

**RENK AÇICI KİMYASAL MADDELERİN BAZI AĞAÇ MALZEME  
VE VERNİKLERİN YANMA ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

**Eyüp AKSOY**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞUBAT 2010**

**ANKARA**

Eyüp AKSOY tarafından hazırlanan “RENK AÇICI KİMYASAL MADDELERİN BAZI AĞAÇ MALZEME VE VERNİKLERİN YANMA ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ” adlı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Musa ATAR

.....

Tez Danışmanı, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa ALTINOK

.....

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi, Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Musa ATAR

.....

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi, Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Hakan KESKİN

.....

Endüstriyel Teknoloji Eğitimi, Gazi Üniversitesi

Tarih: 19 / 02 / 2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Eyüp AKSOY

**RENK AÇICI KİMYASAL MADDELERİN BAZI AĞAÇ MALZEME VE  
VERNİKLERİN YANMA ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Eyüp AKSOY**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Şubat 2010**

**ÖZET**

Bu çalışma, renk açma işleminin bazı ağaç malzeme ve verniklerin yanma özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla, Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarından ASTM D 358 esaslarına uyularak hazırlanan örnekler, sodyum hidroksit (NaOH), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), kalsiyum hidroksit ( $Ca(OH)_2$ ) ve sodyum silikat ( $NaSiO_3$ )' ın % 18'lik çözeltisi ile renk açma işlemi yapıldıktan sonra, ASTM D 3023 esaslarına göre su bazlı (Sb) ve sentetik (Sn) vernikler ile kaplanmıştır. Renk açma işlemi yapılan örneklerin yanma özellikleri ASTM E 160–50' ye göre belirlenmiştir. Sonuç olarak, alev kaynaklı yanma sıcaklığı; ağaç türü, renk açma gereci ve vernik çeşidi etkileşimine göre en yüksek S+R2+Sb' de (501.3), en düşük Dk+Sn' de (368.9), alev kaynaksız (kendi kendine) yanma sıcaklığı; ağaç türü, renk açma gereci ve vernik çeşidi etkileşimine göre en yüksek sarıçamda (647.4), en düşük Dk+Sn' de (543.4), kor hali yanma sıcaklığı; ağaç türü, renk açma gereci ve vernik çeşidi etkileşimine göre en yüksek Dk+R3+Sb' de (572.0), en düşük Dk+R3+Sn' de (235.2) elde edilmiştir. Buna göre, yangına dayanıklı olması istenen mobilya ve dekorasyon

uygulamalarında, R2 çözültisi ( $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$ ) ile renk açma işlemi yapılmış sentetik vernikli sarıçam ağaç malzeme kullanımı önerilebilir.

**Bilim Kodu** : 711.3.023  
**Anahtar Kelimeler** : Renk açma, vernikler, ağaç malzeme, yanma özellikleri  
**Sayfa Adedi** : 102  
**Tez Yöneticisi** : Doç. Dr. Musa ATAR

**THE EFFECTS OF BLEACHING CHEMICALS ON THE COMBUSTION  
PROPERTIES OF SOME VARNISHES AND WOOD MATERIALS**

**(M.Sc. Thesis)**

**Eyüp AKSOY**

**GAZI UNIVERSITY**

**INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**February 2010**

**ABSTRACT**

**This study aims to determine the effects of wood material and varnishes on combustion properties. For this purpose, samples prepared from wood of Oriental beech (*fagus orientalis* L.) and scotch pine according to ASTM D 358, were covered with waterbased and synthetic varnishes after bleaching with 18 % solution of sodium hydroxide (NaOH), hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), calcium hydroxide (Ca(OH)<sub>2</sub>) and sodium silicate (NaSiO<sub>3</sub>). Combustion properties of bleached samples were determined according to ASTM E 160-50. According to the result of the research, flame source combustion temperature, according to interaction of wood types, bleacher and varnish types was gained the highest temperature S+R2+Sb (501.3), the lowest temperature Dk+Sn (368.9); without flame source combustion temperature, according to interaction of wood types, bleacher and varnish types was gained the highest temperature scotch pine (647.4), the lowest temperature Dk+Sn (543.4); glowing combustion temperature, according to interaction of wood types, bleacher and varnish types was gained the highest temperature Dk+R3+Sb (572.0), the lowest temperature Dk+R3+Sn (235.2). If needed fire resistance in furniture and decoration**

**application, it is suggested to use scotch pine wood wish synthetic varnished and bleached with R2 solution ( $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$ ).**

**Science Code : 711.3.023**

**Key Words : Bleaching, varnishes, wood materials, combustion properties**

**Page Number : 102**

**Adviser : Assoc. Prof. Dr. Musa ATAR**

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışman Hocam Doç. Dr. Musa ATAR' a, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım hocalarım Prof. Dr. Mustafa ALTINOK ve Doç. Dr. Hakan KESKİN' e, çalışmalarımın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Ahmet Cihangir YALINKILIÇ' a, çeviri aşamasındaki katkılarından dolayı Abdurrauf TUNCER' e, deney örneklerinin hazırlanması aşamasındaki yardımlarından dolayı Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü Uygulama Atölyelerinde görevli tüm personele, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan değerli öğretmenlerim Hüseyin YERLİKAYA ve Cengiz ERARSLAN' a, Arş. Gör. Oğuzhan UZUN' a, çok sevdiğim arkadaşlarım Ercan YAKUT, Yılmaz ÇEKİÇ, Rahmi TUTGUN ve Ahmet ŞEN' e, kardeşim Gürkan AKSOY' a, çalışmalarım sırasında sabrı, anlayışı ve destekleriyle beni ayakta tutan Duygu ÇOLAK ve sevgili Aileme, ayrıca 109O043 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) yönetici ve çalışanlarına teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvii
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. Ağaç Malzeme .....	3
2.1.1. Doğu kayını (Fagus orientalis L.) .....	3
2.1.2. Sarıçam (Pinus sylvestris L.).....	5
2.2. Odunda Renk Açma .....	5
2.2.1. Renk açmada kullanılan kimyasal maddeler.....	6
2.2.2. Renk açma işleminin amaçları.....	7
2.2.3. Mobilyada renk açma .....	7
2.2.4. Kimyasal maddelerin oduna etkisi .....	8
2.3. Ağaç Malzemenin Yanma Özelliği.....	9
2.3.1. Yangın.....	9
2.3.2. Sıcaklığın ağaç malzemeye etkileri.....	10
2.3.3. Yangının yapı malzemelerine etkisi.....	16
3. LİTERATÜR ÖZETİ .....	18
4. MALZEME VE YÖNTEM .....	27
4.1. Ağaç Malzeme.....	27

**Sayfa**

4.1.1. Deney örneklerinin hazırlanması .....	27
4.2. Renk Açma.....	27
4.2.1. Renk açıcı kimyasal maddeler .....	27
4.2.2. Renk açma işleminin yapılması .....	29
4.3. Vernikler .....	30
4.3.1. Vernik çeşitleri .....	31
4.3.2. Vernik uygulamaları.....	32
4.4. Deney Yöntemleri.....	34
4.4.1. Yanma deneyi .....	34
4.4.2. Verilerin değerlendirilmesi.....	35
5. BULGULAR.....	36
5.1. Yanma Sıcaklıkları.....	36
5.1.1. Alev kaynaklı yanma sıcaklığı .....	36
5.1.2. Kendi kendine yanma sıcaklığı .....	43
5.1.3. Kor hali yanma sıcaklığı .....	50
5.2. Işık Yoğunlukları .....	57
5.2.1. Alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu.....	57
5.2.2. Kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu .....	64
5.2.3. Kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu .....	71
5.3. Yanma Kayıpları .....	78
5.4. Yanma Süreleri.....	85
6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	92
KAYNAKLAR .....	96
ÖZGEÇMİŞ .....	102

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Odunun farklı sıcaklıklara gösterdiği tepkiler.....	14
Çizelge 4.1. Renk açmada kullanılan çözelti grupları.....	29
Çizelge 4.2. Renk açıcı kimyasalların pH değerleri .....	30
Çizelge 4.3. Verniklerin teknik özellikleri .....	30
Çizelge 4.4. Yüzeye sürülecek toplam vernik miktarı .....	33
Çizelge 5.1. Alev kaynaklı yanma sıcaklığına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	36
Çizelge 5.2. Malzeme çeşidine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı ortalama değerleri.....	37
Çizelge 5.3. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı ortalama değerleri.....	37
Çizelge 5.4. Ağaç türü-vernik çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı ortalama değerleri.....	38
Çizelge 5.5. Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı ortalama değerleri .....	39
Çizelge 5.6. Alev kaynaklı yanma sıcaklığına ilişkin Duncan testi sonuçları .....	41
Çizelge 5.7. Kendi kendine yanma sıcaklığına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	43
Çizelge 5.8. Malzeme çeşidine göre kendi kendine yanma sıcaklığı ortalama değerleri.....	44
Çizelge 5.9. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı ortalama değerleri .....	44
Çizelge 5.10. Ağaç türü-vernik çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı ortalama değerleri .....	45
Çizelge 5.11. Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı ortalama değerleri.....	46
Çizelge 5.12. Kendi kendine yanma sıcaklığına ilişkin Duncan testi sonuçları.....	48
Çizelge 5.13. Kor hali yanma sıcaklığına ilişkin varyans analizi sonuçları .....	50

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 5.14. Malzeme çeşidine göre kor hali yanma sıcaklığı ortalama değerleri .....	50
Çizelge 5.15. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı ortalama değerleri.....	51
Çizelge 5.16. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı ortalama değerleri.....	52
Çizelge 5.17. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı ortalama değerleri.....	53
Çizelge 5.18. Kor hali yanma sıcaklığına ilişkin Duncan testi sonuçları.....	55
Çizelge 5.19. Alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	57
Çizelge 5.20. Malzeme çeşidine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri .....	58
Çizelge 5.21. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri .....	58
Çizelge 5.22. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri .....	59
Çizelge 5.23. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri .....	60
Çizelge 5.24. Alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğuna ilişkin Duncan testi sonuçları .....	62
Çizelge 5.25. Kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	64
Çizelge 5.26. Malzeme çeşidine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri .....	65
Çizelge 5.27. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri .....	65
Çizelge 5.28. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri .....	66
Çizelge 5.29. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri.....	68
Çizelge 5.30. Kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğuna ilişkin Duncan testi sonuçları .....	69

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 5.31. Kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	71
Çizelge 5.32. Malzeme çeşidine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri .....	72
Çizelge 5.33. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri.....	72
Çizelge 5.34. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri .....	73
Çizelge 5.35. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri.....	74
Çizelge 5.36. Kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğuna ilişkin Duncan testi sonuçları .....	76
Çizelge 5.37. Ağırlık kaybı değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	78
Çizelge 5.38. Malzeme çeşidine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri.....	78
Çizelge 5.39. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri .....	79
Çizelge 5.40. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri .....	80
Çizelge 5.41. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri .....	81
Çizelge 5.42. Ağırlık kayıplarına ilişkin Duncan testi sonuçları.....	83
Çizelge 5.43. Yanma süreleri değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	85
Çizelge 5.44. Malzeme çeşidine göre yanma süresi ortalama değerleri .....	85
Çizelge 5.45. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre yanma süresi ortalama değerleri .....	86
Çizelge 5.46. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre yanma süresi ortalama değerleri .....	87
Çizelge 5.47. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre yanma süresi ortalama değerleri .....	88
Çizelge 5.48. Yanma sürelerine ilişkin Duncan testi sonuçları.....	90

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Yangın üçgeni.....	9
Şekil 2.2. Bir alevdeki gaz ve yanma bölgeleri .....	10
Şekil 2.3. Ağaç malzemede kömürleşmenin oluşumu .....	11
Şekil 2.4. Boyuna yönde kalın bir odunun yanması veya pirolizi sonucu oluşan timsah sırtı şekli.....	12
Şekil 2.5. Yüksek ve düşük sıcaklıklardaki odun bozunmasının aşamaları.....	12
Şekil 2.6. Odunun yanma döngüsü .....	14
Şekil 2.7. Douglas göknarı odunu bileşenlerinde dakikada 5 °C sıcaklık artışı sonucu görülen ağırlık kaybı .....	16
Şekil 4.1. Yanma deney düzeneği.....	35
Şekil 5.1. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı değişimi .....	38
Şekil 5.2. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı değişimi .....	39
Şekil 5.3. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı değişimi .....	40
Şekil 5.4. Ağaç türü- renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı değişimi .....	42
Şekil 5.5. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı değişimi .....	45
Şekil 5.6. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı değişimi .....	46
Şekil 5.7. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı değişimi .....	47
Şekil 5.8. Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı değişimi .....	49
Şekil 5.9. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı değişimi .....	52
Şekil 5.10. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı değişimi .....	53

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 5.11. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı değışimi .....	54
Şekil 5.12. Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı değışimi .....	56
Şekil 5.13. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değışimi .....	59
Şekil 5.14. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değışimi .....	60
Şekil 5.15. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değışimi .....	61
Şekil 5.16. Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değışimi .....	63
Şekil 5.17. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değışimi .....	66
Şekil 5.18. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değışimi .....	67
Şekil 5.19. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değışimi .....	68
Şekil 5.20. Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değışimi .....	70
Şekil 5.21. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değışimi .....	73
Şekil 5.22. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değışimi .....	74
Şekil 5.23. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değışimi .....	75
Şekil 5.24. Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değışimi .....	77
Şekil 5.25. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre ortalama ağırlık kaybı değışimi .....	80
Şekil 5.26. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı değışimi .....	81

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 5.27. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı değişimi.....	82
Şekil 5.28. Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı değişimi.....	84
Şekil 5.29. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre yanma süreleri değişimi .....	87
Şekil 5.30. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre yanma süreleri değişimi .....	88
Şekil 5.31. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre yanma süreleri değişimi. ....	89
Şekil 5.32. Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre yanma süreleri değişimi .....	91



## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simge ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

### Açıklama

*X*

Aritmetik ortalama

### Kısaltmalar

### Açıklama

**ASTM**

American Society for Testing and Materials

**Dk**

Doğu kayını

**HG**

Homojenlik grubu

**K**

Kontrol

**LSD**

En küçük önemli fark

**R1**

NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

**R2**

NaOH+Ca(OH)<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

**R3**

NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

**S**

Sarıçam

**Sb**

Su bazlı vernik

**Sn**

Sentetik vernik

**TSE**

Türk Standardları Enstitüsü

## 1. GİRİŞ

Günümüzde yangın güvenliğine karşı duyulan hassasiyet nedeniyle mimarlar, yapı malzeme tasarımcıları, mobilya ve ahşap fabrikaları ahşap malzemenin yangına karşı direncinin en etkin biçimde sağlanması üzerinde önemle durmaktadırlar. Ağaç malzemenin bilinen yanma özelliklerinin yanında uygulanan emprenye, vernikleme, boyama vb. çeşitli işlemlerin yanma direncine etkisinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Ağaç malzeme çevre koşullarına bağlı olarak eskimekte ve bu süreçte bileşenleri kimyasal ve biyolojik yollarla bozunmaktadır. Bu sakıncalara karşı kurutma, emprenye ve üst yüzey işlemleri uygulanmaktadır [Highley ve Kickle, 1990].

Ağaç malzeme yüzeylerini harici etkilerden korumak ve doğal görüntüsünü belirgin hale getirmek amacıyla en fazla kullanılan koruyucu örtü gereçleri verniklerdir [Newel ve Haltrop, 1961].

Ağaç türlerinin koku, tat, renk, desen vb. fiziksel karakteristikleri farklıdır. Odunda renk bozulmaları canlı odunda yaralanma, ölü budak oluşumu, hastalık, vb. sebepler yanında odundaki bazı kimyasal maddelerin oksidasyonu veya ileri yaşlarda öz odunu oluşumu ya da tanenli odunların metallerle teması sonucu oluşan renklemeler ile meydana gelmektedir [Banks ve Miller, 1982]. Ayrıca, ağaç malzemenin yıllık büyüme halkasında yoğunluk farkından dolayı (yaz odunu, ilkbahar odunu) renk farklılıkları oluşabilmektedir [Atar, 1999].

Mobilyanın rengi, biçim, ölçü, form, denge vb. kadar önemlidir. İç dekorasyonda kullanılan halı, perde vb. tekstil ile duvar, tavan ve taban kaplamalarına uyumlu olması istenir. Doğal halde iken ağaç malzemenin rengi çoğu zaman bu tür ihtiyaçlara cevap veremez. Bu nedenle, üst yüzey işlemleri yapılmadan önce yüzeylerinde renk açma işlemi ile istenen renk uyumu sağlanabilmektedir [Atar, 1999].

Bu çalışmada, bazı renk açıcı kimyasal maddeler ile Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sarıçamın (*Pinus sylvestris* L.) diri odun kısımlarından elde edilen örneklerin,

renk açma işlemi yapıp, verniklendikten sonra alev kaynaklı, alev kaynaksız ve kor hali yanma özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deney örneği olarak seçilen Doğu kayını ve sarıçam odunları doğrama ve mobilya imalatında, iç ve dış mekân donatı elemanlarında sıkça kullanılmaktadır. Bu nedenle mekanik ve fiziksel özellikleri bakımından birçok ağaç malzemeye göre daha avantajlı olması, renginin açıldıktan sonraki süreçte yanma özelliğinde ne gibi değişikliğin olduğunun belirlenmesi ayrıca, renk açıcı kimyasal madde olarak tercih edilen sodyum hidroksit (NaOH), hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), kalsiyum hidroksit (Ca(OH)<sub>2</sub>) ve sodyum silikat (NaSiO<sub>3</sub>)' in daha çok bilimsel araştırmalara konu edilmesi ve zaman zaman pratikte de uygulanıyor olması bu çözeltilerle renk açma işlemi yapıp, vernik uygulanmış ağaç malzemenin yanma özelliklerinde meydana gelen değişikliklerin ağaç işleri endüstrisine sunulması gerekmektedir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Ağaç Malzeme

Genel anlamda ağaç, kökleri ile toprağa tutunmuş, gövdesi veya üst kısmı dallarla dolu, iğne veya geniş yapraklı, büyük yüksekliklere ulaşabilen, üstü kabuklu ve gövdesi odunlaşmış bir bitkidir [Zorlu, 1997; Yalınkılıç, 2008]. Boyu 5 metreden fazladır, bir ya da birden çok gövdeli ve 5 metreden kısa olan odunsu bitkiler çalı sınıfına girmektedir. Odunsu bitkilerde iç kabuk (floem) ile odun arasında kambiyum denilen, kök, gövde ve dalları tamamen saran üreyimli bir doku vardır. Kambiyum tabakası her yıl iç tarafa doğru odun (ksilem) ve dış tarafa doğru yeni iç kabuk hücreleri meydana getirir. Böylece kambiyum hücreleri her yıl vejetasyon periyodunda iç tarafa doğru bölünerek yıllık odun halkası, dış tarafa doğru ise yıllık kabuk halkası oluşturarak ağaçta çap artımını sağlar. Buna sekonder büyüme veya sekonder kalınlaşma denir. Odun yapısını oluşturan çeşitli dokuların yerleşim ve nitelikleri ile odun yapısına katılma oranları ağaç içerisindeki yerine, ağacın yaşına ve yetiştirme ortamına göre farklılık gösterir. Buna bağlı olarak odunun fiziksel ve mekanik özellikleri değişir [Örs ve Keskin, 2001]. Ağaçların ortak özelliklerine bakarak bunları gruplara ayırmak, tanımlarını kolaylaştırmak, kullanım yerlerini ve ortalama değerlerini belirlemek mümkündür [Asarcıklı ve Keskin, 2002].

#### 2.1.1. Doğu kayını (*Fagus orientalis* L. )

Doğu kayını 30-40 metreye kadar boylanabilen, bir metrenin üstünde çap yapabilen dolgun ve düzgün gövdeli birinci sınıf orman ağacıdır [Anşin ve Özkan, 1997; Yalınkılıç, 2008].

Coğrafi yayılışı olarak; Kafkasya, Kuzey İran, Türkiye ve Kuzeydoğu Avrupa' da yayılır. Türkiye' de asıl yayılışını ve en iyi gelişimini Karadeniz sahillerinde yapmaktadır [Anşin ve Özkan, 1997; Yalınkılıç, 2008]. Istranca Dağları, Tekirdağ ve İstanbul yöresi, Bolu, Kastamonu, Zonguldak çevreleri ve bütün Karadeniz kıyı bölgeleri ormanlarında yetişen önemli bir ağaç türüdür. Ayrıca, Amanos dağlarında ve Pozantı ile Seyhan arasında Toros dağlarında da rastlanır. Doğu kayını en çok

1800 metre rakıma kadar çıkar. Olgun odunlu, çap kesitte genellikle tek renkli bir ağaçtır. Öz odunlu olanların diri odunu kırmızımtırak beyaz, öz odunu kırmızımtırak kahverengidir [Yalınkılıç, 2008].

Özellikle yaşlı ağaçlarda öz odunu içerisinde daha koyu kırmızı renkte bir yalancı öz meydana gelir. Öz odunlu kayınlar makbul değildir. Öz kısmı çok defa çürüklük taşır. Öz içerisinde enine kesitte kalp biçiminde birçok koyu renkli yalancı öz (kızılyürek) denilen şekiller de mevcuttur. Tomruk biçildiği zaman öz ve kızılyürek oluşumları, güzelliği bozan damarlar, şeritler ve lekeler halinde kereste yüzünde gözükürler. Öz kısmı iyi emprenye edilemediği ve çok gevrek olduğu için de sakıncalıdır. Doğu kayınının her tarafına dağılmış çizikler halinde öz ışınları öz kesitte parça yüzeyine aynalar halinde dağılmış olarak gözükür. Doğu kayını oldukça sert, sıkı bir dokuya sahiptir. Lifleri kısa, eğilme direnci iyidir. İyi kurutulmazsa çok çeker, çatlar, çabuk ardaklanır ve çürür. Doğu kayınının yarılma kabiliyeti iyi, çivi-vida tutması ve yapışması orta derecedir. Boyanmaya pek elverişli değilse de iyi cila tutar ve aşınma direnci fazladır [Hammond ve ark., 1969; Yalınkılıç, 2008].

Kullanım alanı olarak, Türkiye’de özellikle son yıllarda parke, araba ve otobüs karoseri yapımında, mobilyacılıkta, kontrplak sanayinde çok kullanılmaktadır [Anşin ve Özkan, 1997; Yalınkılıç, 2008]. Tornacılık alanında, oyuncak, kalıp, takunya, alkolsüz maddeler için fiçı, mutfak aletleri, mandal, elbise askısı, sandalye, sandal, fırın küreği, elek kasnağı, tarım aletleri, kısa alet sapları, fırça tahtası, demiryolu traversi yapımında kullanılmaktadır. Doğu kayınının eğilme direnci az olduğundan yapıda kullanılmamakla beraber, merdiven basamak ve trabzanları ile eşiklerde kullanılmaktadır [Hammond ve ark., 1969; Yalınkılıç, 2008].

Doğu kayını sert ağaç kerestelerinin standart boyutlarına ve kalite sınıflarına sahiptir. Kereste, kontrplak m<sup>3</sup>; parke m<sup>2</sup> olarak; kasnak, taslak gibi yarı mamulleri ise sayı ile satılır. Fırınlanmış ve fırınlanmamış Doğu kayını parçaları hava akımı bulunan kuru bir yerde depolanmalıdır [Hammond ve ark., 1969; Yalınkılıç, 2008].

### 2.1.2. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)

Sarıçam geniş coğrafi yayılış gösteren çam taksonlarından biridir. İskoçya' dan başlayarak tüm Avrupa, Alpler, Pirene, Voj, Karpatlar ile Balkanlar, İskandinavya, Türkiye ve Asya'da çok geniş alanlarda yayılır [Anşin ve Özkan, 1997; Yalınkılıç, 2008]. Türkiye de Kuzey Doğu Anadolu' da saf sarıçam ormanları vardır. Diğer ağaçlarla karışık olarak bütün Anadolu'nun kuzey kesiminde yetişir. Güneye en çok indiği nokta Kayseri-Pınarbaşı dolaylarıdır [Hammond ve ark., 1969; Yalınkılıç, 2008].

Diri odun sarımsı soluk kahverengi, öz odunu ise belirgin kırmızıdır. Özellikle özışınlarında çok sayıda reçine kanalları vardır [Anşin ve Özkan, 1997; Yalınkılıç, 2008]. Reçinesi temizlendikten sonra boyanabilir. Zor verniklenir. Vida ve çivi ile bağlantısı yeterlidir. Görünüşünü bozan mavi lekelenme, estetik değerini azaltır. Ancak, mavi lekelenme, ağacın fiziksel dayanımında olumsuz etki yaratmaz. Hava kurusu özgül ağırlığı  $0.49 \text{ gr/cm}^3$  tür [Zorlu, 1997; Yalınkılıç, 2008]. Özışınlarında bulunan enine traheidlerin çeperleri dişli denecek oranda kalınlaşmıştır. Odunlarının kreozot ve benzeri koruyucu kimyasal maddelerle işleme tabi tutularak, açık alanlarda da kullanım olanakları artırılmaktadır. Ticaret dünyasında kırmızı odun olarak bilinen odunlarından başta telgraf ve telefon direkleri, demiryolu traversleri olmak üzere; inşaat alanında, döşemecilik, çatı ve döşeme kirişi, marangoz ve doğramacılıkta, kâğıtçılıkta ve plastik ve selefon yapımında kullanılır. Odunu genel olarak yumuşak kullanım alanları için uygun olup budaksız ve iyi kalite özelliklerine sahiptir [Anşin ve Özkan, 1997; Yalınkılıç, 2008].

### 2.2. Odunda Renk Açma

Renk açma, bir çözeltilinin uygulanmasıyla ağaç malzeme yüzeyinin rengini daha açık hale getirilmesidir. Mobilya endüstrisinde bazı ağaç türü odunlarına (maun, meşe, vb) üst yüzey işlemleri ile birlikte renk açma işlemi uygulanmaktadır [Edwin ve Carter, 1983].

Boyanmış ağaç malzeme yüzeylerinde rengin değiştirilmesi veya koyu rengin açılması gerekli olabilir. Ağaç boyaları ağaç malzemedede genellikle yüzeysel renk ilavesi yaparken, renk açıcılar derinlemesine açık renk ve parlaklık oluştururlar. Renk açıcı kimyasal maddeler genellikle ağaç malzeme yan bileşiklerine etki eden reaktiflerdir. Renkleri yok etmezler, yan bileşikleri etkileyerek şeffaf hale getirirler [Wagner ve Kiclighter, 1986].

Ağaç malzemedede lifleri yaralamadan lekeleri ve damar şeritlerini çıkarmak ve rengini açmak genellikle zordur. Bazı ağaç odunlarında ise, (meşe, dişbudak, akça ağaç, ceviz, kayın vb.) renk nispeten daha kolay açılabilir [Gerard, 1983]. Açık havada kullanılan emprenye edilmiş ağaç malzeme yüzeyleri, zamanla güneş ışınları, yağmur vb. nedenlerle koyulaşır. Bu durumda renk açma işlemi yapılabilir [Carving, 1982].

### **2.2.1. Renk açmada kullanılan kimyasal maddeler**

Bu maksatla kullanılan en basit renk açıcılar tek çözümlü kimyasal maddelerdir. Bunlar, tek çözümlü oksalik asit kristallerinin sıcak su ile karışımından elde edilmekte ve küçük mobilya (kulp, sap vb.) parçalarının rengini açmada kullanılmaktadır [Groneman ve Glazener, 1966].

Genel amaçlı renk açıcılar iki çözümlüden oluşmaktadır. Bazı çözümlülerde birinci çözümlü kostik soda (NaOH) iken, ikinci çözümlü hidrojen peroksittir ( $H_2O_2$ ). İki çözümlüden biri diğerinin ardından uygulanabileceği gibi karıştırılarak da kullanılabilir. En etkili renk açma her iki çözümlünün birlikte kullanımı ile gerçekleşmektedir [Jackson ve Day, 1997].

Ticari renk açıcılar, oksalik asit+sodyum bisülfat, potasyum permanganat+sodyum bisülfat, oksalik asit ve sodyum hipoklorit olarak piyasada bulunur. Renk açma çözümlüleri genellikle cam ve porselen kaplarda hazırlanır. Çözümlü hazırlanırken sıcaklık artışı oluşabileceğinden uygulamadan önce çözümlü soğutulur. Yüzeğe uygulama tabanca ile püskürtme, fırça ve pamuklu bez ile önce elyafa paralel sonra dik yönde sürme şeklindedir [Atar, 1999].

Renk açma işlemi uygulanan yüzeyler, üretici firma tavsiyesine göre, ılık su, oksalik asit, asetik asit vb. gereçler ile nötrleştirilerek yüzeyde kalması muhtemel olan tortular yıkanarak temizlenir. Bu sırada kabaran lifler hafif zımparalama ile düzeltilir. Nötrleştirme

işleminde kullanılan oksalik asit buharlaştığında kristal halde artık bırakacağından çok titiz çalışılmalıdır. İşlem sonunda yüzey ılık su ile yıkanarak artıklar temizlenmelidir [Atar, 1999].

### 2.2.2. Renk açma işleminin amaçları

Ağaç malzemedeki renk açma işleminin uygulanma nedenleri;

- Ağaç malzemenin lif yapısını koruyarak aynı rengin daha açık tonlarını elde etmek,
- Ağaç malzeme yüzeylerinde renkleri kontrol altında tutarak mobilyanın estetik değerini arttırmak,
- Çeşitli ağaç türlerini gerektiğinde uyumlu bir şekilde bir arada kullanmak ve ekonomi sağlamak,
- Renk sürekliliğini sağlamak ve bazı ağaç türlerinde renk değiştirme ve solma ihtimalini azaltmak,
- Ağaç malzeme yüzeyinde metallere temas eden kısımlarında oluşan renklenmeler ile küf mantarlarından kaynaklanan renk bozulmaları ve kimyasal lekeleri gidermek,
- Ağaç malzeme yüzey özelliklerini daha belirgin hale getirmek ve daha açık, daha parlak, daha temiz üst yüzey işlemleri elde etmek olarak belirtilmektedir [Edwin ve Carter, 1983].

