

UTILIZATION OF EGGPLANT (SOLANUM MELONGENA) STALKS AS A FILLER IN MANUFACTURING OF COMPRESS MOLDED PP BASED COMPOSITES

İlkay ATAR^{1*}, *İbrahim Halil BAŞBOĞA*¹, *Kadir KARAKUŞ*¹, *Fatih MENGELÖĞLU*^{1,2}

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman End. Müh. Böl. Kahramanmaraş

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri, Malzeme Müh. Böl. Kahramanmaraş

*Corresponding Author; e-mail: iatar@ksu.edu.tr

Received: 1 November 2016; Accepted: 27 December 2016

In this study, polypropylene based composites were manufactured. Eggplant stalk flour as filler and MAPP as coupling agent were used in the polymer matrix. The aim of the study is to investigate whether the eggplant stalk flour can be evaluated as a filler material in PP based composite production. For this purpose, four different composite samples were produced by compression molding method. Specific gravity, tensile strength, tensile modulus, elongation at break, flexural strength, flexural modulus and impact strength of the manufactured samples were determined. According to statistical analysis, percent of eggplant stalk had no significant effect on impact strength in polymer matrix. However, percent of eggplant stalk flour had significant effect on tensile strength, tensile modulus, flexural strength, flexural modulus, elongation at break and specific gravity. The all samples provided required standard values.

Key Words: press molding, eggplant stalks, wood-plastic composites.

PATLİCAN (SOLANUM MELONGENA) SAPI ATIKLARININ POLİPROPİLEN BAZLI KOMPOZİTLERİN PRES KALIPLAMA YÖNTEMİ İLE ÜRETİMİNDE DOLGU MADDESİ OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada, polipropilen esaslı kompozitler üretilmiştir. Polimer matriste dolgu maddesi olarak patlıcan sapı unu ve uyumlaştırıcı olarak maleik anhidritle muamele edilmiş polipropilen (MAPP) kullanılmıştır. Çalışmanın amacı PP esaslı kompozit üretiminde patlıcan sapı ununun dolgu maddesi olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceği araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda pres kalıplama yöntemiyle dört farklı kompozisyonda örnekler üretilmiştir. Üretilen örneklerin yoğunluk, çekme direnci, çekmede elastikiyet modülü, kopmada uzama, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve darbe direnci değerleri belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre polimer matriste patlıcan sapı unu kullanım oranının darbe direnci üzerine önemli derecede bir etkisinin olmadığı, fakat çekme direnci, çekmede elastikiyet modülü, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, kopmada uzama ve yoğunluk değerleri üzerinde önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir. Üretilen tüm örneklerin test sonuçları istenen standart değerleri sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: pres kalıplama yöntemi, patlıcan (solanum melongena) sapı atıkları, odun-plastik kompozitler.

1. Giriş

Kompozit malzemeler iki ya da daha fazla malzemenin bir araya getirilmesiyle üretilen ve kendisini oluşturan malzemelere göre daha üstün özelliklere sahip materyallerdir. Termoplastik polimer esaslı kompozitlerde dolgu maddesi olarak yıllık bitki atıklarının kullanılmasıyla odun-plastik kompozitler üretilmektedir. Bu doğrultuda birçok yıllık bitki (buğday, mısır, pamuk, pirinç sapları vb.) polimer kompozitlerde dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır. Lignoselülozik dolgu maddelerinin termoplastik kompozitlerde kullanılmasının bazı avantajları vardır. Bu avantajlar, maliyetlerinin düşük olması, yoğunluğunun düşük olması, üretim esnasında fazla aşınmaya sebep olmaması, yüksek spesifik dirence sahip olması, bol miktarda bulunması ve doğada kolayca bozulabilmesidir [1-7]. Daha önce yapılan çalışmalarda sisal lifleri, buğday sapları, akçaağaç ve ladin odun lifleri, kenaf, jut, pirinç sapları, kendir gibi çeşitli lignoselülozik liflerin termoplastik kompozit üretiminde kullanılabileceği rapor edilmiştir [2], [3], [8-13]. Termoplastik kompozitlerde patlıcan saplarının dolgu maddesi olarak kullanılmasıyla ilgili çok çalışma yapılmadığı görülmüştür.

