

# *Açık işletmelerde Kontrollü Patlatma Teknikleriyle Maliyet Optimizasyonu*

The Cost Optimization of Open Quarries by Controlled Blasting Technology

**Taner SÜMER (\*)**  
**Ü. Ercüment ÖKTEM (\*\*)**  
**Lars FRANDBERG (\*\*\*)**

## ÖZET

Taş ocaklarında patlatma sonrası istenilen tane dağılımı çeşitli uygulayıcılarca değişik şarj, delik çapı ve delik düzeni kullanılarak elde edilmeye çalışılmıştır. Bu yazı Bekhme Barajı, Sedada ve Topruk Kalker ocaklarıyla Kale ve Nijelsat granit ocaklarında yapılan maliyet optimizasyon çalışmalarını içermektedir.

## ABSTRACT

Fragmentation in rock quarries is tried to be achieved by changing the specific charge, drill pattern and bore hole diameters by different experts. This paper is a brief summary consisting of the practical utilization of the cost optimization in Bekhme Dam, Sedada, Topruk and Kale, Nijelsat quarries which are limestone and granite in rock structure respectively.

(\*) İns. Y. Müh., Patlayıcı ve Sondaj Danışmanı, GÜRİŞ, ANKARA

(\*\*) İnş. Y. Müh., Jeoteknik Danışmanı, ANKARA.

(\*\*\*) Maden Y. Müh., Nitronobel Atım ve Patlayıcı Ar. Grup Şefi ve Ortadoğu Sorumlusu

## 1. GİRİŞ

Taş ocağı işletmelerinde patlatmadan beklenen tane boyut dağılımı çeşitli uygulamacılarca değişik delik çapı, düzeni ve birim metreküp taş için kullanılan patlayıcının artırılmasıyla elde edilmeye çalışılmıştır. Bu yazıda, Irak'ta Zap suyu üzerinde inşaa edilen ve kil çekirdekli kaya dolgu tipi olan Bekhme Barajında kalkerli arazide yapılan kaya hafriyatında, Libya Musurata demir çelik fabrikasına kalker ve dolomit temini için Sedada'da çalıştırılan dolamitik kalker ocaklarında ve İsveç'te Kale ve Nijlsat granit ocaklarında istenen tane dağılımı (en büyük tane çapı 30 cm) elde etmek için çok sıkı titreşim ve savrulma limitleri altında yapılan kontrollü patlatma tekniği, nakliye ve kırma eleme işlemleri

birlikte gözönüne alınarak yapılan maliyet optimizasyonu açıklanmıştır. Söz konusu ocaklarda kullanılan yüksek patlama hızlı patlayıcı %'leri alışlagelmiş kuramlara göre değil, söz konusu parçalanma ve maliyet optimizasyonunu sağlayacak oranda ardışık yaklaşımla bulunmuş ve prill amonyum nitrat esas patlayıcı olarak ara yemlemelerle kullanılmıştır.

## 2. KAYAÇ VE PATLAYICI MADDE ÖZELLİKLERİ

Kayaçların kimyasal ve fiziksel özellikleri ile patlayıcı özelliklerinin farklılıklarının patlatma tekniği açısından önemi nedeniyle Çizelge 1, 2, 3 ve 4'te verilmesi uygun görülmüştür.

Çizelge 1. Kayaçların Kimyasal Özellikleri (Temel Araştırma;1988)

Kimyasal İçerik (%)	Sedada Projesi	G AT Otoyolu	Bekhme Barajı	Kale Ocağı
SiO <sub>2</sub>	1,25	1,22	1,30	72,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,31	0,24	0,27	20,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,21	0,18	0,23	1,40
<b>Nap</b>	0,12	0,14	0,10	3,00
CaO	54,20	55,66	52,89	1,50
MgO	0,20	0,26	0,32	0,80
CO <sub>2</sub>	43,71	42,30	44,89	0,00

Çizelge 2. Kayaçların Fiziksel Özellikleri (Temel Araştırma; 1988)

Fiziksel İçerik	Sedada Projesi	GAT Otoyolu	Bekhme Barajı	Kale Ocağı
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	2,6	2,41	2,4-2,6	2,74
Basınç Dayanımı (kg/cm <sup>2</sup> )	1200	1100	900-1200	1500
Sismik Dalga Hızlan (m/sn)	2300	2400	2350	3600
RQD	90-94	80-88	75-85	95-100
Tabaka Yönü	Yatay	Masif	Eğik	Masif
Ortalama Tabaka Kalınlığı (m)	1-2	5	0,30-2	>7

Çizelge 3. Amonyum Nitratın Özellikleri

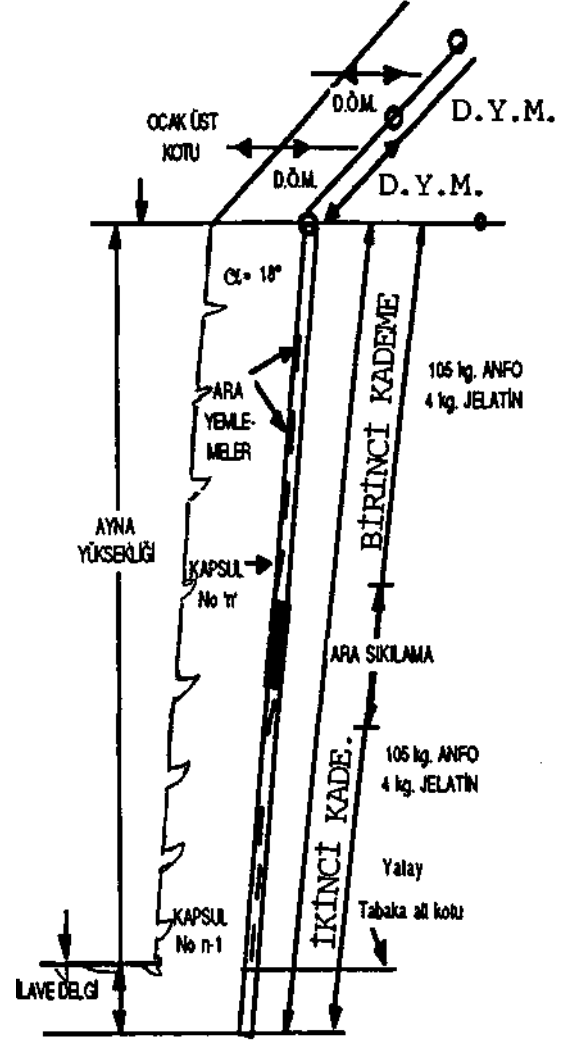
Kimyasal formülü	$NH_4NO_3$
$NH_4NO_3$ içeriği (en az) (%)	99
Nitrojen içeriği (en az) (%)	34,8
Nem oranı (en fazla) (%)	0,20
Suda erimeyen madde (en fazla) (%)	0,01
İnorganik madde (en fazla) (%)	0,05
PH değeri (% 10 sulu solüsyonda)	4,5-5,5
Dökme yoğunluğu ( $kg/m^3$ )	8,5
Erime noktası ( $^{\circ}C$ )	170
Ayrışma ısısı ( $^{\circ}C$ )	200
Mazot emme kapasitesi (%)	8
Piril olmayan miktar (%)	5

