

**BAZI KİMYASALLARLA EMPRENYE EDİLMİŞ YONGA LEVHALARIN YANMA
DİRENCİNİN ARAŞTIRILMASI**

EKREM ÇAKMAK

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

KARABÜK

Haziran 2008

KABUL:

Ekrem ÇAKMAK tarafından hazırlanan " **BAZI KİMYASALLARLA EMPRENYE EDİLMİŞ YONGA LEVHALARIN YANMA DİRENCİNİN ARAŞTIRILMASI** " başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya Ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Bilim Uzmanlığı Tezi olarak oybirliğiyle (veya oyçokluğuyla) kabul edilmiştir (18/06/2008).

Başkan: Prof. Dr. Burhanettin UYSAL (KBÜ)

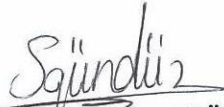
Üye : Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ (KBÜ)

Üye : Yrd. Doç .Dr. Sezai YILMAZ (KBÜ)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. 18.10.6/2008


Doç. Dr. Süleyman GÜNDÜZ.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”


Ekrem ÇAKMAK

ÖZET

Bilim Uzmanlığı Tezi

BAZI KİMYASALLARLA EMPRENYE EDİLMİŞ YONGA LEVHALARIN YANMA DİRENCİNİN ARAŞTIRILMASI

Ekrem ÇAKMAK

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Burhanettin UYSAL

Haziran 2008, 73 sayfa

Bu çalışmada; laboratuvar şartlarında emprenye edilmiş yongalardan üretilen yonga levhaların çeşitli emprenye maddelerinin levhanın yanma direncine etkileri incelenmiştir.

Levhaların üretimi için odun hammaddesi olarak % 23 kızılçam, %14 karaçam, %19 sedir, % 12 meşe, % 18 kavak ve % 14 diğer ağaç türlerinden(talaş, kapak kenarları vb.) yararlanılmıştır. Yapıştırıcı madde olarak üreformaldehit (% 65), sertleştirici madde olarak amonyum klorür kullanılmıştır. Emprenye maddesi olarak borik asit, boraks, çinko sülfat ve % 50 boraks, %50 borik asit karışımı kullanılmıştır.

Tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabakalar için % 10 ve iç tabaka için % 8 üre formaldehit tutkalının harcandığı levha üretiminde her tabaka için tam kuru tutkal ağırlığına oranla % 10 sertleştirici kullanılmıştır.

ÖZET (devam ediyor)

Tutkalla karıştırılan kimyasallarla yongaların emprenye işlemi püskürtme ile gerçekleştirilmiştir. Tam kuru tutkal ağırlığına oranla % 5 ve % 10 borik asit, % 5 ve % 10 boraks, % 5 ve % 10 çinko sülfat, % 5 ve % 10 boraks+borik asit karışımı uygulanmıştır.

Deneme levhaları pres sıcaklığı 205⁰C, pres süresi 4.4 dakika (pres kapandıktan sonra), pres basıncı 200 bar, dış tabakalar levha kalınlığının % 35'ini, orta tabaka ise % 65'ini oluşturacak şekilde 55*55*1.9 cm boyutlarında levhalar üretilmiştir.

Deneme levhaları 20±2 ⁰C sıcaklık ve % 65 ±5 bağıl nem şartlarında kondisyonlanan levhalardan deneyler için standartlarda verilen boyutlarda deneme örnekleri hazırlanmıştır. Örnekler üzerinde yoğunluk, rutubet miktarı, alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma mukavemeti ile yanma sonrası ağırlık kaybı deneyleri yapılmıştır. Deneylerde elde edilen değerler çoğul varyans analiz ve duncan testine tabi tutulmuş (p<0,05) standart ile karşılaştırılmıştır.

Emprenyeli levhaların yoğunlukları, kontrol örneği levhalarından daha fazla bulunmuştur. En yüksek yoğunluk % 10 konsantrasyonlu borik asit emprenye maddesi ile emprenye edilen yonga levhalarda, en düşük % 5 konsantrasyonlu çinko sülfat emprenye maddesi ile emprenye edilen yonga levhalarda bulunmuştur.

Emprenye maddesi kullanım miktarı arttıkça yonga levhanın rutubet miktarının arttığı, bu artmanın kullanılan kimyasal maddeler için önemsiz olduğu ortaya çıkmıştır.

Yanma işleminde en fazla yanma kontrol örneğinde en az yanma % 5 lik boraks ile işlem gören yonga levha örneklerinde çıkmıştır. İlk ağırlığa oranla en fazla yanma kontrol örneğinde çıkmıştır. Buna göre tüm emprenye maddeleri kontrol örneğine göre yanmayı azaltıcı etki göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Yonga levha, Emprenye, Emprenyeli yongalar, Yanmayı geciktirici maddeler, Borlu bileşikler

Bilim Kodu: 626.27.01

ABSTRACT

Science Expertising Thesis

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF SURFACING PROCESSES ON COMBUSTION RESISTANCE OF WOODEN MATERIALS

Ekrem ÇAKMAK

Karabük University

Graduated Of School Natural And Applied Sciences

Department Of Furniture And Decoration

Thesis Advisor: Prof. Dr. Burhanettin UYSAL

June 2008, 73 pages

In this study, the effect of various impregnation substances on fire properties of the particleboards produced in the laboratory by using wood chips treated with various chemicals were investigated.

The wood raw material used in the experiments were mixture of coniferous tree species (23% calabrian pine (pinus brutia ten), 14% corsican pine (pinus nigra arnold,) 19% ars(cedrus libani A. Rich), % 18 black poplar ve % 14 other wood species. As preservatives, the following chemicals were used with the concentrations given in the brackets; urea-formaldehyde resins (65%), ammonium clorure (33%) ,boric acid, borax, inko sülfat, boric acid/ borax.

The layers of particleboards were prepared by using 10 % adhesive for ciphs of outer layers and 8 % for middle layer according to weight of oven dry chips.

ABSTRACT (continued)

As chemicals 10 % ammonium chloride, 5 and 10 % boric acid, 5 and 10 % borax, 5 and 10 % zinc sulphate, 5 and 10 % borax/boric acid, were used for each layers according to weight of oven dry adhesive.

The pres conditions and the production properties of particleboards were as follows; press temperature = 205 °C, pressing time = 4.4 min, pres pressure = 200 bar, thickness = 19 mm , width and length = 55 x 55 cm , outer layers 35 % of thickness of boards ,middle layer = 65 of the thickness.

The experimental boards were conditioned at 20 ± 2 °C temperature 65 ± 5 % relative humidity for one weeks. The samples were used for determination of following properties of the boards; specific density, moisture content, flame and non flame (flaming , embering) resistances, amount of weight lost after flame and non flame. The values obtained from the experiments were evaluated statistically with the analysis of variance, the multiple range tests(duncan) ($p < 0.05$).

The results were compared with values given in the standards. Densities of the impregnated samples have higher than control samples. It was determined that highest density is impregnated particleboards of 10% boric acid and lowest density is zinc sulphate of %5 impregnated particleboards. Moisture content of the particleboard raised while amount of impregnation substance increase. It is also observed that This increment is unimportant for chemical substances.

It has been found out that the highest combustion ratio in control samples and lowest combustion ratio is in samples impregnated borax of 5%. Highest combustion was seen in control samples in proportion of their initial weights. Therefore each impregnation substances were showed that decreasing effect of combustion compared to control samples

Key Words: Particleboard, Impregnation, Impregnated Chips, Fire Retardants, Boron Solutions

Science Code: 626.27.01

TEŞEKKÜR

‘Bazı Kimyasallarla Emprenye Edilmiş Yonga Levhanın Yanma Direncinin Araştırılması’ adlı bu çalışma Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitim Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek Lisans Tez danışmanlığımı üstlenerek, araştırmanın planlanmasında ve yürütülmesinde, çalışmaların her aşamasında ilgi ve desteğini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Burhanettin UYSAL’a teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmalarında deneyimlerinden faydalandığım Karabük Meslek Yüksekokulu Müdürü Yrd. Doç. Dr. Sezai YILMAZ’a, Araştırma Görevlisi Fatih YAPICI, Suat ALTUN ve Deniz AYDEMİR’e teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Tez çalışmam süresince her zaman desteklerini gördüğüm ve tavsiyelerinden yararlandığım özellikle tez yazım aşamasında büyük yardım gösteren Lütfi KÖSE’ye çok teşekkür ederim.

Ayrıca yonga levha üretimi için malzeme teminini sağlayan DEVREKTAŞ’a yonga levhaların hazırlanmasında ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği hocalarına teşekkür ederim.

Sevgili aileme maddi ve manevi hiçbir yardımı esirgmeden yanımda oldukları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

Bu çalışmanın, Orman Ürünleri Endüstri’ne başta olmak üzere Yonga levhanın üretiminin artması, borlu bileşiklerinin kullanımının artması ve yanmaya karşı direnç göstermesi bakımından faydalı olması dileğiyle...

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER.....	xv
BÖLÜM 1 GENEL BİLGİLER	1
1.1. GİRİŞ.....	1
1.2. YONGA LEVHA ÜRETİM TEKNİĞİ	2
1.2.1. Yonga levha Tanımı	2
1.2.2. Yonga levhaların Sınıflandırılması	3
1.2.2.1. Yonga Ebatlarına Ve Geometrisine Göre Yonga levhalar	3
1.2.2.2. Presleme Yöntemlerine Göre Yonga levhalar.....	3
1.2.2.3. Özgül ağırlıklarına göre yonga levhalar	4
1.2.2.4. Katman Sayılarına Göre Yonga levhalar	4
1.2.2.5. Kullanılan Bağlayıcı Madde Türüne Bağlı Olarak Yonga levhalar	4
1.2.2.6. Presleme Şekline Göre Yonga levhalar.....	5
1.2.2.7. Özel Ek İşlem Görmüş Yonga levhalar.....	5
1.2.3. Yonga levhanın Özellikleri	6
1.2.4. Yonga levha Endüstrisinde Kullanılan Maddeler	6
1.2.4.1. Hammaddeler	6
1.2.4.1.1. Ağaç malzeme	6
1.2.4.1.2. Yıllık bitkiler	7
1.2.4.2. Kimyasal maddeler.....	8
1.2.4.2.1. Organik yapıştırıcılar.....	8
1.2.4.3. Katkı Maddeleri.....	12

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
1.2.4.3.1. Sertleştirici Maddeleri	12
1.2.4.3.2. Hidrofobik maddeler	13
1.2.4.3.3. Koruyucu Maddeler.....	14
1.2.5. Yonga levha Üretim Teknolojisi	15
1.2.6. Emprenyenin Tanımı Ve Önemi	19
1.2.6.1. Yonga levha Üretiminde Emprenye	20
1.2.6.2. Yanmaya Karşı Kullanılan Emprenye Maddeleri	20
1.2.6.3. Yanmayı Önleyici Kimyasal Maddelerin Etkilerine Göre Sınıflandırılması .	21
1.2.6.4. Yanmayı Önleyici Kimyasal Maddelerin Kimyasal Özelliklerine Göre Sınıflandırılması	22
1.2.6.5. İnorganik Maddeler	23
1.2.6.5.1. Amonyum Tuzları	23
1.2.6.5.2. Alkali Tuzları	23
1.2.6.5.3. Bazı Metal Bileşikleri.....	23
1.2.6.5.4. İnorganik Yüzey Örtücüler.....	24
1.2.6.6. Organik Maddeler	24
1.2.6.6.1. Polimerler Ve Reçineler	24
1.2.6.6.2. Reaktif Bileşikler.....	25
1.2.6.6.3. Diğer Organik Emprenye Maddeleri.....	26
1.2.6.6.4. Yüzeyde Katman Oluşturucu Maddeler (Yüzey Örtücüler)	26
1.3. LİTERATÜR ÖZETİ.....	26
BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOT	29
2.1. DENEME MATERYALİ	29
2.1.1. Ağaç Malzeme.....	29
2.1.2. Tutkal	29
2.1.3. Sertleştirici	30
2.1.4. Emprenye Maddeleri	30
2.1.4.1. Borik asit	30
2.1.4.2. Boraks (Sodyum tetraborat)	31
2.1.4.3. Çinko Sülfat.....	31

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.1.4.4. Boraks ve Borik Asit Karışımı	31
2.2. DENEME LEVHALARININ ÜRETİMİ	31
2.2.1. Kurutma	32
2.2.2. Emprenye ve Tutkallama	32
2.2.3. Taslağın Hazırlanması	32
2.2.4. Presleme	32
2.2.5. Presleme sonrası işlemler	34
2.3. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ	35
2.3.1. Fiziksel Özellikler	35
2.3.1.1. Yoğunluk	35
2.3.1.2. Rutubet Miktarı	35
2.3.2. Mekanik Özellikler	36
2.3.2.1. Yanma Mukavemeti	36
2.3.3. İstatiksel Yöntemler	38
BÖLÜM 3 BULGULAR	39
3.1 EMPRENYE MADDELERİ	39
3.2. YOĞUNLUK	39
3.3. RUTUBET MİKTARI	40
3.4. YANMA DENEY SONUÇLARI	41
3.4.1. %5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levha	41
3.4.1.1. Ağırlık Kaybı	41
3.4.1.2. Oksijen Miktarı	43
3.4.1.3. Karbonmonoksit Miktarı	45
3.4.1.4. Karbondioksit Miktarı	47
3.4.1.5. Sıcaklık Değeri	49
3.4.2.1. Ağırlık Kaybı	52
3.4.2. % 10 konsantrasyonlu emprenye edilmiş yonga levhalar	51
3.4.2.2. Oksijen Miktarı	54
3.4.2.3. Karbon monoksit Miktarı	56
3.4.2.4. Karbondioksit Miktarı	58

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.4.2.5. Sıcaklık Değeri	60
3.4.3. Yanmamış Parça Ve Kül Miktarı	62
BÖLÜM 4 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	65
KAYNAKLAR.....	69
ÖZGEÇMİŞ	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Soğuk preste işlemleri yapılmış yonga levha taslağı.....	33
2.2. Yonga levha taslağının hidrolik sıcak preste preslenme aşaması	33
2.3. Sıcak pres uygulanmış yonga levha taslağı.....	34
2.4. Kenarları alınmış yonga levha.....	34
2.5. Yanma deney düzeneği	37
3.1. Ağırlık kaybının zamana ve empenye maddelerine göre değişimi	42
3.2. O ₂ miktarının zamana ve empenye maddelerine göre değişimi.....	45
3.3. CO miktarının zamana ve empenye maddelerine göre değişimi.	47
3.4. CO ₂ miktarının zamana ve empenye maddelerine göre değişimi.	49
3.5. Sıcaklık değerinin zamana ve empenye maddelerine göre değişimi.	51
3.6. Ağırlık kaybının zamana ve empenye maddelerine göre değişimi.	53
3.7. O ₂ miktarının zamana ve empenye maddelerine göre değişimi.....	55
3.8. CO miktarının zamana ve empenye maddelerine göre değişimi.	57
3.9. CO ₂ miktarının zamana ve empenye maddelerine göre değişimi.	59
3.10. Sıcaklık değerinde zamana ve empenye maddelerine göre değişimi.....	61
3.11. Deney örneklerinin ilk kütleyle göre yanmamış parça miktarları.....	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan çözeltilerin özellikleri (20 °C).....	39
3.2. Emprenye edilmiş yonga levhaların ve işlemsiz (kontrol) örneklerinin yoğunluklarının ortalama değerleri.....	40
3.3. Emprenye edilmiş yonga levhaların ve işlemsiz (kontrol) örneklerinin ortalama rutubet değerleri.....	40
3.4. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan ağırlık kaybına ilişkin ortalama değerleri (%).....	41
3.5. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan ağırlık kaybına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	41
3.6. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan ağırlık kaybına ilişkin Duncan testi sonuçları. (%).....	42
3.7. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan oksijen miktarına ilişkin ortalama değerleri (%).....	43
3.8. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan oksijen miktarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	44
3.9. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan oksijen miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları. (%).....	44
3.10. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO miktarına ilişkin ortalama değerleri. (ppm).....	46
3.11. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO miktarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.	46
3.12. % 5 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları.(ppm).....	46
3.13. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO ₂ miktarına ilişkin ortalama değerleri.....	48
3.14. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO ₂ miktarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	48

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.15. % 5 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO ₂ miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları.	48
3.16. % 5 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan sıcaklık değerlerine ilişkin ortalama değerleri (°C).	50
3.17. % 5 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan sıcaklık değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.	50
3.18. % 5 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan sıcaklık değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları.	50
3.19. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan ağırlık kaybına ilişkin ortalama değerleri (%).	52
3.20. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan ağırlık kaybına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.	52
3.21. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan ağırlık kaybına ilişkin Duncan testi sonuçları.	53
3.22. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan O ₂ miktarına ilişkin ortalama değerleri	54
3.23. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan O ₂ miktarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.	54
3.24. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan O ₂ miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları.	55
3.25. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO miktarına ilişkin ortalama değerleri (ppm).	56
3.26. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO miktarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.	56
3.27. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları (ppm).	57
3.28. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO ₂ miktarına ilişkin ortalama değerleri (%).	58
3.30. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO ₂ miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları (%).	59
3.31. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan sıcaklık değerlerine ilişkin ortalama değerleri (°C).	60
3.32. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan sıcaklık değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.	60
3.33. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan sıcaklık değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları.	61
3.34. Yanmamış parça ve kül miktarı ortalama değerleri	62

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.35. Yanmamış parça ve kül miktarı çoğul varyans analizi sonuçları.....	63
3.36. Yanmamış parça ve kül miktarı Duncan testi sonuçları.....	63

BÖLÜM 1

GENEL BİLGİLER

1.1 GİRİŞ

Gelişen dünya ve Türkiye koşullarına paralel olarak; dünyada ve Türkiye’de orman ve orman ürünlerine duyulan gereksinimin çoğalması ve ormanlarımızın aşırı kullanılması nedeniyle ihtiyacı karşılayamayacak duruma gelmesi bu kaynakların daha rasyonel kullanılmasını gerektirmiştir. Bu nedenle oduna bağlı sanayilerde alternatif hammaddeler aranması yoluna gidilmektedir (Aytaç 2005).

Bu çalışmalar sonucunda yongalı, lifli ve tabakalı ağaç malzeme üretim yöntemleri geliştirilmiştir. Bu levhalar içerisinde özellikle yonga levhalar önemlidir. Çünkü yonga levha yapımında kullanılan hammadde yakacak odun olarak tabir edilen ve endüstriyel kullanıma pek uygun olmayan kısımlar kullanılarak yapılması mümkündür. Böylece hem ağaç malzemenin bire bir tüketiminde tasarruf sağlanarak ülkelerin orman varlıkları korunmakta ve ağaç malzeme ile yapılacak diğer ürünlere hammadde sağlanmaktadır (Var 2000).

1940’lı yıllarda yonga levhanın endüstriyel olarak üretimine başlanmıştır. Giderek azalmakta olan orman varlığına olan talebi azaltmak, artıklar ve düşük değerli odunlardan kaliteli ve ekonomik malzeme üretmek, odun esaslı levhaların geliştirilmesinde başlıca düşünce kaynağı olmuştur. Üretilen levhalar geniş yüzeyli, odunda doğal bulunan kusurlardan kısmen arınmış, izotrop ve homojen özelliklere sahiptir (Özen 1980).

Yonga levha, % 90 gibi büyük oranda odun yongası içermektedir. Herhangi bir koruyucu işleme tabi tutulmadan kullanılan yongalar rutubet, mantar, böcek ve yangın gibi biyotik ve abiyotik zararların tahribatına maruz kalabilmektedir. Bunun sonucu olarak, mamul malzemede değişimleri, renklenmeler, çürümeler ve dolayısıyla direnç kayıpları meydana gelebilmektedir.

Oysa levha üretiminde amaç, ağaç malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri yanında, biyolojik ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesi veya en azından bunların korunmasıdır. Bunun için, yonga levhaların yukarıda bahsedilen zararlılara karşı etkili bir şekilde korunması gerekmektedir (Özen 1980).

Bu çalışmanın amacı; yongaların yanmaya karşı etkili bazı emprenye maddeleriyle emprenye edilmesiyle yonga levhanın yanma dayanımı üzerine etkilerinin belirlenmesidir.

1.2 YONGA LEVHA ÜRETİM TEKNİĞİ

Yonga levha üretimi aşağıdaki gibidir.

1.2.1 Yonga levha Tanımı

Yonga levha değişik standartlarda farklı şekillerde tanımlanmıştır.

TS 2129'a göre yonga levhanın tanımı en genel manasıyla verilmiştir. Bu standartta "Yonga levha, kurutulmuş odun yongalarının sentetik reçine tutkallarıyla sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonucunda oluşan levhadır." şeklinde tanımlanmıştır (TS 2129 1975).

BS 5669'a göre yonga levha, "odun veya diğer ligno-selülozik lifli malzemelerin bir yapıştırıcı ilavesiyle veya tutkal ilavesi olmaksızın (hidrolik bağlayıcıların oluşturduğu yapışma) meydana gelen levhalardır." şeklinde tanımlanmaktadır (BS 5669 1979).

EN 309'a göre yonga levha; odun (odun yongası, rende, testere talaşı, vb.) ve / veya diğer ligno selülozik lifli malzemelerin (keten, kenevir lifleri, şeker kamışı, vb.) herhangi bir tutkal ile tutkalanıp, belli bir sıcaklık ve basınç altında biçimlendirilmesi ile oluşan levhalar olarak tanımlanmıştır (EN 309 1992).

