

DOĞAL YAPI ve KAPLAMA TAŞI

MERMER TEKNOLOJİSİ

SAYI 3

EYLÜL 1996

(Sürekli Teknik Dergi - İki Ayda Bir Yayınlanır)



AFYON '96
SANAYİ VE TİCARET FUARI



26 AĞUSTOS - 31 AĞUSTOS



İÇİNDEKİLER

Önsöz.....	i
Mermer Artıklarından Bağlayıcılar Yardımıyla Mermer Blokları Elde Edilmesi Ö. Faruk EMRULLAHOĞLU, Mustafa Y. ÇELİK.....	1
Mermer Teknolojisi Üzerine Arge Çalışmaları Uğur FİLİK, Özlem ÖNDER ve arkadaşları	7
Mermer Tozları-Kırka Boraks Atıklarından Kaliteli Yapı Malzemesi Üretiminin Araştırılması Cüneyt ÖZKAN.....	15
Afyon Kocatepe Üniversitesinde Mermercilik Eğitimi Metin ERSOY.....	19
Mermer Ocak İşletmelerinde Üretim Planlaması Liyaddin YEŞİLKAYA.....	21
Salda Beji Mermerinin Mühendislik Özellikleri M.A.G.....	24

REKLAM TARİFESİ

Ön Dış Kapak	25.000.000 TL
Ön İç Kapak	15.000.000 TL
Arka Dış Kapak	20.000.000 TL
Arka İç Kapak	15.000.000 TL
İç Bütün Sayfa	8.000.000 TL
İç Yarım Sayfa	5.000.000 TL

Not: Renkli reklamlarda fiyat %50 arttırılır.
Sürekli reklamlarda %15 indirim uygulanır.

ABONE KOŞULLARI

Yıllık abone bedeli
Kurumlara : 2.000.000 TL
Öğrenci : 1.250.000 TL

Banka Hesap No:

T.C. Ziraat Bankası
Isparta Merkez Şubesi

Hesap No: 0132 0003 0003 9154 855

DOĞAL YAPI ve KAPLAMA TAŞI
MERMER TEKNOLOJİSİ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Maden Mühendisliği Bölümü
Mermer Araştırma Grubunun
yayınladığı süreli teknik dergi
(2 ayda bir yayınlanır)



Yayımlayan

SDÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Maden Mühendisliği Bölümü
32260 ISPARTA
Tel : (0 246) 237 04 34 - 237 08 56
Fax (0 246) 237 08 59

Editör

Doç.Dr. Ahmet ŞENTÜRK

Editör Yardımcısı

Doç. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ

Teknik Kurul

Yrd. Doç. Dr. Yıldırım İ. TOSUN
Ali SARIŞIK
İbrahim UĞUR
Beytullah ŞAHİN

Danışma Kurulu

Prof. Dr. A. Günhan PAŞAMEHMETOĞLU
Prof. Dr. Seyfi KULAKSIZ
Prof. Dr. Şinasi ESKİKAYA
Prof. Dr. Ergin ARIOĞLU
Prof. Dr. Nuh BILGIN
Prof. Dr. Yedigörmüş MÜFTÜOĞLU
Prof. Dr. Celal KARPUZ
Prof. Dr. Abdurrahim ÖZGENOĞLU
Prof. Dr. Hasan GERÇEK
Prof. Dr. Suat ÖZKOL
Prof. Dr. Gülhan ÖZBEYOĞLU
Prof. Dr. Hasan BAYHAN
Prof. Dr. Ahmet GÖKÇE
Prof. Dr. Bektaş UZ
Prof. Dr. Baysal BATMAN
Prof. Dr. Faruk ÇALAPKULU
Doç. Dr. Reşat ULUSAY
Doç. Dr. Abdurrahim ŞAHBAZ

