



**ENDÜSTRİYEL AHŞAP DOĞRAMA PERFORMANSINA
ISIL İŞLEM ve EMPRENYE İŞLEMİNİN
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Aytekin ÖNDURAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

NİSAN 2015

Aytekin ÖNDURAN tarafından hazırlanan “ENDÜSTRİYEL AHŞAP DOĞRAMA PERFORMANSINA ISIL İŞLEM ve EMPRENYE İŞLEMİNİN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi MOBİLYA ve DEKORASYON EĞİTİMİ Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mustafa ALTINOK

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

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

.....

Başkan: Prof. Dr. Hakan KESKİN

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

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

.....

Üye: Yrd. Doç. Dr. Hanifi TOKGÖZ

Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

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

.....

Tez Savunma Tarihi:/...../.....

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

.....

Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

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

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

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

Aytekın ÖNDURAN

24/04/2015

ENDÜSTRİYEL AHŞAP DOĞRAMA PERFORMANSINA ISIL İŞLEM VE EMPRENYE İŞLEMİNİN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Aytekin ÖNDURAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Nisan 2015

ÖZET

Bu çalışmada, ısıtıl işlem (thermo-process) ve çam reçinesinde çözölmüş doğal tanen çözeltisi ile emprenye işleminin endüstriyel ahşap doğramanın açık hava şartlarına karşı performansına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmış ve işlem görmüş ağaç malzemenin mekanik özellikleri araştırılmıştır. Bu maksatla, ölkemizde doğal olarak yetişen ve ticari olarak önemli bir değere sahip Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Kestane (*Castanea Sativa*) ağaçları kullanılmıştır. Ahşap doğramalar gerçek boyutlarda ve diyagonal örnekler şeklinde hazırlanmıştır. Konstrüksiyon olarak çift zıvana, tutkal türü olarak Poliüretan (D-VTKA) ve çift bileşenli PVAc (PVAc-D4) tutkalları kullanılmıştır. Deney örneklerine Thermo S sınıfında 185 °C sıcaklığında ve su buharı koruması ile ısıtıl işlem uygulanmıştır. Isıl işlem sırasında ağaç malzemenin yapısında yer alan temel maddeler ve koruyucu ekstraktif maddelerin değişime uğradığı bilinmektedir. Bu nedenle, ısıtıl işlem uygulamasından sonra, bir kısım deney örneklerine açık hava şartlarına karşı dayanıklılığı artırmak için emprenye işlemi yapılmıştır. Daha sonra, tüm deney örnekleri 1 yıl süre ile açık hava şartlarında bekletilmiştir. Bekleme süresinin sonunda, örnekler üzerinde gerekli standartlara uyularak performans deneyleri (diyagonal basınç deneyi, pencere sarkma deneyi) yapılmıştır. Deney örneklerinde yoğunluk ve retensiyon tayini için gerekli ölçümler yapılmıştır. Sonuç olarak, her iki ağaç türünde de ısıtıl işlem uygulaması tam kuru yoğunluğu düşük oranda azaltırken, hava kurusu yoğunluğu daha yüksek oranda azaltmıştır. Sarıçam'ın tam kuru yoğunluğu 0,482 gr/cm³, hava kurusu yoğunluğu (%12) 0,503 gr/cm³ olarak tespit edilmiştir. Kestane'nin tam kuru yoğunluğu 0,540 gr/cm³, hava kurusu yoğunluğu (%12) 0,599 gr/cm³ olarak tespit edilmiştir. Retensiyon miktarı ise sarıçamda 11,26 kg/cm³, kestanede ise 10,96 kg/cm³ olarak hesaplanmıştır. Basınç performans sonuçları incelendiğinde, L-Tipi örneklerde ağaç türü bakımından en yüksek değer 4098 N olarak kestane numunelerinde, tam çerçeve örneklerde ise en yüksek değer 5273 N olarak sarıçam numunelerinde bulunmuştur. Ancak istatistiksel olarak her iki ağaç türünde aynı grupta yer almıştır. Tutkal bakımından D-VTKA tutkalı tercih edilebilir. İşlem çeşidi bakımından ısıtıl işlem ve emprenye işleminin birlikte kullanılması diyagonal performans ve deformasyon için önerilebilir.

Bilim Kodu : 711.3.023

Anahtar Kelimeler : Isıl işlem, ağaç malzeme, emprenye, ahşap doğrama

Sayfa adedi : 77

Danışman : Prof. Dr. Mustafa ALTINOK

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF HEAT TREATMENT AND IMPREGNATION TO THE INDUSTRIAL WOODWORK JOINERY

(M. Sc. Thesis)

Aytekin ÖNDURAN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

April 2015

ABSTRACT

In this study, thermo-process and impregnation process held an open-air conditions to determine the effects of industrial performance of woodwork joinery, investigated the development of the mechanical properties of wood material. To this end, our country has a value which grows naturally and commercially important pine (*Pinus sylvestris* L.) and chestnut (*Castanea sativa*) tree were used. The wood windows were set out examples of the actual sizes and diagonal. The double tenons as for the construction and polyurethane (D-VTKA) and PVAc-D4 adhesives for glue type were used. In Thermo S class at 185 °C temperature with a thermo-vapor process protections, heat treatment was applied to the test samples. During heat treatment, it is known that basic elements existing in the wood material and protective extractive elements have undergone some changes. Hence, after the application of the heat treatment by immersion, impregnated process was implemented to some of the test samples to increase the endurance against open-air conditions. Then, the impregnation of natural wood (control), only heat-treated and heat treatment+impregnated samples were kept for 1 year under outdoor conditions. At the end of the standby period, according to the principles specified in standard performance tests (diagonal compression test, windows hang test) have been done on samples. The necessary measurements were made on test samples so as to determine the density and retention. As a result, though both wood types have decreased the full dry density somewhat, the air dry density has decreased more significantly. The scots pine's full dry density was determined to be 0,482 gr/cm³ while it's air dry density was determined to be (%12) 0,503 gr/cm³. Chestnut's full dry density was determined to be 0,540 gr/cm³, air dry density was determined to be (%12) 0,599 gr/cm³. The retention amounts were recorded as follows: 11,26 kg/cm³ for scots pine and 10,96 kg/cm³ for chestnut. When the pressure performance results were analyzed the highest values among L-type wood samples were noted with 4098 N in chestnut and with full frame samples were noted with 5273 N as scots pine. However, statistically speaking, both were in the same group. In terms of glue one may prefer D-VTKA. In terms of procedure it is recommended that both thermo process and impregnation are used together for diagonal performance and deformation.

Science Code : 711.3.023

Key Words : Thermo process, wood material, impregnation, industrial woodwork
joinery

Page Number : 77

Supervisor : Prof. Dr. Mustafa ALTINOK

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla kıymetli tecrübelerinden faydalandığım, beni yönlendiren sayın Hocam ve Tez Danışmanım Prof. Dr. Mustafa ALTINOK'a; ilgisini, alakasını, desteğini ve değerli bilgilerini paylaşan hocam Yrd. Doç. Dr. Osman PERÇİN'e, labaratuvar çalışmalarımda yardımını esirgemeyen Orman End. Mühendisi Hasan AKSU'ya, öğretim hayatım boyunca bana katkı sağlayan ismini sayamadığım değerli tüm öğretmenlerime, deney numunelerinin hazırlanmasında yardımını hiç eksik etmeyen arkadaşlarım R. Selçuk ULUADA ve Yasemin Zühal ÇELİK'e, deneysel çalışmalarda yardımını esirgemeyen arkadaşım Tolga SUBAŞI'na, çevirelerde yardımını esirgemeyen arkadaşım Dilek ASLAN'a, desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen eşim Dilek ÖNDURAN'a, dualarıyla beni yalnız bırakmayan aileme ve tezimde emeği geçen herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
3. GENEL BİLGİLER	13
3.1. Ahşap Malzeme	13
3.1.1. Sarıçam (Pinus Sylvestris L.)	13
3.1.2. Kestane (Castanea Sativa)	14
3.2. Tutkallar	14
3.2.1. Çift Bileşenli PVAc Tutkalı (PVAc-D4).....	14
3.2.2. Desmodur - VTKA Tutkalı (D-VTKA)	16
3.3. Emprenye Maddesi	16
3.4. Isıl İşlem Metodları	16
3.4.1. Thermowood Metodu	17
3.5. Emprenye Uygulaması	19
3.5.1. Basınç- Vakum Metodu	20
3.5.2. Daldırma Metodu	20

	Sayfa
4. MATERYAL VE METOD.....	23
4.1. Materyaller	23
4.1.1. Ağaç Malzemeler	23
4.1.2. Tutkallar	23
4.1.2.1. Çift Bileşenli PVAc Tutkalı (PVAc-D4)	23
4.1.2.2. Desmodur - VTKA Tutkalı	23
4.1.3. Emprenye Maddesi	24
4.1.4. Isıl İşlem Fırını	25
4.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması	27
4.2.1. Isıl işlem Uygulaması ve Örneklerin Tutkallanması	27
4.2.2. Deney Örneklerine Emprenye İşlemi Uygulaması	29
4.3. Deney Örneklerinin Açık Hava Şartlarında Bekletilmesi	29
4.4. Deney Yöntemleri	32
4.4.1. Hava Kuruşu ve Tam Kuru Yoğunluk Belirleme	32
4.4.2. Retensiyon Miktarı Tayini	33
4.4.3. Diyagonal Basınç Performansı Tayini.....	34
5. BULGULAR.....	39
5.1. Hava Kuruşu ve Tam Kuru Yoğunluk	39
5.1.2. Tam Kuru Yoğunluk	39
5.1.3. Hava Kuruşu Yoğunluk	40
5.2. Retensiyon Miktarı	40
5.3. L-Tipi Örneklerde Diyagonal Basınç Performansı.....	41
5.4. Tam Çerçeve Örneklerde Diyagonal Basınç Performansı	49
5.5. Tam Çerçeve Örneklerde Diyagonal Deformasyon Değerleri	56

	Sayfa
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	65
KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	77

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Sarıçamın bazı teknolojik özellikleri	13
Çizelge 3.2. Çift bileşenli PVAc (PVAc-D4) tutkalının bazı teknolojik özellikleri	15
Çizelge 3.3. Çift bileşenli PVAc (PVAc-D4) tutkalının presleme süresi.....	15
Çizelge 5.1. Sarıçam ve Kestane odunu deney örneklerinin tam kuru yoğunluklarına ait istatistiksel değerler.....	39
Çizelge 5.2. SarıçamveKestane odunudeney örneklerininhava kurusu yoğunlukistatistiksel değerleri.....	40
Çizelge 5.3. Sarıçam ve Kestane odunu deney örneklerinin retensiyon miktarlarına ilişkin istatistiksel sonuçlar	41
Çizelge 5.4. L-tipi örneklerde diyagonal basınç performansının istatistiksel değerleri.	41
Çizelge 5.5. L-tipi basınç örneklerinde diyagonal basınç değerlerindeki değişime ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları	42
Çizelge 5.6. L-tipi örneklerde ağaç türüne göre diyagonal basınç performansı değerleri.....	43
Çizelge 5.7. L-tipi örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal basınç performansı değerleri.....	44
Çizelge 5.8. L-tipi örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri.....	45
Çizelge 5.9. L-tipi örneklerde tutkal çeşidine göre basınç performansı değerleri.....	46
Çizelge 5.10. L-tipi örneklerde ağaç türü ve tutkal çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri.....	46
Çizelge 5.11. L-tipi örneklerde tutkal türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri.....	47
Çizelge 5.12. L-tipi örneklerde tutkal türü, işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri	48
Çizelge 5.13. Tam çerçeveörneklerde diyagonal basınç performansının istatistiksel değerleri	49
Çizelge 5.14. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü, tutkal çeşidi ve işlem çeşitlerinin diyagonal basınç değerlerindeki değişime ilişkin çoklu varyans analizi .	50

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.15. Tam çerçeve örneklerde ağaç türüne göre diyagonal basınç performansı değerleri	51
Çizelge 5.16. Tam çerçeve örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal basınç performansı değerleri	52
Çizelge 5.17. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri.....	53
Çizelge 5.18. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve tutkal çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri	54
Çizelge 5.19. Tam çerçeve örneklerde tutkal türü, işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri	55
Çizelge 5.20. Tam çerçeve örneklerde diyagonal deformasyon ortalama değerleri	56
Çizelge 5.21. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü, tutkal çeşidi ve işlem çeşidinin deformasyon değerlerindeki değişime ilişkin çoklu varyans analizi.....	57
Çizelge 5.22. Tam çerçeve örneklerde ağaç türüne göre diyagonal deformasyon değerleri	57
Çizelge 5.23. Tam çerçeve örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal deformasyon değerleri.....	58
Çizelge 5.24. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi etkileşimine göre diyagonaldeformasyon değerleri.....	59
Çizelge 5.25. Tam çerçeve örneklerde tutkal çeşidine göre diyagonal deformasyon değerleri.....	60
Çizelge 5.26. Tam çerçeve örneklerde tutkal türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal deformasyon değerleri.....	64
Çizelge 5.27. Tam çerçeve örneklerde tutkal türü, işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal deformasyon değerleri.....	66

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Nemli şartlar altında ısıtıl işlem muamelesi ve kurumadan dolayı odun bileşiklerindeki genel değişim	17
Şekil 3.2. Termowood uygulama yönteminin şematiksel diyagramı.....	18
Şekil 4.1. L-Tipi basınçdeney örneği.....	28
Şekil 4.2. Tam çerçeve basınç deney örneği	28
Şekil 4.3. Hava kurusu yoğunluk ve tam kuru yoğunluk deney örneği	32
Şekil 4.4. L-Tipi diyagonal basınç deney düzeneği.....	35
Şekil 4.5. Tam çerçeve diyagonal basınç deney düzeneği.....	36
Şekil 5.1. Sarıçam ve Kestane odunu deney örneklerininortalama tam kuru yoğunluk değerleri.....	39
Şekil 5.2. L-tipi örneklerde diyagonal basınç performansının istatistiksel değerleri.....	42
Şekil 5.3. L-tipi örneklerde ağaç türüne göre diyagonal basınç performansı değerleri...	43
Şekil 5.4. L-tipi örneklerde işlem türüne göre diyagonal basınç performansı değerleri..	44
Şekil 5.5. L-tipi örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri	45
Şekil 5.6. L-tipi örneklerde tutkal çeşidine göre basınç performansı değerleri	46
Şekil 5.7. L-tipi örneklerde ağaç türü ve tutkal çeşidi ikili etkileşimine göre basınç performansı değerleri.....	47
Şekil 5.8. L-tipi örneklerde tutkal türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre basınç performansı değerleri	48
Şekil 5.9. L-tipi örneklerde tutkal türü,işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri	49
Şekil 5.10. Tam çerçeve örneklerde diyagonal basınç performansının istatistiksel değerleri	50
Şekil 5.11. Tam çerçeve örneklerde ağaç türüne göre diyagonal basınç performansı değerleri	51

Şekil	Sayfa
Şekil 5.12. Tam çerçeve örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal basınç performansı değerleri	52
Şekil 5.13. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri	53
Şekil 5.14. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve tutkal çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri.....	54
Şekil 5.15. Tam çerçeve örneklerde tutkal türü,işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri	55
Şekil 5.16. Tam çerçeve örneklerde diyagonal deformasyon değerleri	56
Şekil 5.17. Tam çerçeve örneklerde ağaç türüne göre diyagonal deformasyon değerleri	58
Şekil 5.18. Tam çerçeve örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal deformasyon değerleri.....	59
Şekil 5.19. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi etkileşimine göre deformasyon değerleri	60
Şekil 5.20. Tam çerçeve örneklerde tutkal çeşidine göre diyagonal deformasyon değerleri	61
Şekil 5.21. Tam çerçeve örneklerde tutkal türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal deformasyon değerleri	62
Şekil 5.22. Tam çerçeve örnekler tutkal türü,işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal deformasyon değerleri	63

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Termowood uygulamasının ısı ile doğru orantılı olarak ağaç malzemedeki renk değişimine etkisi	19
Resim 3.2. Yüksek basınca dayanıklı silindirik kazanlarda gerçekleştirilen vakum-basınç düzeneği	20
Resim 3.3. Emprenye daldırma düzeneği	21
Resim 4.1. Doğal çam kozalağından reçine elde etme düzeneği.....	24
Resim 4.2. Oluşturulan çözeltinin katman yapma özelliğinin cam üzerindeki görünüşü	25
Resim 4.3. Isıl işlem fırını	26
Resim 4.4. Deney örneklerinin açık hava şartlarında bekletilmesive platformun konumu	30
Resim 4.5. Deney örneklerinin açık hava şartlarında bekletilmesi	31
Resim 4.6. 2007 - 2011 yılları arasına ait UV-B radyasyon zaman dizisi.....	31
Resim 4.7. 1954 - 2013 meteorolojik veriler	31
Resim 4.8. Yoğunluk ve retensiyon tayini için hazırlanan numuneler.....	33
Resim 4.9. Deneylerde kullanılan Üniversal deney cihazı.....	34
Resim 4.10. L-Tipi örneklerde diyagonal basınç deneyi	35
Resim 4.11. Tam çerçeve örneklerde diyagonal basınç deneyi	37

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklama
f	Kuvvet
c	Çözelti konsantresi
E	Eğilmede elastikiyet modülü,
F_{max}	Kırılma anındaki maksimum kuvvet, N
g	Gram
m	Kütle
N	Newton
Nm	Newton metre
V	Hacim
r	Rutubet, %
ρ	Yoğunluk, g/cm ³
δ_ç	Diyagonal çekme direnci,
δ_b	Diyagonal basınç direnci,
v	Varyasyon katsayısı, %
R	Retensiyon
x	Aritmetik ortalama

Kısaltmalar	Açıklama
ASTM	American Society for Testing and Materials
DIN	Deutsch Industrie Norm
PVAc	Polivinil asetat
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TSE EN	Türk Standartları Enstitüsü Euro Norm
ISO	International Standart Organization
PVAc-D4	Çift bileşenli PVAc tutkalı
D-VTKA	Desmodur VTKA tutkalı

1. GİRİŞ

Ağaç işleri endüstrisindeki gelişmelere paralel olarak dünyadaki orman varlıkları azalmaktadır. Ağaç malzeme insan yaşamında önemli bir yere sahiptir. Kolay işlenmesi, sese karşı yalıtkan olması ve hafif olmasına rağmen direncinin yüksek olması diğer malzemelere göre estetik olması ve bunun gibi birçok olumlu özellik ve avantajlarından dolayı ağaç malzemeye duyulan ihtiyaç ve kullanım alanı her geçen gün artmaktadır [1].

Ağaç malzemenin yukarıda belirtilen olumlu özelliklerinin yanı sıra organik bir malzeme olmasından kaynaklanan yanabilme özelliği, böcekler tarafından tahrip edilebilmesi, mantarlar tarafından çürütülebilmesi, havanın sıcaklık ve bağıl nemine bağlı olarak değişen denge rutubetine göre boyutlarını değiştirebilmesi ve güneş ışınlarının etkisiyle renginin solması onun dezavantajları olarak kabul edilmektedir [2].

Dış mekânda mantarlar, böcekler, güneşin ultraviyole ışınları gibi etkilere maruz kalan ağaç malzemeyi korumak, ömrünü uzatmak ve fiziksel dayanımını artırmak önemlidir. Bu etkenlere karşı ağaç malzemeyi korumak için kullanılan en yaygın yöntemlerden birisi emprenyedir [3].

Ülkemizde ahşap imalatla ilgili olarak üretim sürecinde mukavemet yönünden problemler oluşabilmektedir. Bu problemlerin esas nedenleri arasında hangi tür köşe birleştirme konstrüksiyonlarının hangi imalatlarda uygulanması gerektiğinin net olarak belirlenmemiş olması sayılabilir. Ahşap ve ahşap ürünleri geleneksel malzemeler grubundan olup günümüzde masif malzeme olarak veya ahşaptan elde edilen yan ürünler olarak çeşitli işlemlerden geçirildikten sonra kullanılmaktadır. Ahşap malzeme, yapılarda döşeme, duvar ve kaplama işleri başta olmak üzere, çatılarda, kalıplarda ve iş iskelelerinde yoğunlukla kullanılmaktadır. Ahşap, son zamanlarda çeşitli teknikler ve kimyasal maddelerle emprenye edilmiş olarak doğrudan ahşap bina yapımlarında da kullanılabilir. Tüm bunlarla beraber ahşap, yapılarda daha çok kapı ve pencere doğramalarının yapımında kullanılmaktadır. Kapı ve pencere doğramalarının imal edilebilmesi için farklı teknikler kullanılarak köşe birleştirmeleri yapılmaktadır. Bu köşe birleştirmeleri kapı ve pencere doğramalarının kendi öz ağırlıkları ile dış etkilere maruz olacak yüklere maruz olup bu yükler daha çok çekme mukavemeti şeklinde etki etmektedirler [4].

Türkiye’de ahşap doğramalarla ilgili teknik yayınların yeterli düzeyde olmadığı ve dolayısı ile doğrama üretiminin büyük bir kısmının geleneksel yöntemlerle gerçekleştirildiği bilinmektedir. Bu nedenle, imal edilen doğramaların kullanım sürecinde önemli problemler ortaya çıkmaktadır. Bu problemlerin en önemlisi ve sık oluşanı doğrama kanatlarının sarkması ve bunun doğal sonucu olarak kanat geometrisinin bozulmasıdır. Kanat geometrisi bozulan pencerelerde açılıp kapanma güçlükleri ortaya çıkmaktadır [5].

Isıl işlem uygulaması ağaç malzeme üzerinde hiç bir kimyasal madde kullanmadan boyutsal stabilizasyonun sağlanmasında önemli bir ağaç modifikasyon yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Böylelikle çevre ve insan sağlığına zarar veren kimyasalların kullanımına ihtiyaç duyulmaksızın hacimsel genişlemenin yaklaşık % 50 oranında azaltılabilmesi, ısıl işlem uygulanmış odunlarda özellikle boyutsal kararlılığın önemli olduğu rutubetli ortamlarda kullanılma imkanını artıracaktır [6].

Bu çalışmada sektörde yaygın olarak kullanılan Kestane (*Castanea Sativa*) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) ağaçlarından yapılmış ve iki değişik tutkal ile elde edilmiş L tipi ve gerçek boyutlarda pencere kanadı örnekleri kullanılmıştır. Yapılan örnekler ısıl işlem ve emprenye işlemine tabi tutularak ağaç malzemedeki meydana gelen değişiklikler tespit edilmiş ve buna bağlı olarak ısıl işlem ve emprenyenin endüstriyel ahşap doğrama performansına etkileri araştırılmıştır. Isıl işlem teknolojisinin tarihi çok eski olmamakla birlikte Türkiye’de yeni tanınan bir teknolojidir ve endüstriyel uygulaması çok azdır. Bu nedenle ısıl işlem uygulanacak yerli ağaç türlerinin, ısıl işlem sonrası fiziksel, mekanik, kimyasal, teknolojik özelliklerinin tespit edilmesi ve en uygun ısıl işlem şartlarının belirlenmesi, hem akademik hem de endüstriyel anlamda önemlidir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Altınok ve arkadaşları (2009), yaptıkları çalışmada, Tek ve çift zıvanalı ahşap doğrama köşe birleştirmelerinde ağaç türü; Sarıçam ve Uludağ Köknar'ı, tutkal çeşidi; PVAc-D3 ve PVAc-D4 ve presleme yönünün diyagonal çekme performansına etkilerini araştırmışlardır. Diyagonal çekme performansı en yüksek sarıçam ve PVAc-D4 tutkalı, en düşük ise PVAc-D3 tutkalı ve Uludağ köknarı olduğu bildirilmiştir [7].

Keskin ve arkadaşları (2003), yaptıkları çalışmada, Lamine edilmiş sarıçam odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi araştırmışlardır. Bu maksatla sarıçam (*Pinussylvestris* L.) odunundan polivinilasetat (PVAc-D4) tutkalı ile beş katmanlı olarak hazırlanan lamine edilmiş ağaç malzemeler kullanılmıştır. Hazırlanan deney örneklerinin; yoğunluk, çalışma miktarı, eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü, basınç direnci ve makaslama direnci araştırılmıştır. Sonuç olarak; lamine edilmiş sarıçam ağaç malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin, bu ağaç türünü temsil eden masif ağaç malzemeye göre daha üstün olduğu belirlenmiştir [8].

Tokgöz ve Uzer (2007), yaptıkları çalışmada, ahşap imalatıta kullanılan hampaylı köşe birleştirme şekillerinden düz hampaylı, gizli hampaylı ve pahlı hampaylı zıvana, üç farklı ahşap kereste (sarıçam, kestane, göknar) ile belirli nem düzeyinde ($u = \% 12$) birleştirilerek basınç ve çekme mukavemetlerini incelemiştir. Numunelerin birbirlerine montajında polivinilasetat (PVA) yapıştırıcısı kullanılmıştır. Sonuç olarak; basınç ve çekme deneyleri sonucunda en mukavemetli malzemenin sarıçam olduğu, birleşim yönünden en iyi çekme mukavemetinin gizli hampaylı zıvana ile elde edilebileceği, basınç mukavemetleri yönünden ise birleşim şekilleri arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür [9].

Altınok ve arkadaşları (2009), yaptıkları çalışmada, Polivinil asetat (PVAc), üre-formaldehit, poliüretan tutkallarının ve boraks ile karışım yapılarak kestane odununun yapışma direncine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla, kestane odunundan hazırlanan deney örnekleri polivinil asetat (PVAc), üre-formaldehit (UF), Poliüretan (D-VTKA), tutkalları ve PVAc + %5 Boraks, UF+ % 5 Boraks, D-VTKA + % 5 boraks karışımlarıyla elde edilen tutkallarla yapıştırılarak çekme direnci deneyi uygulanmıştır. Sonuç olarak; en yüksek yapışma direnci Üre-formaldehit tutkalı ile yapıştırılan ($8,59 \text{ N/mm}^2$), en düşük

yapışma direnci ise % 5 oranında modifiye edilmiş poliüretan tutkalı ile yapıştırılan (2,50 N/mm²) olduğu bildirilmiştir [10].

