



Silan ve Parafin İlavesinin Lif Levhaların Bazı Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi

İsmail ÖZLÜSOYLU¹, Abdullah İSTEK^{1*}, Ahmet CAN,

¹ Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 74100, BARTIN

Öz

Bu çalışmada lif levha üretiminde ilave katkı maddesi olarak kullanılan iki farklı silan ve parafinin levhaların bazı yüzey özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Deney levhalarının üretim aşamasında lifler üzerine 2-aminoetil-3-aminopropiltrimetoksilane (Silan A), 3-aminopropyltriethoxysilane (Silan B) ve sıvı parafin (SP) %1,5, %2,5, %3,5 olmak üzere 3 farklı oranda ilave edilmiştir. Elde edilen levhaların FTIR-ATR analizi ile bağ yapısı incelenerek kullanılan katkı maddelerinin etkileri belirlenmiştir. Bununla beraber, levhaların renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve mantar çürüklüğü sonrası ağırlık kaybı özellikleri belirlenerek bu özellikler üzerine silan ve parafin kullanımının etkileri irdelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre katkı maddesi konsantrasyonu arttıkça levhalarda renk koyulaşması ve yüzey pürüzlülüğünün arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca Silan A ve SP maddelerinin katılmasıyla toplam renk değişim değerleri artış gösterirken, Silan B ilavesiyle azalma göstermiştir. Mantar çürüklüğü sonrası ağırlık kayıpları standartlarda belirtilen değerden oldukça yüksek çıkmış ve çürüklüğe karşı bir direnç sağlanmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Silan, lif levha, renk, pürüzlülük, yüzey özellikleri, FTIR-ATR, çürüklük testi.

The Effect of Silane and Paraffin Addition on Some Surface Properties of Fiber Board

Abstract

In this study, the effect of two different silanes and paraffin on the surface properties of the boards were investigated. 3-aminopropyltrimethoxysilane (Silane A), 3-aminopropyltriethoxysilane (Silane B) and liquid paraffin (SP) were added to the fibers in the production phase of the test boards in 3 different ratios (%1,5, %2,5 and %3,5) have been added. The bond structure of boards was examined by FTIR-ATR analysis and the effects of the additives used were determined. In addition, the color change of the boards, surface roughness and weight loss after decay test were determined and the effects of silane and paraffin use on these properties were examined. According to the obtained results, it was determined that as the concentration of the additives increases, the color darkening and surface roughness increase. However, while the total color change values increased with the addition of silane A and SP materials, it decreased with the addition of silane B. After decay test weight loss was considerably higher than the standard value and was not found resistance to decay.

Keywords: Silane, fiberboard, color, roughness, surface properties, FTIR-ATR, decay test.

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Abdullah İSTEK (Dr.); Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 74100, Bartın-Türkiye. Tel: +90 (378) 223 5076, Fax: +90 (378) 223 5062, E-mail: aistek@bartin.edu.tr ORCID: 0000-0002-3357-9245

Geliş (Received) : 20.07.2018
Kabul (Accepted) : 11.09.2018
Basım (Published) : 15.12.2018

1. Giriş

Odun esaslı kompozit malzemelerin birçok çeşidi büyük miktarlarda üretilmekte ve değişik alanlarda kullanılmaktadır. Bu alanların başında iç ortamlarda mobilya ve dekorasyon uygulamaları ile yapısal amaçlı kullanımlar gelmektedir. Ülkemizde ve dünyada yaygın olarak üretilen odun esaslı kompozitlerin başında orta yoğunluklu lif levha (MDF), yonga levha (PB) ve yönlendirilmiş yonga levha (OSB) gibi ürünler gelmektedir. MDF levhalar mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılan lif levha türü olup, ülkemizde de yonga levha ile birlikte yüksek miktarlarda üretilmektedir (İstek vd. 2017; Çabuk vd. 2013; Çabuk vd. 2015).

Özellikle abiyotik ve biyotik faktörlerin etkili olduğu kullanım yerlerinde levha ürünleri herhangi bir ilave katkı maddesi olmaksızın ya da bir koruma işlemine tabi tutulmadan kullanılmaları durumunda yapısal bozulmalar, çürüme ve bünyesine su alarak boyut değiştirme gibi bazı sorunlarla karşılaşmaktadır (Var, 2000). Levha ürünlerinin boyutsal kararlılığını sağlamak amacıyla üretimde hidrofobik (parafin, vaks vb.) katkı maddeleri kullanılmaktadır. Parafin, yüksek derecede su itici etkiye sahip olması, ergime noktasının uygun bulunması, diğer hidrofobik maddelerle karşılaştırıldığında ekonomik olması ve levha yüzeyinin parlak görünmesini sağlaması gibi özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır (Gözalın, 2016; Bozkurt ve Göker, 1990). İlave katkı maddelerinin levha özellikleri üzerine bazı etkileri olabilmektedir. Levhalara hidrofobik özellik kazandırmak için kullanılan maddelerden parafinin, levhaların bazı direnç özelliklerini düşürdüğü ancak tam kuru yonga ağırlığına oranla %1 veya daha az oranlarda kullanıldığında özellikleri etkilemediği belirtilmektedir (Gündüz ve Masraf, 2005). Parafin emülsiyon olarak %0,5-1 oranında kullanılır (Maloney, 1977), %1'in üzerinde parafin ilavesinin direnç değerlerini azalttığı, telafisi için levha yoğunluğu veya tutkal miktarının artırılması gerektiği vurgulanmaktadır (Heebink, 1967). Ayrıca parafin ilave edilen levhaların yüzey kaplaması bakımından daha uygun ve işlenmesinin daha kolay olduğu belirtilmektedir (Lynam, 1969; Akbulut 1998'den).

