

**EMPRENYELİ AĞAÇ MALZEME ÜZERİNE
UYGULANAN YANGIN GECİKTİRİCİ ÜST YÜZEY
İŞLEMLERİNİN YANMA DİRENCİNE ETKİLERİ**

**2016
DOKTORA TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

Mehmet ALTUNBAŞAK

**EMPRENYELİ AĞAÇ MALZEME ÜZERİNE UYGULANAN YANGIN
GECİKTİRİCİ ÜST YÜZEY İŞLEMLERİNİN YANMA DİRENCİNE
ETKİLERİ**

Mehmet ALTUNBAŞAK

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Doktora Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Ocak 2016**

Mehmet ALTUNBAŞAK tarafından hazırlanan “EMPRENYELİ AĞAÇ MALZEME ÜZERİNE UYGULANAN YANGIN GECİKTİRİCİ ÜST YÜZEY İŞLEMLERİNİN YANMA DİRENCİNE ETKİLERİ” başlıklı bu tezin Doktora tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Burhanettin UYSAL

Tez Danışmanı, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

.....
.....
.....

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir. 22/01/2016

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Nusret AS (İÜ)

.....
.....

Üye : Prof. Dr. Burhanettin UYSAL (KBÜ)

.....
.....

Üye : Prof. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ (ASÜ)

.....
.....

Üye : Doç. Dr. Şeref KURT (KBÜ)

.....
.....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Cemal ÖZCAN (KBÜ)

.....
.....

..... / / 2016

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile Doktora derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nevin AYTEMİZ

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.”

Mehmet ALTUNBAŞAK

ÖZET

Doktora Tezi

EMPRENYELİ AĞAÇ MALZEME ÜZERİNE UYGULANAN YANGIN GECİKTİRİCİ ÜST YÜZEY İŞLEMLERİNİN YANMA DİRENCİNE ETKİLERİ

Mehmet ALTUNBAŞAK

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Burhaettin UYSAL

Ocak 2016, 207 sayfa

Ağaç malzeme, insanlık tarihi boyunca kullanılan en eski yapı malzemelerdendir. Günümüzdeki teknolojik gelişmelerle çok sayıda ve farklı özelliklerde yeni malzemelerin üretilerek kullanılmasına rağmen ağaç malzeme, sahip olduğu doğal yapısı ve teknik özellikleri nedeniyle günümüzde de iç mimaride, dekorasyonda ve yapı endüstrisindeki önemini korumakta ve tercih edilmesini devam ettirmektedir. Ağaç malzemenin birçok olumlu özelliğine karşılık bazı olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. En önemli olumsuz yönü ise yanmasıdır. Ağaç malzeme, doğal olarak kimyasal yapısında karbon ve hidrojen içerdiği için yanmaya müsaittir. Ağaç malzemenin teknik ve ekonomik ömrünü, farklı tür ve özellikteki doğal ve kimyasal maddelerle emprenye ederek veya üst yüzey işlem uygulamalarıyla uzatmak

mümkündür. Ağaç malzemeye emprenye ve üst yüzey işlem uygulamalarının endüstride uygulanabilir olmasında fayda/maliyet unsuru da önemlidir. Bu çalışmada; sarıçam, doğu kayını, göknar, dişbudak, meşe, kestane ve maun ağaç malzemelerinden elde edilen deney örnekleri hava kurusu rutubette (%12) ve $9,5 \times 19 \times 1016 \text{ mm} \pm 0,8 \text{ mm}$ boyutlarında hazırlandıktan sonra, uzun süreli daldırma metoduyla boraks, borik asit, amonyum sülfat, çinko klorür ve sodyum silikat kimyasalları ile emprenye edilerek, üst yüzey işlemlerinde yangın geciktirici özellikli nano vernik ve boya maddeleri uygulanmış ve ASTM-E 69 esaslarına göre yanmaya karşı direnç özellikleri araştırılmıştır. Deneylerde; tam kuru yoğunluk (g/cm^3), hava kurusu yoğunluk (g/cm^3), emprenye maddelerinin retensiyon miktarları, vernik ve boya katman kalınlıkları (μm), ortalama ağırlık kayıpları (%) ve ortalama en yüksek sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$) belirlenmiştir. Sonuç olarak; en yüksek tam kuru yoğunluk ($0,65 \text{ g/cm}^3$) ve hava kurusu yoğunluk ($0,69 \text{ g/cm}^3$) ile meşe ağaç malzeme örneklerinde, en yüksek emprenye maddesi retensiyon (net tutunma) oranı % 4,73 ile sodyum silikatla emprenye edilen göknar ağaç malzeme örneklerinde, en fazla vernik katman kalınlığı ($110 \mu\text{m}$) ile sarıçam ağaç malzeme örneklerinde, en fazla boya katman kalınlığı ise ($116 \mu\text{m}$) ile kestane ağaç malzeme örneklerinde ölçülmüştür.

Yanma deneyleri sonunda; en fazla ağırlık kaybı değeri % 99,19 ile göknar ağaç malzemesinin emprenyesiz ve üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı değeri ise % 10,96 ile meşe ağaç malzemesinin borik asit ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış örneklerinde ölçülmüştür. Yanma deneyleri sonunda; en yüksek sıcaklık değeri 732°C ile meşe ağaç malzemesinin emprenyesiz ve üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) kontrol örneklerinde, en düşük üst sıcaklık değeri ise 160°C ile amonyum sülfat ile emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi örnekleri ile çinko klorür ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) meşe örneklerinde ölçülmüştür.

Anahtar Sözcükler : Ağaç malzeme, emprenye, üst yüzey işlemi, yangın geciktirici vernik, yangın geciktirici boya.

Bilim Kodu : 1204.5.001

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

THE EFFECTS OF FIRE RETARDANT FINISHING PROCESSES APPLIED ON IMPREGNATED WOOD MATERIAL ON THE COMBUSTION RESISTANCE

Mehmet ALTUNBAŞAK

Karabük University

Graduated School of Natural and Applied Sciences

Department of Forest Industrial Engineering

Thesis Advisor:

Prof. Dr. Burhanettin UYSAL

January 2016, 207 page

Wood is one of the oldest building materials used throughout human history. Despite the production and use of numerous new materials with different properties, made possible by today's technological advancements, wood has still retained its value and importance and preference in the industry, owing to its natural structure and technical properties. In contrast to its many positive characteristics, wood also has some negative features. Its most significant negative property is its flammability. Wood is combustible, for it naturally contains carbon and hydrogen in its chemical structure. It is possible to prolong technical and economic life of wood material by impregnating it with different natural or chemical substances, or by surface treatments. The cost/benefit element, as well as preference and applicability are important in wood impregnation and surface treatment of wood materials.

In this study, samples obtained from pine, beech, fir, ash, oak, chestnut and mahogany trees were prepared in $9,5 \times 19 \times 1016 \text{ mm} \pm 0,8 \text{ mm}$ dimensions in 12% moisture content, and then impregnated with boric acid, ammonium sulfate, zinc chloride and sodium silicate using prolonged immersion method, and were surface-treated with fire retardant nano varnish and paint. The combustion resistance properties of the impregnated and surface-treated materials were investigated according to ASTM - E 69 standards. Full dry and air dry densities of the samples were determined according to the standard. In this experiments; oven-dry density (g/cm^3), air-dried density (g/cm^3), amounts retention of materials, varnish and paint layer thicknesses (μm), average weight loss (%) and the average maximum temperature values ($^{\circ}\text{C}$) were determined. As a result; The highest full dry density (0.65 g/cm^3) and air dry density (0.69 g/cm^3) was measured with oak wood samples, the highest retention of the impregnated material was seen on Fir wood samples (% 4.73) impregnated with sodium silicate, the highest varnish layer thickness ($110 \mu\text{m}$) was seen on pine wood samples, the highest paint layer thickness ($116 \mu\text{m}$) were measured in samples with chestnut wood.

By the end of the combustion experiments; the maximum weight loss value was measured as 99,19 % in the unimpregnated and upper-surface material unapplied check samples of fir wood material while the minimum weight loss value was measured as 10,96 % in the boric acid impregnated and during the upper-surface treatment process fire retardant paint applied samples of oak wood material By the end of the combustion experiments; the highest upper temperature value was measured as $732 \text{ }^{\circ}\text{C}$ in the unimpregnated and upper-surface material unapplied check samples of oak wood material while the lowest upper temperature value was measured as $160 \text{ }^{\circ}\text{C}$ in the ammonium sulfate impregnated and during the upper-surface treatment process fire retardant paint applied samples of oak and zinc chloride impregnated, upper-surface untreatment process was measured samples of oak wood material

Key Words : Wood, impregnation, surface, fire-retardant, varnish, fire retardant paint.

Science Code : 1204.5.001

TEŞEKKÜR

“Emprenyeli Ağaç Malzeme Üzerine Uygulanan Yangın Geciktirici Üst Yüzey İşlemlerinin Yanma Direncine Etkileri” isimli bu çalışma, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünde Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmamda; araştırma konusunun seçimi, çalışma akışının belirlenmesi, yürütülmesi, verilerin değerlendirilmesi ve sonuçlandırılmasında destek ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Burhanettin UYSAL’a, Sayın Prof. Dr. Ayhan ÖZÇİFCİ’ye, Sayın Doç Dr. Şeref KURT’a, Sayın Doç Dr. Hamiyet ŞAHİNKOL’a, Sayın Yrd. Doç. Dr. Günay ÖZBAY’a, Sayın Yrd. Doç. Dr. Cemal ÖZCAN’a ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Raşit ESEN’e şükranlarımı arz ederim.

Doktora çalışmamın yürütülmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen ve her zaman destek ve yol gösterici olan İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi değerli hocam Sayın Prof. Dr. Nusret AS’a ayrıca şükranlarımı arz ederim.

Laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen KBÜ, Safranbolu MYO teknisyenleri Sayın İsmail ALTINKAYA ve Sayın Haşim BOSTANOĞLU’na teşekkür ederim.

Her zaman manevi desteğini gördüğüm saygıdeğer eşim Saime ALTUNBAŞAK’a ve aileme fertlerime şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	6
GENEL BİLGİLER	6
2.1. ODUNUN GENEL YAPISI.....	6
2.1.1. İğne Yapraklı Ağaç Odunlarının Anatomik Yapısı	6
2.1.2. Yapraklı Ağaç Odunlarının Anatomik Yapısı	7
2.1.3. Ağaç Malzemenin Kimyasal Yapısı	8
2.2. YANMA OLAYI	11
2.2.1. Yanma Olayının Gerçekleşmesi	11
2.2.2. Yapılarda Yangın Oluşumu	14
2.2.3. Ahşap Malzemenin Yanma Özelliği.....	14
2.2.4. Termik Bozunma	16
2.2.5. Tutuşma Ve Yanma	17
2.2.6. Sıcaklığın Ağaç Malzemeye Etkisi.....	19
2.3. LİTERATÜR ÖZETİ	22
BÖLÜM 3	36

MATERYAL VE METOD	36
3.1. ÇALIŞMADA KULLANILAN AĞAÇ TÜRLERİNE AİT GENEL BİLGİLER.....	36
3.1.1. Sarıçam (Pinus Sylvestris L.)	36
3.1.2. Doğu Kayını (Fagus Orientalis L.)	37
3.1.3. Uludağ Göknarı (Abies bornmuelleriana)	39
3.1.4. Meşe (Quercus robur L.).....	40
3.1.5. Dişbudak (Fraxinus ornus L.).....	42
3.1.6. Kestane (Castanea sativa mill.).....	43
3.1.7. Maun (Khaya ivorensis)	44
3.2. KULLANILAN EMPRENYE MADDELERİNE AİT GENEL BİLGİLER.....	46
3.2.1. Boraks (Sodyum Tetraborat - Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O).....	46
3.2.2. Borik Asit (H ₃ BO ₃)	47
3.2.3. Amonyum Sülfat (NH ₄) ₂ SO ₄	47
3.2.4. Çinko Klorür (ZnCl ₂).....	48
3.2.5. Sodyum Silikat	49
3.3. ÜST YÜZEY İŞLEM MADDELERİ	49
3.3.1. Yangın Geciktirici Vernik	49
3.3.2. Yangın Geciktirici Boya	50
3.4. DENEY METODU	50
3.4.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması	50
3.4.2. Yoğunluklar	51
3.4.3. Emprenyede Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması	52
3.4.4. Deney Örneklerinin Emprenye Yapılması.....	52
3.4.5. Çözelti pH Ve Yoğunluğunun Hesaplanması.....	53
3.4.6. Emprenye Çözeltisi Retensiyon Miktarları	53
3.4.7. Deney Örneklerine Yangın Geciktirici Özellikli Üst Yüzey İşlem Maddelerinin Uygulanması	54
3.4.8. Vernik Ve Boya Katman Kalınlığı Ölçümü	54
3.4.9. Yanma Deney Düzeneği Hakkında Genel Bilgiler.....	56
3.5. AĞIRLIK KAYBI VE ÜST SICAKLIK ÖLÇÜMLERİ	57
3.6. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	57

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 4	58
BULGULAR.....	58
4.1. AĞAÇ MALZEMELERİN YOĞUNLUKLARI	58
4.2. RETENSIYON (NET EMPRENYE TUTUNMA) ORANLARI	58
4.3. VERNİK VE BOYA KATMAN KALINLIKLARI	60
4.4. ÖLÇÜLEN AĞIRLIK KAYBI DEĞERLERİ (%)	61
4.4.1. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Sarıçam Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen % Ağırlık Kaybı Değerleri.....	61
4.4.2. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Sarıçam Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).....	63
4.4.3. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Sarıçam Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).....	64
4.4.3.1. Sarıçam Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinin (%) Ağırlık Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması.....	65
4.4.4. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Doğu Kayını Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).....	67
4.4.5. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Doğu Kayını Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).....	69
4.4.6. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Doğu Kayını Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).....	70
4.4.6.1. Doğu Kayını Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinin (%) Ağırlık Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması	71
4.4.7. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Gökmar Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).....	73
4.4.8. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Gökmar Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).....	75
4.4.9. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Gökmar Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).....	76
4.4.9.1. Gökmar Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinin Ağırlık Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması (%).....	77
4.4.10. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Meşe Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).....	79
4.4.11. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Meşe Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).....	81
4.4.12. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Meşe Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).....	82
4.4.12.1. Meşe Ağaç Malzeme Deney Örneklerinin % Ağırlık Kaybı Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması	83

4.4.13. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Dişbudak Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen % Ağırlık Kaybı Değerleri.....	85
4.4.14. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Dişbudak Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen % Ağırlık Kaybı Değerleri.....	87
4.4.15. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Dişbudak Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)......	88
4.4.15.1. Dişbudak Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinin (%) Ağırlık Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması.	89
4.4.16. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Kestane Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).	91
4.4.17. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Kestane Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).	93
4.4.18. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Kestane Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen % Ağırlık Kaybı Değerleri	94
4.4.18.1. Kestane Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinin (%) Ağırlık Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması.	95
4.4.19. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Maun Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).	97
4.4.20. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Maun Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).	99
4.4.21. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Maun Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%).	100
4.4.21.1. Maun Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinin % Ağırlık Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması.	101
4.4.22. Kullanılan Tüm Ağaç Malzeme Örneklerinin (%) Ağırlık Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması.....	104
4.5. ÖLÇÜLEN ÜST SICAKLIK DEĞERLERİ.....	106
4.5.1. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Sarıçam Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	106
4.5.2. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Sarıçam Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	107
4.5.3. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Sarıçam Ağaç Malzemesi ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	109
4.5.3.1. Sarıçam Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerlerinin Karşılaştırılması.....	110
4.5.4. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Doğu Kayını Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	112
4.5.5. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Doğu Kayını Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	113

4.5.6. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Doğu Kayını Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	115
4.5.6.1. Doğu Kayını Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık (°C) Değerlerinin Karşılaştırılması.....	116
4.5.7. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Gökmar Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	118
4.5.8. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Gökmar Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	120
4.5.9. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Gökmar Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	121
4.5.9.1. Gökmar Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık (°C) Değerlerinin Karşılaştırılması.....	122
4.5.10. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Meşe Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	124
4.5.11. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Meşe Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	125
4.5.12. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Meşe Ağaç Malzemesi ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	127
4.5.12.1. Meşe Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık (°C) Değerlerinin Karşılaştırılması.	128
4.5.13. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Dişbudak Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	130
4.5.14. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Dişbudak Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	132
4.5.15. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Dişbudak Ağaç Malzemesi ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	133
4.5.15.1. Dişbudak Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık (°C) Değerlerinin Karşılaştırılması.	134
4.5.16. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Kestane Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	136
4.5.17. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Kestane Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	138
4.5.18. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Kestane Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	139
4.5.18.1. Kestane Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık (°C) Değerlerinin Karşılaştırılması.....	140
4.5.19. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Maun Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).	142

Sayfa

4.5.20. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Maun Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).....	143
4.5.21. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Maun Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).....	144
4.5.21.1. Maun Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık (°C) Değerlerinin Karşılaştırılması.	146
4.5.22. Kullanılan Ağaç Malzemeleri Deney Örneklerinin Üst Sıcaklık (°C) Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması.....	148
BÖLÜM 5	151
SONUÇLAR VE TARTIŞMA	151
5.1. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	151
5.1.1. Yoğunluk Sonuçları.....	151
5.1.2. Retensiyon Oranları Sonuçları.....	151
5.1.3. Vernik Ve Boya Katman Kalınlığı Sonuçları.....	152
5.1.4. Ağırlık Kaybı Sonuçları.....	152
5.1.4.1. Sarıçam Ağaç Malzemesi Ağırlık Kaybı Sonuçları.....	152
5.1.4.2. Doğu Kayını Ağaç Malzemesi Ağırlık Kaybı Sonuçları	155
5.1.4.3. Gökmar Ağaç Malzemesi Ağırlık Kaybı Sonuçları.....	157
5.1.4.5. Meşe Ağaç Malzemesi Ağırlık Kaybı Sonuçları	159
5.1.4.6. Dişbudak Ağaç Malzemesi Ağırlık Kaybı Sonuçları.....	162
5.1.4.7. Kestane Ağaç Malzemesi Ağırlık Kaybı Sonuçları	164
5.1.4.8. Maun Ağaç Malzemesi Ağırlık Kaybı Sonuçları.....	167
5.1.5. Sıcaklık Sonuçları.....	173
5.1.5.1. Sarıçam Ağaç Malzemesi Sıcaklık Sonuçları.....	173
5.1.5.2. Doğu Kayını Ağaç Malzemesi Sıcaklık Sonuçları	175
5.1.5.3. Gökmar Ağaç Malzemesi Sıcaklık Sonuçları	177
5.1.5.4. Meşe Ağaç Malzemesi Sıcaklık Sonuçları	179
5.1.5.5. Dişbudak Ağaç Malzemesi Sıcaklık Sonuçları.....	180
5.1.5.6. Kestane Ağaç Malzemesi Sıcaklık Sonuçları	182
5.1.5.7. Maun Ağaç Malzemesi Sıcaklık Sonuçları.....	184
5.2. ÖNERİLER	195
KAYNAKLAR	197

	<u>Sayfa</u>
ÖZGEÇMİŞ	209

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Selüloz formülü.	8
Şekil 2.3. Lignini oluşturan birimler.	9
Şekil 2.4. Hemiselülozların yapısında bulunan şeker birimleri.	10
Şekil 2.5. Yangın üçgeni.	11
Şekil 2.6. Yanma olayının ısı gelişimi.	12
Şekil 2.7. Bir alevdeki gaz ve yanma bölgeleri.	12
Şekil 2.8. Odunun yanma döngüsü.	17
Şekil 2.9. Ağaç malzemedeki kömürleşme, piroliz ve normal odun bölgesi.	21
Şekil 3.1. Deney örneklerinin empenyesinde kullanılan cam havuz düzeneği.	53
Şekil 3.2. Optik özellikli vernik ve boya katman kalınlığı ölçüm cihazı.	55
Şekil 3.3. Bilgisayar kontrollü yanma deney düzeneği.	57
Şekil 5.1. Sarıçam ağaç malzemesinde alev kaynaklı ve alev kaynaklı olmayan yanma sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri grafiği.	154
Şekil 5.2. Doğu kayını ağaç malzemesinde alev kaynaklı ve alev kaynaklı olmayan yanma sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri grafiği.	157
Şekil 5.3. Gök nar ağaç malzemesinde alev kaynaklı ve alev kaynaklı olmayan yanma sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri grafiği.	159
Şekil 5.4. Meşe ağaç malzemesinde alev kaynaklı ve alev kaynaklı olmayan yanma sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri grafiği.	162
Şekil 5.5. Dişbudak ağaç malzemesinde alev kaynaklı ve alev kaynaklı olmayan yanma sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri grafiği.	164
Şekil 5.6. Kestane ağaç malzemesinde alev kaynaklı ve alev kaynaklı olmayan yanma sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri grafiği.	167
Şekil 5.7. Maun ağaç malzemesinde alev kaynaklı ve alev kaynaklı olmayan yanma sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri grafiği.	169
Şekil 5.8. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli tüm ağaç malzemeler ve kontrol örneklerinin yanma sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri grafiği.	170
Şekil 5.9. Emprenyeli, yangın geciktirici boyalı tüm ağaç malzemeler ve kontrol örneklerinin yanma sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri grafiği.	171

Şekil 5.10. Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz tüm ağaç malzemeler ve kontrol örneklerinin yanma sonunda ölçülen% ağırlık kaybı değerleri grafiği.	172
Şekil 5.11. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.	174
Şekil5.12. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.	176
Şekil 5.13. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.	178
Şekil 5.14. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.	180
Şekil 5.15. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.	182
Şekil 5.16. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.	184
Şekil 5.17. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.	186
Şekil 5.18. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı tüm deney ağaç malzemeleri ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri grafiği.	188

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Ağaç malzemenin farklı sıcaklıklara gösterdiği tepkileri.....	20
Çizelge 3.1. Sarıçamın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri.....	37
Çizelge 3.3. Uludağ göknarının fiziksel ve mekanik özellikleri.....	40
Çizelge 3.4. Saplı Meşenin fiziksel ve mekanik özellikleri.....	41
Çizelge 3.5. Dişbudak ağacının fiziksel ve mekanik özellikleri.....	43
Çizelge 3.6. Kestane odunun fiziksel ve mekanik özellikleri.....	44
Çizelge 3.7. Maun ağacının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri.....	45
Çizelge 3.9. Borik asit'in teknik özellikleri.....	47
Çizelge 3.10. Amonyum sülfatın teknik özellikleri.....	48
Çizelge 3.11. Çinko klorürün teknik özellikleri.....	48
Çizelge 3.12. Sodyum silikatın teknik özellikleri.....	49
Çizelge 3.13. Kullanılan emprenye maddelerinin çözelti, pH ve yoğunluk değerleri.....	53
Çizelge 4.1. Kullanılan ağaç malzemelerin yoğunluk değerleri (g/cm ³).	58
Çizelge 4.2. Emprenye maddeleri retensiyon (net tutunma)oranları (%).	59
Çizelge 4.3. Vernik ve boyakatman kalınlıkları (ortalama µm).	61
Çizelge 4.4. Yangın geciktirici vernikli sarıçam ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	62
Çizelge 4.5. Yangın geciktirici boyalı sarıçam ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	63
Çizelge 4.6. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	64
Çizelge 4.7. Sarıçam ağaç malzeme örneklerinde ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.	65
Çizelge 4.8. Sarıçam ağaç malzemesinde % ağırlık kaybı ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.....	66
Çizelge 4.9. Yangın geciktirici vernikli doğu kayını ağaç malzeme örneklerinin ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	68
Çizelge 4.10. Yangın geciktirici boyalı doğu kayını ağaç malzeme örneklerinin ağırlık kaybı değerleri (%).	69
Çizelge 4.11. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	70

Çizelge 4.12. Doğu kayını ağaç malzemesinin (%) ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.	71
Çizelge 4.13. Doğu kayını ağaç malzemesinde % ağırlık kaybı ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.....	72
Çizelge 4.14. Yangın geciktirici vernikli göknar ağaç malzeme örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	74
Çizelge 4.15. Yangın geciktirici boyalı göknar ağaç malzemesi örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	75
Çizelge 4.16. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	76
Çizelge 4.17. Göknar ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.	77
Çizelge 4.18. Göknar ağaç malzemesinde ağırlık kaybı ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları (%).	78
Çizelge 4.19. Yangın geciktirici vernikli meşe ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	80
Çizelge 4.20. Yangın geciktirici boyalı meşe ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	81
Çizelge 4.21. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	82
Çizelge 4.22. Meşe ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.	83
Çizelge 4.23. Meşe ağaç malzemesinde% ağırlık kaybı ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.....	84
Çizelge 4.24. Yangın geciktirici vernikli dişbudak ağaç malzeme örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	86
Çizelge 4.25. Yangın geciktirici boyalı dişbudak ağaç malzeme örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	87
Çizelge 4.26. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	88
Çizelge 4.27. Dişbudak ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.	89
Çizelge 4.28. Dişbudak ağaç malzemesinde % ağırlık kaybı ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.....	90
Çizelge 4.29. Yangın geciktirici vernikli kestane ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	92
Çizelge 4.30. Yangın geciktirici boyalı kestane ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).	93

Çizelge 4.31. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).....	94
Çizelge 4.32. Kestane ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çokluyaryans analiz sonuçları.	95
Çizelge 4.33. Kestane ağaç malzemesinde % ağırlık kaybı ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.....	96
Çizelge 4.34. Yangın geciktirici vernikli maun ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).....	98
Çizelge 4.35. Yangın geciktirici boyalı maun ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).....	99
Çizelge 4.36. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).....	100
Çizelge 4.37. Maun ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.	101
Çizelge 4.38. Maun ağaç malzemesinde % ağırlık kaybı ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.....	102
Çizelge 4.39. Tüm ağaç malzeme örneklerinde, emprenye maddesi türünün % ağırlık kaybı ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.....	104
Çizelge 4.40. Tüm ağaç malzeme örneklerinde, yangın geciktirici üst yüzey işlem maddesi türünün % ağırlık kaybı ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.....	105
Çizelge 4.41. Tüm ağaç malzeme örneklerinde, emprenye ve üst yüzey maddesi türünün % ağırlık kaybı ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.	105
Çizelge 4.42. Yangın geciktirici vernik uygulanmış sarıçam ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	106
Çizelge 4.43. Yangın geciktirici boyalı sarıçam ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	108
Çizelge 4.44. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	109
Çizelge 4.45. Sarıçam ağaç malzeme örneklerindeki üst sıcaklık (°C) ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.	110
Çizelge 4.46. Sarıçam ağaç malzemesinde, emprenye ve üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık (°C) ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.	111
Çizelge 4.47. Yangın geciktirici vernikli doğu kayını ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	112
Çizelge 4.48. Yangın geciktirici boyalı doğu kayını ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	114

Çizelge 4.49. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).....	115
Çizelge 4.50. Doğu Kayını ağaç malzeme örneklerindeki üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.	116
Çizelge 4.51. Doğu Kayını ağaç malzemesinde, emprenye ve üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.....	117
Çizelge 4.52. Yangın geciktirici vernikli göknar ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	119
Çizelge 4.53. Yangın geciktirici boyalı göknar ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	120
Çizelge 4.54. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	121
Çizelge 4.55. Göknar ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.	122
Çizelge 4.56. Göknar malzemesinde, emprenye ve üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.....	123
Çizelge 4.57. Yangın geciktirici vernikli meşe ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	125
Çizelge 4.58. Yangın geciktirici boyalı meşe ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	126
Çizelge 4.59. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	127
Çizelge 4.60. Meşe ağaç malzeme örneklerindeki üst sıcaklık (°C) ortalama değerlerinin çoklu varyansanaliz sonuçları.	128
Çizelge 4.61. Meşe ağaç malzemesinde, emprenye ve üst işlem yüzey maddesi türünün üst sıcaklık (°C) ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.....	129
Çizelge 4.62. Yangın geciktirici vernikli dişbudak ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	131
Çizelge 4.63. Yangın geciktirici boyalı dişbudak ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	132
Çizelge 4.64. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).....	133
Çizelge 4.65. Dişbudak ağaç malzeme örneklerindeki üst sıcaklık (°C) ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.	134
Çizelge 4.66. Dişbudak ağaç malzemesinde, emprenye ve üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık (°C) ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.....	135

Çizelge 4.67. Yangın geciktirici vernikli kestane ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	137
Çizelge 4.68. Yangın geciktirici boyalı kestane ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	138
Çizelge 4.69. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	139
Çizelge 4.70. Kestane ağaç malzeme örneklerindeki üst sıcaklık (°C) ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.	140
Çizelge 4.71. Kestane ağaç malzemesinde, emprenye ve üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık (°C) ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.	141
Çizelge 4.72. Yangın geciktirici vernikli maun ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	143
Çizelge 4.73. Yangın geciktirici boya uygulanmış maun ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	144
Çizelge 4.74. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).	145
Çizelge 4.75. Maun ağaç malzeme örneklerindeki üst sıcaklık (°C) ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.	146
Çizelge 4.76. Maun ağaç malzemesinde, emprenye ve üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık (°C) ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.	147
Çizelge 4.77. Tüm ağaç malzeme örneklerinde, emprenye maddesi türünün üst sıcaklık (°C) ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.	148
Çizelge 4.78. Tüm ağaç malzeme örneklerinde, yangın geciktirici üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.	149
Çizelge 4.79. Tüm ağaç malzemelerde, emprenye ve üst yüzey maddesi türünün üst sıcaklık ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.	150

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

°C	: Santigrad derece
µm	: Mikrometre
<i>n</i>	: Deney örneğinde yapılacak asgari katman kalınlığı ölçüm sayısı,
<i>t</i>	: Katman kalınlığı güven katsayısı
<i>m</i>	: Katman kalınlığı örnekleme hatası
<i>v</i>	: Katman kalınlığı varyasyon katsayısı.
CO	: Karbon monoksit
CO ₂	: Karbon dioksit
<i>d</i>	: Yoğunluk
D ₀	: Tam kuru özgül ağırlık
D ₁₂	: Hava kurusu özgül ağırlık
R	: Retensiyon
W _{12eö}	: Emprenye öncesi % 12 rutubetteki ağırlığı
W _{12es}	: Emprenye sonrasındaki % 12 rutubetteki ağırlığı
dak	: Dakika
E-modülü	: Elastikiyet modülü
<i>g</i>	: Gram
H	: Hidrojen
O ₂	: Oksijen
OH	: Hidroksil
N	: Newton
Na ₂ B ₄ O ₇	: Sodyum tetra borat (boraks)
H ₃ BO ₃	: Borik asit
(NH ₄) ₂ SO ₄	: Amonyum sülfat
ZnCl ₂	: Çinko klorür
Na ₂ SiO ₃	: Sodyum silikat

σ_B : Liflere paralel basınç direnci

σ_E : Eğilme direnci

σ_C : Liflere paralel çekme direnci

KISALTMALAR

ASTM : American Society for Testing and Materials (Amerikan Test ve Malzemeler Derneği)

TS : Türk Standartları

İYA : İğne Yapraklı Ağaç

YA : Yapraklı Ağaç

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Ağaç malzeme, eski çağlardan günümüze kadar barınma ve ısınma amacıyla kullanılan ve en çok tercih edilen temel yapı malzemelerindedir. Ağacın insan yaşamında tercih edilmesinin nedeni; öncelikle doğal (organik) olması, atmosfere oksijen vermesi, atmosferden de zehirli gazları absorbe etmesi ve insanın yaşadığı her bölgenin iklim şartlarına uygun türde yetiştirilmesidir. Ayrıca ağaç malzemenin; kolay işlenmesi, konstrüksiyon uygulamaları, emprenye ve üst yüzey işlemleriyle teknik ve estetik özellikleri arttırılmakta ve ekonomik değer kazandırılmaktadır. Böylelikle başta iç mimari ve dekorasyon olmak üzere yapı endüstrisindeki önemini korumakta ve devam ettirmektedir. Ağaç malzemenin olumlu yönlerine karşılık bazı olumsuz yönleri de vardır. Bunlar; organik ve hidroskopik olması nedeniyle bünyesine su alarak boyutlarında ve formunda değişiklik olması, biyotik zararlıların yapısal özelliklerini zayıflatması ve kimyasal yapısında karbon içermesi nedeniyle yanmasıdır.

Ahşap, en eski yapı malzemelerinden birisidir. İnsanoğlu ahşabı eski çağlardan beri barınma ve korunma amaçlı olarak kullanmaktadır. Günümüzde ormanların çeşitli nedenlerle azalması, yerine yenisinin yetiştirilememesi veya geç yetişmesi ahşabın değerini artırmıştır. Ahşap; çatı elamanları, doğrama ve kaplama malzemesi, yapılarda taşıyıcı elemanları ve dekoratif malzeme olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, önceleri köprülerde de taşıyıcı malzeme olarak kullanılmıştır (Ünal, 2006).

Odundan çeşitli şekil ve teknik özelliklerde masif, mdf, yonga levha, tabakalı levha, kaplama, kompozit vb. ürünler elde edilerek farklı amaç ve alanlarda kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin yapısına değişik metot ve materyallerle müdahale edilerek maruz kaldığı fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik zararlar en aza indirgenmektedir. Ağaç malzemenin kolay işlenebilmesi, ısı ve elektriğe karşı izolasyon özelliği, akustik özelliği, yoğunluğunun düşüklüğüne karşılık yüksek mekanik özelliğe sahip olması önemini devam ettirmektedir (Örs, Atar ve Demirci, 2005; Ayrılmış, 2006).

İnsan nüfusunun artmasına bağlı olarak, odun hammaddesi ihtiyacını karşılamada ahşap malzemeyi uygun kullanma ve koruma yöntemleri oldukça önemlidir. Odun hammaddesi masif, çeşitli levha ve kompozit ürünlere dönüştürülerek çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Ahşap malzeme kullanımında; farklı hava şartlarının etkisiyle boyutlarında meydana gelen değişiklikler, böcek, mantar ve oyucu deniz organizmalarının zararları gibi etkiler dikkate alınmalıdır (Örs, Atar ve Demirci, 2005; Esen, 2009).

Ahşap; başlıca selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşan, doğada fazla miktarda bulunan, yenilenebilir, doğal polimerik ve ekolojik bir malzemedir. Bununla birlikte diğer yapısal ve mühendislik malzemeleri ile karşılaştırıldığında, depreme karşı dayanıklı olması, beton, metal, plastik vb. malzemelere göre hafif oluşu, kâğıt ve selüloz, mobilya vb. birçok endüstri kolunda kullanılması, ısı ve sesi az iletmesi, akustik özelliklerinin iyi olması, özgül ağırlığının düşük olmasına karşılık mekanik özelliklerinin yüksek olması, işleme ve şekil verme kolaylığı, ekolojik bir malzeme olması, boya ve vernik gibi üst yüzey işlemlerini uygulayarak renk farklılığının azaltılması, emprenye ve üst yüzey işlemleri uygulayarak teknik ve ekonomik ömrünün uzatılması, estetik özellik kazanması vb. birçok özelliklere sahip olması nedeniyle diğer yapı elamanları arasında kullanımı oldukça tercih edilen, cazibesi yüksek ilginç bir malzemedir.

Ağaç malzeme bu özelliklerinin yanı sıra bazı istenmeyen özelliklere de sahiptir. Bunlar; organik bir madde olması nedeniyle bakteriler, mantarlar ve tahripçi böcekler ile oyucu deniz organizmaları tarafından kolayca tahrip edilmesi,

higroskopik ve anizotropik yapısı nedeniyle içinde bulunduğu ortamın sıcaklığı ve bağıl nemine göre elde edeceği denge rutubet miktarına bağılı olarak ortam ile rutubet alış verişinde bulunmasıdır. Bu su alış verişi higroskopik sınırlar olan % 0 ile lif doygunluğu noktası olarak kabul edilen ortalama % 30 arasında meydana geldiğinde boyutlarında değişimlere neden olmaktadır. Boyutsal değişimler lif yönünde çok az olduğu halde, teğet yönde radyal yönün 1.5-3 katı kadar olabilmektedir. Ağaç malzeme bileşiminin karbon ve hidrojen içermesi nedeniyle yanmaya müsaittir (Levan and Winandy, 1990; Ertekin, 2013).

Ağaç malzemenin istenilmeyen sakıncalı özelliklerini iyileştirici metotlar geliştirilmiştir. Bu maksatla uygulanan teknik işlemlerin en önemlileri kurutma, emprenye ve üst yüzey işlemleridir. Kullanma yerindeki denge rutubet miktarına uygun olarak bünyesindeki fazla suyun atılması sonucu kurutulan ağaç malzemenin; direnci, sertliği, çivi ve vida tutma kabiliyeti, boya tutma özelliği ile rengeleme, frezeleme, lamba, zıvana ve delik açma vb. işlemlerinde daha düzgün yüzeyler elde edildiği gibi tutkallanma ve yapışma kabiliyeti de artmaktadır (Uysal, 1997).

Odunun korunması; ağacın kesiminden son kullanım yerini de içine alan bir süreçte muhtemel zararlı etmenlere karşı önlem alınmasıyla gerçekleşir. Bu önlemler kurutma, uygun depolama ve istifleme gibi teknik önlemlerin yanında kullanım yerinin gereksinimlerine göre uygun kimyasal maddeler ile emprenye edilerek korunmasıdır (Winandy and Morell, 1990; Altun, 2008).

Ahşap malzemenin kolay işlenmesi, konstrüksiyon uygulamalarında başarılı olunması, emprenye ve üst yüzey işlemlerinde olumlu sonuçlar alınması vb. özellikler için, kullanılmadan önce kullanım yerinin denge rutubet miktarına kadar kurutulması gerçeği artık günümüzde herkes tarafından benimsenmiştir. Eğer kurutma işlemi doğru ve tam yapılmamış ise, kullanılan ahşap malzemenin boyutlarında zamanla değişiklikler meydana gelecektir. İyi ve doğru yapılan kurutma işlemi ahşap malzemeye birçok özellik kazandırarak kullanım ömrünü uzatmaktadır. Kurutmanın ayrıca; ahşap malzemeye zarar veren mantar, bakteri ve böceklerin üremesine mani olması, çürümeyi ve kurtlanmayı engellemesi, ağaç malzemenin şekil değişikliğini sınırlaması, kolay işlenir ve düzgün yüzey elde edilebilmesi,

birleştirme, tutkallama ve yapışma kabiliyetini arttırması, koruyucu üst yüzey işlemlerinin iyi yapılması, dirence dayalı vb. özellikleri iyileştirmesi çok net olarak söylenebilmektedir (Ünsal, 2002).

Ağaç malzemenin olumsuz özellikleri; tekniğe uygun kullanımı, uygun üretim şekli (konstrüksiyon), biyotik ve abiyotik zararlılara karşı emprenye edilmesi ve uygun üst yüzey işlemlerinin uygulanması ile ortadan kaldırılabilen veya en aza indirilebilmektedir (Kurtoğlu, 2000).

En çok uygulanan koruyucu yöntem, çeşitli kimyasal maddelerle emprenye etmek ve kullanım yerine ve amacına uygun üst yüzey işlem maddelerini uygulamaktır. Ağaç malzemenin korunması gelişmiş ülkelerde önemli bir endüstri koludur. Avrupa ülkelerinde 1500 den fazla, ABD’de 800 den fazla, Güney Afrika’da 220 adet, Yeni Zelanda’da 300, Avustralya’da 250 adet, Japonya’da 174 adet emprenye tesisi bulunmaktadır. Günümüze kadar 2500 çeşit emprenye maddesi bulunmuştur (şen, 2005).

Yanmayı geciktirici kimyasal maddeler ağaç malzemeye tamamen yanmazlık özelliği kazandıramazlar. Bununla birlikte tutuşmayı güçleştirip yanma başladıktan sonra alevin yayılmasını geciktirebilirler (Berkel, 1972;Altun, 2008).

Ağaç malzemede tutuşma, alevlenme ve yanmaya karşı kullanılan emprenye maddeleri; inorganik maddeler (amonyum tuzları, alkali tuzlar, inorganik yüzey örtücüler gibi) ve organik maddeler (polimerler, reçineler, reaktif bileşikler, organik çözücülü halojenleşmiş organik maddeler, organofosforlar, organik yüzey örtücüler gibi) olmak üzere iki gruba ayrılırlar (Goldstein, 1973;Altun, 2008).

Öngörülenin aksine, yangına daha uzun süre dayanabilen ağaç malzemenin diğer yapı malzemeleri arasında tercih edilmesinin önceliği sağlanmalıdır. Ancak, bunu sağlarken özellikle tarihi ve kültürel değeri olan ahşap yapıların, sonraki kuşaklara “kültür ve medeniyet mirası” olarak güvenli ve onurlu bir şekilde aktarılabilmesi için gerekli yangın önlemlerinin alınması, ahşap malzemenin yanma direnci özelliklerinin arttırılması konusunda yapılacak araştırma ve çalışmalara önem verilmelidir.

Bu çalışmada, emprenyeli ağaç malzeme üzerine uygulanan yangın geciktirici özellikli vernik ve boya st yüzey işlem maddelerinin yanma direncine etkileri araştırılmıştır.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1. ODUNUN GENEL YAPISI

Odun hammaddesi çok çeşitli amaçlarla farklı alanlarda değerlendirilebilen bir malzemedir ve ağaçlara ait özellikler türden türe değişim göstermektedir (Özbay, 2012).

Yapı mühendisliğinde kullanılan orman ağaçları iğne yapraklı ağaçlar (soft wood) ve yapraklı ağaçlar (hard wood) olarak iki grupta sınıflandırılırlar. İğne yapraklı ağaçlar sınıfına çam, göknar, ladin gibi ağaç cinsleri, yapraklı ağaçlar sınıfına da meşe, kestane, kayın, kavak gibi ağaç cinsleri girmektedir (Akgün, 2005).

2.1.1. İğne Yapraklı Ağaç Odunlarının Anatomik Yapısı

İğne yapraklı ağaç odunlarının yaklaşık % 90-96'sını oluşturan traheidlerin hemen hemen tamamı düşey olarak dizilmiş hücre tipleridir. Bazı türlerde yatay dizilmiş özışını traheidleri de vardır. Çapları dar, boyları uzundur (Kırcı, 2000).

İğne yapraklı ağaçlarda su ileten elemanlar boyuna traheidler ile öz ışını traheidleridir. İlkbahar odunu ve yaz odunu traheidleri birbirinden farklıdır. İlkbahar odunu traheidleri ince çeperli, geniş lümenli, enine kesiti kare veya çokgendir. Yaz odunu traheidleri ise kalın çeperli, dar lümenli, enine kesiti dikdörtgen şeklindedir. İğne yapraklı ağaçlarda, özellikle çam türlerinde başlıca üç ana tip geçidin olduğu saptanmıştır (İlhan, 1973).

Bunlar; kenarlı geçit, yarı kenarlı geçit ve basit geçittir. Boyuna traheidler arasında ve boyuna traheidlerle öz ışını traheidleri arasında kenarlı geçit çiftleri, bu hücrelerle paranşim hücreleri arasında yarı kenarlı geçit çiftleri, boyuna paranşim ve öz ışını hücrelerinin kendi aralarında ise basit geçit çiftleri mevcuttur. Sıvı akışı bu geçitler vasıtasıyla olmaktadır. (Merdan, 2011).

2.1.2. Yapraklı Ağaç Odunlarının Anatomik Yapısı

Geniş yapraklı ağaçlar daha karmaşık yapıya sahip olup, strktrlerinde fazla sayıda hücre tipi bulunur. Geniş yapraklı ağaçların tümü traheli ağaçlar grubunu oluşturur (Bozkurt ve Erdin, 2013).

Yapraklı ağaç odununda destek görevi yapan lif hücreleri bulunur. Bunlar; libriform lifleri, lif traheidleri, vasisentrik traheidler ve vasküler traheidlerdir (Kırcı, 2000).

Yapraklı ağaç odunlarında besi suyu iletim görevini traheler yapar. İlkbahar odununda büyük çaplı traheler, yaz odununda ise küçük çaplı traheler yoğunlaşmış şekildedir. Bu tip odun türleri halkalı traheli olarak adlandırılır. Bazı yapraklı ağaç türleri ise yıllık halka geislerinde bile üniform büyüklükte dağılım gösterir. Bu tip odunlar da dağımık traheli olarak adlandırılmaktadır (Bowyer and Haygreen, 2003).

Yapraklı ağaçlardaki paranşim hücreleri basit geçitler içerirler. Trahelere yakın olan paranşim hücrelerine“paratraheal” uzak olanlara ise “apotraheal” adı verilir (Akgün, 2005).

Diri odunun öz oduna dönüşümü sonucunda traheler iletim yapamadıklarından tl teşekkülü denilen bir oluşumla tıkanabilir. Tl teşekkülü bitişik bir paranşim hücresinin, bir geçit çifti arasından trahe lümeni içine doğru büyümesidir. Tl teşekkülü aynı zamanda mekanik zarar, mantar ve virüs etkisiyle de oluşabilmektedir. Tl oluşumu meşe, kayın ve kestane türlerinde görülebilir (Akgün, 2005).

2.1.3. Ağaç Malzemenin Kimyasal Yapısı

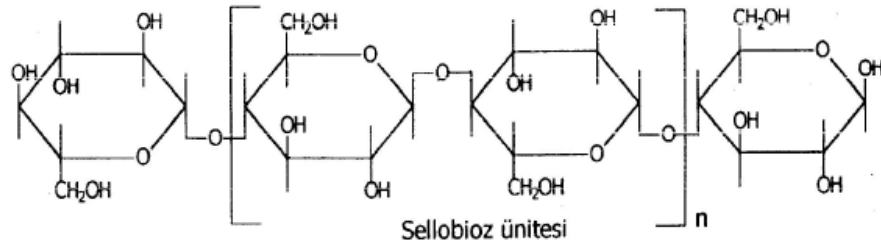
Ağaç malzemenin kimyasal elementleri karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O) dir. Çok az miktarda da azot (N) ve diğer elementler de vardır. Odun maddesi C, H ve O'nin çeşitli kombinasyon şekilleri ile bazı organik komponentlerden ibarettir. Bunlar Selüloz, hemiselüloz ve lignindir. Az miktarda pektin de vardır. Bu bileşiklere ilave olarak birçok organik ve inorganik madde hem hücre çeperi üzerine hem de hücre lümeni içerisine yerleşmiştir. Bu yanbileşikler ekstraktif maddeler olarak adlandırılır (Merdan, ,2011).

Selüloz

Odun ve odun gibi lifsel nitelik taşıyan bitkilerin hücre çeperlerinin iskeletini doğal bir polimer olan selüloz oluşturmaktadır (Özbay, 2012).

Beyaz renkte, güneş ışığının etkisi ile rengini değiştirmeyen, ağaca esneklik ve eğilme kabiliyeti veren maddedir. Kimyasal formülü $C_5H_{10}O_5$ 'tir. (Duygun, 2005; Merdan, 2011).

Selüloz molekülü doğrusal ve doğal bir polimer olup üzerinde oksitlenmeye karşı hassas olan hidroksil grupları bulunur. Bu grupların sayısı ortadaki anhidroglukoz birimlerinde üç tane, uçlardaki birimlerde ise dört tanedir (Bowyer, J.L., Shmulsky, R., Haygreen J.G. 2003). Selüloz molekülü Şekil 2.1'de görülmektedir (Bowyer, J.L., Shmulsky, R., Haygreen J.G. 2003).



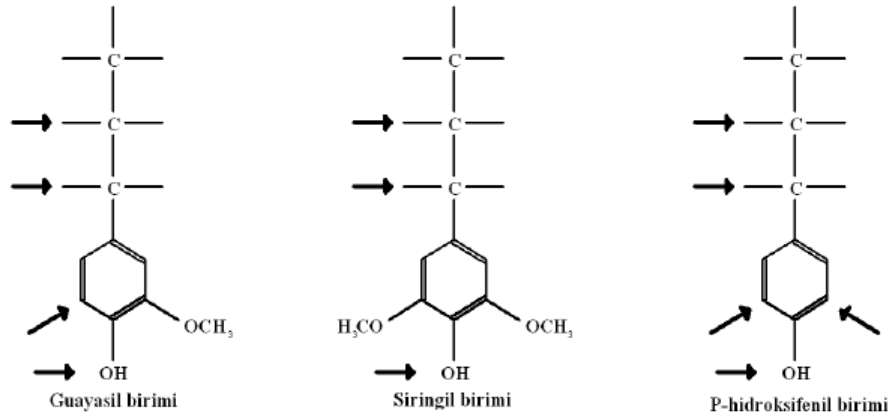
Şekil 2.1. Selüloz formülü (Bowyer, J.L., Shmulsky, R., Haygreen J.G. 2003).

Lignin

Lignin, hücre çeperinin odunlaşmasını sağlar. Selüloz odunda eğilmeye ve çekmeye, lignin de basınca karşı dayanım özelliği kazandırmaktadır. Yüksek boylu ağaçların kendi ağırlıklarını rahatça taşıyabilmesi ligninin bu özelliğinden kaynaklanmaktadır (Özbay, 2011).

Lignin amorf ve aromatik yapılıdır. Yakıldığında aromatik bir koku verir (Eroglu ve Usta, 2000; Akgün, 2005).

Ligninin kimyasal yapısı vepolimerizasyon derecesi de tam olarak belirlenmiş değildir. Ancak, iğne yapraklı ağaç odunu lignininin yaklaşık 100 DP'ye sahip olduğu tahmin edilmektedir. Lignin, hidrofobik özellik (suyu sevmeyen) gösterir. Bu da onun su almasını engellemektedir. Odunu sert ve katı bir görünüme sahip olup, yoğunluğu 1.37 gr/cm^3 dir (Kırcı, 2000; Akgün, 2005). Lignini oluşturan birimler Şekil 2.2'de verilmiştir (Özbay, 2011).

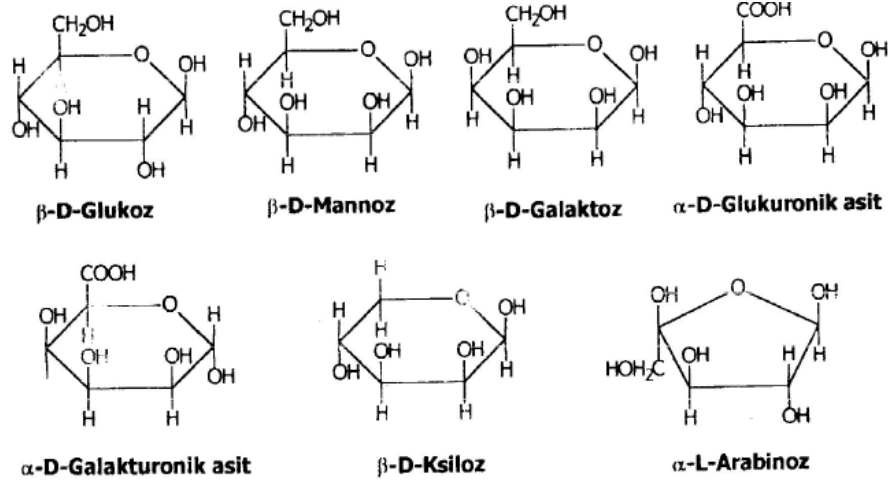


Şekil 2.2. Lignini oluşturan birimler (Özbay, 2011).

Hemiselüloz

Hemiselülozlar, amorf ve heterojen yapılıdır. Hemiselülozların bir kısmı selüloza bir kısmı da lignine sıkıca bağlanmıştır. Dolayısıyla hemiselülozlar, hidrofobik lignin ile hidrofilik özellikteki selülozun birlikteliğini sağlamaktadır. Bu yüzden odundan lignin ve selülozu saf olarak ayırmak mümkün değildir. Moleküler zincirleri; kısa,

dallanmış ve çeşitli şeker birimlerinin bileşimi şeklindedir. Hemiselülozda bulunan şeker birimleri Şekil 2.3’de gösterilmiştir (Kırcı, 2000; Özbay, 2011).



