

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AÇIK OCAK PATLATMALARINDA SIKILAMA
PARAMETRESİNİN PATLATMA VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ**

Halim CEVİZCİ

Danışman: Prof. Dr. H. Tarık ÖZKAHRAMAN

**DOKTORA TEZİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2010**

TEZ ONAYI

Halim CEVİZCİ tarafından hazırlanan “Açık Ocak Patlatmalarında Sıkılama Parametresinin Patlatma Verimliliğine Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Süleyman Demirel Üniversitesi Maden Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. H. Tarık ÖZKAHRAMAN
(SDÜ Maden Mühendisliği Anabilim Dalı)

İmza

Jüri Üyeleri:

Prof. Dr. Turgay ONARGAN
(Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Anabilim Dalı)

Prof.Dr. Lütfullah GÜNDÜZ
(SDÜ Maden Mühendisliği Anabilim Dalı)

Doç.Dr.Hamdi AKÇAKOCA
(Dumlupınar Üniversitesi Maden Mühendisliği Anabilim Dalı)

Doç.Dr.Hüseyin YAVUZ
(SDÜ Maden Mühendisliği Anabilim Dalı)

Prof.Dr.Mustafa KUŞÇU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	v
SİMGELER (KISALTMALAR) DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1.GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. Patlatma Terimleri.....	6
2.2. Sıkılama.....	8
2.2.1. Ara sıkılama.....	10
2.3. Patlatma Hasarları.....	11
2.3.1. Yapısal hasarlar.....	11
2.3.2. Fırlayan taşlar.....	12
2.3.3. Patlatmalarda hava şoku ve gürültü sorunu.....	13
2.3.4. Toz yayılımı (emisyonu).....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Konya Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağının yeri ve jeolojik yapısı.....	16
3.1.2. Kartaş A.Ş. kireçtaşı ocaklarının yeri ve jeolojik yapısı.....	19
3.1.3. Göltaş Çimento Fabrikası taş ocaklarının yeri ve jeolojik yapısı.....	21
3.1.4. Baştaş çimento fabrikası kireçtaşı ocağının yeri ve jeolojik yapısı.....	22
3.1.5. Titreşim ve hava şoku ölçüm cihazı.....	22
3.1.6. Kartonpiyer alçı.....	23
3.2. Yöntem.....	25
3.2.1. Alçı sıkılmasının uygulanışı.....	26
3.2.2. Konya Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağı patlatma uygulaması.....	29
3.2.3. Kartaş A.Ş. kireçtaşı ocaklarının patlatma uygulaması.....	30
3.2.3.1. Gümüştün kireçtaşı ocağının patlatma uygulaması.....	31

3.2.3.2. Kartaş A.Ş.Gümüşgün ocağında alçı sıkılama uygulaması.....	32
3.2.3.3. Bozanönü kireçtaşı ocağının patlatma uygulaması.....	34
3.2.4. Göлтаş Çimento Fabrikası taş ocaklarının patlatma uygulaması.....	36
3.2.4.1. Göлтаş kil taşı ocağının patlatma uygulaması.....	36
3.2.4.2. Göлтаş kireçtaşı ocağının patlatma uygulaması.....	39
3.2.5. Baştaş Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağı patlatma uygulaması.....	41
3.2.6. Atım sonuçlarının değerlendirilmesi.....	43
3.2.7. Atım kütlelerinin görüntülenmesi.....	45
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	47
4.1. Konya Çimento Fabrikası Kireçtaşı Ocağı Bulguları.....	47
4.2. Kartaş A.Ş. Gümüşgün Taş Ocağı Bulguları.....	58
4.2.1. Gümüşgün kireçtaşı ocağı bulguları.....	58
4.2.2. Bozanönü kireçtaşı ocağı bulguları.....	61
4.2.2.1. Bozanönü kireçtaşı ocağı atımında ölçülen titreşim ve gürültü değerleri.....	64
4.3. Göлтаş Çimento Fabrikası Taş Ocaklarında Elde Edilen Bulgular.....	67
4.3.1. Kil ocağı atımı bulguları.....	67
4.3.2. Göлтаş kireçtaşı ocağı bulguları.....	69
4.4. Baştaş Çimento Fabrikası Kireç Taşı Ocağında Elde Edilen Bulgular.....	72
4.4.1. Baştaş kireçtaşı ocağı atımında ölçülen titreşim ve gürültü değerleri.....	74
4.5. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	77
4.5.1. Konya çimento fabrikası ocağı atım sonuçlarının değerlendirilmesi.....	77
4.5.2. Kartaş A.Ş. atım sonuçlarının değerlendirilmesi.....	79
4.5.2.1. Gümüşgün ocağı atım sonuçlarının değerlendirilmesi.....	79
4.5.2.2. Bozanönü ocağı atım sonuçlarının değerlendirilmesi.....	81
4.5.3. Göлтаş atım sonuçlarının değerlendirilmesi.....	84
4.5.3.1. Kil ocağı atım sonuçlarının değerlendirilmesi.....	84
4.5.3.2. Kireçtaşı ocağı atım sonuçlarının değerlendirilmesi.....	86
4.5.1. Baştaş çimento fabrikası kireçtaşı ocağı atım sonuçlarının değerlendirilmesi.....	87
5.TARTIŞMA VE SONUÇ.....	93
6. KAYNAKLAR.....	96
ÖZGEÇMİŞ.....	98

ÖZET

Doktora Tezi

AÇIK OCAK PATLATMALARINDA SIKILAMA PARAMETRESİNİN PATLATMA VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ

Halim CEVİZCİ

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. H. Tarık ÖZKAHRAMAN

Bu tez çalışmasında; patlatma deliklerinde, farklı bir sıkılama yöntemiyle patlatma verimi arttırılmaya çalışılmıştır. Yapılan literatür araştırmalarında ve bir dizi patlatma sonucunda da verimi etkileyen en önemli parametrelerden birinin sıkılama metodu, cinsi, sıkılama şekli ve boyu olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle sıkılama sorununa alçı ile bir yenilik getirilmeye çalışılmıştır. Uygulama atımlarında patlayıcı olarak Anfo kullanılmış ve Nonel ateşleme sistemiyle patlatılmıştır. Yeni sıkılama yöntemi saha atımlarıyla da denenmiştir. Isparta ili Kartaş A.Ş. Gümüşgün ve Bozanönü kireçtaşı ocakları, Baştaş Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağı, Konya Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağı ile Göltaş A.Ş. Çimento Fabrikası kıltaşı ve kireçtaşı ocaklarında inceleme ve deneme atımları yapılmıştır. Beş ayrı ocakta, delikler alçı ile sıkılanmıştır. Alçı kullanılarak yapılan sıkılama ile alışlagelmiş alçısız sıkılama atımlarının sonuçları birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma, alçı ile çabuk sertleşen sıkılama malzemesinin verimi arttırdığını göstermiştir. Yapılan bir atımda, delikler arası mesafe ve dilim kalınlığı artırılarak, birim kayaç hacmi için, alçı ile sıkılama ile, % 16 düşük maliyetle atım gerçekleştirilmiştir. Hem de daha iyi bir parçalanma sağlanmıştır. Atım kütlelerinde, +30 cm boyutlu ürün oranı, klasik sıkılama atımda % 34 iken alçı sıkılama atımda % 4 olmuştur.

Ayrıca bazı sahalardaki patlatmalar esnasında patlatma kaynaklı titreşim ve hava şoku değerleri de ölçülerek atım lokasyonundaki saha hasar parametreleri tespit edilmiştir. Patlatma enerjisinin daha yüksek verimlilik oranıyla kayaç kırılmasına yönlendirilmesi nedeniyle titreşim ve hava şoku değerleri bir miktar artmıştır. Ancak yine de ölçülen değerler izin verilen limitlerin çok altındadır. Yapılan çalışma kırmataş sektöründe verimi arttırıcı değerli bilgiler vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Alçı sıkılama, patlatma, sıkılama, parçalanma boyutu, patlatma hasarları.

2010,110 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

IN OPEN PIT BLASTING, THE EFFECT OF STEMMING PARAMETER TO BLASTING EFFICIENCY

Halim CEVİZCİ

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Mining Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. H. Tarık ÖZKAHRAMAN

In this thesis study, blasting efficiency is increased by using different stemming method in blast holes. Stemming method, stemming type, stemming length and its application is found to be the most important parameter as a result of literature studies and a series of blasting tests. For this reason stemming problem is solved by new blast tests using gypsum stemming method. Anfo is used as a main blasting agent and holes are blasted by Nonel caps in experimental blast tests. The new stemming method is verified by in-situ tests. The thesis study is carried out at limestone quarries in Gümüşgün region of Isparta Province, Baştaş cement factory at Ankara province , cement factory at Konya province and Göлтаş cement factory at Isparta province. At five different quarries, blastholes are stemmed by gypsum. The results of both methods which are using gypsum and conventional method stemming without gypsum are compared with each other. As a result of comparison using gypsum solution as a hardened stemming material gave better and improved efficiency. In one of blast tests, blast cost was reduced 16 % for unit rock volume by increasing burden and spacing distance, with using new gypsum stemming method. Also better fragmentation is obtained. Blast trials with gypsum stemming was produced 4 %, +30 cm size fragments against 34 % in conventional method of classical stemming.

Also values of vibration and air shock are measured and in situ parameters of blast damage is determined in some of the field blast tests. Vibration and air shock values are increased slightly by directing blast energy to rock breakage with higher efficiency ratio. But these measured values are under the limit damage criteria. The thesis study gives a very valuable knowledge in limestone breakage sector.

Key Words: Gypsum stemming, blasting, stemming, fragmentation, blasting damage.

2010, 110 pages

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. H. Tarık Özkahraman yönetiminde hazırlanarak, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Doktora Tezi olarak sunulmuştur.

Doktora tez konusunun tespitinden tamamlanması aşamasına kadar geçen süre içerisinde sabrını ve yardımını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. H. Tarık ÖZKAHRAMAN'a, teşekkür ederim. Değerli katkılarından dolayı tez savunma jürisi üyeleri Sayın Prof.Dr.Turgay ONARGAN'a, Sayın Prof. Dr.Lütfullah GÜNDÜZ'e, Sayın Doç.Dr. Hamdi AKÇAKOCA'ya ve Sayın Doç.Dr. Hüseyin YAVUZ'a teşekkürü bir borç bilirim. Tez izleme komitesi üyesi Sayın Prof.Dr.Muhittin GÖRMÜŞ'e teşekkür ederim. Ayrıca desteklerini esirgemeyen Kartaş A.Ş.'nin Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Mustafa KARABULUT'a, Sayın Hasan KARABULUT'a, Maden Mühendisleri Sadık ARSLAN'a, Hakan ŞENOĞLU'na ve Fatma KESİKTAŞ'a teşekkür ederim. Yardımlarını esirgemeyen Konya Çimento Fabrikası Taş Ocağı işletmecisi olan Çamtaş Madencilik'e ve Maden Mühendisi Sayın Fikret OLTULU'ya ve çalışanlarına içtenlikle teşekkür ederim. Göлтаş Çimento Fabrikası Maden Mühendisleri Sayın Günay ARI'ya ve Sayın Yasemin ÇANKAYA'ya teşekkür ederim. Ayrıca, Baştaş Çimento Fabrikası Hammadde Müdürü Maden Mühendisi Sayın Suat BOZTAŞ'a ve Maden Mühendisi Sayın Mehmet Erdem ERDEM'e teşekkür ederim. Jeolojik verilerin değerlendirilmesinde emeği geçen Sayın Yrd.Doç.Dr.Şemsettin CARAN'a ve verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde emeği geçen Sayın Yrd.Doç.Dr. Hikmet ORHAN'a ve manevi destekleri için kızım Gülsüm Nur'a oğlum Mustafa Sait'e teşekkür ederim.

Ayrıca, SDÜ-BAP 2112-D-10 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkürlerimi sunarım.

Halim CEVİZCİ
ISPARTA, 2010

SİMGELER (KISALTMALAR) DİZİNİ

h_o	: Sıkılama Boyu
h_b	: Delik içindeki patlayıcı maddenin yüksekliği
h_c	: Kolon Şarj boyu
B	: Dilim Kalınlığı (Burden)
B_{max}	: Maximum Burden (Azami Dilim Kalınlığı)
d	: Delik çapı
H	: Delik boyu
K	: Basamak yüksekliği (Bench height)
K_{50}	: Ortalama tane boyutu
n	: Düzgünlük indisi
q	: Özgül şarj
R	: X tane boyutundaki iri tanelerin yüzdesi
S	: Delikler arası mesafe (Spacing)
U	: Taban payı
X	: Tane boyutu
X_c	: Karakteristik boyut
I_b	: Blok indisi
l_b	: Şarj yoğunluğu
b	: Spesifik delme
Q_t	: Toplam Patlayıcı
P	: Birincil dalga
c	: Kaya sabiti
V	: Sarsıntı hızı
R	: Patlatmadan uzaklık (radyal uzaklık)
W	: Bir seferdeki patlayıcı miktarı
k	: Ocak sabiti
β	: Ocak sabiti
O	: Çevresel hasarların ölçüldüğü nokta
ISRM	: Uluslar arası Kaya Mekaniği Derneği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Açık işletmelerde parçalanma derecesinin delme, patlatma, yükleme taşıma kırma maliyetleri üzerine etkisi (Hoek ve Bray, 1981).....	5
Şekil 2.2. Basamak patlatmalarında düşey delikli bir atım düzeni.....	6
Şekil 2.3. Düşey deliklerde kullanılan terimler.....	7
Şekil 2.4. Fay kırıklarının veya boşlukların sıkılama malzemesi ile doldurulması...11	
Şekil 2.5. Yetersiz sıkılama ve yetersiz dilim kalınlıklarının yol açtığı fırlayan taşlar.....	13
Şekil 2.6. İnsanların ve yapıların gürültü ve hava şokundan etkilenme dereceleri.....	15
Şekil 3.1. Konya Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağının lokasyonu.....	17
Şekil 3.2. Konya Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağından bir görünüm.....	17
Şekil 3.3. Konya Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağında faylı bir ayna görüntüsü.....	18
Şekil 3.4. Konya Çimento Fabrikası taş ocağında fay nedeniyle oluşan patar.....	19
Şekil 3.5. Kartaş A.Ş. Gümüşgün kireçtaşı ocağının lokasyonu.....	20
Şekil 3.6. Kartaş A.Ş. Bozanönü kireçtaşı ocağının lokasyonu.....	20
Şekil 3.7. Göltaş Çimento Fabrikasının lokasyonu.....	21
Şekil 3.8. Baştaş Çimento Fabrikasının lokasyonu.....	22
Şekil 3.9. Instantel minimate cihazı ve aksesuarları.....	23
Şekil 3.10. Konya kireçtaşı ocağı patlatma patterni.....	30
Şekil 3.11. Gümüşgün kireçtaşı ocağı patlatma patterni.....	31
Şekil 3.12 Alçı bulamacı ile deliklerin sıkılanması.....	33
Şekil 3.13 Alçı ile sıkılanmış bir deliğin görüntüsü.....	33
Şekil 3.14 Gümüşgün kireçtaşı ocağında deliklerin sıkılanması.....	34
Şekil 3.15. Bozanönü kireçtaşı ocağı patlatma patterni.....	34
Şekil 3.16 Bozanönü kireçtaşı ocağında deliklerin sıkılanması.....	36
Şekil 3.17. Göltaş kil ocağı patlatma patterni.....	37
Şekil 3.18. Göltaş kil ocağında deliklerin sıkılanması.....	38
Şekil 3.19. Göltaş kireçtaşı ocağı patlatma patterni.....	40
Şekil 3.20. Göltaş kireçtaşı ocağında deliklerin sıkılanması.....	41
Şekil 3.21. Baştaş kireçtaşı ocağı patlatma patterni.....	42
Şekil 3.22. Baştaş kireçtaşı ocağında deliklerin sıkılanması.....	43

Şekil 3.123. Standart fotoğraf yöntemi için kullanılan dijital fotoğraf makinesinin basıklık testi (a:düşey b:yatay).....	46
Şekil 4.1. Standart fotoğraf yöntemiyle atım I'in değerlendirilmesi.....	47
Şekil 4.2. Standart fotoğraf yöntemiyle atım II'nin değerlendirilmesi.....	48
Şekil 4.3. Standart fotoğraf yöntemiyle atım III'ün değerlendirilmesi.....	49
Şekil 4.4. Standart fotoğraf yöntemiyle atım IV'ün değerlendirilmesi.....	49
Şekil 4.5. Standart fotoğraf yöntemiyle atım V'in değerlendirilmesi.....	50
Şekil 4.6. Standart fotoğraf yöntemiyle atım VI'nın değerlendirilmesi.....	51
Şekil 4.7. Standart fotoğraf yöntemiyle atım VII'nin değerlendirilmesi.....	52
Şekil 4.8. Standart fotoğraf yöntemiyle atım VIII'in değerlendirilmesi.....	52
Şekil 4.9. Standart fotoğraf yöntemiyle atım IX'un değerlendirilmesi.....	53
Şekil 4.10. Standart fotoğraf yöntemiyle atım X'un değerlendirilmesi.....	54
Şekil 4.11. Standart fotoğraf yöntemiyle atım XI'in değerlendirilmesi.....	55
Şekil 4.12. Standart fotoğraf yöntemiyle atım XII'nin değerlendirilmesi.....	55
Şekil 4.13. Standart fotoğraf yöntemiyle atım XIII'ün değerlendirilmesi.....	57
Şekil 4.14. Standart fotoğraf yöntemiyle atım XIV'ün değerlendirilmesi.....	57
Şekil 4.15. Standart fotoğraf yöntemiyle Gümüşgün atım I'in değerlendirilmesi.....	59
Şekil 4.16. Standart fotoğraf yöntemiyle Gümüşgün atım II'niin değerlendirilmesi.....	60
Şekil 4.17. Standart fotoğraf yöntemiyle alçı sıkılamalı atımın değerlendirilmesi.....	61
Şekil 4.18. Standart fotoğraf yöntemiyle taş tozu sıkılamalı atımın değerlendirilmesi.....	62
Şekil 4.19. Standart fotoğraf yöntemiyle alçı sıkılamalı atımın değerlendirilmesi.....	63
Şekil 4.20. Bozanönü ocağı taş tozu sıkılamalı atımın titreşim ve hava şoku verileri.....	65
Şekil 4.21. Bozanönü ocağında alçı sıkılamalı atımın titreşim ve hava şoku verileri.....	66
Şekil 4.22. Standart fotoğraf yöntemiyle taş tozu sıkılamalı atımın değerlendirilmesi.....	67
Şekil 4.23. Standart fotoğraf yöntemiyle alçı sıkılamalı atımın değerlendirilmesi.....	68
Şekil 4.24. Standart fotoğraf yöntemiyle taş tozu sıkılamalı atımın değerlendirilmesi.....	70
Şekil 4.25. Standart fotoğraf yöntemiyle alçı ile sıkılanan atımın değerlendirilmesi.....	71

Şekil 4.26. Standart fotoğraf yöntemiyle taş tozu sıkılamalı atımın değerlendirilmesi.....	72
Şekil 4.27. Standart fotoğraf yöntemiyle alçı sıkılamalı atımın değerlendirilmesi....	73
Şekil 4.28. Baştaş kireçtaşı ocağında atıma ait titreşim ve hava şoku verileri	75
Şekil 4.29. Konya ocağında sıkılama boylarına göre +150 cm malzeme oranları ...	78
Şekil 4.30. Konya ocağında sıkılama boylarına göre +70 cm malzeme oranları	78
Şekil 4.31. Gümüşgün Atım 1 ve alçı sıkılamalı atımlarda özgül şarjın değişimi.....	79
Şekil 4.32. Gümüşgün Atım 1 ve alçı sıkılamalı atımlarda spesifik delmenin değişimi.....	80
Şekil 4.33. Gümüşgün Atım 1 ve alçı sıkılamalı atımlarda +50 cm malzeme oranları.....	80
Şekil 4.34. Gümüşgün Atım 1 ve alçı sıkılamalı atımlarda -10 cm malzeme oranları81	
Şekil 4.35. Bozanönü ocağında sıkılama yöntemiyle özgül şarjın değişimi	82
Şekil 4.36. Bozanönü ocağında sıkılama yöntemine göre spesifik delmenin değişimi.....	82
Şekil 4.37. Bozanönü ocağında sıkılama yöntemine göre +30 cm boyut oranı	83
Şekil 4.38. Bozanönü ocağında sıkılama yöntemine göre -10 cm boyut oranı.....	83
Şekil 4.39. Göltaş kil ocağında yapılan atım sonucu +30 cm malzeme oranları	85
Şekil 4.40. Göltaş kil ocağında yapılan atım sonucu -10 cm malzeme oranları	85
Şekil 4.41. Baştaş ocağında taş tozu ve alçı sıkılamalı atımlarda özgül şarjın değişimi.....	87
Şekil 4.42. Baştaş ocağında sıkılama yöntemine göre spesifik delmenin değişimi...87	
Şekil 4.43. Baştaş ocağında sıkılama yöntemine göre +50 cm boyut oranı	88
Şekil 4.44. Baştaş ocağında sıkılama yöntemine göre -10 cm boyut oranı.....	88

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Sarsıntı hızı ile hasar ilişkisi.....	12
Çizelge 2.2. Maden ve Taş Ocakları ile Benzeri Alanlarda Patlama Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin İzin Verilen En Yüksek Değerleri	12
Çizelge 3.1. Çalışma yapılan ocaklar.....	16
Çizelge 3.2. Kartonpiyer alçı özellikleri.....	24
Çizelge 3.3. Kireçtaşı'nın fiziksel ve mekanik özellikleri.....	24
Çizelge 3.4. Çalışılan ocakların özellikleri ve delme – patlatma yöntemi özellikleri.....	27
Çizelge 3.5. Alçı uygulanan ocaklarda alçı sıkılama denemesinin dizaynı.....	29
Çizelge 4.1. Konya atımları elek üstü (%) oranları.....	56
Çizelge 4.2. Kartaş A.Ş. atımları elek üstü (%) oranları.....	63
Çizelge 4.3. Göлтаş atımları elek üstü (%) oranları.....	71
Çizelge 4.4. Baştaş kireçtaşı ocağı atımları elek üstü (%) oranları.....	74
Çizelge 4.5. Atımlara ait veriler.....	76
Çizelge 4.6. Konya atımlarında sıkılama boyuna göre elek üstü (%) oranları.....	77
Çizelge 4.7. Bozanönü kireçtaşı ocağında ölçülen parçacık hızları ve frekansları....	84
Çizelge 4.8. Kireçtaşı ocakları taş tozu sıkılmalı atımlar maliyet tablosu.....	90
Çizelge 4.9. Kireçtaşı ocakları alçı sıkılmalı atımlar maliyet tablosu.....	90
Çizelge 4.10. Elek üstü oranlarına göre göre sıkılama yöntemlerinde alınan sonuçların tanımlayıcı istatistikleri ve t testi önemlilik sonuçları.....	91

1. GİRİŞ

Sıkılama, patlatma deliğinin serbest yüzeye sınır olan kısmının patlayıcı olmayan bir madde ile tıkanarak, patlayıcıdan elde edilen enerjinin, tıkama başarısına bağlı olarak, daha yüksek verimlilik oranıyla, kayacın kırılmasına yönlendirilmesi işlemidir. İyi sıkılamanın en önemli faydası kayacın daha iyi kırılmasıdır. Ancak iyi sıkılama, aynı zamanda daha iyi öteleme de sağlar. Dolayısıyla, yükleme ve taşıma daha kolay ve ekonomik olarak yapılabilir.

Patlatma olayını incelemek ve geliştirmek için çok sayıda değerli çalışma yapılmış ve sektöre katkı sağlanmıştır. Ancak, sıkılama konusunda, yeterli gelişme sağlanamamıştır veya sağlanan gelişme ekonomik olmadığı için pratiğe dönüşmemiştir. Bu yüzden, günümüzde, patlatma sektöründe, başarılı sıkılama yapılarak patlatma enerjisinin yüksek bir verimlilik oranıyla, kayaçların kırılmasında kullanıldığını söylemek mümkün değildir.

Ülkemizde tüm dünyada olduğu gibi, çoğu zaman, sıkılama için, delik delinirken, delici makineden çıkan taş tozu ve toprak kullanılır. Bunun nedeni, ucuz ve temininin kolay olmasıdır. Bu yöntemde, patlatmadan elde edilen enerjinin, ciddi bir bölümü, atmosfere kaçarak, kaybolmaktadır.

Tez çalışması kapsamında, daha yüksek verimlilik oranıyla sıkılama yapılabilecek yöntemler üzerinde durulmuştur. Sıkılamadan kaynaklanan enerji kaybını sıfıra yaklaştıracak yöntemler araştırılmıştır. Enerji kaybını sıfıra yaklaştıracak iki yöntem incelenmiştir. Bunlar, çelik dübel ve özel tip kimyasal kullanılarak sıkılama yöntemleridir. Ancak bu yöntemler iki sebep için tercih edilmemiştir. Birincisi bu yöntemlerin fiyatıdır. Çelik dübel yönteminin delik başına 220 TL fiyatla temin edilebileceği tespit edilmiştir. Yine özel tip kimyasalların da, delik başına 100 TL'yi aşan bir bedelle sıkılama için kullanılabileceği, tespit edilmiştir. Böyle yüksek maliyetlerle yöntemlerin kullanımı pratikte, mümkün değildir. İkincisi de böyle yüksek basınçla fırlayan tıkaçın neye sebep olacağı meçhul ve çok risklidir. Bu yüzden yeni sıkılama malzemesi olarak çabuk sertleşen, ucuz ve kolay temin

edilebilen kolayca uygulanabilen kartonpiyer alçı ele alınmıştır. Bu tez kapsamında, patlatma teknolojisine sıkılama yönteminde yenilik kazandırılarak daha başarılı bir patlatma amaçlanmıştır. Alçı ile sıkılama yapılarak, patlatma deliğinin daha iyi ve güçlü tıkanması ve daha iyi bir parçalanma hedeflenmiştir. Alçı sıkılması deyiminden; su içine katılan alçının koyu ayran kıvamında hazırlanması ile elde edilen bulamacın, deliklere doldurularak, sertleşmesi yoluyla yapılan sıkılama ifade edilmektedir. Deliğin sıkılama boyu alçı ile azaltılabildiği için delik içindeki patlayıcı kolonu boyunun da uzaması hedeflenmiştir. Böylece patlatma deliği daha yüksek verimlilikle kullanılmış olacaktır. Çünkü, deliklerin delinmesi, patlatmanın maliyetinin en büyük kalemidir. Ayrıca, taş tozu ile kıyaslanmayacak kadar başarılı tıkanma ve dolayısıyla yüksek enerji kullanım oranı ile iyi parçalanma hedeflenmiştir. Daha yüksek enerji verimliliği ile yapılan patlatmanın, titreşim, gürültü ve fırlayan kaya yönünden etkisi de araştırılmıştır.

Çalışmalar kapsamında, klasik taş tozu sıkılama sisteminde, sıkılama boyunun parçalanmaya etkisi de araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde patlama terimleri ile sıkılama ve patlatmanın çevreye etkileri ele alınmıştır.

Madenlerin kazılmasında, açık işletmelerde dekapaj ve cevher kazısında, inşaat sektöründe sert kayaçların kazısında ve gevşetilmesinde patlatma işlemi en önemli aşamadır. Patlatmanın daha verimli yapılması madencilik ve inşaat sektörüne çok büyük kazanç sağlayabilmektedir. İyi ve verimli bir patlatma malzemenin kazılması ve özellikle çimento sektöründe olduğu gibi, ufalama işlemlerinde de büyük önem arz etmektedir. Kırıcı verimi, daha başarılı bir patlatma ile daha ince boyutlu malzeme üretilerek artar ve ayrıca çimento üretimindeki kırma ve öğütme maliyetleri azalır (Özkahraman, 2009). Çimento üretiminde kireçtaşı büyük miktarlarda kullanılmaktadır. Çimentonun ana girdisini % 60-70 oranında kireçtaşı teşkil etmektedir. Ülkemizin çimento üretimi yıllık yaklaşık 60 000 000 tondur (Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, 2010). Bunun da ana malzemesi kireçtaşıdır. Bu kireçtaşları da taş ocaklarından elde edilmektedir.

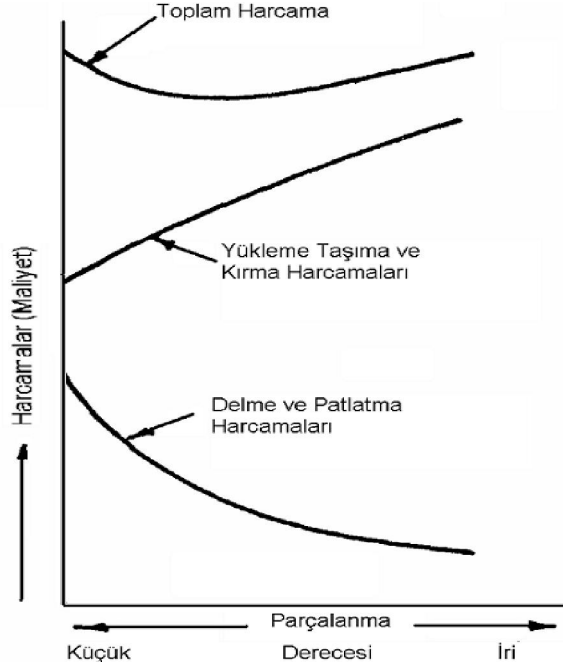
Özellikle kömür gibi yatay tabakalı ve havza denilen geniş bir alana yayılan açık ocaklarda dekapaj kazısı milyonlarca m³ seviyelerindedir. Örtü kazı aşamasında kullanılan patlayıcı madde miktarı maliyeti ile delik delme maliyetleri de, bu oranda büyük artış gösterir. Ancak çok yumuşak kayaçlar ve madenlerin kazısı, arkasına taş sökücü pulluk takılmış (riper) dozerlerle yapılır. Bu taş sökümünde kıstas, dekapaj örtü tabakasının sismik hızının 1200 m/s'den daha az olmasıdır. Yeni geliştirilen riper tasarımı bu limiti 2100 m/s'ye yükselmiştir (Tamrock,1984). Daha yüksek sismik hızlara sahip sağlam kayaçlarda (örtü tabakası), kayacı dozerle sökmek zorlaşır. Bu tür kayaçlar, ancak patlatılarak kazılabilir. Patlayıcı madde kullanarak kayaları gevşetme ve parçalama, işletme maliyetlerini etkilediği için iyi bilinmesi ve üzerinde önemle durulması gereken bir konudur.