Yonga levha; odun ve odunlaşmış bitkilerden elde edilen belirli özelliklerdeki yongaların çeşitli yapıştırıcı maddeler ile tutkalanması ve bunların basınç ve sıcaklık etkisinde yapıştırılması ile üretilen malzemelerdir (Özen 1980).

1.2.2 Yonga levhaların Sınıflandırılması

Yonga levhalar, yonga ebatlarına ve geometrisine, presleme yöntemlerine, özgül ağırlıklarına, kat sayılarına, kullanılan yapıştırıcılara, özel işleme tabi tutulup tutulmadıklarına göre değişik şekillerde sınıflandırılmaktadır.

1.2.2.1 Yonga Ebatlarına Ve Geometrisine Göre Yonga levhalar

Yonga levhanın özelliğine göre çok değişik ebatlarda ve şekillerde yonga kullanılabilir. Buna göre aşağıdaki gibi bir sınıflandırma yapılabilir (Aydın 2005).

1. Normal yonga levha (Particle board): Yonga ebatları; kalınlıkları 0,25 – 0,40 mm. genişlikleri, 2 – 6 mm. ve uzunlukları, 10 – 25 mm. kadar olan yongalı yonga levha.
2. Etiket yongalı levha (Wafer board): Bu tipte yonga kalınlıkları 0,5 - 0,7 mm. yonga genişliği 25 – 40 mm. ve yonga uzunluğu 35 – 75 mm. kadardır. Etiket yonga levha; çatı kaplaması, iç ve dış duvar kaplaması, döşeme ve döşeme altı olarak kullanılmaktadır.
3. Şerit yongalı levha: Bu tipte fark sadece genişliktedir. Genişlikleri 9 – 10 mm. civarındadır. Normal yonga levhanın dışındaki yonga levhalar Türkiye’de üretilmemektedir. Bunlar Kanada ve A.B.D.’de üretilmekte olup yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır.
4. Yönlendirilmiş Yonga levha (Oriented Structural Board: OSB): Bu tip levhalarda genel olarak yonga kalınlıkları 0.4 – 0.8 mm., genişlikleri 6 – 25 mm. ve uzunlukları 38 - 63 mm. kadardır. Yönlendirilmiş yongalı levha, kullanım yerine göre arzu edilen dirençte üretilir. Masif oduna göre daha stabil olup çatlak budak gibi odun kusurları içermez. Bu tip yonga levhalar sahip oldukları üstün mekanik özellikler nedeniyle kontrplak, kontratbla ve masif ağaç malzemelerin kullanıldıkları yerlerde kullanılabilir. Özellikle yapıların içinde özel döşeme malzemesi, taban döşemesi, mobilya yapımı, prefabrike ev yapımı, dam ve duvar örtüleri, depo inşaatı, ambalaj sandıkları yapımında kullanılır.

1.2.2.2 Presleme Yöntemlerine Göre Yonga levhalar

Yonga levhaların özelliklerini belirleyen en önemli etkenlerden biri olan presleme aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (TS 2129 1975).

1. Yatay yongalı levhalar: Yongalar levha yüzeyine paralel konumdadır. Presleme sırasında basınç levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.

2. Dikey yonga levhalar (Okal): Yongalar levha yüzeyine dik konumdadır. Presleme levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır. Delikli ve deliksiz olarak üretilebilmektedir.

TS 3482 (1980)'e göre okal tipi levhalar; odun yonga ve/veya talaşlarının sentetik reçine tutkalı ile karıştırılıp sıcaklık etkisi altında preslenmesi ile elde edilen ve yongaları levha yüzeyine dik olan deliksiz veya delikli, kaplanmamış bir levhadır.

1.2.2.3 Özgül ağırlıklarına göre yonga levhalar

1. Düşük özgül ağırlıktaki yonga levhalar; özgül ağırlığı 0.590 g/cm^3 'e kadar olan yonga levhalar,
2. Orta özgül ağırlıktaki yonga levhalar; özgül ağırlığı $590 - 800 \text{ kg/m}^3$ 'e kadar olan yonga levhalar
3. Yüksek özgül ağırlıktaki yonga levhalar; ağırlığı 800 kg/m^3 'ten fazla olan yonga levhalar (Bozkurt ve Göker 1985).

1.2.2.4 Katman Sayılarına Göre Yonga levhalar

1. Homojen yapıda olan yonga levhalar
2. Altı-üstü aynı, ortası farklı (3 katlı) yonga levhalar,
3. Beş katlı yonga levhalar,
4. Katları belirsiz yonga levhalar (Akbulut1991)

Yonga levhalar, kullanılacakları yere, kalınlıklarına, teknolojik zorunluluğa göre üç katlı yonga levhada olduğu gibi; düzgün bir yüzey elde edebilmek gayesiyle dış yüzeylerde ince yongalar, orta kısımlarda nispeten kaba yongalar kullanılarak üretilmektedirler.

1.2.2.5 Kullanılan Bağlayıcı Madde Türüne Bağlı Olarak Yonga levhalar

Bu tip yonga levhalar, sentetik reçineli ve çimentolu yonga levhalar olarak ikiye ayrılır. Anorganik yapıştırıcı ile üretilenlerde hammadde olarak; çimento, ağaç yongası veya tarımsal bitkiler ve su ile birlikte az miktarda kimyasal katkı maddeleri (CaCO_3 , SiO_2 , AlO_3 gibi) kullanılmaktadır. Sentetik reçineli levha üretiminde ise; üre, melamin, fenol formaldehit ve izosiyanat tutkalları kullanılmaktadır (Nemli 2000).

1.2.2.6 Presleme Şekline Göre Yonga levhalar

Yonga levhalar normal preslerde üretilenler veya özel preslerde kalıplanmış olarak üretilen olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Normal yonga levhalar; uygun yapıştırıcı maddeler, kalıplanmış levhalar ise tutkallanmış odun yongalarının, özel kalıp preslerde, sıcaklık etkisi altında tek kademedeki biçimlendirilmesi ile elde edilen bir mamuldür (Kalaycıoğlu vd, 2003).

Bu tip levhalar presleme şartlarına ve kaplanma özelliklerine göre üç gruba ayrılırlar.

1. Termodin yöntemi
2. Collipres yöntemi
3. Werzalit yöntemi

1.2.2.7 Özel Ek İşlem Görmüş Yonga levhalar

Yapımı sırasında veya sonradan özelliklerini geliştirmek ve görünümünü güzelleştirmek amacıyla özel ve ek işlemler uygulanmış levhalar bulunmaktadır (Bozkurt ve Göker 1985).

1. Yanmaya dayanıklı levha: Ateşte tutuşmaya ve/veya ateş etkisiyle yanmayı önlemek veya geciktirmek için, yüzeyleri alev ve/veya ateşe dayanıklı maddelerle kaplanmış veya yapım sırasında yahut sonradan bu türden maddelerle empenye edilmiş levhalar.
2. Mantarlara dayanıklı levha: Mantarlara karşı dayanıklılığı artırılmış levha.
3. Rutubete dayanıklı levha: Levha yapımında parafin, mum emülsiyonu vb. rutubete dayanıklılığı artırıcı madde kullanılmış levha.
4. Zımparalanmış yonga levha: Bir veya iki yüzüne pürüzlülüğü gidermek amacıyla zımparalama işlemi uygulanmış yonga levhadır.
5. Delikli levha: Akustik veya bezeme amacıyla üzerinde aynı veya değişik boyutta delikler açılmış levhadır.
6. Bezemeli levha: Gerek yapım sırasında gerekse sonradan üzerine bezeyici desen kaplanmış, işlenmiş veya boya sürülmüş levhadır.
7. Kaplanmış levha: Metal, plastik, ahşap plaka vb. başka maddelerle bir veya iki yüzü kaplanmış levhadır.
8. Emprenye edilmiş levha: Yapım sırasında veya sonradan bazı kimyasal maddeler emdirilerek yanmaya karşı dayanıklı kılınmış ve/veya böcek ve mantar zararlılarına karşı korunmuş olan levhadır.

9. Isı işlemleri görmüş levha: Mekanik özelliklerini geliştirmek, rutubete karşı dayanıklılığını arttırmak amacıyla preslemeden sonra ısı işlemleri görmüş levhadır.

10. Yapılan işlemlere göre kalıplanmış yonga levhalar: Yongalara yapılan müdahaleye göre yönlendirilmiş yonga levhalar ve içine konulan malzemelere göre çimentolu yonga levha şeklinde de sınıflandırılmaktadır.

1.2.3 Yonga levhanın Özellikleri

Yonga levhalar malzeme olarak ekonomik ve teknik açıdan üstün özelliklere sahiptirler. Bu özellikler şöyle sıralanabilir (Bozkurt ve Göker 1985).

1. Odun tamamıyla yongaya dönüştürülerek hiç fire vermeden istenilen boyutta levhalar üretilir.
2. Yongaların istenilen yönde şekillendirilmesi yapılarak levhanın dayanımı artırılabilir.
3. Preslenme öncesinde veya sırasında yongalara hidrofobik özellik kazandırılabilir.
4. Çok geniş yüzeyli, istenilen kalınlıkta ve özel amaçlı levhalar üretilebilir.
5. Yongalar yangın, böcek ve mantarlara karşı koruyucu maddelerle emprenye edilebilir.

1.2.4 Yonga levha Endüstrisinde Kullanılan Maddeler

Yonga levha endüstrisinde kullanılan şu şekildedir.

1.2.4.1 Hammaddeler

Yonga levha endüstrisinde çeşitli hammaddeler kullanılmaktadır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır.

1.2.4.1.1 Ağaç malzeme

Hammadde odun olarak; yapacak maksatlı kullanılan odunun dışında kalan tüm odun hammaddesi yonga levha yapımında kullanılabilir, buna yakacak odun da dahil bulunmaktadır. TS 1351'e göre, boyu 0.5 – 2 m, ince uç çapı en az 4 cm, kalın uç çapı en fazla 20 cm olan yuvarlak ve yarma odunlar, kalınlığı 20 cm'den küçük artık parçalar tane büyüklüğü en az 2 mm. olan testere talaşları lif ve yonga odunu olarak kullanılabilir. Yonga levha üretiminde kullanılacak odunlarda budak, böcek yeniği, eğrilik, lif kıvrıklığı, çatlaklar vb. bulunabilmektedir. Odunlarda kabuk olmamalı, çürüklük bulunmamalı, öz çürüklüğü ise enine kesitin yarısına kadar olabilmektedir (TS 1351 1974).

Levha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Fakat, yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir.

Kabuk kumlu olmadığı sürece fazla sakınca yoktur. Genellikle son yıllarda kabuğun yonga levha endüstrisinde değerlendirilmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır (Özen 1980).

Yonga levhanın yoğunluğu üzerine ağaç türünün etkisi fazla olduğu için, üretimde, üretim teknolojisi ve üretilen levhanın özelliklerine bağlı olarak, yoğunlukları farklı ağaç türlerinin kullanılabilirdiği belirtilmektedir. Yonga levha üretimi için en uygun ağaç türlerinin iğne yapraklılardan çam, ladin, göknar ve sedir, yapraklılardan ise kızılâğaç, ıhlamur, kayın, kavak ve söğüt türlerinin olduğu belirtilmektedir. Ayrıca bu maksatla ormangülü, sahil çamı, titrek kavak ve yalancı akasya türlerinin de kullanılabilirdiği bildirilmektedir (Bozkurt ve Göker 1985).

1.2.4.1.2 Yıllık bitkiler

Hammaddesi odun olan endüstrilerin artış göstermesi buna bağlı olarak ta odunun büyük oranlarda kullanılması, ormanlar açısından tehlike sınırlarına gelinmesine sebep olmuştur.

Orman varlığının korunması bazı ülkelerin orman varlığının az veya olmayışı; teknolojik imkanların artması, odun fiyatlarının artması, odunun yerini alabilecek değişik hammadde arayışına itmiştir. Bu amaçla çok sayıda araştırmalar yapılmış ve yapılmaktadır. Özellikle yeteri kadar odun hammaddesine sahip olmayan ülkelerin bu yöndeki çabaları daha fazladır. Yapılan araştırmalar birçok yıllık bitkinin bu alanda kullanılabilirdiğini ortaya koymuştur. Yıllık bitkilerden keten, şeker kamışı, bambu kamışı, göl kamışı, pamuk, çay fabrikası artıkları vb. bitkilerin odunsu kısımlarının bu alanda kullanılması uygundur. Ancak bunların yeterli miktarda olması, toplanması, taşınması, depolanması ve hazırlanmasının kolay ve ucuz olması gerekmekte, bitkisel ve hayvansal zararlıların tahribatına uğramamış olması ve odunsu kısımlarının yağlanmamış olması istenmektedir

Odun haricindeki hammaddeler tek başına kullanılabilirdiği gibi karıştırılarak da kullanılabilirdir.

Odunun dışında kullanılan bu hammaddelerin nakliyesinden depolamaya, kullanılan teknoloji ile uygunluğuna, kimyasal malzemelerle uyumuna, ürünün kalitesine ve ekonomikliğine kadar birçok konuda etkili olacağından, bunların üretimine uygun olabilecek teknoloji ve yöntemlerin dikkatlice seçilmesi gerekir (Özen 1980).

1.2.4.2 Kimyasal maddeler

Yonga levhanın üretiminde birçok kimyasal madde kullanılır. Organik ve anorganik yapıştırıcılar, sertleştiriciler, higrofobik maddeler, böcek, mantar ve yangına karşı koruyucu vb. maddelerdir.

1.2.4.2.1 Organik yapıştırıcılar

Sentetik reçineler; termosetting (sıcakta sertleşen) ve termoplastik (sıcakta yumuşayan) reçineler olmak üzere iki temel gruba ayrılmaktadır. Termosetting yapıştırıcıların çapraz bağlanma reaksiyonu esnasında tutkal, geri döndürülmez fiziksel ve kimyasal değişikliklere uğrayarak çözünmez hale gelir. Bu reaksiyon, ısı veya kimyasal madde veya bunların her ikisinin yardımıyla kendiliğinden başlayabilir. Üre formaldehit, fenol formaldehit, melamin formaldehit, resorsin formaldehit ve fenol-resorsin formaldehit tutkalları bu gruba dahil olan yapıştırıcılardır. Bu reçinelerin tamamı formaldehit esaslıdır. Termoplastik reçineler sertleşirken kimyasal bir çapraz bağlanma reaksiyonu oluşmaz, bu nedenle reaksiyon geri döndürülebilir ve ısıtma ile tutkal kolayca yumuşayabilmektedir. Polivinil asetat emülsiyonları ve hot-melt tutkalları bu gruba dahil olan yapıştırıcılardır (Demirkır 2006).

Üre Formaldehit Tutkalı

Üre formaldehit (ÜF) tutkalı ucuz olması, kullanım kolaylığı ve teknik üstünlükleri ile odun esaslı levhaların üretiminde ve masif konstrüksiyon işlerinde en fazla kullanılan tutkallardandır. Avrupa'da tüm levha endüstrisinde kullanılan tutkalların %90'nını üre formaldehit oluşturmaktadır (Özen 1980).

Bu tutkal; üre ve formaldehitin yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür. Üre, amonyak ve karbondioksitin reaksiyona girmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Ara madde olarak, amonyum karbaminat meydana gelmekte, buna amonyak ilave edildiği takdirde su ve üre oluşmaktadır.

Formaldehit ise maden kömürü, oksijen ve hidrojenle elde edilen metanolün, katalitik oksidasyon ve hidrolizasyon yolu ile üretilmektedir (Huş 1977).

Üre formaldehit tutkalının üretimi sırasında, 5.0 – 5.5 pH' da bir reaksiyon oluşmaktadır. Bu reaksiyon, pH' nın 7.5' a çıkarılması ve soğutulma ile durdurabilmektedir. Tutkalın, % 40 - % 60'ı uçucu olmayan katı maddelerden ibarettir. Bir miktar suyun destile edilmesi ile katı tutkal miktarı % 60 - % 65'e çıkarılmaktadır. Üre formaldehit tutkalının sertleşmesini hızlandırmak için sertleştirici olarak amonyum klorür veya amonyum sülfat gibi maddeler kullanılır. Sertleşme hızı, sıcaklık ve rutubete bağlı olarak 15 – 120 saniye arasında bulunmaktadır. Tutkalın sertleşmesi için orta kısmın sıcaklığı 100 °C, alt ve üst kısımların sıcaklıkları ise pres levhasının sıcaklığına bağlı olarak, 150 – 180 °C arasında veya daha yüksek olabilmektedir (Huş 1977).

Fenol Formaldehit Tutkalı

Alkali bir katalizör yardımıyla formaldehit ve fenolün kondenzasyonu yoluyla elde olunmaktadır, sıcak tutkallama için saf halde veya bir sertleştirici katılarak yonga levha üretiminde kullanılmaktadır. Fenol formaldehit tutkalları resol ve novalak tipi olmak üzere iki grupta toplanmaktadır.

Orman ürünleri sanayinde (yonga levha, kontrplak ve formika üretimi) genellikle resol tipindeki fenolik tutkallar tercih edilir. Sıvı tutkal içerisindeki kuru madde miktarı % 40 – 50 civarındadır. Sıvı halinde resol tipi fenolik tutkal elde etmek için alkali katalizör kullanılır (Coplugil 1993).

Fenol formaldehit tutkalı rutubete, suya ve atmosferik koşullara karşı dayanıklı yapışma sağladığı için açık hava şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak levhaların üretimi için uygun bulunmaktadır. Ancak, koyu renkli oldukları için levhalarda koyu renk söz konusu olmakta veya küçük kırmızı lekeler şeklinde görüntüler oluşturmaktadır (Bozkurt ve Göker 1985).

Fenolik tutkallara mum, parafin veya kimyasal tepki veren bitkisel yağlar vb. su itici maddeler karıştırılabilmektedir. Tutkalın sertleşme süresi üre formaldehit tutkalına göre daha yavaş ve sıcaklığı yüksek olmaktadır. Levhanın orta kısmındaki sıcaklık ise 120–150 °C

arasında olması gerekmektedir. Bu tutkallar, sıcaklık etkisiyle sertleştğinde daha dirençli olabilmekte ve iyi bir boyutsal stabilite sağlayabilmektedir (Bozkurt ve Göker 1985).

Melamin Formaldehit Tutkalı

Melaminin formaldehit ile kondenzasyonu sonucu elde edilmektedir. Sertleştirici ilave edilmeden 90 – 140 °C sıcaklıklarda sertleşen bu tutkal, sulu çözeltisinin dayanma süresi çok kısa olduğundan toz halinde satılmaktadır (Kalaycıoğlu 1991).

Melamin formaldehit tutkalı, üre formaldehit tutkalına benzemekle birlikte suya karşı dirençli olması, ısı stabilitesinin daha yüksek olması ve düşük sıcaklıklarda ve sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmesi gibi bazı avantajlı yanları vardır.

Fenol formaldehit tutkalına ise parlaklık, açık renklilik ve dayanıklılık bakımından üstünlük sağlar. Bu avantajlara rağmen en büyük dezavantajı fiyatının üre formaldehit ve fenol formaldehit tutkallarından yüksek olmasıdır. En önemli kullanım alanı üre formaldehit tutkalına karıştırılarak kullanılmasıdır. Saf olarak kullanıldığı takdirde kaynamaya ve dış hava şartlarına çok dayanıklıdır. Üre formaldehit tutkalı ile % 25 – 75 oranında karıştırıldığında ise suya yeterince dayanıklı kalabilmektedir (Huş 1977).

Resorsin Formaldehit Tutkalı

Resorsin formaldehit reçinesi, 1 mol resorsinin 1 mol' den az formaldehit ile birleştirilmesi suretiyle elde edilmektedir. Sertleştirici madde olarak genellikle paraformaldehit kullanılmaktadır. Resorsinol fenolik bir maddedir, ancak fenole göre çok daha fazla reaktiviteye sahiptir. Bu reçinelerin en önemli avantajı, ortam sıcaklığında sertleşebilmesidir (Bozkurt ve Göker 1986).

Bu tutkallar, fenol formaldehit tutkalına göre daha pahalı olup, uçaklarda kullanılan odun elemanlarının yapıştırılması gibi bazı özel amaçlar için kullanılmaktadır. Kullanımından önce toz veya sıvı haldeki sertleştirici ilave edilmektedir. Sertleşme sıcaklığı 20-65°C arasındadır. Resorsin formaldehit tutkalı fenol formaldehit tutkalına oranla daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmekte ve daha uzun süreli depolanabilmektedir (Gillespie et al. 1978).

İzosiyanat Tutkalı

İzosiyanat esaslı tutkallar ilk defa 1940'lı yıllarda kullanılmıştır. Fiyatlarının yüksek olması, uygulanmasındaki teknik güçlükler ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle ticari uygulamalarda çok fazla yer almamıştır. Levha ürünlerine olan talebin artması ile beraber bu ürünlerden ayrılan serbest formaldehit miktarı ile ilgili sınırlamalar, yonga levha üretiminde izosiyanat tutkallarının kullanımına ön ayak olmuştur. Rutubete karşı gösterdikleri mükemmel direnç nedeniyle dış ortamlardaki uygulamalar için uygundur (Anon. 1989).

