

MDF atıklarının odun plastik kompozitlerin üretiminde değerlendirilmesi

Nilgül Özmen^{a,*}, Nihat Sami Çetin^a, Nasır Narhoğlu^b, Vedat Çavuş^b, Ertuğrul Altuntaş^b

^a İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İzmir

^b Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

* İletişim yazarı/Corresponding author: nilgulozmen@hotmail.com, Geliş tarihi/Received: 11.11.2013, Kabul tarihi/Accepted: 25.02.2014

Özet: Bu çalışmada, orman endüstrisinin ve mobilya fabrikalarının üretim esnasında açığa çıkan lif levha atıklarının odun plastik kompozitlerin üretiminde odun unu yerine potansiyel olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Odun plastik kompozit (OPK) üretiminde polimer matris olarak polipropilen (PP) seçilmiş ve %10 ile %50 arasında lif levha atık unu ile sekiz farklı parametrede çift vidalı ekstrüder kullanılarak pellet üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen pelletlerden 25 cm x 25 cm ve 2 mm ebatlarında ASTM D4703-10'a göre sıcak pres kalıplama tekniği yöntemiyle odun plastik kompozitler üretilmiştir. Her bir karışım parametresi için üç levha üretilmiş ve bunlardan on adet çekme, eğilme ve darbe direnç test örnekleri hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerin çekme, eğilme ve darbe dayanımı testleri sırası ile ASTM D638, ASTM D6109 ve ASTM256'ya göre tespit edilmiştir. Kopma yüzeyleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile karakterize edilmiştir. MDF unu katılım oranının artmasına bağlı olarak çekme ve darbe direnç değerlerinde belirgin düşüşler gözlenmiştir. MDF unu takviyeli kompozitlerin elastikiyet modülü ve eğilme direnci değerleri plastik keresteler için ASTM D 6662 standardında istenen değerlerin çok üstünde olup plastik kereste kullanım alanlarında kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Odun plastik kompozitler, Polipropilen, Orta yoğunlukta lif levha unu

Utilisation of MDF waste for wood plastic composites production

Abstract: The aim of this study was to evaluate the potential utilization of fibre board waste generated from forest industry and furniture manufacturers in the production of wood plastic composite (WPC) for replacing wood flour. For production of WPC, polypropylene (PP) was chosen as polymer matrix, and eight different compositions were prepared with the co-rotating twin-screw extruder to compound them into pellets. WPC were produced at the size of 25 cm x 25 cm and 2 mm from these pellets (MDF flour loading varies 10 to 50 weight %) by hot press with the compression moulded technique according to ASTM D4703-10. For each composition, three composites were produced and ten specimens were prepared from these composites for tensile, flexural and notched impact specimens. The tensile, flexural and impact properties of the manufactured samples were determined in accordance with ASTM D638, ASTM D6109, and ASTM D256, respectively. Morphological properties of the samples were characterized with scanning electron microscopy (SEM) analysis. Tensile and impact strength values decreased with increasing MDF flour loading whereas MOE values were improved with addition of MDF flour. All produced MDF flour filled composites showed better MOE and bending strength properties than ASTM D6662-13 standard requirements for polyolefin-based plastic lumber.

Keywords: Wood plastic composites, Polypropylene, Medium density fiberboard flour

1.Giriş

Odun plastik kompozit (OPK) kavramı, polimer olarak polietilenden polivinil klorüre ve dolgu malzemesi olarak odun unundan doğal liflere kadar çok geniş bir malzeme türünü tanımlamaktadır. Son yirmi yıl içerisinde OPK'lerin popülaritesi giderek artmış günlük yaşamımızın birçok kullanım alanında örneğin yer döşemeleri, otomotiv panelleri, çit, bahçe mobilyaları, dış cephe kaplamaları, çerçeve vb. yer almaya başlamıştır (Klyosov, 2007; Ashori, 2008). Çoğunlukla, OPK'lerin üretiminde dolgu malzemesi olarak orman ürünleri endüstrisinde oluşan atık odun unu değerlendirilmektedir (Bledzki vd., 1998). Ülkemizde de OPK'lere ilgi ve talep son yıllarda artış göstermiş olup, üretim maliyetlerini düşürmek amacı ile bu ürünlerin üretiminde kullanılan odun ununa alternatif hammaddelerin araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Ülkemizde 2012 yılı itibarıyla OPK kullanımı tahmini olarak yıllık 20.000 tona

ulaşmış olup bunun 15.000 tonu ithal OPK ürünleri olup, 5.000 tonu ise ülkemizde üretim yapan 9 farklı tesiste üretilmektedir (Komwood, 2013).

