

Kırşehir-Kaman Granatlarının Doğaltaş Sektöründe Aşındırıcı Malzeme Olarak Kullanımı

İrfan Celal Engin^a

^aAfyon Kocatepe Üniversitesi, İncehisar Meslek Yüksekokulu, 03750, İncehisar, Afyonkarahisar
e-posta: icengin@aku.edu.tr

Geliş Tarihi: 26 Nisan 2011; Kabul Tarihi: 12 Temmuz 2011

Özet

Türkiye’de son yıllarda mermer üretimi büyük miktarlara ulaşmış ve mermer ihracat geliri maden ihracatında birinci sıraya gelmiştir. Sektördeki bu olumlu gelişmeler mermer üretimine olan ilgiyi daha da artırmıştır. Mermerin levha pazarında talebi etkileyen önemli unsurlardan biri cila kalitesidir. Aşındırma ve parlatma uygulamalarında karşılaşılan sorunların başında yüksek miktarda aşındırıcı tüketimi gelmektedir. Kullanılan aşındırıcı malzeme büyük oranda silisyum karbür ve yakın zamanda kullanılmaya başlanan elmaştır. Bu aşındırıcıların fiyatının yüksek oluşu yeni arayışları gündeme getirmiştir. Bu çalışma kapsamında kalsit ve kalksilikatik şist kökenli gerçek mermerlerin aşındırma ve parlatma uygulamalarında bazı Türk granatlarının kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla mermer aşındırma ve parlatma işleminde kullanılan aşındırıcı ürünler (silim taşları) hazırlanmış ve Afyon Grisi üzerinde sanayi ölçekli denemeleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, aşındırma ve parlatma uygulamalarında kullanılan ürünler üzerinde mikroskobik incelemeler de yapılarak granat kristallerinde gelişen aşınma yapısı belirlenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda, incelenen granatların mermer aşındırma ve parlatma amacıyla kullanılabilirliği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Granat; Aşındırıcı; Doğaltaş; Aşındırma-Parlatma; Silim Taşı

The Use of Kırşehir-Kaman Garnets as Abrasive Material in Natural Stone Sector

Abstract

Marble production in Turkey has reached to high quantities at recent years and marble export income has left back boron income. This positive growing in the sector has increased the interest on the marble production. One of the most important factors affecting demand of marble in market is the polish quality and this achieved by grinding and polishing units in marble processing plants. High volume of abrasive consumption is the most important problem in the grinding and polishing applications. Abrasive materials used in these applications are mostly silicon carbide and a little diamond recently in use. In this study, usage of Kırşehir-Kaman garnet minerals as an abrasive material in grinding and polishing operations of calcite based marble was investigated. With this purpose, marble grinding and polishing stones were prepared by using the samples taken from the study area. They were tested on Afyon Grey marble in a marble processing plant in full scale. Finally, it is seen that Kırşehir-Kaman garnet minerals can be used as abrasive materials for these operations.

Key Words: Garnet; Abrasive; Natural Stone; Grinding and Polishing, Polishing Stone.

1. Giriş

Dünyada ve ülkemizde dekoratif kullanım amacıyla mermere olan talep her yıl artmaktadır. Mermerin ekonomik değerini belirleyen unsurların

başında doğal deseni gelmektedir. Bu deseni en iyi şekilde göstermenin yollarından biri ve de en fazla uygulananı aşındırma-parlatma veya diğer bir deyişle cilalama işlemidir.

Mermerin cila kalitesi, mineralojik, kimyasal ve fiziksel yapısına bağlı olduğu gibi mermer işleme tesislerinde gerçekleştirilen aşındırma ve parlatma işlemlerinin doğru bir şekilde yapılmasına da bağlıdır. Bu işlemlerde karşılaşılan önemli sorunların başında yüksek miktarda aşındırıcı tüketimi gelmektedir. Birim mermer işleme maliyetinde aşındırıcı ürün maliyetinin payı %50 – 60 seviyelerine kadar çıkabilmektedir. Ülkemizde kullanılan ürünlerin bir kısmı ile bunların hammaddesini oluşturan aşındırıcı tanelerin tamamına yakını ithal edilmektedir.

