

Delme-Patlatma Parametrelerinin, DelPat v8 Yazılımı ile Tasarlanması ve Uygulamadaki Sonuçlarının Karşılaştırılması

Designing Drilling-Blasting Parameters with the DelPat v8 software and comparing the results with actual data

ÖZET:Kaya ocaklarında yada sert zemin kazısı gerektiren projelerde kullanılan delme-patlatma değerleri, istenen en iyi sonuçların ve en düşük maliyetlerin elde edilmesinde çok önemli bir yer tutar. Maliyet değerlerinin tespitinde, işyerine, işletmeye yada projeye ait birçok parametre etkindir ve bunların birlikte kullanılması ile istenen maliyet değerlerine ulaşılması ve sabit tutulması her zaman kolay olmamaktadır.

Bu bildiride, DelPat v8 adlı, açık işletmelerde yada sert zemin delme-patlatma çalışmalarının organizasyon ve analizini yapan bilgisayar yazılımının Boyabat Barajı ve HES inşaatındaki kaya ocağında, yukarıda bahsedilen konular çerçevesinde getirmiş olduğu çözümler anlatılmaktadır.

ABSTRACT:

Parameters used in drilling and blasting operations, to obtain the best results and the lowest cost in rock quarries or in projects where hard ground formation excavation is required is very important. Many parameters are effective in determining the cost of the project. Achieve the desired cost with the use of this many parameters and keep it always constant is not always easy.

This paper, describes the “Delpat v8 Software for Organization & Analysis of Rock Drilling and Blasting Systems” solutions within the framework of the above-mentioned issues in Boyabat Dam and HEPP constructions quarry.

1 GİRİŞ

Boyabat Barajı ve HES, Sinop İli Durağan ilçesinin 10 km yakınında, Kızılırmak Nehri üzerinde inşaa edilmiştir. İnşaat aşamasında, T3 kaya ocağı tasarlanmış ve kullanılmıştır.

1.1 Barajın Teknik Özellikleri

Yıllık üretim	: 1.500 x 10 ⁶ kWh
Baraj Tipi	: Beton ağırlık
Temedden Yükseklik	: 195 m
Talvegden Yükseklik	: 150 m
Santral Tipi	: Gövdeye bitişik
Beton Hacmi	: 2.750.000 m ³
Rez. Uzunluğu	: 30 km
Top. Depolama	: 3,5×10 ⁶ m ³

1.2 İnşaat İşleri Özellikleri

Ana baraj gövdesi beton sınıfları; alt kotlardan üst kotlara doğru, C18-C16-C14 (Dmax=150 mm) ve yapı betonları (santral inşaatında); C25-C30 (Dmax=40 mm) şeklindedir.

Bahsedilen beton sınıfları için tüm agregalar ve projede ihtiyaç duyulan farklı kategorilerdeki tahkimat kaya malzemeleri T3 kaya ocağından elde edilmiştir.

1.3 Kaya Ocağı

Kaya ocağı baraj gövdesinin 4 km mansab tarafındadır.

Ocağın işletme çalışmaları aşağıda belirtildiği gibi yapılmıştır:

- Kıрма tesisi birincil kırıcı besleme kotu olarak belirlenmiş olan +240 m kotundaki platforma yerleştirilmiştir.
- Bu kotdan başlayarak ocak işletmesi en üst kotu olan +400 m kotuna bağlanacak olan ana ulaşım yolu ile ihtiyaç duyulan diğer servis yolları yapılmıştır.
- Ana ulaşım yolunun tamamlanmasından sonra, ocak üst kotlarındaki sıyırma çalışmaları tamamlanıp, tüm işletme alanında, kesilmesi gereken ağaç yada çalılıklar toplatılmış ve ara yollar üzerine daha sonra almak üzere stoklanmıştır.
- Üst kotlardan kademeler oluşturularak, üretime devam edilmiştir.

İşletme taban kotu +230 m olarak seçilmiş olup, buna göre toplam kazı hacmi yaklaşık 4.600.000 m³ elde edilmektedir.

Ocakta üretim üst kotlardan alt kotlara doğru 12.00 m dik yüksekliğinde kademeler halinde yapılacaktır, bu yüksekliğe göre olan delik derinliği, delici makinede kullanılan rod uzunlukları ile birlikte 4 adet rodun tam kullanımı (tabanca payı hariç deliğe tümünün gönderilmesi) dikkate alınarak ulaşılmıştır.