OPK'lerin üretiminde genellikle orman ürünleri endüstrisinde örneğin; kereste atölye ve fabrikalarında, mobilya, kapı ve pencere imalatında yan ürün olarak açığa çıkan odun unları kullanılmaktadır. Yonga ve Lif-Levha Sanayicileri Derneği verilerine göre ülkemizde 28 adet yonga levha ve 18 adet lif levha tesisi bulunmaktadır. Ülkemizde panel kompozit ürünlerin yıllık toplam üretim miktarı 10,99 milyon m³ olup, bunun 6,07 milyon m³'ünü yonga levha ve 4,92 milyon m³'ünü lif levha ürünleri oluşturmaktadır (Dayanıklıoğlu, 2013). Yonga ve lif levhalar 1830 x 3660 mm veya 2100 x 2800 mm standart ebatta 2,5 mm ile 30 mm arasında değişen ölçülerde üretilmektedir. Lif levhalar mobilya üretiminde, dekorasyon işlerinde ve otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır.

Mobilya üretiminde ortaya çıkan atık madde miktarı ölçülendirme sırasında kullanılan testerenin kalınlığı ile ilgilidir. Genellikle bu sektördeki testere kalınlığı testerenin en çok keseceği yüksekliğe göre karşılaşılabilecek direnç dikkate alınarak 0,8 mm'den 3,5 mm'ye kadardır. Kiriş, lamba, oluk açmak gibi özel işlemler için yapılmış testerelemlerle, sert maden uçlu testerelemler bu standardın dışında kalmaktadır (İlhan vd., 1990). Genel olarak yonga ve lif levha üretimi ve kullanımını esnasında yaklaşık olarak ortaya çıkan atık yüzdesinin %5 ile %25 arasında olduğu bilinmektedir (Bromhead, 2003). Bu oranın ortalama olarak %15 seviyelerinde olduğu kabul edilirse, yıllık üretim miktarına bağlı olarak 1,65 milyon m³ levha atığının ortaya çıktığı söylenebilir. OPK üretiminde MDF ununun kullanılması ile ilgili sınırlı sayıda çalışma olup (Chaharmahali vd., 2008; Najafi vd., 2011), yapılan çoğu çalışmada genelde MDF unu ile odun unu karıştırılarak OPK üretiminde kullanılmıştır (Jayaraman vd., 2004; Hillig vd., 2008; Shams vd., 2010). Bu çalışmada, orman endüstrisi ve mobilya sektöründe açığa çıkan lif levha atıklarının OPK üretiminde odun unu yerine değerlendirilmesi ve kullanım potansiyeli araştırılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Orta yoğunlukta liflevha (MDF) ununun hazırlanması

MDF unu mobilya fabrikasında kesim esnasında oluşan testere atıkları ve unu toplanmış, sarsak elekte 250 ile 450 µm boyutları arasında elendikten sonra 103±2°C'deki fırında kurutularak fosfor pentaoksit içeren desikatörde oda sıcaklığına gelene kadar bekletilmiştir.

2.2. Odun plastik kompozitlerin (OPK) üretimi

Polipropilen Petkim'den temin edilmiştir, (PP; MH220N). Sekiz farklı karışımda kompozit üretimi gerçekleştirilmiş ve karışım oranları Çizelge 1'de özetlenmiştir. PP ve lif levha (MDF) unu Rondol marka çift burgulu ve yan besleyicili ekstrüderde (Şekil 1a) karıştırıldıktan sonra istenilen ebatlarda otomatik pelletizer makinasında pellet üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 1b, Şekil 2). Farklı yüzde ağırlık oranlarında MDF unu (%10, %20, %30, %40 ve %50) yan besleyici aracılığı ile PP içerisine karıştırılmıştır. Ekstrüderde ana besleyiciden çıkış kalıbı (die) arasındaki sıcaklık profili 90/180/190/195/200°C ve vida dönüş hızı 50 devir dakika olacak şekilde ayarlanmıştır. Üretilen pelletler 70°C'deki fırında kurutulmuştur.

Bu pelletlerden ASTM D4703 standardına göre sıcak pres kalıplama tekniği kullanılarak Carver marka preste 25 cm x 25 cm x 2 mm ebatlarında kompozit üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3a). Bu kompozitlerden çekme (Şekil 3b), eğilme ve darbe direnç test örnekleri kesilerek mekanik testler gerçekleştirilmiştir. Tüm testler öncesi örnekler %65±5 bağıl nem ve 23±2°C'de 7 gün süresince kondisyonlanmıştır. Her bir test için 10 örnek kullanılmıştır. Çekme direnç örnekleri (dogbone shape (type III)) ASTM D638 göre, elastikiyet modülü örnekleri (5mm (t) x 13mm (w) x 150mm (l)) ASTM D6109 göre, darbe direnç örnekleri (5mm (t) x 12,7 mm (w) x 64 mm (l)) ASTM D256 göre hazırlanarak testler gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Üretilen orta yoğunlukta liflevha unu (MDF) ilaveli polipropilen (PP) kompozitlerin bileşim oranları

