



## **Magnezyum oksit nanopartikül ile güçlendirilen HDPE/ahşap unu nanokompozitlerin bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi**

Alperen Kaymakcı\* 

### **Öz**

Bu çalışmanın amacı ahşap plastik nanokompozitlerin kalınlığına şişme ve su alma özellikleri üzerine magnezyum oksit nano partiküllerin etkisinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda, ahşap plastik nanokompozit numuneleri sarıçam ahşap unu, yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) ve değişen oranlarda (% 0, 1, 2, 3, 4 ve 5) magnezyum oksit (MgO) nanopartiküllerinin geleneksel düz presleme tekniği kullanılarak laboratuvar koşullarında üretilmiştir. Üretilen ahşap plastik nanokompozit levhalar klima odalarında 4 hafta bekletilerek test için uygun rutubet değerine ulaşması beklenmiştir. Elde edilen verilere göre ahşap plastik nanokompozit üretiminde kullanılan magnezyum oksit oranının artmasına bağlı olarak kalınlığına şişme ve su alma yüzdelerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu durumun temelinde artan magnezyum oksit miktarına bağlı olarak polimer nanokompozit içerisinde su tutan alanların azalması ile açıklanabilmektedir. Elde edilen veriler ışığında ahşap plastik nanokompozit üretiminde % 4 oranında magnezyum oksit nanopartikül kullanımının en uygun koşulları sağladığı düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Ahşap, Plastik, Nanokompozit, Magnezyum oksit

## **Determination of some physical properties of HDPE/wood flour nanocomposites reinforced with magnesium oxide nanoparticle**

### **Abstract**

This study was to investigate effect of magnesium oxide nano particles on thickness swelling and water absorption properties of wood plastic nanocomposites. For this purpose, wood plastic nanocomposites (WPNs) were prepared from yellow pine wood flour (30 wt%), high density polyethylene (HDPE) and magnesium oxide (MgO, 0, 1, 2, 3, 4, or 5 wt%) nano powder using a conventional flat-pressing process under laboratory conditions. The resulting wood plastic nanocomposites panels were conditioned for 4 week in the climate room for cooling. Thickness swelling and water absorption properties of flat pressed wood plastic nanocomposites significantly improved with increasing content of the MgO nano particle. This is due to the decreased amount of water retention in the polymer nanocomposites due to the increased MgO nano particle content. Based on the findings obtained from the present study, it could be said that the optimum content of MgO nano particle in the WPN for general applications was 4 wt%.

**Keywords:** Wood, Plastic, Nanocomposites, Magnesium oxide

## 1 Giriş

Kompozitler iki veya daha fazla materyalin farklı kombinasyonlarda birleştirilmesi ile oluşan, çoğu zaman kendilerini oluşturan materyallerin faydalı özelliklerini alan ve genelde kendini oluşturan malzemelerden daha faydalı özelliklere sahip olabilen malzemelerdir (Wolcott ve Englund, 1991; Balatınez ve Woodhams, 1993). Ahşap-plastik kompozitler (APK) lignoselülozik malzemeyle plastiklerin karıştırılması sonucunda oluşan kompozitlere verilen genel bir addır. Buradaki “ahşap” kelimesi odun parçası gibi dar bir anlamda değil lifsel yapıya sahip bütün tarımsal atıklar ve odunsu materyali kapsamaktadır (Mengeloğlu ve ark., 2009, Kaymakcı ve ark., 2011).

Ahşap-plastik kompozitler (APK), kendisini oluşturan plastiklere göre daha ucuz ve çevre dostu olmaları ve ağaç malzemeye kıyasla daha iyi boyutsal sabitliğe sahip ve mantar, böcek ve rutubete karşı dayanıklı olmaları gibi özelliklerinden dolayı geniş bir kullanım alanına sahiptir (Mengeloğlu ve ark., 2009). APK'nın kullanım alanlarından güverte yapımı, balkonlar, çitler, bahçe mobilyaları, kapı ve pencere doğraması, kapı kasası, otomobil iç mekan parçaları, müzik ve spor aletleri yapımı, merdiven trabzanı, çöp kovaları, parke döşemesi, kamelya ve yürüyüş parkurları inşası, çiçek saksıları, sadece bazıları olup, her geçen gün yeni kullanım alanları eklenmektedir (Süinanç, 2007, Kaymakcı ve ark., 2009). Özellikle son yıllarda APK'dan deck (açık alanlarda yer döşeme malzemesi) yapımı hızlı bir artış göstermektedir. Bunda APK'nın sertlik ve aşınma direncinin yüksek olması gelmektedir. Bugün birçok bilimsel araştırmacı ve APK üreticisi, APK'yı gelecekte ahşap malzemeye alternatif olabilecek en önemli kompozit ürün olarak görmektedir.

