



Laminat Parkede Yanmayı Geciktirici Kimyasal Maddelerin Küf Mantarı Direnci Üzerine Etkilerinin Araştırılması

Ferhat ÖZDEMİR¹, Ahmet TUTUŞ¹, Selim ŞEN²

Özet

Bu çalışmanın amacı laminat parkede kullanılan yanmayı geciktirici bazı kimyasal maddelerin küf mantarı üzerine etkilerini belirlemektir. Yüksek yoğunlukta lif levhalar (HDF) için lif kaynağı olarak %50 kayın ve %50 sarıçam kullanılmıştır. Liflerin arasına yanmayı geciktirici kimyasal maddeler eklenerek 6,5 mm kalınlıkta HDF levhalar üretilmiştir. Boraks, borik asit, amonyum polifosfat ve alfa-x yanmayı geciktirici kimyasalları tam kuru lif miktarına oranla %3, %6 ve %9 oranlarında pulverize şekilde eklenmiştir. Daha sonra elde edilen HDF levhaların üzeri overlay, dekor ve balans kâğıtları ile kaplanmış ve laminat parke levhaları üretilmiştir.

Üretilen laminat parkenin küf mantarı direnci araştırılmıştır. Küf mantarı olarak *Aspergillus niger* and *Aureobasidium pullulans* mantarları kullanılmıştır. Küf mantarı direncini belirlemek için testler ASTM D 4445–10 standardına göre yapılmıştır. Laminat parkede yanmayı geciktirici kimyasal maddelerin %3, %6 ve %9 oranlarında eklenmesi küf mantarı direncini artırdığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, yanmayı geciktirici kimyasal maddelerin türü ve konsantrasyon oranı üretilen laminat parkede küf mantarı direnci üzerine etkili olmuştur.

Anahtar kelimeler: Küf mantarı, boraks, laminat parke, amonyum polifosfat

Investigation of Effects of Fire Retardant Chemical Substances on Mold Resistance in Laminate Parquet

Abstract

The aim of this study is to determine the effects of certain fire retardant chemicals on mold resistance of laminate flooring. As a source of fiber for high density fiberboard (HDF) panels were used a mixture of %50 yellow pine and beech fibers. HDF panels were produced in 6,5 mm thickness by adding fire retardant chemical materials into fiber. In proportion to complete dry fiber essence fire retardant chemicals borax (BX), boric acid (BA), ammonium polyphosphate (APP) and alpha-x (AX) in pulverized form were added in the ratios of 3%, 6%, and 9%. Afterwards, surfaces of produced HDF boards were coated with overlay, decor and balance sheets and then laminated floorings boards were produced.

Mold resistance of produced laminate flooring was explored. In the test, *Aspergillus niger* and *Aureobasidium pullulans* mold were used. To detect mold resistance, the test was made according to ASTM D4445–10. It was determined that 3%, 6%, and 9% additions of fire retardant (FR) chemicals enhanced mold resistance of laminat flooring. As a result, it was ascertained that type of chemical material and ratio of concentration are effective on the mold resistance of laminate flooring produced

Keywords: Mold, borax, laminate flooring, ammonium polyphosphate

¹KSU, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 46060, Kahramanmaraş, Turkey

²GU, Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, 29100, Gümüşhane, Turkey

Giriş

Biyotik faktörler yaşayan canlı organizmalar olup bunların başında; bakteriler, mantarlar, böcekler, termitler, deniz kurtları ve odun arıları gelmektedir. Bunlar ağaç malzemeyi ya doğrudan doğruya besin maddesi olarak kullanırlar ya da onu bozularak kendilerine barınak kurarlar (İlhan, 1999). Odun hammaddesi organik bir madde olduğundan uygun koşullar altında bakteriler, mantarlar, tahripçi böcekler ve oyucu deniz organizmaları gibi biyolojik faktörler tarafından zarara uğratılır.

Ağaç malzemenin biyotik faktörlere karşı korunması modern emprenye tekniği yardımı ile uygun metot ve maddenin kullanılmasıyla mümkün olmakta, kalite özellikleri uzun zaman muhafaza edilmek suretiyle kullanım süresi önemli miktarda uzatılabilmektedir (Berkel, 1972).

Bor bileşikleri ağaç malzemeyi tahrip eden böceklerle ve mantarlara hem insektisit ve hem de fungusit özellik gösteren tek emprenye maddesi olarak kabul edilmektedir. Bor bileşikleri mantarlarda hüflerin ve sporların anormal gelişimine ve üreme sırasında gametlerin ayrılmasında başarısızlığa neden olarak mantar gelişmesini durdurmaktadırlar. Aynı zamanda oksit formundaki ko-enzimler bor iyonlarının hedefi olarak, mantar organizmasının metabolitik sistemini de bozmaktadırlar (Lloyd, 1998).

Bor iyonlarının yaşayan organizmalarda toksik özellik kazandırması, biyolojik membranlardan kolaylıkla nüfuz edebilmesi ve oluşturduğu komplekslerle açlık etkisi oluşturmasıdır (Yamaguchi, 2003).