Şekil 2.3.Hemiselülozların yapısında bulunan şeker birimleri (Kırcı, 2000; Özbay, 2011).

Eğer inşaat malzemesine benzetilirse selüloz inşaatın demirleri, hemiselüloz bu demirleri bağlayan yardımcı çubuk (etriye) demirleri, lignin de beton dolgu malzemesi görevi yapmaktadır (Duygun, 2005; Merdan, 2011).

Ekstraktif Maddeler:

Ekstraktif maddeler; hücre boşluklarında bulunanreçine, vaks, yağ, tanen, şeker, nişasta, boya maddeleri, pektin, protein ve organik asitlerdir. (Casey, 1966; Akgün, 2005). Ekstraktif maddeler odunun dayanıklılığının yanısıra fiziksel özelliklerini de etkileyerek, öz oduna renk, koku ve tat gibi özellikler kazandırır. Mantar ve böceklere karşı koruyucu etki yapan organik maddeler permeabiliteyi azaltır, yoğunluk, sertlik ve basınç direncini arttırabilir (Bozkurt ve Erdin, 2013).

İnorganik Maddeler

Odundaki inorganik maddeler, organik maddelerin yakılmasından sonra geridekalan külün bileşimidir. Odunun içerdiği kül miktarı, ağacinyetişme yerine ve iklimine bağlı olarak değişir. Ağaç odunlarının külündeki ara bileşenler; Ca, K ve Mg gibi

toprak alkalimetalleridir. Bunların dışında Mn, Na ve P bileşikleri de bulunur. Külün yaklaşık % 50'sini Ca bileşikleri oluşturur (Akgün, 2005; Özbay, 2012).

2.2. YANMA OLAYI

2.2.1. Yanma Olayının Gerçekleşmesi

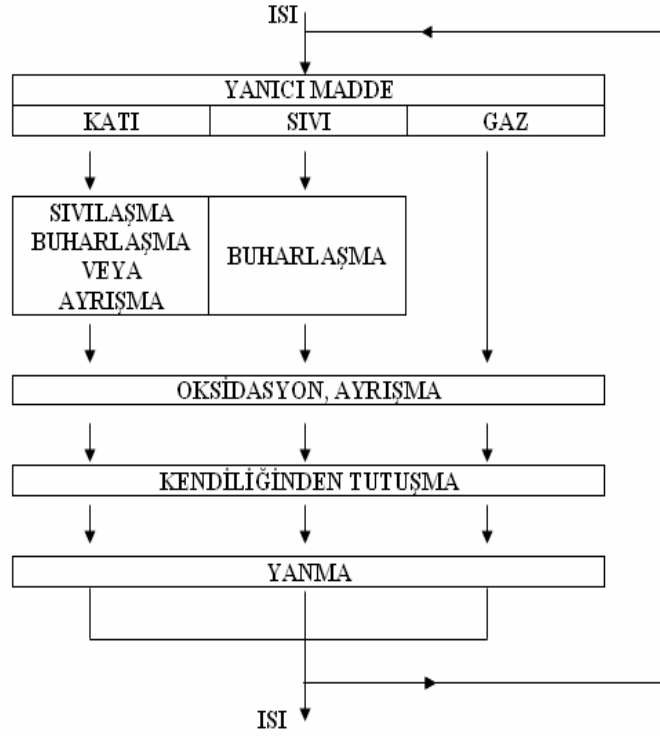
Yanma; en genel anlamda yanıcı denen bir maddenin yakıcı olarak adlandırılan bir başka madde ile birleşmesi sonucunda ısı vererek meydana getirdiği olayların tümüdür. Yakıcı, çoğunlukla oksijen veya oksijen içeren bir başka maddedir. Başka bir tanımlamada ise yanma; malzemenin alev, ışık ve ısı özellikleri gösteren ve çevresine ısı vererek hızlı bir şekilde oluşan oksidasyonu veya tutuşma sıcaklığına kadar ısı almış bir cismin oksijenle birleşmesine denir. Bir maddenin yanabilmesi için havanın en az % 14 - % 18 oksijen içermesi gerekir. Normal şartlar altında havadaki oksijen oranı % 21 dir (Gökmen 1965). Yangın ise zaman ve mekânda kontrol dışı gelişen yanma olgusudur (Sunar 1983).

Bir yanma olayının meydana gelebilmesi için; yakıt, oksijen ve ısı unsurunun tutuşma sıcaklığına ulaşmış olması gerekir. Bu üçlüye “Yangın üçgeni” (Şekil 2.4) denir. Eğer bu üçlüden herhangi birisi olmazsa veya gerekli oranda bulunmazsa yanma olayı gerçekleşmemektedir. Isı, oksijen ve yanıcı madde dengesindeki değişiklikler yangının şiddetini artırır veya azaltır (Aslan, 1998; White and Dietenberger,1999; Ülker, 2013).



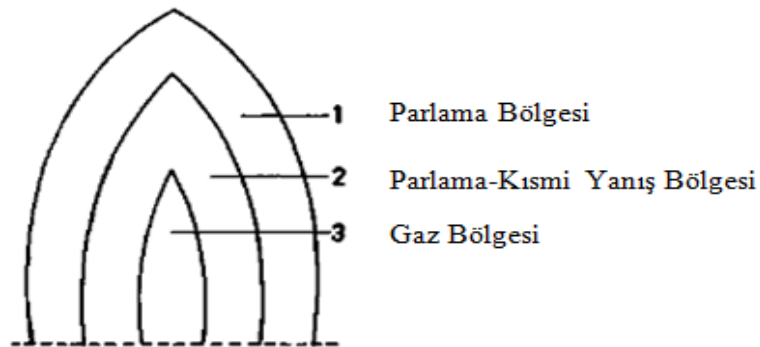
Şekil 2.4. Yangın üçgeni (Aslan, 1998; White and Dietenberger,1999; Ülker, 2013).

Yanma esnasında sadece gaz halindeki yanıcı maddelerin etkili olmaları nedeniyle katı ve akıcı maddeler önce ısılal değişimlere uğrarlar. Yanma olayının ısı gelişimi Şekil 2.5’da gösterilmiştir (Uysal, 1997).



Şekil 2.5. Yanma olayının ısı gelişimi (Uysal, 1997).

Yanma esnasında görülen alevin oksijen alan dış yüzeyi parlayan, ışık saçan gaz akımıdır. Bu yanma bölgesi altında tam bir yanmanın olmadığı parlama-kısmi yanış bölgesi ve çekirdekte ise halen yanmaya girmemiş yanıcı gazlar mevcuttur. Bir alevdeki gaz ve yanma bölgeleri Şekil 2.6’de gösterilmiştir. (Uysal, 1997).



Şekil 2.6. Bir alevdeki gaz ve yanma bölgeleri (Uysal, 1997).

Maddenin ısı ve oksijenle birleşmesi sonucu oluşan kimyasal olaya yanma denir. Yanma olayı; yavaş, hızlı, parlama-patlama ve kendi kendine yanma şeklinde gerçekleşir.

Yavaş yanma; yanıcı maddenin bünyesi itibariyle, yanıcı buhar ve gaz meydana getirmedeği, yeterli ısının ve oksijenin olmadığı halde yanmasıdır.

Hızlı yanma; yanmanın bütün belirtileri ile olduğu bir olaydır. Belirtileri alev, ışık, ısı ve korlaşmadır.

Parlama-patlama şeklinde yanma; kolayca ateş alan maddelerde parlama görülür ve çeşitli gazlar oluşturur ve hacim genişlemesiyle patlamalar oluşmaktadır.

Kendi kendine yanma; yavaş yanmanın zamanla hızlı yanmaya dönüşmesidir (Esen, 2009).

Yangın evreleri; yangın esnasında sıcaklık seviyesi zamana bağlı olarak değişmekte olup gelişme, yanma ve sönme evresi olarak üçe ayrılmaktadır (Aydın, 1994).

Gelişme Evresi: Herhangi bir alev kaynağından ışınlım, taşınım veya iletim yolu ile aktarılan ısı malzemelerin sıcaklıkları artırır ve bir noktada tutuşma başlar. Bu noktaya “tutuşma sıcaklığı”, ısı aktarımı ile tutuşmanın gerçekleşmesine kadar geçen süreye de “tutuşma zamanı” denmektedir (Ülker, 2013).

Yanma Evresi: Tutuşmanın başlaması ile yanma alanı giderek genişler, yanan madde miktarının artması ile daha fazla ısı üretilir, alev büyür ve sıcaklık değeri artar (Ülker, 2013).

Sönme Evresi: Yangın ortamında bulunan oksijen, ısı salınımı, yanıcı malzeme veya sıcaklığın azalmasıyla alevli yanma sona erer ve yangının sönme evresi başlar. Alevli yanma sona erince, kor halde yanma süreci başlar. Bu sürecin sonunda yanan malzeme kömürleşir ve deformasyona uğrar. Kömürleşme ile ortaya çıkan deformasyon miktarı ise “kütle kaybı” ile ölçülür (Ülker, 2013).

2.2.2. Yapılarda Yangın Oluşumu

Yapılar; çeşitli mekanik, atmosferik, fiziksel ve kimyasal etkiler altında zamanla bozulmakta ve eskimektedir. Bu etkiler zaman içerisinde kendini göstermesine karşın, yangın ve deprem gibi afetlerin yapılar üzerindeki etkileri ani ve daha kısa sürede olmaktadır (Küçükosmanoğlu, 1997).

Yangın hemen hemen her yapıda meydana gelebilecek büyük bir tehlikedir. Yangının felaket olarak nitelendirilmesi hiç kuşkusuz onun kontrol dışı bir olgu olmasından ileri gelmektedir. Günümüzde de görülen bu sorun önemli derecede mal ve iş gücünü yok etmekte, manevi değeri ölçsüz tarihi öneme sahip kültürümüzün seçkin örnekleri yangınlarla birer birer yitirilmektedir (Uysal, 1997).

2.2.3. Ahşap Malzemenin Yanma Özelliği

Ağaç malzemenin ısı etkisiyle bozunduğu, insanoğlunun ateşi keşfinden bu yana bilinmektedir. Termik bozunma, ısı ve ışık sağladığı için geçmişte olumlu bir işlem olarak görülmüştür. Yakın bir geçmişe değin prolez yoluyla ağaç malzemenin termik bozulması ve damıtılması çeşitli kimyasal maddelerin üretim yöntemi olurken, ağaç malzemenin karbonlaştırılarak odun kömürüne dönüştürülmesi yoluyla da yakıt elde edilmiştir (Baysal, 1994).

Ahşap, çoğunluğu karbon ve hidrojen olan organik bileşiklerden oluşur. Bunlar oksijenle birleşir ve yanar. Bu özelliklerden dolayı ahşap yanıcı bir materyal olarak sınıflandırılır (Özen, 1995).

Ahşap ve ahşap esaslı malzemeler kimyasal yapısında karbon ve hidrojen içeren organik bileşiklerden meydana gelir ve yanıcı maddeler sınıfına girerler. Ahşap ve ahşap esaslı malzemeleri tamamen yanmaz hale getirmek bu nedenle mümkün değildir. Ahşap ve ahşaptan yapılmış malzemelerin biçimi ve ölçüleri yanmanın şiddetinde önemli bir rol oynar. Yüzeyin hacme oranı yanıcı malzemelerin tutuşmasında önemli bir ölçüdür. Oran büyüdükçe odunun tutuşma kabiliyeti artmakta ve alev çabuk yayılmaktadır (Göker ve Ayrılmış, 2003).

Ağaç malzeme karbon ve hidrojen içeren organik esaslı bir materyal olduğundan yanıcıdır. Kendi kendine yanabilmesi için sıcaklığın 275 °C'ye çıkarılması gerekmektedir. Bununla birlikte herhangi bir tutuşturucu alev kaynağı varlığında çok daha düşük sıcaklıklarda tutuşarak yanabilmektedir. Oksijen, ısı kaynağı ve yanabilir madde üçlüsünden birinin olmaması durumunda tutuşma olmaz (Baysal vd. 2004).

Ahşap malzeme organik bileşiklerden oluşan bir yapıya sahip olması nedeniyle, şartlar oluştuğunda yanar. Ahşap malzemenin diğer olumsuz özellikleri sadece ekonomik zararlara yol açarken, yanmasıyla oluşan alevler ve gazlar insan hayatında yaralanma, yanık ve ölümlere neden olarak tehdit oluşturabilmektedir (Terzi, 2008).

Sentetik polimerlerden farklı olarak ağaç malzeme, homojen olmayan ve aynı zamanda da anizotropik bir maddedir. Organik bir madde olan ağaç malzemedeki en çok bulunan dörtelementin miktarları yaklaşık olarak C = %48 - 51, O = %43 - 45, H = %5 - 7, N = % 0,2' dir (Fengel ve Wegener, 1984). Bu değerler yakma analizleri sonucunda elde edilmiştir. Ağaç malzeme, yüksek molekül ağırlığına sahip doğal polimerlerin kompleks bir karışımıdır. Bunların en önemlileri selüloz (%50), hemiselüloz (%25) ve lignin (%25) olup, budağılımlar türden türe değişmektedir (Madorsky, 1964).

Ağaç malzemenin yanma özellikleri lif yönüne göre değişmektedir. Örneğin liflere paralel termal iletkenlik değeri, liflere dik iletkenlik değerinin yaklaşık iki katıdır. Gaz permeabilitesinde daha da büyük farklar vardır. Liflere paralel yöndeki gaz permeabilitesi, liflere dik yöndeki gaz permeabilitesinin 103 katıdır (Roberts, 1971). Dolayısıyla uçucu maddelerin odundan lif yönü doğrultusunda uzaklaşmaları daha kolaydır (Drysdale, 1998).

Ahşap malzemenin yanması; tutuşma, yanma ve kor haline gelme üzere üç aşamada olmaktadır. Uygun ısı derecesinde yeterli oksijenin ve bir alevin bulunması halinde ahşabın yüzeyindeki serbest gazların tutuşması ile başlayan yanma, ısının yükselmesiyle odundan çıkan ve yüzeyde toplanan gazların devamlı bir alev oluşturmasıyla devam eder. Isının gittikçe yükselmesiyle yanma sürekli olarak iç

tabakalara doğru ilerler ve gaz çıkması sona ererek odun yüzeyindeki alevler söner ve kor aşamasına geçilmiş olur. Belirli ısı derecesinin aşılmasından sonra kor halindeki ateş nihayet kül haline gelmektedir (Berkel, 1972).

2.2.4. Termik Bozunma

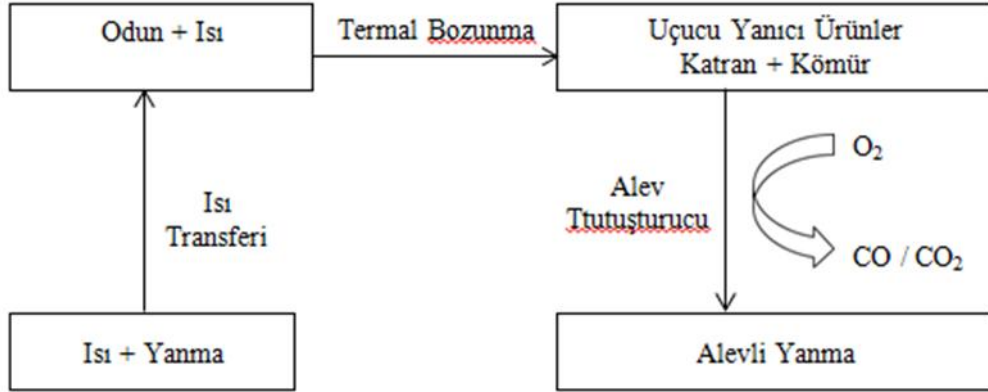
Odun çok sayıda organik bileşiklerden oluşması nedeni ile ısı etkisinde bozunabilen ve yanabilen bir maddedir. Odunun termal bozunması sonucu oluşan ürünler sıvı ve gaz formlarında olmaktadır (Yoğurtçu, 2010).

Odun yüksek sıcaklıkta ısıtıldığı zaman farklı kimyasal bileşikler oluşacak şekilde bozunma gerçekleşir. Bu değişimler sıcaklığın derecesine, odunun pH derecesine, nem içeriğine, ısıtma ortamına, sıcaklığın etki süresine ve odunun türüne göre değişiklik gösterir. Odundaki termal bozunma, odun bünyesindeki karbonhidratların kütle kaybına neden olan depolimarizasyon reaksiyonları ile gerçekleşir (Yoğurtçu, 2010).

Odunun yanmasını geciktiren kimyasalların birçoğunun organik malzemenin degradasyon sıcaklığını düşürdüğü, kömürleşme oranını arttırdığı, yanıcı gazların oluşumunu azalttığı ve uçucu maddelerin kompozisyonunu değiştirdiği ve dolayısıyla yanma ısısını düşürdüğü kesin olarak bilinmektedir. Bazı kimyasalların düşük sıcaklık derecelerinde hidroliz olayını başlattığı belirtilmiştir. En önemli fiziksel davranış, yanmayı geciktirici kimyasaldan yanıcı özellikte olmayan gazların yayılması ve ısı absorpsiyonu ile odunun tutuşması için gerekli olan sürenin uzamasıdır (Reh, 1992).

Russell vd. (2004) ağaç malzemenin termal degradasyonunu 3 aşamalı olarak açıklamaktadır. Birinci aşamada; ağaç malzemenin pirolizi ya da ısınması ile kömür (katı kalıntı), katran (sıvı kalıntı) ve gazlar oluşmaktadır. İkinci aşamada ise; uçucu gazların oksijen ile reaksiyonu gerçekleşmektedir. Reaksiyonun gerçekleşmesi için uygun bir tutuşturucu kaynağın olması gerekmektedir. Üçüncü aşamada; ekzotermik reaksiyon sonucunda oluşan ısı, katı ağaç malzeme pirolizinin (kömürün oluşumu) devam etmesini sağlamaktadır. Böylece daha fazla miktarda uçucu madde açığa

çıkılmaktadır. Dolayısı ile oluşan ısı tekrar ağaç malzeme yüzeyine dönmekte ve bir döngü oluşturmaktadır. Bu döngü ağaç malzemenin etrafının tamamen kömür ile kaplanıp bütün olası gazların çıkışına kadar devam etmektedir. Şekil 2.7 (Kaya, 2011).



Şekil 2.7. Odunun yanma döngüsü (Kaya, 2011).

Odun bileşenlerinde düşük sıcaklıklardaki termik stabilitesi hemiselülozlar < lignin < selüloz sırasını izlerken, yüksek sıcaklıklarda ise; hemiselülozlar < selüloz < lignin biçiminde bir sıralanış söz konusudur. Hemiselülozların termik yoldan 200 °C ile 250 °C arasında bozunduğu, selülozun ise 280 °C'de bozunmaya başlayıp 300 °C ile 350 °C arasında tamamen bozunduğu, ligninin de 300 °C ile 350 °C arasında bozunmaya başlayıp 400 °C ile 450 °C arasında bozunmanın tamamlandığı bildirilmektedir. Hızlı pirolizde tutuşabilir gazlar içinde; CO, metan, formaldehit, formik asit, asetik asit ve metanol yer almaktadır. 400 °C ile 500 °C arasında karbonizasyonun tamamlanmasıyla ve tutuşucu gazların uzaklaşması sonucu geriye odun kömürü kalmaktadır (Goldstein, 1973).

2. 2.5. Tutuşma Ve Yanma

Organik maddelerden olan ahşap ve ahşap esaslı malzemeler belirli sıcaklık derecelerinin üstündeki değerlerde tutuşma ve yanma özelliklerine sahiptir. Ahşap, uygun koşullar altında 150 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda uzun süre bekletilirse, tutuşabilmektedir. Ahşap malzeme için tutuşmanın meydana geldiği en kritik sıcaklık

derecesi 220 °C ve üzeri olup, genel olarak yüzey tutuşma sıcaklığı 260-290 °C arasında olmaktadır (Berkel, 1970).

Ahşap, yeterli oksijene sahip atmosfere ve sıcaklığa maruz kaldığında tutuşabilmektedir. Tutuşmanın iki tipi olup, bunlar alev kaynaklı ve alev kaynaksız tutuşmadır. Alev kaynaklı tutuşma bir kıvılcım veya alev gibi herhangi bir alev kaynağının varlığında meydana gelmekte iken, alev kaynaksız tutuşma ise herhangi bir alev kaynağının olmadığı bir ortamda gerçekleşmektedir (White ve Diertenberger, 2002).

Ağaç malzemenin tutuşma sıcaklığını etkileyen faktörler; ağaç türü, yoğunluğu, rutubet miktarı, kalınlığı, yüzey alanı, proliz (odunun kimyasal yapısının yüksek ısı etkisi altında geri dönüşümsüz bozulması) karakteristikleri, ısı iletkenliği ve ekstraktif madde miktarıdır. Ahşap tutuştuğunda yüzeydeki alevin ilerleme hızı büyük ölçüde odunun ısı iletkenlik değerine ve ısı kapasitesine bağlıdır. Bu değerler büyük oranda yoğunlukla doğrudan ilişkilidir. Bu konuda yapılan çalışmalar yoğunluk ile alev yayılmasının ters orantılı olduğunu göstermektedir (Leao, 1993).

Tutuşma sıcaklığı; ağaç malzemenin anatomik özelliklerine, yoğunluğuna, fiziksel özelliklerine, ısı iletkenliğine, ısı kaynağının niteliğine ve oksijen miktarına bağlı olarak geniş ölçüde değişmektedir (Göker ve Ayrılmış, 2003).

Ahşabın tutuşabilirliği üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaların sonuçlarından ahşabın tutuşmasını etkileyen temel faktörler sırasıyla aşağıda verilmiştir (Reh, 1992).

1. Alev kaynağının mevcut olup olmaması,
2. Alevin büyüklüğü ve pozisyonu,
3. Isıtma oranı ve metodu,
4. Isıya maruz kalma süresi,
5. Ortamda bulunan oksijen miktarı,
6. Hava akımı ve türbülans,
7. Odunun büyüklüğü,

8. Odunun ısıya maruz kaldığı alan,
9. Odunun termal özelliği,
10. Odunun yoğunluğu,
11. Rutubet miktarı,
12. Kimyasal bileşimi, eterik yağ içeriği ve termal degradasyonu,
13. Kimyasal maddelerin uygulanma şekli.

2.2.6. Sıcaklığın Ağaç Malzemeye Etkisi

Yangın sırasında ahşap malzemede 170 °C ye kadar kuruma, 270 °C ye kadar CO, CO₂ ve su buharı çıkışı, 250-300 °C de de tutuşma görülmektedir. Ahşap yüzeyi ısı etkisi ile kömürleşmekte, oluşan kömür tabakası, ısı köprüsünü keserek alevin ahşabın iç bölgelerine ilerlemesini önlemekte ve taşıyıcı sistemin uzun süre dayanıklılığını korumasını ve ayakta kalmasını sağlamaktadır. Yangın geciktirici maddelerle muamele edilmiş ahşabın yangın anında sağladığı en büyük avantaj, yavaş yanması ve ses çıkararak çökmeyi önceden haber vermesi sayesinde can kaybını minimuma indirmesidir (Akıncıtürk ve Perker, 2003).

Ahşap yüksek sıcaklığa maruz kaldığında pirolize uğrayarak ortama uçucu gazlar yaymakta ve kömürleşmektedir. Ahşaptan ayrılan uçucu gazların yanıcı özellikte olanları 400- 500°C'de hava ile karışması sonucu tutuşabilmekte ve bu gaz safhasında alevler görülebilmektedir. Bu sıcaklığın üzerinde yanıcı gazlar tamamen bitmekte ve geriye karbondioksit, karbonmonoksit ve aktif kor kalmaktadır (Levan, 1989; White ve Dietenberger, 2002).

Ahşap malzeme ısıya ve havaya maruz kaldığında yanacaktır. Ahşabın termal bozunması aşamalar halinde meydana gelir. Bozunma prosesi ve termal bozunma ürünlerinin tümüyle ortaya çıkması ısı oranına ve sıcaklık değerine bağlıdır. Ahşabın tutuşması sırasında meydana gelen olaylar zinciri şöyledir (Özcan, 2011).

İlk olarak ısıya maruz kalan ahşap malzeme uçucu gaza dönüşebilen sıvıya ve kömürleşmeye ayrışır. Kömürleşme, daha ziyade 300 °C nin altında meydana gelir. Daha sonra 400-500 °C arasında ahşap malzemedan ayrılan sıvı madde havayla

temas ettiğinde tutuşabilir. Gaz hali tutuşmaları alev olarak gözlemlenir (Özcan, 2011).

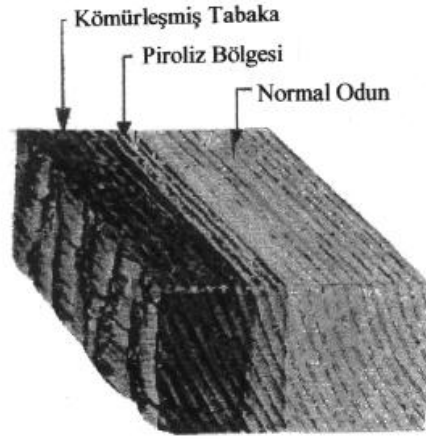
Ağaç malzemenin farklı sıcaklıklara gösterdiği tepkileri Çizelge 2.1’de özetlemiştir (Russell vd. (2004).

Çizelge 2.1. Ağaç malzemenin farklı sıcaklıklara gösterdiği tepkileri.

Sıcaklık (°C)	REAKSİYONLAR
100-200	Ağaç malzeme düzenli olarak ağırlık kaybeder ve CO ₂ gibi yanıcı olmayan gazlar, az miktarda formik asit, asetik asit ve su buharı meydana gelir.
160	Lignin’in bozunmasıyla birlikte ağaç malzeme yüzeyinde kömürleşmiş tabaka oluşumu başlar.
200-260	Ekzotermik reaksiyonlar başlar. Parçalanma ürünleri olan gazların ve yüksek kaynama noktasına sahip katran oluşum miktarının artması ekzotermik reaksiyonların başlamasının işaretidir. Ayrıca, düşük kaynama noktasına sahip hidrokarbonların açığa çıktığı alanlarda yanma görülür.
275-280	KontROLSÜZ olarak yüksek miktarda ısı açığa çıkar. Metanol, etanoik asit ve bu maddelerin homologları olan gaz ve sıvı ürünlerde artış olur.
>280	Gaz çıkışı ve kömürleşmiş tabaka oluşumu hızlanır. 280–320 °C lik sıcaklık aralığında reaksiyonlar oldukça ekzotermiktir.
>300	Eğer bu noktada yeterli oksijen varsa gaz karışımı tutuşur. Yanma, ağaç malzemenin kendi yüzeyinden ziyade yüzeyin biraz üzerinde gaz fazda devam eder. Bu noktada ısı kaynağının ortamdaki uzaklaştırılmasından sonra da ağaç malzeme yanabilir. Ağaç malzeme, özelliğine bağlı olarak 300–400 °C sıcaklık aralığında tutuşur. Yanma bütün ağaç malzeme bileşenlerinin ve uçucu gazların yanmasına kadar devam eder. Yanma yaklaşık 450 °C sıcaklığa kadar devam eder.
>450	Geriye kömür kalır. Karbondioksit, karbonmonoksit ve suyun okside olması ile degradasyon daha da ileri gider.

Piroliz: Organik maddelerin oksijensiz ortamda ısıtılması ile ortaya çıkan termal parçalanma sürecidir. Ahşap malzemenin hızlı pirolizi, yavaş pirolize oranla yanma ısısı arttığından daha az kömürleşmeye ve daha fazla yanıcı katranlar ve gazların çıkışına yol açmaktadır. Yavaş pirolizde ise, daha fazla kömürleşme ve daha az yanıcı gaz çıkışı olmaktadır (Yalınkılıç, 1993; Özbay, 2012).

Ahşabın kömürleşme oranı; ahşabın yoğunluğu, rutubeti, anatomisi, kimyasal yapısı ve permeabilite özelliklerine bağlıdır. Yanmayı geciktirici kimyasallar kömürleşmiş kısmın derinliğini arttırmada etkili olmaktadır. Şekil 2.8’de görüldüğü üzere ahşap ve ahşap esaslı malzemelerde kömürleşme yüzey tabakasında oluşmakta ve normal ahşap kısmı uzunca bir süre bu tabakanın altında kalmaktadır (White ve Dietenberger, 2002). Kömürleşmiş tabaka kısmına dışarıdan yeterli bir ısı gelmedikçe alevler bir süre sonra sönmektedir (Ayrılmış, 2006).



Şekil 2.8. Ağaç malzemedeki kömürleşme, piroliz ve normal odun bölgesi (White ve Dietenberger, 2002).

Rutubet miktarı, odunun kömürleşme oranını etkileyen önemli bir faktördür. Ahşapta liflere paralel yöndeki kömürleşme oranı liflere dik yönden iki kat daha fazladır. Permeabilite ahşaptan uzaklaşan rutubetin hareketini veya kömürleşmiş tabakanın altındaki ahşaba rutubet girişi hareketini etkilemektedir (White ve Dietenberger, 2002).

Kömürleşmiş tabakanın en iç bölgesinde sıcaklık ortalama 300 °C civarında olup, ahşabın düşük ısı iletimi nedeniyle bu tabakadan 6 mm iç tarafa doğru sıcaklık yaklaşık 180 °C'ye düşmektedir. Kömürleşme tabakasından yaklaşık 13 mm aşağıdaki ahşabın sıcaklığı ise yaklaşık 100 °C civarındadır (Ayrılmış, 2006).

Yangın geciktirici maddeler ile işlem görmüş ahşap malzemenin kömür tabakasındaki yapılan mikro incelemede; işlem görmemiş ahşap malzemeye göre farklı

kömürleşme olduğu, bu kömürleşme içerisinde yangın geciktiricilerin makro parçalarının bulunduğu, bu parçaların oluşumunun kömürleşme derecesi ve kömürün görünümü üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir (Zicherman vd. 1982).

2.2. LİTERATÜR ÖZETİ

Berkel (1972); White (1988), tarafından yapılan araştırmalarda, ağaç malzemeyi ateşe karşı koruyan bütün emprenye tuzlarının, düşük sıcaklıkta odunda daha fazla kömürleşme oluşturduğunu ve bu kömür tabakasının malzemenin iç kısımlarının ateşe karşı korunması için izolasyon sağladığını, yanmanın ilerlemesini engellediğini ve zararı azalttığını belirtmiştir.

Berkel (1972), tarafından ilk olarak 1895 yılında ABD / Milli Savunma Bakanlığı tarafından savaş gemilerinde ateşe dayanıklı malzeme kullanılmasını istediği, ticari olarak Amerika'da ateşe dayanıklı emprenye maddesinin ağaç malzemeye uygulanmasının ilk defa Max Bachert tarafından amonyum fosfat ve amonyum sülfat kullanıldığını belirtmiştir.

Cullis (1981), ağaç malzemenin yanma direncinin artırılması amacıyla yapılan çalışmaların tarih öncesinden başladığını, Mısırlıların bu amaçla çözeltiler kullanmayı keşfettiklerini ve M.Ö.83 yılında da Piracus'un kuşatılmasında kulelerin yangına karşı korunmasında kullanıldığını, ayrıca M.Ö. 4. yüzyılda Aeneas'ın, yangına karşı dayanımın artırılması için, ağaç malzemenin emprenyesinde sirke kullanılmasını önerdiği ve daha sonra da Romalıların kullandığını bildirmiştir.

Göker ve Bozkurt (1986), yangın koruyucu maddelerle emprenye edilmemiş lamine ağaç malzemenin ateşten 1,3 mm/dak. etkilendiğini, emprenye edilenlerde ise etkilenemenin 0,5 mm/dak'ya kadar düştüğünü bildirmişlerdir.

Lee (1989), kontrplak, yonga levha ve lif levha (MDF) üzerine fırça ile sürme metoduyla 1, 2 ve 3 kat yangın geciktirici özelliğe sahip klorlu kauçuk boyayı sürerek yanma özelliklerine etkisini incelemiştir. Deney sonuçlarında; en yüksek

yanma direnci üç kat boya sürülen yonga levhada görüldüğünü, bir kat boya sürülen MDF'nin ise en az yanma direnci gösterdiğini belirtmiştir.

Levan and Winandy (1990), odun yanma özelliği olan bir malzeme olduğu için kullanım yeri ve amacına uygun olarak yanmaya karşı dirençli kimyasallarla empenye edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Leao (1993), ağaç malzemenin yanma özelliklerini; yapısı; türü, yoğunluk, rutubet miktarı, malzeme kalınlığı ve yüzey alanı, yüzey absorpsiyonu, proliz (odunun kimyasal yapısının yüksek ısı etkisi altında geri dönüşümsüz bozulması) özellikleri, ısı iletkenliği, özgül ısı ve ekstraktif madde miktarı faktörlerinin etkilediğini, ahşap tutuştuğunda; yüzeydeki alevin ilerleme hızının, ahşabın ısı iletkenlik değerine ve ısı kapasitesine bağlı olduğunu, bu değerlerin yoğunlukla doğrudan ilişkili olduğunu, yoğunluk ve alev yayılmasının ters orantılı olduğunu belirtmiştir.

Richardson (1993),su bazlı yangın geciktiriciler, 1821'de Gay – Lussac tarafından kullanılmaya başlandığını bildirmiştir. Gay – Lussac, amonyum fosfat, amonyum klorlu amonyum fosfat ve borakslı amonyum klorür kimyasallarının selülozik liflere uygun şekildedatbik edildiğinde, yangına dayanımda yüksek direnç özelliği gösterdiğini belirtmiştir.

Leao (1993), yanmayı geciktirici kimyasalların kullanım amacının; yanma esnasında yanıcı olmayan gazların yayılmasını sağlayarak yanmanın şiddetini düşürmek, ısı absorpsiyonu ile ahşabın tutuşma süresini uzatmak olduğunu belirtmiştir.

Kollmann ve Cote (1984), ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin karbon ve hidrojen içeren organik bileşiklerden meydana geldiğini, dolayısıyla bu malzemelerin yanabilen malzemeler olup yanmaz hale getirilmelerinin imkânsız olduğunu, şekil ve ölçülerinin, yangının ilerlemesinde önemli olduğunu, küçük ve ince ahşap parçaların kolay tutuşup, hızlı yandığını ve diğer yakıtların da alev almasınaneden olduğunu, ancak kompozit levhaya dönüştürüldüğünde bu özelliklerini kaybettiğini, parçanın yüzey / hacim oranının tutuşma özelliğinde etkili olduğunu, bu oranın

büyümesiyle tutuşmanın daha kolay ve alevin de daha hızlı yayıldığını belirtmişlerdir.

White ve Dietenberger (1999), ağaç malzemenin ısı ve oksijenin etkisiyle yanacağını, termal bozunmasının aşamalar halinde oluştuğunu, termal bozunma ürünlerinin ısı oranına ve sıcaklık değerine bağlı olarak ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Hafızoğlu vd. (1994), ülke ve dünya nüfusunun artışına paralel olarak, ağaç malzemenin kullanımının arttığını, ağaç malzemenin kullanım süresini arttırmak için; atmosferik şartlarla boyutlarındaki değişim, çürüklük, böcek tahribatı, yangın, mekanik etkiler vb. zarar verici unsurlara karşı yeterli ve uygun koruyucu işlemlerin yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Örs, Atar ve Peker (1997) yaptıkları araştırmada; odunu iç ve dış ortamda biyotik ve abiyotik zararlılarla, yangın vb. unsurlara karşı korumak amacıyla, çeşitli emprenye ve üst yüzey işlem maddelerinin odunun yanma özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Deneylede sarıçam ve kestane odunu deney örneklerine, ASTM-D 1413-76 esaslarına göre tanalith-CBS, su itici çözeltiler water repellent=WR+sentetik vernik ve WR+poliüretan vernik ile emprenye edildikten sonra, üst yüzey işlemleri için sentetik ve poliüretan vernikler uygulamasını yapmışlardır. Tanalith-CBC ile emprenye işleminden sonra vernik uygulaması her iki odun türünde de başlangıçta yanmayı geciktirdiği, ağırlık kaybının kestane % 20, sarıçamda % 13 olduğunu, emprenye sonrasında uygulanan verniklerin örneklerin yanma özelliklerini etkilemediğini belirtmişlerdir.

Uysal (1997), doktora tezinde; sarıçam ve doğu kayını örneklerini, uzun süreli batırma ve dolu hücre yöntemiyle sodyum sülfat, sodyum tetra borat, bakır sülfat, potasyum nitrat ve çinko sülfat maddeleriyle emprenye ederek yanma özelliklerini incelemiştir. Yanma deneyleri sonucunda; sodyum sülfat, çinko sülfat ve bakır sülfatın yangın geciktirici özellik taşıdığı, sodyum tetra borat ve çinko sülfatın sıcaklık artışını önleyici olduğu, potasyum nitrat, sodyum tetra borat ve çinko

sülfatın ise yanma esnasında duman oluşmasını azalttığını, dolu hücre yönteminin daldırma yönteminden daha etkili olduğunu belirtmiştir.

Yalın Kılıç, ark. (1997), Douglas göknarı odununun biyotik ve abiyotik zararlılarına karşı korunması amacıyla kullanılan emprenye maddelerinin yanma özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada; borlu bileşiklerin yanmayı önlemede etkili olduğunu, PEG-400'de çözündürülen borik asidin yanmayı önleyici etki göstermediğini, borlu bileşiklerle emprenyeli oduna ikinci bir işlem olarak çeşitli su itici maddeler uygulandıklarında yanma direncini olumlu etkilediğini belirtmişlerdir.

Uysal (1997), yaptığı bir araştırmada en yüksek yanma direncinin; üst yüzey işleminde üç kat boya uygulanan yonga levhada, en düşük yanma direncinin ise bir kat boya uygulanan MDF'de görüldüğü, malzemeye daha fazla boya katmanı uygulanmasının yangın direncini arttırdığını belirtmiştir.

Garba ve Maduekwe (1997), maun, obeche ve obuba odunu deney örneklerini, daldırma yöntemiyle boraks ile emprenye ederek, odun selülozunda meydana gelen alevi söndürmek için yaptıkları araştırmada; boraksın alevi söndürmede etkili olduğunu, alevin kendi kendine yayılmasını geciktirdiğini belirtmişlerdir.

Aslan, (1998) ve (Ata Kuş, 2003) tarafından yapılan araştırmalarda; yangının şiddetini, yapının veya içindekilerin göreceği zararın ölçüsü olarak tanımlanabileceğini, sıcaklık, oksijen ve yanıcı madde üçlüsündeki değişimlerin yangının şiddetini yükselttiğini veya düşürdüğünü belirtmişlerdir. Bir yangının çıkışının engellenmesi, çıkmış bir yangının hızının yavaşlatılması veya durdurulması; söz konusu bu üç unsurdan herhangi birinin yok edilmesine veya bunların arasındaki dengenin bozulmasına bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Örs, Atar ve Peker (1999), sarıçam deney örneklerini, ASTM-D 1413-76 esaslarına göre; borik asit, boraks, sodyum perborat'ın sulu veya PEG-400'de çözündürülmüş preparatları, su itici maddelerden; parafin, stiren, metilmetakrilat ve izosiyanat ile emprenye ederek yanma özelliklerini araştırmışlardır. Deney sonuçlarında; en fazla ağırlık kaybının stiren ve sodyum perborat kullanımında, en az ağırlık kaybının ise

PEG-400 + stiren kullanımında olduğunu, borlu bileşiklerin kendi kendine ve kor halinde yanmada etkili olduğunu, alev kaynaklı ve kendi kendine yanma sırasında en yüksek değerin PEG-400+borik asit kullanımında olduğunu belirtmişlerdir.

Örs ve ark. (1999b), daldırma ve basınç yöntemiyle emprenye edilen sarıçam ve doğu kayını örneklerinin yanma özelliklerinde; basınç yönteminin daldırma yöntemine göre daha iyi olduğu görülmüştür.

Örs, Sönmez ve Uysal (1999), tarafından yapılan çalışmada; potasyum nitrat, çinko sülfat, sodyum tetra borat, sodyum sülfat ve bakır sülfat maddeleri ile emprenyeli sarıçam ve doğu kayını ağaçörneklerinin yanma direncine etkileri araştırılmıştır. Emprenye işleminde; uzun süreli daldırma ve 1 saat vakum-1 saat basınç, 30 dakika vakum-30 dakika basınç olmak üzere dolu hücre metotları uygulanmıştır. Yanma sonuçlarına göre; bakır sülfat, çinko sülfat ve sodyum sülfat sarıçam ve kayında yanma direncini arttırdığı, dolu hücre yönteminin daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Uysal ve Özçifçi (2000), üç katmanlı lamine ağaç malzemenin yanma özelliklerini ASTM E-69 esaslarına göre araştırmışlardır. Deney örnekleri; dış katmanlarında küçük yapraklı Ihlamur, orta katmanlarda; Uludağ Göknarı, Akdut, Sapsız Meşe ve Sarıçam dizini şeklinde PVAc tutkalı kullanılarak üretilmiştir. Deney sonuçlarında; en fazla kütle kaybı orta katmanı meşe örneğinde, en yüksek sıcaklık değeri orta katmanı sarıçam ve göknar örneklerinde görüldüğünü belirtmişlerdir.

Baysal ve ark. (2000), kızılçam odunu örneklerini, önce bazı bitkisel sepi maddelerinin tozlarının sulu çözeltileriyle ikinci olarak da bor bileşikleriyle muamele ederek yanma değerlerini araştırmışlardır. Deney sonuçlarında; en az ağırlık kaybının boraks + borik asit karışımı emprenyeli örneklerde görüldüğünü, borlu bileşiklerin bitkisel sepi maddelerinin üzerine uygulandıklarında yanma değerlerinin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Özen vd. (2001), farklı ağaçlardan oluşan 7 katmanlı lamine malzemelerin ASTM – E 69 esaslarına göre yanma özelliklerini araştırmıştır. Deney örneklerinin

hazırlanmasında; PVAc tutkalını kullanarak dış katmanlarda sarıçam, orta katmanlarda; sarıçam, küçük yapraklı ıhlamur, akdut, sapsız meşe ve uludağ göknarını kullanmıştır. Deney sonuçlarında; en yüksek ağırlık kaybı, O₂ miktarı, yanmamış parça ve kül miktarı orta tabakası meşe olan örneklerde, en fazla CO miktarı orta tabakası küçük yapraklı ıhlamur ve sarıçam olan örneklerde, en fazla sıcaklık artışı kontrol örneklerinde, en fazla CO₂ miktarı orta tabakası akdut olan örneklerde elde edildiğini belirtmiştir.

Tsunoda (2001), ağaç malzeme ve ağaç esaslı kompozit malzemelerin, borlu bileşiklerin buharıyla empenye edilmesi konusundaki çalışmasında; mantar ve çürümeye karşı borlu bileşiklerin, sulu çözeltilerine göredaha iyi koruyucu etki gösterdiği, fakat zor yanan malzeme standardını taşımadığı, kompozit malzemenin en az %10 borik asit eşdeğerinde bor bileşiğini taşıması gerektiğini belirtmiştir.

Örs vd. (2002), tarafında yapılan araştırmada; kokarağaç odununu iç ve dış ortamdaki canlı ve cansız zararlılara karşı korumak amacıyla bazı empenye maddelerinin yanma özelliklerine etkileri incelenmiştir. Deney sonuçlarında en yüksek yanma direnci; vakum metodu uygulanarak boraks kullanımında olduğu, ayrıca stiren ve vacsol-WR'nin de yanma direncinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Bostrom (2002), yangına karşı dayanıklılığı; “yanmaya maruz kalan herhangi yapısal bir elemanın fonksiyonunu yapabilme kabiliyeti” olarak tanımlanabileceğini belirtmiştir. Yapısal bir elemanın yanma dayanımı; yük taşıma kapasitesi, alev geçirmezlik (yapısal bütünlük) ve ısı aktarımı (termal yalıtım) özelliklerini kapsadığını belirtmiştir.

Özkaya (2002), 19x100 cm ebatlarındaki kavak kontrplak, MDF ve OSB deney örneklerini; potasyum karbonat, boraks ve wolmanit maddeleriyle empenye ederek, DIN-4102 Alman Standardının B1 ve B2 yanma sınıflarına göre yanmaya karşı dayanımlarını incelenmiştir. Deney sonuçlarında; yanmaya karşı en iyi sonucun sırasıyla; OSB - boraks - daldırma MDF - potasyum karbonat - daldırma MDF - Boraks - daldırma OSB - potasyum karbonat - daldırma kombinasyonlarında görüldüğünü belirtilmiştir.

Uysal, Özçifçi ve Yılmaz (2002), alevlenebilen malzemelerin tutuşma sıcaklığına kadar ısınınca dışarıdan bir alevin etkisi olmadan da tutuşabildiğini, yanabilen malzemelerin ise başka bir alevin içinde yandığını, fakat alev söndüğü anda yanmanın da durduğunu, bu özellikteki malzemelerin yanmaz hale getirilemediğini belirtmişlerdir. Yanmayı önleyen ve/veya zorlaştıran emprenye maddelerinin, ağaç malzemeyi bozunma sıcaklığının altında bozundurarak selülozu, kömüre veya suya dönüştürdüğünü, bunun sonucunda daha yüksek sıcaklıkta ortaya uçucu ve yanıcı maddeler çıkmadığı için, odunun alevlenme özelliğinin azaldığını ve alevin büyüyerek çevreye yayılmasının engellendiğini belirtmişlerdir.

Thunman ve Leckner (2002), ahşabın ısı iletkenliğinin; hücre yapısına, rutubet miktarına, alevin liflere paralel ya da dik gelmesine göre değiştiğini, yoğunluk ve rutubetin artması ve alevin liflere paralel gelmesinin ısı iletkenlik özelliğini arttırdığını belirtmişlerdir.

Göker ve Ayrılmış (2003), ağacın tutuşma sıcaklığının; anatomik özelliklerine, yoğunluğuna, fiziksel özelliklerine, ısı iletkenliğine, ısı kaynağının niteliğine ve oksijen miktarına göre değiştiğini belirtmişlerdir.

Ata Kuş (2003) ve Özen (1998)'in yaptığı araştırmada; yanmakta olan ürünlerin çevreye alev, zehirli gazlar, duman ve buhar yaydıklarını, yangında en büyük riskin dumanın görme yeteneğini ortadan kaldırması ve insanların yangın ortamından uzaklaşamaması nedeniyle toksik gazlardan zehirlendiğini belirtmişlerdir.

Baysal (2003), borik asit ve boraks karışımına çeşitli doğal sepi maddeleriyle sarıçam örneklerini emprenye ederek, ASTM 160–50'e göre; alev kaynaklı, kendi kendine yanma ve kor halinde yanma aşamalarındaki yanma özelliklerini incelemiştir. Deney sonuçlarında; doğal sepi maddelerinin yanma parametrelerini olumsuz etkilediği, kontrol örneklerine yakın veya daha kötü düzeyde olduğunu belirtmiştir.

Akıncıtürk ve Perker (2003), tarafından yapılan bir araştırmada; yeterli kesitteki ahşap malzemenin, yangın esnasında çeliğe oranla daha uzun süre dayandığını ancak,

yanma olayı devam ettiği sürece kesitinin küçüldüğünü ve güvenli kesitin altına düştüğünde de sistemin yıkıldığını belirtmişlerdir.

Ülker (2013), ahşap malzemede yangın sırasında 170 °C'ye kadar kuruma, 270 °C'ye kadar CO, CO₂ ve su buharı çıkışı, 250-300 °C'de de tutuşma olduğu ısının etkisiyle yüzeyinde kömür tabakası oluştuğu, bu tabakanın alevin ahşabın içine doğru ilerlemesini önlediği ve taşıyıcı sistemin uzun süre dayanıklılığını sağladığını, ahşabın yangında sağladığı en büyük avantajın; yanarken ses çıkararak çökmeyi önceden haber vermesiyle can kaybınınin aza indirdiğini belirtmiştir.

Baysal vd. (2004), ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin organik özellikte olması, karbon ve hidrojen içermesi nedeniyle yanıcı olduğunu, sıcaklığının 275 °C'ye çıktığında kendi kendine yanabildiğini, herhangi bir tutuşturucu alevin etkisiyle daha düşük sıcaklıklarda dayanabildiğini belirtmişlerdir. Oksijen, ısı kaynağı ve yanabilir madde üçlüsünden birinin olmaması halinde tutuşmanın olmadığını, ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin yangın sırasında çoğu yapı malzemelerine göre üstün yönleri olsa da yanmaya karşı direncini artırıcı maddelerle empenye edilmesinin yanmanın engellenmesi açısından zorunlu olduğunu belirtmişlerdir.

Özçifçi (2004), polivinil asetat (PAVc) tutkalını kullanarak ürettiği 3 katmanlı kızılçam kaplama örneklerini; sodyum perborat, sodyum tetra borat, imersol (IWR 2000) ve tanalith-CBC (T-CBC) ile daldırma metoduyla empenye ederek ASTM-E 69'a göre yanma özelliklerini incelemiştir. BB'nin, T-CBC'ye göre yanma direncinin daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Uysal ve Kurt (2005) yaptıkları çalışmada, boraks- borik asit karışımı ile empenye ettikleri kayın ve sarıçam ağaç örneklerinin yanma deneylerinde sarıçam ağacında daha iyi sonuç elde edildiğini bildirmişlerdir.

Gao ve ark. (2006), Kuzey Çin'de yetişen beyaz çam malzemeyi; azot, fosfor, halojenler ve bor ihtiva eden alev geciktiricilerle empenye ederek, termal bozunma özelliklerini araştırmıştır. Deney sonuçlarında; empenye işleminin malzemedeki kömürleşme oranının % 10,2'den % 30,2'ye çıkarak alev geciktirici özelliği gösterdiğini belirtmişlerdir.

Ayrılmış (2006), doktora tezinde; MDF, OSB ve kontrplağın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri ile çeşitli kimyasalların yanmaya karşı dayanımlarına etkilerini incelemiştir. MDF üretiminde %50 oranında kayın ve çam lifleri karışımı, OSB üretiminde kavak yongaları, kontrplak üretiminde ise Tetra soyma kapmaları, yapıştırıcı olarak %47'lik fenol-formaldehit tutkalı, emprenye maddesi olarak da; boraks, borik asit, monoamonyum fosfat, diamonyum fosfat ve fosforik asit kimyasallarını kullanmıştır. Deney sonuçlarına göre; kimyasal madde oranı arttıkça yanmaya karşı dayanımın da arttığını, yanmaya karşı performanslarını arttırdığı için boraks ve diamonyum fosfatın levha üretiminde birlikte kullanılmasını önermiştir.

Uzel (2006), MDF ve yonga evha yüzeylerine amonyum klorür, borik asit, çinko klorit ve diamonyum fosfat maddelerini sürme ve daldırma yöntemleriyle uygulayarak DIN 4102'ye göre B1 sınıfı yanma testlerini uygulayarak yanma özelliklerini araştırmıştır. Deney sonuçlarında; daldırma yönteminin fırça ile sürmeye göre daha iyi olduğunu, diamonyum fosfat ile emprenyeli örneklerdeki yanma özelliklerinin daha iyi olduğunu, MDF levhaların yanma özelliklerinin yonga levhalara göre daha iyi olduğunu belirtmiştir.