Hazırlanmış olan işletme projesine göre, kademeler arası alınabilecek yerinde kaya hacimlerinin gösterimi çizelge 1 deki gibidir.

Çizelge 1 Kademelerin kaya hacim dağılımı

Kademe şevbaşı	Kademe şevdibi	Kademe dik yüksekliği	Hacim	Kümülatif hacim
m	m	m	m ³	m ³
400	387	13	4.824	4.824
387	374	13	26.507	31.331
374	361	13	83.373	114.704
361	348	13	156.520	271.224
348	335	13	226.227	497.451
335	322	13	291.895	789.346
322	309	13	360.735	1.150.081
309	296	13	439.706	1.589.787
296	282	14	512.135	2.101.922
282	269	13	578.994	2.680.916
269	256	13	633.529	3.314.445
256	243	13	677.360	3.991.805
243	230	13	673.929	4.665.734
Toplam			4.665.734	

Planlanmış olan ocak işletme görünümü şekil 1 de verilmiştir.

Planlamada etkin rol oynayan delme-patlatma parametreleri, maliyetler dahil olmak üzere DelPat v8.1 adlı bir yazılım tarafından hesaplanmıştır.

2 BİLGİSAYAR YAZILIMI

Delme-patlatma çalışmaları için ticari niteliği olan bir çok yazılım geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları delme-patlatma tasarımı yapmak, bazıları patlatma sonucunu analiz etmek, bazılarıda patlatmadan kaynaklanan çevresel sorunları analiz etmek içindir. Bu yazılımlar dört grup altında şöyle sıralanabilir;

- a) Basamak patlatması için delme-patlatma tasarımı yapan programlar:

- WipFrag
 - DelPat
 - Blasp
 - Structural Blast Designer
- b) Tünel patlatmaları için bazı yazılımlar:
- AEL Tunnel 2000
 - AEL Ring 2000
- c) Patlatmadan kaynaklanan çevresel sorunların analizi için kullanılan yazılımlar:
- Rockmate
 - Master Blaster & Inventory Management Software System
 - Vibration Consultant
 - Vibration Assistant
- d) Parça boyut dağılım analizi için kullanılan bazı yazılımlar:
- WipFrag
 - WipJoint
 - Split Online veya Split Desktop
 - DelPat
 - Blast Maker
 - Blasp

- Delme ve patlatma maliyet değerlerinin kullanıcının girdi bilgilerine göre hesaplanması.
- Patlatma kaynağından farklı mesafelerdeki sarsıntı, hava şoku ve taş fırlatma tahminlerinde bulunma.
- Projenin delme-patlatma organizasyon bilgilerinin sunumu.
- Günlük veri kayıtlarının düzenlenmesi ve saklanması.
- Planlanmış olan patlatma yerinin, arazi topografik alımları yapılmış olan bölgeye yerleştirilmesi ve yüzeye bağlı olarak delme-patlatma verilerinin yeniden değerlendirilmesi.

Ball (1991), Atlas (1987), Erkoç (1990), Olofsson (1990)

2.2 DelPat'ın T3 Kaya Ocağı için Çalıştırılması

T3 kaya ocağına ait DelPat giriş bilgileri çizelge 2de verilmiştir.

İlk planlama değerleri olarak, kademe dik yüksekliği 12 m dir. Seçilmiş olan delici makinenin çalışabileceği delik çapları; 76, 89, 102, 115 mm dir. DelPat, kademe yüksekliğe bağlı olarak uygun delik çaplarını kendisi seçer ve tüm diğer sonuç bilgilerine ulaşır. Bu bilgilerin toplu sunumu, şekil2 dedir. Bu şekilde hesaplanmış olan B (sıralar arası mesafe) ve S (delikler arası mesafe) değerleri, yazılım tarafından matematiksel bazı eşitlikler kullanarak elde edildiği için, küsuratları her zaman uygulamaya uygun değildir. Dolayısı ile, örneğin 3,32 m lik bir mesafeyi, 3,30 m yada 2,60 m yi 2,50 m kabul etmek çok yanlış olmaz. Çünkü, yazılım yeni verilmiş olan bu değeri, geriye yönelik olarak yeniden hesaplayıp, eğer varsa tane boyu dağılımı yada diğer sonuç değerleri üzerindeki etkisini gösterir.