No	Bileşim	Bileşim (ağırlıkça %)			
		PP	Odun Unu	MDF unu	MAPP
1	PP	100	-	-	-
2	PP + OD20	80	20	-	-
3	PP + MDF10	90	-	10	-
4	PP + MDF20	80	-	20	-
5	PP + MDF30	70	-	30	-
6	PP + MDF40	60	-	40	-
7	PP + MDF50	50	-	50	-
8	PP + MDF20MAPP	75	-	20	5

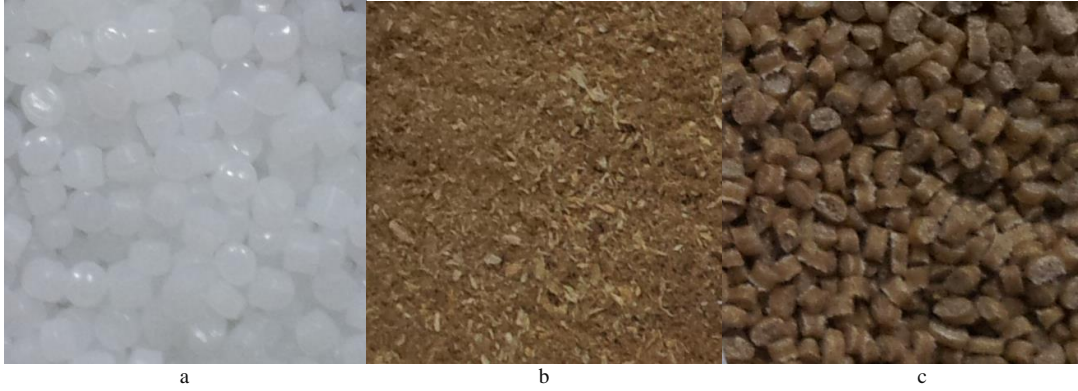


a

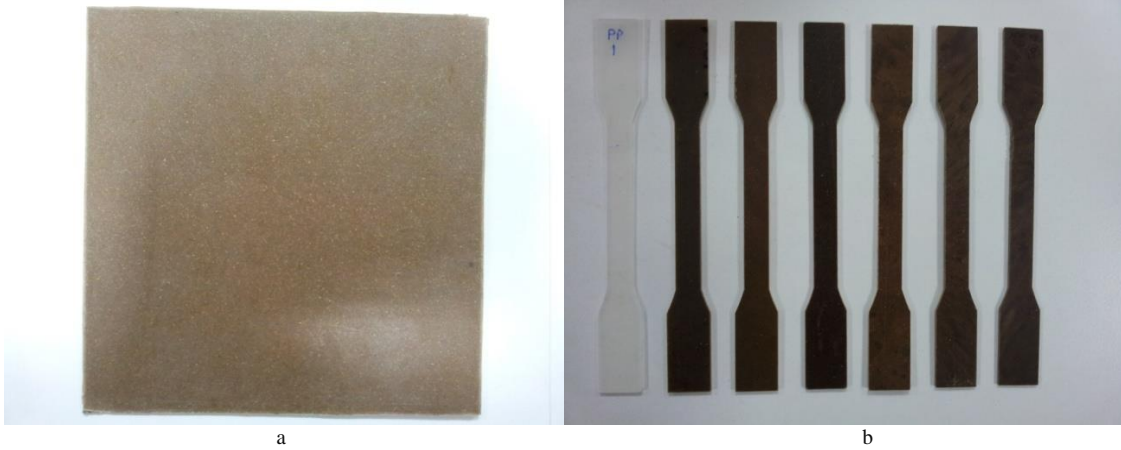


b

Şekil 1. Rondol marka çift burgulu ekstrüder (a) ve pelletizer (b).



Şekil 2. a) Polipropilen pelletler (PP) b) MDF unu c) Ekstrüde edilerek pellet haline getirilmiş MDF unu ve PP karışımı (MDF unu katılım oranı %40)

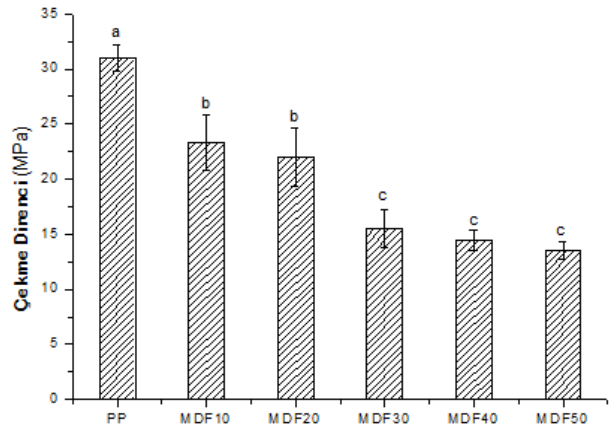


Şekil 3. a) Üretilen MDF unu ilaveli OPK levha (%30 MDF unu oranı) b) Farklı oranlarda MDF unu katılmış PP kompozitlerden kesilmiş çekme direnç test örnekleri, (soldan sağa saf PP, %20 odun unu, %10, %20, %30, %40 ve %50 MDF unu ilaveli)

