



ALFA-X KİMYASALI İLE EMPRENYE EDİLMİŞ AĞAÇ MALZEMELERİN
BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Ali Talha AYHAN

Yüksek Lisans Tezi

İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

Ocak - 2019

ALFA-X KİMYASALI İLE EMPRENYE EDİLMİŞ AĞAÇ MALZEMELERİN
BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Ali Talha AYHAN

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği Uyarınca
Fen Bilimleri Enstitüsü İleri Teknolojiler Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Doç. Dr. Murat ÖZALP

Ocak - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Ali Talha AYHAN'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "ALFA-X KİMYASALI İLE EMPRENYE EDİLMİŞ AĞAÇ MALZEMELERİN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ" başlıklı bu çalışma, jürimizce Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

28.01.2019

Prof. Dr. Önder UYSAL
Enstitü Müdürü, Fen Bilimleri Enstitüsü

Prof. Dr. Muammer GAVAS
Anabilim Dalı Başkanı, İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

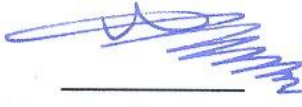
Doç. Dr. Murat ÖZALP
Danışman, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü

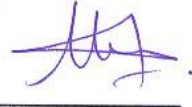
Sınav Komitesi Üyeleri

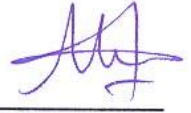
Doç. Dr. Murat ÖZALP
Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi


Dr.Öğr.Üyesi Ahmet Cihangir YALINKILIÇ
Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi

Dr.Öğr.Üyesi Abdurrahman KARAMAN
Banaz Meslek Yüksek Okulu, Uşak Üniversitesi










ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Bu tezin hazırlanmasında Akademik kurallara riayet ettiğimizi, özgün bir çalışma olduğunu ve yapılan tez çalışmasının bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olduğunu, çalışma kapsamında teze ait olmayan veriler için kaynak gösterildiğini ve kaynaklar dizininde belirtildiğini, Yüksek Öğretim Kurulu tarafından kullanılmak üzere önerilen ve Kütahya Dumlupınar Üniversitesi tarafından kullanılan İntihal Programı ile tarandığını ve benzerlik oranının % 19 çıktığını beyan ederiz. Aykırı bir durum ortaya çıktığı takdirde tüm hukuki sonuçlara razı olduğumuzu taahhüt ederiz.



Doç. Dr. Murat ÖZALP



Ali Talha AYHAN

ALFA-X KİMYASALI İLE EMPRENYE EDİLMİŞ AĞAÇ MALZEMELERİN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Ali Talha AYHAN

İleri Teknolojiler, Yüksek Lisans Tezi, 2019

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Murat ÖZALP

ÖZET

Bu çalışma, Alfa-x kimyasalı ile emprenye edilmiş Sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) odununun bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Emprenye çözeltisi %10 ve %20 konsantrasyonda hazırlanmıştır. Daha önce tekstil ve laminat parke uygulamalarında kullanılan Alfa-x yanmayıcı geciktirici kimyasalı, masif odunda ilk kez bu çalışmada kullanılmıştır. Yanma testleri sonucunda, Alfa-x ilk ağırlık kaybı sıcaklığını her iki ağaç türünde de düşürmüştür. Ancak, Yanmanın sonlandığı sıcaklık derecesini her iki ağaç türünde de artırmıştır. Alfa-x oranının %0'dan %20'ye çıkmasıyla Sarıçamda 117 °C, Kayında 50 °C'lik bir artış gözlenmiştir. Ayrıca, Sarıçam ve Doğu kayını odununun TS 2474 sayılı standartına uygun olarak eğilme direnci ve TS 2595 sayılı standartına uygun olarak basınç direnci değerleri de incelenmiştir. Elde edilen veriler diğer çalışmalarla uyum göstermektedir.

AnahtarKelimeler: Alfa-x, Basınç Direnci, Doğu Kayını, Eğilme Direnci, Sarıçam, Yanma.

SOME TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF WOOD MATERIALS IMPREGNATED WITH ALFA-X CHEMICAL

Ali Talha AYHAN

Advanced Technologies, M.S. Thesis, 2019

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Murat ÖZALP

SUMMARY

This study was performed for the purpose of determining the technological properties of Scotch pine (*Pinus sylvestris* Lipsky) and Eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) woods impregnated with Alfa-x chemicals. The impregnation solution was prepared at 10% and 20% concentrations. Alfa-x, a flame-retardant chemical formerly applied to textiles and laminate parquet, was used for the first time in solid wood. As a result of the combustion tests, Alfa-x reduced the initial weight loss temperature of the wood material in both samples. However, it has completely raised the combustion temperature gradients in both samples. It is observed that ending temperature increased in eastern beech wood and in scotch pine wood by 117 °C and 50 °C, respectively, with increasing the rate of Alfa-x added into impregnation solution from 0% to 20% at deterioration. In addition, the bending and compression strength values of the Scotch pine and Eastern beech wood samples were also examined. In addition, the resistance of pine and eastern beech wood according to TS 2474 has been investigated and pressure resistance values have been examined in accordance with TS 2595 standard. The data obtained are consistent with other studies.

Keywords: Alfa-x, Bending Resistance, Combustion, Eastern Beech, Pressure Resistance, Scotch Pine.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bana yardımcı olan başta danışman hocam Doç. Dr. Murat ÖZALP'e, desteğini hep yanımda hissettiğim aileme, deneylerin yapımında tezgâh ve teçhizat imkanı sağlayan Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü öğretim elemanları ve çalışanlarına, KDPÜ BAP Birimine, ayrıca yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Hakan KESKİN, Dr. Öğr. Üyesi Abdurrahman KARAMAN, Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Cihangir YALINKILIÇ ve emeği geçen herkese teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Ağaç Malzeme	4
2.1.1. Sarıçam (Pinus sylvestris L.).....	4
2.1.2. Doğu kayını (Fagus orientalis L.).....	5
2.2. Alfa-x	7
2.3. Odunun Yanma Özelliği.....	7
3. LİTERATÜR ÖZETİ.....	10
4. MALZEME VE YÖNTEM	17
4.1. Ağaç Malzeme	17
4.1.1. Ahşap deney örneklerinin hazırlanması	17
4.2. Alfa-x Kimyasalının Hazırlanması ve Uygulanması	17
4.3. Deney Metodları	18
4.3.1. Alfa-x yanma deneyi	18
4.3.2. Eğilme direnci deneyi.....	18
4.3.3. Basınç direnci deneyi	20
4.3.4. İstatistiksel metot.....	21
5. BULGULAR.....	22
5.1. Ağırlık Kaybı Esaslı Yanma	22
5.2. Alfa-x Kimyasalı Tutunma Miktarları	25
5.3. Eğilme Direnci.....	25
5.4. Basınç Direnci	26

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	28
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	29
ÖZGEÇMİŞ	
EKLER	
1. Alfa-x yanma deneyi için hazırlanan deney örneklerinin küçük parçacıklar haline getirilmesi.	
2. Alfa-x yanma deneyi için hazırlanan küçük parçacıklar halindeki odun örneklerinin toz haline getirilmesi.	
3. Mekanik (eğilme ve basınç direnci) için kullanılan üniversal test cihazı.	
4. Eğilme direnci için hazırlanan deney örnekleri.	
5. Eğilme direnci deney düzeneği.	
6. Basınç direnci deney düzeneği.	
7. Basınç direnci deney sonrası örneklerin kırılma şekilleri.	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Yangın üçgeni	9
2.2. Şematik olarak alevdeki gaz ve yanma bölgelerinin gösterimi	9
4.1. Alfa-x yanma deneyi için kullanılan TGA test cihazı	18
4.2. Eğilme direnci deneyi örnek boyutları	19
4.3. Liflere paralel yönde basınç direnci deneyi örnek boyutları	20
5.1. %0 Alfa-x kimyasalı ilaveli kayın deneme levhasının TGA sonucunda ağırlık kaybı üzerindeki değişim değerleri	22
5.2. %10 Alfa-x kimyasalı ilaveli kayın deneme levhasının TGA sonucunda ağırlık kaybı üzerindeki değişim değerleri	22
5.3. %20 Alfa-x kimyasalı ilaveli kayın deneme levhasının TGA sonucunda ağırlık kaybı üzerindeki değişim değerleri	23
5.4. %0 Alfa-x kimyasalı ilaveli sarıçam deneme levhasının TGA sonucunda ağırlık kaybı üzerindeki değişim değerleri	23
5.5. %10 Alfa-x kimyasalı ilaveli sarıçam deneme levhasının TGA sonucunda ağırlık kaybı üzerindeki değişim değerleri	24
5.6. %20 Alfa-x kimyasalı ilaveli sarıçam deneme levhasının TGA sonucunda ağırlık kaybı üzerindeki değişim değerleri	24

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Alfa-x kimyasalına ait özellikler	7
5.1. Ağaç malzemelerin Alfa-x oranlarına göre toplam tutunma ve % tutunma değerleri	25
5.2. Kayın ve sarıçam ağaç türüne ait eğilme direnci sonuçları	25
5.3. Eğilme direnci varyans analizi sonuçları	26
5.4. Kayın ve sarıçam ağaç türüne ait basınç direnci sonuçları	26
5.5. Basınç direnci varyans analizi sonuçları	27
6.1. Ağırlık kaybı esaslı yanma deneyi sonuçlarının özet değerlendirilmesi	28

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
σE	Eğilme direnci
M_0	Tam kuru ağırlık
M_r	Rutubetli ağırlık
M_s	Su miktarı
DRM	Denge rutubet miktarı

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
E.M	Emprenye maddesi
E.Ö	Emprenye öncesi
E.S	Emprenye sonrası
mt	Teğet yön
mr	Radyal yön
HG	Homojenlik grubu
Sb	Su bazlı
Sn	Sentetik

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun ilk çağlardan beri en çok kullandığı hammadde ağaç malzemedir. Dünyada yaşanan teknolojik gelişmeler neticesinde ağaç malzemenin kullanım alanları çok fazla yaygınlaşmış ve bunun yanında ağaç malzeme çeşitleri ile kullanılan miktar da artış göstermiştir. Ağaç malzemelerin kimyasal, mekanik, fiziksel ve anatomik özellikleri onun elastik, dirençli, stabil ve estetik oluşunda çok önemli bir role sahiptir. Bunun yanında ağaç malzemenin organik olması, abiyotik ve biyotik faktörlere karşı malzemeyi savunmasız bırakmaktadır. Bu faktörler ağaç malzemenin degradasyonuna sebep olmaktadır. Bahsi geçen faktörlerin başında odunun rengini değiştiren ve onu tahrip eden böcek ve termitler ile deniz canlıları, bakteriler ve açık hava etkileri yer almaktadır. Açık hava etkileri ise rutubet, sıcaklık ve radyasyon vb. faktörler olmaktadır. Tüm bunların yanı sıra ağaç malzeme yanıcı bir özelliğe sahiptir ve sıcaklık yükseldiği zaman yanma eğilimi gösterebilir. Ağaç malzemenin olumsuz özellikleri bazı önlemler alındığında giderilebilir veya emprenye teknikleri kullanılarak azaltılabilmektedir. Kimyasal maddeler kullanılmaksızın alınan önlemler, ağaç malzemeyi bir noktaya kadar dirençli tutabilmekte ancak risk faktörlerinin şiddetli bir şekilde ve süreklilik halinde olması durumunda kimyasal müdahalelere gereksinim duyulmaktadır (Kartal ve Unamura, 2004).

Ağaç malzemesi halen ağaç halinde iken bir toplum için zenginlik unsuru olarak kabul görmektedir. Ormanlar ele alındığında ise, sadece iklim şartlarını değiştirmek ile kalmayan, aynı zamanda insanların ve diğer tüm canlıların hayatlarını önemli ölçüde etkileyen bir kavramdan bahsedilmektedir. Ağaçların kesilmesi ve şekillendirilmesi gibi işlemler yapılarak ağaç malzemeler elde edilir ve bu ağaçlar ekonomik bir değer kazanabilir. Ülke ekonomisi ve insanlar önemsendiğinde ağaç malzeme ile hazırlanmış olan ahşap elemanların ömrünün uzatılması büyük önem arz eder. Çeşitli malzemeler kullanılarak ve çeşitli yöntemler uygulanarak ağaç malzemedeki en yüksek verimlilik sağlanır böylece ekonomik anlamda büyük bir fayda sağlanabilir (Sönmez, 2005).

