

**T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MUDURNU YÖRESİNDEKİ TARİHİ AHŞAP EVLERDE
KULLANILAN GÖKNAR VE KARAÇAM AĞAÇ TÜRLERİNİN
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAZIRLAYAN
CENGİZ YAMAN**

**DANIŞMAN
PROF. DR. NURGÜL TANKUT**

BARTIN-2015

T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MUDURNU YÖRESİNDEKİ TARİHİ AHŞAP EVLERDE KULLANILAN
GÖKNAR VE KARAÇAM AĞAÇ TÜRLERİNİN FİZİKSEL VE MEKANİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
Cengiz YAMAN

2008

DANIŞMAN
Prof. Dr. Nurgül TANKUT

BARTIN-2015

KABUL VE ONAY

Cengiz YAMAN tarafından hazırlanan “MUDURNU YÖRESİNDEKİ TARİHİ AHŞAP EVLERDE KULLANILAN GÖKNAR VE KARAÇAM AĞAÇ TÜRLERİNİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı bu çalışma, 21.08.2015 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Nurgül TANKUT (Danışman)

Üye : Doç. Dr. Hamiyet ŞAHİN KOL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Sadettin Murat ONAT

Bu tezin kabulü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .../.../.... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Selma ÇELİKAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. Nurgül TANKUT danışmanlığında hazırlamış olduğum “MUDURNU YÖRESİNDEKİ TARİHİ AHŞAP EVLERDE KULLANILAN GÖKNAR VE KARAÇAM AĞAÇ TÜRLERİNİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

21.08.2015

Cengiz YAMAN

ÖNSÖZ

Öncelikle, tez danışmanlığımı üstlenerek araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi esnasında yardım ve desteklerini esirgemeyen gerek mesleki gerekse de kişilik açısından daima örnek alacağım Sayın Hocam Prof. Dr. Nurgül TANKUT'a, bilgi, tecrübe ve önerilerinden yararlandığım Sayın Hocam Prof. Dr. Ali Naci TANKUT'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tezde jüri üyesi olma nezaketini gösteren Doç. Dr. Hamiyet ŞAHİN KOL'a ve Yrd. Doç. Dr. Saadettin Murat ONAT'a en içten duygularıyla teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Deniz AYDEMİR'e ve tez çalışmamın tüm safhalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Arş. Gör. Eser SÖZEN'e çok teşekkür ederim.

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans öğrencisi Muhsin TAŞ'a tez çalışmam sırasındaki yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Tüm yaşamım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen babam Mehmet YAMAN'a ve annem Nazmiye YAMAN'a ayrıca tüm arkadaşlarıma sonsuz şükranlarımı sunarım.

Cengiz YAMAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MUDURNU YÖRESİNDEKİ TARİHİ AHŞAP EVLERDE KULLANILAN GÖKNAR VE KARAÇAM TÜRLERİNİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Cengiz YAMAN

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nurgül TANKUT

Bartın- 2015, sayfa: XVII + 119

Bu çalışmada Bolu iline bağlı Mudurnu yöresinde bulunan tarihi ahşap evlerde kullanılan göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold, subsp. *pallasiana*) ağaç türlerinin fiziksel ve mekanik özellikleri aynı türlere ait kontrol örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Uygulanan fiziksel testler sonucunda kontrol örneklerinin rutubet ve su alma oranlarının, tarihi örneklerle göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Mekanik testler sonucunda, fiziksel testlerde olduğu gibi, kontrol örneklerinin daha yüksek direnç özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Karaçam tarihi örnekleri, karaçam kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında eğilme direncinde % 58, basınç direncinde % 27, çekme direncinde % 49 direnç kaybına uğradığı belirlenmiştir. Göknar tarihi örneklerinde ise bu oranlar sırasıyla % 18, % 15 ve % 21 olarak tespit edilmiştir. En yüksek çivi tutma direnci kaybı teğet kesitlerde olmak üzere, tarihi karaçam örneklerinde % 79, göknar tarihi örneklerinde % 61 olarak belirlenmiştir. Karaçam tarihi örnekleri, karaçam kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında vida tutma direncinde ortalama % 32 düşüş gerçekleşmiştir. Göknar tarihi örneklerinin radyal ve teğet kesitlerinde direnç kayıpları, ortalama % 37,5 olarak

tespit edilmiştir. Bu düşüşlerin aksine, göknar tarihi örneklerinin enine kesitinde % 10'luk bir artış gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Tarihi ahşap evler; Mudurnu yöresi; Fiziksel ve mekanik özellikler; Karaçam; Gökmar.

Bilim Kodu

502.15.01

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF FIR AND BLACK PINE USED IN HISTORICAL WOODEN HOUSES IN MUDURNU REGION

Cengiz YAMAN

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Forest Industrial Engineering

Thesis Advisor: Prof. Dr. Nurgül TANKUT

Bartın- 2015, pp: XVII + 119

In this study, physical and mechanical properties of black pine (*Pinus nigra* Arnold, subsp. *pallasiana*) and fir (*Abies bornmülleriana* Mattf.) wood species used in historical wooden houses in Mudurnu region in Bolu were compared with control samples. In results of applied physical testing, moisture and water absorption rate of control samples were found to be higher than the historical samples. In mechanical tests, as the physical properties control specimens have shown higher strength properties than historical samples. When compared black pine historical samples to control samples strength losing was determined 58% in flexural strength, 27% compressive strength, 49% tensile strength. In historical fir samples these percentages were determined as 18%, 15% and 21% respectively. The highest nail holding strength decrease of historical black pine and fir were determined as 79% and 61% in tangential direction. The average of screw holding strength decrease of historical black pine samples have determined as 32% when compared to control black pine samples. In radial direction and tangential of historical fir samples the average of screw holding strength decreases were determined as 37.5%. Contrary to these decreases, 10% increasing has been observed in cross-section of historical fir samples.

Key Words

Historical wooden houses; Mudurnu region; Physical and mechanical properties; Black Pine; Fir.

Science Code

502.15.01

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
BEYANNAME	iii
ÖN SÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
TABLolar DİZİNİ.....	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvii
BÖLÜM 1 GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 Ağaç Malzemenin Tarihsel Gelişimi	3
1.3 Ağaç Malzemenin Özellikleri	4
1.3.1 Ağaç Malzemenin Fiziksel Özellikleri.....	4
1.3.1.1 Odun-Su İlişkisi.....	4
1.3.1.2 Ağaç Malzemenin Rutubeti	5
1.3.1.3 Birim Hacim Ağırlık.....	5
1.3.1.4 Termik Özellikler	5
1.3.1.5 Elektriksel Özellikleri.....	5
1.3.1.6 Akustik Özellikler	6
1.3.1.7 Estetik Özellikler	6
1.3.2 Ağaç Malzemenin Mekanik Özellikleri	6
1.3.3 Ahşabın Hijyen, Sağlık ve Çevre Açısından Özellikleri.....	7
1.3.4 Ağaç Malzemenin Avantajları	8
1.3.5 Ağaç Malzemenin Dezavantajları	9
1.4 Ağaç Malzemenin Yapılarda Kullanımı.....	10
1.4.1 Ahşap Yapılarda Kullanılan Bazı Ağaç Türleri.....	12
1.4.1.1 Karaçam (<i>Pinus nigra</i> Arnold, subsp. <i>pallasiana</i>)	12
1.4.1.2 Uludağ Göknarı (<i>Abies bornmülleriana</i> Mattf.)	15
1.5 Türkiye’de Geleneksel Ahşap Yapılar ve Taşıyıcı Sistemler.....	16

	<u>Sayfa</u>
1.5.1 Temeller	19
1.5.2 Merdivenler.....	19
1.5.3 Döşeme Taşıyıcı Elemanları	19
1.5.4 Duvar Taşıyıcı Elemanları	20
1.5.5 Çatı Taşıyıcı Elemanları	21
1.6 Ahşap Yapılarda Karkas Sistemi	22
1.6.1 Ahşap Karkas Yapıların Depreme Karşı Dayanıklılığı	23
1.6.2 Ahşap Karkas Yapıların Sağlamlığı	24
1.6.3 Ahşap Karkas Yapıların Ormanlara Etkisi	24
1.7 Ahşap Yapıların Performansını Etkileyen Faktörler	25
1.8 Ahşap Yapıyı Etkileyen İç ve Dış Etmenler.....	25
1.8.1 İklimsel Etmenler.....	25
1.8.2 Biyolojik Etmenler.....	26
1.8.3 Mekanik Etmenler.....	26
1.8.4 Fiziksel Etmenler	26
1.9 Ahşap Yapılarda Restorasyon Teknikleri ve Önemi	27
1.9.1 Sağlamaştırma.....	28
1.9.2 Bütünleme	28
1.9.3 Yenileme	28
1.10 Mudurnu İlçesi.....	28
1.10.1 Kentin Tarihsel ve Mekânsal Gelişimi	28
1.10.2 Mudurnu Kent Dokusu ve Özellikleri	31
1.10.3 Mudurnu Kenti Mekânsal Yapısı.....	33
1.10.4 İklim ve Bitki Örtüsü	34
1.10.5 Mudurnu Geleneksel Konut Mimarisi	35
1.10.6 Mudurnu'da Tarihi Eserler	38
1.10.7 Mudurnu'da Koruma	38
1.11 Mudurnu Evlerinin Geleneksel Türk Evleri İçindeki Yeri ve Analizi	39
1.11.1 Tarihi Mudurnu Evlerinden Armutçular Konağı.....	40
1.11.1.1 Yapının Konumu ve Genel Özellikleri	40
1.11.1.2 Plan Elemanları	42
1.11.1.3 Taşıyıcı Sistem ve Taşıyıcı Elemanlar.....	44
1.11.1.4 Mimari Elemanlar	44

	<u>Sayfa</u>
1.11.1.5 Çatılar.....	46
1.11.1.6 Malzeme Kullanımı.....	47
1.12 Ahşap Yapılarda Bazı Bağlantı Elemanları.....	48
1.12.1 Çiviler	48
1.12.2 Vidalar	49
BÖLÜM 2 LİTERATÜR ÖZETİ.....	51
2.1 Literatür Özeti	51
BÖLÜM 3 MATERYAL VE METOD	57
3.1 Kontrol Örneklerinin Elde Edilmesi.....	57
3.2 Tarihi Yapılardan Alınan Örneklerinin Elde Edilmesi.....	58
3.3 Test Yöntemi	63
3.3.1 Fiziksel Özellikler.....	63
3.3.1.1 Yoğunluk ve Rutubet Oranı	63
3.3.1.2 Su Alma Oranı	64
3.3.1.3 Boyutsal Değişim.....	65
3.3.2 Mekanik Özellikler	66
3.3.2.1 Liflere Dik Eğilme Direnci	66
3.3.2.2 Liflere Paralel Basınç Direnci.....	67
3.3.2.3 Liflere Paralel Çekme Direnci	68
3.3.2.4 Çivi-Vida Tutma Direnç Özellikleri	69
BÖLÜM 4 BULGULAR VE TARTIŞMA	75
4.1 Fiziksel Özellikler	75
4.1.1 Su Alma Oranı (SAO) Testleri	76
4.1.2 Boyutsal Değişim.....	77
4.2 Mekanik Özellikler.....	80
4.2.1 Liflere Dik Eğilme Direnci	81
4.2.2 Liflere Paralel Basınç Direnci.....	84

	<u>Sayfa</u>
4.2.3 Liflere Paralel Çekme Direnci	87
4.2.4 Enine Kesitte Çivi Tutma Direnci	90
4.2.5 Radyal Kesitte Çivi Tutma Direnci	92
4.2.6 Teğet Kesitte Çivi Tutma Direnci.....	94
4.2.7 Enine Kesitte Vida Tutma Direnci.....	96
4.2.8 Radyal Kesitte Vida Tutma Direnci.....	99
4.2.9 Teğet Kesitte Vida Tutma Direnci	101
BÖLÜM 5 SONUÇ VE ÖNERİLER	104
KAYNAKLAR	109
ÖZGEÇMİŞ	118

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
1. Karaçam'ın yurdumuzdaki yayılış alanları	13
2. Tipik bir karaçam gövde kesiti.....	13
3. Uludağ göknarının yayılış alanları.	15
4. Ahşap döşeme elemanları (kafes giriş)	20
5. Ahşap duvar elemanları.....	21
6. Ahşap çatı elemanları	21
7. Ahşap yapıyı etkileyen iç ve dış etkenler.....	27
8. 1940'larda Mudurnu'nun genel görünümü	30
9. 1940'larda Mudurnu'nun genel görünümü	32
10. Mudurnu'nun Türkiye ve bölge içindeki konumu.	33
11. Bolu, Mudurnu ve Gerede'nin Meteoroloji istasyonlarına ait ortalama sıcaklık grafiği.....	34
12. Mudurnu ilçesi geleneksel konut mimarisinden bir görünüm.....	36
13. Mudurnu ilçesi geleneksel konut mimarisinden görünümler.....	36
14. Armutçular Konağı'nın kuzey yönünden görünüşleri.....	41
15. Armutçular Konağı'nın harem bölümü merdiveni.....	43
16. Armutçular Konağı'nın ana yapıda yer alan giriş sahanlığı üstü çıkması	45
17. Armutçular Konağı'nın ana yapıda yer alan payandanın yandan görünüşü	46
18. Çivi Tipleri	49
19. Ağaç vidaların bölümleri ve baş şekillerine göre tipleri	50
20. Karaçam (Pinus nigra Arnold, subsp. pallasiana) kontrol örneklerinin elde edilmesi.....	57
21. Göknar tarihi örneklerinin alındığı tarihi evin dıştan görünümü	56
22. Göknar tarihi örneklerinin alındığı çatıdan bir görünüm.	58
23. Çatı ayaklarından göknar tarihi örneklerinin kesilmeden önce (a) ve kesildikten sonraki (b) görünümü	59
24. Göknar tarihi örneklerinin kesilmeden önce (a) ve kesildikten sonraki (b) görünümü	60
25. Karaçam tarihi örneklerinin alındığı evin dıştan görünümü	60

Şekil	Sayfa
No	No
26. Karaçam tarihi örneklerinin alındığı diğer bir evin önden görünümü	61
27. Karaçam tarihi örneklerinin alındığı çatıdan bir görünümü.....	62
28. Karaçam tarihi örneklerinin kesilmeden önce (a) ve kesildikten sonraki (b) görünümü	62
29. Su alma oranı deneyi sonrasında numuneler.....	65
30. Boyutsal değişim deney numuneleri	66
31. Liflere dik eğilme direnci örneği.....	67
32. Liflere Paralel Basınç Direnci	68
33. Liflere paralel çekme deneyi örneği.....	69
34. Çivi tutma deney örneği	70
35. Vida tutma deney örneği	71
36. Çivi-vida çekme deneylerinde kullanılan aparat.....	72
37. Çivi ve vida tutma direnci deneyleri (enine kesit)	73
38. Çivi ve vida tutma direnci deneyleri (teğet ve radyal kesit)	73
39. Numunelere ait su alma miktarları.....	77
40. Örnek türlerine ait boyuna yönde boyutsal değişim ortalamaları.	78
41. Örnek türlerine ait radyal yönde boyutsal değişim ortalamaları	79
42. Örnek türlerine ait teğet yönde boyutsal değişim ortalamaları	80
43. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait liflere dik eğilme direnci ortalamaları.	82
44. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait liflere dik eğilme direnci kayıpları.	82
45. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci ortalamaları	85
46. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci kayıpları	85
47. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait liflere paralel çekme direnci ortalamaları	88
48. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait liflere paralel çekme direnci kayıpları	88
49. Enine kesitteki kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait çivi tutma direnci ortalamaları	90
50. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait enine kesitte çivi tutma direnci kayıpları.....	90
51. Radyal kesitteki kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait çivi tutma direnci ortalamaları.	92

Şekil	Sayfa
No	No
52. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait radyal kesitte çivi tutma direnci kayıpları.....	93
53. Teğet kesitteki kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait çivi tutma direnci ortalamaları	94
54. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait teğet kesitte çivi tutma direnci kayıpları.....	94
55. Enine kesitteki kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait vida tutma direnci ortalamaları.	97
56. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait enine kesitte vida tutma direnç değişimleri.....	97
57. Radyal kesitte kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait vida tutma direnci ortalamaları	99
58. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait radyal kesitte vida tutma direnci kayıpları.....	100
59. Teğet kesitte kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait vida tutma direnci ortalamaları	102
60. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait teğet kesitte vida tutma direnci kayıpları.....	102

TABLULAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
1. Karaçamın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri.....	14
2. Göknarın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri	16
3. Çalışmada kullanılan numune deseni.....	60
4. Numunelere ait fiziksel özellikler.....	75
5. Su alma oranı ile ilgili yapılmış çalışma ile yapılan çalışmanın incelenmesi.....	76
6. Numunelere ait boyutsal değişim.....	77
7. Boyutsal değişim ile ilgili yapılmış çalışma ile yapılan çalışmanın incelenmesi.....	78
8. Dene örneklerine ait mekanik testlerin ortalama değerleri.....	81
9. Liflere dik eğilme direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.....	82
10. Liflere dik eğilme direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.....	83
11. Tarihi evler üzerine yapılmış çalışma ile yapılan çalışmanın karşılaştırılması.....	83
12. Liflere paralel basınç direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.....	85
13. Liflere paralel basınç direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.....	85
14. Tarihi evler üzerine yapılmış çalışma ile yapılan çalışmanın karşılaştırılması.....	86
15. Liflere paralel çekme direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.....	87
16. Liflere paralel çekme direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları	88
17. Enine kesitteki çivi tutma direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.....	89
18. Enine kesitteki çivi tutma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.....	90
19. Radyal kesitteki çivi tutma direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.....	91
20. Radyal kesitteki çivi tutma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.....	92
21. Teğet kesitteki çivi tutma direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.....	93
22. Teğet kesitteki çivi tutma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.....	94
23. Enine kesitteki vida tutma direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.....	95
24. Enine kesitteki vida tutma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.....	96
25. Radyal kesitteki vida tutma direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.....	97
26. Radyal kesitteki vida tutma direnci değerlerinin Duncan testi.....	98
27. Teğet kesitteki vida tutma direnci değerlerinin çoklu varyans analizi.....	100
28. Teğet kesitteki vida tutma direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.....	100

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- m_0 : Tam kuru ağırlık (g)
 m_r : Rutubet ağırlık (g)
 V_0 : Tam kuru hacim
 δ_0 : Tam kuru yoğunluk
 σ_e : Eğilme direnci (N/mm²)
 σ_b : Basınç direnci (N/mm²)
 σ_ζ : Çekme direnci (N/mm²)

KISALTMALAR

- ASTM : American Society for Testing and Materials
cm³ : Santimetreküp
gr : Gram
HG : Homojenlik Grubu
km : Kilometre
LDN : Lif Doygunluk Noktası
m : Metre
mm : Milimetre
mm² : Milimetrekare
MÖ. : Milattan Önce
N : Newton
r : Rutubet (%)
TSE : Türk Standartları Enstitüsü
TS : Türk Standartları
 \bar{x} : Ortalama

BÖLÜM I

GENEL BİLGİLER

1.1 Giriş

Ahşap, canlı bir organizma olan ağaçtan elde edilen lifli, heterojen ve anizotrop dokuya sahip organik esaslı bir yapı malzemesidir. Anatomik ve kimyasal yapısı ile fiziksel ve mekanik özellikleri çok değişik olan ağaç malzemenin 5000'den fazla kullanım yeri bulunmaktadır. Özgül ağırlığının düşük olmasına karşın direncinin yüksek olması, ağaç malzemenin yapı malzemesi olarak kullanılmasında en önemli etkidir. Ayrıca yenilenebilir bir enerji kaynağı olması, kolaylıkla işlenebilmesi ve doğal olarak yetiştirilebilmesi gibi birçok üstün özelliği vardır (Duman ve Ökten, 1988; Karakaş vd., 1988).

Yerel ve kolay işlenebilir bir malzeme olan ahşap, ağacın yapılarda kullanılabilir hale getirilmiş şeklidir. Ormanlarıyla zengin Anadolu'da kolay bulunabilen bir malzeme olmasından dolayı 17. ve 18. yüzyıl yapılarında duvar, döşeme, çatı, merdiven, kapı ve pencere gibi birçok yapı elemanında kullanıldığı görülmektedir. Geleneksel Anadolu evi'nin tasarımında iklim ve arazi yapısının yanı sıra yerel yapı malzemesi ve strüktür de etkili olmuştur. Anadolu'da yöresel ve iklimsel özelliklere bağlı olarak ağaç malzemenin taş malzemeye birlikte kullanıldığı görülmektedir. Türkiye'deki geleneksel ahşap yapılar incelendiğinde bu yapıların genellikle Doğu Karadeniz, Kuzeybatı Anadolu ve Anadolu'nun bazı merkezlerinde uygulanmış olduğu görülür. Ahşap, Trakya, iç, orta ve kuzey Anadolu gibi yerlerde taşıyıcı olarak, yığma sistemin yaygın olduğu orta ve doğu Karadeniz bölgelerinde ise bağlayıcı-açıklık geçen strüktürel eleman olarak karşımıza çıkmaktadır (Şahin, 1995).