Kaya ocağında, üretim delikleri için 76 mm delik çapı tercih edilmiş ve DelPat tarafından hesaplanmış olan değerler kullanılmıştır çizelge 3.

Açık işletme faaliyetleri süreçlerinde birçok ardışık işlemin sayısal modeller ile tasarlanması, mühendislerin uzun olabilecek tasarım çalışmalarını yapmalarını gerektirmektedir. Bunların, kısaltarak, seçenekli sonuçlar üretebilmelerine, karşılaştırabilmelerine ve tasarımda etkili olan parametreler üzerinde öncelikli olarak durulmasına olanak sağlanabilir.

DelPat v8.1 yazılımı, aynı yaklaşım çerçevesinde; bir kaya ocağının yadasert zemin kazısı yapılması gereken farklı projelerin ve açık maden işletmelerinin delme-patlatma işlerinin organizasyonu veya analizlerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

2.1 Yazılımın (DelPat) Yapabildikleri

- İstenilen tane boyu dağılımına göre, delme düzeninin ortaya konması ile patlayıcı maddelerin delik başına dolun miktarlarının hesaplanması.
- Delme ve patlatmadaki gecikme sistemlerinin kullanıcının isteğine göre planlanması.

2.3 T3 Kaya Ocağı için Uygulamadaki Veri Kayıtları

Baraj inşaatında, çalışma yapılan her aktivite ile beraber, T3 kaya ocağına ait üretim ve maliyet verileri kayıt altına alınmaktadır. Kayıtlar, günlük puantaj formları ile araziden ve ambar kayıtlarından alınmakta ve şirket için tasarlanmış bir yazılımda değerlendirilmektedir.

DelPat'ın hesaplamış olduğu ve bu kaya ocağının planlamasına esas olan değerler ile ocağın tüm çalışma süresindeki uygulama kayıtları ortalamasının karşılaştırıldığı veriler çizelge 4 dedir.

3 DEĞERLENDİRME

- a. **Toplam kazı miktarı (m³):** DelPat'ın giriş bilgisi olarak, kaya ocağı işletme planındaki miktar kullanılmıştır.
- b. **Çalışma/Çalışılmayan süreler (gün):** Kayıt da görünen çalışma ve çalışılmayan gün değerleri DelPat hesap değerlerine çok yakındır.
- c. **Delici makine ve delme kapasiteleri (m/saat):** DelPat hesabındaki kadar delici makine kullanılmıştır, delme kapasiteleri, öngörülemeyen arızalar nedeni ile kayıt da çok az düşük görünmektedir.
- d. **Özgül delme (m/m³):** Çok yakın değerler ile üretim tamamlanmıştır.
- e. **Özgül şarj (kg/m³):** Çok yakın değerler ile üretim tamamlanmıştır. Kayıtdaki azlık, kayacın öngörülemeyen aşırı kırılma olup, patlatmaya tepkisinin fazla kırılma şeklinde olmasından kaynaklanmıştır.
- f. **Patlayıcı madde miktarları:** Değerler yakın olmakla birlikte, özellikle başlatıcı (kg) ve detonatör (adet) miktarlarında, kayıtda fazlalık vardır, nedeni; palye önlerinde ön-kesme tekniğinin kullanılmasıdır.
- g. **Birim maliyetler (TL/m³):** Çok yakın değerler ile üretim tamamlanmıştır.

İlk değerlendirmelere göre, DelPat da planlanan değerler ile uygulama kayıt değerlerinin yakınlık göstermektedir.

Kayıt sistemi içerisinden, kaya ocağındaki aktivitelerin maliyetleri olarak dağılım grafiği şekil-3 deki gibidir.

4 SONUÇ

Büyük hacimli bir kaya ocağının, her açıdan planlanması, küçük birimlerde olabilecek bir hatanın parasal karşılığının yüksek olacağı açısından çok önemlidir. Delme-patlatma parametrelerinin sağlıklı tespit edilebilmeside yine bu açıdan önem taşımaktadır. Çalışılan kaya ocağı projesinde, sadece 0,1 \$/m³ gibi küçük bir farkın toplam kaya üretimindeki etkisi: 0,1 \$ x 4.000.000 m³ = 400.000 \$ olacaktır.

