

## Laminat Parkede Bazı Yanmayı Geciktirici Kimyasalların Beyaz ve Esmer Çürüklük Mantarlarına Karşı Direncinin Araştırılması

Ferhat ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Ahmet TUTUŞ<sup>1</sup>, Selim ŞEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane Meslek Yüksekokulu

### Eser Bilgisi:

Araştırma makalesi

Sorumlu yazar: Ferhat ÖZDEMİR, e-mail: [ferhadozd@ksu.edu.tr](mailto:ferhadozd@ksu.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı laminat parke yapımında kullanılan yanmayı geciktirici kimyasal maddelerinin mantar çürüklük direnci üzerine etkisinin belirlenmesidir. Yanmayı geciktirici (FR: Fire retardant) olarak boraks (BX), borik asit (BA), amonyum polifosfat ve alfa-x (AX) kimyasal maddeleri kullanılmıştır. Kimyasallar %50 çam ve %50 kayın lifleri arasına tam kuru lif ağırlığına oranla %3,%6 ve %9 oranlarında toz olarak katılmıştır. Yüksek yoğunluklu (HDF: High density fiberboard) liflevhalar (400x400x6.5mm) üretilmiştir. Daha sonra levhaların yüzeyleri overlay, dekor ve balans kağıtları ile kaplanmıştır. Levhalar beyaz (*Ceriporiopsis subvermisphora*) ve esmer (*Coniophora puteana*) çürüklük mantarlarına maruz bırakılmıştır. Levhaların mantar çürüklük direnci araştırılmıştır. Sonuçta yanmayı geciktirici kimyasal maddelerin levhaların beyaz ve esmer çürüklük mantarlarına karşı direnci arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca yanmayı geciktirici kimyasal madde türü ve konsantrasyon oranının laminat parkenin çürüklük direnci üzerine etkili olduğu da tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Laminat parke, yangın geciktirici, çürüklük, boraks

## Investigation on Resistance against White-rot and Brown-rot Fungi of some Fire Retardant Chemicals in Laminate Flooring

### Article Info:

Research article

Corresponding author: Ferhat ÖZDEMİR, e-mail: [ferhadozd@ksu.edu.tr](mailto:ferhadozd@ksu.edu.tr)

### ABSTRACT

The objective of this study is to determine the effects of some fire retardants on decay resistance of the high density fiberboard (HDF) panels covered with overlay, decorative and balance papers. Borax (BX), boric acid (BA), ammonium polyphosphate (APP) and alpha-x (AX) as fire retardant (FR) chemicals were added as powder into the fibers made from 50% pine and 50% beech woods at 3%, 6% and 9% levels based on oven-dry fiber weight. HDF panels (400x400x6.5mm) were produced. After, surfaces of the panels were coated with overlay, decorative and balance papers. The panels were exposed to white (*Ceriporiopsis subvermisphora*) and brown (*Coniophora puteana*) decay fungi. The decay resistance of panels was investigated. The results showed that the addition of FR chemicals increased resistance against white and brown rot fungi of the panels. Thus, it was ascertained that concentration and type of FR chemicals are effective on decay resistance of laminate flooring.

**Keywords:** Laminate flooring, fire retardant, white-rot, borax

## GİRİŞ

Ahşap malzeme sahip olduğu yoğunluğuna rağmen, yüksek mekanik direnç özelliklerine sahip (Bektha ve ark 2003) olduğu için geniş bir kullanım alanına sahiptir. Son zamanlarda hammadde temini kısıtlılığı sebebi ile ahşap esaslı levhaların kullanım eğilimi artmıştır (Çolakoğlu ve ark 2003, Kurt ve Özçiftçi 2009). Fakat odun ve ahşap esaslı levhalar çürüklük organizmalarına karşı hassas ve zayıftır (Ruberg ve Hafren 2009). Odunun, mantarlara karşı doğal olarak korunması içerdikleri ekstraktif madde miktarlarına bağlı olarak değişir (Eaton ve Hale 1993; Ayrılmış ve ark 2005). Biyolojik zararlılara karşı doğal yünden zayıf olan odun ve ahşap esaslı levhaların kullanım yerlerine bağlı olarak mantar çürüklüğüne karşı direnç özelliklerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Direnç özelliklerinin artırılması bor bileşikleri ile muamele edilmesi ile mümkün olabilmektedir. Borlu bileşikler sahip oldukları birçok üstün özellik sebebiyle odun koruma endüstrisinde diğer kimyasallara nazaran daha çok tercih edilmektedir (LeVan ve Tran 1990, Lloyd 1998, Rainer 1993, Yalınkılıç 1999). Bor bileşikleri ahşap malzemelerde mantar ve böceklerle karşı etkili bir koruyucudurlar (Thevenon ve ark 1997). Bu sebeple kompozit ve masif ahşap direncini yangın ve biyolojik bozunmaya karşı artırmak için kullanılır (Barnes ve Amburgey 1993, Murphy ve ark. 1993, Laks ve Manning 1997, Tsunoda ve ark. 2002).

