

KAPLAMA RUTUBETİNİN FORMALDEHİT EMİSYONU VE KONTRPLAK TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Halime GÜDÜL¹ Aydın DEMİR² İsmail AYDIN¹

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
aydindemir@ktu.edu.tr

Özet- Ahşap higroskopik bir malzeme olup, ortamın bağıl nemi ve sıcaklığına bağlı olarak rutubet alış verişi yapmaktadır. Ahşabın birçok teknolojik özelliği, lif doygunluğu noktası altında rutubet miktarlarındaki değişimlerden etkilenmektedir. Bu çalışmada farklı rutubetteki soyma kaplamalardan üretilen kayın ve kızılğaç kontrplak levhalarının bazı teknolojik özellikleri ve formaldehit emisyonu değerlendirilmiştir. Kayın ve kızılğaçtan elde edilen soyma kaplamalar 4 grupta sınıflandırılmış ve her gruptaki kaplama levhaları iklimlendirme dolabında %3-4, %7-8, %12-13, %15-16 rutubet aralıklarına getirilmiştir. %55'lik üre formaldehit tutkalı kullanılarak, her test grubu için 6mm kalınlığında 3 tabakalı kontrplak levhaları üretilmiştir. Kontrplak levhalarının formaldehit emisyonu EN 717-3 standardına göre, çekme makaslama direnci testi TS EN 314-1 standardına göre, eğilme direnci ve elastikiyet modülü ise TS EN 310 standardına göre belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, %7-8 rutubet aralığındaki soyma kaplamalarından üretilen kontrplak levhalarının mekanik direnç değerleri en yüksek bulunmuştur. Bu aralıktan sonra ise rutubet artışına bağlı olarak mekanik direnç değerlerinde düşüş elde edilmiştir. Ayrıca, tüm gruplar için en düşük formaldehit emisyon değerleri %3-4 rutubet aralığındaki soyma kaplamalardan üretilen kontrplak levhalarında bulunmuş ve rutubet miktarı arttıkça formaldehit emisyon değerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler- Formaldehit emisyonu, teknolojik özellikler, rutubet miktarı.

EFFECT OF VENEER MOISTURE CONTENT ON FORMALDEHYDE EMISSION AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PLYWOOD

Abstract- Wood is a hygroscopic material and has ability to exchange its moisture content with air. Many mechanical properties are affected by changes in moisture content below the fiber saturation point of wood. This study evaluates the formaldehyde emission and some technological properties of beech and alder plywood panels manufactured from rotary cut veneers having different moisture content. Rotary cut veneers obtained from beech and alder logs were classified into four groups and veneers in each group were then conditioned in a climate chamber to 3-4%, 7-8%, 12-13% and

15-16% moisture content. Plywood panels with three plies and in 6mm thickness were manufactured with using 55% urea formaldehyde resin. Formaldehyde emission, shear strength, bending strength and modulus of elasticity of plywood panels were determined according to EN 717-3, TS EN 314-1 and TS EN 310, respectively.

According to the results from the study, the best mechanical strength results were found in plywood panels with veneers having 7-8% moisture content. After this range, the mechanical strength decreased with increasing moisture content. Also, the lowest formaldehyde emission values were found in plywood panels with veneers having 3-4% moisture content and it was determined that formaldehyde emission values increased with increasing moisture content.

Key Words- Formaldehyde emission, technological properties, moisture content

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ahşap ürünlere karşı artan talep ve ağaç hammadde varlığı ve kalitesindeki azalma nedeniyle kompozit odun ürünlerinin (kontrplak, yonga levha, lif levha gibi) önemi giderek artmıştır. Kontrplak, farklı ağaç türlerinden üretilen en önemli kompozit odun ürünlerinden biridir ve masif oduna göre birçok avantaja sahiptir. Kontrplak üretimi ile, bir taraftan ağaç malzeme daha verimli kullanılırken, diğer taraftan da direnç özellikleri yüksek, çalışması az, çeşitli kusurlardan arındırılmış, geniş yüzeyli malzemeler elde edilmektedir [1-2]. Kontrplak; birbiri üzerine lif yönü dik olacak şekilde yapıştırılmış tabakalardan oluşmaktadır. Kontrplak günümüzde genel, dekoratif ve yapı maksatlı olmak üzere çeşitli alanlarda kullanılmaktadır [3].