Uysal ve Kurt (2006), yaptıkları çalışmada polivinil asetat ve fenol formaldehit tutkallarını kullanarak ürettikleri üç katmanlı Uludağ göknarı lamine örneklerini, $(\text{NH}_3)_2\text{P}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, K_2CO_3 , CaCl_2 , ZnCl_2 kimyasallarıyla emprenye ederek, yanma dayanımını araştırmışlardır. Deney sonuçlarında en yüksek yanma dayanımının, çinko klorürle emprenyeli ve fenol formaldehit tutkalıyla yapıştırılan örneklerde görüldüğünü belirtmişlerdir.

Özkaya ve ark. (2007), DIN 4102 standartlarına uygun toplam 56 adet OSB (Oriented strandbord) deney örneklerini daldırma metoduyla potasyum karbonat, boraks ve wolmanit kimyasallarıyla emprenye ederek yanma özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Deney sonuçlarında potasyum karbonatla emprenyeli örneklerde en iyi sonucun elde edildiğini belirtmişlerdir.

Temiz ve ark. (2008), ASTM D 1413-88'e göre sarıçam ve kızılâğaç deney örneklerini borlu bileşiklerle emprenye ederek, tutuşma ve yanma direnci özelliklerini araştırmışlardır. Deney sonuçlarında; en az kütle kaybının her iki ağaç türündede borik asit + boraks ile emprenyeli örneklerde görüldüğünü belirtmişlerdir.

Seferoğlu (2008), ASTM-D 69 esaslarına göre hazırlanan doğu kayını, sarıçam ve titrek kavak odunu örneklerine sentetik, selülozik, poliüretan, asit sertleştiricili ve polyester verniklerle üstyüzey işlemlerini uygulayarak yanma özelliklerini araştırmıştır. Deney sonuçlarında; en fazla ağırlık kaybının sentetik vernikli kayında, en yüksek sıcaklık değerinin sentetik vernikli sarıçamda elde edildiğini, verniklerin; yanmayı kolaylaştırdığını, sıcaklığı ve gazları arttırıcı özellik göstererek yanmayı tetikleyici ve arttırıcı bir etkisinin olduğunu belirtmiştir.

Çakmak (2008), tarafından laboratuvar şartlarında bazı kimyasallarla emprenyeli yongalardan elde edilen yonga levhaların yanma özellikleri incelenmiştir. Deneylerde; kızılçam, karaçam, sedir, meşe, kavak ve diğer ağaç yongaları püskürtme yöntemiyle borik asit, boraks, çinko sülfat, boraks+borik asit ile emprenye edilerek, üreformaldehit tutkalı ve sertleştirici madde olarak da amanyum klorür kullanılmıştır. Deney sonuçlarında; emprenyeli örneklerin yoğunluklarının kontrol örneklerinden daha yüksek olduğunu, en yüksek yoğunluğun borik asitle emprenyeli örneklerde, en yüksek yanma direncinin ise boraks ile emprenyeli deney örneklerinde olduğunu belirtmiştir.

Uysal, Kurt, Seferoğlu ve Özcan (2008), sarıçam deney örneklerine; sentetik, selülozik, poliüretan, asit sertleştiricili ve polyester vernik üst yüzey işlem uygulaması yaparak, ASTM -E-69 esaslarına göre yanma özelliklerini araştırmışlardır. Deney sonuçlarında; verniklerin yanmayı tetikleyici ve arttırıcı etkisinin olduğunu, sıcaklığı ve yanma olayında oluşan gazları arttırdığını, yangın riskinin olduğu ortamlarda vernik işlemi uygulanmamış malzemelerin kullanılmasını, malzemelere vernik işlemi uygulanacak ise vernik uygulamasından önce çeşitli yangın geciktiricilerle emprenye edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Köse (2008), emprenyeli ağaç malzemeden üretilen lamine ağaç malzemelerin ASTM - E 69 esaslarına göre yanma özelliklerini araştırmıştır. Deney örneklerinin dış katmanlarında sarıçam ve sapsız meşe, orta katmanda ise titrek kavak odunlarından üretilen papel kaplamalar, emprenye maddesi olarak da boraks, borik asit, boraks+borik asit ve diamonyum fosfat kimyasallarını kullanmıştır. Lamine deney örnekleri; çift vakum yöntemiyle emprenye edilerek, üre formaldehit (ÜF), fenol formaldehit (FF) ve melamin üre formaldehit (MUF) tutkalları kullanılarak elde edilmiştir. Deney sonuçlarında; diamonyum fosfat ve boraks maddelerinin etkili yanma direnci gösterdiğini belirtmiştir.

Terzi (2008), yüksek lisans tezinde, farklı amonyum bileşikleriyle emprenyeli masif ve kontrplak malzemenin yanma ve su absorpsiyon özelliklerini araştırmıştır. Deney örneklerinde; sarıçam ağacının diri odunu, emprenye işleminde; % 1 ve % 4'lük çözeltileri ile monoamonyum fosfat, diamonyum fosfat, amonyum sülfat, didesil dimetil amonyum klorid ve didesil dimetil amonyum tetrafloraborat kimyasal maddeleri kullanılmıştır. Deney sonuçlarında; masif örneklerindeki en fazla ağırlık kaybı didesil dimetil amonyum klorid ile emprenyeli parçalarda, kontrplak örneklerindeki en fazla ağırlık kaybının ise amonyum sülfat ile emprenyeli parçalarda görüldüğünü belirtmiştir.

Özçifçi ve Okçu (2008), meşe ve kestane kaplamalarını PVA ve poliüretan esaslı D-VTKA tutkalını kullanarak ürettikleri 2,3 ve 4 katmanlı örnekleri; çinko klorit ve BX ile emprenye ederek, tutuşma özelliklerini incelemişlerdir. Deney sonucunda en fazla ağırlık kaybının kontrol örneklerinde görüldüğünü belirtmişlerdir.

Esen (2009), yüksek lisans tezinde; sarıçam, kayın ve sapelli ağaç örneklerini Boraks (Bx), Borik Asit (Ba), Tanalith-E (Tn) ve İmersol AQUA (İm) ile emprenye ederek üst yüzey işlemlerinde sentetik, su bazlı, poliüretan ve asit sertleştiricili vernik uygulayarak ASTM-E 69 esaslarına göre yanma özelliklerini araştırmıştır. Deney sonuçlarında; en yüksek ağırlık kaybı borik asit ve sentetik vernikli kayın ağacında, en yüksek sıcaklık değeri ise İmersol AQUA ve su bazlı verniklik ayın ağacında görüldüğünü belirtmiştir.

Kurt ve Uysal (2009), fenol formaldehit ve PVAC tutkalını kullanarak meşe ağacından elde ettikleri 3 katmanlı lamine örneklerini; diamonyum fosfat, alüminyum sülfat, potasyom karbonat, kalsiyum klorür ve çinko klorür ile emprenye ederek, ASTM E-69 standartlarına göre yanma özelliklerini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlarda; fenol formaldehit ile yapıştırılmış ve çinko klorür ile emprenyeli örneklerin yangın geciktirici özelliklerinin iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Kaçamer (2010), yaptığı yüksek lisans çalışmasında emprenye edilmiş ısıtıl işlemlili doğu kayını ve uludağ göknarı odunlarının yapışma ve yanma dirençlerini incelemiştir. Emprenye tekniği olarak, vakum ve basınç yöntemiyle İmersol aqua ve tanalith-e kullanılmış olup, iki farklı sıcaklıkta (120 °C, 170 °C) 6 saat süreyle ısıtıl işleme tabi tutulmuştur. Deney sonuçlarında en yüksek; retensiyon oranı İmersol AQUA ile emprenyeli göknarda, yapışma direnci kayın odunu kontrol örneklerinde elde edilmiştir. Yanma deneyinde; en fazla ağırlık kaybı, O₂ miktarı, CO miktarı ve sıcaklık değeri Tanalith-E kullanımında görülmüştür. Isıtıl işlem uygulanmış ağaç malzemenin, alevlenmeyi geciktirdiği ve yanmaya karşı direnç gösterdiği için yanma riski bulunan yerlerde kullanılması önerilmiştir.

Özcan (2011), doktora çalışmasında; yanma değerlerindeki veri kayıplarını en aza indirmek, daha hassas veri elde etmek, iş gücü tasarrufu yapmak, daha az sayıda deney yapmak vb. için, bilgisayar kontrollü yanma düzeneğini hazırlamış ve kullanmıştır. Kullanılan yanma düzeneği vasıtasıyla örneklerde; ağırlık kaybı (%), üst - orta ve alt sıcaklık değerleri, kül ve nem miktarı ölçümlerini yaparak, kullanılan yanma düzeneğinin ağaç malzemenin koruması ve yanma özelliklerinin belirlenmesi çalışmalarında yaygın olarak kullanılma imkânını sağlamıştır. Deney sonuçlarında; ısıtıl işlemlili örneklerin ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerinden daha düşük, ısıtıl işlemlili örneklerin üst sıcaklık ve baca sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerinden daha yüksek, ısıtıl işlemlili örneklerin karbon monoksit, azot monoksit ve oksijen kaybı değerlerinin kontrol örneklerinden daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Kaya (2011), yükek lisans tezinde; sarıçam odunu deney örneklerini, Bor Enstitüsü tarafından üretilen ve ahşap bor olarak adlandırılan “disodyum pentaborat dekahidratın” üç ayrı çözeltisiyle daldırma yöntemiyle emprenye ederek yanma

dayanımını araştırmıştır. Yanma deneyi sonularındada; emprenye süresi ve çözelti yoğunluğu arttıça yanma sonrasında kalan malzeme miktarının da arttığını, yapı endüstrisinde sıkça kullanılan sarıçamın yanma dayanımını arttırmak için %15 çözeltili “disodyum pentaborat dekahidrat” bileşiğinde 1 hafta süre ile emprenye edilerek kullanılmasını önermiştir.

Özdemir (2012), doktora tezinde; yüksek yoğunluktaki (HDF) laminat parkenin yanmaya karşı dayanımını araştırmıştır. Deney örnekleri; %50 oranında kayın ve sarıçam liflerine, tam kuru lif miktarına oranla toz halinde % 3, % 6 ve % 9 oranlarında boraks, borik asit, amonyum polifosfat ve alfa-x kimyasallarının ilavesiyle üretilen 6,5 mm kalınlıktaki HDF levhalarının yüzeyleri overlay, dekor ve balans kâğıtları ile kaplanarak hazırlanmıştır. Deney sonularındada; kimyasalların levhaların yanma dayanımını, mantar ürüklüğünü ve küf mantarı dayanımını arttırdığını, fiziksel ve mekanik direnç özelliklerini olumsuz etkilediğini, yüzey kalitesi özelliklerine etkisinin olmadığını belirtmiştir.

Ertekin (2013), yüksek lisans tezi çalışmasında; sarıçam, doğu kayını ve ladin örneklerine yangın geciktiricili özellikli ecelak boya, sayerlak boya ve nano vernik üst yüzey işlemlerini uygulayarak ASTM-E 69 esaslarına göre yanma özelliklerini incelemiştir. Deney sonularındada; en düşük ağırlık kaybı ecelak boyalı doğu kayını örneklerinde, en yüksek sıcaklık değeri ise doğu kayını kontrol örneklerinde görüldüğünü belirtmiştir.

Ülker (2013), doktora çalışmasında, mineral lif ilaveli yonga levhaların yanma dayanımı, fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemiştir. Deneyler için; % 10, % 15 ve % 20 oranlarında cam ve taş yünü ilaveli % 50 karaçam, % 30 doğu karadeniz meşesi, % 15 titrek kavak ve % 5 atölye (piyasa) talaşi, üre formaldehit ve melamin formaldehit tutkalıyla üretilen toplam 70 adet deney levhasını kullanmıştır. Deney sonularındada; cam ve taş yünü ilavesinin, yonga levhaların yanma özelliklerinde % 30 - % 335 arasında artma, mekanik özelliklerinde ise % 39 - % 75 arasında azalma olduğunu belirtmiştir.

Çalım (2013), yüksek lisans tezi çalışmasında; sıvı azotla muamele görmüş ve boraks ile emprenye edilmiş ağaç malzemenin yanma özelliklerini incelemiştir. Deney sonuçlarında, tüm ağaç malzemelerin retensiyon miktarlarının arttığını ve ağırlık kayıplarının % 50-65 oranında azaldığını, yangın riski olan yapılarda kullanılacak ağaç malzemenin emprenye işlemi öncesi sıvı azot uygulanmasına tabi tutulmasını ve boraks ile emprenye edilmesini önermiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada; yapı ve mobilya sektöründe yaygın olarak kullanılan Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*), Doğu Kayını (*Fagus Orientalis L.*), Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana Mattf.*), Meşe (*Quercus robour*), Dişbudak (*Fraxinus exelsior L.*), Kestane (*Castanea Sativa Mill.*) ve Afrika Maunu (*Khaya İvorensis A. Chev.*) ağaçları kullanılmıştır.

3.1. ÇALIŞMADA KULLANILAN AĞAÇ TÜRLERİNE AİT GENEL BİLGİLER

3.1.1. Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*)

Yayılışı: Sarıçam; Avrupa ve Asya'da yaklaşık 3700 km eninde ve 14700 km uzunluğunda çok geniş bir yayılış alanına sahiptir (Alemdağ, 1967;Anonim, 1994; Pehlivan, 2010). Ülkemizde Of, Sürmene, Bursa, Balıkesir, Ardahan, Oltu, Göle ve Sarıkamış dolaylarında (700-2700 m'lerde) yayılış gösterir (Çoban, 2007; Şenyurt, 2011).

Makroskopik özellikleri: Yıllık halka sınırları belirgin, diri odun sarımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımsı sarı, kırmızımsı kahverengindedir. Yaz odunu koyu, ilkbahar odunu açık renklidir. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş ani, bazen yavaştır. Yaz odunu parlak kahverengidir ve teğet kesitte geniş sarımsı şeritler oluşturur (Dağlıoğlu, 2010).

Mikroskopik özellikleri: Yaz odunu traheidleri radyal yönde çok yassılaştırmış, kalın çeperli, dar lümenlidir. İlkbahar odunu traheidlerinin radyal çeperlerindeki kenarlı

geçitler çoğunlukla üniseridir. Yaz odunu traheitlerinin teğet çeperlerinde de nadiren küçük çaplı kenarlı geçitlere rastlanabilir. Özışınları üniseri ve heterojendir. Enine traheitler bol miktarda küçük kenarlı geçitler içermektedir. Boyuna trheitlerle özışını paranzim hücrelerinin karşılaşma yerlerinde pencere şeklinde geçitler vardır. Reçine kanalları, boyuna ve enine kanallar şeklindedir (Merev 2003; Bozkurt ve Erdin, 2013).

Fiziksel ve mekanik özellikleri:Sarıçamın ortalama fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir (Pehlivan, 2010; Bozkurt ve Erdin 2013; Merev, N., 2003; Örs ve Keskin, 2008).

Çizelge 3.1. Sarıçamın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri.

Fiziksel Özellikler			Mekanik Özellikler		
Yoğunluk g / cm ³	D ₀	0,49	E- modül (N/mm ²)	E-Mod.	11 700
			Eğilme Direnci (N/mm ²)	σ _E	98
	D ₁₂	0,52	Basınç Direnci (N/mm ²)	σ _B	54
			Çekme Direnci (N/mm ²)	σ _Ç	102
Daralma yüzdesi %	β _t	4,0	Din. Eğil. Direnci (kN/cm)	a	3,9-7,0
	β _t	7,7	Makaslama Direnci (N/mm ²)	σ _M	10
	β _v	12,1	Yarılma Direnci (N/mm ²)	σ _Y	46
			Brinel sertlik (N/mm ²)	H _B	24

Diğer Özellikleri: Sarıçam odunu kolay kurutulur, çatlamaya ve dönüklüğe eğilimi azdır. İyi işlenebilme ve yapışma özelliğine sahiptir. Güç cilalanır. Öz odun güç, diri odun kolay emprenye edilmektedir. Binaların iç ve dış mekânlarında, pencere doğramalarında, emprenye edildiğinde maden direği, tel direği ve travers olarak, kaplama levha, kontraplak, lif ve yonga levha ile kâğıt endüstrisinde ve mobilya yapımında kullanılmaktadır (Aslan 1994; Bozkurt ve Erdin 2013).

3.1.2. Doğu Kayını (*Fagus Orientalis L.*)

Yayılışı: Doğu kayını; Kafkasya, Kuzey İran, Türkiye ve Kuzey Doğu Avrupa’da yayılır. Ülkemizde en geniş yayılışını Karadeniz bölgelerimizde yapar. Demirköy’den Hopa’ya kadar Karadeniz sahiline paralel dağların orta ve yüksek

kısımlarında, Güney Anadolu’da Adana’nın Pos ormanlarında, Amanos Dağlarında ve Kahramanmaraş-Andırın yöresinde lokâl olarak bulunur. 30-40 metre boy, bir metre üzerinde çap yapabilen dolgun ve düzgün gövdeli birinci sınıf orman ağacıdır. (Yaltırık ve Efe, 2000; Anşin ve Özkan 2006; Büyüksarı, 2011).

Makroskopik Özellikler: Odunu tabii halde kırmızımsı beyaz, fırınlanmış halde tuğla kırmızısı renktedir. İleri yaşlarda meydana gelen kırmızımsı kahve renkli öz odun (kırmızı yürek) oluşur. Kırmızı yürek, odunun doğal güzelliğini bozar ve emprenye edilemez. Ayrıca, asitli koku yayar. Kalın ve yüksek öz ışınları radyal kesitte parlak öz ışını levhaları oluşturur. Her üç kesitte de öz ışınları açık olarak görülür. Teğet kesitte ince parlak çizgiler, radyal kesitte sivri uçlu iğler şeklinde sıralanmıştır (Örs ve Keskin, 2001; Hafizoğlu, 1994; Gören, 2013).

Fiziksel ve Mekanik Özellikler: Doğu Kayının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.2’de gösterilmiştir (Malkoçoğlu, 1994; Baltacı, 2010).

Çizelge 3.2. Doğu kayının fiziksel ve mekanik özellikleri.

Fiziksel Özellikler			Mekanik Özellikler		
Yoğunluk g / cm ³	D ₀	0,645	E- modül (N/mm ²)	E-Mod.	8 300
			Eğilme Direnci (N/mm ²)	σ _E	112
	D ₁₂	0,669	Basınç Direnci (N/mm ²)	σ _B	57
			Çekme Direnci (N/mm ²)	σ _Ç	132
Daralma yüzdesi %	β _r	4,95	Makaslama Direnci (N/mm ²)	σ _{MR}	9,62
				σ _{MR}	9,97
	β _t	11,04	Yarılma Direnci (N/mm ²)	σ _{YR}	0,748
				σ _{YT}	0,107
	β _v	16,21	Brinel sertlik (N/mm ²)	H _{B//}	0,549
				H _{BR}	0,263
H _{BT}				0,286	

Mikroskopik Özellikler: Yıl halkaları enine kesitte oldukça belirgindir. Sonbahar halkası ilkbahar halkasına göre daha koyuca renktedir (Örs ve Keskin 2001; Hafizoğlu 1994). Dağınık traheli, trahelerin sayısı yaz odununa doğru gidildikçe azalmakta, çapları küçülmektedir. Öz odunundaki trahelerin içleri yabancı

maddelerle dolu olabildiği gibi tüllerde bulunabilir. Tül oluşumu permeabiliteyi etkiler. Geniş öz ışınları ise birkaç mm yüksekliğindedir. Öz ışınları ile trahelerin karşılaşma yerlerinde geçitler büyüktür. (Büyüksarı, 2011; Bozkurt ve Erdin, 2013).

Diğer Özellikleri: Doğu kayını çatlama eğilimi olan, dikkatli kurutulması gereken bir türdür. Kolay işlenir, buharla bükme işlemine elverişlidir. Rendelenen yüzey parlak ve pürüzsüzdür. Her çeşit cila ve vernik işlemi başarı ile uygulanabilir. Orta sertlikte bir ağaçtır (Özcan, 2007). Diri odun kolay, öz odunu güç emprenye edilir. Her çeşit masif mobilya, lambri, spor aletleri, oyuncak, bobin, iç doğramalarda, merdiven basamak ve korkuluklarında, parke döşemelerinde, yonga ve lif levha yapımında, kontrplak, kaplama levha, fıçı, karoser yapımında, alet sapı, sandal ve fırıncükrekleri, iş tezgâhı, torna işlerinde kullanılmaktadır (Aslan, 1994; Özcan, 2007; Dağlıoğlu, 2010; Baltacı, 2010; Bozkurt ve Erdin, 2013).

3.1.3. Uludağ Göknarı (*Abies bornmuelleriana*)

Yayılışı: Ünlü Botanikçi Bornmülleri'in ismini taşıyan ve tamamen Türkiye'ye özgü olan bir Göknar türüdür. Deniz seviyesinden 4700 m rakıma kadar yayılış gösteren, 30-40 metre boya ulaşabilen 70'den fazla türü olan ağaçtır. (Edwards, 1982). Batı Karadeniz Bölgesi, Kocaeli havzası ve Bafra Büyük Çay mevkisinde yayıldığı görülür (Aslan, 1994; Dönmez, 2005; Özkaya, 2007).

Makroskopik özellikleri: Yetiştirme muhiti odunun özellikleri üzerine çok etkilidir. Yüksek rakımlarda yıllık halkalar dar, deniz seviyesine yakın yerlerde ise geniştir. Diri ve öz odun renk bakımından farklı değildir. Odun rengi sarımsı beyaz ile gri beyazdır. Yıllık halkasınırları belirgindir. Yaz odunu belirgin ve koyu kırmızımsı renktedir. Odunu yumuşak ve oldukça hafiftir. Normal olarak reçine kanalı yoktur (Merev, 2003; Baltacı, 2010).

Mikroskopik özellikleri: Yıllık halka sınırları belirgindir. Yaz odunu traheidleri yıllık halka sınırında radyal yönünde yassılaştırmış ve kalın çeperli, ilkbahar odunu traheidleri ince çeperli ve geniş lümenlidir. Öz ışınları heterojen (heteroselüler)

yapıda olup, tamamen paranzim hücrelerinden oluşmaktadır (Bozkurt ve Erdin 2013).

Fiziksel ve Mekanik Özellikler: Uludağ göknarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.3’de gösterilmiştir (Merev 1988, Yaltırık 1994; Baltacı, 2010).

Çizelge 3.3. Uludağ göknarının fiziksel ve mekanik özellikleri.

Fiziksel Özellikler			Mekanik Özellikler		
Yoğunluk g / cm ³	D ₀	0,40	E- modül (N/mm ²)	E-Mod.	8 300
			Eğilme Direnci (N/mm ²)	σ _E	73
	D ₁₂	0,429	Basınç Direnci (N/mm ²)	σ _B	37
			Çekme Direnci (N/mm ²)	σ _Ç	62
Daralma yüzdesi %	β _r	4,3	Makaslama Direnci (N/mm ²)	σ _M	5
	β _t	8,6	Yarılma Direnci (N/mm ²)	σ _{YR}	,65
				σ _{YT}	0,64
	β _v	13	Brinel sertlik (N/mm ²)	H _{B //}	19,5
H _{BT}				8,6	

Diğer Özellikleri: İyi ve çabuk kurutulur. Kolay işlenir, düzgün ve pürüzsüz bir yüzey verir, iyi yapıştırılır. Kolay cilalanır ve boyanır. Çatlama ve dönüklüğe eğilimi azdır. Dayanıklı değildir, mantar ve böceklerle karşı hassastır. Emprenyesi güçtür. Kaplama, kontrplak, ambalaj ve yapı malzemesi, mobilya, doğrama, lif ve yonga levha, müzik aletleri, selüloz, kâğıt ve kibrit sanayinde önem taşır. (Merev, 1988; Dönmez, 2005; Baltacı, 2010).

3.1.4. Meşe (*Quercus robur* L.)

Yayılışı: Meşeler, insanoğlunun saygınlığını kazanmış, birçok durumda güç ve kudretin sembolü olarak kullanılmıştır. Meşe ormanların alanı, çamdan sonra ikinci sırada yer almakta olup, yaklaşık olarak ormanların % 25’ ini kaplamaktadır. Türkiye’deki meşeleri; beyaz meşeler, kırmızı meşeler ve daimi yeşil meşeler olmaküzere üç grupta toplamak mümkündür. 20-40 m boya ve ve 2 m. gövde çapına erişebilen, kerestesi dayanıklı bir orman ağacıdır. En uygun yetişme alanlarında 500–800 yıl kadar hayatta kalabilmektedir. Tanen bakımından zengin olan palamut

meyvesinin sırası sepicilikte (dericilik) ve boya sanayinde kullanılır (Kayacık, 1985; Anşin ve Özkan 1993; Dündar, 1997; Yaltırık ve Efe, 2000; (Dağdelen, 2010; Büyüksarı, 2011; Oruç, 2012).

Makroskopik Özellikler: Diri odun çoğunlukla dar ve sarımsı beyaz, öz odunu açık kahverengi ile sarımsı kahverengindedir. Yıllık halka sınırları belirgindir. İlkbahar odunu traheleri çok büyüktür, çıplak gözle görülebilir. Öz ışınlar tek sıralı ve çok sıralı olmak üzere iki çeşittir. Radyal kesitte kaba aynalar teşkil ederler. Teğet kesitte ise iğ şeklinde görülürler. Dekoratif ve ağır bir odunu vardır (Dağdelen, 2010; Büyüksarı, 2011; Oruç, 2012; Bozkurt ve Erdin, 2013).

Mikroskopik Özellikler: Halkalı trahelidir. İlkbahar odunu traheleri; çok sıralı, elips şeklinde 1–5 sıralıdır. Yaz odunu traheleri; radyal yönde ve çoğunlukla çatal şeklinde, geniş radyal sıralar oluşturur. Perforasyon tablaları basit tiptedir. İçleri fazla miktarda tüllerle doludur. Boyuna paransimler, apotraheal dağınık veya teğet şeritler teşkil ederler. Paratraheal paransimler, ilkbahar ve yaz odunu traheleri ile öz ışınları arasında gayri muntazam bir şekilde bulunurlar. Öz ışınları homoselüler yapıdadır. Libriform lifleri, lif traheleri ve vasisentik traheidler esas dokuyu teşekkül ederler (Çamlıbel, 2006; Oruç, 2012).

Fiziksel ve Mekanik Özellikleri: Saplı Meşenin ortalama bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.4’de gösterilmiştir (Dağlıoğlu, 2010; Dağdelen, 2010; Bozkurt ve Erdin, 2013).

Çizelge 3.4. Saplı Meşenin fiziksel ve mekanik özellikleri.

Fiziksel Özellikler			Mekanik Özellikler		
Yoğunluk g / cm ³	D ₀	0,65	E- modül (N/mm ²)	E-Mod.	11 800
			Eğilme Direnci (N/mm ²)	σ _E	117
	D ₁₂	0,69	Basınç Direnci (N/mm ²)	σ _B	65
			Çekme Direnci (N/mm ²)	σ _Ç	88
Daralma yüzdesi %	β _r	4,0	Makaslama Direnci (N/mm ²) //	σ _M	11
	β _t	7,8	Brinel sertlik (N/mm ²)	σ _B	0,32
	β _v	12,2			

Diğer Özellikleri: Kurutma işleminde; çok yavaş bir program uygulanmalıdır. Yüzey çatlaklarının ve hücre çökmelerinin olmaması için, lif doygunluğu rutubet derecesine ulaşınca kadar düşük sıcaklık ve yüksek bağıl nem uygulanması gerekir. (Kantay, 1978; Akgün, 2008; Oruç, 2012).Yapıştırma, çivilenme ve üst yüzey işlemleri iyi uygulanır. Diri odun az, öz odun ise dayanıklıdır. Öz odun çok güç, diri odun kolay emprenye edilir. Yapı ve konstrüksiyon malzemesi, köprü, vagon yapımı, merdiven basamağı, parke, masif mobilya, kutu, sandık, palet, küçük gemi yapımı, tarım aletleri, araba tekerleği, alet sapları, fiçı ve travers yapımında kullanılır (Bozkurt ve Erdin, 2013).

3.1.5. Dişbudak (*Fraxinus ornus* L.)

Yayılışı: İskandinav mitolojisinde dişbudak için “cenneti taşıyan ağaç” ve “kökleri cehenneme uzanan ağaç” ifadeleri kullanılmıştır. Güney Avrupa, Kuzeybatı Afrika, Kırım, Anadolu, Suriye, İran, Türkistan ve Orta Asya’ya kadar yayılış gösterir. 40-45 mt. boy, 1 mt. çap yapabilen, dolgun ve düzgün gövdeli, kullanılabilir gövde uzunluğu 15-20 mt.’dir (Yaltırık 1978; Kayacık 1982; Keskin, 2012; Bozkurt – Erdin 2013).

Makroskopik Özellikler: Diri odun çok geniş, beyaz ve sarımsı renktedir. Öz odun gri kahverengindedir. Diri odun –öz odun sınırı her zaman belirgin değildir. Tekstür kaba ve yeknesak, düzgün lifli, iğne çizikli, çok dekoratiftir. Dekoratif, sert ve ağır bir odunu vardır (Bozkurt ve Erdin 2013).

Mikroskopik Özellikler: Halkalı trahelidir. İlkbahar odunu traheleri tek tek, bazen ikisi bir arada 1-4 sıralıdır. Yaz odunu trahelerinin çeperleri çok kalın ve seyrek dağılmıştır. Trahelerde tül oluşumu görülür. Boyuna paranzimler, özellikle yaz odununda trahe veya trahe gruplarının çevresinde paratrahel halkalı ve yıllık halka sınırında sınır paranzimi düzenindedir. Öz ışınları homojen (homoselüler) yapıdadır (Bozkurt ve Erdin 2013).

Fiziksel ve Mekanik Özellikler: Dişbudak odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.5.’de gösterilmiştir (Dağlıoğlu, 2010; Zor, 2011; Bozkurt ve Erdin 2013).

Çizelge 3.5. Dişbudak ağacının fiziksel ve mekanik özellikleri.

Fiziksel Özellikler			Mekanik Özellikler		
Yoğunluk g / cm ³	D ₀	0,66	E- modül (N/mm ²)	E-Mod.	12 600
			Eğilme Direnci (N/mm ²)	σ _E	117
	D ₁₂	0,69	Basınç Direnci (N/mm ²) //	σ _B	52
			Çekme Direnci (N/mm ²) //	σ _Ç	165
Daralma yüzdesi %	β _r	5,00	Makaslama Direnci (N/mm ²) //	σ _M	12,8
	β _t	8,00	Brinel sertlik (N/mm ²)	σ _B	0,38

Diğer Özellikleri: Odunu kolay ve hızlı kurutulur. Ancak, yüksek sıcaklıklardan kaçınılmalıdır. Çatlamaya ve dönüklüğe eğilimlidir. İyi işlenir, yapıştırılması ve cilalanması iyidir. Kolay renk verilebilir. Orta derecede güç empenye edilebilir. Odunu ağır, sert ve dayanıklıdır. Spor aletleri, alet sapları, blardo ıstakları, yatlarda, araba, vagon, fiçı çemberi, uçak malzemeleri, sandal kürekleri yapımında, bükme ve masif mobilya ile kaplama levha endüstrisinde tercih edilmektedir (Gürsü, 1966; Dağloğlu, 2010; Keskin, 2012; Bozkurt ve Erdin 2013).

3.1.6. Kestane (*Castanea sativa mill.*)

Yayılışı: Kestane; 20-25 m, bazen 30 m boya, 1,5-2,0 m çapa ulaşabilen kalın ve düzgün gövdeli, 800-1000 yıl yaşayabilen bir ağaçtır. Kafkaslardan başlayarak, Anadolu'nun kuzeyi ve kuzeybatısı üzerinden Avrupa'ya geçer. Ayrıca, İspanya'nın tümü kestanenin yayılış alanıdır. Kestane, Anadolu'da tüm Karadeniz Bölgesi boyunca yayılmakta, Marmara çevresi ve Batı Anadolu'dan Antalya'ya kadar, Bartın, Karadeniz Ereğlisi, Akçakoca ve Karasu dolaylarında, Sinop ve Kastamonu'nun kıyı yörelerinde, Bursa ve İnegöl ile Ege'de Bozdağ ve Gölcük taraflarında görülür (Genç ve ark 2001; Kındır, 2002; Akgün, 2008; Gençay, 2010).

Makroskopik Özellikleri: Odunu sarı renk grubuna girmektedir. Öz odunu ile diri odunu arasında belirgin bir renk farkı yoktur. Biyolojik zararlara karşı dayanıklıdır. Odununda tanen kokusu vardır. Odunu heterojendir, halkalı trahelidir. Yapısal olarak meşeye çok benzemekle beraber, geniş öz ışınları bulunmaması ile kolaylıkla meşeden ayırt edilebilir (Akgün, 2005; Oral, 2006; Özcan, 2007; Dağdelen, 2010).

Mikroskopik Özellikleri: Yıllık halkaları oldukça belirgindir. İlkbahar odunu traheleri; büyük, çoğunlukla tek tek, bazen ikisi bir aradadır. Yaz odunu traheleri; genellikle radyal veya diyagonal sıralıdır. Traheler tül teşekkülâtı ile tıkalıdır. Boyuna paranzim hücreleri trahelerin etrafını sarmış durumdadır. Özışınları tek sıralı, homojendir (Yazıcı, 1998; Oral 2006; Akgün, 2008; Dağdelen, 2010).

Fiziksel ve Mekanik Özellikleri: Kestanenin bazı ortalama fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.6.'da verilmiştir. (Özsoy 1991; Akgün, 2008; Dağdelen, 2010; Bozkurt ve Erdin, 2013).

Çizelge 3.6. Kestane odunun fiziksel ve mekanik özellikleri.

Fiziksel Özellikler			Mekanik Özellikler		
Yoğunluk g / cm ³	D ₀	0,59	E- modül (N/mm ²)	E-Mod.	8 800
			Eğilme Direnci (N/mm ²)	σ _E	76
	D ₁₂	0,69	Basınç Direnci (N/mm ²) //	σ _B	49
			Çekme Direnci (N/mm ²) //	σ _Ç	132
Daralma yüzdesi %	β _r	4,30	Makaslama Direnci (N/mm ²)	σ _M	9
	β _t	6,40	Brinel sertlik (N/mm ²)	σ _B	0,17

Diğer Özellikleri: Yavaş kurur, çatlamaya ve çarpılmaya dayanıklıdır. Kolay işlenir, güç yarılr, vida tutma ve yapışma özelliği iyidir, yüzey işlemlerini kabul eder, içerdiği tanen nedeniyle metallerle temasta koyu renk oluşturur. Böcek ve parazitlere karşı dayanıklıdır. Diri odunun emprenyesi kolay, öz odunun emprenyesi çok zordur (Yazıcı, 1998; Akgün, 2008; Dağdelen, 2010; Bozkurt ve Erdin 2013).Kaplama levha, mobilya, parke, travers, fiçı, doğrama, ahşap tekne ve yat yapımında kullanılmaktadır. Yongalarındanekstraksiyon yöntemi ile sepi maddesi elde edilir.

3.1.7. Maun (*Khaya ivorensis*)

Yayılışı: Maun ağacı, sıcak iklim ağacıdır. Gövde çapı 0,6-1,5 m, kullanılabilir gövde uzunluğu 15-30 m'dir. Batı Hindistan ve Orta Amerika ile Batı, Orta ve Doğu Afrika'da doğal olarak yetişir. Çoğunlukla pazarlandığı yere veya gönderildiği

limana göre isimlendirilir. Örneğin Küba, Alaska, Bolivya maunu gibi (Göker ve Kurtoğlu, 1988; Akgün, 2005; Bozkurt ve Erdin 2013).

Makroskopik Özellikleri: Diri odun krem ile sarımsı beyaz renkte, öz odun pembemsi ile açık kırmızımsı kahverenkli. Traheler ve öz ışınları çıplak gözle görülebilir. Lif yapısı düzgün, kaba iğne çizikli, radyal kesit şeritli, odunu parlak ve dekoratiftir. Yıllık halka sınırları belirli biçimde birbirinden ayrılmaz (Göker ve Kurtoğlu, 1988; Akgün, 2005; Bozkurt ve Erdin 2013).

Mikroskopik Özellikleri: Traheler dağınık, ikisi bir arada radyal sıralıdır. Boyuna paranzimler paratrahel kümeli, dar halkalı, tek yanlı kanatlıdır. Özışınları belirgindir. Esas doku libriform liflerinden oluşmaktadır (Bozkurt ve Erdin 2013).

Maun ağacının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri çizelge 3.7.'de verilmiştir (Bozkurt ve Erdin 2013).

Çizelge 3.7. Maun ağacının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri.

Fiziksel Özellikler			Mekanik Özellikler		
Yoğunluk g / cm ³	D ₀	0,49	E- modül (N/mm ²)	E-Mod.	1 000
	D ₁₂	0,51	Eğilme Direnci (N/mm ²)	σ _E	87-100
Daralma yüzdesi %	β _r	3,2	Basınç Direnci (N/mm ²) //	σ _B	46
	β _t	5,7	Çekme Direnci (N/mm ²) //	σ _Ç	62

Diğer Özellikleri: Hızlı kurutulabilir, dönüklük ve çatlamaya eğilimi azdır, kolay işlenir. Çivileme, tutkallama ve cilalama özellikleri iyi olup, en iyi boya ve vernik uygulanabilen ağaçlardandır. Bol tanenlidir. Hava koşullarına, böceklere ve mikroorganizmalara karşı dayanıklıdır. Odunu güç emprenye edilir. Doğrama, parke, merdiven, gemi, yat, vagon ve müzik aletlerimobilya ve kesme kaplama üretiminde kullanılmaktadır (Göker ve Kurtoğlu, 1988; Bozkurt ve Erdin 2013).

3.2. KULLANILAN EMPRENYE MADDELERİNE AİT GENEL BİLGİLER

Ağaç deney örneklerinde yanmayı geciktirici olarak; boraks, borik asit, amonyum sülfat, çinko klorür ve sodyum silikat kimyasal maddeleri kullanılmıştır. Bu kimyasalların tamamı suda çözünebilen yapıda olup önemli bazı avantajları: selülozik esaslı malzemeleri yanmaya karşı korumada etkili olmaları, kolayca hazırlanabilmeleri, hoş olmayan koku oluşturmamaları, muamele işleminden sonra cila ve boya işlemlerinin yapılabilmesidir (Bozkurt ve diğ., 1993; Ayrılmış, 2006). Bu çalışmada kullanılan emprenye maddeleri ve özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

3.2.1. Boraks (Sodyum Tetraborat - $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)

Boraks, düşük erime noktasına sahip olan en önemli yanmayı geciktirici borlu bileşiklerden biridir. Sıcaklık etkisiyle kendi öz suyunu giderek kaybetmek suretiyle beyaz bir tabaka halinde eriyerek kabarmakta ve bunu takiben malzeme yüzeyini kaplamaktadır (Leao, 1993). Boraksın sudaki çözünürlüğü oldukça düşük olup, 20°C'de ortalama % 4.93'dür (Laks ve Manning, 1995). Fungisit, insektisit ve yanmayı önleyici olarak etkili bir madde olup, diğer maddelere karıştırılarak kullanılmakta ve su ile yıkanarak çıkabilmektedir. Genelde ağaç malzemenin emprenye edilmesinde %5'lik çözeltiler halinde kullanılır (Var, 2000; Sarıca 2006; Ayar, 2008).

Çizelge 3.8'de Bandırma Bor ve Asit Fabrikaları İşletmesinden temin edilen Boraks'ın teknik özellikleri verilmiştir (Özçiftçi, 2001).

Çizelge 3.8. Boraks'ın teknik özellikleri.

Formülü	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Bileşimi	% 21,28 Na_2O , % 47,80 B_2O_3 , % 30,92 H_2O
Molekül ağırlığı	291,3
Yoğunluk	1,815 g/cm ³
Dökme ağırlığı	980 kg/m ³
Erime noktası	741°C

3.2.2. Borik Asit (H₃BO₃)

Borik asit, ağaçta korlu yanmayı önlemede uygun bir kimyasal olmasına karşın, alev yayılması üzerindeki etkisi azdır. Zayıf asidik bir kimyasaldır, suda çözünürlüğü (20°C’de ortalama %4.72) düşüktür. Korlu yanmayı azaltmakta ve çok az miktarda alev yayılmasını arttırmaktadır (Leao, 1993; Laks ve Manning, 1995; Ayrılmış, 2006). Tekstil, nükleer, fiberglas, seramik sanayi, ısıya dayanıklı borosilikat camı, cam elyafı, metalurjide kaynak ve bakırın pirinçle kaplanmasında, deri endüstrisinde, ahşap malzemeyi yanmaya ve atmosferik şartlara karşı koruma kullanılır (Anonim 2000; Eymir, 2010). Bu çalışmada kullanılan Bandırma Boraks ve Asit Fabrikaları İşletmesi üretimi olan Borik asitin özellikleri Çizelge 3.9’da verilmiştir (Özçiftçi, 2001; Sarıca, 2006; Esen, 2009; Merdan, 2011).

Çizelge 3.9. Borik asit’in teknik özellikleri.

Formülü	H ₃ BO ₃
Bileşimi	%56,30 ½B ₂ O ₃ - % 43,70 H ₂ O
Molekül ağırlığı	61,84
Yoğunluk	1,435 g/cm ³
Dökme ağırlığı	780-815 kg/m ³
Erime noktası	171 °C
Kaynama noktası	3

3.2.3. Amonyum sülfat (NH₄)₂SO₄

Ucuz ve suda kolay çözünen bir tuzdur. Ağaç malzemedeki mantarların neden olduğu renklenmeyi önleyici, böcek ve mantar öldürücü ve alev geciktirici olarak kullanılmaktadır. Yanma esnasında ağaç malzemenin kömürleşmesini hızlandırmakta ve oluşan kömür tabakası yanma sırasında izolasyon tabakası rolü oynayarak, kolay tutuşabilen gazların oluşumunu önlemektedir (Sivrikaya, 2004; Baysal, 2004; Merdan, 2011). Çizelge 3.10’da Amonyum sülfatın teknik özellikleri verilmiştir (Terzi, 2008; Aytaşkın, 2009).

Çizelge 3.10. Amonyum sülfatın teknik özellikleri.

Moleküler Formül	(NH ₄) ₂ SO ₄
Molar kütle	132,14 g / mol
Yoğunluk	1,769 g/cm ³ (20 °C)
Görünüm	İnce beyaz higroskopik granül veya kristaller.
Ergime Noktası	235-280 °C
Suda Çözünürlük	70.6 g/100 ml (0 °C) - 74.4 g/100 ml (20 °C)
Bağıl Nem	% 79.2 oranında (30 °C)
Çözünürlük	Aseton içinde çözünmez, alkol ve eter

3.2.4. Çinko Klorür (ZnCl₂)

Çinko klorür, beyaz renkte higroskopik bir maddedir. Sıvı içerisinde yüksek miktarlarda çözünebilme kabiliyetine sahiptir. Bazik tuzlar meydana getirmekte ve ağaç malzemenin liflerine etki etmektedir. Bu nedenden dolayı % 5'ten fazla yoğunluktaki çözeltiler tavsiye edilmemektedir. Ayrıca, çinko klorür odun lifleri tarafından iyi bir şekilde tutulamamasından dolayı kolay bir şekilde yıkanabilir. Bu nedenden dolayı su ile karşılaşacağı ortamlarda kullanılması önerilmemektedir (Berkel 1972; Aytaşkın, 2009). Metallerin galvanize edilmesinde, pirinç, nikelli gümüş, değişik lehimler vb. alaşımların yapımında, otomotiv endüstrisinde, döküm kalıplarında, pil gövdelerinin yapımında ve ahşap koruyucu olarak kullanılmaktadır (<http://cinkoklorur.com>). Çizelge 3.11'de Çinko klorürün teknik özellikleri verilmiştir (<http://cinkoklorur.com>).

Çizelge 3.11. Çinko klorürün teknik özellikleri.

Moleküler formülü	ZnCl ₂
Molar kütle	136,315 g / mol
Görünüş	Beyaz kristalli bir katı higroskopik
Koku	Kokusuz
Yoğunluk	2,907 g/cm ³
Erime noktası	292 °C, 565 K, 558 °F
Kaynama noktası	756 °C, 1029 K, 1393 °F
Suda çözünürlük	4320 g / L (25 °C)
Çözünürlük	Etanol, gliserol ve aseton içinde çözünür
Alkol Çözünürlüğü	3 1

3.2.5. Sodyum Silikat

Sodyum silikat, suda çözünen bir cam türüdür ve bu nedenle cam suyu olarak da adlandırılır. Piyasada toz ve sulu çözelti olarak satılmaktadır (Aytaşkın, 2009; Uygun, 2011). Sodyum silikat, sodyum metasilikat (Na_2SiO_3) bileşimlerinin genel adıdır (Şekil 3.12). Sodyum silikat; silika jel ve deterjan üretiminde, çömlek ve seramik endüstrisinde, tekstil ve kâğıt hamurunu ağartmada, beton sertleştiricisinde, korozyon önlemede, kereste emprenyesinde vb. kullanılır. (Uygun, 2011). Çizelge 3.12’de sodyum silikatın teknik özellikleri verilmiştir (<http://www.koruma.com>).

Çizelge 3.12. Sodyum silikatın teknik özellikleri.

Kimyasal Adı	Sodyum Silikat
Kimyasal Formülü	$\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Görünüş	Berrak veya hafifçe opak sıvı,
Koku	Kokusuz
Molekül ağırlığı	Karışım
Yoğunluk (20°C)	1,37 – 1,41 gr/cm ³
Kaynama noktası	102 °C
Na ₂ O %	11,0 – 12,5
SiO ₂ %	21,5 – 24,5
Modül	1,9 – 2,2
Ph (%1 çözeltide)	11-12,5

3.3. ÜST YÜZEY İŞLEM MADDELERİ

Çalışmada kullanılan emprenyeli ağaç malzeme örneklerine yangın geciktirici özellikli iki farklı üst yüzey işlem maddesi uygulanmıştır. Bunlar; yangın geciktirici özellikli iki komponentli vernik ve yangın geciktirici özellikli poliüretan boyadır.

3.3.1. Yangın Geciktirici Vernik

Poliüretan esaslı yangın geciktirici özelliğine sahip bir verniktir. Ahşabın hemen tutuşmasını önleyerek yangının ilerleme hızını azaltan ve toksik duman çıkarmayan yangın geciktirici cila sistemleri, insanların topluca bulunduğu kapalı ve riskli

mekânlarda yangına karşı ek güvenlik sağlamakta ve mekânın güvenli biçimde boşaltılması için gereken zamanı kazandırmaktadır.

Yangın geciktirici cilaların etkisi 2 aşamalıdır. 200 dereceye kadar normal bir yangın geciktirici etkisi gösterirken, 200 dereceden sonra bu etkiye ek olarak oluşan poliüretan esaslı köpük film tabakası birkaç santimetre kabarır, yüzeyde karbonlaşarak alevin ilerlemesini geciktirir (Hemel Emp. San. ve Tic. A.Ş., 2012).

3.3.2. Yangın Geciktirici Boya

Poliüretan esaslı yangın geciktirici özelliğine sahip bir boyadır. Şimdiye kadar alevin yayılmasını geciktiren iki boya tipi geliştirilmiştir. Bunlar; tutuşmayan malzemelerden yapılmış yanma geciktirici özellikteki boyalar olup, yanıcı bir maddeyi ısıdan izole etmeye ya da ayırmaya yarayan ve ısıtıldıklarında poliüretan bir köpük katmanı oluşturan (INTUMESAN) malzemelerdir.

INTUMESAN; plastik vb. materyallerin yüksek yüzey sıcaklığına ya da aleve maruz bırakıldıklarında köpürmesi ya da şişmesidir. Intumescence sisteme uygun, yeterli bir film kalınlığı elde etmek için boyanın en azından iki kalın kat uygulanması önerilmiştir (Ecelak Boya Kimya Ltd. Şti., 2013).

3.4. DENEY METODU

3.4.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Denemelerde kullanılan sarıçam, doğu kayını, uludağ göknarı, meşe, dişbudak, kestane ve maun ağaç keresteleri piyasadan temin edilmiş ve yapılacak olan deneylere göre kaba kesimleri yapılmıştır.

Deney örnekleri; TS 1476 standartlarına göre budaksız, ardaksız, sağlam, düzgün lifli olan, reçinesi ve büyüme kusuru bulunmayan parçalardan seçilerek Karabük Üniversitesi, Safranbolu Meslek Yüksekokulu Uygulama Atölyesi, Ahşap Kültürünü Araştırma ve Uygulama Merkezi laboratuvarlarında hazırlanmıştır. Deney numuneleri

ASTM-E-69'a göre 9,5x19x1016 mm \pm 0,8 mm boyutlarında düzgün şekilde kesilmiştir.

Sarıçam, doğu kayını, göknar, meşe, dişbudak, kestane ve maun deney örneklerinin her birine; yukarıda belirtilen 5 farklı türde emprenye maddesi, 2 farklı türde yangın geciktiricili özellikli üst yüzey işlem maddesi (vernik ve boya) uygulaması ve kontrol uygulaması için her bir ağaç malzemedan 108'er adet deney numuneleri olmak üzere toplam 756 adet deney örnekleri hazırlanmıştır.

ASTM-E-69'a göre yanma testi yapılacak malzemelerin rutubeti tam kuru ağırlığına oranla %12 \pm 3 olması gerekmektedir. Bunun için örnekler, klimatize dolabında 20 $^{\circ}$ C \pm 2 $^{\circ}$ C ve % 65 \pm 5 bağıl nemde (3.2.)'de verilen formül kullanılarak %12 hava kurusu yoğunluğa oluşuncaya kadar kurutulmuştur.

3.4.2. Yoğunluklar

Tam Kuru Yoğunluk: Deney örneklerinin tam kuru özgül ağırlık değerlerini belirlemek için hava kurusu haldeki örneklerden yararlanılmıştır. Bu maksatla TS 2472 esaslarına uyulmuştur. Buna göre hava kurusu haldeki örnekler 103 \pm 2 $^{\circ}$ C sıcaklıktaki havalandırılabilen etüvde değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar kurutulmuştur. Tam kuru hale gelen örnekler, kurutma fırınından alınarak içerisinde CaCl₂ bulunan desikatörde soğutulduktan sonra 0,01 g duyarlıklı elektronik terazide tartılmıştır. Örneklerin boyutları \pm 0,01 mm duyarlıklı dijital kumpas ile ölçülerek hacimleri stereometrik metod ile hesaplandıktan sonra tam kuru yoğunluk (D₀), tam kuru ağırlık (W₀) ve hacim (V₀) değerlerine göre;

$$D_0 = \frac{W_0}{V_0} \text{ g/cm}^3 \text{ eşitliğinden hesaplanmıştır.} \quad (3.1)$$

Hava Kurusu Yoğunluk: Örneklerin rutubetleri TS 2471, yoğunlukları TS 2472 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Buna göre; deney örnekleri 20 \pm 2 $^{\circ}$ C sıcaklık ve % 65 \pm 5 bağıl nem şartlarındaki kabinde değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar bekletildikten sonra 0.01 g duyarlıklı analitik terazide tartılmış, boyutları \pm 0.01 mm

duyarlıklı kumpas ile ölçülerek hacimleri stereometrik metot ile belirlendikten sonra hava kurusu haldeki ağırlık (W_{12}) ve hacim (V_{12}) değerine göre hava kurusu yoğunluk (D_{12});

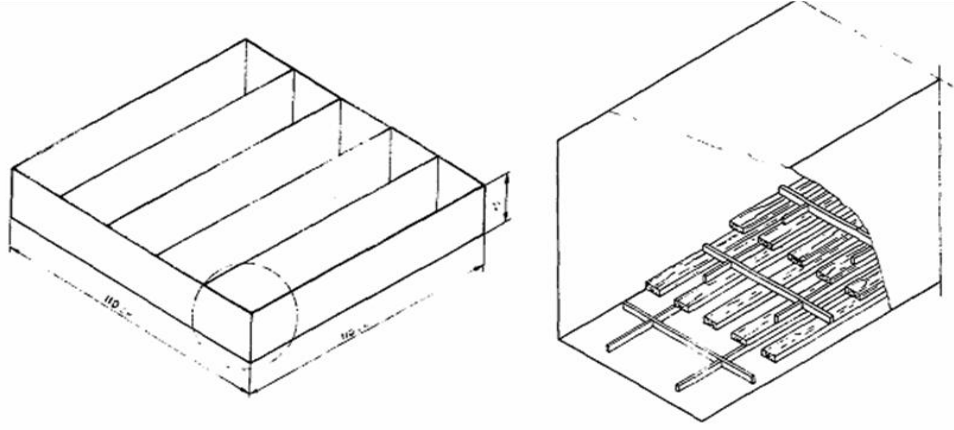
$$D_{12} = \frac{W_{12}}{V_{12}} \text{ g/cm}^3 \text{ eşitliğinden hesaplanmıştır.} \quad (3.2)$$

3.4.3. Emprenyede Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması

Ağaç deney örneklerinin emprenye işleminde boraks, borik asit, amonyum sülfat, çinko klorür ve sodyum silikat olmak üzere beş farklı kimyasal madde çözeltisi kullanılmıştır. Kullanılan kimyasal maddeler, oda sıcaklığında $20\pm 3^\circ\text{C}$ ve destile su içerisinde çözelti şeklinde hazırlanmıştır. Bütün ağaç deney örneklerinin emprenye işleminde; boraks, borik asit, amonyum sülfat ve çinkol klorür maddelerinde % 5, sodyum silikat maddesinde ise % 10'luk çözelti konsatrasyonu kullanılmıştır.