Orman ürünleri kullanılarak yapılan mobilyalar ve dekorasyon sektörünün hammaddesi durumunda olan ağaç malzemelerin uygun kullanılması ve koruma yöntemlerinin benimsenmesi ile ihtiyaç duyulan odun hammaddesi yeterli olarak karşılanabilmektedir. Masif, kompozit ürünler ve çeşitli levhalar odun hammaddesinin dönüşümü ile elde edilerek pek çok farklı alanda kullanılabilmektedir. Kimyasal, fiziksel, mekanik ve biyolojik zararların önüne getirebilmek için, yapısına müdahale edilebilen odun hammaddesi maddesinin ısı ve elektriği karşı izolasyon özelliği oluşturması, akustik özelliklerinin optimum düzeyde olması, işlenebilir

olması, Özgül ağırlığının düşük olmasına karşılık mekanik özelliklerinin yüksek olması Odun ham maddesinin öneminin büyük olduğunu göstermektedir. Değişik hava şartları ve boyutlarda meydana gelen farklılıklar, böcek mantarları ile oyuncu deniz organizmalarının zararları ise ağaç malzemeler kullanılırken dikkate alınması gereken faktörlerdir (Örs vd., 2005).

Koku, renk, desen, tat ve bunun gibi fiziksel karakteristikler, ağaç türlerine göre çeşitlilik gösterebilir. Meydana gelen renk bozulmaları, canlı olduğunda yaralanma şeklinde, ölü budak oluşumu şeklinde, çeşitli sebeplerle yanındaki olduğunun okside olmasıyla veya ileriki yaşlarda öz odunu oluşumuyla ya da tanenli odunların metallerle temas etmesi neticesinde renklenmeler şeklinde olmaktadır (Banks ve Miller, 1982).

Ağaç malzemesinin yanıcı özelliği dışında sahip olduğu diğer olumsuz özellikleri sadece maddi kayıplara sebep olmakta iken, bu malzemenin yanması durumunda hayati tehlikeler oluşabilmektedir. Ağaç malzemesinin yalnız esnasında oluşan alevler ve açığa çıkan gazlar insanların hayatı için ciddi tehditler oluşturmakta ve hatta ölümlerle sonuçlanan olaylara sebep olmaktadır (Terzi, 2008).

Levan ve Vinandy çalışmasında odun yanabilen bir madde olduğunu belirtmektedir. Bu sebeple odunun yanmaya karşı direncinin artırılması gerekmektedir. Bunun yapılabilmesi içinse kimyasal maddeler kullanılarak emprenye yapılmış bir şekilde olması pek çok kullanım alanında bir zorunluluktur (Levan ve Winandy, 1990).

Odun rutubetinin %20'nin üzerine çıkmasıyla birlikte mikrobiyolojik bozulma meydana gelmeye başlar. Ağaç malzemenin zararların engellenebilmesi adına koruyucu kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Aynı şekilde kullanılma ömrünü uzatmak için, kimyasal maddelerle emprenye edilmesi ve bunun yanında iç ve dış koşullara göre korunarak estetiğinin artırılması büyük önem taşır (Yalınkılıç, 1993).

Alevlenebilme özelliğine sahip olan maddeler, tutuşma sıcaklığına ulaştığı anda dışardan bir aleve gereksinim duymadan tutuşabilmektedir. Yanmaz özellik gösteren malzemeler ise alev arasında dayanabilir ancak alevin yok olmasıyla birlikte malzemenin yanma eylemi de durmuş olur. Böyle malzemeleri yanmaz bir şekilde getirebilmek ne yazık ki mümkün olmamaktadır. Yanmayı geciktirebilen ya da engelleyebilen emprenye maddeleri, ağaç malzemenin bozulma sıcaklığının altına inerek selülozu hızlı bir şekilde odun kömürü ve ya suya dönüştürmektedir. Bu sayede yüksek sıcaklıkta meydana gelen uçabilen ve yanabilen malzemeler meydana gelmediği zaman ağaçtan elde edilen odunun yanıcı özellikleri kısmen azalabilmekte ve alevlerin savrulmak suretiyle etrafa saçılması engellenebilmektedir (Uysal vd., 2002).

Bu çalışmada, ağaç malzemenin yanmaya karşı dayanıklılığını arttırmak amacı ile numuneler Alfa-x kimyasal maddesi ile emprenye yapılmıştır. Emprenye edilen ve emprenye edilmeyen (kontrol) 13×13×76 mm'deki masif ahşap malzemeler toz haline getirilmiştir. Yapılan bu işlemlerden sonra ağırlık kaybı esaslı yanmaya etkileri incelenmiştir. Ayrıca, Sarıçam ve Doğu kayını odununun eğilme direnci ve basınç direnci değerleri de incelenmiştir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ağaç Malzeme

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

2.1.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)

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

Sarıçam türünün diri odunu sarı renge yönelen soluk kahverengi rengindedir. Öz odunu ise belirgin kırmızıdır. Özellikle özışınlarında çok sayıda reçine kanalları bulunmaktadır (Anşin ve Özkan, 1997; Yalınkılıç, 2008). Reçinesi temizlendikten sonra boyanabilir. Zor verniklenir. Vida ve çivi ile bağlantısı yeterlidir. Görünüşünü bozan mavi lekelenme, estetik değerini azaltır. Ancak, mavi lekelenme, ağacın fiziksel dayanımında olumsuz etki yaratmaz. Hava kurusu özgül ağırlığı $0,49 \text{ gr/cm}^3$ 'tür (Zorlu, 1997; Yalınkılıç, 2008). Özışınlarında bulunan enine traheidlerin çeperleri dişli denecek oranda kalınlaşmıştır. Keozot ve bunun benzeri koruyucu maddelerle odunların işlem görmesiyle açık alanlarda kullanım ihtimali arttırılabilir. Özellikle ticari dünyada kırmızı odun olarak tanınan odunlardan genelde inşaat sanayide faydalanılmaktadır.

Sokaklardaki telefon direkleri ve demiryolu traversleri ile inşaat alanında, döşemecilik, çatı ve döşeme kirişi, marangoz ve doğramacılıkta, kâğıtçılıkta ve plastik ve selefon yapılırken bu türden faydalanılır. Bu tür genellikle daha yumuşak bir kullanım alanına daha uygun olmakta ve budaksız bir şekilde, iyi kalite özelliklerine sahip olmaktadır (Anşin ve Özkan, 1997; Yalınkılıç, 2008).

2.1.2. Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.)

Fagusorientalis L. Yani bilinen ismi ile Doğu kayını, Fagaceae familyası türlerindedir. Bu tür ülkemizde doğal olarak yetişmekte ve bu türün diri odunu ile öz odunu arasında renk farkı bulunmamaktadır. Bu odun kırmızıya dönük beyaz bir renk tonuna sahiptir. Özellikleri olgun odun gibidir ve geniş öz ışınları çıplak göz ile görülebilmektedir. Bu ışınlar 0,5-0,1 mm aralıkla uzanmakta ve kalın öz ışınları genişlemeleri yıllık halka sınırında olmaktadır. Koyu renkli geniş aynacıklarradyal yüzeylerde, kırmızımsı iğ şeklinde lekeler ise teğet kesitlerde oluşmaktadır. Bu türün odunu sert ve ağır olmaktadır.

Fagusorientalis L. ile kardeş türü olan Avrupa kayını görünüş açısından benzer özellikler göstermektedir. Ancak bu türün coğrafi yayılımı, Avrupa kayınına nazaran daha yerel şekilde olmaktadır. Kuzey Doğu Avrupa ile Kafkasya'da, Kuzey İran'da ve Türkiye'de yayılan bu tür en iyi gelişimini Türkiye'de Karadeniz sahillerinde göstermektedir. Batıda Demirköy ve Kırklareli'ne kadar uzanan bu tür, Doğu'da Türk-Rus sınırına kadar ilerler. 30-40 metreye kadar yükselebilen ve çapı 1 metreyi geçebilen doğu kayını, düzgün ve dolgun gövdeli birinci sınıf bir orman ağacı olmaktadır. Yaprakları ise elips şeklinde ve sivri veya kısa uçludur (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Doğu kayını küçük traheli yapraklı ağaç grubu arasında yer almaktadır. Trahe etrafındaki paranzim hücrelerinde tül meydana gelmektedir. Vaskülertraheidler besi suyu iletme görevi yapan boyuna yönde bulunmaktadır. Radyal kesitte parlak öz ışıkları meydana getiren kalın ve yüksek öz ışınlarıdır. Tüm kesitlerinde de öz ışınları aleni bir biçimde görülmektedir. Enine kesitleri genelde tek renkli olmaktadır. Bu tür 80-100 yaşına vardığı zaman kırmızımsı kahverengilikte bir öz odunu oluşturmaktadır. Daha yaşlı ağaçlarda ise bu öz çürümüş hale gelir. Enine kesitte en belirgin olan şey yıl halkalarıdır. Mevsimsel anlamda sonbahar halkaları ise ilkbahar halkalarına nazaran daha koyu renktedir. Radyal kesitte sivri uçlu iğler, teğet kesitte ise ince parlak çizgiler şeklinde bir sıralanma mevcuttur (Bozkurt ve Erdin, 2000; Malkoçoğlu, 1994).

Odun doğal halinde kırmızımsı beyaz haldedir. Fırınlanmış hali ise tuğla kırmızısı bir renk almaktadır. Bu tür yaş aldıkça, içerisinde kırmızımsı kahverengi, içerisinde daha koyu renk şeritler bulunan bir odun oluşur. Genel olarak 80 ile 100 yaşları aralığında oluşan bu yalancı öz odunu bir kusur olarak görülmektedir. Bu koyu renk şeritlere oluşan odun “kırmızı yürek” olarak adlandırılmaktadır. Odunun doğal güzelliğini bozan kırmızı yürek emprenye edilemez. Bunun yanında ise gevrek bir yapıya sahip olur asidimsi bir koku yaymaktadır (Örs ve Keskin, 2001).

Ülkemizde mobilya yapımında kullanılan en yaygın tür Doğu kayını olmaktadır. Tüm masif mobilya işlerinde, merdiven basamaklarında, korkuluklarda, iç doğramalarda, parke döşemesi yapılırken, soyma ve dilme kaplama olarak, araba sanayinde ve ambalaj sanayinde, yonga levha yapımında, oturma mobilyaları, alet sapı, iş tezgahı yapımlarında, bükme sandalyelerde, okul sıralarında ve torna işlerinde bu ağaçtan faydalanılır. Bu tür kimyasal boyalara karşı dayanıklıdır ve her çeşit vernik ile cilalama işlemleri rahatlıkla uygulanabilir (Bozkurt ve Erdin, 2000; Malkoçoğlu, 1994).

(D0) $0,68 \text{ g/cm}^3$ tam kuru yoğunluğu, (D12) $0,72 \text{ g/cm}^3$ ise hava kurusu yoğunluğudur. E-modülü 15700 N/mm^2 , eğilme direnci (σ_E) 120 N/mm^2 , liflere paralel çekme direnci (σ_g) 132 N/mm^2 , liflere paralel basınç direnci (σ_B) 60 N/mm^2 dir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Liflere paralel basınç direnci, 644 kg/cm^2 , eğilme direnci, 870 kg/cm^2 , makaslama direnci, 150 kg/cm^2 , dinamik eğilme direnci $1,0 \text{ kg/cm}^2$, yarıлма direnci $8,6 \text{ kg/cm}^2$ 'dir (Örs ve Keskin, 2001).

İşlenmesi kolaydır. Körleştirme etkisi orta derecededir. Soyulabilir, kesilebilir, çok iyi tormalanabilir. Yapıştırma ve yüzey işlemlerinde güçlük yoktur. Boyanması iyi değildir. İyi renk verilebilir ve iyi cila kabul eder (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Bu tür çok geniş bir kullanım çevresine sahiptir. Masif mobilyaların yapımı, spor aletleri, tornacılık, kaplama levha, sunta, parke, karoser yapımı, kağıt odunu olarak veya kontrplak olarak, ahşabın kullanılacağı aklı gelen her yerde kullanılabilir. Emprenye edildiği takdirde ise travers yapımında bu ağaçtan faydalanılır. Odun kömürü yapımında da oldukça elverişlidir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

2.2. Alfa-x

Bu çalışmada kullanılan Alfa-x maddesinin özellikleri Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Alfa-x kimyasalına ait özellikler.

