



## Fındık Kabuklarının Polipropilen Esaslı Polimer Kompozit Üretiminde Değerlendirilmesi

Selçuk AKBAŞ<sup>1</sup>, Türker GÜLEÇ<sup>1</sup>, Mürşit TUFAN<sup>1</sup>, Cihat TAŞCIOĞLU<sup>2</sup>, Hüseyin PEKER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Artvin Çoruh, Üniversitesi Orman, Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Artvin

<sup>2</sup>Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Düzce.

### Eser Bilgisi:

Araştırma makalesi

Sorumlu yazar: Selçuk AKBAŞ, e-mail: [selcukakbas@gmail.com](mailto:selcukakbas@gmail.com)

### ÖZET

Doğal lifler uzun yıllardan bu yana güçlendirici malzeme olarak kullanılmaktadır. Doğal lifler düşük maliyette olması, yüksek fiziksel ve mekanik dirence sahip olması gibi birçok avantajından dolayı plastiklerle çeşitli oranlarda karıştırılarak plastik-kompozit malzemeler üretilmektedir. Plastik kompozitlerde kullanılan doğal lifler arasında tarımsal atıklar (buğday sapı, pirinç sapı, kenevir lifi, çeşitli kuru meyve kabukları vb.) da yer almaktadır. Bu çalışmada polipropilen (PP) ve atık fındık kabuklarından elde edilen unlar farklı oranlar kullanılarak polimer kompozit üretilmiştir. Ekstrüzyon ve pres kalıplama yöntemleriyle üretilen kompozitlerin; çekme, eğilme, darbe direnci, kalınlığına şişme ve su alma değerleri incelenmiştir. En iyi sonucun %30 oranında fındık kabuğu unu kullanılan kompozitlerde elde edildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte üretilen kompozitlerin eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerine bakıldığında ASTM D6662 standardındaki değerleri sağladığı görülmüştür. Elde edilen veriler ile ülkemizde büyük bir kısmı atıl halde olan fındık kabukları, polimer kompozit üretiminde değerlendirilebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu sayede fındık kabuğunun farklı alanlarda kullanılarak üreticilere yeni bir gelir kaynağı oluşturulması hedeflenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Fındık kabuğu, polimer kompozitler, mekanik ve fiziksel özellikler.

## The Usage Of Nutshell In The Production of Polypropylene Based on Polymer Composite Panels

### Article Info:

Research article

Corresponding author: Selçuk AKBAŞ, e-mail: [selcukakbas@gmail.com](mailto:selcukakbas@gmail.com)

### ABSTRACT

Natural fibers have been commonly utilized to reinforced materials for many years. Recently due to advantages of natural fibers such as low cost, high physical and mechanical resistance are produced plastic-composite materials by mixing various proportions. In addition, plastic composites are used natural fibers include agricultural wastes (wheat straw, rice straw, hemp fiber, shells of various dry fruits, etc.). In this study, polymer composites were manufactured using waste nutshell flour as filler and polypropylene (PP) as polymer matrix. The nutshell-PP composites were manufactured via extrusion and compression methods. The final product tested to determine their tensile, flexural, impact strength properties as well as some physical features such as thickness swelling and water absorptions. The best

results were obtained composites containing 30% nutshell flour. In addition, composites which were produced nutshell provided the values of ASTM D6662 standard. The data collected in our country which waste a large portion of nutshell allows for the evaluation of the production polymer composites. The incorporation of nutshell flour feasible to produce plastic composites when appropriate formulations were used. As a result hazelnut shell which was considered agricultural waste can be utilized in polymer composite production.

**Keywords:** Nutshell, polymer composites, physical and mechanical properties.

## GİRİŞ

Dünya'daki ve ülkemizdeki orman kaynakları nüfusun ve tüketimin artmasına bağlı olarak azalma göstermektedir. Bu yüzden hammaddenin bilinçli bir şekilde kullanımı, kullanılmış malzemelerin geri dönüşümü ve yeni hammadde kaynakları bulma önemli hale gelmiştir. Odun hammaddesine olan talep ve mevcut arz arasındaki dengesizliğin kaçınılmaz olacağı açıktır. Bu nedenle, odun lifi yerine tarımsal ve diğer kaynaklı alternatif liflerin kullanılması zaruri hale gelmektedir. Ülkemizde, tarımsal hasattan sonra kalan kısımlar ya tekrar toprağa karışmakta ya da yakılarak yok edilmektedir. Bu atıkların daha farklı şekillerde değerlendirilmesine yönelik talepler her geçen gün artmaktadır (Cooper ve Balatinecz 1999; Rowel 2001; Mengeloğlu ve Alma 2002).