Patlatma da, elde edilen malzemenin boyut dağılımı da önemlidir. Patlatma maliyetlerinin hesaplanırken, sadece tek başına patlatma işleminin maliyeti değil,

deliklerin delinmesi, kazı işlemi, yükleme ve taşıma maliyetlerini ve sonrasında kırma-öğütme maliyetlerini de içine alan toplam maliyetin çıkarılması gerekir. Parçalanma boyutunun incilmesi, yükleme maliyetlerini azaltması yanında, daha sık aralıklarla delik delinmesini gerektireceğinden, delme masraflarını arttırır. Diğer taraftan, iri malzemenin çok çıkması (patar oranının yüksek olması) ikincil kırmayı gerektirdiği gibi, yükleme ve taşıma maliyetlerini de arttırır. Başarılı bir patlatma için, uygun bir düzende, uygun çap ve boyda delikler delmek gerekir. Ayrıca, uygun patlayıcı madde ve ateşleme yönteminin seçimi de çok önemlidir. Patlatmanın hatalı yapılması, kazı-yükleme ve taşıma işlerini zorlaştıracak ve iş hızını etkileyerek, bu işlerde verim düşüklüğüne ve maliyet artışlarına yol açacaktır. Bu bakımdan patlatma konusunu, delik delme, kazı, yükleme ve taşıma işleri ile bir bütün olarak ele almak gerekir.

Açık işletmelerde, homojen ve çok miktarda (milyonlarca m³) dekapaj malzemesi elde edilmesi ve bu kaya yığınının iyi parçalanıp kolay kazılabilecek şekilde ötelenmesi istenir. Her işletmede iş makinelerine göre patlatma delik patterni belirlenir. Dolayısıyla büyük hacimlerde kazı yapabilmek için, atım gruplarının (delik sayısı artırılarak) büyütülmesi gerekir. Dolayısıyla, bir seferde kullanılan patlayıcı madde miktarının artması demektir. Patlayıcı miktarı arttıkça, meydana gelen yer sarsıntısı da ona göre fazla olur ve basamakların bozulması ve şevlerde heyelan riskini arttırır. Ancak gecikmeli kapsüllerle bu sorun çözülebilir. Kayayı daha iyi parçalamak için ise, delikleri daha sık delmek, her deliğe daha fazla patlayıcı madde koymak gibi tedbirler gerekebilir. Öte yandan patlatmanın emniyetle yapılması, çalışanlara, makinelere basamak ve yollara ve (varsa) yakındaki yerleşim yerlerine hiç zarar verilmemesi istenir. İyi bir patlatma ile, hem kontrollü bir patlatma yapmak hem de istenen düzeyde parçalanması ve amaçlanan miktarda atım kütlelerinin kazıya hazırlanması hedeflenmektedir. Bu yüzden patlayıcı ve ateşleyici cinslerinin, patlatma prensiplerinin, tasarım yöntemlerinin bilinmesi ve patlatmaya etki eden birçok parametrenin en uygun şekilde bağdaştırılması gerekir. Böylece en emniyetli ve en ucuz patlatma gerçekleşecektir.

Patlatma sonucunda, daha ince boyutlu malzeme istenildiğinde, daha küçük çaplı ve daha sık aralıklarla delik delmek gerekir. Bu durumda, delme ve patlatma masrafları artar. Ancak elde edilen ürün boyutu, inceldikçe yüklenmesi kolaylaşır. Bu da kazıda yükleme, taşıma ve kırma harcamalarını azaltır (Şekil 2.1).

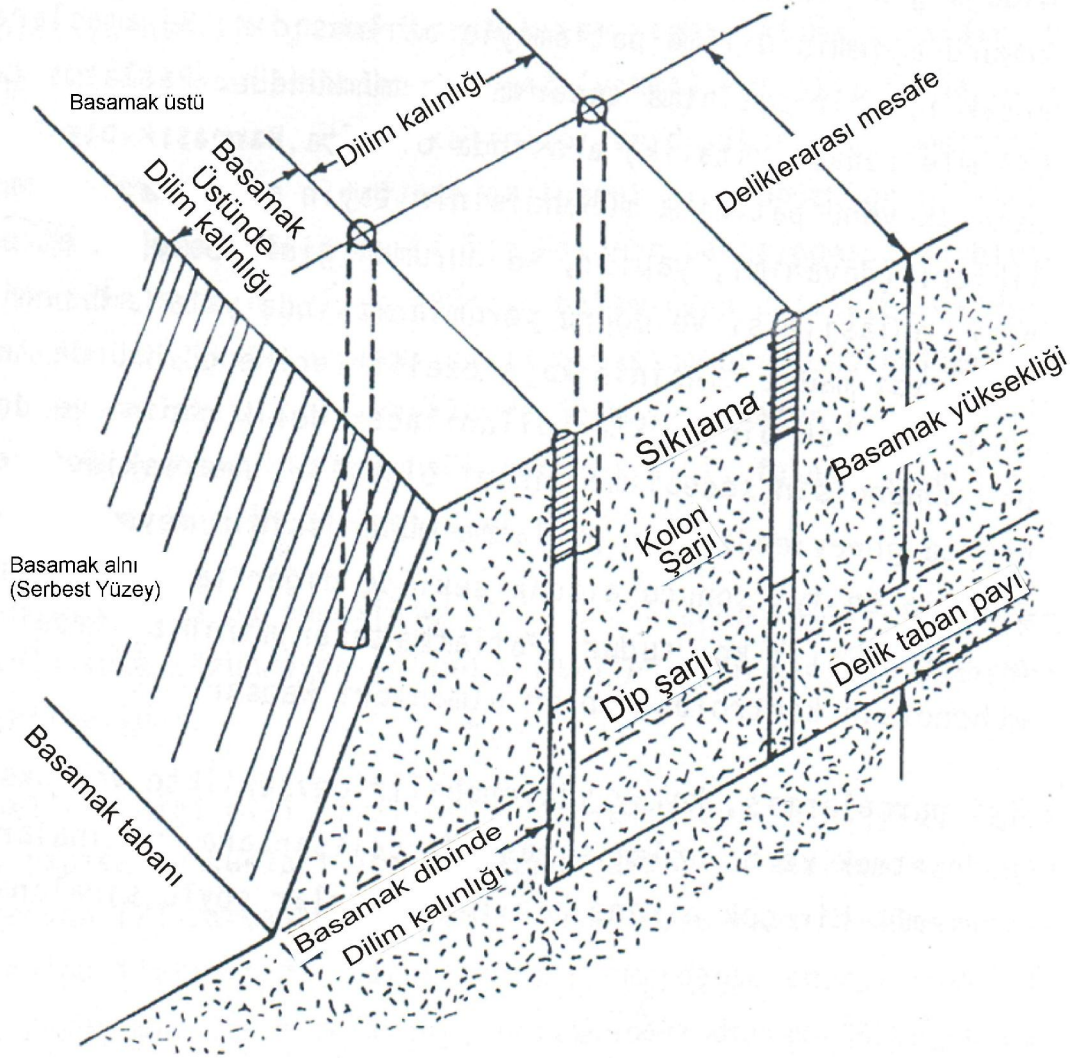


Şekil 2.1. Açık işletmelerde parçalanma derecesinin delme, patlatma, yükleme, taşıma, kırma, maliyetleri üzerine etkisi (Hoek ve Bray, 1981)

Öte yandan daha iri boyutlu ürün almak istenildiğinde geniş çaplı delikler delinir. Delikler daha büyük çapta seçildiğinde, deliklere daha fazla patlayıcı yerleştirilir. Dolayısıyla delik düzeninde delikler arası mesafe ve dilim kalınlığı artırılır. Sonuç olarak, daha az delik delinerek delme maliyeti düşer. Ancak yükleme, taşıma ve ufalama harcamaları artar. Bu iki kalem harcama Şekil 2.1’de toplam harcama olarak birleştirilmiştir. Toplam harcama eğrisinin minimum olması hedeflenir. Basamak patlatmalarında dik deliklerde delik tabanında, artan dilim kalınlığından dolayı patlamayan tırnak ve taban kalabilir.

2.1. Patlatma Terimleri

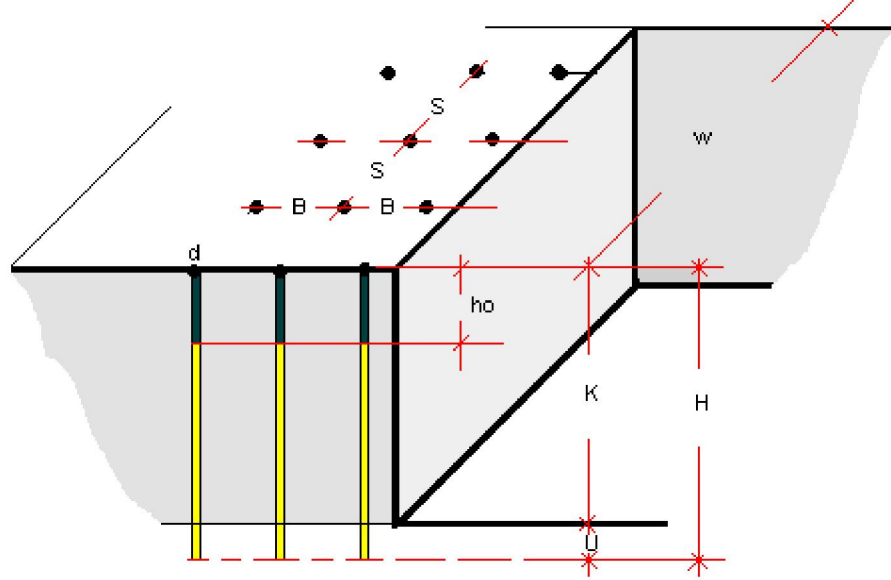
Basamak patlatmalarında delik düzeni ile delik geometrisi ve kullanılan terimler, eğimli ve dik bir şev aynası için Şekil 2.2 ve 2.3’de gösterilmiştir. Her basamak için ortalama bir üst bir de alt kotu olup, bunların farkı basamak yüksekliğini (K) belirler.



Şekil 2.2. Basamak patlatmalarında düşey delikli bir atım düzeni (Bilgin, 1986)

Basamak şevlerinin doğal eğim açıları, kayanın sağlamlığına ve yapısına (fay, eklem, tabakalanma v.b.) göre değişir. Serbest yüzey ile birinci sıra delikler arasındaki dik mesafeye dilim kalınlığı (B) adı verilir ki patlatmayla kırılan ve ötelenen bu dilimdir. Her delik sırası patladıkça önündeki dilimi kırar ve öteler. Meyilli deliklerde dilim

kalınlığı sabittir. Fakat dik deliklerde basamak tabanındaki dilim kalınlığı, basamak üstündeki dilim kalınlığına göre daha geniştir. Hesaplarda bu iki kalınlığın ortalama



Basamak Yüksekliği $\geq 2 B_{max}$

d	:	Delik Çapı	:	mm
K	:	Basamak Yüksekliği	:	m
B_{max}	:	Maksimum Dilim Kalınlığı	:	m
U	:	Delik Taban Payı	:	m
H	:	Delik Boyu	:	m
B	:	Dilim Kalınlığı (delik yükü)	:	m
S	:	Delikler Arası Mesafe	:	m
b	:	Spesifik Delme	:	m/m^3
l_b	:	Şarj Yoğunluğu	:	kg/m
h_o	:	Sıkılama Boyu	:	m
h_c	:	Kolon Şarj boyu	:	m
h_b	:	Delik dip şarj boyu	:	m
Q_t	:	Toplam Patlayıcı, delik şarjı	:	kg
q	:	Özgül şarj	:	kg/m^3

Şekil 2.3. Düşey deliklerde kullanılan terimler (Kabaloğlu, 2003)

değerini almak gerekir. Basamak patlatmalarında, basamak yüksekliği (K) dilim kalınlığının iki katından uzun olmalıdır (Gustaffson, 1973). Aynı sıradaki deliklerin birbirlerine olan uzaklıkları (S), delikler arası mesafe olarak bilinir. Deliklerin boyları (H), basamak tabanının düzgün ve tırnaksız olmasını sağlamak amacıyla basamak yüksekliğinden biraz fazla ($H > K$) delinir ve bu fazla kısım, tırnak payı (U) olarak adlandırılır. Patlayıcı şarjı iki bölüm olması halinde deliğin dip kısmına konulan patlayıcı maddeye dip şarjı (h_b) denilir. Bunun üzerinde bulunan şarja ise kolon şarjı (h_c) denilir. Ancak uygulamada çok zaman tek kademe şarj yapılır. Genellikle basamak tabanına yakın kısımlarda kayanın parçalanması daha güç olduğundan dip şarjı, kolon şarjına göre miktarca ve kudretçe fazla olacak şekilde seçilir veya dinamit bu bölüme konularak dipten ateşleme yapılır. Deliğin ağız tarafına, patlayıcı maddeyi örtmek üzere ve deliği tamamen dolduracak şekilde sıkılama yapılır. Sıkılama maddeleri çakıl, kum, kırma taş, delme makinesi kırıntıları v.b. oluşur. Bu tez kapsamında alçı sıkılama ele alınmıştır. Atım büyüklüğünü delik düzeni ile atımın genişliği (w) belirler. Atım düzenine ise delik geometrisi de denilir.

2.2. Sıkılama

Sıkılama, patlatma deliğinin serbest yüzeye sınır olan kısmının patlayıcı olmayan bir madde ile tıkanarak, patlayıcıdan elde edilen enerjinin, tıkama başarısına bağlı olarak, daha yüksek verimlilik oranıyla, kayacın kırılmasına yönlendirilmesi işlemidir. İyi sıkılamanın en önemli faydası kayacın daha iyi kırılmasıdır. Ancak iyi sıkılama, aynı zamanda daha iyi öteleme de sağlar.

Bilgin (1986) sıkılama için köşeli iri kayaç parçalarının kullanılabilceği hatta daha iyi olacağını belirtmektedir. Ancak bu yöntem, gelişen ve alternatifsiz ateşleme yöntemi olarak önerilen Nonel sistemde kullanılamaz. Çünkü Nonel sistemin plastik kabloları, bu taşlarla kesilip kopabilir. Böylece, patlamayan delikler kalabilir ve bu son derece tehlikeli bir durumdur. Bu yüzden asla Nonel sistem ateşleme ile iri taşlar, sıkılama için kullanılamaz.

Sıkılama malzemesi olarak delme makinesi pasası veya kum-çakıl yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni bu malzeme, deliğin başında hazır olmasıdır. Temini kolay ve herhangi bir masraf olmadan kullanılabilirliği.

Konya and Walter (1990), çok ince delme pasası tozunun, deliği çok iyi tıkamayacağını, iri malzemenin de şarj esnasında köprü oluşturacağını ve delik çapının % 5'i boyutundaki malzemenin ideal olduğunu belirtmektedir. Yuvarlak yapılı nehir taşlarının, kırılmış kaya kadar etkili olmayacağını da vurgulamaktadır.

Kullanılan malzemenin kuru olması gerekir. Yaş ve gerekenden kısa boyda olan sıkılama malzemesi tüpteki diş macunu gibi delik ağzından püskürerek dışarı atılmakta ve patlayıcı madde enerjisinin kaybına yol açarak patlatma verimini düşürmektedir (Bilgin H.A., 1986). Sıkılama boyu hesabında;

Tamrock (1984) $h_0 = 0.7 - 1.0 \times B$,

Hoek and Bray (1981) $h_0 = 0.67-2 \times B$, Gustafsson (1973),

Langefors and Kihlstrom (1963) ve Nitro Nobel (1977) $h_0 = B$ ve

Hagan (1979) $h_0 = 20 - 60 \times d$ bağıntılarını kullanmaktadırlar.

Zayıf ve çok çatlaklı kayalarda uzun sıkılama boyları gerekirken, sağlam ve masif kayalarda kısa sıkılama boylarının yeterli olabildiği tecrübelerle görülmüştür. Sıkılama boylarının uzun olduğu durumlarda basamak üst tarafında parçalanmanın iyi olması için sıkılama kolonu arasına bir cep şarjı (3-5 kg dinamit) konulabilir (Hagan, 1983).

Aşağıdaki hallerde, kısa sıkılama boyları, kullanılabilir (Bilgin vd,2003):

- Küçük çaplı deliklerde,
- Sert, masif kayalarda,
- Daha iyi sıkılama malzemesi kullanıldığında,
- Daha kısa basamak boylarında

Yetersiz sıkılamanın oluşturacağı problemler patar, tırnak ve geri çatlatma oluşumu ile hava şoku, gürültü ve fırlayan kaya sorunlarıdır. Kaya kütlesi iyi parçalanıp ufalanmamaktadır. Çünkü delikteki patlatma enerjisi sıkılama yetersiz olduğundan

delik ağzından püskürerek kaybolmaktadır. Fazla yapılan sıkılama ise, patar oluşumuna neden olacaktır.

Sıkılama yapılırken, elektrik kablosu veya Nonel kabloların gerdirilmemesine veya kopartılmamasına dikkat edilmelidir. Boş kartuşlar, kağıt, plastik poşetler, toz kutuları ve başka yanıcı malzemeler sıkılamada kullanılmamalıdır (Atlas Powder Company, 1987).

Sulu deliklerde, daha iyi bir tıkama için, taş tozu yerine kırılmış kaya tercih edilmelidir. Aksi halde, kullanılan malzeme, suda yüzerek üste çıkabilir (Tamrock, 1984).

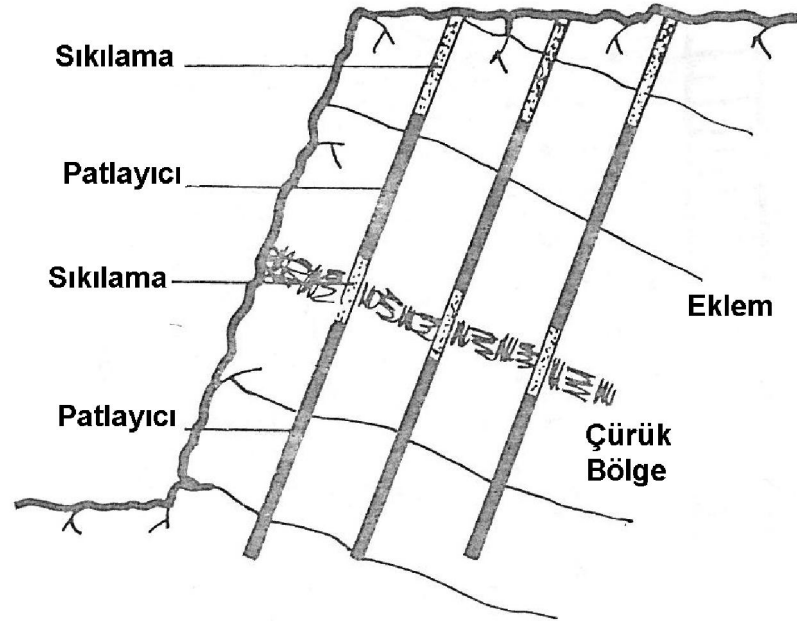
Ayrıca, sıkılama yapmak amacıyla geliştirilen değişik mekanik aparatlar için patent alınmıştır. Bunların pratikte yaygınlaşmaması, ekonomik olmadığından veya uygulama kolaylığı olmadığından (Nonel kablo geçişi gibi) kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yeraltında, özellikle yangın ve grizuya karşı ıslak kil vb malzemeler ve özel tip tıkaçlar sıkılama amaçlı kullanılmaktadır (Dupont Explosives Products Division, 1977).

Sıkılamanın bir faydası da kazara ateşlenmeleri önlemektir. Ayrıca yatay veya yukarı doğru delinen deliklerde, şarjın kendiliğinden boşalmasını da önler (Atlas Powder Company, 1987).

2.2.1. Ara sıkılama

Patlatma yapılan sahada delik boyunca, Şekil 2.4'teki gibi fay veya çatlak zonları varsa bu bölgeler sıkılama malzemesi ile doldurulmalıdır. Tabii bu durum ekstra yemleme masrafı anlamına da gelmektedir. Ancak yine de ara sıkılama, daha kârlı olacaktır. Çünkü, böyle sağlam olmayan formasyonda, patlayıcıdan elde edilen enerjinin büyük bir bölümü çatlaklardan kaçarak, boşa gidecektir (Bilgin, 1986).



Şekil 2.4. Fay kırıklarının veya boşlukların sıkılama malzemesi ile doldurulması

2.3. Patlatma Hasarları

Patlatmaların çevrede oluşturduğu hasarlar dört çeşittir. Bunlar (Bilgin vd.,2003):

- Kaya kütleğinde meydana gelen hasar
- Patlatma alanından fırlayan kaya ve taşlarla olan hasar
- Hava-şoku hasarı ve gürültü sorunu
- Toz Yayılımı (Emisyonu)

2.3.1. Yapısal hasarlar

Bu hasarlar bir patlayıcı madde patlatıldığında kayada meydana gelen basınç dalgası etkisi ve gaz basıncı nedeniyle oluşur. Kaya formasyonlarında yayılıp giden başlıca 3 tür sismik dalga vardır: Birincil dalga (P), ikincil dalga (S) ve bir yüzey dalgası olan Rayleigh (R) dalgası. Yapısal hasar bakımından bunların en önemlisi yüzey dalgasıdır. Çünkü bu dalga yüzeyden hareket eder ve şiddeti, diğer P ve S dalgalarından daha yavaş sönümlenir. Yapı hasarlarında etkili olan önemli yer sarsıntı parametreleri (Hoek ve Bray, 1981);

- Parçacık salınım hızı, (mm/sn veya inç/sn)
- Parçacık salınım genliği, (mm veya inç)
- Parçacık salınım frekansı, (periyod/sn veya hertz)
- Parçacık salınım ivmesi, (mm/sn² veya ft/sn²)

Yer sarsıntı parametreleri, sismograf denilen duyarlı aygıtlar yardımı ile ölçülmektedir. Bu ölçümlerden elde edilen kayıtların yorumlanmasıyla, yersarsıntısının şiddeti hakkında karar verilmektedir. Parçacık salınım hızı, yer sarsıntılarının yapılara olan hasarlarına olan etkilerinin saptanmasında en yaygın olarak kullanılan bir parametredir. Maksimum sarsıntı hızının yapılarda ve kayalarda oluşturduğu hasarlar ise Çizelge 2.1’de verilmiştir. Yasal olarak izin verilen, hasar limitleri de, Çizelge 2.2’de gösterilmiştir (Resmi Gazete 07.03.2008 sayı: 26809).

Çizelge 2.1. Sarsıntı hızı ile hasar ilişkisi

Sarsıntı hızı V	Hasar
2" (51 mm/s)	Hasar alt sınırı
5" (127 mm/s)	Hafif hasar, sıva çatlağı
12" (305 mm/s)	Tahkimatsız galerilerde göçük
25" (635 mm/s)	Kayanın kırılma başlangıcı
100" (2540 mm/s)	Kayanın kırılması

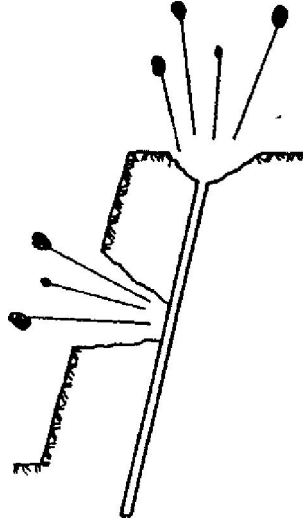
Çizelge 2.2. Maden ve Taş Ocakları ile Benzeri Alanlarda Patlama Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin İzin Verilen En Yüksek Değerleri

Titreşim Frekansı (Hz)	İzin Verilen En Yüksek Titreşim Hızı(Tepe Değeri-mm/s)
1	1
4-10	19
30-100	50

2.4.2. Fırlayan taşlar

Ön dilim kalınlığının uygun seçilmediği zamanlarda ya da sıkılama boyunun kısa olduğu durumlarda Şekil 2.5’te görüldüğü gibi, bir krater oluşur ve taşlar uzak

mesafelere fırlar (Paşamehmetoğlu vd.,1986). Patlatmalarda fırlayan kayalarla, ne yazık ki, hem ülkemizde hem dünyada, yaralanma ve ölümlerle sonuçlanan olaylar yaşanmıştır. Bu yüzden emniyet tedbirlerine hassasiyetle uyulmalıdır. Alçı sıkılama yönteminde de, patlayıcının enerjisi daha yüksek oranla kayaca yönlendirildiği için, daha fazla fırlayan kaya sorunu olabilmektedir. Bu yüzden, çevrede daha iyi önlem almak gerekmektedir.



Şekil 2.5. Yetersiz sıkılama ve yetersiz dilim kalınlıklarının yol açtığı fırlayan taşlar

2.4.3. Patlatmalarda hava şoku ve gürültü sorunu

Önlemler alınmadığı takdirde, kaya çatlaklarından dış atmosfere hızla boşalan reaksiyon ürünü gazlar, önemli düzeyde gürültü oluştururlar. Bazen bu gürültü düzeyi yüksek boyutlara ulaşarak hava şoku dalgalarına dönüşür. Şok dalgalarının oluşmasında diğer bir etkenin de, hızla harekete geçen kaya kütlesi olduğu savlari bulunmaktadır. Harekete geçen kaya kütlesi bir piston gibi şok dalgaları oluşturmaktadır (Bilgin vd.,2003). Şok dalgaları çoğunlukla insanlarda psikolojik rahatsızlıklara neden olmakta, patlamanın kendilerine zara vereceği endişesi oluşturmaktadır. Atmosferde yol alarak binalara ulaşan şok dalgaları, uzun ve gevşek çerçevelerin titreşimine (şingirdamasına) yol açmakta, insanlarda patlamanın çok şiddetli olduğu ve bu nedenle evlerinin başlarına yıkılacağı kanısı uyandırmaktadır.

Şok dalgalarının insanlar üstündeki etkisi, insanların o andaki psikolojik durumlarına göre de değişmektedir. Keyifli ve mutlu olduklarında çok şiddetli hava şokunu umursamayan insanlar, keyifsiz ve kızgın olduklarında, en ufak şok dalgalarına aşırı tepki verebilmektedir.

Zaman zaman havada yol alan şok dalgaları, şiddetli olabilmekte ve yapılarda hasara yol açabilmektedir. En belirgin hasar cam kırılmasıdır. Bununla beraber cam kırılmalarında, camların iyi tespit edilmemiş olması, çerçeve ve kasaların gevşek olması gibi, bina sahiplerinin kusurları da olabilmektedir. Şok dalgalarının daha yüksek şiddetlerinde ise bacalarda hasar ve duvarlarda sıva çatlakları oluşabilmektedir.

Basınç dalgasının yayılması, sıcaklık, rüzgâr ve basınç-yükseklik ilişkisi gibi atmosferik şartlara bağlıdır. Belli bir mesafede, bulut kapalılığı bile basınç dalgasının yere, yeniden yansımaya neden olur. Hava şokunun önlenmesi için şunlar yapılmalıdır (Bilgin vd.,2003):

- Basamak patlatma tekniği kullanılarak, patlayıcı madde kaya içinde olabildiğince dengeli(homojen) dağıtılır ve hapsedilir.
- Galeri patlatması uygulanmaz.
- Uygun delik geometrisi kullanılır.
- Uygun sıkılama malzemesi ve boyu seçilir.
- Gecikmeli elektrikli veya şok tüplü ateşleme sistemi kullanılır.
- Delme öncesi patlatma aynası incelenerek, gaz kaçışına sebep olacak bir jeolojik olgu olup olmadığı incelenir. Böylesine bir jeolojik olgu var ise o bölgeye daha az patlayıcı yerleştirilir.
- Gerek patar, gerekse basamak patlatmalarında infilaklı fitil kullanılmaz.

İnsanların ve yapıların gürültü ve hava şokundan etkilenme dereceleri Şekil 2.6'da verilmiştir. Şekilde hasar başlangıç sınırı 140 desibeldir. Alçı sıkılama yönteminde de, daha kısa sıkılama boyu ve daha fazla patlayıcı madde kullanılabilirdiği için, hava şokunda düşük oranda da olsa, bir artış gözlenmektedir.

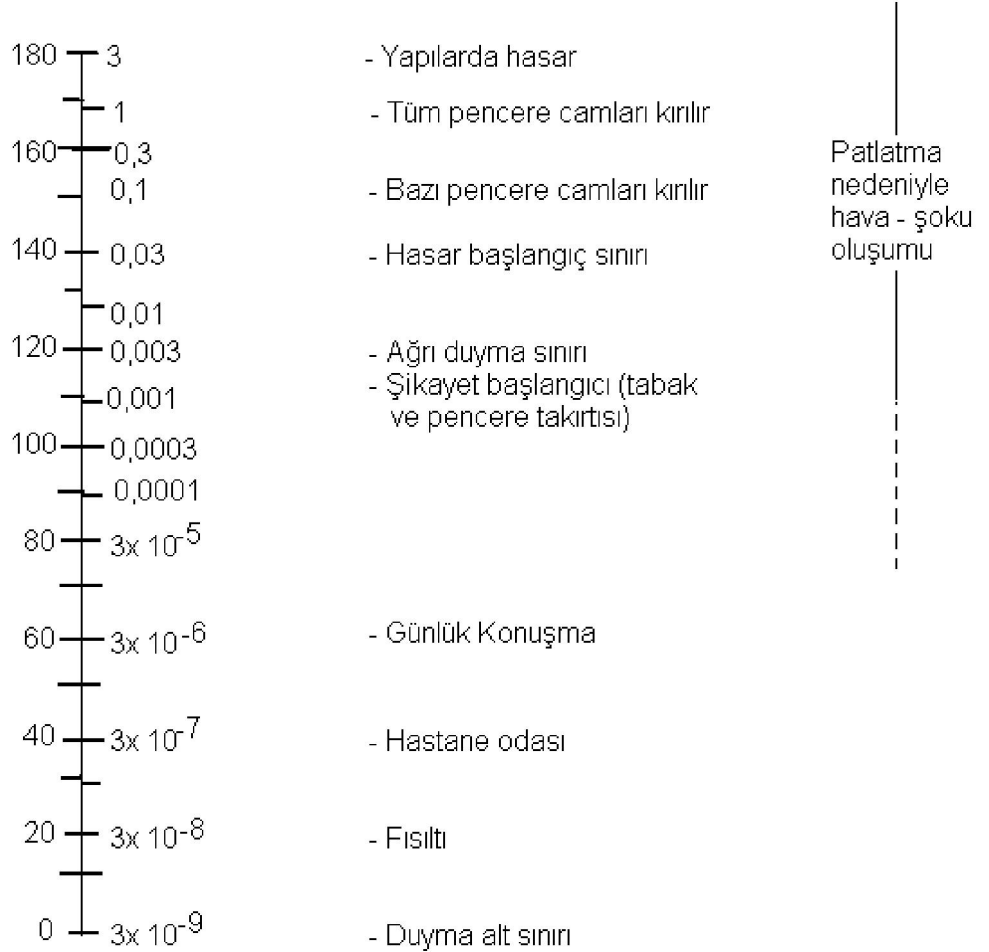
2.4.4. Toz yayılımı (emisyonu)

Patlatma ile kayaların kırılması aşamasında, büyük miktarlarda kaya kütlesi harekete geçirilmektedir. Söz konusu hareket sırasında da bir kısım iç öğütme süregelir. Bu nedenler ile belirli bir miktar tozun çevreye yayılması kaçınılmazdır. Ne var ki patlatma ile çevreye verilen toz, kırma-eleme tesisi, yollar sulanmadan yapılan kamyon nakliyesi gibi diğer toz kaynaklarına kıyasla ihmal edilebilecek kadar az miktarlarda ve kısa süreli olmaktadır. Basamak patlatması sırasında toz oluşumuna karşı alınabilecek teknik bir önlem bulunmamaktadır. Ancak toz yayılımına karşı bir tedbir olarak patlatma sahası, atımdan önce sulanmaktadır (Bilgin vd.,2003).