### 2.2.3. Mobilyada renk açma

Mobilyada renk açma işlemi ya yüksek kaliteli mobilya imalatında ya da açık renkli yüzey hazırlamak gerektiğinde uygulanır. Bu maksatla iki çözelti renk açma kimyasalları kullanılarak uygulanan iki metot vardır;

#### Yaş üzerine yaş uygulama

Aynı kabinde iki çözelti iki tabanca yardımı ile püskürtülür. Bu yöntemde birinci çözelti uygulandıktan sonra yüzey kurumaya bırakılmadan ikinci çözelti uygulanmaktadır.



### Karışık çözelti uygulaması

Yüzeğe uygulama yapılmadan hemen önce çözeltiler karıştırılarak yüzeğe tek tabanca ile püskürtülür. Bu uygulama zaman, işçi ve ekipman tasarrufu sağlamaktadır. Ancak çok hızlı reaksiyona giren çözeltinin etkinliği 3-4 saat içerisinde kaybolduğundan, uygulama iki sıvı kanallı püskürtme tabancası ile yapılmaktadır [Atar, 1999].

Renk açma işlemi, yüzeyde istenilen açık renk sağlandığında tamamlanır. Bundan sonra yüzey, nötrleştirme ve zımparalama ile üst yüzey işlemlerine hazır hale gelir [Edwin ve Carter, 1983].

#### **2.2.4. Kimyasal maddelerin oduna etkisi**

Odun, düşük sıcaklık ve düşük konsantrasyondaki asit ve alkalilere karşı dayanıklıdır. Bu sebeple, çeşitli kimyasal madde depo ve tanklarının yapımında tercih edilmektedir. Odun polyosları alkalilere karşı daha duyarlıdır. Bu bakımdan odun polyoslarınca daha zengin olmaları sebebiyle yapraklı ağaç odunları alkalilere karşı daha dayanıksızdır [Atar, 1999].

Kimyasal maddelerin ağaç malzemeye etkisi, ağaç türü, kimyasal maddenin çeşidi, konsantrasyonu, sıcaklığı ve maruz kaldığı süreye bağlı olarak değişmektedir [Atar, 1999].

Klor asidi (HCL), sodyum hidroksit (NaOH) ve diğer asitlerle alkalilerin % 2' lik eriyikleri oda sıcaklığında masif ağaç malzemeyi ya çok az, ya da hiç etkilememektedir [Atar, 1999].

Kimyasal madde konsantrasyonunun yüksek olması ve sıcaklık ile sürenin artması halinde bozulma artmaktadır. % 10' luk konsantrasyon ve 50 °C sıcaklıkta birçok ağaç türünde direnç, orijinal değerinin yarısı ve bazen 3/4' ü kadar azalmaktadır. Alkaliler daha fazla tahrip edicidir [Kollman, 1975].

## 2.3. Ağaç Malzemenin Yanma Özelliği

### 2.3.1. Yangın

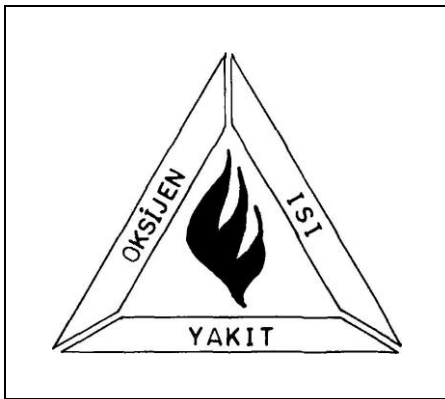
Yanıcı maddelerin ısı ve oksijenle birleşmesi sonucu oluşan kimyasal olaya yanma denir. Yanma olayı, milyonlarca buhar molekülünün hızlı oksidasyonu olarak da tanımlanabilir.

Yangın ise, zaman ve mekânda kontrol dışı gelişen yanma olgusudur [Sunar, 1983]. Yangının felaket olarak nitelendirilmesi, kontrol dışı bir olgu olmasından ileri gelmektedir.

Yangın, tabii afetler içerisinde düşünülmesi gereken önemli bir konudur. Geçmişte meydana gelen yangınlar can ve mal kayıplarının yanı sıra şehir dokularının bile değişmesine sebep olmuştur. 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].

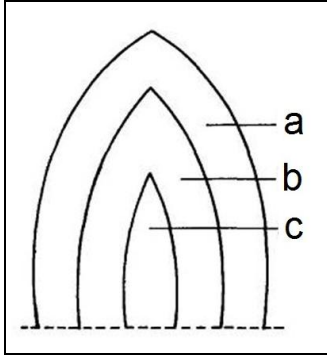
Şekil 2.1' de belirtildiği gibi bir yanma olayının meydana gelebilmesi için;

- yakıt,
- oksijen,
- ısı unsurunun tutuşma sıcaklığına ulaşmış olması gerekir.



Şekil 2.1. Yangın üçgeni [Uysal, 1997].

Yanma esnasında görülen alevin oksijen alan dış yüzeyi parlayan, ışık saçan gaz akımıdır. Bu yanma bölgesi altında tam bir yanmanın olmadığı parlama bölgesi ve çekirdekte ise halen yanmaya girmemiş yanıcı gazlar mevcuttur (Şekil 2.2) [Uysal, 1997].

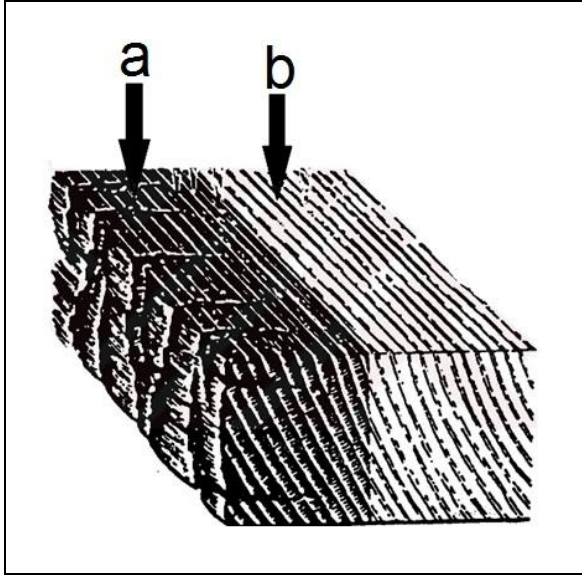


Şekil 2.2. Bir alevdeki gaz ve yanma bölgeleri a. Yanma bölgesi b. Parlama-kısmi yanış bölgesi c. Gaz bölgesi [Uysal, 1997].

Yangınlar çoğunlukla konutun içerisinde bulunan eşyalardan başlamaktadır. Direkt olarak konutun ağaç malzeme kısmından başlamamaktadır. Ancak, konut içerisinde başlayan yüzeysel yangınlarda sıcaklık çok kısa zamanda yüksek derecelere ulaşarak çevredeki her türlü eşya, malzeme ve yapının konstrüksiyonunda yangının başlamasına neden olmaktadır. Böylelikle tehlike ve zarar çok büyük boyutlara ulaşmaktadır [Uysal, 1997].

### 2.3.2. Sıcaklığın ağaç malzemeye etkileri

Ağaç malzemenin yanabilirliği yanında, yanma hızı ve derecesi özel bir öneme sahiptir. Yanma olayı oksijen yokluğunda gerçekleşmediğinden geniş enine kesitli ağaç malzeme yüzeyinde yavaş bir yanma olduktan sonra kömürleşme başlar. Sıcaklık yükseldiğinde, malzemenin yüzeyde tutuşarak yanan gazlar çıkar. Sıcaklık daha da arttığında yüzeyde kömürleşme (charring) başlar (Şekil 2.3) [Uysal, 1997].



Şekil 2.3. Ağaç malzemedeki kömürleşmenin oluşumu a. Kömür tabakası  
b. Normal odun [Uysal, 1997].

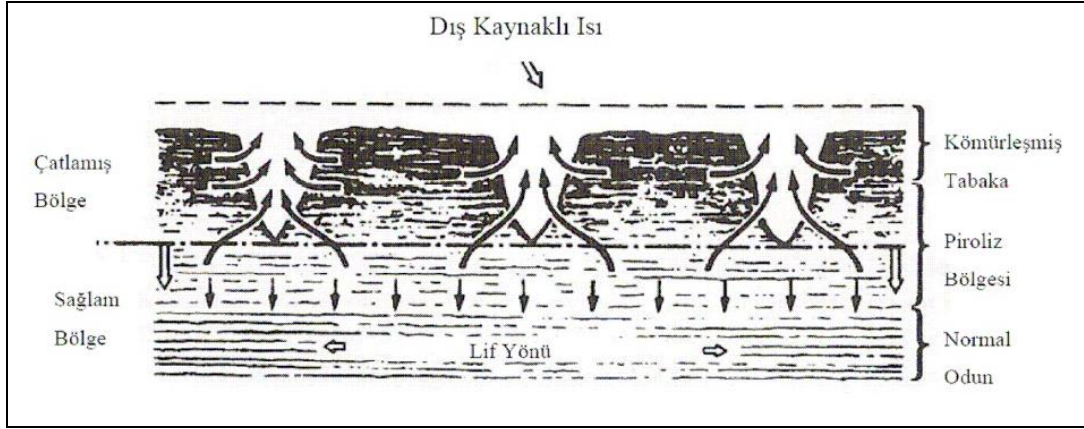
Ağaç malzemenin termik iletkenliği düşük olup, çeliğin %0.4'ü, bakırın %0.05'i kadardır. Bu nedenle izolasyon malzemelerinden olan mantar, alçı plaster vb. ile aynı gruba girmektedir [Vurdu, 1985].

#### Odunun termal bozunması

Odunun karmaşık yapısı yanma davranışının matematiksel bir fonksiyon olarak açıklanmasını zorlaştırır. Odunun özellikleri lif yönü ile birlikte 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  $10^3$  katıdır [Roberts, 1971]. Dolayısı ile uçucu maddelerin odundan lif yönü doğrultusunda uzaklaşmaları daha kolaydır. Yanan bir tomruk enine kesitinde oluşan yoğun alevlerin nedeni de yanıcı ve uçucu gazların bu noktalardan yoğun çıkışıdır [Drysdale, 1999].

Ağaç malzemenin fiziksel yapısı, 300 °C sıcaklığın üstünde hızla bozunmaya başlar. Fiziksel yapıdaki bu bozunma ilk önce yüzeyde görülür, kömürleşmiş üst tabaka içinde liflere dik küçük yarıklar oluşur. Kömürleşmiş tabakanın derinliği arttıkça bu

yarıklar genişler ve timsah sırtı olarak adlandırılan karakteristik yarıklı şekil oluşur (Şekil 2.4) [Roberts, 1971].

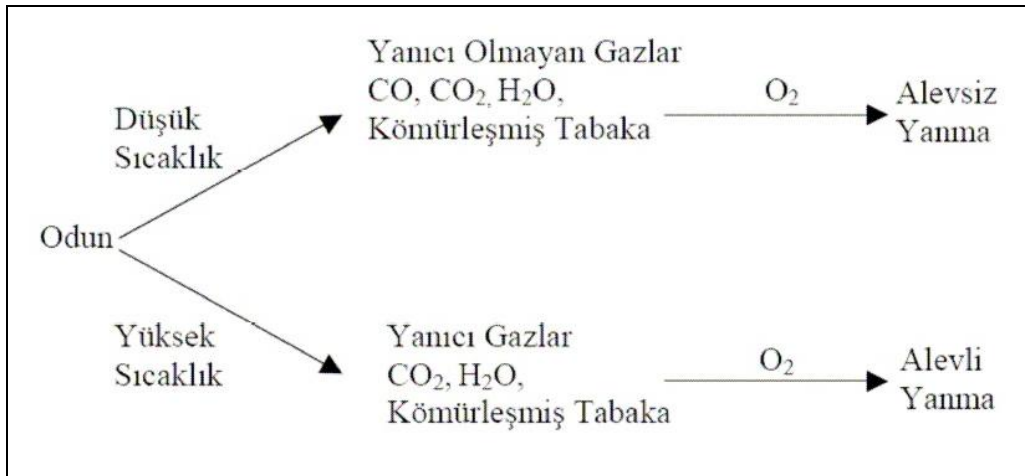


Şekil 2.4. Boyuna yönde kalın bir odunun yanması veya pirolizi sonucu oluşan timsah sırtı şekli [Roberts, 1971].

Odunun termal bozunması iki kademeli olarak açıklanabilir (Şekil 2.5):

- Düşük sıcaklık değerlerinde (<300°C) meydana gelen bozunma,
- Yüksek sıcaklık değerlerinde (>300°C) meydana gelen bozunma.

Bu iki reaksiyon aynı anda meydana gelir. Yanmayı geciktirici maddeler, bozunmayı düşük sıcaklıktaki sürece kaydırarak etkili olurlar [Le Van, 1989].



Şekil 2.5. Yüksek ve düşük sıcaklıklardaki odun bozunmasının aşamaları [Russell ve ark, 2007].

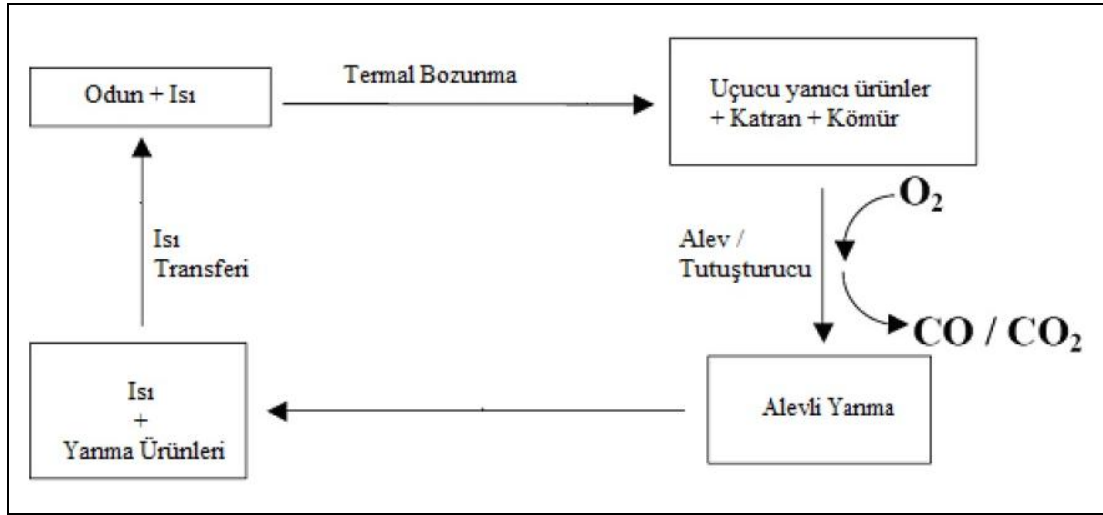
100°C' nin üzerindeki sıcaklıklarda kimyasal bağlar kırılmaya başlar. 100 °C – 200 °C arasındaki sıcaklıklarda CO<sub>2</sub>, organik bileşikler ve su buharı gibi ürünler oluşur. 200 °C üzerinde selüloz parçalanır, katran ve yanıcı uçucular ortama yayılabilir. Odun 300 °C' nin üzerindeki sıcaklıklara maruz kalması sonucunda, kimyasal yapısında değişiklikler meydana gelir ve bu durum özelliklerini etkiler. Değişikliklerin boyutu, sıcaklık derecesine ve maruz kalma süresine bağlıdır. Kimyasal yapıdaki değişiklikler odunun direnç değerlerini düşürür, rutubetinde ve uçucu yağlarda ağırlık kayıplarını ortaya çıkarır [Le Van, 1989].

Eğer uçucu bileşikler hava ve tutuşma sıcaklığını sağlayacak ısı ile karşılaşılırsa yanma reaksiyonu meydana gelir. Bu ekzotermik reaksiyondan katı maddeye doğru yayılan enerji piroliz ya da yanma reaksiyonunu meydana getirir. Eğer yanıcı karışım görünür spektrumda radyasyon yayarsa olay alevli yanma olarak adlandırılır [Le Van, 1989].

100°C' nin altındaki sıcaklıklarda da kalıcı direnç kayıpları meydana gelebilir. Kaybın büyüklüğü rutubet miktarına, ısıtma ortamına, maruz bırakma süresine ve ağaç türüne bağlıdır. 100°C' nin altındaki sıcaklıklarda odundaki karbonhidrat miktarındaki ağırlık kaybı önemli miktarda olmamasından dolayı meydana gelen bu direnç kaybının termal bozunma ile ilgili olmadığı düşünülmektedir. Direnç değerlerindeki bu azalma büyük bir olasılıkla depolimerizasyon reaksiyonlarına bağlıdır. Odunun yanmayı geciktirici kimyasal maddeler ile emprenye edilmesi durumunda mekanik direnç değerlerinde azalmalar oluşabilmektedir. Bu durum dehidrasyon ve depolimerizasyon reaksiyonlarını katalizleyen kimyasal maddelerin varlığına bağlıdır [Le Van, 1989].

Odunun termal bozunması 3 kademeli olarak gerçekleşmektedir. Birinci aşamada; odunun pirolizi ya da ısınması ile kömür (katı kalıntı), katran (sıvı kalıntı) ve gazlar oluşmaktadır. Odunun tipi ve yanma koşullarına bağlı olarak gaz fazındaki madde miktarı artmaktadır. 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 odun / kömürün pirolizinin devam etmesini sağlamaktadır. Böylece daha fazla

miktarda uçucu madde açığa çıkmaktadır. Dolayısı ile oluşan ısı, tekrar odun yüzeyine dönmekte ve bir döngü oluşturmaktadır (Şekil 2.6). Bu döngü odun çevresinin tamamen kömür ile kaplanıp bütün olası gazların çıkışına kadar devam etmektedir [Russell ve ark, 2007].



Şekil 2.6. Odunun yanma döngüsü [Russell ve ark, 2007].

Odunun farklı sıcaklıklara gösterdiği tepkiler Çizelge 2.1' de özetlenmiştir:

Çizelge 2.1. Odunun farklı sıcaklıklara gösterdiği tepkiler [Russell ve ark, 2004].

SICAKLIK (°C)	REAKSİYONLAR
100-200	Odun düzenli olarak ağırlık kaybeder ve CO <sub>2</sub> gibi yanıcı olmayan gazlar, az miktarda formik asit, asetik asit ve su buharı meydana gelir.
160	Ligninin bozunmasıyla birlikte odun 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 pik sıcaklık aralığında reaksiyonlar oldukça ekzotermiktir.
300<	Eğer bu noktada yeterli oksijen varsa gaz karışımı tutuşur. Yanma, odunun kendi yüzeyinden ziyade yüzeyin biraz üzerinde gaz fazda devam eder. Bu noktada ısı kaynağının ortamdaki uzaklaştırılmasından sonra da odun yanabilir. Odun, özelliğine bağlı olarak 300 – 400 °C sıcaklık aralığında tutuşur. Yanma bütün odun 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 bozunma daha da ileri gider.

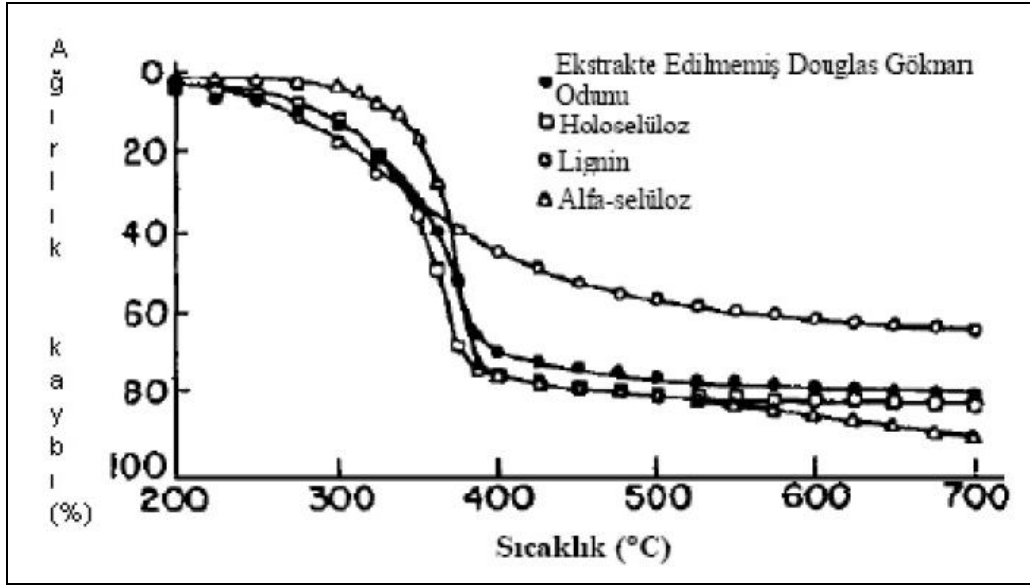
500 °C sıcaklık seviyesi üzerinde odun, hızlı termal bir bozunmaya uğramaktadır. Bu bozunma sonucunda odun, biyolojik bir yakıtta dönüşmektedir. 500 °C ile 1300 °C sıcaklıklar arasında odun katranı, kömür ve gazlardan oluşan birçok ürün elde edilmektedir [Şahin, 2005].

#### Odun bileşenlerinin termal bozunması

Odunun termal bozunması selüloz, hemiselüloz ve lignin bileşenlerinin ayrı ayrı bozunmalarının toplamı olarak açıklanabilir. Ancak, odunun kendi termal bozunması, bileşenlerinin toplam bozunmasından farklı olabilir. Bu yüzden termal bozunma üzerine araştırmalar tek tek bileşenlerin ve odunun kendisinin analizlerini kapsamaktadır [Le Van, 1989].

Bileşenlerin, odunun termal bozunma reaksiyonları üzerine etkileri, odunda meydana gelen ağırlık kaybının ve sıcaklığın bir fonksiyonu olarak Şekil 2.7' de verilmiştir. Holoselülozun bozunması, ( $\alpha$ -selüloz+hemiselüloz) odunun bozunmasını takip eder. Lignin bozunma periyodunun, holoselülozdan bir derece daha önce başlamasına rağmen, genel olarak selüloz ve holoselülozdan daha yavaş oranda pirolize uğrar. Ayrıca, lignin miktarı son üründeki kalıntı ağırlığı ile doğru orantılıdır. Odun ve  $\alpha$  - selüloz aynı hızla termal bozunmaya uğruyor gibi görünmesine karşın, odunun termal bozunması  $\alpha$ -selüloza göre biraz daha düşük ( $< 300^{\circ}\text{C}$ ), holoselüloza göre daha yüksek ( $> 300^{\circ}\text{C}$ ), sıcaklıklarda başlar. Odunun  $300^{\circ}\text{C}$ ' nin altındaki sıcaklıklardaki termal bozunması, temelde odundaki hemiselüloz ve holoselüloza bağlıdır. Odunun termal bozunması,  $\alpha$ -selüloz ve holoselülozun termal bozunmasını yakın olarak seyrederek. Bunun nedeni  $\alpha$ -selüloz ve holoselülozun sırasıyla odunun %50 ve %75'ini oluşturmasıdır [Le Van, 1989].





Şekil 2.7. Douglas göknarı odunu bileşenlerinde dakikada 5 °C sıcaklık artışı sonucu görülen ağırlık kaybı [Le Van, 1989].

### 2.3.3. Yangının yapı malzemelerine etkisi

Ağaç malzeme yanabilir olmasına karşın, diğer yapı malzemelerine göre yangına katkısının minimum düzeyde olduğu ve yangının ilk aşamalarında da olsa mükemmel direnç özellikleri gösterdiği bilinmektedir. Yangının yayılmasına karşı nispeten yüksek direnç gösterirken, önemli bir tahribat veya direncinde hızlı bir azalma oluşmamaktadır. Örneğin, çelik ergime noktasına ulaştığında aniden çökerken, özellikle çelik kısımları çevreleyen ve demir aksamı içine alan beton meydana gelen gerilim farkından dolayı çatlamakta veya parçalanmaktadır. Beton içerisindeki demir çubuklar ergime noktasına ulaştıklarında yüksek bir gerilme etkisi altında kaldıklarından yapının tümünün çökmesi önlenirse bile büyük ölçüde tahrip olunmasına engel olunamamaktadır. Hatta demir ve çelik aksam ergime noktasına ulaşmadan yangın söndürülmesine rağmen, meydana gelen gerilmeler nedeniyle deformasyonların ve ayrılmaların bir süre daha devam ettiği bildirilmektedir [Eriç, 1985; Uysal, 1997].

Harç ve beton malzemelerin yangına dayanımları, bağlayıcının direnci ile ilişkilidir. Çimento hamurunun sıcaklıklara göre davranışı farklılık gösterir. Çimento hamuru ilk ısınma ile genişler, sonra büzölmeye uğrar ve sonuçta tekrar dengeleyici bir genişleme gösterir. 100 °C' de termik genişlemeye uğrayan çimento hamurundan 98-102 °C' de

fiziki bağılı suyun büyük miktarı çıkar. 102 °C ile 530 °C' ler arasında, özellikle 300 °C-500 °C arasında kimyasal bağılı suyun ayrılmasıyla bir daralma görülür. 530 °C üzerindeki dengeleyici ısı genleşmeleri, hidratların tekrar artan sıcaklıklarda okside olmaları ve yapısal dağılmalara rastlanmaktadır. Harç ve betonlar karışım nispetlerine göre, tabii taşlarda görüldüğü gibi ısı genleşmeye uğrarlar. Çakıllar ve iri kumlar 575 °C sıcaklıkta % 0.7 ile % 1.4 lük bir genleşme gösterirler. Bu nedenle, çakıl ve iri kumlar yangına mukavim harç ve betonlar için uygun değildir [Eriç, 1985; Uysal, 1997].

Yangında artan sıcaklık metal yapı malzemelerinde özellik değişimine ve büyük genleşmelere neden olur. Buna bağılı olarak aşağıdaki davranışlar izlenir;

- Akma sınırının düşüşü, çelikte 400 °C' de,
- Mukavemet düşüşü, çelikler mukavemetlerini 300 °C' de kaybederler, 450 °C' de mukavemet müsaade edilen asgari mukavemetin altına düşer. Alüminyum 100-150 °C' de mukavemetini kaybeder. Çekme mukavemeti ilk 250 °C' de ilk mukavemetinin 1/2 sine, 400 °C' de 1/20'sine iner,
- Elastiklik modülü, çelikte 400 °C' de %15 , 600 °C' de ise %40 düşüş gösterir. Deformasyonun hızlı artışı taşıyıcılarda büyük şekil değişikliklerine sebep olur. Alüminyum 600 °C' de erir [Eriç, 1985; Uysal, 1997].

Diğer organik maddelerde de olduğu gibi ağaç malzemedede de oksijen, malzemenin kimyasal yapısındaki karbonu yakmakta ve bu arada bir yanma ısısı meydana gelmektedir. Yangın karşısında 70 °C' ye kadar kuruma 270 °C' ye kadar CO, CO<sub>2</sub> ve buhar çıkışı meydana gelir. Tutuşma sıcaklığı 250-300 °C' dir [Eriç, 1985; Uysal, 1997].

Yapılarda kullanılan kiriş şeklindeki kalın ağaç malzemenin yüzeyleri ateşe maruz kaldığında, kömürleşme meydana gelmektedir. Kömürleşmiş kısımlar izolasyon maddesi gibi davranarak yanmanın ağaç malzemenin iç kısımlara nüfusunu önlemekte ve yangın ile meydana gelen tahribatın derecesi azalmaktadır. Yangın esnasında bu şekildeki ağaç malzeme aynı koşullara maruz kalmış çelik malzemenin daha az zarar gördüğü bildirilmektedir [White, 1985].

### 3. LİTERATÜR ÖZETİ

Stamm (1978) çalışmasında, emprenye ve üstyüzey işlemleri yapılmaksızın dış ortam şartlarında 20 yıl kalan odunda ligninin degrade olduğunu ve bozduğunu, dışa yakın kısımları hariç selülozun oldukça az etkilendiğini bildirmiştir.

Uysal ve ark., (1999) çalışmalarında, Doğu kayını, meşe, sarıçam ve dişbudak odunlarını renk açma işleminden sonra verniklemişlerdir.  $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$  çözeltilerinin kuvvetli,  $\text{HClO}$  ve  $\text{HCl}$  çözeltilerinin zayıf renk açıcı olduklarını, sentetik ve akrilik verniklerin açık, poliüretan ve asit katalizörlü verniklerin ise daha koyu renk verdiklerini bildirmişlerdir.

Engler (1992) çalışmasında, asit etkili renk açıcıların ağaç malzemeyi derinliğine etkilemediğini, rengi açılan yüzeylerin çok hafif zımparalanması gerektiğini, aksi takdirde bu kısımlarda açık rengin kaybolacağını bildirmiştir.

Martin (1982) çalışmasında, akçaağaç, dişbudak ve meşe odunlarından elde edilen mobilyaların saydam vernikler ile verniklenmesi sonucu kaplama levha ile odunda belirli renk farklılıkları meydana geldiğini, bunun verniklemeden önce renk açma işlemi yapılarak giderilebileceğini bildirmiştir.

Özçifci ve ark., (1999) çalışmalarında, sarıçam, Doğu kayını, dişbudak ve Sapsız meşe odunlarına  $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{HClO}$  ve  $\text{HCl}$  ile renk açma işlemi uygulamış, daha sonra yüzeylere sentetik, poliüretan, asit katalizörlü vernikler kullanarak yüzeye yapışma direnci ve parlaklığa etkilerini araştırmışlardır. Kimyasalların parlaklık üzerine etkili olmadığını, ağaç türü ve vernik çeşidinin bu bakımdan etkili olduğunu, en parlak yüzeyi akrilik, en mat yüzeyi asit sertleştiricili verniğin verdiğini ve  $\text{HCl}$ ' in verniklerin yapışma direncini azalttığını belirlemişlerdir.