Ale'n ve arkadaşlarının (2002), yaptıkları bir çalışmada, Ladin (*Picea abies* L.) odununu 2 saat ile 8 saat 180 °C - 225 °C sıcaklıklarda ısıtılma tabi tutmuşlardır. Deney sonucunda ısıtılma işlem görmüş numunelerde kimyasal incelemelerde ısıtılma süresince karbonhidratların ligninden daha fazla bozucu reaksiyonlara maruz kaldığı belirlenmiştir [11].

Aydemir ve Gündüz (2009), yaptıkları çalışmada, 150 °C ve üstündeki sıcaklıklardaki muamelelerle odunun renginin değişmekte, biyolojik direnç ve boyutsal stabilizasyon iyileştirilebilmekte olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca aynı çalışmada odunun mekanik özelliklerinde kayıplar olduğunu ve odunun kimyasal yapısının değiştiğini söylemişlerdir. Bunun da ısıtılma işlem uygulanmış ağaç malzemenin kullanım yerlerinin kısıtlandığını belirtmişlerdir [12].

Korkut ve arkadaşları (2008), yaptıkları çalışmada, Kayın Gövdeli Akçaağaç (*Acer trautvetteri* Medw.) odununu farklı sıcaklıklarda (120 °C, 150 °C, 180 °C) ve farklı sürelerde (2 saat, 6 saat, 10 saat) ısıtılma tabi tutmuşlardır. Deney sonunda ısıtılma işlem uygulamasının sıcaklığı ve süresi arttıkça ağaç malzemenin teknolojik özelliklerinin azaldığını belirtmişlerdir [13].

Bekhta and Niemz (2003), yaptıkları bir araştırmada yüksek sıcaklıklarda muamele edilen kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun mekanik özellikleri, boyutsal stabilizasyonu ve renk değişimi üzerinde araştırmalarda bulunmuştur. Deney sonunda sıcaklık artışıyla ilgili olarak mekanik özelliklerde düşüşün gerçekleştiğini, odunun boyutsal stabilizasyonunun arttığını ve odun renginin koyulaştığı belirlenmiştir. Yüksek sıcaklıkta muamele edilmiş ağaç malzemenin eğilme direncindeki ortalama düşüşün % 5-% 40 civarında olduğu, elastikiyet modülünde bu değerlerin (MOE) % 4-% 9 oranlarında olduğu belirlenmiştir [14].

Özçifçi ve arkadaşları (2009), yaptıkları çalışmada, Sarıçam odununu 150 °C, 170 °C, 190 °C sıcaklıklarda 4 saat, 6 saat, 8 saat süreyle ısıtılma tabi tutmuşlar ve numuneler üzerinde eğilmede elastikiyet modülü (EM), eğilme direnci (ED), basınç

direnci (BD), ağırlık kaybı (AK), toplam renk değişimi (ΔE^*) ve hacimsel şişme (HS) değerleri belirlemiştir. Deney sonuçlarına göre ısıtma işlemi sarıçamın EM ve ED değerlerini düşürdüğünü, BD değerini artırdığını belirtmiştir. Ayrıca ısıtma işlemi sarıçamın renginde koyulaşmaya neden olurken hacimsel şişmesi yaklaşık % 50 azalmıştır. Isıtma işlemin sıcaklığı ve uygulama süresi arttıkça, tüm bu özelliklerdeki değişiminde arttığını belirtmiştir [15].

Vital ve arkadaşları (1983), yaptıkları bir çalışmada, Eucalyptus saligna odununu 105 °C-155 °C de 10 saat-160 saat süre ile ısıtma işleme maruz bırakmışlardır. Örnekler üzerinde ısıtma işlemin Eucalyptus saligna odununda mekanik özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Deney sonucunda odunda sıcaklık ve ısıtma işlem süresinin artmasıyla; eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, liflere paralel basınç ve makaslama direnci değerlerinde azalmalar olduğunu belirtmiştir [16].

Edlund and Jermer (2004), yaptıkları çalışmada, Sarıçam ve Ladin odunlarını 4 saat süreyle 220 °C de ısıtma işleme maruz bırakmıştır. Örnekler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda 2 yıl süreyle örneklerde hiçbir çürüme olmadığını belirtmiştir. Ayrıca ısıtma işlemi ile modifiye edilen örnekler bakır içerikli koruyucularla muamele edilmiş olan örneklerle göre dahi iyi bir performans gösterdiği vurgulanmıştır [17].

Esteves et al. (2006), sahil çamı ve okaliptus odun örnekleri hava ortamda buharla birlikte otoklav içerisinde 2 saat-12 saat ve 190 °C-210 °C sıcaklıklarda ısıyla muamele edilmiştir. Sonuçta odunun su alışı verişinde önemli iyileşmeler meydana gelmiş, denge rutubet oranı çamda % 46 ve okaliptus % 61 oranlarında düşmüş ve boyutsal stabilizasyon yükselmiş ve yüzey ıslanabilirliğinin düştüğü belirlenmiştir. Bunların yanında mekanik özelliklerden elastikiyet modülü çok az etkilenmiştir (Çamda % 5, okaliptusda % 15 oranında düşmüştür). Fakat eğilme direncinde ciddi düşüşler gerçekleştiği görülmüştür (Çam için kütle kaybı % 8'den % 40'a kadar ve okaliptus odunu için % 9'lardan % 50'lere kadar yükselmektedir). Okaliptusun ısıtma muameleye verdiği tepki iğne yapraklılara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir [18].

Schneider (1971), yaptığı çalışmada, ısıtma işlemin ağaç malzemenin bazı özelliklerine etkilerine belirlemek için kayın ve çam odunlarını 100 °C, 130 °C, 150 °C, 180 °C ve 200 °C sıcaklıklarda 6 saat, 24 saat, ve 48 saat süreyle ısıtma işleme maruz bırakmıştır. Deney

sonunda 150 °C'nin üzerindeki sıcaklıkların elastikiyet modülünde azalmalar olduğunu belirtmiştir. Elastikiyet modülüne göre basınç direnci az, şok direncine göre fazla miktarda etkilenmiştir [19].

Follrich et al. (2006), yaptığı çalışmasında, ısıtıl işlemin yapışma direncini nasıl etkilediğini belirlemek için ladin odunlarından hazırladığı numuneleri polyethylene yapıştırıcılar kullanılarak yapıştırmış ve sonuçlarını araştırmıştır. Örnekler hazırlandıktan sonra yapılan deneylerde ısıtıl işlem sonucunda yüzeyde meydana gelen yapışmanın koptuğu ve bu yüzden kontak açısının büyüdüğü belirlenmiştir. Bu sayede polyethylen ve odun yüzeyi arasındaki bağlanma gücü ısıtıl işlem görmemiş ahşap materyale göre çok daha fazla olduğu yapılan mekanik deneyler sonucunda belirlenmiştir [20].

Feist and Sell (1987), yaptıkları araştırmalarında, ladin ve kayın odunlarından hazırlanan ve 175 °C ve 195 °C ısıtıl işleme tabi tuttuktan sonra örnekleri doğal ve yapay dış ortam koşullarına tabi tutmuşlardır. Örnekler ısıtıl işlem sonrası kontrol örneğiyle karşılaştırıldığında dış ortam performansının daha iyi olduğu ve boyutsal stabilizasyonunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir [21].

Garcia et al. (2006),MDF ile ilgili yaptığı çalışmasında 150 °C ve 180 °C sıcaklıklarla muamele ettiği liflerden 15 dakika, 30 dakika, ve 60 dakika süre ile MDF panelleri üretmiştir. Isıtıl işlem görmüş liflerden yapılmış olan levhaların su almadan sonra kalınlığına şişme ve su alma özelliklerinde önemli ölçüde düşme gözlenmiştir. Su alma ve kuruma döngüsünün tekrarlanmasından sonra kalınlığına şişmede artmalar olduğunu belirtmiştir [22].

Hakkoul (2005), 8 saat süreyle sıcak buhar ortamında ısıtıl işleme tabi tuttuğu göknar, kavak, kayın ve çam türleri odunlarında çalışma sonucunda 100 °C-160 °C arasında değişen sıcaklıklarda ısıtıl işleminden sonra odunun su alma yeteneği ani bir şekilde değişmiş ve bağlanma açısı ortalama 90 dereceye ulaşmıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlar, herhangi bir kütle kaybı belirlenmeden önce 100 °C-160 °C'ler arası sıcaklık alanlarında ıslanabilirlik değişimleri görülmüştür. Yüksek sıcaklıklarda yapılan ısıtıl işlemin çalışılan odun türlerinin ıslanabilirliğini etkilemediğini belirtmişlerdir [23].

Ishikawa et al. (2004), sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) odununun yüksek sıcaklıkta muamele edilerek nem içeriğindeki değişimler araştırılmıştır. 160 °C'de ısıtılardan dolayı odunun yapısındaki meydana gelen kaybın önemli oranda olduğu ve bu kaybın nem değerlerini etkilediği belirlenmiştir. 120 °C'de meydana gelebilen kayıpların önemsenecek derecede olmadığı görülmüştür. Isıl işlem zamanının ve kullanılan sıcaklık derecelerinin odunun denge rutubetini etkilediği de görülmüştür. Fakat bu durum buhar ortamında yapılmış ısıtılarda gözlenmemiştir. Buharla ısıtılmanın yapıldığı kapalı sistemlerde ise doymuş buharın gerek odun yüzeyinde gerekse iç kısımlardaki bozulmayı artırdığı belirlenmiştir [24].

Johansson and Mor'en (2006), Huş ağacı ile ilgili yaptıkları çalışmalarında, 175 °C ve 200 °C sıcaklıklarda 1 saat, 3 saat, ve 10 saat muamele edilerek renk değişimleri ve direnç özelliklerinin nasıl etkilendiğini araştırmıştır. Sonuçlar renk ve denge rutubetinin direnç özellikleriyle bir ilgisi olmadığını göstermiştir. Şok direncinin belirlenmesi için ise elde edilen değerin çok düşük olduğu görülmüştür. Eğilme direnci sonuçlarına göre 200 °C de 3 saat süren ısıtılarda direncin maksimum oranda yani % 43 düştüğü belirlenmiştir. Örneklerin renk homojenliği ölçüldüğünde ısıtılma sonucunda elde edilen rengin örnek üzerinde homojen bir yapıda olmadığı belirlenmiştir [25].

Yıldız (2002), ısıtılma işlem görmüş Kayın ve Doğu Ladini odunları atmosferik şartlarda 2 saat, 6 saat ve 10 saat süre ile 130 °C, 150 °C, 180 °C, 200 °C muamele etmişlerdir. Sonuçlarda, ısıtılma işlem uygulamasının fiziksel özelliklerden boyutsal stabilizasyonun sağlanmasında etkili olduğunu belirtmişlerdir. Mekanik ve teknolojik özelliklerde genellikle ısıtılma şartlarının ve sıcaklığın artmasıyla düşüşlerin olduğu vurgulanmıştır [26].

Winandy (1996), ısıtılma işlem uygulanması sonucunda ahşap malzemede görülen direnç kayıplarının ahşap malzemenin kullanım alanını kısıtladığını vurgularken, uygun ısıtılma şartlarının belirlenmesi ile bu direnç kayıpları minimize edilebileceği ve ısıtılma işlem görmüş ağaç malzemenin de çeşitli kullanım yerlerinin olacağını vurgulamıştır [27].

Ünsal et al. (2003), yaptığı çalışmada ısıtılmanın, okaliptus odununun renk değişimi, fiziksel ve mekanik özelliklerinin üzerine etkilerini belirlemeye çalışmıştır. Deney örneklerine sertlik, suda şişme, fırın kurusu ağırlık ve örneklerin renk değişimi

incelenmiştir. Deney sonuçları ısıtma işlemi ile odun örneklerinin renkleri koyulaşırken, ısıtma işlemi sıcaklığı ve şartları artırıldıkça yoğunluk, şişme ve sertlik değerlerinde bazı düşmeler görüldüğünü vurgulamıştır [28].

Leithoff and Peek (2001), yaptıkları bir çalışmada farklı bölgelerde yetişen (Avrupa ve Asya) Altın bambu (*Phyllostachys viridiglaucescens*) ve Moso bambu (*Phyllostachys pubescens*) odunlarını 200 °C sıcaklıklarda ısıtma işlemi uygulanarak mekaniksel özelliklerin değişimini (MOE ve şok direnci) incelemiştir. Yapılan çalışma sonucunda çürüklük saldırılarına karşı olduğu kadar *Basidiomycetes*lere de karşı iyi bir direnç gösterdiği belirlenmiştir ve bu direncin kazanması için 220 °C 2 saat süreyle ısıtma muamelenin yeterli olacağı belirlenmiştir. Eğilme direncinde ve şok direncinde ciddi düşüşler olmasına rağmen elastikiyet modülünde (MOE) önemsenmeyecek kadar bir düşüşün olduğu vurgulanmıştır. Bunun nedeninin ısıtma işlemi şartlarının ve sıcaklığının olduğu belirtilmiştir [29].

T-tipi kavelalı tutkalı birleştirmelerde köşe destek elemanı boyutunun çekme direnci üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla Sarıçam ve Doğu kayını odunları 30×30×25 mm, 40×40×25 mm, 50×50×25 mm ve 60×60×25 mm ölçülerindeki köşe destek elemanları ile yapılan örnekler, kayından hazırlanan kavelalarla tutkalı olarak birleştirilmiştir. Kavelalar ve köşe destek elemanlarının yapıştırılmasında polivinilasetat (PVAc) tutkalı kullanılmıştır. Sonuç olarak, kayın odunu kullanılan 40×40×25 mm ölçülerindeki köşe takozlu birleştirmeler diğerlerine göre üstünlük sağlamıştır [30].

Ahşap mobilya “T” birleştirmelerinde kendinden kavelalı ve kavela deliği birleştirmelerinde kavela deliğine 90°'lik metal pim etkisinin incelendiği deneylerin sonucunda; kendinden kavelalı birleştirmedeki düz birleşim yüzeyi birleşme momentinin değerini arttırırken, kavela deliği birleştirmelerinde kavela deliğine 90°'lik metal pim birleşme moment kapasitesini azalttığı bildirilmiştir [31].

Ayak-kayıt birleştirme ve köşe takozu bağlantı tipinin eğilme direncine yönelik yapılan araştırmada, zıvanalı ve kavelalı ayak-kayıt birleştirme tipi, kınıklı ve vidalı köşe takozu bağlantı türü, köşe elemanlarının bağlanmasında tutkal olarak PVAc, ağaç malzeme olarak Doğu kayını kullanılmıştır. Sonuç olarak en yüksek eğilme direnci (6,054 N/mm²) kavelalı birleştirmede elde edildiği bildirilmiştir [32].

Mobilya çerçeve konstrüksiyon tasarımında uygulanan geleneksel (kavelalı tutkallı, zıvanalı tutkallı) ve alternatif (multifix, minifix ile bunların kombinasyonu) birleştirmelerin çekme, eğilme ve makaslama kuvvetlerine karşı mukavemetleri test edilerek, sonuç olarak esnek birleştirme sağlayan alternatif bağlantı elemanları ile yapılan birleştirmeler, rijit birleştirme sağlayan geleneksel birleştirmelere göre daha başarılı bulunmuştur [33].

Kutu tipi ahşap mobilya üretiminde uygulanan kırlangıç kuyruğu dişli köşe birleştirmelerde diş açısı, malzeme çeşidi ve tutkal çeşidinin birleştirme performansına etkileri araştırılmış; çekme performansı, en yüksek meşe+81°+D-VTKA, en düşük MDF+75°+PVAc, basınç performansı, en yüksek Doğu kayın+81°+D-VTKA, en düşük MDF+87°+PVAc' de bulunmuştur. Buna göre; masif mobilya köşelerin birleştirilmesinde basınç ve çekme performansı bakımından diş açısı 81° olan kırlangıç kuyruğu dişli birleştirmenin avantaj sağlayacağı bildirilmiştir [34].

Kama dişli boy birleştirmelerin ağaç türü olarak, doğu kayını, sarıçam, sapsız meşe; diş tipi olarak, sivri diş ve trapez; diş tutkal çeşidi olarak ta Klebit 303 ve Kleiberit 305 tutkalları ile çekme direncine etkilerinin değerlendirilmesine yönelik yapılan deneylerin sonucunda; en yüksek çekme direnci, Klebit 303 tutkalı ile yapıştırılan 10 mm sivri dişli birleşmiş Doğu kayınında elde edildiği bildirilmiştir [35].

Masif ahşap sandalyenin köşe birleştirmelerine etki eden diyagonal statik yükler analiz edilerek, uygun sandalye çerçevesi ve eleman kesitlerinin belirlenmesi amacı ile kritik oturma pozisyonundaki sandalye çerçeve alt ara kayıtının yeri, kritik oturma pozisyonunda diyagonal kuvvet uygulamasına göre konstrüksiyon performansı incelenmiştir. Sandalye taşıyıcı çerçevesini oluşturan elemanın yeri değiştirilerek düğüm noktalarında oluşan gerilme farklarında her alternatif için çerçevede oluşan en büyük momente göre gerekli zıvana boyutunun küçüldüğü, zıvanalardaki yapışma yüzeylerine uygulanan diyagonal yüklemeler sonucunda zıvana açılma miktarları ile uygulanan kuvvet kayın ve çamda birbirine yakın çıktığı bildirilmiştir [36].

Batı kayını ve sarıçam odunlarından PVAc-D4 tutkalı ile yapıştırılan lamine ağaç malzemeler BS EN 205'de belirtilen esaslara uygun olarak dört farklı ortamda bekletildikten sonra DIN 53255 esaslarına uyularak çekme direnci deneyi uygulanmıştır. Deney sonuçlarına göre, farklı atmosfer şartlarının bulunduğu yerlerde, batı kayını

odunundan PVAC-D4 (I: 18,8 N/mm², II: 12,0 N/mm², III: 9,3 N/mm², IV: 15,1 N/mm²) tutkalı ile birleştirilmiş lamine ahşap malzemeler kullanılabileceği belirtilmiştir [37].

Krom içerikli bazı emprenye maddeleri ile ön emprenye işlemi yapılan iğne yapraklı ağaçlarda emprenye sonrası uygulanan üstyüzey işleminin dış ortam koşullarında üstyüzey işlem maddelerinin ömrünü yaklaşık 2 katdan daha fazla artırdığı bildirilmiştir [38].

Kayın ve kavak ağaçları, Protim-WR 230, Tanalith-C ve Celcure AC 500 emprenye maddeleri, Desmodur-VTKA, Üre formaldehit ve Polivinil asetat tutkalları kullanılmıştır. Örneklerin emprenye öncesi ve sonrası yoğunlukları ile 2 saat, 6 saat, 12 saat, 24 saat, 48 saat ve 96 saat süre buhar kazanında bekletildikten sonraki yapışma direncine bakılmıştır. Buhar denemelerinde çıkan sonuçlara göre, kontrol grubu kayın odunlarının genel olarak mukavemet değerleri kavak odunundan yüksektir. Tanalith-C emprenye maddesinin yapışma direncini en az etkilediği tespit edilmiştir. Deneylerde rutubetten en az etkilenen yapıştırıcı olarak D-VTKA tutkalı bulunmuştur [39].

Masif ahşap panellerin (MAP) teknolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan deneyde, Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), Uludağ köknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odunlarından düz, dişli ve üçgen biçimli çıtalar Kleiberit-303 ve dorus-MD073 tutkalları ile teğet ve radyal kesiş yönlü olacak şekilde yapıştırılarak en birleştirme metodu ile MAP elde edilmiştir. Elde edilen panellerden; liflere paralel ve dik yönde eğilme, liflere dik yönde çekme direnci örnekleri, daralma ve genişleme örnekleri hazırlanmıştır. Sonuç olarak; liflere dik yönde eğilme direncinde kayın-dişli-dorus etkileşimi (119,40 N/mm²), liflere paralel yönde eğilme direncinde kayın-radyal-dişli-dorus etkileşimi (16,39 N/mm²), liflere dik yönde çekme direncinde kayın-radyal-dişli etkileşimi (5,06 N/mm²) en iyi sonucu vermiştir. Boyutsal değişim deneylerinin sonuçlarına göre de; boyuna yönde genişlemede kayın-dişli-dorus etkileşimi (% 0,39), enine yönde genişlemede kayın-radyal-dorus etkileşimi (% 1,22), boyuna yönde daralmada kayın-dişli-Kleiberit 303 etkileşimi (% 0,09), enine yönde daralmada kızılçam-radyal-üçgen etkileşimi (% 1,04) en iyi sonucu verdiği bildirilmiştir [40].

Farklı masif ağaç malzeme çeşitlerinin, boraks, borik asit, boraks+borik asit, imersol-aqua ve timbercare-aqua emprenye edilerek 3,5×50 mm ve 4×50 mm çapındaki vidalar ile bağlanarak çekme dirençlerini belirlemek amacıyla yapılan araştırmada vida çekme direnci

ağaç türü bakımından en yüksek meşede, en düşük sarıçamda; emprenye maddeleri bakımından en yüksek Borik asit'de, en düşük İmersol-aqua uzun'da; vida çapı bakımından en yüksek 3,5×50 mm'de, en düşük 4×50 mm'de ve vidalama yönü bakımından en yüksek yüzeyde, en düşük maktada bulunmuştur. Ağaç türü, emprenye maddeleri, vida çapı ve bağlantı yönü etkileşimine göre en yüksek Meşe+Boraks+3,5×50 mm+Yüzey'de, en düşük Sarıçam+İmersol-aqua uzun+3,5×50 mm+Makta'da olarak bulunmuştur. Buna göre emprenye işlemi vida çekme direncini arttırmıştır. Deneyler sonucunda; Boraks ile emprenye edilmiş, 3,5×50 mm ile yüzeyden bağlanmış parçaların yüksek dayanım göstereceği bildirilmiştir [41].

Sarıçam ve kızılçam örnekleri çeşitli emprenye maddeleri kullanılarak emprenye edilerek yapışma, eğilme, sertlik ve ağırlığında meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. TS 788 esaslarına göre hazırlanan deney örneklerine yapışma, eğilme, sertlik ve özgül ağırlık tayini deneyleri uygulanmıştır. Emprenye işleminin, ağaç malzemedeki yapışma ve eğilme direncini düşürdüğü, yoğunluğunu artırdığı, sarıçamda sertliği düşürdüğü, kızılçamda sertliği artırdığı bildirilmiştir [42].

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş ağaç malzemelerin ağırlığında meydana gelecek değişiklikler araştırılmış ve bu amaçla sarıçam ve doğu kayınından hazırlanan örneklere polietilen glikol (PEG-400), amonyum sülfat (AS), diamonyum fosfat (DAP), vacsol (V) ve su itici maddelerden stiren, metilmetakrilat, izosiyanat ile ASTM-D 1413-76 esaslarına uyularak emprenye edilmiştir. Emprenye işleminden sonra ölçülen hava kurusu haldeki en yüksek yoğunluk kayın odununda stiren ve metilmetakrilatın tek başına kullanımında, sarıçam odununda su itici maddelerin tek başına ve ikincil işlem olarak kullanımında elde edilmiştir. Tam kuru maksimum yoğunluğa ise, kayın odununda PEG-400+borik asit+boraks ve izosiyanat ile ulaşılmıştır [43].

3. GENEL BİLGİLER

3.1. Ahşap Malzeme

Ahşap malzeme doğal yapısı, çeşitli avantajları ve kolay işlenip yenilenebilirliği ile yapı ve ağaç işleri sektöründe yaygın olarak kullanılan bir materyaldir. Temel maddesi selüloz olan bu materyal iğne yapraklılar ve yayvan yapraklılar olarak iki sınıfa ayrılır. Her bir sınıfın yapısal özelliği ve kullanım yeri birbirinden farklıdır. Her bir sınıfın yüzlerce türü mevcuttur.

3.1.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)

Sarıçam ağacı bütün Avrupa ve Asya'da yetişen iğne yapraklı ağaç türlerindendir. 30 m-45 m boyunda ve 0,6m-1 m çapındadır. Dolgun gövdeli, düzgün gövde şekillidir. Kullanılabilir gövde uzunluğu 18 m - 20 m'dir. Diri odunu geniş, sarımsı veya kırmızımsı beyaz renktedir. Öz odunu sınırı belirgin olup genellikle yuvarlak bazı ağaçlarda diri odundan daha koyu renkte kırmızımsı kahverengidir. İlkbahar yıl halkası odunu ile yaz yıl halkası odunu sınırları arasında belirgin bir fark vardır. Yaz odunu parlak kahverengi ve teget kesitte geniş sarımsı şeritler oluşturur [44].

Sarıçamın enine kesitinde yaz odunu oldukça geniş ve traheid çeperleri ilkbahar odunundakine göre daha kalın, lümenler yuvarlak biçimlidir. Reçine kanalları genellikle yaz odununda çok sayıda ve enine kesitte daire biçimlidir. Özışınları tek sıralı, reçine dolu keseciklere çok sık rastlamak mümkündür [45]. Sarıçamın bazı teknolojik özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Sarıçamın bazı teknolojik özellikleri [45]

Fiziksel Özellikler		Mekanik Özellikler (N/mm ²)	
Tam kuru yoğunluk	0,49 gr/cm ³	// Basınç direnci	37,19
Hava kurusu yoğunluk	0,52 gr/cm ³	⊥ Basınç direnci	4,52
Radyal daralma	4,0 %	Eğilme direnci	100
Teget daralma	7,7 %	Elastikiyet modülü	12000
Hacimsel daralma	12,1 %	Çekme direnci	104
		Makaslama direnci	10
		Brinel sertlik/liflere paralel	40
		Brinel sertlik/liflere dik	19

3.1.2. Kestane (*Castanea Sativa*)

Kestane türlerinden *Castanea sativa* (Anadolu keşanesi) ülkemizde doğal yayılış göstermektedir. Oldukça sert ve orta ağırlıkta ($D_{12} = 0,63 \text{ g/cm}^3$), mat, dekoratif bir odunu vardır. Kurutulması güç, eğilme kabiliyeti düşük, şok direnci orta derecede olup, kolay işlenir ve kolay yarıılır. Yapı kerestesi, mobilya, gemi kerestesi, tel direği, mutfak yağları ile meyve suları ve ucuz şaraplar için kullanılan fiçıları, baston, şemsiye, alet sapları, bahçe kapıları, çit direği ve tornacılıkta ‘Bambu’ taklidi olarak mobilya sanayinde kullanılmaktadır [46].

3.2. Tutkallar

Tutkal ya da yapıştırıcılar, ağaç malzemenin kullanıldığı her alanda yer alan ikinci temel materyaldir. Üretildikleri ana maddeleri, uygulanma teknikleri, sertleşme yöntem ve mekanizmaları, kullanım alanları itibarıyla çok çeşitlidirler.

