



Yanmayı Geciktirici Kimyasal Maddeler ve Bitkisel Sepi Maddeleri İle Muamele Edilen Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Yanma Özellikleri

Ergün BAYSAL

Muğla Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Kötekli, 48000 MUĞLA

Özet

Bitkisel sepi maddelerinden kızılcım kabuğu, valeks, sumak yaprağı ve mazı meşesi meyvesinin tozlarının sulu çözeltileri ile muamele edilen kayın örnekleri, üzerine ikincil olarak bor bileşikleri ile muamele edildikten sonra ASTM E 160-50 standardında belirtilen esaslara göre, alev kaynaklı, alev kaynaksız (kendi kendine yanma) ve kor hali yanma aşamalarında olmak üzere, yanma deneyleri yapılmıştır.

Sonuç olarak; alev kaynaklı yanma aşamasında boraks ile muamele edilen örneklerde 270 °C, alev kaynaksız yanma aşamasında borik asit ve boraks karışımı ile muamele edilen örneklerde 356 °C ve kor hali yanma aşamasında sumak+(borik asit +boraks) ile muamele edilen örneklerde 103 °C ile en düşük sıcaklık dereceleri elde edilmiştir. Bitkisel sepi maddeleri ile muamele edilen örneklerde, alev kaynaklı yanma aşaması ve alev kaynaksız yanma aşamalarında yüksek sıcaklık değerleri elde edilirken, kor halinde yanma aşamasında düşük sıcaklık değerleri elde edilmiştir.

Yanma sonucu en düşük kütle kaybı; borik asit ve boraks karışımı ile muamele edilen örneklerde oluşurken (% 67.9) , bitkisel sepi maddeleriyle muamele edilen örneklerde ise, kontrol örneğine yakın oluşmuştur.

Anahtar Kelimeler: Boraks, Borik asit, Yanmayı geciktirici maddeler, Yanma deneyleri

Fire Properties of Beech Wood (*Fagus orientalis* Lipsky) Treated with Fire Retardants and Plant Extracts

Abstract

Specimens prepared from Beech wood (*Fagus orientalis* Lipsky) were treated with borates supplemented aqueous solutions of brutia pine bark powder, sumach leaf powder, acorn powder and gall-nut powder. Then, flame source, without flame source and glowing stage, fire test method were performed according to ASTM E 160- 50 Standard Test Method.

As a result, the lowest temperature of 270 °C for flame source stage was recorded for specimens treated with borax. In the without flame stage the lowest temperature of 356 °C for without flame source stage was recorded for specimens treated with boric acid and borax mixture and in the glowing stage the lowest temperature of 103 °C for glowing stage was recorded for specimens treated with sumach leaf+(BA+Bx) . Specimens treated with aqueous solutions of plant extracts yielded, higher heat release ratio at the flame source and without flame source stage but slower heat release was observed at glowing stage.

The mass losses of specimens was the lowest which treated with boric acid and borax mixture (67.9 %). Aqueous solutions of plant extracts treated wood yielded nearly similar mass losses as the control specimens.

Keywords: Boraks, Borik asit, Fire retardants, Fire tests.

1.Giriş

Odun yanabilen bir maddedir.Kendi kendine yanabilmesi için sıcaklığın 275 °C' ye çıkarılması gerekmektedir.Bununla beraber herhangi bir tutuşturucu alev kaynağı varlığında çok daha düşük sıcaklıklarda tutuşarak yanabilmektedir [1-3].

Günümüzde ağaç malzemenin yanmasını geciktirme ya da engelleme amacıyla yaygın olarak amonyum sülfat , amonyum klorür ,boraks , borik asit , fosforik asit ve çinko klorür kullanılmaktadır [4-5]. Tuz esaslı kimyasal maddeler, yanma esnasında ağaç malzemenin kömürleşmesini hızlandırmakta, oluşan kömür tabakası yanma sırasında , izolasyon tabakası rolü oynayarak , kolay tutuşabilen gazların oluşumunu önlemektedir [6].

Borlu bileşikler, yanmaya karşı ahşabın direncini artırması yanında, biyolojik zararlılara karşı koruyucu etkileri , suyla çözünerek kolayca uygulanabilmeleri ,ucuz ve temini kolay olması, insan ve diğer canlılar için düşük zehirlilikleri nedeniyle güncellik kazanmışlardır [3, 7-9].