İnsanlığın ilk yıllarından bu yana yapı malzemesi olarak ağaçtan yararlanılmaktadır. Ağaç malzemenin hemen hemen her yerde bulunabilmesi, işlenmesindeki kolaylık, uygun dayanım-ağırlık oranı vb. özellikleriyle tarımsal yapılarda yaygın olarak kullanılan bir malzemedir (Balaban ve Şen, 1984). Ağaç malzeme, insanoğlunun en eski çağlardan bu

yana barınma, korunma, ulaşım (köprü) gibi gereksinimlerini karşıladığı bir yapı malzemesidir. Günümüzde ormanların çeşitli sebeplerle azalması, yerine yenisinin yetiştirilmemesi veya geç yetişmesi, ağaç malzemenin ekonomik değerini artırmış ve kullanım alanlarını da sınırlandırmıştır. Bazı yapı elemanlarında metal, alüminyum, beton vb. kullanılmasına karşın görünüş, yalıtım ve istenilen şeklin kolayca verilebilmesinden dolayı ağaç malzeme yine tercih edilmektedir (Şimşek, 2003).

Ağaç malzeme, bitkisel büyümenin sonucu gelişen doğal bir malzeme olması nedeniyle fiziksel, kimyasal ve biyolojik bazı mekanizmalarla parçalanarak kendisini meydana getiren temel maddelere geri dönüşmektedir (Hall, 1988). Doğaya zarar vermeden yok olması ve kaynağı yenilenebilen bir malzeme olması ağacın en önemli özelliğidir. Ahşap, hafifliğine oranla direnç özellikleri fazla olan bir malzemedir. Sesi ve ısıyı iletmesi azdır. İşlenmesi, çivilenme ve birleştirilmesi kolaydır. Kimyasal maddelere karşı dirençlidir. Isıya dayanıklı bir malzemedir. Yoğunluğu arttıkça malzemenin organizmalara karşı direnci artmakta, yakmak ve ateşlemek zorlaşmaktadır. Tutuştuktan sonra çok yavaş yanması, önceden hesaplanabilen kömürleşme hızı, ısı yalıtım kabiliyeti ve ısı ile boyut değiştirmeme gibi özellikleri, yanıcı olmasına rağmen, ahşabı yangına karşı emniyetli bir yapı elemanı yapmaktadır (Hall, 1988).

Ahşap higroskopik yapıda bir madde olduğundan, çevresindeki havanın rutubetine ve sıcaklığına bağlı olarak, bünyesine buhar halinde su alır ya da verir. Bu alışveriş, ahşap ile hava arasında bir rutubet dengesi (higroskopik denge) oluşuncaya kadar devam eder. Ahşabın bünyesine su alması genişlemesine, su kaybetmesi ise daralmasına neden olmaktadır. Buna kısaca “ahşabın çalışması” denilmektedir (Erten, 1988).

Ahşapta rutubet alışverişi sonunda oluşan denge rutubeti, çevredeki havanın sıcaklığına ve bağıl nemine göre (yörenin iklim koşullarına göre) değişiklik göstermektedir. Ağaç malzemelerde çalışmanın önlenmesi veya en aza indirilebilmesi, malzemenin kullanılacağı yerin iklim koşullarına uygun rutubet derecesinde işlenmesine bağlıdır (Topçuoglu ve Erkan, 1986).

1.2 Ağaç Malzemenin Tarihsel Gelişimi

Ağaç işleri endüstrisindeki gelişmelere paralel olarak dünyadaki ve ülkemizdeki orman varlıkları azalmaktadır. Ağaç malzeme insan yaşamında önemli bir yere sahiptir. Gerek dünyadaki, gerek ülkemizdeki ormanların tahrip olmasına, çağlar boyunca süren düzensiz kesilmeler, hayvan otlatmalar ve yangın gibi afetler ile aşırı nüfus artışı neden olmaktadır. Ülkemizdeki kırsal yapıların % 27-80'ini ağaç malzeme oluşturmakta olup, kentlerdeki yapıların önemli bir bölümünde de ağaç malzeme kullanılmaktadır (Özçelik, 1965).

Ahşap, ağaçtan elde edilen bir yapı malzemesi olup, ne olduğu iyice bilinmeden yapılarda kullanılan organik bir malzemedir. Ahşabın yapı malzemesi olarak kullanılmaya başlanması tarihi beton ve çeliğe göre çok eskidir. Tarihten önceki çağlarda bile ahşabın yapılarda kullanıldığı tespit edilmiştir. Önceleri el hüneri ve deneyimlere göre kullanılan ahşap sonraları, ilimdeki ilerlemelere paralel olarak, bilimsel bir biçimde uygulanmaya başlanmıştır (Odabaşı, 1983).

Ağaç malzemenin yapılarda taşıyıcı iskelet malzemesi olarak kullanılmasındaki asıl gelişme 20. yüzyılın başlarına rastlar. Artan ve gittikçe yaygınlaşan sanayileşmenin ortaya çıkardığı ihtiyaçlar I. Dünya savaşı öncesinde ve savaş yıllarında değerli bir savaş malzemesi olan çeliğin yapı alanından çekilmesi ağaç malzemenin daha çok ve değişik fonksiyonlu yapılarda çok yönlü kullanılabilmesi için gerekli bilgi, bilimsel araştırma ve çalışmaları zorlamış ve başarılı sonuçlar elde edilmesinde yararlı olmuştur. Bugünkü modern birleşim elemanlarının çoğunun bulunması veya geliştirilmesi ağaç malzemenin çeşitli dış etkilere karşı korunmasını sağlayan malzemenin ve kullanıma yöntemlerinin geliştirilmesi bu döneme rastlar (Duman, 1981).

Gelişmede ikinci büyük aşama II. Dünya savaşı ve onu izleyen yıllarda olmuştur. Daha önceden de bilinmekle beraber yeterince gelişemeyen tutkallı ağaç malzemenin yapı elemanlarının bu aşamada büyük rolü olmuştur. Bunu sağlayan da savaş sanayi kollarında geliştirilmiş olan sıcağa ve rutubete dayanıklı yapay reçine tutkallarının ahşap yapılar alanında uygulanmaya başlanmasıdır. Varılan sonuçlar o kadar mükemmeldir ki birçok yazar özellikle 1958'lerden sonraki yayınlarında bu olayı yeni hesaplarının ihtiyaç göstereceği her ölçüde olabilen uzunlukları istenildiği kadar yapılabilen ve istenilen her

hangi bir formda projelendirilebilen ahşap taşıyıcı iskelet elemanları imal etmek mümkün olabileceğini söylemektedir (Duman, 1981).

Türkiye’de bugünün şartları düşünülecek olursa, yapı malzemesi olarak ahşabın çok yönlü kullanım imkânlarını araştırmak ve günümüzün teknik gelişimi içinde malzemeyi çok iyi tanıyarak, onun bize faydalı özelliklerini ortaya çıkartmak ve geliştirmek, aynı şekilde mahzurlu yönlerini de gidermek gerekmektedir (Günel, 1997).

Ağaç malzeme özellikle kırsal alandaki yapılarda oldukça fazla miktarda kullanılmaktadır. Ormanlık bölgelerimizde köy evlerinde % 68 olan ahşap kullanımı kentlerdeki konutlarda % 7’yi geçmemektedir (Öneş, 1988). Orman ve ormana yakın bölgelerdeki köy ve kasabalarda yapıların önemli bir kısmı, diğer yerlerdeki yapıların ise döşeme kalıpları, kalıp, duvar ve sıva iskeleleri, kapı ve pencere doğramaları ile çatılar büyük oranda ağaç malzemedен oluşmaktadır (Özçelik, 1975).

1.3 Ağaç Malzemenin Özellikleri

Yapıda, kullanım yeri neresi olursa olsun ağaç malzemelerin genel olarak olumlu ve olumsuz özelliklerinin bilinmesi gerekir. Doğal ağacın, çeşitli fiziksel ve mekanik özelliklerini canlı bir organizma olan içyapısı sağlar. Bütün ağaçlarda kimyasal yapı aynıdır. Ağacın kimyasal yapısında, selüloz, lignin, hemiselüloz ve bunların dışında bazı ağaç türlerinde ise reçine, albümin, nişasta, şeker, silikat asit bulunur. Selüloz ağaca eğilme kabiliyeti verirken, lignin ağaca sertlik ve basınç dayanımı kazandırır (Şimşek, 2003).

1.3.1 Ağaç Malzemenin Fiziksel Özellikleri

1.3.1.1 Odun – Su İlişkisi

Ağaç malzeme, hücre çeperi içerisindeki miseller ve fibriller arası boşluklar ile hücre boşlukları (lümen) nedeniyle geniş ölçüde gözenekli bir cisimdir. Böylece higroskopik bir cisim olan ağacın nem çekme özelliği iç yüzey alanı ile doğru orantılı olarak artar. Bu nedenle ağaç malzeme kurutma dolabı şartlarında tam kuru hale getirilmedikçe içerisinde su bulunur. Hücre çeperi içerisindeki boşluklarda tutulan suya hücre çeperine bağlı su, lümenlerde tutulan suya ise serbest su denir (Örs ve Keskin, 2001).

1.3.1.2 Ağaç Malzemenin Rutubeti

Ağacın fiziksel ve mekanik özelliklerini nem oranı etkiler. Çünkü birim alana düşen lif miktarı, lifler arası su miktarıyla orantılıdır. Ağaç kururken hacim kaybına uğrar ve büzülür. Sertlik ve dayanımı artar ancak enerji tutma kapasitesi azalır. Taze haldeki odun kurumaya bırakıldığında ilk önce serbest su buharlaşır. Serbest su tamamen buharlaşıp odunda yalnız hücre çeperine bağlı su kaldığı anda odunun rutubeti lif doygunluğu noktasındadır. LDN rutubeti ağaç türlerine göre % 20-35 arasında değerler alır. Ortalama bir değer olarak LDN = % 28 kabul edilebilir (Bozkurt ve Göker, 1987).

1.3.1.3 Birim Hacim Ağırlık

Birim hacim ağırlığı yüksek olan ağaç malzemelerin mekanik özellikleri de yüksektir. Ancak bunların işlenmesi ve çalışılması zordur. Mantar, böcek gibi zararlılara karşı dayanıklıdır. Birim hacim ağırlığı düşük olan ağaç malzemelerin ise mekanik dayanımları düşüktür ancak işçilikleri kolaydır (Örs ve Keskin, 2001).

1.3.1.4 Termik Özellikler

Bilindiği gibi, sıcaklık değiştikçe birçok materyal büyüklük ve hacim olarak değişir. Sıcaklığın artmasıyla genişirler. Bu doğrusal ve hacimsel genişleme anlamına gelir. Genişleme malzemelerin gücünde azalmaya neden olur. Çelik inorganik ve alev almayan bir malzeme olması nedeniyle yanmaya karşı avantajlıdır. Ama binalarda kullanıldığında, ısıdaki artmanın bir sonucu olarak genişir ve göçer. Ağaç malzeme ısıya karşı genişmez. Tam tersine, ısının etkisiyle, kurur ve güç kazanır. Ağaç malzeme, sadece tam kurduğunda (ki bu sadece teorikte mümkündür) genişir. Pratikte, sıcaklığın en yüksek olduğu mevsimde, nem oranı % 5'in altına düşmez (Bozkurt ve Erdin, 1997).

1.3.1.5 Elektriksel Özellikler

İnsan sağlığı için sakıncalı olan statik elektrik ağaç malzemedeki bulunmamaktadır. Fakat metal, plastik ve diğer malzemelerde statik elektriklenme söz konusudur. Bu nedenle ağaç malzeme, diğer yapı malzemelerine göre sağlıklı bir malzeme olarak önerilmektedir (Bozkurt ve Göker, 1987).

1.3.1.6 Akustik Özellikler

Ses yalıtımı yüzeyin kütlesini temel alır. Ağaç hafif bir malzeme olarak ses yalıtımı için çok mükemmel değildir. Fakat ses emilimi için idealdir. Ağaç malzeme ses dalgalarını emerek gürültü oluşumuna engel olur. Bu yüzden çoğunlukla konser salonlarında kullanılır. Ses iletimi hızı ahşapta gazlardan ve sıvılardan daha hızlıdır ve metallerdeki ses iletim hızına çok yakındır. Sürtünme neticesinde oluşan ses enerjisi kaybı da ahşapta hafifliği ve yapısıyla da ilintili olarak belirgin bir şekilde düşüktür. Buna benzer özelliklerden dolayı ağaç malzeme çoğunlukla müzik enstrümanlarında da kullanılır (Eraslan, 2009).

1.3.1.7 Estetik Özellikler

Ağaç malzeme estetik olarak ele alındığında dekoratif bir malzemedir. Her ağacın kendine has rengi, kokusu ve şekli vardır. Bir ağacın yapısı kesilme şekline göre değişir. Dizayn ve renk tercihine göre farklı ağaç malzemelerini bulmak mümkündür. Daha koyu renklere boyanabilir ya da verniklenebilir ve açık ya da koyu tonlar verilebilir (Şimşek, 2000).

1.3.2 Ağaç Malzemenin Mekanik Özellikleri

Ağaç malzemenin dışarıdan yapılan kuvvetler ile biçimini değiştirmeye zorlayan kuvvetlere karşı koyma gücüne mekanik özellikleri denir. Bu özellikler; direnç, elastiklik ve teknolojik özellikleridir. Direnç özelliklerini, eğilme direnci, çekme direnci ve basınç dirençleri oluşturmaktadır (Örs ve Keskin, 2001).

Ağaç malzeme, lifli ve boşluklu dokusundan dolayı hafif olmasına rağmen mukavemet değerleri yüksek bir malzemedir. Ağacın mekanik direnci cinsine bağlı olarak değiştiği gibi iklime, toprağa, sertliğine ve yetiştiği yere göre de değişir. Ağacın içindeki su miktarı mukavemeti olumsuz yönde etkilediği için kuru olan ağacın mukavemeti daha yüksektir (Eriç, 1978).

Ahşap, heterojen ve anizotrop bir malzeme olması nedeniyle mekanik özellikleri değişkendir. Lif yönündeki tüm özellikler, basınç, çekme ve eğilme dirençleri, enine yöndeki dayanımlarından yüksektir. Ağaç malzeme, zamanla ortamın rutubet şartlarına

göre içeriğindeki su miktarının değişmesi sonucu; şişen, daralan bir malzeme olduğundan mekanik özellikleri de değişen bir malzemedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Tek veya iki taraftan tespit edilmiş olan bir ahşabın, liflerine dik olarak etki eden ve onu eğmeye çalışan kuvvete karşı gösterdiği dirence eğilme direnci denir. Özgül ağırlık, rutubet, budaklar, sıcaklık ve ağacın lif yönleri, eğilme direnci üzerinde etkili olmaktadır (Doğan, 1997).

Liflere paralel basınç direnci, yapı malzemesi olarak ahşabın kullanılmasında önemlidir. Ağaç malzemede basınç direnci ile diğer dayanımlar arasında doğrusal ilişki bulunduğundan, basınç direnci sonuçlarına bakılarak ağaç malzemenin genel dayanım özellikleri konusunda bir karara varılabilir. Ağaç malzemenin basınca karşı dayanımı ağaç malzemeye dik doğrultuda etki yapan, onu ezmeye, sıkıştırmaya ve kısaltıp koparmaya çalışan kuvvetlere karşı gösterdiği dirençtir (Ekmekyapar ve Örüng, 1997; Özçelik, 1983; Berkel, 1970).

Ağaç malzemede liflere paralel yönde çekme direnci; birbirine zıt yönlerde etki eden, lifleri koparmaya ve ayırmaya çalışan iki kuvvete karşı ağaç malzemenin gösterdiği dirençtir (Bozkurt ve Göker, 1987). Liflere paralel doğrultuda çekme direnci, ağaç malzemenin direnç özellikleri içerisinde en yüksek değeri vermektedir (Örs ve Keskin, 2001).

1.3.3 Ahşabın Hijyen, Sağlık ve Çevre Açısından Özellikleri

Ekolojik sistemler içerisinde yer alan flora, toprak, su ve hava gibi unsurlar arasındaki dengelerin bozulmadan devam ettirilmesi insanlığın geleceği için çok önemlidir. İnsanın yaşamı bu kaynaklara ve bu kaynakların birbirini etkilemesine bağlıdır. Bu kaynakların yapıdaki kullanımları da bu nedenle hayati bir öneme sahiptir. Çevre, sağlık ve ekoloji açısından bakıldığında kullanılan yapı malzemesinin çıkardığı CO₂ miktarının az olması, çevreyi kirletmemesi ve katı atık oluşturmaması önemlidir (Şahin, 1995).

Yapı malzemelerinin ne ölçüde çevresel olduğunu saptamak, malzemenin tüm ömrü boyunca neden olduğu çevresel etkileri bilmek gerekir. Bir yapı malzemesi ve elemanı ömür sürecinde üretim, kullanım, bakım ve yok etme evrelerini kapsar. Tüm bu evreler

sürecinde ağaç malzemenin ekolojik olduğu ortaya çıkmıştır. Çünkü ahşap, hem geri dönüşümlü hem de üretim enerjisi tüketimi ve küresel ölçekte sera etkisine neden olan CO₂ oluşumu miktarı bakımından diğer malzemelere oranla düşük değerler gösterir (Canan, 2003). Ağaç malzemeye alternatif olarak sunulan çelik ve beton malzemelerin üretimi esnasında atmosfere büyük miktarda CO₂ ve diğer gazlar salınır ama ahşap doğal ve ekolojik bir malzemedir ve salınan CO₂ miktarı oldukça düşüktür (Şahin, 1995).

1.3.4 Ağaç Malzemenin Avantajları

Ağaç malzemenin üstün özellikleri denildiği zaman, diğer yapı malzemelerine göre üstün olan özellikleri anlaşılmaktadır. Bu üstün özellikler şöyle sıralanabilir:

- 1) Diğer yapı malzemelerinden hafif olması,
- 2) Yenilenebilir bir enerji kaynağı olması ve her ülkede az veya çok bulunabilmesi,
- 3) Özgül ağırlığına göre, direncinin ve taşıma gücünün daha yüksek olması,
- 4) Korozyona uğramaması,
- 5) Titreşim emme özelliğine sahip sünek bir yapı malzemesi olması nedeniyle deprem etkisine karşı dayanıklı olması,
- 6) Şok şeklindeki etkileri ve sesi absorbe etmesi nedeniyle çarpma esnasında az gürültü çıkarması,
- 7) İyi bir ısı yalıtkanı olması, dokunulduğunda sıcak ve soğuk hissi vermemesi ve dokunulduğunda vücut ısısını düşürmemesi,
- 8) Sıcaklık değişimlerinde kondensasyona (terleme) neden olmaması,
- 9) Ardışık gerilmelere maruz kaldığında kristalleşmesi ve gevrek yapı kazanması,
- 10) Plastikleştirilebilmesi ve bükülmesi,
- 11) Elektrik direncinin yüksek bulunması,
- 12) Bünyesinde statik elektriklenme olmaması,

- 13) Kimyasal maddelere karşı dayanıklı olması,
- 14) Yangına karşı direncinin yüksek bulunması,
- 15) El aletleri ve makinelerde kolay işlenebilmesi,
- 16) Çivi ve vida tutma kabiliyetinin yüksek olması,
- 17) Ahşap yapı malzemesi üretimi için daha az enerjiye gereksinim duyulması,
- 18) Doğal yapısı nedeniyle, estetik, rahat ve huzur verici bir özelliğinin olması,
- 19) Üretim ve taşınmasının kolay ve ekonomik olması,
- 20) Yaklaşık 20 000 çeşit renk ve görünüş seçeneğine sahip olması,
- 21) Üst Yüzey işlemleri ile daha çok çeşit üretilebilmesi,
- 22) Kullanım süresinin artması ile daha zengin görünüm ve koyu renk kazanması,
- 23) Kusurlu kısımlarının kolayca değiştirilebilmesi,
- 24) Toz barındırmaması, kolay temizlenebilir ve sağlıklı olması,
- 25) Kanserojen bir madde olan Radon gazı salgılamaması,
- 26) Romatizma, astım, böbrek hastalıkları ve dolaşım bozuklukları üzerinde olumlu etkilerinin olması,
- 27) Ortam ısı değişiminden az etkilenmesi,
- 28) Yüksek bir taşıma gücüne sahip olması,
- 29) Doğal bir malzeme olduğundan farklı iklim koşullarına dayanıklı olması,
- 30) Fizyolojik ve Psikolojik yönden insana daha yakın ve sıcak olması gibi özellikleridir (Kurtoğlu ve Sofuoğlu, 2007).

1.3.5 Ağaç Malzemenin Dezavantajları

- 1) Organik bir malzeme olması; Bitkisel ve hayvansal canlıların besin maddesidir (Böcekler, Mantarlar, Bakteriler, Midyeler ve Termitler gibi).

- 2) Higroskopik yapıya sahip olması; Atmosferik hava koşullarında bağıl nem ve sıcaklığın değişmesi ile rutubet alıp vererek boyutlarında daralma ve genişlemelerin ortaya çıkması (çalışması),
- 3) Yanabilen bir malzeme olması ve kimyasal maddeler ile tepkimeye girebilmesi,
- 4) Anizotrop bir malzeme olup, heterojen bir yapıya sahip olması,
- 5) Fiziksel ve mekanik kuvvetlerden etkilenmesi gibi özellikleri istenmeyen yönleridir (Uysal, 2005; Kurtoğlu ve Sofuoğlu, 2007).

1.4 Ağaç Malzemenin Yapılarda Kullanımı

Günümüzde ağaç malzemenin yapılarda kullanım alanı yaygındır. Doğal dengenin korunmasını sağlayan malzemelerin seçilmesinde gerek mimari tasarımın, gerekse kullanılan malzemelerin sürdürülebilirliği son derece önemlidir. Bu durumda sürdürülebilir bir malzeme olan ağaç alternatifi olmayan bir yapı malzemesi olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü ağaç malzeme doğal, organik, çevre için antitoksit, geri kazanımlı, biyolojik olarak parçalanabilir bir hammaddedir. Bu özellikleri ile küresel ısınma tehdidine karşı aranan alternatif maddelerin başında gelmektedir. Yani ağaç malzemeye alternatif olan malzemelerin kullanılması tercih edildikçe, dünyanın aşırı ısınmasına etkinin devam edeceği unutulmamalıdır. Diğer önemli bir nokta ise, ağaç malzemenin bütün doğal kaynakların aksine, yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesidir. Ancak bu durumda önemli olan daha çok yeni dikimlerin yapılabilmesidir (Erdin, 1995).

