

KARSTİK BOŞLUKLU
KARLIKTEPE TAŞOCAKLARINDA
KONTROLLÜ PATLATMALAR ve MALİYETLERİ

Galip Şevket KORUÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2010

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARSTİK BOŞLUKLU KARLIKTEPE TAŞOCAKLARINDA
KONTROLLÜ PATLATMALAR ve MALİYETLERİ

Galip Şevket KORUÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. BİROL ELEVİLİ

SİVAS
2010

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından Maden Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan Prof. Dr. Ahmet DEMİRCİ

Üye Yard. Doç. Dr. Ö.Lütfi SÜL

Üye (Danışman) Prof. Dr. Birol ELEVİLİ

ONAY

Bu tez çalışması, .../.../2009 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Sezai ELAGÖZ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 24.09.2008 tarihli ve 7 sayılı kararında kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

ÖZET

KARSTİK BOŞLUKLU KARLIKTEPE TAŞ OCAKLARINDA KONTROLLÜ PATLATMALAR VE MALİYETLERİ

Galip Şevket KORUÇ

Yüksek Lisans Tezi, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Birol ELEVLİ

2010, 59 sayfa

Bu tez kapsamında, Sivas'ta karstik boşluklar içeren bir taş ocağı'ndaki mevcut karstik boşlukların delme-patlatma çalışmalarına ve üretim maliyetlerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Öncelikle mevcut karstik boşlukların boyut ve dağılımları göz önünde bulundurulmadan yalnızca patlatma deliklerine boydan boya plastik poşetler yerleştirilip, bu poşetlerin içine patlayıcı madde doldurularak patlatmalar yapılmış ve bunun neticesinde ortaya çıkan delme-patlatma ve hidrolik kırıcı maliyetleri belirlenmiştir. Ardından bir diğer yöntem olarak patlatma deliklerinin delinmesi esnasında geçilen karstik boşlukların başlangıç ve bitim kotları belirlenerek bu bilgiler ışığında, delikteki boşluklu kısımlara patlayıcı gelmeyecek şekilde delikler patlayıcı madde ile doldurulmuş ve bu şekilde yapılan patlatmaların üretim maliyetleri belirlenmiştir. Son olarak bir önceki yöntemde kaydedilen boşluk bilgileri ışığında bu boşlukların üç boyutlu modellemelerinin yapılarak deliklerin düzenlenmesi ve patlatmaların yapılması yöntemi uygulanmıştır. Bu yönteminde üretim maliyetlerine etkisi belirlenerek diğer yöntemlerle kıyaslanmış ve maliyetlerin minimizasyonu ile optimum delme-patlatma çalışmaları sağlanmıştır.

Bu yöntemler uygulanırken mevcut karstik boşluklar ile delme-patlatma ve hidrolik kırıcı maliyetleri arasında bir ilişki geliştirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Karstik boşluklar, üretim maliyetleri, plastik poşet.

SUMMARY

CONTROLLED EXPLOSION AND THEIR COST IN KARLIKTEPE STONE QUARRY WITH CARSTIC CAVITIES

Galip Şevket KORUÇ

Master of Science Thesis, Department of Mining Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Birol ELEVLI

2010, 59 pages

The aim of this thesis is to determine the effect of carstic cavities on the drilling blasting practices and production costs, for a quarry located in Sivas. First, without considering the size and distribution of cavities, plastic pochetts were put in the blast holes and filled with explosives, and then blasted. The resulting drilling-blasting and secondary breaking by hydroulic hammer costs were determined. As the other method, the beginning and ending point of carstic cavities within the blast holes were determined and the hole were filled with explosive except the area of cavities. The resulting production cost of this approach were also determined. The last method was to create 3D model of cavities in the area then plan the drilling blasting layout on the basis of this method. The resulting cost of this method was also determined. Then the cost of all method compared and it was found that modeling cavities and planning the drilling and blasting provide the less cost.

At the same time it is tried to develop a relationship between carstic cavities and breaking cost.

Key words : Carstic cavities, production cost, plastic pochette.

TEŞEKKÜR

Tez alıŐmasının her aŐamasında ilgi ve desteğini gÖrdüğüm, eleŐtirileri ile beni yönlendiren hocalarım Sayın Prof. Dr. Birol ELEVLİ ve jüri üyeleri Prof. Dr. Ahmet DEMİRCİ ile Yard. Doç. Dr. Ö. Lütfi SÜL' e teŐekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmaya konu olan taşocağının iŐletmecilięinden sorumlu Doğantaş A.Ő. Şantiye Müdürü Sayın Muzaffer DOęAN' a ve YİBİTAŐ-CIMPOR orum imento Fabrikası Üretim Müdürü Murat DEMİRDELEN' e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
SİMGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problemin Tanımı	1
1.2. Çalışmanın Amacı	1
1.3. Çalışmanın Kapsamı.....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	2
2.1. Delme Patlatma İle İlgili Genel Hususlar.....	2
2.1.1. Delme ve Patlatmada Sorunlar ve Bu İşlemlerin İşletme Ekonomisine Etkileri.....	3
2.1.1.1. Patlatma Geometrisi İle İlgili Parametreler	6
2.1.1.2. Patlayıcı Madde ile İlgili Parametreler	9
2.1.1.3. Kontrol Edilemeyen Parametreler	10
2.2. Karstik Boşluklu Kayaçlarda Delme Patlatma Sorunları.....	15
3. İŞLETMENİN TANITIMI VE İŞLETMEDEKİ ÇALIŞMALAR	20
3.1. Genel	20
3.2. Bölgenin Jeolojisi	21
3.3. Arazi Çalışması	21
4. EKİPMAN VE PATLAYICI MADDE BİRİM MALİYETLERİ	22
4.1. Genel Hususlar	22
4.2. Ekipman Maliyetleri	23
4.2.1 . Delici Makina Birim Maliyeti	23
4.2.2. Hidrolik Kırıcı Maliyeti	24
4.3. Patlayıcı Madde Maliyetleri	26
5. ARAZİ ÇALIŞMA SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ	27
5.1. Genel Hususlar	27
5.2. Patlatma Deliklerinin Plastik Poşetler Kullanılarak Doldurulmaları Sonrası Yapılan Patlatmalar ve Ölçümleri	27
5.3. Patlatma Deliklerinin Delik İçi Boşluk Bilgileri Kullanılarak Doldurulmaları İle Yapılan Patlatmalar	30
5.4. Patlatma Deliklerinde Delik İçi Boşlukların Üç Boyutlu Modellemelerinin Çıkartılarak Doldurulmaları İle Yapılan Patlatmalar	33

5.5. Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi	37
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	42
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Toplam maliyet ve optimum nokta	4
Şekil 2.2. Delik çapı-delme maliyet ilişkisi	6
Şekil 2.3. Delik çapı -toplam maliyet ilişkisi.....	6
Şekil 2.4. Delik taban payı.....	7
Şekil 2.5.a. Özgül sar ve parçalanma kontrolü.....	9
Şekil 2.5.b. Kayaç özelliklerine göre parçalanma kontrolü.....	9
Şekil 2.6. Çatlak sistemlerinin parçalanmaya etkisi.....	12
Şekil 2.7. Şev bünyesinde oluşan üç eksenli gerilimler.....	13
Şekil 2.8. Şevlerde yatış açısına göre çekme zonları	13
Şekil 2.9. Kapalı bir sistemdeki saf su ve kireç taşı arasındaki kimyasal ilişki... ..	17
Şekil 2.10. İdeal kireç taşı alanında reaksiyona girenler ve oluşan ürünler.....	17
Şekil 5.1. Plastik poşet içine patlayıcı maddenin doldurulması.....	26
Şekil 5.2. Boşluk bilgilerine göre deliklerin doldurulması.....	28
Şekil 5.3. Patlatılacak sahanın plan görünümü.....	31
Şekil 5.4. Patlatılacak sahanın düşey kesitleri.....	32
Şekil 5.5. Deliklerin boşluk bilgilerine göre doldurulmasıyla yapılan Patlatmaların % Boşluk - Delme maliyeti değişimi.....	35
Şekil 5.6. Deliklerin boşluk bilgilerine göre doldurulmasıyla yapılan patlatmaların % Boşluk hidrolik kırıcı maliyeti değişimi.....	36
Şekil 5.7. Deliklerin boşluk bilgilerine göre doldurulmasıyla yapılan patlatmaların % Boşluk Patlayıcı maliyeti değişimi.....	37
Şekil 5.8. Deliklerin boşluk bilgilerine göre doldurulmasıyla yapılan patlatmaların % Boşluk — Üretim maliyeti değişimi.....	37
Şekil 5.9. Deliklerdeki boşlukların üç boyutlu modellemelerine göre yapılan patlatmalarda % Boşluk — Delme maliyeti değişimi.....	37
Şekil 5.10. Deliklerdeki boşlukların Uç boyutlu modellemelerine göre yapılan patlatmalarda % Boşluk-hidrolik kırıcı maliyeti değişimi.....	38
Şekil 5.11. Deliklerdeki boşlukların üç boyutlu modellemelerine göre yapılan patlatmalarda % Boşluk Patlayıcı maliyeti değişimi.....	38
Şekil 5.12. Deliklerdeki boşlukları üç boyutlu modellemelerine göre yapılan patlatmalarda % Boşluk Üretim maliyeti değişimi.....	39
Şekil 6.1. Patlatmalarda uygulanan yöntemlerdeki Üretim maliyetlerinin değişimi.....	41

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. İşletmede kullanılan makine-ekipmanlar.....	18
Tablo 4.1.Maliyet parametreleri (delici makine).....	21
Tablo 4.2.Delici makine maliyet tablosu.....	22
Tablo 4.3.Hidrolik kırıcı maliyet parametreleri.....	23
Tablo 4.4.Hidrolik kırıcı maliyet tablosu.....	23
Tablo 4.5.İşletmede kullanılan patlayıcı maddeler ve birim fiyatları.....	24
Tablo 5.1.Plastik poşet yöntemiyle yapılan patlatmalara ait delik düzeni ve patlayıcı madde bilgileri.....	26
Tablo 5.2.Plastik poşet yöntemiyle yapılan patlatmalara ait üretim maliyetleri bilgileri.....	27
Tablo 5.3.Delik içi boşluk bilgilerine göre yapılan patlatmalara ait delik düzeni ve patlayıcı madde bilgileri.....	29
Tablo 5.4.Delik içi boşluk bilgilerine göre yapılan patlatmalara ait üretim maliyetleri bilgileri.....	29
Tablo 5.5.Boşlukların üç boyutlu modellemelerinin çıkartılmasıyla yapılan patlatmaların delik düzeni ve patlayıcı madde bilgileri.....	33
Tablo 5.6.Boşlukların üç boyutlu modellemelerinin çıkartılmasıyla yapılan patlatmaların üretimi maliyetleri bilgileri.....	33
Tablo 5.7. Uç ayrı yöntem için hidrolik kırıcı, delme ve patlayıcı madde maliyetlerinin karşılaştırılması.....	39

SİMGELER DİZİNİ

N	Delik sayısı
D	Delik çapı
V	Dilim kalınlığı
E	Delikler arası mesafe
F	Delik boyu
K	Basamak yüksekliği
U	Delik taban payı
S	Sıkılama
Q	Yenileme
Ht	Toplam delik boyu
P	Üretim miktarı
Qt	Özgül sarj
Vn	Delme hızı
T	Hidrolik kırıcı çalışma süresi
Dc	Delme maliyeti
Hc	Hidrolik kırıcı maliyeti
Bc	Patlayıcı maliyeti
Pc	Toplam üretim maliyeti

GİRİŞ

1.1. Problemin Tanımı

Karstik boşluklar içeren formasyonlarda yapılan delme ve patlatma işlemlerinde maliyetlerin optimizasyonu , bu boşlukların miktar ve boyutlarına bağlı olarak gerek delme, gerekse patlatma faaliyetlerinde alınacak uygun tedbirlerle sağlanabilmektedir.

Projeye konu olan taş ocağında, karstik boşlukların çok büyük boyutlu ve çok fazla miktarlarda olması delme ve patlayıcı madde doldurma işlemlerini güçleştirmekte, delme patlatma ve ardışık işlemlerin maliyetlerini doğrudan etkilemektedir. Bununla beraber patlatma deliklerinin delinmesi esnasında, delici takımın kuyu içerisinde sıkışmasına ve buna bağlı olarak tij kırılmalarına ve matkap ucu kayıplarına, deliklerde çok fazla sapmaların oluşmasına, patlatma deliklerinin doldurulması esnasında patlayıcı maddenin delik içerisinde kaybolup gitmesine ve sonuç olarak son derece verimsiz patlatmalarla çok yüksek üretim maliyetlerinin oluşmasına sebep olmaktadır.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, delme ve patlatma yöntemi ile kazı yapılan, çok büyük boyut ve miktarlarda karstik boşluklar içeren bir taş ocağında yaşanan problemler, bu problemlere karşı alınan önlemler ve bu önlemlerin üretim maliyetleri üzerindeki etkileri araştırılıp, problemin çözümüne teknik ve ekonomik bir yaklaşım getirilmesi hedeflenmiştir

1.3. Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışma kapsamında aşağıdaki araştırmalar yapılacaktır:

- Konu ile ilgili literatür çalışması,
- İşletmenin tanıtılması,
- Maliyet analizleri,
- Problemin çözümüne yaklaşımlar,
- Yorumlar

Müteakip paragraflarda bu hususlar ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Açık işletmelerde söz konusu olan üç temel işlem vardır. Bunlar, delme-patlatma veya kazı, yükleme ve taşımadır. Bu bölümde açık işletmelerde uygulanan delme-patlatma işlemleri, delme-patlatmada kaya yapılarının önemi ve taşocaklarındaki karstik boşluklar hakkında bir literatür araştırması verilmiştir.

2.1. Delme Patlatma İle İlgili Genel Hususlar

Madencilik ve inşaat sektörlerinin ülke ekonomisine paralel olarak gelişmesi ile birlikte, maden işletmeleri, taş ve endüstriyel hammadde ocakları ve inşaat iş kolunda mekanik kazının mümkün olmadığı ortamlarda delme ve patlatma yolu ile yapılan kazı çalışmaları büyük önem taşımaktadır.

Önemli bir maliyet kalemi olduğundan ve kendinden sonra gelen işlemleri doğrudan etkilediğinden dolayı önemli bir değerlendirme kriteri olarak kullanılan delme patlatma, uygulamaları ülkemizde çok da bilimsel olarak yapılmamaktadır. Delme patlatma işleri kuruluşlarda mühendis denetimine verilmiş olsa bile genellikle uygulamalar, pratikten yetişerek ustalaşmış elemanların elinde kalmıştır. Bunun en büyük sebebi de bu konuda yeterli bir başvuru kaynağı bulamayan mühendisin, ister istemez kendinden daha deneyimli olan nezaretçisinin önerilerini göz önüne almasıdır. Bu sebeple eski alışkanlıklar nesilden nesiler geçmekte, yeni teknolojiler bu sektöre çok geç ulaşmaktadır.

Delici makinalar, delme teknikleri, patlayıcı maddeler, patlatma bilim ve teknolojisi, patlatma tasarımları, patlatmanın çevresel etkileri, işçi sağlığı ve iş güvenliği konularında pek çok bilimsel ve pratik çalışmalar yapılmış; delme patlatma konularında önemli gelişmeler sağlanmıştır. Tüm bu gelişmelere rağmen uygulamalarda yapılan hatalar, program gecikmelerine, maliyetlerin yükselmesine ve sonuç olarak delme patlatma yolu ile kazının tüm avantajlarından yeterince yararlanılamamasına yol açmaktadır. Yanlış seçim ve uygulamaların doğurduğu zaman kaybı nedeni ile işletmenin akıcılığı bozulmakta ve çok büyük maliyet artışları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, yanlış uygulamalar neticesi, delme patlatmada her zaman karşı karşıya kalınabilecek can ve mal kayıplarının, sosyal, psikolojik ve maddi tutarını ölçmek mümkün değildir.

Kısaca özetlemek gerekirse delme ve patlatmanın önemi aşağıdaki detaylarda yatmaktadır (Altun, 1993):

- Ekonomik sonuçların sağlanması; delme patlatma işlerinin optimize edilerek yürütülmesi sonucu minimum maliyetlerle üretimin yapılmasının sağlanması.