Çizelge 4. Yemleme (Dinamit'in) Özellikleri

Tipi	Jelatin
Sucuk yoğunluğu ( $ton/m^3$ )	1,5
Oksijen dengesi	+4
Gaz hacmi (L/kg)	856
Patlama enerjisi (kJ/kg)	4,157
Patlama ısısı ( $^{\circ}C$ )	85
Birim yüzeye basınç (kbar)	8,6
Patlama iletimi (cm)	6
Patlama hızı (m/sn)	6000
Mukavemet/ağırlık (%)	80
Trauze deneyi ( $cm^3$ )	390
Suya dayanım (saat)	8

### 3. İŞLETME VE PATLATMA METODOLOJİSİ

Söz konusu (Ek 3) ocaklarda 120, 250 ve 300 ton/saat'lik kırma eleme tesisleriyle, yol temel dolgu taşı, demir çelik tesisi kalsidasyonu için kireçtaşı ve agrega olarak kalker kırılmıştır.



Şekil 1. Tropik tip (30 kglorba) ve jelatini! (26 kg/paket) ile yapılan patlatmanın delik geometrisi ve yapılan işlemler

Patlatmanın metodolojisi açısından (Şekil 1) bilinmesi gereken hususlar şunlardır :

- Patlayıcının kaya ortamına uniform dağılması (delik çapı büyüdükçe delik düzeni geometrisi büyüyeceğinden bu uniformluk bozulmakta ve parçalanma kontrolü azalmaktadır).

- Delik boşluk oranı (=delik hacmi/patlayıcı hacmi arttıkça kaya ortamına iletilen enerji eğrisel olarak azalmaktadır. Çünkü patlayıcının enerjisi önce boşluktan dolayı

havaya verilmekte buradan kaya ortamına iletilmektedir. Boşluk oranını azaltmak amacıyla çapı 60 mm ve boyu 50 cm olan jelatinitlerin ambalajı her iki yanından boyuna kesilmekte ve delik dibine bırakılmaktadır. Boyu 50 cm olan jelatinit, delik dibine yerleştirildikten sonra üzerine hafifçe bastırılarak kesilen yerlerden taşması ve delik boşluk oranını azaltması sağlanırken boyu da 30 cm'ye kadar düşmektedir).

- Patlayıcı madde için yoğunluk x patlama hızı ve kaya ortamı içinde yoğunluk x sismik dalga hızı olan impedanslar (birbirine yaklaşması patlamadan beklenen verimi artırmaktadır).

- Delik düzeninin oluşturulmasından sonra kayaç cinsine ve istenen parça boyuna göre seçilecek optimum birim patlayıcı tüketimi (sabit bir değer olarak alınır, bu ocaktaki kayaca göre edinilmiş deneyimlerden, eğer deneyim yoksa kalker de 0,4 kg/m<sup>3</sup>'le ilk atım yapılır ve ardışık yaklaşımla kayacın yapısal özellikleri de gözönüne alınarak, en uygun birim patlayıcı tüketim değeri bulunur).

#### 4. OPTİMİZASYON ÇALIŞMASINDA KULLANILAN PARAMETRELER VE YAPILAN HESAPLAMALAR

- Birim patlayıcı madde tüketim değeri dolomitik kalkerde 0,35 kg/m<sup>3</sup> (140 gr/t), dolomitte 0,48 kg/m<sup>3</sup> (180 gr/ton) alınmıştır.

- İlk aşamada delik düzeni 4,5 x 5,5 m ve delik çapı 132 mm sabit alınıp YPH patlayıcı içeriğine % 2'lik artımlar uygulanmıştır.

- Delik boyunca patlama hızının belli bir ortalama kalabilmesi ve üniformluğun sağlanabilmesi için delik çapının her 15 katı mesafede ara yemleme yapılmış, ancak bu ara yemlemelerin tüm delik boyunca metre başına dağılımı savrulma kontrolü için delik ağzına doğru azalacak ve Anfo patlama hızı

nı istenilen ortalama tutacak şekilde hesaplanmış ve uygulanmıştır.

Deliklerde tek yemleme grubu ya da ara sıkılama yapıp 2. ya da 3. yemleme grubunun gerekip gerekmeyeceği için şu kriterler kullanılmıştır :

Ludwiczak'a göre (1987), 1. yemleme grubunun ekonomik olarak patlatacağı delik boyu (Sedada için) :

$$H = [(2,5 \times V_{\text{patlayıcı}} \times DÖM) / V_{\text{kaya}}]$$

Burada,

$$V_{\text{patlayıcı}} = \text{Patlayıcı madde patlama hızı} = 3000 \text{ m/san}$$

$$DÖM = \text{Delik ön mesafesi} = 4 \text{ m}$$

$$V_{\text{kaya}} = \text{Kaya ortamı sismik dalga hızı} = 3000 \text{ m/san}$$

$$H = \text{Delik boyu, m}$$

$$H = [(2,5 \times 3000 \times 4) / 3000] = 10 \text{ m}$$

Delik boyu = 23 m ise 23/10 = 2,3 dir.

Buna göre 2 yemleme grubu yeterli olup bir ara sıkılama gerekmektedir.

- Sedada'da ağırlık bazında, her % 2 YPH artımı için yinelenen maliyet analizleriyle, malzeme, personel, ekipman, yakıt, yedek parça, personel giderleri, taşıma, kırma-eleme ve ocak işletme maliyetleri alınmıştır. Bu çalışma üretimin en yüksek düzeye tırmandırılması ve makina amortisman işletme giderlerinin ise en aza indirilmesi için yapılmıştır.

Bu çalışmalardan şu sonuçlar elde edilmiştir :

- Atım sonucu çıkan % 10 oranındaki patar (ikinci kez patlatılması gereken taşlar) maliyetin, Sedada'da % 5, GAT'ta % 6,7, Bekhme'de % 8 ve Kale'de % 4,3 artmasına neden olmuştur.

- Ortalama üretim (t) üzerinden adam/saat işçilikler Çizelge 5'deki gibi olmuştur.

