

Doğal Taş Ocaklarında Blok Hacminin Belirlenmesi için RQD ve J_v 'nin Kullanılabilirliği

Usability of RQD and J_v for Prediction of Block Volume in Natural Stone Quarries

Ayberk KAYA¹, Selçuk ALEMDAĞ¹, Ali Osman YILMAZ², Mehmet ÇAPIK²

¹Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, GÜMÜŞHANE

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, TRABZON

ÖZ

Bu çalışmada, Doğan kent (Giresun) yöresinde yüzeylenen Harşit Granitoyidi'nden üretilebilecek blokların hacminin belirlenmesinde, Kaya Kalite Göstergesi (RQD) ve Hacimsel Eklem Sayısı (J_v) parametrelerinin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla, pilot çalışma alanı olarak bir ocak seçilmiş ve açılan şevlerde hat etüdü çalışmaları yapılarak, süreksizliklerin özellikleri tayin edilmiştir. Harşit Granitoyidi'nden elde edilebilecek Blok Hacminin belirlenmesinde Kaya Kütle İndeksi (RMi) sınıflama sisteminde girdi parametresi olan blok hacmi (V_b) kullanılmıştır. V_b değerinin belirlenmesinde kullanılan J_v ve RQD değişkenleri ocak içindeki farklı şevlerde yapılan süreksizlikler arası ölçümler ile belirlenmiştir. RMi sınıflamasında kullanılan Blok Şekli Faktörüne (β) göre yapılan değerlendirmede blokların genellikle "kompakt, hafifçe uzun-düz" şekilli olduğu tesbit edilmiştir. Blok hacminin belirlenmesinde kullanılan parametrelerden RQD değişkeninin sınırlamalar içermesi nedeniyle, blok hacminin hesaplanmasında J_v değerlerinin kullanılması tercih edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda Harşit Granitoyidi'nden üretilecek blokların ortalama hacminin $V_b = 7.15 \text{ m}^3$ olduğu belirlenmiş olup, bu değer ticari olarak değerlendirilebilecek blok hacmi aralığındadır.

Anahtar Kelimeler: Blok hacmi, Harşit Granitoyidi, J_v , RMi, RQD.

ABSTRACT

In this study, use of Rock Quality Designation (RQD) and Volumetric Joint Count (J_v) parameters for prediction of block volume from Harşit Granitoid exposed in Dogankent (Giresun) area, was investigated. For this purpose, a quarry was chosen as the study area and properties of discontinuities were determined by performing scan-line surveys on the pit slopes. In prediction of block volume from Harşit Granitoid, V_b which is an input parameter of Rock Mass Index (RMi) system, was used. J_v and RQD variables used for predicting V_b value were defined from the discontinuity spacing measurements performed on different slopes within the quarry. When considering the Block Shape Factor (β), the blocks can be generally classified as "compact, slightly long-flat" shaped. Due to some constrains of RQD, use of J_v values is

A. Kaya

E-Posta: ayberkkaya@gumushane.edu.tr

more effective for predicting block volume. It was concluded that, the average producible block volume from Harşit Granitoid was determined to be $V_b = 7.15 \text{ m}^3$ and this value is within the range of the economically producible block volume.

Key Words: Block volume, Harşit Granitoid, J_v , RMI, RQD.

