

Evaluation of the Effect of Abrasive Series Used in Grinding-Polishing Process on Surface Quality of Marble

Sumeyra Cevheroglu Cira (Corresponding author)
Dicle University, Mining Engineering Department, Diyarbakır, Turkey
E-mail: sumeyra@dicle.edu.tr

Ahmet Dag
Cukurova University, Mining Engineering Department, Adana, Turkey

Askeri Karakus
Dicle University, Mining Engineering Department, Diyarbakır, Turkey

Abstract

Marble grinding-polishing process performed for polishing the marble surface, constitutes a significant portion of the total marble production costs. In this study, the effects of abrasives, one of the cost components of the grinding-polishing process, on marble surface has been examined in detail. For this purpose, grinding-polishing tests were planned by using statistical experimental design methodology. Grinding-polishing tests were carried out with a polishing machine with controllable operating parameters on sedimentary origin marble slabs. Surface roughness and glossiness values were measured after each grinding step and the resulting data was evaluated by considering the classification made previously in this regard. In conclusion marbles were classified according to their surface quality and some of the abrasives were proposed to be removed from the abrasive series. By avoiding unnecessary consumption such as abrasive, energy, water and labor costs, it was aimed to contribute to lower the production costs. As a result of the obtained data it was seen that the surface roughness were decreasing and the surface glossiness were increasing towards the end of abrasive series. A strong inverse relationship was determined between the final surface roughness and glossiness values

Keywords: Grinding-Polishing, Marble, Roughness

Aşındırma-Cilalama İşleminde Kullanılan Aşındırıcı Serisinin Mermerlerin Yüzey Kalitesi Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi

Özet

Mermer yüzeyine parlaklık kazandırmak için yapılan aşındırma-cilalama işlemi, toplam mermer üretim maliyetinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu çalışmada aşındırma-cilalama işleminin maliyet bileşenlerinden biri olan aşındırıcıların mermer yüzeyleri üzerindeki etkisi detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu amaçla istatistiksel deney tasarım yöntemi kullanılarak aşındırma-cilalama deneyleri planlanmıştır. Deneyler, çalışma değişkenleri ayarlanabilen parlatma makinası kullanılarak sedimanter kökenli mermer plakalarına uygulanmıştır. Deneylerde her aşındırma aşaması sonrası yüzeylerin pürüzlülük ve parlaklık değerleri ölçülerek elde edilen veriler literatürdeki sınıflandırmalar dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda mermerler yüzey kalitelerine göre sınıflandırılmış ve bazı aşındırıcıların seriden çıkarılması önerilmiştir. Böylece aşındırıcı, enerji, su, işçilik gibi gereksiz tüketimlerin önlenmesi ile üretim maliyetini düşürmeye katkı sağlanması hedeflenmiştir. Ayrıca kullanılan aşındırıcı serisinin sonuna doğru yüzey pürüzlülük değerlerinin azaldığı ve parlaklık değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Nihai parlaklık ve pürüzlülük değerleri arasında da kuvvetli, ters yönlü bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aşındırma-Cilalama, Mermer, Pürüzlülük

1.Giriş

Doğal taş ürünlerinin antik çağdan beri yapı ve dekorasyon malzemesi olarak kullanıldığını günümüze kadar ulaşan tarihi eserlerden anlamak mümkündür. Teknolojinin her geçen gün ilerlemesi ve insanların daha dayanıklı, sağlıklı, antik ve estetik görünen doğal yapı malzemelerine yönelmesi, mermer işlemeciliğini günümüzde oldukça önemli bir sektör haline getirmiştir (Cevheroğlu Çıra 2014).

Mermerin oluşum yerini tespit etmek, ocak işletmeciliğine başlayarak kayacı bulunduğu yerden çıkarmak, işleme tesisine nakletmek ve işlenmesini sağlamak oldukça zor, pahalı ve zaman alıcı bir süreçtir. Ocaklardan çıkarılan bloklardan ebatlandırılmış ürünler üretmek için yapılan kesme işlemi nedeniyle mermer yüzeyinde pürüzler oluşmaktadır. Mermerin görünümünü, kalitesini, buna bağlı olarak mermer olan talebi ve satış fiyatını etkileyen bu pürüzler aşındırma-cilalama işlemi sayesinde giderilerek mermerin yüzeyine gelen ışığı en iyi şekilde yansıtması sağlanmaktadır (Sarı ve Yavuz 2001; Ersoy ve ark 2013).

