

Mustafa Yavuz ÇELİK

4. ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER SEMPOZYUMU

18-19 Ekim 2001
İZMİR

Editörler:
Prof. Dr. Halil KÖSE
Doç. Dr. Vedat ARSLAN
Yard. Doç. Dr. Mehmet TANRIVERDİ



DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI
İZMİR ŞUBESİ

BİLİMSEL KURUL

Prof. Dr. Neşet ACARKAN	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Ali AKAR	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Mesut ANIL	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Ergin ARIOĞLU	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Suna ATAK	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Ümit ATALAY	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Gündüz ATEŞOK	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Bülent BARADAN	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. İrfan BAYRAKTAR	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Nuh BİLGİN	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Rıfat BOZKURT	Osmangazi Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet CANBAZOĞLU	Cumhuriyet Üniversitesi
Prof. Dr. İlknur CÖCEN	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Faruk ÇALAPKULU	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. M. Sabri ÇELİK	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Yaşar ÇİLİNGİR	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Halim DEMİREL	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Özcan DORA	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Faruk EMRULLAHOĞLU	Afyon Kocatepe Üniversitesi
Prof. Dr. Burhan ERDOĞAN	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. İsmail GİRGİN	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Cahit HELVACI	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Cahit HİÇYILMAZ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Çetin HOŞTEN	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Bedri İPEKOĞLU	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Fikri KAHRAMAN	Dicle Üniversitesi
Prof. Dr. Mevlüt KEMAL	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Uğur KÖKTÜRK	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Hasan MORDOĞAN	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. A. Hakan ONUR	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Güven ÖNAL	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Muammer ÖNER	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Gülhan ÖZBAYOĞLU	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Hüseyin ÖZDAĞ	Osman Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Suat ÖZKOL	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Musa SARIKAYA	İnönü Üniversitesi
Prof. Dr. Yılmaz SAVAŞÇIN	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa TEFEK	Mersin Üniversitesi
Prof. Dr. Yaşar UÇBAŞ	Osmangazi Üniversitesi
Prof. Dr. Ercüment YALÇIN	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Ahmet YAMIK	Dumlupınar Üniversitesi
Doç. Dr. Oktay BAYAT	Çukurova Üniversitesi
Doç. Dr. Ümit CÖCEN	Dokuz Eylül Üniversitesi
Doç. Dr. Turgay ONARGAN	Dokuz Eylül Üniversitesi
Doç. Dr. Kenan POSLU	Süd -Chemie (TR)
Doç. Dr. İhsan TOROĞLU	Karaelmas Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Turan BATAR	Dokuz Eylül Üniversitesi
Dr. Tayfun ÇİÇEK	Dokuz Eylül Üniversitesi
Dr. Turgay KARAMAN	MTA
Dr. Muhterem KÖSE	MTA
Dr. Kemal KÖSEOĞLU	Ege Üniversitesi
Dr. İsmail SEYHAN	MTA
Abir ÇATMA	MTA
Bahtiyar EREN	MTA
Ömür ŞENSÖZ	Batiçim

İÇİNDEKİLER

Önsöz.....	V
Sempozyum Yürütme, Yayın ve Organizasyon Kurulu	VII
Bilimsel Kurul.....	IX
Destekleyen Kuruluşlar.....	XI
Endüstri Minerallerinin Önemi ve Geleceği.....	1
<i>İ. Seyhan</i>	
Dünya Ham ve Rafine Bor Pazarına Bir Bakış	7
<i>Ü. Ragıp Üncü</i>	
Türkiye Bor Potansiyeli	18
<i>T. Güyağüler</i>	
Seramikte Kullanılan Killerin Tanımı.....	28
<i>H. Sazcı</i>	
Manezit Esaslı Killerin Seramik Bünyelerde Kullanılabilirliğinin Araştırılması.....	43
<i>H. G. Yersel & İ. Töre</i>	
Potansiyel Renklendirici Hammadde Olarak Limonitin Çeşitli Seramik Sırlarında Değerlendirilmesi.....	51
<i>B. Karasu & G. Kaya</i>	
Isı Yalıtım Agregası Olarak Pomzanın Kullanımı	59
<i>L. Gündüz</i>	
Pomzanın İnşaat Sektöründe Yapı Tuğlası Üretiminde Kullanılmasının Araştırılması.....	69
<i>İ. Demir, Y. Kibici, & O. Ünal</i>	
Doğal Taş ve Mermerlere Uygulanan Yüzey Şekillendirme Teknikleri.....	77
<i>M. Y. Çelik & G. Kavuşan</i>	
Toprakkale Bazaltının Doğal Taş Endüstrisindeki Yeri	87
<i>E. Yaşar & Y. Erdoğan</i>	
Feldispatların Zenginleştirilmesi.....	97
<i>İ. Bayraktar, Ö.Y. Gülsoy, N.M. Can & E.C. Orhan</i>	
Bitlis Distenin Flotasyon Özellikleri	106
<i>S. Atak, G. Bulut & A. Öztürk</i>	
Fluorürlü Ortamda Na-Feldspat/K-Feldspat Ayırımı	112
<i>C. Demir, B. Ersoy & M.S. Çelik</i>	
Kütahya-Alayunt Diyatomit Cevherinin Zenginleştirilebilirliğinin Araştırılması.....	119
<i>İ. Bentli</i>	
Amber Cevherinin Seramikte Boya Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması.....	127
<i>A. Uçar, M. Ayhan & U. Kut</i>	
Tuz Gölü'nde Oluşan Kirlenmenin Göl Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması	135
<i>A. M. Kılıç & E. Uyanık</i>	

4. ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER SEMPOZYUMU

PROGRAM

18 EKİM 2001

AÇILIŞ

- 09.00 – 10.00 KAYIT
10.00 – 10.45 AÇILIŞ OTURUMU

DİVAN Prof. Dr. Mevlüt KEMAL
Cemil SEÇKİN

10.45 – 11.00 ARA

BİRİNCİ OTURUM

18 EKİM 2001

Asım KUTLUATA
Mehmet ŞAHİN
Hürriyet DEMİRHAN

- 11.00 – 11.20 Endüstri Minerallerinin Önemi ve
Geleceği
I. Seyhan
- 11.20 – 11.40 Dünya Ham ve Rafine Bor
Pazarına Bir Bakış
Ü. R. Üncü
- 11.40 – 12.00 Türkiye Bor Politikaları
T. Güyagüler

