



XIX. ULUSAL MEKANİK KONGRESİ

24-28 Ağustos 2015, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

FARKLI KİMYASAL MADDELER İLE MODİFİYE EDİLEN JÜT LİFLERİNİN MEKANİK VE MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Yasemin Seki¹, Aysun Akşit²

^{1,2}Tekstil Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

ABSTRACT

The objective of this research is to investigate the chemical modification with different surface treatment agents on jute fiber for usability as reinforcement in polymeric composite materials. For this purpose, jute fibers were treated with 0.02% (w/v) aqueous solutions of potassium dichromate, potassium permanganate and sodium perborate trihydrate. The effect of the treatments were assessed by fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), tensile testing, determination of moisture content and moisture regain and also morphological observation by scanning electron microscopy (SEM) and fluorescence microscopy. The surface treatments decreased contents of surface impurities, lignin and hemicelluloses as confirmed by FTIR analysis. All of the surface treatments influenced the tensile strength and elasticity modulus of the jute yarns significantly whereas only sodium perborate trihydrate treatment decreased moisture related properties significantly. SEM micrographs showed that modification processes caused cracks and roughness on the surface of the jute fibers.

ÖZET

Bu çalışmada, polimerik kompozit malzemelerde takviye elemanı olarak kullanılan jüt liflerinin farklı kimyasal maddeler ile yüzey modifikasyonu incelenmiştir. Bu amaçla, jüt iplikleri potasyum dikromat, potasyum permanganat ve sodyum perborat trihidratın %0,02'lik sulu çözeltileri ile muamele edilmiştir. Modifikasyon işlemlerinin etkinliği kızılötesi infrared spektrumu (FTIR) analizi, mukavemet testi ve lifin nem içeriği ve nem geri kazanımı performansının belirlenmesi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca taramalı elektron mikroskobu

(SEM) ve floresans mikroskop ile yüzey morfolojik özellikleri de incelenmiştir. FTIR analizi sonuçlarına göre yüzey modifikasyon işlemleri yüzey safsızlıklarını, hemiselüloz ve lignini azaltmıştır. Çalışma kapsamında uygulanan tüm modifikasyon işlemleri jüt ipliklerinin kopma mukavemetini ve modülünü istatistiksel olarak önemli derecede etkilerken, sadece sodyum perborat trihidrat muamelesi lifin nem içeriğini ve nem geri kazanımını önemli derecede azaltmıştır. Lif yüzeyinde modifikasyon işlemleri sonrası çatlakların meydana geldiği ve yüzey pürüzlülüğünün arttığı belirlenmiştir.

GİRİŞ

Mühendislik uygulamalarında ve taşımacılık endüstrisinde hafifliğin esas alındığında alanlarda kompozit üretiminde cam ve karbon elyaf gibi konvansiyonel liflerin yerine jüt, sisal ve keten gibi lignoselülozik liflerin önem kazanmaktadır. Çevresel sorunlara duyarlılığın artması ile birlikte özellikle son yıllarda selülozik liflerin polimerik kompozit malzemelerin üretiminde kullanımında artış göstermektedir. Biyolojik olarak parçalanabilirlik, geri dönüştürülebilirlik, düşük yoğunluk ve yüksek mukavemet gibi avantajlı özelliklerine rağmen, yüksek nem absorpsiyonu nedeni ile apolar polimerler ile uyumsuzluğu kompozit üretiminde bu liflerin kullanımını sınırlandırmaktadır. Aynı zamanda lif yüzeyinde bulunan pektin, yağ ve vaks gibi maddeler apolar polimer ile mekaniksel olarak da bağlanmasını engellemektedir (Seki, 2009). Bu nedenle yüzey temizliği uygulanarak polimerler ile etkileşime girebilecek reaktif hidroksil grupları oluşturmak için selülozik lifler fiziksel ve/veya kimyasal olarak modifiye edilmektedir (Liu and Dai 2007; Corrales et al. 2007; Sinha and Rout 2009; (Morales et al. 2006; Bozacı et al. 2009; Seki et al. 2010; Sever et al. 2011; Bulut ve Akşit, 2013).