Silan kendine özgü bazı özellikleri ile sentetik tutkalların yapışma özelliklerini artırmakta ve kullanıldıkları ürünlerin mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi yanında su itici özellikte olmasından dolayı fiziksel özelliklerini de iyileştirmektedir (EP, 2012). Silanlar ve siloksanlar gibi organosilikon bileşikler taşı duvar, tekstil, seramik üzerinde koruma sağlaması nedeniyle ahşabı koruyucu olarak uygunluğu araştırılmıştır (Rochow, 1987; Ren ve Kagi, 1995; Mayer, 1998). Bu kimyasalların etkinliği esas olarak hidrofobik olmalarından kaynaklansa da odunun mantar çürümeye karşı korunmasında bu ürünlerin etkinliğini değerlendirmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda amaç odunun nem içeriğinin azaltılarak mantar büyümesinin engellenmesi olup, çalışmalar sonucunda olumlu ve olumsuz farklı sonuçlar elde edilmiştir (Goethals ve Stevens, 1994; Hill vd. 2004; Mai ve Militz, 2004; Mai vd. 2005).

Ahşap esaslı levha üretiminde kullanılan tutkal türü ve miktarı, levhaların kullanım yerlerinde göstereceği performans üzerinde doğrudan etkilidir. Bu sebeple levha ürünlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla yapılan araştırmalar çoğunlukla üretimde kullanılan bağlayıcıların modifikasyonu ya da bağlayıcı içerisine farklı ajanların ilavesi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Üretimde kullanılan tutkal miktarının artmasıyla levhaların direnç özellikleri iyileşmekte ve boyutsal kararlılığı artmaktadır (Göker ve Akbulut 1992). Yapılan bir çalışmada masif odunun silanla muamelesinden sonra odun bileşenleri ile polimerik bağlayıcılar arasında silan köprüsü oluşması nedeniyle mekanik direnç özellikleri ve boyutsal kararlılığının arttığı belirtilmiştir (Rozman vd. 1997). Onat vd. (2014), amino alkali siloksan oligomerlerini yonga levhaların rutubetli ortamlara karşı direncini arttırmak amacıyla hidrofobik ajan olarak kullanmış, siloksan oligomerinin levhaların su alma ve kalınlığına şişme gibi özelliklerini iyileştirdiği sonucuna varmışlardır. Silan modifikasyonunun OSB özellikleri üzerine etkisinin incelendiği diğer bir çalışmada ise silan ile modifiye edilmiş fenol formaldehit (FF) tutkalı ile üretilen OSB'lerin bazı mekanik direnç özellikleri ile su alma ve kalınlığına şişme gibi fiziksel özelliklerinde iyileşme olduğu belirtilmektedir (İstek vd. 2016). Han ve arkadaşlarının silan kullanılarak ürettikleri yonga levhalarda silan ilaveli levhaların şişme analizi sonuçları, kontrole göre % 5 daha az bulunmuştur (Han vd. 1998). Donath ve vd. (2004), tetra-etoksi-silan, metil-etoksi-silan ve propiltri-etoksi-silan bileşiklerinden monomerik silanların oligomerik silanlara göre daha yüksek tutunma ve şişmeye karşı dayanıklılık gösterdiği, bu sayede rutubet alımı ve dayanıklılığın önemli oranda iyileştiği belirtilmektedir. Palanti vd. (2012) borik asit (BA) ve 3-aminopropyltriethoxysilane (APTES) i belli oranlarda karışım halinde oduna uygulayarak mantar ve böcek tahribatına karşı dayanımı incelemiş ve bu formülasyonun hem mantar hem de böcek tahribatına karşı etkili sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Diğer bir çalışmada odun liflerinin silanla aktive edilerek üretilen liflevhaların özellikleri araştırılmıştır. Modifikasyon derecesinin artmasıyla levhalardaki mekanik özelliklerdeki iyileşme daha da artmıştır. Silanla elde edilen levhalarda da daha yüksek lif plastikleşmesi oluşabilmekte ve bu nedenle modifikasyon seviyesi artış gösterip, plastikleşme ve yoğunlaşma daha fazla olmaktadır. Bu durumda levhaların yoğunluğu artmakta ve yüzeyler arası etkileşimler yükseldiği için mekanik özelliklerin ve boyutsal stabilizasyonun iyileştiği belirlenmiştir (Rozman vd. 1996).

Bu çalışmada iki farklı silan ve parafin ilavesi ile üretilen orta yoğunlukta lif levhaların bazı yüzey özellikleri ile mantar çürüklük performansı değerlendirilmiştir. Bu amaçla üretilen levhaların renk, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey kimyasal analizi (FTIR-ATR) yapılmıştır. Ayrıca silan ve parafin ilavesinin mantar çürüklüğü üzerine etkisi incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışmada hammadde olarak Doğu kayını (*Fagus orientalis*) ve Karaçam (*Pinus nigra*) odunlarından elde edilen lifler kullanılmıştır. Lifler Kastamonu Entegre Ağaç San. ve Tic. A.Ş. Kastamonu MDF Fabrikasından temin edilmiş olup %80 kayın ve %20 karaçam odun lifi karışımlarından oluşmuştur. Tutkal olarak %57 katı madde içeriğine sahip üre formaldehit tutkalı, tam kuru lif ağırlığına göre %12 oranında kullanılmıştır. 2- aminoetil-3 aminopropil trimetoksi silan (Silan A), 3-aminopropyltriethoxysilane (Silan B) ve sıvı parafin (SP) ticari olarak piyasadan temin edilmiştir. Silanlar ve parafin tam kuru lif ağırlığına oranla %1,5, %2,5 ve % 3,5 olmak üzere 3 farklı oranda kullanılmıştır.

Metot

Bu çalışmada silan ve parafin ilavesiz kontrol grubu ile 3 değişik oranda (%1,5 %2,5 ve %3,5) iki farklı silan ve parafin kullanılmak üzere her varyasyondan 3'er adet ve toplamda 36 adet lif levha üretilmiştir. Üretilen levhalarda hedeflenen yoğunluk 800 kg/m³ olup, levha boyutları 400x400x12 mm olacak şekilde üretilmiştir. Üretimde kullanılan lifler tutkallanmış olarak ticari bir işletmeden temin edilmiştir. Tutkalı liflere döner tamburlu karıştırıcı kullanılarak deney planına uygun tam kuru lif ağırlığına oranlar hesaplanan silan ve parafin karıştırılmıştır. Hazırlanan lifler 400x400x300 mm boyutlarındaki ahşap şekillendirme kalıbında el ile serilerek levha taslağı oluşturulmuştur. Levha taslağı 180 bar basınç, 170 °C sıcaklık, 5 dk süre ile sıcak pres (Cemil Usta SSP180, Türkiye) şartlarında 12 mm'lik kalınlık çıtası kullanılarak preslenerek üretilmiştir. Üretilen deney levhalarının renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ile mantar çürüklük testi sonrası ağırlık kaybı değerleri belirlenmiştir. Ayrıca FTIR-ATR analizi yapılarak örnek yüzeylerinde meydana gelen kimyasal değişim belirlenmiştir.