Zimmerman ve McWard (1993) çalışmalarında, ceviz ve akçaağaç odunlarına oksalik asit ile renk açma işlemi uygulandığında bir süre sonra yüzeyin pembeleştiğini bildirmişlerdir.

Feireril (1984) çalışmasında, rengi açılmış kaplama levhalarından üre formaldehit tutkalı ile elde edilen kontrplağa açık kahverengi renkli vernik uygulaması sonucu canlı renk elde edildiğini bildirmiştir.

Haltrop (1972) çalışmasında, dişbudak, mahun vb. ağaçlarda yapılan renk açma işleminden sonra renk, desen ve lif özelliklerinin belirginleştiğini bildirmiştir.

Ariadil ve Abbalt (1992) çalışmalarında, kostik soda, hidrojen peroksit ve alkalilerle rengi açılan okalıptüs regnans odununda parlaklığın arttığını, genel olarak buna kullanılan kimyasal maddenin ph derecesinin etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Atar (1999) çalışmasında, emprenyeli ve emprenyesiz ağaç malzeme yüzeylerinde renk açma işlemlerinin makroskobik değişim, renk, parlaklık ve yüzeye yapışma dirençlerine etkilerini araştırmış, renk açma çözeltilerinin emprenyeli ve emprenyesiz tüm örneklerde renk değişimine sebep olduğunu, renk değişimi açısından sentetik ve su bazlı verniklerin daha fazla hassasiyet gösterdiğini, parlaklığa ise renk açma çözeltilerinin etkili olmadığını belirtmiştir.

Budakçı ve Atar (2001) çalışmalarında, sarıçam odununda dış ortam şartları ve dış ortam şartları sonrası uygulanan renk açma işleminin yüzey sertlik, liflere paralel ve dik parlaklığa etkilerini belirlemek amacıyla 12 ay dış ortam şartlarında bırakılan örnekleri % 18' lik  $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaSiO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$  ve  $\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$  çözelti grupları ile renk açma işlemi uygulamışlardır. Buna göre, dış ortam şartlarının ağaç malzeme sertlik, liflere paralel ve dik parlaklık değerlerini azaltıcı, dış ortam şartları sonrası uygulanan renk açma işleminin ise arttırıcı etki yaptığını bildirmişlerdir.

Uysal ve ark., (1999a) çalışmalarında, renk açma kimyasallarının vernik katmanlarının sertliğine etkilerini belirlemek amacıyla sarıçam, Doğu kayını, dişbudak ve Sapsız meşe üzerinde,  $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{HClO}$  ve  $\text{HCl}$  ile renk açma işlemi yaparak akrilik, sentetik, poliüretan ve asit katalizörlü vernikler uygulamışlardır. Deneyle sonuçunda; doğal verniklemede, ağaç türünün vernik sertliğine etkisinin önemsiz, vernik türünün etkisinin önemli olduğunu, renk açma işleminden sonra yapılan verniklemede ise, vernik sertliğine ağaç türünün, renk

açmada kullanılan kimyasal türü ve konsantrasyonunun ve vernik türünün etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Uysal ve ark., (1999b), sarıçam, Doğu kayını, dişbudak ve Sapsız meşe üzerinde,  $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{HCIO}$  ve  $\text{HCl}$ ' in renk açma uygunlukları ve renk açma işlemi yapılmış ağaç örneklerin yüzeylerinde akrilik, sentetik, poliüretan ve asit katalizörlü verniklerin renk değiştirici etkilerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmanın sonucunda,  $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$  ve  $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$  çözeltilerinin kuvvetli renk açıcı oldukları  $\text{HCIO}$  ve  $\text{HCl}$ ' in ise zayıf renk açıcı oldukları, sentetik ve akrilik verniklerin örneklerde en açık rengi verirken poliüretan ve asit sertleştiricili verniklerin daha koyu renk verdiklerini belirlemişlerdir.

Özçifci ve Atar (2002) çalışmalarında, renk açıcı kimyasal maddelerin kırmızı renk tonu oluşumuna etkilerini belirlemek amacıyla karaağaç odunundan hazırlanan deney örneklerine % 25' lik konsantrasyondaki  $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$  ve  $\text{NaSiO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$  grupları ile renk açma işlemi yaptıktan sonra poliüretan ve polyester vernik uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, kırmızı renk tonu en yüksek poliüretan vernik uygulanan natürel örneklerde, en düşük  $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$  ve polyester vernik uygulanan örneklerde tespit etmişlerdir.

Sönmez ve ark., (2002) çalışmalarında, karaağaç odunundan hazırlanan deney örneklerine % 25' lik konsantrasyondaki  $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$  ve  $\text{NaSiO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$  ile renk açma işlemi gören örnekleri poliüretan ve polyester vernik ile kaplayarak, renk açıcı kimyasal maddelerin vernik katmanının yüzeye yapışma direncine etkisini belirlemişlerdir. Deney sonucunda, yüzeye yapışma direnci en yüksek kontrol ve II. grup çözelti uygulanmış örneklerde poliüretan vernik uygulamasında, en düşük polyester vernik katmanında I. ve II. grup çözelti uygulanmış örneklerde ve kontrol örneklerinde elde edildiğini bildirmişlerdir.

Atar ve ark., (2003) çalışmalarında, sarıçam odunundan emprenyeli ve emprenyesiz hazırlanan deney örneklerine % 18'lik konsantrasyondaki  $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}+\text{MgSO}_4+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaHSO}_3+\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaSiO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$  ve  $\text{KMnO}_4+\text{NaHSO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$  ile renk açma işleminden sonra su bazlı vernik uygulanıp

renk açıcı kimyasal maddelerin vernik katman sertliğine etkilerini belirlemişlerdir. Deney sonucunda, renk açma gereçlerinin tümü ağaç malzeme yüzey sertlik değerini azaltıcı etki göstermelerine rağmen, vernikleme işleminden sonra 4. ve 6. grup hariç diğer çözelti grupları vernikli kontrol örneklerine yaklaşık eşit değerlerde sertlik verdiklerini bildirmişlerdir.

Örs ve Atar (2001) çalışmalarında, Doğu kayını odununda emprenye ve renk açma işleminin vernik katman sertliğine etkilerini belirlemek amacıyla Tanalith-CBC ve Immersol-WR 2000 ile emprenye edilmiş ve % 18' lik  $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}+\text{MgSO}_4+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaHSO}_3+\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaSiO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{KMnO}_4+\text{NaHSO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$  çözelti grupları ile renk açma işlemi yapılmış örneklerle sentetik vernik uygulamışlardır. Deney sonucunda, emprenye maddeleri ve renk açma gereçleri vernik katman sertliği üzerinde etkili olmazken, ağaç malzeme sertliğini emprenye maddelerinin arttırıcı, çözelti gruplarının azaltıcı etki yaptığını bildirmişlerdir.

Uysal ve ark., (1999c) çalışmalarında,  $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{HClO}$  ve  $\text{HCl}$  ile rengi açılmış sarıçam, Doğu kayını, dişbudak ve Sapsız meşe odununun statik eğilme direncinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Deneyler sonucunda; en fazla eğilme direncindeki azalmaya asidik karakterdeki  $\text{HClO}$  ve  $\text{HCl}$  çözeltilerinin neden olduğunu tespit etmiştir.

Uysal (1997), sarıçam ve Doğu kayını odunlarından hazırladığı deney örneklerini sodyum sülfat, sodyum tetraborat, bakır sülfat, potasyum nitrat, çinko sülfat ile daldırma ve basınç uygulanan yöntemlerle emprenye etmiş, daldırma metoduyla emprenye edilen örneklerin yanma özelliklerinin düşük, basınçlı yöntemlerle emprenye edilenlerin daha olumlu sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Örs ve ark., (1997) çalışmalarında, Sarıçam ve kestane odunlarından hazırlanan deney örneklerini TCBC, SİM+sentetik vernik ve SİM+poliüretan vernik uygulamasından sonra, üst yüzey işleminde sentetik ve poliüretan vernikler ile kaplamışlardır. Deney sonucunda, T-CBC ile emprenye uygulandıktan sonra vernikleme her iki odun türünde ilk anda yanmayı geciktirici etki sağlamadığını, buna karşılık kestane %

20, sarıçamda % 13 ağırlık kaybı olduğunu ve emprenye işlemlerinden sonra uygulanan verniklerin odunun yanma özelliklerini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Uysal (1998) çalışmasında, odunun biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korunması amacıyla kullanılan çeşitli emprenye maddelerinin kızılâğaç odununda yanma özelliklerine etkilerini araştırmış ve borlu bileşiklerin kızılâğaç odununda yanmayı önemli ölçüde azalttığını tespit etmiştir.

Yalınkılıç ve Örs (1996), Douglas odununu borlu bileşikler ve PEG-400'lü gruplarla emprenye ederek yanma özelliklerini incelemiş, polietilenglikollü grupların olumsuz etkilerine rağmen, borlu bileşiklerin daha etkili sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Aslan ve Özkaya (2004), odun esaslı levhaların yanma dayanımı araştırmışlardır. Denejde, fırça ile sürme ve daldırma yöntemleri,  $2K_2CO_3 \cdot 3H_2O$ ,  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  ve wolmanit-CB maddeleri ile kontrplak, OSB, MDF levhalarını kullanmışlardır. Çalışma sonunda, diğer emprenye maddelerine göre boraks ile işlem gören örneklerin yanmaya daha geç başladığını, wolmanit-CB maddesine göre yanma ve alev yayma, boraks emprenye maddesi ile işlem gören örneklerde daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Yalınkılıç ve ark., (1998), odunun biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korunması amacıyla yaptıkları bir çalışmada, çeşitli emprenye maddelerinin duglas odunun yanma özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Sonuçta, borlu bileşiklerin sulu çözeltilerinin önemli derecede yanmayı önleyici etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Özen ve ark., (2001), sarıçamdan üretilen üç tabakalı lamine ağaç malzemenin yanma özelliklerini araştırmışlardır. Örnekler PVAc tutkalı ile yapıştırılmış, alev kaynaklı ve kendi kendine yanma deneylerini uygulamışlardır. Sonuç olarak, en yüksek ağırlık kaybı,  $O_2$  miktarı, yanmamış parça ve kül miktarı orta tabakası meşe odunundan hazırlanan lamine örneklerde, en fazla CO miktarı orta tabakası küçük yapraklı ıhlamur ve sarıçam odunu olan örneklerde, en fazla sıcaklık artışı kontrol örneklerinde, en fazla  $CO_2$  miktarı orta tabakası akdut olan örneklerde elde edildiğini bildirmişlerdir.

Uysal ve Özçifçi, (2000), küçük yapraklı ıhlamur odunundan üretilen 3 katmanlı lamine ağaç malzemenin alev kaynaklı ve kendi kendine yanma özelliklerini araştırmışlardır. PVAc tutkalı ile yapıştırılarak ürettikleri LAM örneklerin ASTM E 69 standartlarında belirlenen esaslara göre alev kaynaklı ve kendi kendine yanma değerlerini belirlemişlerdir. Sonuç olarak, en fazla kütle kaybı, CO ve CO<sub>2</sub> miktarı orta katmanı meşe odununda, O<sub>2</sub> orta katmanı akdud odununda, sıcaklık değeri orta katmanı sarıçam ve göknar örneklerde, yanmamış parça ve kül miktarı 3 katmanlı ıhlamur odununda elde edildiğini bildirmişlerdir.

Baysal ve ark., (2000), bitkisel sepi maddelerinden kızılçam kabuğu, palamut meşesi, sumak yaprağı ve mazı meşesi meyvesinin tozlarının sulu çözeltileri ile muamele ettikleri kızılçam odunu deney örneklerini, ikincil olarak bor bileşikleri ile muamele ettikten sonra, alev kaynaklı, kendi kendine ve kor hali yanma aşamalarını içeren yanma deneylerine tabi tutmuşlardır. Yanma sonucu en düşük kütle kaybının borik asit ve boraks karışımı ile muamele edilen örneklerde oluştuğunu bununla birlikte, borlu bileşiklerin bireysel olarak kullanımlarında ve bitkisel sepi maddeleri üzerine ikincil olarak uygulanmaları durumunda yanma ile ilgili tüm parametreleri olumlu yönde iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Baysal, (2003), ağaç malzemede yanmayı engelleyici veya geciktirici bir madde olarak borik asit ve boraks karışımı ve çeşitli doğal sepi maddeleri ile işlem görmüş sarıçam odununun yanma özelliklerini incelemiştir. Doğal sepi maddeleri incelenen yanma parametreleri üzerinde olumsuz etkide bulunduğunu, doğal sepi maddeleri ile muamele edilen sarıçam odunun yanma özelliklerinin kontrole benzer ya da kötü düzeyde gerçekleştiğini ve doğal sepi maddeleri ile muamele edilen sarıçam odununun yanma ile ilgili bazı özelliklerinde istatistiksel anlamda önemli düzeyde iyileşme sağlandığını bildirmiştir.

Özen ve ark., (2000), sarıçam odunu örneklerini sodyum perborat, sodyum tetra borat, imersol ve Tanalith–CBC maddeleri ile daldırma metoduna göre emprenye ettikten sonra D–VTKA tutkalını kullanılarak ürettikleri 3 katmanlı lamine ağaç malzemenin ASTM E 69 standardında belirlenen esaslara uyarak yanma özelliklerini belirlemişlerdir. Çalışma sonunda, örneklerin yanma deneyinde sodyum tetraborat ve



sodyum perborat yanmayı azaltıcı emprenye maddesi olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Özçifçi, (2001),  $C_2O_4H_2$ , NaOH,  $H_2O_2$ ,  $NH_3$  ve HCl çözeltilerini kullanarak rengini açtığı Sapsız meşe odununun yanma özelliklerini araştırmıştır. Bu çalışma sonucunda, en fazla ağırlık kaybını NaOH, en fazla sıcaklık artışı ve  $CO_2$  miktarını  $C_2O_4H_2$ , en fazla kül miktarını ise, NaOH çözeltisinde elde etmiştir.

Özçifçi, (2001a), dış katmanlarında Doğu kayını ve sarıçam, orta katmanda ise, kavak odunlarından üretilen papel kaplamaları kullanarak elde ettiği lamine ağaç malzemeleri tanalith-C 3310, boraks, borik asit, boraks+borik asit ve diamonyum fosfat kimyasalları kullanarak yanma özelliklerini tespit etmiştir. Çalışma sonunda, borik asit ve tanalith-C 3310 lamine ağaç malzemelerin yanma özelliklerini olumsuz yönde etkilediğini, diğer emprenye maddelerinin olumlu etkiler gösterdiğini bildirmiştir.

Okcu, (2006), boraks ve çinko klorür ile emprenye ettiği 2, 3 ve 4 katmanlı lamine ağaç malzemenin yanma özellikleri araştırmıştır. Çalışma sonunda, emprenye maddesinin uygulanması ve lamine katman sayısının artmasının lamine ağaç malzemedeki yanma direncini arttırdığını bildirmiştir.

Özkaya, (2002), tabakalı ağaç malzemelerden kavak kontrplak, MDF ve OSB' ye yanmayı geciktirici etkilere sahip olan  $2K_2CO_3 \cdot 3H_2O$ ,  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  ve wolmanit maddeleri ile emprenye ederek yanmaya karşı gösterdikleri dirençleri araştırmıştır. Bu çalışma sonunda, sırasıyla, OSB-Boraks-Daldırma, MDF-Potasyum Karbonat-Daldırma, MDF-Boraks-Daldırma, OSB-Potasyum Karbonat-Daldırma kombinasyonlarının yanmaya karşı en çok direnç gösterdiklerini bildirmiştir.

Uysal ve Kurt, (2006), polivinil asetat ve fenol formaldehit tutkalları kullanarak Uludağ göknarından 3 tabakalı olarak ürettikleri ve  $(NH_3)_2P$ ,  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $K_2CO_3$ , CaCl,  $ZnCl_2$ , maddeleri ile emprenye ettikleri malzemelerin yanma özelliklerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda, yanmaya en dayanıklı çinko klorür ile emprenye

edilmiş fenol formaldehit tutkalı kullanılarak üretilmiş malzeme olduğunu bildirmişlerdir.

Örs ve ark., (1999) çalışmalarında, polietilenglikol (PEG-400) ve bazı su itici maddelerin yanmayı artırıcı özelliklerini iyileştirmek amacıyla sarıçam odunundan hazırladıkları deney örneklerini, emprenye maddelerinden borik asit, boraks, sodyum perboratın sulu veya PEG-400' de çözündürülmüş preparatları, su itici maddelerden, parafin, stiren, metilmetakrilat ve izosiyanat ile muamele etmişlerdir. Çalışma sonunda, borlu bileşiklerin odunun yanma direncini artırdığını ve su itici maddelerin yanmayı artırıcı etkilerini belli oranda azalttığını belirlemişlerdir.

Örs ve ark., (1999a), suda çözünen tuzlarla emprenye etmenin yanmaya dayanıklılığı üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, yaygın olarak kullanılan sarıçam ve Doğu kayını odunlarını  $KNO_3$ ,  $ZnSO_4$ ,  $Na_2B_4O_7$ ,  $Na_2SO_4$  ve  $CU_2SO_4$  ile emprenye etmişlerdir. Çalışma sonunda,  $CU_2SO_4$ ,  $ZnSO_4$  ve  $Na_2SO_4$ ' ın sarıçam ve kayında yanmaya dayanıklılık kazandırdıklarını bildirmişlerdir.

Örs ve ark., (2002), bazı emprenye maddelerinin Kokarağaç odununun yanma özelliklerine etkilerini araştırmak amacıyla hazırlanan deney örneklerini tanalith-CBC, boraks, borik asit, borik asit+boraks karışımı, vacsol-WR, imersol-WR 2000, polietilenglikol-400 ve stiren ile emprenye etmişlerdir. Deney sonucunda, kokarağaç odununun boraks ile vakum metodu uygulanarak emprenye edildiğinde yanma dayanımının yüksek düzeye ulaştığını ve vinil monomerlerden stiren ve vacsol-WR' in yanmayı önleyici etki gösterdiğini belirlemişlerdir.

Baysal ve ark., (2003), kızılçam ve cennet ağacı odunlarının yanmasının geciktirilmesi ve yanma özelliklerinin belirlenmesi amacıyla borik asit ve boraks karışımı ile emprenye edip, poliüretan ve sentetik vernik türleri uyguladıkları çalışmada, cennet odunu deney örneklerinin yanma özelliklerinin kızılçam odunu deney örneklerinden daha iyi sonuçlar verdiğini belirlemişlerdir.

Peker ve ark., (2004), bazı emprenye maddelerinin Ladin odununun yanma özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla, hazırlanan deney örneklerini Tanalith

CBC, Borax, Borik asit, Borikasit+ Borax karışımı, Vacsol WR, Polietilenglikol 400 ve Stiren ile emprenye etmişler, deney sonucunda, ladin odununda tuzların vakum metodu uygulanarak emprenye edildiğinde yanmayı geciktirici etkisinin arttığını belirlemişlerdir.

Terzi, (2008) çalışmasında, monoamonyum fosfat (MAP), diamonyum fosfat (DAP) ve amonyum sülfat (AS) gibi günümüzde yanmayı geciktirici olarak kullanılan ve didesil dimetil amonyum klorid (DDAC) ve didesil dimetil amonyum tetrafloraborat (DBF) gibi yanmayı geciktirici etkileri bilinmeyen kimyasal maddeler ile emprenye edilmiş masif ve kontrplak malzemenin yanma özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, %4 MAP, DAP ve AS çözeltilerinin yanmayı geciktirici etkilerinin olduğunu bunun yanında, DBF ve DDAC maddelerinin yanmayı geciktirici bir etkiye sahip olmadıklarını belirlemiştir.

## 4. MALZEME VE YÖNTEM

### 4.1. Ağaç Malzeme

Anatomik yapıları ve tekstür farklılığı nedeniyle ağaç malzemenin üst yüzey işlemlerine etkisi de farklılaşmaktadır. Bu sebeple araştırmada ülkemizde mobilya ve dekorasyon endüstrisinde yaygın olarak kullanılan, iğne yapraklı ağaçlardan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve yayvan yapraklı ağaçlardan Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odunları deney materyali olarak tercih edilmiştir. Deneylerde kullanılan ağaç malzeme piyasadan rastgele seçilerek, satın alma yoluyla temin edilmiştir.

#### 4.1.1. Deney örneklerinin hazırlanması

Örnekler, tesadüfî seçilen 1. sınıf ağaç malzemededen, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, renk ve yoğunluk farkı olmayan, yıllık halkaları yüzeylere dik gelecek şekilde ve diri odun kısımlarından ASTM D 358 ve TS 53 esaslarına göre hazırlanmıştır [ASTM D 358, 1983, TS 53, 1981]. Deney örnekleri, 20 x 20 x 500 mm. ölçülerinde kesilip  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  sıcaklık ve  $65 \pm 3$  bağıl nem şartlarında %12 rutubete ulaşincaya kadar bekletilmiştir [TS 2471, 1976]. Hava kurusu rutubetteki örnekler 13 x 13 x 76 mm. (radyal x teğet x boy) ölçülerinde hazırlanmıştır. Araştırmada, 2 ağaç türü, 2 vernik çeşidi+1 kontrol, 3 renk açma çözültisi+1 kontrol, her parametre için 3' er grup ve her grupta 24 adet olmak üzere (2 x 3 x 4 x 3 x 24) toplam 1728 adet deney örneği kullanılmıştır.

### 4.2. Renk Açma

#### 4.2.1. Renk açıcı kimyasal maddeler

Renk açmada kullanılan kimyasal maddeler üretici firmalardan temin edilmiştir.

##### Sodyum hidroksit (NaOH)

Sodyum hidroksit (NaOH); beyaz kristal halde olup, çözültisi kuvvetli reaksiyon gösterir.  $18^\circ\text{C}$  sıcaklıkta, % 52 oranında çözünür ve bu esnada ısı verir. Çözünme ısısı 9.9

kcal/mol, erime noktası 322 °C, yoğunluğu 1.2 g/cm<sup>3</sup>, normal çözeltinin pH derecesi 14' tür. Higroskopik bir madde olup, su ve alkolde kolayca çözünür.

#### Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

Saf hali şurup kıvamında olup, renksizdir. % 33 veya % 50' lik çözeltiler halinde bulunur ve kuvvetli oksijen yüklüdür. Diğer bir ismi perhidroldür. Molekül ağırlığı, 34.01 g/mol, erime noktası -26 °C, kaynama noktası 107 °C, bir litredeki ağırlığı ise, 1.12 kg' dır. 20°C' de istenilen oranda su ile karıştırılarak hazırlanabilir.

#### Sodyum silikat (NaSiO<sub>3</sub>)

Silikat asitlerin sodyum tuzu ile karışımının kısmen kolloidal olan sudaki çözeltisine su camı denir. Sodyum silikat, ince toz haline getirilmiş kuvarsın soda ile birlikte eritilmesiyle elde edilir. Suda çözünmesi kolaydır. 20 °C' de 1 litre suda, 100 gr çözünür. Piyasada genellikle sulu çözelti halinde bulunur ve alkasil olarak bilinir. Molekül ağırlığı, 22.996 g/mol, erime noktası 1088 °C ve 1 litredeki ağırlığı 1.37 kg.' dır.

#### Kalsiyum hidroksit (Ca(OH)<sub>2</sub>)

Sönmüş kireç olarak bilinen kalsiyum hidroksit; amorf, ince beyaz bir tozdur. Sudaki süspansiyonuna kireç sütü, sulu çözeltisine ise, kireç suyu denir. Birçok yerde kullanım alanı bulan en ucuz bazdır. Molekül ağırlığı, 74.09 g/mol, 20 °C' de 1 litre suda 1.7 g. çözünebilmekte, 550 °C' de bozunmaktadır. Tahriş edici olup, cam veya plastik kaplarda saklanmalıdır.

#### Asetik asit (CH<sub>3</sub>COOH)

Ethenoik asit olarak da bilinen asetik asit; beyaz, renksiz sıvı şeklindedir. Molekül ağırlığı, 60.05 g/mol, kaynama noktası 118.8 °C, erime noktası 16.6 °C, yoğunluğu ise, 1.04 g/mol olup suda çözünebilmektedir. Renk açma işleminde hem renk açıcı hem de nötrleştirme gereci olarak kullanılmaktadır.

#### 4.2.2. Renk açma işleminin yapılması

Renk açıcı olarak, dört ayrı kimyasal madde ile 3 çözelti grubu oluşturulmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Renk açmada kullanılan çözelti grupları

Kimyasal Maddeler	Nötrleştirme Maddeleri
$NaOH+H_2O_2$ (R1)	Destile Su Asetik Asit ( $CH_3COOH$ )
$NaOH+Ca(OH)_2+H_2O_2$ (R2)	
$NaSiO_3+H_2O_2$ (R3)	

Renk açmada kullanılacak kimyasal maddeler özelliklerine göre, ağırlıkça (Mg) ya da hacimce (Vml) % 18 lik' hazırlanmıştır. Bu maksatla,

kati halde olanlar için;

$$M_g = \frac{M_\phi \cdot \%M/M}{\%S}$$

$M_g$  = İstenen çözelti miktarı (gr)

$M_\phi$  = Hazırlanması istenen çözelti miktarı (gr)

$\%M/M$  = İstenen çözeltinin ağırlıkça yüzdesi

$\%S$  = Kimyasal maddenin safsızlık oranı (%)

sıvı halde olanlar için;

$$V_{ml} = \frac{V_\phi \cdot \%V/V}{\%S \cdot d}$$

$V_{ml}$  = İstenen çözelti miktarı (ml)

$V_\phi$  = Hazırlanması istenen çözelti miktarı (ml)

$\%V/V$  = İstenen çözeltinin hacimce yüzdesi

$d$  = Çözeltinin yoğunluğu ( $gr/cm^3$ )

eşitlikleri kullanılmıştır.

Hazırlanan çözeltiler, tozları alınan deney örneklerine sünger ile önce liflere paralel sonra, liflere dik ve tekrar liflere paralel yönde,  $100\pm 10$  ml/m<sup>2</sup> olarak tatbik edilmiştir. Çözeltiyi oluşturan maddeler ayrı ayrı sürülmüş, ilk sürülen maddenin etkisinin artması için 1-3 dakika bekledikten sonra ikinci çözelti uygulanmıştır.

Deneyleerde kullanılan renk açıcı kimyasalların pH değerleri pH kağıdı ile ölçülerek Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Renk açıcı kimyasalların pH değerleri

Renk Açıcı Kimyasal		pH (25 °C)
R1	NaOH	14
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	4
R2	NaOH	14
	Ca(OH) <sub>2</sub>	10
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	4
R3	NaSiO <sub>3</sub>	12
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	4

Renk açma işlemi tamamlandıktan sonra etki derinliğini arttırmak için oda sıcaklığında 2 gün bekletildikten sonra asetik asit ve bol su ile nötrleştirme işlemi yapılmıştır. Bu işlemden sonra, deney örneklerinin hava kurusu (%12) rutubete ulaşması sağlanmıştır. Vernikleme işleminden önce yüzeyler hafifçe zımparalanmıştır.

### 4.3. Vernikler

Deney örneklerinin verniklenmesinde tek bileşenli, su bazlı (Sb) ve tek bileşenli, sentetik (Sn) ahşap vernikleri kullanılmıştır. Sb ipek mat, Sn parlak olarak uygulanmış olup, teknik özellikleri Çizelge 4.3' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Verniklerin teknik özellikleri

Özellikler	Sentetik Vernik	Su Bazlı Vernik
Katı madde miktarı (%)	56	32
Kuru film kalınlığı (µm)	110	85

### 4.3.1. Vernik çeşitleri

#### Su bazlı vernik

Ahşap malzeme ve türevlerinden üretilen mobilya yüzeylerinin verniklenmesinde kullanılan sentetik ve poliüretan esaslı reçineler uygulama sırasında ve sonradan çözücülerinin buharlaşması sebebiyle insan sağlığına zararlıdır [Atar, 1999].

Su bazlı vernik, akrilik üretan reçinelerden elde edilen tamamen renksiz bir verniktir. Üretiminde bağlayıcı, poliüretan ve akrilik reçineler, solvent olarak su ve eter glikol kullanılır. Parlak vernik üretiminde bileşime pigment katılmazken, saten olanlarda matlaştırıcı maddeler kullanılmaktadır [Bankowsky ve Eichletoer, 1993].

Su bazlı vernik; renksiz, kokusuz, sararmayan ve ağaç malzemenin doğal rengini değiştirmeyen özelliktedir. Kuruması kimyasal olup, dönüşümsüz katmanlar verir. Birden fazla kat aynı günde uygulanabilir. Temizlik maddeleri, yağlar, hardal, şarap ve sirkeye karşı dayanıklıdır. [Atar, 1999].

Su bazlı vernik uygulanacak yüzeyler zımparalanarak toz, kir, yağ vb. arındırılmalı ve yüzeyler kuru olmalıdır. İlk defa verniklenecek yüzeylerde, ağaç malzemenin yapısına göre 1-3 kat, önceden boyanmış yüzeylerde ön deneme yapıldıktan sonra 1-2 kat, akrilik ve vinilik boyalar üzerine son kat olarak uygulanabilir.

#### Sentetik vernik

Sentetik (yapay) reçinelerin organik çözücüler içerisindeki eriyiklerine sentetik vernik denir. Sentetik reçineler, oluşumunu tamamlamış ve polimerleşmesi yarım bırakılmış olarak iki tipte üretilmektedir. Oluşumunu tamamlamış sentetik reçineler nitroselüloza benzer ve fiziksel kuruma yaparlar. Vinilklorür, polivinilklorür, polivinilasetat, klorlu kauçuk bu gruba girer [Budakçı, 1997].