Daha temiz ve yaşanabilir bir çevre için atık miktarının azaltılması gerekmektedir. Bunun gerçekleştirilmesi de ancak atık oluşumunun azaltılması, geri dönüşüm ve yeniden kullanımın artırılması, doğal kaynakların rasyonel bir şekilde kullanılması ile mümkün olabilecektir. Bu kapsamda "3R" kuralı birçok ülkede hayata geçirilmeye çalışılmaktadır. Burada amaç daha az atık oluşturmak için kullanılan hammaddeyi azaltmak (Reduce), bir ürünün yeniden kullanılmasını sağlamak (Reuse) ve bir malzemenin geri dönüşümünün (Recycle) gerçekleştirilmesidir (Karakuş 2008; Hill 2010).

Zirai esaslı lifsel atıkların en etkin kullanılabileceği alanlardan birisi plastik endüstrisidir. Ayrıca, son birkaç yılda plastik esaslı ürünlerin fiyatlarındaki artış, plastiklere maliyeti düşük katkı liflerin katılmasını gerekli kılmıştır. Türkiye'de yaklaşık üç milyon tonluk plastik atık bulunmakta ve bunun çok az bir miktarı geri dönüşüme katılmaktadır (Rowell 1995; Mengeloğlu 2006). Topraklarımızda yaklaşık 60 milyon tarımsal atık ve 5 milyon m<sup>3</sup>'lük orman endüstrisi tarafından oluşturulan atık bulunmaktadır (Mengeloğlu ve ark. 2002; Kurt ve ark. 2002; Korucu ve Mengeloğlu 2007). Açık bir şekilde görüldüğü gibi Türkiye'de çok miktarda atık malzeme mevcut olup bunların büyük kısmı yakılarak ya da çöp alanlarına bırakılmak suretiyle bertaraf edilmektedir (Karakuş 2008).

Ülkemiz yılda 350-600 bin tonluk üretimiyle Dünya fındık üretiminin %65-70'ini sağlamaktadır. Bu miktarın büyük kısmı kabuksuz olarak satılmakta ve kabuk kısmı genellikle yakacak olarak kullanmakta, çok önemsiz bir kısmının da pudra haline getirilerek çikolata gibi bazı gıda maddelerinde gıda katkısı olarak kullanıldığı bilinmektedir (Yıldırım 2007).

Kompozit üretimi, polimer malzemeler üzerinde yapılan en yaygın modifikasyon işlemidir (Yıldırım 2007). İki ya da daha fazla materyalin bir araya getirilmesiyle oluşan ve çoğu zaman kendilerini oluşturan materyalden daha iyi özelliklere sahip malzemeler kompozit olarak tanımlanmaktadır (Simonsen 1995; Mengeloğlu ve ark. 2002).

Odon unu ve lignoselülozik tarımsal atıkların (buğday sapı, kendir, kenevir, şeker kamışı, fındık kabuğu vb.) termoplastik esaslı polimerler (PE, PP, PVC, PS vb.) ile karıştırılmasıyla oluşan kompozit levhalara termoplastik esaslı kompozit malzemeler denilmektedir (Matuana ve Heiden 2004; Karakuş 2008).

Bu çalışmada saf polipropilen plastik ile fındık kabuğu unu kullanılarak polimer-kompozit üretimi yapılarak üretilen malzemenin mekanik ve fiziksel özellikleri araştırılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Polimer kompozit üretimi için dolgu maddesi olarak kullanılan fındık kabuğu, Giresun ilinden temin edilmiş olup, polimer olarak granül halde saf Polipropilen (PP) kullanılmıştır.

