

## ÜRETİM FAKTÖRLERİNİN YÖNLENDİRİLMİŞ YONGALEVHALARIN ISI İLETKENLİK KATSAYISI DEĞERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Mustafa KORKMAZ<sup>1</sup> Fatih YAPICI<sup>2</sup> İzham KILINÇ\*<sup>3</sup> Nezire Zeynep TAŞDEMİR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fak. Ağaç İşleri Endüstri Müh. Böl., 81620, Düzce, TÜRKİYE

<sup>2</sup>On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Müh. Fak., Endüstri Müh. Böl., 55421, Samsun, TÜRKİYE

<sup>3</sup>Batman Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, İç Mekan Tas. Prog., 72060, Batman, TÜRKİYE

\*izham.kilinc@batman.edu.tr

**Özet-**Bu çalışmada, yönlendirilmiş yonga levhaların üretim koşullarının ısı iletkenlik katsayısı değerine etkileri araştırılmıştır. Üretimde kullanılan yonga (strand) boyutları literatür dikkate alınarak ortalama 80x20x0,6 mm kalınlığında olacak şekilde sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunundan üretilmiştir. Yapıştırıcı madde olarak %47'lik fenol formaldehit tutkal çözeltisinden tam kuru yonga ağırlığına göre %3-6-9 -12, pres süresi 3-6-9 dakika, pres sıcaklığı 175-185-195°C ve pres basıncı ise 30-40-50 kg/cm<sup>2</sup> olarak uygulanmıştır. Üretilen deneme levhalarının ısı iletkenlik katsayısı değerleri belirlenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda üretilen levhaların ısı iletkenliği katsayısı değerlerin 0,105 W/mK ile 0,205 W/mK arasında değiştiği gözlemlenmiş olup, üretimde kullanılan tutkal oranı ve pres basıncının artırılması ile levhaların ısı iletim katsayısı değerlerinin arttığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler-** Yönlendirilmiş yongalevha (OSB), Fenol Formaldehit, Isı İletim Katsayısı Değeri

## THE INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF PRODUCTION FACTORS ON THE THERMAL CONDUCTIVITY VALUE OF ORIENTED STRAND BOARD

**Abstract-**In this study, the effects of the production conditions of oriented strand board on the thermal conductivity value were investigated. The strands used in the production were produced from Scots pine (*Pinussylvestris* L.) wood with an average length of 80 mm, a width of 20 mm and a thickness of 0.6 mm taking the literature. The 47 % phenol formaldehyde adhesive was applied at 3-6-9 and 12% relative to dry strand weight. In addition, the press durations, temperatures and pressures were applied as 3-6-9 minutes, 175-185-195 °C and 30-40-50 kg/cm<sup>2</sup>, respectively. As a result of the experiments, that the thermal conductivity values between 0,105 W/mK and 0,205 W/mK and it was determined that the heat transfer of the test samples were increased by increasing the adhesive ratio and press pressure used in production.

**KeyWords-**OrientedStrand Board (OSB), PhenolFormaldehyde, ThermalConductivity

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

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnsanlık tarihinin başlangıcından beri en çok kullanılan ve kullanımı her geçen gün çeşitlenerek artan malzemelerin başında odun gelmektedir. Dünyada artan nüfus ve refah seviyesi, orman kaynaklarının kısıtlı olması, masif ağaç malzemede bulunan bazı kusurların iyileştirilerek daha homojen ve daha geniş yüzeylere sahip yonga levha, lif levha, kontrplak gibi ahşap kompozit malzemeler geliştirilmiştir [1]. Yönlendirilmiş yonga levha (OSB) mekanik özelliklerin iyileştirilmesi için etiket yonga levhalardan esinlenerek geliştirilmiş olup, özellikle yapı sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır [2]. Yönlendirilmiş yonga levhalar yapı malzemesi olarak çatı kaplamaları, yer döşemesi, prefabrik yapılar, duvar ve ev ara bölmeleri gibi her türlü iç dekorasyon işlerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [3]. Yapı sektöründe özellikleyalıtım amaçlı kullanılan malzemelerde ısı iletim katsayı değeri oldukça önemlidir.

