TANALITH-E İLE EMPRENYE ETMENİN AĞAÇ MALZEMELERİN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Nihat DAĞLIOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİYEL TEKNOLOJİ EĞİTİMİ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OCAK 2010
ANKARA

TANALITH-E İLE EMPRENYE ETMENİN AĞAÇ MALZEMELERİN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Nihat DAĞLIOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİYEL TEKNOLOJİ EĞİTİMİ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OCAK 2010
ANKARA

Nihat DAĞLIOĞLU tarafından hazırlanan "TANALITH-E İLE EMPRENYE ETMENİN AĞAÇ MALZEMELERİN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ" adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Hakan KESKİN …….
Tez Danışmanı, Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Musa ATAR …….
Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç. Dr. Hakan KESKİN …….
Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ …….
Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, K.Ü.

Tarih: 14 / 01 / 2010

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

Prof. Dr. Bilal TOKLU …….
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

Nihat DAĞLIOĞLU

TANALITH-E İLE EMPRENYE ETMENİN AĞAÇ MALZEMELERİN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Nihat DAĞLIOĞLU

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ocak 2010

ÖZET

Bu çalışma, Tanalith-E ile emprenye etmenin ağaç malzemelerin bazı teknolojik özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla, ülkemiz orman ürünleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.), Kara ceviz (*Junglans nigra* Lipsky), Kara kavak (*Populus nigra* Lipsky), Dişbudak (*Fraxinus exelsior* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) odunlarından TS EN 345 esaslarına göre hazırlanan deney örnekleri Tanalith-E ile ASTM D 1413-76 esaslarına uyularak vakum yöntemi ile emprenye edilmiştir. Emprenye edilen deney örneklerinde; hava kurusu yoğunluk değerleri TS 2472, eğilme direnci TS 2474, eğilmede elastiklik modülü TS 2478 ve basınç direnci TS 2595 standardı esaslarına göre test edilmiştir. Emprenyesiz ağaç malzemelerin bazı teknolojik özellikleri emprenye edilmiş ağaç malzemelere göre; basınç direnci için kavak odununda %8,17, eğilme direnci için kayın'da %6,83, dişbudak'ta %5,12, sarıçam'da %5,93, eğilmede elastiklik modülü değerleri için meşe'de %7,15, dişbudak'ta %6,58 oranında daha yüksek bulunmuştur. Buna göre emprenye maddesinin ağaç malzemelerin basınç direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerini etkilediği söylenebilir. Sonuç olarak, Tanalith-E ile emprenye edilmiş ağaç malzemelerin basınç direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerleri en yüksek Doğu kayını ve Dişbudak'ta, en düşük değerler ise Kara kavak odununda elde edilmiştir. Buna göre, basınç direnci,

eğilme direnci ve elastiklik modülünün önemli olduğu kullanım yerlerinde, Tanalith-E ile emprenye edilmiş Doğu kayını ve dişbudak odunları tercih edilebilir.

Bilim Kodu	**:**	**705.5.001**
Anahtar Kelimeler	**:**	**Tanalith-E, Emprenye, Basınç direnci, Eğilme direnci, Elastiklik modülü, Ağaç Malzemeler**
Sayfa Adedi	**:**	**47**
Tez Yöneticisi	**:**	**Doç. Dr. Hakan KESKİN**

IMPACTS OF IMPREGNATION WITH TANALITH-E ON SOME TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF WOOD MATERIALS

(M.Sc.Thesis)

Nihat DAĞLIOĞLU

GAZI UNIVERSITY

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

JANUARY 2010

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effects of impregnation with Tanalith-E on the technological properties of some woods. For this purpose, the test samples prepared from Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky), European oak (*Quercus petraea* Liebl.), Black walnut (*Junglans nigra* Lipsky*),* Lombardy poplar *(Populus nigra* Lipsky*),* Ash (*Fraxinus exelsior* Lipsky) and Scots pine (*Pinus sylvestris* Lipsky) wood materials - that are of common use in the forest products industry of TURKEY - according to TS 345, were treated with Tanalith-E by the vacuum impregnation process of ASTM D 1413 standards and directions of the manufacturer. After impregnation, each sample was tested for observation of retention amount, air-density (TS 2472), bending strengths (TS 2474), modulus of elasticity in bending (TS 2478), compression strengths (TS 2595). Some technological properties of wood un-impregnated according to impregnated wood materials, the compression strengths in the poplar wood to 8.17%, the bending strengths in Oriental beech to 6.83%, 5.12% in the ash, 5.93% in the Scots pine, the elasticity module values to 7.15% in the oak and ash, at a rate of 6.58% in the higher were found. Accordingly, It can be said that the Tanalith-E impregnation material affect the compression strength, the bending strength, elasticity module of wood. As a result, the highest values of compression strengths, bending strengths and modulus of elasticity in bending were obtained in Oriental beech and ash woods impregnated with Tanalith-E,

whereas the lowest values were obtained in the Lombardy poplar wood. Accordingly, where the use of modules in place was the compression strengths, bending strengths and modules of elasticity in bending is important, Oriental beech impregnated with Tanalith-E and ash woods may be preferred.

Science Code : **705.5.001**
Key Words : **Tanalith E, Impregnation, Compression strength, Bending strength, Modulus of elasticity (MOE), Wood Materials**
Page Number : **47**
Adviser : **Assoc. Prof. Dr. Hakan KESKİN**

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Doç. Dr. Hakan KESKİN'e, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım değerli hocam Doç. Dr. Musa ATAR'a, Milli Eğitim Bakanlığı Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi (EARGED) Araştırma Şubesi'nde çalışan eğitim uzmanı arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET…… iv

ABSTRACT vi

TEŞEKKÜR viii

İÇİNDEKİLER ix

ÇİZELGELERİN LİSTESİ xi

ŞEKİLLERİN LİSTESİ xiii

RESİMLERİN LİSTESİ xiv

SİMGELER VE KISALTMALAR xv

1. GİRİŞ 1

2. MATERYAL VE METOD 6

2.1. Ağaç Malzeme 6

2.1.1. Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) 6

2.1.2. Sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.) 8

2.1.3. Sarıçam (*Pinus sylvetsris* Lipsky) 9

2.1.4. Dişbudak (*Fraxinus exelsior* Lipsky) 11

2.1.5. Kara ceviz (*Junglans nigra* Lipsky) 12

2.1.6. Kara kavak (*Populus nigra* Lipsky) 13

2.2. Emprenye Maddesi (Tanalith-E) 13

2.3. Metod 14

2.3.1. Emprenye işlemi ve retensiyon miktarının belirlenmesi 14

2.3.2. Hava kurusu yoğunluk değerlerinin belirlenmesi 15

Sayfa

2.3.3. Deney örneklerinin hazırlanması 15

2.3.4. Eğilme direnci ve Eğilmede E-modülü değerinin belirlenmesi 16

2.3.5. Basınç direncinin belirlenmesi 18

2.4. Verilerin Değerlendirilmesi 19

3. BULGULAR 20

3.1. Yoğunluk Değeri 20

3.2. Retensiyon Miktarı 21

3.3. Basınç Direnci 22

3.4. Eğilme Direnci 25

3.5. Eğilmede Elastiklik Modülü 27

4. TARTIŞMA 31

4.1. Yoğunluk Değerleri (g/cm^3) 31

4.2. Retensiyon Miktarı (kg/m^3) 32

4.3. Basınç Direnci (N/mm^2) 33

4.4. Eğilme Direnci (N/mm^2) 34

4.5. Eğilmede Elastiklik Modülü (N/mm^2) 36

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 38

KAYNAKLAR 42

ÖZGEÇMİŞ 47

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2.1. Doğu kayını odununun bazı teknolojik özellikleri 7

Çizelge 2.2. Sapsız meşe odununun bazı teknolojik özellikleri 8

Çizelge 2.3. Sarıçam odununun bazı teknolojik özellikleri..... 10

Çizelge 2.4. Dişbudak odununun bazı teknolojik özellikleri 11

Çizelge 2.5. Kara ceviz odununun bazı teknolojik özellikleri..... 12

Çizelge 2.6. Kara kavak odununun bazı teknolojik özellikleri 13

Çizelge 3.1. Hava kurusu yoğunluk ortalamalarına ait istatistik değerler..... 20

Çizelge 3.2. Hava kurusu yoğunluk değerleri varyans analizi sonuçları 20

Çizelge 3.3. Hava kurusu yoğunluk değerleri Duncan testi sonuçları 21

Çizelge 3.4. Retensiyon miktarı ortalamalarına ait istatistik değerler..... 21

Çizelge 3.5. Retensiyon miktarı varyans analizi sonuçları..... 22

Çizelge 3.6. Retensiyon miktarı Duncan testi sonuçları..... 22

Çizelge 3.7. Basınç direnci istatistik değerleri 23

Çizelge 3.8. Basınç direnci varyans analizi sonuçları 23

Çizelge 3.9. Basınç direnci Duncan testi sonuçları 24

Çizelge 3.10. Basınç direnci T testi sonuçları 24

Çizelge 3.11. Eğilme direnci istatistik değerleri 25

Çizelge 3.12. Eğilme direnci varyans analizi sonuçları 26

Çizelge 3.13. Eğilme direnci Duncan testi sonuçları 26

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 3.14. Eğilme direnci T testi sonuçları 27

Çizelge 3.15. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait istatistik değerler 28

Çizelge 3.16. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait varyans analizi sonuçları 28

Çizelge 3.17. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait Duncan testi sonuçları 29

Çizelge 3.18. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait T testi sonuçları 29

Çizelge 4.1. Emprenyeli ve emprenyesiz ağaç malzemelerin basınç direnci farkları 33

Çizelge 4.2. Emprenyeli ve emprenyesiz ağaç malzemelerin eğilme direnci farkları 35

Çizelge 4.3. Emprenyeli ve emprenyesiz ağaç malzemelerin eğilmede elastiklik modülü değerleri farkları 36

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.1. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü deneyi 16

Şekil 2.2. Basınç direnci deney örneği 18

Şekil 4.1. Hava kurusu yoğunluk değerleri grafiği 31

Şekil 4.2. Retensiyon miktarları grafiği 32

Şekil 4.3. Basınç direnci değerleri grafiği 33

Şekil 4.4. Eğilme direnci değerleri grafiği 35

Şekil 4.5. Eğilmede elastiklik modülü grafiği 37

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 4.1. Basınç direnci deneyi yapılmış ağaç malzeme örnekleri 34

Resim 4.2. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü deneyi yapılmış ağaç malzeme örnekleri 36