Maliyetlerin daha hassas hesaplanması, yani sadece kullanılan malzeme ve işçiliğin birim fiyatı değil, tüm işyeri koşullarının değerlendirmeye alınabilmesi, ancak bir bilgisayar yazılımı ile çok kısa bir sürede ortaya konulabilir. DelPat, kaya delme-patlatma çalışmaları için bunu yaparak, işletme maliyetlerinin, önceden alternatifli olarak hesaplanabilmesi imkanını vermektedir. Bu sayede, deneme yanılma gibi bilimsel bir tabana oturmayan, maliyetli ve zaman kaybı olan bir konuda ortadan kalkmaktadır.

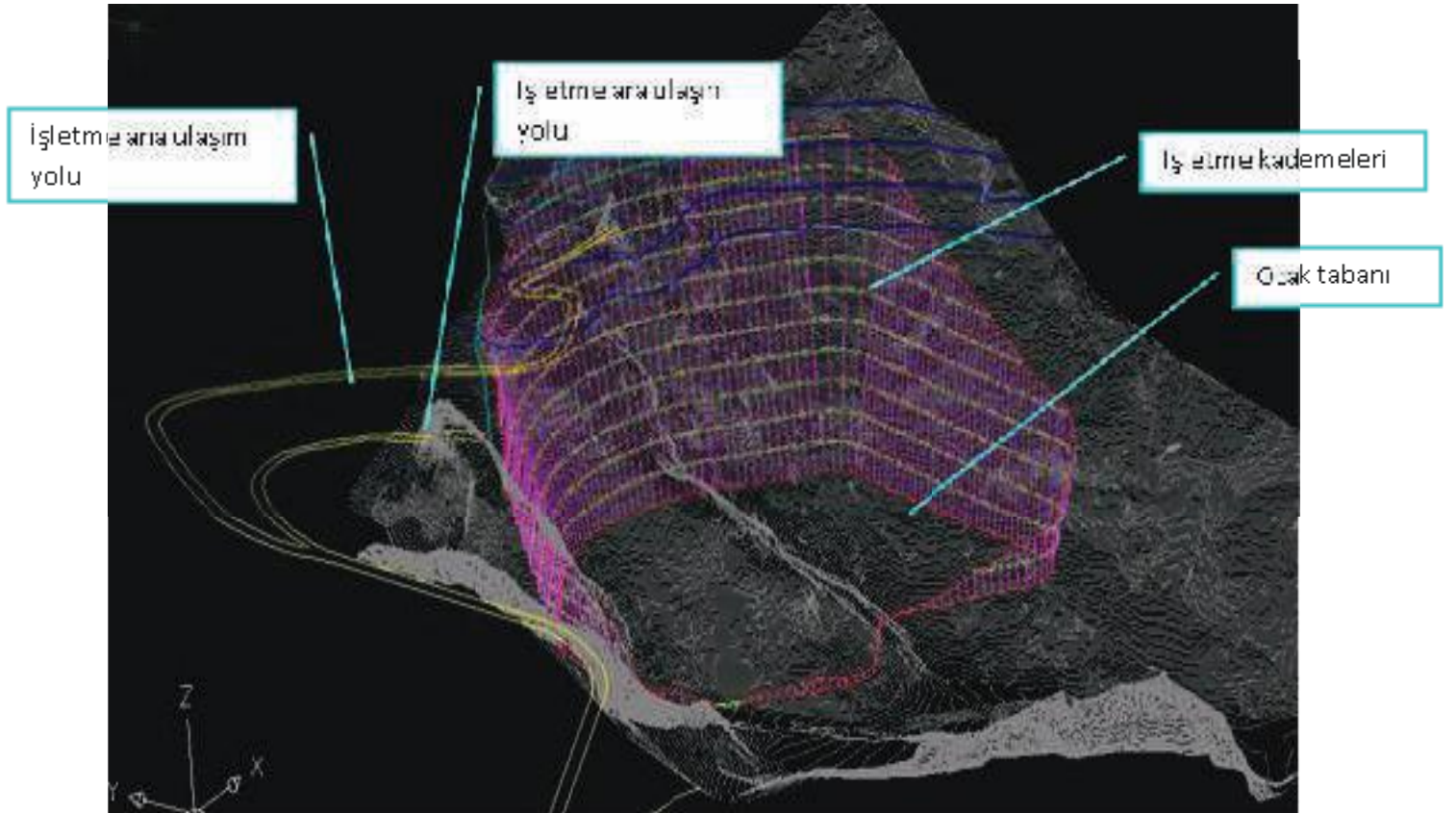
KAYNAKLAR

1. Ball H., Blasting Report for Excavation of Karakütük, 1991, ICI Explosives, England, p 50
2. Explosives and Rock Blasting, 1987, Atlas Powder, Dallas, Texas USA, p 385
3. Erkoç Ö.Y., 1990, Kaya Patlatma Tekniği, İstanbul, p 164
4. Olofsson S., 1990, Applied Explosives Technology for Construction and Mining
5. Proceeding of the Fifth International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting - Fragblast-5, 1996, ISEE , Montreal / Quebec / CANADA, p.458
6. Soferti, Effective Detonation Rate and Explosive Performans of ANFO / Summary, 1990.