3.4.4. Deney Örneklerinin Emprenye Yapılması

Deney örnekleri; şekil-3.1'de gösterilen camdan yapılan ve ayrı ayrı bölmesi bulunan emprenye havuzunda, ASTM D 1413-99 esaslarına uygun olarak her bölmedeki kimyasal madde çözeltileri içerisinde uzun süreli (72 saat) daldırma yöntemi ile bekletilerek emprenye yapılmıştır. Deney örnekleri üst üste istiflenirken kimyasal çözeltinin yüzeylere temasını en iyi şekilde sağlamak için, örnekler arasına istif çitaları konularak istif yapılmıştır. Deney örneklerinin çözelti içerisinde yüzmeleri için de örnekler üzerine ağırlık koyulmuş ve belirlenen konsantrasyondaki çözelti sıvıları, deney örneklerinin yüzeyinden 4-5 cm üzerinde olacak şekilde doldurulmuştur (Şekil 3.13).



Şekil 3.1. Deney örneklerin emprenyesinde kullanılan cam havuz düzeneği.

3.4.5. Çözelti pH Ve Yoğunluğunun Hesaplanması

Çözeltilerin emprenye yapılmadan önce ve emprenye yapıldıktan sonra pH ölçümünde dijital pH metre, yoğunluk ölçümü için ise Densimetre kullanılmıştır. Çizelge 3.13’de kullanılan emprenye maddelerinin çözelti konsantrasyonları, pH ve yoğunluk değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.13. Kullanılan emprenye maddelerinin çözelti, pH ve yoğunluk değerleri.

Emprenye maddeleri	Çözelti konsantrasyonu (%)	Çözücü	Safılık (%)	pH		Yoğunluk (g/ml)	
				EÖ	ES	EÖ	ES
Boraks	5	Destile su	98	9,12	9,15	1,08	1,10
Borik asit	5	Destile su	98	5,23	5,30	1,02	1,02
Amonyum sülfat	5	Destile su	97	6	5,5	1,05	1,06
Çinko klorür	5	Destile su	99	6	5,5	1,07	1,07
Sodyum silikat	10	Destile su	98	11,12	11,04	0,94	0,96

EÖ: Emprenye öncesi

ES: Emprenye sonrası

3.4.6. Emprenye Çözeltisi Retensiyon Miktarları

Deney örnekleri, emprenye yapıldıktan sonra emprenye havuzundan çıkartılarak üzerindeki fazla sıvı maddenin atılması amacı ile düzgün olarak istiflenmiştir. Daha sonra iklimlendirme odasında $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nemde değişmez

ağırlığa kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler, 0,01 hassasiyetteki analitik terazide tartılarak son iki ağırlıkta, sabit ağırlığa geldiği kabul edilmiştir. Emprenye öncesi ve sonrasında ağaç deney malzemelerinin % 12 rutubette absorbe ettiği emprenye maddesi miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Esen, 2009).

$$R = \frac{W_{12es} - W_{12eö}}{W_{12eö}} \times 100 \text{ eşitliğinden hesaplanmıştır.} \quad (3.3)$$

Bu eşitlikte;

R = Retensiyon

$W_{12eö}$ = Deney numunesinin emprenye öncesi % 12 rutubetteki ağırlığı.

W_{12es} = Deney numunesinin emprenye sonrasındaki % 12 rutubetteki ağırlığı.

3.4.7. Deney Örneklerine Yangın Geciktirici Özellikli Üst Yüzey İşlem Maddelerinin Uygulanması

Üst yüzey işlemlerinde yangın geciktirici özellikte vernik veboya olmak üzere ikifarklıüst yüzey işlem maddesi, ASTM-D 3023 esaslarına göre uygulanmıştır. Üst yüzey işlem maddelerinin hazırlanması ve uygulanması; üretici firmaların önerdikleri sertleştirici, tiner ya da inceltici maddeler ve karışım oranları dikkate alınarak yapılmış ve ağaç deney örneklerine rulo ile sürülerek uygulanmıştır. Yine üretici firma önerilerine uygun olarak 24 saat beklendikten sonra 180 numara zımpara ile zımparası yapılan örnekler son kat üst yüzey işlemi uygulanmış ve % 12 rutubet için $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında üç hafta süreyle kurumaya bırakılmış ve yanma deneylerinin yapılmasına hazır hale getirilmiştir.

3.4.8. Vernik Ve Boya Katman Kalınlığı Ölçümü

Vernik ve boya katman kalınlığı ölçümleri; “Elcometer Top Paint Inspection Gauges” vernik ve boya katman kalınlığı ölçüm cihazıyla yapılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Optik özellikli vernik ve boya katman kalınlığı ölçüm cihazı.

Katman kalınlığı ölçümlerinde; her bir deney örneklerinde yapılan ölçümlerde elde edilen değerlerinin aşağıda verilen förmüle göre varyasyon katsayısı hesaplanarak asgari sayıda yapılması gereken ölçüm sayısı belirlenmiştir. Bütün deney örneklerinin herbiri için 36 adet ölçüm yapılmıştır. Her bir deney örneğinde yapılan katman kalınlığı ölçüm sayısının, yapılması gereken asgari ölçüm sayısının üzerinde olduğu görülmüştür.

Yapılması gereken asgari katman kalınlığı ölçüm sayısı (n),

$$n = \frac{t^2 \cdot v^2}{m^2} \text{ eşitliğinden hesaplanmıştır (Büyüköztürk, 2012).} \quad (3.4)$$

Burada;

n = Bir deney örneğinde yapılacak asgari ölçüm sayısı,

t = Güven katsayısı (ahşapta 2 olarak kabul edilmektedir.),

m = Örnekleme hatası (ahşapta 5 olarak kabul edilmektedir.)

v = Varyasyon katsayısı.

$$v = \frac{s}{x} \times 100 \text{ eşitliğinden hesaplanmıştır.} \quad (3.5)$$

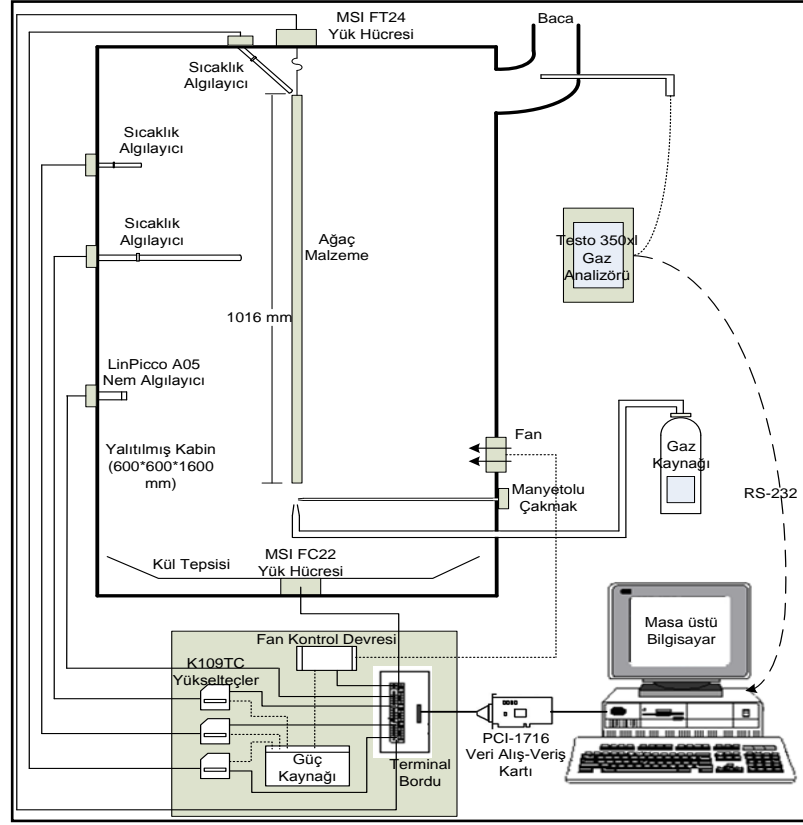
Burada;

s = Standart sapma,

x = Aritmetik ortalama.

3.4.9. Yanma Deney Düzenegi Hakkında Genel Bilgiler

Deney düzenegindeki yük hücreleri boş iken yük hücrelerinin kalibrasyon işlemi bilgisayar üzerinden yapılarak, üstteki yük hücrelerine deney numunesi asılmış, alttaki yük hücrelerine ise kül tepsisi yerleştirilmiştir. Deney gaz vanası açılıp ateşleme yapılmış ve alev kaynağının oluşmasıyla eş zamanlı olarak bilgisayar programı çalıştırılmış ve deney başlatılmıştır. Yanma işlemi başladığı andan itibaren düzenek içindeki sıcaklık algılayıcıları ile sıcaklık değerleri kül tepsisinin altına konan ağırlık algılayıcısı ile de düşen kül miktarı, deney örneğinin asıldığı tele bağlanan diğer ağırlık algılayıcısı ile de deney örneğinin kalan ağırlığı ölçülerek elde edilen bilgiler bilgisayara aktarılmaktadır. Yanma deneyinin ilk 4 dakikası boyunca sisteme aynı seviyede gaz verilerek alev kaynaklı yanma, bu süre sonunda tüpten gelen gaz akışı kesilerek alev kaynaksız yanma 6 dakika daha devam etmiştir. Yanma deney düzeneginde; yanan ağaç malzemenin ağırlık kaybının yüzde olarak değişimi, oluşan kül miktarının ağırlığı, iç ortam sıcaklığı ve yanan ağaç malzemenin üst ve orta kısmındaki sıcaklık değişimi ve düzenegeye yerleştirilen baca gazı analizi cihazı ile de yanma sonucu ortaya çıkan gazların ölçümü yapılmaktadır. Şekil 3.5’de deneylerde kullanılan bilgisayar kontrollü yanma deney düzenegi verilmiştir (Özcan, 2011).



Şekil 3.3. Bilgisayar kontrollü yanma deney düzeneği (Özcan, 2011).

3.5. AĞIRLIK KAYBI VE ÜST SICAKLIK ÖLÇÜMLERİ

Deney numunelerinde yanmayla birlikte oluşan ağırlık kayıpları ve üst sıcaklık değişimleri alev kaynaklı (30 sn aralıklarla 8 adet) ve alev kaynaklı (30 sn aralıklarla 12 adet) olarak iki şekilde ölçülmüş ve elde edilen veriler gerçek zamanlı olarak bilgisayara aktararak kaydedilmiştir.

3.6. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada; ağaç malzeme türleri, emprenye maddesi türleri, üst yüzey işlem maddesi türleri, malzemelerin alevli - alevsiz yanma direnci ve yanma deneyi süresince oluşan sıcaklık değerleri araştırılmıştır. Bu verileri belirlemek amacıyla deneylerden elde edilen sonuçlara SPSS istatistik paket programı kullanılarak çoklu varyans analizi uygulanmıştır. Faktörlerin karşılıklı etkileşiminin %5 hata payı ile anlamlı çıkması halinde önem derecesini belirtmek için de duncan testi uygulanmıştır.

BÖLÜM 4

BULGULAR

4.1. AĞAÇ MALZEMELERİN YOĞUNLUKLARI

Deneyleerde kullanılan ağaç malzemelerin tam kuru ve hava kurusu yoğunlukları ölçülerek elde edilen değerler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kullanılan ağaç malzemelerin yoğunluk değerleri (g/cm³).

Ağaç Türü	Tam Kuru	Hava Kurusu
Sarıçam	0,48	0,52
Doğu Kayını	0,63	0,68
Gök nar	0,39	0,43
Meşe	0,65	0,69
Dişbudak	0,61	0,65
Kestane	0,55	0,60
Maun	0,54	0,58

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi, yoğunluk değeri en yüksek meşe ağaç malzeme örneğinde, daha sonra da doğu kayını ağaç malzeme örneğinde, en düşük yoğunluk değeri ise göknar ağaç malzeme örneğinde tespit edilmiştir.

4.2. RETENSİYON (NET EMPRENYE TUTUNMA) ORANLARI

Deneyleerde kullanılan sarıçam, doğu kayını, göknar, dişbudak, meşe, kestane ve maun ağaçlarından hazırlanan deney örneklerinin; boraks, borik asit, çinko klorür, amonyum sülfat ve sodyum silikat kimyasallarıyla hazırlanan çözeltilerde uzun süreli daldırma yöntemi ile emprenye edilmesi sonucunda elde edilen kimyasal maddelerin retensiyon (net tutunma) oranları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Emprenye maddeleri retensiyon (net tutunma) oranları (%).

Ağaç Türü	Emprenye Türü				
	Boraks	Borik Asit	Çinko Klorür	Amonyum Sülfat	Sodyum Silikat
Sarıçam	1,76	2,49	1,34	1,62	2,72
Gök nar	2,19	3,11	1,66	3,89	4,73
Doğu kayını	1,63	2,08	1,39	1,81	3,04
Dişbudak	1,79	2,27	1,54	2,84	3,21
Meşe	1,43	1,99	1,24	2,14	2,17
Kestane	1,49	1,94	1,10	1,51	2,18
Maun	2,01	2,39	1,54	3,16	3,48

Çizelge 4.2’de verilen retensiyon oranları sonuçlarına göre; uzun süreli daldırma yöntemi ile emrenye yapılan ağaç deney örneklerindeki kimyasal maddelerin retensiyon (net tutunma) oranları % 1,10 ile % 4,73 arasındadır.

Kullanılan ağaç malzeme deney örneklerinde görülen en yüksek ve en az kimyasal emprenye maddelerinin retensiyon oranları;

Sarıçam ağaç malzeme örneklerindeki kimyasal maddelerin retensiyon oranları; en fazla % 2,72 ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde görülürken, en az retensiyon oranı ise % 1,34 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde görülmüştür.

Gök nar ağaç malzeme örneklerindeki kimyasal maddelerin tutunma oranları; en fazla % 4,73 ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde görülürken, en az retensiyon oranı ise % 2,19 ile boraks ile emprenyeli örneklerde görülmüştür.

Doğu kayını ağaç malzeme örneklerindeki kimyasal maddelerin retensiyon oranları; en fazla % 3,04 ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde görülürken, en az retensiyon oranı ise % 1,39 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde görülmüştür.

Dişbudak ağaç malzeme örneklerindeki kimyasal maddelerin retensiyon oranları; en fazla % 3,21 ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde görülürken, en az retensiyon oranı ise % 1,54 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde görülmüştür.

Meşe ağaç malzeme örneklerindeki kimyasal maddelerin retensiyon oranları; en fazla % 2,17 ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde görülürken, en az retensiyon oranı ise % 1,24 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde görülmüştür.

Kestane ağaç malzeme örneklerindeki kimyasal maddelerin retensiyon oranları; en fazla % 2,18 ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde görülürken, en az retensiyon oranı ise % 1,10 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde görülmüştür.

Maun ağaç malzeme örneklerindeki kimyasal maddelerin retensiyon oranları; en fazla % 3,48 ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde görülürken, en az retensiyon oranı ise % 1,54 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde görülmüştür.

4.3. VERNİK VE BOYA KATMAN KALINLIKLARI

Vernik ve boya katman kalınlığı ölçüm sayısı için, emprenyeli ve üst yüzey işlem maddeleri uygulanmış her bir ağaç ağaç malzeme örnekleri ile emprenyesiz kontrol deney örneklerinden (5 adet emprenyeli örnek + 1 adet kontrol örneği) oluşan 6'şar adet ölçümle toplamda 504 adet ölçüm yapılmıştır. Vernik ve boya katman kalınlıklarını belirlemek için kullanılan eşitliklerinden (3.4 ve 3.5) elde edilen ölçüm değerlerine göre; en fazla gerekli olan asgari ölçüm sayısı 34 ölçümle üst yüzey işleminde boya uygulanmış sarıçam örneklerinde, en az ölçüm sayısı ise 14 ölçüm ile üst yüzey işleminde vernik uygulanmış Maun ve üst yüzey işleminde boya uygulanmış Kestane örneklerinde elde edilmiştir.

Farklı kimyasallarla emprenye edilen ağaç malzeme deney örneklerinin üst yüzey işlemlerinde uygulanan vernik ve boyanın oluşturdukları katman kalınlıkları (μm) ölçülmüş ve elde edilen değerler Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Vernik ve boyakatman kalınlıkları (ortalama μm).

Ağaç Türü	Üst Yüzey İşlem Maddesi Türü					
	Vernik			Boya		
	Katman Kalınlığı (μm)	Asgari Ölçüm	Yapılan Ölçüm	Katman Kalınlığı (μm)	Asgari Ölçüm	Yapılan Ölçüm
Sarıçam	110	28	36	104	34	36
Gök nar	101	18	36	114	31	36
Doğu Kayını	95	16	36	109	24	36
Dişbudak	103	23	36	103	20	36
Meşe	105	20	36	110	20	36
Kestane	106	16	36	116	14	36
Maun	108	14	36	109	24	36

Yapılan ölçüm sonucunda; Çizelge 4.3’de de görüldüğü gibi en fazla boya katman kalınlığı 116 (μm) ile kestane ağaç malzeme örneklerinde görülürken, en az boya katman kalınlığı ise üst yüzey işleminde 103 (μm) ile dişbudak ağaç malzeme örneklerinde görülmüştür. En fazla vernik katman kalınlığı 110 (μm) ile sarıçam ağaç malzeme örneklerinde görülürken, en az vernik katman kalınlığı ise 95 (μm) ile doğu kayını ağaç malzeme örneklerinde görülmüştür. Yapılan ölçümlerde genel olarak boyakatman kalınlıklarının vernik katman kalınlıklarından daha fazla olduğu, sarıçam ağaç malzeme örneğinde ise vernik katman kalınlığının boya katman kalınlığından daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

4.4. ÖLÇÜLEN AĞIRLIK KAYBI DEĞERLERİ (%)

4.4.1. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Sarıçam Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen % Ağırlık Kaybı Değerleri

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış sarıçam ağaç malzemesine kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Yangın geciktirici vernikli sarıçam ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	4,16	2,61	3,22	2,13	3,71	2,03
2*	7,29	5,39	4,66	4,00	5,18	3,15
3*	10,36	7,95	6,79	6,63	7,25	5,31
4*	12,79	10,78	9,34	7,25	10,11	7,89
5*	15,28	11,23	12,37	8,48	13,27	9,40
6*	17,39	14,86	16,59	11,44	15,88	11,97
7*	20,71	16,39	20,85	15,41	20,58	13,10
8*	22,48	17,03	23,56	18,26	26,18	18,23
9	22,99	19,39	23,84	19,15	29,16	19,08
10	23,28	20,17	24,01	20,21	31,63	25,19
11	24,16	22,61	24,72	22,91	33,01	31,10
12	25,91	23,08	25,37	23,76	33,39	32,40
13	26,38	23,77	25,94	24,17	33,71	36,43
14	27,19	24,10	26,74	25,33	34,18	38,11
15	27,77	24,39	27,12	27,18	34,42	38,53
16	28,17	24,88	27,36	27,62	34,78	38,79
17	29,90	26,22	27,87	28,23	35,16	39,24
18	30,72	27,13	28,15	29,16	36,03	39,56
19	30,96	27,76	28,38	29,83	36,26	39,83
20	31,06	29,36	28,92	30,43	36,39	40,11

* Alevkaynaklıyanma

Yangın geciktirici vernik uygulanmış sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 26,18 ile sodyum silikat ile emprenye edilmiş örneklerde, en az ağırlık kaybı ise % 17,03 ile borik asit ile emprenyeli örneklerinde tespit edilmiştir. Yanma sonunda ise en fazla ağırlık kaybı % 40,11 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 28,92 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerinde tespit edilmiştir.

4.4.2. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Sarıçam Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen %ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Yangın geciktirici boyalı sarıçam ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	2,03	2,31	2,72	3,12	2,31	2,36
2*	3,90	3,65	3,49	5,47	4,26	3,31
3*	4,47	5,32	5,16	7,42	6,39	4,76
4*	7,61	6,80	7,77	8,14	9,16	6,43
5*	9,04	7,43	9,01	10,28	12,23	8,39
6*	11,71	9,38	10,16	13,16	15,86	11,28
7*	14,98	11,47	11,28	15,84	17,59	12,31
8*	17,23	13,46	12,46	16,45	19,86	13,99
9	18,26	13,96	13,01	16,99	20,39	15,56
10	20,19	15,26	13,88	17,26	20,56	17,73
11	23,37	16,35	15,16	19,58	20,98	18,22
12	24,02	17,46	15,72	20,39	21,44	19,16
13	24,33	18,03	16,96	21,52	21,56	21,38
14	24,77	18,62	17,39	21,89	21,89	23,39
15	25,36	19,39	18,74	22,34	22,13	23,76
16	25,59	20,13	19,16	22,76	22,56	24,18
17	25,82	20,72	19,28	22,98	22,79	26,73
18	26,18	21,03	19,74	23,16	23,16	27,19
19	26,33	21,47	19,93	23,31	23,39	27,93
20	26,49	21,83	20,11	23,41	23,94	28,82

* Alevkaynaklıyanma

Yangın geciktirici boya uygulanmış sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı % 19,86 ile sodyum silikat ile emprenye edilmiş örneklerde, en az ağırlık kaybı ise % 12,46 ile

Çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklere tespit edilmiştir. Yanma sonunda ise en fazla ağırlık kaybı % 28,82 ile kontrol örneklere, en az ağırlık kaybı ise % 20,11 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklere tespit edilmiştir.

4.4.3. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Sarıçam Ağaç Malzemesi ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen %ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	1,62	2,16	2,01	2,63	2,05	2,19
2*	3,28	4,28	4,07	6,68	3,13	4,98
3*	5,13	7,19	6,64	9,67	6,39	9,26
4*	7,66	9,56	7,50	12,55	9,56	16,84
5*	13,59	13,49	11,64	14,47	14,90	24,63
6*	17,81	19,28	13,43	19,16	17,27	31,58
7*	23,25	24,72	17,79	22,74	19,51	40,86
8*	27,53	28,53	20,19	25,53	24,16	48,26
9	33,37	30,56	20,87	26,39	25,18	55,13
10	35,42	31,79	21,16	28,73	27,19	64,28
11	36,51	34,46	23,22	30,42	29,40	75,89
12	36,94	35,28	24,39	33,18	30,18	80,95
13	37,44	35,70	25,14	33,72	30,74	85,09
14	37,96	35,96	25,60	34,16	31,42	91,02
15	38,28	36,44	25,96	34,84	31,74	93,16
16	38,44	36,81	26,33	35,42	32,04	95,42
17	38,74	37,42	26,70	36,19	32,55	96,56
18	38,92	37,79	27,13	36,66	32,79	97,19
19	39,03	38,01	27,86	36,94	33,10	97,58
20	39,16	38,12	28,46	37,19	33,49	98,19

* Alevkaynaklıyanma

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 48,26 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 20,19 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda ise en fazla ağırlık kaybı, % 98,19 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 28,46 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.3.1. Sarıçam Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinin (%) Ağırlık Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması

Sarıçam ağaç malzeme örneklerinde ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Sarıçam ağaç malzeme örneklerinde ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Anlam Düzeyi
Düzeltilmiş Model	543138,116(a)	359	1512,920	2932,859	0,000
Sabit Terim	1126727,350	1	1126727,350	2184208,730	0,000
A:Üst yüzey işlemi	75615,531	2	37807,766	73291,956	0,000
B:Emprenye maddesi	50190,167	5	10038,033	19459,153	0,000
C: Ölçüm zamanı	237601,884	19	12505,362	24242,175	0,000
Etkileşim A*B	90330,011	10	9033,001	17510,856	0,000
Etkileşim A*C	24237,137	38	637,819	1236,440	0,000
Etkileşim B*C	23826,178	95	250,802	486,190	0,000
Etkileşim A*B*C	41337,208	190	217,564	421,758	0,000
Hata	928,533	1800	,516		
Toplam	1670793,999	2160			
Düzeltilmiş Toplam	544066,649	2159			

(a) $R^2 = 0,998$

Sarıçam ağaç malzemesi örneklerinin yanma sonundaki ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçlarına göre; üst yüzey işlemi, emprenye maddesi ve ölçüm zamanı tek başına, diğer bütün etkileşimler aynı anda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri üzerinde etkileri anlamlı bulunmuştur.

Sarıçam ağaç malzemesinde; üst yüzey işlemi ve emprenye maddesine bağlı olarak % ağırlık kaybı ortalama değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çizelgede verilen değerler, ölçüm zamanını genel olarak değerlendirirken, üst yüzey işlemi ve emprenye maddesinin % ağırlık kaybı üzerindeki değişimlerini göstermektedir.

Çizelge 4.8. Sarıçam ağaç malzemesinde % ağırlık kaybı ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Örnek sayısı	Emprenye maddesine göre			Üst yüzey işlem maddesine göre	
		Emprenye maddesi	Ortalama	Homojenlik grubu	Ortalama	Homojenlik grubu
Yangın Geciktirici Vernik	120	Boraks	21,95	c	21,78	b
	120	Borik asit	19,02	a		
	120	Ç. Klorür	20,79	b		
	120	A. Sülfat	19,08	a		
	120	S. Silikat	25,52	f		
	120	Kontrol	24,32	e		
Yangın Geciktirici Boya	120	Boraks	21,95	c	16,18	a
	120	Borik asit	19,02	a		
	120	Ç. Klorür	20,79	b		
	120	A. Sülfat	19,08	a		
	120	S. Silikat	25,52	f		
	120	Kontrol	24,32	e		
Emprenye	120	Boraks	27,50	g	30,56	c
	120	Borik asit	26,88	g		
	120	Ç. Klorür	19,30	a		
	120	A. Sülfat	25,86	f		
	120	S. Silikat	23,34	d		
	120	Kontrol	60,45	h		

Farklı kimyasal maddelerle emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örnek gruplarının yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin duncan testi karşılaştırma sonuçlarına göre; en fazla ağırlık kaybı % 60,45 ile kontrol (emprenyesiz ve üst yüzey işlemsiz) örneklerinde tespit edilmiştir. En az ağırlık

kaybı ise %19,02 ile borikasit ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir.

Sarıçam ağaç örneklerinin emprenye maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda % ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; borik asit ve amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli ve boyalı örnekler ile çinko klorür ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örnekler arasında, çinko klorür ile emprenyeli yangın geciktirici vernikli ve boyalı örnekler arasında, boraks ile emprenyeli yangın geciktirici vernikli ve boyalı örnekler arasında, yangın geciktirici vernikli ve boyalı kontrol örnekleri arasında, sodyum silikat ile emprenyeli yangın geciktirici vernikli ve boyalı örnekler ile amonyum sülfat ile emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) örnekler arasında, boraks ve borik asit ile emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) örnekler arasında fark yoktur. Diğer örnekler arasında ise fark vardır.

Sarıçam ağaç örneklerinin yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda% ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; en fazla ağırlık kaybı % 30,56 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 16,18 ile yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir. İstatistiksel etkileşimlerde; üst yüzey işlem maddeleri arasında fark vardır.

4.4.4. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Doğu Kayını Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Yangın geciktirici vernikli doğu kayın ıağaç malzeme örneklerinin ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı(30sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	2,12	1,83	1,64	2,71	2,16	2,33
2*	4,02	5,92	3,61	3,64	4,31	3,96
3*	6,33	7,81	6,98	8,42	6,44	6,23
4*	8,94	12,28	7,71	9,14	8,12	9,36
5*	13,49	14,76	10,59	10,50	10,46	13,28
6*	17,48	17,45	12,18	13,02	12,34	17,49
7*	20,73	20,08	17,26	17,41	15,28	21,37
8*	22,16	21,26	20,78	19,25	18,86	26,28
9	22,72	22,19	21,51	20,09	19,92	28,16
10	24,34	22,83	22,75	21,62	20,34	30,23
11	25,94	23,16	23,16	22,16	22,48	31,06
12	26,38	23,29	24,00	22,61	24,76	31,89
13	26,83	23,44	24,73	23,18	25,18	32,26
14	27,09	23,67	25,16	24,02	26,22	32,74
15	27,21	23,89	25,54	24,39	26,88	33,09
16	27,84	24,03	26,03	24,58	28,33	33,29
17	28,03	24,19	26,49	24,76	28,79	33,71
18	28,29	24,27	27,13	25,19	29,18	33,97
19	28,52	24,35	28,04	25,27	29,82	34,13
20	28,73	24,41	28,43	25,41	30,43	34,31

* Alevkaynaklıyanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 26,28 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 18,86 ile sodyum silikat ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 34,11 ile kontrol (emprenye edilmemiş) örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 24,41 ile borik asit ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.5. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Doğu Kayını Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Yangın geciktirici boyalı doğu kayını ağaç malzeme örneklerinin ağırlık kaybı değerleri (%).

Ölçüm Zamanı(30sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	2,18	2,56	1,96	1,11	1,19	2,09
2*	3,39	4,19	3,13	1,92	2,58	4,17
3*	5,26	5,22	4,76	2,36	3,25	6,49
4*	7,58	6,78	7,49	2,53	6,47	7,32
5*	10,26	7,49	8,55	4,48	7,75	9,19
6*	11,38	9,16	10,24	5,81	10,31	10,23
7*	13,27	11,25	11,08	8,79	13,03	11,50
8*	14,19	13,48	12,56	9,91	14,27	12,56
9	15,48	14,39	13,49	10,70	15,49	14,39
10	16,12	14,71	14,50	12,08	16,13	15,54
11	16,49	15,46	14,98	13,26	16,89	16,28
12	16,78	15,89	16,22	14,19	17,27	17,86
13	17,21	16,41	17,59	14,33	17,80	18,39
14	17,44	17,24	17,86	14,62	18,25	20,53
15	18,39	18,56	18,33	15,07	19,33	22,76
16	18,72	19,41	18,49	15,59	19,56	23,16
17	19,26	20,53	19,96	16,00	19,93	23,39
18	19,39	21,56	20,39	16,34	20,07	23,78
19	19,77	21,94	20,76	16,59	20,19	24,02
20	20,34	22,18	21,19	16,83	20,38	24,28

* Alevkaynaklıyanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 14,27 ile sodyum silikat ile emprenye edilmiş örneklerde, en az

ağırlık kaybı ise % 9,91 ile amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 24,82 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 16,83 ile amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.6. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Doğu Kayını Ağaç Malzemesi ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	1,24	3,42	2,36	1,76	2,36	2,56
2*	4,22	5,06	5,28	3,14	5,28	5,12
3*	6,45	6,70	7,49	4,83	8,16	10,83
4*	9,66	7,88	10,18	7,49	11,23	15,76
5*	11,01	11,64	13,26	10,13	15,39	22,83
6*	17,22	15,44	17,39	15,74	19,72	31,76
7*	20,77	19,86	21,33	19,48	23,31	38,44
8*	24,37	25,49	26,19	23,54	26,88	43,16
9	26,68	26,59	27,36	25,76	28,16	47,73
10	31,45	27,75	29,48	26,34	30,43	53,16
11	33,29	29,54	30,72	27,28	33,72	60,38
12	34,38	31,06	31,43	27,84	35,43	71,39
13	35,90	32,93	32,16	28,31	37,71	75,26
14	36,26	33,27	32,79	29,14	38,19	79,33
15	36,58	34,96	33,94	29,76	38,73	82,88
16	37,03	36,16	34,29	30,43	39,48	85,26
17	37,26	38,70	34,73	30,76	40,56	89,18
18	37,44	39,33	35,12	31,14	40,89	94,72
19	37,69	40,21	35,53	31,60	41,21	96,45
20	37,81	40,56	35,81	31,71	41,49	98,50

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 43,16 ile kontrol (emprenye edilmemiş) örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise %23,54 ile amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı % 98,50 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 31,71 ile amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.6.1. Doğü Kayını Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinin (%) Ağırlık Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması

Doğü kayını ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.12. Doğü kayını ağaç malzemesinin (%) ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Anlam Düzeyi
Düzeltilmiş Model	483432,289(a)	359	1346,608	2015,474	0,000
Sabit Terim	984973,323	1	984973,323	1474213,909	0,000
A:Üst yüzey işlemleri	99654,852	2	49827,426	74576,928	0,000
B:Emprenye maddesi	49081,905	5	9816,381	14692,221	0,000
C: Ölçüm zamanı	208501,524	19	10973,764	16424,482	0,000
Etkileşim A*B	48213,084	10	4821,308	7216,074	0,000
Etkileşim A*C	32606,003	38	858,053	1284,251	0,000
Etkileşim B*C	20726,096	95	218,169	326,535	0,000
Etkileşim A*B*C	24648,825	190	129,731	194,168	0,000
Hata	1202,642	1800	,668		
Toplam	1469608,254	2160			
Düzeltilmiş Toplam	484634,931	2159			

(a) $R^2 = 0,998$

Doğü kayını ağaç malzemesi örneklerinin yanma sonundaki ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçlarına göre; üst yüzey işlemleri, emprenye

maddesi ve ölçüm zamanı tek başına, diğer bütün etkileşimler aynı anda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri üzerinde etkileri anlamlı bulunmuştur.

Doğu kayını ağaç malzemesinde; üst yüzey işlemi ve emprenye maddesine bağlı olarak % ağırlık kaybı ortalama değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Çizelgede verilen değerler, ölçüm zamanını genel olarak değerlendirirken, emprenye ve üst yüzey işlem maddesinin % ağırlık kaybı üzerindeki değişimlerini göstermektedir.

Çizelge 4.13. Doğu kayını ağaç malzemesinde % ağırlık kaybı ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Örnek sayısı	Emprenye maddesine göre			Üst yüzey işlem maddesine göre	
		Emprenye maddesi	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
Yangın Geciktirici Vernik	120	Boraks	20,86	cd	20,27	b
	120	Borik asit	19,25	cd		
	120	Ç. Klorür	19,19	cd		
	120	A. Sülfat	18,37	c		
	120	S. Silikat	19,52	cd		
	120	Kontrol	24,46	ef		
Yangın Geciktirici Boya	120	Boraks	14,15	b	13,63	a
	120	Borik asit	13,92	b		
	120	Ç. Klorür	13,68	b		
	120	A. Sülfat	10,63	a		
	120	S. Silikat	14,01	b		
	120	Kontrol	15,40	b		
Emprenye	120	Boraks	25,83	fg	30,16	c
	120	Borik asit	25,33	fg		
	120	Ç. Klorür	24,84	efg		
	120	A. Sülfat	21,81	de		
	120	S. Silikat	27,92	g		
	120	Kontrol	55,24	h		

Farklı kimyasal maddelerle emprenyeli, yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en fazla ağırlık kaybı % 55,24 ile kontrol (emprenyesiz ve üst yüzey işlemsiz) örneklerde tespit edilmiştir. En az ağırlık kaybı ise %10,63 ile amonyum sülfat ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanan örneklerde tespit edilmiştir.

Doğu kayını ağaç örneklerinin emprenye maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda % ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; boraks, borik asit, çinko klorür ve sodyum silikat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler ile kontrol (yangın geciktirici boyalı) örnekler arasında, boraks, borik asit, çinko klorür ve sodyum silikat ile emprenyeli ve yangın geciktiricivernikli örnekler arasında, boraks ve borik asit ile emprenyeli üst yüzey işlemsiz örnekler arasında fark yoktur. Diğer örnekler arasında ise istatistiksel olarak fark vardır.

Doğu kayını ağaç örneklerinin yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda% ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; en fazla ağırlık kaybı % 30,16 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 13,63 ile yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir. İstatistiksel etkileşimlerde; üst yüzey işlem maddeleri arasında fark vardır.

4.4.7. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Göknaç Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış göknaç ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Yangın geciktirici vernikli göknar ağaç malzeme örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	2,27	2,25	1,84	3,85	2,60	3,95
2*	5,10	4,57	3,99	5,78	5,15	8,18
3*	6,73	5,56	4,61	7,01	6,88	14,86
4*	7,26	7,04	8,90	9,80	11,35	21,59
5*	9,02	8,71	15,19	11,06	14,32	24,24
6*	11,19	10,11	18,24	15,77	19,67	26,34
7*	16,68	15,04	21,18	19,31	20,43	27,19
8*	21,56	16,49	23,18	23,28	21,69	29,16
9	22,49	17,25	24,66	25,27	24,22	30,28
10	23,86	17,86	26,12	27,39	27,42	31,46
11	24,72	18,39	28,19	28,16	28,44	32,19
12	25,80	18,59	31,25	28,89	29,06	32,84
13	25,98	18,84	31,54	30,12	30,81	33,27
14	26,19	19,33	31,89	30,29	31,24	33,59
15	26,54	19,51	32,07	30,57	31,78	33,88
16	26,82	19,76	32,85	30,96	32,18	34,26
17	27,39	20,03	33,16	31,12	32,44	34,49
18	27,93	20,15	33,28	31,23	33,07	34,83
19	28,60	20,29	33,36	31,34	33,51	35,16
20	28,88	20,56	33,49	31,46	33,77	35,49

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 29,16 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 16,49 ile borik asit ilke emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı 35,49 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 20,56 ile borik asit ile emrenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.8. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Göknaç Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış göknaç ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Yangın geciktirici boyalı göknaç ağaç malzemesi örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı(30sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	1,21	1,97	2,26	1,12	2,95	3,15
2*	2,75	2,44	3,63	2,58	4,47	5,07
3*	3,50	3,96	4,69	4,78	7,18	7,29
4*	4,68	5,37	6,15	7,21	9,54	8,24
5*	6,74	7,74	10,89	8,18	12,55	10,78
6*	9,03	8,76	11,24	10,34	14,58	13,22
7*	11,26	11,14	13,19	12,83	17,69	15,85
8*	12,56	13,29	15,24	15,71	20,81	17,85
9	13,88	14,85	16,85	16,60	21,39	19,23
10	14,41	15,11	17,22	17,39	23,76	20,80
11	15,11	15,29	17,49	18,59	25,89	22,08
12	15,76	15,46	17,74	19,07	26,72	22,77
13	15,99	15,58	18,22	19,39	27,19	23,11
14	16,28	15,76	18,39	19,71	27,49	23,68
15	16,39	15,90	18,64	21,00	27,86	23,85
16	16,72	16,02	19,28	22,60	28,19	24,05
17	17,26	16,14	19,59	23,52	28,49	24,17
18	17,54	16,25	20,16	23,88	28,96	24,52
19	18,13	16,33	20,33	24,10	29,14	24,68
20	18,88	16,44	20,49	24,37	29,36	24,87

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış göknaç ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla

ağırlık kaybı, % 20,81 ile sodyum silikat ile emprenye edilmiş örneklerde, en az ağırlık kaybı ise % 12,56 ile boraks ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 29,36 ile sodyum silikat ile emprenye edilmiş örneklerde, en aza ağırlık kaybı ise % 16,44 ile borik asit ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.9. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Göknaç Ağaç Malzemesi ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) göknaç ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin, yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.16'da verilmektedir.

Çizelge 4.16. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) göknaç ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	2,80	2,04	2,05	2,81	4,43	3,29
2*	4,63	4,62	4,18	4,24	7,21	6,98
3*	6,11	11,42	5,25	6,43	8,17	12,19
4*	9,21	13,18	7,94	8,89	15,81	17,28
5*	15,65	23,06	13,08	12,61	27,71	26,96
6*	23,83	30,25	15,12	16,44	29,69	35,79
7*	26,89	33,26	16,28	21,65	32,00	43,86
8*	28,48	35,46	17,79	23,91	33,27	51,76
9	31,82	41,83	19,69	25,32	36,19	58,94
10	34,29	42,16	20,50	27,49	39,22	63,72
11	35,77	42,94	22,38	28,47	43,40	71,81
12	36,46	43,28	22,80	28,82	45,72	74,96
13	36,74	43,76	23,11	29,16	46,39	82,08
14	37,20	43,92	23,82	29,37	47,83	88,69
15	37,49	44,37	23,98	29,82	48,23	90,21
16	37,76	44,71	24,10	30,41	48,56	94,18
17	37,94	44,89	24,25	30,76	48,82	95,27
18	38,02	45,16	24,44	30,94	48,94	97,68
19	38,13	45,28	24,72	31,03	45,03	98,42
20	38,21	45,58	24,88	31,19	49,18	99,19

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) göknaç ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama

değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 51,76 ile kontrol (emprenye edilmemiş) örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 17,79 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı % 99,19 ile kontrol (emprenye edilmemiş) örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 24,88 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.9.1. Gökmar Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinin Ağırlık Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması (%)

Gökmar ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Gökmar ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Anlam Düzeyi
Düzeltilmiş Model	577355,124(a)	359	1608,232	1719,413	0,000
Sabit Terim	1199080,077	1	1199080,077	1281976,132	0,000
A:Üst yüzey işlemi	112530,268	2	56265,134	60154,914	0,000
B:Emprenye maddesi	74975,616	5	14995,123	16031,782	0,000
C: Ölçüm zamanı	225691,545	19	11878,502	12699,699	0,000
Etkileşim A*B	78668,707	10	7866,871	8410,731	0,000
Etkileşim A*C	28376,388	38	746,747	798,372	0,000
Etkileşim B*C	18639,445	95	196,205	209,769	0,000
Etkileşim A*B*C	38473,155	190	202,490	216,489	0,000
Hata	1683,607	1800	,935		
Toplam	1778118,808	2160			
Düzeltilmiş Toplam	579038,731	2159			

(a) $R^2 = 0,996$

Gökmar ağaç malzemesi örneklerinin yanma sonundaki ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçlarına göre; üst yüzey işlemi, emprenye maddesi ve ölçüm zamanı tek başına, diğer bütün etkileşimler aynı anda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri üzerinde etkileri anlamlı bulunmuştur.

Gök nar ağ a malzemesinde; üst yüzey iş lemi ve emprenye maddesine bağlı olarak % ağırlık kaybı ortalama değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Çizelgede verilen değerler, ölçüm zamanını genel olarak değerlendirirken, üst yüzey iş lemi ve emprenye maddesinin % ağırlık kaybı üzerindeki değişimlerini göstermektedir

Çizelge 4.18. Gök nar ağ a malzemesinde ağırlık kaybı ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları (%).

Üst yüzey iş lemi	Örnek sayısı	Emprenye maddesine göre			Üst yüzey iş lem maddesine göre	
		Emprenye maddesi	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
Yangın Geciktirici Vernik	120	Boraks	19,75	de	22,04	b
	120	Borik asit	15,02	abc		
	120	Ç. Klorür	23,45	f		
	120	A. Sülfat	22,63	ef		
	120	S. Silikat	23,50	f		
	120	Kontrol	27,86	g		
Yangın Geciktirici Boya	120	Boraks	12,40	ab	15,58	a
	120	Borik asit	12,19	a		
	120	Ç. Klorür	14,58	ab		
	120	A. Sülfat	15,65	bc		
	120	S. Silikat	20,71	def		
	120	Kontrol	17,96	cd		
Emprenye	120	Boraks	27,87	g	33,07	c
	120	Borik asit	34,06	h		
	120	Ç. Klorür	18,02	cd		
	120	A. Sülfat	22,49	ef		
	120	S. Silikat	35,29	h		
	120	Kontrol	60,66	i		

Farklı kimyasal maddelerle emprenyeli, üst yüzey iş leminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış gök nar ağ a malzemesi ve kontrol örnek gruplarının yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en fazla ağırlık kaybı % 60,66 ile kontrol (emprenyesiz, üst yüzey iş lemsiz) örneklerde tespit

edilmiştir. En az ağırlık kaybı ise %12,19 ile borik asit ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanan örneklerde tespit edilmiştir.

Gökmar ağaç örneklerinin emprenye maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda % ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; boraks ve çinko klorür ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler arasında, yangın geciktirici boyalı kontrol örnekleri ile çinko klorür ile emprenyeli kontrol (üst yüzey işlemsiz) örnekleri arasında, amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile amonyum sülfat ile emprenyeli üst yüzey işlemsiz örnekler arasında, çinko klorür ve sodyum silikat ile emprenyeli yangın geciktirici vernikli örnekler arasında, yangın geciktirici vernikli kontrol örnekleri ile boraks ile emprenyeli üst yüzey işlemsiz örnekleri arasında, borik asit ve sodyum silikat ile emprenyeli üst yüzey işlemsiz örnekleri arasında fark yoktur. Diğer örnekler arasında ise fark vardır.

Gökmar ağaç örneklerinin yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda % ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; en fazla ağırlık kaybı % 33,07 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 15,58 ile yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir. İstatistiksel etkileşimlerde; üst yüzey işlem maddeleri arasında fark vardır.

4.4.10. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Meşe Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Yangın geciktirici vernikli meşe ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	1,86	2,09	1,72	2,28	2,39	1,89
2*	3,28	4,22	2,96	4,79	5,22	4,22
3*	6,32	5,89	5,72	7,42	8,16	7,80
4*	9,18	7,72	6,49	9,16	11,76	10,41
5*	11,01	10,33	8,86	10,28	13,45	13,76
6*	12,76	11,76	10,43	13,49	14,88	16,99
7*	14,84	13,49	11,27	14,72	17,22	19,34
8*	16,26	15,28	13,56	18,53	19,28	21,14
9	18,72	18,72	15,72	20,82	23,77	23,72
10	21,33	20,66	18,49	24,59	26,49	26,82
11	23,31	21,83	20,36	27,81	30,52	28,16
12	24,88	23,56	20,79	29,91	31,76	31,70
13	25,42	24,80	22,83	32,13	33,98	34,12
14	27,39	25,16	25,39	35,72	37,42	36,61
15	29,86	25,82	27,30	36,13	37,79	37,72
16	30,72	26,39	29,48	36,70	38,10	38,17
17	30,99	29,46	30,72	36,93	38,42	39,90
18	31,22	29,78	31,01	37,08	38,77	40,11
19	31,37	30,12	31,10	37,21	38,94	40,52
20	31,49	30,36	31,18	37,46	39,11	40,84

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı % 21,14 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı % 13,56 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı % 40,84 ile kontrol örneklerinde, en aza ağırlık kaybı ise % 30,36 ile borik asit ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.11. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Meşe Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Yangın geciktirici boyalı meşe ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	1,22	1,72	1,76	1,53	2,04	2,47
2*	2,48	3,16	3,39	2,86	3,96	3,89
3*	4,42	4,29	4,72	4,11	5,12	4,71
4*	5,79	5,20	5,39	5,30	6,24	5,42
5*	6,41	5,99	6,05	6,08	7,12	6,19
6*	6,94	6,79	6,94	7,22	7,56	6,72
7*	7,22	7,97	7,53	8,10	8,10	8,13
8*	8,89	8,12	9,28	8,74	9,36	9,36
9	11,39	8,54	9,43	9,14	10,24	10,33
10	13,72	8,71	9,59	9,27	13,56	11,76
11	13,89	9,10	9,73	9,53	15,28	14,49
12	14,16	9,33	9,89	9,71	16,58	15,70
13	14,25	9,58	10,10	9,83	18,94	17,83
14	14,42	9,75	10,23	10,46	21,33	18,26
15	14,73	9,93	10,39	10,72	22,56	19,13
16	14,96	10,12	10,76	10,89	24,07	19,56
17	15,03	10,23	10,88	11,03	24,24	19,89
18	15,10	10,54	11,03	11,17	24,61	20,13
19	15,18	10,69	11,20	11,31	24,86	20,34
20	15,26	10,96	11,28	11,46	25,14	20,58

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla

ağırlık kaybı % 9,36 ile kontrol örneklerinde, en aza ağırlık kaybı ise % 8,12 ile borik asit ile empenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı % 25,14 ile sodyum silikat ile empenye edilmiş örneklerde, en az ağırlık kaybı ise % 10,96 ile borik asit ile empenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.12. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Meşe Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla empenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin, yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	2,96	3,02	2,89	2,94	2,93	1,62
2*	4,72	5,16	4,12	5,12	4,41	3,17
3*	7,89	8,24	7,28	7,28	6,10	6,19
4*	10,22	11,23	11,39	10,46	7,48	10,57
5*	15,19	14,31	13,76	12,74	14,37	17,28
6*	17,42	16,28	14,87	16,39	18,08	25,44
7*	20,13	20,52	17,42	19,23	21,80	33,40
8*	22,54	23,50	19,57	22,51	24,82	41,19
9	24,89	26,82	21,72	24,86	27,16	49,22
10	27,52	29,39	24,89	28,72	28,53	56,79
11	31,40	31,78	26,22	30,16	30,47	64,82
12	33,72	32,79	27,19	33,29	32,78	71,39
13	34,19	34,56	28,86	33,51	35,46	76,82
14	34,28	35,72	29,16	33,78	37,42	81,29
15	34,53	36,17	29,32	33,94	39,73	86,33
16	34,70	36,56	29,60	34,00	40,51	89,48
17	34,86	36,89	29,83	34,10	40,94	94,72
18	34,98	37,10	30,10	34,17	41,22	96,49
19	35,03	37,21	30,21	34,23	42,19	97,51
20	35,13	37,43	30,33	34,27	42,71	98,40

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı % 41,19 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 19,57 ile çinko klorür ile eprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı % 98,40 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 30,33 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.12.1. Meşe Ağaç Malzeme Deney Örneklerinin % Ağırlık Kaybı Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması

Meşe ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Meşe ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Anlam Düzeyi
Düzeltilmiş Model	566775,366(a)	359	1578,761	2120,188	0,000
Sabit Terim	929073,603	1	929073,603	1247693,965	0,000
A:Üst yüzey işlemi	134720,440	2	67360,220	90461,014	0,000
B:Emprenye maddesi	54742,855	5	10948,571	14703,319	0,000
C: Ölçüm zamanı	222622,964	19	11716,998	15735,274	0,000
Etkileşim A*B	50999,733	10	5099,973	6848,979	0,000
Etkileşim A*C	41727,399	38	1098,089	1474,673	0,000
Etkileşim B*C	29520,743	95	310,745	417,313	0,000
Etkileşim A*B*C	32441,233	190	170,743	229,299	0,000
Hata	1340,339	1800	,745		
Toplam	1497189,308	2160			
Düzeltilmiş Toplam	568115,705	2159			

(a) $R^2 = 0,9988$

Meşe ağaç malzemesi örneklerinin yanma sonundaki ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçlarına göre; üst yüzey işlemi, emprenye

maddesi ve ölçüm zamanı tek başına, diğer bütün etkileşimler aynı anda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri üzerinde etkileri anlamlı bulunmuştur.