Yapılarda kullanılan malzemelerin niteliklerinden dolayı içerisinde yaşayan insanlar ile bir uyum ya da uyumsuzluk ilişkisi içerisinde olan ve bu bağlamda birer organizma olarak görebileceğimiz ahşap yapılar, giderek doğadan uzaklaşmaktadır. Eskiden yapılarda % 30-40 oranında organik malzemeler (ahşap, saman, saz) ve % 60-70 oranında da inorganik malzemeler (kerpiç, kiremit, taş, kireç gibi) kullanılırdı. Günümüzde ise % 90-100 oranında yapay, doğaya ve canlılara yabancı olan yapı malzemeleri kullanılmakta, birçok yapay malzemeye de doğal süsü verilmektedir (Akman, 1999). Ağaç malzemenin yapıda kullanılma yeri çoğunlukla özelliklerinin bilinmesine bağlıdır (Örüng ve Okuroğlu, 1992).

Ağaç malzemenin yapılarda, el sanatları ve sanayide kullanılması önemli olup, liflere dik doğrultuda basınç direnci paralel doğrultudaki direncinin % 10-20'si kadardır (Örs ve Keskin, 2001).

Mekanik özellikler, ağaç malzemede gerilme, deformasyon ve kırılmalara yol açan mekanik cinsten dış kuvvet ile yüklemelere, odunun karşı koyma derecesini ve durumunu ortaya koymaktadır. Bu özellikler, ağaç türüne, yoğunluğuna, rutubet miktarına, ısı derecesine, coğrafi orijine, yetiştirme muhiti şartlarına, anatomik yapıya, kimyasal bileşime, çürük ve sağlam oluşa, kusurların bulunup bulunmamasına, kuvvetin tesir yönü ile lif doğrultusu arasındaki açıya göre farklılık göstermektedir (Bozkurt ve Göker, 1996).

Tarihi ahşap yapılarda rastlanan en yaygın bozulmalar yangınlardır. Ahşap hücreleri yaklaşık 200 °C'de bozulmaya başlamakta, çabuk alevlenebilen metan ve karbon monoksit gazları salınmaktadır. Bu gazların tutuşturma özelliği yüzey sıcaklığı 500 °C'ye ulaştığında oluşmaktadır. Ancak bu ısınma, alevlerle birlikte meydana geldiğinde ya da yüzeye çarpan ışınların miktarı çok fazla olduğunda tutuşma değeri 250 °C'lere kadar düşmektedir (Jackman, 1981).

Ağaç malzemenin farklı tabakaları arasında da dayanıklılık bakımından önemli farklılıklar vardır. Ağacın büyümesiyle birlikte canlılığını yitirmeye başlamış hücrelerin oluşturduğu öz odununun bünyesinde koruyuculuğu olan çeşitli doğal kimyasallar birikmektedir. Bu nedenle, bütün ağaç türlerinin öz odunu tabakası diri odunundan daha dayanıklıdır (Beckwith, 1998).

Ahşap esaslı paneller, ambalaj, merdiven basamakları, mobilya, kaplama ve döşeme çatı zemin kaplaması dahil olmak üzere birçok kullanım alanına sahiptir. Özellikle zemin kaplaması olarak kullanıldığında ağaç malzemeler sünmeye ve yorulma yüklemesine maruz kalmaktadır. Ahşap esaslı paneller visko elastiktir ve genel olarak rijitliği ve sünme özelliklerine göre yapıda kullanılmaktadır (Dinwoodie, 1995).

Ahşap yapıları binalarda dış cephe kaplamada kullanılacak malzemelerin bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bu özellikler; atmosfer etkilerine karşı dayanım, güneş ışınlarına dayanım, ısı değişikliklerine bağlı genleşme ve büzülme etkilerine dayanım, rutubet değişikliklerine bağlı daralma ve genişleme etkilerine dayanım, yağış suları ve don

etkileriyle bozulmama gibi sıralanabilir. Ayrıca bu malzemelerin estetik ve ekonomik, güvenli ve sürdürülebilir olması da gerekmektedir (Toydemir vd., 2000; Gürdal vd., 2000; Tanaçan vd., 2000).

Ahşap cephe kaplamaları ülkemizde geleneksel yapı malzemelerinden biri oluşu ve kolay elde edilişi nedeniyle özellikle bol bulunduğu bölgelerde en fazla kullanılan malzemelerden biri olmuştur. Kuzey Anadolu ve Toros Dağları yamaçlarındaki yerleşmelerde sıklıkla ahşap inşaat teknikleri kullanılmış, sadece konutlarda değil sivil mimari örnekleri oluşturulurken de ahşap tercih edilmiştir (Demir, 2005).

Ahşabın en önemli kullanım sebeplerinden biri de malzemenin insanlarda yarattığı olumlu etkidir. Japonya’da iç duvar kaplaması olarak kullanılan ağaç malzeme ve metal malzeme ile yapılan deneylerde deneklerin ağaç malzemedeki fizyolojik ve psikolojik olarak olumlu etkilendiği gözlemlenmiştir (Sakuragava vd., 2005; Miyazaki vd., 2005; Kaneko ve Makita, 2005).

Sürdürülebilir bir yapı sektörü için, yapı malzemelerinin çevresel etkilerinin belirlenmesi gereklidir. Bir yapı malzemesinin veya yapı ürününün hammaddesinin çıkarılmasından işlenmesi, paketlenmesi, taşınması; kullanımı, bakım ve onarımı, ömrünü tamamladıklarında atılması, geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanıma hazır hale getirilmesine kadar geçen sürece “yapı malzemelerinin yaşam döngüsü değerlendirilmesi” denir (Çelebi ve Aydın, 2001).

1.4.1. Ahşap Yapılarda Kullanılan Bazı Ağaç Türleri

1.4.1.1 Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*)

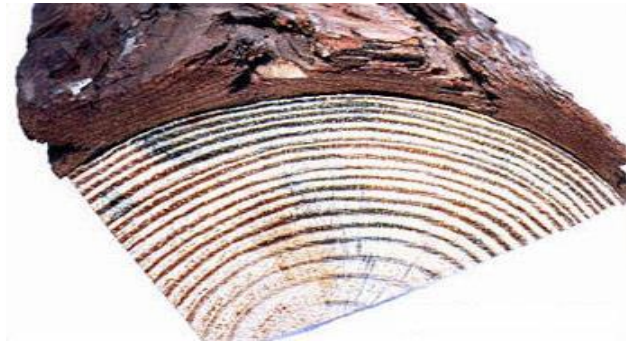
Türkiye’de karaçam’ın yayılış alanlarını ve yayılış karakteristiğini Gökmen (1970) şu şekilde belirlemiştir. Karaçam, Şekil 1’de görüldüğü gibi yurdumuzun Anadolu ve Trakya parçalarıyla kuzeyde Kıbrıs Yarımadasıyla, Güneyde ise Kıbrıs Adası’nda yerli olarak bulunur. Yurdumuzda bulunan çam türleri içinde çok geniş bir yayılış alanı vardır. Sinop’tan Boyabat’a geçiş alanında Kastamonu dolaylarında, Ilgaz Dağ’ında, Bolunun kuzey ve güneyindeki ormanlarda saf ve bazen sarıçam, bazen de göknarlarla birlikte orman oluşumunda yer alır. Batı Anadolu da Uludağ’da 600-1400 m de bazen saf ya da

baskın tür olarak, 1400 m'den yukarı yerlerde ise sarıçam ya da göknarlarla birlikte orman halinde, Balıkesir, Çanakkale ve Kaz Dağ'ında saf ya da Kaz Dağı göknarı ile karışık orman durumunda bulunur (URL – 1, 2015).



Şekil 1: Karaçamın yurdumuzdaki yayılış alanları (URL – 1, 2015).

Diri odun sarımsı veya kırmızımsı beyaz renktedir (Şekil 2). Koyu renkli öz odunu vardır. Diri odun yaşlı ağaçlarda dar, genç ağaçlarda ise oldukça geniştir. Radyal kesitte öz ısınlar görülmeyecek kadar belirsizdir. Teğet kesitte kahverengi şeritlere sahiptir. Karaçamda reçine kanalları aktif durumdadır (Göker, 1977).



Şekil 2: Tipik bir karaçam gövde kesiti (URL – 1, 2015).

Karaçam, bünyesi değiştirilmeden tel, maden direği, çit kazığı, travers, temel kazık ve direkleri, iskele kazıkları, köprü ve kiriş aksamı, kaldırım parkeleri yapımında kullanılırken ağaç borular ise, gemi ve ufak teknelerde, bina inşaatında iç dekorasyonda, mobilya ve talaş levhaları imalinde özellikle kullanılabilir. Bunların yanında kuru

madde ambalaj fiçılarında, tarım aletlerinde, karoser, vagon ve spor uçak yapımı gibi kullanım alanlarında değerlendirilir. Bünyesi değiştirilmek suretiyle odun hamuru, yonga levhaları, lif levhaları, selüloz imali, odun kömürü, yakacak odun ve destilasyon kullanımına da elverişlidir (Göker, 1969). Karaçam odununa ait fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 1’ de gösterilmiştir.

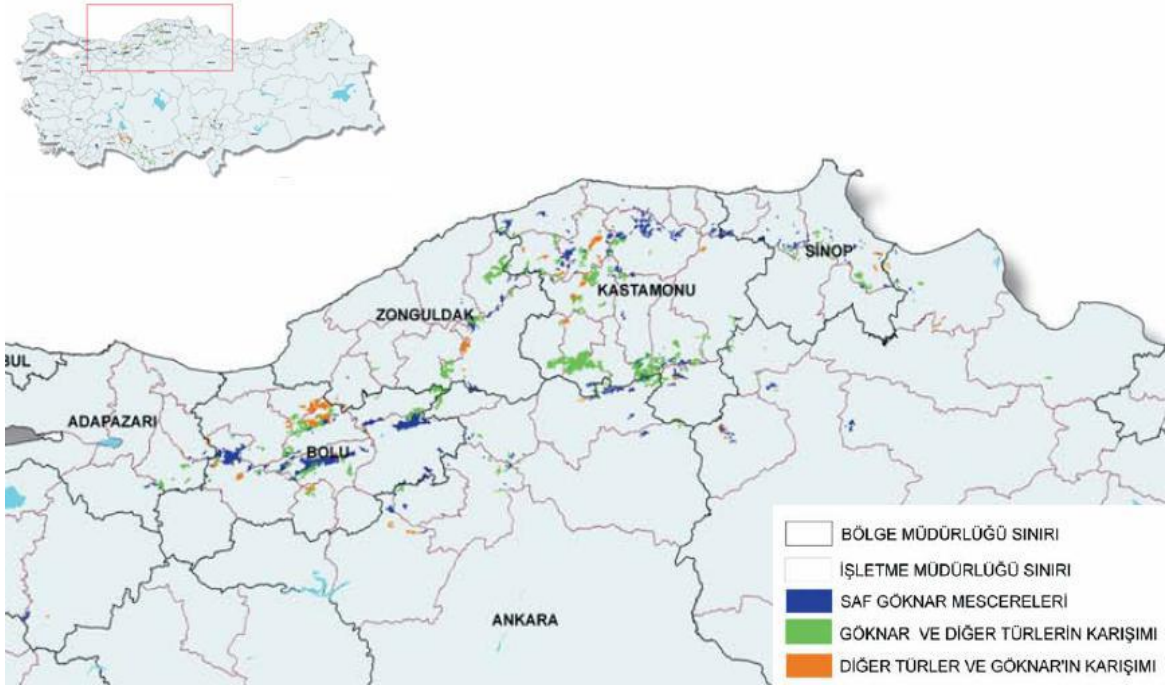
Tablo 1: Karaçam’ın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri (Göker, 1977).

Yıllık halka genişliği (mm)		1,57
Tam kuru özgül ağırlık (g/cm³)		0,52
Hava kurusu özgül ağırlık (g/cm³)		0,56
Hacim yoğunluk değeri (g/cm³)		0,456
Daralma yüzdeleri (%)	Liflere paralel yönde	0,23
	Radyal yönde	5,58
	Teğet yönde	8,19
	Hacmen	13,9
Liflere paralel yönde basınç gerilmesi (N/mm²)		47,9
Eğilme gerilmesi (N/mm²)		109,6
Eğilme elastiklik modülü (N/mm²)		10000
Dinamik eğilme gerilmesi (N/mm²)		0,056
Liflere paralel yönde çekme gerilmesi (N/mm²)		111,3
Liflere dik yönde çekme gerilmesi (N/mm²)		2,34
Liflere paralel makaslama gerilmesi (kg/cm²)	Radyal yönde	67,1
	Teğet yönde	62
Yarılma gerilmesi (kg/cm²)	Radyal yönde	8,2
	Teğet yönde	9,1
Brinel sertlik (kg/mm²)	Liflere paralel yönde	4,29
	Liflere dik yönde	2,02

Karaçam odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait başka bir çalışmada; hava kurusu yoğunluk 0,52 gr/cm³, tam kuru yoğunluk 0,49 gr/cm³, basınç direnci 45 N/mm², eğilme direnci 80 N/mm² ve lifle paralel çekme direnci 100 N/mm² olarak bulmuşlardır (Bozkurt ve Erdin, 1989).

1.4.1.2 Uludağ Göknaı (*Abies bornmülleriana* Mattf.)

Ülkemizde Sinop'tan Boyabat'a geçiş alanında, Kastamonu dolaylarında, Ilgaz dağında, Bolu'nun kuzey ve güneyindeki ormanlarda saf ve sarıçamla birlikte, orman koruluğunda bulunur. Batı Anadolu'da Uludağ'da 600-1400 m' de bazen saf ya da galip tür olarak, 1400 m den yukarı olan yerlerde ise sarıçam ya da göknaıla birlikte orman halinde, Balıkesir, Çanakkale, dolaylarında, Kaz dağında saf ya da Kaz dağı göknaı ile karışık orman durumunda bulunur. Göknaılar kuzey yarımkürede ılıman iklimin görüldüğü bölgelerin, yüksek dağlık kesimlerinde ve Kuzey Afrika, Himalayalar ve Türkiye'de doğal olarak yetişmektedir. Göknaılar (toplam) 630 bin hektarlık bir alanla yayılış bakımından Türkiye'deki ağaç türleri arasında 6. sırada bulunmaktadır (Anon., 2006).



Şekil 3: Uludağ göknaının yayılış alanları.

Göknaı türleri genellikle yarı gölge ortamlarda iyi gelişme gösterir. Nemli ve verimli orman topraklarını tercih ederler. Ancak nemli, kumlu veya killi topraklarda da iyi gelişir ve genelde kazık kök yaparlar (Yaltırık, 1993).

Gökmar ağacı genellikle endüstride kaplama kontrplak, ambalaj malzemesi, yapı malzemesi, mobilya, doğrama, lif ve yonga levha, selüloz ve kâğıt kullanılabilir (Merev vd., 1984; Yaltırık vd., 1993).

Gökmar odununa ait fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 2’ de gösterilmiştir.

Tablo 2: Gökmarın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt ve Göker, 1996).

Tam kuru özgül ağırlık (g/cm^3)		0,4
Hava kurusu özgül ağırlık (g/cm^3)		0,429
Hacim yoğunluk değeri (g/cm^3)		0,35
Daralma yüzdeleri (%)	Radyal yönde	4,3
	Teğet yönde	8,6
	Hacmen	13
Liflere paralel yönde basınç direnci (N/mm^2)		37
Liflere dik eğilme direnci (N/mm^2)		73
Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm^2)		8300
Liflere paralel yönde çekme direnci (N/mm^2)		62
Makaslama direnci (N/mm^2)		5

Uludağ gökmarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait başka bir çalışmada; tam kuru yoğunluğu $0,40 g/cm^3$, hava kurusu yoğunluğu $0,44 g/cm^3$, liflere paralel basınç direnci $35,8 N/mm^2$, liflere dik çekme direnci ise $1,4 N/mm^2$ ‘dir (Örs ve Keskin, 2001).

1.5 Türkiye’de Geleneksel Ahşap Yapılar ve Taşıyıcı Sistemler

Anadolu’da en çok kullanılan yerel malzemeler ahşap, taş ve kerpiçtir (Sözen ve Eruzun, 1992). Ahşap, geçmişten günümüze yapıların çeşitli kısımlarında taşıyıcı eleman, dış cephe kaplama, doğrama, döşeme ve çatı malzemesi olarak kullanılmıştır (Erdin, 2003). Taş ve kerpiç yapılarda, pencere, kapı, çatı gibi yapı elemanlarında ahşabın kullanılması zorunlu iken, ahşap olan yapıların temelinde de taş malzeme kullanılması gerekmektedir. Dolayısıyla ahşap-taş veya ahşap-kerpiç beraberliği bazı bölgelerde birbirinden farklı olan yöresel mimarilerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Doğan Kuban yapmış olduğu çalışmada geleneksel yapıları yedi bölgeye ayırarak incelemiştir (Kuban, 1995). Bunlar;

- 1- Güneydoğu Anadolu ve kuzey Suriye ile ortak taş konut mimarisi,
- 2- Kuzeydoğu Anadolu'da görülen ahşap hatıllı taş mimari,
- 3- Doğu Karadeniz bölgesi ahşap iskeletli evler,
- 4- Ege ve Akdeniz bölgelerinin düz damlı kübik taş mimarisi,
- 5- Orta Anadolu (Kayseri- Niğde) taş mimari,
- 6- Orta Anadolu köy ve küçük kent ortamında karşılaşılan kerpiç mimari,
- 7- Anadolu kıyıları ile orta yaylalar arasında, Sivas dolaylarından batıya ve İç Ege'den Torosların kuzey yamaçlarına kadar uzanan, yer yer diğer bölgelerde ve Balkanlarda görülen, alt katı kagir üst katları ahşap karkas arası kerpiç veya tuğla ile dolu hımış yapılarıdır (Kuban, 1995).

Geleneksel ahşap yapılar, duvarlarda uygulanan taşıyıcı sistemlere ve taşıyıcı sistemlerin yük etkisinde çalışma biçimlerine bağlı olarak, aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (Doğangün vd., 2004; Tulu vd., 2004; Acar ve Livaoğlu, 2004):

- Taşıyıcı sistemi kütüklerden oluşan ahşap yapılar (ahşap yığma).
- Taşıyıcı sisteminde eğik elemanlar (payandalar) bulunan ahşap yapılar.
- Taşıyıcı sistemi yatay çıtalarla (bağdadi) güçlendirilmiş ahşap yapılar.

Ülkemizde geleneksel yapılarımız incelendiğinde ahşap karkas sistemin yer aldığı sistem kuruluşunda sadelik ve fonksiyona aşırı özen gösterdiği ortaya çıkar. Karkas sistem arasındaki düşey yönde belli aralıklarla ara dikmeler kullanılmış, çerçeve sistemi payandalar yardımı ile rijitleştirilmiştir. Karkas arası boşluklar kerpiç, tuğla, taş gibi malzemelerle doldurulur, yöresel özelliklere göre dıştan yatay ahşap kaplamalar veya bağdadi sıva ile örtülmüştür. Duvar boşlukları ahşap kapaklar ve de alçının yer aldığı kafa pencereleri kullanılarak çözümlenmiştir. Geleneksel mimarimizin temel simgesi çatıda kendini göstermiş yapı hareketleri ilke olarak çatıya aktarılmadan oturtma çatı sistemi içinde çözümlenerek geniş saçaklarla yapılar kendine özgü bir biçim almıştır. Birbirine değen saçakları ve çıkmaları ile geleneksel bir Türk Sokağı dış doğal etkilerden tamamen

korunmuştur. Dolayısıyla genel mimari biçimin meydana gelişinde ağaç malzemenin gücüne bağlı kalınmıştır. Bu yüzden ahşap karkas zemin katta masif taş duvar üzerine yükselerek veya dikmeler üzerine alınmak suretiyle aşağıdan yukarıya doğru genişleyen sistem kendini göstermiş her iki şekilde ahşap yapıya bir oran ve modül anlayışı gelmiştir. Yapının doğa ile bütünleşmesi sağlanmış, tavan ve saçaklarda renk ve şekil cümbüşü ile yapıya ayrı bir güzellik kazandırılmıştır. Bu dönem malzemedan mimariye akış dönemidir. Günümüzde ise teknolojinin getirdiği imkânlarla yeni yeni çeşitler oluşturulmuş suni ahşap plak lambri, kirişlerle istenilen mimari formlar elde edilmiştir (Ferguson, 1996).

Türkiye’de ahşap taşıyıcı sisteme sahip yapı üretimi yaklaşık 40 yıl öncesine kadar yaygın bir şekilde görülmesine rağmen, özellikle betonarme yapım tekniğinin ortaya çıkması ve gelişmesiyle yapı sahibi olmak isteyenler bu süre içinde genellikle tercihlerini betonarme yapılardan yana kullanmışlardır. İnsanların genel tercihleri betonarme ya da yığma türü binalardan yana olunca da ahşap taşıyıcı sisteme sahip yapılar nadiren yapılmış ve bu yapılar unutulmaya yüz tutmuşlardır. Ancak ABD, Kanada, Japonya ve Avustralya gibi gelişmiş ülkelerde ahşap yapılar için bu tür bir yol izlenmeyip teknolojinin verdiği imkânlardan da yararlanarak yeni detay ve teknikler geliştirilmiş ve bu ahşap yapılar inşa edilmeye devam edilmiştir. Bugün ABD’de ahşap yapılar genel olarak tüm yapıların % 80- % 90’ını oluşturmakta, Kaliforniya gibi deprem bölgesindeki yerleşim yerlerindeki konutlarda ise bu oran % 99’a kadar çıkmaktadır (Çobancaoğlu, 1998).

