

MERMER TOZ ATIKLARININ DERZ DOLGU MALZEMESİ (FUGA) ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Hakan CEYLAN¹, Saim SARAÇ- H. Tarık OZKAHRAMAN²

1 II Çevre Müdürlüğü, İSPARTA

2 SDÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İSPARTA

Ö Z E T

Bu çalışmada, mermer fabrikalarından üretim atığı olarak çıkan mermer toz atıklarının derz dolgu malzemesi (fuga) üretiminde hammadde olarak kullanılan kalsitin yerine kullanılabilirliği araştırılmıştır. Mermer toz atıklarının derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılabilirliği için incelenmesi gereken özellikler, tane boyutu dağılımı- kimyasal yapının uygunluğu (yüksek CaCO₃ oranı), beyazlık ve nem oranıdır. Çalışma sonucunda, Afyon Şeker, Bilecik Bej ve Rozalya türlerine ait atık mermer tozlarının CaCO₃ oranı yeterli düzeyde (%95-96) bulunmuştur. Değişik türde mermer işleyen fabrikalardan alınan karışık toz atıkların CaCO₃ oranı ise daha düşük bulunmuştur (%92-94). Toz atıkların tane boyut dağılımları ise derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılacak ideal kalsitin iane boyut dağılımına tam olarak uymamakla birlikte, eleme-öğütme işlemi sonucunda uygun boyutlu malzeme elde etmek mümkün görünmektedir. Yapılan beyazlık analizleri sonucunda, Bilecik Bej mermerine ait toz atıkların uygun olduğu, diğerlerinin uygun olmadığı tespit edilmiştir. Nem oranları ise tüm numunelerde, % 1 'in üzerinde bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mermer Fabrikası, Mermer Toz Atıkları, Derz Dolgu Malzemesi.

THE INVESTIGATION ON THE USE OF MARBLE SCRAP DUST AS A SEALANT MATERIAL PRODUCTION

ABSTRACT

In this study, the marble scrap dust, obtained from marble factories as by product during production of marble tiles, is investigated for its potential usage as a sealant material (fuga). The properties of the dust that should be examined were granulomere size distribution, the suitability of its chemical structure such as high CaCO₃ content, purity and whiteness and water vapour content. As a result of the study, It is found that the CaCO₃ contents of Afyon sugar marble, Rozalya and Bilecik beige marble were suitably high as being %95-96. However, the CaCO₃ contents of mixed type of marble dust gave a lower CaCO₃ contents of %92-94.

The granulometric size distribution of scrap dusts does not fit the standard calcites size distribution which is commonly used in sealant production Therefore a more suitable size distribution could be obtained by grinding and screening. As a result of whiteness tests that are carried out, the Bilecik beige marble was suitable but the others were not. The water vapour content was found to be over 1 % in all dust samples

The key words: Marble Factory, Marble Scrap Dust, Joint Sealant Material

1. GİRİŞ

Mermer fabrikalarından üretim atığı olarak çıkan toz atıklar genellikle değerlendirilememekte, üstelik çevre kirliliği açısından da sorunlar yaratmaktadır. Mermer toz atıklarının değerlendirilmesine yönelik olarak uygulamaya sokulabilecek alternatifler, mermer fabrika işletmecilerine ve ülke ekonomisine kazançlar sağlayabileceği gibi, bu fabrikaların çevre kirletici Özelliğini de önemli ölçüde azaltacaktır. Konuyla ilgili olarak yapılmış olan bir çalışmada, mermer fabrikalarında işlenen mermerlerin ortalama % 30'unun üretim atığı olarak ortaya çıktığı belirtilmiştir [1]. Ülkemizde yılda yaklaşık olarak 2 200 000 ton mermer blok işlendiği düşünülürse [2], 660 000 ton mermer tozunun değerlendirilmeden atıldığı söylenebilir. Böyle bir potansiyeli sanayide değerlendirmek ulusal ekonomiye önemli kazanımlar sağlayacaktır. Literatür bilgilerinde ve dünyadaki bazı uygulamalarda gerek mermer tozlarının gerekse mermer toz atıklarının seramik, çimento, boya, cam, yapı malzemesi gibi birçok sektörde değerlendirilme çalışması olmakla birlikte, ülkemizde bu konuya yönelik yaygın uygulamalara rastlanmamaktadır. Bu atıkların kullanılabilmesi alanlardan birisi de yapı malzemesi sektörüdür.