Çürüklük direnci üzerine ahşap esaslı levhaların yüzeylerinin kaplanmasında kullanılan kâğıdın ağırlığı, cila tipi ve Continuous pressed laminate (CPL) yapısının önemli olmadığını ama levhaların yüzeyinin kaplanması ile çürüklük direnci üzerine olumlu etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada yüzey kaplama malzemelerinin mantarların odun hücrelerine ulaşmasını engellediği, formaldehit içeriğinin de kendi kendine mantar çürüklüğüne karşı etkili olduğu ifade edilmektedir (Yalınkılıç ve ark., 1996).

CPL, yüzey kaplama materyalleri ve odun kaplama tipleri mantar çürüklük direncini artırmaktadır (Nemli ve ark., 2005).

Winandy ve ark. (1990), borlu bileşiklerle emprenye edilen odunun biyolojik zararlılara karşı kullanım ömrünün arttığını deneylerle belirlemişlerdir.

Bu çalışmanın amacı; lifler arasına yanmayı geciktirici kimyasal maddeler ilave edilmesi ile elde edilen laminat parkede renk ve küf mantarları *Aspergillus niger* ve *Aureobasidium pullulans* mantarlarının etkisini belirlemek ve laminat parkede küf mantarı gelişimini minimize etmek için çözüm arayışlarına alternatif sunmaktır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Hammadde: Bu çalışmada hammadde Kastamonu Entegre Tic. ve AŞ' den temin edilen %50 kayın ve %50 sarıçam olmak üzere yapraklı ve iğne yapraklı ağaç odunundan elde edilmiş, tam kuru lif ağırlığının %10'u oranında üreformaldehit tutkalı ile tutkallanmış lif karışımı kullanılmıştır.

Kimyasal madde: Özen kimyadan temin edilen boraks, borik asit, amonyum polifosfat ve Koçak kimyadan temin edilen alfa-x yanmayı geciktirici kimyasal maddeleri ile sertleştirici olarak ise %0,5 amonyum klorür kimyasalı kullanılmıştır.

Laminat parke bileşenleri: Melamin formaldehit tutkalı ile emprenye edilmiş alüminyum oksit içeren overlay (%7,2 rutubet), dekor (%5,5 rutubet) ve balans kâğıtları (%5,3 rutubet) Kastamonu Entegre Tic. ve AŞ' den temin edilmiştir.

Yöntem

Yanmayı geciktirici kimyasallar (boraks, borik asit amonyum polifosfat ve alfa-x) için %3, %6 ve %9 oranlarında, tam kuru lif miktarına göre tartımları yapılmış ve tutkallı liflerin arasına toz halinde homojen şekilde karışımları sağlanmıştır. Bu karışım, iç hacmi 400x400 mm ebatlarındaki soğuk pres kalıbının içerisine serilmiş, karıştırılmış ve taslak oluşturulmuştur. Üzerine ağırlık uygulanarak soğuk pres yapılmıştır. Soğuk pres kalıbından çıkarılan 150 mm kalınlıktaki HDF levha taslağına, Cemil Usta SSP 125 pres makinesinde 180 °C sıcaklıkta 3.5 MPa basınç 18 saniye süre ile uygulanmıştır. Kalınlığı, kalınlık takozlarının kullanımı ile 8 mm olarak ayarlanmıştır. Levhaların zımparalama işleminden sonra 6,5 mm kalınlıkta HDF levhalar olması amaçlanmıştır. Levhaların her biri 6,5 mm kalınlık esas olmak üzere zımpara makinesinde 100 ve 150' lik zımpara ile işlem görmüş ve overlay, dekor ve balans kâğıdının daha iyi yapışmasına imkân sağlayacak temiz ve düzgün yüzeyler elde edilmiştir. Üretilen levhaların yoğunluğu 1000 kg/m³ olarak belirlenmiştir. HDF levhalarının üzerine reçine emdirilmiş overlay, dekor ve balans kâğıdı 186 °C sıcaklık ve 3,7 MPa basınç altında 18 saniye süre ile preslenmiş ve laminat parke levhaları üretilmiştir.

Küf mantarı testi

Renk ve küf mantarları *Aspergillus niger* ve *Aureobasidium pullulans* Forest Product Laboratory (Madison-Wi-ABD) den temin edilmiştir. Mantarlar 121 °C de otoklavda sterilize edilmiş patates dekstroz agar besin ortamında petri kaplarında geliştirilerek çoğaltılmıştır. ASTM D 4445-10 standart test metoduna göre deneme örnekleri (50x50x6.5 mm) boyutlarında örnekler hazırlanmıştır. Alüminyum folyo ile sarılarak otoklavda 121 °C de sterilize edilmiş odun örnekleri 200 mm çapındaki petri kaplarına yerleştirilmiştir. Petri kabındaki örnekler üzerine besi yerinde gelişmiş mantarlardan 3-4 mm lik misel parçaları steril ortamda bisturi ile alınarak ekim yapılmıştır. İklimlendirme dolabının sıcaklığı 27°C ve rutubeti %80 civarında tutulmuştur.