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	**Açıklama**
//	Liflere ve tutkal hattına paralel
⊥	Liflere ve tutkal hattına dik
δ_{12}	Hava kurusu yoğunluk
σ_e	Eğilme direnci
σ_b	Basınç direnci
Δf	Net eğilme alanındaki sehim

Kısaltmalar	**Açıklama**
b	Örneğin genişliği
C	Çözelti konsantrasyonu
E	Elastiklik modülü
F_{max}	Maksimum kuvvet
h	Örneğin kalınlığı
L	Dayanak noktaları arasındaki açıklık
N	Örnek sayısı
Ss	Standart sapma
T_1	Emprenye sonrası örnek ağırlığı
T_2	Emprenye öncesi örnek ağırlığı
v	Varyans
V	Numune hacmi
x	Aritmetik ortalama

1. GİRİŞ

Ağaçişleri endüstrisinin temel hammaddesi olan ağaç malzeme günümüzde azalan doğal kaynaklar arasında yer almaktadır. Ancak uygun kullanımı ve korunması halinde artan odun hammaddesi ihtiyacını karşılayabilir düzeydedir. Odun hammaddesi gerek masif gerekse çeşitli levha ve kompozit ürünlere dönüştürülerek çok çeşitli alanlarda kullanılmakta, faklı kesitlerdeki tekstürü dekorasyonda diğer malzemelere göre daha ön plana çıkmasını sağlamaktadır. Biyolojik yapıda olması sebebiyle çeşitli zararlı faktörlerden etkilenerek yapısında bozulmalar meydana gelmektedir. Fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik zararları engellemek amacıyla, yapısına müdahale edilebilen odun hammaddesi, işlenebilirliğinin kolay olması, ısı ve elektriğe karşı izolasyon özelliği göstermesi, akustik özelliklerinin istenilen düzeyde olması, özgül ağırlığının düşük olmasına karşılık, yüksek mekanik özelliklere sahip olması ve yenilenebilir bir doğal kaynak olması nitelikleriyle de önemini sürdürmektedir. Ağaç malzemenin higroskopik madde olması nedeniyle, kullanım yerindeki havanın sıcaklık ve bağıl nemine uygun bir denge rutubetine ulaşmak için çevresindeki hava ile rutubet alış verişinde bulunmakta, bu alış veriş lif doygunluk noktası altında meydana geldiği takdirde boyutları ve hacmini değiştirmekte, yanabilmekte, biyotik ve abiyotik etkenlerle tahrip edilebilmektedir [1].

Ahşaptan yapılan eşyalar, nemden, havadan, kimyasal maddelerden, vurma aşınma sürtünme gibi fiziksel etkilerden bozulur. Bu etkiler ağaç eşyanın ömrünü kısaltır. Ayrıca, mikroorganizma adı verilen çok küçük canlılar ve bazı böcekler de yaşamlarını sürdürmek için ağacı yıkımlar [2].

Bakır, krom ve bor ile emprenye edilen ağaç malzeme yüzeyindeki bakır krom tuz solüsyonu sebebiyle ağaç malzemenin tahrip edici faktörlere karşı yüksek direnç kazandığı bildirilmiştir [3].

Çeşitli emprenye maddeleri, borik asit ve boraks'ın %5,5 çözeltisi ile emprenye edilmiş okaliptus (*Eucalyptus Comaldulensis* Dehn.) odununda borlu bileşiklerin yanma direncini arttırdığı bildirilmiştir [4].

Çeşitli emprenye maddeleri, borik asit ve boraks'ın %5,5 çözeltisi ile emprenye edilmiş sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) odununda borlu bileşiklerin yanma direncini arttırdığı, SİM'lerin yanmayı artırıcı etkilerini azalttığı bildirilmiştir [5].

Çeşitli emprenye maddeleri, borik asit ve boraks'ın %3 çözeltisi ile emprenye edilmiş melez odununda borlu bileşiklerin yanma direncini arttırdığı borik asit ve boraks karışımının birlikte kullanılması durumunda yanmayı önleyici etkinin daha da artacağı tespit edilmiştir [6].

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 [7].

Borik asit ve boraks ile emprenye edildikten sonra yüzeylerine sentetik ve poliüretan vernik uygulanan kızılçam ve alyantus odunlarında borlu bileşiklerin yanma direncini olumlu yönde iyileştirdiği bildirilmiştir [8].

Çeşitli empreyne ve üst yüzey işlem maddeleri ile emprenye edilmiş sarıçam ve kestane odunlarında poliüratan ve sentetik verniğin yanma direncini etkilemediği, bildirilmiştir [9].

Çeşitli emprenye maddeleri, borik asit ve boraks'ın %3 çözeltisi ile emprenye edilmiş sakallı kızılağaç odununda borlu bileşiklerin yanma direncini arttırdığı, SIM'lerin yanmayı artırıcı etkilerini azalttığı bildirilmiştir [10].

Guerra-Rivero, bakır, kromat ve borik asit içeren GC811 emprenye maddesinin odunun mantarlara karşı korunmasında %7'lik çözeltisinin en uygun olduğunu belirlemiştir [11].

Shukla ve ark. Hindistan ağaç türlerinden Drancontomelum mangiferum Blume'den üretilen kaplamaların yangın önleyici ve biyolojik zararlılara karşı etkisi bakımından %1,5'luk borik asitle emprenyesinde kontrplaklarda yapışma direncini etkilemediğini belirlemişlerdir [12].

Kang ve ark. Bakır Krom Bor'un (CCB) Pinus densiflora örneklerinde CCA'ya oranla daha etkili koruyuculuk sağladığını belirlemişlerdir [13].

Reghu, Hevea brasiliensis odununun % 10'luk borik asit/boraks +% 0,5'lik PCP (pentaklorofenol) ile hem kurutulması hem de aynı zamanda emprenyesinin sağlanması yönünde başarılı sonuçlar aldığını bildirmiştir [14].

Wagner ve ark. 3 hafta süreyle 1-2 saat arasında 80 °C de Bakır krom bor'un (CCB) buhar halinde uygulanmasının emprenye sırasında herhangi bir çevre kirliliğine yol açmayacağını bildirmektedirler [15].

Yalınkılıç, %1'lik fenil borik asitle ağaç malzemenin emprenye edilmesi halinde çalışmasının büyük oranla önlendiğini ve termit ve çürüklük mantarlarına karşı yeterli direncin sağlandığını bildirmiştir [16].

Borlu bileşiklerin (Borik asit, Boraks, Sodyum perborat vb.) sulu çözeltilerinin tümü ağırlık kaybı (AK) bakımından kontrolden daha uygun sonuçlar vermesinin borun ağaç malzemede yanmayı engelleyici etki gösterdiği şeklinde yorumlanabileceğini bildirmişlerdir [17].

Baysal, Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilen ağaç malzemede yanma özellikleri açısından en uygun maddenin Parafin+Borik asit+Boraks'ın %15'lik çözeltisi olduğunu tespit etmiştir [18].

Baysal, cennet ağacının (*Ailantus altissima* Mill.) 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 [19].

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 [20].

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 [21].

Imersol-Aqua ile emprenye edilen örneklerde en yüksek yapışma direnci Doğu kayınında kısa süreli daldırma yöntemi ile 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 [22].

Borlu bileşikler ve Amonyum Asetat ile emprenye edilmiş kontrplakların denge rutubeti ve tutkal damlaları ile elde edilen temas açısı değerlerinde yükselme görülmüştür. Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin yüzey pürüzlülüğü, ıslanabilme yeteneği, pH ve tampon kapasitesi ile yapışma direnci ve eğilme direnci özelliklerinde meydana gelen değişiklikler; ağaç türü, tomruk buharlama işlemi ve kaplama kurutma sıcaklığına göre farklılık göstermiştir [23].

Bu çalışma, Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.), Kara ceviz *(Junglans nigra* Lipsky*),* Kara kavak *(Populus nigra* Lipsky*),* Dişbudak (*Fraxinus exelsior* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) odunlarının Tanalith-E ile koruyucu işlemden sonra yoğunluk, eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü ve basınç direnci değerlerinde meydana gelen değişmelerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Ağaç Malzeme

Ülkemiz ağaçişleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.), Kara ceviz *(Junglans nigra* Lipsky*),* Kara kavak *(Populus nigra* Lipsky*),* Dişbudak (*Fraxinus exelsior* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) 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 [24].

2.1.1. Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky)

Ülkemiz yerli türlerinden olup, 1-1,5 m çap ve 30-40 metre boya ulaşabilir. Gövde uzunluğu 15-20 m kadardır. Diri odun öz odun arasında renk farkı yoktur. Odunu kırmızımsı beyaz renktedir. Dağınık traheli, yıllık halka sınırı belirgindir. Traheler küçük çaplıdır. Geniş özışınları çıplak gözle dahi görülebilmektedir. Özışınları teğet kesitte iğ şeklinde lekeler halindedir. Odunu sert ve ağırdır [1, 25].

Doğu kayını odunu, dağınık küçük traheli, özışınları çok kalın ve belirgin, radyal kesitte geniş özışını 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 özışınlarının aralarında 0,5-1 mm'lik aralıklar bulunur. Yıllık halka sınırları belirgin ve yaz odunu ilkbahar odununa oranla daha koyu renktedir. Radyal kesitte özışını levhaları parlak, koyu renkte ve yüzeyin 1/10'unu kaplamaktadır [26].

Doğu kayını odununun bazı teknolojik özellikleri aşağıdaki verilmiştir [1, 27].

Çizelge 2.1. Doğu kayını odununun bazı teknolojik özellikleri

Özellik	*Ortalama Değer*	*Birimi*
Tam kuru yoğunluğu	0,630	g/cm^3
Hava kurusu yoğunluğu	0,660	g/cm^3
// Basınç direnci	644	kg/cm^2
// Çekme direnci	1350	kg/cm^2
⊥ Eğilme direnci	1230	kg/cm^2
⊥ Elastiklik modülü	125 000	kg/cm^2
⊥ Makaslama direnci	150	kg/cm^2
⊥ Brinell sertlik değeri	3,4	kg/cm^2

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 [1].

2.1.2. Sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.)

Ülkemizde geniş bir alanda yetişmektedir. Ak meşeler grubundan olup (*Quercus petraea)* 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. Özışınları tek ve çok sıralı olmak üzere iki çeşittir. Kalın özışınları radyal kesitte kaba aynalar şeklinde görülür.

Radyal kesitte traheler kaba iğne çizikli, tül oluşumu ile doludur. Özışınları 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 [1, 24, 25].