ÖĞLE YEMEĞİ

İKİNCİ OTURUM

18 EKİM 2001

Prof. Dr. İrfan BAYRAKTAR
E. Sinan ASLAN
İbrahim NOSTER

- 14.00 – 14.20 Seramikte Kullanılan Killerin Tanımı
H. Sazcı
- 14.20 – 14.40 Manyezit Esaslı Killerin Seramik
Bünyelerde Kullanılabilirliğinin
Araştırılması
H. G. Yersel, I. Töre
- 14.40 – 15.00 Potansiyel Renklendirici Hammadde
Olarak Limonitin Çeşitli Seramik
Sırlarında Değerlendirilmesi
B. Karasu, G. Kaya
- 15.00 – 15.30 ARA
POSTER SUNUMU

ÜÇÜNCÜ OTURUM

18 EKİM 2001

Prof. Dr. Ali AKAR
Dr. Necip TERZİBAŞIOĞLU
Dr. Tayfun ÇİÇEK

- 15.30 – 15.50 Isı Yalıtım Agregası Olarak
Pomzanın Kullanımı
L. Gündüz
- 15.50 – 16.10 Pomzanın İnşaat Sektöründe Yapı
Tuğlası Üretiminde Kullanılmasının
Araştırılması
I. Demir, Y. Kibici, O. Ünal
- 16.10 - 16.30 Doğal Taş ve Mermerlere Uygulanan
Yüzey Şekillendirme Teknikleri
M. Y. Çelik, G. Kavuşan
- 16.30 – 16.50 Toprakkale Bazaltının Doğal Taş
Endüstrisindeki Yeri
E. Yaşar, Y. Erdoğan

Doğal Taş ve Mermerlere Uygulanan Yüzey Şekillendirme Teknikleri

M. Y. Çelik

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon

G. Kavuşan

Ankara Üniversitesi, Ankara

ÖZET: Günümüzde değişik amaçlar için çok sayıda doğal taş ve mermer türü kullanılmaktadır. Giderek artan doğal taş ve mermer kullanımında, yeterli pazarı bulabilmek için standardizasyona uymanın yanı sıra ürün çeşitliliğini arttırmak da gerekmektedir. Bu amaçla mermer ve doğal taşlar için, bilinen en yaygın kullanım şekli olan cilalı yüzeylerin dışında, çok sayıda yüzey şekillendirme tekniği geliştirilmiştir. Ancak her bir doğal taş aynı jeolojik grup içinde yer almasına rağmen farklı özellikler taşımaktadır. Bunlardan kullanım yerleri de dikkate alınarak, taşın özelliklerine uyumlu yüzey tipi geliştirilmeli ve uygulanmalıdır. Genellikle dekoratif amaçlı kullanılan bu yüzey tipi işlemleri honlama, cilalama, alevle yakma, eskitme, kumlama, çekiçleme, doldurma, doğal boyutlandırma, ve asitle yıkamalardır. Bunlardan bazıları el işçiliği yöntemleriyle yapılırken, bazı taş yüzeyleri de mekanik makinalarda şekillendirilmektedir. Kullanım alanlarında görülen artışa paralel olarak bu doğal taşların dünya piyasasındaki pazar payı giderek yükselmektedir.

ABSTRACT: Several natural stone and marble types have been used for various purposes today. As a result of increasing usage of natural stones and marbles, as well as fulfilling set standards in production, there is also need to diversify the product range to market them successfully. In this respect, apart from the well-known and widely used polished stones and marbles, several surface finishing techniques have been developed lately. However, each natural stone indicate different characteristics although they are in the same geological group. The suitable surface finishing processes should be developed and applied by taking characteristics of the stone itself and the purpose of usage. The main surface finishing processes in production of decorative stones are honning, polishing, flammng, tumbling, sand-blasting, bush hammering, filling, natural cleft and acid washing. While some of these techniques are applied manually by hand, the surface of some other stones have been processed mechanically by machines. As they have very broad application field, the share of these type of processed natural stones and marbles in the market place has increased.

1. GİRİŞ

Doğal taşlar, bilinen en eski inşaat malzemelerinden birisi olması nedeniyle binlerce yıldır insanlar tarafından kullanılmaktadır. Yine günümüzde doğal taşlar, yapıların çeşitli yerlerinde ve mimari dekoratif amacıyla kullanılmaktadır. Bu kullanım yerlerini iç ve dış mekanlar olarak ikiye ayırabiliriz. Dış mekanlarda duvar kaplama ve zemin döşeme malzemesi olarak, merdiven basamağı, kaldırım döşemesi, parke taşı, bordür taşı ve heykel vb sanatsal yapılarda kullanılmaktadır. İç

mekanlarda ise yine döşeme ve kaplama malzemesi olarak, banyo ve mutfak uygulamalarında kullanılmaktadır. Kullanım alanlarına göre blokların kesilmesi ile üretilen plakaların çeşitli ebatlara göre üretilenlerine ticari anlamda "mermer" denilirken, bordür taşı, parke taşı üretiminde ve bina inşaatında kullanılanlara ise "yapı taşı" denilmektedir (Çelik, 2000).

