

BAZI KİREÇTAŞLARININ PARLATILMASINDA FARKLI ABRASİVLERİN ETKİSİ**Sevgi Gürcan, Esra Öztürk***Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar.
e-posta: sgurcan@aku.edu.tr*

Geliş Tarihi:10.12.2013 ; Kabul Tarihi: 22.08.2014

Özet

Bu çalışma, sedimanter kökenli kireçtaşlarının parlatılmasında farklı abrasivlerin etkisinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, ticari olarak üretimi yapılan Türkiye'deki farklı bölgelerden elde edilen üç adet kireçtaşı örneği kullanılmıştır. Parlatma işlemlerinde laboratuvar ölçekli bilgisayar kontrollü bir cila makinesi kullanılmıştır. Parlatma deneyleri, aynı abrasiv serisi, sabit bant hızı ve kafa basıncında 30x30x2cm boyutlarındaki kireçtaşı örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Farklı abrasivlerle parlatılan örneklerdeki değişimin tanımlanması amacıyla pürüzlülük ve parlaklık ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, taramalı elektron mikroskop (SEM) yardımıyla farklı abrasiv türlerinin tane boyutları belirlenmiştir. Parlatma deneyleri sonucunda, azalan abrasiv serisine bağlı olarak pürüzlülüğün azaldığı ve parlaklığın arttığı gözlenmiştir. Kireçtaşlarının farklı abrasivle parlatılması ile pürüzlülük ve parlaklık değerlerinin değişim gösterdiği ve abrasivlerde bulunan aşındırıcı tane boyutunun ve tane şeklinin pürüzlülük ve parlaklık özelliklerini önemli ölçüde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimelerKireçtaşı; Pürüzlülük;
Parlaklık**The Effects of Different Abrasives on Some Limestone Polishing Process****Abstract**

In this study, polishing properties of limestone were investigated to determine the effects of different abrasive. To achieve this goal, three different limestone samples commercially available in the market were studied from different area of Turkey. Using a laboratory-scale polishing machine, polishing experiments were applied under constant band speed, abrasive head pressure and abrasive head rotation for samples having 30x30x2cm dimension. Roughness and brightness measurements were carried out on pre-determined surfaces of the marble samples. Besides, particle sizes of abrasives were determined by scanning electron microscopy (SEM) analysis. Polishing experiments showed that, with a few exceptions, brightness increases with decreasing roughness. It was also concluded that the particle sizes of abrasive present in the different abrasives, as well as their shape, greatly affected brightness and roughness properties of the tested limestone varieties.

KeywordsLimestone; Roughness;
Glossness

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

Doğaltaşlar, doğadan çıkarıldıktan sonra ham ya da işlenerek kullanılan en önemli inşaat malzemelerinden biridir. Doğaltaşlar renk ve doku çeşitliliği, dayanıklılığı ve işlenebilirliği sayesinde, tarih boyunca yapılarda ve anıtlarda kullanılmıştır. Zamanla kullanımı artan doğaltaşlar günümüzde özellikle inşaat, kaplama, döşeme, hediyeelik eşya, mezar taşı yapımı gibi alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Doğaltaşlar içinde en yaygın

kullanılan türler; mermer, granit, kireçtaşı ve travertendir. Sedimanter kökenli bir kayaç olan kireçtaşı; dayanıklılığı, renk ve doku çeşitliliği, cila alma kabiliyetinden dolayı dış kaplama ve yer döşemesi olarak son yıllarda büyük oranda kullanılmaktadır.

Günümüzde kullanılan doğal taşların birçoğunun cilalı bir yüzeye sahip olması istenmektedir. Cilalanmış doğaltaşlar gerek renk gerekse dokusal

özelliklerini çok iyi yansıtmakta ve tercih nedeni olmaktadır. Doğaltaşların parlatılması oldukça karmaşık bir işlemdir. Özellikle uygun makine parametrelerinin belirlenmesi, abrasiv serilerinin doğaltaşa uygun seçilmesi ve doğaltaşların fiziko-mekanik, petrografik ve kimyasal özelliklerinin tanımlanması ile parlatmadaki olumsuz etkilerin ortadan kaldırılabileceği bilinmektedir (Erdoğan 2000, Ersoy 2000, Gürçan 2011, Güzel ve Gündüz 2001).

Daha önce yapılan çalışmalarda; makinanın bant hızı, abrasiv kafalara uygulanan basınç, abrasiv kafaların devir hızları gibi parametreler tanımlanarak, farklı doğaltaş gruplarında cila işlemi yapılmıştır. Bu parametrelere bağlı olarak doğaltaşlarda parlaklık ve pürüzlülük değerlerinin değiştiği tespit edilmiştir. Bu çalışmalar daha çok geleneksel cila makinalarında gerçekleştirilmiştir (Karaca 2008, Gorgulu and Ceylanoglu 2008, Yavuz et al. 2010). Ayrıca bir grup araştırmacı; mermer ve granitlerin cila işlemindeki malzeme uzaklaştırma mekanizması konusunda çalışma yapmıştır (Xu et al. 2003). Bunun yanı sıra, çalışmalarda cilalanmış yüzeyin oluşumunda malzeme özelliğinin ve cila işleminin etkili olduğu tespit edilmiştir. Mermer ve granitlerin yüzey topografyaları pürüzlülük ve parlaklık ölçümlerinin yanı sıra SEM analizi yöntemiyle de incelenmiştir (Shen et al. 2007, Xu et al. 2003, Huang et al. 2002).