Çizelge 5. Ortalama Üretim, Süre ve YPH Patlayıcı içeriği

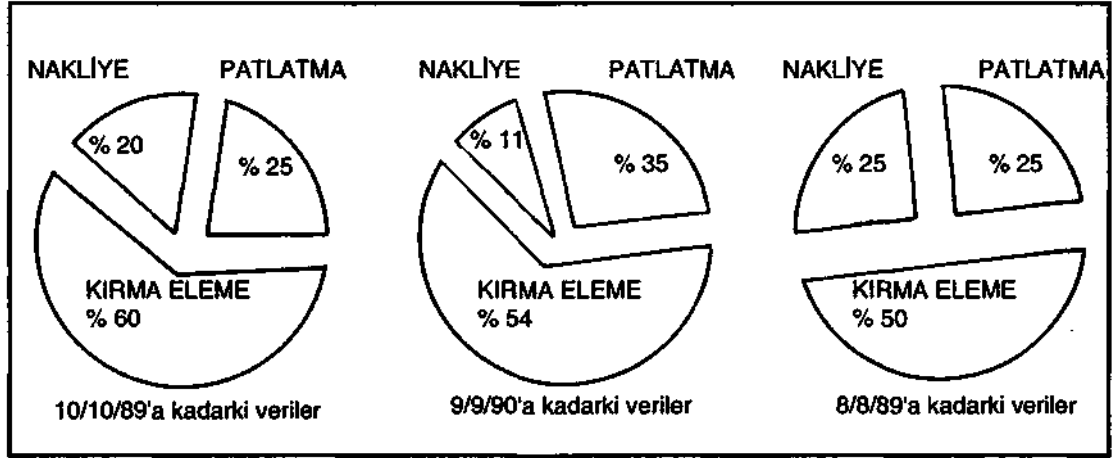
İşletme-Ocak	Süre (ay)	Ortalama üretim (ton-adam/saat)	YPH Patlayıcı içeriği (%)
Sedada	18	7,2	8-15
GAT	II	5.1	8
Bekhme	18	3.2	10
Kale	6	4,1	18-20

Yukarıdaki verilerden kolayca görüleceği gibi YPH patlayıcı içeriğinin artımıyla yapılan optimizasyon çalışmasında en iyi sonuca Sedada'da % 8-15 lik bir YPH patlayıcı içeriğiyle ulaşılabilmektedir. GAT'ta kısa bir süre için % 8, Bekhme'de % 10 ve Kale'de % 18-20'lik bir seviye de elde edilebilmiştir.

Uygun tane boyu elde etmek amacıyla, granit, gabro ve kalker türü kayaç ortamlarındaki çalışmalarda (Kirtetepe, 1988), 152 mm çaplı % 2'lik jelatinit ile sabit yemleme yapılarak, birim patlayıcı tüketim değeri kademeli olarak 0,25 kg/m<sup>3</sup>'ten 0,75 kg/m<sup>3</sup>'e çıkarılmıştır. Bu yol denenmiş, sonuçta birim patlayıcı tüketim değeri tane boyutunu azaltırken aşırı ufalanma, bozuk gradasyon ve savrulma riski gibi sorunlarla karşılaşmıştır. Çünkü gerek birim patlayıcı tüketim değeri ve gerekse YPH patlayıcı %'si ne kadar artırılırsa artırılsın, kil bantları ya da çatlaklarla ayrılmış taşlar atım sonunda patar olarak ortaya çıkacaktır. Bu uygulamada da, yüksek miktardaki birim patlayıcı tüketim değerinde karşılaşılan patar sayısı beklenildiğinden fazla olmuştur. Patlatma maliyeti tek başına irdelendiğinde YPH patlayıcı içeriğinin artışı, direk maliyet artışı olarak görünmekteyse de delme, patlatma, kırma-eleme, nakliye ve bakım onarım giderleriyle değerlendirme yapıldığında, YPH patlayıcı içeriğinin Seda-

da'da % 15, Kale'de % 20 artımı, gerek parçalanmaya katkısıyla ve gerekse nakliye, kırma ile eleme verimini artırarak toplam maliyete kâr olarak yansımaktadır. Bu durum "Basitleştirilmiş Maliyet İrdemesi" başlığında ayrıntılı olarak ortaya konmuştur. GAT, Sedada ve Bekhme'deki nakliye, patlatma ve kırma-eleme işlerinin maliyete etkisi % olarak (Şekil 2), Arıoğlu (1988) ile karşılaştırıldığında benzerlik göstermektedir. Şekil'den görüleceği gibi, maliyet dağılımları yerel şartlara bağlıdır, genelleştirmek doğru değildir.

Sözü geçen ocaklarda yıl boyunca toplanan verilerin, MİNİTABS program paketiyle istatistiksel değerlendirilmesi yapılmış, sonuçta, arazide de gözle görülen bir bulguyla, aynı delikte kullanılan jelatinit-anfo patlayıcıların patlama hızlarının birbirine yaklaştıkça parçalanmaya olumlu katkıda bulunduğu ortaya çıkmıştır. Tabii ki hızların birbirine > 3500 m/san'lik hızlarda yaklaşması sözkonusudur. Sedada'da ocak sol aynasında tabaka yönünün yatay olması ve ocak tabanı bir tabaka alt seviyeye getirildiği için, ocak tabanı altında ilave delmeye ihtiyaç kalmamıştır. Delik boyunun ocak altına rastlayan tabakaya 2 m girmesi, bu tabakayı tamamen parçalamaya yetmektedir.



Şekil 2. Patlatma, kırma-eleme ve nakliye giderlerinin GAT, SEDADA ile BEKHME'deki işletme maliyetine % olarak etkileri

#### 5. BASİTLEŞTİRİLMİŞ MALİYET İRDELEMESİ

Maliyet irdelemesinde kullanılan fiyatlar, Libya Milli Emniyet ve İtfaiye Teşkilatı'nın yabancı firmalara uyguladığı fiyatlardır.

Maliyet hesabı yalnızca ocak bazında yapılmıştır. Personel, hizmet, depo, gümrük, komisyon, örtülü ödenek v.b. gibi, işletme maliyetini dolaylı olarak etkileyen giderler, irdelemeyi fazlaca karıştırmamak için burada alınmadı. Delikler ise 6,95 \$/M'ye 30 dakika çalışmayla (yatırım, bakım, yakıt, işçilik, delgi dahildir) atıma hazır hale getirilmiştir.

Bu açıklamalara bağlı olarak basitleştirilmiş maliyet irdelemesi aşağıda verilmiştir.

