

YAPIŞTIRICI OLARAK ATIK NAYLON KULLANILARAK ÜRETİLEN KONTRPLAKLARIN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Semra ÇOLAK¹ Hasan ÖZTÜRK² Aydın DEMİR²

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü,
61080, Trabzon, TÜRKİYE

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Of Teknoloji Fakültesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği
Bölümü, 61830, Trabzon, TÜRKİYE
hasanozturk@ktu.edu.tr

Özet-Bu çalışmada, kontrplak sektöründe kullanılan formaldehit esaslı reçineler yerine bağlayıcı olarak atık naylonların (polietilen) kullanılmasıyla üretilmiş levhaların bazı teknolojik özelliklerinin araştırılması amaçlanmış ve üretilecek levhalar için optimum pres şartları ve naylon miktarları belirlenmiştir. Bu amaçla çam kaplamalarından 3 tabakalı olacak şekilde hazırlanan kontrplak levha taslakları 150 ve 170 °C olmak üzere 2 farklı pres sıcaklığında, 6, 10 ve 15 dakika olmak üzere 3 farklı pres süresinde presleme işlemine tabi tutulmuştur. Üretilen levhaların özgül ağırlıkları TS EN 323-1, denge rutubet miktarları TS EN 322, çekme makaslama direnci TS EN 314-1, eğilme direnci ve elastikiyet modülü ise TS EN 310 standartlarına göre belirlenmiştir.

Sonuç olarak; 150 °C pres sıcaklığı kullanılarak üretilen levhalar, 170 °C pres sıcaklığı kullanılarak üretilen levhalara göre daha yüksek değerler vermiştir. 150 °C pres sıcaklığı için 15 dakika presleme işleminin, 170 °C pres sıcaklığı için ise 10 dakika presleme işleminin en iyi değerleri verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler- Kontrplak, atık naylon, eğilme direnci, elastikiyet modülü, yapışma direnci.

SOME TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PLYWOOD PRODUCED USING WITH NYLON WASTE AS ADHESIVE

Abstract- The aim of the study was to investigate of the some technological properties of plywood panels manufactured with nylon waste as adhesive formaldehyde based ones and optimal press conditions and nylon amount were determined for the panels. For this aim, different nylon amounts were used for the plywood manufacturing. Three layered plywood panels were pressed at two different press temperature (150 and 170 °C) and three different pressing time (6, 10, 15minutes). Specific gravity, equilibrium moisture content, shear strength, bending strength and modulus of elasticity of plywood panels were determined according to TS EN 323-1, TS EN 322, TS EN 314-1 and TS EN 310, respectively.

As a result, the panels produced at 150 °C press temperature gave higher values than those of the panels produced at 170 °C. It was determined that the 15 minutes pressing treatment for 150 °C press temperature and the 10 minutes pressing treatment for 170 °C press temperature gave the best values.

Key Words- Plywood, nylon waste, bending strength, modulus of elasticity, shear strength.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ahşap ürünlere karşı artan talep ve ağaç hammadde varlığı ve kalitesindeki azalma nedeniyle kompozit odun ürünlerinin önemi giderek artmıştır. Bu da, orman ürünleri endüstrisindeki yapıştırıcı kullanımının çok büyük oranda artışına sebep olmuş ve odun hammaddesi kaynaklarının kullanımını geliştirmiştir. Ağaç işleri endüstrisindeki uygulamaların yaklaşık % 70'inde yapıştırıcıların kullanıldığı ifade edilmektedir [1]. 2004 yılı itibariyle kontrplak sektöründe yaygın olarak kullanılan fenolik reçineler kontrplak üretiminde kullanılan tüm tutkalların %9,6'sını, üre formaldehit ise %87,1'ini teşkil etmektedir [2]. Üre formaldehit reçinesinin, düşük maliyeti, kısa sertleşme süresi, basit üretim teknolojisi, hafifliği, yanmaz oluşu, yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı olması ve iyi yapışma direnci sağlaması gibi birçok olumlu özellikleri yanında, suya karşı dayanımının iyi olmaması, kırılma jelatimsi özellikte olması ve yüksek daralma oranı gibi olumsuz özellikleri de mevcuttur. Aynı şekilde fenolik reçinelerin de suya karşı dayanımı ve yapışma direncini arttırmasının yanında yüksek maliyet, yüksek sertleşme süresi ve sıcaklığı gibi bazı olumsuz özellikleri vardır. Ancak her formaldehit esaslı reçinede olduğu gibi bu yapıştırıcıların en ciddi olumsuz özelliği, formaldehit ayrışmasıdır [3]. Ayrışan formaldehitin, ayrışma miktarına da bağlı olarak; göz ve boğazda yanmalara, solunum zorluklarına, uykusuzluğa ve sinirsel bozukluklara sebep olduğu tespit edilmiştir [4]. Ayrıca, Uluslararası Kanser Araştırma Örgütü (IARC) 1995 yılında formaldehiti insan sağlığı açısından "Muhtemel Kanserojen Maddeler" sınıfına dâhil etmiş ve birçok ülkede odun levhalarından ayrışabilecek formaldehit oranı sınırlandırılmıştır [5,6]. Bu alanda yapılan kapsamlı araştırmalar sonrasında Haziran 2014 tarihin de aynı örgüt formaldehiti "Muhtemel Kanserojen Maddeler" sınıfından çıkarıp doğrudan insan için kanserojen bir madde olarak tanımlamıştır [7]. Formaldehit esaslı reçinelerin bu olumsuz özelliğinden dolayı, endüstride formaldehit ayrışmasını engelleyen, formaldehit tutucular kullanılmaya veya alternatif yapıştırıcılar tercih edilmeye başlanmıştır. Ancak bu durumda endüstriye ek bir maliyet ve iş yükü getirebilmektedir. Ayrıca, bulunan yeni yapıştırıcılar ve oluşturulan kombinasyonlar, düşük direnç değerleri verebildiklerinden kullanım yeri isteklerini karşılayamamaktadırlar [8]. Bundan dolayı kullanılacak kimyasalların veya yapıştırıcıların, hem ucuz hem de kolay ulaşılabilir olması ve odun kökenli levhaların kullanım yerine göre sahip olması gereken teknolojik özellikleri de karşılaması gerekmektedir.