Bu çalışmada, doğal taşların parlatılmasında yararlı olacağı düşüncesiyle, üç farklı kireçtaşının parlatılmasında iki farklı abrasivle parlatma işlemi yapılmıştır. Ayrıca, çalışmada aynı abrasiv serisinde, sabit bant hızı ve kafa basıncında kullanılan iki abrasivin yapılarındaki farklılıkların parlatmaya olan etkisi taramalı elektron mikroskop (SEM) yardımıyla incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmada, Afyonkarahisar'da faaliyet gösteren fabrikalardan temin edilen üç adet kireçtaşı örneği

kullanılmıştır. Deneylerde, farklı abrasivlerle parlatma performansının belirlenmesi için, Abrasiv A olarak isimlendirilen abrasiv Türkiye'de üretimi yapılan bir firmadan, Abrasiv B olarak isimlendirilen abrasiv ise İtalya'da üretimi yapılan firmadan temin edilmiştir. Her iki abrasiv "Frankfurt" tipi olarak seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Frankfurt tipi abrasivler.

Abrasivlerin yapılarındaki farklılıkların (tane boyutu ve tane şekli) belirlenmesi için her bir abrasiv numarasından alınan örneklerin mikro yapı incelemelerinde LEO marka, 1431-VP model taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılmıştır.

2.2. Kireçtaşlarının Fiziko-Mekanik ve Mineralojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan kireçtaşlarının fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla fabrikalardan temin edilen bloklar deney standartlarında belirtilen boyutlarda hazırlanmıştır. TS EN standartları dikkate alınarak, örnekler üzerinde yoğunluk (TS EN 1936), su emme (TS EN 13755), açık gözeneklilik (TS EN 1936), ultrases (TS EN 14579), basınç dayanımı (TS EN 1926), eğilme dayanımı (TS EN 13161) ve knoop sertliği (TS EN 14205) deneyleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçların ortalama değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Polarizan mikroskop yardımıyla kireçtaşı örneklerinin mineralojik-petrografik özellikleri incelenmiştir. Polarizan mikroskop incelemelerinde Nikon Eclipse 2V100POL marka polarizan

mikroskop kullanılmıştır. Elde edilen mineralojik özellikler ile ilgili tanımlamalar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Deneyleerde kullanılan kireçtaşlarının fiziksel ve mekanik özellikleri.

Örnek Adı	Yoğunluk (g/cm ³)	Açık Gözeneklilik (%)	Su Emme (%)	Basınç Dayanımı (MPa)	Eğilme Dayanımı (MPa)	Ultrases (m/s)	Knoop hardness
Bursa Emperador	2.83	1.21	0.45	106.43	6.15	5462	194
Isparta Silver	2.72	1.47	0.55	140.23	9.70	5308	170
Burdur Karaman	2.70	0.46	0.17	135.63	14.65	6111	178

Tablo 2. Deneyleerde kullanılan kireçtaşlarının mineralojik özellikleri.

Örnek Adı	Petrografik Tanımlama
Bursa Emperador	Kalsit kristallerinden oluşan bu kayaç, 150-250 µm tane boyutuna sahiptir. Kayaç içerisinde bol miktarda mikro çatlak bulunmaktadır. Çatlak açıklıkları 100-250 µm arasında olup, kalsit kristallerince doldurulmuştur. Kristaller özşekilli /yarı özşekilli olarak görülmektedir. Kristal kenarları nispeten düzgündür. Çatlak dolgusu olarak görünen iri kalsit kristallerinde birbirini kesen iki yönde gelişmiş dilinimler belirgin olarak görülmektedir.
Isparta Silver	Kayaç metamorfizma geçirmiş kireçtaşı olup, granoblastik grift doku göstermektedir. Kalsit kristalleri özşekilli ve/veya özşekilsiz olarak görülmekte, iri ve ince tane boyutuna sahip kristaller gözlenmiştir. İri kalsit kristallerinin tane boyutu 150-300 µm arasında değişmektedir. İnce kalsit kristalleri ise 25-100 µm arasındadır. Düzensiz gelişmiş çatlaklar yer almaktadır. Çatlak açıklıkları 100-500 µm arasındadır.
Burdur Karaman	Kayaç sparat’ten oluşan çimentoya sahiptir. Ayrıca, breşik bir yapıya sahip olup, mikritik kayaç parçaları içermektedir. Kayacı oluşturan bileşenler oldukça ince taneli olup, bileşenlerin çoğunluğu karbonat minerallerinden oluşmaktadır. Kayacın yaklaşık %70’lik kısmını oluşturan sparat, tane boyutu >10 µm olan kalsit kristallerinden oluşur. Kayaç içerisinde yer alan mikritik intraklastlar çoğunlukla köşeli yapıda olup, tane boyutu 350-600 µm arasında değişmektedir. Kayaç içerisindeki kalsit kristalleri çatlak dolgusu olarak görülmekte olup, yarı şekilli ve özşekilli kristaller halinde bulunmaktadır. Kristal boyutları 50-350 µm arasında değişmektedir.

2.3. Parlatma Performansının Ölçülmesi

Parlatma performansı deneyleri, 30x30x2 cm boyutlarındaki kireçtaşı örneklerinde aynı abrasiv serisi, sabit bant hızı ve kafa basıncında, Afyon Kocatepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan laboratuvar ölçekli cila makinasında yapılmıştır. Deneyleerde kullanılan laboratuvar ölçekli cila makinası, iki kalibre ve dört adet abrasiv kafadan oluşan bir makinadır (Şekil 2).

Çalışma için en uygun bant hızı 1.00 m/dk olarak seçilmiştir. Kalibrasyon için devir hızı 800 D/D olarak tespit edilmiş, çalışmada kullanılan tüm

kireçtaşları kalibre işlemine tabi tutulmuştur. Çalışmada 80 nolu, 120 nolu, 220 nolu, 320 nolu manyezit bağlı, 400 nolu, 600 nolu, 800 nolu sentetik abrasivler ve 5-ekstra cila taşı kullanılmıştır.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan cila makinası.

Kullanılan cila makinasının özellikleri dikkate alınarak her aşındırıcı kafada beş adet abrasiv kullanılmış ve abrasiv kafaların dönme hızı 500 D/D, abrasiv kafa basıncı ise 2 bar olarak belirlenmiştir. Parlatma işlemi sırasında açığa çıkan ısı ve atıkları ortamdaki uzaklaştırmak için kafa başına en uygun su miktarı 50 lt/dk olarak alınmıştır (İnka 2005).