1t jelatinit	=	2560 \$
11 anfo	=	1120 \$
1 adet kapsül	=	1,3\$ (gecikmeli)
1 adet kapsül	=	0,4 \$ (gecikmesiz) olmak üzere :

#### EKİPMAN VE PERSONEL

Günlük çalışma 10 saat:

1 Dozer Operatör	15 \$/gün
MakinaKira	: 300 \$/gün
2 Kepçe Operatör	30 \$/gün
Makina	2000 \$/gün
Kırıcı ekipman	4000 \$/gün
6 Kamyon Operatör	: 90 \$/gün
7 Personel	: 105 \$/gün
1 Minibüs Sürücü	15 \$/gün
Araç	35 \$/gün
Kırıcı+Dozer+Kepçe Top.	: 659 \$/saat

#### PATLAYICI MALİYETLERİ

2000 ton kalker ve 1800 ton dolamit için :

2000t x 0,140 kg/t	=	280 kg patlayıcı (kalker için)
1800t x 0,180 kg/t	=	324 kg patlayıcı (dolamit için)
Toplam	=	604 kg/gün

% 5 Jelatinit % 95 Anfo kullanılırsa :

0,05 x 604 x 2,56 \$/kg	=	77\$
0,95 x 604 x 1,12 \$/kg	=	642\$
Toplam	=	720 \$/gün

% 15 jelatinit % 85 Anfo kullanılırsa :

$$0,15 \times 604 \times 2,56 \text{ \$/kg} = 232\text{\$}$$

$$0,85 \times 604 \times 1,12 \text{ \$/kg} = 575\text{\$}$$

$$\text{Toplam} = 807 \text{ \$/gün}$$

% 15 jelatinit kullanılırsa, patlayıcıdan  $807-720 = 87 \text{ \$/gün}$  görelî zarar olmakta, sonuç olarak % 5 jelatinit yemleme kullanılıncâ patar sayısı artmakta (Şekil 3), kırıcı çenesinde kaba tane dağılımından dolayı tıkanmalar olmakta, patardan ötürü pasa hareketinin yavaşlaması yükleme ve nakliye maliyetini artırmakta ve günlük olarak iş makinelerinin (kırıcı + kepçe + dozer) bekleme-si sonucunda maliyete 659 \$'lık olumsuz etki ortaya çıkmakta ve ayrıca patar aşağıdaki maliyetleri de getirmektedir.

$$1 \text{ kompresör} = 30\text{\$/gün}$$

$$3 \text{ Tabanca} = 20\text{\$/gün}$$

$$\text{Patlayıcı } 10 \text{ kg jelatinit} = 12 \text{ \$/gün}$$

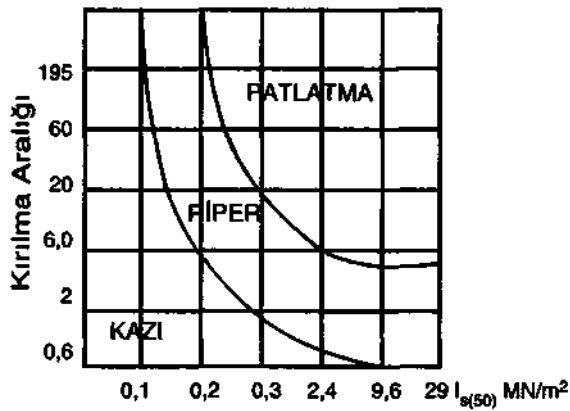
$$50 \text{ adet kapsül} = 20\text{\$/gün}$$

$$\text{Toplam} = 82\text{\$/gün}$$

$$\text{Toplam ilave gider } 659 + 82 = 741 \text{ \$/gün ve}$$

$$\text{Görelî zarar} = 87 \text{ \$/gün ise}$$

$$\text{Net zarar} = 741 \text{ \$/gün} - 87 \text{ \$/gün} = 654 \text{ \$/gün.}$$



Şekil 3. Nokta Yük Endeksi Kriteri (Navfav, 1987)

## 6. SONUÇ

- Basitleştirilmiş maliyet irdemesinden kolayca anlaşılacağı gibi patlayıcı maliyetini, işletme maliyeti için tek kriter almak doğru bir karar olmamaktadır. Ayrıca istenilen parçalanma birim patlayıcı tüketim değerinden daha fazla patlayıcı içeriği (yemleme %'si) ve patlayıcının söz konusu kaya ortamına uniform dağıtılmasıyla daha ekonomik olarak elde edilebilmiştir. Unutulmamalıdır ki, yeryüzünde birbirinin aynı iki ocak yoktur, bu nedenle bir ocak işletmeye açılırken patlatma maliyeti optimizasyonu o ocak şartlarına göre yeniden yapılmalıdır. Eğer yeterli ön veri yoksa yaklaşık, mantıklı kabuller yapıp daha sonraki atımların sonuçlarına göre atım tekniğini geliştirmek mühendis için en akılcı yol olacaktır. Elde edilen sonuçlardan biri de Anfo ve jelatinit patlama hızlarının birbirine yaklaşması parçalanmada verimi artırmaktadır.

- YPH patlayıcı oranı düşüklüğü fazla patar ve kırma eleme kapasitesinde azalma olarak üretime yansırken, yüksek olması ise aşırı ufalanmayla birlikte ocak üstü çekme çatlaklarına neden olmaktadır. Bu nedenle yapılan optimizasyon çalışması sonucu kalıkerli zeminlerde yemleme oranları % 10-12 nadiren % 15, granitte ise % 18-22'nin işletme açısından en ekonomik olgu olduğu bulunmuştur.

- Ocak işletmeciliğinde en ekonomik olgulardan biri de taşın aynada (patlamayla) parçalanmasıdır, patar atışları nakliye ile kırma eleme maliyetini artıran başlıca nedenlerdendir.

- GAT, Sedada, Bekhme ve Kale'de sabit bir parçalanmayı elde etmek için, yemleme ve kapsül deliğın üzerinden yerleştirildiğinde, yemleme + kapsülün deliğın altından ocak alt seviyesine konmasıyla aynı parça-

lanma eldesi için delgi düzenini % 12-18 daraltmak gerektiği, bunun da ek delgi ve % 15 maliyet getirdiği bulunmuştur. Yemleme + kapsülün delikte ocak alt seviyesine konması en ekonomik olgu olmaktadır. Sedada'da yapılan optimizasyon çalışmasının akış diyagramı ek 1'de ve atım detayı ek 2'de verilmiştir.

- Ocak üstü çekme çatlaklarının bir nedeni de delik ön mesafesi ve delik eğimlerinin tayininde taş ortamının jeolojik özelliklerinin göz önüne alınmadan kuramsal yaklaşımlarla bulunması olduğu çıkmıştır.

- Kullanılan elektrikli kapsüllerin kablo uzunlukları işçiliği azaltmak için delik boyu+delik ara mesafesi+0,15 m olarak istenmiştir. Ana hattan kapsül hattına geçişte olası tehlikeleri önlemek için çapı 0,4 mm'lik kapsül teli ve ana hat olarak çapı 1 mm'lik şeffaf tek damar çift hat kablo kullanılmıştır.

