

Atık Bardaklardan Üretilen Odun Plastik Kompozitlerin Bazı Özellikleri

*Mürşit TUFAN¹, Türker GÜLEÇ¹, Uğur ÇUKUR¹, Selçuk AKBAŞ¹, Sami İMAMOĞLU²

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Müh. Bölümü, Artvin

²Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Müh. Bölümü, Bursa

*Sorumlu yazar: mtufan35@hotmail.com

Geliş Tarihi:24.12.2014

Özet

Odun Plastik Kompozit (OPK) üretimi geri dönüştürülebilir materyaller ve atık termoplastik materyallere ilgi her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada geri dönüştürülebilir atık kağıt bardaklar, polimer atıklar (Yüksek Yoğunluklu Polietilen (YYPE) ve Polipropilen (PP)) kullanılarak dört farklı formülasyonda OPK üretimi gerçekleştirilmiştir. Kullanılan farklı polimer ve uyum sağlayıcıların OPK'lerin bazı mekanik, fiziksel ve termal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. OPK üretiminde atık kağıt bardak kullanımının fiziksel, mekanik ve termal analizler üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca atık kâğıt bardaklardan üretilen OPK'lerin uygun mekanik dirençlere sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışmada dolgu maddesi olarak kullanılan geri dönüştürülebilir atık kâğıt bardaklardan potansiyel olarak OPK üretimlerinde faydalanılabileceği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Odun plastik kompozitleri, Atık bardak, Mekanik özellikler, TGA, DSC

Some Properties of Wood Plastic Composites Produced from Waste Cups

Abstract

To use of recycled and waste thermoplastics materials has been recently considered for producing wood plastic composites (WPCs). In this study, we use four different formulations on the disposable cups, recycled polymers (recycled high density polyethylene (HDPE) and polypropylene (PP)) to produce WPCs. The effect of different polymers and coupling agents used were determined on some physical, mechanical and thermal properties in WPCs samples. Use of waste paper cups for the production of WPCs, it was not determinet any negative affects on physical, mechanical and thermal analysis. Also it was determinet that WPCs as a produced from waste paper cups have the appropriate mechanical strength. This study suggested that using recycled waste paper cups as a filler can be potantially utilized in production of WPCs.

Key words: Wood plastic composites, Waste cup, Mechanical properties, TGA, DSC

Giriş

Odun kompozitleri, termoset tutkallar yada termoplastik ve çimento gibi materyallerle üretilen odun kompozitleri olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadır. Termoset esaslı odun kompozitlerinin üretiminde odun materyali ve termoset tutkallar kullanılır. Pres ile ısı altında birleşme elde edilir. Termoplastik esaslı odun kompozitlerin yapısında odun materyali ile polietilen (PE), polipropilen (PP) ve polivinil klorür (PVC) gibi plastikler bulunmaktadır. Odun Plastik Kompozitleri (OPK) olarak adlandırılan malzemeler ise odun unu ve termoplastik esaslı polimerlerin karışımı ile üretilmektedir. Burada dolgu maddesi olarak ifade edilen odun unu sadece ağaç malzeme değil lifli yapıda olan tüm yıllık bitkiler, tarımsal atıklar gibi odunsu materyali ifade etmektedir (Mengeloğlu ve

Alma 2002; Mengeloğlu ve ark. 2002; Matuana ve Heiden, 2004; Mengeloğlu ve ark. 2008; Tufan ve Mengeloğlu, 2010; Akbaş ve ark. 2013).

OPK'ler rutubete dayanıklılığı, boyutsal stabilizesinin iyi oluşu, üretimde atık malzemelerin kullanılabilmesi, isteğe göre renk ve boyutlarının ayarlanabilmesi, mantar ve böceklerle karşı dayanıklı olması gibi üstün özelliklerinden dolayı endüstride birçok kullanım alanı bulmuştur. Özellikle orman ürünleri sektöründe hızlı gelişen alanlardan bir tanesi haline gelmiştir. Principia şirketinin yaptığı araştırmalara göre 1992-2011 yılları arasında dünyadaki ağaç malzeme, saf plastik ve odun plastik kompozitlerinin pazar payı Tablo 1'de verilmiştir (Klyosov, 2007).