Pürüzlülük ölçümlerinde, her bir abrasiv numarasında parlatılan iki adet doğaltaş plakası kullanılmıştır. Plakaların yüzeyleri 5x5 cm boyutlarında kare şeklindeki 16 bölgeye ayrılmış, her bölgenin orta noktasından pürüzlülük değeri (Ra) ölçülmüştür.



Şekil 3. Pürüzlülük ölçerin görünümü.

Doğaltaşların pürüzlülük değerleri PHYNIX Manuel TR200 marka pürüzlülük ölçer ile yapılmış, ölçüm uzunluğu 2.5 mm ve cut-off değeri ise 0.8 olarak alınmıştır (Şekil 3). Bu çalışmada Abrasiv A ve Abrasiv B ile parlatılan kireçtaşlarına ait pürüzlülük değerlerini içeren ortalama sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir.

Çalışmadaki kireçtaşı örneklerine ait parlaklık değerleri her bir plaka yüzeyindeki 16 adet noktadan 60°'lik açıda elde edilmiştir. Çalışmada Novo Gloss Trio marka glossmetre ile parlaklık ölçümleri yapılmıştır (Şekil 4). Elde edilen parlaklık değerlerine ait ortalama sonuçlar Tablo 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Glossmetre cihazı görünümü.

Tablo 3. Çalışmada kullanılan kireçtaşlarına ait pürüzlülük değerleri.

Örneğin Ticari İsmi	Abrasiv Tipi	Abrasiv Serisi							
		80	120	220	320	400	600	800	Cila
		Pürüzlülük (μm)	Pürüzlülük (μm)	Pürüzlülük (μm)	Pürüzlülük (μm)	Pürüzlülük (μm)	Pürüzlülük (μm)	Pürüzlülük (μm)	Pürüzlülük (μm)
Bursa Emperador	Abrasiv A	1.25	1.12	0.83	0.55	0.36	0.16	0.19	0.25
	Abrasiv B	1.37	1.21	0.85	0.75	0.48	0.41	0.27	0.34
Isparta Silver	Abrasiv A	1.31	0.99	0.85	0.52	0.37	0.27	0.20	0.23
	Abrasiv B	1.03	0.89	0.79	0.61	0.42	0.45	0.30	0.29
Burdur Karaman	Abrasiv A	1.28	1.06	0.82	0.59	0.33	0.19	0.16	0.13
	Abrasiv B	1.10	1.09	0.77	0.51	0.34	0.36	0.17	0.14

Tablo 4. Çalışmada kullanılan kireçtaşlarına ait parlaklık değerleri.

Örneğin Ticari İsmi	Abrasiv Tipi	Abrasiv Serisi							
		80	120	220	320	400	600	800	Cila
		Parlaklık (Gloss)	Parlaklık (Gloss)	Parlaklık (Gloss)	Parlaklık (Gloss)	Parlaklık (Gloss)	Parlaklık (Gloss)	Parlaklık (Gloss)	Parlaklık (Gloss)
Bursa Emperador	Abrasiv A	1.72	1.77	2.11	2.52	8.62	22.70	31.58	36.26
	Abrasiv B	1.89	1.71	1.80	2.38	4.60	16.27	22.00	44.31
Isparta Silver	Abrasiv A	2.02	2.14	2.26	2.33	5.60	12.28	18.60	27.41
	Abrasiv B	2.15	2.23	2.26	2.89	4.47	9.44	12.19	32.60
Burdur Karaman	Abrasiv A	2.03	2.30	2.19	2.84	3.50	7.19	11.82	27.65
	Abrasiv B	2.47	2.44	2.41	2.53	3.71	7.37	10.03	42.95

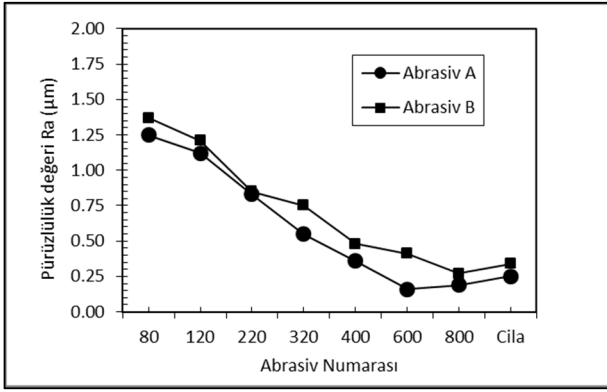
3. Bulgular ve Tartışma

Sabit makine parametrelerinde üç farklı kireçtaşı örneğine ait pürüzlülük ve parlaklık değerlerinin abrasiv serisine bağlı olarak farklı abrasivlerle parlatılmasındaki değişim incelenmiştir.

3.1. Pürüzlülük Değişimi

Bursa Emperador kireçtaşında Abrasiv A ve Abrasiv B ile yapılan parlatma işlemi sonucunda elde edilen

pürüzlülük değerleri, abrasiv numarasına bağlı olarak Şekil 5'te verilmiştir. Şekil 5 incelendiğinde, artan abrasiv numarasına bağlı olarak pürüzlülük değerinin azaldığı görülmektedir.

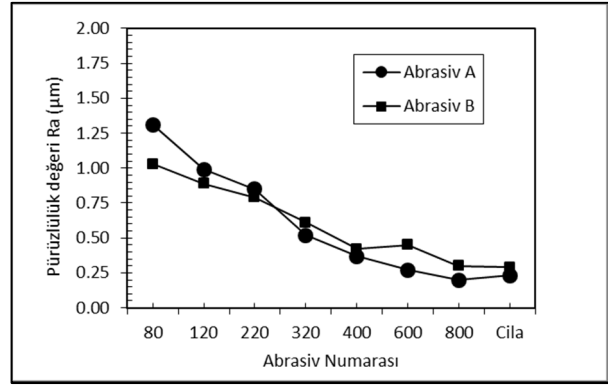


Şekil 5. Bursa Emperador kireçtaşının farklı abrasivlere bağlı olarak pürüzlülük değerinin değişimi.