Mantar çürüklüğüne karşı bor bileşiklerinin etkililik derecesi içerdikleri bor miktarı ile ilgilidir. Bor iyonları hücre çeperlerine kolaylıkla nüfuz etmekte, hücre çeperlerine yapışarak hücre çapını daraltmakta, karmaşık yapı oluşturmak suretiyle, yaşayan organizmalarda açlık etkisi meydana getirerek zararlı olmaktadır. Bu nedenle ahşap malzemenin mantar ve böcek zararlılarına karşı korunması gerekmektedir (Barnes ve Amburgey 1993, Evans ve ark 2000, Kartal ve Green 2003).

Bu çalışmanın amacı değişik konsantrasyonlarda kullanılan yanmayı geciktirici boraks, borik asit, amonyum polifosfat ve alfa-x kimyasal maddelerin laminat parkede mantar çürüklüğüne etkisini tespit etmektir. Elde edilen sonuçlara göre mantar çürüklüğüne karşı etkili kimyasal madde ve optimum oranın belirlenmesi ile ahşap levhaların korunması sağlanacaktır.

## MATERYAL ve METOT

### Hammadde ve kimyasal maddeler

Yüksek yoğunluklu lif levhaların (HDF) üretiminde kullanılan %2-3 nem içeriğine sahip sarıçam ve kayın lifleri (1:1 oranında) Kastamonu Entegre TAŞ fabrikasından temin edilmiştir. Yanmayı geciktirici kimyasal maddeler ve oranları Tablo 1' de verilmiştir. HDF' nin üzeri yüzey kaplama malzemesi olarak overlay (27 g/m<sup>2</sup>), dekor (70 g/m<sup>2</sup>) ve balans kâğıdı (60 g/m<sup>2</sup>) kullanılarak kaplanmıştır.

**Tablo 1.** HDF panel üretiminde kullanılan kimyasal madde ve oranları

Üretilen Panel Sayısı	Kimyasal	Kimyasal Oranı <sup>a</sup> (%)		
4	Kontrol	---	---	---
3	Boraks	3	6	9
3	Borik asit	3	6	9
3	Amonyum polifosfat	3	6	9
3	Alfa-x	3	6	9
	Üre formaldehit tutalı	10		
	Sertleştirici (Amonyum Klorür)	0.5		

<sup>a</sup>Tam kuru lif miktarına oranla

### Laminat parke levhaların hazırlanması

BX, BA, APP ve AX yanmayı geciktirici kimyasal maddeleri tam kuru lif ağırlığına oranla %3, %6 ve %9 oranlarında hazırlanmıştır. Tam kuru lif ağırlığına oranla %10 Üre formaldehit tutkalı ve %0.5 amonyum klorür sertleştirici kimyasalı ile muamele edilmiş liflerin arasına yanmayı geciktirici kimyasal maddeler homojen şekilde serilmiş ve karıştırılmıştır. Soğuk pres kalıbında HDF taslağı oluşturulmuştur. Levha taslağı Tablo 1’ de verilen kimyasal madde türü ve konsantrasyon oranlarına uygun olarak Cemil Usta SSP 125 pres makinesinde preslenmiş, yoğunluğu 0.98-1.0 g/cm<sup>3</sup> olan HDF levhaları üretilmiştir. Levhalar %65±5 bağıl nem ve 20±2 °C sıcaklıkta klimatize edilmiştir. İyi bir yapışma özelliği oluşturmak için yüzeyi zımparalanıp, kalınlığı 6.5 mm’ ye getirilen HDF levhaların üzerlerine overlay, dekor ve balans kağıdı preslenmiş ve böylece laminat parke levhaları elde edilmiştir (Tablo 2). Levhalardan çürüklük direncini belirlemek için kontrol ve deney örnekleri kesilmiş, klimatize edilmiş ve bunların çürüklük direnci belirlenmiştir. Yanmayı geciktirici her kimyasal madde, kullanım oranı ve kontrol örnekleri için birer tane olmak üzere toplam 16 adet levha üretilmiştir.

