

SILOKSAN İLE MODİFİYE EDİLMİŞ POLYESTER KOMPOZİTİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Kutlay Sever¹, Mehmet Sarıkanat², Yoldaş Seki³, İsmail H.Tavman¹

¹Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü

²Ege Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü

³Dokuz Eylül Üniversitesi Kimya Bölümü

ÖZET

Bu çalışmada, cam fiber takviyeli polyester kompozitlerin mekaniksel davranışları üstünde matris modifikasyonunun etkileri incelenilmiştir. Polyester matris malzeme oligomerik siloksan ile modifiye edilmiştir. Siloksan, cam kumaşların ağırlığı ile orantılı olarak % 1, 2 ve 3 seviyelerinde kullanılmıştır. Çekme, eğilme ve tabakalar arası kayma mukavemet testleri kompozitlerin mekanik davranışlarını incelemek için gerçekleştirilmiştir. %1-3 aralığında siloksan miktarı arttıkça, çekme, eğilme ve tabakalar arası kayma mukavemetinin arttığı açıkça görülmüştür. Polyester matris içerisine % 3 siloksan katılmasının bir sonucu olarak, polyester kompozitin tabakalar arası kayma mukavemeti yaklaşık olarak % 75 artmıştır.

Anahtar kelimeler: *Matris modifikasyonu, cam fiber, polimer kompozit*

ABSTRACT

In this study, effects of matrix modification on the mechanical behavior of glass fiber-reinforced polyester composite were investigated. The polyester matrix was modified with oligomeric siloxane. The siloxane was used at levels of 1, 2, and 3 % based on the weight of the glass fabrics. Tensile, flexural and interlaminar shear tests were performed to observe mechanical behavior of the composites. It was apparently seen that the amount of siloxane increases in the range of 1-3 % (w/w), the tensile strength, flexural strength and interlaminar shear strength (ILSS) increases. As a result of incorporation of 3% siloxane to polyester matrix, the interlaminar shear strengths (ILSS) of the polyester composite increased approximately by 75 %.

Keywords: *Matrix modification, glass fiber, polymer composite*

1.Giriş

Polimer kompozitlerin mekanik performansı yalnızca polimer matris tipine, fiber tipine, fiber hacimsel oranına ve fiber oryantasyonuna bağlı olmayıp, ayrıca fiber-matris arayüzey yapışmasına da bağlıdır. Fiber ile matris arasındaki yapışma derecesi kompozit bileşenleri arasındaki yük transferini etkileyecektir[1-2].

Genel olarak, cam fiber takviyeli polimer kompozitlerin mekanik özelliklerini geliştirmek için silan bağlama ajanı ile fiber yüzeylerinin modifiye edilmesi sağlanır. Organik silanlar X_3Si-R genel yapısına sahiptirler. Silanlar bir ucu cam fiber yüzeyi ile ve diğer ucu polimer faz ile reaksiyona girebilen çok fonksiyonel moleküllerdir. R reçine ile reaksiyona girebilen bir gruptur, ve X sulu çözeltide silanol grup oluşturmak için hidrolize olabilen bir gruptur ve böylece cam yüzeyinin hidroksil grubuyla reaksiyona girebilir. R grubu vinyl, γ -aminopropyl, γ -methacryloxypropyl vb. ve X grubu chloro, methoxy, ethoxy vb. olabilir. Silan kaplanmış cam fiberler kür olmamış reçine ile temas ettirildiğinde, fiber yüzeyindeki R grupları polimer reçine içerisinde mevcut fonksiyonel gruplar (örneğin methacrylate, amine, epoksi ve stiren gruplar ile) ile reaksiyona girecektir, ve polimer ile kararlı bir kovalent bağ yapacaktır[3]. Organofonksiyonel silan ile modifiye edilmiş cam fiber ile polimer matris arasında oluşan kimyasal bağ ile fiber ile matris arasındaki arayüzeyel yapışma böylece artırılacaktır. Bu yöntem çok kullanılan bir yöntem olup, genelde cam fiberlerin yüzeyine cam fiberlerinin üretimi esnasında bir yüzey işlemi olarak uygulanmaktadır.