Son yıllarda artan çevre bilincine paralel olarak, ağaç malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi için kullanılan kimyasal maddeler, insan ve diğer canlıların sağlıklarını tehdit etmektedir [5]. Bu nedenle, kimyasal esaslı olmayan ve içerdikleri tanenden dolayı mantar ve böceklere karşı doğal koruyucu özelliklere sahip bulunan bitkisel sepi maddeleri tercih edilmektedir [10-11].

Onuorah [12], çeşitli tropik yapraklı ağaçların öz odunlarından elde ettiği ekstraktları % 60'lık metanol'de çözdükten sonra 8.009, 24.778, 48.056 ve 96.11 kg/m³ ekstrakt dozajlarında, odun ile empenye 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. [13], *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 [14], *Humariastrum excelcium* odunundan dan elde ettikleri *Trichoderma viride* isimli ekstraktı, odun ile empenye ettikten sonra, *serpula lacrymans* mantar kültürü ile aşıl原因 olarak soilblock testlere tabi tutmuşlar ve *Trichoderma viride*'nin *serpula lacrymans* 'in misel gelişim aktivitesini engelleyici etkide bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada; bor bileşikleri ve içerdikleri tanen dolayısıyla mantar ve böceklere karşı toksik zehirli özellik gösteren bitkisel sepi maddelerinin sulu çözeltileri ile muamele edilen Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) odununun yanma özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, bitkisel sepi maddelerinden; kızılçam kabuğu (K), valeks (V), sumak yaprağı (S) ve mazi meşesinin (M) meyvesi öğütülerek toz haline getirilmiş ve sulu çözeltileri hazırlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Ağaç Malzeme

Deney örneklerinin hazırlandığı Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Trabzon Maçka'dan TS 345 [15] esaslarına uyularak elde edilmiş ve tomrukların kesit yüzeylerine renklenmeyi önleyici (ANTIBLUE) madde uygulanmıştır.

2.2. Emprenye maddeleri

Bor bileşikleri: Bor bileşiklerinden borik asit ve boraksın % 5.5'luk sulu çözeltileri hazırlanmıştır. Ayrıca, her iki madde 7:3 (ağırlık: ağırlık) oranında birbirleriyle karıştırılarak, % 7 konsantrasyonda sulu çözeltileri hazırlanmıştır [7, 16].

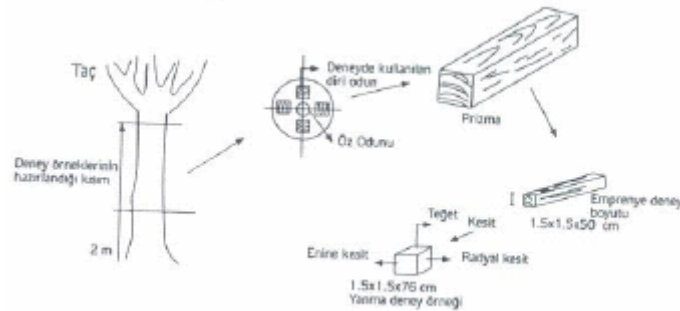
Bitkisel sepi maddeleri: Kızılçam kabuğu, sumak yaprağı, valeks (palamut) ve mazi meşesinin meyveleri öğütülerek toz haline getirilmiş ve bunların çeşitli biyotik zararlılara karşı korunmasında tavsiye edilen, % 4 konsantrasyonda sulu çözeltileri hazırlanmıştır [17]. Çözelti hazırlanma işlemi sırasında çözünmeyi hızlandırmak için 80°C'de 90 dk süreyle ısıtma işlemi uygulanmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1 Deney Örneklerinin Hazırlanması

TS 345 esaslarına uygun olarak seçilen 2 ağacın, dipten 2 m yukarisından ve tepeye yakın olan kısımların altında kalan tomruklardan radyal yönde kesilerek taslak prizmalar hazırlanmıştır. Prizmaların diri odun kısmından teğet yönde kesilerek deney örnekleri hazırlanmıştır. Aynı prizmadan alınan örneklerin, ağaç eksenini yönünde kesilenler birbirini izleyen sırada kodlanmıştır.