Bu çalışmada, mermer fabrikalarından üretim atığı olarak çıkan mermer toz atıklarının derz dolgu malzemesi (fuga) üretiminde hammadde olarak kullanılan kalsitin yerine kullanılabilirliği araştırılmıştır. Derz dolgu malzemesi, yapı elemanları, aynı ve/veya aynı malzemeden yapılmış montaj parçaları arasındaki derzlere, derz yerinden nem ve hava geçmesini önlemek amacıyla uygulanır[3]. Derz dolgu malzemesi üretiminde üç ana madde kullanılmaktadır. Bunlar, kalsit, beyaz çimento ve kimyasal katkı malzemesidir. Bu üç madde belli oranlarda karıştırılarak harmanlanmakta ve ambalajlanarak kullanıma sunulmaktadır. Derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılan kalsitin beyaz renkli ve tane boyutunun kabaca 250 mikronun altında ve CaCO₃ oranının yüksek olması istenir. Ayrıca nem oranının en çok % 1 olması gerekmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma iki ana materyale dayandırılmıştır. Bunlardan birincisi, mermer toz atıkları ile ilgili daha önce yapılmış çalışmaları içeren yazılı kaynaklardır, ikincisi ise beyaz renkte mermer işleyen mermer fabrikalarından alınan beyaz renkli mermer toz atık numuneleridir. Mermer toz atıklarının derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılabilmesi için incelenmesi gereken özellikler, tane boyutu dağılımı, kimyasal yapının uygunluğu(yüksek CaCO₃ oranı), beyazlık ve nem oranı olarak belirlenmiştir [4]. Bu parametreleri belirlemek için 5 ayrı mermer fabrikasının toz atıklarından numuneler alınmıştır. Bu fabrikaların ikisinde, aynı anda değişik mermer türleri işlendiği için alınan toz atık numuneleri de değişik mermer türlerine ait toz atık numuneleridir ve çalışmada Karışık (1) ve Karışık (2) olarak adlandırılmıştır. Diğer üç mermer fabrikasından ise Afyon Şeker, Bilecik Bej ve Rozalya türü mermerlere ait toz atıklardan numuneler alınmıştır. Bu türlerin seçilmesindeki neden ise

toz atıklarının görünürde beyaz renkte olmalarıdır. Bu numunelerin, tane boyutu dağılımı, CaCO₃ oranı, beyazlık ve nem oranı laboratuarda incelenerek belirlenmiş, derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılan kalsitin standart özellikleriyle karşılaştırılmış ve kalsitin yerine kullanılabilirlikleri yorumlanmıştır.

Mermer toz atık numuneleri, tane boyutu dağılımının belirlenmesi amacıyla eleme işlemine tabi tutulmuştur. Eleme işleminde, ürünün üretildiği Kalekim İsparta Fabrikasındaki bu amaçla kullanılan ve standarda uygun, elektrikli eleme cihazı kullanılmıştır. Numunelerin nemi yüksek olduğu için etüvde kurularak eleme işlemine hazır hale getirilmiştir. Toz atık numunelerinden temsili olarak 100 gramı tartılarak eleme işlemine tabi tutulmuştur. 100 gramlık toz atık numunesi eleme cihazının en üstündeki 250 u'luk eleğe boşaltılarak eleme işlemi başlatılmıştır. Cihaz her numune için 5 dakika çalıştırılmış ve eleme işlemi sonucunda 250, 180,125,90,63 u'luk eleklerin ve 63 u'nun altındaki tavanın içinde bulunan toz atıklar ayrı ayrı hassas dijital tartı aletinde tartılarak elde edilen elek üstü verileri kaydedilmiştir. Bu verilerden yararlanarak her numunenin kümülatif elek üstü eğrisi belirlenmiştir. Mermer toz atık numunelerinin kimyasal analizleri X-Ray spektrometre cihazıyla yapılmıştır. Bu analizlerde numuneler, 105 °C'de kurularak 200 u'nun altına kadar öğütülmüştür. Daha sonra numunelerin üzerinden mıknatıs geçirilerek kabaca temizlenmiştir. Numuneler, tablet formuna getirilerek analize hazırlanmıştır. Analiz sonucunda numunelerin CaO, Fe₂O₃, MgO, SiO₂ ve Al₂O₃ oranları belirlenmiştir. Analiz sonucu belirlenen CaO değerleri, 1/0,56 katsayısı ile çarpılarak CaCO₃ oranları tespit edilmiştir. Toz atık numunelerinin beyazlık analizi, görsel yöntemle yapılmıştır. Laboratuarda bir kap içerisinde, saf su ve mermer tozu numunesi spatula ile karıştırılarak bir müddet beklenmiştir. Daha sonra karışım içerisinde askıda yüzen, beyazlığı bozan koyu renkli madde olup olmadığı gözlenmiştir. Mermer fabrikalarından çıkan mermer toz atıklarının nem oranı, fabrikanın uyguladığı artım yöntemine göre değişmekle birlikte, % 1'in çok üstünde olması nedeniyle laboratuvar koşullarında nem ölçümüne gerek duyulmamıştır.