3. Bulgular ve tartışma

OPK'lerin üretiminde genelde orman endüstrisinde oluşan odun unu atıkları değerlendirilmektedir. Lif levhalar mobilya üretiminde, dekorasyon işlerinde ve otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Mobilya fabrika ve atölyelerinde üretim esnasında üretimin şekline, tasarıma, uygulama yapılacak yerin ölçülerine, kullanılan makineye ve kesici kalınlığına bağlı olarak artık malzeme, fire ve kesici talaşı ortaya çıktığı ve genel olarak lif levha ve yonga levhada ortaya çıkan fire yüzdesinin %5 ile %25 arasında olduğu belirtilmiştir (Bromhead, 2003). Ülkemizdeki üretim miktarı dikkate alındığında 1,65 milyon m³ levha atığı olduğu tahmin edilmektedir. Oluşan bu levha atıklarının OPK üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması amacı ile üretim parametreleri Çizelge 1'de özetlenen %10'dan %50'ye kadar farklı oranlarda MDF unları polipropilen (PP) ile karıştırılarak kompozit üretimi gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4'te MDF unu ilaveli PP kompozitlerin çekme direnç değerleri gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi saf PP kompozitler 31 MPa çekme direnci gösterirken, MDF unu katılım oranının artması ile çekme direnç değerlerinde düşüş görülmüştür. MDF unu katılım oranı %30'lar seviyesine ulaştığında, saf PP kompozite göre %50 oranında çekme direnç değeri kaybı görülmüş ve 15,5 MPa değerini vermiştir. Bu noktadan sonra MDF unu katılım oranının artması (%40 ve %50), çekme direnç değerlerini az miktarda düşürmüştü, bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.



Şekil 4. Farklı MDF unu katılım oranlarının üretilen PP kompozitlerin çekme direnç özellikleri üzerine etkisi

Aynı üretim koşulları altında %20 oranında sarıçam odun unu katılımı ile OPK üretimi gerçekleştirilmiş ve bu kompozitler %20 MDF unu katılımı ile üretilen levhalardan %13 oranında daha iyi çekme direnç değerleri sergilemiştir (Şekil 5). %20 MDF unu içeren PP matris içerisine %5 oranında uyum sağlayıcı maleik anhidrit polipropilen (MAPP) ilavesi ile kompozitlerin çekme direnç değerleri 22 MPa değerinden 26,9 MPa değerine yükseliş göstermiştir.

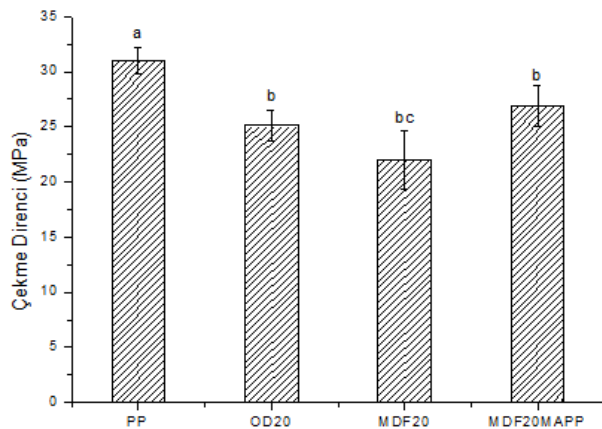
Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizlerinden görüleceği gibi (Şekil 6), MDF lifleri ile PP matris arasında zayıf bağ oluştuğu ve MDF unu matris içerisinden ayrılarak

boşluklar meydana geldiği gözlemlenmiştir. Ayrıca katılım oranının artmasıyla MDF unu PP polimer matris içerisinde homojen dağılmamış ve topaklanmalar oluşmuştur. MDF unu katılım oranıyla çekme direnç değerindeki düşüşün bu yeknesak olmayan dağılımdan kaynaklandığı düşünülmüştür (Çetin vd., 2013).

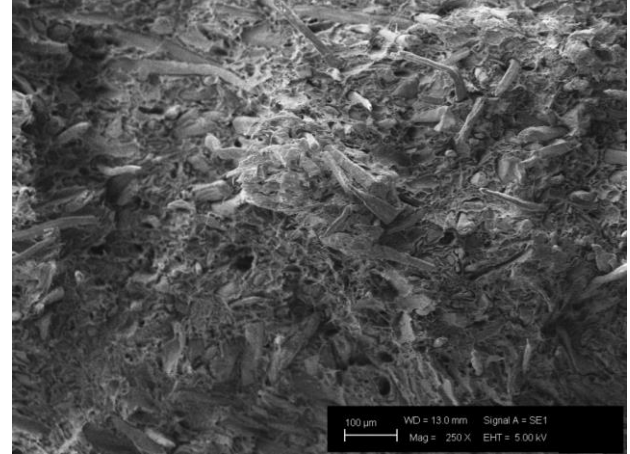
Ortama uyum sağlayıcı MAPP ilavesi çekme direnç değerleri üzerinde olumlu yönde etki yapmıştır. Bu olumlu etkinin, uyum sağlayıcı madde MAPP'in MDF unu ve PP matris yüzeyleri arasında adhezyon gücünü artırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. MAPP katılmış kompozitlerin SEM görüntülerinde görüldüğü gibi, MDF unlarının PP polimer matris içerisinde gömülü olması iyi bir yapışmanın sağlandığını göstermektedir (Şekil 7).

