

SAYISAL GÖRÜNTÜ ANALİZİ TABANLI BİR YÜZEY PARLAKLIK ÖLÇÜM SİSTEMİ

Senayi DÖNMEZ*, Y. Dursun SARI**

*Ankara Üniversitesi, Çankırı Meslek Yüksekokulu, İnşaat Programı, Çankırı
**Atılım Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara

Geliş Tarihi : 29.04.2004

ÖZET

Mermer ve doğal taşların dekoratif amaçlı kullanımının çok yaygın hale gelmesi, silme-parlatma işlemini de önemli hale getirmiştir. Doğal taşların kalitesini belirleyen faktörlerin en önemlisi yüzey parlaklığıdır. Doğal taşların işlendiği tesislerde, yüzeyin parlatılma derecesi tecrübeye bağlı nitel tanımlarla belirlenmektedir. Bu çalışmada, doğal taş yüzeylerin parlaklığını sistematik olarak ölçen, sayısal görüntü analizi tabanlı yüzey parlaklık sistemi geliştirilmiş ve bir doğal taş örneği üzerinde deneyler yapılarak uygunluğu ve geçerliliği incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Mermer, Parlatılabilirlik, Aşındırıcı

A DIGITAL IMAGE ANALYSIS BASED SURFACE POLISH MEASUREMENT SYSTEM

ABSTRACT

Because marble and natural rocks have been used widely for ornamental purposes, rubbing-polishing process also became important. One of the factors determining the quality of natural rocks is surface polish. The degree of surface polish is determined by qualitative definitions based on experiences in the plants natural rocks are processed. In this study, a digital image analysis based surface polish measurement system which measures surface polish systematically was developed and its validity and suitability were investigated by making experiments on a natural rock sample.

Key Words: Marble, Polishability, Abrasive

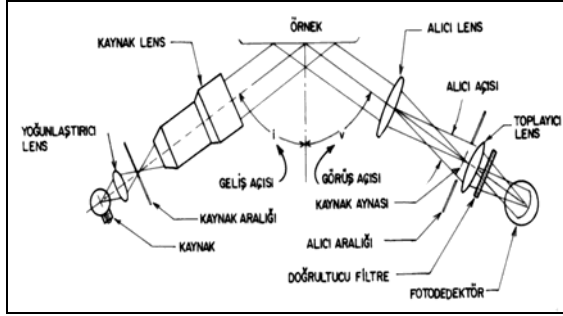
1. GİRİŞ

Bir yüzeyin parlaklığı, yüzeye gelen ışın yoğunluğunun, yüzeyden yansıyan ışın yoğunluğuna oranı olarak tanımlanmaktadır. Işığın yansımaya kabiliyeti yüzeyin özellikleriyle doğrudan ilgilidir. Yüzey pürüzlülüğü ve düzensizlikleri ışığın düzgün yansımalarını engeller, dolayısıyla bu da yüzeyin parlaklığını azaltır. Bunun yanı sıra, yine malzemenin özelliğine bağlı olarak, yüzeye gelen ışınlar cisim tarafından kısmen kırılmasından dolayı

yansıtma kabiliyetini azaltır. Tam yansımada ise, yüzeye gelen ışın demeti yönünü geldiği açıyla tamamen değiştirdiğinden maksimum parlaklık elde edilir. Yüzeydeki mikro ve makro seviyedeki pürüzlülüklerin gelen ışığı değişik açılarda yansıtarak dağıtması, cismin yüzeyinin donuk gözükmesine sebep olmaktadır.

Yüzeylerin parlaklık ölçümü genellikle metal, kağıt, plastik ve boya kaplamalı malzemeler üzerine olmuştur. Bu konuda birçok araştırmalar yapılmış ve standartlar geliştirilmiştir.

(Hunter, 1975; Budde, 1980; Anon., 1994). Yapılan araştırmalar neticesinde, yüzeyin normali 20° , 60° ve 80° 'lik açıyla yapılan ölçümlerin en uygun sonuçları verdiği görülmüştür. Bu yöntemle çalışan parlaklık ölçme kuramı Şekil 1'de gösterilmiştir.