7. Surface Drilling and Blasting,1988, Tamrock, Finland, p 474

8. Stan Lippincot, 1997, The Journal of Explosives Engineering, Cleveland, Ohio, USA, p.28-30

	Sımdiki(T3_3) (SI)
Toplam kaya kazısı (SI:m3 / BI:ft3)	4.600.000
Proje süresi	24 ay
Kayaç kütleli tanımı	Tam Masif
Çatlak mesafesi (SI:m / BI:ft)	Orta (0,1 - 1)
Kayaç Yoğunluk (SI:t/m3 / BI:lb/ft3)	2,7
Kayaç Sertlik (Moh's)	7
Çatlak durumu	Tabana doğru
Tane boyu (SI:cm / BI:in)	40
Ağırlıkça yüzde	85 %
Kademe dik yüksekliği (SI:m / BI:ft)	12
Kademe genişliği (SI:m / BI:ft)	10
Delici makine	Atlas Copco D7-T3
Delici uç hizmet ömrü (SI:m / BI:ft)	2000
Delici uç birim maliyet	666,8 TL/adet
Rod Ömrü (SI:m / BI:ft)	2.600
Rod birim maliyet	1000 TL/adet
Manşon Ömrü (SI:m / BI:ft)	2.200
Manşon birim maliyet	333,2 TL/adet
Şank Ömrü (SI:m / BI:ft)	3.000
Şank birim maliyet	340 TL/adet
Delme düzeni	Peşpeşe
Delik düzeninde sıra	2
Delik eğimi	1/4 75,96°
Detonator	T3_3
Bağlatıcı	T3_3
Taban şarj	T3_3
Kolon şarj	T3_3

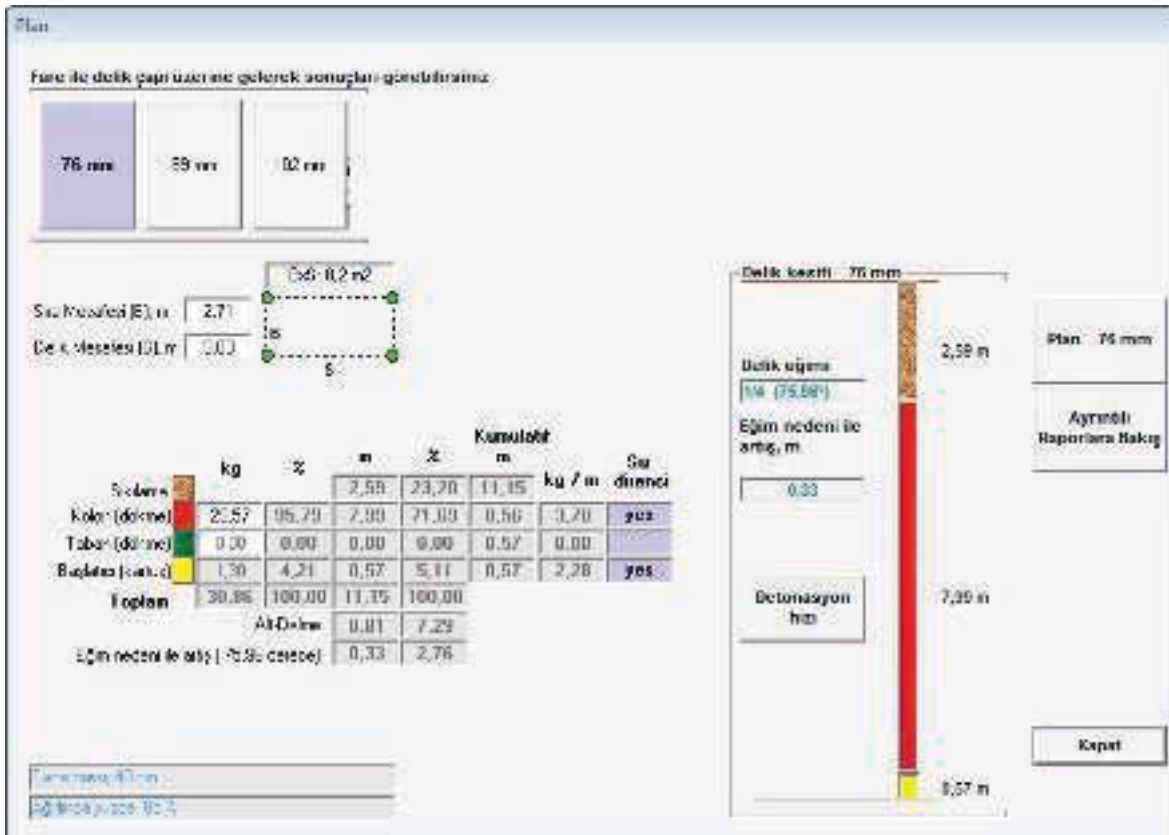
Çizelge-1 DelPat giriş bilgileri tablosu



