

AFYON BÖLGESİ MERMER ATIKLARININ PORTLAND KOMPOZE ÇİMENTOSU ÜRETİMİNDE KATKI MADDESİ OLARAK KULLANIM OLANAKLARI

Taner KAVAS¹ Yaşar KİBİCİ²

1 AKÜ Afyon Meslek Yüksekokulu, Seramik Proğ.. AFYON

2 AKÜ Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, AFYON

ÖZET

Bu çalışmada Afyon bölgesinde bulunan mermer ocakları ve işleme tesislerinden çıkan ve çevre kirliliğine neden olan atıkların çimento sanayiinde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla, işletmelerin atık stoklarından alınan örneklere ilk olarak karakterizasyon testleri ve deneyleri yapılmıştır. Sonuçlar değerlendirilerek atıkların çimento sanayiinde kullanılabilirliğinin içerik açısından uygun olduğu gözlenmiştir. Daha sonra, portland kompoze çimentosu klinkerine % 3, % 6 ve % 9 gibi belirli oranlarda mermer atıkları katılarak mermer atık katkılı çimento üretilmiş ve bu çimentoya standart testler ve deneyler yapılarak üretilen çimentonun uygunluğu araştırılmıştır.

Yapılan araştırmalar sonucunda mermer atık katkısının çimento üretimi esnasında katkı hammaddesi olarak belirli sınırlara kadar kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Mermer, Çimento, Katkılı Çimento

THE USE OF MARBLE WASTES IN PRODUCTION OF PORTLAND COMPOSE CEMENT IN AFYON AS ADDITIVE MATERIAL

ABSTRACT

In this study, possibility of using marble wastes of marble quarries and processing plants which are unwantedly and pollutes environment in production of cement industry was investigated. For this reason, as a first step, characterisation tests and experiments were applied to samples taken from waste stocks of marble companies. The results were evaluated and it was concluded that marble wastes can be used in cement industry considering its contents. Secondly, blending cement was produced by adding 3 %, 6 % and 9 % marble wastes to the Portland compose cement clinker respectively and conformity of the cement produced was investigated by applying standard tests and experiments.

The results of this research indicated that certain proportion of marble wastes can be used in production of blending cement.

Key Words : Marble, Cement, Blending Cement

1. MERMERLERİN TANIMI

Bilimsel Anlamda, hakiki mermer "kireçtaşı (CaCO₃) ve dolomitik kireçtaşlarının [CaMg (CO₃)₂] ısı ve basınç altında metamorfizmaya uğrayarak, yeniden kristalleşmesi sonucunda ilksel kayacından farklı bir yapı kazanmasıyla oluşan bir kayadır." şeklinde tanımlanır.

Endüstriyel anlamda ise, ekonomik olarak kesilebilen ve parlatılabilen, bir ticari değeri olan her türlü kayaç mermer ismi altında adlandırılmaktadır.

Petrografik olarakta, masif, kabaca tekdüze irilikte (geçirdiği metamorfizma şekline göre) kalsit kristallerinin arasında boşluk bırakmaksızın dizildiği bir mozaik olarak tanımlanabilir.

2. MERMERLERİN SINIFLANDIRILMASI

Mermerler günümüze kadar birçok açıdan sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Ancak, aşağıda sadece mineral tane boyutları ve mineral bileşim oranlarına göre yapılan mineralojik sınıflandırma ile türleri hakkında bilgi verilmiştir.

2.1. Mermerlerin Mineral Tane Boyutuna Göre Sınıflandırılması [1]

ince taneli mermerler	< 1mm
Orta taneli mermerler	1mm - 5mm
İri taneli mermerler	>5mm - 1-2 cm

2.2. Mineral Bileşim ve Oranına Göre Mineralojik Sınıflandırılması ve Türleri [1]

Kayaç Adı	içerdiği diğer mineraller (kalsit hariç)	Kalsit	Yapı ve Doku
Hakiki Mermer	Mika, kuvarsit, opak mineraller (hematit, pirit) vb.	%95	Masif, Taneli
Kalkşist	Klorit, epidot, mika, lepidolit	% 60 - 70	Şisti, Yönlü
S i polen	Flogopit, Tremolit, Diopsi Plajiyoklas, Granat Minerali	%80	Şisti, Yönlü
Mağmatik Kökenli Mermer	Epidot, diopsit, granat minerali, olivin	% 80 - 90	Masif, Taneli
Skarn	Plajiyoklas + cevher mineralleri		