Yapı taşları ve mermerler kullanıldıkları yerlerin özelliklerine ve kullanım isteğine göre birtakım işlemlere tabi tutulmaktadır. Mermer sektörünün

gelişmesine ve artan talebe paralel olarak yeni taş işleme teknikleri geliştirilmiş ve kullanıcıların beğenisine sunulmuştur. Önceleri sadece kesilmiş, belirli boyutlarda ebatlandırılmış ve parlatılmış mermerler kullanılırken, bu gün daha ziyade doğal görünümlü ve değişik yüzey işleminden geçirilmiş mermerler ve doğal taşlar tercih edilmektedir. Çeşitli doğal taşlar çekiçlenmiş veya kaba yontulmuş yüzey şekilleri ile tarihi dokuyu hatırlatan yapılarda başarı ile kullanılırken, silinmiş, cilasız biçimleri ile de son yıllarda kullanıcıların özellikle kent içi düzenlemelerde belediyelerin ve şehir planlamacıların tercihi olmaktadır. Son yıllarda ise antik şehirlerin süsleme sanatı olan mozaikler, mermer ve diğer doğal taşların küçük parçalar halinde şekilli ve şekilsiz olarak kullanılması suretiyle, yeniden canlandırılmıştır.

2. MERMERLERİN KULLANIM ŞEKLİ

Mermer olarak kullanılan doğal taşlar kullanım şekline göre ve uygulanan yüzey işlemlerine göre ikiye ayrılır.

2.1. Parlatıldıktan Sonra Kullanılan Mermerler

Doğal taşlar ocaktan çıkarıldıktan sonra son kullanım yerine gidinceye kadar birtakım işlemlerden geçerler. Ocaklardan getirilen taşlar mermer işleme tesislerinde istenilen kalınlıklara kesildikten sonra kullanım yerine ve özelliğine göre ebatlandırılır. Daha sonra çeşitli abrasiv ve kimyasal maddeler kullanılarak yüzeylerinde bulunan pürüzler giderilerek tamamen pürüzsüz bir duruma getirilir ve cilalanarak yüzeyler parlatılır. Mermerlerin cila alma kapasiteleri mineralojik yapısı ve tane boyutu ile yakından ilgilidir. Bu işleme tabi tutulan her çeşit doğal taş (mermer, kireçtaşı, traverten, granit, serpantin vs) ekonomik anlamda mermer tanımı içerisine sokulmaktadır (Kun,2000).

2.2. Parlatılmadan Kullanılan Mermerler

Doğal taşların bir kısmı da doğadan çıkarıldığı gibi kullanılmaktadır. Ocaktan çıkarılan doğal taşlar kullanım yerinde, istenen özelliklere göre ebatlanır ve cilalanmadan olduğu gibi kullanılır. Bu tür doğal taş kullanımı son yıllarda giderek daha da yaygınlaşmaktadır. Bu çeşit doğal taşlar granit, bazalt, andezit gibi daha çok yol, park, bahçelerde kullanılan kayalardan meydana gelmektedir. Ayrıca şömine, barbekü yapımında ve bina kaplama

ve bahçe duvar kaplamalarında kullanılan tüf, tüfit, şişt ve benzeri kayalar da bu sınıfa girmektedir (Kun, 2000).

3. YÜZEY ŞEKİLLENDİRME TEKNİKLERİ

Yüzlerce çeşit ve renk seçeneğine sahip olan mermer sektöründe antik çağlardan beri belirli ebatlarda kesilmiş ve parlatılmış taşlar kullanılmaktadır. Modern mimari uygulamalarında tüm doğal taş çeşitleri ile mermerlerin doğal ve doğala yakın görünümlü ve cilasız olarak kullanılması gittikçe yaygınlaşmaktadır. Bu da klasik parlatma yöntemi dışında taşlarda değişik yüzey işleme tekniklerinin geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu amaçla çeşitli teknolojiler kullanmak suretiyle mermer yüzeylerinde şekillendirme amacıyla değişik yöntemler uygulanmaktadır. Bunların bir kısmı doldurma işlemi gibi taşın doğası gereği yapılması zorunlu olan işlemlerdir. Büyük bir çoğunluğu ise özel istek ve doğal bir görünüm istenmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Mermerlerde ve doğal taşlarda uygulanan yüzey işleme teknikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Testere ile kesme (Sawn cut)
- Honlama (Honed)
- Cilalama (Polished)
- Alevle yakma (Flamed)
- Eskitme (Tumbled/patinato)
- Kumlama (Sand Blaster)
- Çekiçleme (Bush Hammered)
- Doldurma (Filled)
- Doğal boyutlandırma (Natural cleft)
- Asitle yıkama (Antico/acid washed)

Yüzey şekillendirme yöntemleri ile işlenen taşlar tüm dünyada özellikle ABD, Japonya ve Avrupa ülkelerinde oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Günümüzde bu tür mermer ve doğal taşların, tüm sektörün pazar payının % 25-30'unu oluşturmaktadır (Set Makina).

Bahsedilen üretim yöntemleri endüstriyel boyutlardaki mekanik aletler ile yapılabileceği gibi daha küçük ölçekte el sistemleri ile gerçekleştirilebilir. Ufak kapasiteli el sistemleri ile de büyük kapasiteli otomatik makinalardakine benzer sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu yöntemlerin tercih edilmesinde gözönünde tutulan en önemli unsurlardan birisi de yüzey görünüşünün yanı sıra ekonomikliktir.

3.1. Testere İle Kesme

Mermerlerde uygulanan ilk işlem kesme işlemidir. Mermer ve doğal taş blokları, işleme tesislerinde çeşitli kalınlıklarda plaka olarak kesilir. Bazı doğal taşlar bu şekilde yani ilk kesilmiş hali ile kullanılır. Taşın düzgün plaka yüzeyleri henüz hiçbir işleme tabi tutulmadığı için buralarda dairesel testere kesme izlerine rastlanır. Bu şekilde kesilmiş plakalara "ham plaka" adı verilir. Mermer yüzeylerine uygulanacak tüm işlemler bu plaka yüzeylerine uygulanır ve testere izleri bu işlemler sonucunda kaybolur.