Yukarıda belirtilen avantajlara rağmen üretim kapasitelerinin düşük oluşu, enerji

giderlerinin yüksek oluşu, odunsu oluşu OPK'lerin başlıca dezavantajlarıdır materyale göre yoğunluklarının yüksek (Mengeloğlu ve ark. 2002; Karakuş, 2008)

Tablo 1. Dünya’da yer döşemesi olarak kullanılan malzemelere olan talep (Klyosov, 2007).

Yıl	Pazar (milyar \$)	Pazar payı (%)		
		Ağaç Malzeme	Saf Plastik	Odun Plastik Kompozitleri
1992	2.3	97	1	2
2002	3.4	91	2	7
2005	5.1	77	4	19
2006	5.5	73	5	22
2011	6.5	66	4	30

OPK üretiminde dolgu maddesi olarak lignoselülozik materyallerin kullanılması son yıllarda oldukça fazla kabul görmektedir. Çünkü lignoselülozik materyaller maliyeti düşürmekte, mekanik performansı iyileştirmektedir. Özellikle son zamanlarda plastik maliyetlerindeki artış ve çevresel baskılar yenilenebilir materyallere karşı ilgiyi arttırmıştır. Bununla birlikte daha temiz bir çevre için atık madde miktarının azaltılması önem arz etmektedir (Caulfield ve ark. 2005). Özellikle atık plastiklerin çevreye olan olumsuz etkilerinden dolayı, geri dönüşümü ve tekrar değerlendirilmesi dünya kamuoyunun üzerinde durduğu en önemli konulardan birisidir. Sadece 2010 yılı itibarıyla dünyada üretilen plastik miktarı 300 milyon tonu aşmıştır. Bu sektörün yıllık ortalama büyüme oranı %9 olarak ifade edilmektedir. Ülkemizin bu sektördeki payı %1,6 olarak tespit edilmiştir (İAOSB, 2012; Sarıdede, 2004). Ayrıca ülkemizde atıl halde değerlendirilmeyi bekleyen yaklaşık olarak 6 milyon ton atık plastik ve 2 milyon ton atık kağıt olduğu belirtilmiştir (Mengeloğlu, 2006; Karakuş ve ark. 2010).

Bu çalışmada atık Polipropilen (PP) ve Yüksek Yoğunluklu Polietilen (YYPE), dolgu maddesi olarak atık kağıt bardak kullanılarak polimer kompozit üretimi yapılmış, üretilen OPK'lerin fiziksel,

mekanik özellikleri ve termal analizleri incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Üretimde dolgu maddesi olarak atık kağıt bardaklar (KB) kullanılmıştır. Atık kağıt bardaklar Artvin Çoruh Üniversitesi kantinlerinden toplanmıştır. Polimer olarak kullanılan atık Polipropilen (PP) ve Yüksek Yoğunluklu Polietilen (YYPE) ticari kaynaklardan (Ayan Plastik San. Tic. Ltd. Şti. / Samsun) temin edilmiştir. Uyum sağlayıcı olarak Maleik Anhidritle Kraftlanmış Polietilen (MAPE) (Licocene 4351; renk: beyaz, yumuşama noktası: 123 °C, asit değeri: 43 mg KOH/g) ve Polipropilen (MAPP) (Licomont AR 504; renk: sarı, yumuşama noktası: 156 °C, asit değeri: 41 mg KOH/g) Clariant firmasından ticari olarak temin edilmiştir.

