

KAYIN, KAVAK VE HUŞ SOYMA KAPLAMALARINDAN FARKLI KOMBİNASYONLARDA ATIK NAYLON İLE ÜRETİLEN KONTRPLAKLARIN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Aydın DEMİR¹, Hasan ÖZTÜRK², Semra ÇOLAK¹

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

² Karadeniz Üniversitesi, Arsin Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, 61900, Trabzon, TÜRKİYE
hasanozturk@ktu.edu.tr

Özet-Bu çalışmada, kontrplak sektöründe kullanılan formaldehit esaslı reçineler yerine bağlayıcı olarak atık naylonların (polietilen) kullanılmasıyla kayın (*Fagus Orientalis* Lipsky), kavak (*Populus deltoides*) ve huş (*Betula pendula*) soyma kaplamalarının kombinasyonlarından üretilmiş levhaların bazı teknolojik özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır ve üretilmiş levha kombinasyonları için optimum naylon miktarları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, üç farklı naylon miktarı seçilmiştir (140, 160 ve 180 gr/m²). Üretilen levhaların dış tabakalarında 1,5 mm kalınlıklarında kayın ve huş soyma kaplamaları kullanılırken, orta tabakalarda 2 mm kalınlıklarda kavak soyma kaplamalar kullanılmıştır. Üretilen levhaların özgül ağırlıkları TS EN 323-1, çekme makaslama direnci TS EN 314-1, eğilme direnci ve elastikiyet modülü ise TS EN 310 standartlarına göre belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; en iyi mekanik direnç değerleri, 160 gr/m² naylon miktarı kullanılarak üretilen kayın-kavak-kayın kombinasyonlarından elde edilmiştir. Üretilen levha kombinasyonlarından elde edilen tüm mekanik direnç değerleri gerekli standartları karşılamıştır.

Anahtar Kelimeler- Kayın, Kavak, Huş, Atık naylon, Kontrplak.

SOME TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PLYWOOD PRODUCED FROM BEECH, POPLAR AND BIRCH ROTARY CUT VENEERS WITH NYLON WASTE IN DIFFERENT COMBINATIONS

Abstract- In this study, investigation of some technological properties of panels produced using nylon waste as adhesive instead of formaldehyde-based resins used in plywood produced from combination of beech (*Fagus Orientalis* Lipsky), poplar (*Populus deltoides*) and birch (*Betula pendula*) rotary cut veneers was aimed and nylon amount was tried to determine for produced plywood combinations. For this aim, three different nylon amounts was used (140, 160 and 180 gr/m²). Beech and birch rotary cut veneers at 1.5 mm thickness were used in the outer layers of the produced panels, while

Bu makale, 4. Uluslararası Mobilya ve Dekorasyon Kongresi'nde sunulmuş ve İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi'nde yayınlanmak üzere seçilmiştir.

poplar rotary cut veneers at 2 mm thickness were used in the inner layers. Specific gravity, shear strength, bending strength and modulus of elasticity of plywood panels were determined according to TS EN 323-1, TS EN 314-1 and TS EN 310, respectively. According to the results, the best mechanical strength values were obtained from beech-poplar-beech combinations produced using 160 gr/m² nylon amounts. All of the mechanical strength values obtained from the produced panel combinations meet the required standards.

