

## Alkali İyileştirmenin Muz lifi Takviyeli Polioksümetilenin Eriyik Akış İndeksi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

Akar DOĞAN<sup>1,2\*</sup>, Çağdaş GÜNEŞ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Makine Mühendisliği Bölümü, Munzur Üniversitesi, Tunceli, Türkiye

<sup>2</sup>Munzur Üniversitesi Nadir Toprak Elementleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Tunceli, Türkiye

<sup>3</sup>Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim dalı Munzur Üniversitesi, Tunceli, Türkiye

\*([akardogan@munzur.edu.tr](mailto:akardogan@munzur.edu.tr)) Başlıca yazarın mail adresi

**Özet** – Günümüzde atık malzemelerin tekrar kullanılması ve bu şekilde alternatif ürünler geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu noktada gelişen teknolojiyi kullanarak, içinde yaşadığımız doğaya zarar vermeden geri dönüşüm ile insan ihtiyaçlarını karşılayabilecek malzemeler geliştirmek gerekmektedir. Petrol bazlı ve cam elyaf gibi takviye malzemelerin üretimi, önemli miktarda sera gazının atmosfere salınımına neden olmaktadır. Geri dönüştürülebilen, biyolojik olarak parçalanabilen ve yenilenebilir olan çevre dostu yeşil malzemelerin kullanımının son zamanlarda petrol bazlı malzemelerin çevresel etkisini azalttığı düşünülmektedir. Bu tip kompozit malzemeler ömürlerinin sonunda çevreye zarar vermeden bertaraf edilebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, günlük hayatta birçok alanda kullanılan termoplastik matrisli kompozit malzemelerde cam elyaf, karbon elyaf gibi sentetik takviye elemanı yerine doğal bir ürün olan muz lifi kullanılarak geri dönüşüme uygun kompozit malzeme elde etmektir. Matris malzemesi olarak Polioksümetilen (POM), termoplastik kullanılmıştır. Takviye malzemesi olarak ise ağırlıkça %3, %6 ve %9 oranında doğal muz lifi kullanılmıştır. Ayrıca muz lifine alkali muamelesi ile kimyasal iyileştirmeler yapılarak kompozit malzemenin eriyik akış indeksi (MFI) iyileştirilmesi hedeflenmiştir.

*Anahtar Kelimeler – Kompozit, Doğal Elyaf, POM, Eriyik Akış İndeksi, Alkali İyileştirilmesi*

### I. GİRİŞ

Polimer matrisli kompozit malzemeler günümüzde otomotiv, havacılık, uzay endüstrileri gibi birçok sektörde sıklıkla kullanılmaktadır. Polimer esaslı kompozit malzemeler sahip oldukları yüksek dayanım-ağırlık oranları sayesinde birçok sektörde geleneksel metallerin yerini almışlardır. Termoplastik malzemeler endüstride her türlü ürünün imalatında yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. Ancak, günümüzde, bir çok araştırmacı ve sektör için sürdürülebilirliğe yönelik endişeler artmıştır[2]–[4]. Bu nedenle, doğal elyaf takviyeli polimer kompozitlerin üretilmesine olan ilgi, sürdürülebilirlik ve bozuna bilirlilik sorunları nedeniyle son birkaç yılda büyük ilgi görmüştür. Doğal elyaflar, cam elyafı, karbon elyafı ve Kevlar gibi geleneksel sentetik elyaflara göre daha düşük fiyat ile hafif kompozitler üretmenin yanı sıra yeşil takviyeli polimer kompozitler üretmek amacıyla

kullanılmaktadır[5]. Doğal elyaflar ile ilgili vurgulanan en önemli problem, polimer matris ile bir yapışma problemine yol açan hidrofilik doğasıdır [6]. Bu problemin üstesinden gelmek için, doğal elyafa uygulanan kimyasal modifikasyonlar alternatif bir çözümdür[7]. Alkali iyileştirme birçok araştırmacı tarafından yaygın olarak kullanılan kimyasal işlemlerden biridir [8]. Rokbi ve ark. [9] yaptıkları çalışmada, alfa liflerine, ağırlıkça %1, 5 ve %10 NaOH ile alkali muameleleri yapılmış ve sonuçlar, alkali ile muamele edilmiş alfa lifi ile takviye edilmiş kompozitlerinin eğilme mukavemetinde artış olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada ise, literatürden farklı olarak muz lifleri kısa elyaflar haline getirilerek ekstrüder ve enjeksiyon kalıplama yöntemine uygun hale getirilmiş ve bir mühendislik plastiği olan Polioksümetilen (POM) termoplastik malzemesinde takviye elemanı olarak kullanılmıştır. Muz lifleri

ağırlıkça %3, %6 ve %9 olmak üzere üç farklı oranda takviye malzemesi olarak kullanılmıştır. Ayrıca, muz liflerine %2,5 ve %5 NaOH olmak üzere iki farklı konsantrasyonda alkali muamelesi yapılmıştır.