Kaplama, kontrplak ve kereste gibi ahşap ve ahşap esaslı kompozit malzemeler higroskopiktir ve kullanım yerindeki rutubet miktarına yaklaşabilmek için rutubet alıp verme özelliğine sahiptirler. Bu duruma, denge rutubet miktarı denmektedir. Denge rutubet miktarı, ne rutubet kaybettiği ne de kazandığı rutubet miktarı olarak tanımlanır. Ahşap, her sıcaklık ve bağıl nem şartlarında farklı denge rutubet miktarına sahiptir ve bu parametreler, ahşap parçası denge rutubet miktarına ulaşıncaya kadar yeterli sürede sabit bir şekilde tutularak verilir. Çünkü sıcaklık ve bağıl nem şartları her zaman değişebilir ve bundan dolayı ahşap rutubet alıp verebilir [4]. Kontrplak üretiminde, kaplama levhaları tutkal ile uyumlu olacağı rutubet miktarına kadar kurutulurlar. Kaplama rutubet miktarının, yapıştırma işlemi esnasında düşük olması ve her kaplamanın kurutma fırınından çıkarılırken ölçülmesi önemlidir. Aşırı ıslak veya kuru kaplamalar kurutularak veya iklimlendirilerek yeniden yönlendirilmelidir [5].

Ahşabın rutubeti; ağırlık, çürüklük hassaslığı, permeabilite, direnç, elektriksel özellikler, ısı transfer özellikleri, formaldehit emisyonu, adhezyon ve boyutsal kararlılık gibi çeşitli özellikleri etkilemektedir [5-8]. Kontrplak veya LVL gibi kaplama esaslı ürünlerin yapıştırılması işlemi, tutkaldaki su ile birleştirilen ahşaptaki rutubet miktarı tarafından önemli derecede etkilenmektedir. Bu rutubet, kaplama esaslı ürünlerin fiziksel ve mekanik özellikleri kadar kullanılan tutkalın özelliklerini, sertleşme işlemini ve ekonomik maliyetini (tutkal tüketimi, pres süresi ve kaplama kurutma için maliyetler) de doğrudan etkilemektedir [9].

Kontrplak üretiminde kullanılan soyma kaplamaların en ideal rutubet miktarlarına getirilerek en iyi fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olması istenmektedir. Ayrıca formaldehit emisyonu gibi olumsuz şartların da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu maksatla farklı rutubetteki soyma kaplamalardan üretilen kayın ve kızılğaç kontrplak levhalarının bazı

teknolojik özellikleri ve formaldehit emisyonu değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre en uygun rutubet aralıkları bulunmaya çalışılmıştır.

2. YÖNTEM (METHOD)

2.1. Materyal (Material)

Çalışmada kontrplak üretiminde kullanılmış olan kaplama levhaları, kayın ve kızılğaç tomruklardan elde edilen soyma kaplamalardır. Bu kaplamalar, 2 mm kalınlığında ve 45 x 45 cm ebatlarında olacak şekilde hazır olarak temin edilmiştir. Kaplamaların sahip olduğu rutubet miktarının formaldehit emisyonu ve kontrplakların teknolojik özelliklerine etkisinin belirlenmesi amacıyla 4 farklı denge rutubetine sahip kaplama levhaları kullanılmıştır. Bu kaplama levhaları bir iklimlendirme dolabında %3-4, %7-8, %12-13, %15-16 rutubet derecelerine ulaşıncaya kadar iklimlendirilmişlerdir. Her bir örneğin rutubet değerleri elektrikli rutubet ölçer ile kontrol edilmiştir.

Kaplamaların yapıştırılmasında katı madde oranı % 55 olan üre formaldehit tutkalından faydalanılmıştır. 100 birimlik tutkal reçinesine, ağırlıkça 30 birim buğday unu ve sertleştirici olarak da %15'lik 10 birim amonyum klorür (NH_4Cl) çözeltisi katılmıştır.