Deney örneklerinin elde edileceği prizmaların boyları 60 cm uzunluğa indirgenmiştir. Daha sonra 20 x 20 x 500 mm boyutlarında kesilen çubuklar emprenye edildikten sonra başlarından 25 mm'lik kısımları kesilerek atıldıktan sonra geri kalan bölümünden 13 x 13 x 76 mm boyutlarında yanma deneyi örnekleri kesilmiştir (Şekil 1). Yakma işlemi öncesinde 27 ± 2 °C ve % 30-35 bağıl nem ortamının ayarlandığı iklimlendirme odasında standartta önerilen % 7 rutubet derecesine getirilmiştir.



Şekil 1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

2.2.2. Emprenye Yöntemi

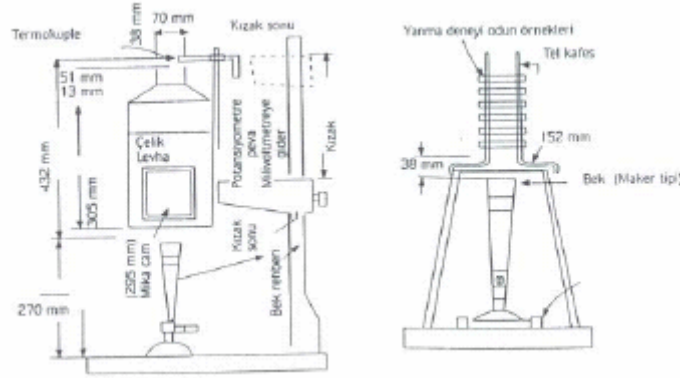
Deney örneklerinin emprenyesinde ASTM D 1413-76 [18] standardına uyularak 70 cm Hg⁻¹ basınca eşdeğer ön vakumun 60 dk süreyle uygulandıktan sonra 60 dk süreyle atmosferik basınç altında difüzyona bırakılmıştır. Emprenyede uygulanan deney planı Tablo 1’de verilmiştir.

2.2.3. Yanma Deneyleri

Yanma deneyinde ASTM E 160-50 [19] standardı esaslarına uyulmuştur. Buna göre; 24’er örnek 12 kat halinde kare prizma şeklinde dizilerek yakılmıştır (Şekil 2). Yakma işlemi boyunca gaz basıncı 0.5 atm. de sabit tutulmuş olup, ölçmeler alev kaynaklı, alev kaynaklı ve kor hallerinde ölçülerek kaydedilmiştir. Her bir yanma deneyinde 24’er adet 5’er grup olmak üzere 20 grup için 2400 (24x5x20) adet örnek yakılmıştır.

Tablo 1. Deney Örneklerinin Emprenyesinde Uygulanan Emprenye Deney Planı

Grup no	Emprenye maddeleri	Çözelti konsantrasyonu (%)	Çözelti pH’sı	Çözelti yoğunluğu
1	Kontrol (emprenyesiz)	-	-	-
2	Borik asit (BA)	5.5	4.20	1.022
3	Borax (Bx)	5.5	9.10	1.043
4	BA+Bx	7	7.20	1.020
5	Valeks	4	4.81	1.010
6	1.Valeks	4	4.81	1.010
İkili emprenye	2.Borik asit	5.5	4.20	1.022
7	1.Valeks	4	7.20	1.020
İkili emprenye	2.Borax	5.5	9.10	1.043
8	1.Valeks	4	4.81	1.10
İkili emprenye	2.Borik asit+borax	7	7.20	1.020
9	1. Mazı	4	4.84	1.035
10	1.Mazı	4	4.84	1.035
İkili emprenye	2.Borik asit	5.5	4.20	1.022
11	1.Mazı	4	4.84	1.035
İkili emprenye	2.Borax	5.5	9.10	1.043
12	1.Mazı	4	4.84	1.035
İkili emprenye	2.Borik asit+borax	7	7.20	1.020
13	1.Kızılcım kabuğu	4	4.38	1.010
14	1.Kızılcım kabuğu	4	4.84	1.035
İkili emprenye	2.Borik asit	5.5	4.20	1.022
15	1.Kızılcım kabuğu	4	4.84	1.035
İkili emprenye	2.Borax	5.5	9.10	1.043
16	1.Kızılcım kabuğu	4	4.84	1.035
İkili emprenye	2.Borik asit+borax	7	7.20	1.020
17	1.Sumak	4	5.47	1.010
18	1.Sumak	4	5.47	1.010
İkili emprenye	2.Borik asit	5.5	4.22	1.022
19	1.Sumak	4	5.47	1.010
İkili emprenye	2.Borax	5.5	9.10	1.043
20	1.Sumak	4	5.47	1.010
İkili emprenye	2.Borik asit+borax	7	7.20	1.020



