

Ercan Taş Ocağı Delme-Patlatma Sisteminin İncelenmesi

A. PEKİN

*Balıkesir Üniversitesi Blk. Mes. Yük Okulu Maden Prog., Çağış kampüsü, Balıkesir

Özet

Taşocağı işletmeleri, çoğunlukla üretim faaliyetlerini delme-patlatma yöntemi ile gerçekleştirmektedir. Bu yöntemde uygun delme-patlatma parametrelerinin belirlenmesi patlatma verimliliği açısından çok önemlidir. Parametrelerin belirlenmesinde başlıca kayaç özellikleri, patlayıcı madde özellikleri ve patlatma sistemi etkili olmaktadır. İyi bir patlatma tasarımı için ocağın jeolojisi, süreksizlik sistemleri, kayacın fiziksel ve mekanik özelliklerinin bilinmesi ve bu özelliklere göre patlayıcı madde seçimi, delik geometrisi ve patlatma sisteminin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Bu amaç doğrultusunda Balıkesir-Bursa yolu üzerindeki ercan taşocağı açık işletmesinde en uygun çalışma koşullarının belirlenmesi ve parametrelerin karşılaştırılarak verilerin değerlendirilmesi için bir çalışma yapılmıştır. Konu ile ilgili verilerin elde edilmesine yönelik arazi,ve laboratuar çalışmaları yapılarak uygun delme-patlatma parametreleri belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler : Taş ocağı, delme-patlatma , patlatma tasarımı

Ercan Stone Quarry Investigation Of The Drilling-Blasting System

Abstract

Stone quarry minings are generally make true production operations by drilling-blasting method. In this method, determining of the suitable drilling-blasting parameters are very important for blasting productivity. Determination of these parameters are mainly affected by rock and explosive material properties, and blasting system. The geology of mine, the discontinuty structure, physical and mechanical properties of the rock, the selection of explosive material according to these properties, hole geometry and blasting system are very important for an effective blasting design.

For this purpose, Ercan Stone quarry open-pit mining company located on Balıkesir-Bursa highway has been studied to determine the suitable working conditions and evaluate the data obtained by comparing these parameters. The suitable drilling-blasting parameters have been determined by obtaining the related data from both land and laboratory works.

Keywords: Stonequarry , drilling-blasting , blasting design

* Abdülkerim PEKİN, apekin@balikesir.edu.tr, Tel: (266) 612 12 09

1. Giriş

Kırmataş açık işletmeciliğinde kireçtaşının basınç dayanımı ve sertliğinin, doğrudan kepçe ile veya ripperleme ile kazının yapılmasına uygun olmadığından üretim ancak delme patlatma yöntemiyle yapılabilmektedir. Kırma-eleme tesisine uygun sağlıklı bir ocak üretiminin planlanması ve gerçekleştirmenin ön koşulu, verimli, istenen parçalanma derecesini sağlayan delme patlatma parametrelerinin en az hata ile belirlenmesidir.

Bir kırmataş açık işletmesindeki üretim faaliyetleri sıra ile delme-patlatma, kepçe ile kazı ve yüklem, nakliye ve kırma-eleme oluşturmaktadır. Bu üretim sürecinin randımanlı bir şekilde sürdürülebilmesi, ilk işlem olan delme-patlatmanın verimli bir şekilde gerçekleştirilmesine bağlıdır. Bunun içinde özgül şarj, dilim kalınlığı, delikler arası mesafe gibi parametrelerin amaca uygun bir şekilde belirlenebilmesi için, kayaç özellikleri, yükleyici ve kırıcı performans ölçümleri ile parça boyut dağılımı analizi gibi çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Açık ocak faaliyetlerinin en önemli aşamasını oluşturan delme-patlatma tasarımında ise, en önemli iki parametre özgül şarj ve dilim kalınlığının belirlenmesi olduğu bilinmektedir. Bu iki parametrenin uygun değerleri belirlendikten sonra diğer parametreler bunlara bağlı olarak hesaplanabilmekte ve tasarım tamamlanabilmektedir. Ayrıca patlatma parametrelerini etkileyen bölgesel alanda farklı bir çok faktör olması nedeni ile ocak bazında bu parametrelerin belirlenmesi önemini sürdürmektedir.

Bu çalışmada, Ercan Taşocağı Ltd. Şirketi tarafından açık ocak işletmeciliği ile üretim faaliyetleri sürdürülen kireçtaşı sahası, Balıkesir-Bursa karayolunun 19. kilometresinde Yeniköy'ün güney batısında bulunmaktadır (Şekil.1). İşletmenin üretim kapasitesi ortalama 40000 m³/yıl civarındadır. Yılın yaklaşık her ayında çalışabilmektedir. Ocakta üretilen malzeme kırma-eleme tesisine taşınmakta ve buradan elde edilen kırma taş tüketiciye sunulmaktadır.