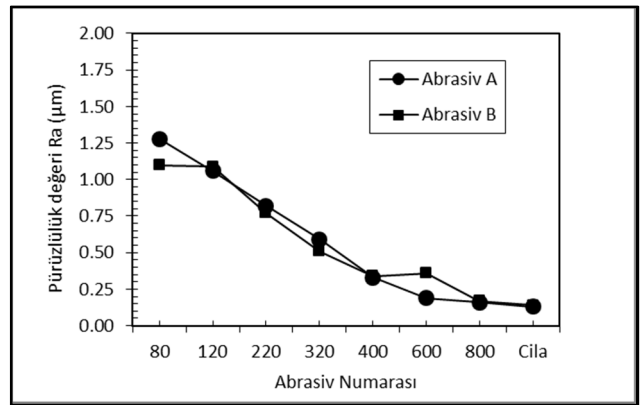
Abrasiv A ve Abrasiv B kullanılarak yapılan parlatma işlemi sonrası her iki abrasiv arasında pürüzlülük farkı gözlenmiştir. Örneğin, Abrasiv A kullanılarak parlatılan Bursa Emperador kireçtaşının cila sonrası pürüzlülük değeri 0.25 µm iken, Abrasiv B'de bu değer 0.34 µm'dir. Sadece 220 nolu abrasivlerde pürüzlülük değerlerinin birbirlerine çok yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Abrasivler arası en yüksek pürüzlülük farkının ise 320 ve 600 nolu abrasivlerde elde edildiği görülmektedir (Şekil 5). Bu abrasivlerde gözlenen davranış farklılığının en önemli sebebi abrasivlerdeki tane boyutundaki farklılık ve mineralojik incelemelerde tespit edilen mikro çatlardan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Isparta Silver kireçtaşına ait parlatma işlemi sonrası elde edilen pürüzlülük değerleri Şekil 6'da verilmiştir. Şekil 6 incelendiğinde, artan abrasiv numarasına bağlı olarak pürüzlülük değeri her iki abrasiv türünde de azalmıştır. Şekil 6'da A ve B abrasivleri ile elde edilen pürüzlülük değerleri incelendiğinde; 220 nolu ve 400 nolu abrasiv numaralarında her iki abrasiv türünde de birbirine yakın pürüzlülük değerleri elde edilmiştir.

Burdur Karaman kireçtaşında iki farklı abrasivle yapılan parlatma işlemi sonucunda elde edilen pürüzlülük değerlerini gösteren grafik Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 6. Isparta Silver kireçtaşının farklı abrasivlere bağlı olarak pürüzlülük değerinin değişimi.



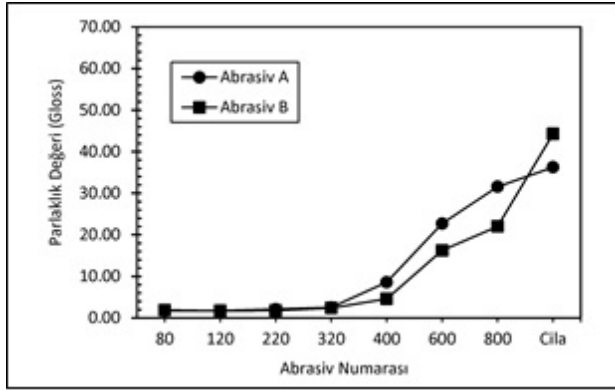
Şekil 7. Burdur Karaman kireçtaşının farklı abrasivlere bağlı olarak pürüzlülük değerinin değişimi.

Şekil 7'de görüldüğü gibi, artan abrasiv numarasına bağlı olarak pürüzlülük değerleri her iki abrasivde de azalmıştır. Ancak, Burdur Karaman kireçtaşında diğer kireçtaşlarına kıyasla dikkat çeken en önemli durum, Abrasiv A ve Abrasiv B'nin bir çok abrasiv numarasında birbirine çok yakın pürüzlülük değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, parlatma sonrası pürüzlülük değeri en düşük olan kireçtaşı olmasıdır. Burdur Karaman örneğinde yapılan mineralojik incelemelerde, bileşenlerin ince taneli olması ve bileşenlerin çoğunluğu karbonat minerallerinden oluştuğu görülmektedir. Bunun yanı sıra, kalsit kristalleri çatlak dolgusu olarak görülmekte olup, yarı şekilli ve özşekilli kristallerle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Daha önceki çalışmalarda da, karbonat dışı minerallerin hemen hemen hiç gözlenmediği örneklerde tane boyutu farklılıklarının kayacın cila

alma özelliğini olumsuz etkilediği belirtilmiştir (Kun 2000, Wright and Rouse 1993, Gürçan 2012).

3.2. Parlaklık Değişimi

Bursa Emperador kireçtaşının farklı abrasivler ile parlatılması sonucunda elde edilen parlaklık değerleri ise Şekil 8'de verilmiştir.

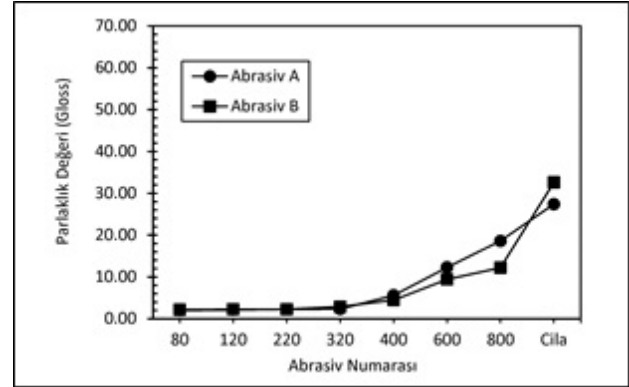


Şekil 8. Bursa Emperador kireçtaşının farklı abrasivlere bağlı olarak parlaklık değerinin değişimi.

