

Viniltrimetoksisilan ile modifiye edilmiş yongalardan üretilen levhaların bazı mekanik ve fiziksel özelliklerinin incelenmesi

Investigation of some mechanical and physical properties of boards produced from chips modified with vinyltrimethoxysilane

Oktaç GÖNÜLTAŞ¹
Mahmut Ali ERMEYDAN¹
Onur AYKANAT¹

¹ Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Bursa

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Onur AYKANAT
onrayknt@gmail.com

Geliş tarihi (Received)

16.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

23.05.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Gönültaş, O. , Ermeydan, M. A. & Aykanat, O. (2022). Viniltrimetoksisilan ile modifiye edilmiş yongalardan üretilen levhaların bazı mekanik ve fiziksel özelliklerinin incelenmesi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 193-198 . DOI: 10.17568/ogmo-ad.1088893

Öz

Ahşap yüzey modifikasyonu, hem iç hem de dış mekan uygulamalarında yaşam döngüsü boyunca ahşabın direncini artırma konusunda başarılı olduğu ortaya çıkan kapsamlı bir kavramdır. Bu çalışmada, levha üretiminde kullanılan formaldehitin kullanım esnasındaki emisyonunu azaltmak, levhaların mekanik ve fiziksel özelliklerindeki değişimi gözlemek için yongaların kimyasal olarak modifiye edilmesi amaçlanmıştır. Kimyasal modifikasyon işlemi silan bazlı uyumlaştırıcı kimyasal kullanılmıştır. Levhalar orta tabakalarda %7, yüzey tabakalarında %12 üre formaldehit tutkalı, 190°C pres sıcaklığı ve 4 dk pres süresi kullanılarak üretilmiştir. Her bir grup levhadan örnekler elde edilerek fiziksel özellik olarak yoğunluk, su alma ve kalınlık artışı, mekanik özellik olarak eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci standartlara uygun olarak belirlenmiştir. Ayrıca kimyasal olarak modifiye edilen yongaların kimyasal özelliklerini belirlemek için Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) analizi, termal özelliklerini belirlemek için de Termogravimetrik Analiz (TGA) kullanılmıştır. Böylece kimyasal olarak yüzey modifikasyonu yapılan yongaların, yonga levha üretiminde kullanımının levha kalitesine olan etkileri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yonga levha, kimyasal modifikasyon, silan, eğilme direnci, üre formaldehit

Abstract

Wood surface modification is a comprehensive concept that has proven successful in increasing the resistance of wood throughout its lifecycle in both indoor and outdoor applications. In this study, it is aimed to chemically modify the chips in order to reduce the emission of formaldehyde used in particle board production and to observe the changes in the mechanical and physical properties of the boards. The particle boards were produced using 7% urea-formaldehyde in the middle layers and 12% in the surface layers, a press temperature of 190°C and a pressing time of 4 minutes. Samples were prepared from each group, and physical properties such as density, water absorption, and thickness swelling and mechanical properties such as bending resistance, the flexural modulus of elasticity, and tensile strength perpendicular to the surface were determined in accordance with the standards. In addition, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) analysis was applied to determine the chemical properties of the chemically modified chips, and Thermogravimetric Analysis (TGA) was applied to determine their thermal properties. Thus, the effects of using chemically surface modified chips in particle board production on board quality were investigated.

Keywords: Particleboard, chemical modification, silane, bending strength, urea-formaldehyde



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Ahşap esaslı panellerin önemli uygulama kısıtlamaları, değişen iklimlerde ve sıvı ile temasta zayıf boyutsal kararlılıklarına atfedilmektedir. Düzlemle paralel olan levhaların şişme ve büzülme davranışı, elyafa paralel olan masif ahşabın davranışı ile uyuşurken, düzleme dik değerler önemli ölçüde daha büyüktür. Ahşap parçacıklarının şişmesi ve büzülmesi ve yapıştırıcıların hidrolizi, uygulamayı düşük nem koşullarıyla sınırlamaktadır. Boyutsal kararlılık, levha yoğunluğu, odun türü, reçine türü, presleme koşulları, parçacık geometrisi hidrofobik maddelerden etkilenir (Hundhausen ve ark., 2009).

