

Yüzey kaplamasında kullanılan bazı yanmayı geciktirici kimyasalların orta yoğunluklu lif levhanın yanma özellikleri üzerine etkileri

Ferhat Özdemir^{a,*}, Arif Ayaz^a

Özet: MDF levhaların yüzeyleri kalsit, yanmayı geciktirici (FR) ve tutkal karışımı ile kaplanmıştır. Daha sonra yanma dayanımı özellikleri araştırılmıştır. Kalsitin tam kuru ağırlığına oranla, karışıma %1, %3 ve %5 oranlarında yanmayı geciktirici olarak bilinen boraks ve muskovit ilave edilmiştir. Yanma karakteristiklerinin belirlenebilmesi için, numunelerin yanma testleri ASTM E 69 standardına göre yapılmıştır. Test örneklerinin, ağırlık kaybı, sıcaklık, O₂, CO ve NO gaz miktarları ölçülmüştür. Ölçümler her 30 saniyede bir kaydedilmiştir. Boraks %5 kimyasalı, ağırlık kaybı (%74.5) ve O₂ miktarı (%20.5) üzerine olumlu etkiyi yaparken, muskovit %5 kimyasalı ise sıcaklık (289 °C) ve NO miktarı (342 ppm) üzerine daha fazla etki etmiştir. Yüzey kaplamasında kullanılan boraks ve muskovit, ilave edilme oranına bağlı olarak yanma performansı üzerine olumlu etki yapmışlardır.

Anahtar sözcükler: MDF, Yanmayı geciktirici, Yüzey kaplama, Muskovit

The effects of some flame retardant chemicals used in surface coating on the burning properties of MDF (Medium density fiberboard)

Abstract: In this study, the surfaces of MDF were coated with a mixture of calcite, fire retardant (FR) and glue. Then the properties of MDF boards combustion resistance were investigated. Borax and muscovite, known as flame retardants, were added to the mixture at 1%, 3% and 5% relative to the oven dry weight of calcite. The burning tests of the samples were carried out according to ASTM E 69 standard so that the combustion characteristics could be determined. The weight loss, temperature, O₂, CO and NO gas emissions quantities of the test samples were measured. The measurements were recorded every 30 seconds. Borax had the most positive effect on weight loss (74.5%) and O₂ amount (20.5%), while muscovite 5% chemistry had a greater effect on temperature (289 °C) and NO amount (342 ppm). Borax and muscovite used in surface coating have been positively influenced on burning performance depending on addition rate.

Keywords: MDF, Fire retardant, Surface coating, Muscovite

1. Giriş

Günümüzde MDF esaslı yapısal malzemelerin kullanımına yönelik talepler, teknolojik gelişme ile birlikte yaşam kalitesinin yükselmesine bağlı olarak giderek artmaktadır. MDF mobilya sektöründe ağırlıklı olarak mebran kapak ve lake mobilya ürünlerinde, beton kalıbı olarak ve diğer mobilya üretiminde kullanılmaktadır. Fiziksel ve mekanik özellikleri ile masif ağaç malzemeye alternatif olarak kullanılır. Birçok kullanım avantajına sahiptir. Yüzey yoğunluğunun yüksek ve az pürüzlü olması sebebiyle levha yüzeylerine her çeşit lake, boya ve vernik gibi sıvı yüzey işlemleri uygulanabilmektedir. MDF levhalarının yüzeyleri her türlü laminat, reçine emdirilmiş kâğıt, folyo ve ahşap kaplama ile kaplanabilir. MDF levhaların kenarları son derece düzgün ve sıkı olup, masif çita yapıştırılmadan lamba zıvana açılabilen ve her türlü profil verilebilmektedir. MDF levhaların diğer avantajları ise eğilme direnci, elastikiyet modülü, vida ve çivi tutma gücünün yüksek olmasıdır. Ancak odun ve odun esaslı malzemelerin kolay yanabilme özelliği en önemli dezavantajı olmaktadır. Bu sebeple yanma özelliklerinin

geciktirilmesi için koruyucu bir takım kimyasal maddeler ile muamele edilmesi gerekmektedir.

Günümüzde suda çözünen ve çözünmeyen bor bileşikleri yanma geciktirici olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Kuzlowski vd., 1995). Borlu bileşikler kompozit üretimi esnasında toz halinde tutkala, odun yongasına veya odun liflerine katılmaktadır (Ayrılmış vd., 2005). Ayrıca yüzey kaplama yanmanın yayılması ve yanmayı geciktirme için kullanılan diğer bir metottür. Yanmayı geciktirici kimyasallar odundan ısı ve yanıcı gazların salıverilmesini azaltarak yanma prosesine etki ederler. İstek ve ark, (2013) MDF ile ilgili olarak yüzey kaplaması yaptıkları bir çalışmada borik asitin, boraks ve çinko borat kullanımından daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Özdemir ve Tutuş (2016) ise yonga levhanın yüzeyinin kaplamasına ilave edilen borik asitin yanma üzerine olumlu etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Kalsit bir karbonat minerali iken boraks, bor madeninin en önemli rezervidir. Rezerv bakımından dünyada en çok Türkiye'de bulunmaktadır. Boraks, çok güç eriyen sert bir malzemedir (Baysal, 1994).