Literatüre bakıldığında, fiber ile polimer matris arasındaki arayüzeyel yapışmayı geliştirmek için polimer reçinenin silan, siloksan gibi bağlama ajanları ile modifiye edilmesinin çok nadir uygulandığı görülebilir.

Bu çalışmanın amacı, cam fiberlerin yüzey işlemlerinde de kullanılabilen siloksan ile polyesteri modifiye ederek, cam elyaf takviyeli polyester kompozitlerin fiber-matris arayüzeyel yapışmasını ve mekanik özelliklerini artırmaktır. Çalışmada kullanılan siloksan alkoksi ve alkil (alkoxy and alkyl) fonksiyonel gruplar içermektedir. Kompozitte kullanılan cam elyafın ağırlığı ile orantılı olacak şekilde %1, %2 ve %3 siloksan polyester içerisine katılarak polyester reçine kompozit üretiminden önce modifiye edilmiştir. Üretilen kompozitlerin mekanik özellikleri çekme, eğme ve tabakalar arası kayma mukavemet testleri ile test edilmiştir.

2. Deneysel Detaylar

2.1. Malzemeler

Örgü tipi cam kumaş (E tipi cam fiber, 300 g/m²) Cam Elyaf Sanayii A.Ş.'den satın alındı. Çalışmada kullanılan siloksan oligomerik bir siloksan olup Dow Corning firmasından temin edilmiştir. Siloksanın ticari adı Z-6173'tür. Z-6173 alkoksi ve alkil (alkoxy and alkyl) fonksiyonel gruplar içeren bir siloksandır. Kompozit imalatında kullanılan polyester reçine Polipol polyester 383-T (özgül ağırlığı: 1.11, viskozitesi: 950 cP) ticari adı altında Poliya firmasından temin edilmiştir. Bu polyester reçine izoftalik asit tipi bir reçinedir. Reçine içine katalizör olarak kobalt oktat, geciktirici olarak 2.4-pentanedion ve sertleştirici olarak metil etil keton peroksit katılmıştır.

2.2. Reçine Modifikasyonu

Polyester reçine içerisine katılan siloksan miktarı, kompozit üretiminde kullanılan cam kumaş ağırlığının % 1, 2 ve 3 'ü oranlarındadır. Siloksan polyester reçine içerisine katıldıktan sonra, reçine 5 dakika mikser ile karıştırılmıştır. Modifiye edilen reçine içerisine kobalt oktat (0,35

pph) ve 2.4-pentanedion (0,10 pph) katılarak tekrar 5 dakika mikser ile karıştırma işlemi uygulanmıştır.

2.3. Kompozit Üretimi

Modifiye edilmiş polyester reçine ve sertleştirici metil etil keton peroksit (1.5pph) karışımı cam kumaşların yüzeyine el yatırma tekniği ile uygulanmıştır. 3.5 mm kalınlığında kompozit levhalar elde etmek için, her bir levha için 6 tabaka kumaş kullanılmıştır. Polyester emdirilmiş cam kumaşlar bir pres içerisinde kalıba konularak oda sıcaklığında 120 bar basınç uygulanmıştır. Uygulanan presleme süresi 120 dakikadır.

2.4. Mekanik Testler

2.4.1. Çekme Testi

Çekme testleri ASTM D-3039 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Çekme testlerinde ve diğer mekanik testlerde video ekstensometre ve 100 kN yük hücresine sahip bilgisayar kontrollü Shimadzu AUTOGRAPH AG-G Serisi universal çekme test cihazı kullanılmıştır. Data aktarımı ve cihazın kontrolünde Trapezium bilgisayar programından faydalanılmıştır. Testler, oda sıcaklığında 2 mm /dak. çekme hızında gerçekleştirilmiştir. Testlerde en az 5 numune test edilmiştir.