3.BULGULAR

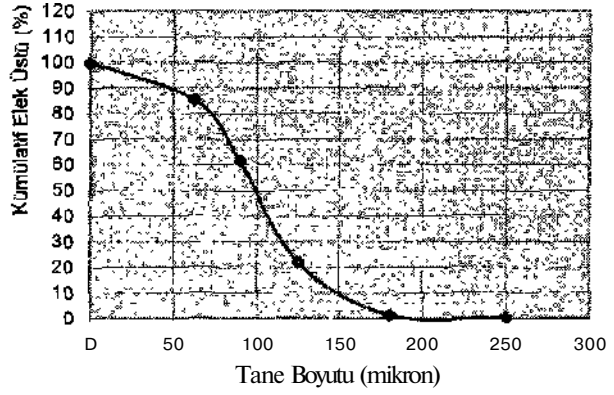
3.1. Elek Analizleri

Derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılan kalsitin tane boyutu dağılımı önemli kriterlerden biridir. Tane boyutu dağılımı, ürünün kalitesini etkilemekte, İri tane varlığı, derz dolgu malzemesinin uygulanması aşamasında problem oluşturmaktadır. Ayrıca derzin dayanımını da etkilemektedir. Kalsitin tane boyutunun kabaca 250 u. ve altı olması istenir. Ancak 250 u.'nun altındaki boyut dağılımı da önemlidir. Derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılan standart kalsitin elek analizi değerleri Tablo 1 ,de görülmektedir.

Tablo 1. Derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılan standart kalsitin elek analizi değerleri

Tane Boyutu (fi)	Elek Üstü (%)	Kümülatif Elek Üstü (%)
+250	0.10	0.10
-250+180	1.00	1.10
-180+125	20.90	22.00
-125+90	39.50	61.50
-90+63	23.80	85.30
-63 (tava)	14.50	99.80
TOPLAM	99.80	

ÖĞÜTÜLMÜŞ STANDART KALSİT



Şekil 1. Derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılan standart kalsitin kümülatif elek üstü eğrisi

Laboratuarda elektrikli eleme cihazıyla eleme işlemine tabi tutulan Afyon Şeker, Rozalya, Bilecik Bej, Karışık (1) ve Karışık (2) mermerlerine ait toz atık numunelerinin elek analizi değerleri ve bu değerlere göre çizilen kümülatif elek üstü değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 2. Afyon Şeker mermerine ait toz atıkların elek analizi değerleri

Tane Boyutu (u)	Elek Üstü (%)	Kümülatif Elek Üstü (%)
+ 250	27.75	27.75
-250+180	15.20	42.95
-180+125	26.90	69.85
-125+90	22.11	91.96
-90+63	5.54	97.50
-63 (tava)	2.43	99.93
TOPLAM	99.93	

Tablo 3. Rozalya mermerine ait toz atıklarının elek analizi değerleri

Tane Boyutu (u)	Elek Üstü (%)	Kümülatif Elek Üstü (%)
-250	24.57	24.57
-250+180	20.59	45.16
-180+125	26.12	71.28
-125+90	21.04	92.32
-90+63	6.08	98.40
-63 (tava)	1.41	99.81
TOPLAM	99.81	

