

BİR MANYEZİT AÇIK İŞLETMESİNDE DELME VE PATLATMA MALİYET ANALİZİ

DRILLING AND BLASTING COST ANALYSIS OF A MAGNESITE OPEN-PIT MINE

Cem Şensögüt¹, Elif Gökçe Uçkaç

ÖZET

Bu çalışmada, bir açık ocak madenindeki delme ve patlatma işlemlerinin maliyet analizi yapılmıştır. Bu maliyet analizi hesaplamasında safha maliyet yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde maliyet unsurları; direkt ilk madde ve malzeme giderleri, direkt işçilik giderleri ve genel üretim giderleri olarak 3 grup altında incelenmiştir. Delme ve patlatma işlemleri ayrı safhalar olarak ele alınmış, delme ve patlatma işlemlerinin toplam maliyetleri ve birim maliyetleri bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Delme, Patlatma, Maliyet analizi

ABSTRACT

In this study, the cost analysis of drilling and blasting operations in an open pit mine was carried out. In calculation of costs, the phase cost method is used. Cost elements used in this method were analyzed under three groups such as basic material expenditures, direct labor expenditures and general production expenditures. The drilling and blasting operations were considered as separate stages and the total costs and unit costs of drilling and blasting operations were determined.

Keywords: Drilling, Blasting, Cost analysis

1. GİRİŞ

Açık ocak maden işletmelerinde, toplam maliyet hesaplaması, genellikle delme, patlatma, yükleme, taşıma ve kırma işlemlerinin maliyetlerinin toplamından oluşmaktadır. Ancak üretimin ilk aşaması olan delme ve patlatma işlemi, yapılacak sonraki aşamaları da maliyet ve verimlilik başta olmak üzere birçok açıdan etkileyeceğinden dolayı diğer işlemlere göre daha önemlidir (Bilgin, 1986).

Bir maden işletmesinde delme ve patlatma maliyetlerinin tespit edilmesi ve analizinin yapılmasının başlıca nedenleri aşağıda sıralanmıştır;

- Üretim sonucu elde edilen ürünün mal oluş fiyatını hesaplayarak faaliyet sonuçlarını belirlemek,
- Maliyet göz önünde bulundurularak yapılan planlama ve kontrol sonucunda verimliliği arttırmak,
- Başarı değerlendirmesi yapmak ve
- Karar vermektir.

¹ Prof. Dr., Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 43100 Kütahya-TURKEY

2. DELME VE PATLATMA MALİYETLERİ

a. Safha Maliyet Yöntemi

Bu çalışmada, maliyet hesaplamalarını yapmak için safha maliyet yöntemi kullanılmıştır. Safha maliyet yöntemi, aynı ya da benzer türdeki ürünlerin çok miktarda üretildiği durumlarda kullanılan bir maliyet yöntemidir (Karakaya, 2011; Özçelik, 2013; Büyükmirza, 2016).

Bu yöntemin uygulanabilmesi için;

- Üretim, birbirini izleyen ve birbirine bağlı safhalar halinde olmalı,
- Üretim çok fazla olmalı ve
- Tek veya birbirine benzeyen birkaç ürün üretilmesi gerekir.

Madencilik, çimento, tekstil, kimya, plastik, un, lastik vb. sanayi işletmelerinde bu yöntem uygulanmaktadır.

Bu yöntemde maliyetleri hesaplarken maliyet unsurları, 3 başlık altında ele alınmaktadır. Bunlar;

- Direkt ilk madde ve malzeme giderleri,
- Direkt işçilik giderleri ve
- Genel üretim giderleridir.

Direkt ilk madde ve malzeme giderleri: İlk madde ve malzemeler, üretim sırasında kullanılmaktadır. Bu maddeler ürünün bünyesinde görülebileceği gibi fiziksel ya da kimyasal değişikliklere uğrayarak hiç görünmeyen bir halde de olabilir. İşletmede yapılan incelemede delme ve patlatma işlemleri için kullanılan ilk madde ve malzemeler şu şekilde tespit edilmiştir;

Tablo 1 Delme ve patlatma işlemlerinde kullanılan ilk madde ve malzemeler

	Delme	Patlatma
İlk Madde ve Malzeme Giderleri	Mazot (1)	ANFO (2) Nonel Kapsül (3) Dinamit (4) Elektrikli kapsül (5)

Delme ve patlatma işlemlerinde kullanılan ilk madde ve malzemeler (Tablo 1) şöyle açıklanabilir;

- (1) Delme makinasının kullanıldığı akaryakıt,
- (2) Deliklere doldurulan patlayıcı madde,
- (3) Ateşlemeyi sağlayan nonel kapsül,
- (4) Patlatmayı sağlayan patlayıcı madde ve
- (5) Ateşlemeyi sağlayan elektrikli kapsül.