Türkiye'de değişen tüketim alışkanlıkları, nüfus artışı, yükselen hayat standardı, ambalajlı ürün satışındaki artış ile birlikte katı atık kompozisyonu da değişmektedir. Genel olarak bakıldığında, oluşan atıkların ağırlıkça %20'sini, hacimce %50'sini ambalaj atıkları oluşturmaktadır [9]. Ambalaj atıklarının önemli bir kısmını oluşturan naylonların, hem uzun süre doğada çözünmemesi hem de yakılmasıyla atmosfere verilen zararlı gazlardan dolayı geri dönüşümü oldukça önem kazanmaktadır. Literatürde, petrokimyasal malzemeler olan plastik ve tekstil lifleri atıklarının yapıştırıcı olarak kullanılmasıyla elde edilen odun kökenli levhaların başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür [3, 10, 11].

Bundan yola çıkılarak ülkemiz için ciddi bir atık potansiyeli teşkil eden ve yine petrokimyasal olan naylonların da levha sektöründe değerlendirilebileceği düşünülmüştür. Bu çalışmada,

kontrplak sektöründe kullanılan formaldehit esaslı reçinelere alternatif olarak kullanılabilen atık naylonlardan üretilmiş levhaların bazı teknolojik özellikleri araştırılmış ve farklı pres sıcaklıkları, pres süreleri ve naylon miktarları belirlenerek optimum üretim koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM (METHOD)

Çalışmada 2 mm kalınlığında 50x50 cm ebatlarında hazırlanan ve 110 °C'de kurutulan çam kaplamalarından, atık naylon parçalarının ve üre formaldehit (ÜF) tutkalının kullanılmasıyla 3 tabakalı kontrplak levhaları üretilmiştir. Bağlayıcı olarak naylon kullanılan levhaların üretiminde, kontrplak endüstrisinde genel olarak kullanılan, levhanın tek yüzeyine sürülen tutkal miktarının m²'de 150-200 gr olmasından yola çıkılarak üretimi yapılacak her bir grup için bu değerler arasında olmak üzere 3 farklı miktarda naylon kullanılmıştır. Naylon kullanılarak hazırlanan kontrplak levha taslaklarına presleme işleminde 150 ve 170 °C olmak üzere 2 farklı pres sıcaklığı ve 8 kg/cm² pres basıncı uygulanmıştır. Çalışmada 6, 10 ve 15 dakika olmak üzere 3 farklı pres süresi denenmiştir. Ancak 150 °C pres sıcaklığında 6 ve 10 dk, 170 °C pres sıcaklığında 6 ve 15 dk'lık sürelerde yeterli yapışma sağlanamadığı için bu süreler dikkate alınmamış ve pres süresi 150 °C için 15 dk, 170 °C için ise 10 dk olarak uygulanmıştır. Çalışmada üre formaldehit tutkalı kullanılarak kontrol amaçlı üretilen levhalarda ise hazırlanan tutkal çözeltisinden kaplamaların tek yüzeyine 160 gr/m² tutkal sürülmüş olup oluşturulan levha taslaklarının preslenmesinde; pres basıncı 8 kg/cm², pres sıcaklığı 110 °C ve pres süresi 6 dakika olarak uygulanmıştır. Kontrplak levhalarının üretiminde kullanılan ÜF tutkal reçetesi Tablo 1'de verilmiştir. Bu kapsam da oluşturulan gruplar ve parametreleri Tablo 2'de verilmiştir. Üretilen levhalar test öncesi 20°C sıcaklık ve % 65 bağıl nem koşullarında denge rutubetine ginceye kadar iklimlendirilmiştir.