- Teknik verimliliğin artırılması; optimize edilmiş delme patlatma çalışmaları sonucu patlatılan malzemenin tane boyutu ve yığın geometrisinin istenilen özellikte olması ile yapılan üretimin veriminin artırılması.

- Zaman kullanımında etkinlik; daha kısa sürede istenilen miktarda üretimin yapılması.

- İş makineleri performanslarında iyileştirme; patlamış malzemenin tane boyutu ve yığın geometrisinin iş makinelerinin kapasitelerinin maksimum düzeyde kullanılmasına olanak sağlaması.

- Kapasite artışı; optimum delme patlatma çalışmalarıyla üretimin daha az zamanda daha fazla miktarlara çıkarılması.

- Ardışık faaliyetlerin organizasyonunda kolaylık; uygun niteliklerde parçalanmış malzemenin yükleme, taşıma ve ikincil kırma işlerinin daha rahat ve sorunsuz yapılabilmesi.

- Uygun niteliklerde malzeme temini; patlatma deliklerinin geometrik düzenlerinin değiştirilmesi ile istenilen boyutta malzemenin temin edilmesi.

- Güç kullanımında konsantrasyon; optimum delme-patlatma çalışmaları ile üretimde kullanılan patlayıcı maddenin gücünden maksimum seviyede faydalanma.

- Ekipman seçiminde optimizasyon; uygun şekilde parçalanmış ve gevşemiş malzemenin yüklenmesi ve taşınmasında kullanılacak ekipman kapasitelerinin daha iyi belirlenmesi.

2.1.1. Delme ve patlatmada sorunlar ve bu işlemlerin işletme ekonomisine etkileri

Delme patlatma mekanik olarak parçalanamayan veya makul bir maliyete parçalanamayan kaya kütlelerini, kontrollü bir şekilde tahrip ederek ana kaya kütlelerinden ayırma işlemidir. Bu işlem sırasında belirlenmiş büyük kapasiteler için iyi patlatılmış kaya kütleleri elde edilirken, arka şevde kalan kayaya en az zarar verilmelidir. Yani patlatma ile hedeflenen malzemenin parçalanmasını sağlarken diğer tarafta geride kalan patlamamış aynanın bir sonraki patlatma için zarar görmemesi

gerekmektedir. Bu iki zıt isteğin şartlarını yerine getirmesi gereken delme-patlatma, üretim kapasitesinden, son ürünün maliyetinden, patlatma sonrası işlemlerin randımanından, emniyetli bir çalışma ortamına kadar her şeyi doğrudan etkileyen üretimin ilk ve en önemli aşamasıdır.

Kötü bir patlatma sonucunda yükleyici marinalar zor koşullarda çalışırlar, ikinci delme patlatma ihtiyacı doğar ve patar oranı artar. Yükleyici marinalar zor koşullarda çalışınca kapasiteler düşer, arıza oranları yükselir. İkinci patlatma nedeniyle, fazladan maliyetin yanı sıra vardiyalardaki iş kayıpları artar. Patar oranının yüksek olması, patlatma sonrası patar atımlarının doğmasına yada hidrolik kırıcılarla ikinci bir boyut küçültme işlemlerinin doğmasına, yükleme, taşıma emniyetinin azalmasına neden olur. İyi bir patlatma sonrasında ise, tüm olumsuzluklar ortadan kalkacaktır.

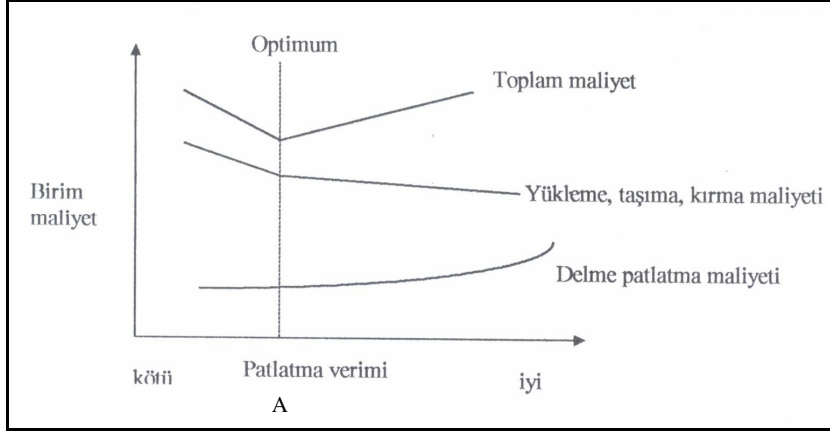
İyi bir patlatma için basamak yüksekliklerine göre amaca en uygun delik çapı ve delme düzeninin, patlayıcının ve ateşleme sisteminin seçilerek sadece gerektiği kadar, doğru biçimde kullanılması gereklidir.

Yukarda belirtilen sebeplerden dolayı delme patlatma maliyeti, ikinci kırma, yükleme, taşıma ve son kırma maliyetleriyle birlikte ele alınmalıdır (Altun, 1993).

Tek başına delme patlatma maliyeti örneğin, daha az patlayıcı kullanılarak düşürülebilir. Fakat bu şekilde yapılan patlatmalar sonrası çıkan malzemenin çok iri boyutlarda olması, ikinci boyut küçültme işlemi için kullanılan hidrolik kırıcı maliyeti ve yükleme, taşıma maliyetlerini yükselteceğinden işletme ekonomisine olumsuz yansır. Buna karşın genelde tercih edilen seçenek delme patlatma maliyetini yüksek tutarak yani patlatma deliklerinin aralıklarını daha dar tutup, birim kaya kütlesi için daha fazla patlayıcı kullanımı ile istenilen boyuttaki malzemenin ikincil kırmaya tabi tutulmaksızın direk olarak stoklanmasını sağlayarak toplam kırma sonrası stok maliyetini düşürmektir. Fakat, bunu yaparken de dikkat edilecek önemli nokta toplam kırma sonrası stok maliyetinin en düşük olduğu seçenek tercih edilmelidir.

Delme patlatma maliyetini belirli bir noktadan sonra ne kadar artırırsak artıralım patlatma sonrası maliyetleri fazla etkilemeyeceği için gereksiz bir maliyet fazlalığı oluşturur.

Patlatma verimi ile birim maliyet arasındaki ilişki Şekil 1.'deki grafikte gösterilmektedir.



Şekil 1. Toplam maliyet ve optimum nokta (Altun, 1993)

Şekil 1’ de görüldüğü gibi toplam maliyetin en düşük olduğu A noktasının dışında yapılan çalışmalarda delme patlatma maliyetinin artırılması da azaltılması da sonuçta toplam maliyetin yükselmesine neden olacaktır. Diğer taraftan düşük delme patlatma maliyetlerinin tek amaç olması delme patlatma sonrası yapılan yükleme, taşıma gibi ardışık işlemlerin maliyetlerini artırırken, delme patlatma maliyetlerinin yükselmesiyle tane boyutunun düşmesi takip eden madencilik faaliyetlerinin (yükleme, nakliye ve kırma..vb.) maliyetlerinin düşmesini sağlayacaktır. Ancak önemli olan optimum noktada çalışarak delme-patlatma ve yükleme taşıma maliyetlerinin minimum seviyede tutulmasıdır.

Delme patlatma maliyetinin, takip eden kırma işlemlerinin maliyetine oranı değişen formasyon özelliklerine göre değişir. Bu oran delinmesi, yerinden koparılması ve parçalanması zor olan formasyonlarda yüksek, tersinde ise düşüktür. Yine bu orana patlatma sonrası makina özellikleri, maliyetleri, kırma maliyetleri, kapasiteleri ve randımanları gibi bir çok faktör olumlu veya olumsuz etki eder.

Patlatma sonuçlarını etkileyen parametreler değiştirilebilir ve değiştirilemez parametreler olarak iki ana guruba ayrılırlar. Bu guruplardan, değiştirilebilen parametreler kendi içinde iki guruba ayrılırlar. Bunlar;

- a. Patlatma geometrisi ile ilgili parametreler
 - Delik çapı
 - Dilim kalınlığı ve delikler arası mesafe
 - Delik taban payı
 - Delik eğimi

b. Patlayıcı madde ile ilgili parametreler

- Patlayıcı madde cinsi ve miktarı
- Ateşleme sistemi, gecikme zamanları ve ateşleme düzeni.

Patlatma sonuçlarını etkileyen değiştirilemeyen kaya yapısı ile ilgili parametreler ise şunlardır:

a. Elementer özellikler

- Basma dayanımı
- Çekme dayanımı
- Young elastisite modülü
- Poisson oranı
- Yoğunluk

b. Yapısal özellikler

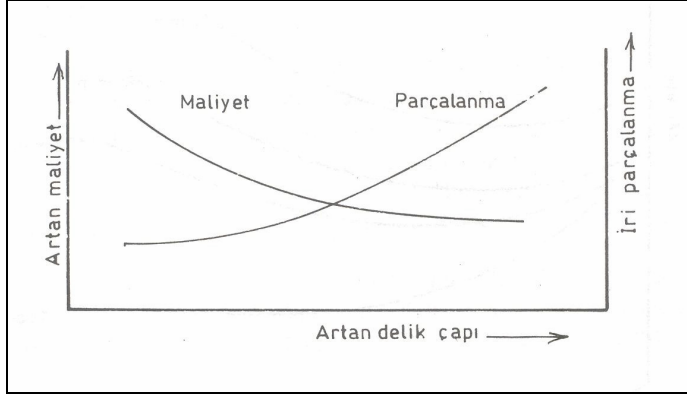
- Bünyesel çatlaklar
- Yer altı suyu
- Yerinde basınç dağılımları

2.1.1.1. Patlatma geometrisi ile ilgili parametreler

Patlatma geometrisi ile ilgili olan parametreler dört tane olup, bunlar;

a) Delik Çapı: Delik çapı, delme patlatmanın çok önemli parametrelerinden biridir. 1 metre deliğe şarj edilen patlayıcı madde miktarını doğrudan belirlediği için özgül şarjın sabit tutulması halinde delikler arası mesafeyi ve dilim kalınlığını tayin eder.

Genel kural olarak, patlayıcı kaya yapısının içerisine ne kadar iyi dağıtılsa, elde edilen boyut dağılımı da o kadar homojen olur. Kolayca anlaşılacağı gibi artan delik çapı, içine konulabilecek patlayıcı miktarını artıracak, bu ise delik geometrisinin genişlemesine yol açacaktır. Genişleyen geometride patlayıcı maddenin kaya yapılarına daha geniş açı ile etkilemesine ve elde edilen pasada, tane boyunun jeolojik etkenlere bağlı olarak artmasına neden olacaktır. Şekil 2.1. delik çapının maliyet ve parçalanma boyutuna etkisini göstermektedir. (Erkoç, 1990)



Şekil 2.1. Delik çapının maliyet ve parçalanma boyna etkisi (Erkoç, 1990)

b) Dilim Kalınlığı ve Delikler Arası Mesafe: Dilim kalınlığı ve delikler arası mesafe, bir delikten elde edilecek pasa miktarı, özgül şarjı (birim hacim pasa için kullanılan patlayıcı miktarı) ve özgül deliği (birim hacim pasa için delinecek delik boyu) doğrudan belirleyen parametrelerdir.

Her ikisinin de optimum değerlerden küçük olması ton başına delme ve patlatma maliyetlerini arttırır. Optimum değerlerden büyük olması ise patlatma sonuçlarının kötü olmasına neden olur.

Dilim kalınlığı ile delikler arası mesafe arasındaki en uygun oranların belirlenmesi gereklidir. Bu oranın açık ocaklarda (delikler arası mesafenin dilim kalınlığına oranı) 1 ila 5 arasında bir değer olduğu ile 1,25 oranında olduğu gibi farklı görüşler mevcuttur. Bu değer optimum değerden fazla olması, patlatma sırasında radyal çatlakların serbest yüzeye kadar ulaşmasına dolayısıyla da verim kaybıyla birlikte patlatma gazlarının kaçmasına, uçan kaya ve hava şoku sorunlarına ve artan delikler arası mesafeyle delikler arasında tırnak kalmasına ve kötü parçalanmaya neden olur. Bu değer optimum değerden az olması patlatmanın boğularak genel verimin düşmesine, kötü parçalanmaya tırnak kalmasına ve arka ayna bozulmasına neden olur. Her iki durumda da toplam maliyette artış olur. (Altun, 1993)

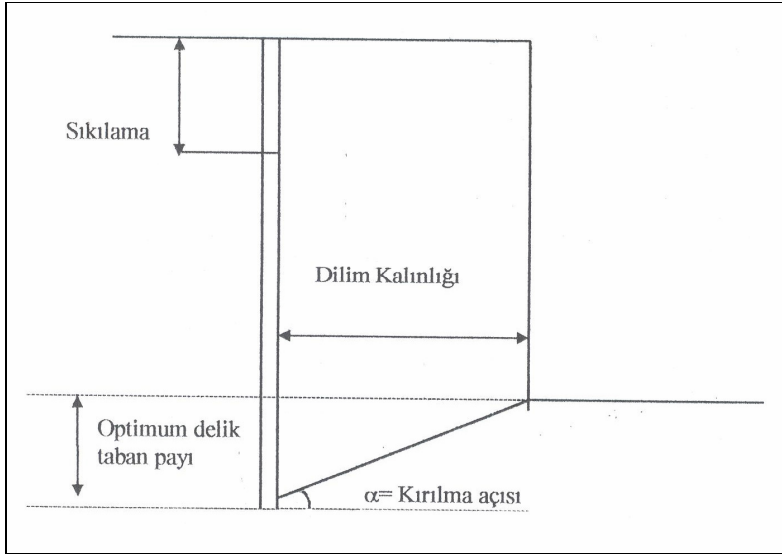
c) Delik Taban Payı: Patlatma sırasında aynanın alt kısmında tırnak kalmadan tabanın kesilebilmesi için delik boyunun ayna yüksekliğinden fazla olan miktarına delik taban payı denir. Taban payı, kaya tipleri ve dilim kalınlığına göre değişir. Kaya tiplerine göre değişmesinin nedeni, farklı kayaların kırılma açılarının farklı olmasıdır. Bu açılarda 61 ila 84° arasındadır. Yumuşak kaya tiplerinde bu açı düşük olup sert kaya tiplerinde yüksektir. Buna bağlı olarak kaya tiplerine göre optimum delik taban payı çizelge 1’deki gibidir. (Altun, 1993)

Çizelge 1 .Kaya tiplerine göre delik taban payı (Altun, 1993)

Kaya Tipi	Kırılma Açısı (α)	Optimum Taban Payı
Çok yumuşak	63	$0,5 \times B^*$
Yumuşak	68	$0,4 \times B$
Orta sert	73	$0,3 \times B$
Sert	78	$0,2 \times B$

*B:Dilim Kalınlığı

Delik taban payı optimum değerden az olursa tırnak kalır. Fazla olursa gereksiz patlayıcı kullanımı ve delme maliyetinin artmasının yanı sıra, tabanda bozulmalar oluşturacağından alt basamakta delme problemleri olur



Şekil 2.2.Delik taban payı (Altun, 1993).

d) Delik Eğimi: Patlatma enerjisini daha iyi kullanarak parçalanması zor olan basamak tabanının malzemenin yüklenmesinde sorun yaratmayacak şekilde parçalanmasını sağlamak ve patlamış yığının gevşek, lastikli yükleyicilere yükleme kolaylığı sağlayacak nitelikte olması için eğimli delikler tercih edilebilirler. Eğimli delik delme işlerinde faylı kaya kütleleri delme işini zorlaştırır ve delinen deliklerde sapmaların oluşmasına neden olur. Delik eğiminin değişik verilmesi ve basamak yüzeyinin kot farkının eğimde dikkate alınmaması sonucunda ise patlayıcının kaya kütlesi içindeki

homojen dağılımı değişir. Bu gibi olumsuzluklar basamak tabanında parçalanmayan kısımların kalmasına neden olur.