Polimerleşmesi yarım bırakılmış sentetik reçinelerde yağlı bir alkid kullanılmaktadır. Katı bağlayıcının %40' indan fazla oranda yağ içeren türlerine uzun yağlı alkidler denir. Strenal alkid, üretan alkid, epoksi ester bu maksatla en çok kullanılanlardandır. Bunlarda,



polimerizasyona ya da oksidasyona dayalı bir kuruma şekli görülür ve dönüşümsüzdür [Budakçı, 1997].

Sentetik vernikte kuruyan yağlar da kullanılmaktadır. Bunun amacı, esnek ve sağlam bir katman yapmanın yanısıra kuruma süresini uzatmaktır. Bu maksatla en çok keten tohumu yağı kullanılır [Budakçı, 1997].

Sentetik vernikte, 1930' lu yıllardan beri kullanılan en iyi çözücü terebentin olup, son zamanlarda mineral sipiritleri, alifatik, naftanik ve bazen de aromatik hidrokarbon karışımları kullanılmaktadır. Kurumayı hızlandırmak için oksijen verme yeteneğindeki metal sabunları, kurutucu (katalizör) olarak kullanılır. Bu maksatla en çok kobalt, kurşun, mangan kullanılmaktadır [Sönmez, 1989].

Son yıllarda özellikle mobilya sektöründe giderek az kullanılan sentetik vernik, yapı marangozluğunda, doğramacılıkta, bahçe ve mutfak mobilyalarının yanısıra sandal ve yat endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahiptir [Budakçı, 1997].

#### **4.3.2. Vernik uygulamaları**

Deney numunelerinin verniklenmesinde sentetik yat verniği ve su bazlı vernik kullanılmıştır. Vernikleme işleminde ASTM D 3023 esaslarına uyulmuştur [ASTM D 3023, 1998]. Buna göre işlem yapılacak yüzeyler hafifçe lif kabarmaları giderilecek şekilde zımparalanmış, tozları alındıktan sonra vernikleme işleminde üretici firmanın önerilerine uyulmuştur.

Vernik miktarı, üretici firmanın uygulanması gereken vernik miktarı önerilerine uyularak 0,01 duyarlıklı analitik terazi ile tartılarak belirlenmiştir.

Yüze sürülecek vernik miktarının belirlenmesinde katı madde oranları belirleyici olarak kullanılmıştır. 1 kat sentetik vernik için  $83 \text{ gr/m}^2$  hesabıyla su bazlı verniğin sürülme miktarı (Sb);

$$Sb = \frac{a}{b} \times Sn \quad \longrightarrow \quad Sb = \frac{56}{32} \times 83 = 145,25 \text{ gr}$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

$a$  = Sentetik vernik katı madde oranı (%)

$b$  = Su bazlı vernik katı madde oranı (%)

$Sn$  = Uygulanan sentetik vernik miktarı (gr)

Sentetik vernik esas alınarak yapılan hesaplamalar sonucu uygulanacak su bazlı vernik miktarı Çizelge 4.3' de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Yüzeyle sürülecek toplam vernik miktarı

Vernik Çeşidi	Katı Madde Oranı (%)	Uygulanacak Vernik Miktarı (g/m <sup>2</sup> )
<i>Sentetik vernik</i>	56	83
<i>Su bazlı vernik</i>	32	145.25

#### Su bazlı vernik uygulaması

Su bazlı vernik uygulamasında, tek bileşenli su bazlı ahşap verniği kullanılmıştır. Perdah işlemleri tamamlanan numunelere, üretici firma önerileri doğrultusunda, dolgu katı olmadan ve % 10 su karıştırılarak yüksek basınçlı boya tabancası ile iki çapraz kat olarak uygulanıp % 9 rutubet için  $20 \pm 2$  °C sıcaklık %  $65 \pm 3$  bağıl nem şartlarında üç hafta süreyle kurumaya bırakılmıştır.

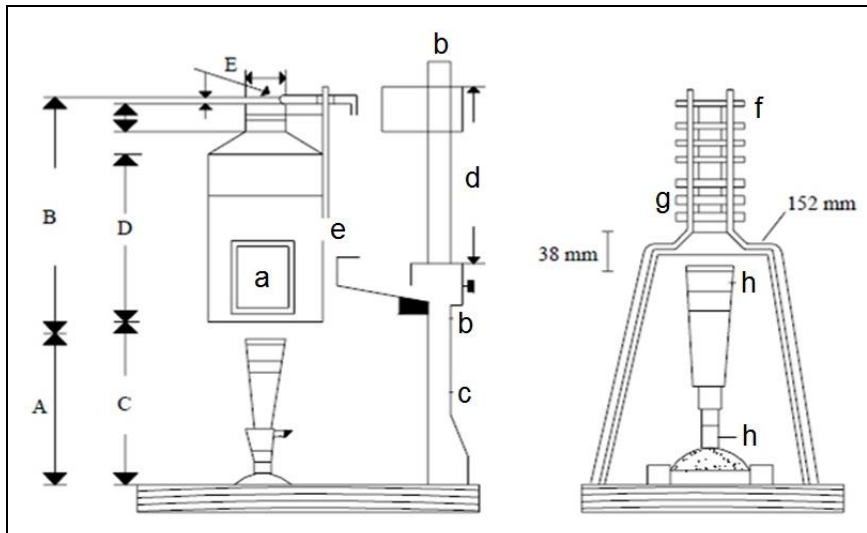
#### Sentetik vernik uygulaması

Sentetik vernik, deney örneklerine sert, uzun kıllı fırça ile 3 kat olarak sürülmüştür. İlk kat, verniğin ahşap gözeneklerine iyi bir şekilde nüfuz etmesi için sentetik tiner ile % 15-20 oranında inceltildikten sonra uygulanmıştır. Diğer katların uygulamasına ise, sentetik tiner ile % 10-15 oranında inceltirilip katlar arasında 24 saat süre verilerek 220 no' lu zımpara ile pürüz zımparası yapıp tozları alındıktan sonra geçilmiştir. Örnekler, vernik sürme işleminden sonra tozsuz,  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve %  $65 \pm 3$  bağıl nemdeki ortamda yer düzlemine paralel konumda kurumaya bırakılmıştır.

#### 4.4. Deney Yöntemleri

##### 4.4.1. Yanma deneyi

Yanma deneyleri için, ASTM E 160-50 [ASTM E 160-50, 1975] esaslarına uyularak Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü Mekanik Laboratuvarında bulunan “Yanma Test Cihazı” kullanılmıştır. Deney öncesi her örnek grubu tartılarak cihazdaki tel sehpaye istiflenmiştir. Deneyde 24 adet örnek, 12 katta ve üst üste kare prizma şeklinde dizilerek yakılmıştır (Şekil 4.4). Altta bulunan maker tipi çıkış ağzından alev yüksekliği cihaz boşken  $25 \pm 1.3$  cm, manometredeki gaz basıncı ise  $0.5 \text{ kg/cm}^2$  olmak üzere sabit tutulmuştur. Gaz yandığında termokopul monte edilen baca kısmında  $315 \pm 8^\circ\text{C}$  sıcaklık oluşacak şekilde sürekli kontrol edilmiştir. Ölçümler alev kaynaklı yanma, kendi kendine yanma ve kor halinde yanma olmak üzere üç aşamada yapılmıştır. Alev kaynaklı yanma süresi, deney örneklerinin dış kaynaklı olarak yandığı ilk 3 dakikalık süreyi kapsamaktadır. Kendi kendine yanma süresi, alev kaynağının kapatılmasından sonra deney örneklerinin alevli yanmaya kadar devam ettiği süre, alevli yanmadan dağılmaya kadar geçen süre ise; kor halinde yanma olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 4.1. Yanma test cihazı a. Mika cam b. Kızak sonu c. Bek rehberi d. Kızak e. Potansiyometre veya Milivoltmetre girişi f. Odun örnekleri g. Tel kafes h. Bek (maker tipi) A. 270 mm. B. 430 mm. C. 295 mm. D. 305 mm. E. 38 mm. [ASTM E 160-50, 1975; Örs ve ark., 2002]

#### **4.4.2. Verilerin değerlendirilmesi**

İstatistiksel değerlendirmelerde, alev kaynaklı, kendi kendine ve kor hali yanma parametrelerine ait sıcaklık ve ışık yoğunlukları ile yanma süresi ve ağırlık kaybı oranları veri olarak kullanılmıştır. Verilere, MSTAT-C istatistiksel değerlendirme programında, çoklu varyans analizleri (ANOVA) uygulanmış ve gruplar arası fark önemli çıktığında, Duncan testi ile ortalama değerler arasındaki fark karşılaştırılmıştır. Böylece, denemeye alınan faktörlerin birbirleri arasındaki başarı sıralamaları, en küçük önemli fark (LSD) kritik değerine göre homojenlik gruplarına ayrılmak suretiyle belirlenmiştir.

## 5. BULGULAR

### 5.1. Yanma Sıcaklıkları

#### 5.1.1. Alev kaynaklı yanma sıcaklığı

Ağaç türü, renk açma gereci ve vernik çeşidinin alev kaynaklı yanma sıcaklığına etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 5.1’ de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Alev kaynaklı yanma sıcaklığına ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P $\alpha < 0,05$
<i>Ağaç Türü (A)</i>	1	3.883.743	3.883.743	38.691	0.0550
<i>Renk Açma Gereci (B)</i>	3	5.382.152	1.794.051	17.873	0.1622
<i>Etkileşim (AB)</i>	3	5.355.859	1.785.286	17.786	0.1638
<i>Vernik Çeşidi (C)</i>	2	14.353.937	7.176.968	71.500	0.0019
<i>Etkileşim (AC)</i>	2	957.614	478.807	0.4770	
<i>Etkileşim (BC)</i>	6	4.714.346	785.724	0.7828	
<i>Etkileşim(ABC)</i>	6	23.665.882	3.944.314	39.295	0.0028
<i>Hata</i>	48	48.181.378	1.003.779		
<i>Toplam</i>	71		106.494.909		

Buna göre, vernik çeşidi ile ağaç türü+renk açma gereci+vernik çeşidi üçlü etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $\alpha < 0,05$ ).

Malzeme çeşidine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı ortalama değerleri Çizelge 5.2’ de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Malzeme çeşidine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı ortalama değerleri (°C)

Ağaç Türü	X	HG*
<i>Doğu kayını (Dk)</i>	440.9	A
<i>Sarıçam (S)</i>	455.6	A
Renk Açma Gereci	X	HG**
<i>Kontrol (K)</i>	447.3	AB
<i>NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R1)</i>	435.9	B
<i>NaOH+Ca(OH)<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R2)</i>	460.3	A
<i>NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R3)</i>	449.4	AB
Vernik Çeşidi	X	HG***
<i>Kontrol (K)</i>	449.0	A
<i>Su Bazlı Vernik (Sb)</i>	465.1	A
<i>Sentetik Vernik (Sn)</i>	430.6	B

\*LSD=±14.89      \*\*LSD=±21.06      \*\*\*LSD=±25.79

X: Aritmetik Ortalama

HG: Homojenlik grubu

Malzeme çeşidine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı; ağaç türünde en yüksek sarıçamda (455.6), en düşük Doğu kayınında (440.9), renk açma gereçlerinde en yüksek R2' de (460.3), en düşük R1' de (435.9), vernik çeşidinde en yüksek su bazlı vernikte (465.1), en düşük sentetik vernikte (430.6) tespit edilmiştir.

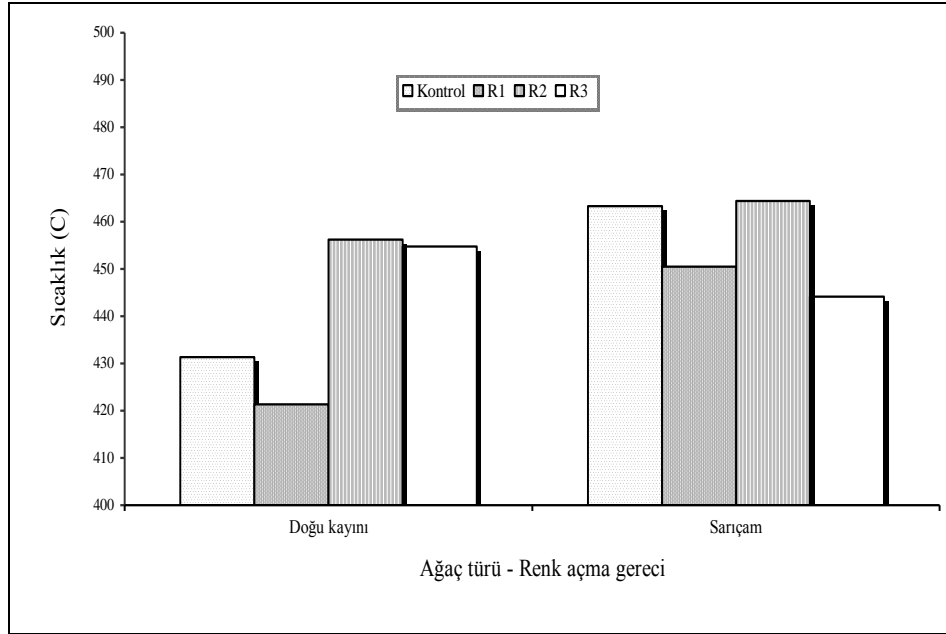
Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı ortalama değerleri Çizelge 5.3' de, buna ait grafik Şekil 5.1' de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı ortalama değerleri (°C)

Ağaç Türü+Renk Açma Gereci	X	HG*
<i>S + R2</i>	464.4	A
<i>S</i>	463.3	A
<i>Dk+R2</i>	456.2	A
<i>Dk+R3</i>	454.7	A
<i>S+R1</i>	450.5	AB
<i>S+R3</i>	444.1	AB
<i>Dk</i>	431.3	AB
<i>Dk+R1</i>	421.4	B

\*LSD = ±29.78

Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı en yüksek R2 ile renk açma işlemi yapılmış sarıçamda (464.4), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapılmış Doğu kayınında (421.4) elde edilmiştir.



Şekil 5.1. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı değişimi

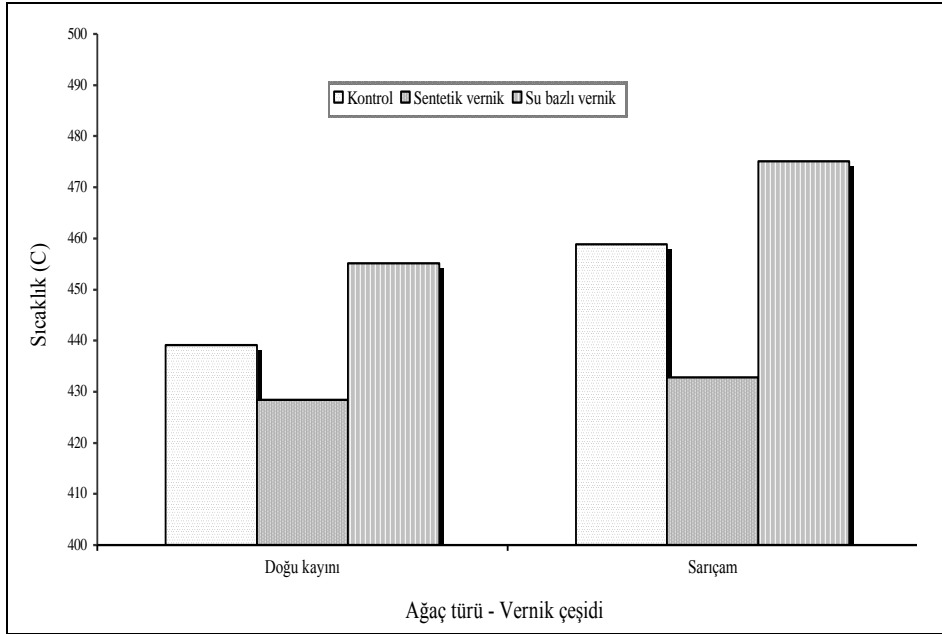
Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı ortalama değerleri Çizelge 5.4' de, buna ait grafik Şekil 5.2' de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı ortalama değerleri (°C)

Ağaç Türü + Vernük Çeşidi	X	HG*
<i>S+Sb</i>	475.1	A
<i>S</i>	458.8	AB
<i>Dk+Sb</i>	455.1	ABC
<i>Dk</i>	439.1	BC
<i>S+Sn</i>	432.8	BC
<i>Dk+Sn</i>	428.4	C

\*LSD = ±25.79

Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı en yüksek su bazlı vernük ile kaplanmış sarıçamda (475.1), en düşük sentetik vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (428.4) elde edilmiştir.



Şekil 5.2. Ağaç türü-vernik çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı değişimi

Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı ortalama değerleri Çizelge 5.5' te, buna ait grafik Şekil 5.3' te verilmiştir.

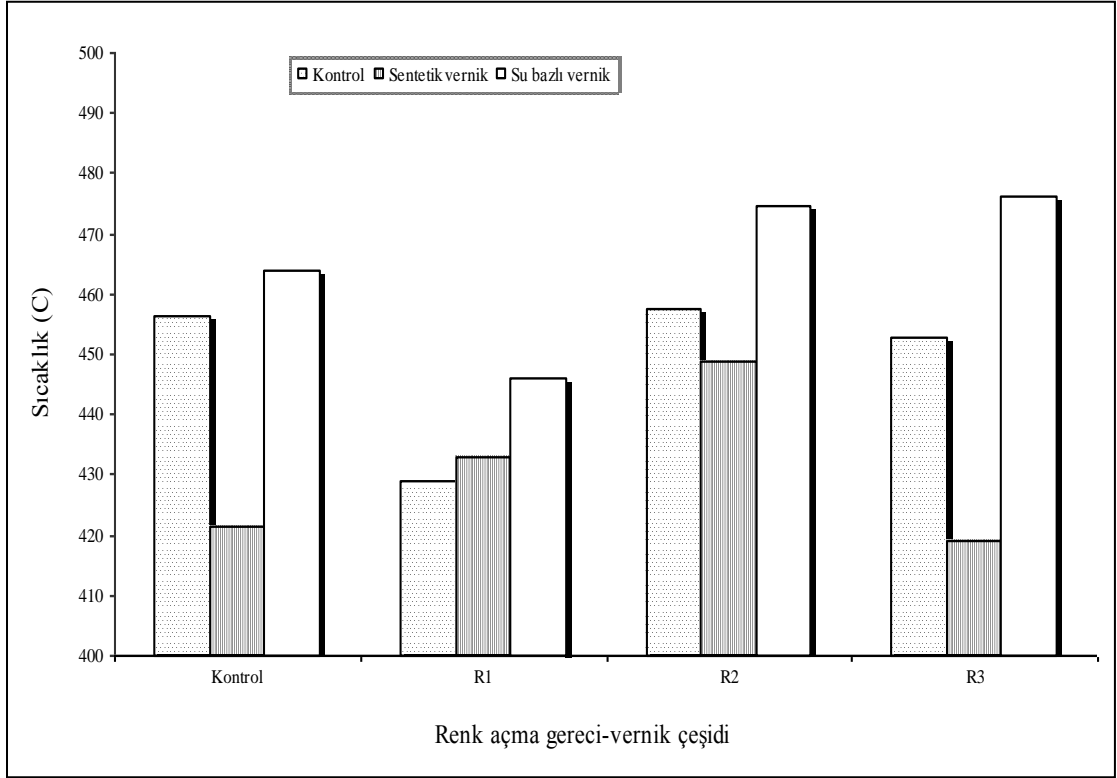
Çizelge 5.5. Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı ortalama değerleri (°C)

Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
<i>R3+Sb</i>	476.3	A
<i>R2+Sb</i>	474.5	AB
<i>Sb</i>	463.9	ABC
<i>R2</i>	457.5	ABCD
<i>K</i>	456.5	ABCD
<i>R3</i>	452.9	ABCD
<i>R2+Sn</i>	448.8	ABCD
<i>R1+Sb</i>	445.9	ABCD
<i>R1+Sn</i>	432.9	BCD
<i>R1</i>	428.9	CD
<i>Sn</i>	421.6	CD
<i>R3+Sn</i>	419.0	D

\*LSD = ±36.47



Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı en yüksek R3 ile renk açma işlemi yapılmış su bazlı vernükte (476.3), en düşük R3 ile renk açma işlemi yapılmış sentetik vernükte (419.0) elde edilmiştir.



Şekil 5.3. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı değışimi

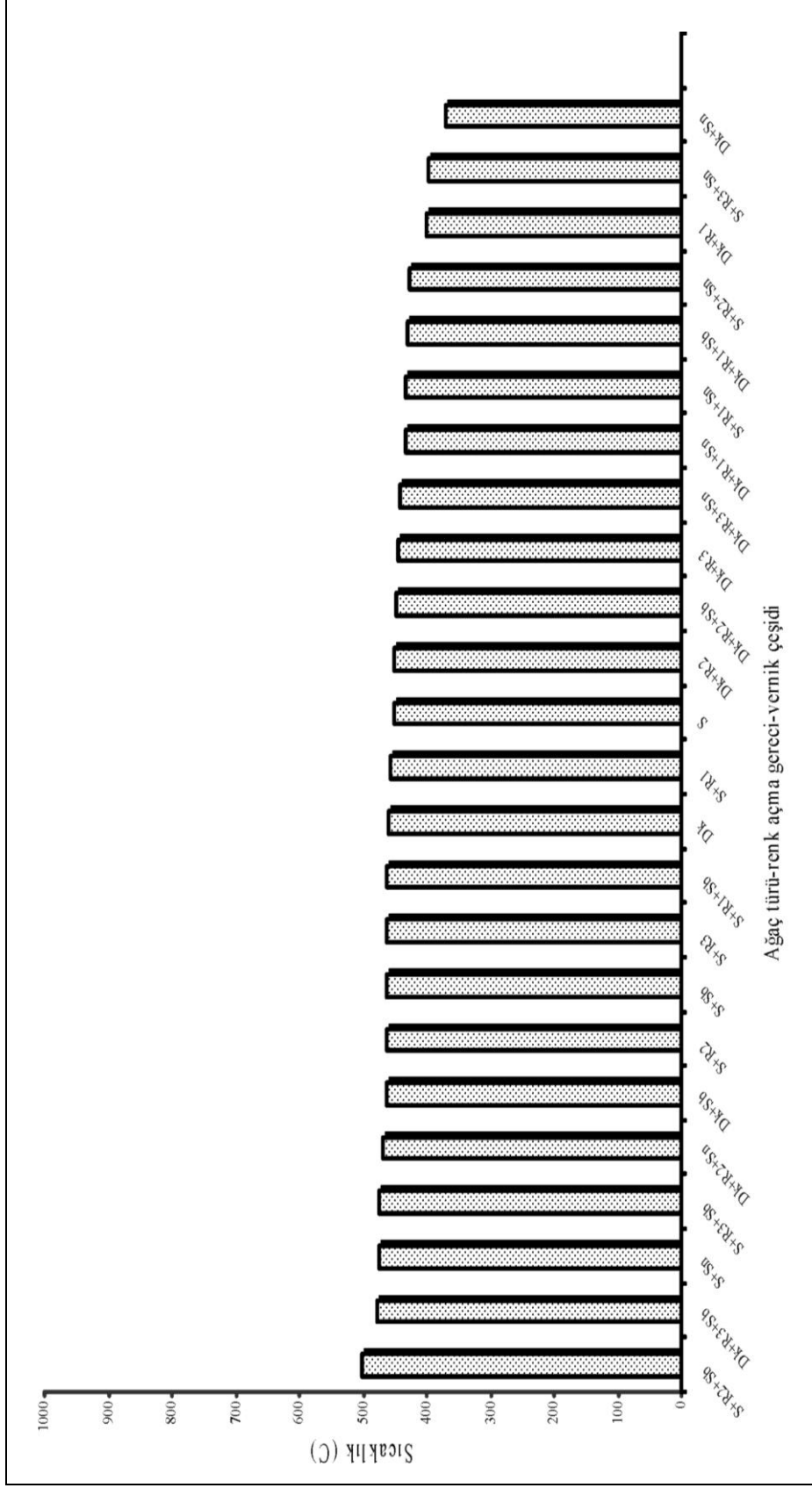
Alev kaynaklı yanma sıcaklığına ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 5.6' da, buna ait grafik Şekil 5.4' te verilmiştir.

Çizelge 5.6. Alev kaynaklı yanma sıcaklığına ilişkin Duncan testi sonuçları (°C)

Ağaç Türü + Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
<i>S+R2+Sb</i>	501.3	A
<i>Dk+R3+Sb</i>	478.7	AB
<i>S+Sn</i>	474.2	AB
<i>S+R3+Sb</i>	473.9	AB
<i>Dk+R2+Sn</i>	469.6	AB
<i>Dk+Sb</i>	464.1	AB
<i>S + R2</i>	463.8	AB
<i>S+Sb</i>	463.7	AB
<i>S+R3</i>	461.9	ABC
<i>S+R1+Sb</i>	461.7	ABC
<i>Dk</i>	460.9	ABC
<i>S+R1</i>	457.5	ABCD
<i>S</i>	452.0	ABCD
<i>Dk+R2</i>	451.3	ABCD
<i>Dk+R2+Sb</i>	447.7	ABCD
<i>Dk+R3</i>	443.9	ABCD
<i>Dk+R3+Sn</i>	441.5	ABCD
<i>Dk+R1+Sn</i>	433.6	BCD
<i>S+R1+Sn</i>	432.3	BCD
<i>Dk+R1+Sb</i>	430.2	BCD
<i>S+R2+Sn</i>	428.1	BCD
<i>Dk+R1</i>	400.3	CDE
<i>S+R3+Sn</i>	396.5	DE
<i>Dk+Sn</i>	368.9	E

\*LSD = ±36.47

Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı en yüksek R2 ile renk açma işlemi yapıp, su bazlı vernük ile kaplanmış sarıçamda (501.3), en düşük sentetik vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (368.9) elde edilmiştir.



Şekil 5.4. Ağaç türü-renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı değişimi

### 5.1.2. Kendi kendine yanma sıcaklığı

Ağaç türü, renk açma gereci ve vernik çeşidinin kendi kendine yanma sıcaklığına etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 5.7' de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Kendi kendine yanma sıcaklığına ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P $\alpha < 0,05$
<i>Ağaç Türü (A)</i>	1	22951.536	22951.536	23.5464	0.0000
<i>Renk Açma Gereci (B)</i>	3	6875.174	2291.725	2.3511	0.0840
<i>Etkileşim (AB)</i>	3	13910.986	4636.995	4.7572	0.0055
<i>Vernik Çeşidi (C)</i>	2	967.377	483.688	0.4962	
<i>Etkileşim (AC)</i>	2	5267.481	2633.741	2.7020	0.0773
<i>Etkileşim (BC)</i>	6	16002.377	2667.063	2.7362	0.0228
<i>Etkileşim(ABC)</i>	6	12979.171	2163.195	2.2193	0.0571
<i>Hata</i>	48	46787.438	974.738		
<i>Toplam</i>	71		125741.540		

Buna göre, ağaç türü ile ağaç türü+renk açma gereci ve renk açma gereci+vernik çeşidi etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $\alpha < 0,05$ ).

Malzeme çeşidine göre kendi kendine yanma sıcaklığı ortalama değerleri Çizelge 5.8' de verilmiştir.

Çizelge 5.8. Malzeme çeşidine göre kendi kendine yanma sıcaklığı ortalama değerleri (°C)

Ağaç Türü	X	HG*
<i>Doğu kayını (Dk)</i>	586.6	B
<i>Sarıçam (S)</i>	622.3	A
Renk Açma Gereci	X	HG**
<i>Kontrol (K)</i>	611.2	AB
<i>NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R1)</i>	596.9	AB
<i>NaOH+Ca(OH)<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R2)</i>	593.0	B
<i>NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R3)</i>	616.6	A
Vernik Çeşidi	X	HG***
<i>Kontrol (K)</i>	606.9	A
<i>Su Bazlı Vernik (Sb)</i>	599.2	A
<i>Sentetik Vernik (Sn)</i>	607.2	A

\*LSD = ± 14.67    \*\*LSD = ± 20.75    \*\*\*LSD = ± 17.97  
X: Aritmetik Ortalama    HG: Homojenlik grubu

Malzeme çeşidine göre kendi kendine yanma sıcaklığı; ağaç türünde en yüksek sarıçamda (622.3), en düşük Doğu kayınında (586.6), renk açma gereçlerinde en yüksek R3' te (616.6), en düşük R2' de (593.0), vernik çeşidinde en yüksek sentetik vernikte (607.2), en düşük su bazlı vernikte (599.2) tespit edilmiştir.

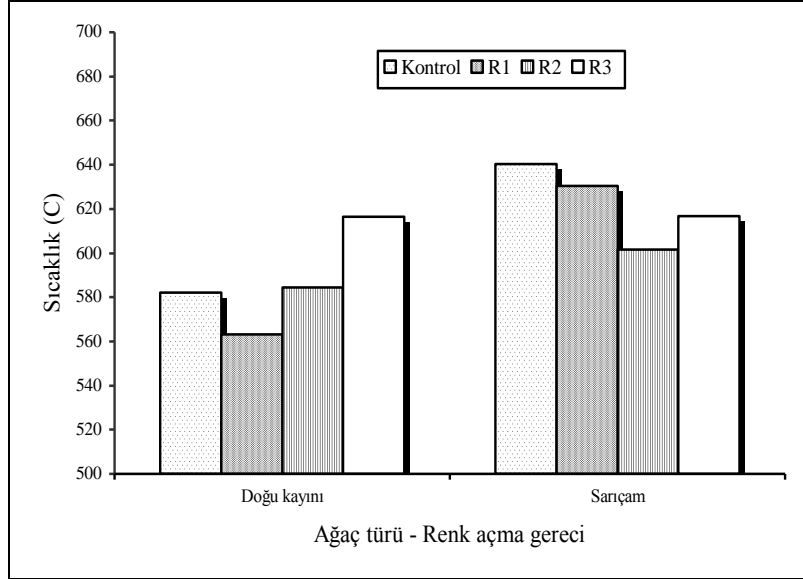
Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı ortalama değerleri Çizelge 5.9' da, buna ait grafik Şekil 5.5' de verilmiştir.

