

**BAZI TANENLİ VE TANENSİZ AĞAÇLARIN  
AMONYAK İLE REAKSİYONU SONUCU  
OLUŞAN MEKANİK VE FİZİKSEL  
DEĞİŞİKLİKLER**

**2010  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

**Ramazan DAĞDELEN**

**BAZI TANENLİ VE TANENSİZ AĞAÇLARIN AMONYAK İLE  
REAKSİYONU SONUCU OLUŞAN MEKANİK VE FİZİKSEL  
DEĞİŞİKLİKLER**

**Ramazan DAĞDELEN**

**Karabük Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında  
Yüksek Lisans Tezi  
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK  
Haziran 2010**

Ramazan DAĞDELEN tarafından hazırlanan “BAZI TANENLİ VE TANENSİZ AĞAÇLARIN AMONYAK İLE REAKSİYONU SONUCU OLUŞAN MEKANİK VE FİZİKSEL DEĞİŞİKLİKLER” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Şeref KURT

Tez Danışmanı, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 21/ 06/ 2010

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmza

Başkan :Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ (KBÜ)



Üye :Yrd. Doç. Dr. Şeref KURT (KBÜ)



Üye :Yrd. Doç. Dr. Bülent KAYGIN (BÜ)



...../...../2010

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Süleyman GÜNDÜZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü 

*Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”*

Ramazan DAĞDELEN

## **ÖZET**

**Yüksek Lisans Tezi**

### **BAZI TANENLİ VE TANENSİZ AĞAÇLARIN AMONYAK İLE REAKSİYONU SONUCU OLUŞAN MEKANİK VE FİZİKSEL DEĞİŞİKLİKLER**

**Ramazan DAĞDELEN**

**Karabük Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı:**

**Yrd. Doç. Dr. Şeref KURT**

**Haziran 2010, 71 Sayfa**

Ahşap ve ahşap esaslı ürünlerin kullanımı her geçen gün artış göstermektedir. İlerleyen teknoloji ve artan ihtiyaçlar bizi ahşabın bilinmeyen yönlerini araştırmaya itmektedir. Amonyak, ağaç malzeme içerisindeki tanen maddesini çözerek renk değişimi meydana getirmektedir. Renk değişimi sonunda tanenli ağaçların değişik kullanım ortamlarına alternatif olup olmayacağı araştırma konusudur.

Bu çalışmanın başlıca amacı, amonyağa maruz bırakılmış ağaç malzemelerin dayanım, renk parlaklık gibi özelliklerinin belirlenmesidir. Bu amaçla, odun materyali olarak; sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunları kullanılmıştır.

Deney örnekleri, 2 saat, 12 saat, 24 saat ve bir hafta süre ile kapalı bir ortamda %25 amonyak çözeltisine maruz bırakılmıştır. 2 saat, 12 saat, 24 saat, bir hafta ve kontrol

grubunun amonyağa maruz bırakılmış deney örneklerinin eğilme, liflere paralel basınç, dinamik eğilme direnci, renk, parlaklık, eğilmede elastikiyet modülleri belirlenmiştir.

Amonyak ile reaksiyon sonucunda kontrol grubu genel olarak mukavemet değerleri yüksek olmasına karşın amonyak etkisine maruz kalmış ağaç odunlarında mukavemet değerleri genel olarak düşüş göstermiştir. Bu durum amonyağın ağaç malzemenin mukavemetini olumsuz etkilediğini ortaya çıkarmıştır. Diğer taraftan renk ve parlaklık değişimleri göz önüne alındığında amonyak etkisine maruz kalmış deney örneklerinin kontrol grubuna göre renklerinde belirgin olarak renk ve parlaklık değişimi meydana gelmiştir.

Özellikle mat ve eski görünüm istenen yerlerde mukavemetin çok önemli olmadığı taşıyıcı eleman olmayan mobilya, dekorasyon, restorasyon, gibi uygulamalarda tercih edilebilir.

**Anahtar Kelimeler** : Sarıçam, kayın, meşe, kestane, amonyak, tanen

**Bilim Kodu** : 626.27.01

## **ABSTRACT**

**M. Sc. Thesis**

### **MECHANICAL AND PHYSICAL CHANGES THAT HAPPEN AS A RESULT OF THE REACTION OF TANNIN TYPE AND TANNINLESS TYPE TREES WITH AMMONIAC**

**Ramazan DAĞDELEN**

**Karabuk University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Department of Furniture and Decoration Education**

**Thesis Advisor:**

**Assist. Prof. Dr. Şeref KURT**

**June 2010, 71 pages.**

The use of wood and wood based products becomes more and more popular day by day. Developing technology and increasing needs make us search for the unknown sides of wood. Ammoniac forms colour change solving the tannin in the wood material. As a result of the colour change, whether tannin type trees are alternatives for different uses is a research topic.

The main aim of this study is to determine such characteristics as strength, colour and brightness of wood materials exposed to ammoniac. For this purpose, as wood material, pinus sylvestris, beech, oak and chestnut have been used.

Experimental samples have been exposed to 25% ammoniac solutions in a closed environment for 2 hours, 12 hours and 24 hours and 1 week. Bending, parallel pressure to fibers, dynamic bending strength, colour, brightness, elasticity modules in

bending of experimental samples exposed to ammoniac for 2 hours, 12 hours, 24 hours and 1 week have been determined.

As a result of the reaction with control samples, strength values were generally high, but in wood samples exposed to ammoniac influence, strength values were generally low. This shows that ammoniac affects wood strength negatively. On the other hand, when colour and brightness changes are taken into consideration, there have been clear colour and brightness changes in experimental samples exposed to ammoniac compared to control group.

Especially in environments where matt and old-type appearance is asked, furniture for which strength is not so important and which is not used as carrier can be used in such applications as decoration and restoration.

**Key words** : Scotch pine, beech, oak and chestnut, ammoniac, tannin

**Science Code:** 626.27.01



## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmamın konu belirlenmesi ve yürütülmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Burhanettin UYSAL'a şükranlarımı arz ederim.

Araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında ayrıca akademik alanda değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım sayın hocam Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ'ye ve Danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Şeref KURT'a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmanın laboratuvar aşamasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Fatih YAPICI, Yrd. Doç. Dr. Suat ALTUN'a ve Arş. Görevlisi Cemal ÖZCAN'a teşekkür ederim.

Her zaman maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme şükranlarımı sunarım.

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

KABUL .....	ii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
TEŞEKKÜR .....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
BÖLÜM 1. ....	1
GİRİŞ .....	1
1.2. ODUNUN ANATOMİK YAPISI.....	2
1.2.1. İğne Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı .....	2
1.2.2. Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı.....	3
1.3. TANENLER .....	3
1.3.1. Tanenlerin Genel Yapısı .....	4
1.3.2. Tanenlerin Kullanım Alanları .....	5
1.4. LİTERATÜR ÖZETİ .....	6
BÖLÜM 2. ....	7
MATERYAL VE METOD .....	7
2.1. KİMYASAL MADDELER.....	7
2.1.1. Amonyak.....	7
2.2. AĞAÇ MALZEME.....	8
2.2.1. Sarıçam (Pinus sylvestris).....	8
2.2.1.1. Makroskobik Özellikler .....	8
2.2.1.2. Mikroskobik Özellikler .....	8

## Sayfa

2.2.1.3. Bazı Teknolojik Özellikleri.....	9
2.2.1.4. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri .....	9
2.2.2. Doğu Kayını (Fagus Orientalis L.).....	10
2.2.2.1. Makroskopik Özellikler .....	10
2.2.2.2. Mikroskopik Özellikler .....	11
2.2.2.3. Bazı Teknolojik Özellikleri.....	11
2.2.2.4. Fiziksel ve Mekanik Özellikler .....	12
2.2.3. Saplı Meşe (Quercus robur L.).....	12
2.2.3.1. Makroskopik Özellikler .....	12
2.2.3.2. Mikroskopik Özellikler .....	13
2.2.3.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri .....	13
2.2.3.4. Kurutma ve İşlenme Özellikleri .....	13
2.2.3.5. Dayanıklılık ve Emprenye Edilebilme Özelliği .....	14
2.2.4. Kestane (Castanea sativa Mill.) .....	14
2.2.4.1. Makroskopik Özellikler .....	14
2.2.4.2. Mikroskopik Özellikler .....	14
2.2.4.3. Bazı Teknolojik Özellikleri.....	15
2.2.4.4. Fiziksel ve Mekanik Özellikler .....	15
2.3. METOD.....	16
2.3.1. Örnek Ağaçların Seçimi ve Örneklerin Hazırlanması.....	16
2.4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	16
2.4.1. Renk Değişimi.....	16
2.4.2. Parlaklık Değişimi.....	18
2.4.3. Liflere Paralel Basınç Direnci.....	19
2.4.4. Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü .....	20
2.4.5. Dinamik Eğilme Direnci (Şok Direnci).....	23
2.4.6. Brinell Sertlik.....	24
2.5. KULLANILAN İSTATİSTİK METOTLAR.....	25
BÖLÜM 3. ....	27
BULGULAR .....	27
3.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLER .....	27

## Sayfa

3.1.5. Renk Değişimine İlişkin Bulgular.....	28
3.1.6. Parlaklığa Ait Bulgular.....	37
3.2. MEKANİK ÖZELLİKLER.....	40
3.2.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ne Ait Bulgular.....	40
3.2.2. Eğilme Direncine Ait Bulgular .....	43
3.2.3. Elastikiyet Modülüne İlişkin Bulgular .....	46
3.2.4. Şok Direncine Ait Bulgular .....	49
3.2.5. Sertlik Değerine İlişkin Bulgular .....	52
BÖLÜM 4. ....	62
DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	62
4.1. RENK DEĞİŞİMİ.....	62
4.2. PARLAKLIK DEĞİŞİMİ .....	64
4.3. LİFLERE PARALEL BASINÇ DİRENCİ .....	64
4.4. EĞİLME DİRENCİ .....	64
4.5. ELASTİKİYET MODÜLÜ.....	65
4.6. ŞOK DİRENCİ .....	65
4.7. SERTLİK.....	66
BÖLÜM 5. ....	68
ÖNERİLER .....	68
KAYNAKLAR.....	69
ÖZGEÇMİŞ.....	71

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 2.1. Üç boyutlu renk bölgeleri .....	17
Şekil 2.2. Glosmetre ölçme prensibi .....	18
Şekil 2.3. Üniversal test makinesinde liflere paralel basınç direnci deneyi .....	20
Şekil 2.4. Üniversal test makinesinde eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyi .....	22
Şekil 2.5. Pandüllü çekiç makinesinde dinamik eğilme şok direnci .....	24
Şekil 2.6. Brinell-mörath metoduna göre sertlik deneyi .....	25
Şekil 3.1. Amonyak etkisi sonucu renk(l) değerinin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi .....	31
Şekil 3.2. Amonyak etkisi sonucu renk(a) değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi .....	33
Şekil 3.3. Amonyak etkisi sonucu renk(b) değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi .....	37
Şekil 3.4. Amonyak etkisi sonucu parlaklık değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi .....	40
Şekil 3.5. Amonyak etkisi sonucu liflere paralel basınç değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi .....	43
Şekil 3.6. Amonyak etkisi sonucu eğilme direnci değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi .....	46
Şekil 3.7. Amonyak etkisi sonucu elastikiyet modülü değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi .....	49
Şekil 3.8. Amonyak etkisi sonucu şok direnci değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi .....	52
Şekil 3.9. Amonyak etkisi sonucu sertlik (teget kesit) değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi .....	55
Şekil 3.10. Amonyak etkisi sonucu sertlik (radyal kesit) değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi .....	58
Şekil 3.11. Amonyak etkisi sonucu sertlik (e) değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi .....	61

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 3.1. Amonyaga maruz bırakılmış örneklerin toplam renk (L) değişimi.....	29
Çizelge 3.2. Amonyak etkisi renk (L)değişimine ilişkin BVA sonuçları .....	30
Çizelge 3.3. Amonyak etkisi renk (L) duncan testi sonuçları .....	30
Çizelge 3.4. Amonyaga maruz bırakılmış örneklerin toplam renk (A) değişimi .....	32
Çizelge 3.5. Amonyak etkisi renk (A) değişimine ilişkin BVA sonuçları.....	33
Çizelge 3.6. Amonyak etkisi renk(A) duncan testi sonuçları.....	33
Çizelge 3.7. Amonyaga maruz bırakılmış örneklerin toplam renk (B) değişimi .....	35
Çizelge 3.8. Amonyak etkisi renk (B) değişimine ilişkin BVA sonuçları.....	36
Çizelge 3.9. Amonyak etkisi renk (B) duncan testi sonuçları .....	36
Çizelge.3.10. Amonyaga maruz bırakılmış örneklerin toplam parlaklık değişimi.....	38
Çizelge 3.11. Amonyak etkisi parlaklığa ilişkin BVA sonuçları .....	39
Çizelge 3.12. Amonyak etkisi parlaklık duncan testi sonuçları .....	39
Çizelge 3.13. Amonyak etkisi liflere paralel basınç direnci değerleri.....	41
Çizelge 3.14. Amonyak etkisi liflere paralel basınca ilişkin BVA sonuçları.....	42
Çizelge 3.15. Amonyak etkisi basınç direnci duncan testi sonuçları .....	42
Çizelge 3.16. Amonyak etkisi eğilme direnci değerleri.....	44
Çizelge 3.17. Amonyak etkisi eğilme direncine ilişkin BVA sonuçları .....	45
Çizelge 3.18. Amonyak etkisi eğilme direnci duncan testi sonuçları.....	45
Çizelge 3.19. Amonyak etkisi elastikiyet modülü değerleri .....	47
Çizelge 3.20. Amonyak etkisi elastikiyet modülüne ilişkin BVA sonuçları.....	48
Çizelge 3.21. Amonyak etkisi elastikiyet modülü duncan testi sonuçları .....	48
Çizelge 3.22. Amonyak etkisi şok direnci değerleri.....	50
Çizelge 3.23. Amonyak etkisi şok direncine ilişkin BVA sonuçları .....	51
Çizelge 3.24. Amonyak etkisi şok direnci duncan testi sonuçları .....	51
Çizelge 3.25. Amonyak etkisi sertlik (T) değerleri .....	53
Çizelge 3.26. Amonyak etkisi sertliğe ilişkin (BVA) sonuçları.....	54
Çizelge 3.27. Amonyak etkisi sertlik (T) duncan testi sonuçları .....	54

**Sayfa**

Çizelge 3.28. Amonyak etkisi sertlik (R) değerleri .....	56
Çizelge 3.29. Amonyak etkisi sertlik (R) ilişkin BVA sonuçları .....	57
Çizelge 3.30. Amonyak etkisi sertlik (R) duncan testi sonuçları .....	57
Çizelge 3.31. Amonyak etkisi sertlik (E) değerleri .....	59
Çizelge 3.32. Amonyak etkisi sertlik (E) ilişkin BVA sonuçları .....	60
Çizelge 3.33. Amonyak etkisi sertlik (E) duncan testi sonuçları .....	60

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

°C	: Santigrat derece
O <sub>2</sub>	: Oksijen
CO	: Karbon monoksit
NO	: Azot oksit
Mm	: milimetre
mm <sup>2</sup>	: milimetrekaire
cm	: santimetre
cm <sup>2</sup>	: santimetrekaire
cm <sup>3</sup>	: santimetrekyüp
<sup>0</sup> C	: santigrat derece
F	: kuvvet
N	: Newton

### KISALTMALAR

TS	: Türk Standardı
TS EN	: Türk Standardı
ASTM	: American society for testing and materials
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences



## **BÖLÜM 1**

### **GİRİŞ**

Kolay işlenmesi, ısı ve sese karşı yalıtkan olması, doğal yapısından kaynaklanan tekstür, renk ve estetik özellikleri nedeniyle ağaç malzemeye karşı talep her geçen gün artmaktadır. Bu talebin karşılanabilmesi için ormanların bilimsel esaslara uyularak işletilmesi ve kesilen ağaçların verimli kullanılması gerekmektedir [1].

İnsan yaşamı ve kültürünün gelişme sürecinde uzun ve mükemmel bir tarihe sahip olan ağaç malzeme; yapılarda taşıyıcı eleman, dış cephe kaplaması, döşeme ve çatı malzemeleri olarak kullanıldığı gibi, endüstriyel konstrüksiyonlar da köprü, iskele ve daha pek çok alanda da yoğun olarak kullanılmaktadır [2].

Ağaç malzemenin hammadde olarak kullanıldığı yerlerin yaklaşık olarak 10.000 civarında bulunduğu belirtilmektedir. Ağaç malzemenin yaygın kullanım alanı bulması; anatomik yapısı, kimyasal bileşenleri ile fiziksel ve mekanik özelliklerinin uygun oluşundan ileri gelmektedir. Ayrıca, alet ve makinelerle kolay işlenmesi yanında yenilenebilir doğal kaynaklardan olması diğer avantajlı özelliklerindedir [3].

Çalışmanın amacı, %25 amonyak çözeltisine maruz bırakılmış ağaç malzemelerin belirli zaman aralıklarında bekletilmesi ile mekanik ve fiziksel özelliklerinde oluşan değişikliklerin ve kimyasal yapısındaki değişikliklerin belirlenmesidir.

Amonyagin ağaç malzeme üzerine etkisi bilinen fakat çok fazla araştırılmamış bir konudur.

## 1.2. ODUNUN ANATOMİK YAPISI

### 1.2.1. İğne Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı

İğne yapraklı ağaç odunları basit yapılıdır. Ağaç boyu istikametinde uzanan boyuna traheidlerle, çap istikametinde uzanan özışınları odunun asli elemanlarını oluştururlar. Ayrıcı yan elemanlar olarak reçine kanalları, boyuna paranşim ve enine traheidler bulunur.

Traheidler ağaç boyu yönünde uzanan, sivri uçlu ölü hücreler olup çeperleri ligninleşmiştir. İğne yapraklı ağaçlarda iletim ve destek görevi yapan hücreler boyuna traheidlerdir. Boyları uzun, çaplarının 100 katı kadar, enine kesitleri dört veya altı köşeli, uçları kapalı hücrelerdir. Traheidlerin dokuya katılım oranı % 90-95 arasında olup, dokunun geri kalan % 5-10'u özışını paranşimleri, boyuna paranşimler ve reçine kanallarından oluşur. Boyuna traheidler, hücre olgunlaşma safhasının sonunda canlılığını kaybeden ölü hücreler olduklarından lümenleri boş hücrelerdir [4].

Traheidlerin genellikle radyal çeperleri kenarlı geçitlerle donatılmışlardır. Traheidlerin arasındaki geçitler kenarlı geçitler olup bunların orta kısmında torus bulunmaktadır.

Traheidlerin en önemli karakteristik özelliği radyal çeperler üzerindeki büyük kenarlı geçitlerdir. Geçitler hücre çeperinde mevcut açıklıklar olup, hücreden hücreye sıvı madde akışını sağlamaktadır. Emprenye maddelerinin odun içerisine absorpsiyonunda kenarlı geçitler önemli rol oynamaktadır.

İğne yapraklı ağaçlarda geçit zarının orta kısmı kalınlaşmıştır. Torus adı verilen bu kısım porusun önüne geldiğinde geçit kapanmaktadır. Margo adı verilen, kalınlaşmamış geçit zarının dış kısmı ise sıvıların bir hücreden diğerine geçebilmesi için çok küçük açıklıklara sahiptir.

Öz odunu oluşumunda kenarlı geçitler kapanmakta, torus üzerine fenollü maddeler yerleşmekte, böylece emprenye maddelerinin geçişi güçleştirilmekte veya tamamen engellenmektedir. Bu nedenle öz odun, diri odundan daha az emprenye edilebilme kabiliyetine sahiptir [5].