Renk değişiminin belirlenmesi

Renk ölçüm analizi; Konica Minolta CD-600 marka renk ölçüm cihazında, ISO 7724 standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Her varyasyon için 3 levha kullanılmıştır. Her bir levhadan ise 10 ölçüm gerçekleştirilmiştir. CIELab (Commission International de l'Eclairage) sistemi üç değişkenden oluşmaktadır (ISO 7724). L*: Işık stabilitesi, a* ve b* kromotografik koordinatları ifade etmektedir (+a* kırmızı için, -a* yeşil için, +b* sarı için, -b* mavi için kullanılmaktadır) Örnek yüzeylerinde meydana gelen toplam renk değişim değeri ise Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır. Düşük ΔE* değeri renk değişikliğini veya renk stabilitesini göstermektedir.

$$\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \quad (1)$$

Yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi

Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için Mitutoyo SurfTest SJ-301 cihazı kullanılmıştır. Deney örneklerinin ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra), maksimum yükseklik (Rz) ve on nokta ortalama pürüzlülük (Rq) değerleri belirlenerek değerlendirilmiştir. ISO 4287 standardına göre kontrol ve test örneklerinin yüzeylerinde ayrı ayrı ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde sınır dalga boyu 8 mm, hız 0,5mm/s, tarama uzunluğu 12mm olarak kullanılmıştır. Her grubun yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için 10 adet ölçüm gerçekleştirilmiştir.

FTIR-ATR analizi

FTIR ölçümleri Perkin Elmer Spectrum 100 Marka Fourier Dönüşüm Kızılötesi Spektroskopi (FTIR) cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Farklı oranlarda silan ve parafin ilavesi ile üretilen test örnekleri ile herhangi bir kimyasal kullanılmayan kontrol örnekleri için ölçümler alınmıştır. Perkin Elmer Spectrum 100 model cihaza uygun olarak PIKE marka ATR Diamond /ZnSe aparatı kullanılarak örneklerde herhangi bir bozunmaya neden olmadan yüzeyden katı ölçüm yapılmıştır. Her örneğin spektrasi 4 cm⁻¹ çözünürlükte olup 700-1800 cm⁻¹ tarama aralığında alınmıştır. Örneklerin 5 farklı noktasından spektrum ölçümü alınmıştır. Her varyasyon için, cihazın programında spektrumların ortalaması hesaplanarak tek bir spektrum elde edilmiştir.

Mantar çürüklüğünün belirlenmesi

Mantar çürüklük testi deneyleri petri kabında mini-blok yöntemine göre yapılmıştır. Test örnekleri 0,5 x 1,5 x 3 cm boyutlarında, her test varyasyonu için 6 tekrarlı olacak şekilde 54 adet test ve 54 adet kontrol örneği hazırlanmıştır. Mantarların besi ortamı için hazır %4,8'lik malt-agar karışımı kullanılmıştır. Erlene alınan çözelti ağız alüminyum folyo ile kapatılmış ve 121°C'deki otoklavda 20 dakika süreyle sterilizasyona tabi tutulmuştur. Dökme kıvamına gelen çözelti yaklaşık 23 ml olacak şekilde petri kaplarına aktarılmıştır. Besi ortamlarına *Trametes versicolor* (L.:Fr) Plat mantarı aşılandıktan sonra mantarların büyüebilmesi için petri kapları 22±1 °C ve % 65±5 bağıl nemdeki iklimlendirme odasında mantar gelişimi tamamlanincaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra test örnekleri petri kaplarına çürüklük öncesi (Çö) tam kuru ağırlıkları alınmış olan test ve kontrol örnekleri yerleştirilip iklimlendirme dolabında 8 hafta süreyle bekletilmişlerdir. Süre sonunda petri kaplarından alınan örnekler 103±2 °C'deki etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletildikten sonra ağırlıkları ölçülüp çürüklük sonrası tam kuru ağırlıkları (Çs) belirlenmiştir. Her bir örnek için ağırlık kayıpları Eşitlik 2'ye göre hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = ((\text{Çö}-\text{Çs})/\text{Çö}) \times 100 \quad (2)$$

3. Bulgular ve Tartışma

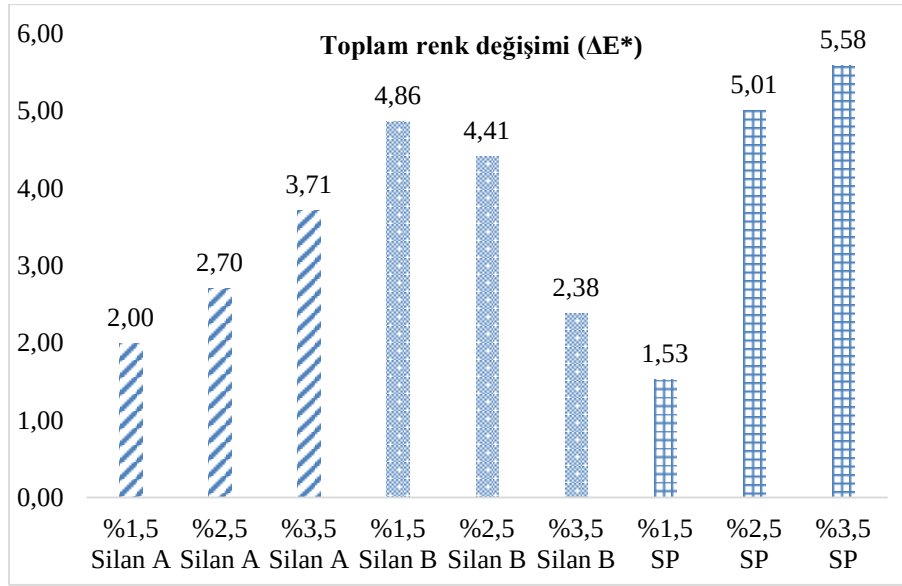
Renk değişimine ilişkin bulgular

Test ve kontrol örneklerinde renk değişim değerleri CIELab sistemine göre belirlenen L (ışık yoğunluğu), a ve b kromotografik koordinatları (+a kırmızı, -a yeşil, +b sarı ve -b mavi) kullanılarak hesaplanmıştır. Tablo 1'de levha gruplarına ait L*, a*, b* değerleri ve standart sapmaları görülmektedir.