Çizelge 5.9. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı ortalama değerleri (°C)

Ağaç Türü+Renk Açma Gereci	X	HG*
<i>S</i>	640.3	A
<i>S+R1</i>	630.5	AB
<i>S+R3</i>	616.8	AB
<i>Dk+R3</i>	616.4	AB
<i>S +R2</i>	601.5	BC
<i>Dk+R2</i>	584.5	CD
<i>Dk</i>	582.1	CD
<i>Dk+R1</i>	563.3	D

\*LSD = ±29.35

Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı en yüksek sarıçamda (640.3), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapılmış Doğu kayınında (563.3) elde edilmiştir.



Şekil 5.5. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı değişimi

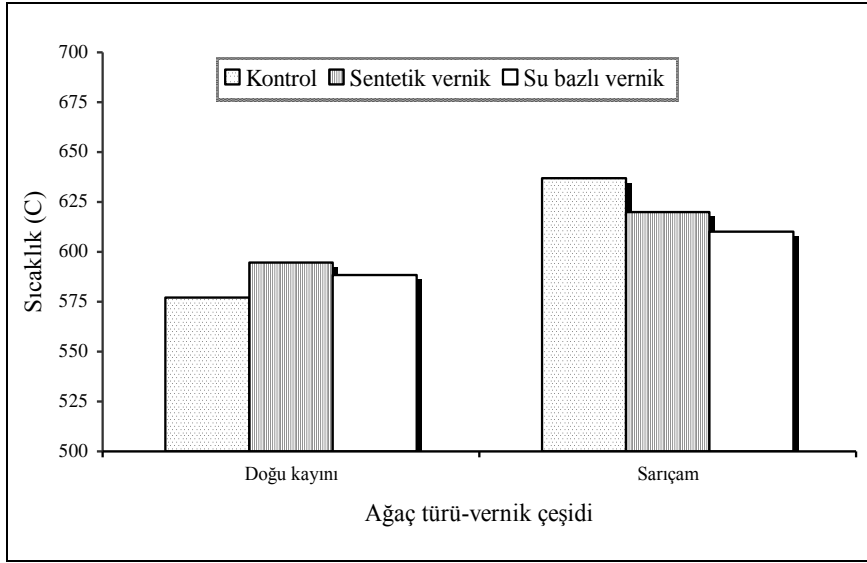
Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı ortalama değerleri Çizelge 5.10' da, buna ait grafik Şekil 5.6' da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı ortalama değerleri (°C)

Ağaç Türü + Vernük Çeşidi	X	HG*
<i>S</i>	636.8	<i>A</i>
<i>S+Sn</i>	619.9	<i>AB</i>
<i>S+Sb</i>	610.2	<i>ABC</i>
<i>Dk+Sn</i>	594.5	<i>BCD</i>
<i>Dk+Sb</i>	588.3	<i>CD</i>
<i>Dk</i>	577.0	<i>D</i>

\*LSD = ±25.41

Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı en yüksek sarıçamda (636.8), en düşük Doğu kayınında (577.0) elde edilmiştir.



Şekil 5.6. Ağaç türü-vernik çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı değişimi

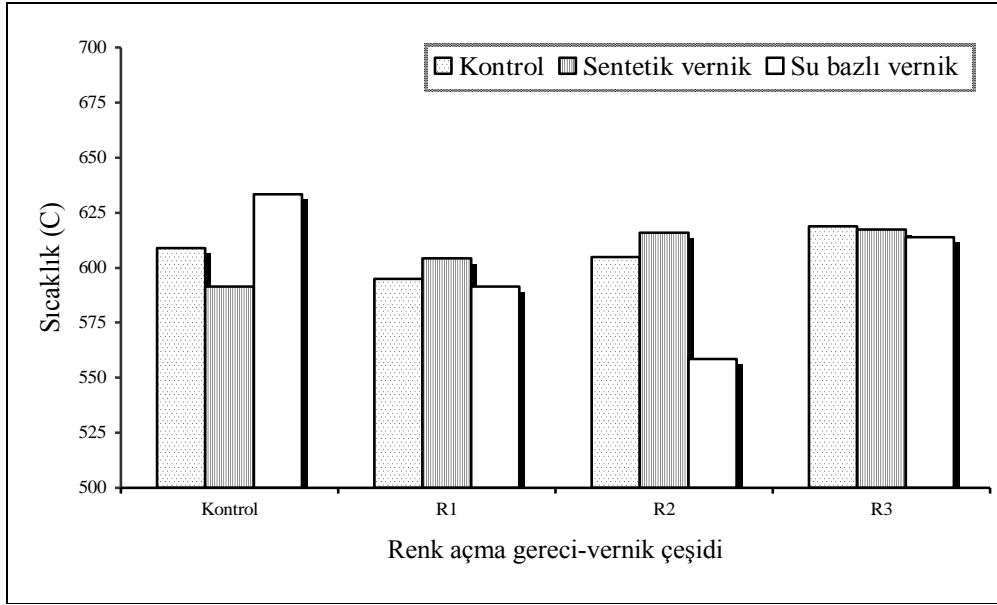
Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı ortalama değerleri Çizelge 5.11' de, buna ait grafik Şekil 5.7' de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı ortalama değerleri (°C)

Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
<i>Sb</i>	633.2	A
<i>R3</i>	618.8	A
<i>R3+Sn</i>	617.2	A
<i>R2+Sn</i>	615.8	A
<i>R3+Sb</i>	613.9	A
<i>K</i>	609.0	A
<i>R2</i>	604.7	A
<i>R1+Sn</i>	604.3	A
<i>R1</i>	595.0	AB
<i>Sn</i>	591.5	AB
<i>R1+Sb</i>	591.4	AB
<i>R2+Sb</i>	558.5	B

\*LSD = ±35.94

Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı en yüksek su bazlı vernikte (633.2), en düşük R2 ile renk açma işlemi yapılmış su bazlı vernikte (558.5) elde edilmiştir.



Şekil 5.7. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı değişimi

Kendi kendine yanma sıcaklığına ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.12' de, buna ait grafik Şekil 5.8' de verilmiştir.



Çizelge 5.12. Kendi kendine yanma sıcaklığına ilişkin Duncan testi sonuçları (°C)

Ağaç Türü + Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
<i>S</i>	647.4	<i>A</i>
<i>Dk+R3+Sn</i>	642.3	<i>AB</i>
<i>S+Sn</i>	639.5	<i>AB</i>
<i>S+R3</i>	635.5	<i>ABC</i>
<i>S+Sb</i>	634.1	<i>ABC</i>
<i>S + R2</i>	632.6	<i>ABC</i>
<i>S+R1+Sb</i>	632.3	<i>ABC</i>
<i>Dk+Sb</i>	632.3	<i>ABC</i>
<i>S+R1</i>	631.5	<i>ABC</i>
<i>S+R1+Sn</i>	627.6	<i>ABCD</i>
<i>S+R3+Sb</i>	622.9	<i>ABCDE</i>
<i>S+R2+Sn</i>	620.4	<i>ABCDE</i>
<i>Dk+R2+Sn</i>	611.2	<i>ABCDEF</i>
<i>Dk+R3+Sb</i>	604.8	<i>ABCDEFG</i>
<i>Dk+R3</i>	602.0	<i>ABCDEFGH</i>
<i>S+R3+Sn</i>	592.0	<i>ABCDEFGH</i>
<i>Dk+R1+Sn</i>	581.0	<i>BCDEFGH</i>
<i>Dk+R2</i>	576.7	<i>CDEFGH</i>
<i>Dk</i>	570.6	<i>DEFGH</i>
<i>Dk+R2+Sb</i>	565.6	<i>EFGH</i>
<i>Dk+R1</i>	558.5	<i>FGH</i>
<i>S+R2+Sb</i>	551.4	<i>FGH</i>
<i>Dk+R1+Sb</i>	550.5	<i>GH</i>
<i>Dk+Sn</i>	543.4	<i>H</i>

\*LSD = ± 50.83

Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı en yüksek sarıçamda (647.4), en düşük sentetik vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (543.4) elde edilmiştir.



### 5.1.3. Kor hali yanma sıcaklığı

Ağaç türü, renk açma gereci ve vernik çeşidinin kor hali yanma sıcaklığına etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 5.13' de verilmiştir.

Çizelge 5.13. Kor hali yanma sıcaklığına ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P $\alpha < 0,05$
<i>Ağaç Türü (A)</i>	1	1998.175	1998.175	0.5829	
<i>Renk Açma Gereci (B)</i>	3	315563.878	105187.959	30.6855	0.0000
<i>Etkileşim (AB)</i>	3	78798.175	26266.058	7.6623	0.0003
<i>Vernik Çeşidi (C)</i>	2	27389.753	13694.877	3.9951	0.0248
<i>Etkileşim (AC)</i>	2	35525.013	17762.507	5.1817	0.0092
<i>Etkileşim (BC)</i>	6	105089.673	17514.946	5.1095	0.0004
<i>Etkileşim(ABC)</i>	6	98543.986	16423.998	4.7912	0.0007
<i>Hata</i>	48	164541.185	3427.941		
<i>Toplam</i>	71		827449.840		

Buna göre, ağaç türü, renk açma gereci, vernik çeşidi ve bunların karşılıklı etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $\alpha < 0,05$ ).

Malzeme çeşidine göre kor hali yanma sıcaklığı ortalama değerleri Çizelge 5.14' de verilmiştir.

Çizelge 5.14. Malzeme çeşidine göre kor hali yanma sıcaklığı ortalama değerleri (°C)

Ağaç Türü	X	HG*
<i>Doğu kayını (Dk)</i>	388.4	A
<i>Sarıçam (S)</i>	399.0	A
<b>Renk Açma Gereci</b>	<b>X</b>	<b>HG**</b>
<i>Kontrol (K)</i>	463.7	A
<i>NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R1)</i>	305.3	C
<i>NaOH+Ca(OH)<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R2)</i>	354.6	B
<i>NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R3)</i>	451.1	A
<b>Vernik Çeşidi</b>	<b>X</b>	<b>HG***</b>
<i>Kontrol (K)</i>	402.6	A
<i>Su Bazlı Vernik (Sb)</i>	411.8	A
<i>Sentetik Vernik (Sn)</i>	366.6	B

\*LSD =  $\pm 27.52$     \*\*LSD =  $\pm 38.91$     \*\*\*LSD =  $\pm 33.70$

X: Aritmetik Ortalama

HG: Homojenlik grubu

Malzeme çeşidine göre kor hali yanma sıcaklığı; ağaç türünde en yüksek sarıçamda (399.0), en düşük Doğu kayınında (388.4), renk açma gereçlerinde en yüksek kontrol örneğinde (463.7), en düşük R1' de (305.3), vernik çeşidinde en yüksek su bazlı vernikte (411.8), en düşük sentetik vernikte (366.6) çıkmıştır.

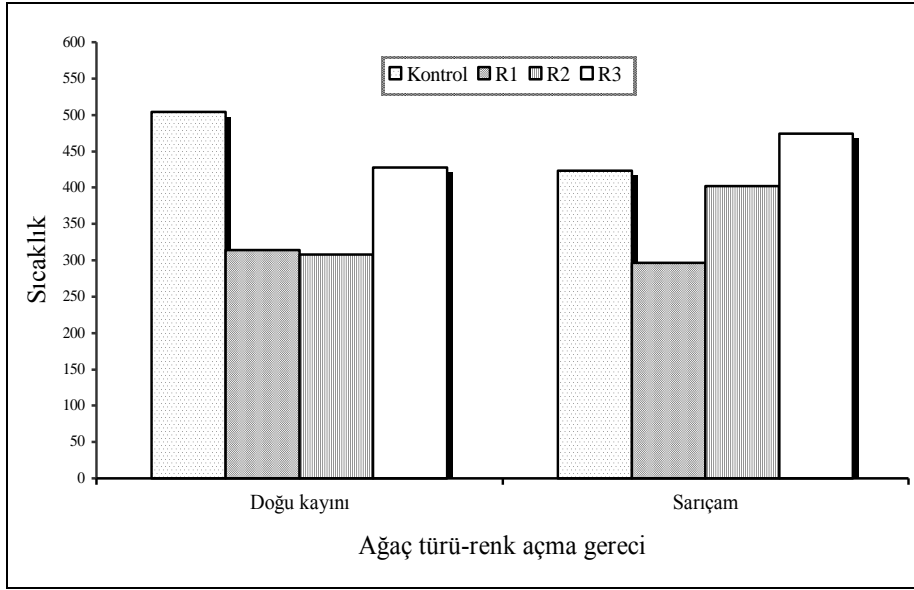
Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı ortalama değerleri Çizelge 5.15' de, buna ait grafik Şekil 5.9' da verilmiştir.

Çizelge 5.15. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı ortalama değerleri (°C)

Ağaç Türü+Renk Açma Gereci	X	HG*
<i>Dk</i>	504.1	A
<i>S+R3</i>	474.6	B
<i>Dk+R3</i>	427.6	C
<i>S</i>	423.3	C
<i>S + R2</i>	401.7	D
<i>Dk+R1</i>	314.4	E
<i>Dk+R2</i>	307.6	E
<i>S+R1</i>	296.2	E

\*LSD = ±55.03

Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı en yüksek Doğu kayınında (504.1), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapılmış sarıçamda (296.2) elde edilmiştir.



Şekil 5.9. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı değişimi

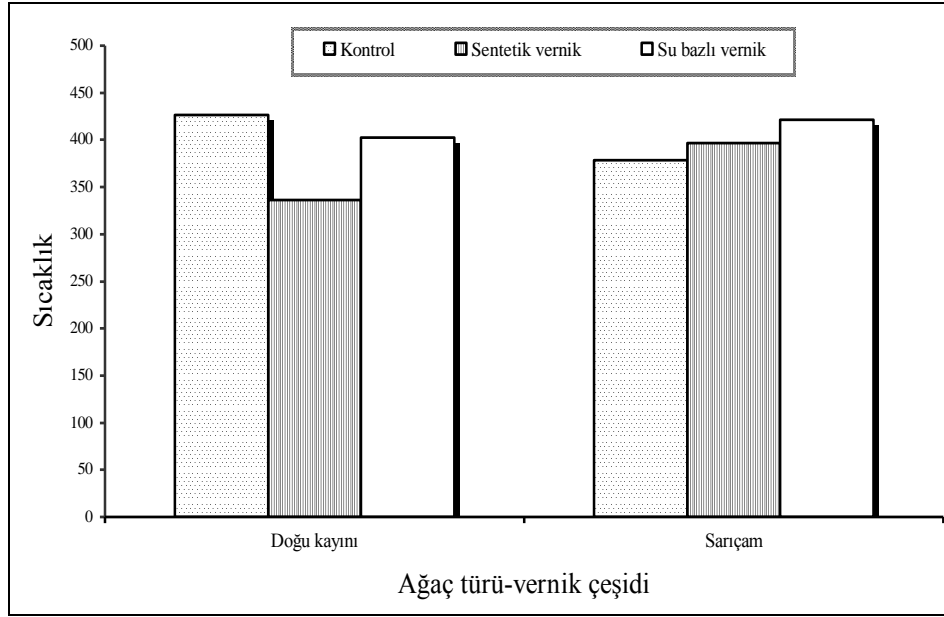
Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı ortalama değerleri Çizelge 5.16' da, buna ait grafik Şekil 5.10' da verilmiştir.

Çizelge 5.16. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı ortalama değerleri (°C)

Ağaç Türü + Vernük Çeşidi	X	HG*
<i>Dk</i>	426.4	A
<i>S+Sb</i>	421.3	A
<i>Dk+Sb</i>	402.4	A
<i>S+Sn</i>	396.7	A
<i>S</i>	378.8	AB
<i>Dk+Sn</i>	336.5	B

\*LSD = ±47.66

Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı en yüksek Doğu kayınında (426.4), en düşük sentetik vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (336.5) elde edilmiştir.



Şekil 5.10. Ağaç türü-vernik çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı değişimi

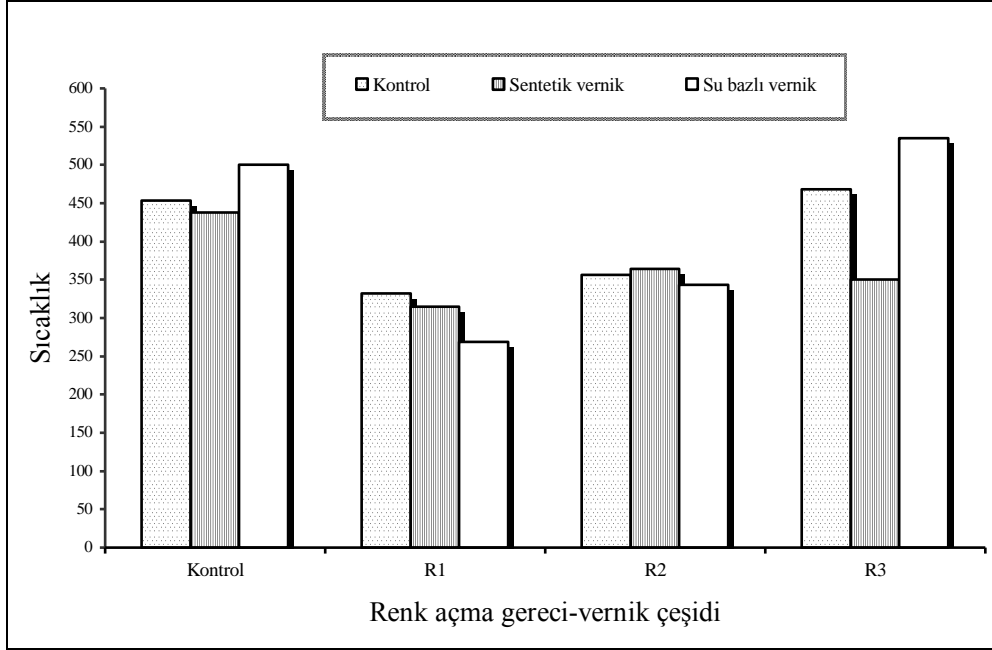
Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı ortalama değerleri Çizelge 5.17' de, buna ait grafik Şekil 5.11' de verilmiştir.

Çizelge 5.17. Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı ortalama değerleri (°C)

Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
<i>R3+Sb</i>	535.2	A
<i>Sb</i>	499.9	AB
<i>R3</i>	468.2	AB
<i>K</i>	453.6	B
<i>Sn</i>	437.7	B
<i>R2+Sn</i>	364.2	C
<i>R2</i>	356.1	C
<i>R3+Sn</i>	349.9	C
<i>R2+Sb</i>	343.6	C
<i>R1</i>	332.4	CD
<i>R1+Sn</i>	314.8	CD
<i>R1+Sb</i>	268.7	D

\*LSD = ±67.40

Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı en yüksek R3 ile renk açma işlemi yapılmış su bazlı vernükte (535.2), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapılmış su bazlı vernükte (268.7) elde edilmiştir.



Şekil 5.11. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı değişimi

Kor hali yanma sıcaklığına ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 5.18' de, buna ait grafik Şekil 5.12' de verilmiştir.

Çizelge 5.18. Kor hali yanma sıcaklığına ilişkin Duncan testi sonuçları (°C)

Ağaç Türü + Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
<i>Dk+R3+Sb</i>	572.0	A
<i>Dk+Sn</i>	516.7	AB
<i>S+Sb</i>	508.5	ABC
<i>Dk</i>	504.6	ABC
<i>S+R3+Sb</i>	498.4	ABC
<i>Dk+Sb</i>	491.2	ABCD
<i>Dk+R3</i>	475.4	ABCD
<i>S+R3+Sn</i>	464.5	ABCDE
<i>S+R3</i>	460.9	ABCDE
<i>S+R2+Sn</i>	417.2	BCDEF
<i>S+R2+Sb</i>	406.0	BCDEF
<i>S</i>	402.6	CDEF
<i>Dk+R1</i>	395.3	CDEF
<i>S + R2</i>	382.0	DEFG
<i>S+Sn</i>	358.7	EFGH
<i>S+R1+Sn</i>	346.6	FGHI
<i>Dk+R2</i>	330.3	FGHI
<i>Dk+R2+Sn</i>	311.1	FGHI
<i>Dk+R1+Sn</i>	283.0	GHI
<i>Dk+R2+Sb</i>	281.3	GHI
<i>S+R1+Sb</i>	272.4	GHI
<i>S+R1</i>	269.6	HI
<i>Dk+R1+Sb</i>	265.0	HI
<i>Dk+R3+Sn</i>	235.2	I

\*LSD=± 95.32

Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı en yüksek R3 ile renk açma işlemi yapıp su bazlı vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (572.0), en düşük R3 ile renk açma işlemi yapıp, sentetik vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (235.2) elde edilmiştir.





## 5.2. Işık Yoğunlukları

### 5.2.1. Alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu

Ağaç türü, renk açma gereci ve vernik çeşidinin alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğuna etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 5.19' da verilmiştir.

Çizelge 5.19. Alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P $\alpha < 0,05$
<i>Ağaç Türü (A)</i>	1	2278.124	2278.124	3.8438	0.0557
<i>Renk Açma Gereci (B)</i>	3	14877.935	4959.312	8.3676	0.0001
<i>Etkileşim (AB)</i>	3	47094.339	15698.113	26.4866	0.0000
<i>Vernik Çeşidi (C)</i>	2	89804.766	44902.383	75.7615	0.0000
<i>Etkileşim (AC)</i>	2	35153.609	17576.805	29.6564	0.0000
<i>Etkileşim (BC)</i>	6	61593.975	10265.663	17.3207	0.0000
<i>Etkileşim(ABC)</i>	6	30259.613	5043.269	8.5092	0.0000
<i>Hata</i>	48	28448.678	592.681		
<i>Toplam</i>	71		309511.039		

Buna göre; renk açma gereci, ağaç türü+renk açma gereci, vernik çeşidi, ağaç türü+vernik çeşidi, renk açma gereci+vernik çeşidi ve ağaç türü+renk açma gereci+vernik çeşidi etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $\alpha < 0,05$ ).

Malzeme çeşidine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 5.20' de verilmiştir.

Çizelge 5.20. Malzeme çeşidine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Ağaç Türü	X	HG*
<i>Doğu kayını (Dk)</i>	835.6	A
<i>Sarıçam (S)</i>	824.4	A
Renk Açma Gereci	X	HG**
<i>Kontrol (K)</i>	837.2	A
<i>NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R1)</i>	806.0	B
<i>NaOH+Ca(OH)<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R2)</i>	843.8	A
<i>NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R3)</i>	833.0	A
Vernik Çeşidi	X	HG***
<i>Kontrol (K)</i>	816.3	B
<i>Su Bazlı Vernik (Sb)</i>	795.2	C
<i>Sentetik Vernik (Sn)</i>	878.4	A

\*LSD = ± 11.44    \*\*LSD = ± 16.18    \*\*\*LSD = ± 14.01  
X: Aritmetik Ortalama    HG: Homojenlik grubu

Malzeme çeşidine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu; ağaç türünde en yüksek Doğu kayınında (835.6), en düşük sarıçamda (824.4), renk açma gereçlerinde en yüksek R2' de (843.8), en düşük R1' de (806.0), vernik çeşidinde en yüksek sentetik vernikte (878.4), en düşük su bazlı vernikte (795.2) çıkmıştır.

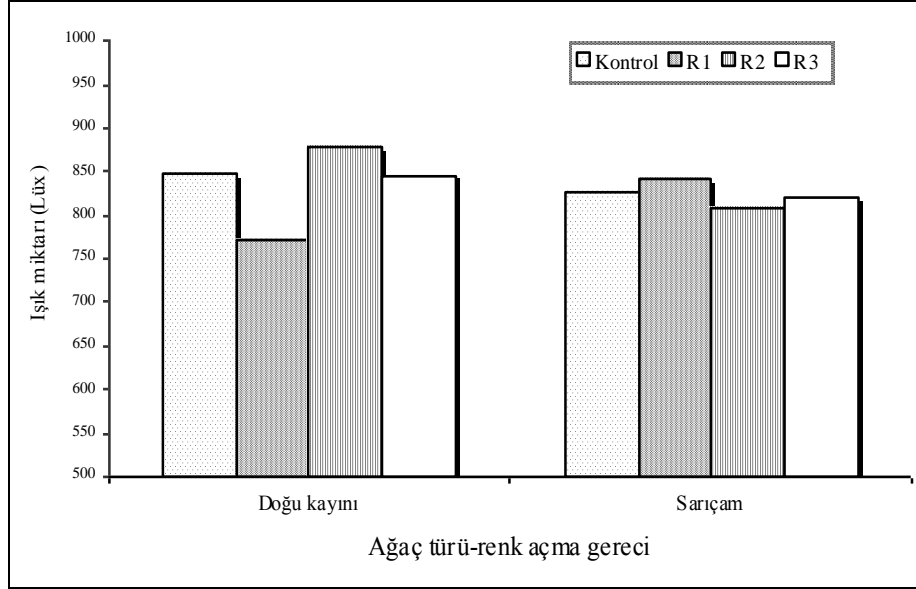
Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 5.21' de, buna ait grafik Şekil 5.13' de verilmiştir.

Çizelge 5.21. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Ağaç Türü+Renk Açma Gereci	X	HG*
<i>Dk+R2</i>	878.2	A
<i>Dk</i>	847.6	B
<i>Dk+R3</i>	846.3	B
<i>S+R1</i>	841.7	BC
<i>S</i>	826.9	BCD
<i>S+R3</i>	819.6	CD
<i>S + R2</i>	809.3	D
<i>Dk+R1</i>	770.3	E

\*LSD = ± 22.88

Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek R2 ile renk açma işlemi yapılmış Doğu kayınında (878.2), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapılmış Doğu kayınında (770.3) elde edilmiştir.



Şekil 5.13. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimi

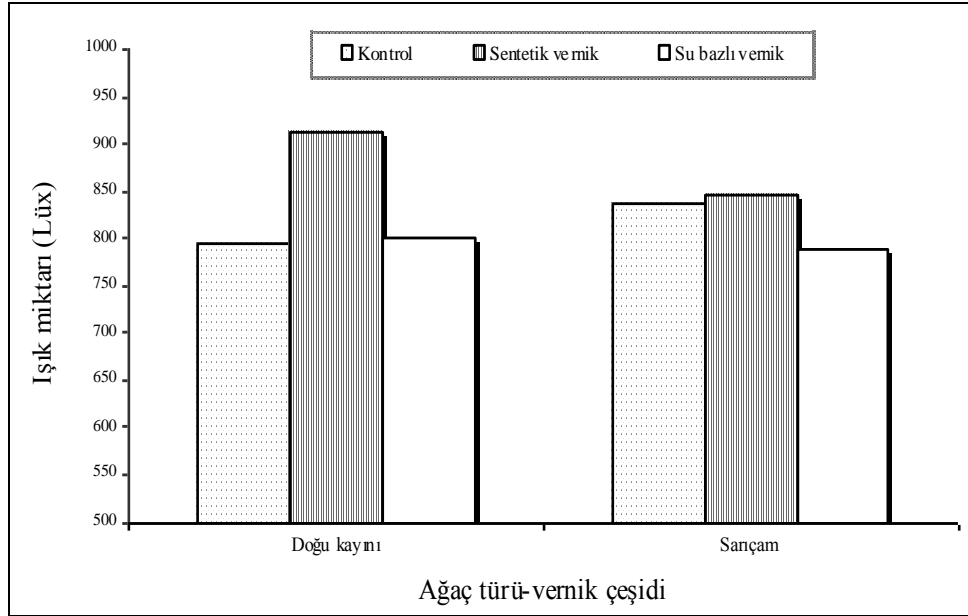
Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 5.22' de, buna ait grafik Şekil 5.14' de verilmiştir.

Çizelge 5.22. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Ağaç Türü + Vernük Çeşidi	X	HG*
<i>Dk+Sn</i>	911.4	A
<i>S+Sn</i>	845.5	B
<i>S</i>	837.5	B
<i>Dk+Sb</i>	800.3	C
<i>Dk</i>	795.2	C
<i>S+Sb</i>	790.1	C

\*LSD = ± 19,82

Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek sentetik vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (911.4), en düşük su bazlı vernük ile kaplanmış sarıçamda (790.1) elde edilmiştir.