Görünüş	Kuru toz
Renk	Beyaz
Granüler boyut	<50 µm
PH	3,74
Yoğunluk	0,847 (g/cm ³)
Koku	Yok
Renk	Beyaz
Depolama	Serin ve kuru yerde nemden uzak şekilde saklanmalı

Alfa-x yanmayı geciktirici kimyasal maddesi polimer tamamlayıcı olmakla beraber, çeşitli ürünlerin üretim proseslerine eklenmek suretiyle kullanılmaktadır. Termoplastik, boya, kablo, sentetik, membran ve ahşap esaslı levhalarda kullanılmaktadır. Yanmaya karşı 1500 °C kadar etkili olmaktadır.

2.3. Odunun Yanma Özelliği

Tarihin ilk çağlarında insanoğlunun hayatına giren ateş, yaşamın devamlılığı açısından çok önemli bir kavram olmuştur. İlk zamanlarda yıldırım düşmeleri veya kuru ağaç dallarının birbiriyle etkileşmesi sonrasında ortaya çıkan kıvılcımlar ile elde edilen ateş hayatımızın vazgeçilmez bir unsuru haline gelmiştir. İlkel uygarlıkların günümüz haline gelebilmesi için ateş çok önemli bir figür olmuştur. Tüm bu olumlu yanları bir yana koyarsak ateşin yangın çıkartmak gibi çok kötü bir özelliğinden bahsedilebilir (Kordina ve Meyer-Ottens, 1977).

Yanıcı bir madde ile yakıcı bir maddenin birleşmesi neticesinde ısı vererek meydana gelen olay yanma olarak adlandırılmaktadır. Yakıcı malzeme çoğu zaman oksijen ya da oksijenin içinde bulunduğu bir madde olmaktadır. Yapılan başka bir tanımda ise; malzemenin, ısı, ışık ve alev özellikleri ortaya çıkartan ve etrafa ısı yayarak hızlı bir biçimde oluşan oksidasyonu ya da tutuşma sıcaklığı limitine gelene kadar ısı almış bir cismin, oksijen ile birleşmesi yanma olarak tanımlanmaktadır. Havanın en az %14-18 oksijen içermesiyle yanma tepkimesi meydana gelebilir. Havadaki oksijen oranı normal şartlara bakıldığı zaman %17

olmaktadır. Yanma tepkimesinin yol açtığı yangın ise, olumsuz anlamda zaman ve mekânda kontrolden bağımsız bir şekilde başlayan yanma, olarak tanımlanabilir (Uysal, 1997).

Yangınlardan bahsederken felaket olarak nitelendirilmesinin sebebi ise bu kontrol dışı olma durumudur. Yangın sonucunda can kayıpları ve maddi hasarlar olduğu için nbu kavram insanlar nazarında hep felaket olarak belirtilmektedir (Uysal, 1997).

Isıya ve havaya maruz kaldığı zaman yanacak olan bir malzeme ahşap malzemedir. Termal bozunmaya uğrayan ahşabın son hali aşamalar sonucu ortaya çıkar. Isı oranı ve sıcaklık değeri, termal bozunma ürünlerinin ortaya çıkması ve bozunmaprosesi açısından büyük önem taşımaktadır. Ahşabın tutuşması esnasında ortaya çıkan olaylar aşağıda maddeler halinde verilmektedir (White ve Dietenberger, 1999).

1. Isıya maruz kalan ahşap malzeme uçucu gaza dönüşebilen sıvıya ve kömürleşmeye ayrışır. Kömürleşme, daha ziyade 300 °C nin üzerinden meydana gelen sıvı çıkışına ters olarak 300 °C' nin altında meydana gelir.
2. 400-500 °C arasında ahşap malzemenin ayrışan sıvı madde havayla temas ettiğinde tutuşabilir. Gaz hali tutuşmaları alev olarak gözlemlenir.
3. Hava dolaşımıyla birlikte oluşan kömürleşme oksidasyonu 360 ve 518 °C deki pik noktalarıyla beraber 180 °C de belirgin bir şekilde gözlemlenir.

Yeterli ısı ve atmosferde bulunan oksijenle buluşan ahşap malzeme yanmaya başlar. Burada bahsi geçen yanma klavuzlu veya klavuzsuz şekilde gerçekleşebilmektedir. Kıvılcım ya da alev gibi kaynağının bulundupu durumlarda meydana gelen yanma klavuzlu yanmalardır. Klavuzsuz yanma ise, kaynağı veya yanma kaynağı bulunmayan yanmalardır. Enerji akışından, alev veya ısıtılmış kaynaktan ötürü meydana gelen ısı değişikliği ahşabın yüzeyinde yanma meydana getirir. Bu enerji akışı veya ısı değişimi ise, ısı ve ışın bileşimini barındırabilir (White ve Dietenberger, 1999)

Ahşap malzemedede, yangın esnasında kuruma 170 °C ye kadar görülür. CO, CO₂ ve su buharı çıkışı ise 270 °C'de yaşanmaktadır. 250-300 °C de de tutuşma görülmektedir. Isı etkisi ile kömürleşen ahşap yüzeyinde oluşan kömür tabakası alevlerin ahşabın iç kısmına erişmesini engellemekte ve taşıyıcı sistemin daha uzun süre dayanıklı bir şekilde kalmasını sağlamaktadır. Yangın esnasında ahşabın sağladığı en önemli avantaj yavaş yanarak daha dirençli kalması ve çökmeyi önceden haber vererek can ve mal kaybını en aza indirilebilmesidir. Ahşap yüzeylerde köpük, nem ve gaz tabakası meydana getirilebilmek için daldırma, sürme, püskürtme ve difüzyon yöntemleri uygulanmaktadır (Akıncıtürk ve Perker, 2003).

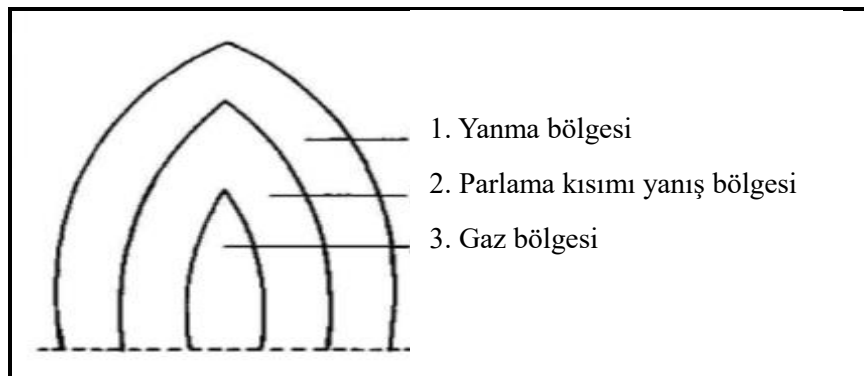
Tabii afetler içinde değerlendirilmesi gereken yangın, tarihin her döneminde ciddi anlamda can ve mal kayıplarına sebep olmuştur. Bu yaşananların yanı sıra şehir dokularının değişmesi de yangının sonuçlarından bir tanesidir. Yaşanan tüm bu olumsuzluklar çok büyük ölçüde mal ve iş gücü kayıplarına yol açmış ve manevi anlamda paha biçilemeyen değerlere sahip olan kültürümüzün örneklerini yitirme tehlikesiyle karşı karşıya kalmamıza sebep olmuştur (Uysal, 1997).

Yanma tepkimesinin gerçekleşebilmesi için Şekil 2.1’de belirtildiği gibi oksijen, yakıt ve ısı unsurlarının tutuşma sıcaklığı noktasına ulaşması gereklidir. Üçgen’in tamamlanabilmesi için bu üç unsurun da bulunması gereklidir. Bu üç unsurdan birinin eksikliğinde yanma yangın sönecek veya yanma olayı için gerekli olan ön koşul gerçekleşmeyecektir (Uysal, 1997).



Şekil 2.1. Yangın üçgeni.

Bir alevdeki yanma bölgesi, parlama kısmı yanış bölgesi ve gaz bölgesi numaralandırma yapılarak Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2. Şematik olarak alevdeki gaz ve yanma bölgelerinin gösterimi.

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Renk açma işleminin bazı ağaç malzeme ve verniklerin yanma özelliklerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Aksoy, 2010) elde edilen araştırma sonucunda (NaOH+Ca(OH)₂+H₂O₂) ile renk açma işlemi yapmış sentetik vernikli sarıçam ağaç malzeme kullanımını önermiştir.

Ahşap malzemeler optimum ısı ve atmosferde bulunan oksijen ile birleştiği zaman yanma eylemi gerçekleştiği belirtilen bir çalışmada ise (White, 1999), bu yanmanın klavuzlu yanma ve klavuzsuz yanma olarak iki şekilde gerçekleşebileceğini söylemektedir. Klavuzlu olarak bilinen yanma türü kıvılcım veya alev noktasının var olduğu olaylarda oluşmaktadır. Klavuzsuz yanma olarak adlandırılan yanma şekli ise alevlerin çıktığı noktanın bilinmediği durumlarda ortaya çıkan yanma şekli olmaktadır. Ahşabın yüzeyinde meydana gelen yanma tepkimesi alevlerden ya da ısıtılan kaynakların oluşturduğu ısı değişimlikler sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bahsi geçen ısı değişim ya da enerji, ısı veya ışın bileşiklerine sahip olabilmektedir. Yapı kod ve standart tanımlarıyla buluşabilmek için kereste ve kontraplak malzemeler yanma performanslarını arttırmak için yangın geciktiricilerle muamele edilmektedirler. Genellikle kullanılan uygulama metodu basınçlı muamele ve yüzey kaplama şeklindedir. Emprenye uygulamalarında kimyasal koruyucu uygulamalarındaki gibi ahşap malzeme de kimyasal solusyonlara basınçlı metodu tabi tutulur. Bazı uygulamalar için yangın engelleyicilerin yüzey kaplama metoduyla uygulanmasının kabul edilebildiğini belirtmiştir.

Farklı kimyasal maddelerle elde edilen ağaç malzemelerin yanmaya karşı dayanıklılığını incelenmiş olan bir çalışma sonucu (Uysal, 1997), Cu₂SO₄, ZnSO₄ ve Na₂SO₄ maddelerinin Kayın ve Sarıçam da yanmaya karşı direnç sağladığını ortaya koymuştur. Dolu hücre metodu kullanıldığı zaman işlemlerin daha efektif olduğunu belirtmiştir.

Doğu kayını (*Fagusorientalis*Lipsky) ve Sarıçam (*Pinussylvestris* L.) odunları kullanılarak yapılan bir çalışma (Örs vd., 1999), emprenye işlemine tabi tutulan numunelerde alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sırasında oluşan ağırlık kayıpları esas alınarak yapılan değerlendirmeleri ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlara göre; Cu₂SO₄, ZnSO₄ ve Na₂SO₄ Sarıçam ve Kayında yanmaya dayanıklılık kazandırdığı belirtmişlerdir.

Tekstil ürünlerine güç tutuşurluk özelliğinin kazandırılmasının incelendiği bir çalışmada (Kalın, 2008), Alfa-x adı verilen bir kimyasaldan faydalanmıştır. Bu kimyasal yanmayı geciktiren bir kimyasal olup, Borlu bileşikler ile birleştiği zaman kumaşların güç tutuşurluğu özelliğinin artırılması sağladığını belirtmiştir. Araştırma sonucunda, borlu bileşikler kumaşların

güç tutuşurluk özelliğini arttırmakta ve en etkili sonuç ise en az yanma ile %7,5 boraks %50 Alfa-x çözeltisinde gözlemlendiğini belirtmiştir.

Laminat parkenin yanmaya karşı dayanımının artırılması amacıyla laminat parkenin taşıyıcı panelini oluşturan yüksek yoğunlukta lif levhalar (HDF) için lif kaynağı olarak %50 kayın ve %50 sarıçam kullanmıştır (Özdemir, 2012). Araştırma sonucunda, yanmayı geciktirici kimyasal maddelerin HDF levhalara ilave edilmesi ile laminat parkenin yüzey kalitesi özellikleri üzerine etkilerinin olmadığı ancak melamin emdirilmiş kâğıtlara uygulanmasında ise olumsuz etki yaptığı tespit etmiştir.

Doğu kayını, sarıçam ve titrek kavak odunu örneklerinin kullanıldığı bir çalışmada ise (Seferoğlu, 2008), örnekler kullanılarak üst yüzeyine işlemler uygulanan malzemelerinin yanma özellikleri analiz edilmiştir. Yapmış olduğu deney sonucunda, yangın riski bulunan ortamlarda vernik işlemleri uygulanmamış malzemelerin kullanılmasında fayda olduğunu belirtmiştir. Araştırma sonucunda ise, vernik uygulamaları yapılırken verniklerin yanmasını kolaylaştırabilen, yangın durumunda ise sıcaklığı arttırabilen özelliği ve yanan ürünün gazları arttırma özelliğinin göz önüne alınması gerektiğini belirtmiştir.