**Tablo 2.** HDF ve yüzey kaplama kağıtları için pres parametreleri

Parametreler	HDF	Yüzey kaplama kağıtları
Sıcaklık (°C)	183	183
Basınç (MPa)	3.5	3.7
Süre (s)	18	18

İstatistik analiz için SSPS paket programında varyans analizi için Anova ve %95 güven düzeyinde homojenlik grupları belirlemek için Tukey ayırım testi yapılmıştır.

### Mantar Çürüklük Testi

Mantar çürüklük testi EN 113 standardına göre yapılmıştır. Her bir grup için 4 adet test ve 4 adet kontrol örneği hazırlanmış ve otoklavda sterilize edilmiştir. Malt-agar besin karışımı erlenmayer içerisinde otoklavda 121 °C’ de 1.1 atmosfer basınçta 20 dakika, petri kapları ise 160 °C’ de 2 saat süreyle etüvde bekletilmiş ve sterilize edilmiştir 10 cm çapındaki petri kaplarına hazırlanan malt-agar karışımı 15 ml olacak şekilde aktarılmıştır. Sterilize ortamda petri kutularına deney mantarlarının ekimi yapılmış ve 20 gün süre ile sıcaklığı 22±1 °C ve bağıl nemi %70±5 olan kültür odasında misel ön gelişimi sağlanmıştır. Misel gelişimi sonrası deney örnekleri petri kaplarına aralıklı olarak ikili grup halinde yerleştirilmiştir. 16 hafta sonunda *C. subvermiphora* ve *C. puteana*

mantarına maruz bırakılan laminat parke levha deney örneklerinin üzerlerindeki mantarlar temizlenmiş ve sonra  $103 \pm 2$  °C de değişmez ağırlıkları belirlenmiştir. Aşağıdaki formüle (1) göre ağırlık kayıpları bulunmuştur.

$$AK = \frac{t_{\bar{o}} - t_s}{t_{\bar{o}}} \times 100 \quad (1)$$

Formülde;

AK: Ağırlık kaybı (%)

$t_{\bar{o}}$  : Test öncesi tam kuru ağırlık (g)

$t_s$  : Test sonrası tam kuru ağırlık (g)

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Mantar Çürüklük Testine Ait Bulgular

**Tablo 3.** HDF levha test ve kontrol levhalarının *Ceriporiopsis subvermisphora* ve *Coniophora puteana* mantarına ait çürüklük testi ağırlık kaybı (%) miktarları

Kimyasal	Konsantrasyon (%)	Ceriporiopsis subvermisphora		Coniophora puteana	
		Ağırlık kaybı	Ağırlık kaybı (%)	Ağırlık kaybı	Ağırlık kaybı (%)
BX	3	3.22 (0.28) <sup>abc</sup>	3.00 (0.23) <sup>bc</sup>		
	6	2.91 (0.17) <sup>ab</sup>	2.58 (0.12) <sup>ab</sup>		
	9	2.45 (0.20) <sup>ab</sup>	1.82 (0.15) <sup>a</sup>		
Kontrol	0	4.93 (0.21) <sup>efg</sup>	5.31 (0.35) <sup>ij</sup>		
	3	3.10 (0.90) <sup>abc</sup>	3.73 (0.43) <sup>cde</sup>		
	6	2.67 (1.07) <sup>ab</sup>	3.25 (0.57) <sup>bcd</sup>		
BA	9	2.20 (0.67) <sup>a</sup>	2.02 (0.44) <sup>a</sup>		
	0	5.69 (0.21) <sup>fgh</sup>	5.37 (0.30) <sup>hij</sup>		
	3	4.14 (0.21) <sup>cde</sup>	4.32 (0.20) <sup>efg</sup>		
APP	6	3.61 (0.18) <sup>bcd</sup>	3.99 (0.33) <sup>def</sup>		
	9	3.48 (0.26) <sup>bc</sup>	3.32 (0.23) <sup>bcd</sup>		
	0	6.16 (0.28) <sup>h</sup>	5.00 (0.22) <sup>ghij</sup>		
AX	3	5.05 (0.38) <sup>efgh</sup>	4.86 (0.24) <sup>gh</sup>		
	6	4.84 (0.26) <sup>efg</sup>	4.53 (0.31) <sup>fgh</sup>		
	9	4.73 (0.40) <sup>def</sup>	3.56 (0.18) <sup>cde</sup>		
Kontrol	0	5.96 (0.27) <sup>gh</sup>	5.75 (0.31) <sup>j</sup>		

Not: Standart sapma parantez içinde; homojenlik grupları ise küçük harflerle verilmiştir.