✉ ^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): ferhatozd@mail.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 25.04.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 15.06.2017



Citation (Atıf): Özdemir, F., Ayaz, A., 2017. Yüzey kaplamasında kullanılan bazı yanmayı geciktirici kimyasalların orta yoğunluklu lif levhanın yanma özellikleri üzerine etkileri. Turkish Journal of Forestry, 18(3): 251-257. DOI: 10.18182/tjf.309007

Muskovit ($KAl_2(Al_2Si_3O_{10})(OH)_2$), beyaz mika olarak da bilinmektedir. İçindeki katık maddelere göre saydam, gümüşü, soluk yeşil, esmerce veya sedefimsi renklerde, pullu yapıda, sertliği 2.5-3.0 arasında, yoğunluğu 2.8 g/cm^3 olup, asitlerde ayrılmaz ve erimez. Erime sıcaklığı ise $1200-1300 \text{ }^\circ\text{C}$ ' dir (Gürsu, 2004). Muskovit, endüstriyel alanda önemi yeteri kadar anlaşılammış ve etkin bir şekilde değerlendirilmemiş endüstriyel bir mineraldir.

Bu çalışmada kalsit, boraks, muskovit mineralleri, tutkal ve su ile karıştırılarak, MDF levha yüzeylerine sürülerek, yanmayı geciktiricilerin ve eklenme oranlarının etkileri araştırılacaktır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Yüzey kaplama karışımında bulunan yanmayı geciktirici kimyasal maddeler ve kullanım oranları Çizelge 1' de verilmiştir. Yoğunluğu 0.730 g/cm^3 olan MDF levhalar ticari olarak satın alınmıştır. Boraks Tekkim San. ve Tic. Şirketinden (İzmir), Muskovit ise piyasadan temin edilmiştir. Boraks ve muskovit oranları, kalsitin tam kuru ağırlığına göre belirlenmiştir. Boraks, muskovit, kalsit, melamin formaldehit tutkalı ve su homojen şekilde manyetik karıştırıcıda $35 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de karıştırılmıştır. Karışımın pH değeri 8-10, viskozite değeri ise $100-150 \text{ cP}$ olarak ayarlanmıştır.

Boraks ve muskovit kimyasalları, karışıma kalsitin tam kuru ağırlığına oranla %1, %3 ve %5 oranlarında eklenmiştir. MDF levhaların yüzeyleri düzgün olması ve kimyasalları daha iyi tutabilmesi için 120 numara zımpara kâğıdı ile zımparalanmıştır. Karışım MDF levha yüzeylerine 140 g/m^2 oranında bir rulo fırça ile 0.25 mm kalınlık olacak şekilde sürülmüştür. Levhalar %65 bağıl nem ve $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de iki gün iklimlendirme dolabında tutulmuştur. Yüzey kaplama mineralleri ve karışım oranları Çizelge 1'de verilmiştir.

2.2. Yöntem

MDF levhaların yanma mukavemeti-ASTM E-69 (2007) standartlarına bağlı kalınarak Alev Kaynaklı Yanma (AKY) ve Kendi Kendine Yanma (KKY) testleri yapılarak belirlenmiştir. Test örnekleri kontrol, kalsit kaplı ve yanmayı geciktirici kimyasal-kalsit ile kaplanmış numunelerden oluşmaktadır. Kontrol ve test örnekleri yanma işleminden önce $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında klimatize edilmiştir.

İki hafta süre ile klimatize edilmiş $9.5 \times 19 \times 1016 \text{ mm}$ ebatlarındaki örnekler Şekil 1'de gösterilen test borusunun içerisine asılmıştır. Bütan gazının alev yüksekliği 25 cm , sıcaklık $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ ' yi geçmeyecek şekilde test düzeneği hazırlanmıştır. Yanma doğal hava akışı olan bir bacanın altında gerçekleştirilmiştir. Yanma öncesi ağırlık ile yanma esnasındaki ağırlık kaybını ölçmek için 0.01 g hassasiyetli dijital terazi, yanma başladıktan sonra sıcaklık değişimi ve açığa çıkan gazları ölçmek için optik algılayıcı kullanılmıştır.

Ağırlık kaybının yanı sıra Testo 340 M gaz analizörü sayesinde sıcaklık değişimi ve açığa çıkan gazlardan O_2 , CO ve NO değerleri her 30 saniyede bir ölçülmüştür. AKY (4 dk süre ile) ve KKY (6 dk süre ile) değerleri belirlenmiştir. Yanma testleri her 30 sn ' de bir olmak üzere toplam 4 dk 8

ölçüm alev kaynaklı, 6 dk 12 ölçüm kendi kendine yanma şeklinde yapılmış ve 10 dk sonra deney sonlandırılmıştır. Yanma test düzeneği Şekil 1'de verilmiştir. Her bir formülasyon için testler 6 kez tekrarlanmıştır.