Metot

Toplanan atık KB önce temizlenip giyotin yardımıyla 2x2x3 cm olarak ebatlandırılmış ve Hobart tipi pulper içerisinde konularak hamurlaştırma işlemi yapılmış ve kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan örnekler, Willey değirmeninde öğütülmüş ve 103±2°C tam kuru hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Üretilen OPK'lerin formülasyonu Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Üretimi gerçekleştirilen OPK'lerin formülasyonları.

Örnek Kodu	PP (%)	YYPE (%)	KB (%)	MAPP (%)	MAPE (%)
A	70	-	30	3	-
B	60	-	40	3	-
C	-	70	30	-	3
D	-	60	40	-	3

Öğütülmüş KB unları, plastik ve uyum sağlayıcı ajan ekstrüzyon işleminden önce homojen bir şekilde birbirlerine karışabilmesi için SHINI marka karıştırıcıda 5 dakika boyunca karıştırılmış ve rutubet almaması için polietilen poşetlere konulmuştur. Karışım tek vidalı ekstruderden (Rondol 3212) geçirilerek pelet oluşturulmuş ve peletler su banyosunda soğutulmuştur. Üretim sırasında ekstruder ısıtma bölgeleri 175-180-185-190°C ve hız 50 rpm (devir/dakika) olarak ayarlanmıştır. Peletler soğutulduktan sonra kırıcı yardımı ile daha küçük parçalar haline getirilmiştir. Parça küçültme işleminin ardından elde edilen malzeme kalıba yerleştirilerek sıcak preste 170 °C sıcaklıkta preslenmiştir.

Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Üretilen levhaların su alma oranları ve mekanik testler için kullanılan standartlar aşağıda verilmiştir;

Eğilme direnci ve çekme direnci testleri sırasıyla ASTM D 790 ve ASTM D 638 (Anonim, 2004) standardına göre yapılmış olup örnekler 5x13x150 mm ve 5x13x165 mm boyutlarında ebatlandırılmış ve testler Zwick/Roell Universal test cihazında gerçekleştirilmiştir.

Su alma testleri ASTM D 1037 (Anonim, 1996) standardına göre yapılmış olup örnekler 50x50x50 mm boyutlarında ebatlandırılmıştır. Fiziksel ve mekanik testlerin her biri için 10 adet numune kullanılmıştır.

Termal Analizler

Termogravimetrik Analiz (TGA) TGA analizi için PerkinElmer (Model STA 6000) marka cihaz kullanılmıştır. Test örnekleri 3-5 mg tartıldıktan sonra porselen kroze içerisine konulup cihaza yerleştirilmiştir. Test sırasında sıcaklık oda sıcaklığından 500°C'ye kadar 10°C/dakika oranında arttırılmıştır.

Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC)

DSC analizi için PerkinElmer (Model DSC 8000) marka cihaz kullanılmıştır. Numuneler Alüminyum pan ile

kaplandıktan sonra cihaz içerisine yerleştirilmiştir. Test sırasında sıcaklık 250°C'ye kadar 10°C/dakika oranında arttırılmıştır. Test sırasında azot gazı akış hızı 20 ml/ dakika olarak ayarlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

