

Araştırma makalesi

Al₂O₃- TiO₂ (%97-3) Seramik Tozparçacık İlaveli Cam Elyaf Takviyeli Epoksi Matrisli Kompozit Malzemelerin Mekaniksel Özelliklerinin İncelenmesi

*Halit Gün, Dilek Asi**

Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Turkey

Abstract

In this study, an experimental study has been carried out to investigate the mechanical properties of glass-fiber reinforced epoxy composite filled with different proportions of Al₂O₃- TiO₂ (%97-3) particles. The weight fractions of the filler in the matrix were 5, 10, and 15 %. A commercially available plain-weave woven fabric with areal weight of the fabric is 270 g/m² was used as reinforcement material. The tensile tests were conducted according to the ASTM D3039-76 standard. The results showed that while ultimate tensile strength and Young's modulus of the composites decreased with increasing Al₂O₃- TiO₂ (%97-3) particles content.

Keywords: *Glass fibers, polymer matrix, particle-reinforced, ceramic powder, mechanical properties.*

Özet

Bu çalışmada; cam elyaf takviyeli polimer matrisli kompozit malzemelerde Al₂O₃- TiO₂(%97-3) seramik toz ilave parçacıkların malzemenin mekaniksel özelliklerine etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Dokuma kumaş olarak; düz dokuma 270 gr/m²lik kumaşlar kullanılmıştır. Matris malzemesi olarak epoksi reçine kullanılmıştır. Al₂O₃- TiO₂ seramik tozlar reçinenin içerisine %5, %10, %15 katkı oranlarında ilave edilmiştir. Çekme deneyleri ASTM D3039-76 standardına göre yapılmıştır. Sonuçlar; cam elyaf takviyeli polimer matrisli kompozit malzemelerde, Al₂O₃- TiO₂ (%97-3) seramik tozların kompozit malzemenin içinde artmasıyla, kompozit malzemelerin çekme dayanımları ve elastisite modüllerinin azaldığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Cam elyaf, polimer matris, ilave parçacık, seramik toz, mekaniksel özellikler.*

©2017 Usak University all rights reserved.

1. Giriş

Kompozit malzemeler otomotiv sanayi, uçak sanayi, uzay endüstrisi, savunma sanayi, gıda sanayi, tekstil sanayi, spor malzemeleri gibi birçok alanda artık yaygın olarak kullanım alanı bulmuştur. Tüm bu alanlarda kullanılan kompozit malzemelerin kullanım alanlarına göre sahip olması istenilen birçok özellik vardır. Kompozit malzemenin kullanılacağı alana göre istediğimiz özelliklerin önceden bilinmesi gereklidir. Çekme dayanımı ve elastisite modülünde malzemede daha önceden bilmemiz gereken önemli

*Corresponding author:

E-mail: dilek.asi@usak.edu.tr

özelliklerdendir. Kompozit malzemelerin özelliklerini inceleyen literatürde pek çok çalışmalar bulunmaktadır.

Takviye elemanı olarak karbon elyafı, cam elyafı gibi çeşitli fiber malzemeler kullanılarak bunlara nano veya mikro boyutlarda seramik tozlar, cam ve garfit gibi ilave parçacıklar çeşitli katkı oranlarında ilave edilmiştir. Literatürde parçacık oranlarının ya da parçacık boyutlarının malzemenin çekme, basma, eğme, kayma, burulma, aşınma gibi mekaniksel özelliklerine etkilerini inceleyen pek çok çalışmalar bulunmaktadır (Manwar vd., 1996; Asi, 2009). Husseyin ve arkadaşları, karbon fiber takviyeli epoksi reçineli ilave parçacık olarak Al_2O_3 - TiO_2 seramik tozu kullanılan malzemenin mekanik özellikleri incelemiştir (Manwar vd., 1996). Gupta ve arkadaşları, cam elyaf takviyeli epoksi reçineli kompozit malzemelerde katkı maddesi kullanılmasının kompozit malzemenin basma ve darbe özelliklerine etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak küçük miktarlardaki katkı maddesi malzemenin basma dayanımında azalma gösterirken darbe dayanımında artış göstermesine neden olmuştur (Brar vd., 2001). Valek ve Hell, farklı şekillerdeki nano parçacıkların polimer nano kompozitlerin darbe özelliklerine etkisi incelemiştir (Valek ve Hell, 2011). Fu ve arkadaşları, polimer matrisli kompozit malzemelerde parçacık boyutunun malzemenin mekaniksel özelliklerine etkisi incelemiştir (Fu vd., 2008). İbrahim polimer matrisli kompozit malzemelerde cam ve grafit parçacıklarının malzemenin eğme özelliklerine etkisini incelemiştir (İbrahim, 2011).