Ülkemizde son yıllarda gerçekleşmiş en büyük afetlerden olan 1999 Kocaeli ve Düzce depremleri, bazı teknik eleman ya da araştırmacıların dikkatlerinin geleneksel yapılar üzerine yoğunlaşmasını sağlamıştır. Bunun bir sonucu olarak da birçok araştırmacı ve gözlemci deprem sonrasında bu yapıların deprem performansları hakkında görüş bildirmişlerdir. Bu görüşler genelde geleneksel yapıların deprem performanslarının, betonarme yapıların performanslarına göre daha üstün olduğu şeklinde oluşmuştur. Oysa daha önceki depremlerde bu yapıların deprem performansları hakkında ya hiç görüş sunulmamış ya da çok kısıtlı bilgiler ve görüşler sunulmuştur. Araştırmacılar da geleneksel yapıların çeşitli yük ya da yük etkisindeki davranışları üzerinde çalışmalarına söz konusu depremlerden sonra başlamışlardır (Çobancaoğlu, 1998).

Ahşap yapıların taşıyıcı sistem elemanları yük aktarımı açısından temeller, döşeme elemanları, duvar elemanları, çatı elemanları ve merdivenler olarak gruplandırılır.

1.5.1 Temeller

Ahşap yapıların temellerini genellikle kagir bir zemin kat ya da zemin üst yüzeyinden itibaren belirli bir yükseklikte yapılan kagir duvarlar oluşturmaktadır. Bazen dikmeler taş temellerle mesnetlenmektedir. Bu durumda düşey yükler etkisinde bir sorunla karşılaşılabilir. Ancak, özellikle deprem durumunda, ahşap elemanın mesnetlendiği temel taşının, zemin hareketi sonucunda yerinden oynaması ve dikmelerin ötelenmesi söz konusu olacağından, bu tür bir dikme-temel birleşim bölgesinden iyi bir performans beklenmemelidir (Doğangün vd., 2004).

1.5.2 Merdivenler

Geleneksel ahşap yapılarda merdivenlerin çok farklı uygulamalarıyla karşılaşmak mümkündür. Bu yapılardaki merdivenler bazen kendileri bağımsız bir taşıyıcı isteme sahip olarak yapılmışlar bazen de kat kirişlerine mesnetlenerek yapı taşıyıcı sisteminin bir parçası olmuştur (Akgül, 2007).

1.5.3 Döşeme Taşıyıcı Elemanları

Sabit ve hareketli yükler etkisinde kalan döşeme kaplamaları tali kirişlere, tali kirişler de ana kirişlere sabitlenmektedir. Türkiye'deki geleneksel yapılarda genellikle zemin kat üzerinde konsollar bulunmaktadır. Bu konsollar yapı ağırlık merkezini zeminden daha yükseğe taşıdığından ve yapının daha küçük bir alana oturmasına neden olduğundan deprem davranışı için istenmeyen bir durum meydana gelmektedir Kafes kiriş olarak oluşturulmuş ahşap döşeme elemanları Şekil 4'de gösterilmiştir (Doğangün vd., 2004).



Şekil 4: Ahşap döşeme elemanları (kafes kiriş) (Doğangün vd., 2004).

1.5.4 Duvar Taşıyıcı Elemanları

Bu elemanlar, kullanılan ahşap yapı tekniğine bağlı olarak, yatay olarak düzenlenen ahşap elemanlar, düşey olarak düzenlenen dikmeler, eğik olarak düzenlenen payandalar, diyagonaller ve panel duvarlardan oluşmaktadır. Burada esas olarak bu elemanlar üzerinde durulmakta ve ahşap taşıyıcı sistemler bu elemanlara göre sınıflandırılmaktadır. Ahşap duvar elemanlarına bir örnek Şekil 5’de görülmektedir (Akgül, 2007).



Şekil 5: Ahşap duvar elemanları (Akgül, 2007).

1.5.5 Çatı Taşıyıcı Elemanları

Genelde beşik ya da oturtma çatı olarak inşa edilen çatılarda taşıyıcı eleman olarak ahşap kirişler, dikmeler, gergi ve payandalar kullanılmaktadır. Örnek bir ahşap çatı taşıyıcıları Şekil 6'da görülmektedir (Akgül, 2007).



Şekil 6: Ahşap çatı elemanları (Akgül, 2007).

1.6 Ahşap Yapılarda Karkas Sistemi

Ahşap karkas yapılar, 14. yy'ın sonlarında genel karakterlerini sergilemeye başlamıştır. Bu dönemdeki ahşap yapılarda, kalın kesitli kolon ve kirişler ile bu kirişler tarafından taşınan döşeme kirişleri ve yatay yüklere karşı koyabilecek payanda elemanları kullanılmıştır (Goetz, 1992).

Ahşap karkas yapı sistemi dünyada kullanılan en gelişmiş, en teknolojik, en çevreci ve en sağlıklı hafif yapı sistemidir. Kuzey Amerikalılar ve Finlandiyalılar dünyada güvenlik ve konfor standardı en yüksek konutlara sahiptirler. Bunun nedeni ahşabın konut inşaatlarında sistem olarak tercih edilmesidir ve vatandaşlarının konfor ve güvenliğini artırmak isteyen birçok ülke de “Ahşap Karkas Yapı” sistemini seçmektedir (Günay, 2007).

Bugün güvenlik, sağlık, enerji, verimlilik, çevreye duyarlık, deprem ve rüzgar fırtınalarına karşı dayanma arayan mimarlar, tasarımcılar, inşaatçılar ve ev sahipleri için ahşap karkas yapı sistemi, en doğru seçimdir. Ahşap karkas yapı sağlam, sağlıklı, dayanıklı, yalıtımı ve yenilenmesi kolay olup artı değer sağlar (Günay, 2007).

Ahşap karkas (iskelet) sistemler, tek boyutlu ahşap bileşenlerin taşıyıcılık görevini üstlendiği, yığma sistemlere göre ahşabın daha ekonomik olarak kullanıldığı sistemlerdir. İskelet sistemlerde, tek boyutlu ahşap bileşenler taşıyıcı sistemi oluştururken, duvarlar taşıyıcı olmayan, sadece mekânları bölmede, binayı çevrelemede kullanılan elemanlara dönüşmektedir. Ahşap karkas yapılar özde bir iskelet sistemdir. Dikmeler arasında kalan boşluklar kerpiç, tuğla, gaz beton gibi bir bileşenle doldurulmakta, üzerine sıva yapılabilmekte veya ahşap latalarla dikmelerin dışa bakan yüzeyleri kaplanarak dış etkenlere karşı istenen yalıtım ve koruma sağlanmaktadır. A.B.D.'de yaygın olan bir uygulama da ise, ahşap karkas binanın dışına yarım tuğla kalınlığında duvar örülmesidir (Türkçü, 2000).

Orta Avrupa ve ülkemizdeki uygulamasında ahşap karkas yapılar (konutlar), dikme aralıkları daha büyük olan ve bu nedenle ana elemanlar ve yardımcı elemanlardan kurulan bir yaklaşım gösterirler. Bazı ülkelerde de sık aralıklı, ancak ince kesitli ahşap elemanlarla yapıım söz konusu olmaktadır. Ana elemanlar, taşıyıcı sistemi oluşturan ve stabilizeyi sağlayan elemanlardır. Bu grup altında taban ve başlık kirişleri, dikmeler ve diyagonaller

yer almaktadır. Yardımcı elemanlar da, döşeme gibi kullanım yüzeylerini oluşturmak, taşıyıcı olmayan elemanları yapmak, ana elemanları desteklemek, duvarları kaplamak, çatı örtüsünü taşımak, pencere, kapı gibi elemanları tespit edebilmek için gerekli elemanlardır (Türkçü, 2000).

1.6.1 Ahşap Karkas Yapıların Depreme Karşı Dayanıklılığı

Türkiye dünyanın en etkili aktif deprem kuşaklarından biri üzerinde bulunmaktadır. Ülkemizin, Alp-Himalaya deprem kuşağında yer alan bir deprem ülkesi olduğu herkes tarafından bilinen bir gerçektir. Nüfusun % 95'inin tehlikeli bölgelerde yaşadığı bir ülkede, sanayi de başta olmak üzere yapısal yoğunluk olarak da % 98'inin deprem bölgelerinde olduğu için; konu her açıdan büyük önem taşımaktadır. Geçmişte Türkiye' nin birçok yerinde yıkıcı depremler olmuştur. Durum böyle devam ederse gelecekte oluşabilecek depremlerde de büyük felaketlerle karşılaşabileceğimiz muhtemeldir. Yapılan istatistiksel çalışmalar son 15 yıl içinde Türkiye' de depremden dolayı her yıl ortalama 1200 kişinin hayatını kaybettiğini ve 1300 civarında yapının yıkıldığını, dünyanın depremden etkilenen diğer ülkeleri ile karşılaştırıldığında bu rakamların çok büyük olduğu görülmektedir (Durmuş, 2004).

Ahşap karkas yapılarda dikme ve kirişlere monte edilen ahşap levhaların mukavemeti (ölü, canlı, deprem yükleri), sağlığa uygunluk, termal, dayanıklılık (suya, dış etkilere, yangına), işlenebilme, hidrotermal, akustik gibi özellikleri de konutun sunduğu yaşam kalitesinde büyük öneme sahiptir (Önal, 2001).

1999 yılında meydana gelen depremlerin etki alanında bulunan ahşap iskeletli konutlar 17 Ağustos 1999 ve 12 Kasım 1999 depremleri, Kocaeli, Sakarya, Yalova, Düzce ve Bolu illerini etkilemiştir. Bu bölge tarihin ilk çağlarından itibaren birçok kez hasar yapıcı depremlerle karşılaşmıştır (Guidoboni vd., 1994; Ambraseys ve Finkel, 1995; Ambraseys ve Jackson, 2000).

Bolu Havzası 1. Derecede Tehlikeli Deprem Bölgesinde olup Kuzey Anadolu fay sistemi'nin etkisi altındadır. Tarihsel dönemlerde yıkıcı depremlere maruz kalan Bolu İli'nde son yüzyılda ağır hasara yol açan 1944 M= 7,2 Gerede Depremi, 1944 M= 5,6 Mudurnu Depremi, 1957 M= 7,1 Abant Depremi, 1967 M= 7,1 Mudurnu Depremleri

meydana gelmiştir. 1999 yılında Marmara bölgesini etkileyen Marmara ve Düzce Depremi Bolu'da önemli hasara yol açmıştır (URL – 2, 2015).

Marmara ve Bolu depremlerinde ahşap karkas yapılarda yaşayan hiç kimsenin hayatını yitirmediği bilinen bir gerçektir. Ahşap karkas yapılar çok hafif olması nedeniyle kolay kolay çökmez ve çökse bile içinde bulunanların hayatlarını yitirmelerine neden olmaz. Bugün Japon deprem uzmanları tüm dünyada depreme karşı en dayanıklı yapının Osmanlı ahşap karkas sistemi olduğunu açıklamıştır. Ahşap karkas yapı sisteminde özel yazılımlar kullanıldığı için, hepsinin statik kapasitesi dayanım testleriyle kanıtlanmıştır ve hepsi bükülme ve depreme karşı yüksek dirence sahiptir (Günay, 2007).

1.6.2 Ahşap Karkas Yapıların Sağlamlığı

1 kg. ahşap, 1 kg. beton ya da çelikten fazla yük taşımaktadır. 20. yüzyıl başında "ömrü sonsuzdur" diye anlatılan betonarmenin fiziki ömrü, karbonatlaşma ve korozyon sorunu yüzünden ortalama 60 yıldır. Buna karşılık 14. yüzyılda inşa edilen ve ahşap kolon ve çatıları bulunan Kastamonu Mahmutbey, Beyşehir-Eşrefoğlu ve Afyon Ulu Camileri özel bir bakıma sahip olmaksızın neredeyse 700 yıldır ayakta durmaktadır (Günay, 2007).

1.6.3 Ahşap Karkas Yapıların Ormanlara Etkisi

Dünyada ahşabı inşaat sektöründe kullanan ülkelerde ormanların küçülmediği, tersine; bilimsel bir yaklaşım ve bilinçli bir koruma anlayışı ile hızla büyümekte olduğu kanıtlanmıştır. Amerika'da ormanların her yıl kesilen miktarının % 23'ü kadar büyümekte olduğu, yani kesilen her 100 ağaca karşı 123 ağaç yetiştiği bildirilmiştir. Ahşabın en çok kullanıldığı ABD ve İskandinavya gibi ülkelerde orman alanları, ahşabın az kullanıldığı ülkelerin aksine, büyüyor. Ahşap kullanımını teşvik, orman alanının büyümesini de teşvik ediyor. İşte, bilinçli yaklaşım ve koruma önlemleri ile yıllarca Uzak Doğu'nun tomruk ihtiyacını bile karşılayan Amerika'nın ormanları her yıl büyümektedir. Yapı sektöründe ahşabı kullanan tüm ülkelerde bu böyledir. Bu yüzden "Green Peace" örgütü yapıda ahşap kullanımını destekliyor. Artık ormanların ancak "tüketim bilincine sahip" kullanıcılar tarafından gerçekten korunabileceği anlaşılmıştır. Yeni dikilen ağaçların, havanın karbondioksitini yaşlı ağaçlara göre çok daha hızlı filtre ettiği, bilinmektedir. Ahşap karkas

yapı sistemi ahşabın yeniden, hızla ve daha fazla üretilebilir tek doğal kaynak olması nedeniyle de bu malzemeyi tercih etmektedir (Günay, 2007).

1.7 Ahşap Yapıların Performansını Etkileyen Faktörler

Ahşap yapıların sürdürülebilir olması için ahşap yapıyı oluşturan ahşap yapı malzemeleri ve elemanlarının uzun ömürlü olması gerekir. Sürdürülebilir bir çevre açısından yapı malzeme ve elemanlarının sebep olduğu çevresel ve ekonomik etkileri azaltmak ve malzemelerin daha uzun dönem kullanılmasını sağlamak amacıyla son yıllarda hizmet ömrü tahmini ve değerlendirme metodolojileri üzerinde çalışmalar yürütülmektedir. ISO 15686-1 standardına göre, hizmet ömrü, yapımdan itibaren bina veya bileşenlerinin performans gereksinimlerini karşıladığı süre olarak tanımlanmaktadır. ISO 15686-1 standardında, yapıların hizmet ömrünü etkileyebilecek olası etkenler faktör metoduna göre belirtilmiştir. Buna bağlı olarak ahşap yapıların dayanıklılığı ve hizmet ömrü, yapıyı oluşturan ağaç malzeme ve yapı elemanlarının karakteristikleri, tasarım ve uygulama (işçilik) düzeyi, maruz kalınan çevre koşulları, bakım ve kullanım şartları gibi faktörlere bağlıdır (ISO 15686-1, 2001).

1.8 Ahşap Yapıyı Etkileyen İç ve Dış Etmenler

1.8.1 İklimsel Etmenler

Çatı, dış duvarlar ve çıkıntılar gibi dış ortam koşullarında bulunan ahşap yapı elemanları iklimsel, kimyasal, mekanik ve kullanıcı etkileri nedeniyle bozulmaktadır. Güneş, kar, yağmur ve rüzgar gibi iklimsel faktörler, ahşabın birleşim yerlerinin açılmasına, gevşek parçacıkların yüzeyden kopmasına ve ahşabın kötü görünümüne neden olan yüzeydeki çatlaklara, renk değişimine, çukurlara, doku kalkmasına ve burulmaya yol açar. Havanın sıcaklığı, enerjinin malzeme tarafından emilip çevrede ısı artmasına sebep olarak malzemede büzülme yol açar. Isıl genişleme, kalıcı ve geçici olarak malzemede eğilme ve dönmelere neden olur, malzemenin bağlayıcılığını bozar. Ani sıcaklık değişimleri malzemede çatlak ve kırılmalara yol açar (Günay, 2002).

1.8.2 Biyolojik Etmenler

Biyolojik etmenler, dış, iç veya zemin ile ilişkili yapı elemanlarının tümünde, ahşabı besin maddesi olarak kullanan ve onu çürüterek, bozarak kendi gelişimleri için kullanan organizmalardır (Şimşek, 2003). Kurt ve böcekler, bakteriler ve mantarlar ahşabın yapısında bulunan selüloz ve ligninden beslenirler ve zamanla ahşabı ayrıştırarak kesitinin zayıflamasına ve parçalanmasına neden olurlar (Eriç, 1978).

1.8.3 Mekanik Etmenler

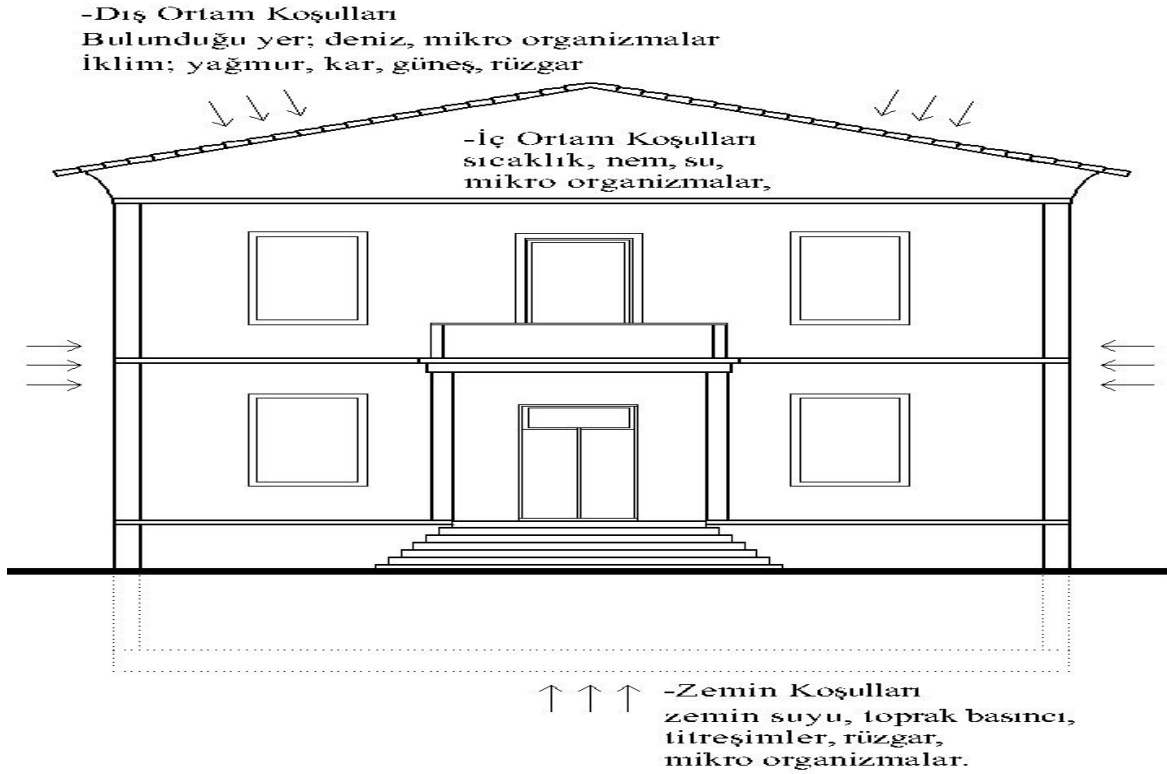
Mekanik etmenler, TS 344 ahşap koruma genel standardına göre basınç, sürtünme, aşınma, çarpma gibi etkenler nedeniyle oluşan zararlardır. Mekanik tehlikelerin olduğu yerlerde iyi ahşap cins ve türü seçilmelidir (TS 344, 1982). Statik direnç, düzenli bir şekilde belirli bir hızla yapılan yüklemelerdir ve özellikle yapıda taşıyıcı olarak kullanılan ahşap için önemlidir. Dinamik eğilme direnci ise, ani yapılan dinamik yüklemeler karşısında ağaç malzemenin statik direncine oranla daha az direnç gösterdiği ve daha çabuk kırıldığı belirlenmiştir. Sürekli yüklemelere karşı direnç ise ağaç malzemedeki sürekli yüklemelere karşı zamanla artan şekil değiştirmeleri olmuş, belirli bir zaman sonra da kopmanın meydana geldiği tespit edilmiştir (Şimşek, 2003). Ayrıca, yapıda kullanıcıların da zaman içerisinde malzemelerde mekanik etkilere yol açarak kırılmalara ve yarıklara sebep olabildikleri gözlenmiştir (Günay, 2002).

1.8.4 Fiziksel Etmenler

Sıcaklık ve nem ahşabı etkileyen başlıca etmenlerdir. Sıcaklık, odunun yanarak tahrip olmasına sebep olur (Şimşek, 2003). Farklı ortam sıcaklıkları, ısıl genleşme ve büzülme yaratarak malzemedeki eğilme ve dönmelere, malzemenin bağlayıcı özelliğini yitirmesine neden olur. Ayrıca, rüzgâr, titreşim gibi fiziksel etmenler, zemin ile ilişkili yapı elemanlarında taşıyıcılığı ve dayanıklılığı etkiler (Günay, 2002).

Su ve nem ise mikro organizmalar için uygun koşulların oluşmasını sağladığı gibi elemanların bükülme ve eğilmelerine de neden olur (Günay, 2002). Nem, ağaç malzemedeki hem şişme ve çekme gibi deformasyonlara hem de mantarların yaşaması için uygun

ortamın oluşmasına yol açar. Kesit küçülterek veya ahşabın mümkün olduğunca teğet kullanılmaması sağlanarak bu bozulmaya karşı önlem alınabilir (Şimşek, 2003).



Şekil 7: Ahşap yapıyı etkileyen iç ve dış etkenler (Şimşek, 2003).