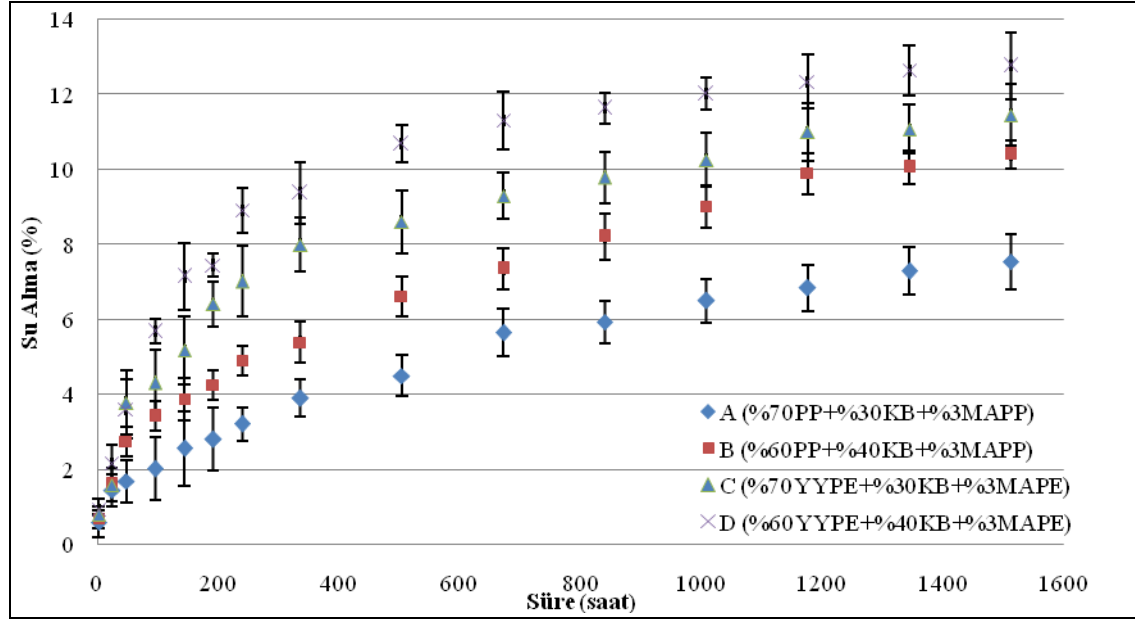
Fiziksel ve Mekanik Özellikler

Üretilen OKP'lerde 2, 24, 48, 96, 144, 192, 240 saatlik ve 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 haftalık sürelerde su alma oranları belirlenmiştir. Elde edilen veriler ile oluşturulmuş grafik Şekil 1'de verilmiştir.

9 haftalık süre sonunda en yüksek su alma oranları A, B, C, D kodlu örnekler için sırası ile %7.55, 10.39, 11.45 ve 12.76 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak tüm levha gruplarında su alma oranları 6 haftaya kadar olan sürede hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Bu sürenin sonunda ise ağırlık artışlarında meydana gelen değişim %1.5'i geçmemiştir. Şekil 1'de su alma grafiğinde görüldüğü gibi her iki polimer türü için dolgu maddesi olarak kullanılan KB oranının artması ile su alma oranları da artmıştır.

Yapılan çalışmalarda YYPE ve PP'nin hidrofobik (suyu iten), lignoselülozik malzemelerin ise hidrofilik (suyu çeken) karakterde olduğu, ve OPK içerisinde su molekülleri lignoselülozik malzemenin bulunduğu kısımlarda absorbe edildiği bildirilmiştir (Kaymakçı ve ark. 2012a; Büyüksarı ve ark 2012; Stokke ve Gardner 2003; Akbaş ve ark. 2013; Najafi ve ark. 2008). Çalışmada elde edilen veriler bu kapsamda literatüre uygunluk göstermektedir.

Üretilen OPK'lerin mekanik özelliklerine ait değerler, yapılan istatistik analiz sonuçları ve ortalamalar Tablo 3'de verilmiştir.



Şekil 1. Su alma oranları (%).

Tablo 3. Mekanik özelliklere ait sonuçlar

Örnek Kodu	Eğilme Direnci (MPa)	Çekme Direnci (MPa)	Eğilmede Elastikiyet Modülü (GPa)	Çekmede Elastikiyet Modülü (GPa)	Çekmede Uzama (%)
A	24.52 (1.44) <i>a</i>	16.99 (0.57) <i>d</i>	1.79 (0.06) <i>b</i>	1.56 (0.05) <i>c</i>	3.48 (0.39) <i>b</i>
B	27.22 (1.28) <i>b</i>	15.74 (0.69) <i>c</i>	2.32 (0.09) <i>d</i>	1.63 (0.09) <i>d</i>	2.24 (0.56) <i>a</i>
C	23.43 (1.44) <i>a</i>	13.71 (0.53) <i>b</i>	1.54 (0.09) <i>a</i>	1.16 (0.08) <i>a</i>	4.20 (0.33) <i>c</i>
D	28.78 (0.90) <i>c</i>	12.74 (1.85) <i>a</i>	2.19 (0.09) <i>c</i>	1.24 (0.06) <i>b</i>	3.78 (0.41) <i>b</i>

