

BAZI MERMER BİRİMLERİNDE DEĞİŞİK AŞINDIRICILARLA YERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN YÜZEY AŞINDIRMA DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

The Results and Evaluation of In-situ Surface Abrading Tests on Some Marble Units With Different Abrasives

Kazım GÖRGÜLÜ 
Atilla CEYLANOĞLU 

ÖZET

Bu çalışma kapsamında, öncelikle mermer aşındırma ve cilalama işlemlerinde etkili olan parametreler, aşındırma-cilalama makinaları, aşındırıcı malzemeler ve yüzey kalitesinin tayini konuları ile ilgili ayrıntılı bir literatür araştırması yapılmıştır. Literatür ve mermer fabrikalarında yapılan incelemeler ışığında, iki değişik aşındırma makinası için yerinde yüzey aşındırma deney yöntemleri geliştirilmiştir. Yedi farklı mermer biriminin bazı malzeme özellikleri belirlendikten sonra, *bü* mermer birimlerinde değişik koşullarda yerinde yüzey aşındırma deneyleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, deney sonuçları ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiş ve herbir mermer birimi için gerek klasik gerekse elmaslı aşındırıcıların uygun serileri ve çalışma koşulları belirlenmiştir. Ayrıca deney sonuçları dikkate alınarak mermer yüzey kalitesi sınıfları önerilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Aşındırma, Cilalama, Pürüzlülük, Parlaklık

ABSTRACT

Within the scope of this study, initially a comprehensive literature survey has been conducted on the effective parameters of marble abrading and polishing operations, abrading-polishing machinery, abrasive materials and assessment of surface quality. In the light of literature and plant investigations, in-situ surface abrading test procedures for two different abrading machines have been proposed. Following the determination of some material properties of seven different marble types, in-situ surface abrading experiments have been carried out at different conditions for these marble units. Then, experiments results have been extensively evaluated and for each marble unit, proper series of conventional and diamond-type abrasives and optimum operating conditions have been determined. Besides, marble surface quality classes have been suggested based on the tests results.

Keywords: Abrading, Polishing, Roughness, Gloss

(*) Yrd.Doç.Dr., C.Ü. Müh. Fak. Maden Müh. Bölümü, 58140, Sivas

(**) Prof.Dr., C.Ü. Müh. Fak. Maden Müh. Bölümü, 58140, Sivas

1. GİRİŞ

Ülkemizde mermer; kalitesi, yaklaşık 5 milyar m³ toplam rezervi (Aydoğan ve Yıldız, 1997), jeolojik ve tektonik yapısı ile önemli bir potansiyele sahiptir. Mermer ocaklarından blok olarak kazanılan mermerler, işleme tesislerinde değişik makinalar kullanılarak plakalar halinde veya isteğe göre farklı şekillerde işlenmektedir. Kesme işlemi sonucunda, kesilen yüzeylerde değişik derinlik ve genişliklerde pürüzlülükler oluşmaktadır. Çok değişik renk ve desenlerde oluşum gösteren mermerler, aşındırma işlemi sonucunda yüzey pürüzlülükleri ortadan kaldırılarak parlatma işlemine tabi tutulduklarında doğal güzelliklerini yansıtabilmekte ve dekoratif özellik sergileyebilmektedir. Bu nedenle, mermer işlemeciliğinde son aşama olarak aşındırma-cilalama işlemleri uygulanmaktadır.

Mermer aşındırma-cilalama, adım adım daha ince aşındırıcı taneleri kullanarak mermer yüzeyinin aşamalı düzeltilmesini ve parlatılmasını ifade etmektedir. Aşındırıcılarla yüzey pürüzlülüğü minimize edilmeye çalışılmakta ve cilalama işlemi ile mermer yüzeyine parlaklık kazandırılmaktadır. Mermer işlemeciliğinde, aşındırma ve cilalamanın farklı aşamalarında değişik oran ve boyutta aşındırıcı içeren çeşitli tipte kalıplar kullanılmaktadır. Farklı türdeki aşındırıcı malzemelerin değişik mermer birimlerinde ve üretim koşullarındaki performansları ülkemizde henüz yeterince ortaya konulamamıştır. Ayrıca aşındırıcı serilerinin aşındırma aşamalarında elde edilen yüzey pürüzlülüğünü ve parlaklığını belirlemeye yönelik çalışmalar da çok az sayıdadır. Bu nedenle, çalışılan mermer birimine uygun aşındırıcı tür ve serileri ile çalışma koşullarının belirlenmesi, bir yandan üretim kalitesinin ve aşındırma-cilalama işlemlerinin verimliliğinin artırılmasını, diğer yandan da birim işleme maliyetinin azaltılmasını sağlayabilecektir.

Bu çalışmada; laboratuvar yüzey aşındırma deneylerinden elde edilen bilgiler (Görgülü, 1998; Ceylanoğlu, vd., 1999) ve mermer fabrikalarında yapılan incelemeler sonucunda yüzey aşındırma-parlatma işlemlerinde kullanılan değişik türdeki makinalar için geliştirilen deney

yöntemleri açıklanmış, yedi farklı mermer birimi üzerinde değişik koşullarda gerçekleştirilen yerinde yüzey aşındırma deney sonuçları sunulmuş ve değerlendirilmiştir.

2. MERMERAŞINDIRMA VE CİLALAMA

Aşındırma, malzemelerin yüzeylerinde imalatı ve/veya işlenmesi sonucunda oluşan ve bu yüzeylerde varlığı istenmeyen pürüzlülüklerin ortadan kaldırılması amacıyla, aşındırma özelliği olan malzemeler yardımıyla değişik koşullarda gerçekleştirilen yüzey düzeltme ve/veya şekillendirme işlemi olarak tanımlanabilir. Aşındırıcılarla pürüzlülüğü mümkün olduğunca minimum seviyeye indirilmiş malzemenin yüzeyine parlaklık cilalama işlemi ile kazandırılmaktadır.

2.1. Aşındırma ve Cilalama İşlemlerinde Etkili Olan Parametreler

Mermer aşındırma ve cilalama işlemlerine etki eden faktörler beş ana kısma ayrılmaktadır. Bunlar;

- i. Kullanılan makina ile ilgili faktörler
 - Tipi
 - Baskı
 - Aşındırıcıların ve cilaların takıldığı disk ve/veya disklerin devirleri
 - Kapasitesi
 - Gücü ve enerji tüketimi
- ii. Aşındırıcı ile ilgili faktörler
 - Sertliği
 - Dayanıklılığı
 - Ufalanma yeteneği
 - Kırılma tipi
 - Ömrü
 - Tane boyutu
 - Tanelerin matriks içindeki dağılımı
 - Tanelerin matriks ile bağ yapısı
- iii. Matriks ile ilgili faktörler
 - Basınç ve çekme dayanımları
 - Sertliği
 - Porozitesi
 - Ömrü
 - Elastisite özellikleri

iv. Aşındırılan malzeme ile ilgili faktörler

- Sertliği
- Kristal yapısı
- Kimyasal yapısı
- Basınç ve çekme dayanımları
- Kohezyon
- Elastisite özellikleri
- Aşınma kabiliyeti
- Korozyona dayanıklılık