2.3. Mermerlerin Yapı ve Dokularına Göre Sınıflandırılması [1]

Kayaç	Görünüm ve Özellikleri
Masif	Kompakt, ince ve iri tanelidir
Laminai mermer	İnce taneli, renkli şeritli görünümünde, şeritler farklı mineral veya elementler içerir.
Şisti mermer	Yapraklı yapıda, önemli miktarda mika içerir.
Breş ik mermer	Kırılanmış, tekrar ikincil minerallerle bağlanmış. Ara dolgular farklı renk ve mineral içerikli olabilir.
iri taneli mermer	Tane boyutu 5 mm' den büyük taneli türlerdir.

2.4. Mermerlerin Jeolojik Açıdan Sınıflandırılması

- I. Grup Tam kristalleşmiş taşları içine alır. Renkleri genellikle beyaz ve açık gridir. Bileşimlerinde çok yabancı madde taşır.
- II. Grup Omks ve travertenleri içerir. Yapılarında yalnız CaCO₃ vardır. Soğuma boşluğu içerirler. Kolay işlenebilir ve iyi cila kabul ederler.
- III. Grup Mağmatik kökenli mermerleri içerirler. Andezit, dasit, granit, syenit, bazalt, diabaz, gabro, serpantin vb. [1].

3. AFYON BÖLGESİ MERMERLERİ

3.1 Jeolojik Özellikleri

Afyon Iscehisar mermerleri, mineralojik bileşimlerine göre değişik renk ve desen sergilemektedir Birim A (Afyon kaplanpostu, Afyon gri) mermer istifinin tabanında yer alır. Afyon kaplanpostu gri renktedir, iri beyaz renkli kalsit mercikleri mermere desen kazandırmıştır Birim B (Afyon bal, beyaz ve kaymak) ince taneli kalsit kristallerinden oluşurlar. Orta seviyeyi karakterize eden bu mermerlerde belirgin bir desen gözlenememektedir. Üst seviyeyi oluşturan Birim C (Afyon menekşe) ise mor, eflatun renge sahiptir. Mermer oluşumunun son seviyesinde gelişen çatlaklar ise daha sonra sarı demir oksit ve beyaz kalsit damarlarıyla dolmuş ve bazı mermer türleri desenli bir görünüm kazanmıştır [2]

3.2 Mineraloji ve Petrografi

Afyon yöresi mermerlerinin değişik türlerinden alınan Örneklerden 20 adet ince kesit yapılmıştır Bu ince kesitler polarizon mikroskopta detaylı bir şekilde incelenmiş ve mermerleri oluşturan mineraller arasında ilişkiler belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucu, numunelerde hakim olan kalsit minerallerine ilaveten bazı örneklerde klorit, serisit, kuvars

ve demir (mağnetit, limonit) mineralleri saptanmıştır. Kalsit kristalleri 0.2 mm — 0.8 mm arasındaki boyutlardadır. Gronoblastik dokuya sahiptir. Yeşil şist fasiyesinde yer alan Afyon beyaz mermeri Paleozoyik yaşlı olup, metamorfizmaya uğramış klasik bir mermerdir. Bu mermerler, literatürde " Afyon metamorfitten " olarak isimlendirilen birim içerisinde mercek şeklindedir ve Neojen volkanitleri tarafından özetlenmektedir. Afyon kaplanpostu, yapı ve doku itibarıyla Afyon beyazından farklıdır ve gri renkli bir görünüme sahiptir. Değişik boyutta açık gri - koyu gri breşimsi karakter arzeden yamalar şeklindedir. Bu dokusuna izafeten, kaplanın derisine benzediği için " kaptan postu " ismi verilmiştir.

Kristal boyutları gözönünde bulundurularak bir sınıflama yapıldığı takdirde, Afyon yöresi mermerlerinden Iscehisar mermerleri " orta kristalli mermer ", Bolvadin - Büyük Karabağ ve Akşehir'e doğru uzanan mermerler ise, " orta kaba taneli mermer " olarak tanımlanır.

Afyon yöresi mermerlerde blok ve plaka verme özelliği ile, kenar - köşe kesilmesi, şekillendirilebilme, yeteneği ve kesilebilme hızları son derece iyidir. Bu durum, petrografi, mineralojik ve fiziksel özelliklerinden (mineral cinsi, tane boyutu, yapı ve doku gibi) kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu özelliklerinin yanında cila tutma özelliği de son derece iyidir.