3.2. Honlama

Honlama (mat cilalı) işlemi kesilmiş olan plaka yüzeylerinin çeşitli boyutlarda aşındırıcılarla aşındırarak pürüzlülüğün giderilmesidir. Honlama için istenilen matlık derecesine göre 240, 320 veya 3/4 graine kadar silim yapılmaktadır. Bu işlem sonucunda abrasiv izleri silinmekte ve daha sonra "mat cila abrasivi" (kıl keçe) kullanılmaktadır. Honlama işlemi sonucunda düz, pürüzsüz ve nispeten parlak bir yüzey elde edilir. Ancak elde edilen parlaklık, cilalanmış ve parlatılmış mermer yüzeyleri gibi ışığı yansıtmaz. Bu nedenle honlanmış mermerlerin doğal renkleri cilalanmış mermerler kadar etkili bir görünüme sahip değildir ve birbirine yakın renkli mermerlerin renkleri birbirine benzer özellik gösterir. Cilalı ve parlak yüzeylerin özellikle istenmediği döşeme, merdiven ve havuz kenarları kaplamaları gibi yerlerde tercih edilir. Yüzey cilasız olduğu için kaymayı önleyici ve emniyetli bir yürüyüş imkanı da sağlar. Honlama işlemi genellikle, tüm uğraşılara rağmen istenilen şekilde cila almayan mermerlere uygulanır.

3.3. Cilalama

Parlatma işlemi farklı bileşim ve sertlikteki aşındırıcılar ile kimyasal eriticilerin amacına uygun bir şekilde sıralı ve ortak kullanımı sonucunda sağlanmaktadır. Genellikle 80 - 600 mesh arası numaralı abrasifler ve son olarak cila taşı kullanılır (Ozuloğul ve Erdoğan 1995). Ancak daha hassas ve sorunlu taşlarda 36 - 1200 mesh arası numaralı

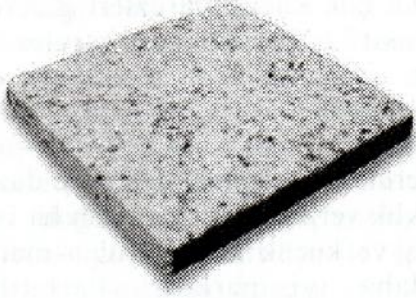
aşındırıcılar kullanılmaktadır. Taş yüzeyindeki birkaç mikronluk çok küçük pürüzleri gidermek için "oksalit asit" içerikli abrasivler de kullanılmaktadır.

Mermer yüzeylerinin mükemmel derecede düzgün olması ve parlaklık verilmesi için yapılan bu işlem iyi kristalleşmiş ve küçük kristalli olan mermer yüzeylerini daha iyi parlatır. Parlatılmış yüzeylerden ışığın yansımaları yüzeydeki herhangi bir maddeden kaynaklanmaz. Parlaklık ve ışığın yansımaları direkt olarak mermerlerin doğal kristal yapısından kaynaklanır. Çünkü mermerleri oluşturan kristal tanelerinin her birisi bir elmasın yüzeyinin kesilerek parlatılması gibi tamamen aşındırılıp düzgün bir yüzey elde edilinceye kadar kesilir. Böylelikle yüzeydeki pürüzlülük ya tamamen giderilir veya en asgariye indirilir. Sonuç olarak kesilip parlatılan bir mermerin yüzeyine düşen ışık, pürüzlü olmayan yüzey tarafından tamamen geri yansıtılır. Böylece parlatılmış bir yüzey, mermerin rengini ve renk derinliğini daha iyi görülebilir bir hale getirir. Taşın gözenekli bir yapıda olması cilalama işleminin kalitesini etkilemez.

Bu işlemin uygulandığı taşın yüzeyinde, boşlukların izole edilmesinden dolayı genellikle gözenek yoktur. Bu da atmosferik ve kimyasal etkilere karşı daha dayanıklı olmasını sağlar. Ancak yoğun insan ve taşıt trafiğinin olduğu yerlerde bu yüzeylere yeterli bakım yapılmazsa parlaklık yavaş yavaş kaybolur.

3.4. Alevle Yakma

Alevle yakma işlemi farklı termal genişleme katsayısına sahip değişik minerallerden oluşan kayalara uygulanır. Bu nedenle genellikle magmatik kökenli kayaların yüzeylerine uygulanan bir işlemdir. Özellikle granit içerisinde yer alan kuvars minerallerinin ısı karşısındaki davranışları, bu işlemin granit yüzeylerinde etkili olmasını sağlar. Kalsiyum karbonat kökenli mermerlerin yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmaması nedeniyle bu işlem uygulanamaz. Hatta bileşiminde demir bulunan bazı granitler bile bu ısı işleme uygun olmayabilmektedir.

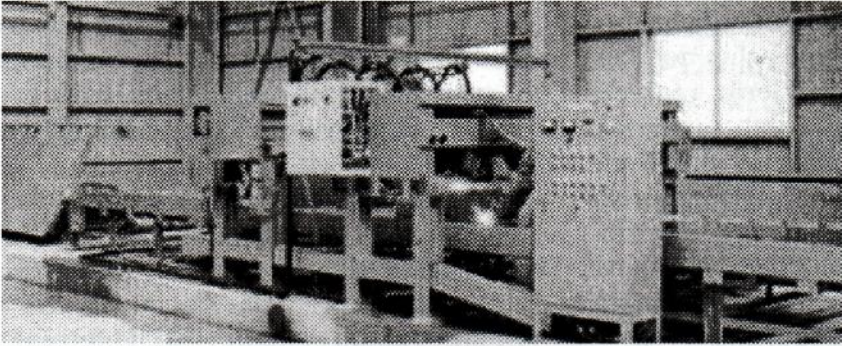


Resim 1. Alevle yakılmış bir granit yüzeyi.