### **1.2.2. Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı**

Yapraklı ağaç odunlarının asli elemanları traheler, özışınları, lifler ve boyuna paransimler, yan elamanları ise yalancı özışınları, öz lekeleri ve tüllerdir. Traheler, ağaç boyu yönünde uzanan ve suda erimiş besin maddelerini yapraklara ileten elemanlardır. Traheler uçları açık hücrelerdir. Ağaç gövdesi üzerinde üst üste yerleşerek 10 cm'den 10 m'ye kadar, ya da daha uzun iletim borusu oluşturmaktadırlar. Trahelerin uçlarındaki açıklıklar perforasyon tablaları oluşturarak suyun iletimini sağlamaktadırlar. Kenarlı geçitler, yapraklı ağaçlarda farklı yapıda olup iğne yapraklı ağaçlardaki gibi torusa sahip değildir.

Trahelerin lümenleri boş olduğu gibi, bazen tüller ve çeşitli amorf maddelerle, ya da nadiren nişasta tanecikleri ve kristallerle dolu olabilmektedir. Tüller, trahelere bitişik paransim hücreleri içeriğinin trahe lümenlerine dolması ile meydana gelmektedir. Odunda tül oluşumunun meydana gelmesi için, trahe-öz ışını paransimi arasındaki geçit çaplarının büyük olması ve paransim hücrelerinin aktif olması gerekmektedir.

Trahelerin tüllerle dolup tıkanması, kurutma ve emprenye işlemlerinde problemlere neden olur. Tüller ağaç malzemenin dayanıklılığını artırmamakta, emprenye edilmesini güçleştirmekte, sıvı ve gaz akışını engellemektedir [6].

### **1.3. TANENLER**

Tanenler; odun ve kabuktan özellikle deri üretimi için ekstrakte edilen suda çözünen polifenollerdir [7].

Dogada tanenler; Kestane ve Mese odunu, Sumak, Divi-Divi, Myrobalan, Trillo, Valonea gibi bitkilerin farklı türlerinde orijinine, kimyasına, molekül ağırlığına bağlı

olarak farklı oranlarda bulunurlar. Tanen üretiminin artması bitkinin hastalığı ile ilgili olabilmektedir. Bu yüzden; bitkideki birçok tanenin biyolojik rolünün böcek, mantar ve hayvan zararlılara karşı koruma ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Tanenler açık sarı veya beyaz renkte, karakteristik bir kokusu, dağınık bir yapısı ve buruk bir tadı olan maddelerdir [7].

Fenolik reaksiyon vermenin yanı sıra alkaloid, jelatin ve diğer proteinleri çökteltme yeteneğindedir. Ferrik kloritlerle mavi veya yeşil renk verirler [8].

Bazı ağaçların öz odununda odun çürüten mantarlara karşı dayanıklılığı artıran yüksek kalitede tanenlerin olduğu bilinmektedir. Örneğin; Mese (*Q. Robur* ve *Q. patraea*) odunu ve Kestane (*Castanea sativa*) odununun her ikisi de %10 oranında tanen içerir. Tanenler birçok mikroorganizmalar için toksiktir. Yapılan deneylerde birçok metal tuzları ile çözünmeyen yapılar oluşturduğu görülmüştür [9].

### **1.3.1. Tanenlerin Genel Yapısı**

Tanenli maddeler, tutkal ve jelatin çözeltilerini çöktirirler. Tanenli maddeler, demir tuzları ile maviden siyahımsı maviye çalan renk verirler. Tekmil tanenli madde çözeltilerinin asit ve alkaliler karşısında bir renk değişimine maruz kaldıkları ve böylece asit ortamda renklerinin açıldığı, alkali ilavesi ile de koyulaştıkları görülür [10].

Tanenler kimyasal olarak hidrolize olabilen (hidrolize tanenler) ve kondanse tanenler (hidrolize olmayan, proantokyanidin) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Hidrolize tanenler (gallo tanenler) glukozitlerdir. Kondanse tanenler (polifenoller) yüksek molekül ağırlıklı bileşenlerdir. Sekeri olmayan polifenolik polimerlerdir [11].

Kondanse tanenler flavan-3-ol (katesin) monomerlerinin 4,8 veya 4,6 bağları ile bağlanması ile oluşan polimerleridir [12].

Hidrolize tanenlerde ellagitanen ve gallotanen olmak üzere iki sınıfta toplanmaktadır. Gallotanenler glukozun basit poligallol esterleridir. Ticari tannik asit, sumak (*Rhus semialata*) gallerinden veya sumak yapraklarından, Mazı mesesi (*Quercus infectoria*) mazısından elde edilen bir karışımdır [13].

Gallotanen Ellagitanenler karbon-karbon bağı ile bağı merkezde en az 2 gallik asit bulunması ile gallotanenlerden farklılık göstermektedir [13].

Temel yapılarındaki farklılıklarına rağmen hidrolize olabilen ve kondanse tanenler benzerlik gösterirler, fenolik birimlere sahiptirler ve bu yüzden bitki fenollerini olarak adlandırılırlar. Tanenlerin antioksidan olma ve metal iyonları ile protein, polisakkarit ve alkaloidler gibi diğer moleküllerle karışma yeteneği gibi genel karakteristik özellikleri vardır. Bu özellikleri sanayi uygulamalarında biyolojik aktivitelerini belirler [8].

### **1.3.2. Tanenlerin Kullanım Alanları**

Tanenlerin çeşitli kullanım alanları mevcuttur. Sepileme maddesi olarak deri sanayinde, ilaç sanayinde, tekstil sanayinde boya maddesi olarak, gıda sanayinde bira, şarap ve meyve sularının arındırılmasında arıtıcı olarak, petrol sanayinde inceltici olarak ve tutkal sanayinde kullanılmaktadır. Tanenler boya ve mürekkep üretiminde de kullanılmaktadır [7].

Tanenler asidiktirler ve kanı durdurucu özelliği vardır. Bu özelliği onları geleneksel ilaçların en önemli içerene yapmaktadır. Deri üretimine ek olarak gıda sektöründe; meyve olgunlaştırıcı ve birçok içeceğin (kakao, çay ve kırmızı şarap vs.) içeriğinde bir bileşen olarak kullanılmaktadır. Demir tuzları ile karıştırıldığında mürekkep için kullanılan siyah renk üretmektedirler. Boya sanayinde renk sabitleyici olarak kullanılmaktadır [14].

#### 1.4. LİTERATÜR ÖZETİ

Ağaç türlerinin koku, renk, desen vb. yapısal karakteristikleri farklıdır. Ağaçtan kesilen parçalar veya kaplamalar ağacının doğal yapısı nedeniyle birbirlerine benzemezler biri diğerinden daha koyu olabileceği gibi daha da açık olabilir [2].

Ahşap malzemede görülen renk bozulmaları genellikle iki sebebe bağlıdır. Bunlardan birincisi; canlı ahşapta yaralanma, dalların kuruması, hastalık, vb. nedenlerle oluşan renklenmelerdir. İkincisi ise kesilen ağaçlarda görülen oksidasyon, tanenli ağaçların metallerle teması halinde oluşan renklenmeler ile bakterilerin neden olduğu renklenmelerdir. Bu tür renklenmeler ağacın kalitesini düşürür [2].

Ahşap mobilyada renk, en az ölçü ve form kadar önemlidir. Ahşap mobilyanın renginin iç dekorasyonda kullanılan halı, perde, vb. tekstil ile duvar, tavan ve taban kaplamalarıyla uyumlu olması istenir. Doğal halde iken ahşabın rengi çoğu zaman bu tür bir ihtiyaca cevap vermediği için ahşap mobilyaların rengini açmak veya boyamak gerekebilir(4)..Doğal halde harici etkilere maruz bırakılmış ağaç malzemelerin özellikle renginde koyulaşma meydana gelmektedir (Forest Products Laboratory, 1974). Renk açıcı kimyasal maddeler genellikle ağaç malzeme yan bileşiklerine etki eden reaktiflerdir. Renkleri yok etmezler, yan bileşikleri etkileyerek daha açık renkli hale getirirler.

Ağaç malzemede lifleri yaralamadan lekeleri ve damar şeritlerini çıkarmak ve rengini açmak genellikle zordur. Bazı ağaç türlerinde ise (meşe, dişbudak, akçaağaç, ceviz, kayın vb.) renk nispeten daha kolay açılabilir. Açık havada kullanılan emprenye edilmiş ağaç malzeme yüzeyleri, zamanla güneş ışınları, yağmur vb. nedenlerle koyulaşır. Bu durumda renk açma işlemi yapılabilir [2].

## BÖLÜM 2

### MATERYAL VE METOD

#### 2.1. KİMYASAL MADDELER

##### 2.1.1. Amonyak

Renksiz ve çok keskin kokulu bir gaz olan amonyak sulu çözelti halinde de aynı adı taşır. Bir azot (N) ve hidrojen (H) bileşigidir. Eski çağlarda labya'da ammon tapınağı yakınlarında hazırlandığı için eski mısır tanrısı ammondan kinaye "amonyak" diye isimlendirilmiştir. İlk kez pür amonyak gazı 1774 yılında İngiliz kimyacı joseph priestley tarafından yapılmıştır.

Amonyak gazı 10° ısı ve 6-7 derecelik basınç altında sıvı haline gelir.

##### 2.1.1.1. Kimyasal Özellikleri

Kimyasal simgesi : NH<sub>3</sub>

Özgül ağırlığı : 0,64

Kaynama noktası (sıvı amonyak için) -33.5

Amonyak suda kolay erir.

Amonyak endüstride son derece yaygın olarak kullanılan bir maddedir. Yapay gübre olarak kullanıldığı gibi basmacılıkta, soda yapımında amonyaktan yararlanılır. Amonyak çözeltisi, gümüş takımların temizlenmesinde kumaş lekelerinin çıkarılmasına yarar. Tıpta yakıcı olarak kullanılır. Bir bardak suya damlatılan birkaç damla amonyak en ileri ölçüde sarhoşluğu giderir. Amonyak gazı asitlerle birleşerek alkalik tuzların bütün özelliklerini taşıyan buharlaşmış maddeler verir.

## **2.2. AĞAÇ MALZEME**

Yapılan çalışmada ağaç malzeme olarak sarıçam, doğu kayını, kestane ve meşe kullanılmıştır

### **2.2.1. Sarıçam (Pinus sylvestris)**

Mevcut çam türleri içerisinde en geniş coğrafi yayılışı olan Sarıçam, Avrupa ve Asya'da yaklaşık 3700 km eninde ve 14700 km uzunluğunda çok geniş bir yayılış alanına sahiptir. Sarıçam, 20-40 m arasında boy yapmakta, ülkemizde saf ve karışık olarak bir milyon hektara yakın bir saha üzerinde yayılmıştır. Kuzey Doğu Anadolu, Ardahan, Oltu, Posof, Sarıkamış dolaylarında çoğunlukla saf, Yalnız çam Dağları'nda saf veya Ladin ve Gökmar gibi diğer ağaç taksonları ile karışık olarak geniş ormanlar kurar. Karadeniz Bölgesi'nde Of, Sürmene, Artvin, Rize, Gümüşhane, Giresun, Amasya, Sinop ve Abant çevresinde geniş bir yayılış gösteren Sarıçam Türkiye toplam orman alanının % 5,5'ini oluşturmaktadır [15].

#### **2.2.1.1. Makroskobik Özellikler**

Yetiştirme muhiti sarıçam odununun özellikleri üzerine çok etkilidir. Yüksek rakımlarda yıllık halkalar dar, deniz seviyesine yakın yerlerde ise geniştir. Dağlık bölgelerde yetişen üstün özellikli odunlarda koyu renkli bir öz odunu vardır. Alçak yerlerde yetişen üstün özellikli odunlarda da koyu renkli öz odunu oluşur. Kötü yetiştirme koşullarında öz odunu oluşmaz. Boyuna reçine kanalları enine, radyal ve teğet kesit düzlemlerinde çıplak gözle rahatlıkla görülür [16].

#### **2.2.1.2. Mikroskobik Özellikler**

İlkbahar odunu traheitlerinin radyal çeperlerindeki kenarlı geçitler çoğunlukla üniseridir. Yaz odunu traheitlerinin teğet çeperlerinde de nadiren küçük çaplı kenarlı geçitlere rastlanabilir. Özışınları üniseri ve heterojendir. Özışını yüksekliği 15 hücreyi geçmez. Enine traheidler, özışını paransim hücrelerine göre daha bol miktarda olup, çeperleri belirgin testere dişi gibi kalınlaşma içerir. Enine traheitler



bol miktarda küçük kenarlı geçitler içermektedir. Boyuna traheidlerle özışını paranzim hücrelerinin karşılaşma yerlerinde pencere şeklinde geçitler vardır. Reçine kanalları normal boyuna ve enine kanallardır. Boyuna kanallar genellikle yaz odunu zonunda yer alır. Kanalların epitel hücreleri ince çeperlidir. Boyutları 100-150 mikrondur. Enine reçine kanalları öz ışınları mültiresidir [16].

Traheidlerin oduna katılım oranı % 93.1'dir. traheidlerin uzunluğu 1.8 - 4.5 mm ve teğet çapları 10- 50 µm'dur. Özışınları heterojen ve üniseridir. Enine reçine kanallarının bulunduğu özışınları multiseridir. Özışınları genellikle 1-12 bazen 15 den fazla hücrelidir. Karşılaşma yeri geçitleri 1-2 adet pencere tipindedir. Boyuna reçine kanalları tek tek ve çoğunlukla yaz odunu içinde ve çapları 100-150 µm olup epitel hücreleri ince çeperlidir [17].

Sarıçam odununda selüloz miktarı % 40-57, lignin miktarı % 25-29, pentozan miktarı % 8-11 ve alkol benzende çözünen ekstraktif madde miktarı % 3.4'dür [17].

### **2.2.1.3. Bazı Teknolojik Özellikleri**

Sarıçam odunu kolay kurutulur, çatlamaya ve dönüklüğe eğilimi azdır. İyi işlenebilme ve yapışma özelliğine sahiptir. Yüzey işlemlerinde, reçine sızıntısı nedeniyle güçlük meydana gelir. Öz odunu oldukça dayanıklı, diri odunu mantar ve böceklere karşı hassas, odunun rutubeti % 25'ten fazla olduğu hallerde, 20–25 C sıcaklıklarda mavi renk oluşumu görülür.

Öz odun orta derecede güç, diri odun kolay emprenye edilmektedir. Binalarda iç ve dış maksatlarda, emprenye edildiğinde toprak ve su tahkimatında, maden direği, tel direği ve travers olarak, kaplama levha ile kâğıt endüstrisinde ve mobilya yapımında kullanılmaktadır [6].

### **2.2.1.4. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri**

Sarıçam odununun tam kuru yoğunluk değeri 0.496 g/cm<sup>3</sup> ve hava kurusu yoğunluk 0.526 g/cm<sup>3</sup> 'tür. Sarıçam odununda hava boşluğu oranı (porozite) %68.6'dır.

Sarıçam odununun içerisinde alabileceği en yüksek su miktarı hacim yoğunluk değerine ( $0.426 \text{ g/cm}^3$ ) göre % 170.6'dır [18].

Gümüşhane, Torul bölgesinden alınan sarıçam odununun basınç direnci,  $427 \text{ kp/cm}^2$ , eğilme direnci,  $636.79 \text{ kp/cm}^2$ , eğilmede elastikiyet modülü,  $76.69 \text{ kp/cm}^2$ , dinamik eğilme direnci,  $0.736 \text{ kpm/cm}^2$ , makaslama direnci,  $46.78 \text{ kp/cm}^2$  olarak belirtilmiştir [19].

### **2.2.2. Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* L.)**

Doğu kayını Fagaceae (kayıngiller) familyasından 40 m'ye kadar boylanabilen düzgün gövdeli bir ağaç türüdür. Çok sayıda pullarla örtülmüş bulunan iğ biçimindeki sivri uçlu ve büyük tomurcuklar sürgünlere açı yapacak biçimde dizilmiştir. Sürgünler koyu kahverenginde ya da kırmızımtrak kahverenginde olup oldukça ince, çıplak ya da parlak, sürgün ucuna doğru hafif tüylü olup üzerinde bol sayıda küçük lentiseller bulunur. Yaprak sapının sürgün üzerinde bıraktığı iz yarım daire biçiminde olup üzerinde, yanlarda birbirine yakın ikişer, ortadakinde ise çok sayıda belirgin iki kulakçık izi vardır. Erkek çiçekler birçoğu bir arada uzun bir sapın ucunda toplanmıştır. Türkiye'de yayılışını Karadeniz sahillerinde yapar. Marmara Bölgesinde, Sinop, Vezirköprü, Bolu, Kocaeli'de yer yer görülür. Doğu Karadeniz'de bütün sahil boyunca 1000–1700 m yükseltilerde Sakallı kızılâğaç, Doğu ladini ve Büyük yapraklı ıhlamur ile karışık ya da saf ormanlar oluşturur. Açık kül rengindeki kabuk ince ve kül rengindedir. Yaprakları elips ve ters biçiminde sivri ya da kısa uçludur.

#### **2.2.2.1. Makroskopik Özellikler**

Odun tabii halde kırmızımsı beyaz, fırınlanmış halde tuğla kırmızımsı renktedir. İleri yaşlarda meydana gelen kırmızımsı kahve renkli ve içerisinde daha koyu şeritler bulunan bir öz odun (kırmızı yürek) oluşur. Genellikle 80–100 yaşlarında oluşan bu yalancı öz odunu kusur sayılır. Kırmızı yürek odunun doğal güzelliğini bozar ve emprenye edilmez. Ayrıca gevrek yapılı olup asitli koku yayar [20].

#### **2.2.2.2. Mikroskobik Özellikler**

Kayın odunu dağınık küçük traheli yapraklı ağaç gurubundandır. Trahe çevresindeki paranşim hücrelerinde tül oluşmaktadır. Besi suyu iletme görevi yapan boyuna yönde vasküler traheidler bulunur. Kalın ve yüksek öz ışınları radyal kesitte parlak öz ışını levhaları oluşur. Her üç kesitte de öz ışınları açık olarak görünür [20].

Enine kesiti genellikle tek renklidir. 80–100 yaşından sonra kırmızı kahverengi bir öz odunu oluşur. Yaşlı ağaçlarda öz çürümüş durumdadır. Yıllık halkaları enine kesitte oldukça belirgindir. Sonbahar halkası ilkbahar halkasına göre daha koyuca renktedir. Teğet kesitte ince parlak çizgiler radyal kesitte sivri uçlu iğneler şeklinde sıralanmıştır.

#### **2.2.2.3. Bazı Teknolojik Özellikleri**

Doğu kayını düzgün yapılıdır ve az çalışır. Fırlandıktan sonra bu çalışma daha da azalır. Nemli ortamda kolay çürür ve kuru ortamda oldukça dayanıklıdır. Buharlanınca bu direncinden biraz kaybeder. Orta sertlikte bir ağaçtır. Kolay işlenir. Buharlama bükme işlemine elverişlidir. Kırılma direnci az fakat aşınma direnci fazladır. Genç iken kolay yarılr ve kalite yüksektir. Rendelenen yüzey parlak ve pürüzsüzdür. Yaşlı ağaçlarda yüzey daha da pürüzlüdür.

Ülkemizde mobilya yapımında kullanımı en geniş ağaçtır. Her çeşit masif mobilya işinde, iç doğramalarda, merdiven basamak ve korkuluklarında, parke döşemelerinde, dilme ve soyma kaplama olarak, yonga levha yapımında, araba ve ambalaj sanayinde kalıp işlerinde, oturma mobilyası, bükme sandalye, alet sapı iş tezgâhı okul sırası yapımında torna işlerinde kullanılır. Kimyasal boyalarda, değişik renklere boyanmaya elverişlidir. Her çeşit cila ve vernikleme işlemi başarı ile uygulanabilir.

#### **2.2.2.4. Fiziksel ve Mekanik Özellikler**

Doğu kayınının fiziksel özellikleri; tam kuru yoğunluk değeri 0.630 gr/cm<sup>3</sup> ve hava kurusu yoğunluk değeri 0.660 gr/cm<sup>3</sup> hacim yoğunluk değeri 0.448 gr/cm<sup>3</sup> dür [21]. Doğu kayınının liflere paralel basınç direnci 664 gr/cm<sup>3</sup>, eğilme direnci 870 gr/cm<sup>3</sup>, makaslama direnci 150 gr/cm<sup>3</sup>, dinamik eğilme direnci 1.0 gr/cm<sup>3</sup>, yarıлма direnci 8.6 gr/cm<sup>3</sup> dür [20].