**Tablo 4.** *Ceriporiopsis subvermisphora* mantarı ağırlık kaybı değerlerine ait BVA test sonuçları ( $p \leq 0.05$ )

Kimyasal Madde	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F- Hesap	Önem Derecesi
Türü	G.Arası	71.527	7	10.218	29.594	0.000
	G. İçi	19335	56	0.345		
	Toplam	90.862	63			
Konsantrasyon	G.Arası	86.276	15	5.752	60.205	0.000
	G. İçi	4.586	48	0.096		
	Toplam	90.862	63			

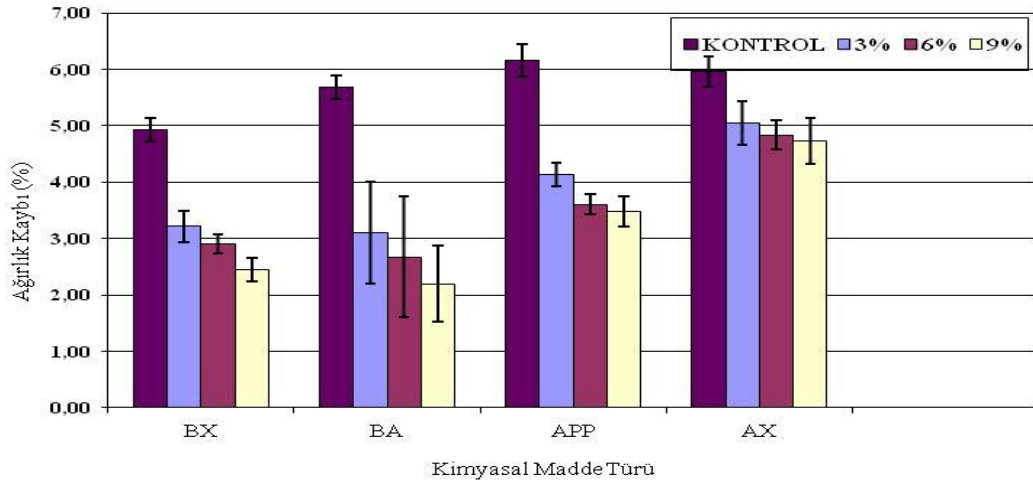
**Tablo 5.** *Coniophora Puteana* mantarı ağırlık kaybı değerlerine ait BVA test sonuçları ( $p \leq 0.05$ )

Kimyasal Madde	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F- Hesap	Önem Derecesi
Türü	G.Arası	99.63	15.00	6.64	32.17	0.000
	G. İçi	Eyl.91	48.00	0.21		
	Toplam	109.54	63.00			
Konsantrasyon	G.Arası	95.64	7.00	13.66	55.01	0.000
	G. İçi	13.91	56.00	0.25		
	Toplam	109.54	63.00			

## Mantar Çürüklük Testi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Beyaz çürüklük mantarı *C. subvermisphora* ve esmer çürüklük

mantarı *C. puteana* mantarına maruz bırakılan yanmayı geciktirici kimyasal maddeleri ile muamele edilen levha grupları ve kontrol örneklerine ait ağırlık kayıpları Şekil 1 ve 2' de verilmiştir.



**Şekil 1.** Yanmayı geciktirici kimyasallarla muamele edilen laminat parke deneme levhalarının *Ceriporiopsis Subvermisphora* mantarına maruz kalması ile oluşan ağırlık kaybı değerlerindeki değişim