1.9 Ahşap Yapılarda Restorasyon Teknikleri ve Önemi

Bir sanat yapıtını ya da insanlık tarihine tanıklık eden herhangi bir nesneyi korumak ve gereğinde, olabildiğince ilk durumuna getirmek amacıyla, bu nesneyi sağlamlaştırmaya ve çürüme sürecini durdurmaya yönelik işlemlerin tümüne restorasyon denir (Uysal, 2005).

Geleneksel tarihi yapılar, tarih ve medeniyetlerin canlı tanıklarıdır. Kültürel, mistik ve folklorik özelliklerinden dolayı bu yapıtların varlığı insanlar için büyük önem taşımaktadır. Uygun teknik ve koruma yöntemleriyle ahşap yapı elemanlarının ömrünü uzatmak mümkündür. Bu restorasyon çalışmalarının istenilen nitelikte olabilmesi için yeterli miktarda araştırma yapılmalı ve bilimsel bir yaklaşımla restorasyon yapılmalıdır (Günay vd., 2002; Uysal vd., 2005).

1.9.1 Sağlamlştırma

Geleneksel Türk mimarisinde yapı elamanı ve iç mekân donatım elemanı olarak yoğun kullanımı olan ağaç malzemeler değişik nedenlerle çürümekte, mantar ve böceklerin etkisi ile mukavemetleri azalmaktadır. Ahşap yapı elemanlarında görülen bu bozuklukların giderilerek sağlamlştırılması amacıyla değişik kimyasallarla mantar ve böceklerin etkisini kaldırarak yeniden üst düzey işlemlerinin yapılması gerekir (Uysal, 2005).

1.9.2 Bütünleme

Bir bölümü hasar görmüş ya da yok olmuş ahşap eserlerin ilk tasarımdaki bütünlüğe kavuşturacak biçimde geleneksel ya da çağdaş malzeme kullanarak tamamlama işlemi bütünleme denilmektedir. Bütünlemeyi yönlendiren etmenler estetik, işlevsel yada strüktürel denge kaygıları olabilir. Kullanım süreci içinde fiziksel ve işlevsel nedenlerle eskimenin oluştuğu ve taşıma gücünün yetersiz hale geldiği elemanların veya taşıyıcı sistem bütünüünün onarım ve takviyesi mümkündür (Uysal, 2005).

1.9.3 Yenileme

Bir eserin yenilenmesi, görünümünün ve yapısının, zevk ve ihtiyaçlarımız doğrultusunda değiştirilip düzenlenmesi anlamına gelir. Restorasyon işleminin aksine, yenileme işleminde biçimsel veya malzemelerle ilgili kısıtlamalar yoktur. Projenin kapsamı sadece beceriler ve hayal gücüyle sınırlıdır (Miró et al, 2006).

1.10 Mudurnu İlçesi

1.10.1 Kentin Tarihsel ve Mekânsal Gelişimi

Tarih kaynaklarında kentin ilk yerleşim bölgesi olarak Hisar tepe gösterilmektedir. Anadolu'daki her bölge gibi Mudurnu bölgesi de çeşitli akınların ve işgallerin sonucunda tarih boyunca birçok uygarlığın hâkimiyeti altına girmiştir. Bolu-Mudurnu Bölgesi'nde, bilinen tarihte ilk olarak Yasefiler (Proto-Hititler) ve Hititler tarafından yerleşime geçilmiş, ardından bölge bir dönem Frig hâkimiyetine girmiş, Bitinyenlerin işgal ettiği dönemde bölgeye Bitinya adı verilmiştir. Ardından yeniden Frig hakimiyeti başlamış, Kimmerlerin

istilası sona erince, bölge Lidya devleti topraklarında kalmıştır. Bir dönem Pers egemenliği altına girdikten sonra Büyük İskender'in Anadolu'yu ele geçirmesi sonucu bu imparatorluğa bağlı bir satraplık haline gelmiştir. İskender'in ölümünden sonraki karışıklığın ardından Roma İmparatorluğu'na bağlanan bölge, imparatorluğun bölünmesinden sonra Bizans sınırlarında kalmıştır. Bu dönemde Komopolis olan ilçenin adı, Bizans'ın Bursa tekfurunun kızının adına yaptırdığı kale ile Modrenea olarak değişmiştir. Daha sonraları Moderna, Mondorlu, Mudurlu, Modra, Modrena, Meterani, Metrani ve Mela gibi değişik isimlerle adlandırılan yerleşimin adı son olarak Mudurnu haline gelmiştir (Özbay, 2000). İlçe sınırları içerisinde, arkeolojik dönemlere ait Mudurnu-Babas Kaplıcaları yakınındaki Gavur Evleri mevki, Seben-Muşlar Köyü vadisi, Seben-Çeltik deresi vadisi civarında Frig kaya mezarları, oyma kaya evleri ve kitabeler ve tarih kaynaklarında M.Ö. 333'te Makedonya İmparatoru Büyük İskender'in Bitinya'ya geçerken konakladığı belirtilen Sarot Kaplıcaları civarında bulunan kalıntılar ile Uzunçam, Çetimveren, Gebem ve Kösem köylerinde bulunan buluntular Mudurnu bölgesinin tarihsel gelişimine ışık tutan eserlerdir. Bunların dışında kent merkezinde bulunan ve Bizans döneminden kalan kale kalıntıları bulunmaktadır (Doğulu vd., 1993; Erkut vd., 1987).

Anadolu'da Bizans hâkimiyetinin Türk boylarının akınları sonucu zayıflaması sonrasında yerel feodal beyliklerin hâkimiyetine giren bölge, Türk yerleşimlerinin giderek artması sonrasında Selçuklulara bağlanmıştır (Doğulu, 1993). Kısa bir süre Çobanoğlu Beyliği içerisinde kalan, ardından I. Haçlı Seferi sonrası Bizanslıların geri aldığı bu bölgede son olarak Osmanlı hâkimiyeti başlamıştır. Bu dönemde Bağdat Yolu üzerinde yer alması ve İstanbul'a yakınlığı nedeniyle coğrafi konumu açısından önemli olan bölge, ticari hareketliliği ve zenginliği açısından olan önemi nedeniyle ilk defa 1307'de Osmanlı topraklarına katılmış, 1332'de Orhan Gazi'nin oğlu Süleyman Bey tarafından tamamen alınarak bir sancak beyliği haline getirilmiştir (Erkut, 1987). Mudurnu İlçesi de uzun bir süre Bolu sancağına bağlı kalmış, 1865'te ise Bolu Mutasarrıflığı'na bağlı bir kaza olarak Kastamonu Vilayeti'ne bağlanmıştır (Doğulu, 1993). Kurtuluş Savaşı sırasında Milli Mücadelede önemli etkinliklerde bulunan Mudurnu, Cumhuriyetin ilanının ardından yeniden kurulan Bolu iline bağlanmıştır.

Osmanlı döneminin tasvir edildiği, ünlü seyyahların geçişleri sırasında verdiği bilgilere dayanan kaynaklardan öğrenilebildiği kadarıyla hayvancılık ve tarımın önde gelen geçim kaynakları olduğu Mudurnu ilçesi iğne üretimi ile de bölgesinde öne çıkmıştır. Evliya

Çelebi Seyahatnamesi'nde Mudurnu'da üretilen ürünlerin Hindistan'a kadar gönderildiğinden bahsedilmektedir. Ayrıca yine Evliya Çelebi bölgede yapılan ahşap ticaretinden bahseder (Erkut, 1987). Çevresinin fiziksel yapısı nedeniyle ormancılık tarih boyunca ilçenin önemli geçim kaynaklarından biri haline gelmiştir. Nitekim IV. Murat döneminde kerestesi bu bölgeden karşılanmak üzere Bartın ve Ereğli'de 7 adet kalyon yaptırılmasına dair bir ferman çıkarılmıştır (Özbay, 2000). Osmanlı döneminde inşa edilmiş olan anıtsal yapılar kent tarihine ilişkin önemli yapıtlardır. Osmanlı İmparatorluğu'nun şehzade şehirlerinden biri olan Bolu'ya bağlı olması münasebetiyle, Bolu'nun merkezi gibi Mudurnu'da da çeşitli imar faaliyetlerinde bulunulmuştur. Özellikle Yıldırım Bayezid'in yaptırdığı külliyenin günümüze kadar ayakta kalmış olan yapıları önemlidir. Ayrıca bölgede bulunan Nallıhan, Çayırhan, Beypazarı gibi ticari isimli ve Ankara-İstanbul, Ankara-Bursa ticaret yolu üzerinde bulunan ilçelerle aynı bölgede yer alması nedeniyle ticari açıdan önemli olan ilçe, yakınında bulunan Taraklı ve Göynük gibi ilçelerle birlikte İstanbul'un doğu ile bağlantısını sağlayan menzil (ordu) yolu (Acun, 1996) yakınındaki merkezlerden biri olarak da önemli bir konuma sahiptir.



Şekil 8: 1940'larda Mudurnu'nun genel görünümü [Mudurnu Belediyesi arşivi, 2006].

1.10.2 Mudurnu Kent Dokusu ve Özellikleri

Mudurnu ilçesinin topografik özellikleri kent dokusunun oluşumunda ve gelişmesinde önemli rol oynamıştır. Mudurnu çayı boyunca devam eden vadi içerisinde sıkışık bir alanda yer alan ilçe merkezi, sarp yamaçların engellemeleri sonucu kuzey-güney doğrultusu boyunca lineer bir gelişme göstermek mecburiyetinde kalmıştır. Bu vadinin Bolu'ya doğru olan bölümünde arazi şartlarının daha elverişli olması nedeniyle günümüzde bu yöne doğru bir gelişim görülmektedir. Kent merkezi fazla bozulmaya uğramamış yapısı ile klasik bir Osmanlı kenti havasındadır. Ankara Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Kurulu'nun 26.12.1995 tarih ve 4421 kararıyla uygun bulunan Mudurnu Koruma Amaçlı İmar Planı'na göre 215 adet sivil ve dini mimarlık örneği yapı, 5 adet cephesi korunacak yapı, 138 adette planla korunması gereken yapı mevcuttur. İlçe girişindeki Müftülük binasından itibaren tüm ilçe sit alanı olarak ilan edilmiştir. Yıldırım Bayezid zamanında inşa edilen ticari merkezin devamı niteliğindeki geleneksel ticari merkez, gridal bir yapı sergileyen, bir ila üç kat arasında değişen birbirine bitişik yapılardan oluşmaktadır ve 1906 yılında meydana gelen bir yangın sonucu günümüzdeki yapısı oluşmuştur. Bu merkez, çevresinde bulunan anıtsal yapılar ve meydanlar ile halen ticari faaliyetlerin merkezi konumundadır. Fazla bir değişim görülmeyen çeşitli tarzlarda inşa edilmiş bu yapıların arasında dağınık bir şekilde idari ve ticari amaçlı olarak kullanılan yeni yapılar da mevcuttur. İlçenin cumartesi günü yapılan pazarının düzenlendiği alana yakın olan bu bölge, özellikle pazarın açıldığı günlerde çok hareketlenmektedir.



Şekil 9: Mudurnu'nun genel görünümü [Mudurnu Belediyesi arşivi, 2004].

Kent merkezinde bulunan geleneksel konutlardaki belirgin özellikler, birkaç örnek dışında, Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki diğer kentlerde bulunan örneklerle benzerlik göstermektedir. Düzenli bir pencere yerleşimi, cepheye hareketlilik katan etkili çıkmalar, topografyanın gerektirdiği yerlerde sokağın oluşumuna göre testere çıkmalar, alaturka kiremitle kaplı kırma çatılar, çıkmaların üzerinde üçgen alınlıklar hemen hemen her evde göze çarpmaktadır. Evlerin cephelerine zenginlik katmak amacıyla ahşap işçiliği ile yapılmış kapı, pencere ve alın süslemeleri ile balkon yaşmakları, korkuluklar ve çatı saçaklarının birçok değişik şekline rastlanmaktadır. Keyvanlar, Haytalar, Armutçular, Hacı Abdullahlar ve Kazanlar konakları önemli örnekler olarak sayılabilir. Genelde Zemin+1 veya 2 katlı olarak inşa edilen konutların bazılarında bir ara kat, bazılarında ise cihannüma katı bulunmaktadır. Çoğunlukla zemin katları kerpiç veya taştan yığma olan yapıların üst katları ahşap çatkı arası kerpiç, taş veya hımış (dizeme) dolgulu veya ahşap kaplamalı olarak yapılmış, ahşap kaplamalı olarak inşa edilen örnekler dışında, çoğu sıvanarak çeşitli renklerle boyanmıştır. Çok sık olmamakla birlikte tamamı yığma olarak inşa edilmiş birkaç

örnek de bulunmaktadır. Organik bir doku oluşturacak şekilde inşa edilmiş olan konut bölgesi, çarşı bölgesinde bulunan ve geçirdiği yangın sonrası yeniden inşa edilmesi sırasında geleneksel dokudan farklı bir şekilde gridal bir yapı sergileyecek şekilde oluşturulan tarihi ticari merkeze tezat bir görünüm sergilemektedir. Kentin doğusundaki yamaç üzerinde yer alan, 3x3m boyutlarında kare prizma gövdeli, kim tarafından yaptırıldığı tam olarak belli olmayan ve Mudurnu Kalesi'nin batı yamacında yer alan Saat Kulesi, geçirdiği yangın nedeniyle 1960'lı yıllarda yenilenmiş olmasına rağmen halen önemlidir (Acun, 1994).

1.10.3 Mudurnu Kenti Mekânsal Yapısı

Mudurnu, Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde yer alan Bolu İli'ne bağlı bir ilçedir. İlçe 40°19' - 40°39' kuzey enlemleri ile 30°50' - 31°30' doğu boylamları arasında yer alır. İlçe merkezi Bolu'dan 50 km güney batıda Hisar ve Kulaklı tepelerinin arasında kalan vadi içerisinde kurulmuştur. Kuzeyinde Düzce ili, kuzeybatısında Hendek ilçesi, kuzeydoğusunda Bolu ili, doğusunda Seben ilçesi, güneyinde Nallıhan ilçesi, batısında Göynük ve Akyazı bulunmaktadır. İlçe merkezinin deniz seviyesinden yüksekliği 840 m dir. Yüzölçümü 1349 km² dir (Kurt, 1994).

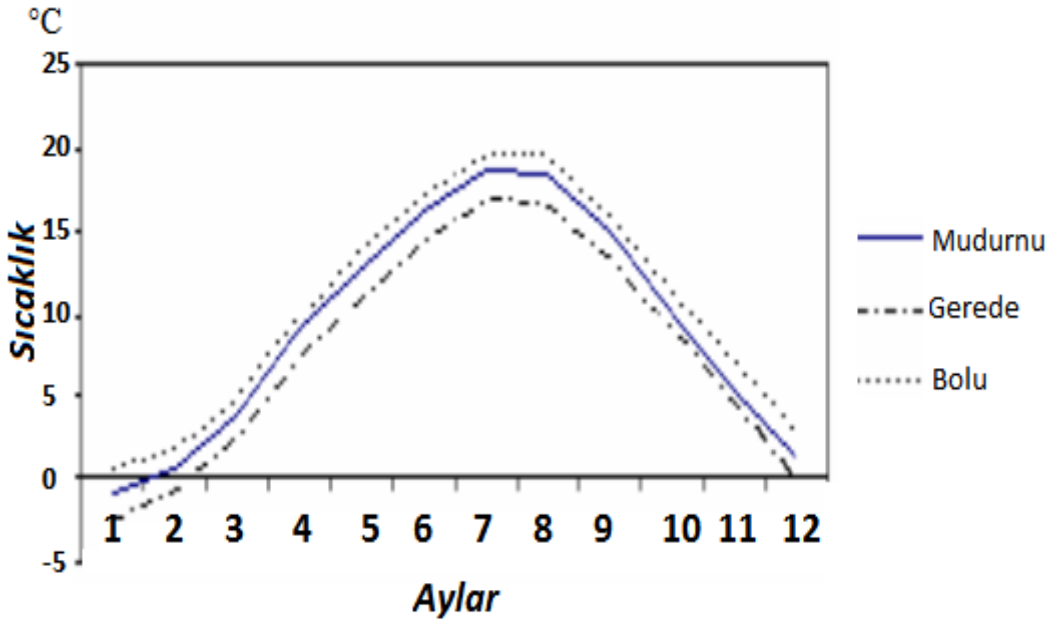


Şekil 10: Mudurnu'nun Türkiye ve bölge içindeki konumu.

1.10.4 İklim ve Bitki Örtüsü

Mudurnu'da ortalama sıcaklıklar, yaz ve kış ortalamaları mevsimler arasındaki ve günlük sıcaklık farkları yönünden, diğer İç Anadolu merkezleri ile farklılık gösterir. Mevsimler arasındaki ısı farkları komşularına nazaran daha fazladır. Yaz günlerinin ortalama sayısı çevresindeki merkezlere göre daha kısadır. Kuzeybatıdan ve kuzeyden esen rüzgârlar Mudurnu ve civarında yağış getirirler. İlkbaharda esen lodos rüzgârı ise kısa zamanda karları eritir. Mudurnu çayının ani olarak taşmasına sebep olur (Kurt, 1994).

Mudurnu'da deniz iklimi ile İç Anadolu iklimi arasında bir geçiş görülür ancak İç Anadolu iklimi hakimdir. Yazlar ılık, kışlar ise oldukça soğuktur. Kış ve ilkbahar ayları yağış aylarıdır. Sıcaklık ortalama 9,3 °C, nispi nem oranı % 68, yıllık yağış ortalaması 570 mm'dir (Bolu İl Meteoroloji Müdürlüğü, 2008).



Şekil 11: Bolu, Mudurnu ve Gerede'nin Meteoroloji istasyonlarına ait ortalama sıcaklık grafiği (Bolu İl Meteoroloji Müdürlüğü, 2008).

İlçe ormanlarında hem geniş yapraklı hem de iğne yapraklı ağaçlar bulunur. İğne yapraklı ağaçlar dağlara doğru yükseldikçe geniş yaprakların yerini alır (Kurt, 1994).

Mudurnu ilçesinde dağlar ormanlarla kaplıdır. Ormanlarda en çok görülen ağaç türleri çam, kayın, gürgen ve meşedir. Ardıç dağı eteklerinde doğan Mudurnu suyu Sakarya'ya karışır. Abant dağlarında Abant gölü yurdumuzun en güzel yerlerindedir. Abant dağlarında başka gölcüklerde vardır. Bunlardan Karamurat gölü ve Kaz gölü sayılabilir (Konuk, 1965).

Mudurnu Osmanlılar devrinde çevre kasabalarını etkileyecek kadar büyük ve geniş bir ekonomik güce sahip olduğundan oldukça kalabalık bir nüfus toplamış, ancak sonraları diğer yörelerin sanayileşmesi ile topladığı nüfus yavaş yavaş çevreye dağılmaya başlamıştır. 1927 de yapılan sayımda ilçe merkezinin nüfusu 2945 kişidir (Kurt, 1994). 1997'de 5.291 olan nüfus 2000'de 5.955 olmuştur. 2007'de şehir merkezi 4.856 kişi olarak belirlenmiştir. Mudurnu'nun ekonomik canlılığı özellikle Osmanlı döneminde oldukça fazladır. Tüm Anadolu'nun ihtiyacını karşılayan iğne imalatı kentin ekonomisinde önemli bir yer tutmuştur. Osmanlılar döneminde kalabalık bir nüfusa (30.430) sahip olan kent sürekli göç vererek nüfus kaybına uğramıştır. Bununla birlikte kentin sanayileşmemesi ve nüfusun yoğun olmaması bu nedenlerle oluşabilecek zararlardan kenti korumuştur (Türkiye Nüfus İdaresi Genel Müdürlüğü, 2008).

1.10.5 Mudurnu Geleneksel Konut Mimarisi

İnsanlar tarih boyunca yaşadığı çevreyi ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde düzenlemiştir. Toplumların etnik ve kültürel farklılıkları mimariye yansımıştır. Bölgelerin coğrafi yapısı, topografya, inşaat yapım teknikleri, yaşam tarzları, maddi yaşam koşulları ve bunların dönüşümüne bağlı kalınarak mimari yapıların kimliği oluşmuştur (Algan, 2009).

Sivil mimarinin tipik örneklerini korumuş ve günümüze taşımış Mudurnu Osmanlı Mimarisinin güzel örneklerini barındırmaktadır. Kentte tarihi özellik taşıyan 162 konut ve işyeri 1991 yılında Kültür Bakanlığı ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu kararıyla koruma altına alınmıştır (Şekil 12 ve 13) (Mudurnulular Derneği, 2009).



Şekil 12: Mudurnu ilçesi geleneksel konut mimarisinden bir görünüm (Mudurnulular Derneği, 2009).



Şekil 13: Mudurnu ilçesi geleneksel konut mimarisinden diğer bir görünüm (Mudurnulular Derneği, 2009).

Vadilerin yamaçlarına ve eteklerine kurulmuş olan kentte, konutların parsel içindeki konumunu ve mimari karakterlerini topografya, manzara ve iklim belirlemektedir (Öztürk, 2007).

Yapılar büyüklük, malzeme ve bahçeli olmaları dolayısıyla kentin genelinde birbirlerine benzerlikler göstermekte ve kent dokusunda bütünlüğü sağlamaktadırlar. Konutlara taş duvarlar ve ahşap korkuluklarla çevrili bahçelerden girilmektedir. Yapılar ön cephelerini manzaraya yani vadi ortasında akan dereye ve karşılarındaki yamaca karşı tasarlanmıştır.

