
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

TANALİTH-E İLE EMPRENYE EDİLEN BAZI AĞAÇ MALZEMELERİN YANMA ÖZELLİKLERİ

Ümit ÇALŞİMŞEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İLERİ TEKNOLOJİLER ANA BİLİM DALI

TEMMUZ 2019

Ümit ÇALŞİMŞEK tarafından hazırlanan "TANALITH-E İLE EMPRENYE EDİLEN BAZI AĞAÇ MALZEMELERİN YANMA ÖZELLİKLERİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi İleri Teknolojiler Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Hakan KESKİN

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. İlker USTA

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Prof. Dr. Mustafa ALTINOK

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 22/07/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu çalışmanın Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ümit ÇALŞİMŞEK

22/07/2019

TANALITH-E İLE EMPRENYE EDİLEN BAZI AĞAÇ MALZEMELERİN YANMA ÖZELLİKLERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Ümit ÇALŞİMŞEK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2019

ÖZET

Bu çalışma, Tanalith-E ile emprenye edilen ağaç malzemelerin yanma özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla, ülkemiz orman ürünleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky), Sapsız meşe (Quercus petraea Liebl.), sarıçam (Pinus sylvestris Lipsky) ve Uludağ göknarı (Abies nordmanniana subsp. Bornmüllerana Mattf.) odunlarından TS 2472 esaslarına göre belirlenmiştir. Deney örnekleri kısa süreli (10 dakika) ve orta süreli (120 dakika) olmak üzere daldırma yöntemiyle Tanalith-E çözeltisi kullanılarak emprenye edilmiştir. Tanalith-E emprenye maddesi Hemel (Hemel-Hickson Timber Products Ldt.) firması tarafından üretilmektedir. Yanma deneyleri ASTM E 160-50 standardı esaslarına göre Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü Teknoloji Laboratuarında yapılmıştır. Yanma deneyi ile alev kaynaklı yanma (AKY), deney sonucunda oluşan ağırlık kaybı oranı, yıkılma süreleri ve Işık şiddeti değerleri belirlenmiştir. Deney sonunda; en yüksek AKY sıcaklığı değeri emprenye edilmemiş göknar (Gc) odununda (693 ^{0}C) elde edilmiş, en düşük değerler ise kısa ve orta süreli emprenye edilmiş sarıçam (450 ^{0}C, 488 ^{0}C) odununda, en yüksek ağırlık kaybı (%) değeri emprenye edilmemiş kayın (Kc) odununda (% 89,40) elde edilmiş, en düşük değerler ise orta süreli emprenye edilmiş göknar (%78,00) odununda, en yüksek yıkılma süresi (sn) değeri kısa süreli emprenye edilmiş meşe (Mk) odununda (893 sn) elde edilmiş, en düşük değerler ise kontrol sarıçam odununda (558 sn), en yüksek Işık şiddeti (lux) değeri kısa süreli emprenye edilmiş kayın (Kk) odununda (38lux) elde edilmiş, en düşük değerler ise kontrol göknar odununda (20 lux) ve orta süreli emprenyeli göknar odununda (18,2 lux) elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, Tanalith-E ile emprenye edilen ağaç malzemelerde yanmaya bağlı durumlarda, kullanım yerlerinde Uludağ göknarı ve sarıçam odunlarının tercih edilmesi avantaj sağlayabilir.

Bilim Kodu : 705.5.001
Anahtar Kelimeler : Tanalith-E, Emprenye, Yanma özellikleri, Ağaç Malzemeler
Sayfa Adedi : 65
Danışman : Prof. Dr. Hakan KESKİN

COMBUSTION PROPERTIES OF SOME WOOD MATERIALS IMPEREGNATED WITH TANALITH-E

(M. Sc. Thesis)

Ümit ÇALŞİMŞEK

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2019

ABSTRACT

This study was carried out to determine the combustion properties of wood materials impregnated with Tanalith-E. For this purpose, Oriental beech (Fagus orientalis Lipsky), European oak (Quercus petraea Liebl.), Scots pine (Pinus sylvestris Lipsky) and Uludag fir (Abies nordmanniana subsp. Bornmüllerana Mattf.) woods, which, are widely used in the forest products industry of our country, has been determined according to the principles of TS 2472. The test samples were impregnated with Tanalith-E solution by dipping method for short term (10 minutes) and medium term (120 minutes). Tanalith-E impregnation agent is manufactured by Hemel (Hemel-Hickson Timber Products Ldt.). Combustion tests were carried out according to ASTM E 160-50 standard by Gazi University Faculty of Technology Department of Wood Products Industrial Engineering Technology Laboratory. Combustion test and flame-induced combustion (AKY), weight loss rate, breakdown times and light intensity values were determined. At the end of the trials; the highest value of AKY was obtained in the non-impregnated fir (Gc) wood (693 ^{0}C), while the lowest values were impregnated beech (450 %) with the highest weight loss (%) of impregnated pine (450 ^{0}C, 488 ^{0}C) wood. Kc wood (89,40 %), the lowest values of the impregnated fir (78,00 %) wood, the highest destruction time (sec) value of short-term impregnated oak (Mk) wood (893 sec) obtained. The lowest values were obtained in control pine wood (558 sec), the highest light intensity (lux) value was obtained in short timber impregnated beech (Kk) wood (38lux), the lowest values in control fir wood (20 lux) and medium (18.2 lux) in impregnated firwood. According to these results, it may be advantageous to use Uludag fir and pine wood in the use of wood impregnated with Tanalith-E.

Science Code : 705.5.001
Key Words : Tanalith-E, Impregnation, Combustion properties, Wood materials
Page Number : 65
Supervisor : Prof. Dr. Hakan KESKİN

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren sayın Hocam Prof. Dr. Hakan KESKİN'e, teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ ix

ŞEKİLLERİN LİSTESİ xi

RESİMLERİN LİSTESİ..... xii

SİMGELER VE KISALTMALAR xii

1. GİRİŞ 1

2. MATERYAL VE METOD 9

2.1. Materyal 9

2.1.1. Ağaç Malzeme 9

2.1.2. Doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky) 9

2.1.3. Sapsız meşe (Quercus petraea Liebl.) 10

2.1.4. Sarıçam (Pinus sylvetsris Lipsky) 12

2.1.5. Uludağ Göknarı (Abies nordmanniana subsp. Bornmüllerana Mattf.)... 14

2.1.5. Emprenye çözeltisi (Tanalith-E) 16

2.2. Metod 16

2.2.1. Emprenye işlemi ve retensiyon (tutunma) miktarının belirlenmesi..... 16

2.2.2. Hava kurusu yoğunluk değerlerinin belirlenmesi..... 16

2.2.3. Tam kuru yoğunluk..... 16

2.2.4. Deney örneklerinin hazırlanması ve yanma deneyi..... 17

2.3. Verilerin Değerlendirilmesi 26

3.BULGULAR 27

Sayfa

3.1. Hava Kurusu Yoğunluk Değeri 27

3.2. Retensiyon (Tutunma) Miktar..... 29

3.2.1. Kısa süreli emprenye edilmiş örneklerin retensiyon miktarı..... 29

3.2.2. Orta süreli emprenye edilmiş örneklerin retensiyon miktarı..... 30

3.3. Alev Kaynaklı Yanma (AKY) Sıcaklığı (^{0}C)..... 32

3.4. Kendi Kendine Yanma (KKY) Sıcaklığı (^{0}C)..... 35

3.5. Kor Hali Yanma (KHY) Sıcaklığı (^{0}C)..... 39

3.6. Ağırlık kaybı (%)..... 42

3.7. Yıkılma Süresi (sn)..... 45

3.8. Işık Şiddeti (lux) ……. 48

4. SONUÇ VE ÖNERİLER 53

KAYNAKLAR 61

ÖZGEÇMİŞ..... 65

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2. 1. Doğu kayını odunun bazı teknolojik özellikleri..... 10

Çizelge 2. 2. Sapsız meşe odunun bazı teknolojik özellikleri..... 12

Çizelge 2. 3.Sarıçam odunun bazı teknolojik özellikleri..... 13

Çizelge 2.4. Uludağ göknarı odunun bazı teknolojik özellikleri..... 15

Çizelge 3. 1. Hava kurusu yoğunluk ortalamalarına ait istatistik değerler..... 27

Çizelge 3.2. Hava kurusu yoğunluk varyans analizi (F testi)..... 27

Çizelge 3. 3. Hava kursu yoğunluk (g/cm^3) Duncan testi..... 28

Çizelge 3. 4. Retensiyon (Tutunma) miktarları (kısa süreli)..... 29

Çizelge 3.5. Kısa süreli emprenyeli örneklerin retensiyon oranlarına ait varyans analiz (Ftesti)..... 30

Çizelge 3. 6. Rtensiyon (tutunma) miktarları (orta süreli)..... 31

Çizelge 3.7. Orta süreli emprenyeli örneklerin retensiyon miktarları varyans analizi (F testi)..... 31

Çizelge 3.8. Orta süreli emprenyeli örneklerin retensiyon miktarı Duncan testi..... 32

Çizelge 3.9. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin AKY değerleri..... 33

Çizelge 3.10. Alev kaynaklı yanma (AKY) sıcaklığı (^0C) varyans analizi (F testi)..... 34

Çizelge 3. 11. Alev kaynaklı yanma (AKY) Duncan testi..... 34

Çizelge 3.12. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin kendi kendine yanma (KKY) değerleri..... 36

Çizelge 3.13. Kendi kendine yanma (KKY) sıcaklığı (^0C) varyans analizi (F testi) 37

Çizelge 3.14.Kendi kendine yanma (KKY) Duncan testi..... 38

Çizelge 3.15. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin KHY değerleri..... 40

Çizelge 3.16. Kor hali yanma (KHY) sıcaklığı (^0C) varyans analizi (F testi)..... 41

Çizelge 3.17. Kor hali yanma (KHY) Duncan testi..... 41

Çizelge 3.18. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin ağırlık kaybı (%)..... 43

Çizelge 3.19.Ağırlık kaybı (%) varyans analizi (F testi)..... 44

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 3.20. Ağırlık kaybı (%) Duncan testi..... 44

Çizelge 3.21. Emprenyelive emprenyesiz kontrol örneklerinin yıkılma süresi (sn)..... 46

Çizelge 3.22. Yıkılma süresi (sn) varyans analizi (F testi)..... 47

Çizelge 3.23. Yıkılma süresi (sn) Duncan testi..... 47

Çizelge 3.24. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin ışık şiddeti..... 49

Çizelge 3.25. Işık şiddeti varyans analizi (F testi)..... 50

Çizelge 3.26. Işık şiddeti Duncan testi..... 50

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2. 1. Yanma deneyi düzeneği 19

Şekil 3. 1. Hava kurusu yoğunluk değerleri..... 31

Şekil 3. 2. Kısa süreli emprenye oranları grafiği..... 33

Şekil 3. 3. Orta süreli emprenye retensiyon oranları..... 35

Şekil 3. 4. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin AKY sıcaklık değerleri.. (^{0}C) 39

Şekil 3. 5. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin sıcaklık değerleri (^{0}C)..... 42

Şekil 3. 6. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin KHY sıcaklık değerleri ... (^{0}C) 47

Şekil 3. 7. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin ağırlık kaybı (%)..... 50

Şekil 3. 8. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin yıkılma süresi (sn)..... 53

Şekil 3. 9. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin ışık şiddeti (lux)..... 56

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 2.1.Yanma test düzeneği..... 20

Resim 2.2.Yanma testi ağaç malzeme örnekleri..... 21

Resim 2.3. Ağaç malzeme numunelerinin emprenye öncesi ve sonrası tartım işlemi... 22

Resim 2.4. Deney örneklerinin istiflenmesi..... 22

Resim 2.5. Numunelerin yanma deney düzeneğine yerleştirilmesi..... 23

Resim 2.6.Yanma deneyinin uygulanması , alev kaynağı ile yanma aşaması..... 23

Resim 2.7.Yanma deneyinin uygulanması, alev kaynağı olmaksızın kendi kendine yanma aşaması 24

Resim 2.8.Yanma deneyinin uygulanması, kor hali yanma aşaması..... 24

Resim 2.9. Numunelerin yanması sonucu istifde yapısal bozulmaların başlaması ve dökülen numunelerin ölçüm amacıyla toplanması..... 25

Resim 2.10.Deney düzeneğindeki istiflenmiş yapının tamamen bozulması ve uygun bir kap içerisinde toplanması, yanmanın tamamlanmanın beklenmesi ……...……..... 25

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	**Açıklama**
//	Liflere ve tutkal hattına paralel
⊥	Liflere ve tutkal hattına dik
δ12	Hava kurusu yoğunluk
σe	Eğilme direnci

Kısaltmalar	**Açıklama**
b	Örneğin genişliği
Bkz.	Bakınız
C	Çözelti konsantrasyonu
Fmax	Maksimum kuvvet
h	Örneğin kalınlığı
L	Dayanak noktaları arasındaki açıklık
N	Örnek sayısı
T1	Emprenye sonrası örnek ağırlığı
T2	Emprenye öncesi örnek ağırlığı
Ss	Standart sapma
X	Aritmetik ortalama
v	Varyans
V	Numune hacmi

1. GİRİŞ

Ağaç dünyamızda kendi kendine çoğalan tek konstrüksiyon malzemesidir. Ağaç kaynağı güneş olan ısı ve ışık enerjisİ ile büyür ve sayı olarak çoğalır ve büyürken, dünyamıza sera gazı salınımı gerçekleştİrimez. Gerçekleştirdiği fotosentez ile karbondioksiti kendi bünyesine alarak, gerçekleşen bu biyokimsayal süreç atmosferdeki karbondiosit oranın dengede kalmasını sağlar. Ağaç sahip olduğu biyolojik yapı sayesinde bir ton tomruk oluşturabilmek için fotosentez sayesinde ortalama 1,9 ton karbondioksit (CO_2) gazını emerek bünyesine alır ve bu duruma bağlı olarak dünyamız için çok önemli olan oksijeni üretir ve 500 kilogram karbon stoklarlar [1].

Ağacın yapı mazlemesi olarak tercih edilmesinin nedeni sahip olduğu üstün teknik özelliklerdir. Bir çok malzemenin, ısı-sıcaklık değişimine bağlı olarak yapısında genleşme veya daralma meydana gelir. Bu değişim, özellikle de genleşme malzemenin mukavemetinin düşmesine sepep olur. Günümüzde en çok kullanılan yapı konstrüksiyon malzemelerinden biriside çeliktir. Çelik yapısı itibari ile inorganik ve yanmaya karşı direnci yüksek bir malzemedir fakat ısıyı iyi iletir. Isı iletkenlik özelliği nedeniyle yapı konstrüksiyonunda tercih edildiğinde, yaşanan bir yanma sürecinde ısı-sıcaklık miktarının artışına bağlı olarak genleşir, gerçekleşen bu duruma bağlı olarak yapının bütünlüğünü tehdit eder, bozar. Aksine ağaç malzemenin ise ısı-sıcaklık değişimine rağmen bünyesinde genleşme olmaz. Yaşanan durum şudur, ağaç malzeme ısı-sıcaklık miktarının artışıyla, kurur ve mukavemeti artar [2].

Ağaç malzeme katı formda ve gözenekli bir yapıya sahiptir, bu yapıya poröz yapı denir. Ağaç ve diğer selülozik malzemeler poröz yapıda olmaları nedeniyle, metal malzemelerde olduğu gibi ısı iletkenliğinin yüksek olmasına neden olan ve enerjinin madde içerisinde bir noktadan diğer noktaya geçmesini sağlayan serbest elektronların sayısı ağaç malzemede metal malzemeye kıyasla daha azdır [3, 4].

Yaşam içerisinde sürekli olarak yanıcı maddeler ile yakıcı etkisi olan oksijen gazı temas halindedir. Yanma olayını başlatacak olan etken ortamdaki ısı-sıcaklık değerinin yükselmesidir. Yanma olayı yanıcı bir madde ile, tutuşma için gerekli olan sıcaklıkta oksijenin birleşmesi sonucu, etrafına ısı vererek meydana getirdiği kimyasal bir tepkimedir. Tepkime sonucu farklı miktarlarda ve yoğunlukta yanma ortamını etkileyen ısı, ışık ve duman ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu etkenler yapı bütünlüğünü ve canlı yaşamını

tehdit etmesi nedeniyle çok önemlidir. Kontrol dışına çıkmış yanma olayına yangın denir ve çok hızlı büyümektedir. Ciddi bir afet olması nedeniyle yangın ortamındaki var olan malzemeler hakkında bilgi sahibi olunması çok önemlidir. Ortamda bulunan malzemenin yanma sıcaklığı, yayılmaya olan etkisi, yapısal bozulmaya bağlı olarak çökmesi, ortaya çıkan kimyasal gazların neler olduğu , yangın ortamında bulunan tüm canlılar ve müdahale edecek görevliler için çok önemlidir [5].

Ağaç malzeme, sıcaklık ile genleşmemesi, ısı iletkenliği katsayısının düşük, spesifik ısısının yüksek oluşu, sesi dengeli ve düzenli yayması yanında absorbe ederek yansımayı önlemesi, tam kuru halde iken elektrik akımına karşı yüksek direnç göstermesi, hafifliğine rağmen mekanik direnç değerlerinin yüksek oluşu, işlenmesi onarım ve bakımının kolay olması, değişik yoğunluk, renk, desen, ve kokuda çok sayıda çeşidinin bulunması sebebi ile yüzyıllardır iç ve dış dekorasyonun vazgeçilmez malzemesi olmuştur. Bu önemli avantajlarının yanı sıra, doğal organik, higroskopik, anizotrop ve heterojen bir yapıya sahip olduğu için yanabilmekte, böcekler tarafından tahrip edilebilmekte, mantarlar tarafından çürütülebilmekte, havanın sıcaklık ve bağıl nemine bağlı olarak değişen denge rutubetine göre boyutları değişebilmekte, güneş ışınlarının etkisi ile solmaktadır. Her ne kadar ağaç malzeme bazı dış etkilere karşı yeterli direnci gösterecek doğal dayanıklılığa sahip olsa da, harici etkilere uzun süre dayanmaz. Bu nedenle, ağaç malzeme emprenye edilmekte veya yüzeyleri koruyucu katmanla kaplanmaktadır [6].