Aşındırma-cilalama işlemi mermer plakaları arasındaki kalınlık farkını gidermek üzere yapılan kalibrasyon işlemi ile başlayıp, mermer yüzeylerinin sırasıyla kaba, orta ve ince taneli aşındırıcılar ile aşındırılması ile devam etmekte ve cila taşları kullanılarak yapılan parlatma işlemi ile de sonlandırılmaktadır. Bu işlemin toplam ürün işleme maliyetinin %10'u ile 40'ı arasında değiştiği hatta bazen %40'ını bile aştığı yapılan çalışmalar sonucunda belirlenmiştir (Ceylanoğlu ve Görgülü 2001; Güzel ve Gündüz 2001; Erdoğan 2000). Üretim maliyeti üzerinde bu kadar etkili olan aşındırma-cilalama işlemi etkileyen çeşitli parametreler bulunmaktadır. İşlenecek olan kayacın mineralojik-petrografik yapısının, fiziksel ve mekanik özelliklerinin, kesim yönü ve boşlukların doldurulması için yapılan dolgu işleminin mermerin cila performansı üzerinde etkili olduğu bu konuda yapılan önceki çalışmalar ile tespit edilmiştir (Erdoğan 2000; Ersoy ve Köse 2001; Uğur ve Gündüz 2003; Riberio ve ark, 2007; Gürcan ve ark 2012; Karaca 2012). Bu parametrelerin yanı sıra kullanılan parlatma makinasının çalışma değişkenlerinden olan bant hızı, aşındırma-cilalama kafasının hareket şekli (düzeni), baskısı, devri ve kullanılan aşındırıcı malzeme çeşidinin mermerin nihai parlaklık ve pürüzlülük seviyesini etkilediği görülmüştür (Güzel ve Gündüz 2001; Görgülü ve Ceylanoğlu 2008; Yavuz ve arkadaşları 2011).

Yukarıda belirtildiği gibi aşındırma-cilalama işlemi çok sayıda değişkenin etkilediği bir üretim sürecidir. Çok değişkenli süreçlerin iyileştirilmesine yönelik deneysel çalışmalarda oldukça fazla sayıda deney yapmak gerekmektedir. Bu nedenle bu tip süreçlerin iyileştirilmesinde yapılacak olan deney sayısını ve kullanılacak malzeme miktarını azaltarak en kısa sürede, en güvenilir bilgiye ulaşmak amacıyla deneysel tasarım yöntemlerinin kullanımı önerilmektedir (Özbayoglu, ve Atalay 2000; Aslan 2007). Bu çalışmada en iyi mermer yüzey kalitesini sağlayan çalışma şartlarını belirlemek amacıyla cevap yüzeyi yöntemlerinden (CYY) biri olan merkezi kompozit tasarım (MKT) kullanılmıştır. MKT kullanılarak oluşturulan deney programına göre; aynı aşındırıcı serisi kullanılarak farklı çalışma şartlarında aşındırma-cilalama işlemi yapılmıştır. Her bir aşındırıcıdan sonra yapılan aşamalı pürüzlülük ve parlaklık ölçümleri ile mermer yüzeyleri üzerinde aşındırıcı numaralarının oluşturduğu etki incelenmiştir. Yapılan bu inceleme sonucunda bazı aşındırıcıların seriden çıkarılması önerilmiştir. Böylece gereksiz aşındırıcı, su, enerji, zaman vb sarfiyatların önüne geçilerek aşındırma-cilalama işleminin toplam maliyet üzerindeki etkisinin azaltılması hedeflenmektedir.

2.Materyal ve Metod

2.1. Materyal

Bu çalışmada kalibreli strip olarak 500 mm x 300 mm x 20 mm boyutlarında temin edilen ve ticari isimleri Adara, Emprador, Crema Nera ve Sand Wave olarak bilinen 4 mermer birimi kullanılmıştır. Numunelerin tümü sedimanter kökenli olup üretildikleri bölgeler ve belirlenen bazı fiziko-mekanik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Aşındırma-cilalama deneylerinde Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan endüstriyel çapta da üretim yapabilen tam otomatik PLC (Programmable Logic Controller) dar bantlı parlatma makinası kullanılmıştır (Şekil 1). Makina üzerinde 2 adet 3 fazlı 15 kW gücünde kalibre motoru, 1 adet 0,75 kW gücünde köprü motoru, 1 adet 1,1 kW gücünde bant motoru, 4 adet 3 fazlı 7,5 kW gücünde silim motoru bulunmaktadır. Makinanın bant genişliği 60 cm, silme disklerinin çapları 35 cm. dir. Her bir silme kafasına 5'er adet aşındırıcı yerleştirilmektedir. Makinanın çalışma değişkenlerinden olan bant hızı, vargel hızı, kafa dönüş hızı bilgisayar programı ile ayarlanabilmektedir Parlatma makinasının farklı çalışma koşullarında yapılacak olan deney sayısını ve parlatma makinası çalışma değişkenlerinin kombinasyonlarını belirlemek üzere istatistiksel deney

tasarım yöntemlerinden biri olan merkezi kompozit tasarım (MKT) kullanılarak hazırlanan deney programı Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Mermer numunelerinin üretim bölgeleri ve bazı fiziko-mekanik özellikleri
(Cevheroğlu Çıra 2014).