Tablo 4. Bilecik Bej mermerine ait toz atıklarının elek analizi değerleri

Tane Boyutu (u)	Elek Üstü (%)	Kümülatif Elek Üstü (%)
+250	29.89	29.89
-250+180	43.25	73.14
-180+125	20.45	93.59
-125+90	5.56	99.15
-90+63	0.52	99.67
-63 (tava)	0.27	99.94
TOPLAM	99.94	

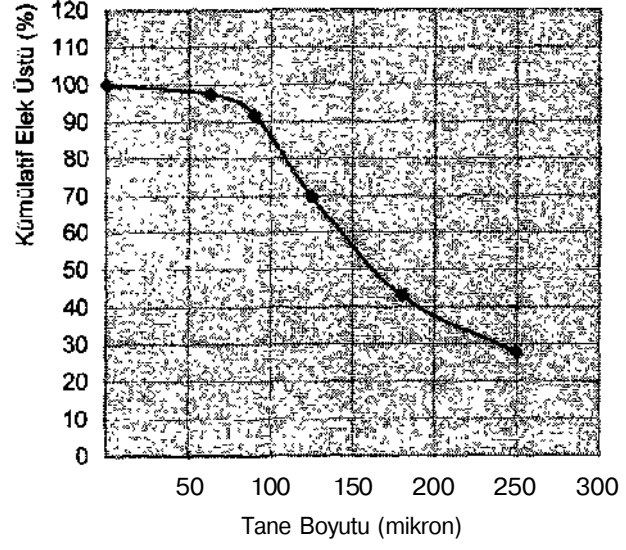
Tablo 5. Karşık (1) türde mermerlere ait toz atıkların elek analizi değerleri

Tane Boyutu (u)	Elek Üstü (%)	Kümülatif Elek Üstü (%)
+250	43.27	43.27
-250+180	33.18	76.45
-180+125	15.50	91.95
-125+90	5.09	97.04
-90+«	1.75	98.79
-63 (tava)	1.10	99.89
TOPLAM	99.89	

Tablo 6. Karşık (2) türde mermerlere ait toz atıkların elek analizi değerleri

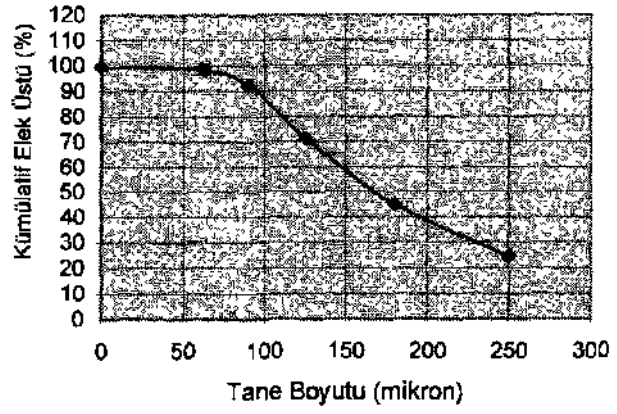
Tane Boyutu (i)	Elek Üstü (%)	Kümülatif Elek Üstü (%)
+250	34.88	34.88
-250+180	30.43	65.31
-180+125	24.15	89.46
-125+90	6.39	95.85
-90+63	3.83	99.68
-63 (tava)	0.20	99.88
TOPLAM	99.88	

AFYON ŞEKER



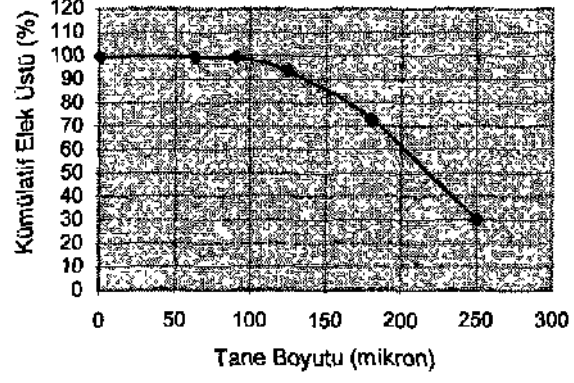
Şekil 2. Afyon Şeker mermerine ait toz atıklarının kümülatif elek üstü eğrisi