KeyWords- Beech, Poplar, Birch, Nylon waste, Plywood.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kompozit malzemelerin mobilya endüstrisinde, inşaat sektöründe, iç ve dış mekanlarda çok geniş bir kullanım yelpazesi vardır [1]. İnsanların yaşam alanlarında böylesine geniş bir kullanım alanına sahip ahşap esaslı kompozit malzemelerin üretimlerinin formaldehit esaslı tutkallara bağlı olması insan ve çevre sağlığı açısından uzun yıllardır sorgulanan ve bir tehdit unsuru olarak pek çok araştırmaya konu olmuş bir durumdur [2]. Odun kökenli levha ürünlerinden ayrılan formaldehit; insanlarda göz yaşarması, nefes darlığı, alerji gibi olumsuz durumlara neden olabilmekte, hatta sinir sistemine zarar verdiği ve kansere yol açtığı belirtilmektedir [3, 4]. Özellikle Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi (IARC)'nin formaldehiti insanlarda kansere neden olan maddeler sınıfına dahil etmesi konunun önemini açık olarak ortaya koymuştur [5]. Bu nedenle üre formaldehit (ÜF), melamin-üre formaldehit (MÜF) gibi sentetik reçine tutkalları kullanılarak üretilen odun kökenli levha ürünlerinden ayrılan formaldehit oranı pek çok ülkede yasal düzenlemelerle kısıtlanmıştır [6]. Geçen süre zarfında odun kökenli levha endüstrisinde formaldehit emisyonunun azaltılmasına yönelik birçok çalışma yapılmış ve çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler: reçine içerisindeki formaldehit mol oranının azaltılması [7], bazı kimyasallarla tutkalların modifiye edilmesi [8], çeşitli formaldehit tutucuların kullanımı [9, 10], doğal içerikli tutkalların değerlendirilmesi [11], farklı katalizör sistemlerinin kullanımını içermektedir [12-15]. Literatürde uygulanan bu yöntemler bazı dezavantajlara sahip olup, üretilen levhanın teknolojik özelliklerini azaltmadan veya maliyeti artırmadan hali hazırda endüstriye aktarımı var olan bir yöntemle rastlanılmamıştır [16].

Kontrplak, ahşap esaslı kompozit levhaların en önemlilerinden birisidir ve bilinen en eski mühendislik ürünü ağaç malzemedir. Kontrplak üretiminde, farklı ülkelerde farklı ağaç türleri kullanılmaktadır. Türkiye’de ise, yerli ağaç türlerinden kavak ve kayın fazla miktarda, çam ise az miktarda ve bazı kontrplak fabrikaları tarafından kullanılmaktadır. Ucuz ve kontrplak üretimine uygun hammadde sağlamada kontrplak fabrikaları sorun yaşamakta ve bu sorunu ithalat yoluyla kapatmaya çalışmaktadırlar [17]. Kontrplağın teknolojik özellikleri üzerine etkili olan en önemli faktör üretiminde kullanılan ağaç türüdür. Birçok ağaç türü kontrplak üretiminde değerlendirilebilmektedir. Ancak genel, dekoratif ya da yapı maksatlı kullanılacak kontrplak üretiminde ağaç türünün seçimi önemli bulunmaktadır [18]. Kontrplak üretiminde ağaç türü seçimi için, yurt dışından ithal edilen ağaç odunları, döviz fiyatlarındaki ani yükselmeler nedeniyle kontrplak sektörünü etkilemesinden dolayı mevcut yerli ağaç türlerinden farklı kombinasyonlar alternatif olarak düşünülmektedir.

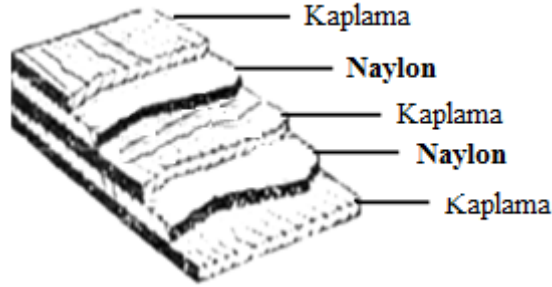
Türkiye’de değişen tüketim alışkanlıkları, nüfus artışı, yükselen hayat standardı, ambalajlı ürün satışındaki artış ile birlikte katı atık kompozisyonu da değişmektedir. Genel olarak bakıldığında, oluşan atıkların ağırlıkça %20’sini, hacimce %50’sini ambalaj atıkları oluşturmaktadır [19]. Ambalaj atıklarının 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 [20-22].