MERMER ARTIKLARINDAN BAĞLAYICILAR YARDIMIYLA MERMER BLOKLARI ELDE EDİLMESİ

Ö. Faruk EMRULLAHOĞLU

Prof. Dr., A.K.Ü., Teknik Eğitim Fakültesi, AFYON

Mustafa Yavuz ÇELİK

Öğrt. Gör., A.K.Ü., Afyon Meslek Yüksekokulu, AFYON

ÖZET

Son yıllarda; mermere olan talebin artmasına paralel olarak mermer ocak işletmeleri ve mermer kesme-işleme tesislerinin sayısı da sürekli olarak yükselmiştir. Bu sektörde görülen büyüme, doğal olarak ortaya çıkan mermer artıkları miktarında da büyük artışlara neden olmuştur. Hem ocaklarda hem de tesislerde oluşan ve kullanılmayacak boyutlardaki bu mermer artıklarının yeniden değerlendirilerek ülkemiz ekonomisine kazandırılması; hem ekonomik olarak hemde çevre kirliliği açısından kaçınılmaz olarak görülmektedir. Bu amaçla mermer artıklarının çeşitli bağlayıcılar yardımıyla "suni blok mermer" haline dönüştürülmesi ve bu bloklardan istenilen ebatlarda plaka elde edilmesi araştırılmıştır. Bu makalede bu konuda yapılan çalışmalardan bir bölümü özet olarak sunulmaktadır.

1. GİRİŞ

Yüksek sıklıkta ve porozitesi mümkün olduğu kadar az olan taş bileşimleri; taş ve mermer benzeri materyallerden; bağlayıcı olarak çimento veya polimer kullanılarak meydana getirilen bir bileşimdir. Bu bileşimde; mermer, granit, kuvars, silika, kum, bazalt, arduvaz gibi farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip materyaller kullanılabilir.

Taş türü materyallerden elde edilecek bileşimlerin istenilen özellikleri taşıması ve yerine kullanılacak doğal maddelerin özelliklerini tam veya benzer olarak verebilmesi, hatta bazı durumlarda ise onlardan daha üstün bazı özellikleri olması istendiği durumlarda dikkat edilmesi gereken en önemli husus bağlayıcı tipi seçimidir.

Titreşimli presleme metodu ile boşluksuz, fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından üstün niteliklere sahip yeni ürünler elde edilebilmektedir.

Bu karışımlar uygun miktarlarda kullanılan su/çimento veya polimer/mermer agregası oranları ile oluşturulur. Karışımdaki su/çimento oranındaki su miktarı gerektiği kadar olmalıdır. Bu şekilde gerektiği kadar su katıldığı zaman çimento hidrasyonu başarıyla tamamlanır. Suyun gerektiğinden fazla veya eksik olması durumunda elde edilen malzemenin fiziksel özelliklerinde olumsuz değişimler görülür.

Polimerli karışımlarda; birleştirilecek mermer parçaları (agregalar) arasındaki boşlukları doldurmak için kullanılan polimer miktarı çeşitli kullanım oranlarında duruma göre

değişir. Burada amaç; mümkün olabilecek en asgari polimer miktarı kullanarak en iyi fiziksel özelliğe sahip malzemeyi elde etmektir.

İstenilen renk ve desenlere göre; değişik renkli mermer agregaları kullanmak suretiyle istenilen renk homojenliği elde edilebilmektedir. Bu gibi durumlarda kullanılan materyallerin renkleri korunmalıdır. Yani kullanılan bağlayıcılar vasıtasıyla renk değişimi olmamalıdır.

Hem kolay kesilebilirliği hem de hammadde yönünden kolay temin edilebilmesi nedeniyle diğer sert taşlara göre kalsiyumlu materyallerin kullanılması daha uygundur. Kullanım yeri ve bazı diğer özelliklerinden dolayı orta sertlikteki kalsiyumlu materyallere ilave olarak granit, porfir, bazalt, silis, kum gibi abrasiv kadar sert taşlar da kullanılabilir.

Doğal mermer ocaklarında; her zaman aynı homojen yapıda, aynı renk bileşiminde ve istenilen ebatlarda "blok" alınmaması nedeniyle bazı durumlarda imalat imkanları kısıtlanmaktadır. Çeşitli renk ve ebatlarda değişik özelliklerdeki taş materyaller, bağlayıcılar yardımıyla, titreşimli presleme ile sıkıca birleştirilmesi sonucunda istenilen renk ve desenlerde ve istenilen boyutlarda "blok" elde edilebilmektedir. Elde edilen bu "blok"ların kesilmesi sonucunda ise kullanım yerine göre istenilen kalınlık ve boyutlarda plaka alınabilmektedir. Eğer "breşik" görünlü bir yapı isteniyorsa tamamen iri boyutlu agregalar kullanılmak suretiyle gerçekleştirilir.