Mermer Birimi	Üretim Bölgesi	UW (KN/m ³)	P (%)	UCS (MPa)	FS (MPa)	TS (MPa)	BAV (cm ³ /50cm ²)	SH
Adara	Göksun (K.Maraş)	25,7	0,39	77,9	15,01	7,53	15,76	39,2
Emprador	Kahta (Adıyaman)	25,8	1,85	61,69	13,44	7,23	18,79	41,2
Crema Nera	Afşin (K.Maraş)	26,59	0,34	83,99	12,9	8,6	15,41	43,6
Sand Wave	Hani (Diyarbakır)	27,08	1,46	72,05	8,96	7,35	7,95	40

UW: Birim Hacim Ağırlık, P:Gözeneklilik, UCS: Tek Eksenli Basma Dayanımı, FS:Eğilme Dayanımı, TS:Dolaylı Çekme Dayanımı, BAV: Böhme aşındırma indeksi SH:Schmidt Sertliği



Şekil 1. Aşındırma-cilalama makinası

Tablo 2. MKT ile oluşturulan aşındırma-cilalama deney programı
(Cevheroğlu Çıra 2014).

Deney No	Bağımsız Değişkenler		
	Bant Hızı (m/dk)	Kafa Basıncı (bar)	Kafa Devri (rpm)
1	1,88	0,80	553,31
2	1,48	1,25	499,50
3	1,07	1,70	553,31
4	1,48	1,25	590,00
5	1,48	1,25	409,00
6	1,48	1,25	499,50
7	1,88	1,70	445,69
8	1,07	1,70	445,69
9	1,48	0,50	499,50
10	1,88	1,70	553,31
11	1,48	2,00	499,50
12	1,48	1,25	499,50
13	0,80	1,25	499,50
14	1,48	1,25	499,50
15	1,48	1,25	499,50
16	1,07	0,80	445,69
17	2,15	1,25	499,50
18	1,88	0,80	445,69
19	1,07	0,80	553,31
20	1,48	1,25	499,50

Aşındırma-cilalama deneylerinde 60, 80, 120, 180, 220, 360, 600, 800 numaralı aşındırıcı serisi, 5 ekstra (cila taşı) ve pulitore (keçe) kullanılmıştır. Her bir aşındırıcı kullanıldıktan sonra mermer yüzeylerinin pürüzlülük değeri Taylor Hobson Surtronic 3+ pürüzlülük ölçer kullanılarak ölçülmüştür. Cihaz R_a , R_q , R_z (DIN), R_t , R_y , S_m parametrelerinde ölçüm yapmaktadır. Fakat bu çalışmada yüzey pürüzlülüğü hesaplamalarında en çok kullanılan temel parametre olarak kabul edilen ve ölçülen doğrultu üzerindeki girinti ve çıkıntılarının tamamının ortalaması olan “ R_a ” parametresi dikkate alınmıştır (Ersoy ve ark 2014, Yavuz ve ark. 2011, Görgülü ve Ceylanoğlu 2008, Özçelik ve ark. 2011). Striplerin parlaklık ölçümleri için ise Konica Minolta Multigloss 268 parlaklık ölçer kullanılmıştır. Cihaz ile 20°, 60° ve 85°'lik açılarla ölçüm yapılabilmektedir. Yapılan ölçümde 20°'lik açıyla 10x10 mm'lik, 60°'lik açıyla 9x15 mm'lik, 85°'lik açıyla 5x 38 mm' lik alanlar değerlendirilmektedir (Konica Minolta Inc. 2010), Bu çalışmada yüzey parlaklığının ölçümü için benzer konularda yapılan çalışmalarda da [Sarı ve Yavuz 2001, Ozuloğul ve Erdoğan 1995, Ersoy ve ark 2014] yaygın olarak kullanıldığı belirlenen 60°'lik açı kullanılmıştır.