2.4.2. Eğilme Testi

Üç nokta eğilme testi olarak bilinen eğilme testleri ASTM D 790 standartlarına uygun olarak Shimadzu AUTOGRAPH AG-IS Serisi universal çekme test cihazında yapılmıştır. Testlerde kullanılan üç nokta eğilme aparatı Shimadzu firması tarafından imal edilmiş olup, universal test cihazı testlerde eğilme modunda kullanılmıştır. Testlerde mesnetler arası mesafe (span) 80 mm ve eğilme hızı 1,3 mm/dak.dır. Testlerde en az 5 numune test edilmiştir.

2.4.3. Tabakalar Arası Kayma Mukavemet (ILSS) Testi

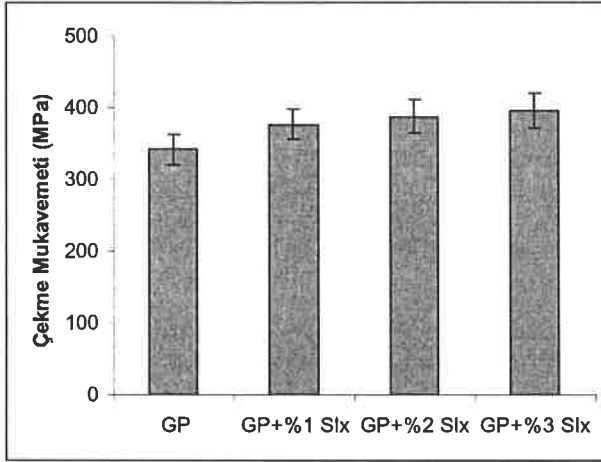
Tabakalar arası kayma mukavemetini bulmak için ASTM D 2344 standardına göre üç nokta eğilme testi yapıldı. Testlerde en az 5 numune test edilmiştir. Eğilme hızı 1,3 mm/dak.dır.

3. DeneySEL Sonuçlar ve Tartışma

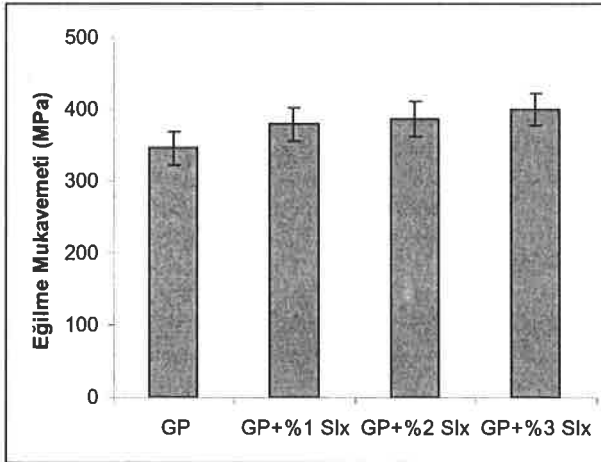
Modifiye edilmiş ve edilmemiş polyester kompozitlerin çekme mukavemeti sonuçları Şekil 1'de verilmiştir. Çalışılan siloksan konsantrasyon aralığında (%1-3 aralığı), reçine içine katılan siloksan oranı arttıkça kompozitlerin çekme mukavemetinde artış görülmüştür ve en yüksek siloksan konsantrasyonunda en iyi çekme mukavemeti değerlerine ulaşılmıştır. Şekil 1'den de görülebileceği gibi, polyester reçine %3 siloksan ile modifiye edildikten sonra, kompozitin çekme mukavemeti 341,4 MPa 'dan 395,8 MPa değerine artmıştır. Bu değer %16 oranında bir artışı ifade etmektedir.