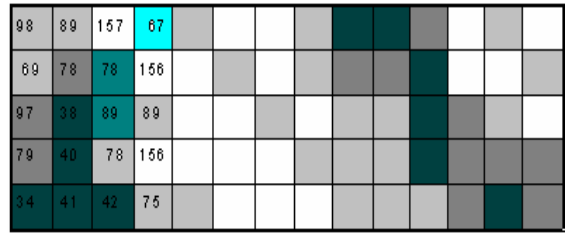
Şekil 1. Parlaklık ölçme prensibi (Anon., 1994)

ASTM (American Society for Testing Material) tarafından yayınlanan standartta, kalibrasyon amacıyla, yansıma indeks değeri 1.567 olan düz siyah bir cam kullanılmıştır (Anon., 1994). Bu indekse sahip düz bir cam üzerinde yapılan kalibrasyon ölçümlerinde bulunacak nicel parlaklık ölçme değerleri; glos, 20° , 60° ve 80° için, sırasıyla 89.2, 93.6 ve 99.4 olmalıdır. İndeks değerinin değişimine bağlı olarak nicel parlaklık değerlerinde doğrusal artmalara neden olmaktadır. Bu nicel parlaklık değerleri, ölçüm yapılan açıya bağlı olarak, referans kabul edilerek yüzey parlaklığı ölçülen malzemenin parlaklığı nicel olarak tanımlanmaktadır. Bu standarda bağlı olarak değişik parlaklık ölçerler geliştirilmiştir. Bazı mermer türlerinin parlaklıklarını karşılaştırmada, görüntü analiz yöntemi kullanılmıştır (Erdogan, 2000). Ayrıca, bu konuda geliştirilen ticari parlaklık ölçer (glossmetre) cihazları, yüzeylerin ortalama parlaklık değerlerini nicel olarak ölçebilmektedir.

Görüntü analiz yöntemleri, yani görüntülerin sayısallaştırılması (nicel tanım), genellikle birçok yer bilimleri sahasında uygulanmaktadır. Bazı araştırmacılar görüntü analiz yöntemini feldspatların kayadaki dağılım oranlarını bulmada kullanmışlardır ve bu yöntemle, katı-gözenek ilişkisini araştırmışlardır (Passas v.d., 1996). Yine bu yöntem, mermerlerin petrografik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmıştır (Lumbreras and Serrat, 1996). Bir diğer çalışmada ise kırılmış agrega malzemelerin parça dağılımı ve geometrisi bu yöntemle analiz edilmiştir (Wang, 1997). Ayrıca, görüntü analiz yöntemiyle kayalık çatlaklarındaki yüzey pürüzlülüğü ve açıklığı, özellikle lazer ışık kaynağı kullanılarak araştırılmıştır (Lanaro, 2000).

2. PARLAKLIK ÖLÇME YÖNTEMİ

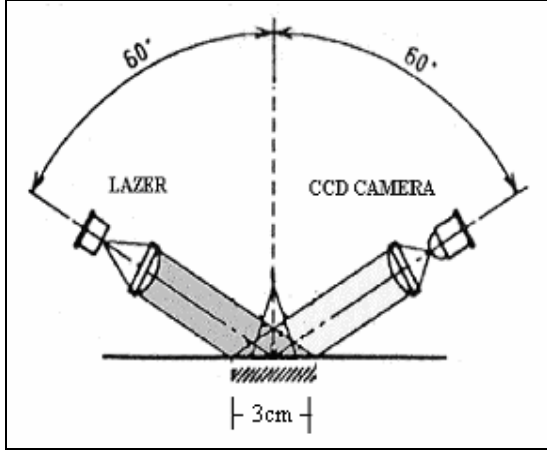
Bu çalışmada kullanılan sistem, malzeme yüzeyine 60° 'lik ışık kaynağından gelen yansımanın ölçülüp görüntü analizinin yapılması ile gerçekleştirilmiştir (Anon., 1994). Prensip olarak aynı yöntem kullanılmasına rağmen ışık kaynağı lamba yerine lazer, bu kaynağı toplayan kısım ise yüksek çözünürlükte (CCD) kamera kullanılmıştır. CCD kameranın çözünürlüğü 437664 (752 x 582) piksel kadar çıkabilecek özelliğindedir. Bu kamera, alternatif akımla, AC, doğrudan beslenmektedir. Işık kaynağı olan lazer ise 5 voltluk DC voltaj ile beslenmekte ve ışık demeti dağınmı olmadığı için herhangi bir toplayıcı merceğe ihtiyaç duyulmamıştır. Yukarıda da bahsedildiği gibi ışık demetinin yüzeye gelmesi ve bunu ölçmek için kullanılan CCD kameranın görüş açısı 60° alınmıştır. Işık kaynağı ve alıcı kameranın plaka yüzeyinden uzaklığı ölçüm yapılan alanın, (3 x 3) cm, üçte birinden daha az tutulmuştur. CCD kameradan alınan görüntü bilgisayara imaj (görüntü) kartı (Hauppauge marka) aracılığıyla aktarılmaktadır. Bu kartın çözünürlüğü 262144 (512 x 512) pikseldir. Kartın yazılımı ile elde edilen görüntüler işlenmektedir. Bu görüntünün renk ayarı, büyültme, küçültme ve diğer işlemler görüntü işleme yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Sayısal değerlere çevrilen görüntü gri rengin tonlarına göre değerler almaktadır; bilindiği gibi her bir renk 0 değerinden 255'e kadar sayısal değerlerle ifade edilmektedir. Her bir piksel 2^8 kombinasyonunun bir sayısal değerine karşılık gelmektedir. Bu durumda görüntüdeki her bir piksel bir renk sayısal değerini yansıtmakta; örneğin 0 en koyu, 255 ise en parlak piksel yani yüzey parlaklığına karşılık gelmektedir. Şekil 2'deki imaj görüntü, CCD kameraya alınmış örnek yüzeyinin belli bir kesitinin parlaklık dağılımı, grinin tonları olarak gösterilmektedir.