İzosiyanat tutkalları odun yüzeyini kolayca ıslatabilmekte ve düşük molekül ağırlığı sayesinde ağaç malzeme içersine iyi bir şekilde penetre olmaktadır. Termal stabilitesi fenol formaldehit kadar iyi değildir, ancak daha hızlı sertleşir. Yapısındaki zehirli maddeler nedeniyle taşınmasında zorluklar olsa da, bu tutkalın en önemli avantajı, formaldehit emisyonunun olmayışıdır (Demirkır 2006).

Saman gibi zor yapıştırılan materyal ile kullanılabilen izosiyanat tutkalının en büyük dezavantajı, alüminyum ve çelik saçlara yapışması nedeniyle preslerde sorun oluşturmasıdır. Bu sorun ise gliserin gibi yapışmayı önleyici maddelerin veya dış tabakalarda fenolik tutkalların kullanılmasıyla önlenabilmektedir (Özen 1980).

1.2.4.2.3 Doğal Tutkallar

Doğal tutkallar; hayvansal (kazein, kan albümini vb.) ve bitkisel tutkallar (tanen, sülfat atık suyu, soya vb.) olarak iki gruba ayrılmaktadır. Bitkisel tutkalların yonga levha endüstrisinde önemli bir yer tutacağı tahmin edilmektedir. Sülfat atık suyu, suya karşı dayanıklı bir yapışma sağlamakta, sıcak preste hem sıvı hem de toz halinde kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker 1985).

1.2.4.2.4 Anorganik Tutkallar

Anorganik tutkal olarak, çimento ve alçı kullanılmaktadır. Bunlar, genel olarak, inşaat sektöründe yalıtım amacıyla kullanılan levhaların ve özellikle de prefabrik konut duvarlarının yapımında kullanılmaktadır (Bozkurt 1982).

1.2.4.3 Katkı Maddeleri

Yonga levha endüstrisinde, sentetik reçinelere ilave edilmesi ile kullanılan katkı maddeleri; preste sertleşmeyi hızlandırma, stabilite sağlama, yanmayı geciktirme, sıcak presleme esnasında tutkaldan gaz çıkışını dengeleme ve bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilirler (Nemli 2000).

1.2.4.3.1 Sertleştirici Maddeleri

Yonga levha üretiminde tutkal çözeltisi, hazırlanışından preslemeye kadar sertleşmemeli, fakat pres esnasında hızla sertleşmelidir. Bu çelişkili problem çözelti içerisinde sertleştirici ve engelleyici maddeler karıştırmakla önlenir.

Yonga levha üretiminde en çok kullanılan üre formaldehit tutkalı için en uygun sertleştirici, amonyum klorürdür. Nadir olarak amonyum sülfatta kullanılır. Amonyum klorür' ün düşük sıcaklıklarda tutkal çözeltisinin formaldehidi ile reaksiyona girmekte Hekzametilentetraamin, hidroklorik asit (HCl) ve su oluşmaktadır. Meydana gelen hidroklorik asit, tutkalın sertleşmesini hızlandırmaktadır. Amonyum klorürün düşük sıcaklıklarda tutkal çözeltisinin formaldehiti ile reaksiyona girerek preslemeden önce tutkalın sertleşmesini önlemek üzere tutkal çözeltisine NH_3 veya üre ilave edilmektedir. NH_3 düşük sıcaklıklarda asidi nötrleştirir. Böylelikle tutkal sertleşmesini durur. Sıcak preste NH_3 buharlaşarak asit oluşur ve sertleşme gerçekleşir.

Sertleştirici olarak amonyum klorür kullanılmasından amaç; meydana gelecek HCl'in uçucu olması dolayısıyla levha taslağının her tarafına homojen olarak dağılabilmesidir. Bu maksatla amonyum sülfatta sertleştirici olarak kullanılabilirdiği halde meydana gelen asit (H_2SO_4) uçucu olmadığından taslağa homojen olarak dağılmaz ve yeknesak bir sertleşme meydana gelmez.

Preslemeye kadar olan süre içerisinde tutkalın sertleşmesini önlemek için üreden daha ucuz olan NH_3 çoğunlukla tercih edilmektedir.

Fenol formaldehit tutkalı ile yapıştırımda sertleştirici ilavesine gerek kalmaksızın, yalnızca sıcaklık etkisiyle sertleştirilir. Bu durumda sıcaklığın 135–155 °C arasında olması gerekmektedir. Fakat sertleşme uzun sürdüğü için bunun hızlandırılmasına gerek vardır. En

önemli ve tanınmış hızlandırıcı rezorsindir. Çok pahalı olması nedeniyle, bunun yerine daha ucuz olan kalsiyum karbonat kullanılır.

Melamin formaldehit, 90–140 °C’ deki sıcaklıklarda sertleştirici karıştırılmaksızın sertleşebilmektedir. Sertleşmenin hızlandırılabilmesi için amonyum klorür ve potasyum persülfat gibi tuzlar kullanılabilir (Bozkurt ve Göker 1985).

1.2.4.3.2 Hidrofobik maddeler

Yonga levhanın su alarak şişmesini önlemek amacı ile hidrofobik maddeler kullanılır. Bunlar levhanın tamamen su almasını önlemezler. Ancak su alma hızını yavaşlatırlar. Böylece levha kısa süre su veya yüksek rutubete maruz kalırsa bundan etkilenmez.

Hidrofobik maddelerin başında parafin gelir. Parafin iyi bir su itici etkiye sahip, erime noktasının düşük (48–56 °C) ve diğer hidrofobik maddelerle karşılaştırıldığında daha ekonomik olması gibi nedenlerle tercih edilmektedir. Genellikle hem orta hem de dış tabaka yongaları parafinlenir. Fakat son zamanlarda genel amaçlar için kullanılan levhaların sadece dış tabaka yongalarının parafinlenmesi önerilmektedir. Mutfak ve laboratuarlarda kullanılacak olan levhaların orta tabakalarının da parafinlenmesi gereklidir (Bozkurt ve Göker 1985).

Genellikle, iğne yapraklı ağaçlarda tam kuru yonga ağırlığına oranı % 0.3-0.5, yapraklı ağaçlarda ise % 0.5 – 1 oranında parafin kullanılmaktadır (Kalaycıoğlu 1991).

Yonga levha üretiminde su itici madde olarak kolofan kullanıldığında kolofanın kimyasal birleşiminde bulunan abietik, levopimarik gibi reçine asitleri formaldehit ile reaksiyona girdiği için levhanın özelliklerinin normal levhalara göre daha iyi sonuç verdiği belirtilmektedir. Örneğin; kolofan, tutkala, tam kuru tutkal ağırlığına oranla % 1.0, 1.5 ve 3.0 ilave edildiğinde levhanın iç bağlanma mukavemeti iyileşmekte, kalınlık artışı ve formaldehit emülsiyonu azalmaktadır. Ayrıca, kolofan kullanılarak üretilen levhaların fiziksel özelliklerini, parafin kullanılarak üretilen levhalara göre daha iyi olduğu bildirilmektedir (Var 2000).

1.2.4.3.3 Koruyucu Maddeler

Yonga levhalarda fiziksel, biyolojiksel, kimyasal ve mekanik zararlara karşı koruma sağlayabilmek için bazı koruyucu maddelerin kullanılması gerekmektedir. Bu maksatla sodyum pentaklorfenol (Na – PCP) ve bakır pentaklorfenol (Cu – PCP) gibi organik çözücülü maddeler ile kromlu bakır arsenat (CCa – Tip C) amonyaklı bakır arsenik (ACA) ve sodyum florür (NaF) gibi suda çözünen tuzlar mantar ve böcek tahribatına karşı kullanılmaktadır (Özen 1980).

Yangın gibi yüksek sıcaklığa karşı çinko, bakır, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddelerle boraks / borik asit karışımı ve amonyum sülfat gibi amonyum bileşikleri ve fosfat içeren maddeler kullanılmaktadır. Koruyucu maddeler, levhalarda homojen bir dağılım yapabilmeleri için tutkal çözeltisine karıştırılarak veya orta ve dış tabaka yongalarına ayrı ayrı püskürtülerek ya da levhanın dış tabakalarına sürülmek suretiyle uygulanmaktadır. Kuru yonga miktarının yaklaşık %10'u kadar kullanılır. Fazla koruyucu madde, hem levhanın makinelerde işlenmesini zorlaştırır hem de yüksek sıcaklıkta levhanın rengini koyulaştırır. Ayrıca direnci azaltır (Özen 1980).

tabakalarında kullanılacak yongalar için gerekli olan bu işlem, soyma, sürtme ve hidrolik tip kabuk soyma makineleri veya elle yapılmaktadır (zen 1980).

Yonga geometrisi levhanın kalitesini ve yüzey dzgnlgn sağlayan en önemli faktörlerden biridir. Yongalar başlıca kesme, kırma veya ezme suretiyle elde olunur. Kesme suretiyle elde edilen yongalar levhaların yüzeylerinde, kırma şeklinde üretilen yongalar ise levhaların orta kısımlarında kullanılır. Dış tabaka yongaları, bıçaklı makinelerde elde edilen ince yongalardır. Orta tabaka yongaları ise, kalın olup çekiçli değirmenlerde üretilirler. Yonga levha üretimine uygun ince yongalar, genellikle kesici aletlerle liflere paralel yönde kesme suretiyle veya kaba ve normal yongaların yeniden inceltme makinelerinden geçirilmesiyle elde edilen yongalardır. Bunlara kesme yongası denilmektedir. Liflere dik ve meyilli kesilen daha kalın odun parçalarına ise kaba yonga denilmektedir (zen 1980).

Levha için uygun yonganın elde edilmesi iki ayrı sistemle olur. Birincisinde önce kaba yongalar üretilir, sonra bunlar değirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde levha üretimine uygun hale getirilir. Bunlar genellikle orta tabakada kullanılır. İkincisinde yuvarlak odundan yonga üretimine uygun incelikte ve uzunlukla fakat geniş yongalar üretilir. Bu yongalar, yongalama makinelerinde isteğe bağlı olarak küçültülebilir (zen 1980).

Kaliteli yonga levhalar için yonganın her iki yüzünün birbirine paralel, kalınlığının homojen ve ince olması şarttır. Dış tabakalarda kullanılacak yongaların genellikle 0.15 – 0.25 mm, orta tabakada kullanılacakların ise 0.3 – 0.5 mm kalınlıkta olması istenir. Yongalama sırasında yonga kalitesine, boyutlarına ve verimine etki eden birçok faktör vardır. Bunların bir kısmı kullanılan hammadde ile bir kısmı uygulanan teknoloji ile bir kısmı da makinelerin durumu ile ilgilidir (Kalaycıoğlu 1991).

Yongalama sırasında, odunun rutubeti LDN üzerinde olması gerektiğinden, genellikle, yonga rutubeti %35–120 arasında değişmektedir. Ancak, levha üretiminde, yonga rutubeti çok önemli bulunmaktadır.

Yongaların fazla rutubetli veya kuru olması halinde, tutkal sertleşmesinin engellenmesi, levhanın patlaması, toz miktarı ve yangın tehlikesinin artması, pres kapanırken hafif yongaların yüzeyden uzaklaşması, yanlar alınmadan önce kopma ve kırılmanın olması gibi sorunlar çıkabilmektedir. Bunun için, levhanın presten çıkış rutubetine göre, yongaların % 3

– 6 arasında değişen rutubete kadar kurutulması gerekmektedir. Bu maksatla döner silindirli, borulu, tamburlu, tablalı, çok bantlı, kontakt, türbünlü, girdaplı ve süspansiyon tipi kurutucular kullanılmaktadır. Bu makinelerde yüksek sıcaklık uygulanarak kurutma yapılmaktadır (Özen 1980).

Her şeye rağmen yongalama makinesinde heterojen boyutlarda yonga üretimi önlenememektedir. Yongalar, yongalama makinelerinde elde edildiği şekilde doğrudan üretimde değerlendirildiğinde, kurutma, tutkallama, serme ve yapıştırma sorunları çıktığı gibi, geçirgenliğin artması, yüzey düzgünlüğünün bozulması, kenarları kaplamanın zorlaşması vb. sorunlarda oluşmaktadır. Kaliteli levha üretebilmek, ancak yonga boyutlarının homojen olması ile sağlanır. Bu nedenle, yongaların tasnif edilmesi gerekmektedir. Bu maksatla, pnömatik ve mekanik olması üzere iki yöntem kullanılmaktadır (Özen 1980).

Yonga levha fabrikalarında çeşitli tip ve işlemlere tabi tutulmuş yongaların depolanması için silolar kullanılır. Silolar; yongaların bir işlemde diğerine akışını kontrol etmek, ölçülü miktarda materyal boşaltmak, hammadde akışını eşit tutmak gibi birçok amaçlar için kullanılmaktadır. Bunlar, yonganın hareket yönüne göre yatay, düşey ve döner silolar olarak üçe ayrılmaktadır (Kalaycıoğlu 1991).

Yonga levha üretimi sırasında, yongaların kademeler arasında taşınması gerekmektedir. Taşınırken yonga kalitesi bozulmamalıdır. Bu nedenle transport seçiminde yongaların ağırlık, hacim ve rutubet gibi özellikleri dikkate alınmaktadır. Bu maksatla kullanılan yonga transportörleri mekanik ve pnömatik olmak üzere iki çeşittir (Özen 1980).

Levha kalitesini, ağaç türü yanında, büyük ölçüde yapıştırıcı madde de etkilemektedir. Yapıştırıcının kaliteli ve yapışma direncinin yeterli olmasından başka, tutkallamanın da kusursuz olması gerekmektedir. Bu nedenle, yongaların tutkallanmasında noktasal tutkallama yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde, tutkal çözeltisi çok küçük taneciklere ayrılmakta ve yongalar üzerine püskürtülmektedir.

Tutkallamaya, yonga geometrisi, yüzey düzgünlüğü ve tutkallama makinesindeki yongaların hareketi etki etmektedir. Yonga levha üretiminde, m²'ye 2 gr. kuru, 8 – 12 gr. da sıvı tutkal uygulanmaktadır.

Diğer yandan, ağır yongalara az, hafif ve ince yongalar ile odun tozlarına ise daha fazla tutkal isabet ettiğinden yongaların tasnif edilerek tutkallanması gerekmektedir. Bu amaçla hava girdaplı, yüksek basınçlı ve merkezkaç enjektörleri ile tutkallama silindiri ve vantilatörler kullanılmaktadır (Özen 1980).

Tutkallama makinelerinden çıkan yongaların homojenleştirme depolarında iyice karıştırılması gerekir. Bu depolar iki adet olup, birincisi alt ve üst tabakada kullanılacak yongaların, diğeri ise orta tabakada kullanılacak yongaların homojenleştirilmesi kullanılmaktadır. Bu depoların iki fonksiyonu olup birincisi tutkallama makineleri ile dozaj makineleri arasında depo görevi yapmak diğeri ise depoda bekleyen tutkallı yongayı karıştırarak homojen hale getirmektir. Homojenleştirme depolarından tutkallı yongalar lastik bant ve tırmıklı taşıyıcılar vasıtası ile serme makinelerinin ilgili silosuna taşınmaktadır (Özen 1980).

Tutkallama makinelerinden çıkan yongaların yeknesak bir taslak halinde serilme ve presleme işlemine hazırlanması yonga levha üretiminin en önemli aşamasıdır. Serme işlemi hatasız ve yatay düzleme göre simetrik yapılmalıdır. Bu aşamada yapılacak hatalar örneğin; yonga dağılışındaki meydana gelecek bir eksiklik sadece fiziksel özelliklerin ve özgül ağırlığın değişmesini etkilemekle kalmayacak levhaların uygun bir şekilde preslenmesini de etkileyecektir. Serme işlemi; dökme, rüzgârlama ve savurma yöntemleri ile yapılmaktadır. Levha taslağı serme başlangıcından, presleme işlemine kadar sarsıntısız çalışmalıdır. Aksi takdirde taslak kenar ve köşeleri dökülerek kırılabilir, levha simetrisi bozulabilir ve malzeme kaybı olabilir. Tutkallanmış yongalar çeşitli serme sistemlerinden biri ile serilerek gevşek ve kalın bir keçe oluşturur. Keçe kalınlığı levha kalınlığının 20 misli kadar olmaktadır (Özen 1980).

İstenilen yoğunlukta yonga levha üretebilmek için levha taslağının preslenmesi gerekmektedir. Yonga levha endüstrisinde soğuk ve sıcak olmak üzere iki ayrı presleme uygulanmaktadır. Levha taslağı, doğrudan sıcak prese verilirse, pres katları arasındaki açıklık artmakta, dolayısıyla, presin kapanma süresi uzamakta ve ısı kaybı olmaktadır.

Ayrıca, yüzey düzgünlüğü bozulmakta, yüzey ve orta tabaka iyice kenetlenmemekte, ince yongalar sarsıntı ile alt tabakaya kayarak levha simetrisi bozulmaktadır. Soğuk prese aynı zamanda ön pres de denilmektedir ve basıncı 15 – 20 kg/cm² arasında değişmektedir (Bozkurt ve Göker 1985).

Yonga levha taslağı, levha özelliğini sıcak presler de kazanır. Sıcak presleme esnasında, basınç ve sıcaklığın etkisiyle yongalar plastikleşir ve stabil bir malzeme oluşur. Presleme süresi; taslak rutubeti, levha kalınlığı, pres sıcaklığı ve presin kapanma süresine bağlıdır. Pres sıcaklığı, süresi ve basıncı yonga levha teknolojik özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (Özen 1980).

Presten sonra, yonga levhalar soğutma kanalı, pres veya yıldızları kullanılarak 15 gün istifte soğutulmakta, daire testerele ile kesilerek boyutlandırılmakta ve 2–4 silindirli zımpara makinaları ile kalınlık hataları düzeltilmekte, görünüşlerine göre sınıflandırılarak 18 – 24 °C sıcaklık ve % 60 – 65 bağıl nem şartlarında depolanarak satışa sunulmaktadır (Özen 1980).

1.2.6 Emprenyenin Tanımı Ve Önemi

Ağaç malzemenin korunması süreci içerisinde emprenye denilince, gerek yuvarlak gerekse işlenmiş haldeki ağaç malzemenin, bir kimyasal madde ve bir emprenye yöntemi kullanılmak suretiyle değişik kullanım yerlerindeki dayanma süresinin uzatılmasına yönelik tedbirler anlaşılmaktadır (TS 344 1981).

Emprenyenin tanımı TS 344’de “Ahşabın ve her çeşit mamullerinin özelliklerini bozan ve tahrip eden zarar ve zararlılara karşı girişilen her türlü önleyici ve kurtarıcı işlemlerdir” şeklinde açıklanmaktadır. Bu bağlamda TS 344’ de göre aşağıdaki tanımlar yapılmıştır.

Ahşap koruma: Ahşabın ve her çeşit ağaç malzemenin özelliklerini bozan veya tahrip eden zarar veya zararlılara(çürüme, çatlama, renk bozuklukları, yıpranma, yangın vb.) karşı girişilen her türlü önleyici veya kurtarıcı işlemlerdir.

TS 344’e göre ağaç malzemenin korunmasına yönelik önlemlerin çeşitleri ve bunların tanımları aşağıda verilmiştir.

- Koruyucu önlem
- Kurtarıcı önlem
- Teknik işlemlerle koruma
- Üretim ve depolamada koruma
- Kimyasal koruma
- Emprenye

Zarar: Ağaç malzemenin özelliklerinin çeşitli etkenler nedeniyle değişik yer ve ölçüde kullanma amacına göre olumsuz yönde etkilenmiş ya da etkilenmesi durumudur. TS 344'e göre zarar aşağıda verilmiştir.

- Biyolojik zarar
- Mekanik zarar
- Yüzeysel zarar
- Derin zarar
- Yersel zarar
- Yaygın zarar
- Kullanım zararı olarak sınıflandırılmaktadır.

1.2.6.1 Yonga levha Üretiminde Emprenye

Genellikle yonga levha üretiminde emprenye işleminin aşağıda belirtildiği şekilde uygulandığı bildirilmektedir (Grigoriou and Passailalis 1990).

1. Odunun emprenye edilip sonra yongalanması
2. Yongalara emprenye çözeltilisinin püskürtülmesi
3. Yongaların emprenye çözeltilisi içerisinde belli bir süre bekletilmesi
4. Tutkallama aşamasında emprenye maddesinin tutkal çözeltilisine karıştırılması
5. Tutkallama makinesinde emprenye çözeltilisinin yongalara püskürtülüp, sonra tutkallanması
6. Tutkallama makinesinde yongaların tutkallanıp, sonra emprenye çözeltilisinin püskürtülmesi
7. Levhanın çeşitli emprenye yöntemleri ile emprenye edilmesidir.

1.2.6.2 Yanmaya Karşı Kullanılan Emprenye Maddeleri

Ahşap ve ahşap esaslı levha ürünleri, hem bina içi hem de bina dışı uygulamalarda önemli konstrüksiyon malzemeleridir. Ağaç malzemenin hem iç hem de dış mekanlarda yapı elemanı olarak kullanılmaya başlaması yanmaya karşı korunma ihtiyacını da gündeme getirmiştir. Bazı uygulamalarda malzemenin yanmayı geciktirici emprenye maddesi ile emprenye edilmesine ihtiyaç duyulmazken, yüksek seviyede yangın güvenliğinin istenildiği yerlerde, yanmayı geciktirici kimyasal maddelerle işlem görmüş ahşap ve ahşap esaslı levha malzemeler, bir alternatif malzeme olurlar. Yanmayı geciktirici emprenye maddesi ile uygun

bir etkin bir şekilde emprenye edilen ağaç malzemede yanmaya karşı yeterli bir süre koruma sağlanabilmektedir (Erdin ve Kartal 1997).