Şekil 5.14. Ağaç türü-vernik çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimi

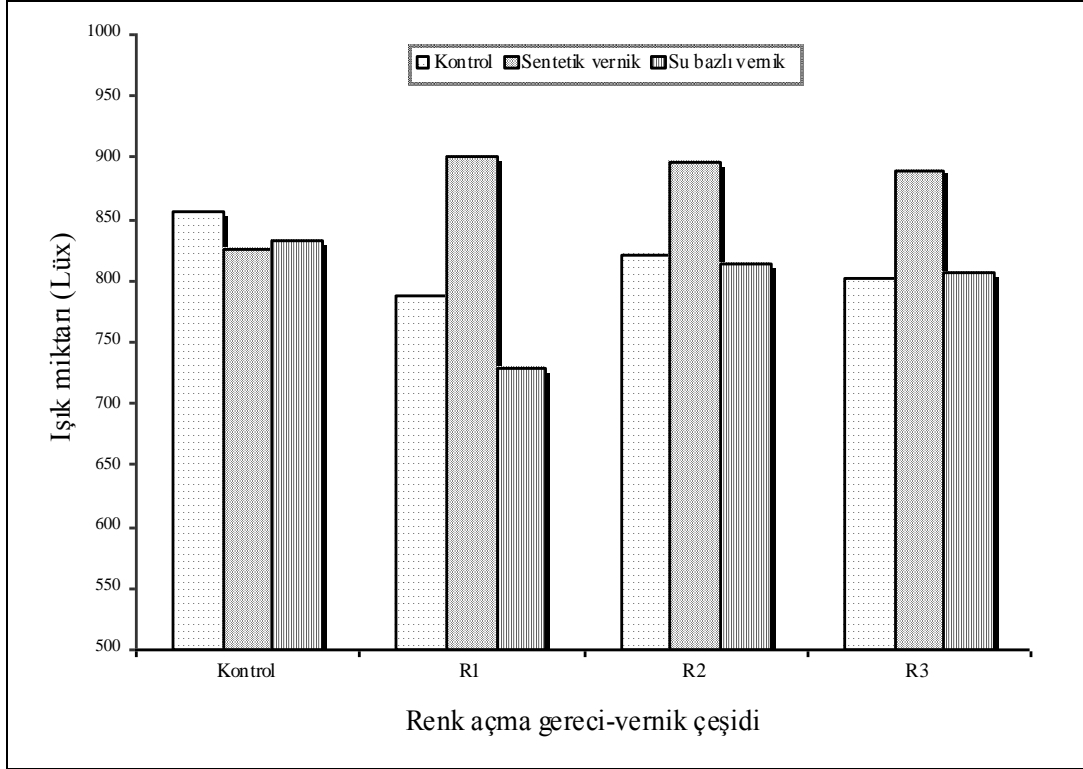
Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 5.23' de, buna ait grafik Şekil 5.15' de verilmiştir.

Çizelge 5.23. Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
<i>R1+Sn</i>	901.5	A
<i>R2+Sn</i>	897.2	A
<i>R3+Sn</i>	890.2	A
<i>K</i>	855.2	B
<i>Sb</i>	831.8	BC
<i>Sn</i>	824.8	C
<i>R2</i>	820.7	C
<i>R2+Sb</i>	813.4	CD
<i>R3+Sb</i>	807.5	CD
<i>R3</i>	801.1	CD
<i>R1</i>	788.3	D
<i>R1+Sb</i>	728.2	E

\*LSD = ± 28.03

Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek R1 ile renk açma işlemi yapılmış sentetik vernükte (901.5), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapılmış su bazlı vernükte (728.2) elde edilmiştir.



Şekil 5.15. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değışimi

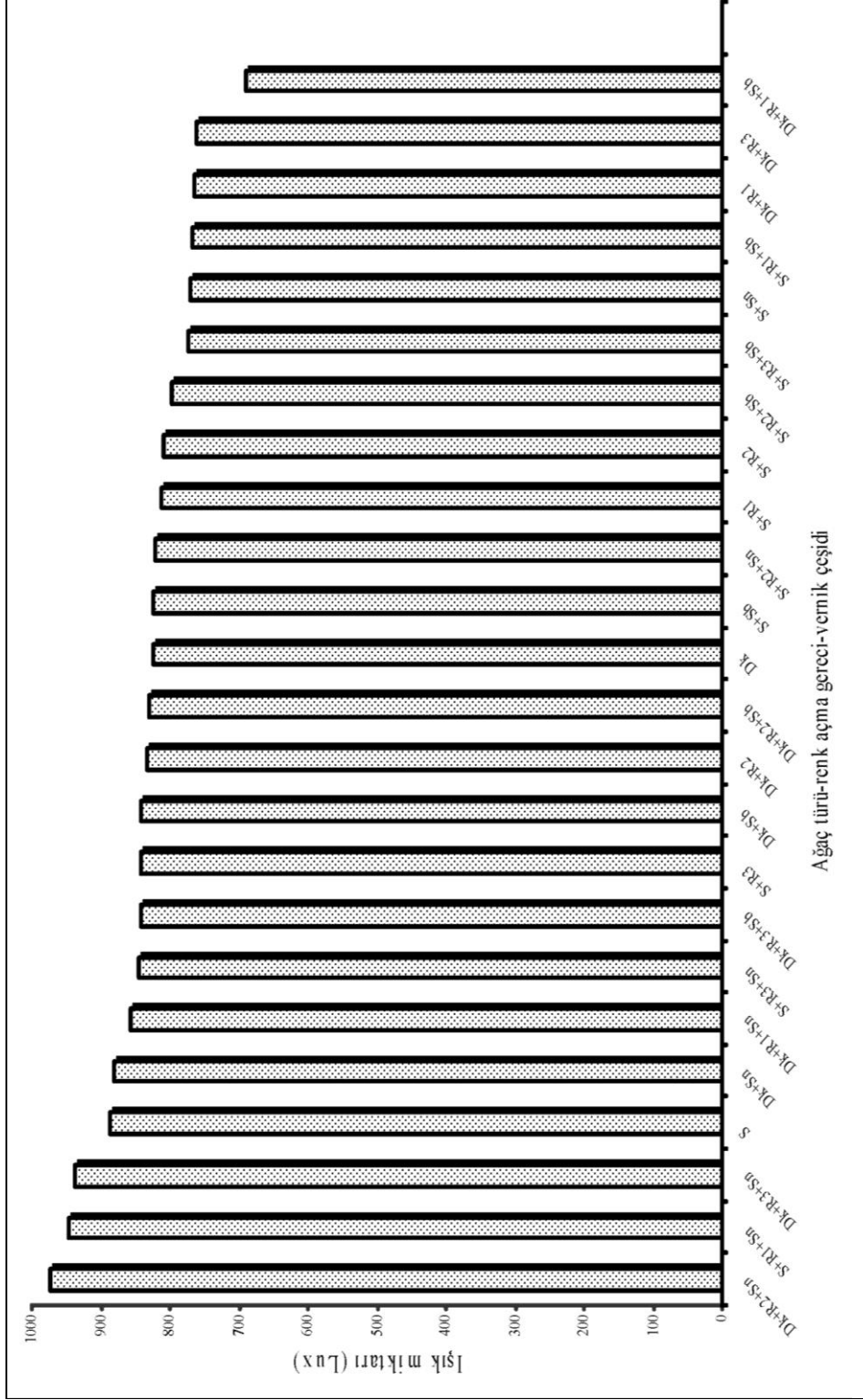
Alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğuna ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 5.24' de, buna ait grafik Şekil 5.16' da verilmiştir.

Çizelge 5.24. Alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğuna ilişkin Duncan testi sonuçları (Lüx)

Ağaç Türü + Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
<i>Dk+R2+Sn</i>	972.4	A
<i>S+R1+Sn</i>	945.8	A
<i>Dk+R3+Sn</i>	936.6	A
<i>S</i>	887.1	B
<i>Dk+Sn</i>	879.4	BC
<i>Dk+R1+Sn</i>	857.1	BCD
<i>S+R3+Sn</i>	843.9	CDE
<i>Dk+R3+Sb</i>	841.9	CDE
<i>S+R3</i>	841.8	CDE
<i>Dk+Sb</i>	840.3	CDE
<i>Dk+R2</i>	833.4	DE
<i>Dk+R2+Sb</i>	828.7	DE
<i>Dk</i>	823.2	DE
<i>S+Sb</i>	823.2	DE
<i>S+R2+Sn</i>	822.0	DE
<i>S+R1</i>	813.1	DEF
<i>S + R2</i>	808.0	EFG
<i>S+R2+Sb</i>	798.0	EFGH
<i>S+R3+Sb</i>	773.2	FGH
<i>S+Sn</i>	770.3	FGH
<i>S+R1+Sb</i>	766.1	GH
<i>Dk+R1</i>	763.6	GH
<i>Dk+R3</i>	760.4	H
<i>Dk+R1+Sb</i>	690.3	I

\*LSD = ± 39.63

Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek R2 ile renk açma işlemi yapıp, sentetik vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (972.4), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapıp, su bazlı vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (690.3) elde edilmiştir.



Şekil 5.16. Ağaç türü-renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimi



### 5.2.2. Kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu

Ağaç türü, renk açma gereci ve vernik çeşidinin kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğuna etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları izelge 5.25' de verilmiştir.

Çizelge 5.25. Kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değerı	P $\alpha < 0,05$
<i>Ağaç Türü (A)</i>	1	4333.805	4333.805	5.0874	0.0287
<i>Renk Açma Gereci (B)</i>	3	26000.673	8666.891	10.1739	0.0000
<i>Etkileşim (AB)</i>	3	53723.924	17907.975	21.0219	0.0000
<i>Vernik eşidi (C)</i>	2	108003.832	54001.916	63.3920	0.0000
<i>Etkileşim (AC)</i>	2	48145.925	24072.963	28.2589	0.0000
<i>Etkileşim (BC)</i>	6	23700.777	3950.129	4.6370	0.0009
<i>Etkileşim(ABC)</i>	6	54479.463	9079.910	10.6588	0.0000
<i>Hata</i>	48	40889.921	851.873		
<i>Toplam</i>	71		359278.318		

Buna göre; ağaç türü, renk açma gereci, vernik çeşidi ve bunların karşılıklı etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $\alpha < 0,05$ ).

Malzeme çeşidine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri izelge 5.26' da verilmiştir.

Çizelge 5.26. Malzeme çeşidine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Ağaç Türü	X	HG*
<i>Doğu kayını (Dk)</i>	765.2	B
<i>Sarıçam (S)</i>	780.7	A
Renk Açma Gereci	X	HG**
<i>Kontrol (K)</i>	781.8	A
<i>NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R1)</i>	775.3	B
<i>NaOH+Ca(OH)<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R2)</i>	792.8	A
<i>NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R3)</i>	741.9	A
Vernik Çeşidi	X	HG***
<i>Kontrol (K)</i>	742.0	B
<i>Su Bazlı Vernik (Sb)</i>	749.3	B
<i>Sentetik Vernik (Sn)</i>	827.6	A

\*LSD = ± 13.72    \*\*LSD = ± 19.40    \*\*\*LSD = ± 16.80

X: Aritmetik Ortalama

HG: Homojenlik grubu

Malzeme çeşidine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu; ağaç türünde en yüksek sarıçamda (780.7), en düşük Doğu kayınında (765.2), renk açma gereçlerinde en yüksek R2' de (792.8), en düşük R1' de (775.3), vernik çeşidinde en yüksek sentetik vernikte (827.6), en düşük kontrol örneğinde (742.0) çıkmıştır.

Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 5.27' de, buna ait grafik Şekil 5.17' de verilmiştir.

Çizelge 5.27. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Ağaç Türü+Renk Açma Gereci	X	HG*
<i>Dk+R2</i>	807.3	A
<i>S+R1</i>	795.4	A
<i>Dk+R3</i>	786.8	AB
<i>S</i>	785.3	AB
<i>S + R2</i>	778.3	AB
<i>Dk</i>	778.3	AB
<i>S+R3</i>	763.8	B
<i>Dk+R1</i>	688.3	C

\*LSD = ± 27.43

Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek R2 ile renk açma işlemi yapılmış Doğu kayınında (807.3), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapılmış Doğu kayınında (688.3) elde edilmiştir.



Şekil 5.17. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimi

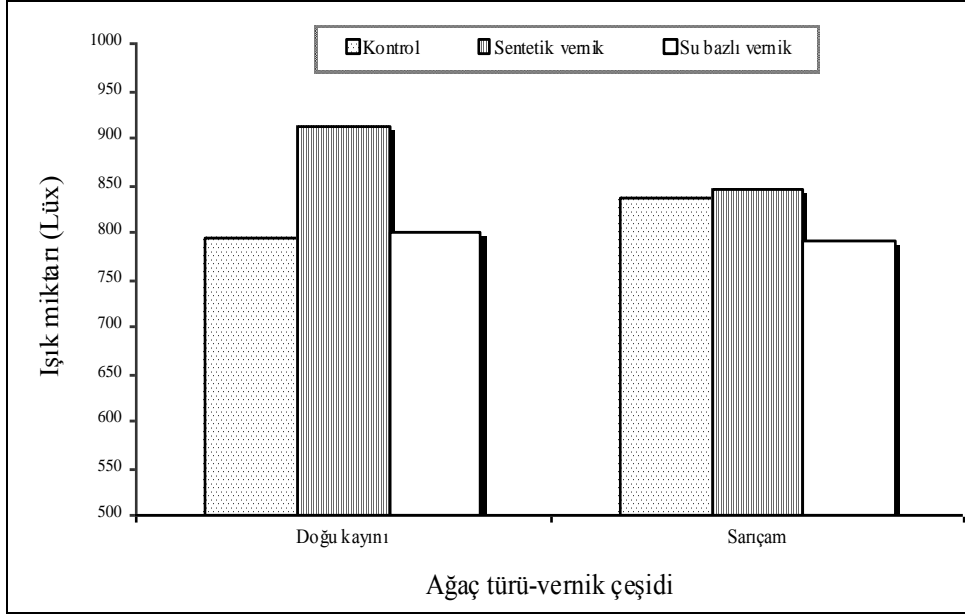
Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 5.28' de, buna ait grafik Şekil 5.18' de verilmiştir.

Çizelge 5.28. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Ağaç Türü + Vernük Çeşidi	X	HG*
<i>Dk+Sn</i>	847.8	A
<i>S+Sn</i>	807.3	B
<i>S</i>	784.2	B
<i>S+Sb</i>	750.6	C
<i>Dk+Sb</i>	747.9	C
<i>Dk</i>	699.9	D

\*LSD = ± 23.76

Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek sentetik vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (847.8), en düşük Doğu kayınında (699.9) elde edilmiştir.



Şekil 5.18. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimi

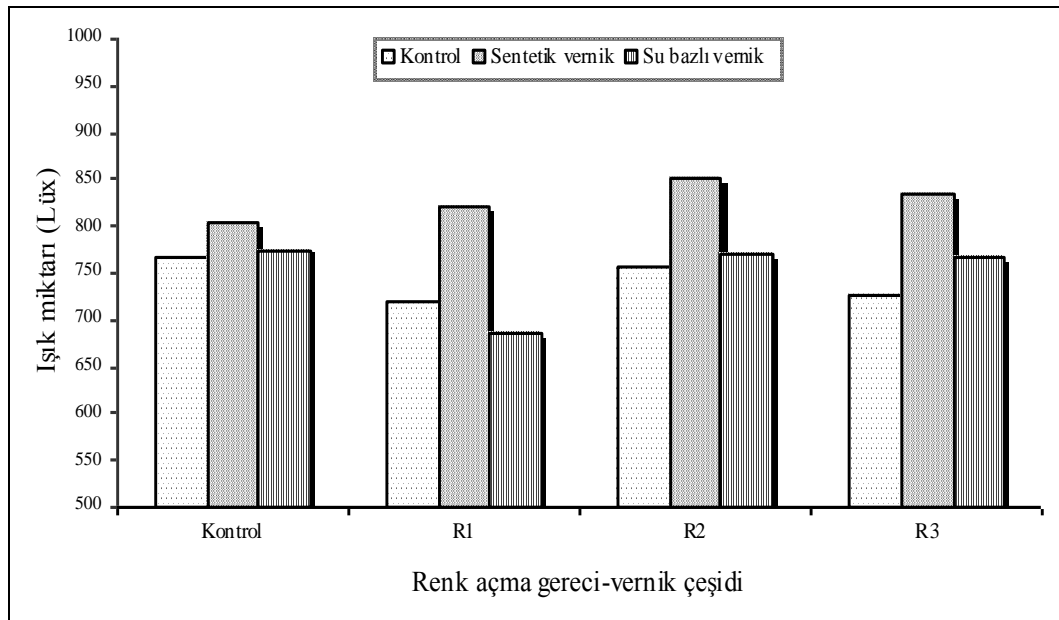
Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 5.29' da, buna ait grafik Şekil 5.19' da verilmiştir.

Çizelge 5.29. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Renk Açma Gereci + Vernük Çeşidi	X	HG*
R2+Sn	852.0	A
R3+Sn	834.5	AB
R1+Sn	820.9	AB
Sn	802.8	BC
Sb	775.3	CD
R2+Sb	769.5	CD
K	767.3	CD
R3+Sb	765.7	CD
R2	757.0	DE
R3	725.7	EF
R1	718.1	FG
R1+Sb	686.7	G

\*LSD = ± 33.60

Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek R2 ile renk açma işlemi yapılmış sentetik vernükte (852.0), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapılmış su bazlı vernükte (686.7) elde edilmiştir.



Şekil 5.19. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimi

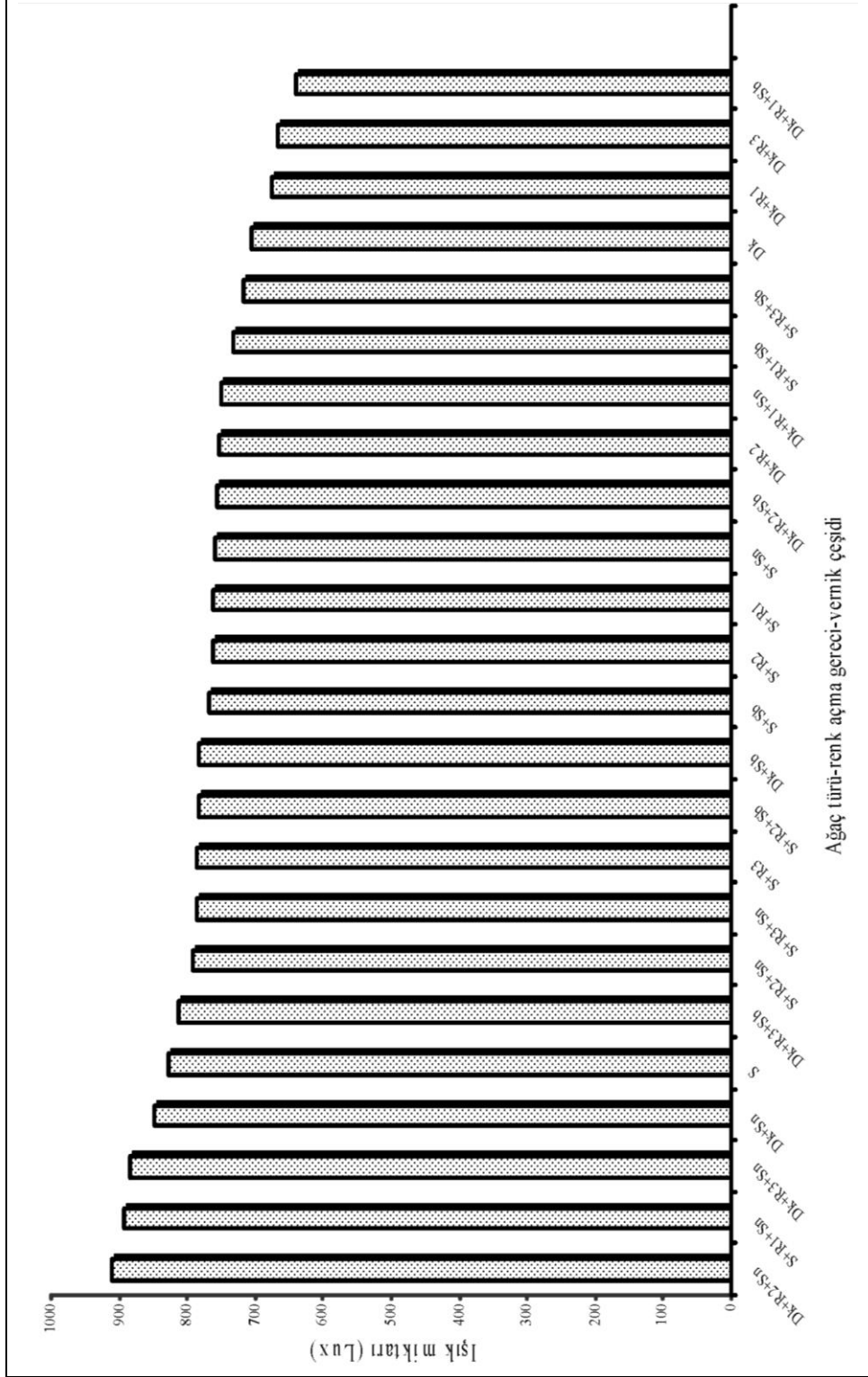
Kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğuna ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 5.30' da, buna ait grafik Şekil 5.20' de verilmiştir.

Çizelge 5.30. Kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğuna ilişkin Duncan testi sonuçları (Lüx)

Ağaç Türü + Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
<i>Dk+R2+Sn</i>	912.0	A
<i>S+R1+Sn</i>	892.4	AB
<i>Dk+R3+Sn</i>	882.5	AB
<i>Dk+Sn</i>	847.2	BC
<i>S</i>	828.3	CD
<i>Dk+R3+Sb</i>	812.8	CDE
<i>S+R2+Sn</i>	792.0	DEF
<i>S+R3+Sn</i>	786.6	DEFG
<i>S+R3</i>	786.2	DEFG
<i>S+R2+Sb</i>	781.6	DEFG
<i>Dk+Sb</i>	781.4	DEFG
<i>S+Sb</i>	769.2	EFGH
<i>S + R2</i>	761.4	EFGHI
<i>S+R1</i>	760.7	EFGHI
<i>S+Sn</i>	758.4	EFGHI
<i>Dk+R2+Sb</i>	757.3	EFGHI
<i>Dk+R2</i>	752.6	FGHI
<i>Dk+R1+Sn</i>	749.4	FGHI
<i>S+R1+Sb</i>	733.2	GHI
<i>S+R3+Sb</i>	718.5	HIJ
<i>Dk</i>	706.3	IJK
<i>Dk+R1</i>	675.4	JKL
<i>Dk+R3</i>	665.2	KL
<i>Dk+R1+Sb</i>	640.1	L

\*LSD = ± 39.63

Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek R2 ile renk açma işlemi yapılıp, sentetik vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (912.0), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapılıp, su bazlı vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (640.1) elde edilmiştir.



Şekil 5.20. Ağaç türü-renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimi

### 5.2.3. Kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu

Ağaç türü, renk açma gereci ve vernik çeşidinin kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğuna etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 5.31' de verilmiştir.

Çizelge 5.31. Kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P $\alpha < 0,05$
<i>Ağaç Türü (A)</i>	1	251.628	251.628	0.5265	
<i>Renk Açma Gereci (B)</i>	3	16195.749	5398.583	11.2967	0.0000
<i>Etkileşim (AB)</i>	3	36634.571	12211.524	25.5530	0.0000
<i>Vernik Çeşidi (C)</i>	2	102617.330	51308.665	107.3648	0.0000
<i>Etkileşim (AC)</i>	2	18259.304	9129.652	19.1041	0.0000
<i>Etkileşim (BC)</i>	6	32523.926	5420.654	11.3429	0.0000
<i>Etkileşim(ABC)</i>	6	39408.521	6568.087	13.7439	0.0000
<i>Hata</i>	48	22938.763	477.891		
<i>Toplam</i>	71		268829.792		

Buna göre, ağaç türü, renk açma gereci, vernik çeşidi ve bunların karşılıklı etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $\alpha < 0,05$ ).

Malzeme çeşidine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 5.32' de verilmiştir.



Çizelge 5.32. Malzeme çeşidine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Ağaç Türü	X	HG*
<i>Doğu kayını (Dk)</i>	839.9	A
<i>Sarıçam (S)</i>	836.1	A
Renk Açma Gereci	X	HG**
<i>Kontrol (K)</i>	848.3	AB
<i>NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R1)</i>	815.2	C
<i>NaOH+Ca(OH)<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R2)</i>	854.2	A
<i>NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R3)</i>	834.3	B
Vernik Çeşidi	X	HG***
<i>Kontrol (K)</i>	818.1	B
<i>Su Bazlı Vernik (Sb)</i>	805.0	C
<i>Sentetik Vernik (Sn)</i>	890.8	A

\*LSD = ± 10.27 \*\*LSD = ± 14.53 \*\*\*LSD = ± 12.58

X: Aritmetik Ortalama

HG: Homojenlik grubu

Malzeme çeşidine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu; ağaç türünde en yüksek Doğu kayınında (839.9), en düşük sarıçamda (836.1), renk açma gereçlerinde en yüksek R2' de (854.2) en düşük R1' de (815.2), vernik çeşidinde en yüksek sentetik vernikte (890.8), en düşük su bazlı vernikte (805.0) çıkmıştır.

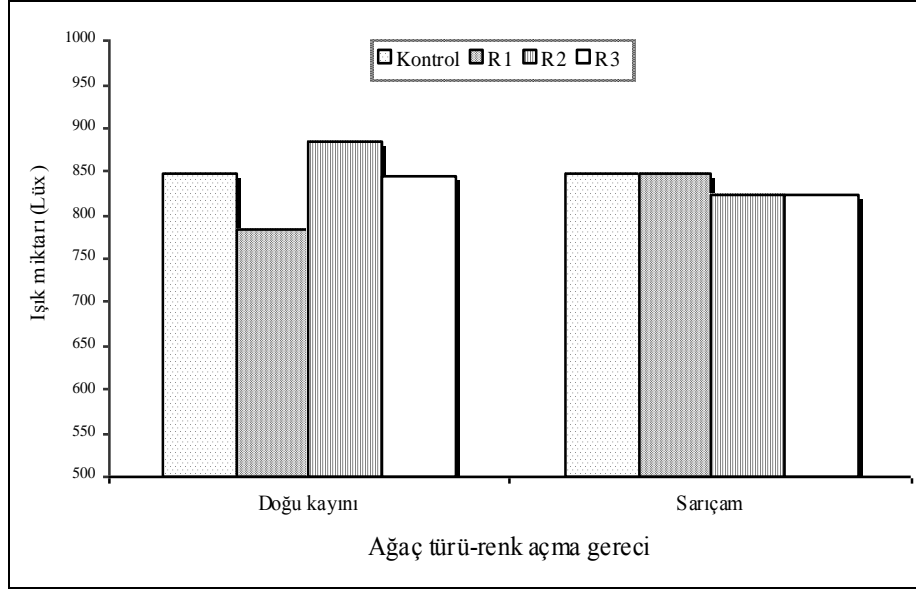
Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 5.33' de, buna ait grafik Şekil 5.21' de verilmiştir.

Çizelge 5.33. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Ağaç Türü+Renk Açma Gereci	X	HG*
<i>Dk+R2</i>	883.7	A
<i>S</i>	848.8	B
<i>S+R1</i>	847.7	B
<i>Dk</i>	847.7	B
<i>Dk+R3</i>	845.3	B
<i>S + R2</i>	824.6	C
<i>S+R3</i>	823.3	C
<i>Dk+R1</i>	782.7	D

\*LSD = ± 20.55

Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek R2 ile renk açma işlemi yapılmış Doğu kayınında (883.7), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapılmış Doğu kayınında (782.7) elde edilmiştir.



Şekil 5.21. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimi

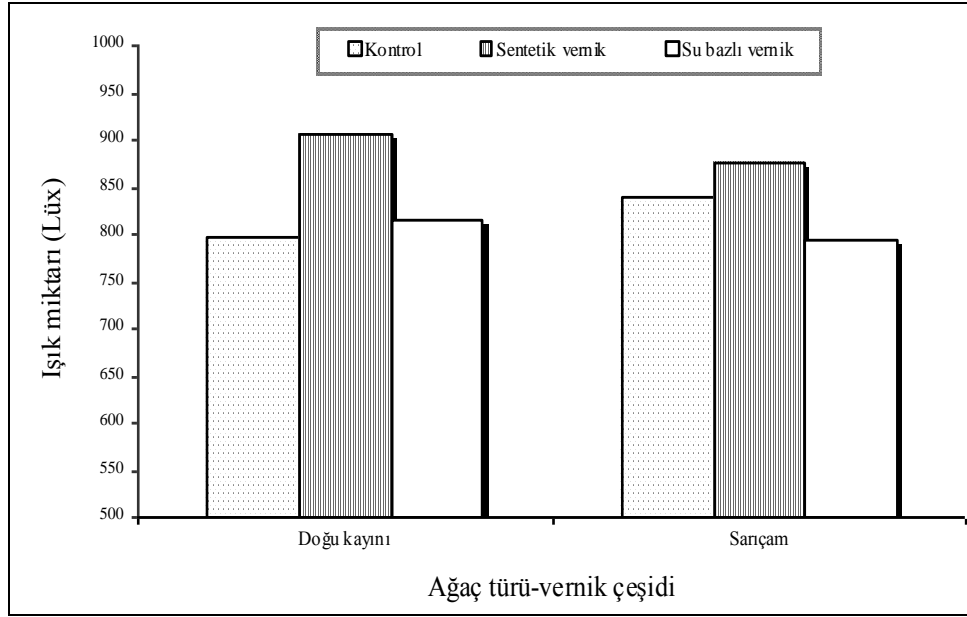
Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 5.34' de, buna ait grafik Şekil 5.22' de verilmiştir.

Çizelge 5.34. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Ağaç Türü + Vernük Çeşidi	X	HG*
<i>Dk+Sn</i>	906.5	A
<i>S+Sn</i>	875.2	B
<i>S</i>	838.5	C
<i>Dk+Sb</i>	815.4	D
<i>Dk</i>	797.6	E
<i>S+Sb</i>	794.7	E

\*LSD = ± 17.79

Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek sentetik vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (906.5), en düşük su bazlı vernük ile kaplanmış sarıçamda (794.7) elde edilmiştir.