#### **2.2.3. Saplı Meşe (*Quercus robur* L.)**

Saplı Meşe (*Quercus robur* L.) doğal yayılış alanlarında 20-40 m boylanabilen ve Orta Avrupa'da en yaygın olarak yetişen ağaç türü olmakla beraber, Kafkaslarda ve hemen hemen tüm Avrupa'da görmek mümkündür. Yetiştığı alanlarda en fazla 1000 metre rakıma kadar çıkabilir. En uygun yetişme alanlarında 500–800 yıl kadar hayatta kalabilmektedir. Genç yıllarında ağaç kabuğu pürüzsüz ve hafif gri yeşilimsi parlaktır. Daha sonra enli uzunlamasına derin çizgiler oluşur, kabuk gri kahverengiye dönüşür. Çiçeklenme Nisan-Mayıs aylarında meydana gelir. Kuvvetli bir kök kuruluşu vardır, derine inen kazık kök sistemi geliştirir.

##### **2.2.3.1. Makroskopik Özellikler**

Diri odun çoğunlukla dar, 2–5 cm genişlikte, sarımsı beyaz renkte, öz odun açık kahverengi ile sarımsı kahverenginde, kesimden sonra koyulaşır. Taze halde bazen yetişme yerine bağlı olarak kırmızımsı bir renkte söz konusudur. Yıllık halka sınırları belirgindir. İlkbahar odunu traheleri çok büyüktür, çıplak gözle görülebilir. Saplı Meşe'de özellikle geniş yıllık halkalarda ilkbahar odunu traheleri 4–5 sıralıdır. İlkbahar odunundan yaz oduna geçiş daha yavaş ve traheler elips şeklindedir. Radyal kesitte kaba, iğne çiziklidir. Traheler tül teşekkülatı ile doludur. Yaz odunu traheleri çok sayıda, küçük olup doku içersinde alev şeklinde yayılmışlardır. Sadece lup altında görülebilirler.

### 2.2.3.2. Mikroskobik Özellikler

Meşe odunu halkalı traheli bir odun tipidir. İlbahar odunu traheleri 400 µm teğet çapa kadar olup çok büyüktür. Tek tek veya çoklu kümeler teşkil ederler. Yaz odunu traheleri küçük (20–140 µm), çok sayıda ve yıllık halka sınırına doğru çapları azalmaktadır. Perforasyon tablaları basit tiptedir. İçleri fazla miktarda tüllerle doludur. Boyuna paransimler çok sayıdadır. Apotraheal dağınık veya apotraheal teğet (tek veya çok sıralı) şeritler teşkil ederler. Paratraheal paransimler ise vasisentrik trahelerle birlikte, ilkbahar odunu traheleri ve öz ışınları arasında, ayrıca yaz odunu traheleri arasında gayrı muntazam bir şekilde bulunurlar. Öz ışınları iki ayrı genişliktedir. Tek sıralılar, 25 adet hücre yüksekliğine kadar olabilirler ve bunların arasındaki mesafe muntazam değildir. Geniş olanlar, 20 hücreden daha fazla (0,5–1,0 mm) veya birkaç cm yüksekliktedirler. Öz ışınları homoselüler yapıdadır. Libriform lifleri, lif traheidleri ve vasisentrik traheidler esas dokuyu teşekkül ederler. Çeperler kalın ve lümen çapının üçte biri kadardır [22].

### 2.2.3.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Saplı meşe yüksek yoğunluğa sahip olup, tam kuru özgül ağırlığı 0.65 gr/cm<sup>3</sup>, hava kuru özgül ağırlığı ise 0.69 gr/cm<sup>3</sup> kadardır. Saplı meşe de radyal daralma % 4.0, teğet daralma % 7.8, hacmen daralma % 12.2 civarındadır. Saplı meşenin mekanik özellikleri de birçok ağaç türünden daha iyidir. Elastikiyet modülü 11500 N/mm<sup>2</sup>, eğilme direnci 86 N/mm<sup>2</sup>, liflere paralel çekme direnci 88 N/mm<sup>2</sup>, liflere paralel basınç direnci 60 N/mm<sup>2</sup> ve dinamik eğilme direnci 0.59 kN/cm<sup>2</sup> civarındadır [22].

### 2.2.3.4. Kurutma ve İşlenme Özellikleri

Kurutmada şekil değişimleri ve çatlama meydana gelebileceği için çok yavaş bir program uygulanmalıdır. İşlenme özellikleri yıllık halka genişliğine göre değişir. Orta ile şiddetli derecede körleştirme etkisi vardır. Yapıştırılması iyidir. Metallerle temasta mavi renklenme olur. Kolay cilalanabilmektedir. Çivilenme kabiliyeti iyidir. Dermatit ve astıma neden olabilir.

### **2.2.3.5. Dayanıklılık ve Emprenye Edilebilme Özelliği**

Diri odun az dayanıklı, öz odun dayanıklıdır. Diri odun *Lyctus* ve *Anobium*'lara karşı hassastır. Odunu su altında da çok dayanıklıdır. Öz odun çok güç, diri odun kolay emprenye edilir. Tül oluşumu çok az görülen kırmızı meşelerin öz odunları kolay emprenye edilmektedir.

### **2.2.4. Kestane (*Castanea sativa* Mill.)**

Ülkemizde, Marmara Bölgesi ve Kuzey Anadolu ormanlarında, özellikle yapraklı (*Quercus-Carpinus- Fagus*) ormanlarında karışıklığa girer. Ege ve Akdeniz bölgelerinde ise (Tire, Söke ve Antalya-Zerk harabeleri yakını gibi) lokal olarak bulunur veya kültürü yapılmaktadır. Kestane 30m kadar boylanan dolgun gövdeli ve uzun ömürlü bir ağaçtır [23].

#### **2.2.4.1. Makroskobik Özellikler**

Diri odun sarımsı beyaz renkte, öz odunu kirli sarı renktedir. Enine kesitte ilkbahar odunu traheleri, yaz odununda açık renkli trahe alanları çıplak gözle görülür. Özışınları üniseri olduğundan enine kesitte çıplak gözle görülmez. Odunda tanen kokusu vardır. Odun halkalı traheli olduğundan yıllık halkalar çok belirgindir [16].

#### **2.2.4.2. Mikroskobik Özellikler**

Kestane odunu halkalı trahelidir. Büyük çaplı ilkbahar odunu traheleri tek tek dağılmış, küçük çaplı yaz odunu traheleri alan oluşturmuştur. Yaz odunu traheleri, yaz odunu zonunun sonuna doğru giderek küçülür. Perforasyon tablası basit ve merdiven şeklindedir. Merdiven şeklinde perforasyon tablası, çapları küçük yaz odunu trahe hücrelerinde görülür. Daire şeklinde kenarlı geçitler almaçlıdır. Odunda libriform lifleri, traheit lifleri ve vasisentrik traheitler vardır. Boyuna paransim apotraheal-dağımıktır ve pek bol değildir. Özışınları üniseri homoselüler, homojendir. Özışını ve boyuna paransim hücrelerinde kum kristalleri, küçük boyutlu kalsiyum oksalat kristalleri ve iğne şeklinde kristaller vardır [16].

Kestane odununun kimyasal bileşiminin % 49.58'ini selüloz, % 26.04'ünü lignin, % 19.69'unu pentozan, % 0.42'sinikül ve % 0.30'unu alkol-benzende çözünen ekstraktif maddeler oluşturmaktadır [24,25].

#### **2.2.4.3. Bazı Teknolojik Özellikleri**

Kestane odununun kurutulması sırasında çatlama, dönüklük ve kollaps meydana gelebilmektedir. İyi ve kolay işlenmelerine karşın çok güç yarırlar. Yapıştırılabilme kabiliyetleri yeterli derecededir. İçerdikleri fazla miktardaki tanen nedeniyle metallere temas halinde koyu renkler oluşur. Çivi ve vida tutma kabiliyetleri iyi olup kolaylıkla cila edilebilirler.

Kestanelerin öz odunları dayanıklıdır; bu dayanım su altında kullanıldığında çok daha fazla olmaktadır. Diri odunları böceklerle karşı hassas, öz odunları çok güç emprenye edilebilmektedir. Kullanım yerlerine gelince; tel direği, çit direği, travers, kuru madde fiçileri, mobilya, bükme mobilya, döşeme tahtaları, paneller ve kimyasal selüloz yapımında kullanılırlar. Odunların yongalarından ekstraksiyon yolu ile sepi maddesi elde edilir [6].

#### **2.2.4.4. Fiziksel ve Mekanik Özellikler**

Kestanenin tam kuru yoğunluk değeri ortalama olarak 0.486- 0.590 g/cm<sup>3</sup> ve hava kurusu yoğunluk ise 0.630 g/cm<sup>3</sup>'dür. Anadolu kestanesi odununda hava boşluğu oranı %67.8'dir. kestone odununun içine alabileceği en yüksek su miktarı hacim yoğunluk değerine (0.448 g/cm<sup>3</sup>) göre % 156.54'tür [17,21].

Maçka, çatak bölgesi kestone odununda, liflere paralel basınç direnci, 581.91 kp/cm<sup>2</sup>, eğilme direnci, 790 kp/cm<sup>2</sup>, makaslama direnci, 56.36 kp/cm<sup>2</sup>, enine kesit brinell sertlik değeri 4.25 kp/mm<sup>2</sup>, radyal kesit brinell sertlik değeri 1.74 kp/mm<sup>2</sup>, teğet yönde brinell sertlik değeri 1.69 kp/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur [26].

## 2.3. METOD

### 2.3.1. Örnek Ağaçların Seçimi ve Örneklerin Hazırlanması

Yapılan çalışmada, ağaç malzeme olarak; Sarıçam(*pinus sylvestris* L.), Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* L.) , Saplı Meşe (*Quercus robur* L.) ve Kestane(*Castanea sativa* Mill) ağaçları kullanılmıştır.

Denemede kullanılan ağaç malzeme, piyasadan “Rasgele Seçim” yöntemi ile temin edilmiştir.

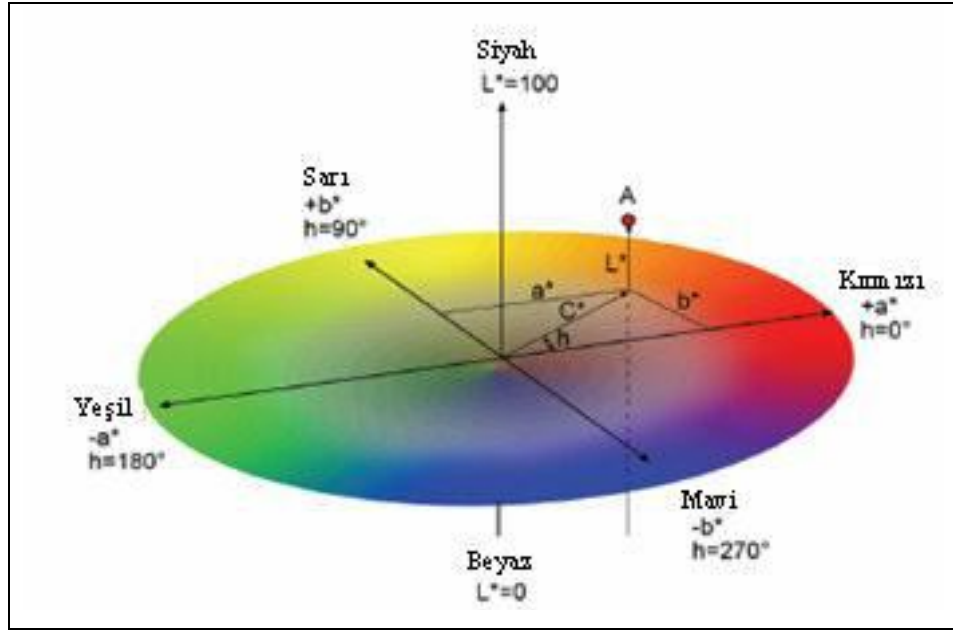
Temin edilen ağaç malzemeler, hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Daha sonra yapılacak olan deneylere göre ağaç malzemelerden kaba kesim yapılmıştır. Harmanlama işlemi kontrol grubunu ve diğer grupları temsil edecek şekilde yapılmıştır. Ağaç malzemenin budaksız, reçinesiz, büyüme kusurları bulunmayan, sağlam, düzgün lifli ve diri odun kısmı olmasına dikkat edilmiştir. Örneklerin hazırlanma işlemi Karabük Üniversitesi Safranbolu Meslek Yüksekokulu Uygulama Atölyesi, Ahşap Kültürünü Araştırma ve Uygulama Merkezi ve Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

## 2.4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.4.1. Renk Değişimi

Renk değişimi denemeleri için TS 2475 standardına uygun olarak hazırlanan 20x100x100 mm boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır. Renk ölçümleri beyaz renge göre  $a=4,91$ ;  $b=3,45$ ;  $c=6,00$ ,  $L=324,9$  olacak şekilde kalibre edilebilen renk ölçme aleti ile ISO 7724-2 standardına göre önce kontrol örnekleri sonrada muamele sırasına göre amonyağa tabi tutulmuş örneklerdeki değişim amonyak uygulamasından 2 ay sonra incelenmiştir. Odunda renk değişimi L açısı ile ifade edilir. Bu açının daralması odunun renginin kırmızı renge yaklaştığını (a), genişlemesi ise sarı renge (b) yaklaştığını göstermektedir. Aşağıda Şekil 2.1’de renk ölçme aletinin renk değişimini ölçme prensibi görülmektedir





Şekil 2.1. Üç boyutlu CIE L\*, a\*, b\* renk bölgeleridir (Johansson, 2005).

L\* koordinatı ışık açısını, a\* kırmızı ve b\* sarı koordinatlarıdır. Şekil ayrıca C\* ve h kutup bölgelerinde renklerin nasıl oluştuğunu göstermektedir. CIE L\*a\*b\* renk sisteminde renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L\*, a\*, b\* renk koordinatlarına göre tespit edilmektedir. Burada, L\* siyah-beyaz (siyah için L\*=0, beyaz için L\*=100) ekseninde, a\*kırmızı-yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde, b\* ise sarı-mavi (pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde yer almaktadır. Değişim, rengin hangi tonunda etkili olduğunu belirlemek amacıyla kırmızı renk tonu (a\*), sarı renk tonu (b\*) ve renk açısı (L\*) değerleri birbirinden bağımsız olarak incelenmiştir. Ayrıca, toplam renk değişimi ( $\Delta E^*_{ab}$ ) aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (2.1)$$

Bu eşitlikte;

$\Delta E^*_{ab}$ : Deneyler sonrasında numunelerde meydana gelen toplam renk değişimini,

$\Delta L$ : Siyah-beyaz renk değişimini,

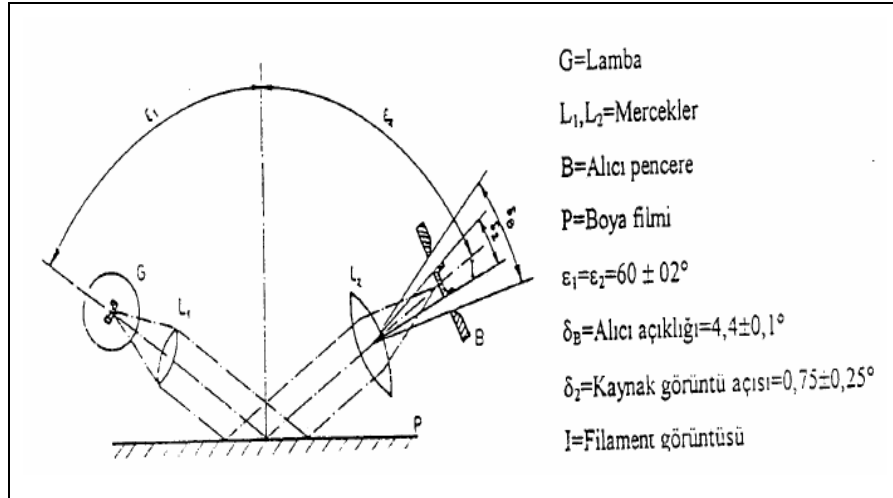
$\Delta a$ : Kırmızı-yeşil renk değişimini,

$\Delta b$ : Sarı-mavi renk değişimini ifade etmektedir.

#### 2.4.2. Parlaklık Değişimi

Parlaklık değişimi denemeleri için TS 2475 standardına uygun olarak hazırlanan 20x100x100 mm boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır. Kusursuz ve parlak yüzeyler belirli bir yönde gelen ışını aynı ya da benzer bir açı ile yansıtır. Parlaklık yüzeyin yansıttığı ışının gözlemciyi etkilemesi olup, ayna gibi yüzeylerin ışığı yansıtma derecesi yüksektir. Normal olarak parlaklık karakteristikleri aynı olan yüzlerin ölçümlerinde birbirinden farklı sonuçlar elde edilmemiştir.

Genellikle parlak yüzeylerde yüzey parlaklığı birden fazla ölçümle elde edilir. Parlaklık ölçümleri parlaklık ölçme cihazı (glossmetre) ile yapılmıştır. Gloss-metre ölçme prensibi Şekil 2.2.'de gösterilmiştir [6].



Şekil 2.2. Gloss-metre ölçme prensibi.

Deney cihazı, bir ışık kaynağı ile paralel veya birbirine yaklaşan ışık denetimi deney alanına yönelten mercekten ve mercek fotosel alıcı penceresinden oluşan alıcıdan meydana gelmiştir. Bu durumda ışık kaynağı fotosel ve ilgili renk filtreleri kombinasyonu, CIE Standart aydınlatıcıları C veya D60 için ağırlık verilmiş olan fotokopik ışık verimi fonksiyonuna yaklaşan spektral hassasiyeti verir. Ölçümlerde

60°'de ölçüm yapan parlaklık ölçüm cihazı her işlemten önce kalibre edilmiştir. Çalışmada Glossmetre kullanılarak liflere dik ve paralel ölçümler gerçekleştirilmiştir.

### 2.4.3. Liflere Paralel Basınç Direnci

Basınç direnci TS 2595 esaslarına göre 20x20x30 mm boyutlarında örnekler kullanılarak tespit edilmiştir. Her bir odun türü (4), her bir bekletme süresi ve kontrol (5) için 20 adet olmak üzere 4x5x20=400 adet deney örneği hazırlanmıştır. Hazırlanan deney numuneleri 0.01 mm hassaslıkla ölçüm yapabilen kumpasla en kesit boyutları ölçülmüş daha sonra lif yönü kuvvet yönüne paralel gelecek şekilde, şekil 2.1 da görüldüğü gibi universal test makinesine yerleştirilmiştir. Universal test mekanizması, ezilmenin yükleme anından itibaren 1-2 dakika içinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6 mm/dk hızla çalıştırılmıştır (TS 2595, 1977). Deneylerden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı ölçülüp, basınç dirençleri ( $\Delta b$ ); aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$\Delta b = (F/A) * N / \text{mm}^2$$

$$\sigma_b = F_{\max} / A \quad N/\text{mm}^2 \text{ eşitliğinden hesaplanmıştır.} \quad (2.2)$$

Burada,

$F_{\max}$  : Kırılma anındaki maksimum kuvvet

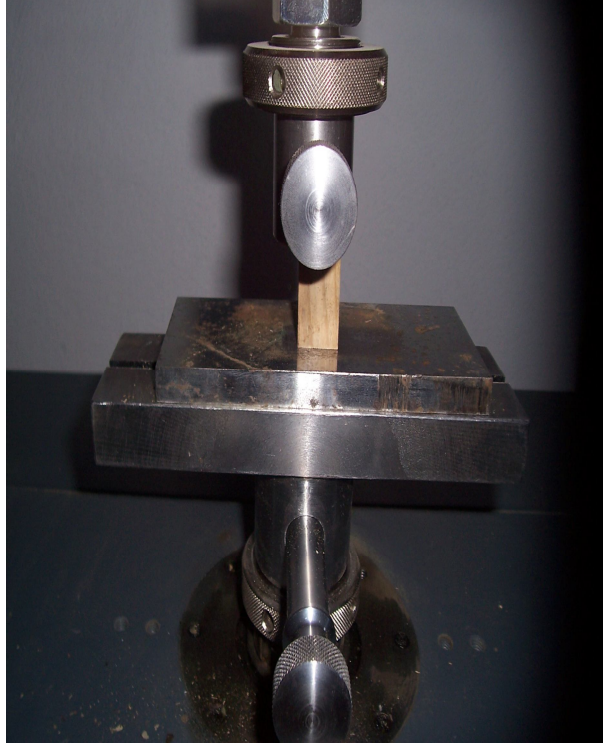
$A$  : Örneğin enine kesit alanı ( $\text{mm}^2$ )

Deney sonrası örneklerin rutubeti TS 2471'e göre belirlenerek % 12'den sapma gösteren örneklerin basınç direnci değerleri ( $\sigma_{b12}$ );

$$\sigma_{b12} = \sigma_b [1 - 0.05 (12 - r)] \quad N/\text{mm}^2 \quad (2.3)$$

Eşitliği yardımıyla % 12 rutubetteki basınç direncine dönüştürülmüştür.