*Parantez içindeki değerler standart sapma değerlerini göstermektedir. Aynı sütundaki harfler Duncan testine göre ($P<0.05$) farklılıklar olduğunu belirtmektedir. Mekanik test değerleri 10 numune üzerinden elde edilmiştir.

Yapılan mekanik testler sonucunda üretiminde polimer olarak PP kullanılan OPK'lerde en yüksek eğilme direnci değeri 27.22 MPa ve eğilmede elastikiyet modülü değeri 2.32 GPa olarak belirlenmiştir. Üretiminde polimer olarak YYPE kullanılan OPK'lerde en yüksek değerler sırası ile 28.78 MPa ve 2.19 GPa olarak tespit edilmiştir. Genel olarak her iki polimer türü için belirlenen eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri; OPK içerisinde dolgu maddesi olarak kullanılan KB oranının artması ile artmıştır. Yapılan istatistik analizler sonucunda eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerinde meydana gelen bu farkın önemli olduğu belirlenmiştir.

Farklı dolgu maddesi kullanılarak yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiş, bu durumun lignoselülozik malzemenin kullanılan polimerlere (PP ve YYPE) göre daha rijit ve yüksek elastikiyete sahip olduğundan kaynaklandığı bildirilmiştir (Zabihzadeh, 2010; Chaharmahali ve ark. 2010; Ayrılmış ve ark. 2012).

Yapılan mekanik testler sonucunda üretiminde polimer olarak PP kullanılan OPK'lerde en yüksek çekme direnci değeri 16.99 MPa ve çekmede elastikiyet modülü değeri 1.63 GPa olarak belirlenmiştir. Üretiminde polimer olarak YYPE kullanılan OPK'lerde en yüksek değerler sırası ile 13.71 MPa ve 1.24 GPa olarak tespit edilmiştir. Genel olarak her iki polimer türü için

belirlenen çekme direnci değerleri OPK içerisinde dolgu maddesi olarak kullanılan KB oranının artması ile azalmış, çekmede elastikiyet modülü değerleri ise artmıştır. Yapılan istatistik analizler sonucunda çekme direnci ve çekmede elastikiyet modülü değerlerinde meydana gelen bu farkın önemli olduğu belirlenmiştir.

OPK içerisinde KB oranının artması ile polimer miktarı azalmaktadır. Ayrıca polimer malzemenin hidrofobik, lignoselülozik malzemelerin ise hidrofilik karakterli oluşu, iki malzeme arasında uyumsuzluğa neden olmakta ve bu duruma bağlı olarak karışım problemi oluşturmaktadır ve çekme direnci değerleri olumsuz etkilenmektedir. Dolayısı ile dolgu maddesi oranı arttıkça çekme direnci değerleri azalırken, çekmede elastikiyet modülü değerleri artmaktadır.

Çekmede elastikiyet modülü değerleri eğilimde elastikiyet modülü değerlerine benzer sonuçlar göstermiştir (Julson ve ark. 2004; Kaymakçı ve ark. 2012b).