Şekil 8'de, MDF unu katılım oranlarının PP polimer kompozitlerin elastikiyet modülü değerleri üzerine etkisi gösterilmiştir. PP polimer içerisine %10 MDF unu ilavesi ile elastikiyet modülü değeri 1,54 GPa'dan 1,3 GPa değerine düşüş göstermiştir. MDF unu miktarı %20 değerine yükseltildiğinde ise, elastikiyet modülü değeri hızlı bir artış gösterip 1,69 GPa değerine ulaşmıştır. MDF unu katılım oranı %40 olduğunda ise, maksimum elastikiyet modülü değerini göstermiş (2,62 GPa) ve saf PP kompozitlere göre %70 oranında daha yüksek elastikiyet modülü değeri sergilemiştir. %50 MDF unu içeren PP polimer kompozitlerde ise, elastikiyet modülü tekrar düşüş trendine girerek 2,44 GPa değerine ulaşmıştır. Genel olarak %20 ve üzerindeki MDF unu katılımı ile üretilen PP kompozitlerde saf PP kompozitlere göre daha yüksek elastikiyet modülü değerleri elde edilmiştir.

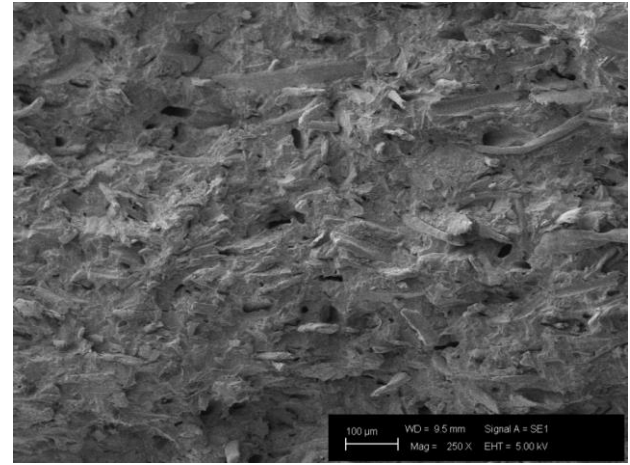
Benzer üretim koşulları altında %20 oranında sarıçam odun unu katılımı ile üretilen levhaların elastikiyet modülü değerleri ile %20 MDF unu ilaveli kompozitlerin elastikiyet modülü değerleri arasında istatistiksel olarak fark görülmemiş ve benzer değerler elde edilmiştir (Şekil 9). %20 MDF unu ilaveli karışım içerisine %5 oranında uyum sağlayıcı MAPP eklendiğinde üretilen kompozitlerin elastikiyet modülü değerleri üzerine istatistiksel olarak belirgin bir etkisi olmamış ve 1,7 GPa değerlerinde kalmıştır. %20 oranında odun ve MDF unu ilavesi üretilen kompozitlerin elastikiyet modülü değerlerini olumlu yönde etkilemiş ve bu kompozitler saf PP kompozitlere göre %10 daha yüksek elastikiyet modülü değerleri göstermiştir.



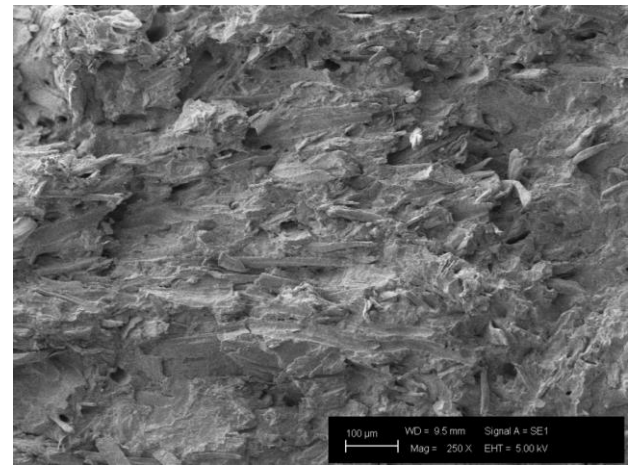
Şekil 5. Aynı koşullarda üretilen saf PP, %20 sarıçam odun unu ilaveli (OD20), %20 MDF unu ilaveli (MDF20) ve %5 MAPP katkılı %20 MDF unu ilaveli (MDF20MAPP) kompozitlerin çekme direnci değerleri