Yanmayı geciktirici kimyasal maddeler ağaç malzemeye yanmazlık özelliği kazandırmazlar bununla birlikte tutuşmayı güçleştirip, yanma başladıktan sonra ateşin yayılmasını geciktirebilirler (Yıldız 2001).

En yaygın bilinen emprenye maddeleri kreozot, CCA (bakır, krom, arsenik) ve PCP (Pentaklorfenol) dür. Çevre koruma derneklerinin baskısıyla ve kreozotun kullanımı yakın bir geçmişte, PCP ise çok daha önceleri bir çok ülkede yasaklanmıştır. Son yıllarda ağaç malzemeyi korumak amacı ile kullanılan zehirli kimyasal maddelerin çevre üzerine etkisi hakkında yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bu maddelerin ekolojik dengeyi bozdukları, insan ve diğer canlıların sağlıklarını tehdit ettiğine ilişkin çok ciddi araştırma sonuçları bulunmaktadır Buna çare olabilecek yeni emprenye maddeleri olan alkilamonyum bileşikleri ve geleneksel borlu bileşikler gittikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Bu araştırmalar, memeliler için zehirli etkisi olmayan bor bileşiklerini ön plana çıkarmaktadır. Borlu bileşikler, biyolojik zararlılara karşı yüksek etkileri, suyla çözünerek kolayca uygulanabilmeleri, odunda difüzyon yeteneklerinin yüksek olması, ucuz ve temini kolay olması memelilere karşı ihmal edilebilecek derecede düşük zehirlilik etkileri ve yangına karşı ahşabın direncini önemli ölçüde artırmaları nedeniyle güncellik kazanmıştır. Bununla birlikte dış ortamda yağmur etkisiyle kolayca odundan yıkanmaları nedeniyle kullanımları yalnızca iç mekanlarda sınırlı kalmıştır. Borlu bileşiklerin yıkanmasını engellemek amacıyla su itici maddelerle (SİM) muamele önerilmektedir (Baysal, 2003).

1.2.6.3 Yanmayı Önleyici Kimyasal Maddelerin Etkilerine Göre Sınıflandırılması

Günümüzde yanmayı geciktirmek için kazanda basınç metodu, yüzeysel sürme veya püskürtme metotları ile yüzeylerin örtülmesi sağlanmaktadır. Bu amaçla kullanılan emprenye maddeleri beş grupta toplanmaktadır. (Bozkurt vd, 1993).

1. Mekanik olarak etki yapan yanmaya karşı koruyucu maddeler: ağaç malzeme yüzeyine püskürtülerek veya sürülerek havanın oksijen ile ilgisini kesmektedir. Ancak kullanılan maddelerin son derece elastik olması gerekmektedir. Aksi takdirde yanma sırasında dökülerek etkileri ortadan kalkmaktadır.

2. Eriyici madde oluşturan emprenye maddeleri: erime sırasında yapışıcı tabakalar oluşturarak çevreden ergime ısısının ağaç malzemeye ulaşmasına mani olmakta ve kömürleşmeyi önlemektedir.

3. Köpük oluşturan emprenye maddeleri; ısınma ile bu maddeler kömür gibi poröz köpük tabakaları meydana getirirler. Bunlar son derece ısı izolasyon etkisi göstermekte ve ağaç malzemeyi ısı etkisinden korumaktadır.

4. Söndürücü gaz meydana getiren emprenye maddeleri: söndürücü gazlar yanma sırasında ağaç malzemedan çıkan yanıcı gazların konsantrasyonunu düşürerek onların ateş alma kabiliyetlerini azaltmaktadır.

5. Ağaç malzemeyi kömürleştiren emprenye maddeleri: bu maddeler oldukça yüksek sıcaklıklarda, ağaç malzemenin kömürleşmesini artırarak termik izolasyon sağlamaktadır.

1.2.6.4 Yanmayı Önleyici Kimyasal Maddelerin Kimyasal Özelliklerine Göre Sınıflandırılması

Yukarıda ki sınıflandırma daha ziyade ateşe karşı koruyucu emprenye maddelerinin etki çeşitlerini göstermektedir. Günümüzde bu etkilerin birkaç tanesini kombine olarak taşıyan maddeler yapılmaktadır. Bu nedenle emprenye maddelerinin kimyasal özelliklerini esas alan basit bir sınıflandırmayı yapmak mümkündür.

Ağaç malzemedeki tutuşma, alevlenme ve yanmaya karşı kullanılan emprenye maddeleri inorganik maddeler (amonyum tuzları, alkali tuzlar, inorganik yüzey örtücüler) ve organik maddeler; (polimerler ve reçineler, reaktif bileşikler, organik çözücülü halojenleşmiş organik maddeler ve organafosforlar, organik yüzey örtücüler) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Goldstein, 1973, Anon. 1987).

1.2.6.5 İnorganik Maddeler

1.2.6.5.1 Amonyum Tuzları

Bu tuzlar ısınma sonucu amonyak meydana getirir. Bu hem yanıcı gazların yoğunluğunu düşürür hem de geriye kalan serbest mineral asitleri odunun kömürleşmesini hızlandırır. Bunlardan en önemlileri şunlardır (İlhan 1988) :

Di amonyum fosfat (DAP)	$((\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4)$
Mono amonyum fosfat (MAP)	$(\text{NH}_4 \text{H}_2 \text{PO}_4)$
Amonyum sülfat	$((\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4)$
Amonyum klorür	$(\text{NH}_4 \text{Cl})$
Amonyum tetra borat	$((\text{NH}_4)_2 \text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$

1.2.6.5.2 Alkali Tuzları

Alkalinite derecesi arttıkça yüksek ısı derecelerinde kömürleşme oranı da artmaktadır. Bu grubun en önemli tuzları aşağıdakilerdir (İlhan, 1988) :

Potasyum karbonat	$(2\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$
Potasyum fosfat	$(\text{K}_3\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$
Sodyum tetra borat ve ya boraks	$(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$
Sodyum asetat	$(\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$

1.2.6.5.3 Bazı Metal Bileşikleri

Yapısında metal bulunan inorganik maddeler şunlardır: (İlhan, 1988)

Alüminyum klorür	$(\text{Al}_2\text{Cl}_6 \cdot 12\text{H}_2\text{O})$
Alüminyum sülfat	$(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 18\text{H}_2\text{O})$
Potasyum alüminyum sülfat veya şap	$(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O})$
Çinko klorür	$(\text{ZnCl}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$
Çinko borat	$(3\text{ZnO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3)$

1.2.6.5.4 İnorganik Yüzey Örtücüler

Ağaç malzemeye uygulandıklarında yüzeyi örterek ateşe karşı bir izolasyon tabakası oluştururlar. Açık hava koşullarına duyarlı, yüzeylere güç sürülen ve dekoratif özellikleri örten bu maddelerden inorganik olanların en önemlileri alkali silikatlardır. Ayrıca sodyum silikat ile potasyum silikat örnek olarak verilebilir. Bunlar ağaç malzemeye sürüldüklerinde yangın esnasında eriyerek yüzeyde izole edici bir köpük tabakası meydana getirirler. Ancak bu maddeler, havanın teması sırasında CO₂'in etkisi ile karbonatlara ve silis asidine ayrışarak etkisiz kalırlar (Yalınkılıç 1993).

1.2.6.6 Organik Maddeler

Bu maddelerin yapısında karbon olması, doğal yapılarına zaten yanıcı bir özellik kazandırmaktadır. Bu organiklerle oluşturulan maddelerde, bol miktarda nitrojen ve yangın geciktirici etkisi olan halojenler ve fosfatlar olduğu için etkileri önemli bir düzeye varmaktadır. Bu gruptaki organik maddeleri aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür (Uysal 1997).

1. Polimerler ve reçineler
2. Reaktif bileşimler
3. Diğer organik koruyucular
4. Organik yüzey örtücüler (yüzeyde katman oluşturucu maddeler)

1.2.6.6.1 Polimerler Ve Reçineler

1. Diamonyum fosfat gibi bir tuz, üre-formaldehit reçinesinde çözündürülerek güç yıkanan bir özellikteki emprenye maddesi elde edilmiştir.

2. Kimyasal kombinasyonlarla, reçinelere fosforik veya borik asit eklenerek karbon - nitrojen bağları olan kondenzasyona uğratılmış aldehit ürünleri ile yangın önleyici etki de organik maddeler oluşturulmuştur. Örneğin, bu yöntemle siyanamid, disiyanamid, melamin, ammelin veya emmelid içeren formaldehitler elde edilmiştir.

3. Kondanze olmuş prefosforik asit ile ürenin, çözünür olan melamin formaldehit kondenzasyonu ile meydana gelen karışımından oluşur. Emprenyeden sonra, 70 – 160 °C de bir kurutma kürüne tabi tutulan ağaç malzemedede uygun koruyucu önlemler alınabilmektedir.

4. Ağaç malzeme kısmi bir polimerizasyon ürünü olan tetrakis (hidroksimetil) fosfonyum tuzu ve/veya bir tris (hidroksimetil) fosfin oksit ile çok yönlü reaksiyon gösteren nitrojen, üre, melamin gibi çözünmüş bir alkid reçinenin bulunduğu bir ortamda işleme sokularak tutuşmaya karşı korunabilmektedir. Emprenye edilen ağaç malzeme ısıtılarak reçine polimerize edilir.

5. Organofosforların allilamine, dialliamin veya m-aminostiren gibi polimerlerin ısı etkisiyle polimerizasyona uğratılmasıyla elde edilen emprenye maddeleri ağaç malzemededen kolayca yıkanarak çıkmazlar.

6. Non-Com. Exterior: suda çözünen bir monomer olan ve ısı etkisi ile polimerize olarak çözünmez bir duruma gelen yüksek moleküllü bir reçine ürünüdür. Çok kullanışlı ve avantajlı olan bu maddenin son yıllarda geniş bir kullanım yeri vardır (İlhan 1988).

1.2.6.6.2 Reaktif Bileşikler

1. Ağaç malzemenin disiyandiamid ve fosforik asit ile emprenye edilip, 70 – 110 °C ısıda bir kurutma kürü uygulanmasıyla emprenye maddesi ve selüloz arasında bir reaksiyon doğurmaktadır. Böylece ağaç malzemenin higroskopik özellikleri giderilip, direnç özellikleri de yükselmektedir.

2. Melamini çapraz bir bağlayıcı olarak disiyandiamid, fosforik asit, formaldehit ile kullanılarak yıkanma özelliği düşük iyi kalitede bir preparat oluşturulmaktadır.

3. Bir diğer önemli uygulamada. tris (L-aziridinyl) fosfinoksit (APO)₂'nu kendiliğinden polimerize olarak, selüloz ve lignin hidroksil gruplarıyla reaksiyona girmesidir.

4. Reaktif bir bileşim ise: fosfor oksiklorid (POCl₃), fosfor triklorid (PCl₃) veya fosfor tihoklorid (PSCl₃)'in vinilasetat veya vinilklorid gibi kopolimerlerin bir organik çözücüde çözümlendirilmesiyle elde edilir (İlhan 1988).

1.2.6.6.3 Diğer Organik Emprenye Maddeleri

Bu grup emprenye maddeleri bazı halojenleşmiş organik maddeler ile organofosforların organik solventler içerisinde çözündürülmesiyle elde edilirler. Bunların yapımında yüksek derecede uçucu olmayan çözücüler kullanılır. Bu amaçla kullanılan bazı organik çözücülü organik koruyucular şunlardır (İlhan 1988) :

Bis (2-bromo etil) 2-bromo etan fosforat

Klorlanmış alkil fosforatlar

Klorlanmış fosforik ve fosforus asit diesterleri

Klorlanmış naftalinler

Katı Klorlu hidrokarbonlar

Triarilfosfatlar

1.2.6.6.4 Yüzeyde Katman Oluşturucu Maddeler (Yüzey Örtücüler)

Yüzey örtücüler ağaç malzemeye uygulandıklarında yüzeyi örterek ateşe karşı bir yalıtım tabakası oluştururlar. Bu suretle ağaç malzemenin etrafa yanıcı gaz vermesi ve havanın oksijeni ile temasa geçmesi önlenmiş olur. Bunların oluşturduğu ilk etki özellikle önemlidir. Yoksa pirolize uğramış odunda meydana gelecek gazlar katmandan dışarıya çıkarak yanabilirler. Organik örtücülere örnek olarak; amonyum fosfatlar, fosforik asit ve borik asit gösterilebilir. Yüzey örtücü maddeler genelde açık hava koşullarına duyarlı, yüzeylere güç sürülen, yüzeylerdeki dekoratif özellikleri örten özelliklerdedir (İlhan 1988).

1.3. LİTERATÜR ÖZETİ

Ağaç malzemenin yanmaya karşı dayanımının artırılması çalışmaları tarih öncesine kadar uzanmaktadır. Eski yunanlılar, ağaç malzemeyi deniz suyuna batırmışlardır.

Bilinen modern su bazlı yangın geciktiricilerin formüle edilmesi 1821'de Gay - Lussac tarafından başlamıştır. Gay - Lussac amonyum fosfat, amonyum klorlu amonyum fosfat ve borakslı amonyum klorür kimyasallarının selülozik liflere uygun uygulandığında yangına karşı çok iyi koruyucu sonuç verdiğini belirtmiştir (Richardson 1993).

Gorrat (1927)'a göre ABD' de ilk olarak 1895 yılında Milli Savunma Bakanlığı Denizcilik Kısmı tarafından savaş gemilerinin güverte döşemeleri ve diğer ağaçtan yapılmış kısımlarında ateşe karşı dayanıklı hale getirilmiş malzemenin kullanılması istenilmiştir. Ticari olarak Amerika' da ateşe karşı koruyucu emprenye maddesinin ağaç malzemedede uygulanması ilk olarak Max Bachert tarafından geliştirilen, amonyum fosfat ve amonyum sülfat kullanılan bir metot ve patent ile başlamıştır (Berkel 1972).

L. Metz (1936)'in yaptığı araştırma sonuçlarına göre, ağaç malzemeyi ateşe karşı koruyan bütün emprenye tuzları, düşük sıcaklık derecelerinde odunda daha fazla kömürleşme meydana getirmektedir. Böylece yüzeyde bulunan ve izolasyonunu artıran bu tabaka, malzemenin iç kısımlarının ateşten korunmasını sağlamaktadır (Berkel 1972).

Lee (1989) kontrplak, yonga levha ve lif levha (MDF) malzemeler üzerine fırçalama tekniği kullanarak 1. 2. 3. kat yangın geciktirici özelliğe sahip klorlu kauçuk boyayı sürmüş ve yanma deneyine tabi tutmuş ve oranlarını değerlendirmiştir. Sonuç olarak, bir kat boya uygulanan kontrplak malzemedede ağırlık kaybı en fazla olurken 3 kat boya uygulanan MDF ve yonga levha malzemedede en az olduğu tespit etmiştir.

Ayrıca üç kat boya uygulanan yonga levhada yanma direnci en fazla görülürken bir kat boya uygulanan MDF' nin yanmaya karşı en az direnç gösterdiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre; malzeme yüzeyine daha fazla boya katmanının uygulanmasıyla yangın geciktiricinin etkinliğinin arttığı görülmüştür (Uysal 1997).

Var (2000) yatık yongalı genel amaçlar için üretilen yonga levhalarda çeşitli emprenye maddelerinin levhaların bazı teknolojik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Levhaların üretimi için odun hammaddesi olarak % 70 oranında kızılçam, karaçam ve sedir karışımı, % 30 oranında kavak odunu ve toplam yonga içersinde de % 5 oranında kabuk bulunan endüstriyel yongalar; yapıştırıcı madde olarak üre-formaldehit tutkalı (% 65); sertleştirici madde olarak amonyum klorür (% 33); emprenye maddeleri olarak kolofan (% 10), alkit reçinesi (% 20), amonyum sülfat (% 7), borik asit (% 5), tanalith – CBC (% 10), boraks (% 5), imersol – WR 2000 (% 1.76), Borik asit/boraks (% 2.5/2.5), tanalith – CBC / borik asit/ boraks (% 5/ 2.5/ 2.5) kullanılmıştır.

Yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre bütün levha grupları için emprenye maddesi kullanım oranına bağlı olarak yoğunluk, rutubet miktarı, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, levha yüzeyine dik çekme direnci, alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma mukavemetleri ile yanma sonrası ağırlık kayıpları iyileştirilmiştir.

zkaya (2002) yaptığı çalışmada ahşap esaslı levha malzemelerden kavak kontrplak, MDF ve OSB kullanmıştır. Levha malzemelere nüfuz ettirmek için yanmayı geciktirici özelliklere sahip potasyum karbonat, boraks ve wolmanit maddelerini kullanmıştır. Yöntem olarak firalama ve daldırma tekniklerini kullanmıştır. Yanma deneyleri Alman standartlarından B1 ve B2 yanma sınıflarına göre hazırlanmış deney düzeneklerinde yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre:

OSB - Boraks – Daldırma

MDF – Potasyum Karbonat – Daldırma

MDF – Boraks- Daldırma

OSB – Potasyum Karbonat – Daldırma

Kombinasyonları yanmaya karşı en iyi sonucu vermiştir.

Dönmez (2005) borlu bileşikler (inko borat ve boraks) ile muamele edilen melez kavak (*Populus euroamericana cv.*) yongalarının, fenol formaldehit ve kraft lignin fenol formaldehit tutkalları ile üretilen yönlendirilmiş yonga levhaların fiziksel, mekanik ve bazı biyolojik özellikleri incelenmiştir. Borlu bileşiklerle muamele edilen yongalarla üretilen OSB levhalarındaki bor miktarını belirlemek için bor analizi yapılmıştır.

Yönlendirilmiş yonga levha üretiminde borlu bileşiklerin kullanılması OSB levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri olumsuz yönde etkilemiştir. Diğer taraftan, yapılan rklk ve yanma özelliklerinde borlu bileşiklerinin kullanımının olumlu bir etki yaptığı belirlenmiştir.

Syska (1969) alışmada yanmayı geciktirici emprenye maddeleri ve bunların kombinezonları kullanılmak sureti ile Göknar ve kavak odunu yongaları emprenye etmiştir. Emprenye işlemi rutubeti lif doygunluğu civarında olan yongalara toz halinde emprenye maddelerinin karıştırılması, kuru yongalara sıvı haldeki emprenye çözeltisinin püskürtülmesi suretiyle gerçekleştirilmiştir. Üretilen yonga levhaların boyutsal stabilite ve mekanik özellikleri ile yanma mukavemeti üzerinde ikinci işlemin birincisinden daha iyi sonuç verdiği bildirilmiştir.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOT

2.1 DENEME MATERYALİ

2.1.1 Ağaç Malzeme

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan yongalar, Devrektaş fabrikasından temin edilmiştir. Yongalar % 33 kızılçam, %24 karaçam,% 19 sedir ve % 24 diğer ağaç türlerinden karışım halinde alınmıştır.

Fabrikadan temin edilen yongalar plastik torbalara doldurmuş, rutubet girişini önlemek için torbaların ağızları bağlanarak Bartın Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği bölümü laboratuvarlarına taşınmıştır.

2.1.2 Tutkal

Tutkal olarak, aynı fabrikadan temin edilen % 65'lik üre formaldehit (ÜF) tutkalı kullanılmıştır. Tutkallamada, tam kuru yonga ağırlığına oranla, dış tabakada % 11, orta tabakada ise % 9 oranlarında üre formaldehit çözeltisi uygulanmıştır. Üre formaldehit tutkalının özellikleri aşağıda verilmiştir (Burdurlu1994) :

Fiziki Görünüş (20 °C de)	: Temiz, beyaz, sıvı
Katı madde oranı (20 °C de 2 saat)	: % 65 ± 1
Yoğunluk (20 °C de)	: 1.285 g/cm ³
Viskozite (20 °C' de)	: 400 centipoise
pH (20 °C' de)	: 7.8
Formaldehit / üre oranı	: 1.64
Serbest Formaldehit (%)	: 0.42 maksimum
Jelleşme zamanı (100 °C' de)	: 40 – 50 saniye
Depolama zamanı (20 °C de)	: 60 gün

2.1.3 Sertleştirici

Sertleştirici olarak, aynı fabrikadan temin edilen % 20'lik amonyum klorür çözeltisi kullanılmıştır. Orta ve dış tabakalar için, tutkal çözeltisine, tam kuru tutkal ağırlığına oranla % 10 ilave edilerek uygulanmıştır(Burdurlu,1994). Amonyum klorürün özellikleri aşağıda verilmiştir:

Fiziki Görünüş	: Temiz, beyaz, katı
Katı madde oranı	: % 20
Çözücü	: Su
Çözelti yoğunluğu (20 °C'deki)	: 0.70 – 0.75 g/cm ³
pH (çözelti için)	: 7.5

2.1.4 Emprenye Maddeleri

Yonga levha üretiminde, emprenye maddeleri, tam kuru yonga veya katı tutkal ağırlığına oranla kullanıldığı belirtilmektedir (Bozkurt ve Göker 1985).

Literatür uygunluk bakımından, konsantrasyon ve kullanım miktarları düşük tutulan emprenye maddeleri, deneme levhalarının üretiminde katı tutkal ağırlığına oranla kullanılmıştır. Bu maddeler aşağıda verilmiştir.