Şekil 1. Ercan taşocağı genel görünüşü

Kırıcıya beslenmesi istenen blok boyutu -60 cm ve -70 cm'dir. Bu amaçla yapılan atımlara ortaya çıkan büyük boyutlu blokların küçültülmesi işletmede mevcut bulunan hidrolik kırıcı ile gerçekleştirilmektedir. Kireçtaşında kazı işi delme-patlatma yöntemiyle yapılmaktadır. Bu amaçla işletmede 89 mm çapında delik delebilen bir adet delici mevcuttur. Yükleme işi kepçe hacmi 3.5 m³ olan bir adet düz kepçeli hidrolik ekskavatör veya 1.6 m³ lük ters kepçeli hidrolik ekskavatör ile yapılmaktadır. Taşıma ise ortalama 20 ton kapasiteli kamyonlarla yürütülmektedir.

Bu çalışmada Balıkesir ercan taşocağı işletmesinde çeşitli delme-patlatma tasarım parametreleri uygulanarak istenilen parça boyut dağılımını sağlayan birim patlayıcı madde miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kaya birimlerinin jeoteknik özellikleri belirlenmiş, arazi ve laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilerek işletme için gerekli öneriler yapılmıştır.

2. Yöntem

Bu araştırmada, Balıkesir - Bursa yolu üzerindeki ercan taşocağı ltd. şirketine ait taşocağı açık işletmesinde, işletme faaliyetlerini aksatmayacak şekilde çalışma sürdürülmüş ve aşağıda açıklanan işlemler gerçekleştirilmiştir.

İnceleme alanının ve yakın çevresinin jeolojisi

- Sahadaki kaya birimlerinin ayrışma dereceleri, tabakalanma ve çatlak düzlemlerinin sayıları, aralıkları, yön ve eğimleri, açıklıkları ve açıklık dolgusu gibi mühendislik özelliklerinin tanımlanması.
- Ocakta patlatma işleminin yapıldığı kireçtaşlarından blok numunelerin alınması ve laboratuvarda bazı mekanik ve fiziksel özelliklerin deneylerle belirlenmesi.
- Patlatma sonrası oluşan yığının parça boyut dağılımının belirlenmesi ve performans analizleri ile değerlendirilmesi.
- Her bir atım için delik geometrisinin belirlenmesi.
- Her bir atım için gerekli patlayıcı madde miktarının belirlenmesi.
- Şarj işlemlerinin usulüne uygun bir şekilde yapılması.

2.1. Kaya kütle tanımlaması ve numune alımı

Ercan Taşocağı İşletmesinde kazısı yapılan kireçtaşlarının delme-patlatma ve kazı-yükleme işlemlerine etkilerini belirleyebilmek için kireçtaşının özellikleri saptanmaya çalışılmıştır.

Kireçtaşı özellikleri olarak renk, ayrışma derecesi, mevcut süreksizlik sistemleri ve bunların özellikleri, arazide yapılan gözlem ve ölçümler sonucu belirlenmiştir. Kireçtaşı ayrışma derecesini belirlemede kullanılan sınıflandırma sistemi Bölüm 3'de verilmiştir.

Kireçtaşı kütlesi içerisindeki mevcut süreksizliklerin (eklem takımları, kamalaşma düzlemleri gibi) konumları, aralıkları, dikey ve yatay devamlılıkları ve yüzey özellikleri

ölçülerek kaydedilmiştir. Eklemler arası mesafe, doğrultu ve yatım itibarı ile aynı sisteme dahil olan eklem yüzeyleri arasındaki ortalama dikey mesafe olarak tanımlanmaktadır. Ek olarak eklem yüzeylerinin pürüzlülük durumları, dolgu maddelerinin bulunup bulunmadığı da belirlenmiştir. Kireçtaşı kütesinin eklemler ve katmanlaşma düzlemlerinin kesişimi ile oluşan bloklardan oluştuğu düşünüldüğünde, bu blokların boyut ve geometrik şekillerinin gerek gevşetme, gerekse kazı-yükleme işlemi açısından önemli bir faktör olduğu açıktır.

Kireçtaşlarının tanımlanması yanı sıra kireçtaşının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yeterli sayıda ve uygun boyutlarda temsilci numuneler alınmıştır.

2.2. Patlatma çalışmaları

Bu çalışmada patlatma ve sonuçlarının değerlendirilmesi amacıyla 8 atım yapılmıştır. Orta ölçekli bir işletme olduğundan ve ayna uzunluğu kısa olduğu için delik sayısı az ve her atımda farklı olabilmektedir.

Yürütülen patlatma çalışmalarında aşağıdaki hususlar göz önüne alınmıştır:

Her bir atım için delik sayısı, dilim kalınlığı, delik çapı, delik eğimi, yemleme miktarı, yemleme konumu, basamak yüksekliği gibi parametreler göz önüne alınmıştır.

Atımlar için anfo ve jelatin dinamiti kullanılmıştır.