### Yöntem

#### Lignoselülozik maddenin hazırlanması

Fındık kabukları kurutma fırınında tam kuru hale getirildikten sonra Willey değirmeni yardımıyla un haline getirilmiştir. Üretilen malzemenin

performansları üzerinde dolgu maddesinin boyutları etkili olması nedeniyle un halindeki dolgu maddeleri sınıflandırılmış ve sarsak elek yardımıyla 40-60-80-100 mesh gruplarına ayrılmıştır. Bu çalışmada kullanılan lignoselülozik dolgu maddesi endüstriyel üretime uygun olması nedeniyle 40 mesh boyutundaki eleğin üstünde kalan kısımdan alınmıştır.

### Polimer kompozitlerin üretilmesi

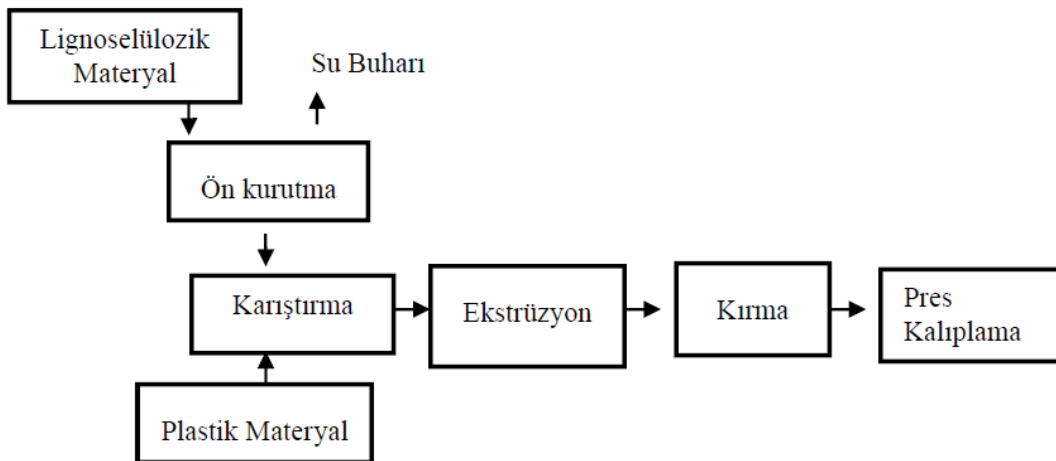
Polimer kompozitlerin üretiminde üç farklı oran kullanılmış olup bunlarla ilgili detaylı bilgi Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Üretim Reçetesi

Kompozit Grupları	Kabuk oranı (%)	Polipropilen(PP) (%)
PP	-	100
FK1	30	70
FK2	40	60
FK3	50	50

PP: Polipropilen, FK: Fındık Kabuğu+ Polipropilen

Polimer kompozitlerin üretimi Şekil 1.'de gösterilen iş akış şemasına göre gerçekleştirilmiştir. Tablo 1.'de verilen üretim reçetesine bağlı kalınarak, hazırlanan fındık kabuğu unu ve polimer matris karıştırıcı yardımıyla homojen hale getirilmiştir.



Şekil 1: Polimer kompozit üretimi iş akışı şeması

Bu uygulamanın ardından sıcaklığı 170 ile 190 °C ve vida hızı 40 devir/dk olacak şekilde Rondol marka tek vidalı ekstruderden çekilerek pelet haline

getirilmiştir. Peletler, 180 °C'ye kadar ısıtılmış sıcak pres içerisinde levha haline getirilmiştir. Şekil 2'te Rondol marka ekstruder makinesi görülmektedir.



**Şekil 2:** Ekstruder Makinesi

### **Mekanik testler**

Üretilen polimer kompozitlerin mekanik özellikleri Amerikan Standartları (ASTM)'na uygun olarak yapılmıştır. Eğilme direnci ve çekme direnci testleri Zwick/Roell Z010 Universal test makinesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Eğilme direnci ASTM D 790, çekme direnci ASTM D 638 standartlarına göre yapılmıştır.

Darbe direnci testleri Zwick/Roell HIT 5.5P makinesiyle ve ASTM D 256 standardına göre yapılmıştır. Darbe direnci testinden önce Polytest RayRan cihazı örnekler üzerinde çentik açmak için kullanılmıştır.