Meşe ağaç malzemesinde; üst yüzey işlemleri ve emprenye maddesine bağlı olarak % ağırlık kaybı ortalama değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. Çizelgede verilen değerler, ölçüm zamanını genel olarak değerlendirirken, üst yüzey işlemleri ve emprenye maddesinin % ağırlık kaybı üzerindeki değişimlerini göstermektedir.

Çizelge 4.23. Meşe ağaç malzemesinde% ağırlık kaybı ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Örnek sayısı	Emprenye maddesine göre			Üst yüzey işlem maddesine göre	
		Emprenye maddesi	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
Yangın Geciktirici Vernik	120	Boraks	20,11	d	22,00	b
	120	Borik asit	18,87	d		
	120	Ç. Klorür	18,27	d		
	120	A. Sülfat	23,66	ef		
	120	S. Silikat	25,37	f		
	120	Kontrol	25,70	f		
Yangın Geciktirici Boya	120	Boraks	10,77	ab	10,50	a
	120	Borik asit	8,04	a		
	120	Ç. Klorür	8,48	a		
	120	A. Sülfat	8,42	a		
	120	S. Silikat	14,55	c		
	120	Kontrol	12,74	bc		
Emprenye	120	Boraks	24,81	ef	29,72	c
	120	Borik asit	25,73	f		
	120	Ç. Klorür	21,44	de		
	120	A. Sülfat	24,29	ef		
	120	S. Silikat	26,96	f		
	120	Kontrol	55,11	g		

Farklı kimyasal maddelerle emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örnek gruplarının yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en fazla ağırlık kaybı % 55,11 ile kontrol (emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz) örneklerde tespit edilmiştir. En az ağırlık kaybı ise % 8,04 ile borik asit ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış örneklerde tespit edilmiştir.

Meşe ağaç örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonunda % ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; borik asit, çinko klorür ve amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler arasında, boraks, borik asit ve çinko klorür ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler arasında, amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile boraks ve amonyum sülfat ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örnekler arasında, sodyum silikat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler, yangın geciktirici vernikli kontrol örnekleri, borik asit ve sodyum silikat ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örnekler arasında fark yoktur. Diğer örnekler arasında ise istatistiksel olarak fark vardır.

Meşe ağaç örneklerinin yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda % ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; en fazla ağırlık kaybı % 29,72 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 10,50 ile yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir. İstatistiksel etkileşimlerde; üst yüzey işlem maddeleri arasında fark vardır.

4.4.13. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Dişbudak Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen % Ağırlık Kaybı Değerleri

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Yangın geciktirici vernikli dışbudak ağaç malzeme örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	2,75	2,86	2,84	2,76	2,14	2,31
2*	3,82	5,81	4,57	4,49	5,54	5,61
3*	9,52	7,65	6,28	7,28	9,78	9,93
4*	13,67	9,02	7,42	9,16	12,00	13,69
5*	17,02	12,66	8,53	10,59	15,29	16,11
6*	23,51	14,89	11,81	11,89	17,12	19,39
7*	27,23	15,76	13,76	13,47	20,43	20,87
8*	30,11	17,39	16,28	15,56	24,58	22,28
9	34,72	19,22	20,49	19,74	29,16	30,73
10	38,84	24,40	23,80	23,86	34,21	35,48
11	40,22	28,65	26,74	27,42	36,42	39,51
12	40,56	31,56	30,11	31,80	37,29	43,94
13	40,81	37,61	32,29	33,49	38,16	46,63
14	41,19	39,15	35,72	37,86	38,44	47,49
15	41,54	39,33	36,19	40,19	39,06	47,65
16	41,79	39,74	36,43	40,52	40,34	47,79
17	41,94	39,89	36,85	40,76	40,72	47,93
18	42,06	40,10	37,01	40,90	40,98	48,16
19	42,14	40,26	37,19	41,20	41,76	48,33
20	42,28	40,53	37,43	41,33	41,99	48,56

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış dışbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı % 30,11 ile boraks ile eprenye edilmiş örneklerde, en az ağırlık kaybı ise % 15,56 ile amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı % 48,56 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 37,43 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.14. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Dişbudak Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen % Ağırlık Kaybı Değerleri.

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Yangın geciktirici boyalı dişbudak ağaç malzeme örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	1,72	1,20	1,93	1,99	2,43	2,87
2*	3,08	3,18	3,74	3,82	4,13	5,82
3*	4,92	5,07	6,44	5,14	7,04	8,66
4*	8,01	6,68	7,71	6,60	8,43	11,04
5*	9,20	8,41	9,65	8,27	10,55	13,28
6*	10,78	9,73	11,04	11,52	13,52	17,13
7*	11,96	10,89	13,29	13,16	16,03	19,37
8*	13,49	12,76	15,76	14,56	19,33	21,93
9	18,86	13,86	19,01	19,44	24,54	22,48
10	21,72	14,70	21,44	21,80	27,31	25,76
11	23,45	15,36	22,56	23,49	30,49	26,54
12	24,16	15,84	23,11	24,16	31,16	27,22
13	24,54	16,22	23,32	24,87	31,40	27,44
14	24,79	16,73	23,54	25,40	31,58	27,65
15	24,91	16,96	23,71	25,74	31,84	27,76
16	25,03	17,07	23,85	25,93	32,01	28,02
17	25,10	17,13	23,97	26,03	32,25	28,18
18	25,19	17,21	24,04	26,12	32,44	28,36
19	25,29	17,30	24,11	26,24	32,59	28,63
20	25,36	17,39	24,19	26,39	32,71	28,78

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en

fazla ağırlık kaybı, % 21,93 ile kontrol örneklerinde, en aza ağırlık kaybı ise % 12,76 ile borik asit ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 32,71 ile sodyum silikat ile emprenye edilmiş örneklerde, en az ağırlık kaybı ise % 17,39 ile borik asit ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.15. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Dişbudak Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin, yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.26'daverilmiştir.

Çizelge 4.26. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) dişbudak ağaç malzemesive kontrol örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	2,92	2,28	2,53	2,26	2,17	2,71
2*	4,36	3,92	4,83	4,22	5,23	4,19
3*	7,90	6,24	8,58	7,88	8,31	8,22
4*	10,06	9,72	10,60	9,49	14,82	13,81
5*	13,39	13,99	11,37	13,28	16,36	21,39
6*	19,11	18,62	14,27	17,83	19,66	30,44
7*	26,75	20,71	17,30	20,46	23,39	42,75
8*	30,39	23,86	19,39	22,61	25,23	48,16
9	38,80	31,49	22,32	27,73	30,74	55,12
10	39,96	41,70	29,34	29,56	36,88	62,49
11	40,73	47,32	34,25	31,64	43,09	74,16
12	41,39	50,66	37,17	33,72	48,97	77,74
13	42,26	51,49	38,51	35,86	59,16	83,49
14	42,44	51,94	39,49	38,52	62,05	87,76
15	42,70	52,28	39,94	41,33	62,72	94,48
16	42,93	52,39	40,21	41,76	63,27	96,89
17	43,23	52,61	40,54	42,13	63,61	97,76
18	43,56	52,77	40,89	42,94	63,84	98,03
19	43,70	52,94	41,13	43,33	64,16	98,40
20	43,86	53,11	41,38	43,78	64,41	98,72

*Alev kaynaklı yama

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) dışbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı % 48,16 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 19,39 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı % 98,72 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 41,38 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.15.1. Dışbudak Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinin (%) Ağırlık Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması

Dışbudak ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Dışbudak ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Anlam Düzeyi
Düzeltilmiş Model	738384,478(a)	359	2056,781	1788,507	0,000
Sabit Terim	1615943,578	1	1615943,578	1405169,472	0,000
A: Üst yüzey işlemi	118659,264	2	59329,632	51591,026	0,000
B: Empr. maddesi	59844,676	5	11968,935	10407,778	0,000
C: Ölçüm zamanı	413023,671	19	21738,088	18902,701	0,000
Etkileşim A*B	46511,043	10	4651,104	4044,442	0,000
Etkileşim A*C	50036,080	38	1316,739	1144,991	0,000
Etkileşim B*C	20990,477	95	220,952	192,133	0,000
Etkileşim A*B*C	29319,267	190	154,312	134,184	0,000
Hata	2069,998	1800	1,150		
Toplam	2356398,055	2160			
Düzeltilmiş Toplam	740454,477	2159			

(a) $R^2 = 0,997$

Dışbudak ağaç malzemesi örneklerinin yanma sonundaki ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçlarına göre; üst yüzey işlemi, emprenye maddesi ve ölçüm zamanı tek başına, diğer bütün etkileşimler aynı anda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri üzerinde etkileri anlamlı bulunmuştur.

Dişbudak ağaç malzemesinde; üst yüzey işlemi ve emprenye maddesine bağlı olarak % ağırlık kaybı ortalama değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Çizelgede verilen değerler, ölçüm zamanını genel olarak değerlendirirken, üst yüzey işlemi ve emprenye maddesinin % ağırlık kaybı üzerindeki değişimlerini göstermektedir.

Çizelge 4.28. Dişbudak ağaç malzemesinde % ağırlık kaybı ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Örnek sayısı	Emprenye maddesine göre			Üst yüzey işlem maddesine göre	
		Emprenye maddesi	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
Yangın Geciktirici Vernik	120	Boraks	30,79	fgh	27,38	b
	120	Borik asit	25,32	cde		
	120	Ç. Klorür	23,09	cd		
	120	A. Sülfat	24,71	cde		
	120	S. Silikat	28,27	efg		
	120	Kontrol	32,12	gh		
Yangın Geciktirici Boya	120	Boraks	17,58	b	18,26	a
	120	Borik asit	12,68	a		
	120	Ç. Klorür	17,32	b		
	120	A. Sülfat	18,03	b		
	120	S. Silikat	22,59	cd		
	120	Kontrol	21,34	bc		
Emprenye	120	Boraks	31,02	fgh	36,41	c
	120	Borik asit	34,50	h		
	120	Ç. Klorür	26,70	def		
	120	A. Sülfat	27,52	ef		
	120	S. Silikat	38,90	i		
	120	Kontrol	59,83	j		

Farklı kimyasal maddelerle emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örnek gruplarının yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en fazla ağırlık kaybı % 59,83 ile kontrol (emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz) örneklerde tespit

edilmiştir. En az ağırlık kaybı ise %12,68 ile borik asit ile emprenye edilen ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış örneklerde tespit edilmiştir.

Dişbudak ağaç örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonunda % ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; boraks, çinko klorür ve amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler arasında, çinko klorür ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile sodyum silikat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler arasında, borik asit ve amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler arasında, boraks ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile boraks ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örnekler arasında fark yoktur. Diğer gruplar arasında ise istatistiksel olarak fark vardır.

Dişbudak ağaç örneklerinin yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda % ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; en fazla ağırlık kaybı % 29,72 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 10,50 ile yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir. İstatistiksel etkileşimlerde; üst yüzey işlem maddeleri arasında fark vardır.

4.4.16. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Kestane Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Yangın geciktirici vernikli kestane ağaç malzeme örneklerinde ölçülene ağırlık kaybı ortalama değerleri(%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	1,90	1,65	1,62	2,26	2,38	1,39
2*	3,07	3,66	2,97	3,42	5,73	4,68
3*	6,52	5,17	4,22	4,91	6,60	7,02
4*	8,63	7,31	6,49	6,28	9,23	10,81
5*	9,52	8,57	8,12	8,21	11,94	14,62
6*	11,31	11,14	9,71	10,42	15,49	19,84
7*	13,28	14,50	11,14	11,63	17,25	26,11
8*	15,36	16,42	12,88	12,90	20,33	30,88
9	17,57	23,86	15,16	15,78	23,56	35,27
10	20,49	24,17	17,24	17,60	25,18	38,16
11	21,56	25,36	18,13	18,95	25,94	38,73
12	21,88	25,57	18,57	20,09	26,29	39,01
13	22,24	25,78	19,10	20,83	26,54	39,24
14	22,51	26,03	19,34	22,05	26,81	39,37
15	22,74	26,12	19,56	22,29	27,00	39,54
16	22,93	26,23	19,83	22,48	27,12	39,71
17	23,12	26,38	19,97	22,82	27,33	39,87
18	23,41	26,51	20,08	23,09	27,40	40,00
19	23,76	26,60	20,14	23,24	27,51	40,06
20	23,89	26,72	20,19	25,56	27,62	40,13

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 30,88 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 12,88 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 40,13 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 20,19 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.17. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Kestane Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Yangın geciktirici boyalı kestane ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	1,47	2,80	2,73	2,72	1,09	1,10
2*	2,22	3,35	3,95	4,00	3,60	3,64
3*	4,04	5,66	4,47	4,59	4,87	4,92
4*	5,35	7,36	5,51	5,70	6,33	6,39
5*	6,94	8,64	7,80	7,74	7,81	7,89
6*	8,24	10,23	9,20	9,15	9,08	9,17
7*	10,13	11,79	10,17	10,17	11,91	12,03
8*	11,26	14,13	11,18	11,38	14,43	14,57
9	13,05	15,75	12,10	12,21	17,01	17,18
10	15,00	15,96	12,94	13,00	19,88	20,08
11	15,43	16,13	13,15	13,22	21,14	21,35
12	16,66	16,42	13,46	13,51	21,45	21,67
13	16,92	16,58	13,57	13,63	21,73	21,95
14	17,17	16,70	13,64	13,73	21,90	22,12
15	17,52	16,94	13,75	13,86	22,16	22,38
16	17,83	17,09	13,87	13,99	22,38	22,61
17	18,11	17,17	14,08	14,19	22,50	22,73
18	18,30	17,28	14,19	14,31	22,63	22,86
19	18,41	17,34	14,30	14,44	22,79	23,02
20	18,53	17,41	14,39	14,53	22,88	23,11

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla

ağırlık kaybı, % 14,57 ile kontrol örneklerinde, en aza ağırlık kaybı ise % 11,18 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 23,11 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise 14,39 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.18. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Kestane Ağaç Malzemesi ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen % Ağırlık Kaybı Değerleri

Farklı kimyasallarla emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin, yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	3,07	3,14	2,17	3,01	2,87	2,62
2*	4,74	5,12	4,78	5,12	4,99	6,94
3*	7,30	6,24	7,84	7,26	7,86	11,86
4*	9,45	13,78	9,21	10,34	11,23	20,14
5*	12,14	16,71	11,19	13,27	14,51	29,12
6*	15,28	18,09	12,49	15,39	19,39	37,24
7*	21,89	18,92	14,57	18,11	23,87	43,87
8*	24,71	19,42	16,28	21,53	26,74	50,76
9	27,00	27,83	20,49	22,96	30,46	56,70
10	29,43	28,97	23,15	24,13	32,89	65,12
11	30,94	30,15	26,42	25,72	34,72	72,84
12	33,32	31,57	28,11	26,94	34,96	76,53
13	37,35	32,19	28,29	27,52	35,24	81,89
14	37,97	32,37	28,56	28,14	35,42	84,71
15	38,23	32,51	28,70	29,39	35,60	89,16
16	38,64	32,79	28,84	31,24	35,81	92,74
17	38,87	32,97	28,98	32,97	36,03	97,41
18	39,04	33,10	29,10	34,15	36,17	98,94
19	39,19	33,29	29,21	34,32	36,26	99,03
20	39,33	33,58	29,33	34,71	36,35	99,11

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 50,76 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 16,28 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 99,11 ile kontrol örneklerinde, en aza ağırlık kaybı ise % 29,33 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.18.1. Kestane Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinin (%) Ağırlık Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması

Kestane ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Kestane ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Anlam Düzeyi
Düzeltilmiş Model	545427,490(a)	359	1519,297	2533,045	0,000
Sabit Terim	940299,170	1	940299,170	1567712,168	0,000
A:Üst yüzey işlemi	104843,775	2	52421,887	87400,301	0,000
B:Emprenye maddesi	98130,943	5	19626,189	32721,729	0,000
C: Ölçüm zamanı	194310,019	19	10226,843	17050,687	0,000
Etkileşim A*B	61653,409	10	6165,341	10279,154	0,000
Etkileşim A*C	29232,847	38	769,285	1282,590	0,000
Etkileşim B*C	32350,412	95	340,531	567,749	0,000
Etkileşim A*B*C	24906,085	190	131,085	218,551	0,000
Hata	1079,623	1800	,600		
Toplam	1486806,283	2160			
Düzeltilmiş Toplam	546507,113	2159			

$$R^2 = 0,998$$

Kestane ağaç malzemesi örneklerinin yanma sonundaki ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçlarına göre; üst yüzey işlemi, emprenye

maddesi ve ölçüm zamanı tek başına, diğer bütün etkileşimler aynı anda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri üzerinde etkileri anlamlı bulunmuştur.

Kestane ağaç malzemesinde; üst yüzey işlemi ve emprenye maddesine bağlı olarak % ağırlık kaybı ortalama değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.33’de verilmiştir. Çizelgede verilen değerler, ölçüm zamanını genel olarak değerlendirirken, üst yüzey işlemi ve emprenye maddesinin % ağırlık kaybı üzerindeki değişimlerini göstermektedir.

Çizelge 4.33. Kestane ağaç malzemesinde % ağırlık kaybı ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Örnek sayısı	Emprenye maddesine göre			Üst yüzey işlem maddesine göre	
		Emprenye maddesi	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
Yangın Geciktirici Vernik	120	Boraks	16,78	de	19,20	b
	120	Borik asit	18,89	ef		
	120	Ç. Klorür	14,22	bcd		
	120	A. Sülfat	15,74	bcde		
	120	S. Silikat	20,36	fg		
	120	Kontrol	29,22	j		
Yangın Geciktirici Boya	120	Boraks	12,63	ab	13,28	a
	120	Borik asit	13,24	abc		
	120	Ç. Klorür	10,92	a		
	120	A. Sülfat	11,00	a		
	120	S. Silikat	15,88	cde		
	120	Kontrol	16,04	cde		
Emprenye	120	Boraks	26,39	ij	30,10	c
	120	Borik asit	24,14	hi		
	120	Ç. Klorür	20,39	fg		
	120	A. Sülfat	22,31	gh		
	120	S. Silikat	26,57	ij		
	120	Kontrol	60,84	j		

Farklı kimyasal maddelerle emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örnek gruplarının yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en fazla ağırlık kaybı % 60,84 ile kontrol (emprenyesiz ve üst yüzey işlemsiz) örneklerde tespit edilmiştir. En az ağırlık kaybı ise %10,92 ile çinko klorür ile emprenye edilen ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir.

Kestane ağaç örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonunda % ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; çinko klorür ve amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler arasında, sodyum silikat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler ile yangın geciktirici boyalı kontrol örnekleri arasında, sodyum silikat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile çinko klorür ile emprenyeli üst yüzey işlemsiz örnekler arasında, boraks ve sodyum silikat ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örnekler arasında fark yoktur. Diğer örnekler arasında ise istatistiksel olarak fark vardır.

Kestane ağaç örneklerinin yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda % ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; en fazla ağırlık kaybı % 30,10 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 13,28 ile yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir. İstatistiksel etkileşimlerde; üst yüzey işlem maddeleri arasında fark vardır.

4.4.19. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Maun Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktiricivernik uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.34'de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Yangın geciktirici vernikli maun ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	1,66	1,36	1,70	2,67	1,86	1,97
2*	3,61	3,29	2,47	5,36	3,22	3,22
3*	6,38	4,12	3,59	8,19	5,87	5,16
4*	8,09	5,49	5,17	13,24	6,74	6,84
5*	9,43	7,70	6,52	15,40	8,82	9,22
6*	11,63	8,94	11,06	17,22	13,25	10,94
7*	13,28	11,24	12,81	18,96	15,32	12,25
8*	17,26	13,48	14,36	20,48	17,59	15,43
9	18,56	17,29	17,57	22,84	21,39	17,22
10	21,34	20,42	19,02	24,56	25,44	20,34
11	24,81	22,89	21,45	25,18	27,36	22,86
12	25,56	25,32	21,74	25,86	27,73	25,34
13	26,49	25,76	22,16	26,32	28,03	27,48
14	26,61	25,89	22,39	26,54	28,42	29,37
15	26,74	25,97	22,63	26,82	28,69	34,24
16	26,82	26,11	22,89	26,99	28,82	37,48
17	26,97	26,28	23,14	27,12	28,93	41,72
18	27,13	26,43	23,29	27,28	29,10	41,94
19	27,50	26,57	23,52	27,39	29,24	41,40
20	27,73	26,71	23,78	27,56	29,43	42,81

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; en fazla ağırlık kaybı, % 20,48 ile amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde, en aza ağırlık kaybı ise % 13,48 ile borik asit ile emprenye edilen örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 42,81 ile kontrol örneklerinde, en aza ağırlık kaybı ise % 23,78 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.20. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Maun Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.35’de verilmiştir.

Çizelge 4.35. Yangın geciktirici boyalı maun ağaç malzeme örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	1,70	2,10	2,28	2,49	1,70	2,45
2*	3,30	3,27	4,23	3,86	3,38	4,36
3*	4,74	4,52	5,54	5,03	5,07	5,71
4*	8,21	6,26	6,75	6,44	6,19	7,37
5*	9,77	7,82	8,40	8,98	7,50	9,59
6*	13,31	8,46	11,23	11,83	10,47	10,94
7*	13,53	9,18	14,82	15,68	15,20	12,39
8*	14,19	10,59	16,49	24,15	16,32	19,50
9	16,41	12,38	19,29	25,36	21,46	26,39
10	18,49	13,57	20,86	26,89	25,39	31,72
11	20,14	14,12	21,14	27,13	26,40	37,19
12	21,46	14,98	21,42	27,26	26,67	39,83
13	21,74	15,34	21,67	27,31	26,94	41,76
14	22,06	15,87	21,89	27,42	27,22	42,39
15	22,33	16,51	22,09	27,50	27,43	42,54
16	22,57	16,83	22,19	27,66	27,69	42,81
17	22,89	16,94	22,31	27,81	27,84	42,96
18	23,09	17,09	22,47	27,94	27,92	43,07
19	23,36	17,17	22,60	28,01	28,04	43,13
20	23,56	17,28	22,71	28,10	28,13	43,21

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı

ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 24,15 ile amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde, en az ağırlık kaybı ise % 10,59 ile borik asit ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 43,21 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 17,28 ile borik asit ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.21. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Maun Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri (%)

Değişik kimyasallarla emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin, yanma deneyi sonucunda elde edilen % ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.36. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	2,11	2,71	1,70	2,85	2,07	1,87
2*	4,29	4,60	3,45	5,29	3,81	3,39
3*	6,12	9,96	7,93	7,58	6,45	9,17
4*	12,10	11,39	9,19	11,51	9,32	15,49
5*	13,85	14,05	11,52	18,39	14,94	21,37
6*	16,88	17,11	17,64	20,16	17,31	24,89
7*	20,49	21,76	19,11	24,42	19,47	28,11
8*	21,86	25,30	20,49	29,31	21,77	33,36
9	29,33	30,72	21,37	37,03	23,11	45,49
10	33,49	34,45	22,84	42,16	25,31	50,16
11	38,27	37,19	23,15	44,84	26,14	54,78
12	38,54	42,81	23,50	47,72	26,72	66,97
13	38,71	44,67	23,71	47,98	27,10	73,58
14	38,94	47,39	23,84	48,14	24,46	83,76
15	39,26	49,96	23,97	48,37	27,72	89,37
16	39,49	50,51	24,24	48,55	27,99	92,89
17	39,67	50,78	24,50	48,71	28,16	95,47
18	39,94	51,14	24,62	49,10	28,23	97,14
19	40,06	51,49	24,71	49,29	28,37	97,85
20	40,14	51,83	24,80	49,52	28,41	98,20

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) maun ağaç malzemesive kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; alev kaynaklı yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 33,36 ile kontrol örneklerinde, en aza ağırlık kaybı ise % 20,49 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Yanma sonunda en fazla ağırlık kaybı, % 98,20 ile kontrol örneklerinde, en aza ağırlık kaybı ise % 24,80 ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.

4.4.21.1. Maun Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinin % Ağırlık Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması

Maun ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Maun ağaç malzeme örneklerindeki % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Anlam Düzeyi
Düzeltilmiş Model	575101,972(a)	359	1601,955	1947,444	0,000
Sabit Terim	1153700,196	1	1153700,196	1402515,164	0,000
A:Üst yüzey işlemi	73278,927	2	36639,463	44541,384	0,000
B:Emprenye maddesi	69210,733	5	13842,147	16827,440	0,000
C: Ölçüm zamanı	283301,605	19	14910,611	18126,336	0,000
Etkileşim A*B	47346,382	10	4734,638	5755,743	0,000
Etkileşim A*C	23420,522	38	616,330	749,251	0,000
Etkileşim B*C	49344,017	95	519,411	631,430	0,000
Etkileşim A*B*C	29199,786	190	153,683	186,827	0,000
Hata	1480,669	1800	,823		
Toplam	1730282,836	2160			
Düzeltilmiş Toplam	576582,640	2159			

(a) $R^2 = 0,997$

Maun ağaç malzemesi örneklerinin yanma sonundaki ağırlık kaybı ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçlarına göre; üst yüzey işlemi, emprenye

maddesi ve ölçüm zamanı tek başına, diğer bütün etkileşimler aynı anda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri üzerinde etkileri anlamlı bulunmuştur.

Maun ağaç malzemesinde; üst yüzey işlemi ve emprenye maddesine bağlı olarak % ağırlık kaybı ortalama değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Çizelgede verilen değerler, ölçüm zamanını genel olarak değerlendirirken, üst yüzey işlemi ve emprenye maddesinin % ağırlık kaybı üzerindeki değişimlerini göstermektedir.

Çizelge 4.38. Maun ağaç malzemesinde % ağırlık kaybı ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Örnek sayısı	Emprenye maddesine göre			Üst yüzey işlem maddesine göre	
		Emprenye maddesi	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
Yangın Geciktirici Vernik	120	Boraks	18,88	bcde	19,32	a
	120	Borik asit	17,56	bcd		
	120	Ç. Klorür	16,06	b		
	120	A. Sülfat	20,80	de		
	120	S. Silikat	20,26	cde		
	120	Kontrol	22,36	e		
Yangın Geciktirici Boya	120	Boraks	16,34	b	18,67	a
	120	Borik asit	12,01	a		
	120	Ç. Klorür	16,52	bc		
	120	A. Sülfat	20,34	cde		
	120	S. Silikat	19,35	bcde		
	120	Kontrol	27,47	f		
Emprenye	120	Boraks	27,68	f	31,34	b
	120	Borik asit	32,49	g		
	120	Ç. Klorür	18,81	bcde		
	120	A. Sülfat	34,05	g		
	120	S. Silikat	20,84	de		
	120	Kontrol	54,17	h		

Farklı kimyasal maddelerle emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örnek gruplarının yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en fazla ağırlık kaybı % 54,17 ile kontrol (emprenye edilmemiş ve üst yüzey işlem maddesi uygulanmamış) örneklerde tespit edilmiştir. En az ağırlık kaybı ise %12,01 ile borik asit ile emprenye edilen ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir.

Maun ağaç örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonunda % ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; çinko klorür ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile boraks ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler arasında, boraks ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile sodyum silikat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler ve çinko klorür ile emprenyeli ve üst yüzey işlemsiz örnekler arasında, sodyum silikat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler arasında, amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile sodyum silikat ile emprenyeli üst yüzey işlemsiz örnekler arasında, yangın geciktirici boyalı kontrol örnekleri ile boraks ile emprenyeli üst yüzey işlemsiz örnekler arasında, borik asit ve amonyum sülfat ile emprenyeli üst yüzey işlemsiz örnekler arasında fark yoktur. Diğer örnekler arasında ise istatistiksel olarak fark vardır.

Maun ağaç örneklerinin yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda % ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; en fazla ağırlık kaybı % 31,34 ile kontrol örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 18,67 ile yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir.

Maun ağaç örneklerinin yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; yangın geciktirici vernikli ve boyalı örnekler arasında fark yoktur. Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örnekler arasında ise fark vardır.

4.4.22. Kullanılan Tüm Ağaç Malzeme Örneklerinin (%) Ağırlık Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması.

Kullanılan emprenye maddelerine göre, tüm ağaç malzeme ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en fazla ağırlık kaybı % 34,12 ile kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. En az ağırlık kaybı ise % 18,00 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde tespit edilmiştir. Ağırlık kaybı farklılıklarının hangi emprenye maddelerinde anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.39'da verilmiştir. Çizelgede verilen değerler, emprenye maddesi türünün % ağırlık kaybı ortalama değerler üzerindeki değişimlerini göstermektedir.

Çizelge 4.39. Tüm ağaç malzeme örneklerinde, emprenye maddesi türünün % ağırlık kaybı ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Borax	21,17	c
Borik asit	20,16	b
Çinko Klorür	18,00	a
Amonyum Sülfat	20,51	bc
Sodyum Silikat	23,04	d
Kontrol	34,12	e

Tüm ağaç örneklerinde yanma deneyleri sonunda ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; kullanılan emprenye maddeleri arasında istatistiksel olarak fark vardır.

Kullanılan yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, tüm ağaç malzeme ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en fazla ağırlık kaybı % 31,62 ile kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. En az ağırlık kaybı ise % 15,16 ile Yangın geciktirici boyalı örneklerde tespit edilmiştir. Ağırlık kaybı farklılıklarının hangi üst yüzey işlem maddelerinde anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi

sonuçları Çizelge 4.40.'da verilmiştir. Çizelgede verilen değerler, üst yüzey işlem maddesi türünün % ağırlık kaybı ortalama değerler üzerindeki değişimlerini göstermektedir.

Çizelge 4.40. Tüm ağaç malzeme örneklerinde, yangın geciktirici üst yüzey işlem maddesi türünün% ağırlık kaybı ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Yangın Geciktirici Vernik	21,71	b
Yangın Geciktirici Boya	15,16	a
Kontrol	31,62	c

Tüm ağaç örneklerinde yanma deneyleri sonunda ağırlık kaybındaki istatistiksel etkileşimlerde; kullanılan üst yüzey işlem maddeleri arasında istatistiksel olarak fark vardır.

Kullanılan emprenye maddelerive üst yüzey işlem maddeleri türlerine bağlı olarak, tüm ağaç malzemelerin % ağırlık kaybı ortalama değer farklılıklarının hangi ağaçlarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.41'de verilmiştir. Çizelgede verilen değerler, ölçüm zamanını genel olarak değerlendirirken, ağaç malzeme türlerinde; emprenye maddesi ve üst yüzey işlem maddesi türünün % ağırlık kaybı ortalama değerler üzerindeki değişimlerini göstermektedir.

Çizelge 4.41. Tüm ağaç malzeme örneklerinde, emprenye ve üst yüzey maddesi türünün% ağırlık kaybı ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Ağaç türü	Ortalama % ağırlık kaybı	Örnek sayısı	Homojenlik grubu
Yangın Geciktirici Vernik, Yangın Geciktirici Boya, Emprenye	Sarıçam	24,71	2160	b
	Doğu Kayını	21,35	2160	a
	Gök nar	23,56	2160	b
	Meşe	20,74	2160	a
	Dişbudak	27,35	2160	c
	Kestane	20,86	2160	a
	Maun	23,11	2160	b

Farklı kimyasal maddelerle emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı sarıçam, doğu kayını, göknar, meşe, dişbudak, kestane ve maun ağaç malzemesi deney örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin duncan testi karşılaştırma sonuçlarına göre; en fazla ortalama ağırlık kaybı % 27,35 dişbudak ağaç örneklerinde tespit edilmiştir. En az ortalama ağırlık kaybı ise % 20,74 ile meşe ağaç örneklerinde tespit edilmiştir.

Kullanılan emprenye maddeleri ve üst yüzey işlem maddelerinin tüm ağaç malzemelerin yanma deneyleri sonundaki etkileşimlerinde; doğu kayını, meşe ve kestane ağaç örnekleri arasında, sarıçam, göknar ve maun ağaç örnekleri arasında fark yoktur. Dişbudak örneklerinde ise fark vardır.

4.5. ÖLÇÜLEN ÜST SICAKLIK DEĞERLERİ

4.5.1. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Sarıçam Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Yangın geciktirici vernik uygulanmış sarıçam ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı(30sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	96	114	95	74	95	97
2*	116	126	107	100	111	112
3*	135	135	124	121	126	130
4*	147	144	140	135	143	143
5*	156	151	151	149	151	151
6*	165	156	162	160	164	160
7*	168	160	169	172	169	170
8*	169	154	173	176	172	181
9	160	144	166	164	168	185
10	151	136	149	152	159	178
11	142	130	134	140	150	170
12	134	124	121	131	144	164
13	127	120	114	124	140	158
14	122	114	102	117	135	152
15	116	111	98	112	129	149
16	112	107	95	106	124	146
17	108	103	92	103	120	142
18	104	101	90	98	117	140
19	101	97	88	94	113	137
20	98	94	87	92	111	135

* Alevkaynaklıyanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerler çizelgesinin sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 185 °C ile kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 160 °C ile borikasit ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.2. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Sarıçam Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.43’de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Yangın geciktirici boyalı sarıçam ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı(30sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	91	85	83	86	83	85
2*	108	101	95	96	95	103
3*	121	112	103	106	103	117
4*	135	120	110	116	112	136
5*	147	127	121	125	122	151
6*	158	134	139	135	131	167
7*	166	142	141	113	141	181
8*	173	151	142	151	153	197
9	172	149	137	153	145	189
10	157	143	129	144	135	178
11	145	135	120	137	126	166
12	136	127	110	128	118	157
13	128	120	103	120	111	145
14	120	114	98	115	104	136
15	114	110	94	108	97	125
16	108	105	91	104	92	115
17	103	102	89	98	88	108
18	99	100	87	95	85	100
19	95	95	85	91	82	97
20	93	92	84	88	81	91

* Alevkaynaklıyanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerler çizelgesinin sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 197 °C ile kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 142 °C ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.3. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Sarıçam Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.44'de verilmiştir.

Çizelge 4.44. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı(30sn)	Emprenye Maddesi					
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	Kontrol
1*	101	105	83	90	87	66
2*	120	117	99	105	106	84
3*	139	137	113	117	120	105
4*	153	154	125	124	131	128
5*	173	171	134	132	142	159
6*	195	185	144	144	151	183
7*	214	210	153	154	162	203
8*	227	230	161	163	170	230
9	222	221	151	160	165	283
10	215	210	139	154	156	376
11	212	198	132	146	145	483
12	209	190	124	141	137	511
13	206	184	118	135	128	542
14	202	178	112	130	121	481
15	195	172	105	128	115	414
16	189	166	100	124	109	348
17	181	161	97	117	105	318
18	169	160	93	122	101	282
19	160	158	88	107	99	253
20	151	155	85	103	96	230

* Alevkaynaklıyanma

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerleri

çizelgesinin sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 542 °C ile kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 161 °C ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.3.1. Sarıçam Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerlerinin Karşılaştırılması

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve yangın geciktirici üst yüzey maddesi uygulanmış sarıçam ağaç malzemesive kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.45’de, üst sıcaklık değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4.46’da verilmiştir.

Çizelge 4.45. Sarıçam ağaç malzeme örneklerindeki üst sıcaklık (°C) ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Anlam Düzeyi
Düzeltilmiş Model	7192897,708(a)	359	20035,927	381,720	0,000
Sabit Terim	43364541,886	1	43364541,886	826171,657	0,000
A:Üst yüzey işlemi	893318,926	2	446659,463	8509,657	0,000
B:Emprenye maddesi	1378371,275	5	275674,255	5252,085	0,000
C: Ölçüm zamanı	1403642,149	19	73875,903	1407,467	0,000
Etkileşim A*B	1103419,222	10	110341,922	2102,210	0,000
Etkileşim A*C	445692,499	38	11728,750	223,454	0,000
Etkileşim B*C	698859,311	95	7356,414	140,153	0,000
Etkileşim A*B*C	1269594,326	190	6682,075	127,305	0,000
Hata	94479,367	1800	52,489		
Toplam	50651918,961	2160			
Düzeltilmiş Toplam	7287377,075	2159			

(a) $R^2 = 0,987$

Sarıçam ağaç malzemesi örneklerinin yanma sonundaki üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçlarına göre; üst yüzey işlemi, emprenye maddesi ve ölçüm zamanı tek başına, diğer bütün etkileşimler aynı anda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri üzerinde etkileri anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.46. Sarıçam ağaç malzemesinde, emprenye ve üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık (°C) ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Örnek sayısı	Emprenye maddesine göre			Üst yüzey işlem maddesine göre	
		Emprenye maddesi	Ortalama	Homojenlik Grubu	Ortalama	Homojenlik Grubu
Yangın Geciktirici Vernik	120	Boraks	149,75	f	137,21	b
	120	Borik asit	125,55	bcde		
	120	Ç. Klorür	125,70	bcde		
	120	A. Sülfat	136,70	e		
	120	S. Silikat	130,80	de		
	120	Kontrol	154,75	f		
Yangın Geciktirici Boya	120	Boraks	128,22	cde	119,33	a
	120	Borik asit	118,65	abcd		
	120	Ç. Klorür	107,70	a		
	120	A. Sülfat	114,90	ab		
	120	S. Silikat	109,85	a		
	120	Kontrol	136,65	e		
Emprenye	120	Boraks	181,30	g	168,53	c
	120	Borik asit	172,60	g		
	120	Ç. Klorür	117,40	abc		
	120	A. Sülfat	129,30	cde		
	120	S. Silikat	127,05	bcde		
	120	Kontrol	283,55	h		

Farklı kimyasal maddelerle emprenyeli sarıçama ağaç malzemesi örneklerine yangın geciktirici vernik ve boya üst yüzey işlem maddeleri uygulanmıştır. Deney örnek gruplarının yanma deneyleri sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 283,55 °C ile kontrol (emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz) örneklerinde tespit edilmiştir. En düşük üst sıcaklık ise 107,70 °C ile çinko klorür ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örneklerde tespit edilmiştir.

Sarıçam ağaç örneklerinin empenye maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda ölçülen ortalama üst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; çinko klorür ve sodyum silikat ile empenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler arasında, borik asit ve çinko klorür ile empenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile sodyum silikat ile empenyeli kontrol (üst yüzey işlemsiz) örnekleri arasında, boraks ile empenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler ile amonyum sülfat ile empenyeli kontrol (üst yüzey işlemsiz) örnekleri arasında, amonyum sülfat ile empenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile yangın geciktirici boyalı kontrol örnekleri arasında, boraks ile empenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile yangın geciktirici vernikli kontrol örnekleri arasında, boraks ve borik asit ile empenyeli kontrol (üst yüzey işlemsiz) örnekleri arasında fark yoktur. Diğer örnekler arasında ise istatistiksel olarak fark vardır.

Sarıçam ağaç örneklerinin yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma deneyleri sonundaki üst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; en yüksek üst sıcaklık değeri 168,53 °C ile kontrol örneklerinde, en düşük üst sıcaklık ise 119,33 °C ile yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir. İstatistiksel etkileşimlerde; yangın geciktirici vernikli ve boyalı örnekler ile kontrol örnekleri arasında fark vardır.

4.5.4. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Doğu Kayını Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla empenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.47’de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Yangın geciktirici vernikli doğu kayını ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik	Ç.	A.	S.	

sn)		Asit	Klorür	Sülfat	Silikat	
1*	88	100	97	92	90	87
2*	107	113	117	105	105	106
3*	122	127	129	115	120	124
4*	143	139	143	124	134	143
5*	160	150	154	133	145	163
6*	171	164	163	141	156	177
7*	177	179	173	149	166	194
8*	175	196	171	157	177	205
9	165	186	160	150	166	202
10	155	178	149	140	156	190
11	147	169	140	132	147	175
12	140	160	133	123	138	162
13	134	151	126	118	129	154
14	129	143	121	113	121	142
15	124	135	115	108	113	129
16	119	127	111	103	106	120
17	115	120	107	99	100	112
18	113	113	103	95	97	105
19	110	107	101	92	94	101
20	107	101	99	89	91	97

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerler çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 205 °C ile kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 157 °C ile amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.5. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Doğru Kayını Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.48’da verilmiştir.

Çizelge 4.48. Yangın geciktirici boyalı doğu kayını ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	90	87	88	90	85	83
2*	102	99	102	103	107	103
3*	112	109	113	115	122	117
4*	120	118	123	125	134	130
5*	127	127	131	135	146	143
6*	135	134	139	144	162	158
7*	142	141	145	152	187	177
8*	148	147	154	160	195	185
9	137	140	145	149	182	175
10	130	132	138	139	167	163
11	123	124	128	129	154	150
12	118	117	119	120	142	139
13	113	110	111	112	135	130
14	108	104	105	105	127	121
15	104	98	99	100	121	114
16	100	93	94	96	116	109
17	96	88	89	93	111	104
18	93	85	86	90	107	100
19	90	82	83	87	103	97
20	87	80	80	84	99	93

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerler çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 195 °C

ile sodyum silikat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 147 °C ile borik asit ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.6. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Doğru Kayını Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).

Farklı kimyasallarla emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) doğru kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.49'de verilmiştir.

Çizelge 4.49. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) doğru kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	120	122	112	96	95	76
2*	135	139	125	107	115	101
3*	148	157	135	118	134	129
4*	165	174	144	128	153	167
5*	182	192	153	137	170	208
6*	199	215	160	146	185	244
7*	212	239	167	152	199	270
8*	220	218	169	153	183	295
9	192	198	160	146	171	342
10	182	178	150	137	160	450
11	174	168	139	130	150	496
12	168	160	130	123	142	551
13	162	153	122	116	134	602
14	157	147	114	110	127	554
15	154	141	107	105	120	501
16	152	135	101	100	114	436
17	149	130	96	96	108	384
18	146	125	92	93	103	307
19	143	121	88	90	98	271
20	137	117	86	88	94	239

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) doğru kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerler çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 602 °C ile kontrol örneklerinde

bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 153 °C ile amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.6.1. Doğu Kayını Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık (°C) Değerlerinin Karşılaştırılması

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve yangın geciktirici üst yüzey maddesi uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.48’de, ölçülen üst sıcaklık değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4.50’da verilmiştir.

Çizelge 4.50. Doğu Kayını ağaç malzeme örneklerindeki üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Anlam Düzeyi
Düzeltilmiş Model	9378338,906(a)	359	26123,507	677,159	0,000
Sabit Terim	43683063,797	1	43683063,797	1132328,705	0,000
A: Üst yüzey işlemi	1124699,727	2	562349,864	14576,928	0,000
B: Emprenye maddesi	1645712,500	5	329142,500	8531,854	0,000
C: Ölçüm zamanı	1559979,290	19	82104,173	2128,260	0,000
Etkileşim A*B	2248295,356	10	224829,536	5827,909	0,000
Etkileşim A*C	241697,344	38	6360,456	164,872	0,000
Etkileşim B*C	951248,561	95	10013,143	259,555	0,000
Etkileşim A*B*C	1606706,129	190	8456,348	219,201	0,000
Hata	69440,538	1800	38,578		
Toplam	53130843,242	2160			
Düzeltilmiş Toplam	9447779,444	2159			

(a) $R^2 = 0,993$

Doğu Kayını ağaç malzemesi örneklerinin yanma sonundaki üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçlarına göre; üst yüzey işlemi, emprenye

maddesi ve ölçüm zamanı tek başına, diğer bütün etkileşimler aynı anda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri üzerinde etkileri anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.51. Doğu Kayını ağaç malzemesinde, emprenye ve üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Örnek sayısı	Emprenye maddesine göre			Üst yüzey işlem maddesine göre	
		Emprenye maddesi	Ortalama °C	Homojenlik Grubu	Ortalama °C	Homojenlik Grubu
Yangın Geciktirici Vernik	120	Boraks	135,05	def	133,23	b
	120	Borik asit	142,90	ef		
	120	Ç. Klorür	130,60	cde		
	120	A. Sülfat	118,90	abc		
	120	S. Silikat	127,50	bcd		
	120	Kontrol	144,40	f		
Yangın Geciktirici Boya	120	Boraks	113,75	a	119,85	a
	120	Borik asit	110,75	a		
	120	Ç. Klorür	113,60	a		
	120	A. Sülfat	116,40	ab		
	120	S. Silikat	135,10	def		
	120	Kontrol	129,52	cd		
Emprenye	120	Boraks	164,85	g	173,54	c
	120	Borik asit	161,45	g		
	120	Ç. Klorür	127,50	bcd		
	120	A. Sülfat	118,55	abc		
	120	S. Silikat	137,75	def		
	120	Kontrol	331,15	h		

Farklı kimyasal maddelerle emprenye edilen doğu kayını ağaç malzemesi örneklerine, yangın geciktirici vernik ve boya üst yüzey işlem maddeleri uygulanmıştır. Deney örnek gruplarının yanma deneyleri sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 331,15 °C ile kontrol (emprenye edilmemiş ve üst yüzey işlem maddesi uygulanmamış) örneklerde tespit edilmiştir. En düşük üst

sıcaklık ise 110,75 °C ile borik asit ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir.

Doğu kayını ağaç örneklerinin emprenye maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda ölçülen ortalama üst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; boraks, borik asit ve çinko klorür ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler arasında, amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile amonyum sülfat ile emprenyeli kontrol (üst yüzey işlemsiz) örnekleri arasında, sodyum silikat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile çinko klorür ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örnekler arasında, boraks ile emprenyeli yangın geciktirici vernikli örnekler, sodyum silikat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler ile sodyum silikat ile emprenyeli kontrol (üst yüzey işlemsiz) örnekler arasında, boraks ve borik asit ile emprenyeli kontrol (üst yüzey işlemsiz) örnekler arasında fark yoktur. Diğer gruplar arasında ise istatistiksel olarak fark vardır.

Doğu kayını ağaç örneklerinin yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma deneyleri sonundaki üst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; en yüksek üst sıcaklık değeri 173,54 °C ile kontrol örneklerinde, en düşük üst sıcaklık ise 119,85 °C ile yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir. İstatistiksel etkileşimlerde; yangın geciktirici vernikli ve boyalı örnekler ile kontrol örnekleri arasında fark vardır.

4.5.7. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Gök nar Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış gök nar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.52’de verilmiştir.

Çizelge 4.52. Yangın geciktirici vernikli göknar ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	80	89	90	79	96	107
2*	95	104	106	102	113	126
3*	114	117	122	120	126	145
4*	128	127	138	133	139	161
5*	139	136	159	144	152	170
6*	154	150	177	153	163	176
7*	163	162	183	159	169	182
8*	167	167	181	166	173	163
9	159	160	169	156	166	153
10	148	150	158	145	157	143
11	138	142	149	135	146	134
12	130	133	140	126	138	127
13	122	127	132	119	131	121
14	114	121	125	112	124	115
15	108	116	119	107	119	110
16	104	111	114	102	115	106
17	100	107	110	98	111	102
18	96	104	106	95	107	99
19	93	100	102	92	103	96
20	90	97	98	89	100	94

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış göknar ağaç malzemesive kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerler çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 183 °C ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde bulunurken, en düşük sıcaklık ise 166 °C ile amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.8. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Gökmar Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış gökmar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.51’de verilmiştir.

Çizelge 4.53. Yangın geciktirici boyalı gökmar ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	76	77	77	81	76	87
2*	92	92	93	95	90	103
3*	107	104	107	108	105	116
4*	118	114	119	119	116	128
5*	128	124	130	127	127	138
6*	138	132	140	133	136	150
7*	148	139	148	138	146	156
8*	153	145	155	141	155	159
9	142	146	151	140	153	159
10	133	137	144	136	143	152
11	122	129	136	130	133	142
12	115	122	128	122	124	134
13	108	115	121	115	116	127
14	103	110	114	109	111	120
15	98	106	110	103	105	115
16	94	102	105	98	100	110
17	90	99	102	94	97	106
18	87	96	98	90	94	103
19	85	93	95	87	91	100
20	83	91	92	84	89	97

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış gökmar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerler çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 159 °C ile

kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 141 °C ile amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.9. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Gökmar Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) gökmar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.54'de verilmiştir.

Çizelge 4.54. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) gökmar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	89	81	88	76	94	85
2*	108	97	102	93	120	101
3*	128	113	114	105	142	115
4*	149	129	125	116	161	139
5*	170	144	133	127	182	169
6*	186	160	148	136	193	198
7*	185	165	160	145	196	222
8*	184	171	165	146	195	250
9	169	161	163	138	188	276
10	157	151	153	131	175	300
11	146	141	143	125	161	352
12	138	133	134	120	151	478
13	130	126	126	114	142	489
14	124	120	119	109	135	421
15	118	114	113	105	130	367
16	113	110	108	101	124	321
17	109	105	104	98	119	296
18	105	102	100	95	115	200
19	102	99	97	93	111	241
20	99	96	94	90	108	226

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerler çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 489 °C ile kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 146 °C ile amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.9.1. Göknar Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık (°C) Değerlerinin Karşılaştırılması

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve yangın geciktirici üst yüzey maddesi uygulanmış göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.55’de, ölçülen üst sıcaklık değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4.56’de verilmiştir.

Çizelge 4.55. Göknar ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Anlam Düzeyi
Düzeltilmiş Model	5167483,031(a)	359	14394,103	397,176	0,000
Sabit Terim	37504851,772	1	37504851,772	1034869,633	0,000
A:Üst yüzey işlemi	467837,395	2	233918,697	6454,508	0,000
B:Emprenye maddesi	780953,735	5	156190,747	4309,764	0,000
C: Ölçüm zamanı	1286821,556	19	67727,450	1868,800	0,000
Etkileşim A*B	1101488,058	10	110148,806	3039,331	0,000
Etkileşim A*C	184576,980	38	4857,289	134,027	0,000
Etkileşim B*C	375873,563	95	3956,564	109,173	0,000
Etkileşim A*B*C	969931,744	190	5104,904	140,859	0,000
Hata	65234,046	1800	36,241		
Toplam	42737568,849	2160			
Düzeltilmiş Toplam	5232717,077	2159			

(a) $R^2 = 0,988$

Göknar ağaç malzemesi örneklerinin yanma sonundaki üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçlarına göre; üst yüzey işlemi, emprenye maddesi ve ölçüm zamanı tek başına, diğer bütün etkileşimler aynı anda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri üzerinde etkileri anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.56. Gökmar malzemesinde, emprenye ve üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Örnek sayısı	Emprenye maddesine göre			Üst yüzey işlem mad. göre	
		Emp. maddesi	Ortalama °C	Homoj. Grubu	Ort. °C	Homoj. Grubu
Yangın Geciktirici Vernik	120	Boraks	122,10	bcd	128,19	b
	120	Borik asit	126,00	def		
	120	Ç. Klorür	133,90	ef		
	120	A. Sülfat	121,60	bcd		
	120	S. Silikat	134,05	ef		
	120	Kontrol	131,50	def		
Yangın Geciktirici Boya	120	Boraks	111,00	a	114,42	a
	120	Borik asit	113,65	ab		
	120	Ç. Klorür	111,90	ab		
	120	A. Sülfat	112,50	ab		
	120	S. Silikat	115,35	abc		
	120	Kontrol	122,10	bcd		
Emprenye	120	Boraks	135,45	f	151,98	c
	120	Borik asit	125,90	def		
	120	Ç. Klorür	124,45	cde		
	120	A. Sülfat	113,15	ab		
	120	S. Silikat	150,60	g		
	120	Kontrol	232,30	h		

Farklı kimyasal maddelerle emprenye edilen gökmar ağaç malzemesi örneklerine; yangın geciktirici vernik ve boya üst yüzey işlem maddeleri uygulanmıştır. Deney örnek gruplarının yanma deneyleri sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 232,30 °C ile kontrol (emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz) örneklerde tespit edilmiştir. En düşük üst sıcaklık ise 111,00 °C ile boraks ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir.

