

YAPISAL AHŞAP ÜRÜNLERİNİN ISI YALITIM ÖZELLİKLERİ

Hasan ÖZTÜRK¹, Abdullah Uğur BİRİNCİ², Cenk DEMİRKİR²

¹ Karadeniz Üniversitesi, Arsin Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, 61900, Trabzon, TÜRKİYE

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, TÜRKİYE
ugurbrnc61@gmail.com

Özet-Ahşap, yapılarda masif olarak kullanıldığı gibi yapıştırılmış büyük boyutlu mühendislik malzemesi olarak da kullanılmaktadır. Türkiye’de de son yıllarda ahşabın yapısal mühendislik malzemesi olarak kullanımı artmaktadır. Ahşap malzemelerin porözlü yapıları sebebiyle ısı iletkenlikleri, diğer yapı malzemelerine göre daha iyidir. Isıl iletkenlik, ısı transfer oranının belirlenmesinde önemli bir parametredir ve tutkal sertleşme oranı gibi endüstriyel işlemlerde kurutma modellerinin geliştirilmesi için gereklidir. Isıl iletkenlik, malzemelerin yalıtım kabiliyetini belirlemede kullanılmaktadır. Ahşabın ısı iletkenliği, ağaç türüne, lif yönüne, özgül ağırlığına, rutubet miktarına, tutkal türüne ve ahşap kompozit malzemelerin üretiminde kullanılan katkı maddelerine göre değişmektedir. Bu çalışmada, yapıda kullanılan ahşap mühendislik ürünlerinden çapraz lamine kereste (CLT), kontrplak, parallam (PSL), micro-lam (LVL) ve Kerto-Q-LVL levhalarının ısı iletkenlik katsayı değerlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmadaki levhaların üretiminde, ağaç türü olarak ladin(*Picea orientalis* L.), tutkal türü olarak CLT için poliüretan diğer levhalar için ise fenol formaldehit kullanılmıştır. Levhaların ısı iletkenlikleri ASTM C 518 ve ISO 8301 standardına göre belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, en düşük ısı iletkenlik katsayı değerleri Kerto-Q-LVL de bulunurken, en yüksek değerler ise CLT levhalarda bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler- Isıl iletkenlik, Yapısal Ahşap, CLT, Kontrplak, LVL.

THERMAL INSULATION PROPERTIES OF STRUCTURAL WOOD PRODUCTS

Abstract-Wood is also used as solid or glued large-scale engineering material in constructions. In Turkey, the use of wood as structural engineering material is increasing in recent years. Thermal conductivity of wood material is superior to other building materials because of its porous structure. Thermal conductivity is a very important parameter in determining heat transfer rate and is required for development of drying models in industrial operations such as adhesive cure rate. Thermal conductivity is used to estimate the ability of insulation of material. Thermal conductivity of wood material has varied according to wood species, direction of wood fiber, specific gravity, moisture content, resin type, and additive members used in manufacture of wood

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

composite panels. In this study, it is aimed to compare thermal conductivity coefficient values of Cross Laminated Timber (CLT), plywood, Parallel Strand Lumber (PSL), Laminated Veneer Lumber (LVL) and Kerto-Q-LVL panels of wood engineering products used in construction. In the production of all of the panels in the study, spruce (*Picea orientalis* L.) was used as a wood species, and was used polyurethane for CLT panel and phenol formaldehyde for the other panels as a glue type. Thermal conductivity of plywood panels was determined according to ASTM C 518 & ISO 8301. As a result of this study, the lowest thermal conductivity coefficient values were found in Kerto-Q-LVL, while the highest values were found in CLT panels.

KeyWords-Thermal Conductivity, Structural Wood, CLT, Plywood, LVL.

1.GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnsanın yaşamında ve kültürünün gelişme sürecinde ahşap ve ahşaptan yapılan ürünler eskiden beri ve günümüzde önemli bir yer tutmaktadır. Ahşabın moleküler, kimyasal, mikroskopik özellikleri onun çok çeşitli amaçlar için kullanılabilmesini sağlamıştır. Bu özelliklerinin yanı sıra lifli bir yapıya sahip oluşu mühendislik kullanımlarda yüksek mukavemet göstermesine ve esnek oluşuna yol açmıştır. Ayrıca izolasyon özelliği açısından çoğu zaman tercih edilme sebebi olmuştur [1].