Ahşap kompozit malzemelerde ısı iletimlik değeri, üretimde kullanılan bağlayıcı türü, miktarı, bunlara ilave edilen dolgu ve katkı maddelerine göre değişmektedir [4]. Yonga levha, kontrplak, OSB ve lif levha gibi ahşap kompozit levha ürünlerinde koruma amacıyla gerçekleştirilen emprenye işlemlerinin de ısı iletimlik değeri üzerine etkisi vardır [5-6]. Kullanılan yangın geciktirici kimyasallar, ısının kimyasal olarak absorbe edilmesini sağlayarak odun yüzeyinin tutuşmasını engellediği ve odunun ısı iletimliğini artırdığı belirtilmiştir [7]. Ahşap esaslı kompozit levhalarda, kullanılan hammadde, tutkal türü ve miktarı ve üretim koşulları ısı iletim katsayı değerlerini doğrudan etkileyen en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Bu çalışmada, yönlendirilmiş yonga levhaların (OSB) ısı iletim katsayı değerleri üzerine bazı üretim koşullarının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

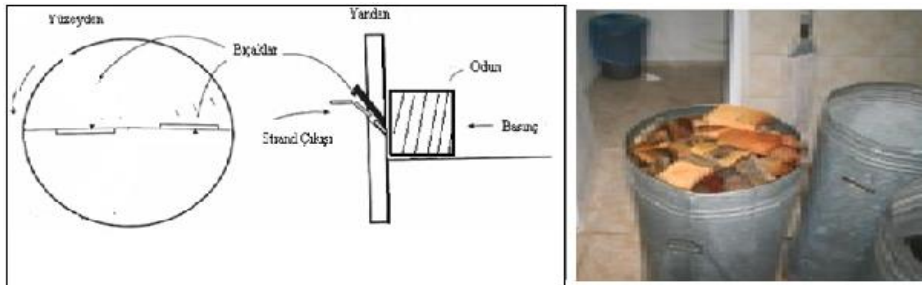
## 2. MATERYAL ve YÖNTEM (MATERIAL and METHOD)

### 2.1. Materyal (Material)

Yapılan çalışmada ülkemizde doğal olarak yetişen sarıçam (*Pinus slyvestris* L.) odunlarından elde edilen yongalar (strand) ve OSB levha sanayinde yaygın olarak kullanılan fenol formaldehit tutkalı (% 47'lik) tercih edilmiştir.

### 2.2. Deneysel Levhaların Üretimi (Production of Test panels)

Piyasadan temin edilen latalar çalışmada kullanılacak strandlere uygun boyutta prizmalar şeklinde kesilmiştir. Strand geometrisinin yüzey özelliklerinin daha homojen olması için elde edilen prizmalar su içerisinde yaklaşık %60 rutubet değerine kadar bekletildikten sonra yongalama işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 1-2).



Şekil 1. Strandlerin elde edilme işlemleri (Strand obtaining processes)



Şekil 2. Strandlerin elde edilme işlemleri (Strand obtaining processes)

Tasnif için yongalar, elenmiş; üst kısmında kalan yongalar el ile muayene edilerek yongaların istenilen boyutlarda olup olmadığı kontrol edilip ince kırıntılarının üretimde kullanılacak yongalardan ayrılması sağlanmıştır. Daha sonra elde edilen yongalar laboratuvar tipi kurutma fırınında ortalama %2–3 rutubet değerine ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Tutkallama işlemi için yongalar döner karıştırıcı içerisine atılmış ve tutkal püskürtme işlemi manuel olarak havalı tabanca ile yapılmıştır. Homojen bir tutkallama yapmak için dış ve orta tabaka yongaları ayrı olarak tutkallanmış ve tam kuru yonga ağırlığına göre %3-6-9 ve 12 olacak şekilde uygulanmıştır.