v. Ekonomik faktörler

- İstenen yüzey kalitesi
- Birim yüzey alanı aşındırma maliyeti

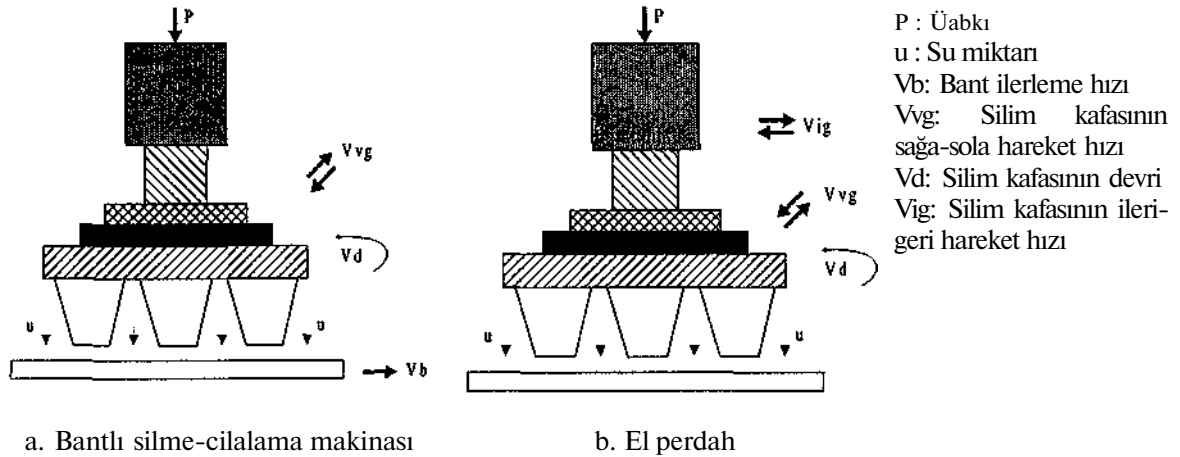
2.2. Aşındırma ve Cilalama Makinaları

Aşındırma ve cilalama makinaları, bantlı silme ve cilalama, alın silme ve cilalama, köprülü silme ve cilalama, el perdah, pah kırma, yer silme ve cilalama makinaları olarak sıralanabilir. Bu çalışmada kullanılan iki değişik türdeki makina (bantlı silme-cilalama ve el perdah) aşağıda kısaca tanıtılmıştır.

Bantlı silme ve cilalama makinaları ile kesintisiz düzeltme, silme ve cilalama işlemleri yapılabilmektedir. Mermer plakalar sürekli dönen bir bant üzerinde hareket etmektedir. Silme ve cilalama işlemlerinin sağlıklı yapılabilmesi için plakaların arasındaki kalınlık farklarının giderilmesi gerekmektedir. Bu

nedenle, plakalar öncelikle elmaslı aşındırıcı ile düzeltilmekte, daha sonra yüzey pürüzlülükleri aşındırıcılar ile giderilmekte ve parlatılmaktadır. Bu makinaların 30-200 cm arasında değişen genişliklerdeki mermer plakalarını parlatmaya uygun tipleri mevcuttur. Aşındırıcı ve cila takılan disklerin sayısı 6-12, çapları 40-48 cm arasında değişebilmektedir. Disklere uygulanan baskı pnömatik olarak sağlanmaktadır. Kullanılan makinanın özelliklerine bağlı olarak, parlatma işlemi sırasında aşındırma ve parlatma diskleri sabit olabildiği gibi, silinecek plakaların genişliğine göre sağa-sola hareketli hale de getirilebilmektedir. Plakaların kalınlık ayarının yapılabilmesi için 2-3 adet elmaslı aşındırıcı disk bulunmaktadır. Bantlı silme ve cilalama makinalarında, kullanılan makina tipine bağlı olarak oluşan aşındırma kuvvet bileşenleri Şekil 1.a'da verilmektedir.

El perdah, yatay bir tablanizerine yerleştirilmiş mermer plakanın üzerine, bir diske takılı olan aşındırıcıların ve cila taşlarının belirli bir baskı ve devirle temas ettirilmesi şeklinde çalışmaktadır. Diskin sağa-sola ve ileri-geri hareketi insan gücü ile yapılmaktadır. Hareket alanları sınırlı olup 1-3 m kadar olabilmektedir. Şekil 1.b'de el perdahın çalışması sırasında oluşan aşındırma kuvvet bileşenleri verilmektedir.



Şekil 1. Aşındırma-cilalama makinalarının çalışma değişkenleri.

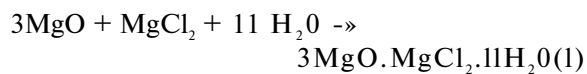
2.3. Mermer Aşındırıcıları

Mermer işlemeciliğinde genellikle kullanılan aşındırıcı malzemeler; silisyum karbür ve alüminyum oksittir. Son yıllarda, özellikle granit işlemeciliğinde, sentetik elmaslı aşındırıcılar da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Poirier, 1993, 1994a; 1994b; 1994c; Davis ve Pearce, 1995).

Aşındırıcı malzemeler, uygun bağlayıcılarla ve değişik karışım oranlarında, amaca göre farklılık gösteren kalıplar haline getirilerek kullanılmaktadır. Yüzey silme ve parlatma işlemi öncesinde bu kalıplar mermer yüzeyinin pürüzlülüğüne ve işleme tabi tutulan malzemenin sertliğine bağlı olarak büyük tane iriliğinden küçük tane iriliğine doğru (60, 120, 220, 320, 400, 600, 800 gibi numaralandırılarak) ardışık olarak sıralanmaktadır.

Bantlı silme-cilalama makinalarında en yaygın kullanılan matriks şekli Frankfurt Verona (Pençe) tipidir. Ayrıca Frankfurt normal tipi ve zaman zaman da Münih tipi kullanılmaktadır. Köprülü silme-cilalama makinalarında da aynı tip aşındırıcı kalıplar kullanılmakla birlikte ilave olarak simit (kanallı, yıldız) tip aşındırıcılar da kullanılmaktadır. El perdah makinalarında da aynı tiplerin kullanılması mümkün olmakla birlikte en çok tercih edilen simit tipi kalıplardır. Yer silme-parlatma makinalarında ise takoz tip veya simit tip kullanılmaktadır.

Silisyum karbür ve alüminyum oksit aşındırıcılar için manyezit veya polyester (sentetik) bağlayıcılar kullanılmakta iken, sentetik elmaslı aşındırıcılar için metalik, metal-reçine veya polimer bağlayıcılar kullanılmaktadır (Davis ve Pearce, 1995). Tane iriliği 320 mesh'e kadar olan SiC içeren aşındırıcı kalıplarda manyezit bağlayıcılar (Sorel çimentosu) kullanılmaktadır (Anonim, 1997a; Anonim, 1997c). Bu tür bağlayıcıların formülü aşağıdaki gibidir (Shreve ve Brink, 1977).



Matriks yapı içine SiC ve sorel çimentosu haricinde çeşitli dolgu ve boya malzemeleri de

konulabilmektedir. Tane iriliği 400-800 mesh olan SiC içeren aşındırıcı kalıplarda polyester bağlayıcılar kullanılmaktadır (Anonim, 1997a; Anonim, 1997c). Polyester bağlantılı matriksler, manyezit bağlantılılara göre daha uzun dayanmaktadır ve sentetik aşındırıcı adı ile anılmaktadır.

Silme makinalarında cilalama işlemi için 5 extra olarak bilinen cila kalıpları kullanılmaktadır. Ayrıca değişik amaçlı parlatma işlemleri için pasta cila veya toz oxalic asit de kullanılmaktadır (Anonim, 1997a; Anonim, 1997b; Anonim, 1997c).

2.4. Yüzey Kalitesinin Belirlenmesi

Gerek mermer atölyelerinde, gerekse büyük ve modern mermer işleme tesislerinde aşındırma-cilalama işlemleri sonucunda elde edilen yüzeylerin kalitesini belirlemek için herhangi bir sistem kullanılmamaktadır. Son zamanlarda bazı tesislerde parlaklık ölçümünün yapıldığı bilinmektedir. Genellikle yü/y kalitesine sadece göz muayenesi ile karar verilmektedir. Bazı çalışmalarda ise elde edilen yüzeyin durumu, pürüzlülük ölçümü ve/veya parlaklık ölçümü ile belirlenmektedir.

