

# ODUN ESASLI KOMPOZİT MALZEME ÜRETİMİNDE BAZI YILLIK BİTKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Cengiz GÜLER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Müh. Bölümü, Düzce/Türkiye,  
cengizguler@duzce.edu.tr

## Özet

Ülkemizde her yıl hasadı yapılan yıllık bitkiler ve dolayısıyla tarımsal atıkların potansiyeli toplam 37 milyon tonu aşmaktadır. Yıllık bitki sapları kompozit malzeme üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması alternatif hammadde kaynaklarını genişletecektir. Bu çalışmada ülkemizde üretimi yapılan yıllık bitkiler hakkında genel bilgiler verilmiş olup, pamuk sapı (Cotton stalk), ayçiçeği sapı (Sunflower stalk), mısır sapı (Corn stalks), fındık zürufu (Hazelnut Husk), yer fıstığı kabukları (Peanut Husk) kullanılarak üretilmiş kompozit levhaların genel özellikleri araştırılmıştır.

Kompozit levhalar, 20 mm kalınlıkta, hedeflenen 0.6 ve 0.70 g/cm<sup>3</sup> yoğunluklar aralığında üretilmiştir. Her gruptan ikişer adet üretilen levhalardan ilgili standartlara göre örnekler alındıktan sonra fiziksel özelliklerinden su alma ve kalınlık artımı, mekanik özelliklerden; eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik yönde çekme direnci tespit edilmiştir. Sonuçta elde edilen levhaların standartlara göre uygunluğu araştırılmış ve genel amaçlar için kullanılabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** yıllık bitkiler, kompozit malzeme, fiziksel ve mekanik özellikler.

## UTILIZATION OF SOME ANNUAL PLANTS IN WOOD-BASED COMPOSITE PRODUCTION

### Abstract

The aim of this study is to investigate the potential utilization of hazelnut and peanut husks, and corn and cotton stalks, in composite panel production as supplement and to alleviate the shortage of raw material in forest industry.

Composite panels are produced 20 mm thick and targeted to 0.6 and 0.70 g/cm<sup>3</sup> density. Produced two panel from each group. Water absorption and thickness swelling

of the panel were measured according to standard. Specimens were also tested for modulus of rupture (MOR) and modulus of elasticity (MOE), and for internal bond strength. The results of this study showed that it was possible to produce composite panel utilizing annual plant residues. Results indicated all produced boards met the minimum requirement.

**Keywords:** annual plant, Composite material, physical and mechanical properties

## 1.Giriş

Orman kaynaklarının sınırlı ve kıt olması nedeniyle alternatif hammadde kaynaklarının orman endüstrisinde kullanım olanaklarının araştırılması özellikle son yıllarda önem kazanmaktadır. Çünkü hammadde kaynaklarındaki yetersizlik üretim maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Nüfus artışına paralel olarak artan endüstriyel ürünlerin tüketimini göz önünde tutarak mevcut kaynakların, ekonomik ve rasyonel bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bir çok ülke farklı hammadde kaynaklarının endüstriyel üretimde kullanılabilirliğinin araştırılmasını desteklemektedirler. Bu araştırmalara konu olarak odun hammaddesi kullanılarak üretimi gerçekleştirilen orman ürünlerine alternatif olarak yıllık bitkilerin kullanılması ile gerçekleştirilebilirliği ve üretilen ürünün özellikleri önem arz etmektedir. Ayrıca odun hammaddesine alternatif olarak kullanılan yıllık bitkilerin lignoselülozik yapıları ve kimyasal içeriklerinin belirlenmesi de önem göstermektedir. Günümüzde dünyada hammadde olarak yıllık bitkilerin levha üretiminde hammadde olarak kullanıldığı fabrikaların sayısı artmaktadır.

Ülkemizde her yıl hasadı yapılan yıllık bitkiler elde edilen tarımsal atıkların potansiyeli toplam 37 milyon ton civarındadır. Bu potansiyelin orman ürünleri endüstrisinde kullanılabilirliğinin araştırılmasının ülke ekonomisi için bir gereklilik olduğu düşünülmektedir.

Ülkemizde her yıl 36.940.000 ton tarımsal artık elde edilmekte olup bunun 18 milyon ton kadarı buğday sapı, 8 milyon tonu arpa sapı, 3.5 milyon ton pamuk sapı, 2.5 milyon ton mısır sapı, 3 milyon ton ayçiçeği sapı, 200 bin ton pirinç sapı, 240 bin ton çavdar sapı, 300 bin ton tütün sapı, 200 bin ton göl kamışı oluşturmaktadır [1]. Verilere göre, Türkiye dünyanın sayılı yıllık bitkileri üreticisi ülkelerin arasında bulunmaktadır.