Sıcaklık, O_2 , CO ve NO miktarlarının ölçüldüğü Testo 340 M baca gazı analizörü ise Şekil 2' de verilmiştir.

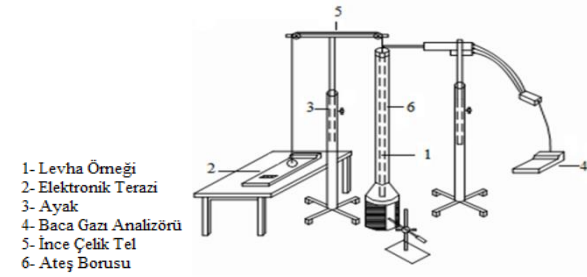
3. Bulgular ve tartışma

3.1. Ağırlık kaybı değerleri

Kontrol, kalsit ile kaplanmış ve FR kimyasalları ile yüzeyi kaplanmış MDF levha test örneklerinin ağırlık kaybı değerleri Şekil 3'de verilmiştir. Kontrol örneğinin ağırlık kaybı (%92), kalsit ile kaplı (%85) ve FR kimyasalları ile kaplanmış örneklerin (%82.5-%74.5) ağırlık kayıplarından daha fazla olmuştur. Ağırlık kaybındaki azalma MDF levhaların yanma direncindeki artışı göstermektedir. MDF levhaların yanma direnci, yüzey kaplama yöntemi ile gelişmiştir. Kalsit ve FR kimyasallarının kullanımı yanma mukavemeti üzerine pozitif bir etki yapmıştır.

Çizelge 1. Yüzey kaplama materyalleri ve karışım oranları

Materyal	Karışım oranı (%)
Kalsit	100
Melamin Formaldehit	20
Boraks	1-3-5
Muskovit	1-3-5



Şekil 1. Yanma test düzeneği



Şekil 2. Testo 340 M baca gazı analizörü

Yanmayı geciktirici kimyasal maddeler, ağırlık kaybı üzerine etkili olmuşlar ve yanmaya karşı belirli derecede koruma sağlamışlardır. Kimyasal maddelerin ekleme oranı arttıkça MDF numunelerinin ağırlık kaybı değerleri üzerine olumlu etki yapmış ve daha fazla koruma sağlamıştır ($p=0,000$). Ancak gruplar arasında ise önemli bir fark bulunamamıştır ($p=0,683$). Yapılan korelasyon analizinde ise kontrol örneği ile muskovit ve boraks eklenme yüzde miktarları arasında çok güçlü bir ilişki bulunmaktadır ($r=0,933$) Test numunelerinin ağırlık kaybı değerleri Şekil 3'te verilmiştir.

Kontrol örneği ve kalsit ile kaplanmış test numuneleri incelendiğinde ağırlık kaybı AKY' da kontrol örneğinde %75, kalsit kaplanmış numunelerde %66 iken KKY kontrol örneğinde %92, kalsit kaplı örneklerde ise %85 olarak bulunmuştur (Şekil 4).

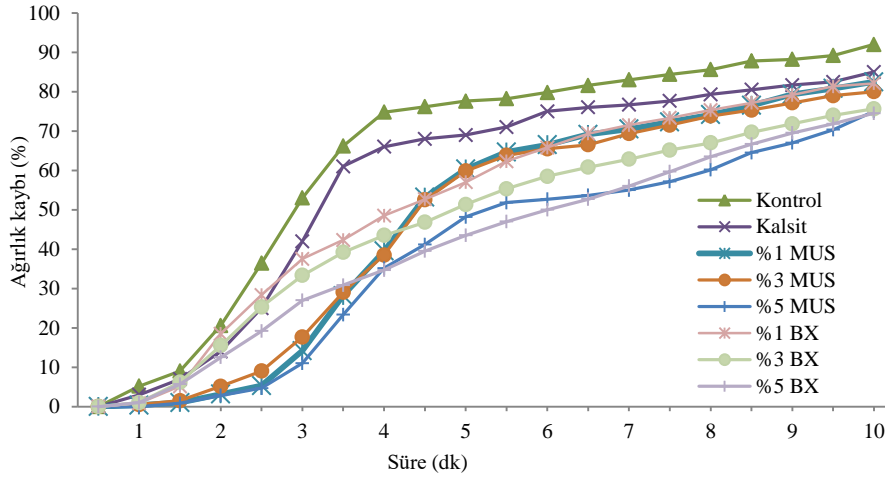
Kalsit ile kaplanmış MDF levhalardaki ağırlık kaybı, kontrol örneği ile kıyaslandığında AKY' da %12, KKY' da ise %7.60 oranında ağırlık kaybında bir iyileşme meydana gelmiştir.