Şekil 2. Yanma Deneyi 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 ve yanma sonucu kütle kayıplarına ilişkin, aralarındaki farklılıkların karşılaştırılması amacıyla basit varyans analizi (BVA) yapılmıştır. Basit varyans analizi sonucunda ortaya çıkan anlamlı farklılıkların hangi emprenye maddeleri arasında olduğunu belirlemek üzere, % 95 güven düzeyinde DUNCAN testinden yararlanılmıştır.

3. Bulgular

3.1 Alev Kaynaklı Yanma

Borlu bileşikler ve çeşitli bitkisel sepi maddeleri ile muamele edilen deney örneklerinde, alev kaynaklı yanma aşamasında ölçülen sıcaklık değerlerine ilişkin basit varyans analizi (BVA) sonuçları Tablo 2’de, BVA ardından uygulanan Duncan testi sonuçlarından çıkartılan homojenlik grupları Tablo 3’de verilmiştir.

Alev kaynaklı yanma aşamasında bitkisel sepi maddelerinden mazı ile emprenyeli örneklerde 583 °C ile en yüksek sıcaklık derecesi elde edilirken, valeks üzerine uygulanan ikincil borakslı emprenyede 270 °C ile en düşük sıcaklık elde edilmiştir. Alev kaynaklı yanma da bitkisel sepi maddeleri ile emprenyeli örneklerde ölçülen sıcaklık değerleri; kontrol örneklerinden daha yüksek çıkmıştır. Bu durum yanma başlangıcında bu maddelerin yanmayı hızlandırıcı etkide bulunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, uygulanan ikincil borlu bileşiklerle emprenye işlemi ile, sıcaklık istatistiksel anlamda önemli derecede azaltılmıştır ($P \leq 0.05$). Kullanılan borlu bileşikler içinde alev kaynaklı yanma aşamasında boraks, bitkisel sepi maddelerinde ölçülen yüksek sıcaklık değerlerini düşürmede en etkili bulunurken; bunu sırasıyla borik asit ve boraks karışımı ve borik asit izlemiştir (Tablo 3). Buna göre alev kaynaklı yanma aşamasında, yanma başlangıcında borlu bileşiklerden özellikle boraks’ın sıcaklığı düşürerek yanma hızını yavaşlattığı söylenebilir.

Tablo 2. Borlu bileşikler ve bitkisel sepi maddeleriyle muamele edilen deney örneklerinde alev kaynaklı yanma aşamasında ölçülen sıcaklık değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-h	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	19	576104.813	30321.307	24.370	0.000
Gruplar İçi	80	99535.188	1244.190		
Toplam		675640.001			

Tablo 3. Borlu bileşikler ve bitkisel sepi maddeleriyle muamele edilen deney örneklerinde alev kaynaklı yanma aşamasında ölçülen sıcaklık değerlerine ilişkin homojenlik grupları

Grup no	Emprenye maddeleri	Ortalama (°C)	Standart Sapma	Homojenlik Grubu
1	Kontrol (emprenyesiz)	444	76	cd
2	Borik asit (BA)	399	47	defg
3	Borax (Bx)	335	56	h
4	BA+Bx	369	41	efgh
5	Valeks	583	112	a
6	1.Valeks 2.Borik asit	377	65	efgh
7	1.Valeks 2.Borax	270	38	h
8	1.Valeks 2.Borikasit+boraks	353	26	gh
9	1. Mazı	496	88	b
10	1.Mazı 2.Borik asit	410	79	cdef
11	1.Mazı 2.Borax	387	53	efgh
12	1.Mazı 2.Borikasit+boraks	360	67	gh
13	1.Kızılçam kabuğu	455	95	bc
14	1.Kızılçam kabuğu 2.Borik asit	413	79	cde
15	1.Kızılçam kabuğu 2.Borax	340	38	h
16	1.Kızılçam kabuğu 2.Borik asit+borax	398	75	defg
17	1.Sumak	588	103	a
18	1.Sumak 2.Borik asit	398	49	defg
19	1.Sumak 2.Boraks	360	61	fgh
20	1.Sumak 2.Borikasit+boraks	378	44	efgh