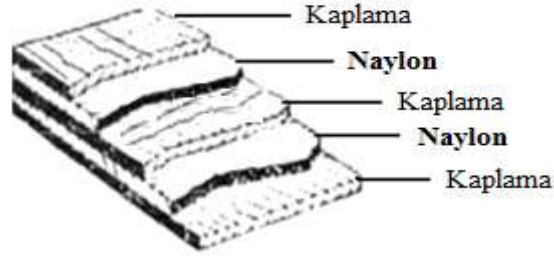
Tablo 1. Kontrplak levhalarının üretiminde kullanılan ÜF tutkal reçetesi (The formulation of UF glue mixtures used for the manufacturing of plywood panels)

Tutkal Karışımını Oluşturan Maddeler	Birim Ağırlık
%55'lik ÜF reçinesi	100
Buğday unu	30
NH ₄ CL (%15'lik konsantrasyonda)	10

Tablo 2. Çalışma kapsamında oluşturulan gruplar ve parametreleri (The groups were formed scope of the study and their parameters)

Grup Adı	Pres Sıcaklığı (°C)	Pres Süresi (dk)	Bağlayıcı miktarı (gr/m ²)
Kontrol (ÜF)	110	6	160
A	150	15	140
B	150	15	160
C	150	15	180
D	170	10	140
E	170	10	160
F	170	10	180

Çalışmada tutkal kullanılmaksızın üç tabakalı olarak kaplama ve atık naylondan üretilen kontrplaklara ait presleme öncesi taslak Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. 3 tabakalı kaplama ve naylon kontrplak levhaları için yapısal tasarım (Structural design for three-layer veneer-nylon plywood panels)

Üretilen levhaların özgül ağırlıkları TS EN 323-1 standardına göre [12], denge rutubet miktarları TS EN 322 standardına göre [13], çekme makaslama direnci TS EN 314-1 standardına göre [14], eğilme direnci ve elastikiyet modülü ise TS EN 310 standardına göre [15] belirlenmiştir.

3. BULGULAR (FINDINGS)

Üretilen levhaların eğilme direnci, elastikiyet modülü ve yapışma direnci özelliklerine ait ortalama değerler Tablo 3’de, özgül ağırlık ve rutubet değerlerine ait ortalama değerler ise Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 3. Deneme levhalarının mekanik özelliklerine ait ortalama değerler (The mean values belong to mechanical properties of test panels)

Örnek Grupları	Eğilme Direnci (N/mm ²)		Elastikiyet Modülü (N/mm ²)		Yapışma Direnci (N/mm ²)	
	X	S	X	S	X	S
Kontrol (ÜF)	53,18	4,54	5050,73	513,25	1,28	0,14
A	54,95	4,85	5049,77	268,21	1,27	0,22
B	56,13	4,23	5217,75	352,37	1,36	0,16
C	59,04	4,85	5159,69	147,18	1,59	0,09
D	50,81	4,96	3933,91	346,54	1,21	0,11
E	54,47	4,59	4030,09	465,63	1,26	0,15
F	54,57	3,75	4028,16	177,61	1,36	0,12

X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

Tablo 4. Deneme levhalarının fiziksel özelliklerine ait ortalama değerler (The mean values belong to physical properties of test panels)

Örnek Grupları	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)		Denge Rutubet Miktarı (%)	
	X	S	X	S
Kontrol (ÜF)	0,51	0,04	10,79	0,43
A	0,51	0,05	10,96	0,40
B	0,53	0,03	10,60	0,56
C	0,56	0,02	10,16	0,36
D	0,55	0,02	9,88	0,51
E	0,55	0,03	9,89	0,89
F	0,55	0,04	8,87	0,88

X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Tablo 3'den görüleceği üzere deneme levhalarının eğilme direnci değerleri; 50,81 – 59,04 N/mm² arasında değişmektedir. Üretilen tüm deneme levhalarına ait eğilme direnci değerleri DIN 68705-3, 2003 standardına göre [16], yapısal amaçlı kullanılacak kontrplaklar için eğilme direnci alt sınır değeri olarak belirlenen 40 N/mm² değerini sağlamıştır. Ayrıca, üretilen tüm grupların APA'nın hazırladığı yapısal kontrplak levhaların mekanik özelliklerini gösteren formda eğilme direnci için belirtilen değeri (34,47 N/mm²) sağladığı görülmektedir [17].