2.4.1. Pürüzlülük ölçümü

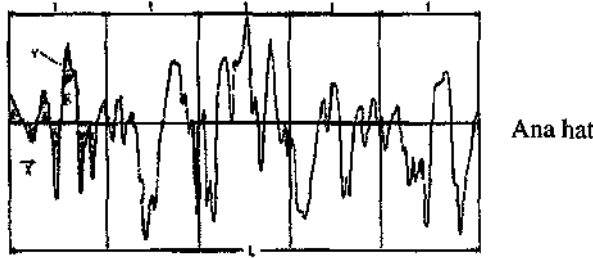
Mermer plakaların yüzey pürüzlülüklerinin belirlenmesinde, ölçüm yapılan yüzeye direkt temas halinde çalışan Talysurf cihazı kullanılmaktadır. Cihaz üzerinde bir adet kaydedici iğne mevcuttur. Sözkonusu iğne bir düzlem boyunca hareket ettirilirken yüzeyde varolan pürüzlerin içerisine girip çıkmakta ve yüzeyin pürüzlülük profilini mikron düzeyinde çıkarmaktadır (Wright ve Rouse, 1993). Talysurf cihazları ile yapılan ölçümler genellikle 4-25 mm'lik düzlemlerle sınırlı kaldığından sözü edilen ölçümler plakanın tümünü temsil edecek şekilde tespit edilen sayıda ölçüm noktasında yapılmakta ve belirlenen sayısal pürüzlülük değerlerinin (R_a) ortalaması alınmaktadır (Wright ve Rouse, 1993; Önder, 1995). Yüzey pürüzlülüğünün ifade edilmesinde kullanılan parametreler aşağıda verilmektedir.

Ana hat: Ölçümü yapılan yüzeyin pürüzlülük

profilinin alt ve üst kısımlarını eşit şekilde bölen hat olarak tanımlanmaktadır.

Ortalama Pürüzlülük (Ra): En çok kullanılan uluslararası pürüzlülük parametresidir. Aritmetik anlamı, ana hat çizgisinden pürüzlülük profilinin sapmasıdır (Şekil 2).

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |y(x)| dx \quad (2)$$



Şekil 2. Yüzey pürüzlülüğü (Anonim, 1992).

Rq: Ra yerine geçen yüzey pürüzlülük parametresidir.

$$Rq = \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L y^2(x) dx} \quad (3)$$

Rt: Seçilen bir örnekleme uzunluğunda profilin en yüksek tepesi ile en düşük çukuru arasındaki ölçü değeridir.

Ry: Ölçüm uzunluğu içindeki en yüksek Rt değeridir.

Rz(DIN): Ölçüm uzunluğu içindeki Rt değerlerinin ortalamasıdır.

$$R_{z(DIN)} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{t_i}}{n} \quad (4)$$

Sm: Ölçüm uzunluğunda, ana hat çizgisi üzerindeki profil tepeleri arasındaki ortalama uzaklıktır.

$$S_m = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i \right) \lg s, \quad (5)$$

Pürüzlülük ölçerlerin hareket alanlarının çok sınırlı olması (4-25 mm) nedeniyle, bu cihazlarla tüm yüzey alanında ölçüm yapmak mümkün olmamaktadır. Genellikle ölçüm yapılan yüzey alanı, toplam alanın %2-5'i ile sınırlı kalmaktadır. Ayrıca sözkonusu cihazlar, titreşimlerden oldukça fazla etkilenmeleri nedeniyle, sadece laboratuvar çalışmalarında uygulanabilmektedir. Diğer yandan, pürüzlülük ölçerlerin; yüzeydeki çatlakların, oyukların, kristaller arasındaki açıklıkların, aşındırma işleminden kaynaklanan çiziklerin ve benzeri yüzey bozukluklarının belirlenmesinde parlaklık ölçerlerden daha iyi sonuçlar vereceğini söylemek mümkündür. Bu tür cihazlarla eğimli yüzeylerde de ölçüm yapılabilir.

2.4.2. Parlaklık ölçümü

Yüzey parlaklığının sayısal olarak belirlenmesi için kullanılan parlaklık ölçerler (Gloss meter), ölçüm yapılan yüzeye belirli bir açıyla ışın göndermekte ve ışının geri gelme açısına göre yüzeyin parlaklığını sayısal olarak (R:100 üzerinden) belirlemektedir (Anonim, 1997). Wright ve Rouse (1993), mermerlerin yüzey parlaklığının ölçümüyle ilgili olarak yaptıkları çalışmada; ışının ölçüm yüzeyine 85°'lik açıyla gönderilmesi sonucunda malzemenin özelliklerinden daha az etkilendiğini vurgulamışlardır. Ozuloğul ve Erdoğan (1995), mermerlerde yüzey parlaklığının görüntü analiz yöntemi ile ölçülmesi konusunda yaptıkları bir çalışmada ise sözkonusu açının 60° olmasının daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Parlaklık ölçerler pürüzlülük ölçerlerden daha fazla hareket alanına sahiptirler (Her ölçüm noktasında 170 mm²). Bu nedenle, daha çabuk ve kolay uygulanabilmektedir. Ancak eğimli yüzeylerde ölçüm yapılamamaktadır. Bu cihazlar titreşimlere daha az duyarlı olduklarından, fabrikalarda kalite kontrolü için yapılacak ölçümlere kısmen uygun gözükmektedir.

3. YERİNDE DENEY YÖNTEMLERİ

Sivas Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan Emmioğlu Mermer Fabrikası'nda ve Afyon Kocatepe Üniversitesi Kampusu içerisinde

bulunan Akün İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti. Mermer Fabrikası'nda mevcut durumun değerlendirilmesi sonucunda, gerek klasik gerekse elmaslı aşındırıcılar kullanılarak bantlı silme-cilalama ve el perdah makinalarında öngörülen ve uygulanan yüzey aşındırma-cilalama deney yöntemleri aşağıda verilmiştir.

3.1. Bantlı Silme ve Cilalama Makinalarında Öngörülen Deney Yöntemi

- i. Boyudan en az 300x500 mm olacak şekilde ve herbir aşamada iki adet kullanılacak sayıda aynı birime ait mermer plakaları seçilir. Kesme makinalarından çıkan plakaların aşındırma işlemi yapılacak yüzeyleri belirlendikten sonra diğer yüzeylerine aşındırma işleminde kullanılacak aşındırıcı türü ve numarası kaydedilir.
- ii. Seçilen plakaların kalınlığı, yüzey pürüzlülüğü ve parlaklığı ölçülür.

Bu çalışmada, pürüzlülük ölçümleri Taylor Hobson marka Surtronic 3+ model Talysurf ile yapılmıştır. Cihazın maksimum ölçüm uzunluğu 25 mm'dir. Ölçüm sonuçları cihazın monitöründen okunabildiği gibi, yazıcısından da alınabilmektedir. Parlaklık ölçümlerinde ise Horiba marka IG-330 model parlaklık ölçer kullanılmıştır. Cihaz parlaklık değerini 100 üzerinden ölçmektedir. 20° ve 60°Tik açılarla ölçüm yapılabilmektedir. Ölçümün 60°lik açıyla olması durumunda 6x3 mm'lik, 20°Tik açıyla olması durumunda 4x3 mm'lik alanda değerlendirme yapmaktadır (Anonim, 1997d).

- iii. Aşındırma işleminde kullanılacak aşındırıcılar silme disklerine takılır. Öngörülen basınç ve bant hızı ayarlanır.
- iv. Plakalar kalibreden geçirilir. Kalibreden geçirilen ilk plaka başka bir işleme tabi tutulmadan hat sonundan alınır.
- v. İkinci plaka birinci silme diskinin altına geldiğinde disk plaka üzerine indirilerek aşındırma işlemine başlanır. İkinci ve üçüncü plaka, serinin ilk aşındırıcısı ile aşındırıldıktan sonra başka bir işleme tabi tutulmadan bant sonundan alınırken serinin ilk aşındırıcısından geçen dördüncü plaka

ikinci silme diskinin altına geldiğinde ikinci disk plaka üzerine indirilerek aşındırma deneyine bu şekilde devam edilir. Böylece ikinci ve üçüncü plakalar kalibreden geçtikten sonra aşındırıcı serisinin ilk numarasıyla, dördüncü ve beşinci plakalar kalibreden geçtikten sonra aşındırıcı serisinin birinci ve ikinci numaralarıyla ve bu sırayla son iki plaka da aşındırıcı serinin tüm numaralarıyla aşındırılır. Aşındırma ve cilalama işlemleri sırasında herbir silim kafasının devri ölçülerek kaydedilir.

- vi. Aşındırıcılarla ilk temas eden plakalar ayrılır. Bu plakalar üzerinde herhangi bir ölçüm yapılmaz. İkinci plakalar ise bol ve temiz su ile yıkanarak kurumaya bırakılır.
- vii. Kurutulan plakaların kalınlığı, yüzey pürüzlülüğü ve parlaklığı ölçülür.