Çizelge 2.2. Sapsız meşe odununun 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	118 000	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

Kurutmada şekil değişmeleri ve çatlamaları meydana gelebileceği için çok yavaş kurutulmalıdır. makinelerde işlenme sırasında orta ve şiddetli derecede körleştirme etkisine sahiptir. Yapıştırma ve üst yüzey 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 [1].

2.1.3. Sarıçam (*Pinus sylvetsris* Lipsky)

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. Özodunu 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 [28].

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. Özışınları genellikle tek sıralıdır. Traheidlerin teğet çeperlerinde

kenarlı geçitler uzun aralıklarla yer alır. Reçine dolu keseciklere çok sık rastlamak mümkündür.

Sarıçam odunun teknolojik özellikleri Şekil 2.3. de verilmiştir [1, 24, 25].

Çizelge 2.3. Sarıçam odununun 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	120 000	kg/cm^2
⊥ Makaslama direnci	100	kg/cm^2
⊥ Brinell sertlik değeri	2,4	kg/cm^2

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 [1].

2.1.4. Dişbudak (*Fraxinus exelsior* Lipsky)

Dişbudak, 30-40 m'ye kadar boylanabilen dolgun ve düzgün gövdeli, yuvarlak tepeli kışın yaprağını döken bir ağaçtır. Gövde kabuğu boz esmer renkli ve uzunlamasına derin çatlaklıdır. Kısa piramit biçimindeki tomurcuklar siyah veya ona yakın renktedir. Yumurtamsı mızrak şeklinde, kenarları ince sık dişli olan yaprakçıklar çok kısa saplı veya sapsızdır. Diri odunu geniş, sarımsı beyaz renktedir. Yaşlı ağaçlarda görülen yalancı öz odun (kahverengi öz odun) kül rengimsi kahverengidir. Yıllık halka sınırları belirgin olup, öz ışınları büyüteç ile ince, sık ve açık renkli çizgiler hâlinde görülür. Odunu ağır, sert ve kaba tekstürlüdür.

Dişbudak odununun bazı teknolojik özellikleri Çizelge 2.4 te verilmiştir [1, 24, 25].

Çizelge 2.4. Dişbudak odununun bazı teknolojik özellikleri

Özellik	*Ortalama Değer*	*Birimi*
Hava kurusu yoğunluğu	0,690	g/cm^3
Tam kuru yoğunluğu	0,660	g/cm^3
// Basınç direnci	520	kg/cm^2
// Çekme direnci	1650	kg/cm^2
⊥ Eğilme direnci	1200	kg/cm^2
⊥ Elastiklik modülü	126 000	kg/cm^2
⊥ Makaslama direnci	128	kg/cm^2
⊥ Brinell sertlik değeri	3,8	kg/cm^2

Dişbudak odunu mobilya, karoseri, vagon, spor aletleri, kontrplâk, kaplama, fıçı, kayak takımı yapımında tercih edilir [1].

2.1.5. Kara ceviz *(Junglans nigra* Lipsky*)*

Diri odunu sarımsı veya kırmızımsı kül renginde, öz odunu ise kül rengimsi kahve renklidir. Öz ışınları gözle görünmez. Yıllık halkaları kesin ve belirgin bir şekilde birbirinden ayrılır. İlkbahar ve yaz odunları farklı renkte olmasından dolayı enine kesitte değişik renkte paralel çizgiler görünür. Ceviz sıkı, sert ve oldukça ağırdır. Çok çeker ama az çatlar; çivi ve vida tutması iyi, cila tutması ise çok iyidir. Ceviz el aletleriyle kolay işlenmektedir ve tornalamaya elverişlidir [25]. Cevizin köke yakın kısımlarından simetrik desende kaplamlar elde etme imkanı vardır.

Kara ceviz odununun bazı teknolojik özellikleri Çizelge 2.5'deki gibidir [1, 24, 25].

Çizelge 2.5. Kara ceviz odununun bazı teknolojik özellikleri

Özellik	*Ortalama Değer*	*Birimi*
Hava kurusu yoğunluğu	0,680	g/cm^3
// Basınç direnci	720	kg/cm^2
// Çekme direnci	1290	kg/cm^2
⊥ Eğilme direnci	1270	kg/cm^2
⊥ Elastiklik modülü	120 000	kg/cm^2
⊥ Makaslama direnci	120	kg/cm^2
⊥ Brinell sertlik değeri	2,9	kg/cm^2

Kara ceviz odunu lastik yapısından dolayı ideal bir masif mobilya malzemesidir. Kaplama üretimi, kakmacılık, oymacılık ve model yapımında aranan ahşap türlerindendir [1].

2.1.6. Kara kavak *(Populus nigra* Lipsky*)*

Odunsu sarımsı beyaz renktedir. Kahve rengimsi ve yeşilimsi öz odunu olanlara da rastlanır. Yıllık halkaları geniş ve belirgindir. Radyal ve teğet kesitte hafif parlak, tekstürü kabadır. Az çalıştığı için mobilyacılıkta körağaç olarak faydalanılır. Kavağın yapışması iyi, çivi ve vida tutma direnci azdır [25].

Kara kavak odununun bazı teknolojik özellikleri Çizelge 2.6'da verilmiştir [1, 25].

Çizelge 2.6. Kara kavak odununun bazı teknolojik özellikleri

Özellik	*Ortalama Değer*	*Birimi*
Tam kuru yoğunluğu	0,460	g/cm^3
Hava kurusu yoğunluğu	0,502	g/cm^3
// Basınç direnci	345	kg/cm^2
// Çekme direnci	890	kg/cm^2
⊥ Eğilme direnci	775	kg/cm^2
⊥ Elastiklik modülü	90000	kg/cm^2
⊥ Makaslama direnci	65	kg/cm^2
⊥ Brinell sertlik değeri	1,4	kg/cm^2

Kara kavak odunu ambalaj, kaplama, kontrplak, resim tahtası, plançete, makara ve müzik aletleri yapımında kullanılır.

2.2. Emprenye Maddesi (Tanalith-E)

Emprenye işleminde kullanılan Tanalith-E maddesi, Hemel (Hemel-Hickson Timber Products Ldt.) ürünüdür. Tanalith E, 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/cm^3, akıcı ve tamamen suda çözünebilen, su esaslı, metal kısımlarda korozyona sebep olmayan ve hazır çözelti şeklinde piyasaya sunulmaktadır. Emprenye maddesi, çit, parmaklık, bahçe mobilyaları, hayvan barınakları, silolar, çiftlik binaları, çocuk oyun alanlarında kullanılacak ahşaba, vakum – basınç yöntemi ile uygulanmaktadır [29].

2.3. Metod

2.3.1. Emprenye işlemi ve retensiyon (tutunma) miktarının belirlenmesi

Emprenye işleminde ASTM D 1413-76 esaslarına uyulacaktır [30]. Buna göre, Tanalith E ile emprenye edilecek örnekler 60 cm Hg^{-1} (Hg^{-1} vakum) eşdeğerde uygulanan 60 dakikalık ön vakumun ardından 60 dakika süreyle normal atmosfer basıncında çözelti içinde difüzyona bırakılacaktır. 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),

$$R = \frac{G.C}{V} x10^3 kg/m^3 \qquad (3.1)$$

$G \quad = T_2 - T_1$

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 (%)

2.3.2. Hava kurusu yoğunluk değerlerinin belirlenmesi

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan ahşap malzemelerin yoğunlukları TS 2472 esaslarına göre belirlenmiştir [31]. Buna göre; hava kurusu yoğunluk tayini için 20x30x30 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.

$$\delta_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} g/cm^3 \qquad (3.2)$$

Burada;

M_{12} = Hava kurusu haldeki ağırlık (g),

V_{12} = Hava kurusu haldeki hacimdir (cm^3).

2.3.3. Deney örneklerinin hazırlanması

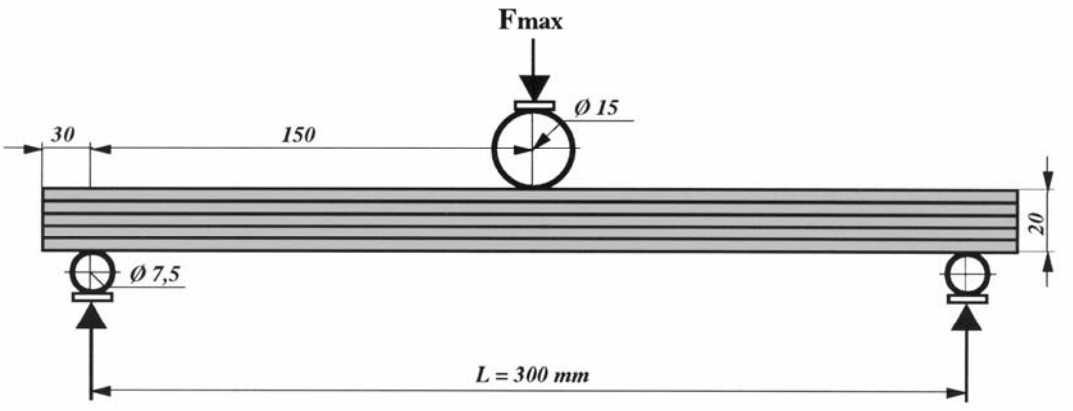
Denemelerde kullanılan ahşap malzeme Ankara Siteler bölgesindeki kereste işletmelerinden ağaç malzemenin kusursuz olmasına, liflerinin düzgün, budaksız, ardaksız, normal büyüme göstermiş, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış olmasına özen gösterilerek tamamen tesadüfi yöntemle temin

edilmiştir. Seçilen birinci sınıf kerestelerin yıllık halkaların yüzeye dik gelen bölgelerinden TS 2470 [32] esaslarına göre önce 5x5×80 cm boyutlarında parçalar kesilerek 20±2°C sıcaklık ve %65±5 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme kabininde değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiş ve daha sonra vakum 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.

6 ağaç malzeme çeşidi (kayın, meşe, çam, dişbudak, kavak ve ceviz), 3 deney türü (basınç direnci, eğilme direnci, elastiklik modülü) + 1 kontrol ve 10 tekerrür olmak üzere toplam 240 (6x4x10) deney örneği hazırlanmıştır.

2.3.4. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerinin belirlenmesi

Eğilme direnci ve elastiklik modülü belirlenmesinde kullanılan örnekler TS EN 326'e göre hazırlanmıştır [33]. TS 2474'e göre eğilme direnci [34], TS 2478'e göre eğilmede elastiklik modülü [35] denemeleri yürütülmüştür (Şekil 2). Bu standartlar dikkate alınarak her iki deney grubu için örnekler 20x20x360 mm boyutlarında hazırlanmıştır.