a



b



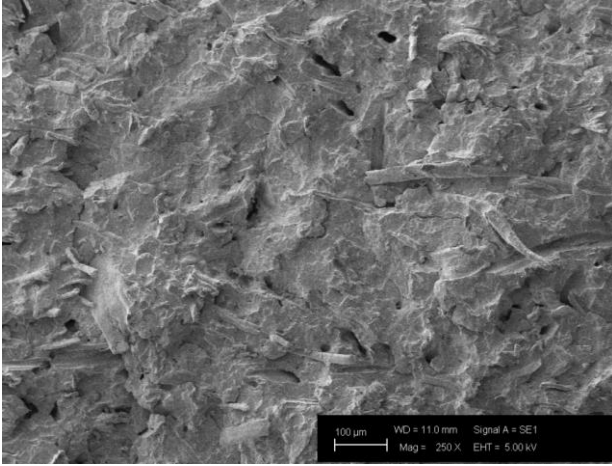
c

Şekil 6. Farklı oranlarda MDF unu katılımıyla üretilmiş PP kompozitlerin kopma yüzeylerinin SEM görüntüleri (a- %30, b- %40 ve c- %50 MDF unu)

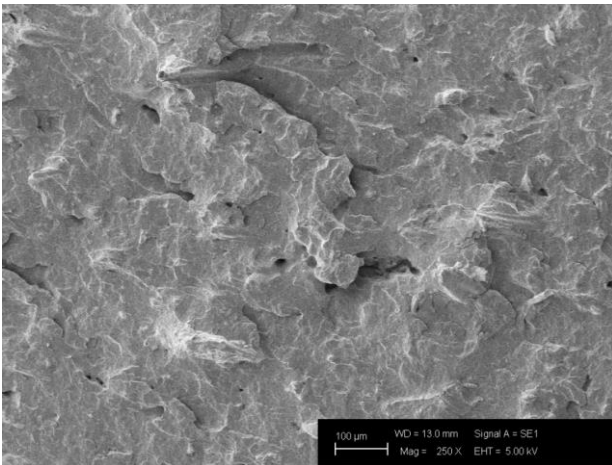
Üretilen saf PP ve MDF unu ilaveli PP kompozitlerin eğilme direnci değerleri Şekil 10'da gösterilmiştir. PP polimeri içerisine %10 MDF unu ilave edildiğinde eğilme direnci değeri saf PP kompozitlere göre %19 azalış göstermiştir. MDF unu katılımı %20 değerine yükseltildiğinde ise eğilme direnci değerinde iyileşme yaparak 31,3 MPa değerine ulaşmıştır. %30 ve %40

oranlarında MDF unu katılarak üretilen kompozitlerin eğilme direnci değerleri, saf PP kompozitlerin eğilme direnci değerleri ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almış, 33,3 ve 33,6 MPa olarak bulunmuştur. MDF unu katılım oranı %50'ler seviyesine ulaştığında ise eğilme direnci 28,5 MPa değerine düşüş göstermiştir. %10 ile %50 MDF unu katılmış kompozitlerin eğilme direnci değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken, saf PP ile %30 ve %40 MDF unu katılan kompozitlerin eğilme direnci değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

Üretilen MDF unu katılı PP kompozitlerin kullanım yerleri olarak plastik kerestelerin kullanım alanları düşünüldüğünden dolayı, bunların eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri ASTM D 6662-13 standardıyla karşılaştırılmıştır. Plastik kerestelerde bu standarda göre, en az eğilme direnci 6,9 MPa ve elastikiyet modülü değeri 340 MPa olması istenmektedir. Şekil 8, 9 ve 10'dan görüleceği gibi MDF unu katılı ile üretilen tüm PP kompozitler standartlarda aranan minimum elastikiyet modülü ve eğilme direnci değerlerinin çok üstünde değerler sergilemiş ve plastik kereste kullanım alanlarında alternatif olarak kullanımının mümkün olduğu anlaşılmıştır.