Emprenye, bitkisel (mantarlar) ve hayvansal (böcekler,termitler,deniz canlıları) zararlılar ile ateşe ve boyut değiştirmelerine karşı korumak için odunun yapısındaki boşluklara kimyasal madde yerleştirme işlemidir. Emprenye işleminin etkinliği; koruyucu maddenin zehirliliği, nüfuz derinliği ve retensiyon miktarına, ağaç malzemenin emprenye edilebilmesi ise, odunun anatomik yapısı, daha önce yapılan kurutma, yarık açma işlemlerine bağlıdır. İğne yapraklı ağaçlarda kenarlı geçit çiftlerinde geçit aspirasyonu ile yapraklı ağaç trahee lümenlerinde tül oluşumu ve geçit zarı üzerindeki açıklıklarda yabancı madde depolanması odunun emprenye edilebilmesini güçleştirir. Emprenyeden önce yuvarlak gövde kısımlarında kabuk soyulur ve ağaç malzeme, lümenlerindeki serbest su emprenye maddesi girmesini engellediğinden yaklaşık %20 rutubete kadar kurutulur. Ancak, Boucherie (besi suyunu çıkarma) ve difüzyon metotlarında kabuklar soyulmadığı gibi taze halde emprenye yapıldığından kurutma gerekmez. Güç emprenye edilen türlerde nüfuz derinliğini arttırmak

için lifler yönünde incising işlemi uygulanır. Ayrıca kullanım yerinde gerekli olan kesme, delme, lamba ve zıvana açma işlemleri emprenyeden önce yapılmalıdır [7].

Ağaç malzemenin emprenyesi, odunun çeşitli koruyucu özelliklere sahip kimyasal maddelerle işleme sokulması anlamına gelmekte olup, bu amaçla yüzyıllardır çok çeşitli maddeler kullanılmış ve çeşitli sistemler geliştirilmiştir. Bu maddeler genel olarak organik solventlerde çözünen, suda çözünen ve yağlı emprenye maddeleri olarak sınıflandırılmaktadır. Her bir sınıfa ait maddeler farklı kullanımlarda ve degradasyon şartlarında farklı etkinliklere sahip olmaktadır. Son yıllarda bazı emprenye maddelerinin, emprenye edilmiş ağaç malzemenin ve aynı zamanda hizmet ömrünü tamamlamış emprenyeli ağaç malzeme atıklarının yaratabileceği çevre problemleri nedeniyle yeni emprenye maddelerinin geliştirilmesi ve çevreye zararı en az olanlarının kullanımının artırılmasına yönelik çalışmalar yoğunlaşmış bulunmaktadır [8].

Günümüzde bir çok kullanım alanına sahip olan ağaç malzeme,doğadan elde edildiği haliyle mukavemeti istenilen düzeyde değildir. Doğal bir malzeme olması ve sahip olduğu özellikler nedeniyle, çevresindeki suyu emmesi, yapısında fiziksel değişikliğe neden olur. Ayrıcaböcek, mantar gibi varlıkların neden olduğu zararlara karşı sahip olduğu düşük direnç ve yanma özelliği ağaç malzemenin istenmeyen özellikleridir. Bu özellikler, ağaç malzemenin kullanım ömrünü ve alanını kısıtlamaktadır, malzemenin hizmet ömrünün istenilen düzeyde olması için bazı önlemlerin alınması zorunlu hale gelmektedir. Hizmet ömrünü artırmak içinzararları en aza indirecek, malzemenin hizmet süresini uzatacak bir takım işlemlerden geçmesi gerekir. Bu işlemlerden biri, bazı kimyasallarla , istenmeyen durumlara karşı emprenye diye tabir edilen kimyasal maddelerle ağaç malzemeyi koruma amaçlı bir takım işlemlerin uygulanmasıdır [9].

Ağaç malzeme, farklı yapı malzemeleriyle karşılaştırıldığında bazı üstün özellikleri mevcuttur. Bunlar çok geniş bir kullanım alanı olan odun, biyolojik özellikleri nedeniyle yenilenebilir tek organik doğal ham maddedir. Anatomik yapısı, mekanik ve fiziksel özellikleri ile kimyasal bileşimi odunun çok farklı ürünler halinde çok farklı alanlarda kullanımına imkan sağlamaktadır [10].

Hiç bir koruyucu işlemden geçmemiş olan doğal haldeki ağaç malzeme kullanıldığı yerde mantarlar ve/veya böcekler tarafından tahribata uğrayarak çürütülmesi sonucunda her yıl

büyük maddi kayıplar oluşmaktadır. Organik bir madde olan ağaç malzemenin, bir takım nedenlerle çürümesi ve böceklerler tarafından tahrip edilmesi doğal bir olaydır. Ancak, alınacak bazı tedbirlerle, özellikle kimyasal tedbirlerle ağaç malzemenin uzun yıllar bu zararlılardan korunması mümkün olmaktadır. Günümüzde bir çok kullanım ve üretim alanında ağaç malzeme kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarında ağaç malzemeye uygulanacak kimyasal tedbirler ile, zararlı organizmalar için zehir etkisi gösteren emprenye maddeleri kullanılarak, ağaç malzemenin hizmet süresi artırılmaktadır [11].

Ağaç malzemenin hacim-ağırlık oranı yanma direncini doğru orantılı olarak etkilemektedir. Ağaç malzemenin yetiştiği bölge, uygumla örneklerinin ağaç malzemeden alındığı yer, diri odun – öz odun, rutubet gibi bir takım özellikler, odunun yoğunluğunu etkilemektedir. Hacim-ağırlık oranı yüksek olan ağaç malzemenin tutuşması ve yanması hacim-ağırlık oranı düşük olan ağaç malzemeye göre daha geç olacaktır [12].

Ağaç malzemenin emprenye edilmesi, odunun kendisi için bir çok koruyucu özelliğe sahip kimyasal maddelerle işleme sokulması anlamına gelmektedir. Bu amaçla asırlarca bir çok ürün kullanılmış ve çeşitli yöntem ve sistemler geliştirilmiştir. Bu ürünler genel olarak organik solventlerde çözünen, suda çözünen ve yağlı emprenye maddeleri olarak tanımlanmaktadır. Her bir sınıfa ait maddelerin kullanım alanlarıda farklıdır. Bu maddeler kullanımlarda ve bozulma şartlarında farklı etkinliklere sahiptirler. Son yıllarda yeni bir durum ortaya çıkmıştır. Bazı emprenye maddelerinin, emprenye edilmiş ağaç malzemenin veya hizmet ömrünü tamamlamış emprenyeli ağaç malzeme atıklarının neden olabileceği çevre sorunları, yeni bir ihtiyacın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu durum çevreye duyarlı yeni emprenye maddelerinin geliştirilmesi ve kullanım alanlarının artırılmasına yönelik çalışmaların yoğunlaşmasına neden olmuştur [13].

Yanmayı önleyici, geciktirici kimyasal maddeler ağaç malzemenin tamamen yanmasına engel olamazlar. Bu maddelerin kullanımın dakitemel amaç malzemenin tutuşmasını zorlaştırıp, yanma başladıktan sonra ateşin yayılmasını olabildiğince geciktirmektir [14].

Suda çözünen kimyasal maddelerle emprenye edilen ağaç malzeme görünüş özelliğini artırmak amacıyla boyalarla ve boyutsal kararlılığının sağlanabilmesi için su itici maddelerde işleme sokulabilmektedir. Su itici maddeler ağaç malzemede, malzemenin yarılma, burulma, çatlama ve bükülme gibi olumsuz özelliklerini geliştirmektedir. Bu

maddeler ve boyalar bazı durumlarda emprenye işlemleri ile birlikte ya da kullanım yerinde kolaylıkla ağaç malzemeye uygulanabilmektedir. Buna benzer ikinci aşama işlemleri, emprenye edilen ağaç malzemenin hizmet süresini dolayısıyla kullanım ömrünü uzatırken, aynı zamanda emprenye edilen ağaç malzemeden kaynaklanacak emprenye maddesi yıkanma ve emisyon miktarlarını da azaltacaktır. Bazı emprenye kimyasalı üreticileri ACQ-D gibi emprenye maddelerinin formülasyonlarına butip su itici özelliğe sahip maddeleri ekleyerek kullanıma hazır emprenye maddeleri geliştirmektedirler. Böylece su itici özelliğe sahip bu maddeler ağaç malzemede daha iyi nüfuz edebilmektedirler. Bu maddeler, suyun ağaç malzeme içerisindeki hareket hızını yavaşlattıklarından dolayı, emprenye maddesinin yıkanması ve ağaç malzemeden uzaklaşmasını engellemektedirler [15].

Bütün emprenye maddelerinin ağaç malzemede yüzey gerilimi azaltıcı etkisi olması, derine nüfuz etmesi ve ağaç liflerine tutunucu (fiksa) olması gerekmektedir [16].

Günümüzde ağaç malzemenin yanmasının geciktirilmesi ve engellenmesi amaçlı olarak en yaygın olarak kullanılan maddeler, inorganik esaslı kimyasal maddeler olup,bunlar içinde en çok kullanılanlar; Amonyum sülfat, amonyum klorür,boraks, borik asit, fosforik asit ve çinko klorürdür.Bu tuz esaslı yanmayı engelleyici kimyasal maddeler, yanma esnasında ağaç malzemenin kömürleşmesini hızlandırmakta, oluşan bu kömür tabakası yanma sırasında, izolasyon tabakası rolü oynayarak, kolay tutuşabilen gazların oluşumunu önlemektedir [17].

Emprenye kimyasallarının zararlılara karşı zehirli etkisinin olması gerektiğinden, bu duruma bağlı olarak diğer canlıların olumsuz etkilenme ihtimali vardır ve bu süreç devam etmektedir [18].

Ağaç türlerinin renk, desen, koku, tat gibi fiziksel karakteristik özellikleri birbirlerinden farklıdır. Odunda renk bozulmaları canlı odunda yaralanma, ölü budak oluşumu, hastalık, gibi sebepler yanında odundaki bazı kimyasal maddelerin oksidasyonu veya ileri yaşlarda öz odunu oluşumu ya da tanenli odunların metallerle teması sonucu oluşan renklenmeler ile meydana gelmektedir [19].

Odunun korunması, ağacın ormandan kesiminden itibaren kullanım yeri ve amacına uygun (iç mekan veya dış ortam koşulları) olacak şekilde şartlara uygun bazı koruyucu kimyasal

maddeler ve uygun (emprenye veya üst yüzey işlemleri gibi) yöntemlerle sağlanmaktadır [7].

Koruma yöntemlerinin yanında odun yanabilen bir maddedir. Bu bakımdan, ağaç malzemenin yanmaya karşı dayanımının da artırılması için yanmayı önleyici bazı (borlu bileşikler veya karışımları gibi) kimyasal maddelerle emprenye edilmesi bir çok kullanım yeri için zorunlu görülmektedir [3].

Dünyanın en iyi bor rezervinin ülkemizde olması ülkemiz ve ağaç malzemenin korunması açısından oldukça önemli bir kaynaktır. Bir çok alanda kullanım kolaylığı olan borlu bileşikler, odunun biyolojik zararlılara karşı korunmasında emprenye maddesi olarak da kullanılmaktadır [7, 20].

Ağaç malzeme, başlıca selüloz, hemiselülozlar ve ligninden oluşan, doğada fazla miktarda bulunan, yenilenebilir doğal ve yanabilen bir malzemedir [3].

Odun yanabilen bir maddedir. Kendi kendine yanabilmesi için sıcaklığın 275°C ye çıkarılması gerekmektedir. Bununla birlikte herhangi bir tutuşturucu alev kaynağı varlığında çok daha düşük sıcaklıklarda tutuşarak yanabilmektedir. Bu bakımdan ağaç malzemenin yanmaya karşı direncinin arttırılması için kimyasal maddelerle emprenye edilmiş olması bir çok kullanım yerinde zorunlu görülmektedir [21].

Ağaç malzeme tutuştuğunda yani yanmaya başladığında ısı ve ışık dışında, yanma sıcaklığında renksiz gazlar olan ve yanmanın sürecinin tamamlanmasıyla duman haline dönüşen CO_2 ve H_2O'dur. Duman oluşumu bakımından ağaç türleri arasında çok az farklılıklar bulunmakta ve alevli yanmada az miktarda duman gözlenmektedir. Odunun radiant alevsiz yanma kaynağıyla karşı karşıya bırakılması durumunda daha fazla duman açığa çıktığı, çıkan duman oranının ışınsal ısı kaynağının şiddetine bağlı olduğu bildirilmektedir. Düşük ısı radyasyon düzeylerinde ladin, melez, sekoya, meşe gibi türler, çam ve akçaağaçtan daha az duman oluşturmakta; Yüksek ısı radyasyonunda huş, akçaağaç ve meşe türleri yanma sırasında sedir, adi duglas ve sekoyadan daha fazla duman oluşturmaktadırlar [22, 23].

Baysal, cennet ağacının borlu bileşiklerle emprenyesinden sonra fiziksel özellikleri ve yanma özelliklerini incelemiş, yanma sonucu oluşan ağırlık kaybı (AK) bakımından en etkili kimyasal maddenin % 63'lük değerle Ba+Bx (7:3, ağırlık:ağırlık) karışımından elde edildiğini bildirmiştir [24].

Yalınkılıç ve Baysal, bir Japon firması tarafından geliştirilen iki farklı yangın geciktirici borlu bileşiği (PHN 130 ve PHN 130G) ağaç malzemeye emprenye ederek çürüklük testleri ve ağaç malzemenin çalışmasını test etmişler, bileşiklerin çürüklük mantarlarına karşı etkin bir koruma sağladıklarını ve ağaç malzemenin su alımını önemli derecede düşürdüklerini belirlemişlerdir [25].

Özciftci, emprenye edilmiş ağaç malzemeden üretilen 5 ve 8 katmanlı lamine ağaç malzemenin teknolojik özelliklerini araştırmıştır. Lamine elemanların dış katmanlarında Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), orta katmanda ise kavak (*Populus nigra* Lipsky) odunlarından üretilen papel kaplamalar kullanılmıştır. Araştırmada, Tanalith-C 3310, boraks, borik asit, boraks+borik asit ve Di-amoniumpfosate kimyasalları yanmayı geciktirici emprenye maddesi olarak kullanmıştır. Bunun için örnekler, ASTM D 1413-76 esaslarına göre 60 dakika süreyle 760 mm Hg^{-1}'ya eşdeğer ön vakum, 60 dakika süreyle 2 atmosfer basıncında çözelti içerisinde emprenye edildikten sonra fenol-formaldehid ve melamin-formaldehid tutkalları ile yüksek sıcaklıkta preslenerek lamine ağaç malzemeler elde etmiştir. Örneklerin, eğilme direnci, elastiklik modülü, yoğunlukları, hacimsel genişleme, yapışma direnci, basınç direnci ve yanma değerleri belirlenmiştir. Deneyler sonunda; borik asit ve Tanalith-C 3310 lamine ağaç malzemelerin teknolojik özelliklerini olumsuz yönde etkilerken diğer emprenye maddeleri olumlu etkiler gösterdiğini tespit etmiştir [26].

Imersol-Aqua ile emprenye edilen örneklerde en yüksek yapışma direnci Doğu kayınında kısa süreli daldırma yöntemi il emprenye edilmiş ve K_{303} tutkalı ile yapıştırılmış örneklerde (11.99 N/mm^2), en düşük sarıçamda uzun süreli daldırma yöntemi ile emprenye edilmiş ve K_{303} tutkalı ile yapıştırılmış örneklerde (8.078 N/mm^2), emprenye edildikten sonra yüzeyleri zımpara işlemi yapılmış örneklerde en yüksek Doğu kayınında uzun süreli daldırma yöntemi ile emprenye edilen ve Pu ile yapıştırılmış örneklerde (12.69 N/mm^2), en düşük ise Toros sedirinde uzun süreli daldırma yöntemi ile emprenye edilmiş ve SL_{308} tutkalı ile yapıştırılmış örnekte (8.038 N/mm^2) bulunmuştur [26].

Çeşitli emprenye maddeleri, borik asit ve boraks'ın %3 çözeltisi ile emprenye edilmiş kokarağaç odununda borlu bileşikler yanma direncini arttırmış, borik asit ve boraks karışımı kullanılması halinde yanmayı önleyici etkinin daha da artacağı bildirilmiştir [27].

Günümüzde, Tanalith-E odunun biyolojik zararlılara karşı korunmasında yeni nesil emprenye maddesi olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma, Tanalith-E emprenye maddesi ile emprenye edilen Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.), sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana subsp. Bornmüllerana* Mattf.) odunlarının yanma özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç malzeme

Ülkemiz ağaçişleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana subsp. Bornmüllerana* Mattf.) odunları deney materyali olarak seçilmiştir. Ağaç malzemeler, Ankara'daki kereste işletmelerinden tamamen tesadüfi yöntemle temin edilmiş ve seçiminde kerestenin kusursuz olmasına, liflerinin düzgün, ardaksız, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış olmasına özen gösterilmiştir. Odunların türlerine ait olup olmadığı makroskopik tanı metodu ile belirlenmiştir.

2.1.2. Doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky)

Doğu kayını odunu, dağınık küçük traheli, öz ışınları çok kalın ve belirgin, radyal kesitte geniş öz ışını levhaları, teğet kesitte iki ucu sivri iğ şeklinde öz çizgileri bulunmaktadır. Traheler çıplak gözle görülememekte, enine kesitte yıllık halkanın her tarafına dağılmış durumda ve yaz odununa gidildikçe sayı ve çapları yavaş yavaş azalmaktadır. Kalın parlak öz ışınlarının aralarında 0.5-1 mm'lik aralıklar bulunur. Yıllık halka sınırları belirgin ve yaz odunu ilkbahar odununa oranla daha koyu renktedir. Radyal kesitte öz ışını levhaları parlak, koyu renkte ve yüzeyin 1/10'unu kaplamaktadır. Doğu kayını odununun bazı teknolojik özellikleri aşağıdaki verilmiştir [3, 27- 29].