Şekil-1 Kaya ocağı işletme planı

B x S	m ²	2,71 x 3,03 = 8,21
Toplam kaya kazısı	m ³	3.753,000
Başlangıç tarihi	Tarih	01.07.2010
Bitiş tarihi	Tarih	01.03.2012
Vardiyadaki çalışma saati	h	10
Gündeki vardiya	Vardiya	2
Proje süresi (Çalışma + Çalışılmayan gün)	gün	006 (509 + 40)
Hesaplanmış Proje süresi (Çalışma + Çalışılmayan gün)	gün	652 (629 + 43)
Fark	gün	+ 43 (40 + 3)
Net çalışma günü	gün	006 (509 + 40)
Toplam Çalışılmayan gün	gün	43 (40 + 3)
gün gecikme (Çalışma + Çalışılmayan gün)		+ 40 gün gecikme, 13.04.2012
Makine Kullanımındaki verim (AxB) (%)	%	1,75 x 651(8) = 48,75
Delici makine tipi		Atlas Copco D7-73
Delice oranı	%	55,0
Delici kapasitesi	m ³ /h	28,62
Delice makine	adet	3
Delik miktarı (Vardiya/gün/Toplam)	m	419 / 837 / 509.303
Delik miktarı (Vardiya/gün/Toplam)	adet	39 / 78 / 47.502
Hesaplanmış Alan	adet/gün	12,5
Gerekten fazla makinesi miktarı	adet	0
Şarj makinesi tipi		""None""
Karıştırma ve dolulama kapasitesi	kg/m ³	0
Detonator miktarı (Vardiya/gün/Toplam)	adet	40 / 80 / 45.744
Başlatıcı (Vardiya/gün/Toplam)	kg	51 / 101 / 50.303
Taban şarjı (Vardiya/gün/Toplam)	kg	0 / 0 / 0
Kolon şarjı (Vardiya/gün/Toplam)	kg	1.153 / 2.306 / 1.352.465
Kaya Hacim (Vardiya / gün / ay)	m ³	3.029 / 6.158 / 184.725
Kaya Hacim (Vardiya/gün / ay)	ton	8.314 / 16.627 / 488.815
Patlattırıcı Kaya (kabank) x1.4 (Vardiya / gün / ay)	m ³	4.010 / 0.021 / 250.021
Patlattırıcı Kaya (kabank) x1.4 (Vardiya / gün / ay)	ton	11.640 / 23.278 / 698.347
Delice maliyeti	TL/m ³	1,47
Patlatıcı maliyeti	TL/m ³	0,98
Toplam maliyet	TL/m ³	2,45