GÜRÜLTÜ ŞİDDETİ

BELİRTİLER

Desibel lb/inc²



Şekil 2.6 İnsanların ve yapıların gürültü ve hava şokundan etkilenme dereceleri (Ladegaard-Pedersen ve Dally,1975)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

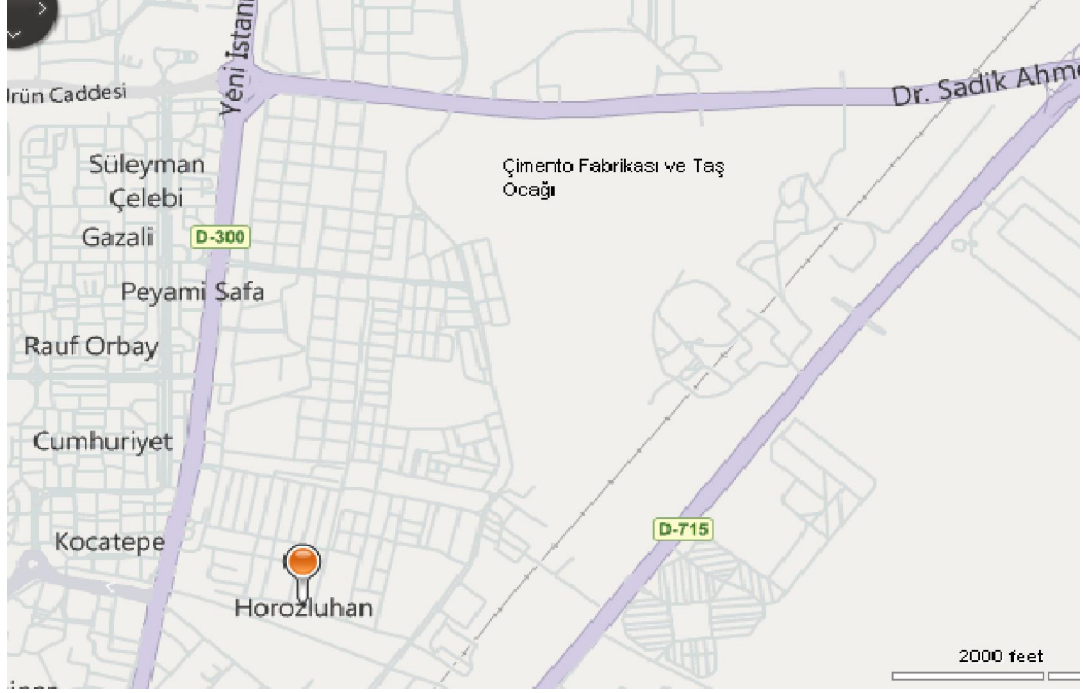
Tez çalışmaları halen faaliyette bulunan dört işletmeye ait altı ocakta yürütülmüştür. Bu işletmeler ve ocaklarında çıkarılan kayaçlar Çizelge 3.1’de belirtilmiştir. Bu ocaklarda tez kapsamında inceleme ve deneme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Atımlarda oluşan titreşim ve hava şoku miktarları, Instantel Minimate Blaster cihazı ile ölçülmüştür. Yeni sıkılama malzemesi olarak, çabuk sertleşen, kartonpiyer alçı kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışma yapılan ocaklar

İşletmeler	Patlatılan kayaç türü
Konya Çimento Fabrikası	Kireçtaşı
Kartaş A.Ş.Bozanönü ocağı	Kireçtaşı
Kartaş A.Ş.Gümüşgün ocağı	Kireçtaşı
Göлтаş Çimento Fabrikası	Kil taşı
Göлтаş Çimento Fabrikası	Kireçtaşı
Baştaş Çimento Fabrikası	Kireçtaşı

3.1.1. Konya Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağının yeri ve jeolojik yapısı

İşletme Konya-Ankara karayolu üzerindedir (Şekil 3.1). Şehrin büyümesiyle şehir içinde kalmıştır. Etrafında sanayi işletmeleri ve apartmanlar bulunmaktadır (Şekil 3.2). İri patarlar ile yoğun olarak karşılaşılmakta ancak kırıcı bomlu beko ile bu patarlar kolayca parçalanabilmektedir. Ancak yine de bu ikincil parçalama işleminin işçilik, akaryakıt, makine yedek parça gibi masrafları maliyeti artırmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.1. Konya Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağının lokasyonu



Şekil 3.2. Konya Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağından bir görünüm

Paleozoyik yaşı birimler (mermerler, mikaşistler, kuvarsitler ve çeşitli şistler) bölgenin temelini teşkil eder. Çalışma alanı ve yakın çevresinde Paleozoyik birimler Neojen dönemine ait sedimanlar tarafından yaygın olarak üzerlenmektedirler. Neojen birimler taban konglomeraları, marn ve kireçtaşları ile temsil olunurlar. Bunlar da Kuvaterner alüvyal malzeme ile örtülmektedirler. Neojen kireçtaşları bölgede çok geniş alanlar kaplamaktadır. Kireçtaşları beyaz-krem ve gri renkli, çoğunlukla sert, sünger yapılı, bol erime boşluklu, yataya yakın ve ince tabakalı, bol kırıklı ve çatlaklıdır. Konya ovası faylarla çevrelenmiş olup, Çimento fabrikasının taş ocağı yükselen blok üzerinde yer almaktadır. Taş ocağındaki faylanmalar nedeniyle atım sonunda çok iri bloklar çıkmaktadır (Şekil3.3 ve Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Konya Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağında faylı bir ayna görüntüsü



Şekil 3.4. Konya Çimento Fabrikası taş ocağında fay nedeniyle oluşan patar

3.1.2. Kartaş A.Ş. kireçtaşı ocaklarının yeri ve jeolojik yapısı

Kartaş A.Ş.'ne ait ocaklardan biri Isparta ili sınırları içerisinde Keçiborlu İlçesi Gümüşgün köyü yakınındadır, diğeri Isparta'nın kuzey doğusunda, Bozanönü köyü civarındadır. (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6). Bölgede otokton ve allokton konumlu kaya birimleri geniş mostralara sunmaktadır. Bozanönü ocağı otokton konumlu Beydağları karbonat platformuna ait kireçtaşları üzerinde yer alırken, Gümüşgün ocağı allokton konumlu Likya naplarına ait kireçtaşı blokları üzerinde açılmıştır. Bozanönü ocağının kireçtaşları, koyu grimsi renkli olup ve orta ile kalın düzenli katmanlanma sunar. Yaygın gelişmiş çatlak sistemlerine ve karstik erime boşluklarına sahiptirler. Gümüşgün ocağında ise orta-kalın tabaklı, yer yer masif, aşınma yüzeyi gri, kırılma yüzeyi beyaz, krem, bej, açık gri, rekrystalize kireçtaşları yer alır. Bu kireçtaşları bölgeye taşınarak geldikleri için yoğun tektonizmanın etkisinde kalarak bol kırıklı ve çatlaklı yapı kazanmış olup, çevre ofiyolitik birimler içerisinde irili ufaklı bloklar şeklinde bulunurlar.



Şekil 3.5. Kartaş A.Ş. Gümüşgün kireçtaşı ocağının lokasyonu



Şekil 3.6. Kartaş A.Ş. Bozanönü kireçtaşı ocağının lokasyonu

3.1.3. Göлтаş Çimento Fabrikası taş ocaklarının yeri ve jeolojik yapısı

Çimento fabrikası ve ocakları Isparta – Burdur yolu üzerindedir (Şekil 3.7). Fabrika tarafından kireçtaşı ve kıltaşı ocakları işletilmektedir. Kireçtaşları fabrikanın güneyinde geniş yayılım gösterir ve masif yapılıdır. Bu kireçtaşları koyu grimsi renkli, orta ile kalın düzenli katmanlanma sunar ve yaygın gelişmiş çatlak sistemlerine ve karstik erime boşluklarına sahiptirler. Otokton konumlu Beydağları karbonat platformunun bir parçası olup Söbüdağ kireçtaşı olarak adlandırılmışlardır.

Kıltaşı ocakları Göлтаş Çimento Fabrikasının hemen güneybatısındadır. Birim bölgede geniş yayılım sunan Eosen yaşlı Kayıköy formasyonu içerisinde yer almaktadır. Kıltaşı Kayıköy formasyonu içinde kalınlığı 10 ile 100 m arasında değişebilen stratigrafik bir düzey şeklinde bulunmaktadır. Kıltaşı karbonat içeriğinin artışı ile yer yer Marn seviyelerine geçiş sunar. Birimin alt bölümünde kalınlığı 25 m'ye ulaşabilen çakıltaşı bulunur. Kalın katmanlı ve iyi pekleşmemiş kumtaşları kıltaşlarının üst seviyelerinde yer alır. Kil ocağında, yer altı su seviyesi yakındır.



Şekil 3.7. Göлтаş Çimento Fabrikasının lokasyonu

3.1.4. Baştaş çimento fabrikası kireçtaşı ocağının yeri ve jeolojik yapısı

Saha, Ankara il merkezinden 38 km uzaklıktaki Elmadağ ilçesi sınırları içindedir (Şekil 3.8). Bölgede, sedimater, mağmatik ve metamorfik kayalar bulunmaktadır. Bölgenin güney ve batı bölümlerinde kristalize kireçtaşları, konglomera, kiltası, marn ile temsil olunan sedimater birimler bulunmaktadır. Kuzey batı bölümlerde andezit, bazalt, tuf gibi volkanik birimler ve ofiolitik kayalar yaygındır. Paleozoik yaşlı şistler ise bölgede stratigrafik temeli oluşturan kayalardır.



Şekil 3.8. Baştaş Çimento Fabrikasının lokasyonu

3.1.5. Titreşim ve hava şoku ölçüm cihazı

Bu çalışmada, Instantel minimate blaster cinazı kullanılmıştır. Cihaz ve aksesuarları Şekil 3.9'da gösterilmiştir.

Cihazın özellikleri:

1. Şarj edilebilir pili ile 210 saat kesintisiz izlemeye olanak sağlar.
2. 300 kadar olay için depolama kapasitesi.
3. Kalıcı hafıza.

4. Saniyede 1024-4096 örnekleyebilme.
5. Bilgisayar kontrolü ile entegre kayıtlarda zaman ve iş izleme süresini belirleme.
6. Tetikleme seviyesinin üstündeki tüm olayları sürekli kayıt edebilme (AutoRecord stop modunda).
7. Sürekli izleme ünitesi işlem sırasında bile, sıfır ölü zamanla kayıt edebilme.
8. Seri porttan pc ile veri alışverişi.



Şekil 3.9. Instantel Minimate Blaster cihazı ve aksesuarları

3.1.6. Kartonpiyer alçı

Kartonpiyer alçısı yüksek saflıktaki doğal alçı taşının uygun şartlarda pişirilmesi, seperasyon işleminin uygulanması ve daha sonrada uygun katkılama işlemlerinin yapılması ile hazırlanan bir yapı malzemesidir.

Kartonpiyer alçı, % 20 oranında su içeren alçıtaşının fırınlanıp öğütüldükten sonra, kimyasal katkılarla karıştırılması sonucu oluşan bir yapı malzemesidir. Bünyesinde % 20 oranında su içeren alçıtaşı, fırınlandıktan sonra bu suyun % 15'ini atar. Alçı, su ile karıştırılıp harç haline getirildikten sonra kaybettiği bu suyu tekrar bünyesine alarak taşlaşır yani donar. Kartonpiyer alçının özellikleri (Arslanlı Alçı Sanayi A.Ş., 2010):

- Kartonpiyer alçısı yüksek mukavemetli, beyaz, pürüzsüz, boyanın rahatlıkla uygulanabileceği, uygulandığı yüzeylere estetik bir görüntü kazandıran bir yapı alçısıdır.
- Seramik endüstrisinde kalıp imalatına da çok uygundur.
- Kullanım süresi sıklama uygulamasına yetecek kadar uzundur. Böylece rahat ve firesiz uygulamaya olanak sağlar.
- İnceliği, beyazlığı ve donma süresi sayesinde uygun çalışma olanağı sağlar.
- İnşaat alçısı olarak ta kullanılmaktadır.

Kartonpiyer alçının teknik özellikleri Çizelge 3.2'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. Kartonpiyer alçının teknik özellikleri

Bağıl nem oranı	23° C'de % 50 bağıl nem içerir
Görünüm	Beyaz toz halinde
Raf Ömrü	Açılmamış ambalajında kuru ortamda 9 ay
Uygulama Sıcaklığı	(+5° C) – (+35° C)
Karışım Oranı	7 lt su / 10 kg alçı
Kullanım Süresi	10 -12 dakika
Donma Süresi	25 – 30 dakika
Eğilme Mukavemeti	≥ 1.5 N/mm ² (2 Saatlik donma süresi sonunda)
Basma Mukavemeti	≥ 3 N/mm ² (7 Günlük)
Kuru Yüzey Sertliği	≥ 55
Standart	TS EN 13279 -1 - C1/8

Çalışılan ocaklardaki kireçtaşı özellikleri Çizelge 3.3'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.3. Kireçtaşının fiziksel ve mekanik özellikleri

	Konya Çim. Fabrikası	Gümüşgün- Isparta	Göлтаş- Isparta	Baştaş- Ankara
Basma dayanımı (MPa)	64	61	67	67
Çekme dayanımı (MPa)	6,0	5,8	6	5,4
Yoğunluk (kg/m ³)	2685	2680	2670	2650
Laboratuvar P-dalga hızı (m/s)	6025	6053	5830	5830

3.2. Yöntem

Tez çalışmaları kapsamında, Konya Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağı, Kartaş A.Ş.'ye ait Gümüşgün ve Bozanönü kireçtaşı ocakları, Baştaş Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağı ile Göлтаş Çimento Fabrikasının kireçtaşı ve kil taşı ocaklarında patlatmadan önce ve sonra, sahada ayrıntılı etüt yapılmış, delik geometrisi (delikler arası mesafe, dilim kalınlığı ve delik boyu) ile sıkılama boyu, şarj boyu, şarj miktarı, basamak yüksekliği, yemlemenin tipi adedi ve yerinin tespiti yapılmıştır. Patlatma öncesi şev aynasında süreksizlik ölçümleri yapılmış ve fotoğrafları çekilmiştir. Bu ölçümlerden çatlak sıklığı belirlenmiş bundan da patlatma öncesi blok boyut indisi değeri bulunmuştur. Ayrıca tabakaların eğim yönü ile eğim açısı ölçülmüş, eğim yönü ile atım yönü arasındaki açı belirlenmiştir. Eğim yönü, kuzey ile saat yönündeki açı olacak şekilde üç haneli olarak ifade edilmiştir. Her dört ocaktan alınan kireçtaşı örneklerinin fiziko-mekanik özellikleri de laboratuvar deneyleri ile belirlenmiştir. Atım sonrasında ise, patlatma sonucu oluşan yığının fotoğrafları çekilerek, standart fotoğraf yöntemiyle değerlendirilmiştir. Baştaş Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağı ve Kartaş A.Ş. Bozanönü taşocağındaki atımlarda oluşan titreşim ve hava şoku değerleri Minimate Blaster cihazıyla ölçülmüştür. Ayrıca, Kartaş A.Ş.'ye ait Gümüşgün ve Bozanönü kireçtaşı ocakları, Baştaş Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağı ile Göлтаş Çimento Fabrikasının kireçtaşı ve kil taşı ocaklarında alçı ile sıkılama yapılarak sonuçları gözlenmiştir.

Deliklerin boyuna göre doldurulan şarj ve yemeleme miktarları ile gecikme aralıkları kaydedilmiştir. Bu veriler patlatma ile ilgili temel veriler olarak ele alınmıştır.

Patlatma yapılan yerin ve çevresel hasarların tespiti için, ölçüm yapılan yerlerin üç boyutlu koordinatları GPS cihazı ile alınmıştır. Bu ölçümler, patlatma alanının ağırlık merkezi ile ölçüm noktası arasındaki eğik mesafenin hesaplanmasında kullanılmıştır. Patlatma sonrasında;

- Patlatılan yığının ölçekli fotoğrafları çekilmiştir.
- Çekilen fotoğraflar değerlendirilerek düzgünlük indisi ve K_{50} değerleri tespit edilmiştir. Düzgünlük indisi, K_{50} ve parça boyut dağılımı Bölüm 3.2.6'de açıklanmıştır.

Çalışma yapılan tüm ocaklarda, dipten yemleme yapılmaktadır. Aynı şekilde, tüm ocaklarda dik delik delinmektedir. Yine tüm ocaklarda tek kademe şarj uygulanmaktadır. Ocaklara ait bilgiler ve delme-patlatma uygulama sistemleri Çizelge 3.4 de verilmiştir.

Blok boyut indeksi (I_b), ISRM’ce belirtilen kurallara göre belirlenmiştir (Brown, 1981).

3.2.1. Alçı sıkılamasının uygulanışı

Yetersiz sıkılama sorununa çözüm olmak üzere, alçı ile delik ağzının tıkanması yoluna gidilmiş ve bu sorun giderilmek istenmiştir. Bu yöntem faaliyette bulunan bazı kireçtaşı ocaklarında aşağıdaki anlatıldığı şekilde uygulanmıştır;

Yaygın olarak kullanılan taş tozu sıkılaması yerine, ilk kez, alçı ile daha kısa boyda sıkılama yapılarak, patlatma deliğinin daha ekonomik kullanımına gidilmiş ve verimlilik artışını belirleyen saha çalışmaları yapılmıştır. Daha önce belirtildiği gibi, patlatma işlemlerini incelemek ve geliştirmek için çok sayıda değerli çalışma yapılmış ve sektöre katkı sağlanmıştır. Ancak, sıkılama konusunda yeterli gelişme sağlanamamıştır veya sağlanan gelişme ekonomik olmadığından pratiğe yansımamıştır. Bu yüzden, günümüzde başarılı sıkılama yapılarak; patlatma enerjisinin yüksek bir verimlilik oranıyla, kayaçların kırılmasında kullanıldığını söylemek mümkün değildir.

Ülkemizde tüm dünyada olduğu gibi, çoğu zaman, sıkılama için, delik delinirken, delici makineden çıkan taş tozu ve toprak kullanılır. Bu yöntemde, patlatmadan elde edilen enerjinin, yüksek bir kayıp oranıyla, atmosfere kaçarak, kaybolmaktadır. Patlatma deliklerinin, daha iyi, kolay uygulanabilir ve ucuz bir yolla nasıl tıkanabileceği araştırılmıştır. Çok değişik ihtimaller araştırılmış. Tez çalışması kapsamında, daha yüksek verimlilik oranıyla sıkılama yapılabilecek yöntemler üzerinde durulmuştur. Sıkılamadan kaynaklanan enerji kaybını sıfıra yaklaştıracak yöntemler araştırılmıştır. Enerji kaybını sıfıra yaklaştıracak iki yöntem ele alınmıştır. Bunlar, çelik dübel ve özel tip kimyasal kullanılarak sıkılama yöntemleridir. Ancak

Çizelge 3.4. Çalışılan ocakların özellikleri ve delme – patlatma yöntemi özellikleri

Ocaklar	Ortal. Delik Boyu, m	Yemley. Büyük-lüğü,g	Delik çapı, mm	Delici makine	Ortal. Dilim Kalınl. (B),m	Ortal. Delikl. Arası (S),m	Ortal. Sıkl. boyu, m	Nonel ateşleme tipi	İlk Ateşleme	Yemleyici	Patlayıcı	Gecikme (ms)	Del.-pat. maliyeti TL/m ³	Del.-pat. Maliyeti (alçı sık.) TL/m ³
Konya Çimento Fabrikası	11	500	89	Frukawa	2,5	2,5	3 – 4,5	Tek aparat	Adi elk. kapsül	Powergel	Anfo	25/500	3,25	-
Kartaş A.Ş. Gümüşgün	11	625	89	Tamrock	2	2	2	Delik içi + yüzey	Adi elk. kapsül	Nobelex 100 G/ Emülit	Anfo	17/500	5,45 (ort.)	6,13
Kartaş A.Ş. Bozanönü	13	625	89	Tamrock	2,5	2,5	2	Delik içi +yüzey	Adi elk. kapsül	Nobelex 100 G	Anfo	17/500	4,23	3,55
Göлтаş Çimento Fabr.,Kil	4	625	127	Atlas Copco	2,5	2,5	2	Delik içi + yüzey	Adi elk. kapsül	Nobelex 100 G	Anfo	42/500	3,23	4,12
Göлтаş Çim. Fabr., Kireçtaşı	22	625	114	Atlas Copco	3,5	3,5	4,5	Delik içi +yüzey	Adi elk. kapsül	Nobelex 100 G	Anfo	42/500	2,15	2,22
Baştaş Çimento Fabrikası	11	500	89/102	Frukawa	2,5	3	3,5	Delik içi + yüzey	Fitil	Powergel	Anfo+ Power-gel	9/500	4,88	4,88

bu yöntemler iki sebep için tercih edilmemiştir. Birincisi bu yöntemlerin fiyatıdır. Çelik dübel yönteminin delik başına 220 TL fiyatla temin edilebileceği tespit edilmiştir. Yine özel tip kimyasalların da, delik başına 100 TL'yi aşan bir bedelle sıkılama için kullanılabileceği, tespit edilmiştir. Böyle yüksek maliyetlerle, yöntemlerin kullanımı pratikte, mümkün değildir. İkincisi de böyle bir basınçla fırlayan tıkaçın neye sebep olacağı meçhul ve çok risklidir. Bu yüzden yeni sıkılama malzemesi olarak çabuk sertleşen, ucuz ve kolay temin edilebilen ve kolayca uygulanabilen kartonpiyer alçı ele alınmıştır. Bu tez kapsamında, patlatma teknolojisine sıkılama yönteminde yenilik kazandırılarak daha başarılı bir patlatma amaçlanmıştır. Alçı ile sıkılama yapılarak, patlatma deliğinin daha iyi ve güçlü tıkanması ve daha iyi bir parçalanma hedeflenmiştir.

Bu kapsamda, genel olarak, hazırlanan bulamaç ile 50 cm boyunda alçı ve 25 cm alçının altında, 25 cm alçının üstüne taş tozu kullanılarak toplam 1 m sıkılama boyu olacak şekilde delikler sıkılanmıştır. Anfo'nun üstüne konulan 25 cm'lik taş tozu dökülen alçı bulamacını Anfo'ya iletmeyecek yani bulamacın neminden Anfo'nun zarar görmesini engelleyecek yeterli bir miktar olarak değerlendirilmiştir. 50 cm'yi aşan alçı sıkılama boyunda, sertleşme zamanı artmaktadır. En üstteki 25 cm'lik delik kesiti ise, genellikle deforme olarak genişlemiştir (Şekil 3.13). Bu yüzden, bu bölüm, iyi bir tıkaama yapılamayacak kesimdir. Bu yüzden alçı uygulamasının bu bölümde olması çok faydalı olmaz. Boş olması yerine, alçı sertleşmesinden sonra, alçının üstüne, taş tozu uygulanmıştır. Bu uygulama, çok azda olsa, klasik sistemde olduğu gibi, taş tozunun ağırlığından yararlanmak içindir. Ayrıca bu toz, deliğin şarjı tamamen bittikten sonra, patlatma yapılana kadar geçen sürede, deliğe gelecek kaza vb. zararları da önler (Deliğe kazara düşecek bir cisim gibi). Bunun yanında, benzer şekillerde farklı boy ve konumlarda alçı sıkılmasının etkisi de denenmiştir. Böylece ortalama olarak en az 1,5 m'lik patlatma deliğinin verimsiz kullanımı önlenmiştir. Daha verimli bir atım gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar patlatma verimliliği ve çevreye yapılan etki anlamında da incelenmiştir. Alçı uygulamasının ocaklara göre dizaynı Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Alçı ile sıkılan deliklerde alçı sıkılama denemesinin dizaynı

Ocaklar	Delik çapı,mm	Şarj kesimi	Uzunluk, cm
Kartaş A.Ş. Gümüştün	89	Delğin en üstü taş tozu boyu	30
		Alçı boyu	45
		Anfo- alçı arası taş tozu boyu	25
Kartaş A.Ş. Bozanönü	89	Delğin en üstü taş tozu boyu	35
		Alçı boyu	40
		Anfo- alçı arası taş tozu boyu	25
Göлтаş Çimento Fabr.,Kil	127	Delğin en üstü taş tozu boyu	25
		Alçı boyu	70
		Anfo- alçı arası taş tozu boyu	25
Göлтаş Çim. Fabrikası, Kireçtaşı	114	Delğin en üstü taş tozu boyu	185
		Alçı boyu	40
		Anfo- alçı arası taş tozu boyu	25
Baştaş Çimento Fabrikası	102	Delğin en üstü taş tozu boyu	55
		Alçı boyu	45
		Anfo- alçı arası taş tozu boyu	25

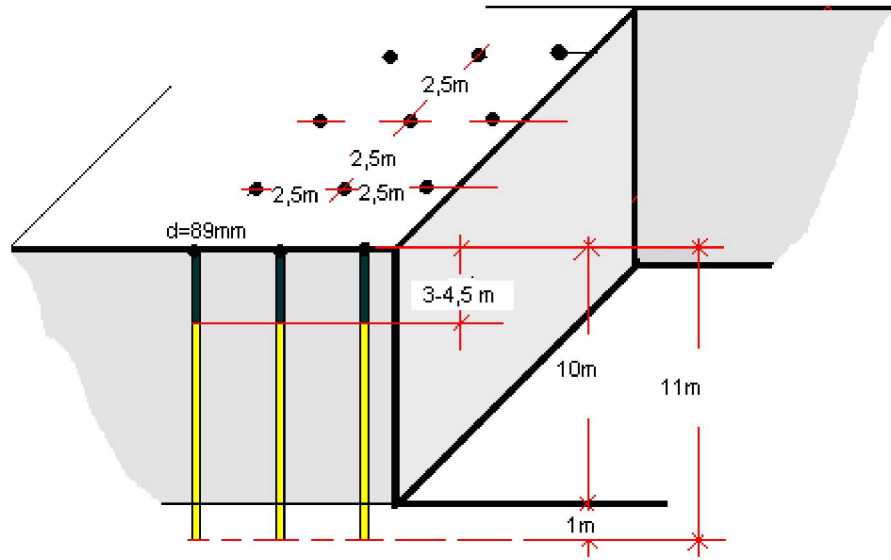
3.2.2. Konya Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağı patlatma uygulaması

İşletmede dilim kalınlığı ve delikler arası mesafe ortalama 2 m dir. Sıkılama boyu da ortalama 3 m uygulanmaktadır. Nonel kapsüller ve dinamit ile yemleme yapılmakta ve patlayıcı olarak Anfo kullanılmaktadır. İşletme yerleşim bölgesi içinde kaldığından her atımda 10 delikten fazla patlatılmamaktadır. Hasar limitlerin çok altında titreşim ve hava şoku ölçülmektedir. Ancak yinede çevredeki sanayi esnafı veya konut sakinlerince şikâyetler olmaktadır. Çevredeki şikâyetlerden dolayı titreşim ölçümleri düzenli olarak yapılmaktadır. İşletme, atım yerinin ve ölçüm yapılan noktanın koordinatını, düzenli olarak kayıt etmektedir. Delikler dik delinmekte ve boyları ortalama 11 m olmaktadır.

Zaman zaman deliklerde su sorunu ile karşılaşılmaktadır. Sulu deliklerin tabanına su seviyesini örtecek şekilde taş doldurulmaktadır. Bu da delğin verimsiz kullanımına neden olmaktadır. İşletmede delik çapı 89 mm olarak Frukawa marka bir delici ile delinmektedir. Delici 3,6 m'lik tijlerle delme işlemini gerçekleştirmektedir. Çoğu zaman tek sıra delik delinmektedir

Yemleme 500 g'lık dinamit lokumlarıyla yapılmakta ve her deliği tek bir yemleme yerleştirilmektedir. Şarj tek kademelidir. Yemleme dipten yapılmaktadır. Sıkılama yaklaşık 3 m olarak delik delme sırasında delikten çıkan taş tozu ile yapılmaktadır. Nonel ateşleme sistemine ilk ateş adi elektrikli kapsülle verilmektedir. Elektrikle şarj olabilen bir manyeto ile patlatma işlemi gerçekleştirilmektedir.

İşletmede, patlatma için hayati önemi olan ve ihmalinde; patlatma işini yapanlar ve çevrede bulunanlar için son derece ağır faturayla karşı karşıya kalınabilen, hatta ülkemizde ve dünyada çok sayıda insan hayatına mal olan emniyet tedbirlerine uygun hareket edilmektedir. Konya kireçtaşı ocağı patlatma patterni Şekil 3.10'da belirtilmiştir.



Şekil 3.10. Konya kireçtaşı ocağı patlatma patterni

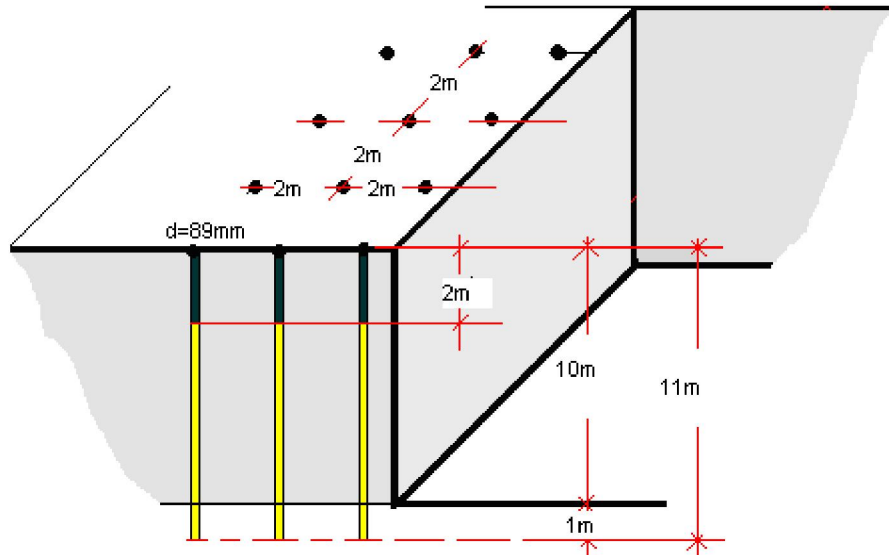
3.2.3. Kartaş A.Ş. kireçtaşı ocaklarının patlatma uygulaması

Firma, ocaklarında emniyet tedbirlerine uygun hareket etmektedir.