Granat benzer fiziksel özelliklere, kristal yapısına ve genel kimyasal formüle sahip bir grup demir-alüminyum silikata verilen ortak isimdir. Granat mineralinin sertliği Mohs ölçeğine göre 6.5'ten 9'a kadar değişmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Önemli granat mineral türleri ve özellikleri (O'Driscoll, 1993)

Granat Minerali	Kimyasal Bileşimi	Sertlik (Mohs)	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)
Grosular	Ca-Al silikat	7,0	3,5-3,7
Prop	Mg-Al silikat	6,5-7,5	3,5-3,8
Almandin	Fe-Al silikat	>7,5	3,9-4,2
Spesartin	Mn-Al silikat	7,0-7,5	4,1-4,3
Andradit	Ca-Fe silikat	6,5-7,0	3,7-3,8
Uvarovit	Ca-Cr silikat	7,5	3,4-3,5

Granat genellikle kum püskürtme işleminde, zımpara kağıdı yapımında ve su jeti ile kesme işleminde aşındırıcı olarak, ayrıca su arıtımında filtre malzemesi olarak kullanılmaktadır.

2. Mermer Aşındırma ve Parlatma

Ocaklardan çıkarılan mermer blokları işleme tesislerinde değişik kesme makineleriyle (katrak, ST vb.) kesilip levha boyutlarına indirilmekte, daha sonra çoğunlukla silim hattı adı verilen aşındırma ve parlatma ünitesinden geçirilerek yüzey pürüzlülüğü ortadan kaldırılarak parlaklık kazandırılmaktadır. Silim hattı ünitesinde; gittikçe

azalan tane boyuna sahip aşındırıcı içeren, düşey eksende baskı ve dönme hareketi yapan aşındırıcı başlıkların bir bant üzerinde hareket eden mermer plakalarının üzerine sürtünmesiyle aşındırma-parlatma işlemi gerçekleştirilir.

Gerek silim hatlarında gerekse diğer sanayi tipi cila makinelerinde gerçekleştirilen aşındırma ve parlatma işlemlerinde değişik şekil ve boyutlarda aşındırıcı başlıklar kullanılmaktadır. Bu başlıklar aşındırıcı tane ve bağlayıcı matrisden meydana gelmektedir. Aşındırıcı tane olarak büyük oranda silisyum karbür kullanılmaktadır. Son yıllarda elmas kullanımı ile ilgili çalışmalar da yoğunlaşmıştır. Sonuç olarak; elmas veya silisyum karbür gibi aşındırıcıların kullanımı ilk bakışta verimli ve ekonomik gibi görünse de tamamı ithal edildiği için ülke ekonomisine büyük kayıplar vermektedir.

Bu çalışma ile sertliği 3-4 arasında değişen kalsit kökenli gerçek mermerlerin aşındırma ve parlatma uygulamalarında kullanılan ithal aşındırıcılar yerine Kaman yöresinde bulunan granat mineralinin kullanılabilirliği araştırılmıştır.

3. Malzeme ve Yöntem

Bu çalışmada, Kaman yöresi granatları araziden alınıp kırma, eleme ve sınıflandırma işlemlerinden geçirilmiş, daha sonra çeşitli bağlayıcılarla karıştırılıp kalıplara dökülerek mermer silim hatlarında kullanılan Frankfurt tipi aşındırıcı silim taşları hazırlanmıştır. Bu başlıklar, bir mermer işleme tesisinde gerçek silim hattına takılarak Afyon Grisi mermeri üzerinde aşındırma-parlatma uygulaması gerçekleştirilmiştir. Böylece, silim taşları içerisinde bulunan granatların mermer aşındırma-parlatma işleminde kullanılabilirliği belirlenmiştir.

Bu araştırma kapsamında yapılan çalışmalar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Araştırmanın konusunu teşkil eden granat örneklerinin çalışma sahasından alınmasını kapsayan arazi çalışmaları

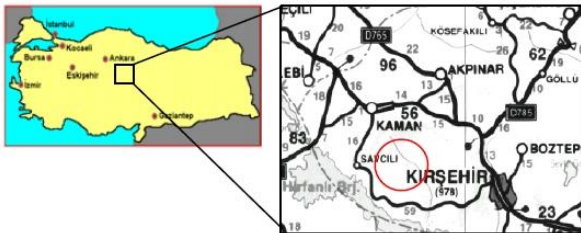
- Elde edilen granat örneklerinin fizikomekanik, kimyasal ve mineralojik özelliklerinin belirlendiği; ayrıca, mermer silim taşı formunda aşındırıcı ürünlerinin hazırlandığı laboratuvar çalışmaları
- Hazırlanan aşındırıcı ürünlerin laboratuvar ve sanayi ölçekli aşındırma-parlatma ve kesme uygulamaları
- Uygulamalar sonucunda oluşan aşınma yapılarının incelenmesi



Şekil 1. Çalışma kapsamında yapılan uygulamalar

3.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları Kırşehir ili Kaman ilçesinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Araştırma konusu granatların yer bulduru haritası

Potansiyel hammadde yataklarında ön jeolojik etüdler yapılarak sahada granatların bulunduğu bölgeler belirlenmiştir.