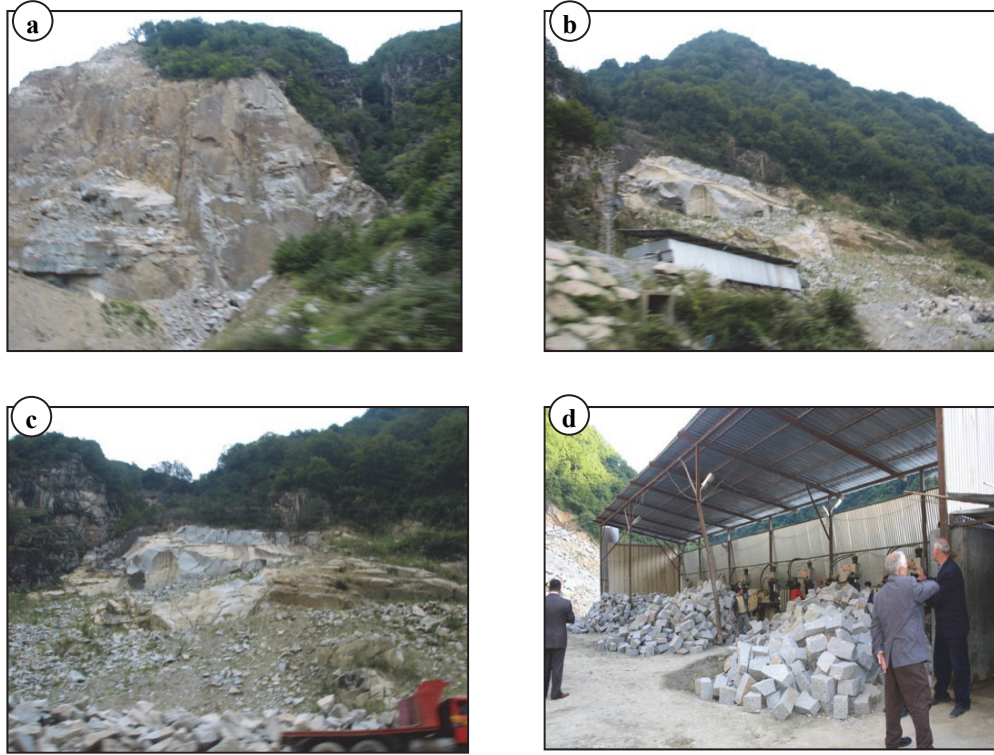
GİRİŞ

Doğal taş işletmeciliği ülkemizde hızla gelişmekte olan bir sektör olup, ülkemiz madenciliği ve ekonomisi için önemli bir yere sahiptir. Bir doğal taş ocağının işletilebilmesi için üretilebilecek blok hacminin ve şeklinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Blok şekli ve hacmi; eklem takımı sayısı, eklem ara uzaklığı ve devamlılığı ile kontrol edilmektedir. Blok boyutunu belirlemeye yönelik yapılmış olan çalışmalarda (ISRM, 1981; Palmström, 1982; Wang vd., 1991; Goodman, 1995; Sönmez ve Ulusay, 1999) araştırmacılar teorik olarak blokların şeklini ifade etmişlerdir. İlk defa Palmström (1996) tarafından blok hacmi, sayısal bir değer ile ifade edilmiştir. Bir doğal taş ocağının işletilebilmesi için en önemli parametrelerden biri blok hacmidir. Buna ek olarak taşın rengi, dayanımı, rezervi, pazar durumu gibi özelliklerde ocağın işletilebilmesi için gerekli diğer hususlardır. Bu nedenle, blok hacmini belirlemeye yönelik yapılan arazi çalışmalarından olumlu sonuçlar aldıktan sonra taşın kullanım alanını belirlemeye yönelik laboratuvar çalışmaları ve piyasa araştırması yapılmalıdır.

Bu çalışmanın amacı doğal taş ocaklarında blok hacminin belirlenebilmesi için RQD ve J_v parametrelerinin kullanılabilirliğini araştırmaktır.

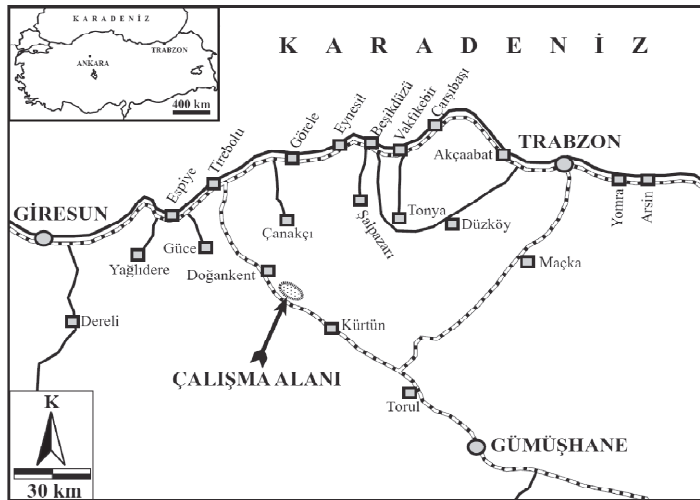
Bu amaçla, Harşit Granitoidi'nden blok taş üretimi yapılan Doğan kent ocağı pilot çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 1). Ocak alanında üretim yapan firmanın büyük bloklardan plaka kesme için ST (blok kesme makinesi) düzeneği olmadığından, şu an ebatlı taş üretimi yapılmaktadır (Şekil 1d).

Bu ocaktan üretilebilecek en büyük, en küçük ve ortalama blok hacmini belirlemek için Kaya Kütle İndeksi (RMI) sınıflama sisteminde bir girdi parametresi olan blok hacmi (V_b) kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, ocak içinde açılmış şevlerde hat etüdü çalışmaları yapılmış ve eklemlerin mühendislik özellikleri belirlenmiştir (ISRM, 1981). Belirlenen hacimsel eklem sayısı (J_v) ve kaya kalite göstergesi (RQD) değerlerine göre ocaktan üretilebilecek blok hacminin değişim aralıkları tespit edilmiştir. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. (a, b, c) Doğankent doğal taş ocağına ait farklı açılardan çekilmiş resimler, (d) ocak alanından üretilen granitlerden hazırlanmış ebatlı taşlar.

Figure 1. (a, b, c) Pictures taken from Doğankent natural stone quarry, (d) sized stones produced from granites.



Şekil 2. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası.