- Unutulmamalıdır ki bu çalışmaların sonucu patlayıcının depo süreleriyle direkt orantılıdır. Sedada da yapılan ilk çalışmalarda ekonomik yemleme oranları % 40 kadar çıkmış, lakin yapılan araştırma sonucu kullanılan jelatinit malzemenin stok süresinin 2 yılı aştığı ve bu nedenle patlayıcının kuramsal özelliklerini yitirdiği bulunmuştur. Bilindiği gibi (Sümer, 1986) Tropik anfo hava ısı değişiminden oluşan nemi bünyesine emmekte bu onun prill özelliğini yitirmesine sebep olmakta, ayrıca, Tropik A. nitrat 30°C etrafında 50 kez ısı değişiminden sonra özelliklerini yitirip topaklaşmaktadır. Jelatinit dinamit ise sıcak ortamlarda (>25° Libya'da olduğu gibi) uzun süre depolanması halinde Nitrogliserin kusmakta ve içerdiği tuzlar yüzeyine çıkmakta bu jelatinitin matris yapısını bozduğu için patlama hızının düşmesine neden olmakta bu da giderek patlamadan istenen verimin alınamamasına sebep olmaktadır.

- Sedada'da yapılan kimyasal analizlerin sonucu kalkerde MgO % 0,2 iken dolamitte % 20 civarında bulunmuştur. Diğer özellikler oldukça yakın olduğu halde kalkerde 0,35 kg/m<sup>3</sup>lük bir patlayıcı tüketimi yeterli olurken dolamitte bu değer 0,48 kg/m<sup>3</sup>'e çıkarılmak zorunda kalmıştır.

- Bulunan birim patlayıcı madde tüketiminin, içerdiği yüksek ortalama hızlı YPH patlayıcı madde miktarı (kademeli olarak % 2 artırılır, her artıma karşı gelen patlama + kırma ve eleme + nakliye maliyet analizlerinin sonucuna göre, istenen patlatma ve parçalanma sınırlamaları altında en küçük toplam maliyeti sağlayan optimum YPH %'sinin bulunmasıyla daha ekonomik olacağı hesaplanmıştır) (Sümer, 1986).

- Dört işletmede de uygun parçalanmanın eldesi amacıyla yapılan optimizasyon çalışmaları sonucunda en ekonomik olgunun, yalnızca (ton ya da m<sup>3</sup> taş için kullanılan) birim patlayıcı tüketim değeri değil patlatma, kırma eleme ve nakliye işlerinden maliyeti artırma yönünden en kritik olanın azaltılması yönünde olduğu ortaya çıkmıştır.

## EK 1. BASİTLEŞTİRİLMİŞ OPTİMİZASYON AKIŞ DİYAGRAMI

Kabuller :

- Kullanılacak patlayıcı (nitro gliserin bazlı ise) stok ömrünü (5 ay) tamamlamamıştır.

- Kullanılacak kapsüller elektrikli olacaktır.

- Gecikmeli kapsüllerin standart sapmaları 25 milisaniyeliler için ± 5 milisaniye, 100 milisaniyeliler için ± 20 milisaniye olmalıdır.

- Anfo, prill ve uygun gradasyonlu olacaktır.

- Anfo (nem % 0,5) tropik tip olacaktır.



- Taban şarjında alüminyum tozu kullanılacaksa en çok % 5 (kalker için) olacaktır.
- Tikalı deliklerin yanma yenisi açılacaktır.
- Gecikmeli ve gecikmesiz kapsüller birlikte kullanılmayacaktır.
- Delik düzeni, enerji metoduyla hesaplanacak ve ateşlemede akü ile jeneratör kesinlikle kullanılmayacaktır.

ön Karar Kriterleri :

- RQD > 80 ise patlamaya uygundur.  $I_{s(50)}$  2 MN/m<sup>2</sup>, kırılma aralığı 20 cm olduğundan patlamaya uygundur (Şekil 4) (Navfav, 1987).

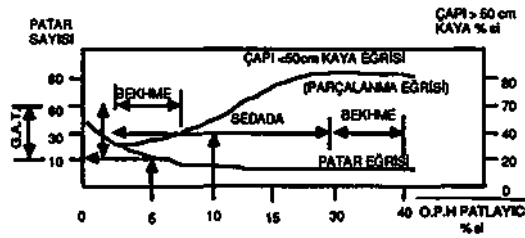
Taş türü : Dolomitik kalker

Basınç mukavemeti : 1200 kg/cm<sup>2</sup>

Çekme mukavemeti : 60-85 kg/cm<sup>2</sup>

Tabakalanma : Yatay

RQD: 92 - 97



Şekil 4. Yüksek patlama hızlı patlayıcı %'sinin parçalanmadaki etkisi

- Burada, Ocak ayna genişliği 114 m ve yüksekliği 20-25 m olduğundan, 8 m<sup>3</sup>'den büyük patarlar, parçalanmış taşın ileri hareketini önlemekte, bu da beklenenden fazla tansiyon çatlaklarına ve krater hatalarına ve savrulmalarına neden olmaktadır. Tabakalar yatay olduğu için kısa bir ilave delgi boyu yetmektedir. Ocak alt kotu, dış tabaka seviyesine göre ayarlanmıştır.

- Kaya ortamında su varsa patlayıcı suya dayanıklı ve batabilmesi için de yoğunluğu 1 olmalıdır.

- Tabaka kalınlığı 1 m ise patlama olmaz. Kalınlık 1 m ve kaya orta sertse yatay delikler denenmeli ya da ripirlenmeli, patlayıcı delikleri mümkün olduğunca tabaka yönüne dik delinmeli, tabakalar düşeyse, tabakalara paralel ve tabaka ortalarından delinerek atımda en az bir serbest yüzey sağlanmalıdır.

- Volkanik tüf gibi fazla boşluklu az yoğun kayalarda patlama sonucu aşırı ufalanma kaçınılmazdır patlayıcı tüketimi fazla (1 kg/m<sup>3</sup>) olacaktır.

- Sismik dalga hızı 2000 m/sn ise patlamaya uygundur. 2000 m/sn ise ripirlenebilir (Şişman ve Altıntaş, 1990).

- Kaya impedansı ile patlayıcı impedansı yaklaşık olmalıdır ve delik boşluk oranı mümkün olduğunca azaltılmalıdır (Barta, 1991).