İmal edilen "blok"lardan kesilerek elde edilen "plaka"lar daha sonra "kalibrasyon", "zımparalama", "parlatma" ve diğer işlemlerden sonra istenilen ebatlarda kesilerek kullanıma sunulur.

2. MERMER BLOK İMALAT İŞLEMİNİN SAFHALARI

Bu sistemin temelini; mermer parçalarının ve tozlarının uygun boyutlarda, belli oranlarda karıştırılması ve bağlayıcı bir madde ile bağlanması oluşturmaktadır. Buna göre suni blokları oluşturan malzemeleri şöyle sıralayabiliriz:

a. Çimentolu suni mermerleri oluşturan malzemeler:

1. Mermer agregaları,
2. Çimento,
3. Beton karma suyu,
4. Beton katkı maddeleri,
5. Toz boya,

b. Polyesterli suni mermerleri oluşturan malzemeler:

1. Mermer agregaları,
2. Polyester,
3. Katalizör,
4. Hızlandırıcı,

Değişik renkli ve farklı özelliklerdeki taş materyallerden bağlayıcı yardımıyla "blok" elde edilmesi adım adım şu aşamalardan geçmektedir:

1. Hammaddeler,
 - Hammaddelerin kırılması,
 - Hammaddelerin cinsine ve boyutuna göre sınıflandırılması,
 - Değişik cins hammaddelerin farklı boyutlarda ayrı ayrı depolanması,
2. Bağlayıcılar (çimento, polyester),
3. Tartım,
 - İstenilen renk ve boyuttaki agregaların reçeteye göre tartımı,
 - Kullanılacak bağlayıcıların tartımı,
4. Karıştırma,
 - Reçeteye göre tartılan karışımın karıştırıcılarda homojen hale gelinceye kadar karıştırma,

5. Kalıplama,
 - Karıştırıcıda yeteri kadar karıştırılıp homojenleştirilen karışım, kalıplara boşaltılır.
6. Presleme,
 - Kalıplara dökülen karışım, vibrasyonla sıkıştırılır.
7. Blok elde edilmesi,
8. Kür için stok sahasına nakil,
 - Çimentolular için su havuzu veya buhar kürü, polyesterliler için oda sıcaklığında bekletme uygulanır.

Elde edilen bu “blok”lar daha sonra şu aşamalardan geçer;

- Kesme işlemi,
- Kalibrasyon,
- Zımparalama,
- Parlatma,
- Ebatlarına göre kesme,
- Paketleme ve sevkiyat

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Mermer

Deneysel çalışmalarda Afyon yöresi mermerlerinin (Şeker, kaymak, gri, bal) yanı sıra değişik renk ve desen vermesi amacı ile Eskişehir Süpren, Ege Bordo, Akşehir Siyah ve Diyabaz gibi mermerler de kullanılmıştır.

Deneylerde kullanılacak mermer parçaları çeneli kırıcıda kırılmış ve çeşitli eleklerden elenerek tane boyutlarına ayrılmıştır. Suni blok mermerlerin yapılması için seçilen mermer agregaları, deneylerde kullanılmak üzere 3 ayrı tane boyut grubunda reçete hazırlanmıştır. Bundan sonraki deneylerde kullanılması esnasında bu isimlerle anılacaktır:

- 1. grup (0 - 2 mm)
- 2. grup (0 - 4 mm)
- 3. grup (0 - 8 mm)

Bağlayıcı

Bağlayıcı olarak polyester kullanılacak dökümlerde; hacimce %12-14-16-18-20 polyester kullanılması uygun görülmüş ve elde edilecek numunelere çeşitli testler uygulanarak en uygun karışım oranı bulunması amaçlanmıştır. Kullanılan agrega grupları ise 1-2-3 nolu agregalardır.

Buna göre; 5 ayrı “polyester/agrega” karışım oranı olmak üzere her birinde 3 ayrı agrega grubu kullanılan toplam 15 adet deney yapılmıştır. Bu deneylerde kullanılan malzemeler ve miktarları Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1. Polyester bağlayıcılı numunelerde kullanılan malzemeler ve oranları.