Herbir aşındırma aşamasından sonra belirlenen pürüzlülük değerleri, pürüzlere dik olarak 8 mm'lik aralıklarla gerçekleştirilen en az dört ölçümün ortalaması alınarak bulunmuştur. Parlaklık ölçümleri 60° Tik açıyla yapılmış ve pürüzlülük ölçümlerinde olduğu gibi en az dört kez tekrarlanmıştır.

3.2. El Perdahta Öngörülen Deney Yöntemi

- i. Boyutları en az 300x600 mm olacak şekilde mermer plakası seçilir.
- ii. Seçilen plakanın kalınlığı, yüzey pürüzlülüğü ve parlaklığı ölçülür.
- iii. Plaka el perdahın tablasına yerleştirilir. Üzerine, serinin ilk aşındırıcısı yapıştırılmış olan silme diski, el perdahtaki yuvasına takılarak aşındırma işlemine başlanır. Plakanın kesilmesi sırasında yüzeyinde oluşan izlerin tamamı kaybolana kadar aşındırma işlemine devam edilir. Aşındırma işlemi sırasında belirli* aralıklarla silme diskinin devri ölçülür ve aşındırma süresi kaydedilir.
- iv. Aşındırılan plaka, tabla üzerinden alınarak bol su ile yıkanarak kurutulur ve plakanın kalınlığı, yüzey pürüzlülüğü ve parlaklığı ölçülür.
- v. Plaka tekrar el perdahın tablasına

yerleştirilerek, bir sonraki aşındırıcı ile daha önceki aşındırıcının plaka yüzeyinde bıraktığı izler kaybolana kadar aşındırma işlemi uygulanır ve iii. ve iv. maddelerde belirtilen ölçümler yapılır.

- vi. iv. ve v. maddelerde belirtilen işlemler ve ölçümler serinin diğer aşındırıcıları içinde gerçekleştirilir.

4. YERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN DENEYLER VE DEĞERLENDİRME SONUÇLARI

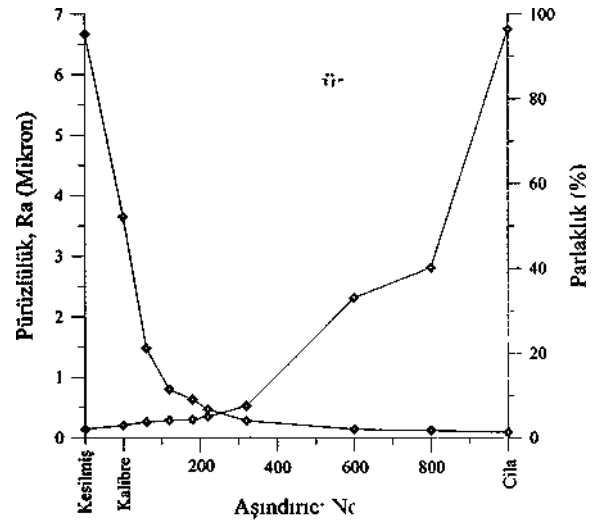
Bu araştırma kapsamında, iki değişik mermer fabrikasında yüksek rezervli yedi farklı mermer birimi üzerinde öngörülen deney yöntemleri kullanılarak yüzey aşındırma-cilalama deneyleri gerçekleştirilmiştir. Çalışılan mermer birimlerinin bazı önemli malzeme özellikleri Çizelge 1 'de verilmiştir.

Emmioğlu mermer fabrikasında gerçekleştirilen yüzey aşındırma deneylerinde sekiz kafalı bantlı silme-cilalama makinası ve el perdah kullanılmıştır. Bantlı silme ve cilalama makinasında Zile bej, Yıldız siyah ve san traverten birimlerine klasik ve elmaslı aşındırıcıların, el perdahta ise tüm mermer birimlerine klasik kanallı aşındırıcıların uygulandığı yüzey aşındırma deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Akün İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne ait mermer fabrikasının beş adet silim diskine sahip bantlı silme ve cilalama makinasında Afyon gök, Muğla beyaz, Afyon şeker ve Akköy bej mermer birimleri için gerek klasik gerekse elmaslı aşındırıcılar kullanılarak yüzey aşındırma deneyleri yapılmıştır.

Gerek bantlı silme ve cilalama makinalarında klasik ve elmaslı aşındırıcılarla, gerekse el perdahta klasik kanallı aşındırıcılarla yedi değişik mermer biriminde gerçekleştirilen deneylerin verileri, herbir birim için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Burada örnek olarak, Zile bej mermer birimine ait deney sonuçları verilmiş ve değerlendirilmiştir.

Zile bej mermer biriminde klasik aşındırıcılarla gerçekleştirilen yerinde yüzey aşındırma deney sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Şekil 3'de bu birimde gerçekleştirilen deneyler sonucunda aşındırma aşamalarında elde edilen Ra ve parlaklık değerlerinin değişimi görülmektedir. Zile bej mermer biriminde klasik aşındırıcılarla gerçekleştirilen yerinde yüzey aşındırma deneylerinde, 600 ve 800 numaralı aşındırma aşamaları sonrasında pürüzlülük değerlerinin (Ra) birbirlerine oldukça yakın olduğu, parlaklığın ise 800 numaralı aşındırıcı kullanımından sonra daha iyi sonuçlandığı görülmüştür (Çizelge 2, Şekil 3).



Şekil 3. Ra (µm) ve parlaklık (%) değerlerinin klasik aşındırıcılarla yapılan aşındırma aşamalarındaki değişimi (Zile Bej).

Zile bej mermer birimine ait laboratuvar ve yerinde yüzey aşındırma deney sonuçları birlikte değerlendirilmiş ve değişik koşullarda, farklı aşındırıcı serileri kullanılarak ek deneylerin yapılmasına karar verilmiştir. Bu deneylerde sadece nihai ürünlerde pürüzlülük ve parlaklık ölçümleri yapılmış ve sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Elde edilen yüzey kalite değerlerine göre 60,120,180, 220, 320, 300 ve 80,120, 180, 220, 360, 800 numaralı aşındırıcıları müteakip cila ihtiva eden serilerin oicFukça uygun olduğu görülmüştür.

Çizelge 1. Çalışılan Mermer Birimleri.

Mermer Birimi	Renk	Bölge	*Toplam Rezerv (m ³)x(1 000)	Min. Tane (Tabii) Yoğunluğu (gr/cm ³)	Toplam (Etkili) Gözeneklilik (%)	Schmidt (Shore) Sertliği	Darbe Dayanımı (kgf.cm/cm ³) (Eğilme Dayanımı, MPa)	Tek Eks. Basınç (Dolaylı Çekme) Dayanımı (MPa)	Kohezyon (İçsel Sürtünme Açısı, Derece)	Elastisite Modülü (Poisson Oranı)
Muğla Beyaz	Beyaz, yer yer siyah çizgili.	Muğla	200 000	2,711 (2,709)	0,190 (0,120)	56,10±1,73 (59,17±5,53)	9,14±4,19 (21,06)	61,14±11,60 (6,56±1,56)	25,82 (33,22)	28,79 (0,256)
Afyon Şeker	Açık ve koyu sarı tonlarında, yer yer kahverengi çizgili,	Afyon	629 000	2,725 (2,708)	0,734 (0,191)	57,20±1,03 (59,88±3,96)	10,19±4,77 (27,24)	66,44±7,54 (5,93±1,89)	25,93 (32,85)	35,16 (0,265)
Afyon Gök	Genellikle koyu gri (mavi tonunda), bazen açık gri,	Afyon		2,709 (2,697)	0,509 (0,077)	57,90±0,88 (52,91±4,40)	4,61±1,90 (13,72)	49,74±4,48 (5,02±1,44)	17,32 (35,06)	34,70 (0,289)
Akköy Bej	Genellikle açık krem, yer yer koyu krem,	Bilecik	40 000	2,694 (2,689)	0,327 (0,152)	60,40±1,78 (73,65±3,28)	3,22±2,32 (12,27)	52,82±15,58 (5,97±2,11)	16,60 (48,58)	33,84 (0,288)
Zile Bej	Açık krem,	Tokat - Amasya	410 000	2,695 (2,693)	0,195 (0,115)	61,00±0,82 (69,88±3,75)	3,44±2,39 (13,86)	91,60±14,54 (7,27±1,13)	19,84 (49,73)	35,37 (0,316)
Yıldız Siyah	Siyah, füme siyah,	Sivas	50 000	2,708 (2,700)	0,417 (0,039)	59,80±1,03 (74,53±4,04)	3,74±2,06 (11,91)	68,34±14,86 (6,82±1,93)	26,17 (43,82)	35,81 (0,273)
Sarı Traverten	Sarı, Çankırı Travertenine benzemektedir,	Sivas		2,676 (2,411)	10,190 (5,555)	47,10±2,13 (51,70±6,33)	9,15±2,14 (6,998)	37,80±1,30 (5,18±0,78)	19,16 (26,14)	29,55 (0,292)

* Anonim, 1991

Çizelge 2. Klasik Aşındırıcıların Kullanıldığı Yerde Yüzey Aşındırma Deney Sonuçları (Zile Bej).