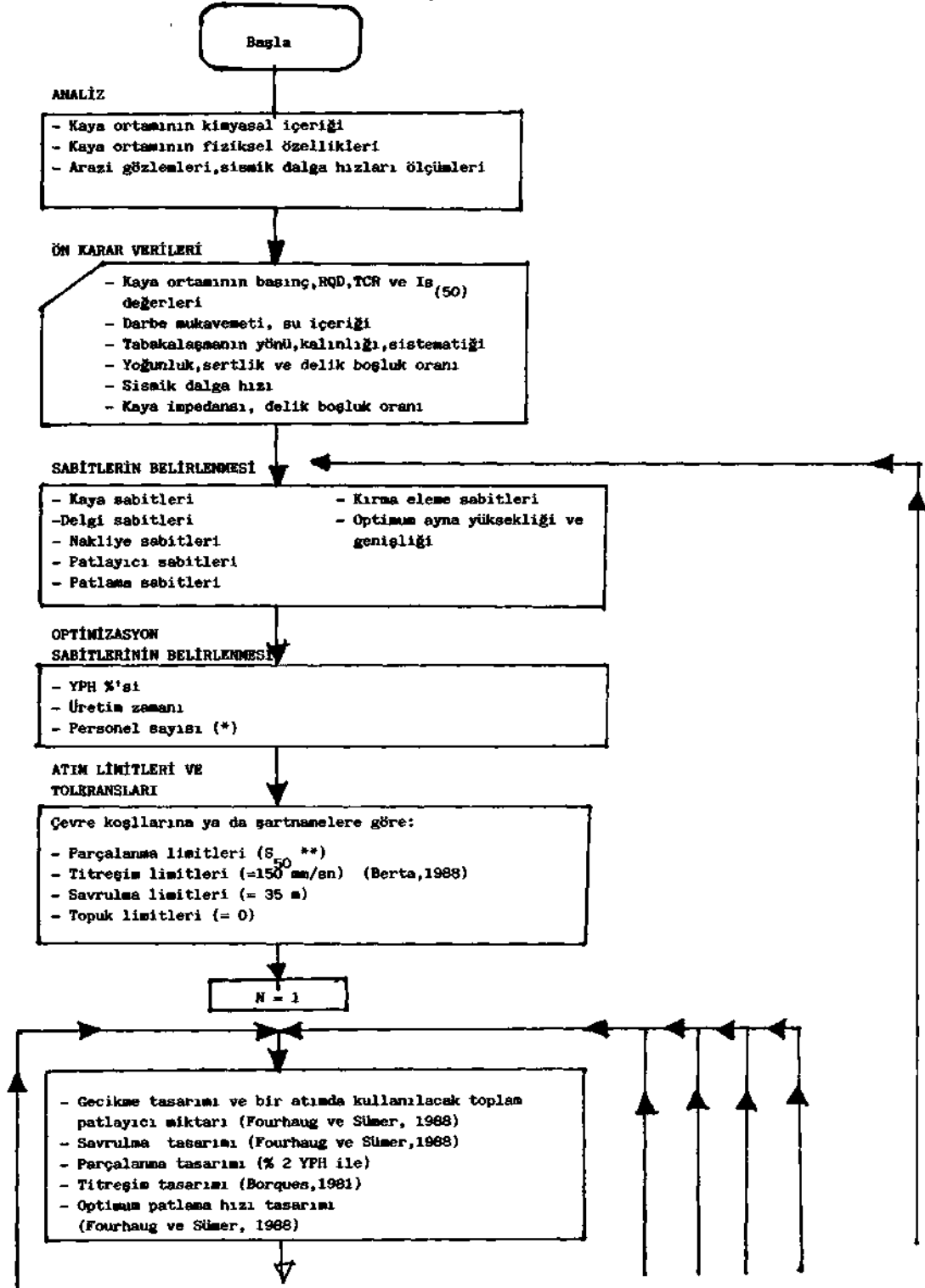
Sabit Giderler :

- Makina yatırım,
- Finans giderleri,
- Müstehlik ve avadanlık,
- Şantiye tesisleri.

Değişken Giderler :

- Patlayıcı ve araçları,
- Delgi araçları,
- Yedek parça, mazot
- Kira ve vergiler,
- Personel giderleri, (personel sayısının optimizasyonu a) Mekanik anfo karıştırıcılar ile delme, patlatma ve kırma eleme personelinin ekiple yapılmasıyla sağlanmıştır.)
- Kamp, ofis giderleri,
- Diğer resmi giderler.