Şekil 2. Bir yüzeyin grinin tonlarına göre parlaklık görünümü ve nicel tanımı

Örneklerin yansıma değerleri, bir aynanın yansıma değerlerine göre normalize edilmiştir. Burada kullanılan aynanın kırılma indeksi 1.567'ye yakındır. Aynanın kullanılmasındaki amaç, yüzeye gelen lazer ışınını maksimum seviyede yansıtmasından dolayıdır. Bu analiz esnasında hem

ışık kaynağı hem de ışık toplayıcı CCD kameranın 60°'lik açıyla sisteme yerleştirilmesine özen gösterilmiştir. Bu ölçümden elde edilen ortalama sayısal ham değer 160 gri ton seviyesinde bulunmuştur ve bu değer maksimum parlaklık tanımına karşılık gelen sayısal değer olarak % 100 alınmıştır. Yüzey parlaklık ölçümlerinde kullanılan lazer ışık kaynağı ve CCD kameranın şematik olarak görünümü Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Bu çalışmadaki parlaklık ölçme yöntemi

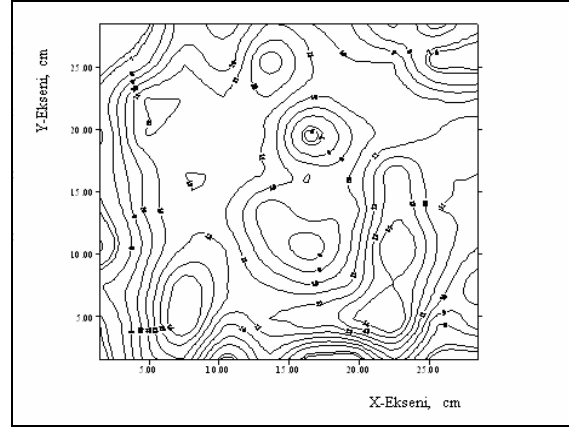
3. MERMER PLAKASININ PARLAKLIK ÖLÇÜM BULGULARI

Giriş bölümünde kısaca tanımlandığı gibi mermer yüzeyinin parlaklığı, bir seri aşındırma sürecinden sonra en son aşamada bir veya iki aşamalı sentetik parlatma taşlarının kimyevi olarak malzeme yüzeyi ile reaksiyona girmesiyle gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle, mermer yüzeyinde kimyasal reaksiyondan oluşan bir ince sentetik tabaka meydana gelmektedir. Bu tabakanın ve altındaki yüzeyin yapısındaki mineral içeriğine bağlı olarak yüzeye gelen ışığın yansıyor veya soğurulmasına bağlı olarak parlaklık veya matlık gözlenmektedir. Yüzeyde oluşan sentetik tabakanın kalınlığı ve saydamlığı, parlaklığın önemli etkenlerindedir. Bu tabakanın kalitesine bağlı olarak nicel parlaklık değerler alabilmektedir.