Gökmar ağaç örneklerinin emprenye maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda ölçülen ortalama üst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; borik asit,

Çinko klorür ve amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler ile amonyum sülfat ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz kontrol örnekleri arasında, boraks ve amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile yangın geciktirici boyalı kontrol örnekleri arasında, borik asit ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile yangın geciktirici vernikli kontrol örnekleri ve borik asit ile emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) örnekler arasında, çinko klorür ve sodyum silikatla emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler arasında fark yoktur. Diğer örnekler arasında ise istatistiksel olarak fark vardır.

Gökmar ağaç örneklerinin yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma deneyleri sonundaki üst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; en yüksek üst sıcaklık değeri 151,98 °C ile kontrol örneklerinde, en düşük üst sıcaklık ise 114,42 °C ile yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir. İstatistiksel etkileşimlerde; yangın geciktirici vernikli ve boyalı örnekler ile kontrol örnekleri arasında fark vardır.

4.5.10. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Meşe Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.57’de verilmiştir.

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerler çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 176 °C ile kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 151 °C ile boraks ve çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

Çizelge 4.57. Yangın geciktirici vernikli meşe ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	Kontrol
1*	88	91	91	98	95	83
2*	99	107	103	119	110	103
3*	110	118	114	130	127	122
4*	118	132	122	144	140	135
5*	124	146	129	155	150	150
6*	131	157	137	165	159	162
7*	141	168	144	171	168	171
8*	151	175	151	176	175	176
9	142	165	143	166	169	166
10	135	155	135	157	159	156
11	128	145	127	148	151	147
12	123	138	119	139	143	139
13	116	129	112	131	136	132
14	110	121	106	123	129	125
15	104	113	101	116	122	119
16	99	105	97	110	117	113
17	96	99	94	104	112	108
18	93	95	91	99	108	103
19	90	92	89	95	105	100
20	88	89	87	91	103	97

*Alev kaynaklı yanma

4.5.11. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Meşe Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.58’de verilmiştir.

Çizelge 4.58. Yangın geciktirici boyalı meşe ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	Kontrol
1*	82	80	81	79	81	81
2*	94	87	93	91	90	97
3*	103	102	120	99	99	108
4*	112	119	129	109	105	114
5*	120	135	118	120	120	121
6*	128	141	138	128	129	129
7*	136	147	147	137	138	139
8*	143	149	146	148	140	147
9	135	135	135	139	139	139
10	123	125	125	130	130	131
11	116	116	116	124	121	124
12	110	110	109	117	113	117
13	105	104	103	110	106	112
14	101	98	98	104	100	108
15	97	93	94	98	95	105
16	94	89	91	93	90	101
17	91	87	88	89	86	98
18	88	85	86	86	83	95
19	86	83	84	83	80	92
20	84	81	82	80	78	90

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış meşe ağaç malzemesive kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerler çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 149 °C ile borik asit ile emprenye edilmiş örneklerde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 140 °C ile sodyum silikat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.12. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Meşe Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.59'da verilmiştir.

Çizelge 4.59. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	Kontrol
1*	85	90	82	92	82	81
2*	101	104	100	104	100	103
3*	115	118	114	112	119	126
4*	126	125	124	120	135	160
5*	138	130	135	131	148	200
6*	145	141	145	142	159	239
7*	154	154	153	151	182	286
8*	162	164	160	162	200	324
9	153	155	151	152	186	391
10	144	147	142	142	171	496
11	136	138	134	133	158	621
12	129	130	126	125	147	689
13	122	122	120	117	138	732
14	116	116	114	110	132	701
15	110	110	109	104	127	653
16	105	104	104	98	123	545
17	100	99	100	93	118	439
18	96	96	97	89	116	377
19	93	93	94	87	112	339
20	90	91	91	85	108	295

*Alev kaynaklı yanma

emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerler çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 732 °C ile kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük üst sıcaklık 160 °C ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.12.1. Meşe Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık (°C) Değerlerinin Karşılaştırılması

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve yangın geciktirici üst yüzey maddesi uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.58’de, ölçülen üst sıcaklık değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4.60’da verilmiştir.

Çizelge 4.60. Meşe ağaç malzeme örneklerindeki üst sıcaklık (°C) ortalama değerlerinin çoklu varyansanaliz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Anlam Düzeyi
Düzeltilmiş Model	14695723,655(a)	359	40935,163	2212,877	0,000
Sabit Terim	38755244,494	1	38755244,494	2095034,634	0,000
A:Üst yüzey işlemi	1342700,844	2	671350,422	36291,924	0,000
B:Emprenye maddesi	2588876,207	5	517775,241	27989,942	0,000
C: Ölçüm zamanı	1330492,282	19	70025,910	3785,467	0,000
Etkileşim A*B	4588336,879	10	458833,688	24803,674	0,000
Etkileşim A*C	622646,697	38	16385,439	885,766	0,000
Etkileşim B*C	1470989,307	95	15484,098	837,041	0,000
Etkileşim A*B*C	2751681,439	190	14482,534	782,898	0,000
Hata	33297,512	1800	18,499		
Toplam	53484265,660	2160			
Düzeltilmiş Toplam	14729021,167	2159			

(a) $R^2 = 0,998$

Meşe ağaç malzemesi örneklerinin yanma sonundaki üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçlarına göre; üst yüzey işlemi, emprenye

maddesi ve ölçüm zamanı tek başına, diğer bütün etkileşimler aynı anda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri üzerinde etkileri anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.61. Meşe ağaç malzemesinde, emprenye ve üst işlem yüzey maddesi türünün üst sıcaklık (°C) ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Örnek sayısı	Emprenye maddesine göre			Üst yüzey işlem maddesine göre	
		Emprenye maddesi	Ortalama°C	Homojenlik Grubu	Ortalama °C	Homojenlik Grubu
Yangın Geciktirici Vernik	120	Boraks	114,30	ab	125,33	b
	120	Borik asit	127,00	bcde		
	120	Ç. Klorür	114,60	ab		
	120	A. Sülfat	131,85	cde		
	120	S. Silikat	133,90	de		
	120	Kontrol	130,35	cde		
Yangın Geciktirici Boya	120	Boraks	107,40	a	108,65	a
	120	Borik asit	108,30	a		
	120	Ç. Klorür	109,15	a		
	120	A. Sülfat	108,47	a		
	120	S. Silikat	106,15	a		
	120	Kontrol	112,40	ab		
Emprenye	120	Boraks	121,00	abcd	167,87	c
	120	Borik asit	121,10	abcd		
	120	Ç. Klorür	119,75	abcd		
	120	A. Sülfat	117,45	abc		
	120	S. Silikat	138,05	e		
	120	Kontrol	389,85	f		

Farklı kimyasal maddelerle emprenye edilen meşe ağaç malzemesi örneklerine; yangın geciktirici vernik ve boya üst yüzey işlem maddeleri uygulanmıştır. Deney örnek gruplarının yanma deneyleri sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 389,85 °C ile kontrol (emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz) örneklerde tespit edilmiştir. En düşük üst sıcaklık ise 106,15 °C ile sodyum silikat ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir.

Meşe ağaç ağaç örneklerinin emprenye maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda ölçülen ortalama üst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; boraks, borik asit, çinko klorür ve sodyum silikat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler arasında, boraks ve çinko klorür ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile yangın geciktirici boyalı kontrol örnekleri arasında, boraks, borik asit ve çinko klorür ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerarasında, amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile yangın geciktirici vernikli kontrol örnekleri arasında fark yoktur. Diğer gruplar arasında ise istatistiksel olarak fark görülmektedir.

Meşe ağaç örneklerinin yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma deneyleri sonundaki üst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; en yüksek üst sıcaklık değeri 167,87 °C ile kontrol örneklerinde, en düşük üst sıcaklık ise 108,65 °C ile yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir. İstatistiksel etkileşimlerde; yangın geciktirici vernikli ve boyalı örnekler ile kontrol örnekleri arasında fark vardır.

4.5.13. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Dişbudak Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış meşe dişbudak malzemesi ve kontrol örneklerinde yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.62’de verilmiştir.

Çizelge 4.62. Yangın geciktirici vernikli dişbudak ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	98	97	94	83	98	115
2*	114	112	112	125	115	131
3*	127	131	130	121	131	143
4*	136	145	144	134	145	154
5*	145	158	155	150	156	169
6*	156	167	164	167	171	186
7*	170	180	171	180	187	211
8*	190	191	180	186	208	226
9	186	189	179	176	213	221
10	170	179	168	166	198	205
11	167	169	158	158	183	190
12	162	159	150	148	171	178
13	154	151	142	140	160	166
14	146	144	135	132	150	157
15	140	137	130	124	142	148
16	133	132	125	117	135	141
17	126	127	120	110	129	135
18	120	123	116	104	124	129
19	114	118	111	99	119	124
20	108	114	108	95	114	120

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerler çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 226 °C ile kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 180 °C ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.14. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Dışbudak Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış dışbudak malzemesi ve kontrol örneklerinde yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.63’de verilmiştir.

Çizelge 4.63. Yangın geciktirici boyalı dışbudak ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	Kontrol
1*	74	82	87	84	83	102
2*	91	93	106	99	101	117
3*	105	110	122	115	116	130
4*	121	128	135	127	128	141
5*	132	141	146	139	141	152
6*	144	151	156	150	155	161
7*	153	157	168	161	166	168
8*	167	163	173	174	179	174
9	172	161	172	176	187	171
10	160	148	160	172	191	162
11	149	137	149	165	181	152
12	139	128	140	159	170	144
13	129	119	132	152	160	137
14	120	112	124	141	151	130
15	112	106	119	133	142	125
16	105	100	114	125	134	120
17	98	96	110	118	126	116
18	93	92	105	112	119	112
19	88	88	102	107	112	108
20	84	85	98	103	105	105

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış dışbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerler çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 191 °C ile

sodyum silikat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 163°C ile borik asit ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.15. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Dişbudak Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.64'de verilmiştir.

Çizelge 4.64. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	87	90	92	90	104	83
2*	103	108	114	107	126	96
3*	118	119	127	127	147	110
4*	134	132	139	140	167	135
5*	155	145	151	155	182	160
6*	181	160	162	168	197	190
7*	211	184	170	183	213	226
8*	221	198	174	186	221	161
9	202	190	166	180	216	304
10	183	183	156	169	207	407
11	168	172	147	159	203	438
12	155	160	139	151	199	549
13	145	148	133	145	197	603
14	135	138	128	137	192	502
15	128	130	123	132	181	372
16	121	122	118	127	171	333
17	115	115	114	122	163	251
18	110	109	110	118	157	194
19	106	103	108	115	150	154
20	102	98	105	112	146	121

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) dışbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 603 °C ile kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 174 °C ile çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.15.1. Dışbudak Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık (°C) Değerlerinin Karşılaştırılması

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve yangın geciktirici üst yüzey maddesi uygulanmış dışbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.65’de, ölçülen üst sıcaklık değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4.66’de verilmiştir.

Çizelge 4.65. Dışbudak ağaç malzeme örneklerindeki üst sıcaklık (°C) ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Anlam Düzeyi
Düzeltilmiş Model	6837547,693(a)	359	19046,094	540,594	0,000
Sabit Terim	47599245,533	1	47599245,533	1351031,091	0,000
A:Üst yüzey işlemi	482695,779	2	241347,889	6850,287	0,000
B:Emprenye maddesi	858333,441	5	171666,688	4872,494	0,000
C: Ölçüm zamanı	2046696,641	19	107720,876	3057,491	0,000
Etkileşim A*B	878652,179	10	87865,218	2493,919	0,000
Etkileşim A*C	298686,235	38	7860,164	223,099	0,000
Etkileşim B*C	705850,924	95	7430,010	210,889	0,000
Etkileşim A*B*C	1566632,494	190	8245,434	234,034	0,000
Hata	63417,224	1800	35,232		
Toplam	54500210,450	2160			
Düzeltilmiş Toplam	6900964,917	2159			

(a) $R^2 = 0,991$

Dışbudak ağaç malzemesi örneklerinin yanma sonundaki üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçlarına göre; üst yüzey işlemi, emprenye

maddesi ve ölçüm zamanı tek başına, diğer bütün etkileşimler aynı anda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri üzerinde etkileri anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.66. Dişbudak ağaç malzemesinde, emprenye ve üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık (°C) ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Örnek sayısı	Emprenye maddesine göre			Üst yüzey işlem maddesine göre	
		Emprenye maddesi	Ortalama °C	Homojenlik Grubu	Ortalama °C	Homojenlik Grubu
Yangın Geciktirici Vernik	120	Boraks	143,10	cde	148,14	b
	120	Borik asit	146,15	de		
	120	Ç. Klorür	148,95	de		
	120	A. Sülfat	135,75	cd		
	120	S. Silikat	152,45	ef		
	120	Kontrol	162,45	f		
Yangın Geciktirici Boya	120	Boraks	121,80	ab	132,34	a
	120	Borik asit	117,45	a		
	120	Ç. Klorür	130,90	bc		
	120	A. Sülfat	139,25	cde		
	120	S. Silikat	142,35	cde		
	120	Kontrol	142,30	cde		
Emprenye	120	Boraks	144,00	cde	168,33	c
	120	Borik asit	140,20	cde		
	120	Ç. Klorür	135,90	cd		
	120	A. Sülfat	143,25	cde		
	120	S. Silikat	177,75	g		
	120	Kontrol	269,45	h		

Farklı kimyasal maddelerle emprenye edilen dişbudak ağaç malzemesi örneklerine; yangın geciktirici vernik ve boya üst yüzey işlem maddeleri uygulanmıştır. Deneysel örnek gruplarının yanma deneyleri sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 269,45 °C ile kontrol (emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz) örneklerinde tespit edilmiştir. En düşük üst sıcaklık ise 117,45 °C

ileborik asit ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir.

Dişbudak ağaç örneklerinin emprenye maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda ölçülen ortalama üst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile çinko klorür ile emprenyeli kontrol (üst yüzey işlemsiz) örnekleri arasında, boraks ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernikli örnekler, amonyum sülfat ve sodyum silikat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler, yangın geciktirici boyalı kontrol örnekleri ile boraks, borik asit ve amonyum sülfat ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örnekler arasında, borik asit ve çinko klorür ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler arasında fark yoktur. Diğer gruplar arasında ise istatistiksel olarak fark vardır.

Dişbudak ağaç örneklerinin yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma deneyleri sonundaki üst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; en yüksek üst sıcaklık değeri 168,33 °C ile kontrol örneklerinde, en düşük üst sıcaklık ise 132,34 °C ile yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir. İstatistiksel etkileşimlerde; yangın geciktirici vernikli ve boyalı örnekler ile kontrol örnekleri arasında fark vardır.

4.5.16. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Kestane Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış kestanemalzemesi ve kontrol örneklerinde yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.67'de verilmiştir.

Çizelge 4.67. Yangın geciktirici vernikli kestane ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	94	93	95	91	91	93
2*	112	111	116	111	114	112
3*	128	123	131	129	131	130
4*	140	132	142	146	145	146
5*	155	141	159	159	159	161
6*	171	148	175	178	171	178
7*	179	159	192	192	182	194
8*	186	175	198	207	185	195
9	192	172	194	201	179	182
10	198	162	181	187	167	181
11	188	156	171	174	157	176
12	175	146	161	161	148	164
13	164	137	154	151	139	153
14	154	128	149	142	133	144
15	145	120	144	134	126	136
16	137	115	138	128	120	128
17	131	110	133	122	115	123
18	125	106	128	117	110	117
19	120	103	123	112	106	112
20	115	100	119	108	103	108

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 207 °C ile amonyum sülfat ile emprenye edilen örneklerde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 175 °C ile borik asit ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.17. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Kestane Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış kestane malzemesi ve kontrol örneklerinde yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.68’de verilmiştir.

Çizelge 4.68. Yangın geciktirici boyalı kestane ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	91	86	93	84	105	105
2*	108	108	113	106	121	121
3*	123	124	128	122	134	134
4*	135	137	139	133	146	146
5*	145	149	149	145	156	156
6*	156	157	156	154	164	164
7*	166	165	162	161	172	172
8*	171	171	169	168	179	179
9	160	166	162	167	184	184
10	149	152	150	154	186	186
11	139	141	140	143	172	172
12	131	132	131	133	161	161
13	124	124	123	124	150	150
14	117	117	116	117	142	142
15	111	111	111	111	134	134
16	106	105	106	106	127	127
17	101	101	101	101	122	122
18	97	97	97	97	117	117
19	94	93	94	94	112	112
20	91	90	80	91	109	109

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 186 °C ile

kontrol örnekleri ve sodyum silikat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunurken, en düşük sıcaklık ise 168 °C ile amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.5.18. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Kestane Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C).

Farklı kimyasallarla emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.69'da verilmiştir.

Çizelge 4.69. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	Kontrol
1*	80	80	95	97	96	80
2*	100	103	107	114	123	99
3*	118	123	119	125	143	127
4*	138	142	127	143	160	157
5*	149	156	136	155	177	184
6*	170	171	143	166	190	204
7*	181	189	151	183	191	237
8*	195	193	157	187	190	263
9	187	178	152	191	185	207
10	170	164	142	189	172	381
11	156	153	135	179	161	494
12	142	142	129	169	152	578
13	128	134	125	161	144	477
14	121	126	120	155	136	419
15	116	120	116	149	130	360
16	110	114	111	144	124	302
17	105	109	107	140	120	277
18	102	105	103	137	115	249
19	98	101	100	134	112	232
20	95	98	97	132	109	219

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 578 °C ile kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 157 °C ile çinko klorür ile emprenye edilen örneklerde bulunmuştur.

4.5.18.1. Kestane Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık (°C) Değerlerinin Karşılaştırılması

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve yangın geciktirici üst yüzey maddesi uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık (°C) ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.70’de, ölçülen üst sıcaklık değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4.71’de verilmiştir.

Çizelge 4.70. Kestane ağaç malzeme örneklerindeki üst sıcaklık (°C) ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Anlam Düzeyi
Düzeltilmiş Model	6061277,793(a)	359	16883,782	946,286	0,000
Sabit Terim	45992320,512	1	45992320,512	2577732,609	0,000
A:Üst yüzey işlemi	309549,406	2	154774,703	8674,661	0,000
B:Emprenye maddesi	862720,570	5	172544,114	9670,584	0,000
C: Ölçüm zamanı	1741478,698	19	91656,774	5137,089	0,000
Etkileşim A*B	1225244,733	10	122524,473	6867,132	0,000
Etkileşim A*C	214495,338	38	5644,614	316,364	0,000
Etkileşim B*C	611892,498	95	6440,974	360,997	0,000
Etkileşim A*B*C	1095896,550	190	5767,877	323,272	0,000
Hata	32115,890	1800	17,842		
Toplam	52085714,195	2160			
Düzeltilmiş Toplam	6093393,683	2159			

(a) $R^2 = 0,995$

Kestane ağaç malzemesi örneklerinin yanma sonundaki üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçlarına göre; üst yüzey işlemi, emprenye maddesi ve ölçüm zamanı tek başına, diğer bütün etkileşimler aynı anda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri üzerinde etkileri anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.71. Kestane ağaç malzemesinde, emprenye ve üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık (°C) ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Örnek sayısı	Emprenye maddesine göre			Üst yüzey işlem maddesine göre	
		Emprenye maddesi	Ortalama°C	Homojenlik Grubu	Ortalama °C	Homojenlik Grubu
Yangın Geciktirici Vernik	120	Boraks	150,45	ef	144,28	b
	120	Borik asit	131,85	ab		
	120	Ç. Klorür	150,15	ef		
	120	A. Sülfat	147,50	ef		
	120	S. Silikat	139,05	bcde		
	120	Kontrol	146,65	def		
Yangın Geciktirici Boya	120	Boraks	125,75	a	132,15	a
	120	Borik asit	126,30	a		
	120	Ç. Klorür	126,00	a		
	120	A. Sülfat	125,55	a		
	120	S. Silikat	144,65	cdef		
	120	Kontrol	144,65	cdef		
Emprenye	120	Boraks	133,05	abc	161,34	c
	120	Borik asit	135,05	abcd		
	120	Ç. Klorür	123,61	a		
	120	A. Sülfat	152,50	f		
	120	S. Silikat	146,50	def		
	120	Kontrol	277,30	g		

Farklı kimyasal maddelerle emprenye edilen kestane ağaç malzemesi örneklerine; yangın geciktirici vernik ve boya üst yüzey işlem maddeleri uygulanmıştır. Deney örnek gruplarının yanma deneyleri sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 277,30 °C ile kontrol (emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz) örneklerinde tespit edilmiştir. En düşük üst sıcaklık ise 123,61 °C ile çinko klorür ile emprenyeli ve üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Kestane ağaç örneklerinin emprenye maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda ölçülen ortalama üst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; boraks, borik

asit, çinko klorür ve amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler ile çinko klorür ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz kontrol örnekleri arasında, sodyum silikat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örneklerle yangın geciktirici boyalı kontrol örnekleri arasında, yangın geciktiricivernikli kontrol örnekleri ile sodyum silikat ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz kontrol örnekleri arasında, boraks, çinko klorür ve amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler arasında fark yoktur. Diğer gruplar arasında ise istatistiksel olarak fark vardır.

Kestane ağaç örneklerinin yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma deneyleri sonundakiüst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; en yüksek üst sıcaklık değeri 161,34 °C ile kontrol örneklerinde, en düşük üst sıcaklık ise 132,15 °C ile yangın geciktirici boya kullanılan örneklerde tespit edilmiştir. İstatistiksel etkileşimlerde; yangın geciktirici vernikli ve boyalı örnekler ile kontrol örnekleri arasında fark vardır.

4.5.19. Yangın Geciktirici Vernik Uygulanmış Maun Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.72’de verilmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 175 °C ile sodyum silikat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 160 °C ile borik asit ile emprenye edilen örneklerde bulunmuştur.

Çizelge 4.72. Yangın geciktirici vernikli maun ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	95	89	81	88	83	87
2*	109	102	94	108	99	102
3*	120	113	106	118	117	116
4*	128	122	117	127	130	129
5*	138	132	127	140	145	144
6*	150	141	143	153	158	155
7*	160	152	150	160	170	165
8*	168	159	162	167	175	172
9	171	160	158	162	175	174
10	169	149	148	154	169	167
11	163	142	135	144	158	160
12	154	136	123	134	148	153
13	145	131	117	126	139	147
14	139	126	112	119	131	142
15	132	122	107	113	121	139
16	126	118	104	107	118	137
17	121	115	101	102	114	135
18	116	112	98	97	109	132
19	112	109	95	94	105	130
20	108	107	92	91	102	127

*Alev kaynaklı yanma

4.5.20. Yangın Geciktirici Boya Uygulanmış Maun Ağaç Malzeme Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde yanma deneyi sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.73’de verilmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık

ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 194 °C ile sodyum silikat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunurken, en düşük üst sıcaklık ise 169 °C ile borik asit ile emprenye edilen örneklerde bulunmuştur.

Çizelge 4.73. Yangın geciktirici boya uygulanmış maun ağaç malzeme örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	77	80	89	94	95	84
2*	98	101	107	113	110	99
3*	114	117	123	126	125	112
4*	127	130	136	138	140	125
5*	139	140	146	149	156	136
6*	148	152	158	162	171	153
7*	160	161	175	175	188	169
8*	170	169	178	179	194	185
9	172	162	164	172	180	193
10	157	150	150	162	166	182
11	145	138	139	150	157	171
12	134	128	130	139	149	161
13	125	120	122	129	142	151
14	117	112	116	119	135	142
15	110	106	111	110	130	133
16	104	101	106	102	125	125
17	99	97	101	96	120	118
18	95	93	97	93	116	113
19	92	90	94	91	113	108
20	89	87	92	89	110	104

*Alev kaynaklı yanma

4.5.21. Emprenyeli (Üst Yüzey İşlemsiz) Maun Ağaç Malzemesi Ve Kontrol Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık Değerleri (°C)

Farklı kimyasallarla emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri Çizelge 4.74'de verilmiştir.

Çizelge 4.74. Emprenyeli (üst yüzey işlemsiz) maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri (°C).

Ölçüm Zamanı (30 sn)	Emprenye Maddesi					Kontrol
	Boraks	Borik Asit	Ç. Klorür	A. Sülfat	S. Silikat	
1*	86	93	81	89	88	96
2*	103	111	94	105	106	127
3*	119	125	106	115	120	167
4*	135	138	117	134	133	191
5*	150	150	127	155	149	217
6*	160	163	148	160	102	236
7*	166	174	161	166	179	251
8*	173	179	165	173	187	268
9	170	176	158	168	177	294
10	158	165	148	158	164	327
11	148	156	139	148	153	345
12	140	150	130	140	142	416
13	132	141	122	132	134	475
14	125	135	116	125	127	444
15	118	130	110	119	120	321
16	112	125	105	113	115	279
17	107	122	101	108	110	247
18	102	119	98	103	106	220
19	98	117	95	99	103	197
20	95	115	92	95	99	183

*Alev kaynaklı yanma

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyi sonunda elde edilen üst sıcaklık ortalama değerleri çizelgesi sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 475 °C ile kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük üst sıcaklık 165 °C ile çinko klorür ile emprenye edilen örneklerde bulunmuştur.

4.5.21.1. Maun Ağaç Malzemesi Deney Örneklerinde Ölçülen Üst Sıcaklık (°C) Değerlerinin Karşılaştırılması

Farklı kimyasallarla emprenyeli ve yangın geciktirici üst yüzey işlem maddesi uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinde ölçülen üst sıcaklık ortalamaları değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.75’de, ölçülen üst sıcaklık değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4.76’da verilmiştir.

Çizelge 4.75. Maun ağaç malzeme örneklerindeki üst sıcaklık (°C) ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Anlam Düzeyi
Düzeltilmiş Model	4693570,128(a)	359	13074,011	474,411	0,000
Sabit Terim	40906664,260	1	40906664,260	1484362,937	0,000
A: Üst yüzey işlemi	243044,881	2	121522,441	4409,634	0,000
B: Emprenye maddesi	855622,300	5	171124,460	6209,521	0,000
C: Ölçüm zamanı	1526104,228	19	80321,275	2914,584	0,000
Etkileşim A*B	1062021,358	10	106202,136	3853,712	0,000
Etkileşim A*C	122371,802	38	3220,311	116,854	0,000
Etkileşim B*C	387481,075	95	4078,748	148,004	0,000
Etkileşim A*B*C	496924,485	190	2615,392	94,904	0,000
Hata	49605,116	1800	27,558		
Toplam	45649839,505	2160			
Düzeltilmiş Toplam	4743175,244	2159			

(a) $R^2 = 0,990$

Maun ağaç malzemesi örneklerinin yanma sonundaki üst sıcaklık ortalama değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçlarına göre; üst yüzey işlemi, emprenye maddesi ve ölçüm zamanı tek başına, diğer bütün etkileşimler aynı anda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerleri üzerinde etkileri anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.76. Maun ağaç malzemesinde, emprenye ve üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık (°C) ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Örnek sayısı	Emprenye maddesine göre			Üst yüzey işlem maddesine göre	
		Emprenye maddesi	Ortalama°C	Homojenlik Grubu	Ortalama °C	Homojenlik Grubu
Yangın Geciktirici Vernik	120	Boraks	136,20	defg	130,14	a
	120	Borik asit	126,85	abcd		
	120	Ç. Klorür	118,50	a		
	120	A. Sülfat	125,20	abc		
	120	S. Silikat	133,15	cdefg		
	120	Kontrol	140,65	fg		
Yangın Geciktirici Boya	120	Boraks	123,60	abc	130,09	a
	120	Borik asit	121,70	ab		
	120	Ç. Klorür	126,70	abcd		
	120	A. Sülfat	129,53	bcde		
	120	S. Silikat	141,10	g		
	120	Kontrol	138,20	efg		
Emprenye	120	Boraks	129,85	bcde	152,62	b
	120	Borik asit	139,20	efg		
	120	Ç. Klorür	120,65	ab		
	120	A. Sülfat	130,25	bcde		
	120	S. Silikat	130,70	bcdef		
	120	Kontrol	265,05	h		

Farklı kimyasal maddelerle emprenye edilen maun ağaç malzemesi örneklerine; yangın geciktirici vernik ve boya üst yüzey işlem maddeleri uygulanmıştır. Deney örnek gruplarının yanma deneyleri sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 265,05 °C ile kontrol (emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz) örneklerde tespit edilmiştir. En düşük üst sıcaklık ise 118,50 °C ile çinko klorür ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanan örneklerde tespit edilmiştir.

Maun ağaç malzemesi örneklerinin emprenye maddelerine göre, yanma deneyleri sonunda ölçülen ortalama üst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; borik asit ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler ile çinko klorür ile

emprenyeli kontrol (üst yüzey işlemsiz) örnekleri arasında, amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile boraks ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler arasında, borik asit ile emprenyeli ve yangın geciktirici vernikli örnekler ile çinko klorür ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler arasında, amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örnekler ile boraks ve amonyum sülfat ile emprenyeli kontrol (üst yüzey işlemsiz) örnekleri arasında, yangın geciktirici boyalı örnekler kontrol örnekleriyle borik asit ile emprenyeli kontrol (üst yüzey işlemsiz) örnekler arasında fark yoktur. Diğer gruplar arasında ise istatistiksel olarak fark vardır.

4.5.22. Kullanılan Ağaç Malzemeleri Deney Örneklerinin Üst Sıcaklık (°C) Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması

Kullanılan emprenye maddelerine göre, tüm ağaç malzeme ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek üst sıcaklık ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 191,20 °C ile kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. En düşük üst sıcaklık ise 124,62 °C ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde tespit edilmiştir. Üst sıcaklık ortalama değer farklılıklarının hangi emprenye maddelerinde anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.77’de verilmiştir. Çizelgede verilen değerler, emprenye maddesi türünün üst sıcaklık ortalama değerler üzerindeki değişimlerini göstermektedir.

Çizelge 4.77. Tüm ağaç malzeme örneklerinde, emprenye maddesi türünün üst sıcaklık (°C) ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Ortalama üst sıcaklık (°C)	Homojenlik Grubu
Borax	132,95	bc
Borik asit	130,41	b
Çinko Klorür	124,62	a
Amonyum Sülfat	127,07	a
Sodyum Silikat	135,90	c
Kontrol	191,20	d

Tüm ağaç örneklerinde yanma deneyleri sonunda üst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; kullanılan emprenye maddeleri arasında istatistiksel olarak fark vardır.

Kullanılan yangın geciktirici üst yüzey işlem maddelerine göre, tüm ağaç malzeme ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin duncan testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; en yüksek üst sıcaklık 163,46 °C ile kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. En düşük üst sıcaklık ise 122,41 °C ile yangın geciktirici boyalı örneklerde tespit edilmiştir. Üst sıcaklık farklılıklarının hangi üst yüzey işlem maddelerinde anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.78’de verilmiştir. Çizelgede verilen değerler, üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık ortalama değerler üzerindeki değişimlerini göstermektedir.

Çizelge 4.78. Tüm ağaç malzeme örneklerinde, yangın geciktirici üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst yüzey işlemi	Ortalama üst sıcaklık (°C)	Homojenlik Grubu
Yangın geciktirici vernik	135,21	b
Yangın geciktirici boya	122,41	a
Kontrol	163,46	c

Tüm ağaç örneklerinde yanma deneyleri sonunda üst sıcaklık değerlerindeki istatistiksel etkileşimlerde; kullanılan üst yüzey işlem maddeleri arasında istatistiksel olarak fark vardır.

Kullanılan ağaç malzemeler, emprenye ve üst yüzey işlem maddesi türlerine bağlı olarak üst sıcaklık ortalama değer farklılıklarının hangi uygulamalarda anlamlı (önemli) olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.79’de verilmiştir. Çizelgede verilen değerler, ölçüm zamanını genel olarak değerlendirirken, ağaç malzeme türlerinde; emprenye maddesi ve üst yüzey işlem maddesi türünün üst sıcaklık ortalama değerler üzerindeki değişimlerini göstermektedir.

Çizelge 4.79. Tüm ağaç malzemelerde, emprenye ve üst yüzey maddesi türünün üst sıcaklık ortalama değerlere etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Üst Yüzey İşlemi	Ağaç Malzeme Türü	Ortalama üst sıcaklık (°C)	Örnek Sayısı	Homojenlik Grubu
Yangın Geciktirici Vernik, Yangın Geciktirici Boya, Emprenye	Sarıçam	141,69	2160	c
	Doğu Kayını	142,21	2160	c
	Gökmar	131,53	2160	a
	Meşe	133,95	2160	a
	Dişbudak	149,60	2160	e
	Kestane	145,92	2160	d
	Maun	137,62	2160	b

Farklı kimyasal maddelerle emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı; sarıçam, doğu kayını, gökmar, meşe, dişbudak, kestane ve maun ağaç malzemesi deney örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen üst sıcaklık ortalama değerlerinin duncan testi karşılaştırma sonuçlarına göre; en yüksek ortalama üst sıcaklık 149,60 °C ile dişbudak ağaç örneklerinde tespit edilmiştir. En düşük ortalama üst sıcaklık ise 131,53 °C ile gökmar ağaç örneklerinde tespit edilmiştir.

Kullanılan emprenye maddeleri ve üst yüzey işlem maddelerinin tüm ağaç malzemelerin yanma deneyleri sonundaki etkileşimlerinde; gökmar ve meşe ağaç malzemeleri örnekleri arasında, sarıçam ve doğu kayını ağaç malzemesi örnekleri arasında fark yoktur. Diğer ağaç malzeme örnek grupları arasında ise fark vardır.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

5.1. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

5.1.1. Yoğunluk Sonuçları

Deneyleerde kullanılan ağaç malzemelerde yapılan tam kuru ve hava kurusu yoğunluk ölçümlerinde en yüksek yoğunluk meşe ağaç malzemedede, daha sonra doğu kayını ağaç malzemedede ölçülmüştür. En düşük tam kuru ve hava kurusu yoğunluk değeri ise göknar ağaç malzemedede ölçülmüştür. Ayrıca hücre çeperi kalınlığı, lif yapısı, ekstraktif madde oranı, ağaçların anatomik yapısı vb. özelliklere göre değıştiği söylenebilir.

5.1.2. Retensiyon Oranları Sonuçları

Deney ağaç malzemelerinin emprenye işleminde kullanılan; boraks, borik asit, çinko klorür, amonyum sülfat ve sodyum silikat kimyasal emprenye maddelerinin uzun süreli daldırma yöntemiyle uygulanması sonunda, emprenye maddelerinin ağaç malzemeye retensiyon (net tutunma) oranları (%) hesaplanmıştır. En yüksek retensiyon oranı % 4,73 ile sodyum silikat ile emprenye edilen göknar ağacında, en düşük % 1,10 ile çinko klorür ile emprenye edilen kestane ağacında tespit edilmiştir. Emprenye maddesinin retensiyon oranlarında; permeabilite, hücre boşluğu, hücre çeperi boşluğu, tül oluşumu, lif oranı vb. miktarlarının etkili olduğu düşünülmektedir.

5.1.3. Vernik Ve Boya Katman Kalınlığı Sonuçları

Yapılan vernik ve boya katman kalınlığı ölçümlerinde, en fazla katman kalınlığı 116 (μm) ile üst yüzey işleminde boya uygulanmış kestane ağaç malzeme örneklerinde ölçülmüştür. Daha sonra sırasıyla; 114 (μm) ile boyalı göknar, 110 (μm) ile boyalı meşe ve vernikli sarıçam, 109 (μm) ile boyalı maun ve doğu kayını, 108 (μm) ile vernikli maun, 106 (μm) ile vernikli kestane, 105 (μm) ile vernikli meşe, 104 (μm) ile boyalı sarıçam, 103 (μm) ile vernik ve boya katman kalınlığı eşit olan dişbudak, 101 (μm) ile vernikli göknar ve 95 (μm) ile vernikli doğu kayını ağaç malzeme örneklerinde ölçülmüştür. Yapılan ölçümlerde genel olarak boya katman kalınlıklarının vernik katman kalınlıklarından daha fazla olduğu, sarıçam ağaç malzeme örneklerinde ise vernik katman kalınlığının boya katman kalınlığından daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

5.1.4. Ağırlık Kaybı Sonuçları

5.1.4.1. Sarıçam Ağaç Malzemesi Ağırlık Kaybı Sonuçları

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin, yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 26 ile sodyum silikat ile empenyeli örneklerde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile empenyeli örneklerde % 23, çinko klorür ile empenyeli örneklerde % 29, amonyum sülfat ile empenyeli örneklerde eşit (% 0,16), sodyum silikat ile empenyeli örneklerde % 44 daha fazla olduğu, borik asit ile empenyeli örneklerinde ise % 7 daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 40 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile empenyeli örneklerde % 23, borik asit ile empenyeli örneklerde % 27, çinko klorür ile empenyeli örneklerde % 28, amonyum sülfat ile empenyeli örneklerde % 24, sodyum silikat ile empenyeli örneklerde ise % 9 daha düşük

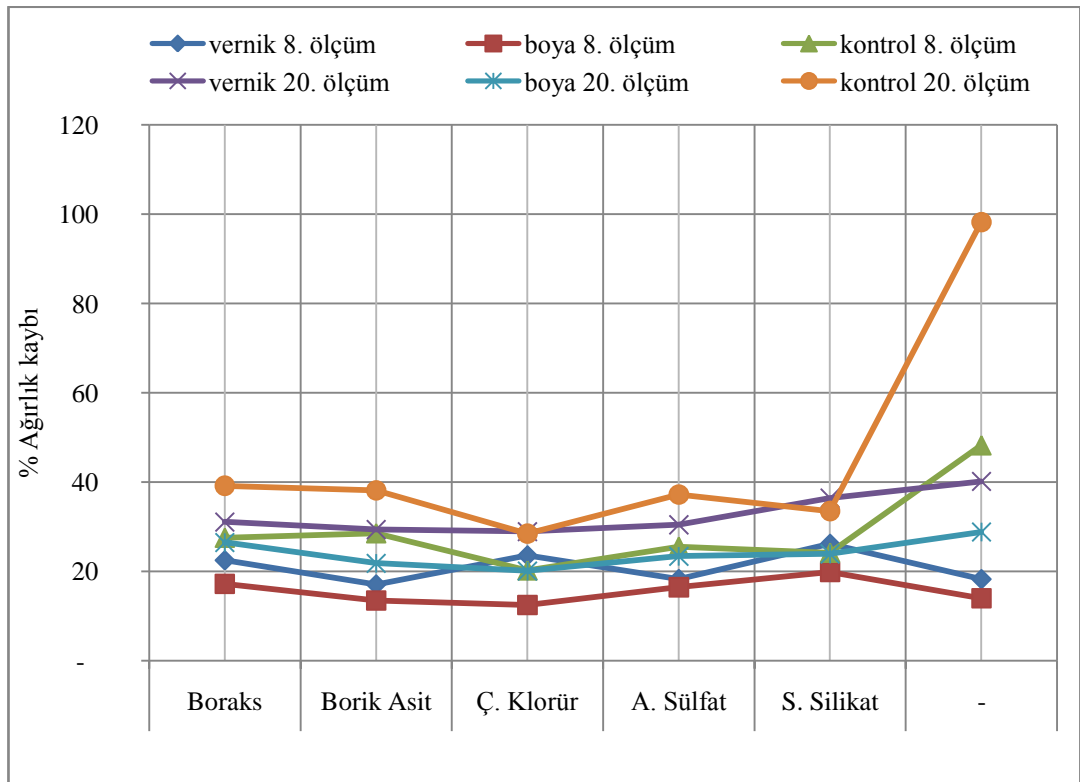
olduğu tespit edilmiştir. Yanma sonundaki en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 29 ile çinko klorür ve borik asit ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış sarıçam ağaç malzemesive kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalma değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 20 ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı ortalama değerlerinin kontrolörneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 23, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 18, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde % 42 daha fazla olduğu, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 4, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 11daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 29 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 8, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 24, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 30, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 19, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 17 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 20 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 48 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 43, borik asit ile emprenyeli örneklerde örneklerde % 41, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 58, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 47,sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 50 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 98 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 60, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 61, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 71, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 62 ve sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 66 daha düşük olduğu

gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri % 28 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma sonunda (20. ölçüm veya 10. dakika) elde edilen % ağırlık kaybı değerleri incelendiğinde; en fazla ağırlık kaybı % 98 ile kontrol (emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz) örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 20 ile çinko klorür ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış örneklerde bulunmuştur. Şekil 5.1'deki grafikte emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Sarıçam ağaç malzemesinde alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri grafiği.

5.1.4.2. Doğu Kayını Ağaç Malzemesi Ağırlık Kaybı Sonuçları

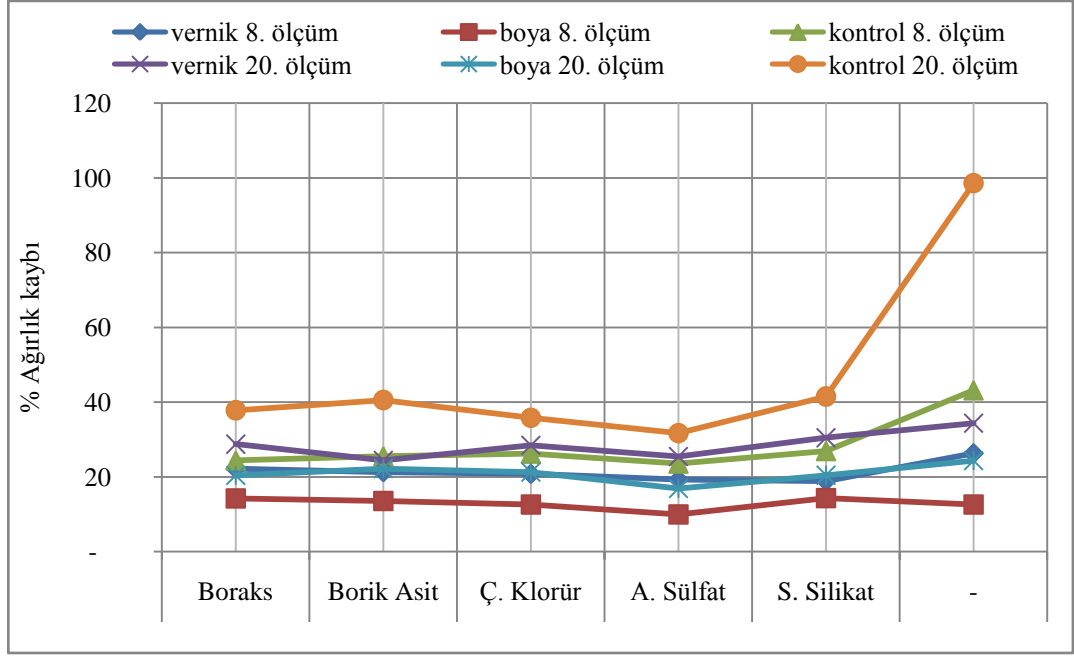
Emprenyeli, st yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesive kontrol örneklerinin, yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. lm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 26 kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 16, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 19, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 21, amonyun sülfat ile emprenyeli örneklerde % 27, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 28 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. lm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 34 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 16, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 29, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 17, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 26, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 11 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 24 ile borik asit ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, st yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesive kontrol örneklerinin, yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. lm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 14 ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 13, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 7, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde % 14 daha fazla olduğu, amonyun sülfat ile emprenyeli örneklerde % 21 daha düşük olduğu, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde örneklerde ise eşit (% 0,01) olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. lm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 24 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 16, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 9, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 13, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde ise % 31, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde % 16 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 17 ile amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 43 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 44, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 41, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 39, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 45, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 38 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 99 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 62, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 59, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 66, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 68 ve sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 58 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 32 ile amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma sonunda (20. ölçüm veya 10. dakika) ölçülen % ağırlık kaybı değerleri incelendiğinde; en fazla ağırlık kaybı % 99 ile kontrol (emprenyesiz ve üst yüzey işlemsiz) örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 17 ile amonyum sülfat ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde boya uygulanmış örneklerde bulunmuştur. Şekil 5.2'deki grafikte emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Doğu kayını ağaç malzemesinde alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri grafiği.

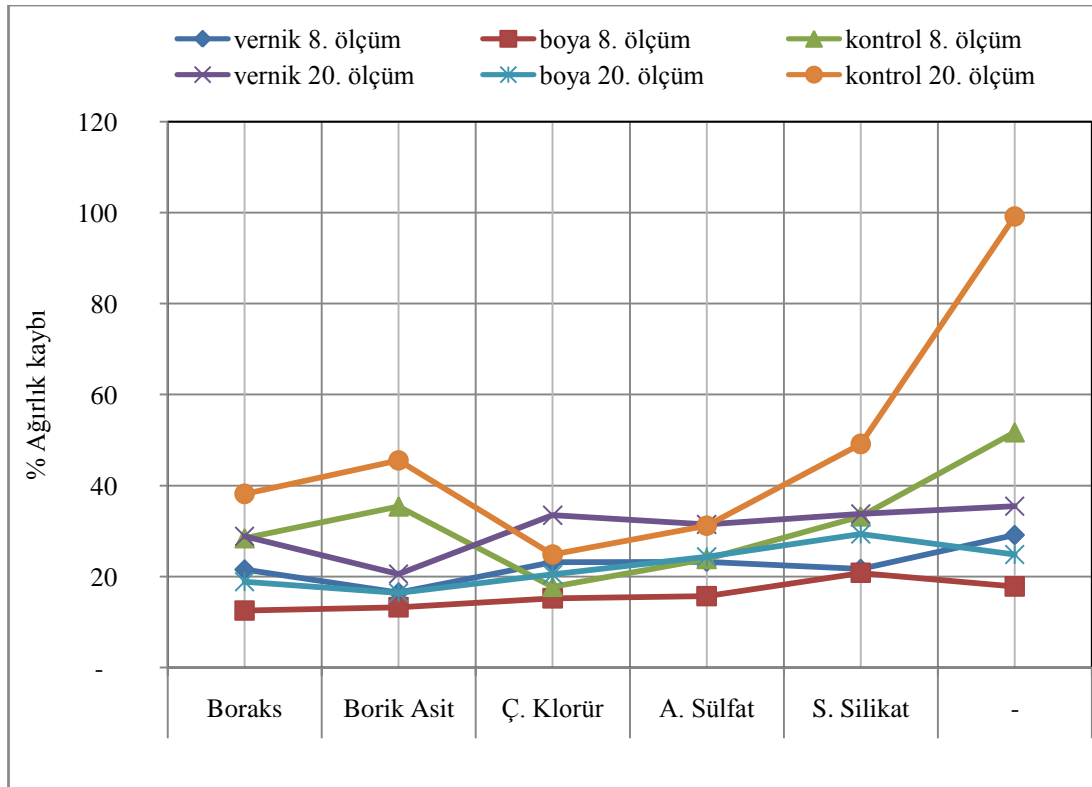
5.1.4.3. Gök nar Ağaç Malzemesi Ağırlık Kaybı Sonuçları

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernük uygulanmış gök nar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 29 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 26, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 43, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 21, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 20, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 26 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 35 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 19, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 42, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 6, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 11, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 5 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri % 21 ile borik asit ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 21 ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 31, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 26, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde %15, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 12 daha düşük olduğu, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 17 daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 29 ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 24, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 34, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 18, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde% 2 daha düşük olduğu, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 18 daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 16 ile borik asit ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 52 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en fazla % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 45, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 31, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 66, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 54, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 36 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 99 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 61, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 54, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 75, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 69 ve sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 50 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Göknar ağaç malzemesinin kontrol ve üst yüzey maddesi uygulanmamış örneklerinin yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri % 25 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma sonunda (20. ölçüm veya 10. dakika) ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; en fazla ağırlık kaybı ortalama değerinin % 99 ile kontrol (emprenye edilmemiş ve üst yüzey işlem maddesi uygulanmamış) örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 16 ile borik asit ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde boya uygulanmış örneklerde bulunmuştur. Şekil 5.3'deki grafikte emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Göknar ağaç malzemesinde alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri grafiği.

5.1.4.5. Meşe Ağaç Malzemesi Ağırlık Kaybı Sonuçları

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin, yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4.

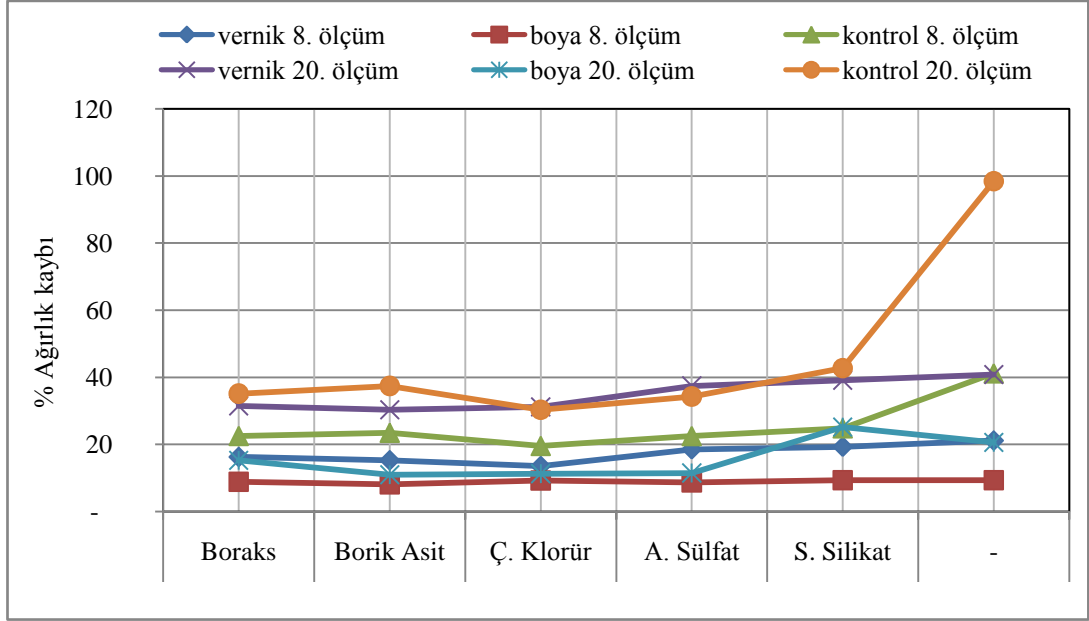
dakika) en fazla ağırlık kaybı % 21 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 23, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 28, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 36, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 12, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 9 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 41 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 23, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 26, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 24, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 8, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 4 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 30 ile borik asit ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin, yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 9 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 5, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 13, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 1, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 7 daha düşük, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise eşit olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 25 ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 26, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 47, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 45, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 44 daha düşük olduğu, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 22 daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 11 ile borik asit ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla

ağırlık kaybı % 41 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 45, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 43, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 52, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 45, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 40 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 98 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 64, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 62, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 69, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 65 ve sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 57 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 30 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma sonunda (20. ölçüm veya 10. dakika) ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; en fazla ağırlık kaybı ortalama değerinin % 98 ile kontrol (emprenye edilmemiş ve üst yüzey işlem maddesi uygulanmamış) örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 11 ile borik asit ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış örneklerde bulunmuştur. Şekil 5.4'deki grafikte emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Meşe ağaç malzemesinde alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri grafiği.