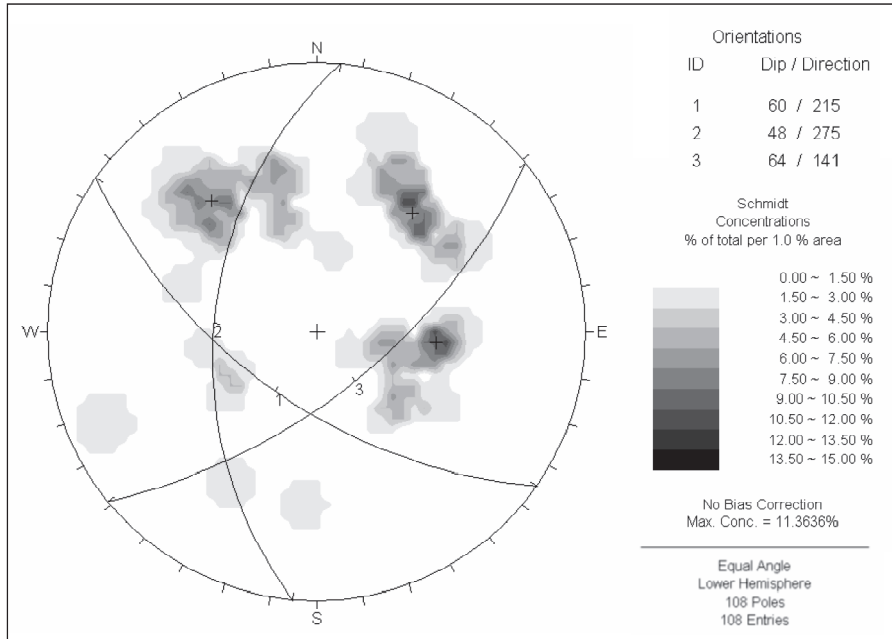
Figure 2. Location map of the study area.

ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Çalışma alanında yüzeylenen Harşit Granitoyidi, ilk defa Schultze-Westrum (1961) tarafından Harşit Graniti olarak tanımlanmış ve daha sonraları Gedikoğlu (1978) tarafından Harşit Granit Karmaşığı olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanında ve çevresinde bulunan granitoidik kayalar tek bir isim altında toplanamayacak kadar çok fazla değişim göstermektedir. Birim; granit, alkali granit, alkali feldispat, granit, granodiyorit, kuvarslı diyorit ve diyorit'e kadar bileşim değişikliği gösteren kayaç topluluklarından oluşmaktadır. Bu çeşitlilik büyük bir olasılıkla, aynı magma odasından türemiş birbiri ardına gelen magma akıntılarının katılmasından kaynaklanmaktadır (Köprübaşı, 1993). Köprübaşı (1992) tarafından Harşit Granitoyidi olarak adlandırılan birim, Pontid Alt Bazik Volkanik Karmaşığı'nı keserek yerleşmiştir.

EKLEMLERİN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanında yüzeylenen granitler tektonizmanın etkisiyle sistematik olarak gelişmiş eklem setleri içermektedir. Yapılan arazi çalışmaları ile granitlerin içerdiği bu eklemelerin ana yönelim, aralık ve devamlılık özellikleri ISRM (1981) tanımlama ölçütleri esas alınarak ve hat etüdü yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Ocak alanında açılmış olan şevlerden toplam 108 adet eklem yönelim ölçüsü alınmıştır. Bu yönelim ölçüleri DIPS 5.1 (Rocscience, 2002) bilgisayar programı ile değerlendirilmiş ve inceleme alanındaki granitlerin içerdiği ana eklem setlerinin yönelimleri; 60/215 (Set 1), 48/275 (Set 2) ve 64/141 (Set 3) olarak belirlenmiştir (Şekil 3).

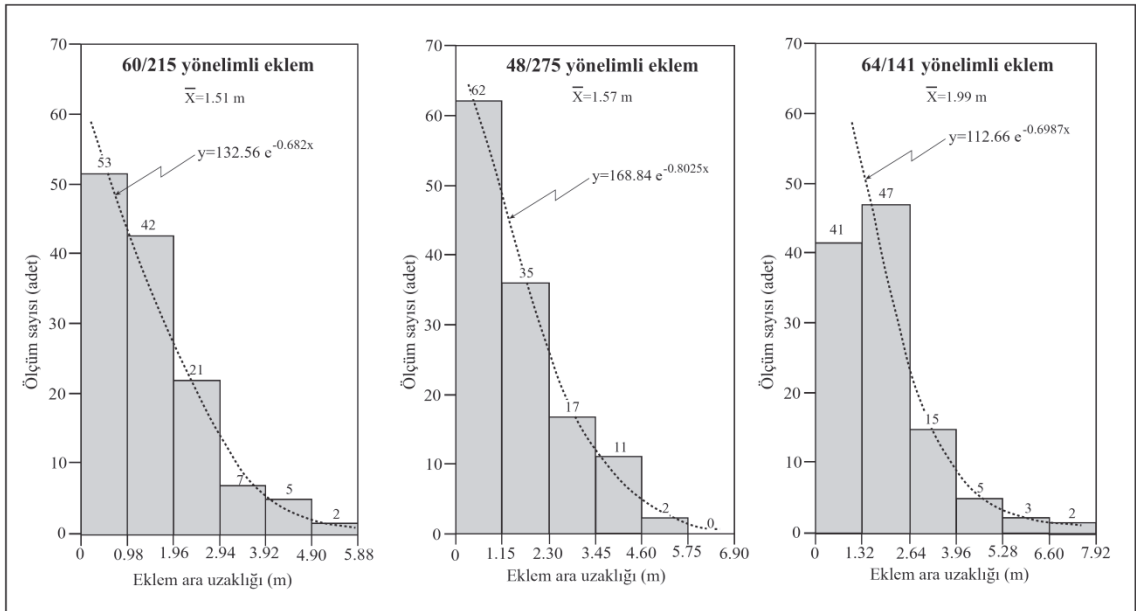


Şekil 3. Granitlerdeki eklem yönelimlerine ait kontur diyagramı.