Konutların kat yükseklikleri topografyaya, katların kullanım amacına, yapılış dönemlerine ve konut sahibinin ekonomik durumuna göre değişik ölçülerde uygulanmıştır. Genelde Zemin, 1 ve 2 katlı olarak inşa edilen konutların bazılarında bir ara kat, bazılarında ise cihannüma katı bulunmaktadır. Çoğunlukla zemin katları kerpiç veya taştan yığma olan yapıların üst katları ahşap çatki arası kerpiç, taş dolgulu veya ahşap kaplamalı olarak yapılmıştır. Ahşap kaplamalı olarak inşa edilen örnekler dışında, çoğu sıvanarak çeşitli renklerde boyanmıştır (Öztürk, 2007). “Esas yaşam katı”, eğer orta kat yok ise gündelik hayatın geçtiği ve konukların ağırlandığı kattır. Bu katta bulunan sofa, yazlık, kışlık odalar, merdiven, tuvalet ve lavabo mekânları ile bazen mutfak bölümleri, planda önemlerine göre manzara, yol ve bahçeye göre konumlanmıştır (Babalı, 2007).

Geleneksel konutların bütün genel özelliklerini manzara cephesi olarak görülen ve çoğu zamanda giriş cephesi olan ön cepheler taşır. Manzara cephelerinin etkin unsurları; plan düzeninin oluşmasında da etkili olan sofa ile odalardır. Özellikle sofalar genellikle yapının orta kısmında, manzara cephesine dik olarak uzandıklarından, bu durum manzara cephelerine de yansır ve sofalar, bazen pencere biçimli bazen de balkon veya kapalı çıkmalarla cephede yer almaktadırlar. Sofanın iki yanında olan odalar çıkmalı ya da çıkmazsız olarak cepheyi tanımlarlar (Babalı, 2007).

Mudurnu evlerinde en yaygın pencere tipi dikdörtgen ve düşey sürme (giyotin) pencere tipidir. 1/2'si üstte, 1/2'si altta kalacak şekilde ortadan bölünmüş olan pencerelerin enleri 60-80 cm, yükseklikleri ise 105-175 cm arasında değişmektedir. Çıkmaların yan pencereleri ise daha dar olup, yükseklikleri aynıdır (Babalı, 2007). Tüm pencerelerin etrafına, her katta farklı şekillerde olmak üzere süslemeler yapılmıştır.

Çatılar genellikle dört yöne yaklaşık % 50 eğimli kırma çatılardır. Çatılar alaturka kiremit ile örtülüdür. Yağışların fazlalığı çatıların uzun saçaklı yapılmalarını zorunlu kılmaktadır. Ahşap merteklerle taşınan saçakların altları ahşap ile kaplı olup kenarlarında ahşaptan yapılmış süsleme elemanları bulunmaktadır.

1.10.6 Mudurnu'da Tarihi Eserler

İlçe merkezinde Yıldırım Beyazıt cami ve hamam ile Kanuni Sultan Süleyman cami görülmeye değer özelliktedir. Armutçular Konağı ise son Osmanlı dönemi yapılarından olup, özellikle iç dekorasyonunu bütünleyen işlemler ile tahta oymacılık sanatının tüm özelliklerini bünyesinde toplamaktadır (Kurt, 1994).

1.10.7 Mudurnu'da Koruma

Mudurnu, kentin kuzey girişinden başlayan ve doğrusal bir biçimde kent boyunca devam eden geniş bir kentsel sit alanına sahiptir. Ankara Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Kurulu'nun 15.1.1991 gün ve 1609 sayılı kararı ile 171 adet yapı "Korunması Gerekli Kültür Varlığı" olarak tescil edilmiş, aynı kurulun 16.10.1995 gün ve 4219 sayılı kararıyla 215 adet sivil mimarlık örneği yapı, 5 adet cephesi korunacak yapı, 138 adet de planla korunması gereken yapı haline gelmiştir. 26.12.1995 gün ve 4421 sayılı Ankara Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Kurulu'nun kararıyla onanan Koruma Amaçlı İmar Planı Uygulama Esasları ve Hükümleri'ne göre imar uygulamaları yapılmaktadır (Mudurnu Belediyesi, 1995).

Ankara Koruma Kurulu'nun 2.8.2002 gün ve 8104 sayılı kararı ile 16'sı tescilli olmak üzere 26 yapıya, 16.5.2003 gün 8571 sayılı kararı ile 37'si tescilli olmak üzere 55 yapıya bakım/basit onarım kapsamında onarım izni verilmiştir. Bunların dışında, başka Kurul kararlarıyla Hızırfakı Mahallesi'nde bulunan ve Mudurnu Belediyesi tarafından hazırlatılan 17 adet yapıyı kapsayan "Sokak Sağlıklılaştırma Projesi" Ankara Koruma Kurulu'na uygun bulunmuş; bu proje ve uygulaması için gerekli maddi olanak Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından sağlanmıştır. 10 adet tescilli yapıyı kapsayan bu projenin uygulaması tamamlanmış ve yapıların basit onarım kapsamında onarımları yapılarak sokak görünümü tamamen yenilenmiştir (Mudurnu Belediyesi, 1995).

Mudurnu, koruma amaçlı imar planı doğrultusunda kentsel gelişimini sürdürürken aynı zamanda çeşitli destekler ve bireysel yatırımlar sayesinde mevcut kültürel değerlerini yeniden kullanılabilir hale getirerek turizme yönelik atılım yapma yolunda adımlar atmaya başlamıştır. Yapılan çalışmalar ve uygulamalar sonucunda turizm potansiyelinin artmaya başlamasının getirdiği isteklilikle, koruma ve onarım konusunda hassasiyet gelişmiş; tarihi dokunun korunması konusunda halkın duyarlılığı artmıştır (Öztürk, 2007).

Mudurnu İlçesi'nde Kentsel Sit Alanı içerisindeki tescilli binaların tamamının en azından bakım/basit onarım kapsamında elden geçirilmesi gerekmektedir. Halen fiziksel açıdan çok kötü durumda olan sayısız tescilli yapı vardır. Ayrıca maddi imkânsızlıklar nedeniyle ilçenin en önemli iki sivil mimarlık örneğinde herhangi bir uygulama yapılamamaktadır. Bunlardan Haytalar Konağı'nın projesi çizilmiş ancak onarım maliyeti çok yüksek olduğu için uygulamaya başlanamamış, Armutçular Konağı'nın yüksek maliyetli olan projesi için para bile bulunamamıştır. Bu iki yapının restore edilerek kullanıma açılması, ilçedeki koruma uygulamalarının en önemli adımı olacaktır. Ancak böylesi büyük yatırımlar için imkânları yüksek olan büyük firmaların katkıda bulunması gerekmektedir (Öztürk, 2007). Armutçular Konağı'nın günümüze kadar ulaşan özgün bölümleri dışında, yapıya zaman içerisinde eklenmiş muhdes bölümler de bulunmaktadır. Bir yapıya farklı özellikler katan tarihi eklerin de tarihsel açıdan estetik ve mimari değerleri olduğu ve bir belge olarak kabul edildiği durumlar bulunmaktadır (Kuban, 2000).

1.11 Mudurnu Evlerinin Geleneksel Türk Evleri İçindeki Yeri ve Analizi

Mudurnu evlerinin genel yapısı incelendiğinde, çevresel faktörlerin son derece etkin olduğu bir dokunun oluştuğu dikkat çekmektedir. Yapım tekniği, plan ve cephe özellikleri ile malzeme kullanımı ve konumsal özellikleri açısından bakıldığında Mudurnu konut dokusunun Tüm Batı Karadeniz Bölgesi ve Bolu bütününde olan aynı özellikleri taşıdığı görülebilmektedir. Bu açıdan görülebilecek tek fark, belki de Mudurnu'nun tarihinde çok hareketli bir ticaret merkezi olmasının da getirdiği bir etki ile konutların genellikle büyük boyutlarda inşa edilmiş olmasıdır. Bunun örneği olarak gösterilebilecek üç veya daha fazla katta inşa edilmiş yapı adedi Mudurnu gibi yaklaşık 5 000 nüfuslu bir ilçe için oldukça fazladır. Örneğin yapım tekniği ve malzeme kullanımı açısından incelendiğinde yapıların tamamının bölge genelinde yapılan Türk ev tipine uygun biçimde zemin katı taş veya kerpiçten yığma veya ahşap çatkılı, üst katları ahşap karkas arası dolgulu inşa edildiği

görülmektedir. Bunun yanında yapıların çoğunda dolgu malzemesi olarak yine ahşap kullanıldığı da göz önüne alındığında bölgenin coğrafi özelliklerinin ve bölgede yapılan ormancılık faaliyetlerinin konutların inşasında ne kadar etkili oldukları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, yapıların bacaları haricinde genellikle tuğla kullanılmamış olması da pişmiş toprak malzemenin kullanım azlığı açısından bilgi vermektedir (Öztürk, 2007).

Mudurnu evlerinde cepheler çoğunlukla sıvalıdır. Bu, Mudurnu'nun iklimsel şartlarına bağlanabilir. Dolgu malzemesi olarak kullanılan kerpiç; doğada çok kolay bulunan toprak ve saman karışımının sıkıştırılmasından elde edilmektedir. Taş; zemin katı, kapı kemerleri, konsollar, ocak taşları, kapı önü binek taşı olarak kullanılmaktadır. Ahşap; yapı strüktürü ve iç mekân donatı elemanlarının oluşturulmasında en fazla kullanılan yapı malzemesidir. Özellikle çıkmaların, pencere boşluklarının ve çatı saçaklarının oluşturulmasında ahşabın önemli bir yeri vardır. Ayrıca iç ortamda nem kontrolünü iyileştiren ahşap çatki sisteminin uygulanmasına da elverişli bir malzeme olmasından dolayı yapıya esneklik kazandırmaktadır. Böylece büyüyen ailenin mekân ihtiyaçlarının karşılanmasında da yapım malzemesi olarak tercih sebebi olmuştur. “Meskenlerin ana çatkısını oluşturan ağaç malzeme, dikme, döşeme, tavan, dolap, kapı, pencere ve çatı iskeleti gibi birçok yerde kullanılır. Gökmar ağacı yük taşıyıcısı olarak genelde çatkıda kullanılır. Dikme taban ve kirişlerin yapımında da sağlamlığından dolayı karaçam tercih edilir. Gökmar olmazsa çatkıda karaçam da kullanılır. Döşeme, tavan, iç ve dış kapılar, kara kapaklar (pencere dışı), daraba (bahçe duvarı çiti),dolap kapıları gibi yerlerde sarıçam kullanılır (Öztürk, 2007).

1.11.1 Tarihi Mudurnu Evlerinden Armutçular Konağı

1.11.1.1 Yapının Konumu ve Genel Özellikleri

Armutçular Konağı, Bolu'nun Mudurnu İlçesi'nin büyük camii mahallesi'nde taşköprü sokak ile köprübaşı sokak arasında kalan adada yer almaktadır. Yapının kuzey yönünde yer alan yaklaşık 1,80 m enindeki ön bahçesi oldukça dardır ve önünden geçen ve yine oldukça dar olan Köprübaşı Sokak'a ahşap bir sokak kapısı ile açılmaktadır. Zemin + 2 katlı olarak inşa edilmiş olan yapının üzerinde haç planında cihannüma katı bulunmaktadır. Çift sofalı olarak inşa edilmiş olan yapı harem ve selamlık şeklinde ayrılmış iki bölümden

oluşmaktadır. Ayrıca, yapının her iki yanında çeşitli dönemlerde inşa edilmiş iki katlı ekler bulunmaktadır (Öztürk, 2007).



a)



b)

Şekil 14: Armutçular Konağı'nın kuzey yönünden görüntüleri a) Kuzeyden görünüm b) Kuzeydoğudan görünüm (Öztürk, 2007).

1.11.1.2 Plan elemanları

Ana yapıda 18 adet oda, 6 adet sofa, 4 adet wc ile 3 adet balkon ve ayrıca sirkülasyon mekânları (koridor ve merdiven boşlukları) vardır. Ek mekânlardan ana girişe göre batı yönündeki bölümde 2 adet oda, 1 adet mutfak, 1 adet betonarme olarak inşa edilmiş banyo, 1 adet wc, 1 adet depo ve 1 adet lavabo mekânı, doğu bölümde ise, 3 adet oda, 2 adet mutfak, 1 adet kiler bulunmaktadır. Ayrıca bir de yarı-açık depo vardır. Hem harem hem de selamlık bölümlerinde birer özgün ahşap merdiveni bulunan yapının ayrıca ana girişe göre batı yanına eklenmiş olan bölümünde üst kata ulaşmak amacıyla sonradan yapılmış bir ahşap merdiveni daha bulunmaktadır. Selamlık merdiveni olarak adlandırılabilir merdiven, imparator merdiveni adı verilen çift kollu modelde inşa edilirken, harem merdiveni cihannüma katına kadar ulaşımı sağlayacak şekilde dört kat boyunca yapılmıştır (Öztürk, 2007).



a)



b)

Şekil 15: Armutçular Konağı'nın harem bölümü merdiveni a) Korkuluklar, b) Basamaklar (Öztürk, 2007).

1.11.1.3 Taşıyıcı Sistem ve Taşıyıcı Elemanlar

Yapının zemin katının tamamı yığma taş, üst katları ise ahşap karkas sistemde inşa edilmiştir. Dıştan kısmen sıvalı ve boyalı olan zemin kat dış duvarları, yaklaşık 0,65 m kalınlıktadır ve içte kireç harcı sıvalı ve badanalıdır. Yine yığma taştan inşa edilen zemin kat iç duvarları da 0,65 m civarında bir kalınlığa sahiptir. Tamamı sıvalı ve badanalı olan bu taşıyıcı duvarlar dışında yapılan bölücü duvarlardan helâ duvarları dışındakiler sonradan ve tuğla kullanılarak yapılmıştır. 1. ve 2. kat ile cihannüma katı dış duvarları 0,25m kalınlığında ve dışta ahşap çatki üzerine ahşap kaplamalı ve sıvasız, içte ise bağdadi tekniği ile kireç harcı sıvalı ve boyalı olarak inşa edilmiştir. Yine 0,25 m kalınlığındaki iç duvarları, ahşap çatkılı ve bağdadi, kireç harcı sıvalı ve boyalıdır. Ana yapının dışında kalan ek bölümlerde ise taşıyıcı sistem inşa tarihine göre değişiklik göstermektedir (Öztürk, 2007).

Yapının üst katlarındaki ahşap döşemeler genel olarak ana taşıyıcı sistem üzerine oturan ahşap kirişler tarafından taşınırken, bu kirişlerin altında ahşap tavan kaplaması, üzerinde ise ahşap döşeme kaplaması bulunmaktadır. Sadece mutfak ve banyo mekânlarının bulunduğu bölümlerin betonarme olarak yapılmış olmaları nedeniyle, döşemeleri de betonarmedir ve üzerleri seramik ile kaplanmıştır. Yapıdaki eski ve yeni tüm merdivenler ahşap taşıyıcılı olup, yapının tüm bölümlerinin üzeri yine ahşap taşıyıcılı oturtma çatılarla örtülmektedir (Öztürk, 2007).

1.11.1.4 Mimari Elemanlar

Saçaklar

Ana yapının saçakları yaklaşık 0,50 m genişliğindedir. Ahşap merteklerle taşınan bu saçakların altları tahta ile kaplıdır ve kenarlarında ahşaptan yapılmış süsleme elemanları bulunmaktadır. Ek bölümlerde de saçak genişliği yaklaşık 0,35 m genişliğinde yapılmıştır. Yapının batı yönünde yapılan ek bölümün saçak altları tahta kaplıdır ancak doğu kısmındaki ek bölümlerin mertek ve kiremit altı tahtaları alttan açık durumdadır (Öztürk, 2007).

Çıkmalar

Ana yapıda sadece bir adet çıkma yer almaktadır. Balkon çıkma tipindeki bu çıkma, yapının kuzey cephesinin ortasında ve birinci katta bulunan ana giriş kapısının önündeki sahanlığın üstünü kapatacak şekilde yapılmıştır (Şekil 16). Ahşap profilli payandalar ve yuvarlak kesitli ahşap dikmelerle taşınan bu çıkma, üst katlardaki balkonları oluşturmaktadır (Öztürk, 2007).



Şekil 16: Ana yapıda yer alan giriş sahanlığı üstü çıkması (Öztürk, 2007).

Payandalar

Ana yapının kuzey cephesindeki balkon çıkmaları taşımak amacıyla yapılmış iki adet payanda bulunmaktadır. Profilli ve ahşaptan yapılmış bu payandalar, yapının önemli mimari elemanlarından (Şekil 17) (Öztürk, 2007).



Şekil 17: Ana yapıda yer alan payandanın yandan görünüşü (Öztürk, 2007).

1.11.1.5 Çatılar

Armutçular Konağı'nın tüm bölümlerinin üzeri ahşap taşıyıcılı kırma çatılarla kapatılmıştır. Cihannüma katının üzerindeki çift meyilli kırma çatının eğimi yaklaşık % 50 civarında olup, yanlarda bulunan tek meyilli bölümlerin eğimleri ise yaklaşık % 45'dir.

Eklenti olan bölümlerde ise, zaman içerisinde yapılan yeni eklenti bölümler nedeniyle oranlarda değişiklikler olduğundan, eğim değişiklikler göstermekle birlikte; genel olarak bu bölümlerde çatı eğimi % 35–40 arasındadır. Ana yapının çatısı Marsilya'dan getirilmiş olan orijinal Marsilya tipi kiremitlerle kaplıdır. Bu kiremitlerin çoğunun günümüzde sağlam durumda olması da yapının önemli özelliklerindedir. Eklenti bölümlerde ise yapımı sırasında Marsilya tipi kiremit kullanıldığı ancak bu kiremitlerin bozulması sonucu bazı bölümlerine oluklu saç levhalar yerleştirildiği anlaşılmaktadır. Armutçular Konağı'nın tamamında P.V.C. esaslı yağmur indirme boruları ve yine plastikten yapılmış yağmur olukları bulunmaktadır. Ancak ana yapıda kullanılan oluk ve boru sisteminde büyük deformasyonlar görülmektedir. Bu bölümde saçaklarda ve alın tahtalarında oluşmuş olan bozulmaların da etkisiyle yapıda yağmur ve kar suyundan kaynaklanan deformasyonlara birçok yerde rastlanmaktadır (Öztürk, 2007).

1.11.1.6 Malzeme Kullanımı

Taşıyıcı Elemanlarda Malzeme Kullanımı Armutçular Konağı'nda yığma, ahşap karkas ve betonarme olmak üzere üç çeşit taşıyıcı sistem bulunmaktadır (Öztürk, 2007).

Yığma sistem: Yapının zemin katının tamamı bu sistemle inşa edilmiştir. Ana yapıda ve doğu bölümdeki eklentide bulunan yığma taş duvarlar genellikle kaba yönü taştan, yaklaşık 0,65 m kalınlığında inşa edilmiş, kapı ve pencereler ile yapının köşelerinde düzgün kesme taş malzeme kullanılmıştır. Batı yönündeki eklenti mekânda da kaba yönü taş kullanılmıştır ve yaklaşık kalınlığı 0,65 m'dir (Öztürk, 2007).

Ahşap karkas sistem: Bu sistem yapının birinci kattan itibaren üst katlarının tamamında görülmektedir. Ana yapıda 0,25 m kalınlığında ahşap karkas duvar kullanılırken dıştan ahşapla kaplanan yapı içerden bağdadi sıvalıdır. Ek bölümlerde ise ahşap karkas sistemin arası ahşap kütüklerle doldurulmuştur. Bölgede dizeme dolgu adı verilen bu dolguların üzeri kireç harcı ile sıvalıdır ve duvarlar yaklaşık 0,15 m kalınlığındadır (Öztürk, 2007).

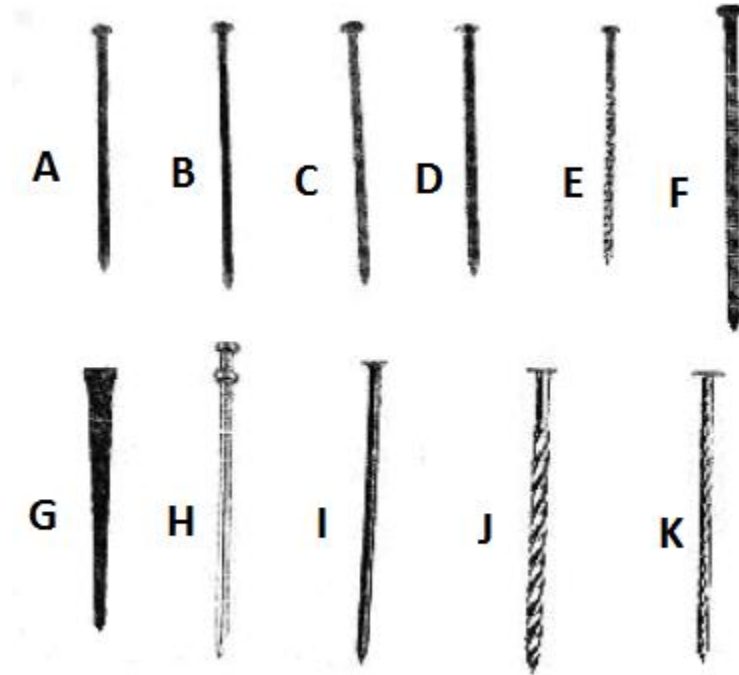
Betonarme sistem: Yapının doğu ve batısında birinci kat seviyesinde yapılan eklentiler bu sistemle inşa edilmişlerdir. Batı kısımdaki banyo mekânını taşıyan kolonların arası zemin katta boş bırakılırken, doğudaki mutfakın altında yer alan kolonların arası briketle doldurularak bir depo mekânı oluşturulmuştur (Öztürk, 2007).

1.12 Ahşap Yapılarda Bazı Bağlantı Elemanları

1.12.1 Çiviler

Çiviler, konstrüksiyonda çok yaygın olarak kullanılan mekanik bağlantı elemanlarıdır. Şekil 18’de değişik biçim ve boyutlarda çiviler görülmektedir (Faherty ve Williamson, 1989).

Adi tel çiviler ve sınırlama çiviler hala sık bir şekilde bağlantı elemanı olarak kullanılmaktadır. Bununla beraber birçok çivi tipi Şekil 18’de görüldüğü gibi kaplamalı yüzeyli ve değişik biçimde geliştirilmiştir (Faherty ve Williamson, 1989; Malkoçoğlu, 1989).



Şekil 18: Çivi tipleri. **A**-Adi tel çivi, **B**-Sandık çivi, **C**-Çinko kaplı, **D**-Çimento kaplı, **E**-Helisel yivli, **F**-Dairesel yivli, **G**-Kesik çivi, **H**-Çift başlı yapı çivisi, **I**-Kimyasal işlemlenmiş, **J**-Helisel yivli ve çentikli, **K**-Çentikli (Faherty ve Williamson, 1989).

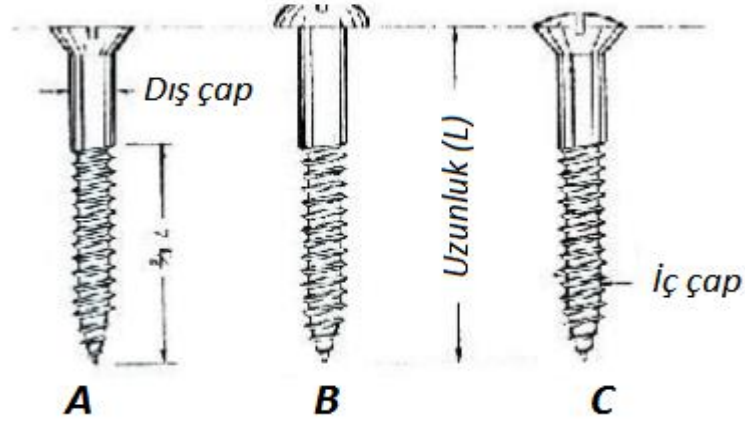
Çiviler, çelik, bakır, çinko, pirinç ve alüminyum alaşımlardan yapılırlar ve yapı malzemesine, yapısına ve kullanılma amacına göre; tel çiviler, cam çivileri, döşeme çivileri, u (çatal) çiviler ve özel çiviler adı altında çeşitlendirilirler (Doğanay, 1995; Malkoçoğlu, 1989).

1.12.2 Vidalar

Vidalar, belirli bir açı altında birbirini kesen helis yüzeylerin meydana getirdiği geometrik şekil olarak tanımlanabilir (Anon., 1994). Başka bir ifade ile ağaç malzemeleri sökülüp takılabilir durumda birbirine veya diğer bir malzemeye bağlamaya yarayan ve gövdesine vida dişi açılmış bulunan eleman olarak tanımlanmaktadır (Anon., 2001). Ayrıca, yüzeylere eşit adım ve aynı profilde açılan helis kanallara da vida denilmektedir (Küçük, 1990).

Ağaç vidaları; genellikle çelik, pirinç veya diğer metallere, alaşımlardan yapılır veya nikel, krom, kadmiyum gibi özel yüzey işlemleriyle kaplanır. Ağaç vidalar malzemelerine, tiplerine, yüzey işlemine, baş şekline ve çap veya gövdenin ölçü birimine göre sınıflandırılırlar. Ahşap bağlantı elemanları ayrıca, kılavuz vidaları da içerirler. Kılavuz vidalar gövde boyunca yivlere sahiptirler ve böylece belirli özel kullanımlar için bazı yararlar sağlayabilirler (Doğanay, 1995).

Mobilya ve doğrama endüstrilerinde kullanılan ağaç vidaların yaygın tipleri, düz, mercimek ve yuvarlak başlıdır. Düz başlı vida çoğunlukla düzgün yüzey istenildiğinde kullanılır. Mercimek başlı ve yuvarlak başlı vidalar dış görünüş için kullanılırlar ve yuvarlak başlı vidalar havşa yeri sakıncası olduğunda kullanılırlar. Yarık şekillerine göre düz ve yıldız yarıklı vidalar vardır (URL – 3, 2015). Bir vidada yivli kısmın uzunluğu yaklaşık olarak toplam vida uzunluğunun 2/3'üdür (Hoyle, 1972). Genel olarak vida; baş, boyun ve dişli kısım olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır (Anon., 2001). Şekil 19'da TS 61-1'e göre (Anon., 1994) ahşap vida kısımları ve baş şekillerine göre tipleri görülmektedir.



Şekil 19: Ağaç vidaların bölümleri ve baş şekillerine göre tipleri A-Düz başlı, B-Yuvarlak başlı, C-Oval başlı (Anon., 1994).

Ağaç vidaların birleştirme tasarımlarındaki genel işlevi çivilerle aynıdır. Fakat bazı önemli farklar vardır. Vidalar için kılavuz delikler delinmeli, vidalar döndürülerek vidalanmalı ve asla çekiç ile çakılmamalıdır. Vida yüzeyinin vaks veya sabun ile yağlanması vidalama işlemini kolaylaştırmakta ve izin verilebilen yük üzerinde çok az bir etkiye sahip olmaktadır. Özellikle yapı tasarımlarında ağaç vidaların ağaç malzeme enine kesitlerde kullanımlarındaki düzenlemelerden kaçınılmalıdır (Faherty ve Williamson, 1989).

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Literatür Özeti

Kaygın (1997), doğada kaynağı yenilenebilen tek hammadde olma ayrıcalığına sahip olan ağaç malzeme, aynı zamanda insanlık tarihinin başlangıcından günümüze kadar kullanılmış en eski ve en önemli hammaddelerden birisi olduğunu belirtmiştir. Mısır firavunu Tuthankamon'un mezarında bulunmuş olan ve M.Ö. 1500 yıllarında yapılmış olduğu belirlenen kaplamalı ahşap sandık, ülkemizde Ankara Polatlı sınırlarında yer alan Gordion antik kentinde kral Midas'a ait olan tümülüsde bulunan mobilya ve ağaç malzemeler ve araştırma konumuzu da teşkil eden yüzyıllar öncesinden günümüze dek varlığını korumuş ahşap yapıların bulunuşu da bu malzemenin bilinçli kullanıldığı takdirde çok uzun yıllar hizmet verebileceğinin bir göstergesi olduğunu belirtmiştir.

Yine Şahin (1995) ve Yaman (2007), Türkiye'deki geleneksel ahşap yapılar incelendiğinde, bu yapıların genellikle "Doğu Karadeniz, Kuzeybatı Anadolu ve Anadolu'nun bazı merkezlerinde" uygulanmış olduğunu ifade etmektedirler. Oysa aynı zamanda araştırma bölgemiz olan Batı Karadeniz bölgesinde de çok sayıda geleneksel ahşap yapılar bulunmaktadır. Özellikle Safranbolu evleri başta olmak üzere, Kastamonu, Mudurnu ve Göynük sadece ulusal değil uluslararası tanınmışlık düzeyinde öneme sahip geleneksel ahşap konutlarıyla çok büyük bir turizm potansiyeline sahiptirler.

Kantay (1993), ağaç malzemenin birçok olumlu özelliğinin yanında istenmeyen bazı özelliklere de sahip olduğunu bildirmektedir. Buna göre, organik bir madde olması sebebiyle çürümekte ve kolay yanmaktadır. Kuru ise bünyesine su alarak, yaş ise su kaybederek boyutlarını değiştirmektedir.

Yaman'a (2007) göre, yapılarda yeni malzemelerin kullanılmaya başlanmasıyla, geleneksel ahşap yapıların yapı detayları, işçilikleri ve kaliteli ağaç malzemeler unutulmaya başlanmıştır. Kültürel miras değerindeki ahşap yapıların sürdürülebilmesini sağlamak için, bu yapıların korunması, doğru onarımlarla ömürlerinin atılarak gelecek nesillere

aktarılması gerekmektedir. Geleneksel yapıların sürekliliğinin sağlanması ve kültürel mirasın korunması amacıyla yapılacak çalışmalar, yeni yapılarda olduğu gibi, eski yapılarda da kullanılmış yapı malzemesi ve elemanların “Yapı Ürünleri Yönergesine” (CPD) bağlı olarak performanslarının değerlendirilmesi, olumlu ve olumsuz özelliklerinin belirlenmesi ve değerlendirme kapsamında belirlenen mevcut durumun iyileştirilmesi şeklinde ele alınabilir. Yapı ve yapı elemanlarının uzun dönem performansları değerlendirilirken bakım, onarım ve yenilemenin getirdiği çevreyle ilgili ve ekonomik etkilerin azaltılması ve böylece kaynakların etkin kullanılması amaçlandığını belirtmektedir.

Tuomy ve Moody’e (1979) göre, kullanımda olan ahşap yapıların mekanik performanslarını belirlenmesinde uzun tartışmalar sonucunda tam boyutlu numuneler yerine kusursuz küçük boyutlu numunelerin kullanılması yöntemi tercih edilmiştir. Ancak günümüzde tekrar olasılık temelli tasarımlarda tam boyutlu örneklerin de test edilmesi kanaati gelişmektedir.

Bozkurt ve Göker (1986), ülkemizde ahşap ev imalatında yapı malzemesi olarak en çok kullanılan ağaç türlerini “çam, ladin, göknar ve meşe” olarak bildirmektedir. Yine bir başka kaynakta As (2002), yapı maksatlı kullanımlar için, çeşitli yerli ve yabancı ağaç türlerinin kullanılabilceğini ve başlıca kullanılan türler olarak da “çam, ladin, göknar, kayın, meşe, sedir, ardıç, maun, sapelli, iroka vb.” türleri belirtmektedir. Araştırma konusuna materyal olarak seçilen ağaç türleri ise “karaçam ve göknar” olarak belirlenmiştir. Bu türlerin tercih edilmesinin sebebi, araştırma kapsamında ahşap evlerden alınan odun örneklerinin teşhislerinin sonuçlarına göre en fazla kullanılan türlerin bu ağaç türleri olmasıdır.

Berkel vd., (1970) ve Örüng ve Okuroğlu (1992), günümüzde kullanım alanı yaygın olan ağaç malzeme yapılarda ekonomik ve uygun şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle ağaç malzemenin yapılarda kullanılmadan önce fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Ağaç malzemenin önemli fiziksel özellikleri arasında nemi, birim ağırlığı ve bünyesine su alıp vermesiyle oluşabilen boyut değiştirmesi sayılabilir. Nem ve birim ağırlık değişimi, ağaç malzemenin birçok özelliklerini de değiştirmektedir. Ağaç malzemenin fiziksel özelliklerinin bilinmesi diğer malzemeler ile karşılaştırma yapabilme, işleme ve kullanım yerleri hakkında fikir edinilebileceğini belirtmişlerdir.

Yeler ve Özek'e (2007) göre, doğaya zarar vermeyen, geri dönüşümü kolay, yöresel, bölgenin iklim koşullarına uygun, ısı geçirgenliğinde üretim ve uygulamada çok enerji gerektirmeyen özelliklere sahip malzemelerin seçilmesi önemlidir.

Sayar vd., (2009), yapı malzemeleri arasında ahşabın, sahip olduğu avantajları nedeniyle her dönem tercih edilen malzemeler arasında yer aldığını ve ahşabın yaşam döngüsü boyunca olumsuz çevresel etkilere sebep olmadığını belirtmişlerdir.

Günay'a (2007) göre, ahşap yenilenebilir yegâne inşaat malzemesidir. Kuvvetli rüzgârlar, ağır kar yükleri, yüksek nem, aşırı sıcak ve soğuklar yapının dayanacağı etkenler ne olursa olsun, ahşap karkas yapı sisteminin her problemin üstesinden gelecek teknik çözümlere sahip olduğunu belirtmiştir.

Bozkurt ve Göker (1987), anizotrop olan ve özellikleri çeşitli doğrultularda farklı olan ağaç malzeme mekanik kuvvetlerin etkisi büyük ölçüde ağaç türüne, birim ağırlığa, anatomik yapıya, coğrafik koşullara, yetişme yeri şartlarına, nem miktarına, kimyasal bileşime, kusurlu yapıda olup olmamasına, kuvvetin etki yönü ile lif doğrultusu arasındaki açıya bağlı bulunduğunu belirtmişlerdir.

Ağaç malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin saptanmasında küçük örneklerin kullanıldığı deney yöntemlerinden yararlanır. Bu yöntemler çeşitli ülkelerin standartlarında bulunmakla birlikte, Türk Standartları Enstitüsü tarafından hazırlanmış olan standart yöntemlerle de belirlenebilmektedir (Anon., 1976a). Bu yöntemleri uygulayarak küçük ve kusursuz örneklerden elde edilen değerler yardımıyla ağaç malzemenin uygun kullanım yerleri saptanabilir.

Bozkurt'a (1966) göre, ağaç malzemenin mekanik özellikleri, bu malzemenin dış etkenlere karşı koyma uygunluğunun bir ölçüsüdür. Dış etkenlerden, ağaç malzemenin şeklini değiştirmeye zorlayan kuvvetler anlaşılmalıdır. Şekil değişiklikleri bazen ağaç malzemenin bünyesinde oluşabilir. Bu durum malzemenin mekanik özellikleriyle ilgili olmayıp, doğrudan doğruya fiziksel özellikleriyle ilgilidir (nemli bir ortamda oluşan şekil değişiklikleri gibi). Mekanik özellikler, ağaç malzemenin yapı ve inşaat amaçları için kullanılma yerlerine uygunluğunu belirlemektedir.

Bozkurt ve Göker (1987), mekanik özelliklerin; malzemede dış kuvvetler etkisiyle oluşan gerilme ve kırılmaları, boyut ve şekil değişimlerini, yüklemelere karşı koyma derecesini ve durumunu belirtmektedirler.

Özçelik'e (1975) göre, mekanik özellikler, ağaç malzemenin yapı malzemesi olarak kullanılma yerlerine uygunluğunu göstermektedir.

Berkel vd., (1970), Özçelik vd., (1983), Ekmekyapar ve Örüng (1997)'e göre basınç direnci, yapı malzemesi olarak ahşabın kullanılmasında önemlidir. Ağaç malzemede basınç direnci ile diğer dirençler arasında doğrusal ilişki bulunduğundan, basınç direnci sonuçlarına bakılarak ahşabın genel direnç özellikleri hakkında bir sonuca ulaşmışlardır. Ağaç malzemenin basınca karşı direnci ağaç malzemeye dik doğrultuda etki yapan, onu ezmeye, sıkıştırmaya ve kısaltıp koparmaya çalışan kuvvetlere karşı gösterdiği dirençtir. Bu direnç, anizotrop ve heterojen yapıya sahip ağaç malzemede lif doğrultusuna göre değişik şekillerde kendini göstermektedir. Yapılarda birçok durumlarda ağaç kirişler, liflere dik doğrultuda yüklenmektedir. Bu yüklemelerde ağaç malzeme basınca karşı plastik bir durum göstermekte, diğer bir anlatımla basınç arttırıldıkça kırılma görülmeden sıkışma ve ezilme oluşmaktadır. Ağaç malzemeye liflere paralel doğrultuda uygulanan basınç kuvveti, ağacın yapısındaki boru demetleri şeklinde olan liflerin birer kolon gibi basınca ve burkulmaya karşı çalışmasına neden olduğunu belirtmektedirler.

Örs ve Keskin'e (2001) göre, liflere dik doğrultudaki çekme direnci, odun elemanları arasındaki bağlanma gücünün bir ölçüsüdür.

Liflere dik doğrultudaki çekme direnci, liflere paralel doğrultudaki çekme direncine göre çok düşüktür (Bozkurt ve Göker, 1987). Ağaç malzemelerde liflere paralel doğrultudaki çekme direnci liflere dik doğrultudaki çekme direncinden yaklaşık 10 kat daha fazla olduğu bildirilmektedir (Ekmekyapar ve Örüng, 1997).

Acar (1973), ağaç malzeme özellikle yapılarda eğilmeye neden olan yüklemelerin etkisinde kaldığından, eğilme direnci değerinin bilinmesi gerektiğini belirtmektedir.

Hall'a (1988) göre, ahşabı hava ve çevre koşullarının mekanik etkilerinden korumanın yolu, onu kendisi gibi bu etkilere maruz kalan bir koruyucu tabaka ile örtmektir. Bu koruyucu tabaka örtüsü, genellikle boya ya da vernik olabilmektedir. Bu maddelerin kendileri bozulmadıkları sürece ahşabın görünüşünü korumakta olduğunu belirtmiştir.

Zwerger'e (1997) göre, malzemeye doğru konstrüksiyon kazandırmak, koruma açısından çok önemlidir. Geleneksel ahşap yapılarda korumanın temel prensibi olarak kullanılmıştır.

Erdin (2003), geçmişte tüketicilerin yapı malzemesi seçimini etkileyen kriterler "malzemenin uygunluğu", "fiyatı", "sağlanabilme kolaylığı" ve görünüşü" olurken günümüzde "enerji verimi yüksek" ve "çevre üzerinde olumsuz etkisi olmayan" malzemelerin seçilmesi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu eğilimlere dayanarak bilim adamları son yıllarda bir ürünün çevre üzerindeki toplam etkisini ölçen "Yaşam Döngüsü Analizlerini (Life-Cycle Analysis)" geliştirmişlerdir.

Göker (1969), ahşap yapılarda kullanılan karaçam için hafiflik, hafifliğine oranla direncinin fazlalığı, kolaylıkla işlenebilme kabiliyeti, elastiklik, haber verme özelliği, eğilme ve çivileme kabiliyeti gibi birçok yararlı özelliklere sahip olduğunu belirtmiştir.

Merev (1984), Yaltırık (1993), göknar odununun kullanım alanlarına göre seçiminde işlenme özelliğinin iyi olduğunu, kurutulabilme özelliğinin orta seviyede, dayanıklılık bakımından zayıf ve emprenye edilebilme işleminin güçlükle yapılabildiğini ortaya koymuştur. Buna göre genellikle endüstride kaplama kontrplak, ambalaj malzemesi, yapı malzemesi, mobilya, doğrama, lif ve yonga levha, selüloz ve kağıt alanlarında daha çok tercih edildiğini belirtmişlerdir.

Doğangün vd., (2004), tarafından ortaya atılan geleneksel ahşap yapılar mimari ve taşıyıcılık açısından farklı şekillerde sınıflandırılır. Çünkü yapılarda, inşa edilen bölgenin koşullarına ve ustaların bilgi becerilerine bağlı olarak çok farklı taşıyıcı sistemler uygulandığını belirtmişlerdir.

Berker (1982), Batı Karadeniz Bölgesi geleneksel konutlarında, taşıyıcı sistem kurgusu; Ağaç yığma sistem, ahşap karkas sistem ve karma sistem olarak üç ayrı grupta toplamıştır. Ahşap karkas sistemin, karkas kuruluşun hafif oluşu, katlı yapılar oluşturulabilmesi,

mimari çözümlerdeki çeşitliliğe olanak tanınması ve ekonomik ağaç kullanımı, gibi etkenlerden dolayı ağaç yığma konutlara göre olumlu yönleri fazladır. Duvar elemanları basınç ve çekmeye çalışan bir yapım sistemi olduğunu belirtmiştir.

Algan'a (2009) göre, Mudurnu'nun bulunduğu bölgenin ormanlık ve bol yağış alan bir bölge olması konutların yerleşimleri, plan tipleri ve kullanılan malzemeleri etkilemiştir. Bölgede ormanın ve dolayısıyla ahşap ürünlerin bol ve ucuz olması nedeniyle yapılarda ahşap yığma ya da ahşap karkas sistem uygulandığını belirtmiştir.

Günay (2002), Uysal (2005), tarihi yapıların büyük kısmını oluşturan ahşap yapılar, tarihi süreç içerisinde doğal ve yapay etkenlerden kaynaklanan yıpranmalara maruz kaldığı ve kültür mirasımızın önemli bir parçası olan bu yapıların, gelecek nesillere sağlam bir şekilde aktarılması için ahşap yapı elemanlarının gerekli yapısal onarımdan geçirilip güçlendirilmelerine ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir. Uygun teknik ve koruma yöntemleriyle ahşap yapı elemanlarının ömrünü uzatmanın mümkün olduğunu, bu şekilde restorasyon çalışmalarının istenilen nitelikte olabilmesi için yeterli miktarda araştırma yapılmalı ve bilimsel bir yaklaşımla restorasyon yapılması gerektiğini savunmuşlardır.

Bu çalışmada Bolu'nun Mudurnu ilçesindeki tarihi yapılarda yaygın olarak kullanılan göknar ve karaçam ağaç türlerinin zaman içinde fiziksel ve mekanik özelliklerinde meydana gelen değişimlerin, araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda takriben 100 yıllık ahşap yapılardan alınan örnekler ve kontrol örnekleri üzerinde fiziksel özellikler (yoğunluk, su alma, boyutsal stabilizasyon) ve mekanik özellikler (liflere paralel çekme direnci, liflere dik eğilme direnci, liflere paralel basınç direnci ve çivi-vida tutma dirençleri) belirlenmesi yöntemi takip edilmiştir.