Bu çalışmanın amacı, farklı katkı oranlarında seramik tozlar kullanarak hazırlanan cam elyaf takviyeli polimer matrisli kompozit malzemelerin hangi katkı oranında seramik toz ilave edildiğinde en iyi çekme dayanımı ve elastisite modülü özelliklerini vereceği tespit edilmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

Cam elyaf takviyeli polimer matrisli kompozit malzemelerde kullanılan ilave parçacıkların geometrisinin malzemelerin mekaniksel özelliklerine etkisini incelemek için, takviye olarak dokuma cam elyaf kumaşları, ilave parçacık olarak Al_2O_3 - TiO_2 (%97-3)seramik tozları kullanılmıştır. Dokuma kumaşlar ve tozlar üretici firmalardan hazır olarak temin edilmiştir.

Dokuma kumaş olarak; hazır olarak satılan 0° - 90° (Woven) 270 gr/m²'lik kumaşlar kullanılmıştır. Dokuma cam elyafının en önemli özelliği birbirine dik şekilde dokunmuş liflerden meydana gelmesidir. Bu şekildeki dokuma kumaşların radyal ve eksenel yükleri taşıma özelliği yüksektir. Şekil 1.' de dokuma cam elyaf kumaşının genel görünüşü verilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi lifler birbirine dik olarak dokunmuştur.

Matris malzemesi olarak ise epoksi reçine kullanılmıştır. Kullanılan reçine olarak EPİKOTE Resin 828 (Momentive Marka) Bisphenol-A-(Epichlorhydrin), sertleştirici olarak EpikureCuring Agent 875 (Momentive Marka) Tetrahydromethylphthalicanyhydride kullanılmıştır. Karışım oranı 100:80dir.

İlave parçacık olarak kullanılan Al_2O_3 - TiO_2 seramik tozlar Fused and Crushed üretim yöntemiyle üretilmiştir. Bu tozlar -22+5µmpartikül büyüklüklerine sahiptir. Al_2O_3 - TiO_2 seramik tozlar matris malzemesi olan epoksi reçinenin içerisinde %5, %10, %15 oranlarında ilave edilmiştir. Matris malzemesi olan epoksi reçinenin içerisinde her 100 gram epoksi reçine için Al_2O_3 - TiO_2 seramik tozlar 5,10,15 gram ağırlık oranlarında ilave edilmiştir.



Şekil 1. Dokuma cam elyaf kumaşının genel görünüşü

Deneylerin yapıldığı ortamın ve deney numunelerinin sıcaklığı laboratuvarın ortam sıcaklığıdır.

2.1. Polimer Matrisli Parçacık İlaveli Kompozit Malzemelerin Üretimi

Dokuma cam elyaf kumaş takviyeli epoksi reçineli ilave parçacıklı kompozit malzemelerin üretim aşamaları şu şekildedir: Öncelikle dokuma cam elyaf kumaşlar belli ölçülerde kesilmiştir. Diğer bir yandan ise matris malzemesi olarak epoksi reçine hazırlanmıştır. Belirli oranlarda reçine ve sertleştirici karıştırıldıktan sonra uygulamaya geçilmesi için ısıtıcı bulunan bir kaba koyulmuştur. Bu ısıtıcı bulunan kaptaki epoksi reçine uygulanabileceği ideal sıcaklığa ulaşmıştır. Daha sonra reçine karışımına ilave edilmek üzere hassas terazide seramik tozlar %5, %10, %15 ağırlık oranlarında tartıldıktan sonra reçinenin içine ilave edilerek mekanik karıştırıcı sayesinde homojen hale getirilmiştir (Şekil 2).



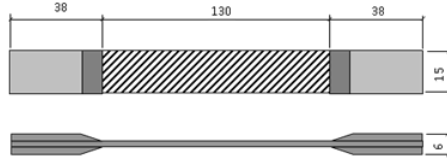
Şekil 2. Hazırlanan reçine ve seramik tozun mekanik karıştırıcı ile karıştırılması

Bu işlemler bittikten sonra cam elyafları el yatırma yöntemi ile kat kat matris malzemesi ile birleştirilmiştir. Matris malzemesi olan epoksi reçine-seramik toz karışımı bir rulo yardımı ile cam elyaflara uygulanmıştır. Daha sonra üzerine bir kat daha cam elyafı konulup tekrar epoksi reçine- seramik toz karışımı uygulanmıştır. Bu şekilde 15 kat dokuma cam elyaftan oluşan kompozit malzeme oluşturulmuştur. Malzemeler preste 15 MPa basınçta ve 120 °C sıcaklıkta 3 saat boyunca preste kalmıştır. Elde edilen kompozit plakaların ölçüleri yaklaşık olarak 50cm x 50cm x 2,5mm dir.