Tablo 1. Levha gruplarına ait L*, a*, b* değerleri.

Levha grupları		L*	a*	b*
Kontrol	-	52,01±2,14	9,69±0,47	23,45±0,87
Sılan A	%1.5	52,95±1,78	9,85±0,27	24,10±0,52
	%2.5	52,08±2,24	9,98±0,34	24,06±0,69
	%3.5	51,49±1,55	10,24±0,27	24,17±0,65
Sılan B	%1.5	52,52±2,44	9,85±0,37	24,02±0,55
	%2.5	52,04±2,53	9,86±0,38	23,83±0,43
	%3.5	51,87±1,79	9,97±0,26	24,22±0,54
Sıvı parafin	%1.5	50,80±1,67	9,80±0,14	23,33±0,52
	%2.5	48,58±2,47	9,98±0,23	22,77±0,62
	%3.5	47,41±1,99	9,99±0,31	22,49±0,86

Elde edilen sonuçlara göre ilave edilen kimyasal madde oranı arttıkça L* değeri azalma göstermiştir. L* değerinin azalması levha yüzeylerinin koyulaştığını göstermektedir. Bu durum levha üretiminde kullanılan ilave kimyasalların yüzeylerde ısı etkisiyle oduna göre daha hızlı bozulduğunu veya pirolize neden olduğunu göstermektedir. Özellikle ilave kimyasalların homojen dağılım göstermediği yüzey bölgelerinde daha fazla renk koyulaşması olduğu görülmüştür. Benzer şekilde ilave kimyasal madde oranı arttıkça a* değeri de artış göstermiştir. a* değerinin artışı ise levha yüzeylerinde kırmızı rengin arttığını göstermektedir. L* ve a* değerlerinin aksine, katkı madde oranı arttıkça b* değeri azalma göstermiştir. b* değerinin azalması levha yüzeylerinde mavi rengin arttığını göstermektedir. Şekil 1'de toplam renk değişim değerleri (ΔE^*) görülmektedir.



Şekil 1. Levha yüzeylerinde meydana gelen toplam renk değişimi değerleri.

Toplam renk değişim değeri kontrol örneğine kıyasla yüzeylerindeki renk değişimini belirtmektedir. Levha üretiminde silan A ve sıvı parafin kullanılmasıyla toplam renk değişim değerleri artış göstermiştir. Silan B ilave varyasyonunda ise katılan madde oranı arttıkça toplam renk değişimi değerleri düşüş göstermiştir. Bu duruma ilave edilen silan çeşidinin etkili olduğu kanaatine varılmıştır. Maksimum toplam renk değişimi %3,5 sıvı parafin ilavesinde, minimum toplam renk değişimi değeri ise %1,5 sıvı parafin katkısında elde edilmiştir.

Ustaömer ve arkadaşları (2006), %1 ve %3 konsantrasyonlarda borik asit, boraks ve sodyum perborat tetrahidrat ile muamele lif levhaların renk değişimi (ΔE) değerinin kimyasal madde konsantrasyonunun artışına bağlı olarak arttığını, en yüksek %3 sodyum perborat tetrahidrat kullanılan lif levhalarda olduğunu belirtmişlerdir. Kimyasal madde konsantrasyon artışıyla ΔE değerleri doğru orantılı olarak artış gösterdiği belirtilmiştir (Ustaömer, 2008).

Yüzey pürüzlülüğüne ilişkin bulgular

Deney levhalarının yüzey pürüzlülüğü sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Test levhalarının yüzey pürüzlülük değerleri.