Sonuçlar irdelendiğinde naylon kullanım oranının artmasına bağlı olarak eğilme direnci değerlerinin artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum erimiş haldeki naylonun hem odunun anatomik yapısına hem de işlenmesine bağlı olarak oluşan poröz yapı içersine nüfuz ederek yüzeydeki çatlak ve boşlukları doldurması ve bunun neticesinde daha düzgün hale gelen kaplama yüzeyleri arasındaki çekim kuvvetlerinin artışına bağlanabilir. Literatürde düzgün yüzeyli kaplamaların pürüzlü yüzeylere oranla daha iyi yapıştığı ve buna bağlı olarak mekanik özelliklerin iyileştiği ifade edilmekte [18] ve pürüzlü yüzeyler için tutkala dolgu maddelerinin ilave edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır [1]. Yüksek yoğunluklu polietilenin kontrplaklarda bağlayıcı olarak kullanımının araştırıldığı bir çalışmada; polietilen kullanım oranının 61,6 g/m² den 184 g/m²'ye çıkması durumunda eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerinin arttığı belirlenmiştir. 184 g/m² ile 246 g/m² arasında ise bu değerlerin sabit bir eğri oluşturduğu ifade edilmekte ve bu durum polar yapılı kaplamalar ve polar olmayan polietilen film arasındaki uyumsuzluğa ve polietilen filmin nispeten daha düşük elastikiyet modülüne sahip olmasına bağlanmaktadır [8].

Üretilen kontrplaklara ait elastikiyet modülü değerleri standartlar ile karşılaştırıldığında DIN 68705-3, 2003 standardına göre, yapısal amaçlı kullanılacak 6-12 mm arası kalınlıklardaki kontrplaklar için elastikiyet modülü alt sınır değeri olarak belirlenen 5000 N/mm² değerini 150 °C' de üretilen levhaların sağladığı görülürken 170 °C de üretilen levhaların standarttaki değeri karşılamadığı görülmüştür.

170 °C'de üretilen kontrplakların elastikiyet modülü değerlerindeki azalma yüksek sıcaklık derecelerinde polietilenin bozulmasına ve daha kırılğan bir yapıya dönüşmesi ile izah edilebilir. Yüksek yoğunluktaki polietilen borular üzerine sıcaklığın etkisinin ele alındığı bir çalışmada; sıcaklığın 20 °C'den 80 °C'ye çıkması durumunda elastikiyet modülünün önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir [19]. Es-Saheb (1996) elastikiyet modülünün polimerin katılık ve sertliği, çekme direnci ve polimerin sünekliğinin ölçüsü olan kopma anındaki uzama miktarı ile ilişkili olduğunu ve plastiklerin viskoelastik özellik göstermeleri nedeni ile sıcaklığa ve maruz kalma süresine oldukça duyarlı olduklarını vurgulamıştır. Bu çalışma kapsamında planlanan 170 °C pres sıcaklığı için 6 ve 15 dakikalık pres sürelerinde yapışmanın gerçekleşmemiş olması bu ifade ile açıklanabilir.

Üretilen levhaların yapışma direnci değerlerinin 1,21 – 1,59 N/mm² arasında değişiklik göstermiştir. Çalışma sonucunda elde edilen kontrplak yapışma direnci değerleri, EN 314-1 ve DIN 68705-3 standartlarında belirtilen 1 N/mm² değerinin üzerinde bulunmuştur. Dolayısıyla üretilen levhaların standart değerlere uygun yapışma direnci sonuçları ortaya koyduğu görülmektedir. Erime noktasının üzerindeki sıcaklıklarda polietilen akışkan hale geçerek kaplama içerisindeki boşluklara nüfuz etmekte ve mekanik bir bağlanma gerçekleşmektedir. Yüksek yoğunluklu polietilenin kontrplaklarda bağlayıcı olarak kullanımının araştırıldığı bir çalışmada; polietilen kullanım oranının 61,6 g/m² den 246 g/m² ye çıkması durumunda kuru yapışma direncinin % 46,8 ıslak yapışma direncinin ise %100 oranında arttığı bulunmuştur. Bunun nedeni ise; polietilen kullanım oranının artması ile kaplama içine nüfuz eden polietilen oranının arttığı ve dolayısı ile mekanik bağlanmanın daha iyi olması nedeni ile yapışma direncinin arttığı şeklinde ifade edilmektedir [8].