Figure 3. Contour diagram of the joint orientations in granites.

Eklem ara uzaklığı; ocak alanında yüzeylenen mostralarda hat etüdü çalışmaları yapılarak belirlenmiş olup, her bir eklem seti için ara uzaklık değerleri histogramlarla gösterilmiştir (Şekil 4). Eklem setlerine ait ara uzaklık değerlerinin, istatistiksel dağılım modellerinden negatif eksponansiyel dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, her bir eklem setine ait ara uzaklık değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Buna

göre; ortalama eklem ara uzaklığı 60/215 yönelimli eklem için 1.51 m, 48/275 yönelimli eklem için 1.57 m ve 64/141 yönelimli eklem için 1.99 m olarak hesaplanmıştır. ISRM (1981) tanımlama ölçütlerine göre eklemler “geniş ara uzaklıklı” olarak tanımlanmıştır. Eklemlere ait ara uzaklık değerleri 1.5 m’den büyük olup, blok taş üretimi için uygun değerlere sahiptir.



Şekil 4. Eklem setlerine ait ara uzaklık histogramları.

Figure 4. Spacing histograms of the joint sets.

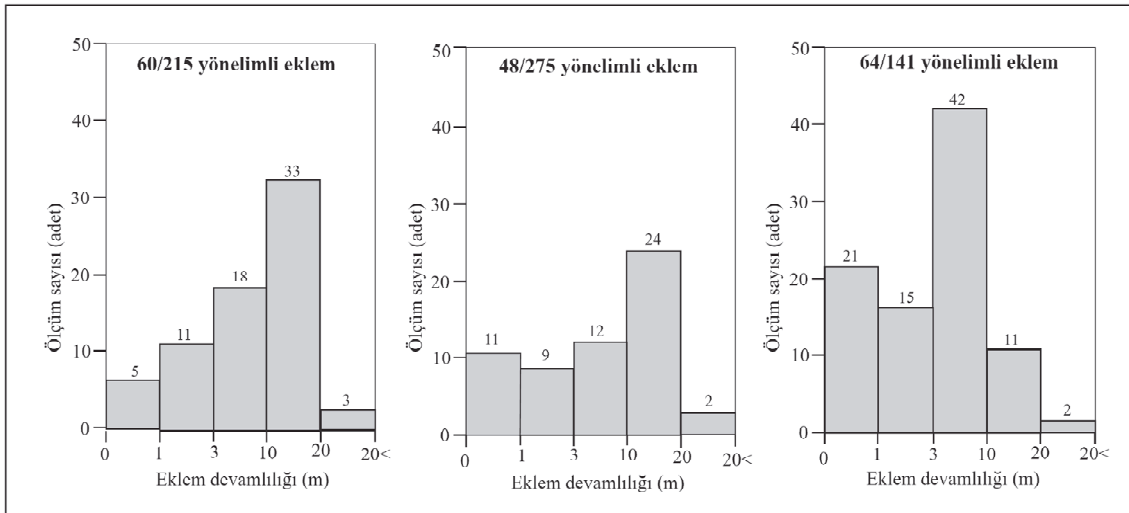
Eklem setlerine ait devamlılık değerleri açılmış olan şev aynalarında yapılan ölçümlerle belirlenmiş ve histogramları çizilerek dağılımları tespit edilmiştir (Şekil 5). ISRM (1981)

tarafından önerilen sınıflamaya göre; 60/215 ve 48/275 yönelimli eklemler “yüksek devamlı”, 64/141 yönelimli eklem ise “orta derecede devamlı” olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 1. Eklem setlerine ait ara uzaklık değerlerinin frekans dağılımı ve istatistiksel olarak değerlendirilmesi.

Table 1. Frequency distribution of spacig values of the joint sets and their statistical evaluations.

Eklem ara uzaklığı (m)	Tanımlama	60/215	48/275	64/141
		Süreksizlik ara uzaklığı ölçüm sayısı (adet)		
< 0.02	Çok dar ara uzaklıklı	-	-	-
0.02-0.06	Dar ara uzaklıklı	5	10	-
0.06-0.2	Yakın ara uzaklıklı	10	18	13
0.2-0.6	Orta derecede ara uzaklıklı	32	30	25
0.6-2	Geniş ara uzaklıklı	56	61	49
2-6	Çok geniş ara uzaklıklı	27	11	23
>6	İleri derecede geniş ara uzaklıklı	-	-	3
	En küçük	0.49	0.58	0.66
	En büyük	5.39	5.18	7.26
	Ortalama	1.51	1.57	1.99
	Standart Sapma	± 1.15	± 1.20	± 1.44
	Tanımlama ölçütleri (ISRM, 1981)	Geniş ara uzaklıklı	Geniş ara uzaklıklı	Geniş ara uzaklıklı



Şekil 5. Eklem setlerine ait devamlılık histogramları.

Figure 5. Persistency histograms of the joint sets.

Çizelge 2. Eklem setlerine ait devamlılık değerlerinin frekans dağılımı ve istatistiksel olarak değerlendirilmesi.

Table 2. Frequency distribution of persistency values of the joint sets and their statistical evaluations.