## AKIŞ DİYAGRAMI

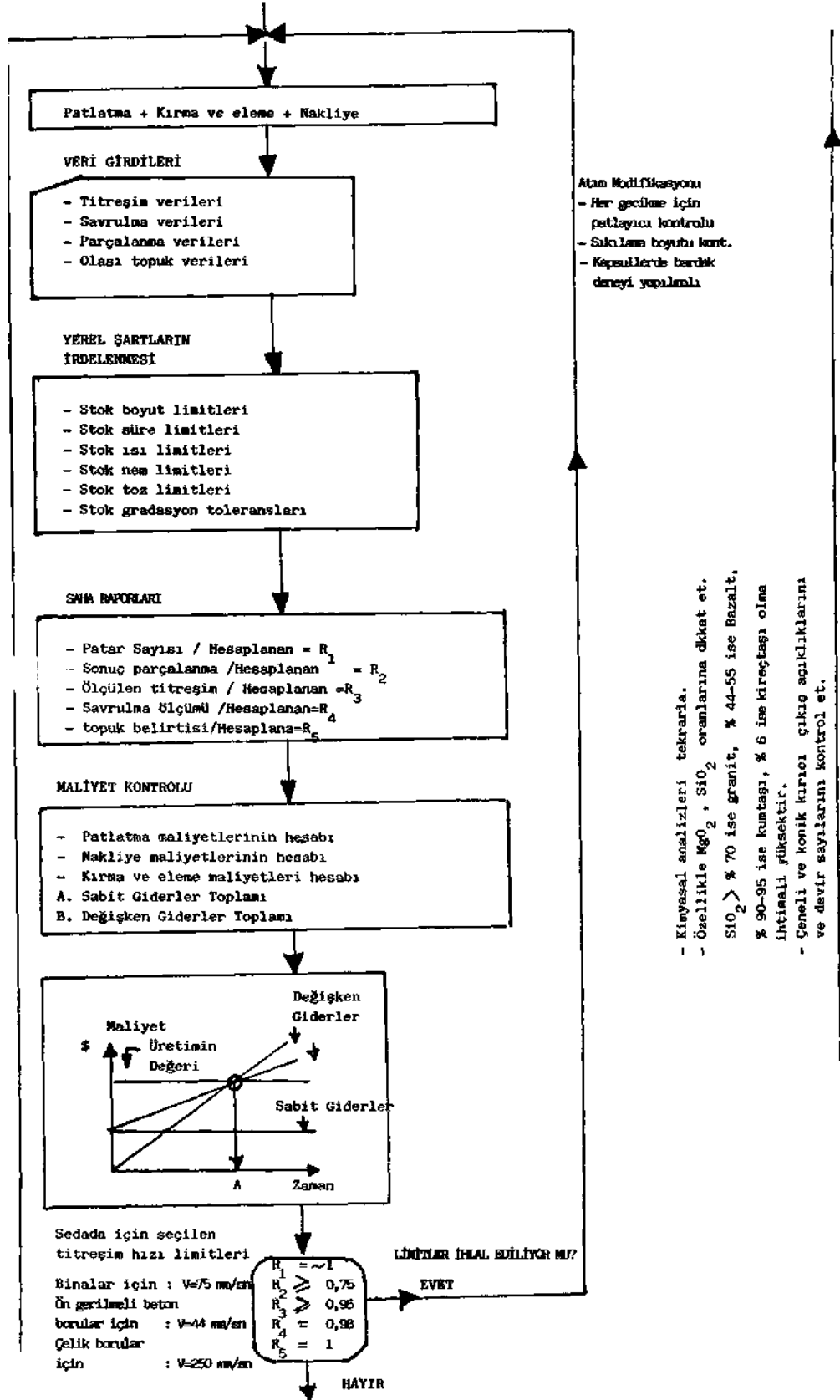


(\*) Kaya ortamı su içeriği fazlaysa, saya dayanıklı patlayıcılar, emülit, waterjel vs. ya da anfo (akuanol) kullanılmalıdır.

(\*\*) S : Patlama sonucu çıkan taşların Vslnin geçeceği elek çapı

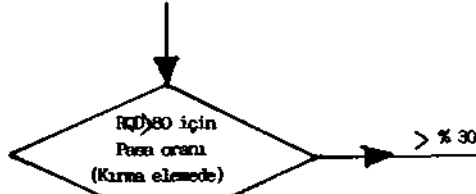


## AKIŞ DİYAGRAMI (Devam)



AKIŞ DİYAGRAMI (Devam)

YPH PATLAYICI %SİNİ % 2 ARTIR



- Kırılan tane boyutu sınırlı, kaç boyutta taş kırıldığına belirlenir
- Jeolojik formasyonu irdelenir
- Patlayıcı teknik şartnameye uyuyor, irdelenir
- SiO<sub>2</sub> oranı analizden daha az, yeni analiz gerekir
- Taş sertliğini ve boşluk oranını araziye kontrol et, birisi patlayıcı tüketim değeri çok fazla, % 5 azaltmalara başla

> % 30

< % 10

C = 1

- YPH %'si, Delme Patlatma maliyeti
- YPH %'si, Nakliye maliyeti
- YPH %'si, Kırma eleme maliyeti
- Yatırım maliyeti

YPH %'si - Toplam maliyet  
- Patar sayısı

Şekil (A)

Üretim zamanına bağlı olarak sabit ve değişken giderleri verilen YPH %'sinde hesapla.

Şekil (B)

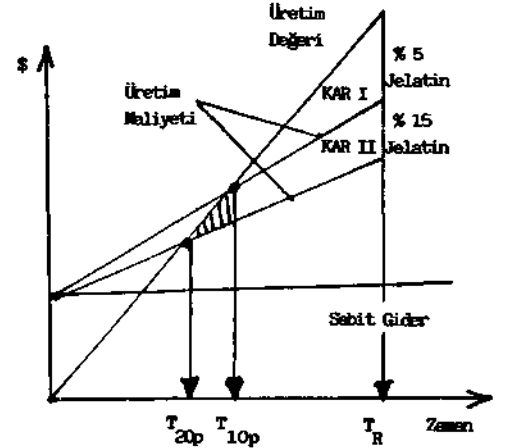
Sabit yatırımları ve personel sayısını değiştirerek optimum yatırım ve optimum üretim süresini bul.

(A) ve (B)'yi çiz

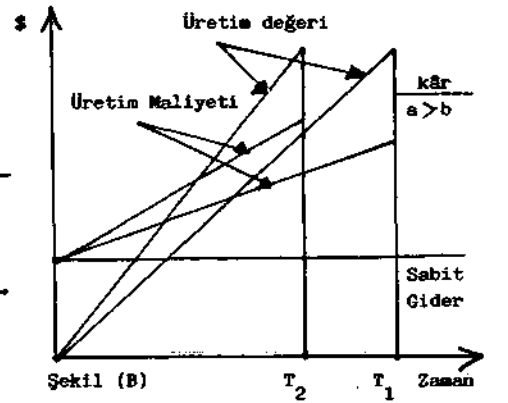
C = C + 1

C ≥ x

DUR

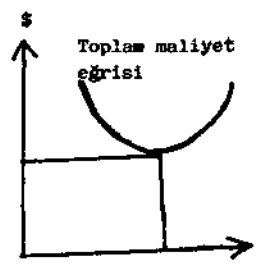


Şekil (A)



Şekil (B)

x : Tekrar sayısıdır ve bu expertizece belirlenecektir. Program akışı sırasında maliyetler belli bir optimumu aşınca, tekrar sayısı da ardışık yaklaşımlarla artmaya başlayacaktır.



**EK 2. BASİTLEŞTİRİLMİŞ PATLATMA  
DETAYLARI**

Sedada ocaklarında, en az delgi metraji ile savrulmayı, en az patar sayısını, en az makina bakım ve işletme maliyetini veren basitleştirilmiş patlatma detaylarını aşağıdaki çizelgeden izlemek olanaklıdır.

Burada,

P = Patlayıcı,

Y = Yoğunluk,

D = Delgi,

A = Ağırlık,

K = Kademe,

DÖM = Delik ön mesafesi ve

DYM = Delik yan mesafesi'dir.