Alevle yakma işleminde, pürüzlü olan yüzeye 2500 – 3000 °C arasında çok yüksek dereceli ısılar, yüzey boyunca uygulanır (Resim 2). Bu işlem sırasında taşın yüzeyi yaklaşık 600 °C ısıya maruz kalır. Alev makinasında oksijen ile beraber yakılan metan veya propan gazı tarafından üretilen alevler, taşın yüzeyindeki nemin aniden buharlaşmasına yol açar. Taşın aniden ısınmasıyla oluşan patlamalar sonucunda taş yüzeyinde çukurluklar meydana gelirken yeni kristal taneleri ortaya çıkar. Bu işlem sonucunda kuvars kristalleri ısı şoku ve ani soğuma

ile ufak parçalara ayrılır. Aynı zamanda yakılma nedeniyle indirgenmiş renkler ortaya çıkar. Bunun yanında taş yüzeyinde tümsekli – çukurlu, pürüzlü bir yapı oluşur (Resim 1). Bu yapı, kaymayı önleyici özellikte olması nedeniyle özellikle dış mekanlarda, yürüyüş yolu ve kaldırımlarda tercih edilmektedir. Fakat yüzey işlemi sonucunda taşın dayanımında bir miktar azalma ile beraber taş yüzeyinin çeşitli kirliliklere maruz kalması söz konusudur. Bu nedenle gerekli önlemler alınmalıdır.

Alevle yakma makinaları çok değişik şekillerde dizayn edilmiştir. Kullanma yöntemi çekiçleme makinaları ile aynıdır. Bazıları otomatik su soğutma sistemleri ile donatılmıştır. Bazı modellerde hem başlangıçta hem de son aşamada temizleme ve fırçalama sistemleri vardır. Bazı modellerde; 1 cm kalınlığa kadar 12-18 m²/saat, 2 cm kalınlığa kadar 18-24 m²/saat ve daha fazla kalınlıklarda ise 20-30 m²/saat üretim değerlerine ulaşılabilir (Set Makina).



Resim 2. Alevle yakma makinası

3.5. Eskitme

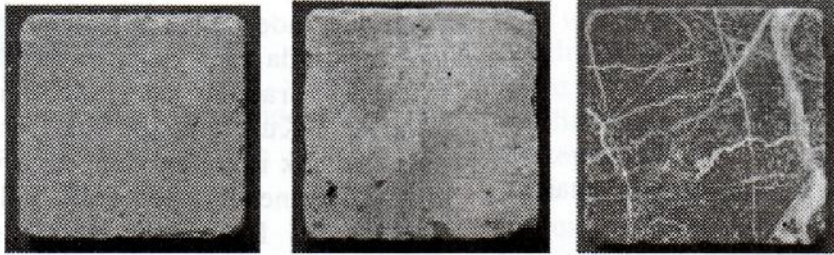
Son yıllarda antik görünümlü mermerlere olan yoğun ilgi nedeni ile eskitme çalışmaları hız kazanmıştır. Bazı mermer türlerinin küçük ebatlı ve yüzeyleri pürüzlü parçalarının (1x1 cm ≈ 30x30 cm) yıpranmış ve eskitilmiş bir görüntüye kavuşması için uygulanan bir işlemdir. Uygulanacak yere göre mermer parçaları, değişik kalınlıklarda ve değişik boyutlarda kare veya dikdörtgen şekillerde kesilir. Eskitilmiş taşların kenar ve köşelerindeki keskin yüzeylerin yerini daha yuvarlak bir profil alır (Resim 3). Eskitme

işlemine giren mermerlerin yüzeylerinde ilk kesimde oluşan testere izleri vardır. Eğer eskitme işlemi yeteri kadar iyi yapılamazsa bu izlerin tam olarak kaybolmadığı görülür. Eskitilmiş mermerler cilalı veya mat olarak iç ve dış mekanlarda dekorasyon ve süs amaçlı kullanılır. Eskitme 2 farklı yöntemle yapılır:

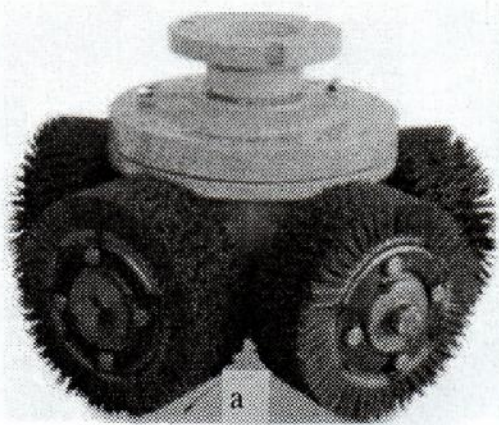
a. Eskitme tamburları ve vibratörler ile eskitme: Bu işlem için özel olarak yapılmış metal “eskitme tamburları” ve vibratörler kullanılır. Eskitme tamburları içerisine eskitilecek mermerler, su ve eskitme işlemi yapacak olan aşındırıcı maddeler

beraberce konulur. Aşındırıcı olarak genellikle yıkanmış kuvars kumu, seramik aşındırıcılar, çakıl taşı ve çelik bilyeler kullanılmaktadır. Eskitmenin derecesine göre tambur belirli hızlarda belirli bir süre döndürülür. Tambur içerisindeki mermerler,

aşındırıcı maddelerin etkisiyle kenar – köşe ve yüzeylerinden küçük taneler kopararak keskinlikleri giderilir, eskimiş ve antik bir görünüme kavuşturulur. 30x30 cm ve daha büyük boyutlu mermerler ise vibratörlerde eskitilmektedir.



Resim 3. Eskitilmiş mermer örnekleri.



Resim 4. Otomatik eskitme tel fırça kafası (a) ve eskitme fırçaları (b).

b. Bantlı eskitme fırçaları ile eskitme: Bantlı otomatik “eskitme tel fırça kafası ve eskitme fırçaları” kullanılır (Resim 4 a - b). Yumuşak ve sert yüzey özelliğini lokal olarak taşıyan yüzeyler için uygundur. Çeşitli kalınlıkta çelik telden oluşan fırçalar taşın yüzeyine dairesel hareketlerle -otomatik silim hattında olduğu gibisıraıyla sürtülür. Bu esnada yüzeydeki yumuşak bölgelerden bir miktar talaş kaldırılır. Sonuçta taşın yüzey ve kenarlarında pürüzlü ve engebeli bir yüzey oluşarak taş eskimiş bir görünüme kavuşturulmuş olur. Bu tip yüzeye sahip olan taşlara “patinato” adı verilmektedir. Son zamanlarda çelik telli fırçaların metal izi bırakması nedeniyle bunların yerine aşındırıcı emdirilmiş plastik fırçalar kullanılmaktadır.