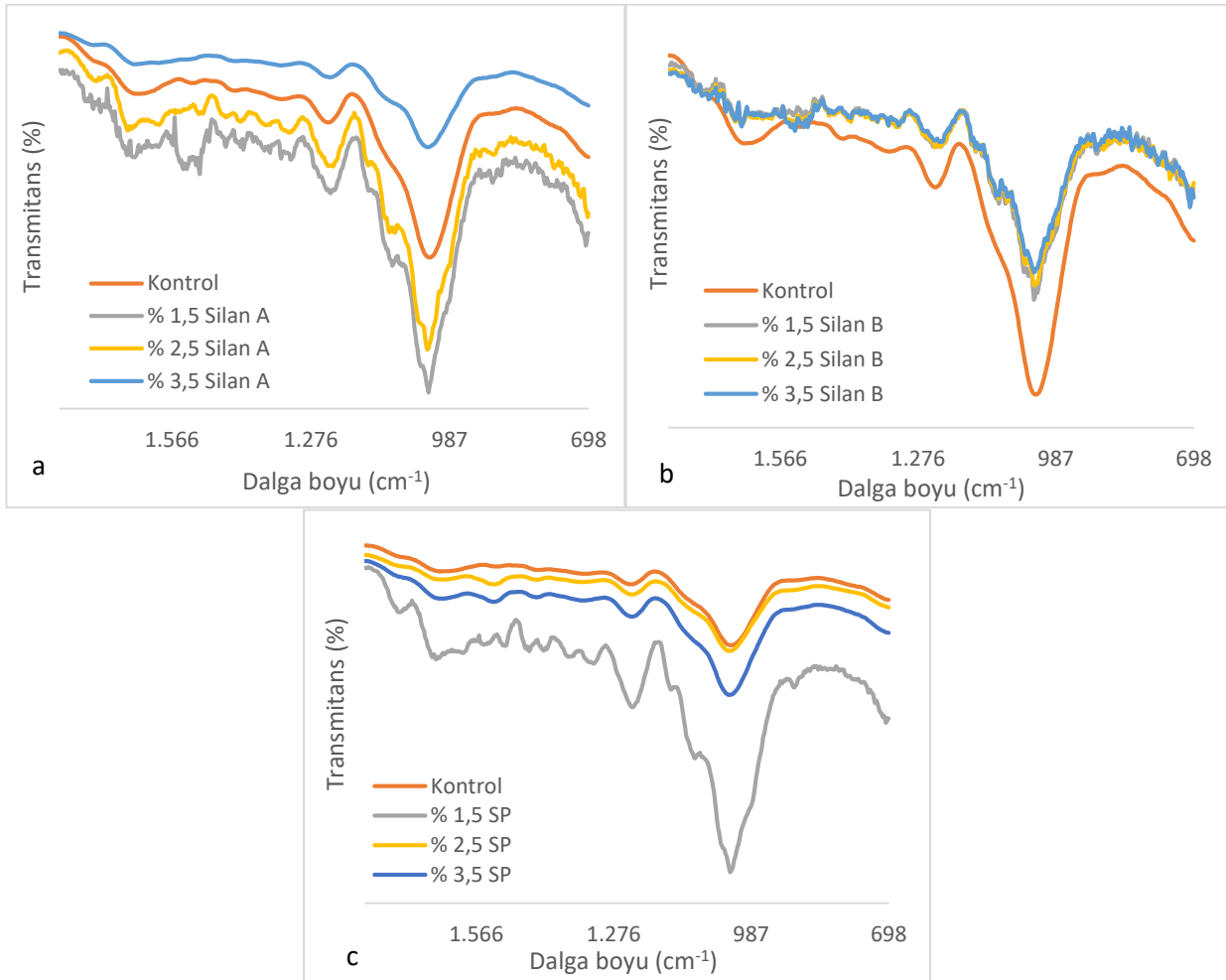
Levha grupları		Ra	Rz	Rq
Kontrol	-	8,06±1,58	60,43±6,01	10,27±2,05
Silan A	%1.5	9,31±1,95	71,62±12,18	12,09±2,72
	%2.5	8,32±0,90	66,74±7,53	10,69±1,21
	%3.5	8,86±1,61	72,36±12,96	11,52±2,22
Silan B	%1.5	10,67±1,98	84,43±14,73	13,58±2,46
	%2.5	9,62±2,37	76,13±15,90	12,34±3,05
	%3.5	8,71±1,40	69,63±10,12	11,10±1,85
Sıvı parafin	%1.5	9,92±2,29	77,80±15,02	13,27±3,01
	%2.5	9,82±0,78	76,29±8,89	12,52±1,07
	%3.5	9,60±1,77	84,7±12,37	13,40±2,94

Yüzey pürüzlülük özellikleri kontrol grubu ile kıyaslandığında, silan ve parafin ilavesinin yüzey pürüzlülük (Ra, Rz ve Rq) özelliklerini arttırdığı ve yüzeylerin düzgünlüğünü azalttığı belirlenmiştir. Silan A ilavesiyle üretilen levhaların ortalama yüzey düzgünlüğünün silan B ve sıvı parafine göre daha iyi olduğu anlaşılmıştır. En yüksek Ra değerinin silan B ilavesiyle elde edildiği, dolayısıyla silan B ilavesinin yüzey düzgünlüğünü olumsuz olarak etkilediği sonucuna varılmıştır. En düzgün yüzeyli levhaların Ra değeri 8,06 olarak kontrol örneğinde, en kaba yüzeylerin ise %1,5 silan B ilaveli levhalarda Ra 10,67 olarak elde edilmiştir. Ustaömer vd. (2008), %3, %5 oranında borik asit, boraks, sodyum perborattetrahidrat, çinko borat ve borik asit+boraks karışımı ile muamele edilerek ürettikleri MDF levhaların kimyasal madde türü ve konsantrasyon artışına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü değerlerinin arttığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçların aksine, başka bir araştırmada süreye ve

pH değerine bağlı olarak silanla muamele edilen liflerin hidroksil gruplarıyla reaksiyona girerek yüzey kalitesini iyileştirdiği belirtilmiştir (La Mantia ve Morreale, 2011). Diğer bir çalışmada ligninin 160 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda termoplastik özellik kazanmaya başlaması ile yüzeyde camsı bir tabaka oluşturarak yüzey yoğunluğunu arttırıcı bir etki yaptığı, bunun da yüzey pürüzlülüğünü olumlu etkilediği vurgulanmaktadır (Özdemir, 2016). Çalışmamızda ilave edilen katkı maddelerinin yapısal ve kimyasal farklılığı ile birlikte bu maddelerin sıcak presteki ısı etkisine karşı davranışlarının farklı olması değişken sonuçların elde edilmesine neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca yüzey pürüzlülüğünü etkileyen yıllık halka yapısı, genç odun, olgun odun, yoğunluk, hücre yapısı vb. gibi birçok faktörün olduğu farklı çalışmalarda belirtilmiştir (Nemli, vd. 2007; Dündar, vd. 2008, Özdemir, 2016).

FTIR-ATR analizine ilişkin bulgular

Deney levhaları üretiminde preslenmesi sırasında meydana gelen kimyasal reaksiyonlar sonucu levha yapısında oluşabilecek bağların (700-1800 cm^{-1}) katkı maddeleriyle değişimini belirlemek amacıyla FTIR anali yapılmış elde edilen sonuçlar Şekil 2 de verilmiştir.