APK'nın diğer dünyada ve ülkemizde nispeten yeni bir sektör olması nedeniyle yapılan çalışmalar ağırlıklı olarak hammadde ve üretim prosesini iyileştirmeye yönelik olmaktadır. Hammadde olarak, farklı odun tozu veya lif boyutları, ağaç türleri, kullanım ömrünü tamamlamış ağaç malzemeler, lignoselülozik yıllık bitkiler, farklı plastik tipleri ve karışım oranları örnek verilebilir (Thepwiwatjit 2000; Ayrılmış ve Kaymakci, 2011; Ayrılmış ve Kaymakci, 2012c; Rojanarungtawee 1998; Rowell ve ark. 1997; Stark ve Rowlands 2003). Üretim prosesini iyileştirmeye yönelik olarak ise ekstruder vida çapı, boyu, ekstruder ısıtma sıcaklığı gibi birçok farklı üretim parametreleri çalışılmış ve çalışılmaya devam etmektedir (Uerkanrak 2001; Sadeghian ve Golzar 2008; Brandt ve Friedly 2003). Özellikle son yıllarda APK'nın sıcaklık artışına bağlı olarak kütle kaybı ve degradasyonu da termogravmetrik analiz yöntemi ile tespit edilmeye başlanmıştır (Ayrılmış ve Kaymakcı, 2012b; Renneckar ve ark. 2004; Mengelolu ve Karakus 2008; Ayrılmış ve ark, 2012a). Ancak ahşap plastik kompozitlerin kullanım alanlarının çeşitlenerek artması dolayısıyla kullanımlarının gerektirdiği mekanik, ısıl ve elektriksel özellikleri sağlayan polimerlerin geliştirilmesi ya da mevcut polimerlerin katkı maddeleri ile istenilen özelliklere getirilmesi önem kazanmış ve bu yönde yapılan çalışmalar artmıştır. APK üretiminde kullanılan polimerler genel olarak fiberler ve tanecikler ile takviye edilmektedir. Fiber takviyeli polimerik kompozit yapılarda, polimer matrisler çeşitli şekillere sahip fiberler ile takviye edilebilmektedir. Fakat günümüzde polimer matrisler nano boyutlara sahip tanecikler ile de takviye edilmeye başlanmıştır. Dolgu parçacıklarının nanometrik boyutlarından dolayı üretilen bu kompozitler yüksek alan/hacim oranlarına sahiptir ve çok düşük kil yoğunluklarında bile fazlar arası etkileşim alanı çok geniş olduğundan fiziksel ve mekanik özelliklerinde çok önemli artışlar görülebilmektedir (Şen ve ark, 2010).

Bu çalışmanın amacı APK üretiminde nano dolgu maddelerinin bazı fiziksel özellikler üzerine etkisinin araştırılmasıdır. Bu bağlamda MgO nano partikül güçlendirici dolgu

materyali olarak değerlendirilmiştir. Ahşap unu, polimer ve MgO nano partikül, kuru karışım serme yöntemi kullanılarak kompozit levhalar elde edilmiştir. Elde edilen nanokompozit levhalara su alma ve kalınlığına şişme gibi temel fiziksel performans testleri uygulanmıştır.

## **1 Materyal ve Metot**

### **1.1 Materyal**

Bu çalışmada polimer malzeme olarak yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), dolgu maddesi olarak sarıçam ahşap unu ve güçlendirici nano partikül olarak is magnezyum oksit (MgO) kullanılmıştır. Polimer matrisi olarak kullanılan HDPE Petkim Petrokimya A.Ş. den satın alma yoluyla temin edilmiştir. Lignoselülozik dolgu maddesi ise Kastamonu Üniversitesi Ahşap Kültürünü Araştırma ve Uygulama Merkezine bağlı atölyeden elde edilmiştir. Temin edilen sarıçam ahşap yongaları öğütücü yardımıyla ile un haline getirilmiştir. Daha sonra sarsak elek yardımıyla 20–200 mesh arasında eleme işlemine tabi tutulmuş olup bu çalışmada 60 mesh boyutundaki sarıçam ahşap unu kullanılmıştır. Ahşap unu içerisinde mevcut olan rutubetin uzaklaştırılması için kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