3.2.1.Çift bileşenli PVAc tutkalı (PVAc-D4)

Suya dirençli yapıştırıcılar için endüstriyel tutkal DIN EN 204’e göre tek komponentli olarak D3 yapışma kalitesinden, % 5 sertleştirici (Turbo-Hardener) eklendiğinde PVAc-D4 EN 204 yapışma kalitesine ulaşır. Pencere ve kapı yapıştırma, yüzey yapıştırma, sert ve egzotik ağaçların yapıştırılması (merdiven konstrüksiyon vs), laminant yapıştırma, lamba-zıvana ve finger-joint yapıştırma işlemlerinde kullanılmaktadır. Yüksek talepler için çift komponent tutkal, sıcak ve/veya soğuk yapıştırmaya uygun, kısa presleme süresi yönünden avantajlı bir tutkaldır [47]. Çift bileşenli PVAc (PVAc-D4) tutkalının bazı teknolojik özellikleri Çizelge 3.2.’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çift bileşenli PVAc (PVAc-D4) tutkalının bazı teknolojik özellikleri [47]

Tutkalın Özellikleri	
Baz	PVAc dispersiyon
Karışım oranı	Kompenant A= 20
	Kompenant B= 1
Ağırlık ya da hacim	% 5 sertleştirici ilavesine karşılık
Spesifik ağırlık	Kompenant A= yaklaşık 1,10 gr/cm
	Kompenant B= yaklaşık 1,13 gr/cm
pH değeri (1-2 Komp)	3
Renk (tek yada karışım)	Beyaz
Yoğunluk (20 c'de vizkosite)	Orta vizkosite
Brookfield RVT sp.6/20 rpm	13,000+2,000 mPa s
Kullanım ömrü	Sertleştirici ile 24 saat
20 °C açık zaman	6-10 dakika
Tebeşirleşme noktası	+ 5derece
Donma süresi	-30 dereceden oda sıcaklığına geldiğinde kullanılabilir

Fırça, spatula veya tutkal merdanesi ile uygulama yapılabilir. En ideal çalışma sıcaklığı 18 °C-20 °C, ağacın en ideal nem oranı % 10-% 14 arasında olmalıdır. +10 °C altında işlem yapılmaz. Genellikle tek bir yüzeye tutkal uygulaması yeterlidir. Çift yüzeye tutkal uygulaması sert ve egzotik ağaç cinsleri için uygundur. Uygulama miktarı; 120gr/m²-200 gr/m², açık zaman; 6 dakika-10 dakika. Kullanım süresinin dolmasından sonra kalan tutkal D3 olarak kullanılabilir ya da tekrar içerisine % 5 Turbo-Hardener 303.5 eklenerek PVAc-D4 yapışma kalitesine erişir [47]. Presleme, laminant veya lamine ağaç yapışmasında 0,7 N/mm²'-1 N/mm² dir. Çift bileşenli PVAc (PVAc-D4) tutkalının presleme süresi Çizelge 3.3.'de verilmiştir

Çizelge 3.3. Çift bileşenli PVAc (PVAc-D4) tutkalının presleme süresi [47]

Malzeme	°C	Süre
Parça yapıştırma	20 °C	15 dakika
Parça yapıştırma (ön ısıtmalı)	50 °C	5 dakika
Parça yapıştırma	80 °C	2 dakika
Yüzey yapıştırma (HPL plaka)	20 °C	15-20 dakika
Yüzey yapıştırma (HPL plaka)	50 °C	4 dakika
Yüzey yapıştırma (HPL plaka)	80 °C	1 dakika

3.2.2. Desmodur-VTKA tutkalı (D-VTKA)

Poliüretan esaslı Desmodur VTKA tutkalı çift bağı alkolden ve uygun isosiyanattan üretilir. Kohezyon ve adhezyon kuvvetleri çok güçlüdür. Asitlere, yağlara, kaynar suya ve mikroorganizmalara karşı dayanıklı bir tutkal türüdür. Oda sıcaklığında (20 °C) sertleşme süresi 60 dakikadır. Tutkal reaksiyonunu tamamladığında, hacminin yaklaşık yirmi katı oranında genişmekte ve tutkal katında çekme olmamaktadır. Sıcaklık artışı, sertleşme süresini kısaltmaktadır. 60 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda preslenmesi tavsiye edilmemektedir. Çünkü; bu sıcaklığın üzerine çıkıldığında ortama insan sağlığına zararlı gazlar salgılamaktadır [48].

3.3. Emprenye Maddesi

Ağaçlardan elde edilen ve çeşitli alanlarda kullanılan bu malzemeler organik yapıda oldukları için çevre koşullarından kolaylıkla etkilenmektedir. Bu nedenle, bu tip malzemelerin ömrünü uzatmak için kullanılmadan önce çeşitli işlemlerden geçirilmeleri gerekmektedir. Dış etkilere karşı korunmuş hale getirme, yalıtma (emprenye) diye özetlenebilecek bu işlem için günümüzde çok çeşitli kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bunlar; yağ esaslı, solvent esaslı, metalik esaslı ve Tanalith-E, CCB, CCA gibi maddelerdir. Bu çalışmada emprenye maddesi olarak insan sağlığına zarar vermeyen doğal çam reçinesinde çözülmüş % 5 doğal meşe taneni çözeltisi kullanılmıştır.

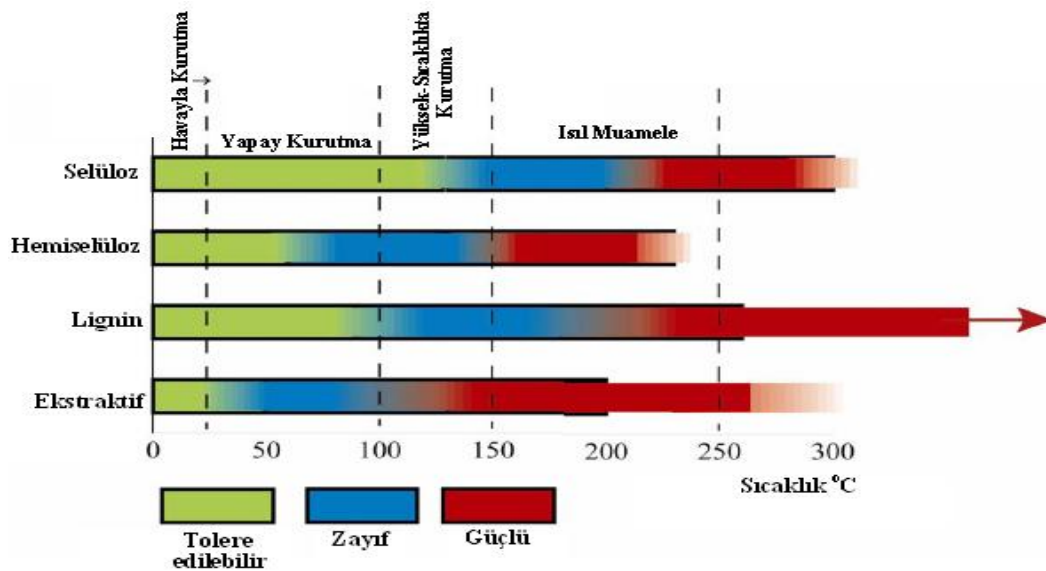
3.4. Isıl İşlem Metodları

Ağaç malzemenin ısıtılmasına tabi tutulması sonucunda önemli bazı kusurlarının bertaraf edilmesi sonucunda ve bu alanda yapılan bilimsel çalışmalar neticesinde Avrupa pazarında geçerliliğini kanıtlamış bir çok ısıtılma işlemi geliştirilmiştir. Bunlar; ağaç malzemenin ısıtılması için buhar kullanılan Finlandiya (Thermowood) yöntemi, Hollanda buhar ve sıcak havanın birlikte kullanıldığı Plato yöntemi, Fransız (Rectification) inert gaz kullanılan yöntem ve sıcak yağ kullanılan Alman (OHT) yöntemidir. Kullanılan bu ısıtılma işlemi metodları, düşük oksijen içeriğine sahip atmosferde 200 °C'nin altında ve üstünde farklı sürelerde ısıtılmasına tabi tutulmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ısıtılma işlemi metodları, insan sağlığına ve çevreye zararlı olan kimyasalların kullanımına gerek kalmadan ahşabın boyutsal stabilitesini ve biyolojik dayanıklılığını arttırmaktadır [12, 15].

3.4.1. Thermowood metodu

Finlandiya’da Teknik Araştırma Merkezi (The Technical Research Centre of Finland=Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus (VTT) tarafından geliştirilmiş bir metot olup Finlandiya Thermowood Derneği üyeleri tarafından lisanslı olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde ahşap malzemeler 180 °C-250 °C arasında değişen yüksek sıcaklıklarda mümkün olduğu kadar oksijensiz bir ortamda buhar koruması altında ısıtılmaktadır [49,50].

Ahşap materyalin ısıyla muamelesi süresince odun polimerleri (Selüloz, Hemiselüloz, Ligin) ve ekstraktif maddeler farklı sıcaklıklarda farklı maddelere dönüşerek parçalanmaktadırlar [12]. Odunun yapısını oluşturan ana bileşiklerin yüksek sıcaklıklardaki parçalanma dereceleri Şekil 3.1.’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Nemli şartlar altında ısıl işlem muamelesi ve kurumadan dolayı odun bileşiklerindeki genel değişim [11].

Bu yöntem üç aşamada gerçekleştirilir:

1. Aşama (Yüksek ısıda kurutma periyodu)

Isıl işlem uygulamasında en fazla zaman alan periyottur. Bu periyot ayrıca yüksek sıcaklıkta kurutma olarak da adlandırılmaktadır. Kuruma periyodunun başlangıcında ahşap malzeme kuru yada yaş halde olabilir. Başarılı bir kurutmada iç çatlamaların olmaması önemlidir. Sıcaklık artırılarak su buharı ortamında yüksek sıcaklıkta kurutma yapılır.

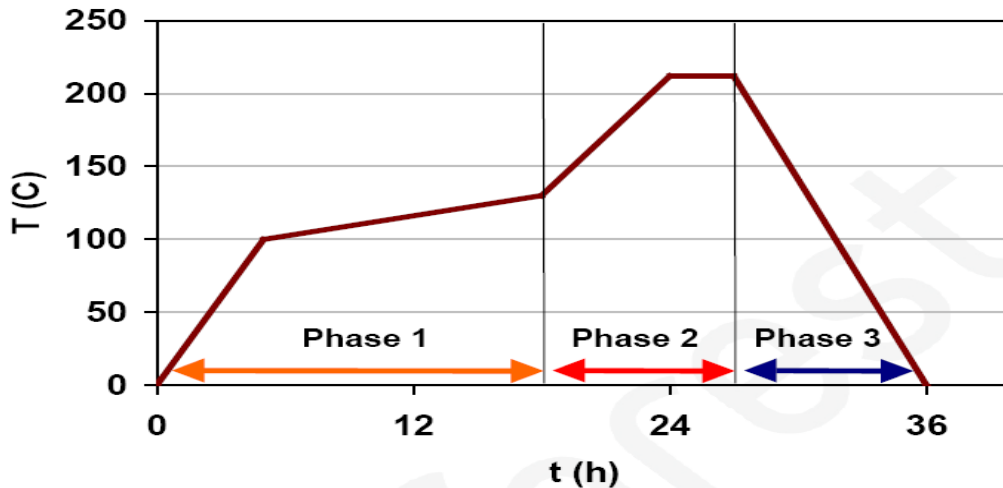
Burada önce ahşabın sıcaklığı hızla 100 °C'ye çıkarılır, daha sonra yavaş yavaş 130 °C'ye kadar yükseltilir. Aynı zaman da ahşapta çatlakları önlemek için, ahşabı ön koruma amaçlı olarak ortama su buharı tatbik edilir. Nem miktarı hemen hemen sıfıra indirilir [51, 52].

2. Aşama (Thermowood periyodu)

Bu aşama yoğun ısıtma işlemi olarak da adlandırılır. Son kullanım amacına göre fırın içindeki sıcaklık 185 °C-230 °C'ye kadar arttırılır. Önceden belirlenen hedef sıcaklığına ulaşıldığında, fırın sıcaklığı bu sıcaklıkta sabit tutulur. Bu periyot ortalama olarak 2 saat-3 saat sürmektedir. Yanmayı engellemekte kullanılan gaz veya su buharı, hem odunun korunmasında hemde odunda gerçekleşen kimyasal değişimlerde etkilidir [51 , 52].

3. Aşama (Soğutma ve kondüsyonlama periyodu)

Son bölümde de su spreyi veya buharı ile ahşabın sıcaklığı 50 °C-60 °C'ye kadar düşürülür. Yeniden rutubetlendirme ve kondisyonlama işlemi ile odun rutubeti % 4 civarına getirilir. Isı arttırıldığında veya azaltıldığında, dış ve iç yüzey çatlamlarını önlemek ve kontrol etmek için özel bir uyum yolu kullanılır. Uyum değerleri ağaç türleri ve ebatlarına (genişlik, kalınlık) göre düzenlenir. Hammadde taze kesilmiş (yaş) veya fırın kurusu ağaç olabilir. Eğer uygulama taze kesilmiş ağaçla başlarsa ağaç çok yüksek ısıda kurutma yöntemiyle kurutulabilir. Bu işlem her ağaç türüne en iyi şekilde uygulanmalıdır. Muamele sıcaklığına ve keresteye bağlı olarak kondisyonlama 2 saat-5 saat arasında yapılabilir [51, 52]. Şekil 3.4.'de Thermowood yöntemi şematik olarak verilmiştir.



Şekil 3.2. Termowood uygulama yönteminin şematiksel diyagramı [52]



Resim 3.1. Termowood uygulamasının ısı ile doğru orantılı olarak ağaç malzemedeki renk değişimine etkisi[53]

3.5. Emprenye Uygulaması

Emprenye, ağaç malzemenin içerisine mantarlar ve haşereler için zehirli olankimyasal bir maddenin çeşitli yöntemlerle malzemeye sevk edilmesi suretiyle, besin maddesi olarak kullanılan hücre zarının zehirli bir hale getirilmesi ve böylece ağaç malzemenin zararlıların etkisinden korunarak ömrünün uzatılması işlemidir. Ağaç malzemenin dayanma süresini artırmak için kullanılan kimyasal maddeler, çeşitli metotlarla malzemeye uygulanmaktadır. Genel olarak ASTM D 1413-07 esaslarına göre yapılır. Uygulanma şekilleri bakımından emprenye metotları 5 tipte toplanmaktadır.

- 1-Basınç uygulamayan metotlar,
- 2-Basınç uygulayan metotlar,
- 3-Besi suyunu çıkarma metotları,
- 4-Difüzyon metotları,
- 5-Yerinde bakım metotları [1].

3.5.1. Basınç-vakum metodu

Ağaç malzemenin emprenyesinde en önemli ve başarılı endüstriyel metot basınç uygulama yöntemidir. Bu metotları uygulayan tesislerde, ağaç malzeme çelik bir kazan içerisine yerleştirilmekte ve emprenye maddesi hidrolik bir basınçla belirli bir süre içerisinde odun hücreleri içerisine sevk edilmektedir. Başaralı bir emprenye işleminde, kısa süre içerisinde, ekonomik yoldan ağaç malzeme içerisinde yeterli miktar ve derinlikte bir emprenye maddesinin verilmesi gerekmektedir. Bu da en iyi basınç-vakum yöntem uygulayarak gerçekleştirilmektedir [1].

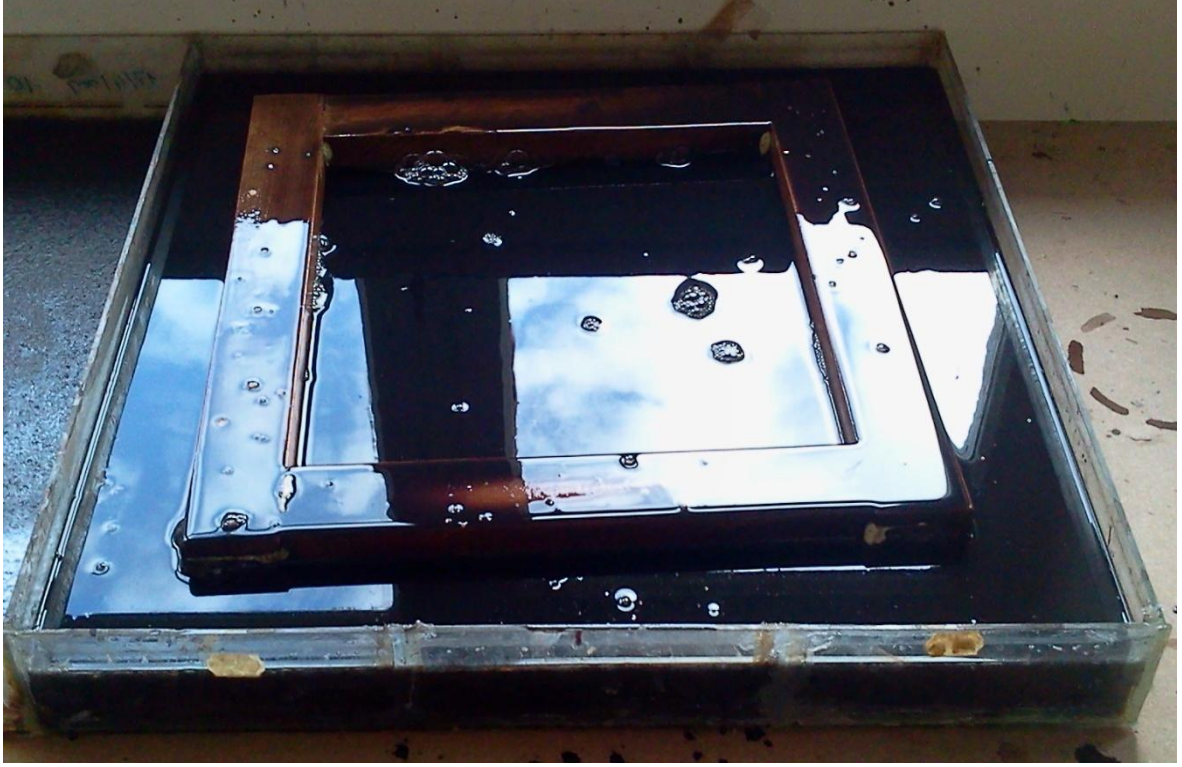


Resim 3.2. Yüksek basınca dayanıklı silindirik kazanlarda gerçekleştirilen vakum-basınç düzeneği

3.5.2. Daldırma metodu

Daldırma metodu, ağaç malzemenin bir tank içerisindeki emprenye maddesine belli sürelerde daldırma işlemidir. Fırça ile sürme ve püskürtme metotlarından daha iyi bir derinliğe nüfuz eder. Çünkü bütün yüzeyler, emprenye maddesini kolay bir şekilde absorbe etmektedir. Daldırma süresi, hedeflenen nüfuz derinliğine göre, kısa ve uzun süreli olarak uygulanabilmektedir [1].

Daldırma metodunda (Resim 3.3) ağaç malzemenin emprenye maddesi içerisinde kalma süresi 30 dakika ile birkaç saat arasında değişmektedir. Daldırma süresi; ağaç türü, emprenye maddesinin ve çözücü maddenin cinsi ve ağaç malzemenin geometrik şekline göre ayarlanmaktadır [54].



Resim 3.3. Emprenye daldırma düzeneği

4. MATERYAL VE METOD

4.1. Materyaller

4.1.1. Ağaç Malzemeler

Bu çalışmada ağaç işleri ve mobilya endüstrisinde yaygın olarak tercih edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L) ve Kestane (*Castanea Sativa*) odunlarından elde edilmiş L- tipi örnekler ve gerçek boyutlarda ahşap doğrama örnekleri kullanılmıştır.

4.1.2. Tutkallar

Bu çalışmada, ağaç işleri ile mobilya ve dekorasyon endüstrisinde yaygın olarak kullanılan PVAc (PVAc-D4) ve Poliüretan esaslı Desmodur-VTKA (D-VTKA) tutkalları bu çalışmada yapıştırıcı olarak tercih edilmiştir.

4.1.2.1. Çift bileşenli PVAc tutkalı (PVAc-D4)

PVAc-D4 tutkalı, Alman Kleiberit firmasının, % 5 sertleştirici ilaveli Kleibit 303 isimli tutkalıdır. Bu tutkal BS EN 204 standardına göre tek bileşenli olarak D3 hizmet sınıfı için kullanıma hazır halde bulunan bir tutkal olmasına rağmen sertleştirici ilavesiyle rutubete dayanıklılığı daha da artırılarak, BS EN 204'e göre çift bileşenli (komponentli) PVAc-D4 yapışma kalitesine sahiptir [47].

4.1.2.2. Desmodur-VTKA tutkalı (D-VTKA) (PUR)

Poliüretan esaslı Desmodur-VTKA (D-VTKA) tutkalı çift bağlı alkolden ve uygun isosiyanattan üretilir. Kohezyon ve adhezyon kuvvetleri çok güçlüdür. Asitlere, yağlara, kaynar suya ve mikroorganizmalara karşı dayanıklı bir tutkal türüdür. Oda sıcaklığında (20 °C) sertleşme süresi 60 dakikadır. Tutkal reaksiyonunu tamamladığında, hacminin yaklaşık yirmi katı oranında genişmekte ve tutkal katında çekme olmamaktadır. Sıcaklık artışı, sertleşme süresini kısaltmaktadır. 60 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda preslenmesi tavsiye edilmemektedir. Çünkü; bu sıcaklığın üzerine çıkıldığında ortama insan sağlığına zararlı gazlar salgılamaktadır [48].

4.1.3. Emprenye maddesi

Bu araştırmada ısıt ışlemden sonra evre dostu olan doğal tanen ve doğal am reçinesini karışımı emprenye maddesi ile araştırma örnekleri emprenye edilerek, ısıt ışlem sırasında bozunuma uğrayan ve etkisizleşen doğal koruyucu maddelerin bir kısım örneklerde tekrar kazandırılması ve tanen dengesinin sağlanması ayrıca doğal reçinenin hem tanen maddesini odun çeperlerine bağlama hem de su itici özelliğinden yararlanma amaçlanmış ve bu nedenle ısıt ışlem ve emprenye ışlemi yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Emprenye maddesi olarak doğal am reçinesinde zlmş % 5 doğal meşe taneni çözeltisi kullanılmıştır.



Resim 4.1. Doğal am kozalağından reçine elde etme düzeneği

Doğal am reçinesi, doğal am kozalaklarının kaynatılmasıyla (Resim 4.1.) elde edilmiştir. Elde edilen reçineye % 5 oranında meşe taneni çözeltisi katılarak emprenye için gerekli çözelti elde edilmiştir. Elde edilen bu emprenye çözeltisi katman yapma zellęine (Resim 4.2.) sahiptir.



Resim 4.2. Oluşturulan çözeltinin katman yapma özelliğinin cam üzerindeki görünüşü

4.1.4. Isıl işlem fırını

Bu çalışmada bir kısım deney örneğine ısıtıl işlem uygulamak için aşağıdaki özelliklere sahip 1100020 kodlu TUBİTAK Hızlı Destek Projesinde geliştirilmiş ısıtıl işlem fırını (Resim 4.3.) kullanılmıştır.

Thermowood ısııl işlem fırınının teknik özellikleri:

Fırın kontrol düzeneği	: Otomatik kontrol ve kumanda cihazı (PLC)
İç ölçüleri	
Yükseklik	: 900 mm
Genişlik	: 960 mm
Derinlik	: 620 mm
Çalışma voltajı	: 3x380V-50Hz
Kullanılan elektrik gücü	: 20 KW/saat
Isıtma	: Elektrik Rezistans
Toplam ısıtma gücü	: 6 KW/saat
Uygulama sıcaklığı	: Ortam sıcaklığı - 250 °C±3
Nemlendirme şekli	: Tam otomatik sıcak buhar jeneratörü(100°C±3)
Buhar jeneratörü basıncı	: 2 bar
Fırın sıcaklık sensörü	: 1 adet
Kereste sıcaklık sensörü	: 1 adet



Resim 4.3. Isıl İşlem Fırını

4.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Bu araştırmada kullanılmak üzere: L-Tipi örneklerden 2 malzeme türü, 2 tutkal çeşidi, 1 kontrol, 2 işlem çeşidi, 1 kuvvet uygulama yönü, 1 emprenye yöntemi ve 10'ar adet örnek olmak üzere 120 adet ($2 \times 2 \times 3 \times 10 = 120$ Adet), çerçeve örneklerde ise tüm varyasyonlardan 2 şer adet olmak üzere 24 adet, toplam olarak 144 adet deney örneği aşağıdaki kompozisyon ile hazırlanmıştır.