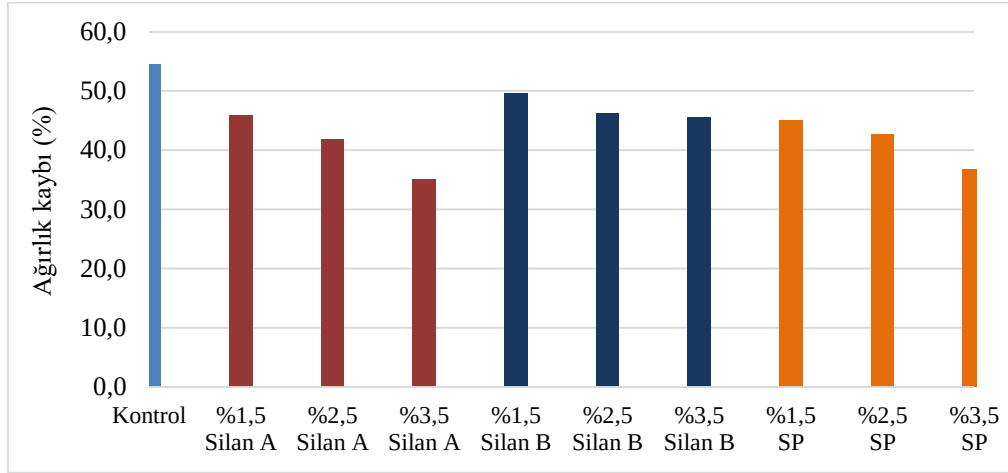


Şekil 2. Levha gruplarının FTIR-ATR grafikleri a:Silan A, b:Silan B ve c: Sıvı parafin

Şekil 2a,b incelendiğinde 750-770 cm^{-1} bölgelerinde absorpsiyon bantlarının varlığını görülmektedir. Bu bantlar hidroliz işlemi sırasında silanollerin yoğunlaşmasından dolayı oluşan -Si-C simetrik germe bağı ile olduğu anlaşılmaktadır (Fang, vd. 2014; Valadez-Gonzalez vd. 1999). Benzer oluşumlar %1,5 sıvı parafin kullanımında kısmen görülmektedir. Ayrıca 1100 cm^{-1} bölgesinde silan ilaveli levha örneklerinde artışlar görülmektedir. Bu bandın büyümesi ısı etkisiyle silanlar ile odun lifleri arasındaki reaksiyon sonucu kovalent -Si-O-C- bağlarının oluşumunu göstermektedir (Fang, et. al. 2014; Abdelmouleh, et. al. 2007). Şekil 2a,b,c görülen diğer pikler irdelendiğinde kontrol levhalarına kıyasla katkı maddesi ilavesinin dikkate değer bir farklılık göstermediği anlaşılmıştır.

Mantar çürüklüğüne ilişkin bulgular

Kontrol grubu ile silan A, silan B ve sıvı parafin ilaveli deney örneklerinin mantar testi sonrası ağırlık kaybı değişimi Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Mantar testi sonrası meydana gelen ağırlık kaybı değişimi (%).

Levha üretiminde kullanılan kimyasal madde oranı arttıkça ağırlık kayıplarında azalma olduğu görülmektedir. Mantar çürüklük testi sonrası kontrol örneklerine göre tüm levha gruplarında ağırlık kaybının daha az olduğu belirlenmiştir. 2 aylık test sonunda en yüksek ağırlık kaybı değeri kontrol örneklerinde %54,4 iken %1,5 silan B ilaveli örneklerde ise %49,7 olduğu tespit edilmiştir. Ağırlık kaybı değerleri standartta belirtilen aralıklardan yüksek olup test levhalarının üretiminde kullanılan konsantrasyonların mantarlara karşı standart ölçülerde yeterli direnci sağlayamadığı sonucuna varılmıştır. Farklı kimyasal maddeler ile muamele edilerek üretilmiş lif levhaların mantar testi sonrası oluşan ağırlık kaybı değerlerinin kontrol grubuna göre azaldığı, fakat levha yapısının kimyasal ve rutubet etkisiyle kolaylıkla bozulması, buna bağlı olarak kimyasal maddelerin etkinliğinin azalmasına neden olduğu vurgulanmaktadır (Ustaömer, 2008). Farklı silan türleri ile emprenye edilmiş sarıçam odununda mantar çürüklük testi sonrası %3,5 - %11,5 arasında ağırlık kaybı meydana geldiği belirtilmektedir (Panov ve Terziev, 2009). Bitkisel liflerle güçlendirilmiş polyester kullanılarak üretilen lifsel kompozitlerin biyolojik dayanımının silan kullanımıyla arttığı belirtilmektedir (Khalil ve İsmail, 2001). Bir başka çalışmada ise amino-silikonlar ile makro-emülsiyonun, mavi leke ve küflere karşı güçlü bir direnç oluşturduğunu, amino fonksiyonun doğrudan antifungal etkilere sahip olduğu vurgulanmaktadır (Ghosh, vd. 2009). Sıvı parafin kullanımında silan kullanımında olduğu gibi artan konsantrasyonla birlikte ağırlık kaybının azaldığı belirlenmiştir. Sivrikaya ve Can (2014) çalışmalarında bakır azol çözeltisi içerisine parafin katılması ile daha düşük ağırlık kaybına neden olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca bakır azolün emprenye maddesi olarak, odun çürütücü mantarları karşı etkinliğinin, silikon ve parafin ilavesiyle daha da artış gösterdiğini belirtmektedir. Hill vd. (2004) vinil trimetoksi silan ile karaçam odununu emrenyesinde %45 lik ağırlık artışında, *Coniophora puteana* mantarına direncini arttırdığı, dolayısıyla çürüklüğe karşı ağırlık kaybının düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada; [γ -(metakriloksi)propil] trimetoksi-silan ile emprenyeli sarıçam odunu *Coniophora puteana* mantarına karşı % 3- 22 oranında ağırlık kaybı görüldüğü, kayın örneklerinin direncinin ise *Trametes versicolor* mantarına karşı çok düşük olduğunu açıklamışlardır (De Vetter vd. 2009).

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada lif levha üretiminde farklı özelliklerde silan ve sıvı parafin kullanımının yüzey özellikleri ve mantar çürüklüğü üzerine etkileri belirlenmiş ve irdelenmiştir. Lif levha üretiminde bu katkı maddelerin kullanılma oranının artmasıyla yüzeylerindeki rengin koyulaştığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlar ışığında artan silan A ve sıvı parafin kullanımı ile toplam renk değişim değeri artarken, silan B kullanımı ile toplam renk değişimi azalmıştır. Levha üretim şartlarının aynı olmasına rağmen bu durumun gerçekten silan B den mi yoksa farklı bir koşulun oluşmasından mı ileri geldiği tespit edilememiştir.