Masif ağaç malzemenin büyük boyutlu ve kavisli elemanlarda tek parça halinde kullanılması, gerek direnç özellikleri ve gerekse ekonomik bakımdan uygun bulunmamaktadır. Büyük boyutlu masif taşıyıcı elemanların üretiminde ağaç malzemenin doğal yapısında bulunan budak, çürük, çatlak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar nedeniyle tek parça masif ağaç malzemenin kullanılması güçlükler yaratmaktadır. Kavisli taşıyıcı ahşap elemanların üretiminde masif malzemenin tek parça halinde kullanılması fire oranını da artırdığından maliyeti de artırmakta ve ekonomik bulunmamaktadır. Ayrıca liflerin diyagonal olarak kesilmesi nedeniyle direnç değerleri de düşmektedir [2]. Bunun yanında, orman kaynaklarının gün geçtikçe azalması nedeniyle, ahşap işleyen endüstriler için uygun özelliklerde ve yeterli miktarda hammadde temininde sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu nedenle, hammadde olarak ahşabın ve bundan üretilen ağaç malzemelerin korunması yanında, masif ahşap yerine küçük boyutlu ahşap örneklerinden ya da ahşap kaplamalardan üretilen yapı malzemelerinin kullanımı artmıştır [3].

Küçük ahşap malzemelerin tutkalanması sonucu oluşturulan tutkallı tabakalanmış ahşap malzemeler, geleneksel ahşap malzemenin birçok olumsuz yönünü ortadan kaldırarak daha verimli ve daha fonksiyonel bir yapı malzemesi olmuştur. Strüktür sistemlerinde küçük açıklıklarda ve büyük açıklık geçmelerde genel olarak betonarme, metal, plastik malzeme kullanımının yanında tabakalı ahşap malzemede kullanılmaktadır. Günümüzde özellikle yapılarda kafes sistemlerinde, kiriş, kolon, çerçeve, kemer vb. şekillerde tutkallı tabakalanmış ahşap malzemeye dönüştürülmektedir [4-5].

Dünya üzerindeki enerji kaynaklarının hızla tükenmesi üzerine gelişmiş ülkeler başta olmak üzere tüm ülkeler enerji ihtiyaçlarını kontrol altına alma ve enerjiyi etkin kullanma yöntemleri geliştirmişlerdir. Söz konusu bu enerjinin; etkin kullanılması, ısı yalıtımı ile sağlanabilir. Özellikle binanın iç ortamını dış ortandan ayıran yapı elemanlarını kapsar [6]. Ağaç malzeme gözenekli yapısı sebebiyle, ısıl iletkenliği bakımından diğer yapı malzemelerine üstünlük sağlamaktadır [7]. Ağaç malzemede ısı iletme kabiliyeti; ağaç türüne ve aynı ağaçta liflerin gidiş yönüne göre, çeşitli bağlayıcı maddeler ve bunlara ilave edilen dolgu ve katkı maddeleri ile üretilen ahşap levhalarda ise, bağlayıcı madde çeşidi ve ilave maddelerin türüne göre değişim göstermektedir [8].

Bu çalışmada, yapıda kullanılan ahşap mühendislik ürünlerinden çapraz lamine kereste (CLT), kontrplak, parallam (PSL), micro-lam (LVL) ve Kerto-Q-LVL levhaların ısı iletkenlik katsayı değerlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM (METHOD)

Bu çalışmada kullanılan soymalık tomruklar, Orman Genel Müdürlüğü'ne bağlı işletme müdürlüklerinden temin edilmiştir. Ağaç türü olarak, tabakalı ağaç malzeme endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.) seçilmiştir. Soyma kaplama üretiminde kullanılacak tomruklar seçilirken en az 35 cm çapında, silindirik formda, lifleri düzgün, budak, çürük ve renk bozukluğunun bulunmadığı, reaksiyon odunu ihtiva etmeyen tomruklar tercih edilmiştir. Çalışma kapsamında araştırılan teknolojik özelliklerin, tüm deneme levhalarında mümkün olduğunca homojenlik göstermesini sağlamak amacıyla, levha üretiminde kullanılacak olan kaplamalar tek bir ağaçtan elde edilmiştir. Ladin tomruklar, soyma işlemi öncesinde 12-16 saat arasında uygun sürelerde buharlama işlemine tabi tutulmuştur. Tabakalı ağaç malzemeler için gerekli olan kaplamaların üretimi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Kontrplak Pilot tesisinde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 80 cm uzunluk ve 40 cm çapa kadar soyma yapabilen kaplama soyma makinesi kullanılmıştır. Soyma işlemi sırasındaki yatay açıklık kaplama kalınlığının %85'i, düşey açıklık 0,5 mm olarak ayarlanarak, 2 mm kalınlığında 50 cm x 50 cm ebatlarında kaplama levhaları elde edilmiştir.