Direkt işçilik giderleri: İşçilere ödenen ücretlerin direkt işçilik giderleri olarak dikkate alınabilmesi için, çalışan işçilerin üretimde çalışması ve doğrudan üretim ile ürün arasında bir ilişki olması gerekir. Buna göre direkt işçilik giderleri, hangi ürün için harcandığı belirlenebilen ve işçi başına çalışma süresi ile ölçülebilen giderlerdir. Yapılan incelemede delme ve patlatma işlemlerinde çalışanlara ilişkin ele alınacak direkt işçilik giderleri şu şekildedir;

Tablo 2 Delme ve patlatma işlemlerinde kullanılan işçilik maliyetleri

	Delme	Patlatma
Direkt İşçilik Giderleri	Operatör (1)	İşçi (2) Ateşleyici (3)

Delme ve patlatma işlemlerindeki işçilik maliyetleri (Tablo 2) ise aşağıdaki gibi sıralanmaktadır;

- (1) Delme makinasını kullanan operatör,
- (2) Delikleri dolduran işçi ve
- (3) Ateşlemeyi yapan uzman kişi.

Genel üretim giderleri: Üretim ile ilgili olan, ancak direkt ilk madde ve malzeme giderleri ile direkt işçilik giderlerinin dışında kalan giderlere genel üretim giderleri olarak adlandırılmaktadır. Uygulamada bu giderler, üretimin sonucuna göre üretim maliyetine yansıtılmaktadır.

Genel üretim giderleri işletmeler tarafından şu şekilde sınıflandırılmaktadır;

- Endirekt malzeme giderleri,
- Endirekt işçi ücret ve giderleri,
- Dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetler,
- Amortisman giderleri,
- Genel yönetim giderlerinden üretime düşen paylar ve
- Finansman giderlerinden üretime düşen paylar.

Delme ve patlatma konusunda yapılan işlemlerde genel üretim giderleri aşağıda verilen tabloda sınıflandırılmıştır (Tablo 3). Ancak yapılan bu çalışmada, maden işletmesinin genel yönetim giderlerinden ve finansman giderlerinden üretime düşen paylar, yıllık olarak hesaplandığı ve muhasebeciler tarafından hazırlanan bir dağıtım formülü ile yapıldığı için dikkate alınmamıştır. Tablo 3 Delme ve patlatma işlemlerinde kullanılan genel üretim giderleri

	Delme	Patlatma
Endirekt Malzeme	Matkap Ucu (Bit) (1) Tij (2)	
Endirekt İşçilik	Mühendis (3)	Mühendis (6)
Dışarıdan Sağlanan Fayda ve Hizmetler	Bakım Onarım Hizmetleri (4)	
Amortisman Giderleri	Yıllık Yıpranma Payı (5)	

Tablo 3'e göre genel üretim giderleri şu şekildedir;

- (1) Delme makinasının delici ucu,
- (2) Tij,
- (3) Delme işlemini planlayan mühendisin ücretinden bu işleme düşen pay,
- (4) Delme makinasının yıllık bakım onarım gideri,
- (5) Delme makinasının yıllık amortisman gideri ve
- (6) Patlatma işlemini kontrol eden mühendisin ücretinden bu işleme düşen pay.

Genel üretim giderleri içindeki amortisman, kullanılan makinanın yıllık yıpranma payını ifade etmektedir.

b. İşletmede Uygulanan Delme ve Patlatma İşlemi

Bu çalışma, Eskişehir ili sınırları içerisinde bulunan bir manyezit açık ocak maden işletmesinde uygulanan delme ve patlatma işlemleri için gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1 Yer bulduru haritası

Bu işletmede delme işleminde T-4 delik delme makinası kullanılmaktadır. Makine bir operatör tarafından kullanılmakta ve günde ortalama 3,5 saat çalışmaktadır. Delici makine, çalışma sırasında saatte yaklaşık 53 litre mazot tüketmektedir. Makine 1987 model olup, işletmede 30 yıldır kullanılmaktadır. 213 no'lu Vergi Usul Kanunu'na (VUK, 1961) göre makinanın amortisman süresi 10 yıldır ve bu süreyi doldurduğundan dolayı artık amortisman ayrılmamaktadır. Makinanın bakım ve onarımı ise dışarıdan bir firmadan aylık hizmet alımı olarak gerçekleştirilmektedir. Makine ile 170,1 mm çapında ve ortalama 10 m derinliğinde

delikler açılabilir. Delik eğimi genellikle 90° olmaktadır.