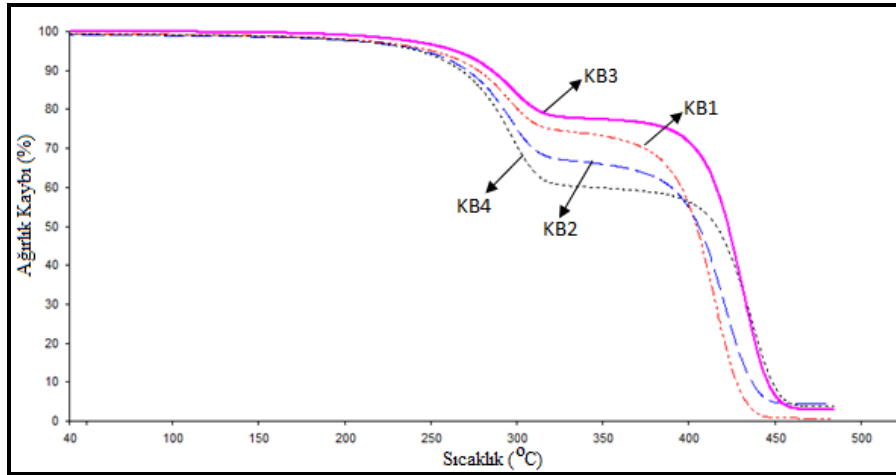
Kopmada uzama miktarı değerleri çekme direnci değerlerinde olduğu gibi KB oranının artması ile azalma göstermiştir. Üretiminde polimer olarak PP kullanılan OPK'lerde en

yüksek kopmada uzama miktarı %3.48 olarak belirlenirken, bu değer polimer olarak YYPE kullanılan OPK'lerde %4.20 olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda dolgu maddesi olarak kullanılan lignoselülozik madde miktarının artması ile OPK'lerin daha sert ve gevrek bir hale gelmesi bu azalmanın nedeni olarak gösterilmiştir (Sain ve Panthapulakkal, 2006).

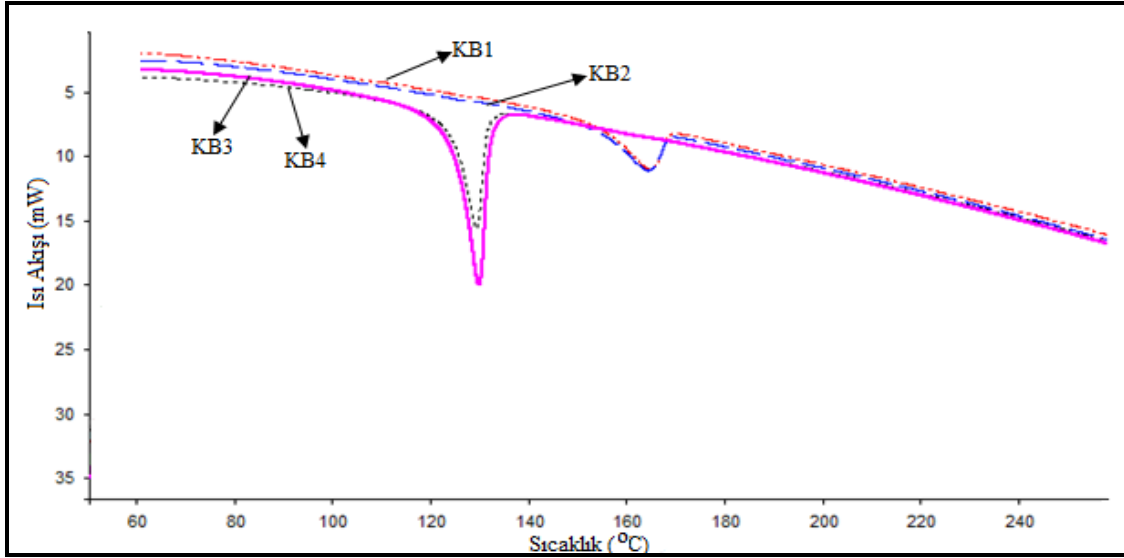
Termal Analizler

Termogravimetrik Analiz (TGA)