3.3 Fiziko - Mekanik Test Sonuçları

Tablo 1. Afyon Mermerlerinin Fiziko-Mekanik Test Sonuçları [3].

Örnek	Sertlik (Mohs)	Yoğunluk (er/cm ³)	Su Emme	Porozite	Bas.Muk. (kg/cm ²)
Afyon Beyaz	3	2.75	0.10	0.20	701.00
Afyon Şeker	3	2.75	0.10	0.20	701.00
Afyon Bal	4	2.73	0.10	0.18	648.00
Afyon Menekşe	4	2.73	0.30	0.38	395.00
Afyon K. Postu	3	2.73	0.10	0.20	648.00

3.4 Kimyasal Analizler

Tablo 2. Afyon Mermerlerinin Kimyasal Analizi [3].

Örnek	SiO ₂	Fefü	CaO	MgO
Afyon Beyaz	0.24	0.02	49.53	2.21
Afyon Şeker	0.24	0.02	49.53	2.21
Afyon Bal	0.24	0.02	49.53	2.21
Afyon Menekşe	1.45	20.0	53.75	0.80
Afyon K. Postu	0.14	0.11	55.75	Eser

4. TESİSLERİNDE VE OCAKLARDA OLUŞAN ARTIK VE MİKTARI

4.1. Mermer İşleme Tesislerinde Oluşan Artıklar ve Atıklar

Afyon bölgesinde yaklaşık 51 adet entegre tesis, 300 adet S/T, 190 adet yarma, 280 adet yan kesme, 280 adet baş kesme ve yaklaşık 50 adet oyma makinesi olduğu düşünülürse, ayrıca, Afyon ve civarında çalışan yaklaşık 400 adet mermer işleme tesisinin teorik kapasitesi 6 500 000 m² / yıl olduğu ve bu tesislerin % 70 randımanla çalıştığı kabul edilirse, yaklaşık 4 550 000 m² / yıl kullanılan kapasite mevcuttur. Bu rakamlardan hareket ederek Afyon bölgesinde işlenen mermer miktarını bulmak mümkündür.

Ayrıca, mermerin katarak ile yada S/T ile kesimi sırasında elde edilen plaka kalınlığına göre oluşan toz atık miktarı değişiklik göstermektedir. Kesme işlemini gerçekleştiren her bir bıçak yaklaşık 7-8 mm kalınlığında bir dilimi toz halinde getirmektedir.

Bu noktalardan hareketle yıllık oluşan toz miktarı yaklaşık 126 411 ton olarak alınabilir. Bu güne kadar 1980 yılından sonra Afyonda mermer üretiminin hızla arttığı ve yıllık yaklaşık % 10 - 15 civarında bir azalışın olduğu düşünüldüğünde bu yıldan 1980'li yıllara geri giderek yaklaşık olarak 1 250 000 ton civarında bir toz atık miktarından bahsetmek mümkündür [4].

4.2 Ocaklarda Oluşan Artıklar

Afyon bölgesinde sürekli çalışan yaklaşık 25 adet ocak bulunmaktadır. Bu ocakların sahip olduğu blok ve kesilebilir moloz üretim kapasitesi 400 000 ton /yıl yani 148 000 m³ / yıl dır. Bu ocakların sahip olduğu makine ve ekipman ise; 65 tel kesme makinası, 70 sayalama makinası, 72 delici makine olarak sayılabilir. Mermer ocak işletmeciliğinde en önemli konu ocağın blok verimliliğidir. Ortalama olarak bir mermer ocağında % 40 - 60 civarında atık meydana gelmektedir.

Ortalama atık miktarı % 50 olarak kabul edilirse yıllık atık miktarı : 148 000 m³ / yıl x 0.5 = 74 000 m³ / yıl olarak bulunabilir. Ayrıca, günümüzden hareketle bu güne kadar birikmiş ocak artıklarını hesap etmek istersek yaklaşık 1 100 000 m³ x 2.7 ton / m³ = 2 997 000 ton ocak artığından bahsetmek mümkün olacaktır.

5. ATIKLARIN SEKTOREL KULLANIMI

5.1 Yapı ve inşaat sanayiinde

inşaat alanında mozaik, yapıtaşı, çimento, harç ve sıva olarak kullanıldığı gibi kireç elde edilen en önemli hammaddelerden biridir. Ancak, kireç elde edilecek kireçtaşlarının kil oranı % 5'i aşmamalıdır. Ayrıca, mermer parçalarının bağlayıcı kullanılarak agregalı karo üretimi de gerçekleştirilmektedir.