Bu amaçla yapılan çalışmada jüt lifleri yükseltgen maddeler olan potasyum dikromat (DJ), potasyum permanganat (PJ) ve sodyum perborat trihidrat (SJ) ile modifiye edilmiştir. Yapılan kimyasal işlemlerin jüt liflerinin özelliklerine olan etkisini incelemek amacı ile Fourier Dönüşümlü Infrared Spektrofotometre (FTIR) analizi yapılmış, kopma mukavemeti, nem absorpsiyonu testler uygulanmış ve morfolojik özellikleri taramalı elektron mikroskobu ve floresans mikroskop ile incelenmiştir.

DENEYSEL ÇALIŞMA

Çalışmada jüt iplikleri potasyum dikromat, potasyum permanganat ve sodyum perborat trihidratın %0,02'lik sulu çözeltilerinde 2 dakika süre ile oda sıcaklığında muamele edilmiştir.

işlem sonunda saf su ile tekrarlı bir şekilde yıkanan jüt iplikleri, 105C sıcaklıktaki 6 saat süre ile kurumaya bırakılmıştır.

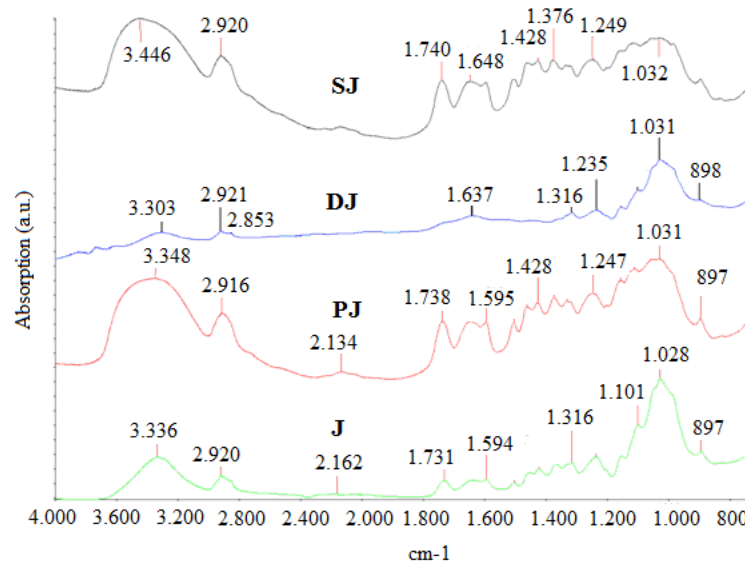
Modifikasyon işlemleri sonrası jüt lifinin fonksiyonel gruplarında meydana gelen değişimi incelemek amacı ile ham ve modifiye jüt liflerinin kızılötesi spektral ölçümleri 400–4000cm⁻¹ dalga aralığında 2cm⁻¹ çözünürlükte (% absorbans) yapılmıştır (Perkin Elmer 100). Jüt liflerinin nem içeriği gravimetrik yöntem kullanılarak ASTM D 629-08 standardına uygun olarak belirlenmiştir. Jüt ipliklerinin kopma mukavemeti testi Instron çok amaçlı mukavemet test cihazında 40mm çene aralığı ve 20mm/dak test hızında gerçekleştirilmiştir. jüt ipliklerinin morfolojik özellikleri taramalı elektron mikroskobu ve floresans mikroskobu ile incelenmiştir.

