

## DYPE Matriksli SiO<sub>2</sub> Dolgulu Kompozit Yapı Malzemeleri

Akın AKINCI\*

### ÖZ

Düşük yoğunluklu polietilen (DYPE) matriksli, silisyum dioksit (SiO<sub>2</sub>) dolgulu kompozit yapı malzemelerinin üretimi ve karakterizasyonu bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Farklı kompozisyonlarda hazırlanan polimer matriksli partikül takviyeli kompozit malzemeler, enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilmiştir. Numuneler, 3 noktalı eğme mukavemeti, young modülü, sertlik, yoğunluk deneyleri ve mikroyapı incelemeleri ile karakterize edilmiştir. Ağırlıkça, %30 DYPE matriksli %70 SiO<sub>2</sub> dolgulu kompozit malzemenin mekanik ve yapısal özelliklerinin üretilen diğer malzemelerden daha iyi olduğu görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** DYPE, SiO<sub>2</sub>, kompozit, kiremit.

### ABSTRACT

#### LDPE Matrix SiO<sub>2</sub> Filled Composite Building Materials

Production and characterization of silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>) filled low density polyethylene (LDPE) matrix composite building materials are the aim of this study. Particle filled polymer matrix composite materials prepared different compositions are manufactured injection moulding technique. Samples are characterized with 3 point flexural strength, elastic modulus, hardness, density tests and microstructure investigations. Mechanical and structure properties of 70 wt.% SiO<sub>2</sub> filled 30wt.% LDPE matrix materials are shown better than other produced materials.

**Keywords:** LDPE, SiO<sub>2</sub>, composite, tile.

### 1. GİRİŞ

Son yıllarda, özellikle yapı malzemesi olarak kullanılan partikül dolgulu polimer matriksli kompozit malzemeler konusundaki araştırmaların sayısı artmıştır. Bu çalışmalardan birinde, Zahran [1], kum dolgu/takviyeli polietilen kompozit sisteminin çekme özelliklerine kum ilavesinin etkisini araştırmıştır. Kum ilavesiyle çekme mukavemeti ve akma gerilmesi düşmektedir. Küçük tane boyutlu (<350µm) kumda polimer ile etkileşim yüzey alanının yüksek olması sebebiyle, mekanik özellikler yükselmektedir. Ren ve arkadaşları [2] tarafından yapılan bir çalışmada polipropilen ve polipropilen + %5 etilen kopolimerinin mekaniksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla, uyumlaştırıcı olarak titanat ile birlikte

---

Not: Bu yazı

- Yayın Kurulu'na 12.01.2009 günü ulaşmıştır.
- 30 Haziran 2010 gününe kadar tartışmaya açıktır.

\* Sakarya Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Sakarya -akinci@sakarya.edu.tr

## *DYPE Matriksli SiO<sub>2</sub> Dolgulu Kompozit Yapı Malzemeleri*

yüksek oranda dolgu malzemesi (hacimce %43,8) kullanılmıştır. Putsak ve arkadaşlarının [3] yaptığı çalışma da izostatik polipropilen (iPP) matrisli silika dolgulu kompozit malzemenin çeşitli mekanik özellikleri incelenmiştir. Vu ve arkadaşlarının [4], yaptığı çalışmada, silika dolgularının polidimetilsiloksan matris içerisinde kullanılabilirliğini incelemektedir. Liu ve arkadaşları [5], polietilen oksit (PEO) matris içerisine ilave edilmiş lityum tetraflorborat (LiBF<sub>4</sub>) ve SiO<sub>2</sub>' nin matriks üzerindeki etkilerini incelemiştir. İnşaat sektöründe polimerlerin kullanımı avantajlıdır ve kullanımları hızla artmaktadır. İç mekan panelleri, yapısal olmayan uygulamalar ve çatılar yapı malzemesi olarak kullanım alanlarından bazılarıdır. Mukavemet, su emme, dona dayanım, UV ışınlarına ve yanmaya karşı direnç hafif yapı malzemelerinden beklenen özelliklerden bazılarıdır. Polimerik esaslı hafif malzemeler, özellikle deprem sırasında binaların ölümcül etkilerini minimize etmekte, iyi termal yalıtıklık sağlamakta, taşıma ve montaj sırasında düşük maliyetiyle diğer malzemelere karşı avantaj sağlamaktadır [6-9]. Bu çalışmada, yapı malzemesi olarak kullanım amaçlı düşük yoğunluklu polietilen matrikse, ağırlıkça %50 ve %70 oranlarında ilave edilen silisyum dioksitin üretilen kompozit malzemenin mekanik ve fiziksel özellikleri deneysel olarak incelenmiştir.