Kaman yöresinde yaklaşık 2km uzunluğunda 1-3 metre kalınlığında bir zon içinde bulunan granat mineralleri özşekilli olarak yer almaktadır. Bu zon içinde kayacın %30-50'si granattır.

Granatlar sahada, mermer ve kalsilikatik kayalar içinde çoğunlukla kristal şekilde, birkaç mm'den 3-4cm'ye kadar boyutlarda saçınmış şekilde bulunmaktadır. Kimyasal ve fiziksel aşınma veya bozunmaya karşı dayanıklı olması nedeniyle granat kristallerinin, içerisinde buldukları kayalara oranla çok daha duraylı ve sağlam yapıda kaldığı gözlenmiştir (Şekil 3).

Araştırma için örnekler kalsilikatik şist ve mermerlerden kesimler ile kristal sökümü şeklinde alınmıştır.



Şekil 3. Kaman yöresi çalışma sahasındaki granat mineralleri

3.2. Laboratuvar Çalışmaları

Elde edilen granat numuneleri H.Ü. Maden Mühendisliği Bölümü Cevher Hazırlama ve Jeoloji Bölümü Öğütme Laboratuvarında kırılıp öğütülerek farklı tane boylarında sınıflandırılmıştır.

Kaman yöresi granat numunelerinin bileşenlerinin nitel analizi için XRF (X - Ray Floresan) yöntemi uygulanmıştır. Yapılan XRF analiz sonuçlarına göre granatın kimyasal bileşimi Çizelge 2'deki gibi belirlenmiştir.

Çizelge 2. Granat Numunesinin XRF Analiz Sonuçları

Bileşen	%	Bileşen	%
SiO ₂	39.49	K ₂ O	0.10
CaO	34.28	P ₂ O ₅	0.05
Al ₂ O ₃	15.21	Na ₂ O	0.13
Fe ₂ O ₃	7.69	LOI	0.70
TiO ₂	0.97	Cr	0.01
MgO	0.67	Zr	0.03
MnO	0.18	Toplam	99,20

Numuneler üzerinde yapılan XRD analiz sonuçlarına göre granat numunesinin mineralojik bileşimi grosular-andradit olup sertliği mohs ölçeğine göre 7-7.5 arasındadır. Yoğunluğu ise yapılan yoğunluk testi sonucunda 3.56gr/cm³ olarak tespit edilmiştir.

Granat örneklerinin aşınma dayanımının belirlenmesinde bu amaçla yaygın olarak kullanılan test yöntemlerinden biri olan TS 699 Darbeli Aşınma Dayanımı yöntemi (Los Angeles Aşınma Dayanımı Deneyi) kullanılmıştır. Alınan sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir.

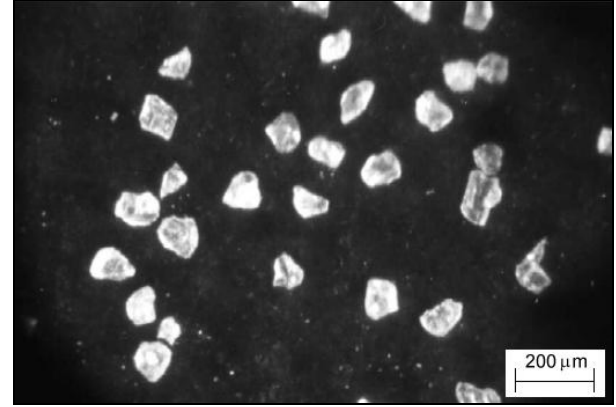
Çizelge 3. Granat örneğinin Los Angeles deneyi aşınma kaybı sonuçları