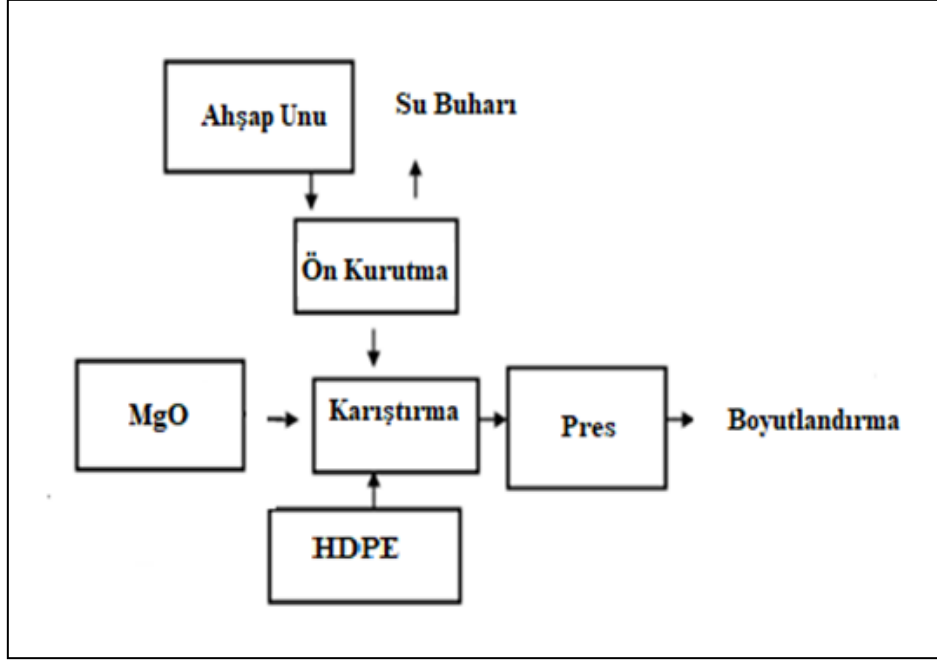
### **1.2 Kompozit Üretimi**

Polimer kompozitlerin üretilmesinde kullanılacak olan deneme dizaynı Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Polimer nanokompozit üretimi için deneme dizaynı

<b>Nanokompozit Tipi</b>	<b>HDPE (%)</b>	<b>Sarıçam Ahşap Unu (%)</b>	<b>MgO (%)</b>
A	70	30	0
B	70	30	1
C	70	30	2
D	70	30	3
E	70	30	4
F	70	30	5

Üretim reçetelerine bağlı olarak üretilecek olan polimer nanokompozitlerde, HDPE, ahşap unu ve MgO nanopartikül yüksek devirli bir karıştırıcı içerisinde homojen bir karışım haline getirilmiştir. Daha sonra elde edilen bu karışım polimer bir çerçeve içerisine konularak presleme işlemine hazır hale getirilmiştir. Bu karışım sıcak pres içerisinde 175 °C sıcaklık ve 5 dakika pres süresi ile 5x200x200 mm boyutlarında polimer nanokompozit levhalara dönüştürülmüştür. Elde edilen polimer nanokompozit levhalar test numunesi haline getirilmeden önce %65±5 bağıl nem ve 20°C sıcaklığa sahip klima odasında 30 gün boyunca bekletilmiştir. Ahşap plastik nanokompozitlerin üretimi şematik olarak Şekil 1 yardımıyla gösterilebilir.



Şekil 1. Ahşap plastik nanokompozit üretim kademeleri

### 1.3 Örneklerin test edilmesi

Üretilen polimer nanokompozit örneklere temel fiziksel performans testlerinden su alma ve kalınlığına şişme denemeleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada üretilen polimer nanokompozitlerin su alma ve kalınlığına şişme testleri ISO 62 standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Su alma ve kalınlığına şişme testleri tüm nanokompozit gruplar için 28 gün boyunca takip edilmiştir.