a

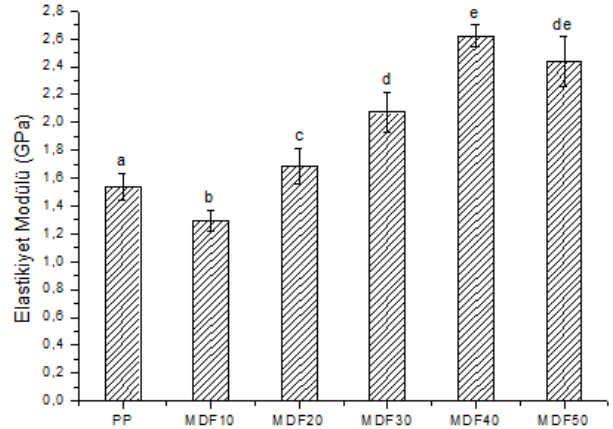


b

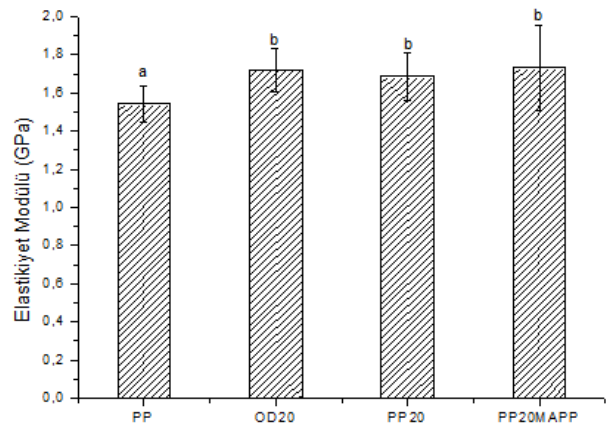
Şekil 7. MAPP (uyum sağlayıcı) ilavesinin %20 oranında MDF unu katılı ile üretilen PP kompozitlerin kopma yüzeyleri üzerine etkisi (a- MAPP ilavesiz, b- %5 MAPP ilaveli)

Şekil 11'de MDF unu katılım oranının darbe dayanımı değerleri üzerine etkisi gösterilmiştir. %10 MDF unu ilavesinde darbe direnci değerleri saf PP kompozitlere göre %6 oranında düşüş gösterse de istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. MDF unu katılım oranının %20 ve üstü seviyelerinde darbe direnç değerleri istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer alarak 23 J/m değerleri civarında sabit kalmıştır. Aynı koşullarda üretilen %20 sarıçam odunu katılı PP kompozitlerde (Şekil 12), %20 MDF unu ilaveli kompozitlere göre %21 oranında daha yüksek darbe direnci değeri sergilemiştir. %20 MDF unu ilaveli PP kompozitler içerisinde %5 oranında MAPP ilavesi darbe direnci değerleri üzerinde yaklaşık %14'lik bir iyileşme sağlamıştır.

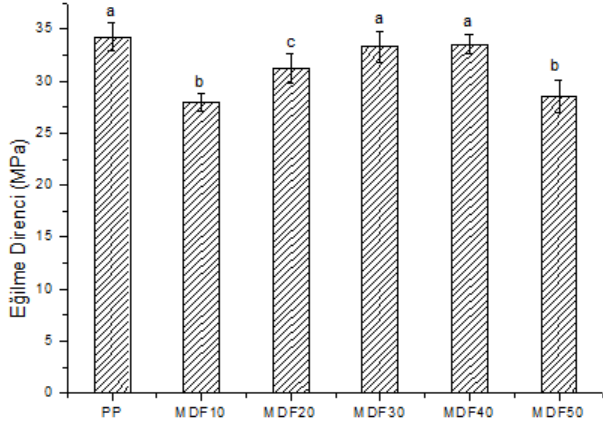
Bu çalışmada, orman endüstrisi atığı olarak oluşan MDF unlarının OPK üretiminde değerlendirme potansiyeli araştırılmıştır. PP polimer matris içerisine MDF unu katılı ile üretilen kompozitlerin çekme ve darbe direnci değerleri olumsuz yönde etkilenmiş ve katılım miktarının artışı ile çekme direnç değerleri azalış göstermiştir. MDF unu katılım miktarının artmasına bağlı olarak üretilen kompozitlerin elastikiyet modülü değerlerinde kayda değer artışlar gözlemlenmiştir. MDF unu atıklarının odun plastik kompozitlerin üretiminde değerlendirilmesinin uygun olduğu görülmüştür.



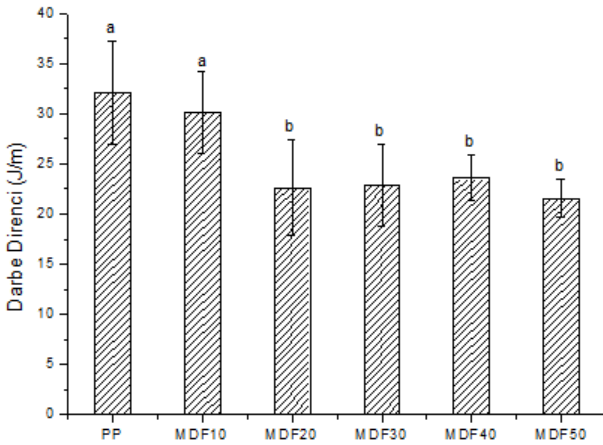
Şekil 8. Farklı MDF unu katılım oranlarının üretilen PP kompozitlerin elastikiyet modülü değerleri üzerine etkisi