2.2. Metod

Aşındırma-cilalama deneylerinde ölçümü yapılacak striplere Tablo 2'de verilen deney programına göre kullanılmak üzere 1 ile 20 arası numara verilmiştir. Pürüzlülük ölçerin ölçüm mesafesinin kısıtlı olması ve her aşındırıcı kullanımı sonrası aynı noktadan yüzeylerin pürüzlülük ve parlaklık değerlerinin ölçülmesi sonucunda yüzeylerde oluşan değişimlerin gözlenebilmesi için striplerin yan yüzeylerinde ölçüm noktaları seçilerek işaretlenmiştir. Silim kafasına ilk aşındırıcı olan 60 no'lu 5 adet aşındırıcı takılmıştır. Aynı mermer biriminden üç adet strip aşındırma-cilalama makinasına beslenmiştir. Aşındırma-cilalama makinasının bant hızı, silim kafasının dönüş hızı ve basıncı hazırlanan deney programına göre ayarlanarak deney gerçekleştirilmiştir. Hattan çıkan ikinci strip bol ve temiz suyla yıkanmış, kompresör yardımıyla hem kurutulmuş hem de stribin yüzeyinde kalan tozların uzaklaştırılması sağlanmıştır. 60 no'lu aşındırıcı ile aşındırma işlemi sonrası stribin işaretli noktalarından pürüzlülük ve parlaklık değerleri okunmuş (Şekil 2), ölçüm sonuçlarının ortalaması alınmıştır. Yukarıda belirtilen işlemler aşındırıcı serisinin geri kalan aşındırıcıları, 5 ekstra ve pulitore için de tekrarlanmıştır. Yalnızca 5 ekstra ve pulitore kullanılırken basınç değeri deney programından bağımsız olarak 1 bar değerine sabitlenmiştir. Bu işlemler tüm mermer birimleri için tamamlandıktan sonra elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