Doğu kayını, Türkiye'de 1.373.245 ha iyi koru, 378.239 ha bozuk koru olmak üzere toplam 1.751.484 ha yayılış alanına sahiptir. Ayrıca, ülke geneli toplam ağaç serveti bakımından da Kızılçam (*Pinusbrutia* Ten.) ve Karaçam (*Pinusnigra* Arnold)'dan sonra üçüncü sırada yer alan önemli bir asli ağaç türümüzdür. Sanayide Doğu kayını'nın odunu büyük önem kazanmış olup, kesme ve soyma kaplama levhalarında, kontraplak ve kontratabla, mobilya, palet ve travers, liflevha, yongalevha ve kağıt endüstrisinde değerlendirilmektedir [3, 29].

Çatlama eğilimi olan, dikkatli kurutulması gereken bir türdür. İşlenmesi kolay olan kayın odununun, yapışma ve üst yüzey işlemlerinde güçlük yaşanmaz. Böcek tahribatı ve çürüklük

mantarlarına karşı diri odunu hassas olup, dayanıksızdır. Özellikle beyaz çürüklük mantarları tarafından ardaklanma daha sonrada beyaz çürüklük oluşturulabilir. Diri odunu kolay, öz odunu ise güç emprenye edilen bir türdür. Geniş bir kullanım alanına sahip olan kayın odunu, özellikle masif mobilya ve dekorasyon ürünleri ile bükme mobilya, tornacılık, kontrplak kaplama ve kağıt sanayinde kullanılmaktadır. Emprenye edildiği taktirde travers yapımında kullanılabilir [19].

Çizelge 2.1. Doğu kayını odunun bazı teknolojik özellikleri

Özellik	Ortalama Değer	Birimi
Tam kuru yoğunluğu	0,630	g/cm^3
Hava kurusu yoğunluğu	0,669	g/cm^3
// Basınç direnci	620	kg/cm^2
// Çekme direnci	1350	kg/cm^2
⊥ Eğilme direnci	1230	kg/cm^2
⊥ Elastiklik modülü	125000	kg/cm^2
⊥ Makaslama direnci	150	kg/cm^2
⊥Brinell sertlik değeri	3.4	kg/cm^2
Daralma yüzdesi (β_r)	5,8	%
Daralma yüzdesi (β_t)	11,8	%
Daralma yüzdesi (β_v)	17,9	%

2.1.3. Sapsız meşe (Quercus petraea Liebl.)

Angiospermae'lerin Fagaceae familyasına dahil olan Sapsız meşe; kışın yaprağını döken, 30 m'ye boylanabilen, dar tepeli bir orman ağacıdır. Tomurcukları 7 mm büyüklükte tilki sarısı renkte olup, pulların kenarı kirpiklidir. Genç sürgünler kırmızımsı kahverengi ve çıplaktır. Yapraklar uzun saplı ve uzunluğu 12 cm'dir. Yapraklar dibe doğru daralır ve kama biçiminde sonuçlanır. Genellikle simetrik olan yaprakların lobları sığ ve fazla derin değildir. Kadeh pullarlı yumru şeklinde, yaprak alt ve üst yüzü çıplaktır ve interkalar damarlar mevcuttur. Dişi çiçekler sürgünlere ya doğrudan doğruya otururlar ya da çok kısa bir sapla bağlıdır. Sapsız meşe ismi de bu özelliğinden kaynaklanmaktadır. Kupula 1-2 cm çapındadır. Genç palamudun üzerinde belirgin çizgiler yoktur. Coğrafi olarak Avrupa, Balkanlar,

Anadolu, Kafkaslar ve Kuzey İran'da yayılış gösterir. Ülkemizde Marmara bölgesi ile tüm Kuzey Anadolu bölgesinde yayılış gösterir [3, 4, 29].

Ülkemizde geniş bir alanda yetişmektedir. Ak meşeler grubundan olup boyu 20-40 m, gövde orta çapı 1-2 m, kullanılabilir gövde uzunluğu 10-20 m'dir. Diri odun çoğunlukla dar, 2.5 cm genişlikte, sarımsı beyaz renkte, öz odun açık kahverengi ile sarımsı kahverenginde, kesimden sonra koyulaşır. İlkbahar odunu traheleri çok büyük, çıplak gözle görülebilir ve 1-2 sıralı genişlikte bir halka oluşturur. Öz ışınları tek ve çok sıralı olmak üzere iki çeşittir. Kalın öz ışınları radyal kesitte kaba aynalar şeklinde görülür. Radyal kesitte traheler kaba iğne çizikli, tül oluşumu ile doludur. Öz ışınları tek ve çok sıralı olmak üzere iki çeşittir. Tekstür kaba, iğne çizikli, genellikle düzgün bazen düzensiz lifli, parlak, dekoratif, sert ve ağır bir odunu vardır. Bazı teknolojik özellikleri aşağıda verilmiştir. Perforasyon tablaları basit tiptedir. İçleri tüllerle doludur. Sapsız meşenin bazı teknolojik özellikleri aşağıda verilmiştir [3, 4].

Çizelge 2.2. Sapsız meşe odunun bazı teknolojik özellikleri

Özellik	Ortalama Değer	Birimi
Tam kuru yoğunluğu	0,590	g/cm^3
Hava kurusu yoğunluğu	0,650	g/cm^3
⊥ Eğilme direnci	1110	kg/cm^2
⊥ Elastiklik modülü	118000	kg/cm^2
// Basınç direnci	650	kg/cm^2
// Çekme direnci	900	kg/cm^2
⊥ Makaslama direnci	110	kg/cm^2
⊥ Brinell sertlik değeri	3.2	kg/cm^2
Daralma yüzdesi (β_r)	4,0	%
Daralma yüzdesi (β_t)	7,8	%
Daralma yüzdesi (β_v)	12,2	%

Kurutmada şekil değişmeleri ve çatlamaları meydana gelebileceği için çok yavaş kurutulmalıdır. Makinelerde işlenme sırasında orta ve şiddetli derecede körleştirme etkisine sahiptir. Yapıştırma ve üstyüzey işlemleri uygulama kabiliyeti iyidir. Diri odun öz odundan az dayanıklıdır. Odunu genel olarak su altında bile dayanıklıdır. Diri odunu kolay emprenye edilirken öz odunu güç emprenye edilebilmektedir. Yapı ve kontsrüksiyon malzemesi, mobilya ve dekorasyon üretimi, parke, tarım aletleri yapımı, küçük su araçları ve travers yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır [19].

2.1.4. Sarıçam (Pinus sylvetsris Lipsky)

Dünya üzerinde son derecede geniş bir alana yayılan sarıçam, çeşitli ülkelerde farklı isimlerle anılmaktadır. İlk defa 1753 yılında ünlü botanikçi LINNE bu türe Pinus silvestris adını vermiştir. LINNE'den sonra; *Pinusrubra* Mill, *Pinus rigensis* Desf., *Pinus resinosa* Savi, *Pinus humulis* Link, *Pinus kotchiana* Klotzsch isimleri verilen bu türün taksonomik kural gereğince geçerli ismi *Pinus silvestris* Lipsky'dir [30].

Sarıçam odunu genellikle bütün Avrupa ve Asya'da yaygın yetişen ağaç türlerinden biridir. 30-45 m boy, 0.6-1 m çap yapmakta, gövde şekli düzgün ve dolgun olup, kullanılabilir gövde uzunluğu 18-20 m'dir. Diri odunu geniş, sarımsı veya kırmızımsı beyaz renkte olup, enine kesitte gövde yarıçapının yaklaşık üçte birini kapsar. Öz odunu sınırı belirgin olup, genellikle yuvarlak bazı ağaçlarda diri odundan daha koyu renkte kırmızımsı kahverengidir. Kesildikten sonra uzun süre bekletilen ağaçlarda bu renk daha da koyulaşmaktadır. Yıllık halka sınırı her üç kesitte de çok belirgin ve hafif dalgalıdır. Yıllık halkalar içerisinde ilkbahar odunu ile yaz odunu sınırları belirgin ise de, bazı ağaçlarda bu geçiş ani değildir. Yaz odunu parlak kahverengidir ve teğet kesitte geniş sarımsı şeritler oluşturur. Yaz odununun yıllık halka içerisindeki iştirak oranı %2-73 arasında değişmektedir. Enine kesitinde yaz odunu oldukça geniş ve traheid çeperleri ilkbahar odunundakine göre daha kalın, lümenler yuvarlak görünüştedir. Reçine kanalları genellikle yaz odununda çok sayıda olup, 100-150 mikron çapında ve enine kesitte daire görünüşündedir. Öz ışınları genellikle tek sıralıdır. Traheidlerin teğet çeperlerinde kenarlı geçitler uzun aralıklarla yer alır. Reçine dolu keseciklere çok sık rastlamak mümkündür. Sarıçam odunun teknolojik özellikleri (Bkz. Şekil 2.3)'de verilmiştir [3, 4, 19, 30].

Çizelge 2.3. Sarıçam odunun bazı teknolojik özellikleri

Özellik	Ortalama Değer	Birimi
Tam kuru yoğunluğu	0,490	g/cm^3
Hava kurusu yoğunluğu	0,520	g/cm^3
// Basınç direnci	550	kg/cm^2
⊥ Eğilme direnci	1000	kg/cm^2
// Çekme direnci	1190	kg/cm^2
⊥ Elastikiyet modülü	120000	kg/cm^2
⊥ Makaslama direnci	100	kg/cm^2
⊥ Brinell sertlik değeri	2.4	kg/cm^2
Daralma yüzdesi (β_r)	4,0	%
Daralma yüzdesi (β_t)	7,7	%
Daralma yüzdesi (β_v)	12,1	%

Sarıçam odunu kolay kurutulur, çatlamaya ve dönüklüğe eğilimi azdır. İyi işlenir ve yapıştırılır. Üst yüzey işlemlerinde reçine sızıntısı nedeniyle güçlük çıkarır, koruyucu katman oluşturmak kolaydır. Öz odunu oldukça dayanıklı, diri odunu mantar ve böceklere karşı hassas, odununun rutubeti % 25'ten fazla olduğu hallerde, 20-25 °C'de mavi renk oluşumu görülür. Öz odunu orta derecede güç, diri odunu kolay emprenye edilmektedir. Binalarda iç ve dış dekorasyonda, pencere doğramalarında, emprenye edildiğinde toprak ve su tahkimatında, maden direği, tel direği ve travers olarak, mobilya yapımı, kaplama levha, kontrplak, lif levha ve yonga levha ile kağıt endüstrisinde kullanılmaktadır [19].

2.1.5. Uludağ göknarı (Abies nordmanniana subsp. Bornmüllerana Mattf.)

Uludağ göknarının günümüz literatüründeki ismi *Abie snordmanniana (Stev.) Spach. subsp. bornmülleriana* (Mattf.) Coode et Cullen olmakla birlikte sinonimi *Abies bornmülleriana* Mattf. dır. Bu alt tür Türkiye'ye özgü bir endemik türü olup, ünlü botanikçi Bornmüller'in adını almıştır. Uludağ Göknarı çoğunlukla 40 metreye kadar boylanabilen birinci sınıf orman ağacıdır. Ana türe çok yakından benzemekle birlikte, genç sürgünlerin çıplak, tomurcuklarında reçineli olmasıyla ondan ayrılır. Kozalak, iğne yaprak gibi öteki tüm morfolojik özelliklerce Doğu Karadeniz göknarının hemen tümüyle aynısıdır [4].

Uludağ göknarı ortalama 30-40 m boy, 1 m kadar çap yapabilmektedir. Diri odun ve öz odun renk bakımdan farklı değildir. Olgun odun özelliğindedir. Odununun rengi sarımsı beyaz ile gri beyazdır. Yıllık halka sınırları belirgindir. Yaz odunu belirgin ve koyu kırmızımsı renktedir. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş yavaştır. Normal olarak reçine kanalı yoktur, yumuşak ve oldukça hafif bir oduna sahiptir. Yıllık halka sınırı belirgin, kalın çeperli yaz odunu taraheidleri radyal yönde yassılaşmıştır. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş yavaştır. İlkbahar taheidleri ince çeperli ve geniş lümenlidir. Traheid çapları 25-65 µm'dir. İlkbahar odunu hücre çeperlerinde kenarlı geçitler tek sıralıdır. Öz ışınları tek sıralı ve homojen yapıdadır. Normal halde reçine kanalı bulunmaz, dikili ağaçlarda yaralanma sonucu traumatik reçine kanalı oluşabilir. Uludağ göknarı odununun bazı teknolojik özellikleri Çizelge 2.4 te verilmiştir [3, 19, 27, 31].

Çizelge 2.4. Uludağ göknarı odunun bazı teknolojik özellikleri

Özellik	Ortalama Değer	Birimi
Tam kuru yoğunluğu	0.401	g/cm^3
Hava kurusu yoğunluğu	0.429	g/cm^3
Hacim yoğunluk değeri	0.350	kg/m^3
// Basınç direnci	374	kg/cm^2
// Çekme direnci	620	kg/cm^2
⊥ Çekme direnci	14,4	kg/cm^2
Makaslama direnci	46	kg/cm^2
Elastiklik Modülü	83000	kg/cm^2
Daralma yüzdesi (β_r)	4,3	%
Daralma yüzdesi (β_t)	8,6	%
Daralma yüzdesi (β_v)	13,1	%

Mantar ve böceklere karşı hassas olan göknar odunu emprenyesi güçtür. Çabuk kurutulur, kurutma kusurları oluşmaz. Soyulabilir, fazla miktarda özışını bulunması sebebiyle kolay yarılır, iyi işlenir ve yapıştırılır. Bina inşaatlarında iç mekanlarda, mobilya ve dekorasyon ham maddesi olarak orman ürünleri sanayinde kullanılmaktadır [7].

2.1.6. Emprenye çözeltisi (Tanalith-E)

Tanalith-E emprenye maddesi, Hemel (Hemel-HicksonTimber Products Ldt.) ürünüdür. Bu çözelti mantar, böcek ve termit saldırılarına karşı kullanılan, etkinliği bakır ve organik biosidlerden (triazol) oluşan bitki, hayvan ve insan sağlığına zarar vermeyen yeni nesil ahşap koruyucudur. Tanalith-E, açık yeşil renkli, kokusuz, pH'sı 7, yoğunluğu 1,04 g/cmP3, akıcı ve tamamen suda çözünebilen, su esaslı, metal kısımlarda korozyona sebep olmayan ve hazır çözelti şeklinde piyasaya sunulmaktadır. Emprenye çözeltisi, çit, parmaklık, bahçe mobilyaları, hayvan barınakları, silolar, çiftlik binaları, çocuk oyun alanlarında kullanılan ahşabın emprenyesinde kullanılmaktadır [4, 32].

2.2. Metod

2.2.1. Emprenye işlemi ve retensiyon (tutunma) miktarının belirlenmesi

Doğu kayını, sarıçam, sapsız meşe ve Uludağ göknarı odunlarından hazırlanan deney örnekleri Tanalith-E ile ASTM D 1413 [36] standardı esaslarına göre kısa süreli (10 dakika) ve orta süreli (120 dakika) olarak daldırma metodu ile emprenye edilmiştir. Daha sonra, ağırlıkları 0.001g duyarlıklı analitik terazide tartılmış ve retensiyon (tutunma) miktarı (R), Emprenye edilen örnekler çözücünün buharlaşması için, hava dolaşımı sağlanan bir ortamda hava kurusu hale ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra, ağırlıkları 0.001g duyarlıklı analitik terazide tartılmış ve retensiyon (tutunma) miktarı (R),

$$R = \frac{G.C}{V} x10^3 kg/m^3 \quad (2.1)$$

$$G=T_2-T_1 \quad (2.2)$$

Eşitliklerinden hesaplanmıştır.

Burada;

T_1 = Emprenye sonrası örnek ağırlığı (g)
T_2 = Emprenye öncesi örnek ağırlığı (g)
V= Numune hacmi (cm^3)
C = Çözelti konsantrasyonu (%)

2.2.2. Hava kurusu yoğunluk değerlerinin belirlenmesi

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan ahşap malzemelerin yoğunlukları TS 2472 esaslarına göre belirlenmiştir [34]. Buna göre; hava kurusu yoğunluk tayini için 20x20x30 mm boyutlarında hazırlanan örnekler, 20 ± 2 ^{0}C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Bu durumda ağırlıkları ±0,01g duyarlıklı analitik terazide tartılıp, ±0,01mm duyarlıklı dijital kumpasla boyutları ölçüldükten sonra hacimleri hesaplanarak, hava kurusu yoğunluklar (δ_{12}) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$\delta_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} g/cm^3 \quad (2.3)$$

Burada;

M_{12} = Hava kurusu haldeki ağırlık (g),
V_{12} = Hava kurusu haldeki hacimdir (cm^3).

2.2.3. Tam kuru yoğunluk

Tam kuru yoğunluk tayininde TS 2472 [33] standardı esas alınarak hazırlanan örnekler, havalandırılabilen kurutma dolabında 103±2 ^{0}C sıcaklıkta ağırlığı değişmez hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Bu durumda, kurutma dolabından alınarak içerisinde P_2O_5 (fosfor pentaoksit) bulunan desikatörde soğutulduktan sonra 0,01g duyarlıklı terazide tam kuru ağırlıklar tartılmıştır. Deney örneklerinin her üç yöndeki boyutları mikrometrik dijital kumpasla ölçüldükten sonra 'stereometrik metod' ile hacimleri belirlenmiştir.