Her bir levha ve her bir mantar türü için 4 er adet örnek kullanılmıştır. İki ay boyunca her hafta örnekler üzerinde bu mantarların gelişimi görsel olarak derecelendirilmiştir. Derecelendirme sisteminde 0-5 skalası kullanılmış, kıyaslama amacı ile de yanmayı geciktirici kimyasal madde kullanılmadan yapılmış laminat parke kontrol örnekleri test edilmiştir.

Kullanılan skaladaki dereceler ve karşılığında mantarların örnekler üzerindeki kaplama alanları standartta belirtildiği üzere aşağıda Çizelge 1'de gösterilmektedir.

Çizelge 1. Küf mantarı yüzey kaplama alanı yüzde miktarı skala değerleri

Kaplama alanı (%)	0	0-5	6-25	26-50	51-75	76-100
Puan rakamı	0	1	2	3	4	5

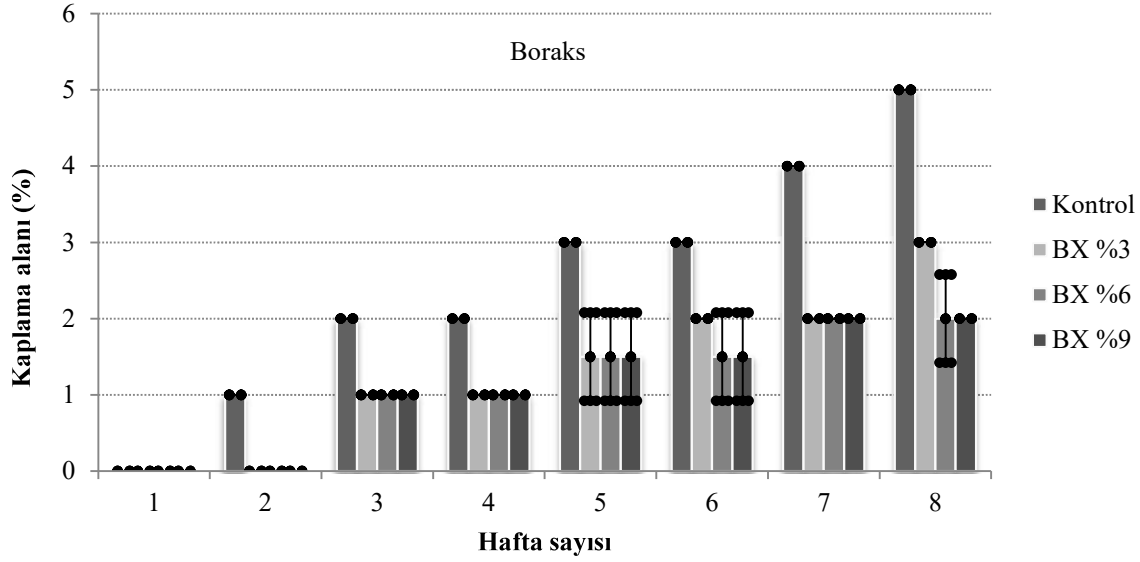
Bulgular

Yanmayı geciktirici çeşitli kimyasal maddelerin belirli konsantrasyonlarda ilave edilmesi ile elde edilen deneme levhalarında, *Aerobasidium pullulans* ve *Aspergillus niger* küf mantarlarının 8 hafta süresinde etkili oldukları, kaplama alanı skala değerleri bulunmuştur. Her bir değer, bir hafta için 4 örnek üzerinde gelişen mantarların ortalama yüzey kaplama derecesini göstermektedir.

Her kimyasal madde için gelişen küf mantarlarının yüzey kaplama derecesi ortalama değerleri tespit edilmiş ve tartışma bölümünde değerlendirmeleri yapılmıştır.