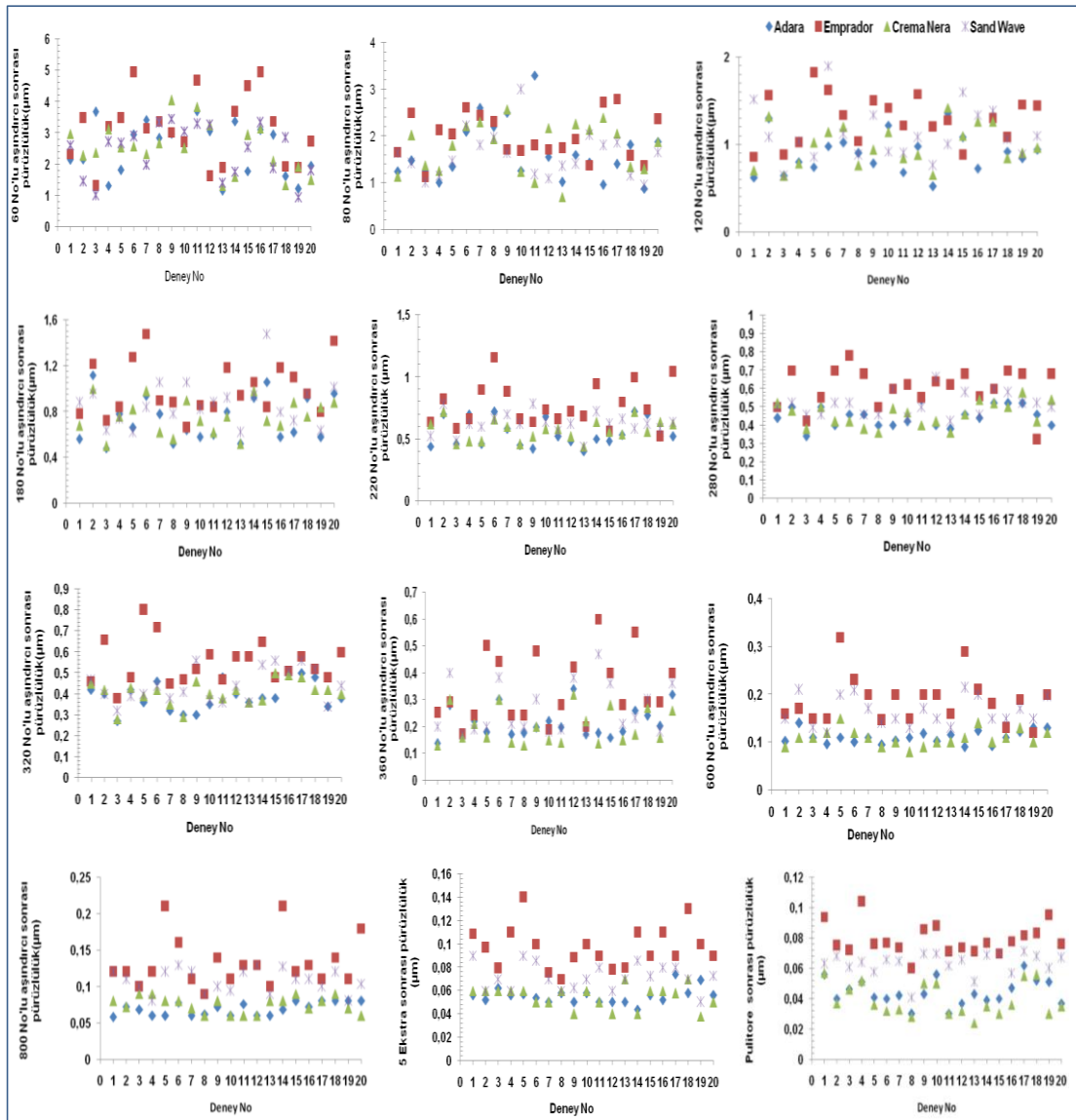


Şekil 2. Yüzey pürüzlülük ve parlaklık ölçümü

3. Deneysel Bulgular ve Tartışma

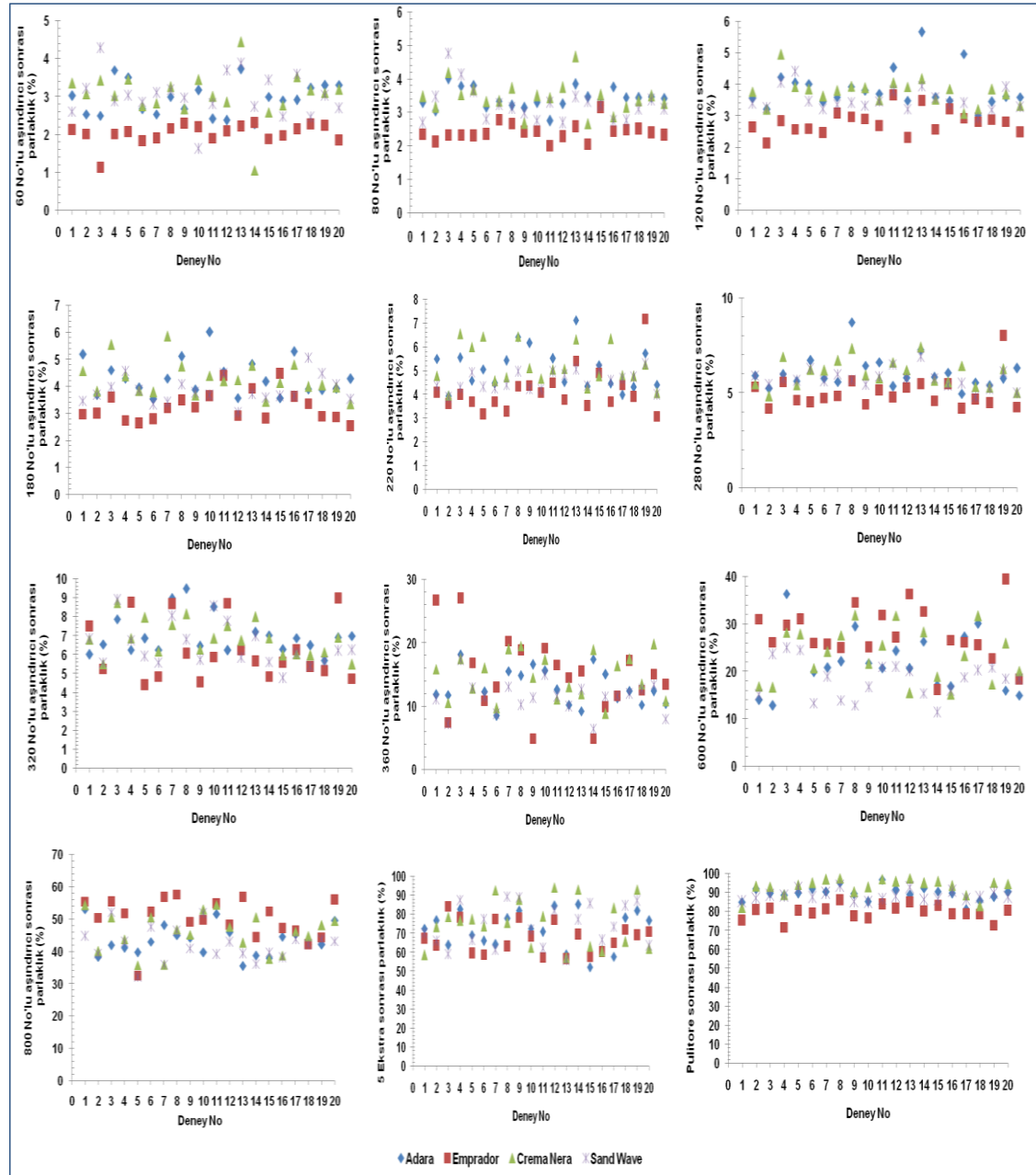
3.1. Abrasiv numarası ile yüzey pürüzlülüğü ve parlaklığı arasındaki ilişki

Parlatma makinasının farklı çalışma parametrelerinin kombinasyonları kullanılarak uygulanan aşındırma-cilalama deneylerinde kullanılan her aşındırıcı sonrası mermer birimlerinin yüzeylerinde belirlenen farklı noktalardan alınan pürüzlülük ve parlaklık ölçüm sonuçlarının ortalaması hesaplanarak hazırlanan grafikler Şekil 3 ve 4'te verilmiştir.