ROZALYA



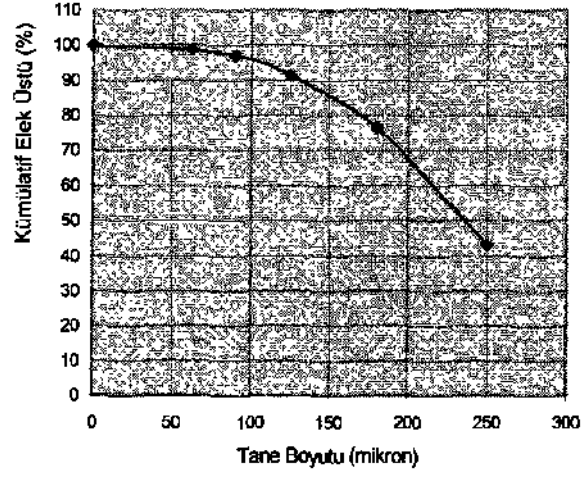
Şekil 3. Rozalya mermerine ait toz atıkların kümülatif elek Üstü eğrisi

BİLECİK BEJ



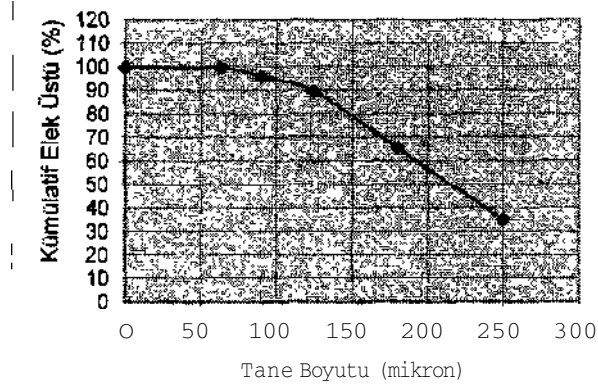
Şekil 4. Bilecik Bej mermerine ait toz atıkların kümülatif elek üstü eğrisi

KARIŞIK 1



Şekil 5. Karışık (1) türde mermerlere ait toz atıkların kümülatif elek üstü eğrisi

KARIŞIK (2)



Şekil 6. Karışık (2) türde mermerlere ait toz atıkların kümülatif elek üstü eğrisi

Bu elek analizleri ve elek üstü eğrileri incelendiğinde, mermer fabrikalarından üretim atığı olarak çıkan mermer toz atıklarına ait tane boyut dağılımının, mermerin türüne ve işleme prosesine göre farklılıklar gösterdiği anlaşılmaktadır. Elek analizlerine göre, 250 u'dan büyük tane oranının %25-43, 250-180 u. arası tane oranının %15-43, 180-125 u arası tane oranının %15-26, 125-90 u. arası tane oranının %5-22, 90-63 u arası tane oranının %0.55-6, 63 n'nun altındaki tane oranının ise %0.2-2.4 arasında değiştiği görülmektedir. Bu elek üstü değerleri ile derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılan standart kalsitin elek üstü değerleri Tablo 7'de görülmektedir.

Tablo 7. Mermer toz atıklarının elek üstü değer aralıkları ile standart kalsitin elek üstü değerleri

Tane Boyutu (u)	Toz Atık Değer Aralığı(%)	Kalsit Elek Üstü (%)
+250	25^3	0.10
-250+180	15^3	1.00
-180+125	15-26	20.90
-125+90	5-22	39.50
-90+63	0.5-6	23.80
-63 (tava)	0.2-2.4	14.50
TOPLAM		99.80

Tablo 7'deki değerler incelendiğinde, mermer fabrikası toz atıklarının tane boyutu dağılım oranı değerlerinin derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılabilir nitelikte olmadığı anlaşılmaktadır. Sadece 180-125 u arası değerlerin standart kalsitin elek üstü değerine yaklaştığı anlaşılmaktadır.

3.2. Kimyasal Analizler

Derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılacak kalsitin CaCO oranının %95'in üzerinde olması istenir. Bu nedenle mermer toz atıkların kimyasal analiz sonuçları, X-Ray spektrometre cihazıyla kimyasal analize tabi tutulmuştur. Her numune için ölçülen değerler aşağıda sunulmuştur.