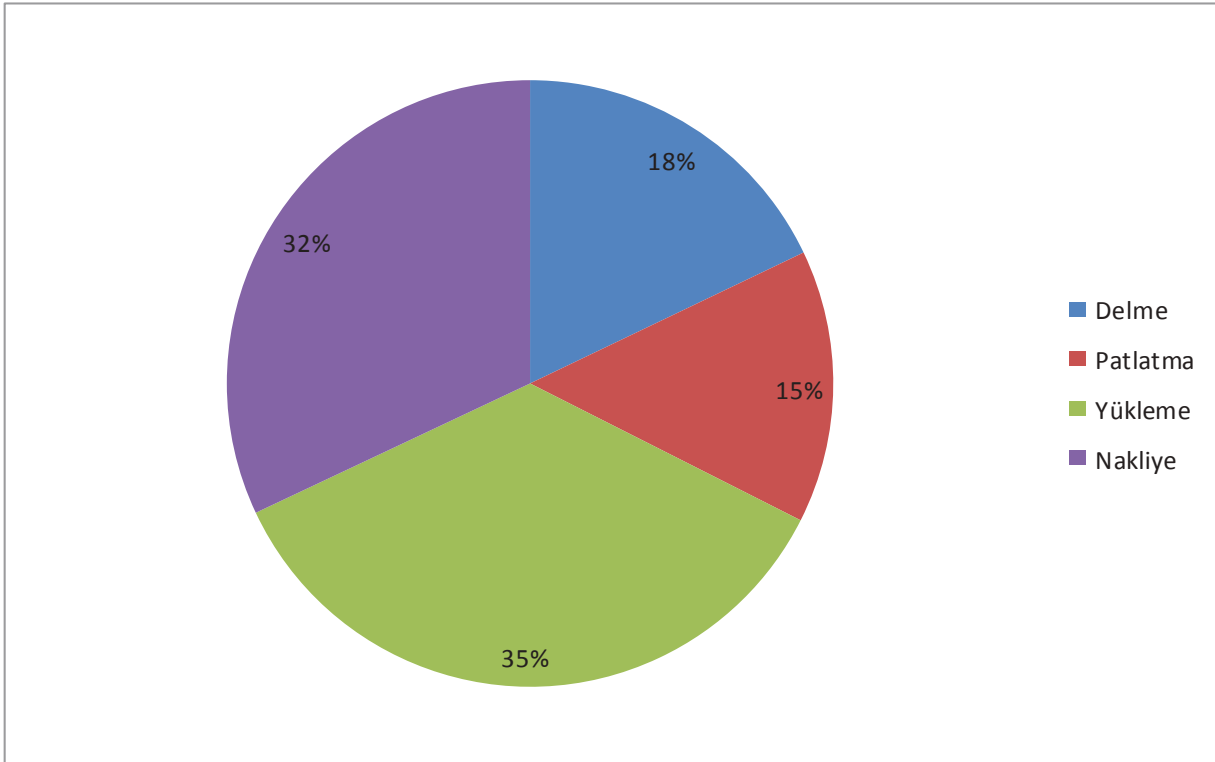
Çizelge-2DelPat organizasyon tablosu



Şekil-2 DelPat ilk hesaplama formu

		DelPat	Kayıt
Toplam kazı miktarı	m3	3.750.000	3.750.000
Net çalışma	gün	609	595
Çalışılmayan gün	gün	43	45
Delici makine	adet	3	3
Delme kapasitesi	m/saat	28,62	26,5
Delme miktarı	m/gün	837	822
Toplam delme miktarı	m	509.903	489.090
Delik miktarı	adet/gün	78	67
Özgül delme	m/m3	0,109	0,108
Hesaplanmış atım	gün/adet	1,6	2
Toplam kapsül miktarı	adet	45.744	47.230
Toplam başlatıcı miktarı	kg	59.388	62.700
Toplam kolon şarjı miktarı	kg	1.352.466	1.275.000
Özgül şarj	kg/m3	0,30	0,27
Patlatılmış kayaç hacmi	m3/gün	6.158	6.050
Delme birim maliyeti	TL/m3	1,47	1,38
Patlatma birim maliyeti	TL/m3	0,88	0,99
Toplam birim maliyeti	TL/m3	2,35	2,37

Çizelge-3 DelPat-uygulama kayıt karşılaştırma tablosu



Şekil-4 Kaya ocağındaki maliyet dağılımı