## **2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR**

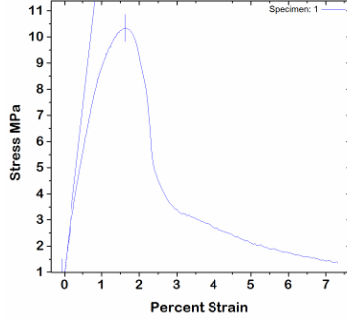
Deneysel çalışmalar için numune üretiminde, dolgu malzemesi olarak Birleşik Arap Emirlikleri (B.A.E.) 'nden temin edilen çöl kumu ve matriks malzemesi olarak Türkiye' de üretilen 1-40 µm tane boyutuna sahip partikül formunda birinci kalite düşük yoğunluklu polietilen kullanılmıştır. Kum, önce 250 µm elekten elenmiş ve elek altı malzeme kompozit üretiminde kullanılmıştır. DYPE matrikse, ağırlıkça %50 ve %70 oranlarında ilave edilen çöl kumu içeren deneysel kompozit numuneler, enjeksiyon kalıplama tekniği kullanılarak standartlara göre hazırlanan kalıplar da üretilmiştir. Proses parametrelerinden enjeksiyon basıncı 5 MPa, kalıp basıncı 9 MPa, kalıp sıcaklığı 30 °C, kalıpta kalma süresi 30 s. ve zon sıcaklıkları sırasıyla 165, 175, 180 °C olarak seçilmiştir. 3 noktalı eğme mukavemeti ASTM D 790, sertlik ASTM 2240, yoğunluk ASTM D 792 standartlarına uygun olarak ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Eğme deneyi sonrası kırık yüzey incelemelerinde Leica MZ 75 model stereo mikroskop kullanılmıştır.

## **3. DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA**

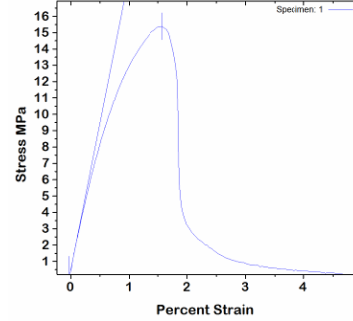
Kompozit malzemelerin mekanik ve fiziksel özellikleri Tablo 1' de verilmektedir. %50 ve %70 kum dolgu içeren DYPE kompozit malzemenin gerilme-yüzde uzama diyagramları Şekil 1' de gösterilmektedir. Dolgu içeriğine bağlı olarak malzeme özelliklerinin değişimini gösteren grafikler Şekil 2' de verilmektedir. Tablo 1 ve Şekil 1' den görüldüğü üzere değerlendirilen eğme mukavemeti değerleri, gerilme-yüzde uzama diyagramlarından elde edilen maksimum mukavemet değerleridir.

*Tablo 1 Kum dolgulu DYPE in mekanik ve fiziksel özellikleri*

Kum İçeriği (% ağı.)	Eğme Muk. (MPa)	Young Modülü (MPa)	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Sertlik (Shore D)
0	6.44	138.68	0.94	45.50
50	10.35	1269.06	1.52	53.60
70	15.39	1806.91	1.91	66.92

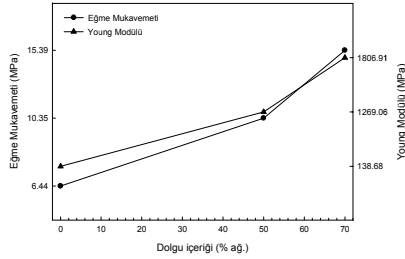


a)

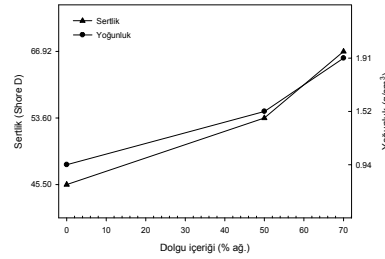


b)

Şekil 1 a) %50 kum dolgu içeren, b) %70 kum dolgu içeren DYPE kompozit malzemenin gerilme-yüzde uzama diyagramları



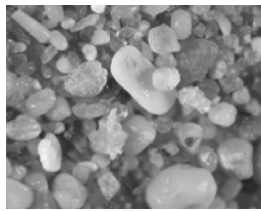
a)



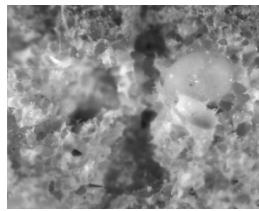
b)

Şekil 2 Kum dolgu içeriği ile a) Eğme mukavemeti ve young modülünün, b) yoğunluk ve sertliğin dolgu içeriğine bağlı olarak değişimleri