Şekil 2.1. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü deneyi

Deneyler bilgisayar kontrollü 1000kp kapasiteli Üniversal Test Makinesinde yapılmıştır. Kırılma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) için eğilme direnci (σ_e);

$$\sigma_e = \frac{3F\max.L}{2bh^2} \text{ (N/mm}^2\text{)} \tag{3.3}$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada,

L = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm),

b = Örneğin genişliği (mm),

h = Örneğin kalınlığı (mm) dır.

Elastiklik modülünün belirlenmesinde eğilme direncinde kullanılan deney örnekleri kullanılmıştır. Elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı (ΔF) için örnekteki eğilme miktarları farkı (Δf) yardımı ile elastiklik modülü (E),

$$E = \frac{\Delta F.L^3}{4.b.h^3.\Delta f} \text{ (N/mm}^2\text{)} \tag{3.4}$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada,

ΔF = Elastik deformasyon bölgesinde yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit kuvvet (N),

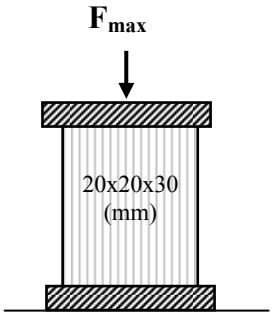
L = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm),

Δf = Net eğilme alanındaki sehim, yüklemenin alt ve üst limitlerinde ölçülen sehimlere ait sonuçların aritmetik ortalamaları arasındaki fark (mm),

b = Deney parçasının en kesit genişliği (mm), h; deney parçasının en kesit kalınlığı (mm) dır.

2.3.5. Basınç direncinin belirlenmesi

Liflere ve tutkal hattına paralel basınç direnci deneyinde TS 2595 [36] esaslarına uyulmuştur. Bu maksatla, 20x20x30 mm boyutlarında 60 adet deney örneği hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerin basınç dirençlerinin belirlenmesinde 4000 kp kapasiteli Üniversal Test Makinesi kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2.2. Basınç direnci deney örneği

Basınç direnci deneyinden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı (A) ölçülüp, kırılma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) belirlenerek basınç dirençleri (σ_b);

$$\sigma_b = \frac{F_{max}}{A} (N/mm^2) \quad (3.5)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde SPSS 15.0 for Windows programı kullanılmıştır. Kontrol örnekleri ile emprenye edilmiş ağaç malzemelerin teknolojik özellikleri arasındaki farkın belirlenmesinde T testi, emprenye edilmiş Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.), Kara ceviz *(Junglans nigra* Lipsky*),* Kara kavak *(Populus nigra* Lipsky*),* Dişbudak (*Fraxinus exelsior* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) odunlarının bazı mekanik ve fiziksel özellikleri arasındaki farkı belirlenmesinde ise F testi kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın önemli çıkması halinde ($\alpha = 0,05$) güven düzeyinde Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Yoğunluk Değerleri

Deneylerde kullanılan numunelerin hava kurusu yoğunluk ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 3.1, Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3. te verilmiştir.

Çizelge 3.1. Hava kurusu yoğunluk ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER	AHŞAP MALZEMELER					
	Kayın	Meşe	Ceviz	Kavak	Dişbudak	Sarıçam
X *(g/cm³)*	0,692	0,665	0,625	0,441	0,714	0,573
Ss *(g/cm³)*	0,01961	0,02368	0,04479	0,021118	0,012	0,01305
v *(s²)*	0,00042	0,00062	0,00223	0,000495	0,00016	0,00019
min *(g/cm³)*	0,648	0,624	0,564	0,407	0,696	0,552
max *(g/cm³)*	0,715	0,695	0,698	0,472	0,734	0,595
N	10	10	10	10	10	10

X: Aritmetik ortalama, v: Varyans, Ss: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Çizelge 3.2. Hava kurusu yoğunluk değerleri varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Sig.
Gruplar arası	0,503	5	0,101	146,396*	0,000
Grup içi	0,03713	54	0,0006876		
TOPLAM	0,540	59			

*P< 0,05

Ahşap malzemelerin hava kurusu yoğunluk değerleri için yapılan F testine göre; hava kurusu yoğunluk değerleri ahşap türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermiştir ($F_{(5;54)}=146,396$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan DUNCAN testi sonuçlarına göre (Çizelge 3.3); en yüksek hava kurusu yoğunluk değeri Dişbudak ve Doğu kayını odunlarında elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe, kara ceviz, sarıçam

ve kara kavak izlemiştir. Dişbudak ve kayın arasındaki matematiksel fark istatistiksel bakımdan anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 3.3. Hava kurusu yoğunluk değerleri DUNCAN testi sonuçları

GRUPLAR	N	Alt gruplar için α = 0,05				
		1	2	3	4	5
Kavak	10	0,441				
Sarıçam	10		0,573			
Ceviz	10			0,625		
Meşe	10				0,665	
Kayın	10					0,692
Dişbudak	10					0,714
SIGNIFICANT		1,000	1,000	1,000	1,000	0,067

3.2. Retensiyon Miktarı

Deneylerde kullanılan numunelerin retensiyon miktarları ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 3.4, Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6. da verilmiştir.

Çizelge 3.4. Retensiyon miktarı ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER	AHŞAP MALZEMELER					
	Kayın	Meşe	Ceviz	Kavak	Dişbudak	Sarıçam
X *(kg/m³)*	138,357	85,617	81,086	76,149	94,929	70,391
Ss *(kg/m³)*	5,46626	4,27868	2,03932	8,962018	3,1171408	4,55572
v *(s²)*	33,2000	20,3412	4,62095	89,24197	10,796185	23,0607
min *(kg/m³)*	129,481	76,348	79,035	66,356	90,032	62,348
max *(kg/m³)*	146,321	93,024	86,356	91,662	99,032	78,356
N	10	10	10	10	10	10

X: Aritmetik ortalama, v: Varyans, Ss: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Çizelge 3.5. Retensiyon miktarı varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Sig.
Gruplar arası	30306	5	6061,246	200,636*	0,000
Grup içi	1631,351	54	30,210		
TOPLAM	31937,58	59			

*P< 0,05

Ahşap malzemelerin retensiyon miktarları için yapılan F testine göre; retensiyon miktarları ahşap türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermiştir ($F_{(5;54)}=200,636$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan DUNCAN testi sonuçlarına göre (Çizelge 3.6); en yüksek retensiyon miktarı değeri Doğu kayını odununda elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız dişbudak, sapsız meşe, kara ceviz, kara kavak ve sarıçam izlemiştir. Sapsız meşe ve kara ceviz arasındaki matematiksel fark istatistiksel bakımdan anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 3.6. Retensiyon miktarı DUNCAN testi sonuçları

GRUPLAR	N	Alt gruplar için α = 0,05				
		1	2	3	4	5
Sarıçam	10	70,391				
Kavak	10		76,149			
Ceviz	10			81,086		
Meşe	10			85,617		
Dişbudak	10				94,929	
Kayın	10					138,357
SIGNIFICANT		1,000	1,000	10,071	1,000	1,000

3.3. Basınç Direnci

Emprenye edilmiş masif ağaç malzeme ve kontrol örneklerinin basınç dirençlerine ait istatistik değerler Çizelge 3.7. de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Basınç direnci istatistik değerleri

İSTATİSTİK DEĞERLER	EMPRENYE EDİLMİŞ AHŞAP MALZEMELER					
	Kayın	Meşe	Ceviz	Kavak	Dişbudak	Sarıçam
X *(N/mm²)*	66,771	62,748	59,638	37,758	69,676	54,207
Ss *(N/mm²)*	2,06912	2,41847	2,15121	2,20096	3,641582	1,63439
v *(s²)*	4,75698	6,49890	5,14192	5,38248	14,73458	2,96804
min *(N/mm²)*	63,25	59,05	54,32	34,35	64,64	51,73
max *(N/mm²)*	69,83	66,25	62,51	39,74	76,63	57,36
N	10	10	10	10	10	10
EMPRENYESİZ KONTROL ÖRNEKLERİ						
X *(N/mm²)*	68,965	64,612	61,812	40,844	72,164	54,953
Ss *(N/mm²)*	2,52653	2,22249	3,07068	1,71388	4,246530	3,12027
v *(s²)*	7,09265	5,48830	10,4767	3,26378	20,03669	10,8179
min *(N/mm²)*	64,82	60,12	56,35	38,03	62,34	50,03
max *(N/mm²)*	73,25	68,62	69,03	44,35	78,35	59,03
N	10	10	10	10	10	10

X: Aritmetik ortalama, v: Varyans, Ss: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Emprenye edilmiş masif ağaç malzemelerin basınç dirençleri için yapılan F testine göre (Çizelge 3.8.); basınç direnci değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F_{(5;54)}=200,990$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek basınç direnci değeri Dişbudak odununda elde edilmiş bunu sırasıyla Doğu kayını, sapsız meşe, Kara ceviz sarıçam ve Kara kavak izlemiştir (Çizelge 3.9.).