Deneme levhaları, 550x500x12 mm boyutlarında hazırlanan levha taslağının içerisinde elektrikle ısıtılan, tek katlı, 180 ton kapasiteli, 600x600mm ebatlarında plakalara sahip laboratuvar tipi, hidrolik preste pres basıncı 30-40-50 kg/cm<sup>2</sup>, pres süresi 3-6-9 dakika ve pres sıcaklığı 175-185-195±3°C koşullarında üretilmiştir.

Presleme işleminden sonra tutkalın sertleşmeye devam etmesini sağlamak için levhalar pres sacları arasında sıcaklığı düşünceye kadar bekletilmiştir. Tüm levhalar için bekletme süresi eşit tutulmuştur. Belirli bir sıcaklığa kadar soğutulan levhalar özel olarak hazırlanan kapalı haznede tamamen soğuyuncaya kadar bekletildikten sonra, deneme levhaları 20±2°C sıcaklık ve %65±5 bağıl nemi olan iklimlendirme dolabında belirtilen esaslara göre klimatize edilmiştir [8].

### 2.3. Deneysel Örneklerinin Hazırlanması (Preparation of Test Specimens)

Numunelerin ısı iletkenliği katsayısı ölçümleri ASTM C1113-99 [9] esaslarına göre gerçekleştirilmiştir. Deneysel örneklerde kullanılan *Quick Thermal Conductivity-500* ısı iletkenliği test makinesinde PD-11 sensör probu kullanılmıştır. Örneklerin ısı iletkenliği ölçümü için minimum boyutlar 50x100 mm'dir. Ölçüm zamanı ise standard 100-120 saniyedir. Deneysel örneklerde kullanılan *Quick Thermal Conductivity-500* ısı iletkenliği test cihazı Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Isı iletim katsayısı ölçüm cihazı (Thermal conductivity measuring device)

### 2.4. Verilerin değerlendirilmesi (Evaluation of the Data)

Deneysel örneklerde elde edilen verilere çoklu varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizine göre gruplar arasındaki farklılıkların önem derecesini belirlemek amacıyla ise Duncan testi uygulanmıştır.