3.1.2. Kendi Kendine Yanma

Borlu bileşikler ve çeşitli bitkisel sepi maddeleri ile muamele edilen deney örneklerinde kendi kendine yanma aşamasında ölçülen sıcaklık değerlerine ilişkin basit varyans analizi

(BVA) sonuçları Tablo 4’de, BVA ardından uygulanan Duncan testi sonuçlarından çıkartılan homojenlik grupları Tablo 5’de verilmiştir.

Kendi kendine yanma aşamasında sumak emprenyeli örneklerde ölçülen 720 °C, en yüksek sıcaklık değeri olarak bulunurken ,borik asit ve boraks karışımı ile emprenyeli örneklerde elde edilen 356 °C en düşük sıcaklık olarak ölçülmüştür. Kendi kendine yanma aşamasında da bitkisel sepi maddeleri üzerine uygulanan ikincil bor emprenyesi, sıcaklık değerlerini istatistiksel anlamda önemli ölçüde düşürmüştür ($P \leq 0.05$). Bu yanma aşamasında da bitkisel sepi maddeleri ile emprenyeli örneklerde elde edilen yüksek sıcaklık değerleri , kızılcam kabuğu ile emprenyeli örnekler dışında, kontrol örneklerinden yüksektir. Kullanılan borlu bileşikler içinde kendi kendine yanma aşamasında bitkisel sepi maddelerinde elde edilen yüksek sıcaklığın düşürülmesinde en etkilisi borik asit ve boraks karışımı bulunurken , bunu sırasıyla borik asit ve boraks izlemiştir.

Tablo 4. Borlu bileşikler ve bitkisel sepi maddeleriyle muamele edilen deney örneklerinde kendi kendine yanma aşamasında ölçülen sıcaklık değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-h	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	19	1467216.750	77221.938	37.693	0.000
Gruplar İçi	80	163895.250	2048.691		
Toplam	99	1631112.000			

Tablo 5. Borlu bileşikler ve bitkisel sepi maddeleriyle muamele edilen deney örneklerinde kendi kendine yanma aşamasında ölçülen sıcaklık değerlerine ilişkin homojenlik grupları

Grup no	Emprenye maddeleri	Ortalama (°C)	Standart Sapma	Homojenlik Grubu
1	Kontrol (emprenyesiz)	673	135	bc
2	Borik asit (BA)	595	104	de
3	Borax (Bx)	603	127	de
4	BA+Bx	356	69	kl
5	Valeks	729	162	b
6	1.Valeks 2.Borik asit	402	71	jk
7	1.Valeks 2.Borax	560	95	ef
8	1.Valeks 2.Borikasit+boraks	494	66	ghi
9	1. Mazı	777	129	a
10	1.Mazı 2.Borik asit	433	88	ij
11	1.Mazı 2.Borax	630	114	cd
12	1.Mazı 2.Borikasit+boraks	338	56	ı
13	1.Kızılcam kabuğu	552	87	efg
14	1.Kızılcam kabuğu 2.Borik asit	420	53	j
15	1.Kızılcam kabuğu	486	85	hı

İkili emprenye	2.Borax			
16	1.Kızılçam kabuğu	463	66	hij
İkili emprenye	2.Borik asit+borax			
17	1.Sumak	720	164	b
18	1.Sumak	520	85	fgh
İkili emprenye	2.Borik asit			
19	1.Sumak	595	117	de
İkili emprenye	2.Boraks			
20	1.Sumak	511	92	fgh
İkili emprenye	2.Borikasit+boraks			

3.1.3. Kor Halinde Yanma

Borlu bileşikler ve çeşitli bitkisel sepi maddeleri ile muamele edilen deney örneklerinde kendi kendine yanma aşamasında ölçülen sıcaklık değerlerine ilişkin basit varyans analizi (BVA) sonuçları Tablo 6'da, BVA ardından uygulanan Duncan testi sonuçlarından çıkartılan homojenlik grupları Tablo 7'de verilmiştir.