Şekil 5'te belirli oranlarda boraks kimyasalı ilave edilmiş numuneler ile kalsit kaplı ve kontrol örnekleri karşılaştırılmıştır. %1, %3 ve %5 boraks ilaveli MDF örneklerinde AKY' da ağırlık kaybı değerleri sırasıyla

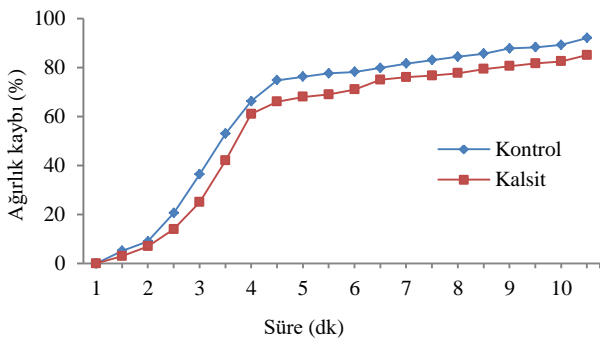
%48.5, %43.5 ve %34.7 iken KKY' de ise %82.1, %75.7 ve %74.5 olarak bulunmuştur.

Şekil 6'da ise muskovit kimyasalının ağırlık kaybı üzerine etkisi gösterilmiştir. Numunelere ilave edilen %1, %3 ve %5'lik muskovit kimyasalının ağırlık kaybına olumlu bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Kalsit kaplı kontrol örneğinde ağırlık kaybı değerleri AKY' da %66, KKY' de %85 iken muskovit ilaveli MDF numunelerinde bu değerler sırasıyla AKY' da %39.5, %38.5 ve %35.2, KKY' de %82.5, %80.0 ve %75.0 olarak bulunmuştur.

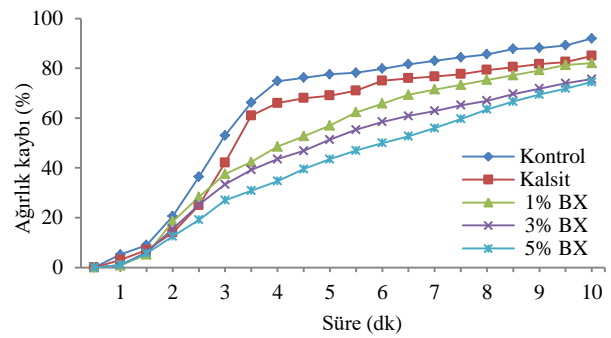
MDF test numunelerinin kalsit ile kaplanması sırasında belirli oranlarda ilave edilen yanmayı geciktirici kimyasalların ağırlık kaybı değerleri üzerine etkilerinin olumlu olduğu tespit edilmiş ve ilave oranlarındaki artışlara paralel olarak ağırlık kaybı değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. Ağırlık kaybının miktarı, kimyasal maddelerin yapısına bağlı olmakla beraber, farklı nedenlerden dolayı da olabilir. Örneğin; yanmayı geciktirici kimyasalların yapısal özelliği dolayısıyla polimerizasyon ve dehidrasyon reaksiyonlarını katalizleyerek piroliz sıcaklığını düşürmekte, kömürleşme miktarını artırmakta ve tutuşabilen uçucu gazların miktarını azaltarak yanma mekanizmasını değiştirmektedir (Holmes, 1974; Le Van ve Collet, 1989; Vick, 1994; Stevens ve ark, 2006;).



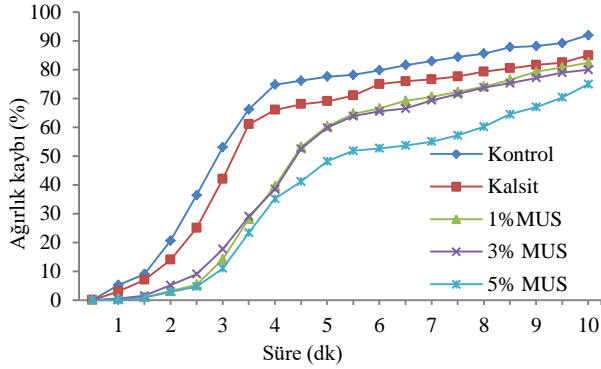
Şekil 3. Test numunelerinin AKY ve KKY ağırlık kaybı değerleri değişimleri



Şekil 4. Kontrol örneği ve kalsit kaplı örneklerin AKY ve KKY ağırlık kaybı değerleri