Deney No	Polyester Oranı Hacimce %	Agrega Oranı Hacimce %	Agrega Grubu
P-1	12	88	1.grup
P-2	12	88	2.grup
P-3	12	88	3.grup
P-4	14	86	1.grup
P-5	14	86	2.grup
P-6	14	86	3.grup
P-7	16	84	1.grup
P-8	16	84	2.grup
P-9	16	84	3.grup
P-10	18	82	1.grup
P-11	18	82	2.grup
P-12	18	82	3.grup
P-13	20	80	1.grup
P-14	20	80	2.grup
P-15	20	80	3.grup

Kalıplama ve Presleme

15x15x15 cm ebatındaki kalıplara 3 kademedede doldurularak el ile sıkıştırılan agrega/polyester karışımı hidrolik preste 200 kg/cm² basınç ile sıkıştırılmıştır

Kürleme

Kalıplarda preslenen numuneler 1 gün sonra kalıptan çıkarılarak sertleşmesi için beklemeye alınmıştır. Polyesterin yapıştırıcı olarak kullanıldığı durumlarda sertleşmesi için normal şartlarda 1 gün yeterli olmaktadır. Sertleşme işlemine yardımcı olması için numuneler 40-45°C sıcaklığındaki etüvde 4 saat süre ile tutulmuştur.

4. DENEY NUMUNELERİNE UYGULANAN TESTLER

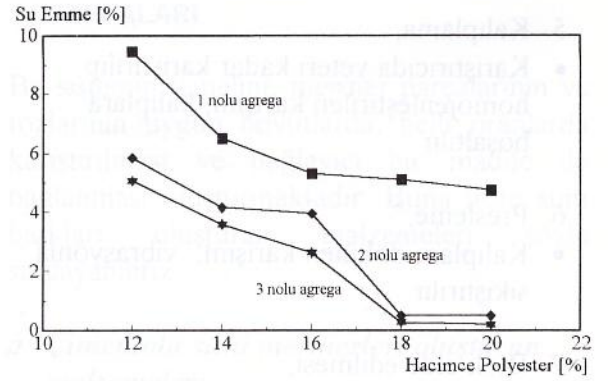
Her deney numunesi 3'er adet olarak hazırlanmış ve şu testlere tabi tutulmuştur:

- Su emme deneyi,
- Eğilme mukavemeti,
- Basınç mukavemeti,
- Dona dayanıklılık,
- Don sonrası eğilme mukavemeti,
- Birim hacim kütlesi, doluluk oranı, porozite, görünen porozite,

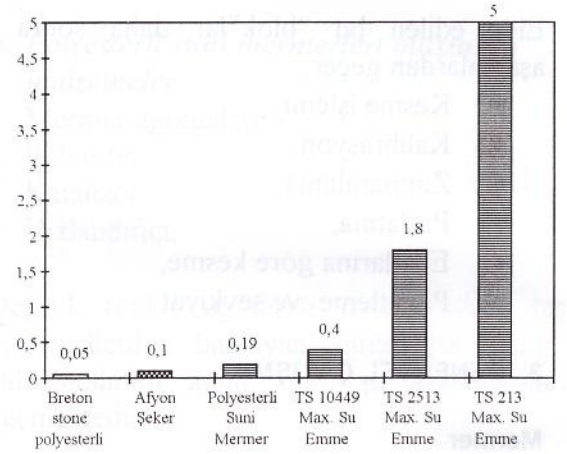
Bu testlerden bazılarında alınan sonuçlar şöyledir:

Su Emme Deneyi

Elde edilen polyesterli suni mermerlerin su emme oranlarının diğer ürünlere göre durumunun görülebilmesi için Şekil 1 ve 2'de görülen grafikler çizilmiştir. Polyesterli numunelerin su emme oranları, hem doğal mermerin hemde Breton'un ürünlerinin su emme oranları ile aynı sınırlar içinde olduğu görülmektedir. TS 2513 standartına göre ise iyi bir konumda olduğu görülmektedir. TS 10449 "Mermer -Kalsiyum Karbonat Esaslı-Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan" standartta ise atmosfer basıncında su emmesinin ağırlıkça %0,4'den küçük olması istenmiştir. Polyesterli numunelerde bu standartın altında değer elde edilmiştir.



Şekil 1. Polyester bağlayıcılı numunelerin kullanılan polyester oranına göre ağırlıkça % su emme değerleri



Şekil 2. Elde edilen polyester bağlayıcılı suni mermerin ağırlıkça "Su Emme %" sinin bazı ürünler ve standartlar ile kıyaslanması.