İşletmede uygulanan delme işlemindeki bir atım için delik delme makinasının verileri Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4 Delici makineye ait veriler

Atım No. 1	
Çalışma Süresi (Motor saati)	5,85
Delik Çapı (mm)	170,1
Delik Eğimi (°)	90
Delik Sayısı (adet)	18
Delik Boyu (m)	10
Tüketilen Sıvı Yakıt (Lt)	315

İşletmede patlatma işlemi, arazi yapısına bağlı olarak tek sıra veya şerbeş olarak yapılmaktadır. Patlatma işleminde yemleyici olarak 500 gr'lık dinamit lokumları kullanılmakta ve delik boyuna bağlı olarak yemleme miktarı değişmektedir. Sıkılama malzemesi olarak delikten çıkarılan kırıntılar kullanılmaktadır. Delik boyuna göre de sıkılama boyu değişmektedir. Sıkılama işlemleri için 2 adet işçi çalışmaktadır. Delik diplerinde nonel kapsüller kullanılırken yüzey bağlantıları ise nonel yüzey gecikmeleri ile birbirine bağlanan elektrikli kapsüller ile sağlanmaktadır. Yapılan bağlantılar, teknik nezaretçi tarafından kontrol edilmektedir. İşletmede gerçekleştirilen bir patlatma işlemine ilişkin parametreler Tablo 5'te görülmektedir.

Tablo 5 Patlatma Tasarım Parametreleri

Atım No.1	
Delik Eğimi	Dik
Delik Düzeni	Tek sıra
Basamak Yüksekliği (m)	10
Delik Çapı (mm)	170,1
Delikler Arası Mesafe (m)	6
Delik Boyu (m)	10
Sıkılama Boyu (m)	3
Delik Sayısı (adet)	18
Üretim Miktarı (m³)	6.840

Bu çizelgedeki parametreler dikkate alınarak oluşan yığın, teorik olarak hesaplanmıştır ve bu değer üretim miktarı olarak alınmıştır. Yapılan patlatma işleminde kullanılan kapsül, ANFO ve dinamitler de Tablo 6'da görülmektedir.

Tablo 6 Atımda kullanılan patlayıcı madde verileri

Atım No. 1	
Dinamit (kg)	9
Nonel Kapsül (adet)	18
ANFO (Kg)	2.232
Elektrikli Kapsül (adet)	1

Delme ve patlatma maliyetlerinin hesabında dikkate alınacak genel üretim giderlerine ilişkin veriler ve birim fiyatları Kasım 2016 ayına ait değerler temel alınarak aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Tablo 7 Üretim giderlerine ilişkin veriler

Gider Kalemleri	Birim	Birim Fiyatı (₺)
Matkap Ucu	Adet/12	625,00
	<i>Yılda 1 adet</i>	
Tij (Boru)	Adet/12	833,33
	<i>Yılda 1 adet</i>	
ANFO	Kg	2,29
	<i>1 kg=0,70\$</i>	
Kapsül	Metre	1,00
	<i>Delik boyuna göre</i>	
Dinamit	Kg	16,00
	<i>1 adet=500 gr</i>	
Elektrikli Kapsül	Adet	2,45
	<i>Delik başına 1 adet</i>	
Bakım Onarım Gid.	Aylık	4.166,67
	<i>Yıllık hizmet olarak</i>	
Amortisman	Aylık	0,00
	<i>Defter değeri yok</i>	

Delme ve patlatma maliyetlerinin hesabında dikkate alınacak diğer bir unsur ise işçilik giderleri olacaktır (Tablo 8).

Tablo 8 Aylık işçilik giderleri

İşçilik Türü	Net Ücret (₺)	Giydirilmiş Ücret (₺)
Operatör	3.000,00	4.894,68
Mühendis	2.600,00	4.242,06
İşçi	2.000,00	2.974,38
Ateşleyici	2.400,00	3.860,50

İncelenen işletmede çalışanlar, ücretlerini aylık ve net olarak almaktadır. Bu nedenle net ücretleri üzerinden giydirilmiş ücretleri hesaplanmıştır. İşçiliklerin aylık olarak işverene maliyeti “*giydirilmiş ücret*” olarak adlandırılmaktadır.

Giydirilmiş ücret üzerinden aylık işçilik maliyetleri Tablo 8’de gösterilmiştir.