Şekil 3. Aşındırma-cilalama deneylerinde kullanılan her aşındırıcıdan sonra ölçülen pürüzlülük(µm) değerleri

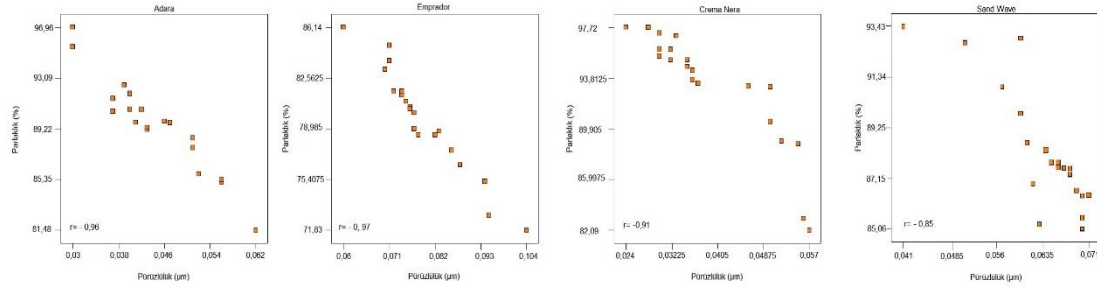
Şekil 3 incelendiğinde her çalışma şartında küçük numaralı ve iri taneli olan 60, 80 ve 120 numaralı aşındırıcıların kullanımından sonra yüzey pürüzlülük değerlerinde belirgin bir azalma görülürken aşındırıcı serisinin sonuna doğru bu azalmanın yavaşladığı belirlenmiştir. Parlaklık değerlerinde ise en önemli değişimin aşındırıcı numarası büyük olan ince taneli aşındırıcılarda özellikle de 360 numaralı aşındırıcı ve sonrasında belirginleştiği görülmektedir (Şekil 4). En parlak ve en pürüzsüz yüzeyin ise 5 ekstra cila taşı ve pulitorenin kullanımından sonra elde edildiği görülmektedir. Bir başka deyişle pürüzlülük değerlerinin $0,6 \mu\text{m}$ ' nin altına düşmesiyle parlaklık değerlerinin belirgin olarak arttığı, % 6'nın altındaki parlaklık değerlerinde ise pürüzlülük değerlerinin hızla azaldığı görülmektedir (Şekil 3 ve 4).



Şekil 4. Aşındırma-cilalama deneylerinde kullanılan her aşındırıcıdan sonra ölçülen parlaklık (%) değerleri

3.2. Parlaklık ve pürüzlülük ilişkisi

Bu çalışmada kullanılan mermer birimlerinin nihai yüzey pürüzlülük ve parlaklık değerleri arasındaki ilişkiyi incelemek üzere dağılım grafikleri çizilmiştir (Şekil 5). Bu grafikler incelendiğinde iki değişken arasında korelasyon katsayısı (r) 0,85 ile 0,97 arasında değişen kuvvetli azalan doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5. Mermer birimlerinin nihai yüzey pürüzlülük ve parlaklık değerleri arasındaki ilişki

3.3. Mermer birimlerinin yüzey kalitelere göre sınıflandırılması

Çalışmanın bir diğer aşaması olan mermer striplerinin yüzey kalitelere göre sınıflandırılması için yapılan aşındırma-cilalama deneyleri sonrasında elde edilen yüzeylerin görüntü kalitesi ile ölçülen nihai pürüzlülük ve parlaklık değerleri daha önce benzer konuda Görgülü(1998) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları (Tablo 3) ile birlikte değerlendirilmiştir. Yapılan bu değerlendirme sonucunda Adara, Crema Nera ve Sand Wave mermerlerinin çok iyi (A) kalitede olduğu, Emprador biriminin ise iyi kalitede (B) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3. Aşındırma-cilama işlemi sonrası nihai ürün yüzey kalitesi sınıfları (Görgülü, 1998)

Sınıf	Pürüzlülük (Ra, μm)	Parlaklık (%)	Görüntü Kalitesi*
A-Çok iyi	< 0,20	> % 80	Yüzeyde çizik ve aşındırıcı izi görülüyor, renkler çok net
B- İyi	< 0,20	70-95	Yüzeyde çizik yok, aşındırıcı izleri çok az belirgin, renkler oldukça net
C- Orta	0,20-0,30	60-85	Yüzeyde nadir olarak çizikler, belirgin aşındırıcı izleri görülüyor, renkler oldukça net
D-Kötü	0,30-0,80	10-60	Yüzeyde oldukça belirgin çizikler ve aşındırıcı izleri görülüyor, renkler oldukça mat
E-Çok Kötü	> 0,80	0-10	Yüzeyde çok belirgin çizikler ve aşındırıcı izleri görülüyor, renkler mat ve belirsiz

* Göz ile muayene sonucu belirlenmektedir.