Ağaç malzemenin yoğunluğu ile tutuşma hızı arasında ters bir orantı olduğunu belirten bir araştırma (Kantay, 1987), yoğunluk azaldıkça tutuşma hızının arttığını, yoğunluk arttıkça ise, tutuşma eylemi daha zor bir hal almakta ve yanma hızı yavaşlamakta olduğunu belirtmiştir.

Kimyasal maddelerin ve bunların konsantrasyonlarını ve kullanılan tutkal içindeki melamin katkı oranının incelendiği bir çalışmada (Ustaömer, 2008) pek çok FR kimyasal maddeleriyle etkileştirilerek üretilmiş Orta Yoğunlukta Lif levhaların (MDF) özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, yanmaya karşı yapılan dayanım deneylerinde kimyasal madde yoğunluğu ve melamin katkı oranına bağlı olarak bazı değerlerde azalma bazı değerlerde ise artma olduğunu gözlemlemiştir. Bu oranlar arttığı zaman, ağırlık azalması ve sıcaklık değerleri ile karbondioksit ve CO₂ değerlerinin düştüğü, oksijen değerlerinin ise yükseldiği gözlemiştir. TGA sonuçlarına göre ise kimyasal madde yoğunluğunun ve tutkalda bulunan melamin katkı oranının artmasıyla, örneklerin bozunmadan kalan kısımlarının oranı arttığını belirtmiştir.

Başka bir çalışmada inşaat sektöründe önemli bir yer tutan sarıçam odununun yanma mukavemeti incelenmiştir (Kaya, 2011). Araştırma sonucunda yanma kayıplarının yanma sonrası kalan malzeme miktarı, emprenye süresi ve çözelti yoğunluğu arttıkça yanma sonrasında kalan malzeme miktarında önemli ölçüde artışlar olduğunu tespit etmiştir.

Bir başka çalışmada insanların kullandığı yapı malzemeleri arasında ağaç malzemeler en eski olanı olduğu öne sürülmüştür (Çalım, 2013). Çağın getirdiği teknik yenilikler ve çok sayıda malzemenin ortaya çıkmasına rağmen sahip olduğu üstün özellikleri sebebiyle günümüzde de hak ettiği değeri görmektedir. Ağaç malzemenin sahip olduğu iyi özellikleri yanında istemeyen bazı özellikleri de bulunmaktadır. Bahsi geçen olumsuz özelliklerin en başında ağaç malzemenin yanmaya müsait yapısı gelir. Ağaç malzemenin bileşiminde bulunan hidrojen ve karbon yanmaya müsait maddelerdir. Ağaç malzemenin yanmaz halinin belirlenebilmesi amacıyla pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Ağaç malzemelerin retensiyon miktarlarının artırılabilmesi için sıvı azot muamelesi sonrasında boraks ile emprenye edilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra sıvı azot kullanılan ve daha sonra boraks ile emprenye edilen örneklerde ağırlık kaybının %50 ile %65 seviyelerinde azaldığı gözlenmiştir. Yangın riski taşıyan yapılarda ise emprenye işlemi öncesinde sıvı azot muamelesi ve boraks emprenyesi kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

Ladin, Doğu Kayını, Sarı Çam ağaçlarından elde edilen örnekler çeşitli üst düzey işlemlere tabi tutularak ASTM E-69 esaslarınca yanma özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada (Ertekin, 2013) elde edilen sonuçlar; elde edilen en düşük ağırlık kaybının Doğu Kayını ağaç malzemesinin ecelak boyalı örneklerinde olduğunu belirtmiştir. En fazla üst sıcaklık değeri ile baca sıcaklığı değerinin ise Doğu Kayını ağaç malzeme kontrol örneklerinde incelemiştir. En az oksijen miktarı Doğu Kayını ağaç malzemelerinin kontrol örneklerinde görülmüş olup, en fazla karbondioksit miktarı Doğu Kayını ağaç malzeme kontrol örneklerinde ve son olarak en fazla NO değeri Sarıçam ağaç malzemesinin ecelak boyalı örneklerinde olduğunu tespit etmiştir.

Bir başka çalışmada, kompozit ürünlerin ağaçtan imal edilen örneklerinin kullanımı her geçen gün daha da artmakta olduğu belirtilmiştir (Durak, 2015). D-VTKA tutkalı ile işlem gören Sarıçam ağacı örnekleri ısı iletkenliğinde en düşük sonucu verirken, en yüksek değer fenol Formaldehit ile elde edilen Sapelli Lamine ağaç malzemedede olduğunu belirtmiştir.

Yapılan bir çalışma ise, çinko klorür, amonyum klorür, borik asit ve diamonyum fosfat gibi kimyasalların fırça ile sürme ve daldırma yöntemleri kullanılarak yüzeylere uygulanması sonucunda yonga levhaların ve karşılaştırma amacıyla da orta yoğunlukta lif levha (MDF)'lerin yanma özelliklerine yaptığı etkiyi araştırmıştır (Uzel, 2006). Araştırmaları sonucunda, yonga levhalarda borik asidin, daldırma yöntemi kullanılarak nüfuz ettirilmesi yanma alanını azaltmaktadır. Bahsedilen tüm yanma özellikleri yonga levhalarda MDF ye kıyasla daha kötü olduğunu belirtmiştir.

Yapılmış olan bir araştırmada ise (Kuş, 2003), piyasada seri olarak üretilen ve farklı konstrüksiyonlara sahip düşey konumlu yapı elemanı olan kapıların yangına dayanım özelliği incelenmiştir. Araştırmaları sonucunda, sapelli masif kapının yangına dayanım değerinin en yüksek çıkmasının nedenini sapelli masifin öz kütlesi yüksek olması, yanmanın ilerleyen safhalarında yüzeyde kömürleşmenin meydana gelmesi ve bu katmanın yanmanın ilerlemesini engellemesi yönünde incelemiştir. Diğer kapılarda yangına dayanıklı okal yonga levhanın kullanılması yangına dayanım değerini artırıcı yönde olduğunu belirtmiştir.

Emprenye edilmiş ağaç malzeme kullanılarak üretilen 2, 3 ve 4 katmanlı lamine ağaç malzemenin yanma ve yapışma özellikleri hakkında araştırma yapılan çalışmada (Okçu, 2006), çeşitli kimyasal maddeler kullandığını belirtmiştir. Araştırma sonucunda, emprenye maddesi kullanılarak gerçekleştirilen uygulama ve lamine katman sayısının artmasıyla yanma direncinin arasında doğru orantı olduğu, dolayısı ile lamine katman sayısının artmasıyla yanma direncinin de arttığını gözlemlemiştir. Yanma deneyinde sıcaklık 1000 °C' nin üstüne çıkmadığı için NOx ve SOx değerleri ölçülemediğini belirtmiştir.

Bir başka araştırmada, emprenye edilmiş ağaç malzemelerden üretilen 3 katmanlı lamine ağaç malzemelerinin yanma özellikleri araştırılmıştır (Köse, 2008). Lamine örneklerinin yanma deneylerinde diamonyum fosfat ve boraksın yanmayı en etkili şekilde azaltan emprenye maddesi olduğunu belirtmiştir.

Farklı bir çalışma yanma sonrasında emprenye yapılan yongalardan elde edilen yonga levhaların, farklı emprenye maddelerin levhaları üzerindeki yanma direncinin etkilerini incelemiştir (Çakmak, 2008). Araştırmaları sonucunda, yanma işleminde en fazla yanma kontrol örneğinde en az yanma %5 lik boraks ile işlem gören yonga levha örneklerinde olduğunu belirtmektedir. İlk ağırlığa oranla en fazla yanma kontrol örneğinde çıkmıştığını belirtmiştir. Buna göre tüm emprenye maddeleri kontrol örneğine göre yanmayı azaltıcı etki gösterdiğini belirtmiştir.

Yeni bir yanma düzeneği hazırlamakta ve işlem gören Meşe, Kayın ve Sarıçam ağaç malzemelerinin yanma özelliklerinin incelendiği çalışmada ise (Özcan, 2011), elde edilen sonuçlar, ısıl işleme maruz kalmış maddenin ağırlığında yaşanan azalma değerinin, genel anlamda kontrol grubunda bulunan maddeden az olduğunu belirtmiştir. Isıl işleme maruz kalmış maddenin üst sıcaklık değeri ile baca sıcaklık değeri, kontrol maddesinden yüksek olduğu görülmektedir. Isıl işlem görmüş ağaç malzemenin karbon monoksit, azot monoksit ve oksijen kaybı değerleri, genel olarak kontrol ağaç malzemesinden yüksek olduğunu belirtmiştir.

Farklı bir çalışma, yanmaya dayanıklı paralel şerit kereste (PŞK); hızlı gelişen, I-214 (Populus X Euramericana) klonundan elde edilen soyma kaplama şeritleri, fenol formaldehit (FF) veya üre formaldehit (UF) tutkalı ve bor bileşikleri (BB) (borik asit (BA), boraks (BX) ve BA/BX karışımları (53:47)) kullanarak elde etmiştir (Aslan, 2012). Araştırma sonucunda; hızlı gelişen kavak klonları ve BB'nin PŞK ve diğer ağaç esaslı yapısal ürünlerin üretiminde kullanımın artırılması için bilimsel kaynak ve bu alanda yapılacak araştırma, yatırım ve üretime çözüm önerileri sunacağını belirtmiştir.

Bir çalışmada ise, %10, %15 ve %20 oranlarında cam ve taş yünü kullanılmasının yonga levhaların yanma, bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisinin belirlenmesini araştırılmıştır (Ülke, 2013). Araştırma sonucunda; üretimde cam ve taş yünü kullanımı yonga levhaların yanma özellikleri ile ilgili tüm değerlerinde %30'dan %335'e kadar artışa ve mekanik özellikleri ile ilgili tüm değerlerinde de %39'dan %75'e kadar azalışa neden olduğunu belirtmiştir. Artış ve azalışlar doğrusal olmayıp, genelde azalan oranlı olduğunu tespit etmiştir.

Yanmayı geciktirmeye yarayan kimyasal maddeler kullanarak emprenye edilen sarıçam, Doğu kayını ve sapsız meşe odunlarının bazı teknolojik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada ise (Mutlu, 2013, ortaya çıkan sonuçlar; denemelerde kullanılan emprenye maddelerinin Kayın, Meşe ve Sarıçam odunlarının bazı fiziksel, mekanik ve yanma özelliklerini etkilediğini belirlemiştir.

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

Meşe, çam, kayın ve köknar odunları örneklerinin kullanıldığı bir çalışmada ise (Yuca, 2010), lamine ağaç malzemelerinin yanma dirençleri Borik asit katkılı fenol formaldehit, üre formaldehit ve PVAc tutkallarını kullanılarak incelenmiştir. Aynı zamanda bu türlerin yanma özelliklerini de araştırmıştır. Araştırma sonucunda, en yüksek değer üre formaldehit tutkalı ile yapıştırılmış meşe ağacı kontrol grubunda (19,77 N/mm²) elde etmiştir. Yapışma direncinin önemsiz olduğu ancak yangına karşı dayanımının uzun süreli olması isteniyorsa eğer PVAc tutkalı ile yapıştırılmış meşe odunu kullanılmasında fayda olduğu elde edilen sonuçların başında geldiğini belirtmektedir.

Bir çalışmada poliüretan ve sentetik vernik türleri ile etkileşen kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve cennet ağacı odunu (*Ailanthus altissima* Mill. swingle) deney örneklerinde, yanma özelliklerini analiz edebilmek ve vernikleme işleminden önce borik asit ve boraks karışımı (7:3; ağırlık: ağırlık) ile etkileştirerek, ağaç malzemenin yanmasının geciktirilmesi amacıyla yönelik olarak çalışma yapmışlardır (Baysal ve Peker, 2003). Yapılan çalışmada cennet odunu ve kızılçam odunu değerlendirilerek iki ağaç türü arasında cennet odunu türünün örneklerinin, kızılçam odunundan daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Emprenye edilmiş ve ısıtılma işlemine tabi tutulmuş Doğu Kayını ve Uludağ Göknaarı odunlarının yanma dayanımları ile yapışma dirençlerinin incelendiği bir çalışmada ise ortaya çıkan sonuçlar, en fazla ağırlık kaybının Tanalith-E ile emprenye edilen Göknaar odununda [(46,1 g), (%61,46)] görüldüğünü belirtmiştir (Kaçamer, 2010). En fazla oksijen miktarı Tanalith-E ile emprenyelenen kayın odununda (%20,44) ve en fazla CO miktarı Tanalith-E uygulanan kayın odununda (2985 ppm) elde etmiştir. En fazla sıcaklık değeri ise Tanalith-E ile emprenye edilip 120 °C de ısıtılma işlemine uygulanmış kayın odununda (471 °C) elde etmiştir. Isıtılma işlemine tabi tutulan ağaç malzemeler, tutkal kullanılarak alevlenmesi geciken ve yanmaya karşı dirençli bir forma getirdiğini belirtmiştir.

Sapelli ağaçları ve Kayın ağacından elde edilen deney örneklerinin kullanıldığı bir çalışmada örnekler üst yüzey işlemleri ve emprenye uygulamasına tabi tutulduktan sonra, ASTM E-69 esaslarına yanma özelliklerini incelemiştir (Esen, 2009). Araştırma sonucu, en fazla ağırlık kaybı (%93,17) ile borik asit emprenye yapılmış sentetik vernik uygulamalı kayın grubunda elde etmiştir. En fazla oksijen miktarı (%18,64) Borik asit ile emprenye yapılan poliüretan vernikli Sapelli grubunda ve en fazla CO miktarı (5125,32 ppm) Imersol AQUA ile emprenye yapılan su bazlı vernik uygulanmış kayın grubunda ortaya çıkmıştır. En fazla NO değeri (152,41 ppm) ise Tanalith-E ile emprenye yapılmış Sapelli ağaç malzeme üzerine uygulanan su bazlı vernik grubunda ve en fazla sıcaklık değeri (371,08 °C) ile Imersol AQUA emprenyeli kayın malzeme üzerine uygulanmış su bazlı vernik grubunda olduğunu belirtmiştir.

Farklı bir çalışmada sarıçam kullanılarak üretilen üç tabakalı lamine ağaç malzemenin yanma özelliklerini araştıran özen ve arkadaşları örnekleri bir dizi işleme tabi tutulmuştur (Özen vd., 2001). Hazırlanan örnekler PVAc tutkalı ile yapıştırılmış, alev kaynaklı ve kendi kendine yanma deneylerini uygulamışlardır. Sonuçta elde edilen verilerde ağırlığını en ilk kaybeden meşe odunundan hazırlanan örnekler olduğu görülmüştür. Aynı zamanda O₂ miktarı ve yanmamış parça miktarı en fazla meşe odunu örneklerinde görülmüştür. Karbondioksit miktarının en fazla olduğu örnekler ise küçük yapraklı ıhlamur ve sarıçam odunu örnekleri olduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan farklı bir çalışmada ise ıhlamur (*Tiliaargentea*.) odunu kullanılarak üretilen 3 katmanlı lamine ağaç malzeme (LVL) nin alev kaynaklı ve kendi kendine yanma özellikleri araştırılmıştır (Uysal ve Özçifci, 2000). Araştırma sonucunda; kütle kaybı (32,17 g), CO (3754,12 ppm) ve CO₂ (%6,76) miktarı orta katmanı meşe odununda, O₂ (19,53) orta katmanı Akdut odununda, sıcaklık değeri orta katmanı Sarıçam ve Gökmar örneklerde, yanmamış parça ve kül miktarı 3 katmanlı Ihlamur odununda (%20) elde edildiğini belirtmişlerdir.



4. MALZEME VE YÖNTEM

4.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada, ülkemizde ağaç işleri ve mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan sarıçam ve kayın odun örnekleri deney materyali olarak tercih edilmiştir. Odun örnekleri Kütahya/Simav da bu alanla ilgili faaliyet gösteren Bayrak Mobilya San. ve Ltd. şirketinden satın alınmıştır. Kerestelerin alımındaki maddi destek Dumlupınar Üniversitesi BAP tarafından sağlanmıştır (BAP No: 2015-117).

4.1.1. Ahşap deney örneklerinin hazırlanması

Deneme örnekleri, birinci sınıf olmasına ardaksız, budaksız, büyüme kusuru içermeyen, düzgün büyüme göstermiş odunlar tercih edilmiştir. Araştırmada herhangi bir ağaç türü, emprenye kimyasalı, yanma deneyi, işlem çeşidi, ve örnek sayısı için 10'ar adet olmak üzere (2×1×1×3×10) toplam 60 adet deney örneği hazırlanmıştır. Emprenye edilen ve emprenye edilmeyen (kontrol) 13×13×76 mm'deki odun örnekleri %65 bağıl nem ve 20 °C sıcaklıkta 3 hafta süre ile bekletilerek %12 denge rutubetine gelmeleri sağlanmıştır. Ardından rendeye küçük parçacıklar haline getirilerek toz haline getirilmiştir. Ardından toz halindeki odun örnekleri tam koruyuculu plastik poşetlere konularak muhafaza edilmiştir.

Örnekler tesadüfi seçilen birinci sınıf ağaç malzemedan ardaksız, budaksız, çatlaksız, büyüme kusuru içermeyen, düzgün büyüme göstermiş odun kısımlarından eğilme ve basınç direnci TS 2474 ve 2595 esaslarına göre hazırlanmıştır. Deney örnekleri 20×20×30 mm ebatlarında hazırlanmıştır. 20 °C ve %65 bağıl nem şartlarında klimatize edilmiştir. Klimatize edilen bu örnekler hava kurusu haline getirilip, deney öncesi genişlik ve kalınlıklarının ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümler ise numunenin orta kısmından alınan ± %1 mm duyarlılıktaki bir mikrometre ile ölçülmek suretiyle yapılmıştır.

4.2. Alfa-x Kimyasalının Hazırlanması ve Uygulanması

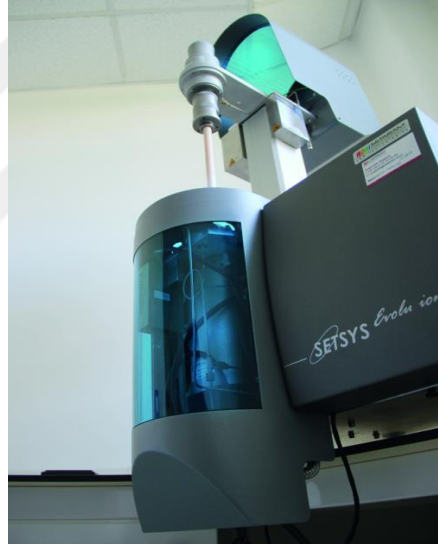
Bu çalışmada, yanmayı geciktirici kimyasal olarak Alfa-x kullanılmıştır. 13×13×76 mm boyutlarında hazırlanan deney örnekleri %0 (kontrol), %10 ve %20 Alfa-x emprenye çözeltisinde üç gün süre ile daldırma yöntemine göre yapılmıştır. Hazırlanan odun örnekleri %65 bağıl nem ve 20 °C sıcaklıkta 3 hafta süre ile bekletilerek %12 denge rutubetine gelmeleri sağlanmıştır.

4.3. Deney Metodları

4.3.1. Alfa-x yanma deneyi

Yanma deneyinde yapılan termal analiz çalışmaları, Dumlupınar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümünün imkanları dahilinde yapılmıştır. Bölümde bulunan SII Exstar 6000 TG/DTA 6300 cihazı kullanılmıştır. Bunun yanında DTA, TG, ve DTG eğrileri aynı anda alınmıştır. Ölçümler kuru hava ortamında, platin krozede ve dakikada 10 °C arttırılmak sureti ile 30-900 °C dereceleri arasında yapılmıştır. Sinterlenmiş α -Al₂O₃ referans olarak kullanılmıştır (İlkimen, 2013).

Alfa-x yanma deneyi için kullanılan TGA test cihazı Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Alfa-x yanma deneyi için kullanılan TGA test cihazı.

4.3.2. Eğilme direnci deneyi

Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknoloji Fakültesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü laboratuvarında yapılan basınç direnci denemeleri, universal test aygıtlarında ve TS 2474 sayılı standarda uygun olarak yapılmıştır. Deneme örnekleri 20×20×30 mm ebatlarında hazırlanmış olup, 20 °C ve %65 bağıl nem şartlarında klimatize edilmiştir. Klimatize edilen bu örnekler hava kurusu haline getirilip, deney öncesi genişlik ve kalınlıklarının ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümler ise numunenin orta kısmından alınan ± %1 mm duyarlılıktaki bir mikrometre ile ölçülmek suretiyle yapılmıştır. Deneme aygıtında dayanak açıklığı 140 mm değerinde kabul edilmiş ve yük örneklerinin tam ortasından yıllık halkalara teğet olarak uygulanmıştır.

Statik eğilme direnci:

$$\sigma_e = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2} \quad (4.1)$$

Burada;

σ_e : Eğilme direnci (N/ mm²),

P : Kırılma anındaki maksimum yük (N),

L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm),

b : Deney parçasının genişliği (mm),

h : Deney parçasının kalınlığı (mm) olarak alınmıştır.

Her bir örneğin rutubet oranı denemeler sonrasında, kırılma noktasına yakın olan uç kısımlardan 20×20×30 mm örnekler alınmasıyla belirlenmiştir. Rutubet oranı %12'den farklı olan örneklerde var olan eğilme direnci değeri, aşağıda verilen eşitliğe göre %12'lik rutubet içeren örneğin eğilme direnci değerlerine çevrilmiştir.

$$\sigma_{e(12)} = \sigma_{e(r)} [1 + 0.04 (r - 12)] \quad (4.2)$$

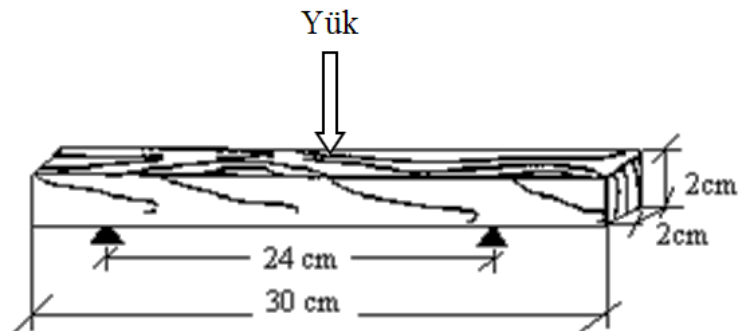
Burada;

$\sigma_{e(12)}$: %12 rutubetteki eğilme direnci (kp/cm²)

$\sigma_{e(r)}$: %r rutubetteki eğilme direnci (kp/cm²)

r : Deney anındaki örnek rutubeti (%)

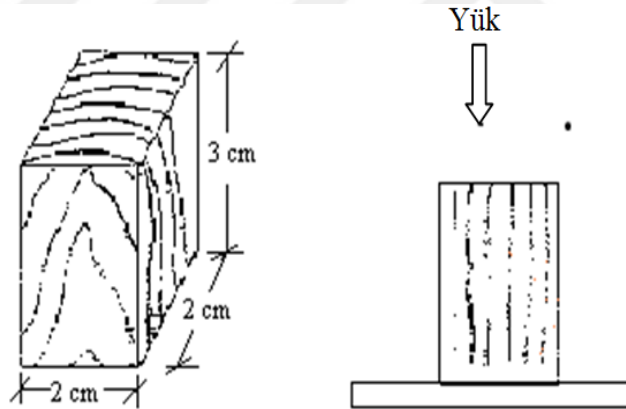
Eğilme direnci deney düzeneği Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Eğilme direnci deneyi örnek boyutları.

4.3.3. Basınç direnci deneyi

Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknoloji Fakültesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü laboratuvarında yapılan basınç direnci denemeleri, üniversal test aygıtlarında ve TS 2595 sayılı standarda uygun olarak yapılmıştır. Deneme örnekleri 20×20×30 mm ebatlarında hazırlanmış olup, 20 °C ve %65 bağıl nem şartlarında klimatize edilmiştir. Klimatize edilen bu örnekler hava kurusu haline getirilip, deney öncesi genişlik ve kalınlıklarının ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümler ise numunenin orta kısmından alınan \pm %1 mm duyarlılıktaki bir mikrometre ile ölçülmek suretiyle yapılmıştır. Alınan örneklerin en kesitine numuneleri 2 dakika içinde ezebilecek şekilde homojen bir yükleme hızı yapılmıştır. Numune kırılıncaya kadar devam ettirilen yük uygulaması, kırılma anında okunan maksimum yük değeri makinanın kadransında okunarak kayıt altına alınmıştır. Basınç direnci deneyinde yapılan uygulama örneklerinin boyutları ve görünümü aşağıda yer alan Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Liflere paralel yönde basınç direnci deneyi örnek boyutları.

Kırılma anındaki kuvvet (F_{max}) ölçülerek, liflere paralel basınç direnci ($\sigma_{B,l}$) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.;

$$\sigma_{B,l} = \frac{F_{max}}{a \cdot b} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (4.3)$$

Burada;

F_{max} : Kırılma anındaki kuvvet (N),

a : Örnek enine kesit kenar uzunluğu (mm),

b : Örnek enine kesit kenar uzunluğu (mm).

Deneylerden sonra TS 2471 esaslarına göre her örneğin rutubeti belirlenmiş ve %12'den farklı bulunması halinde %12 rutubetteki basınç direnci değerini hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\sigma_{B//} (12) = \sigma_{B//} ((1+0.05 (r -12))) \quad (4.4)$$

Burada;

$\sigma_{B//} (12)$: %12 rutubetteki basınç direnci (N/mm²),

$\sigma_{B//}$: % r rutubetteki basınç direnci (N/mm²),

r : Deney anındaki örnek rutubeti (%)

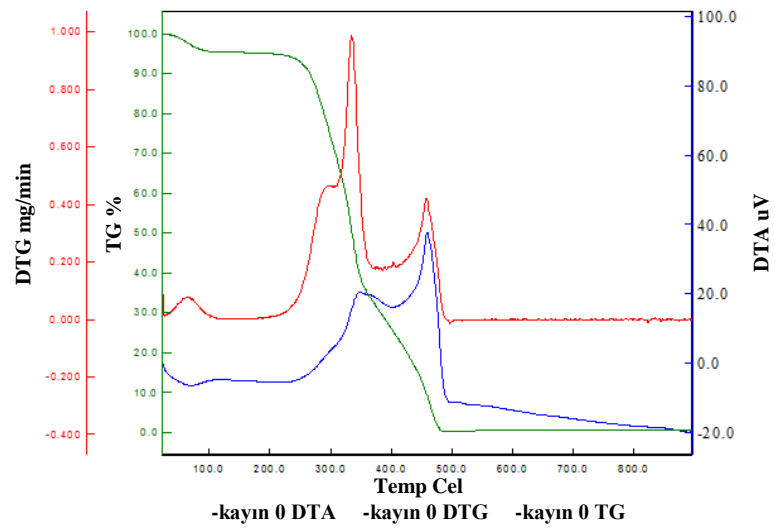
4.3.4. İstatistiksel metot

Eğilme ve basınç direnci deneylerinin istatistik analizlerinde SPSS programı kullanılmıştır.

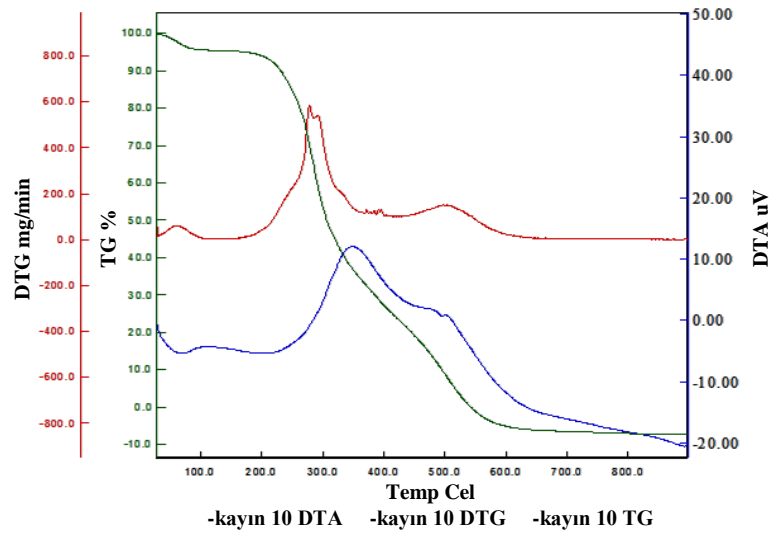
5. BULGULAR

5.1. Ağırlık Kaybı Esaslı Yanma

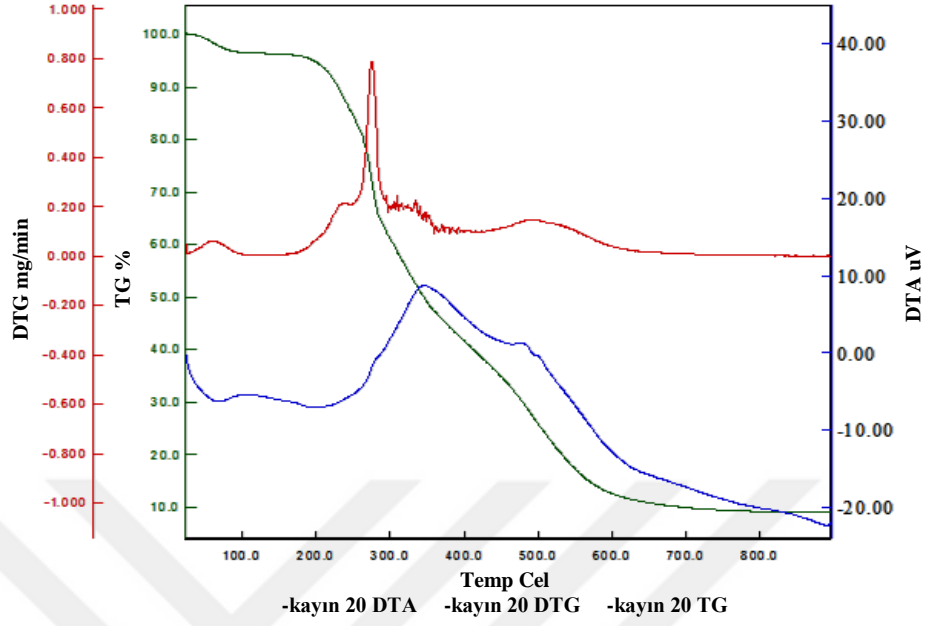
Yanmayı geciktirici amaçla kullanılan Alfa-x kimyasal maddesinin ve konsantrasyon oranlarının (%0, %10 ve %20) etkinlik derecelerini belirlemek amacı ile talaş halindeki ahşap malzemelerden alınan örneklerde yapılan TGA ve DTGA ölçüm değerlerine ait sonuçlar Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4, Şekil 5.5 ve Şekil 5.6’da verilmiştir.



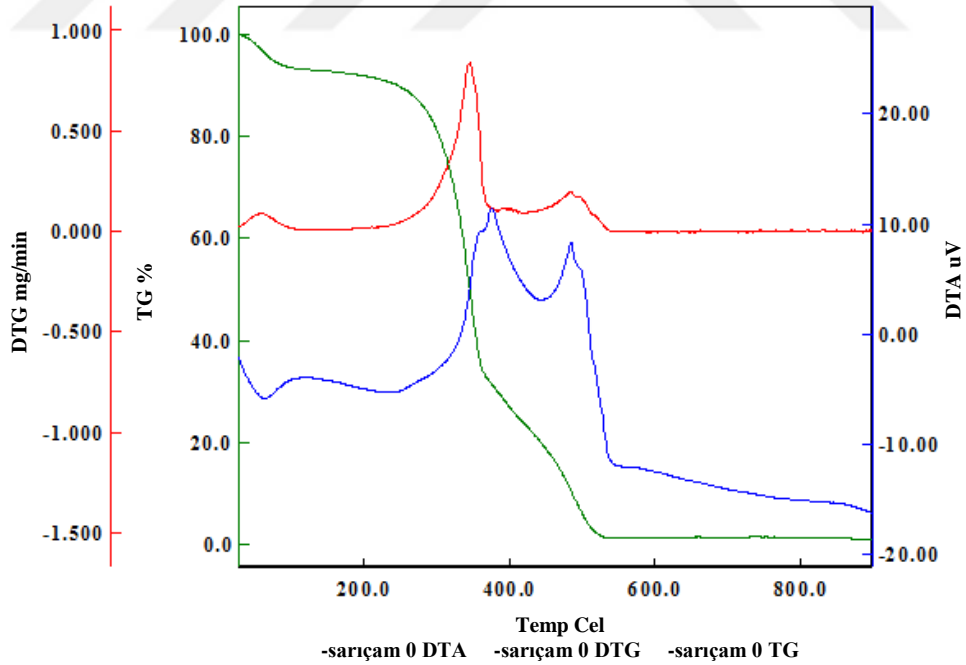
Şekil 5.1. %0 Alfa-x kimyasalı ilaveli kayın deneme levhasının TGA sonucunda ağırlık kaybı üzerindeki değişim değerleri.



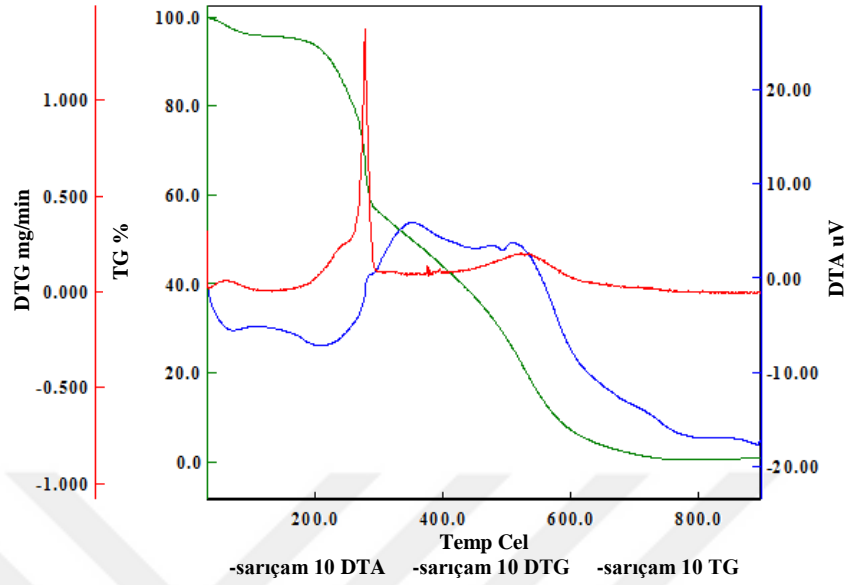
Şekil 5.2. %10 Alfa-x kimyasalı ilaveli kayın deneme levhasının TGA sonucunda ağırlık kaybı üzerindeki değişim değerleri.



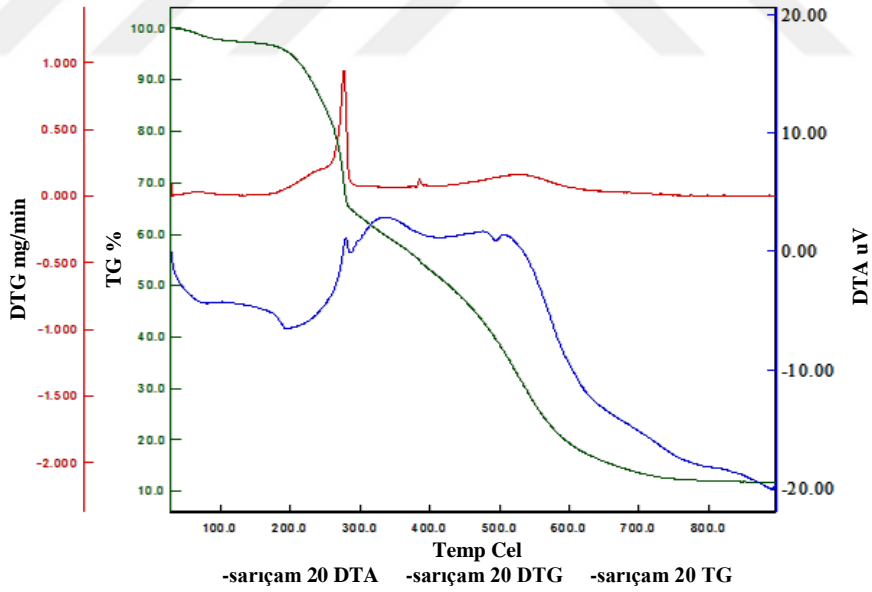
Şekil 5.3. %20 Alfa-x kimyasalı ilaveli kayın deneme levhasının TGA sonucunda ağırlık kaybı üzerindeki değişim değerleri.



Şekil 5.4. %0 Alfa-x kimyasalı ilaveli sarıçam deneme levhasının TGA sonucunda ağırlık kaybı üzerindeki değişim değerleri.