2.1.4.1 Borik asit

Mantar ve böcek tahribatı ile yanmaya karşı uygulanan borik asit, suda kolayca çözünebilmekte ve diğer maddeler ile karışık olarak kullanılabilir (Bozkurt vd. 1993). Çözeltisi ağırlık esasına göre hazırlanan borik asitin özellikleri aşağıda verilmiştir.

Fiziki Görünüş	: Renksiz kristal
Formül Yapısı	: H ₃ BO ₃
Molekül Ağırlığı	: 61.84
Yoğunluk	: 1.435 g/cm ³
Erime Noktası	: 171 °C
Çözünmeyen Madde	: % 0.01

2.1.4.2 Boraks (Sodyum tetraborat)

Bor tuzlarından olan boraks; fungusit, insektisit ve yanmayı önleyici olarak etkili bir madde olup, diğer maddelere katılarak kullanılmakta ve su ile yıkanarak uzaklaşmaktadır. Boraks çok güç eriyen bir madendir. Elektriği çok az iletir (Bozkurt vd. 1993). Çözeltisi ağırlık esasına göre hazırlanan borik asitin özellikleri aşağıda verilmiştir.

Fiziki Görünüş	: Renksiz kristal
Formül Yapısı	: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Molekül Ağırlığı	: 291.35
Yoğunluk	: 1.815 g/cm^3
Erime Noktası	: $741 \text{ }^\circ\text{C}$

2.1.4.3 Çinko Sülfat

Çinko sülfat büyük rombik sütuncuklar halinde olup, havadan etkilenmez ve suda kolay çözünür. Magnezyum sülfata benzer. Çözeltisi hidrolize olduğunda hafif asit reaksiyonu gösterir (Uysal 1997).

Fiziki Görünüş	: Renksiz rombik kristal sistem
Formül Yapısı	: $(\text{ZnSo}_4\text{7H}_2\text{O})$
Molekül Ağırlığı	: 287.56
Suda Çözünürlüğü	: 960 g/lt
Erime Noktası	: $741 \text{ }^\circ\text{C}$

2.1.4.4 Boraks ve Borik Asit Karışımı

Her bir çözeltinin ağırlıkça % 50 oranındaki karışımları kullanılmıştır.

2.2 DENEME LEVHALARININ ÜRETİMİ

Levha üretimi Bartın Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

2.2.1 Kurutma

Yongaların rutubeti fabrikadan alındığında % 3 olarak belirlenmiştir. Poşetlerde getirilen yongalar rutubet değeri kontrol edilerek bir sonraki aşamaya hazır hale getirilmiştir.

2.2.2 Emprenye ve Tutkallama

Her bir emprenye maddesi boraks, borik asit, boraks+borik asit karışımı ve çinko sülfat levha üretiminde, tam kuru ağırlığına oranla % 5, % 10 oranlarında kullanılmıştır. Emprenye işlemi ayrı ayrı üre formaldehit tutkalı ile karıştırılarak püskürtme tabancaları ile yongalar üzerine püskürtülmüştür. Tutkallanan emprenyeli yongalar serme ünitesine taşınmıştır. Emprenye çözeltisi miktarı, tam kuru tutkal ağırlığına oranla uygulanmıştır.

2.2.3 Taslağın Hazırlanması

Şekillendirme çerçevesi, alt pres sacı üzerine yerleştirildikten sonra öncelikle, alt dış tabaka yongaları, sonra, sırası ile orta ve üst dış tabaka yongaları serilmiştir. Serme işlemi, el ile mümkün olduğu kadar homojen bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Orta ve dış tabakalarda kullanılan yonga miktarı, ağırlık esasına göre belirlenmiştir.

2.2.4 Presleme

Serme işleminden sonra, yonga levha taslağı, üzerine soğuk pres görevi yapan şekillendirme çerçevesi büyüklüğünde bir tabla yerleştirilmek suretiyle sıkıştırılmıştır. Bunu takiben önce şekillendirme çerçevesi, sonra da tabla yavaşça ve taslak levhanın kenarlarına zarar vermeden çıkarılmıştır. Şekil 2.1.'de soğuk pres işlemi uygulanmış levha taslağı görülmektedir. Levhanın homojen kalınlıkta olması için alt pres sacı üzerine 20 mm kalınlıkta kalınlık takozları konulmuş, taslak levha üzerine de üst pres sacı yerleştirilmiştir. Böylece sıcak prese hazır hale getirilmiştir.



Şekil 2.1. Soğuk preste işlemi yapılmış yonga levha taslağı

Taslak levha, yonga levha özelliğini kazanması için laboratuvar tipi, elektrik ile ısıtılan ve levha boyutları 60 x 60 cm olan tek katlı hidrolik preste preslenmiştir (Şekil 2.2.). Preslemede pres sıcaklığı 205 °C, pres süresi pres kapandıktan sonra 4.4 dakika, presin kapanma süresi 70 – 80 saniye ve pres basıncı 200 bar (40 kg) uygulanmıştır. Bütün levha tipleri için aynı pres şartları uygulanmıştır. Böylece, boyutları 55 x 55 x 1.9 cm ve yoğunluğu 0.70 g/cm³ olacak şekilde deneme levhaları üretilmiştir.



Şekil 2.2. Yonga levha taslağının hidrolik sıcak preste preslenme aşaması

2.2.5 Presleme sonrası işlemler

Üretilen deneme levhaları, tutkalın sertleşmeye devam etmesini sağlamak için sıcak presten çıkarılmış ve soğuması için pres saçları arasında laboratuvar ortamında bekletilmiştir. Şekil 3.3.'de hidrolik sıcak presten çıkarılmış yonga levha taslağı görülmektedir.



Şekil 2.3. Sıcak pres uygulanmış yonga levha taslağı

Soğuyan levhalar, TS 642'ye göre, sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi $\% 65 \pm 5$ olan kondisyonlama odasında yaklaşık üç hafta bekletildikten sonra yan alma işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Kenarları alınmış yonga levha

2.3 ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

2.3.1 Fiziksel Özellikler

Üretilmiş olan yonga levhanın fiziksel özellikleri aşağıda incelenmiştir.

2.3.1.1 Yoğunluk

Bu çalışmada, yaygın olarak kullanılan hava kurusu yoğunluk değeri esas alınmıştır. Yoğunluk yonga levhanın fiziksel, mekanik ve teknolojik özelliklerini etkileyen önemli bir faktör olup TS EN 323/1’de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir. Bunun için, 50 x 50 x 18 mm boyutlarındaki kare kesitli örnekler kullanılmıştır. Örnekler 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem koşullarında sabit ağırlığa ulaşınca kadar bırakılmış, ağırlığı g, boyutları ise mm olarak ± 0.01 duyarlılıkta ölçülmüştür (TS EN 323/1 1999).

Örneklerin yoğunluk değerleri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\delta = m/v \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (2.1)$$

Burada;

δ = Yoğunluk (g/cm³),

m = Örnek ağırlığı (g),

v = Örnek hacmi (cm³)’dir.

2.3.1.2 Rutubet Miktarı

Rutubet miktarı deneyi, TS EN 322 standardına göre yapılmıştır. Bunun için, 50 x 50 x 18 mm boyutlarında hazırlanan örnekler kullanılmıştır. Örnekler 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem koşullarında sabit ağırlığa ulaşınca kadar bekletildikten sonra ağırlıkları ± 0.01 g duyarlılıklı terazide tartılmıştır. Sonra, örnekler kurutma dolabının ızgaraları üzerine yerleştirilmiş ve 103 ± 2 °C sıcaklıkta tam kuru hale ulaşınca kadar bekletilmek suretiyle tam kuru ağırlıkları aynı hassasiyetle belirlenmiştir (TS EN 322 1999).

Örneklerin rutubet miktarları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$r = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100$$

(2.2)

burada;

r = Rutubet Miktarı (%)

m= Örneğin klimatize edilmiş haldeki ağırlığı (g)

m₀ = Örneğin tam kuru haldeki ağırlığı (g)

2.3.2 Mekanik Özellikler

Üretilmiş olan yonga levhanın çeşitli mekaniksel özellikleri incelenmiş ve bunlar aşağıda verilmiştir.

2.3.2.1 Yanma Mukavemeti

Yanma deneyleri ASTM E 69 standardına göre yapılmıştır. Bunun için, 9,5 x 19 x 1016 (mm) boyutlarında hazırlanan örnekler kullanılmıştır. Örnekler, 27 ± 2 °C sıcaklık ve % 30 ± 3 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme odasında % 7 rutubete ulaşmaya kadar bekletilmiş ve sonra 0.01 g duyarlıkla tartılmıştır. Bir denemede, her tip levhadan 6'şar adet örnek kullanılmıştır.

Örnekler yanma bacasının üst kısmından aşağı doğru uzatılmakta ve yanma başladığı andan 30 saniye aralıklarla ölçümler yapılmıştır.

Yanma deneyinde aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.:

Ağırlık kaybı; deneyin başlamasından itibaren her 30 saniyede 0,001 hassasiyette ölçüm yapabilen analitik terazi yardımı ile yanmada meydana gelen ağırlık değişimi ölçülmüştür.

O₂; yanmanın ilk aşamasından itibaren 30 saniye aralıklarla yanma bacasında oluşan toplam yanma gazı içerisinde açığa çıkan O₂ miktarı % olarak baca gazı analizörü yardımı ile ölçülmüştür.

CO; yanmanın ilk aşamasından itibaren 30 saniye aralıkla yanma bacasında oluşan toplam yanma gazı içerisinde açığa çıkan CO miktarı ppm (parts per million) olarak baca gazı analizörü yardımı ile ölçülmüştür.

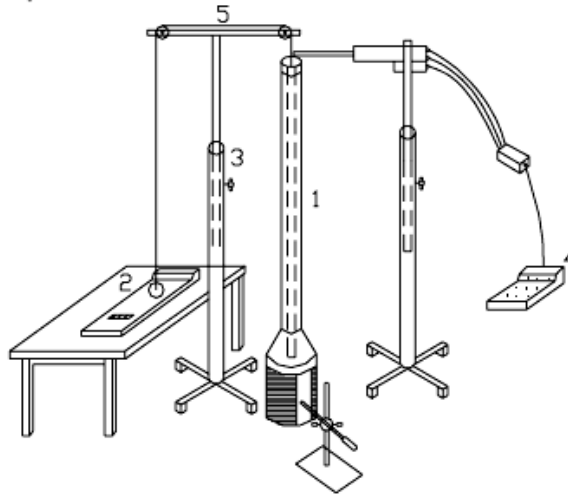
Sıcaklık; yanmanın ilk aşamasından itibaren 30 saniye aralıkla yanma bacasının üstünde oluşan sıcaklık değişimi termokupl ile kaydedilmiştir.

CO₂; yanmanın ilk aşamasından itibaren 30 saniye aralıkla yanma bacasında oluşan toplam yanma gazı içerisinde açığa çıkan CO₂ miktarı yüzde olarak baca gazı analizörü yardımı ile ölçülmüştür.

Yanmamış parça ve kül miktarı; deney sonunda ateş borusunda asılı olarak kalan yanmamış parçalar ile deney standında biriken kül miktarı analitik terazi yardımı ile ölçülmüştür

Deneyin ilk 4 dakikası alev kaynaklı yanma olarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra alev kaynağı ateş borusundan uzaklaştırılarak 6 dakika kendi kendine yanma deneyi gerçekleştirilmiştir. Yanma sonucu açığa çıkan kimyasal gazlar ve ağırlık kaybı her 30 sn'de ölçülerek kaydedilmiştir. Deney sonunda yanmamış parça ve kül miktarı toplanarak tartılmıştır. Yanma deney düzeneği Şekil 4.1'de gösterilmiştir (Uysal 1997).

1. Ates Borusu
2. Elektronik terazi
3. Ayak
4. Baca gazı analizörü
5. Ince çelik tel



Şekil 2.5 Yanma deney düzeneği (Uysal 1997)

2.3.3 İstatiksel Yöntemler

Yapılan çalışmada verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi için SPSS paket programdan faydalanılmıştır. Çalışmada faktörlerin elde edilen sonuçlar üzerinde anlamlı olup olmadığını belirleyebilmek için varyans analizine başvurulmuştur. Anlamlı bulunan faktörler üzerinde, farklılığın boyutunu belirleyebilmek için Duncan testine başvurulmuştur. Ayrıca ortalama ve istatistiksel analizler içinde yine tanımlayıcı istatistiklerden faydalanılmıştır.

BÖLÜM 3

BULGULAR

3.1 EMPRENYE MADDELERİ

Deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan kimyasal maddelerin 20 °C sıcaklıktaki damıtık suda elde edilen çözeltilerine ilişkin yapılan ölçüm sonuçları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan çözeltilerin özellikleri (20 °C)

Emprenye maddesi	Çözelti konsantrasyonu (%)	pH		Yoğunluk (g/ml)	
		EÖ	ES	EÖ	ES
Boraks	5	9,19	9,21	1,040	1,043
Borik Asit	5	5,20	5,20	1,030	1,035
Boraks+Borik Asit	5 (50:50)	7,72	7,74	1,030	1,033
Çinko Sülfat	5	7,01	7,02	1,070	1,096
Boraks	10	9,25	9,27	1,080	1,085
Borik Asit	10	5,30	5,33	1,090	1,092
Boraks+Borik Asit	10 (50:50)	7,80	7,85	1,047	1,050
Çinko Sülfat	10	7,11	7,15	1,080	1,083

EÖ: Emprenye öncesi

ES: Emprenye Sonrası

Çözeltilerin emprenye öncesinde ve sonrasında ölçülen pH değerlerinde ve yoğunluklarında sonucu etkileyecek bir değişme olmamıştır. Bu duruma her emprenye maddesi için taze çözelti ile işlem yapılması sebep gösterilebilir.

3.2 YOĞUNLUK

Emprenye edilmiş yonga levhaların ve işlemsiz (kontrol) örneklerinin yoğunluklarına ait istatistik değerler Çizelge 3.2.’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Emprenye edilmiş yonga levhaların ve işlemsiz (kontrol) örneklerinin yoğunluklarının ortalama değerleri.

Emprenye Maddesi	Konsantrasyon (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Standart Sapma
Kontrol	-	0,70	0,01
Boraks	5	0,72	0,02
Borikasit	5	0,74	0,04
Boraks+Borikasit	5	0,73	0,02
Çinkosülfat	5	0,71	0,01
Boraks	10	0,73	0,03
Borikasit	10	0,75	0,03
Boraks+Borikasit	10	0,74	0,02
Çinkosülfat	10	0,73	0,02

Emprenye maddeleri yonga levhaların yoğunluğunu artırmaktadır. Yukarıda ki verilere göre borik asitle emprenye edilen levhalarda yoğunluk değeri en fazladır. Çinko sülfatla emprenye edilmiş levhalar kontrol örneğinden sonra en düşük yoğunluk değerini vermiştir.

3.3 RUTUBET MİKTARI

Emprenye edilmiş yonga levhaların ve işlemsiz (kontrol) örneklerinin rutubet miktarına ait istatistik değerler Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Emprenye maddeleri yonga levhaların rutubetini artırmaktadır. Yukarıda ki verilere göre % 10 'luk borik asitle emprenye edilen levhalarda rutubet değeri en fazladır. % 5 lik boraks+borik asitle ve çinko sülfatla emprenye edilmiş levhalar kontrol örneğinden sonra en düşük yoğunluk değerini vermiştir.

Çizelge 3.3. Emprenye edilmiş yonga levhaların ve işlemsiz (kontrol) örneklerinin ortalama rutubet değerleri

Emprenye Maddesi	Konsantrasyon (%)	Rutubet (%)	Standart Sapma
Kontrol	-	10,85	0,35
Boraks	5	10,94	0,40
Borikasit	5	10,96	0,25
Boraks+Borikasit	5	10,90	0,30
Çinkosülfat	5	10,90	0,28
Boraks	10	10,95	0,35
Borikasit	10	10,98	0,20
Boraks+Borikasit	10	10,93	0,24
Çinkosülfat	10	10,92	0,29

3.4 YANMA DENEY SONUÇLARI

3.4.1 %5 Konsantrasyonlu Emprenye Maddesi İle Emprenye Edilmiş Yonga Levha

3.4.1.1 Ağırlık Kaybı

Boraks, borik asit, boraks+borik asit, çinko sülfat kimyasal maddeleri ile emprenye edilen yonga levhaların ÜF tutkalı kullanılması sonucu elde edilen emprenyeli yonga levhaların ve kontrol gruplarının yanma deneyi sonucunda ağırlık kaybında meydana gelen değişimlerin ortalama değerleri ve standart sapması çizelge 3.4.'de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.5.'de verilmektedir.

Çizelge 3.4. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan ağırlık kaybına ilişkin ortalama değerleri (%).

Emprenye maddesi	Ortalama (%)	Standart Sapma
Kontrol	60,5	0,304
Boraks	59,5	0,339
Borik Asit	47,7	0,270
Boraks+Borik Asit	51,0	0,342
Çinko Sülfat	58,8	0,330

Çizelge 3.5. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan ağırlık kaybına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	P Değeri (P<0,05)
Düzeltilmiş Model	28,66	99	0,29	29,31	0,000
Sabit Terim	92,39	1	92,39	9352,32	0,000
Emprenye	0,80	4	0,20	20,14	0,000
Zaman	27,16	19	1,43	144,72	0,000
Emprenye * Zaman	0,71	76	0,01	0,94	0,616
Hata	1,98	200	0,01		0,000
Toplam	123,02	300			
Düzeltilmiş Toplam	30,64	299			

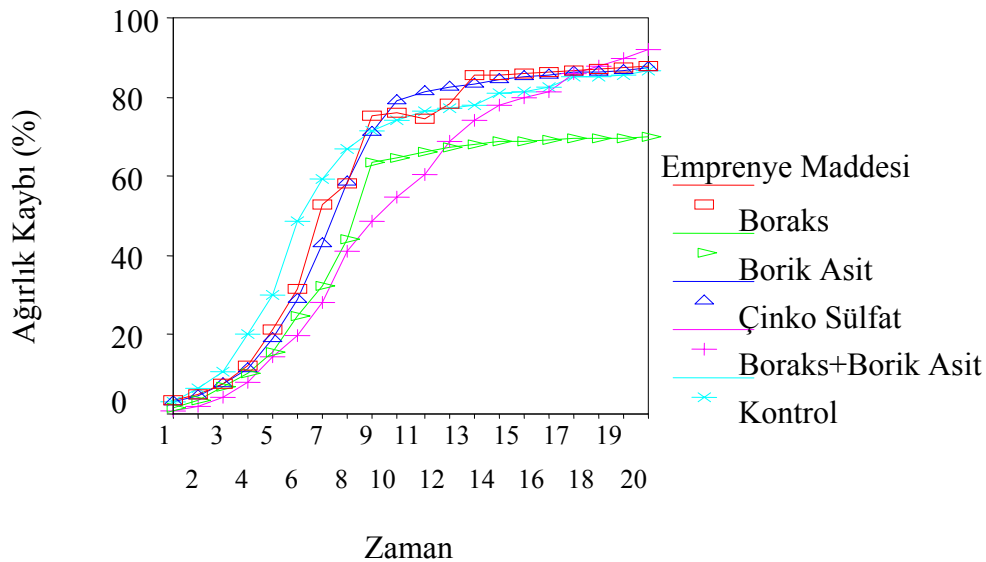
Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, % 5 konsantrasyonlu emprenye maddelerinin yonga levhaların yanması sonucunda ağırlık kaybına etkisi ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamada önemli olduğunu belirlemek için Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.6.'da verilmektedir.

Çizelge 3.6. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan ağırlık kaybına ilişkin Duncan testi sonuçları. (%)

Emprenye maddesi	Ortalama(%)	Homojenlik Grubu
Borik Asit	47,7	A
Boraks+Borik Asit	51	A
Çinko Sülfat	58,8	A
Boraks	59,5	B
Kontrol	60,5	B

LSD: 0.41

Yanma sonucu meydana gelen ağırlık kaybının zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi Şekil 3.1.'de verilmektedir.



Şekil 3.1. Ağırlık kaybının zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi

Ağırlık kaybı alev kaynaklı yanmada en fazla Kontrol de (% 31) en az Boraks da (% 13), kendi kendine yanmada en fazla kontrol (% 80) en az Borik asitte (% 71) örneğinde elde edilmiştir.

Alev kaynaklı yanma da bütün parçalarda hızlı bir şekilde ağırlık kaybı meydana gelmiş, alev kaynaksız yanmaya geçildiğinde parçalar halen yanmaya devam ederek ağırlık kaybı sürmüştür. Parçalar söndükten sonra alev kaynaksız yanmada ağırlık kaybı azalmış ve ortalama 8. dakikadan sonra ağırlık kaybı olmamıştır. Boraks da 4.5 dakikanın sonunda grafikten anlaşılacağı üzere hızlı bir ağırlık kaybı görünmüştür. Bunun sebebi tutuşan parçadan bir miktar kopma meydana gelmesidir.

3.4.1.2 Oksijen Miktarı

Boraks, borik asit, boraks+borik asit, çinko sülfat kimyasal maddeleri ile emprenye edilen yonga levhaların Üreformaldehit tutkalı kullanılması sonucu elde edilen emprenyeli yonga levhaların ve kontrol gruplarının yanma deneyi sonucunda oksijen miktarında meydana gelen değişimlerin ortalama değerleri ve standart sapması çizelge 3.7.'de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.8.'de verilmektedir.