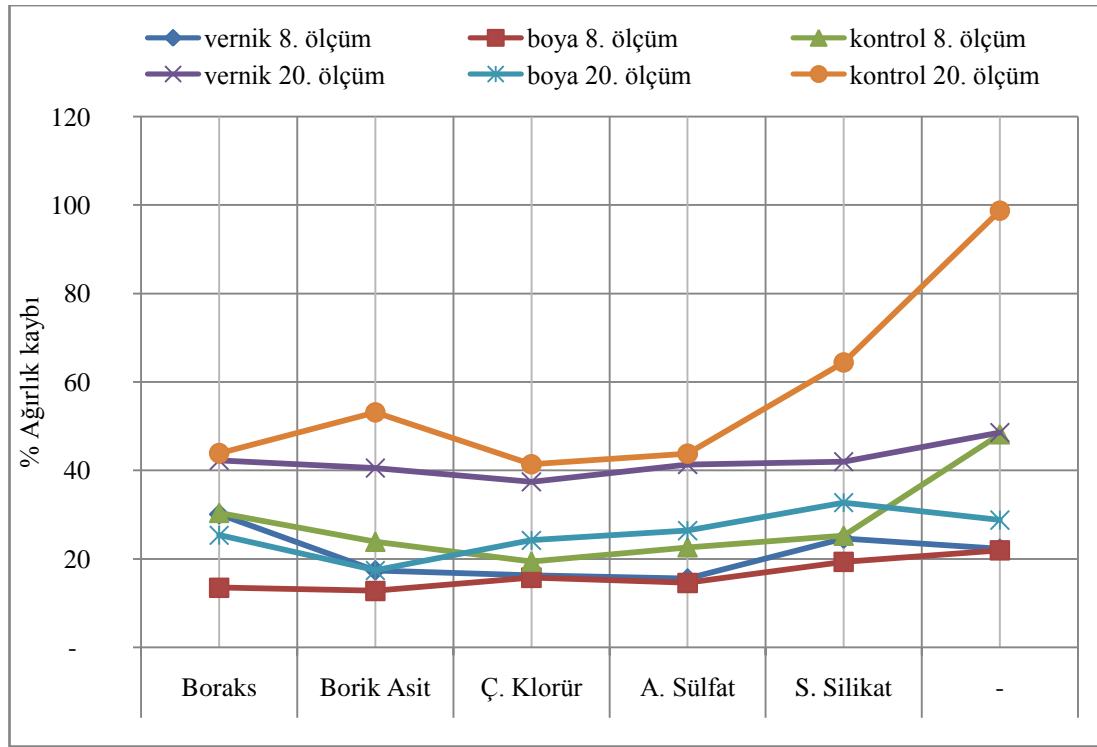
5.1.4.6. Dişbudak Ağaç Malzemesi Ağırlık Kaybı Sonuçları

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 30 ile boraks ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; borik asit ile emprenyeli örneklerde % 22, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 27, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 30 daha düşük olduğu, boraks ile emprenyeli örneklerde % 35, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 10 daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 49 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 13, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 17, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 23, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 15, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 14 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri % 37 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış dışbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 22 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 38, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 42, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 28, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 34, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 12 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 33 ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 12, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 40, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 16, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 8 daha düşük olduğu, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 14 daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri % 17 ile borik asit ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) dışbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 48 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 37, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 50, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 60, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 53, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 48 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 99 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 56, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 46, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 58, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 56 ve sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 35 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri % 41 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış dışbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma sonunda (20. ölçüm veya 10. dakika) ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; en fazla ağırlık kaybı ortalama değerinin % 98 ile kontrol (emprenye edilmemiş ve üst yüzey işlem maddesi uygulanmamış) örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 18 ile borik asit ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde boya uygulanmış örneklerde bulunmuştur. Şekil 5.5'deki grafikte emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış dışbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.5. Dışbudak ağaç malzemesinde alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri grafiği.

5.1.4.7. Kestane Ağaç Malzemesi Ağırlık Kaybı Sonuçları

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin, yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 31 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur.

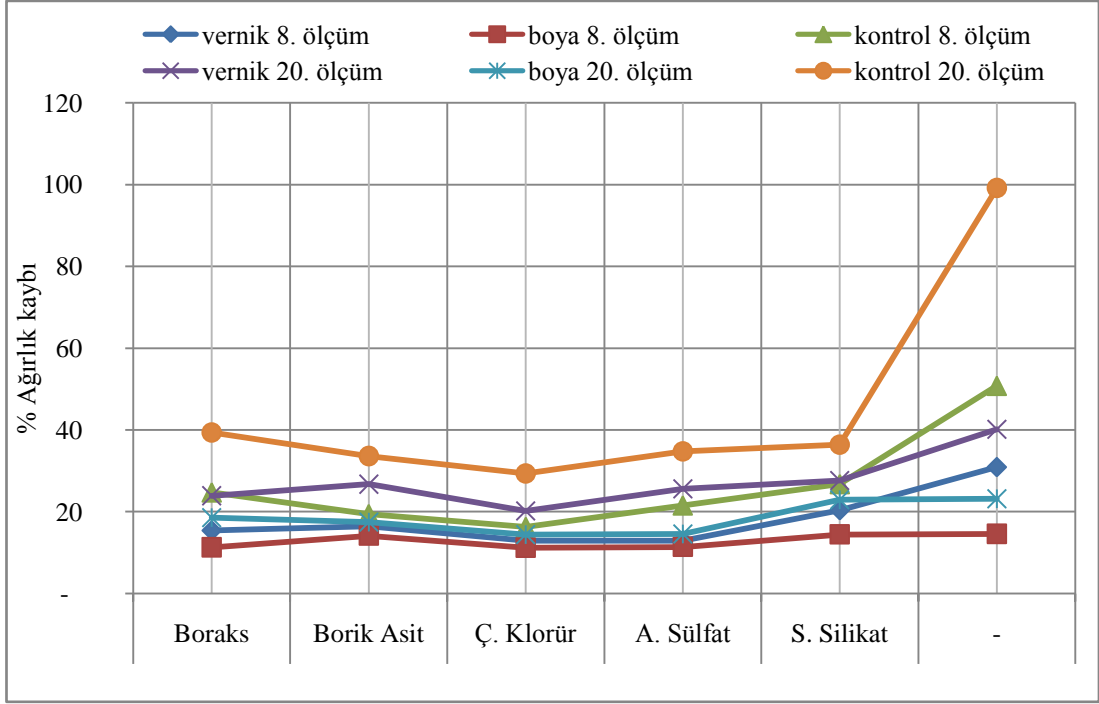
Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 50, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 47, çinko klorür ve amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 58, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 34 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 40 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 40, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 33, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 50, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 36, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 38 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 20 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin, yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 15 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 23, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 3, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 23, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 22, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 1 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 23 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 20, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 25, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 38, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 37, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 1 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 14 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 51 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 51, borik

asit ile emprenyeli örneklerde örneklerde % 62, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 68, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 58, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 47 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 99 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 60, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 66, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 70, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 65 ve sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 63 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 29 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma sonunda (20. ölçüm veya 10. dakika) elde edilen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; en fazla ağırlık kaybı ortalama değerinin % 99 ile kontrol (emprenye edilmemiş ve üst yüzey işlem maddesi uygulanmamış) örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 14 ile çinko klorür ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde boya uygulanmış örneklerde bulunmuştur. Şekil 5.6'daki grafikte emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Kestane ağaç malzemesinde alev kaynaklı ve alev kaynağısız yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri grafiği.

5.1.4.8. Maun Ağaç Malzemesi Ağırlık Kaybı Sonuçları

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin, yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 20 ile amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; borik asit ile emprenyeli örneklerde % 13, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 7 daha düşük olduğu, boraks ile emprenyeli örneklerde % 12, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 33, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 14 daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 43 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 35, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 38, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 44, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 36, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 31 daha düşük olduğu

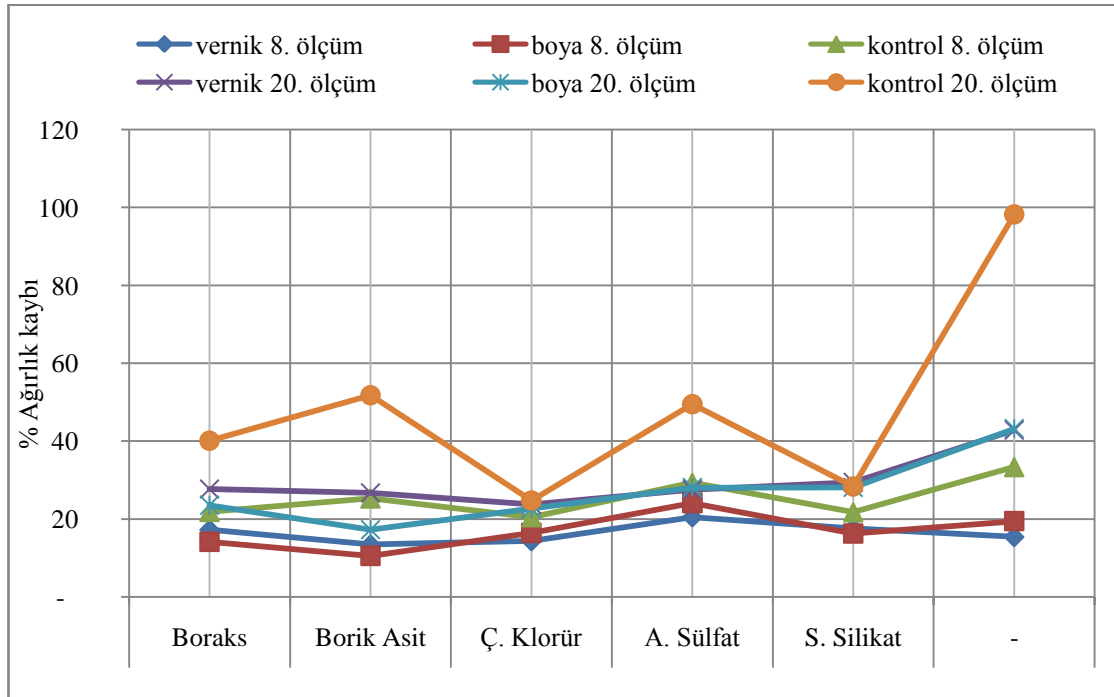
gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 24 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin, yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 24 ile amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 27, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 46, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 15, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde %16 daha düşük olduğu, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde ise % 24 daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 43 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 45, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 60, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 47, amonyum sülfat ve sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 35 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 17 ile borik asit ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; alev kaynaklı yanma sonunda (8. ölçüm veya 4. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 33 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 34, borik asit ile emprenyeli örneklerde örneklerde % 24, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 39, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 12, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 35 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ise (20. ölçüm veya 10. dakika) en fazla ağırlık kaybı % 98 ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer % ağırlık kaybı değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 59, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 47, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 75, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 50 ve sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 71 daha düşük olduğu

gözlemlenmiştir. Yanma sonunda ölçülen en az ortalama ağırlık kaybı değerleri ise % 25 ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde bulunmuştur.

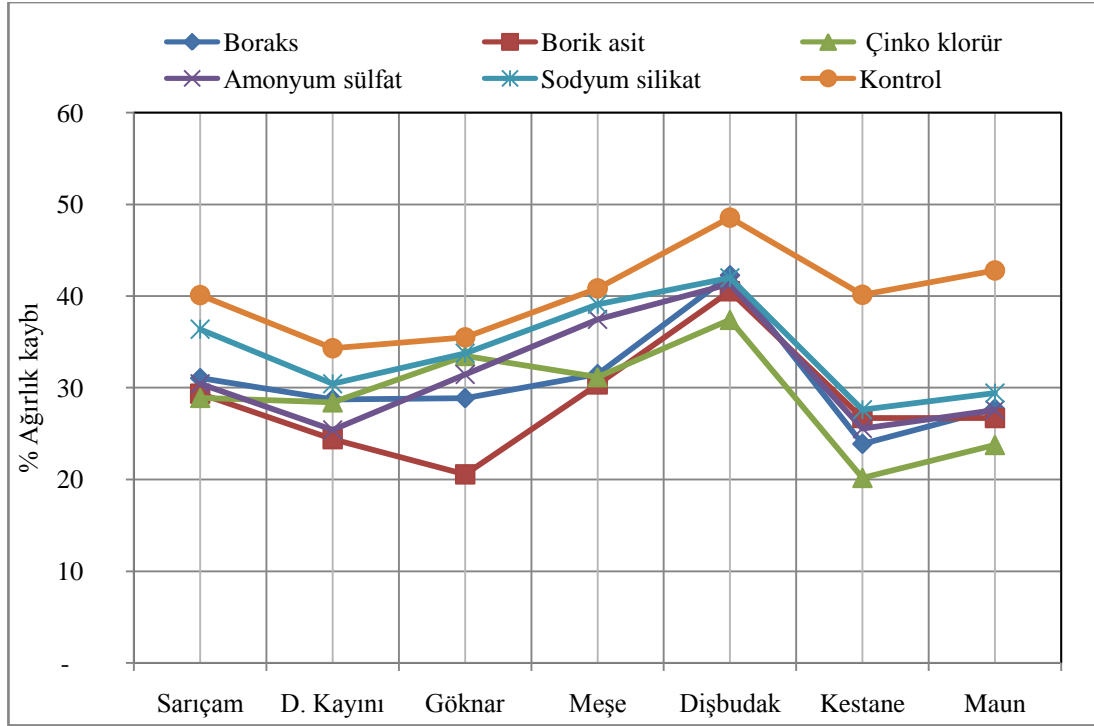
Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma sonunda (20. ölçüm veya 10. dakika) ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; en fazla ağırlık kaybı ortalama değerinin % 98 ile kontrol (emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz) örneklerinde, en az ağırlık kaybı ise % 17 ile borik asit ile emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış örneklerde bulunmuştur. Şekil 5.7'deki grafikte emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Maun ağaç malzemesinde alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri grafiği.

Deneylerde kullanılan emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış tüm deney ağaç malzemeleri ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma sonunda (20. ölçüm veya 10. dakika) ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; en fazla ağırlık kaybı % 49 ile dışbudak

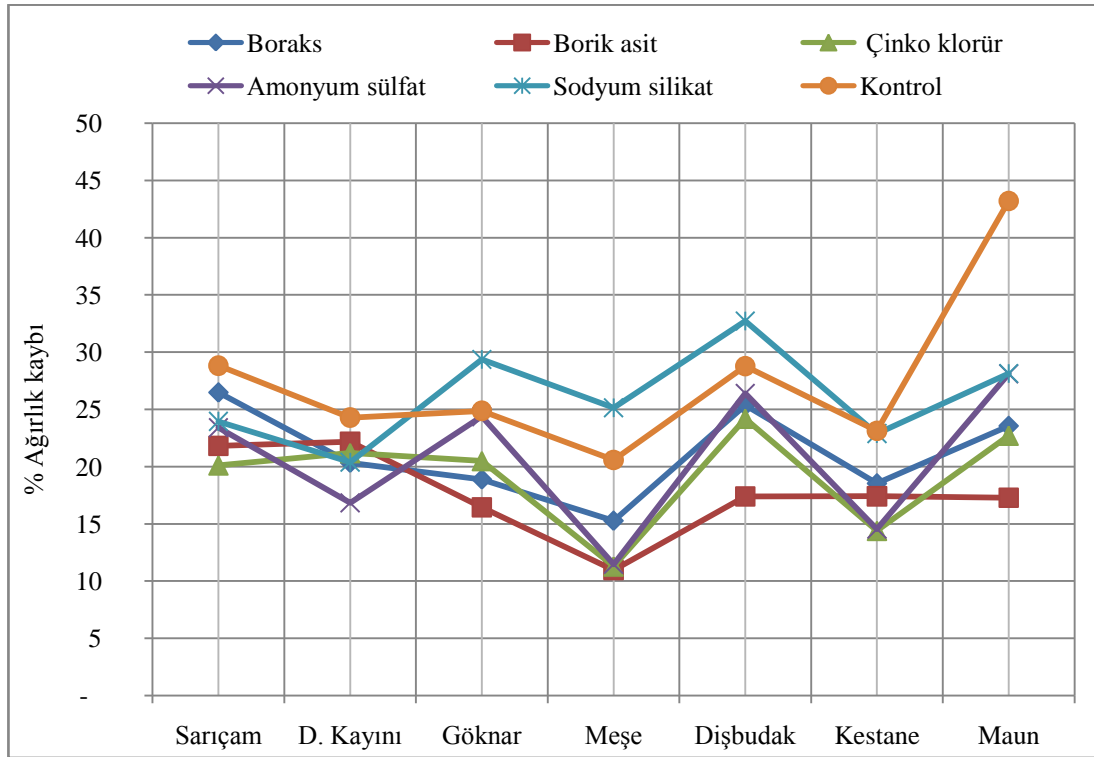
ağaç malzemesi kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Diğer en fazla ağırlık kaybı değerlerinin dışbudak ağaç malzemesi kontrol örneklerine göre; sırasıyla % 13 ile boraks ile emprenyeli dışbudak, % 17 ile borik asit ile emprenyeli dışbudak, % 23 ile çinko klorür ile emprenyeli dışbudak, % 15 ile amonyum sülfat ile emprenyeli dışbudak, % 14 ile sodyum silikat ile emprenyeli dışbudak örneklerinde daha az olduğu tespit edilmiştir. En az ağırlık kaybı değeri ise % 20 ile çinko klorür ile emprenyeli kestane ağaç malzemesi örneklerinde tespit edilmiştir. Şekil 5.8'deki grafikte emprenyeli, yangın geciktirici vernikli tüm ağaç malzemeler ve kontrol örneklerinin yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.8. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli tüm ağaç malzemeler ve kontrol örneklerinin yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri grafiği.

Deneylede kullanılan emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış tüm deney ağaç malzemeleri ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma sonunda (20. ölçüm veya 10. dakika) ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; en fazla ağırlık kaybı % 43 ile maun ağaç malzemesi kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Diğer en fazla ağırlık kaybı değerlerinin maun ağaç malzemesi kontrol örneklerine göre; % 39 ile boraks ile

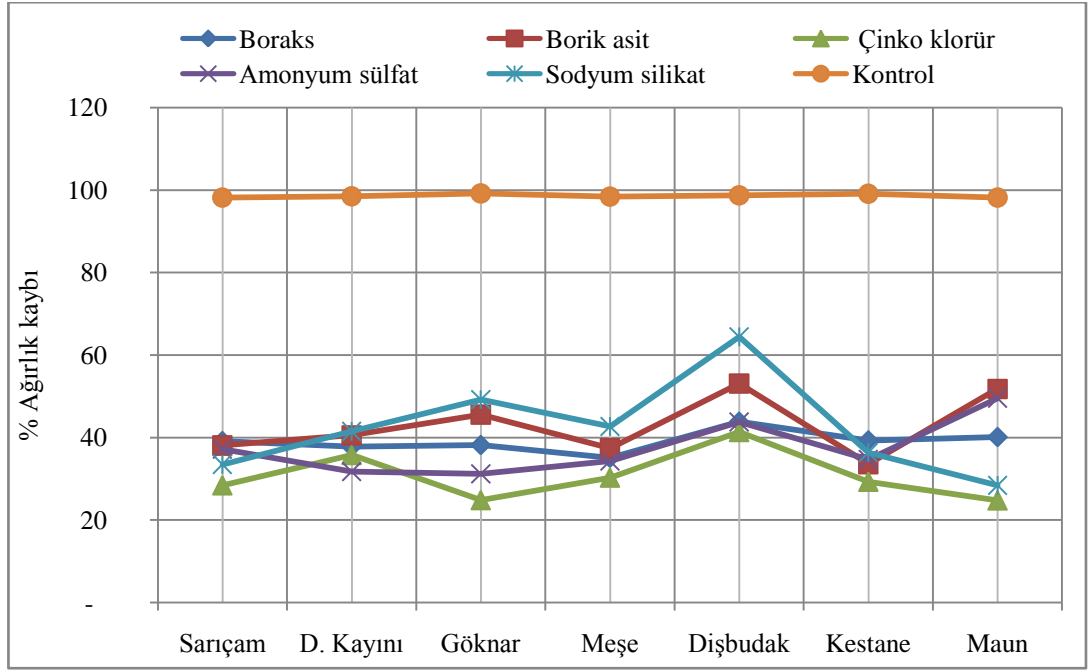
emprenyeli sarıçam, % 49 ile borik asit ile emprenyeli doğu kayını, % 44 ile çinko klorür ile emprenyeli dişbudak, % 35 ile amonyum sülfat ile emprenyeli maun, % 24 ile sodyum silikat ile emprenyeli dişbudak örneklerinde daha az olduğu tespit edilmiştir. En az ağırlık kaybı değeri ise % 11 ile borik asit ile emprenyeli meşe ağaç malzemesi örneklerinde tespit edilmiştir. Şekil 5.9'daki grafikte emprenyeli, yangın geciktiriciboyalı tüm ağaç malzemeler ve kontrol örneklerinin yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.9. Emprenyeli, yangın geciktirici boyalı tüm ağaç malzemeler ve kontrol örneklerinin yanma sonunda ölçülen % ağırlık kaybı değerleri grafiği.

Deneylerde kullanılan emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) tüm deney ağaç malzemeleri ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma sonunda (20. ölçüm veya 10. dakika) ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; en fazla ağırlık kaybı % 99 ile gökmar ağaç malzemesi kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Diğer en fazla ağırlık kaybı değerlerinin gökmar ağaç malzemesi kontrol örneklerine göre; % 44 ile boraks ile emprenyeli dişbudak, % 47 ile borik asit ile emprenyeli dişbudak, % 58 ile çinko klorür ile emprenyeli dişbudak, % 50 ile amonyum sülfat ile emprenyeli maun, % 35 ile sodyum silikat ile

emprenyeli dişbudak örneklerinde daha az olduğu tespit edilmiştir. En az ağırlık kaybı değerı ise % 25 ile ınko klorür ile emprenyeli maun ağaç malzemesi örneklerinde tespit edilmiştir. Şekil 5.10'daki grafikte emprenyeli, üst yüzey işlemsiz tüm ağaç malzemeler ve kontrol örneklerinin yanma sonunda ölçülen% ağırlık kaybı değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.10. Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz tüm ağaç malzemeler ve kontrol örneklerinin yanma sonunda ölçülen% ağırlık kaybı değerleri grafiği.

Deneylerde kullanılan tüm deney ağaç malzemeler ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma sonunda (20. ölçüm veya 10. dakika) ölçülen % ağırlık kaybı ortalama değerleri incelendiğinde; en fazla ağırlık kaybı % 99 ile emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz gök nar ağaç malzemesi kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. En az ağırlık kaybı değerı ise % 11 ile borik asit ile emprenyeli, yangın geciktirici boyalı meşe ağaç malzemesi örneklerinde tespit edilmiştir.

5.1.5. Sıcaklık Sonuçları

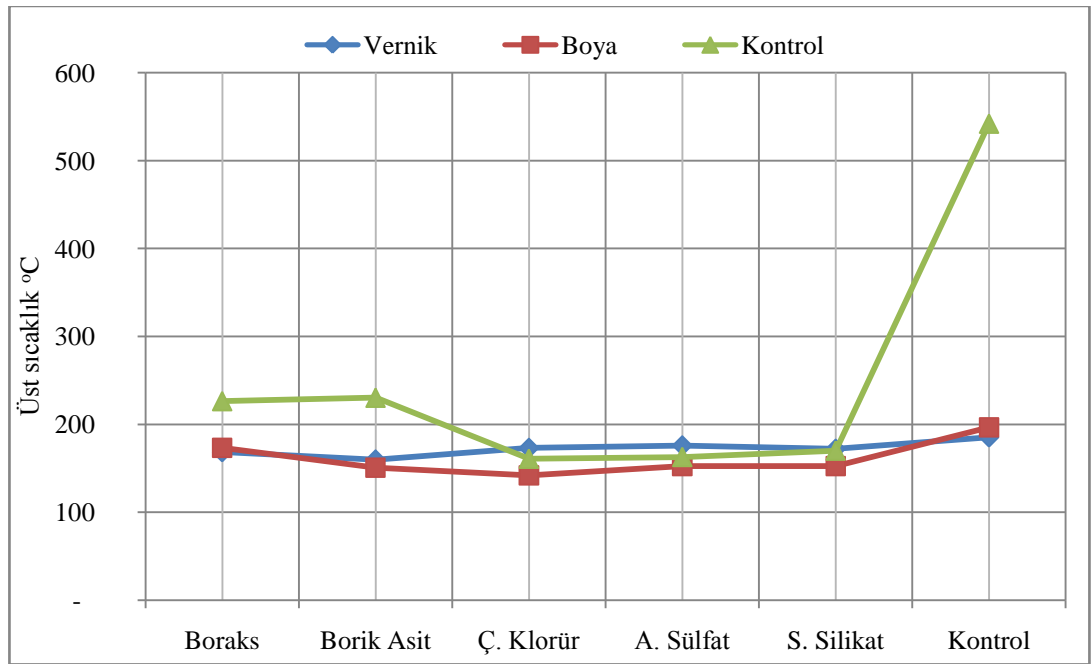
5.1.5.1. Sarıçam Ağaç Malzemesi Sıcaklık Sonuçları

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 185 °C ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 9, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 14, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 7, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 5, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 7 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 160 °C ile borik asit ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 12, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 23, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 28, amonyum sülfat ve sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 22 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise çinko klorür ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 542 °C ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ve borik asit ile emprenyeli örneklerde % 58, çinko klorür ve amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 70, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 69 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 161 °C ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 542 °C ile emprenyesiz ve üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin emprenyesiz ve üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerine göre; boraks ve borik asit ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde % 58, çinko klorür, amanyum sülfat ve sodyum silikat ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde ise % 68 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 172 °C ile sodyum silikat ile emprenyeli, yangın geciktirici vernik uygulanmış örneklerde gözlemlenmiştir. Şekil 5.11'deki grafikte emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.11. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı sarıçam ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.

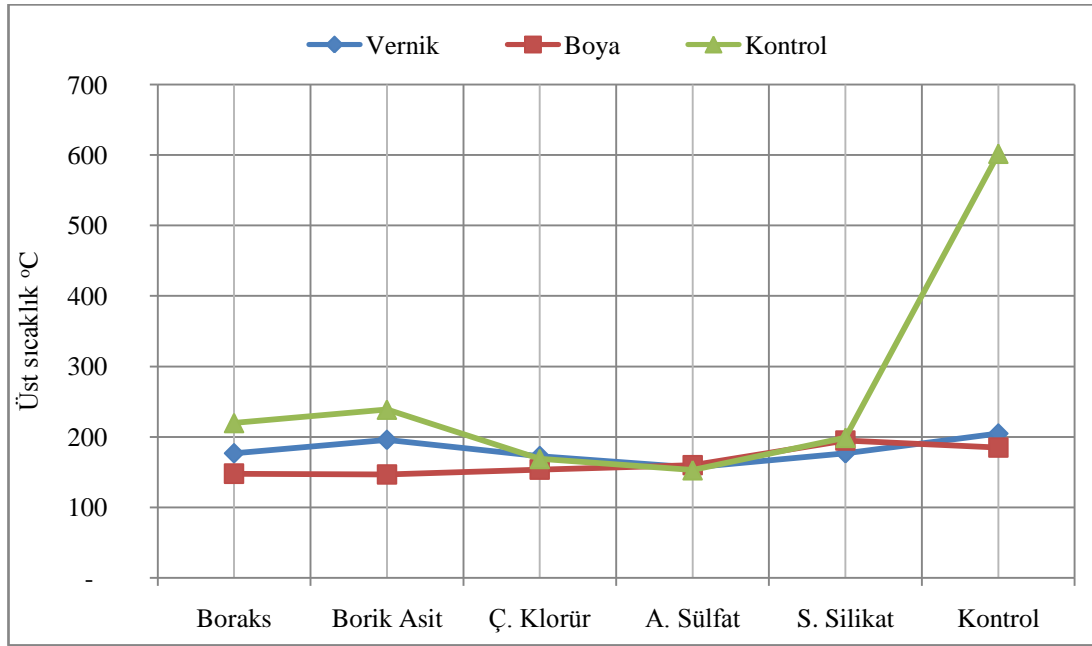
5.1.5.2. Doğu Kayını Ağaç Malzemesi Sıcaklık Sonuçları

Emprenyeli, st yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değerleri 205 C ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ve sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde % 14, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 4, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 16, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde ise % 23 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük st sıcaklık değerleri ise 157 C ile amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, st yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değerleri 195 C ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 20, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 21, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 17, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde ise % 14 daha düşük olduğu, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 5 daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. En düşük st sıcaklık değerleri ise 147 C boraik asit ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, st yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değerleri 602 C ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 63, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 60, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 72, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 75, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 67 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük st sıcaklık değerleri ise 153 C ile amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen üst sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 602 °C ile emprenyesiz ve üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin emprenyesiz ve üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerinde % 63, borik asit ile emprenyeli üst yüzey işlemsiz örneklerinde % 60, çinko klorür ile emprenyeli ve üst yüzeyinde vernik uygulanmış örneklerde % 71, amonyum sülfat ile emprenyeli ve üst yüzeyinde boya uygulanmış örneklerde % 73, sodyum silikat ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde ise % 67 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 160 °C ile amonyum sülfat ile emprenyeli yangın geciktirici boya uygulanmış örneklerde gözlemlenmiştir. Şekil 5.12'deki grafikte emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.12. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı doğu kayını ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.

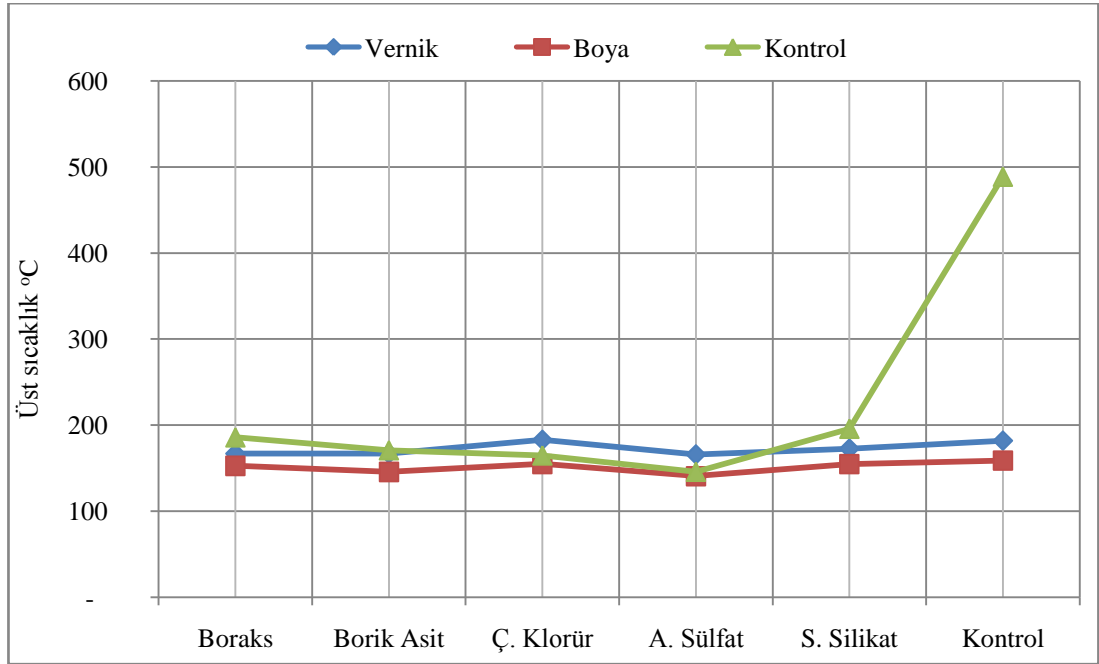
5.1.5.3. Gök nar Ağaç Malzemesi Sıcaklık Sonuçları

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değerleri 183 °C ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ve borik asit ile emprenyeli örneklerde % 8, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 9, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde % 5 daha düşük olduğu, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde ise % 1 daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 166 °C ile amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 159 °C ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 4, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 8, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 2, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 11, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 3 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 141 °C ile amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 489 °C ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 62, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 65, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 66, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 70, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 60 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 146 °C ile amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 489 °C ile emprenyesiz ve üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin emprenyesiz ve üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde % 62, borik asit ile emprenyeli üst yüzey işlemsiz örneklerde % 65, çinko klorür ile emprenyeli vernik üst yüzey işlemlili örneklerde % 63, amonyum sülfat ile emprenyeli vernik üst yüzey işlemlili örneklerde % 66, sodyum silikat ile emprenyeli üst yüzey işlemsiz örneklerde ise % 60 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 166 °C ile amonyum sülfat ile emprenyeli yangın geciktirici boya uygulanmış örneklerde gözlemlenmiştir. Şekil 5.13'deki grafikte emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.13. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı göknar ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.

5.1.5.4. Meşe Ağaç Malzemesi Sıcaklık Sonuçları

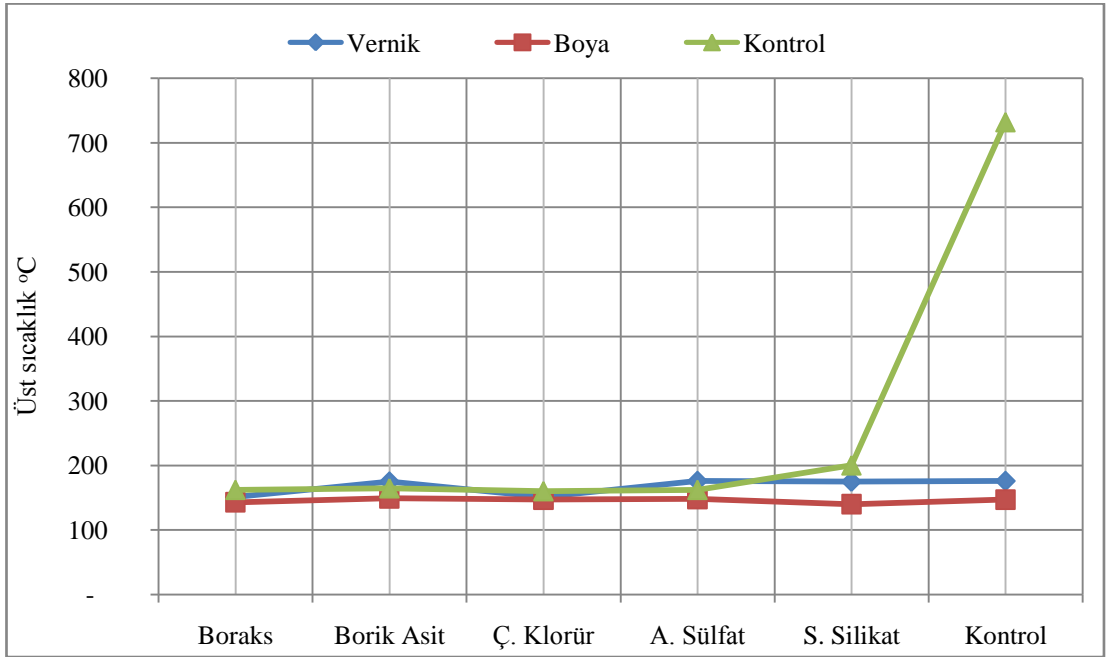
Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek üst sıcaklık değeri 176 °C ile amonyum sülfat ile emprenyeli ve kontrol örneklerinde eşit değerde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ve çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 14, borik asit ve sodyum silikat emprenyeli örneklerde ise % 1 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 151 °C ile boraks ve çinko klorür ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 149 °C ile borik asit ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 3, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde % 5 azaldığı, borik asit ve amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 1 arttığı, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde ise eşit olduğu gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 140 °C ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 732 °C ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks, borik asit, çinko klorür ve amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 78, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 73 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 160 °C ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değerleri 732

°C ile emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek üst sıcaklık değerlerinin emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde % 78, borik asit ile emprenyeli, vernik üst yüzey işlemlili örneklerde % 76, çinko klorür ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde % 78, amonyum sülfat ile emprenyeli, vernik üst yüzey işlemlili örneklerde % 76, sodyum silikat ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde ise % 73 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 160 °C ile çinko klorür ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde gözlemlenmiştir. Şekil 5.14'deki grafikte emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen üst sıcaklık değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.14. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı meşe ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.

5.1.5.5. Dişbudak Ağaç Malzemesi Sıcaklık Sonuçları

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 226

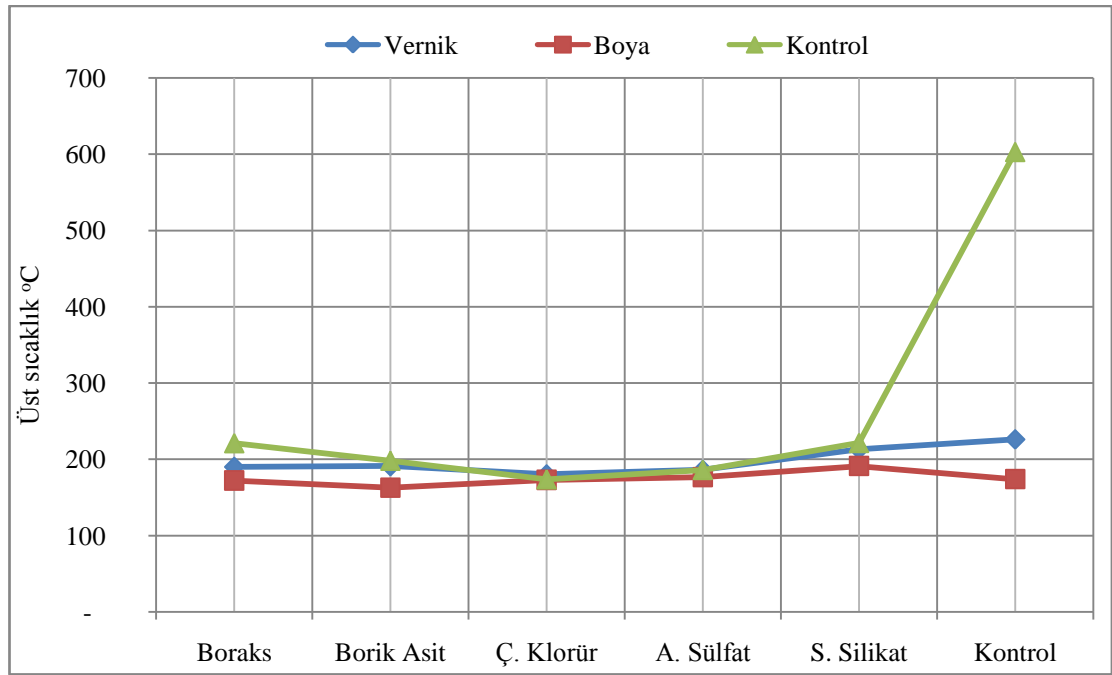
°C ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 16, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 15, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 20, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 18, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 6 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 180 °C ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 191 °C ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 1, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 6, çinko klorür ile emprenyeli örneklerinde % 1 azaldığı, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 2, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 10 arttığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 163 °C ile borik asit ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değerleri kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ve sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde % 63, borik asit ile emprenyeli örneklerde ise % 67, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 71, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde ise % 69 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 174 °C ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 603 °C ile emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde % 63, borik asit ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde % 67, çinko klorür ile emprenyeli,

vernik üst yüzey işlemlili örneklerde % 70, amonyum sülfat ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde % 69, sodyum silikat ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde ise % 63 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 180 °C ileçinko klorür ile emprenyeli yangın geciktirici vernik uygulanmış örneklerde gözlemlenmiştir. Şekil 5.15'deki grafikte emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.15. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı dişbudak ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.

5.1.5.6. Kestane Ağaç Malzemesi Sıcaklık Sonuçları

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 207 °C ile amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ve çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 2, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 6 arttığı, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 10, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 5

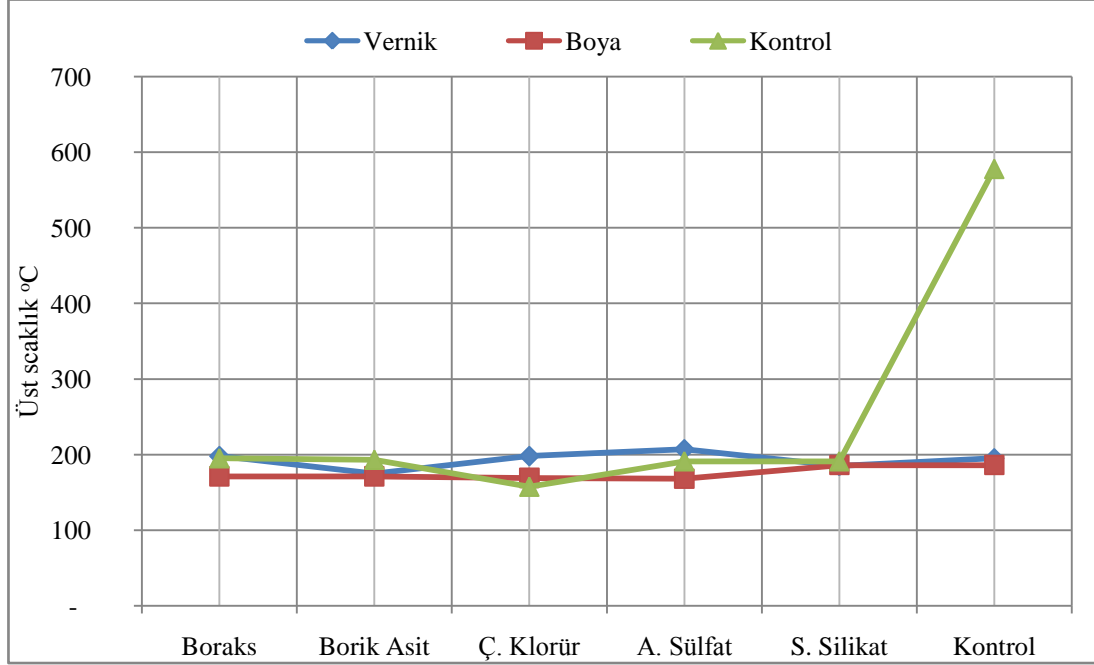
azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 175 °C ile borik asit ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 175 °C ile sodyum silikat ile emprenyeli ve kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ve borik asit ile emprenyeli örneklerde % 8, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 9, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde ise % 10 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 168 °C ile amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen üst sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 578 °C ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 66, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 67, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 73, amonyum sülfat ve sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 67 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 157 °C ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 578 °C ile emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerine göre; boraks ve çinko klorür ile emprenyeli, vernik üst yüzey işlemlili örneklerde % 66, borik asit ve sodyum silikat ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde % 67, amonyum sülfat ile emprenyeli, vernik üst yüzey işlemlili örneklerde ise % 64 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 191 °C ile amonyum sülfat ve sodyum silikat ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde gözlemlenmiştir. Şekil 5.16'daki grafikte emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve

boyalı kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.16. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı kestane ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.

5.1.5.7. Maun Ağaç Malzemesi Sıcaklık Sonuçları

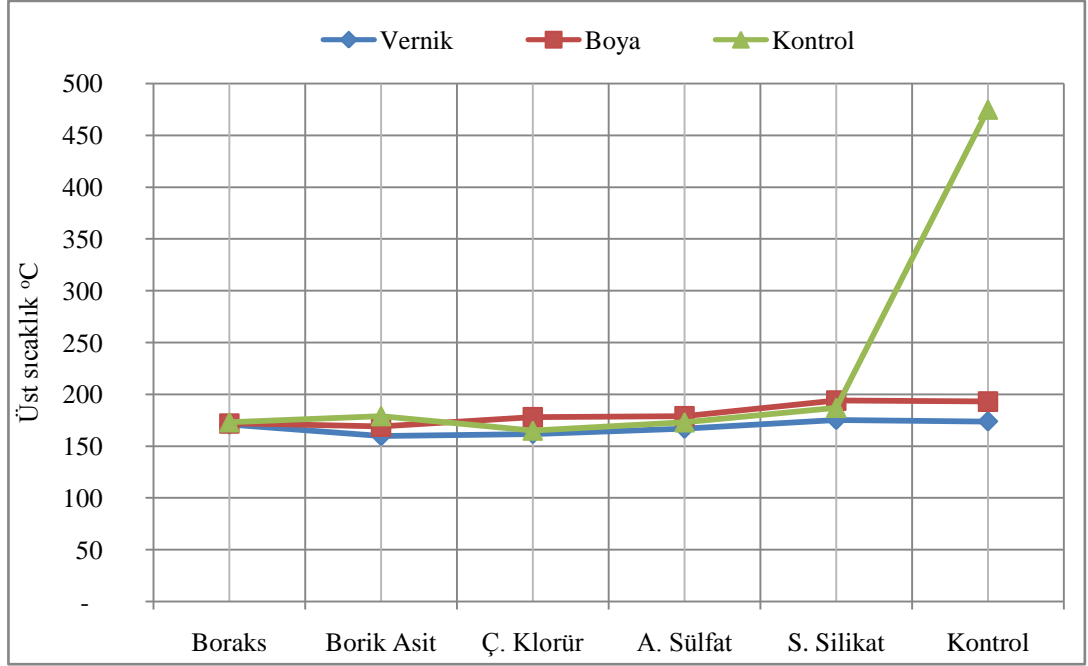
Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 175 °C ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 2, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 8, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde %7, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 4 azaldığı, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 1 arttığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 160 °C ile borik asit ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri

sonucunda ölçülen üst sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 194 °C ile sodyum silikat ile emprenyeli örneklerinde bulunmuştur. Diğer üst sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli örneklerde % 11, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 12, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 8, amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 7 azaldığı, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 1 arttığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 169 °C ile borik asit ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri emprenye maddelerine göre sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değerleri 475 °C ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin kontrol örneklerine göre; boraks ve amonyum sülfat ile emprenyeli örneklerde % 64, borik asit ile emprenyeli örneklerde % 62, çinko klorür ile emprenyeli örneklerde % 65, sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde ise % 61 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 165 °C ile çinko klorür ile emprenyeli örneklerde gözlemlenmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin emprenye maddelerine göre yanma deneyleri sonucunda ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değerleri 475 °C ile emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz kontrol örneklerine göre; boraks ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde % 64, borik asit ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde % 62, çinko klorür ile emprenyeli, boya üst yüzey işlemlili örneklerde % 63, amonyum sülfat ile emprenyeli, boya üst yüzey işlemlili örneklerde % 62, sodyum silikat ile emprenyeli, boya üst yüzey işlemlili örneklerde ise % 59 azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 173 °C ile boraks ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde gözlemlenmiştir. Şekil 5.17'deki grafikte emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.17. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı maun ağaç malzemesi ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.

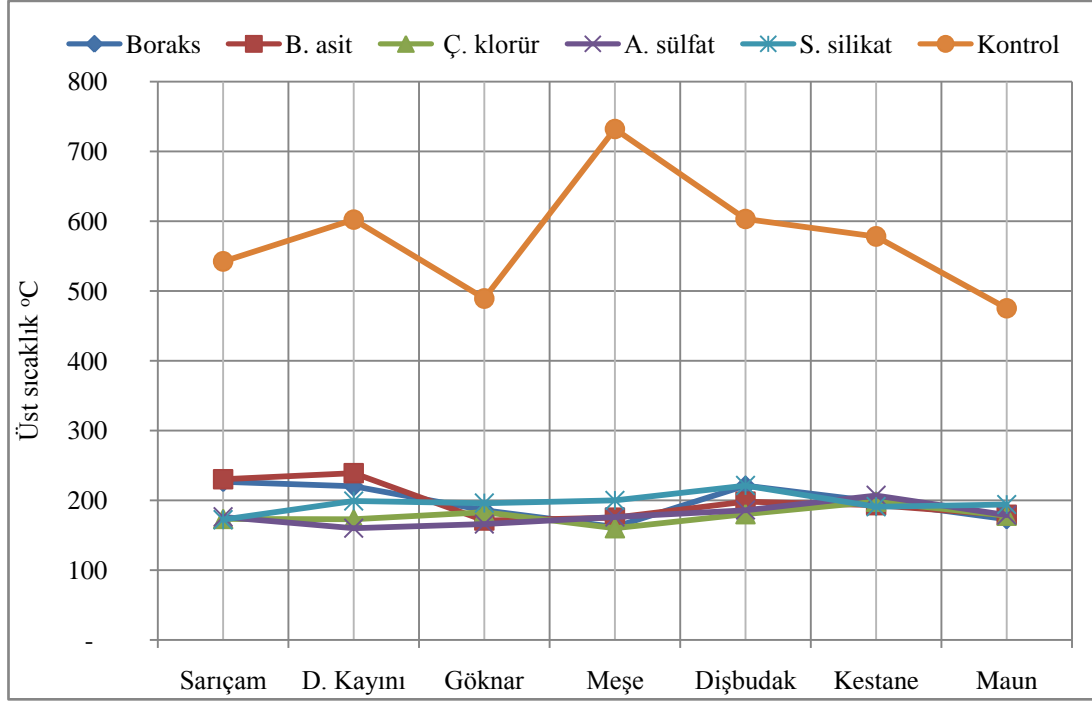
Deneylerde kullanılan empenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik uygulanmış tüm deney ağaç malzemeleri ve kontrol örneklerinin empenye maddesi türlerine göre, yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değerleri 226 °C ile dişbudak ağaç malzemesi kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin dişbudak ağaç malzemesi kontrol örneklerine göre; % 12 ile boraks ile empenyeli kestane, % 13 ile borik asit ile empenyeli doğu kayını, % 12 ile çinko klorür ile empenyeli kestane, % 8 ile amonyum sülfat ile empenyeli kestane, % 6 ile sodyum silikat ile empenyeli dişbudak örneklerinde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 196 °C ile borik asit ile empenyeli doğu kayını ağaç malzemesi örneklerinde tespit edilmiştir.

Deneylerde kullanılan empenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici boya uygulanmış tüm deney ağaç malzemeleri ve kontrol örneklerinin empenye maddesi türlerine göre, yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değerleri 197 °C ile sarıçam ağaç malzemesi kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin sarıçam

ağaç malzemesi kontrol örneklerine göre; % 12 ile boraks ile emprenyeli sarıçam, % 13 ile borik asit ile emprenyeli kestane, % 10 ile çinko klorür ile emprenyeli maun, % 9 ile amonyum sülfat ile emprenyeli maun, % 1 ile sodyum silikat ile emprenyeli doğu kayını örneklerinde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 171 °C ile borik asit ile emprenyeli kestane ağaç malzemesi örneklerinde tespit edilmiştir.

Deneyleerde kullanılan emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) tüm deney ağaç malzemeleri ve kontrol örneklerinin emprenye maddesi türlerine göre, yanma deneyleri sonucunda elde edilen en yüksek sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değerleri 732 °C ile meşe ağaç malzemesi kontrol örneklerinde bulunmuştur. Diğer en yüksek sıcaklık değerlerinin meşe ağaç malzemesi kontrol örneklerine göre; % 69 ile boraks ile emprenyeli sarıçam, % 67 ile borik asit ile emprenyeli doğu kayını, % 76 ile çinko klorür ile emprenyeli dişbudak, % 74 ile amonyum sülfat ile emprenyeli kestane, % 70 ile sodyum silikat ile emprenyeli dişbudak örneklerinde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. En düşük üst sıcaklık değeri ise 174 °C ile çinko klorür ile emprenyeli dişbudak ağaç malzemesi örneklerinde tespit edilmiştir.