Üretilen kompozit malzemelerin çekme deneyi ile ilgili mekaniksel özelliklerini belirlemek için, deneylerin yapılışı ile ilgili ASTM standartına göre numuneler hazırlandıktan sonra, testler yapılmıştır.

2.2. Çekme Deneyi

Üretilen kompozit malzemelerden hazırlanan numunelerin çekme deneyi ASTM D3039-76 standardına göre yapılmıştır. Çekme deneyinde kullanılacak numuneler Şekil 3’de verilmiştir. Çekme deneyi 1 mm/min’ hız ile yapılmıştır.



Şekil 3. Çekme deney numunesi

Üretilen kompozit malzemelerden hazırlanan çekme deneyi numunelerinin görünüşü aşağıdaki Şekil 4’ de verilmiştir.



Şekil 4. Al_2O_3 - TiO_2 seramik toz ilave edilmiş kompozit malzemeler.

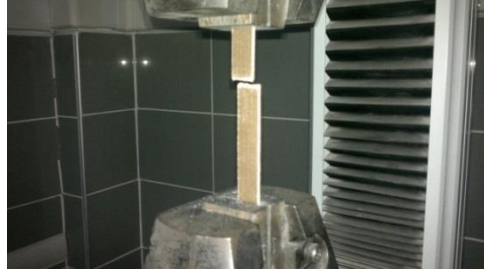
Çekme deneyinde kullanılan cihazın görünümü Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Çekme deney cihazının genel görünümü

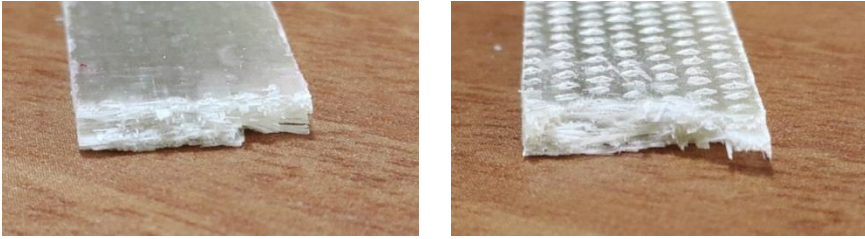
3. Bulgular ve Tartışma

Çekme deneyi sonrasında kırılan numunenin çekme deney cihazında ki görünümü Şekil 6.'da verilmiştir.



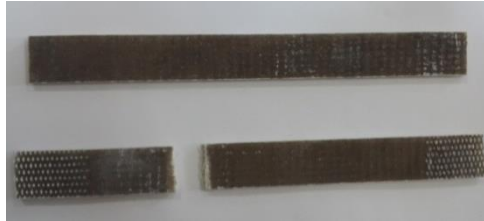
Şekil 6. Çekme deneyi uygulanan deney numunesinin çekme deneyi sonrası görünümü

Hazırlanan kompozit malzemelerin çekme deneyi sonrası kırılma yüzeylerinin makro görüntüleri Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Hazırlanan kompozit malzemelerin çekme deneyi sonrası kırılma yüzeylerinin makro görüntüleri

Hazırlanan deney numunelerinden birinin çekme deneyi öncesi ve sonrasındaki görünümü Şekil 8.'de verilmiştir.