Aşındırıcıların mermer yüzeyleri üzerindeki etkisini incelemek üzere aşamalı olarak yapılan ölçümler sonucunda elde edilen pürüzlülük değerleri incelenerek, kullanılan aşındırıcılar etkin oldukları pürüzlülük aralıklarına göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme için yine Görgülü (1998) tarafından yapılan sınıflandırma kullanılmıştır (Tablo 4). Deneylerde ilk olarak kullanılan 60 numaralı aşındırıcı ile aşındırma işlemi sonrasında ölçülen pürüzlülük değerlerinin büyük oranda 120 numaralı aşındırıcının kullanılması tavsiye edilen pürüzlülük giriş aralığında olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla 80 numaralı aşındırıcının seriden çıkarılabileceği düşünülmektedir. Diğer aşındırıcılar da kullanılmaları tavsiye edilen pürüzlülük giriş ve çıkış aralıkları dikkate alınarak değerlendirilmiş, deneylerden elde edilen

sonuçlar ile Görgülü tarafından yapılan sınıflandırmanın % 90 oranında uyumlu olduğu görülmüstür. Sonuç olarak 80, 180 ve 280 numaralı aşındırıcıların seriden çıkarılabileceği kanısına varılmıştır.

Tablo 4. Aşındırıcı numaralarının etkin oldukları pürüzlülük aralıklarına göre sınıflandırılması (Görgülü, 1998 ve Cevheroğlu ıra, 2014)

Aşındırıcı Sınıfı	Aşındırıcı No	Kullanılmaları Tavsiye Edilen Giriş Pürüzlülük (Ra)	Beklenen ıkış Pürüzlülük (Ra) Aralığı (µm)	Bu alışmada Elde Edilen Pürüzlülük (Ra) ıkış Aralığı (µm)
İri	60	10,0-3,0	3,5-1,0	4,94- 0,94
	80	8,0-2,5	3,5-0,8	3,3-0,7
	120	5,0-1,0	2,0-0,7	2,32-0,52
	180	3,5-0,8	1,4-0,5	0,48-1,48
Orta	220	1,8-0,5	1,0-0,3	1,16-0,4
	280	1,5-0,5	0,8-0,3	0,78-0,32
	320	1,0-0,4	0,7-0,2	0,8-0,27
İnce	400	0,8-0,3	0,5-0,2	0,6-0,13
	600	0,7-0,2	0,4-0,1	0,32-0,08
	800	0,6-0,2	0,3-0,08	0,21-0,058

4. Sonuç ve neriler

Sedimanter kökenli mermer plakaları üzerinde yapılan aşındırma-cilalama deneyleri sonucunda elde edilen yaklaşık 19300 pürüzlülük ve parlaklık ölüm değerinin incelenmesi ile aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Aşındırıcı serisinin başında yer alan ve iri aşındırıcı tanelerine sahip olan 60, 80 ve 120 numaralı aşındırıcıların kullanımı ile kaba aşınmanın gerçekleştiği ve mermer yüzeylerinin pürüzlülük değerlerinde önemli bir azalma olduğu görülmektedir. Artan aşındırıcı numarasına bağlı olarak aşındırıcı tanelerinin klmesiyle kaba aşınmanın yerini ince aşınmaya bıraktığı ve özellikle 360 numaralı ve sonrasındaki aşındırıcıların kullanımı ile parlaklık değerlerinin hızla değiştiği görülmektedir.
- Aşamalı olarak yapılan pürüzlülük ölümleri sonrasında aşındırıcı numaraları etkin oldukları pürüzlülük aralığına göre incelenmiş ve 80, 180 ile 280 numaralı aşındırıcıların seriden çıkarılabileceği kanısına varılmıştır.
- Aşındırma-cilalama deneyleri sonrasında elde edilen yüzey kaliteleri ile pürüzlülük ve parlaklık değerleri dikkate alınarak yapılan sınıflandırmada Adara, Crema Nera ve Sand Wave mermerlerinin çok iyi kalitede (A) olduğu, Emprador biriminin ise iyi kalitede (B) olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmaların değerlendirilmesi sonucunda aşağıdakiler önerilmektedir:

- Mermer işleme fabrikalarında işlenecek mermer biriminin malzeme özelliklerinin incelenmesi ve aşındırma-cilalama işlemi için kullanılan makina çalışma parametrelerinin belirlenen malzeme özellikleri dikkate alınarak, özel olarak belirlenmesine zen gösterilmelidir.
- Nihai ürünün yüzey kalitesi nel olarak değil pürüzlülük ve parlaklık ölümleri yapılarak nicel olarak değerlenmelidir.
- Kullanılan aşındırıcı serisinin yüzey kalitesi üzerindeki etkisi incelenerek aşındırıcı serisinde bir önce kullanılan aşındırıcıya yakın etki oluşturan aşındırıcılar seriden ıkarılmalıdır.