Bunlara göre tam kuru yoğunluklar (δ_0);

$$\delta_0 = \frac{M_0}{V_0} \quad (2.4)$$

Burada;

M_0 = Tam kuru ağırlık (g),
V_0 = Tam kuru hacim (cm³)

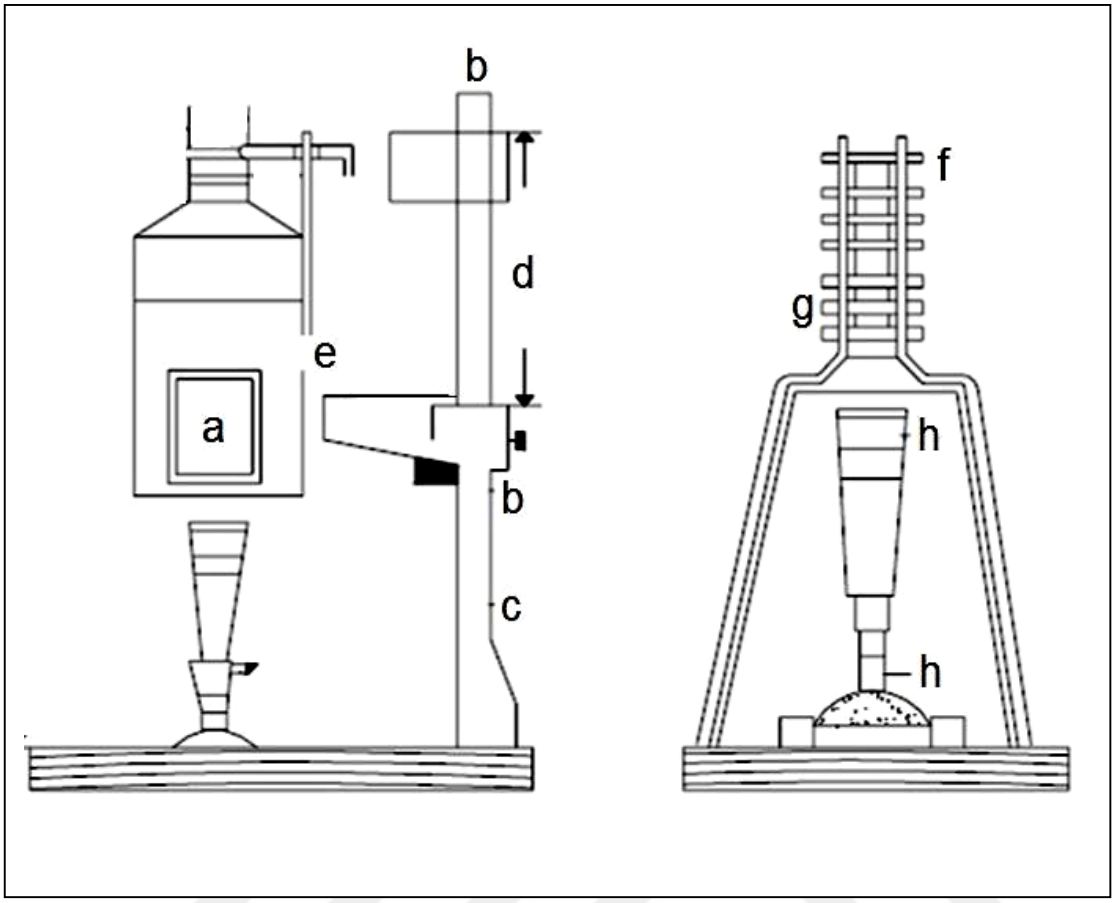
2.2.4. Deney örneklerinin hazırlanması ve yanma deneyi

Denemelerde kullanılan ahşap malzeme Ankara Siteler bölgesindeki kereste işletmelerinden ağaç malzemenin kusursuz olmasına, liflerinin düzgün, budaksız, ardaksız, normal büyüme göstermiş, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış olmasına özen gösterilerek tamamen tesadüfi yöntemle temin edilmiştir. Seçilen birinci sınıf kerestelerin yıllık halkaların yüzeye dik gelen bölgelerinden TS 2470 [34] esaslarına göre önce 20x20×500 mm boyutlarında parçalar kesilerek 20±2°C sıcaklık ve %65±5 bağıl nem

şartlarındaki iklimlendirme kabininde değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiş ve daha sonra kısa (10 dakika) ve orta süreli (2 saat) daldırma yöntemi ile emprenye edilmişlerdir. Emprenye edilen örnekler çözücünün buharlaşması için, hava dolaşımı sağlanan bir ortamda 15-20 gün bekletildikten sonra örnekler, 20±2°C sıcaklık ve %65±3 bağıl nem şartlarında %12 rutubete ulaşıncaya kadar bekletilmiştir.

Yanma testleri ASTM-E 160-50 [35] standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Standarda göre aşağıda görülen düzenek oluşturulmuştur (Bkz. Şekil 1 ve 2). Test cihazında üç ayak üzerine oturan halka şeklinde bir metal tabla üzerinde duran çelik telden bir sehpa bulunmaktadır. Bu tel sehpa altında Maker tipi bir alev kaynağı mevcuttur. Alev çıkışı ağız kısmına 50.8 mm çapında delikli bir ızgara üstteki tel sehpaya istif edilen deney örnekleri (1 grup : 24 adet) kare prizma şeklinde alev kaynağı istifin altına tam merkezlenerek 3 dakika süreyle alev kaynaklı yanma (AKY) sürdürülmüştür. Alev kaynağının söndürülmesini takiben, kendi kendine yanma ve kor hali yanma aşamaları gerçekleştirilmiştir.

Alev kaynaklı yanma (AKY) sıcaklığı testi için, 13x13x76 mm boyutlarında her ağaç türünden emprenyeli 3 grup (3x24) = 72 adet x4 = 288+288 empreyesiz kontrol örneği olmak üzere toplam 576 adet deney örneği hazırlanmıştır. Deney örnekleri, sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi %65±5 olan iklimlendirme dolabında %12 denge rutubetine ulaşıncaya kadar bekletilmiştir.



Şekil 2.1. Yanma deneyi düzeneği[36].
a: mika cam, b: kızak sonu, c: bek rehberi, d: kızak, e: potansiyometre,
f: istifli odun örnekleri, g: tel kafes, h: bek (maker tipi)



Resim 2.1. Yanma test düzeneği

Yanma testlerinde, altta bulunan maker tipi çıkış ağzından alev yüksekliği cihaz boşken 25±1.3 cm, manometredeki gaz basıncı ise 0.5 kg/cm²'da sabit tutulmuştur. Gaz yandığı zaman baca kısmında 315±8 °C sıcaklık verecek şekilde sürekli olarak kontrol edilmiştir. Örnekler istiflenmiş, alev kaynağı istifin altına tam merkezlenerek 3 dakika süreyle alev kaynaklı yanma (AKY) sürdürülmüştür. Alev kaynağının söndürülmesini takiben, kendi kendine yanma (KKY) ve kor hali yanma (KHY) aşamaları gerçekleştirilmiştir. Yanma aşamalarında ölçümler sırasıyla 15 saniye 30 saniye ve 30 saniye sürelerde; sıcaklık değişimleri (°C), duman yoğunluğu, Işık şiddetini fotocell algılayıcıyla lux birimi olarak gösteren cihazdan değerler alınmıştır.

Yanma aşamasında belirlenen diğer kriterler ise;

1. Alev kaynaklı ya da kendi kendine yanmada alevin bacadan yüksekliği cm olarak,

2. Kendi kendine yanma süresi sn olarak,

3. Kor hali yanma süresi sn olarak,

4. Yanmayan kısmın ağırlığı (gram) ve deney başlangıcı toplam numune ağırlığına oranı % olarak,

5. Alev rengi, yanma sırasında ses çıkması, istifin yıkılma durumu v.b.



Resim 2.2. Yanma testi ağaç malzeme örnekleri



Resim 2.3. Numunelerinin emprenye öncesi ve sonrası tartım işlemi



Resim 2.4. Deney örneklerinin istiflenmesi



Resim 2.5. Numunelerin deney düzeneğine yerleştirilmesi



Resim 2.6. Alev kaynağı ile yanma aşaması



Resim 2.7. Alev kaynağı olmaksızın kendi kendine yanma aşaması



Resim 2.8. Kor hali yanma aşaması



Resim 2. 9. Deney uygulanması sırasında istifde yapısal bozulmaların başlaması ve dökülen numunelerin ölçüm amacıyla toplanması



Resim 2.10. Deney düzeneğindeki istiflenmiş yapının tamamen bozulması ve uygun bir kap içerisinde toplanması, yanmanın tamamlanmanın beklenmesi

2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde "SPSS 22.0 for Windows" programı kullanılmıştır. Emprenyesiz kontrol örnekleri ile emprenye edilmiş Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana subsp. Bornmüllerana* Mattf.) odunlarının yanma özellikleri arasındaki farkın belirlenmesinde F testi kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın önemli çıkması halinde ($\alpha = 0,05$) güven düzeyinde Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Hava Kurusu Yoğunluk Değeri

Deneylerde kullanılan numunelerin hava kurusu yoğunluk ortalamalarına ait istatistik değerler (Bkz. Çizelge 3.1)'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Hava kurusu yoğunluk ortalamalarına ait istatistik değerleri

İSTATİSTİK DEĞERLER	AHŞAP MALZEME			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X *(g/cm³)*	0,664	0,701	0,566	0,475
Ss*(g/cm³)*	0,017517	0,013624	0,014862	0,023903
v*(s²)*	0,000341	0,000206	0,000245	0,000635
min*(g/cm³)*	0,624	0,684	0,538	0,426
max*(g/cm³)*	0,685	0,723	0,588	0,515
N	10	10	10	10

Ağaç türlerine gore en yüksek ortalama hava kurusu yoğunluk değerleri Doğu kayını (0,664 g/cm^3) olmak üzere sırasıyla meşe (0,701 g/cm^3), sarıçam (0,566 g/cm^3), Uludağ göknarı (0,475 g/cm^3) odunlarında elde edilmiştir.

Deney örneklerinin hava kurusu yoğunluk ortalamalarına ait varyans analizi (ANOVA) sonuçları (Bkz. Çizelge 3.2)'de verilmiştir

Çizelge 3.2. Hava kurusu yoğunluk varyans analizi (F testi)

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	SIG.
Gruplar arası	0,312	3	0,104	291,805	0,000
Grup içi	0,013	36	0,000		
TOPLAM	0,325	39			

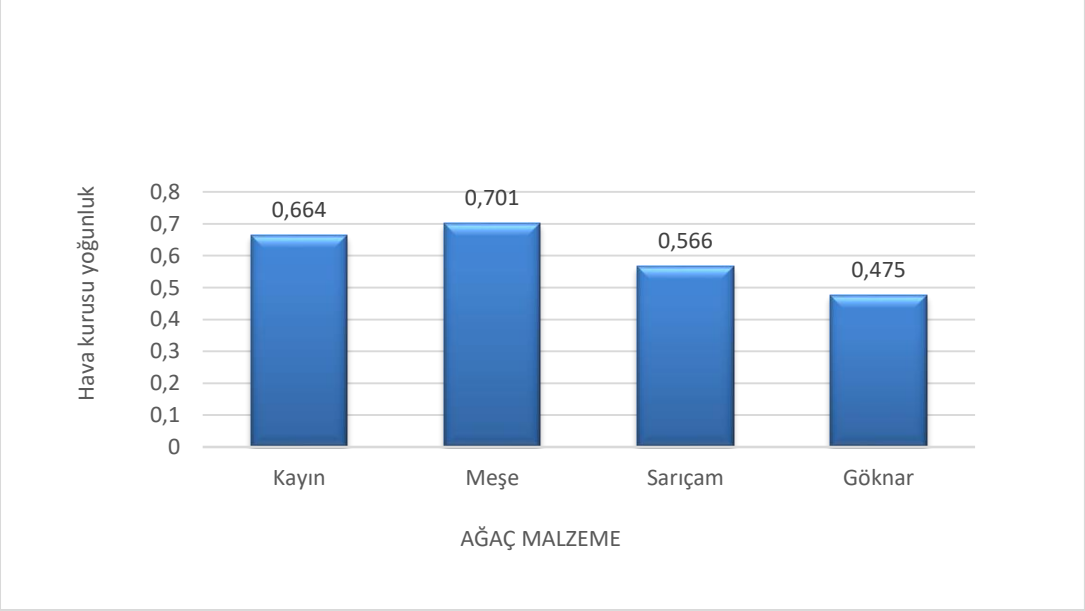
**P< 0,05*

Ahşap malzemelerin hava kurusu yoğunluk değerleri için yapılan F testine göre; hava kurusu yoğunluk değerleri ahşap türlerine göre istatiksel anlamda önemli farklılık göstermiştir ($F_{(3;39)} = 291{,}805$, $P<0{,}05$). Deney örneklerinin hava kurusu yoğunluk ortalamalarına ait Duncan testi sonuçları (Bkz. Çizelge 3.3)'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Hava kursu yoğunluk (g/cm^3) duncan testi

GRUP	G	Alt gruplar için α = 0,05			
		1	2	3	4
Uludağ göknarı	10	0,475			
Sarıçam	10		0,565		
Doğu kayını	10			0,664	
Sapsız meşe	10				0,701
Önem düzeyi		1,000	1,000	1,000	1,000

testi sonuçlarına göre; en yüksek hava kurusu yoğunluk değeri sapsız meşe odununda (0,701 g/cm^3) elde edilmiş bunu sırasıyla; Doğu kayını (0,664 g/cm^3), sarıçam (0,565 g/cm^3) ve Uludağ göknarı (0,475 g/cm^3) izlemiştir.



Şekil 3.1. Hava kurusu yoğunluk değerleri

3.2. Retensiyon (Tutunma) Miktarı

3.2.1. Kısa süreli emprenye edilmiş örneklerin retensiyon miktarı

Kısa süreli emprenye edilmiş örneklerin retensiyon miktarı ortalamalarına ait istatistik değerler (Bkz. Çizelge 3.4)'de verilmiştir.

Deneylerde kullanılan numunelerin kısa ve orta süreli emprenye işleminde retensiyon miktarları ortalamalarına ait istatistik değerler (Bkz. Çizelge 3.2) ve (Bkz. Çizelge 3.3)'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Retensiyon (Tutunma) miktarları (kısa süreli)

İSTATİSTİK DEĞERLER	KISA SÜRELİ EMPRENYELİ AHŞAP MALZEME			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X *(kg/m³)*	84,086	59,423	68,383	78,665
Ss*(kg/m³)*	3,08619	5,446525	5,182547	9,840504
v*(s²)*	10,58286	32,96071	29,84311	107,595
min*(kg/m³)*	80,122	48,238	54,024	59,032
max*(kg/m³)*	89,482	66,501	72,537	92,315
N	10	10	10	10

Kısa süreli emprenye işleminde ağaç türlerine göre en yüksek ortalama retensiyon miktarları Doğu kayını (84,086 kg/m^3) olmak üzere sırasıyla Uludağ göknarı (78,665 kg/m^3), sarıçam (68,383 kg/m^3), meşe (59,423 kg/m^3) odunlarında elde edilmiştir. Retensiyon miktarının meşe odununda yoğunluğuna oranla daha düşük çıkmasının nedeni tül oluşumundan kaynaklanabilir.

Kısa süreli emprenye edilmiş örneklerin retensiyon miktarı ortalamalarına ait varyans analizi (ANOVA) F testi sonuçları (Bkz. Çizelge 3.5)'de verilmiştir.

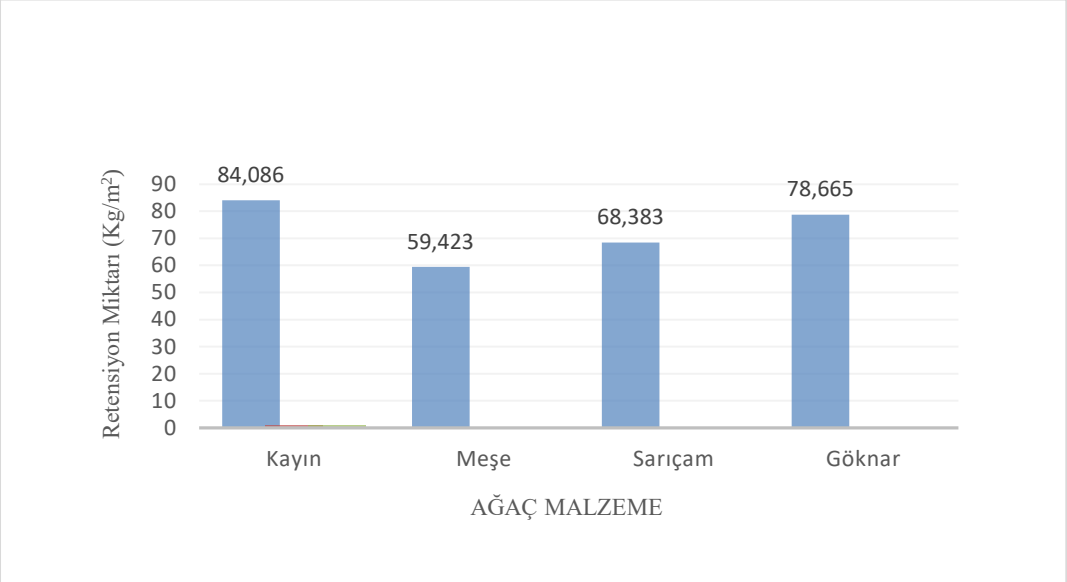
Çizelge 3.5. Kısa süreli emprenyeli örneklerin retensiyon oranlarına ait varyans analizi (Ftesti)

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	SIG.
Gruplar arası	3096,916	3	1032,305	15,914	0,000
Grup içi	2335,239	36	64,868		
TOPLAM	5432,155	39			

**P< 0,05*

Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek retensiyon değeri Doğu kayını odununda (81,564 g/cm^3) elde edilmiş bunu sırasıyla; Uludağ göknarı (78,665 kg/m³), sarıçam (68,383 kg/m³) ve sapsız meşe (59,323 kg/m³) izlemiştir.