Patlıcan sapı onların polipropilen esaslı termoplastik kompozit üretiminde kullanılması ile ilgili çok fazla çalışma yapılmadığı ve bu alanda bir açığın olduğu belirlenmiştir. Türkiye de 30.000 ha alanda patlıcan üretimi yapılmakta ve çok fazla tarım atığı oluşmaktadır [14]. Genellikle bu atıklar yakılmaktadır. Bunun sonucunda çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Bu atıkların polimer kompozitlerde dolgu maddesi olarak kullanılarak bu sorunun giderilmesi hedeflenmiştir.

Bu amaçla polipropilen esaslı kompozitlerde dolgu maddesi olarak patlıcan sapı kullanılarak kompozitler üretilmiş ve üretilen kompozitlerin mekanik özellikleri ASTM D 6622 standardına uygun olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler standart değerlerle kıyaslanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada polimer matris polipropilen (PP), lignoselülozik dolgu maddesi olarak patlıcan sapı, uyumlaştırıcı olarak maleik anhidritle muamele edilmiş polipropilen (MAPP) ve ekstrüzyon işlemi esnasında üretimi kolaylaştırıcı olarak ise az miktarda vaks kullanılmıştır. Üretim matrisini oluşturan PP Petkim Petrokimya A.Ş. den satın alınmıştır. Dolgu maddesi olarak kullanılan patlıcan sapları Akdeniz bölgesindeki çiftçilerden temin edilmiştir. Uyumlaştırıcı MAPP ise Clariant firmasından satın alınmıştır.

Tablo 1’de polipropilen esaslı kompozitlerin üretim reçetesi verilmiştir. Dört farklı kompozit üretilmiştir. Polimer kompozit malzemeler pres kalıplama yöntemiyle üretilmiştir.

Tablo 1. Polipropilen Esaslı Kompozitlerin Üretim Reçetesi

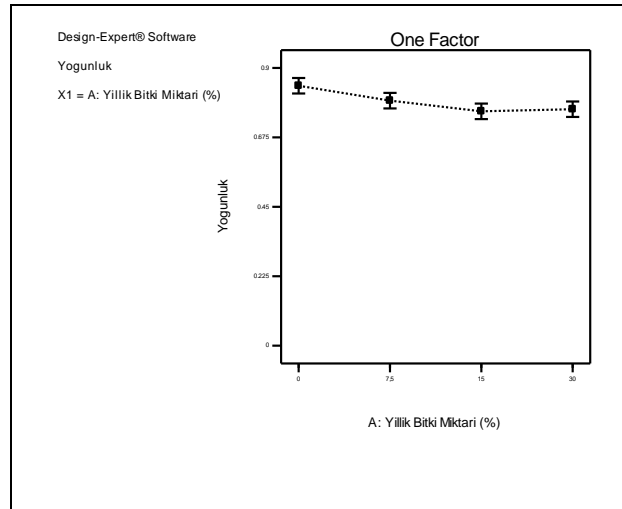
Kod	PP (%)	Patlıcan Sapı (%)	MAPP (%)	Waks (%)
P0	100	0	0	0
P1	87.5	7.5	3	2
P2	80	15	3	2
P3	65	30	3	2

Üretimde kullanılacak PP, MAPP ve vaks hiçbir işlem görmeden satın alındıkları halde kullanılmıştır. Fakat dolgu maddesi olarak kullanılan patlıcan sapları üretime sokulmadan önce değirmende un haline getirildi. Daha sonra sarsak elek yardımıyla elendi. 60-100 mesh boyutlarındaki