Ancak ahşap esaslı paneller: özellikle yonga levhalar, belirli bir miktar su emilimine maruz kaldıktan sonra şişer ve bozulur. Ahşap esaslı panellerdeki bağlayıcı veya matris, kompozitlerin su alımını azaltmaya yardımcı olacağından, suya dayanıklı polimer kullanılarak bu sorun en aza indirilebilir. Formaldehit reçineleri, yonga levha yapımında yaygın olarak kullanılan bağlayıcılar arasındadır (Mohamad Amini ve ark., 2016). Yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmek için, sodyum hidroksit (NaOH), silanlı bileşikler ve MAPP gibi kimyasallar eklenerek parçacık modifikasyonlarının yapılmasının geliştirici olacağı düşünülmektedir.

Modifiye yongalar, ahşap esaslı kompozitlerin boyutsal kararlılığını geliştirmek için bir yöntemdir. Boyutsal kararlılık, hidroksil içeriğini azaltmak için odunun kimyasal olarak değiştirilmesiyle elde edilebilmektedir. Silanlar, panel kompozitlerinde ve yapıştırıcı formülasyonlarında yaygın olarak kullanılan verimli birleştirme ajanları olarak kabul edilmektedir. Cam elyaf takviyeli polimer kompozitler ve mineral dolgulu polimer kompozitler gibi inorganik dolgu takviyeli polimer kompozitlerde başarıyla uygulanmıştır. Silanlar ayrıca birçok yapıştırıcı formülasyonunda yapışma artırıcıdır veya daha güçlü yapışma sağlayan alt tabaka astarları olarak kullanılır (Ishak ve ark., 2013).

Azlina Ramlee ve ark. (2021) palmye yağı/şeker kamışı lifi içeren fenolik hibrit kompozit çalışmalarında silanlı bileşik ve hidrojen peroksit ile yüzey modifikasyonu uygulamışlardır. En iyi me-

kanik sonuçlar, silanla muamele edilen numunede elde edilmiştir. Hafezi ve Hosseini (2014), üre formaldehit (UF) tutkalı ile üretilen buğday samanı yonga levhaların yüzey karakteristiği ve fiziksel özelliklerini araştırmışlardır. Silan kullanılan varyasyonlarda fiziksel özelliklerin iyileştiği gözlemlenmiştir.

Radabutra ve ark. (2021), silanlı bileşikler ile ön işlem yapılmış pirinç samanından üretilen yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Silanla ön işlem uygulanan varyasyonlarda fiziksel ve mekanik dayanımlarının arttığı gözlemlenmiştir. Selamat ve ark. (2014) yonga levha üretiminde modifiye nişasta kullanmışlardır. Modifiye işlemi yapılan varyasyonlarda fiziksel ve mekanik özelliklerin iyileştiği sonucu elde edilmiştir.

Araştırmamızda %5 ve %10 oranlarında viniltrimetoksisilan (VTMS) ile modifiye edilen yongalardan 60×60 cm boyutunda ve 8 mm levha üretimi yapılmıştır. Levhaların yoğunlukları 0.50 g/cm³ olarak hedeflenmiştir. Üretilen levhalarda fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Bu çalışma ile ahşap esaslı levha alanında silan bazlı uyumlaştırıcı kimyasallar ilk defa denenmiş, bu ve benzeri kimyasalların kullanımının yeni nesil lif levhaların üretimini gelecekte teşvik edeceği düşünülmektedir.

2. Materyal ve metot

Odun yongaları ve üre formaldehit tutkalı Balıkesir Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından temin edilmiştir. Çam, meşe ve kayın odunlarının yongalarından elde edilen ticari karışım kullanılmıştır. Yonga levha üretiminde yüzey tabakada %50 katı madde oranına sahip UF, orta tabakada ise %65 katı madde oranına sahip UF tutkalı (Tablo 1) ve sertleştirici olarak amonyum klorür kullanılmıştır.