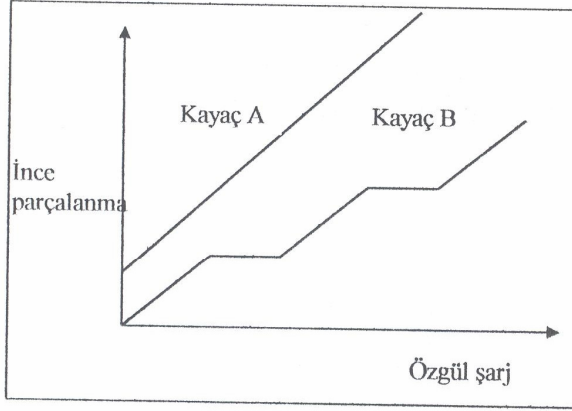
Bütün bu faktörler dikkate alınarak deliklerin dik yada eğimli ve de eğimliyse ne kadar eğimli delinmesine karar verilmelidir.

2.1.1.2. Patlayıcı madde ile ilgili parametreler

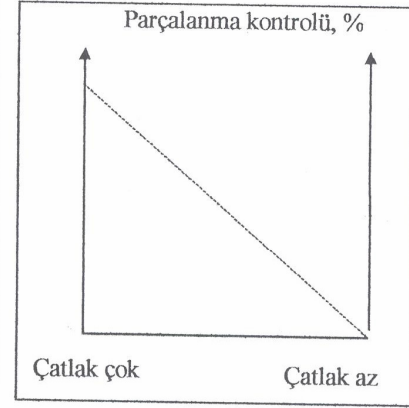
Delme-patlatma verimini etkileyen ikinci gurup parametreler patlayıcı ile ilgili parametrelerdir.

a) Patlayıcı Madde Cinsi ve Miktarı: Kayanın yerinden koparılarak parçalanmasını esas olarak sağlayan patlayıcı olduğundan patlayıcının cinsi ve birim hacim için kullanılan miktarı patlatma sonucunu ve toplam maliyeti etkileyen en önemli faktördür. Patlayıcıların detonasyon hızı, kuvveti, duyarlılığı, detonasyon hızı, yoğunluğu, suya dayanımı, hassasiyeti, kullanım güvenliği, çevresel özellikleri, hücre yapısı ve donmaya karşı direnci gibi temel karakteristik özellikler bilinerek ideal patlayıcının seçimi işletme ekonomisi açısından son derece önemlidir.

b) Özgül Şarj ve Sıkılama: Birim hacim veya birim ağırlıktaki kaya kütesini parçalayarak yerinden koparmak için kullanılan patlayıcı madde miktarına özgül şarj adı verilir. Genelde, delik çapı ve patlayıcı madde sabit olduğundan delikler arası mesafe, dilim kalınlığı ve sıkılama miktarlarının değişmesiyle özgül şarj değişir. Bazı kayaç tiplerinde parçalanma özgül şarjla doğru orantılı olarak değişir (Şekil 2.3-a kayaç tipi A). Bu kayaç tiplerinde parçalanma kontrolü %100' e yakındır (Şekil 2.3-b). Bu çerçevede aynı maden sahasının değişik formasyonları için optimum özgül şarjın uygulanması işletme ekonomisine önemli katkılarda bulunulmasını sağlayacaktır. Sıkılama miktarını da yine bu çerçeve içerisinde tespit etmek gerekir (Altun,1993).



Şekil 2.3.a. Özgül Şarj ve Parçalanma Kontrolü



Şekil 2.3.b. Kayaç Özelliklerine Göre Parçalanma Kontrolü

c) Ateşleme Sistemi ve Gecikme Zamanları: Çok sıralı basamak patlatmalarında sıralar ve aynı sıradaki delikler arasında uygun gecikme zamanlarının verilmesi durumunda;

- Birim üretim başına daha az delik delinebilir
- Birim üretim başına daha az patlayıcı madde kullanılır
- Daha emniyetli bir patlatma yapılır
- Patlatmalarda vibrasyon en aza indirilir
- Pasanın yığılma ve serilmesi kontrol edilir
- Parçalanmanın taban ve arka ayna kesmesinin daha iyi olması sağlanır.

Bu avantajlardan yararlanılabilmesi için patlatılacak formasyonlar için uygun gecikme zamanlarının tespit edilmesi, bu gecikme zamanlarının verilebileceği ateşleme sisteminin seçilerek doğru bir ateşleme düzeniyle kullanılmalısı gerekir.

Sonuçta patlatma performansının patlatma sonrası işlemlerin maliyetlerini, kapasitelerini, randımanlarını ve emniyetini belirleyen en önemli unsur olduğunu bilinerek, delme patlatmaya bu açıdan bakılması işletme ekonomilerinin daha sağlıklı değerlendirilmesini sağlayacaktır

2.1.1.3. Kontrol Edilemeyen Parametreler

Konumuz olan patlatmada, daima iki ortamın bulunduğu bilinmektedir. Bunların ilki olan patlayıcılar, ikincisi de kaya yapılarıdır. Fizik model olarak patlayıcı, kuvvet

kaynağı, kaya yapısı da, bu kaynağa tepki gösteren ortamdır. İşte bu kuvvet kaynağının etkisi, kaya yapısının tepkisi ve bu etki-tepki modeline istenilen amaçlara ulaşmak için uygulanan tekniğin tümüne patlatma denilmektedir. Patlatmada kaya yapılarını değiştirmek mümkün olmadığından, patlatılacak kayanın patlayıcı maddeye vereceği tepkiye göre patlayıcı madde ile ilgili parametrelerde değişiklikler yapılır.

A. Kayanın mekanik özellikleri

Kayanın patlatma sonucu parçalanmasında etkili olan mekaniksel özellikleri;

- Basma dayanımı,
- Çekme dayanımı,
- Young elastiside modülü,
- Poisson oranı,
- Yoğunluk.

şeklinde sıralanabilir. Bu özellikler laboratuvar veya yerinde yapılan deneyler ile saptanabilmektedir.

Basma ve çekme dayanımı, kaya yapılarının direnebileceği gerilim miktarını gösterir. Patlayıcı tarafından ortaya konulan gerilim değerlerinin, kayanın direncini yenebilecek düzeyde olması gerekir. Kaya yapılarının önemli bir özelliğinde, çekmeye dayanıklılıklarının, baskıya dayanıklılıklarına oranla çok düşük olmasıdır (yaklaşık 1/10). Bu nedenle patlatmada büyük hacimdeki kırılmalar, bir serbest yüzden yansıyarak çekme gerilimi karakterine dönüşen şok dalgaları tarafından gerçekleştirilir. Bu konu ileride daha detaylı incelenecektir. Young modeli ile Poisson oranı, kaya yapılarının elastiside özellikleri açısından, şekil olarak direnebilecekleri deformasyonları gösterir.

Yoğunluk ise, enerji dalgaları dinamiğini etkilemesinin yanı sıra, harekete geçen kütleyi işaret etmektedir.

B. Yapısal özellikler

Kaya yapıları homojen değildirler. Yapılarını oluşturan mineral kristallerinin şekilleri, dağılımları, oluşumları sırasında karşılaştıkları gerilimler ve karşılaştıkları jeolojik atmosferik olaylar sonucu, heterojen bir karakter gösterirler. Sedimanter kayalar ise başlı başına inceleme konusudur.

a) Bünyesel Çatlaklar: Patlatma ile uğraşanlar bilirler ki en çok şikayet edilen konulardan biriside kayanın çok çatlaklı olmasıdır. Gerçekte, her kaya yapısı bol miktarda makro veya mikro çatlaklar içerirler. Bir statik veya dinamik gerilim ile karşılaştıklarında içerdikleri çatlaklar boyunca kırılma gösterirler. Patlatma tekniği açısından bir uygulama yapılıns ki, patlayıcı madde sadece amaçlanan kütleyi irdelesin, enerjisinin büyük kısmını bu yöne harcasın. Olmadığı taktirde kaya yapısı örselenmekte, mevcut çatlaklar daha aktif duruma gelmektedir. Böylesine yapılarda öncelikle delik delinmesi sorunlu olmaktadır. İkinci olarak, gaz kaçakları ve şok dalgasının yayılmasını bozması nedeni ile sonraki patlatmaların verimini düşürmektedir.

Bünyesel çatlaklar, öncelikle sedimantasyon, soğuma gibi jeolojik olaylardan oluşmaktadır. İkinci olarak ta çevredeki faylanmalar ve kıvrılmalar etkili olur. Bu çatlaklar insitu gerilim dağılımlarının etkisi ile, değişik boyut ve etkide kaya yapısının bünyesinde yer alır.

Parçalanma açısından bünyesel çatlakların önemi büyüktür. Öncelikle iyi bir değerlendirme ile avantajlar sağlayabilir. Bunun en iyi örneği bazalt içinde gözlenen altıgen kolon çatlaklarıdır. Bu ayrıcalık olarak, galeri atımlarının (coyote blasting) çok etkili olduğu bu yapılarda alt tarafın çekilmesi ile üst kütle yer çekimi ne uyarak harekete geçmekte, bu düşüş sırasında bünyesel çatlakların yardımı ile ufalanma olmaktadır. Sonuçta, karakteristik olarak altıgen şekilli iyi parçalanmış bir pasa elde edilebilmektedir.

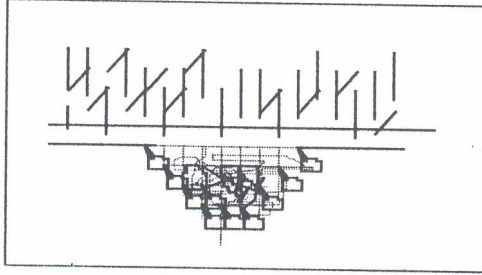
Genel olarak çatlak sistemleri, enerji dalgalarının yayılmasını, enerjilerinin sönmelerini ve şekil olarak bu dalgaların yarattığı deformasyonlara direnç göstererek parçalanmayı etkilemektedir. Çalışılacak alanda, kazı planlarını yönlerini belirleyen çok sayıda eleman vardır. Eğer koşullar elveriyorsa, patlatmada çatlak sistemlerinin avantajlarından yararlanma yönüne gidilmelidir. Bunun için çatlak sistemleri jeolojik etütle, gül diyagramı çıkartılarak, sonra sismik yöntemle saptanabilir.

Bünyesel çatlaklar tespit edildikten sonra, patlatma verimini artırabilmek için aşağıdaki yaklaşımlar uygulanmaktadır.

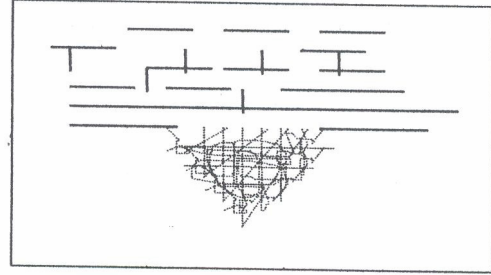
i-Kazı yönü, patlayıcı maddenin parçalama enerjisinden en fazla yararlanan yönde planlanmalıdır, böylece daha az patlayıcı ile istenilen miktarda kazılar yapılabilir.

ii-Çatlak sistemine dik aynalarda kırılmaların, çatlak yapısına uygun olacağı ve kontrol edilemeyeceği, paralel aynalarda daha fazla enerji gereksinimine karşın, kırılmaların kontrol edilebileceği deneyiminden yararlanarak, parçalanma (fragmentasyon) geliştirilebilir. Şekil 2.4-a' da çatlak sistemine dik aynada yapılan

patlatma sonucu parçalanmanın kontrol edilemediği ve bunun sonucunda çok iri parçaların çıktığı görülmektedir. Şekil 2.4-b' de ise çatlak sistemine paralel bir aynada yapılan patlatma ile patlayıcı maddenin enerjisinden daha fazla faydalandığı ve sonuçta tane boyutu kontrolünün daha iyi yapıldığı görülmektedir.



a) Çatlak sistemine dik ayna. İri parçalanma



b) Çatlak sistemine paralel ayna. Ufak parçalanma.

Şekil 2.4. Çatlak sistemlerinin parçalanmaya etkisi.

b) Yer altı Suyu: Yeraltı suyu ve seviyesinin, kaya yapılarının sismik özelliğini etkilediği bir gerçektir. Kanımızca, çatlakların içerdiği su yayılma hızını olumlu yönde etkilediği gibi, enerji sönmesini de azaltmaktadır. Dolayısı ile kuramsal olarak patlamaya az bir yardımı olacağı düşünülebilir. Öte yandan yer sarsıntısını da istenmeyen uzaklıklara taşınması ile de sorun yaratabilecektir.

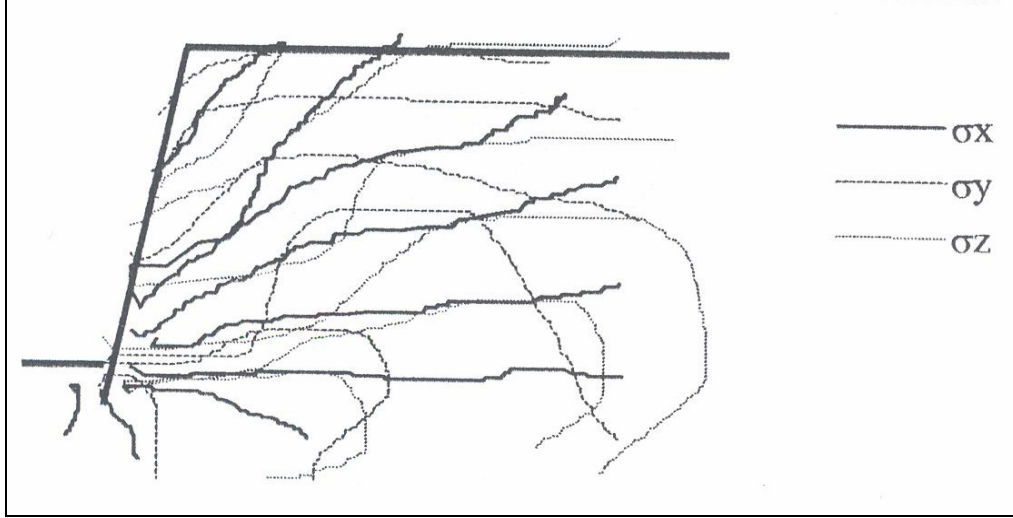
Kaya yapısının su içermesi, delme sırasında önemli sorunlar yaratmaktadır. Yine delik içerisinde su bulunması, dirençli ama pahalı patlayıcıların kullanılmasını gerektirebilecektir.

c) Yerinde Gerilim Dağılımları: Doğada kaya yapıları, zaman faktörü ile dengelenmiş basınç sistemleri içerisinde bulunurlar. Madencilik ve inşaat amacı ile yapılan kazılarda bu denge bozulmakta, yeni gerilim sistemleri oluşmaktadır. Kaya yapılarının elementer fiziksel özellikleri kadar, yapılan kazının şekli ve boyutları da bu gerilim sistemini etkileyen faktörlerdir.

Yeraltı çalışmalarında, jeolojik yapı, kazı metodunu, açılan boşluk boyutlarını ve gerilim türlerini etkiler. Kazı açıklıklarının çevresinde yer yer baskı, yer yerde çekme gerilimleri oluşur. Genel olarak tünel patlatmalarında, büyük kesitli kazılarda özgül şarjın, küçük kesitlere kıyasla daha az olması, gerilim sistemleri ile açıklanabilmektedir.

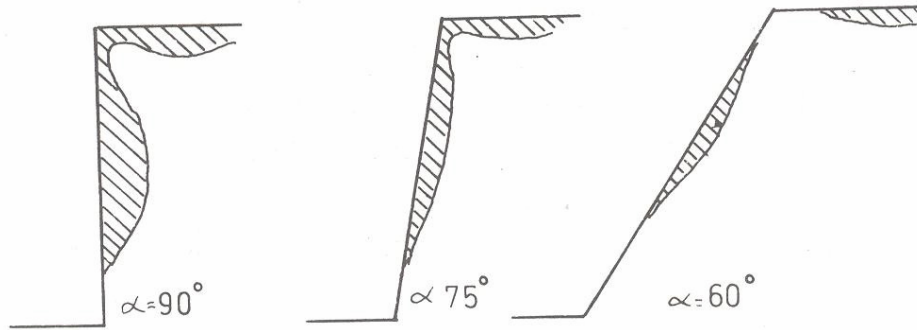
Yüzey çalışmalarında gerilim sistemlerini etkisi büyüktür. Şevler, fiziksel özellikler, şekil ve yer çekiminin etkisi ile hareket veya hareket potansiyeli içindedir.