malzemeler üretimde kullanıldı. Dolgu maddeleri 103 C° de 24 saat etüvde kurutuldu. PP, dolgu maddesi, MAPP ve vaks üretim reçetesinde verilen oranlarda bir araya getirilerek yüksek devirli karıştırıcıda homojen hale getirilmiştir. Homojen karışım daha sonra sıcaklıkları 170-180-185-190-200 C°'ye ayarlanmış tek vidalı ekstruder makinesinden geçirilerek çıkan eriyik malzeme küçük parçalar halinde kesildi ve suda soğutuldu. Daha sonra elde edilen peletler kırıcıdan geçirilerek küçük boncuklara ayrıldı. Bunlar 103 C° sıcaklıktaki etüvde 12 saat süreyle kurumaya bırakıldı. Kurutulan bu boncuklar 190 C° de hidrolik preste 2x150x200 mm boyutlarında levha haline getirildi. Levhalar 2x13x120mm boyutlarında kesildi ve test edilmeden önce sıcaklığı 20°C ve bağıl nemi % 65 olan iklimlendirme dolabında kondisyonlanmaya bırakıldı. Örneklerin yoğunluğu, eğilme direnci, çekme direnci ve darbe direnci testleri sırasıyla ASTM D 792, ASTM D 790, ASTM D 638 ve ASTM D 256 standartlarına göre yapılmıştır [15-18].

3. Bulgular ve Tartışma

PP matrisi içinde dolgu maddesi olarak patlıcan sapı kullanım oranının mekanik özellikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Şekil 1'de üretilen örneklerin yoğunluk etkileşim grafiği verilmiştir. Grafikteki X eksenini patlıcan sapı kullanım oranını gösterirken Y eksenini ölçülen değerleri göstermektedir. Örneklerin yoğunluk değerleri 0,64 – 0,88 gr/cm³ değerleri arasında değişmektedir. İstatistik analiz sonucunda yoğunluk üzerine dolgu maddesi kullanım oranı önemli oranda etkili olmuştur. Örneklerin yoğunluk değeri PP içerisine katılan dolgu maddesi oranı arttıkça düştüğü görülmüştür.