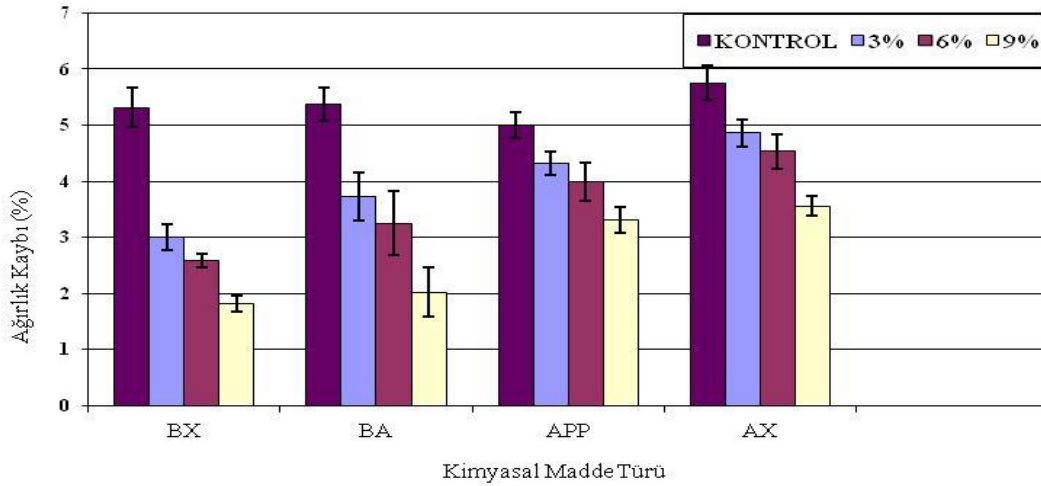
Tablo 3 incelendiğinde *C. subvermisphora* mantarı için tüm kimyasal madde ve konsantrasyon oranlarının deneme levhası değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir.

Kontrol örnekleri ağırlık kaybı %4.93–6.16 arasında değişiklik göstermiştir. FR kimyasal madde ilaveli örneklerde ise en az ağırlık kaybı borik asit %9 konsantrasyondaki deneme levhalarında %2.20 oranında meydana gelmiştir. Şimşek ve ark., (2010) boratla muamele edilen numune örneklerinde kontrol örneklerine kıyasla mantar çürüklüğüne karşı önemli ölçüde azalma olduğunu bulmuşlardır.

Kimyasal madde konsantrasyonlarının artışı ile ağırlık kaybı oranının azaldığı belirlenmiştir. En fazla ağırlık kaybı %3 alfa-x (% 5.05), en az ağırlık kaybı ise %9 borik asit (%2.20) kimyasalında elde edilmiştir. Kontrol örneğine kıyasla %9 konsantrasyonlarda borik asit %61.34, boraks %50.30, amonyum polifosfat %43.51 daha fazla koruma sağlarken, *C. subvermisphora* mantarı kütle kaybı üzerine en az olumlu etki alfa-x kimyasalı %20.64 ile yapmıştır. Tsunoda (2002), yapmış olduğu çalışmada MDF levhasını boratla muamele etmiş, çürüklük mantarı ve böcek zararlılarına karşı ağırlık kaybında önemli ölçüde bir azalma olduğunu bildirmiştir. Beyaz çürüklük mantarı için

en iyi koruma borik asit tarafından sağlanmıştır. Ustaömer (2008) boraks ve borik asit kimyasallarının %5 ve %10 çözeltileri ile MDF levhaları emprenye ettiği çalışmada sırasıyla mantar çürüklük (*Trametes versicolor*) sonucu olarak boraks için %2.29 ve %1.48 borik asit için %4.65 ve %3.86 değerlerini bulmuşlardır. Şimşek ve ark., (2010) doğu kayını ve sarıçam odununu bor bileşikleriyle %0.25, %0.50, %1.5 ve %3.00 oranlarındaki çözeltileri ile emprenye etmiş %3 oranında doğu kayını %2.75, sarıçam ise %2.61 oranında kütle kaybı olduğunu bulmuşlardır. Kütle kayıp oranlarının düşük olmasına etki eden önemli bir faktörde yüzey kaplama malzemeleridir. Ahşap esaslı levhalara kıyasla laminat parke

deneme levhalarının yüzeylerinin overlay, dekor ve balans kağıtları ile kaplanmış olması mantar zararlılarına karşı daha dirençli olmasını sağlamaktadır. Özellikle, döşeme laminatlarının üretiminde formaldehit reçine ile doyurulan üst katman (overlay) gümüşle muamele edilmiş kolloidal ile kaplanması hamam böceğine karşı dayanımı ve antibakteriyel özellikleri arttırmaktadır (Sumin ve Hyun-Joong 2006). Lif levhaların yüzeylerinin kaplanması ile rutubet ve su alması, formaldehit ve böcek öldürücü gibi zararlı gazların salıverilmesi azalmakta ve bu nedenle de çürüklük mantarı dayanımı üzerine daha etkili olabilmektedirler (Nemli ve ark. 2005).