SONUÇLAR

Jüt Liflerinin FTIR Analizi

Şekil 1’de ham ve modifiye jüt liflerinin FTIR spektrumları görülmektedir. Ham jüt liflerinin –OH gerilme titreşimine ait 3.336cm⁻¹ absorpsiyon bandında bulunan pikin şiddetinin, PD modifikasyonu sonucu selülozun hidroksil gruplarının reaksiyona girerek bir kısmının kaybolması nedeni ile 3.303cm⁻¹’e düştüğü görülmektedir. SP ve PM modifikasyonları sonrası 3.336cm⁻¹ absorpsiyon bandının şiddeti 3.446 ve 3.348 cm⁻¹’e yükselmektedir. Jüt lifinin SP ve PM ile etkileşimi sonucunda OH gruplarında ciddi bir etkileşim gözlenmesi, oksidasyonun OH grupları üzerinden gerçekleştiğini göstermektedir.

Ham jüt lifinin spektrumunda 1.731cm⁻¹ absorpsiyon bandında bulunan C=O grubuna ait olan pikin (Jabasingh ve Nachiyar, 2012) şiddetinin SP ve PM işlemleri sonrası arttığı belirlenmiştir. Ancak PD muamelesi sonrası bu pikin kaybolduğu görülmektedir. Bunun nedeni C=O grubu içeren hemiselülozun giderilmesi olabilir. Ham jüt lifinin spektrumunda halkalı alkol gruplarına ait olan 1.029cm⁻¹ absorpsiyon bandının (Seki, 2009) şiddetinde azalma meydana gelmiştir. Oksidasyon esnasında keton oluşumu, alkol gruplarının miktarında meydana gelen değişimi desteklemektedir. J, PMJ ve SPJ liflerinin 1.503-1.505cm⁻¹ absorpsiyon bantlarında bulunan pikler lignindeki aromatik halkalarının varlığını göstermektedir (Arshad ve Mujahid, 2011; Jabasingh ve Nachiyar, 2012). Ancak PD modifikasyonu sonrası bu banttaki pik kaybolmuştur. Ayrıca ham jüt lifinin spektrumunda bulunan C-H eğilmesine ait olan 1.368-1.374cm⁻¹ absorpsiyon bantlarındaki pikler hemiselüloz ve lignin varlığını göstermektedir (Mwaikambo ve Ansell, 2002, Olaru ve ark., 2011). PD modifikasyonu sonucu bu pik kaybolmuştur.