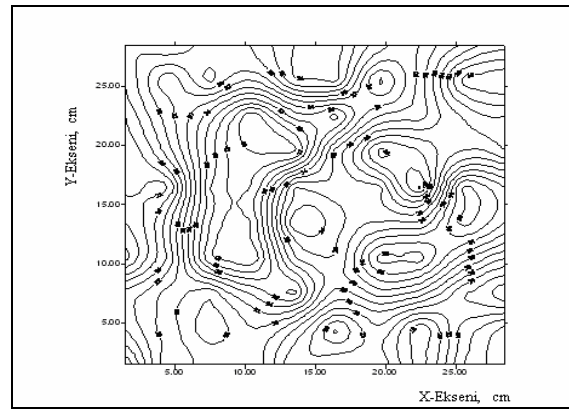
Bu çalışmada, Newyork olarak adlandırılan mermer örneği kullanarak yüzey parlaklığının nicel olarak ölçümü yapılmıştır. Her bir örnek 100 eşit alana bölünerek, ikinci bölümde tanımlanan yöntem doğrultusunda, 9 cm² lik kesitlerde parlaklık ölçümleri yapılmış ve bu ölçümlerin ortalamaları alınmıştır. Lazer kaynağından gelip yüzeyden yansıyan ışınlar CCD kameranın objektifinde belli bir piksel alanına düşmekte ve sayısal değerlere

dönüştürülen görüntünün ortalaması alınmaktadır; böylece o kesitin parlaklığı elde edilmektedir. Bu şekilde bütün yüzeyin parlaklık değeri ortalama olarak bulunmaktadır. Kullanılan üç farklı Newyork mermer örneğinin birincisinde, yani 120 mesh'e kadar aşındırma yapılan örnek, parlaklık değeri 9.79 gibi çok düşük bir değer vermiştir. İkinci ölçümde ise 320 Mesh'e kadar aşındırma işlemine tabii tutulan mermer örneği kullanılmıştır. Bu ölçümde, parlaklık değeri 28.76 civarında bulunmuştur. Üçüncü ölçümde ise, silim hattının sonundan alınan yani işlenmiş olan nihai mermer fayansı kullanılmış ve parlaklık değeri 66.43 olarak elde edilmiştir.

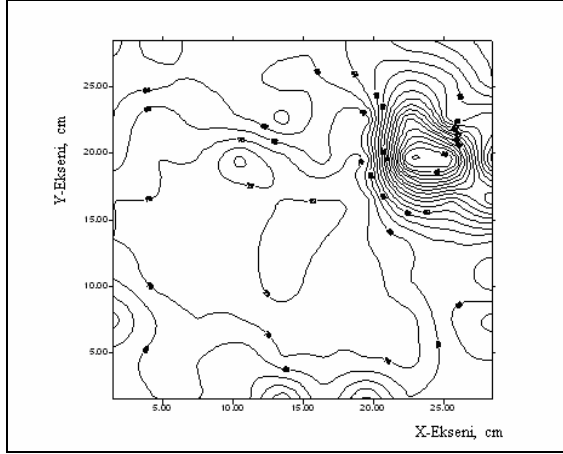
Parlaklık ölçümleri yapılan örneklerin nicel parlaklık değerlerinden yararlanılarak eş parlaklık eğrileri elde edilmiştir. Her üç numune için elde edilen eş parlaklık eğrileri Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 4. 120 mesh'e kadar aşındırılan örneğin eş parlaklık eğrisi



Şekil 5. 320 mesh'e kadar aşındırılan örneğin eş parlaklık eğrisi



Şekil 6. Aşındırma ve cilalama işlemine tabii tutulan örneğin eş parlaklık eğrisi

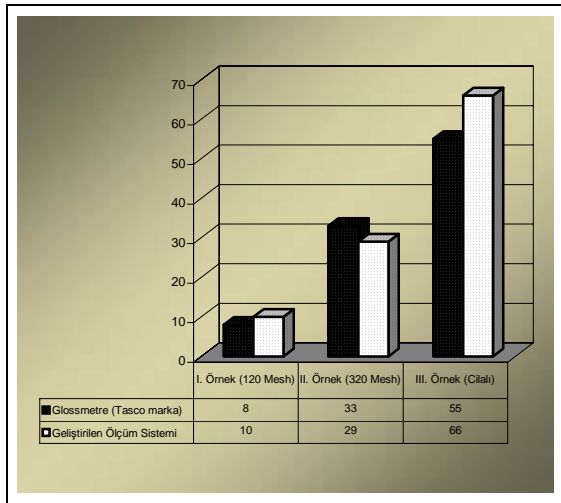
Pürüzlülüğün yüksek olduğu alanlarla, düşük olduğu alanlar arasındaki parlaklık, eş parlaklık eğrileri