Çizelge 3.8. Basınç direnci varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	SIG.
Gruplar arası	6613,066	5	1322,613	200,990*	0,000
Grup içi	355,346	54	6,580		
TOPLAM	6968,412	59			

*P< 0,05

Çizelge 3.9. Basınç direnci DUNCAN testi sonuçları

GRUPLAR	N	Alt gruplar için α = 0,05					
		1	2	3	4	5	6
Kavak	10	37,758					
Sarıçam	10		54,207				
Ceviz	10			59,638			
Meşe	10				62,748		
Kayın	10					66,771	
Dişbudak	10						69,676
SIGNIFICANT		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Çizelge 3.10. Basınç direnci T testi sonuçları

AĞAÇ TÜRÜ	N	X	Ss	SD	SIG. (T)*
Sarıçam (E)	10	54,207	1,7228	18	$0,536^{NS}$
Sarıçam (K)	10	54,953	3,2891		
Ceviz (E)	10	59,638	2,2676	18	$0,099^{NS}$
Ceviz (K)	10	61,812	3,2368		
Dişbudak (E)	10	69,676	3,8386	18	$0,199^{NS}$
Dişbudak (K)	10	72,164	4,4762		
Kavak (E)	10	37,758	2,3200	18	0,004
Kavak (K)	10	40,844	1,8066		
Kayın (E)	10	66,771	2,1811	18	$0,06^{NS}$
Kayın (K)	10	68,965	2,6632		
Meşe (E)	10	62,748	2,5493	18	$0,106^{NS}$
Meşe (K)	10	64,612	2,3427		

**P<0,05 N: Örnek sayısı, X: Ortalama, E: Emprenyeli örnek, K: Kontrol örneği (emprenyesiz), Ss: Standart sapma, SD: Serbestlik derecesi, NS (Nonsignificant) : Fark önemsiz*

Emprenye edilmiş masif ağaç malzeme ile kontrol örneklerinin (emprenyesiz) basınç dirençleri için yapılan T testine göre (Çizelge 3.10); basınç dirençleri arasındaki fark, kavak kontrol örneklerinde (emprenyesiz) daha büyük olmak üzere 0,05 hata payı ile önemli çıkmıştır. Diğer ağaç örneklerinin basınç direnci değerlerindeki matematiksel farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

3.4. Eğilme Direnci

Emprenye edilmiş masif ağaç malzeme ve kontrol örneklerinin eğilme dirençlerine ait istatistik değerler Çizelge 3.11. de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Eğilme direnci istatistik değerleri

İSTATİSTİK DEĞERLER	EMPRENYE EDİLMİŞ AHŞAP MALZEMELER					
	Kayın	Meşe	Ceviz	Kavak	Dişbudak	Sarıçam
X *(N/mm²)*	112,266	103,705	107,503	79,606	116,226	91,517
Ss *(N/mm²)*	5,05707	4,95851	6,025853	4,315299	4,8095894	3,072515
v *(s²)*	28,4155	27,3187	40,34546	20,69089	25,70239	10,48928
min *(N/mm²)*	103,866	96,535	98,204	69,688	109,556	86,347
max *(N/mm²)*	119,257	111,543	116,335	88,238	125,645	95,447
N	10	10	10	10	10	10
EMPRENYESİZ KONTROL ÖRNEKLERİ						
X *(N/mm²)*	119,958	106,417	110,616	82,861	122,176	96,952
Ss *(N/mm²)*	3,24509	7,41443	7,974102	5,293030	3,7396043	2,589029
v *(s²)*	11,7006	61,0820	70,65145	31,12908	15,538489	7,447858
min *(N/mm²)*	114,824	96,343	99,374	71,342	114,375	92,338
max *(N/mm²)*	126,384	118,652	124,362	90,243	128,354	100,353
N	10	10	10	10	10	10

X: Aritmetik ortalama, v: Varyans, Ss: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Emprenye edilmiş masif ağaç malzemelerin eğilme dirençleri için yapılan F testine göre (Çizelge 3.12.); eğilme direnci değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F_{(5;54)}=74,695$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek eğilme direnci değeri Kayın ve Dişbudak odununda elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe ile Kara ceviz, sarıçam ve Kara kavak izlemiştir (Çizelge 3.13.).

Çizelge 3.12. Eğilme direnci varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	SIG.
Gruplar arası	9521,330	5	1904,266	74,695*	0,000
Grup içi	1376,661	54	25,494		
TOPLAM	10897,99	59			

*P< 0,05

Çizelge 3.13. Eğilme direnci DUNCAN testi sonuçları

GRUPLAR	N				
		1	2	3	4
Kavak	10	79,607			
Sarıçam	10		91,517		
Meşe	10			103,705	
Ceviz	10			107,503	
Kayın	10				112,266
Dişbudak	10				116,226
SIGNIFICANT		1,000	1,000	0,098	0,085

Emprenye edilmiş masif ağaç malzeme ile kontrol örneklerinin eğilme dirençleri için yapılan T testine göre (Çizelge 3.14); eğilme dirençleri arasındaki fark, sarıçam'da hariç diğer kontrol örneklerinde (emprenyesiz) daha büyük olmak üzere 0,05 hata payı ile önemli çıkmıştır.

Çizelge 3.14. Eğilme direnci T testi sonuçları

AĞAÇ TÜRÜ	N	X	Ss	SD	SIG. (T)*
Sarıçam (E)	10	91,517	3,239	18	0,001
Sarıçam (K)	10	96,952	2,729		
Ceviz (E)	10	107,502	6,351	18	0,363^{NS}
Ceviz (K)	10	110,616	8,405		
Dişbudak (E)	10	116,226	5,069	18	0,009
Dişbudak (K)	10	122,175	3,941		
Kavak (E)	10	79,605	4,548	18	0,170 ^{NS}
Kavak (K)	10	82,861	5,579		
Kayın (E)	10	112,266	5,331	18	0,002
Kayın (K)	10	119,958	3,421		
Meşe (E)	10	103,705	5,226	18	0,376 ^{NS}
Meşe (K)	10	106,417	7,815		

**P<0,05 N: Örnek sayısı, X: Ortalama, E: Emprenyeli örnek, K: Kontrol örneği (emprenyesiz), Ss: Standart sapma, SD: Serbestlik derecesi, NS (Nonsignificant) : Fark önemsiz*

Emprenye edilmiş masif ağaç malzeme ile kontrol örneklerinin (emprenyesiz) eğilme dirençleri için yapılan T testine göre (Çizelge 3.14); eğilme dirençleri arasındaki fark, kayın, dişbudak ve sarıçam kontrol örneklerinde (emprenyesiz) daha büyük olmak üzere 0,05 hata payı ile önemli çıkmıştır. Ceviz, kavak ve meşe odunlarında ise eğilme direnci değerlerindeki matematiksel farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

3.5. Eğilmede Elastiklik Modülü

Emprenye edilmiş masif ağaç malzeme ve kontrol örneklerinin eğilmede elastiklik modülü değerine ait istatistik değerler Çizelge 3.15 de verilmiştir.

Çizelge 3.15. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER	EMPRENYE EDİLMİŞ AHŞAP MALZEMELER					
	Kayın	Meşe	Ceviz	Kavak	Dişbudak	Sarıçam
X *(N/mm²)*	11629,46	10055,83	10603,51	8319,13	12093,65	9654,72
Ss *(N/mm²)*	805,611	462,953	620,296	241,644	786,158	534,372
v *(s²)*	721121,88	238139,51	427519,41	64880,30	686717,52	317282,35
min *(N/mm²)*	9993,25	9444,15	9834,64	7978,37	10600,09	8760,98
max *(N/mm²)*	12670,84	11058,65	11442,22	8801,24	13345,91	10384,78
N	10	10	10	10	10	10
EMPRENYESİZ KONTROL ÖRNEKLERİ						
X *(N/mm²)*	12215,95	10775,02	11017,81	8694,85	12889,57	9701,65
Ss *(N/mm²)*	787,6839	891,2749	881,6488	481,2566	517,8302	545,4603
v *(s²)*	689384,44	882634,55	863671,80	257342,12	297942,36	330585,52
min *(N/mm²)*	10458,43	9065,33	9961,36	8041,39	11743,35	8564,03
max *(N/mm²)*	13069,44	12065,25	12661,27	9439,62	13659,15	10560,32
N	10	10	10	10	10	10

X: Aritmetik ortalama, v: Varyans, Ss: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Emprenye edilmiş masif ağaç malzemelerin eğilmede elastiklik modülü değerleri için yapılan F testine göre (Çizelge 3.16.); elastiklik modülü değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F_{(5;54)}=46,057$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek elastiklik modülü değeri Kayın ve Dişbudak odununda elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe, Kara ceviz, sarıçam ve Kara kavak izlemiştir (Çizelge 3.17.).

Çizelge 3.16. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	SIG.
Gruplar arası	9,4E+07	5	1,9E+07	46,057*	0,000
Grup içi	2,2E+08	54	409276,8		
TOPLAM	1,2E+08	59			

*P< 0,05

Çizelge 3.17. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait DUNCAN testi sonuçları

GRUPLAR	N				
		1	2	3	4
Kavak	10	8319,131			
Sarıçam	10		9654,725		
Meşe	10		10055,830	10055,830	
Ceviz	10			10603,510	
Kayın	10				11629,470
Dişbudak	10				12093,680
SIGNIFICANT		1,000	1,000	0,098	0,085

Emprenye edilmiş masif ağaç malzeme ile kontrol örneklerinin elastiklik modülü değerleri için yapılan T testine göre (Çizelge 3.18); eğilmede elastiklik modülü değerleri arasındaki fark, sarıçam'da hariç diğer kontrol örneklerinde (emprenyesiz) daha büyük olmak üzere 0,05 hata payı ile önemli çıkmıştır.

Çizelge 3.18. Eğilmede elastiklik modülü değerine ait T testi sonuçları

AĞAÇ TÜRÜ	N	X	Ss	SD	SIG. (T)*
Sarıçam (E)	10	9654,72	563,2782	18	$0,856^{NS}$
Sarıçam (K)	10	9701,65	574,9657		
Ceviz (E)	10	10603,51	653,8497	18	$0,266^{NS}$
Ceviz (K)	10	11017,82	929,3394		
Dişbudak (E)	10	12093,66	828,6842	18	0,022
Dişbudak (K)	10	12889,57	545,8410		
Kavak (E)	10	8319,13	254,7161	18	$0,056^{NS}$
Kavak (K)	10	8694,85	207,2890		
Kayın (E)	10	11629,47	849,1890	18	$0,136^{NS}$
Kayın (K)	10	12215,95	830,2918		
Meşe (E)	10	10055,83	447,9954	18	0,050
Meşe (K)	10	10775,03	939,4863		

**P<0,05 N: Örnek sayısı, X: Ortalama, E: Emprenyeli örnek, K: Kontrol örneği (emprenyesiz), Ss: Standart sapma, SD: Serbestlik derecesi, NS (Nonsignificant) : Fark önemsiz*

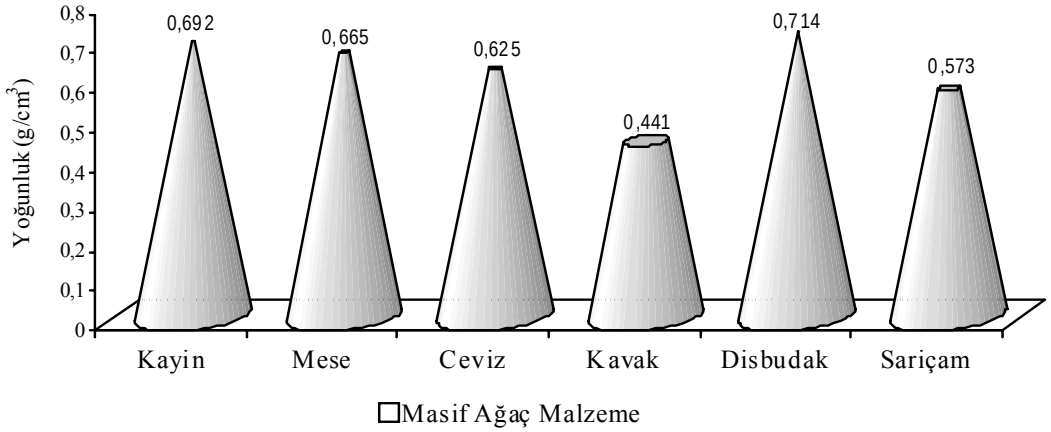
Emprenye edilmiş masif ağaç malzeme ile kontrol örneklerinin (emprenyesiz) eğilmede elastiklik modülü değerleri için yapılan T testine göre (Çizelge 3.18); elastiklik modülleri arasındaki fark, dişbudak ve sapsız meşe kontrol örneklerinde daha büyük olmak üzere 0,05 hata payı ile önemli çıkmıştır. Sarıçam, ceviz, kavak ve kayın odunlarında ise elastiklik modülü değerlerindeki matematiksel farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

4. TARTIŞMA

Bu bölüm, deney sonuçlarının değerlendirilerek, literatürle karşılaştırılmasından oluşmaktadır.