2.1. Kontrplak levhalarının üretilmesi (Manufacture of plywood panels)

Belirlenen tutkal reçetesine göre hazırlanmış olan tutkal çözeltisinin kaplama levhalarına sürülmesinde 4 silindirli tutkallama makinası kullanılmıştır. Çalışmada, birim alana (1m^2) 160 gr tutkal sürülecek şekilde bir dozajlama yapılmıştır. Tutkal sürülen levhalar lifleri birbirine dik gelecek şekilde üst üste yerleştirilerek levha taslağı oluşturulmuş ve presleme işlemine geçilmiştir.

Presleme işleminde uygulanan sıcaklık 110°C olarak ayarlanmış ve levha taslağı pres levhaları arasına yerleştirilmiştir. Pres basıncı 12 kg/cm^2 , presleme süresi ise 6 dakika olarak uygulanmıştır. Presten çıkan kontrplaklar, aralarına herhangi bir istif latası koyulmadan üst üste yerleştirilmiş ve bu şekilde yavaş yavaş soğumaları sağlanmıştır.

Kontrplak levhalarının formaldehit emisyonu EN 717-3 standardına göre şişe yöntemiyle belirlenmiştir [10]. Şişe metodu, formaldehit emisyonunu belirlemede ve yüzeyi kaplanmamış levhaların test edilmesinde basit ve ucuz bir yöntemdir. Şişe metodu deney düzeneği Şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1. Şişe metodu deney düzeneği (Test apparatus of flask method)

Kontrplak levhalarının çekme makaslama direnci deneyleri TS EN 314-1 standardına göre yapılmıştır [11]. Numuneler 24 saat süreyle 20 °C suda bekletildikten sonra test edilmişlerdir. Numunelerin eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri ise, TS EN 310 standardına göre belirlenmiştir [12].

3. BULGULAR (FINDINGS)

3.1. Teknolojik Özellikler (Technological Properties)

Kaplama rutubet miktarına bağlı olarak kontrplak levhalarının çekme-makaslama direnci, eğilme direnci ve elastikiyet modülü ortalama değerleri Tablo 1’de verilmiştir..

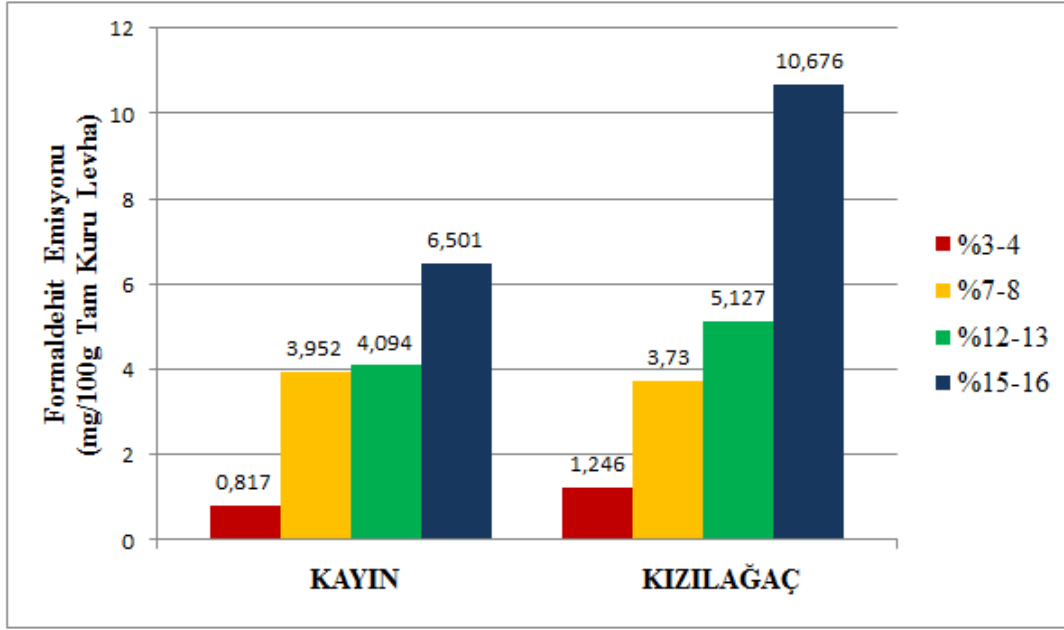
Tablo 1. Kontrplak levhalarının çekme makaslama direnci, eğilme direnci ve elastikiyet modülü ortalama değerleri (Average values of shear strength, bending strength and modulus of elasticity of plywood panels)