Ayrıca bağlayıcı olarak naylon kullanılarak elde edilen levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin üre formaldehit tutkalı kullanılarak oluşturulan kontrol grubu levhaları ile benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Yapılan bir çalışmada polietilen film ile üretilen kontrplakların eğilme direnci değerlerinin ÜF tutkalı ile üretilen kontrplakların eğilme dirençlerine oranla bir miktar daha yüksek, elastikiyet modülü değerlerinin ise bir miktar daha düşük olduğu bulunmuştur. Çalışmada bu durumun polietilen filmin düşük sertliği ve yüksek plastiklik özelliğinden kaynaklandığı ifade edilmiştir [8]. Bulunulan sonuçlar bu çalışma ile paralellik arz etmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışmanın kontrplak sektörüne aktarımı ile birlikte, atık olan naylonun hem geri kazanımı sağlanmış olacak hem de formaldehit gibi zararlı bir gazın salınımı engellenmiş olacaktır. Naylonla üretilmiş kontrplakların atıklarının da odun plastik kompozit levhaları için kaynak olabileceği düşünüldüğünde her açıdan çevre dostu bir malzeme elde edilecektir.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Aydın, İ., Demirkır, C., Çolak, S., Çolakoğlu, G., (2010). Çeşitli ağaç kabuğu unlarının kontrplaklarda dolgu maddesi olarak değerlendirilmesi, *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, Artvin.
- [2]. Qian, X. Y., (2006). Development of the Chinese wood-based panel industry in the coming five years, *China Wood Ind.*, 20(2): 12–15.
- [3]. Cui, T., Song, K., Zhang, S., (2010). Research on utilizing recycled plastic to make environment-friendly plywood, *For. Stud. China*, 12(4), 218–222.
- [4]. Colak, S. and Colakoglu, G., (2004). Volatile acetic acid and formaldehyde emission from plywood treated with boron compound, *Building and Environment*, 39, 533–536.
- [5]. IARC., (2004). Overall evaluations on carcinogenicity to humans. In: As evaluated in IARC monographs, vol. 1. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer.
- [6]. Çolakoğlu, G., (1993). Kontrplak Üretim Şartlarının Formaldehit Emisyonu ve Teknik Özelliklere Etkisi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [7]. Jianying, X., Tao, J., Yingyan, G., Min, Z., Xia, Z., (2010). Reduction of formaldehyde emission of wood-based panels.
- [8]. Fang, L., Chang, L., Guo, W., Ren, Y., Wang, Z., (2013). Preparation and characterization of wood-plastic plywood bonded with high density polyethylene film, *Eur. J. Wood Prod.* 71, 739–746.
- [9]. Resmi Gazete., (2014). Ulusal geri dönüşüm strateji belgesi ve eylem planı 2014-2017, T.C. Bilim ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [10]. Kajaks, J., Reihmane, S., Grinbergs, U., Kalnins, K., (2012). Use of innovative environmentally friendly adhesives for wood veneer bonding, *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 61, 3, 207–211.
- [11]. Cofi, A. O., (2014). Production of particle board using sawdust and plastic waste, Master Thesis, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana.
- [12]. TS EN 323-1, (1999). Ahşap Esaslı Levhalar-Birim Hacim Ağırlığının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [13]. TS EN 322, (1999). Ahşap Esaslı Levhalar-Rutubet Miktarının Tayini, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [14]. TS EN 314-1, (1998). Kontrplak-Kaplama Yapışma Kalitesi, Bölüm:1 Deney Metodları, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [15]. TS EN 310, (1998). Ahşap Esaslı Levhalar, Eğilme Dayanımı ve Eğilmeye Elastikiyet Modülünün Tayini, 1. Baskı, TSE Ankara.
- [16]. DIN 68705-3, (2003). Yapı Kontrplakları, Alman Standartları Enstitüsü, Verlag.
- [17]. APA, (2010). The Engineered Wood Association. Technical Topics. Form No: TT-044B, March.

- [18]. Frihart, CR., (2005). Wood adhesion and adhesives. In: Rowell RM (ed) Handbook of wood Chemistry and Wood Composites. CRC, Florida, p. 225.
- [19]. Es-Saheb, M. H. H., (1996). The temperature effects on high density polyethylene (HDPE) pipes, JKAU: Eng. Sci., 8, 47-60.