Türkiye’de tarımı yapılan bitki saplarının bir yılda elde edilen tahmini miktarları Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. Türkiye Lif Kaynakları Potansiyeli.

Yıllık Bitki	Yıllık Bitki Sapı Potansiyeli (Milyon Ton/Yıl)
Buğday sapı	18
Arpa sapı	8
Pamuk sapı	3.5
Ayçiçeği sapı	3
Mısır sapı	2.5
Kendir-kenevir	2
Tütün sapı	0.3
Çavdar sapı	0.24
Pirinç sapı	0.2
Göl kamışı	0.2
Toplam	36.94

Ülkemizde yıllık bitkilerin yonga levha endüstrisinde değerlendirilmesi amacı ile gerçekleştirilen ilk çalışma; çay fabrikası atıklarının kullanımı olup, bunlardan üretilen levhalarda eğilme direnci  $11.37 \text{ N/mm}^2$ , yüzeye dik çekme direnci  $0.11 \text{ N/mm}^2$  olarak belirlemiştir [2, 3]. Türkiye de yonga levha endüstrisiyle ilgili ilk Patent de Örs ve Kalaycıoğlu tarafından alınmıştır [2]. Kalaycıoğlu ve Nemli [4] tarafından tutkal tipinin çay fabrikası atıklarından üretilen levhaların kalitesi üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilen bir başka çalışmada; levha özgül kütlelerinin yüksek tutulması gerektiği belirlenmiştir. Bazı yıllık bitkilerin kimyasal içerikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Yıllık bitkiler normal oduna göre yoğunluğu düşük materyallerdir. Dolayısı ile kompozit levha üretiminde levhaların preslenmesi sırasında sıkıştırma faktörünün yüksek seçilebilmesi nedeniyle yoğunluğu düşük hammadde kullanılmasının levhanın direnç özelliklerini pozitif yönde etkilemektedir. Her gruptan ikişer adet üretilen levhalardan ilgili standartlara göre örnekler alındıktan bazı teknolojik özellikleri tespit edilmiştir. Sonuçta elde edilen kompozit levhaların standartlara göre uygunluğu araştırılmış ve genel amaçlar için kullanılabilceği belirlenmiştir.

Tablo 1. Fıstık kabuğu, fındık zurufu [5], pamuk sapı [6], mısır sapı ve yapraklı ve iğne yapraklı ağaçların [7] kimyasal içerikleri.

Hammadde	Holo-sellul oz %	Alfa-selluloz %	Lignin %	Kül %	Çözünürlük, %			
					Alkol-Benzen (2/1)	1% NaOH	Sıcak su	Soğuk su
Fıstık kab.	68,8	42.5	28	-	7	33,5	11,75	17
Fındık zurufu	55.1	34.5	35.1	8.22	1.63	50.4	20.9	18.2
Mısır sapı	67.5	44.5	20.2	8.1	13.0	44.7	18.1	17.4
Pamuk sapı	71.6	31.2	20.5	5.54	6.63	48.6	12.2	8.39
Yapraklı ağaç	70-78	38-50	30-35	0.35	2-6	14-20	2-7	4-6
İğne Y. ağaç	63-70	29-47	25-35	0.35	2-8	9-16	3-6	2-3

Türkiye’de, tarımsal atıkların değerlendirilmesinde kullanılan, gelenekselleşmiş kabul edilen teknolojilerden ileri teknolojilere kadar olan yelpazede, bu teknolojilerin üretilmeleri hatta uygulanmaları açısından ciddi bir boşluk vardır. Dolayısıyla biyoürünlerin üretilmeleri ile ilgili her teknolojinin geliştirilmesi ve uygulanması desteklenebilir görülmektedir [8].

Odun dışı kaynaklardan bazı yıllık bitki atıklarının depolama ve taşıma gibi sorunları elimine edilebilirse kompozit levha üretiminde kullanılması ile ekonomiye katkı sağlayacağı düşünülebilir. Lifsel yapıya sahip bu hammaddeler belli oranlarda levha içerisinde veya levhanın yalnız orta tabakasında da kullanılabilir. Ülkemizde tarımsal üretiminin yoğun olarak yapıldığı Trakya bölgesi ile Doğu Anadolu Bölgesine kurulabilecek olan bir yonga levha fabrikası yeni istihdam alanları meydana getirecektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma kapsamında kullanılacak olan yıllık bitkiler hasat sonrası toplanıp yabancı maddelerden temizlendikten sonra yongalanmak suretiyle üretim için uygun ebatlara getirilmişlerdir. Daha sonra elde edilen yongalar eleme işlemine tabi tutulmuştur. Orta ve dış tabaka yongaları elde edilmiştir. Elenmiş yongalar kurutma fırınında, 110°C’ de %3 rutubete kadar kurutulmuştur.