Ayrıca giydirilmiş ücret üzerinden günlük ücret (26 gün/ay) ve haftalık 45 saatlik çalışmaya göre (45/6 gün) saatlik ücret hesaplanmış ve Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9 İşçilik maliyetlerinin günlük ve saatlik tutarları

İşçilik Türü	Günlük Ücret (₺)	Saatlik Ücret (₺)
Operatör	188,26	25,10
Mühendis	163,16	21,75
İşçi	114,40	15,25
Ateşleyici	148,48	19,80

c. Delme ve Patlatma Maliyet Analizi

Uygulamada kullanılan safha maliyet yönteminde, belirli bir dönem için her safhanın maliyeti ayrı olarak hesaplanır ve bulunan maliyetlerin toplamı alınarak o safhadaki üretim miktarına bölünerek safhanın birim maliyeti, dönem için hesaplanmış olur.

Bu çalışmada, dönem 1 gün olarak alınmıştır. Yani işletmede 1 gün içerisinde yapılan bir atım şeklindeki delme ve patlama işlemlerinin toplam ve birim maliyeti hesaplanmıştır.

Birim maliyet hesabında kullanılacak formül şu şekildedir;

$$\text{Birim maliyet} = \frac{\text{Safhanın toplam maliyeti}}{\text{Safhadaki üretim sayısı}} \quad [1]$$

Delme maliyetleri şu şekilde formüle edilebilir;

$$\text{Delme maliyeti} = \text{İlk madde ve malz. gideri} + \text{Direkt işçilik gideri} + \text{Genel üretim gideri} \quad [2]$$

Bu formüle göre delme maliyeti, bir atımda açılan delik sayısı toplamı olarak hesaplanacak, daha sonra bir metre delik maliyeti hesaplanacaktır.

Atım no.1 için, atımda açılan deliklere ilişkin maliyetler Tablo 10'da verildiği şekildedir;

Tablo 10 Delme maliyetleri (Atım no.1)

Maliyet Kalemleri	Delme Maliyetleri	Tutar (₺)
<i>İlk madde ve malzeme giderleri</i>		
Mazot	315 Lt x 4,27 ₺	1.345,05
<i>Direkt işçilik giderleri</i>		
Operatör	Günlük Ücret	188,26
<i>Genel üretim giderleri</i>		
Matkap Ucu	625,00 ₺/26 gün	24,04
Tij (Boru)	833,33 ₺/26 gün	32,05
Mühendis	Saatlik ücret x 1	21,75
Bakım On.	4.166,67 ₺/26gün	160,26
Amortisman	0,00 ₺ / 26 gün	0,00
Toplam		1.771,41
Delik boyu (18adet x 10m)		180 m
Birim maliyet (₺/m)		9,84

Sonuç olarak, 1 no'lu atım için 10 m boyunda 18 adet delik açılmıştır. Toplam maliyeti 1.771,41 ₺'dir.

Bir delik açısından maliyet;

1.771,41 ₺/18 adet = 98,41 ₺ olup, toplam delik boyuna göre 1 m'lik delik boyunun maliyeti ise 9,84 ₺'dir.

Patlatma maliyetleri de aynı şekilde formüle edilebilir;

Patlatma maliyeti = İlk madde ve malz. gideri + Direkt işçilik gideri + Genel üretim gideri [3]

Bu formüle göre patlatma maliyeti, bir atımda elde edilen yığının m³ büyüklüğünün toplamı olarak hesaplanacak, daha sonra bir m³ yığının patlatma maliyeti hesaplanacaktır (Tablo 11) .

Tablo 11 Patlatma maliyetleri (Atım no.1)

Maliyet Kalemleri	Delme Maliyetleri	Tutar (₺)
<i>İlk madde ve malzeme giderleri</i>		
ANFO	2.232 Kg x 2,29 ₺	5.111,28
Kapsül	288 m x 1,00 ₺	288,00
Dinamit	9 kg x 16,00 ₺	144,00
El. Kapsül	1 adet x 2,45 ₺	2,45
<i>Direkt işçilik giderleri</i>		
İşçi	Günlük ücret x 2	228,80
Ateşleyici	Günlük ücret x 1	148,48
<i>Genel üretim giderleri</i>		
Mühendis	Saatlik ücret x 1	21,75
Toplam		5.994,76
Elde edilen yığın miktarı (m ³)		6.840
Birim maliyet (₺/m³)		0,87

Sonuç olarak, bu atımda 6.840 m³ yığın elde edilmiştir. Toplam maliyeti 5.944,76 ₺'dir. 1 m³ yığın için maliyet 0,87 ₺ olarak bulunmuştur.