Delikler şarj edilirken delik uzunlukları ve su durumu incelenmiştir.

Boşluk içeren deliklerde anfo şarjı, delik çapına uygun naylon ambalaj içerisinde deliğe yerleştirilmiştir.

Delik dibi ve delik kolonuna doldurulan anfo miktarı bir ölçek ile şarj edilerek, delik için kullanılan anfo miktarı belirlenmiştir.

Patlatma delikleri mümkün olduğunca birbirine paralel ve aynı eğimde delinmeye çalışılmıştır. Ortalama delik eğiminin 75-80° arasında delindiği jeolog pusulası ile tij üzerinden ölçülmüştür. Delik uzunlukları, 7 adet tij ile 21 m uzunluğunda delinmektedir. Üretim ilerleme yönünde topoğrafik yükseltinin artması nedeni ile 10-15 m yüksekliğinde yeni bir basamak oluşturulması önerilmiştir. Her atımda delinecek olan deliklerin yerleri, belirlenen parametrelere göre şerit metre ile ölçülerek işaretlenmiş ve buna göre delinmiştir. Yine her atımdaki şarj paternleri de önceden belirlenen şekilde gerçekleştirilmiştir. Ancak bazı deliklerde çatlak veya boşluk nedeniyle bir miktar fazla anfo şarjının yapıldığı görülmüştür. Bu çalışmada yapılan tüm atımların patlatılması gecikmesiz ateşleme ile gerçekleştirilmiştir. İncelenen 8 atım için ölçülen ve hesaplanan patlatma tasarım parametre değerleri Bölüm 3'te verilmiştir. İki kolon halinde

gecikmeli patlatma uygulaması bu çalışmaya dahil edilmemiştir. Çünkü gecikmeli iki kolon halinde yapılan patlatma sonucunda oluşan parça boyutu işletme sahibi tarafından olumlu bulunmamıştır. Aynı bir çalışma konusunda bu tartışılabilir.

Her deliğe yaklaşık aynı miktarda anfo şarj edilmiştir. Deliklerdeki yemleme miktarı ve konumları değiştirilerek yemleme miktarı ve konumunun etkisi araştırılmıştır. Atım 1, Atım 3, Atım 4 ve Atım 5'te yaklaşık 9.5 m aralıkla 2 yemleme uygulanmış, Atım 2, Atım 6, Atım 7 ve Atım 8'de yaklaşık 6.5 m aralıklarla 3 yemleme uygulanmıştır. Ayrıca farklı dilim kalınlığı ile delikler arası mesafe uygulanarak özgül şarj, özgül kapsül ve özgül dinamit değerleri hesaplanmıştır. İncelenen 8 atım bu parametrelere göre değerlendirilmiştir.

2.3. Patlatma verimliliğinin belirlenmesi

Patlatma verimliliği, kayanın mekanik-fiziksel özellikleri, süreksizlik sistemleri, patlayıcı madde özellikleri ve delme patlatma tasarım parametreleri gibi birçok etkene bağlıdır. Bu nedenle verimliliğin belirlenmesi oldukça zor ve karmaşık bir işlemdir.

Herhangi bir kaya birimi için patlatmanın verimliliği, yapılacak farklı atım sonuçlarının gözlenmesi ve birbirleriyle kıyaslanması suretiyle belirlenebilir [1].

Patlatma verimliliğinin değerlendirilmesine aşağıdaki hususların göz önüne alınması gerekir [2].

Parçalanmış malzeme eşit olarak ileri yayılmalı, aşırı fırlamış bloklar olmamalı.

Parçalanma kullanılan kazıcılara uygun olmalı

Parçalanma homojen olmalı, patar sayısı minimum olmalı

Yığın kolay kazılabilir olmalı. Ekskavatör kazı işinden çok yükleme işi yapmalı.

Yığın, kepçenin bir kerede doldurmasına yetecek kadar yükseklikte olmalı. Yığının yüksekliği düşük olan etek kısmı en az seviyede olmalı.

Parçalanmış yığın eşit kabarma göstermeli.

Yığının arka tarafında malzemenin yeterince ileri atıldığını gösteren muntazam bir çukurluk gözlenmeli

Son kazı hattı net ve belirgin olmalı.

Son kazı hattının gerisindeki basamakta en az sayıda çatlak gözlenmeli.

Tabanda tırnak oluşmamalıdır.

İşletmede patlatma işlemlerinde anfo ve jelatin dinamiti kullanılmakta, gecikmesiz ateşleme sistemi uygulanmaktadır. Patlatma verimliliğinin patlatma sistemi açısından değerlendirilmesi, tasarım parametrelerinden delik geometrisi, tırnak oluşumu, özgül şarj, parçalanmış kayaç miktarı ve gözlemlenen patar miktarları ile yapılmıştır.