Levhaların üretiminde, en çok kullanılan yapıştırıcı madde olarak üretilen formaldehit tutkalının %55’lik çözeltisi (Tablo 2) ve sertleştirici madde olarak

amonyum klorür çözeltisi kullanılmıştır. Üç tabakalı olarak üretilen levhaların dış tabakalarında tam kuru yonga ağırlığının %10-11'i kadar tam kuru tutkal ve tam kuru tutkalının %10'u kadar tam kuru sertleştirici madde (NH<sub>4</sub>CL) katılmıştır. Orta tabakalar için ise tam kuru yonga ağırlığının %8-9'u kadar tam kuru tutkal ile yine tam kuru tutkalının %10'u kadar tam kuru sertleştirici madde ilave edilmiştir.

Tablo 2. Üre formaldehit reçinesinin özellikleri

Tutkal türü	UF <sup>a</sup>
Katı madde miktarı (%)	55±1
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	1.20
pH	8.5
Vizkozite (cps)	160
Su toleransı	10/27
Reaktivite	35
Serbest formaldehit (%)	0.15
33% NH <sub>4</sub> Cl (max, %)	1
Gel point (100°C, sec.)	25-30
Depolama süresi (25°C, max. gün)	90
Akma zamanı (25°C, sn.)	20-40

Levha taslağının hazırlanmasında 48 x 48 cm boyutlarında şekillendirme çerçevesi ve 20 mm kalınlığında kalınlık takozları kullanılarak hedeflenen 0.70 ve 0.60 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda üretilmiştir. Önce pres sacı temiz ve düz bir zemine yerleştirilmiştir ve üzerine şekillendirme çerçevesi konulmuştur. Tutkallanmış yongalar homojen bir şekilde serilmiştir. Serme işleminden sonra ön presle levha taslağı oluşturulmuştur. Levha taslakları laboratuvar tipi tek katlı hidrolik preste preslenmiştir. Pres sıcaklığı 150 °C ve pres süresi pres kapatıldıktan sonra 6-7 dakikadır. Pres basıncı tüm levhalar için 2.4–2.6 (N/mm<sup>2</sup>) olarak alınmıştır. Üretilen levhalara ait üretim şeması Tablo 3'de gösterilmektedir.

Tablo 3. Levha üretim şeması

Levha Grubu	Hammadde	Özgül K. (kg/m <sup>3</sup> )	Tutkal Miktarı (%)		Pres Basıncı (N/mm <sup>2</sup> )	Pres Süresi (dk.)
			Dış Tab.	Orta Tab.		
A	Fındık zurufu	700	10	8	2.4-2.6	7
B	Fındık zurufu	600	10	8	2.4-2.6	7
C	Fıstık kabuğu	700	11	9	2.4-2.6	7
D	Fıstık kabuğu	600	11	9	2.4-2.6	7
E	Pamuk sapı	700	10	8	2.4-2.6	6
F	Pamuk sapı	600	10	8	2.4-2.6	6
G	Mısır sapı	700	10	8	2.4-2.6	6

Her gruptan ikişer adet üretilen levhalardan kondisyonlama işleminden sonra ilgili standartlara göre örnekler alınmış ve her bir mekanik test için 20 adet deney örneği hazırlanmıştır. Daha sonra fiziksel özelliklerinden kalınlık artımı ve su alma TS-EN 317 [9], mekanik özelliklerden; eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü TS-EN 310 [10] ve yüzeye dik yönde çekme direnci TS-EN 319 [11] tespit edilmiştir. Numune alma işlemi TS-EN326-1 [12] standardına göre yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Üretilen levhalara ait fiziksel özelliklerinden kalınlık artımı, su alma miktarı mekanik özelliklerden; eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik yönde çekme direnci tespit edilmiştir. Elde edilen levhaların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 5’de gösterilmiştir.

Üretilen levhalarda kalınlık artımı % 13 ile % 31, su alma miktarı % 37 ile % 93 arasında değişmektedir. Levha yoğunluğunun artması ile daha iyi bir yapışma sözkonusu olduğundan 24 saat suda bekletme sonucu kalınlık artı ve su alma miktarı  $0.70 \text{ g/cm}^3$  yoğunlukta daha az olduğu görülmüştür.