2.1. Yongaların modifiye edilmesi

Yonga levhanın fiziksel özelliklerini iyileştirmek için viniltrimetoksisilan (VTMS) ile modifiye işlemi gerçekleştirilmiştir. Modifikasyon işlemi 5:1 oranında etanol-saf su çözeltisi kullanılmıştır. Bu karışımın içerisine çözeltinin %5'i kadar VTMS ve VTMS'nin %10'u kadar dikümil perok-

Tablo 1. Tutkal özellikleri
Table 1. Properties of adhesive

Numune	Katı madde oranı (%)	pH	Jelleşme zamanı (sn)	Yoğunluk (g/cm ³)	Viskozite (cP)
UF (%50 katı madde)	46,1	5,6	95	1,2	367,1
UF (%65 katı madde)	62,6	8,8	113	1,3	476,3

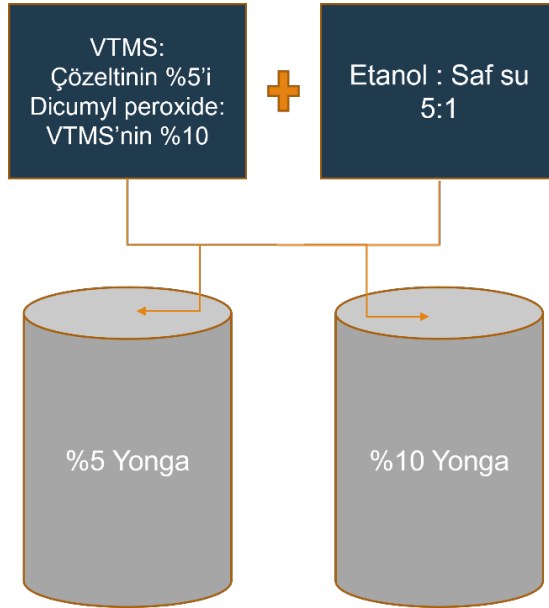
sit kullanılmıştır. Modifiye edilen yongalar çözelti içerisinde 6 saat bekletilmiştir (Şekil 1).

2.2. Yonga levhaların üretimi

Yonga levhaların üretimleri %45 yonga miktarı yüzey tabakada, %55 yonga miktarı orta tabakada olacak şekilde yapılmıştır. Yüzey tabakada %12 (%50 katı madde), orta tabakada %7 (%65 katı madde) üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Yonga levhalar 190 °C sıcaklık ve 70 bar basınçta 4 dakika bekletilerek üretilmiştir. Yonga levhaların kompozisyonları Tablo 2'de ve makroskopik görüntüsü Şekil 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Yonga levhaların kompozisyonu
Table 2. Composition of the particle boards

Numune	Üretimde kullanılan modifiye yonga
UF	-
5VT	%5
10VT	%10



Şekil 1. Yongaların modifiye edilmesini gösteren şema
Figure 1. Scheme showing the chips being modified



Şekil 2. Üretilen yonga levha yüzeyinin makroskopik görüntüsü
Figure 2. Macroscopic view of the produced particle board surface

2.3. Fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Yonga levhaların yoğunluk, rutubet, su alma, kalınlığına artış özellikleri belirlenmiştir. Her bir test için 10 örnek kullanılmıştır. Üretilen levhaların rutubet miktarları 50×50 mm boyutlarındaki örnekler ile belirlenmiştir (TS EN 322, 1999).

Yonga levhaların su alma ve kalınlık artışı özellikleri (TS EN 317, 1999) ve yoğunlukları (TS EN 323,1999) 50×50 mm örneklerden belirlenmiştir.

2.4. Mekanik özelliklerinin belirlenmesi

Mekanik testler SHIMADZU AG-IC üniversal test cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Yonga levhaların yüzeye dik çekme direnci 50×50 mm boyutunda numunelerle 2,5 mm/dk yükleme hızında (TS EN 319, 1999) ve eğilme dayanımları 210×50 mm boyutunda numunelerle 10 mm/dk yükleme hızında (TS EN 310, 1999) standartlara uygun olarak belirlenmiştir. Her bir test için 10 örnek kullanılmıştır.

2.5. FTIR analizi

Üretilen yonga levhaların kimyasal yapısını incelemek için FT-IR spektroskopisi yapılmıştır. FT-IR spektrumları için üniversal ATR detektörü olan Bruker marka cihaz kullanılmıştır. Ölçümler 4000-400 cm⁻¹ dalga boyları arasında 4 cm⁻¹ çözünürlükte yapılmıştır.