100 Devir Sonunda	500 Devir Sonunda
%6.4	%18.3

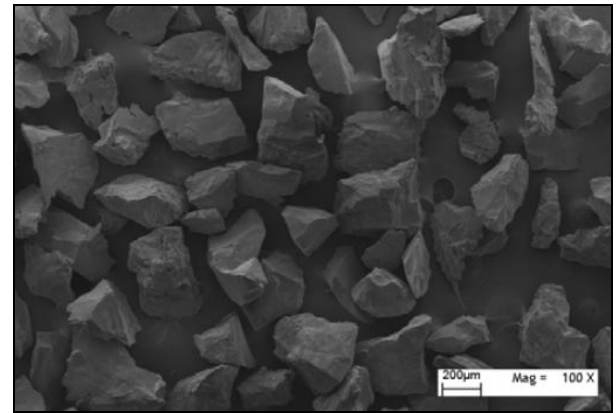
Şekil 4 ve Şekil 5'de görüldüğü gibi granat örneklerinin kırılma yapısı genelde keskin köşeli sağlam şekillidir, bu yapı aşındırma ve özellikle parlatma uygulamaları için tercih edilen bir durumdur.

Alınan granat mineral örnekleri kırma-öğütme, eleme ve sedimentasyon işlemleri sonucunda değişik tane boylarında sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmada silim taşı yapımında kullanılan tane boyutu esas alınmıştır.

Çalışma kapsamında, granat minerali değişik tane boylarında sınıflandırılmış ve bunlarla 30, 46, 60, 120, 220, 280, 320, 400, 600, 800 ve 1000 numaralarında Frankfurt tipinde sentetik silim taşları hazırlanmıştır. Hazırlanan silim taşları Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 4. 120 Gritlik (~110µ) granat tanelerinin mikroskop altında görünümü



Şekil 5. Granat tanelerinin SEM görünümü

Her bir silim taşı içerisinde aşındırıcı olarak granat, bağlayıcı olarak polyeşter reçinesi, dolgu malzemesi olarak kalsit ve tuz kullanılmıştır.

Kalsit, silim taşı kalıbının donmadan önceki karışım halinde akma özelliğinin artmasını, ortamda bulunan kalsit aşındırıcı granat tanelerinin karışım içerisinde homojen bir şekilde asılı durmasını sağlamaktadır. Kalsit ayrıca, hazırlanan silim taşının sertliğini ayarlayarak düzgün bir şekilde aşınmasına imkan vermektedir.

Tuz ise hazırlanan silim taşına uygulama esnasında suyla birleşerek bir porozite kazandırmaktadır. Böylece, aşındırma sırasında oluşan kırıntı malzeme kolayca uzaklaştırılabilmekte, ayrıca silim taşı yüzeyindeki her bir aşındırıcı tane üzerine gelen baskı makina baskısı değiştirilmeden artırılmış olmaktadır.



Şekil 6. Değişik numaralarda hazırlanan granat içerikli sentetik silim taşları

Birinci aşamada, bu silim taşlarının laboratuvar ve sanayi tipi denemeleri gerçekleştirilmiştir.

Alınan sonuçlar ışığında ikinci kez farklı granat içeriğinde ve matris yapısında 30, 46, 60, 120, 220, 320, 380, 400 ve 600 nolu silim taşları hazırlanmıştır. İkinci kez hazırlanan silim taşlarının içeriği öncekilerle aynı olmakla birlikte bileşenlerinin %'lerinde değişiklik yapılarak aşındırıcı ve kalsit içeriği artırılmıştır.

3.3. Sanayi Ölçekli Aşındırma-Parlatma Uygulamaları

İlk olarak hazırlanan 30, 46, 60, 120, 220, 280, 320, 400, 600, 800 ve 1000 numaralarındaki silim taşları kullanılarak Afyon İncehisar'da bulunan Demirci Hacı Ömer Oğulları Şirketler grubuna bağlı mermer işleme tesisinde Afyon Grisi mermeri üzerinde denemeler yapılmıştır.

Bu denemeler sonucunda elde edilen mermer plakalarında istenen cila kalitesi elde edilememiş ve bunun üzerine farklı bileşimde yeniden silim taşları hazırlanmıştır (Engin İ.C., 2000).

İkinci kez hazırlanan 30, 46, 60, 120, 220, 320, 380, 400 ve 600 nolu silim taşları aynı tesiste Afyon Grisi mermeri üzerinde denenmiştir. Bu deneme sonucunda, mermer yüzeylerinde daha önceki kesme işlemleri sırasında oluşan çizikler ve kalibratör izleri ortadan kaldırılmış, istenen parlaklıkta mermer plakaları elde edilmiştir (Şekil 7).