Kısa süreli emprenye edilmiş örneklerin retensiyon miktarı ortalamalarına ait grafik (Bkz. Şekil 3.2)'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Kısa süreli emprenye oranları grafiği

3.2.2. Orta süreli emprenye edilmiş örneklerin retensiyon miktarı

Kısa süreli emprenye edilmiş örneklerin retensiyon miktarı ortalamalarına ait istatistik değerler (Bkz. Çizelge 3.6)'de verilmiştir.

Çizelge 3.6. Retensiyon (tutunma) miktarları (orta süreli)

İSTATİSTİK DEĞERLER	ORTA SÜRELİ EMPRENYELİ AHŞAP MALZEME			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X *(kg/m³)*	92,4271	66,2163	73,991	85,638
Ss*(kg/m³)*	2,897825	7,031708	7,087642	7,528362
v*(s²)*	9,330435	54,9388	55,81631	62,97359
min*(kg/m³)*	86,321	55,625	65,234	69,325
max*(kg/m³)*	96,185	78,621	92,348	94,265
N	10	10	10	10

Orta süreli emprenye işleminde ağaç türlerine göre en yüksek ortalama retensiyon miktarları Doğu kayını (92,427 kg/m^3) olmak üzere sırasıyla Uludağ göknarı (85,638 kg/m^3), sarıçam (73,991 kg/m^3), meşe (66,216 kg/m^3) odunlarında elde edilmiştir. Kısa süreli emprenye işleminde olduğu gibi, retensiyon miktarının meşe odununda yoğunluğuna oranla daha düşük çıkmasının nedeni tül oluşumundan kaynaklanabilir.

Çizelge 3.7. Orta süreli emprenyeli örneklerin retensiyon miktarları varyans analizi (F testi)

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	SIG.
Gruplar arası	4115,722	3	1371,907	29,977	0,000
Grup içi	1647,532	36	45,765		
TOPLAM	5763,254	39			

**P< 0,05*

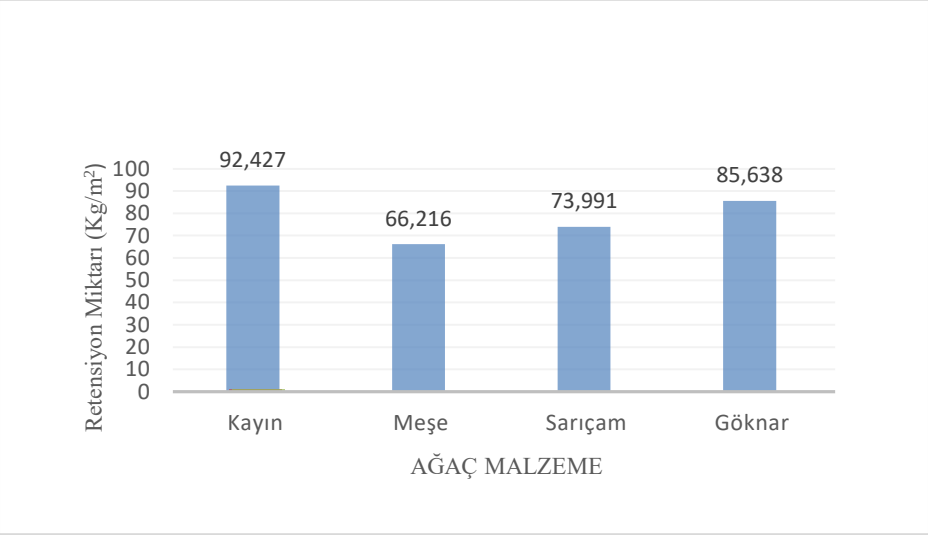
Orta süreli emprenye edilmiş ahşap malzemelerin retensiyon değerleri için yapılan F testine göre; retensiyon değerleri ahşap türlerine göre istatiksel anlamda önemli farklılık göstermiştir ($F_{(3;39)}=29,977$, $P<0,05$).

Deney örneklerinin retensiyon değerleri ortalamalarına ait Duncan testi sonuçları (Bkz. Çizelge 3.8)'de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Orta süreli emprenyeli örneklerin retensiyon miktarı duncan testi

GRUP	G	Alt gruplar için α = 0,05			
		1	2	3	4
Sapsız meşe	10	66,216			
Sarıçam	10		73,991		
Uludağ göknarı	10			85,638	
Doğu kayını	10				92,427
Önem düzeyi		1,000	1,000	1,000	1,000

Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek retensiyon değeri Doğu kayını odununda (92,427 g/cm^3) elde edilmiş bunu sırasıyla; Uludağ göknarı (85,638 kg/m^3), sarıçam (73,991 kg/m^3) ve sapsız meşe (66,216 kg/m^3) izlemiştir. Orta süreli emprenye edilmiş örneklerin retensiyon miktarı ortalamalarına ait grafik (Bkz. Şekil 3.3)'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Orta süreli emprenye retensiyon oranları

3.3. Alev Kaynaklı Yanma (AKY) Sıcaklığı (^{0}C)

Emprenyeli ağaç malzeme ve emprenyesiz kontrol örneklerinin alev kaynaklı yanma sıcaklığı (^{0}C) değerlerine ait istatistik değerler (Bkz. Çizelge 3.9)'da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin AKY değerleri

İSTATİSTİK DEĞERLER	AKY(KISA SÜRE EMPRENYELİ)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (^{0}C)	644	688	498	452
Ss(^{0}C)	28,24889	50,20956	49,64071	41,07311
v*(s²)*	886,6667	2801,111	2738	1874,444
min(^{0}C)	607	629	418	412
max(^{0}C)	685	782	583	519
G	3	3	3	3
İSTATİSTİK DEĞERLER	AKY (ORTA SÜRE EMPRENYELİ)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (^{0}C)	666	705	550	562
Ss(^{0}C)	31,39108	44,86201	27,68754	41,79713
v*(s²)*	1094,889	2236,222	851,7778	1941,111
min(^{0}C)	608	639	518	517
max(^{0}C)	718	785	596	619
G	3	3	3	3
İSTATİSTİK DEĞERLER	EMPRENYESİZ KONTROL ÖRNEKLERİ			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (^{0}C)	628	635	366	323
Ss(^{0}C)	38,32754	42,34619	39,33701	39,76179
v*(s²)*	1632,222	1992,444	1719,333	1756,667
min(^{0}C)	556	528	301	285
max(^{0}C)	671	701	419	392
G	3	3	3	3

Kısa ve orta süreli emprenye edilmiş masif ağaç örnekleri ve emprenyesiz kontrol örneklerinin AKY sıcaklık değerleri (^{0}C) için yapılan F testine göre (Bkz. Çizelge 3.5) AKY değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F_{(11;119)=18,900}$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en

yüksek AKY sıcaklığı değeri emprenye edilmemiş göknar (Gc) odununda (693^{0}C) elde edilmiş, en düşük değerler ise kısa ve orta süreli emprenye edilmiş sarıçam (450 ^{0}C, 488 ^{0}C) odununda elde edilmiştir (Bkz. Çizelge 3.6). Kısa ve orta süreli emprenye edilmiş sarıçam odunları arasındaki matematiksel fark, istatistiksel olarak fark önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 3.10. Alev kaynaklı yanma (AKY) sıcaklığı (^{0}C) varyans analizi (F testi)

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	SIG.
Gruplar arası	527656,667	11	47968,788	18,900	0,000
Grup içi	274108,000	108	2538,037		
TOPLAM	801764,667	119			

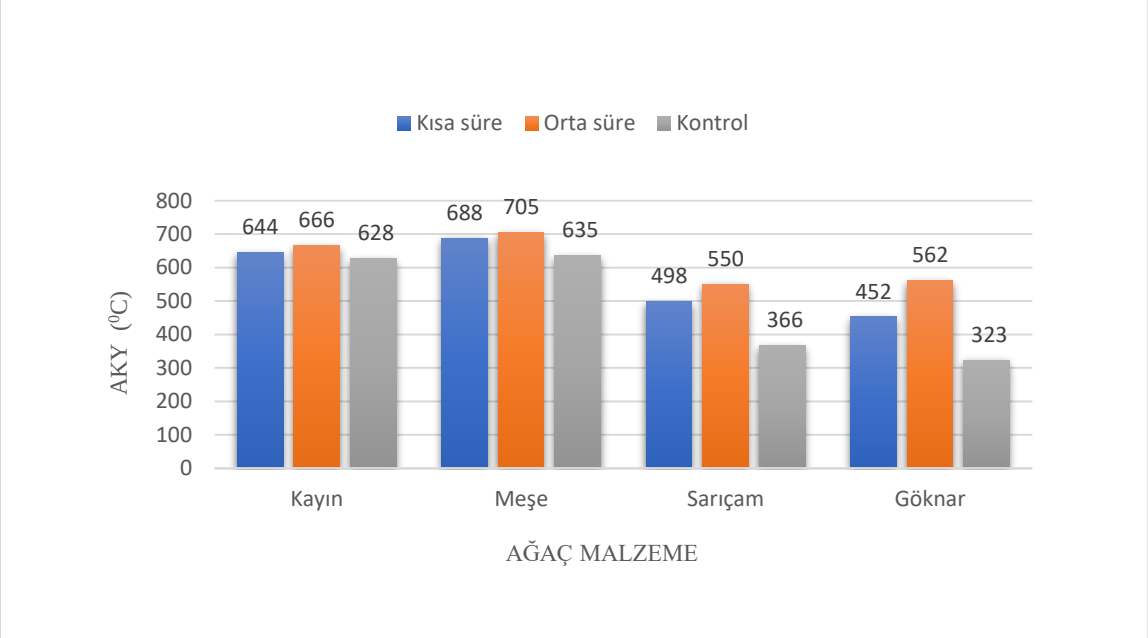
**P< 0,05*

Çizelge 3.11. Alev kaynaklı yanma (AKY) duncan testi

GRUP	G	Alt gruplar için α = 0,05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Sk	3	450							
So	3	488	488						
Sc	3		506						
Mk	3		528	528					
Gk	3			562	562				
Kk	3			564	564				
Mo	3				578	578			
Ko	3				584	584	584		
Go	3					622	622	622	
Kc	3						628	628	
Mc	3							635	
Gc	3								693
Önem düzeyi		0,095	0,096	0,135	0,381	0,067	0,067	0,591	1,000

G: Grup sayısı (3x24:72), k: kısa süre, o: orta süre, K: kayın, S: sarıçam, M: meşe, G: göknar

Emprenyeli ağaç malzeme ve emprenyesiz kontrol örneklerinin alev kaynaklı yanma (AKY) sıcaklığı (^{0}C) değerlerine ait grafik (Bkz. Şekil 3.4)'de verilmiştir.



Şekil 3.4. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin AKY sıcaklık değerleri (^{0}C)

3.4. Kendi Kendine Yanma (KKY) Sıcaklığı (^{0}C)

Emprenyeli ağaç malzeme ve emprenyesiz kontrol örneklerinin alev kaynaklı yanma sıcaklığı (^{0}C) değerlerine ait istatistik değerler (Bkz. Çizelge 3.12)'de verilmiştir.

Çizelge 3.12. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin kendi kendine yanma (KKY) değerleri

İSTATİSTİK DEĞERLER	KKY (KISA SÜRE EMPRENYELİ)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (^{0}C)	594	655,5	483,6	449,4
Ss(^{0}C)	26,41969	37,69416	57,0214	38,76132
v*(s²)*	775,5556	1578,722	3612,711	1669,378
min(^{0}C)	557	600	380	405
max(^{0}C)	636	694	586	504
G	3	3	3	3
İSTATİSTİK DEĞERLER	KKY (ORTA SÜRE EMPRENYELİ)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (^{0}C)	623,9	460,9	602,9	537
Ss(^{0}C)	36,64001	47,88831	54,32025	24,21983
v*(s²)*	1491,656	2548,1	3278,544	651,7778
min(^{0}C)	569	373	463	501
max(^{0}C)	683	523	639	581
G	3	3	3	3
İSTATİSTİK DEĞERLER	EMPRENYESİZ KONTROL ÖRNEKLERİ			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (^{0}C)	617,9	585	516,8	532
Ss(^{0}C)	83,05956	52,47094	59,17229	33,00909
v*(s²)*	7665,433	3059,111	3890,4	1210,667
min(^{0}C)	417	525	417	494
max(^{0}C)	682	668	595	593
G	3	3	3	3

Kısa ve orta süreli emprenye edilmiş masif ağaç örnekleri ve emprenyesiz kontrol örneklerinin KKY sıcaklık değerleri (^{0}C) için yapılan F testine göre (Bkz. Çizelge 3.13)'de;

KKY değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F_{(11;119)}=17,678$, $P<0,05$).

Çizelge 3.13. Kendi kendine yanma (KKY) sıcaklığı (^{0}C) varyans analizi (F testi)

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	SIG.
Gruplar arası	509355,492	11	46305,045	17,678	,000
Grup içi	282888,500	108	2619,338		
TOPLAM	792243,992	119			

**P< 0,05*

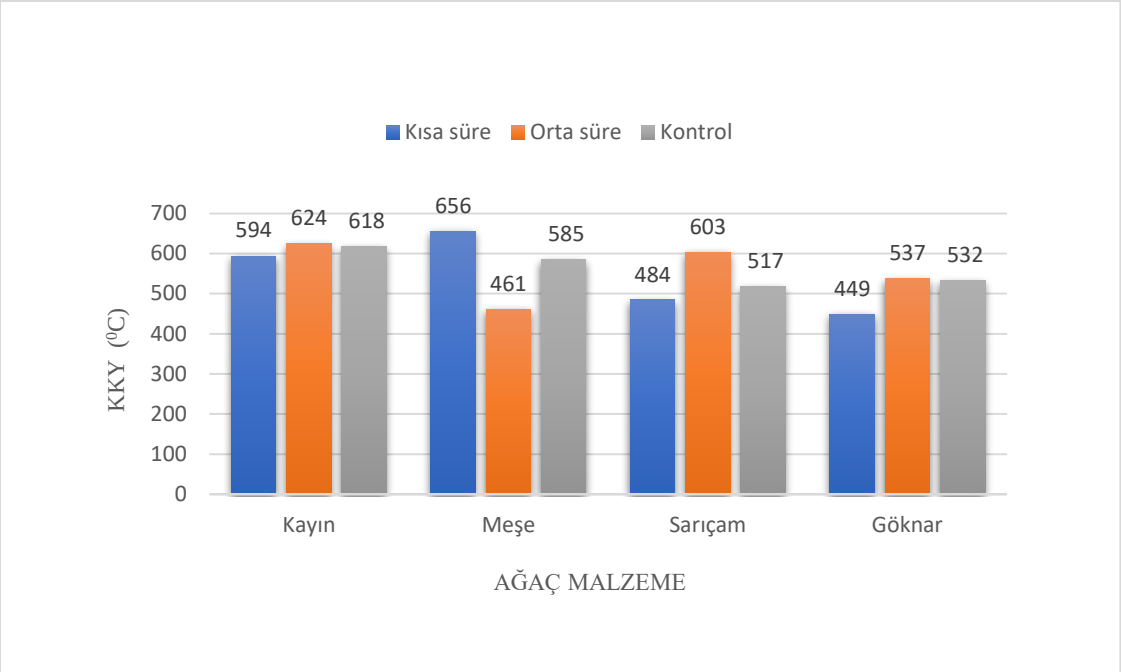
Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek KKY sıcaklığı değeri kısa süre emprenyeli meşe (Mk) odununda (655,5 ^{0}C), orta süre emprenye edilmiş kayın (Ko) odununda (623,9 ^{0}C) ve emprenye edilmemiş kayın (Kc) odunuda (617,9 ^{0}C) elde edilmiş, en düşük değerler ise KKY sıcaklığı değeri kısa süre emprenyeli göknar (Gk) odununda (449,4 ^{0}C), orta süre emprenye edilmiş meşe (Mo) odununda (460,9 ^{0}C) ve kısa süre emprenye edilmiş sarıçam (Sk) odunuda (516,8 ^{0}C) elde edilmiştir (Çizelge 3.14.). Kısa ve orta süreli emprenye edilmiş sarıçam odunları arasındaki matematiksel fark, istatistiksel olarak fark önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 3.14. Kendi kendine yanma (KKY) Duncan testi

GRUP	G	Alt gruplar için α = 0,05				
		1	2	3	4	5
Gk	3	449,40				
Mo	3	460,90				
Sk	3	483,60	483,60			
Sc	3		516,80	516,80		
Gc	3			532,00		
Go	3			537,00		
Mc	3				585,00	
Kk	3				594,00	
So	3				602,90	
Kc	3				617,90	617,90
Ko	3				623,90	623,90
Mk	3					655,50
Önem düzeyi		0,162	0,150	0,410	0,134	0,124

G: Grup sayısı (3x24:72), k: kısa süre, o: orta süre, K: kayın, S: sarıçam, M: meşe, G: göknar

Emprenyeli ağaç malzeme ve emprenyesiz kontrol örneklerinin kendi kendine yanma (KKY) sıcaklığı (^{0}C) değerlerine ait grafik Şekil 3.5’ de verilmiştir.



Şekil 3.5. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin sıcaklık değerleri (^{0}C)

3.5. Kor Hali Yanma (KHY) Sıcaklığı (^{0}C)

Emprenyeli ağaç malzeme ve emprenyesiz kontrol örneklerinin kor hali yanma sıcaklığı (^{0}C) değerlerine ait istatistik değerler (Bkz. Çizelge 3.15)'de verilmiştir.