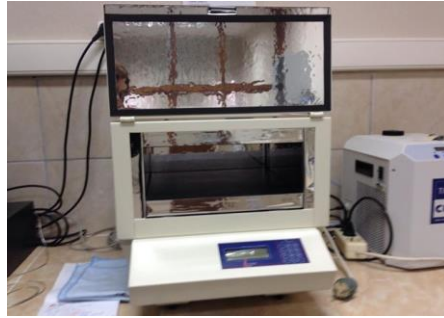
Kontrplak, parallam (PSL), micro-lam (LVL) ve Kerto-Q-LVL levhalarının üretimi için elde edilen soyma kaplamalar; kaplama kurutma makinesinde, endüstriyel koşullarda yaygın olarak kullanılmakta olan 110 °C'de 5 dakika kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır. Kurutma işleminden sonra PSL üretimi için kullanılacak kaplama levhalarının genişliği 2 cm olacak şekilde şeritler halinde ebatlandırılmıştır. Deneme levhalarının üretiminde % 65'lik FF tutkal kullanılmıştır. Kaplama levhalarının tutkalanmasında 4 silindirik tutkallama makinesi kullanılmıştır. Levhaların tek yüzüne 160 gr/m² olacak şekilde tutkal çözeltisi sürülmüştür. Kontrplak üretimi için lifleri birbirine dik olacak şekilde, PSL üretiminde hazırlanan kaplama şeritleri yan yana konularak tabakaları birbirine paralel olacak şekilde, LVL üretimi için tüm tabakaları birbirine paralel olan ve Kerto-Q-LVL için ise sadece orta tabakası diğer tabakalara göre dik olan 5 tabakalı levha taslakları oluşturulmuştur. Levhaların preslenmesi; laboratuvar tipi, presleme alanı 70x89 cm. olan ve elektrikle ısıtılan tek katlı bir hidrolik preste yapılmıştır. Pres sıcaklığı, 140 °C olarak belirlenmiştir. Pres basıncı 8 kg/cm² olup 10 dk. pres süresi uygulanarak 5 tabakalı levhalar üretilmiştir. Presleme işleminden sonra üretilen tabakalı ağaç malzemeler, iç ve dış tabakalar arasındaki sıcaklık ve rutubet farklılığını gidermek amacıyla üst üste ve istif latası kullanılmaksızın istiflenmiştir. Bu şekilde üretilen levhaların tedrici olarak soğumaları sağlanarak biçim değiştirmeleri önlenmeye çalışılmıştır.

CLT levha üretiminde ise, 4 yüzeyide planyalanmış 2,5x10x50 cm ebatlarındaki ladin keresteler kullanılmıştır. Yüzeyleri düzgün hale getirilen keresteler yıllık halkaları aynı yönde olmayacak şekilde yan yana yerleştirilerek işkence ile sabitlenmiş ve tutkal sürme işlemi gerçekleştirilmiştir. Oluşan tabaka yüzeyine 160 gr/m² olacak şekilde poliüretan tutkalı fırça yardımıyla homojen olarak sürülmüştür. Daha sonra bu tabaka üzerine lif yönü birbirlerine dik olacak şekilde 2. ve 3. tabakalar hazırlanarak 3 tabakalı CLT levha taslağı oluşturulmuştur. Hazırlanan üç tabakalı CLT levha taslağı 40 °C' de 40 dk. süreyle preslenmiştir. Oluşturulan CLT taslağının preslenmesi Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. CLT taslağının preslenmesi (Pressing of CLT panel)

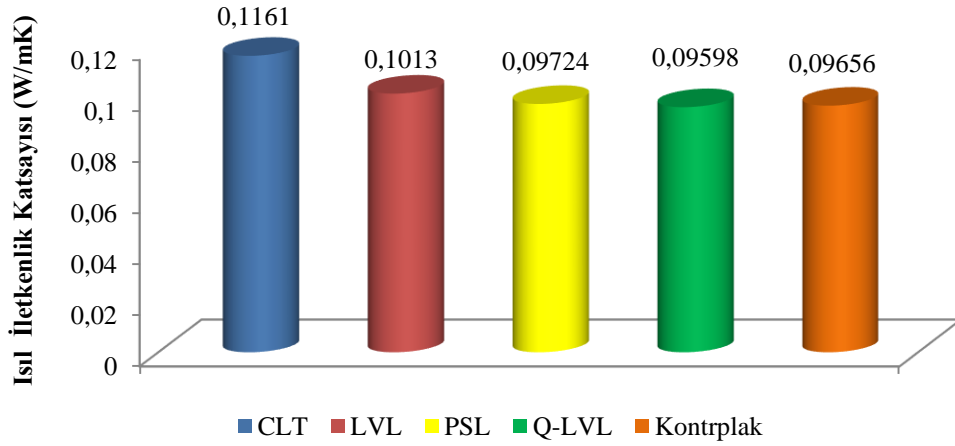
Isıl iletkenlik ölçümler K.T.Ü. Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında bulunan Lasercomp Fox-314 Isıl İletkenlik Ölçüm Cihazı 'nda gerçekleştirilmiştir. Üretilen levhaların ısı iletkenlik katsayısı ölçümleri ASTM C 518 & ISO 8301 [9] standardına göre gerçekleştirilmiştir. Ölçüm yapılan levhaların ebatları 300x300xlevha kalınlığı (mm)' dir. Isıl iletkenlik katsayılarının belirlenmesinde kullanılan Lasercomp Fox-314 ısı iletkenlik cihazı Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Lasercomp Fox-314 ısı iletkenlik cihazı (Lasercomp Fox-314 thermal conductivity device)