5.2 Seramik sanayiinde

Seramik sanayiinde yaklaşık % 5-6 civarında mermer kullanılabilir. Seramik bünye ve seramik sırları üretiminde CaO olarak reçeteye kalsit, dolomit ve mermerden hammadde olarak girebilir. Karışık ve kalklı akçini çamurlarının mineralojik bileşiminde % 5-20 arasında CaCO₃ kullanılır. Bu CaCO₃ çok ince öğütülmüş mermer halinde bileşime katılması

gerekir. Özsüz bir seramik hammaddesidir ve seramik çamurunda gözenekliliği azaltır. Bünyedeki CaO sırdaki SiO₂ ile reaksiyona girerek bir ara tabaka oluşturur. Bu ara tabaka sayesinde gerilimleri emerek çatlama önler.

5.3 Çimento sanayiinde

Çimento, CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ ve eser miktarda MgO ihtiva eden, ana hammadde olarak da kireçtaşı ve kilaşı karışımı olan, klinkerleşme sıcaklığına kadar ısıtıldıktan sonra alçıtaşı gibi, tras ve katkı maddeleri gibi maddelerin öğütülerek homojen bir şekilde karıştırılı masiy la elde edilen bir bağlayıcıdır. Çimentonun bünyesinde her ne kadar çok miktarda CaCO₃ bileşimli hammaddeler kullanılıyor olsa bile, mermerin yapısı ve oluşum mekanizmasından dolayı çimento sanayiinde Özellikle beyaz çimento üretiminde kullanılır.

5.4 Plastik sanayii

Plastik malzemelere doluluk ve sıklık vermek amacı ile bünyeye çeşitli dolgu maddeleri katılmaktadır. Bu dolgu maddelerinden biride mermerdir. Ayrıca, mermer plastik bünyeye girince yüksek sıcaklığa karşı dayanım ve taneli yapı kazandırma gibi özellikleri bünyeye katar.

5.5 Kağıt sanayii

CaCO₃ kağıt sektöründe dolgu yada kaplama malzemesi olarak kullanılır. Özellikle sigara kağıdı başta olmak üzere (düzenli yanmayı sağlar) gazete kağıdı, kaliteli kitap ve dergi kağıtları üretiminde kullanılmaktadır. CaCO₃'ün yağ emme Özelliğinden dolayı matbaada mürekkebin hızlı kurumasını sağlar.

5.6 Tarım ve gübre sanayii

Topraktaki kalsiyum miktarına bağlı olarak toprağın ihtiyaç duyduğu kireç miktarı ile onun asit, baz ya da nötr karakteri ile pH değeri belirlenir. Toprak İçin ihtiyaç duyulan kalsiyum miktarı sürekli olarak doğal etkilerle (yağmur gibi) azaldığı için belirli sürelerde toprağa kalsiyum ilavesi (mermer atıkları ya da kireç gibi maddelerle) yapmak toprak ıslahı için gereklidir.

5.7 Yem sanayii

CaCO₃, ya da CaO olarak kanatlı hayvanların yemlerinde hayvan yemi olarak kullanımı oldukça yaygındır. Kullanım esnasında tane boyutu 2 mm' nin altında olması gerekir. Katkı oranı genellikle % 10 civarındadır. Kanatlı hayvan yemine katılacak olan katkının en az % 92 oranında CaCO₃ içermesi gerekir.

5.8 Boya sanayii

Boya malzemesi içerisine yardımcı madde olarak katılan kalsit (CaCO₃) Özellikle sulu boyalar için önemlidir. Boya imalinde katkı olarak kullanılacak olan kalsitin 10 u. boyutunun altında ve çok saf olması istenir.

5.9 Şeker sanayii

Ocaklardan üretilen kireçtaşı (CaCO_3) yakıldığında açığa çıkan karbondioksit (CO_2) toplanır. Bu esnada kireçtaşında sönmemiş kireç haline gelir. Bu kireç şeker eldesi için kullanılır. Şeker eldesi esnasında üretilen şerbete bir miktar kireç katılır. Bu işlem ham şerbetteki yabancı maddeleri dibe çöktürür.

5.10 Yol yapımında

Stabilizasyon malzemesi olarak yol yapımında kullanılır. Kireç, yol zeminindeki kil mineralleri ile bağlanarak plastisite, genişleme ve kabarma katsayısına etki eder. Ayrıca mıcır olarak kullanılır.