Tablo 8. Afyon Şeker mermerinin toz atıklarının kimyasal analiz sonuçları

	1. Değer (%)	2. Değer (%)	Ortalama (%)
CaO	53.505	53.508	53.506
Fe ₂ O ₃	0.104	0.104	0.104
MgO	0.117	0.114	0.115
Si ₂ O ₃	0.271	0.272	0.271
Al ₂ O ₃	0.244	0.244	0.244
CaCO ₃	95.544	95.549	95.546
Kızdırma Kaybı	41.927	41.933	41.930

Tablo 9. Rozalya mermerinin toz atıklarının kimyasal analiz sonuçları

	1. Değer (%)	2. Değer (%)	Ortalama (%)
CaO	53.345	53.371	53.358
Fe ₂ O ₃	0.122	0.124	0.123
MgO	1.288	1.292	1.290
Si ₂ O ₃	0.231	0.232	0.232
Al ₂ O ₃	0.249	0.249	0.249
CaCO ₃	95.258	95.305	95.282
Kızdırma Kaybı	43.333	43.358	43.345

Tablo 10. Bilecik Bej Mermerinin toz atıklarının kimyasal analiz sonuçları

	1. Değer (%)	2. Değer (%)	Ortalama (%)
CaO	53.340	53.342	53.341
Fe ₂ O ₃	0.132	0.134	0.133
MgO	0.804	0.806	0.805
Si ₂ O ₃	0.531	0.533	0.532
Al ₂ O ₃	0.240	0.240	0.240
CaCO ₃	95.249	95.253	95.251
Kızdırma Kaybı	43.353	43.357	43.355

Tablo 11. Karışık (1) türde mermerlere ait toz atıkların kimyasal analiz sonuçları

	1. Değer (%)	2. Değer (%)	Ortalama (%)
CaO	51.885	51.890	51.887
Fe ₂ O ₃	0.265	0.264	0.264
MgO	9.772	9.811	9.792
Si ₂ O ₃	0.862	0.848	0.855
Al ₂ O ₃	0.358	0.357	0.358
CaCO ₃	92.651	9.660	92.655
Kızdırma Kaybı	51.434	51.479	51.457

Tablo 12. Karışık (2) mermer türlerine ait toz atıkların kimyasal analiz sonuçları

	1. Değer (%)	2.Deger (%)	Ortalama (%)
CaO	52.947	52.943	52.945
Fe ₂ O ₃	0.135	0.134	0.135
MgO	1.554	1.523	1.538
SiO ₂	0.159	0.152	0.156
Al ₂ O ₃	0.278	0.279	0.279
CaCO ₃	94.548	94.541	94.544
Kızdırma Kaybı	43.310	43.273	43.292

Kimyasal analiz sonuçlarına göre, Afyon Şeker, Rozalya, Bilecik Bej mermerlerine ait toz atık numunelerinin CaCO₃ oranları %95'in üzerinde hesaplanmıştır. Karışık(1) ve Karışık (2) mermer toz atıklarına ait numunelerinin CaCO₃* oranları sırasıyla %92.655 ve %94.544 olarak hesaplanmıştır. Bu oranların düşük olması, fabrikalarda işlenen mermer türlerinin Özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

3.3. Beyazlık Analizleri

Laboratuarda görsel yöntemle yapılan beyazlık analizi sonucunda, mermer toz atık numunelerinin beyazlığı uygun bulunmamıştır. Sadece Bilecik Bej mermerine ait toz atık numunesinin beyazlığı yeterli bulunmuş, diğer numunelerin içinde yabancı madde görülmüştür. Bu durumun, Üretim esnasında gerek kesme, gerekse parlatma işlemindeki aşındırıcıların sürtünme nedeniyle kırılarak mermer tozlarına karışmasından kaynaklandığı, ayrıca mermerin doğal yapısında bulunabilen safsızlıklardan olabileceği düşünülmektedir.