Şekil 1. Jüt liflerinin FTIR spektrumları

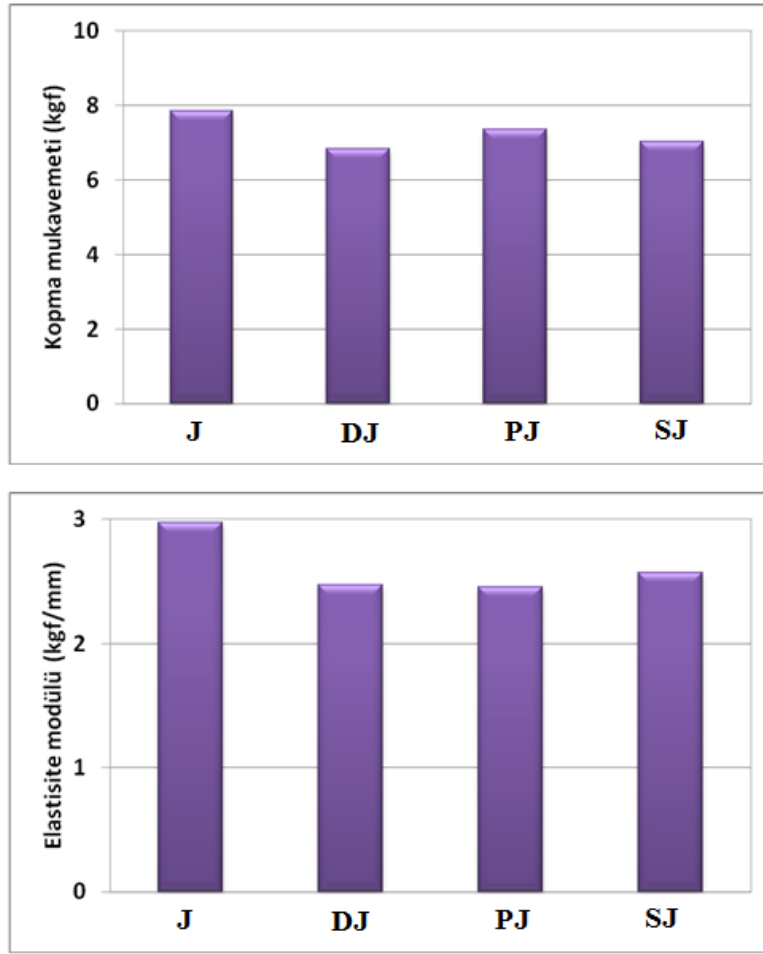
Jüt İpliklerinin Mekanik Özellikleri

Tablo 1 ve Şekil 2’de ham ve modifiye jüt ipliklerinin kopma mukavemeti ve elastisite modülü değerleri verilmektedir. Grafikler incelendiğinde, jüt ipliklerinin kopma mukavemeti ve elastisite modülü değerlerinin yükseltgen PD, PM ve SP modifikasyon işlemleri sonucu azaldığı görülmektedir. Yükseltgen maddeler selüloz liflerinin amorf bölgelerine ve kristal yüzeylerine etki etmektedir (Khan, 2010). Primer ve sekonder alkol gruplarının oksidasyonu sonucu piranoz halkasının açılması ve makromolekül zincirlerinin kısalması (Khan, 2010) jüt liflerinin dayanımını azaltmaktadır. Ayrıca kimyasal işlemler ile yüzey safsızlıklarının, hemiselülozun ve ligninin kısmen giderilmesi sonucu selülozun direk olarak oksidatif maddelerin etkisine maruz kalması da mukavemetini negatif yönde etkileyen diğer bir faktör olmaktadır.

Jüt ipliklerinin kopma mukavemetinde meydana gelen en yüksek ve en düşük azalma sırası ile PD ve PM muameleleri sonrası gözlenmiştir. Ham jüt ipliği ile PDJ ve PMJ ipliklerinin kopma mukavemeti ve elastisite modülü değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir. Ancak PDJ, PMJ ve SPJ iplikleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Suda çözündüğünde H_2O_2 açığa çıkaran ve genellikle ağartma maddesi olarak kullanılan sodyum perborat trihidrat ile muamele edilen jüt iplikleri ile ham jüt ipliklerinin hem kopma

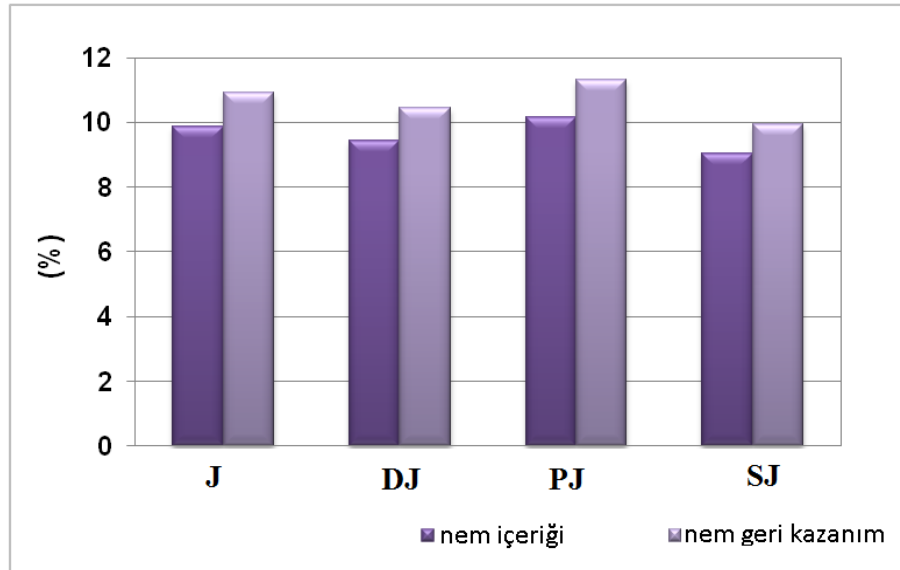
mukavemeti hem de elastisite modülü değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir.