Şekil 2. Yanmayı geciktirici kimyasallarla muamele edilen laminat parke deneme levhalarının *Coniophora puteana* mantarına maruz kalması ile oluşan ağırlık kaybı değerlerindeki değişim

Tablo 3 incelendiğinde *C. puteana* mantarı için tüm kimyasal madde ve konsantrasyon oranlarının deneme levhası ağırlık kaybı değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Kimyasal madde konsantrasyonlarının artışı ile ağırlık kaybı miktarlarında düşüş eğilimi belirlenmiştir. Kontrol örneklerinde %5.00–5.75 ağırlık kaybı meydana gelmiştir. En fazla ağırlık kaybı %3 alfa-x (%4.86), en az ağırlık kaybı ise %9 boraks kimyasalında (%1.82) elde edilmiştir. Kontrol örneğine kıyasla

boraks %9 konsantrasyonda %65.91, borik asit kimyasalı %9 konsantrasyonda ise %62.38 daha fazla *C. puteana* mantarı kütle kaybı üzerine olumlu etki yapmıştır. Alfa-x % 9 konsantrasyonda %38.09 artış gösterirken, *C. puteana* kütle kaybı üzerine en az olumlu etki amonyum polifosfat %9 konsantrasyonda %33.60 olarak bulunmuştur. Esmer çürüklük mantarı için en iyi koruma boraks tarafından sağlanmıştır.

Nemli ve ark., (2005) yapmış oldukları bir çalışmada yüzeyi kaplanmış panellerin yapışma özelliği hariç fiziksel, mekanik özelliği kadar çürüklük mantarlarına karşı da direnç özelliklerinin arttığını bulmuşlardır. Yüzeyi kaplanmış levhalar çürüklük direncini artırır. Çünkü kaplanmış yüzeylerde çürüklük mantarları odun hücrelerine ulaşamazlar. Ancak yüzeyi kaplanmış kontrol örneklerine kıyasla yanmayı geciktirici kullanımının da etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yüzey kaplama malzemelerindeki formaldehit de çürüklük mantarına karşı etkili olmaktadır (Yalınkılıç ve ark 1996).

## SONUÇ

Bu çalışmada, yanmayı geciktirici kimyasal madde ilaveli laminat parkede beyaz (*C. subvermisphora*) ve esmer (*C. puteana*) çürüklük mantarlarının etkisi belirlenmiştir. Beyaz ve esmer çürüklük mantarı kontrol örneklerindeki ağırlık kaybı miktarı kimyasal madde ilaveli laminat parke deneme levhalarındaki ağırlık kayıplarına göre daha fazla olmuştur. Her iki mantar türü için yanmayı geciktirici kimyasal maddeleri kontrol örneklerine kıyasla etkili olmuş ve mantar çürüklüğüne karşı dayanımı artırmıştır. Beyaz çürüklük mantarlarına karşı borik asit, esmer çürüklük mantarlarına karşı ise boraks kimyasalı diğer kimyasal maddelere göre daha etkili bir koruma sağlamıştır. Tüm yanmayı geciktirici kimyasal maddeler için konsantrasyon artışı ağırlık kaybı miktarında azalmaya neden olmuş ve bu konsantrasyon artışı mantar çürüklük direncini olumlu etkilemiştir. Her dört yanmayı geciktirici kimyasal madde türünde de konsantrasyonlara göre mantarlara karşı sağlanan direnç değerleri arasındaki farklar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi araştırma projeleri yönetim birimi başkanlığı tarafından 2009/3-1D numaralı proje ile desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Ayrılmış N, Kartal SN, Laufenberg TL, Winandy JE, White RH, Usda FS (2005) Physical and Mechanical Properties and Fire, Decay, and Termite Resistance of Treated Oriented Strandboard. *Forest Products Journal*. May, v. 55, no. 5, p. 74-82.
- Bektha P, Niemz P (2003) Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood. *Holzforschung*, 57: 539-46
- Barnes HM, Amburgey TL (1993) Technologies for the protection of wood composites. Proc. of Inter. Union of Forestry Research Organization Symp. on the Protection of Wood-Based Composite Products. IUFRO, Vienna, Austria. pp. 7-11.
- Çolakoğlu G, Çolak S, Aydın I, Yıldız UC, Yıldız S (2003) Effect of boric acid treatment on mechanical properties of laminated beech lumber. *Silva Fennica* 37(4), 505-510
- EN-113 (1996) Wood Preservatives-Determination of Toxic Values of Wood Preservatives Against Wood Destroying Basidiomycetes Cultured on Agar Medium, European Committee for Standardisation (CEN), Brussels, Belgium.
- Eaton RA, Hale MDC (1993) Wood: decay, pests and protection, Chapman & Hall, London.
- Evans PD, Dimitriades S, Cunningham RB, Donnelly CF (2000) Medium density fiberboard manufactured from blends of white cypress pine and non-durable wood species shows increased resistance to attack by the subterranean termites *Coptotermes lacteus*. *Holzforschung* 54:585-590.
- Kartal SN, Green F (2003) Decay and termite resistance of medium density fiberboard made from different wood species. *Inter. Biodeterioration and Biodegradation* 51(1):29-35.
- Kartal SN, Ayrılmış N, Imamura Y (2007) Decay and Termite Resistance of Plywood Treated with Various Fire Retardants, *Building and Environment*, Pages 1207-1211.
- Kurt S, Özçiftçi A (2009) Effect of various fire retardants on Brinell hardness of some wood. *BioResources* 4(3), 960-969.
- Laks PE, Manning MJ (1997) Mobility of Zinc Borate Wood Composite Preservative. International Research Group on Wood