Abrasiv A ve B ile parlatılan bu kireçtaşının parlaklık değerlerinde farklılık gözlenmiştir. Örneğin, Bursa Emperador kireçtaşının Abrasiv A'da cila sonrası parlaklık değeri 36.26 (gloss) iken, Abrasiv B'de cila sonrası ölçülen parlaklık değeri 44.31 (gloss)'dur. Bursa Emperador kireçtaşına ait farklı abrasivlere bağlı parlaklık değişim grafiği (Şekil 8) incelendiğinde, parlaklık değerinin Abrasiv A'da 80 nolu ve 400 nolu abrasivler arasında 1.72 ile 8.62 gloss arasında değiştiği görülmektedir. Artan abrasiv serisine bağlı olarak; 800 nolu abrasivde parlaklık değeri 31.58 gloss iken, cila sonrası parlaklık değeri 36.26 gloss olarak ölçülmüştür. Bu incelemeyi Abrasiv B'ye göre değerlendirirsek; 80 nolu ve 400 nolu abrasivler arasında 1.89 ile 4.60 gloss arasında değiştiği görülmektedir. Abrasiv B'de 600 nolu abrasivde parlaklık değeri 16.27 gloss değerine sahip iken, 800 nolu abrasivde bu değer 22.00 gloss olarak ölçülmüştür. Cila sonrası Bursa Emperador kireçtaşının parlaklık değeri 44.31 gloss'dur.

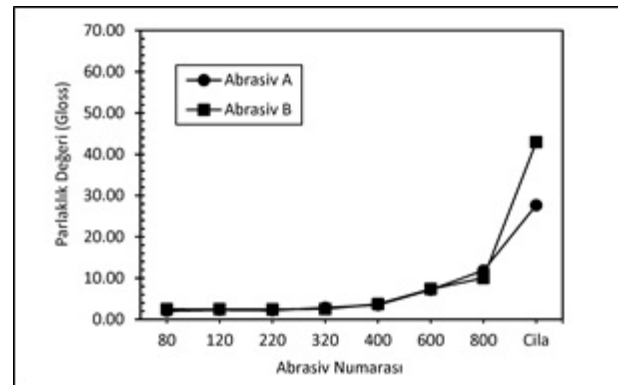
Parlatma performansı incelendiğinde, Abrasiv A'nın Abrasiv B'ye oranla düşük bir performans izlediği tespit edilmiştir.

Isparta Silver kireçtaşına ait farklı abrasivlere bağlı parlaklık değişim grafiği (Şekil 9) incelendiğinde ise; parlaklık değerinin Abrasiv A'da 80 nolu ve 400 nolu abrasivler arasında 2.02 ile 5.60 gloss arasında değiştiği görülmektedir. Abrasiv B'de ise, 80 nolu ve 400 nolu abrasivler arasında 2.15 ile 4.47 gloss'dur. Abrasiv A'da cila sonrası parlaklık değeri 27.41 gloss iken, Abrasiv B'de cila sonrası parlaklık değeri 32.60 olarak ölçülmüştür. Bu örnekte en iyi parlaklık değerine Abrasiv B'de elde edilmiştir.



Şekil 9. Isparta Silver kireçtaşının farklı abrasivlere bağlı olarak parlaklık değerinin değişimi.

Burdur Karaman kireçtaşının farklı abrasivle parlatılması sonucu en iyi parlaklık değerine Abrasiv B ile ulaşıldığı tespit edilmiştir. Artan abrasiv numarasına bağlı olarak farklı parlaklık değerlerinin elde edildiği Şekil 10'da görülmektedir.



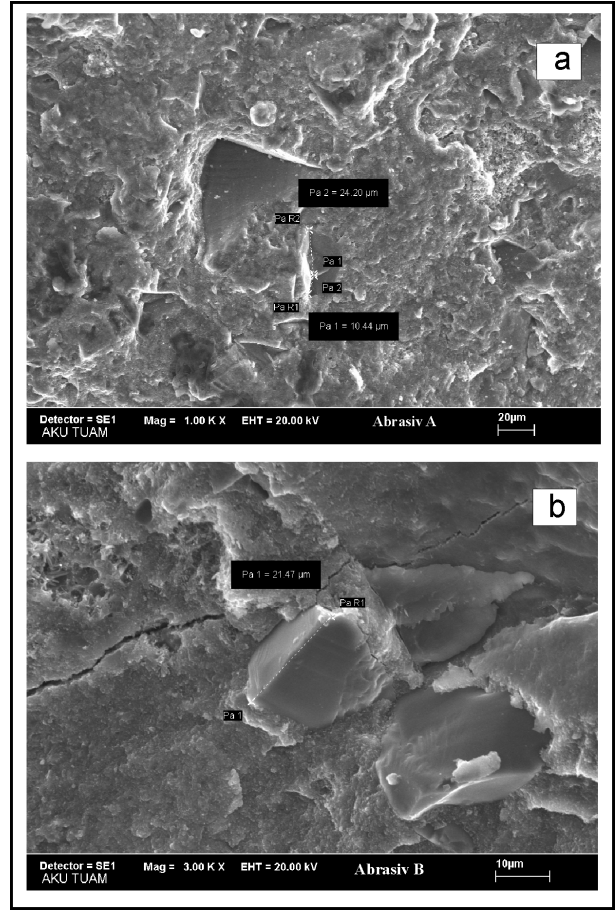
Şekil 10. Burdur kireçtaşının farklı abrasivlere bağlı olarak parlaklık değerinin değişimi.