3.2.3.1. Gümüşgün kireçtaşı ocağının patlatma uygulaması

İşletmede dilim kalınlığı ve delikler arası mesafe yaklaşık 2 m olarak uygulanmaktadır. Bu uygulamanın göz kararı seçildiği tespit edilmiştir. Sıkılama boyu ise 2 m civarında uygulanmaktadır. Nonel kapsüller, Anfo ve dinamit ile delik şarjı gerçekleştirilmektedir. Tek atımda 50 civarında delik, 2 veya 3 sıra halinde delinmektedir. Delikler dik delinmekte ve yaklaşık 11 m boyunda olmaktadır. İşletmede delik çapı 89 mm olarak, Tamrock marka bir delici ile delinmektedir.

Yemleme dipten yapılmaktadır. Tek kademeli şarj uygulanmaktadır. Anfo'nun ortasına kapsülsüz ikinci bir 625 g'lık dinamit lokumu konulmaktadır. Sıkılama yaklaşık 2 m boyunda, delikten çıkan toz ile yapılmaktadır. Nonel yüzey gecikmeleri birbirlerine bağlandıktan sonra sistemin ateşlemesi adı elektrikli kapsülle yapılmaktadır. Delik dibinde 500 ms lik Nonel kapsüller kullanılmaktadır. Böylece sonsuz gecikme verilerek kabloların kopması da önlenmiş olmaktadır. Elektrikle şarj olabilen bir manyeto ile patlatma işlemi gerçekleştirilmektedir. Gümüşgün kireçtaşı ocağı patlatma patterni Şekil 3.11'de verilmiştir.



Şekil 3.11. Gümüşgün kireçtaşı ocağı patlatma patterni

3.2.3.2. Kartaş A.Ş. Gümüşgün ocağında alçı sıkılama uygulaması

Bu uygulama dünyada ilk kez gerçekleştirilmiştir. Atımda 103 delik patlatılmıştır. 17 ms'lik yüzey gecikmesi ve 500 ms delik içi gecikmeli Nonel kapsül kullanılmıştır. Arazinin topoğrafyası gereği 9 delik 10 m boyunda, 5 delik 9 m boyunda, 38 delik 8 m boyunda, 26 delik 7 m boyunda, 13 delik 6 m boyunda, 12 delik 3 m boyunda delinmiştir. Delik boylarının ağırlıklı aritmetik ortalaması 7,14 m dir.

10, 9 ve 8 m boyundaki deliklere 2 şer adet de jelâtin dinamit fazladan eklenmiştir. Tüm deliklerin ateşlenmesinde 625 g'lık emülit dinamit kullanılmıştır. Atımda 3050 kg Anfo sarf edilmiştir. Jelâtin dinamitler 146,86 g ağırlığındadır. Toplam 65 kg emülit ve 15 kg jelatinit olmak üzere 80 kg dinamit ve 3050 kg Anfo kullanılarak 3130 kg patlayıcı sarf olunmuştur. Toplam 425 m²'lik alan patlatılmıştır.

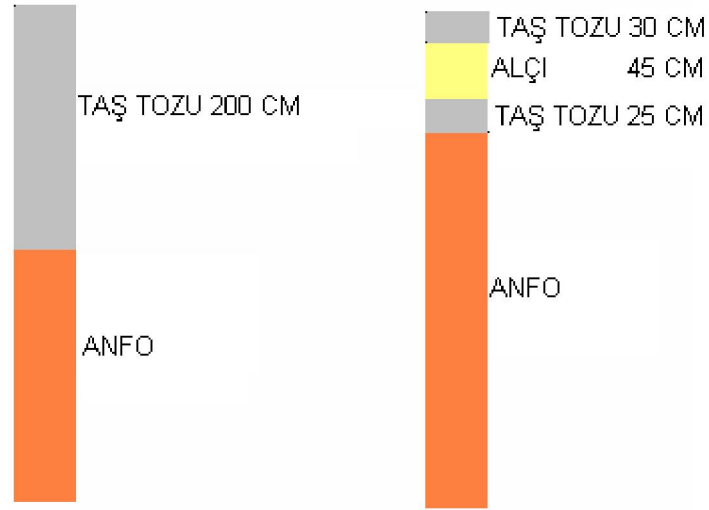
Çabuk donması için kartonpiyer alçı kullanılmış ve hazırlanan bulamacın 25-30 dakikada beton gibi sertleştiği görülmüştür. Su içine, alçı dökülerek koyu ayran kıvamında bulamaç hazırlanmıştır. Bir huni yardımıyla deliğe kovadan alçı bulamacı şarj edilmiştir (Şekil 3.13). Sıkılama işlemi alçı bulamacı kullanılarak 45 cm boyunda uygulanmıştır. Kapsül, dinamit ve Anfo ile klasik sistemden ortalama 1 m fazla şarj edilerek deliklerin patlayıcı ile doldurulması sağlanmıştır. Anfo deliğe şarj edildikten sonra nemli alçının Anfo'ya etkimemesi için yastık görevi görmesi amacıyla 25 cm'lik bir kireçtaşı tozu Anfo'nun üstüne doldurulmuştur. Alçı tıkaç, koyu ayran kıvamında bulamaç hazırlanmış ve delik üstüne 45 cm boyunda alçı doldurulmuştur. Alçının üstüne iyice sertleşme olduktan sonra tekrar 30 cm taş tozu doldurulmuştur (Şekil 3.13 ve Şekil 3.14).



Şekil 3.12. Alçı bulamacı ile deliklerin sıkılanması



Şekil 3.13. Alçı ile sıkılanmış bir deliğin görüntüsü



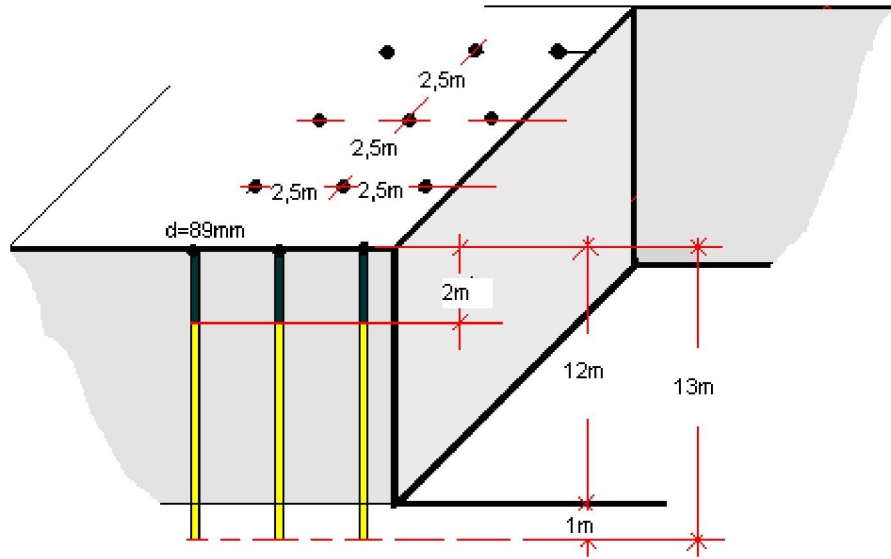
a) Taş tozu sıkılama sistemi b) Alçı sıkılmalı sistem

Şekil 3.14. Gümüşgün kireçtaşı ocağında deliklerin sıkılanması

3.2.3.3. Bozanönü kireçtaşı ocağının patlatma uygulaması

İşletmede dilim kalınlığı ve delikler arası mesafe yaklaşık 2,5 m olarak uygulanmaktadır. Sıkılama boyu ise 2 m civarında uygulanmaktadır. Nonel kapsüllerle, dinamit yemlemesi ve Anfo ile delik şarjı gerçekleştirilmektedir. Delikler dik delinmekte ve yaklaşık delik boyları yaklaşık 13 m'dir. Yapılan atımda, deliklerin boyu 13,15 m'dir. İşletmede delik çapı 89 mm olarak, Tamrock marka bir delici ile delinmektedir. Bozanönü kireçtaşı ocağı patlatma patterni Şekil 3.15'de verilmiştir.

Yemleme dipten Nobelex 100G dinamiti ile yapılmıştır. Tek kademeli şarj uygulanmaktadır. Anfo'nun ortasına kapsülsüz ikinci bir 625 g'lık dinamit lokumu kullanılmıştır. Klasik sistem de sıkılanan 7 adet delik, 1,5 m boyunda, delikten çıkan toz ile yapılmıştır. Nonel yüzey gecikmeleri birbirlerine bağlandıktan sonra sistemin ateşlemesi adi elektrikli kapsülle yapılmıştır. Yüzeyde 42 ms'lik, delik dibinde 500 ms lik Nonel kapsüller kullanılmıştır. Elektrikle şarj olabilen bir manyeto ile patlatma işlemi gerçekleştirilmektedir.

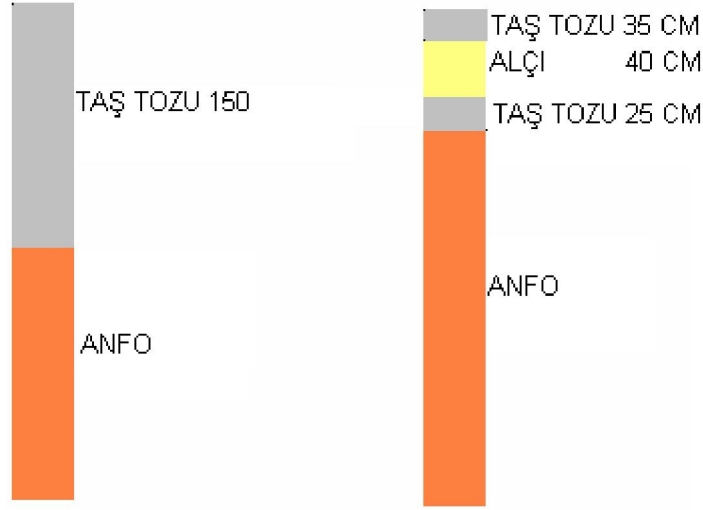


Şekil 3.15. Bozanönü kireçtaşı ocağı patlatma patterni

Deneme atımlarıyla, iki amaç hedeflenmiştir. Birincisi, alçı sıkılmasının titreşim ve hava şoku bakımından etkisi, ikincisi de alçı sıkılmanın patlatmadaki başarısının ölçümü. Bu amaçla aralarında 5 m mesafe olan iki atım grubu oluşturulmuştur. Her iki grup 7 delikten oluşmuştur ve tek sıra halinde delinmişlerdir. Alçılı sıkılamada dilim kalınlığı ve delikler arası mesafe yaklaşık % 10 fazla seçilmiştir.

Alçı ile sıkılan deliklere 61,3 kg Anfo, iki adet 625 g lık dinamit kullanılmıştır. Çabuk donması için kartonpiyer alçı kullanılmış ve hazırlanan bulamacın 25-30 dakikada beton gibi sertleştiği görülmüştür. Su içine, alçı dökülerek koyu ayran kıvamında bulamaç, hazırlanmıştır. Kovadan deliğe, alçı bulamacı, Şekil 3.13'deki dizayna uygun olarak şarj edilmiştir. Alçı 40 cm boyunda uygulanmıştır. Kapsül, dinamit ve Anfo ile klasik sistemden ortalama 0,5 m fazla şarj edilerek deliklerin patlayıcı ile doldurulması sağlanmıştır. Anfo'nun üstüne 25 cm'lik kireçtaşı tozu şarj edilmiştir. Bu toz ile bulamaç halindeki Anfo'nun nemden zarar görmesi önlenmiştir. 25-30 dakikalık bir sürede bulamaç bir beton sağlamlığında sertleşmiştir. Alçı tıkaç, koyu ayran kıvamında hazırlanmış ve delik üstüne 40 cm boyunda alçı bulamacı doldurulmuştur. Yaklaşık 30 dakika beklenerek uygulanan alçının donması sağlanmıştır. Alçının üstüne iyice sertleşme olduktan sonra tekrar 35 cm taş tozu doldurulmuştur (Şekil 3.16).

Alçısız taş tozu ile sıkılan deliklere ise 58,7 kg Anfo, iki adet 625 g lık dinamit kullanılmıştır. Her iki atımda da 14'er adet olmak üzere, toplam 28 dinamit lokumu kullanılmıştır. Kapsül bağlı dinamitle, dipten ateşleme yapılmış olup, ikinci dinamit lokumu Anfo şarjının ortasına kapsülsüz olarak yerleştirilmektedir. İşletmeci daha başarılı bir parçalanma amacıyla böyle bir seçim yaptığını ifade etmektedir. Atımlar, 42 ms yüzey, 500 ms deliği gecikme ile gerçekleştirilmiştir.



a) Taş tozu sıkılama sistemi b) Alçı sıkılmalı sistem

Şekil 3.16. Bozanönü kireçtaşı ocağında deliklerin sıkılanması

3.2.4. Göлтаş Çimento Fabrikası taş ocaklarının patlatma uygulaması

İşletme ocaklarında, emniyet tedbirlerine uygun hareket edilmektedir.

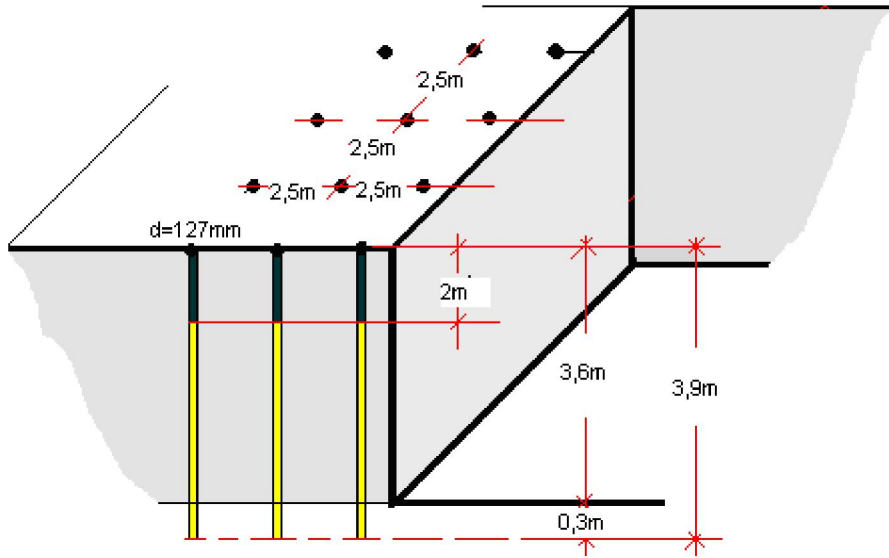
3.2.4.1. Göлтаş kil taşı ocağının patlatma uygulaması

Sahada yer altı su seviyesi yüzeye yakındır ve sabit bir motorla su seviyesi düşürülmektedir. Kil ocağı bölgesinde, sahada, suyla kaplı alanlar olduğu için atmosferdeki bağıl (nisbi) nem yüksektir. Bu ocakta, alçı sertleşmesi daha uzun zaman almıştır. Bu sürenin ortamdaki bağıl nemin fazlalığından kaynaklanabileceği düşünüldükçe, bağıl nem ölçümü yoluna gidilmiştir. Bu bağlamda ocakta bağıl nem

ölçümü yapılmıştır. Bağıl nemi ölçen higrometrenin ölçüm doğruluğunun testi için, önce cihaz ev ortamında test edilmiş nem oranı % 60 bulunmuştur. Sonra, suya doymuş bir havluyla sarılmış ve 15 dakika sonra yapılan ölçümde bağıl nem % 95 olarak belirlenmiştir. Böylece higrometrenin doğru ölçüm yaptığı anlaşılmıştır. Bu ocakta alçı bulamacı daha uzun sürede sertleşmiştir. Bunun da iki nedeni vardır: Kil ocağında normalden yüksek olan bağıl nem yüzünden ve delik başına daha fazla alçı bulamacı kullanıldığı için (delik çapı kireçtaşı ocağına nazaran 89 mm yerine 127 mm olduğundan ve alçı sıkılması boyu da 45 cm yerine 70 cm olduğundan), sıkılamada kullanılan alçı bulamacının, daha uzun sürede sertleştiği tespit edilmiştir.

İşletmede dilim kalınlığı ve delikler arası mesafe yaklaşık 2,5 m olarak uygulanmaktadır. Sıkılama boyu ise 2 m civarında uygulanmaktadır. Nonel kapsüllerle, dinamit yemlemesi ve Anfo ile delik şarjı gerçekleştirilmektedir.

Delikler dik delinmekte ve yaklaşık delik boyları yaklaşık 4 m'dir. Yapılan atımda, delik boyu 3,9 m'dir. İşletmede delik çapı 127 mm olarak, Atlas copco marka bir delici ile delinmektedir. Göltaş kil ocağı patlatma patterni Şekil 3.17'de verilmiştir.

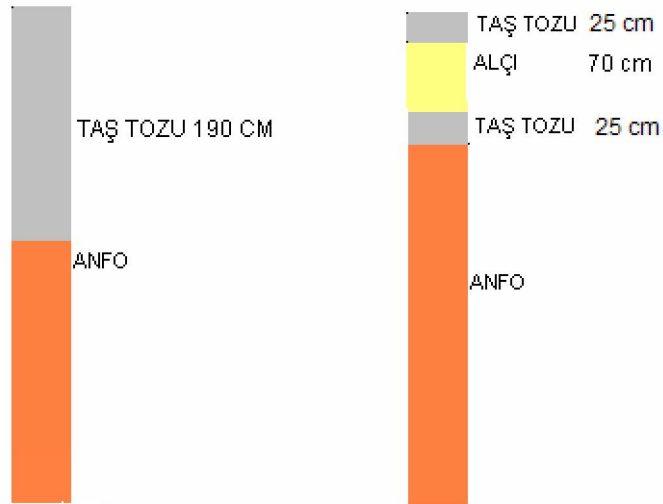


Şekil 3.17. Göltaş kil ocağı patlatma patterni

Yemleme dipten Nobelex 100G dinamiti ile yapılmıştır. Tek kademeli şarj uygulanmaktadır. Nonel yüzey gecikmeleri birbirlerine bağlandıktan sonra sistemin

ateşlemesi adi elektrikli kapsülle yapılmaktadır. Yüzeyde 42 ms'lik, delik dibinde 500 ms lik Nonel kapsüller kullanılmaktadır. Elektrikle şarj olabilen bir manyeto ile patlatma işlemi gerçekleştirilmektedir.

Atımda, 42 ms yüzey gecikmeli, 500 ms delik içi gecikmeli Nonel kapsüller kullanılmıştır. Her deliğe 0,625 g'lık Nobelex 100 G dinamit lokumu yemleme olarak kullanılmıştır. Delik çapı 127 mm'dir. 53 delikte toplam 32 torba yani 800 kg (25 x 32) Anfo kullanılmıştır. Patlatma alanı 49 m boyunda ve 7 m enindedir. Ancak aynanın doğu tarafındaki 1/3 lük kısmı 11 m enindedir. Delik boyları 3,9 m basamak yüksekliği 3,6 m dir. Bu durumda, patlatılan kayacın yerinde hacmi, 1469 m³'tür (Patlatma yerinin alanı 8,33 x 49 = 408,17 m² hacmi ise 1469 m³'tür (basamak yüksekliği 3,6 m olduğundan 3,6 x 408,17 = 1469 m³). Ocak sahası yer altı su seviyesinde ve etrafta suyla kaplı alanlar yoğunluktadır. Sulu deliklere naylon torba içine dinamit ve Anfo doldurulmuştur. 53 delikten 12'si alçı ile 70 cm boyunda sıkılanmıştır (Şekil 3.18). Geriye kalan 41 delik ise alçısız taş tozu ile sıkılanmıştır. Alçısız deliklerde yaklaşık 2 m boyunda patlayıcı şarjı 1,9 m boyunda sıkılama yapılmıştır.



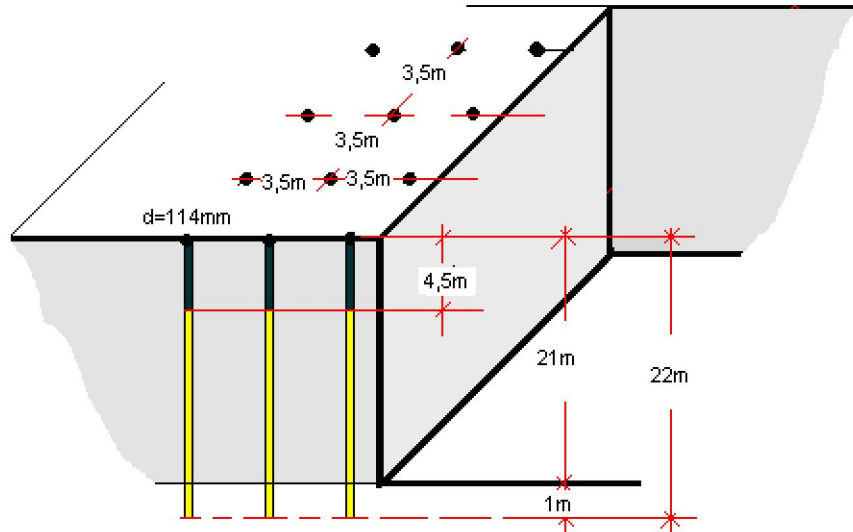
a) Taş tozu sıkılama sistemi b) Alçı sıkılmalı sistem

Şekil 3.18. Göлтаş kil ocağında deliklerin sıkılanması

Daha önce de belirtildiği üzere, alçı bulamacını dökmeden önce, Anfo ile nemli alçı bulamacının temas etmemesi amacıyla, 25 cm'lik taş tozu deliklere şarj edilmiştir. Çabuk donması için kartonpiyer alçı kullanılmıştır. Gümüşgün de hazırlanan bulamacın 25-30 dakikada beton gibi sertleştiği görülmüştür. Ancak Göлтаş kil ocağı taban suyu seviyesine yakın olup, ocağın bulunduğu bölgede etraf sulu alanlarla kaplıdır. Ayrıca, delik çapı yaklaşık % 50 daha fazla (Gümüşgün ocağına göre) olduğu için delik kesit alanı, dolayısıyla da aynı boydaki deliğe sıkılan alçı miktarı yaklaşık iki kattır. Bu yüzden alçının donması 2 saatte gerçekleşmiştir. Ocakta bağıl nem % 43 olarak ölçülmüştür. Su içine, alçı dökülerek, koyu ayran kıvamında bulamaç hazırlanmıştır. Kapsül, dinamit ve Anfo ile klasik taş tozu sıkılamalı sistemden ortalama 1 m daha fazla şarj edilerek, deliklerin daha fazla patlayıcı ile doldurulması sağlanmıştır.

3.2.4.2. Göлтаş kireçtaşı ocağının patlatma uygulaması

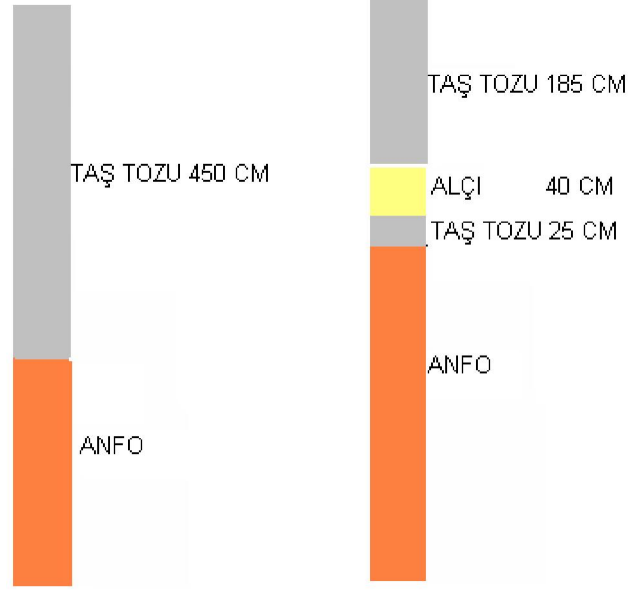
İşletmede dilim kalınlığı ve delikler arası mesafe yaklaşık 3,5 m olarak uygulanmaktadır. Sıkılama boyu ise 4,5 m civarında uygulanmaktadır. Nonel kapsüllerle, dinamit yemlemesi ve Anfo ile delik şarjı gerçekleştirilmektedir. Delikler dik delinmekte ve yaklaşık delik boyları yaklaşık 22 m'dir. İşletmede delik çapı 114 mm olarak, Atlas copco marka bir delici ile delinmektedir. Göлтаş kireçtaşı ocağı patlatma patterni Şekil 3.19'da verilmiştir.



Şekil 3.19. Göлтаş kireçtaşı ocağı patlatma patterni

Yemleme dipten Nobelex 100G dinamiti ile yapılmaktadır. Tek kademeli şarj uygulanmaktadır. Yüzeyde 42 ms'lik, delik dibinde 500 ms lik Nonel kapsüller kullanılmaktadır. Elektrikle şarj olabilen bir manyeto ile patlatma işlemi gerçekleştirilmektedir.

Atımda 16 adet delik patlatılmıştır. 42 ms'lik yüzey gecikmesi ve 500 ms delik içi gecikmeli Nonel kapsül kullanılmıştır. Delik çapı 114 mm'dir. 16 delik 22 m boyunda delinmiştir. Tüm deliklerde Nobelex 100 G dinamit lokumu yemleme olarak kullanılmıştır. Atımda 2200 kg Anfo sarf edilmiştir (10 kg dinamit ve 2200 kg Anfo kullanılarak toplam 2210 kg patlayıcı sarf olunmuştur). Bu atımda 195 m²'lik alan patlatılmıştır. Basamak yüksekliği 21 m'dir. 16 deliğin 8 tanesi alçı bulamacı ile geri kalan 8 tanesi ise taş tozu ile 4 m boyunda sıkılanmıştır. Bir önceki kil ocağında oluşan aşırı savrulmaya bir önlem olmak üzere, alçı sıkılması 40 cm boyunda ancak yüzeyden 2,25 m aşağıdan başlayarak, yüzeyden 1,85 m kalana kadar olan delik kesimine uygulanmıştır (Şekil 3.20). Daha önceden de belirtildiği üzere Anfo'nun nemden etkilenmemesi için, bu atımda da Anfo ile alçı bulamacı arasına 25 cm'lik taş tozu doldurulmuştur. Çabuk donması için kartonpiyer alçı kullanılmış ve hazırlanan bulamacın 35-45 dakikada beton gibi sertleştiği görülmüştür. Ocakta higrometre ile bağıl nem % 23 olarak ölçülmüştür. Bulamaç su içine, alçı dökülerek koyu ayran kıvamında bulamaç hazırlanmıştır. Kovada hazırlanan alçı bulamacı, deliğe, şarj edilmiştir. Alçı bulamacı sertleştikten sonra, Anfo'nun üstüne zemin seviyesine kadar, deliğin en üstteki 185 cm'lik bölümü kireçtaşı tozu ile şarj edilmiştir. 35-45 dakikalık bir sürede bulamacın sertleştiği görülmüştür.



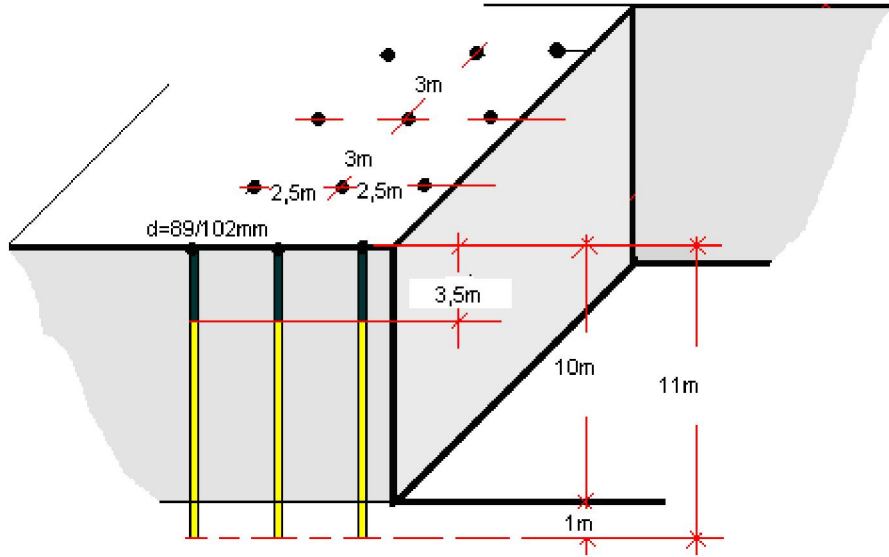
a) Taş tozu sıkılama sistemi b) Alçı sıkılmalı sistem

Şekil 3.20. Göltaş kireçtaşı ocağında deliklerin sıkılanması

3.2.5. Baştaş Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağı patlatma uygulaması

İşletmede dilim kalınlığı 2,5 m delikler arası mesafe yaklaşık 3 m olarak uygulanmaktadır. Sıkılama boyu ise 3,5 m civarında uygulanmaktadır. Nonel kapsüllerle, dinamit yemlemesi ve Anfo ile delik şarjı gerçekleştirilmektedir.

Delikler dik delinmekte ve yaklaşık delik boyları yaklaşık 11 m'dir. İşletmede delinen atım deliklerinin çapı genelde 89 mm olmakta fakat zaman zaman 102 mm'lik delikler de delinmektedir. Bu delikler Frukawa marka delici ile delinmektedir. Baştaş kireçtaşı ocağı patlatma patterni Şekil 3.21'de verilmiştir.



Şekil 3.21. Baştaş kireçtaşı ocağı patlatma patterni

Yemleme dipten Powergel dinamiti ile yapılmıştır. Tek kademeli şarj uygulanmaktadır. Yüzeyde 9 ms'lik, delik dibinde 500 ms lik Nonel kapsüller kullanılmaktadır. Elektrikle şarj olabilen bir manyeto ile patlatma işlemi gerçekleştirilmektedir.

Uygulama atımında 102 mm delik çapında 13 adet delik delinmiştir. Bu deliklerden 7 adedi alçısız alışıl gelmiş yöntemle sıkılarak patlatılmış diğer 6 delikten oluşan gurup ise alçılı sıkılama yapılarak patlatılmıştır. Bütün deliklerde 9 ms yüzey gecikmeli, 500 ms delik içi gecikmeli Nonel kapsüller kullanılmıştır. Her deliğe bir adet powergel dinamit lokumu yemleme olarak kullanılmıştır. Ayrıca işletmede deliklerde su sorunu olduğu için deliklerin dibine 2,5 kg'lık powergel patlayıcı kartuşlarından 3-4 adet şarj edilmiştir. İlk ateşleme fitille yapılmaktadır.