Universal test makinesinde liflere paralel basınç direnci deney örneği Resim 2.3'de görülmektedir.



Şekil 2.3. Üniversal test makinesinde liflere paralel basınç direnci.

#### **2.4.4. Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü**

Eğilme direnci deneylerinde TS 2474 esaslarına uyulmuştur (TS 2474, 1976). Eğilme direnci denemeleri için 20x20x300 mm boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır. Her bir odun türü (4) için ve her bir bekleme süresi (5) için 20 adet olmak üzere (4x5x20) 400 adet deney örneği hazırlanmıştır. Deneyler yapılmadan önce örnekler hava kurusu hale getirilip ve 0.01 mm duyarlılığa sahip olan dijital bir kumpasla genişliği, kalınlığı ve uzunlukları hesaplanmıştır. Daha sonra üniversal test makinesinin yükleme mekanizmasının hızı, kırılmanın yükleme anından itibaren 1,5-2 dakika içinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde ayarlanmıştır. Üniversal test makinesine, dayanak noktaları açıklığı 240 mm olacak şekilde yerleştirilen örneklere, yıllık halkalara teğet yönde ve dayanak açıklığının orta kısmından kırılma işlemi gerçekleşinceye kadar yük uygulanmıştır. Eğilme direncinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

Eğilme direncinin hesaplanmasında;

$$\sigma_e = \frac{3xFl_s}{2bx h^2} \text{ N/mm}^2 \quad (2.4)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır. Burada;

$\sigma_e$  : Eğilme direnci (N/mm<sup>2</sup>)

F : Kırılma anında ölçülen maksimum kuvvet (N)

$l_s$  : Dayanaklar arası açıklık (mm)

b : Örnek genişliği (mm)

h : Örnek yüksekliği (mm)

Elastikiyet modülü denemeleri için TS 2478 standardına uygun olarak hazırlanan 20x20x300 mm boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır. Her bir odun türü (4) için ve her bir bekleme süresi (5) için 20 adet olmak üzere 4x5x20=400 adet deney örneği hazırlanmıştır. Örnekler hazırlanırken, yıllık halkaların kesit yüzeyine teğet olmasına dikkat edilmiştir. Denemelerde dayanak noktalarının açıklığı 240 mm olarak alınmış ve deney numunesinin liflere dik yönde ve tam ortadan uygulanmasına dikkat edilmiş ve aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

Eğilmede elastikiyet modülü (E);

$$E = \frac{1}{4} x \frac{(F2 - F1)L_s^3}{\Delta fxbxh^3} \text{ Kg/cm}^2 \quad (2.5)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada;

F1 : Birinci yük

F2 : İkinci yük

$\Delta f$  : Sehim farkı (cm)

b : Örnek genişliği (cm)

h : Örnek kalınlığı (cm)

Ls : Mesnet açıklığı (cm)

Rutubetleri % 12'den farklı olan örneklerin % 12 rutubetteki elastikiyet modülleri ( $E_{12}$ );

$$E_{12} = E [1 - 0.02 (12 - r)] \text{ N/mm}^2 \quad (2.6)$$

Eşitliğinden hesaplanmıştır.

Üniversal test makinesinde yapılan eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyi Resim 2.2'de görülmektedir.



Şekil 2.4. Üniversal test cihazında eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyi

#### 2.4.5. Dinamik Eğilme Direnci (Şok Direnci).

Şok direnci deneylerinde TS 2474 esaslarına uyulmuştur (TS 2474, 1976). Şok direnci denemeleri için 20x20x300 mm boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır. Her bir odun türü (4) için ve her bir bekleme süresi (5) için 20 adet olmak üzere (4x5x20) 400 adet deney örneği hazırlanmıştır. Deneyler yapılmadan önce örnekler hava kurusu hale getirilip ve 0.01 mm duyarlılığa sahip olan dijital bir kumpasla genişliği, kalınlığı ve uzunlukları hesaplanmıştır.

Dinamik eğilme direnci, pandüllü çekiç aleti ile hesaplanmıştır. Belli bir yükseklikten serbest olarak düşürülen 10 kg/m iş gücüne sahip çarpma çekici ilk konumda sahip olduğu kinetik enerjisinin bir kısmını örneği kırmak için harcar. Bu nedenle örneği kırdıktan sonraki yüksekliği ile ilk yüksekliği arasındaki fark örneği kırmak için harcadığı iş miktarı kadardır. Kırılma anında harcanan iş (W) alettaki taksimatlı kadrandan belirlenerek dinamik eğilme direnci ; ( $\sigma_{DE}$ )

$$(\sigma_{DE}) = W / b.h \text{ kg.m/cm}^2 \quad (2.7)$$

Eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada,

w : Kırılma anında harcanan iş (kg.m)

a : Örneğin kalınlığı (cm)

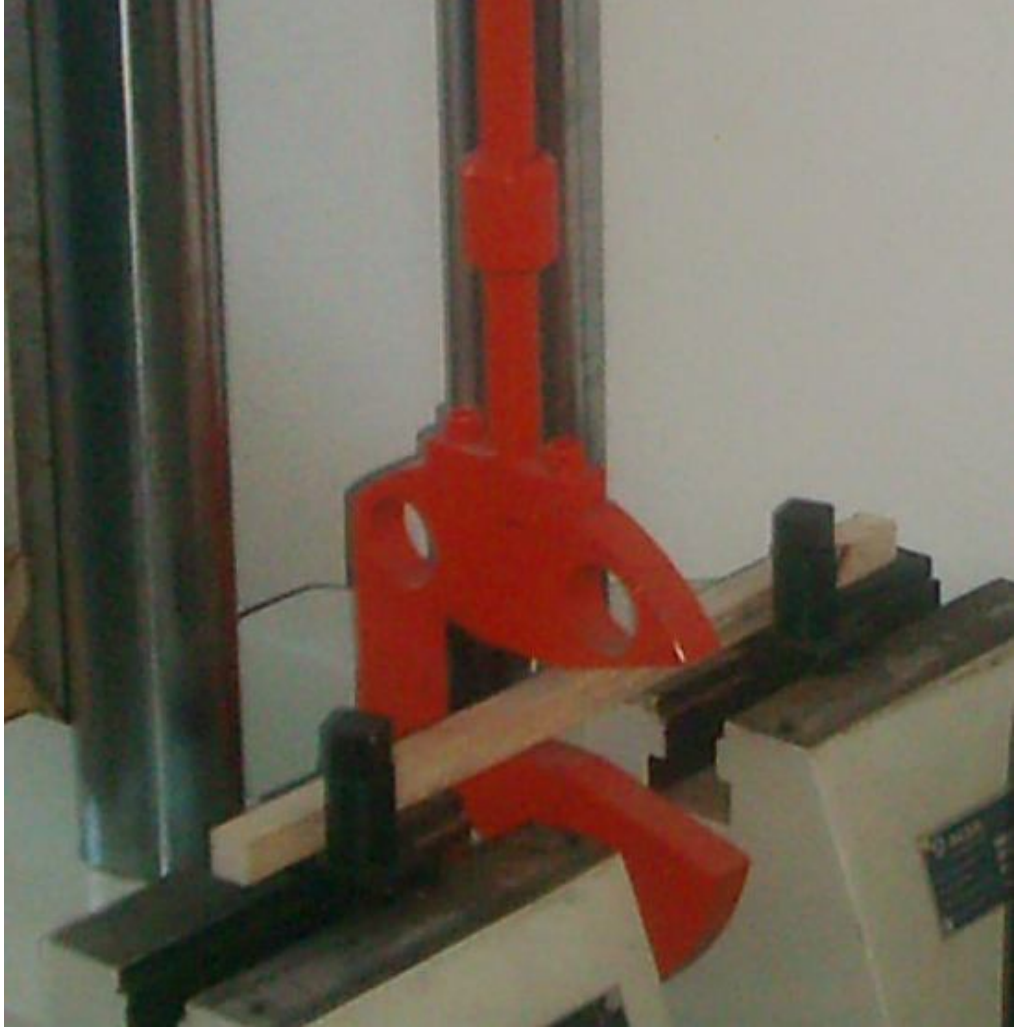
b : Örneğin genişliği (cm)

Deney sonrası örneklerin rutubeti TS 2471'e göre belirlenerek % 12'den sapma gösteren örneklerin dinamik eğilme direnci değerleri ( $\sigma_{DE 12}$ );

$$\sigma_{DE 12} = \sigma_{DE} [1 - 0.025 (12-r)] \text{ kg.m/cm}^2 \quad (2.8)$$

Eşitliği yardımıyla % 12 rutubetteki dinamik eğilme direncine dönüştürülmüştür.

Üniversal test makinesinde dinamik eğilme direnci deney örneği Resim 2.3'de görülmektedir.



Şekil 2.5. Pandüllü çekiç makinesinde dinamik eğilme şok direnci.

#### **2.4.6. Brinell Sertlik**

Sertlik, ağaç malzeme içerisine girmeye çalışılan herhangi bir cisme karşı koyma gücüdür. Brinell sertlik deneyleri 50x50x50 mm boyutlarında her bir ağaç türü için(4) her bir bekleme süresi için(5) (4x5x20) 400 adet olmak üzere hazırlanan örneklerle ve TS 2479 esaslarına göre yapılmıştır. Sertlik testinin prensibi Resim 2.4'de gösterilmiştir;





Şekil 2.6. Brinell-Mörath metoduna göre sertlik deneyi (Berkel, 1970).

Ortalama örnek rutubeti %12 olan örnekler; liflere paralel, radyal ve yıllık halkalara teget kesitlerin orta noktasından 10 mm çapındaki küre ile 250 kgf uygulanacak şekilde makineye yerleştirilmiştir. Maksimum kuvvete 15 saniyede ulaşacak şekilde hız ayarlanmıştır ve bu kuvvet etkisinde 30 saniye beklenmiştir. Deney esnasında kürenin numune içerisinde meydana getirdiği çukur sınırının keskin ve belirgin olabilmesi için çukur çapının 0,01 mm duyarlılıkta ölçülebilmesi için, çelik küre ile numune arasına karbon kağıdı konmuştur. Çukur çapları yıllık halka mikroskobu ile  $\pm 0,01$  mm duyarlılıkta ölçülerek, brinell sertlik değeri belirlenmiştir.

## 2.5. KULLANILAN İSTATİSTİK METOTLAR

Yapılan çalışmada verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi için SPSS paket programından faydalanılmıştır. Çalışmada faktörlerin elde edilen sonuçlar üzerinde anlamlı olup olmadığını belirleyebilmek için varyans analizine başvurulmuştur.

Anlamalı bulunan faktörler üzerinde, farklılığın boyutunu belirleyebilmek için de Duncan testine başvurulmuştur.

## BÖLÜM 3

### BULGULAR

#### 3.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLER

##### 3.1.1. Sarıçam

Sarıçam odununun tam kuru yoğunluk değeri  $0.496 \text{ g/cm}^3$  ve hava kurusu yoğunluk  $0.526 \text{ g/cm}^3$  'tür. Sarıçam odununda hava boşluğu oranı (porozite) %68.6'dır. Sarıçam odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı hacim yoğunluk değerine ( $0.426 \text{ g/cm}^3$ ) göre % 170.6'dır [18].

##### 3.1.2. Doğu Kayını

Doğu kayınının fiziksel özellikleri; tam kuru yoğunluk değeri  $0.630 \text{ gr/cm}^3$  ve hava kurusu yoğunluk değeri  $0.660 \text{ gr/cm}^3$  hacim yoğunluk değeri  $0.448 \text{ gr/cm}^3$  dür [21]. Doğu kayınının liflere paralel basınç direnci  $664 \text{ gr/cm}^3$ , eğilme direnci  $870 \text{ gr/cm}^3$ , makaslama direnci  $150 \text{ gr/cm}^3$ , dinamik eğilme direnci  $1.0 \text{ gr/cm}^3$ , yarıлма direnci  $8.6 \text{ gr/cm}^3$  dür [20].

##### 3.1.3. Meşe

Saplı meşe yüksek yoğunluğa sahip olup, tam kuru özgül ağırlığı  $0.65 \text{ gr/cm}^3$ , hava kurusu özgül ağırlığı ise  $0.69 \text{ gr/cm}^3$  kadardır. Saplı meşe de radyal daralma % 4.0, teğet daralma % 7.8, hacmen daralma % 12.2 civarındadır. Saplı meşenin mekanik özellikleri de birçok ağaç türünden daha iyidir. Elastikiyet modülü  $11500 \text{ N/mm}^2$ , eğilme direnci  $86 \text{ N/mm}^2$ , liflere paralel çekme direnci  $88 \text{ N/mm}^2$ , liflere paralel basınç direnci  $60 \text{ N/mm}^2$  ve dinamik eğilme direnci  $0.59 \text{ kN/cm}^2$  civarındadır [22].

### **3.1.4. Kestane**

Kestanenin tam kuru yoğunluk değeri ortalama olarak 0.486- 0.590 g/cm<sup>3</sup> ve hava kurusu yoğunluk ise 0.630 g/cm<sup>3</sup>' dir. Anadolu keşanesi odununda hava boşluğu oranı %67.8'dir. Keşane odununun içine alabileceği en yüksek su miktarı hacim yoğunluk değeri (0.448 g/cm<sup>3</sup> )göre % 156.54'tür [17,21].

### **3.1.5. Renk Değişimine İlişkin Bulgular**

#### **3.1.5.1. Siyah –Beyaz Renk Değişimine İlişkin Bulgular (renk L)**

Amonyaga maruz bırakılan Sarıçam, kayın, meşe ve keşane odunlarının renk değişimlerine ait ortalama değerler ile bazı istatistiki veriler çizelge 3.1'de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.2'de verilmektedir.

Çizelge 3.1. Amonyğa maruz bırakılmış örneklerin beyaz renk ( L)değişimi.

Ağaç Türü	Zaman	Ortalama	Min.	Maks.	Standart Sapma
Sarıçam	2 saat	75,41	72,51	78,30	2,92
	12 saat	77,88	74,99	80,78	5,07
	24 saat	75,29	72,40	78,19	2,60
	1 hafta	70,81	67,91	73,71	2,03
	Kontrol	77,00	74,11	79,90	3,02
Kayın	2 saat	64,05	61,15	66,94	2,47
	12 saat	64,60	61,70	67,50	1,74
	24 saat	62,88	59,98	65,78	2,29
	1 hafta	58,62	55,73	61,52	4,48
	Kontrol	67,90	65,00	70,79	1,99
Meşe	2 saat	61,22	58,33	64,12	1,58
	12 saat	59,98	57,08	62,87	5,22
	24 saat	52,68	49,78	55,57	2,39
	1 hafta	47,74	44,84	50,63	2,89
	Kontrol	64,28	61,39	67,18	3,17
Kestane	2 saat	64,74	61,85	67,64	3,27
	12 saat	54,92	52,02	57,81	1,98
	24 saat	52,45	49,56	55,35	3,00
	1 hafta	47,99	45,09	50,88	8,62
	Kontrol	70,79	67,90	73,69	3,25

Çizelge 3.2. Amonyak etkisinin beyaz renk (L) değişimine ilişkin varyans sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	9860,63	19	518,98	40,59	,000
Sabit Terim	484880,17	1	484880,17	37928,042	,000
A:Ağaç Türü	6210,84	3	2070,28	161,94	,000
B:Zaman	2644,05	4	661,01	51,70	,000
Etkileşim A*B	1005,73	12	83,81	6,55	,000
Hata	1278,42	100	12,78		
Toplam	496019,23	120			
Düzeltilmiş Toplam	11139,05	119			

a R Squared = ,885 (Adjusted R Squared = ,863)

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, amonyak etkisi ve zaman ayrı ayrı ve amonyak etkisi ve zaman aynı anda, sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunundan elde edilen ağaç malzemelerin renk değişimi üzerinde önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.3’de verilmektedir.

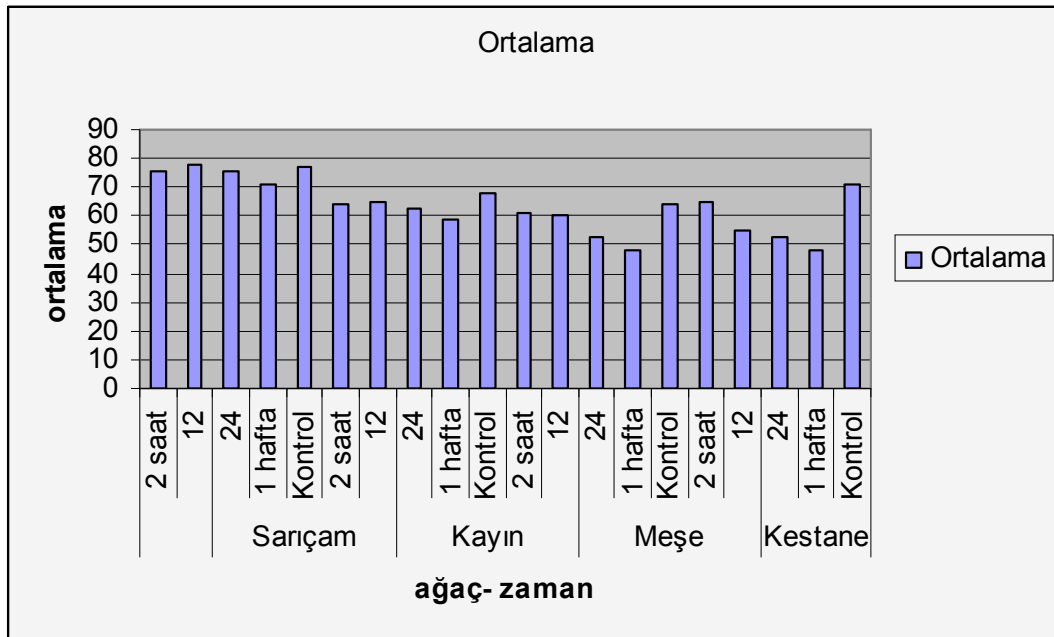
Çizelge 3.3. Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış Sarıçam, kayın, meşe, kestane odunu ve kontrol gruplarının renk (L) değişimlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Faktörler	Ortalama	HG	Faktörler	Ortalama	HG
Etkileşim	1	2	Etkileşim	1	2
Meşe-1 hafta	47,74	A	Meşe- kontrol	64,28	efg
Kestane- 1 hafta	47,99	A	Kayın- 12 saat	64,60	efg
Kestane- 24 saat	52,45	B	Kestane- 2saat	64,74	fg
Meşe- 24 saat	52,68	B	Kayın- kontrol	67,90	gh
Kestane – 12 saat	54,92	Bc	Kestane- kontrol	70,79	h
Kayın- 1 hafta	58,62	Cd	Çam- 1 hafta	70,81	h
Meşe- 12 saat	59,98	De	Çam-24 saat	75,29	i
Meşe- 2 saat	61,22	Def	Çam- 2 saat	75,41	i
Kayın-24 saat	62,88	Def	Çam- kontrol	77,00	i
Kayın- 12 saat	64,051	Efg	Çam- 12 saat	77,88	i

H.G: (Homojenlik grubu)

Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe, kestane ve bunların kontrol gruplarının renk değişiminin Duncan testi ile yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek renk (L)değişim değeri (77,88) 12 saat amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış Sarıçam odunu örneklerinde, en düşük renk (L) değışim değeri (47,70) 1 hafta amonyak etkisine maruz kalmış meşe odunu örneklerinde bulunmuştur.

Sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunlarının amonyak etkisi sonucu renk (L) ye ait değışim grafiği Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Amonyak etkisi sonucu renk(L) değışiminin zaman ve ağaç türlerine göre değışimi.

### 3.1.5.2. Kırmızı- Yeşil Renk Değışimi (renk a)

Amonyaga maruz bırakılan Sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunlarının renk değışimlerine ait ortalama değerler ile bazı istatistiki veriler çizelge 3.4’de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.5’de verilmektedir.

Çizelge 3.4. Amonyğa maruz bırakılmış örneklerin kırmızı renk ( a)değişimi.

Ağaç Türü	Zaman	Ortalama	Min.	Maks.	Standart Sapma
Sarıçam	2 saat	7,37	2,52	12,21	1,88
	12 saat	15,45	10,6	20,30	2,23
	24 saat	6,58	1,72	11,43	,94
	1 hafta	6,09	1,24	10,93	1,30
	Kontrol	7,03	2,18	11,87	,95
Kayın	2 saat	10,35	5,50	15,20	,93
	12 saat	12,16	7,31	17,006	1,10
	24 saat	10,41	5,57	15,26	1,75
	1 hafta	8,73	3,88	13,57	,80
	Kontrol	10,61	5,77	15,46	,40
Meşe	2 saat	7,48	2,64	12,33	,46
	12 saat	7,62	2,77	12,47	,82
	24 saat	5,67	,82	10,51	1,16
	1 hafta	4,86	1,40E-02	9,70	,74
	Kontrol	9,07	4,22	13,91	,93
Kestane	2 saat	8,20	3,35	13,04	,99
	12 saat	5,98	1,13	10,83	,99
	24 saat	7,22	2,38	12,07	1,81
	1 hafta	7,89	3,05	12,74	1,97
	Kontrol	8,02	3,17	12,86	1,30



Çizelge 3.5. Amonyak etkisi kırmızı renk (a) değişimine ilişkin varyans sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	706,764	19	37,19	1,03	,42
Sabit Terim	8353,67	1	8353,67	233,37	,00
A:Ağaç Türü	216,58	3	72,19	2,01	,11
B:Zaman	163,62	4	40,90	1,14	,34
Etkileşim A*B	326,54	12	27,21	,76	,68
Hata	3579,58	100	35,79		
Toplam	12640,03	120			
Düzeltilmiş Toplam	4286,35	119			

a R Squared = ,165 (Adjusted R Squared = ,006)

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, amonyak etkisi ve zaman ayrı ayrı ve amonyak etkisi ve zaman aynı anda, sarıçam, kayın,meşe ve kestane odunundan elde edilen ağaç malzemelerin renk (A) üzerinde ağaç türü, zaman ve ağaç türü - zaman önemsiz bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.6'da verilmektedir.

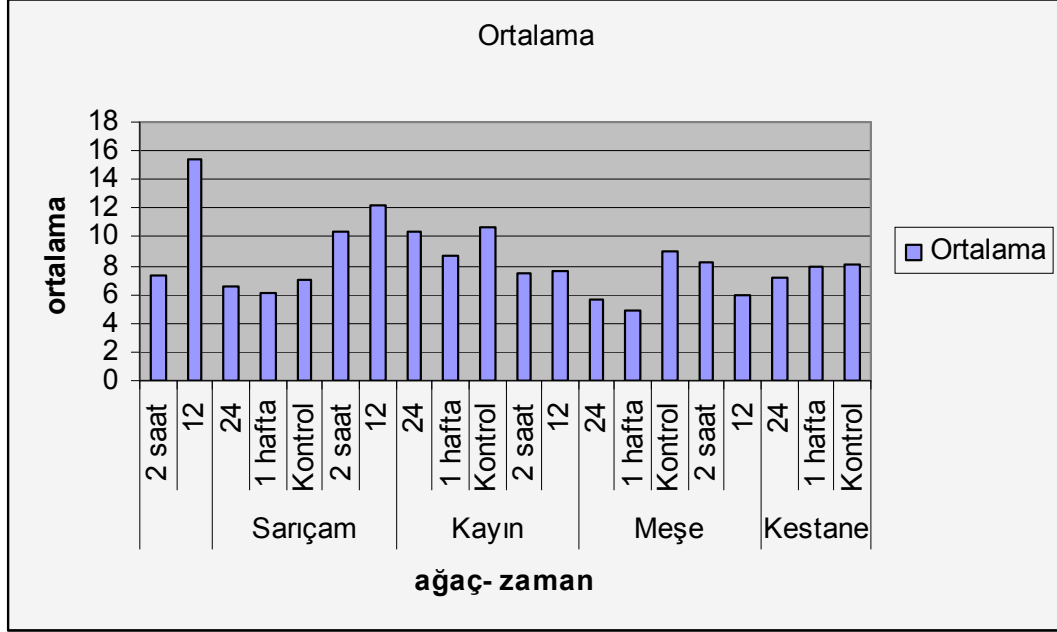
Çizelge 3.6. Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış Sarıçam, kayın, meşe, kestane odunu ve kontrol gruplarının kırmızı renk (a) değişimlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Faktörler	Ortalama	HG	Faktörler	Ortalama	HG
Etkileşim	1	2	Etkileşim	1	2
Meşe- 1 hafta	4,86	A	Kestane- 1 hafta	7,89	Ab
Meşe- 24 saat	5,67	A	Kestane- kontrol	8,02	Ab
Kestane- 12 saat	5,98	A	Kestane-2 saat	8,23	Ab
Çam- 1 hafta	6,09	A	Kayın- 1 hafta	8,73	Ab
Çam- 24 saat	6,58	A	Meşe- kontrol	9,07	Ab
Çam- kontrol	7,03	A	Kayın- 2 saat	10,35	Ab
Kestane-24 saat	7,22	Ab	Kayın- 24 saat	10,41	Ab
Çam- 2 saat	7,37	Ab	Kayın- kontrol	10,61	ab
Meşe- 2 saat	7,48	Ab	Kayın- 12 saat	12,16	Ab
Meşe- 12 saat	7,62	Ab	Çam-12 saat	15,45	B

H.G: (Homojenlik grubu)

Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe, kestane ve bunların kontrol gruplarının renk değişiminin Duncan testi ile yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek renk (A)değişim değeri (15,45) 12 saat amonyak ile reaksiyona maruz

bırakılmış Sarıçam odunu örneklerinde, en düşük renk (A) değişim değeri (4,860) 1 hafta amonyak etkisine maruz kalmış meşe odunu örneklerinde bulunmuştur.



Şekil 3.2. Amonyak etkisi sonucu renk (a) değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi.

### 3.1.5.3. Sarı- Mavi Renk Değişimine İlişkin Bulgular (renk b)

Amonyaga maruz bırakılan Sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunlarının renk değişimlerine ait ortalama değerler ile bazı istatistiki veriler çizelge 3.7’de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.8’de verilmektedir.

Çizelge 3.7. Amonyaga maruz bırakılmış örneklerin toplam sarı renk(b) değişimi.

Ağaç Türü	Zaman	Ortalama	Min.	Maks.	Standart Sapma
Sarıçam	2 saat	24,72	23,02	26,42	3,48
	12 saat	21,54	19,84	23,24	3,24
	24 saat	25,07	23,37	26,77	4,25
	1 hafta	24,515	22,81	26,21	,86
	Kontrol	21,95	20,25	23,64	1,46
Kayın	2 saat	20,59	18,89	22,29	1,56
	12 saat	22,03	20,33	23,73	,63
	24 saat	19,27	17,57	20,96	,59
	1 hafta	16,89	15,19	18,59	2,89
	Kontrol	21,49	19,79	23,19	,59
Meşe	2 saat	20,28	18,58	21,97	,64
	12 saat	19,78	18,08	21,47	,95
	24 saat	16,76	15,06	18,46	1,26
	1 hafta	15,84	14,14	17,54	1,95
	Kontrol	20,99	19,30	22,69	,99
Kestane	2 saat	15,60	13,90	17,29	2,40
	12 saat	16,09	14,39	17,79	1,89
	24 saat	14,93	13,23	16,62	1,83
	1 hafta	13,36	11,67	15,06	3,07
	Kontrol	18,32	16,62	20,02	1,53

Çizelge 3.8. Amonyak etkisi sarı renk (b) değişimine ilişkin varyans sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	1335,798	19	70,305	15,990	,000
Sabit Terim	45645,991	1	45645,991	10381,874	,000
A:Ağaç Türü	963,425	3	321,142	73,042	,000
B:Zaman	140,112	4	35,028	7,967	,000
Etkileşim A*B	232,261	12	19,355	4,402	,000
Hata	439,670	100	4,397		
Toplam	47421,460	120			
Düzeltilmiş Toplam	1775,468	119			

a R Squared = ,752 (Adjusted R Squared = ,705)

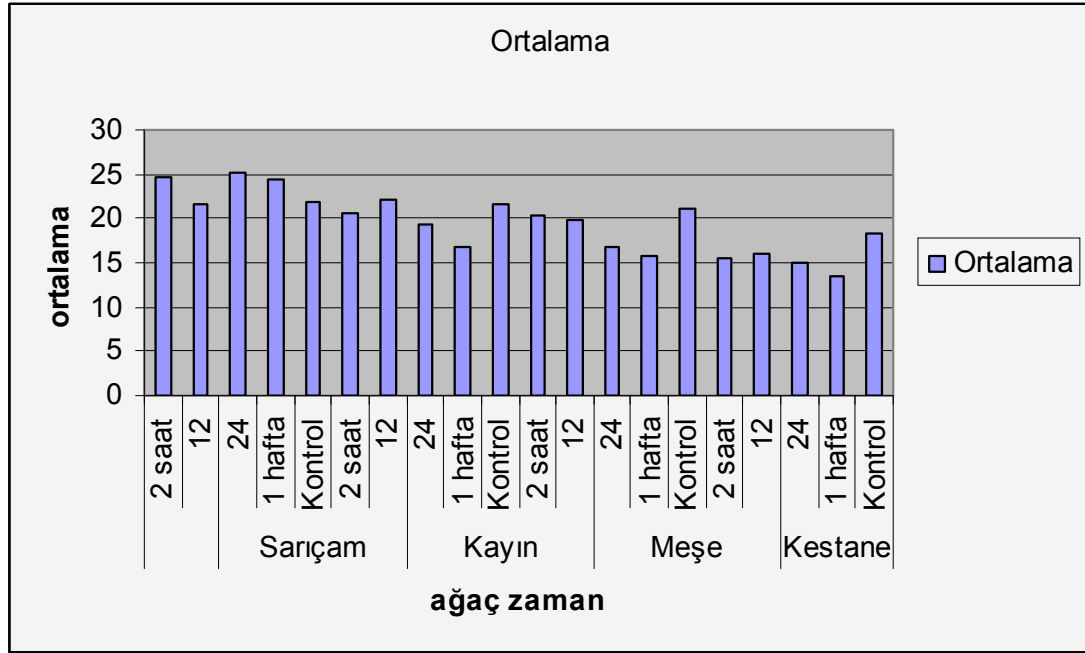
Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, amonyak etkisi ve zaman ayrı ayrı ve amonyak etkisi ve zaman aynı anda, sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunundan elde edilen ağaç malzemelerin renk (B) değişimi üzerinde önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.9'da verilmektedir.

Çizelge 3.9. Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış Sarıçam, kayın, meşe, kestane odunu ve kontrol gruplarının sarı renk (b) değişimlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Faktörler	Ortalama	HG	Faktörler	Ortalama	HG
Etkileşim	1	2	Etkileşim	1	2
Kestane -1 hafta	13,36	A	Meşe- 2 saat	20,28	Ef
Kestane- 24 saat	14,93	Ab	Kayın-2 saat	20,59	Ef
Kestane-2 saat	15,60	Ab	Meşe- kontrol	20,99	ef
Meşe- 1 hafta	15,84	Abc	Kayın- kont	21,49	f
Kestane-12 saat	16,09	Bc	Çam- 12 saat	21,54	f
Meşe- 24 saat	16,76	Bcd	Çam- kontrol	21,95	f
Kayın-1 hafta	16,89	Bcd	Kayın- 12 saat	22,03	f
Kestane kontrol	18,325	Cde	Çam- 1 hafta	24,51	g
Kayın- 12 saat	19,27	Def	Çam- 2 saat	24,72	g
Meşe-12 saat	19,78	Ef	Çam- 24 saat	25,07	g

H.G: (Homojenlik grubu)

Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe, kestane ve bunların kontrol gruplarının renk değişiminin Duncan testi ile yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek renk (B)değişim değeri (25,07) 24 saat amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış sarıçam odunu örneklerinde, en düşük renk (B) değışim değeri (13,36) 1 hafta amonyak etkisine maruz kalmış kestane odunu örneklerinde bulunmuştur.



Şekil 3.3. Amonyak etkisi sonucu renk (b) değışiminin zaman ve ağaç türlerine göre değışimi.

Toplam renk değışimi olarak en büyük değışimin kestane ve meşe odunlarında meydana geldiği anlaşılmaktadır.

### 3.1.6. Parlaklığa Ait Bulgular

Amonyaga maruz bırakılan Sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunlarının parlaklık değışimine ait ortalama değerler ile bazı istatistikî veriler Çizelge 3.10’de ve çoğul varyans analizi sonuçları Çizelge 3.11’de verilmektedir.

Çizelge 3.10. Amonyğa maruz bırakılmış örneklerin toplam parlaklık değişimi.

Ağaç Türü	Zaman	Ortalama	Min.	Maks.	Standart Sapma
Sarıçam	2 saat	2,66	2,18	3,14	,816
	12 saat	2,18	1,70	2,66	,386
	24 saat	2,51	2,03	2,99	1,03
	1 hafta	1,88	1,40	2,36	,53
	Kontrol	1,98	1,50	2,46	,45
Kayın	2 saat	1,68	1,20	2,16	,23
	12 saat	1,66	1,18	2,14	,25
	24 saat	1,46	,98	1,94	,35
	1 hafta	3,18	2,70	3,66	1,01
	Kontrol	1,45	,97	1,92	,37
Meşe	2 saat	1,96	1,48	2,44	,51
	12 saat	1,61	1,13	2,09	,49
	24 saat	1,50	1,02	1,97	,41
	1 hafta	1,51	1,03	1,99	,51
	Kontrol	2,11	1,63	2,59	,86
Kestane	2 saat	1,70	1,22	2,17	,33
	12 saat	1,53	1,05	2,01	,49
	24 saat	1,61	1,13	2,09	,37
	1 hafta	1,51	1,03	1,99	,51
	Kontrol	2,11	1,63	2,59	,864

Çizelge 3.11. Amonyak etkisi parlaklığa ilişkin varyans sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	24,4	19	1,28	3,68	,00
Sabit Terim	430,44	1	430,54	1232,180	,00
A:Ağaç Türü	5,51	3	1,86	5,32	,00
B:Zaman	1,53	4	,38	1,11	,35
Etkileşim A*B	17,35	12	1,44	4,13	,00
Hata	34,94	100	,34		
<b>Toplam</b>	<b>489,97</b>	<b>120</b>			
Düzeltilmiş Toplam	59,42	119			

a  $R^2 = 0.412$

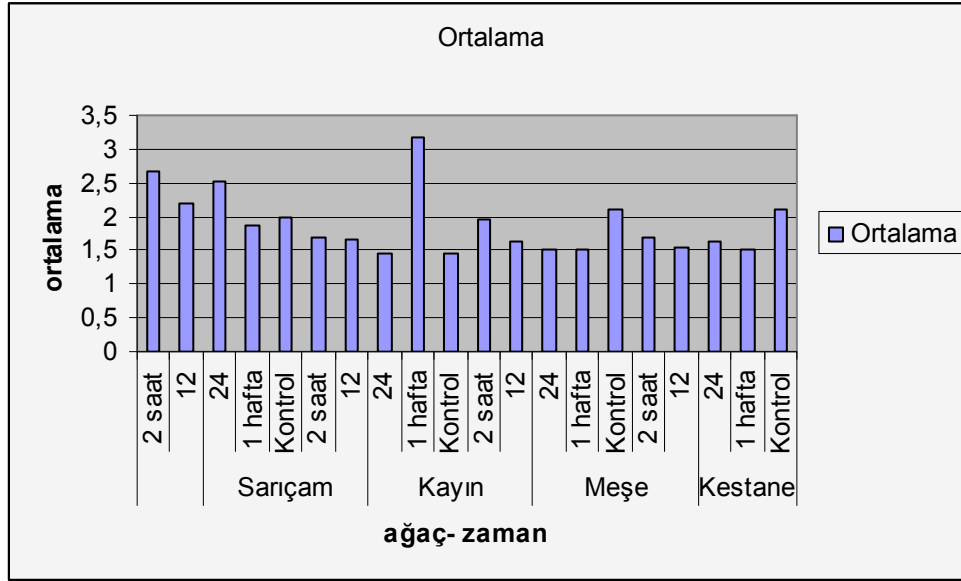
Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, amonyak etkisi ve zaman ayrı ayrı ve amonyak etkisi ve zaman aynı anda, sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunundan elde edilen ağaç malzemelerin parlaklık değişimleri üzerinde zamanın önemsiz bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.12’de verilmektedir.

Çizelge 3.12. Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış Sarıçam, kayın, meşe, kestane odunu ve kontrol gruplarının parlaklık değişimlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Faktörler	Ortalama	HG	Faktörler	Ortalama	HG
Etkileşim	1	2	Etkileşim	1	2
Kayın- control	1,45	A	Kestane-2 saat	1,70	a
Kayın- 24 saat	1,46	A	Çam-1 hafta	1,88	ab
Meşe- 24 saat	1,50	A	Meşe- 2 saat	1,96	ab
Meşe- 1 hafta	1,51	A	Çam- control	1,98	ab
Kestane -1 hafta	1,51	A	Meşe- control	2,11	ab
Kestane-12 saat	1,53	A	Kestane- control	2,11	ab
Kestane- 24 saat	1,61	A	Çam-12 saat	2,18	ab
Meşe-12 saat	1,61	A	Çam-24 saat	2,51	bc
Kayın-12 saat	1,66	A	Çam-2 saat	2,66	bc
Kayın-2 saat	1,68	A	Kayın-1 hafta	3,18	c

H.G: (Homojenlik grubu)

Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe, kestane ve bunların kontrol gruplarının parlaklık değişiminin Duncan testi ile yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek parlaklık değeri (3,18) 1 hafta amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış kayın odunu örneklerinde, en düşük parlaklık değişim değeri (1,45) kayın kontrol grubu odunu örneklerinde bulunmuştur.



Şekil 3.4. Amonyak etkisi sonucu parlaklık değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi.

## 3.2. MEKANİK ÖZELLİKLER

### 3.2.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ne Ait Bulgular

Amonyaga maruz bırakılan Sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunlarının liflere paralel basınç dirençlerine ait ortalama değerler ile bazı istatistikî veriler çizelge 3.13'de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.14'de verilmektedir.



Çizelge 3.13 Amonyak etkisi Liflere paralel basınç direnci değerleri (N/mm<sup>2</sup>).