Farklı abrasivlerle yapılan parlatma sonucu elde edilen pürüzlülük ve parlaklık değerindeki değişimin daha önceki çalışmalarda belirtildiği gibi, çalışma

parametrelerinin yanı sıra, kayaç özelliklerinin ve mineralojik özelliklerinin etkili olduğu belirtilmiştir (Kanbalta, 1992; Sarı ve Yavuz, 2001, Gürçan 2011). Yapılan fiziko-mekanik incelemeler dikkate alındığında, Burdur Karaman örneğinin açık gözeneklilik ve su emme değerinin diğer örneklere oranla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Gözenek oranının azalmasına bağlı olarak parlaklık değerinin artacağı pürüzlülük değerinde azalacağı söylenebilir.

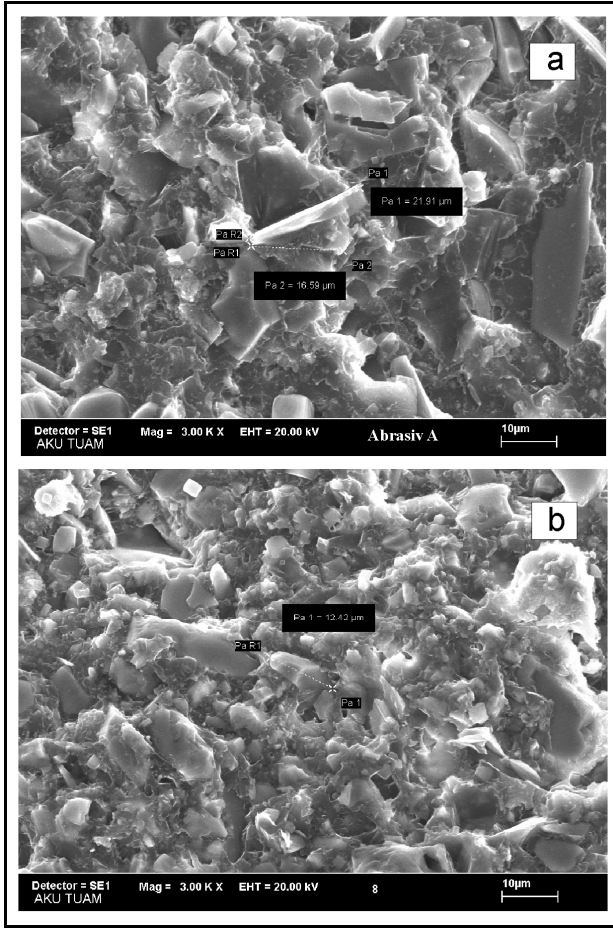
3.3. SEM İncelemesi

Sabit makine parametrelerinde üç farklı kireçtaşı örneğine ait ortalama pürüzlülük ve parlaklık değerleri farklı abrasivler kullanılarak değişimleri incelenmiştir. Üç farklı örneğin pürüzlülük ve parlaklık değerlerinin abrasiv numarasına göre farklı trend sergilediği gözlenmiştir. Örneğin, Bursa Emperador kireçtaşında Abrasiv A ve B arası en yüksek pürüzlülük farkının 320 ve 600 nolu abrasivlerde elde edildiği görülmektedir (Şekil 5). Gözlenen bu farklılık nedenini belirlemek için, abrasivlerin yüzeyinde SEM analizleri yapılmıştır (Şekil 11). Şekil 11-a'da abrasiv tane boyutunun 10.44 μm ve 24.20 μm arasında değiştiği ve aşındırıcı tanenin köşegen uçunda kırılmaların olduğu, Şekil 11-b'de ise, yüzeyde kalan aşındırıcının en uzun kenarının 21.47 μm olduğu görülmektedir. Daha önceki çalışmalarda da, aşındırıcı taneciklerin görünüm olarak "yarı-açısal", "köşeli" ve "yuvarlak" şeklinde sınıflandırıldığı belirtilmiştir (Stachowiak 2001). Farklı abrasivlere ait 320 nolu abrasivlerde yapılan SEM analizinde aşındırıcı tanelerinin şekillerindeki farklılıkların bulunmasından dolayı, parlatılan yüzeylerde farklı pürüzlülük değerlerinin elde edileceği söylenebilir. Ayrıca, daha önceki çalışmalarda aşındırıcı tane boyutuna ve aşındırıcı malzemeye bağlı olarak malzeme uzaklaştırma mekanizmasının değiştiği ve pürüzlülük değerlerinde farklılıkların olduğu belirtilmiştir (Amaral *et al.* 2004).



Şekil 11. Bursa Emperador Kireçtaşı Örneğinde 320 nolu abrasivlere ait SEM görüntüleri (a) Abrasiv A, (b) Abrasiv B.

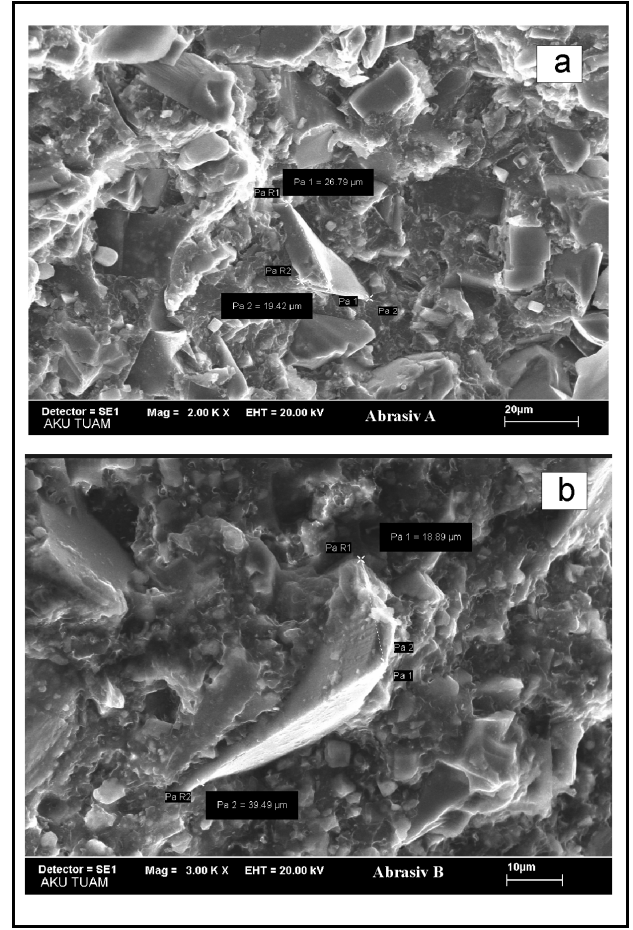
Isparta Silver kireçtaşının iki farklı abrasivle yapılan parlatma işlemi sonucunda, Abrasiv A ve B ile elde edilen pürüzlülük değerleri incelendiğinde; 600 nolu abrasivlerde pürüzlülük değerinde diğer pürüzlülük değerlerine göre daha büyük farklılığın olduğu gözlenmiştir (Şekil 6). Bu farklılık nedenini belirlemek için, abrasivlerin yüzeyinde SEM analizleri yapılmıştır (Şekil 12). 600 nolu abrasivlerde gözlenen bu farklılık nedenini belirlemek için, abrasivlerin tane boyutları ve şekilleri SEM analizinde incelenmiştir (Şekil 12). Şekil 12-a'da abrasiv tane şeklinin belirgin bir yapıda olmadığı, aşındırıcı tanenin boyutlarının 21.91 μm ve 16.59 μm arasında değiştiği, Şekil 8-b'de ise, aşındırıcı tane boyutunun yaklaşık 12.42 μm olduğu görülmektedir. Tanovic vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada, mermer yüzey parlatma mekanizmasının karışık bir işlem olduğu, özellikle abrasivlerdeki aşındırıcı tane dağılımı,



Şekil 12. Isparta Silver Kireçtaşı Örneğinde 600 nolu abrasivlere ait SEM görüntüleri (a) Abrasiv A, (b) Abrasiv B.

abrasiv yapıları, talaş yapı mekanizması, ve parlatma metodunun bu süreçte önemli olduğu tespit edilmiştir. Bu yüzden, SEM analizden elde edilen bulgular ışığında, aşındırıcı tanelerinin şekillerindeki farklılıktan dolayı yüzey parlatma işleminde farklı abrasivlerde farklı malzeme uzaklaştırma mekanizmasının sergilendiği ve kireçtaşların yüzeylerinde farklı pürüzlülük değerinin elde edildiği söylenebilir. Bunun yanı sıra, fiziko-mekanik özellikler dikkate alındığında Isparta Silver örneğinin açık gözeneklilik oranı diğer örnekler içinde en yüksek değere sahiptir. Daha önceki çalışmalarda da belirtildiği üzere, parlatma işleminde çalışma parametreleri yanısıra, kayaç özelliklerinin de etkili olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir (Tanovic et al. 2009, Yavuz et al. 2010 a, b). Bu yüzden, Isparta Silver kireçtaşının parlatma performansında abrasivlerin yanı sıra kayaç özelliklerinin etkili olduğu sonucuna

varılmıştır.



Şekil 13. Burdur Karaman Kireçtaşı Örneğinde 400 nolu abrasivlere ait SEM görüntüleri (a) Abrasiv A, (b) Abrasiv B.

Burdur Karaman kireçtaşında diğer kireçtaşlarına kıyasla dikkat çeken en önemli durum, Abrasiv A ve Abrasiv B'nin bir çok abrasiv numarasında birbirine çok yakın pürüzlülük değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu amaçla her iki abrasivin 400 numaralı abrasivlerinden örnekler alınarak SEM analizinde incelenmiştir (Şekil 13). Şekil 13-a ve Şekil 13-b incelendiğinde, abrasiv tanelerinin benzer şekillere sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca, aşındırıcı tanenin boyutlarının Abrasiv A'da 26.79 µm ve 19.42 µm arasında değiştiği, Abrasiv B'nin ise, yaklaşık 39.49 µm ve 18.89 µm arasında değiştiği belirlenmiştir. Parlatma işleminde, çalışma parametrelerinin yanı sıra, aşındırıcı özelliklerinin etkili olduğu Görgülü (2008) ve Pellegrin et al. (2009) gibi çalışmalarda belirtilmiştir. Deneysel çalışmalar dikkate alındığında abrasivlerin tane

şeklinin etkili olduğu düşünülmektedir. Abrasiv şekillerinin her iki abrasiv örneğinde benzer şekilde olması, pürüzlülük değerinin de yakın değerlerde elde edilmesine neden olduğu şeklinde yorumlanabilir.

4. Sonuç

Bu çalışmada, aynı abrasiv serisinde, sabit bant hızı ve kafa basıncında sedimanter kökenli kökenli üç adet kireçtaşı örneğinin parlatılmasında farklı abrasivlerin etkisi araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen başlıca sonuçlar şunlardır:

- i. Parlatma deneyleri sonucunda, azalan abrasiv serisine bağlı olarak her iki abrasiv türünde de pürüzlülüğün azaldığı ve parlaklığın arttığı gözlenmiştir.
- ii. Farklı abrasivlerde, abrasiv numarası dikkate alındığında, her bir abrasiv numarasındaki tane boyutunun ve şeklinin değiştiği gözlenmiştir.
- iii. Abrasiv farklılığı dikkate alındığında, Abrasiv A ile parlatılan örneklerin daha düşük parlaklık değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.
- iv. Burdur Karaman kireçtaşı, incelenen diğer örneklerle göre farklı mineralojik ve fiziko-mekanik özelliklere sahip olup, bileşimindeki ince taneli kristal yapısına sahip minerallerden dolayı, diğer kireçtaşı örneklerine kıyasla daha etkili bir parlatma işlemi gerçekleştirilmiştir.
- v. Bursa Emperador kireçtaşının diğer kireçtaşlarına kıyasla dikkat çeken en önemli durum, parlatma sonrası en yüksek pürüzlülük değerine sahip olmasıdır. Çatlak dolgusu olarak görünen iri kalsit kristallerinde birbirini kesen iki yönde gelişmiş dilinimlerden dolayı Bursa Emperador kireçtaşında görece yüksek pürüzlülük değerleri elde edilmiştir.
- vi. Elde edilen deneysel bulgular ışığında, abrasivlerin tane boyutlarının ve şekillerinin değiştirilmesiyle, doğaltaşlarının parlatma işlemlerinde farklı yüzey özelliklerinin elde edebileceği anlaşılmıştır. Abrasiv A'da gözlenen aşındırıcı tanelerin

kırık uça sahip olması etkili bir parlatmanın gerçekleşmediğini göstermektedir.