Ocak taban kotu

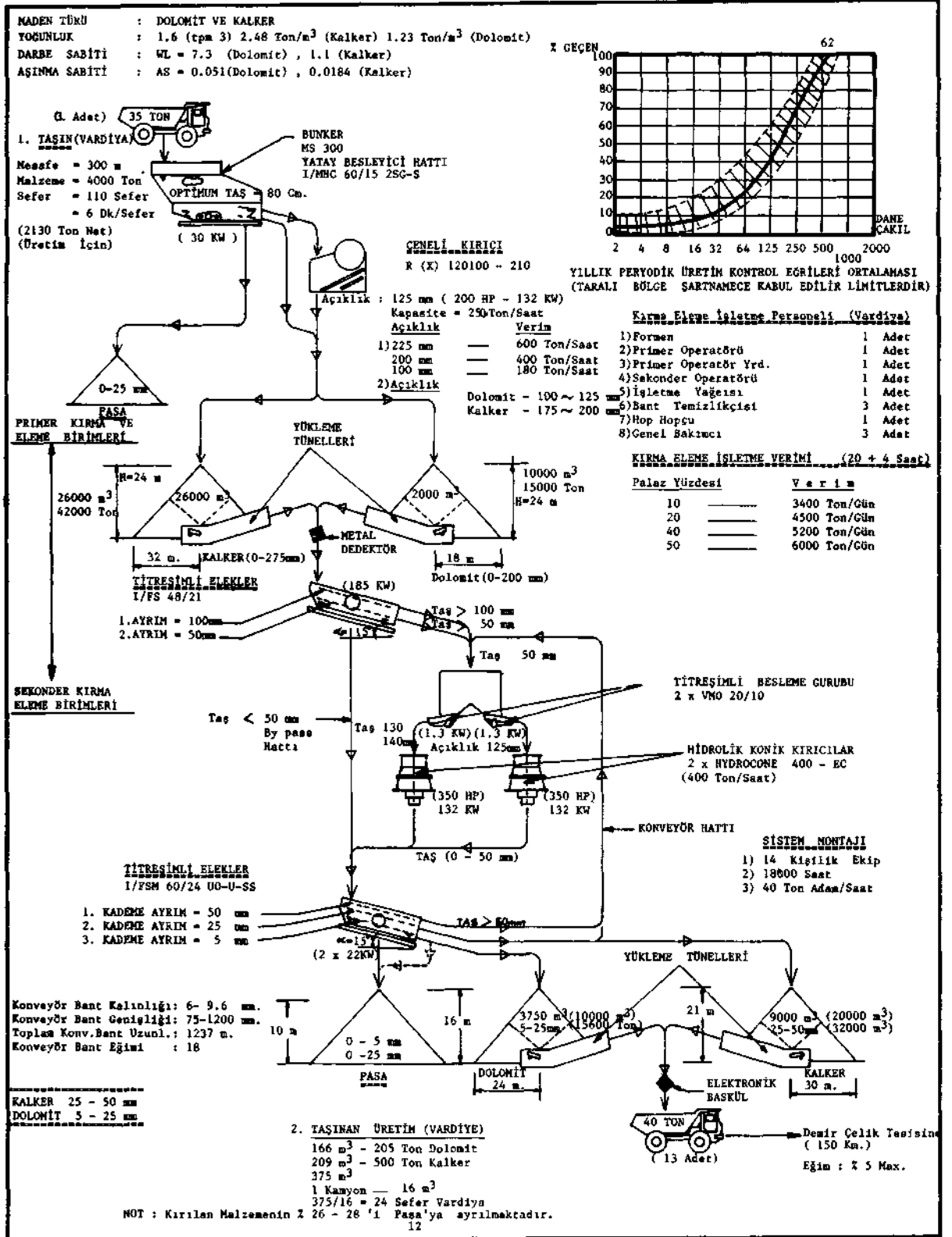
0131 0151 0171

**t** AYNA

**Çizelge 6. Basitleştirilmiş Patlatma Detayları**

Delik çapı	(mm)	132	151	171	132	
Gerçek patlayıcı	(kg/m)	8,9	10,45	10,64	8,9	
Delik boyu	(m)	23	23	23	22	
Ayna yüksekliği	(m)	22	22	22	20	
DÖM	(m)	4	5,5	5,5	4,5	
DYM	(m)	5,5	7,0	7,5	5,5	
Özgül delgi	(m/m <sup>3</sup> )	22	38,5	41	25	
Birinci	Anfo	(kg)	105	165	182	60
Kademe	Jelatinit	(kg)	4	4	4	30
1.K.P.A		(kg)	109	169	186	90
Sıklama		(m)	2,5	3	3,2	2,5
İkinci	Anfo	(kg)	105	165	182	76
Kademe	Jelatinit	(kg)	4	4	4	39
2.K.P.A.		(kg)	109	169	186	15
Toplam P.A.		(kg)	218	338	372	180
Özgül şarj	(kg/m <sup>3</sup> )	0,45	0,4	0,39	0,33	
Anfo yoğunluğu	(t/m <sup>3</sup> )	0,85	0,85	0,85	0,85	
Delik hacmi	(m <sup>3</sup> )	0,305	0,412	0,528	0,36	
Bir delikle çıkan taş	(m <sup>3</sup> )	506	847	932	544	

### EK. 3 SEDADA KIRMA ELEME TESİSİ AKIŞ ŞEMASI



## KAYNAKLAR

- ARIOĞLU, E., 1990 ; "Açık İşletmelerde Patlatma Tasarımında Dilim Kalınlığının Belirlenmesinde İşletme ve Jeomekanik Büyüklükleri Gözeten Yarı Analitik Kıyaslaması", Kaya Mekaniği Semineri, O.D.T.Ü, Ankara, s. 56-81.
- BERTA, G., 1988; "L Esplosivo e al Rocca", Italespolosiv S.P.A., Milano, s. 7-12.
- BERTA, G., 1991; "Explosives ; An Engineering Too", Italespolosiv Milano Laderna Publisher, Italy, s. 36-38
- BORRQUES, E., 1981 ; "Estimating Drilling and Blasting Costs An Analysis and Prediction Model", Engineering and Mining Journal, Sayı 1,s. 2.
- FOURHAUG, M., Sümer, T., 1989 ; "Açık İşletmelerde Atım Pratiğinde Etkif Gecikme Tasarımı Hesap Metodu", MIK Teknik Rapor, No. 56, s. 1-8.
- KİRTETEPE, F., 1988 ; "Ata Barajı Delgi ve Patlatma Performasyonlarının İrdelenmesi", Atlas Copco, İstanbul, s. 1-34.
- LUDWICZAK, J., 1987; "The Blasting Primer", Blasting and Mining Consultant Inc., Owersburg, U.S.A., s. 5-10.
- NAVFAV DM, 1987 ; "Foundation and Earth Structures Design Manual 7.2.", Department of Navy, Naval Engineering Command, U.S.A., s. 7-23.
- OLAFSSON, S., 1989 ; "Applied Explosive Technology for Construction and Mining"- Aria, Sweden, s. 82-90
- PAŞAMEHMETOĞLU, A.G., Bilgin, H.A., 1988; "Açık İşletmelerde Patlatma Sorunları ve Tasarımı", Seminer No.2, Proje Kod. No. 86-03-05-01-010, O.D.T.Ü. Maden Müh. Böl., s. 7-15.
- SÜMER, T., 1986; "Kayaç ve Patlayıcı Özelliklerinin Atış Tekniği Açısından Arazide Bulunması ve İrdelenmesi", Teknik Rapor No. 24, Enka Bekhme Grubu, s. 1,24.
- SÜMER, T., 1990; "Kontrollü Patlatma Tekniği 1". MIK Teknik Rapor No. 55, s. 1-14.
- ŞİŞMAN, H., Altıntaş, M., 1990; "Kaya Mekaniğinde Sismik Dalga Hızları ile Bazı Kayaç Parametreleri Arasındaki İlişki Kaya Şev Stabilité si", s. 221-237.
- TEMEL ARAŞTIRMA, 1988; "Sampling for Reserve Calculations of Sedada Quarry Project Contrat No. 38 82/A3, Sedada, Libya, s. 2-8.