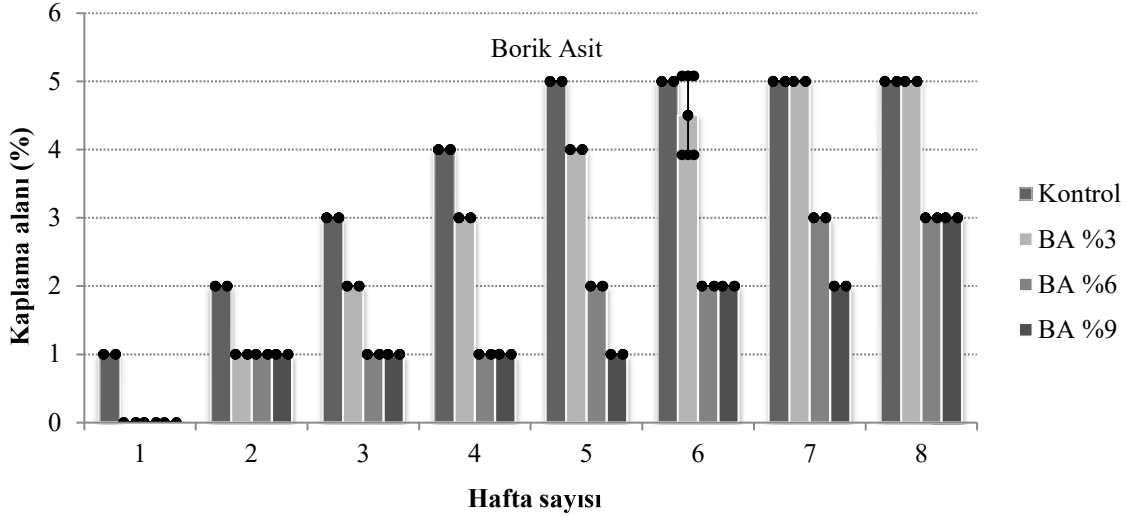
Tartışma

Aerobasidium pullulans ve *Aspergillus niger* küf mantarı ile yapılan test sonucunda elde edilen kaplama değerleri (%) üzerine kimyasal madde türü ve konsantrasyonunun etkileri belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde tüm kimyasal madde ve konsantrasyon oranlarının deneme levhası değerlerinden daha düşük oranda ilerlediği görülmektedir. Kimyasal madde konsantrasyonlarının artışı ile bu oranın azaldığı belirlenmiştir. Aşağıda *Aerobasidium pullulans* küf mantarı ile yapılan deneme sonuçları kimyasal madde konsantrasyonlarına göre gruplar halinde verilmiştir. Boraks ile elde edilen sonuçlar Şekil 1’ de gösterilmiştir.



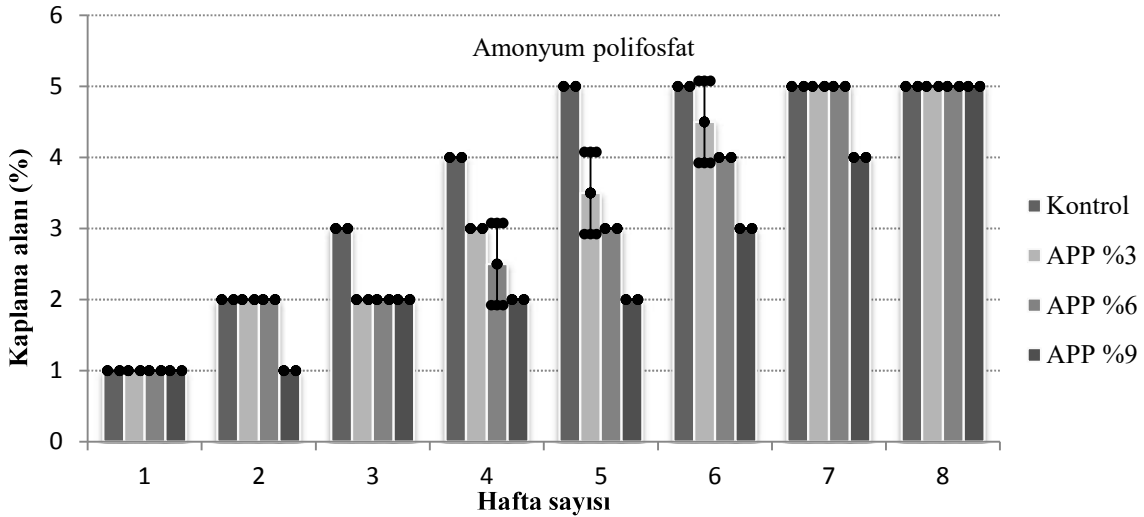
Şekil 1. Farklı konsantrasyonlarda boraks kimyasal madde ilavesi ile üretilmiş deneme levhalarına ait ortalama *Aerobasidium pullulans* küf mantarı değerleri

Şekil 1’ de görüldüğü üzere kontrol örneği 8 hafta sonunda skala değeri 5’ e ulaşırken, boraks kimyasalı ilaveli deneme örneklerinde ise bu yayılmanın azaldığı belirlenmiş ve kaplama alanı skala değeri 2 olarak tespit edilmiştir. İlk hafta içinde küf mantarı deneme örneklerinde etkili olamamış ancak ikinci haftadan sonra bu etki görülmüştür. Bu etki ise 2. haftada sadece kontrol örneklerinde görülmüştür. Boraks %3, %6 ile %9 konsantrasyon miktarı ise ilerleyen haftalarda aynı etkiyi yapmışlardır. Boraks kimyasalı %3 konsantrasyon etkisinin küf mantarının gelişimini etkilemekte yeterli bir oran olduğu düşünülebilir. Boraks yanmayı geciktirici kimyasal maddesi küf mantarına karşı 8 hafta boyunca önemli derecede direnç göstermiştir. Borik asit ile elde edilen deneme örneklerinin yüzey kaplama % oranları ise Şekil 2’ de gösterilmiştir.



