

# Mermer Plakalarında Görüntü İşleme Teknikleri ile Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

## Determination of Surface Roughness in the Marble Plate with Image Processing Techniques

Ü. Çiğdem TURHAL<sup>1\*</sup>, Sezgi AYDIN<sup>2</sup>, Gökhan DENER<sup>3</sup>

**Özet-** Mermer işletmeciliğinde parlatma ve cilalama işlemleri birim maliyet üzerinde önemli bir paya sahiptir. Mermer plakalarına uygulanacak gerekli parlatma ve cilalama işlemlerinin seçimi ve çalışma koşullarının belirlenmesi, mermer plakalarının yüzey pürüzlülüğüne bağlı olarak tespit edildiği takdirde bu toplam üretim maliyetinin düşmesine neden olacaktır. Bu nedenle mermer plakalarının yüzey pürüzlülüğünün doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Piyasada yüzey pürüzlülüğünü ölçen çeşitli ticari cihazlar bulunmasına rağmen bu cihazlar daha çok homojen yapıda malzemeler üzerinde düşük ölçüm alanı kapasitesinde çalışmaktadır. Ancak mermer gibi geniş yüzey alanına sahip ve homojen olmayan malzemenin pürüzlülüğünü belirlemede yetersiz kalmaktadır. Bu çalışmada mermer yüzey pürüzlülüğünün görüntü işleme teknikleri ile belirlendiği bir sayısal görüntü analizi tabanlı bir çalışma sunulmaktadır. Çalışmada Bilecik Silkar Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş'den blok halinde temin edilen dört farklı mermer türü üzerinde çalışılmıştır. Bu mermer örnekleri önce boyutlandırılmış ve daha sonra Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile yüzey görüntüleri elde edilerek MATLAB ortamında yüzey pürüzlülük analizleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar sunulan yöntemin pürüzlülük belirlemede etkin olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler-** Görüntü İşleme, Mermer, Kenar Bulma, Yüzey Pürüzlülüğü.

**Abstract-** In marble industry buffing and polishing operations have a significant share on the unit cost. If selection of needed buffing and polishing operations to be applied to the marble slabs and determination of working conditions is determined depending on the roughness of the surface of the marble slabs this will cause a decrease in total production costs. Therefore, surface roughness of the marble slabs have to be determined accurately. Although there are several commercial devices measuring surface roughness on the market, these devices are employed in more homogenous materials with low measurement space capacity. However, these devices are insufficient to determine the roughness like marble that is non-homogeneous material with a large surface area. In this study, a digital image analysis based study are presented which marble surface roughness is determined by image processing methods. In the study, four different types of marble blocks obtained from Bilecik Silkar the Mining Industry and Trade Company business were studied. These marble samples first sized and than surface images are obtained using SEM and surface roughness analysis is performed in MATLAB environment and the results are given. Obtained results showed that the method proposed is effective in determining the roughness.

**Keywords-** Image Processing, Marble, Edge Detection, Surface Smoothness.

### I. GİRİŞ

Türkiye’de son yirmi yılda önemli gelişmeler gösteren mermer sektörü üretim potansiyeli, ihracat ve istihdam açısından ülke ekonomisinde çok büyük katkıya sahiptir. Mermerin dekoratif amaçlı olarak kullanımının yaygın hale gelmesi mermerin bazı karakteristiklerinin ön plana çıkmasına neden olmuştur. Bunlardan en önemlisi mermer kalitesini belirlemede önemli bir faktör haline gelen yüzey pürüzlülüğüdür. Yüzey dokusunun bir parametresi olan yüzey pürüzlülüğü ya da kısaca pürüzlülük mermer gibi bir malzeme yüzeyinin düzlemsel olmamasıdır ve malzemenin çevresi ile etkileşiminin belirlenmesinde önemli rol oynayan bir özelliktir. Çoğu mühendislik dalında önemli bir değişken olması sebebiyle birçok mühendislik tasarımında yaygın olarak araştırılmaktadır [1]. Özellikle dekoratif amaçlı olarak kullanılan mermer plakaları açısından yüzey pürüzlülüğü yüzeyin ışık yansıtma kabiliyetini etkilediğinden parlaklığın sağlanması açısından çok

\*Sorumlu yazar iletişim: [ucigdem.turhal@bilecik.edu.tr](mailto:ucigdem.turhal@bilecik.edu.tr)

<sup>2,3</sup>İletişim: [sezgi\\_duguncu\\_03@hotmail.com](mailto:sezgi_duguncu_03@hotmail.com), [gdener@gmail.com](mailto:gdener@gmail.com)

<sup>1,2,3</sup>Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bilecik Şeyh Edebalı Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gülümbe Kampüsü  
BİLECİK

önemlidir. Bu nedenle mermer işletmeleri tarafından yüzey pürüzlülük tespitinin yapılıp buna bağlı gerekli parlatma işlemlerinin belirlenip uygulanması gerekmektedir.

Mermer işlenmesinde parlatma işlemi, birim maliyetin %40'ı oranında bir paya sahiptir [2]. Günümüzde mermer işleme tesislerinin sayıları ve kapasite artışı dikkate alındığında bu maliyet büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle mermer plakalarının yüzey pürüzlülüğü göz önüne alınarak uygun parlatma işlemlerinin seçimi ve çalışma koşullarının belirlenmesi [3-6] toplam üretim maliyetinde belirgin düşüşler sağlayabilecektir.