### 3. BULGULAR (FINDINGS)

Üretilen deneme levhalarının hava kurusu denge rutubet miktarlarının %5,12-9,28 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yine üretilen deneme levhalarının hava kurusu yoğunluk değerlerinin ise 0,54-0,69 gr/cm<sup>3</sup> arasında olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada belirlenen ısı iletkenliği katsayı değerinin 0,105 W/mK ile 0,205 W/mK arasında değiştiği tespit edilmektedir. Belirlenen ısı iletim katsayılarına ait aritmetik ortalama ( $X_{ort}$ ) ve standart sapma ( $S_{id}$ ) değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Üretim Koşulları			Pres Basıncı / Ortalama Isı İletim Katsayısı (W/mK)					
Pres süresi (dak.)	Pres sıcaklığı (°C)	Tutkal oranı (%)	30 (kg/cm <sup>2</sup> )		40 (kg/cm <sup>2</sup> )		50 (kg/cm <sup>2</sup> )	
			Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma
3	175	3	0,159	0,008	0,170	0,004	0,145	0,002
		6	0,163	0,004	0,147	0,001	0,182	0,005
		9	0,178	0,004	0,165	0,006	0,157	0,012
		12	0,133	0,003	0,182	0,004	0,176	0,006
	185	3	0,149	0,002	0,145	0,002	0,150	0,005
		6	0,105	0,006	0,147	0,002	0,192	0,006
		9	0,164	0,002	0,181	0,008	0,186	0,004
		12	0,167	0,007	0,175	0,004	0,163	0,004
	195	3	0,189	0,001	0,171	0,003	0,160	0,011
		6	0,146	0,002	0,163	0,004	0,117	0,002
		9	0,147	0,004	0,167	0,004	0,178	0,004
		12	0,174	0,005	0,191	0,003	0,205	0,007
6	175	3	0,170	0,004	0,145	0,002	0,179	0,005
		6	0,176	0,003	0,146	0,002	0,145	0,001
		9	0,190	0,006	0,186	0,005	0,178	0,010
		12	0,182	0,005	0,164	0,004	0,178	0,006
	185	3	0,199	0,006	0,159	0,008	0,145	0,004
		6	0,164	0,012	0,160	0,013	0,166	0,007
		9	0,184	0,007	0,181	0,003	0,186	0,013
		12	0,164	0,004	0,168	0,003	0,182	0,003
	195	3	0,139	0,001	0,146	0,002	0,166	0,001
		6	0,146	0,002	0,124	0,001	0,136	0,005
		9	0,161	0,004	0,162	0,002	0,165	0,003
		12	0,176	0,006	0,134	0,004	0,169	0,007
9	175	3	0,175	0,001	0,161	0,002	0,131	0,002
		6	0,120	0,005	0,195	0,003	0,148	0,002
		9	0,152	0,007	0,179	0,003	0,174	0,012
		12	0,202	0,004	0,166	0,005	0,163	0,003
	185	3	0,190	0,002	0,138	0,004	0,146	0,002
		6	0,144	0,003	0,165	0,005	0,173	0,002
		9	0,165	0,005	0,157	0,011	0,188	0,005
		12	0,182	0,008	0,194	0,003	0,185	0,010
	195	3	0,147	0,001	0,164	0,004	0,168	0,001
		6	0,147	0,002	0,133	0,001	0,157	0,015
		9	0,169	0,002	0,164	0,005	0,177	0,002
		12	0,136	0,001	0,165	0,002	0,191	0,004

Tablo 1. Isı iletim katsayılarına ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri (Arithmetic mean and standard deviation values of heat transfer coefficients)

Deneme levhalarında ısı iletim katsayılarına ait ortalama değerlere bakıldığında; pres süresinin ısı iletim katsayısı değerleri üzerine herhangi bir etkisi görülmemiştir. Ancak genel olarak artan tutkal oranı ve pres basıncı ile ısı iletim katsayı değerlerinin de arttığı belirlenmiştir. Bunda artan tutkal ve basınç ile levha içerisinde yongalar arası mekanik etkileşimin arttırdığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ahşap esaslı kompozit levhalarda, özgül kütle artması ısı iletim katsayısını arttırmaktadır [10]. Isı iletim katsayısı levha içerisindeki hava boşluğu ile ilgili olup, yoğunluğun azalması ısı iletim katsayı değerini iyileştirici yönde etki yapmaktadır [11].

Pres basıncı, pres süresi, pres sıcaklığı ve tutkal oranının örneklerin ısı iletim katsayısına etkisini belirlemek için yapılan çoklu Varyans analizine ilişkin sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Kareler Toplamı	Ortalama Kareler	F Hesap	ÖnemDüzeyi (P<0,05)
Pres Basıncı (A)	0,00	2	0,00	20,65	0,00
Pres Süresi (B)	0,00	2	0,00	0,77	0,46
Pres Sıcaklığı (C)	0,00	2	0,00	56,04	0,00
Tutkal Oranı (D)	0,02	3	0,01	279,95	0,00
A * B	0,01	4	0,00	55,06	0,00
A * C	0,00	4	0,00	21,49	0,00
B * C	0,01	4	0,00	66,81	0,00
A * B * C	0,01	8	0,00	30,72	0,00
A * D	0,01	6	0,00	39,19	0,00
B * D	0,00	6	0,00	11,80	0,00
A * B * D	0,01	12	0,00	20,91	0,00
C * D	0,00	6	0,00	23,11	0,00
A * C * D	0,01	12	0,00	34,06	0,00
B * C * D	0,01	12	0,00	21,24	0,00
A * B * C * D	0,03	24	0,00	42,25	0,00
Hata	0,01	216	0,00		
Toplam	8,84	324			