Bundan yola çıkılarak ülkemiz için ciddi bir atık potansiyeli teşkil eden ve yine petrokimyasal olan naylonların da levha sektöründe değerlendirilebileceği önceki çalışmalarımızda belirtilmiştir [16]. Bu çalışmada ise, kontrplak sektöründe kullanılan formaldehit esaslı reçineler yerine bağlayıcı olarak atık naylonların (polietilen) kullanılmasıyla kayın, kavak ve huş soyma kaplamalarının kombinasyonlarından üretilmiş levhaların bazı teknolojik özelliklerinin araştırılması amaçlanmış ve üretilmiş levha kombinasyonları için optimum naylon miktarları belirlenmeye çalışılmıştır.

2. YÖNTEM (METHOD)

Çalışmada 50x50 cm ebatlarında, 2 mm kalınlığında kavak (*Populus deltoides*), 1,5 mm kalınlıklarında kayın (*Fagus Orientalis* Lipsky) ve huş (*Betula pendula*) soyma kaplamalar kullanılmıştır. 110 °C de kurutulan soyma kaplamalardan, dış tabakalarında kayın ve huş soyma kaplamalar, orta tabakalarda 2 mm kalınlıklarda kavak soyma kaplamalar olacak şekilde kayın-kavak-kayın ve huş-kavak-huş kombinasyonlarının taslakları oluşturulmuştur. 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 (140, 160 ve 180 gr/m²). Naylon kullanılarak hazırlanan kontrplak levha taslaklarına presleme işleminde 150 °C pres sıcaklığı, 10 kg/cm² pres basıncı ve 8 dakika pres süresi uygulanmıştır. 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)

Çalışmada %55' lik ÜF tutkalı kullanılarak kontrol amaçlı üretilen levhalarda ise hazırlanan tutkal çözeltisinden kaplamaların tek yüzeyine 160 gr/m² tutkal sürülmüş olup oluşturulan levha taslaklarının preslenmesinde; pres sıcaklığı 110 °C ve pres süresi 5 dakika olarak uygulanmıştır. Üretilen levhalar test öncesi 20°C sıcaklık ve % 65 bağıl nem koşullarında denge rutubetine gelinceye kadar iklimlendirilmişlerdir. Üretilen levhaların özgül ağırlıkları TS EN 323-1 standardına göre [23], çekme makaslama direnci TS EN 314-1 standardına göre [24], eğilme direnci ve elastikiyet modülü ise TS EN 310 standardına göre [25] belirlenmiştir.

3. BULGULAR (FINDINGS)

Üretilen levhaların özgül ağırlık ve yapışma direnci özelliklerine ait ortalama değerler Tablo 1’de, eğilme direnci ve elastikiyet modülüne ait ortalama değerler ise Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme levhalarının özgül ağırlık ve yapışma dirençlerine ait ortalama değerler (The mean values belong to specific gravity and shear strength of test panels)

| Ağaç Türü Kombinasyonları | Naylon Miktarı (gr/m ²) | Özgül Ağırlık (gr/cm ³) | | Yapışma Direnci (N/mm ²) | |
|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------|--------------------------------------|------|
| | | X | S | X | S |
| Kayın-Kavak-Kayın | ÜF | 0,64 | 0,01 | 1,55 | 0,17 |
| | 140 | 0,63 | 0,02 | 1,35 | 0,38 |
| | 160 | 0,63 | 0,02 | 1,37 | 0,18 |
| | 180 | 0,64 | 0,03 | 1,29 | 0,29 |
| Huş-Kavak-Huş | ÜF | 0,64 | 0,02 | 1,62 | 0,24 |
| | 140 | 0,64 | 0,02 | 1,04 | 0,22 |
| | 160 | 0,65 | 0,02 | 1,28 | 0,18 |
| | 180 | 0,65 | 0,02 | 1,21 | 0,46 |