- Preservation (IRG), Doc. No. IRG/WP 97–30153, Stockholm, Sweden.
- LeVan S, Winandy JE (1990) Effect of Fire-retardant Treatments on Wood Strength: A review. *Wood and Fiber Science*, 22(1): 113–131
- Lloyd, JD (1998) Borates and their Biological Applications. The International Research Group on Wood Preservation 29th Annual Meeting, IRG/WP/98–30178, Maastricht, Netherlands.
- Murphy RJ, Dickinson DJ, Turner P, Wickens PJ, Hashim R (1993) Vapor boron treatment of wood composites. In: Proceedings, IUFRO Symposium on Protection of Wood-Based Composite Products, Orlando, FL, Forest Products Society, Madison, WI, pp 49–56
- Nemli G, Yıldız S, Gezer E (2005) Effects of Melamine Raw Paper Weight, Varnish Type and the Structure of Continuous Pressed Laminate (CPL) on the Physical, Mechanical Properties and Decay Resistance of Particleboard International Biodeterioration & Biodegradation Volume 56, Issue 3, October, Pages 166-172.
- Rainer JB (1993) Borates as Wood Preservatives – an Environmental, Healty and Safety Perspective. In: Proceedings of the Second International Symposium on Wood Preservation– The Challenge Safety-Environment. Cannes-Mandelieu, 59-76.
- Ruberg U, Hafren J (2009) Gravimetric screening meethod for fungal decay of paper: Inoculation with *Trametes versicolor*. *Biotechnoll Lett* DOI 10.1007/s10529-009-0038-x; 6 pages.
- Şimsek H, Baysal E, Peker H (2010) Some Mechanical Properties and Decay Resistance of Wood Impregnated with Environmentally-Friendly Borates. *Construction and Building Materials* Volume 24, Issue 11, November, Pages 2279–2284.
- Sumin K, Hyun-Joong K (2006) Anti-bacterial performance of colloidal silver-treated laminate wood flooring, *International Biodeterioration & Biodegradation* 57 (2006) 155–162.
- Thevenon M, Pizzi A, Haluk JP (1997) Non-toxic albumin and soja protein borates as ground contact wood preservatives. *Holz Roh-Werkst* 55: 293–296
- Tsunoda K, Watanabe H, Fukuda K, Hagio K (2002) Effects of zinc borate on the properties of medium density fiberboard. *Forest Prod J*. 52(11/12):62–65
- Ustaömer D (2008) Determination of Changes on the Properties of Medium Density Fiberboard (MDF) Produced Treating by Various Fire Retardant Chemicals, PhD, KTÜ, Trabzon, 244s.
- Yalınkılıç MK, Yusuf S, Yoshimura T, Takahashi M, Tsunoda K (1996) Effect of Vapor Phaseformalizationof Boric Acid Treated Wood on Boron Leachability and Biological Resistance. In; Proceedings of Third Pacific RimBio-Based Composite Symposium, Kyoto, Japan, pp. 544–551.