Eskitme yapılan yüzeylerin dış etkilere karşı korunması için özel kimyasal maddeler

kullanılmalıdır. Bu kimyasal maddeler hem taşlarda koruyucu bir etki yapmakta hem de doğal yapıyı ortaya çıkardığı için antik bir görünüm sunmaktadır.

3.6. Kumlama

Mermer yüzeylerinin mat – parlak pürüzlü bir görünüm kazanması ve değişik desenler oluşturulması için uygulanır. Bu işlemde su ve kum karışımı, yüksek basınçlı olarak mermer yüzeyine püskürtülür veya otomatik kumlama makinaları kullanılır. Mermer yüzeyinde kum tanelerinin ve/veya kumlama uçlarının çarpması ile küçük noktalar halinde çok küçük çukur ve tümsekler oluşturur. Böylelikle mermer yüzeyleri pürüzlü ve antik bir görüntü kazanır.

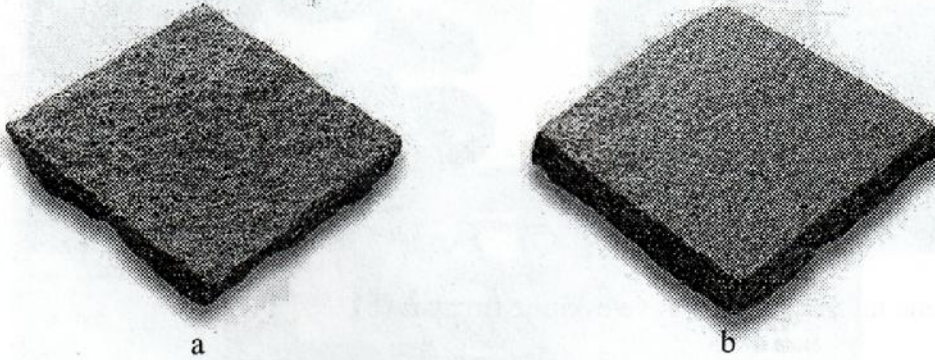


Resim 5. Desen verilmiş bir kumlama uygulaması.

Kumlama ile şekillendirilmiş mermer yüzeyleri kaymayı önleyici özelliğinden dolayı dış mekanlarda, yürüyüş yolu ve kaldırımlarda kullanılmaktadır. Kumlama ile şekillendirilmiş pürüzlü yüzeyler dış cephelerde kullanıldığı zaman

yoğun kirliliğe maruz kalırlar. Yüzeyin pürüzlü olması sebebiyle kirliliğin temizlenmesi de zorlaşır. Bu yüzeyler için mutlaka koruyucu kaplama maddeleri kullanılmalıdır. Bu hem yüzeyin kirlenmesini önler hem de taşın renginin daha belirgin bir hale gelmesini sağlar.

Giderek yaygınlaşan yüzey şekillendirme yöntemlerinden olan kumlama işlemi kumlama makinalarında gerçekleştirilir. Kumlama yapılacak parçalar tekerlekli arabalar üzerinde makineye girer ve çıkarlar. Kumlama yapılacak parçaların yüzeyinde oluşturulmak istenilen yazı, şekil ve desenlere göre yüzey üzerine önceden çelik kalıplar yerleştirilir (Resim 5). Kumlama işlemi sırasında yüzey malzemesinde istenilen derinliğe bağlı olarak 5 mm kadar bir kalınlık kaldırılmaktadır (Resim 6). Bu makineler ile granit yüzeylerde bile 10 – 15 m²/saat üretim gerçekleştirmek mümkündür (Set Makina).

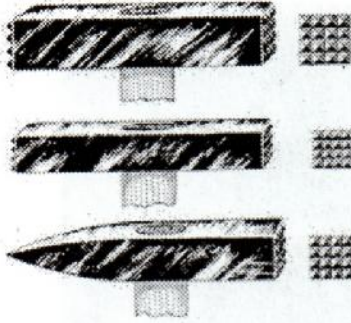


Resim 6. (a) Kaba kumlama, (b) ince kumlama yapılmış doğal taş yüzeyleri.

3.7. Çekiçleme

Çekiçleme yöntemi gerekli tedbirler alınması şartıyla her tür mermer ve doğal taşlarda uygulanabilen bir yöntem olmakla beraber genellikle bazalt, andezit gibi volkanitler ile tüflerde daha iyi sonuç verir. Taşın yüzeyine alışılmış yüzeylerin dışında kabartılmış bir özellik vermek amacıyla yapılır. Genellikle tarihi binaların yapı tarzı olması nedeniyle bu tip binaların dış cephe kaplaması olarak tercih edilir. Çekiçleme işlemi el ile veya otomatik makineler yardımıyla yapılabilir. Bu tip yüzey oluşturulan mermerler ıslakta bile kayma özelliği göstermez. Çekiçleme

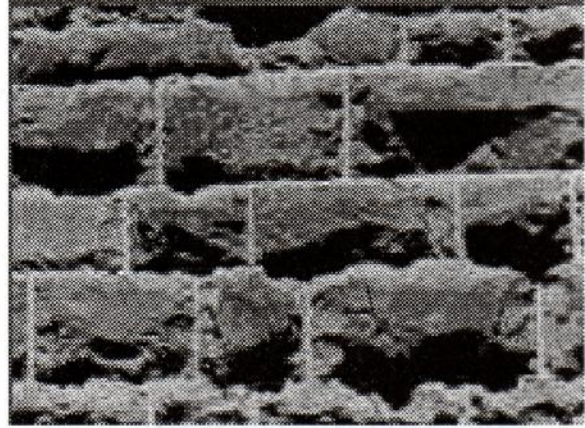
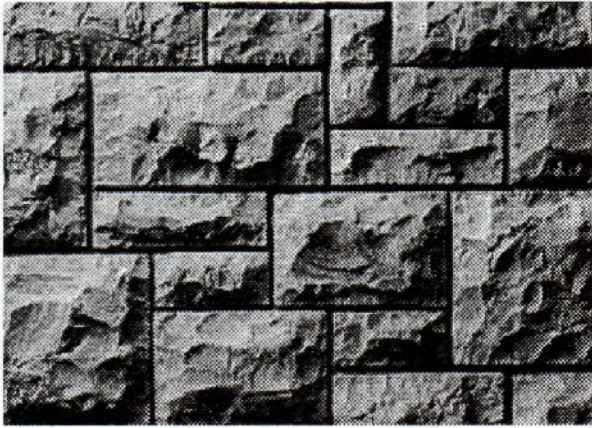
yapılırken dikkat edilecek bir husus çekiçlemenin derinliğini fazla tutarak taşın kalınlığının gereğinden fazla azaltılmamasıdır. Çünkü gereğinden fazla kalınlığı azaltılan taşların dayanımı da azalır. Çekiçleme yapılan taşların yüzeyi de aynı kumlama yapılan yüzey gibi kirlenmeye müsaittir. Bu nedenle yüzey koruyucu önlemler alınmalıdır.