1. 40 adet işlemsiz L-Tipi örnek (kontrol)

20 kestane (10 D-VTKA + 10 PVAc-D4), 20 sarıçam (10 D-VTKA+10 PVAc-D4)

2. 40 adet ısıtılmış işlemli L-Tipi örnek

20 kestane (10 D-VTKA+10 PVAc-D4), 20 sarıçam (10 D-VTKA+10 PVAc-D4)

3. 40 adet ısıtılmış işlemli+ emprenyeli L-Tipi örnek

20 kestane (10 D-VTKA+10 PVAc-D4), 20 sarıçam (10 D-VTKA+10 PVAc-D4)

4. 12 adet kestane tam çerçeve örnek

6 D-VTKA (2 adet kontrol, 2 adet ısıtılmış işlemli, 2 adet ısıtılmış işlem+emprenyeli)

6 PVAc-D4 (2 adet kontrol, 2 adet ısıtılmış işlemli, 2 adet ısıtılmış işlem+emprenyeli)

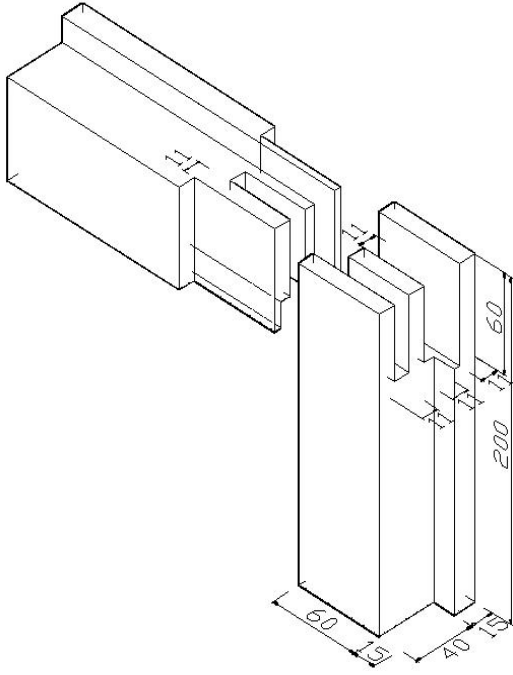
5. 12 adet sarıçam tam çerçeve örnek

6 D-VTKA (2 adet kontrol, 2 adet ısıtılmış işlemli, 2 adet ısıtılmış işlem+emprenyeli)

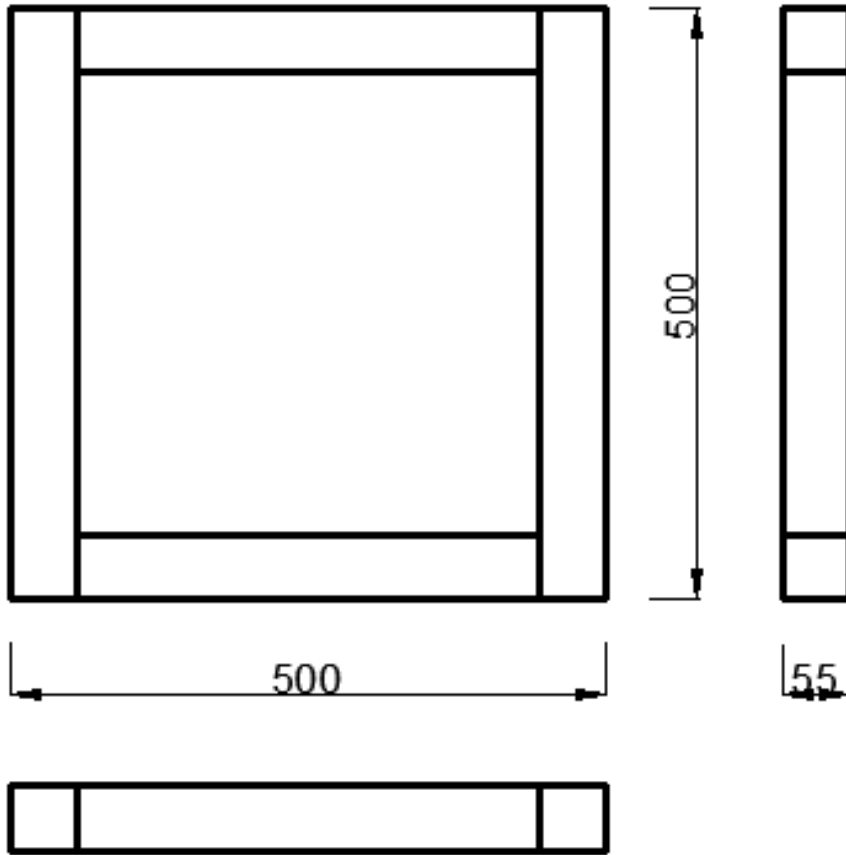
6 PVAc-D4 (2 adet kontrol, 2 adet ısıtılmış işlemli, 2 adet ısıtılmış işlem+emprenyeli)

4.2.1. Isıl işlem uygulaması ve örneklerin tutkallanması

Deney örneklerinin hazırlanmasına ısıtılmış işlem uygulaması ile başlanmıştır. Isıtılmış işlemli deney örneklerine yetecek kadar iki ağaç türünden taslak boyutlardaki parçalara Termowood metodu madde 3.4.1'e göre uygulanmıştır. Bu parçalardan işlemsiz ile ısıtılmış işlemli L-tipi ve tam çerçeve örneklerin elemanları 0,1 mm hassasiyetle kesilmiş ve otomatik kontrollü zıvana makinesi ile zıvanaları açılmıştır. Daha sonra diyagonal ve tam çerçeve deney örneklerinin montaj ve emprenye işlemine geçilmiştir. L-tipi ve tam çerçeve basınç deney örnekleri şekil 4.1'de ve şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. L-Tipi basınç deney örneği



Şekil 4.2. Tam çerçeve basınç deney örneği

L-tipi deney örnekleri ve tam çerçeve örneklerde montaj için her bir tutkal türünden 150 gr/m² esasına göre fırça yardımı ile zıvana ve eşleniğinin tüm yüzeylerine sürülerek zıvana ve eşleniği birleştirilmiştir. Tutkallanmış ve eşleniği ile birleştirilmiş L-tipi ve tam çerçeve örneklerin köşe birleşim yerleri işkenceler yardımıyla eşit miktarda sıkıştırılarak basınç uygulanmıştır. Bu basınç altında tüm örnekler bir gün (24 saat) boyunca sertleşmeye bırakılmıştır. Sertleşme işleminden sonra köşe birleştirme yerlerindeki tutkal fazlalıkları temizlenmiştir.

4.2.2. Deney örneklerine emprenye işlemi uygulaması

Deney örneklerinin köşe birleştirme yerlerinin tutkallanmasından sonra emprenye yapılacak örneklerin emprenye işlemi madde 3.5.2'ye göre daldırma yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Doğal çam kozalağı reçinesi ve % 5'lik meşe taneni çözeltisi ile hazırlanan emprenye çözeltisi tam çerçeve örneklerinin de daldırılabilceği bir plastik kaba konulmuştur. Her bir tam çerçeve ve L-tipi örnekler bu kaba daldırılmış ve çözelti yüzeyine çıkmaması için üzerlerine nokta temaslı ağırlıklar konularak çözelti içerisinde 45 dakika bekletilmesi sağlanmıştır. Daha sonra çözelti içerisinde alınan örnekler kuru bir bez yardımıyla kurularak yüzeylerindeki akıntı halinde bulunan çözeltiler temizlenmiş ve her bir örnek münferit olarak kurumaya bırakılmıştır.

4.3. Deney örneklerinin açık hava şartlarında bekletilmesi

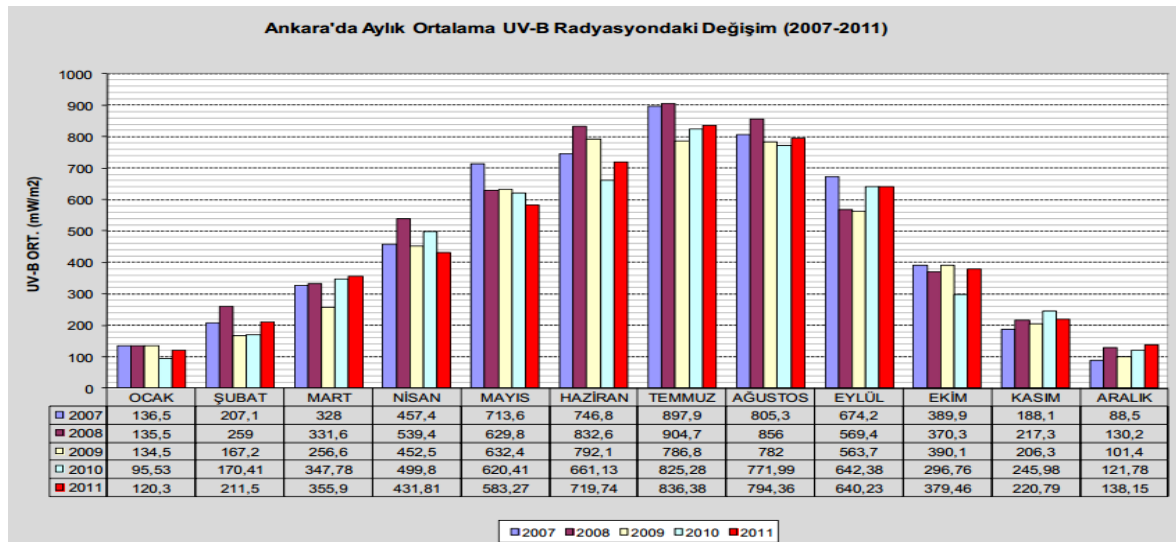
Bu çalışmada, ısıtım işlem (thermo-process) ve çam reçinesinde çözölmüş doğal tanen çözeltisi ile emprenye edilmiş endüstriyel ahşap doğramanın açık hava şartlarına karşı performansına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmış ve açık hava şartlarının bozundurucu atağına karşı dayanıklılığını artırmak hedeflenmiştir. Isıtım işlem ve emprenye işlemlerinden sonra hiçbir işlem uygulanmamış örnekler (kontrol örnekleri), sadece ısıtım işlem görmüş örnekler ve ısıtım işlemli+emprenyeli örnekler açık hava şartlarında bekletilmeye bırakılmıştır. Bu maksatla deney örnekleri 22.04.2012 - 22.04.2013 tarihleri arasında 1 yıl süreyle ASTM G7 standardında belirtilen esaslara göre Ankarada dış ortamda 45° eğik pozisyonda oluşturulmuş metal platforma deney örnekleri düzgün bir şekilde yerleştirilmiş ve hareket etmemeleri için keten ip yardımı ile bağlanmış (Resim 4.2.). Bu platforma yerleştirilen deney örnekleri Resim 4.6.'da verilen meteoroloji istasyonu verileri şartlarında 1 yıl boyunca bekletilmiştir.



Resim 4.4. Deney örneklerinin açık hava şartlarında bekletilmesi ve platformun konumu



Resim 4.5. Deney örneklerinin açık hava şartlarında bekletilmesi



Resim 4.6. 2007-2011 yılları arasına ait UV-B radyasyon zaman dizisi [61]

ANKARA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1954 - 2013)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	0.4	1.9	6.1	11.3	16.2	20.2	23.6	23.3	18.7	13.1	7.0	2.6
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4.4	6.5	11.7	17.2	22.3	26.7	30.2	30.2	25.9	19.9	12.9	6.6
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-3.0	-2.2	1.0	5.6	9.7	13.1	16.0	16.0	11.7	7.3	2.5	-0.6
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.5	3.5	5.2	6.3	8.4	10.2	11.4	11.0	9.2	6.5	4.4	2.3
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.2	11.0	10.9	11.9	12.5	8.6	3.7	2.8	3.9	6.8	8.5	11.8
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m²)	42.2	37.0	38.8	47.7	49.7	35.0	14.5	10.5	19.2	29.4	32.6	45.4
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1954 - 2013)*												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	16.6	20.4	26.4	30.6	33.0	37.0	41.0	40.4	36.0	32.2	24.4	20.4
En Düşük Sıcaklık (°C)	-21.4	-21.5	-19.2	-6.7	-1.6	3.8	4.5	6.3	2.5	-4.1	-10.5	-17.2
En yüksek ve en düşük sıcaklıkların gerçekleşme tarihini görmek için fare imlecini değerlerin üstüne getiriniz.												
Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı	11.06.1997	88.9 kg/m²	Günlük En Hızlı Rüzgar	27.04.1965	122.4 km/sa	En Yüksek Kar	05.01.2002	30.0 cm				

Resim 4.7. 1954-2013 meteorolojik veriler [62]

4.4. Deney yöntemleri

4.4.1. Hava kurusu ve tam kuru yoğunluk belirleme

Hava kurusu yoğunluk tayininde, TS 2472 esaslarına göre 20 mm×30 mm×20 mm boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır. Örneklerin hava kurusu yoğunlukları TS 2472'e uyularak belirlenmiştir. Buna göre; deney örnekleri 20 ±2 °C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nem şartlarında bekletilerek değişmez ağırlığa ve boyutsal stabiliteye ulaştıktan sonra, 0,01g duyarlılıklı analitik terazide tartılmış, boyutları ±0,01mm duyarlılıklı kumpas ile ölçülerek hacimleri belirlendikten sonra hava kurusu haldeki ağırlık (M_{12}) ve hacim (V_{12}) değerine göre hava kurusu yoğunluk (δ_{12});

$$\delta_{12} = M_{12} / V_{12} \text{ g/cm}^3,$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada;

M_{12} = Örnek ağırlığı (g)

V_{12} = Örnek hacmi (cm^3)

Tam kuru yoğunluk tayininde örnekler etüvde 103±2 °C değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve kurutma dolabında örnek ağırlıklarının sabit hale gelmesini müteakip, dolaptan çıkarılan örnekler desikatöre alınarak, soğumaları sağlanmış daha sonrada ağırlıkları ve üç yöndeki boyutları ölçülerek aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

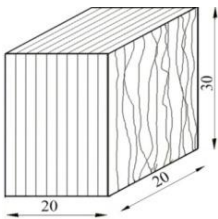
$$\delta_0 = M_0 / V_0 \text{ g/cm}^3,$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada;

M_0 = Tam kuru ağırlık (gr)

V_0 = Tam kuru hacim (cm^3)'dir.



Şekil 4.3. Hava kurusu ve tam kuru yoğunluk deney örneği (ölçüler mm)

4.4.2. Retensiyon miktarı tayini

Deney örneklerinin emprenye işlemlerinde daldırma yöntemi ile yapılan emprenye işleminde deney örnekleri 45 dakika süre ile çözelti içerisinde bekletilmiştir. Emprenye yapılmış deney örnekleri organik çözücünün buharlaşması için oda şartlarında 15 gün bekletilmiş ve tekrar hava kurusu % 12 ± 1 denge rutubetine gelinceye kadar iklimlendirme kabininde % 65 ± 5 bağılnem ve 20 ± 2 °C’de bekletilmiştir. Böylece emprenye maddesinin tutunma (retensiyon) miktarı ($R\text{-kg/m}^3$) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır [55].

$$R = (G.C/V).10^3$$

Burada,

$$G = T_2 - T_1$$

T_2 : Emprenye sonrası numune ağırlığı (gr)

T_1 : Emprenye öncesi numune ağırlığı (gr)

C: Çözelti konsantrasyonu (%)

V: Numune hacmi (cm^3)



Resim 4.8. Yoğunluk ve retensiyon tayini için hazırlanan numuneler

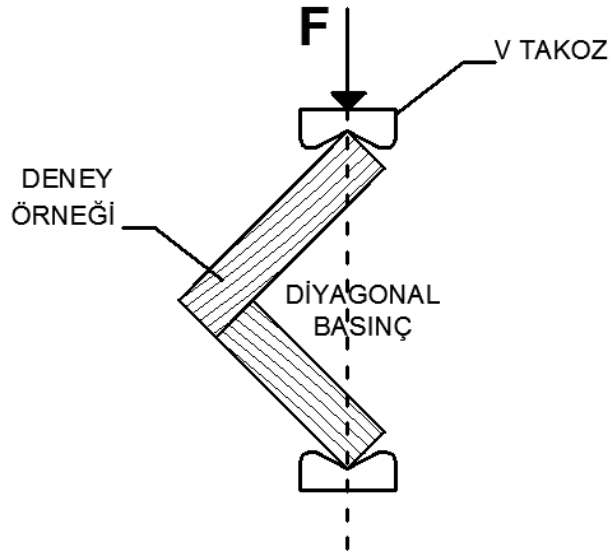
4.4.3. Diyagonal basınç performansı tayini

Deneyler için, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaçşileri Mühendisliği Bölümü Mekanik Test Laboratuvarlarında bulunan 5 ton kapasiteli “Üniversal Deney Cihazı” kullanılmıştır (Resim 4.9.). Deneylerde L-tipi ve Tam çerçeve örneklere ASTM-D 1037 esaslarına uyularak diyagonal basınç deneyleri yapılmıştır. Deney örneklerine maksimum kuvvet uygulanarak ekrandan okunan kırılma anındaki kuvvet miktarları N cinsinden kaydedilmiştir.

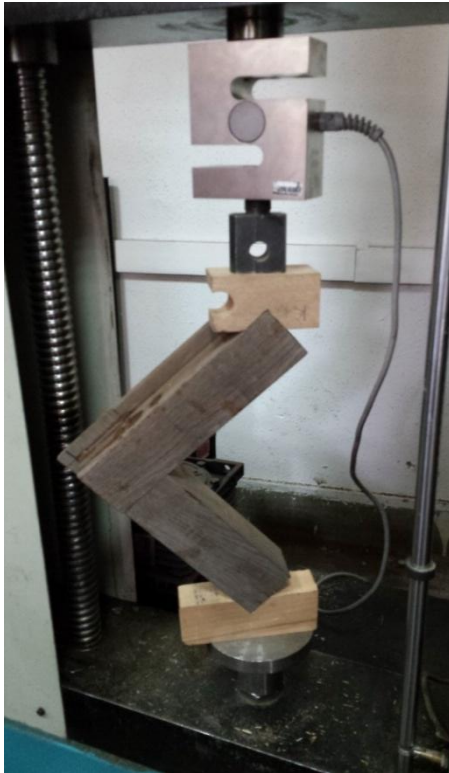


Resim 4.9. Deneylerde kullanılan Üniversal deney cihazı

L-tipi deney örneklerine uygulanan diyagonal basınç deneylerinde kuvvet ile temas noktalarının (A ve B) aynı eksende olması için birbirlerinden bağımsız iki adet kanallı deney düzeneği konulmuştur. Diyagonal basınç deneyleri düzeneği Şekil 4.4.'de gösterilmiştir.

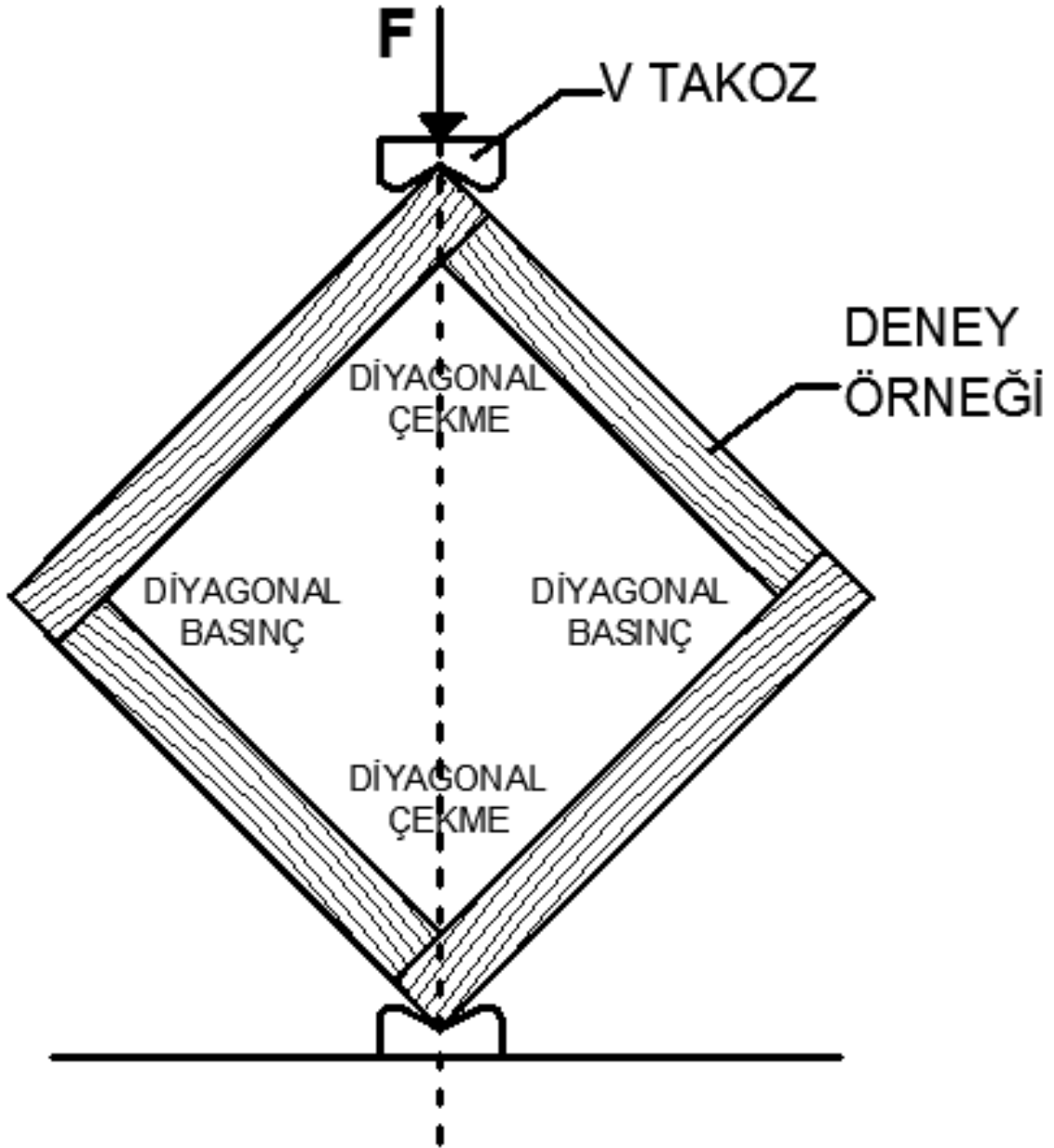


Şekil 4.4. L-Tipi diyagonal basınç deney düzeneği



Resim 4.10. L-Tipi örneklerde diyagonal basınç deneyi

Tam çerçeve örneklerinde köşelerden diyagonal basınç uygulanarak zıvanalar açılmaya zorlanmıştır. Bu deney ile tam çerçeve örneklerin diyagonal basınç ve sarkmaya karşı performansı belirlenmiştir. Tam çerçeve diyagonal basınç deney düzeneyi Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Tam çerçeve diyagonal basınç deney düzeneği



Resim 4.11. Tam çerçeve örneklerde diyagonal basınç deneyi

5. BULGULAR

5.1. Hava kurusu ve tam kuru yoğunluk

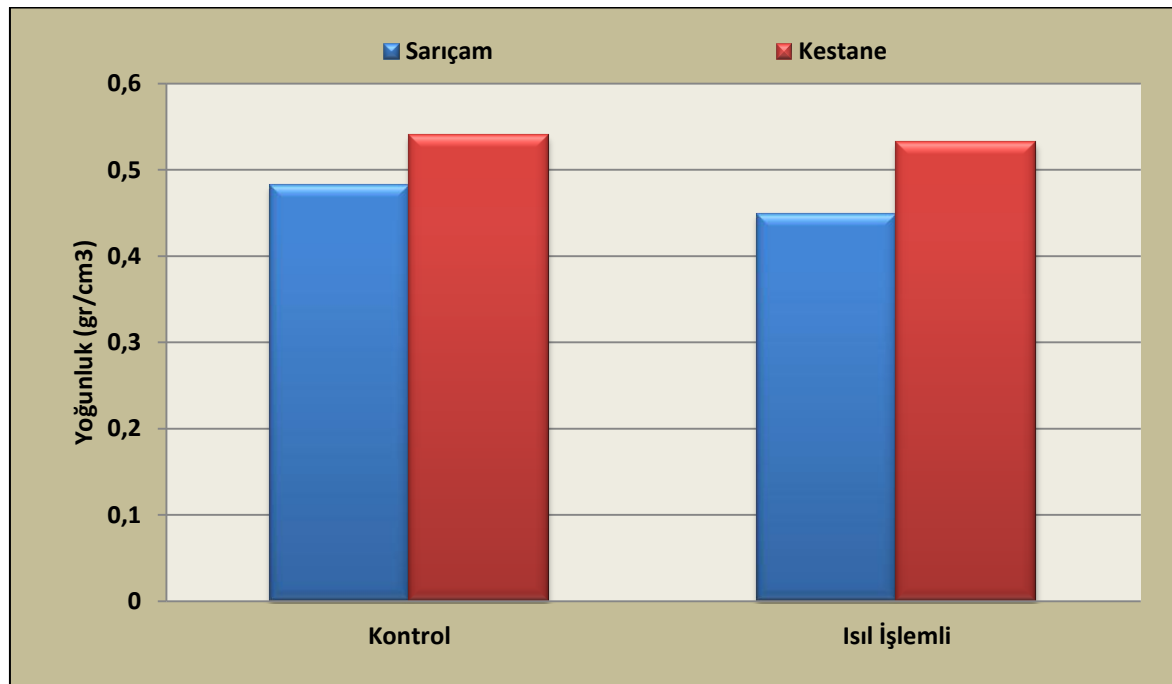
5.1.2. Tam kuru yoğunluk

Tam kuru haldeki deney örneklerinin yoğunluklarına ilişkin sonuçlar Çizelge 5.1.'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Sarıçam ve Kestane odunu deney örneklerinin tam kuru yoğunluklarına ait istatistiksel değerler

AĞAÇ MALZEME	KONTROL (gr/cm ³)			ISIL İŞLEMLİ (gr/cm ³)		
	min	max	X _{ort}	min	max	X _{ort}
Sarıçam	0,441	0,523	0,482	0,413	0,485	0,449
Kestane	0,496	0,584	0,540	0,485	0,579	0,532

Çizelge 5.1.'e ait grafik Şekil 5.1.'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Sarıçam ve Kestane odunu deney örneklerinin ortalama tam kuru yoğunluk değerleri.

Çizelge 5.1.'e göre, kontrol örneklerinde ortalama tam kuru yoğunluk miktarı sarıçamda $0,482 \text{ gr/cm}^3$, kestanede $0,540 \text{ gr/cm}^3$ olarak, ısıtıl işlemlili örneklerde ise sarıçamda $0,449 \text{ gr/cm}^3$, kestanede $0,532 \text{ gr/cm}^3$ bulunmuştur. Buna göre kestone ağacının ortalama tam kuru yoğunluk miktarı hem kontrol örneklerinde hemde ısıtıl işlemlili örneklerde sarıçam'a göre daha yüksek çıkmıştır. Ağaç türlerinin her ikisinde de ısıtıl işlem sonrası ortalama tam kuru yoğunluk miktarlarında azalma görülmüş bu oran sarıçamda % 6 iken kestanede % 2 olarak tespit edilmiştir.

5.1.3. Hava kurusu yoğunluk

Hava kurusu haldeki deney örneklerinin yoğunluklarına ilişkin istatistiksel sonuçlar Çizelge 5.2.'de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Sarıçam ve Kestane odunu deney örneklerinin hava kurusu yoğunluk istatistiksel değerler

AĞAÇ MALZEME	KONTROL (gr/cm^3)			ISIL İŞLEMLİ (gr/cm^3)		
	min	max	X_{ort}	min	max	X_{ort}
Sarıçam	0,475	0,531	0,503	0,385	0,495	0,44
Kestane	0,547	0,651	0,599	0,486	0,628	0,557

Çizelge 5.2.'ye göre, kontrol örneklerinde ortalama hava kurusu yoğunluk miktarı sarıçamda $0,503 \text{ gr/cm}^3$, kestanede $0,599 \text{ gr/cm}^3$ olarak, ısıtıl işlemlili örneklerde ise sarıçamda $0,440 \text{ gr/cm}^3$, kestanede $0,557 \text{ gr/cm}^3$ bulunmuştur. Buna göre sarıçam odununun ortalama hava kurusu yoğunluk miktarı hem kontrol örneklerinde hemde ısıtıl işlemlili örneklerde kestaneye göre daha yüksek çıkmıştır. Ağaç türlerinin her ikisinde de ısıtıl işlem sonrası ortalama hava kurusu yoğunluk miktarlarında azalma görülmüş bu oran sarıçamda % 12 iken kestanede % 7 olarak tespit edilmiştir.