Çizelge 3.7. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan oksijen miktarına ilişkin ortalama değerleri (%).

Emprenye maddesi	OrtalamaO (%)	Standart Sapma
Kontrol	18,096	3,399
Boraks	18,623	1,944
Borik Asit	18,540	2,194
Boraks+Borik Asit	17,920	2,907
Çinko Sülfat	18,396	2,135

Çizelge 3.8. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan oksijen miktarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	P Değeri (P<0,05)
Düzeltilmiş Model	1598,529	99	16,147	8,507	0,000
Sabit Terim	100635,431	1	100635,431	53021,829	0,000
Emprenye	21,363	4	5,341	2,814	0,027
Zaman	1362,815	19	71,727	37,791	0,000
Emprenye * Zaman	214,351	76	2,820	1,486	0,015
Hata	379,600	200	1,898		
Toplam	102613,560	300			
Düzeltilmiş Toplam	1978,129	299			

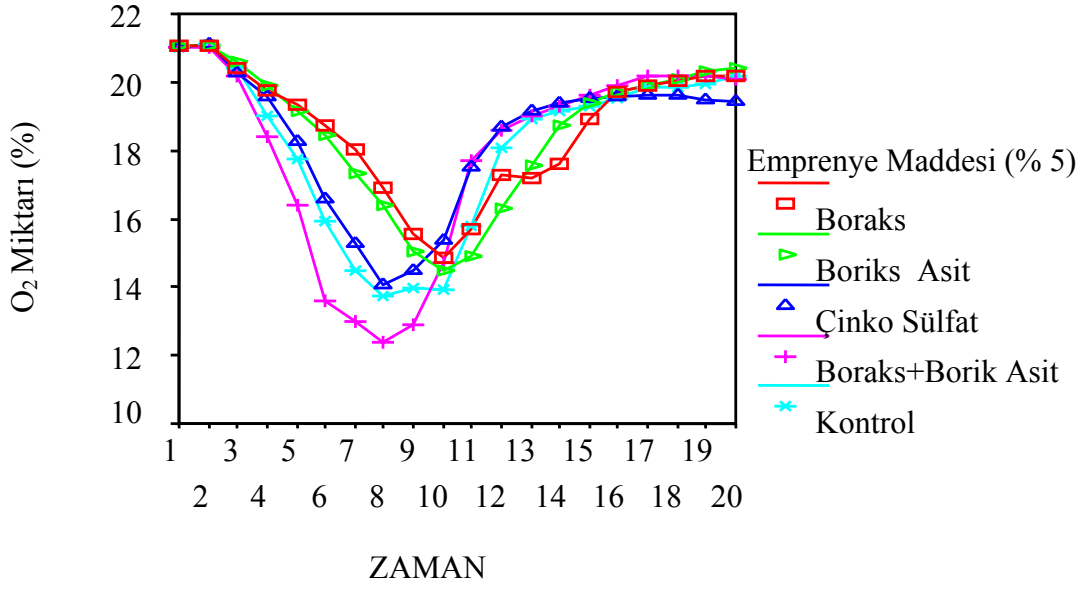
Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, % 5 konsantrasyonlu emprenye maddelerinin yonga levhaların yanması sonucunda oksijen miktarına etkisi önemli(P<0,05) bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamada önemli olduğunu belirlemek için Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.9.'da verilmektedir.

Çizelge 3.9. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan oksijen miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları. (%)

Emprenye maddesi	Ortalama (%)	Homojenlik Grubu
Kontrol	17,920	A
Boraks+Borik Asit	18,096	AB
Çinko Sülfat	18,396	AB
Borik Asit	18,540	B
Boraks	18,623	B

LSD: 0.498

Yanma sonucu meydana gelen O₂ miktarının zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi şekil 3.2'de verilmektedir.



Şekil 3.2. O₂ miktarının zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi.

Oksijen miktarı alev kaynaklı yanmada en fazla Kontrol de (% 17) en az Boraks de (% 19), kendi kendine yanmada en fazla Çinko sülfat (% 19) en az Borik asit (% 18) örneğinde elde edilmiştir. Bacadan çıkan oksijen miktarı alev kaynaklı yanma süresince parçanın tutuşması sebebiyle hızlı bir düşüş göstermiş, alev kaynaksız yanmaya geçildiğinde oksijen miktarında yükselme görülmüş ve deney sonunda yanmaya başlamadan önceki halini almıştır. Alev kaynaklı yanma süresince boraks+borik asit karışımında oksijen gazı çıkışı hızlı bir düşüş göstermiş bunun da sebebi boraks+borik asit karışımından elde edilen emprenyeli yonga levhanın ilk olarak tutuşmasıdır.

3.4.1.3 Karbonmonoksit Miktarı

Boraks, borik asit, boraks+borik asit, çinko sülfat kimyasal maddeleri ile emprenye edilen yonga levhaların Üreformaldehit tutkalı kullanılması sonucu elde edilen emprenyeli yonga levhaların ve kontrol gruplarının yanma deneyi sonucunda CO miktarında meydana gelen değişimlerin ortalama değerleri ve standart sapması çizelge 3.10.'da ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.11.'de verilmektedir.

Çizelge 3.10. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO miktarına ilişkin ortalama değerleri.(ppm)

Emprenye maddesi	Ortalama(ppm)	Standart Sapma
Kontrol	980,750	927,116
Boraks	557,116	519,337
Borik Asit	771,833	658,014
Boraks+Borik Asit	621,100	395,272
Çinko Sülfat	925,316	779,283

Çizelge 3.11. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO miktarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	P Değeri (P<0,05)
Düzeltilmiş Model	109769736,703	99	1108785,219	6,227	0,000
Sabit Terim	178435628,963	1	178435628,96	1002,11	0,000
Emprenye	8161513,887	4	2040378,472	11,459	0,000
Zaman	76404669,503	19	4021298,395	22,584	0,000
Emprenye * Zaman	25203553,313	76	331625,701	1,862	0,000
Hata	35611839,333	200	178059,197		
Toplam	323817205,000	300			
Düzeltilmiş Toplam	145381576,037	299			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, % 5 konsantrasyonlu emprenye maddelerinin yonga levhaların yanması sonucunda CO miktarına etkisi önemli (P<0,05) bulunmuştur.

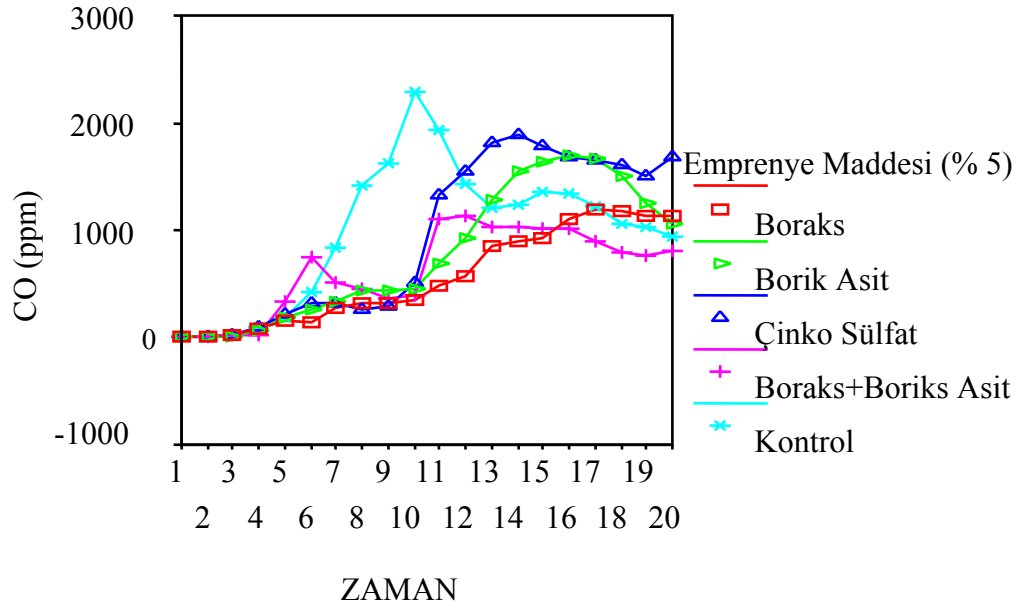
Farklılığın hangi uygulamada önemli olduğunu belirlemek için Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.12.' de verilmektedir.

Çizelge 3.12. % 5 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları.(ppm)

Emprenye maddesi	Ortalama(ppm)	Homojenlik Grubu
Boraks	557,116	A
Boraks+Borik Asit	621,100	AB
Borik Asit	771,833	B
Çinko Sülfat	925,316	C
Kontrol	980,750	C

LSD: 151.86

Yanma sonucu meydana gelen CO miktarının zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi Şekil 3.3.'de verilmektedir.



Şekil 3.3. CO miktarının zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi.

Oksijen miktarı alev kaynaklı yanmada en fazla kontrol örneğinde (369 ppm), en az Boraks da (122 ppm), kendi kendine yanmada en fazla kontrol örneğinde (1388 ppm), en az Boraks+Borikasid karışımında (862 ppm) örneğinde elde edilmiştir. Karbonmonoksit kontrol örneğinde alev kaynaklı yanma süresince parçanın alev alması sonucu gaz çıkışı hızlı bir yükseliş göstermiş , parça söndükten sonra düşmeye başlamıştır. Boraks geç tuttuğu için karbonmonoksit artışı yavaş yavaş gerçekleşmiştir.

3.4.1.4 Karbondioksit Miktarı

Boraks, borik asit, boraks+borik asit, çinko sülfat kimyasal maddeleri ile emprenye edilen yonga levhaların ÜF tutkalı kullanılması sonucu elde edilen emprenyeli yonga levhaların ve kontrol gruplarının yanma deneyi sonucunda CO₂ miktarında meydana gelen değişimlerin ortalama değerleri ve standart sapması çizelge 3.13.'de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.14.'de verilmektedir.

Çizelge 3.13. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO₂ miktarına ilişkin ortalama değerleri

Emprenye maddesi	Ortalama(%)	Standart Sapma
Kontrol	2,715	3,337
Boraks	2,183	1,985
Borikasit	2,278	2,221
Boraks+Borikasit	2,785	2,984
Çinkosülfat	2,486	2,085

Çizelge 3.14. % 5 konsantrasyonlu emprenye maddesi ile emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO₂ miktarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	P Değeri (P<0,05)
Düzeltilmiş Model	1589,145	99	16,052	8,270	0,000
Sabit Terim	1859,532	1	1859,532	957,995	0,000
Emprenye	16,590	4	4,148	2,137	0,078
Zaman	1353,981	19	71,262	36,713	0,000
Emprenye * Zaman	218,574	76	2,876	1,482	0,016
Hata	388,213	200	1,941		
Toplam	3836,890	300			
Düzeltilmiş Toplam	1977,358	299			

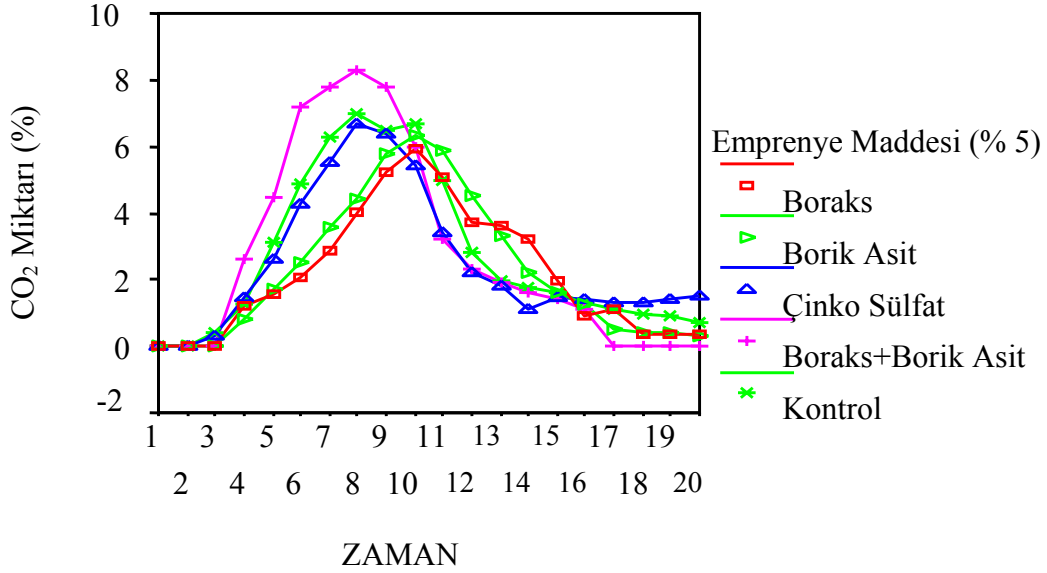
Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, % 5 konsantrasyonlu emprenye maddelerinin yonga levhaların yanması sonucunda CO₂ miktarına etkisi önemli (P<0,05) bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamada önemli olduğunu belirlemek için Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.15.' de verilmektedir.

Çizelge 3.15. % 5 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO₂ miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları.

Emprenye maddesi	Ortalama(%)	Homojenlik Grubu
Boraks	2,183	A
Borikasit	2,278	AB
Çinkosülfat	2,486	AB
Kontrol	2,715	AB
Boraks+Borikasit	2,785	B

LSD :0.4765

Yanma sonucu meydana gelen CO₂ miktarının zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi Şekil 3.4.'de verilmektedir.



Şekil 3.4. CO₂ miktarının zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi.

Karbondioksit miktarı alev kaynaklı yanmada en fazla Boraks+Borik asit karışımında (% 3) en az Borik asit de (% 1,5), kendi kendine yanmada en fazla Borik asit de (% 2,9), en az Boraks+ Borik asit (% 2,11) örneğinde elde edilmiştir. Karbondioksit çıkışı alev kaynaklı yanma süresince boraks+ borik asit karışımında hızlı bir yükseliş göstermiş ve en yüksek değeri vermiştir. Diğer kimyasallarla emprenye edilmiş yonga levhalar da alev kaynaklı yanma süresince hızlı bir yükseliş söz konusudur. Alev kaynaksız yanmaya geçildiğinde bütün kimyasallarda düşüş gözlenmiştir. Deney sonunda bütün kimyasallar başlangıçta ki değerine yaklaşmışlardır.

3.4.1.5 Sıcaklık Değeri

Boraks, borik asit, boraks+borik asit, çinko sülfat kimyasal maddeleri ile emprenye edilen yonga levhaların Üreformatdehit tutkalı kullanılması sonucu elde edilen emprenyeli yonga levhaların ve kontrol gruplarının yanma deneyi sonucunda sıcaklık değerlerinde meydana gelen değişimlerin ortalama değerleri ve standart sapması çizelge 3.16.'da ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.17.'de verilmektedir.

Çizelge 3.16. % 5 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan sıcaklık değerlerine ilişkin ortalama değerleri (⁰C).

Emprenye maddesi	Ortalama(⁰ C).	Standart Sapma
Kontrol	305,423	197,363
Boraks	233,303	158,728
Borikasit	255,516	185,724
Boraks+Borikasit	298,805	212,079
Çinkosülfat	295,863	206,920

Çizelge 3.17. % 5 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan sıcaklık değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	P Değeri (P<0,05)
Düzeltilmiş Model	9935804,190	99	100361,658	15,390	,000
Sabit Terim	23148907,414	1	23148907,414	3549,801	,000
Emprenye	240422,479	4	60105,620	9,217	,000
Zaman	7456598,350	19	392452,545	60,181	,000
Emprenye * Zaman	2238783,361	76	29457,676	4,517	,000
Hata	1304236,927	200	6521,185		
Toplam	34388948,530	300			
Düzeltilmiş Toplam	11240041,116	299			

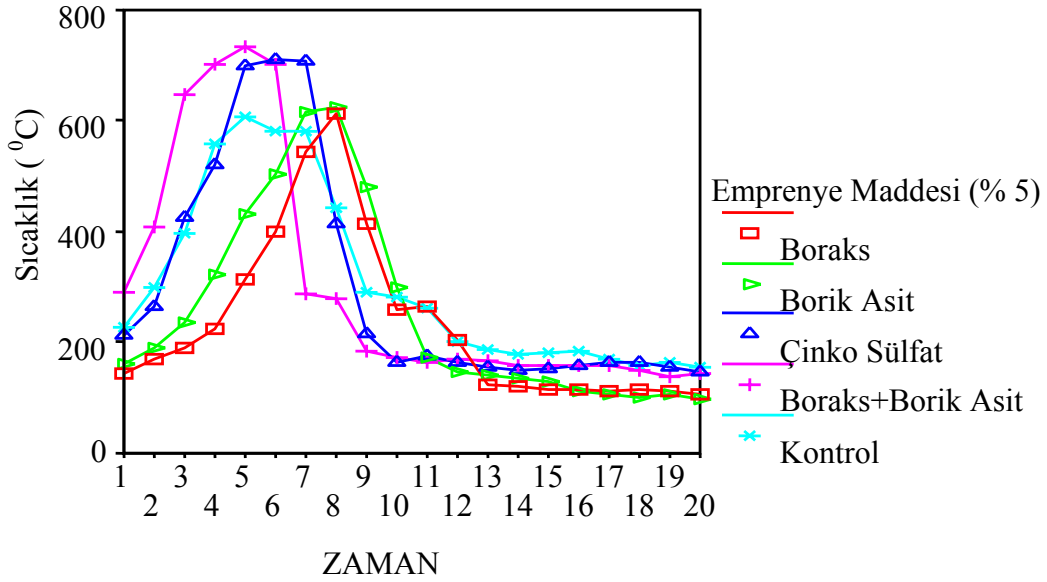
Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, % 5 konsantrasyonlu emprenye maddelerinin yonga levhaların yanması sonucunda sıcaklık değerlerine etkisi önemli (P<0,05) bulunmuştur . Farklılığın hangi uygulamada önemli olduğunu belirlemek için Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.18' de verilmektedir.

Çizelge 3.18 % 5 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan sıcaklık değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Emprenye maddesi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Boraks	233,303	A
Borikasit	255,516	A
Çinkosülfat	295,863	B
Kontrol	298,805	B
Boraks+Borikasit	305,423	B

LSD: 29.33

Yanma sonucu meydana gelen sıcaklık miktarının zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi Şekil 3.5.'de verilmektedir.



Şekil 3.5. Sıcaklık değerinin zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi.

Sıcaklık değeri alev kaynaklı yanmada en fazla B+Ba de (507°C) en az B de (341°C), kendi kendine yanmada Kontrol (201°C) en az B+Ba (159°C) örneğinde elde edilmiştir. Sıcaklık artışı boraks+borik asit karışımında alev kaynaklı yanma süresince en yüksek değeri almıştır. Alev kaynaksız yanmaya geçildiğinde parça sönmüş ve buna paralel olarak da sıcaklık değerinde hızlı bir düşüş gözlenmiştir.

Sıcaklık artışı en fazla boraks+borik asit karışımından elde edilen emprenyeli yonga levhalarda olduğu için en hızlı tutuşan bu kimyasallarla emprenye edilmiş yonga levhalar diyebiliriz. Sıcaklık artışı en düşük boraksla emprenye edilmiş yonga levhalarda gözlenmiştir. Bu durum boraksla emprenye edilmiş yonga levhaların tutuşmayı engellediği ile açıklanabilir.

3.4.2 % 10 konsantrasyonlu emprenye edilmiş yonga levhalar

% 10 konsantrasyonlu emprenye edilmiş yonga levhaların yanma deney sonuçları verilmiştir.

3.4.2.1 Ağırlık Kaybı

Boraks, borik asit, boraks+borik asit, çinko sülfat kimyasal maddeleri ile emprenye edilen yonga levhaların ÜF tutkalı kullanılması sonucu elde edilen emprenyeli yonga levhaların ve kontrol gruplarının yanma deneyi sonucunda ağırlık kaybında meydana gelen değişimlerin ortalama değerleri ve standart sapması çizelge 3.19.'da ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.20.'de verilmektedir.

Çizelge 3.19. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan ağırlık kaybına ilişkin ortalama değerleri (%).

Emprenye maddesi	Ortalama(%)	Standart Sapma
Kontrol	60,5	0,304
Boraks	54,3	0,322
Borik asit	48,3	0,307
Boraks+Borik asit	46,9	0,274
Çinko sülfat	57,8	0,280

Çizelge 3.20. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan ağırlık kaybına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	P Değeri (P<0,05)
Düzeltilmiş Model	25,86	99	0,26	44,94	0,000
Sabit Terim	86,09	1	86,09	14814,56	0,000
Emprenye	0,84	4	0,21	35,93	0,000
Zaman	24,40	19	1,28	221,02	0,000
Emprenye * Zaman	0,62	76	0,01	1,40	0,034
Hata	1,16	200	0,01		
Toplam	113,11	300			
Düzeltilmiş Toplam	27,02	299			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, % 10 konsantrasyonlu emprenye maddelerinin yonga levhaların yanması sonucunda ağırlık kaybına etkisi önemli bulunmuştur.