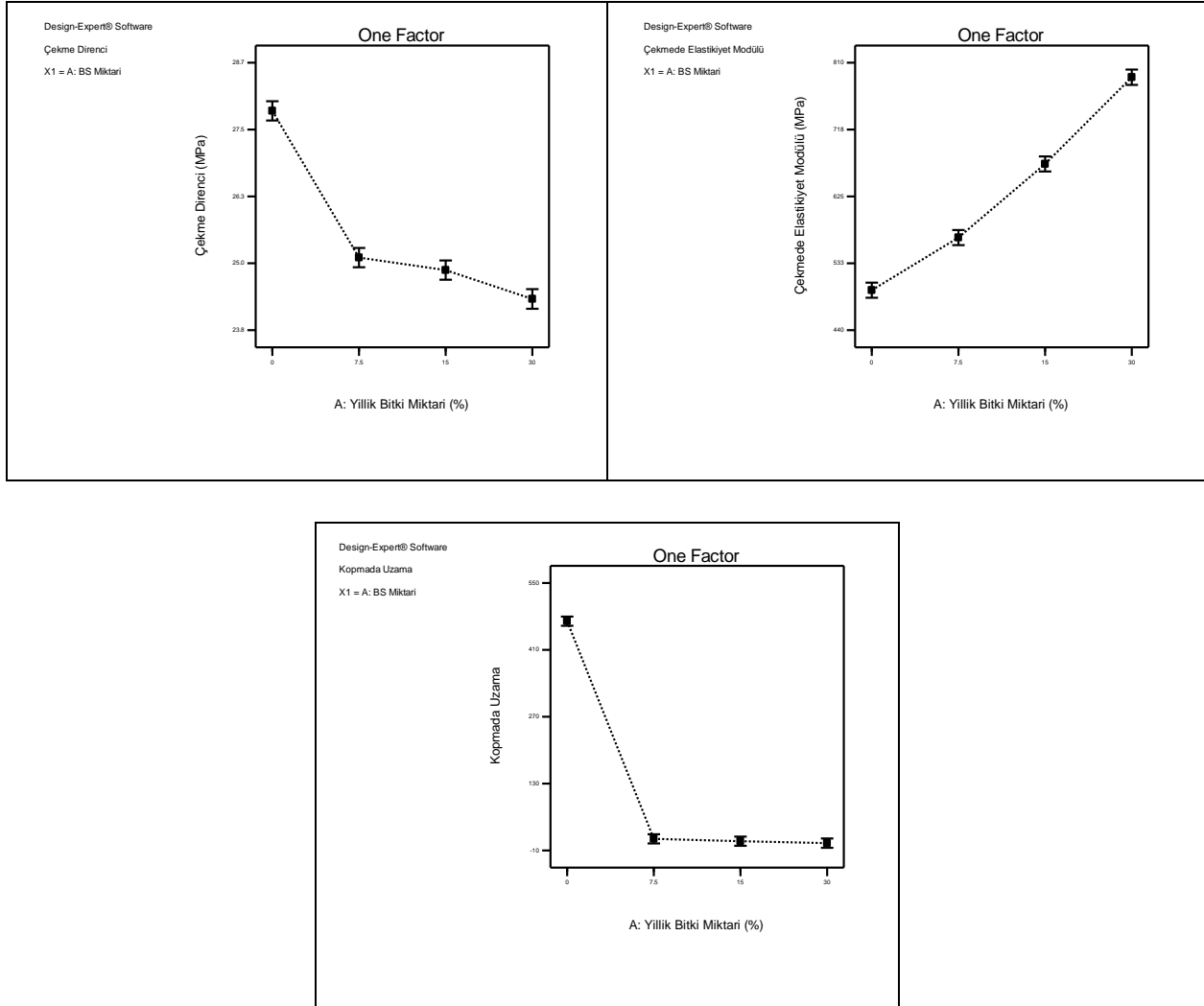


Şekil 1. Üretilen Örneklerin Yoğunluk Etkileşim Grafiği

Üretilen Örneklerin Çekme Direnci, Çekmede Elastikiyet Modülü ve Kopmada Uzama Etkileşim Grafiği Şekil 2'de verilmiştir. İstatistik analiz sonucuna göre patlıcan sapı unu oranının çekme direncini istatistiksel olarak önemli düzeyde azalttığı bulunmuştur (P<0,0001). Çekme direncindeki düşüşün en önemli sebebi kullanılan plastik matrisi ile lignoselülozik dolgu maddesi arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanan adezyon problemlerinden kaynaklanmış olabilir [19], [20].

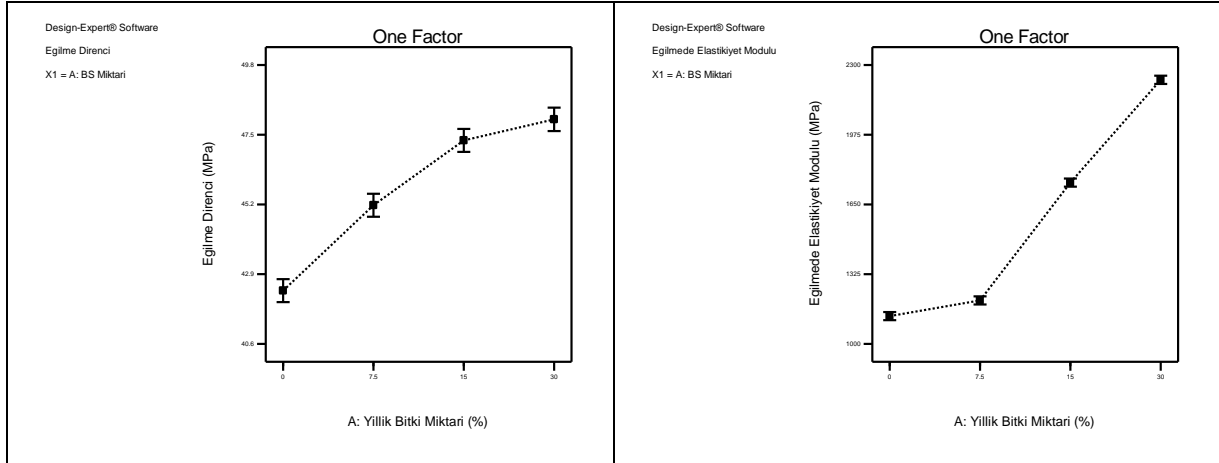
Çekmede elastikiyet modülünde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde artış gözlemlenmiştir (P<0,0001). Patlıcan sapı ununun çekmede elastikiyet modülü polimerik malzemeden (PP) yüksek olduğu için üretilen kompozitlerin çekmede elastikiyet modülünün yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum karışım kuralı ile izah edilmiştir [21]. Benzer sonuçlar diğer polimerler içinde tespit edilmiştir [22].