Şekil 2'de OPK levhaların TGA analizi sonuçları verilmiştir. Yapılan TGA analizi sonucunda iki farklı bozunma sıcaklığı tespit edilmiştir. Belirlenen ilk bozunma sıcaklığının (200-210°C) lignoselülozik malzemenin (KB) bozunma sıcaklığı olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmalarda benzer sonuçlara ulaşılmış ve bu çalışmalarda hemiselülozların 180 °C de, selülozun 210 °C de bozunmaya başlamadığı bildirilmiştir, İkinci bozunma sıcaklığının (310-340°C) ise kullanılan polimerlerin (PP ve YYPE) bozunma sıcaklığı olduğu söylenebilir. (Mengeloğlu ve Karakuş, 2008; Tufan, 2013).



Şekil 2. OPK levhaları TGA analizleri.



Şekil 3. OPK levhaları DSC analizleri.

Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC)

Şekil 3’de OPK levhaların DSC analiz sonuçları verilmiştir. Yapılan DSC analizlerinde polimer olarak YYPE kullanılan OPK’lerin erime sıcaklığının 130°C civarında olduğu, bu değer polimer olarak PP kullanılan OPK’lerde 170°C civarında olduğu belirlenmiştir. Literatürde saf PP’nin erime sıcaklığının yaklaşık 163°C, bu değer saf YYPE için 129°C civarında olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte kullanılan dolgu maddesinin bu sıcaklık değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Mengelöglü ve Karakuş, 2008).

Tartışma ve Sonuç

Yapılan bu çalışma ile dolgu maddesi olarak atık kağıt bardak, geri dönüştürülmüş PP ve YYPE kullanılarak üretilen OPK’lerin fiziksel, mekanik ve termal özellikleri Esaslı Polimer Kompozit Üretiminde Değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi Cilt 14, sayı 1 50-56, Nisan 2013.

Ayrılmış N., Kaymakçı A., ve Özdemir F., 2012. Sunflower Seed Cake as Reinforcing Filler in Thermoplastic Composites. Journal Applied Polymer Science, 1-9.

ASTM D 638 – 01 Standard Test Methods for Tensile Properties of Plastics. 2001. USA.

ASTM D 790 – 03 Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and

belirlenmiştir. ASTM D-6662 (2001)’de poliolefin kullanılarak üretilen plastik kerestelerin eğilme direnci değerlerinin en az 6.9 MPa ve eğilmede elastikiyet modülü değerinin ise en az 340 MPa olması istenmektedir. Çalışma kapsamında üretilen tüm OPK’lerin bu değerleri sağladığı belirlenmiştir. Bu tür atık ürünler kullanılarak üretilen OPK’ler, endüstride alternatif bir ürün olarak kullanılabilir. Böylece hem çevre kirliliğinin azaltılması hem de atık sektöründeki işletmelere ek gelir imkânı sağlanması gibi toplumsal katma değerler sağlanabilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 2209/A Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

Akbaş S., Güleç T., Tufan M., Taşcıoğlu C., Peker H., 2013. Fındık Kabuğu Polipropilen

Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. 2006. USA.

ASTM D 6662 (2001) Standard Specification for Polyolefin-Based Plastic Lumber Decking Boards, ASTM International, West Conshohocken, PA

Büyüksarı U., Ayrılmış N. ve Akbulut T., 2012. Compression Wood as a Source of Reinforcing Filler for Thermoplastic Composites. Journal of Applied Polymer Science, Vol. 123, 1740-1745.