Eklem devamlılığı (m)	Tanımlama	60/215	48/275	64/141
		Eklem devamlılığı ölçüm sayısı (adet)		
< 1	Çok düşük devamlı	5	11	21
1-3	Düşük derecede devamlı	11	9	15
3-10	Orta derecede devamlı	18	12	42
10-20	Yüksek devamlı	33	24	11
>20	Çok yüksek devamlı	3	2	2
	En küçük	0.50	0.40	0.70
	En büyük	21.00	23.00	24.00
	Ortalama	17.12	13.00	6.20
	Standart Sapma	± 6.41	± 6.80	± 5.24
	Tanımlama ölçütleri (ISRM, 1981)	Yüksek devamlı	Yüksek devamlı	Orta derecede devamlı

BLOK HACMİNİN BELİRLENMESİ

Blok hacmi (V_b) eklem sıklığının hacimsel olarak ifadesi olup, kaya kütlelerinin kalitesini gösteren en önemli parametrelerden biridir (Palmström, 1996; Cai vd., 2004). V_b değeri; eklem ara uzaklığına, eklem takım sayısına, eklem yönelimine ve eklem devamlılığına bağlıdır. Üç veya daha fazla eklem takımı içeren kaya kütlelerindeki blok hacmi, eklem ara uzaklığına bağlı olarak eşitlik 1 ve 2'den hesaplanmaktadır (Palmström, 1995 ve 2005). Söz konusu eşitliklerde, eklemlerin %100 devamlı olduğu kabul edilir.

$$V_b = \beta \cdot J_v^{-3} \cdot \frac{1}{\text{Sin}\gamma_1 \cdot \text{Sin}\gamma_2 \cdot \text{Sin}\gamma_3} \quad (1)$$

$$V_b = \beta \cdot \left(44 - \frac{RQD}{2.5}\right)^{-3} \cdot \frac{1}{\text{Sin}\gamma_1 \cdot \text{Sin}\gamma_2 \cdot \text{Sin}\gamma_3} \quad (2)$$

Burada; V_b : Blok Hacmi, J_v : Hacimsel Eklem Sayısı, RQD: Kaya Kalite Göstergesi, β : Şekil Faktörü, γ_1 - γ_2 - γ_3 : eklem düzlemleri arasındaki açılardır.

Blok hacmi belirlenirken farklı eklem ara uzaklığı değerlerine göre değişen J_v ile eklem sıklığı değerlerinden elde edilen RQD değişkenleri kullanılmıştır. Blok hacminin belirlenmesinde kullanılan J_v , RQD ve β parametrelerinin belirlenmesi aşağıdaki gibidir.

Hacimsel Eklem Sayısı (J_v)

Palmström (1982, 1985 ve 1996) tarafından tanımlanan Hacimsel Eklem Sayısı (J_v), birim hacimdeki, diğer bir ifadeyle 1 m^3 'deki eklem sayısını göstermektedir ve aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır.

Kaya, Alemdağ, Yılmaz ve Çapık

$$J_v = \frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_3} + \dots + \frac{1}{S_n} \quad (3)$$

Burada; S_n : gözlenen her bir eklem seti için bulunan eklem ara uzaklığıdır.

Her bir eklem setine ait ara uzaklık değerlerinden yararlanılarak bulunan Hacimsel Eklem Sayısı, ISRM (1981) ve Palmström (1996) tarafından önerilen tanımlama ölçütlerine göre sınıflanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Hacimsel eklem sayısı değerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi.

Table 3. Statistical evaluation of the volumetric joint count values.

Eklem ara uzaklığı (m)	60/215	48/275	64/141
En büyük	5.39	5.18	7.26
En küçük	0.49	0.58	0.66
Ortalama	1.51	1.57	1.99
Standart Sapma	± 1.15	± 1.20	± 1.44
Hacimsel eklem sayısı, J_v (eklem/m³)			
En büyük	5.30		
En küçük	0.52		
Ortalama	1.80		
Tanımlama (ISRM, 1981)	Geniş bloklar		
Tanımlama (Palmström, 1996)	Düşük J_v		

Kaya Kalite Göstergesi (RQD)

RQD değeri, ocak alanındaki şev aynalarında birbirine dik yönde yapılan ölçümlerle belirlenen eklem sıklığı (λ) değerlerinden yararlanılarak hesaplanmıştır (Çizelge 4). İnceleme alanında sistematik eklemlerin yanı sıra düzensiz eklemlerin de gelişmiş olması nedeniyle RQD'yi belirlemek için Priest ve Hudson (1976) tarafından önerilen 4 numaralı eşitlikten yararlanılmıştır.

4 numaralı eşitlik, eklem ara uzaklığı negatif eksponansiyel dağılım gösteren kaya kütlelerinde RQD için en doğru sonuçları vermektedir.

$$RQD = 100e^{-0.1\lambda} (0.1\lambda + 1) \quad (4)$$

Burada; λ : 1m deki eklem sayısıdır.

Diğer dağılım modellerini gösteren eklem ara uzaklık değerleri için Palmström (2005) tarafından önerilen 5 numaralı eşitliği kullanmak, RQD değeri için daha anlamlı sonuçların elde edilmesine yardımcı olacaktır. Ancak, J_v değeri hesaplanırken düzensiz gelişmiş eklemler göz ardı edildiğinden, 5 numaralı eşitlik doğal taş ocakları için blok hacmi hesaplamalarında pek kullanışlı değildir.

$$RQD = 110 - 2.5 J_v \quad (5)$$

Burada; J_v : 1 m³'lük kaya bloğundaki çatlak sayısıdır ($J_v < 4$ ise RQD = 100 alınır).