### **Fiziksel özelliklerin belirlenmesi**

Su alma oranı ve kalınlık artışları ASTM D 1037 ve EN 317 standartlarına göre belirlenmiştir.

### **İstatistiksel yöntem**

Elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak ve % 95 güven düzeyi esas alınarak analiz edilmiştir. Elde edilen farklılıkların dolgu maddesi oranlarının etkisini araştırmak amacıyla Duncan testi uygulanmıştır.

### **BULGULAR ve TARTIŞMA**

Üretim reçetesine bağlı kalınarak oluşturulan levhaların mekanik test değerleri yapıldıktan sonra SPSS analiz

yapılmıştır. İlk olarak homojenlik testleri yapılmış, ardından fındık kabuğu unu oranının mekanik özellik üzerine etkisini incelemek için  $P < 0.05$  güven aralığında varyans analizi (ANOVA) yapılmış, gruplar arasındaki farklılıkların hangi

örnek ortalamasından kaynaklandığının tespiti için çoklu karşılaştırma uygulanmış ve bu amaçla DUNCAN testi uygulanmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonuçları ve ortalamalar Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2:** Mekanik test değerleri ve uygulanan ANOVA ve DUNCAN testi sonuçları

Kompozit grupları (% oranı)	Çekme direnci (MPa)	Çekmede elastikiyet (MPa)	Eğilme direnci (MPa)	Eğilmede elastikiyet (MPa)	Darbe direnci (J/m)
PP (%0)	23,87(1,44)A	384,52(29,85)A	32,22(3,01)A	968,72(87,95)A	26,74(5,12)D
FK 1(%30)	8,34(0,77)B	248,26(31,62)B	16,55(1,02)B	847,24(82,87)B	72,90(12,89)A
FK2 (%40)	6,69(0,32)C	240,05(14,57)B	13,86(0,48)C	822,73(65,44)B	58,21(6,43)B
FK3 (%50)	5,66(0,33)D	233,22(11,27)B	11,96(1,80)D	745,90(94,88)C	43,55(6,96)C

Parantez içindeki değerler standard sapma değerlerini göstermektedir. Aynı sütundaki harfler Duncan testine göre ( $P < 0.05$ ) farklılıklar olduğunu belirtmektedir.

Yapılan mekanik testlerin sonucunda lignoselülozik madde oranı arttıkça direnç değerlerinde azalma meydana geldiği görülmüştür. Lignoselülozik maddelerin kullanımı arttıkça plastik oranı azalmakta bu durumda ise direnç değerlerinde düşüşe neden olduğu görülmektedir (Mengeloğlu ve Karakuş 2008). Bununla birlikte buğday sapı kullanılarak yapılan bir çalışmadaki çekme, eğilme ve darbe direnci değerlerinin FK1 numaralı örneğin

çekme, eğilme ve darbe direnci değerleri ile karşılaştırıldığında yakın değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Lignoselülozik madde ve termoplastik polimer ile üretilen levhaların uzun süreli belirlenen su alma ve kalınlık artışı oranlarına ait ortalama değerler Tablo 3 ve 4'te verilmiştir. Ölçümler, 2, 24 ve 48 saat, 1 ve 4 hafta sürelerde periyodik olarak her levha tipi için gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 3:** Kalınlık Artışı Oranları (%)

Kompozit Grupları (% oranı)	2 saat	24 saat	48 saat	1 hafta	4 hafta
PP (%0)	0	0	0	0	0
FK 1(%30)	0,92	1,50	1,57	2,11	3,10
FK 2(%40)	0,89	4,31	2,55	3,87	5,66
FK 3(%50)	1,51	4,74	5,92	9,03	11,12

**Tablo 4:** Su Alma Oranları (%)

Kompozit Grupları (% oranı)	2 saat	24 saat	48 saat	1 hafta	4 hafta
PP (%0)	0	0	0	0	0
FK 1 (%30)	0,43	1,37	1,66	3,77	6,74
FK 2 (%40)	0,62	1,93	2,37	6,12	10,60
FK 3 (%50)	0,56	1,90	2,57	5,86	12,83

Üretilen kompozitlerde lignoselülozik madde oranının artması ile yüzde kalınlık artışı ve su alma oranlarında artış olduğu gözlemlenmiştir. Stokke ve Gardner (2003) yaptığı çalışmada kompozit malzemede bulunan hidrofilik yapıdaki odunsu materyalin oranının artması ile su alma oranının önemli ölçüde etkilendiğini belirtmiştir.