Eğilme mukavemeti sonuçları Şekil 2'de gösterilmektedir. Şekil 2'den görüldüğü gibi eğilme mukavemeti sonuçları çekme mukavemeti sonuçlarına paralellik göstermektedir. Eğilme deneyi sonucunda siloksan ile modifiye edilmiş kompozitlerin eğilme mukavemetleri GP+%1Slx için 379,2 MPa, GP+%2Slx 387,6 MPa ve GP+%3Slx 399,4 MPa olarak bulunmuştur. Modifiye edilmemiş polyester kompozite göre GP+%1Slx, GP+%2Slx ve GP+%3Slx kompozitlerin eğilme mukavemetlerinde sırasıyla yaklaşık %10, %12 ve %15 artış elde edilmiştir.

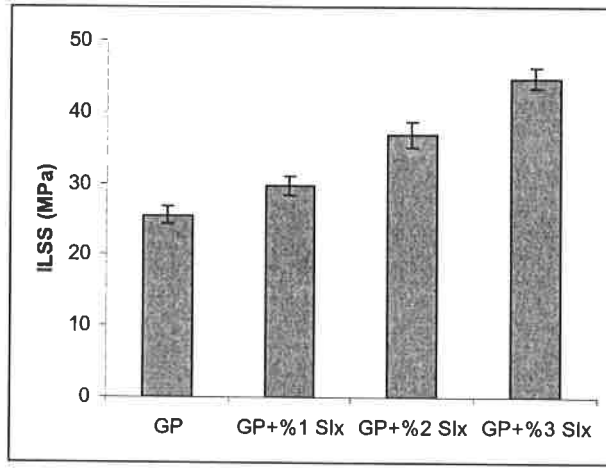
GP ve siloksan ilaveli GP kompozitlerin ILSS değerleri Şekil 3’de gösterilmiştir. GP kompozitin ILSS değeri 25,5 MPa olarak bulunmuştur. Polyester reçinenin içine yapılan % 1’lik siloksan ilavesi ILSS değerini 29,7 MPa’a çıkarmıştır. %2 ve %3 lk siloksan ilavesiyle ILSS değerleri sırasıyla 36,8 ve 44,7 MPa değerlerine ulaştığı görülmüştür. Çalışılan siloksan derişim aralığında siloksan miktarının artması ile ILSS değerlerinin arttığı görülmektedir. %3’lk siloksan ilavesi cam/polyesterin ILSS değerlerinde % 75’lik bir artışa yol açmıştır. Bu sonuçlardan siloksan ilavesinin cam fiber ile polyester arasındaki arayüzeysel yapışmayı dikkate değer oranda arttırdığı görülmektedir.



Şekil 1. GP kompozitlerin çekme mukavemet değerleri



Şekil 2. GP kompozitlerin eğilme mukavemet değerleri



Şekil 3. GP kompozitlerin ILSS değerleri

4. Sonuç

Buradan endüstride sıklıkla kullanılan cam/polyester kompozitlerin üretimi esnasında polyester içerisine yapılacak %3 gibi düşük bir siloksan ilavesinin kompozitin mekanik özelliklerinde dikkate değer oranlarda iyileştirebileceği sonucuna ulaşılabilir.

Kaynaklar

- [1] M. Tanoğlu, S.H. McKnight, G.R. Palmese and J.W. Gillespie, "Dynamic Stress/Strain Response of the Interphase in Polymer Matrix Composites", Polymer Composites 22 (5) 621-635, 2001.
- [2] M. Tanoğlu, S.H. McKnight, G.R. Palmese and J.W. Gillespie., "The Effects of Glass-Fiber Sizings on the Strength and Energy Absorption of the Fiber/Matrix Interphase Under High Loading Rates", Composites Science and Technology 61 205-220, 2001.
- [3] Kim J.K. and Mai Y.W., "Engineered Interfaces in Fiber Reinforced Composites", Elsevier Science-1998.