Tüm hareket potansiyeli, şev bünyesinde oluşan üç eksenli gerilimlerin aksiyonu ile oluşmaktadır. Şekil 2.5’ de patlatma yapılan bir basamakta oluşan üç eksenli gerilimler gösterilmektedir.



Şekil 2.5.Şev bünyesinde oluşan üç eksenli gerilimler (Erkoç, 1990).

Yine, bu gerilimlerin etkisi ile şevlerde baskı ve çekme zonları oluşmaktadır. Şevin yatış açısı bu zonların dağılımını etkilemektedir. Şekil 2.6’ da basamak eğimlerine göre baskı ve çekme zonlarının dağılımı gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü basamak eğimi arttıkça oluşan bu zonlarında yüzeydeki etkileri azalmakta ve kayaçta daha az kırılmalar ve çatlamlar olmaktadır. Özellikle çekme zonlarının, şev stabilizesine ve patlatmaya etkisi büyüktür . Kayaçların kırılmasına neden olduğu gibi (kavlaklanma), çatlak sistemlerinin açılmasına da neden olurlar.



Şekil 2.6. Şevlerde yatış açısına göre çekme zonları (Erkoç,1990).

Gerilim sistemlerinin patlamaya etkisi şöyle özetlenebilir;

i-Şev yüksekliği ve yatım açısı özgül patlayıcı miktarını ve parça iriliğini etkiler. Şev ne kadar yüksek ve dik olursa özgül patlayıcı miktarı düşer ve iri parçalı pasa elde edilir.

ii-Çatlak sistemlerinin fazla açılması, gaz kaçağı nedeni ile patlatmayı etkiler. Ayrıca kırılma bu çatlaklar boyunca olacağı için, genelde büyük bloklar elde edilir.

iii-Şevlerin (aynaların) zaman zaman, birkaç sezon çalıştırılmaması, çatlakların açılarak derinlere sirayet etmesine neden olur. Tekrar çalışmaya başlanıldığında, kötü patlatma sonuçları alınacağı gibi, delme zorluklarında olacaktır. Bu zonlar geçilinceye kadar özel bir dikkat gösterilmesi gereklidir.

iv-Tünel patlatmalarında, geniş kesitli kazalarda düşük özgül şarj, düşük özgül delik elde edilecektir. Kesit daraldıkça değerler büyüyecektir.

2.2. Karstik Boşluklu Kayaçlarda Delme Patlatma Sorunları

Sedimanter kaya yapıları, bünyelerinde en açık şekilde çatlak sistemlerini barındıran yapılardır. Sedimanter katmanlar genelde yatay veya yataya yakın bir konumda bulunurlar. Bu görünüş zaman zaman kıvrılmalar veya faylar tarafından bozulabilir.

Böylesine yapılardaki kayaçlarda, patlatma yapılacağı zaman aşağıdaki noktaların göz önünde tutulması yararlı olacaktır;

i-Üretime yönelik patlatmalar yapılacağı zaman, parçalanmanın sedimantasyon katman kalınlığına göre olacağı kesindir. Örneğin, Atatürk barajı dolgusavak kazısında elde edilen malzemenin bir kısmının gövde dolgusunda kullanılması öngörülmüştür. Dolgu tekniğinin gereklerini yerine getirebilmek amacı ile bu patlatmalardan belirli bir iri parça dağılımı hedeflenmiştir. Ne var ki kayaç yapısının çok ince sedimanter katmanlardan oluşması, (bu nedenle kayaç plakette kalker olarak isimlendirilmektedir) bunu olanaksız kılmıştır. Değişik atım paternlerine karşın, malzeme çok ince çıkmıştır.

Doğaldır ki, ufak parçalanmanın istendiği madencilik çalışmalarında veya elde edilen malzemenin amaçsız atıldığı dekapaj kazılarında örnekte belirtilen ince malzemenin avantajları çok büyüktür. Ama sedimanter katmanların kalın olduğu kaya yapılarında bu sefer iri bloklarla savaşılabileceği unutulmamalıdır.

Süreksizliklerin yoğun olduğu kaya yapılarında, atımlarda özel dikkat gösterip arka kırılmalara engel olmak gerekir. Aksi takdirde dengesiz şev yüzeyleri bırakılır ve özellikle bir sonraki atımın delikleri delinirken zorluklar yaratılmış olur.

ii-Temel kazılarında beton yapıların yaslanacağı kaya yapıları özel yöntemler ile patlatılarak kesilir. Bunların en yaygın olanları ön-patlatma (pre-splitting) ve son kesme (smooth blasting) dir. Bu yöntemler kullanılarak yapılan patlatmalarda sedimanter kayaçların bazı özellikleri göz önünde tutulmaz ise olumsuz istenilen sonuçlar elde edilemeyebilir. Örneğin, Gezende barajı inşaatında, kemer betonun oturacağı cut-off kazısında topoğrafik şartların gereği patlatmaların öyle yapılması düşünülmüştür ki, hem son şev kesme gerçekleşsin, hem de patlatılan kütle ek makina ile küreme işini minimumda tutacak şekilde savrulsun. Ne var ki deneme atımı sonrası değil istenene yakın bir kesme ve savurma, tersine çok kötü bir sonuç alınmış, malzeme olduğu yerde şişmiş kalmıştır. Yapılan inceleme sonucunda 0 zamanda atılan ön kesme hattının sedimanter katmanları kaydırıldığı, ön tarafında bulunan 25, 50, 75 ms. Sonra patlaması gereken ana delikleri bozarak patlayıcı madde kolonlarının sürekliliğini kestiği ve tümünün devreye girmesini engellediği anlaşılmıştır. Çözüm olarak ön-kesme yerine, son-kesme önerilmiştir (Erkoç, 1990).

iii-Tünel patlatmalarında özellikle kazı sonrası beton kaplanacak ise, projede belirtilen tünel konturlarını elde edebilme hayati önem göstermektedir. Beton kaplama yapılmayacaksa bile, hem güvenlik hem de fazla kazı yapmama açısından bir gerekliliktir. Sedimanter katmanlar bu konuda da sürprizler yaratabilir. Patlatma paternini yaparken aşırı kazı potansiyeli taşıyan bölgeleri mümkün olduğunca en son numaralar ile atmak ve önlerini daha fazla boşaltarak, minimum yük ile patlatmak yararlı olacaktır (Erkoç, 1990).

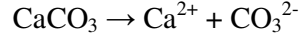
Doğuda en yaygın bir şekilde görülen ve geniş alanlar kapsayan karbonat kayacı kireç taşıdır. Kireç taşları %50' nin üzerinde karbonat malzemesi içeren sedimanter kayaçla olarak tanımlanabilmektedir. Kireç taşlarındaki ana mineraller kalsit (CaCO_3) ve dolomit (CaMgCO_3) Daha az yaygın olan mineraller ise manyezit (MgCO_3), rodokrozit (MnCO_3) ve siderit (FeCO_3) tir. Tüm kireçtaşları benzer temel bir kimyaya sahip olmakla birlikte, kendilerini oluşturan süreçlerin farklı olması nedeni ile birbirlerinden farklı özelliklere sahiptirler. Kireçtaşlarının oluşumlarına göre;

a-Organik kireçtaşları

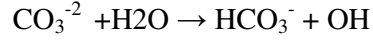
b-Detritik kireçtaşları

c-Kimyasal kökenli kireçtaşları

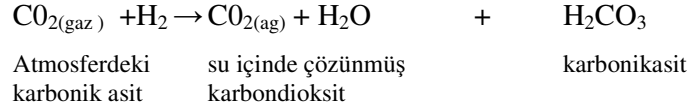
şeklinde üçe ayırmak olasıdır. Kalsiyum karbonat saf su içinde kayaç su sınırında aşağıdaki şekilde çözünerek kalsiyum katyonu ile karbonat anyonunu oluşturmaktadır;



Daha sonra karbonat anyonları su ile reaksiyona girerek hidrojen karbonat iyonu ve hidroksil iyonunu oluşturmaktadırlar.



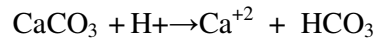
Kapalı bir sistemde su çabuk bir şekilde doymunluğa erişmekte ve hem çözünme hem de çökelme olabilmektedir (Şekil 2.7). Saf sulara 25 °C de en fazla çözünebilen kalsiyum karbonat miktarı yaklaşık 14 mg/lt. dir. Atmosferde % 0,03 hacminde olduğu göz önüne alınacak olursa, normal atmosferler temas halindeki suda 74. mg/lt kireçtaşı çözünebilir. Bu çok sayıdaki kimyasal reaksiyonlar sonucu gerçekleşebilmektedir. Bu kimyasal reaksiyonlarda aşağıdaki şekilde karbonik asit oluşmaktadır.



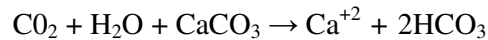
Karbonik asit ayrışarak hidrojen iyonları serbest kalır ve bir hidrojen kaynağı oluştururlar.



Burada açığa çıkan hidrojen iyonu kalsiyum karbonat ile reaksiyona girebilecek kapasitededir.



Bu aşağıdaki eşitlik ile de özetlenebilir.

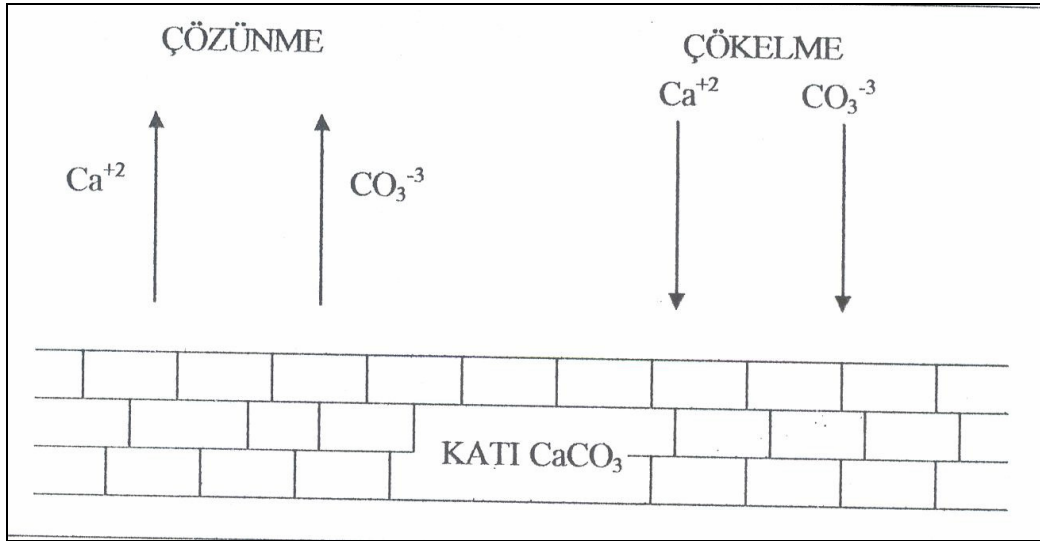


Geri reaksiyonu kalsiyum karbonatın çökmesini açıklarken ileri reaksiyon kireçtaşının çözünmesini açıklamaktadır. Çökme sonucu oyuklarda ve mağaralarda bulunan genç kalkerli sedimanlar ile gözenekli kalkerli çökeller (tuf) oluşur (Şekil 2.8).

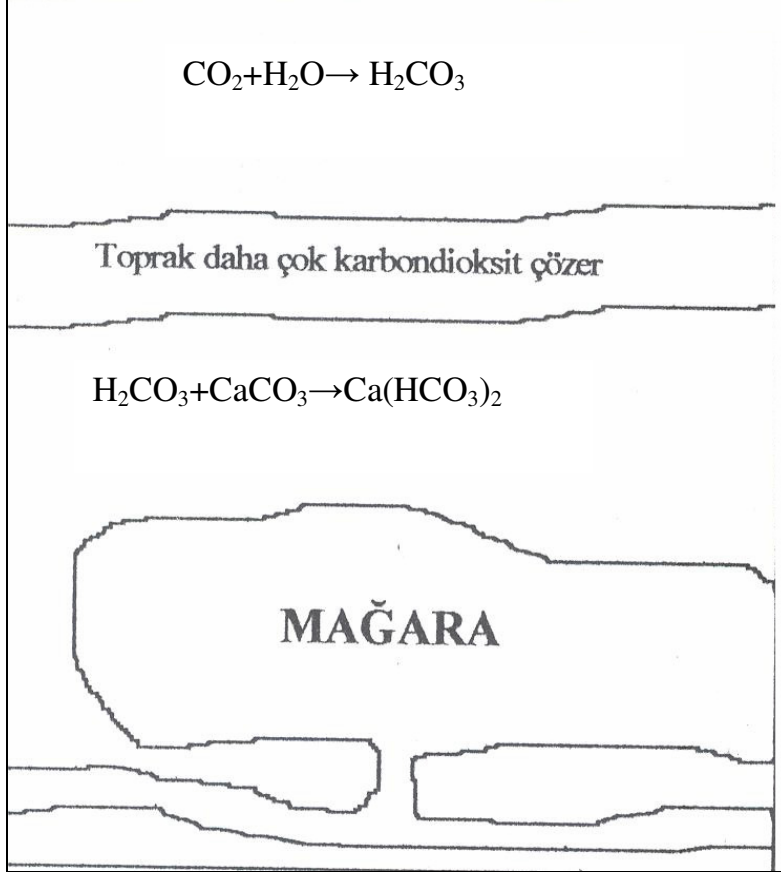
Kireçtaşındaki çözünme erozyonu açık sistemlerde karbonat iyonlarının ortamdaki uzaklaşması süreci olup, bu durum sürekli çözünmenin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bikarbonat olarak kireçtaşının yer değiştirmesi ve çözünmenin kapsamı aşağıdaki faktörler tarafından kontrol edilmektedir (Fookes and Hawkins, 1988).

- Suyun varlığı
- Karbondioksitin varlığı
- Sıcaklık
- Var olan potansiyel saldırganlık ve doygunluk derecesi
- Kayaç tipi

kireçtaşlarının çözünmesinde atmosferden sağlanan karbondioksitin yanı sıra topraktan derinlere süzülen yağmur suyunun toprak havasından aldığı karbondioksitin de büyük bir katkısı vardır.



Şekil 2.7. Kapalı bir sistemdeki saf su ile kireçtaşı arasındaki kimyasal ilişki (Trudgill, 1985; Fookes and Hawkins, 1988).



Şekil 2.8. İdeal kireçtaşı alanında reaksiyona girenler ve oluşan ürünler (Fookes and Hawkins, 1988).

Bir karst şekli yeraltı drenajı ile karakterize edilmekte olup, mağaralar ve çukurlar belirleyici özelliklerdir (Jennings 1985; Culshaw and Waitham, 1987). Gerçek bir karstta, çukurlar (dolinler) normal bir akarsu ortamındaki vadilerin yerini alırlar. Çukurlar genellikle konik, fincan tabağı şekilli, yan küresel veya düzensiz kapalı çöküntüler şeklinde zemin yüzeyinde veya gömülmüş olabilirler. Bunların çapları ve derinlikleri 0,5 m.' den 500 m.' ye kadar değişebilir. Çukurlar kökensel olarak ; çözünme, göçme, alüvyal ve gömülmüş dolgulu şeklinde sınıflandırılabilir.

İŞLETMENİN TANITIMI VE İŞLETMEDEKİ ÇALIŞMALAR

3.1. Genel

Çalışmaya konu olan taşocağı, Sivas' ın idari sınırları içinde olup, il merkezinin kuzeyinde bulunmaktadır. Sahanın bulunduğu merkezi Sivas' a yaklaşık 1 km. uzaklıktadır.

İşletme sahasının kotu 1432-1496 metreleri arasında olup bölge genellikle tatlı engebeler içeren yüksek plato görünümündedir.