Ağaç Türü	Zaman	Ortalama	Min.	Maks.	Standart Sapma
Sarıçam	2 saat	55,46	52,55	58,36	2,25
	12 saat	55,76	52,86	58,67	2,64
	24 saat	53,85	50,95	56,76	3,29
	1 hafta	55,18	52,27	58,08	3,90
	Kontrol	54,05	51,14	56,96	2,33
Kayın	2 saat	52,67	49,76	55,57	2,41
	12 saat	50,32	47,41	53,23	2,44
	24 saat	50,64	47,73	53,55	1,82
	1 hafta	51,27	48,36	54,18	1,16
	Kontrol	50,78	47,87	53,68	2,73
Meşe	2 saat	53,06	50,15	55,96	5,16
	12 saat	53,33	50,42	56,24	3,99
	24 saat	54,98	52,07	57,88	2,80
	1 hafta	56,31	53,40	59,21	4,50
	Kontrol	51,65	48,74	54,56	5,65
Kestane	2 saat	40,29	37,38	43,20	2,09
	12 saat	37,36	34,45	40,27	5,50
	24 saat	40,20	37,29	43,10	2,44
	1 hafta	41,46	38,55	44,37	,83
	Kontrol	35,92	33,02	38,83	6,77

Çizelge 3.14. Amonyak etkisi Liflere paralel basınç direnci ne ilişkin varyans sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	5030,08	19	264,74	20,55	,00
Sabit Terim	296773,72	1	296773,72	23038,34	,00
A:Ağaç Türü	4786,02	3	1595,34	123,84	,00
B:Zaman	123,28	4	30,82	2,39	,05
Etkileşim A*B	120,77	12	10,06	,78	,66
Hata	1288,17	100	12,88		
Toplam	303091,97	120			
Düzeltilmiş Toplam	6318,25	119			

a R Squared = ,796 (Adjusted R Squared = ,757)

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, amonyak etkisi ve zaman ayrı ayrı ve amonyak etkisi ve zaman aynı anda, sarıçam, kayın,meşe ve kestane odunundan elde edilen ağaç malzemelerin liflere paralel basınç dirençleri üzerinde zaman, zaman – ağaç türü önemlisiz bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.15’de verilmektedir.

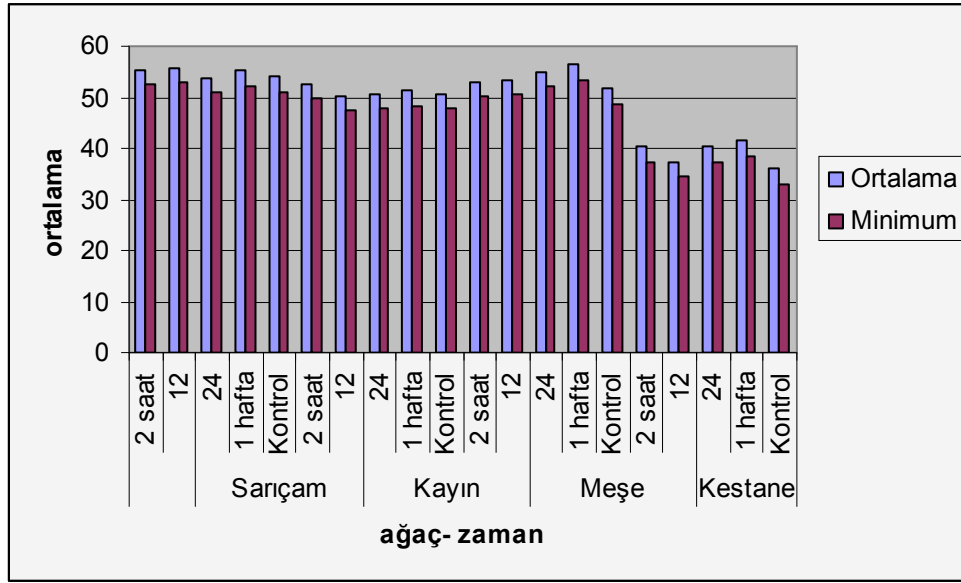
Çizelge 3.15. Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe, kestane odunu ve kontrol gruplarının liflere paralel basınç değişimlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Faktörler	Ortalama	HG	Faktörler	Ortalama	HG
Etkileşim	1	2	Etkileşim	1	2
Kestane- kontrol	35,92	A	Kayın- 2 saat	53,87	cdef
Kestane-12 saat	37,50	Ab	Meşe- 2 saat	53,98	cdef
Kestane- 24 saat	40,20	Ab	Meşe-12 saat	54,65	cdef
Kestane- 2 saat	40,29	Ab	Çam-24 saat	54,84	cdef
Kestane- 1 hafta	41,12	B	Çam- kontrol	55,19	cdef
Kayın- 12 saat	43,26	C	Meşe- 24 saat	55,85	cdef
Kayın- 24 saat	43,30	Cd	Çam- 1 hafta	56,34	cdef
Kayın- kontrol	45,78	Cd	Çam- 2 saat	60,65	def
Kayın- 1 hafta	45,94	Cde	Çam-12 saat	60,34	ef
Meşe- kontrol	52,28	Cdef	Meşe- 1 hafta	65,36	f

H.G: (Homojenlik grubu)

Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe, kestane ve bunların kontrol gruplarının liflere paralel basınç değişiminin Duncan testi ile yapılan

karşılaştırılmasında, en yüksek liflere paralel basınç değeri (45,209) 12 hafta amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış meşe odunu örneklerinde, en düşük liflere paralel basınç değişim değeri (35,926) kestane odunu kontrol grubu örneklerinde bulunmuştur.



Şekil 3.5. Amonyak etkisi sonucu liflere paralel basınç değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi.

### 3.2.2. Eğilme Direncine Ait Bulgular

Amonyaga maruz bırakılan sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunlarının eğilme dirençlerine ait ortalama değerler ile bazı istatistikî veriler çizelge 3.16'de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.17'de verilmektedir.

Çizelge 3.16. Amonyak etkisi eğilme direnci değerleri (N/mm<sup>2</sup>).

Ağaç Türü	Zaman	Ortalama	Min.	Maks.	Standart Sapma
Sarıçam	2 saat	84,96	74,08	95,83	7,94
	12 saat	84,96	74,08	95,83	7,94
	24 saat	91,74	80,86	102,62	8,10
	1 hafta	88,16	77,28	99,03	7,57
	Kontrol	83,85	72,98	94,73	11,88
Kayın	2 saat	74,99	64,11	85,87	5,70
	12 saat	98,63	87,75	109,51	16,44
	24 saat	97,49	86,61	108,37	16,82
	1 hafta	92,21	81,33	103,09	21,08
	Kontrol	103,83	92,95	114,71	12,71
Meşe	2 saat	97,77	86,89	108,65	14,88
	12 saat	91,81	80,935	102,69	10,92
	24 saat	84,33	73,45	95,21	10,75
	1 hafta	89,14	78,26	100,02	22,17
	Kontrol	100,14	89,26	111,02	10,98
Kestane	2 saat	58,72	47,85	69,60	15,74
	12 saat	72,93	62,05	83,81	15,39
	24 saat	56,66	45,78	67,54	14,37
	1 hafta	59,88	49,00	70,75	9,36
	Kontrol	90,52	79,65	101,40	13,30

Çizelge 3.17. Amonyak etkisi eğilme direncine ilişkin varyans sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	21974,41	19	1156,54	6,41	,000
Sabit Terim	869858,35	1	869858,35	4821,96	,000
A:Ağaç Türü	12905,11	3	4301,70	23,84	,000
B:Zaman	3452,72	4	863,18	4,78	,001
Etkileşim A*B	5616,56	12	468,04	2,59	,005
Hata	18039,49	100	180,39		
Toplam	909872,25	120			
Düzeltilmiş Toplam	40013,90	119			

a R Squared = ,549 (Adjusted R Squared = ,464)

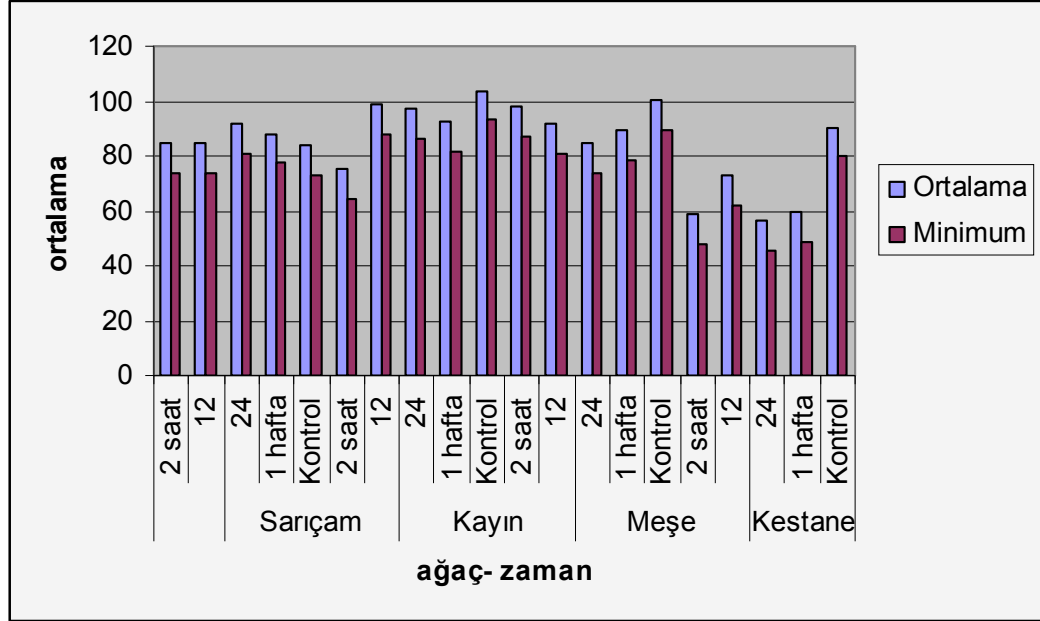
Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, amonyak etkisi ve zaman ayrı ayrı ve amonyak etkisi ve zaman aynı anda, sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunundan elde edilen ağaç malzemelerin eğilme dirençleri üzerinde zaman – ağaç türü önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.18’de verilmektedir.

Çizelge 3.18. Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış Sarıçam, kayın, meşe, kestane odunu ve kontrol gruplarının eğilme direnci değişimlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Faktörler	Ortalama	HG	Faktörler	Ortalama	HG
Etkileşim	1	2	Etkileşim	1	2
Kestane- 24 saat	56,66	A	Meşe-1 hafta	89,14	cdef
Kestane-2 saat	58,72	Ab	Kestane-kontrol	90,52	cdef
Kestane-1 hafta	59,88	Ab	Çam- 24 saat	91,74	def
Kestane-12 saat	72,93	Abc	Meşe-12 saat	91,81	def
Kayın-2 saat	74,99	Bed	Kayın- 1 hafta	92,21	def
Çam- kontrol	83,85	Cde	Kayın-24 saat	97,49	ef
Meşe- 24 saat	84,33	Cde	Meşe- 2 saat	97,77	ef
Çam-2 saat	84,96	Cde	Kayın-12 saat	98,63	ef
Çam- 12 saat	84,96	Cde	Meşe- kontrol	100,14	ef
Çam- 1 hafta	88,16	Cdef	Kayın- kontrol	103,83	f

H.G: (Homojenlik grubu)

Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe, kestane ve bunların kontrol gruplarının eğilme direnci değişiminin Duncan testi ile yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek eğilme direnci değişim değeri (103,831) kayın odunu kontrol grubu örneklerinde, en düşük eğilme direnci değişim değeri (56,661) 24 saat amonyak etkisine maruz kalmış kestane odunu örneklerinde bulunmuştur.



Şekil 3.6. Amonyak etkisi sonucu eğilme direnci değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi.

### 3.2.3. Elastikiyet Modülüne İlişkin Bulgular

Amonyğa maruz bırakılan Sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunlarının elastikiyet modülüne ait ortalama değerler ile bazı istatistiksel veriler çizelge 3.19'de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.20'de verilmektedir.

Çizelge 3.19. Amonyak etkisi elastikiyet modülü değerleri (kg.m/cm2).

Ağaç Türü	Zaman	Ortalama	Min.	Maks.	Standart Sapma
Sarıçam	2 saat	10629,57	9198,13	12061,01	1516,47
	12 saat	10629,57	9198,13	12061,01	1516,47
	24 saat	11573,79	10142,356	13005,23	1316,38
	1 hafta	9813,46	8382,02	11244,90	1980,33
	Kontrol	10297,96	8866,52	11729,39	1569,40
Kayın	2 saat	8010,15	6578,71	9441,595	890,38
	12 saat	10208,72	8777,28	11640,16	1321,40
	24 saat	9610,31	8178,87	11041,75	2179,91
	1 hafta	9710,16	8278,72	11141,60	2318,54
	Kontrol	10862,96	9431,53	12294,40	1077,89
Meşe	2 saat	9639,18	8207,74	11070,61	1464,58
	12 saat	8939,33	7507,89	10370,77	1671,16
	24 saat	8181,25	6749,81	9612,69	2029,66
	1 hafta	9964,19	8532,75	11395,63	2016,33
	Kontrol	10321,21	8889,77	11752,64	817,80
Kestane	2 saat	5647,80	4216,36	7079,24	2526,95
	12 saat	7887,20	6455,76	9318,64	2367,01
	24 saat	5537,74	4106,31	6969,18	1731,92
	1 hafta	5919,89	4488,45	7351,33	1338,78
	Kontrol	10725,69	9294,25	12157,12	2313,10

Çizelge 3.20. Amonyak etkisi elastikiyet modülüne ilişkin varyans sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	365466216,46	19	19235064,02	6,158	,000
Sabit Terim	10168969907,322	1	10168969907,322	3255,750	,000
A:Ağaç Türü	192956544,89	3	64318848,29	20,593	,000
B:Zaman	65673812,80	4	16418453,20	5,257	,001
Etkileşim A*B	106835858,77	12	8902988,23	2,850	,002
Hata	312338787,04	100	3123387,8		
Düzeltilmiş Toplam	10846774910,835	120			
	677805003,51	119			

a R Squared = ,539 (Adjusted R Squared = ,452)

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, amonyak etkisi ve zaman ayrı ayrı ve amonyak etkisi ve zaman aynı anda, sarıçam, kayın,meşe ve kestane odunundan elde edilen ağaç malzemelerin elastikiyet modülü üzerinde önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.21’de verilmektedir.

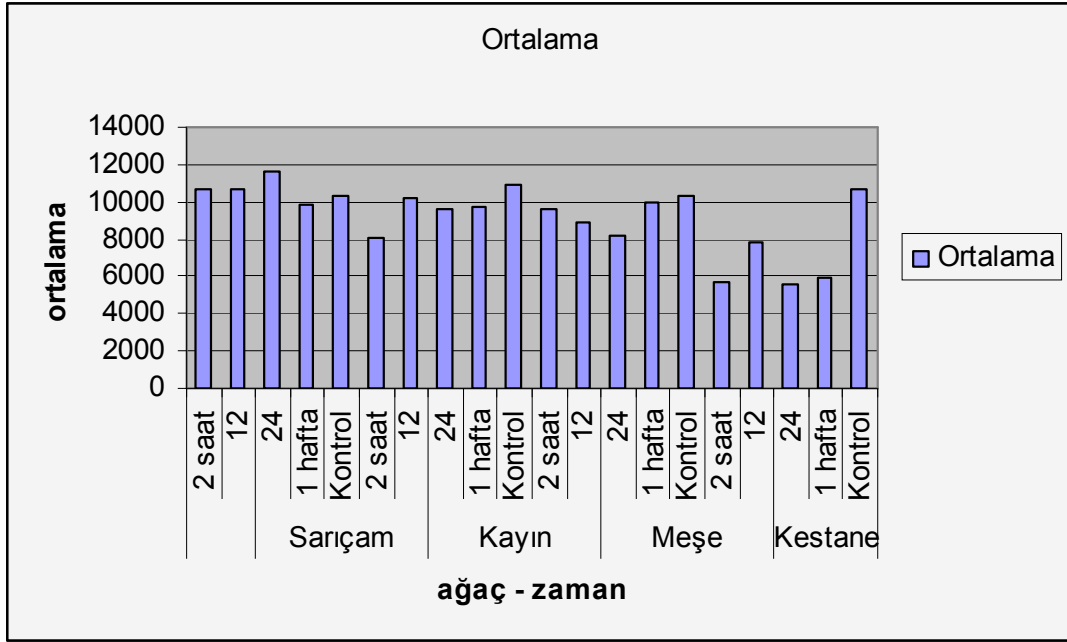
Çizelge 3.21. Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış Sarıçam, kayın, meşe, kestane odunu ve kontrol gruplarının elastikiyet modülü değişimlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Faktörler	Ortalama	HG	Faktörler	Ortalama	HG
Etkileşim	1	2	Etkileşim	1	2
Kestane-24 saat	5537,74	A	Çam- 1 hafta	9813,46	Cdef
Kestane-2 saat	5647,80	A	Meşe- 1 hafta	9964,19	Cdef
Kestane-1 hafta	5919,89	Ab	Kayın- 12 saat	10208,72	Cdef
Kestane-12 saat	7887,20	Bc	Çam- control	10297,96	Def
Kayın- 2 saat	8010,15	Bcd	Meşe- control	10321,21	Def
Meşe- 24 saat	8181,25	Cd	Çam- 2 saat	10629,57	Ef
Meşe-12 saat	8939,33	Cde	Çam- 12 saat	10629,57	Ef
Kayın- 24 saat	9610,31	Cdef	Kestane- control	10725,69	Ef
Meşe- 2 saat	9639,18	Cdef	Kayın- control	10862,96	Ef
Kayın- 1 hafta	9710,16	Cdef	Çam- 24 saat	11573,79	F

H.G: (Homojenlik grubu)



Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe, kestane ve bunların kontrol gruplarının elastikiyet modülü değişiminin Duncan testi ile yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek elastikiyet modülü değişim değeri (11573,79 24 saat amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış Sarıçam odunu örneklerinde, en düşük elastikiyet modülü değişim değeri (5537,74) 24 saat amonyak etkisine maruz kalmış kestane odunu örneklerinde bulunmuştur.



Şekil 3.7. Amonyak etkisi sonucu elastikiyet modülü değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi.

### 3.2.4. Şok Direncine Ait Bulgular

Amonyaga maruz bırakılan Sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunlarının şok dirençlerine ait ortalama değerler ile bazı istatistik veriler Çizelge 3.22’de ve çoğul varyans analizi sonuçları Çizelge 3.23’de verilmektedir.

Çizelge 3.22. Amonyak etkisi şok direnci değerleri (kN/cm<sup>2</sup>).