Ağaç malzemenin yanmasının en son aşaması olan kor halinde yanma aşamasında ölçülen sıcaklık değerleri , diğer iki aşamaya oranla daha düşüktür. Kontrol örneğinin sıcaklık değeri, bitkisel sepi maddeleri ile emprenyeli örneklerden daha yüksek çıkmıştır. Kor halinde yanma aşamasında da bitkisel sepi maddeleri ile emprenyeli örnekler üzerine uygulanan ikincil bor bileşikleri emprenyesi, sıcaklıklarda istatistiksel anlamda önemli azalmalar sağlarken ($P \leq 0.05$), kendi kendine yanma aşamasında olduğu gibi, sıcaklık azalmaları en yüksek borik asit ve boraks karışımı ile sağlanırken, bunu sırasıyla borik asit ve boraks izlemiştir. Bu aşamada ölçülen en yüksek sıcaklık 209 °C ile kontrol örneğinde elde edilirken, sumak+(BA+Bx) karışımında 103 °C ile en düşük sıcaklık değeri elde edilmiştir.

Tablo 6. Borlu bileşikler ve bitkisel sepi maddeleriyle muamele edilen deney örneklerinde kendi kendine yanma aşamasında ölçülensıcaklık değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-h	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	19	99256.922	5224.048	12.353	0.000
Gruplar İçi	80	33831.203	422.890		
Toplam	99	133088.125			

Tablo 7. Borlu bileşikler ve bitkisel sepi maddeleriyle muamele edilen deney örneklerindeki kor hali yanma aşamasında ölçülen sıcaklık değerlerine ilişkin homojenlik grupları

Grup no	Emprenye maddeleri	Ortalama (°C)	Standart Ssapma	Homojenlik Grubu
1	Kontrol (emprenyesiz)	209	48	a
2	Borik asit (BA)	118	33	ghij
3	Borax (Bx)	120	24	ghij
4	BA+Bx	114	29	ghij
5	Valeks	154	35	de
6	1.Valeks	113	21	ghij
İkili emprenye	2.Borik asit			

7	1.Valeks 2.Borax	120	27	ghj
8	1.Valeks 2.Borikasit+boraks	112	38	hij
9	1. Mazı	207	44	ab
10	1.Mazı 2.Borik asit	130	19	efghı
11	1.Mazı 2.Borax	167	37	cd
12	1.Mazı 2.Borikasit+boraks	108	21	ij
13	1.Kızılçam kabuğu	180	39	bc
14	1.Kızılçam kabuğu 2.Borik asit	134	28	efg
15	1.Kızılçam kabuğu 2.Borax	177	48	cd
16	1.Kızılçam kabuğu 2.Borik asit+borax	105	19	ij
17	1.Sumak	149	31	def
18	1.Sumak 2.Borik asit	124	25	fghj
19	1.Sumak 2.Boraks	134	33	efgh
20	1.Sumak 2.Borikasit+boraks	103	16	j

3.2. Yanma Sonucu Oluşan Ağırlık Kayıpları

Borlu bileşikler ve çeşitli bitkisel sepi maddeleri ile muamele edilen deney örneklerinde yanma sonunda gerçekleşen ağırlık kaybına ilişkin basit varyans analizi (BVA) sonuçları Tablo 8’de, BVA ardından uygulanan Duncan testi sonuçlarından çıkartılan homojenlik grupları Tablo 9’da verilmiştir.

Yanma sonucu oluşan ağırlık kaybı kontrol örneği ve bitkisel sepi maddeleri ile emprenyeli örneklerde benzer oranlarda gerçekleşmiştir. Bitkisel sepi maddeleri ile emprenyeli örneklerin ardından uygulanan ikincil bor emprenyesi ile ağırlık kaybı oranları % 90’dan % 70 ‘lere azaltılmıştır. En düşük ağırlık kaybı, borik asit ve boraks karışımı ile emprenye edilen örneklerde (% 67.9), en yüksek ağırlık kaybı ise, valeks ile emprenyeli örneklerde (% 92.5) elde edilmiştir.