X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

Tablo 2. Deneme levhalarının eğilme dirençleri ve elastikiyet modüllerine ait ortalama değerler (The mean values belong to bending strength and elasticity modulus of test panels)

| Ağaç Türü Kombinasyonları | Naylon Miktarı (gr/m ²) | Eğilme Direnci (N/mm ²) | | Elastikiyet Modülü (N/mm ²) | |
|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------|---|--------|
| | | X | S | X | S |
| Kayın-Kavak-Kayın | ÜF | 108,17 | 16,45 | 6482,55 | 712,91 |
| | 140 | 84,08 | 25,19 | 6121,50 | 562,24 |
| | 160 | 93,52 | 10,05 | 6231,54 | 654,17 |
| | 180 | 86,13 | 12,58 | 5925,80 | 427,98 |
| Huş-Kavak-Huş | ÜF | 99,93 | 13,21 | 6079,64 | 665,93 |
| | 140 | 86,80 | 18,65 | 5521,76 | 751,35 |
| | 160 | 92,85 | 20,99 | 5951,26 | 899,95 |
| | 180 | 89,38 | 19,47 | 5666,62 | 535,45 |

X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Tablo 2’den görüleceği üzere naylon ile üretilen deneme levhalarının eğilme direnci değerleri; 84,08 – 99,93 N/mm² arasında değişmektedir. Üretilen tüm deneme levhalarına ait eğilme direnci değerleri DIN 68705-3, 2003 standardına göre [26], 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 [27]. 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 sağlamıştır. Naylon kullanılarak üretilen deneme levhalarının yapışma direnci değerleri 1,04 – 1,37 N/mm² arasında değişiklik göstermiştir. Çalışma sonucunda elde edilen kontrplak yapışma direnci değerleri, EN 314-1 ve DIN 68705-3 standartlarında [28] belirtilen 1

N/mm² değerinin üzerinde bulunmuştur. Dolayısıyla üretilen levhaların standart değerlere uygun direnç değerleri ortaya koyduğu görülmektedir.

Sonuçlar irdelendiğinde naylon kullanım oranının 140 gr/m² den 160 gr/m²'ye çıkmasına bağlı olarak eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yapışma direnci değerlerinin artış gösterdiği 180 gr/m²'de ise 160 gr/m²'ye göre daha düşük değerlerin elde edildiği görülmüştür. Bağlayıcı olarak naylon kullanılarak elde edilen levhaların özgül ağırlık değerlerinin birbirine yakın olduğu ve üre formaldehit tutkalı kullanılarak oluşturulan kontrol grubu levhaları ile benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. ÜF tutkalı kullanılarak üretilen kontrol grubu levhaları ise naylon ile üretilen levhalara göre daha yüksek direnç değerleri vermiştir. Naylon miktarının 140 gr/m² den 160 gr/m²'ye çıkması ile direnç değerlerinde meydana gelen artış, erimiş haldeki naylonun hem odunun anatomik yapısına hem de işlenmesine bağlı olarak oluşan poröz yapı içerisine 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 [29] ve pürüzlü yüzeyler için tutkala dolgu maddelerinin ilave edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır [30]. Ayrıca literatürde 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 ifade edilmektedir [31]. Naylon miktarının 180 gr/m²'ye çıkması ile direnç değerlerinin artmadığı ve bir miktar düşüş gösterdiği görülmüştür. 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 [31].

Kayın-kavak-kayın kombinasyonunun huş-kavak-huş kombinasyonuna göre her bir naylon miktarı için ayrı ayrı karşılaştırıldığında daha yüksek elastikiyet modülü ve yapışma direnci değerleri verdiği, eğilme direnci ve özgül ağırlık değerlerinin ise benzer sonuçlar verdikleri görülmüştür. Dış tabakaları kayın olan levhaların elastikiyet modülü ve yapışma direncinin bir miktar yüksek olmasının nedeni olarak kayın odununun yoğunluğunun huş ile kıyaslandığında daha yüksek olması söylenebilir. Literatürde yapışma direncinin odunun yoğunluğuna bağlı olarak arttığı belirtilmekte [32, 33] ve kayın odununun yoğunluk değeri 649 kg cm³ [34], huş odununun ortalama hava kurusu yoğunluğunun ise (%12-15 rutubet düzeyinde) 630 kg m³ olduğu ifade edilmektedir [35, 36]. Masif haldeki kayın odununun elastikiyet modülü değerleri, masif haldeki huş odununa göre daha yüksektir. Masif odunun elastikiyet modülünün artmasıyla, bunlardan üretilen kontrplakların aynı özelliklerinde de artış olmaktadır [37, 38].