Daha önce de belirtildiği üzere, alçı bulamacını dökmeden önce, Anfo ile nemli alçı bulamacının temas etmemesi amacıyla, Anfo'nun üzerine 25 cm'lik taş tozu deliklere şarj edilmiştir. Alçının çabuk donması için kartonpiyer alçı kullanılmıştır. Hazırlanan bulamacın 25-30 dakikada beton gibi sertleştiği görülmüştür. Alçı bulamacını hazırlarken, su içine, alçı dökülerek, koyu ayran kıvamında bulamaç hazırlanmıştır. Alçılı patlatmada, alışıl gelmiş klasik taş tozu sıkılmalı yöntemden

ortalama 2 m daha fazla patlayıcı şarj edilerek, deliklerin daha fazla patlayıcı ile doldurulması ve sonuçta da daha verimli patlatma sağlanmıştır. Şekil 3.22’de görüldüğü gibi klasik sıkılamada 3,5 m taş tozu sıkılamasına karşılık alçılı sıkılamada toplam 125 cm sıkılama payı bırakılmıştır. Sıkılma boyu 2,25 m azalmış ve daha verimli parçalanma gerçekleşmiştir. İşletmede, emniyet tedbirlerine uygun hareket edilmektedir.



a) Taş tozu sıkılaması b) Alçı sıkılamalı yöntem

Şekil 3.22. Baştaş kireçtaşı ocağında deliklerin sıkılanması

3.2.6. Atım sonuçlarının değerlendirilmesi

Bir atım kütesinin parça boyut dağılımının belirlenmesinde en doğru yöntem şüphesiz eleklerle eleyerek sonucu bulmaktır. Ancak, bu yöntem zor, uzun zaman isteyen ve pahalı bir yöntem olduğundan son yıllarda sayısal görüntü işleme yöntemleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır (Aswegen ve Cunningham 1986).

Özkahraman ve Çiftçi (2002), atım kütlelerinin değerlendirilmesinde daha pratik ve kısa sürede sonuç veren standart fotoğrafların çekimi için laboratuvarında yedi adet yapma yığın oluşturmuşlardır. Sonra bu yığınların bir sayısal fotoğraf makinesi kullanılarak görüntülerini almışlardır. Alınan görüntüler bilgisayara aktarılmış ve

fotoğraf kağıdına basılmıştır. Böylece her bir düzgünlük (n) değeri için farklı ölçekte 3 adet olmak üzere toplam 21 adet standart fotoğraf elde edilmiştir.

Özkahraman (2000), sayısal standart fotoğraf yöntemiyle alınan sonucu, split yazılımıyla da karşılaştırmış ve sayısal standart fotoğraf yönteminin yüksek bir doğrulukla sonucun tahmininde kullanılabileceğini belirtmiştir.

Fotoğraf karşılaştırma yöntemindeki hata kaynakları (Özkahraman, 2006):

1. Perspektif hatası, Fotoğraflar 50 m uzaktan çekilmektedir. Yığın yatay olarak durmaktadır. Fotoğraf yığının tam üstünden çekilseydi, yani kamera çekim yönünün yığının oturduğu yatay düzleme dik olması durumu, daha az hata payı oluşacaktı. Ancak bu ideal bir durumdur. Fotoğraflar yığının tam üstünden çekilemediğinden, skala için iki top kullanılmıştır. Toplarla kıyaslama yapıldığından toplara yakın olan bölgedeki taşlar daha iyi kıyaslanmakta uzakta olanlarda kıyaslama hatası artmaktadır.
2. Üstteki taşlar alttakileri kısmen örttüğü için, altta kalan taşların yüzey alanlarının ancak bir kısmı görülür, bu yüzden alanı gerçeğinden daha küçük ölçülür. Diğer taraftan çok ince boyutta olanlar ise, boyutu inceldikçe bölütlenme güçlüğü yaşanır. Bunlar bölütlenemediğinden bir toz bulutu şeklinde görünür. Olduğundan çok daha geniş olarak bölütlenir. Bu her dijital görüntü analiz yönteminde bulunan bir sorundur.
3. Görüntüdeki yığının eteklerinde oluşan iri taşlar daha dominant olarak göründüklerinden ve de görüntüyü örtüklerinden, fotoğraf analizinde ince boyuttaki taşlar daha düşük yüzde ile tahmin edilirler.
4. Fotoğraf analizlerinde tecrübeler yığının kötü bir dağılıma (heterojen olup n değeri düşük 0.5'e yakın) sahip olması durumunda, ortalama tane boyutunun belirlenmesinde daha büyük hata oluştuğunu göstermiştir.

Tüm atımlarda, atımdan önce, hakim süreksizliklerin, eğim yönü ile eğim açısı ölçülmüştür. Atım yönü ile süreksizlik eğim yönü arasındaki açı ölçülmüştür. Diğer ikinci derecede süreksizlik varsa ayrıca ölçülmüştür. Kayacın RQD değeri de ölçülmüştür. Basamak yüksekliği ve blok boyut indisi belirlenmiştir. Tüm atımların sonucunda alınan dijital fotoğraflar üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Bu

fotoğraflarla, standart fotoğraflar karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi belirlenmiştir. Bilgisayar üzerinde fotoğraf büyütülüp küçültürerek standart fotoğrafla uyumlu büyüklüğe getirilmiştir. Atım kütlesi üstüne boyutları aynı olan 2 top konularak atımlardan sonra dijital fotoğraf alınmıştır. Topların resimdeki boyutları ölçülerek ortalaması alınmıştır. Bu ortalama gerçek boyuta bölünerek küçülme oranı bulunmuştur. Yığının düzgünlük indisi ve yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise K_{50} tespit edilmiştir. Tüm yığınlar için, Rosin Rammler boyut dağılımı eşitliğinden (Eşitlik 3.1) yararlanılarak atımların parça boyut dağılımı verilmiştir.

$$\frac{R}{100} = e^{-0.693 \left(\frac{X}{K_{50}} \right)^n} \quad (3.1)$$

R : X tane iriliğinden iri tanelerin yüzde oranıdır.

X : Tane iriliğidir;

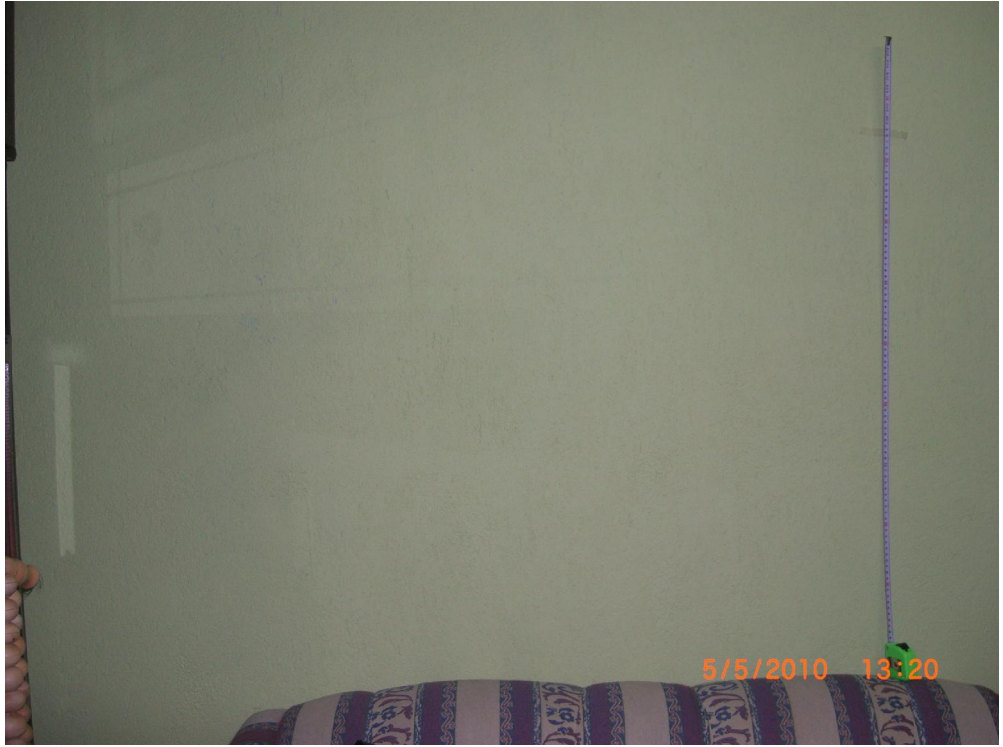
K_{50} : Yığının % 50'sinin geçtiği tane iriliğidir;

n : Rosin-Rammler tane dağılım eğrisinin eğimidir.

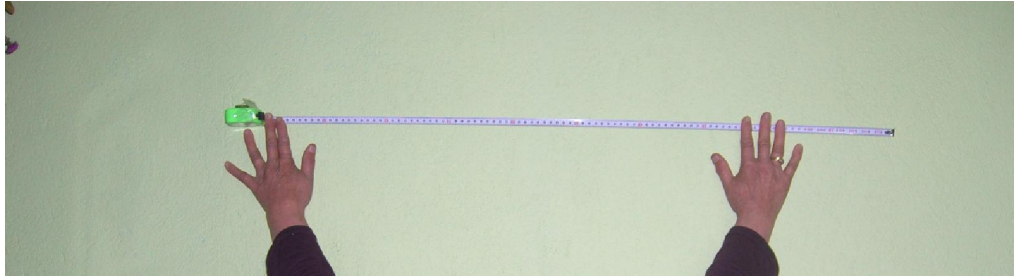
Atım bulgularının hesabında kullanılmak üzere Excel tablosu oluşturulmuştur. Bu Excel tablosunda, ortalama tane boyutu ile düzgünlük indisi verildiğinde, atımın parça boyut dağılımı hesaplanabilmektedir. Bu nedenle bu tablo bütün atımların parça boyut dağılımının değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

3.2.7. Atım kütlelerinin görüntülenmesi

Patlatma sonrasında atım kütlesinin fotoğraflanmasında 8.1 Megapiksel Casio marka dijital fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Bu makine çekimlerindeki, basıklık hatası laboratuvarında görüntünün uzunluk ölçüleriyle değerlendirilmiştir. Bu amaçla, 1 m açılarak sabitlenen bir şerit metrenin, birbirine dik pozisyonda (yatay ve düşey) fotoğrafı aynı noktadan çekilmiştir. Şerit metrenin fotoğraf üstündeki görüntüsünün uzunlukları 134 mm ile 136 mm ölçülmüştür. İki değer arasındaki fark 2 mm olarak bulunmuştur. Şekil 3.23'de görüldüğü üzere enine ölçülen mesafe boyuna ölçümden % 1,5 oranında fazla olmuştur. Fotoğraf görüntülerinin % 1,5 oranında basık olmasının ihmal edilebilir bir oran olduğu değerlendirilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3.23. Standart fotoğraf yöntemi için kullanılan dijital fotoğraf makinesinin basıklık testi (a: düşey b: Yatay)

Patlatma alanı ağırlık notası ile, çevresel etkilerin belirlenmesi amacıyla ölçüm yapılan nokta arasındaki mesafe koordinatlardan yararlanılarak yapılmıştır. Baştaş Çimento Fabrikasında yapılan örnek bir hesaplama aşağıda belirtilmiştir:

Patlatma ağırlık merkezinin koordinatı: P : 36S 0515235, 4421038, kot:1191

Ölçüm noktasının koordinatı : O : 36S 0515238, 4421000, kot:1182

$\Delta x = 3 \text{ m}$, $\Delta y = 38 \text{ m}$ Yatay mesafe : $PO_y^2 = 3^2 + 38^2$ $PO_y = 38,12 \text{ m}$

Üç boyutlu uzayda gerçek eğik PO mesafesi ise :

$PO^2 = 38,12^2 + 9^2 \implies PO = 39,17 \text{ m}$

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Konya Çimento Fabrikası Kireçtaşı Ocağı Bulguları

Atım I: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.1'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı şöyledir: topların çapı 3,5 mm ve 4,5 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $190/4 = 47,5$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 47,5 \times 5 = 237,5$ mm'dir.



Şekil 4.1. Standart fotoğraf yöntemiyle atım I'in değerlendirilmesi

Atım II: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.2'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1,25$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir:

Topların çapı 3,2 mm ve 2,4 mm olmaktadır. Küçülme oranı $190/2,8 = 67,86$ 'dır. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 67,86 \times 5 = 339,3$ mm'dir.



Şekil 4.2. Standart fotoğraf yöntemiyle atım II'nin değerlendirilmesi

Atım III: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.3'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n=1$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların çapı 2,6 mm ve 2,2 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $190/2,4 = 79,17$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 79,17 \times 5 = 395,8$ mm'dir.

Atım IV: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.4'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların çapı 2,2 mm ve 3,2 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $190/2,7 = 70,37$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50}=70,37 \times 5 = 351,85$ mm'dir.



Şekil 4.3. Standart fotoğraf yöntemiyle atım III'ün değerlendirilmesi



Şekil 4.4. Standart fotoğraf yöntemiyle atım IV'ün değerlendirilmesi

Atım V: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.5'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1,5$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların çapı 2,6 mm ve 4,4 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $190/3,5 = 54,29$ 'dur. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 54,29 \times 5 = 271,43$ mm'dir.



Şekil 4.5. Standart fotoğraf yöntemiyle atım V'in değerlendirilmesi

Atım VI: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.6'daki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1,25$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların çapı 4 mm ve 3 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $190/3,5 = 54,29$ 'dur. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 54,29 \times 5 = 271,43$ mm'dir.



Şekil 4.6. Standart fotoğraf yöntemiyle atım VI'nın değerlendirilmesi

Atım VII: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.7'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların çapı 4 mm ve 3,5 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $190/3,75 = 56,67$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 56,67 \times 5 = 253,33$ mm'dir.

Atım VIII: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.8'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1,25$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların çapı 3,2 mm ve 4,4 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $190/3,8 = 50$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 50 \times 5 = 250$ mm'dir.



Şekil 4.7. Standart fotoğraf yöntemiyle atım VII'nin değerlendirilmesi



Şekil 4.8. Standart fotoğraf yöntemiyle atım VIII'in değerlendirilmesi

Atım IX: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.9'daki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların çapı 2,8 mm ve 4 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $190/3,4 = 55,88$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 55,88 \times 5 = 279,41$ mm'dir.



Şekil 4.9. Standart fotoğraf yöntemiyle atım IX'un değerlendirilmesi

Atım X: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.10'daki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların çapı 3,3 mm ve 4,5 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $190/3,9 = 48,72$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 48,72 \times 5 = 243,59$ mm'dir.



Şekil 4.10. Standart fotoğraf yöntemiyle atım X'un değerlendirilmesi

Atım XI: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.11'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların çapı 3 mm ve 5 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $190/4 = 47,5$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 47,5 \times 5 = 237,5$ mm'dir.

Atım XII: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.12'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 0,75$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Şekildeki kırmızı topların gerçek çapı 178 mm'dir. Topların çapı fotoğrafta 1,5 mm ve 3 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $178/2,25 = 79,11$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 79,11 \times 5 = 395,56$ mm'dir.



Şekil 4.11. Standart fotoğraf yöntemiyle atım XI'in değerlendirilmesi



Şekil 4.12. Standart fotoğraf yöntemiyle atım XII'nin değerlendirilmesi

Atım XIII: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.13'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 0,75$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Şekildeki kırmızı topların gerçek çapı 178 mm'dir. Topların çapı fotoğrafta 2,4 mm ve 1,8 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $178/2,1 = 84,76$ 'dır. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 84,76 \times 5 = 423,81$ mm'dir.

Atım XIV: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.14'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 0,75$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Şekildeki kırmızı topların gerçek çapı 178 mm'dir. Topların çapı fotoğrafta 1,6 mm ve 1,4 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $178/1,5 = 118,67$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 118,67 \times 5 = 593,33$ mm'dir. Konya Atımları Elek Üstü(%), R oranları Çizelge 4.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1. Konya atımları elek üstü (%) oranları

Tane Boy.(cm)	Atımlar													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
300	0,0	0,0	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	4,2	4,9	9,7
200	0,3	0,2	3,0	1,9	0,0	0,0	0,4	0,0	0,7	0,3	0,3	9,7	10,9	17,8
150	1,3	1,2	7,2	5,2	0,0	0,3	1,7	0,1	2,4	1,4	1,3	15,2	16,7	24,9
100	5,4	6,9	17,4	14,0	0,7	2,9	6,5	2,0	8,4	5,8	5,4	24,9	26,7	35,9
70	13,0	18,0	29,4	25,2	5,7	10,4	14,7	8,1	17,6	13,7	13,0	34,5	36,4	45,6
50	23,2	32,5	41,7	37,4	17,7	22,6	25,5	19,2	28,9	24,1	23,2	43,8	45,6	54,4
40	31,1	42,7	49,6	45,5	28,9	32,5	33,5	28,7	37,1	32,0	31,1	49,7	51,5	59,7
30	41,7	55,2	59,1	55,4	44,7	45,6	44,0	41,9	47,5	42,6	41,7	56,9	58,6	66,0
20	55,8	69,9	70,5	67,4	64,5	62,3	57,9	59,2	60,9	56,6	55,8	66,0	67,4	73,6
15	64,6	77,9	76,9	74,4	75,2	71,9	66,3	69,4	68,9	65,3	64,6	71,5	72,8	78,1
10	74,7	86,0	83,9	82,1	85,6	82,0	76,1	80,2	78,0	75,2	74,7	78,1	79,1	83,3
5	86,4	93,9	91,6	90,6	94,7	92,0	87,2	91,1	88,3	86,7	86,4	86,3	87,0	89,7



Şekil 4.13. Standart fotoğraf yöntemiyle atım XIII'ün değerlendirilmesi



Şekil 4.14. Standart fotoğraf yöntemiyle atım XIV'ün değerlendirilmesi

Konya atımları maliyet analizi,

Ortalama 11 delikle atım yapılmaktadır. Tüm atımlar özgül şarj ortalaması 0,44 kg/ m³, spesifik delme ortalaması 0,16 m/ m³'tür.

Bu durumda ;

- Anfo bedeli : 431,25 (345X1,25)TL
- Nonel (Yüzey+delik içi) : 109,78 (11X9,98) TL
- Adi kapsül : 0,78 TL
- Dinamit : 26,1 (5,5X4,74) TL

Atım kütlelerinin yerinde hacmi 785,54 m³ olup patlatma maliyeti, 0,72 TL/ m³'tür. Kapsamlı bir çalışmada, Bayram (2007), delme maliyetinin 14,6 TL/m olduğunu belirtmiştir. Güncel akaryakıt fiyatıyla rakam 16,24 TL/m olarak hesaplanmıştır. Bu durumda, toplam maliyet, 2,53 + 0,72 = 3,25 TL/ m³ tür.

4.2. Kartaş A.Ş. Taş Ocakları Bulguları

4.2.1. Gümüşgün kireçtaşı ocağı bulguları

Atım I: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.15'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi n=1,25 ve K₅₀'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların çapı 5,5 mm ve 4,5 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı 190/5 = 38'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise K₅₀ = 38 x 5 = 190 mm'dir.

Atımın maliyet analizi,

- Anfo bedeli : 3250 TL
- Nonel (Yüzey+delik içi) : 608,78 (61X9,98) TL
- Adi kapsül : 0,78 TL
- Dinamit : 361,43TL

Atım kütlelerinin yerinde hacmi 2250 m³ olup patlatma maliyeti, 1,88 TL/m³'tür. Bu durumda, toplam delme- patlatma maliyeti, 4,71 + 1,88 = 6,59 TL/ m³ tür.



Şekil 4.15. Standart fotoğraf yöntemiyle Gümüşgün atım I' in değerlendirilmesi

Atım II: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.16'daki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n=1,25$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Şekildeki kırmızı toprakların çapı 165 mm'dir. Fotoğraf üstünde ise toprakların çapı 2,4 mm ve 3 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $165/2,7 = 61,11$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 61,11 \times 5 = 305,56$ mm'dir.

Atımın maliyet analizi,

- Anfo bedeli	: 2250 TL
- Nonel (Yüzey+delik içi)	: 548,9 (55X9,98) TL
- Adi kapsül	: 0,78 TL
- Dinamit	: 325,88 TL

Atım kütlelerinin yerinde hacmi 2935 m^3 olup patlatma maliyeti, $1,06 \text{ TL/ m}^3$ 'tür. Bu durumda, toplam delme- patlatma maliyeti, $3,25 + 1,06 = 4,31 \text{ TL/ m}^3$ 'tür.



Şekil 4.16. Standart fotoğraf yöntemiyle Gümüşgün Atım II'nin değerlendirilmesi

Alçı sıkılamalı Atım: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.17'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1,5$ ve K_{50} 'si 4 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Şekildeki kırmızı topların çapı 165 mm'dir. Fotoğraf üstünde ise topların çapı 5,5 mm ve 3,5 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $165/4,5 = 36,67$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 36,67 \times 4 = 146,67$ mm'dir.

Atımın maliyet analizi,

- Anfo bedeli	: 3812,5 TL
- Nonel (Yüzey+delik içi)	: 1027,94 (103X9,98) TL
- Adi kapsül	: 0,78 TL
- Dinamit	: 379,2TL
- Alçı ve işçiliği	: 75 TL

Atım kütlelerinin yerinde hacmi 3033 m^3 olup patlayıcı bedeli, $1,75 \text{ TL/ m}^3$ 'tür. Bu durumda, toplam- delme patlatma maliyeti, $4,38 + 1,75 = 6,13 \text{ TL/ m}^3$ 'tür.



Şekil 4.17. Standart fotoğraf yöntemiyle alçı sıkılamalı atımın değerlendirilmesi

4.2.2. Bozanönü kireçtaşı ocağı bulguları

Taş tozu sıkılamalı atım: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.18'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1,25$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların çapı 6 mm ve 4 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $210/5 = 42$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 42 \times 5 = 210$ mm'dir.

Atımın maliyet analizi,

- Anfo bedeli	: 513,63 TL
- Nonel (Yüzey+delik içi)	: 69,86 (7X9,98) TL
- Adi kapsül	: 0,78 TL
- Dinamit	: 41,48TL

Atım kütlelerinin yerinde hacmi 501 m^3 olup patlatma maliyeti, $1,25 \text{ TL/ m}^3$ tür. Bu durumda, toplam delme- patlatma maliyeti, $2,98 + 1,25 = 4,23 \text{ TL/ m}^3$ tür.



Şekil 4.18. Standart fotoğraf yöntemiyle taş tozu sıkılamalı atımın değerlendirilmesi

Alçı sıkılamalı atım: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.19'daki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1,5$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Şekilde top bulunmamaktadır. Çünkü bu atım, alçısız sıkılamalı atımdan önce yapılmıştır. Alçısız sıkılanan atım tarafından üstü kapanmıştır. Bu yüzden Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'da görülen alçı hazırlama kovasının ebadından yararlanılarak orantı yöntemiyle hesaplama yapılmıştır. Bu orantı ile, top olsa idi topların çapı 12 mm ve 8 mm olacaktı. Bu durumda küçülme oranı $210/10 = 21$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 21 \times 5 = 105$ mm'dir.

Atımın maliyet analizi,

- Anfo bedeli	: 536,2TL
- Nonel (Yüzey+delik içi)	: 69,86 (7X9,98) TL
- Adi kapsül	: 0,78 TL
- Dinamit	: 41,48 TL
- Alçı ve işçiliği	: 4 TL

Atım kütlelerinin yerinde hacmi 606 m^3 olup patlayıcı madde sarfiyat bedeli, $1,08 \text{ TL}/\text{m}^3$ tür. Bu durumda, toplam delme- patlatma maliyeti, $2,47 + 1,08 = 3,55 \text{ TL}/\text{m}^3$ tür. Kartaş A.Ş. atımları elek üstü(%) oranları Çizelge 4.2’de belirtilmiştir.



Şekil 4.19. Standart fotoğraf yöntemiyle alçı sıkılamalı atımın değerlendirilmesi

Çizelge 4.2. Kartaş A.Ş. atımları elek üstü (%) oranları

Tane Boy.(cm)	Gümüşgün Atım I	Gümüşgün Atım II.	Gümüşgün Alçı S.	Bozanönü Taştozu S.	Bozanönü Alçı S.
150	0,01	0,63	0,00	0,03	0,00
100	0,40	4,74	0,00	0,76	0,00
70	2,91	14,19	0,07	4,41	0,00
50	9,80	27,74	1,28	12,88	0,07
40	17,25	37,90	4,41	21,21	0,58
30	29,33	50,81	13,18	33,88	3,52
20	47,76	66,50	33,18	52,10	16,17
15	59,71	75,22	48,85	63,44	30,63
10	73,30	84,24	67,70	76,02	52,51
5	87,76	93,04	87,12	89,11	79,63

4.2.2.1. Bozanönü kireçtaşı ocağı atımında ölçülen titreşim ve gürültü değerleri

7 adet delikten oluşan ve taş tozu ile sıkılanan deliklerle yapılan atımda alınan titreşim ve gürültü ölçümü sonucu Şekil 4.20’de görülmektedir.

7 adet alçı ile sıkılanan deliklerle yapılan atımda alınan titreşim ve gürültü ölçümü sonucu Şekil 4.21’de görülmektedir.

Date/Time Vert at 12:01:57 September 1, 2010
 Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Range Geo: 254 mm/s
 Record Time 4.75 sec (Auto=3Sec) at 1024 sps
 Job Number: 1

Serial Number BE14042 V 8.12-1.0 Minimate Blaster
 Battery Level 6.7 Volts
 Unit Calibration July 15, 2008 by InstanTel Inc.
 File Name __TEMP.EVT

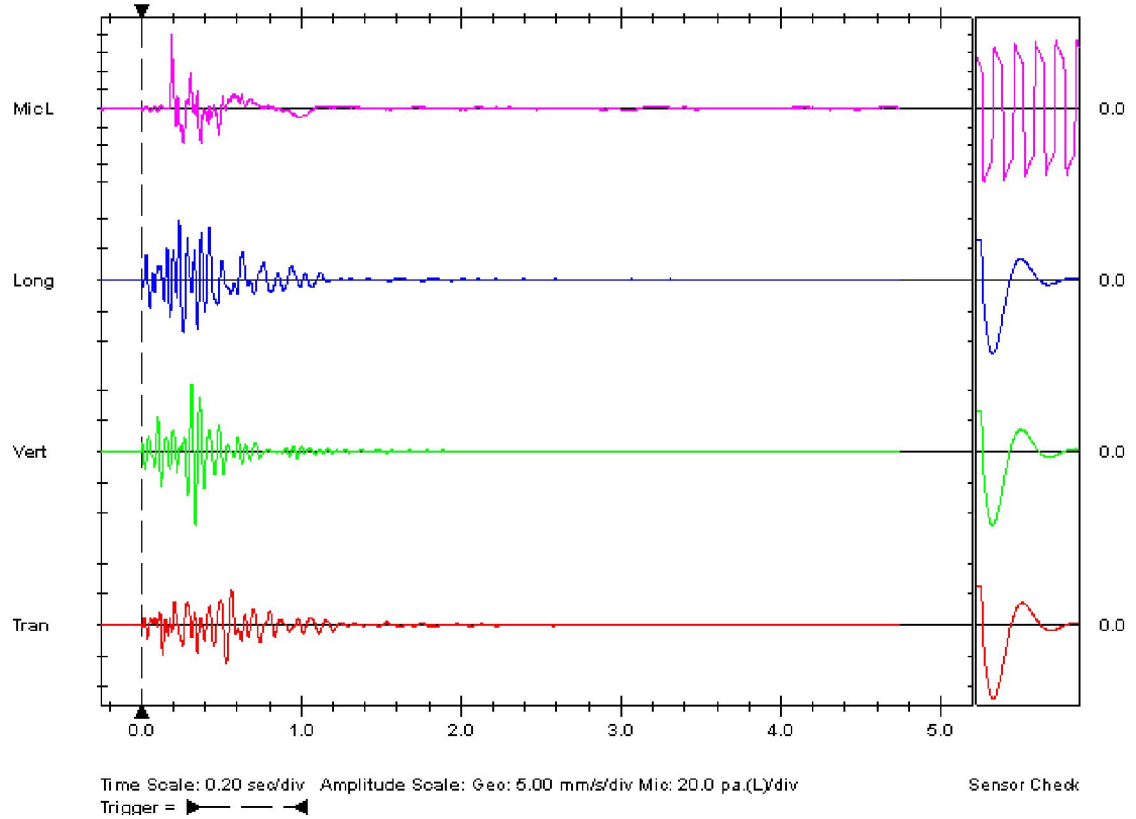
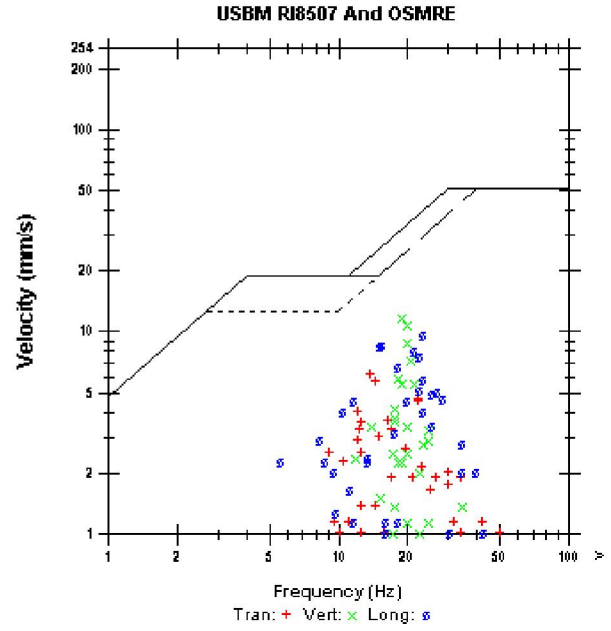
Notes
 Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Extended Notes

Microphone Linear Weighting
 PSPL 79.5 pa.(L) at 0.188 sec
 ZC Freq 13 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 20.5 Hz Amp = 389 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	6.22	11.9	9.78	mm/s
ZC Freq	14	19	23	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.530	0.338	0.236	sec
Peak Acceleration	0.0795	0.172	0.172	g
Peak Displacement	0.0727	0.0974	0.102	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.3	7.6	7.6	Hz
Overswing Ratio	3.5	3.5	3.7	

Peak Vector Sum 12.0 mm/s at 0.338 sec



Şekil 4.20. Bozanönü ocağı taş tozu sıkılamalı atımın titreşim ve hava şoku verileri

Date/Time Vert at 12:03:34 September 10, 1995
 Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Range Geo : 254 mm/s
 Record Time 4.75 sec (Auto=3Sec) at 1024 sps
 Job Number: 1

Serial Number BE14042 V 8.12-1.0 Minimate Blaster
 Battery Level 6.7 Volts
 Unit Calibration July 15, 2008 by InstanTel Inc.
 File Name __TEMP.EVT