Şekil 5.5. %10 Alfa-x kimyasalı ilaveli sarıçam deneme levhasının TGA sonucunda ağırlık kaybı üzerindeki değişim değerleri.



Şekil 5.6. %20 Alfa-x kimyasalı ilaveli sarıçam deneme levhasının TGA sonucunda ağırlık kaybı üzerindeki değişim değerleri.

%10 ve %20 Alfa-x katkıli odun örneklerinde bozunmanın bittiği sıcaklık 600 °C olarak belirlenmiştir ve her iki ağaç türünde de aynı sonuç elde edilmiştir. %10 ve %20 Alfa-x katkıli odun örneklerinde elde edilen sonuçlar %0 katkıli örneklere göre daha iyi sonuç vermiştir.

5.2. Alfa-x Kimyasal Tutunma Miktarları

Alfa-x kimyasalı ile emprenye edilen odun örneklerinin tutunma miktarları Çizelge 5.1'de verilmiştir

Çizelge 5.1. Ağaç malzemelerin Alfa-x oranlarına göre toplam tutunma ve % tutunma değerleri.

Ağaç malzemetürü	Alfa-x oranı (%)	Toplam tutunma (kg/m ³)	Tutunma (%)
Sarıçam	10	52,35	0,68
	20	87,56	0,74
Doğu kayını	10	132,5	1,21
	20	189,8	1,90
n	5	5	5

5.3. Eğilme Direnci

Sarıçam ve Kayın odunu örneklerine ait eğilme direnci değerleri Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Kayın ve sarıçam ağaç türüne ait eğilme direnci sonuçları.

	Örnek No	Ağaç Türü	
		Kayın	Sarıçam
Eğilme Direnci Değerleri (N/mm ²)	1	75,32	79,59
	2	66,80	74,38
	3	74,45	86,80
	4	79,76	75,82
	5	74,94	72,61
	6	69,46	76,54
	7	70,81	77,07
	8	77,88	82,01
	9	68,57	79,76
	10	81,07	82,91
	Ortalama	73,91	78,74
	σ_x	4,86	4,31
	n	10	10

İki ağaç türüne ait eğilme direnci sonuçları varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen varyans analizi sonuçları Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3. Eğilme direnci varyans analizi sonuçları.

Varyans kaynağı	Sd	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F test	P
Ağaç türü	1	117,273	117,273	5,546	0,030
Hata	18	380,619	117,273		
Toplam	20	117015,637	21,145		

Yapılan varyans analizi sonucuna göre, Kayın ve Sarıçam odunlarına ait eğilme direnci sonuçları arasındaki fark %5 önem seviyesine göre önemli bulunmuştur.

5.4. Basınç Direnci

Sarıçam ve Kayın odunu örneklerine ait basınç direnci değerleri Çizelge 5.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.4. Kayın ve sarıçam ağaç türüne ait basınç direnci sonuçları.

	Örnek no	Ağaç Türü	
		Kayın	Sarıçam
Basınç Direnci Değerleri (N/mm ²)	1	34,22	35,82
	2	35,85	36,07
	3	36,28	35,79
	4	35,45	35,61
	5	36,09	37,24
	6	35,89	35,82
	7	36,13	36,39
	8	34,97	37,88
	9	37,34	37,21
	10	35,64	38,63
	Ortalama	35,879	36,65
	σ_x	0,82	1,03
	n	10	10

İki ağaç türüne ait basınç direnci sonuçları varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen varyans analizi sonuçları Çizelge 5.5’de verilmiştir.

Çizelge 5.5. Basınç direnci varyans analizi sonuçları.

Varyans kaynağı	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F test	P
Ağaç türü	1	3,698	3,698	4,204	0,055
Hata	18	15,835	0,880		
Toplam	20	26251,506			

Yapılan varyans analizi sonucuna göre, Kayın ve Sarıçam odunlarına ait basınç direnci sonuçları arasındaki fark %5 önem seviyesine göre önemli bulunmamıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4, Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'da verilerin özeti Çizelge 6.1'de verilmiştir.

Çizelge 6.1. Ağırlık kaybı esaslı yanma deneyi sonuçlarının özet değerlendirilmesi.

Ağaç Malzeme	%	İlk Bozunma Sıcaklığı (°C)	İlk Bozunma Ağırlık Miktarı (%)	Bozunma Bitme Sıcaklığı (°C)
Kayın	0	230	94	483
	10	206	93,7	600
	20	208	93	600
Sarıçam	0	246	88,8	550
	10	214	91	600
	20	198	94,3	600

Çizelge 6.1. incelendiğinde ilk bozunma sıcaklığının %20 Alfa-x kimyasalı uygulanan sarıçam en düşük (198 °C), en yüksek ise %0 Alfa-x kimyasalı uygulanan sarıçam (246 °C) da olduğu görülmektedir. İlk bozunma ağırlık miktarının %0 Alfa-x kimyasalı uygulanan sarıçam en düşük (%88,8), en yüksek ise %20 Alfa-x kimyasalı uygulanan sarıçam (%94,3) olduğu görülmektedir. Bozunma bitme sıcaklığı ise en düşük %0 Alfa-x kimyasalı uygulanan kayın (483 °C), en yüksek ise %10 ve %20 Alfa-x kimyasalı uygulanan sarıçam ve kayın örneklerinde (600 °C) tespit edilmiştir. Kullanılan yanmayı geciktirici kimyasalın %10 ve %20 lik örneklerinde yanmaya karşı ahşabı koruduğu görülmüştür.

Yanmaya karşı ağaç malzemenin korunması amacıyla Alfa-x maddesi kullanılması bu sonuçlara göre önerilebilir.

Sarıçam ve kayın odunu örneklerinde yapılan eğilme ve basınç direnci değerleri daha önce yapılan çalışmalara uyumluluk göstermiştir. İki ağaç türüne ait eğilme direnci değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunurken, basınç direnci değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Akincıtürk, N., Perker S. (2003), 700 yıllık tarihi cumalıkızık yerleşimindeki ahşap yapılarda yangın yalıtımı, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Yalıtım ve Enerji Yönetimi Kongresi, Ankara, 15-18.

Aksoy, E. (2010), Renk açıcı kimyasal maddelerin bazı ağaç malzeme ve verniklerin yanma özelliklerine etkileri, Yüksek Lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Ankara.

Anşin, R., Özkan, Z.C. (1997), Tohumlu bitkiler (Spermatophyta) odunsu taksonlar, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, 2. Baskı, Trabzon, 149-152, 320-322, 340.

Asarcıklı, M., Keskin, H. (2002), Ahşap süsleme teknikleri, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, I. Baskı, Ankara, 1.

Aslan, K. (2012), Bor bileşikleri kullanarak yanmaya dayanıklı paralel şerit kereste üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Aslan, S., Özkaya, K. (2004), Farklı kimyasal maddelerle emprenye edilmiş ahşap esaslı levhaların yanma mukavemetinin araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2: 122-140.

Atar, M., Yalınkılıç, A.C., Aksoy E.,(2010), Renk açma işleminin ağaç malzemelerin yanma özelliklerine etkileri, TÜBİTAK, Proje No: 109004

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

Baysal, E., Peker, H. (2003), Verniklenmiş Ağaç Malzemenin Yanma Özellikleri ve Borlu Bileşiklerle Ön Emprenye İşleminin Yanmayı Geciktirici Etkisi, F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15 (4), 645-653.

Bozkurt, Y. ve Erdin, N. (2000), Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 23-35.

Çakmak, E. (2008), Bazı kimyasallarla emprenye edilmiş yonga levhaların yanma direncinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

Çalım, O. (2013), Sıvı azot muamele görmüş ve boraks ile emprenye edilmiş ağaç malzemenin yanma özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

Durak, M. (2015), Yangın geciktirici üst yüzey işlemi uygulanmış lamine ağaç malzemelerin ısı iletkenliği ve yanma özelliğinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Ertekin, S. (2013), Farklı üst yüzey malzemeleri ile kaplanan ağaç malzemelerin yanma özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

Esen, R. (2009), Emprenye yapılmış ağaç malzeme üzerine uygulanan üst yüzey işlemlerinin yanma direncine etkilerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

Goldstein, I. S.(1973) Degradation and Protection of Wood from Thermal Attack, in;Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments, (D.D.Nicholas, Ed.), Syracuse University Press, New York, 307-339.

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

Higley, T. L. ve King, T. K. (1990), Biological degradation of wood, *Phytopathology*, 69: 1151–1157.

İlkimen, H. (2013), 2-Aminobenzotiyazol türevlerinin 2,6-piridindikarboksilik asit ile tuzlarının hazırlanması, bunların geçiş metal komplekslerinin sentezlenmesi, yapılarının aydınlatılması ve kullanım alanlarının araştırılması, Doktora Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

Kaçamer, S. (2010), İmersol aqua ve tanalith-e ile emprenye edilmiş ısı işlemleri ağaç malzemelerin yapışma ve yanma dirençlerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

Kalın, B. M. (2008), Tekstil yüzeylerinin yanmaya Karşı Dirençlerinin Arttırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği, Kahramanmaraş.

Kantay. R. (1987), Pratikte Uygulanan Kurutma Yöntemleri, Orman Ürünleri Kurutma Seminerleri, İ.Ü. Orman Fakültesi yayımları, (1-3): İstanbul.

Kartal, S.N. ve Ünamura, Y., (2004). Borlu Bileşiklerin Emprenye Maddesi olarak Ağaç Malzeme ve Kompozitlerde Kullanım, II. Uluslar arası Bor Sempozyumu, Eylül, Eskişehir, Bildiriler kitabıII: 333-338.

Kaya, O. (2011), Ahşap emprenyesinde bor bileşenlerinin kullanımının ahşabın yanmasına etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kordina, K., Meyer-Ottens, C. (1977), Feuerwiderstandsklassen von bauteilen aus holz und holzwerkstoffen, *Dusseldorf*, 73-75.

Köse, L. (2008), Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilen lamine ağaç malzemelerin yanma mukavemetinin araştırılması, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Bilim Uzmanlığı Tezi, Karabük.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Kuş, A. H. (2003), Farklı konstrüksiyonlu ahşap kapıların yanmaya karşı dayanımının tespiti, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin Ağaççileri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı için ön gördüğü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Levan, S. L., Winandy, J. E. (1990), Effects of Fire Retardant Treatments on wood strength, Wood and Fire Science, (22): 113-131.

Malkoçoğlu, A. (1994), Doğu kayını odununu teknolojik özellikleri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 152-154.

Mutlu, E. (2013), Yanmayı geciktirici kimyasal maddelerle emprenye edilen bazı ağaç türlerinin teknolojik özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Okcu, O. (2006), Emprenye edilmiş lamine ağaç malzemenin yapışma ve yanma özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

Örs, Y., Atar. M., Demirci. Z. (2005), Borlu Bileşikler İle Emprenye Etmenin Ağaç Malzemede Üst Yüzey İşlemleri ve Yanma Özelliklerine Etkileri, Tübitak Projesi, MİSAG-237, 1-35, Ankara.

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

Örs, Y., Sönmez, A. ve Uysal, B. (1999), Ağaç malzemenin yanmaya dayanıklılığını etkileyen emprenye maddeleri, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23 (2): 389-394.

Özcan, C. (2011), Yeni bir yanma düzeneğinin hazırlanması ve ısı işlem görmüş ağaç malzemelerin yanma özelliklerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.

Özdemir, F. (2012), Yanmayı geciktirici çeşitli kimyasal maddelerin laminat parkenin bazı özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması, Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen bilimleri Enst., Kahramanmaraş.

Özen, R., Özçifci, A., Uysal, B. (2001), PVAc tutkalı kullanılarak yapıştırılmış lamine ahşap yapı elemanlarının yanma özellikleri, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Teknoloji Dergisi, 1-2: 139-148.

Seferoğlu, D. (2008), Üstyüzey işlemlerinin ağaç malzemenin yanma direncine etkilerinin belirlenmesi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı Bilim Uzmanlığı Tezi, Karabük.

Sönmez, A. (2005), Ağaç işlerinde Üst yüzey işlemleri II, Sevgi ofset, Ankara, 1:1-10.

Terzi, E. (2008), Amonyum bileşikleri ile emprenye edilen ağaç malzemenin yanma özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 106-107.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Ustaömer, D. (2008), Çeşitli yanmayı geciktirici kimyasal maddelerle muamele edilerek üretilmiş orta yoğunluktaki liflevhaların (mdf) özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Uysal, B. ve Özçifci, A. (2000), Ihlamur (*Morus Alba L.*) odunundan PVAc tutkalı ile üretilen lamine ağaç malzemenin yanma özellikleri, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Ankara, 13 (4): 1023-1035.