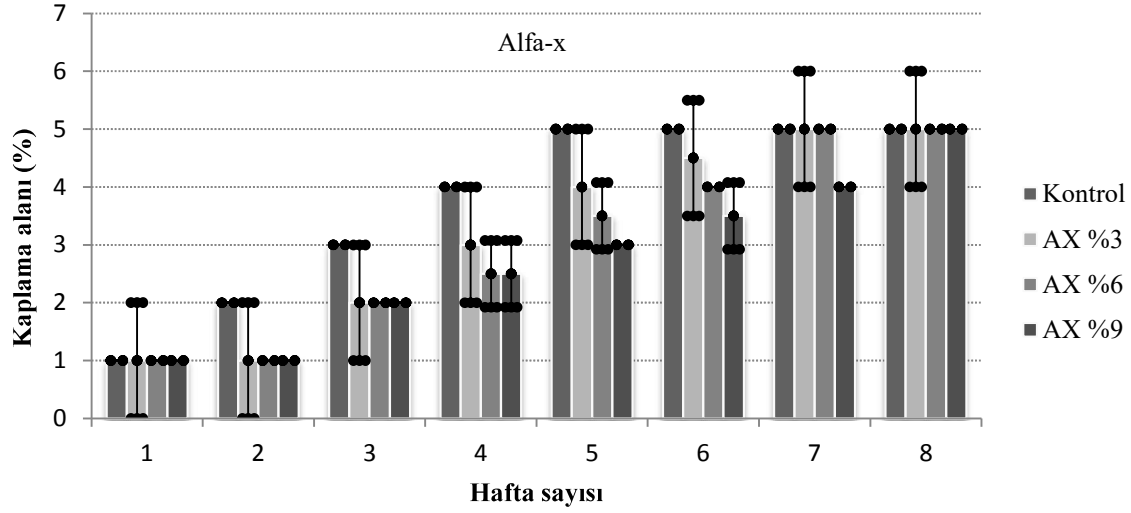
Şekil 2. Farklı konsantrasyonlarda borik asit kimyasal madde ilavesi ile üretilmiş deneme levhalarına ait ortalama *Aerobasidium pullulans* küf mantarı değerleri

Borik asit ilaveli deneme örnekleri kontrol örneğine kıyasla artan kimyasal konsantrasyon oranına bağlı olarak küf mantarına karşı direncinde artış göstermiştir. İlk hafta borik asit ilaveli örneklerde küf mantarı etkili olmamasına karşı kontrol örneklerinde ise etkili olmaya başlamıştır. Kontrol örnekleri 5 hafta sonunda skala değeri 5' e ulaşırken %9 borik asit deneme örnekleri 5 hafta sonunda skala değeri 1 olarak, 8 hafta sonunda ise skala değeri 3 olarak bulunmuştur. %6 ile %9 konsantrasyon arasında çok önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir. Amonyum polifosfat ile elde edilen yüzeyi kaplama % oranları ise Şekil 3' de gösterilmiştir.



Şekil 3. Farklı konsantrasyonlarda amonyum polifosfat kimyasal madde ilavesi ile üretilmiş deneme levha ortalama *Aerobasidium pullulans* küf mantarı değerleri

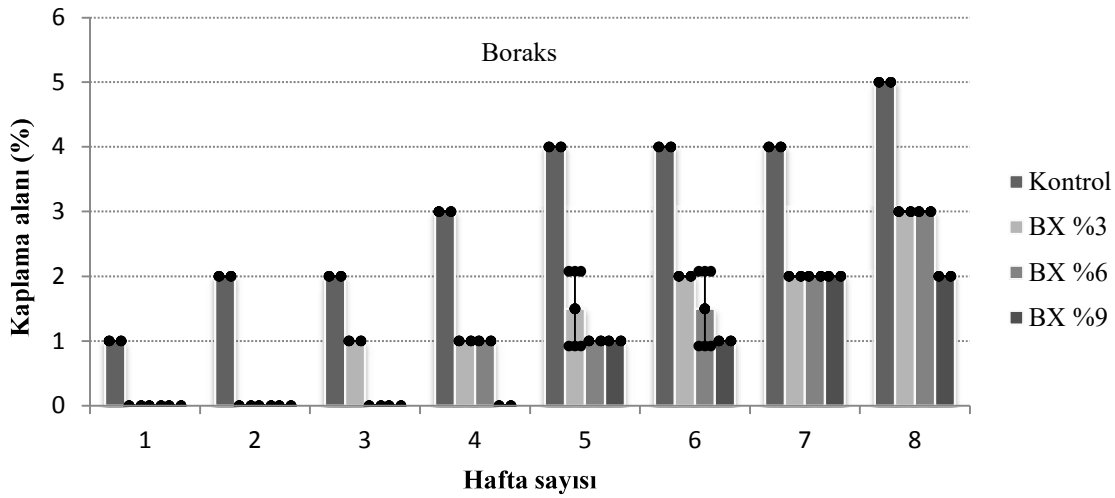
Amonyum polifosfat kullanılan deneme örneklerinde küf mantarı kontrol örneğinde 5. haftada skala değeri 5' e ulaşmış ama kimyasal madde ilaveli deneme örneklerinde ise 8. hafta sonunda skala değeri 5' e ulaşmıştır. Bu artış kimyasal madde konsantrasyonuna bağlı olarak daha yavaş ilerlemiştir. Amonyum polifosfatın küf mantarı üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Alfa-x ile elde edilen yüzeyi kaplama % oranları ise Şekil 4' de gösterilmiştir.