2.4. Patlatma tasarım parametrelerinin belirlenmesi

Açık işletmelerde teknik, ekonomik ve emniyet açısından patlatma işlemlerinde etkili olan çok sayıda parametre vardır. Bu parametrelerden birkaçı kayaç özellikleri, patlayıcı madde özellikleri ve patlatma sistemi tasarım parametreleri olarak sıralanabilir. Bu parametreler hakkında özet bilgi aşağıda verilmiştir [3-4].

a. Kayaç özellikleri

Patlatma yapılan kayacın yoğunluğu, sertliği, çekme ve basınç dayanımı, süreksizlik durumu, sismik dalga hızı, su durumu, elastik ve plastik özellikleri, homojenlik, anizotropi ve izotropik durumu gibi özelliklerdir.

b. Patlayıcı madde özellikleri

Patlatma sonucunu etkileyen patlayıcı madde ile ilgili parametreler şunlardır.

Patlayıcı madde yoğunluğu, detonasyon hızı ve basıncı, özgül gaz hacmi ve enerjisi, güç, hassasiyet, suya ve dona dayanımı, gaz özellikleri, depolama şekli ve süresi

c. Patlatma sistemi tasarım parametreleri

Açık işletme delme-patlatma işleminde verimliliği, ekonomikliği ve emniyeti etkileyen patlatma tasarım parametreleri şunlardır.

Delik çapı ve eğimi, delik boyu, tırnak payı ve sıkılama uzunluğu, dilim kalınlığı, delikler arası mesafe, delik düzeni, basamak ayna şekli, patlayıcının delik içindeki dağılımı ve miktar, yemleme, ateşleme şekli ve düzeni, gecikme tipi ve süresi

Belirtilen patlatma tasarım parametrelerinin patlatma verimi, ekonomikliği, gürültü, toz ve sarsıntı açısından çevreye yaptığı etkisi üzerindeki önemi büyüktür. Bu açıdan araştırmacılar amaca uygun olarak bu parametrelerin belirlenmesi konusunda bir çok çalışma yapmışlardır. Bu parametrelerden özgül şarj ve dilim kalınlığı en önemli iki parametre olarak kabul edilmekte ve bu iki parametreye bağlı olarak diğer tasarım parametreleri hesaplanabilmektedir [5-7]. Bu çalışmada dilim kalınlığı ve delikler arası

mesafe değiştirilerek işletme için uygun patlatma parametrelerin belirlenmesine çalışılmıştır.

3. Bulgular

Balıkesir Ercan Taşocağı İşletmesinde kaya birimlerinin jeoteknik özellikleri ve uygun delme-patlatma tasarımı arasındaki ilişkilerin araştırılması amacıyla arazi ve laboratuvar çalışması gerçekleştirilmiştir.

3.1. Yeniköy ve civarının jeolojisi

İnceleme alanında Karakaya Formasyonuna ait gri, grimsi beyaz, bej renkli çokça parçalı ve kırıklı Permiyen yaşlı kristalize kireçtaşları yaygın olarak görülmektedir (Şekil 2). Kırmataş (agrega) ocakları bu birim içinde açılmıştır. Belirgin tabakalanma sunmazlar. Bloklı oluşu bu birimin tanıtman özelliğidir. Bölgede ölçülen kalınlığı 200 m dolayındadır.

Çalışma alanının güneyinde ve batısında izlenen volkanik kayalar andezit ve tüflerle temsil edilirler. Andezitik türdeki lavlar; andezit, ojitli andezit, altere andezit vb olarak adlandırılabilirler. Genellikle pembe, mor, koyu gri ve boz renkte, düzensiz kırıklı, köşeli kırılmalı, ender akma yapıları olup yer yer iki feldispat ve mika kristalleri belirgindir. Altere andezitler kaolinleşme, limonitleşme, silisleşme ve illitleşme gösterirler. Alt düzeylerde piritleşme ve silisleşme yaygındır. Tüfler genellikle andezitik lavlarla girik olup, çoğun hornblend, biyotit, epidot grubu mineraller, klorit parçacıkları ve killeşmiş feldispat parçaları içerirler. Hamur ise genellikle mikrolitler halinde biyotit, az hornblend, plajiyoklas mikrolitleri (albit), piroksen ve az da kuvarstan oluşmuştur. [6]



Şekil 2. :Çokça kırıklı ve parçalı rekristalize kireçtaşı

3.2. Rekrystalize kireçtaşlarının (yeniköy ocağı) mühendislik özellikleri

3.2.1. Süreksizlik özellikleri

Kireçtaşlarında izlenen başlıca süreksizlikler (zayıflık düzlemleri) fay ve makaslama zonu, eklem ve fissürdür. Süreksizlik veya bunun ters olan süreksizlik sıklığı, ya da eklem sıklığı parametresi; süreksizlik yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla kullanılmasının yanısıra kaya kütlelerinin geçirgenliğinin ve kayaç malzemesinin oluşturduğu blokların boyutlarını denetleyen bir parametre olması nedeniyle de kaya kütlelerinin en önemli özelliklerinden biridir.