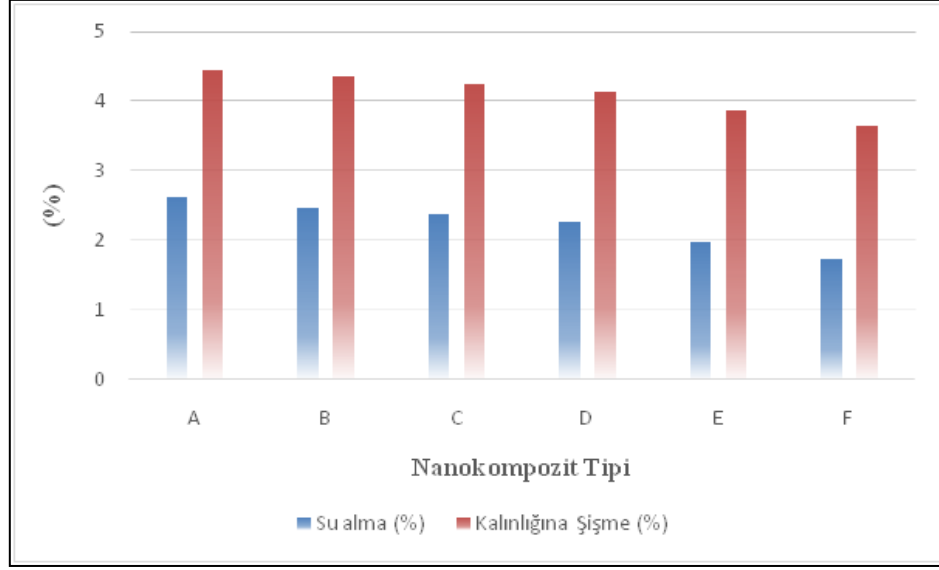
### 3. Bulgular ve Tartışma

Polimer nanokompozitlerin su alma ve kalınlığına şişme değerlerine ilişkin değerler Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** MgO nanopartikül ile güçlendirilmiş nanokompozit grupların fiziksel özellikleri

Nanokompozit Tipi	Su alma (%)	Kalınlığına Şişme (%)
A	2.63	4.45
B	2.46	4.36
C	2.39	4.25
D	2.27	4.13
E	1.98	3.87
F	1.73	3.65

Tablo 2 incelendiğinde polimer nanokompozit içerisindeki MgO oranı arttıkça su alma yüzdesinin azaldığı görülebilmektedir. Bu durum şematik olarak Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2. Ahşap plastik nanokompozitlerin su alma ve kalınlığına şişme davranışları

Bu durum MgO nanopartiküllerin hidrofobik yapısı nedeniyle su moleküllerinin polimer kompozit yapısı içerisinde bağlanamaması ile açıklanabilmektedir. Benzer durum kalınlığına şişme özelliklerinde de görülebilmektedir. Kontrol grubu olarak nitelendirilen A grubunda 28 gün sonunda nanokompozitlerde meydana gelen kalınlığına şişme oranı %4.45 olarak ölçülürken %5 oranından MgO içeren polimer nanokompozitlerde bu oran %3.65'e kadar düşmüştür. Bu durum artan MgO miktarına bağlı olarak polimer nanokompozit içerisinde su tutacak yüzeylerin azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum literatürde yapılan çalışmalarla paralellikler göstermektedir. Sheshmani ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada odun lifi- kil katkılı polietilen esaslı nanokompozitler üretmişlerdir. Çalışma sonucunda polietilen nanokompozit içerisindeki kil miktarının artmasına paralel olarak boyutsal stabilitenin geliştiğini tespit etmişlerdir. Yazarlar bu durumu kompozit yapı içerisindeki mikro boşlukların ve lif lümenlerinin kil ile doldurulması neticesinde suyun kompozit yapı içerisine nüfuzunun engellenmesine bağlamaktadırlar. Diğer bir çalışmada Yadav ve Yusoh (2015) nano kil, polipropilen ve ahşap unu kullanarak ürettikleri plastik nanokompozitlerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda artan nano kil oranına bağlı olarak plastik nanokompozitlerin su alma oranında azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu durumu nano kilin üstün bariyer özellikleri nedeniyle kompozit yapı içerisinde su iletimini engellemesine bağlamışlardır.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada HDPE/MgO/ahşap unu kullanılarak plastik nanokompozitler üretilmiştir. Üretilen nanokompozitlerin fiziksel özelliklerden su alma ve kalınlığına şişme özellikleri tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre;

- Plastik nanokompozit üretiminde MgO kullanımının su alma ve kalınlığına şişme özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir. Artan MgO kullanımına bağlı olarak numunelerin su alma ve kalınlığına şişme özelliklerinin geliştiği söylenebilmektedir. Ancak elde edilen sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde polimer kompozit

üretiminde MgO kullanımının fiziksel özellikleri geliştirmesi amacıyla kullanımının ekonomik olmadığı söylenebilir.

- Kuru karışım yöntemi kullanılarak MgO nanopartiküllerin APK'ların fiziksel özellikleri üzerinde çok önemli derecede performans artışı sağlamadığı açıktır. Bu sorunun temelinde üretim metoduna ilişkin problemin yattığı söylenebilir. Kuru karışım yöntemi kullanılarak üretilen polimer nanokompozit örneklerde homojen olmayan kompozit yapı görmek mümkündür. Bunun üstesinden gelmek için daha ziyade ekstrüzyon veya enjeksiyon kalıplama yöntemlerinin kullanılması daha başarılı sonuçların alınabileceği söylenebilir.