Kaynaklar

- Aslan, N. (2007), "Application of response surface methodology and central composite rotatable design for modeling the influence of some operating variables of a Multi-Gravity Separator for coal cleaning", Fuel, Cilt:86, 769–776. 2007.
- Cevheroğlu Çıra S. (2014), "The investigation of the effects of operational variables of polishing machine and material properties of marble on surface quality and optimization". Ph.D. Thesis, Çukurova University, Adana, Turkey.
- Ceylanoğlu A. ve Görgülü, K. (2001), "Bazı mermer birimlerinde değişik aşındırıcılarla yerinde gerçekleştirilen yüzey aşındırma deney sonuçları ve değerlendirilmesi", Madencilik, Haziran - Eylül-Aralık, 11-27.
- Erdoğan, M. (2000), "Measurement of polished rock surface brightness by image analysis method", Eng Geol, Volume:57, Issue:1-2, 65–72.
- Ersoy, M. ve Köse, H. (2001), "The Relationship Between Easiness Polishing and Mechanical Properties of Marbles", Türkiye III. Mermer Sempozyumu (MERSEM'2001) Bildiriler Kitabı 3-5 Mayıs, Afyon, Sayfa:337-349
- Ersoy M., Yeşilkaya L., Çelik M.Y. ve Geçer Y.(2013), "Mermer parlatma sürecinde abrasiv kafa devrinin yüzey kalitesine etkisinin araştırılması" Madencilik, Cilt 52, Sayı 4, 13-26.
- Ersoy M., Yeşilkaya L., Çelik M.Y. ve Geçer Y. (2014), "Investigation of the belt conveyor speed effect to the surface quality in marble polishing process", Journal of Polytechnic, Volume: 17, Issue:4, 153-160.
- Görgülü, K. (1998), "Bazı mermer birimleri için optimum aşındırma-cilalama koşullarının araştırılması ve malzeme özellikleri ile ilişkilendirilmesi", C. Ü Fen Bil Ens. Doktora Tezi, Sivas.
- Görgülü, K. ve Ceylanoğlu, A. (2008), "Evaluation of continuous grinding tests on some marble and limestone units with silicon carbide and diamond type abrasives." J Mater Process Technol, Volume: 204, Issue:1-3,264-268.
- Gürcan, S., Yıldız A., Göktan R.M. (2012) , " Mermerlerin parlatılmasında mineralojik özelliklerin etkisi" Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28(4):280-286
- Güzel, Ö. ve Gündüz, L. (2001), "Mermer Silim Hatlarında Kullanılan Silim Taşları-Alternatif Matris Form Analizi", 3. Mermer ve Doğaltaş Sempozyumu, 249-263.
- Karaca, Z., 2012. Relationship Between The Mechanical Properties And Surface Roughness of Marble, Int. J. Mat.Res., Vol. 103, Issue. 5, 633-637
- Konica Minolta Inc.(2010), Konica Minolta Multigloss 268 Glossmeter Catalog.
- Ozuloğul, A. ve Erdoğan, M. (1995), "Mermerlerde yüzey parlaklığının görüntü analiz yöntemi ile ölçülmesi", Türkiye I. Mermer Sempozyumu, Afyon, 37-44.
- Özbayoğlu, G. ve Atalay, M. U. (2000), "Beneficiation of bastnaesite by a multi-gravity separator", Journal of Alloys and Compounds, Volume: 303–304, 520–523.

- Özçelik Y., Ciccu, R. ve Costa, G. (2011), “Comparison of the water jet and some traditional stone surface treatment methods in different lithotypes” *Construction and Building Materials*, Volume: 25, Issue: 2, 678–687.
- Riberio, R.P., Paraguassu, A.B., Rogrigues, J.E., (2007), “ Sawing of Blocks of Siliceous Dimension Stone: Influence Of Texture And Mineralogy”, *Bull Eng Geol Env.* 66: 101–107, DOI 10.1007/s10064-006-0049-y
- Sarı, D., Yavuz H. (2001), “Mermer Parlaklığının Nicel Tanımı”, *Türkiye III. Mermer Sempozyumu (MERSEM’2001) Bildiriler Kitabı 3-5 Mayıs, Afyon*, 265-275.
- Uğur İ., Gündüz L., (2003), “Mermer İşleme Fabrikalarında Dar Silim-Geniş Silim ve Honlama İşlemlerinde Silim Karakteristiklerinin İrdelenmesi”, *Türkiye IV. Mermer Sempozyumu (MERSEM’2003) Bildiriler Kitabı 18-19 Aralık 2003, sayfa 99-116*
- Yavuz H., Özkahraman T. ve Demirdağ S. (2011), “Polishing experiments on surface quality of building stone tiles”, *Constr Build Mater*, Volume: 25, Issue: 4, 1707–1711.