İşletmenin ürettiği kireçtaşları çimento fabrikasına verilmekte olup, çalışma sezonunda üretim hem fabrika kırıcısına besleme hem de fabrika sahasındaki stok sahasına stok yapmak amacıyla yapılır.

İşletmenin kireçtaşı üretimi açık işletme yöntemiyle yapılmaktadır. Açık işletme basamak yükseklikleri 8 m. basamak genişliği, 20 m., basamak eğimi 90⁰ olup toplam 8 basamaktan oluşmaktadır. Açık işletmede üretim delme-patlatma kazı yöntemiyle yapılmaktadır. Kireçtaşı ve dekapajın yüklenmesi ve taşınması için ekskavatör-kamyon ve lastik tekerlekli loader sistemleri kullanılmaktadır. Tablo 3.1' de işletmede kullanılan makina-ekipman ve kapasiteleri bulunmaktadır.

Tablo 3.1. İşletmede Kullanılan Makine-Ekipmanlar

Makina Ekipman	Miktar	Kapasite
Komatsu PC-300 Ekskavatör	1	1,3 m ³
Komatsu WA-420 Loader	2	3,6 m ³
Tamrock Ranger 600 Delici	1	25 m/delik
Montabert BLV-43 Hidrolik Kırıcı	1	1400 kg.
Dodge As-950 Kamyon	10	30 t.

İşletmenin planlanan yıllık kireçtaşı üretimi 600.000 ton olup, üretim için yapılması gereken dekapaj ise yaklaşık 100.000 ton' dur. Ekskavatör-kamyon yöntemiyle 3. ve 4. basamaklarda bulunan kil tabakası dekapaj olarak uzaklaştırılırken, yine aynı basamaklardan loader ve ekskavatör-kamyon yöntemleriyle üretim sürdürülmektedir.

3.2. Bölgenin Jeolojisi

Bölgede üretimi yapılan hammadde traverten kireçtaşı olup kireçtaşlarının tipik litolojik özelliği olan karstik boşluklar yaygın ve değişik boyutlarda görülmektedir. Ayrıca bölgede yoğun tektonik hareketler sonrası oluşan faylanmalar da göze çarpmaktadır.

3.3. Arazi Çalışması

Çalışmasının amacına uygun olarak işletmedeki mevcut durumu inceleyebilmek ve değerlendirebilmek için, çalışma alanının genel yapısı, ekipmanlar, kapasiteleri, uygulanan delme patlatma yöntemleri ve bunlarla ilgili parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için 1998- 2000 yılları arasında işletmede aşağıdaki hususlarla ilgili bilgiler derlenerek gerekli incelemeler yapılmıştır.

- 1 .İşletme bölgesine ait genel bilgilerin denemesi, bu kapsamda işletmenin yeri, jeolojik yapısı ve yapılacak üretim miktarları tespit edilmiştir.
- 2.İşletmede üretimde kullanılan mevcut makina parkına ait bilgiler derlenmiştir.
- 3.İşletmede yapılan delme patlatma çalışmalarında uygulanan yöntemler belirlenmiştir.
- 4.Uygulanan bu delme patlatma yöntemlerinin üretim maliyetlerine etkileri ayrı ayrı belirlenmiştir.

EKİPMAN VE PATLAYICI MADDE BİRİM MALİYETLERİ

4.1. Genel Hususlar

İşletmede uygulanan değişik üretim yöntemlerine göre delme, patlatma ve hidrolik kırıcı maliyetlerinin değişimini görebilmek ve maliyet analizlerini yapabilmek amacıyla kullanılan delici makina, hidrolik kırıcı ve patlayıcı madde birim maliyetleri hesaplanmıştır. Yapılan her patlatma sonrası patlatmanın verimliliğine göre tane boyutu hidrolik kırıcı ile optimum boyuta getirilmektedir. Bu sebepten dolayı da yükleme- taşıma ve ikinci kırma maliyetlerinde bir değişim olmadığı kabul edilmiştir.

Birim maliyetler, delme ve hidrolik kırıcı için ekipman maliyeti olarak, patlatma maliyeti ise patlatmada kullanılan kapsül, dinamit ve ANFO maliyeti olarak hesaplanmıştır. Ekipman maliyetleri de sabit maliyetler ve işletme maliyeti olarak iki grupta hesaplanmıştır.

a) Sabit Maliyetler: Ekipmanların sabit maliyetleri amortisman matrahı kullanılarak hesaplanmaktadır. Amortisman matrahı ise, liste fiyatı ile tüketim malzemeleri bedelinin çıkarılması ile hesaplanır. Bu şekilde hesaplanan amortisman matrahından, amortisman süresine bağlı olarak amortisman maliyeti hesaplanır. Makinaların ömrü (saat olarak) çalışma şartlarına göre kendi katalog değerlerinden alınıp yıllık çalışma saatine bölünmesiyle amortisman süresi hesaplanır. Faiz, ekipman için yapılmış olan tüm harcamaları (amortisman matrahı, hurda bedeli, işletme malzemeleri hepsi dahil) toplayarak bu harcama üzerinden yıllık faiz oranı ve makina ömrüne göre hesaplanır. Sigorta gideri ise makinanın satın alma bedelinin % 1' ine tekabül etmektedir.

b) İşletme Maliyeti: Yağ miktarı yıllık çalışma saati, yağ birim fiyatı ve saatlik yağ harcamasına göre hesaplanır. Tamir-bakım gideri, amortisman miktarının %60' kadardır. Operatör giderleri (işçilik giderleri) yıllık çalışma saati, çalışan işçi sayısı ve saat bazında ödenen ücrete göre hesaplanır. Yakıt gideri, yıllık çalışma saati saatlik yakıt tüketimi ve yakıt birim fiyatına göre hesaplanır. Sarf malzemesi gideri, sarf malzemesinin çalışma ömrü, ekipmanın yıllık çalışma saati ve sarf malzemesinin birim fiyatına göre hesaplanır.

4.2. Ekipman Maliyetleri

İşletmede patlatma deliklerinin delinmesinde kullanılan delici makina ve patlatmalar sonrası patar-tırnak kırma işinde kullanılan hidrolik kırıcının saatlik maliyetleri hesaplanmıştır.

4.2.1. Delici makina birim maliyeti

İşletmede patlatma deliklerinin delinmesi işinde çalışan delici makina TAMROCK marka Ranger 600 modeli olup 25 m. uzunluğunda, 102 mm. çapında delik delebilmektedir. Bu delicinin saatlik maliyetinin hesabında işletmedeki durumu göz önüne alınmıştır. Hesaplama kullanılan değerler Tablo 4.1' de verilmiş olup, Tablo 4.1' de verilen maliyet parametreleri kullanılarak delici makine saatlik maliyeti hesaplanmıştır. Hesaplamalar ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.2' de verilmiştir.

Tablo 4.1 Maliyet Parametreleri

Anahtar teslim fiyatı (ATF)	195046 \$
Toplam sarf malzemesi bedeli	1443 \$
Amortisman matrahı (AMT)	193602 \$
Amortisman süresi (n)	4 yıl
Faiz oranı (İf)	% 12
Sigorta oranı (İs)	% 3
Yıllık çalışma süresi (YÇS)	3960 s.
Akaryakıt tüketimi (AT)	23 Lt/sa.
Yağ ve hidrolik tüketimi (HS)	0,17 Lt/sa.
Akaryakıt fiyatı (YF)	0,556 \$/Lt
Yağ ve hidrolik fiyatı (H)	1,23 \$/Lt.

Tablo 4.2 Delici Makina Maliyet Tablosu (İşletme verilerine göre)

SABİT MALİYETLER (Tamrock Ranger 600)	TUTAR \$/t
Amortisman Miktarı(1) (ATF/N)/YÇS	12,22
Faiz(F)(2) Faiz [ATF*((n+1)/2n)*i]/YÇS	3,69
Sigorta.....(3) Sigorta = ATF*0.03/YÇS	1,48
Toplam Sabit Maliyetler (1+2+3).....(4)	17,39
İŞLETME MALİYETİ (Tamrock Ranger 600)	
Operatör ücreti(5)	2
Yakıt Gideri(6) Yakıt gideri = AT*YF	12,78
HidrolikYağ Gideri (H)(7) H = HS*HF	0,21
Sarf Malzeme Giderleri(8) Shank maliyeti (1,24 \$/s) Tij maliyeti (2,43 \$/s) Manşon maliyeti (0,78 \$/s) Matkap maliyeti (2,06/s)	6,51
Bakım-Onarım Maliyeti (B)(9) Tamir-Bakım gideri: (Satın alma bedelinin %70'dir) /15.000 s Satın alma bedeli (195.046,43 \$)	9,1
Toplam Değişken Maliyetler (5+6+7+8+9)(10)	30,6
Görünmeyen Maliyetler (Değişken maliyetin %20'si)(11)	6,12
TOPLAM DELME MALİYETİ (4 +10 + 11)	54,11

Tablo 4.2' den görüldüğü üzere delici makine birim maliyeti 54.11 Vs. olarak hesaplanmıştır.

4.2.2. Hidrolik kırıcı maliyeti

İşletmede yapılan patlatmalar sonrası çıkan patar ve tırnak kırma işinde kullanılan hidrolik kırıcı KOMATSU PC 300 olup normal şartlar altında 250 t/sa. kapasitelidir (işletmede üretimi yapılan malzeme için). Hidrolik kırıcı maliyet hesaplarında kullanılan değerler Tablo 4.3' de verilmiş olup, Tablo 4.3' de verilen maliyet parametreleri kullanılarak hidrolik kırıcı saatlik maliyeti hesaplanmıştır. Hesaplamalar ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.4' de verilmiştir.

Tablo 4.3. Hidrolik Kırıcı Maliyet Parametreleri

Anahtar Teslim Fiyatı (ATF)	170000 \$
Amortisman Matrahı (AMT)	170000 \$
Amortisman Süresi (n)	5 yıl
Faiz Oranı (İf)	% 12
Sigorta Oranı (İs)	% 3
Yıllık Çalışma Süresi (YÇS)	3500 s.
Akaryakıt Tüketimi (AT)	25 lt/s.
Yağ ve Hidrolik Tüketimi (HS)	0.45 lt/s.
Akaryakıt Fiyatı (YF)	0,556 \$/lt.
Yağ ve Hidrolik Fiyatı (HS)	1,23 \$/lt

Tablo 4.4 Hidrolik Kırıcı Maliyet Tablosu

SABİT MALİYETLER (PC.300 KIRICI)		TUTAR \$/t
Amortisman Miktarı(1) (ATF/N)/YÇS		11,33
Faiz(F)(2) Faiz $[ATF*((n+1)/2n)*i]/YÇS$		2.91
Sigorta.....(3) Sigorta = $A*0.03/YÇS$ A : Yatırım (170000 \$)		1.46
Toplam Sabit Maliyetler (1+2+3)(4)		15.7
İŞLETME MALİYETİ (PC 300 Kırıcı)		
Operatör ücreti(5)		1,26
Yakıt Gideri(6) Yakıt gideri = $25*YF$		13,9
HidrolikYağ Gideri (H)(7) $H = HS*HF$		0,55
Bakım-Onarı Maliyeti (B).....(8) Tamir-Bakım gideri: (Satın alma bedelinin %70'dir) /15.000 s Satın alma bedeli (170.000 \$)		7,93
Kırıcı Uç Gideri.....(9) Kırıcı Uç Satın Alma Bedeli (830 \$) Kırıcı Uç Ömrü (2500 s.)		0.33
Toplam Değişken Maliyetler (4+5+6+7+8)(10)		23,97
Görünmeyen Maliyetler (Değişken maliyetin %20'si)(11)		4,79
TOPLAM KIRMA MALİYETİ..... (4 +10+11)		44,46

Tablo 4.4' den görüldüğü üzere hidrolik kırıcı birini maliyeti 44,46 s/s, olarak hesaplanmıştır.

4.3. Patlayıcı Madde Maliyetleri

Bu çalışma sırasında, patlatma için kullanılan malzemelerin birim fiyatları Tablo 4.5' de verilmiştir.

Tablo 4.5. İşletmede Kullanılan Patlayıcı Maddeler ve Birim Fiyatları

Patlayıcı Madde	Birim Fiyat
ANFO (Teknik Amonyum Nitrat)	0,45 \$/kg.
Elektrikli Kapsül	0,5 \$/ad.
Elektriksiz Kapsül	1,8 \$/ad.
Dinamit	1,2 \$/kg.
Elektrikli kapsül bağlantılarında kullanılan kablo maliyeti gözardı edilmiştir	

ARAZİ ÇALIŞMA SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1. Genel Hususlar

Çalışmaya söz konusu olan işletmedeki karstik boşlukların varlığı, delme-patlatma ve hidrolik kırıcı verimini olumsuz yönde etkilenmektedir. Karstik boşlukların bu şekilde olumsuz etkilerini gidermek için üç farklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar kademeli olarak geliştirilmiş olup aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

a) Patlayıcının deliklere plastik poşetler içinde yerleştirilmesi: Bu yöntemde tüm deliklere boş plastik poşetler yerleştirilmiş ve patlayıcı madde bu poşetlerin içine doldurularak patlatma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemin uygulandığı dönemde deliklere ait boşluk bilgileri kaydı işletmenin başlangıç aşaması olmasından dolayı tutulmamıştır.

b) Deliklere patlayıcı maddenin boşluk bilgilerine göre doldurulması: Bu yöntemde delikler delinirken deliğin hangi kısmında boşluk olduğu kaydedilmiş ve patlayıcı madde bu boşluk bilgilerine göre hesaplanıp deliğe doldurulmuştur. Deliğin boşluklu kısımlarına poşet içinde sıkılama malzemesi doldurularak patlayıcının verimli bir şekilde infilak etmesi hedeflenmiştir.

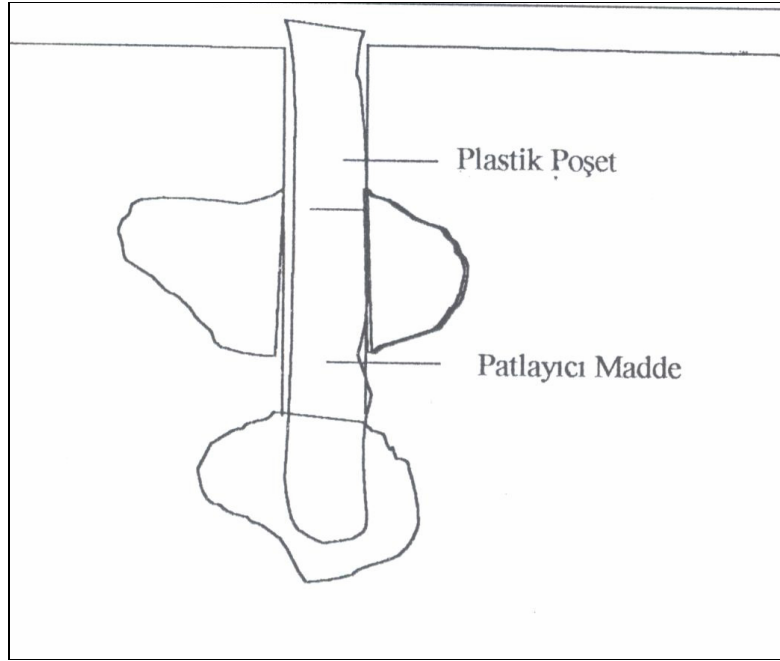
c) Boşlukların üç boyutlu modelleme yöntemi: Bu yöntemde mevcut delik düzenine göre boşluk bilgileri tutularak delikler delindikten sonra boşluk bilgilerinin ışığında boşlukların üç boyutlu geometrik şeklinin oluşturulması hedeflenmiştir. Oluşturulan bu üç boyutlu şekle göre ilave delikler delinerek yeni bir delik düzeni oluşturulmakta, deliklerin doldurulması ve patlatılması bu düzene göre yapılmaktadır.

Aşağıdaki bölümlerde bu yaklaşımlar daha detaylı olarak açıklanıp elde edilen sonuçlar ve sonuçların değerlendirilmesi verilmiştir.