Şekil 5.22. Ağaç türü-vernik çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimi

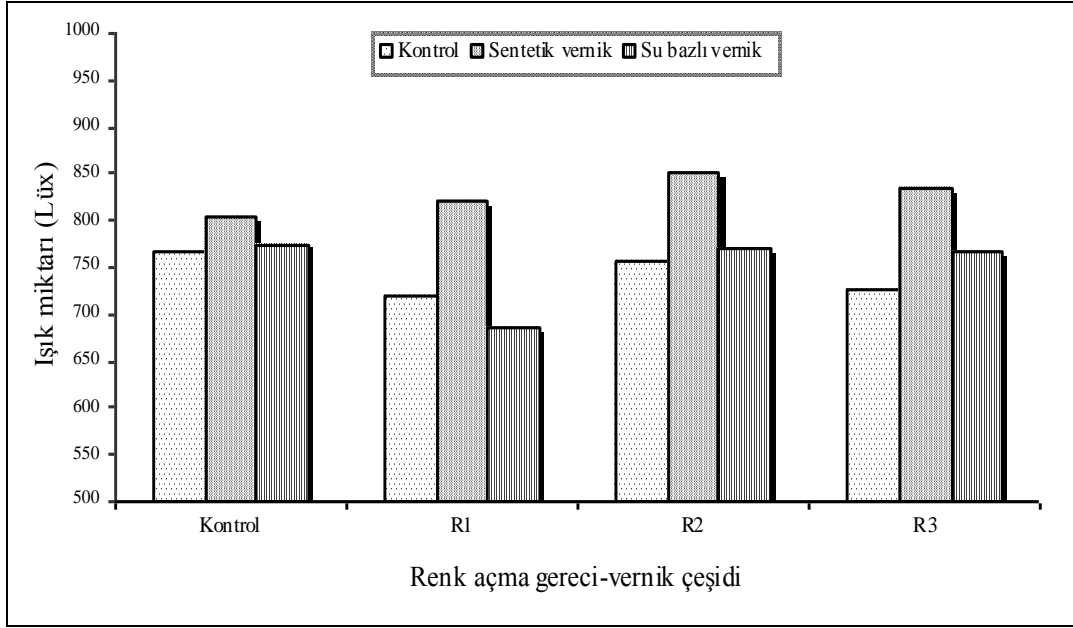
Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri Çizelge 5.35’ de, buna ait grafik Şekil 5.23’ de verilmiştir.

Çizelge 5.35. Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu ortalama değerleri (Lüx)

Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
R2+Sn	910.1	A
R1+Sn	909.1	A
R3+Sn	878.9	B
Sn	865.3	BC
K	852.2	CD
Sb	827.3	DE
R2	827.1	DE
R2+Sb	825.2	DE
R3+Sb	819.1	E
R3	805.0	EF
R1	788.0	F
R1+Sb	748.5	G

\*LSD = ± 25.17

Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek R2 ile renk açma işlemi yapılmış sentetik vernikte (910.1), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapılmış su bazlı vernikte (748.5) elde edilmiştir.



Şekil 5.23. Renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağı ışık yoğunluğu değışimi

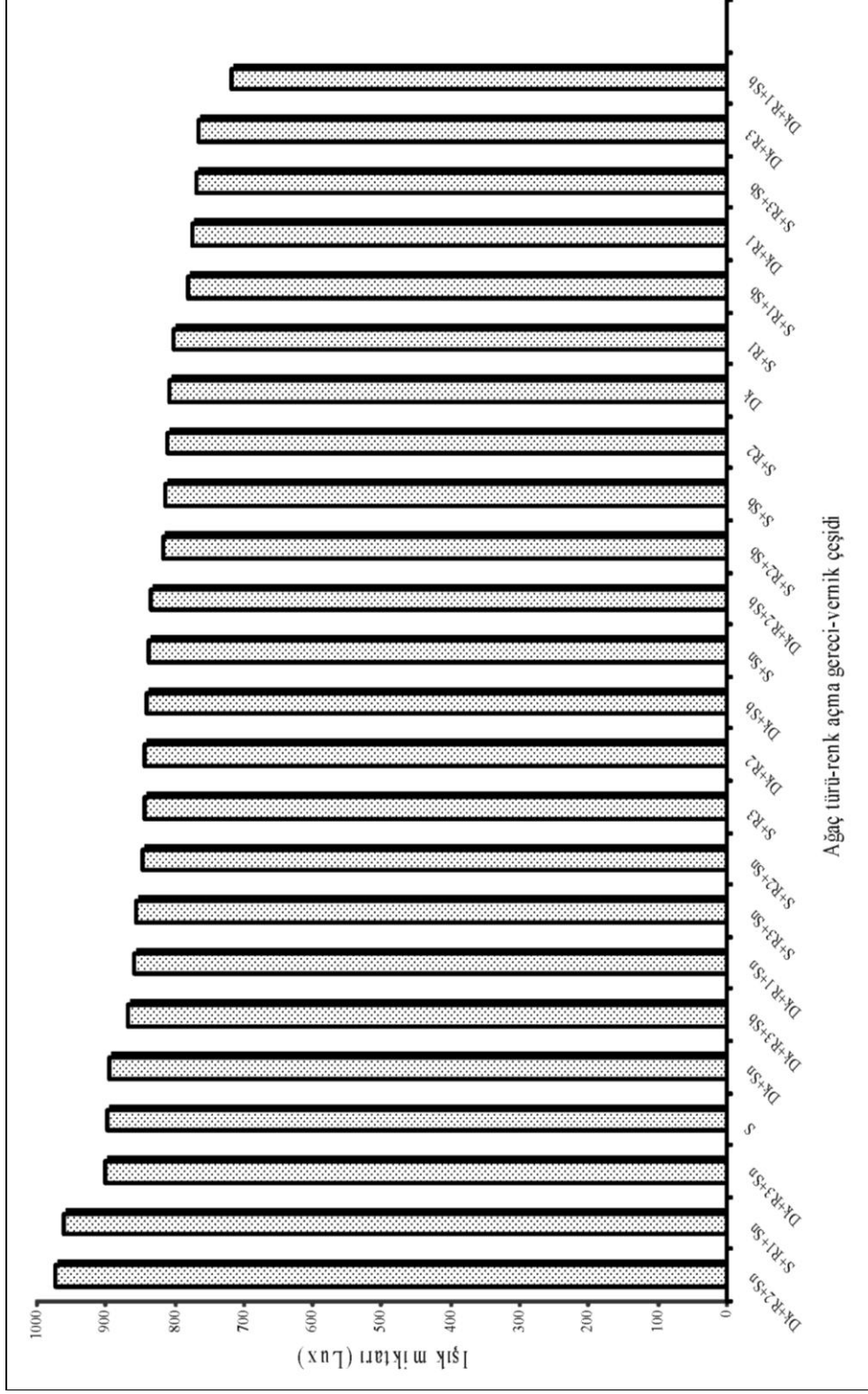
Kor hali yanmaya bağı ışık yoğunluğuna ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 5.36' da, buna ait grafik Şekil 5.24' de verilmiştir.

Çizelge 5.36. Kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğuna ilişkin Duncan testi sonuçları (Lüx)

Ağaç Türü + Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
<i>Dk+R2+Sn</i>	972.6	A
<i>S+R1+Sn</i>	960.8	A
<i>Dk+R3+Sn</i>	901.8	B
<i>S</i>	896.4	B
<i>Dk+Sn</i>	894.2	BC
<i>Dk+R3+Sb</i>	869.2	BCD
<i>Dk+R1+Sn</i>	857.4	CDE
<i>S+R3+Sn</i>	855.9	CDE
<i>S+R2+Sn</i>	847.7	DEF
<i>S+R3</i>	845.1	DEF
<i>Dk+R2</i>	843.9	DEFG
<i>Dk+Sb</i>	841.0	DEFG
<i>S+Sn</i>	836.4	DEFG
<i>Dk+R2+Sb</i>	834.7	DEFG
<i>S+R2+Sb</i>	815.8	EFGH
<i>S+Sb</i>	813.7	FGHI
<i>S + R2</i>	810.4	FGHI
<i>Dk</i>	807.9	FGHIJ
<i>S+R1</i>	802.2	GHIJK
<i>S+R1+Sb</i>	780.1	HIJK
<i>Dk+R1</i>	773.8	IJK
<i>S+R3+Sb</i>	769.0	JK
<i>Dk+R3</i>	764.9	K
<i>Dk+R1+Sb</i>	716.9	L

\*LSD = ± 35.59

Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek R2 ile renk açma işlemi yapıp, sentetik vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (972.6), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapıp, su bazlı vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (716.9) elde edilmiştir.



Şekil 5.24. Ağaç türü-renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu değişimi

### 5.3. Yanma Kayıpları

Ağaç türü, renk açma gereci ve vernik çeşidinin ağırlık kaybına etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 5.37' de verilmiştir.

Çizelge 5.37. Ağırlık kaybı değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P $\alpha < 0,05$
<i>Ağaç Türü (A)</i>	1	21.017	21.017	4.0910	0.0487
<i>Renk Açma Gereci (B)</i>	3	1939.061	646.354	125.8166	0.0000
<i>Etkileşim (AB)</i>	3	134.519	44.840	8.7283	0.0001
<i>Vernik Çeşidi (C)</i>	2	27.685	13.843	2.6945	0.0778
<i>Etkileşim (AC)</i>	2	35.714	17.857	3.4760	0.0389
<i>Etkileşim (BC)</i>	6	280.042	46.674	9.0853	0.0000
<i>Etkileşim(ABC)</i>	6	119.948	19.991	3.8914	0.0030
<i>Hata</i>	48	246.589	5.137		
<i>Toplam</i>	71		2804.575		

Buna göre, ağaç türü, renk açma gereci, ağaç türü+renk açma gereci, ağaç türü+vernik çeşidi, renk açma gereci+vernik çeşidi ile ağaç türü+renk açma gereci+vernik çeşidi etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $\alpha < 0,05$ ).

Malzeme çeşidine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri Çizelge 5.38' de verilmiştir.

Çizelge 5.38. Malzeme çeşidine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri (%)

Ağaç Türü	X	HG*
<i>Doğu kayını (Dk)</i>	86.36	A
<i>Sarıçam (S)</i>	85.28	B
<b>Renk Açma Gereci</b>	<b>X</b>	<b>HG**</b>
<i>Kontrol (K)</i>	90.23	A
<i>NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R1)</i>	86.61	B
<i>NaOH+Ca(OH)<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R2)</i>	77.14	C
<i>NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R3)</i>	89.32	A
<b>Vernik Çeşidi</b>	<b>X</b>	<b>HG***</b>
<i>Kontrol (K)</i>	85.19	B
<i>Su Bazlı Vernik (Sb)</i>	85.62	AB
<i>Sentetik Vernik (Sn)</i>	86.66	A

\*LSD =  $\pm 1.065$  \*\*LSD =  $\pm 1.506$  \*\*\*LSD =  $\pm 1.305$

X: Aritmetik Ortalama

HG: Homojenlik grubu

Malzeme çeşidine göre ağırlık kaybı; ağaç türünde en yüksek Doğu kayınında (86.36), en düşük sarıçamda (85.28), renk açma gereçlerinde en yüksek kontrol örneğinde (90.23), en düşük R2' de (77.14), vernik çeşidinde en yüksek sentetik vernikte (86.66), en düşük kontrol örneğinde (85.19) çıkmıştır.

Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri Çizelge 5.39' da, buna ait grafik Şekil 5.25' de verilmiştir.

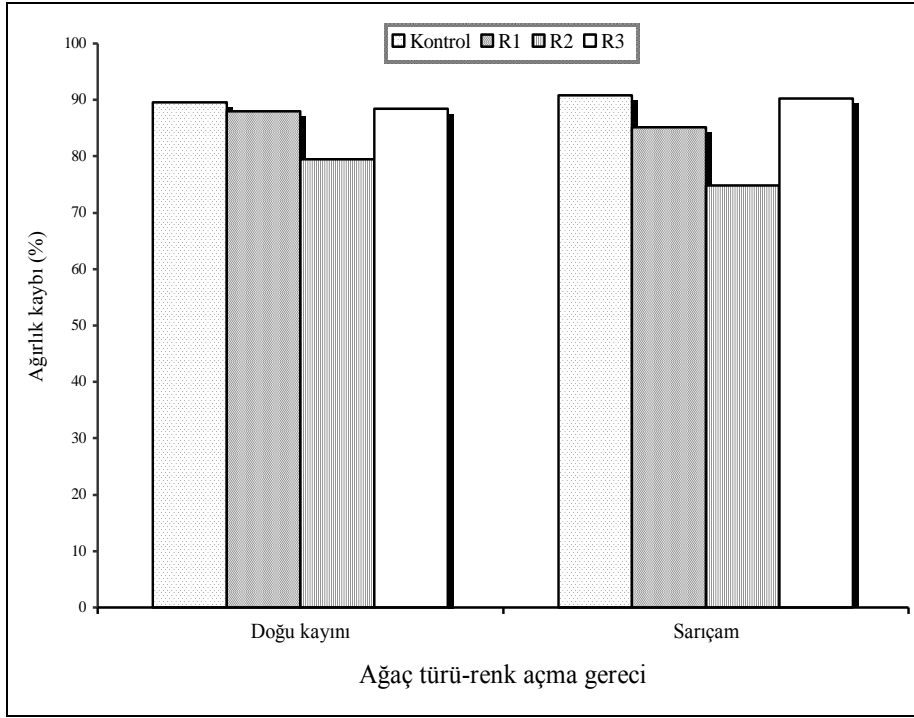
Çizelge 5.39. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri (%)

Ağaç Türü+Renk Açma Gereci	X	HG*
<i>S</i>	90.87	<i>A</i>
<i>S+R3</i>	90.25	<i>AB</i>
<i>Dk</i>	89.58	<i>AB</i>
<i>Dk+R3</i>	88.39	<i>B</i>
<i>Dk+R1</i>	88.03	<i>B</i>
<i>S+R1</i>	85.20	<i>C</i>
<i>Dk+R2</i>	79.45	<i>D</i>
<i>S+R2</i>	74.82	<i>E</i>

\*LSD =  $\pm 2.130$

Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre ağırlık kaybı en yüksek sarıçamda (90.87), en düşük R2 ile renk açma işlemi yapılmış sarıçamda (74.82) elde edilmiştir.





Şekil 5.25. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre ortalama ağırlık kaybı değişimi

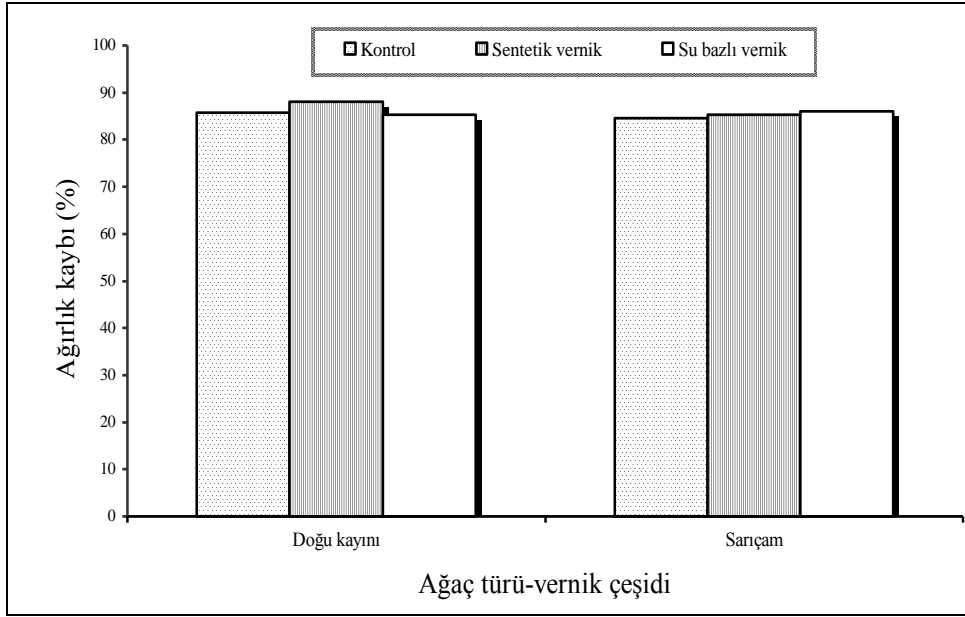
Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri Çizelge 5.40' da, buna ait grafik Şekil 5.26' da verilmiştir.

Çizelge 5.40. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri (%)

Ağaç Türü + Vernük Çeşidi	X	HG*
<i>Dk+Sn</i>	88.05	A
<i>S+Sb</i>	85.96	B
<i>Dk</i>	85.76	B
<i>Dk+Sb</i>	85.28	B
<i>S+Sn</i>	85.28	B
<i>S</i>	84.61	B

\*LSD = ± 1.845

Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı en yüksek sentetik vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (88.05), en düşük sarıçamda (84.61) elde edilmiştir.



Şekil 5.26. Ağaç türü-vernik çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı değişimi

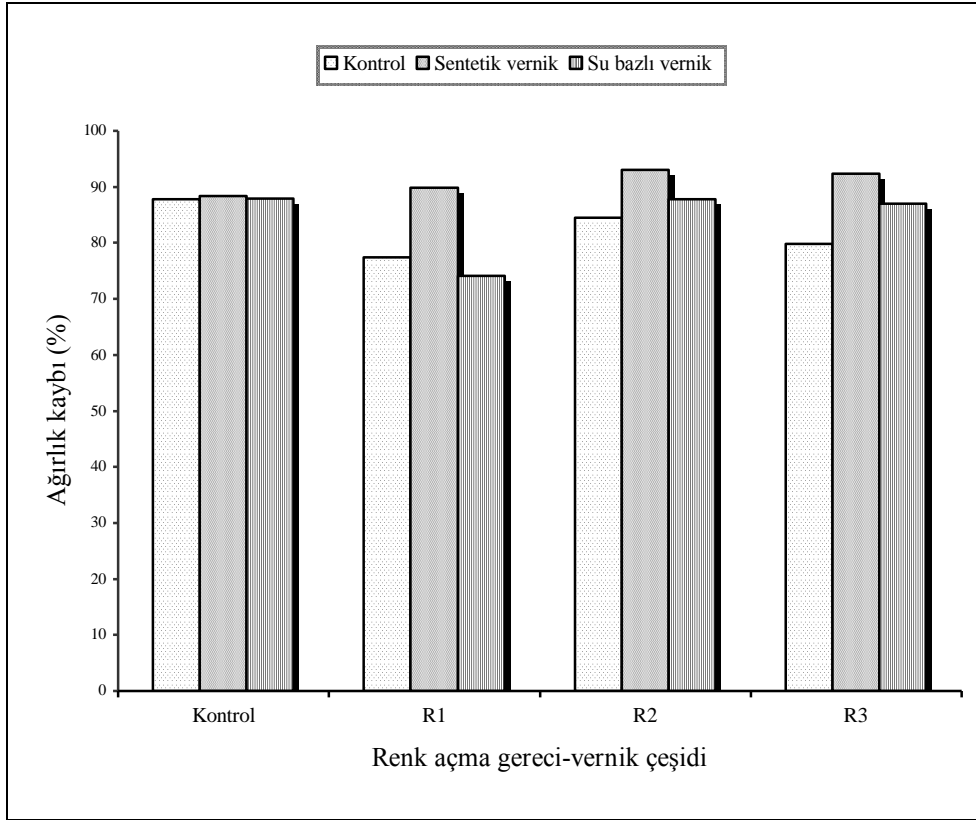
Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri Çizelge 5.41’ de, buna ait grafik Şekil 5.27’ de verilmiştir.

Çizelge 5.41. Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı ortalama değerleri (%)

Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
R2+Sn	93.01	A
R3+Sn	92.32	AB
R1+Sn	89.83	BC
Sn	88.35	C
Sb	87.88	C
R2+Sb	87.84	C
K	87.76	C
R3+Sb	87.04	CD
R2	84.45	D
R3	79.84	E
R1	77.42	E
R1+Sb	74.15	F

\*LSD = ± 2.609

Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı en yüksek R2 ile renk açma işlemi yapılmış sentetik vernikte (93.01), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapılmış su bazlı vernikte (74.15) elde edilmiştir.



Şekil 5.27. Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı değişimi

Ağırlık kayıplarına ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 5.42' de, buna ait grafik Şekil 5.28' de verilmiştir.

Çizelge 5.42. Ağırlık kayıplarına ilişkin Duncan testi sonuçları (%)

Ağaç Türü + Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
<i>Dk+Sn</i>	95.07	A
<i>Dk+R3</i>	92.84	AB
<i>S+R3</i>	91.79	ABC
<i>S+R3+Sb</i>	91.33	ABC
<i>S+Sn</i>	90.95	BC
<i>S</i>	90.93	BC
<i>S+Sb</i>	90.73	BCD
<i>Dk+R1+Sn</i>	90.20	BCD
<i>Dk</i>	88.73	BCDE
<i>Dk+R1+Sb</i>	88.71	BCDE
<i>Dk+R3+Sn</i>	88.14	CDEF
<i>S+R3+Sn</i>	87.62	CDEFG
<i>S+R1+Sn</i>	86.50	DEFGH
<i>S+R1+Sb</i>	85.37	EFGH
<i>Dk+R1</i>	85.17	EFGH
<i>Dk+Sb</i>	84.95	EFGH
<i>Dk+R3+Sb</i>	84.20	FGH
<i>S+R1</i>	83.73	GH
<i>Dk+R2+Sb</i>	83.27	H
<i>Dk+R2+Sn</i>	78.79	I
<i>S+R2+Sb</i>	76.41	I
<i>Dk+R2</i>	76.30	I
<i>S+R2+Sn</i>	76.04	I
<i>S + R2</i>	72.00	J

\*LSD = ± 39.63

Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı en yüksek sentetik vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (95.07), en düşük R2 ile renk açma işlemleri yapılmış sarıçamda (72.00) elde edilmiştir.



#### 5.4. Yanma Süreleri

Ağaç türü, renk açma gereci ve vernik çeşidinin yanma sürelerine etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 5.43' de verilmiştir.

Çizelge 5.43. Yanma süreleri değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P $\alpha < 0,05$
<i>Ağaç Türü (A)</i>	1	15447534.722	15447534.722	242.4305	0.0000
<i>Renk Açma Gereci</i>	3	2912626.389	970875.463	15.2367	0.0000
<i>Etkileşim (AB)</i>	3	939548.611	313182.870	4.9150	0.0047
<i>Vernik Çeşidi (C)</i>	2	2118225.000	1059112.500	16.6215	0.0000
<i>Etkileşim (AC)</i>	2	1655519.444	827759.722	12.9907	0.0000
<i>Etkileşim (BC)</i>	6	5154519.444	859086.574	13.4823	0.0000
<i>Etkileşim(ABC)</i>	6	3281180.556	546863.426	8.5824	0.0000
<i>Hata</i>	48	3058533.333	63719.444		
<i>Toplam</i>	71		34567687.500		

Buna göre, ağaç türü, renk açma gereci, vernik çeşidi ve bunların karşılıklı etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $\alpha < 0,05$ ).

Malzeme çeşidine göre yanma süresi ortalama değerleri Çizelge 5.44' de verilmiştir.

Çizelge 5.44. Malzeme çeşidine göre yanma süresi ortalama değerleri (sn)

Ağaç Türü	X	HG*
<i>Doğu kayını (Dk)</i>	2429	A
<i>Sarıçam (S)</i>	1503	B
<i>Renk Açma Gereci</i>	X	HG**
<i>Kontrol (K)</i>	1926	B
<i>NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R1)</i>	2231	A
<i>NaOH+Ca(OH)<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R2)</i>	1674	C
<i>NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (R3)</i>	2034	B
<i>Vernik Çeşidi</i>	X	HG***
<i>Kontrol (K)</i>	1868	B
<i>Su Bazlı Vernik (Sb)</i>	1824	B
<i>Sentetik Vernik (Sn)</i>	2208	A

\*LSD =  $\pm 118.6$  \*\*LSD =  $\pm 167.8$  \*\*\*LSD =  $\pm 145.3$

X: Aritmetik Ortalama

HG: Homojenlik grubu

Malzeme çeşidine göre yanma süresi; ağaç türünde en yüksek Doğu kayınında (2429), en düşük sarıçamda (1503), renk açma gereçlerinde en yüksek R1' de (2231) en düşük R2' de (1674), vernik çeşidinde en yüksek sentetik vernikte (2208), en düşük su bazlı vernikte (1824) çıkmıştır.

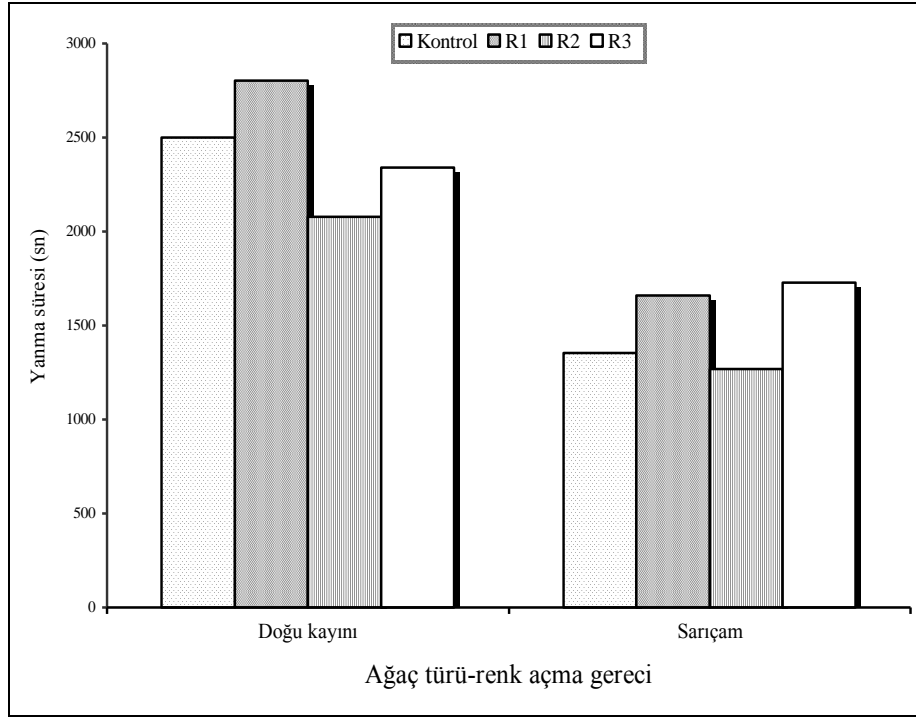
Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre yanma süresi ortalama değerleri Çizelge 5.45' de, buna ait grafik Şekil 5.29' da verilmiştir.

Çizelge 5.45. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre yanma süresi ortalama değerleri (sn)

Ağaç Türü+Renk Açma Gereci	X	HG*
<i>Dk+R1</i>	2802	<i>A</i>
<i>Dk</i>	2499	<i>B</i>
<i>Dk+R3</i>	2339	<i>B</i>
<i>Dk+R2</i>	2078	<i>C</i>
<i>S+R3</i>	1729	<i>D</i>
<i>S+R1</i>	1660	<i>D</i>
<i>S</i>	1353	<i>E</i>
<i>S +R2</i>	1270	<i>E</i>

\*LSD = ± 237.3

Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre yanma süresi en yüksek R1 ile renk açma işlemi yapılmış Doğu kayınında (2802), en düşük R2 ile renk açma işlemi yapılmış sarıçamda (1270) elde edilmiştir.



Şekil 5.29. Ağaç türü-renk açma gereci etkileşimine göre yanma süreleri değişimi

Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre yanma süresi ortalama değerleri Çizelge 5.46' da, buna ait grafik Şekil 5.30' da verilmiştir.

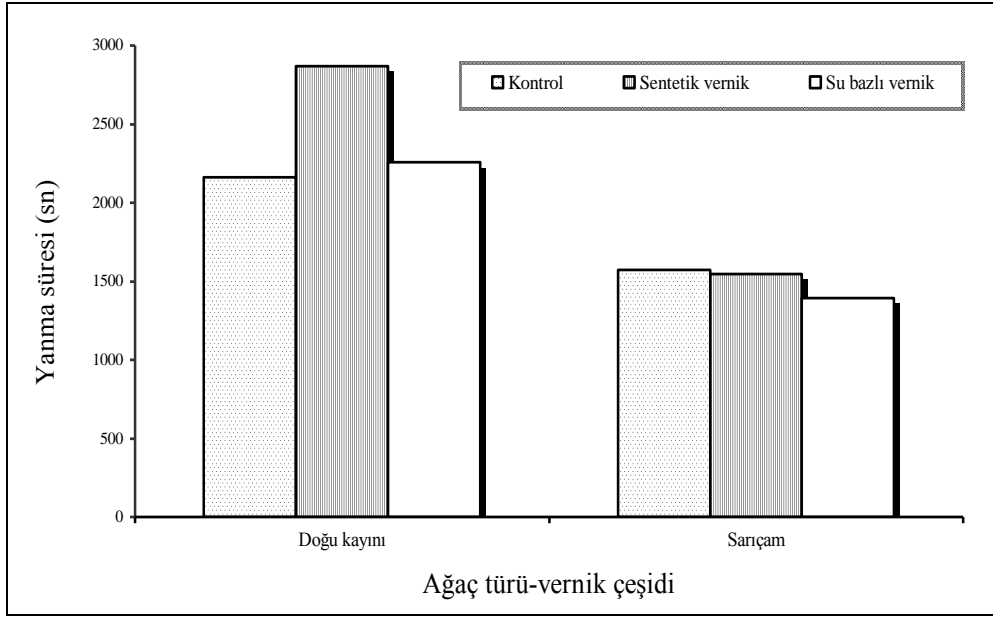
Çizelge 5.46. Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre yanma süresi ortalama değerleri (sn)

Ağaç Türü + Vernük Çeşidi	X	HG*
<i>Dk+Sn</i>	2870	A
<i>Dk+Sb</i>	2256	B
<i>Dk</i>	2163	B
<i>S</i>	1573	C
<i>S+Sn</i>	1545	C
<i>S+Sb</i>	1392	C

\*LSD = ± 205.5

Ağaç türü-vernük çeşidi etkileşimine göre yanma süresi; en yüksek sentetik vernük ile kaplanmış Doğu kayınında (2870), en düşük su bazlı vernük ile kaplanmış sarıçamda (1392) elde edilmiştir.