Notes

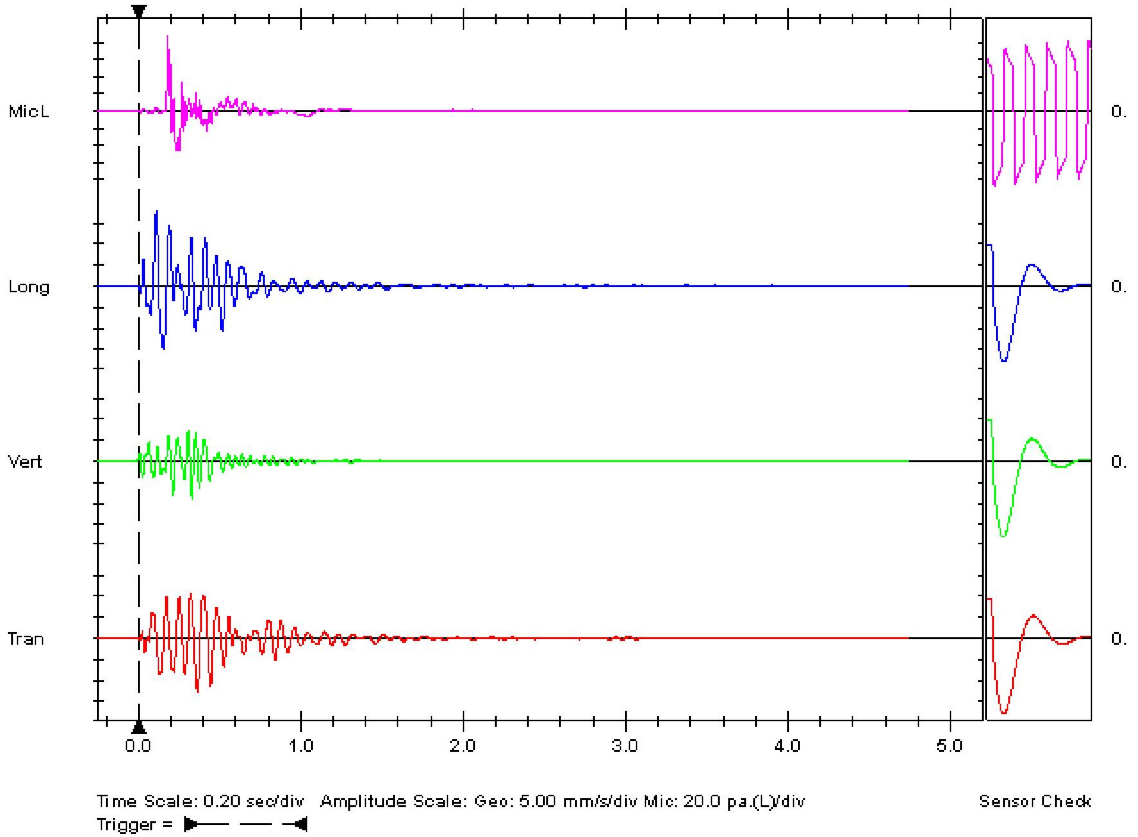
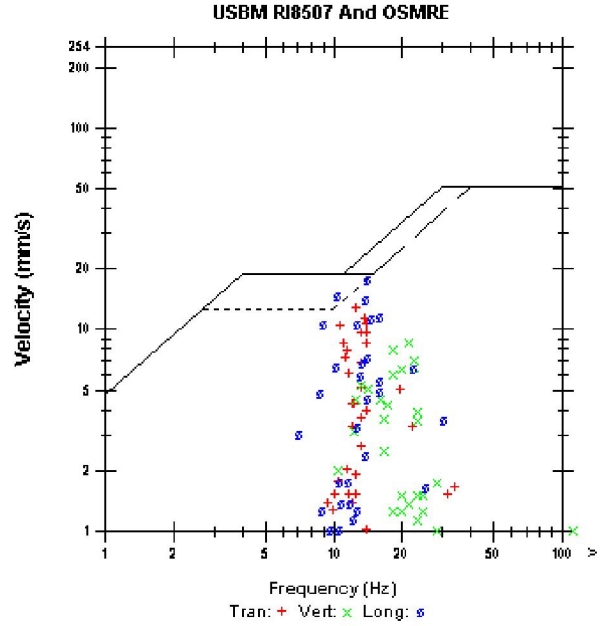
Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Extended Notes

Microphone Linear Weighting
 PSPL 88.0 pa.(L) at 0.176 sec
 ZC Freq 17 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 20.5 Hz Amp = 394 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	12.8	8.76	17.8	mm/s
ZC Freq	13	21	14	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.363	0.328	0.108	sec
Peak Acceleration	0.119	0.119	0.186	g
Peak Displacement	0.157	0.0631	0.236	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.4	7.6	7.6	Hz
Overswing Ratio	3.5	3.5	3.7	

Peak Vector Sum 17.8 mm/s at 0.108 sec



Şekil 4.21. Bozanönü ocağında alçı sıkılamalı atımın titreşim ve hava şoku verileri

4.3. Göltaş Çimento Fabrikası Taş Ocaklarında Elde Edilen Bulgular

4.3.1. Kil ocağı atımı bulguları

Alçısız yapılan sıkılamalı atımın değerlendirilmesi Şekil 4.22'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların fotoğraf üzerinde ölçülen çapı 6,5 mm ve 5 mm olmaktadır. Gerçekte kırmızı toplar 165 mm çapta olduğu için küçülme oranı $165/5,75 = 28,70$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise; $K_{50} = 28,70 \times 5 = 143,5$ mm'dir.



Şekil 4.22. Standart fotoğraf yöntemiyle taş tozu sıkılamalı atımın değerlendirilmesi

Atımın maliyet analizi,

- Anfo bedeli : 554,5 TL
- Nonel (Yüzey+delik içi) : 409,18 (41X9,98) TL
- Adi kapsül : 0,78 TL
- Dinamit : 121,46 TL

Atım kütleinin yerinde hacmi 1136,4 m³ olup patlayıcı madde sarfiyat bedeli, 0,96 TL/ m³ tür. Bu durumda, toplam delme- patlatma maliyeti, 2,27 + 0,96 = 3,23 TL/ m³ tür.

Alçıyla sıkılanan atımın değerlendirilmesi Şekil 4.23'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi n=1,5 ve K₅₀'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların çapı 7 mm ve 5,5 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı 165/6,25 = 26,4'dür. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise K₅₀ = 26,4 x 5 = 132 mm'dir.



Şekil 4.23. Standart fotoğraf yöntemiyle alçı sıkılamalı atımın değerlendirilmesi

Atımın maliyet analizi,

- Anfo bedeli : 445,5 TL
- Nonel (Yüzey+delik içi) : 119,76 (12X9,98) TL
- Adi kapsül : 0,78 TL
- Dinamit : 35,55 TL
- Alçı ve işçiliği : 15 TL

Atım kütlelerinin yerinde hacmi $332,6 \text{ m}^3$ olup patlayıcı madde sarfiyat bedeli, 1,85 TL/ m^3 'tür. Bu durumda, toplam delme- patlatma maliyeti, $2,27 + 1,85 = 4,12 \text{ TL/ m}^3$ tür.

4.3.2. Göltaş kireçtaşı ocağı atımı bulguları

Taş tozu sıkılaması ile yapılan atımın değerlendirilmesi Şekil 4.24'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Şekildeki kırmızı topların çapı 165 mm'dir. Fotoğraf üstünde ise topların çapı 3 mm ve 4 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $165/3,5 = 47,14$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 47,14 \times 5 = 235,7 \text{ mm}$ 'dir.

Atımın maliyet analizi,

- Anfo bedeli : 1301,25 TL
- Nonel (Yüzey+delik içi) : 79,84 (8X9,98) TL
- Adi kapsül : 0,78 TL
- Dinamit : 23,7 TL

Atım kütlelerinin yerinde hacmi $2047,5 \text{ m}^3$ olup patlayıcı madde sarfiyat bedeli, 0,69 TL/ m^3 'tür. Bu durumda, toplam delme- patlatma maliyeti, $1,46 + 0,69 = 2,15 \text{ TL/ m}^3$ tür.



Şekil 4.24. Standart fotoğraf yöntemiyle taş tozu sıklamalı atımın değerlendirilmesi

Alçı sıklaması ile yapılan atımın değerlendirilmesi ise Şekil 4.25'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Şekildeki kırmızı topların çapı 165 mm'dir. Fotoğraf üstünde ise topların çapı 3,8 mm ve 3 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $165/3,4 = 48,52$ 'dir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 242,65 (48,52 \times 5)$ mm'dir.

Atımın maliyet analizi,

- Anfo bedeli	: 1448,75 TL
- Nonel (Yüzey+delik içi)	: 79,84 (8X9,98) TL
- Adi kapsül	: 0,78 TL
- Dinamit	: 23,7 TL
- Alçı ve işçiliği	: 10 TL

Atım kütlelerinin yerinde hacmi 2047,5 m³ olup patlayıcı madde sarfiyat bedeli, 0,76 TL/ m³'tür. Bu durumda, toplam delme- patlatma maliyeti, 1,46 + 0,76 = 2,22 TL/ m³'tür. Göltaş atımları elek üstü(%) oranları Çizelge 4.3'de belirtilmiştir.



Şekil 4.25. Standart fotoğraf yöntemiyle alçı ile sıkılanan atımın değerlendirilmesi

Çizelge 4.3. Göltaş atımları elek üstü (%) oranları

Tane Boy.(cm)	Kil Ocağı Taş Tozu S.	Kil Ocağı Alçı Sıkılama.	Kireçtaşı Taş Tozu S.	Kireçtaşı Ocağı Alçı S.
300	0,00	0,00	0,01	0,02
200	0,01	0,00	0,28	0,33
150	0,07	0,00	1,22	1,38
100	0,80	0,00	5,29	5,75
70	3,40	0,02	12,77	13,55
50	8,94	0,60	22,99	23,99
40	14,49	2,58	30,85	31,91
30	23,49	9,31	41,39	42,46
20	38,07	27,46	55,54	56,49
15	48,46	43,19	64,34	65,16
10	61,70	63,32	74,53	75,16
5	78,55	85,08	86,33	86,70

4.4. Baştaş Çimento Fabrikası Kireç Taşı Ocağında Elde Edilen Bulgular

Taş tozu sıkılamalı atım: Atımın değerlendirilmesi Şekil 4.26'daki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1,25$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değerlendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların fotoğraf üzerinde ölçülen çapı 3,6 mm ve 2,8 mm olmaktadır. Gerçekte kırmızı topraklar 163 mm çapta olduğu için küçülme oranı $163/3,2 = 50,94$ 'dür. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise; $K_{50} = 50,94 \times 5 = 254,69$ mm'dir.



Şekil 4.26. Standart fotoğraf yöntemiyle taş tozu sıkılamalı atımın değerlendirilmesi

Atımın maliyet analizi,

- Anfo bedeli	: 516,25 TL
- Nonel (Yüzey+delik içi)	: 69,86 (7X9,98) TL
- Adi kapsül	: 0,78 TL
- Dinamit	: 16,59 TL

Atım kütesinin yerinde hacmi 411,6 m³ olup patlayıcı madde sarfiyat bedeli, 1,47 TL/ m³ tür. Bu durumda, toplam delme- patlatma maliyeti, 3,41 + 1,47 = 4,88 TL/ m³ tür.

Alçı sıklamalı atım: Atımın değeriendirilmesi Şekil 4.27'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1,5$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı bir önceki değeriendirmeye benzer şekilde şöyledir: Topların çapı 3,8 mm ve 5 mm olmaktadır. Bu durumda küçülme oranı $163/4,4 = 37,05$ 'tir. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 37,05 \times 5 = 185,23$ mm'dir.



Şekil 4.27. Standart fotoğraf yöntemiyle alçı sıklamalı atımın değeriendirilmesi

Atımın maliyet analizi,

- Anfo bedeli	: 540 TL
- Nonel (Yüzey+delik içi)	: 59,88 (6X9,98) TL
- Adi kapsül	: 0,78 TL

- Dinamit : 14,22 TL
- Alçı ve işçiliği : 4 TL

Atım kütlelerinin yerinde hacmi 380,9 m³ olup patlayıcı madde sarfiyat bedeli, 1,63 TL/ m³ tür. Bu durumda, toplam delme- patlatma maliyeti, 3,25 + 1,63 = 4,88 TL/ m³ tür. Baştaş kireçtaşı ocağı atımları elek üstü(%) oranları Çizelge 4.4'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.4. Baştaş kireçtaşı ocağı atımları elek üstü (%) oranları

Tane Boy.(cm)	Baştaş kireçtaşı taş tozu sıkılamalı atım	Baştaş kireçtaşı alçı sıkılamalı atım
150	0,17	0,00
100	2,17	0,02
70	8,61	0,61
50	19,98	4,62
40	29,57	11,08
30	42,73	23,96
20	59,91	45,95
15	69,94	60,34
10	80,62	75,96
5	91,34	90,74

4.4.1. Baştaş kireçtaşı ocağı atımında ölçülen titreşim ve gürültü değerleri

6 adet alçı sıkılamalı ve 7 adet alçısız taş tozu sıkılama ile hazırlanan atımda 39 m uzaklıktan alınan titreşim ve gürültü ölçümü sonucu Şekil 4.28'da gösterilmiştir. Tüm atımlara ait veriler Çizelge 4.5'de belirtilmiştir.

Date/Time Vert at 12:10:48 September 1, 1995
 Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Range Geo : 254 mm/s
 Record Time 3.75 sec (Auto=3Sec) at 1024 sps
 Job Number: 1

Serial Number BE14042 V 8.12-1.0 Minimate Blaster
 Battery Level 6.7 Volts
 Unit Calibration July 15, 2008 by InstanTel Inc.
 File Name ___TEMP.EVT

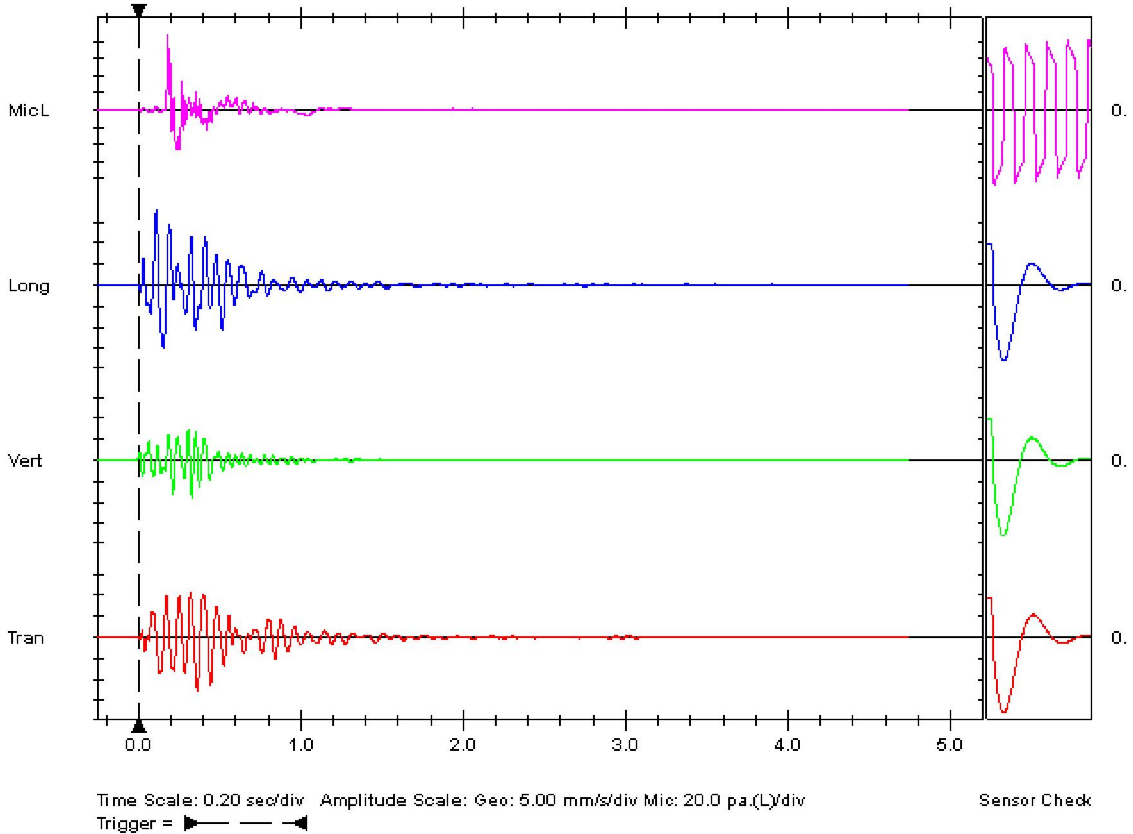
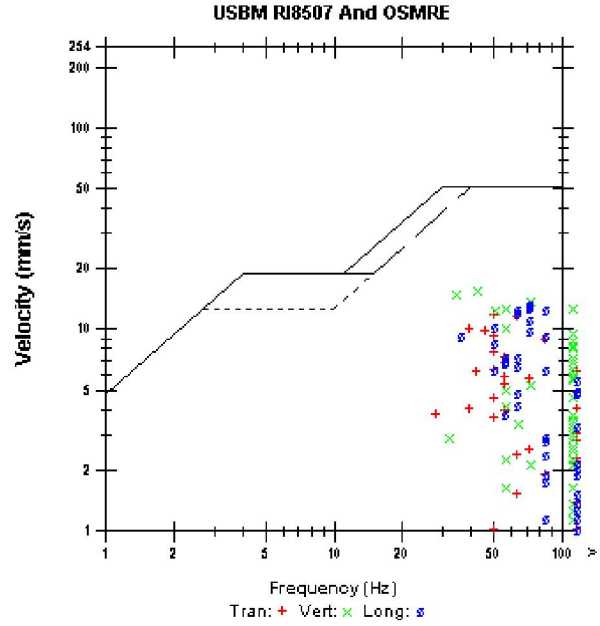
Notes
 Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Extended Notes

Microphone Linear Weighting
 PSPL 32.0 pa.(L) at 0.520 sec
 ZC Freq 3.6 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 20.5 Hz Amp = 434 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	11.8	15.9	13.3	mm/s
ZC Freq	51	43	73	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.038	0.013	0.094	sec
Peak Acceleration	0.583	0.862	0.876	g
Peak Displacement	0.0468	0.0485	0.0309	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.4	7.6	7.5	Hz
Overswing Ratio	3.6	3.5	3.6	

Peak Vector Sum 19.6 mm/s at 0.013 sec



Şekil 4.28. Baştaş kireçtaşı ocağında atıma ait titreşim ve hava şoku verileri

Çizelge 4.5. Atımlara ait veriler

Atım No.	Süreksizlik Yönü/ Sür.eğimi/ atımla açısı	Blok Boyut İndisi lb,cm	RQD %	Sıkılama Boyu,m	Basam. Yüks., m	Standart Fotoğraf küçülme oranı	Düzg. İndisi, n	K ₅₀ , Cm	+ 70 cm Boyut oranı,%	- 10 cm Boyut oranı,%	Özgül Şarj, kg/m ³	Spesifik Delme, m/m ³
Konya 1	160/30/150	55	68	3	10	47,5	1	23,75	11,91	26,21	0,43	0,15
Konya 2	120/40/60	62	62	3	10	67,9	1,25	33,93	26,51	17,28	0,45	0,15
Konya 3	120/40/60	55	68	3	10	115,1	1	39,58	24,55	18,17	0,41	0,15
Konya 4	120/40/60	57	62	3	10	70,4	1	35,19	34,51	14,10	0,40	0,15
Konya 5	110/35/50	85	65	3	13,5	54,3	1,5	27,14	17,68	8,93	0,42	0,15
Konya 6	160/30/150	65	59	3	10	54,3	1,25	27,14	11,91	26,21	0,59	0,16
Konya 7	130/10/115	80	77	3	10	56,7	1	25,33	22,55	19,17	0,44	0,17
Konya 8	130/10/115	62	70	3	10	50	1,25	25	18,73	13,68	0,46	0,18
Konya 9	130/10/115	60	70	3	10	55,9	1	27,94	19,85	20,63	0,46	0,16
Konya 10	130/15/155	58	67	3	10	48,7	1	24,36	30,37	15,65	0,4	0,18
Konya 11	250/20/195	58	72	3	10	47,5	1	23,75	16,75	22,53	0,4	0,18
Konya 12	170/5/90	85	62	4,5	11	79,1	0,75	39,56	43,90	17,41	0,46	0,13
Konya 13	170/5/90	65	67	4,5	11	84,8	0,75	42,38	42,24	18,15	0,45	0,14
Konya 14	170/5/90	60	62	4,5	11	118,7	0,75	59,33	40,68	18,86	0,44	0,13
Gümüşgün1	90/55/90	48	75	2	10	38	1,25	19,0	2,91	26,70	1,19	0,29
Gümüşgün2	90/55/90	50	77	2	10	61,1	1,25	30,56	14,19	15,76	0,64	0,20
Gümüşgün (Alçı sıkıl.)	90/55/90	48	75	1	6,5	36,7	1,5	14,67	0,07	32,30	1,13	0,27
Bozanönü taş t.sık.	150/85/120	52	75	1,5	12,5	42	1,25	21,0	4,41	23,98	0,84	0,18
Bozanönü (Alçı sık.)	150/85/120	52	75	1	12,5	21	1,5	10,5	0	47,49	0,72	0,15
Göлтаş Kil	210/50/30	24	70	1,9	3,6	28,7	1	14,35	3,40	38,30	0,39	0,14
Göлтаş Kil (Alçı sıkıl.)	210/50/30	24	70	1,2	3,6	26,4	1,5	13,2	0,02	36,68	1,07	0,14
Göлтаş Kireçtaşı	270/85/75	55	75	4	21	47,1	1	23,57	12,77	25,47	0,50	0,09
Göлтаş Kireç. (Alçı sık.)	270/85/75	55	75	2,5	21	48,5	1	24,27	13,55	24,84	0,62	0,09
Baştaş Kireçtaşı	225/40/225	52	65	4	12	50,9	1,25	25,47	8,61	19,38	1,0	0,21
Baştaş Kireç.(Alçı sık.)	225/40/225	52	65	1,25	12	37,1	1,5	18,52	0,61	24,04	1,13	0,20

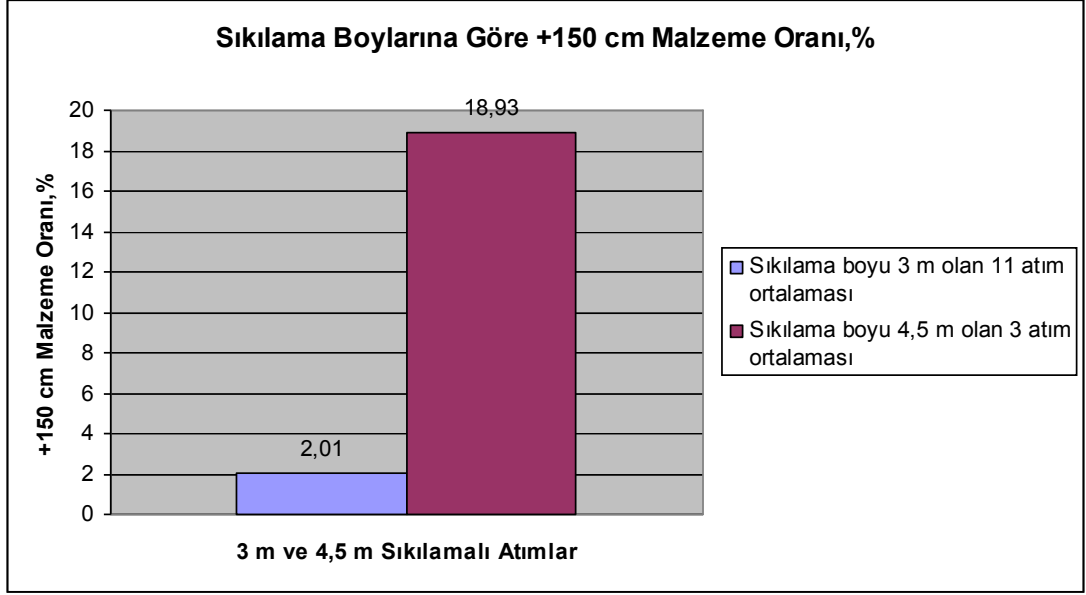
4.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

4.5.1. Konya imento fabrikası ocağı atım sonuçlarının değerlendirilmesi

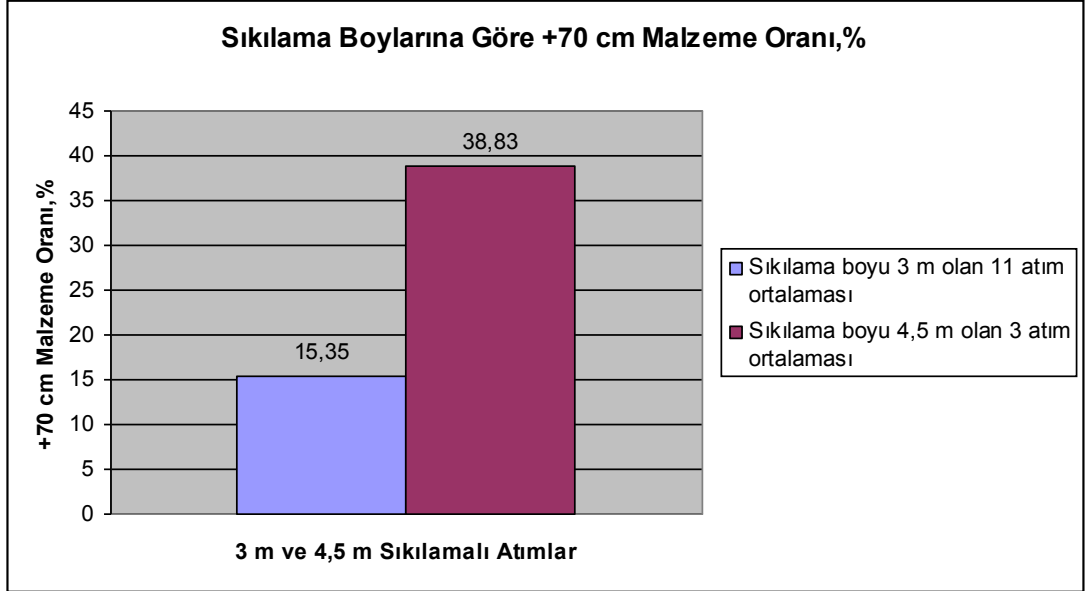
Konya atımlarının sonuçları izelge 4.1’de verilmiştir. Bu verilerden, sıklama boyu arttika parçalanmada iri (kaba) malzeme miktarı arttığı anlaşılmaktadır. Sıklama boylarına göre 3 m ve 4,5 sıklama uygulanan atımların ortalaması, izelge 4.6’da verilmiştir. Örneğin +150 cm iri malzeme miktarı, ilk yapılan ve 3 m sıklama boyu uygulanan 11 atımda ortalama % 2,01 iken; 4,5 m sıklama boyu uygulanan son  atımda % 18,93 olmuştur (şekil 4.29). Yine aynı şekilde, +70 cm iri malzeme miktarı, ilk yapılan 3 m sıklama boyu uygulanan 11 atım da ortalama % 15,35 iken; 4,5 m sıklama boyu uygulanan son  atımda % 38,83 olmuştur (şekil 4.30). Sıklama boyunun artmasıyla parçalanma başarısı düşmektedir.

Çizelge 4.6. Konya atımlarında sıklama boyuna göre elek üstü (%) oranları

Tane Boy.(cm)	I – XI nolu 3 m sıklama boylu at.ort.,%	Standart Sapma	XII – XIV nolu 4,5 m sıklama boylu at. ort.,%	Standart Sapma
300	0,08	0,16	6,27	2,44
200	0,65	0,90	12,80	3,57
150	2,01	2,13	18,93	4,26
100	6,85	4,74	29,17	4,82
70	15,35	6,68	38,83	4,85
50	26,91	7,16	47,93	4,63
40	35,70	6,79	53,63	4,35
30	47,22	6,04	60,50	3,95
20	61,89	5,24	69,00	3,30
15	70,49	4,80	74,13	2,85
10	79,86	4,15	80,17	2,25
5	89,90	2,91	87,67	1,47



Şekil 4.29. Konya ocağında sıkılama boylarına göre +150 cm malzeme oranları



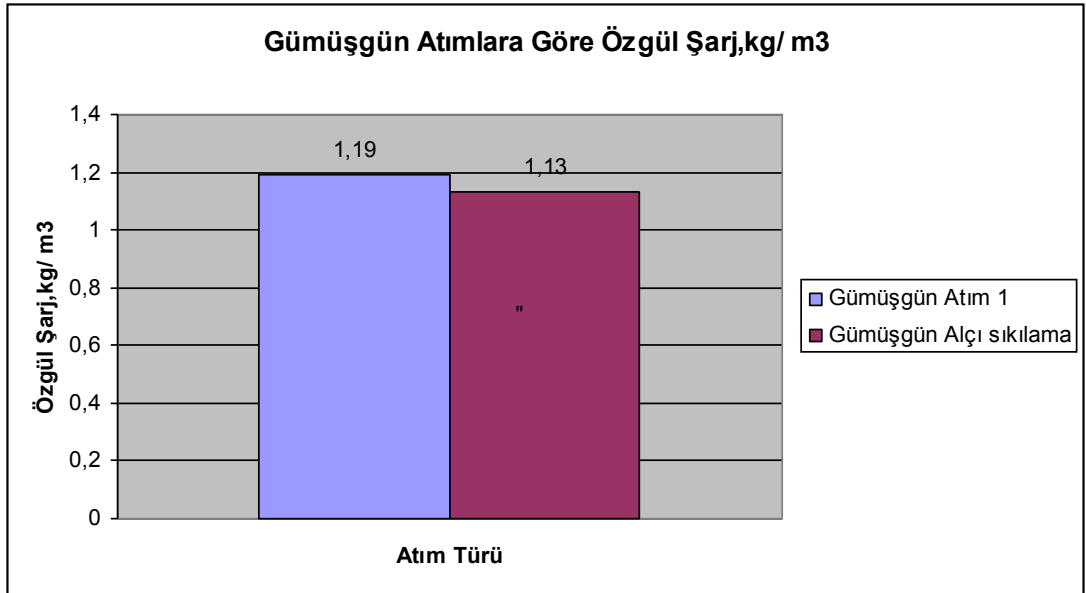
Şekil 4.30. Konya ocağında sıkılama boylarına göre +70 cm malzeme oranları

4.5.2. Kartaş A.Ş. atım sonuçlarının değerlendirilmesi

4.5.2.1. Gümüşgün ocağı atım sonuçlarının değerlendirilmesi

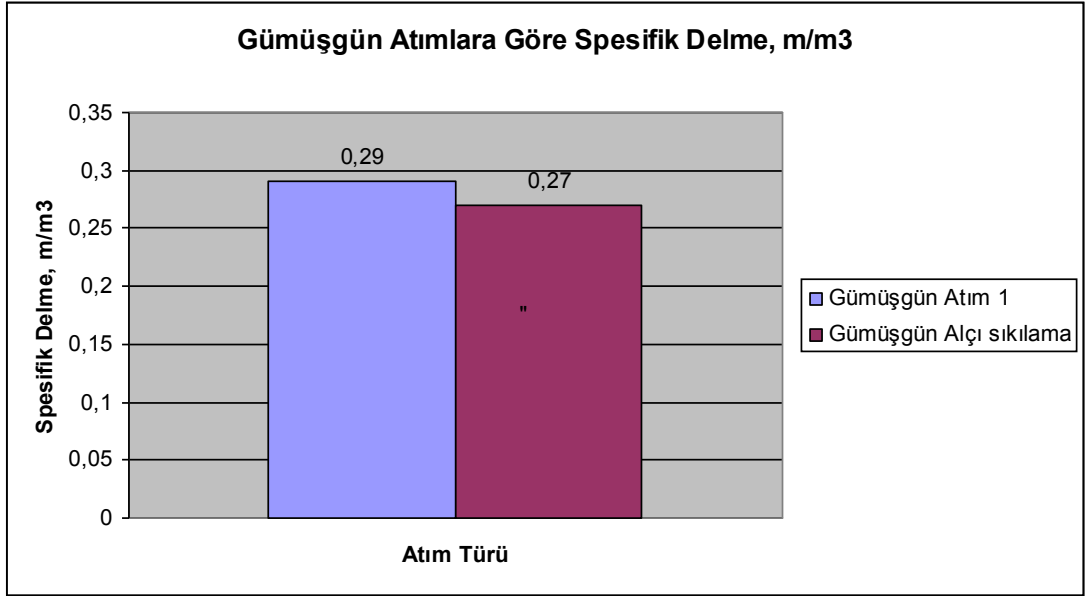
Gümüşgün kireçtaşı ocağı Atım I ve alçı sıkılamalı atım aynı formasyonun üst ve alt katlarıdır ve atım verileri de birbirine çok yakın olduğundan burada bu iki atım karşılaştırılmıştır.