Deneyleerde kullanılan emprenyeli ve üst yüzey işleminde yangın geciktirici vernik ve boya uygulanmış tüm deney ağaç malzemeleri ve kontrol örneklerinin emprenye maddesi türlerine göre, yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri incelendiğinde; en yüksek sıcaklık değeri 732 °C ile emprenyesiz, üst yüzey işlemsiz meşe ağaç malzemesi kontrol örneklerinde bulunmuştur. En düşük üst sıcaklık değeri ise 160 °C ile amonyum sülfat ile emprenyeli, yangın geciktirici vernikli maun ağaç malzemesi örnekleri ile çinko klorür ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz (verniksiz, boyasız) meşe ağaç malzemesi örneklerinde tespit edilmiştir. Şekil 5.18'deki grafikte emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı tüm deney ağaç malzemeleri ve kontrol örneklerinin yanma sonunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5.18. Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli ve boyalı tüm deney ağaç malzemeleri ve kontrol örneklerinin yanma deneyleri sonucunda ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri grafiği.

Yanma deneyleri genel olarak ele alındığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

Yapılan yoğunluk ölçümlerinde; en yüksek hava kurusu ve tam kuru yoğunluk meşe ağaç örneklerinde, en düşük ise göknar ağaç örneklerinde ölçülmüştür. Örs ve Keskin'e göre odunların yoğunluğundaki farklılığın başlıca sebebi, birim hacimlerdeki hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranlarının farklı oluşudur (Örs ve Keskin, 2001). Elde edilen yoğunluk değerlerinin; ağaç malzemenin lif yapısına, hücre çeperi kalınlığına vb. göre değişkenlik gösterdiği ve literatür değerlerine uygun olduğu söylenebilir.

Emprenye çözeltilerinin pH değerleri, emprenye işlemi öncesinde ve sonrasında ölçülmüştür. Kimyasal maddelerin pH değerlerinde; boraks ve sodyum silikat kimyasallarının 7.00'in üzerinde (bazik) olduğu, borik asit, amonyum sülfat ve çinko klorür kimyasallarının ise 7.00'in altında (asidik) olduğu belirlenmiştir. pH değerlerinde emprenye öncesi ve sonrasında önemli bir değişim olmadığı gözlenmiştir. Uysal (1997) ve Esen (2009) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer

bir sonuç bulunmuş ve bu durumun her seferinde hazırlanan taze emprenye çözeltisi ile çalışmaktan kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Uzun süreli daldırma yöntemi ile emprenye işlemi sonunda, emprenye maddelerinin ağaç malzemeye tutunma miktarları (retensiyon oranları) hesaplanmıştır. Emprenye maddelerinde en yüksek retensiyon oranı; sodyum silikat ile emprenyeli göknar örneklerinde, en düşük ise çinko klorür ile emprenyeli kestane örneklerinde tespit edilmiştir. Retensiyon oranları; ağaç malzemenin öz odun ve diri odun iştirak oranına, yoğunluğa, permeabiliteye, hücre çeperinin kalınlığına, hücre boşluğuna ve emprenye maddesinin penetrasyon özelliğine göre değiştiği söylenebilir. Meşe ve kestane ağaçlarındaki tül oluşumunun, emprenye maddesinin penetrasyon ve retensiyon oranını azalttığı düşünülmektedir. Sarıçam ağacının ise reçineli bir yapıya sahip olması nedeniyle retensiyon oranını olumsuz etkilediği düşünülmektedir. (Altun, 2008; Ayar, 2008) tarafından yapılan benzer bir çalışmada da emprenye maddelerinin retensiyon oranları; çözeltilerin konsantrasyonlarına, ağacın hücre boşluğu hacmine, hücre çeperi kalınlığı ve lif yapısına göre değiştiği belirtilmiştir.

Yangın geciktirici vernik ve boya katman kalınlığı ölçümlerinde; boya katman kalınlıklarının vernik katman kalınlıklarından daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Katman kalınlıklarında oluşan farklılıklar; uygulanan vernik ve boyanın içerdiği katı madde miktarları, vizkosite değeri, yüzeye tutunması, yüzey işlemi uygulama sayısı vb. özelliklerden kaynaklanabilir. (Budakçı, 2003; Esen, 2009) tarafından yapılan araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, vernik ve boya katman kalınlıklarında; ağacın anatomik yapısı, permeabilite özelliği, yoğunluğu, yüzey işleme özelliği (pürüzlülük, yüzeyin işlenmesi ile üst yüzey işlem uygulaması arasında geçen süre vb.), yüzeye tutunması vb. özelliklerin etkili olduğu düşünülmektedir.

Emprenyeli ve yangın geciktiricili üst yüzey işlem maddeleri uygulanan tüm ağaç örneklerinin, kontrol örneklerine göre; ağırlık kaybı dirençlerinin daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bu maddelerin; yanma esnasında poliüretan bir katman oluşturması, yanma için gerekli olan oksijen miktarını azaltması, ısıyı absorbe etmesi, yanmanın

süresini ve etkisini azaltarak yanma direncini arttırdığı belirtilmiştir (Örs, Sönmez, Uysal 1999).

Sarıçam örneklerinde; emprenye ve üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma sonundaki en az ağırlık kaybı, çinko klorür ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örneklerde tespit edilmiştir. Ağırlık kaybı değerlerinde; sarıçamın anatomik yapısı, yoğunluğu, ısı iletkenlik değeri, permeabilitesi, reçine miktarı ile emprenye maddesinin yoğunluğu, üst yüzey işlem maddesinin poliüretan köpük katmanı vb. etkili olduğu düşünülmektedir. Şahin Kol ve Altun (2009) tarafından yapılan araştırmada da sarıçamın emprenyesinde çinko klorür kimyasalının ısı iletkenlik değeri üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir. Dış ortam şartlarına maruz kalacak yapı elemanlarında, bahçe ve şehir mobilyalarının yapımında kullanılacak sarıçam malzemesinin çinko klorür ile emprenye edilmesi ve üst yüzey işleminde ise yangın geciktirici boya kullanılması önerilebilir.

Doğu kayını örneklerinde; emprenye ve üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma sonundaki en az ağırlık kaybı, amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örneklerde tespit edilmiştir. Sarıçam ağaç malzemesine oranla doğu kayının yoğunluk değerinin yüksek olması ağırlık kaybı değerlerini daha fazla etkilediği belirtilmiştir (Esen, 2009). Ayrıca, Şahin Kol ve Altun'un (2009) yaptığı bir araştırmada amonyum sülfat kimyasalın yoğunluğunun yüksek olması nedeniyle, mekanik etkilere maruz kalacak ahşap kullanımlarında doğu kayını malzemesinin emprenyesinde amonyum sülfat, üst yüzey işleminde ise yangın geciktirici boya kullanılması önerilmiştir.

Gökmar örneklerinde; emprenye ve üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma sonundaki en az ağırlık kaybı borik asit ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örneklerde tespit edilmiştir. Gökmar ağaç malzemesinin ağırlık kaybı değerlerinde; permeabilite özelliği, borik asitin retensiyon oranının yüksek ve uygulanan boyanın katman kalınlığının fazla olması, yoğunluğa göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca, Şahin Kol ve Sefil'in (2010) yaptıkları araştırmada da doğu kayınına göre, gökmarın ısı iletkenlik değerinin de ağırlık kaybında etkili olduğu belirtilmiştir.

Gökmar ağaç malzemesinin yapıların iç mekân elemanlarında kullanılması önerilebilir.

Meşe örneklerinde; emprenye ve üst yüzey işlem maddelerine göre, yanma sonundaki en az ağırlık kaybı borik asit ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örneklerde tespit edilmiştir. Meşe ağaç malzemesinin yoğunluğunun yüksek olması yanma sonundaki ağırlık kaybının en az düzeyde olmasını belirgin şekilde etkilediği görülmüştür. Ayrıca, borik asit kimyasalının yoğunluğunun ve ergime sıcaklığının düşük olması, daha düşük sıcaklıkta köpük oluşturmaya ve malzemenin oksijen ile temasını keserek yanmanın daha erken sona ermesine, trahelerin tüllerle tıkalı olması, fazla miktarda tanen ihtiva etmesi, ısı iletkenliği vb. faktörlerin yanma sonundaki ağırlık kaybında etkili olduğu düşünülmektedir. Şahin Kol vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada da bazı emprenye maddeleri ve poliüretan esaslı üst yüzey maddeleri uygulanan meşe ağaç malzemesinin ısı iletkenliğine etkisi araştırılmış ve benzer sonuçlar bulunmuştur. Mekanik etkilere, rutubete ve biyotik zararlılara karşı mukavim olması istenen yapı elemanları ile iç mimari ve dekorasyon elemanlarında tercih edilebilir. Araştırmada en iyi performansı veren ağaç malzemesidir.

Dişbudak örneklerinde; yanma sonundaki en az ağırlık kaybı meşe örneklerinde olduğu gibi borik asit ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örneklerde tespit edilmiştir. Dişbudak örneklerinin meşe örneklerine göre, kullanılan kimyasal maddelerin retensiyon oranları daha yüksek fakat boya katman kalınlığı ise daha düşüktür. Dişbudak örneklerinin ağırlık kaybı değerlerinde; kimyasal madde retensiyon oranlarının daha yüksek olmasına rağmen, boya katman kalınlığının daha etkili olduğu söylenebilir. Permeabilite ve ısı iletkenlik değerlerinin de ağırlık kaybı değerlerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, Şahin Kol (2009) tarafından farklı rutubetlerdeki dişbudak, meşe, kavak ve kayın ağaç malzemelerinin radyal ve teğet yöndeki ısı iletkenlik değerleri araştırılmıştır. Mekanik etkilere, biyotik zararlılara karşı mukavim olması istenen yerler ile iç mimari ve dekorasyonda dişbudak ağaç malzemesinin kullanılması önilebilir.

Kestane örneklerinde; yanma sonundaki en az ağırlık kaybı çinko klorür ile emprenyeli, yangın geciktirici boyalı örneklerde tespit edilmiştir. Kestane ağaç malzemesinin ağırlık kaybı değerlerinde; trahelerinde tül oluşumu, permeabilite özelliği ve boya katman kalınlığının fazla olmasının etkili olduğu söylenebilir. Meşe ağaç malzemesinden sonra en iyi performans gösteren ağaç malzemedir. Kestane örneklerinin en az ağırlık kaybı değerlerinde; boya katman kalınlığının en fazla etkiyi gösterdiği söylenebilir. Literatürde yer alan emprenyeli ve üst yüzey işlemlili kestane ağaç malzemesinin yanma direncine ait araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Örs, Atar ve Peker (1997)). Mekanik etkilere, rutubete ve biyotik zararlılara karşı mukavim olması istenen deniz araçları, yapı elemanları ile iç mimari ve dekorasyon elemanlarında kullanılması önerilebilir.

Maun örneklerinde; yanma sonundaki en az ağırlık kaybı borik asit ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı örneklerde tespit edilmiştir. Maun örneklerinin dışbudak örneklerine göre, yoğunluklarının daha az olmasına karşılık borik asitin retensiyon oranları ile boya katman kalınlıklarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. Maun örneklerinde elde edilen sonuçların, literatürde de yer alan benzer özellikteki sapelli ağacının yanma direnci değerlerine uygun olduğu görülmüştür (Esen, 2009). Biyotik zararlılara ve hava şartlarına karşı mukavim olması istenen yerler ile iç mimari ve dekorasyonda kullanılması önerilebilir.

Emprenyeli, yangın geciktirici vernik uygulanan tüm ağaç malzeme ve kontrol örneklerinde yanma sonunda; en az ağırlık kaybı çinko klorür ile emprenyeli kestane örneklerinde tespit edilmiştir.

Emprenyeli, yangın geciktirici boyalı tüm ağaç malzeme ve kontrol örneklerindeki; yanma sonundaki en az ağırlık kaybı borik asit ile emprenyeli meşe örneklerinde tespit edilmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz tüm ağaç malzeme ve kontrol örneklerindeki; yanma sonundaki en az ağırlık kaybı çinko klorür ile emprenyeli maun örneklerinde tespit edilmiştir.

Yanma deneyleri sonunda tüm ağaç malzeme ve kontrol örneklerindeki; en az ağırlık kaybı borik asit ile emprenyeli, yangın geciktirici boyalı meşe örneklerinde tespit edilmiştir. Yangın riski bulunan mekânlarda borik asit ile emprenyeli, yangın geciktirici boyalı meşe ağacının kullanılmasının daha faydalı olacağı düşünülmektedir.

Sarıçam örneklerinde; en düşük üst sıcaklık değeri sodyum silikat ile emprenyeli, yangın geciktirici vernikli örneklerde tespit edilmiştir. Sarçam örneklerinde en yüksek retensiyon oranının sodyum silikat ile emprenyeli örneklerde olması ve vernik katman kalınlığının boya katman kalınlıklarından daha fazla olması, ısı iletkenlik değerlerinin ve permeabilite özellikleri de sıcaklık değerlerinin düşük çıkmasına etki etmiş olabilir. Esen'in (2009) yaptığı çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur.

Doğu kayını örneklerinde; en düşük üst sıcaklık değeri amonyum sülfat ile emprenyeli yangın geciktirici boyalı örneklerde tespit edilmiştir. Ağırlık kaybı değerlerine etki eden faktörlerin sıcaklık değerlerine de etki ettiği söylenebilir. Doğu kayını ağaç malzemesinin yoğunluğu, amonyum sülfatın retensiyon oranı ve boya katman kalınlığı ile trahelerde tül oluşumunun sıcaklık değerlerine etki ettiği düşünülmektedir. Doğu kayının yanmaya maruz kalacağı yerlerde amonyum sülfat ile emprenyeli ve boya uygulanan örnekleri tercih edilebilir.

Gökmar örneklerinde; en düşük üst sıcaklık değeri amonyum sülfat ile emprenyeli yangın geciktirici vernikli örneklerde tespit edilmiştir. Gökmar örneklerinin sıcaklık değerlerinin, ağırlık kaybını etkileyen faktörlerle paralellik göstermediği; ağaç malzemenin yoğunluğu ve üst yüzey işlem maddesinin katman kalınlığının etkisinin olmadığı, buna karşılık emprenye maddesinin retensiyon miktarının daha etkili olduğu söylenebilir. Gökmar ağaç malzemesi için, sıcaklık direncinin olması istenen yerlerde amonyum sülfat ile emprenyeli ve vernik uygulamalı örneklerin kullanılması önerilebilir.

Meşe örneklerinde; en düşük üst sıcaklık değeri çinko klorür ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde tespit edilmiştir. Meşe ağaç malzemesinin sıcaklık değerlerinde; ağaç malzemenin yoğunluğu, emprenye maddelerinin retensiyon

miktarları ve üst yüzey işlem maddesi türünün etkili olmadığı buna karşılık, retensiyon oranının en düşük olmasına rağmen çinko klorürle emprenyeli üst yüzey işlemsiz örneklerin en düşük sıcaklığı değerini verdiği görülmüştür. Ayrıca, meşe ağaç malzemesinde tül oluşumu, çinko klorürün ısıyı absorbe etme özelliğinin yüksek olması, ısı iletkenlik değerinin düşük olması vb. nedenlerin sıcaklık değerine etki ettiği düşünülmektedir. Meşe kullanılması tercih edilecek yerlerde en düşük sıcaklık için, sadece çinko klorür ile emprenyeli örneklerin kullanılması önerilebilir.

Dişbudak örneklerinde; en düşük üst sıcaklık değeri çinko klorür ile emprenyeli yangın geciktirici vernikli örneklerde tespit edilmiştir. Dişbudak örneklerinin en düşük üst sıcaklık değerlerinde; emprenye maddelerinin retensiyon oranları ile üst yüzey işlem maddesi türünün etkili olmadığı buna karşılık, ağaç malzemenin yoğunluğu, ısı iletkenlik değeri, ağacın anaotomik yapısı vb. nedenlerin etkili olduğu düşünülmektedir.

Kestane örneklerinde; en düşük üst sıcaklık değeri sodyum silikat ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde tespit edilmiştir. Kestane örneklerinin en düşük üst sıcaklık değerlerinde; ağaç malzemenin yoğunluğu ile sodyum silikat maddesinin retensiyon oranının etkili olduğu, üst yüzey işlem maddelerinin türü ve katman kalınlıklarının ise etkili olmadığı görülmüştür. Ayrıca anatomik yapı, trahelerde tül oluşumu ve ısı iletkenliğinin de sıcaklık değerlerini doğrudan etkilediği düşünülmektedir.

Maun örneklerinde; en düşük üst sıcaklık değeri boraks ile emprenyeli, üst yüzey işlemsiz örneklerde tespit edilmiştir. Maun örneklerinin en düşük üst sıcaklık değerlerinde; ağaç malzemenin yoğunluğu, emprenye maddelerinin retensiyon oranları ve üst yüzey işlem maddelerinin türü ve katman kalınlıklarının doğrudan etkili olmadığı, buna karşılık maun ağaç malzemesinin anatomik ve kimyasal yapısı, ısı iletkenlik değeri, boraks maddesinin yoğunluğu ve erime noktasının yüksek olmasının daha etkili olduğu düşünülmektedir.

Emprenyeli, yangın geciktirici vernikli tüm ağaç malzeme ve kontrol örneklerindeki; en düşük üst sıcaklık değeri borik asit ile emprenyeli doğu kayını örneklerinde tespit edilmiştir.

Emprenyeli, yangın geciktirici boyalı tüm ağaç malzeme ve kontrol örneklerindeki; en düşük üst sıcaklık değeri borik asit ile emprenyeli kestane örneklerinde tespit edilmiştir.

Emprenyeli, üst yüzey işlemsiz tüm ağaç malzeme ve kontrol örneklerindeki; en düşük üst sıcaklık değeri çinko klorür ile emprenyeli dişbudak örneklerinde tespit edilmiştir.

Yanma deneyleri sonunda; tüm ağaç malzeme ve kontrol örneklerinin üst sıcaklık değerleri incelendiğinde; en düşük üst sıcaklık değeri, amonyum sülfat ile emprenyeli ve yangın geciktirici boyalı doğu kayını örneklerinde tespit edilmiştir.

Deneyleerde kullanılan tüm ağaç malzeme örneklerindeki en az ağırlık kaybı ve en düşük üst sıcaklık değerlerinde; en uygun emprenye maddesinin borik asit, en uygun üst yüzey işlem maddesinin yangın geciktirici boya, en uygun ağaç malzemenin ise meşe ve kestane ağaç örneklerinin olduğu tespit edilmiştir. Meşe ve kestane ağaç malzemenin yanma direncinin iyi olmasında; bu ağaç malzemelerinin yoğunluğu, anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri, kimyasal yapıları, ısı iletkenlik değerleri, borik asit maddesinin teknik özellikleri, retensiyon oranı ve yangın geciktirici boyanın poliüretan katman oluşturması, katman kalınlığı ve teknik özelliklerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Literatürde yer alan araştırmada da benzer faktörlerin yanma direnci değerlerinde etkili olduğu belirtilmiştir (Göker ve Ayrılmış, 2003).

5.2. ÖNERİLER

Bundan sonraki yapılacak akademik çalışmalarda;

1. Ahşap yapıların, yangına karşı koruyucu önlemlerinin araştırılması,

2. Emprenyeli lamine farklı ağaç malzemelere uygulanan yangın geciktiricili özellikli üst yüzey işlem maddelerinin yanma direncine etkilerinin araştırılması,
3. Değişik kompozit (yonga levha, mdf, kontraplak vb.) ağaç malzemelerin üretiminde kullanılan yangın geciktiricili özellikli üst yüzey işlem maddelerinin yanma direncine etkilerinin araştırılması,
4. Yapılarda yangına sebep olan materyaller içerisinde ahşap elemanların etkisinin araştırılması,
5. Yanma direncini arttırmada kullanılan farklı materyal ve metotların, fayda / maliyet faktörünün araştırılması vb. önerilebilir.

KAYNAKLAR

Akgün, E., “Ahşap yüzeylerde kullanılan nanoteknolojik verniklerin dayanım özelliklerinin vernik sistemleriyle karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Zonguldak (2008).

Akgün, H. C., “Anadolu kestanesi odununun kimyasal bileşimi ve kâğıt yapımına uygunluğu”, **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Yüksek Mühendislik Tezi, Zonguldak (2005).

Akıncıtürk, N. ve Perker, S., “700 Yıllık tarihi Cumalıkızık yerleşimindeki ahşap yapılarda yangın yalıtımı”, **TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Yalıtım Ve Enerji Yönetimi Kongresi**”, 151-159, 21-22-23.(2003).

Altun, S., “Yerli ağaç türlerinde yangın geciktirici emprenye malzemelerinin yıkanmaya karşı dayanıklılığı”, **Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Endüstriyel Teknoloji Eğitimi, Doktora Tezi, Ankara (2008).

Anşin, R ve Özkan, Z. C. “Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) odunsu taksonlar”, 3. Baskı, **Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi**, Genel Yayın No:167, Fakülte Yayın No:19, Trabzon (2006).

Anşin, R., “Tohumlu Bitkiler: Gymnospermae (Açık Tohumlular)”, I. Cilt, III. Baskı, **K.T.Ü. Orman Fakültesi**, Genel Yayın No: 22, Fakülte Yayın No: 15, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon, 296 S.(2001).

Aslan, S. “Ağaç zararlıları koruma ve emprenye teknikleri”, **Hacettepe Üniversitesi**, Ankara.(1998).

Aslan, S.ve Çolak, “Ahşap evlerin yangına karşı korunması”, **Tabiat Ve İnsan Sayı**,3 (13-165).

Aslan, S., “Ağaç Dendrolojisi ve Odun Anatomisi”, **Hacettepe Üniversitesi Ağaççileri Endüstri Mühendisliği Bölümü**, Ankara, 152 (1994).

Aslan, S. ve Özkaya, K. “Farklı kimyasal maddelerle emprenye edilmiş ahşap esaslı levhaların yanma mukavemetinin araştırılması”. (**Hacettepe Üniversitesi, M.T.Y.O. Ağaççileri End. Müh. Böl.**), **Pamukkale Üniversitesi**. (1998).

ASTM D-1413-99 “Standat test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures”. **ASTM Standarts. West Conshohocken**, Pa: USA, (1999).

ASTM D-3023, “Determination of resistance of factory applied coatings on wood products of stain and reagents”, **ASTM Standarts. West Conshohocken**, Pa: USA (1981).

ASTM E-69 Standard test method for combustible properties of treated wood by the fire tube apparatus, *American National Standards Institute*, New York, A.B.D. (2007).

Ata Kuş, A. H. “Farklı konstrüksiyonlu ahşap kapıların yanmaya karşı dayanımının tespiti”, *Hacettepe Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü , Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı* , Yüksek Lisans Tezi, Ankara. (2003).

Ayar, S. “Basınç ve bekletme süresinin emprenye maddelerinin ağaç malzemeye nüfuzuna etkisinin belirlenmesi”. *Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında, Bilim Uzmanlığı Tezi*, Karabük. (2008).

Aydın, U. “Yapı elemanlarının yangına dayanıklılık testleri”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü* İstanbul, 5-35, (1994).

Ayrılmış, N. “Çeşitli kimyasalların bazı ahşap levha ürünlerinde yanma ve teknolojik özellikler üzerine etkisi” *İstanbul Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü , Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı* , Odun Mekaniği Ve Teknolojisi Bilim Dalı , Doktora Tezi.(2006).

Aytaşkın, A. “Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş ağaç malzemelerin bazı teknolojik özellikleri” , *Karabük Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü* , Mobilya Dekorasyon Anabilim Dalında , Yüksek Lisans Tezi. (2009).

Baltacı, S. “Bazı odunların çivi ve vida tutma direnci üzerine ısıl işlem uygulamasının etkisi “, *Kastamonu Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü , Yüksek Lisans Tezi*. (2010),

Baysal, E., “Borlu bileşikler ve doğal sepi maddeleriyle emprenye edilen sarıçam odunun yanma özellikleri”, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 19 (1-2): 59-69 (2003).

Baysal, E. “Çeşitli borlu ve WR bileşiklerinin kızılçam odunun bazı fiziksel özelliklerine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 15-35. (1994),

Baysal, E., Peker, H. ve Tan, H. “Bazı emprenye maddelerinin ladin (*picea orientalis* link.) odunun yanma özelliklerine etkileri”, *Fırat Üniversitesi ,Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16 (1): 163-175. (2004),

Baysal, E., Yalınkılıç, M.K., Çolak, M. ve Göktaş, O., “Bitkisel sepi maddeleri ve borlu bileşikler ile muamele edilen kızılçam (*pinus brutiaten*.) odununun yanma özellikleri”, *TÜBİTAK Türk Tarım Ve Ormanlık Dergisi*, 27: 245-252 (2000).

Berkel, A. “Ağaç malzeme teknolojisi, ağaç malzemenin korunması ve emprenye tekniği” *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları* No: 183, Sermet Matbaası, Cilt 2, İstanbul, 334 S.(1972).

Berkel, A., “Ağaç Malzeme Teknolojisi, 1. Cilt, Ağaç Malzemenin Korunması Ve Emprenye Tekniği”, *İ.Ü. Orman Fakültesi*, İ.Ü. Yayın No:1745, Orman Fak. Yayın No:183, 385 S.(1970).

Bostrom, Lars, “Ageing effects on the fire resistance of building structure”. *Sp Swedish National Testing Research Institute, Brendforsk Project 322-011*, Sp Report 2002: 29, 47p.).

Bozkurt, A.Y., Göker, Y. ve Erdin, N., “Emprenye Tekniği”. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi*, Yayın No: 3779, 425s. İstanbul (1993).

Bozkurt, Y ve Erdin, N. “Odun Anatomisi”. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği*, (2013).

Bowyer, J. L, Shmulsky., and Haygreen, J. G.,“Forest products and wood Science” *An Introduction, 4th Edn., Iowa State Press, Iowa*, (2003)

Budakçı, M., “Pnömatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinde denenmesi” , *Gazi Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü* , Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı (2003).

Büyüksarı, Ü. “Farklı yarıçaplarda bükülmüş kayın (fagus orientalis lipsky.) ve meşe (quercus spp.) odunlarının bazı teknolojik özellikleri”. *İstanbul Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi(2011).

Cullis, C. F. and Hirschler, M. M. “The combustion of organic polymers”. *Clarendon Pres-Oxford, The City University- London* (1981).

Çakmak, E. “Bazı kimyasallarla emprenye edilmiş yonga levhaların yanma direncinin araştırılması” , *Karabük Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü* ,Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında , Yüksek Lisans Tezi (2008).

Çalım, O. “Sıvı azot muamele görmüş ve boraks ile emprenye edilmiş ağaç malzemenin yanma özelliklerinin belirlenmesi” , *Karabük Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü* , Mobilya Ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı , Yüksek Lisans Tezi(2013).

Çamlıbel, O. “Ormangülü biyokütlesinden mdf üretimi olanaklarının araştırılması” Yüksek Lisans Tezi. *Abant İzzet Baysal Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Düzce (2006).

Çoban, S. “Bolu Aladağ’daki sarıçam (pinus sylvestris l.) meşcerelerinde doğal gençleşme örnekleri üzerine araştırmalar”, Yüksek Lisans Tezi, *İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul. (2007):

Dağdelen, R. “Bazı tanenli ve tanensiz ağaçların amonyak ile reaksiyonu sonucu oluşan mekanik ve fiziksel değişiklikler” , *Karabük Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü* , mobilya ve dekorasyon eğitimi anabilim dalında , Yüksek Lisans Tezi.(2010).

Dağlıoğlu, N. “Tanalış-E ile emprenye etmenin ağaç malzemelerin bazı teknolojik özelliklerine etkileri” , *Gazi Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü* , Endüstriyel Teknoloji Eğitimi , Yüksek Lisans Tezi (2010).

Dönmez, K. “Gökmar (abies ssp.), sarıçam (pinus sylvestris) ve karaçam (pinus nigra) keresteleri kalite ve verim ilişkileri” . , *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* , Orman Endüstri Mühendisliği , Ana Bilim Dalında , Yüksek Mühendislik Tezi (2005).

Drysdale, D. “An introduction to fire dynamics, 2nd ed.” ,*John Wiley*, England, 0-471-97291-6 (1998).

Duygun, M., “Ağaç Malzeme Teknolojisi”. *Özkan Matbaacılık Sanayi*, 122 S. Ankara. (2005).

Dündar, T. “İstranca meşesinin (quercus hardwisiana stev.) teknolojik özelliklerinin araştırılması” Yüksek Lisans Tezi. *İstanbul Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul (1997):

Ecelak Boya “Emprenye Boyası” *Ecelak Boya Kimya Ltd. Şti*, İzmir, (2013)

Eroğlu, H. ve Usta, M. “Lif Levha Üretim Teknolojisi”. *K.T.Ü. Orman Fakültesi*, Yayın No: 30, Trabzon (2000).

Ertekin, S. “Farklı üst yüzey malzemeleri ile kaplanan ağaç malzemelerin yanma özelliklerinin belirlenmesi” , *Karabük Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü* , *Mobilya Ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı* , Yüksek Lisans Tezi. (2013).

Esen, R. “Emprenye yapılmış ağaç malzeme üzerine uygulanan üstyüzey işlemlerinin yanma direncine etkilerinin belirlenmesi” , *Karabük Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü* , Mobilya Ve Dekorasyon Anabilim Dalında , Yüksek Lisans Tezi (2009).

Gao, M., Sun, C.Y. and Wang, C.X., “Thermal degradation of wood treated with flame retardants”, *Journal Of Thermal Analysis And Calorimetry*, 85(3): 763-769 (2006).

Garba, B. and Maduekwe, A.A.L., “Mechanistic study of sodium tetraborate decahydrate as flame suppressant for wood cellulose”, *International Journal Of Polymeric Materials*, 38(1) S.21-35.(1997).

Genç, M. Gaffar, C. Bilir, N. Güner, T. S. and Gülcü, S., “İsparta-Ayazman Anadolu Kestanesi mesceresi”. *Tabiat Ve Nisan Dergisi* , Sayı: 3 S 20-28.(2001).

Gençay, E., “Açık hava koşullarında sarıçam (pinus sylvestris l.) ve kestane (castanea sativa mill.) odunları kimyasal yapısında meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi” , *Bartın Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü* , Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında , Yüksek Lisans Tezi.(2010).

Goldstein, I.S., “Degradation and protection of wood from thermal attack”, Wood Deterioration And Its Prevention By Preservative Treatments (D.D.Nicholas, Ed), *Syracuse University Press*, 1, 307-339.(1973).

Göçmen, Ş., “Yangın Bilgisi”, *Ege Üniversitesi*, Bornova, İzmir, (1965)

Göker, Y. ve Bozkurt, Y., “Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi”, *İ. Ü. Orman Fakültesi Yayını*, İstanbul, 81-87 (1986).

Göker, Y. ve Kurtoğlu, A., “Maun yerine kullanılabilen Afrika ağaç türleri” *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını*, İstanbul.(1988).

Göker, Y. ve Ayrılmış, N. “Yangında odun ve odun esaslı ürünlerin performans karakteristikleri ve termal degradesyonu” *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 54 (2): 1-22.(2003).

Gürsu, T. “Karabük mıntıkası sapsız meşesinin anatomik ve teknolojik özellikleri üzerine araştırmalar”. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları*. Muhtelif Yayınlar Serisi No 17, Güzel İstanbul Matbaası, Ankara.(1966).

Hafizoğlu, H., Yalınkılıç, M. K., Yıldız, Ü.C., Baysal, E., Demirci, Z. ve Peker, H., “Türkiye bor kaynaklarının odun koruma (emprenye) endüstrisinde değerlendirilme imkanları”, *TÜBİTAK Projesi, TOAG-875 No’lu Proje, 377-378* (1994).

İnternet: Hemel Emp. San. Ve Tic. A.Ş,” Emprenye” <http://www.hemel.com.tr>, (2012).

Kaçamer, S. “İmersol Aqua Ve Tanalith-E ile emprenye edilmiş ısıtılmış ağaç malzemelerin yapışma ve yanma dirençlerinin belirlenmesi” , *Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mobilya Ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.(2010).

Kantay, R. “Türkiye’nin önemli bazı orman ağaç türleri kerestelerinin teknik kurutma özellikleri üzerine araştırmalar”. *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınlan*. İ.Ü. Yayın No:2491, O.F. Yayın No:269, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.(1978).

Kaya, O. “Ahşap emprenyesinde bor bileşiklerinin kullanımının ahşabın yanmasına etkisi” , *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.(2011).

Kayacık, H. “Orman ve park ağaçlarının özel sistematığı.” III. Cilt, Angiospermae, *İ.Ü. Yayın* No:3013, O.F. Yayın No: 321, İstanbul, 352 S.(1982).

Keskin, Y. “Etkin mikroorganizmaların dişbudak (*fraxinus exelsior* L.) ve çınar yapraklı akçaağaç (*acer platanoides* L.) türlerinde 1+0 yaşlı fidanların morfolojik özellikleri üzerine etkisi” , *Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Orman Mühendisliği Anabilim Dalında, Yüksek Lisans Tezi.(2012).

Kındır, Ö.,” Kestane ağacının (Castanea Sativa Mill.) kimyasal analizi” **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği** A.D. Yüksek Lisans Tezi.(2002).

Kırcı, H., “Kâğıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları”, **K.T.Ü. Orman Fakültesi**, Yayın No: 63, Trabzon.(2000).

Kollmann, F.,F.P. and Cote,W.,A., “Principles of wood science and technology”, **Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo**,Pp. 149-150.(1984)

Köse, L., “Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilen lamine ağaç malzemelerin yanma mukavemetinin araştırılması” , **Karabük Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü** , Mobilya Ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında , Bilim Uzmanlığı Tezi.(2008).

Kurt, Ş. ve Uysal, B. “Combustion properties of oak (quercus robur l.) laminated veneer lumbers bondedwith pvac,pf adhesives and impregnated with some fire-retardants”, **Composite Interfaces** 16, 175–190.(2009).

Kurtoğlu, A., “Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri”, **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları**, İstanbul, 75-77 (2000).

Küçükosmanoğlu, A., “Ahşap malzemenin yanma özellikleri ve yapılarda yangın güvenliği”, **İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi**. (1997).

Laks, P.E. and Manning, M.J., “Preservation of wood composites with zinc borate”, Doc. No. Irg,Wp 95–30074, The Inter. **Res. Group On Wood Preservation, Stockholm, Sweden**. S. 236-244.(1995).

Leao, A.L., “Treatment variations for production of fire retardant flakeboards”, Doktora Tezi, **University Of Wisconsin**, 270 S. (1993)

Lee Pw, Eom Yg and Kim Hj., “Oxygen Index of Fire-Retardant-Treated Plywood in burning test”, **Jour. Korean For. Soc.**, 78(4) : 419 – 424.(1989).

Levan, S. L. and Winandy, J. E., “Effects of fire retardant treatments on wood strength”, **Wood And Fire Science**, 22: 113-131 (1990).

Levan, S.L., “Thermal Degradation, in: Schniewind, Arno P., Ed. Concise encyclopedia of wood & wood-based materials”, **1st Edition. Elmsford, Ny: Pergamon Press**, S. 271-273.(1989).

Madorsky, S. L., “Thermal degradation of organic polymers”, **John Wiley, New York**, 978-0470563250. (1964).

Malkoçoğlu, A.. “Doğu kayını odununun teknolojik özellikleri”. **Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** Doktora Tezi, 139 S, Trabzon.(1994).

Merdan, R., “Ahşap yapı elemanlarının borlu bileşiklerle farklı çalışma şartlarında emprenye edilebilirliğinin araştırılması” , *Süleyman Demirel Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü* , Orman Mühendisliği Anabilim Dalı , Doktora Tezi.(2011).

Merev, N., “Odun Anatomisi Ve Odun Tanıtımı Ders Notları”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi , Orman Fakültesi*, Trabzon.(1988).

Merev, N., “Odun Anatomisi Ve Odun Tanıtımı”, *K.T.Ü. Orman Fakültesi*, Genel Yayın No: 210, Fakülte Yayın No: 32, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon. (2003).

Oral, M. A., “Anadolu kestanesinin (*castanea sativa* mill.) sağlıklı ve hastalıklı odunlarının bazı anatomik ve fiziksel özellikleri” , *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü* , Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında , Yüksek Mühendislik Tezi.(2006).

Oruç, S., “Hatay (Dörtyol) yöresinde doğal olarak yetişen saplı meşe (*quercus robur* L.) odununun bazı teknolojik özellikleri ve kullanım alanları üzerine araştırmalar” , *T.C. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü* , Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı , Yüksek Lisans Tezi.(2012).

Örs, Y., Atar, M., ve Peker, H., “Çeşitli emprenye ve üst yüzey işlem maddelerinin sarıçam ve kestane odununun yanma özelliklerine etkileri”, *Tr.J.of Agriculture and Forestry* 23 (1999), (3): 541-549 Tübitak (1997).

Örs, Y. Atar, M., Özçifçi, A. ve Peker, H., “Çeşitli maddelerle emprenye edilmiş kokarağaç (*ailanthus attissima* (mill.) swingle) odununun yanma özellikleri”, *Teknoloji Dergisi*, Yıl:5, Sayı: 1 – 2, 61 – 70.(2002).

Örs, Y. ve Keskin, H., “Ağaç Malzeme Bilgisi”, *Atlas Yayın Dağıtım*, İstanbul, 87-102 (2001).

Örs, Y., Atar, M. ve Demirci, Z., “Borlu bileşiklerle emprenye etmenin ağaç malzemede üst yüzey işlemleri ve yanma özelliklerine etkileri”, *TÜBİTAK Projesi, MSAG-237*,Ankara, 1-35 (2005).

Örs, Y., Atar, M. ve Peker, H., “Çeşitli empreyene ve üst yüzey işlem maddelerinin sarıçam ve kestane odununun yanma özelliklerine etkileri” *Tr. J. Of Agriculture And Forestry* 23, 541–549 Tübitak, (1999).

Örs, Y., Sönmez, A, ve Uysal, B., “Ağaç malzemenin yanmaya dayanıklılığını etkileyen emprenye maddeleri”, *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23 (2): 389-394 (1999b).

Örs, Y. ve Keskin, H., “Ağaç Malzeme Teknolojisi”, *Gazi Üniversitesi Yayınları*, Yayın No:2000,352, Ankara,1-6,144-155 (2008).

Örs, Y., Sönmez, A. ve Uysal, B., “Ağaç malzemenin yanmaya dayanıklılığını etkileyen emprenye maddeleri”, *Tr. J. Of Agriculture And Forestry*, 23, (2): 389–394 (1999).

Özbay, G., “Odun ve odun esaslı kompozit malzeme talaşlarının termal ve katalitik piroliz yöntemi ile sıvılaştırılması”, **Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya Ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında, Doktora Tezi.**(2012).

Özcan, C., “Farklı ağaç malzemelerden üretilen emprenyeli lamine ağaç malzemelerin ısı iletkenliklerinin belirlenmesi”, **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.** (2007).

Özcan, C., “Yeni bir yanma düzeneğinin hazırlanması ve ısıl işlem görmüş ağaç malzemelerin yanma özelliklerinin belirlenmesi”, **Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi.**(2011).

Özçifçi, A., “Renk açıcı kimyasal maddelerin sapsız meşe odununun yanma özelliklerine etkileri”, **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, Teknoloji Dergisi, 3-4: 63-72,** (2001).

Özçifçi, A., “Lamine kızılçam ağaç malzemenin emprenye sonrası yanma özellikleri”. **Teknoloji Dergisi, 7(1) S. 1-10** (2004):

Özçifçi, A. ve Okçu, O., “Impact of some chemicals on combustion properties of impregnated laminated veneer lumber (lvl)”, **Journal Of Materials Processing Technology, (199) S.1-9** (2008).

Özdemir, F., “Yanmayı geciktirici çeşitli kimyasal maddelerin laminat parkenin bazı özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması”, **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim, Doktora Tezi.**(2012).

Özen, R., “Wood as a building material; it's benefits and disadvantages” **Http:., Www.Kultur.Gov.Tr,En,35285,Wood-As-A-Building-Material-İts-Benefits-And-Disadvanta-.Html,**(1995).

Özen, R., Özçifçi, A. ve Uysal, B., “PVAC tutkalı kullanılarak yapıştırılmış lamine ahşap yapı elemanlarının yanma özellikleri”, **Teknoloji Dergisi, Sayı 1 – 2, 139 – 148.**(2001).

Özkaya, K., İlce, A.C., Burdurlu, E. ve Aslan, S., “The effect of potassium carbonate, borax and wolmanit on the burning characeristics of oriented strandbord (osb), construction and building materials”, **Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 21: 1457- 1462.**(2007).

Özkaya, K. “Farklı kimyasal maddelerle işlem görmüş ahşap esaslı levha malzemelerin yangına karşı dayanımlarının tespiti üzerine araştırmalar”, **Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü , Yüksek Lisans Tezi.**(2002).

Özsoy, A., “Çeliklerin borlanmasında borür tabakası, geçiş zonu ve anamatriksin özelliklerinin iyileştirilmesi”, **Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, Eskişehir.**(1991).

Pehlivan, S., “Sarıçam (Pinus Sylvestris L.) ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* , Yüksek Lisans Tezi.(2010).

Reh, R., “The fire performance of wood based panel products”, *Ph.D. Thesis. Technical University, Zvolen*, 56 S.(1992).

Richardson, B. A., “Wood preservation”, *E&Fn Spon An Imprint Of Chapman&Hall, 100p*, London, England.(1993).

Russell Lj, Marney Dco, Humphrey Dg, Hunt Ac, Dowling Vp and Cookson Lj., “Combining fire retardant and preservative systems for timber products in exposed applications.”, *State Of The Art Review*.(2004).

Sarıca, M., “Borlu bileşiklerle emprenye işleminin bazı ağaç malzeme ve verniklerde sertlik ve aşınma direncine etkisi” , *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi, Yüksek Lisans Tezi. (2006).

Seferoğlu, D., “Üstyüzey işlemlerinin ağaç malzemenin yanma direncine etkilerinin belirlenmesi” , *Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* , Teknik Eğitim Bölümü , Mobilya Ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı , Yüksek Lisans Tezi.(2008).

Sunar, Ş., “Bina Yangın Güvenliği”, Birinci Yangın Ulusal Kurultayı Bildirileri, *Odtü-Tubitak*, Mimarlık Fakültesi, Ankara, 281-291.(1983).

Şahin, H., “Ağaç malzemenin termal bozulma ürünleri”, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Mühendisliği* Dergisi, 42, 10-12.(2005).

Şahinkol, H., “Thermal and dielectric properties of pine wood in the transverse direction” *Peer-Reviewed Article, Bioresources*. (2009).

Şahin Kol, H. and Altun S., “Effect of some chemicals on thermal conductivity of impregnated laminated veneer lumbars bonded with poly(vinyl acetate) and melamine–formaldehyde adhesives”, *Drying Technology*, 27: 1010–1016, (2009).

Şahin Kol, H. ve Sefil, Y., “The thermal conductivity of fir and beech wood heat treated at 170, 180, 190, 200, and 212 °C”. *Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı (2010).

Şahin Kol, H., “Thermal conductivity of oak impregnated with some chemical and finished” , *Bioresources*.(2010).

Şahin Kol, H., “The transverse thermal conductivity coefficients of some hardwood species grown in Turkey”, *Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı. (2009).

Şen, S., “Ağaç malzemenin korunmasında basınçlı emprenye sistemleri” , *Düzce Üniversitesi*, 80 S. Düzce.(2005).

Şenyurt, M., “Batı Karadeniz yöresi sarıçam meşcerelerinde artım ve büyüme” , **İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü** , Orman Mühendisliği Anabilim Dalı , Orman Hasılatı Ve Biyometri Programı , Doktora Tezi.(2011).

Sivrikaya H., “Diri ve öz odunun emprenye edilebilirliği ve dayanım özellikleri” , **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Doktora Tezi. (2003).

Temiz, A., Gezer, E. D., Yıldız, Ü. C. ve Yıldız, S., “Combustion properties of alder (alnus glutinosa l.) gaertn. subsp. Barbata (c.a. mey) yalt.) and southern pine (pinus sylvestris l.) wood treated with boron compounds”, **Construction And Building Materials**, 22: 2165- 2169.(2008).

Terzi, E., “Amonyum bileşikleri ile emprenye edilen ağaç malzemenin yanma özellikleri” , **İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü** , Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı , Orman Biyolojisi Ve Odun Koruma Teknolojisi Programı , Yüksek Lisans Tezi.(2008).

Thunman, H. and Leckner, B., “Thermal conductivity of wood-models for different stages of combustion” , **Biomass And Bioenergy**, 23:1, 47-54 (2002).

TS 1476., “Odunda fiziksel ve mekaniksel özelliklerin tayini için homojen meşcerelerden numune ağacı ve laboratuvar numunesi alınması” , **T.S.E.**, Ankara.(1984).

TS 2471., “Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini, I. Baskı” , **T.S.E.**, Ankara.(1976).

TS 2472., ”Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığın tayini” , **T.S.E.**, Ankara.(1976).

Tsunoda, K., “Preservative properties of vapor-boron-treated wood and wood-based composites” , **J Wood Sci**, 47:149-153 (2001).

Ünal, O., “Yapı Malzemesi Ders Notları” , **Afyon Kocatepe Üniversitesi**. (2006).

Uygun, F., ”Seramik çamurunda kullanılan silikat içeriğinin döküm özelliklerine etkisi” , **İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Yüksek Lisans Tezi. (2011).

Uysal, B., “Çeşitli kimyasal maddelerin ağaç malzemenin yanmaya dayanıklılığı üzerine etkileri” , **Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Anabilim Dalı, Doktora Tezi. (1997).

Uysal, B. ve Özçifci, A., “Ihlamur (morus alba l.) odunundan pvac tutkalı ile üretilen lamine ağaç malzemenin yanma özellikleri” , **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 13 (4): 1023-1035 (2000).

Uysal B, Kurt Ş, Seferoğlu D, ve Özcan, C., “Combustion properties of scotch pine of finishing processed”, *Teknoloji Dergisi*, 11(4) 305-313.(2008).

Uysal, B. Özçifçi, A., ve Yılmaz, S., “Farklı ağaç türlerinin yanma özellikleri”. *F.Ü. Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14 (1): 79–87 (2002).

Uysal, B. ve Kurt, Ş., “Bazı kimyasallarla emprenye edilmiş ve pf ve pvac tutkalı ile yapıştırılan lamine ağaç malzemelerin yanma özellikleri”, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 7-1: 112-126 (2006).

Uysal, B. ve Kurt, Ş., “Borlu bileşiklerle emprenye edilmiş kayın ve sarıçam ağaçlarının yanma özellikleri”, *I.Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı*, 33-41 (2005).

Uzel, M., “Suda eriyen bazı tuzlarla yonga levhaların yanma dayanımının artırılması” , *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.(2006).

Ülker, O., “Bazı mineral lifler kullanılarak yonga levhaların yanma dayanımının artırılması” , *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mobilya Ve Dekorasyon Eğitimi, Doktora Tezi.(2013).

Ünal, O. “Yapı Malzemesi Ders Notları” , *Afyon Kocatepe Üni. Ders Notları*. (2006).

Ünsal, Ö. Doç. Dr. “Endüstriyel kereste kurutma uygulamalarında süre kayıpları ve ekonomik analizi” , *İ.Ü. Orm. Fak. , Kurutma Teknikleri*. (2002).

Var, A. A, “Emprenye edilmiş yongalardan üretilen yonga levhaların bazı teknolojik özellikleri”, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.(2000).

White, R.H., Dietenberger, M.A., “Wood Handbook”, Chapter 17: Fire Safety. *USDA Forest Service, Forest Products Laboratory*, Madison, WI., Usa, 17 S.(2002).

White, R. H. And Dietenberger, M. A., “Wood Handbook”, *Forest Products Society, Madison*, 47-51 (1999).

White, R.H., “Analytical methods for determining fire resistance of timber members the sfpe handbook of fire protection engineering”, *Wood Science And Technology*, Vol. 8, Pp. 133-142.(1988).

Winandy, J. E. and Morell, J. J., “Protection of wood design in adverse environments”, In: Proceedings Of I. *Material Engineering Congress, American Society Of Civil Engineers*, USA, 1:303-313 (1990).

Yalınkılıç, M.K., “Ağaç malzemenin yanma, higroskopisite ve boyutsal stabilite özelliklerinde çeşitli emprenye maddelerinin neden olduğu değişiklikler ve bu

maddelerin odundan yıkanabilirlikleri”, Doçentlik Tezi , **KTÜ , Orman Fakültesi**, Trabzon.(1993).

Yalınkılıç, M.K., Örs, Y., Ay, N., Baysal, E. ve Demirci, Z., “Çeşitli emprenye maddelerinin duglas (pseudosuga menziessi (mirb) franco) odununun yanma özellikleri üzerine etkisi”. **Türk Tarım Ve Ormancılık Dergisi**, Seri: 21, Sayı: 5, Ankara, S. 433 – 444.(1997).

Yalırık, F., “Türkiye Meşelerinin Teşhis Kılavuzu”. **Tarım Orman Ve Köy İşleri Bakanlığı Yayınları**, 1-64.(1984).

Yalırık, F. ve Efe, A., “Dendroloji Ders Kitabı”, **G.Ü. Orman Fakültesi Yayınları**, İstanbul.(2000).

Yazıcı, H., “Ahşap tekne yapımında kullanılan ve doğal olarak eğri büyümüş kestane (castanea sativa mill.) ağaçlarının bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri” Yüksek Lisans Tezi, **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü**.(1998).

Yoğurtçu, H., “Bazı ağaç türlerine ait odunların sıvılaştırılması ve sıvı ürünün kompozisyonunun belirlenmesi” **Fırat Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü** , Doktora Tezi.(2010).

Zicherman, Jb and Williamson, Rb, “Microstructure of wood char, part: 2, fire retardant treated wood”, **Wood Science And Technology**, 16, 1, 19-34, USA.(1982).

Zor, M., “Bahçe oturma mobilya konstrüksiyonlarında ısıl işlem uygulanmış ağaç malzemenin kullanım imkânlarının mühendislik tasarımı yaklaşımıyla incelenmesi” , **Bartın Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü** , Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında , Yüksek Lisans Tezi. (2011).

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet ALTUNAŞAK 1960'da Manisa'da doğdu.1976 yılında Turgutlu Endüstri Meslek Lisesi Ağaçşileri Bölümü'nden mezun oldu.1982 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve İç Mimari Bölümünü iyi derece ile bitirdi. 1982 – 1985 yılları arasında Ankara, Ulus Teknik ve Endüstri Meslek Lisesinde öğretmenlik yaptı. 1988 yılında Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünde “Seri Mobilya Üretimi” konusunda yüksek lisans tezi hazırladı. 1985 – 1994 yılları arasında Başbakanlık, Meteoroloji Gn. Müdürlüğü Teknik Şubesinde çalıştı.1994 – 1998 yılları arasında Van 100. Yıl Üniversitesi, Van Meslek Yüksekokulunda Öğretim görevlisi olarak görev yaptı. 1996 yılında KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman End. Mühendisliği bölümünde doktora eğitimine başladı. 1998 – 1999 yılları arasında özel sektörde “Fabrikasyon Halde Ahşap Prefabrik Ev Yapımı ve Fabrika Kurulması” konusunda araştırmalar yaptı. 1999 – 2011 yılları arasında İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İnşaat, Satınalma ve İhale birimi yöneticiliği yaptı. 2013 yılından itibaren doktora eğitimine KBÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman End. Mühendisliği bölümünde devam etmektedir. Halen, Başbakanlık, Vakıflar Gn. Md. , Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Yapı ve Teknik İşler Daire Başkanı olarak görev yapmakta olup, evli ve dört çocuk babasıdır.

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Adres: Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi

Fatih / İSTANBUL

Cep Tel: 0 554 345 80 36

E-posta: maltunbasak@fsm.edu.tr