Resim 7. El ile çekiçleme işleminde kullanılan çeşitli çekiçler ve yüzey profilleri.

a. El ile çekiçleme

Bu tip yüzey işlemleri “çırpma/çarpma taş” olarak da isimlendirilmektedir. El ile çekiçlemede taşın yüzeyine değişik açılardan art arda çekiç darbeleri indirilerek taş yüzeyine kabartma şekli verilir. Kullanılan çekiçler özel olarak uçları sivriltilmiş ve bu amaç için dizayn edilmiştir (Resim 7). Çekiçlenecek taşın özelliğine göre taş yüzeyinden kaldırılacak talaş yüksekliği de ayarlanabilir. İsteğe göre alçak (ince) veya yüksek (kaba) kabartma şeklinde taş yüzeyi yontulur. El ile çekiçlemede taş yüzeyine verilen desenler genelde gelişigüzel olup belirli bir sisteme bağlı olmamasına karşılık, bazı durumlarda kenar bantları şeklinde desenlemeler de yapılabilmektedir (Resim 8).

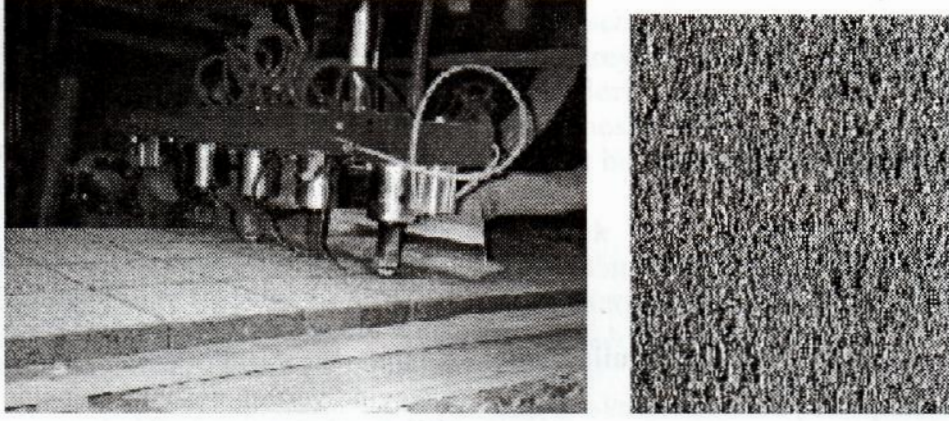


Resim 8. Yüzeyi el ile çekiçleme (çırpma/çarpma taş) yapılan doğal taşların uygulaması.

b. Makina ile çekiçleme

Çekiçleme makinalarında bulunan çekiçler, bir veya daha fazla uç (keski) ile donatılmıştır (Resim 9). Bu uçlar bir köprü boyunca hareket ederler. Sert metal uçların taşın yüzeyine çarparak aşındırması ve bir miktar parça koparması ile yüzeye doğal ve değişik bir görünüm kazandırır. İstenilen görünüm ve yüzey şekline bağlı olarak bu uçlar değişik boyut ve şekillerde değiştirilebilecek tiptedir. Çalışma basıncı, çekiç hızı ve darbe sayısı mermer özelliklerine bağlı olarak ayarlanabilir. Kırılma ihtimali olan hassas yüzeylerde düşük hızlarda,

uygun basınçta ve daha hafif darbelerle işlem yapılması gerekir. Kenarların büyük ölçekte kırılmasını önlemek amacıyla taşın boyutuna göre çekiçleme işlemini durduran sistemler de vardır. Bazı çekiçleme makinaları ise aynı anda yatay ve dikey yüzeylerde çalışan çekiçlerle donatılmışlardır. Çekiçleme makinalarında mermerler için 3 cm'den 30 cm kalınlığa kadar 1 veya 5 çekiç ile, 5 – 16 m²/saat, granitler içinse 2 cm'den 30 cm kalınlığa kadar 1 veya 5 çekiç ile, 4,5 – 15 m²/saat üretim yapılabilir (Set Makina).



Resim 9. Otomatik çekiçleme makinası ve çekiçleme örnekleri.

3.8. Doldurma

Doğal taşların bir kısmında oluşumundan kaynaklanan çeşitli boyutlarda gözenekler vardır. Kesme ve cilalama işlemleri sonucunda bu gözenekler daha da belirgin hale gelir ve taşın görünüşünü bozarlar. Bu gibi taşlara suni yollarla dolgu yapılır ve gözenekler kapatılır. Taşlarda dolgu işlemi genellikle özel tip makinalarda yapılır. Bazı tip makinalar ise fırınlı dolgu hattı şeklinde olup bu makinalarda kalibrasyon, ön silim, kurutma, dolgu, pişirme ve cilalama işlemleri tek bir hat üzerinde kesintisiz olarak yapılmaktadır (Resim 10).