Ağaç Türü	Zaman	Ortalama	Min.	Maks.	Standart Sapma
Sarıçam	2 saat	1,96	1,58	2,34	,48
	12 saat	1,77	1,39	2,15	,40
	24 saat	1,53	1,15	1,91	,47
	1 hafta	1,71	1,33	2,09	,39
	Kontrol	2,66	2,28	3,04	,15
Kayın	2 saat	2,60	2,22	2,98	,69
	12 saat	2,80	2,42	3,18	,57
	24 saat	2,60	2,22	2,97	,65
	1 hafta	1,98	1,60	2,36	,75
	Kontrol	3,26	2,88	3,63	,74
Meşe	2 saat	2,53	2,15	2,91	,39
	12 saat	2,32	1,94	2,70	,23
	24 saat	2,71	2,33	3,09	,18
	1 hafta	2,52	2,14	2,90	,39
	Kontrol	3,10	2,72	3,47	,58
Kestane	2 saat	1,63	1,25	2,01	,25
	12 saat	1,20	,82	1,58	,07
	24 saat	1,03	,65	1,41	,23
	1 hafta	,83	,45	1,21	,10
	Kontrol	3,09	2,71	3,47	,57

Çizelge 3.23. Amonyak etkisi şok direncine ilişkin varyans sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	57,72	19	3,03	13,85	0,000
Sabit Terim	578,64	1	578,64	2639,43	0,000
A:Ağaç Türü	26,36	3	8,78	40,08	0,000
B:Zaman	23,01	4	5,75	26,24	0,000
Etkileşim A*B	8,34	12	,69	3,17	0,001
Hata	21,92	100	,21		
Toplam	658,29	120			
Düzeltilmiş Toplam	79,64	119			

a R Squared = ,725 (Adjusted R Squared = ,672)

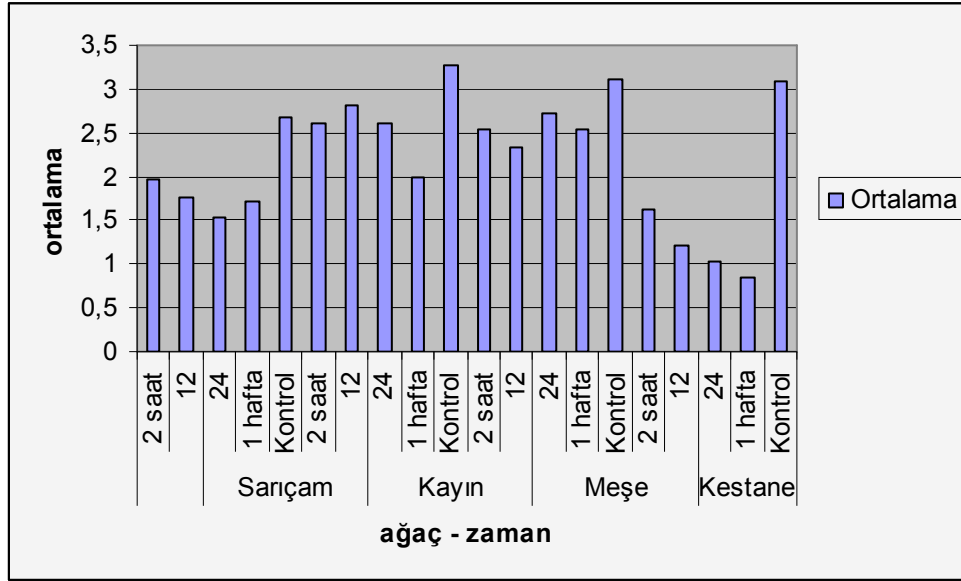
Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, amonyak etkisi ve zaman ayrı ayrı ve amonyak etkisi ve zaman aynı anda, sarıçam, kayın,meşe ve kestane odunundan elde edilen ağaç malzemelerin şok direnci üzerinde önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.24'da verilmektedir.

Çizelge 3.24. Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış Sarıçam, kayın, meşe, kestane odunu ve kontrol gruplarının şok direnci değişimlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Faktörler	Ortalama	HG	Faktörler	Ortalama	HG
Etkileşim	1	2	Etkileşim	1	2
Kestane-1 hafta	,83	A	Meşe- 1 hafta	2,52	fgh
Kestane-24 saat	1,03	Ab	Meşe- 2 saat	2,53	fgh
Kestane-12 saat	1,20	Abc	Kayın- 24 saat	2,60	gh
Çam-24 saat	1,53	Bcd	Kayın- 2 saat	2,60	gh
Kestane-2 saat	1,63	Cd	Çam- kontrol	2,66	ghi
Çam-1 hafta	1,71	Cd	Meşe-24 saat	2,71	ghi
Çam-12 saat	1,77	Cde	Kayın-12 saat	2,80	ghi
Çam-2 saat	1,96	Def	Kestane-kontrol	3,09	hi
Kayın- 1 hafta	1,98	Def	Meşe- kontrol	3,10	hi
Meşe-12 saat	2,32	Efg	Kayın- kontrol	3,26	i

H.G: (Homojenlik grubu)

Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe, kestane ve bunların kontrol gruplarının şok direnci değişiminin Duncan testi ile yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek şok direnci değişim değeri (3,260) kayın odununun kontrol grubu örneklerinde, en düşük şok direnci değişim değeri (0,835) 1 hafta amonyak etkisine maruz kalmış kestane odunu örneklerinde bulunmuştur.



Şekil 3.8. Amonyak etkisi sonucu şok direnci değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi.

### 3.2.5. Sertlik Değerine İlişkin Bulgular

#### 3.2.5.1. Sertlik Teget Kesit'e Ait Bulgular

Amonyaga maruz bırakılan Sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunlarının teget kesit sertlik dirençlerine ait ortalama değerler ile bazı istatistiksel veriler Çizelge 3.25'de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.26'de verilmektedir.

Çizelge 3.25. Amonyak etkisi sertlik(T) değerleri (N/mm<sup>2</sup>).

Ağaç Türü	Zaman	Ortalama	Min.	Maks.	Standart Sapma
Sarıçam	2 saat	,36	-2,64	3,36	,04
	12 saat	,36	-2,64	3,36	,02
	24 saat	,33	-2,67	3,34	,01
	1 hafta	,34	-2,65	3,35	,02
	Kontrol	,34	-2,66	3,35	,02
Kayın	2 saat	,38	-2,62	3,39	,02
	12 saat	,36	-2,63	3,37	,02
	24 saat	,36	-2,64	3,36	,02
	1 hafta	,35	-2,65	3,35	,02
	Kontrol	,37	-2,63	3,38	,01
Meşe	2 saat	,39	-2,74	3,08	,03
	12 saat	,37	-2,62	3,38	,01
	24 saat	,37	-2,62	3,38	,01
	1 hafta	,35	-2,64	3,36	,01
	Kontrol	,33	-2,67	3,33	,03
Kestane	2 saat	,36	-2,64	3,36	,02
	12 saat	,37	-2,63	3,37	,01
	24 saat	,35	-2,64	3,36	,02
	1 hafta	,35	-2,65	3,35	,02
	Kontrol	,37	-2,62	3,38	,01

Çizelge 3.26. Amonyak etkisi sertliğe ilişkin varyans sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	654,55	19	34,45	2,50	,002
Sabit Terim	96,46	1	96,46	7,00	,009
A:Ağaç Türü	103,40	3	34,46	2,50	,064
B:Zaman	138,63	4	34,65	2,51	,046
Etkileşim A*B	412,51	12	34,37	2,49	,007
Hata	1377,43	100	13,77		
Toplam	2128,45	120			
Düzeltilmiş Toplam	2031,98	119			

a R Squared = ,322 (Adjusted R Squared = ,193)

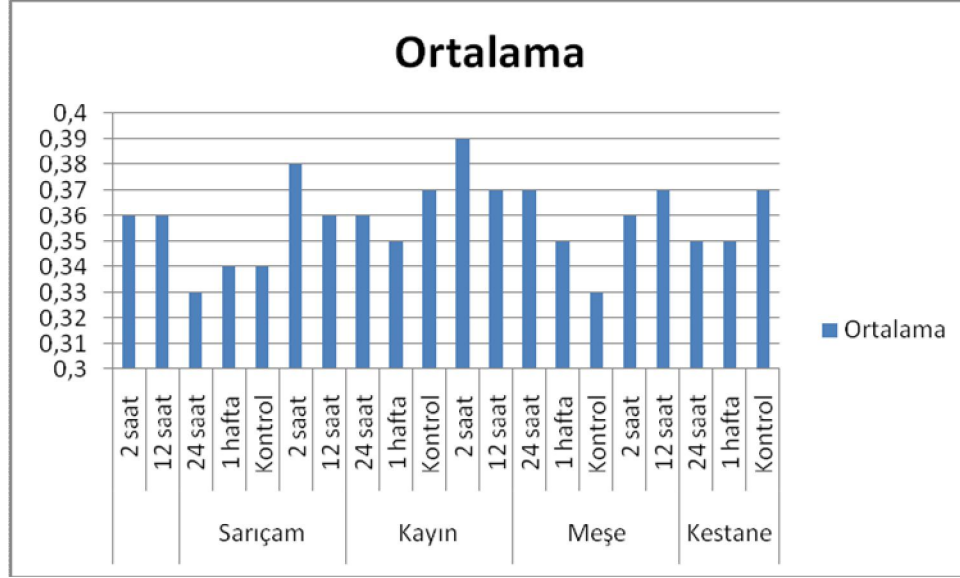
Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, amonyak etkisi ve zaman ayrı ayrı ve amonyak etkisi ve zaman aynı anda, sarıçam, kayın,meşe ve kestane odunundan elde edilen ağaç malzemelerin sertlik(T) dirençleri üzerinde ağaç türü önemsiz bulunmuştur. Ağaç türü – zaman önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.27’da verilmektedir.

Çizelge 3.27. Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış Sarıçam, kayın, meşe, kestane odunu ve kontrol gruplarının sertlik (T) değişimlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Faktörler	Ortalama	HG	Faktörler	Ortalama	HG
Etkileşim	1	2	Etkileşim	1	2
Meşe- kontrol	,33	A	Kayın-24 saat	,36	a
Çam-24 saat	,33	A	Kestane-2 saat	,36	a
Çam- kont	,34	A	Kayın-12 saat	,36	a
Çam-1 hafta	,34	A	Kestane-12 saat	,37	a
Kestane-1 hafta	,35	A	Kayın- kontrol	,37	a
Kayın-1 hafta	,35	A	Kest- kontrolane	,37	a
Meşe- 1 hafta	,35	A	Meşe-12 saat	,37	a
Kestane-1 hafta	,35	A	Meşe-24 saat	,37	a
Çam-2 saat	,36	A	Kayın-2 saat	,38	a
Çam-12 saat	,36	A	Meşe-2 saat	,39	b

H.G: (Homojenlik grubu)

Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe, kestane ve bunların kontrol gruplarının sertlik (T) değişiminin Duncan testi ile yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek sertlik (T)değişim değeri (11,07) 2 saat amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış meşe odunu örneklerinde, en düşük sertlik (T) değışim değeri (0,33) meşe odunu kontrol grubu örneklerinde bulunmuştur.



Şekil 3.9. Amonyak etkisi sonucu sertlik (teget kesit) değışiminin zaman ve ağaç türlerine göre değışimi.

### 3.2.5.2. Sertlik Radyal Kesite Ait Bulgular

Amonyaga maruz bırakılan Sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunlarının radyal kesit sertlik dirençlerine ait ortalama değerler ile bazı istatistikî veriler çizelge 3.28’de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.29’de verilmektedir.

Çizelge 3.28. Amonyak etkisi sertlik (R) değerleri (N/mm<sup>2</sup>).

Ağaç Türü	Zaman	Ortalama	Min.	Maks.	Standart Sapma
Sarıçam	2 saat	0,36	0,33	0,38	0,02
	12 saat	0,35	0,33	0,38	0,02
	24 saat	0,35	0,33	0,38	0,03
	1 hafta	0,35	0,32	0,37	0,02
	Kontrol	0,38	0,35	0,40	0,01
Kayın	2 saat	0,33	0,31	0,36	0,01
	12 saat	0,35	0,32	0,37	0,04
	24 saat	0,33	0,31	0,36	0,01
	1 hafta	0,37	0,34	0,39	0,02
	Kontrol	0,34	0,31	0,36	0,01
Meşe	2 saat	0,46	0,44	0,49	0,03
	12 saat	0,44	0,42	0,47	0,02
	24 saat	0,44	0,42	0,47	0,04
	1 hafta	0,37	0,35	0,40	0,01
	Kontrol	0,45	0,43	0,48	0,02
Kestane	2 saat	0,36	0,34	0,39	0,02
	12 saat	0,44	0,42	0,47	0,02
	24 saat	0,40	0,37	0,42	0,06
	1 hafta	0,36	0,33	0,38	0,03
	Kontrol	0,34	0,31	0,36	0,02



Çizelge 3.29. amonyak etkisi sertlik (R) ilişkin varyans sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	,22	19	1,161E-02	12,25	,000
Sabit Terim	17,55	1	17,557	18526,29	,000
A:Ağaç Türü	,14	3	4,719E-02	49,79	,000
B:Zaman	1,705E-02	4	4,262E-03	4,49	,002
Etkileşim A*B	6,208E-02	12	5,173E-03	5,45	,000
Hata	9,477E-02	100	9,477E-04		
Toplam	17,87	120			
Düzeltilmiş Toplam	,31	119			

a R Squared = ,700 (Adjusted R Squared = ,643)

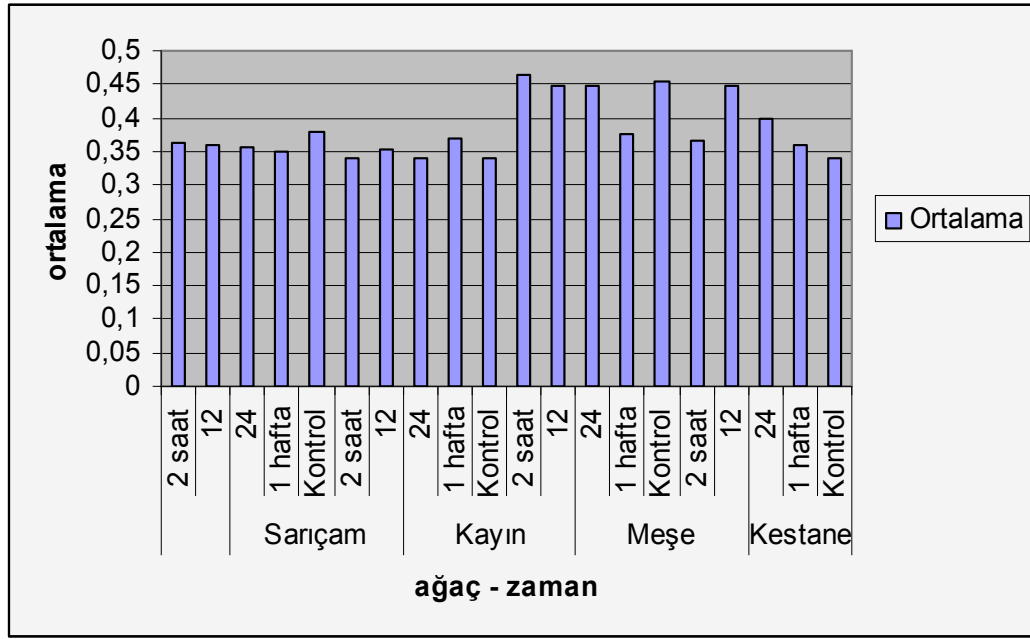
Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, amonyak etkisi ve zaman ayrı ayrı ve amonyak etkisi ve zaman aynı anda, sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunundan elde edilen ağaç malzemelerin sertlik (R) dirençleri üzerinde zaman önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.30'da verilmektedir.

Çizelge 3.30. Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış Sarıçam, kayın, meşe, kestane odunu ve kontrol gruplarının sertlik (R) değişimlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Faktörler	Ortalama	HG	Faktörler	Ortalama	HG
Etkileşim	1	2	Etkileşim	1	2
Kayın-2 saat	0,33	A	Kestane-2 saat	0,36	ab
Kayın-24 saat	0,33	A	Kayın-1 hafta	0,37	ab
Kayın- kontrol	0,34	A	Meşe-1 hafta	0,37	ab
Kestane- kontrol	0,34	A	Çam-kontrol	0,38	ab
Çam-1 hafta	0,35	A	Kestane-24 saat	0,40	b
Kayın-12 saat	0,35	A	Meşe-12 saat	0,44	c
Çam-24 saat	0,35	A	Meşe-24 saat	0,44	c
Çam-12 saat	0,35	A	Kestane-12 saat	0,44	c
Kestane-1 hafta	0,36	Ab	Meşe- kontrol	0,45	c
Çam-2 saat	0,36	Ab	Meşe-2 saat	0,46	c

H.G: (Homojenlik grubu)

Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe, kestane ve bunların kontrol gruplarının sertlik (R) değişiminin Duncan testi ile yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek sertlik (R)değişim değeri (0,46) 2 saat amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış meşe odunu örneklerinde, en düşük sertlik (R) değişim değeri (0,33) 2 saat amonyak etkisine maruz kalmış kayın odunu örneklerinde bulunmuştur.



Şekil 3.10. Amonyak etkisi sonucu sertlik (radyal kesit) değişiminin zaman ve ağaç türlerine göre değişimi.

### 3.2.5.3. Sertlik Enine Kesite Ait Bulgular

Amonyaga maruz bırakılan Sarıçam, kayın, meşe ve kestane odunlarının enine kesit sertlik dirençlerine ait ortalama değerler ile bazı istatistik veriler çizelge 3.31’de ve çoğul varyans analizi sonuçları çizelge 3.32’de verilmektedir.

Çizelge 3.31. Amonyak etkisi sertlik (E) değerleri (N/mm<sup>2</sup>).

Ağaç Türü	Zaman	Ortalama	Min.	Maks.	Standart Sapma
Sarıçam	2 saat	0,46	0,43	0,49	0,03
	12 saat	0,48	0,45	0,51	0,02
	24 saat	0,47	0,44	0,50	0,04
	1 hafta	0,46	0,43	0,49	0,03
	Kontrol	0,53	0,50	0,56	0,01
Kayın	2 saat	0,61	0,59	0,64	0,06
	12 saat	0,59	0,56	0,62	0,06
	24 saat	0,44	0,41	0,47	0,03
	1 hafta	0,49	0,46	0,52	0,02
	Kontrol	0,62	0,59	0,65	0,04
Meşe	2 saat	0,70	0,67	0,73	0,01
	12 saat	0,72	0,69	0,75	0,01
	24 saat	0,75	0,72	0,78	0,03
	1 hafta	0,76	0,73	0,79	0,03
	Kontrol	0,75	0,72	0,78	0,03
Kestane	2 saat	0,69	0,66	0,72	0,01
	12 saat	0,68	0,65	0,71	0,02
	24 saat	0,77	0,74	0,80	0,03
	1 hafta	0,47	0,44	0,50	0,05
	Kontrol	0,63	0,60	0,66	0,04

Çizelge 3.32. Amonyak etkisi sertlik (E) ilişkin varyans sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	1,63	19	8,580E-02	63,29	,000
Sabit Terim	44,37	1	44,37	32734,66	,000
A:Ağaç Türü	1,14	3	,38	280,80	,000
B:Zaman	,10	4	2,557E-02	18,86	,000
Etkileşim A*B	,38	12	3,216E-02	23,72	,000
Hata	,13	100	1,356E-03		
Toplam	46,13	120			
Düzeltilmiş Toplam	1,76	119			

a R Squared = ,923 (Adjusted R Squared = ,909)

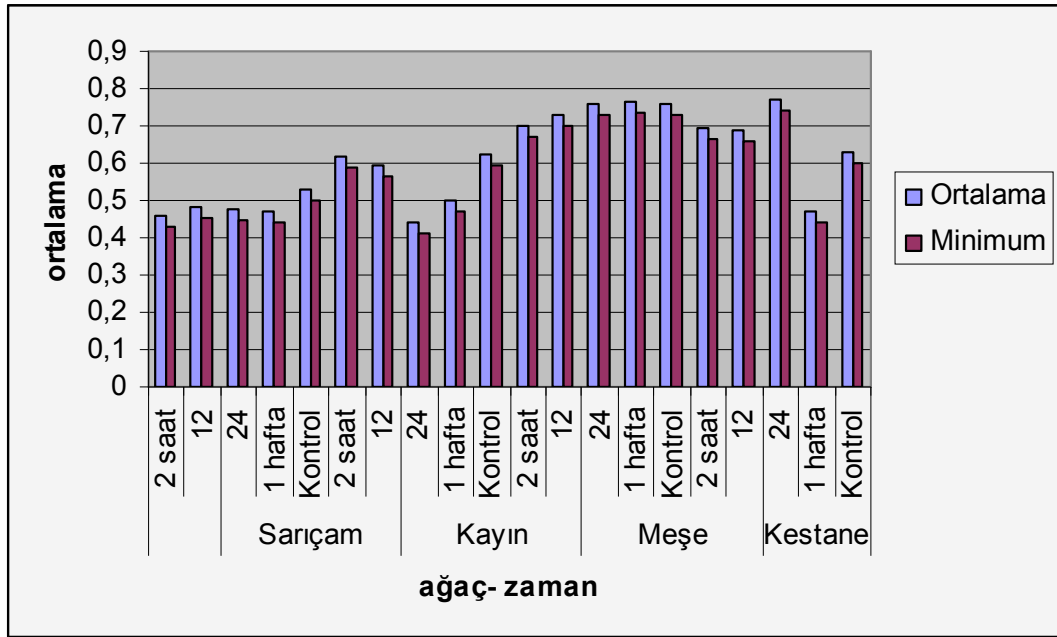
Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, amonyak etkisi ve zaman ayrı ayrı ve amonyak etkisi ve zaman aynı anda, sarıçam, kayın,meşe ve kestane odunundan elde edilen ağaç malzemelerin enine kesit sertlik dirençleri üzerinde önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda çizelge 3.33’da verilmektedir.

