

Mermer Tozu/Polyester Kompozitlerde Dolgu Oranının Mekanik Özelliklere Etkileri

Metin GÜRÜ* Yüksel AKYÜZ Emin AKIN**

* Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü, ANKARA

** Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İleri Teknolojiler Anabilim Dalı, ANKARA

ÖZET

Günümüzde mermer işletmelerinde açığa çıkan atık tozlar gerek ekonomik, gerekse çevresel yönden önemli etkilere sahiptir. Atık mermer tozlarının sanayinin çeşitli dallarında değerlendirilmesi mümkündür. Çalışmada polyester matrisli kompozit malzeme üretimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen malzemelerin mekanik özellikleri incelenmiştir. Mermer/polyester oranları kütlece 3; 3,5; 4; 4,5 ve 5 olarak değiştirilmiştir. Test sonuçları mermer/polyester oranının 4 olduğu durumda malzemenin diğerlerine göre daha yüksek mukavemet ve sertlik değerlerine sahip olduğunu göstermiş olup, en iyi SEM görüntüleri de bu oranda alınmıştır. Optimum oranda elde edilen numunedeki ölçülen sertlik Shore A cinsinden 96, Vickers sertliği 186,3 kg/mm² ve üç noktadan eğmede çekme mukavemeti değeri ise 60,17 N/mm² olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler : Mermer tozu, polimer kompozit malzeme, SEM

Effects of Filler Ratio on Mechanical Properties at Marble Powder/Polyester Composites

ABSTRACT

Marble dust, a by-product of the marble industry, has environmental and economic impact. Marble dust is utilized in several industrial processes. In this study the manufacturing of composite material with polyester matrix was realized and the mechanical properties of obtained materials were examined. Marble/polyester ratio was varied as 3; 3,5; 4; 4,5 and 5. The best micrograph of SEM was recorded at the marble/polyester ratio of 4. This composite material demonstrated the highest hardness (96 Shore A; 186.3 kg/mm² Vickers) and three point bending strength (60,17 N/mm²) values.

Key words : Marble powder, polymer composite material, SEM

1. GİRİŞ

Mermerler, kalker (CaCO₃) ve dolomitik kalkerlerin (CaMg(CO₃)₂) ısı ve basınç altında metamorfizmaya uğrayarak tekrar kristalleşmesi sonucunda yeni bir yapı kazanmalarıyla meydana gelen taşlardır. Bu genel metamorfizma, oldukça derinlerde şiddetli basınç ve sıcaklığın etkisiyle olmaktadır.

Mermer potansiyeli bakımından oldukça iyi olan ülkemizde mermerlerin gerek çıkarılışı gerekse işlenişi sırasında önemli miktarlarda kayıp olmaktadır. Çoğu mermer işletmelerinin bu konuda yeterli bilgiye sahip olmaması, gelişen teknolojiyi izleyememesi ve ocaklarda patlayıcı madde ve kompresör gibi ilkel metotların kullanılması bu kaybın artmasına yol açan başlıca nedenlerdir. Söz konusu mermer kaybı çoğu zaman %50 civarında olmaktadır (1).

Kayıp mermer tozlarının sadece ekonomik yönden değil çevre yönünden de oldukça önemli etkileri olmaktadır. Ülkemizdeki mermer işleme tesislerinin çokluğu özellikle bu tesislerin yoğunlaştığı bölgelerde çevre ve tabii güzelliği bozan mermer atık sahalarının yoğunlaşmasına neden olmuştur (2).

Gerek mermerlerin çıkarılması gerekse işlenmesi sırasında atık olarak depolanan mermer tozlarının sanayinin çeşitli dallarında çok değişik amaçlar için kullanılması mümkün olmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar bu uygulamaları arttırmaktadır. Bu tozların kullanılması ekonomik yönden kazanç sağlarken, atık tozların çevresel etkilerini de bertaraf etmektedir.

Terzi ve arkadaşları (3) mermer toz atıklarının asfalt betonunda agrega tozuna alternatif olarak dolgu malzemesi şeklinde kullanımını araştırmışlar; özellikle mermer tozunun yaygın olarak bulunduğu bölgelerde taşıma ve kurutma maliyetinin taş tozu filler maliyetini geçmediği kesimlerde, asfalt betonu karışımlarında agrega tozu yerine mermer tozlarının kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Hirostova ve arkadaşları (4) mermer tozlarının dolgu şeklinde kullanımı için polyester matrisli kompozit malzeme üretmişler ve mermer dolgu malzemenin fiziksel yaşlanmasına olan etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla teorik olarak geliştirdikleri modeli deneysel sonuçlarla karşılaştırmışlardır.