5.11 Metalürji sanayii

Kireçtaşı yüksek fırınlarda çelikten, fosfor ve silis temizlemede ve metalleri parlatmada kullanılır. Kireçtaşı eriyikleri SO_2 , H_2S , ve H gazlarını absorbe etmektedir. Metalürjide kullanılan kireçtaşlarında boyutlarının 12 - 15 mm, Sülfür max. % 5 , Fosfor % 0.01 den az ve MgCO_3 oranının max. % 10 olması istenir.

5.12 Cam sanayii

Kalsiyumca zengin kireçtaşları şişe ve pencere camı, magnezyumca zengin olan kireçtaşları ise özel cam imalinde kullanılırlar. Bu sektörde kullanılacak olan kireçtaşlarında CaCO_3 oranının % 98.5, FeO oranının % 0.2, organik madde % 0.3 ve geride kalan silikat oranının % 1.0 olması aranan özellikler olarak sıralanabilir.

5.13 Kimya sanayii

Karpit yapımında kullanılır. Ca-karpit elektrik fırınlarında kireçtaşı ve kok kömürlerinin şarjı sonucu elde edilir. Kok ile kireçtaşı % 40 - 60 arasındadır. Bu işlem için kullanılacak kireçtaşı saf ve yüksek kalsiyumlu olmalıdır. Ayrıca, Fosfor miktarı % 1 den az, MaO oranının % 5 den az, FeO oranının % 5 den az ve SiO_2 oranının ise % 1 - 2 den az olması istenir.

5.14 Diğer kullanım alanları

Yukarıda sıralanan sanayii dallarının yanı sıra birçok alanda CaCO_3 bileşimli mermer ve benzeri maddeler kullanılmaktadır. Tüm bunlara ek olarak örneğin soda sanayiinde kullanılan ana hammaddeler tuz ve kireçtaşıdır. Ayrıca, refrakter malzeme üretiminde, patlayıcı madde imalatında, kaynak elektrot imalinde, temizlik malzemelerinde ve haşarat öldürücü ilaçların imalatında da CaCO_3 içeren kayalar yaygın olarak kullanılmaktadır.

6. KARIŞIM HAZIRLAMA

Karışımı hazırlamak için gerekli olan malzemeler sırasıyla portland çimentosu (PKÇ) klinkeri, alçı taşı ve mermer atığıdır. Yukarıda sayılan bu üç malzeme istenilen inceliklere kadar öğütülüp tane boyut dağılımı sağlandıktan sonra aşağıda atık oranları tabloda belirtildiği oranlarda (% 3, % 6 ve % 9) karıştırılarak ve homojeni eşitlenerek mermer atık katkılı çimento üretilmiştir. Üretilen çimento örneklerine standart testler ve deneyler yapılarak ürünün kullanılabilirliği araştırılmıştır

7. ÜRETİM VE ÜRÜN ELDE EDİLMESİ

Uk olarak klinker, tras ve alçıtaşı belirli karışım oranlarına göre karıştırılıp Katkılı Portland Çimentosu üretildikten sonra içerisine % 3, % 6 ve % 9 oranında Öğütülmüş ve kurutulmuş mermer atığı karıştırılarak homojenleştirme işlemi yapılmıştır. Homojenleştirme işleminden sonra standart testler ve deneyler için kalıp numuneler dökülerek basma dayanımları yapılmıştır. Basma dayanımı testlerinden önce de elde edilen karışımlara kimyasal analizler ve fiziksel analizler yapılarak karakterizasyon İşlemleri gerçekleştirilmiştir.

8. URUNE YAPILAN ANALİZLER VE TESTLER

Tablo 3. Portland Kompoze Çimentosuna ilave Edilen Mermer Katkı Oranları

Çimento %	Mermer %	Simge
100	—	PKÇ
97	3	MK3
94	6	MK6
91	9	MK9

Tablo 4. Mermer Katkılı Çimento Numunelerinin Kimyasal Analizleri

Numune Cinsi	Kimyasal analiz	
	SO ₃	K.K
PKÇ	2.50	2.80
M3	2.36	4.02
M6	2.30	5.20
M9	2.24	6.40

Tablo 5. Mermer Atık Katkılı Çimento Numunelerinin Fiziksel Analizlerinin PKÇ ile Karşılaştırılması