Çizelge 4. Kaya Kalite Göstergesi (RQD) değerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi.

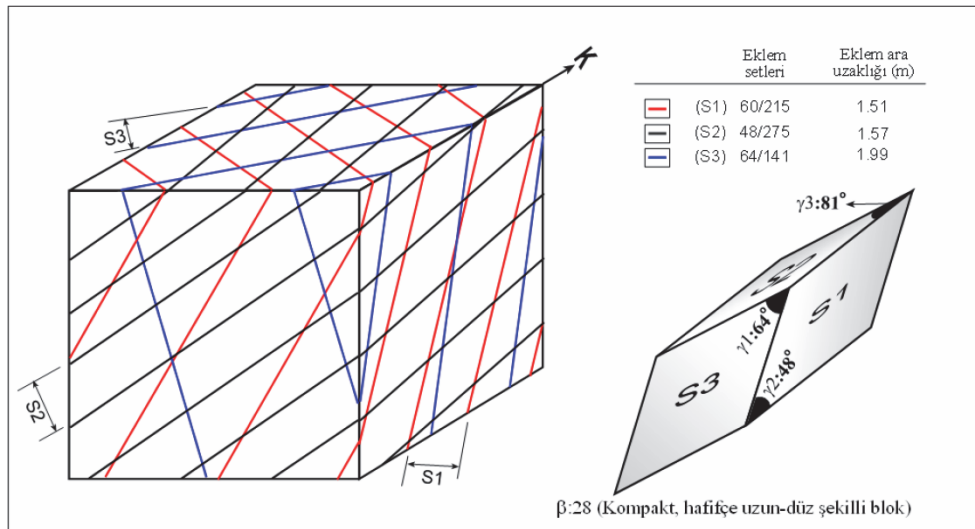
Table 4. Statistical evaluations of the rock quality designation (RQD) values.

Ölçüm hattı uzunluğu (m)	Ölçüm hattı sayısı	Eklem sıklığı (λ) (m^{-1})			RQD (%)		
		En küçük	En büyük	Ortalama	En küçük	En büyük	Ortalama
10	17	1.2	2.0	1.5	98.25	99.34	98.98
Tanımlama (Deere, 1964)						Çok iyi	

Blok Şekli

Ocak alanından üretilen blokların şekillerini belirlemek için Palmström (1995) tarafından önerilen Şekil faktörü'nden (β)

yararlanılmıştır. Bu amaçla, eklem takımlarının konumlarına göre çizilen blok diyagram ve süreksizlik düzlemlerinin birbirleriyle yaptıkları açılara göre oluşacak blok şekli Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Granit kaya kütleindeki eklem setlerini gösteren blok diyagram ve blok şekli.

Figure 6. Block diagram and block shape showing the joint sets in granite rock mass.

Şekil faktörü β 'nin belirlenmesinde 6 numaralı eşitlikten yararlanılmıştır.

$$\beta = \frac{(\alpha_2 + \alpha_2 \cdot \alpha_3 + \alpha_3)^3}{(\alpha_2 \cdot \alpha_3)^2} \quad (6)$$

Kaya, Alemdağ, Yılmaz ve Çapık

Burada; β : Şekil Faktörü, $\alpha_2=S_2/S_1$, $\alpha_3=S_3/S_1$, S_1 , S_2 , S_3 : gerçek eklem ara uzaklıklarıdır ($S_3>S_2>S_1$).

Bu çalışmada, Şekil Faktörü'nün hesaplanmasında kullanılan α_2 - α_3 değerleri sırayla 1.04 ve 1.32 olarak hesap edilmiş olup, β ise 28 olarak belirlenmiştir.

Bu değer Palmström (1995) tarafından önerilen sınıflandırmaya göre (Çizelge 5) “kompakt, hafifçe uzun-düz şekilli” olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 5. Blok şekli faktörünün Palmström (1995) tarafından önerilen tanımlamalara göre değerlendirilmesi.

Table 5. Evaluations of the block shape factor according to the definitions proposed by Palmström (1995).

Eklem seti sayısı	Blok şekli	Blokların tipi	β 'nin değer aralıkları
Bir eklem seti	Çok-Çok fazla	Düz bloklar	100-5000
Bir eklem seti ve düzensiz eklemler	Orta-Çok	Düz bloklar	75-300
İki eklem seti	Çok-Çok fazla	Uzun veya düz bloklar	75-500
İki eklem seti ve düzensiz eklemler	Orta-Çok	Uzun veya düz bloklar	50-200
Üç eklem seti Üç eklem seti ve düzensiz eklemler Dört veya daha fazla eklem setleri	Kompakt, hafifçe uzun-düz bloklar		27-75

Bu çalışmada, blok hacmi hesap edilirken farklı eklem ara uzaklığı değerlerine göre değişen J_v ve eklem sıklığı yardımıyla belirlenen RQD değerleri kullanılmıştır. Hacim hesaplamalarında

eşitlik 1 ve 2'den yararlanılmıştır. Hesaplama kullanılan girdi parametreleri ve ocaktan üretilebilecek blok hacimleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Granit kaya kütlesi için hesaplanan blok hacmi (V_b) değerleri.