## **Kaynaklar**

- Ayrılmış. N., Kaymakcı. A., (2011), Evaluation of chestnut shell in manufacture of environmentally wood- based panel, The International Symposium, Recent Advances in Nanocellulose Preparation and Wood Utilization, Pp: 25- 30. Korea.
- Ayrılmış. N., Akbulut. T., Elmas. G., Kaymakcı. A., (2012a), High performance lingo cellulosic/thermoplastic composite from rice husk and aluminum polyethylene of used beverage carton, 7 th Annual International Conference on Environment Athens, Greece.
- Ayrılmış. N., Kaymakcı. A., (2012b), Fast growing biomass as reinforcing filler in thermo plastic composites: *Paulownia elongata* wood, *Industrial Crops and Products*, 43 (2013), 457– 464.
- Ayrılmış. N., Kaymakcı. A. (2012c), Reduction of formaldehyde emission from light MDF panels by adding chestnut shell flour, *Holzforschung*. 66(4), 443–446.
- Balatinecz. J.J., Woodhams. R.T., (1993), Wood-plastic composites, Doing more with less, *Journal of Forestry*, 91(11), 22-26.
- Brandt. C., Fridley. K., (2003), Effect of load rate on flexural properties of wood plastic composites, *Wood and Fiber Science*, 35 (1), 259–268.
- Kaymakcı. A., Güleç. T., Karakuş. K., Kayış. S., Mengeloğlu. F., (2009), Pamuk karpeli ve yüksek yoğunluklu polietilenin polimer kompozit üretiminde değerlendirilmesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, I. Ulusal Batı Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı, Özel Sayı, ISSN: 1302-0943, Cilt: 1, Sayfa: 268-272.
- Kaymakcı. A., Ayrılmış. N., Akbulut. T., (2011), Doğal liflerle takviye edilmiş çevre dostu yeni nesil biyopolimer kompozitlerin teknolojisi ve hayatımızdaki yeri, I. Ulusal Ege Kompozit Malzemeler Sempozyumu, S: 477- 496, Kuşadası/İzmir.
- Mengelolu. F. and Karakuş, K., (2008), Some properties of eucalyptus wood flour filled recycled high density polyethylene polymer-composites, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32, 537-546.
- Rennekar. S., Zink-Sharp. A.G., Ward, T.C., Glasser, W.G., (2004), Compositional analysis of thermoplastic wood composites by TGA, *Journal of Applied Polymer Science*, 93: 1484–1492.
- Rojanarungtaee. S. (1998), Composite of Wood Fiber and Mixed Recycled Thermoplastics, School of Packaging, MSc Thesis, Michigan State University.

- Rowell R.M., Sanadi A.R., Caulfield D.F., Jacobson R.E., (1997), Utilization of natural fibers in plastic composites: problems and opportunities, In: Leão A.L. Carvalho F.X. Frollini E. editors, *Lignocellulosic-Plastic Composites*, Sao Paulo: USP. UNESP. p 23-51.
- Sadeghian, N., Golzar, M. (2008), PVT Measurement system for wood plastic composite melt in an extrusion process, *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 27: 739–750.
- Sheshmani, S., Ashori, A., Hamzeh, Y. (2010), Physical properties of polyethylene–wood fiber–clay nanocomposites, *Journal of Applied Polymer Science*, 118(6), 3255-3259.
- Stark. N.M. and Rowlands. R.E. (2003), Effects of wood fiber characteristics on mechanical properties of wood/polypropylene composites, *Wood and Fiber Science*, 35(2),167-174.
- Suinanç. Ö. F. (2007), Odun plastik kompozitlerinin üretimi, özellikleri ve kullanım yerleri üzerine araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Odun Mekaniği ve Teknolojisi ABD, İstanbul.
- Thepwiwatjit. N., (2000), Composite of wood fiber and recycled hdpe bottles from house hold use, school of packaging, PhD Thesis, Michigan State University.
- Wolcott. M.P., Englund. K., (1991), A technology review for wood plastic composites, Proc, 33rd Inter, Particle board Composite Materials Symp, Washington State University.
- Yadav, S. M.,Yusoh, K. B. (2015), Mechanical and physical properties of wood plastic composites made of polypropylene, wood flour and nanoclay, *International Journal of Agriculture, Forestry and Plantation*, 1: 52-58.