5.2. Retensiyon miktarı

Deney örnekleri tarafından emilen emprenye maddesi çözelti miktarına retensiyon miktarı denir. Doğal çam reçinesinde çözölmüş % 5 doğal meşe taneni çözeltisi ile emprenye işlemi sonucunda elde edilen retensiyon miktarlarına ilişkin istatistiksel sonuçlar Çizelge 5.3.'de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Sarıçam ve Kestane odunu deney örneklerinin retensiyon miktarlarına ilişkin istatistiksel sonuçlar

AĞAÇ MALZEME	Retensiyon miktarı (kg/m ³)		
	min	max	X _{ort}
Sarıçam	10,86	11,66	11,26
Kestane	10,64	11,28	10,96

Çizelge 5.3.'e göre retensiyon miktarı sarıçamda 11,26 kg/m³, kestanede 10,96 kg/m³ olarak bulunmuştur. Buna göre sarıçam ağacının retensiyon miktarı kestaneye göre daha yüksek çıkmıştır.

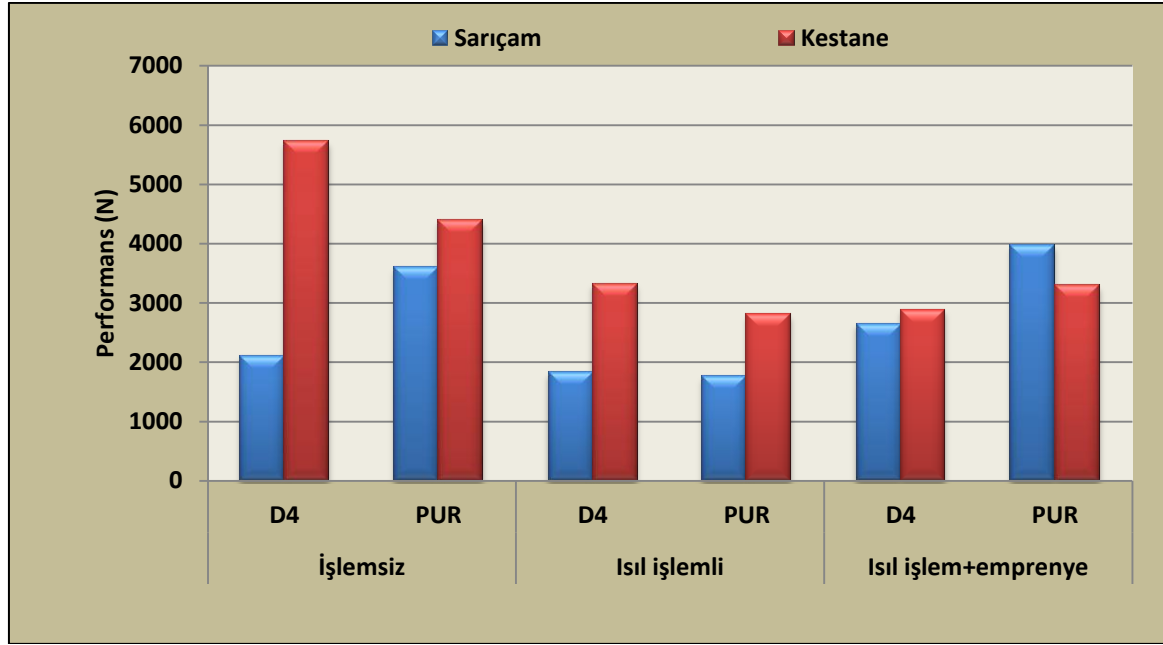
5.3. L - Tipi örneklerde diyagonal basınç performansı

L-tipi köşe birleştirme örneklerinde; ağaç türü, tutkal çeşidi ve işlem çeşitlerinin, diyagonal basınç değerlerindeki değişime ilişkin istatistiksel performans değerleri Çizelge 5.4.'de verilmiştir.

Çizelge 5.4. L-tipi örneklerde diyagonal basınç performansının istatistiksel değerleri

AĞAÇ-İŞLEM-TUTKAL		PVAc-D4			D-VTKA (PUR)		
		F _{min}	F _{max}	X _{ort}	F _{min}	F _{max}	X _{ort}
İşlemsiz	Sarıçam	166,7	6266,03	2111,23	1549,56	5520,78	3597,84
	Kestane	2274,99	7766,35	5726,71	2608,4	5638,45	4384,26
Isıl işlemlili	Sarıçam	254,96	3324,23	1822,82	176,72	3000,64	1761,22
	Kestane	774,64	4775,52	3316,38	460,88	4157,74	2806,69
Isılışlem+emprenye	Sarıçam	1402,26	4948,04	2644,28	519,72	6422,93	3962,6
	Kestane	1206,14	4971,64	2884,05	1755,27	4530,37	3297,75

Çizelge 5.4.'e ait (X_{ort}) grafik şekil 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.2. L-tipi örneklerde diyagonal basınç performansının istatistiksel değerleri (X_{ort})

L-tipi köşe birleştirme örneklerinde; ağaç türü, tutkal çeşidi ve işlem çeşitlerinin, diyagonal basınç değerlerindeki değişime ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 5.5.'de verilmiştir.

Çizelge 5. 5. L-tipi basınç örneklerinde diyagonal basınç değerlerindeki değişime ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P ≤ 0,05
Ağaç Türü (A)	1	38845630,208	3884530,208	160,5797	0,0000
İşlem Çeşidi (B)	2	19626690,017	9813345,008	40,5663	0,0000
Etkileşim (AB)	2	26744116,217	13372058,108	55,2773	0,0000
Tutkal Türü (C)	1	1481851,875	1481851,875	6,1257	0,0149
Etkileşim (AC)	1	12407971,408	12407971,408	51,2920	0,0000
Etkileşim (BB)	2	7516243,550	3758121,775	15,5353	0,0000
Etkileşim	2	5567584,017	2783792,008	11,5076	0,0000
Hata	108	26126141,300	241908,716		
Toplam	119	138316228,592			

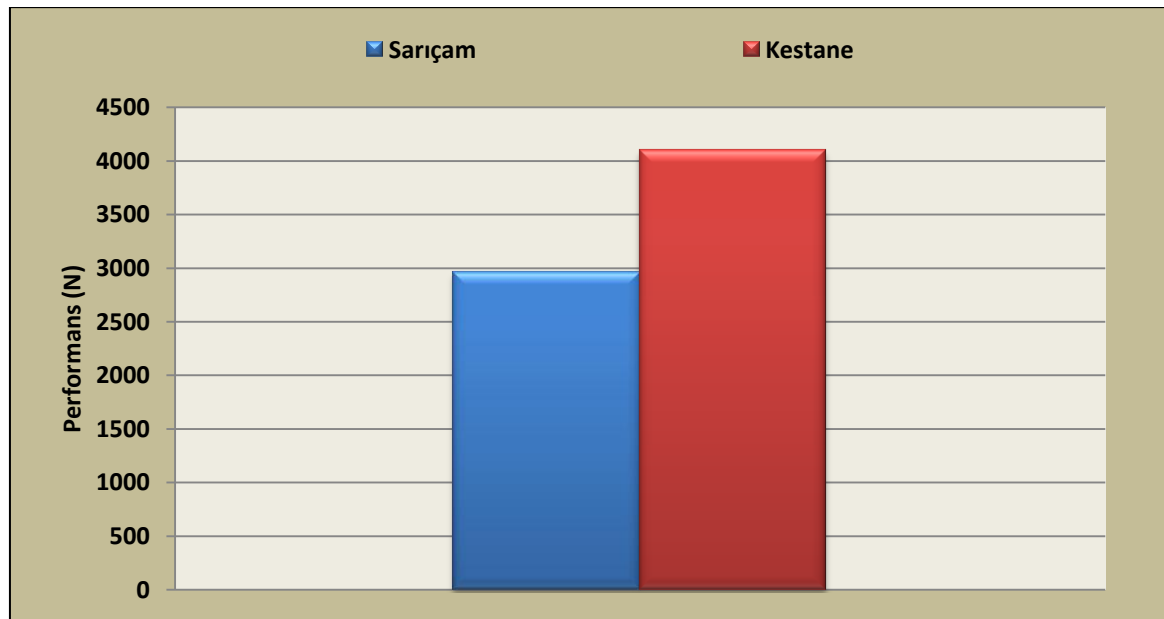
Çizelge 5.5'e göre ağaç türü, tutkal çeşidi, işlem çeşidi ve bunların ikili ve üçlü etkileşimlerinin diyagonal basınca etkileri arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır.

L-tipi örneklerde ağaç türüne göre diyagonal basınç performansı değerleri (N) Çizelge 5.6.'de verilmiştir.

Çizelge 5.6. L-tipi örneklerde ağaç türüne göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

Ağaç malzeme türü	X_{ort}	HG
Sarıçam	2960	B
Kestane	4098	A
LSD: $\pm 177,8$		

L-tipi örneklerde ağaç türüne göre diyagonal basınç performansı değerleri sarıçamda 2960 N, kestane 4098 N olarak bulunmuştur. Buna göre kestane diyagonal basınç performansı sarıçama göre daha yüksek çıkmıştır. Buna ait grafik Şekil 5.3.'de gösterilmiştir.



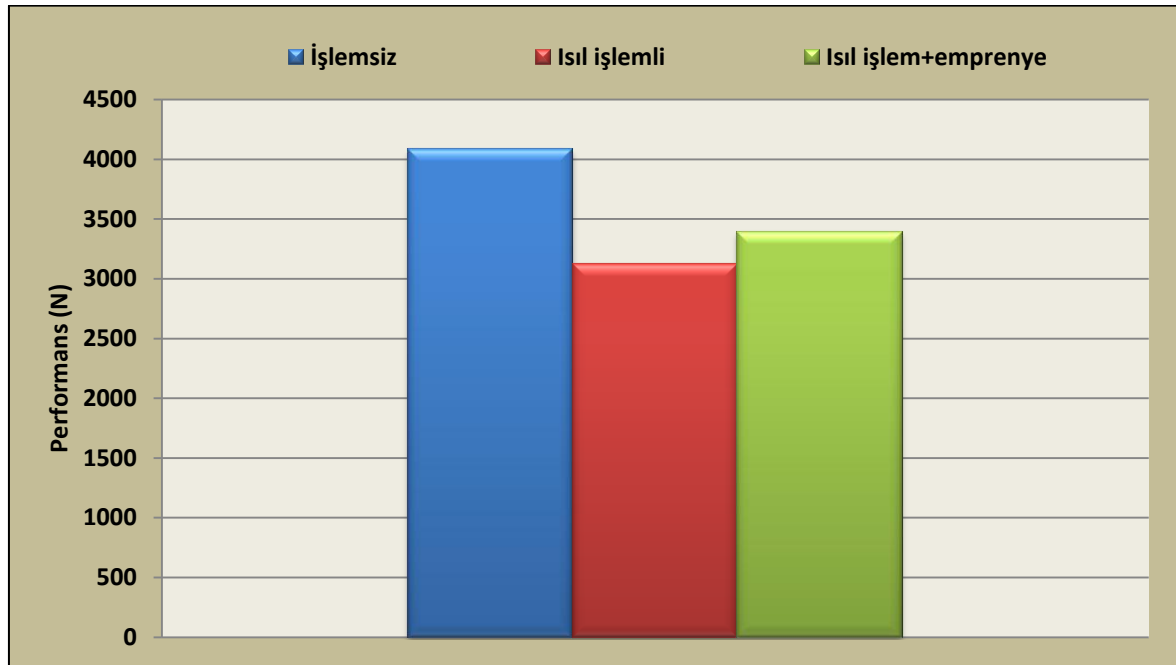
Şekil 5.3. L-tipi örneklerde ağaç türüne göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

L-tipi örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N) Çizelge 5.7'de verilmiştir

Çizelge 5.7. L-tipi örneklerde işlem çeşidine göre basınç performansı değerleri (N)

İşlem çeşidi	X_{ort}	HG
İşlemsiz	4078	A
Isıl işlemli	3115	C
Isıl işlem+emprenye	3393	B
LSD: $\pm 217,80$		

L-tipi örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal basınç performansında en yüksek performans işlemsiz örneklerde 4078 N, en düşük performans ise ısıtılmış işlemli örneklerde 3115 N olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.4.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.4. L-tipi örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

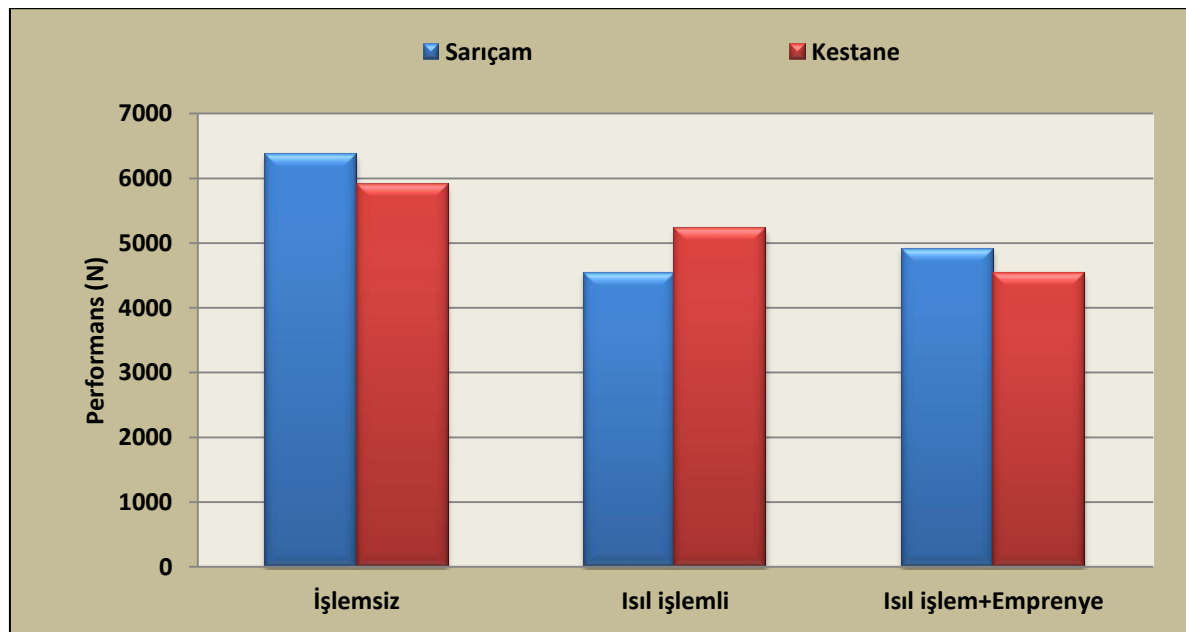
L-tipi örneklerde işlem çeşidi bakımından diyagonal basınç performanslarını en yüksekten başlayarak en düşüğe doğru sıralarsak: işlemsiz, ısıtılmış işlem+emprenyeli, ısıtılmış işlemli şeklinde sıralama oluşmuştur.

L-tipi örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N) Çizelge 5.8.'de verilmiştir.

Çizelge 5.8. L-tipi örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

Ağaç türü-İşlem çeşidi etkileşimi	X_{ort}	HG
Sarıçam-işlemsiz	3001	D
Sarıçam-ısıtıl işlemli	2424	E
Sarıçam-ısıtıl işlem+emprenye	3454	C
Kestane-işlemsiz	5154	A
Kestane-ısıtıl işlemli	3806	B
Kestane-ısıtıl işlem+emprenye	3333	C
LSD: $\pm 308,0$		

L-tipi örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansında en yüksek ortalama işlemsiz kestane örneklerinde 5154 N olarak en düşük ortalama ise ısıtıl işlemli sarıçam örneklerinde 2424 N olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.5.'de gösterilmiştir.



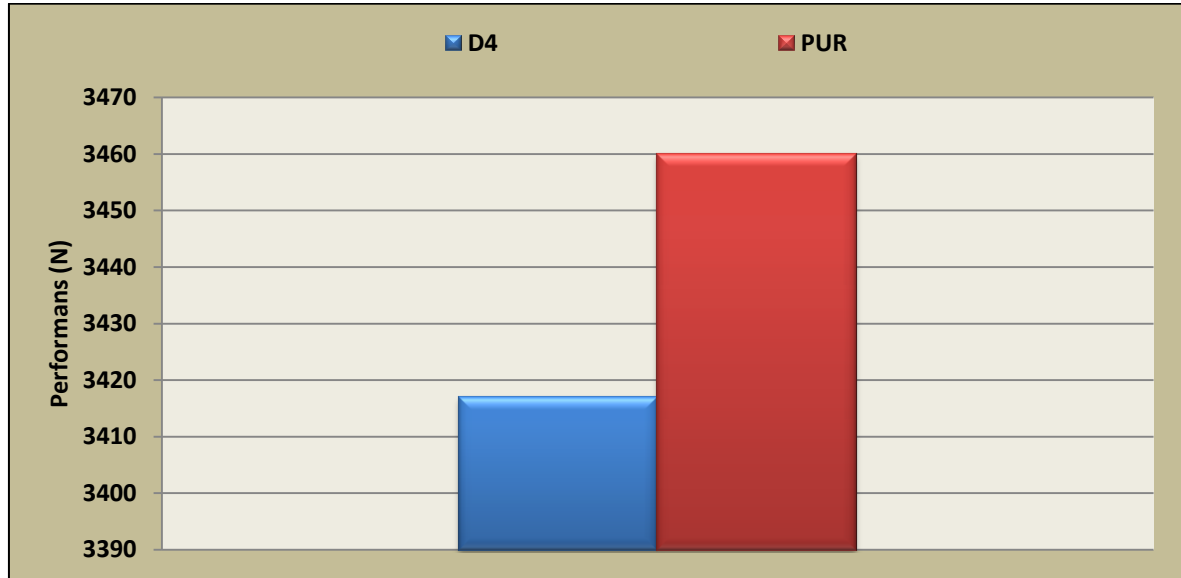
Şekil 5.5. L-tipi örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

L-tipi örneklerde tutkal çeşidine göre basınç performansı değerleri (N) Çizelge 5.9.'da verilmiştir.

Çizelge 5.9. L-tipi örneklerde tutkal çeşidine göre basınç performansı değerleri (N)

Tutkal türü	X_{ort}	HG
PVAC-D4	3417	A
D-VTKA	3460	A
LSD: $\pm 177,8$		

L-tipi örneklerde tutkal çeşidine göre diyagonal basınç performansında, en yüksek ortalama D-VTKA'da 3460 N, en düşük ortalama ise PVAc-D4'de 3417 N olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.6.'da gösterilmiştir.



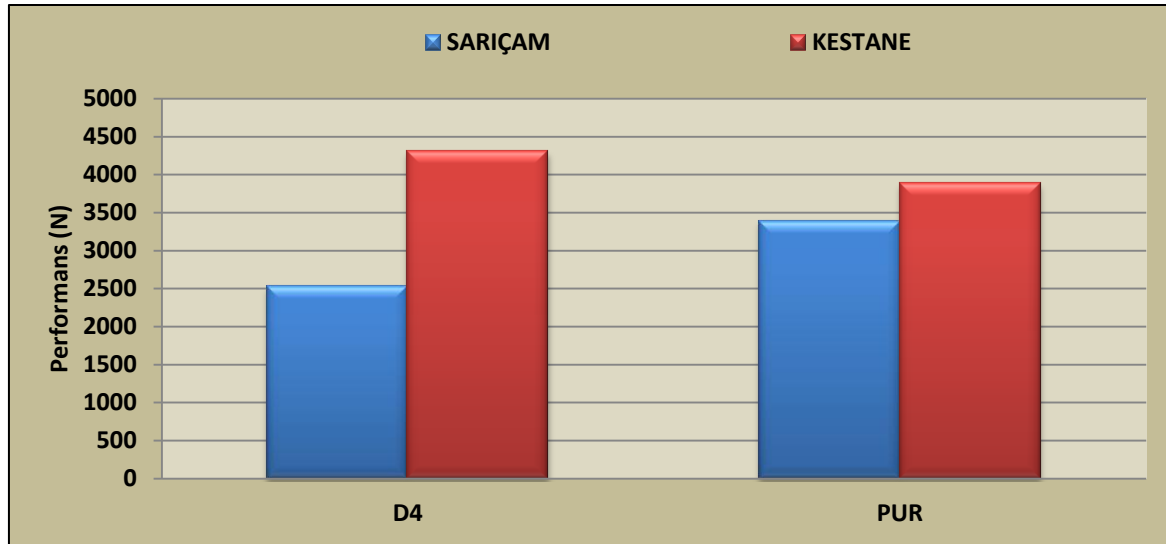
Şekil 5.6. L-tipi örneklerde tutkal çeşidine göre basınç performansı değerleri (N)

L-tipi örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N) Çizelge 5.10.'da verilmiştir.

Çizelge 5.10. L-tipi örneklerde ağaç türü ve tutkal çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

Ağaç türü-Tutkal çeşidi etkileşimi	X_{ort}	HG
Sarıçam-PVAc-D4	2527	D
Sarıçam-D-VTKA	3392	C
Kestane-PVAc-D4	4308	A
Kestane-D-VTKA	3887	B
LSD: $\pm 251,5$		

L-tipi örneklerde ağaç türü ve tutkal çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansında en yüksek değer kestane PVAc-D4 örneklerinde 4308 N olarak, en düşük değer ise sarıçam PVAc-D4 örneklerinde 2527 N olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.7'de gösterilmiştir.



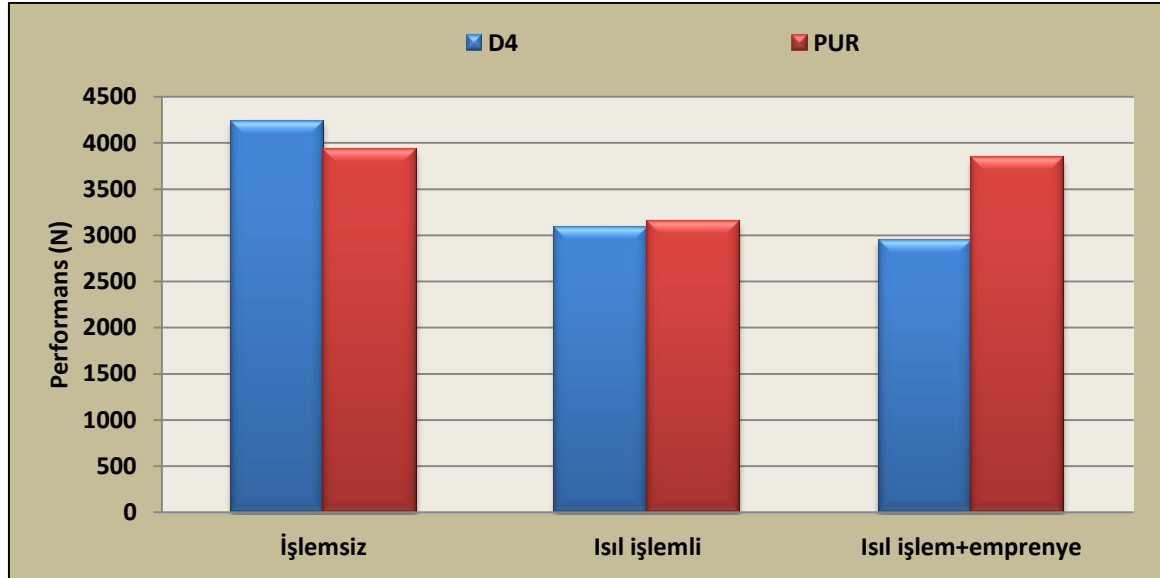
Şekil 5.7. L-tipi örneklerde ağaç türü ve tutkal çeşidi ikili etkileşimine göre basınç performansı değerleri (N)

L-tipi örneklerde tutkal türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N) Çizelge 5.11.'de verilmiştir.

Çizelge 5.11. L-tipi örneklerde tutkal türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

Tutkal türü – İşlem çeşidi etkileşimi	X_{ort}	HG
İşlemsiz-PVAc-D4	4227	A
İşlemsiz-D-VTKA	3929	AB
Isıl işlemlili-PVAc-D4	3082	C
Isıl işlemlili-D-VTKA	3149	C
Isıl işlem+emprenye-PVAc-D4	2944	C
Isıl işlem+emprenye-D-VTKA	3842	B
LSD: $\pm 308,0$		

L-tipi örneklerde tutkal türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansında en yüksek değer işlemsiz PVAc-D4 örneklerinde 4227 N, en düşük değer ise ısıtıl işlem+emprenye PVAc-D4 örneklerinde 2944 N olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.8.'de gösterilmiştir.