Şekil 5.30. Ağaç türü-vernik çeşidi etkileşimine göre yanma süreleri değişimi

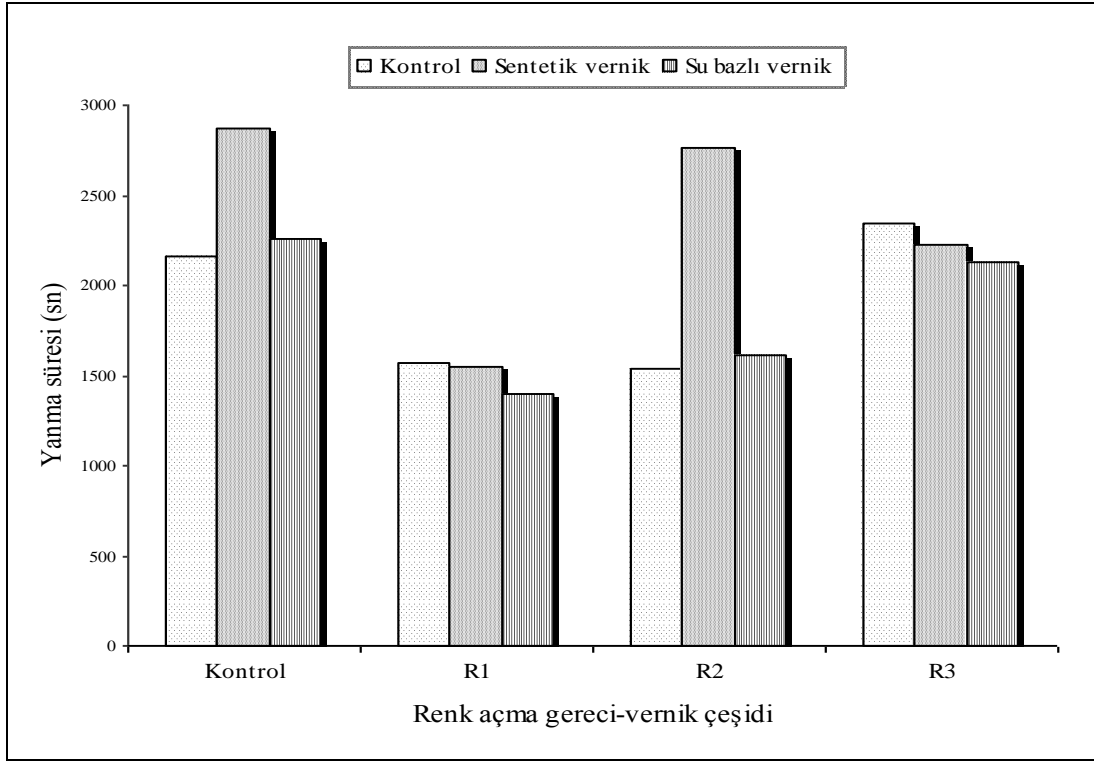
Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre yanma süresi ortalama değerleri Çizelge 5.47' de, buna ait grafik Şekil 5.31' de verilmiştir.

Çizelge 5.47. Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre yanma süresi ortalama değerleri (sn)

Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
<i>Sn</i>	2870	A
<i>R2+Sn</i>	2760	A
<i>R3</i>	2343	B
<i>Sb</i>	2256	B
<i>R3+Sn</i>	2225	B
<i>K</i>	2163	B
<i>R3+Sb</i>	2125	B
<i>R2+Sb</i>	1610	C
<i>R1</i>	1573	C
<i>R1+Sn</i>	1545	C
<i>R2</i>	1533	C
<i>R1+Sb</i>	1392	D

\*LSD = ± 290.6

Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre yanma süresi; en yüksek sentetik vernikte (2870), en düşük R1 ile renk açma işlemi yapılmış su bazlı vernikte (1393) elde edilmiştir.



Şekil 5.31. Renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre yanma süreleri değişimi  
Yanma sürelerine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 5.48’ de, buna ait grafik Şekil 5.32’ de verilmiştir.

Çizelge 5.48. Yanma sürelerine ilişkin Duncan testi sonuçları (sn)

Ağaç Türü + Renk Açma Gereci + Vernik Çeşidi	X	HG*
<i>S+R2+Sn</i>	4020	A
<i>S+R3</i>	2937	B
<i>Dk+Sn</i>	2870	B
<i>S+R3+Sb</i>	2760	BC
<i>Dk+R2+Sn</i>	2760	BC
<i>S+R3+Sn</i>	2710	BC
<i>Dk+R3</i>	2343	CD
<i>Dk+Sb</i>	2256	DE
<i>Dk+R3+Sn</i>	2225	DEF
<i>S+R1</i>	2188	DEFG
<i>Dk</i>	2163	DEFG
<i>Dk+R3+Sb</i>	2125	DEFG
<i>S+R1+Sn</i>	2125	DEFG
<i>S+R2+Sb</i>	1960	DEFGH
<i>S+R1+Sb</i>	1788	EFGHI
<i>S+Sb</i>	1772	FGHI
<i>S+Sn</i>	1720	GHI
<i>Dk+R2+Sb</i>	1610	HI
<i>Dk+R1</i>	1573	HI
<i>Dk+R1+Sn</i>	1545	HI
<i>S</i>	1530	HI
<i>Dk+R1+Sb</i>	1392	I
<i>S + R2</i>	1245	J
<i>Dk+R2</i>	1233	J

\*LSD = ± 411.0

Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre yanma süresi; en yüksek R2 ile renk açma işlemi yapıлып, sentetik vernük ile kaplanmış sarıçamda (4020), en düşük R2 ile renk açma işlemi yapılmış Doğu kayınında (1233) elde edilmiştir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, bazı renk açıcı kimyasal maddeler ile renk açma işlemi uygulandıktan sonra su bazlı ve sentetik vernikler ile verniklenen ağaç malzemelerin yanma özellikleri incelenmiş ve deneylerden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Alev kaynaklı yanma sıcaklığı; ağaç türünde yaklaşık olarak eşit, renk açma gereçlerinde kontrol örneğine göre; R2' de %3 daha yüksek, R1' de %3 daha düşük, R3' de yaklaşık eşit, vernik çeşidinde kontrol örneğine göre; sentetik vernikte %4 daha düşük, su bazlı vernikte yaklaşık eşit bulunmuştur. Sentetik vernik katı madde miktarının su bazlı vernikteki katı madde miktarından yaklaşık 2 kat fazla olması, ağaç malzeme yüzeyinde daha kalın bir katman oluşturmasına, bu nedenle de sentetik verniğin yanmayı azaltıcı etki yaptığı söylenebilir.

Ağaç türü-renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanma sıcaklığı en yüksek S+R2+Sb' de (501.3), en düşük Dk+Sn' de (368.9) elde edilmiştir. Buna göre, sentetik vernik katı madde miktarının su bazlı vernikteki katı madde miktarından yaklaşık 2 kat fazla olması, ağaç malzeme yüzeyinde daha kalın bir katman oluşturmasına, bunun sonucunda da sentetik verniğin, alev kaynaklı yanmayı azaltıcı etki yaptığı söylenebilir.

Kendi kendine yanma sıcaklığı; ağaç türünde en yüksek sarıçamda (622.3), en düşük Doğu kayınında (586.6), renk açma gereçlerinde kontrol örneğine göre; R3' de %1 daha yüksek, R2' de %3 daha düşük, R1' de yaklaşık olarak eşit, vernik çeşidinde kontrol örneğine göre yaklaşık eşit çıkmış olup, verniklerin kendi kendine yanma sıcaklığına etkisinin olmadığı ve R2 çözeltilisindeki kalsiyum hidroksitin ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) yanmayı azaltıcı etki yaptığı söylenebilir.

Ağaç türü-renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanma sıcaklığı en yüksek sarıçamda (647.4), en düşük Dk+Sn' de (543.4) elde edilmiştir. Buna göre; kullanılan vernik ve renk açıcı çözeltilerin sarıçamda kendi kendine yanma sıcaklığını azaltıcı etki yaptığı söylenebilir.

Kor hali yanma sıcaklığı; ağaç türünde en yüksek sarıçamda (399.0), en düşük Doğu kayınında (388.4), renk açma gereçlerinde kontrol örneğine göre; R1' de %36, R2' de %24 daha düşük, R3' de yaklaşık eşit, vernik çeşidinde kontrol örneğine göre; sentetik vernikte %9 daha düşük, su bazlı vernikte yaklaşık eşit çıkmıştır. Buna göre, sentetik vernik katı madde miktarının su bazlı vernikteki katı madde miktarından yaklaşık 2 kat fazla olması, ağaç malzeme yüzeyinde daha kalın bir katman oluşturmasına, bu nedenle de sentetik verniğin kor hali yanmaya olumsuz yönde etki yaptığı söylenebilir.

Ağaç türü-renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre kor hali yanma sıcaklığı en yüksek Dk+R3+Sb' de (572.0), en düşük Dk+R3+Sn' de (235.2) elde edilmiştir. R1 çözeltisinin, bütün varyasyonlarda kor hali yanma sıcaklığını azaltıcı etkisi olduğu gözlenmiştir.

Alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu; ağaç türünde en yüksek Doğu kayınında (835.6), en düşük sarıçamda (824.4), renk açma gereçlerinde kontrol örneğine göre; R1' de %4 daha düşük, R2 ve R3' de yaklaşık eşit, vernik çeşidinde kontrol örneğine göre; sentetik vernikte %7 daha yüksek, su bazlı vernikte %3 daha düşük çıkmıştır. R1 çözeltisinin ışık yoğunluğunun düşük çıkması, yanmaya karşı direnç gösterdiğinin belirtisi olabilir.

Ağaç türü-renk açma gereci-vernik çeşidi etkileşimine göre alev kaynaklı yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek Dk+R2+Sn' de (972.4), en düşük Dk+R1+Sb' de (690.3) elde edilmiştir. Renk açma çözeltilerinin, Doğu kayınında sentetik vernik ile birlikte kullanımının ışık yoğunluğunu artırıcı, sarıçamda su bazlı vernik ile birlikte kullanımının azaltıcı etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Işık yoğunluğunun artması; dumansız bir yanma olayının gerçekleştiğinin ve bu esnada oluşan alevin ortamdaki ışık seviyesini arttırması hadisesidir. Bu durum; yanmakta olan malzemenin, yanma mukavemetinin az olduğu anlamına gelmektedir. Işık yoğunluğunun artmasında ise, tersi bir durum söz konusu olmaktadır. Başka bir deyişle, ışık yoğunluğunun azalması durumunda malzemenin, yanmaya direnç gösterdiği sonucu çıkarılabilir.

Kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu; ağaç türünde en yüksek sarıçamda (780.7), en düşük Doğu kayınında (765.2), renk açma gereçlerinde kontrol örneğine göre; R2' de %1 daha yüksek, R3' de %5, R1' de %1 daha düşük, vernik çeşidinde kontrol örneğine göre; sentetik vernikte %11 daha yüksek, su bazlı vernikte yaklaşık eşit çıkmıştır. Kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğunun sentetik vernikte yüksek çıkması, sentetik vernikli örneğin kolay yandığının göstergesi olabilir.

Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kendi kendine yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek Dk+R2+Sn' de (912.0), en düşük Dk+R1+Sb' de (640.1) elde edilmiştir. Renk açma çözeltilerinin, su bazlı vernük ile birlikte kullanımının sarıçamda ışık yoğunluğunu azaltıcı, Doğu kayınında ise, sentetik vernük ile birlikte kullanımının artırıcı etkisi olduğu söylenebilir.

Kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu; ağaç türünde en yüksek Doğu kayınında (839.9), en düşük sarıçamda (836.1), renk açma gereçlerinde kontrol örneğine göre; R2' de %1 daha yüksek, R3' de %2, R1' de %4 daha düşük, vernük çeşidinde kontrol örneğine göre; sentetik vernikte %9 daha yüksek, su bazlı vernikte %2 daha düşük çıkmıştır. Kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğunun R2 çözeltilisi ve sentetik vernikte yüksek çıkması, bu örneklerin kolay yanmasını sağladığından, örneklerin yanma mukavemetinin az olduğu söylenebilir.

Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre kor hali yanmaya bağlı ışık yoğunluğu en yüksek Dk+R2+Sn' de (972.6), en düşük Dk+R1+Sb' de (716.9) elde edilmiştir. Renk açma çözeltilerinin, su bazlı vernük ile birlikte kullanımının sarıçamda ışık yoğunluğunu azaltıcı, Doğu kayınında ise sentetik vernük ile birlikte kullanımının artırıcı etkisi olduğu söylenebilir.

Ağırlık kaybı; ağaç türünde en yüksek Doğu kayınında (86.36), en düşük sarıçamda (85.28), renk açma gereçlerinde kontrol örneğine göre; R1' de %4, R2' de %5 daha düşük, R3' de yaklaşık eşit, vernük çeşidinde kontrol örneğine göre; sentetik vernikte %2 daha yüksek, su bazlı vernikte %0.5 daha düşük çıkmıştır. Sentetik vernük katı madde miktarının su bazlı vernükteki katı madde miktarından yaklaşık 2 kat fazla olması, ağaç malzeme yüzeyinde daha kalın bir katman oluşturmaya, sentetik

vernikte yanmayı azaltıcı etki yaptığı ve bundan dolayı sentetik vernikli örneğin ağırlığı daha yüksek çıktığı söylenebilir.

Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre ağırlık kaybı en yüksek Dk+Sn' de (95.07), en düşük S+R2' de (72.00) elde edilmiştir. R3 dışındaki renk açma çözeltilerinin vernükler ile birlikte kullanımının ağaç türlerinde ağırlık kaybını azaltıcı etki yaptığı tespit edilmiştir.

Yanma süresi; ağaç türünde en yüksek Doğu kayınında (2429), en düşük sarıçamda (1503), renk açma gereçlerinde kontrol örneğine göre; R1' de %16 daha yüksek, R2' de %15 daha düşük, R3' de yaklaşık eşit, vernük çeşidinde kontrol örneğine göre; sentetik vernikte %18 daha yüksek, su bazlı vernikte %3 daha düşük çımıştır. Yanma süresi renk açma çözeltileri ve vernüklerde farklı bulunmuştur.

Ağaç türü-renk açma gereci-vernük çeşidi etkileşimine göre yanma süresi; en yüksek S+R2+Sn' de (4020), en düşük Dk+R2' de (1233) elde edilmiştir. Renk açma çözeltilerinin vernükler ile birlikte kullanımının sarıçamda yanma süresini artırıcı etki gösterdiği söylenebilir.

Yanma deneyi sunucunda, R2 çözeltilisinin ( $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$ ) yanmayı geciktirdiği ve sıcaklık derecesini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Bu nedenle renk açma çözeltilerinde öncelikle R2 çözeltisi önerilebilir. Ağaç malzeme olarak; Doğu kayınına göre daha kısa sürede tutuşmasına rağmen, daha geç yıkıldığı için sarıçam tavsiye edilmektedir. Sentetik vernük, yapısında bulunan vinil klorürün kolay yanmaması ve polivinil klorür asetat sayesinde ısıya dayanıklı katmanlar verir [Sönmez ve Budakçı, 2004]. Bu sebeplerden dolayı, sentetik vernük yanmaya karşı olumlu sonuçlar vermiştir.

Bundan sonra yapılacak araştırmalarda, farklı kimyasal maddeler ile renk açma işlemi uygulanması ve bu işlemde sonra kullanılan vernük çeşitlerinin günümüz teknolojisinde üretilen, yanma direnci yüksek vernük yada boyalar ile ilgili yeni çalışmalar önerilebilir.



## KAYNAKLAR

- Anşin, R., Özkan, Z.C., “Tohumlu bitkiler (Spermatophyta) odunsu taksonlar”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi*, 2. Baskı, Trabzon, 149-152, 320-322, 340 (1997).
- Ariadil, B., Abbalt, J., “Peroxide bleaching of eucalyptus regnans cold caustic soda chemimechanical”, *Dept. of Chem. Uni. of Tosmama Appita Journal*, 45(2): 178-188 (1992).
- Asarcıklı, M., Keskin, H., “Ahşap süsleme teknikleri”, *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi*, I. Baskı, Ankara, 1 (2002).
- Aslan, S., Özkaya, K., “Farklı kimyasal maddelerle emprenye edilmiş ahşap esaslı levhaların yanma mukavemetinin araştırılması”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2: 122-140 (2004).
- ASTM D 358, “Standard specification for wood to be used as panels in weathering tests of coatings”, *ASTM Standards*, U.S.A., 5-9 (1998).
- ASTM D 3023, “Standard practice for determination of resistance of factory applied coatings on wood products to stains and reagents”, *ASTM Standards*, U.S.A., 1-3 (1998).
- ASTM E 160-50, “Standart test method for combustible properties of terated wood by the crib test”, *ASTM Standards*, U.S.A. (1975).
- Atar, M., “Renk açıcı kimyasal maddelerin ağaç malzemede üstyüzey işlemlerine etkileri”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1, 3-5, 16-17 (1999).
- Atar, M., Keskin, H., Kurt, R., “Sarıçam odununda emprenye etme ve renk açma işleminin vernik katman sertliğine etkileri”, *K.S.Ü. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6 (1): 85-96 (2003).
- Bankowsky, B., Eichletoer, N., “Raw materials for enviroment frendly wood lacquers, WKI-Bencht”, *Holer WorkingParty, For Wood Research*, Brunswicle, 31: 145-157 (1993).
- Banks, W.B., Miller, E.R., “Chemical aspects of wood techology sweden”, *Forest Products Journal*, 11 (4): 57-64 (1982).
- Baran, S., “Elektronik Yangın Uyarı Sistemleri”, *I. Yangın Ulusal Kurultayı*, Ankara, 169-189 (1983).

Baysal, E., “Borlu bileşikler ve doğal sepi maddeleriyle emprenye edilen sarıçam odununun yanma özellikleri”, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (1-2): 59-69 (2003).

Baysal, E., Yalınkılıç, M.K., Çolak, M., Göktaş, O., “Bitkisel sepi maddeleri ve borlu bileşikler ile muamele edilen kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odununun yanma Özellikleri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 27: 245-252 (2000).

Baysal, E., Peker, H., Çolak, M., Tarımer, İ., “Verniklenmiş ağaç malzemenin yanma özellikleri ve borlu bileşiklerle ön emprenye işleminin yanmayı geciktirici Etkisi”, *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15 (4): 645-653 (2003).

Budakçı, M., “Ahşap verniklerinde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 3,4 (1997).

Budakçı, M., Atar, M., “Açık hava koşullarında bırakılmış sarıçam odununda renk açma işleminin sertlik ve parlaklığa etkisi”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 25: 201-207 (2001).

Carving, R., “Bleaching, bleaching wood”, *The Furniture Refinisher's Guide* (1982).

Drysdale, D., “An introduction to fire dynamics”, 2<sup>nd</sup> ed., *John Wiley & Sons Ltd.*, England, (1999)

Edwin, P., B., Carter, M., “Wood bleaches and bleaching methods, finishing eastern, hard woods”, *Forest Products Laboratory U.S. Department of Agriculture*, Madison, 29, 39 (1983).

Engler, N., “Finishing”, *Techniques for Better Wood Working Modifying the Surface*, USA, 61, 62 (1992).

Eriç, M., “Dünün ve bugünün ahşap ve ahşaptan üretilmiş malzemesinin türkiye şartları içinde yapıda rasyonel kullanılma imkanlarının araştırılması”, Doktora Tezi, *İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi*, İstanbul, 54-78 (1985).

Feireril, J., “Preperation for finishing repaining wood surfaces bleaching cabin making and millwork”, *Richand Tech. Inst.*, USA, 834 (1984).

Gerard, M.C., “Furniture finishing processes and systems”, *Finishing Eastern Hardwoods*, Madison-USA, 40-41 (1983).

Groneman H. C, Glazener, R, E., “Bleaching, coloring, railing and sealing woods”, *Technical Wood Working*, USA, 24: 250-255 (1966).

Hammond, J.J., Donnelly, E.T., Harrod, W.F., Rayner, N.A., Özden, F., “Woodworking technology”, (Çevirenler : Yaşar, E., Yılmaz, K., Taymaz, H., Ağaç İşleri Teknolojisi), *Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları-20, Ajans-Türk Matbaası*, Ankara, 65, 76, 77 (1969).

Haltrop, N., “Bleanded and Bleached wood Finishers”, *Coloring Finishing and Painting Wood*, 21: 444, 452 (1972).

Highley, T.L., Kicle, T.K., “Biologuel degradation of wood”, *Phytopst Hology*, 69: 1151-1157 (1990).

Jackson, A., Day, D., “Wood complete, worker's manuel, finishing wood, bleaching and staining”, USA, 11: 286, 287 (1997).

Kolman, T.P.F., “Principles of wood science and technology”, New York, 59, 60 (1975).

Le Van, S.L., “Chemistry of fire retardancy”, The chemistry of solid wood, advances in chemistry series 207, *American Chemical Society*, Washington, DC, 531-574 (1984).

Le Van, S.L., “Thermal degredation”, Concise encylopedia of wood & wood based materials, *Pergamon Press*, New York, 271-273 (1989).

Martin, W. E., “The significase of prefinish operations furniture finishing textbook”, USA, 6,10 (1982).

Newel, A.C., Haltrop, N.F., “Coloring finishing and painting wood”, *Chas. A. Benett Co. Inc.*, Peoria, Illinois, 84, 109 (1961).

Okcu, O., “Emprenye edilmiş lamine ağaç malzemenin yapışma ve yanma özellikleri,” Yüksek Lisans Tezi, *Z.K.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük, (2006).

Örs, Y., Atar, M., Peker, H., “Çesitli emprenye ve üst yüzey işlem maddelerinin sarıçam ve kestane odununun yanma özelliklerine etkileri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23: 541-549 (1997).

Örs, Y., Atar, M., Peker, H., “Sarçam odununun yanma özelliklerine bazı borlu bileşikler ve su itici maddelerin etkileri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23: 501-509, (1999).

Örs, Y., Sönmez, A., Uysal, B., “Ağaç malzemenin yanmaya dayanıklılığını etkileyen emprenye maddeleri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23(2): 389-394 (1999a).

Örs, Y., Keskin, H., “Ağaç malzeme bilgisi”, I. Baskı, *Atlas Yayın Dağıtım*, İstanbul, 2, 3 (2001).

Örs, Y., Atar, M., “Kayın odununda emprenye ve renk açma işlemlerinin vernik katman sertliğine etkileri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 25: 443-450 (2001).

Örs, Y., Atar, M., Özçifci, A., Peker, H., “Çeşitli maddelerle emprenye edilmiş kokarağaç odununun yanma özellikleri”, *Z.K.Ü.K.T.E.F. Teknoloji Dergisi*, 1-2: 61-70 (2002).

Özçifci, A., Atar, M., Uysal, B., “Ağaç malzemedeki renk açmada kullanılan kimyasalların yüzey parlaklığına ve verniklerin yapışma mukavemetine olan etkileri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23(3): 763-770 (1999).

Özçifci, A., “Renk açıcı kimyasal maddelerin sapsız meşe odununun yanma özelliklerine etkileri”, *Z.K.Ü.K.T.E.F. Teknoloji Dergisi*, 3-4: 63-72, (2001).

Özçifci, A., “Emprenye edilmiş lamine ağaç malzemenin teknolojik özellikleri”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (2001a).

Özçifci, A., Atar, M., “Bazı kimyasal maddelerin karaağaç odununun renk tonuna etkileri”, *Z.K.Ü.K.T.E.F. Teknoloji Dergisi*, 1-2: 21-28 (2002).

Özen, R., Özçifci, A., Uysal, B., “Emprenyeli sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunundan üretilen lamine ağaç malzemelerin yanma özellikleri”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7 (1): 131-138 (2000).

Özen, R., Özçifci, A., Uysal, B., “PVAc tutkalı kullanılarak yapıştırılmış lamine ahşap yapı elemanlarının yanma özellikleri”, *Z.K.Ü.K.T.E.F. Teknoloji Dergisi*, 1-2: 139-148 (2001).

Özkaya, K., “Farklı kimyasal maddelerle işlem görmüş ahşap esaslı levha malzemelerin yangına karşı dayanımlarının tesbiti üzerine araştırmalar”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (2002).

Peker, H., Tan, H., Baysal, E., “Bazı emprenye maddelerinin ladin odununun yanma özelliklerine etkileri”, *F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16 (1): 163-175 (2004).

Roberts, A.F., “Problems associated with the theoretical analysis of the burning of wood”, *13 th Symposium on Combustion*, Pittsburg, 893-903 (1971)

Russell, L.J., Marney, D.C.O., Humphrey, D.G., Hunt, A.C., Dowling, V.P., Cookson L.J., “Combining fire retardant and preservative systems for timber products in exposed applications-state of the art review”, *F.W.P.R.D.C. Project no: PN04.2007, Australia*, 10-12 (2007).

Sönmez, A., “Ağaçtan yapılmış mobilya üstyüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 37 (1989).

Sönmez, A., Atar, M., Budakçı, M., “Karaağaç odununda renk açma işleminin vernik katmanının yapışma direncine etkisi”, **Z.K.Ü.K.T.E.F. Teknoloji Dergisi**, 1-2: 35-42 (2002).

Sönmez, A., Budakçı, M., “Ağaç işlerinde üstyüzey işlemleri II, koruyucu katman ve boya / vernik sistemleri”, **Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi**, Ankara, 59 (2004).

Stamm, A., S., “Wood and coating”, **Wood and Cellulose Science**, 120: 45, 47, (1978)

Sunar, Ş., “Bina yangın güvenliği”, **I. Yangın Ulusal Kurultayı**, Ankara, 281-291 (1983).

Şahin, H.T., “Ağaç malzemenin termal bozulma ürünleri”, **Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Mühendisliği Dergisi**, 42: 10-12 (2005).

Terzi, E., “Amonyum bileşikleri ile emprenye edilen ağaç malzemenin yanma özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul (2008).

TS 53, “Odunun fiziksel özelliklerini tayin için numune alma, muayene ve deney metotları”, **Türk Standardları Enstitüsü**, Ankara, 1-5 (1981).

TS 2471, “Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini”, **Türk Standardları Enstitüsü**, Ankara, 1-3 (1976).

Uysal, B., “Çeşitli kimyasal maddelerin ağaç malzemenin yanmaya dayanıklılığı üzerine etkileri”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 6, 8, 9, 23-26 (1997).

Uysal, B., “Çeşitli su itici ve yangın geciktirici kimyasal maddelerin kızılâğaç odununun yanma özellikleri”, **Z.K.Ü.K.T.E.F. Teknoloji Dergisi**, 2: 81-89 (1998).

Uysal, B., Sönmez, A., Atar, M., Özçifçi, A., “Ağaç malzemede renk açma işlemleri ve verniklerin renk değiştirici etkileri”, **Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi**, 23 (4): 849-854 (1999).

Uysal, B., Atar, M., Özçifçi, A., “Ağaç yüzeylerinde renk açmada kullanılan kimyasalların vernik katman sertliğine etkileri”, **Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi**, 23: 443-450 (1999a).

Uysal, B., Sönmez, A., Atar, M., Özçifci, A., “Ağaç malzemede renk açma işlemleri ve verniklerin renk değıştirici sertliğine etkileri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23(4): 849-854 (1999b).

Uysal, B., Atar, M., Özçifci, A., “Renk açıcı kimyasal maddelerin ahşap malzemenin eğilme direnci üzerine etkileri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23: 615-619 (1999c).

Uysal, B., 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., “Bazı kimyasallarla emprenye edilmiş ve PF ve PVAc tutkalı ile yapıştırılan lamine ağaç malzemelerin yanma özellikleri”, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 7-1: 112-126 (2006).

Vurdu, H., “Wood: as material”, Lecture outline for bio. 260, *ODTÜ*, Ankara, 1-189 (1985)

Wagner, H.W., Kiclighter, E. C., “Finisher and finishing, bleaching and disassembly”, *Modern Woodworking*, USA, 169, 170 (1986).

White, R.H., “Reporting of fire incidents in heavy timber structures”, *Forest Products Laboratory Research Paper*, USA, 464, 9 (1985).

Yener, C., “Yapılarda Yangın Üzerine”, *I. Yangın Ulusal Kurultayı*, Ankara, 375-379 (1983).

Yalınkılıç, A., C., “Ağaç malzemede su bazlı vernikler ile su çözücülü ağaç boyası etkileşiminin kahverengi renk tonuna etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 3-4 (2008)

Yalınkılıç, M.K., Örs, Y., “Duglas göknarı [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Frankco] odunun anatomik ve çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilme özellikleri”, *Tübitak Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 21: 433-444 (1996).

Yalınkılıç, M.K., Demirci, Z. ve Baysal, E., “Çeşitli emprenye maddelerinin duglas [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Frankco] odununun yanma özellikleri üzerine etkileri”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4 (1-2): 613-624 (1998).

Zimmerman, W.F., McWard, J.L., “Exploring wood working fundamentals of technology”, *Goodheart-Willcox Co*, USA, 146,147 (1993).

Zorlu, İ., “Ağaçışleri konstrüksiyon bilgisi temel ders kitabı, 4. Baskı”, *Milli Eğitim Basımevi*, İstanbul, 1 (1997).

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : AKSOY, Eyüp  
 Uyruğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 08.03.1983 - AFYONKARAHİSAR  
 Medeni hali : Bekâr  
 Telefon : 0 (555) 397 53 55  
 e-mail : [eyupaksoy@hotmail.com](mailto:eyupaksoy@hotmail.com)

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fak. Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Böl.	2006
Lise	Gazi Endüstri Meslek Lisesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümü	2000

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007-2009	Afyon Kocatepe Üni. Bolvadin M.Y.O. Mobilya ve Dekorasyon Programı	Ek Ders Ücretli Öğretim Elemanı
2009-.....	Kırıkkale Üniversitesi Kırıkkale M.Y.O. Mobilya ve Dekorasyon Programı	Ek Ders Ücretli Öğretim Elemanı

### Yabancı Dil

İngilizce

### Hobiler

Mesleki fuarlar, teknoloji, sinema, bilgisayar donanımı, doğa sporları ve izcilik.