## SONUÇ

Bu çalışmada bir tarımsal atık olan fındık kabuğu unu ve polipropilen kullanılarak polimer kompozit üretilmiştir. Üretilen kompozitlerin fiziksel ve mekanik test değerleri belirlenmiştir. Fındık kabuğu unu kullanılan tüm kompozitlerin şok direnci değerleri saf polipropilen kullanılarak üretilen levhaların şok direnci değerinden yüksek olduğu görülmüştür. Farklı miktarlarda kullanılan fındık kabuğu unu oranının artması ile tüm mekanik değerlerde azalma görülürken, kalınlığına şişme ve su alma oranlarında artış meydana geldiği tespit edilmiştir. En iyi sonucun %30 oranında fındık kabuğu unu kullanılan kompozitlerde elde edildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte üretilen kompozitlerin eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerine bakıldığında ASTM D6662 (2001)'de belirtilen değerleri sağladığı görülmüştür.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Artvin Çoruh Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- ASTM D 1037 (1996) Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM D 6662 (2001) Standard Specification for Polyolefin-Based Plastic Lumber Decking Boards, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM D 256 (2002) Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM D 638 (2004) Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM D 790 (2004) Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials, ASTM International, West Conshohocken, Philadelphia, PA.
- Cooper PA, Balatinecz JJ (1999) Agricultural Waste Materials for Composites, Centre for Management Technology Global Panel Based Conference (October 18-19), Kuala Lumpur, ML.
- EN 317 (1993) Particleboards and Fiberboards, Determination of Swelling in Thickness After Immersion in Water, CEN, Brussels, Belgium.
- Hill MK (2010) Understanding Environmental Pollution, Third Edition Cambridge University Press, New York, 534 s.
- Korucu T, Mengeloğlu F (2007) Potentials of Agricultural Residues as Raw Materials and Their Alternative Usage Possibilities in Turkey. 24th National Agricultural Mechanization Congress, Kahramanmaraş, s. 297-307.

- Kurt R, Karademir A, Çetin NS, Özmen N (2002) Potential Utilization of Wood Residue in Turkey. First International Ukrainian Conference on Biomass, Kiev, Ukrainian (CD)
- Matuana LM, Heiden PA (2004) Wood Composites, Encyclopedia of Polymer Science and Technology, 12: 521-546.
- Mengeloğlu F, Alma MH (2002) Buğday Saplarının Kompozit Levha Üretiminde Kullanılması, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 5 (2): s. 37-48.
- Mengeloğlu F, Alma MH, Çetin NS (2002) Plastik Endüstrisinde Buğday Sapı Ununun Kullanılabilirliği. Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2 (2): s. 57-65.
- Mengeloğlu F (2006) Wood/Thermoplastic Composites. I. Polimerik Kompozitler Sempozyumu ve Sergisi. TBMOB Kimya Mühendisleri Odası, İzmir, s. 471-480.
- Karakuş K (2008) Üniversitemizdeki polietilen ve polipropilen atıkların polimer kompozit üretiminde değerlendirilmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Rowell RM (1995) A New Generation of Composite Materials from Agro-Based Fiber. 3<sup>rd</sup> International Conference on Frontiers of Polymers and Advanced Material (January 16-20), Kuala Lumpur, ML. 659-665.
- Rowell RM (2001) Performance Driven Composites From Lignocellulosic Resources, International Conference on Science and Technology of Composites Materials, 29-32 s.
- Simonsen J (1995) The Mechanical Properties Of Wood Fiber Plastic Composites: Theoretical vs. Experimental. in: Proceedings of Wood Fiber Plastic Composites, Forest Products Society, Proceedings No. 7293, 47-55.
- Stokke DD, Gardner DJ (2003) Fundamental Aspects of Wood as a Component of Thermoplastic Composites, Journal of Vinyl and Additive Technology, 9, 2, 96-104.
- Yıldırım A (2007) Öğütülmüş fındık kabuğunun polipropilen matrisli kompozitlerde kullanılabilirliği, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.