Tablo 8. Borlu bileşikler ve bitkisel sepi maddeleriyle muamele edilen deney örneklerinde yanma sonucu oluşan ağırlık kaybı değerlerine ilişkin değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-h	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	19	6278.425	330.443	39.3600	0.000
Gruplar İçi	80	671.638	8.395		
Toplam	99	6950.063			

Tablo 9. Borlu bileşikler ve bitkisel sepi maddeleriyle muamele edilen deney örneklerinde yanma sonucu oluşan ağırlık kaybı değerlerine değerlerine ilişkin homojenlik grupları

Grup no	Emprenye maddeleri	Ortalama (%)	Standart Sapma	Homojenlik Grubu
1	Kontrol (emprenyesiz)	88.7	4.7	bc
2	Borik asit (BA)	70.5	5.3	hı
3	Borax (Bx)	74.7	6.1	efgh
4	BA+Bx	67.9	3.8	ı
5	Valeks	92.5	2.9	a
6	1.Valeks 2.Borik asit	73.2	5.6	fgh
7	1.Valeks 2.Borax	84.1	4.8	d
8	1.Valeks 2.Borikasit+boraks	71.7	3.3	ghı
9	1. Mazı	91.9	3.6	ab
10	1.Mazı 2.Borik asit	72.7	4.1	gh
11	1.Mazı 2.Borax	77.2	3.8	ef
12	1.Mazı 2.Borikasit+boraks	73.6	5.2	fgh
13	1.Kızılçam kabuğu	86.7	4.9	cd
14	1.Kızılçam kabuğu 2.Borik asit	70.2	6.3	hı
15	1.Kızılçam kabuğu 2.Borax	74.8	4.7	efg
16	1.Kızılçam kabuğu 2.Borik asit+borax	68.4	7.2	ı
17	1.Sumak	90.4	5.0	abc
18	1.Sumak 2.Borik asit	75.2	2.7	efg
19	1.Sumak 2.Boraks	83.4	6.3	d
20	1.Sumak 2.Borikasit+boraks	77.9	3.3	e

4. Sonuç ve Tartışma

Alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma aşamalarında bitkisel sepi maddeleri ile emprenye edilen örneklerde kontrole oranla yüksek sıcaklık değerleri elde edilirken , bitkisel sepi maddeleri üzerine uygulanan ikincil bor emprenyesi ile sıcaklık değerleri belli ölçüde azaltılmıştır Alev kaynaklı yanma aşamasında borlu bileşiklerden özellikle boraks yanma başlangıcında sıcaklığı düşürme etkisi göstermiştir. Bu sonuç, çeşitli ağaç türleri odunlarında, yanmayı geciktirici kimyasal maddelerin etkilerini inceleyen araştırmacılarla uyum göstermektedir [20-21].

Hafızoğlu ve diğ. [22], çeşitli borlu bileşiklerin, yanmayı engelleyici etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, yanma evrelerinden kendi kendine yanma aşamasında, alev

kaynaklı ve kor halinde yanmaya göre daha yüksek sıcaklık değerleri elde etmişlerdir. Çalışmada, kendi kendine yanma halinde, alev kaynaklı ve kor hallerinde yanmalara göre, daha yüksek sıcaklıklar ölçülmesi, söz konusu araştırmacılarla benzerlik göstermektedir. Kendi kendine yanma ve kor halinde yanmada borik asit ve boraks karışımının sıcaklık düşürücü etkisi, bu maddelerin bireysel olarak kullanılmalarına göre, istatistiksel anlamda daha olumlu düzeyde gerçekleşmiştir ($P \leq 0.05$). Kor halinde yanma aşamasında bitkisel sepi maddeleri ile emprenye edilen örneklerde kontrol örneklerine oranla daha düşük sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Örneklerin yanma sonu ağırlık kayıpları açısından bitkisel sepi maddeleri ile emprenyeli örnekler kontrol örnekleri ile eşdeğer yanma özellikleri gösterirken, bitkisel sepi maddeleri üzerine uygulanan borlu bileşikler, ağırlık kayıplarını önemli miktarlarda azaltmışlardır ($P \leq 0.05$).