Ağaç Türü	Rutubet Aralıkları (%)	Çekme-Makaslama Direnci (N/mm ²)		Eğilme Direnci (N/mm ²)		Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
		X	S	X	S	X	S
Kayın	3-4	2,29	0,39	112,20	9,99	9940,15	581,17
	7-8	3,18	0,14	116,64	6,99	10435,42	340,93
	12-13	2,27	0,41	80,26	5,30	10201,34	1656,61
	15-16	1,50	0,28	69,15	5,02	9798,4	733,97
Kızılağaç	3-4	2,00	0,25	72,70	4,96	6171,33	537,31
	7-8	2,21	0,27	99,11	6,20	7332,30	479,62
	12-13	1,87	0,19	47,56	4,04	6145,78	560,86
	15-16	1,33	0,25	43,63	1,89	6018,85	434,99

Tablo 1’ deki sonuçlara göre; kayın ve kızağaç kontrplakların çekme-makaslama, eğilme direnci ve elastikiyet modülü için en yüksek değerler, %7-8 rutubet aralığındaki kaplamalardan üretilmiş gruplardan elde edilmiştir. En düşük direnç değerleri ise her iki ağaç türü içinde %15-16 rutubet aralığı için bulunmuştur.

3.2. Formaldehit Emisyonu (Formaldehyde Emission)

Kaplama rutubet miktarına bağlı olarak kontrplak levhalarının formaldehit emisyon değerlerindeki değişimler Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Kaplama rutubetine bağlı olarak formaldehit emisyonu değerleri (Formaldehyde emission content based on veneer moisture content)

Şekil 2'ye göre, tüm gruplar için en düşük formaldehit emisyon değerleri %3-4 rutubet aralığındaki soyma kaplamalardan üretilen kontrplak levhalarında bulunmuştur. En yüksek değerler ise %15-16 rutubet aralığında bulunmuştur. Kaplama rutubeti arttıkça, formaldehit emisyonu değerlerinde de artış elde edilmiştir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Bu çalışmada, farklı rutubetteki soyma kaplamalardan üretilen kayın ve kızılağaç kontrplak levhalarının bazı teknolojik özellikleri ve formaldehit emisyonu değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre en uygun rutubet aralıkları bulunmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, %7-8 rutubet aralığındaki soyma kaplamalarından üretilen kontrplak levhalarının mekanik direnç değerleri en yüksek bulunmuştur. Bu aralıktan sonra ise rutubet artışına bağlı olarak mekanik direnç değerleri düşmüştür. Literatürde yapılan benzer bir çalışmada da rutubet arttıkça, mekanik direnç değerlerinin düştüğü ve en yüksek değerlerin, bu çalışmadaki en yüksek değer veren rutubet aralığına yakın olduğu görülmüştür [5]. Aşırı düşük rutubet derecelerine kadar kurutmanın, ahşabın yapısında direnç kayıplarına ve kollaps, çatlama, çarpılmalar gibi bazı kurutma kusurlarına neden olduğu bilinmektedir [13-15].

Tüm gruplar için en düşük formaldehit emisyon değerleri %3-4 rutubet aralığındaki soyma kaplamalardan üretilen kontrplak levhalarında bulunmuştur ve rutubet miktarı arttıkça formaldehit emisyon değerinin arttığı gözlemlenmiştir. Rutubet miktarının, üretilen formaldehit için formaldehit emisyonu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir [16-17]. Literatürde yapılan benzer bir çalışmada da rutubetin artmasıyla birlikte üretilen formaldehit ile üretilen levhalardan açığa çıkan formaldehitin arttığı gözlemlenmiştir. Ahşaptaki yüksek rutubet miktarı, bazı odun bileşenlerinin hidrolizini arttırabilmekte ve tutkalın sertleşme hızını düşürebilmektedir. Ayrıca, artan rutubet miktarının, sıcak pres esnasında levhanın dışına formaldehitin taşınmasını kolaylaştırabileceği belirtilmektedir [17].