2.6. TGA analizi

Üretilen levhaların termal kararlılığını belirlemek için TGA analizi yapılmıştır. TGA analizleri 30-800°C sıcaklıklarında 10°C/dk ısıtma hızında gerçekleştirilmiştir.

2.7. İstatistiksel analiz

Yonga levha örneklerinin, fiziksel ve mekanik özellikleri SPSS 18.0 programı kullanılarak One-Way Anova testi yapılmış, homojenlik grupları Duncan homojenlik grupları olarak belirtilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Levhaların fiziksel özelliklerine ait bulgular

Levhaların su alma ve kalınlık artışı (Tablo 3) değerleri %5 modifiye yonga içeren 5VT varyasyonunda kontrol örneği olan UF numunelerine göre benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3. Yonga levhaların su alma ve kalınlık artışı özellikleri
Table 3. Water absorption and thickness increase the properties of particle boards

		Kontrol	5VT	10VT
Su alma (%)	2 saat	133.9 (6.8)* AA	135.9(5.1)BB**	120.5 (6.3) BB
	24 saat	151.1 (3.1) AA	152.3 (1.2) BB	136.1 (7.5) BB
Kalınlık artışı (%)	2 saat	37.3 (3.9) AA	37.1 (3.6) AA	35.1 (6.4) AA
	24 saat	40.3 (4.5) AA	40.1 (2.8) AA	37.9 (2.5) AA

*Standart sapma değerlerini göstermektedir, ** Duncan homojenlik gruplarını göstermektedir.

%10 modifiye yonga içeren 10VT varyasyonunda su alma değerlerinde ise fark edilebilir oranda düşüş elde edilmiştir. Paralel olarak kalınlık artışı değerleri de 10VT örneklerinde 24 saat sonunda bir miktar düştüğü gözlenmiştir. 5VT numunelerinin yoğunluk değerine (Tablo 4) baktığımızda diğer varyasyonlardan düşük olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle 10VT levhalarına göre daha düşük fiziksel

özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4'te gösterildiği üzere, kontrol, 5VT ve 10VT örneklerinin yoğunluk rutubet değerleri istatistik olarak benzerdir. Diğer yandan 5VT örneklerinin yoğunluk değerinin kontrol ve 10VT örneklerinden düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun üretim yöntemiyle ilgili olduğu düşünülmektedir.

Tablo 4. Yonga levhaların rutubet ve yoğunluk değerleri
Table 4. Moisture and density values of particle boards

	Kontrol	5VT	10VT
Rutubet (%)	5.84 (0.1)* AA	6.22 (0.5) AB**	6.11 (0.4) BB
Yoğunluk (g/cm ³)	0.47 (0.1) AA	0.42 (0.2) BB	0.48 (0.1) BB

*Standart sapma değerlerini göstermektedir, ** Duncan homojenlik gruplarını göstermektedir.

3.2. Levhaların mekanik özelliklerine ait bulgular

Levhaların mekanik özellikleri Tablo 5'te verilmiştir. Kontrol örneği UF ve 5VT levhalarında yüzeye dik çekme ve eğilme dayanımlarında benzer sonuçlar elde edilmiş, istatistik olarak bir fark görülmemiştir. 10VT levha örneğinde ise yüzeye dik çekme direnci 0.73 N/mm² olarak belirlenmiştir.

%10 modifiye yonga içeren 10VT levha örneklerinde silanli bileşiklerin iç yapışma direncine katkı sağladığı gözlemlenmiştir. Han ve ark. (1999) çalışmalarında, silanli bileşiklerle muamele edilmiş örneklerde temas açısını düşürdüğü ve yapışmaya olumlu katkı verdiği sonucunu elde etmişlerdir. Kontrol ve modifiye örnekler arasında eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet değerleri açısından istatistik bir fark görülmemiştir.