4.1. Yoğunluk Değerleri *(g/cm^3)*

Ağaç türlerine göre en yüksek hava kurusu yoğunluk değerleri Dişbudak (0,714 g/cm^3) ve Doğu kayını (0,692 g/cm^3) odunlarında elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe (0,665 g/cm^3), Kara ceviz (0,625 g/cm^3), Sarıçam (0,573 g/cm^3), Kara kavak (0,441 g/cm^3) izlemiştir (Şekil 4.1.).



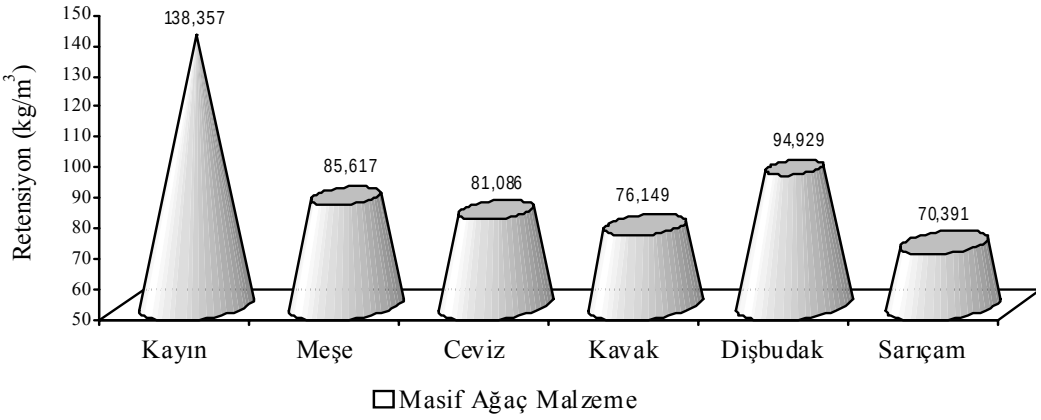
Şekil 4.1. Hava kurusu yoğunluk değerleri grafiği

Literatürde, masif ağaç malzemelerin hava kurusu yoğunluk değerleri; Dişbudak (0,690 g/cm^3), Doğu kayını (0,660 g/cm^3) odunlarında elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe (0,650 g/cm^3), Kara ceviz (0,680 g/cm^3), Sarıçam (0,520 g/cm^3), Kara kavak (0,502 g/cm^3) [1, 24, 25, 27]. Bu değerler, deneyi yapılmış ağaç malzemelerin hava kurusu yoğunluk değerleri ile paralellik göstermektedir.

4.2. Retensiyon Miktarı *(kg/m^3)*

Ağaç türlerine göre en yüksek retensiyon miktarları Doğu kayını'nda 138,357 kg/m^3 elde edilmiş bunu sırasıyla Dişbudak'ta 94,929 kg/m^3, sapsız meşe'de 85,617 kg/m^3, Kara ceviz'de 81,086 kg/m^3, Kara kavak'ta 76,149 kg/m^3 ve sarıçam'da 70,391 kg/m^3 izlemiştir. Doğu kayını odununda retensiyon miktarının yüksek çıkmasının nedeni permabilite (geçirgenlik) oranının yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim, literatürde, Imersol-Aqua ile daldırma metodu kullanılarak emprenye edilen ağaç malzemelerin retensiyon miktarları; Doğu kayını'nda 274,728 kg/m^3 elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe'de 44,936 kg/m^3, sarıçam'da 68,538 kg/m^3, Uludağ göknar'ında 79,180 kg/m^3, Doğu ladini'nde 92,225 kg/m^3 ve Kara kavak'ta 75,405 kg/m^3 izlemiştir [37]. Bu değerler, deneyi yapılmış ağaç malzemelerin retensiyon miktarları ile paralellik göstermekle birlikte Doğu kayını odununda retensiyon miktarının yüksek çıkmasının nedeni permabilite olarak gösterilmiştir.

Ağaç malzemelerin retensiyon miktarlarına ilişkin grafik Şekil 4.2. de verilmiştir.



Şekil 4.2. Retensiyon miktarları grafiği

4.3. Basınç Direnci *(N/mm^2)*

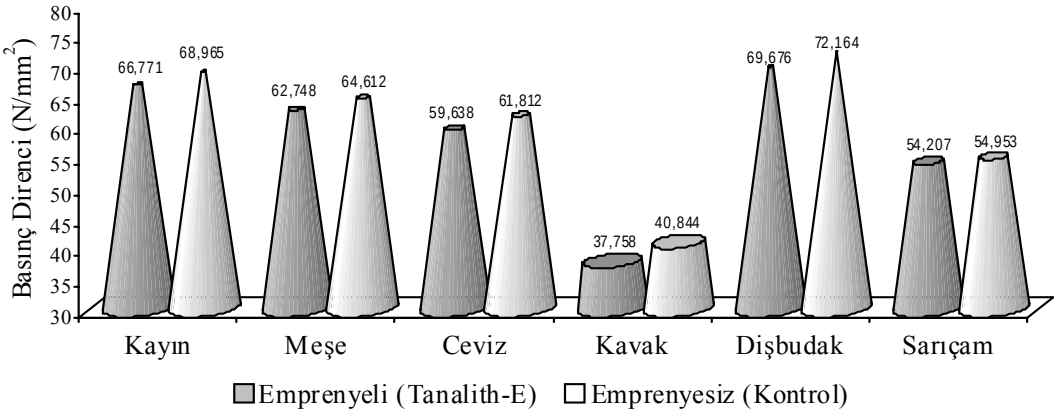
Emprenyesiz ağaç malzemelerin (kontrol örnekleri) liflere paralel basınç direnci değerleri, Tanalith-E ile emprenye edilmiş ağaç malzemelere göre (kavak hariç) fark önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.1). Emprenye edilmiş kavak odununda ise basınç direnci değeri kontrol örneklerine göre ortalama %8,173 oranında daha düşük çıkmıştır. Bunun nedeni emprenye maddesinin kavak odunu lifleri arasındaki kohezyon kuvvetini zayıflatmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.1. Emprenyeli ve emprenyesiz ağaç malzemelerin basınç direnci farkları

AĞAÇ MALZEME	Kayın	Meşe	Ceviz	Kavak	Dişbudak	Sarıçam
Emprenyeli (N/mm^2)	66,771	62,748	59,638	37,758	69,676	54,207
Fark oranı (%)	3,285*	2,970*	3,645*	8,173	3,571*	1,376*
Emprenyesiz (N/mm^2)	68,965	64,612	61,812	40,844	72,164	54,953

**NS (Nonsignificant) : T testine göre fark önemsiz*

Basınç direnci, ağaç türlerine göre en yüksek dişbudak'ta elde edilmiş bunu sırasıyla Doğu kayını, sapsız meşe, Kara ceviz, sarıçam ve Kara kavak izlemiştir (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Basınç direnci değerleri grafiği

Literatürde, masif ağaç malzemelerin liflere paralel basınç direnci değerleri; Doğu kayını 64,4N/mm^2, sapsız meşe 65,5N/mm^2, sarıçam 55,0N/mm^2, dişbudak 50,4N/mm^2, Kara ceviz 72,0N/mm^2, Kara kavak 34,5N/mm^2 olarak verilmiştir [1, 24, 25]. Bu basınç direnci değerleri (ceviz ve dişbudak hariç) paralellik göstermektedir. Ceviz ve dişbudak odunlarındaki farklılık ise ağaç türlerinin yetiştiği yer ve deney örneklerinin alındığı bölgenin farklı özelliklerde olmasından kaynaklanabilir.



Resim 4.1. Basınç direnci deneyi yapılmış ağaç malzeme örnekleri

4.4. Eğilme Direnci *(N/mm^2)*

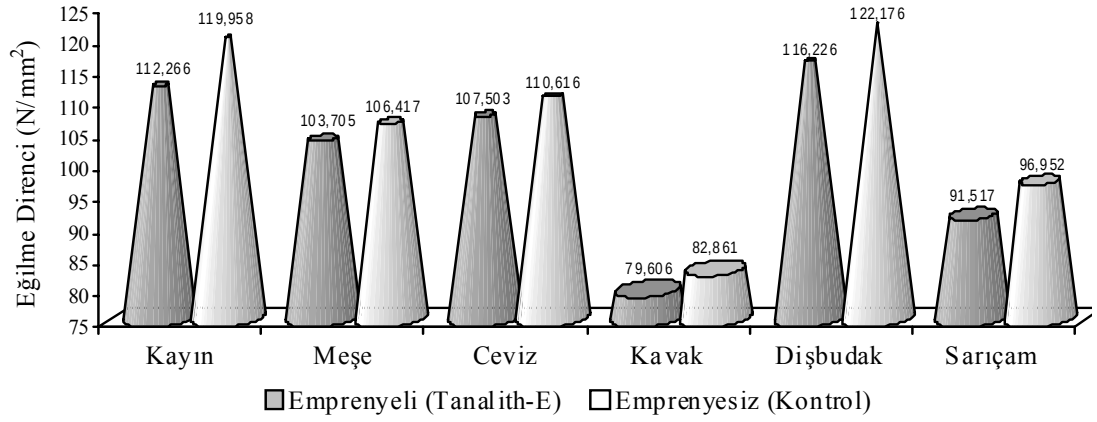
Kontrol örneklerinin (emprenyesiz) eğilme direnci değerleri, emprenye edilmiş ağaç malzemelere göre; kayın odununda %6,83, dişbudak'ta %5,12, sarıçam'da %5,93 oranında daha yüksek bulunmuştur. Meşe, ceviz ve kavak odunlarındaki matematiksel farklar istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır (Çizelge 4.2.). Bunun nedeni Tanalith-E emprenye maddesinin kayın, dişbudak ve sarıçam odunu lifleri arasındaki kohezyon kuvvetini zayıflatmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.2. Emprenyeli ve emprenyesiz ağaç malzemelerin eğilme direnci farkları

AĞAÇ MALZEME	Kayın	Meşe	Ceviz	Kavak	Dişbudak	Sarıçam
Emprenyeli (N/mm^2)	112,26	103,70	107,50	79,61	116,23	91,52
Fark oranı (%)	6,83	2,62*	2,90*	4,08*	5,12	5,93
Emprenyesiz (N/mm^2)	119,96	106,42	110,62	82,86	122,18	96,95

**NS (Nonsignificant) : T testine göre fark önemsiz*

Eğilme direnci, ağaç türlerine göre en yüksek dişbudak ve kayın'da elde edilmiş bunu sırasıyla ceviz, meşe, sarıçam ve kavak izlemiştir (Şekil 4.4.).