Simge	Fiziksel Analizler						
	İncelik			Blaine	%Su	Donma Süresi (âk)	
	200 u	90 a	40 M			Baş	Bitiş
PKÇ	0.20	38	26.8	3994	28.0	170	255
M3	0.20	3.3	26.8	4100	28.2	175	255
M6	0.20	3.5	26.0	4110	28.0	215	260
M9	0.20	3.2	26.2	4112	28.2	225	290

Tablo 6. Mermer Atık Katkılı Numunelerin PKÇ Numunesi ile Karşılaştırılması

Simge	Basınç Dayanımı (N/mm ²),		
	2 gün	7 sun	28 gün
PKÇ Şahit	15.1	29.2	40.0
MK3	15.0	29.5	39.8
MK6	14.5	28.6	39.2
MK9	14.1	27.8	37.5

Yukarıdaki değerlerden anlaşılacağı üzere PKÇ şahit numunesi ile MK3, MK6 ve MK9 simgeli numuneler ile karşılaştırılması sonucunda fiziksel özellikler baz alındığında mermer atık katkılı çimento örneklerinin blaine değerlerinin daha yüksek olduğu ve mermer katkı oranı arttıkça donma başlangıcı ile bitiş sürelerinin uzadığı görülmüştür. Ayrıca, yapılan basınç dayanımı testleri sonucunda % 6 mermer katkısından sonra basma dayanımı değerlerinde bir düşüş gözlenmesine rağmen standart değerler arasında kalmıştır. Avrupa standartlarında mermer atık katkılı çimento standartları mevcut olmakla beraber 7 günlük değerler standartlarda tanımlanmamış olmasına karşın basma dayanımı testlerinde 7 günlük sonuçlar da dikkate alınmıştır [S].

PKÇ 32 5 çimentosu İçin 2 günlük basma dayanımı değeri $>10 \text{ N/mm}^2$ ve 28 günlük basma dayanımı değeri $>32.5 \text{ N/mm}^2$ olmalıdır [6].

Bu değerler göz önüne alındığında İse % 9 mermer atık katkısı ile üretilen çimentoların basma dayanımı değerleri standart değerlerin üzerinde çıkmasına karşın endüstriyel proseslerde değerlere yaklaşıldığı için üretim riskleri artmıştır.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, yukarıdaki değerlerden de görüleceği gibi mermer atıklarının çimento sektöründe bir katkı malzemesi olarak kullanımı mümkün görülmektedir. 28 günlük basma dayanımı minimum 32.5 N/mm^2 olan bir çimento için yukarıdaki tüm oranlar uygun görülmektedir. Optimizasyon çalışmaları yapılarak % mermer kullanım oranı standart değerler içerisinde kalmak koşuluyla daha da artırılabilir.

Mermer atıklarının özellikle çimento sanayii gibi girdi maliyetlerinin ve enerji giderlerinin yüksek olduğu sektörlerde kullanılarak üretim maliyetlerinin aşağı çekilmesi dolayısıyla Ülke ekonomisine katkı sağlanması son derece Önemlidir. Ayrıca, büyük oranda mermer üretimi yapan bölgelerde sağlıklı ve göze daha hoş gözüken bir çevre sağlanması açısından da oldukça önemlidir.

1997 yılında yayınlanan yeni çimento standartlarına göre kalker kullanımı öngörülmektedir. Ancak, bu standartlarda kullanılacak kalkerin içerisindeki CaCO_3 miktarının % 75 olarak tanımlanmaktadır. Mermer atıklarında CaCO_3 miktarları % 75 in üzerinde olduğu için çimento üretiminde kullanımı uygun görülmektedir [6].

10. KAYNAKLAR

1. OnarganT, Köse H, (1997), Mermer, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 220, İZMİR
2. Engin Ö, Sümer A, Tolluoğlu A. Ü, Erkan Y, (1997), Türkiye II. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, AFYON
3. Kibici Y, Yıldız A, Bağcı M, Kavas T, (2000), Büyük Karabağ (Afyon) Mermerlerinin Petrografisi ve Fiziko-Mekanik Özellikleri - Ön Çalışma, AFYON
4. Çelik M,Y, (1996)Mermer Atıklarının (Parça- Tozların) Değerlendirilmesi, Y. Lisans Tezi, AFYON
5. pr. EN 197 – 1 " Cement - Composition, Specifications and confü /nity eritene - Part common cements " 1996
6. Türk Standartları, TS 12140 Çimento, Portland Kalkerli Çimento, TSE, (1997)