Çok yüksek direnç özellikleri istenmeyen bazı kullanım alanlarında, düşük rutubet miktarına sahip kaplamalardan üretilen kontrplakların kullanılmasının formaldehit salınımını

azaltılabileceği düşünölmektedir. Ancak aşırı kurutmanın neden olduğu maliyet ve kurutma kaynaklı kusurlar göz önünde tutulduğunda, %7-8 rutubet aralığının en optimum aralık olduğu tespit edilmiştir.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Aydın, İ., Demirkır, C., Çolak, S., Çolakođlu, G., (2010). Çeşitli ağaç kabuğu unlarının kontrplaklarda dolgu maddesi olarak değerlendirilmesi, *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, Cilt: V, 20-22 Mayıs 2010, 1825-1833.
- [2]. Peker, H., ve Tan, H., (2014). Bölge farklılığı, buharlama, kurutma sıcaklığı, tutkal türü ve tabaka sayısının Ladin odunundan üretilen kontrplakların bazı mekanik özelliklerine etkisi, *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 2014/1, A, 1:1, 50-59.
- [3]. Martitegui, A.F., Sanchez, P.F., Esteban, G.L., (2008). Characteristic values of the mechanical properties of radiata pine plywood and the derivation of basic values of the layers for a calculation method, *Biosystems Engineering*, 99, 256-266.
- [4]. Aydın, I., (2014). Effects of veneer drying at high temperature and chemical treatments on equilibrium moisture content of plywood, *Maderas. Ciencia y tecnología*, 16(4): 445 – 452.
- [5]. Aydın, I., Colakoglu, G., Colak, S., and Demirkır, C., (2006). Effects of moisture content on formaldehyde emission and mechanical properties of plywood, *Building and Environment*, 41, 1311-1316.
- [6]. Simpson, W., Tenwolde, A., (1999). *Physical properties and moisture relations of wood*. In: Wood handbook—Wood as an engineering material, Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–113, Chapter 3, Madison, WI. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 463.
- [7]. Green, D.W.; Evans, J.W. 2003. Effect of low relative humidity on properties of structural lumber products, *Wood and Fiber Science*, 35(2), 247-265.
- [8]. Mitchell, P. 2004. *Methods of moisture content measurement in the lumber and furniture industries*, Wood products notes. Department of Wood and Paper Science, College of Forest Resources, North Carolina State University.
- [9]. Bektha, P., Ortynska, G., and Sedliacik, J., (2014). Properties of modified phenol-formaldehyde adhesive for plywood panels manufactured from high moisture content veneer, *Drvna Industrija*, 65 (4), 293-301.
- [10]. EN 717-3, (1996). Wood-based panels, Determination of formaldehyde release, Formaldehyde release by flask method, European Committee for Standardization, Belgium.
- [11]. TS EN 314-1, (1998). Kontrplak-Kaplama Yapışma Kalitesi, Bölüm:1 Deney Metodları, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [12]. TS EN 310, (1998). Ahşap Esaslı Levhalar, Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, 1. Baskı, TSE Ankara.
- [13]. Denig, J., Wengert, E.M., and Simpson, W.T., (2000). *Drying hardwood lumber*, Gen. Tech. Rep. FPL–GTR-118. Madison, WI: US Department of Agriculture, Forest Service. Forest Products Laboratory.
- [14]. Reeb, J.E., (1997), *Drying wood*, University of Kentucky Cooperative Extension Service, College of Agriculture.
- [15]. Milota ,M.R., Boone, R.S., Danielson, J.D., and Huber, D.W., (1991). *Quality drying of softwood lumber*, Guidebook and checklist. Gen. Tech. Rep. FPL-IMP-GTR-1. Madison, WI: US Department of Agriculture, Forest Service. Forest Products Laboratory.
- [16]. Marutzky, R., (1994). *Release of formaldehyde by wood products*. In: Pizzi A, editor. Wood adhesives-chemistry and technology, vol. 2. New York and Basel: Marcel Dekker Inc.; Chapter 10.

- [17]. Wang, W., Gardner, D.J., and Baumann, M., (1999). Volatile organic compound hot-press emissions from southern pine furnish as a function of adhesive type, *TAPPI International Environmental Conference*, April 18–21, Nashville, Tennessee.