Ortalama yüzey pürüzlülüğü kontrol örneğine kıyasla katkı maddesi ilavesiyle arttığı, yüzeylerin daha kaba olduğu belirlenmiştir. Artan katkı maddesi kullanım oranına bağlı olarak Rq, Rz ve Ra pürüzlülük değerlerin doğrusal bir değişim göstermediği, silan A, silan B ve sıvı parafin için farklı değişimler gösterdiği belirlenmiştir. %1,5 silan A kullanımında elde edilen pürüzlülük değerinin, %3,5 kullanımda daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumun

gerçek nedeninin silan konsantrasyonundan mı yoksa üretim şartlarından mı kaynaklandığı anlaşılamamıştır. Benzer durum diğer test gruplarında da bulunmaktadır.

FTIR analizinde elde edilen grafikler incelendiğinde silan A ve silan B ilaveli örneklerde kontrol örneğine göre $750-770\text{cm}^{-1}$ ve 1100cm^{-1} bölgelerindeki değişimlerin önemli olduğu anlaşılmıştır. Silan B ile üretilen örneklerde 1100cm^{-1} bölgesindeki artışlar tüm kullanım oranlarında görülürken, aynı artışlar %3,5 silan A kullanım oranında belirgin olmadığı görülmüştür. Buradaki bağların oluşup oluşmaması diğer yüzey özelliklerinin sonuçları üzerinde de etkili olabileceği düşünülmektedir.

Lif levha üretiminde kullanılan ilave kimyasal madde oranı arttıkça mantar çürüklük testi sonrası meydana gelen ağırlık kayıplarında azalma olduğu görülmektedir. Ağırlık kaybı kontrol örneklerinde ortalama %54,4, %3,5 silan A ilaveli levhalarda ortalama en düşük %35 olduğu tespit edilmiştir. Bu maddelerin mantar çürüklüğüne karşı direnç göstermede temel etki mekanizması zehirli etkiden ziyade su itici etkinlik sayesinde mantarın gelişimi için ihtiyacı olan suyun levha bünyesinde yeterli miktarda olmamasından kaynaklandığı kanaatine varılmıştır. Mantar çürüklük testi sonrası kontrol örneklerine göre tüm levha gruplarında ağırlık kaybının daha az olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla kullanılan kimyasal maddelerin etkili olduğu anlaşılmıştır. Ancak test levhalarının üretiminde kullanılan madde konsantrasyonlarının mantarlara karşı standartlarda belirtilen direnci istenilen ölçüde sağlayamadığı görülmüştür. Bu sonuçlar ışığında lif levha üretiminde mantar çürüklüklerine karşı silan A, silan B ve sıvı parafin maddelerinin kullanılabilirliğiyle ilgili daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. Özellikle kullanılan madde konsantrasyonların artırılarak denemeler yapılması ve sonuçların standartlarda istenilen değerlerle karşılaştırılarak karar verilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- **Abdelmouleh, M, Boufi, S, Belgacem, M. N, Dufresne, A. (2007).** Short Natural-Fibre Reinforced Polyethylene and Natural Rubber Composites: Effect of Silane Coupling Agents and Fibres Loading. *Composites science and technology*, 67(7-8), 1627-1639.
- **Akbulut T. (1998).** Çeşitli Üretim Değişkenlerinin Yonga Levhanın Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi (The Effect Of Various Manufacturing Variables On Technological Properties Of Particleboards). *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University| İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 48(1).
- **Bozkurt, Y. ve Göker, Y. (1990).** Yonga Levha Endüstrisi Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 258 s.
- **Cabuk, Y, Karayılmazlar, S, Onat, S. M, and Kurt, R. (2013).** Econometric Modeling and Projection of Production, Import and Export of Particle Board Industry in Turkey. *International Journal of Physical Sciences*, 8(5), 199-209.
- **Çabuk, Y , Karayılmazlar, S , Aytekin, A , Onat, S. ve Kurt, R . (2015).** A Regression Analysis of Fiberboard Production, Import and Export Amounts in Turkey, with Projections to 2021. *Turkish Journal of Forestry Türkiye Ormancılık Dergisi*, 16 (1), 27-35.
- **De Vetter, L, Stevens, M, and Van Acker, J. (2009).** Fungal Decay Resistance and Durability of Organosilicon-Treated Wood. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 63(2), 130-134.
- **Donath S, Militz H and Mai, C. (2004).** Wood Modification With Alkoxy Silanes. *Wood Sci Technol*, 38: 555-566.
- **Dundar, T., As, N., Korkut, S., & Unsal, O. (2008).** The Effect of Boiling Time on The Surface Roughness of Rotary-Cut Veneers From Oriental Beech (*Fagus orientalis* L.). *Journal of Materials Processing Technology*, 199(1-3), 119-123.
- **EP (2012).** European Patent Application, Silane Grafted Olefin Polymers Composition and Articles Prepared Therefrom and Methods for Making The Same, EP 2 407 496 A1.
- **Fang, L., Chang, L., Guo, W. J., Chen, Y., and Wang, Z. (2014).** Influence of Silane Surface Modification of Veneer on Interfacial Adhesion of Wood-Plastic Plywood. *Applied Surface Science*, 288, 682-689.
- **Ghosh, S. C., Militz, H., and Mai, C. (2009).** The Efficacy of Commercial Silicones Against Blue Stain and Mould Fungi in Wood. *European Journal of Wood and Wood Products*, 67(2), 159.
- **Goethals, P. and Stevens, M., (1994).** Dimensional Stability and Decay Resistance of Wood Upon Modification With Some New Type Chemical Reactants. IRG/WP/94-40028. The International Research Group on Wood Preservation, Stockholm.
- **Göker Y ve Akbulut T (1992).** Yonga Levha ve Kontrplağın Özelliklerini Etkileyen Faktörler, I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Cilt 1, Trabzon, s. 269-287.
- **Gözalın, M. (2016).** Yonga Levhalarda Parafin Kullanım Miktarının Optimizasyonu Üzerine Araştırmalar Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı. Bartın.