Yıllık bitkilerden üretilmiş olan levhalarda yapılan fiziksel testler bu levhaların odun bazlı yonga levhalara nazaran bünyelerine daha yüksek miktarda su aldıkları ve kalınlık artımlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum levhaların üretilmesi sırasında belirli oranda parafin gibi hidrofobik maddelerin kullanılması ile su alma ve kalınlık artışı azaltılabilir.

Yapılan bir çalışmada; keten sapı kullanılarak üretilen levhalarda kalınlık artışı % 20, kenevir ile üretilenlerde ise % 25 olduğu belirtilmektedir [13]. Tütün sapı ve çay fabrikası atıkları ile yapılan diğer bir çalışmalarda, levhaların su alma miktarı 2 saat için % 37-48, 24 saat için % 60-71, kalınlık artışı ise, 2 saat için % 17-29, 24 saat için % 22-37 olarak belirlemiştir[14]. Güler ve ark. [15] yaptıkları çalışmada, pamuk saplarından üretilen yonga levhaların kalınlık artışı 24 saat için % 18.1 - % 35 olarak belirlemiştir.

Mekanik özelliklerden eğilme direnci  $5.94$  ile  $15.67 \text{ N/mm}^2$  arasında değişmektedir. Üretilen levhaların yoğunluğu arttıkça levhanın mekanik özelliklerinde artış olduğu gözlenmiştir. Kimyasal ve lif özellikleri bakımından pamuk sapı gibi

materyallerin yapraklı ağaçlara benzerliği ve dolayısı ile fıstık kabuğu fıstık zurufu gibi materyallerden üretilen levhalara göre mekanik özellikleri daha yüksektir.

Tablo 5. Üç tabakalı olarak üretilen yongalevhaların bazı teknolojik özellikleri\*

Levha tipi	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Tutkal Oranı (%)	Kalınlık artımı 24h (%)	Su Alma (%)	Eğilme direnci (N/mm <sup>2</sup> )	Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> )	Çekme direnci (N/mm <sup>2</sup> )
A	0.70	8-10	19.6 (0.69)	37.0 (3.37)	11.9 (0.80)	1547 (108)	0.50 (0.08)
B	0.60	8-10	22.1 (2.13)	64.2 (9.35)	8.18 (1.04)	974 (89)	0.34 (0.15)
C	0.70	9-11	15.34 (1.79)	57.95 (3.63)	9.9 (1.04)	1276 (53)	0.31 (0.02)
D	0.60	9-11	13.09 (1.90)	71.72 (7.4)	5.94 (0.73)	814.4 (20.5)	0.24 (0.03)
E	0.70	8-10	30.36 (2.37)	72.17 (4.56)	15.67 (1.72)	2705 (317)	0.53 (0.11)
F	0.60	8-10	31.7 (1.68)	93.3 (5.53)	11.4 (1.46)	2004 (185)	0.35 (0.05)
G	0.70	8-10	27.9 (1.92)	69.8 (3.35)	14.2 (0.87)	2120 (254)	0.42 (0.12)

\*Parantez içerisinde standart sapma gösterilmektedir.

Yıllık bitkilerden üretilen levhaların mekanik özelliklerinin daha düşük olmasının nedeni, bir çok yıllık bitkinin kabuk içermesi, oduna göre homojen bir yongalamanın yapılamaması gibi etkenler sayılabilir. Yıllık bitki saplarında, ağaçlara göre daha ince bir kabuk bulunur. Bu kabukların soyulması pratik olarak zor olduğundan yongalama makinelerine olduğu gibi verilmesi daha uygundur.

Yapılan çalışmalar sonucunda tarımsal atıklardan üretilen levhaların mekanik özellikleri odun bazlı yonga levhalara nazaran daha düşük olmakla beraber standartlarda belirtilen TS-EN 312'e [16] göre eğilme direnci bakımından fıstık zurufu, pamuk sapı ve mısır sapından üretilmiş levhalar genel kullanım yerleri için uygun bulunmuştur. Ancak hedeflenen 0.60 ve 0.70 g/cm<sup>3</sup> yoğunlukta elde edilen levhaların yüzeye dik çekme dirençleri 0.24-0.50 N/mm<sup>2</sup> arasında olup, genel amaçlar için en az 0.24 N/mm<sup>2</sup> ve üzerindedir. Levha yoğunluğunun artması ile eğilme ve yüzeye dik yönde çekme direnci artmıştır.