Günümüzde pürüzlülük ölçümü için var olan sistemlerdeki temel prensip iki boyutlu pürüzlülük profillerinin karşılaştırılarak sınıflandırılması ve derecelendirilmesi şeklinde olmuştur. Son yıllarda kullanılan fotogrametrik yöntemlerde ise uzman personel ve uzun zaman gereksinimleri bu yöntemleri pratik kılmamaktadır. Bunların yanı sıra yüzey pürüzlülüklerinin belirlenmesinde pek çok ticari ve bilimsel çalışmalar yapılmaktadır. Ancak bu çalışmalar daha çok metal, kağıt ve plastik gibi malzemeler için daha çok da laboratuvar boyutta gerçekleştirilmiştir [1]. Bunun yanında malzeme yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi için piyasada ticari olarak bulunabilecek çeşitli ölçüm cihazları mevcuttur. Ticari olarak kullanılabilen yüzey pürüzlülük ölçerler yaklaşık  $< 3\text{cm}$  olacak şekilde kısa bir mesafede düşük ölçüm alanlarında ölçüm yapabilmektedirler. Yani bu tür cihazlar mermer gibi homojen bir yapıya sahip olmayan geniş yüzey alanları için uygun değildirler. Dönmez ve Sarı çalışmalarında ticari yüzey pürüzlülük ölçerdeki bu problemleri ortadan kaldırmak için 3-boyutlu bir yüzey pürüzlülük ölçüm sistemi sunmuşlardır [1]. Bu çalışmalarında kurulan düzenek ile mermer plakaları yatay bir düzlemde adım motorlar ile sağa-sola, ve yukarı aşağı olacak şekilde kaydırılmak suretiyle yatayda sağ-sol(x) ve düşeyde aşağı-yukarı (y) koordinat bilgileri ile bu noktada (x,y) deplasman ölçer ile elde edilmiş olan pürüzlülük değerinden (z) oluşan 3-boyutlu bilgi (x,y,z) bilgisayara aktararak kaydedilmiş ve tüm yüzey taraması ile yüzeyin pürüzlülük haritası çıkartılmıştır. Ancak bu sistem önemli ölçüde donanım ve tarama çözünürlüğüne bağlı olarak da zaman ve depolama alanı gerektirmektedir.

Sayısal bilgisayarlardaki teknolojik ilerlemeler görüntü işleme tekniklerini pek çok alanda olduğu gibi yer bilimi alanında da çeşitli uygulamalarda popüler hale getirmiştir. Bu uygulamalar arasında, feldspatların kayaçtaki dağılım oranlarını bulunması ve katı-gözenek ilişkisini araştırılması [7], mermerlerin petrografik özelliklerinin belirlenmesi [8], kırılmış agrega malzemelerin parça dağılımı ve geometrisinin analiz edilmesi [9], kayaç çatlaklarındaki yüzey pürüzlülüğü ve açıklığının, özellikle lazer ışık kaynağı kullanılarak araştırılması [10] ve sayısal görüntü analizi tabanlı bir yüzey parlaklık ölçüm sistemi gibi çeşitli çalışmalar yer almaktadır. Bunun dışında doğaltaş sektöründe de görüntü işleme yöntemlerini uygulamak için bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların bazıları doğaltaşların renk tanımlamasını yaparken [11] büyük bir bölümü ürün haline getirilmiş doğaltaşların sınıflama ve desen bulma uygulamalarını kapsamaktadır [12,13]. Aynı zamanda bazı mermer türlerinin parlaklıklarını karşılaştırmada yine görüntü analiz yöntemleri kullanılmıştır [14].

Sayısal görüntü işleme yöntemlerinin yüzey pürüzlülüğü değerlendirmesinde kullanımı ile ilgili bir çalışma tomalama işlemi sonrası malzeme üzerinde meydana gelen pürüzlülüğün değerlendirmesine yönelik olmuştur [15]. Yapılan bu çalışmada piyasada kullanılan izleyici uç olarak adlandırılan elektronik cihaz ile elde edilen sonuçlarla da karşılaştırma yapılmıştır. Karşılaştırma sonuçlarına göre fiziki ölçümler ile görüntü üzerinden gerçekleştirilen ölçümler arasında %75.5 oranında bir benzerlik tespit edilmiştir. Aynı zamanda temassız, tahribatsız ve hassas bir biçimde ölçüm amaçlanmıştır.