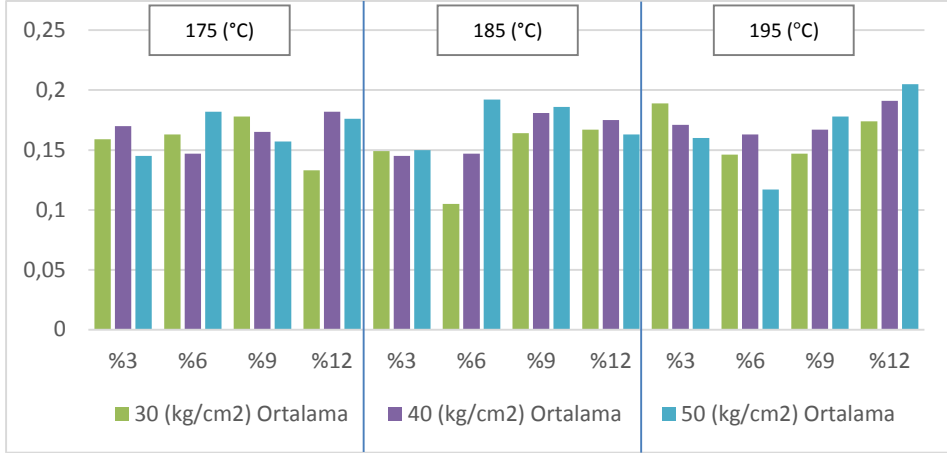
Tablo 2. Varyans analizine ilişkin sonuçlar (Results of Variance Analysis)

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre pres süresinin ısı iletim katsayı değeri üzerine etkisi istatistiksel açıdan %95 güven aralığında anlamsız bulunmuş, fakat diğer tüm faktörler ve onların karşılıklı etkileşimlerinin ısı iletim katsayı değeri üzerine etkisi ise istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Bulunan farklılığın parametreler arasındaki sıralamasını belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları tablo 3’te verilmiştir.

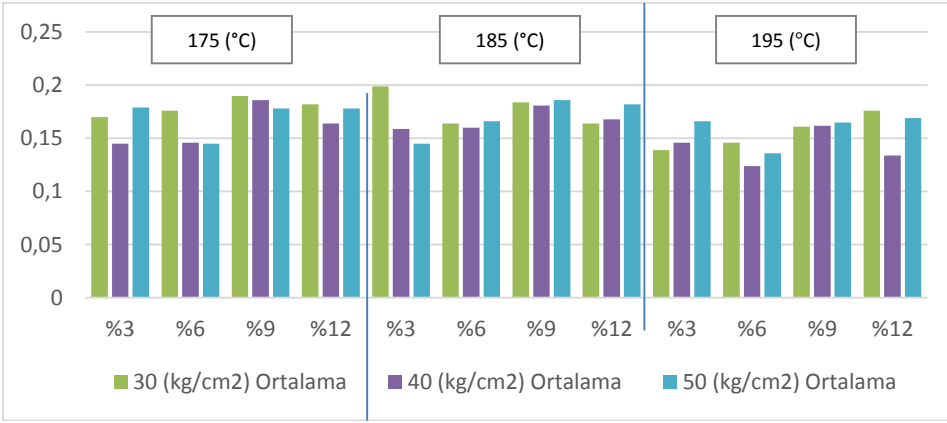
Üretim koşulları		Ortalama (N)	Homojenlik Grubu
Pres Basıncı (kg/cm <sup>2</sup> )	30	0,162	A
	40	0,162	A
	50	0,166	B
Pres Süresi (dak.)	3	0,163	A
	6	0,164	A
	9	0,164	A
Pres Sıcaklığı (°C)	175	0,165	B
	185	0,166	B
	195	0,159	A
Tutkal Oranı (%)	3	0,159	B
	6	0,152	A
	9	0,171	C
	12	0,172	C