Yıllık bitki sapları yoğunlukları düşük materyaller olup genellikle 0.13-0.30 g/cm<sup>3</sup> yoğunluklar arasındadır. Dolayısı ile levha üretiminde birim hacimde daha fazla yonga isabet ettiğinden presleme sırasında sıkıştırma faktörü (Levhanın yoğunluğu / hammaddenin yoğunluğu) daha yüksek seçilebilmekte ve levhanın yapışma direncini de artırmaktadır.

#### **4.Sonuçlar**

Kompozit Levha yüzeylerinin yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanması, yonga levhanın direnç özelliklerine olumlu etki yapacaktır. Levhaların dış yüzeyleri ahşap kaplama, lamine kağıt yada laminat ile kaplanması fiziksel ve mekanik özelliklerini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu nedenle kompozit levhaların yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanması durumunda teknolojik özellikler iyileşecektir.

Odun dışı kaynaklardan bazı yıllık bitki atıklarının depolama ve taşıma gibi sorunları giderilebilirse bunların levha üretiminde kullanılması ile ekonomiye katkı sağlayacağı düşünülebilir. Yıllık bitki atıklarından elde edilen kompozit malzemeler standartlara göre genel amaçlar için kullanılabilir. Lifsel yapıya sahip bu hammaddeler belli oranlarda levha içerisinde veya levhanın yalnız orta tabakasında da kullanılabilir. Ülkemizde Trakya bölgesi ile Güney ve Doğu Anadolu Bölgesine kurulabilecek olan bir fabrika yeni istihdam alanları meydana getirecektir.

#### **4. Kaynaklar**

- [1] Özen, R., Kalaycıoğlu H., Güler C. 2002. Yongalevha üretiminde alternatif hammaddelerin kullanılması ve genel bir değerlendirme. II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bildiriler Kitabı 15-17 Mayıs 2002, Cilt III., s. 858-867, Artvin.
- [2] Örs, Y. ve Kalaycıoğlu, H. 1991. Çay fabrikası atıklarının yongalevha endüstrisinde değerlendirilmesi, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, Sayı:15, s. 968-974.
- [3] Kalaycıoğlu, H. 1993. Yonga levha üretiminde yeni bir hammadde çay fabrikası atıkları, AHŞAP Orman Ürünleri Dergisi, Sayı 2, 54-56, 1993, İstanbul
- [4] Nemli, G. ve Kalaycıoğlu, H., 1997. An alternative material in particleboard industry: residues of tea factory, The Economic Contribution of Forestry to Sustainable Development, Proceedings of the XI World Forestry Congress, Volume 4, p 49, 13-22 October 1997, Antalya.



- [5] Copur Y., Guler C. Akgul M., Tascioglu C. 2007. Some chemical properties of hazelnut husk and its suitability for particleboard production Building and Environment (42) 2568–2572
- [6] Alma, H.A., Kalaycioglu, H., Bektas, I. and Tutus, A., 2005. Properties of cotton carpel-based particleboards. Ind. Crops and Prod. 22, 141-149.
- [7] Sjostrom, E. 1993. Wood Chemistry, Fundamentals and Applications. Academic Press, San Diego, CA.
- [8] Anonim 2010. İleri teknoloji projeleri destek programı raporu, TTGV Ankara.
- [9] TS-EN 317, 1999. Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini, TSE, Ankara.
- [10] TS-EN 310, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar, Eğilme ve Eğilme Direnci Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara.
- [11] TS-EN 319, 1999. Yonga ve Lif Levhalar, Levha Yüzeyine Dik Çekme Direncinin Tayin Edilmesi, TSE, Ankara.
- [12] TS-EN 326-1, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar, Numune Alma Kesme ve Muayene, Bölüm 1: Deney numunelerinin Seçimi, Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi, TSE, Ankara.
- [13] Kozłowski, R. and Piotrowski, R. 1987. Produkcja Plyt Pazdzierzowo-Trocinowych (Flax Shives Saw Dust Production) Prace Instytutu Krajowych Włókien Naturalnych (Works of the Institute of Natural Fibers) Vol. XXXI pp. 132-142.
- [14] Kalaycıoğlu, H. 1992. Bitkisel Atıkların Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi, “ORENKO 92” 1. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Bildiri Metinleri, 1. Cilt, Trabzon, s. 288-292
- [15] Güler, C., Özen, R., Kalaycıoğlu H. 2001. Pamuk (*Gossypium Hirsutum* L.) Saplarından Üretilen Yonga Levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt 4, Sayı 1, s. 98-108, Kahramanmaraş.
- [16] TS-EN 312, 2012. Particleboards-specifications-part 2: requirements for general purpose boards for use in dry conditions, Institute of Turkish Standards, Ankara.