Çizelge 3.15. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin KHY değerleri

İSTATİSTİK DEĞERLER	KHY (KISA SÜRE EMPRENYELİ)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (^{0}C)	373	365,8	229,8	336,1
Ss(^{0}C)	54,38934	122,4212	20,80769	62,26789
v(s²)	3286,889	16652,18	481,0667	4308,1
min(^{0}C)	275	239	202	261
max(^{0}C)	491	627	268	456
G	3	3	3	3
İSTATİSTİK DEĞERLER	KHY (ORTA SÜRE EMPRENYELİ)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (^{0}C)	570,1	532	514	466,6
Ss(^{0}C)	68,74947	57,98793	51,11571	44,13207
v(s²)	5251,656	3736,222	2903,333	2164,044
min(^{0}C)	418	400	419	412
max(^{0}C)	655	645	583	581
G	3	3	3	3
İSTATİSTİK DEĞERLER	EMPRENYESİZ KONTROL ÖRNEKLERİ			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (^{0}C)	427,8	389	301,3	327,7
Ss(^{0}C)	70,11105	78,91065	83,49018	65,12918
v(s²)	5461,733	6918,767	7745,122	4713,122
min(^{0}C)	269	287	204	240
max(^{0}C)	495	553	495	431
G	3	3	3	3

Kısa ve orta süreli emprenye edilmiş masif ağaç örnekleri ve emprenyesiz kontrol örneklerinin KHY sıcaklık değerleri (^{0}C) için yapılan F testine göre (Bkz. Çizelge 3.16)'da KHY değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F_{(11;119)=19,631}$, $P<0,05$).

Çizelge 3.16. Kor hali yanma (KHY) sıcaklığı (^{0}C) varyans analizi (F testi)

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	SIG.
Gruplar arası	1144863,892	11	104078,536	19,631	0,000
Grup içi	572600,100	108	5301,853		
TOPLAM	1717463,992	119			

**P< 0,05*

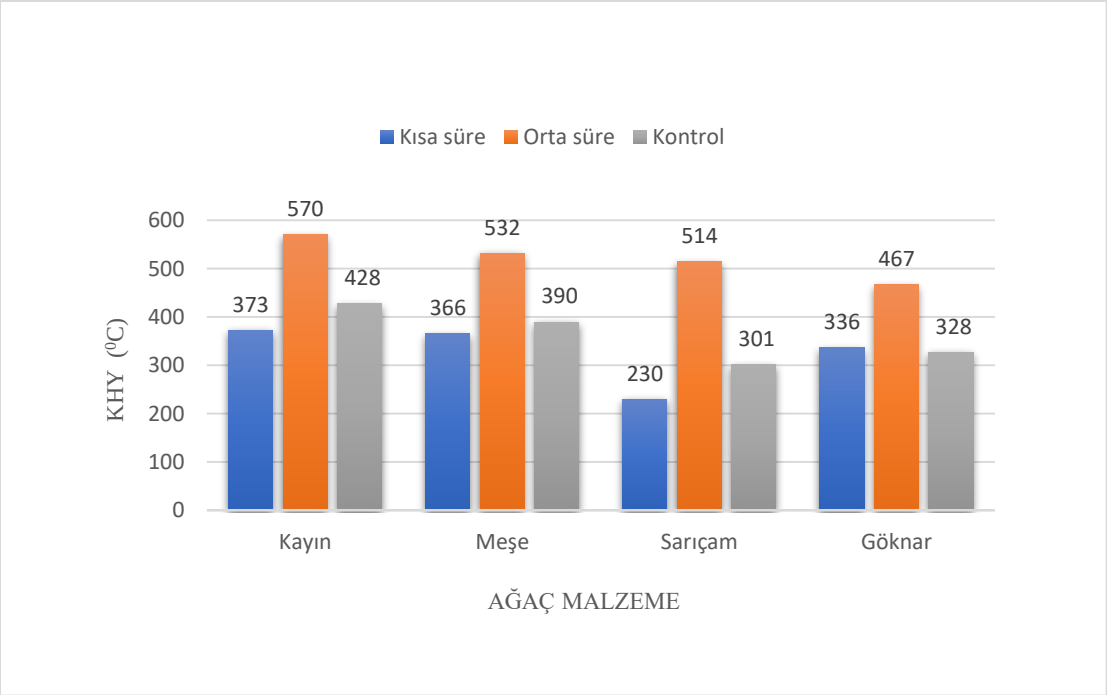
Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek KHY sıcaklığı değeri orta süre emprenyeli kayın (Ko) odununda (570,1 ^{0}C), orta süre emprenye edilmiş meşe (Mo) odununda (532 ^{0}C) ve orta süre emprenye edilmiş sarıçam (So) odununda (514 ^{0}C) elde edilmiş, en düşük değerler ise kısa süre emprenyeli sarıçam (Sk) odununda (229,8 ^{0}C) elde edilmiştir (Çizelge 3.17).

Çizelge 3.17. Kor hali yanma (KHY) Duncan testi

GRUP	G	Alt gruplar için α = 0,05						
		1	2	3	4	5	6	7
Sk	3	229,8						
Sc	3		301,3					
Gc	3		327,7	327,7				
Gk	3		336,1	336,1				
Mk	3		365,8	365,8	365,8			
Kk	3		373,0	373,0	373,0			
Mc	3			389,9	389,9			
Kc	3				427,8	427,8		
Go	3					466,6	466,6	
So	3						514,0	514,0
Mo	3						532,00	532,0
Ko	3							570,1
Önem düzeyi		1,00	0,050	0,091	0,084	0,236	0,059	0,106

G: Grup sayısı (3x24:72), k: kısa süre, o: orta süre, K: kayın, S: sarıçam, M: meşe, G: göknar

Emprenyeli ağaç malzeme ve emprenyesiz kontrol örneklerinin kor hali yanma (KHY) sıcaklığı (^{0}C) değerlerine ait grafik Şekil 3.6’ da verilmiştir.



Şekil 3.6. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin KHY sıcaklık değerleri (^{0}C)

3.6. Ağırlık kaybı (%)

Emprenyeli ağaç malzemeve emprenyesiz kontrol örneklerinin yanmada ağırlık kaybı (%) değerlerine ait istatistik değerler (Bkz. Çizelge 3.18)'de verilmiştir.

Çizelge 3.18. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin ağırlık kaybı (%)

İSTATİSTİK DEĞERLER	AĞIRLIK KAYBI (KISA SÜRE EMPRENYELİ)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (%)	85,5	81,9	83,1	78
Ss(%)	3,324154	3,33017	4,90816	4,266146
v*(s²)*	12,27778	12,3222	26,7667	20,22222
min(%)	80	78	77	74
max(%)	92	90	89	88
G	3	3	3	3
İSTATİSTİK DEĞERLER	AĞIRLIK KAYBI (ORTA SÜRE EMPRENYELİ)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (%)	87,7	83,6	85	82,8
Ss(%)	2,93428	2,72764	2,82843	2,785678
v*(s²)*	9,566667	8,26667	8,88889	8,622222
min(%)	82	79	79	78
max(%)	92	88	90	87
G	3	3	3	3
İSTATİSTİK DEĞERLER	EMPRENYESİZ KONTROL ÖRNEKLERİ			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (%)	89,4	84,7	86,8	83,1
Ss(%)	2,289105	3,22645	2,4	3,080584
v*(s²)*	5,822222	11,5667	6,4	10,54444
min(%)	85	78	82	78
max(%)	93	89	90	89
G	3	3	3	3

Kısa ve orta süreli emprenye edilmiş masif ağaç örnekleri ve emprenyesiz kontrol örneklerinin yanmada ağırlık kayıp değerleri (%) için yapılan F testine göre (Bkz. Çizelge 3.19)'da ağırlık kaybı (%) değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F_{(11;119)=7,489}$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek ağırlık kaybı (%) değeri emprenye edilmemiş kayın (Kc) odununda (%89,40) elde edilmiş, en düşük değerler ise orta süreli emprenye edilmiş göknar(%78,00) odununda elde edilmiştir (Bkz. Çizelge 3.20).

Çizelge 3.19. Ağırlık kaybı (%) varyans analizi (F testi)

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	SIG.
Gruplar arası	969,800	11	88,164	7,489	0,000
Grup içi	1271,400	108	11,772		
TOPLAM	2241,200	119			

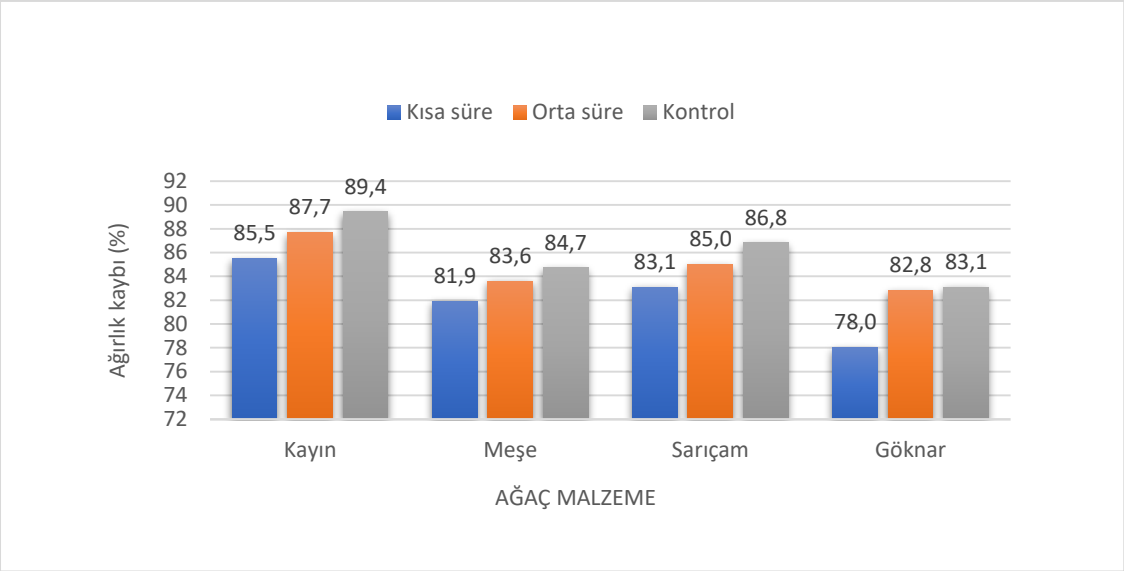
**P< 0,05*

Çizelge 3.20. Ağırlık kaybı (%) Duncan testi

GRUP	G	Alt gruplar için α = 0,05					
		1	2	3	4	5	6
Go	3	78,00					
Mo	3		81,90				
Gk	3		82,80	82,80			
So	3		83,10	83,10			
Gc	3		83,10	83,10			
Mk	3		83,60	83,60	83,60		
Mc	3		84,70	84,70	84,70	84,70	
Sk	3		85,00	85,00	85,00	85,00	
Ko	3			85,50	85,50	85,50	
Sc	3				86,80	86,80	86,80
Kk	3					87,70	87,70
Kc	3						89,40
Önem düzeyi		1,000	0,084	0,134	0,064	0,084	0,112

G: Grup sayısı (3x24:72), k: kısa süre, o: orta süre, K: kayın, S: sarıçam, M: meşe, G: göknar

Emprenyeli ağaç malzeme ve emprenyesiz kontrol örneklerinin ağırlık kaybı (%) değerlerine ait grafik (Bkz. Şekil 3.7)'de verilmiştir.



Şekil 3.7. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin ağırlık kaybı (%)

3.7. Yıkılma Süresi (sn)

Emprenyeli ağaç malzeme ve emprenyesiz kontrol örneklerinin yanmada yıkılma süresi(sn) değerlerine ait istatistik değerler (Bkz. Çizelge 3.21)' de verilmiştir.

Çizelge 3.21. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin yıkılma süresi (sn)

İSTATİSTİK DEĞERLER	YIKILMA SÜRESİ (KISA SÜRE EMPRENYELİ)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (sn)	750,4	847,9	583,1	795,1
Ss(sn)	34,25551	24,44361	20,91148	15,79525
v*(s²)*	1303,822	663,8778	485,8778	277,2111
min(sn)	699	799	549	777
max(sn)	819	888	624	824
G	3	3	3	3
İSTATİSTİK DEĞERLER	YIKILMA SÜRESİ (ORTA SÜRE EMPRENYELİ)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (sn)	732,4	893,4	595,8	808,4
Ss(sn)	60,67652	27,05254	48,95876	20,44113
v*(s²)*	4090,711	813,1556	2663,289	464,2667
min(sn)	624	845	505	784
max(sn)	825	935	658	846
G	3	3	3	3
İSTATİSTİK DEĞERLER	EMPRENYESİZ KONTROL ÖRNEKLERİ			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (sn)	712,3	839,6	558,8	770,6
Ss(sn)	18,41222	30,44733	27,08431	22,22701
v*(s²)*	376,6778	1030,044	815,0667	548,9333
min(sn)	689	799	502	742
max(sn)	745	888	586	802
G	3	3	3	3

Kısa ve orta süreli emprenye edilmiş masif ağaç örnekleri ve emprenyesiz kontrol örneklerinin yanmada yıkılma süresi (sn) değerleri için yapılan F testine göre (Bkz. Çizelge 3.22)'de ağırlık kaybı (%) değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F_{(11;119)=107,147}$, $P<0,05$).

Çizelge 3.22. Yıkılma süresi (sn) varyans analizi (F testi)

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	SIG.
Gruplar arası	1329178,900	11	120834,445	107,147	0,000
Grup içi	121796,400	108	1127,744		
TOPLAM	1450975,300	119			

**P< 0,05*

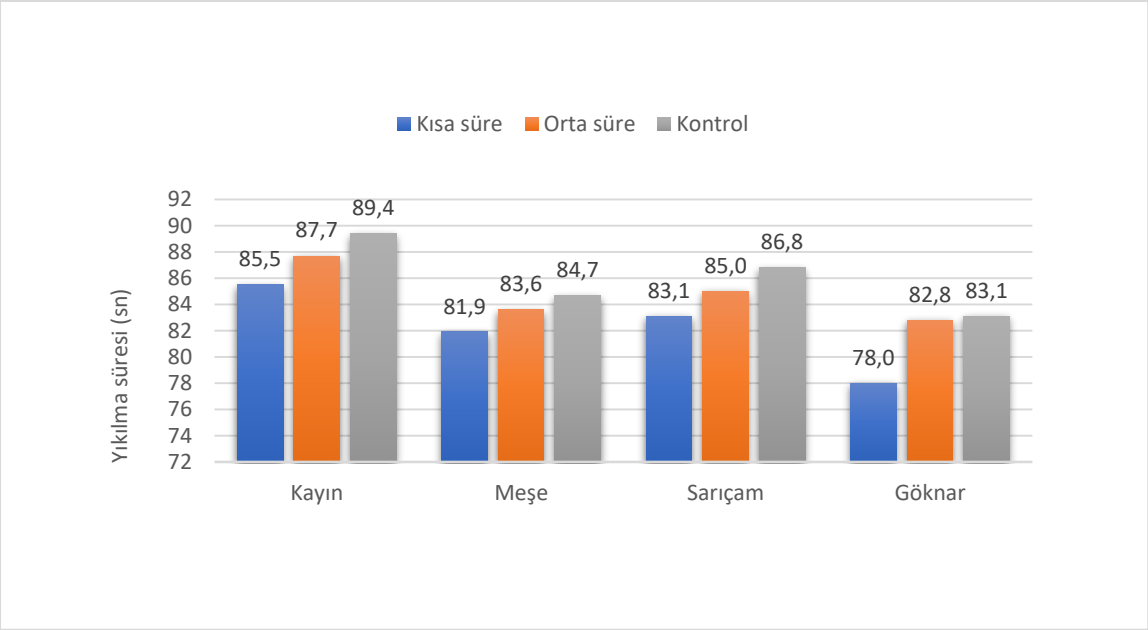
Çizelge 3.23. Yıkılma süresi (sn) Duncan testi

GRUP	G	Alt gruplar için α = 0,05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sc	3	558								
So	3	583	583							
Sk	3		595							
Kc	3			712						
Kk	3			732	732					
Ko	3				750	750				
Gc	3					770	770			
Go	3						795	795		
Gk	3							808		
Mc	3								839	
Mo	3								847	
Mk	3									893
Önem düzeyi		0,11	0,40	0,18	0,23	0,18	0,11	0,37	0,58	1,00

G: Grup sayısı (3x24:72), k: kısa süre, o: orta süre, K: kayın, S: sarıçam, M: meşe, G: göknar

ANOVA testi ile ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek yıkılma süresi (sn) değeri kısa süreli emprenye edilmiş meşe (Mk) odununda (893 sn) elde edilmiş, en düşük değerler ise kontrol sarıçam odununda (558 sn) elde edilmiştir. Orta süreli emprenye edilmiş sarıçam (So = 583 sn) ile emprenye edilmemiş kontrol sarıçam (Sc = 583 sn) odununda elde edilen en düşük değerler arasındaki matematiksel fark, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Bkz. Çizelge 3.23).

Tanalith-E emprenyeli ağaç malzeme ve emprenyesiz kontrol örneklerinin yıkılma süresi (sn) değerlerine ait grafik (Bkz. Şekil 3.6)'da verilmiştir.



Şekil 3.8. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin yıkılma süresi (sn)

3.8. Işık Şiddeti (lux)

Emprenyeli ağaç malzemeve emprenyesiz kontrol örneklerinin yanmada ışık şiddeti (lux) değerlerine ait istatistik değerler (Bkz. Çizelge 3.24)'de verilmiştir.