Çizelge 3.33. Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe, kestane odunu ve kontrol gruplarının sertlik (E) değişimlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Faktörler	Ortalama	HG	Faktörler	Ortalama	HG
Etkileşim	1	2	Etkileşim	1	2
Kayın-24 saat	0,44	a	Kayın- kontrol	0,62	C
Çam-2 saat	0,46	ab	Kestane-kontrol	0,63	C
Çam-1 hafta	0,46	ab	Kestane- 12 saat	0,68	D
Kestane-1 hafta	0,47	ab	Kestane-2 saat	0,69	D
Çam-24 saat	0,47	ab	Meşe-2 saat	0,70	D
Çam-12 saat	0,48	ab	Meşe-12 saat	0,72	de
Kayın-1 hafta	0,49	bc	Meşe-kontrol	0,75	E
Çam- kontrol	0,53	bc	Meşe-24 saat	0,75	E
Kayın-12 saat	0,59	c	Meşe-1 hafta	0,76	E
Kayın-2 saat	0,61	c	Kestane-24 saat	0,77	E

H.G: (Homojenlik grubu)

Amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe, kestane ve bunların kontrol gruplarının sertlik enine kesit değişiminin Duncan testi ile yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek sertlik (E)değişim değeri (0,771) 24 saat amonyak ile reaksiyona maruz bırakılmış kestane odunu örneklerinde, en düşük sertlik (E) değışim değeri (0,443) 24 saat amonyak etkisine maruz kalmış kayın odunu örneklerinde bulunmuştur.



Şekil 3.11. Amonyak etkisi sonucu sertlik (E) değışiminin zaman ve ağaç türlerine göre değışimi.

## BÖLÜM 4

### DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

#### 4.1. RENK DEĞİŞİMİ

##### 4.1.1. Siyah Beyaz Renk Değişimine İlişkin Bulgular

Amonyaga maruz bırakılmış test örneklerinin toplam renk değişimi, kontrol örneklerine kıyasla koyulaşmıştır. Amonyak etkisine paralel olarak toplam renk değişimindeki koyulaşma oranlarında da artış kaydedilmiştir. Her ağaç türüne ait toplam renk değişim oranı en az 2 saat de, en fazla 1 haftada gerçekleşmiştir. Sarıçam odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %10, 24 saatte %5, 12 saatte %3, 2 saatte % 3 oranında siyahlaşma olduğu gözlenmiştir. kayın odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %15, 24 saatte %6, 12 saatte %5, 2 saatte % 3 oranında siyahlaşma olduğu gözlenmiştir. meşe odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %27, 24 saatte %15, 12 saatte %7, 2 saatte % 5 oranında siyahlaşma olduğu gözlenmiştir. kestane odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %33, 24 saatte %27, 12 saatte %23, 2 saatte % 10 oranında siyahlaşma olduğu gözlenmiştir. Sonuçlara göre tanenli odunların diğer tanensiz odunlara oranla daha çok siyah renge yaklaştığı gözlenmiştir. Asitli maddeler ağaç içerisindeki tanen maddesini çözmektedir. Ve uzun süreli temaslarda ağaç malzemenin yapısı bozulmaktadır. Sarıçam ve kayın meşe ve kestane odunlarına göre siyah beyaz renk değişimi daha az olmuştur. Bunun sebebi meşe ve kestane odunları sarıçam ve kayına göre daha çok tanen maddesi içermesi olabilir.

##### 4.1.2. Kırmızı – Yeşil Renk Etkisine İlişkin Bulgular

Amonyaga maruz bırakılmış test örneklerinin toplam renk değişimi, kontrol örneklerine kıyasla koyulaşmıştır. Amonyak etkisine paralel olarak toplam renk

değişimindeki koyulaşma oranlarında da artış kaydedilmiştir. Her ağaç türüne ait toplam renk değişim oranı en az 2 saat de, en fazla 1 haftada gerçekleşmiştir. Sarıçam odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %15, 24 saatte %10, 12 saatte %8, 2 saatte % 5 oranında kırmızılaşma olduğu gözlenmiştir. Kayın odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %13, 24 saatte %6, 12 saatte %5, 2 saatte % 3 oranında kırmızılaşma olduğu gözlenmiştir. Meşe odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %54, 24 saatte %30, 12 saatte %14, 2 saatte % 10 oranında kırmızılaşma olduğu gözlenmiştir. Kestane odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %33, 24 saatte %27, 12 saatte %23, 2 saatte % 10 oranında kırmızılaşma olduğu gözlenmiştir. Sonuçlara göre tanenli odunların diğer tanensiz odunlara oranla daha çok kırmızı renge yaklaştığı gözlenmiştir.

#### **4.1.3. Sarı Mavi Renk Değişimine İlişkin Bulgular**

Amonyaga maruz bırakılmış test örneklerinin sarı- mavi renk değişimi, kontrol örneklerine kıyasla koyulaşmıştır. Amonyak etkisine paralel olarak toplam renk değişimindeki koyulaşma oranlarında da artış kaydedilmiştir. Her ağaç türüne ait toplam renk değişim oranı en az 2 saat de, en fazla 1 haftada gerçekleşmiştir. Sarıçam odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %10, 24 saatte %12, 12 saatte %8, 2 saatte % 5 oranında artış olduğu gözlenmiştir. kayın odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %24, 24 saatte %9, 12 saatte %6, 2 saatte % 3 oranında sarılaşma olduğu gözlenmiştir. meşe odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %25, 24 saatte %21, 12 saatte %6, 2 saatte % 3 oranında sarılaşma olduğu gözlenmiştir. kestane odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %26, 24 saatte %18, 12 saatte %12, 2 saatte % 8 oranında sarılaşma olduğu gözlenmiştir. Sonuçlara göre tanenli odunların diğer tanensiz odunlara oranla daha çok sarı renge yaklaştığı gözlenmiştir. Sarıçam odununun sarı mavi renk etkisinde diğer ağaçlara oranla ters oran ortaya çıkmıştır. Bunun sebebi sarıçam odununun bünyesinde bulunan reçinenin amonyak gazı ile reaksiyona girerek sarı renk değerini arttırdığı düşünülmektedir. Bu durumu destekleyen sonuç reçine buldurmeyen kayın, meşe ve kestane odunlarında değerlerin düşüş göstermesidir.

## 4.2. PARLAKLIK DEĞİŞİMİ

Amonyaga maruz bırakılmış test örneklerinin toplam parlaklık değişimi, kontrol örneklerine kıyasla azalmıştır. Amonyak etkisine paralel olarak toplam parlaklık değişimindeki matlaşma oranlarında da artış kaydedilmiştir. Her ağaç türüne ait toplam parlaklık değişim oranı en az 2 saat de, en fazla 1 hafta amonyaga maruz kalmış örneklerde gerçekleşmiştir. Sarıçam odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %2 azalmış, 24 saatte %20, 12 saatte %18, 2 saatte %25 oranında arttığı gözlenmiştir. kayın odununda önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Meşe odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %29, 24 saatte %28, 12 saatte %24, 2 saatte %7 oranında matlaşma olduğu gözlenmiştir. Kestane odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %29, 24 saatte %24, 12 saatte %22, 2 saatte %19 oranında matlaşma olduğu gözlenmiştir. Sonuçlara göre tanenli odunların diğer tanensiz odunlara oranla daha çok matlaştığı gözlenmiştir.

## 4.3. LİFLERE PARALEL BASINÇ DİRENCİ

Amonyaga maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe ve kestane odununun test örneklerinde, liflere paralel basınç direnci değerlerinin kontrole oranla arttığı gözlenmiştir. Sarıçam ve kayın odunlarında amonyakla reaksiyon sonucunda liflere paralel basınç değerlerinde çok önemli bir değişiklik olmamaktadır. meşe odunu kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %8, 24 saatte %6, 12 saatte %4, 2 saatte %4 oranında basınç değerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Kestane odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %15, 24 saatte %13, 12 saatte %, 2saatte %12 oranında basınç değerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Sonuçlara göre tanenli odunların diğer tanensiz odunlara oranla liflere paralel basınç direncinin azaldığı gözlenmiştir.

## 4.4. EĞİLME DİRENCİ

Amonyaga maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe ve kestane odununun test örneklerinde, eğilme direnci değerlerinin kontrole oranla azaldığı gözlenmiştir.



Amonyaya maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe ve kestane odununun test örneklerinde, eğilme direnci değerlerinin kontrole oranla arttığı gözlenmiştir. Sarıçam ve kayın odunlarında amonyakla reaksiyon sonucunda eğilme direnci değerlerinde çok önemli bir değişiklik olmamaktadır. Meşe odunu kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %8, 24 saatte %6, 12 saatte %4, 2 saatte % 4 oranında eğilme direnci değerinde artma olduğu gözlenmiştir. Kestane odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %15, 24 saatte %13, 12 saatte %, 2saatte % 12 oranında eğilme direncinin azaldığı gözlenmiştir. Sonuçlara göre tanenli odunların diğer tanensiz odunlara oranla eğilme direncinin azaldığı gözlenmiştir.

#### **4.5. ELASTİKİYET MODÜLÜ**

Amonyaya maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe ve kestane odununun test örneklerinde, elastikiyet modülü değerlerinin kontrole oranla arttığı gözlenmiştir. Sarıçam odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %1, 24 saatte %1, 12 saatte %1, 2 saatte %2 oranında elastikiyet modülünde azalma olduğu gözlenmiştir. Kayın odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %12, 24 saatte %11, 12 saatte %7, 2 saatte %4 oranında siyahlaşma olduğu gözlenmiştir. Meşe odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %20, 24 saatte %14, 12 saatte %7, 2 saatte %4 oranında elastikiyet modülünde azalma olduğu gözlenmiştir. Kestane odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %48, 24 saatte %45, 12 saatte %27, 2 saatte %20 oranında elastikiyet modülünde azalma olduğu olduğu gözlenmiş odunların diğer tanensiz odunlara oranla elastikiyet modülünün azaldığı gözlenmiştir.

#### **4.6. ŞOK DİRENCİ**

Amonyaya maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe ve kestane odununun test örneklerinde, şok direnci değerlerinin kontrole oranla azaldığı gözlenmiştir. Sarıçam odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %43, 24 saatte %34, 12 saatte %30, 2 saatte %27 oranında şok direncinin azaldığı gözlenmiştir. Kayın odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %39, 24 saatte %21, 12 saatte %12, 2 saatte %20 oranında şok direncinin azaldığı gözlenmiştir. Meşe

odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %19, 24 saatte %13, 12 saatte %26, 2 saatte %26 oranında şok direncinin azaldığı gözlenmiştir. Kestane odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %76, 24 saatte %67, 12 saatte %60, 2 saatte %53 oranında şok direncinin azaldığı gözlenmiştir. Sonuçlara göre tanenli odunların diğer tanensiz odunlara oranla daha çok şok direnci değer kaybı olduğu gözlenmiştir.

## **4.7. SERTLİK**

### **4.7.1. Teğet Kesite İlişkin Sonuçlar**

Amonyaga maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe ve kestane odununun test örneklerinde, radyal kesite ilişkin sertlik değerlerinin kontrole oranla azaldığı gözlenmiştir. Sarıçam ve kayın odunlarında önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Meşe odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %5, 24 saatte %3, 12 saatte %2, 2 saatte %1 oranında azalma olduğu gözlenmiştir. Kestane odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %5, 24 saatte %4, 12 saatte %3, 2 saatte %1 oranında azalma olduğu gözlenmiştir.

### **4.7.2. Sertlik Radyal Kesite İlişkin Sonuçlar**

Amonyaga maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe ve kestane odununun test örneklerinde, eğilme direnci değerlerinin kontrole oranla azaldığı gözlenmiştir. Sarıçam odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %8, 24 saatte %6, 12 saatte %4, 2 saatte %1 oranında azalma olduğu gözlenmiştir. Kayın odununda çok önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Meşe odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %18, 24 saatte %10, 12 saatte %6, 2 saatte %2 oranında azalma olduğu gözlenmiştir. Kestane odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %12, 24 saatte %10, 12 saatte %6, 2 saatte %2 oranında azalma olduğu gözlenmiştir. Sonuçlara göre tanenli odunların diğer tanensiz odunlara oranla radyal kesit sertlik değerinin azaldığı gözlenmiştir.

#### 4.7.3. Sertlik Enine Kesite İlişkin Sonuçlar

Amonyaga maruz bırakılmış sarıçam, kayın, meşe ve kestane odununun test örneklerinde, sertlik enine kesit değerine ilişkin değerlerinin kontrole oranla azaldığı gözlenmiştir. Sarıçam odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %14, 24 saatte %13, 12 saatte %12, 2 saatte %14 oranında azalma olduğu gözlenmiştir. kayın odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %21, 24 saatte %18, 12 saatte %7, 2 saatte %2 oranında azalma olduğu gözlenmiştir. Meşe odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %5, 24 saatte %3, 12 saatte %2, 2 saatte % 1 oranında azalma olduğu gözlenmiştir. Kestane odununun kontrol grubuna göre 1 haftalık bekleme süresinde %26, 24 saatte %18, 12 saatte %6, 2 saatte %3 oranında azalma olduğu gözlenmiştir.

## **BÖLÜM 5**

### **ÖNERİLER**

“Bazı tanenli ve tanensiz ağaçların amonyakla reaksiyonu sonucu oluşan mekanik ve fiziksel değişiklikler” adlı bu çalışma sonucunda aşağıdaki öneriler verilebilmektedir.

Çalışma sonucunda, renk değiştirme özelliği en fazla olan ağaç türü olarak kestane ve meşe bulunmuştur. Farklı ağaç türleri kullanılarak yapılan amonyakla reaksiyon işlemi sonucunda da tüm ağaç türlerinde renk değişimi meydana gelmiştir. Tanenli ağaçlar genel olarak mat eski bir görünüm almıştır. Bu yöntem uygulanarak eski yapıların restorasyonunda tanenli ağaçlar iç mekanlarda tercih edilebilir. Genel olarak deneylerde kullanılan tüm ağaç türlerinde kontrol grubuna göre parlaklık azalmıştır. Mat görünüm istenen yerlerde bu yöntem tercih edilebilir. Amonyak gazının ağacın sertliğini azalttığı görülmüştür. Sertlik oranının azalması en fazla tanenli ağaçlarda olmaktadır. Değişik vernikler kullanılarak sertlik değişimi olup olmadığı incelenebilir. Amonyak etkisi sonucu ağaç odunlarının içindeki tanen maddesi çözülmüştür. Emprenye edilebilirlik oranının artıp artmadığı incelenebilir. Renklendirici boyalar ağacın sadece yüzey rengini değiştirmekte ve her hangi bir olumsuz durumda renklendirici maddenin kalkması sonucu bozulmalar meydana gelmektedir. Amonyak etkisi sonrası ağaç malzemedeki istenen bir özellik olan yeknesak renk elde edilmiştir. Ağacın tüm hücrelerinin rengi değişmiştir. Dolayısıyla amonyak etkisine maruz bırakılmış ağaç malzemedeki yapıları mobilyalarda bu tür olumsuzluklar önlenir.

## KAYNAKLAR

1. Kurt, Ş. “Emprenye edilmiş lamine ağaç malzemelerin (LVL) deniz ortamında bazı teknolojik özelliklerinin değişimi”, Doktora Tezi, **Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Zonguldak, 17-21 (2006).
2. Erdin, N. “Ağaç malzeme kullanımı ve çevreye etkisi”, **İnterteks İnşaat Fuarı, Ahşap Semineri**, İstanbul, 26 (2003).
3. Budakçı, M., “Pnomatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinde denenmesi”, Doktora Tezi, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2003).
4. Bozkurt, A.Y., Göker, Y. ve Erdin, N., “Odun anatomisi”, **İ.Ü. Orman Fakültesi**, 404-592 (2000).
5. Bozkurt, A.Y., Göker, Y. ve Erdin, N. “Emprenye tekniği”, **İ.Ü. Orman Fakültesi**, İstanbul, 372-404 (1993).
6. Bozkurt, A.Y., Göker, Y. ve Erdin, N., “Odun anatomisi”, **İ.Ü. Orman Fakültesi**, İstanbul, 404-592 (2000).
7. Yaltırık, F. ve Efe, A. “Dendroloji ders kitabı”, Gymnospermae-Angiospermae, **İ.Ü. Orman Fakültesi**, İstanbul, 363 (1994).
8. Merev, N. “Odun anatomisi ve odun tanıtımı”, **K.T.Ü. Orman Fakültesi**, Trabzon, 2-30 (2003).
9. Bozkurt, Y. ve Erdin, N. “Ticarette önemli yabancı ağaçlar”, **İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 23-34 (1989).
10. Toker, R. “Batı Karadeniz sarıçamının teknik vasıfları ve kullanma yerleri hakkında araştırmalar”, **Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları**, Teknik Bülten Serisi, Ankara, 14-15 (1960).
11. Ay, N, Şahin, H ve Tıraş, H. “Ökseotu (*Viscum album L.*)’nun sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*) odununun mekanik özellikleri üzerine etkisi”, **İ.Ü. Orman Fakültesi**, Bildiri Kitabı, 531-537 (1998).
12. Örs, Y., ve Keskin, H., “Ağaç malzeme bilgisi, KOSGEB küçük ve orta ölçekli sanayi geliştirme ve destekleme idaresi başkanlığı”, **Kale Matbaacılık**, Ankara, 1-157 (2001).

13. Yadigaroglu, R. "İklim koşullarında Anadolu kestanesi (*Castanea Sativa* Mill.) kerestelerinin güneş fırınında ve açık havada kurutulması üzerine araştırmalar" Yüksek Lisans Tezi, **K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, 65-68 (1997).
14. Yaltrık, F. ve Efe, A. K. "Dendroloji ders kitabı", *Gymnospermae-Angiospermae, İ.Ü. Orman Fakültesi*, İstanbul, 404-594 (2000).
15. Hafizođlu, H. "Orman ürünleri kimyası ders notları , cilt 1, odun kimyası", **K.T.Ü., Orman Fakültesi**, Trabzon, 85-87 (1982).
16. Kuduban, E. "Anadolu kestanesi (*Castanea Sativa* Mill.) odun ve kabuđunun kimyasal bileřimi", Yüksek Lisans Tezi, **K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, 64 (1996).
17. Ay, N, şahin, H. "Maçka-çatak bölgesi Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill) odununun bazı fiziksel özellikleri", **Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi**, 63-72 (2002).

## **ÖZGEÇMİŞ**

Ramazan DAĞDELEN 1984 yılında Karaman ili Ermenek ilçesinde doğdu; 1997 yılında İlköğrenimini Civler köyü ilköğretim Okulunda bitirdi. 2000 yılında Mersin Gülnar çok programlı lisesi, Mobilya ve Dekorasyon Bölümü'nden mezun olduktan sonra 2002 yılında Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü'ne girdi; 2006 yılında "iyi" derece ile mezun olduktan sonra, 2007 yılında K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalı'nda başlamış olduğu yüksek lisans programını, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı altında sürdürmektedir.

### **ADRES BİLGİLERİ**

**Adres** : Civler köyü  
Sarıveliler / KARAMAN  
**Tel** : (0338) 447 62 85  
**Cep Tel** : (0554) 391 89 09  
**E-posta** : ramazan\_dagdelen@msn.com