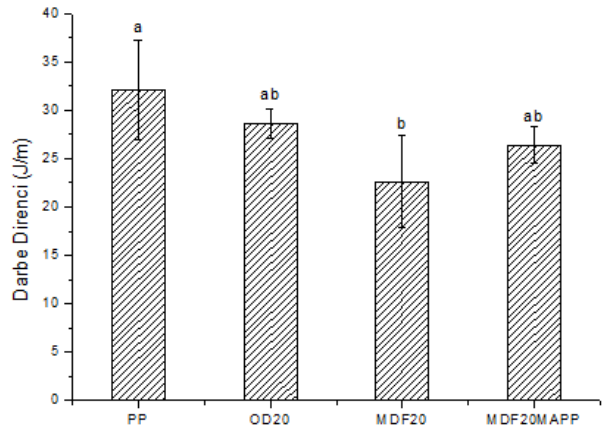
Şekil 9. Aynı koşullarda üretilen saf PP, %20 sarıçam odunu ilaveli (OD20), %20 MDF unu ilaveli (MDF20) ve %5MAPP katılı %20 MDF unu ilaveli (MDF20MAPP) kompozitlerin elastikiyet modülü değerleri



Şekil 10. Farklı MDF unu katılım oranlarının üretilen PP kompozitlerin eğilme direnci değerleri üzerine etkisi



Şekil 11. Farklı MDF unu katılım oranlarının üretilen PP kompozitlerin darbe direnci değerleri üzerine etkisi



Şekil 12. Aynı koşullarda üretilen saf PP, %20 odun unu ilaveli (OD20), %20 MDF unu ilaveli (MDF20) ve %5MAPP katılı %20 MDF unu ilaveli (MDF20MAPP) kompozitlerin darbe direnci değerleri

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 110O138 numaralı proje tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- American Society for Testing and Materials, 2001; ASTM D638, Standard test methods for tensile properties of plastics. ASTM, West Conshohocken.
- American Society for Testing and Materials, 2005; ASTM D6109, Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastic lumber and related products. ASTM, West Conshohocken.
- American Society for Testing and Materials, 2005; ASTM D256, Standard test methods for impact resistance of plastics and electrical insulating materials. ASTM, West Conshohocken.
- American Society for Testing and Materials, 2010; ASTM D4703-10, Standard practice for compression molding thermoplastic materials into test specimens, plaques, or sheets, ASTM, West Conshohocken.
- American Society for Testing and Materials, 2013; ASTM D 6662, Standard Specification for Polyolefin-Based Plastic Lumber Decking Boards, ASTM, West Conshohocken.
- Ashori, A. 2008. Wood-plastic composites as promising green-composites for automotive industries. *Bioresource Technology*, 99: 4661-4667.
- Bromhead, A., 2003. Reducing Wood Waste in Furniture Manufacture. *Fauna & Flora International*, Cambridge.
- Bledzki, A.K., Reihmane, S., Gassan, J., 1998. Thermoplastic reinforced with wood fillers: A literature review, *Polymer Plastic Technology and Engineering*, 37: 451-468.
- Chaharmahali, M., Tajvidi, M., Najafi, S.K., 2008. Mechanical properties of wood plastic composite panels made from waste fibreboard and particleboard. *Polymer Composites*, 29(6): 606-610.
- Çetin, N.S., Özmen, N., Narlıoğlu, N., Çavuş, V., 2013. Ağaç kabuğunun YYPE kompozitlerin mekanik özellikleri üzerine etkileri. II. Ulusal Ege Kompozit Malzemeler Sempozyumu, 452-463.
- Dayanıklıoğlu, S. 2013. Türkiye’de Yonga ve Lif Levha Sektörü. *Mobilya Dekorasyon*. <http://www.mobilyadergisi.com.tr/default.asp?page=guncel&Gunceltur=235>, Erişim: 10.10.2013
- Hillig, E., Iwakiri, S., Andrade, M.Z., Zatera, A.J., 2008. Characterization of composites made from high density polyethylene and furniture industry sawdust. *Revista Arvore*, 32(2): 299-310.
- İlhan, R., Burdurlu, E., Baykan, İ., 1990. Ağaç işlerinde kesme teorisi ve mobilya endüstrisi makineleri. *Bizim Büro Basımevi*, Ankara.
- Jayaraman, K., Bhattacharyya, D., 2004. Mechanical properties of wood fibre-waste plastic composite materials, *Resources Conservation and Recycling*, 41: 307-319.
- Najafi, A., Khademi-Eslam, H., 2011. Lignocellulosic filler/recycled HDPE composites: Effect of filler type on physical and flexural properties. *Bioresources*, 6(3): 2411-2424.
- Klyosov, A.A., 2007. *Wood Plastic Composites*, John Wiley and Sons, New Jersey.

Komwood, 2013. Aşap Plastik Kompozit Nedir?,
<http://www.komwood.com.tr/TR/15/Ahsap-Plastik-Kompozit-Nedir?.htm>, Erişim : 03.09.2013.
Shams, M., Vaysi, R., Hossinzaheh, S., 2010. Study on
some mechanical properties of composites made from

the flour of MDF flour/reed flour and recycled
polypropylene, Proceedings of International Convention
of Society of Wood Science and Technology and United
Nations Economic Commission for Europe – Timber
Committee, Geneva.