yöntem "Seçimli Kazı'ya" imkan verdiği için farklı özelliklerdeki ürünü üretmek artık mümkündür. Talebe bağlı olarak farklı kimyasal özelliğe sahip ürünler elde edilebilmektedir.
5. Yeni yöntemin uygulanmaya başlamasıyla elektrik tüketimi yaklaşık 2/5, mazot tüketimi de yaklaşık %30 oranında azalmıştır.

Yukarıdaki sonuçların genel bir değerlendirmesiyle; yeni yöntem ile hem çevreye duyarlı bir üretim yöntemi sağlanmış olmakta, hemde işletmenin verimliliği artarak, genel üretim maliyeti düşmektedir.

### 3.2. Öneriler

Taşocağı işletmesinin bundan sonraki çalışmasında da aşağıdaki noktalara uyulduğu sürece, hem ekonomik bir işletme olacaktır, hemde patlatmalar esnasında yersarsıntısı, hava şoku gibi çevresel problemlerle karşılaşılacaktır.

1. Bu çalışmada belirtilen ve uygulaması yapılan delme-patlatma düzenine ve tespit edilen basamak kotlarına uyulması,
2. Patlatmalarda kullanılacak patlayıcı madde miktarının gecikme başına 200kg'ı geçmemesi ve bir atımda da toplam patlayıcı madde miktarının 1500 kg'dan az olması gerekmektedir.

Yukarıda belirtilen önerilere uyulduğu sürece, sözkonusu işletmede patlatma faaliyetinden kaynaklanacak ve çevreye olumsuz etki yapacak yer sarsıntısı ve hava şoku olmayacaktır.

### Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde değerli katkılarından dolayı Kırdar Taşocağı yetkilileri ve çalışanlarına teşekkürlerimizi sunarız.

### KAYNAKLAR

- [1] Bellairs, P. G., -'Optimum Drill and Blast an Ever Changing Target\*', *International Society of Explosive Engineers-Proceedings of the Twenty-First Annual Conference.*, 1995.
- [2] Erdil, M., Erkoç, Ö. Y., "Patlatma sonrası parçalanmış malzemenin tane dağılımını belirlemeye yönelik modelleme çalışmalarına bir yaklaşım", *Türkiye 14. Madencilik Kongresi*, s.89-95, 1995.
- [3] Özkahraman, H. T., Çiftçi, H., "Sayısal Fotoğraf Yöntemiyle Göltaş Çimento Fabrikası Taş Ocağı Patlatmalarının Değerlendirilmesi ve İyileştirilmesi", *Madencilik Dergisi*, Haziran, s.3-10, 2002.
- [4] Konak, G., v.d., "Taşocaklarındaki patlatmaların çevresel etkilerinin ölçümü ve değerlendirilmesi", *2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu*, s.241-255, 1999.
- [5] Persson, P., Holmberg, R., Lee, J., "Rock blasting and explosives engineering", *CRC Press, New York. 1994*