Şekil 4. Farklı konsantrasyonlarda alfa-x kimyasal madde ilavesi ile üretilmiş deneme levhalarına ait ortalama *Aerobasidium pullulans* küf mantarı değerleri

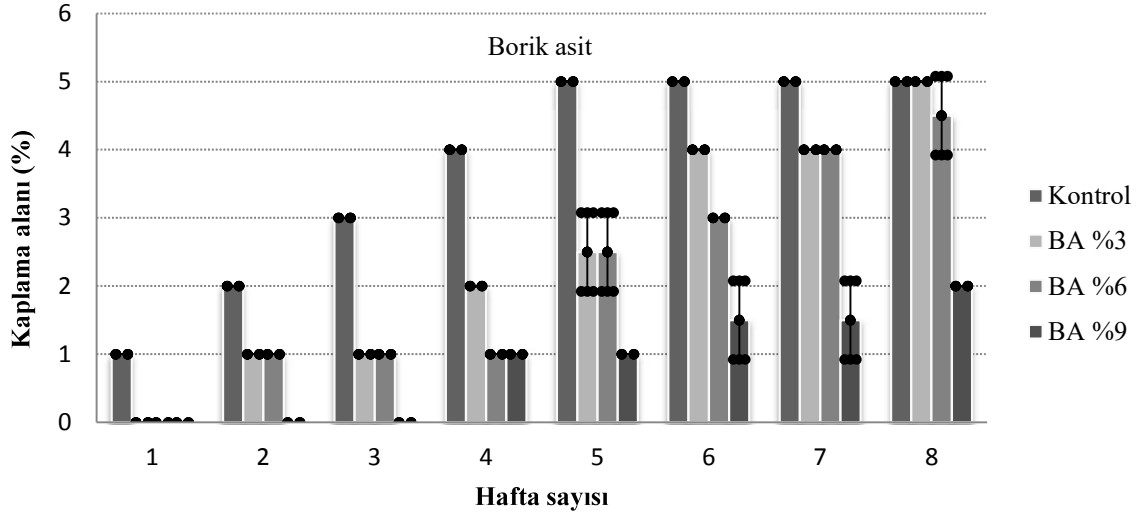
Şekil 4’ de görüldüğü üzere kontrol örneğine kıyasla, alfa-x kimyasalının küf mantarı ilerlemesi üzerinde direnç etkisinin olduğu görülmektedir. Konsantrasyon artışının da bu yavaşlatmayı az miktarda arttırdığı belirlenmiştir.

Aspergillus niger küf mantarı ile yapılan test sonuçları yanmayı geciktirici kimyasal maddelere göre aşağıda verilmiştir. Boraks ile elde edilen sonuçlar Şekil 5’ de gösterilmiştir.



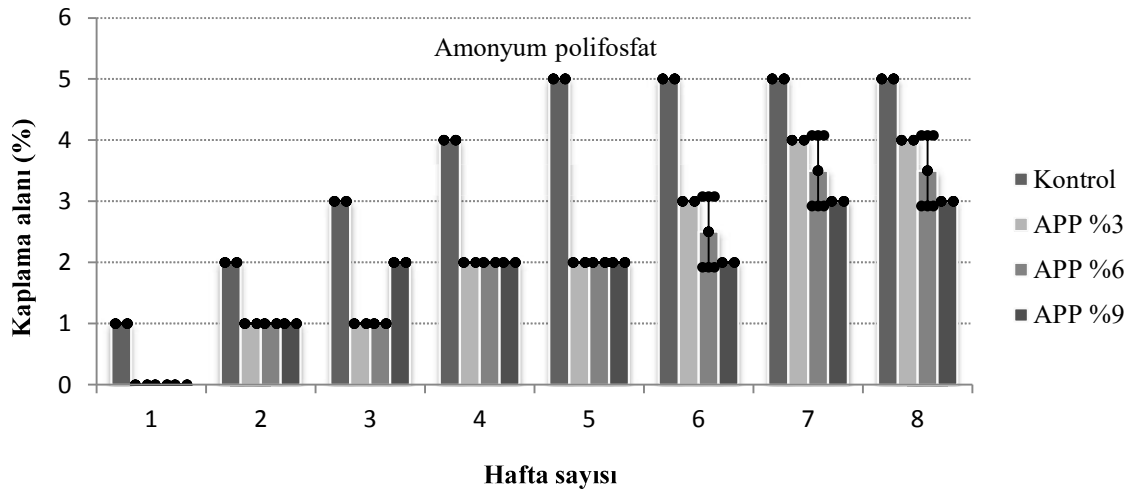
Şekil 5. Farklı konsantrasyonlarda boraks kimyasal madde ilavesi ile üretilmiş deneme levhalarına ait ortalama *Aspergillus niger* küf mantarı değerleri