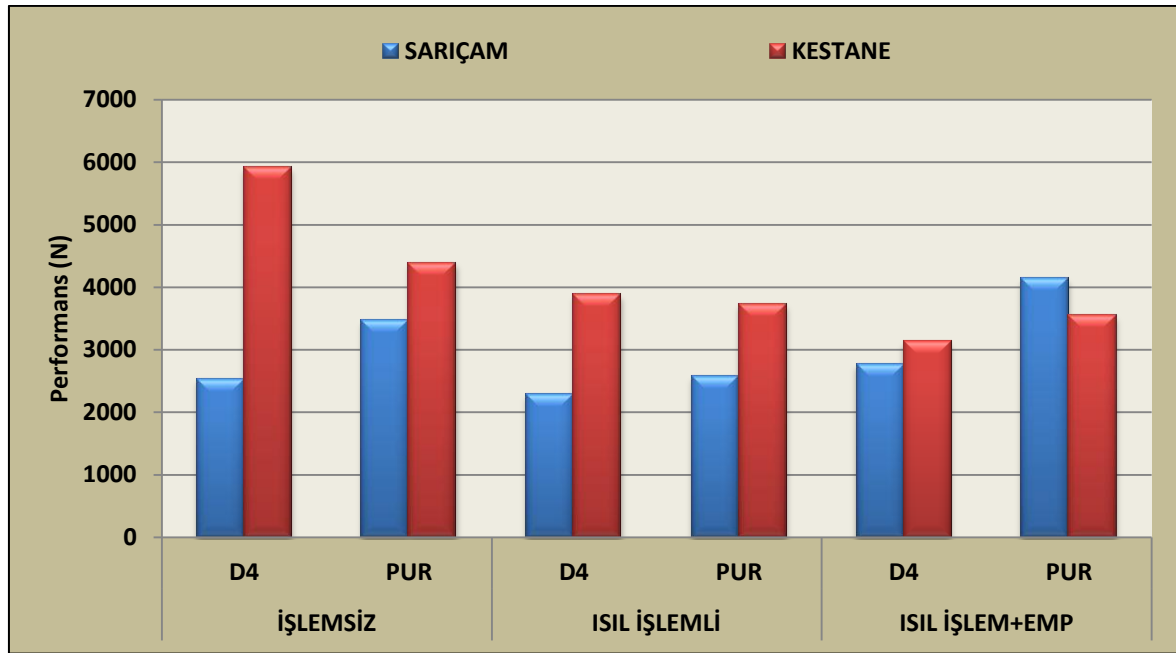
Şekil 5.8. L-tipi örneklerde tutkal türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre basınç performansı değerleri (N)

L-tipi örneklerde tutkal türü, işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N) Çizelge 5.12.'de verilmiştir.

Çizelge 5.12. L-tipi örneklerde tutkal türü, işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

Tutkal türü, İşlem çeşidi ve Ağaç türü etkileşimi	X_{ort}	HG
Sarıçam-işlemsiz-PVAc-D4	2533	GH
Sarıçam-işlemsiz-D-VTKA	3471	DE
Sarıçam -Isıl işlemli-PVAc-D4	2282	H
Sarıçam- Isıl işlemli-D-VTKA	2567	GH
Sarıçam -Isıl işlem+emprenye-PVAc-D4	2766	FG
Sarıçam -Isıl işlem+emprenye-D-VTKA	4141	BC
Kestane -işlemsiz-PVAc-D4	5920	A
Kestane -işlemsiz-D-VTKA	4388	B
Kestane -Isıl işlemli-PVAc-D4	3882	CD
Kestane - Isıl işlemli-D-VTKA	3730	CD
Kestane -Isıl işlem+emprenye-PVAc-D4	3122	EF
Kestane -Isıl işlem+emprenye-D-VTKA	3543	DE
LSD: $\pm 435,5$		

L-tipi örneklerde tutkal türü, işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal basınç performansında en yüksek değer kestane işlemsiz PVAc-D4 örneklerinde 5920 N, en düşük değer ise sarıçam ısıl işlem PVAc-D4 örneklerinde 2282 N olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.9.'da gösterilmiştir.



Şekil 5.9. L-tipi örneklerde tutkal türü,işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

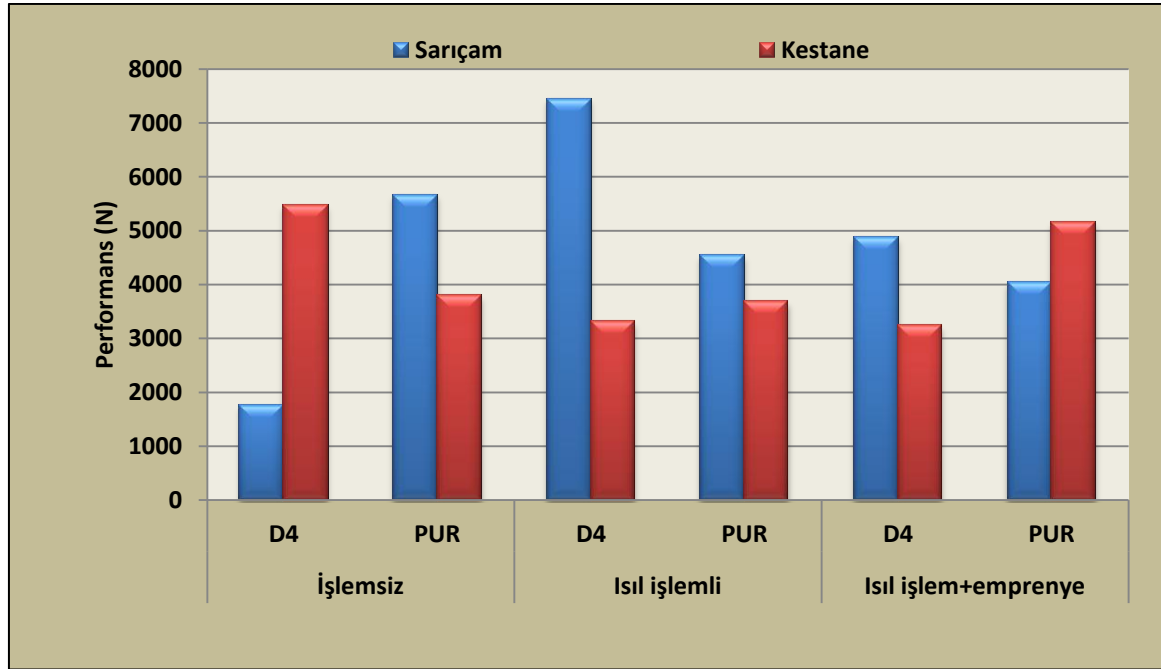
5.4. Tam çerçeve örneklerde diyagonal basınç performansı

Çift zıvanalı tam çerçeve örneklerde; ağaç türü, tutkal çeşidi ve işlem çeşitlerinin, diyagonal basınç değerlerindeki değişime ilişkin performans değerleri Çizelge 5.13.'de verilmiştir.

Çizelge 5.13. Tam çerçeve örneklerde diyagonal basınç performansının istatistiksel değerleri

AĞAÇ-İŞLEM-TUTKAL		PVAc-D4			D-VTKA		
		Fmin	Fmax	Xort	Fmin	Fmax	Xort
İşlemsiz	Sarıçam	322,9	3196,76	1759,83	5236,4	6089,53	5662,96
	Kestane	4520,57	6422,93	5471,75	3304,62	4265,61	3785,11
Isıl işlemlili	Sarıçam	7393,72	7511,4	7452,56	3932,21	5148,15	4540,18
	Kestane	2696,65	4663,78	3316,38	5707,09	6550,41	3680,21
Isıl işlem+emprenye	Sarıçam	4049,88	5707,09	4878,48	3492,01	4599,01	4045,51
	Kestane	2971,22	3510,55	3240,88	4559,79	5736,51	5148,15

Çizelge 5.13.'e ait (X_{ort}) grafik şekil 5.10.'da verilmiştir.



Şekil 5.10. Tam çerçeve örneklerde diyagonal basınç performansının istatistiksel değerleri

Tam çerçeve örneklerde; ağaç türü, tutkal çeşidi ve işlem çeşitlerinin, diyagonal performans değerlerindeki değişime ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 5.14.'de verilmiştir.

Çizelge 5.14. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü, tutkal çeşidi ve işlem çeşitlerinin diyagonal basınç değerlerindeki değişime ilişkin çoklu varyans analizi

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	$P \leq 0,05$
Ağaç Türü	1	47704,167	47704,167	0,3774	
İşlem Çeşidi	2	8874700,000	4437350,000	35,1068	0,0000
Etkileşim	2	1817033,333	908516,667	7,1879	0,0000
Tutkal Türü	1	372504,167	372504,167	2,9471	0,1117
Etkileşim	1	2325037,500	2325037,500	18,3949	0,0011
Etkileşim	2	948133,333	474066,667	3,7507	0,0543
Etkileşim	2	22355200,000	11177600,000	88,4333	0,0000
Hata	12	1516750,000	126395,833		
Toplam	23	38257062,500			

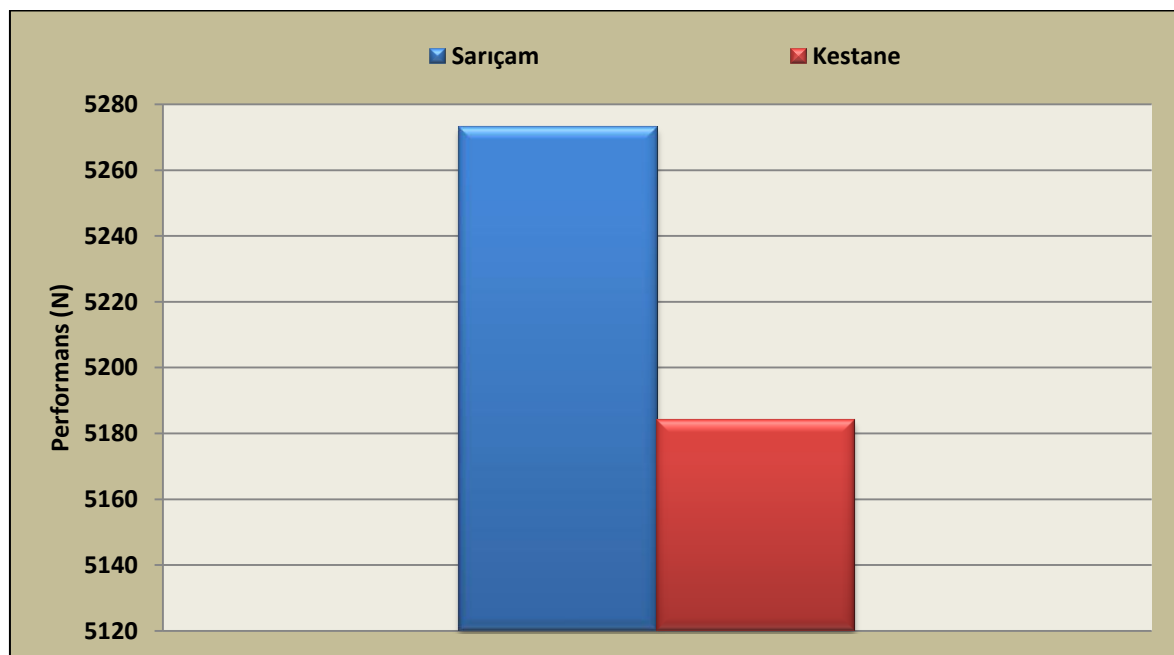
Tam çerçeve örneklerde ağaç türü, tutkal çeşidi, işlem çeşidi ve bunların üçlü etkileşimi açısından basınç performansları arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemli, tutkal çeşidi ve tutkal çeşidi-işlem çeşidi ikili etkileşimi istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır.

Tam çerçeve örneklerde ağaç türüne göre diyagonal basınç performansı değerleri (N) Çizelge 5.15.'de verilmiştir.

Çizelge 5.15. Tam çerçeve örneklerde ağaç türüne göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

Ağaç malzeme türü	X_{ort}	HG
Sarıçam	5273	A
Kestane	5184	A
LSD: $\pm 300,2$		

Tam çerçeve örneklerde diyagonal basınç performansı ağaç türüne göre sarıçamda 5273 N, kestane 5184 N olarak bulunmuştur. Buna göre sarıçamın basınç performansı kestaneye göre daha yüksek çıkmıştır. Buna ait grafik Şekil 5.11.'de gösterilmiştir.



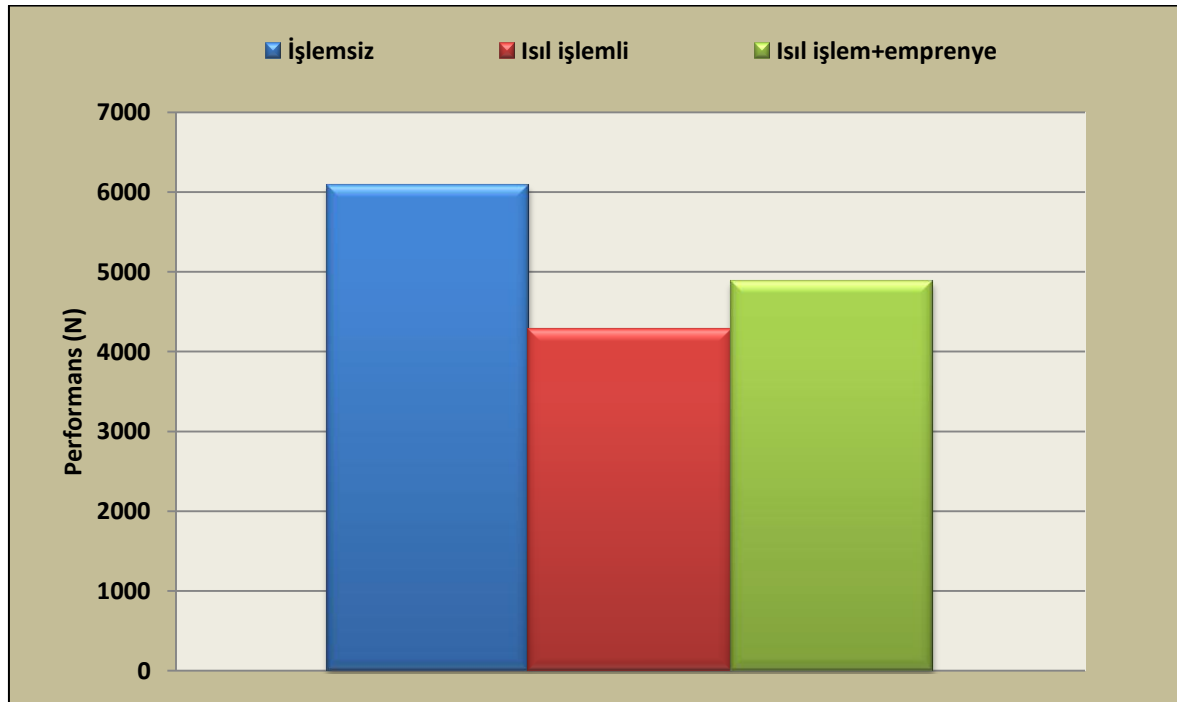
Şekil 5.11. Tam çerçeve örneklerde ağaç türüne göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

Tam çerçeve örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)
Çizelge 5.16.'da verilmiştir.

Çizelge 5.16. Tam çerçeve örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

İşlem çeşidi	X_{ort}	HG
İşlemsiz	6084	A
Isıl işlemli	4271	B
Isıl işlem+emprenye	4881	B
LSD: $\pm 367,7$		

Tam çerçeve örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal basınç performansında en yüksek değer; işlemsiz örneklerde 6084 N, en düşük değer ise ısıtıl işlemli örneklerde 4271 N olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.12.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.12. Tam çerçeve örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

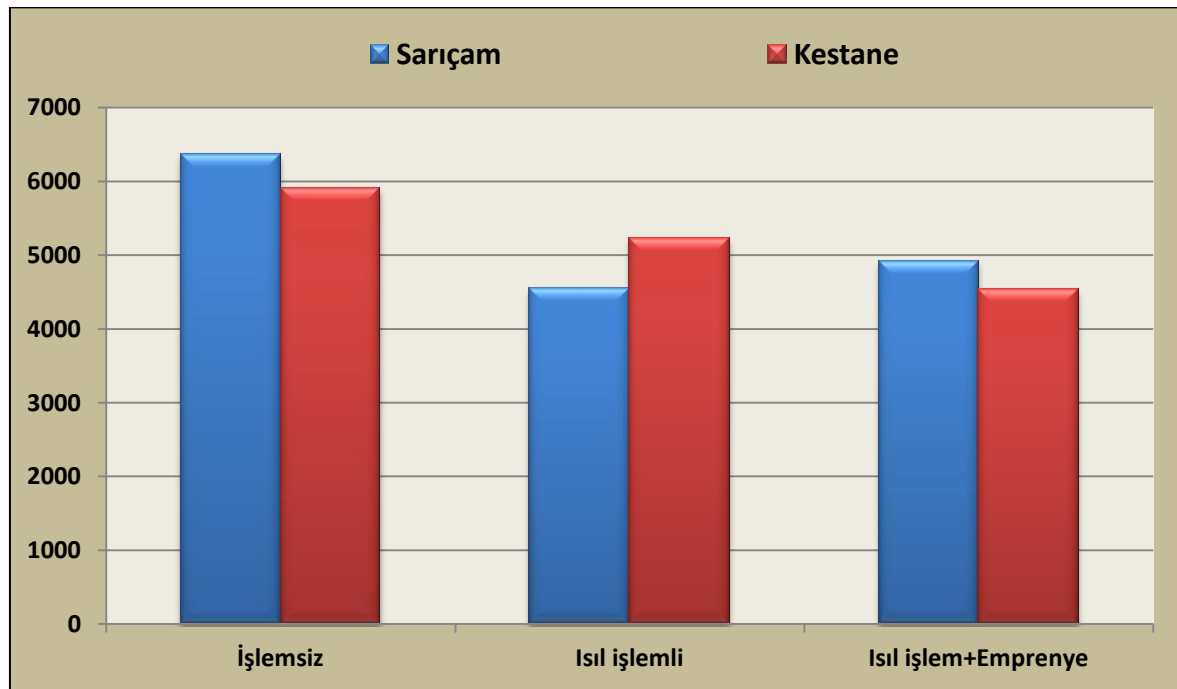
Tam çerçeve örneklerde işlem çeşidi bakımından diyagonal basınç performansı en yüksekten en düşüğe doğru sıralandığında işlemsiz, ısıtıl işlem+emprenye ve ısıtıl işlemli şeklinde sıralama oluşmuştur.

Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N) Çizelge 5.17.'de verilmiştir.

Çizelge 5.17. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

Ağaç türü-İşlem çeşidi etkileşimi	X_{ort}	HG
Sarıçam-işlemsiz	6365	A
Sarıçam-ısıl işlemli	4540	D
Sarıçam-ısıl işlem+emprenye	4915	CD
Kestane-işlemsiz	5803	B
Kestane-ısıl işlemli	5223	C
Kestane-ısıl işlem+emprenye	4528	D
LSD: $\pm$		

Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi etkileşimine göre basınç performansı en yüksek işlemsiz sarıçam örneklerinde 6365 N, en düşük ise ısıl işlem+emprenyeli kestane örneklerinde 4528 N olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.13.'de gösterilmiştir.



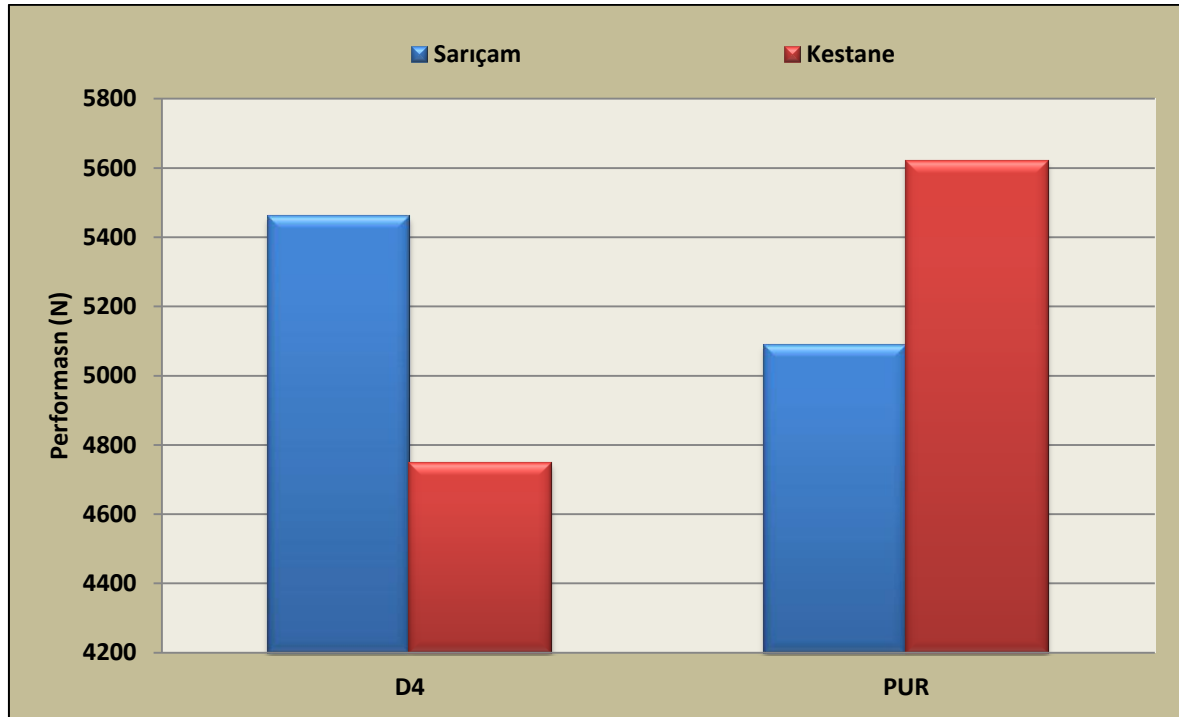
Şekil 5.13. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve tutkal çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N) Çizelge 5.18.'de verilmiştir.

Çizelge 5.18. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve tutkal çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

Ağaç türü-Tutkal çeşidi etkileşimi	X_{ort}	HG
Sarıçam-PVAC-D4	5460	AB
Sarıçam-D-VTKA	5087	BC
Kestane-PVAC-D4	4748	C
Kestane-D-VTKA	5620	A
LSD: $\pm 424,6$		

Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve tutkal çeşidi etkileşimine göre diyagonal basınç performansında en yüksek değer kestane D-VTKA örneklerinde 5620 N, en düşük değer ise kestane PVAc-D4 örneklerinde 4748 N olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.14.'de gösterilmiştir.



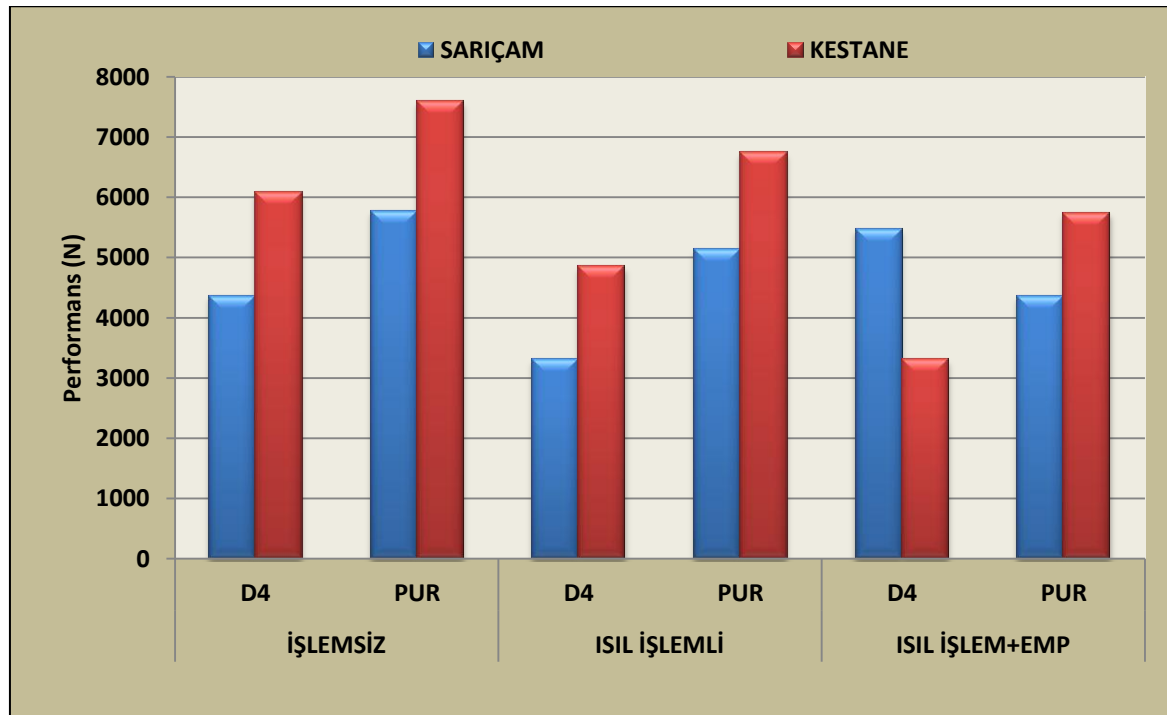
Şekil 5.14. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve tutkal çeşidi etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

Tam çerçeve örneklerde tutkal türü, işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri Çizelge 5.19.'da verilmiştir.