Çizelge 3.24. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin ışık şiddeti

İSTATİSTİK DEĞERLER	IŞIK ŞİDDETİ (KISA SÜRE EMPRENYELİ)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (lux)	31	26	23	20
Ss (lux)	2,792848	1,897367	2,720294	2,792848
v *(s²)*	8,666667	4	8,222222	8,666667
min (lux)	25	22	19	15
max (lux)	34	28	28	25
G	3	3	3	3
İSTATİSTİK DEĞERLER	IŞIK ŞİDDETİ (ORTA SÜRE EMPRENYELİ)			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (lux)	38	32,1	26,8	23,4
Ss (lux)	3,224903	2,879236	3,544009	2,009975
v *(s²)*	11,55556	9,211111	13,95556	4,488889
min (lux)	32	28	22	19
max (lux)	44	36	32	26
G	3	3	3	3
İSTATİSTİK DEĞERLER	EMPRENYESİZ KONTROL ÖRNEKLERİ			
	Kayın	Meşe	Sarıçam	Göknar
X (lux)	30,1	25,1	21,4	18,2
Ss (lux)	2,662705	1,868154	2,244994	2,227106
v *(s²)*	7,877778	3,877778	5,6	5,511111
min (lux)	26	22	18	15
max (lux)	35	28	26	22
G	3	3	3	3

Kısa ve orta süreli emprenye edilmiş masif ağaç örnekleri ve emprenyesiz kontrol örneklerinin yanmada Işık şiddeti değerleri için yapılan F testine göre (Bkz. Çizelge 3.25); ışık şiddeti (lux) değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F_{(11;119)=324,936}$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek ışık şiddeti (lux) değeri kısa süreli emprenye edilmiş kayın (Kk) odununda (38 lux) elde edilmiş, en düşük değerler ise kontrol göknar odununda (20 lux) ve orta süreli emprenyeli göknar odununda (18,2 lux) elde edilmiştir. Orta süreli emprenye edilmiş göknar odunu ile emprenye edilmemiş kontrol göknar odununda elde edilen en düşük değerler arasındaki matematiksel fark, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştu (Bkz. Çizelge 3.26).

Çizelge 3.25. Işık şiddeti varyans analizi (F testi)

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	SIG.
Gruplar arası	3574,292	11	324,936	42,552	0,000
Grup içi	824,700	108	7,636		
TOPLAM	4398,992	119			

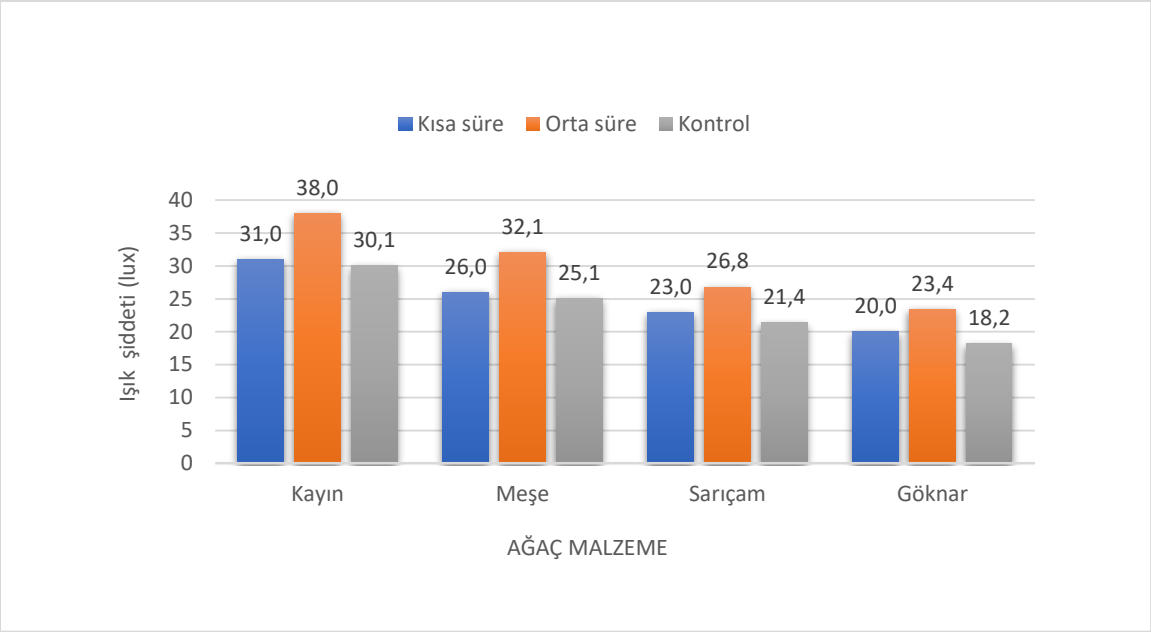
**P< 0,05*

Çizelge 3.26. Işık şiddeti Duncan testi

GRUP	G	Alt gruplar için α = 0,05						
		1	2	3	4	5	6	7
Gc	3	18,2						
Go	3	20,0	20,0					
Sc	3		21,4	21,4				
So	3			23,0	23,0			
Gk	3			23,4	23,4			
Mc	3				25,1	25,1		
Mo	3					26,0		
Sk	3					26,8		
Kc	3						30,1	
Ko	3						31,0	
Mk	3						32,1	
Kk	3							38,0
Önem düzeyi		0,148	0,260	0,130	0,111	0,198	0,130	1,000

G: Grup sayısı (3x24:72), k: kısa süre, o: orta süre, K: kayın, S: sarıçam, M: meşe, G: göknar

Tanalith-E emprenyeli ağaç malzeme ve emprenyesiz kontrol örneklerinin ışık şiddeti (lux) değerlerine ait grafik (Bkz. Şekil 3.9)'da verilmiştir.



Şekil 3.9. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinin ışık şiddeti (lux)

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada, Tanalith-E çözeltisi ile emprenye edilen Doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky), Sapsız meşe (Quercus petraea Liebl.), sarıçam (Pinus sylvestris Lipsky) ve Uludağ göknarı (Abies nordmanniana subsp. Bornmüllerana Mattf.) odunlarının bazı teknolojik özellikleri incelenmiş ve deneylerden elde edilen sonuçlar aşağıda tartışılmıştır.

Ağaç türlerine göre en yüksek ortalama hava kurusu yoğunluk değerleri; Doğu kayını (0,664 g/cm^3) olmak üzere sırasıyla meşe (0,701 g/cm^3), sarıçam (0,566 g/cm^3), Uludağ göknarı (0,475 g/cm^3) odunlarında elde edilmiştir. Bulunan değerler, literatür değerleri ile paralellik göstermektedir [6, 7, 28, 31].

Kısa süreli emprenye işleminde ağaç türlerine göre en yüksek ortalama retensiyon miktarları ortalama olarak Doğu kayını (84,086 kg/m^3) olmak üzere sırasıyla Uludağ göknarı (78,665 kg/m^3), sarıçam (68,383 kg/m^3), meşe (59,423 kg/m^3) odunlarında elde edilmiştir. Orta süreli emprenye işleminde ağaç türlerine göre en yüksek ortalama retensiyon miktarları Doğu kayını (92,427 kg/m^3) olmak üzere sırasıyla Uludağ göknarı (85,638 kg/m^3), sarıçam (73,991 kg/m^3), meşe (66,216 kg/m^3) odunlarında elde edilmiştir. Kısa ve orta süreli emprenyeli meşe odununun yoğunluğunun yüksek olmasına rağmen retensiyon oranının düşük çıkmasının nedeni tül oluşumundan kaynaklanabilir [7].

Emprenye sonrasında yanma deneyi ASTM-E 160-50 standartlarına göre gerçekleştirilmiştir. Giriş bölümünde de ifade edildiği üzere, tepkime sonucu farklı ağaç malzemelerden, farklı miktarlarda ve yoğunlukta yanma ortamını etkileyen ısı, ışık ve duman ortaya çıkmaktadır ve bu durum, uygun araç-gereçler ile ölçülmüş ve kaydedilmiştir [5].

Kısa ve orta süreli emprenye edilmiş masif ağaç örnekleri ve emprenyesiz kontrol örneklerinin AKY sıcaklık değerleri (^{0}C) için yapılan F testine göre; AKY değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F(11;119)=18,900$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek AKY sıcaklığı değeri emprenye edilmemiş kontrol göknar (Gc) odununda (693^{0}C) elde edilmiş, en düşük değerler ise kısa ve orta süreli emprenye edilmiş sarıçam(450 ^{0}C, 488 ^{0}C) odununda

elde edilmiştir. Kısa ve orta süreli emprenye edilmiş sarıçam odunları arasındaki matematiksel fark, istatistiksel olarak fark önemsiz bulunmuştur.

Alev kaynaklı yanma sürecinde emprenyesiz kontrol grubunda ağaç malzemelerin yanma sıcaklık seviyeleri ortalama olarak en düşük sıcaklık seviyesi, 323 ^{0}C ile Uludağ göknarı daha sonra sırasıyla 366 ^{0}C ile sarıçam, 628 ^{0}C ile doğu kayını , en yüksek sıcaklık seviyesi 635 ^{0}C ile Sapsız meşe olmuştur. Kısa süreli (10 dk) emprenye işleminde ise sıcaklık seviyesi ortalama olarak sırayla ,en düşük 452 ^{0}C ile Uludağ göknarı, 498 ^{0}C sıcaklık ile sarıçam, 644 ^{0}C ile Doğu kayını, en yüksek sıcaklık seviyesi 688 ^{0}C ile Sapsız meşe olmuştur. Orta süreli emprenye işlemi görmüş ağaç malzemelerde ise sıcaklık seviyesi ortalama olarak sırayla, en düşük sıcaklık seviyesi 550 ^{0}C ile sarıçam, 562 ^{0}C ile Uludağ göknarı, 666 ^{0}C ile Doğu kayını, en yüksek sıcaklık seviyesi 705 ^{0}C ile Sapsız meşe olmuştur. Bu durum Şekil 3.4. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneği AKY sıcaklık değerleri (^{0}C) grafiğinde ifade edilmiştir. Ulaşılan bu sıcaklık verilerine bağlı olarak, kısa süreli emprenye işlemi sonucunda AKY sıcaklıklarındaki değişim farkları yüzde(%) olarak değerlendirildiğinde en yüksek oran %39 ile göknar ve sırasıyla %26 ile sarıçam, %8,3 ile meşe en düşük değer ise %3,8 ile kayın ağacında olmuştur. Orta süreli emprenye işlemi sonucunda AKY sıcaklıklarındaki değişim farkları yüzde (%) olarak değerlendirildiğinde en yüksek oran %42 ile göknar odununda, %33 ile sarıçamda, %11 ile meşede, %6,05 ile kayın odununda olmuştur. Bu durum Şekil 3.4. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneği AKY sıcaklık değerleri (^{0}C) grafiğinde ifade edilmiştir.

Kontrol örneklerine göre işlemden geçmiş ağaç malzemelerde özellikle göknar ve sarıçam odununda, yanma direncinin arttığı söylenebilir. Giriş bölümünde de ifade edildiği üzere, hacim-ağırlık oranı yüksek olan ağaç malzemenin tutuşması ve yanması hacim-ağırlık oranı düşük olan ağaç malzemeye göre daha geç alev almaktadır. Göknar ve sarıçamda emprenyesiz ağaç malzemeye göre oluşan hacim-ağırlık farkının alev kaynaklı yanma sıcaklığını etkilediği söylenebilir. AKY sıcaklığı ağaç malzemelere uygulanan kısa ve orta süreli emprenye işlemlerinin sonucunda meşe ve kayında elde edilen yüzde (%) değerleri düşük miktarlarda olmasına rağmen özellikle göknar ve sarıçam odununda yanma direncinin arttığı belirlenmiştir [12, 14, 15, 16, 17].

Kısa ve orta süreli emprenye edilmiş masif ağaç örnekleri ve emprenyesiz kontrol örneklerinin KKY sıcaklık değerleri (^{0}C) için yapılan F testine göre (Bkz. Çizelge 3.13);

KKY değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F(11;119)=17,678$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek KKY sıcaklığı değeri kısa süre emprenyeli meşe (Mk) odununda (655,5 ^{0}C), orta süre emprenye edilmiş kayın (Ko) odununda (623,9 ^{0}C) ve emprenye edilmemiş kayın (Kc) odunuda (617,9 ^{0}C) elde edilmiş, en düşük değerler ise KKY sıcaklığı değeri kısa süre emprenyeli göknar (Gk) odununda (449,4 ^{0}C), orta süre emprenye edilmiş meşe (Mo) odununda (460,9 ^{0}C) ve kısa süre emprenye edilmiş sarıçam (Sk) odunuda (516,8 ^{0}C) elde edilmiştir (Bkz. Çizelge 3.14). Kısa ve orta süreli emprenye edilmiş sarıçam odunları arasındaki matematiksel fark, istatistiksel olarak fark önemsiz bulunmuştur.

Alev kaynağı olmaksızın kendi kendine yanma sürecinde emprenyesiz kontrol grubunda ağaç malzemelerin yanma sıcaklık seviyeleri, emprenyesi kontrol örmeklerinde ortalama olarak en düşük sıcaklık seviyesi (516,8 ^{0}C) ile sarıçamda sonrasında sırayla (532 ^{0}C) ile Uludağ göknarında, 585 ^{0}C Sapsız meşede, (617,9 ^{0}C) ile Doğu kayında elde edilmiştir. Kısa süreli (10 dk) emprenye işleminden geçmiş olan ağaç malzemlerde ise en düşük sıcaklık seviyesi ortalama olarak 460,9 ^{0}C ile Sapsız meşede sonrasında sırasıyla (537 ^{0}C) ile Doğu kayında, (602,9 ^{0}C) ile sarıçamda, (623,9 ^{0}C) ile Doğu kayınında elde edilmiştir. Orta süreli (120 dk) emprenye işleminden geçmiş olan ağaç malzemlerde ise en düşük sıcaklık seviyesi ortalama olarak 449,4 ^{0}C ile Uludağ göknarında sonrasında sırasıyla (483,6 ^{0}C) ile sarıçamda, (594 ^{0}C) Doğu kayınında, (655,5 ^{0}C) Sapsız meşe odununda elde edilmiştir. Ulaşılan bu sıcaklık verilerine bağlı olarak, kısa süreli emprenye işlemi sonucunda KKY sıcaklıklarındaki değişim farkları yüzde (%) olarak değerlendirildiğinde en yüksek sıcaklık artış oranı %16 ile kısa süreli emprenye işleminden geçmiş olan sarıçam odununda olmuştur. Orta süreli emprenyeli Sapsız meşe odununda %12'lik bir olmasında rağmen bu durum yanıltıcı olabilir. Sapsız meşede retensiyon oranın düşük olmasına rağmen sıcaklık artışının diğer odunlara göre fazla olması yanıltıcı olabilir. Elde edilen diğer veriler ihmal edilir düzeydedir [7].

Kartal ve Kantay'a göre yanmayı önleyici, geciktirici kimyasal maddeler ağaç malzemenin tutuşmasını zorlaştırıp, yanma başladıktan sonra ateşin yayılmasını olabildiğince geciktirmektir. Giriş bölümünde de ifade edildiği üzere, hacim-ağırlık oranı yüksek olan ağaç malzemenin tutuşması ve yanması hacim-ağırlık oranı düşük olan ağaç malzemeye göre daha geç alev almaktadır. Göknar ve sarıçamda emprenyesiz ağaç malzemeye göre oluşan hacim-ağırlık farkının alev kaynaklı kaynaklı, alev kaynağı olmaksızın ve kor hali yanma

sıcaklığını etkilediği söylenebilir Yapılan emprenye işlemleri sonucunda kendi kendine yanma da elde edilen farklar sarıçam(kısa süreli emprenyeli-Sk) elde edilmesine rağmen büyük sıcaklık farkları oluşmamıştır[12, 14].

Kısa ve orta süreli emprenye edilmiş masif ağaç örnekleri ve emprenyesiz kontrol örneklerinin KHY sıcaklık değerleri (^{0}C) için yapılan F testine göre (Bkz. Çizelge 3.16); KHY değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F(11;119)=19,631$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek KHY sıcaklığı değeri orta süre emprenyeli kayın (Ko) odununda (570,1 ^{0}C), orta süre emprenye edilmiş meşe (Mo) odununda (532 ^{0}C) ve orta süre emprenye edilmiş sarıçam (So) odununda (514 ^{0}C) elde edilmiş, en düşük değerler ise kısa süre emprenyeli sarıçam (Sk) odununda (229,8 ^{0}C) elde edilmiştir (Bkz. Çizelge 3.17).

Kor hali yanma (KHY) sürecinde emprenyesiz kontrol grubunda ağaç malzemelerin yanma sıcaklık seviyeleri ortalama olarak en düşük (301,3 ^{0}C) ile sarıçam odununda sonrasında sırasıyla (327,7 ^{0}C) ile Uludağ göknarında, (389 ^{0}C) ile Sapsız meşede, (427,8 ^{0}C) ile Doğu kayınında elde edilmiştir. Kısa süreli (10 dk) emprenye işleminden geçmiş olan ağaç malzemlerde ortalama olarak en düşük sıcaklık seviyesi (229 ^{0}C) ilesarıçamda sonrasında sırayla (336,1 ^{0}C) ile Uludağ göknarında, 365,8 ^{0}C ile Sapsız meşe odununda, (373 ^{0}C) ile Doğu kayınında elde edilmiştir. Orta süreli (120 dk) emprenye işleminden geçmiş olan ağaç malzemlerde ise ortalama olarak en düşük değer (466,6 ^{0}C) ile Uludağ göknarında sonrasında sırayla, (514 ^{0}C) ile sarıçamda, (532 ^{0}C) ile Sapsız meşede, (570,1 ^{0}C) ile Doğu koyununda elde edilmiştir. Ulaşılan bu sıcaklık verilerine bağlı olarak, kısa süreli emprenye işlemi sonucunda KHY sıcaklıklarındaki değişim farkları yüzde (%) olarak değerlendirildiğinde en yüksek artış %70,5 ile orta süreli emprenyeli sarıçam odununda, %29,76 ile orta süreli emprenyeli Uludağ göknarı odununda, %26 ile Sapsız meşe odununda gerçekleşmiştir.

Kontrol örneklerine göre emprenye işleminden geçmiş olan ağaç malzemelerde özellikle göknar ve sarıçam odununda, yanma direncinin arttığı söylenebilir. Giriş bölümünde de ifade edildiği üzere, hacim-ağırlık oranı yüksek olan ağaç malzemenin tutuşması ve yanması hacim-ağırlık oranı düşük olan ağaç malzemeye göre daha geç olmaktadır. Göknar ve sarıçamda emprenyesiz ağaç malzemeye göre oluşan hacim-ağırlık farkının kor hali yanma sıcaklığını etkilediği söylenebilir. KHY sıcaklığı verileri ağaç malzemelere uygulanan kısa

ve orta süreli emprenye işlemlerinin sonucunda elde edilen yüzde (%) değerleri dikkate alındığında özellikle göknar ve sarıçam odununda yanma direncinin arttığı belirlenmiştir [1, 12, 14-16].