Tablo 5. Yonga levhaların mekanik özellikleri
Table 5. Mechanical properties of particle boards

	Kontrol	5VT	10VT
Yüzeye dik çekme dayanımı [N/mm ²]	0.40 (0.18)* AA	0.45 (0.07) AA**	0.73 (0.35) BB
Eğilme dayanımı [N/mm ²]	3.08 (0.84) AA	2.70 (1.03) AA	2.81 (1.14) AA
Elastikiyet modülü [N/mm ²]	595.18 AA (134.09)	550.37 AA (162.37)	569.53 AA (234.29)

*Standart sapma değerlerini göstermektedir, ** Duncan homojenlik gruplarını göstermektedir.

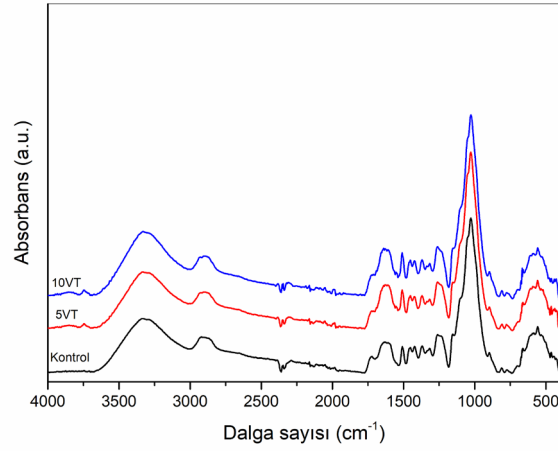
3.3. FTIR analizine ait bulgular

Şekil 3'de levhaların FTIR analizi grafiği gösterilmektedir.

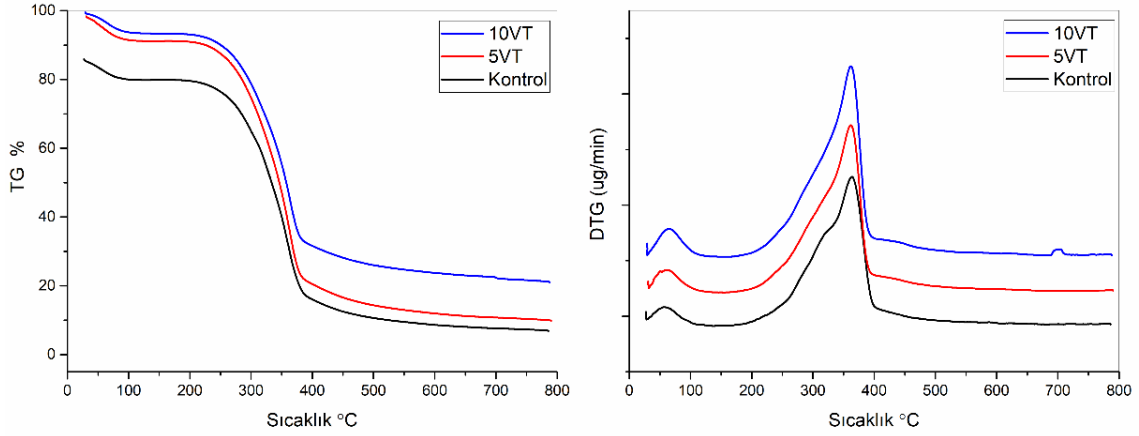
Yongaların modifiye edilmesi işleminde kullanılan VTMS dolayısıyla 2900 cm⁻¹ ve 2980 cm⁻¹'de Si-CH grubundaki C-H gerilme titreşimi görülmektedir. Ayrıca 3600 cm⁻¹ Si-OH pikinin belirlediği özellikle 10VT örneğinde fark edilmektedir (Shi ve ark., 2021). VTMS oranı arttıkça bu piklerin daha belirgin hale geldiği görülmektedir.