Uysal, B. (1997), Çeşitli Kimyasal Maddelerin Ağaç malzemenin yanmaya dayanıklılığı üzerine etkileri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 65-72.

Uysal, B., Özçifçi, A., Yılmaz S. (2002), Farklı ağaç türlerinin yanma özellikleri, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Elazığ, 14 (1): 79-87.

Uzel, M. (2006), Suda eriyen bazı tuzlarla yonga levhaların yanma dayanımlarının artırılması, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Ülker, O. (2013), Bazı mineral lifler kullanılarak yonga levhaların yanma dayanımının artırılması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

White R. H., Dietenberger M. A. (1999a), Wood handbook, Wood and Fiber Science, USA, 93-95.

White R. H., Dietenberger M. A. (1999b), Wood Handbook, Forest Products Society, Madison, 47-51.

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

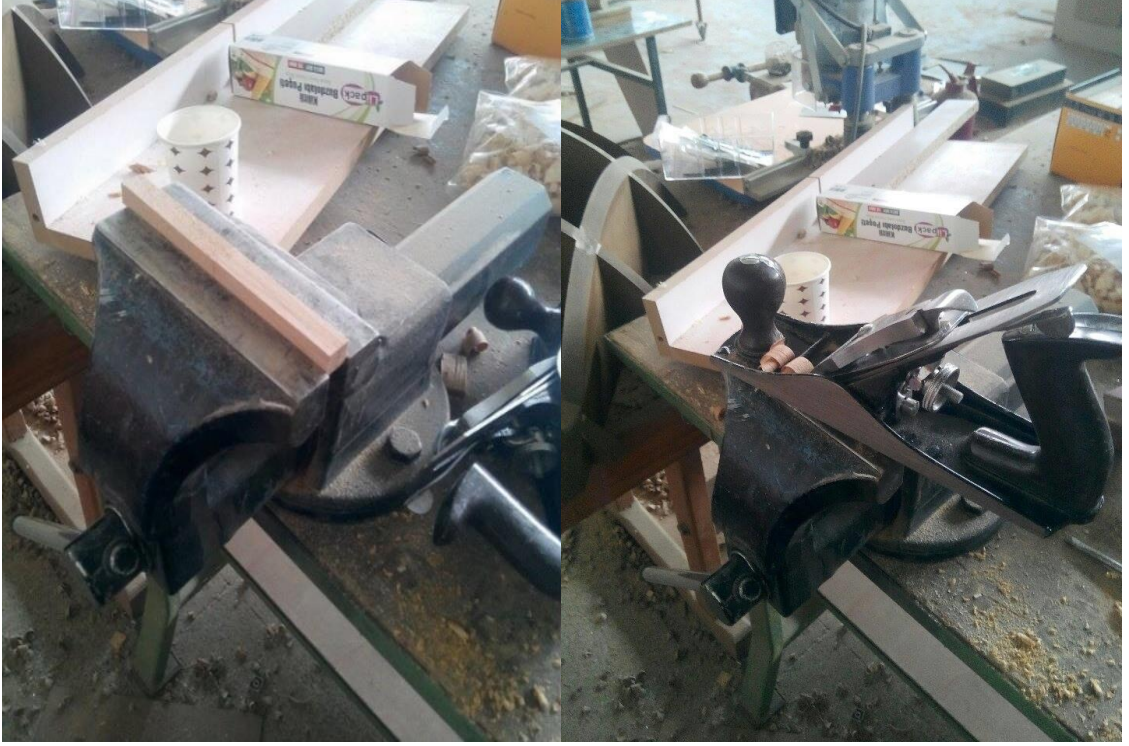
Yalınkılıç, M, K. (1993), Malzemenin yanma, higroskoisite ve boyutsal stabilite özelliklerinde çeşitli emprenye maddelerinin neden olduğu değişiklikler ve bu maddelerin odundan yıkanabilirlikleri, Doçentlik Tezi, KTÜ Orman Fak, Trabzon, 91-92.

Yuca, B. (2010), Borik asit ilave edilen bazı tutkalların ağaç malzemenin yanma ve yapışma direncine etkilerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

Zorlu, İ. (1997), Ağaçları konstrüksiyon bilgisi temel ders kitabı, 4. Baskı, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1.

EKLER

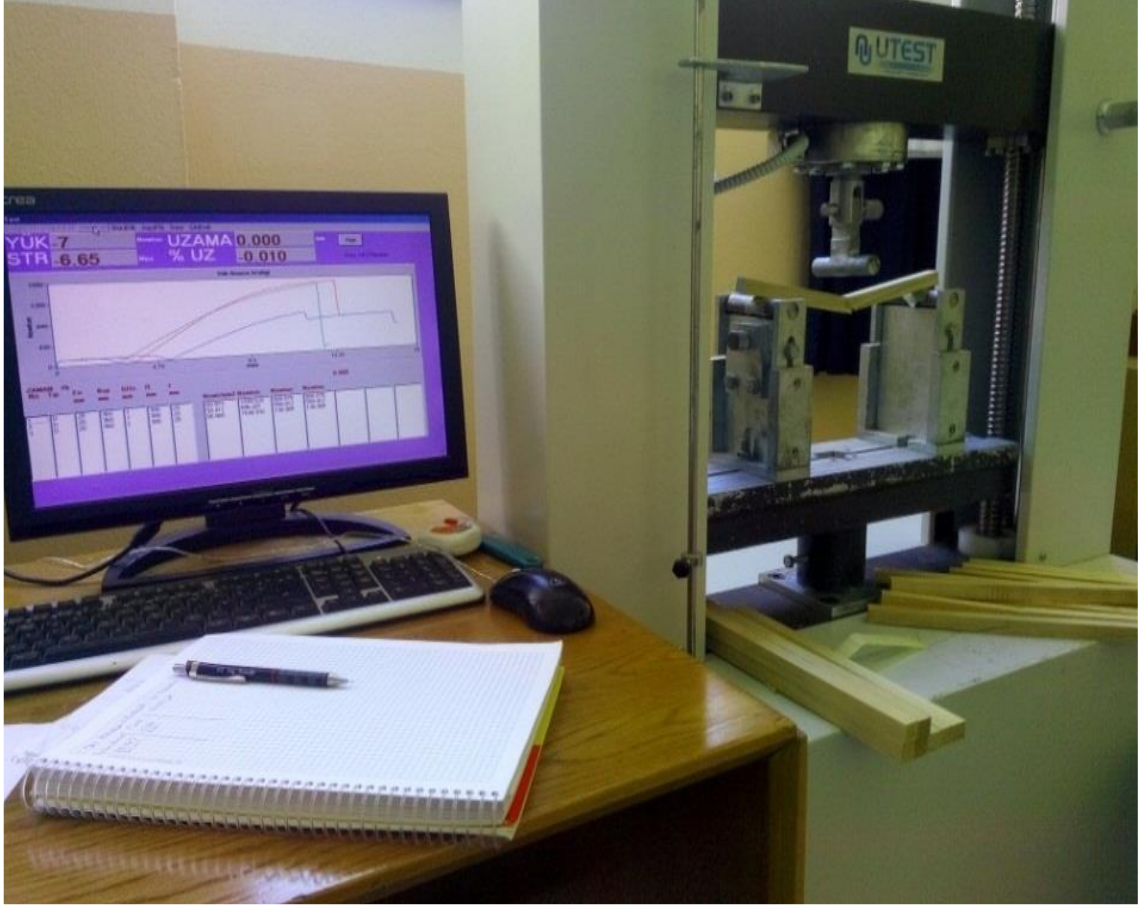
EK-1. Alfa-x yanma deneyi için hazırlanan deney örneklerinin küçük parçacıklar haline getirilmesi.



EK-2. Alfa-x yanma deneyi için hazırlanan küçük parçacıklar halindeki odun örneklerinin toz haline getirilmesi.



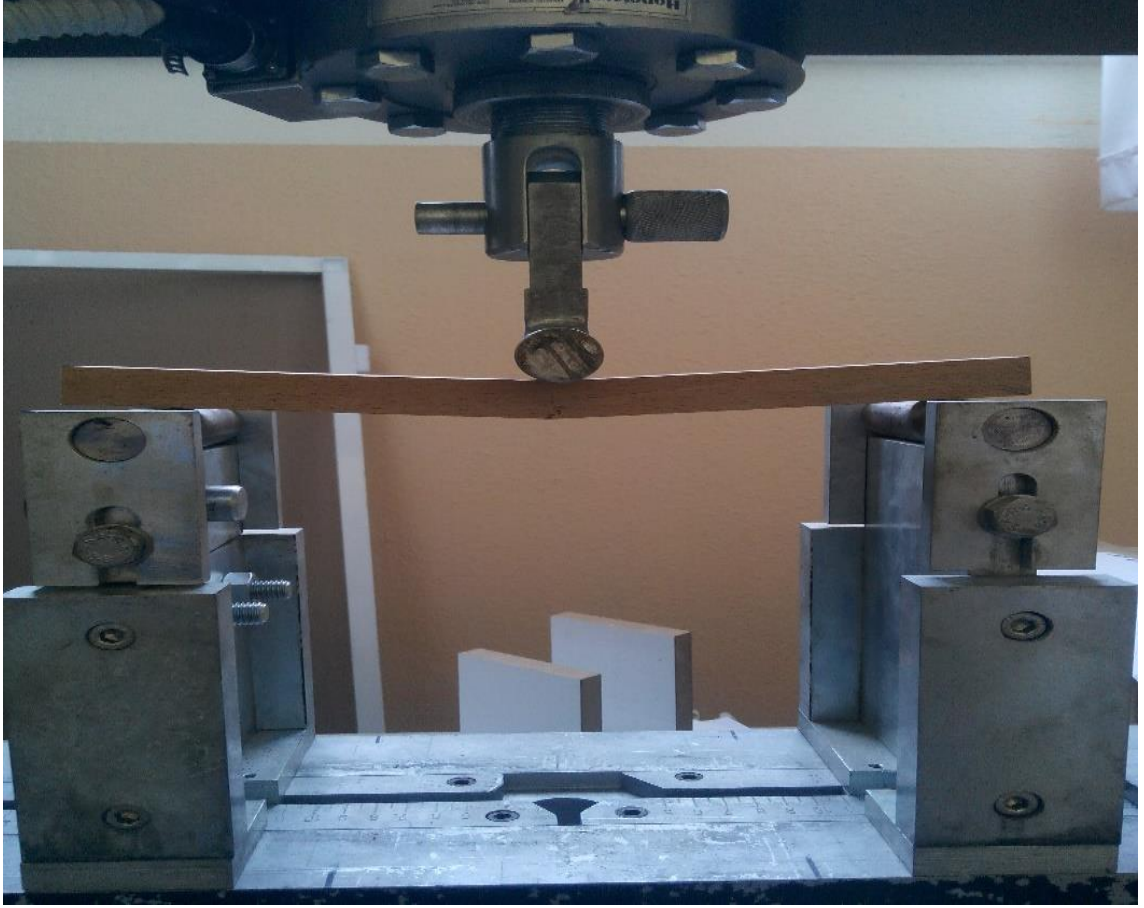
EK-3. Mekanik (eğilme ve basınç direnci) için kullanılan üniversal test cihazı.



EK-4. Eğilme direnci için hazırlanan deney örnekleri.



EK-5. Eğilme direnci deney düzeneği.



EK-6. Basınç direnci deney düzeneği.



EK-7. Basınç direnci deney sonrası örneklerin kırılma şekilleri.



ÖZGEÇMİŞ

Bireysel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Ali Talha AYHAN
Doğum Tarihi ve Yeri : 04.01.1990 Adana
Uyruğu : T.C
Medeni Durumu : Bekâr
Mesleki Durumu : Öğrenci

İletişim Adresleri

Adres : Hacı Kasımlar 1 Sokak Fatih Mahallesi No:10
Simav/KÜTAHYA
Gsm : 0506 663 70 19
E-Posta : aliaihan0143@gmail.com

Eğitim Durumu

İlköğretim : Lütfiye Kısacık İlköğretim Okulu
Orta öğretim : Lütfiye Kısacık İlköğretim Okulu
Lise : Kurttepe Endüstri Meslek Lisesi, Mobilya ve Dekorasyon Bölümü
Üniversite : Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Bölüm Öğretmenliği (2008-2012)
Yüksek Lisans : Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İleri Teknolojiler, Ağaç İşleri Teknolojisi Bilim Dalı (2014-.....)
Yabancı Dil : İngilizce