Teşekkür

Yazarlar, parlatma deneylerinde kullanılan kireçtaşı örneklerini sağlayan TUREKS firmasına ve abrasivlerin temin edildiği DELTA firmasına katkılarından dolayı teşekkür eder.

Kaynaklar

- Erdogan, M., 2000. Measurement of Polished Rock Surface Brightness by Image Analysis Method. *Engineering Geology*, **57**: 65-72.
- Ersoy, M., 2000. Mermerlerin Mekanik Özellikleriyle Parlatılabilirlik Arasındaki İlişkinin Araştırılması, (Doktora Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir, 201.
- Görgülü, K., 1998. Bazı Mermer Birimleri İçin Optimum Aşındırma-Cilalama Koşullarının Araştırılması ve Malzeme Özellikleri ile İlişkilendirilmesi, (Doktora Tezi), Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 178.
- Görgülü, K. and Ceylanoğlu, A., 2008. Evaluation of Continuous Grinding Tests on Some Marble and Limestone Units with Silicon Carbide and Diamond Type Abrasives. *Journal of Materials Processing Technology*, **204**, 264–268.
- Güneş, A. N., 2005. Türkiye'deki Bazı Mermerlerin Mineralojik ve Petrografik Özelliklerine Göre Kesilebilme ve İşlenebilme Parametrelerinin Matematiksel Modellemesi, (Doktora Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 121.
- Gürçan, S., 2011. Metamorfik Kökenli Mermerlerin Parlatılmasında Mineralojik ve Petrografik Özelliklerin Etkisi, (Doktora Tezi), Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar, 160.
- Gürçan, S., 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. *Türkiye 3. Mermer Sempozyumu*, 249-263.
- Huang, H., Li, Y., Shen, J.Y., Zhu, H.M. and Xu, X.P., 2002. Micro Structure Detection of a Glossy Granite Surface Machined by the Grinding Process. *Journal of Materials Processing Technology*, **129**, 403-407.
- İnka 2005. Mermer-Traverten-Granit Yüzey İşleme

- Güçlendirme Dolgu Koruma&Atık Su Arıtma Sistemleri. TÜMMER. Ankara.
- Kanbalta, E., 1992. Sorunlu Mermerlerin Parlatılabilme Özelliklerinin Saptanması. (Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 53.
- Karaca, Z., 2008. Effect of Head Pressure and Abrasive Series on Surface Roughness of Marbles. *Surface Modification Technologies XXII*, University West. 289-296.
- Kun, N. (2000). Mermer Jeolojisi ve Teknolojisi. Tezer Matbaası. İzmir.
- Pellegrin D.V., Corbin N.D., Baldoni G., Torrance A., 2009. Diamond particle shape: Its measurement and influence in abrasive wear. *Tribology International*, **42**, 160-168.
- Sarı, D., ve Yavuz H., 2001. Mermer Parlaklığının Nicel Tanımı. *Türkiye 3. Mermer Sempozyumu*, 265-275.
- Shen, J.Y. and Xu, X.P., 2007. Study on Polishing Rock Minerals of Natural Stone. *Advanced Materials Research*, **24-25**, 183-188.
- Stachowiak, G.B., and Stachowiak, G.W., 2001. The effects of particle characteristics on three-body abrasive wear. *Wear*, **249**, 201–207.
- Uğur, İ., Gündüz, L., 2003. Mermer İşleme Fabrikalarında Dar Silim-Geniş Silim ve Honlama İşlemlerinde Silim Karakteristiklerinin İrdelenmesi. *IV.Mermer Sempozyumu*, 99-116.
- Tanovic, L.J., Bojanic, P., Puzovic, R., Klimenko S. (2009). Experimental Investigation of Microcutting Mechanisms in Marble Grinding. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, **131**: doi: 10.1115/1.4000619
- Wright, D.N., and Rouse C. (1993). Stone Polishing-Measurement of Surface Finish. *Industrial Diamond Rev.* 10-13.
- Yavuz, H., Ozkahraman, T., Demirdağ, S., 2010. Doğaltaş Plakalarının Yüzey Kalitesine Bazı Silim Parametrelerinin Etkisi. *7. Uluslararası Mermer Sempozyumu*, 419-426.
- Yavuz, H., Ozkahraman, T. and Demirdag, S., 2010 a. Polishing Experiments on Surface Quality of Building Stone Tiles. *Construction and Building Materials*, **25**: 1707–1711.
- Yavuz, H., Ozkahraman, T., Demirdağ, S., 2010 b. Doğaltaş Plakalarının Yüzey Kalitesine Bazı Silim Parametrelerinin Etkisi. *7. Uluslararası Mermer Sempozyumu*, 419-426.
- Xu, X.P., Huang, H. and Li, Y., 2003. Material Removal Mechanisms in Diamond Grinding of Granite, Part 1: The Morphological Changes of Granite from Sawing to Grinding. *Key Engineering Materials*, **250**, 215-221.
- Xu, X.P., Huang, H., Gao, Y., Xu, H.J., 2003. Processes for the Generation of Glossiness on Ground Granites and Ceramics. *Key Engineering Materials*, **238-239**, 99-104.