Çalışma kapsamında üretilen levhalardan elde edilen veriler karşılaştırıldığında, kontrplak üretiminde polietilen naylonun bağlayıcı olarak değerlendirilmesi durumunda kayın-kavak-kayın kombinasyonu kullanılarak 160 gr/m² naylon miktarı ile üretim yapılması önerilebilir. Kontrplak levhalarının üretiminde geleneksel tutkalların yerine bağlayıcı olarak polietilen naylon kullanılması durumunda hem atık naylonun geri kazanımı sağlanmış olacak hem de formaldehit gibi zararlı bir gazın salınımı engellenmiş olacaktır. Ayrıca kuruluş maliyetlerinin önemli bir kısmını oluşturan tutkallama hattı ve bu hattaki işçilik maliyetlerinin olmamasından dolayı başlangıçtaki yatırım maliyetlerinin de düşük olacağı ön görülmektedir.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Güller, B., (2001). Odun Kompozitleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 2, ISSN: 1302-7085, 135-160.
- [2]. Sundman, R. S., Larsen, A., Vestin, E., Weibull, A., (2007). "Formaldehyde emission - comparison of different standard methods", *Atmospheric Environment*, 41, 3193-3202.
- [3]. Tang, L., Zhang, Z., Qi, J., Zhao, J., Feng, Y., (2011). "The preparation and application of a new formaldehyde-free adhesive for plywood", *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 31, 507-512.
- [4]. Gangi, M., Tabarsa, T., Sepahvand, S., Asghari, J., (2013). "Reduction of formaldehyde emission from plywood", *Journal of Adhesion Science and Technology*, 27, 13, 1407-1417.
- [5]. IARC. (2006). "Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tertbutoxypropan-2-ol", *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum*, 88, 1-478. PMID:17366697.
- [6]. Çolakoğlu, G., Örs, Y., (1999). "Kavak kontrplakların formaldehit emisyonuna bazı üretim faktörlerinin etkisi", *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20, 201-205.
- [7]. Myers, G. E., (1984). "How mole ratio of uf resin affects formaldehyde emission and other properties—a literature critique", *Forest Products Journal*, 34, 5, 35-41.
- [8]. Zhu, X., Xu, E., Lin, R., Wang, X., Gao, Z., (2014). "Decreasing the formaldehyde emission in urea-formaldehyde using modified starch by strongly acid process", *Journal of Applied Polymer Science*, 40202, 1-6.
- [9]. Kim, S., (2009). "The reduction of indoor air pollutant from wood-based composite by adding pozzolan for building materials", *Construction and Building Materials*, 23, 6, 2319-2323.
- [10]. Costa, N. A., Pereira, J., Ferra, J., Cruz, P., Martins, J., Magalhaes, F. D., Mendes, A., Carvalho, L. H., (2013). "Scavengers for achieving zero formaldehyde emission of wood-based panels", *Wood Science and Technology*, 47, 1261-1272.
- [11]. Lei, H., Du, G., Wu, Z., Xi, X., Dong, Z., (2014). "Cross-linked soy-based wood adhesives for plywood", *International Journal of Adhesion and Adhesive*, 50, 199-203.
- [12]. Kishi, H., Fujita, A., Miyazaki, H., Matsuda, S., Murakami, A., (2006). "Synthesis of wood-based epoxy resins and their mechanical and adhesive properties", *Journal of Applied Polymer Science*, 102, 2285-92.
- [13]. Liu, Y., Li, K., (2007). "Development and characterization of adhesives from soy protein for bonding wood", *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 27, 59-67.
- [14]. Huang, J., Li, K., (2008). "A new soy flour-based adhesive for making interior type II plywood", *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85, 63-70.
- [15]. Deng, S., Du, G., Li, X., Pizzi, A., (2014). "Performance and reaction mechanism of zero formaldehyde-emission urea-glyoxal (UG) resin", *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 45, 2029-2038.
- [16]. Çolak, S., Öztürk, H., Demir, A., (2016). "Yapıştırıcı Olarak Atık Naylon Kullanılarak Üretilen Kontrplakların Bazı Teknolojik Özellikleri ", *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 5, 21-27.
- [17]. Bal, B. C., Gündeş, Z., Akçakaya, E., (2015). Kavak, Kayın ve Okaliptüs Kaplamaları ile Üretilen Kontrplakların Vida Tutma Direncinin Araştırılması, *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(2), 2015, 18(2).
- [18]. Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Nemli, G. ve Çolak, S., (2002). "Ahşap Sanayinde Melamin Formaldehit (MF) ve Melamin/Üre Formaldehit (MÜF) Yapıştırıcılarının Kullanımı", *Mobilya Dekorasyon*, 47, 130-138.
- [19]. 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.
- [20]. Cui, T., Song, K., Zhang, S., (2010). Research on utilizing recycled plastic to make environment-friendly plywood, *For. Stud. China*, 12(4), 218-222.