Şekil 5’ de görüldüğü üzere ilk 2 haftada boraks ilaveli örneklerde etkili olamamış, 3. Haftadan itibaren etkili olmaya başlamıştır. Kontrol örneği 8 hafta sonunda skala değeri 5’ e ulaşırken, boraks kimyasalı ilaveli deneme örneklerinde ise bu yayılmanın azaldığı belirlenmiştir. 8 hafta sonunda boraks %9 skala değeri 2 olarak bulunmuştur. %3 konsantrasyonun küf mantarının yayılmayı azaltıcı etkide yeterli olduğu yorumu yapılabilir. Borik asit ile elde edilen yüzeyi kaplama % oranı aşağıdaki Şekil 6’ da gösterilmiştir.



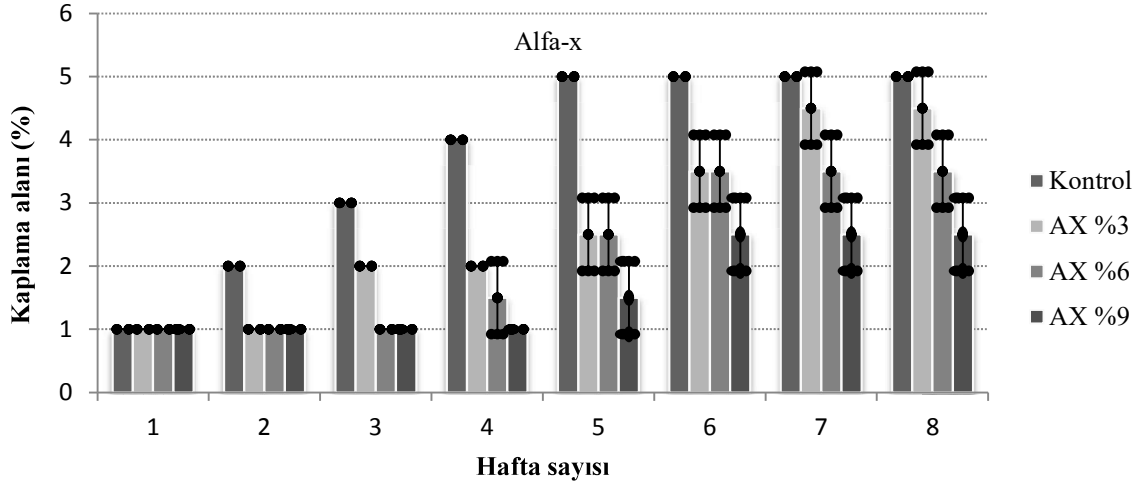
Şekil 6. Farklı konsantrasyonlarda borik asit kimyasal madde ilavesi ile üretilmiş deneme levhalarına ait ortalama *Aspergillus niger* küf mantarı değerleri

Borik asit ilaveli deneme örnekleri kontrol örneğine kıyasla artan kimyasal konsantrasyon oranına bağlı olarak küf miktarında azalma göstermiştir. Kontrol örnekleri 5 hafta sonunda skala değeri 5' e ulaşırken %9 borik asit deneme örnekleri 5 hafta sonunda skala değeri 1' de görülmektedir. 8 hafta sonunda ise skala değeri 2 olarak bulunmuştur. Amonyum polifosfata ait küf yayılma miktarı Şekil 7' de verilmiştir.



Şekil 7. Farklı konsantrasyonlarda amonyum polifosfat kimyasal madde ilavesi ile üretilmiş deneme levhalarına ait ortalama *Aspergillus niger* küf mantarı değerleri

Amonyum polifosfat kullanılan deneme örneklerinde küf mantarı kontrol örneğinde 5. haftada skala değeri 5' e ulaşmış ama kimyasal madde ilaveli deneme örneklerinde ise 8. hafta sonunda skala değeri 3' e ulaşmıştır. Bu artış kimyasal madde konsantrasyonuna bağlı olarak daha yavaş ilerlemiştir ve etkisindedir. 5. Haftadan sonra göstermiştir. Amonyum polifosfatın küf mantarı üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Alfa-x kimyasalı ilave edilmiş küf mantarı yayılma miktarı Şekil 8' de gösterilmiştir.



Şekil 8. Farklı konsantrasyonlarda alfa-x kimyasal madde ilavesi ile üretilmiş deneme levhalarına ait ortalama *Aspergillus niger* küf mantarı değerleri

Şekil 8’ de görüldüğü üzere kontrol örneğine kıyasla, alfa-x kimyasalının küf mantarı ilerlemesi üzerine direnç etkisinin olduğu görülmektedir. Kontrol örneği 5. haftada 5 skala değerine ulaşırken Alfa-x %9 deneme örnekleri 1.5 skala değerine ulaşmıştır. Alfa-x konsantrasyon artışının küf mantarı kaplama alanı miktarında özellikle 5. haftadan sonra azalmaya neden olduğu belirlenmiştir.