Mermer Birimi: Zile Bej, Aşındırıcı Türü: Klasik, Bant Hızı: 1.1 m/dak											
Aşındırıcı No	Plaka Kalınlığı (mm)		Baskı (kg/cm ²)	Devir (rpm)		Ortalama					Ortalama Parlaklık (%)
	Başlangıç	Bitiş		Boş	Yükte	Ra (µm)	Rq (µm)	RzDIN (µm)	Ry (µm)	Sm (µm)	
Kesilmiş	-	-	-	-	-	6,67	8,82	39,20	53,02	199	2,00
Kalibre	19,80	19,65	-	-	-	3,65	4,91	23,50	33,23	124	2,92
60	21,60	19,85	2,2	419	406	1,48	2,06	11,74	17,96	70	3,71
120	19,20	18,80	2,2	419	402	0,80	1,12	7,08	10,44	47	4,04
180	19,30	18,60	2,2	415	397	0,63	0,91	5,86	9,71	43	4,29
220	20,45	18,80	2,2	410	388	0,47	0,68	4,68	7,87	38	4,94
320	19,05	18,50	2,2	413	406	0,28	0,46	3,07	7,09	33	7,50
600	20,70	18,70	2,2	417	412	0,14	0,26	2,00	5,32	53	33,03
800	21,95	19,20	2,2	413	408	0,12	0,24	1,95	4,73	66	40,18
Cila	20,20	19,40	1,5	418	409	0,09	0,20	1,02	3,87	951	96,50

Çizelge 3. Klasik Aşındırıcıların Değişik Serilerinin Kullanıldığı Yerde Yüzeyle Aşındırma Deney Sonuçları (Zile Bej).

Aşındırıcı Serisi	Bant Hızı (m/dak)	Baskı (kg/cm ²)	Ra (µm)	Parlaklık (%)	
					Aşındırıcılarda
	1,1	2,2	1,5	0,09	96,50
60,120,180,220,320,	1,2	2,2	1,1	0,12	68,40
600,800,Cila	1,6	2,2	0,12	80,44	
60020,180,220,	1,2	2,2	1,1	0,09	81,50
320,800,Cila	1,6	2,2	1,2	0,09	81,50
120080220	1,2	2,2	1,1	0,12	80,44
320,800,Cila	1,6	2,2	1,2	0,09	81,50
TÖ,120718Ö',22Ö,	1,2	2,2	1,1	0,12	80,44
360,800,Cila	1,6	2,2	1,2	0,09	81,50

Zile bej mermer biriminde elmaslı aşındırıcılarla gerçekleştirilen yerde yüzeyle aşındırma deney sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Bu deneylerde, 600 ve 800 numaralı aşındırma aşamaları sonrasında pürüzlülük değerlerinin (Ra) birbirlerine oldukça yakın olduğu, parlaklığın ise 800 numaralı aşındırıcı kullanımından sonra daha iyi sonuçlandığı görülmüştür (Çizelge 4). Ayrıca, 220 numaralı aşındırıcıdan sonra kullanılan 400 numaralı aşındırıcının da pürüzlülük (Ra) değişiminde pek etkili olmadığı belirlenmiştir.

Aynı birimde elmaslı aşındırıcılar kullanılarak değişik koşullarda ek deneyler yapılmıştır. Deney koşulları ile nihai ürünlerde elde edilen pürüzlülük ve parlaklık ölçüm sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir. Klasik kanallı aşındırıcılar kullanılarak el perdahta yapılan deneylerin sonuçları ise Çizelge 6'da verilmiştir.

Zile bej mermer biriminde klasik aşındırıcılarla yapılan deneyler sonucunda 60, 120, 180, 220, 320, 600 ve 800 numaralı aşındırıcıları müteakip cila ihtiva eden seri uygun gözükmemektedir. Aşındırma aşamalarında 600 ve 800 numaralı aşındırıcılardan sonra yapılan ölçümlerde pürüzlülük değerlerinin (Ra) birbirlerine oldukça yakın olduğu, parlaklık değerlerinin ise 800 numaralı aşındırıcı kullanımından sonra daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Deney sonuçları değerlendirildiğinde; 60, 120, 180, 220, 320, 800 veya 80, 120, 180, 220, 360 ve 800 nolu aşındırıcıları müteakip cila ihtiva eden serilerin daha uygun olduğunu söylemek mümkündür.

Bantlı silme ve cilalama makinasında aşındırıcı takılı diskler için 2,2 kg/cm², cila takılı diskler için 1,5 kg/cm² baskı değerleri ve plakalar arasındaki kalınlık farklarının 0,5 mm'den daha az olduğunda 1,6 m/dak, daha yüksek değerlerde ise 1,0 m/dak bant hızı uygun bulunmuştur. Aynı şekilde elmaslı aşındırıcılarla yapılan deneyler sonucunda 60, 120, 220, 500, 800 veya 60, 120, 220, 500, 800, 1200 numaralı aşındırıcıları müteakip cila içeren serileri ile çalışılmasının daha uygun olacağı söylenebilir. Zile bej mermer biriminde elmaslı aşındırıcılar için 0,7-1,1 kg/cm² baskı ve 0,8-1,1 m/dak bant hızı değerleri uygun bulunmuştur. Eğer plakalar daha iyi kalibre edilirse bu birimde daha düşük baskı ve daha yüksek bant hızı değerlerinde çalışmak mümkün gözükmemektedir. Elmaslı aşındırıcıların bu birimde herhangi bir matlaşmaya (yanığa) neden olmadığı görülmüştür. Zile bej mermer birimde elmaslı aşındırıcılar tüm aşamalarda klasik aşındırıcılardan daha iyi pürüzlülük, ancak daha düşük parlaklık değerleri vermiştir (Çizelge 7, Şekil 4). Bantlı silme ve cilalama makinasında gerek klasik gerekse elmaslı aşındırıcılarla nihai üründe elde edilen pürüzlülük ve parlaklık değerleri, el perdahta elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında; el perdahta ulaşılan Ra değeri en iyi iken, parlaklık değerlerinin ise elmaslı aşındırıcılarla ulaşılandan daha iyi, klasik aşındırıcılarla ulaşılandan daha düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 7).

Çizelge 4. Elmaslı Aşındırıcıların Kullanıldığı Yerde Yüzey Aşındırma Deney Sonuçları (Zile Bej).