Şekil 5. Boraks eklenmiş numune AKY ve KKY ağırlık kaybı değerleri



Şekil 6. Muskovit eklenmiş numune AKY ve KKY ağırlık kaybı değerleri

3.2. Sıcaklık Değerleri

Kontrol, kalsit kaplı ve FR kimyasalı ilaveli test numunelerinin sıcaklık değerleri Şekil 7'de verilmiştir. FR kimyasalların sıcaklık değerleri üzerine etkisinin AKY ve KKY' da farklı etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Şekil 7'de kontrol ve kalsit kaplı örneklerinin sıcaklık değerleri verilmiş ve kalsitin sıcaklık değerleri üzerine olumlu bir etkisinin ($r=0,851$) olduğu tespit edilmiştir. Kontrol örneğinde bu değer ortalama AKY' da 354 °C, KKY' da 100 iken kalsit kaplı MDF numunelerinde bu değerler sırasıyla 311 °C ve 93 °C' ye düşmüştür. Ancak boraks kimyasalının sıcaklık değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir. %1, %3 ve %5 oranlarında ilave edilen boraks kimyasalı ile sıcaklık değerleri sırasıyla AKY' da 310 °C, 307 °C ve 300 °C, KKY' da ise 92 °C, 91 °C ve 91 °C olarak bulunmuştur.

Muskovit kimyasalı eklenen numunelerde elde edilen sıcaklık değerleri sırasıyla AKY' da 301, 297 ve 289 °C, KKY' da 93, 92 ve 92 °C olarak bulunmuştur. Kontrol örneği (AKY: 311 °C; KKY: 93 °C) ile karşılaştırıldığında muskovit kimyasalının MDF yüzeyine ilave edilmesi ile sıcaklık değerleri üzerinde kayda değer bir etkisinin ($p=0,985$) olmadığı gözlemlenmiştir.

Örneklerin, yanma esnasında tespit edilen sıcaklıklarının düşmesi; kimyasal maddelerin lif yapısına iyi bir şekilde nüfuz etmesi, sertleşmeyi artırması, yanma sırasında tutuşma ve alevlenmeyi geciktirici gazlar veya kömür tabakası oluşturmaları gibi etkilerden dolayı meydana gelmiş olabilir. Ayrıca, yanmayı geciktirme amaçlı kullanılan tüm kimyasal maddelerin, yangına maruz kalan malzemenin tutuşma sıcaklığını düşürdükleri bildirilmektedir. Yine, borik asit, boraks gibi suda çözünebilir maddelerin yanma esnasında tutuşmayı önleyici gaz veya eriyikler oluşturdukları da belirtilmektedir (Barnes ve Amburgey, 1993; Var, 2000).

3.3. Oksijen Değerleri

Kontrol örneklerine göre O₂ değerlerindeki artış ilave edilen FR kimyasalların yanma özellikleri üzerine olumlu bir etki oluşturduğunu göstermektedir. Test numunelerinin oksijen değerleri Şekil 8'de verilmiştir.

Boraks kimyasalı da kalsit ile kaplanmış örneklerdeki gibi yanmaya karşı olumlu bir etki yapmıştır ($p=0,000$). %1, %3 ve %5 oranlarında ilave edilen boraksın oksijen değerleri sırasıyla AKY' da %20, %20.5 ve %20.5, KKY' da ise %20.6, %20.6 ve %20.8 olarak bulunmuştur. Kontrol

örneği (AKY:%17.6; KKY: %20.3) ile karşılaştırıldığında boraks kimyasalının artışına bağlı olarak oksijen değerleri de artmış ve yanmaya karşı olumlu bir etki sağlamıştır.

Muskovit kimyasalının O₂ değerleri üzerine yanmaya karşı olumlu bir etki yaptığı tespit edilmiştir ($p=0,000$). Yanma ile oksijen miktarı arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır ($r=0,619$).