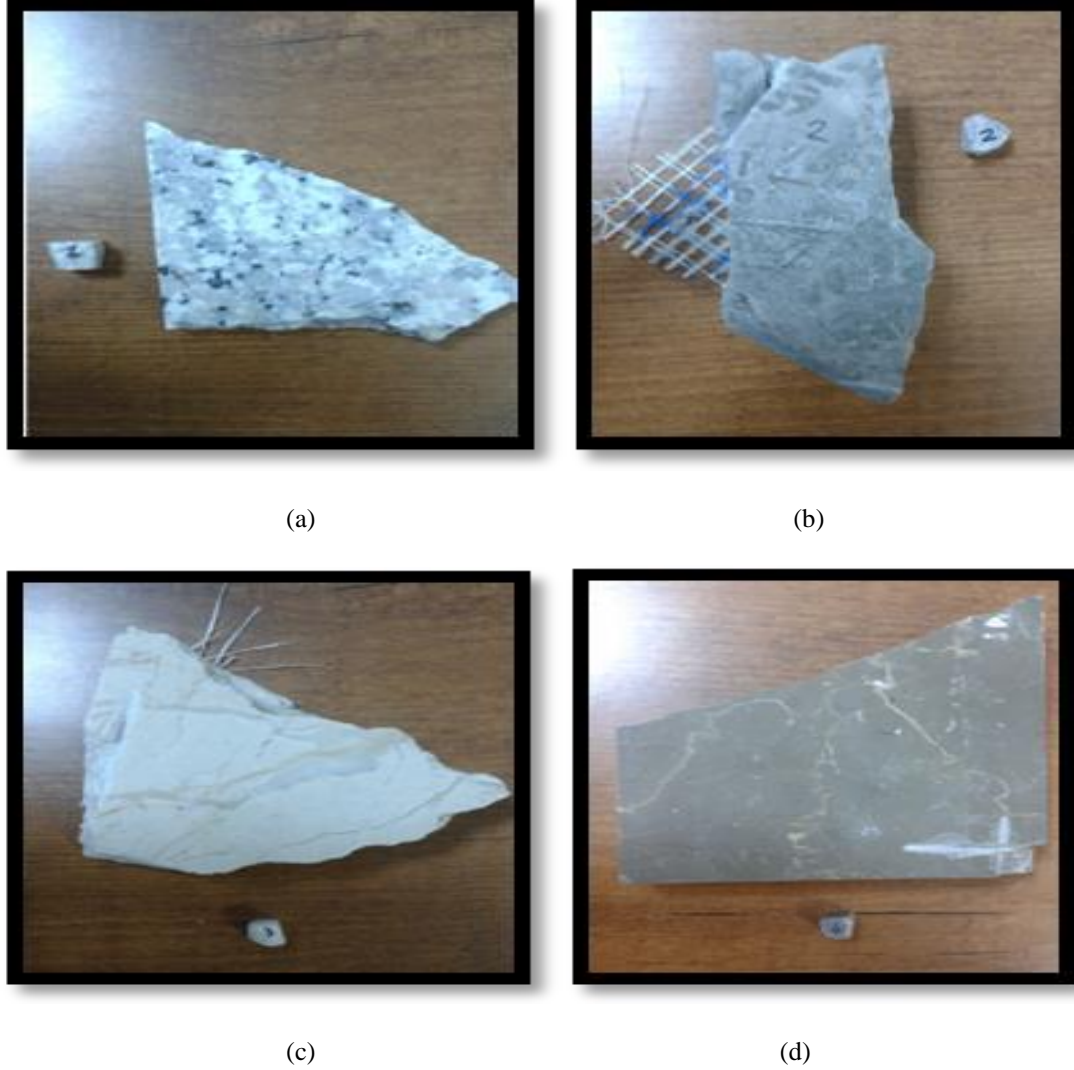
Bu çalışmada mermer yüzey pürüzlülüğünün iki farklı görüntü işleme yöntemi kullanılarak belirlendiği bir uygulama sunulmaktadır. Bu yöntemlerden birinde görüntü üzerindeki kenar bölgelerinin tespiti yapılarak pürüzlülük değerlendirmesi yapılırken diğerinde ise görüntü üzerindeki boşluklar tespit edilerek pürüzlülük değerlendirmesi yapılmıştır. Elde edilen sonuçların fiziki ölçümlerle tutarlılığının değerlendirilebilmesi için görüntüler üzerinde Horozoğlu tarafından sunulan çalışmadaki yöntem de uygulanmıştır. Çalışma için Bilecik Silkar Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den temin edilen Bianco sardo, Neptune Grey, Tawny Beige ve Olive Marone adlı mermer numunelerinden alınan örnekler için elde edilen SEM görüntüleri üzerinde MATLAB ortamında çalışılmıştır. Sonraki bölüm içerikleri şöyle sıralanabilir: İkinci bölümde materyal ve metot verilmiştir. Üçüncü bölümde yapılan görüntü işleme analiz sonuçları verilmiştir. Son bölümde ise sonuçların analizi yapılarak ve gelecek çalışmalar özetlenmiştir.

## II. MATERYAL VE METOD

### A. Materyal

Bu çalışmada gerçekleştirilen deneylerde kullanılan mermer numuneleri Bilecik Silkar Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den temin edilmiştir. Mermerler bölgesel olarak genelleştirilmiş ve/veya üreticisi tarafından belirlenmiş ticari isimleri ile adlandırılırlar. Temin edilen mermerlerin ticari isimleri Bianco sardo, Neptune Grey, Tawny Beige ve Olive Marone adlı dört farklı tiptedir. Deneysel analizler öncesinde firmadan blok halinde elde edilen numuneler deneysel ölçümler için uygun boyutlara getirilmiştir. Bunun için boyutları yaklaşık  $10 \times 10 \times 10$  cm civarında olacak şekilde yönlü ince kesitler dikey karot alma makinesiyle

boyutlandırılmıştır. Boyutlandırılan numuneler daha sonra SEM ile görüntülenmiş ve bu görüntüler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Şekil 1’de uygulamada kullanılan mermer numunelerinin boyutlandırıldıktan sonraki halleri görülmektedir. Şekil 2’de ise numunelerin SEM ile görüntüleme öncesi işlemleri görülmektedir.



**Şekil 1:** a) Bianco sardo, b) Neptune grey, c) Tawny Beige, d) Olive Marone Numunelerinin Boyutlandırılmış Görüntüleri.

Çalışmada temin edilen mermer numunelerinin SEM ile analizi yapılmıştır. Bu analiz ile mermer yapısını oluşturan bileşenler ve yüzdeleri tespit edilmiştir. SEM teknolojisi yüksek büyütmelerde yüksek çözünürlüklü görüntü alma tekniğidir. Bu teknik sayesinde düşük büyütmelerden çok yüksek büyütmelere (x300.000 veya daha fazla) kadar morfolojik, yapısal ve elementel bilgiler alınabilmektedir. Bunun yanı sıra SEM ile incelenen örneklerin mikro yapısında yer alan bileşenlerin belirlenmesi amacıyla EDS analizleri gerçekleştirilir. Böylece bileşenlerin incelenen bölge içindeki miktarsal yüzdeleri tespit edilebilmektedir.

SEM ile yüzey görüntüleme katı bir cisme elektron ışını gönderilir. Yüksek enerjili elektronlar incelenen örneğe çarptığında X-ışınları üretir. Ortaya çıkan bu X-ışınları beyaz radyasyon adı verilen sürekli bir enerji spektrumu oluşturur. Her element karakteristik bir emisyonla sahiptir dolayısıyla bu enerji spektrumunda yüzey üzerindeki elementlerin karakteristik enerji seviyeleri belirlenip X-ışınları numaraları ölçülerek görüntülenmiş yüzeyin içerdiği elementlerin nitel ve miktarsal analizi yapılabilmektedir [16].