Rekrystalize kireçtaşlarında ölçülen süreksizliklerde süreksizlik aralığı ISRM [8] tarafından önerilen ve Tablo 1’de verilen ölçütlere göre “Yakın aralıklı, orta derecede aralıklı” sınıfına girmektedir.

Rekrystalize kireçtaşları süreksizlik yüzeylerinin açıklık özelliği incelendiğinde; kapalı, açık ve dolgulu süreksizliklerin her üçünü de gözlemlenebilmektedir (Şekil 3)..

Tablo 1. Süreksizlik aralığını tanımlama ölçütleri [8]

Aralık (mm)	Tanımlama
< 20	Çok dar aralıklı
20 – 60	Dar aralıklı
60 – 200	Yakın aralıklı
200 – 600	Orta derecede aralıklı
600 – 2000	Geniş aralıklı
2000 – 6000	Çok geniş aralıklı
> 6000	İleri derecede aralıklı



Şekil 3 Rekrystalize kireçtaşları süreksizlik yüzeylerinin açıklık özellikleri

Süreksizlik aralığı ve sıklığı sınıflamasında ise kristalize kireçtaşları “Kırıklı-Çatlaklı sınıfa girmektedir” (Tablo 2).

Tablo 2. Süreksizlik aralığı ve sıklığı sınıfları [9]

Sınıflama	Ortalama süreksizlik aralığı, \bar{X} (m)	Ortalama süreksizlik sıklığı, λ (m ⁻¹)
Masif	$\bar{X} > 1$	< 1
Az çatlaklı-kırıklı	$0.3 < \bar{X} < 1$	1 – 3
Kırıklı-çatlaklı	$0.1 < \bar{X} < 0.3$	3 – 10
Çok çatlaklı-kırıklı	$0.02 < \bar{X} < 0.1$	10 – 50
Parçalanmış	$\bar{X} < 0.02$	> 50

Süreksizlik devamı tanımlanma ölçütlerine göre kristalize kireçtaşları “Orta derecede devamlılık” sınıfına girmektedir (Tablo 3).

Rekristalize kireçtaşlarında gelişen süreksizlik yüzeylerinin pürüzlülüğü ve dalgalılığı yönünden incelendiğinde; “Düz, pürüzlü ve çıkıntılı” pürüzlülük gösterdiği, “Az dalgalı ve dalgalı” dalgalılık gösterdiği gözlemlenmiştir (Tablo 4).

Tablo.3. Süreksizliklerin devamlılığını tanımlama ölçütleri [8]

Tanımlama	Süreksizlik İzinin Uzunluğu
Çok düşük devamlılık	< 1 m
Düşük derecede devamlılık	1 – 3 m
Orta derecede devamlılık	3 – 10 m
Yüksek devamlılık	10 – 20 m
Çok yüksek devamlılık	> 20 m

Tablo 4. Pürüzlülük ve dalgalılık sınıflamaları [9]

Tanımlama		Sınıf
Pürüzlülük	Kaygan-parlak	1
	Düz	2
	Pürüzlü	3
	Çıkıntılı	4
	Basamaklı	5
Dalgalılık	Düzlemsel	1
	Az dalgalı	2
	Dalgalı	3
	Kavisli	4
	Kıvrımlı	5

Açıklık parametresi; kaya kütlelerinin gevşemesi ve sıvıları iletme kapasitesi açısından önem taşır. Süreksizlikler boyunca gelince su basıncı, su girişi, akışı ve kaya kütlelerine gömülen atıkların ortamdaki uzaklaşması (sıvı ve gaz) büyük ölçüde açıklık parametresi tarafından denetlenir.

Süreksizlikler çok düz yüzeylere sahip olmadıkları sürece ve 0.1 mm veya 1.0 m genişliğindeki açıklıkların süreksizliklerinin makaslama dayanımı üzerinde önemli bir etkisi olmamaktadır.

Kireçtaşlarındaki Dolgu Malzemesinin Özellikleri: Dolgu malzemesi süreksizliğin karşılıklı iki yüzeyinin arasını dolduran ve genellikle ana kayaç malzemesinden daha zayıf olan bir malzemedir. İnceleme alanındaki kireçtaşlarındaki süreksizlikleri dolduran dolgu maddeleri; kalsit, aragonit, kil ve çamur (toprak)'dur. Ölçülen dolgu kalınlıkları 1-150 mm arasında değişmektedir. Kalınlık özellikle süreksizliklerin kesiştiği yerlerde daha da yoğunlaşmaktadır.

Ocak yarmalarında izlenen dolgulardan aragonitler süreksizlik yüzeylerine dik yönde gelişmiş ve iri kristaller halinde görülmektedir (Şekil 4). Dolgular yer yer merccek şekilli izlenmekte ve kısa mesafelerde sonlanmaktadır.