Şekil 4.31.de gösterildiği gibi özgül şarj, 1,19 kg/m³'den 1,13 kg/m³'e düşmüştür. Gümüşgün'de alçı ile yapılan atımda, 3130 kg patlayıcı kullanıldığından, Atım 1'e göre 166 kg, daha az patlayıcı kullanılmış demektir. Yani % 5,04 oranında daha az patlayıcı kullanılmıştır.



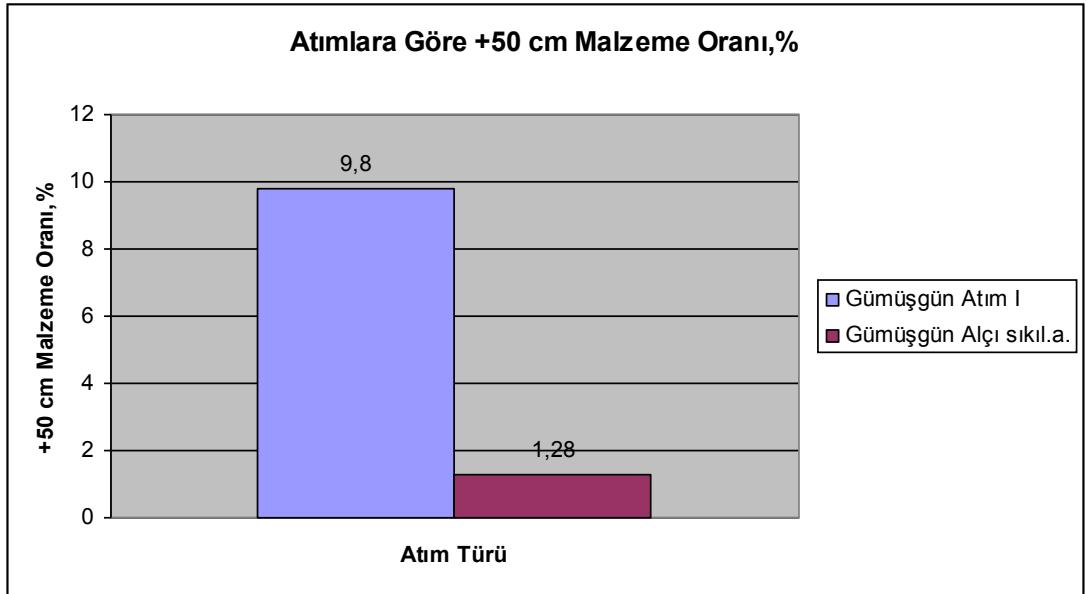
Şekil 4.31. Gümüşgün Atım 1 ve alçı sıkılamalı atımlarda özgül şarjın değişimi

Şekil 4.32.de gösterildiği gibi spesifik delme, 0,29 m/m³'den 0,27 m/m³'e düşmüştür. Gümüşgün'de yapılan alçı sıkılamalı atımda, Atım 1'e göre 54 m, daha az delik delinmiştir. % 7 oranında daha az delik delinmiştir. Bunun kârı yaklaşık 877 TL'dir (54 m X 16,24 TL/m). Birim hacim (m³) başına delme-patlatma kârı 0,46 TL olmakla atımdaki kâr, 1395 TL olmuştur.



Şekil 4.32. Gümüşgün Atım 1 ve alçı sıkılmalı atımlarda spesifik delmenin değişimi

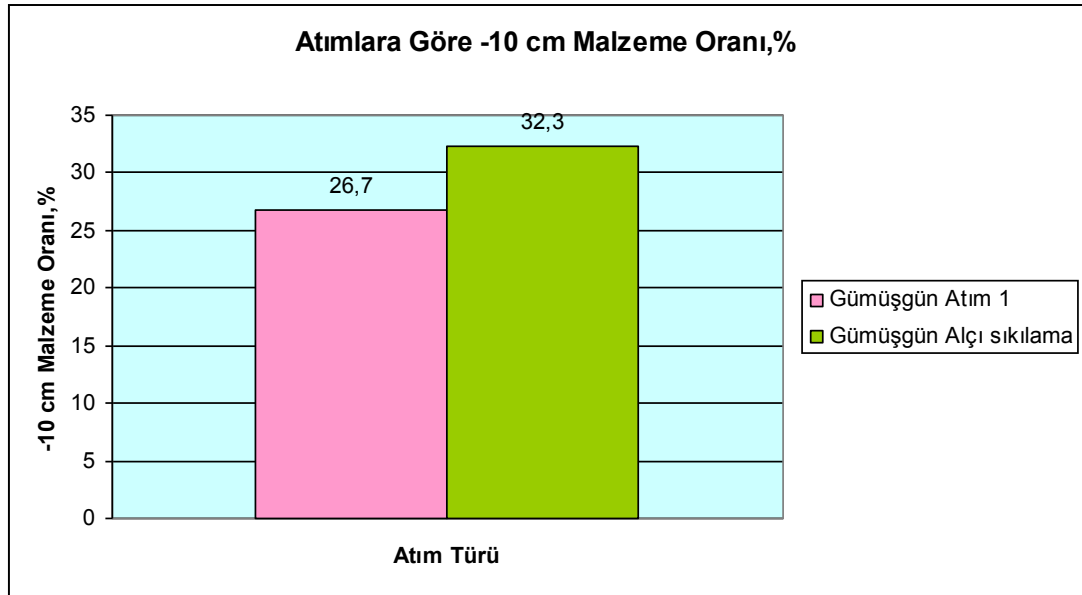
Ayrıca, alçı ile sıkılama yapılarak, çok daha iyi bir parçalanma sağlanmıştır (Şekil 4.33). Örneğin +50 cm boyutlu malzeme oranı, % 9,8'den % 1,28'e düşmüştür. Böylece, hem atım 1395 TL kârla gerçekleştirilmiş hem de daha iyi bir parçalanma olmuştur.



Şekil 4.33. Gümüşgün Atım 1 ve alçı sıkılmalı atımlarda +50 cm malzeme oranları

Ancak alçı sıkılmasının, daha fazla fırlayan kaya sorununa sebep olduğu da bir gerçektir. Atım kütlesi daha fazla etrafa yayılmaktadır. Bunun da sebebi alçı

sıkılmasının daha iyi bir tıkaç görevi görmesi böylece delik içine hapsolunan patlayıcı enerjisinin daha yüksek verimlilikle kayaları kırması nedeniyledir. Ocak bölgesindeki yollarda, basamaklarda, fırlayan kayalara, daha fazla rastlanmaktadır. Bu yüzden, çevre güvenliğine, daha fazla önem verilmelidir. Ancak, yöntemin avantajları, dezavantajlarından çok daha fazladır. Gümüşgün kireçtaşı ocağında, alçısız sıkılama uygulanan Atım II'de patlatılan kısım zemin seviyesi olduğundan, atım verileri, işletme ortalamasından farklı olmuştur. Atım kütlelerinde (alçı sıkılmalı ve taş tozu sıkılmalı atımlarda) - 10 cm boyutlu malzeme oranları Şekil 4.34' de verilmiştir.

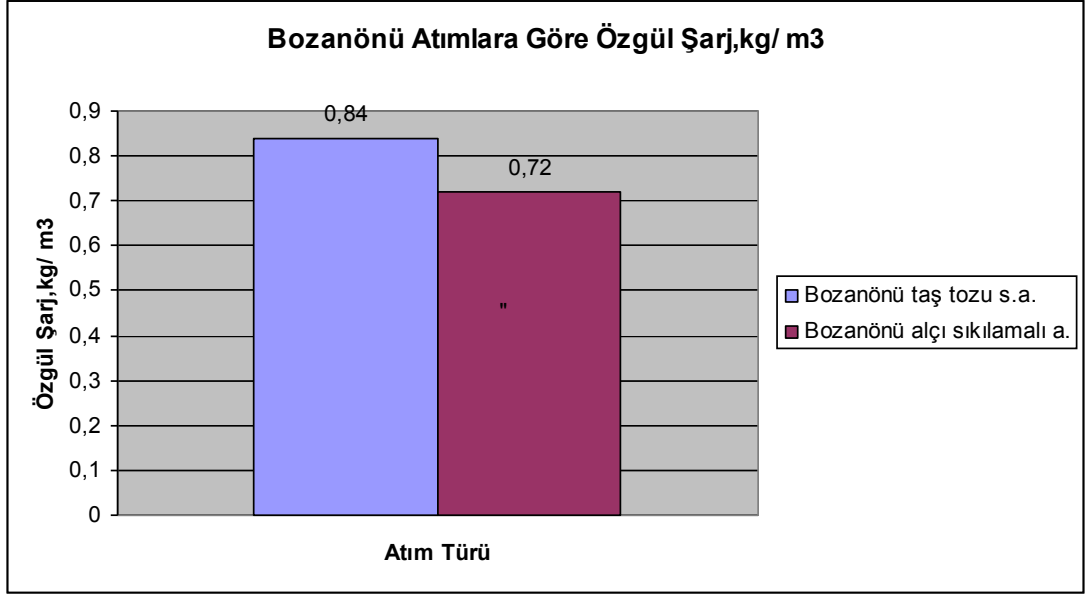


Şekil 4.34. Gümüşgün Atım 1 ve alçı sıkılmalı atımlarda -10 cm malzeme oranları

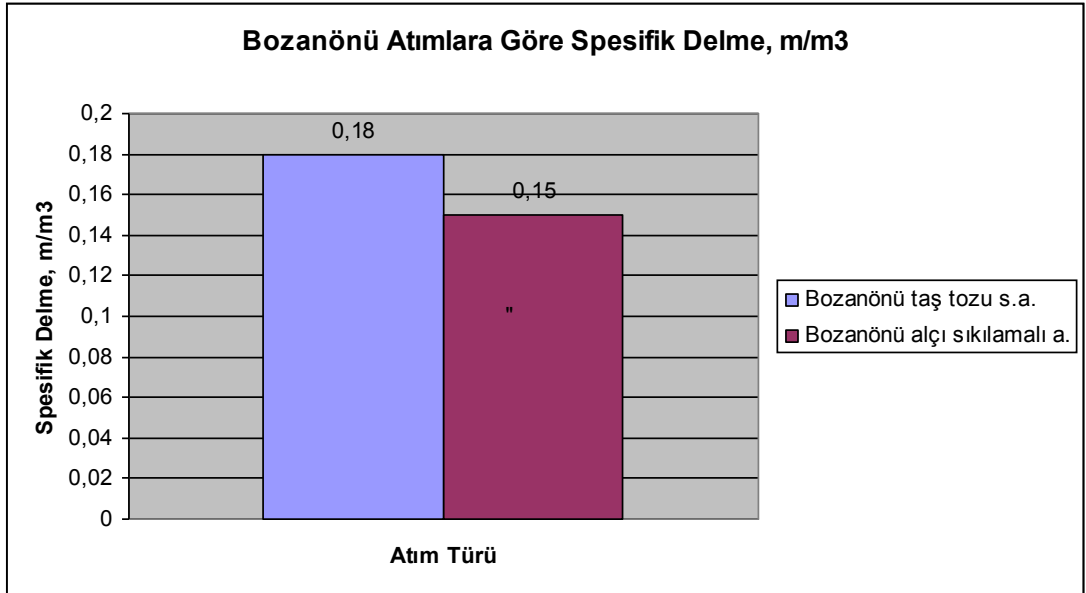
4.5.2.2. Bozanönü ocağı atım sonuçlarının değerlendirilmesi

Taş tozu ile sıkılanan atımın alanı $40,06 \text{ m}^2$ 'dir. Dolayısıyla, yerinde hacmi 501 m^3 olan bir kütle patlatılmıştır. Özgül şarj ise, $0,84 \text{ kg/m}^3$ 'tür (Şekil 4.35). Spesifik delme ise, $0,18 \text{ m/ m}^3$ 'tür (Şekil 4.36). Alçı ile sıkılanan atımın alanı $48,49 \text{ m}^2$ 'dir. Dolayısıyla, yerinde hacmi 606 m^3 'lük bir kütle patlatılmıştır. Özgül şarj ise, $0,72 \text{ kg/ m}^3$ 'tür. Spesifik delme ise, $0,15 \text{ m/ m}^3$ 'tür. Bozanönü kireçtaşı ocağında, yapılan alçı sıkılmalı atımda, taş tozu ile sıkılanarak yapılan atıma göre $18,41 \text{ m}$, daha az delik delinmiştir. Bu durumda % 20 oranında daha az delik delinmiştir. Bunun kârı

yaklaşık 299 TL'dir (18,41 m X16,24TL/m). Birim hacim (m³) başına delme patlatma kârı 0,68 TL olmakla atımdaki kâr, 412 TL olmuştur.



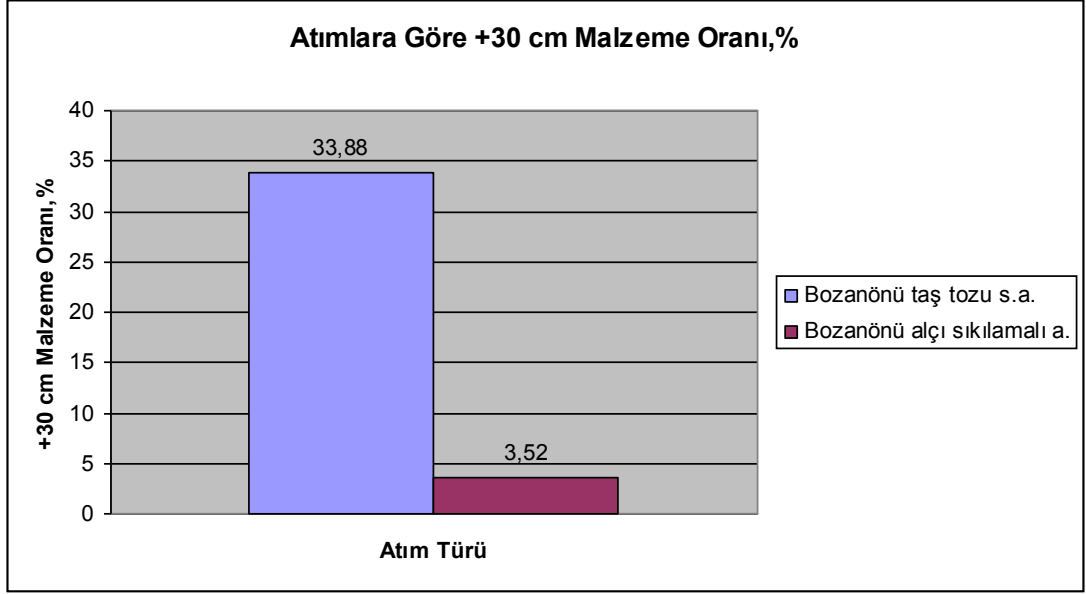
Şekil 4.35. Bozanönü ocağında sıkılama yöntemiyle özgül şarjın değişimi



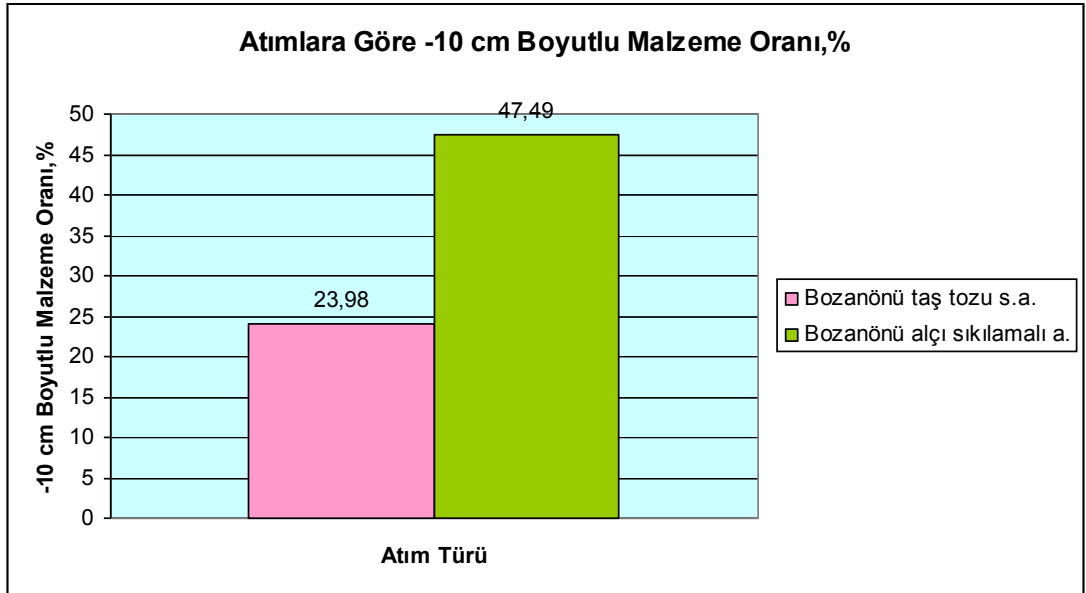
Şekil 4.36. Bozanönü ocağında sıkılama yöntemine göre spesifik delmenin değişimi

Böylece alçılı uygulama hem daha ekonomik hem de daha iyi kırma sağladığı için tercih edilmelidir. Çünkü: Alçı ile sıkılama yapılarak, çok daha iyi bir parçalanma sağlanmıştır. Örneğin +30 cm boyutlu malzeme oranı, Şekil 4.37'de de gösterildiği gibi, % 33,88'den % 3,52'ye düşmüştür. Bu da, +30 cm boyutlu malzeme oranının %

90 azalmasını sağlamıştır. Böylece, hem atım 412 TL kârla gerçekleştirilmiş hem de daha iyi bir parçalanma olmuştur. Yine, -10 cm boyutlu malzeme oranı da, açık bir şekilde artmıştır (Şekil 4.38).



Şekil 4.37. Bozanönü ocağında sıkılama yöntemine göre +30 cm boyut oranı



Şekil 4.38. Bozanönü ocağında sıkılama yöntemine göre -10 cm boyut oranı

Bozanönü kireçtaşı ocağında yapılan alçı sıkılamalı ve taş tozu sıkılamalı atımlarda ölçülen titreşim ve hava şoku değerlerinin tamamı, izin verilen limitlerin çok

altındadır (Çizelge 2.3). Üstelik ölçüm, 88 m gibi çok yakın bir mesafeden yapılmıştır. Ölçülen değerler Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Bozanönü kireçtaşı ocağında ölçülen parçacık hızları ve frekansları

Sıkılama Türü	Enine Parç.H.,mm/s	Fr., Hz	Düşey Parç.H.,mm/s	Fr., Hz	Boyuna Parç.H.,mm/s	Fr., Hz	Maks.Par. Hızı, mm/s
Taş tozu	6,22	14	11,9	19	9,78	23	12,0
Alçı	12,8	13	8,76	21	17,8	14	17,8

Sonuç olarak, alçı sıkılması ile yapılan patlatmada, titreşim değeri daha yüksek ölçülmektedir. Ancak Nonel ateşleme sistemi kullanılan atımda elde edilen ölçümler 88 m gibi çok yakın bir mesafeden yapılmıştır. Buna rağmen hasar limitlerinin altında sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca hava şoku miktarı da 80 dB’den 88 dB’ye yükselmiştir. Ölçülen bu değerler de limitlerin çok altındadır. Özetle titreşim, hava şoku ve fırlayan kaya yönünden alçı sıkılmasında artış olmaktadır. Ancak elde edilen değerler izin verilen limitlerin çok altındadır.

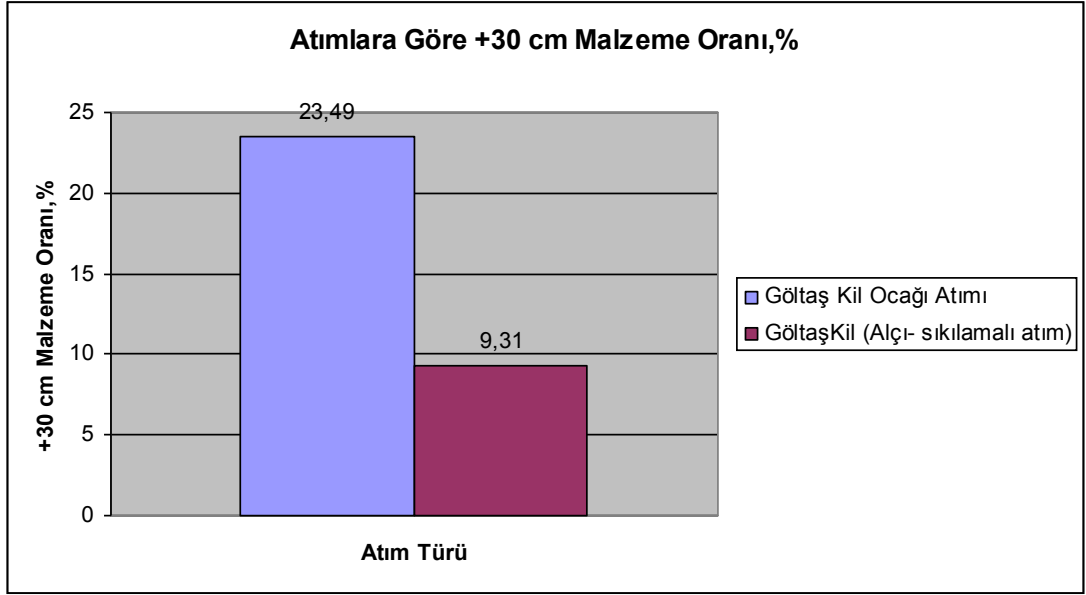
4.5.3. Göltaş atım sonuçlarının değerlendirilmesi

4.5.3.1. Kil ocağı atım sonuçlarının değerlendirilmesi

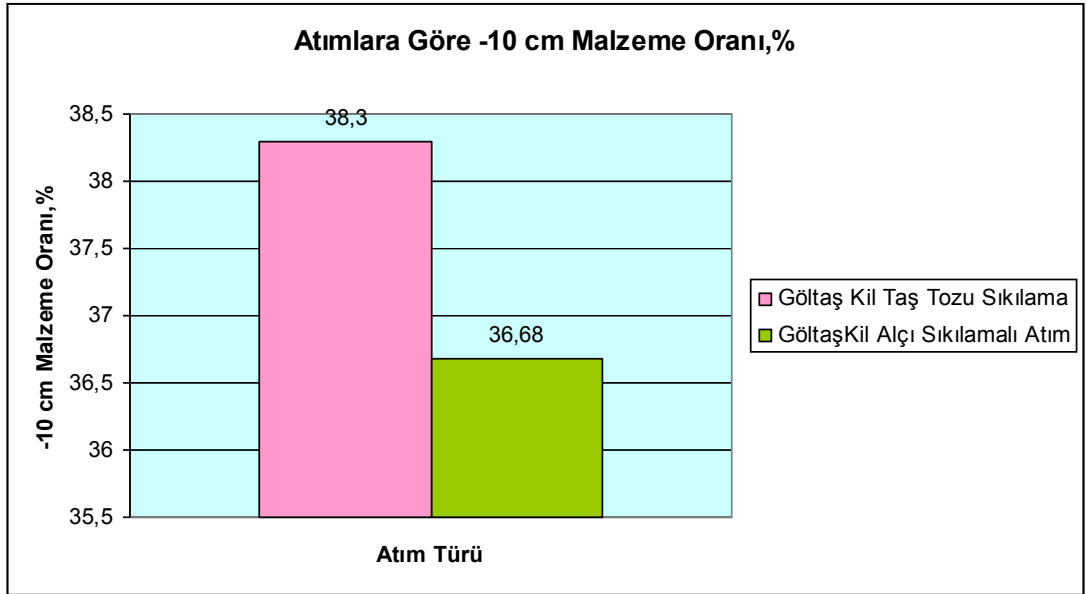
Göltaş kil ocağı atımında, kireçtaşı dışında bir kayaç patlatmasında deneme gerçekleştirilmiştir. Kil ocağında daha büyük çaplı deliklerle patlatma gerçekleştirilmiştir. Sıkılama da, 70 cm boyunda alçı uygulaması ile yapılmıştır. Delik çapı da 127 mm’dir. Ayrıca delik boyu da farklıdır. Bu atımda deliklerin boyu 3,9 m’dir. Bu koşullarda da Gümüşgün kireçtaşı ocağında olduğu gibi, alçısız sıkılmaya göre alçıyla sıkılıma yapılarak, daha başarılı bir atım gerçekleştirilmiştir.

Kiltaşı kireçtaşına göre daha zayıf dayanımda olduğu için (30-40 MPa), klasik sistem atımda da kireçtaşına göre daha fazla ufalanmaktadır. Klasik sistem sıkılamada (taş tozu ile) zaten % 3,40 olan +70 cm boyutlu malzeme, alçı sıkılamalı atımda sıfıra yaklaşmıştır. Bu yüzden kıyaslama için +30 cm boyutlu malzeme oranı

kullanılmıştır. Bu oran alçısız sıkılamada % 23,49'dan alçı sıkılamalı atımda % 9,31'e düşmüştür (Şekil 4.39). Bu sebeple, alçısız atımda oluşan atım kütesinin, öğütülerek toz halinde kullanılacak olması halinde; öğütme işlemi için gerekli enerji miktarında da, büyük tasarruf sağlanacaktır. Alçı sıkılamalı atımların faydası kil taşında da görülmektedir. Atım kütlelerinde (alçı sıkılamalı ve taş tozu sıkılamalı atımlarda) - 10 cm boyutlu malzeme oranları Şekil 4.40'da verilmiştir.



Şekil 4.39. Göлтаş kil ocağında yapılan atım sonucu +30 cm malzeme oranları



Şekil 4.40. Göлтаş kil ocağında yapılan atım sonucu -10 cm malzeme oranları

Alçı sıkılmalı atımın faydası düzgünlük indisinde de görülmüştür. Düzgünlük indisi, alçı sıkılmalı atımda, daha yüksek olmuştur. Alçı kullanmaksızın yapılan atımın düzgünlük indisi 1,25 iken alçı sıkılmasında elde edilen atımın düzgünlük indisi 1,5 olmuş, yani daha homojen bir atım kütlesi oluşmuştur.

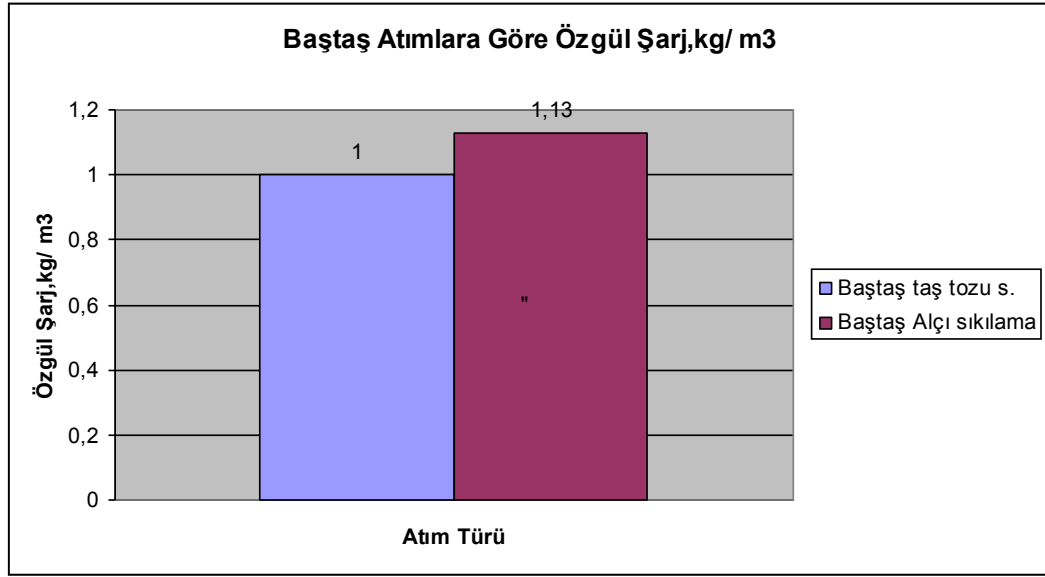
Bu ocakta da alçı sıkılması ile daha başarılı sonuçlar alınmıştır. Ancak parçalanma oldukça başarılı olduğu halde enerjinin daha yüksek verimlilik oranıyla kullanımından dolayı (alçılı sıkılamanın daha etkili olarak deliği tıkaşından dolayı) daha fazla fırlayan kaya oluşmuştur.