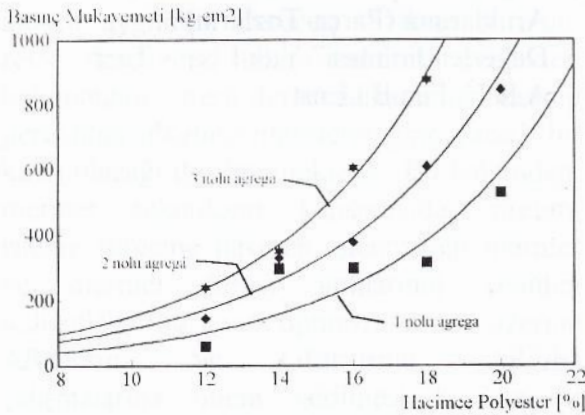
Basınç Mukavemeti

TS 10449 "Mermer-Kalsiyum Karbonat Esaslı Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan" isimli standarta göre; en az basınç mukavemeti, döşeme kaplaması ve merdiven basamağı vb. yer döşemelerinde kullanılacak mermerlerde 500 kg/cm², duvar kaplamada kullanılacak mermerlerde ise 300 kg/cm² den büyük olmalıdır. Yine TS 2513 "Doğal Yapı

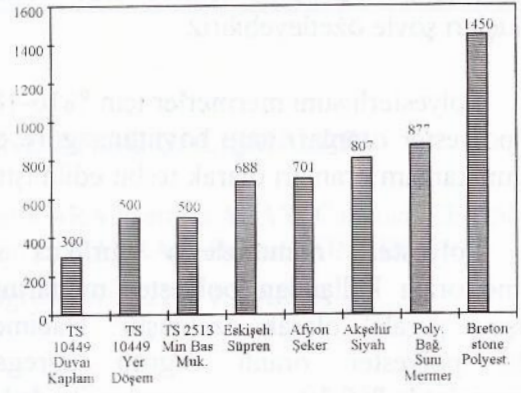
Taşları” isimli standarta göre bu değer 500 kg/cm² den büyük olmalıdır.

Polyester bağlayıcı numunelerin basınç mukavemetleri incelendiği zaman; yer döşemesi olarak kullanılacak olanlarda istenilen 500 kg/cm² den büyük olan basınç mukavemeti değerleri 1.grup agrega kullanılan numunelerde %20 polyesterli karışımlar, 2.grup agrega kullanılan numunelerde %18 ve %20 polyesterli karışımlar, 3.grup agrega kullanılan numunelerde ise; %16, %18 ve %20 polyesterli karışımlar uygun sonuçlar vermiştir.

Duvar kaplaması olarak kullanılacak olan mermerlerde istenilen 300 kg/cm² basınç mukavemeti ise şu numunelerde elde edilmiştir; 1.grup agrega kullanılan numunelerde %14 ve %16 polyesterli karışımlar 295 kg/cm² civarında basınç mukavemeti verirken, %18 ve %20 polyesterli karışımlar bu değerlerin üzerinde sonuçlar vermiştir. 2.grup ve 3.grup agrega kullanılan numunelerde ise; %14, 16, 18 ve 20 polyester oranlı karışımlar olumlu sonuç vermiştir. Sonuç olarak, duvar kaplaması olarak kullanılacak olan polyesterli suni mermerlerde polyester oranları sadece %12 olan karışım olumsuz sonuç verirken diğer karışımlar uygun sonuçlar vermiştir.



Şekil 3. Polyester bağlayıcı numunelerin kullanılan polyester oranına göre basınç mukavemeti değerleri.



Şekil 4. Polyester bağlayıcı numunelerin basınç mukavemetlerinin diğer ürünler ve standartlar ile karşılaştırılması.

5. SONUÇLAR

Mermer ocaklarında blok üretimi sırasında büyük oranda mermer parçaları açığa çıkmaktadır. Bu oran mermerin jeolojik özelliklerine göre %40-60 arasında değişmektedir. Bu artıklar, ocak üretim maliyetlerini büyük ölçüde artırırken, çevre kirliliğine de sebep olmaktadır. Aynı şekilde mermer işleme tesislerinde de bu artıklar gündeme gelmektedir. Özellikle değerli mermerlerde oluşan bu artıkların, inşaat sektöründe mermerin yerine kullanılacak bir ürünün imalatını gündeme getirmektedir. Böylece hem artıkların değerlendirilerek konomiye kazandırılması söz konusu olacak hem de bu artıkların oluşturduğu olumsuz görüntülerin bir miktar da olsa önüne geçilmiş olacaktır.