Tablo 3. Duncan testi sonuçları (Results of Duncan Test)

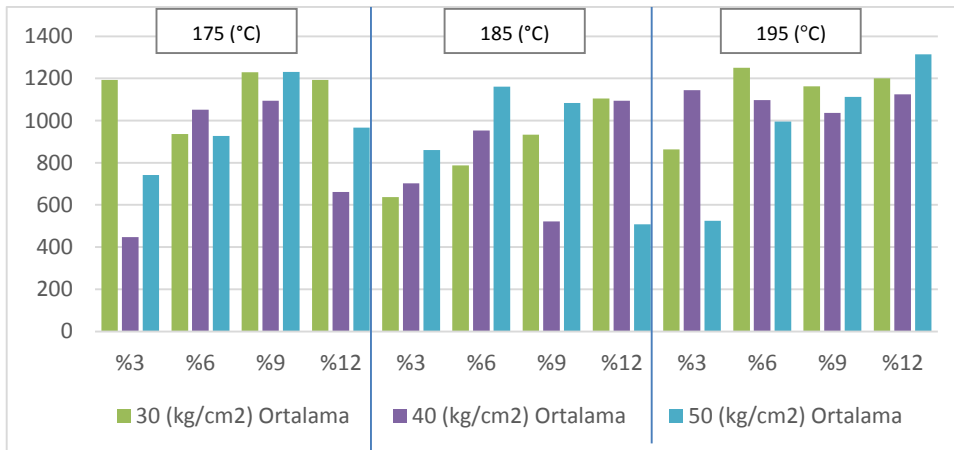
Duncan testi sonucuna göre levhalar arasındaki en yüksek ısı iletim katsayısı 0,172 W/mK ile %12 oranında tutkal ilave edilmiş deney örneklerinde, en düşük ısı iletim katsayısı ise 0,159 ile %3 tutkal ve 195°C sıcaklığa tabi tutulmuş deney örneklerinde belirlenmiştir. Duncan testi sonucuna göre üretim faktörlerinin levhaların ısı iletkenlik katsayısı üzerine istatistiki açıdan %95 önem düzeyinde anlamlı bulunan farklılıklar farklı homojenlik gruplarında gösterilmiştir. Üretim faktörlerine bağlı olarak deneme levhalarının ısı iletim katsayı değerine ilişkin değişim grafikleri Şekil 4, 5 ve 6’da gösterilmiştir.



Şekil 4. 3 dakika pres sonrası örneklerin ısı iletim katsayı değerine ilişkin değişim grafiği  
(Change graph of heat transfer coefficient values of samples after 3 minutes press)



Şekil 5. 6 dakika pres sonrası örneklerin ısı iletim katsayı değerine ilişkin değişim grafiği  
(Change graph of heat transfer coefficient values of samples after 6 minutes press)



Şekil 6. 9 dakika pres sonrası örneklerin ısı iletim katsayı değerine ilişkin değişim grafiği  
(Change graph of heat transfer coefficient values of samples after 9 minutes press)

#### 4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

OSB levhaların kullanım yerlerinden biride yalıtım amaçlı olarak yapı sektöründe kullanımıdır. Yapısal ahşap kompozit malzeme olan OSB levhalarında, ısı iletim katsayı değeri özellikle enerji verimliliği bakımından oldukça önemlidir. Isı iletim katsayısı, levha içerisindeki hava boşluğu ile alakalı olup, hava hacminin azalması ısı iletim katsayı değerini arttırmakta fakat yalıtım özelliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Yapılan çalışmada da tutkal oranının %3 den %12 yükseltilesi durumunda ısı iletim katsayı değerinin yükseldiği görülmüştür.