4.5.3.2. Kireçtaşı ocağı atım sonuçlarının değerlendirilmesi

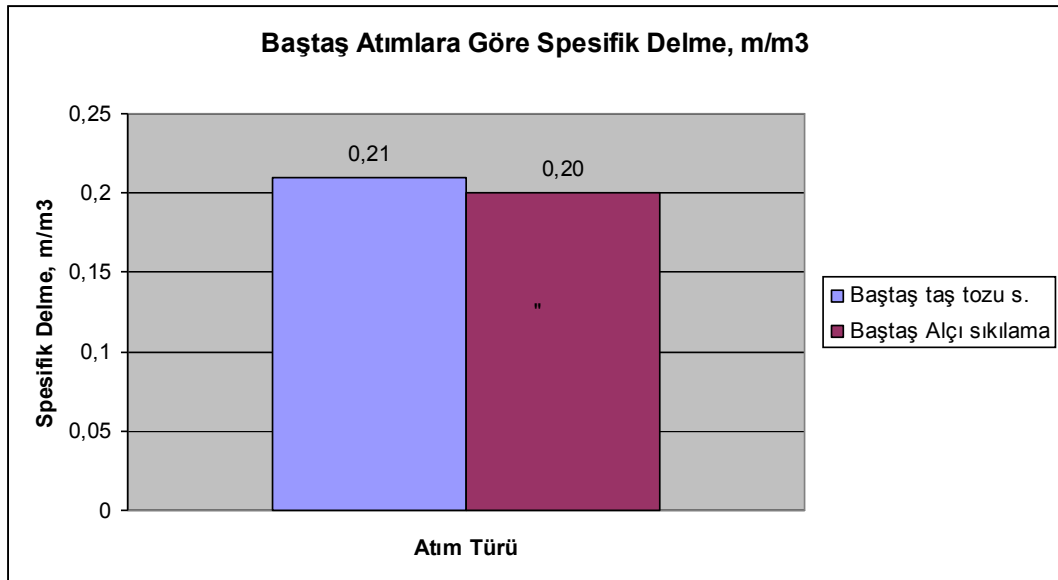
Alçı ile sıkılama yapılan Gümüşgün kireçtaşı ve Göltaş kil ocağı atımlarında, daha fazla fırlayan kaya ve savrulma görüldüğü için bu probleme bir çare olmak üzere Göltaş kireçtaşı ocağında, alçı uygulaması yüzeyden biraz daha aşağıda uygulanmıştır. Yüzeyden itibaren aşağıya doğru, 185 cm taş tozu, altında 40 cm alçı, altında yastık olması için 25 cm taş tozu ve en altta da Anfo olacak şekilde delikler şarj edilmiştir. Bu atımda, delik çapı farklı (114 mm), delik boyu farklı (22 m) ve alçı sıkılmasının konumu da farklı (zeminden 185 cm aşağıda) olarak uygulanmış ve fırlayan kaya sorunu olmamıştır. Ancak, parçalanma yönünden de, herhangi bir başarı gözlenmemiştir. Ayrıca yüzeyden daha aşağıda uygulanan alçının sertleşme zamanı da normalden fazla olmuştur (35-45 dakika). Ancak, yinede sertleşmesi kil ocağı kadar uzun sürmemiştir. Bunun bir nedeni nemli atmosfer ve kullanılan alçı miktarıdır. Kil ocağının kotu, yeraltı su seviyesine yakındır (kotu 945 m). Bölgede suyla kaplı alanlara sıkça rastlanmaktadır. Alçı bulamacının hazırlanmasında da bu sulardan yararlanılmıştır. Kireçtaşı ocağı ise yaklaşık 1200 m olup bölgedeki en yüksek noktalardan biridir. Bu yüzden bağıl (nispi) nem oranı % 23 tür. Oysa bu oran kil ocağında % 43 olarak ölçülmüştür. Alçı bulamacının geç sertleşmesinin bir sebebi de, bir delik içindeki bulamaç miktarının fazla olmasıdır. Kil ocağında delik çapı daha yüksektir (127 mm). Ayrıca alçı boyu da daha fazla olarak uygulanmıştır (70 cm boyunda), bu da sertleşme süresini uzatmıştır.

4.5.1. Baştaş çimento kireçtaşı ocağı atım sonuçlarının değerlendirilmesi

Taş tozu ile sıkılanan 7 adet deliğe toplam 413 kg Anfo kullanılmıştır. Patlatma alanı 34,3 m² olarak ölçülmüştür. Patlatılan atım kütlelerinin yerinde hacmi 411,6 m³'tür. Özgül şarj ise, 1,0 kg/ m³'tür (Şekil 4.41). Spesifik delme ise, 0,21 m/ m³'tür (Şekil 4.42). Alçı sıkılamalı atımda ise 6 adet deliğe toplam 432 kg Anfo kullanılmıştır. Bu gurubun patlatma alanı 31,74 m² olarak ölçülmüştür. Atım kütlelerinin yerinde hacmi 380,9 m³'tür. Özgül şarj ise, 1,13 kg/ m³'tür. Spesifik delme ise, 0,20 m/ m³'tür.

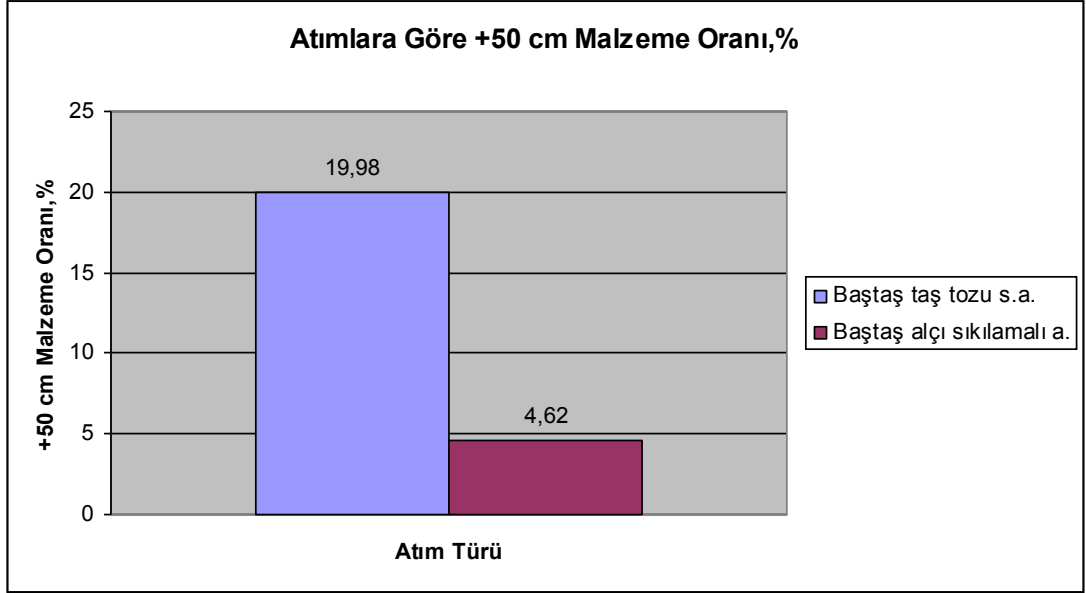


Şekil 4.41. Baştaş ocağında taş tozu ve alçı sıkılamalı atımlarda özgül şarjın değişimi

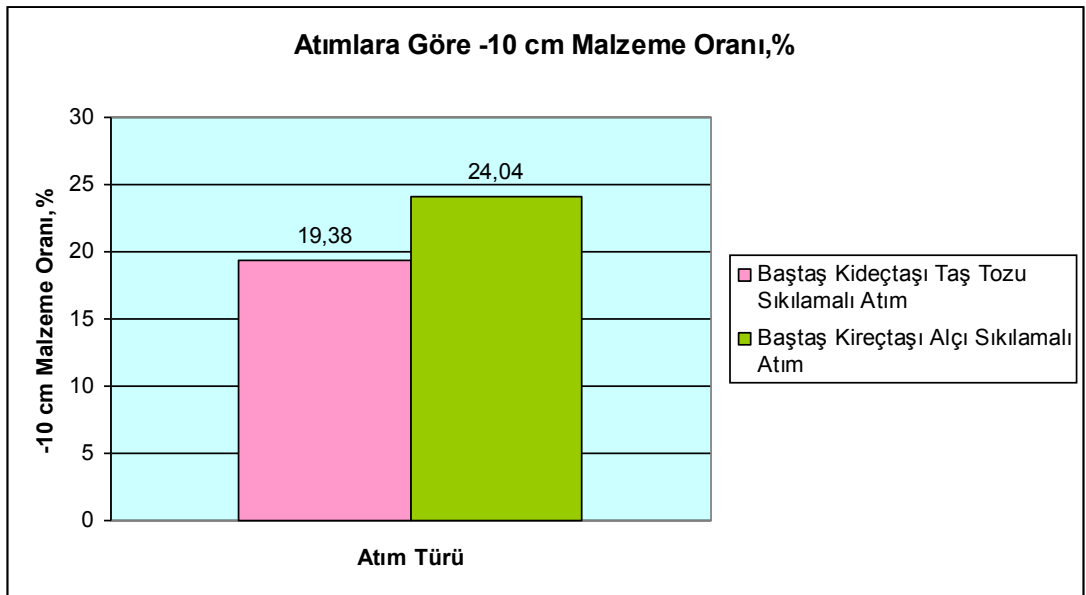


Şekil 4.42. Baştaş ocağında sıkılama yöntemine göre spesifik delmenin değişimi

Alçı sıkılmalı atımda, hem düşük maliyetli bir atım gerçekleştirilmiş hem de +50 cm boyutlu malzeme oranı, % 19,98'den, % 77'lik bir düşüşle, % 4,62'ye düşmüştür. Bu da, alçı sıkılama yönteminin, kârlı, başarılı ve mantıklı bir seçenek olduğunu göstermektedir (Şekil 4.43). Atım kütlelerinde (alçı sıkılmalı ve taş tozu sıkılmalı atımlarda) - 10 cm boyutlu malzeme oranları Şekil 4.44'de verilmiştir.



Şekil 4.43. Baştaş ocağında sıkılama yöntemine göre +50 cm boyut oranı



Şekil 4.44. Baştaş ocağında sıkılama yöntemine göre -10 cm boyut oranı

Baştaş çimento fabrikası kireçtaşı ocağında yapılan atımda ölçülen titreşim ve hava şoku değerlerinin tamamı, izin verilen limitlerin çok altındadır (Çizelge 2.6). Üstelik ölçüm, 39 m gibi çok yakın bir mesafeden yapılmıştır. Titreşim ve gürültü ölçümü verileri, enine 11,8 mm/s (51 Hz), düşey 15,9 mm/s (43 Hz), boyuna 13,3 mm/s (73 Hz) olmuştur. Maksimum hız 19,6 mm/s'dir. Sonuç olarak, Nonel sistem ateşleme ile gerçekleştirilen atım sonucunda, elde edilen ölçümler 39 m gibi çok yakın bir mesafeden yapılmıştır. Buna rağmen hasar limitlerinin altında sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca gürültü miktarı da 75 dB'dir. Ölçülen bu değerler de izin verilen hasar limitlerinin çok altındadır. Gürültü değerinin düşük ölçülmesi, ölçüm noktasının patlatmayı doğrudan görmeyen çukur bir noktadan yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü, Bozanönü kireçtaşı ocağında 88 m'den yapılan atımda, daha yüksek hava şoku ölçülmüştür.

Sonuç olarak, alçı sıkılaması ile yapılan patlatmada faydalı enerji kullanım oranı, delik daha iyi tıkandığı için artmıştır. Çünkü, daha iyi parçalanma, artan titreşim ve hava şoku faydalı enerji kullanım oranının arttığının göstergesidir. Deliğin sıkılama boyu alçı ile azaltılabildiği için delik içindeki patlayıcı kolonunun boyuda uzamıştır. Böylece deliğin faydalı kullanımı en az 1 m bazen 3 m artmaktadır. Bu da daha önce ifade edildiği üzere büyük kârlar sağlamaktadır. Fırlayan kaya ve malzemenin savrulup yollara basamaklara yayılması, alçı sıkılamasız klasik atımlara göre fazla olmaktadır. Titreşim ve hava şoku da, biraz daha artmaktadır. Bu dezavantajlarına karşılık, parçalanma ve delme maliyetindeki düşüş, yükleme taşıma ve ufalama maliyetleri yönünden önemli avantajlar sağlamaktadır. Teorik olarak alçı sıkılaması ile, delik daha verimli kullanılmış ve iyi bir tıkama ile, patlatma enerjisi daha yüksek oranda kayacın kırılmasına yönlendirilmiştir. Çünkü, alçı sıkılaması daha kısa boyda uygulanarak, daha yüksek verimli patlatma sonuçları alınabilmektedir. Ayrıca, alçı sıkılamasının taş tozundan daha sağlam bir şekilde deliği tıkayacağı açıktır. Pratik denemeler de bu teorileri kanıtlamıştır.

Alçı sıkılaması kullanılarak, patlatma ekonomisine büyük kârlar sağlanması beklenmektedir. Özellikle kısa boylu deliklerde, uzun delik boylarına göre, patlayıcı şarj edilebilecek hacim çok az olmaktadır. Böyle hallerde, alçı sıkılama yöntemi

büyük faydalar sağlamaktadır. Titreşim ve hava şoku gibi çevresel etkilerdeki artış da sorun oluşturmayacak kadar küçük değerlerdir. Titreşim miktarındaki artış ta alçı sıkılama yönteminin mantığını desteklemektedir.

Ayrıca, iyi parçalanıp ötelenen bir atımın faydası çok yönlüdür. Kötü bir parçalanma sonucunda çıkan, iri malzemenin (patar) çok çıkması ikincil kırılmayı gerektirdiği gibi, yükleme ve taşıma maliyetlerini de arttırır. Alçı sıkılamada, toplam sıkılama boyunun 100 cm'yi aşması halinde, alçı sıkılama ile artan fırlayan kaya sorunu daha az olmaktadır. Ancak, çok fazla artış olursa bu defa parçalanma başarısı düşecektir. Kireçtaşı ocakları için, taş tozu sıkılamalı atımlar maliyet tablosu Çizelge 4.8'de gösterilmiştir. Kireçtaşı ocakları alçı sıkılamalı atımlar maliyet tablosu ise, Çizelge 4.9'da gösterilmiştir

Çizelge 4.8. Kireçtaşı ocakları taş tozu sıkılamalı atımlar maliyet tablosu

Ocak adı	Patlayıcı sarf maliyeti, TL/ m ³	Delme maliyeti, TL/ m ³	Toplam maliyet, TL/ m ³	Toplam maliyet, \$/ m ³
Gümüşgün kireçtaşı(atım I)	1,88	4,71	6,59	4,42
Bozanönü kireçtaşı	1,25	2,98	4,23	2,84
Baştaş kireçtaşı	1,47	3,41	4,88	3,28
Ortalama	1,53	3,70	5,23	3,51
Ortalama (\$/m ³)	1,03	2,48	3,51	

Çizelge 4.9. Kireçtaşı ocakları alçı sıkılamalı atımlar maliyet tablosu

Ocak adı	Patlayıcı sarf maliyeti, TL/ m ³	Delme maliyeti, TL/ m ³	Toplam maliyet, TL/ m ³	Toplam maliyet, \$/ m ³
Gümüşgün kireçtaşı	1,75	4,38	6,13	4,11
Bozanönü kireçtaşı	1,08	2,47	3,55	2,38
Baştaş kireçtaşı	1,63	3,25	4,88	3,28
Ortalama	1,49	3,37	4,84	3,26
Ortalama (\$/m ³)	1,00	2,26	3,26	

Her bir tane boyutu fraksiyonunda, elek üstü oranlarına göre göre sıklama yöntemlerinde alınan sonuçların tanımlayıcı istatistikleri ve t-testi önemlilik sonuçları Çizelge 4.10'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Elek üstü oranlarına göre göre sıklama yöntemlerinde alınan sonuçların tanımlayıcı istatistikleri ve t-testi önemlilik sonuçları

Tane boyutu,cm	Sıklama türü	Veri sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart Hata	p
300	Alçısız	7	2,8157	3,66498	1,38523	0,502
	Alçılı	1	0,0200	.	.	
200	Alçısız	13	3,5223	5,64286	1,56505	0,596
	Alçılı	1	0,3300	.	.	
150	Alçısız	18	4,5000	7,11985	1,67817	0,675
	Alçılı	1	1,3800	.	.	
100	Alçısız	19	9,2789	10,01619	2,29787	0,391
	Alçılı	2	2,8850	4,05172	2,86500	
70	Alçısız	19	17,2200	11,78587	2,70386	0,038
	Alçılı	4	3,5625	6,66369	3,33184	
50	Alçısız	20	26,4660	13,27985	2,96946	0,004
	Alçılı	5	6,1120	10,14994	4,53919	
40	Alçısız	20	34,2120	13,71422	3,06659	0,002
	Alçılı	5	10,1120	12,80813	5,72797	
30	Alçısız	20	44,6085	13,95694	3,12087	0,001
	Alçılı	5	18,4860	15,33828	6,85949	
20	Alçısız	20	58,5875	12,95953	2,89784	0,03
	Alçılı	5	35,8500	15,75471	7,04572	
15	Alçısız	20	67,3050	11,15744	2,49488	0,006
	Alçılı	5	49,6340	13,77468	6,16022	
10	Alçısız	20	77,2950	8,08567	1,80801	0,021
	Alçılı	5	66,9300	9,62854	4,30601	
5	Alçısız	20	88,4275	4,19560	0,93816	0,230
	Alçılı	5	85,8540	4,04749	1,81009	

10-70 cm tane boyutlularda alçılı ve alçısız atımlar arasında tane büyüklüğü ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılık gözlenmiştir ($P < 0,05$). 10-70 cm boyutluların hepsinde alçılı atım ortalamaları daha küçük olmuştur. Bu da alçılı atımların daha iyi parçaladığını göstermektedir. Elek üstü oranları 100 cm ve üzerindeki fraksiyonlarda elek üstü boyutta alçılı ve alçısız atımlar arasında istatistiksel değerlendirmede önemli derece farklılık görülmemiştir ($P > 0,05$). Bunun sebebi alçı sıklama yöntemi daha başarılı olduğu için iyi parçalanmış atım kütlelerinde

iri malzeme hiç olmamiştır veya bazı denemelerde çok az olmuştur. Eleküştü oranlarına gore, 300 cm, 200 cm, 150 cm'de 1 adet ve 100 cm'de 2 adet sonuç alınmiştır. Ayrıca 5 cm boyutta elek üştü değeri, kümülatif değer olduğu için büyük fark gözlenmemiştir.

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

1. Bu tez çalışması ile açık ocak basamak patlatmalarında, yetersiz sıkılama sorununa, alçı kullanılarak bir yenilik getirilmiştir. Delikteki patlayıcının ateşlenmesiyle oluşan, 24 GPa seviyesine çıkabilen yüksek basıncın, yaygın olarak kullanılan taş tozu veya toprakla tıkanması, çok başarılı olmamaktadır. Bu yüzden patlayıcıdan elde edilen basıncın önemli bir kısmı, yetersiz sıkılama nedeniyle boşa gitmektedir. Klasik sistemde yapılan patlatmalarda delik ağzından sıkılama malzemesinin püskürdüğü görülmüştür. Ayrıca, alçı sıkılmasında, fırlayan kaya ve titreşim değerleri bir miktar artmıştır. Ancak bu artışa rağmen alınan ölçümler, izin verilen limitlerin çok altındadır. Bu artış, patlayıcı enerjisinin daha yüksek oranla, kaya kırılmasına yönlendirilebildiğinin bir göstergesidir. Bu da, yeni sıkılama yönteminin teorisini desteklemektedir. Patlamanın ilk anı en önemli andır. Yaygın olarak kullanılan klasik sistemde, alçı sıkılmasına göre enerji kaybı daha yüksektir. Bu bağlamda alçı ile delik sıkılarak faydalı enerji kullanım oranının artırılması sağlanmıştır.

Alçı sıkılması ile, deliklerin daha verimli kullanımı da sağlanmış olmaktadır. Çünkü ortalama 2-3 m'lik sıkılama kesimi (deliğin üst kısmında kalan) patlatmada verimli kullanılamamaktadır. Patarların büyük bir bölümü de bu bölgelerden çıkmaktadır. Konya çimento fabrikası ocağındaki atımlarda bu sonuç belirlenmiştir. Sıkılama boyunun artması ile atım sonucu oluşan atım kütesinin parçalanma boyutu irileşmekte büyük kaya blokları (patar) daha çok olmakta ve patlatmanın verimi düşmektedir. 1 m deliğin delme maliyeti de 16 TL civarındadır. Alçı sıkılması ile ortalama 2 m civarı deliğin verimsiz kullanımı önlenmiş olmaktadır. Bu da verimliliği arttırmakta, ekonomik olarak toplamda büyük kâr sağlamaktadır. Sıkılama sürecinde, 45 cm'lik alçının donması ile elde edilen tıkaç; 2,5 m'lik klasik sistem taş tozu, taş veya toprak kullanılarak yapılan sıkılamadan daha sağlam bir tıkama sağlamaktadır. Bu durumda, yeni sıkılama uygulamasında patlayıcı şarjı için kullanabildiğimiz delik boyu arttığından, daha fazla Anfo sarf edilmiş olmaktadır. Ancak, parçalanmadaki kazanç bu fazla sarfiyatı gölgede bırakmaktadır. Veya Bozanönü ocağında olduğu gibi daha fazla seçilebilen dilim kalınlığı ve delikler arası

mesafe ile birim hacim için patlayıcı şarjı düşmektedir. Bozanönü kireçtaşı ocağında yapılan alçı sıkılmalı ve taş tozu sıkılmalı atımlarda alçı sıkılmasının kârlılığı ortaya konulmuştur. Aynı sayıda delikle (7 şer adet delik ile), aynı yerde, aynı formasyonda, delik grupları arasında 5 m mesafe olan iki atım grubu oluşturulmuştur. Alçı sıkılmalı atımda delikler arası mesafe ve dilim kalınlığı % 10 fazla seçilmiştir. Böylece alçı sıkılmalı atım ile taş tozu sıkılmalı atıma göre, yerinde hacmi % 21 daha fazla olan, kayaç kütlesi patlatılmıştır. Patlayıcı, alçı sıkılmalı atımda, % 4,4 daha fazla kullanılmıştır. Ancak özgül şarj, taş tozu sıkılmalı atımda, 0,84 kg/m³ iken, alçı sıkılmalı atımda özgül şarj 0,72 kg/m³ olmuştur. Aynı şekilde, delme maliyetinde ciddi bir oranda kâr elde edilmiştir. Ayrıca, alçı sıkılmasında elde edilen ürün daha ince boyutludur (örneğin +30 cm boyutlu ürün % 33,9'dan 3,5'e düşmüştür). Birim hacim (m³) için 0,46 \$'lık düşük delme-patlatma maliyeti gerçekleşmiştir. Bunun yanında, alçı sıkılmalı atımda, Bozanönü kireçtaşı ocağında, taş tozu sıkılmalı atıma göre, daha iyi fregmentasyon elde edilmekle kalınmamış, m³ başına delme-patlatma maliyeti % 16,08 oranında azalmıştır.

Gümüşgün Atım I'de Özgül şarj :1,19 kg/m³ olmuştur. Tam olarak aynı formasyonda, alçı sıkılması ile Özgül şarj :1,13 kg/ m³ olmuştur. Yani daha az patlayıcı ile daha fazla parçalanma elde edilmiştir. Ayrıca, aynı şekilde Spesifik delme, 0,29 m/ m³'den ((61 x 10,8)/ 2250) 0,27 m/m³'e (103x7,14 /2763) düşmesine rağmen, parçalanma başarısı artmıştır. Bu atımda, +50 cm boyutlu malzeme oranı, taş tozu sıkılması ile yapılan Atım I de % 9,8 iken, alçı sıkılmalı atımda bu oran, % 1,3'e düşürülmüştür. Üstelikte özgül şarj ve spesifik delme de düşmüştür. Böylece, ufalama masrafları da düşmüştür.

Ancak, patlatma enerjisi, kayaca daha iyi uygulandığı için, daha fazla fırlayan kaya olduğu da bir gerçektir. Ayrıca bağıl nem oranı yüksek ocaklarda alçının donması ve sertleşmesi biraz daha fazla zaman almaktadır. Aynı şekilde, yapılan sıkılamanın miktarı arttıkça da (sıkılama boyu ve/veya delik çapı artışı ile) sertleşme süresi artmaktadır. Bu yüzden, delik boyu ve/veya patlayıcı miktarına göre 30 - 50 cm sıkılama boyunun ideal olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, 50 cm'lik alçı sıkılama

boyunun aşılmasının bir önemli mahsuru da, alçının alt ve üstündeki yaklaşık 50 cm'lik taştuzu bölümü de olacağı için toplamda 1 m' lik sıkılama boyu aşılacaktır. Bu artış da patar oranıyla yakından ilgili olup sıkılama boyunun artışıyla parçalanma başarısı süratle düşmektedir.

2. Sıkılamanın yeni yöntemle yapılması; insanların en çok rahatsız olduğu gürültü ve hava şokunda da ciddi artışlara neden olmamıştır. Atımda oluşan sarsıntı ve gürültü sonuçları bir miktar artış olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan Nonel kapsüllerle sınırsız sayıda gecikme kullanılabilindiğinden sarsıntı seviyesi hasar limitlerinin çok altında gerçekleşmiştir. Bu yüzden teknolojik olarak neredeyse zorunluluk halini alan Nonel ateşleme sistemi kullanılması halinde, alçı sıkılmasında, çevresel anlamda sorun beklenmemektedir.

Ayrıca, alçı sıkılmasında, titreşimde meydana gelen artış da alçı sıkılama yönteminin teorisini desteklemektedir. Çünkü, titreşim, fırlayan kaya ve parçalanma başarısında oluşan artış, patlayıcı enerjisinin, daha yüksek verimlilik oranıyla kayaca yönlendirilmesinden kaynaklanmaktadır.

3. Tez kapsamında önerilen alçı sıkılmasının tercih edilmemesi durumunda, klasik sistemde sıkılama boyu iyi seçilmelidir. Çünkü sıkılama boyunun daha fazla olması ile patar oranı süratle artmakta ve patlatma başarısı düşmektedir.

4. Patlatma deliğinin tamamen su ile kaplı olması durumunda (patlayıcı kolonunun üstüne çıkacak kadar su var ise) alçı sıkılması yapılmamalıdır.

5. Alçının sertleşmesi esnasında, bir ısı çıkışı olmaktadır. Bu ısı, ve bu ısının sürece etkisi sonraki çalışmalarda incelenmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Arslanlı Alçı Sanayii A.Ş., 2010. İnternet Sitesi. <http://www.aralci.com/kartonpiyer.html>. Erişim Tarihi: 19.09.2010.
- Aswegen, H.V. ve Cunningham, C.V.B., 1986. The Estimation of Fragmentation in Blast Muckpiles by Means of Standard Photographs. J.S.AF.IMM, 86(12), 469-474.
- Atlas Powder Company, 1987. Explosives and Rock Blasting. 662p., Dallas, Texas U.S.A.
- Bayram, O., 2007. GELİ Eskihisar Ocağı Delme Patlatma Çalışmalarının Maliyet Analizi. V.Delme Patlatma Sempozyumu. Maden Mühendisleri Odası yayını, 57-69.
- Bilgin H.A., 1986. Açık İşletmelerde Patlatma Sorunları ve Tasarım. TKİ Gn. Md. ve ODTÜ, 102s. Ankara.
- Bilgin, H.A., Orica-Nitro A.Ş., Nitromak A.Ş., 2003. Patlatma Mühendisliği Semineri. 146s. Ankara.
- Brown, E.T., 1981. Rock Characterization Testing and Monitoring ISRM Suggested Methods. Pp.17-45. Pergamon Press.
- Dupont Explosives Products Division, 1977. Blasters Handbook. 494 p. Wilmington, Delaware, USA.
- Gustafsson, R., 1973. Swedish Blasting Technique. 323p. Published by SPI. Gothenburg, Sweden.
- Hagan, T.N., 1983. The Influence of Controllable Blast Parameters on Fragmentation and Mining Costs. 1st International Symposium of Rock Fragmentation by Blasting, 1, pp.31-50, Lulea, Sweden.
- Hoek, E., Bray, J., 1981. Rock Slope Engineering. Institution of Mining and Metallurgy. 358p. London.
- Kabaloğlu, S., 2003. Karadeniz Bakır İşletmeleri A.Ş. Murgul İşletmesi Maden sahalarında basamak patlatması tasarımı. Nitromak Dergisi, Kasım 2003, Sayı 2, Nitromak A.Ş., Ankara.
- Konya, C.J., Walter, E.J., 1990. Surface Blast Design. Prentice Hall. 303p. New Jersey.
- Ladegaard-Pedersen, A., Dally, J.W., 1975. A Review of Factors Effecting Damage in Blasting. Report to the National Science Foundation. Mechanical Engineering Department. University of Marilland.
- Langefors, U., Kihlstrom, B., 1963. The Modern Technique of Rock Blasting. John Wiley and Sons, 405p. New York.
- Nitro Nobel, 1977. Charge Calculation Methodsfor Bench Blasting. Blasting Techniques Dept., Sweden.

- Özkahraman H.T., 2000. Patlatılmış Yığının Parça Boyut Dağılımının Belirlenmesinde Kullanılan Sayısal Standart Fotoğraf Yönteminin Güvenilirliği. V. Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 30-31 Ekim 2000, SDÜ Müh. Fakültesi, Maden Müh. Bölümü, Isparta.
- Özkahraman, H.T., Çiftçi, H., 2002. Sayısal Fotoğraf Yöntemiyle Göltaş Çimento Fabrikası Taş Ocağı Patlatmalarının Değerlendirilmesi Ve İyileştirilmesi. Madencilik, 41(2), 3-10.
- Ozkahraman H.T., 2006. Fragmentation assessment and design of blast pattern at Goltas limestone Quarry. Turkey. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 43 (2006) 628-633.
- Özkahraman, H.T., 2009. Patlatma Teknolojisi. Tuğra Ofset, 174s. Isparta.
- Paşamehmetoğlu A.G., Bilgin, H.A., Boztaş, S., 1986. Divriği Madenleri Müessesesi Açık Ocağında Patlatma Sorunlarının Etüdü. Nihai Rapor, ODTÜ, Mayıs 1986, 66 sayfa. Ankara.
- Tamrock, 1984. Handbook on Surface Drilling and Blasting. Painofaktorit, 310p. Finland.
- Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, 2010. İnternet Sitesi. <http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&cntID=240>. Erişim Tarihi: 28.07.2010.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Halim CEVİZCİ
Doğum Yeri : Konya
Doğum Yılı : 01.06.1973
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dil : İngilizce



Eğitim Durumu

Lise :Çumra Ziraat Meslek Lisesi 1985-1989
Lisans :Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık
Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü 1989-1993
Yüksek Lisans :Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı 1993-1996

İş Deneyimi

1993 : Seydişehir alüminyum işletmesine bağlı Mortaş açık ocağı
patlatma uygulamasının etüdü
1993-2010 : Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Taşra Teşkilatlarında Mühendis
2-5 Haziran 2003 : Maden Mühendisleri Odası Patlatma Mühendisliği Semineri