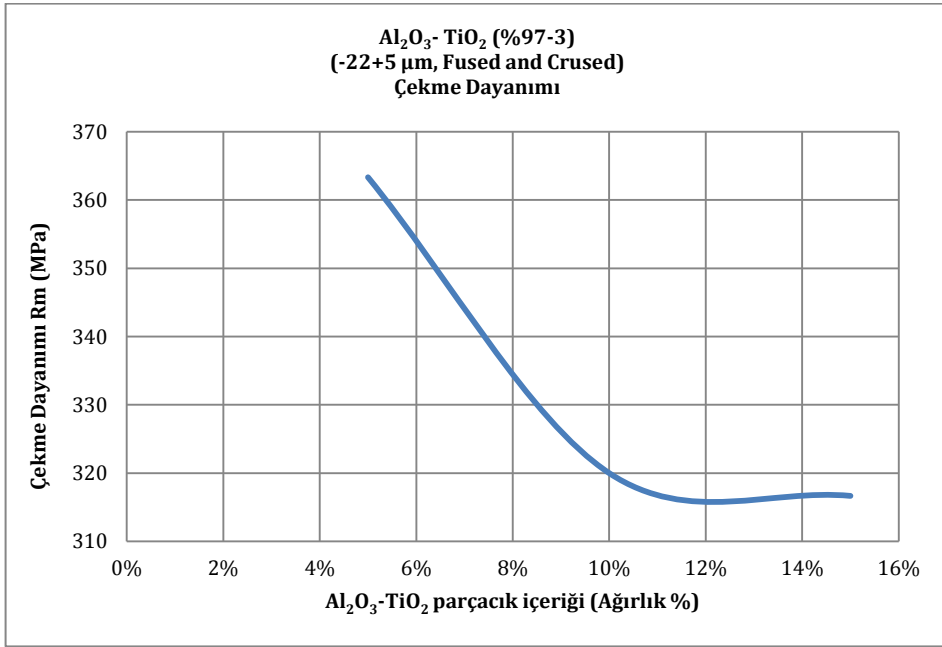
Şekil 8. Çekme deneyi öncesi ve sonrası numunelerin görüntüleri

Üretilen kompozit malzemenin çekme deneyi sonucunda elde edilen verilere göre çekme dayanımı ve elastisite modülü ile ilgili grafikler Şekil 9-10'da verilmiştir.

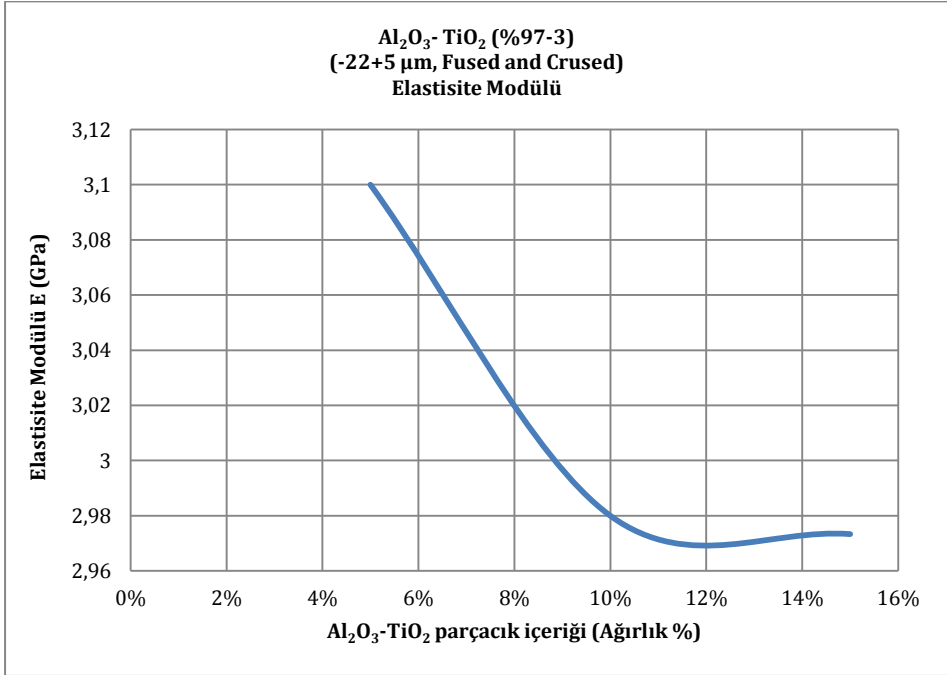
Çekme dayanımı ile ilgili Şekil 9'da verilen grafiğe göre cam elyaf takviyeli polimer matrisli ilave parçacık olarak Fused and Crushed üretim yöntemiyle üretilen-22+5µm boyutlarında Al₂O₃- TiO₂ seramik tozlar kullanılarak hazırlanan numunelerin %5, %10, %15 katkı oranlarına göre çıkan sonuçlar şu şekildedir; %5 katkı oranında seramik toz

ilave edilerek hazırlanan numunelerin çekme dayanımı değerlerin de 360 MPa'ın üzerinden başlayarak seramik toz katkı oranı arttıkça %10 katkı oranına kadar hızlı bir düşüş gözlenmiştir. %10 katkı oranında seramik toz ilave edilen numunelerde ise çekme dayanımı değeri 320 MPa elde edilmiştir. Katkı oranı %10'dan %15'e doğru daha yavaş bir azalma göstermiştir.