Khristova ve arkadaşları (5) epoksi reçine ve mermer tozlarından oluşan kompozit malzemenin de-

formasyon özellikleri üzerine bir çalışma yürütmüşler, epoksi reçine ile mermer tozlarının etkileşim bölgelerinde malzemenin deformasyona uğradığını tespit etmişlerdir.

Garcia ve arkadaşları (6) mermer artıklarının kimyasal analizlerini gerçekleştirmişler ve yapıda %99 oranında karbonat içeren taneciklerin varlığını tespit etmişlerdir. Buradan yola çıkarak seramik ürünlerin eldesinde mermer artıklarının kullanılabilceğini belirtmişlerdir. Bu amaçla duvar kaplamalarda kullanılan seramik malzeme üretmek amacıyla kalsit ve dolomit içerisinde az miktarda mermer tozu ilavesinin de mümkün olabileceğini göstermişlerdir.

Ali ve arkadaşları (7) geleneksel olarak kullanılan kireç, çimento gibi sıva malzemelerinin bir takım kimyasal ve fiziksel değişiklikler karşısında dayanıksızlığını gidermek amacıyla mermer tozlarından yararlanılabileceğini göstermişlerdir. Mermer tozu ve hidrolik bileşiklerden oluşan karışımla yapılan sıvaların çok değişik hava şartlarına karşı dayanıklı olduğunu test etmişlerdir.

Ohama (8) beton-polimer kompozit malzeme konusunda son yıllarda yapılan çalışmaları derleyen bir çalışma yürütmüştür.

Bu çalışmada; mermer tozları ile polyester matrisli kompozit malzeme üretimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen kompozit malzemenin mekanik özellikleri incelenmiştir.

2. DENEYSSEL ÇALIŞMA

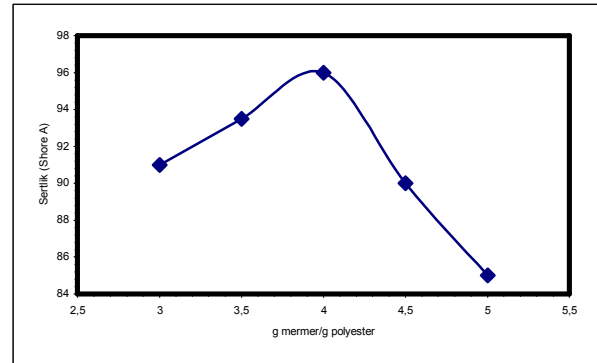
Deneysel çalışmada Afyon bölgesinden getirilen mermer tozları değişik oranlarda bağlayıcı olarak kullanılan polyester ile karıştırılmıştır. Mermer tozları ile polyester arasındaki etkileşimi kolaylaştırması için karışıma polyester miktarının %0.1' i oranında hızlandırıcı ve sertleştirici ayrı ayrı ilave edilmiştir. Karışım bir kalıp içerisine doldurulmuş ve 3 saat süreyle bekletilmiştir. Bu süre zarfında sertleşen numuneler 40°C'a ayarlanmış etüvde neminin giderilmesi amacıyla 2 saat bekletilmiştir. Çalışmada mermer tozu/polyester oranları kütlece 3; 3,5; 4; 4,5 ve 5 olarak değiştirilmiştir. Hızlandırıcı olarak kobalt naftanat, sertleştirici olarak da metil etil keton peroksit kullanılmıştır.

Elde edilen örneklerin sertlik ölçümleri Durotech marka M202 model Shore sertlik cihazı ve Shimadzu marka HMV model mikrosertlik cihazı ile, üç noktadan eğme testleri Shimadzu marka AG-I model çekme cihazı ile gerçekleştirilmiş ve mikro yapı analizleri ise Jeol marka 6360 model taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile aydınlatılmıştır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Elde edilen örneklerin sertlik değerleri öncelikle Shore A cinsinden ölçülmüştür. Malzemedeki homojenliğin tam olarak sağlanamaması ihtimali dikkate alınarak numunenin değişik bölgelerinde ölçümler tekrarlanmış ve her bir örnek için bu değerlerin ortalaması