Şekil 2: Hazırlanan ince kesitlerin karbon ve platin kaplama aşamalarından sonraki görüntüleri.

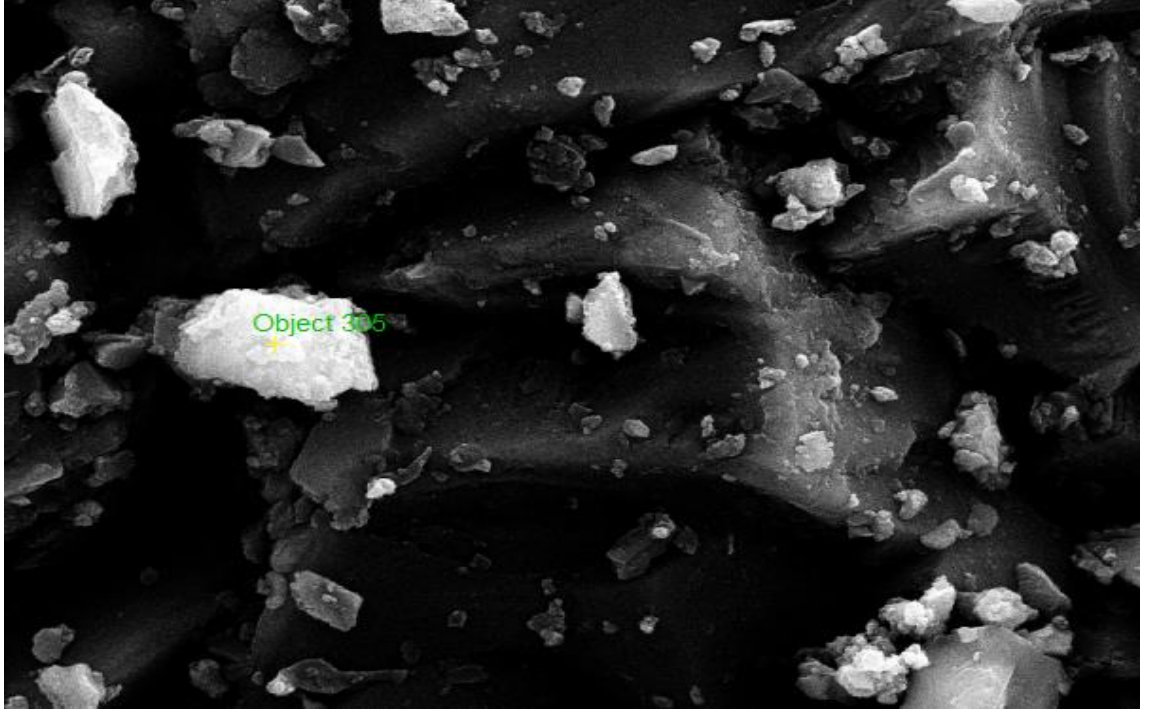
Mermer örnekleri için bu çalışmada gerçekleştirilen bir SEM-EDS uygulaması Şekil 3’de görülmektedir. Şekil 3a’da görülen SEM-EDS uygulamasından görüldüğü gibi incelenen bölgede bileşen içeriği yapılabilmektedir. Böylece görüntüdeki renksel farklılıklar analiz edildiğinde bu renk farklılıklarının mermer örneğinin içerdiği farklı elementlerden kaynaklandığı görülmüştür. Bu şekilde görüntüler taranarak hangi renk bölgelerinin hangi elemente karşı düştüğü tespit edilmiştir. Örneğin, Şekil 3a’daki beyaz bölge kalsiyum elementine karşılık gelmektedir. Bu incelemeler sırasında görüntü üzerindeki siyaha yakın koyu renk bölgelerde herhangi bir elemente rastlanmamıştır. Böylece bu bölgelerin elementler arasındaki boşluklara karşılık geldiği tespit edilmiştir. Görüntünün tamamına ait EDS analizi sonuçları Şekil 3b’deki grafik ile verilmiştir. Bu grafikte x-ekseninde elementlerin karakteristik enerji düzeyleri (keV) verilirken y-ekseninde de elementlerin incelenen bölgedeki miktarları (cps/eV) verilmiştir. Şekil 3b incelenecek olursa görüntü örneğinin silikon, alüminyum, kalsiyum, sodyum, oksijen, karbon ve platinyum elementlerini içerdiği görülür.