Aşındırıcı No	Mermer Birimi: Zile Bej,		Aşındırıcı Türü: Elmaslı,			Bant Hızı: 0.7 m/dak					
	Plaka Kalınlığı (mm)		Baskı (kg/cm ²)	Devir (rpm)		Ortalama					
	Başlangıç	Bitiş		Boş	Yükte	Ra (µm)	Rq (µm)	RzDIN (µm)	Ry (µm)	Sm (µm)	Ortalama Parlaklık (%)
Kesilmiş	-	-	-	-	-	5,99	7,92	36,09	50,64	175	2,33
Kalibre	18,40	18,35	-	-	-	3,55	4,84	24,39	34,03	116	4,90
60	18,20	17,80	1,0	419	413	0,96	1,31	7,71	12,05	56	2,53
120	18,80	18,00	1,0	419	413	0,48	0,68	4,52	7,74	30	3,60
220	18,80	17,95	1,0	415	408	0,27	0,42	3,23	6,89	34	4,48
400	18,85	18,00	1,0	410	402	0,21	0,36	2,78	6,71	37	8,10
600	18,80	17,95	1,0	413	411	0,12	0,22	1,92	4,35	45	16,57
800	18,70	17,85	1,0	417	409	0,11	0,21	1,79	3,77	58	25,48
Cila	18,40	17,80	1,5	418	408	0,08	0,19	1,49	4,49	252	78,97

Çizelge 5. Elmaslı Aşındırıcıların Değişik Koşullarda Kullanıldığı Yerde Yüzeyle Aşındırma Deney Sonuçları (Zile Beji).

Aşındırıcı Serisi	Bant Hızı (m/dak)	Baskı (kg/cm ²)	Aşındırıcılarda		Ra (um)	Parlaklık (%)
			Cilada			
60,120,220,400,	0,70	1,0	1,5	0,08	78,97	
600,800,Cıla	0,75	0,7	1,5	0,07	91,60	
	UÇ)	14	1,5	0,08	88,44	

Çizelge 6. Klasik Kanallı Aşındırıcıların Kullanıldığı Yüzeyle Aşındırma Deney Sonuçları (Zile Beji).

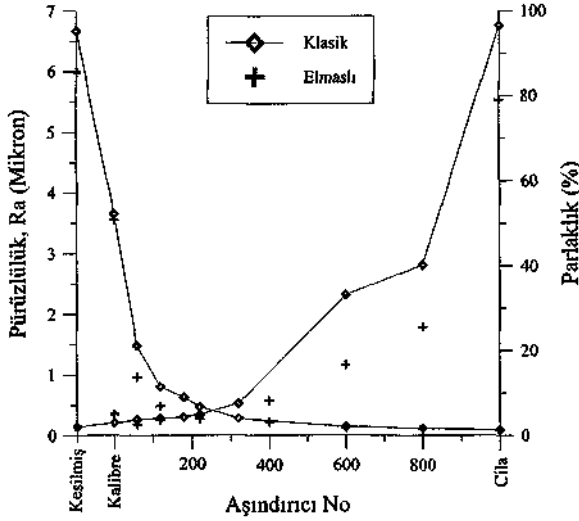
Mermer Birimi: Zile Beji,		Aşındırıcı Türü: Klasik Kanallı							
Aşındırıcı No	Plaka Kalınlığı (mm)	Devir (rpm)		Ortalama			Ort. Parlaklık (%)		
		Boş	Yükte	Ra (pim)	Rq (um)	RzDI (pim)		Ry (um)	
Kesilmiş	J9,60	-	-	6,67	8,82	39,20	53,02	199	2,00
F.....	~19ÖGT	450	44p	~JÜn'	4İ9F	2 p İ T J İ J 9	İ42~"	~3JÖÖ	
~.....T "	' "1p5	~7 45Ö	44Ö	İ£4	İJ6İ	~S&T	İ2^27	...W	JZ^ÖçT
~ ~ "Y.."	18,20	4 5 ^ 7	440~	JO» ³ ?	Ö/77~	64TJ~6A3	46	4£2~	~
J^gan	"718J5	450	~442	~OJL9	~OM_J2,7İ	İfî-	37"	9^F	
' ~ Cıla....."	18J5	450"	443	0,06	ÖJ~4~	OJJ	^40	531	89~4

Yedi farklı mermer birimi için çeşitli klasik ve elmaslı aşındırıcı serilerin ve değişik koşulların tasarlanıp uygulandığı deneylerin sonuçları değerlendirilmiş (Zile beji mermer biriminde yapıldığı gibi) ve her bir mermer birimi için uygun aşındırıcı serisi, baskı ve bant hızı değerleri belirlenmiştir (Çizelge 8). Elmaslı aşındırıcıların Afyon gök ve Yıldız siyah mermer birimlerinde yanık oluşturduğu gözlemlenmiş ve bu birimlerde kullanılmamaları gerektiği sonucuna varılmıştır. Diğer yandan, Yıldız siyah mermer birimi dışındaki tüm mermer birimlerinde, aynı aşındırıcı numaralarında elmaslı aşındırıcılar klasik aşındırıcılara göre daha iyi pürüzlülük değerleri vermiştir.

Klasik, elmaslı ve klasik kanallı aşındırıcılarla gerçekleştirilen tüm yerinde deney sonuçları kullanılarak (mermer tipi gözönüne alınmadan) yüzey pürüzlülüğü ve parlaklığı arasında Şekil 5, 6, ve 7,'de verilen oldukça iyi korelasyonlu ilişkiler elde edilmiştir. Bu ilişkiler her bir mermer birimi için ayrı ayrı belirlenmiş ve korelasyon katsayılarının biraz daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu nedenle, diğer ilişkiler (7 mermer birimi*3 (klasik, elmaslı ve klasik

kanallı)=21 adet) burada verilmemiştir. Ayrıca tüm değerler (aşındırıcı türü ve mermer tipi dikkate alınmadan) için elde edilen ilişkinin korelasyonu beklenildiği gibi daha düşük sonuçlanmıştır (r=0,85).

Aşındırma aşamalarında elde edilen bütün pürüzlülük değerleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiş (Şekil 8) ve aşındırıcılar numaralarına göre sınıflandırılmıştır (Çizelge 9). Bu sınıflandırmada verilen giriş ve çıkış pürüzlülük aralıkları deney sonuçları ile uyum içerisindedir (Tüm birimlerin aşındırma aşamalarında elde edilen değerlerin %90'ı bu sınıflamaya uymaktadır). Ayrıca deney sonuçları dikkate alındığında, ciladan önceki aşındırma aşamasında (400, 600 yada 800) pürüzlülük değerinin (Ra) 0.25 pirinin altına indirilmesi ile cila tüketiminin önemli ölçüde azaltılabileceği söylenebilir. Gerek laboratuvar gerekse yerinde yüzey aşındırma deneyleri sırasında yapılan ölçüm ve gözlem sonuçları dikkate alınarak, mermer aşındırma-cilalama işlemlerinin sonucunda elde edilen nihai ürünler için Çizelge 10'da verilen yüzey kalitesi sınıfları önerilmiştir.



Şekil 4. Ra (µm) ve parlaklık (%) değerlerinin klasik ve elmaslı aşındırıcılarla yapılan aşındırma aşamalarındaki değişimlerinin karşılaştırılması (Zile Bej).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

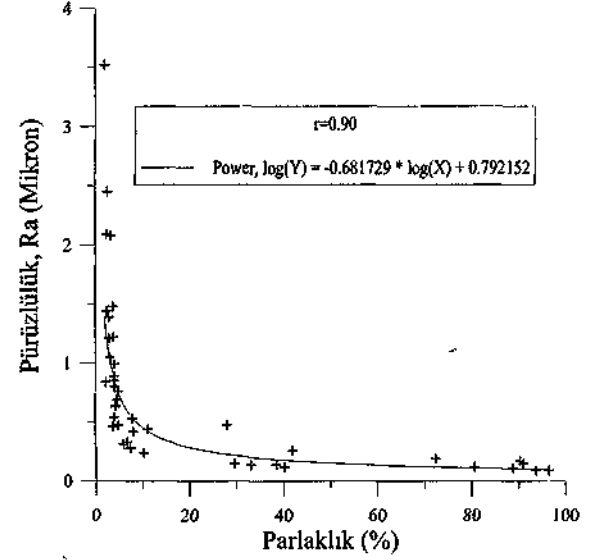
Laboratuvar yüzey aşındırma deney sonuçları ve mermer fabrikalarındaki mevcut durum dikkate alınarak; bantlı silme ve cilalama makinalarında klasik ve elmaslı, el perdahta ise klasik kanallı aşındırıcıların kullanıldığı yüzey aşındırma deney yöntemleri tasarlanmış, yedi farklı mermer birimi üzerinde uygulanmış ve değerlendirilmiştir. Herbir mermer birimi için uygun aşındırıcı serisi, baskı ve bant hızı değerleri belirlenmiştir (Çizelge 8).