arasında belirgin bir farklılık görülmektedir. Örneğin köşelerinde az da olsa parlaklık ölçüm değerlerinde farklılıklar gözlenmektedir. 320 mesh'e kadar aşındırılan mermer örneğinin yüzey pürüzlülüğünün azalması parlaklık eş parlaklık eğrilerinin farklı değerler almasını sağlamıştır. Bu aşamada parlaklık eğrilerinden, parlaklık performansına ilişkin kesin sonuçların ortaya konması sakıncalı olabilir; çünkü nicel parlaklık değerleri çok düşük seviyelerdedir. Nihai ürünün (Aşındırma ve Cilalama işlemine tabii tutulan) eş parlaklık eğrileri incelendiğinde, nicel parlaklık değerlerinde homojen bir dağılımın olduğu açıkça görülmektedir. Bu örneğin, sağ üst köşesinde çok düşük parlaklık eş parlaklık eğrileri gözlenmektedir. Geliştirilen ölçüm sistemiyle elde edilen parlaklık ölçüm sonuçlarının ortalama, maksimum, minimum, standart sapma ve güvenilirlik aralığı gibi istatistiksel analizleri yapılarak Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Geliştirilen Ölçüm Sistemiyle Elde Edilen Parlaklık Sonuçlarının İstatistiksel Analizleri

Parlaklık (%)	Ölçüm Örneği		
	I.Örnek (120 Mesh)	II. Örnek (320 Mesh)	III. Örnek (Cilalı)
Ortalama	9.79	28.76	66.43
Maksimum	16	46	75
Minimum	4	16	35
Standard Sapma	2.80	7.13	6.38
Güvenilirlik Aralığı (% 95)	0.55	1.40	1.25

Bu sistemle elde edilen yüzey parlaklık sonuçları, ticari parlaklık ölçer olan bir glossmetre (Tasco marka) ile karşılaştırılmış ve sonuçların uygunluğu gözlenmiştir. Her iki yöntemle elde edilen ölçüm sonuçları Şekil 7'de karşılaştırılmıştır.



Şekil 7. Geliştirilen sistem ve ticari parlaklık ölçer ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

Parlaklık ölçümlerinin birbirine yakın çıkması, geliştirilen bu sistemin doğal taş sektörüne yönelik bir düzenek olması ve ticari parlaklık ölçerinin bu alandaki kullanım eksikliklerini ortadan kaldırması açısından önemlidir. Ticari parlaklık ölçerler seramik, plastik veya metal gibi malzemelerin parlaklıklarının ölçülmesi amacıyla üretildiği için 1 cm² gibi düşük ölçüm alanları ölçebilmektedir. Bu tür cihazlarla, mermer gibi geniş yüzey alanına sahip ve aynı zamanda homojen olmayan malzemenin parlaklık değerinin bulunması oldukça zordur. Geliştirilen sistem ile, ticari parlaklık ölçere göre 10 kat daha büyük bir alanın ortalama parlaklık değeri elde edilmektedir. Elde edilen nicel parlaklık değerleriyle yüzeyin parlaklık eş parlaklık eğrileri çıkarılarak parlaklığın dağılımı kolayca gözlenebilmektedir.

Parlaklık ölçüm sonuçlarından belli bir silim kafasına kadar parlaklığın çok fazla değişmediği ortaya çıkmıştır; bu çalışmada 320 Mesh'e kadar olan aşındırma işlemine kadar çok fazla bir fark yokken cilalanmış nihai üründe parlaklık değeri bir sıçrama göstermiştir. Bu nedenle parlaklık ölçüm değerlerinin silim hattındaki abrasiv kafaların aşındırma performanslarının tanımlanmasında

kullanılması yanıltıcı sonuçlar verebilir. Bu savın daha sonraki çalışmalarla detaylandırılıp araştırılması yerinde olacaktır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, aşındırma performanslarını ölçebilecek 3-boyutlu pürüzlülük sistemi kullanılarak (Dönmez ve Sarı, 2004), parlatma derecesini nicel olarak belirleyecek ölçüm ve değerlendirme sistemi geliştirilmiştir. Ölçüm sonuçları tutarlı, hassas ve güvenilirlik sınırları içerisindedir. Ölçümler ASTM ilkeleri doğrultusunda yapılmıştır. Bu sistem; mermer aşındırma, parlatma işlemlerinde ve araştırmalarında en ekonomik optimum aşındırma aralığı, süresi ve aynı zamanda parlatma işleminde cilalama miktarı ve süresinin en ideal kombinasyonlarının bulunmasında faydalı olacaktır.