#### B. Metod

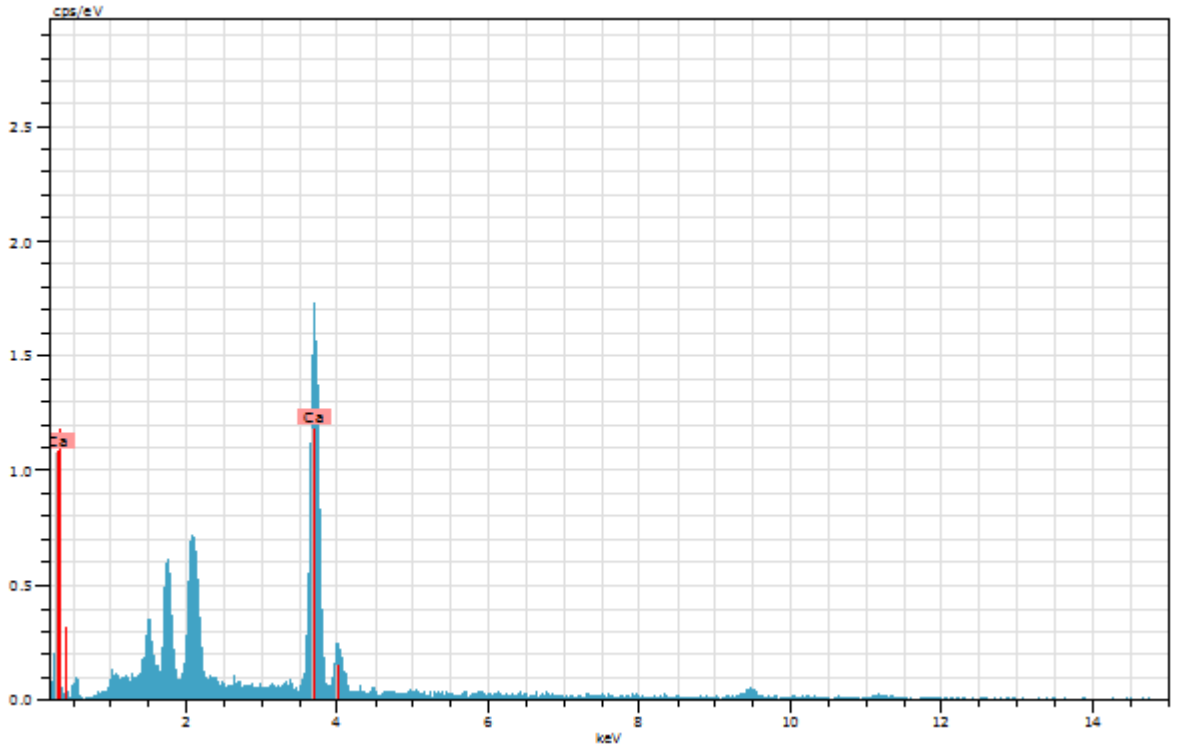
Bu çalışmada mermer yüzey pürüzlülüğünün SEM görüntüleme yöntemi ile elde edilen sayısal görüntüler üzerinden değerlendirildiği bir sayısal görüntü işleme uygulaması sunulmaktadır. Uygulamada yüzey pürüzlülüğünün değerlendirmesi az pürüzlü ya da çok pürüzlü şeklinde yapılmıştır. Yapılan bu değerlendirmenin gerçek yüzey pürüzlülüğü ile tutarlılığını belirlemek amacıyla mermer görüntüleri üzerinde Horozoğlu tarafından yapılan çalışmadaki yöntem [15] de uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Horozoğlu tarafından yapılan bu çalışmanın [15] gerçek pürüzlülüğü değerlendirmede referans olarak kullanımının gerekçesi sözü edilen çalışmada verilen görüntü üzerinden pürüzlülük tespiti sonuçlarının fiziksel ölçümlerle %75.5 oranında bir benzerlik göstermiş olmasıdır.

Bu makalede sunulan çalışmada yüzey pürüzlülüğünün tespiti için iki farklı yöntem kullanılmıştır. Bunlardan biri görüntü üzerinde kenar tespitine dayanırken diğeri de görüntü üzerinde boşluk yüzdesinin hesabına dayanmaktadır. Aşağıda öncelikle sayısal görüntü ve görüntü işleme kavramları incelenmiş daha sonra ise yöntemler açıklanmıştır. Şekil 4’de dört farklı mermer numunesi için 300.000 oranında büyütülmüş SEM görüntüleri görülmektedir. Bu görüntüler yüzey üzerinde  $(3\mu)^2$ ’lik bir alana karşılık gelmektedir.

1) *Sayısal Görüntü ve Görüntü İşleme:* Sayısal görüntü, gerçek dünya görüntüsünün resim elemanı adı verilen ve her biri sayısal bir parlaklık değerine sahip olan küçük parçalara ayrılması sonucunda elde görüntü çeşididir. Bu küçük parçalardan her biri bir “piksel” olarak adlandırılır. Görüntü işleme ise sayısal bir görüntünün girdi görüntü olarak işlenmesi ve görüntünün özelliklerinin ve görüntüsünün değiştirilmesi sonucunda yeni bir görüntü oluşturulması işlemidir. Bu çalışmada kullanılan görüntü işleme metodları ve bu metodlar kullanılarak elde edilen yüzey pürüzlülük değerlendirmeleri aşağıda verilmiştir.



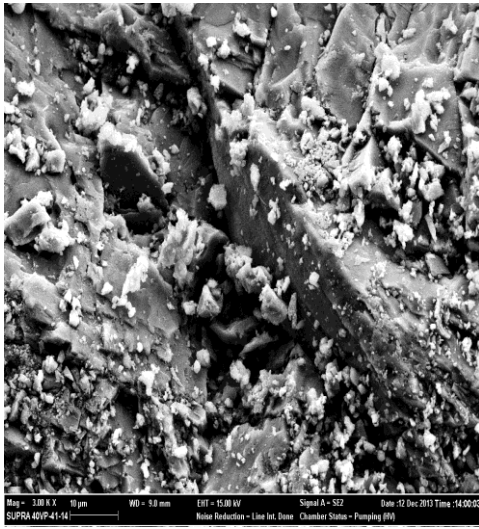
(a)



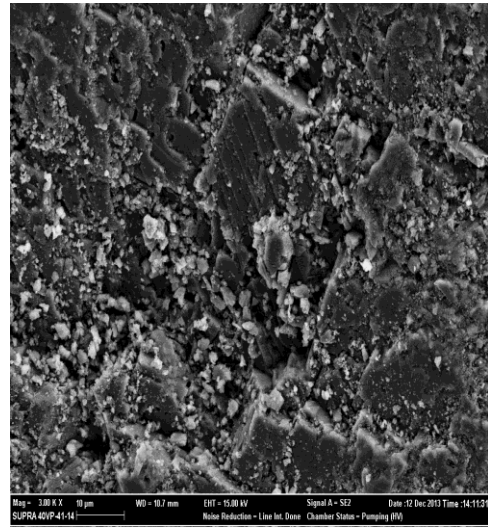
(b)