Kopmada uzama değerleri üzerinde de dolgu maddesinin istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmuştur ($P<0,0001$). Dolgu maddesi miktarındaki artışla kopmada uzama değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Plastik matris içerisine katılan patlıcan sapı ununun malzemeyi daha sert ve gevrek hale getirmesiyle elde edilen kompozitlerin kopmada uzama miktarında azalma olduğu bulunmuştur.



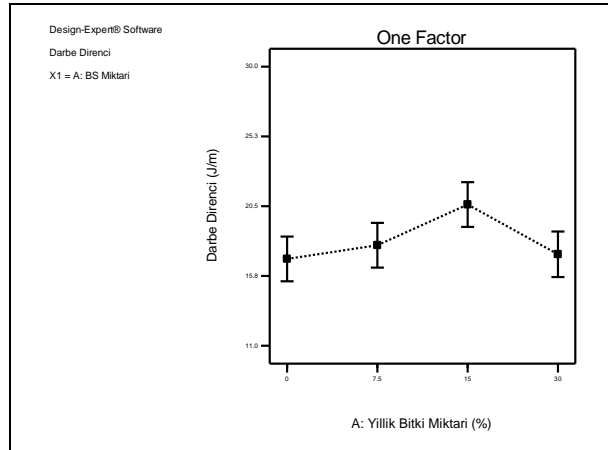
Şekil 2. Üretilen Örneklerin Çekme Direnci, Çekmede Elastikiyet Modülü ve Kopmada Uzama Etkileşim Grafiği

Şekil 3'te örneklerin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü etkileşim grafiği gösterilmiştir. Dolgu maddesi oranının üretilen polimer kompozit malzemenin eğilme direnci üzerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir ($P<0,0001$). Eğilmede elastikiyet sonuçları ise çekmede elastikiyet modülüne benzer şekilde önemli oranda artış meydana getirmiştir ($P<0,0001$). Patlıcan sapsarı, plastik malzemeye göre daha yüksek elastikiyet modülüne sahiptir [23]. Bu nedenle polimer matrisine katıldığında elastikiyet modülünün yükselmesine sebep olmaktadır.



Şekil 3. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü Etkileşim Grafiği

Üretilen kompozitlerin darbe direnci etkileşim grafiği Şekil 4’te gösterilmiştir. İstatistik analiz sonucuna göre darbe direnci değerleri üzerine dolgu maddesi oranının etkili olmadığı belirlenmiştir ($P=0,1075$). Polimer matris içerisinde dolgu maddesinin %15 oranına kadar artmasıyla darbe direncinin de bir miktar arttığı, % 30 oranında katılmasıyla darbe direncinin düştüğü görülmüştür.



Şekil 4. Darbe Direnci Etkileşim Grafiği

4. Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 109O471 kodlu proje için yapılan ön çalışmalardan hazırlanmıştır. TÜBİTAK’a katkıları için teşekkür ederiz.

5. Sonuçlar ve Öneriler

Polipropilen (PP) matrisi içinde dolgu maddesi olarak patlıcan sapı ve uyumlaştırıcı olarak MAPP kullanılarak kompozitler üretilmiştir. Üretilen örneklerin fiziksel (yoğunluk) ve mekanik (çekme, eğilme ve darbe direnci) özellikleri belirlenmiştir. Bulunan sonuçlar doğrultusunda; dolgu maddesi olarak kullanılan patlıcan sapının eklenmesi ile örneklerin yoğunluğu, çekme direnci ve kopmada uzama değerlerini genel olarak azalttığı fakat eğilme direnci, eğilmede elastikiyet ve çekmede elastikiyet modülü değerlerini arttırdığı gözlenmiştir. Bu çalışmayla polimer kompozit



üretimde lignoselülozik bir dolgu maddesi olarak patlıcan saplarının kullanılabilceği gösterilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen bütün örnekler standartlarda istenen değerleri sağlamıştır.