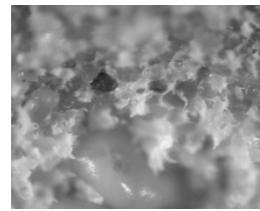
Şekil 2' den görüldüğü üzere kompozit malzemenin eğme mukavemeti değeri kum ilavesi ile artmaktadır (% 0 ağı. Kum için 6.44 MPa, % 70 ağı. kum için 15,39 MPa). Kum dolgu ilavesiyle, yoğunluk, sertlik, eğme mukavemeti ve young modülü değerlerinin arttığı açıkça görülmektedir. Sertliğin artışının sebebi, ilave edilen dolgu malzemesinin polietilen zincirlerinin hareketini kısıtlaması olarak ifade edilebilmektedir. Çöl kumu, %50 ve %70 oranlarında kum dolgu içeren DYPE kompozitin stereografik görünümü Şekil 3'de verilmektedir.



a)



b)



c)

Şekil 3 a) Çöl kumu X100, b) %50 X100, c) %70 X150 kum dolgu içeren DYPE kompozitin kırık yüzey stereografik görüntüleri

#### *DYPE Matriksli SiO<sub>2</sub> Dolgulu Kompozit Yapı Malzemeleri*

Şekil 3 b ve c' de eğme mukavemeti deneyi sonrasında kırık yüzeydeki yaklaşık 200 µm boyutlu bir kum tanesinin yerinde durduğu ve düşmediği görülmektedir. % 70 dolgu malzemesi içeren malzemenin kırık yüzeyinden elde edilen görüntüde kum oranının daha yoğun olduğu ve polietilen malzemenin çok sayıda kısa fibbersel uzama sergilediği tespit edilmiştir. Çöl kumunun polimerik malzemelere ilavesinin avantajı ise nem içeriğinin ve absorpsiyonunun çok düşük olmasıdır. Nem içeren dolgu malzemelerinin polimerlerde kullanımı, üretim sırasında su buharı çıkışına ve malzeme içyapı hatalarına sebep olmaktadır. Çöl kumu dolgulu polimerlerin üretimi sırasında herhangi bir gaz çıkışı ve üretim hatası gözlenmemiştir.

#### **4. SONUÇLAR**

Dolgu malzemesi ilavesi ile matriks malzemesinin eğme mukavemeti, young modülü, yoğunluk ve sertliği arttığı tespit edilmiştir. Kırık yüzey ve yüzey incelemelerinde kum tanelerinin polietilen matriks tarafından tamamen sarıldığı görülmektedir. Kum-DYPE kompozitler düşük maliyetli, uzun ömürlü çevreci niteliği ön planda olan polimer esaslı kompozit yapı malzemelerinden biridir. Ayrıca çalışmanın atık polietilen malzemelerden de yapılabilecek potansiyelde olması, çevre koruma açısından ayrı bir önem arz etmektedir. Kum-DYPE malzemeler ile hafif, ekonomik ve deprem etkilerini azaltan yapı malzemeleri üretilebilir. Dolgu malzemesi kullanımıyla kompozitte kullanılan plastik miktarı azaldığından, plastik tüketimi düşmektedir. Dolgu olarak kullanılan silika, ürünün maliyetini düşürmektedir. Sentetik bir malzeme olan polietilen' e silika ilavesiyle üretilen kompozit malzeme doğal olmaktadır.

#### **Kaynaklar**

- [1] Zahran, R.R., Effect of Sand Addition on The Tensile Properties of Compression Moulded Sand/Polyethylene Composite System, *Materials Letters* 34, 161-167, 1998.
- [2] Ren, Z., Shanks, R.A. and Rook, T.J., Processing and Properties of Polypropylene Composites with High Filler Content, *Polymers&Polymer Composites*, 10, 2, 173-183, 2002.
- [3] Putsak, A., Smit, I., Svab, I., and Musil, V., Silica-Reinforced Polypropylene Composites, *Microscopy*, 1-2, 2007.
- [4] Vu, B.T.N., Mark, J.E. and Schaefer, D.W., Interfacial modification for controlling silicapolysiloxane interactions and bonding in some elastomeric composites, *Composite Interfaces*, 10, 4-5, 451-473, 2003.
- [5] Liu, Y., Lee, J.Y., Hong, L., Functionalized SiO<sub>2</sub> in poly(ethylene oxide)-based polymer electrolytes, *Journal of Power Sources*, 109, 2, 507-514, 2002.
- [6] Naumova, M.V., Panova, L.G., Artemenko S. E. and Treger, Y.A., Polyethylene with low combustibility for construction applications containing chemical fibres and disperse fillers, *Fibre Chemist* 6, 31, 473-476, 1999.
- [7] Petrucci, L.J.T., Monteiro, S.N. and Rodriguez, R.J.S., Dalmaida, J.R.M., Low-cost processing of plastic waste composites, *Polymer-Plastics Technology and Engineering* 45, 865-869, 2006.
- [8] Wu, H.C., Sun, P., New building materials from fly ash-based lightweight inorganic polymer, *Construction and Building Materials* 21, 211-217, 2007.
- [9] Xanthos, M., Dey, S.K., Mitra, S., Yilmazer, U. and Feng, C., Prototypes for building applications based on thermoplastic composites containing mixed waste plastics, *Polymer Composites* 23, 2, 153-163, 2002.