Şekil 4: Çatlaklara dik yönde gelişmiş iri aragonit kristalleri (beyaz renkli)

Dolgusuz ve dolgulu süreksizlik yüzeylerindeki su durumu incelendiğinde: dolgusuz süreksizliklerde; süreksizlik yüzeyi kapalı ve kuru, su akışı gözlenmiyor, dolgulu süreksizliklerde; dolgu malzemesi aşırı konsalide olmuş malzemedir oluşması ve geçirgenliğinin az olması nedeni ile önemli derecede su akışı gözlenmemektedir.

Süreksizliklerin yukarıda tanımlanan özelliklerine göre kristalize kireçtaşlarının blok boyutu düzensiz (blok boyutlarında ve şeklinde belirgin farklılıklar gözlenen kaya kütleleri) olarak tanımlanabilir.

Süreksizliklerin boş ve dolgulu (toprak, kil, kalsit ve aragonitli) olması patlatma sonucu oluşan parça boyutunu etkilemektedir. Boş süreksizlik aralıklarının ocakta 1 mm.ile1cm.arasında değişmesi nedeni ile patlayıcı madde basınç etkisi azaldığından patar miktarı fazla olmaktadır. Aynı zamanda dolgulu süreksizlik aralıkları orta derece sınıflamasına girdiğinden iyi derecede parçalanmanın olduğu gözlenmektedir.

3.2.2. Kimyasal özellikler

Ercanlar taş ocaklarından alınan (rekristalize kireçtaşları) örnekler üzerinde petrografik ve kimyasal incelemeler yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda elde edilen bilgiler Tablo

5’de verilmiştir. Kimyasal analizler, magnezyum oksit oranının 0.21-3.30 arasında ve CaO oranının 48.68-62.48 arasında değişmekte olduğunu göstermiştir. Yapılan kimyasal, petrografik ve makroskopik bulgulara göre kayaç rekristalize kireçtaşıdır.

3.2.3. Teknolojik özellikler

Ercanlar kırma taş ocağında gerekli birim patlayıcı madde miktarının tesbiti için alınan kireçtaşı örneklerinin tek eksenli basınç direnci Tablo 6’da verilmiştir. Numunelerin ortalama basınç direnci 946.56 kg/cm^2 ’dir. Deere ve Miller [10] sınıflamasına göre kayacın tek eksenli basınç dayanımı orta sınıfa girmektedir.

Tablo 5. Ercan taşocağı kireçtaşının kimyasal özellikleri

Numune No	K.K.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O
1	43.64	0.30	0.12	0.24	55.61	0.14	0.00	0.01	0.00
2	43.77	0.00	0.01	0.13	55.25	0.14	0.00	0.00	0.00
3	43.84	0.00	0.00	0.18	55.88	0.12	0.00	0.00	0.00
4	43.91	0.00	0.07	0.44	55.81	0.00	0.00	0.00	0.00
5	43.73	0.00	0.00	0.18	56.19	0.07	0.00	0.00	0.00
6	43.10	1.22	0.39	0.32	53.82	1.08	0.00	0.10	0.00
7	43.84	0.15	0.01	0.11	56.01	0.26	0.00	0.01	0.00
8	43.93	0.06	0.02	0.14	55.54	0.21	0.00	0.00	0.00
9	43.74	0.00	0.00	0.08	54.84	0.00	0.00	0.00	0.00
10	43.68	0.37	0.07	0.21	54.41	0.03	0.00	0.03	0.00
11	43.78	1.02	0.40	0.23	52.69	0.38	0.00	0.03	0.00
12	43.74	0.90	0.22	0.26	52.24	2.24	0.00	0.04	0.10
13	43.87	0.42	0.30	0.33	53.91	0.86	0.00	0.07	0.00
14	43.73	0.45	0.33	0.50	54.89	0.34	0.00	0.04	0.00
15	43.80	0.39	0.17	0.30	54.74	0.14	0.00	0.01	0.00
16	43.98	1.12	0.45	0.67	49.78	4.20	0.00	0.11	0.00

Tablo 6. Taşocağı örneklerinin tek eksenli basınç dayanımı deney sonuçları:

Numune	Boyut (mm)	Yük (kg)	Serbest Basınç (kg/cm ²)
1	70 × 70	21990	448.70
2	70 × 67	44280	944.10
3	70 × 70	70900	1446.90

3.3. Patlatma çalışmaları

Patlatma çalışmaları, delme-patlatma parametreleri, ateşleme sistemi ve şarj şekilleri Bölüm 2.3’de açıklanan yöntemle yürütülmüştür. İncelenen 8 atım için ölçülen ve hesaplanan patlatma tasarım parametre değerleri Tablo 7.’de verilmiştir.

Patlatma verimliliğinin incelenmesinde atımlarda uygulanan özgül şarj ve kayaç miktarı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Tırak oluşumu incelenmiş ve patar miktarına göre değerlendirilmiştir.