## II. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada üretilen kompozit numunelerde, matris malzemesi olarak Polioksümetilen (POM), takviye olarak ise muz lifi kullanılmıştır. POM malzemesi, Çin menşeli CNOOC Tianye markasına ait olup 1,41 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluklu granül halinde tedarik edilmiştir. Muz lifi piyasadan hasır şeklinde alınmış olup, bu çalışma kapsamında çeşitli işlemler uygulanarak deneysel çalışmalara uygun hale getirilmiştir. Hasır şeklinde piyasadan temin edilen muz lifi kompozit üretimine uygun hale getirilmek üzere boyutlandırılmıştır. Öncelikle hasır halde olan lifler makas kullanılarak en fazla 5 cm uzunlukta olacak şekilde doğranmıştır. Doğrama işlemi sonrası liflerin kalınlıkları 3-4 mm civarında olduğundan inceltmek için öğütücü kullanılarak 1-2 mm kalınlık elde edilene kadar işlenmiştir. Sonrasında vibrasyonlu eleme makinesinden 1mm ile 1.4 mm arasındaki eleklerde toplanan lifler kullanılmıştır. Deneyde kullanılacak olan Sodyum Hidroksit (NaOH), granül halde Tekkim Kimya San. Tic. Ltd. Şti. firmasından temin edilmiştir. NaOH çözeltileri, Munzur Üniversitesi Kimya Laboratuvarında bulunan endüstriyel tip su distile cihazından temin edilen distile su kullanılarak hazırlanmıştır. Matris/elyaf arayüzeyinin yapışma kuvvetini artırma ve diğer organik bileşikler liflerin yüzeyinden uzaklaştırmak için muz lifleri %2,5 ve %5 hacimsel oranlarda (v/v) NaOH çözeltileri hazırlanarak çözeltilerde 24 saat bekletilmiştir. 24 saatlik bekleme süresi sonrası lifler süzülerek yüzeylerinde kalan NaOH bileşiklerden temizlenmesi için distile su ile en az 4 defa yıkanmıştır. Daha sonra nemin giderilmesi için 24 saat oda sıcaklığında kurutulmuştur. Daha sonra işlenmemiş, %2,5 ve %5 NaOH konsantrasyonunda alkali işleme tabi tutulmuş muz lifleri ile ağırlıkça %3, %6 ve %9 POM karışımları hazırlanmıştır. Hazırlanan bu karışımlar üç bölge ısıtmalı tek vidalı ekstrüzyon makinesine dökülerek silindirik bir şerit haline getirilmiştir. Daha sonra bu şeritler bir kırıcı ile bu şeritler granül haline getirilmiştir. Bu granüllerden standart test numuneleri elde etmek için, plastik enjeksiyon makinesi ile kalıplara basılmıştır. Çekme ve üç

nokta eğilme deney numuneleri üretilmiştir. Üç bölge ısıtmaya sahip enjeksiyon makinesindeki sıcaklıklar 180 °C olarak ayarlanmıştır. Enjeksiyon meme sıcaklığı ise 170 °C olarak belirlenmiştir. Elde edilen çekme numunesi ait resim Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Enjeksiyon kalıplama ile üretilen standart çekme test numunesi

Erime akış indeksi (MFI) ölçümleri, saf POM ve kompozitler için ASTM D1238'e normuna göre 2.16 kg yük altında 190 °C'de MFI cihazı (JPT EQUIPMANT marka XRL-400 Melt Flow Index cihazı) kullanılarak yapılmıştır.

## III. TARTIŞMA

Muz lifi takviyesi ve alkali iyileştirilmesi ile malzemelerin eriyik akış indekslerinin (MFI) belirlenmesi amacı MFI testleri gerçekleştirilmiştir. Her bir malzeme için bu test en az dört kez tekrarlanmış ve ortalama değerler verilmiştir. Üretilen numunelerin MFI deneyi sonucu elde edilen değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Elde edilen sonuçlar neticesinde kompozitte artan lif miktarına bağlı olarak kütleli (MFR) ve hacimsel (MVR) akış indeksleri düşüş göstermiştir. Saf POM' a ait MFR değeri 25,16 g/10dk iken, işlemsiz %3 POM-ML 19,28 g/10dk, işlemsiz %6 POM-ML 14,32 g/10 dk, işlemsiz %9 POM-ML 12,20 g/10dk olarak elde edilmiştir. Ayrıca, muz lifi takviyesi artışına bağlı olarak MFR değerinde önemli azalma olduğunu görülmüştür.