Elastisite modülü ile ilgili Şekil 10'da verilen grafiğe göre, cam elyaf takviyeli polimer matrisli ilave parçacık olarak Fused and Crushed üretim yöntemiyle üretilen-22+5µm boyutlarında Al₂O₃- TiO₂ seramik tozlar kullanılarak hazırlanan numunelerin %5, %10, %15 katkı oranlarına göre çıkan sonuçlar şu şekildedir; %5 katkı oranında seramik toz ilave edilerek hazırlanan numunelerin elastisite modülü değerlerin de 3,1GPa'dan başlayarak seramik toz katkı oranı arttıkça %10 katkı oranına kadar hızlı bir düşüş gözlenmiştir. %10 katkı oranında seramik toz ilave edilen numunelerde ise elastisite modülü değeri 2,98 GPa elde edilmiştir. Katkı oranı %10'dan %15'e doğru daha yavaş bir azalma göstermiştir.



Şekil 9. Al₂O₃-TiO₂%97-3 seramik tozların %5,%10,%15 katkı oranlarına göre çekme deneyi sonucunda elde edilen çekme dayanımındaki değişim



Şekil 10. Al₂O₃-TiO₂ %97-3 seramik tozların %5,%10,%15 katkı oranlarına göre çekme deneyi sonucunda elde edilen elastisite modülündeki değişim

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada cam elyaf takviyeli polimer matrisli bir kompozit malzemede ilave parçacık olarak Al₂O₃-TiO₂(%97-3), parçacık büyüklüğü -22+5 µm olan Fused and Crused üretim yöntemi ile üretilmiş seramik tozların katılarak bunun malzemenin mekanik özelliklerine etkisi çekme deneyi yapılarak incelenmiştir.

Cam elyaf takviyeli polimer matrisli ilave parçacık olarak Al₂O₃-TiO₂(%97-3), parçacık büyüklüğü -22+5 µm olan Fused and Crused üretim yöntemi ile üretilmiş seramik tozların kullanıldığı kompozit malzemede çekme dayanımı seramik tozun düşük katkı oranlarında daha yüksek çekme dayanımı ve elastisite modülü, yüksek katkı oranlarında ise daha düşük çekme dayanımı ve elastisite modülü sonuçlarına ulaşılmıştır.

Kompozit malzemenin katkı oranlarına göre çekme dayanımı ve elastisite modülündeki değişimlerde %5 katkı oranından %10 katkı oranına doğru hızlı bir düşüş gözlenirken %10 katkı oranında %15 katkı oranına doğru daha yavaş bir düşüş gözlenmektedir.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Uşak Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü Birimi tarafından 2014/TP011 No'lu projesiyle desteklenmiştir.

Referanslar

1. Manwar, H., Atsushi, N., and Koichi N.(1996). Mechanical property improvement of carbon fiber reinforced epoxy composites by Al₂O₃ filler dispersion. *Materials Letters*, 26, 185-191.
2. Gupta, N., Brar, B. S., & Woldesenbet, E. (2001). Effect of filler addition on the compressive and impact properties of glass fibre reinforced epoxy. *Bulletin of Materials Science*, 24(2), 219-223.
3. Valek, R., & Hell, J. (2011). Impact properties of polymeric nanocomposites with different shape of nanoparticles. *Nanocon*, 9, 21-23.
4. Fu, S. Y., Feng, X. Q., Lauke, B., & Mai, Y. W. (2008). Effects of particle size, particle/matrix interface adhesion and particle loading on mechanical properties of particulate-polymer composites. *Composites Part B: Engineering*, 39(6), 933-961.
5. Ibrahim, A. A. (2011). Flexural properties of glass and graphite particles filled polymer composites. *Journal of Pure and Applied Science*, 24(1).
6. Sreekanth, M. S., Bambole, V. A., Mhaske, S. T., & Mahanwar, P. A. (2009). Effect of particle size and concentration of flyash on properties of polyester thermoplastic elastomer composites. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 8(03), 237.
7. Sayer, M. (2014). Elastic properties and buckling load evaluation of ceramic particles filled glass/epoxy composites. *Composites Part B: Engineering*, 59, 12-20.
8. Patel, V. K., & Dhanola, A. (2016). Influence of CaCO₃, Al₂O₃, and TiO₂ microfillers on physico-mechanical properties of *Luffa cylindrica*/polyester composites. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 19(2), 676-683.
9. Aruniit, A., Kers, J., & Tall, K. (2011). Influence of filler proportion on mechanical and physical properties of particulate composite. *Agronomy Research Biosystem Engineering*, 1, 23-29.
10. Asi, O. (2009). Mechanical Properties of Glass-Fiber Reinforced Epoxy Composites Filled with Al₂O₃ Particles. *Journal of reinforced plastics and composites*, 28(23), 2861-2867.