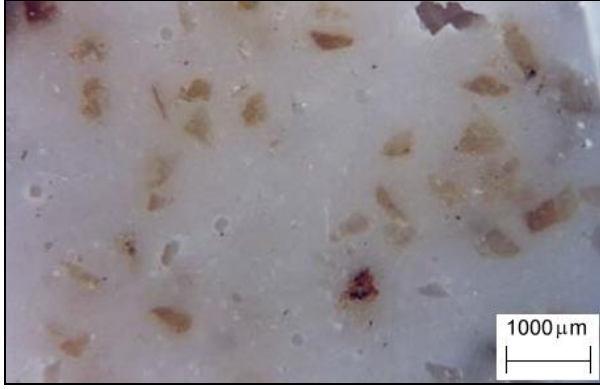


Şekil 7. İkinci deneme sonunda elde edilen parlak mermer plakaları

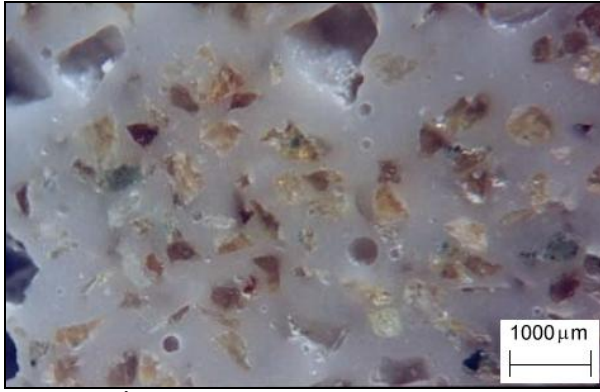
3.4. Aşınma Yapılarının İncelenmesi

Kullanılan silim taşlarının içerisindeki aşındırıcı tanelerin dağılımını ve aşınma özelliklerini gözlemlemek için bir düzener hazırlanarak mikroskop altında silim taşı örnekleri incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir.

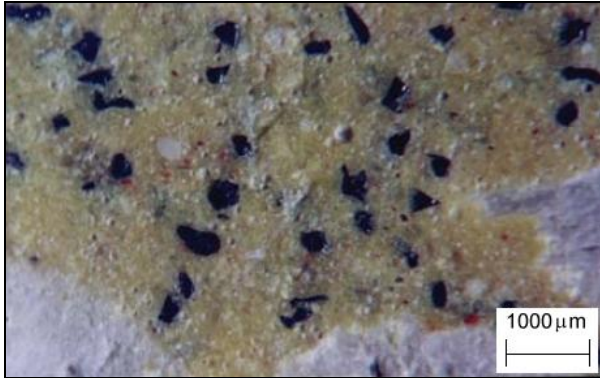
İlk olarak çalışma kapsamında hazırlanan silim taşları ve piyasada kullanılan, özel firmalara ait silim taşları içerisindeki aşındırıcı tane yoğunluklarını kıyaslamak için, bu örneklerden kesitler alınarak mikroskop altında incelenmiştir. Ölçekli çekilen fotoğraflarda cm²'de kaç adet aşındırıcı tane olduğu sayılmıştır. Aşağıda bu fotoğraflardan örnekler verilmektedir (Şekil 8-10).



Şekil 8. İlk hazırlanan 46 numaralı silim taşı kesiti



Şekil 9. İkinci hazırlanan 46 numaralı silim taşı kesiti



Şekil 10. Bir firmaya ait 60 numaralı silim taşı kesiti

Değişik tane boyuna sahip farklı numaralardaki silim taşları incelenerek tane sayılımları yapılmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4'den de görülebileceği gibi ikinci olarak hazırlanan silim taşlarıyla piyasadaki ürünlerin aşındırıcı içeriğine ulaşılmıştır.

Çalışmanın önemli hareket noktalarından biri granat tanelerinin kırıldığında daha az keskin köşeli yüzeyler oluşturacağı ve böylece mermer palakalarındaki çizikleri azaltacağı düşüncesi olduğundan; aşınan silim taşı yüzeylerindeki granat kristallerinin kırılma yapıları da mikroskop altında incelenmiştir. Ayrıca mermer işleme tesisinde kullanılan özel bir firmaya ait silim taşlarından da örnek alınarak içerdiği SiC tanelerindeki aşınmalar incelenmiştir.

Şekil 11.'de aşındırma yapılan 46 numaralı silim taşının yüzeyindeki granat kristallerindeki kırılma yapısı görülmektedir.