Tane boyutu büyükten küçüğe doğru ardışık sıralanan aşındırıcıların değişik 'koşullarda' kullanıldığı yerinde yüzey aşındırma deneylerinin aşındırma aşamalarında; tüm mermer birimlerinde pürüzlülük (Ra) değerleri başlangıçta hızlı, sonraki aşamalarda giderek azalan, parlaklık değerleri ise başlangıçta az sonraki aşamalarda giderek artan bir davranış göstermiştir.

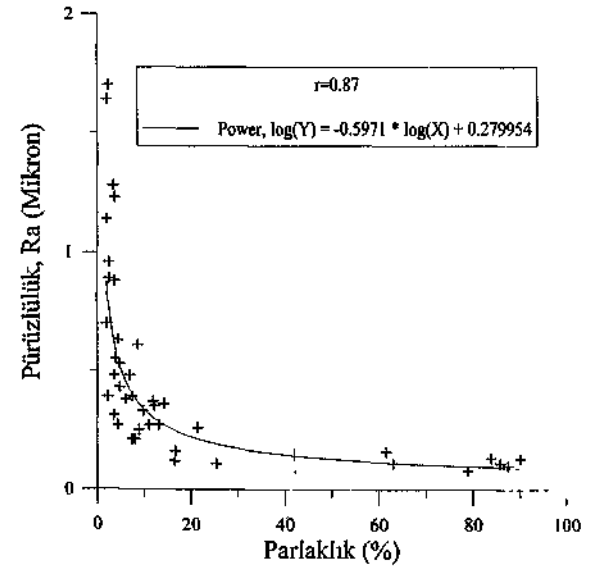
Elmaslı aşındırıcıların Afyon gök ve Yıldız siyah mermer birimlerinde yanık oluşturduğu gözlemlenmiş ve bu birimlerde kullanılmamaları gerektiği sonucuna varılmıştır. Diğer yandan,

Yıldız siyah mermer birimi dışındaki tüm mermer birimlerinde, aynı aşındırıcı numaralarında elmaslı aşındırıcılar klasik aşındırıcılara göre daha iyi pürüzlülük değerleri vermiştir.

Klasik, elmaslı ve klasik kanallı aşındırıcılarla gerçekleştirilen tüm yerinde deney sonuçları



Şekil 5. Klasik aşındırıcıların kullanıldığı deneylerde Ra (µm) ve parlaklık (%) arasındaki ilişki.



Şekil 6. Elmaslı aşındırıcıların kullanıldığı deneylerde Ra (µm) ve parlaklık (%) arasındaki ilişki.

Çizelge 7. Zile Bej Mermer Birimine Ait Yerinde Yüzey Aşındırma Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması

Aşındırıcı No	Aşındırıcı Türü						
	Klasik		Elmaslı		Klasik Kanallı		
	Ra (µm)	Parlaklık (%)	Ra (µm)	Parlaklık (%)	Aşındırıcı No	Ra (µm)	Parlaklık (%)
Kesilmiş Kalibre	6,67	2,00	5,99	2,33	Kesilmiş	6,67	2,00
60	3,65	2,92	3,55	4,90	1	3,91	3,00
120	1,48	3,71	0,96	2,53	3	1,24	4,00
180	0,80	4,04	0,48	3,60	5	0,59	4,62
220	0,63	4,29	-	-	Kaygan	0,29	9,56
320	0,47	4,94	0,27	4,48	Cila	0,06	89,4
400	0,28	7,50	-	-			
600	-	-	0,21	8,10			
800	0,14	33,03	0,12	16,57			
Cila	0,12	40,18	0,11	25,48			
	0,09	96,50	0,08	78,97			

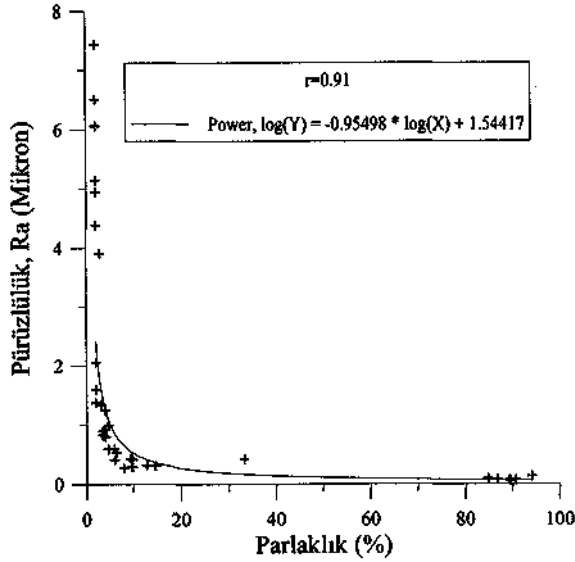
Çizelge 8. Mermer Birimleri İçin Belirlenen Uygun Çalışma Koşulları.

Mermer Birimi	Aşındırıcı Türü ve Serisi		Baskı (kg/cm ²)			Bant Hızı (m/dak)	
	Klasik	Elmaslı	Klasik	Elmaslı	Cila	Klasik	Elmaslı
Muğla Beyaz*	80,180,280,800,Cila 80,180,280,600 veya 400,Cila	80,180,280,800,Cila 80,180,400,800,Cila	1,0	0,5	1,0	0,8	1,0
Afyon Şeker*	80,180,280,800,Cila 80,180,280,600 veya 400,Cila	80,180,280,800,Cila 80,180,400,800,Cila	1,0	0,5	1,0	0,8	1,0
Afyon Gök*	80,180,280,800,Cila 80,180,280,600 veya 400,Cila	---	1,0	-	1,0	1,0	-
Akköy Bej*	80,180,280,600,Cila 80,180,280,400,Cila	80,180,400,600,Cila 80,180,400,800,Cila	1,0	0,5	1,0	0,7	1,0
Zile Bej**	60,120,180,220,320,800,Cila 80,120,180,220,360,800,Cila	60,120,220,500,800,Cila 60,120,220,500,800,1200,Cila	2,2	0,7-1,1	1,5	1,0-1,6	0,8-1,1
Yıldız Siyah**	120,180,220,320,800,Cila 80,120,180,220,360,800,Cila	---	2,2	-	1,5	1,0-1,3	-
Sarı Traverten**	120,180,220,320,600,800,Cila 80,120,180,220,320,600,800,Cila	60,120,220,400,800,Cila 60,120,220,400,800,1200,Cila	2,0-2,2	0,8	1,5	2,5	0,8-1,5

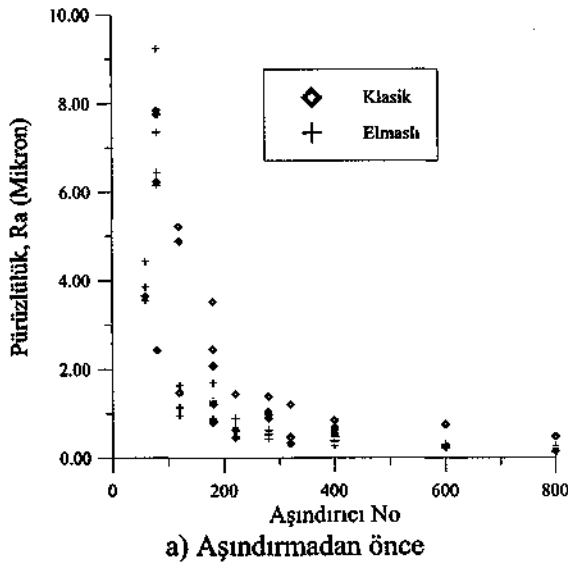
* Akün İnşaat San. ve Tic. Ltd.Şti. Mermer Fabrikası

** Emmioğlu Mermer Fabrikası

kullanılarak (mermer tipi gözönüne alınmadan) yüzey pürüzlülüğü ve parlaklığı arasında oldukça iyi korelasyonlu ilişkiler elde edilmiştir (Şekil 5,6,7). Aşındırma aşamalarında elde edilen pürüzlülük değerleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiş ve aşındırıcı numaraları etkin oldukları pürüzlülük aralıklarına göre



Şekil 7. Klasik kanallı aşındırıcıların kullanıldığı deneylerde Ra (µm) ve parlaklık (%) arasındaki ilişki.