Yapılan çalışmada, deneme levhalarda belirlenen en düşük ısı iletim katsayısı 0,105 W/mK, en yüksek ise 0,205 W/mK olarak belirlenmiştir. Nemli ve Kalaycıoğlu, yaptıkları çalışmada, %50 kayın, %40 çam ve %10 kavak yongalarından üre formaldehit tutkalı kullanarak ürettikleri 0,66 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğundaki 18 mm yonga levhaların ısı iletim katsayı değerlerini 0,106 W/mK olarak tespit etmişlerdir [12]. Elde edilen değerler literatür ile uyum göstermektedir. Genel olarak artan tutkal oranı ve pres basıncı ile ısı iletim katsayı değerlerinin de arttığı belirlenmiştir. Bunda artan tutkal ve basınç ile levha içerisinde yongalar arası mekanik etkileşimin arttırdığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

ISO ve CEN standartlarına göre yalıtım malzemelerinin seçiminde dikkat edilen kriterlerden biriside ısı iletkenlik katsayı ( $\lambda$ ) değeri olup; bu değer  $\lambda > 0,065$  W/mK ise yapı malzemesi,  $\lambda < 0,065$  ise ısı yalıtım malzemesi olarak değerlendirilmektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmaya göre, üretilen deneme levhaları iç dekorasyon amaçlı yapı malzemesi olarak pek çok uygulamada kullanılabilir. Ancak, ısı izolasyonunun çok daha önem kazandığı uygulamalarda ısı iletim katsayı değeri daha düşük olan malzemelerin tercih edilmesi daha faydalı olacaktır. Ayrıca, rutubet ile direkt temas edecek ve özellikle ağır yük taşıyacak uygulamalarda, OSB levhaların üretim koşullarında farklı tutkal veya ilave katkı maddeleri kullanılarak levha özelliğini iyileştirici çalışmalar yapılabilir.

#### 5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Bozkurt, A. Y. and Göker, Y., (1981). "Orman Ürünlerinden Faydalanma", *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, İstanbul,
2. Harris, R. A. and Johnson, J. A., "Characterization of flake orientation in flakeboard by the von Mises probability distribution function", *Wood & Fiber*, 14 (4): 254–266 (1982).
3. Ayla, C. (2001). "OSB Üretim Teknolojisi", *Laminart Dergisi*, 12(1), İstanbul.
4. Kamke, F. A. and Zylkowski, S. C., (1989). "Effects of Wood-Based Panel Characteristics on Thermal-Conductivity", *Forest Products Journal*, 39 (5): 19–24.
5. Şahin Kol, H., Uysal, B., Kurt, Ş., and Ozcan, C., (2010). "Thermal conductivity of oak impregnated with some chemicals and finished", *BioResources*, 5 (2): 545–555.
6. Demir, A., Aydın, İ., and Çolakoğlu, G., (2015) "Yanmaya Karşı Emprenye Edilmiş Kaplama Levhalarında Isıl İletkenlik ve Yüzey Pürüzlülüğü", *3. Ulusal Mobilya Kongresi Bildiriler Kitabı*, 374–378, Konya.
7. Ustaömer, D., (2008). Çeşitli Yanmayı Geciktirici Kimyasal Maddelerle Muamele Edilerek Üretilmiş Orta Yoğunluktaki Liflevhaların (MDF) Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
8. TS 642 ISO 554 (1997). Kondisyonlama ve/veya Deney için Standard Atmosfer Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

9. ASTM C 1113-99 (2004). Standard Test Method for Thermal Conductivity of Refractories by Hot Wire (Platinum Resistance Thermometer Technique).", West Conshohocken, USA.
10. Bozkurt, Y., Göker, Y., (1985). "Yongalevha Endüstrisi", *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, İstanbul.
11. Yapıcı, F., (2008) "Sarıçam (Pinus sylvestris L.) Odununun OSB Üretiminde Kullanılmasında Bazı Üretim Faktörlerinin Levha Özellikleri Üzerine Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bartın.
12. Gökay, N., Kalaycıoğlu, H. (2002). "Effects of Surface Coating Materials on the Thermal Conductivity and Combustion Properties of Particleboard", *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 26(1) 155–160.