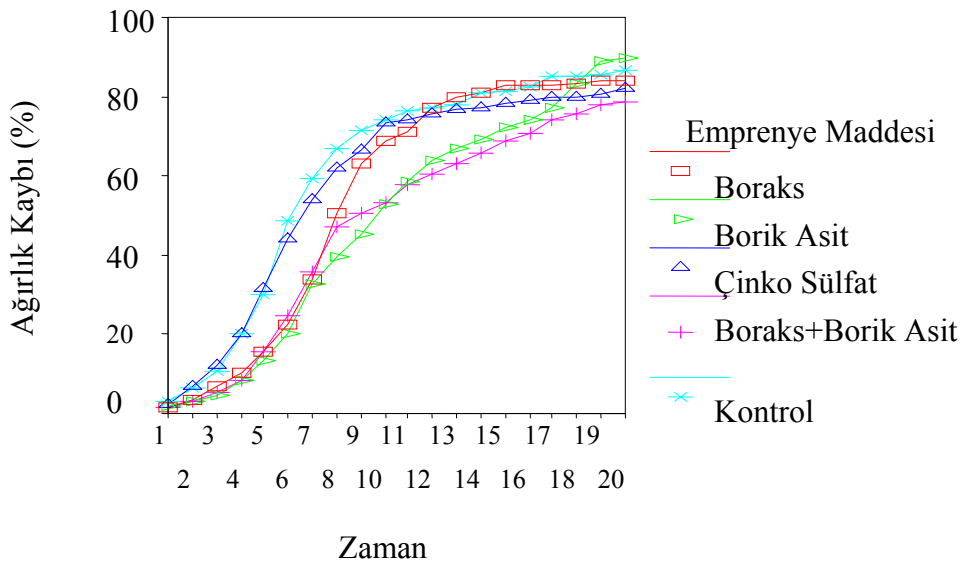
Farklılığın hangi uygulamada önemli olduğunu belirlemek için Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 5.21.'de verilmektedir.

Çizelge 3.21. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan ağırlık kaybına ilişkin Duncan testi sonuçları.

Emprenye maddesi	Ortalama(%)	Homojenlik Grubu
Boraks+Borikasit	46,9	A
Borikasit	48,3	A
Boraks	54,3	B
Çinkosülfat	57,8	B
Kontrol	60,5	C

LSD: 0.029

Yanma sonucu meydana gelen ağırlık kaybının zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi Şekil 3.6.'de verilmektedir.



Şekil 3.6. Ağırlık kaybının zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi.

Ağırlık kaybı alev kaynaklı yanmada en fazla Çinko sülfatta da (% 30) en az Boraks da (% 18), kendi kendine yanmada Borik asitte (% 87) en az Boraks da (% 77) örneğinde elde edilmiştir. Alev kaynaklı yanmada ağırlık kaybı en fazla kontrol örneğinde olmuştur. Ağırlık kaybı en düşük boraks+borik asit karışımı ile emprenye edilmiş yonga levhada olduğu gözlemlenmiştir. Alev kaynaksız yanmaya geçildiğinde borik asit ile emprenye edilmiş yonga levhalarda ağırlık kaybı miktarı yüksek çıkmıştır. Bu da belli bir zamandan sonra alev kaynaksız yanma esnasında parçadan kopma meydana gelmiş ve ağırlık kaybına neden

olmuştur. Alev kaynağısız yanmada ağırlık kaybı en az boraksla emprenye edilmiş yonga levhalarda olduğu ortaya çıkmıştır.

3.4.2.2 Oksijen Miktarı

Boraks, borik asit, boraks+borik asit, çinko sülfat kimyasal maddeleri ile emprenye edilen yonga levhaların Üreformaldehit tutkalı kullanılması sonucu elde edilen emprenyeli yonga levhaların ve kontrol gruplarının yanma deneyi sonucunda oksijen miktarında meydana gelen değişimlerin ortalama değerleri ve standart sapması çizelge 3.22.'de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.23.'de verilmektedir.

Çizelge 3.22. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan O₂ miktarına ilişkin ortalama değerleri .

Emprenye maddesi	Ortalama O ₂ (%)	Standart Sapma
Kontrol	18,149	2,392
Boraks	18,690	2,153
Borik asit	18,560	2,736
Boraks+Borik asit	19,663	1,848
Çinko sülfat	18,096	3,399

Çizelge 3.23. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan O₂ miktarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	P Değeri (P<0,05)
Düzeltilmiş Model	1546,819	99	15,624	6,443	0,000
Sabit Terim	104143,191	1	104143,191	42947,322	0,000
Emprenye	95,524	4	23,881	9,848	0,000
Zaman	1351,272	19	71,120	29,329	0,000
Emprenye * Zaman	100,023	76	1,316	0,543	0,999
Hata	484,981	200	2,425		
Toplam	106174,992	300			
Düzeltilmiş Toplam	2031,800	299			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, % 10 konsantrasyonlu emprenye maddelerinin yonga levhaların yanması sonucunda O₂ miktarına etkisi önemli (P<0,05) bulunmuştur. Farklılığın

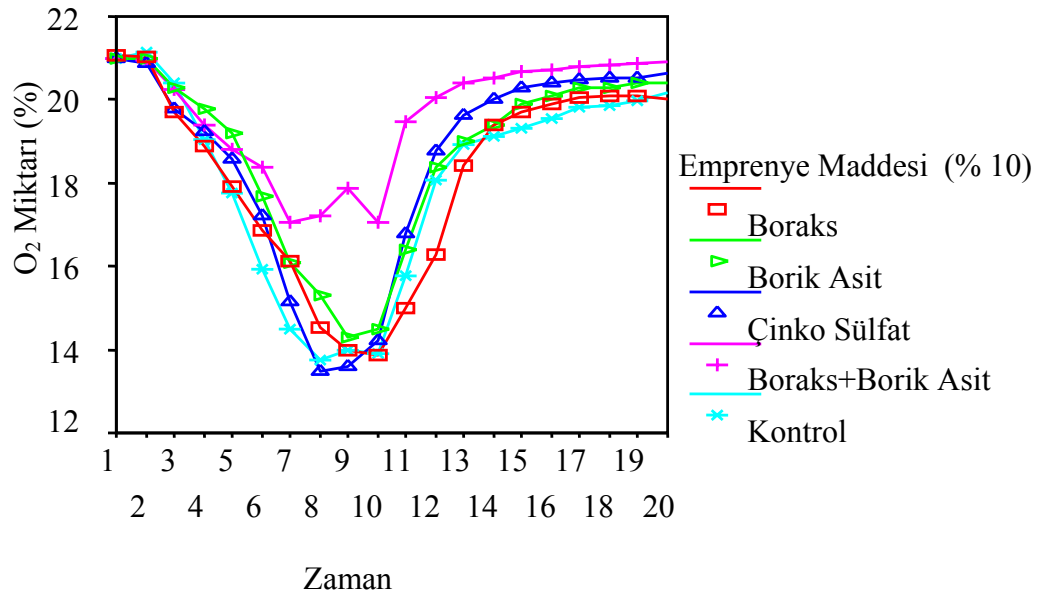
hangi uygulamada önemli olduğunu belirlemek için Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.24.' de verilmektedir.

Çizelge 3.24. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan O₂ miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları.

Emprenye maddesi	Ortalama O ₂ (%)	Homojenlik Grubu
Kontrol	18,096	A
Boraks	18,149	A
Çinkosülfat	18,560	A
Borikasit	18,690	A
Boraks+Borikasit	19,663	B

LSD :0.5620

Yanma sonucu meydana gelen O₂ miktarının zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi Şekil 3.7.'de verilmektedir.



Şekil 3.7. O₂ miktarının zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi.

O₂ miktarı alev kaynaklı yanmada en fazla B+Ba de (% 19) en az Ç de (% 18), kendi kendine yanmada B+Ba (% 20) en az B (% 18) örneğinde elde edilmiştir. Oksijen miktarı alev kaynaklı yanmada bütün kimyasallarda birbirine yakın değerler çıkmıştır.

Alev kaynaksız yanmada bütün kimyasallarda birbirine yakın değerlerde yükselme gözlenmiş ve önemsiz bulunmuştur.

3.4.2.3 Karbon monoksit Miktarı

Boraks, borik asit, boraks+borik asit, çinko sülfat kimyasal maddeleri ile emprenye edilen yonga levhaların Üreformatdehit tutkalı kullanılması sonucu elde edilen emprenyeli yonga levhaların ve kontrol gruplarının yanma deneyi sonucunda CO miktarında meydana gelen değişimlerin ortalama değerleri ve standart sapması çizelge 3.25.'de ve çoğul varyans analizi sonuçları Çizelge 3.26.'da verilmektedir.

Çizelge 3.25. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO miktarına ilişkin ortalama değerleri (ppm).

Emprenye maddesi	Ortalama CO(ppm)	Standart Sapma
Kontrol	980,750	927,117
Boraks	651,483	431,423
Borik asit	568,950	504,792
Boraks+Borik asit	250,150	197,012
Çinko sülfat	513,266	403,077

Çizelge 3.26. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO miktarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	P Değeri (P<0,05)
Düzeltilmiş Model	76955591,413	99	777329,206	5,507	0,000
Sabit Terim	105466237,920	1	105466237,92	747,21	0,000
Emprenye	16695135,613	4	4173783,903	29,571	0,000
Zaman	36423540,747	19	1917028,460	13,582	0,000
Emprenye * Zaman	23836915,053	76	313643,619	2,222	0,000
Hata	28229352,667	200	141146,763		
Toplam	210651182,000	300			
Düzeltilmiş Toplam	105184944,080	299			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, % 10 konsantrasyonlu emprenye maddelerinin yonga levhaların yanması sonucunda CO miktarına etkisi önemli (P<0,05) bulunmuştur. Farklılığın

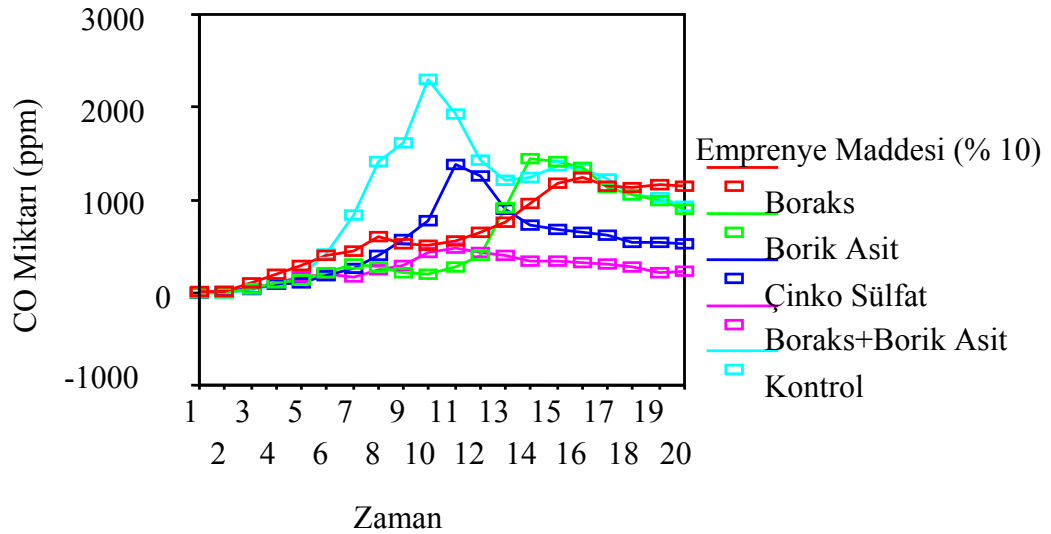
hangi uygulamada önemli olduğunu belirlemek için Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.27.' de verilmektedir.

Çizelge 3.27. % 10 konsantrasyonla empenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları.(ppm)

Emprenye maddesi	Ortalama(ppm)	Homojenlik Grubu
Boraks+Borikasit	250,150	A
Çinkosülfat	513,266	B
Borikasit	568,950	B
Boraks	651,483	B
Kontrol	980,750	C

LSD :89.763

Yanma sonucu meydana gelen CO miktarının zamana ve empenye maddelerine göre değişimi Şekil 3.8'de verilmektedir.



Şekil 3.8. CO miktarının zamana ve empenye maddelerine göre değişimi.

CO miktarı alev kaynaklı yanmada en fazla Kontrol de (369 ppm) en az B+Ba de (122 ppm), kendi kendine yanmada Kontrol (1388 ppm) en az B+Ba (290 ppm) örneğinde elde edilmiştir. Alev kaynaklı yanmada karbonmonoksit gazı için kontrol örneğinde hızlı bir artma gözlemlenmiş alev kaynaksız yanma sonucunda diğer kimyasallarla empenye edilmiş yonga

levhalarla aynı seviyeye inmiştir. karbonmonoksit gazı Boraks+borik asit karışımı ile emprenye edilen yonga levhalarda en az değerini vermiştir.

3.4.2.4. Karbondioksit Miktarı

Boraks, borik asit, boraks+borik asit, çinko sülfat kimyasal maddeleri ile emprenye edilen yonga levhaların ÜF tutkalı kullanılması sonucu elde edilen emprenyeli yonga levhaların ve kontrol gruplarının yanma deneyi sonucunda CO₂ miktarında meydana gelen değişimlerin ortalama değerleri ve standart sapması çizelge 3.28.'de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.29.'da verilmektedir.

Çizelge 3.28. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO₂ miktarına ilişkin ortalama değerleri .(%)

Emprenye maddesi	Ortalama(%)	Standart Sapma
Kontrol	2,715	3,337
Boraks	2,701	2,360
Borikasit	2,020	2,246
Boraks+Borikasit	1,078	1,743
Çinkosülfat	2,161	2,792

Çizelge 3.29. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO₂ miktarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	P Değeri (P<0,05)
Düzeltilmiş Model	1548,885	99	15,645	6,493	0,000
Sabit Terim	1367,895	1	1367,895	567,685	0,000
Emprenye	107,279	4	26,820	11,130	0,000
Zaman	1323,805	19	69,674	28,915	0,000
Emprenye * Zaman	117,801	76	1,550	0,643	0,986
Hata	481,920	200	2,410		
Toplam	3398,700	300			
Düzeltilmiş Toplam	2030,805	299			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, % 10 konsantrasyonlu emprenye maddelerinin yonga levhaların yanması sonucunda CO₂ miktarına etkisi önemli (P<0,05) bulunmuştur. Farklılığın

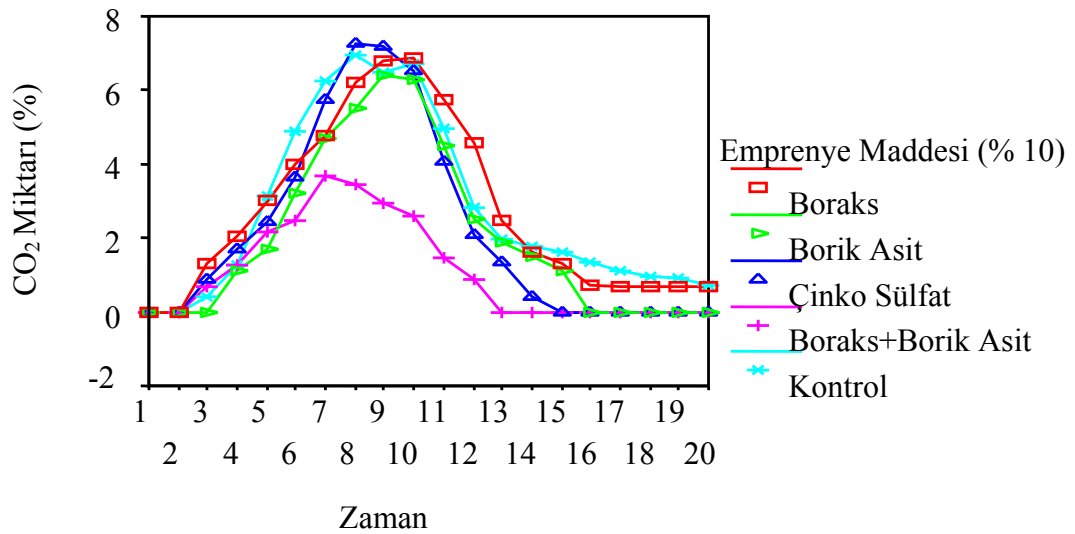
hangi uygulamada önemli olduğunu belirlemek için Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.30.' da verilmektedir.

Çizelge 3.30. % 10 konsantrasyonla empenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan CO₂ miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları.(%)

Emprenye maddesi	Ortalama(%)	Homojenlik Grubu
Boraks+Borikasit	1,078	A
Borikasit	2,020	B
Çinkosülfat	2,161	BC
Boraks	2,701	C
Kontrol	2,715	C

LSD 0.594

Yanma sonucu meydana gelen CO₂ miktarının zamana ve empenye maddelerine göre değişimi Şekil 3.9. verilmektedir



Şekil 3.9. CO₂ miktarının zamana ve empenye maddelerine göre değişimi.

CO₂ miktarı alev kaynaklı yanmada en fazla Ç de (% 3) en az B+Ba de (% 1,3), kendi kendine yanmada B (% 2,5) en az B+Ba (% 0,5) örneğinde elde edilmiştir. Alev kaynaklı yanmada bütün kimyasallarla empenye edilmiş yonga levhalarda birbirine yakın sonuçlar çıkmıştır. Hepsinde zamana bağlı olarak yükselme olduğu gözlemlenmiştir. Boraks+borik asit

karışımıyla emprenye edilmiş yonga levhalarda karbondioksit yükselişi az olduğu alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanmada en düşük değeri verdiği gözlemlenmiştir.

3.4.2.5 Sıcaklık Değeri

Boraks, borik asit, boraks+borik asit, çinko sülfat kimyasal maddeleri ile emprenye edilen yonga levhaların Üreformatdehit tutkalı kullanılması sonucu elde edilen emprenyeli yonga levhaların ve kontrol gruplarının yanma deneyi sonucunda sıcaklık değerlerinde meydana gelen değişimlerin ortalama değerleri ve standart sapması çizelge 3.31’de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.32.’de verilmektedir.

Çizelge 3.31. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan sıcaklık değerlerine ilişkin ortalama değerleri ($^{\circ}\text{C}$).

Emprenye maddesi	Ortalama($^{\circ}\text{C}$)	Standart Sapma
Kontrol	305,423	197,363
Boraks	259,330	289,047
Borikasit	253,300	201,305
Boraks+Borikasit	252,111	173,199
Çinkosülfat	309,003	271,909

Çizelge 3.32. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan sıcaklık değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	P Değeri (P<0,05)
Düzeltilmiş Model	11720583,857	99	118389,736	17,484	0,000
Sabit Terim	22792175,460	1	22792175,460	3365,98	0,000
Emprenye	201870,775	4	50467,694	7,453	0,000
Zaman	9585345,437	19	504491,865	74,504	0,000
Emprenye * Zaman	1933367,645	76	25439,048	3,757	0,000
Hata	1354266,633	200	6771,333		
Toplam	35867025,950	300			
Düzeltilmiş Toplam	13074850,490	299			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, % 10 konsantrasyonlu emprenye maddelerinin yonga levhaların yanması sonucunda sıcaklık değerlerine etkisi önemli (P<0,05) bulunmuştur.

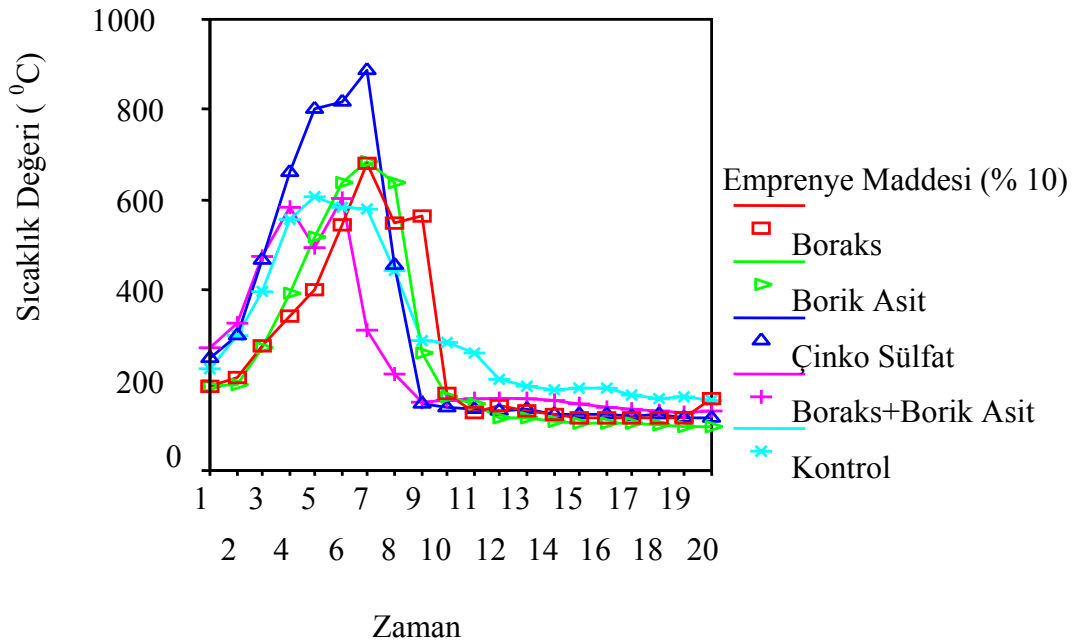
Farklılığın hangi uygulamada önemli olduğunu belirlemek için Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.33.' de verilmektedir.