Emprenyeli ve emprenyesiz ağaç malzeme örneklerinin yanma deneyi sonucu ağırlık kaybının yüzde (%) kısa ve orta süreli emprenye edilmiş masif ağaç örnekleri ve emprenyesiz kontrol örneklerinin yanmada ağırlık kayıp değerleri (%) için yapılan F testine göre; ağırlık kaybı değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F(11;119)=7,489$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek ağırlık kaybı (%) yüzde değeri emprenye edilmemiş Doğu kayını (Kc) odununda (%89,40) elde edilmiş, en düşük değerler ise orta süreli emprenye edilmiş Uludağ göknarı odununda (%78,00) elde edilmiştir.

Ağaç malzemelerde yanma deneyinin uygulanmasından önceki değerlerine göre yanma sonucunda oluşan madde kayıplarının yüzde (%) olarak değeri emprenyesiz ağaç malzemelerde, %89,4 ile kayın, %86,8 ile sarıçam, %84,7 meşe, %83,1 ile göknar odununda gerçekleşmiştir. Kısa süreli emprenye işleminin uygulandığı ağaç malzemelerde madde kaybı yüzde (%) olarak, %85,5 ile kayın, %83,1 ile sarıçam, %81,9 ile meşe, %78 ile göknar odununda olmuştur. Orta süreli emprenye işleminin uygulandığı ağaç malzemelerde madde kaybı yüzde(%) olarak, % 87,7 ile kayın, %85 ile sarıçam, %83,6 ile meşe, %82,8 ile göknar odununda gerçekleşmiştir. Bu durum (Bkz. Şekil 3.5)'de emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneği ağırlık kaybı (%)yüzde grafiğinde ifade edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada madde kaybı miktarları dikkate alındığında göknar, sarıçam, kayın ve meşe odununda madde kaybının azaldığı belirlenmiştir fakat büyük bir fark oluşmamıştır. Emprenyesiz göknar odununda %83,1 olan madde kaybının kısa süreli emprenye işlemi sonucunda %78 inmesi ile madde kaybındaki en büyük fark elde edilmiştir. Bunun nedeni göknarın, kayın ve meşeye göre yoğunluğu daha düşük bir ağaç olması ve meşe ağacında tül oluşumundan kaynaklanabilir. Özçiftci ve diğer yapılan çalışmalarda, farklı emprenye maddelerinin, ağaç malzeme üzerinde farklı etkilerinin olduğunu belirlemiştir. Bu duruma bağlı olarak uygulanan emprenye işlemleri sonucunda madde kaybı yüzde (%) değerleri dikkate alındığında Tanalith-E maddesi malzemenin yanma deneyi sonucu madde kaybının azaltılmasına katkı sağlamıştır [3, 7, 19, 20].

Emprenyeli ağaç malzeme ve emprenyesiz kontrol örneklerinin yanmada yıkılma süresi (sn) değerlerine ait istatistik değerler, kısa ve orta süreli emprenye edilmiş masif ağaç örnekleri ve emprenyesiz kontrol örneklerinin yanmada yıkılma süresi (sn) değerleri için yapılan F testine göre; ağırlık kaybı (%) değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F(11;119)=107,147$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek yıkılma süresi (sn) değeri kısa süreli emprenye edilmiş meşe (Mk) odununda (893 sn) elde edilmiş, en düşük değerler ise kontrol sarıçam odununda (558 sn) elde edilmiştir. Orta süreli emprenye edilmiş sarıçam (So) odununda (583 sn) ile emprenye edilmemiş kontrol sarıçam (Sc) odununda (583 sn) elde edilen en düşük değerler arasındaki matematiksel fark, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Yanma deneyi sırasında düzenek içerisinde oluşturulan istifin bozulması ve son olarak yıkılması ağaç malzeme ile oluşturulan yapı konstrüksiyonlar için önemli bir veri sağlayacaktır. Yanma deneyi sonucu emprenyesiz ağaç malzeme istifi ortalama olarak en erken 558,8 sn ile sarıçam, 712,3 sn ile kayın, 770,6 sn ile göknar ve 839,6 sn ile meşe odununun yanma deneyinden elde edilmiştir. Kısa süreli emprenyeli ağaç malzeme istifleri ortalama olarak en erken 583,1 ile sarıçam, 750,4 sn ile kayın, 795,1 sn ile göknar, 847,9 sn ile meşe odunun deneyinden elde edlmiştir. Orta süreli (120 dk) emprenyeli ağaç malzeme istifleri ortalama olarak en erken 595,8 sn ile sarıçam, 732,4 sn ile kayın, 808,4 sn ile göknar, 893,4 sn ile meşe odununun yanma deneyinden elde edilmiştir. Bu durum Şekil 3.6. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneği yıkılma süresi (sn) grafiğinde ifade edilmiştir.

Özçiftci ve Batan'a göre hacim-ağırlık oranı yüksek olan ağaç malzemenin tutuşması ve yanması, hacim-ağırlık oranı düşük olan ağaç malzemeye göre daha geç olacaktır. Bu ifadeye bağlı olarak uygulanan emprenye işlemleri sonucu olarak ağaç malzemelerin yoğunluk değerlerinde belli oranda artış göstermiştir [12].

Kartal ve Kantay'a göre yanmayı önleyici, geciktirici kimyasal maddeler ağaç malzemenin tutuşmasını zorlaştırıp, yanma başladıktan sonra ateşin yayılmasını olabildiğince geciktirmektir. Yapılan tespitlere bağlı olarak dört farklı ağaç malzeme grubuyla yapılan deneylerde emprenyeli ağaç malzemelerin emprenyesiz olan ağaç malzemelere göre orta süreli(120 dk) emprenyeli ağaç malzemenin, kısa süreli (10 dk) emprenyeli ağaç malzemeye göre yıkılma süresinin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu süre değerleri, kısa süreli emprenyeli malzeme istiflerinde emprenyesiz malzeme istiflerine göre yıkılma süreleri

ortalama olarak, meşe istifinde 8,3 sn, sarıçamda 24,3 sn, göknarda 24,5 sn, kayın odununda 38,1 sn daha geç gerçekleştiği belirlenmiştir. Orta süreli emprenyeli istiflerin emprenyesiz istiflere göre yıkılma süreleri ortalama olarak kayın istifinde 20,1 sn, sarıçam istifinde 37 sn, göknar istifinde 37,8 sn, meşe istifinde 53,3 sn geç gerçekleştiği belirlenmiştir. Literatürde yangın sırasında ortamda bulunan malzemelerin özelliklerinin bilinmesi müdahale açısından çok önemlidir. Deney sonucu orta çıkan bu sürelere bağlı olarak orta süreli emprenye işlemi sonucunda ağaç malzemelerde yanmaya karşı direncinin kısa süreli emprenye işlemine göre daha fazla arttığı, her iki farklı emprenye işleminin sonucunda da emprenyesiz ağaç malzemelere göre yanmaya karşı direncin arttığı ve bu duruma bağlı olarak yıkılma sürelerinin de artığı belirlenmiştir [5, 14].

Emprenyeli ağaç malzeme ve emprenyesiz kontrol örneklerinin yanmada ışık şiddeti (lux) kısa ve orta süreli emprenye edilmiş masif ağaç örnekleri ve emprenyesiz kontrol örneklerinin yanmada ışık şiddeti (lux) değerleri için yapılan F testine göre; Işık şiddeti (lux) değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F(11;119)=324,936$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek ışık şiddeti (lux) değeri kısa süreli emprenye edilmiş kayın (Kk) odununda (38 lux) elde edilmiş, en düşük değerler ise kontrol göknar odununda (20 lux) ve orta süreli emprenyeli göknar odununda (18,2 lux) elde edilmiştir. Orta süreli emprenye edilmiş göknar odunu ile emprenye edilmemiş kontrol göknar odunundan elde edilen en düşük değerler arasındaki matematiksel fark, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bu durum (Bkz. Şekil 3.7)'de Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneği ışık şiddeti(lux) grafiğinde ifade edilmiştir.

Örs ve Yalınkılıç'a göre ağaç malzemenin yanmasına bağlı olarak yanma sürecinde çeşitli gazlar yani duman oluşmakta ve oluşan bu duman, ortamdaki Işık şiddeti değerlerini ve orada bulunan canlı yaşamını etkilemektedir. Emprenye edilmiş ağaç malzemelerle yapılan deneylerde Işık şiddeti, emprenyesiz kontrol örneklerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kısa süreli emprenye edilmiş ağaç malzemelerin emprenye edilmemiş kontrol grupları arasındaki Işık şiddeti farkları ortalamalara bağlı olarak şöyledir; kayında 0,9 lux'lük, meşe odununda 0,9 lux'lük, 1,6 lux'lük sarıçam odununda ve göknar odununda 1,8 lux'lük bir fark oluştuğu belirlenmiştir. Orta süreli emprenye edilmiş ağaç malzemelerin emprenye edilmemiş kontrol grupları arasındaki Işık şiddeti farkları ortalamalara bağlı olarak şöyledir; kayın odununda 7,9 lux'lük , meşe odununda 7 lux'lük, sarıçam odununda

5,4 lux'lük ve göknar odununda 5,2 lux'lük bir fark oluştuğu belirlenmiştir. İstanbul büyükşehir belediyesi itfaiye daire başkanlığı eğitim notlarına göre, elde ettiğimiz verilere bağlı olarak anlaşılmaktadır ki emprenye edilmiş ağaç malzemelerin yanması ile oluşan duman miktarı emprenyesiz ağaç malzemelerin yanması sonucu oluşan duman miktarına göre azalmış ve ışık şiddeti oranı emprenyesiz kontrol örneklerine göre arttığı tespit edilmiştir. Bu verilere bağlı olarak herhangi bir yangın ortamında duman oluşumunun azalması nedeniyle yapısal kullanımlarda bir avantaj sağlayacağı muhakkaktır [3, 5, 7].

Tanalith-E ile, yanma deneyi standartlarına uygun olarak hazırlanmış olan ağaç malzemeler kısa (10 dk) ve orta (120 dk) süreli emprenye edilmiş ve bu malzemelerin yanma özelliklerinin belirlenmesi için yapılan yanma deneyi ile alev kaynaklı yanma (AKY), Kendi kendine yanma (KKY), kor halinde yanma (KHY) aşamalarının tamamlanmasıyla, deney sonucunda oluşan madde kaybı oranı, yıkılma süreleri ve ışık şiddeti değerleri belirlenmiştir ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelere bağlı olarak Tanalith-E ile emprenye edilmiş olan olan ağaç malzemelerde yanmaya bağlı durumlarda, kullanım yerlerinde Uludağ göknarı ve sarıçam odunlarının tercih edilmesi avantaj sağlayabilir.

KAYNAKLAR

1. Bayazıt, E. (2016). Ahşap Kendiliğinden Çoğalan Yapı Malzemesi, *Eko Yapı Dergisi*, 1(32), 112 -114.

2. Günay, R. (2007). *Geleneksel Ahşap Yapılar Sorunları ve Çözümleri*. (2. Baskı), İstanbul: Birsen yayınevi, 1-20.

3. Örs, Y., Keskin, H. (2001). *Ağaç Malzeme Bilgisi*. İstanbul: (1. Baskı), Atlas Yayın Dağıtım, 1-167.

4. Bozkurt, Y. (1986). *Ağaç Teknolojisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi yayınları, 10-180.

5. İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı (2007). *Yangın ve Kazalarla Mücadale Eğitim Kitabı*. İstanbul: İtfaiye Eğitim Merkezi, 7-25.

6. Sönmez, A., Budakçı, M. (2004). *Ağaçişlerinde Üst Yüzey İşlemleri II*. Ankara: Gazi Üniversitesi Yayınları.

7. Örs, Y., Keskin, H., (2008). *Ağaç Malzeme Teknolojisi*. Ankara: Gazi Üniversitesi Yayınları, 1-165.

8. S., N., Kartal, Y., Ûnamura (2004, 23-25 Eylül*). Borlu Bileşiklerin Emprenye Maddesi Olarak Ağaç Malzeme ve Kompozitlerde Kullanımı*. Uluslararası Bor Sempozyumu. Eskişehir.

9. Aslan, S. (1998). *Ağaç Zararlıları Koruma ve Emprenye Teknikleri*. Ankara: KOSGEB Yayınları, 272.

10. Hafızoğlu, H., Yalınkılıç, M. K., Yıldız, Ü. C., Baysal, E., Peker, H., Demirci, Z. (1995). Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma Endüstrisinde Kullanılabilme İmkanları; TÜBİTAK TOAG-875 Nolu Projesi, Ankara, 309.

11. Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N. (1993). *Emprenye Tekniği*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.

12. Özçiftci. A, Batan F. (2010). Atık Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 10(2), 102-110.

13. Kartal, S.N., Dorau, B., Lebow, S.T., Green, F. (2004a). Effects of inorganicionson leachability of wood preserving N'N-hydroxynaphtalimide (NHA). *Forest Products Journal*, 54(l): 80-84.

14. Kartal, S.N., Kantay, R. (2006). Emprenye maddelerinin piknik masaları ve çocuk oyun alanı elemanlarında kullanımı. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 56(2), 44-51.

15. Berkel, A. (1972). *Ağaç Malzeme Teknolojisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları , 2- 90.

16. Sheard, L. (1988). *Ahşap Malzemenin Korunmasında Geçerli Uygulama ve Araştırmalar, Ahşap Malzemenin Korunması*. Ankara: MPM Yayınları, 24-33.

17. Baysal, E. (1994). *Çeşitli Borlu ve WR Bileşiklerinin Kızılçam Odunun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 51-52.

18. Kurtoğlu, A. (1988). *Kimyasal Odun Koruma Maddelerinin Çevre Sağlığına Etkileri. Ahşap Malzemelerin Korunması*, Ankara: MPM Yayınları, 338.

19. Banks, W. B., Miller, E. R. (1982). Chemical Aspects of Wood Techology Sweden, *Forest Products Journal*, 34(1), 45-46.

20. Williams, R. S., Knanbe, M. T., Feist, W. C. (1996). *Finishes for Exterior Wood Selection Application and Maintenance*, USA: United States Department of Agriculture.

21. Le Van, S. L., Winandy, J.E. (1990). Effectes of fire retardant treatments on wood strength, *Woodand Fiber Science*, 22(1), 131.

22. Yalınkılıç, C. A. (2008). *Ağaç Malzemede Su Bazlı Vernikler İle Su Çözücülü Ağaç Boyası Etkileşiminin Kahverengi Renk Tonuna Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 3-312.
23. Örs, Y., Atar, M., Demirci, Z. (2005). Borlu Bileşikler İle Emprenye Etmenin Ağaç Malzemede Üst Yüzey İşlemleri Ve Yanma Özelliklerine Etkileri: TÜBİTAK MİSAG-237 Nolu Projesi, Ankara, 24-53.

24. Baysal E. (2002). *Borlu ve Su İtici Maddelerle Muamele Edilen Cennet Ağacı (Ailantusaltissima L.) Odununun Fiziksel Özellikleri*, I. Uluslar arası Bor Sempozyumu, Bildiriler Kitabı 1. Kütahya, 176-183.

25. Yalınkılıç, M.K., Baysal, E. (2002). *Comperative Study on Stability and Decay Resistant of Two Environmentally Friendly Fire Retardant Boron Compounds PHN 130 and PHN 130G*, I. Uluslar arası Bor Sempozyumu, Bildiriler Kitabı 1. Kütahya, 92-102.

26. Özcifci, A. (2001). *Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

27. Örs, Y., Atar, M., Özçifçi, A., Peker, H. (2002). Çeşitli Maddelerle Emprenye Edilmiş Kokarağaç Odunun Yanma Özellikleri, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Teknoloji Dergisi*, 5(15), 1-70.

28. Örs, Y., Atar, M., Keskin, H. (2004). Bonding Strength of some Adhesives in Wood Materials Impregnation with Imersol-AQUA, *International Journal of Adhesionand Adhesives Science*, 24, 287-294.

29. Bozkurt, Y. (1967). Yapraklı ağaç odunlarının anatomik yapısı. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, B, 2, 45-63.

30. Eliçin, G. (1971). Türkiye Sarıçamlarında (Pinus silvestris L.) Morfogenetik Araştırmalar, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, B, 17, 1.

31. Anşin R., Özkan, Z., C. (1997). *Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar*, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.

32. Hemel Emprenye Sanayi A.Ş., (2008). *Tanalith-E Brochure*, Data Sheets, Timber Treatment Products, 22.

33. TS 2472 (1972). *Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler için Birim Hacim Ağırlığı Tayini*, TSE, Ankara.

34. TS 2470 (1972). *Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1–7.

35. ASTM E 160-50 (1975). *Standard Test method for com bustible properties of treated wood by the cribe test*, Annual Book of ASTM Standards, USA, 04.07, 809-813.

36. ASTM D 1413-99 (2005). *Standart Method of Testing Wood Preservativesby Laboratory Soilblock Cultures*, Annual Book of ASTM Standards: 452-460.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÇALŞİMŞEK, Ümit

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri : 01.01.1983 / İstanbul

Medeni hali : Bekar

Telefon : 0 (505) 474 78 50

e-mail : umitcalsimsek@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarih
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / İleri Teknolojiler A.B.D.	Devam ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi / Endüstriyel Teknoloji Eğitimi	2010
Lise	Güngören Tozkoparan Teknik Lisesi	2000

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2011-Halen	M.E.B.	Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Keskin, H. ,Çalşimşek, Ü., Bülbül, R. (2019, 11-12 Nisan). *Endüstride yaygın kullanılan bazı ağaç türlerinin alev kaynaklı yanma özellıklerine Tanalıht-E emprenye maddesinin etkisi*, Umteb 6. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi, Iğdır.

Hobiler

Sinema , gezi



GAZİ GELECEKTİR..