- Caulfield D. F., Clemons C., Jacopson R.E. ve Rowell R.M., 2005. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. Taylor & Frandis, London, New York, Singapore, p. 365.
- Chaharmahali M., Mirbagheri J., Tajvidi M., Najafi S. K. ve Mirbagheri Y., 2010. Mechanical and Physical Properties of Wood-Plastic Composite Panels. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 29, 310-319.
- İAOSB, 2012., İzmir Atatürk Organize Proje ve İş Geliştirme Birimi Sanayi Bölgesi, İAOSB Haber Dergisi Mayıs, 1-10.
- Julson J.L., Subbarao G., Stokke D.D., Gieselman H.H., 2004. Mechanical Properties of Biorenewable Fiber/Plastic Composites. Wiley Periodicals, Inc. Journal of Applied Polymer Science, Vol. 93, 2484-2493.
- Karakuş K., 2008, Üniversitemizdeki Polietilen ve Polipropilen Atıklarının Polimer Kompozit Üretiminde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstrisi Mühendisliği Anabilim Dalı. Kahramanmaraş.
- Karakuş K., Varlıbaş H., Mengeloğlu F., Karademir A., 2010. Atık Değerlendirmesinde Bir Seçenek; Kağıt Plastik Kompozit Üretimi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 1852-1858.
- Kaymakçı A., Ayrılmış G.N., Akbulut T., 2012a; Atık Alüminyum Polietilen (Tetrapak) ve Pirinç Sapı Kullanılarak Üretilen Ahşap Polimer Kompozitlerin Mekanik Davranışlarının Belirlenmesi. Tüketim Toplumu ve Çevre Sempozyumu, 724-733.
- Kaymakçı A., Ayrılmış N., Ozdemir F., Güleç T., 2012b. Utilization of Sunflower Stalk in Manufacture of Thermoplastic Composites. Original Paper. Springer Science, Business Media New York, 10924-012-0564-9.
- Klyosov A.A. 2007; Wood plastic Composites. Wiley. Hoboken, New Jersey. Sf.7.
- Mengeloğlu F., Alma M.H. 2002. Buğday Saplarının Kompozit Levha Üretiminde Kullanılması. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 5 (2): 37-48.
- Mengeloğlu F., Alma M.H., Çetin N.S. 2002; Plastik Endüstrisinde Buğday Sapı Ununun Kullanılabilirliği. Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2 (1) ,57-65.
- Mengeloğlu F., 2006, Wood/Thermoplastic Composites, I. Polimerik Kompozitler Sempozyumu ve Sergisi. TBMOB Kimya Mühendisleri Odası, İzmir, 471-480.
- Mengeloğlu F. ve Karakuş K. 2008; Thermal Degradation, Mechanical Properties and Morphology of Wheat Straw Flour Filled Recycled Thermoplastic. Sensors ISSN 1424-8220. 8, 497-516.
- Matuana L.M., Heiden P.A. 2004. Wood Composites. Encyclopedia of Polymer Science and Technology, 12, 521-546.
- Najafi S. K., Sharifnia H. ve Tajvidi M., 2008. Effects of Water Absorption on Creep Behavior of the Water Uptake of sawdust/Plastic. Journal of Composite Materials, 42, 993-1002.
- Sarıdede M.N. 2004, Yüksek Fırında Atık Plastik Kullanımı. Yıldız Teknik Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Sain M., Panthapulakkal S., 2006. Bioprocess Preparation of Wheat Straw Fiber and Characterization. Industrial Crops and Products, 23, 1-8.
- Stokke D.D., Gardner DJ (2003) Fundamental Aspects of Wood as a Component of Thermoplastic Composites, Journal of Vinyl and Additive Technology, 9, 2, 96-104.
- Tufan M., Mengeloğlu F., 2010, Odun Plastik Kompozitleri ve Ülkemizde Odun Plastik Kompozit Üretiminde Kullanılabilecek Hammaddeler Üzerine Genel Bir Değerlendirme. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 1658-1664.
- Tufan M., 2013. Servis Ömrünü Doldurmuş Tel Direklerden Odun Plastik Kompozit Üretimi. Doktora Tezi. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce.
- Zabihzadeh S. M., 2010. Flexural Properties and Orthotropic Swelling Behavior of Bagasse/thermoplastic Composites. Bioresources, 5 (2) 650-660.