Şekil 2. Kimyasal modifikasyonun jüt ipliklerinin kopma mukavemetine ve elastisite modülüne etkisi

Jüt ipliklerinin nem içeriği ve nem geri kazanımı

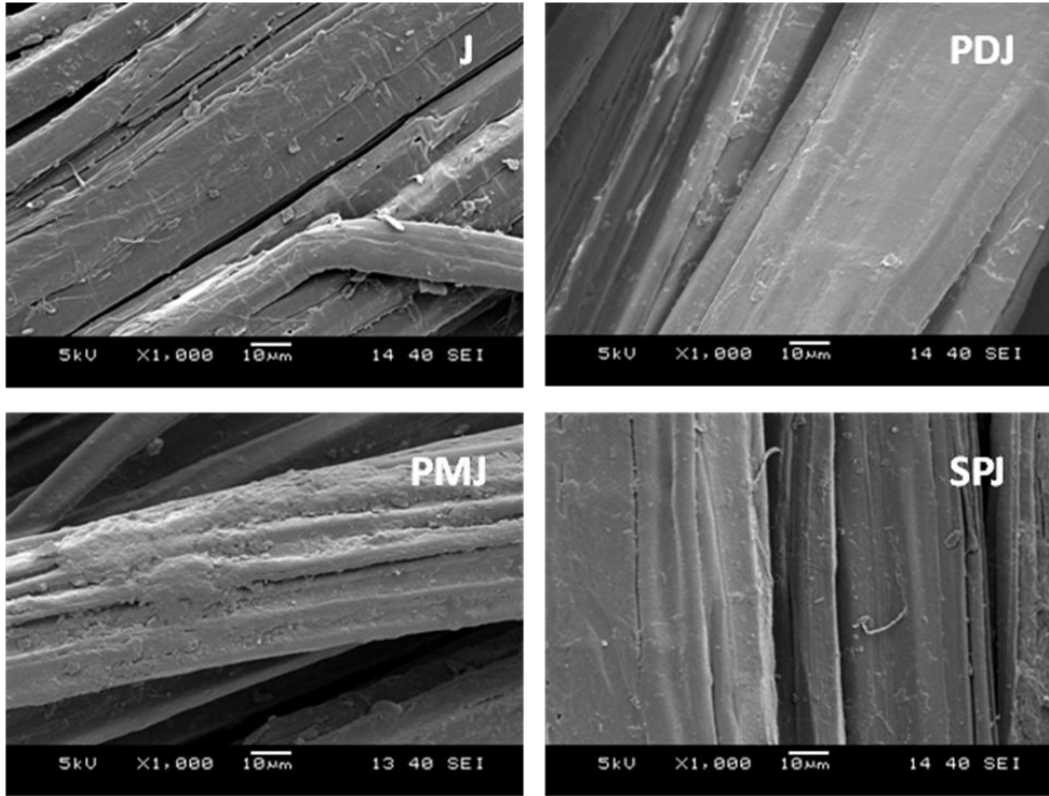
Şekil 3’de jüt ipliklerinin ASTM D 629-08 standardına göre belirlenen nem özellikleri incelendiğinde, diğer modifikasyon işlemlerinden farklı olarak potasyum permanganat muamelesinin ham jüt ipliğinin nem içeriğini arttırdığı görülmektedir. Ancak J, PMJ ve PDJ ipliklerinin nem değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Ham jüt ve SPJ ipliklerinin nem değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Şekil 3 incelendiğinde jüt ipliklerinin nem geri kazanım değerlerinin nem içeriği değerleri ile benzer davranış gösterdiği görülmektedir.