Açık ocak maden işletmelerinde birim maliyet hesaplamaları, patlatma sonucu elde edilen yığının 1 m³ miktarına göre değerlendirilmektedir. Bu durumda elde edilen yığın için yapılan delme ve patlatma maliyetleri Tablo 12'de birlikte ele alınmıştır;

Tablo 12 Delme ve patlatma işlemlerinin toplam ve birim maliyetleri

Toplam ve Birim Maliyetleri	
Delme maliyeti (₺)	1.771,41
Patlatma maliyeti (₺)	5.944,76
Toplam maliyet (₺)	7.716,17
Toplam elde edilen yığın (m ³)	6.840
Birim maliyet (₺/m³)	1,13

Yukarıdaki tabloya göre yapılan bir atım için delme ve patlatma işlemlerinin toplam maliyeti 7.716,17 ₺ ve birim maliyeti de 1,13 ₺ olarak bulunmuştur.

Ancak işletmede elde edilen yığının hesaplamaları teknik olarak kübaja göre hesaplanırken, satış işlemleri ağırlık birimi (ton) üzerinden yapılmaktadır.

Bu durumda hesaplamalar, ağırlık birimine göre incelendiğinde;

Öncelikle çıkarılan manyezitin yoğunluğu 2,5 ton/m³ alındığında 1 m³ yığın için ağırlık 2.500 kg veya 2,5 ton etmektedir.

Elde edilen yığın, ağırlık açısından değerlendirildiğinde 1 ton için toplam ve birim maliyet Tablo 13'de verildiği gibidir;

Tablo 13 Delme ve patlatma işlemlerinin ağırlık cinsinden toplam ve birim maliyeti

Toplam ve Birim Maliyetler	
Toplam elde edilen yığın (m ³)	6.840
Yoğunluk (ton/m ³)	2,5
Toplam elde edilen yığın (ton)	17.100,00
Toplam maliyet (₺)	7.716,17
Birim maliyet (₺/ton)	0,45124

Tablo 13'ten izleneceği gibi yapılan bir atım için delme ve patlatma işlemleri sonucunda elde edilen yığın 17.100 ton' dur. Ağırlık cinsinden yapılan hesaplamalar sonucunda, birim maliyet 0,45 ₺ olarak bulunmuştur.

3. SONUÇ

Açık ocak maden işletmelerinde, madene ulaşmak için yapılan en önemli işlem delme ve patlatmadır. Delme ve patlatma işlemleri doğru bir şekilde planlandığında, hem verimlilik hem de maliyet gibi unsurlar istenilen şekilde olacaktır. Delme ve patlatma işlemlerinde yapılan hataların geri dönüşü mümkün olmamaktadır. Bu da işletmeye fazladan yük getirmektedir. İşletmelerde temel amaç, düşük maliyet ile yüksek verim elde etmektir. Düşük maliyetlerin yerine optimum düzeyde bir maliyet belirlenmelidir. Optimum seviyede ki maliyet için gerekli parametreler değerlendirilerek maliyet analizi yapılmalıdır.

İşletmelerde, delme ve patlatma işlemlerinin her bir atımı için aylık olarak maliyetleri hesaplanmalıdır. Hesaplanan bu maliyetler sonucunda, patlatma yapılacak arazi şartları da dikkate alınarak, optimum bir maliyet değeri tespit edilmelidir. Böylece delme ve patlatma işlemleri için ekonomik bir maliyet elde edilmiş olacaktır.

4. KAYNAK

- [1] Bilgin, H.A., (1986), Açık işletmelerde patlatma sorunları ve tasarımı, Ankara, Tki Genel Müdürlüğü Yayını, ODTÜ Maden Müh. Böl. Seminerleri, 2.
- [2] Büyükmirza, K. (2016), Maliyet ve Yönetim Muhasebesi (21. Basım), Gazi Kitapevi, Ankara, 921s
- [3] Karakaya, M. (2011), Maliyet Muhasebesi (4. Baskı), Gazi Kitapevi, Ankara, 826s.
- [4] Özçelik, F. (2013), Yalın Üretim Ortamına Uygun Maliyet Sistemi Seçimi, Yönetim ve Ekonomi, İİBF- CBÜ, Manisa, Cilt20, Sayı1, ss47-58.
- [5] VUK, 1961; 213 sayılı Vergi Usulü Kanunu, 10703 Resmi Gazete, 10.01.1961