5.2. Patlatma Deliklerinin Plastik Poşetler Kullanılarak Doldurulmaları Sonrası Yapılan Patlatmalar ve Ölçümleri

Söz konusu taşocağının işletmeye açıldığı ilk dönemlerde sahadaki mevcut boşluklar hakkında çok fazla bir bilginin olmamasından ve yapılan patlatmalarda patlayıcı maddenin delik içinde boşa akıp gitmesinden dolayı, deliklere boş plastik poşetler konularak bu poşetlerin içine patlayıcı maddenin doldurulması ile patlatmaların yapılması yoluna gidilmiştir. Böylelikle patlayıcı maddenin delik içindeki boşluklarda kaybolup gitmesi önlenmiştir. Şekil 5.1' de içinde iki tane değişik boyutta boşluk

bulunan bir deliğe konulan plastik poşet gösterilmektedir. Poşet sanki boşluk yokmuş gibi deliğin içine yerleştirilmektedir. Patlayıcı madde ise böylece deliğin içindeki boşluklardan dağılmadan sanki delik sağlamış gibi poşetin içine doldurularak normal bir sıkılama yapılmaktadır. Ancak bu boşluklu kısımlarda, patlatma esnasında ANFO'nun sıkışmayarak çok düşük hızlarda infilak ettiği ve sonuçta yapılan patlatmalarda sürekli yanmayan ANF() kalıntılarına rastlandığı gözlenmiştir. Bu ise patlayıcı maddeden istenilen verimin alınmadığını ortaya koymuştur. Deliklerdeki boşluk bilgileri tutulmaksızın, deliklerin içine plastik poşetler vasıtasıyla patlayıcı maddenin doldurulması sonucu yapılan yedi ayrı patlatmaya ait delik düzeni ve patlayıcı madde miktarları tablo 5.1.' de verilmiştir.



Şekil 5.1. Plastik Poşet İçine Patlayıcı Maddenin Doldurulması

Tablo 5.1. Plastik Poşet Yöntemiyle Yapılan Patlatmalara Ait Delik Düzeni ve Patlayıcı Madde Bilgileri

Atım No	N (ad)	D (mm)	V (m)	E (m)	H (m)	K (m)	U (m)	S (m)	Q (kg/delik)	Kullanılan Patlayıcı Madde		
										Anfo (kg)	Dinamit (kg)	Kapstül (ad)
1	80	76	2	2,7	9	8	1	1,5	0,6	2598	48	80
2	87	76	2	2,7	9	8	1	1,5	0,6	2900	50	87
3	90	76	2,3	2,3	9	8	1	1,5	0,6	2900	45	99
4	92	76	2	2,3	7,5	6,5	1	1,5	1	2550	92	95
5	44	76	2	2,1	9	8	1	1,5	1	1100	37	44
6	89	76	2,1	2	9	8	1	1,5	1	2650	84	89
7	100	76	2,2	2	9	8	1	1,7	1	2850	95	100

N: Delik sayısı E: Delikler arası mesafe U: Delik taban payı
D: Delik çapı H: Delik boyu S: Sıkılama
V: Dilim kalınlığı K: Basamak yüksekliği Q: Yemleme

Tabloda görülen ilk ölçü patlatmada üretici firmadan 1 kg.'lık dinamit temin edilmediğinden delikler 0.6 kg.'lık dinamitlerle yemlenmiştir. Ayrıca patlatmaların yapıldığı sahada karstik boşluklara sıkça rastlanması deliklerin delinmesi esnasında da bazı sorunların yaşanmasına neden olmuştur. Bunların başında matkabın delik içinde saplanıp kalmasıdır. Delici makina basınçlı hava ile çalışmaktadır ve deliklerin delinmesi esnasında delik içinde oluşan kırıntıların delik dışına atılmasında bu basınçlı havadan istifade edilmektedir. Ancak boşluklu kısımlarda basınç kaybından dolayı bu kırıntılar delik dışına atılamamakta ve tekrar deliğin içine dökülerek matkabın tıkanmasına neden olmaktadır. Bu sebepten dolayı da hem boşluğa rastlama riskini azaltmak hem de dar kesitte daha fazla hava basıncı oluşturabilmek için delik çapı 76mm.'ye indirilerek delikler delinmiştir.

Bu yöntemin uygulanmasıyla delme-patlatma ve hidrolik kırıcı ile ilgili üretim ve maliyet değerleri Tablo 5.2' de verilmiştir.

Tablo 5.2. Plastik Poşet Yöntemiyle Yapılan Patlatmalara Ait Maliyet Bilgileri

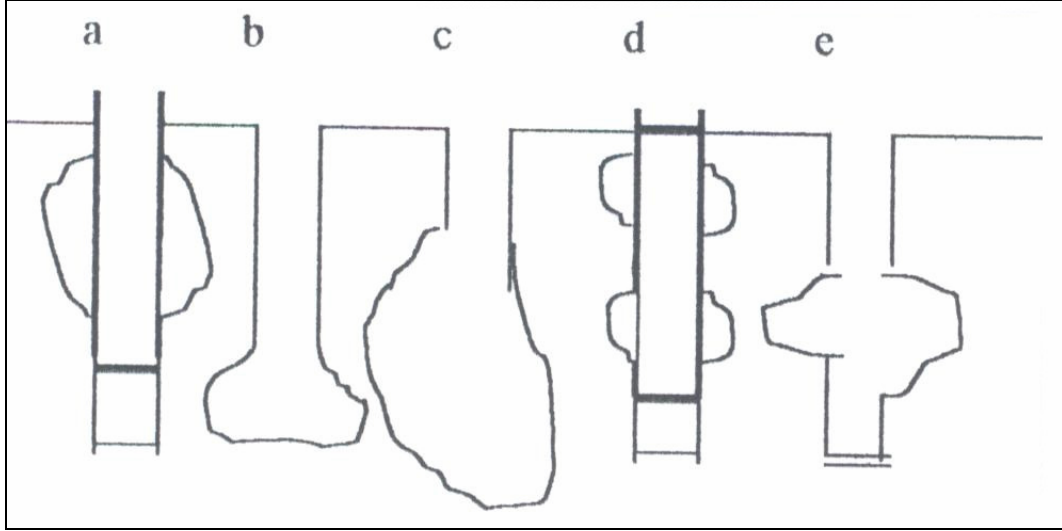
Atım No	H _T (m)	P (t)	Q _T (gr/t)	V _N (m/s)	T (s)	D _C (\$/t)	H _C (\$/t)	B _C (\$/t)	P _C (\$/t)
1	760	7548	343,9	38	29,8	0,14	0,18	0,17	0.56
2	903,5	8925,9	324,9	37,6	13,08	0.15	0,07	0,16	0.4
3	853	10444,5	277,7	37,4	25,7	0.12	0,11	0,13	0.4
4	748,7	5597,8	455,6	37,4	4,9	0.20	0,04	0,24	0.49
5	328	2750	400	36,4	0,5	0.18	0,01	0,21	0.4
6	757,5	7168,1	369,7	37,8	3,83	0.15	0,02	0,19	0.37
7	817	9101,6	313,2	37,3	1,55	0.13	0,01	0,16	0.3

H_T: Toplam delik boyu V_N: Delme hızı H_C: Hidrolik kırıcı maliyeti
P: Üretim miktarı T: Hidrolik kırıcı çalışma süresi B_C: Patlayıcı maliyet
Q_T: Özgül şarj D_C: Delme maliyeti P_C: Toplam üretim maliyeti

Her patlatmayla elde edilen malzeme patlatma sonrası elektronik kantardan geçirilip hesaplanmıştır.

5.3. Patlatma Deliklerinin Delik İçi Boşluk Bilgileri Kullanılarak Doldurulmalarıyla Yapılan Patlatmalar

Plastik poşet içindeki ANFO' nun patlama esnasında delik içindeki boşluklu kısımlarda sıkışmayarak yanmadan kalması, deliklerin delinmesi esnasında geçilen boşlukların taban tavan metraj bilgilerinin kaydedilerek bu kısımlara ANFO konulmadan deliklerin doldurulmasını gündeme getirmiştir. Bu yöntemle ANFO' nun patlama esnasında delik içindeki infilak hızının düşmemesi ve böylece daha verimli patlatmalar hedeflenmiştir. Ancak belirlenen boşlukların iki boyutlu olarak ele alınması yine patlatmaların verimlerinin düşmesine ve patlatmalar sonrası patlar ve tırnak oluşumlarına neden olduğu gözlenmiştir. Sonuçta yöntemde karstik boşlukların şekilleri, bu boşlukların nerelere kadar devam ettiği ve başka hangi delikleri etkilediği hesaba katılmamıştır. Aşağıda Şekil 5.2' de bu yöntemle patlatma deliklerinin ne şekilde patlayıcı madde ile doldurulduğu gösterilmektedir (Anonymous, Blast Dynamics inc, 1998).



Şekil 5.2. Boşluk Bilgilerine Göre Delikleri Doldurma

a)-Eğer boşluk yüzeye yakın ise ve altında sağlam kaya varsa (çatlaklıda olabilir); bu durumda boşluk bir boru yardımıyla geçilir ve patlayıcı madde doldurulur. Ardından boşluğu kadar yine huni kullanılarak sıkılama yapılır ve boru dışarı çekilir (Şekil 5.2-a).

b)Eğer boşluk tabanda ve küçük ise; boşluk tavanına kadar sıkılana malzemesi ile doldurulur. Üzerine normal şarj ve sıkılama yapılır (Şekil 5.2-b).

c)-Eğer boşluk tabanda ve büyük ise; bu durumda boşluğun tavanı bir bez veya torba ile kapatılıp üzerine normal şarj ve sıkılama yapılır (Şekil 5.2-e).

d)-Eğer delik boyunca birden fazla küçük boşluk varsa; bu durumda boşlukların arasında kalan kısımlar plastik boru yardımıyla şarjlanır ve boşluklar sıkılama malzemesiyle doldurulur (Şekil 5.2-d).

e)-Eğer deliğin ortasında büyük bir boşluk varsa; bu durumda boşluğun altına ayrı bir şarj ve sıkılama yapılmalıdır (Şekil 5.2-e).

Deliklerin delik içi boşluk bilgilerine göre doldurularak yapılan sekiz ayrı patlatmaya ait delik düzeni ve patlayıcı madde miktarları Tablo 5.3’de verilmektedir.

Tablo5.3 Delik İçi Boşluk Bilgilerine Göre Yapılan Patlatmalara Ait Delik Düzeni ve Patlayıcı Madde Bilgileri

Atım No	N (ad)	D (mm)	V (m)	E (m)	H (m)	K (m)	U (m)	S (m)	Q (kg/delik)	Kullanılan Patlayıcı Madde		
										Anfo (kg)	Dinamit (kg)	Kapsül (ad)
1	87	89	2,2	2,5	11	10	1	2	1	3700	87	87
2	70	89	2,2	2,5	8,5	8	0,5	2	1	2400	72	76
3	120	89	2	2,5	7,5	7	0,5	1,5	1	3300	130	153
4	143	76	2,2	2,3	4	3,5	0,5	1	0,3	1800	43	143
5	80	76	2,2	2,3	9,5	9	0,5	2	1	2600	95	128
6	37	76	2,2	2,3	10	9	1	2	1	700	38	50
7	60	76	2	2,2	5,5	5	0,5	1	0,5	1036	35	69
8	109	76	2	2,2	5,5	5	0,5	1	0,5	2100	55	109

N: Delik sayısı E: Delikler arası mesafe U: Delik taban payı
D: Delik çapı H: Delik boyu S: Sıkılama
V: Dilim kalınlığı K: Basamak yüksekliği Q: Yemleme

Yöntemde basamak yüksekliğine göre deliklere konulan dinamit miktarları değişmektedir. Ayrıca ilk üç patlatmanın yapıldığı sahanın diğer atımların olduğu bölgeye göre daha düzgün yapıda olması delik çapının bu patlatmalarda 89 mm.' ye çıkartılmasına neden olmuştur. Sonuçta delik çapının artırılması ANFO' nun daha verimli infilak etmesine neden olmaktadır. Diğer patlatmalara geçildiğinde sahanın yapısı yine bozulmaya başlamış ve tekrar 76 mm. delik çapına geçilmiştir.

Bu yöntem sonucunda yapılan delme-patlatma ve hidrolik kırıcı ile ilgili üretim ve maliyet değerleri ise Tablo 5.4'de verilmektedir.

Tablo 5.4. Delik İçi Boşluk Bilgilerine Göre Yapılan Patlatmalara Ait Maliyet Bilgileri

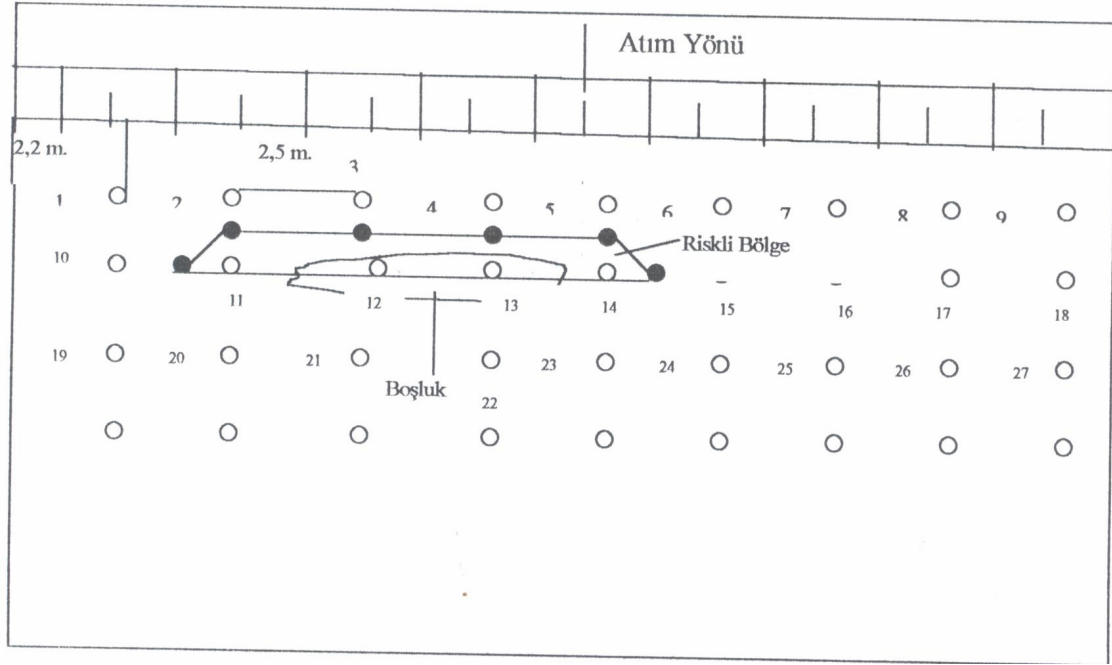
Atım No	H _T (m)	B (m)	% B	P (t)	Q _T (gr/t)	V _N (m/s)	T (s)	D _C (\$/t)	H _C (\$/t)	B _C (\$/t)	P _C (\$/t)
1	664,5	60	9,03	11000	336,4	20,45	2,5	0.16	0,01	0,18	0.35
2	581,5	59	10,15	7000	342,8	21,73	2	0.21	0,01	0,19	0.42
3	594,5	27,5	4,63	9500	347,4	17,39	3	0.20	0,01	0,21	0.43
4	601,5	9,5	1,58	6200	290	27,14	3,5	0.20	0,03	0,19	0.42
5	804	92	11,44	8500	305,9	22,3	2	0.23	0,01	0,13	0.37
6	333,5	59	17,69	3500	200	23,05	1,5	0.23	0,02	0,14	0.40
7	216,5	3,5	1,62	3500	357	30,86	5,5	0.11	0,07	0,37	0.57
8	600,5	28,5	4,75	6000	350	32,03	5	0.17	0,04	0,22	0.44

H_T: Toplam delik boyu V_N: Delme hızı H_C: Hidrolik kırıcı maliyeti
 P: Üretim miktarı T: Hidrolik kırıcı çalışma süresi B_C: Patlayıcı maliyet
 Q_T: Özgül sarf D_C: Delme maliyeti P_C: Toplam üretim maliyeti
 B: Toplam boşluk boyu % B: Yüzde boşluk