Şekil 3. Kimyasal modifikasyonun jüt ipliklerinin nem içeriği ve nem geri kazanımına etkisi

Jüt liflerinin taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmesi

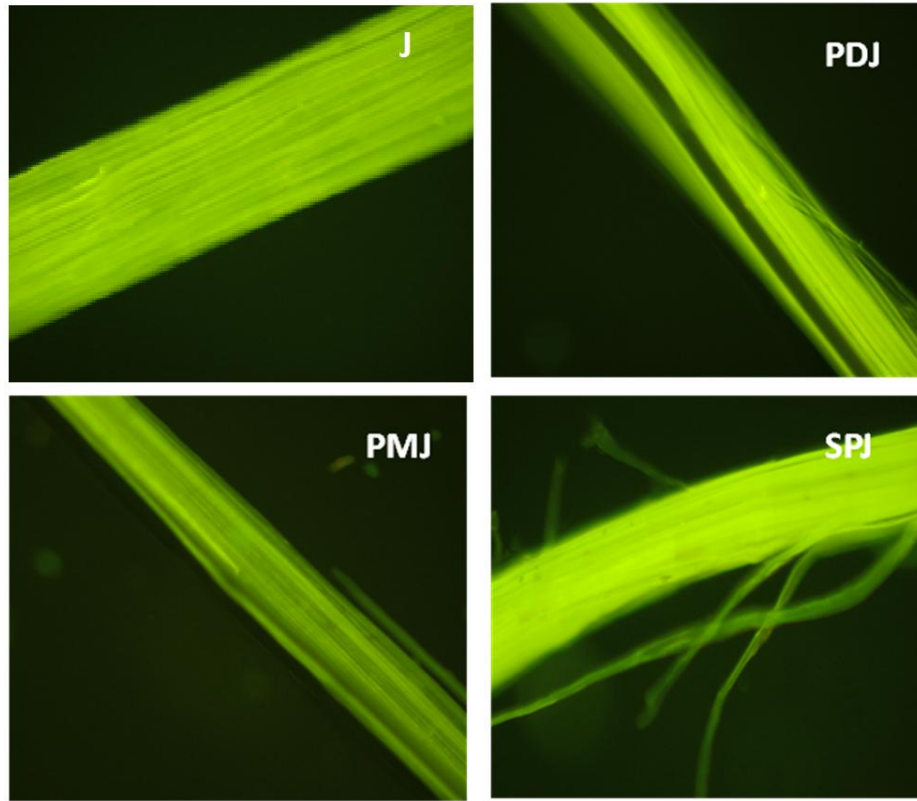
Şekil 4’de ham ve modifiye jüt liflerinin SEM görüntüleri verilmektedir. Liflerin SEM görüntüleri incelendiğinde modifikasyon işlemleri sonucu jüt liflinin yüzeyinde çatlaklar meydana geldiği görülmektedir. Meydana gelen bu çatlaklar Şekil 2’de verilen liflerin kopma mukavemetinde ve elastisite modülü değerlerinde düşüşe azalmaya neden olabilir. Ancak daha önce de belirtildiği gibi sodyum perborat trihidrat muamelesi hariç diğer modifikasyonların liflerin mekanik dayanımına etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Polimerik kompozit üretiminde lif yüzeyinde meydana gelen çatlakların ve yüzey pürüzlülüğünün takviye lifi ile polimer arasındaki mekanik kilitlenmeyi artırarak kompozitn mekanik dayanımını arttıracığı öngörülmektedir.