Gözenekleri doldurmak amacıyla genel olarak polyeater esaslı ve çimento bileşimli dolgu maddeleri kullanılır. Ancak dolgu maddesi gözenek çapına göre sıvı veya akışkan olarak hazırlanır. Sık ve küçük ebatlı gözenekler için sıvı dolgu maddesi kullanılırken, seyrek ve iri boyutlu gözenekler için katı dolgu maddesi kullanılır. Şeffaf özellikli taşların dolgusu ise şeffaf olmalıdır. Kullanılan dolgu maddesinin rengi, mutlak suretle taşın orijinal rengi ile aynı olmalıdır. Aksi takdirde taşın olarak da bilinen bazı yapı taşları yüzeyindeki siyah renkli dentritik yapı, fosil görüntüsü verir. Binalarda estetik görünüşlü dekorasyon malzemesi ve Almanya, Avusturya gibi ülkelerde tarihi nitelikteki binalarda kiremit yerine çatı kaplaması olarak kullanılan arduvazlar atmosfer etkilerine ve aşınmaya karşı dayanıklı olup gözenekli değildir. Büzülme veya eğilme yapmaz. Bu nedenle günümüzdeki yapılarda en çok dış mekanlarda

yüzeyinde istenmeyen ve değeri düşürebilen görüntüler oluşur.



Resim 10. Çimento esaslı dolgu yapan bir dolgu makinası.

3.9. Doğal Boyutlandırma

Arduvazlar metamorfizma sırasında kazanılan klivaj yapıları boyunca düzgün yüzeyler halinde ayrılırlar. Doğal olarak ayrılan tabaka yüzeyleri pürüzlü bir yapıdadır. Kayrak taşı

estetik bir kaplama malzemesi olarak, pencere kenarlarında, eşiklerinde ve taban döşemelerinde kullanılır. Bu düzenlemelerde doğal veya ebatlanmış şekillerde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra arduvazın bol olarak bulunduğu yörelerde bina yapı taşı olarak da rastgele boyutlu ve tuğla boyutunda kesilmiş olarak kullanıldığı görülmektedir.



Şekil.11. Doğal taşların doğal boyutlandırma ile üretimi ([http:// www.rbsinc.com](http://www.rbsinc.com)).

3.10. Asitle yıkama

Pürüzlü mermer yüzeylerinin antik bir görüntü alması için yapılır. Kalsiyum karbonat bileşimli mermerler asitlere karşı çok duyarlıdır. Bu özellikten faydalanarak mermer yüzeylerine uygulanan asitli bileşikler yüzeydeki pürüzlülüğün bir kısmını yok ederek düzgün ve parlak fakat dalgalı bir yüzey ortaya çıkarırlar. Bu da mermerlerin, yürüme esnasında kaymasını önleyici bir yapıdır. Ancak bu tip mermerlerin bakım ve temizliği diğerlerine göre daha zordur. Aynı zamanda taşın kimyasal yapısında çeşitli reaksiyonlar meydana getirmesi nedeniyle tavsiye edilen bir yöntem değildir.

4. SONUÇLAR

Doğal taş ve mermerlerin en çok kullanılanları mermer, kireçtaşı, traverten, tuf ve granittir. Bunlar yapıların değişik yerlerinde ve mimari dekorasyon amacı ile belirli ebatlarda kesilmiş, parlatılmış veya değişik yüzey şekilleri uygulanmış olarak binlerce yıldır kullanılmaktadır. Son yıllarda mermer ve doğal taş yüzeylerine uygulanan şekillendirme teknikleri sayısında bir artış meydana gelmiştir. Büyük bir çoğunluğu ise özel istek ve doğal bir görünüm istenmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Mermerlerde ve doğal taşlarda, en yaygın olarak bilinen ve uygulanan yüzey işleme teknikleri şunlardır:

- Testere ile kesme (Sawn cut)
- Honlama (Honed)
- Cilalama (Polished)
- Alevle yakma (Flamed)
- Eskitme (Tumbled/patinato)
- Kumlama (Sand Blaster)
- Çekiçleme (Bush Hammered)
- Doldurma (Filled)
- Doğal boyutlandırma (Natural cleft)
- Asitle yıkama (Antico/acid washed)

Bunların her birisinin kendine özgü özellikleri vardır ve yüzey işleme sırasında mermer ve doğal taşların da özellikleri dikkate alınarak yüzey işleme yapılmalıdır. Yukarıda anlatılan yüzey işlemlerinin hepsi aynı taş için geçerli olmayabilir. Bu nedenle öncelikle, hangi taşta hangi özelliklerinden dolayı hangi yüzey işleminin uygulanıp uygulanamayacağı bilinmelidir.

Mermer ve doğal taş üretimi ve ticareti gün geçtikçe çığ gibi büyümekte ve giderek artan bir ilgiyle karşılaşmaktadır. Doğal taşta kaliteli işçiliğe verilen önem nedeniyle çeşitli kullanım yerleri için kesilmiş, cilalanmış veya cilasız eski ve antik görünüm verilmiş ve kaba yüzey görünümlü taşlar tercih edilmektedir. Doğal taş ve mermerlerin yeniden keşfedilmesine yüzeylerine yapılan işlemlerin büyük rolü olmuştur. Bu tip işlenmiş taşlar çağdaş yapı malzemeleri ile kombine olarak kullanılmakta ve çok başarılı sonuçlar alınmaktadır.

Giderek artan oranda çeşitlenen taş işleciliğinde yakın gelecekte yeni yüzey işleme teknikleri geliştirilmesi kaçınılmaz olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

Çelik, M.Y., 2000. *Mermer Jeolojisi Ders Notları*. A.K.Ü. Afyon M.Y.O. Mermer Teknolojisi Programı. (Yayınlanmamış). Afyon.

Kun, N., 2000. *Mermer Jeolojisi ve Teknolojisi*. Tezer Matbaası. İzmir.

Ozuloğul, A., Erdoğan, M., 1995. *Mermerlerde yüzey parlaklığının görüntü analizi yöntemi ile ölçülmesi*. 1. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı s. 37-44. Afyon.

Set Makine Broşürleri, Marmomacchine Pellegrini S.r.l. (Çev. M. Adnan Saraçoğlu).

[http:// www.rbsinc.com](http://www.rbsinc.com).