3.4. TGA analizine ait bulgular

Şekil 4'te levhaların TGA analiz grafiği gösterilmektedir. TGA sonuçlarına bakıldığında bozunmanın 200°C sıcaklıklarda başladığı ve 350-400 °C sıcaklık arasında maksimum bozunma hızına ulaştığı görülmektedir. Modifiye yonga içeren varyasyonlarda kalıntı miktarlarının referansa göre daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Yonga levhaların FTIR grafiği
Figure 3. FTIR graph of particle boards



Şekil 4. Yonga levhaların TGA grafiği
Figure 4. TGA graph of particle boards

4. Sonuçlar

Bu çalışmada viniltrimetoksisilan kullanılarak modifiye edilen yongalarla üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre %10 modifiye yonga içeren levhaların yüzeye dik çekme dayanımlarının kayda değer oranda arttığı, kontrole kıyasla eğilme dayanımlarının benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Diğer yandan ise yine %10 modifiye yonga içeren levhaların su alma ve şişme özelliklerinin iyileştiği gözlemlenmiştir. Modifiye yonga işleminin farklı süre, çözelti oranları ve modifiye yonga miktarları araştırılarak daha iyi sonuçlar elde etmek mümkün olacağı düşünülmektedir.

Sonuçta kimyasal modifikasyon işlemlerinin gelecekte uzun ömürlü ahşap malzeme üretiminde kritik öneme sahip olabileceği düşüncesinden hareketle, çalışmanın sonuçlarının önemli olduğu dü-

şünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK 2244 Sanayi Doktora Programı çatısı altında 118C102 numaralı TÜBİTAK projesi kapsamında sağlanan finansman ile yürütülmüştür.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Azlina Ramlee, N., Jawaid, M., Abdul Karim Yama-

-
- ni, S., Syams Zainudin, E., Alamery, S. 2021. Effect of surface treatment on mechanical, physical and morphological properties of oil palm/bagasse fiber reinforced phenolic hybrid composites for wall thermal insulation application. *Construction and Building Materials*, 276, 122239.
- Hafezi, S. M., Hosseini, K. D. 2014. Surface characteristics and physical properties of wheat straw particleboard with UF resin. *Journal of the Indian Academy of Wood Science*, 11(2), 168–173.
- Han, G., Umemura, K., Kawai, S. *et al.* (1999). Improvement mechanism of bondability in UF-bonded reed and wheat straw boards by silane coupling agent and extraction treatments. *J Wood Sci* 45, 299–305.
- Hundhausen, U., Militz, H., Mai, C. 2009. Use of alkyl ketene dimer (AKD) for surface modification of particleboard chips. *European Journal of Wood and Wood Products*, 67(1), 37–45.
- Ishak, A., A. Karim, S. R., Samsi, H. W. 2013. Mechanical and physical properties of particle board made from silaned and NaOH modified Kelampayan (*Neolamarckia cadamba*) particles. *Advanced Materials Research*, 812, 169–174.
- Mohamad Amini, M. H., Hashim, R., Sulaiman, N. S., Hiziroglu, S., Sulaiman, O., Mohamed, M., Abu Bakar, M. B. 2016. Effect of urea formaldehyde addition to the dimensional stability of particle Board made using glutardialdehyde modified corn starch as binder with FT-IR Analysis. *Materials Science Forum*, 840, 108–111.
- Radabutra, S., Khemthong, P., Saengsuwan, S. 2021. Effect of silane coupling agent pretreatment on the properties of rice straw particleboard bonded with prevulcanized natural rubber latex. *Journal of Rubber Research*, 24(1), 157–163.
- Selamat, M. E., Sulaiman, O., Hashim, R., Hiziroglu, S., Nadhari, W. N. A. W., Sulaiman, N. S., Razali, M. Z. 2014. Measurement of some particleboard properties bonded with modified carboxymethyl starch of oil palm trunk. *Measurement*, 53, 251–259.
- Shi, X., Pan, Y., Wang, Y., Jia, Z., Chen, T., Gong, J., Jiang, J. 2021. Synergistic effects of graphene and ammonium polyphosphate modified with vinyltrimethoxysilane on the properties of high-impact polystyrene composites. *Polymers*, 13(6).
- TS EN 322, 1999. Ahşap esaslı levhalar-Rutubet miktarının tayini.
- TS EN 317, 1999. Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini.
- TS EN 323,1999. Ahşap esaslı levhalar-Birim hacim ağırlığının tayini.
- TS EN 319, 1999. Yonga levhalar ve lif levhalar-Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini.
- TS EN 310, 1999. Ahşap esaslı levhalar-Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini.