

BORLU BİLEŞİKLER VE DOĞAL SEPI MADDELERİYLE EMPRENYE EDİLEN SARIÇAM ODUNUNUN YANMA ÖZELLİKLERİ

Ergün BAYSAL

Muğla Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Kötekli, 48000, Muğla

Özet: Ağaç malzemenin en olumsuz özelliklerinden biriside yanıcı olmasıdır. Ağaç malzemenin bu olumsuz özelliğinin giderilmesi amacıyla, yanmayı engelleyici veya geciktirici bir çok kimyasal madde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, borik asit ve boraks karışımı (7:3; ağırlık: ağırlık) ve çeşitli doğal sepi maddeleri ile işlem görmüş sarıçam odununun yanma özellikleri incelenmiştir. Yanma deneyleri, alev kaynaklı kendi kendine yanma ve kor hali yanma aşamalarında, ASTM 160-50 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Yanma testine göre, sıcaklık ölçümleri, yıkılma süresi, ışık yoğunluğu ve örneklerin kütle kaybı oranları belirlenmiştir. Sonuçlara göre; doğal sepi maddeleri incelenen yanma parametreleri üzerinde olumsuz etkide bulunmuştur. Doğal sepi maddeleri ile muamele edilen sarıçam odunun yanma özellikleri kontrole benzer yada kötü düzeyde gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, doğal sepi maddeleri ile muamele edilen sarıçam odununun yanma ile ilgili bazı özelliklerinde istatistiksel anlamda önemli düzeyde iyileşme sağlanmıştır ($P \leq 0.01$).

Anahtar kelimeler: Borlu bileşikler, Doğal sepi maddeleri, Yanma testi, Sarıçam

FIRE PROPERTIES OF SCOTS PINE IMPREGNATED WITH BORATES AND NATURAL EXTRACTIVES

Abstract: Combustibility is the most undesirable properties of wood and wood based materials, thus fire/flame retardants have been increasingly used to reduce the combustibility of wood. In this study, it was investigated fire properties of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) which treated aqueous solutions of boric acid and borax mixture (7.3; weight:weight) and aqueous solutions of some natural extractives(bark powder, sumach leaf powder, gall-nut powder and acorn powder dissolved in to the 4 % conc. distilled water). Fire test performed according to ASTM 160-50 Standard Test Method. Fire test were made at three combusting stages: combustion with flame, combustion without flame and glowing. Mass losses of test specimens after combustion, and temperature records, photo density of each combustion stage were determined according to Standard. Natural extractives showed unfavourable effects on fire parametres. Also, they showed same or more badly burning properties compare to control specimen. However, boric acid and borax applied as secondary treatment over natural extractives possivately effected some fire properties of Scots pine in significant level ($P \leq 0.01$).

Keywords: Borates, Natural extractives, Fire test, Scots pine,

1. Giriş

Ahşap, karbon ve hidrojen içeren organik esaslı bir materyal olduğundan yanıcıdır. Kendi kendine yanabilmesi için sıcaklığın 275 °C'ye çıkarılması gerekmektedir. Bununla birlikte herhangi bir tutuşturucu alev kaynağı varlığında çok daha düşük sıcaklıklarda tutuşarak yanabilmektedir. Oksijen, ısı kaynağı ve yanabilir madde üçlüsünden birinin olmaması durumunda tutuşma olmaz (1). Her ne kadar yangın esnasında çoğu yapısal materyale oranla üstün yönleri varsa da yanmaya karşı direnci artırıcı emprenye maddeleriyle muamele, emniyetin sağlanması ve yanmanın engellenmesi bakımından kaçınılmaz olmaktadır (2,3,4).

En yaygın bilinen emprenye maddeleri kreozot, CCA (bakır, krom, arsenik) ve PCP (Pentaklorofenol)'dür. Çevre koruma derneklerinin baskısıyla CCA ve kreozotun kullanımı yakın bir geçmişte, PCP ise çok daha önceleri birçok

ülkede yasaklanmıştır. Bu maddelerin ekolojik dengeyi bozdukları ve insan ve diğer canlıların sağlıklarını tehdit ettiğine ilişkin çok ciddi araştırma sonuçları bulunmaktadır (5,6). Buna çare olabilecek yeni emprenye maddeleri olan alkilamonyum bileşikleri ve geleneksel borlu bileşikler gittikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Borlu bileşikler, biyolojik zararlılara karşı yüksek etkinlikleri, suyla çözünerek kolayca uygulanabilmeleri, oduna difüzyon yetenekleri, ucuz ve temini kolay olması, memelilere karşı ihmal edilebilecek derecede düşük zehirlilik etkileri ve yanmaya karşı ahşabın direncini önemli ölçüde artırmaları nedeniyle güncellik kazanmışlardır (7,8,9,10,11). Bununla birlikte dış ortamda yağmur etkisiyle kolayca odundan yıkanmaları nedeniyle kullanımları yalnızca iç mekanlarda sınırlı kalmıştır (12,13).

Doğal sepi maddeleri, içerdikleri tan en miktarları bakımından, ağaç malzeme için böcek ve mantarlara karşı koruyucu özelliklere sahip olmaları nedeniyle pek çok kullanım alanına sahip bulunmaktadır (14,15).

Onuorah (16), çeşitli tropik yapraklı ağaçların öz odunlarından elde ettiği ekstraktları % 60'lık methanol'de çözdükten sonra 8.009, 24.778, 48.056 ve 96.11 kg/m³ ekstrakt dozajlarında, odun ile emprenye etmiş ve daha sonra 12 hafta süre ile *P. versicolor* saldırısına maruz bırakmıştır. 12 hafta süre sonunda kontrol örneklerine oranla, 48.056 ve 96.11 kg/m³ ekstrat dozajları ile muamele edilen test örneklerinde, mantar saldırısına karşı etkili bir koruma sağlanmıştır.

Aoyama ve diğ. (17), *Abies sachalinensis* odunundan elde ettikleri juvabione ve todomatic acid adlı ekstraktların 50µg/ml konsantrasyonda, *Serpula lacrymans* mantarında, misel gelişimini % 72 oranında engellediğini belirtmişlerdir.

Doi ve Yamada (18), *Humariastrum excelcium* odunundan dan elde ettikleri *Trichoderma viride* isimli ekstraktı, odun ile emprenye ettikten sonra, *Serpula lacrymans* mantar kültürü ile aşılıyarak soilblock testlere tabi tutmuşlar ve *Trichoderma viride*'nin *Serpula lacrymans*'ın misel gelişim aktivitesini engelleyici etkide bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada; çevreye zararsız olduğu bilinen aynı zamanda mantar ve böceklere karşı doğal koruyucu özelliği bulunan bazı doğal sepi maddelerinin (Kızılçam kabuğu, sumak yaprağı, valeks (palamut) ve mazı meşesinin meyveleri öğütülerek toz haline getirilmiş ve bunların sulu çözeltileri hazırlanmıştır) borlu bileşiklerle birlikte oduna emprenye edilmesi yoluyla ağaç malzemenin yanma özelliklerinde herhangi bir olumlu katkı sağlayıp sağlamadıkları araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Araştırma kapsamında kullanılan deney örnekleri sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunundan hazırlanmıştır. Bu amaçla Trabzon Sürmene Çamburnun'dan TS 345(19)'e göre temin edilen tomrukların kesit yüzeylerine renklenmeyi önleyici (ANTIBLUE) madde uygulanmıştır. Deney örneklerinin emprenyesinde iki farklı emprenye grubu seçilmiştir:

1. Borik asit ve boraks karışımı: Borik asit ve boraks (7:3; ağırlık: ağırlık) oranında alınarak % 7 konsantrasyonda sulu çözeltileri hazırlanmıştır.
2. Doğal sepi maddeleri: Kızılçam kabuğu, sumak yaprağı, valeks (palamut) ve mazı meşesinin meyveleri

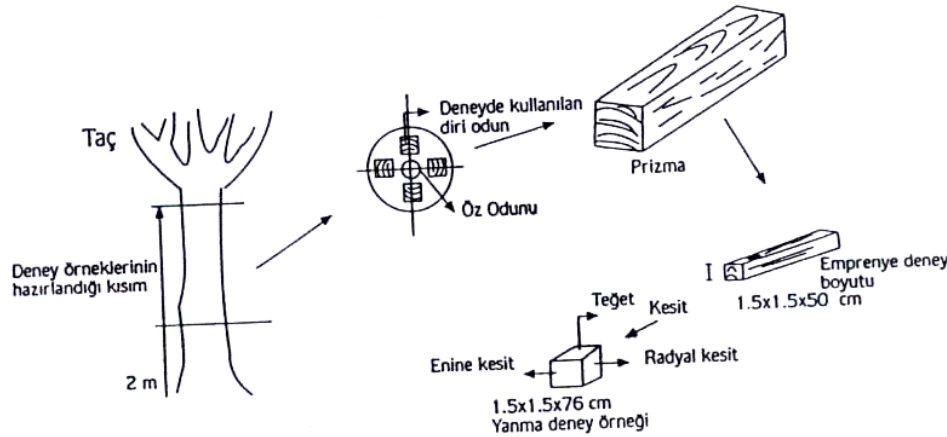
öğütülerek toz haline getirilmiş ve bunların % 4 konsantrasyonda sulu çözeltileri hazırlanmıştır. Çözelti hazırlanma işlemi sırasında çözünmeyi hızlandırmak için 80 °C’de 90 dk süreyle ısıtma işlemi uygulanmıştır. Sarıçam odunu deney örnekleri Tablo 1’de verilen deney planı uyarınca empenye edilmiştir.

2.2 Yöntem

2.2.1 Deney Örneklerinin Hazırlanması

TS 345 (19)’e göre ağaçların dipten 2 m yukarisından ve tepeye yakın olan kısımların altında kalan tomruklardan radyal yönde kesmek suretiyle prizmalar hazırlanmıştır. Prizmalarda öz odun, aynı standartta belirtilen ayraçla belirgin hale getirilip ayrılmış ve diri odun kısmından, enine kesitte yıllık halkalar teğet kenara paralel olacak şekilde deney numuneleri hazırlanmıştır. Kesilen numuneler aynı prizmadan alınan örneklerin ağaç ekseni yönünde kesilenlerin birbirini izleyen sırası bozulmadan kodlanmıştır (Şekil 1).

Deney örneklerinin elde edileceği prizmalar bölümlenerek boyları 60 cm uzunluğa indirgenmiştir. Daha sonra prizmalar empenye deney planında belirtilen rutubet derecelerine kadar iklimlendirme odasında bekletilmiştir. Ardından prizmalardan 20 (radyal)(R) * 20 (teğet)(T) * 500 (lif)(L) mm boyutlarında kesilen çubuklar empenye edilmiş ve bu çubukların başlarından 25 mm’ lik kısımları kesilerek atıldıktan sonra geri kalan bölümünden 13*13*76(R*T*L) mm son boyutlarında yanma deneyi örnekleri kesilerek tekrar iklimlendirme odasına alınmış ve yanma deneyi öncesi gereken rutubet derecesine kadar kurutulmuştur.



Şekil 1. Deney Örneklerinin Hazırlanmasında İzlenen Kesim Yöntemi

2.2.2 Uygulanan Empenye Yöntemi

Deney örneklerinin empenyesinde ASTM D 1413-76 (20) standardında öngörülen şekilde 70 cm Hg⁻¹ basınca eşdeğer ön vakumun 60 dk süreyle uygulanmasının ardından 60 dk süreyle atmosferik basınçta örnekler çözelti içerisinde difüzyona bırakılmıştır. Emprenyede uygulanan deney planı Tablo 1’de verilmiştir. Yanma örneklerinin absorbe ettiği empenye maddesi miktarları ise aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır:

$$\text{Retensiyon (R)} = G \cdot C / V \times 10 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Burada; G: Emprenye sonrası örnek ağırlığı (gr) – Emprenye öncesi örnek ağırlığı(gr)

C: Çözelti konsantrasyonu (%) ; V: Örnek hacmi (cm³)

$$\% \text{ Retensiyon} = (M_{0es} - M_{0e0}) / M_{0e0}$$

M_{0es} : Emprenye sonrası tam kuru örnek ağırlığı (gr) ;

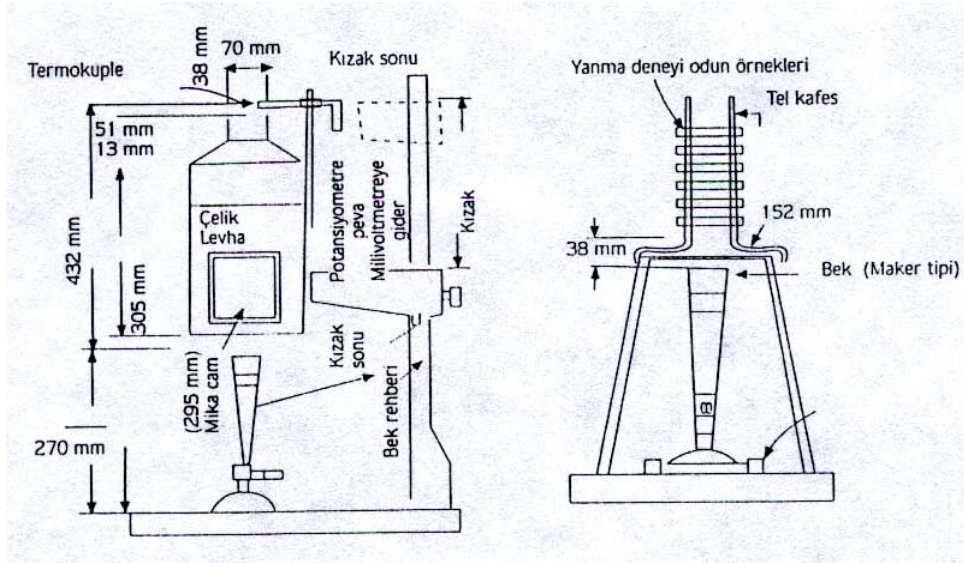
M_{0e0} : Emprenye öncesi tam kuru örnek ağırlığıdır (gr).

Tablo 1. Deneysel Örneklerin Emprenyesinde Uygulanan Emprenye Deneysel Planı

Grup no	Emprenye maddeleri	Çözelti konsantrasyonu (%)	Çözelti pH'sı	Çözelti yoğunluğu
1	Kontrol(emprenyesiz)	-	-	-
2	Borik asit+Boraks	7	7.20	1.020
3	Valeks	4	4.81	1.010
4	Valeks	4	4.81	1.010
İkili emprenye	Borik asit+borax	7	7.00	1.020
5	Mazı	4	4.84	1.035
6	1.Mazı	4	4.84	1.035
İkili emprenye	2.Borik asit+boraks	7	7.20	1.020
7	Kızılçam kabuğu	4	4.38	1.010
8	1.Kızılçam kabuğu	4	4.38	1.010
İkili emprenye	2.Borik asit+boraks	7	7.20	1.020
9	Sumak	4	5.47	1.010
10	1.Sumak	4	5.47	1.010
İkili emprenye	2. Borik asit+borax	7	7.20	1.020

2.2.3 Yanma Deneysel Yapılması

Yanma deneyi ASTM E 160-50 (21) standardına göre yapılmıştır. Yöntemde test ve kontrol örnekleri yakma işlemi öncesinde 27 ± 2 °C ve % 30-35 bağıl nem ortamının ayarlandığı iklimlendirme odasında standartta önerilen % 7 rutubet derecesine getirilmiştir. Deneyde 24'er örnek 12 kat halinde kare prizma şeklinde dizilerek yakılmıştır (Şekil 2). Yakma işlemi boyunca gaz basıncı standardında belirtildiği düzeyde sabit tutulmuş olup, yanma deneyi parametreleri alev kaynaklı, alev kaynaklı ve kor halinde yanma aşaması için ölçülerek kaydedilmiştir. Her bir yanma deneyinde 24'er adet 4'er grup olmak üzere 11 x 4 = 44 grup olmak üzere toplam 44 x 24 = 1056 örnek yakılmıştır.



Şekil 2. Yanma Deneysel Düzenegi

2.2.4 Sonuçların Değerlendirilmesi

Çalışmadan elde edilen tüm sonuçlar, bilgisayarda STATGRAF istatistiksel grafik programı yardımıyla irdelenerek değerlendirilmiş olup; emprenye maddelerinin alev kaynaklı, alev kaynaksız ve kor hali yanma aşamalarında ölçülen sıcaklık değerleri, yanma sonucu kütle kayıpları ve duman yoğunluğuna ilişkin farklılıkların karşılaştırılması amacıyla basit varyans analizi (BVA) yapılmıştır. Basit varyans analizi sonucunda ortaya çıkan anlamlı farklılıkların hangi emprenye maddeleri arasında olduğunu belirlemek üzere, % 99 güven düzeyinde DUNCAN testinden yararlanılmıştır.

3. 3.BULGULAR ve TARTIŞMA

Tablo 2. Borlu Bileşikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Muamele Edilen Deneysel Örneklerinde Ağırlık Kaybı Değerlerine İlişkin Basit Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-h	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	9	2591.063	287.896	62.052	0.000
Gruplar İçi	30	139.188	4.640		
Toplam		2730.251			

Tablo 3. Sarıçam Odunu Deneysel Örneklerinin Yanma Sonucu Oluşan Kütle Kaybı Oranlarına İlişkin Homojenlik Grupları

Grup No	Emprenye Maddesi Türü	Toplam Retensiyon Kg/m ³	Toplam retensiyon t.k.o.a.o (%)*	Kütle Kaybı Oranları (%)	Standart sapma	HG**
1	Empreyesiz (Kontrol)	-	-	86.91	1.33	BC
2	Borik asit+Boraks	34.92	2.48	66.83	1.72	E
3	Valeks	27.72	5.96	94.29	3.63	A
4	1.Valeks 2. Borikasit+boraks	58.07	5.25	78.59	2.67	D
5	Mazı	20.99	5.17	90.97	1.89	AB
6	1.Mazı 2.Borikasit+boraks	43.39	6.97	75.21	3.77	D
7	Kızılcım kabuğu	21.70	3.19	85.20	2.26	C
8	1.Kızılcım kabuğu 2.Borikasit+boraks	54.03	4.49	77.68	2.94	D
9	Sumak	24.64	1.77	90.72	3.79	AB
10	1.Sumak 2.Borikasit+boraks	67.46	4.28	77.10	1.87	D

*: Tam kuru oduna oranla % retensiyon miktarı

** : Homojenlik grupları

Yalınkılıç ve ark. (3), borlu bileşiklerle muamele ettikleri duğlas odununda yanma deneyi sonucu ağırlık kaybı oranını % 58 olarak tespit etmişlerdir. Temiz (22), yapmış olduğu çalışmada, kızılçam odununda, BA+Bx emprenyeli örneklerde yanma deneyi sonucunda ağırlık kaybı oranını % 60 olarak bildirmiştir (22). Çalışmada BA+Bx ile emprenyeli örneklerde oluşan % 66.83 ağırlık kaybı oranını, yukarıda sözü edilen araştırmacılarından yüksek olmasının, sarıçam odunun reçineli ağaç türü olması sebebiyle yanma hızını artırmasından kaynaklanabileceği ve bunun sonucu olarak, kütle kaybının belli ölçüde daha yüksek olabileceği sonucuna varılmıştır.

3.1 Alev Kaynaklı, Alev Kaynaksız ve Kor Hali Yanma Aşamalarında Ölçülen Sıcaklık (AKS, KKYS ve KHS) Değerleri

Borlu bileşikler ve çeşitli doğal sepi maddeleri ile muamele edilen deney örneklerinde alev kaynaklı, kendi kendine yanma ve kor hali yanma aşamalarında ölçülen sıcaklık değerlerine ilişkin basit varyans analizi (BVA) sonuçları Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6'da sırasıyla verilmiştir. Basit varyans analizi ardından uygulanan Duncan testi sonuçlarından çıkartılan homojenlik grupları Tablo 7'de verilmiştir. Alev kaynaklı yanma aşamasında, (BA+Bx) emprenyeli örneklerde 270 °C ortalama ile en düşük sıcaklık derecesi elde edilirken; doğal sepi maddelerinden

mazı ile emprenyeli örneklerde 747 °C ile en yüksek sıcaklık derecesi elde edilmiştir. Kendi kendine yanma aşamasında, mazı+ (BA+Bx) emprenyeli örneklerde 362 °C ile en düşük sıcaklık, valeks emprenyeli örneklerde 910 °C ile en yüksek sıcaklık derecesi elde edilmiştir. Kor hali aşamasında, kızılcım kabuğu + (BA+Bx) emprenyeli örneklerde 123°C ile en düşük, kontrol örneklerinde ise, 227°C ile en yüksek sıcaklık derecesi elde edilmiştir.

Alev kaynaklı, kendi kendine ve kor hali yanma aşamalarında, doğal sepi maddeleri üzerine uygulanan ikincil BA+Bx emprenyesi tekli işlemde doğal sepi maddeleri ile muamale edilen örneklere göre sıcaklık azalmalarına sebep olmuştur. Bu azalmalar alev kaynaklı yanma aşamasında tüm doğal sepi maddeleri üzerine uygulanan ikincil borik asit ve boraks karışımı ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde gerçekleşmiştir ($P \leq 0.01$). Kendi kendine yanma aşamasında kızılcım kabuğu ile emprenyeli örnekler dışında diğer tüm varyasyonlarda istatistiksel anlamda önemli düzeyde gerçekleşmiştir ($P \leq 0.01$). Kor hali yanma aşamasında ise, sadece mazı, üzerine ikincil olarak uygulanan (BA+Bx) emprenyesi ile, istatistiksel anlamda önemli düzeyde gerçekleşmiştir ($P \leq 0.01$)

Tablo 4. Borlu Bileşikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Muamele Edilen Deney Örneklerinde Alev Kaynaklı Yanma Aşamasında Ölçülen Sıcaklık Değerlerine İlişkin Basit Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-h	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	9	379417.500	42157.500	24.165	0.000
Gruplar İçi	30	52337.500	1744.583		
Toplam		431555.000			

Tablo 5. Borlu Bileşikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Muamele Edilen Deney Örneklerinde Kendi Kendine Yanma Aşamasında Ölçülen Sıcaklık Değerlerine İlişkin Basit Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-h	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	9	1535678.000	170630.891	28.896	0.000
Gruplar İçi	30	177149.000	5904.967		
Toplam		1712827.000			

Tablo 6. Borlu Bileşikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Muamele Edilen Deney Örneklerinde Kor Hali Yanma Aşamasında Ölçülen Sıcaklık Değerlerine İlişkin Basit Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-h	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	9	53600.500	5955.611	4.094	0.002
Gruplar İçi	30	43645.000	43645.000		
Toplam		57245.500			

Tablo 7. Alev kaynaklı, Kendi Kendine Yanma ve Kor Hali Yanma Aşamalarında Ölçülen Sıcaklık Değerlerine İlişkin Homojenlik Grupları

Grup No	Emprenye maddesi Türü	AKS (°C)			KKYS (°C)			KHS (°C)		
		Ort.	St.sp.*	HG**	Ort.	St.sp.	HG	Ort.	St.sp.	HG
1	Kontrol (emprenyesiz)	364	50	c	702	112	b	231	117	a
2	BA+Bx	270	18	d	455	289	c	138	37	bc
3	Valeks	509	155	b	910	96	a	178	157	abc
4	1.Valeks 2.BA+Bx	366	46	c	398	213	c	140	33	bc
5	Mazı	596	192	a	734	69	b	217	122	ab
6	Mazı BA+Bx	338	23	c	362	207	c	129	30	c
7	Kızılçam kabuğu	487	121	b	489	128	c	164	60	abc
8	1.Kızılçam kabuğu 2. BA+Bx	334	47	c	386	267	c	123	25	c
9	Sumak	515	180	b	803	178	ab	207	192	abc
10	1.Sumak 2. BA+Bx	362	45	c	359	249	c	142	24	bc

*: Standart sapma

** : Homojenlik grupları

3.2 Kendi Kendine Yanma Süresi, Kor Hali Süresi, Yıkılma Başlangıcına Kadar Geçen

3.2.1 Süreye İlişkin Bulgular

Kendi kendine yanma (KKYs) , kor halinde yanma (KHS), ve yıkılma başlangıcına kadar geçen sürelerle ilişkin değerler Tablo 8’de verilmiştir. Kendi kendine yanma ve kor halinde yanma sürelerine ilişkin ölçülen değerlerdeki düşüklük yanma özelliğini olumsuz yönde etkilerken, yıkılma başlangıcına kadar geçen süreye ilişkin değerlerin yüksek olması deney örneklerinin yanma özelliklerini olumlu yönde artırmaktadır.

Kendi kendine yanma süresi mazı emprenyeli örneklerde 390 sn ile en kısa, sumak+(BA+Bx) emprenyeli örneklerde 1590 sn ile en uzun süre olarak kaydedilmiştir. Kor hali yanma süresi valeks ile emprenyeli örneklerde 480 sn ile en düşük, kızılçam kabuğu+ (BA+Bx) ile emprenyeli örneklerde ise 1150 sn ile en uzun süre olarak gerçekleşmiştir. Doğal sepi maddeleri üzerine ikincil bor muamelesi kendi kendine yanma süresi ve kor hali

süresi bakımından olumlu süreyi uzatarak olumlumlu yönde etki göstermiştir. Yıkılma başlangıç süresi bakımından, BA+Bx emprenyeli örneklerde yıkılma gözlemlenmez iken , diğer tüm emprenyeli örneklerde KKY aşamasında yıkılma başlangıcı gözlemlenmiştir.

Tablo 8. Kendi Kendine Yanma (KKY), Kor Halinde Yanma (KHY) ve Yıkılma Başlangıcına Kadar Geçen Süreler (Saniye)

Grup No	Emprenye maddesi Türü	Kendi Kendine Yanma Süresi (KKYs) (sn)	Kor Hali Süresi (KHs) (sn)	Yıkılma Başlangıcı Süresi (sn)	Yıkılma Aşaması
		Ortalama	Ortalama	Ortalama	
1	Kontrol (emprenyesiz)	510	660	330	KKY
2	BA+Bx	690	820	-	-
3	Valeks	450	480	260	KKY
4	1.Valeks 2.BA+Bx	1230	1110	330	KKY
5	Mazı	390	600	180	KKY
6	Mazı BA+Bx	1560	720	330	KKY
7	Kızılçam kabuğu	600	630	180	KKY
8	1.Kızılçam kabuğu 2. BA+Bx	1320	1150	210	KKY
9	Sumak	420	750	200	KKY
10	1.Sumak 2. BA+Bx	1590	990	320	KKY

3.3 Yanma Sırasında Ölçülen Alev Kaynaklı, Kendi Kendine Yanma ve Kor Hali Işık Yoğunluğu Değerleri (AKIY, KKYIY ve KHIY)

Borlu bileşikler ve çeşitli doğal sepi maddeleri ile muamele edilen deney örneklerinde alev kaynaklı ve kendi kendine yanma aşamalarında ölçülen ışık yoğunluğu değerlerine ilişkin basit varyans analizi (BVA) sonuçları Tablo 9 ve Tablo 10'da, BVA ardından uygulanan Duncan testi sonuçlarından çıkartılan homojenlik grupları her üç yanma aşaması için Tablo 11'de verilmiştir. Alev kaynaklı yanma aşamasında sumak emprenyeli örneklerde 1000 lux ile duman yoğunluğu gözlemlenmezken, en yoğun duman oluşumuna 838 lux ile, sumak + (BA+Bx) emprenyeli örneklerde rastlanılmıştır. KKY aşamasında mazı+(BA+Bx) ile emprenyeli örneklerde 956 lux ile en düşük, mazı ile emprenyeli örneklerde 650 lux ile en yoğun duman oluşumu gözlemlenmiştir. Alev kaynaklı yanma aşamasında, doğal sepi maddeleri üzerine uygulanan ikincil (BA+Bx) muamelesi ışık yoğunluğu değerlerinde mazı dışında azalmaya sebep olurken, bu azalmalar kızılçam kabuğu ve sumak üzerine uygulanan BA+Bx muamelesi ile, istatistiksel anlamda istatistiksel anlamda önemli düzeyde gerçekleşmiştir ($P \leq 0.01$). Kendi kendine yanma aşamasında ise, doğal sepi maddeleri üzerine uygulanan ikincil bor muamelesi ışık yoğunluğu değerlerini artırmış ve bu artışlar kızılçam kabuğu dışında diğer doğal sepi maddeleri üzerine uygulanan bor emprenyesi ile istatistiksel anlamda önemli düzeyde gerçekleşmiştir ($P \leq 0.01$). Kor hali yanma aşamasında ise tüm deney örnekleri üzerinde duman oluşumuna rastlanılmamıştır.

Tablo 9. Borlu Bileşikler ve Bitkisel Sepi Maddeleriyle Muamele Edilen Deney Örneklerinde Alev Kaynaklı Yanma Aşamasında Ölçülen Sıcaklık Değerlerine İlişkin Basit Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-h	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	9	102266.000	11362.889	13.467	0.000
Gruplar İçi	30	25312.000	843.733		
Toplam		127578.000			

Tablo 10. Borlu Bileşikler ve Bitkisel Sepi Maddeleriyle Muamele Edilen Deney Örneklerinde Kendi Kendine Yanma Aşamasında Ölçülen Sıcaklık Değerlerine İlişkin Basit Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-h	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	9	340392.000	37821.332	13.898	0.000
Gruplar İçi	30	81638.000	2721.267		
Toplam		422030.000			

Tablo 11. Sarıçam Odunu Deney Örneklerinin AKIY, KKYIY ve KHIY Değerlerine İlişkin Homojenlik Grupları

Grup No	Emprenye maddesi Türü	AKIY (Lux)x			KKYIY (Lux)			KHIY (Lux)		
		Ort.	St.sp.	HG	Ort.	St.sp.	HG	Ort.	St.sp.	HG
1	Kontrol (emprenyesiz)	850	77	D	711	149	DE	1000	0.0	A
2	BA+Bx	870	103	D	804	136	CD	1000	0.0	A
3	Valeks	960	50	AB	809	109	CD	1000	0.0	A
4	1.Valeks 2.BA+Bx	930	48	BC	919	105	AB	1000	0.0	A
5	Mazı	880	114	CD	650	145	E	1000	0.0	A
6	Mazı BA+Bx	935	48	BC	956	69	A	1000	0.0	A
7	Kızılçam kabuğu	943	63	AB	776	197	CD	1000	0.0	A
8	1.Kızılçam kabuğu 2. BA+Bx	869	75	D	891	137	BC	1000	0.0	A
9	Sumak	1000	0	A	826	116	BC	1000	0.0	A
10	1.Sumak 2. BA+Bx	838	76	D	915	120	AB	1000	0.0	A

*: Her üç yanma aşamasında ışık yoğunluğu luxmetre ile ölçülmüş olup; duman oluşumunun gözlemlenmediği ortamda luxmetreden okunan değer 1000'dir. Artan duman yoğunluğuna bağlı olarak luxmetreden okunan ışık yoğunluğu değerleri düşüş göstermektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Sarıçam odunun yanma özelliklerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada borlu bileşikler (BA+Bx) ve doğal sepi maddeleri ile emprenye edilen sarıçam odunun yanma özellikleri incelenmiştir.

Doğal sepi maddeleri genel olarak incelenen yanma parametreleri üzerinde negatif yönde etkide bulunmuşlardır. Bu maddeler yanma özellikleri açısından kontrole yakın veya daha kötü yanma özellikleri göstermişlerdir. Doğal sepi maddelerinin ardından uygulanan ikincil bor emprenyesi ile doğal sepi maddelerinin her üç yanma aşamasında yanma parametreleri ile ilgili, olumsuz özelliklerinin bir çoğu istatistiksel anlamda önemli ölçüde azaltılmıştır ($P \leq 0.01$).

Doğal sepi maddeleri ve borlu bileşikler ile işlem görmüş odunun yanma testleri yanında, biyolojik performans özelliklerinin de belirlenerek, söz konusu maddelerin birlikte kullanılması durumunda mantar ve böceklere karşı ne derece etkili olduklarının belirlenmesi de araştırma konusudur. Çünkü hem borlu bileşikler hem de doğal sepi maddelerinin bu amaçla kullanılması yoluyla çevre dostu koruyucu maddelerin odun koruma sektörüne

kazandırılması sağlanmış olacaktır.

Borlu bileşikler özellikle dış kullanımlarda kısa sürede odundan yıkanarak uzaklaşarak etkilerini kaybetmektedirler. Dolayısıyla sepi maddeleri ile borlu bileşiklerin birlikte emprenyesinde bu olumsuz özelliğin giderilmesine yönelik ileri araştırmalara ihtiyaç duyulduğu göz önüne alınmalıdır.