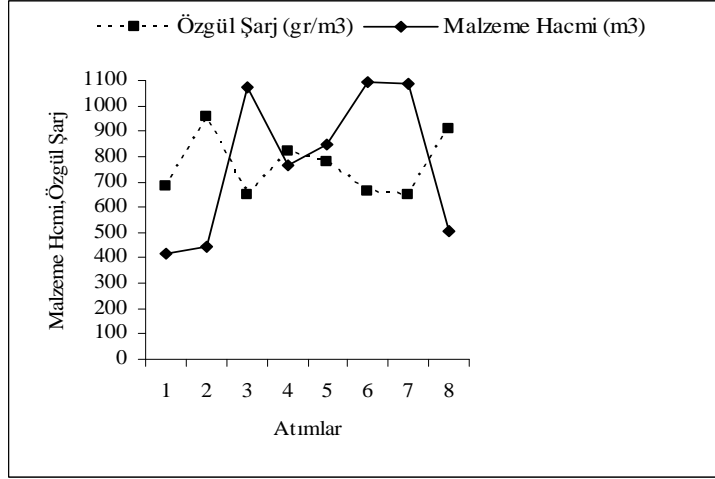
Şekil 5'de . incelenen atımlardaki özgül şarj ve parçalanmış kayaç hacmi ilişkisi incelendiğinde 1-2-4 ve 8. atımlarda daha fazla patlayıcı madde ile daha az miktarda kayaç parçalanmıştır. 3-6 ve 7. atımlarda en az patlayıcı madde ile en çok kayacın parçalandığı görülmektedir. Bu verilere göre patlayıcı madde maliyeti açısından 3. ve 7. atımda uygulanan delme patlatma tasarım parametrelerinin seçiminin uygun olacağı görülmüştür.

Delik tırnak uzunluğunun yetersiz kalması nedeni ile hemen tüm atımlarda tırnak oluşmaktadır. Atımlardaki patar miktarı gözlemsel olarak incelenmiştir. Özgül şarj miktarının az olduğu atımlarda daha çok özgül şarjın yüksek olduğu atım 2 ve atım 8'de ise daha az miktarda patar oluştuğu gözlemlenmiştir.

Tablo 7. Patlatma parametreleri ve sonuçları

ATIMLAR İÇİN PATLATMA TASARIM PARAMETRELERİ								
Parametreler	Atım 1	Atım 2	Atım 3	Atım 4	Atım 5	Atım 6	Atım 7	Atım 8
Delik Sayısı	3	4	7	6	6	7	7	5
Delik Çapı (mm)	89	89	89	89	89	89	89	89
Eğim Açısı (derece)	75-80	75-80	75-80	75-80	75-80	75-80	75-80	75-80
Delik Uzunluğu (m)	21	21	21	21	21	21	21	21
Dilim Kalınlığı (m)	3	3	3	2.50	2.75	3.90	3.45	2.74
Delikler Arası Mesafe (m)	2.25	1.80	2.50	2.50	2.50	1.95	2.20	1.80
Basamak Yüksekliği (m)	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
Sıkılama Boyu (m)	4	2.75	3	2.25	2.5	2.75	3	4
Tırnak Uzunluğu (m)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Malzeme Hacmi (m ³)	415	443	1076	768	845	1091	1089	505
Anfo Miktarı (kg)	285	424	700	630	660	725	710	460
Özgül Şarj (kg/m ³)	0.686	0.957	0.650	0.819	0.780	0.664	0.652	0.910

Ayrıca atım sonuçları ile yükleyici kapasitesi arasındaki ilişki araştırılarak uygun delme-patlatma parametrelerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Kepçe kazı ve periyot süresinin parça boyut dağılımı ile ilişkisi vardır. Kepçe boyutuna göre büyük parçalardan oluşan bir yığından yapılan yükleme ile küçük parçalardan oluşan yığından yapılan yüklemede kepçe kazı ve periyot süresi farklı olacaktır. Bu nedenle delme-patlatma tasarım parametrelerinin sonucunun olumlu veya olumsuz olarak değerlendirilmesinde kepçe kazı ve yükleme süresi de kullanılmıştır.



Şekil 5. Özgül şarj ve parçalanmış kaya miktarı ilişkisi

Uygulanan 8 atımdan ilk 5 atım 3.5 m^3 'lük düz kepçeli ekskavatör ile, diğer üç atım ise 1.6 m^3 'lük ters kepçeli ekskavatör ile yüklenmiştir. Atımlardaki kepçe kazı ve yükleme periyot süreleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Yükleyici kazı ve periyot ölçüm sonuçları

Atım No	Periyot Sayısı	Ortalama Kazı Süresi (sn.)	Ortalama Kepçe Periyodu (sn.)
1	35	14.73	42.30
2	35	13.55	38.65
3	35	14.65	38.17
4	35	13.45	39.52
5	35	13.45	41.35
6	45	7.88	30.82
7	45	8.67	32.10
8	45	7.50	31.90

Ölçüm sonuçları incelendiğinde düz kepçeli hidrolik ekskavatör için en fazla kazı süresi atım 1'de görülmektedir. Bu da kazının diğer atımlardan biraz daha zor olduğunu . yığının daha büyük parçalardan meydana geldiğinin göstergesi olabilir. Atım 1'i atım 3 takip etmektedir. En az kazı süresi atım 4 ve 5'te görülmektedir. Yığının daha küçük parçalardan meydana geldiği söylenebilir.