Şekil 4.4. Eğilme direnci değerleri grafiği

Literatürde, masif ağaç malzemelerin liflere dik eğilme dirençleri; Doğu kayını 123N/mm^2, sapsız meşe 111N/mm^2, sarıçam 100N/mm^2, dişbudak 120N/mm^2, Kara ceviz 127N/mm^2, Kara kavak 77,5N/mm^2 olarak verilmiştir [1, 24, 25]. Literatür ile çalışmada elde edilen eğilme direnci değerleri paralellik göstermektedir.



Resim 4.2. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü deneyi yapılmış ağaç malzeme örnekleri

4.5. Eğilmede Elastiklik Modülü *(N/mm^2)*

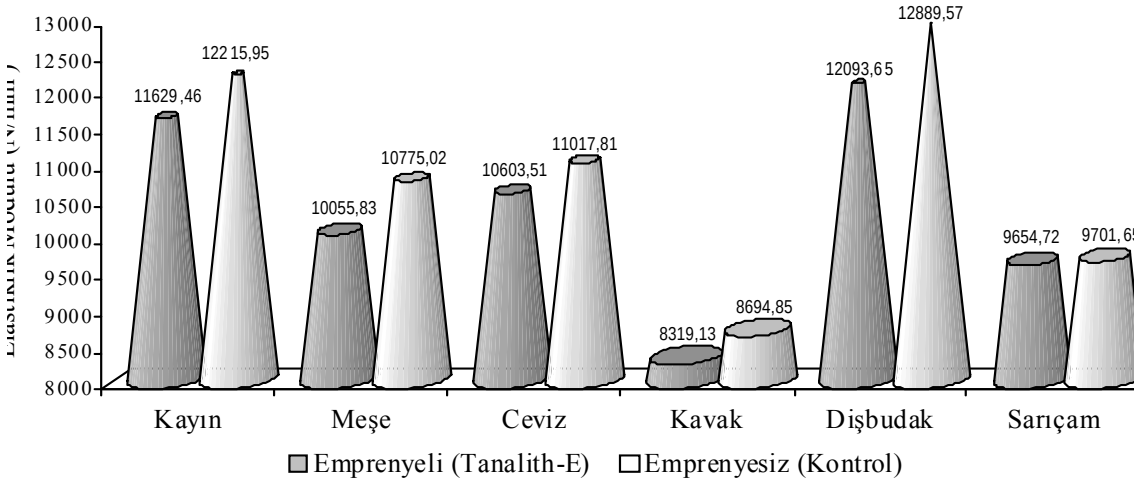
Emprenyesiz kontrol örneklerinin eğilmede elastiklik modülü değerleri, emprenye edilmiş ağaç malzemelere göre; meşe odununda %7,15, dişbudak'ta %6,58 oranında daha yüksek bulunmuştur. Kayın, ceviz, kavak ve sarıçam odunlarındaki matematiksel farklar istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır (Çizelge 4.3.). Bunun nedeni Tanalith-E emprenye maddesinin meşe ve dişbudak odunu lifleri arasındaki kohezyon kuvvetini zayıflatmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.3. Emprenyeli ve emprenyesiz ağaç malzemelerin eğilmede elastiklik modülü değerleri farkları

AĞAÇ MALZEME	Kayın	Meşe	Ceviz	Kavak	Dişbudak	Sarıçam
Emprenyeli (N/mm^2)	11629,46	10055,83	10603,51	8319,13	12093,65	9654,72
Fark oranı (%)	5,04*	7,15	3,91*	4,52*	6,58	0,48*
Emprenyesiz (N/mm^2)	12215,95	10775,02	11017,81	8694,85	12889,57	9701,65

**NS (Nonsignificant) : T testine göre fark önemsiz*

Eğilmede elastiklik modülü, ağaç türlerine göre en yüksek dişbudak ve kayın'da elde edilmiş bunu sırasıyla ceviz, meşe, sarıçam ve kavak izlemiştir (Şekil 4.4.).



Şekil 4.5. Eğilmede elastiklik modülü grafiği

Literatürde, masif ağaç malzemelerin eğilmede elastiklik modülü değerleri; Doğu kayını 12500N/mm^2, sapsız meşe 11800N/mm^2, sarıçam 12000N/mm^2, dişbudak 12600N/mm^2, Kara ceviz 12000N/mm^2, Kara kavak 9000N/mm^2 olarak verilmiştir [1, 24, 25]. Literatür ile yapılan çalışmada elde edilen eğilmede elastiklik modülü değerleri arasında paralellik göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ahşap malzemelerin hava kurusu yoğunluk değerleri, Doğu kayınında 0,692 g/cm³, sapsız meşede 0,665 g/cm³, kara cevizde 0,625 g/cm³, kara kavakta 0,441 g/cm³, dişbudakta 0,714 g/cm³ ve sarıçamda 0,573 g/cm³ olarak bulunmuştur. Ahşap malzemelerin hava kurusu yoğunluk değerleri için yapılan F testine göre; hava kurusu yoğunluk değerleri ahşap türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermiştir ($F_{(5;54)}=146,396$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan DUNCAN testi sonuçlarına göre; en yüksek hava kurusu yoğunluk değeri Dişbudak ve Doğu kayını odunlarında elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe, kara ceviz, sarıçam ve kara kavak izlemiştir. Dişbudak ve kayın arasındaki matematiksel fark istatistiksel bakımdan anlamlı bulunmamıştır Bulunan değerler, literatür değerleri ile paralellik göstermektedir [1, 24, 25, 27].

Ağaç türlerine göre en yüksek retensiyon miktarları Doğu kayını'nda 138,357 kg/m^3 elde edilmiş bunu sırasıyla Dişbudak'ta 94,929 kg/m^3, sapsız meşe'de 85,617 kg/m^3, Kara ceviz'de 81,086 kg/m^3, Kara kavak'ta 76,149 kg/m^3 ve sarıçam'da 70,391 kg/m^3 izlemiştir. Doğu kayını odununda retensiyon miktarının yüksek çıkmasının nedeni permabilite (geçirgenlik) oranının yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir [37].

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin basınç direnci değerleri; Doğu kayınında 66,771 N/mm^2, sapsız meşede 62,748 N/mm^2, Kara cevizde 59,638 N/mm^2, Kara kavakta 37,758 N/mm^2, dişbudakta 69,676 N/mm^2 ve sarıçamda 54,207 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Kontrol örneklerinin basınç direnci değerleri; Doğu kayınında 68,965 N/mm^2, sapsız meşede 64,612 N/mm^2, Kara cevizde 61,812 N/mm^2, Kara kavakta 40,844 N/mm^2, dişbudakta 72,154 N/mm^2 ve sarıçamda 54,953 N/mm^2 olarak belirlenmiştir.

Emprenye edilmiş masif ağaç malzemelerin basınç dirençleri için yapılan F testine göre; basınç direnci değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli

farklılıklar göstermiştir ($F_{(5;54)}=200,990$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek basınç direnci değeri Dişbudak odununda elde edilmiş bunu sırasıyla Doğu kayını, sapsız meşe, Kara ceviz sarıçam ve Kara kavak izlemiştir.

Kontrol örneklerinin basınç direnci değerleri ile emprenye edilmiş ağaç malzemeler arasındaki farkın belirlenmesi için yapılan T testine göre; (kavak hariç) kayın, meşe, dişbudak, ceviz ve sarıçam odunlarında fark önemsiz bulunmuştur. Emprenye edilmiş kavak odununda ise basınç direnci değeri kontrol örneklerine göre ortalama %8,17 oranında daha düşük çıkmıştır. Bunun nedeni emprenye maddesinin kavak odunu lifleri arasındaki kohezyon kuvvetini zayıflatmasından kaynaklanabilir. Emprenye maddesinin sadece kavak odunun basınç direncini olumsuz etkilediği, diğer kayın, meşe, dişbudak, ceviz ve sarıçam odunlarında ise olumsuz etkilemediği söylenebilir.

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin eğilme direnci değerleri; Doğu kayınında 112,26 N/mm^2, sapsız meşede 103,70 N/mm^2, Kara cevizde 107,50 N/mm^2, Kara kavakta 79,61 N/mm^2, dişbudakta 116,23 N/mm^2 ve sarıçamda 91,52 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Kontrol örneklerinin eğilme direnci değerleri; Doğu kayınında 119,96 N/mm^2, sapsız meşede 106,42 N/mm^2, Kara cevizde 110,62 N/mm^2, Kara kavakta 82,86 N/mm^2, dişbudakta 122,18 N/mm^2 ve sarıçamda 96,95 N/mm^2 olarak belirlenmiştir.

Emprenye edilmiş masif ağaç malzemelerin eğilme dirençleri için yapılan F testine göre; eğilme direnci değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F_{(5;54)}=74,695$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek eğilme direnci değeri Kayın ve Dişbudak odununda elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe ile Kara ceviz, sarıçam ve Kara kavak izlemiştir. Emprenye edilmiş masif ağaç malzeme ile kontrol örneklerinin elastiklik modülü değerleri için yapılan T testine göre; eğilme dirençleri arasındaki fark,

sarıçam'da hariç diğer kontrol örneklerinde (emprenyesiz) daha büyük olmak üzere 0,05 hata payı ile önemli çıkmıştır.