Çizelge 5.19. Tam çerçeve örneklerde tutkal türü, işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

Ağaç-İşlem-Tutkal türü etkileşimi	X_{ort}	HG
Sarıçam-işlemsiz-PVAc-D4	4360	F
Sarıçam-işlemsiz-D-VTKA	5775	CD
Sarıçam -Isıl işlemli-PVAc-D4	3305	G
Sarıçam- Isıl işlemli-D-VTKA	5130	DE
Sarıçam -Isıl işlem+emprenye-PVAc-D4	5475	CDE
Sarıçam -Isıl işlem+emprenye-D-VTKA	4355	F
Kestane -işlemsiz-PVAc-D4	6085	BC
Kestane -işlemsiz-D-VTKA	7600	A
Kestane -Isıl işlemli-PVAc-D4	4855	EF
Kestane - Isıl işlemli-D-VTKA	6750	B
Kestane -Isıl işlem+emprenye-PVAc-D4	3305	G
Kestane -Isıl işlem+emprenye-D-VTKA	5750	CD
LSD: $\pm 735,5$		

Tam çerçeve örneklerde tutkal türü, işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal basınç performansında en yüksek değerkestane işlemsiz D-VTKA örneklerinde 7600 N, en düşük değer ise sarıçam ısıl işlemli PVAc-D4 örneklerinde 3305 N olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.15.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.15. Tam çerçeve örneklerde tutkal türü, işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal basınç performansı değerleri (N)

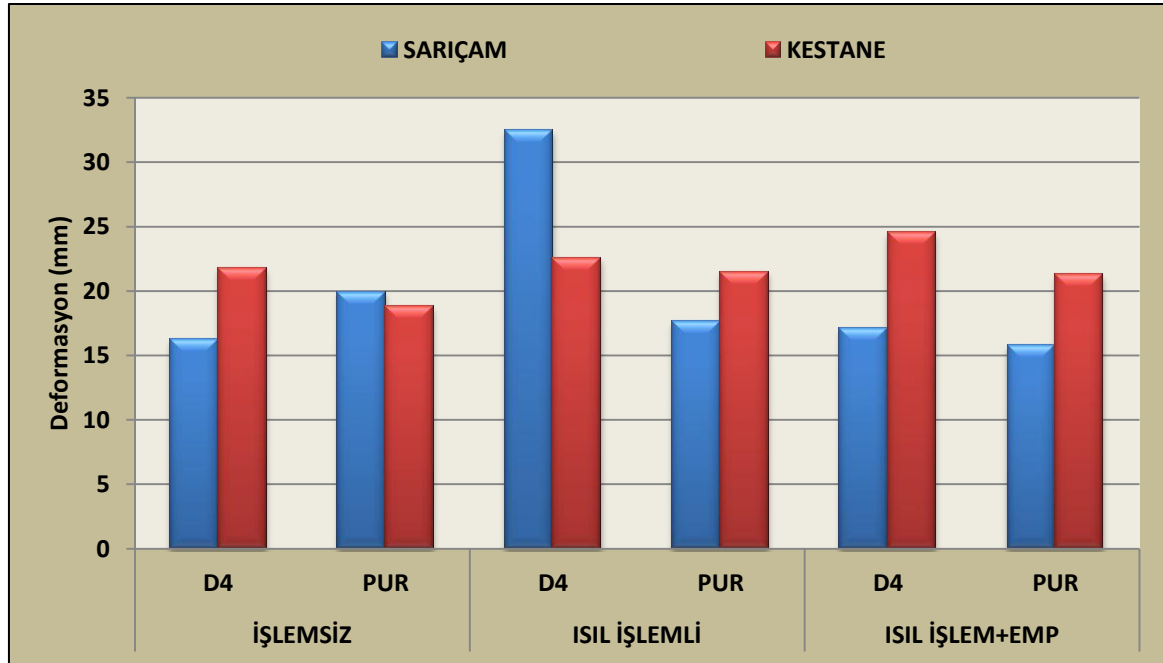
5.5. Tam çerçeve örneklerde diyagonal deformasyon değerleri

Çift zıvanalı tam çerçeve örneklerde; ağaç türü, tutkal çeşidi ve işlem çeşitlerinin, diyagonal deformasyon değerlerindeki değişime ilişkin istatistiksel ortalama değerleri Çizelge 5.20.'de verilmiştir.

Çizelge 5.20. Tam çerçeve örneklerde diyagonal deformasyon ortalama değerleri (mm)

İŞLEM TUTKAL AĞAÇ	İŞLEMSİZ		ISIL İŞLEMLİ		ISIL İŞLEM+EMP	
	PVAc-D4	D-VTKA	PVAc-D4	D-VTKA	PVAc-D4	D-VTKA
SARIÇAM	16,24	19,96	32,44	17,64	17,12	15,8
KESTANE	21,81	18,84	22,56	21,52	24,52	21,28

Çizelge 5.20.'ye ait grafik şekil 5.16.'da verilmiştir.



Şekil 5.16. Tam çerçeve örneklerde diyagonal deformasyon değerleri (mm)

Tam çerçeveli örneklerde; ağaç türü, tutkal türü ve işlem çeşitlerinin diyagonal deformasyon değerlerindeki değişime ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 5.21.'de verilmiştir.

Çizelge 5.21. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü, tutkal ve işlem çeşitlerinin deformasyon değerlerindeki değişime ilişkin çoklu varyans analizi

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	$P \leq 0,05$
Ağaç Türü (A)	1	1,643	1,643	0,3687	
İşlem Çeşidi (B)	2	130,698	65,349	14,6632	0,0006
Etkileşim (AB)	2	69,525	34,763	7,8001	0,0068
Tutkal türü (C)	1	41,501	41,501	9,3122	0,0101
Etkileşim (AC)	1	21,019	21,019	4,7163	0,0506
Etkileşim (BB)	2	110,566	55,283	12,4045	0,0012
Etkileşim (ABC)	2	75,283	37,641	8,4461	0,0051
Hata	108	53,480	4,457		
Toplam	119	503,716			

Tam çerçeve örneklerde ağaç türü, tutkal çeşidi ikili etkileşimi hariç diğerlerinin ikili ve üçlü etileşimi açısından diyagonal deformasyon değerleri arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır.

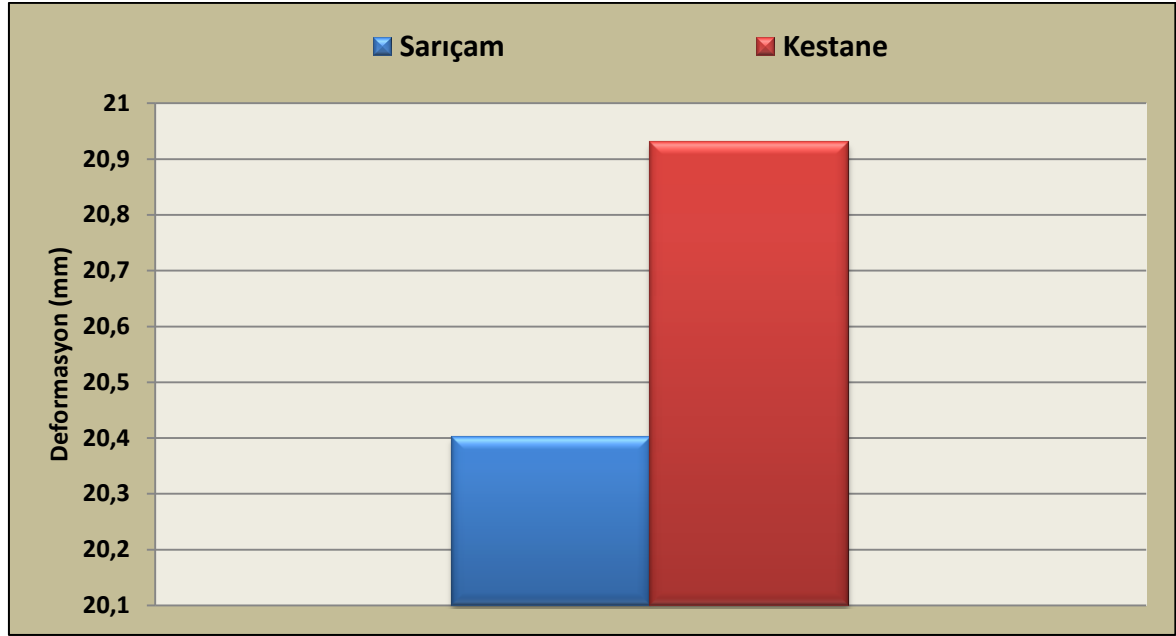
Tam çerçeve örneklerde ağaç türüne göre performans değerleri (mm) Çizelge 5.22.'de verilmiştir.

Çizelge 5.22. Tam çerçeve örneklerde ağaç türüne göre diyagonal deformasyon değerleri (mm)

Ağaç malzeme türü	X_{ort}	HG
Sarıçam	20,40	A
Kestane	20,93	A
LSD: $\pm 1,783$		

Tam çerçeve deformasyon değerleri ağaç türüne göre sarıçamda 20,40 mm, kestane 20,93 mm olarak bulunmuştur. Buna göre kestane ağacının deformasyon değeri sarıçama göre daha yüksek çıkmıştır.

Buna ait grafik Şekil 5.17.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.17. Tam çerçeve örneklerde ağaç türüne göre diyagonal deformasyon değerleri (mm)

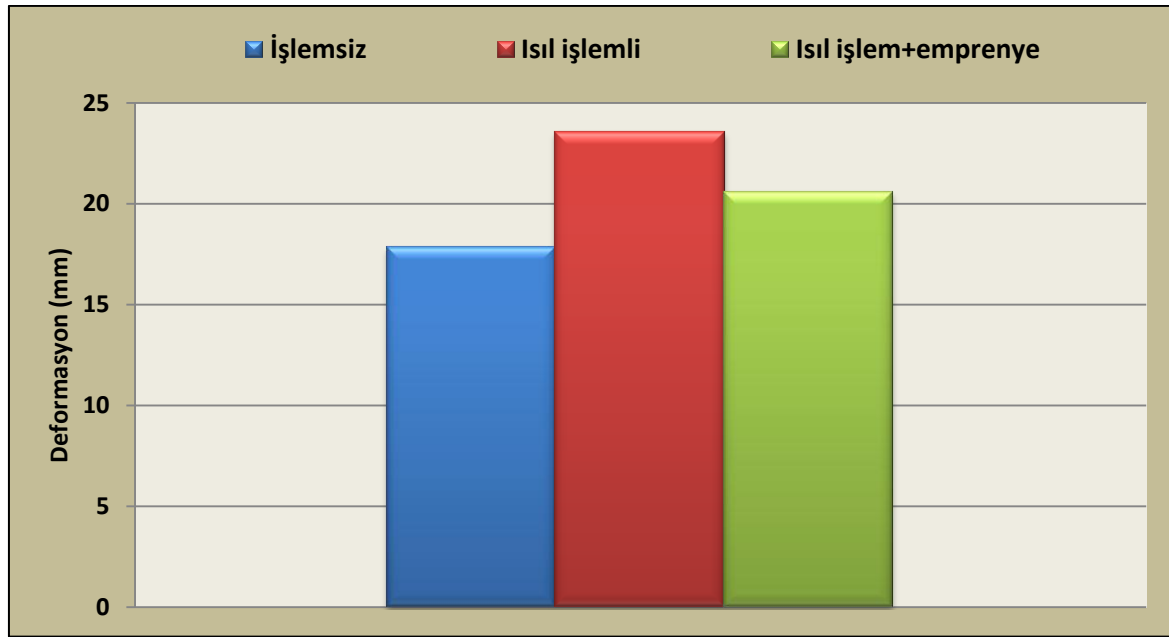
Tam çerçeve örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal deformasyon değerleri (mm)

Çizelge 5.23.'de verilmiştir

Çizelge 5.23. Tam çerçeve örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal deformasyon değerleri (mm)

İşlem çeşidi	X_{ort}	HG
İşlemsiz	17,84	C
Isıl işlemlili	23,56	A
Isıl işlem+emprenye	20,60	B
LSD: $\pm 2,184$		

Tam çerçeve örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal deformasyon değeri ısıll işlemlili örneklerde 23,56 mm, en düşük sonuç ise işlemsiz örneklerde 17,84 mm olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.18.'de gösterilmiştir.



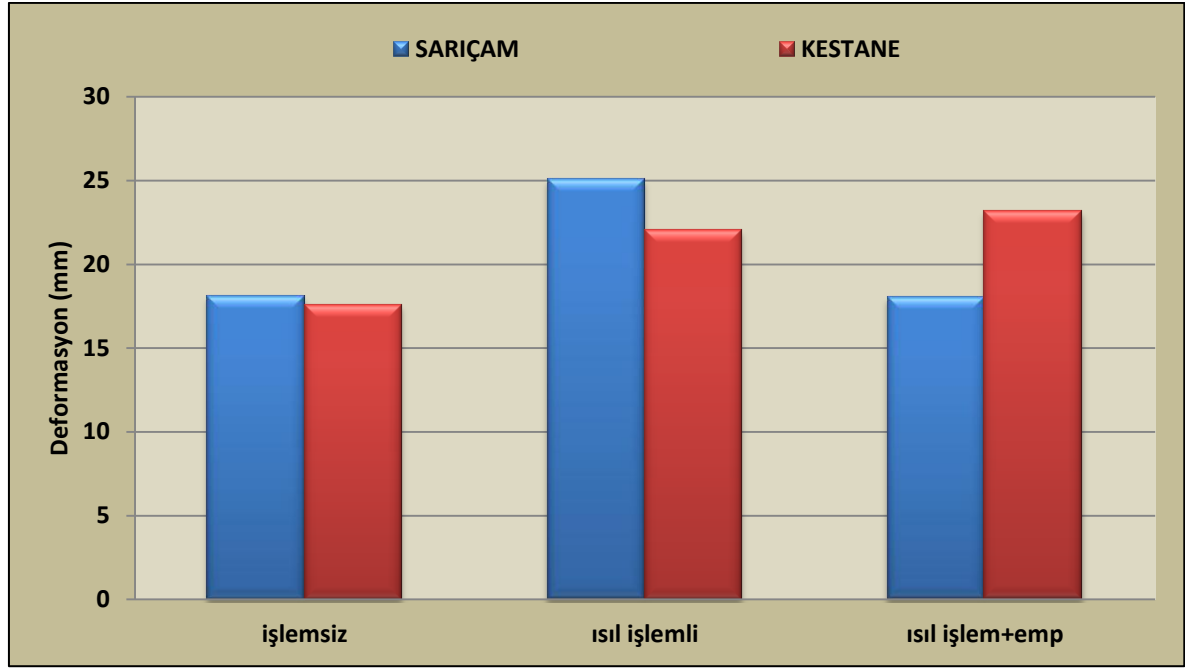
Şekil 5.18. Tam çerçeve örneklerde işlem çeşidine göre diyagonal deformasyon değerleri (mm)

Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi etkileşimine göre diyagonal deformasyon değerleri (mm) Çizelge 5.24.'de verilmiştir.

Çizelge 5.24. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi etkileşimine göre diyagonal deformasyon değerleri (mm)

Ağaç türü-İşlem çeşidi etkileşimi	X_{ort}	HG
Sarıçam-işlemsiz	18,10	B
Sarıçam-ısıl işlemlili	25,07	A
Sarıçam-ısıl işlem+emprenye	18,04	B
Kestane-işlemsiz	17,58	B
Kestane-ısıl işlemlili	22,04	A
Kestane-ısıl işlem+emprenye	23,15	A
LSD: $\pm 3,088$		

Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi etkileşimine göre diyagonal deformasyon değerlerinde en yüksek değer ısıl işlemlili sarıçam örneklerinde 25,07 mm olarak en düşük değer ise işlemsiz kestane örneklerinde 17,58 mm olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.19.'da gösterilmiştir.



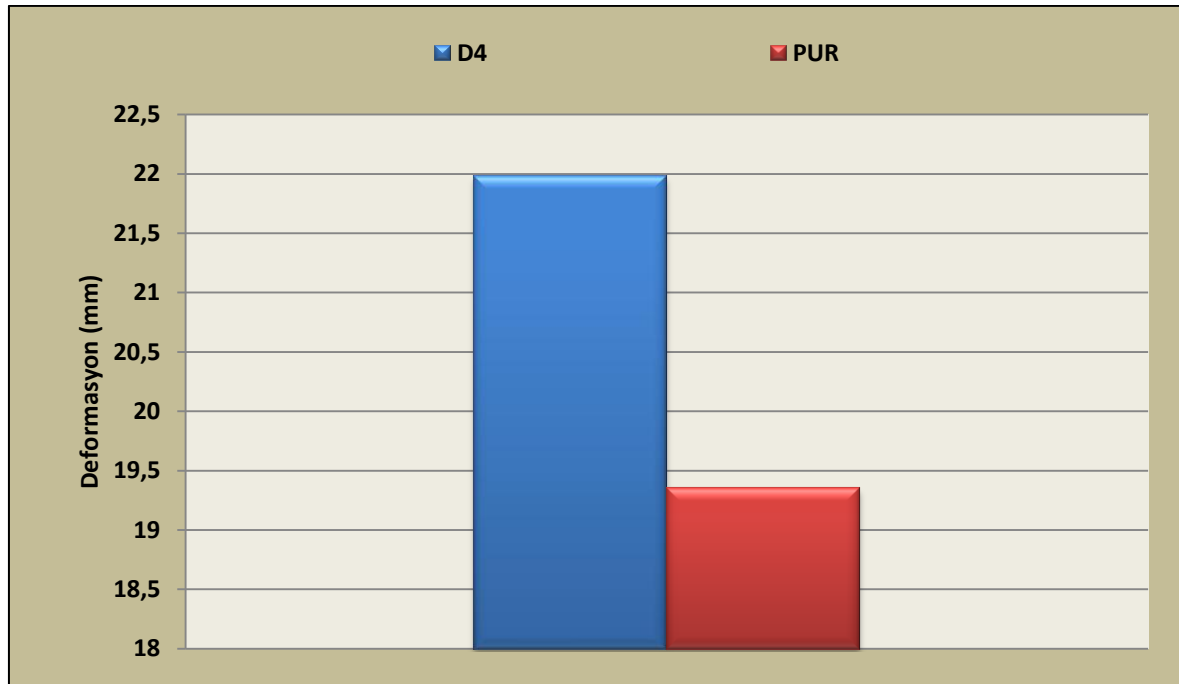
Şekil 5.19. Tam çerçeve örneklerde ağaç türü ve işlem çeşidi etkileşimine göre deformasyon değerleri (mm)

Tam çerçeve örneklerde tutkal çeşidine göre deformasyon değerleri (mm) Çizelge 5.25.'de verilmiştir

Çizelge 5.25. Tam çerçeve örneklerde tutkal çeşidine göre diyagonal deformasyon değerleri (mm)

Tutkal türü	X_{ort}	HG
PVAc-D4	21,98	A
D-VTKA	19,35	B
LSD: $\pm 1,783$		

Tam çerçeve örneklerde tutkal çeşidine göre diyagonal deformasyon değerlerinde, en yüksek değer PVAc-D4'de 21,98 mm, en düşük değer ise D-VTKA'da 19,35 mm olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.20.'de gösterilmiştir.



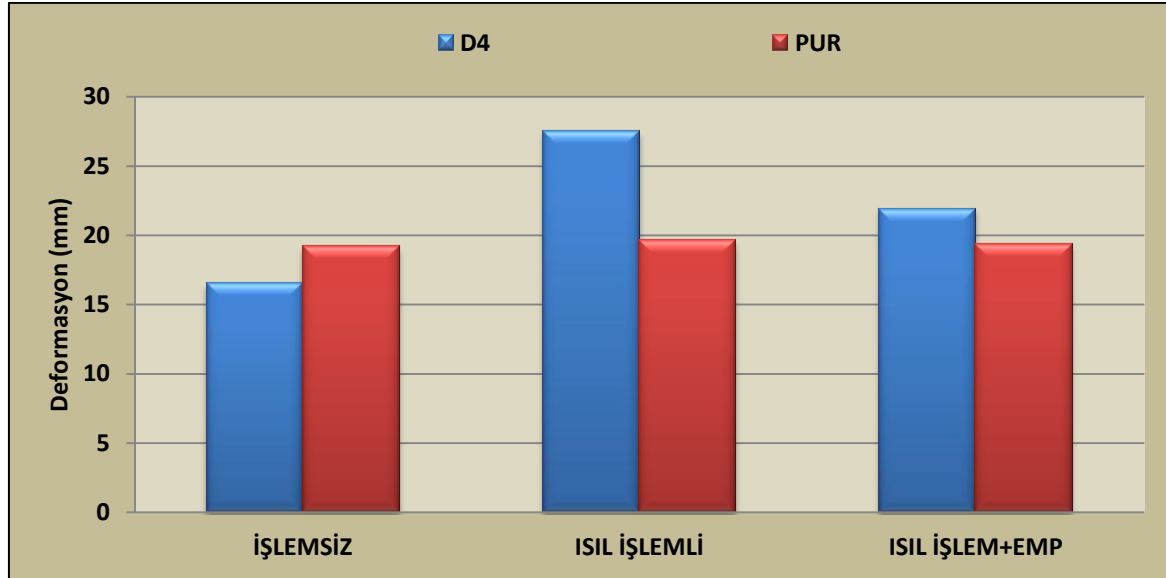
Şekil 5.20. Tam çerçeve örneklerde tutkal çeşidine göre diyagonal deformasyon değerleri (mm)

Tam çerçeve örneklerde tutkal türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal deformasyon değerleri (mm) Çizelge 5.26.'da verilmiştir.

Çizelge 5.26. Tam çerçeve örneklerde tutkal türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal deformasyon değerleri (mm)

İşlem çeşidi –Tutkal türü etkileşimi	X_{ort}	HG
İşlemsiz-PVAc-D4	16,53	C
İşlemsiz-D-VTKA	19,15	BC
Isıl işlemlili-PVAc-D4	27,50	A
Isıl işlemlili-D-VTKA	19,61	BC
Isıl işlem+emprenye-PVAc-D4	21,90	B
Isıl işlem+emprenye-D-VTKA	19,29	BC
LSD: $\pm 3,088$		

Tam çerçeve örneklerde tutkal türü ve işlem çeşidi etkileşimine göre diyagonal deformasyon değerlerinde en yüksek değer ısıll işlemlili PVAc-D4 örneklerinde 27,50 mm olarak en düşük değer ise işlemsiz PVAc-D4 örneklerinde 16,53 mm olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.21.'de gösterilmiştir



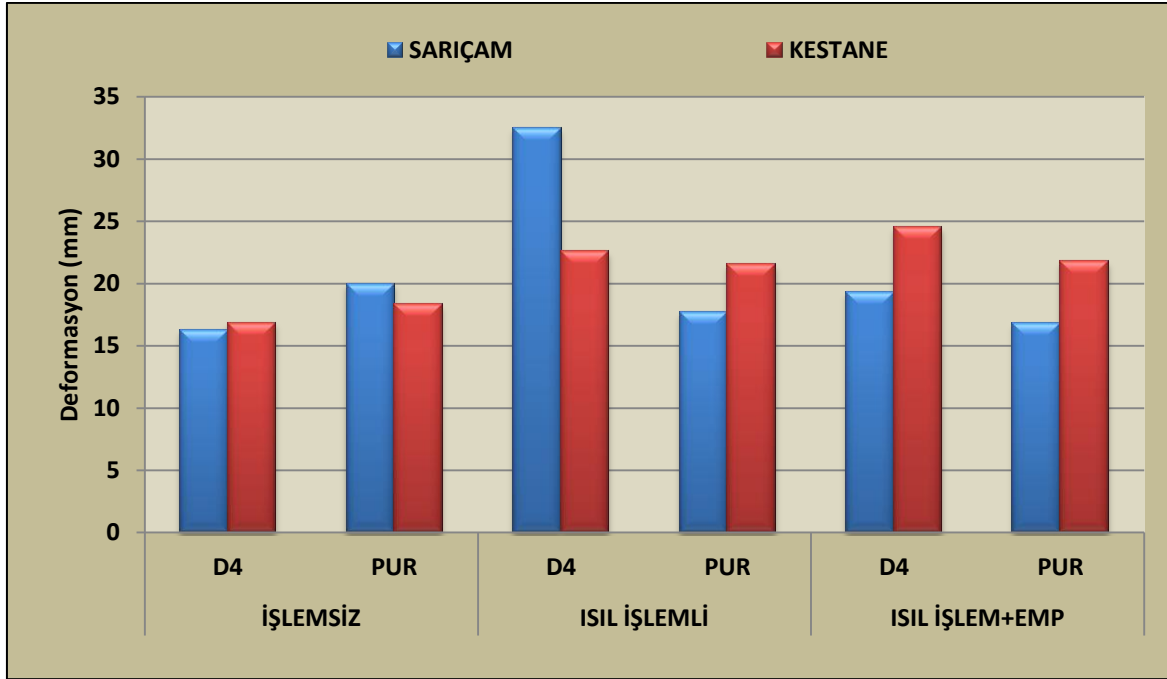
Şekil 5.21. Tam çerçeve örneklerde tutkal türü ve işlem çeşidi ikili etkileşimine göre diyagonal deformasyon değerleri (mm)

Tam çerçeve örneklerde tutkal türü, işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal deformasyon değerleri (mm) Çizelge 5.27.'de verilmiştir.

Çizelge 5.27. Tam çerçeve örneklerde tutkal türü, işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal deformasyon değerleri (mm)

Ağaç-İşlem-Tutkal türü etkileşimi	X_{ort}	HG
Sarıçam-işlemsiz-PVAc-D4	16,24	E
Sarıçam-işlemsiz-D-VTKA	19,96	CDE
Sarıçam -Isıl işlemli-PVAc-D4	32,44	A
Sarıçam- Isıl işlemli-D-VTKA	17,69	DE
Sarıçam -Isıl işlem+emprenye-PVAc-D4	19,28	CDE
Sarıçam -Isıl işlem+emprenye-D-VTKA	16,80	E
Kestane -işlemsiz-PVAc-D4	16,82	E
Kestane -işlemsiz-D-VTKA	18,34	CDE
Kestane -Isıl işlemli-PVAc-D4	22,56	BC
Kestane - Isıl işlemli-D-VTKA	21,52	BCD
Kestane -Isıl işlem+emprenye-PVAc-D4	24,53	B
Kestane -Isıl işlem+emprenye-D-VTKA	21,78	BCD
LSD: $\pm 4,367$		

Tam çerçeve örneklerde tutkal türü, işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagonal deformasyon değerlerinde en yüksek değer kestane ısıl işlem+emprenye PVAc-D4 örneklerinde 24,53 mm olarak en düşük değer ise sarıçam işlemsiz PVAc-D4 örneklerinde 16,24 mm olarak bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.22.'de gösterilmiştir



Şekil 5.22. Tam çerçeve örnekler tutkal türü, işlem çeşidi ve ağaç türü üçlü etkileşimine göre diyagona ldeformasyon değerleri (mm)

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma masif çerçeve konstrüksiyon uygulamalarından birisi olan pencere çerçevesi (doğrama) üretiminde kullanılan çift zıvanalı köşe birleştirme, ağaç türü, tutkal çeşidi, ısıt işlem ve emprenye işleminin birbirleri ile etkileşimi araştırılmıştır. İlgili standartlar ve literatüre dayalı olarak gerçekleştirilen ölçüm, hesaplama ve deneyler sonucunda:

Yoğunluk ve Retensiyon Miktarı

Araştırmada kullanılan kestane'nin tam kuru yoğunluğu $0,540 \text{ gr/cm}^3$, hava kurusu yoğunluğu (%12) $0,599 \text{ gr/cm}^3$ olarak tespit edilmiştir. Kestane'de rutubet artışı (% 12) yoğunluğu % 10 oranında artırmış, ısıt işlem uygulaması tam kuru yoğunluğu % 1,5 oranında hava kurusu yoğunluğu ise % 7 oranında azaltmıştır.

Sarıçam'ın tam kuru yoğunluğu $0,482 \text{ gr/cm}^3$, hava kurusu yoğunluğu (%12) $0,503 \text{ gr/cm}^3$ olarak tespit edilmiştir. Sarıçam'da rutubet artışı (%12) yoğunluğu % 4,17 artırmış, ısıt işlem uygulaması tam kuru yoğunluğu % 7,35 oranında, hava kurusu yoğunluğu % 14,32 oranında azaltmıştır.