Sonuç olarak muz lifi takviyeli POM kompozit malzemelerde takviye olarak kullanılan doğal lif oranı arttıkça MFI değerlerinde düşüş olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, liflere uygulanan kimyasal iyileştirme ile farklı alkalın konsantrasyonlarındaki kimyasal işlemlerin elyaftan hemiselüloz, lignin ve yüzeydeki kir gibi artıkların temizlenmesine bağlı olarak [25] MFI değerlerinde artış görülmüştür. Yüzde üç muz lifi takviyeli POM kompozit malzemesinde işlemsiz, %2.5 NaOH ve %5 NaOH çözeltilerinde işlem uygulanmış malzemelerin MFI değerleri sırasıyla 16,28 g/10dk, 16,56 g/10dk ve 16,68

g/10dk olarak elde edilmiştir. Değerlerdeki bu trend diğer muz lifi takviye oranları içinde görülmüştür.

Tablo 1. Numunelerden elde edilen MFI sonuçları

Kod	POM	Muz lifi Oranı	NaOH Oranı	MFI (g/10 dk)	MVR (cm <sup>3</sup> /10 dk)
Saf POM	% 100	% 0	% 0	25,16	22,20
3-0	% 97	% 3	% 0	16,28	15,40
3-1	% 97	% 3	% 2,5	16,56	15,94
3-2	% 97	% 3	% 5,0	16,68	16,79
6-0	% 94	% 6	% 0	14,32	11,10
6-1	% 94	% 6	% 2,5	15,08	13,66
6-2	% 94	% 6	% 5,0	16,72	13,94
9-0	% 91	% 9	% 0	12,20	10,63
9-1	% 91	% 9	% 2,5	12,40	11,88
9-2	% 91	% 9	% 5,0	13,52	13,66

#### IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada, farklı oranda kısa muz lifi takviyeli POM kompozitlerin eriyik akış indeksi üzerine alkali iyileştirme etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Malzemenin eriyik akış indeksi farklı muz lifi oranına sahip kompozit türleri için incelenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda, malzemenin eriyik akış indeksi ile düşerken. Bunun yanında alkali iyileştirme ile eriyik akış indeksi yükselmiştir. Böylece, malzemenin ekstrüder ve enjeksiyon ile işlenmesine katkı sağlamıştır.

#### KAYNAKLAR

- [1] A. Doğan, Y. Kısmet, “Gama Işımasının Kolza Takviyeli Polipropilen Kompozit Malzemenin Mekanik Özellikleri Üzerindeki Etkisi” *International Journal of Pure and Applied Sciences*, vol 7, no 3, pp. 490-499, 2021.
- [2] Q. Xia et al., “A strong, biodegradable and recyclable lignocellulosic bioplastic,” *Nat. Sustain.*, vol. 4, no. 7, pp. 627–635, 2021.
- [3] S. Zhou, K. Jin, T. Khan, Z. Martin-Moldes, D. L. Kaplan, and M. J. Buehler, “Bioadhesive Design Towards Renewable Composites: Adhesive Distribution and Molecular Adhesion,” *Adv. Eng. Mater.*.

[4] S. Zhou, T. Khan, K. Jin, J. Lee, and M. J. Buehler, “Fundamental Investigation of Biomass Interaction for Green Composites: Experiments and Molecular Dynamics Simulations,” *Adv. Funct. Mater.*, vol. 32, no. 14, p. 2109881, 2022.

[5] N. M. Nurazzi et al., “Thermogravimetric analysis properties of cellulosic natural fiber polymer composites: a review on influence of chemical treatments,” *Polymers*, vol. 13, no. 16, p. 2710, 2021.

[6] N. Sgriccia, M. C. Hawley, and M. Misra, “Characterization of natural fiber surfaces and natural fiber composites,” *Compos. Part Appl. Sci. Manuf.*, vol. 39, no. 10, pp. 1632–1637, 2008.

[7] O. M. L. Asumani, R. G. Reid, and R. Paskaramoorthy, “The effects of alkali–silane treatment on the tensile and flexural properties of short fibre non-woven kenaf reinforced polypropylene composites,” *Compos. Part Appl. Sci. Manuf.*, vol. 43, no. 9, pp. 1431–1440, 2012.

[8] M. Cai, H. Takagi, A. N. Nakagaito, Y. Li, and G. I. Waterhouse, “Effect of alkali treatment on interfacial bonding in abaca fiber-reinforced composites,” *Compos. Part Appl. Sci. Manuf.*, vol. 90, pp. 589–597, 2016.

[9] M. Rokbi, H. Osmani, A. Imad, and N. Benseddig, “Effect of chemical treatment on flexure properties of natural fiber-reinforced polyester composite,” *Procedia Eng.*, vol. 10, pp. 2092–2097, 2011.