- [21]. 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.
- [22]. Cofi, A. O., (2014). Production of particle board using sawdust and plastic waste, Master Thesis, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana.
- [23]. TS EN 323-1, (1999). Ahşap Esaslı Levhalar-Birim Hacim Ağırlığının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [24]. TS EN 314-1, (1998). Kontrplak-Kaplama Yapışma Kalitesi, Bölüm: I Deney Metodları, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [25]. TS EN 310, (1998). Ahşap Esaslı Levhalar, Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, 1. Baskı, TSE Ankara.
- [26]. DIN 68705-3, (2003). Yapı Kontrplakları, Alman Standartları Enstitüsü, Verlag.
- [27]. APA, (2010). The Engineered Wood Association. Technical Topics. Form No: TT-044B, March.
- [28]. TS EN 314-1, (1998). Kontrplak-Kaplama Yapışma Kalitesi, Bölüm: I Deney Metodları, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [29]. Frihart, CR., (2005). Wood adhesion and adhesives. In: Rowell RM (ed) Handbook of wood Chemistry and Wood Composites. CRC, Florida, p. 225.
- [30]. Aydın, İ., Demirkır, C., Çolak, S., Çolakoğlu, G., (2010). Çeşitli ağaç kabuğu unlarının kontrplaklarda dolgu maddesi olarak değerlendirilmesi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Artvin.
- [31]. 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.
- [32]. Chow, S. and Chunsu, K.S., (1979).” Adhesion Strength and Wood Failure Relationship in Wood-Glue Bonds”, Mokuzai Gakkaishi, 25, 2, 125-131.
- [33]. Namara, U.S. and Waters, O., (1970). “Comparison of the rate of glue line strength development for oak and maple” Forest Products Journal, 20, 3,34-35.
- [34]. Malkoçoğlu, A., (1994). Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Teknolojik Özellikleri, Doktora tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [35]. Wagenführ, R., (1996). Holzatlas. [Wood Atlas]. VEB Fachbuchverlag Leipzig. 4th ed. 688 p. (In German).
- [36]. Çakıroğlu, E. O. ve Aydın, İ., (2012). Huş Odununun Kayın Odununa Alternatif Olarak Kontrplak Üretiminde Değerlendirilmesi, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, KSÜ Mühendislik Bil. Der., Özel Sayı, 50-55.
- [37]. Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., (1986). Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No; 3401/378, İstanbul.
- [38]. Özen, R., (1981). Çeşitli Faktörlerin Kontrplağın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Yaptığı Etkilere İlişkin Araştırmalar, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No :9, Trabzon.