5.4. Patlatma Deliklerinde Delik İçi Boşlukların Üç Boyutlu Modellemelerinin Çıkarılarak Doldurulmalarıyla Yapılan Patlatmalar

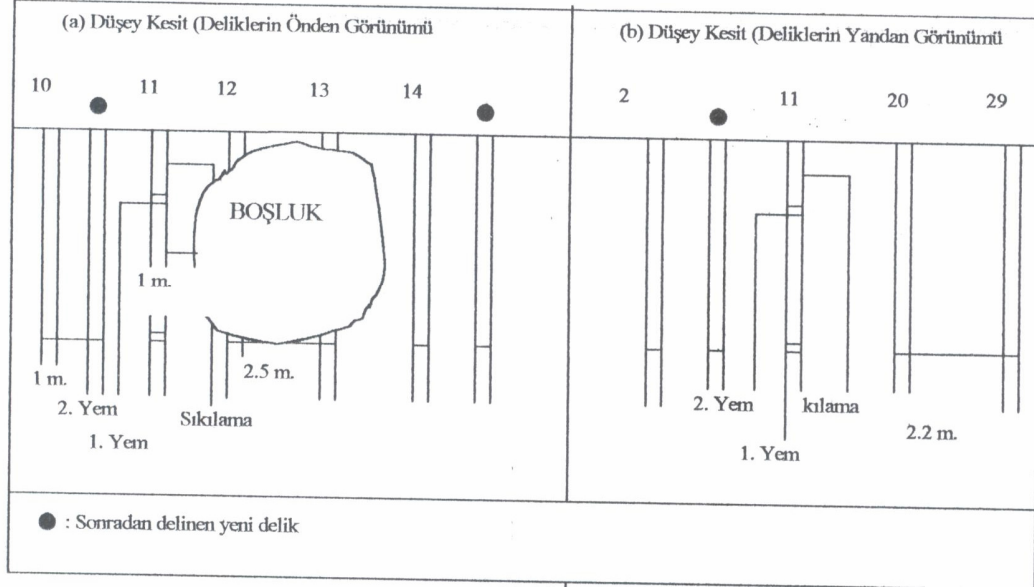
Söz konusu taşocağında üçüncü bir yöntem olarak patlatma deliklerinin delinmesi esnasında tutulan boşluk bilgilerinin ışığında patlatma yapılan bölgedeki karstik boşlukların şekilleri üç boyutlu olarak çıkartılmış ve bu şekillere göre yeni delik paternleri oluşturulmuş, deliklere yapılan yemleme ve doldurma şekilleri belirlenerek patlatmalar yapılmıştır. Böylelikle hem patlayıcı maddenin delik içinde boşluklarda sönümlemesi engellenmeye çalışılırken hem de boşlukların şekilleri dikkate alınarak yeniden delik düzeni oluşturulmuştur. Yöntemde deliklerin delinmesi esnasında belirlenen boşluklar üç boyutlu olarak kağıt üzerine dökülmüş birbirleriyle ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Yani boşlukların şekilleri, uzanımları, boyut ve dağılımları dikkate alınarak delik düzeni oluşturulmuştur. Bu yöntem diğer yöntemlere göre daha hassas ve külfetli bir çalışmayı gerektirdiğinden, delikler delinmeye başladığı anda elde edilen verilerin işlenmeye başlanması gerekmektedir. Eğer lüzum görülürse belirlenen deliklerin delinmesi tamamlanmadan uygun değişiklikler yapılarak yeni delik düzeni oluşturulmalıdır.

Şekil 5.3' te üç boyutlu modellemesi yapılan bir sahanın plan görünüşü gösterilmektedir. Şekilde patlatma deliklerinin düzeni ile sahadaki mevcut boşluklar bir arada gösterilmiştir.



Şekil 5.3 Patlatılacak Sahanın Plan Görünümü

Şekilden de görüldüğü gibi mevcut delik düzeni içindeki 12. ve 13. deliklerin bulunduğu bölgede, yaklaşık 4 m. uzunluğunda ve atım yönüne paralel bir boşluk tespit edilmiştir. Delik düzenindeki dilim kalınlığı 2,2 m., delikler arası mesafe ise 2,5 m. dir. Ancak belirlenen bu boşlukta delik tabanına kadar inen büyük bir boşluk olduğunu varsayarsak bu durumda 11. ve 14. delikler için en yakın serbest yüzey ön sıraya olan uzaklık değil (22 m.), 12. ve 13. deliklerdeki mevcut boşluklara olan yaklaşık 1. m. lik mesafe olacaktır. Böyle bir durumda da bu deliklerin patlamasıyla ötelenme atım yönüne doğru değil atım yönüne dik istikametteki boşluklara doğru olacak ve böylece o bölgede tırnak ve patar oluşumları gözlenecektir. Bunun içinde 2. sıraya şekilde • işaretli olarak gösterilen delikler delinerek riskli bölgeden patar ve tırnak çıkması engellenmiştir. Yöntem diğer yöntemlere göre biraz daha zahmetlidir. Deliklerin delinmeye başlamasıyla her sıranın delikleri tamamlandığında düşey kesitler çizilere4 yapılmadan önce sahada gerekli düzenlemeler ve hazırlıklar bitirilmelidir. Şekil 5.4 de yukarıda plan görünümü çizilen ve riskli bölge olarak belirtilen bölgedeki delikleri gösteren kesitler gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Patlatılacak Sahanın Düşey Kesitleri

Şekil 5.4-a.' da 11 nolu deliğin yaklaşık 1 m. yakınındaki boşluk, deliğin patlama esnasında öne doğru değil, boşluğun bulunduğu yana doğru öteleme yapmasına neden olmaktadır. Aynı şekilde 10. delilde 11. delik arasında da bu boşluktan dolayı patar ve tırnak çıkma riski oldukça fazladır. Bunun içinde 10. 11. delik arasına yaklaşık 1 m. ilk mesafeye yeni bit delik delinerek bu iki delik arasındaki patar-tırnak oluşum riski ortadan kaldırılmıştır. Delinen bu yeni delik normal sıkılama ve yemleme ile doldurulurken 11 nolu delik tabandan ve sıkılamanın altından çift yemlenerek doldurulmuştur. Tabandan yapılan yemleme deliğin bulunduğu yerde tırnak çıkma riskini kaldırırken, yandaki boşluk 11. deliğin ortalarına yaklaştığından delik ortalarında anfonun infilakını sönmüleyecek ve deliğin üst kısımlarında iyi bir parçalanma olmayacaktır. Sıkılamanın altından yapılan ikinci yemleme deliğin üst kısmındaki patar oluşum riskini kaldırmaktadır. Şekil 5.4-b.' de ise patlatılacak sahadaki her delik sırasının 2. Delikleri gösterilmektedir. Şekilde 1. ve 2. sıra arasında iyi bir ötelenmenin olması için ilk iki delik arasına yeni bir deliğin delindiği görülmektedir. Yeni delinen delik ise normal sıkılama ve yemleme ile sanki 2. sıranın 2. deliğiymiş gibi doldurulmuştur. Bu şekilde yapılan yedi ayrı patlatmaya ait delik düzeni ve patlayıcı madde miktarları Tablo 5.5' de verilmektedir.

Tablo 5.5. Boşlukların Üç Boyutlu Modellemelerinin Çıkartılmasıyla Yapılan Patlatmaların Delik Düzeni ve Patlayıcı Madde Bilgileri

Atım No	N (ad)	D (mm)	V (m)	E (m)	H (m)	K (m)	U (m)	S (m)	Q (kg/delik)	Kullanılan Patlayıcı Madde		
										Anfo (kg)	Dinamit (kg)	Kapsül (ad)
1	120	89	2,2	2,5	8	7	1	2	0,625	3700	80	136
2	146	89	2,2	2,5	8	7	1	2	0,625	4150	110	173
3	163	89	2,2	2,5	9	8	1	2	0,625	4150	80	189
4	174	89	2,2	2,5	9	8	1	2	0,625	5200	105	200
5	121	89	2,2	2,5	9	8	1	2	0,625	4450	80	150
6	65	89	2,2	2,5	8,5	7,5	1	2	0,625	1500	41	91
7	77	89	2,2	2,5	8,5	7,5	1	2	0,625	2200	50	97

N: Delik sayısı E: Delikler arası mesafe U: Delik taban payı
D: Delik çapı H: Delik boyu S: Sıklama
V: Dilim kalınlığı K: Basamak yüksekliği Q: Yemele

Yapılan patlatmalarda delici makinanın sahanın daha az çatlaklı düzenli yapısından dolayı rahat çalışmasından, 89 mm. delik çapı kullanılmıştır. Patlayıcı madde satışı yapan firmada 1 kg.lık dinamit temin edilemediğinden 0.625 kg.lık dinamitler kullanılmıştır.

Bu yöntem sonucunda yapılan delme-patlatma ve hidrolik kırıcı ile ilgili üretim ve maliyet değerleri ise Tablo 5.6'da verilmiştir.

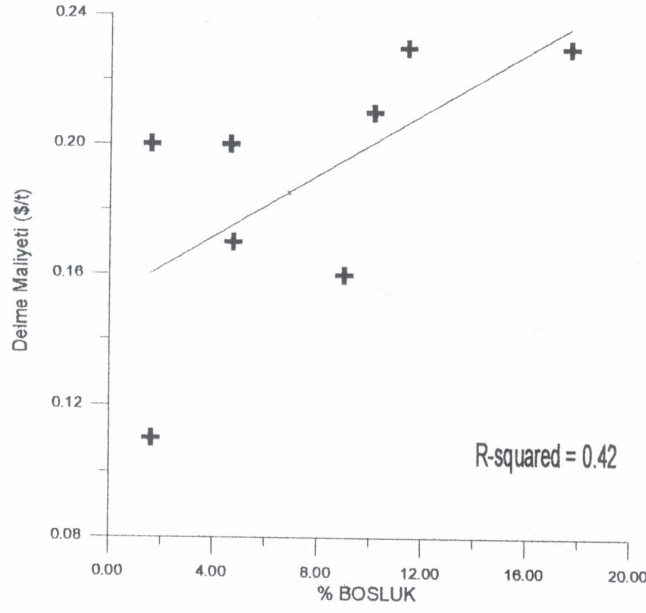
Tablo 6. Boşlukların Üç Boyutlu Modellemelerinin Çıkartılmasıyla Yapılan Patlatmalar Ait Maliyet Bilgileri

Atım No	H _T (m)	B (m)	% B	P (t)	Q _T (gt/t)	V _N (m/s)	T (s)	D _C (\$/t)	H _C (\$/t)	B _C (\$/t)	P _C (\$/t)
1	972	3	0,3	10164	364,02	32,9	3	0.16	0,01	0,2	0.38
2	1121,5	57,5	5,13	12366,2	335,6	27,4	4,5	0.18	0,02	0,20	0.40
3	865,5	19	2,2	15778,4	263,01	25,2	6,75	0.12	0,02	0,16	0.31
4	1536,5	36,5	2,38	16843,2	308,7	31,4	5,25	0.16	0,01	0,18	0.36
5	1142	39,5	3,46	11712,8	379,9	27,51	2,5	0.19	0,01	0,22	0.42
6	492	67,5	13,72	5898,2	254,3	28,9	2,75	0.16	0,02	0,16	0.35
7	616	73	11,85	6987,2	315,3	24,6	1,5	0.20	0,01	0,19	0.40

H_T: Toplam delik boyu V_N: Delme hızı H_C: Hidrolik kırıcı maliyeti
P: Üretim miktarı T: Hidrolik kırıcı çalışma süresi B_C: Patlayıcı maliyet
Q_T: Özgül şarj D_C: Delme maliyeti P_C: Toplam üretim maliyeti
B: Toplam boşluk boyu % B: Yüzde boşluk

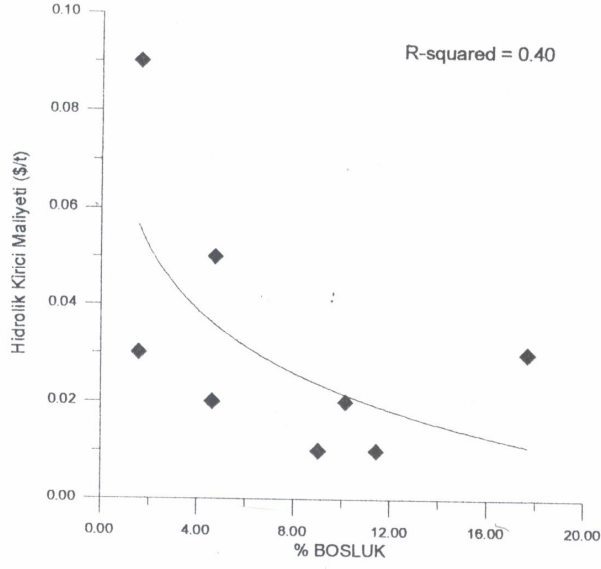
5.5. Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bölüm 5.3 ve 5.4' de verilen 2 değişik patlatma yöntemine göre yapılan patlatmalardan sonra, Tablo 5.3 ve Tablo 5.5' de verilen veriler kullanılarak uygulanan yöntemlerde delik içi boşlukların patlatılan alandaki deliklerin toplam uzunluklarına göre %' lerinin delme, patlatma ve hidrolik kırıcı ile bu üç maliyetin toplamından oluşan üretim maliyetlerine etkilerini gösteren grafikler çizilmiştir. Aşağıda Şekil 5.5' de patlatma deliklerinin delik içi boşluk bilgileri kullanılarak doldurulmaları sonrası yapılan patlatmalarda, sahadaki boşluk yüzdelerindeki değişimin delme maliyetlerine etkisi grafiğin regresyon katsayısı verilerek gösterilmiştir.



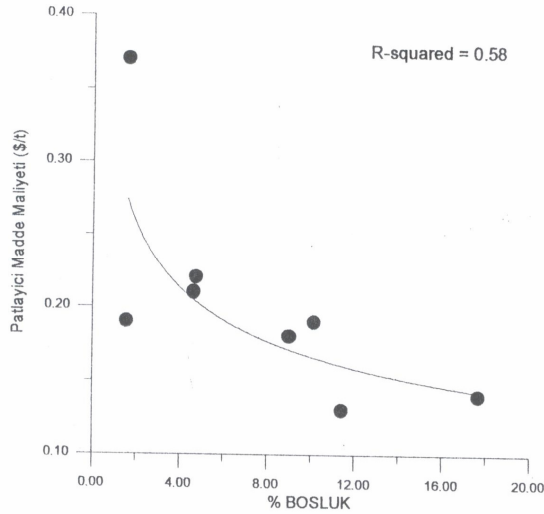
Şekil 5.5 Deliklerin boşluk bilgilerine göre doldurulmasıyla yapılan patlamalarda % Boşluk-Delme Maliyeti değişimi.

Şekil 5.6' da ise yine patlatma deliklerinin delik içi boşluk bilgilerine göre patlayıcı madde ile doldurulması sonrası deliklerdeki boşluk %'leri ile hidrolik kırıcı maliyetleri arasındaki ilişki gösterilmektedir.



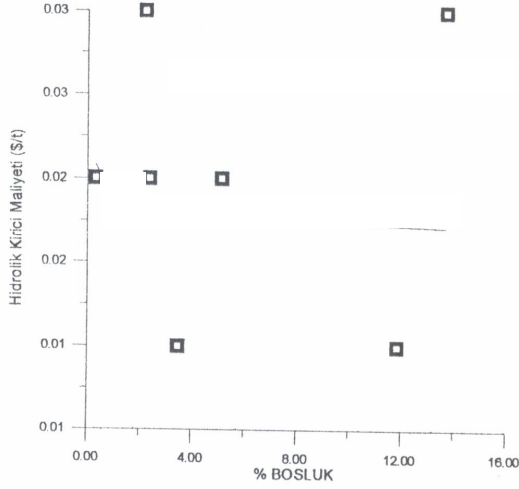
Şekil 5.6 Deliklerin boşluk bilgilerine göre doldurulmasıyla yapılan patlamalarda % Boşluk-Hidrolik Kırıcı Maliyeti değişimi

Şekil 5.7' de ise yine patlatma deliklerinin delik içi boşluk bilgileri ile doldurulmaları sonrası deliklerdeki boşluk %' si ile patlayıcı maliyetleri arasındaki ilişki gösterilmiştir.