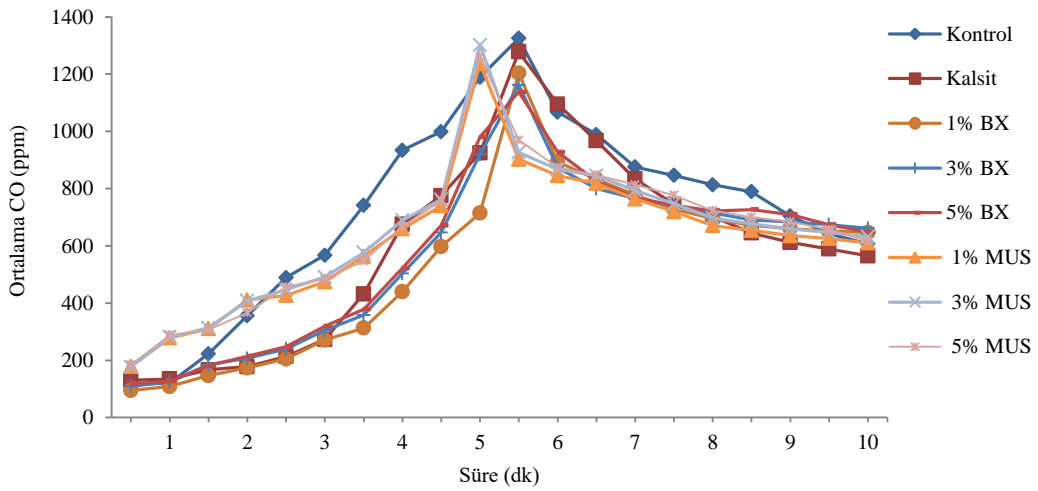
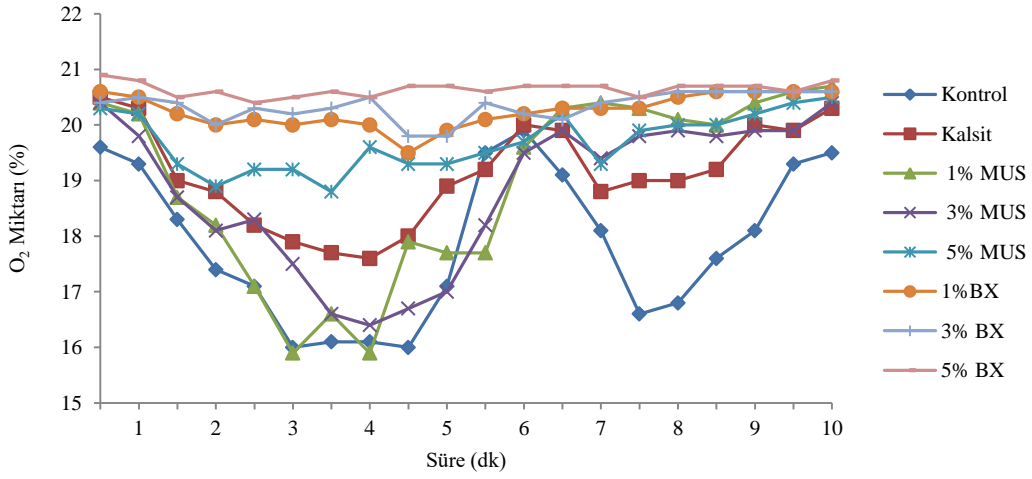
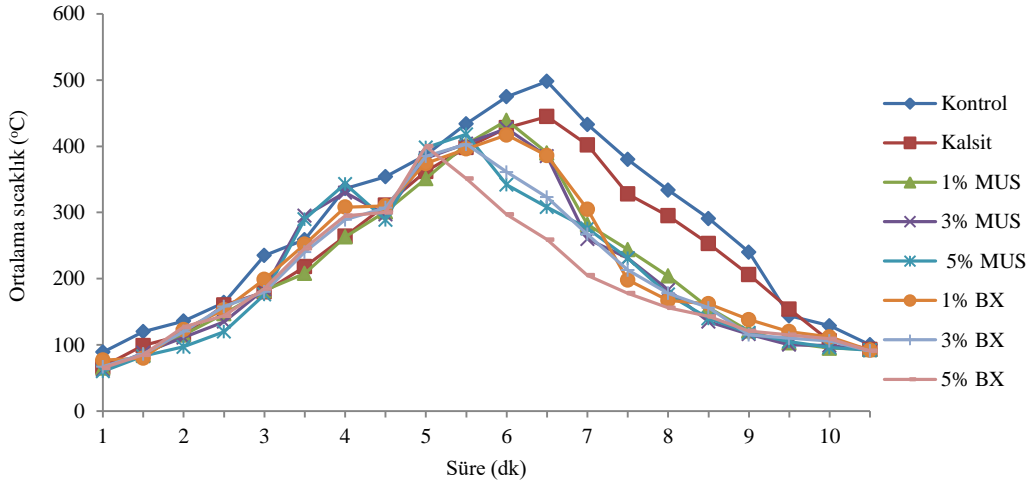
Oksijen miktarı değerleri sırasıyla AKY' da %15.9, %16.4 ve %19.6 KKY' de ise %20.7, %20.4 ve %20.3 olarak bulunmuştur. Kalsit dâhil tüm yanmayı geciktirici kimyasalların oksijen miktarı değerlerini kontrol örneğine kıyasla belirli bir oranda arttırdığı ve bu nedenle yanmaya karşı olumlu bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