- **Gündüz, G. ve Masraf, Y. (2005).** Üç Tabakalı Yatık Yongalı Yonga Levha Üretiminde Üretim Şartlarının Değiştirilmesinin Levhaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 7 (8): 58-69.
- **Han G, Zhang C, Zhang D, Umemura K and Kawai S. (1998).** Upgrading of Urea Formaldehyde Bonded Reed and Wheat Strawparticleboard Susing Silane Coupling Agents. J Wood Sci., 44: 282-286.
- **Heebink, B. G. (1967).** Wax in particleboards. T. Maloney: Proceedings of the WSU. Particleboard Symposium. No:1, Pullmann, Wash.
- **Hill, C. A, Farahani, MM, and Hale, M. D. (2004).** The Use of Organo Alkoxysilane Coupling Agents for Wood Preservation. Holzforschung, 58(3), 316-325.
- **ISO 4287 (1997).** Geometrical Product Specifications Surface Texture Profile Method Terms. Definitions and Surface Texture Parameters, International Standart Organization.
- **ISO 7724-2 (1984).** Paints and varnishes-Colorimetry- Part 2: Color measurement, ISO Standart
- **İstek, A, Özlüsoylu, İ, ve Kızılkaya, A. (2017).** Türkiye Ahşap Esaslı Levha Sektör Analizi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(1), 132-138.
- **İstek, A., Tunç, H., and Özlüsoylu, İ. (2016).** Determination of Some Physical and Mechanical Properties of Oriented Strand Board (Osb) Produced From Silane Treated Strands. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 18(2), 1-8.
- **Khalil, H.A, and Ismail, H. (2000).** Effect of Acetylation and Coupling Agent Treatments Upon Biological Degradation of Plant Fibre Reinforced Polyester Composites. Polymer Testing, 20(1), 65-75.
- **La Mantia, F.P, and Morreale, M. (2011).** Green composites: A Brief Review. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 42(6), 579-588.
- **Lynam, FC. (1969).** Factors Influencing The Properties of Wood Chipboard. Particleboard Manufacture and Application, Presmedia Books Ltd. DK.
- **Mai, C, and Militz, H. (2004).** Modification of Wood With Silicon Compounds. Treatment Systems Based on Organic Silicon Compounds – A review. Wood Science and Technology 37, 453-461.
- **Mai, C, Donath, S, Weigenand, O, Militz, H. (2005).** Aspects of Wood Modification with Silicon Compounds: Material Properties and Process Development. In: Militz, H., Hill, C. (Eds.), Proceedings of the Second European Conference on Wood Modification, Go ttingen, pp. 222-231.
- **Maloney, TM. (1977).** Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing. Miller Freeman Publications, San Fransisco/California
- **Mayer, H. (1998).** Masonry Protection with Silanes, Siloxanes and Silicone Resins. JOCCA – Surface Coatings International 81, 89-93.
- **Nemli, G, Aydın, I, Zeković, E. (2007).** Evaluation of Some of The Properties of Particleboard as Function of Manufacturing Parameters, Materials and Design 28 (4), 1169-1176.
- **Onat, S. M., Kloeser, L., & Mai, C. (2014).** An Amino-Alkyl Siloxane Oligomer as Hydrophobation Agent for Particleboards Used Under High Humidity Conditions. European Journal of Wood and Wood Products, 72(5), 643-649.
- **Özdemir, F. (2016).** Orta Yoğunluklu Lif Levhanın (MDF) Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Isıl İşlemin Etkisi. Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences, 19(3), 57-61.
- **Palanti, S, Feci, E, Predieri, G, and Vignali, F. (2012).** A Wood Treatment Based on Siloxanes and Boric Acid Against Fungal Decay and Coleopter Hylotrupes bajulus. International Biodeterioration & Biodegradation, 75, 49-54.
- **Panov, D, and Terziev, N. (2009).** Study on Some Alkoxysilanes Used for Hydrophobation and Protection of Wood Against Decay. International Biodeterioration & Biodegradation, 63(4), 456-461.
- **Ren, K, and Kagi, DA. (1995).** Study of Water Repellent Effect of Earth Substrates İmpregnated with Water-Based Silicones. Journal of Chemical Technology & Biotechnology: International Research in Process, Environmental and Clean Technology, 63(3), 237-246.
- **Rochow, EG, (1987).** Silicon and Silicones. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- **Rozman HD, Abdul Khalil HPS, Kumar RN, Abusamah A, and Kon BK. (1996).** Improvements of Fiberboard Properties through Fiber Activation with Silane. International Journal of Polymeric Materials, 32 (1-4): 247-257.
- **Rozman, H.D, Abusamah, A, Kumar, RN, ve Abdul Khalil HPS. (1997).** Rubberwood– Polymer Composites Based on Methacrylate Silane and Methyl Methacrylate. Journal of Tropical Forest Products, 2 (2): 227-237.
- **Sivrikaya, H ve Can, A. (2014).** Bazı Odun Çürüklük Mantarlarına Karşı Bakır-Azol ve Su İtici Maddelerin Performansı. Türkiye II. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, 431-435
- **Ustaömer, D, Usta, M, ve Boran, S. (2006).** Bazı Borlu Bileşiklerle Muamele Edilerek Üretilmiş Liflevhaların Spektrofotometrik Yöntemle Renk Değişimlerinin Belirlenmesi, III. Uluslararası Bor Sempozyumu, Ankara.

- **Ustaömer, D, Usta, M. ve Hızıroğlu, S, (2008).** Effect of Boron Treatment on Surface Characteristics of Medium Density Fiberboard(MDF), Journal of Materials Processing Technology, 199, 1, 440-444.
- **Ustaömer, D. (2008).** Çeşitli Yanmayı Geciktirici Kimyasal Maddelerle Muamele Edilerek Üretilmiş Orta Yoğunluktaki Liflevhaların (Mdf) Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 244 s. Trabzon.
- **Valadez-Gonzalez, A., Cervantes-Uc, J. M., Olayo, R., Herrera-Franco, P. J. (1999).** Chemical Modification of Henequen Fibers with an Organosilane Coupling Agent. Composites Part B: Engineering, 30(3), 321-331.
- **Var A. A (2000).** Emprenye Edilmiş Yongalardan Üretilen Yonga Levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Trabzon, 2000.