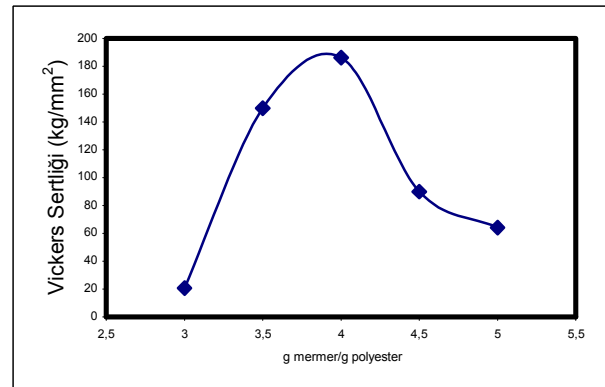
alınmıştır. Şekil 1'de mermer/polyester oranlarına karşı ölçülen sertlik değerleri görülmektedir.



Şekil 1. Shore sertlik değerlerinin g mermer/g polyester oranına göre değişimi

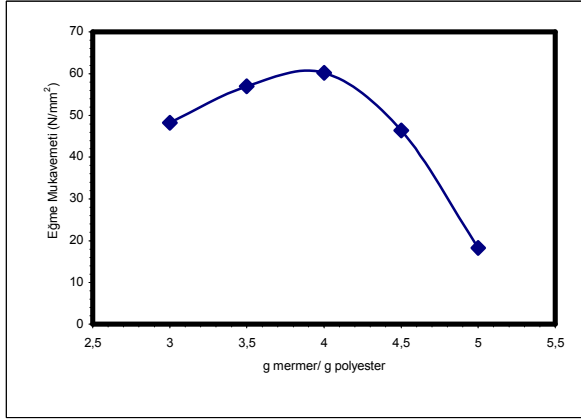
Şekil 1'de de görüldüğü gibi mermer/polyester oranının 4 olduğu örnek en yüksek sertlik değerine sahiptir. Söz konusu örneğin ortalama olarak elastik sertliği Shore A cinsinden 96 civarında ölçülmüştür.

İkinci olarak numunelerin penetrasyon sertliklerini belirlemek üzere Vickers sertlikleri ölçülmüştür. Mikrosertlik sonuçları da shore sertlik değerlerine benzer bir davranış göstermiş olup, Şekil 2'de mikrosertlik sonuçları verilmektedir. Şekilden de görüleceği gibi en yüksek sertlik değeri yine mermer/polyester oranı 4 olan numuneye aittir. Söz konusu numunenin penetrasyon sertliği 186,3 kg/mm² olarak kaydedilmiştir.



Şekil 2. Vickers sertlik değerlerinin g mermer/g polyester oranına göre değişimi

Şekil 3'de ise örneklerin üç noktadan eğme testlerinin sonuçları görülmektedir. Grafikten de anlaşılacağı üzere yine mermer/polyester oranı 4 olan örneğin diğerlerine göre daha fazla eğme mukavemetine sahip olduğu görülmektedir. Örnek için ölçülen üç noktadan eğmede çekme mukavemeti 60,17 N/mm²'dir.



Şekil 3. Üç noktadan eğme mukavemetinin g mermer/g polyester oranına göre değişimi

Her üç test sonuçlarına bakıldığında mermer/polyester oranı kütlece 3'ten 4'e arttıkça mekanik özelliklerinde önemli artışlar kaydedilmiş olup, daha yüksek oranlarda ise mekanik özelliklerinde düşüşler tespit edilmiştir. Bu değişim mermer tozlarını çevreleyen polyester ile tanecikler arasındaki adezyon kuvvetlerinin değişiminden kaynaklanmaktadır. Yüksek mer-

Mermer/polyester oranının kütlece 3, 4 ve 5 olduğu kompozit numunelerinin kesitinden alınan SEM görüntüleri Şekil 4'te verilmekte olup, en iyi homojen dağılmış faz görüntüleri mermer/polyester oranı 4 olan numunede kaydedilmiştir. Bu sonuçlar söz konusu örnekte mermer ile polyester arasındaki etkileşimin diğerlerine oranla çok daha iyi olduğu kanaatini doğrulamaktadır.