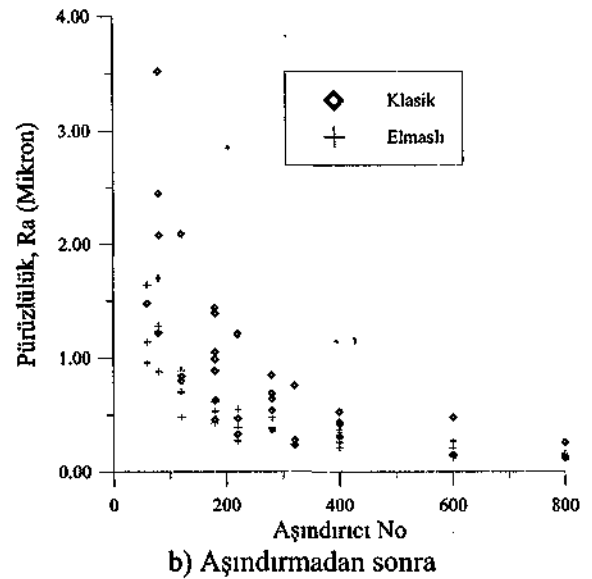
sınıflandırılmıştır (Çizelge 9). Gerek laboratuvar gerekse yerinde yüzey aşındırma deneyleri sırasında yapılan ölçüm ve gözlem sonuçları dikkate alınarak, mermer aşındırma-cilalama işlemlerinin sonucunda elde edilen nihai ürünler için yüzey kalitesi sınıfları önerilmiştir (Çizelge 10).

Gerçekleştirilen deneyler ve değerlendirme sonuçları ışığında geliştirilen öneriler aşağıda verilmektedir.

Gerek klasik gerekse elmaslı aşındırıcıların matris yapılarının aşındırıcı tane boyutu ve yoğunluğunu dikkate alarak aşındırma işlemi üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik çalışmaların yapılmasında büyük yarar görülmektedir.

Aşındırma işleminde klasik aşındırıcılara göre daha etkin olduğu belirlenen ancak tüketimlerinin yüksekliği nedeniyle ekonomik olarak uygulanamayan elmaslı aşındırıcıların matris yapılarının iyileştirilmesi yönünde çalışmalar yapılmalıdır.

Çalışma koşullarının uygunluğunun ve üretimin kontrolü için gerek aşındırma aşamalarında



Şekil 8. Klasik ve elmaslı aşındırıcılarla yapılan yerinde deneylerin aşındırma aşamalarındaki pürüzlülük (Ra) değerleri (Tüm mermer birimleri).

Çizelge 9. Klasik ve Elmaslı Aşındırıcı Numaralarının Etkin Olduğu Pürüzlülük Aralıkları.

Aşındırıcı Sınıfı	Aşındırıcı No	Kullanılmaları Tavsiye Edilen Giriş Pürüzlülük (Ra) Aralığı (um)	Beklenen Çıkış Pürüzlülük (Ra) Aralığı (Hm)
iri	60	10,0 -3,0	3,5 -1,0
	80	8,0- 2,5	3,5 -0,8
	120	5,0- 1,0	2,0 •0,7
	180	3,5- 0,8	1,4 -0,5
Orta	220	1,8- 0,5	1,0 -0,3
	280	1,5- 0,5	0,8 -0,3
	320	1,0- 0,4	0,7 -0,2
ince	400	0,8- 0,3	0,5 -0,2
	600	0,7- 0,2	0,4 -0,1
	800	0,6- 0,2	0,3- 0,08

Çizelge 10. Önerilen Yüzey Kalitesi Sınıfları.

Sınıf	Pürüzlülük (Ra, um)	Parlaklık (%)	Görüntü Kalitesi
A Çok İyi	<0,20	>85	Yüzeyde çizik ve aşındırıcı izi görülmez, renkler çok net.
B İyi	<0,20	70-85	Yüzeyde çizik yok, aşındırıcı izleri çok az belirgin, renkler oldukça net.
C Orta	0,2 - 0,30	50-70	Yüzeyde nadir olarak çizikler, belirgin aşındırıcı izleri görülür, renkler oldukça net.
D Kötü	0,30 - 0,80	20-50	Yüzeyde oldukça belirgin çizikler ve aşındırıcı izleri görülür, renkler oldukça mat.
E Çok Kötü	>0,80	0-20	Yüzeyde çok belirgin çizikler ve aşındırıcı izleri görülür, renkler mat ve belirsiz.

gerekse nihai üründe mutlaka yüzey kalitesini belirleme ölçümleri yapılmalı ve bu ölçümleri daha güvenilir ve hızlı gerçekleştirebilecek ölçüm sistemleri ve/veya aletleri geliştirilmelidir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, TÜBİTAK ve C.Ü. Araştırma Fonuna maddi destekleri nedeniyle teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Anonim, 1991; "Mermer", Endüstriyel Hammaddeler Özel İhtisas Komisyonu Mermer Raporu, Yayın No: DPT:2293-ÖİK:405; Ankara, 109 s.

Anonim, 1992; "Surtronic 3+ Operating Instructions", Rank Taylor Hobson Limited, Leicester, 53 s.

Anonim, 1997a; "Ürün Tanıtım Katalogu", Abra iride, İtalya, 6s.

Anonim, 1997b; "Ürün Tanıtım Katalogu", Abrasivi Adria, İtalya, 18s.

Anonim, 1997c; "Ürün Tanıtım Katalogu", Tenax, İtalya, 24 s.

Anonim, 1997d; "Handy Gloss Checker IG-330 Instruction Manuel", Horiba Ltd., Japonya, 15 s.

Aydoğan, A., Yıldız, N., 1997; "Mermer Sektörümüze Genel Bir Bakış", Madencilik Bülteni, 51,3-4.

Ceylanoğlu, A., Görgülü, K., Arpacı, E., Durutürk, Y.S., 1999; "Bazı Mermer Birimleri İçin Optimum Aşındırma-Cilalama Koşullarını Belirleme Çalışmaları", TÜBİTAK-MİSAG, Proje No: 108, Sivas, 252 s.

Davis, P., Pearce, N., 1995; "Diamond Tooling Reduces Polishing Costs", Industrial Diamond Review, İngiltere, 2/95, s. 71-73.

Görgülü, K., 1998; "Bazı Mermer Birimleri İçin Optimum Aşındırma-Cilalama Koşullarının Araştırılması ve Malzeme Özellikleri İle İlişkilendirilmesi", C.Ü. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi, Sivas, 178 s.

Ozuloğul A., Erdoğan, M., 1995; "Mermerlerde Yüzey Parlaklığının Görüntü Analiz Yöntemi İle Ölçülmesi", Türkiye I. Mermer Semp., Afyon, s. 37-44.

Önder, A., 1995; "Silindirik Parçaların Yüzey Tormalanmasında Elde Edilen Yüzey Pürüzlülüğünün Aşınmaya Etkisi", C.Ü. Fen Bil. Ens. Yük. Lis. Tezi, Makina Müh. Anabilim Dalı, Sivas, 72 s.

Poirier, M., 1993; "Polishing with Diamonds: Hand Polishing", Dimensional Stone Magazine, Eylül, Kanada, s. 74-76.

Poirier, M., 1994a; "Polishing Stone with Diamonds: Radial Arm Polishing", Dimensional Stone Magazine, Kanada, Cilt 10/3, s. 40-41.

Poirier, M., 1994b; "Polishing Stone with Diamonds: Disk Polishing", Dimensional Stone Magazine, Kanada, Cilt 10/4, s. 26-28.

Poirier, M., 1994c; "Polishing Stone with Diamonds: Automatic Edge Polishing", Dimensional Stone Magazine, Kanada, Cilt 10/5, s. 38-39.

Shreve, R.N., Brink, J.A., 1977; "Chemical Process Industries", McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo, 814 s.

Wright, D.N., Rouse, C, 1993; "Stone Polishing-Measurement of Surface Finish", Industrial Diamond Review, İngiltere, 1/93, s. 10-13.