En az periyot süresi ise atım 3 'de görülmektedir. Bu sonuca göre yükleme açısından bu atımda iyi bir parçalanma olduğu söylenebilir. Kazı süresi ile toplam kepçe periyot süresi birbiri ile her zaman uyuşmamaktadır. Bunun nedeni kamyon yanaşma şekli kepçenin ileri geri hareket süreleri gibi nedenlerden kaynaklanabilir.

Ters kepçeli hidrolik ekskavatör için en az kazı süresi atım 8'de. en fazla kazı süresi ise atım 7'e izlenmektedir. Periyot süresi incelendiğinde en az süre atım 6'da görülmekte bunu atım 8 takip etmektedir.

Özgül şarj miktarının düşük olduğu 3. ve 7. atımlarda kepçe kazı süresi fazla olmaktadır. Özgül şarj miktarı ile kepçe kazı süresinin birbiriyle ters orantılı olduğu

görülmektedir. Bu durumda işletme için uygun delme-patlatma tasarım parametrelerinin sadece özgül şarj parametresi ile belirlenmesi doğru olmayacaktır. Patlayıcı madde miktarı ile birlikte yükleme performansı da dikkate alınmalıdır. İncelenen işletmenin yerleşim yeri ve yollara olan mesafesi yeterli uzaklıkta olduğundan ve patlatılan delik sayısının az olması gibi nedenlerle sarsıntı gibi olumsuz etkisi çevrede görülmediğinden bu çalışmada emniyet ve titreşim konusu ele alınmamıştır.

Özgül şarj ve yükleyici performansı dikkate alındığında düz kepçeli ekskavatör için ilk 5 atımın özgül şarj ortalamaları ve yükleyici kazı süreleri ortalamaları alındığında özgül şarj=0.778 kg/m³ . kazı süresi= 13.96 sn. olmaktadır. Ters kepçeli ekskavatör için 6 . 7 ve 8. atımların özgül şarj=0.742 kg/m³ , kazı süresi= 8.01 sn. olarak bulunmuştur.

Elde edilen bu sonuçlara göre uygulanabilecek tasarım parametreleri sırası ile dilim kalınlığı, delikler arası mesafe 2.75 m-2.50 m ve 3.90 m-1.95 m olması önerilebilir.

4. Tartışma ve sonuç

Açık işletmelerde patlatma sonucu parçalanma derecesi bir çok faktöre bağlıdır. İstenen parçalanma derecesini elde edebilmek için delme-patlatma tasarım parametrelerinin doğru belirlenmesi gerekmektedir. Mümkün olduğunca patar miktarının azaltılması ve optimum parça boyutunun sağlanması işletme maliyetleri açısından da önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, Ercan taşocağına verimli bir patlatma gerçekleştirmek için uygun delme-patlatma tasarım parametrelerini belirlemek ve aralarındaki ilişkiyi incelemek amacıyla uygulama çalışması yapılmıştır. Bu amaçla ocağın süreksizlik özellikleri incelenmiş, tasarım parametreleri farklı 8 adet atım gerçekleştirilmiş ve patlatma parametreleri elde edilmiştir.

Yapılan atımlarda delik tırnak uzunluğunun yetersiz olduğu, tüm atımlarda tabanda tırnak oluştuğu tespit edilmiştir. Ayrıca tabanda delik delinip patlatma yapılmıştır. Tırnak uzunluğunun artırılması gerektiği görülmüştür.

Kireçtaşının boşluklu ve süreksizlik içeren yapısı nedeni ile özellikle yüzeye yakın sıkılama bölgelerinden büyük boyutlu blokların oluştuğu belirlenmiştir. Kayacın çatlaklı kırıklı yapısı nedeni ile dilim kalınlığı ve delikler arası mesafenin değişimine göre patar sayısının çok büyük farklılık göstermediği saptanmıştır.

Süreksizlik aralığı “orta derecede aralıklı” . süreksizlik sıklığı “kırıklı-çatlaklı” . süreksizlik devamlılığı “orta derecede devamlılık” . süreksizlik yüzeyi pürüzlülüğü ”az dalgalı ve dalgalı” . süreksizlik yüzeylerinin kapalı , açık ve dolgulu özellik gösteren kırma taş ocaklarında ekskavatör seçeneğine göre dilim kalınlığı =2.75 m.. delikler arası mesafe = 2.50 m. veya 3.90 m. – 1.95 m. olması önerilebilir