Şekil 3: a) Bileşenlerin Analizinde Kullanılan SEM Görüntüsü b) Bileşenlerin Analizinin Grafikselsel Gösterimi

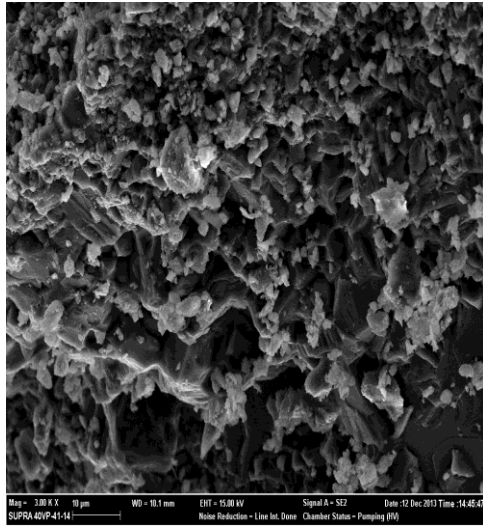
2) *Kenar Bulma Algoritması ile Pürüzlülük Değerlendirmesi:* Kenar, parlaklık, renk veya doku anlamında bir görüntü üzerinde meydana gelen ani değişikliklerin olduğu bölgelere verilen addır. Bu çalışmada gri seviye görüntüleri kullanıldığı için görüntü parlaklık değişimleri kullanılarak kenar tespiti yapılmıştır. Görüntüde kenar tespiti birçok durumda kullanışlıdır. Bu çalışmada gerçekleştirilen SEM görüntüleme yöntemi ile elde edilen mermer örneklerinin mikro yapısı üzerindeki elementlere karşılık gelen tanecikli yapıdan kenar tespiti buna bir örnek olarak verilebilir. Yapılan çalışmada kullanılan SEM görüntüleme tekniği ile 300.000 oranında büyütülmüş mermer numune örnekleri Şekil 4’de görülmektedir. Bu örnekler incelendiğinde yapıda bulunan farklı elementlere karşılık geldiği EDS analizi ile belirlenmiş olan tanecikli yapı ve bu tanecikler arasında yer alan boşluklar görülmektedir. Bu görüntüler üzerinde kenar bulma algoritmaları kullanılarak kenar tespiti yapılmıştır. Yüzey üzerinde tanecikli yapı ne kadar fazla ise görüntüde bulunacak kenarlar o kadar fazla ve aynı şekilde yüzey pürüzlülüğü de o kadar fazla olacaktır. Benzer şekilde tanecikli yapı azaldıkça görüntüdeki kenar bölgeleri azalacak ve aynı şekilde pürüzlülük de o kadar azalmış olacaktır. Görüldüğü gibi görüntüdeki kenar miktarı ile yüzey pürüzlülüğü arasında doğru orantılı bir ilişki söz konusudur. Şekil 4’deki görüntüler üzerinde kenar bulma algoritması uygulandıktan sonra elde edilen kenar haritaları Tablo 1’de verilmiştir. Bu haritalarda siyah zemin üzerinde görülen beyaz çizgiler görüntüdeki kenar bölgelerine karşılık gelmektedir. Bu nedenle bu görüntülerde beyaz piksel sayımı ile görüntüdeki kenarların miktarı belirlenebilmektedir.



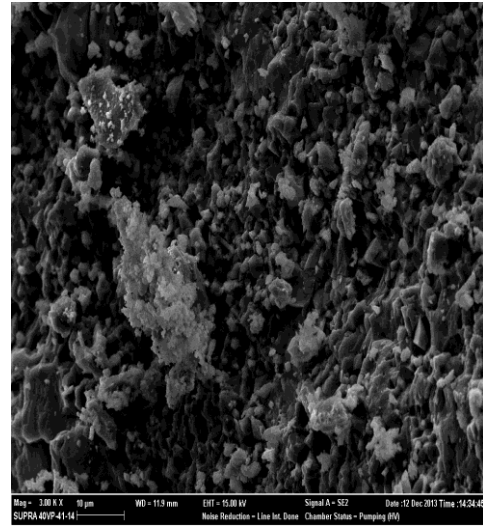
(a)



(b)





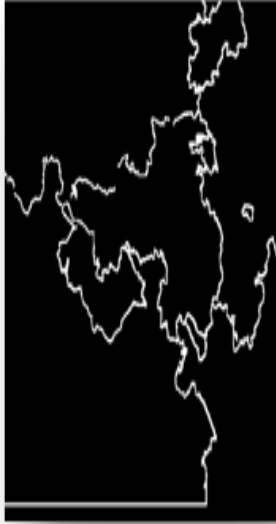
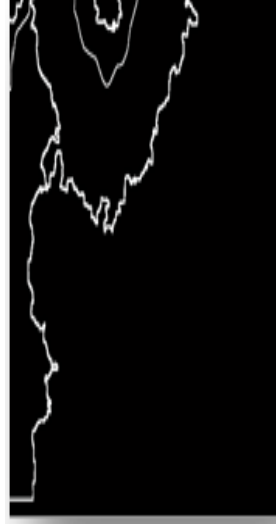
(c)



(d)

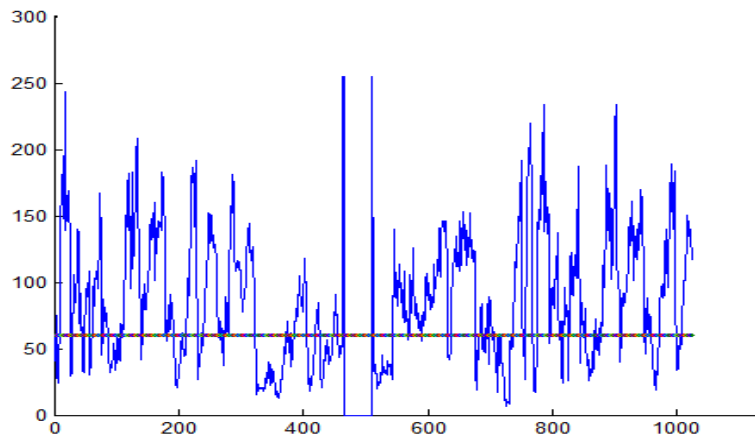
Şekil 4: a) Bianco sardo, b) Neptune grey, c) Olive Marone, d) Tawny Beige.