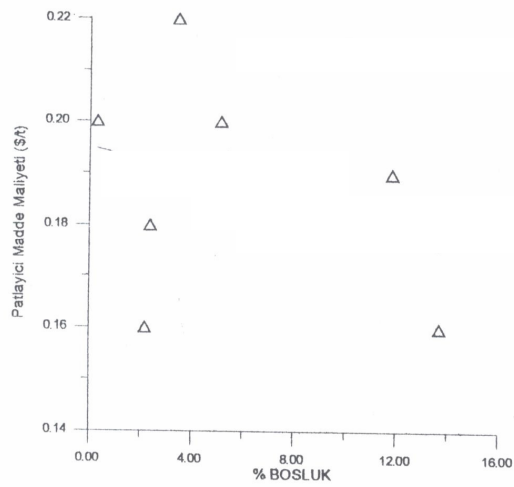
Şekil 5.7 Deliklerin boşluk bilgilerine göre doldurulmasıyla yapılan patlatmalarda % Boşluk-Patlayıcı Maliyeti değişimi

Şekil 5.8’ de yine patlatılacak sabanın üç boyutlu boşluk modellemesinin yapılması yönteminde hidrolik kırıcı maliyetlerinin delik içi boşluk %’ lerine göre değişimi gösterilmektedir.



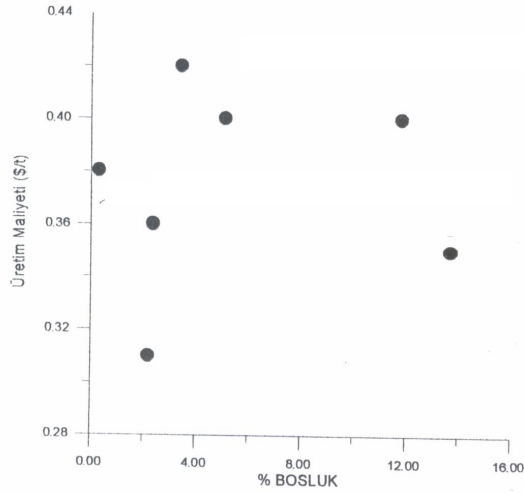
Şekil 5.8 Deliklerdeki boşlukların üç boyutlu modellemelerine göre yapılan patlatmalarda % Boşluk- Hidrolik Kırıcı Maliyeti değişimi

Şekil 5.9’ da ise patlatılacak sabanın üç boyutlu modellemesinin yapılarak patlatılması yönteminde patlayıcı madde maliyetlerinin delik içi boşluk %’ lerine göre değişimi gösterilmektedir.



Şekil 5.9 Deliklerdeki boşlukların üç boyutlu modellemelerine göre yapılan patlatmalarda % Boşluk-Patlayıcı Maliyeti değişimi

Şekil 5.10' da bu yöntemle yapılan patlatmalarda oluşan toplam üretim maliyetlerinin delik içi boşluk %' lerine göre değişimi verilmektedir.



Şekil 5.10. Deliklerdeki boşlukların üç boyutlu modellemelerine göre yapılan patlatmalarda % Boşluk-Üretim Maliyeti değişimi

Tablo 5.6' de işletmede uygulanan her üç yöntem için delme,patlatma ve hidrolik kırıcı maliyetlerinin ortalama değerleri verilmektedir.

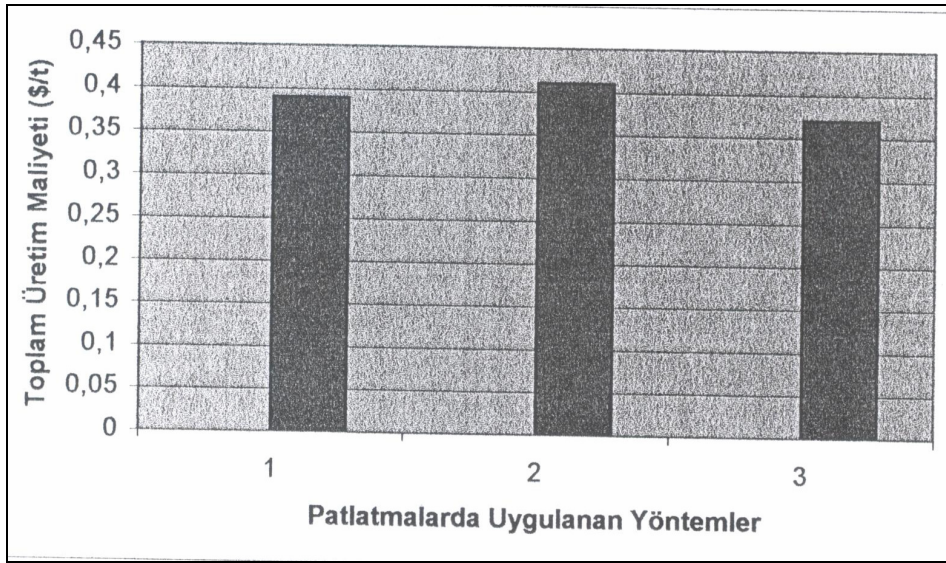
PLASTİK POŞET YÖNTEMİYLE YAPILAN PATLATMALARA AİT MALİYET BİLGİLERİ			BOŞLUK BİLGİLERİNE GÖRE YAPILAN PATLATMALARA AİT MALİYET BİLGİLERİ			BOŞLUKLARIN ÜÇ BOYUTLU MODELLEMELERİNİN ÇIKARTILARAK YAPILAN PATLATMALARA AİT MALİYET BİLGİLERİ		
Delme (\$/t)	H. Kırıcı(\$/t)	Patlayıcı (\$/t)	Delme (\$/t)	H. Kırıcı(\$/t)	Patlayıcı (\$/t)	Delme (\$/t)	H. Kırıcı(\$/t)	Patlayıcı (\$/t)
0.15	0,18	0,17	0.16	0.01	0,18	0.16	0,01	0,20
0.15	0,07	0,16	0.21	0,01	0,19	0.18	0,02	0,20
0.12	0,11	0,13	0.20	0,01	0,21	0.12	0,02	0,16
0.20	0,04	0,24	0.20	0,03	0,19	0.16	0,01	0,18
0.18	0,01	0,21	0.23	0,01	0,13	0.19	0,01	0,22
0.15	0,02	0,19	0.23	0,02	0,14	0.16	0,02	0,16
0.13	0,01	0,16	0.11	0,07	0,37	0.20	0,01	0,19
Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama
0.15	0,06	0.18	0.19	0,02	0.20	0.17	0,01	0,19
	0,39			0,41			0,37	

Tablo 5.6 Üç Ayrı Yöntem İçin H.Kırıcı, Delme W Patlayıcı Madde Maliyetlerinin Karşılaştırması

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, değişik boyut ve dağılımlarda karstik boşluklar içeren taşocağında yapılan delme patlatma çalışmaları incelenmiş ve işletmede yapılan gözlem ve ölçümler sonucu işletmenin durumu değerlendirilmiştir. İşletmede bahsi geçen karstik boşlukların çok sıkça ve değişik boyutlarda ortaya çıkması daha önceki bölümlerde anlatılan delme patlatma yöntemlerinin uygulanmasını zorunlu kılmıştır. Bu yöntemlerin uygulanmasıyla ortaya çıkan patlayıcı ve hidrolik kırıcı maliyetleri karşılaştırıldığında, plastik poşet yöntemiyle yapılan patlatmalar sonrası oluşan hidrolik kırıcı maliyetinin ortalama 0,06 \$/t, patlayıcı maliyetinin ise ortalama 0,18 \$/t olduğu, ikinci yöntem olan delik içi boşluk bilgilerine göre patlayıcı maddenin doldurulması yönteminde ise hidrolik kırıcı maliyetinin ortalama 0,02 \$/t, patlayıcı maliyetinin ise ortalama 0,20 \$/t olduğu göze çarpmaktadır. Plastik poşet yöntemiyle yapılan patlatmalarda yalnızca patlayıcı maddenin delik içindeki boşluklardan dağılıp gitmesi önlenmiş buna karşın ANFO' nun boşluklu kısımlarda çok düşük hızlarda infilak etmesi çok verimsiz sonuçların ortaya çıkmasına neden olmuş ve patlatmalar sonrası çok fazla hidrolik kırıcı kullanılmasıyla hidrolik kırıcı maliyetleri artmıştır. Ancak ikinci yönteme geçildiğinde ANFO' nun delik içindeki boşluklardan daha az etkilenecek infilak etmesi sağlanmış ve hidrolik kırıcı maliyetleri 0,06 \$/t' dan 0,02 \$/t' a çekilmiştir. Yani ortalama % 66,6' lık bir maliyet düşüşü sağlanmıştır. Ne var ki uygulanan ilk yöntemde patlayıcı madde olarak kullanılan elektrikli ateşleme sistemlerinden sonraki yöntemlerde elektriksiz ateşleme sistemlerine geçilmesi ve her delikte boşluk sayısına göre bu sistemlerden birden fazla kullanılmasının zorunlu hale getirilmesiyle patlayıcı madde maliyetleri 0,18 \$/t' dan 0,20 \$/t' a çıkmıştır. Bu da patlayıcı maliyetlerinde yaklaşık % 11,1'lik bir artışa sebep olmuştur. Bir diğer yöntem olan boşlukların üç boyutlu modellemelerinin yapılmasıyla yeni delik paterninin oluşturulması ve yine boşluk bilgilerine göre deliklerin doldurularak patlatmaların yapılması ise hidrolik kırıcı maliyetlerinin ortalama 0,01 \$/t, patlayıcı maliyetlerinin ise ortalama 0,19 \$/t olmasına neden olmuştur. Bu gösteriyor ki patlatılan sahadaki boşlukların bir modellemesi yapılarak o boşlukların boyut ve şekillerine göre yeni delik düzeninin oluşturulması ve bu yeni düzende delik içinde yine bu boşlukların boyut ve dağılımlarına göre patlayıcı maddenin doldurulmasıyla daha kontrollü ve daha verimli patlatmalar yapılabilmektedir. Bu son yöntem sonrası hidrolik kırıcı maliyetleri ilk yöntem olan

plastik poşet yöntemine göre yaklaşık % 83,3' lük, delik içi boşluk bilgileri yöntemine göre ise yaklaşık % 50' lik bir düşüş sağlanmıştır. Bu son uygulamada yine ikinci yöntemde olduğu gibi elektriksiz ateşleme sistemleri patlayıcı madde olarak kullanılmış ve benzer uygulamanın yapıldığı ikinci yönteme göre patlayıcı maliyetlerinde yaklaşık % 5 düşüş sağlanmıştır. Yöntemlere göre delme maliyetleri arasında bir kıyaslama yapmak mümkün olmamaktadır. Çünkü yöntemler deliklerin delinmesinden ziyade deliklere patlayıcı maddenin doldurulmasında bazı değişiklikleri öngörmektedir. Buna bağlı olarak da hidrolik kırıcı maliyetleri değişmektedir. Yalnızca son yöntemde modellemeye göre ekstra yeni deliklerin delinmesinin gerekliliği delme maliyetlerinde bir miktar artışa neden olmuştur. Şekil 6.1' de her üç yöntemin delme, hidrolik kırıcı ve patlayıcı madde maliyetlerinin ortalamalarının toplamından oluşan toplam üretim maliyetlerindeki değişimi gösteren grafik verilmektedir.



Şekil 6.1 Patlatmalarda Uygulanan Yöntemlerdeki Üretim Maliyetlerinin Değişimi

Şekilde 1. sütun deliklerin plastik poşetlerle poşetlenerek patlatmaların yapılması sonrası oluşan üretim maliyetlerini, 2. sütun delik içi boşluk bilgilerinin tutulmasıyla yapılan patlatmaların üretim maliyetlerini, 3. sütun ise boşlukların üç boyutlu modellemelerinin oluşturularak yapılan patlatmaların üretim maliyetini göstermektedir. İlk iki yöntemde üretim maliyetlerinde 0.02 \$/t artış gözlenmiştir. Bu ise elektrikli ateşleme sistemlerinden daha emniyetli olan elektriksiz ateşleme sistemlerine geçilmesi ve elektriksiz ateşleme sistemlerinin elektrikli ateşleme sistemlerine göre daha pahalı olmasına bağlıdır. Ayrıca sahadaki mevcut yapının çok düzensiz oluşu her an delme

maliyetlerinde bu durumdan etkilenmesine, artmasına ya da azalmasına neden olmaktadır. Burada plastik poşet yönteminden delik içi boşluk bilgileri yöntemine geçilmesiyle delme maliyetlerindeki artış ilişkilendirilmemelidir. Son olarak uygulanan üç boyutlu modelleme yöntemine geçilmesiyle ortalama üretim maliyeti 0.41 \$/t'dan 0.37 \$/t'a düştüğü görülmektedir. Buna göre işletmenin yıllık üretiminin 600000 ton olduğu düşünülürse yaklaşık 24000 \$ tasarruf sağlanmıştır.

Elde edilen sonuçlardan da anlaşılacağı üzere değişik boyut ve dağılımlarda karstik boşlukların hakim olduğu formasyonlarda yapılacak delme patlatma işlemlerinde, patlatılacak sahadaki boşlukların üç boyutlu modellemelerinin çıkartılarak, çıkan bu şekiller ışığında en uygun delik düzeni oluşturulmalı ve her deliğe yine bu boşlukların şekil ve dağılımlarına göre patlayıcı madde yerleştirilmeli ve patlatmalar yapılmalıdır. Bu işlemle patlatma sonrası oluşan pasa geometrisi ve tane boyu dağılımları hem daha iyi kontrol altına alınabilmekte, hem de ikincil madencilik işlemlerinde de (yükleme, taşıma ve boyut küçültme ...vb.) maliyet düşüşleri sağlanabilmektedir. Ancak bu yöntemlerden hangisi uygulanırsa uygulansın yinede arazide sadece patlatma delikleri delinirken belirlenebilen boşluklara hakim olunması, bunun dışında belirlenemeyen boşluklardan dolayı yine patlatma sonrası patar ve tırnak oluşumları gözlenebilmektedir. Buna karşın alınabilecek en somut önlem ise bu tür formasyonlarda sahanın jeofizik yöntemler ışığında bir boşluk haritasının çıkartılması ve bu haritaya göre delik düzeni oluşturularak patlatmaların yapılmasıdır. Ne var ki bu yöntemde oldukça maliyeti yüksek bir yöntem olup genelde taşocağı işletmeciliğinde kullanılmamaktadır.

KAYNAKLAR

- 1- Altus. S. 1993, 'Patlamanın İşletme Ekonomisine Etkileri', Delme ve Patlama Sempozyumu, 2-3 Aralık, TMMOB, ANKARA
- 2- Erkoç, Ö., 1990, Kaya Patlatma Tekniği, İstanbul, s. 48-52
- 4- Fookes and Howkins, 1988, Sedimentary ores of iron and manganese and their origin. Proc. Inter-Univ. Geol.Congr., 15 1967, pp. 180-186.
- 5- Trudgill, S., 1985, Limestone Geomorphology, Longman, London, p196.
- 6- Jennings, J.N. Karst Geomorphology, 2nd Edition, Blackwell 1985, ISBN 0631140328
- 7- M.G.Culshaw and A.C. Waitham, "Natural and Artificial Cavities as Ground Engineering Hazard" Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, 1987 Volume 20 S151-158.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Sivas'ta doğdu. İlk ve orta öğrenimini Sivas' da tamamladı. 1998 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendisliği Fakültesi Maden Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1998-2001 yıllarında Sivas Çimento Fabrikası hammadde müteahhiti Doğantaş A.Ş. bünyesinde hammadde ocaklarından sorumlu şantiye şefi olarak görev yaptı. 2002 yılında Ünye Çimento Fabrikası hammadde müteahhiti Çektaş-Çiftay A.Ş.'de şantiye şefliği yaptı. 2002 yılında Akçansa Çimento San. ve Tic. A.Ş.'de çalışmaya başladı. Halen aynı şirkette Agrega Müdürü olarak çalışmaya devam etmektedir.