Bor bileşikleri ve yanmayı geciktirici kimyasal maddelerle yapılmış birçok mantar çalışmasında bor bileşiklerinin mantar gelişimini azalttığı tespit edilmiştir (Terzi ve ark., 2009; Ayrılmış, 2007; Fogel ve Lloyd 2002; Laks ve ark, 1991).

Laks ve ark, (1991), yonga levhalarda çinko boratın küf mantarlarına karşı etkili olduğunu bulmuştur. Bizim çalışma ile uyumlu olarak Fogel ve Lloyd (2002), %0,3 borik asit kullanılan levhalarda kontrol örneklerine kıyasla, levhalarda küf mantarına karşı önemli ölçüde iyileşme olduğunu belirtmişlerdir. OSB levhalarda borat muamelesi küf mantarı üzerinde önemli şekilde etkili olmuştur (Xu ve ark., 2013).

Sonuçlar

Aerobasidium pullulans ve *Aspergillus niger* küf mantarları kontrol örneğine göre 8 haftalık süreçte kimyasal madde ilaveli deneme örneklerinde daha az etkili olmuştur. *Aerobasidium pullulans* ve *Aspergillus niger* küf mantarları üzerine kimyasal maddenin konsantrasyon oranı da etkili olmuştur. Konsantrasyon artışının etkisi ile kontrol örneklerine kıyasla küf mantarı çürüklüğü daha uzun sürede ve daha az bir kaplama alanına ulaşabilmiştir. Yanmayı geciktirici kimyasal maddelerin, küf mantarlarında yayılmayı azaltıcı etkisi *Aerobasidium pullulans* küf mantarına kıyasla *Aspergillus niger* küf mantarında daha fazla olmuştur. *Aerobasidium pullulans* küf mantarına karşı boraks ve borik asit daha etkili olmuşlardır. *Aspergillus niger* küf mantarına ise sırasıyla boraks, borik asit, alfa x ve amonyum polifosfat etkili olmuşlardır. Her iki küf mantarı üzerine yanmayı geciktirici kimyasal maddelerin yayılmayı azaltıcı etkisi olduğu ama boraks kimyasalının diğer yanmayı geciktirici kimyasal maddelere kıyasla daha etkili olduğu bulunmuştur.

Teşekkür

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

Kaynaklar

- ASTM D 4445–10. Standard Test Method for Fungicides for Controlling Sapstain and Mold on Unseasoned Lumber (Laboratory Method).
- Ayrılmış, N., Candan, Z., White, R., 2007. Physical, mechanical, and fire properties of oriented strandboard with fire retardant treated veneers. *Holz Roh- Werkst* 65, 449–458
- Berkel, A. 1972. Ağaç Malzeme Teknolojisi Cilt II: Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No: 1745, O.F.Yayın No: 183, s. 386.
- Fogel, JL., Lloyd, JD, 2002. Mold performance of some construction products with and without borate. *Forest Prod. J.* 52(2), 38-43.
- İlhan, R. 1999. Ağaç Malzeme Teknolojisi I, Muğla Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Muğla, s. 165.
- Laks, PE., Quan, X., Palardy, R. D., 2002. Fungal susceptibility of interior commercial building panels. *Forest Prod. J.* 52(5), 41-44.
- Lloyd, JD., 1998. Borates and Their Biological Applications. The International Research Group on Wood Preservation 29 th Annual Meeting, IRG/WP/98–30178, Maastricht, Netherlands.
- Terzi, E., Kartal, SN., White, RH., Shinoda, K., Imamura, Y., 2011. Fire performance and decay resistance of solid wood and plywood treated with quaternary ammonia compounds and common fire retardants. *J. Wood Prod.* 69, 41–51.
- Yamaguchi, H. 2003. Silicic acid: Boric Acid Complexes as Wood Preservatives. *Wood Sei Technology* 37, 287–297.
- Yalınkılıç, MK., Yusuf, S., Yoshimura, T., Takahashi, M., Tsunoda, K. 1996. Effect of Vapor Phase formalization of Boric Acid Treated Wood on Boron Leachability and Biological Resistance. In: Proceedings of Third Pacific Rim Bio-Based Composite Symposium, Kyoto, Japan, pp. 544–551.
- Nemli, G., Yıldız, S., Gezer, ED. 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.
- Winandy, JE., Morell, J. 1990. ‘Protection of Wood Design in Adverse Environments’, In: Proceedings of I. Forest Product, 354-359.
- Xu, X., Lee, S., Wu, Y., Wu, Q. 2013. Borate-treated strand board from southern wood species: Resistance against decay and fungi. *BioResources* (1), 104-114.