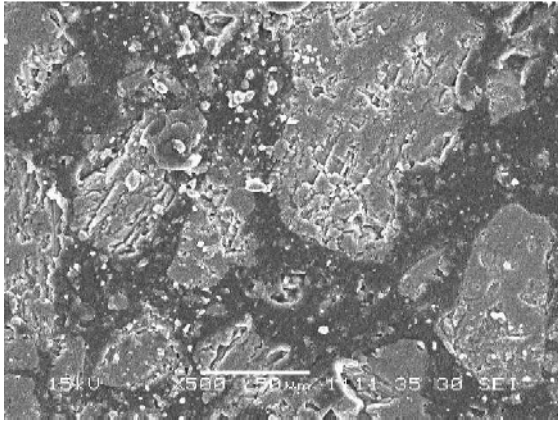
Tarım alanlarına, sağlığa ve çevreye olumsuz etkileri olan mermer tozlarının bu araştırma sonucunda elde edilen polyester esaslı kompozit malzeme ile bir taraftan kirlilik önlenirken diğer taraftan ekonomiye önemli kazançlar sağlanabilecektir.

4. TEŞEKKÜR

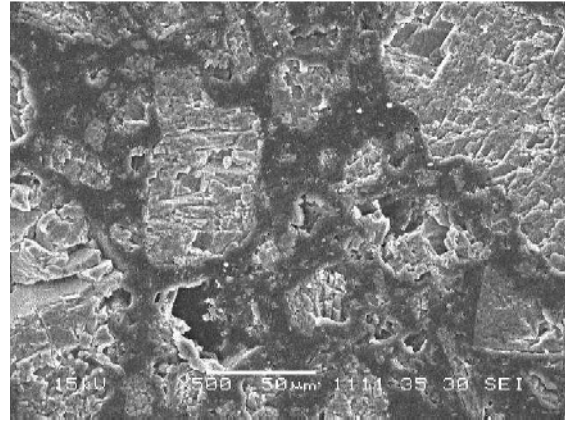
Bu çalışma 2001K120590 nolu DPT Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

5. KAYNAKLAR

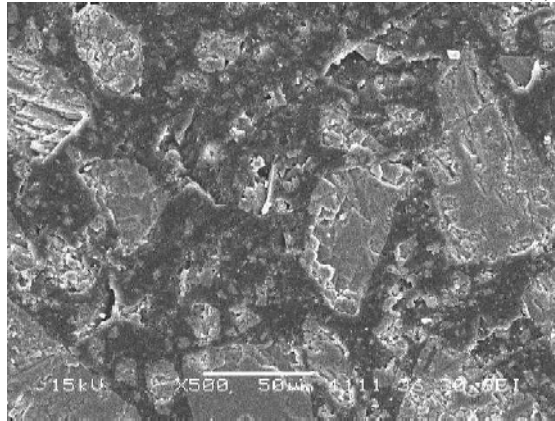
1. Bilgin, M., Çakır, E., Mermer Araştırması, İstanbul Ticaret Odası, 1998.
2. Şentürk, A., Gündüz, L., Tosun, Y. İ., Sarıışık, A., Mermer Teknolojisi, SDÜ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta, 1996.



(a)



(b)



(c)

Şekil 4. Numunelerin SEM fotoğrafları a) 3 ; b) 4 ; c) 5

mer/polyester oranlarında tanecikleri bir arada tutan bağlayıcı yetersiz kalmaktadır. Bu durum sertlik ve üç noktadan eğme dayanımını olumsuz etkilemektedir.

3. Terzi, S., Karşahin, M., Mermer Toz Atıklarının Asfalt Betonunda Filler Olarak Kullanımının Araştırılması, Teknik Dergi, Cilt: 193, 2903-2922, 2003.

4. Hristova, J., Valeva, V., Ivanov, J., Aging and filler effects on the creep model parameters of thermoset composites, *Composites Science and Technology*, Cilt:62 ,1097-1103, 2002.
5. Khristova, Y., Aniskevich, K., Prediction of creep of the epoxy resin filled with marble inclusions, *Mechanic Composite Material*, Cilt:30 , 590-599, 1994.
6. Garcia, J., Mallol, C., Bou, E., Silva, G., Fernandez, J., Molina, A., Romera, J., *Recycling* Marble working wastes in manufacturing ceramic products, *CFI Ceramic Forum International*, Cilt:80 , E84-90, 2003.
7. Ali, M.M., Agarwal, S.K., Solankey, A.K., Handoo, S.K., High – Performance, marble-like plaster coatings, *National Council for Cement and Building Materials*, 1999.
8. Ohama, Y., Recent progress in concrete-polymer composites, *Advanced Cement Based Materials*, Cilt:5, 31-40, 1997.