Bu nedenle bağlayıcı olarak, polyester kullanarak mermer artıklarından oluşan ve istenilen ebatlarda plaka olarak kesilebilen blok üretimi gerçekleştirilmiştir. Polyesterli numunelerin fiziksel-mekanik ve renk özellikleri doğal mermerler ile aynı oranlarda olup hatta bazı durumlarda onlardan daha iyidir. Bu durumda organik bağlayıcılar kullanarak, mermer agregalarından doğal mermerlerinin renk ve yapısına benzer

özelliklerden suni mermer levha üretmek mümkündür. Çalışma sonucu elde edilen sonuçları şöyle özetleyebiliriz:

- Polyesterli suni mermerler için %16-18-20 polyester oranları tane boyutuna göre en uygun karışım oranları olarak tesbit edilmiştir.

- Polyesterli numunelerin ağırlıkça su emme oranı kullanılan polyester miktarının artışına paralel olarak azalmıştır. Hacimce %20 polyester oranlı 3.grup agregalı numunelerde %0,19 su emme oranı ile doğal mermerlerin su emme oranına yakın bir değer elde edilmiştir.

- Polyesterli numunelerde kullanılan polyester oranı arttıkça numunelerin basınç mukavemeti değerleri artış göstermektedir.

- Mermer ocaklarındaki çatlak sistemlerine bağlı olarak elde edilen blok ebatlarında sınırlamalar vardır. Bu nedenle büyük ebatlı blok alınması her zaman için mümkün değildir. Bu yöntem ile elde edilen suni mermerlerde ise istenilen renk ve ebatlarda blok üretimi mümkündür.

- Elde edilen numunelere yapılan testler sonucunda iyi neticeler alınmasına rağmen bazı numunelerin yüzeyinde boşluklar olduğu görülmüştür. Bunlar özellikle büyük tane boyutlu numunelerde görülmektedir. Bu plakaların yüzeylerinde bulunan boşluklar görüntüyü olumsuz yönde etkilemektedir. Tamamen boşluksuz bir yapı oluşturmak için vakum altında (havasız ortamda) yüksek basınçta titreşimli presleme yapılması gerekmektedir. Bundan sonraki araştırmacılar tarafından, bu yönde bir çalışma yapılarak sonuçlar arasındaki bağlantıların araştırılması yararlı olacaktır.

- Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda; doğal mermerlere benzer yüzeyler elde edilmesine çalışılmıştır. Bu nedenle seçilen bazı agrega karışım oranları denenmiştir.

Bunlardan 0-2 mm tane boyutlu olanlar doğal mermerde daha yakın bir görüntü oluşturmuştur. 0-4 mm tane boyutlu ve 0-8 mm tane boyutlu olanlar ise; nispeten doğal mermerlere benzer özelliklerde olup bazı numunelerinde mozaik görüntüsü vermiştir. Ancak 0-2 mm boyutlu numunelerin fiziksel ve mekanik özellikleri diğerlerine göre daha düşük değerler vermiştir. Bu nedenle bu boyutlardan yeni karışım oranları denenerek standartlara uygun hale getirilmelidir.

- Sonuç olarak; doğal mermer agregalarının kullanılmasıyla elde edilen, suni blok mermer üretimi ile ilgili deneysel çalışmalar başarılı sonuçlar vermiştir. Elde edilen bu ürünler, sadece renk ve görünüm olarak değil, aynı zamanda fiziksel ve mekanik özellikleri ile de doğal mermerlere benzer özellikler taşımaktadır. Bu nedenle yer döşemesi ve kaplama olarak kullanılabilir niteliktedir. Mermer ocak işletmeleri ve atölyelerinde oluşan mermer artıkları bir ekonomik kayıp olarak görülüp en kısa sürede, endüstriyel boyutta buna benzer çalışmalar yaparak, üretime yönelik çalışmalar başlatılmalıdır.

KAYNAKLAR

Bretonstone firması tanıtıcı katalogları

ÇELİK, M.Yavuz, 1996, "Mermer Artıklarının (Parça-Tozların) Değerlendirilmesi" Yük.Lisans Tezi A.K.Ü. Fen Bil.Enst.