Table 6. Block volume values calculated for granite rock mass.

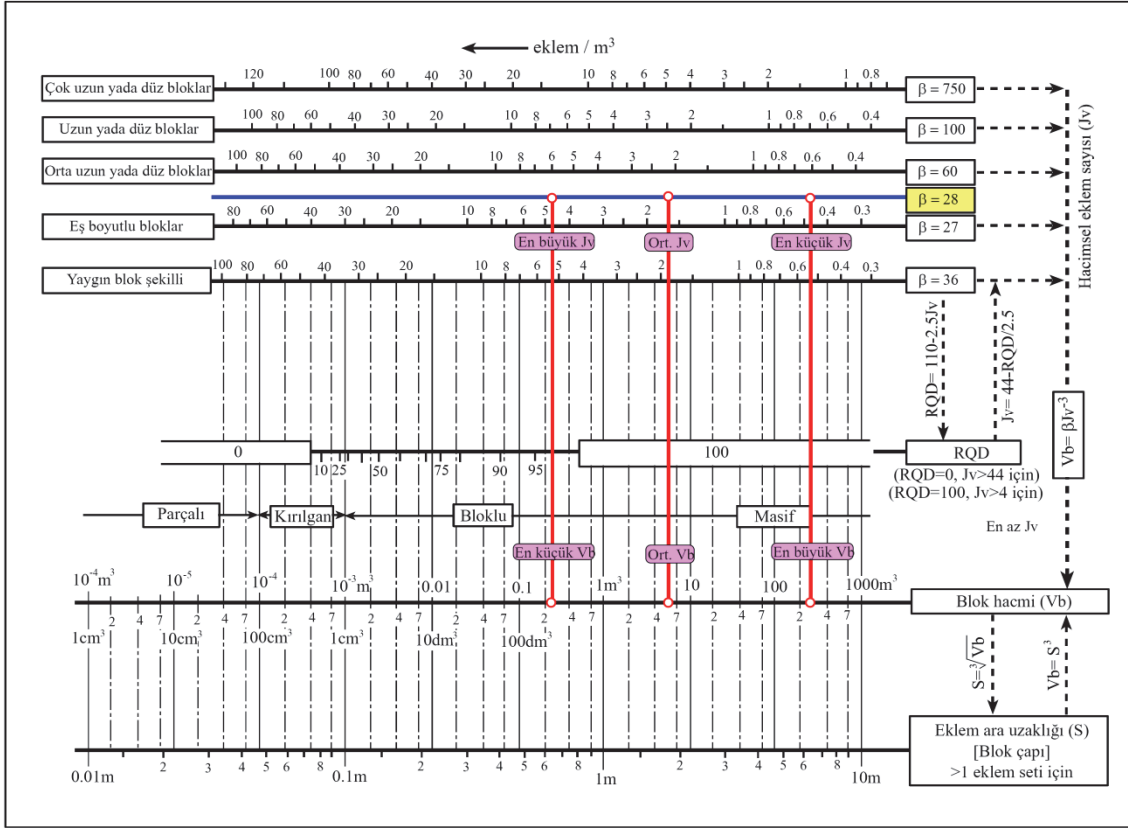
Girdi Parametreleri							
$\alpha_2=1.04$	$\gamma_1 (S1-S2)= 64^\circ$	RQD (%)			J_v (eklem/ m^3)		
$\alpha_3=1.32$	$\gamma_2 (S1-S3)= 48^\circ$	En küçük	En büyük	Ortalama	En küçük	En büyük	Ortalama
$\beta=28$	$\gamma_3 (S2-S3)= 81^\circ$	98.25	99.34	98.98	0.52	5.30	1.80
Blok hacmi		$V_b (m^3)$			$V_b (m^3)$		
		0.40	0.54	0.49	0.28	303.61	7.15

Ocak alanından üretilebilecek ortalama blok hacmi J_v 'ye göre $7.15 m^3$, RQD'ye göre ise $0.49 m^3$ olarak bulunmuştur. RQD'nin belirlenmesinde bazı sınırlamalar olduğundan hesaplanan blok hacmi değerleri arasında farklılıklar meydana gelmiştir.

RQD'nin girdi parametresi olarak kullanıldığı 2 numaralı eşitliğe göre blok hacmi hesaplandığında, RQD=100 değeri için oldukça küçük değerler elde edilmektedir. Bu nedenle, üretilebilecek blok hacmini belirlemede RQD'yi kullanmak ocaktaki gerçek durumu yansıtmayacağı için blok hacminin hesaplanmasında J_v değerinin kullanılması daha uygun olacaktır. Palmström (2005) tarafından önerilen abaktan da (Şekil 7) anlaşılacağı üzere,

J_v değişkenini kullanarak blok hacmini belirlemede herhangi bir sınırlama yoktur. Söz konusu abak yardımıyla, J_v değerlerine karşılık gelen V_b değerleri kolaylıkla hesaplanabilmektedir.