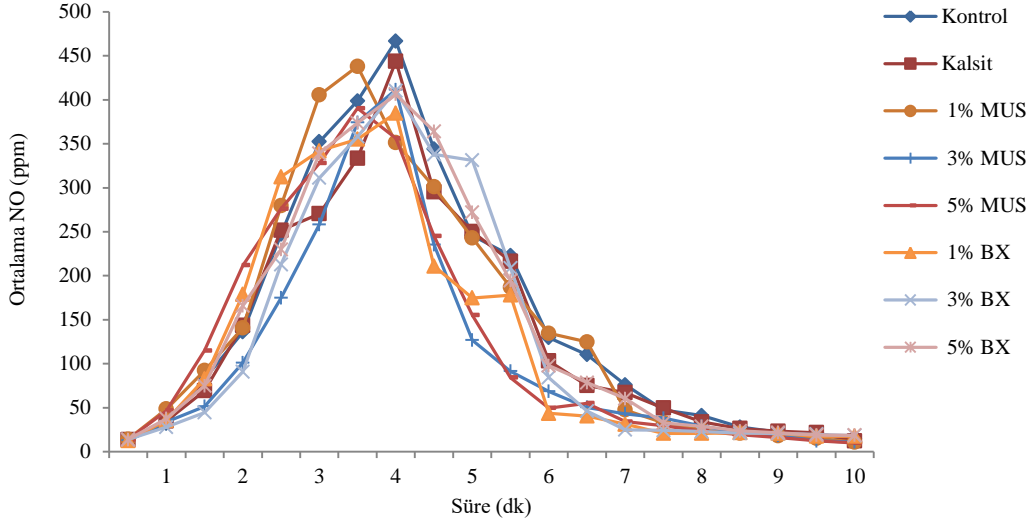
Bu durum; kimyasal maddelerin, muamele edildikleri levhaların yanma mekanizmalarını değiştirerek yanmaya karşı gösterdikleri dayanımlarını artırmasının ilave bir sonucu olabilir. Çünkü yanmayı geciktirici kimyasallarının etkisiyle yanma özellikleri iyileşen ve yanması sınırlandırılan örnekler doğal ortamdaki gazların oranını değiştirerek O₂ miktarının artmasına sebep olmaktadır (Ustaömer, 2008). Uysal ve Kurt (2005) sarıçam ve kayın örneklerini boraks, borik asit ve boraks-borik asit karışımı ile muamele ederek yaptıkları bir çalışmada; emprenyeli örneklerin O₂ değerlerinin kontrol örneğinin değerinden daha fazla olduğunu bulmuşlardır. O₂ miktarı malzemenin yanması için gerekli olan en az oksijen miktarını %O₂ miktarının artması ile yanma olayı azalmaktadır.

3.4. CO Değerleri

Test numunelerinin AKY ve KKY' da CO ppm değerleri Şekil 9'da verilmiştir. Kalsit ve FR kimyasalların CO değerleri üzerine olumlu etki yaptığı görülmektedir ($p=0,001$). Kontrol örneği ile muskovit ve boraks eklenme yüzde oranları arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır ($r=0,925$). Kontrol örneği ile kalsit kaplı örnek karşılaştırıldığında, CO değerleri kontrol örneklerinde AKY' da 934 ppm, KKY' da 607 ppm iken kalsit kaplı numunelerde değerler sırasıyla 675 ppm ve 565 ppm' e düşmüştür. Kalsit kaplama işlemi CO değerleri üzerinde etkili olmuş ve yanma özelliklerinde olumlu bir etki göstermiştir. %1, %3 ve %5 oranlarında ilave edilen boraks test numuneleri için CO değerleri sırasıyla AKY' da 660, 645 ve 638 ppm, KKY' de ise 532, 517 ve 502 ppm olarak bulunmuş ve kontrol örnekleri (AKY: 675; KKY: 565 ppm) ile karşılaştırıldığında CO değerlerinde düşüşün olduğu gözlemlenmiştir. Muskovit kimyasalının CO değerleri üzerine etkisi sırasıyla AKY' da 440, 503 ve 523 ppm, KKY' de ise 562, 548 ve 526 ppm olarak bulunmuş ve kontrol örneği ile karşılaştırıldığında AKY ve KKY' de CO değerleri düşüş göstermiştir.

Yanmayı geciktirici kimyasalların CO değerleri üzerindeki etkileri FR kimyasalların CO değerlerini düşürdüğü ve dolayısıyla yanmaya karşı olumlu bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. Kimyasal maddelerin ekleme oranının artması ile CO değerinin azaldığı bulunmuştur. Yanmayı azaltıcı etkiye sahip kimyasal yapısı olan FR kimyasallar ortamda istenmeyen gaz oluşumunu düşük seviyede tutabilmektedir. İstek vd., (2013), MDF levhalar üzerinde yaptıkları bir çalışmada FR kimyasalların CO değerlerinin kontrol gruplarına nazaran azaldığını rapor etmişlerdir.





Şekil 10. Test numunelerinin AKY ve KKY ortalama NO değerleri

3.5. NO Değerleri

Test numunelerinin NO değerleri Şekil 10' da verilmiştir.

Kontrol örneğinde NO değeri AKY' da 467 ppm, KKY' da 15 ppm iken bu değer kalsit kaplı örneklerde sırasıyla 444 ppm ve 12 ppm' e düşmüştür. Bu değerlere göre kalsit kaplama işleminin NO değerlerini düşürdüğü ve yanmaya karşı olumlu bir etki gösterdiği anlaşılmaktadır.

Boraks kimyasal ilavesinin MDF yanma testleri sonucunda NO değerleri üzerine etkisi kimyasal oranındaki artış ile paralellik gösterip AKY' da arttığı, KKY' da ise azaldığı gözlemlenmektedir. MDF kaplama işleminde %1, %3 ve %5 oranlarında boraks ilavesi sonucu ortaya çıkan NO değerleri sırasıyla AKY' da 385, 410 ve 406 ppm, KKY' da ise 12, 11 ve 11 ppm olarak bulunmuştur.