Bunlara göre; bitkisel sepi maddelerinin ağaç malzemenin korunması amaçlı kullanılması durumunda, ikincil bir işlem ile borlu bileşiklerle emprenye edilerek , kullanılması önerilebilir. Böylece, mantar ve böceklere karşı korunma sağlanırken , ağaç malzemenin yanmaya karşı direnci de olumlu yönde etkilenmiş olabilir.

Kaynaklar

1. S. L. Le Van , Effects of fire retardant treatments on wood strength. Wood And Fiber Science , 22 , 1, 113 – 131, 1990.
2. R. M. Nussbaum , The effect of low concentration fire retardant impregnations on wood charring rate and char yield. Journal of Fire Sciences, Vol:6, 290-307, 1988.
3. E.Baysal, Bazı borlu bileşiklerin ve wr maddelerin Kızıldağ odunun fiziksel özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 112 s, 1994.
4. J. K. Woo, A. P, Effect of thermal exposure on strength of wood treated with fire retardants. Ph.D. Thesis, University of California, Berkeley, 112 pp, 1981.
5. A. Bozkurt, A., Y. Göker, N. Erdin, Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi,. Orman Fakültesi Yayınları, 3779/425, 429 s, 1993.
6. F. Browne , Theories of the combustion of wood and its control. U.S. Forest Product.Laboratory ,Report No: 2136, 1963.
7. L. H. Williams, Potential benefits of diffusible preservatives 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.
8. L.T. Arthur, K. Quill , 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, 223-237, 1992.
9. M.K. Yalınkılıç, Improvement of boron immobility in the borate-treated wood and composite materials, Ph.D Thesis , Kyoto University, 151 pp, 2000.
10. Y.Bozkurt, Y.Göker , Orman Ürünlerinden Faydalanma , İstanbul Üniversitesi, Yayın No:379, İstanbul, 448 s, 1986.
11. J. Harun, P. Labosky , Antitermic and antifungal properties of selected bark extractives. Wood and Fiber, Science, 17, 3, 148-155, 1985.
12. E. Onuorah, The wood preservative potentials of heartwood extracts of *Milicia excelsa* and *Erythrophloeum suaveolens*, Bioresource Technology 75, 2, 171-173, 2000.
13. M. Aoyama, I. Togashi, S. Yoneyama, S. Doi, Antifungal activity of Juvabione and Todomatuic acid against wood – destroying fungi. Antibact. Antifung Agents Vol: 20, 1, 463-465, 1991.

14. S. Doi, A. Yamada, Antagonistic effects of three isolates of *Trichoderma spp.* against *Serpula lacrymans* (Fr.) gray in laboratory soil inoculation tests, *Antibact. Antifung Agents* Vol: 20, 2,, 345-349, 1992.
15. TS 345, Ahşap Emprenye Maddelerinin Etkilerinin Muayene Metodları, 1974.
16. Z.H. Shi, S.Q. Tan, Report on preservation test of the wood of *Hevea brasiliensis*. *Scientia Silvae Sinica*, 22, 1, 187-191, 1986.
17. S.N. Sharma, P. Narayanappa, Behaviour of preservative treated timber in use. *Journal of the Timber development Association of India*, 34, 1, 136-142, 1988.
18. ASTM D 1413–76, Standard Test Method of Testing Wood Preservatives By Laboratory Soil Block Cultures, *Annual Book of ASTM Standards*, 452-460, 1976.
19. ASTM E 160-50 , Standard Test Method For Combustible Properties of Treated Wood by The Crip Test, 809-813, 1975.
20. M. K. Yalınkılıç, E. Baysal, Z. Demirci, Bazı borlu bileşiklerin ve su itici maddelerin Kızılçam odununun yanma özellikleri üzerine etkileri. *Tr. J. Agriculture and Forestry*, 21 , 3, 423-431, 1997.
21. M. K. Yalınkılıç, Z. Demirci, E. Baysal , Çeşitli emprenye maddelerinin Duglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) odununun yanma özellikleri üzerine etkileri. *Pamukkale Üniversitesi , Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4, (1-2), 613-624, 1996.
22. H. Hafizoğlu,, M. K. Yalınkılıç, Ü.C. Yıldız, E. Baysal, H. Peker, Z. Demirci, Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma (Emprenye) Endüstrisinde Değerlendirilme İmkanları, Tübitak- Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Projesi Kod No: TOAG- 875, 374 s, Trabzon, 1994.