Tablo 1: Numunelere Ait Kenar Haritaları.

Bianco Sardo	Neptune Grey	Olive Marone	Tawny Beige
			
Beyaz Piksel Sayısı: 751872	Beyaz Piksel Sayısı: 703998	Beyaz Piksel Sayısı: 679457	Beyaz Piksel Sayısı: 469706

3) *Görüntüdeki Boşluk Yüzdesinin Tespiti ile Pürüzlülük Değerlendirmesi:* Bu yöntem ile SEM-EDS analizi sonucunda elde edilen görüntü üzerindeki boşlukların tespiti yüzde olarak gerçekleştirilmiştir. Görüntü üzerindeki boşlukların EDS analizi sonucunda renksel olarak siyaha yakın koyu renkli bölgelere karşılık geldiği tespit edilmiştir. Görüntü üzerindeki renk değerlerine bakılarak belirlenen eşik değerlerine göre görüntülerde eşikleme yapılarak gri seviye görüntüler ikili görüntüye dönüştürülmüştür. Elde edilen ikili görüntüde beyaz pikseller elementlerin olduğu bölgeleri temsil ederken siyah pikseller ise boşlukları temsil etmektedir. Daha sonra bu ikili görüntü üzerinde siyah bölgelerin görüntüyü oluşturan toplam piksele bölünerek incelenen bölgedeki boşluk oranı bununla orantılı olarak da pürüzlülük değerlendirme yapılmıştır. Elde edilen çıktılar Tablo 2’de verilmiştir. Bu boşluklar yüzey üzerinde süreksizlik yaratacaklarından yüzey pürüzlerine sebep olacakları açıktır. Bu nedenle yüzey pürüzlülüğünün az ya da çok olması görüntüdeki boşluk bölgelerinin diğer bölgelere oranı ile değerlendirilmiştir. Boşluk oranı ne kadar fazla ise pürüzlülük de o kadar fazla olacaktır. .

4)  *$R_a$ ,  $R_q$  ve  $R_z$  Parametreleri ile Yüzey Pürüzlülük Tespiti:* Görüntü üzerinde  $R_a$ ,  $R_q$  ve  $R_z$  parametrelerinin hesaplanması için görüntünün parlaklık değerleri kullanılmıştır. Şekil 5’de görülen gri seviye ölçüm grafiğindeki gri seviye değerleri görüntü üzerindeki ölçüm bölgesi için yüzeydeki girinti ve çıkıntıları ifade etmektedir [15]. Grafikte yatay eksen, görüntü üzerindeki piksel sütun sırasını verirken dikey eksen ise piksel konumlarına karşılık gelen 0-255 arası değişen gri seviye parlaklık değerlerini vermektedir.



Şekil 5: Görüntünün herhangi bir satırı için gri seviye değer grafiği.

Bu şeklin yüzey pürüzlülüğü kalitesinin hesabı için kullanılan ortalama çizgi sistemi pürüzlülük profiline benzetimi ile [15]  $R_a$ ,  $R_q$  ve  $R_z$  parametrelerinin hesabı yapılmıştır. Yapılan analizde  $R_a$  parametresi; gri seviye değerlerinin her birinin gri seviye ortalamasına olan uzaklıklar toplamını hesaba dahil edilen değer sayısına bölümü ile elde edilmiştir.  $R_q$  parametresi; gri seviye değerlerinin her birinin gri seviye ortalamasına olan uzaklıklarının kareleri toplamının karekökü alınarak elde edilmiştir.  $R_z$  parametresi hesaplanırken de Şekil 5'deki gri seviye değerlerinden kullanıcının belirlediği sayıda min. ve max. Değerleri toplamı farkının min. ve max. değer sayısına oranı ile bulunur. Elde edilen çıktılardan pürüzlülük değerlendirmesi için kullanılan  $R_a$  değeri [15] Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2:** Numunelere ait 3. ve 4. yöntem uygulama sonuçları

	Görüntünün Boyutu	Siyah Piksel Sayısı	Boşluk Yüzdesi	$R_a$ Parametresi
<b>Bianco Sardo</b>	1024x768	316726	<b>40.273</b>	<b>4.9684</b>
<b>Neptune Grey</b>	1024x768	106975	<b>13.602</b>	<b>3.2495</b>
<b>Olive Marone</b>	1024x768	82434	<b>10.482</b>	<b>2.9184</b>
<b>Tawny Beige</b>	1024x768	34560	<b>4.394</b>	<b>2.2011</b>

### III. SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada Silkar Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den temin edilmiş olan dört farklı mermer türünün yüzey pürüzlülükleri görüntü işleme teknikleri ile belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma, mermer numune örneklerinin mikroskopik görüntüleri üzerinde görüntü işleme yöntemleri ile yüzey analizlerini yapmak, bileşenlerin düzeni ve yüzeydeki boşlukların boyutunu, şeklini ve dağılımını gözlemleyerek malzemenin yüzey pürüzlülük oranını ortaya koymak ve cilalamaya uygunluğu hakkında fikir yürütülebilme amacıyla yapılmıştır.