Muskovit kimyasalının NO değerleri sırasıyla AKY' da 368, 329 ve 324 ppm, KKY' da ise 11, 11 ve 11 ppm olarak bulunmuş ve kontrol örneği ile karşılaştırıldığında bu değerlerde düşüşlerin olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre boraks ve muskovit kimyasalının yanma özellikleri üzerine NO değerleri açısından olumlu bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

İstek ve ark. (2013), MDF levhalar üzerinde yaptıkları bir çalışmada yanmayı geciktirici kimyasalların NO değerlerinin kontrol gruplarına nazaran azaldığını rapor etmişlerdir.

4. Sonuçlar

1. Kalsit, FR kimyasalları, melamin tutkalı ve su karışımı ile kaplanan MDF levha test numunelerinde kalsit ile kaplama işlemi yanma dayanımı özelliklerini geliştirmiştir. FR kimyasal ekleme oranı arttıkça ağırlık kaybı azalmıştır. Ağırlık kaybı üzerine en olumlu etkiyi %5 boraks kimyasalı (%74.5) gösterirken, en az etkiye %1 muskovit (%82.5) kimyasalının sahip olduğu bulunmuştur.
2. Sıcaklık değerlerinde AKY' da muskovit %5 oranı 289 °C ile en etkili kimyasal olurken boraks %1 numuneleri ise en az etkili sonuçları 310 °C ile vermiştir.

3. En düşük O₂ miktarı muskovit %5 oranında (%15.9) elde edilirken, en iyi sonuç boraks %3 ve %5 oranlarında (%20.5) olduğu tespit edilmiştir.
4. En yüksek CO miktarı kontrol örneklerinde ortaya çıkmıştır. Çünkü kalsit kaplanmış ve FR kimyasalı eklenmiş numunelerde yanma ürünü gazların çıkışı daha az olmuştur.
5. NO miktarlarında AKY' da en yüksek oran kontrol örneklerinde 467 ppm iken en düşük oran ise muskovit %5 numunelerde 342 ppm olarak bulunmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2015/2-9YLS numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- ASTM E-69, 2007. Standart Test Method For Combustible Properties of Treated Wood by the Fire-Tube Apparatus, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015.
- Ayrılmış, N., Kartal, S. N., Laufenberg, T. L., Winandy, J. E., White, R.H. 2005. Physical and mechanical properties and fire, decay, and termite resistance of treated oriented strandboard. *Forest Product Journal*. 55(5), 74-81.
- Barnes, H.M., Amburgey, L.T., 1993. Technologies for the protection of wood composites. In: Proc.IUFRO Symp. On Protection of Wood Based Composite Products. Forest Prod.Soc., Madison,WI, 7-11.
- Baysal, E., 1994. Çeşitli borlu ve WR bileşiklerinin kızılçam odununun bazı fiziksel özelliklerine etkisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Yüksek Lisans Tezi, 112 s.
- Gürsu, S., 2004. Muskovit şistlerin (Başçatak-Akdağmadeni, Yozgat) jeolojik özellikleri ve muskovitin ısısal analiz yöntemleri ile teknolojik davranışlarının belirlenmesi, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 13-14 Mayıs 2004, İzmir, Türkiye.
- Holmes, C. A., 1974. The Fire Performance of Wood and Its Provement by Fire Retardent Treatments, American Wood Preserves, Association, 95-102.

- İstek, A., Aydemir, D., Erođlu, H., 2013. Combustion properties of medium-density fiberboards coated by a mixture of calcite and various fire retardants, *Turk J Agric For.*, 37: 642-648.
- Kozłowski R., Helwig, M., Przepiera, A., 1995. Light-weight, environmentally friendly, fire retardant composite boards for panelling and construction, *Inorganic-bonded wood and fiber composite materials, USA.*, P. 6-11.
- Levan, S.L., Collet, P.M., 1989. Choosing and Applying–Retardant-Treated Plywood and Lumber for Roof Designs. Gen. Technical. Rep. GTR–62. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madision, WI.
- Ustaömer, D. 2008. Çeşitli Yanmayı Geciktirici Kimyasal Maddelerle Muamele Edilerek Üretilmiş Orta Yođunluktaki Liflevhaların (MDF) Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Uysal, B., Kurt, Ş. 2005. Borlu bileşiklerle emprenye edilmiş kayın ve sarıçam ağaçlarının yanma özellikleri. I. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı, s.33-41.
- Vick, C.B. 1994., Phenolic adhesive boards to aspen veneers treated with amino-resin fire retardants. *Forest Products Journal*, 44(1), 33-40.
- Var, A.A. 2000. Emprenye Edilmiş Yongalardan Üretilen Yonga Levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.