3.4. Nem Oranı

Derz dolgu malzemesi üretiminde, kalsit beyaz çimentoyla karıştırıldığı için nemli malzeme, çimentonun pnzlenmesine neden olmakta ve ürün kalitesini etkilemektedir. Bu nedenle, derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılan kalsitin nem oranının %'i geçmemesi istenir. Mermer fabrikalarından çıkan toz atıkların nem oranı, fabrikanın uyguladığı artım yöntemine göre değişmekle birlikte % 1'in çok üstündedir. Bu nedenle, fabrikalardan alınan mermer toz atık numunelerinin nem oranı ölçülmemiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Mermer fabrikalarında açığa çıkan mermer tozu atıklarının, derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılabilmesi için gerekli özellikler, tane boyut dağılımı, kimyasal bileşiminin uygunluğu (yüksek CaCO₃ oranı), beyazlık (yabancı madde içermeme) ve nem oranı olarak belirlenmiştir. Mermer toz atık numunelerinin bu özelliklerinin incelenmesi sonucunda şu sonuçlar elde edilmiştir.

Afyon Şeker, Bilecik Bej ve Rozalya türlerine ait mermer atık tozlarının CaCO₃ oranı yeterli düzeyde (% 95-96) bulunmuştur. Karışık türlere ait numunelerin CaCO₃ oranı ise daha düşük bulunmuştur (% 92-94). Mermer toz atıklarının tane boyut dağılımları, derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılacak ideal kalsitin tane boyut dağılımına uymamaktadır. Beyazlık analizi sonucu, Bilecik Bej mermerine ait atık tozların uygun olduğu, diğerlerinin

bünyesinde yabancı maddeler içerdiği ve uygun olmadığı tespit edilmiştir. Nem oranlarının ise bu sektörde kullanım için çok yüksek olduğu anlaşılmıştır

Mermer fabrikalarından üretim atığı olarak çıkan mermer tozlarının derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılabilmesi için, kurutulması, İçerisinde bulunan istenmeyen yabancı maddelerden temizlenmesi ve eleme-öğütme işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Bu atıklardan kırma işlemine gerek kalmadan, eleme-öğütmeyle uygun boyutlu malzeme eldesi mümkün görünmektedir. Eleme-öğütme, kurutma ve temizleme maliyeti, mermer toz atıklarının bu sektörde değerlendirilmesi açısından dezavantaj oluşturmaktadır. Ancak, mermer toz atıklarının temizlenmesi konusunda yapılan bir çalışmada, flotasyon yöntemiyle ekonomik olarak zenginleştirme işleminin yapılabileceği bildirilmiştir [5].

Çalışma sonucu elde edilen bulgulara göre, mermer toz atıklarının derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılabilirliğine dair maliyet analizlerinin yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. Piyasa koşullarında, kalsitin maliyeti ile, mermer toz atıklarını kurutma, temizleme, öğütme maliyetleri araştırılarak karşılaştırılmalıdır. Ekonomiklik analizlerinin olumlu olması durumunda, mermer toz atıklarının derz dolgu malzemesi üretiminde kalsitin yerine kullanılması mümkün görülmektedir. Özellikle mermer fabrikalarının yoğun olduğu bölgelerde, mermer fabrika işletmecilerinin birlikte kuracakları eleme-öğütme, kurutma ve temizleme tesisi vasıtasıyla mermer toz atıklarını endüstriyel kullanıma sunmaları, hem ekonomiye hem de işletmecilere artı değer sağlayabilir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, laboratuvar çalışmalarına olanak veren, KALEKİM İsparta Fabrikası ve GÖLTAŞ Çimento Fabrikası Laboratuvarları çalışanlarına ve yöneticilerine teşekkür eder.

KAYNAKLAR

1. Yıldız, Ö., Eskikaya, Ş., Afyon Mermeri Toz Atıklarının Değerlendirilmesi, Türkiye I. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 45-52, (1995).
2. Köse, H.M., Diker, M., Maden ve Madencilğe Dayalı Sanayilerin Türkiye Ekonomisine Katkısı. 3. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 1-5, (1999).
3. TSE, Bİna İnşaatı-Derz Malzemeleri-Derz Sızdırmazlık Malzemeleri-Terimler, TS 5892, 3 s., (1988)
4. KALEKİM İsparta Fabrikası, Kişisel Görüşme
5. Tosun, I.Y., Mermer Toz Atıklarının Temizlenmesi, Doğal Yapı ve Kaplama Taşı Mermer Teknolojisi Dergisi, Sayı: 1, 15-18,(1996).