Bir kaya kütlelerinin istenilen ticari boyutlarda blok verebilmesi için $1.5-12 m^3$ aralığında bloklar veriyor olması esastır (Kaya, 2005). Ocak alanında yapılan incelemelerde, çıkarılan blokların $1-16 m^3$ arasında olduğu belirlenmiştir. Hesaplanan ortalama blok hacminin $7.15 m^3$ olduğu da göz önüne alındığında, bu değer, ticari açıdan değerlendirilebilecek blok boyutu aralığında olduğu görülmektedir.



Şekil 7. RQD, J_v , S ve V_b arasındaki ilişkiler (Palmström, 2005).

Figure 7. Relations among RQD, J_v , S and V_b (Palmström, 2005).

SONUÇLAR

Bu çalışmada, Doğan kent (Giresun) yöresinde yüzeylenen Harşit Granitoyidi'nden üretilebilecek blokların hacimleri RMI sisteminde girdi parametresi olan V_b kullanılarak belirlenmiş olup, yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur:

- 1) Granit kaya kütlelerinde 60/215, 64/141 ve 48/275 yönelimli üç ana eklem setinin olduğu belirlenmiştir.
- 2) Ortalama Hacimsel Eklem Sayısı (J_v) 1.8 eklem/ m^3 olarak hesaplanmış olup,

ISRM (1981)'e göre "geniş bloklar", Palmström (1996)'ya göre "düşük J_v " olarak tanımlanmıştır.

- 3) Süreksizlik sıklığı değerine göre Kaya Kalite Göstergesi'nin (RQD) %98-99 aralığında değişmekte olduğu tespit edilmiştir. Deere (1964) tarafından yapılan tanımlama ölçütlerine göre "çok iyi" olarak sınıflandırılmıştır.
- 4) Blok hacminin hesaplanmasında kullanılan Şekil Faktörü $\beta=28$ olarak hesaplanmış ve Palmström (1995)

tarafından yapılan sınıflandırmaya göre bloklar “kompakt, hafifçe uzun- düz şekilli” olarak tanımlanmıştır.

- 5) RQD değişkeninin sınırlamalar içermesi nedeniyle blok hacminin hesaplanmasında J_v değerlerinin kullanılmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, belirlenen ortalama J_v değerinin kullanılmasıyla $V_b = 7.15 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Ortalama blok hacmi göz önüne alındığında, bu değer ticari açıdan değerlendirilebilecek blok hacmi aralığında olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Cai, M., Kaiser, P. K., Uno, H., Tasaka, Y. ve Minami, M., 2004. Estimation of rock mass deformation modulus and strength of jointed hard rock masses using the GSI system, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 41(1), 3-19.
- Deere, D. U., 1964. Technical description of rock cores for engineering purposed, *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 1, 17-22p.
- Gedikoğlu, A., 1978, Harşit Granit Karmaştığı ve çevre kayaçları, Doçentlik Tezi, K.T.Ü. Yer Bilimleri Fakültesi, Trabzon.
- Goodman R. E. 1995. Block theory and its application, *Geotechnique*, 45(3), 383-423p.
- ISRM (International Society for Rock Mechanics), 1981. Rock characterization, Testing and monitoring. International Society of Rock Mechanics Suggested Methods, Pergamon Press, Oxford, 211p.
- Kaya, K., 2005. Rmi kayaç kütle sınıflama yönteminin mermer ocaklarında blok üretim boyutlarının belirlenmesinde kullanılabilirliğinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Köprübaşı, N., 1992. Aşağı Harşit bölgesinin mağmatik petrojenezi ve masif sülfidlerde jeokimyasal hedef saptama uygulamaları, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Köprübaşı, N., 1993. Tirebolu-Harşit (Giresun) arası Jura-Kretase yaşlı magmatik kayaçların petrolojisi ve jeokimyası, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 36, 139-150.
- Palmstöm, A., 1982. The volumetric joint count- a useful and simple measure of the degree of jointing, 4th Int. Congress IAEG, New Delhi, 221-228.
- Palmström, A., 1985. Application of the volumetric joint count as a measure of rock mass jointing, *Proc. Int. Symp. on Fundamentals of Rock Joints*, Sweden, 103-110.
- Palmström A. 1995. Rmi – A system for characterization of rock masses for rock engineering purposes, Ph.D. Thesis, Univeristy of Oslo, Norway, 408.
- Palmström A. 1996. The weighted joint density method leads to improved characterization of jointing, *Proc. Conference on Recent Advances in Tunnelling Technology*, New Delhi, 6p.
- Palmström, A., 2005. Measurements of and correlations between block size and rock quality designation (RQD), *Tunnels and Underground Space Technology*, 20, 362-377.
- Priest, S.D. ve Hudson J.A., 1976. Discontinuity spacing in rock. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts*, 13, 135-148.
- Rocscience, 2002. DIPS v5.1- User's Guide. Rocscience Inc., Toronto, Ontario, Canada, 90p.
- Schultze - Westrum, H., 1961. Giresun vilayeti Espiye sahasının jeolojisi ve yatak bilimi bakımından etüdü (G41 % ve ag), M.T.A. Rapor No: 3090 (Yayınlanmamış), Ankara.

Sönmez, H. ve Ulusay, R., 1999. Modifications to the Geological Strength Index (GSI) and their applicability to stability of slopes, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Science*, 36(6), 743-760.

Wang, H., Latham, J. P. ve Poole, A. B., 1991. Predictions of block size distribution for quarrying, *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 24, 91-99.