Her iki ağaç türünde de ısıt işlem uygulaması tam kuru yoğunluğu düşük oranda azaltırken, hava kurusu yoğunluğu daha yüksek oranda azaltmıştır. Bu durum, hava kurusu yoğunlukta tam kuru odun yoğunluğuna göre daha fazla rutubet bulunması ve ısıt işlem sırasında bu rutubetin tamamen buharlaşıp kuruma meydana gelmesinden kaynaklanmış olabilir. Bu sonuçlar 13 ve 24 nolu literatür ile paralellik göstermektedir.

Daldırma yöntemi ile emprenye edilen her iki ağaç türünden örneklerde retensiyon miktarı sarıçamda $11,26 \text{ kg/cm}^3$, kestane $10,96 \text{ kg/cm}^3$ olarak hesaplanmıştır. Retensiyon miktarının kestane düşük çıkmasının nedeni kestane'deki hücre geçitlerini kapanıp emprenyeye az izin vermesinden kaynaklandığı söylenebilir. Bu sonuçlar 42 nolu literatür ile paralellik göstermektedir.

Diyagonal Basınç Performansı

Her iki ağaç türünden hazırlanmış L-tipi ve Tam çerçeve işlemsiz, ısıt işlem+emprenyeli deney örneklerine uygulanan diyagonal basınç performansı; Ağaç türü bakımından L-tipi örneklerde diyagonal performansı en yüksek 4098 N kestane örneklerinde, en düşük diyagonal performans 2960 N sarıçam örneklerinde elde edilmiştir. Kestane örneklerindeki performans üstünlüğünün yapışma direncindeki üstünlüğe dayalı olduğu söylenebilir. Bu sonuçlar 10 nolu literatür ile paralellik göstermektedir.

Tam çerçeve diyagonal örneklerde performans; en yüksek sarıçam örneklerinde 5273 N, en düşük değer kestane örneklerinde 5184 N olarak elde edilmiş, her iki performans değeride istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Bu sonuçlar 36 nolu literatür ile paralellik göstermektedir.

İşlem çeşidi bakımından L-tipi örneklerde performans; en yüksek işlemsiz örneklerde 4078 N, en düşük ise ısıt işlemli örneklerde 3115 N olarak elde edilmiştir. Isıt işlemli örneklere uygulanan emprenye işlemi ile performansın arttığı görülmüş ve ısıt işlem+emprenyeli örneklerde performans 3393 N olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar 13, 15 ve 39 nolu literatür ile paralellik göstermektedir.

Tam çerçeve örneklerde performans; en yüksek işlemsiz örneklerde 6084 N, en düşük ısıt işlemli örneklerde 4721 N ve ısıt işlem+emprenyeli örneklerde ise 4881 N olarak elde edilmiştir. İşlemsiz örneklere göre L-tipi örneklerde ısıt işlem, performansı % 24 oranında, ısıt işlem+emprenye performansı % 17 oranında azaltmıştır. Isıt işlem ve emprenyenin performansı azaltmasının nedeni ısıt işlem ile ağaç malzeminin mekanik düzeninin azalmasından kaynaklanmaktadır. Bu sonuçlar 15 ve 39 nolu literatür ile paralellik göstermektedir.

Isıt işlem ve Ağaç türü ikili etkileşimi bakımından L-tipi örneklerde performans; işlemsiz sarıçam'a göre ısıt işlemli sarıçamda % 20 azalmış, ısıt işlem+emprenyeli sarıçamda % 15 azalmıştır. İşlemsiz kestane'ye göre ısıt işlemli kestane % 35 oranında azalma görülmüştür. Tam çerçeve örneklerde performans; işlemsiz sarıçam'a göre ısıt işlemli sarıçamda % 28, ısıt işlem+emprenyeli sarıçamda % 33 azalmıştır. İşlemsiz kestane'ye göre ısıt işlemli kestane % 10, ısıt işlem+emprenyeli kestane % 22 azalmıştır. Isıt işlem ve

emprenyenin her iki ağaç türünde de performansı azalttığı görülmüştür. Bu sonuçlar 13 ve 16 nolu literatür ile paralellik göstermektedir.

Tutkal çeşidi bakımından L-tipi örneklerde performans; en yüksek D-VTKA tutkallı örneklerde, en düşük PVAc-D4 tutkallı örneklerde tespit edilmiştir. Tam çerçeveli örneklerde bu sıralama değişmemiştir. D-VTKA tutkallı örneklerde performansın yüksek çıkmasının nedeni D-VTKA tutkalının izosiyanat esaslı olması, yüksek bağ kurma ve rutubetten etkilenmeme gibi özelliklere sahip olması olabilir.

Ağaç türü ve Tutkal çeşidi ikili etkileşimi bakımından L-tipi örneklerde performans en yüksek kestane+PVAc-D4 ve Sarıçam+D-VTKA tutkallı örneklerde elde edilmiştir. Tam çerçeve örneklerde performans ise en yüksek Kestane+D-VTKA ve Sarıçam+PVAc-D4'de elde edilmiştir. Bu durumda her iki tutkal çeşidinin her iki ağaç türünde de yüksek performans elde etmeye uygun olduğu görülmektedir. Farklılığın tutkallama ve kontrüksiyon metodu uygulama hatalarından kaynaklandığı söylenebilir. Bu sonuçlar 36 nolu literatür ile paralellik göstermektedir.

Tutkal çeşidi ve işlem çeşidi ikili etkileşimi bakımından her iki örnekte de performans; işlemsiz PVAc-D4'e göre ısıtılmış PVAc-D4'de % 27, ısıtılmış işlem+emprenyeli PVAc-D4'de % 30 azalmıştır. Isıtılmış işlemsiz D-VTKA'a göre ısıtılmış D-VTKA'da % 20, ısıtılmış işlemli+emprenyeli D-VTKA'da % 3 azalma görülmüştür. Bu durumda işlem çeşitleri PVAc-D4 tutkallı örneklerin performansını daha çok, D-VTKA tutkallı örneklerin performansını daha az düşürmektedir. Bunun nedeni D-VTKA tutkalının yapışma özelliğinin sertleşmeden sonra sıcaklık ve rutubete karşı daha dayanıklı bir yapıya dönüşmesinden kaynaklanmaktadır. Bu sonuçlar 20 nolu literatür ile paralellik göstermektedir.

Ağaç türü, Tutkal çeşidi ve İşlem çeşidi üçlü etkileşimi bakımından L-tipi örneklerde performans; işlemsiz PVAc-D4 tutkallı sarıçam'a göre ısıtılmış PVAc-D4 tutkallı sarıçamda % 10 azalma, ısıtılmış işlemli+emprenyeli PVAc-D4 tutkallı sarıçamda % 9 oranında artmıştır. İşlemsiz D-VTKA tutkallı sarıçam'a göre ısıtılmış D-VTKA tutkallı sarıçamda % 26, ısıtılmış işlemli+emprenyeli D-VTKA tutkallı sarıçamda % 19 oranında artmıştır. İşlemsiz PVAc-D4 tutkallı kestane'ye göre ısıtılmış PVAc-D4 tutkallı kestane'de % 47 oranında azalmıştır. İşlemsiz D-VTKA tutkallı kestane'ye göre ısıtılmış D-VTKA

tutkallı kestanede % 15, ısıtıl işlemli+emprenyeli+D-VTKA tutkallı kestanede % 20 oranında azalmıştır. Tam çerçeve örnek sonuçlarındaki sıralama ve oransal ilişki benzer durumdadır. Her iki ağaç türünde ve tutkal çeşidinde işlem çeşidi performansı azaltmaktadır. Ancak D-VTKA tutkallı ısıtıl işlemli ve emprenyeli örneklerde performans daha az düşmektedir. Bunun nedeni D-VTKA tutkalının yapısal özelliğindeki üstünlük ve emprenye işleminin ağaç malzemenin esnekliğini artırmasıdır. Bu sonuçlar 41 nolu literatür ile paralellik göstermektedir.

Tam Çerçeve Örneklerde Diyagonal Deformasyon

Ağaç türü bakımından diyagonal deformasyon istatistiksel olarak aynı (Sarıçam 20,4 mm - Kestane 20,93 mm) grupta yer almıştır. İşlem türü bakımından diyagonal deformasyon işlemsiz örneklerin deformasyonuna (17,84 mm) göre ısıtıl işlemli örneklerde % 32, ısıtıl işlemli+emprenyeli örneklerde % 15 oranında artmıştır. Genel olarak ısıtıl işlem deformasyonu daha çok artırırken ısıtıl işlem+emprenye işlemi daha az artırmaktadır. Bu durumda, ısıtıl işlem ağacı gevreklettiği için deformasyonu kolaylaştırmakta, emprenye işlemi ise esneklettiği için bu oranı azaltmaktadır. Bu sonuçlar 16 ve 38 nolu literatür ile paralellik göstermektedir.

Ağaç türü ve İşlem çeşidi ikili etkileşimi bakımından diyagonal deformasyon; işlemsiz sarıçam'a göre ısıtıl işlemli sarıçamda % 38,5, ısıtıl işlemli+emprenyeli sarıçamda % 1 oranında artmıştır. İşlemsiz kestaneye göre ısıtıl işlemli kestanede % 25, ısıtıl işlem+emprenyeli kestanede % 31 oranında artmıştır. Buna göre her iki ağaç türünde ısıtıl işlem deformasyonu daha çok, emprenye ise daha az oranda artırmaktadır. Bu sonuçlar 12, 38 ve 41 nolu literatür ile paralellik göstermektedir.

Tutkal çeşidi bakımından diyagonal deformasyon; PVAc-D4 tutkallı örneklerde daha yüksek (21,98 mm) D-VTKA tutkallı örneklerde daha düşük (19,35 mm) elde edilmiştir. D-VTKA tutkallı örneklerde deformasyonun daha düşük çıkmasının nedeni D-VTKA tutkalının ağaç malzemenin derinliklerine daha fazla nüfuz edip tutkal katmanının ağacın bünyesi ile bütünleşmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

İşlem çeşidi ve Tutkal çeşidi ikili etkileşimi bakımından diyagonal deformasyon; işlemsiz PVAc-D4 tutkalına göre ısıtıl işlemli PVAc-D4 tutkallı da % 66, ısıtıl işlem+emprenyeli

PVAc-D4 tutkallıda % 32 oranında artmıştır. İşlemsiz D-VTKA tutkallı'ya göre ısıt işlemlı D-VTKA tutkallıda % 2, ısıt işlemlı+emprenyeli D-VTKA tutkallıda % 0,7 oranında artmıştır. Bu durumda en düşük deformasyon ısıt işlemlı+emprenyeli+D-VTKA tutkallı örneklerde elde edilmiştir. Bu sonuçlar 39 nolu literatür ile paralellık göstermektedir.

Ağaç türü, İşleml çeşidi ve Tutkal çeşidi üçlü etkileşimi bakımından diyagonal deformasyon; işlemsiz PVAc-D4 tutkallı sarıçam'a göre ısıt işlemlı PVAc-D4 tutkallı sarıçamda % 99,7 ısıt işlemlı+emprenyeli+PVAc-D4 tutkallı sarıçamda %18,7 artmıştır. İşlemsiz PVAc-D4 tutkallı kestane'ye göre ısıt işlemlı PVAc-D4 tutkallı kestane'de % 34, ısıt işlemlı+emprenyeli PVAc-D4 tutkallı kestane'de % 40 oranında artmıştır. Bu sonuçlar 7 ve 39 nolu literatür ile paralellık göstermektedir.

Diyagonal deformasyon; işlemsiz D-VTKA tutkallı sarıçama göre ısıt işlemlı D-VTKA tutkallı sarıçamda % 11,3, ısıt işlemlı+emprenyeli D-VTKA tutkallı sarıçamda ise % 15,8 oranında azalmıştır. İşlemsiz D-VTKA tutkallı kestane'ye göre ısıt işlemlı D-VTKA tutkallı kestane'de % 17, ısıt işlemlı+emprenyeli+D-VTKA tutkallı kestane'de ise % 18,7 oranında artmıştır. Buna göre en düşük deformasyon D-VTKA tutkallı ısıt işlemlı ve ısıt işlemlı+emprenyeli kestane örneklerinde meydana gelmiştir.

Sonuç olarak, ağaç türü bakımından kestane ilk sırada, sarıçam ikinci sırada tercih edilebileceği önerilebilir. Ancak istatistiksel olarak her iki ağaç türünde aynı grupta yer almaktadır. Tutkal bakımından D-VTKA tutkalının ilk sırada tercih edilebileceği önerilebilir. İşleml çeşidi bakımından ısıt işleml ve emprenye işlemlinin birlikte kullanılması diyagonal performans ve diyagonal deformasyon için önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Özalp, M.(2003).“Su İtici (protim wr230) ve Koruyucu (wolmanit-cb) Emprenye Maddeleri ile Muamele Edilmiş Çam Odunu Örneklerinin Su Soğutma Kulelerinde Kullanımıyla Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özelliklerde Meydana Gelen Değişimin İncelenmesi”, Doktora Tezi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, s. 10-12, Bartın.
2. Kurtoğlu, A.(2000).“Ağaç Malzeme Yüzey işlemleri, Genel Bilgiler”,*İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman End. Müh. Bölümü*, s. 31-32, İstanbul.
3. Ayar, S.(2008).“Basınç Ve Bekletme Süresinin Emprenye Maddelerinin Ağaç Malzemeye Nüfuzuna Etkisinin Belirlenmesi”,Bilim Uzmanlığı Tezi, *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı*,s. 1-2, Karabük.
4. Tokgöz H., Kap T., Özgan E.(2005).“Farklı Ağaç Türleri ve Zıvanalı Birleştirme Biçimleriyle Oluşturulan Çerçeve Konstrüksiyonlu Doğramalarda Diyagonal Yük Analizi”,*Teknoloji dergisi*, c. 8, s. 363-376.
5. Arslan M., Subaşı S., Altuntaş C.(2006).“Ahşap Pencere Kanatlarında Birleşim Yerleri Mekanik Özellikleri”,*Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi*, c. 21, Ankara.
6. Altınok M., Perçin O., Doruk Ş.(2010).“Isıl İşlemin (thermo-process) Ağaç Malzemenin Teknolojik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi”, *Dumlupınar Üni. Fen Bilimleri Enst. Dergisi*, s. 23, issn-1302-3055
7. Altınok, M., Söğütlü, C., Döngel N., Doruk, Ş.(2009).“Tek ve Çift Zıvanalı Ahşap Doğrama Köşe Birleştirmelerinde Diyagonal Çekme Performansının Belirlenmesi”, *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, 12(2): 107-112, Ankara.
8. Keskin H., AtarM., Kurt R.(2003).“Lamine Edilmiş Sarıçam Odununun Bazı Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri”,*KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6 (1), K.Maraş.
9. Tokgöz H., Uzer A.(2007).“Ahşap İmalatta Kullanılan Hampaylı Köşe Birleştirmelerin Diyagonal Yük Analizi”,*Politeknik dergisi*, c. 10, s. 2.
10. Altınok, M., Özalp M., Karaaslan, A., Perçin, O.(2009).“Borla Modifiye Edilmiş Tutkalların Kestane (Castenea Sativa Mill.) Odununun Yapışma Direncine Etkileri”, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, s. 11(15):17-24, Bartın.
11. Ale'n, R., Kotilainen, R. and Zaman, A.(2002).“Thermochemical Behavior of Norway Spruce (Picea abies L.) at 180-225°C”, *Wood Science and Technology*,s. 36:163-171.
12. Aydemir. D., Gündüz.G.(2009).“Ahşabın Fiziksel, Kimyasal, Mekaniksel ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Isıyla Muamelenin Etkisi”, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, c. 11, s. 15, Bartın.

13. Korkut S., Kök.M.S. Lorkut. D.S., Gürleyen .T.(2008).“The Effects of Heat Treatment on Technological Properties in Red-bud Maple (*Acer trautvetteri* Medw.) Wood”,*ScienceDirect, Bioresource Technology*,s. 1538–1543.
14. Bekhta, P. and Niemz, P.(2003).“Effect of High temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood”, *Holzforschung*, s. 57(5):539-546.
15. Özçifçi A., Altun S., Yapıcı F.(2009).“Isıl İşlem Uygulanmış Ağaç Malzemenin Teknolojik Özelliklerine Etkisi”, 5. *Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu*. 13-15, Karabük.
16. Vital, B., R. and Lucia, M. D.(1983).“Effect of Heating on Some Properties of Eacalyptus Saligna Wood”, *Revista-Arvore*, s. 7(2): 136-146.
17. Edlund1 M. L. and Jermer J.(2004).“Durability Of Heat-Treated Wood, Final Workshop Cost Action E22-Environmental Optimisation of Wood Protection“, Lisboa-Portugal.
18. Esteves, B., Velez, M. A., Domingos, I. and Pereira, H.(2006).“Influence of Steam Heating on the Properties of Pine (*Pinus pinaster*) and Eucalypt (*Eucalyptus globulus*) Wood”,*Wood Science Tech., Department of Applied Sciences, University of Quebec at Chicoutimi*,Canada.
19. Schneider, A.(1971).“Investigations on the Influence of Heat Treatment in the Temperature Range 100-200°C on the Modulus of Elasticit”, *HolzRoh-u Werkstoi* s. 431-440.
20. Follrich, J., Uller, U. M. and Gindl, W.(2006).“Effects of Thermal Modification on the Adhesion Between Spruce Wood (*Picea abies* Karst.) and a Thermoplastic Polymer”,*Holz als Roh- und Werkstoff*, s. 64:373-376.
21. Feist, W. C. and Sell, J.(1987).“Weathering Behaviour of Dimensionally Stabilized Wood by Heating Under Pressure of Nitrogen Gas”, *Wood and Fiber Science*, s. 183-195.
22. Garcia, R. A., Cloutier, A. and Riedi, B.(2006).“Dimensionally Stability of MDF Panels Produced from Heat-Treated Fibers”, *Atypon-Link, Holzaz*, 60(3):278-284.
23. Hakkou, M., Pe'trissans, M., Zoulalian, A. and Ge'rardin, P.(2005).“Investigation of Wood Wettability Changes During Heat Treatment on the Basis of Chemical Analysis”*Polymer Degradation and Stability*, Vol. 89:1-5.
24. Ishikawa, A., Kuroda, N. and Kato, A.(2004).“In Situ Measurement of Wood Moisture Content in High-Temperature Steam”,*J Wood Sci*, 50:7-14.
25. Johansson, D. and Mor'en, T.(2006).“The Potential of Colour Measurement for Strength Prediction of Thermally Treated Wood”,*Holz als Roh- und Werkstoff*, (64): 104-110.

26. Yıldız, S.(2002).“Physical, Mechanical, Technological and Chemical Properties of Fagus Orientalis and Picea Orientalis Wood Treated by Heat, PhD Thesis” *Blacksea Technical University*, p: 245, Trabzon.
27. Winandy, J. E.(1996).“Effects of Treatment, Incising, and Drying on Mechanical Properties of Timber”, *Forest Products Laboratory, USDA Forest Service*, pp.9.
28. Unsal, O, Korkut, S. and Atik, A.(2003).“The Effect of Heat Treatment on Some Properties and Colour in Eucalyptus (Eucalyptus camaldulensis Dehn) Wood” *Maderas Ciencia y tecnologia*, 5(2): 145-152.
29. Leithoff, H. and Peek, R. D. (2001).Heat treatment of bamboo, IRG/WP 01-40216 (The International Research Group On Wood Preservation), Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH), Leuschnerstr. 91, D 21031 Hamburg, Germany.
30. Efe, H., Kasal, A.(2003).“Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya "T" Tipi Kavelalı Birleştirmelerde Köşe Destek Elemanı Boyutunun Çekme Direncine Etkisi”, *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 16(2): 339-350, Ankara.
31. Eckelman C., Haviarova E., Erdil Y., Tankut A., Akcay H., Denizli N.(2004)“Bending moment capacity of round mortise and tenon furniture joints”, *Forest Products Journal*, 54 12): 192-197, Muğla.
32. Burdurlu E., Kılıç M., Altun, S.(2003).“Ayak-Kayıt Birleştirmelerde Köşe Takozu ve Birleştirme Tipinin Eğilme Direncine Etkileri”, *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 16(2): 357-367, Ankara.
33. Örs, Y., Efe, H., Kasal, A.(2001).“Kutu Konstrüksiyonlu Vidalı Mobilya Köşe Birleştirmelerin Çekme Direnci”, *Gazi Üniversitesi, Politeknik Dergisi*, 4(4): 1-9, Ankara.
34. Üstündağ, A.(2008).“Mobilya Dişli Köşe Birleştirmelerinde Diş Açısının Diyagonal Basınç ve Çekme Performansına Etkileri”,Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, s. 36-57 Ankara.
35. Altınok, M., Söğütü, C.(2003).“Kama Dişli Boy Birleştirmelerde Ağaç Türü, Diş Tipi ve Tutkal Çeşidinin Çekme Direncine Etkileri”,*Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 16(2): 351-356, Ankara.
36. Örs, Y., Altınok, M.(1999).“Sandalye Tasarımında Kesit ve Çerçeve Optimizasyonu Modellemesi”, *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, 23(2):473-479.
37. Atar, M., Özçifçi, A.(2005).“Lamine Edilmiş Ağaç Malzemede Farklı Test Ortamlarının ve Ağaç Türlerinin Yapışma Direncine Etkisi”,*Technology*, 8(4): 305-310.
38. Feist, W.C.(1979).“Protection of Wood Surfaces With Chromium Trioxide”,*Forest Products Laboratory*, Research Paper FP 339, Madison, Wis, 19-20.

39. Yörür, H.(2007).“Islak Mekanlarda Ahşap Tutkallarının Yapışma Mukavemetlerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, s. 28-106, Zonguldak.
40. Özkaya, K.(2007).“Farklı Yapım Teknikleri ile Üretilen Masif Ahşap Panellerin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, 156-169, Ankara.
41. Açıklı, İ.(2007).“Emprenye İşleminin Ağaç Malzemede Vida Tutma Direncine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, s. 5-48 Ankara.
42. Gür, İ.(2003).“Emprenye İşleminin Sarıçam ve Kızılçamın Bazı Mekanik ve Fiziksel Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, s. 46-48. Ankara.
43. Örs, Y., Atar, M., Peker, H.(1999).“Bazı emprenye maddelerinin sarıçam ve doğu kayını odunlarının yoğunluklarına etkileri”, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, s. 1169-1179.
44. Örs, Y., Atar, M., Demirci, Z.(2005).“Borlu Birleşikler ile Emprenye Etmenin Ağaç Malzemede Üst Yüzey İşlemleri ve Yanma Özelliklerine Etkileri”, *Tübitak, MİSAG*, s. 237.
45. “Physics of Wood, Chapter 3-1”, “Mechanics of Wood, Chapter 4-1”, “wood handbook (2000).Wood as an Engineering Material”, University Press of the Pacific Honolulu, Havai, US. Department of Agriculture, Forest Products Laboratory, s. 3-25, 4-55.
46. Bozkurt,A.Y.,Erdin, N.(1997). Ağaç teknolojisi Ders kitabı, *İstanbul üniversitesi Orman Fak. Orman End. Müh. Bölümü*, s. 372. İstanbul.
47. Firma katalogu Üretici firma katalogu, (2001).“Kuru Yöntemle Üretilmiş Lif Levhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri”, s. 1-17, Ankara.
48. Doruk, Ş.(2009).“Lamine Ağaç Malzemede Vernik Ve Emprenye İşlemlerinin Yaşlandırmaya Etkisinin Belirlenmesi”, Doktora Terzi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
49. Rapp, A, O., Sailer, M.(2001).“Oil Heat Treatment Of Wood İn Germany-State of the art”, *Proceedings of special seminar held in Antibes, France*.
50. Militz, H.(2002).Heat Treatment Technologies in Europe: Scientific Background and Technological State-of-Art, Proceedings of Conference on Enhancing the durability of lumber and engineered wood products, Orlando, Forest Products Society, Madison, US.
51. Aydemir, D.(2007).“Gökmar (Abies bornmülleriana Mattf.) ve Gürgen (Carpinus betulus L.) Odunlarının Bazı Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Isıl İşlemin Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak.

52. Mayes, D., Oksanen, O.(2002).*ThermoWood Handbook*, Finnforest, Finland.
53. Nova Orman Ürünleri Sanayi Ticaret a.ş.(2005).*Thermowood El kitabı*.
54. Berkel, A.(1972).“Ağaç Malzeme Teknolojisi”, s. 60-63.
55. Doruk, Ş.(2009).“Lamine Ağaç Malzemede Vernik ve Emprenye İşlemlerinin Yaşlandırmaya Etkisinin Belirlenmesi”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, s. 75-80, Ankara.
56. ASTM D 1413-07.(2007).“Standard Test Method of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soilblock Cultures”, 1-9, USA.
57. TS 7251 EN 107.(2003). “Pencereler- Deney Metodları- Mekanik Deneyler”*Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
58. ASTM G7-05.(2005).“Standard Practice for Atmospheric Environmental Exposure Testing of Nonmetallic Materials”, *ASTM Standards*, 2-10, USA.
59. TS 72.(1976).“Odunda, Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini”, *Türk StandartlarıEnstitüsü*, Ankara.
60. ASTM-D 1037.“Standard Test Methods For Evaluating Properties Of Wood-Base Fiberand Particle Panel Materials”, *ASTM Standards*, USA
61. Açar Y., Ekici M., Yağan S.(2012).“Ozon ve Ultraviyole Radyasyon Veri Analizi”,*Meteoroloji Genel Müdürlüğü*, Ankara.
62. İnternet. Isıl işlem veEmprenye,URL:‘<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.mgm.gov.tr%2Fveridegerlendirme%2Fil-ve-ilceler.istatistik.aspx&date=2015-03-15>’, (2015).
Son Erişim Tarihi : 15.03.2015

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖNDURAN, Aytekin
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 22.11.1986 Nevşehir
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (554) 606 66 44
 e-mail : aytekinonduran@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/ Mob. ve Dek. Bölümü	2015
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Mob. ve Dek. Bölümü	2010
Önlisans	Erciyes Üniversitesi/ Mob. ve Dek. Bölümü	2005
Lise	Nevşehir Endüstri Meslek Lisesi	2003

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2012	Sirus Ahşap	Üretim Planlama
2014 halen	Yüksekova Mesleki ve Teknik Anadolu lisesi	Teknik Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

-

Hobiler

Müzik, Kitap



GAZİ GELECEKTİR...