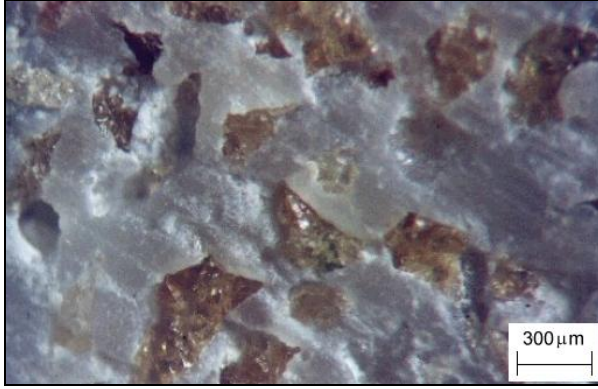
Çizelge 4. Silim taşları içerisindeki aşındırıcı yoğunluklarının karşılaştırılması

No	Silim Taşlarında Aşındırıcı Yoğunluğu (tane/cm ²)		
	(a)	(b)	(c)
46	88	200	—
60	93	317	185
80	—	—	600
120	560	1667	740
220	928	2428	2230
280	1637	—	4253
320	—	7599	5480
380	2733	13350	8500
> 400	Yoğun	Yoğun	Yoğun

a: İlk yapılan silim taşları içindeki granat yoğunluğu

b: İkinci yapılan silim taşları içindeki granat yoğunluğu

c: Ticari silim taşları içindeki SiC yoğunluğu



Şekil 11. Granat kristallerinde gelişen aşınma

Şekil 12’de ise, özel bir firmaya ait aşındırma yapılan 60 numaralı silim taşının yüzeyinde bulunan SiC kristallerindeki kırılma yapısı görülmektedir.

Şekillerden de görülebileceği gibi, granat kristalleri, aşınma süresince SiC kristallerine göre daha az keskin köşeler oluşturarak kırılmaktadırlar. Bu da yüzeylerde daha az tahribatlara sebep olmaktadır.



Şekil 12. Silisyum karbür kristallerinde gelişen aşınma

Diğer tane boylarında (gritlerde) da benzer durumlar gözlenmiştir.

4. Sonuç

Araştırmalar sonucunda Kaman yöresi granatlarının mermer silim taşı yapımında kullanılabilmesi sonucu ortaya konulmuştur.

Granat mineralinin ahşap yüzeyler gibi daha düşük sertlikteki yüzeylerde aşındırma ve parlatma uygulamalarındaki kullanımının daha yaygın olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, mermer aşındırma ve parlatma uygulamalarında özellikle son (ince) aşındırma ve parlatma işlemlerinde kullanımı iyi sonuçlar verecektir.

Halihazırda mermer aşındırma-parlatma uygulamalarında kullanılan silim taşlarının bileşiminde SiC yerine granat mineralinin kullanımı ekonomik olarak da birçok fayda sağlayacaktır. Granatın satış fiyatı silisyum karbür oranla % 75 daha düşük olduğundan, mermer işleme tesislerinin aşındırıcı maliyetlerini önemli oranda azaltacaktır. Ayrıca, Türk granatlarının bu amaçla üretimi ve kullanımı doğal kaynakların ekonomiye kazandırılmasını sağlayacak, mermer işleme maliyetlerini daha da azaltacaktır.

Teşekkür

Yazar, bu araştırmanın gerçekleşmesinde gerek laboratuvar olanakları sunan gerekse sanayi tipi uygulamalar için tesislerinde izin veren, H.Ü. Maden ve Jeoloji Mühendisliği Bölümüne, S.D.Ü. Maden Mühendisliği Bölümüne, Demirci Hacı Ömer Oğulları Şirketler Grubuna bağlı Demmer AŞ’ye, Prof. Dr. Ahmet Şentürk’e, Yrd. Doç. Dr. Dursun Sarı’ya ve Şuayp Demirel’e teşekkür eder.

Kaynaklar

Engin İ. C., 2000, Kırşehir-Kaman Granatlarının Aşındırıcı Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması, Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
Martin G. R., Lauand C. T., Hennies W. T., Ciccu R., 2000, Abrasives in water jet cutting systems, Mine Planning and Equipment Selection, Panagiotu & Michalakopoulos (eds) 2000 Balkema, Rotterdam.

- O'Driscoll M., 1993, Garnet set for blast off?,
Industrial Minerals, January 1993.
- Yüce N., Çağatay A., Sayılı S., İnan A., Bingöl
N., Uğur M. ve Kirazoğlu E., Bursa-Uludağ
Wolfram Yatağının Maden Jeolojisi ve
Değerlendirme Raporu, MTA, 1987.