Geliştirilen sistem yatay düzlemdeki ve dikey konumdaki hareketleri x, y ve z koordinat değerleri olarak elde etmektedir. Bu nedenle bu değerler, ölçüm yapılacak herhangi bir çalışma alanında elde edilmek istenen değişkenler olabilir. Burada z değişkeni, x, y koordinatlarına karşılık gelen birinci çalışmada yani pürüzlülük sisteminde deplasman, bu çalışmada yani parlaklık sisteminde ise yansıma yüzdesi değerleridir.

Bu ve yapılan birinci aşama olan çalışmada (Dönmez ve Sarı, 2004), aşındırma-cilalama işlemine tabii tutulmuş mermer yüzeylerinin nicel pürüzlülük ve parlaklık ölçümleri yapılarak, doğal taş sektöründe kalite belirleme açısından yeni bir boyut getirilmek istenmiştir. Mermercilik sektöründe, kişilerin becerisiyle doğrudan alakalı olan kalite belirleme işlevi yerine daha tutarlı ve sabit kalite belirteci olan sayısal değerlerin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bu tür araştırmalarla, silim hatlarındaki performans çalışmaları bilimsel bir zeminde araştırılarak, elde edilen ürünlere bağlı olarak kaliteli ve ekonomik işleme yöntemleri geliştirilebilecektir.

Nicel parlaklık değerlerinin, silim hatlarındaki, abrasiv kafaların sıralama performansı ölçümlerinde kullanılması kesin yargılara varılması açısından sakıncalı olacağı bu çalışmada görülmüştür. Nihai ürünlerin parlaklık performanslarının değerlendirilmesi amacıyla parlaklık ölçümleri yapılabilir. Silim hattındaki abrasiv kafaların performansını arttırmaya yönelik araştırma-geliştirme çalışmalarında pürüzlülük ölçüm sisteminin kullanılması daha randımanlı ve sağlıklı sonuçlar verecektir.

Geliştirilen sistem şu aşamada laboratuvar ölçekte randımanlı çalışabilecek kabiliyettir. Sistemin endüstriyel amaç doğrultusunda geliştirilmesi gerekmektedir. Bu da ancak sistemi oluşturan elemanların endüstriyel bir mermer işleme tesisine uyarlanmasıyla olabilecektir.

Bu çalışma, mermer yüzeylerinin parlaklık açısından mermerin fiziksel, kimyasal ve petrografik, mineralojik farklılıklarının da göz önünde bulundurulması ile ilgili olarak geliştirilmiştir. Ayrıca geliştirilen bu sistemde doğal taş sektöründe kullanılan silim kafalarının geliştirilmesi, optimizasyonu ve her bir doğal taş cinsinin parlatılabilirlik koşullarının iyileştirilmesi için araştırmalara yön ve temel olacak düzeydedir. Uygulamaya yönelik çalışmaların artırılması, sistemin uygulanabilir ve verimliliğinin artırılması açısından gereklidir.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK kurumunca desteklenmiştir, proje no: MİSAG-101

6. KAYNAKLAR

- Anonymous, 1994. ASTM-D 523. Standard Test Method for Secular Gloss, volume 6.01: 32-36.
- Budde W. 1980. "Stability Problems in Gloss Measurements" Journal of Coatings Technology, Vol. 52, p.4-48.
- Dönmez S., Sarı D.Y. 2004. "3-Boyutlu Pürüzlülük Ölçüm Sistemi" Teknoloji, Cilt 7, Sayı 1, 41-49.
- Erdogan, M. 2000. Measurement of Polished Rock Surface Brightness By Image Analysis Methods; Engineering Geology, v. 57, 65-72.
- Hunter, R., S. 1975. The Measurement of Appearance, Wiley Interscience, New York.
- Lanaro, F. 2000. "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.
- Lumbreras, F., Serrat, J. 1996. "Segmentation of Petrographic Images of Marbles" Computer and Geosciences, Volume, 22 p.547-558.
- Passas, N., Butenueth, M., Freitas, M. H. 1996. "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.
- Wang, W. 1997. "Image Analyses of Aggregates" Computers and Geosciences, Volume 25, p. 71-81.