3. BULGULAR (FINDINGS)

Üretilen levhaların ısı iletkenlik katsayı ölçümleri her bir levha grubu için iki tekrarlı yapılmıştır. Elde edilen ortalama ısı iletkenlik katsayı değerleri Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Yapısal ahşap ürünlerinin ısı iletkenlik katsayısı değışimleri (Thermal conductivity coefficient changes of structural wood products)

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Üretilen yapısal ahşap levhalarından, en yüksek ısı iletkenlik katsayısı değeri veren levha grubu CLT olmuştur. En düşük ısı iletkenlik katsayısı değeri ise kontrplak ve Q-LVL levhalarında bulunmuştur. Ağaç malzemede ısı iletme kabiliyeti; ağaç türüne ve aynı ağaçta liflerin gidiş yönüne göre, ahşap kompozit levhalarda kullanılan çeşitli bağlayıcı maddeler ve bunlara ilave edilen dolgu ve katkı maddelerine göre değışim göstermektedir [10]. Kontrplak ve Q-LVL levhaların, LVL ve PSL ye göre daha düşük değeri vermesinin sebebi olarak tabakalardaki lif yönleri gösterilebilir. Liflere paralel yöndeki ısı iletkenliğinin, liflere dik yöndekinden yaklaşık 1.5-2.8 kat fazla olduğu literatürde belirtilmektedir [11].

Bu çalışmada CLT levhanın daha yüksek ısı iletkenlik değeri vermesi, kullanılan kerestelerin rutubetinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Hava kurusu haldeki kerestelerden üretilen CLT levhanın, kurutma işlemine tabi tutulan tabakalı ağaç malzemelerden daha yüksek rutubette olması beklenen bir sonuçtur. Isıl iletkenliğinin; rutubet, ortam sıcaklığı ve özgül ağırlığın artması ile yükseldiği literatürde belirtilmiştir [12].

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Öztürk, R.B., ve Arıoğlu, N., (2006). Türk Sarıçamından Lamine Ahşap Kirişlerin Mekanik Özellikleri, İTÜ dergisi, mimarlık, planlama, tasarım, 5(2), 25-36.
- [2]. Örs, Y., ve Keskin, H., (2002). Lamine Masif Karaçam (Pinus nigra var. Pallasiana) Odununun Bazı Teknolojik Özellikleri ve Kullanım İmkanları. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(3), 699-707.
- [3]. Çolakođlu, 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.
- [4]. Altunkaya, P., (2007). Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Strüktür Sistemlerinin Mimaride Kullanım Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Trabzon.
- [5]. Hekimođlu, V., (2014). Göknar ve Sarıçam Odunlarından Nanokil İlaveli Çapraz Lamine Kereste Üretim Olanaklarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- [6]. Uysal, B., Yapıcı, F., Kol H., Ş., Özcan, C., Esen, R. ve Korkmaz, M., (2011). Emprenye Yapılmış Ağaç Malzeme Üzerine Uygulanan Üstyüzey İşlemlerinin Isı İletkenliklerinin Belirlenmesi, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Mayıs Bildiriler Kitabı, Elazığ.
- [7]. Gu, H. M., ve Zink-Sharp, A., (2005). Geometric model for softwood transverse thermal conductivity. Part I. *Wood and Fiber Science*, 37(4), 699-711.
- [8]. Demir, A., (2014). Yangın Geciktirici Emprenye Maddelerinin Çeşitli Ağaç Türlerinden Üretilen Kontrplakların Isıl İletkenliğine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [9]. ASTM C 518, 2004. Methods of Measuring Thermal Conductivity, Absolute and Reference Method. ASTM International: West Conshohocken, USA.
- [10]. Kamke, A.F., ve Zylkowski, S.C., (1989). Effects of Wood –Based Panel Characteristics on Thermal Conductivity, *Forest Products Journal*, 39(5), 39-24.
- [11]. Demirkır, C., (2012). Çam Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Yapı Maksatlı Kontrplak Üretiminde Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [12]. Sonderegger, W., ve Niemz, P., (2009). Thermal Conductivity and Water Vapour Transmission Properties of Wood Based Materials, *European Journal of Wood Products*, 67, 313-321.