6. Kaynaklar

- [1] Bodirlau, R., et al., Influence of components ratio upon Mechanical Properties of Wood/Thermoplastic Polymer Composites, *Cellulose Chem. Technol.*, 43: (4-6), (2009), 205-209.
- [2] Taj, S., et al., Natural fiber-reinforced polymer composites, *Proc. Pakistan Acad. Sci.* 44 (2): (2007), 129-144.
- [3] Anticha, P., et al., Mechanical behavior of high impact polystyrene reinforced with short sisal fibers, *Composites: Part A* 37: (2006), 139–150.
- [4] Khalid, M., et al., Effect of MAPP as coupling agent on the mechanical properties of palm fiber empty fruit bunch and cellulose polypropylene biocomposites, *International Journal of Engineering and Technology*, Vol. 3, No.1, (2006), pp. 79-84.
- [5] Georgopoulos, S.T., et al., Thermoplastic polymers reinforced with fibrous agricultural residues, *Polymer Degradation and Stability* 90: (2005), 303-312.
- [6] Rennekar, S.H. Modification of wood fiber with thermoplastics by reactive steam-explosion processing, Virginia Polytechnic Institute & State University, Doctor of Philosophy, in *Wood Science and Forest Products*, Blacksburg, VA. (2004)
- [7] Nair, K.C.M., et al., Thermal and dynamic mechanical analysis of polystyrene composites reinforced with short sisal fibres, *Composites Science and Technology* 61 (2001) 2519–2529.
- [8] Poletto, M., et al., Characterization of composites based on expanded polystyrene wastes and wood flour, *Waste Management* 31(2011):779–784.
- [9] Mengelöglu, F., Karakus, K. Thermal degradation, mechanical properties and morphology of wheat straw flour filled recycled thermoplastic, *Sensors ISSN 1424-8220* 8. s. (2008), 497-516.
- [10] Mengelöglu, F., Kabakci, A. Determination of Thermal Properties and Morphology of Eucalyptus Wood Residue Filled High Density Polyethylene Composites. *Int. J. Mol. Sci.*, 9(2008): 107–119.
- [11] Bengtsson, M., Oksman, K. Silane crosslinked wood plastic composites: Processing and properties. *Compos. Sci. Technol.*, 66(2006): 2177–2186.
- [12] Digabel, F. L., et al., Properties of thermoplastic composites based on wheat-straw lignocellulosic fillers, *Journal of Applied Polymer Science*, 93: (2004) 428–436.
- [13] Li, Q., Matuana, L. M. Effectiveness of Maleated and Acrylic Acid-Functionalized Polyolefin Coupling Agents for HDPE-Wood Flour Composites, *J. Thermoplast. Compos.*, 16: (2003) 551-564.
- [14] Karayılmazlar, S., et al., Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13 (19), (2011) 63-75
- [15] Anonim, Standard Test Method for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement, ASTM D 792, *Annual Book of American Society for Testing and Materials (ASTM) Standards*, Philadelphia (2007).



- [16] Anonim, Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials, ASTM D 790, *Annual Book of American Society for Testing and Materials (ASTM) Standards*, Philadelphia (2003)
- [17] Anonim, Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. ASTM D 638, *Annual Book of American Society for Testing and Materials (ASTM) Standards*, Philadelphia (2001)
- [18] Anonim, Standard Test Methods for Impact Resistance of Plastics and Electrical Insulating Materials, ASTM D 256, *Annual Book of American Society for Testing and Materials (ASTM) Standards*, Philadelphia (2000)
- [19] Balatnecz, J.J., Woodhams, R.T. Wood-Plastic Composites, Doing More with Less, *Journal of Forestry*, (1993) 91, 11, 22-26.
- [20] Matuana, L.M., Mengeloğlu, F. Manufacture of Rigid PVC/Wood-Flour Composite Foams Using Moisture in Wood as Foaming Agent, *Journal of Vinyls and Additive Technology*, 8, 4, (2002) 264–270.
- [21] Matuana, L.M., Balatnecz, J.J. Effect of Surface properties on the Adhesion between PVC and Wood Veener Laminates, *Polym. Eng. Sci.*, 38, 5, (1998) 765-773.
- [22] Averous, L., et al., Properties of Thermoplastic Blends: Starch- Polycaprolactone. *Polymer 41*, pp: (2000) 4157-4167.
- [23] Hornsby, P.R., et al., Preparation and Properties of Polypropylene Composites Reinforced with Wheat and Flax Straw Fibers, Part 1., Fiber Characterization, *J. Mater. Sci.*, 32, (1997) 443–449.