Bu işlem iki farklı method kullanılarak gerçekleştirilmiş ve her iki yöntemde de elde edilen sonuçlar birbiri ile örtüşmüştür. Tablo 1 ve Tablo 2'deki sonuçlar değerlendirilecek olursa şu çıkarımlar yapılabilir:

- Tablo 1'de verilen kenar haritalarında belirlenen kenar miktarına ( beyaz piksel sayısı) bakılarak yapılan pürüzlülük değerlendirmesine göre en fazla pürüz içeren mermer örneğinden en az pürüz içeren mermer yüzeyine doğru bir pürüzlülük sıralaması yapılacak olursa örnekler: Bianco Sardo, Neptün Grey, Olive Maron ve Tawny Beige olarak sıralanır.
- Tablo 2'deki boşluk oranının değerlendirmesine bakılarak yapılan pürüzlülük değerlendirmesine göre en fazla pürüz içeren mermer örneğinden en az pürüz içeren mermer yüzeyine doğru bir pürüzlülük sıralaması yapılacak olursa örnekler: Bianco Sardo, Neptün Grey, Olive Maron ve Tawny Beige olarak sıralanır.
- Tablo 2'deki  $R_a$  [15] değerlerine bakılarak yapılan pürüzlülük değerlendirmesine göre en fazla pürüz içeren mermer örneğinden en az pürüz içeren mermer yüzeyine doğru bir pürüzlülük sıralaması yapılacak olursa örnekler: Bianco Sardo, Neptün Grey, Olive Maron ve Tawny Beige olarak sıralanır.

Sonuç olarak görülmektedir ki her üç yöntem ile de değerlendirmeler aynı şekilde olmuştur. Dolayısıyla bu çalışmada yüzey pürüzlülük değerlendirmesi için sunulmuş olan 1. Ve 2. Yöntem kendi içinde tutarlılık göstermenin yanı sıra literatürde yer alan ve fiziki ölçümler ile de tutarlılığı kanıtlanmış 3. Yöntem ile de aynı tutarlılığı göstermektedir. Sunulan yöntem ile mermer işleme aşamalarından istenen herhangi birinde pürüzlülük analizleri gerçekleştirmek ve böylece cilalama ve parlatma sonrası da yapılan işlemlerin pürüzlülük gidermedeki etkinliklerini aynı şekilde incelemenin mümkün olduğu görülmektedir.



#### KAYNAKLAR

- [1] Dönmez, Senayi, and D. Y. Sarı. "3-Boyutlu Pürüzlülük Ölçüm Sistemi" 41-49, 2004.
- [2] Çapık, M., Çavuşoğlu, İ., Yılmaz, A.O. " Türkiye Doğaltaş Sektörüne Genel Bir Bakış", MERSEM 7. Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Kongresi, 107-116, 13-15 Ekim, Afyonkarahisar, 2010.
- [3] Yavuz, H., Ozkahraman, T., Demirdağ, S., Doğaltaş Plakalarının Yüzey Kalitesine Bazı Silim Parametrelerinin Etkisi, 7. Uluslararası Mermer SEMpozyumu, 419-426, 13-15 Ekim, Afyonkarahisar, 2010.
- [4] Uğur, İ., Gündüz, L., Mermer İşleme Fabrikalarında Dar Silim - Geniş Silim ve Honlama İşlemlerinde Silim Karakteristiklerinin İrdelenmesi, IV.Mermer SEMpozyumu, 99-116, Afyonkarahisar, 2003.
- [5] Erdogan, M., Measurement of Polished Rock Surface Brightness by Image Analysis Method, Engineering Geology, 57, 65-72, 2000.
- [6] Görgülü, K., Bazı Mermer Birimleri İçin Optimum Aşındırma-Cilalama Koşullarının Araştırılması ve Malzeme Özellikleri ile İlişkilendirilmesi, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, 1998.
- [7] Passas, N., Butenueth, M., Freitas, M. H. "A Non Volumetric Method of Measuring the Ratio of Solids and Voids in Porous Materials With Computer Aided System" Bull. IAEG, Volume 53, p. 83-95, 1996.
- [8] Lumbreras, F., Serrat, J. "Segmentation of Petrographic Images of Marbles" Computer and Geosciences, Volume, 22 p.547-558, 1996.
- [9] Wang, W. "Image Analyses of Aggregates" Computers and Geosciences, Volume 25, p. 71-81, 1997.
- [10] Lanaro, F. "A Random Field Model for Surface Roughness and Aperture of Rock Fractures" International Journal of Rock Mechanics Mining Sciences & Geomech. Abstr., volume 37, p. 1195- 1210, 2000.
- [11] Gökay, M.K. ve Gündoğdu, İ.B., "Color identification of Some Turkish Marbles", Construction and Building Materials, 22, 1342-1349, 2008.
- [12] Deviren, M., Balcı, M. K., Leloğlu, U. M. ve Severcan, M., 2000; "A Feature Extraction Method for Marble Tile Classification", International Conference on Computer Vision, Pattern Recognition and Image Processing (CVPRIP), Feb. 27 - Mar. 3, Atlantic City, 2000
- [13] Carrino, L., Polini, W. and Turchetta S., "Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture", 216(8), 1095-1108, 2002.
- [14] Erdoğan, M. " Measurement of Polished Rock Surface Brightness By Image Analysis Methods", Engineering Geology, v. 57, 65-72, 2000.
- [15] Horozoğlu, E. "Görüntü İşleme ile Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü ve Analizi", Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi Anabilim Dalı, Şubat 2013.
- [16] Savaşkan, T. "Elektron mikroskoplarının Endüstriyel Problemlere Uygulanması", Karadeniz Üniversitesi Basımevi, Genel Yayın no.108, Fakülte Yayın no. 35, Trabzon, 1986.