Şekil 4. Ham ve modifiye jüt liflerinin SEM görüntüleri

Jüt liflerinin floresans mikroskop görüntüleri

Şekil 5’de ham ve modifiye jüt liflerinin floresans mikroskop görüntüleri verilmektedir. Liflerin floresans mikroskop görüntüleri incelendiğinde, doğal yapısı gereği huzmeler halinde bulunan jüt liflerinde modifikasyon işlemleri sonrası huzme içerisinde lif hücrelerini birbirine bağlayan iç pektin, lignin v.b. maddeleri kısmen gidererek lif hücrelerinin huzmeden ayrılmasına neden olmuştur. Böylece kompozit üretiminde polimer ile etkileşime girecek yüzey alanı artarak lif/polimer arayüzeyini kuvvetlendirecektir.



Şekil 5. Ham ve modifiye jüt liflerinin floresans mikroskop görüntüleri

KAYNAKLAR

- [1] X.Y. Liu, G.C. Dai, Surface modification and micromechanical properties of jute fiber mat reinforced polypropylene composites, *Express Polymer Letters*. 1(5) (2007) 299–307.
- [2] F. Corrales, F. Vilaseca, M. Llop, J. Girones, J.A. Mendez, P. Mutje, Chemical modification of jute fibers for the production of green-composites, *Journal of Hazardous Materials*. 144(3) (2007) 730–735.
- [3] E. Sinha, S.K. Rout, Influence of fibre-surface treatment on structural, thermal and mechanical properties of jute fibre and its composite, *Bulletin Materials Science*. 32(1) (2009) 65–76.
- [4] J. Morales, M.G. Olayo, G.J. Cruz, P. Herrera-Franco, R. Olayo (2006) Plasma modification of cellulose fibers for composite materials. *Journal of Applied Polymer Science*. 101(6) (2006) 3821–3828.
- [5] E. Bozacı, K. Sever, A. Demir, Y. Seki, M. Sarikanat, E. Özdoğan, Effect of the Atmospheric Plasma Treatment Parameters on Surface and Mechanical Properties of Jute Fabric, *Fibers and Polymers*. 10(6) (2009) 781–786.
- [6] Y. Seki, M. Sarikanat, K. Sever, S. Erden, H.A. Gülec, Effect of the low and radio frequency oxygen plasma treatment of jute fiber on mechanical properties of jute fiber/polyester composite, *Fibers and Polymers*. 11(8) (2010) 1159–1164.
- [7] K. Sever, S. Erden, H.A. Gülec, Y. Seki, M. Sarikanat, Oxygen plasma treatments of jute fibers in improving the mechanical properties of jute/HDPE composites, *Materials Chemistry and Physics*. 129(1–2) (2011) 275–280.

- [8] Y. Bulut, A. Akşit, A comparative study on chemical treatment of jute fiber: potassium dichromate, potassium permanganate and sodium perborate trihydrate, *Cellulose*. 20 (2013) 3155-3164.
- [9] S.A. Jabasingh, C.V. Nachiyar, Process optimization for the biopolishing of jute fibers with celluloses from aspergillus nidulans aj su04, *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*. 2(1) (2012) 12–15.
- [10] K. Arshad, M. Mujahid , *Biodegradation of textile materials*, M.Sc Thesis, The Swedish of Textiles, University of Boras, 2011.
- [11] L.Y. Mwaikambo, M.P. Ansell, Chemical modification of hemp, sisal, jute, and kapok fibers by alkalization, *Journal of Applied Polymer Science*. 84(12) (2002) 2222–2234.
- [12] N. Olaru, L. Olaru, C. Vasile, P. Ander, Surface modified cellulose obtained by acetylation without solvents of bleached and unbleached kraft pulps, *Polimery*. 56(11–12) (2011) 834–840.
- [13] J.A. Khan, M.A. Khan, R. Islam, A. Gafur, Mechanical, thermal and interfacial properties of jute fabric-reinforced polypropylene composites: Effect of potassium dichromate, *Materials Sciences and Applications*, 1(6) (2010) 350–357.