Çizelge 3.33. % 10 konsantrasyonla emprenye edilmiş yonga levhaların ve kontrol örneklerinin yanma sonucu oluşan sıcaklık değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Emprenye maddesi	Ortalama (°C).	Homojenlik Grubu
Boraks+Borikasit	252,111	A
Borikasit	253,300	A
Boraks	259,330	A
Kontrol	305,423	B
Çinkosülfat	309,003	B

LSD :17.418

Yanma sonucu meydana gelen sıcaklık değerinde zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi Şekil 3.10.'da verilmektedir.



Şekil 3.10. Sıcaklık değerinde zamana ve emprenye maddelerine göre değişimi.

Sıcaklık değeri alev kaynaklı yanmada en fazla Çinko sülfatda (599 °C) en az Boraks+Borik asit karışımında (382 °C), kendi kendine yanmada kontrol (201 °C) en az Çinko sülfatta (128 °C) örneğinde elde edilmiştir. Alev kaynaklı yanmada çinko sülfatla emprenye edilmiş yonga levhalar kısa sürede tutuşmuş ve baca sıcaklığı en yüksek değere ulaşmıştır. Alev kaynaklı yanmada en düşük değer boraks+borik asit karışımıyla emprenye edilmiş yonga levhalarda sıcaklık artışı en düşük bulunmuştur.

Sıcaklığın düşük çıkması yanmaya geciktirici kimyasallar olarak yorumlanabilir. Alev kaynaklı yanmada kontrol örneğimizde en yüksek sıcaklık değeri bulunmuştur. Kullanmış olduğumuz kimyasalların olumlu sonuçlar verdiği söylenebilir.

3.4.3 Yanmamış Parça Ve Kül Miktarı

Boraks, borik asit, boraks+borik asit, çinko sülfat kimyasal maddeleri ile emprenye edilen yonga levhaların Üre formaldehit tutkalı kullanılması sonucu elde edilen emprenyeli yonga levhaların ve kontrol gruplarının yanma deneyi sonrasında ölçülen yanmamış parça ve kül miktarı ortalama değerleri ve yüzde değişim miktarı çizelge 3.34’de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.35.’de verilmektedir.

Çizelge 3.34. Yanmamış parça ve kül miktarı ortalama değerleri

Konsantrasyon (%)	Emprenye Maddesi	İlk Ağırlık	Son Ağırlık	Fark Miktarı (%)
-	Kontrol	119,23	11,64	90,24
5	Boraks	127,82	26,63	79,09
5	Borik Asit	125,84	19,62	84,41
5	Boraks+Borik Asit	125,88	14,42	88,56
5	Çinko Sülfat	128,16	17,48	86,37
10	Boraks	125,33	24,42	80,34
10	Borik Asit	129,35	18,88	85,41
10	Boraks+Borik Asit	115,37	12,87	88,83
10	Çinko Sülfat	128,57	17,93	86,07

Çizelge 3.35. Yanmamış parça ve kül miktarı çoğul varyans analizi sonuçları

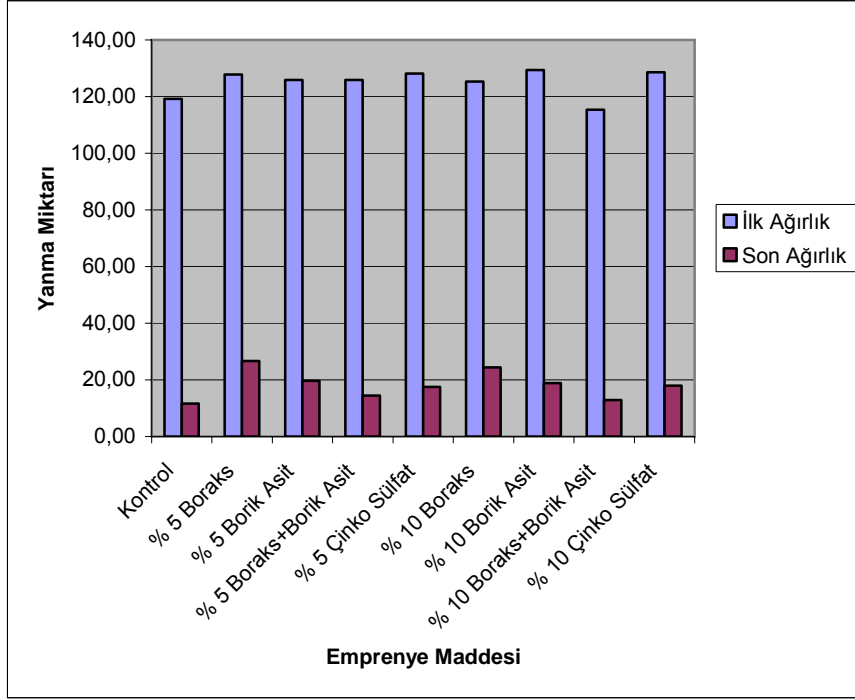
Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	P Değeri (P<0,05)
Düzeltilmiş Model	676,950	8	84,619	6,089	0,000
Sabit Terim	394577,390	1	394577,390	28391,35	0,000
Emprenye Maddesi	676,950	8	84,619	6,089	0,000
Hata	625,401	45	13,898		
Toplam	395879,741	54			
Düzeltilmiş Toplam	1302,351	53			

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, emprenye maddelerinin yonga levhaların yanması sonucunda ölçülen yanmamış parça ve kül miktarına etkisi önemli (P<0,05) bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamada önemli olduğunu belirlemek için Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 3.36.' de verilmektedir.

Çizelge 3.36. Yanmamış parça ve kül miktarı Duncan testi sonuçları.

Konsantrasyon (%)	Emprenye Maddesi	Fark Miktarı (%)	Homojenlik grubu
5	Boraks	79,09	A
10	Boraks	80,34	AB
5	Borik Asit	84,41	BC
10	Borik Asit	85,41	CD
10	Çinko Sülfat	86,07	CD
5	Çinko Sülfat	86,37	CD
5	Boraks+Borik Asit	88,56	CD
10	Boraks+Borik Asit	88,83	CD
10	Kontrol	90,24	D

İlk ağırlığa oranla meydana gelen yanma miktarlarının emprenye maddelerine göre değişimi Şekil 3.11.'de verilmektedir.



Şekil 3.11. Deney örneklerinin ilk kütleye göre yanmamış parça miktarları

Yanma işleminde en fazla yanma kontrol örneğinde (%90,24) en az yanma % 5 lik boraks (%79,09) ile işlem gören yonga levha örneklerinde çıkmıştır. Buna göre tüm emprenye maddeleri kontrol örneğine göre yanmayı azaltıcı etki göstermiştir.

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada kullanılan çözeltilerden borik asit asidik, boraks, çinko sülfat ve boraks+borik asit karışımı bazik karakterli olup emprenye öncesi ve sonrasında çözelti yoğunlukları sonucu etkileyecek bir değişme göstermemiştir. Buna her emprenye maddesi için taze çözelti ile çalışılması sebep gösterilebilir.

Bütün levha grupları, birbirine oldukça yakın yoğunluk değeri vermiştir. Bu durum, dozajlama ve sermenin homojen olduğu anlamına gelir.

Emprenyeli levhaların yoğunlukları, kontrol örneği levhalarından daha fazla bulunmuştur. En yüksek yoğunluk % 10 konsantrasyonlu borik asit emprenye maddesi ile emprenye edilen yonga levhalarda, en düşük % 5 konsantrasyonlu çinko sülfat emprenye maddesi ile emprenye edilen yonga levhalarda bulunmuştur. Genel anlamda emprenye maddelerinin yonga levhaların yoğunluklarını az miktarda da olsa artırdığı söylenebilir.

Ortalama rutubet miktarı, bütün levhalarda kontrol levhasından daha yüksek elde edilmiştir. Emprenye maddesi kullanım miktarı arttıkça yonga levhanın rutubet miktarının arttığı, bu artmanın kullanılan kimyasal maddeler için önemsiz olduğu ortaya çıkmıştır.

Rutubet miktarının emprenye işleminden sonra azalmasının bu maddeler yoğunlukları artırdığı için levhanın rutubet almasının zorlaşması olabilir (Var, 2000).

% 5 konsantrasyonlu emprenye maddesiyle emprenye edilmiş yonga levhaların yanması sonucu ağırlık kaybı alev kaynaklı yanmada en fazla kontrolde, en az boraks da, alev kaynaksız yanmada en fazla kontrol örneğinde, en az borik asit örneklerinde elde edilmiştir. Buna göre yanma esnasında en az ağırlık kaybı boraks da olduğu için yanmayı engelleyici bir emprenye maddesi olduğu söylenebilir. Buna karşın çinko sülfat ile emprenye edilen

yongalarda kontrol örneğine çok yakın değerler çıktığı için ağırlık kaybında olumsuz sonuç vermiştir.

% 5 konsantrasyonlu emprenye maddesiyle emprenye edilmiş yonga levhaların yanması sonucu oksijen miktarın da ki azalma alev kaynaklı yanmada en fazla boraks+borik asit karışımında, en az boraks da, alev kaynaksız yanmada en fazla borik asit örneğinde, en az boraks+borik asit karışım örneklerinde elde edilmiştir.

Boraks+borik asidin karışımından elde edilen emprenye maddesi yanma sırasında ortam da ki oksijen miktarını azalttığı için olumsuz bir sonuç vermiştir.

% 5 konsantrasyonlu emprenye maddesiyle emprenye edilmiş yonga levhaların yanması sonucu karbonmonoksit miktarı alev kaynaklı yanmada en fazla kontrol örneğinde, en az boraks da, alev kaynaksız yanmada en fazla kontrol örneğinde, en az boraks+borik asit karışımın da elde edilmiştir. Kontrol örneğiyle kullanmış olduğumuz emprenye maddelerini karşılaştırdığımızda emprenye maddelerinden daha az karbonmonoksit çıkışı olduğu için emprenye maddeleri olumlu sonuç vermiştir.

% 5 konsantrasyonlu emprenye maddesiyle emprenye edilmiş yonga levhaların yanması sonucu karbondioksit miktarı alev kaynaklı yanmada en fazla boraks+borik asit karışımında, en az borik asitte, alev kaynaksız yanmada en fazla borik asit, en az boraks+borik asit karışımın da elde edilmiştir. Alev kaynaklı yanma esnasında borik asit olumlu sonuç vermesine karşın alev kaynaksız yanmada etkisi azalmıştır.

% 5 konsantrasyonlu emprenye maddesiyle emprenye edilmiş yonga levhaların yanması sonucu sıcaklık değeri alev kaynaklı yanmada en fazla boraks+borik asit karışımı, en az boraks, alev kaynaksız yanmada en fazla kontrol örneğinde, en az boraks+borik asit karışımın da elde edilmiştir. Buna göre yanma esnasında sıcaklık artışı en fazla boraks+borik asit karışımında olmasına karşın alev kaynaksız yanmada hızlı bir sıcaklık azalması görülmüştür. Yanmaya karşı en fazla direnci boraks gösterdiği için yanmayı geciktirici bir emprenye maddesi olduğu söylenebilir.

% 10 konsantrasyonlu emprenye maddesiyle emprenye edilmiş yonga levhaların yanması sonucu ağırlık kaybı alev kaynaklı yanmada en fazla çinko sülfatta, en az boraks, alev

kaynaksız yanmada en fazla borik asit örneğinde, en az boraks da elde edilmiştir. Buna göre yanma esnasında en az ağırlık kaybı boraks da olduğu için yanmayı engelleyici bir emprenye maddesi olduğu söylenebilir.

% 10 konsantrasyonlu emprenye maddesiyle emprenye edilmiş yonga levhaların yanması sonucu oksijen miktarın da ki azalma alev kaynaklı yanmada en fazla boraks+borik asit karışımında, en az çinko sülfatta da, alev kaynaksız yanmada en fazla boraks+borik asit karışım örneğinde, en az boraks da elde edilmiştir. Boraks+borik asidin karışımından elde edilen emprenye maddesi yanma sırasında ortam da ki oksijen miktarını azalttığı için yanmayı hızlandırmıştır.

% 10 konsantrasyonlu emprenye maddesiyle emprenye edilmiş yonga levhaların yanması sonucu karbonmonoksit miktarı alev kaynaklı yanmada en fazla kontrol örneğinde, en az boraks+borik asit karışım örneğinde, alev kaynaksız yanmada en fazla kontrol örneğinde, en az boraks+borik asit karışımında elde edilmiştir. Kontrol örneğiyle kullanmış olduğumuz emprenye maddelerini karşılaştırdığımızda emprenye maddelerinden daha az karbonmonoksit çıkışı olduğu için emprenye maddeleri olumlu sonuç vermiştir.

% 10 konsantrasyonlu emprenye maddesiyle emprenye edilmiş yonga levhaların yanması sonucu karbondioksit miktarı alev kaynaklı yanmada en fazla çinko sülfatta, en az boraks+borik asitte, alev kaynaksız yanmada en fazla boraks, en az boraks+borik asit karışımın da elde edilmiştir. Alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma da borak+borik asit karışım olumlu sonuç vermiştir.

% 10 konsantrasyonlu emprenye maddesiyle emprenye edilmiş yonga levhaların yanması sonucu sıcaklık değeri alev kaynaklı yanmada en fazla çinko sülfat, en az boraks+borik asit karışımı, alev kaynaksız yanmada en fazla kontrol örneğinde, en az çinko sülfat da elde edilmiştir. Buna göre alev kaynaklı yanma esnasında sıcaklık artışı çinko sülfat sıcaklık artışı gösterirken alev kaynaksız yanmada sıcaklığı azaltıcı özellik göstermiştir.

Yanma işleminde en fazla yanma kontrol örneğinde en az yanma % 5 lik boraks ile işlem gören yonga levha örneklerinde çıkmıştır. İlk ağırlığa oranla en fazla yanma kontrol örneğinde çıkmıştır. Buna göre tüm emprenye maddeleri kontrol örneğine göre yanmayı azaltıcı etki göstermiştir.

Yongaların emprenye işleminde kullanmış olduğumuz kimyasallar suda çözünmesi zor olduğu için kuru tutkal ağırlığına oranla % 5–10 oranında kimyasal kullanılmıştır. Bu oranın üzerinde kimyasal madde kullanıldığında homojen bir karışım olmamaktadır. Yonga levhaların emprenyesi levha haline getirilmeden önce yapıldığı için yanmayı geciktirmesi yönünden iyi sonuçlar elde edilmiştir. Yonga levhaların emprenye işlemi ağaç malzeme halindeyken vakum yöntemiyle ilk önce emprenye edilip, yongalama yapıldıktan sonra levha haline getirilmesiyle yanmayı geciktirici ve/veya önleyici olarak daha iyi sonuç alınacağı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel olarak analizi neticesinde, yanmayı geciktirici ve/veya önleyici emprenye maddesi olarak Boraks kullanılması önerilir.

KAYNAKLAR

- Anonim** (1987) Forest Products Laboratory Forest Service U.S. Department of Agriculture, *Handbook of Wood and Wood – Based Materials for Engineers, Architect and Builders*, London, chapter 15.
- Anonim** (1989) Furniture and Joinery Industries for Developing Countries, United Nations Industrial Development Organization, UNIDO Publications, Sales No: E.88.III.E.7, Vienna.
- Akbulut T** (1991) *ORÜS Vezirköprü Yonga levha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 134 s.
- Aytaç A** (2005) *Sahil Çamı (Pinus pinaster Ait.) İbrelerinin Yonga levha Endüstrisinde Değerlendirilebilmesi İmkânları*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 156 s.
- BS 5669** (1979), Wood Chipboards And Methods of Test for Particleboards, British Standards Institution, London.
- Baysal E** (2003) Borlu Bileşikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Yanma Özellikleri, *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (1 – 2), 56 – 69.
- Berkel A** (1972) Ağaç Malzeme Teknolojisi, Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi, *Orman Fakültesi Yayınları No: 183*, Sermet Matbaası, Cilt 2, İstanbul, 334 s.
- Bozkurt A Y ve Göker Y** (1985) Yonga levha Endüstrisi, *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları*, No:3311/372, İstanbul.
- Bozkurt A Y ve Göker Y** (1986) Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi, *İ.Ü. Orman Fak. Yayın No 3401/378*, İstanbul, 1986.
- Bozkurt A Y** (1982) Çimentolu Yonga levha, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi* 32, 2, s.30–34, İstanbul.
- Bozkurt A, Göker Y ve Erdin, N** (1993) Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi, *Orman Fakültesi Yayınları No:2779*, İstanbul.
- Coplugil E** (1993) Formaldehit ve Formaldehit Reçineleri, *II. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi*, ORENKO 93, Bildiriler Kitabı, Trabzon ,83 – 94.
- Demirkır C** (2006) *Kontrplak Üretimi Sırasında Oluşan Odunsu Atık Ve Artık Materyallerin Yonga levha Üretiminde Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 87 s.
- Dönmez A** (2005) *Bazı Borlu Bileşiklerle Muamele Edilmiş Melez Kavak Yongaları Ve Kraft Lignin Fenol Formaldehit Tutkalı Kullanılarak Üretilen OSB Yonga levhaların Teknolojik Özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 148 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- EN 309** (1992) Wood Particleboards – Definition And Classification, European Standard, Brussels.
- Erdin N ve Kartal N** (1997) Ağaç Malzemenin Açık Hava Etkilerine, Yanmaya Ve Böceklerle Karşı Korunması, *I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildiri Kitabı*, Hacettepe Üniversitesi, MTYO Ağaç İşleri Endüstri Müh. Bölümü, Ankara , 291 -304.
- Gillespie R H, Countryman D and Blomquist R F** (1978) Adhesives in Building Construction, U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No: 516.
- Grigoriou A and Passailalis C** (1990) Gum Rosin as Water – Repellent Additive For Particleboard s. 93 – 94.
- Goldstein I S** (1973) Degradation And Protection of Wood from Thermal Attack, in; Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments (D.D. Nicholas, Ed), Syracuse University Press, Vol.I: 307 – 339 .
- Huş S** (1977) *Ağaç Malzeme Tutkalları*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No: 2337 / 242, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, 345 s.
- İlhan R** (1988) *Prefabrik Konut Yapımında Yangına Karşı Alınması Gereken Önlemler, Ahşap Malzemenin Korunması*, MPM Yayınları Yayın No: 338, 89-111, Ankara. 45s
- Kalaycıoğlu H** (1991) *Sahil Çamı (Pinus pinaster Ail) Odunlarının Yonga levha Üretiminde Kullanılması İmkanları*, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 264 s.
- Kalaycıoğlu H, Çolakoğlu G ve Nemli G** (2003) *Orman Ürünleri Endüstrisine Giriş Ders Notları*, KTÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:73, Trabzon.
- Nemli G** (2000) *Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yonga levha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri*, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 182 s.
- Richardson B A** (1993) Wood Preservation, E&FN SPON An Imprint Of Chapman&Hall, 100p, London, England.
- Syska A D** (1969) Exploratory Investigation of Fire - Retardant Treatent for Particleboard, Forest Serv. Res. Nota U.S. Forest Products Laboratory, No: FLP – 0201, Madison.
- Özkaya K** (2002) *Farklı Kimyasal Maddelerle İşlem Görmüş Ahşap Esaslı Levha Malzemelerin Yangına Karşı Dayanımlarının Tespiti Üzerine Araştırmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 183 s.
- Özen R** (1980) *Yonga levha Endüstrisi Ders Notları*, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No:30, Trabzon.
- TS 344** (1981) Ahşap Koruma Genel Kuralları, TSE, Ankara.
- TS 1351** (1974) Lif, Yonga levha ve Talaş Yapımında Kullanılan Odun, TSE, Ankara.
- TS 2129** (1975) Odun lifi Ve Yonga Levhalar (Terimler Ve Tarifler) TSE, Ankara.
- TS 3482** (1980) Yonga levhaları (Dik yongalı), TSE, Ankara.
- TS EN 323/1** (1999) Ahşap Esaslı Levhalar – Birim Hacim Ağırlık Tayini, TSE, Ankara
- TSE EN 322** (1999) Ahşap Esaslı Levhalar – Rutubet Miktarının Tayini, TSE, Ankara.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Uysal B** (1997) *Çeşitli Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemenin Yanmaya Dayanıklılığı Üzerine Etkileri*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 132 s.
- Var A A** (2000) *Emprenye Edilmiş Yongalardan Üretilen Yonga levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri*, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon. 173 s.
- Yalınkılıç M K**(1993) *Ağaç Malzemelerin Yanma, Higroskopisite Ve Boyutsal Stabilitate Özelliklerinde Çeşitli Emprenye Maddelerinin Neden Olduğu Değişiklikler Ve Bu Maddelerin Odundan Yıkanabilirlikleri*, Doçentlik Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon, 246 s.
- Yıldız Ü C** (2001) *Odun Koruma Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.

ÖZGEÇMİŞ

Ekrem ÇAKMAK 1978'de Ankara'da doğdu; ilk, orta ve lise öğrenimini Bartın da tamamladı; 1997 yılında AİBÜ Düzce Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü'nü kazandı; 2001 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl öğretmenlik mesleğine başlamıştır. 2005 yılında ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı'nda başlamış olduğu yüksek lisans programını, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı altında sürdürmektedir. Aynı zamanda Zonguldak ili Alaplı ilçesinde Alaplı İMKB Anadolu Meslek ve Endüstri Meslek Lisesinde öğretmenlik hayatını devam ettirmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Alaplı İMKB Anadolu Meslek
ve Endüstri Meslek Lisesi
Alaplı/ZONGULDAK

Tel: (372) 3781287

Cep Tel: 05052111694

E-posta: ekrem7cakmak@hotmail.com