Kaynaklar

1. Kolman, F, Cote, J. R., Principles of Wood Science and Technology, I. Solid Wood: 149-151 Springer – Verlag, 1968.
2. Levan, S.L., Winandy, J.E., Effects of Fire Retardant Treatments on Wood Strength: A Review, Wood and Fiber Science, **22**, 1, 113-131, 1990.
3. Yalınkılıç, M. K., Demirci, Z., Baysal, E., Çeşitli Emprenye Maddelerinin Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) Odunun Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri, Pamukkale Mühendislik Bilimleri Dergisi, **4**, 1-2, 613-624, 1996.
4. Ellis, W. D., Rowell, R. M., Levan, S.L., Susot., R.A, Thermal Degradation Properties of Wood Reacted With Diethylchlorophosphat or Phenylphosphonic Dichloride as Potential Flame Retardants, Wood and Fiber Science, **19**, 4, pp. 439-445, 1987.
5. M.K. Yalınkılıç, E. Baysal, Z. Demirci., Bazı Borlu Bileşiklerin ve Su İtici Maddelerin Kızılçam Odununun Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri , Tr. J. Agriculture and Forestry, **21** , pp. 423-431, 1997.
6. Bozkurt, A., Göker, Y., Erdin., N., Emprenye Tekniği, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 3779/425, 1993.
7. Thevenon, M.F., Pizzi, A., Haluk, J.P., Non Toxic Albumin and Soja protein Borates as Ground Contact Wood Preservatives, Holz. Roh-Werkstoff **55**, 293-296, 1997.
8. Williams, L.H., Potential Benefits of Diffusible Preservation For Wood Protection: An Analysis With Emphasis on Building Protection Proc. Of First Int. Conf. On Wood Protection with Diffusible Preservatives, 28-30 Nov. Nashville, Tennessee, 29-34, 1980.
9. Arthur, L. T., Quill, K., Commercial Flame Retardant Applications of Boron Compounds, Proc. of the Flame Retardant's 92 Conference, Westminster, London 22-23, Jan. Elsevier Applied Science, London and NewYork, pp. 223-237, 1992.
10. Yalınkılıç, M.K., Su, W.Y., Demirci, Z., Baysal, E., Takahashi, M., İshihara., S., Oxygen Index Levels and Thermal Analysis of Wood Treated With Melamine Formaldehyde – Boron Combinations, The Int. Research Group on Wood Preservation, Document , No: IRG/WP 97-30135, 1997.
11. Murphy, R.J., Historical Perspective in Europe, Proc. of First Int. Conf. On Wood Protection with Diffusible Preservatives 28-30 Nov. Nashville Tennessee, 9-13, 1990.
12. Yalınkılıç, M.K., Improvement of boron immobility in the borate-treated wood and composite materials, Ph.d Thesis , Kyoto University, 2000.
13. Hafizoğlu, H., Yalınkılıç, M.K., Yıldız, Ü.C., Baysal, E., Peker, H., Demirci, Z., Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma (Emprenye) Endüstrisinde Değerlendirilme İmkanları, Tübitak-Tarım ve Ormanlık Araştırma Grubu Projesi Kod No:, TOAG- 875, Trabzon, 1994.
14. Bozkurt, Y., Göker, Y., Orman Ürünlerinden Faydalanma, İ.Ü. Yayın No: 3402, Orman Fakültesi Yayın No: 379, İstanbul, 1986.
15. Harun, J., Labosky, P., Antitermic and Antifungal Properties of Selected Bark Extractives, Wood and Fiber Science, **17**, 3, 148-155, 1985.
16. E. Onuorah, The wood preservative potentials of heartwood extracts of *Milicia excelsa* and *Erythrophleum suaveolens*, Bioresource Technology **75**, 2, 171-173, 2000.
17. Aoyama, M., Togashi, I., Yoneyama, S., Doi, S., Antifungal activity of Juvabione and Todomatuic acid against

- wood – destroying fungi , *Antibact. Antifung Agents*, **20**, 1, 463-465, 1991.
18. Doi, S., Yamada, A., Antagonistic effects of three isolates of *Trichoderma spp.* against *Serpula lacrymans* (Fr.) gray in laboratory soil inoculation tests , *Antibact. Antifungal Agents*, **20**, 2, 345-349, 1992.
 19. TS 345, Ahşap Emprenye Maddelerinin Etkilerinin Muayene Metodları, 1974.
 20. ASTM D 1413 - 76., Standard Test Method of Testing Wood Preservatives By Laboratory Soil Block Cultures, Annual Book of ASTM Standards, 452-460, 1976.
 21. ASTM E 160-50., Standard Test Method For Combustible Properties of Treated Wood By the Criptest, 809-813, 1975.
 22. Temiz A., Çeşitli emprenye maddelerinin Kızılağaç odunun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2000.