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin eğilme direnci değerleri, kontrol örneklerine göre; kayın odununda %6,83, dişbudak'ta %5,12, sarıçam'da %5,93 oranında daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeni Tanalith-E emprenye maddesinin kayın, dişbudak ve sarıçam odunu lifleri arasındaki kohezyon kuvvetini zayıflatmasından kaynaklanabilir. Meşe, ceviz ve kavak odunlarındaki matematiksel farklar istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Emprenye maddesinin kayın, dişbudak ve sarıçam odunlarının eğilme direncini olumsuz etkilediği diğer meşe, ceviz ve kavak odunlarında ise olumsuz etkilemediği söylenebilir.

Tanalith-E ile emprenye edilmiş ağaç malzemelerin eğilmede elastiklik modülü değerleri; Doğu kayınında 11629,46 N/mm^2, sapsız meşede 10055,83 N/mm^2, Kara cevizde 10603,51 N/mm^2, Kara kavakta 8319,13 N/mm^2, dişbudakta 12093,65 N/mm^2 ve sarıçamda 9654,72 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Kontrol örneklerinin eğilmede elastiklik modülü değerleri; Doğu kayınında 12215,95 N/mm^2, sapsız meşede 10775,02 N/mm^2, Kara cevizde 11017,81 N/mm^2, Kara kavakta 8694,85 N/mm^2, dişbudakta 12889,57 N/mm^2 ve sarıçamda 9701,65 N/mm^2 olarak belirlenmiştir.

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin eğilmede elastiklik modülü değerleri için yapılan F testine göre; elastiklik modülü değerleri ağaç türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir ($F_{(5;54)}=46,057$, $P<0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek elastiklik modülü değeri Kayın ve Dişbudak odununda elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe, ceviz, sarıçam ve kavak izlemiştir.

Emprenye edilmiş ağaç malzeme ile emprenyesiz kontrol örneklerinin eğilmede elastiklik modülü değerleri için yapılan T testine göre; elastiklik modülleri arasındaki fark, dişbudak ve sapsız meşe kontrol örneklerinde daha büyük olmak üzere 0,05

hata payı ile önemli çıkmıştır. Sarıçam, ceviz, kavak ve kayın odunlarında ise elastiklik modülü değerlerindeki matematiksel farklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin elastiklik modülü değerleri, kontrol örneklerine göre; meşe odununda %7,15, dişbudak'ta %6,58 oranında daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeni Tanalith-E emprenye maddesinin meşe ve dişbudak odunu lifleri arasındaki kohezyon kuvvetini zayıflatmasından kaynaklanabilir. Kayın, ceviz, kavak ve sarıçam odunlarındaki matematiksel farklar istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Emprenye maddesinin meşe ve dişbudak odunlarının eğilmede elastiklik modülü değerlerini olumsuz etkilediği diğer kayın, ceviz, kavak ve sarıçam odunlarında ise olumsuz etkilemediği söylenebilir.

Sonuç olarak, Tanalith-E ile emprenye edilmiş ağaç malzemelerin basınç direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerleri en yüksek Doğu kayını ve Dişbudak'ta, en düşük değerler ise Kara kavak odununda elde edilmiştir. Buna göre, basınç direnci, eğilme direnci ve elastiklik modülünün önemli olduğu kullanım yerlerinde, Tanalith-E ile emprenye edilmiş Doğu kayını ve dişbudak odunları tercih edilmesi avantaj sağlayabilir.

KAYNAKLAR

1. Örs, Y., Keskin, H., "Ağaç Malzeme Teknolojisi", ***Gazi Üniversitesi Yayınları,*** Yayın No:2000/352, Ankara,1-6,144-155 (2008).

2. Şanıvar, N., "Ağaçişleri Üst Yüzey İşlemleri", ***Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları***, İstanbul, 25-122, (1978).

3. Sell, J., Feist, WC., "Weathering Behaviour of Cromium-Copper-Boron Treated Wood", ***Holz als Ron und Wekstoff***, 43: 518, (1985).

4. Örs, Y., Atar, M., Peker, H., "Okaliptus (*Eucalyptus Comaldulensis* Dehn.) Odununun Yanma özellikleri", ***Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri dergisi***, 5(2-3): 1195-1201, (1999).

5. Örs, Y., Atar, M., Peker, H., "Sarıçam Odununun Yanma Özelliklerine Bazı Borlu Bileşiklerin ve Su İtici Maddelerin Etkileri", ***Turkish Journal of Agriculture and Forestry***, 23: 501-509, (1999).

6. Sönmez**,** A., Atar**,** M., Peker., H., "Çeşitli Maddelerle Emprenye Edilmiş Melez Kavak (*Populus Euramericana* Cv.) Odununun Yanma Özellikleri", ***Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*****,** 15(1): 22, (2002).

7. Örs, Y., Atar, M., Özçifçi, A., Peker, H., "Çeşitli Maddelerle Emprenye Edilmiş Kokarağaç (*Ailanthus altissima* Mill.) Odunun Yanma Özellikleri'' ***Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Teknoloji Dergisi*****,** 5**(**1-2): 61-70, (2002).

8. Baysal E., "Verniklenmiş Ağaç Malzemenin Yanma Özellikleri ve Verniklenme Öncesi Borlu Bileşiklerle Emprenye İşleminin Yanmayı Geciktirici Etkisi", ***Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*****,** 15: 4, (2003).

9. Örs, Y., Atar, M., Peker, H., "Çeşitli Empreyne ve Üst Yüzey İşlem Maddelerinin Sarıçam ve Kestane Odununun Yanma Özelliklerine Etkileri*",* ***Tr.J. of Agrıculture and Forestry,*** 23: 541-549, (1999).

10. Örs, Y., Atar, M., Peker, H., "Çeşitli Maddelerle Emprenye Edilmiş Sakallı Kızılağaç (C. A. Mey.) Yalt.) Odunun Yanma Özellikleri'' ***Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi***, 15: 3, (2002).

11. Guerra, R.C., "Minimum Retention of The Preservative GC811 in Wood For Protection Against Fungal Attack Under Laboratory Conditions", ***Revista Forestal Baracoa*****,** 18 (1): 79-86, (1988).

12. Shukla K.S., Rajawat L.N., "Plywood-from Indian Timbers, Dracantomelum mangiferum Blume (Chinyok)", ***Journal of The Indian Academy of Wood Science*****,** 12: 25-33, (1987).

13. Kang, H.Y., Kim, Y.S., Lee, Y.D., Jo, J.M., "Studies of The Effectivness of CuCrB (CCB) Preservatives", ***Research Reports of The Forestry Research Institute***, 35: 89-97, (1987).

14. Reghu, C.P., "Preservative Treatment and Seasoning of Rubber Wood", ***Rubber Board Bulletin*****,** 24(4): 9-12, (1989).

15. Wagner, C., Marx, H.N., Hettler, W., "Rapid Fixation Using the Superheated Steam Process-a Contribution to Environmental Protection", ***Holz Zentrablatt*****,** 113(36): 2086-2088, (1987).

16. Yalınkılıç, M.K., "Improvoment of Boron Immobility In The Borate-Treated Wood and Composite Materials", Kyoto University Wood Research Institute, ***Wood Deterioration Control Laboratory*****,** 3-16, (2000).

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

18. Baysal E., "Çeşitli Borlu ve WR Bileşiklerinin Kızılçam Odununun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi", ***Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi***, Trabzon, 94, (1994).

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

20. Yalınkılıç, M.K., Baysal, E., "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 I. Kütahya, 92-102, (2002).

21. Özçifçi, A, "Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri", Doktora Tezi, ***Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Ankara, 25, (2001).

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

23. Aydın, İ., "Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Islanabilme Yeteneği Ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Şartlarının Etkileri", Doktora Tezi, ***Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Trabzon, 135, (2004).

24. Bozkurt, Y., "Ağaç Teknolojisi", ***İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi yayınları***, Yayın no: 3403, İstanbul, 141, (1986).

25. Bozkurt, Y., Erdin N., "Odun Anatomisi", ***İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını***, Yayın no: 466, 256-307, (2000).

26. Yaltırık, F., "Dendroloji I", ***İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi***, Yayın No: 2410, İstanbul, 73-81, (1988).

27. Malkoçoğlu, A., "Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Teknolojik Özellikleri", Doktora Tezi, ***Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Trabzon, 152, (1994).

28. Kayacık, H., "Türkiye Çamları ve Bunların Coğrafi Yayılışları Üzerine, Araştırmalar", ***İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*****,** Seri A: 44-60, (1954).

29. Hemel Emprenye Sanayi A.Ş., Tanalith E Brochure, Data Sheets, ***Timber Treatment Products***, No: 22, (2008).

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

31. TS 2472, "Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler için Birim Hacim Ağırlığı Tayini", TSE, Ankara, 1-8, (1972).

32. TS 2470, "Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler", ***Türk Standartları Enstitüsü***, Ankara, 1–7, (1976).

33. TS EN 326, "Ahşap Esaslı Levhalardan Numune Alınması", ***Türk Standartları Enstitüsü***, Ankara, 1-17, (1997).

34. TS 2474, "Odunun Statik Eğilmede Dayanımının Tayini", ***Türk Standartları Enstitüsü***, Ankara, 1-4, (1976).

35. TS 2478, “Odunun Statik Eğilmede Elastiklik Modülünün Tayini”, ***Türk Standartları Enstitüsü***, Ankara, 1-8, (1976).

36. TS 2595, “Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini”, ***Türk Standartları Enstitüsü***, Ankara, 1-4, (1977).

37. Örs, Y., Atar, M., Keskin, H., Yavuzcan, H.G., “Impacts of Impregnation with Imersol Aqua on the Modulus of Elasticity in Bending”, ***Journal of Applied Polymer Science (JAPS),*** 99/6; 3210-3217, (2005).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : DAĞLIOĞLU, Nihat

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri : 01.06.1963 / DENİZLİ-Tavas

Medeni hali : Evli

Telefon : 0 (312) 339 17 36

Cep : 0 (505) 498 88 75

e-mail : nihatdaglioglu@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi / Teknoloji Eğitimi	1987
Lise	Nazilli Endüstri Meslek Lisesi / Elektrik Bölümü	1979

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1989-1995	Etimegut Nurettin Ersin İ.Ö.O.	Öğretmen
2006-……	MEB - EARGED	Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Bilgisayar, Sinema, Edebiyat