Çalışma ile, ağaç malzemedeki zamana bağlı olarak meydana gelen değişimlerin belirlenmesi, farklı iki ağaç türünün zamana karşı fiziksel ve mekanik özelliklerinde azalma veya yükselme olup olmadığının tespit edilmesi, restorasyon ve koruma işlemleri yapılırken dikkat edilmesi gereken hususların da ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

3.1 Kontrol Örneklerinin Elde Edilmesi

Bu çalışmada Bolu iline bağlı Mudurnu ilçesinde tarihi ahşap yapıların fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla kontrol örneklerinin temin edilmesinde göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*) ağaç türleri yine aynı bölgede yer alan Mudurnu Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Sarot işletme şefliğinin 558 m rakımlı üretim bölmelerinden elde edilmiştir. Kontrol örnekleri için gövde çapı 20-30 cm olan göknar ve karaçam ağaçları dipten itibaren 1.50 m yükseklikten sonra 50 cm'lik parçalar halinde kesilerek mobilya işleme atölyesine getirilmiştir. Atölyeye getirilen örnekler liflere dik eğilme direnci, liflere paralel basınç direnci, liflere paralel çekme direnci ve çivi-vida tutma direnç özellikleri için istenilen boyutlara getirilmiştir.



Şekil 20: Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*) kontrol örneklerinin elde edilmesi (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2015).

3.2 Tarihi Yapılardan Alınan Örneklerinin Elde Edilmesi

Tarihi yapılardan alınan göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold, subsp. *pallasiana*) örnekleri Bolu ilinin Mudurnu ilçesindeki takriben 100 yıllık ahşap yapılardan elde edilmiştir. Örnekler evlerin çatı katındaki çatı ayaklarından ve giriş katındaki kolon ve kirişlerinden parçalar halinde alınmıştır. Elde edilen örnekler mobilya atölyesine getirilerek burada standartlara uygun bir şekilde boyutlandırılmıştır.

Mudurnu bölgesindeki tarihi ahşap evlerin yapımında geleneksel olarak, taşıyıcı sistem görevi yapan kolon ve kirişlerde karaçam ağaç türü kullanılırken; çatı makasları, çatı ayakları gibi destek görevi yapan kısımlarda da göknar ağaç türü kullanılmıştır. Deneme örneklerinin elde edilmesinde karaçam örnekleri için giriş ve kolonlardan, göknar örneklerinin elde edilmesi genellikle çatı kısmındaki çatı makasları ve çatı ayaklarından boyutları 10x10x50 cm olan parçalar halinde alınmıştır.



Şekil 21: Göknar tarihi örneklerinin alındığı tarihi evin dıştan görünümü (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2014).



Şekil 22: Gök nar tarihi örneklerinin alındığı çatıdan bir görünüm (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2014).



a)

b)

Şekil 23: Çatı ayaklarından gök nar tarihi örneklerinin kesilmeden önce a) ve kesildikten sonraki b) görünümü (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2014).



a)

b)

Şekil 24: Göknar tarihi örneklerinin kesilmeden önce a) ve kesildikten sonraki b) görünümü (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2014).



Şekil 25: Karaçam tarihi örneklerinin alındığı evin dıştan görünümü (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2014).

Tarihi örneklerin alındığı evler takriben 100 yıllık ahşap yapılarıdır. Genellikle 2 katlı ve 3 katlı olarak inşa edilen konutların çoğunlukla zemin katları kerpiç veya ahşap yığma olan yapıların üst katları ahşap çatkı arası taş dolgulu veya ahşap kaplamalı olarak inşa

edilmiştir. Pencere tipleri dikdörtgen pencere tipidir. Çatılar kırma çatılardır. Alaturka kiremit ve oluklu saç ile örtülüdür. Ahşap merteklerle taşınan saçakların altları ahşap ile kaplı olup kenarlarında ahşaptan yapılmış süsleme elemanları bulunmaktadır. Yapının üst katlarındaki ahşap döşemeler genel olarak ana taşıyıcı sistem üzerine oturan ahşap kirişler tarafından taşınırken, bu kirişlerin altında ahşap tavan kaplaması, üzerinde ise ahşap döşeme kaplaması bulunmaktadır. Ana yapıda ahşap dikmelerle taşınan, üst katlardaki balkonları oluşturan çıkma bulunmaktadır. Evlerin içinde ikamet eden insan bulunmamaktadır. Evler konut olarak kullanılmadığı için bozulmaya, yıkılmaya terk edilmiştir. Bölgede koruma altına alınıp restore edilmesi planlanan başka ahşap yapılar da bulunmaktadır. Ancak yeterli maddi destek olmadığı için bu gibi ahşap yapılar da zamanla kaybolmaktadır.



Şekil 26: Karaçam tarihi örneklerinin alındığı diğer bir evin önden görünümü (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2014).



Şekil 27: Karaçam tarihi örneklerinin alındığı çatıdan bir görünümü (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2014).



a)

b)

Şekil 28: Karaçam tarihi örneklerinin kesilmeden önce (a) ve kesildikten sonraki (b) görünümü (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2014).

3.3 Test Yöntemi

Bu çalışmada, malzemelerin statik yük altındaki; liflere dik yönde eğilme direnci, liflere paralel basınç direnci, liflere paralel çekme dirençleri ve çivi-vida tutma direnç özellikleri tespit edilmiş ve her deney için 10'ar adet örnek deneye tabi tutulmuştur.

Tablo 3: Çalışmada kullanılan numune deseni.

Uygulanan Testler	Standart	Karaçam		Gökmar	
		Tarihi	Kontrol	Tarihi	Kontrol
Liflere Dik Eğilme Direnci	TS 2474	10	10	10	10
Liflere Paralel Basınç Direnci	TS 2595	10	10	10	10
Liflere Paralel Çekme Direnci	TS2475	10	10	10	10
Çivi – Vida Tutma Direnç Özellikleri	ASTM D 1761	10	10	10	10

3.3.1 Fiziksel Özellikler

Ağaç malzemelerin fiziksel özellikleri; odun–su ilişkileri, ağırlık–hacim ilişkileri, termik, elektriksel ve akustik özelliklerini kapsar (Örs, 2001). Malzemelerin yoğunlukları, rutubet oranları ve su alma boyutsal değişim gibi fiziksel özellikleri, ağaç malzemenin kullanım yeri açısından karşılaştırma yapabilmek için birinci derece önemlidir. Bu nedenle bu çalışmada, malzemelerin rutubet oranları, yoğunlukları ve su alma- boyutsal değişim özellikleri tespit edilmiştir.

3.3.1.1 Yoğunluk ve Rutubet Oranı

Deney örneklerinin yoğunluklarının belirlenmesi amacıyla masif ağaç malzemeler için TS 2472 belirtilen esaslara uyulmuştur. Kontrol örnekleri ve tarihi evlerden alınan örneklerin rutubetlerini hava kurusu hale getirmek için örnekler 50 gün doğal kurutma yöntemiyle bekletilmiştir. Her malzemedan 5' er adet olmak üzere, 20x20x20 mm ölçülerinde toplam

20 adet örnek hazırlanmış, daha sonra bu örnekler $\pm 0,01$ g duyarlıklı terazi ile tartılmışlardır. Böylece örneklerin rutubetli (hava kurusu) ağırlıkları (mr) tespit edilmiştir. Daha sonra bu örneklerin boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıklı dijital kumpas ile ölçülerek hacimleri (Vr) hesaplanmıştır. Bu aşamadan sonra örnekler $103\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 24 saat bekletilmişler, 6 saat aralıklarla yapılan iki tartı arasındaki fark, deney parçası ağırlığının % 0,5'ine eşit veya daha az olduğunda değişmez ağırlığa ulaştıkları kabul edilerek tam kuru ağırlıklar (mo) belirlenmiştir. Tekrar dijital kumpas kullanılarak boyutlar ölçülmek suretiyle tam kuru hacimleri (Vo) hesaplanmıştır. Tam kuru (δo) ve hava kurusu (δ_{12}) yoğunlukların belirlenmesi için Eşitlik 1'den yararlanılmıştır.

$$\delta_0 = mo / Vo \text{ ve } \delta_{12} = m_{12} / V_{12} (\text{g/cm}^3) \quad (1)$$

Rutubet (r) oranlarının belirlenmesi amacıyla masif ağaç malzemelerde TS 2471 esaslarına uyularak Eşitlik 2'den yararlanılmıştır.

$$r = (mr - mo / mo) \times 100 (\%) \quad (2)$$

r = Rutubet (%)

m_r = Rutubetli ağırlık (g)

m_0 = Tam kuru ağırlık (g)

eşitlikleri kullanılmıştır.

3.3.1.2 Su Alma Oranı

Gökmar kontrol, gökmar tarihi, karaçam kontrol ve karaçam tarihi örnekleri TS 2472 standardında belirtilen 20x20x10 mm (radyal, teğet, lifler yönü) boyutlarında her bir ağaç türü için 5 tane olmak üzere toplamda 20 tane örnek hazırlanmıştır. Kontrol ve tarihi örnek gruplarından hava kurusu haldeki boyut ve ağırlıkları 0,01 mm ve 0,001 g duyarlılıkta tespit edilmiştir. Sonra tarihi ve kontrol örnekleri 20 ± 1 °C'de su içerisine üstlerine bir ağırlık konulmak suretiyle bırakılmışlardır. 2, 4, 6, 12, 24, 48, 72 saatlik periyotlar sonunda deney ve kontrol örneklerinin aldıkları su miktarları tayin edilmiştir. Bunun için her periyot sonunda sudan alınan örneklerin üzerlerindeki su silinmiş, boyutları ölçülmüş ve aynı duyarlılıkta tartımları yapılarak örneklerin aldıkları su miktarları (M_2) olarak kaydedilmiştir. Başlangıçtaki hava kurusu ağırlık M_1 ve M_2 değerleri kullanılarak SAO

(%), her periyotta, her kontrol ve test örneği için ayrı ayrı olmak üzere Eşitlik 3'e göre hesaplanmıştır (Yıldız, 2002; TS 2472, 2005).

$$SAO = [(M_2 - M_1) / M_1] \times 100 \quad (3)$$

eşitlikte;

M_1 : Başlangıçtaki tam kuru ağırlık (g)

M_2 : Her periyot sonrasında sudan çıkarılan örneğin ağırlığı (g) değerlerini ifade etmektedir.



Şekil 29: Su alma oranı deneyi sonrasında numuneler (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2015).

3.3.1.3 Boyutsal Değişim

Gök nar kontrol, karaçam kontrol, göknar tarihi ve karaçam tarihi örnekleri TS 2472 standardında belirtilen 20x20x10 mm (radyal, teğet, lifler yönü) boyutlarında 5'er adet toplamda 20 test örnekleri hazırlanmıştır. Örneklerin tamamı suyun içerisine olacak şekilde 20°C'lik saf su banyosunda bekletilmiştir. Daha sonra suda bekletilen örneklerin ağırlıkları belirli saat aralıklarıyla (2, 4, 6, 12, 24, 48 ve 72 saatte) sudan çıkarılmış, üzerlerindeki fazla su silinerek kurulanmış, ağırlıkları ve boyutları ölçülmüştür. Örneklerin tam radyal ve

teğet yönleri içermesine dikkat edilmiştir. Her sudan çıkarma süresine ait örneklerin boyutsal kararlılık (BK %) Eşitlik 4'e göre hesaplanmıştır.

$$BK = [(S_k - S_t) / S_k] \times 100 \quad (4)$$

eşitliklerde;

St: Test örneklerinin hacimsel genişleme katsayısı

Sk: Kontrol örneklerinin hacimsel genişleme katsayısı

hesaplanmıştır.



Şekil 30: Boyutsal değişim deney numuneleri (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2015).

3.3.2 Mekanik Özellikler

3.3.2.1 Liflere Dik Eğilme Direnci

Eğilme direnci özellikle taşıyıcı kısımların ana bileşeni olan kirişlerin mekanik performansının yani yük taşıma kapasitesinin belirlenmesi amacıyla kullanılan bir parametredir. Bu sayede hangi ağaç türünün bir yapının hangi kısmında kullanılmasının daha uygun olacağı kolaylıkla belirlenebilmektedir.

Kontrol ve tarihi örneklerin liflere dik eğilme dirençlerinin belirlenmesinde TS 2474/1977 de belirtilen esaslara uyulmuştur. Eğilme direnci deney örnekleri için 20x20x360 mm boyutlarında 10 adet örnek hazırlanmıştır. Örnekler zımparalanmış ve bu örneklerin ağırlıkları $\pm 0,1$ g. duyarlılıkta kumpasla ölçülerek iklimlendirme kabiniinde 20°C sıcaklık % 65 bağıl nem bulunan ortamda % 12 denge rutubetine gelinceye kadar bekletilmiştir. Dayanak noktaları arasındaki mesafe 300 mm olarak belirlenmiş ve kuvvet dayanak noktalarının tam ortasından uygulanmıştır. Kırılma anındaki maksimum yük (F_{max}) için eğilme direnci Eşitlik 5' göre hesaplanmıştır.

$$\sigma_e = \frac{3 * F * l_s}{2b * h^2} \text{ N / mm}^2$$

(5)

Bu eşitlikte;

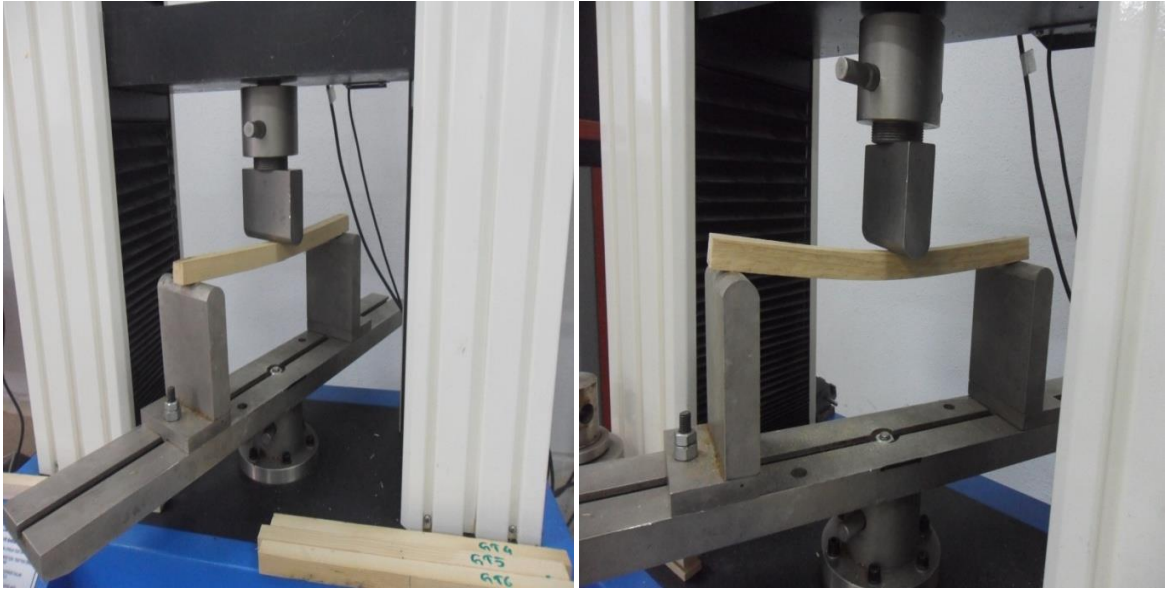
σ_e : Eğilme direnci (N/mm^2)

F: Kırılma anında ölçülen maksimum kuvvet (N)

l_s : Dayanaklar arası açıklık (mm)

b: Örnek genişliği (mm)

h: Örnek yüksekliği (mm) değerlerini ifade etmektedir.



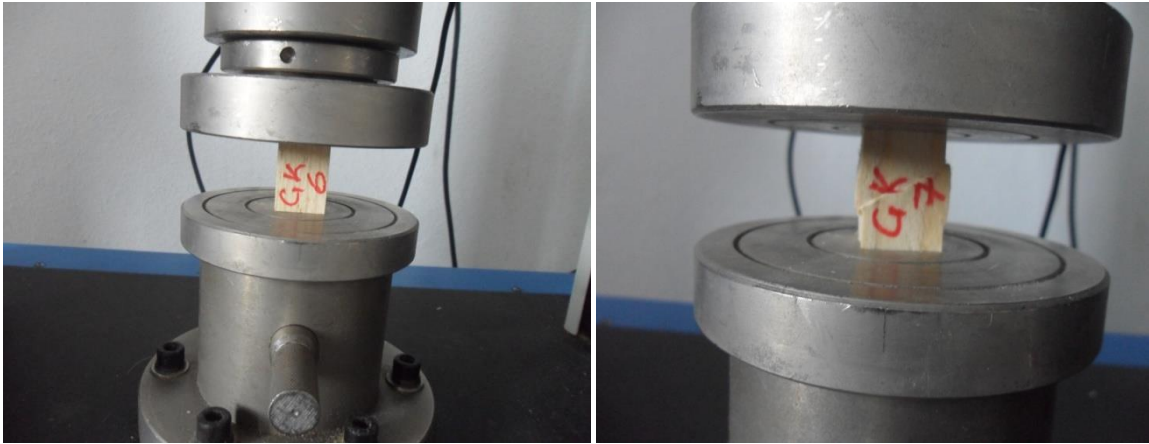
Şekil 31: Liflere dik eğilme direnci örneği (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2015).

3.3.2.2 Liflere Paralel Basınç Direnci

Bu direnç özelliği dikey eksenli taşıyıcılar olan kolonların mekanik performansı için önemlidir. Bu sayede kolonlarda hangi ağaç türünün kullanılması daha uygun olacağı belirlenebilmektedir. Kontrol ve tarihi örneklerin liflere paralel basınç dirençlerinin belirlenmesinde, TS 2595/1977 de belirtilen esaslara uyulmuştur. Basınç direnci deneyi için her bir örnekten 20x20x30 mm boyutlarında 10 adet hazırlanmıştır. Bu örneklerin ağırlıkları $\pm 0,1$ g. duyarlılıkta kumpasla ölçülerek iklimlendirme kabiniinde 20°C sıcaklık % 65 bağıl nem bulunan ortamda % 12 denge rutubetine gelene kadar bekletilmiştir. Deneylerde ezilme anındaki kuvvet (F_{maxb}) ve örnek enine kesit alanı (A_b) için basınç direnci (σ_b) Eşitlik 6'ya göre hesaplanmıştır.

$$\sigma_b = F_{maxb} / A_b \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (6)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.



Şekil 32: Liflere paralel basınç direnci (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2015).

3.3.2.3 Liflere Paralel Çekme Direnci

Liflere paralel doğrultuda çekme direnci; birbirine zıt doğrultularda etki eden, lifleri koparmaya ve ayırmaya çalışan iki kuvvete karşı ağaç malzemenin gösterdiği karşı koymadır (Bozkurt ve Göker, 1987). Liflere paralel doğrultuda çekme dayanımı, ağaç malzemenin direnç özellikleri içerisinde en yüksek değeri vermektedir (Örs ve Keskin, 2001).

Kontrol ve tarihi örneklerin liflere paralel yöndeki çekme dirençleri TS 2475 esaslarına göre belirlenmiştir. Liflere paralel çekme deneyi için her bir örnekten 10 adet hazırlanmıştır. Bu örneklerin ağırlıkları $\pm 0,1$ g. duyarlılıkta kumpasla ölçülerek iklimlendirme kabiniinde 20°C sıcaklık % 65 bağıl nem bulunan ortamda % 12 denge rutubetine gelene kadar bekletilmiştir. Deneylerde kopma anındaki kuvvet ($F_{max\zeta}$) ve kopmanın meydana geldiği kesit alanı (A_{ζ}) için çekme direnci (σ_{ζ}) Eşitlik 7'ye göre belirlenmiştir;

$$\sigma_{\zeta} = F_{max\zeta} / A_{\zeta} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (7)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.



Şekil 33: Liflere paralel çekme deneyi örneği (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2015).

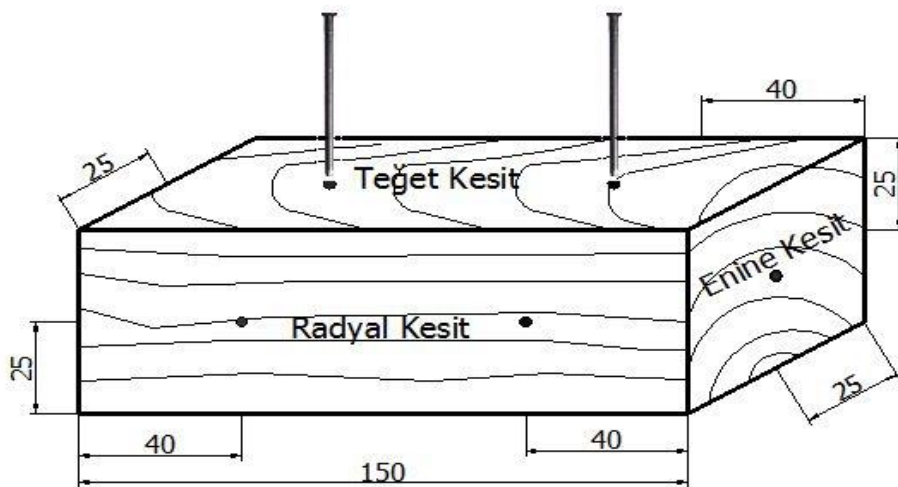
3.3.2.4 Çivi – Vida Tutma Direnç Özellikleri

Çivi ve vida özellikle mobilya ve yapı sektöründe birleştirme ve sabitleştirme amacı ile fazla miktarda kullanılan materyallerdir. Bu materyallerin hangi rutubette, hangi ağaç türünde ve hangi çalışma kesitinde en iyi sonucu verdiğinin bilinmesi, odun hammaddesinin verimli kullanılması yönünden önemlidir. Tarihi yapılarda vida kullanımı çok yaygın olmadığından dolayı çoğu yapıda çivi ile birleştirilme işlemi uygulanmıştır.

Çivilerin uygulanması

Çivi tutma kabiliyeti deneyi için ASTM D 1761 standardına göre her bir örnekten boyutları 50x50x150 mm olan 10 adet örnek hazırlanmıştır. Deneylerde ASTM D 1761'e göre yuvarlak kesitli, 2.5 mm çap ve 50 mm uzunlukta çiviler kullanılmıştır. Her bir örnekte, 2 adet teğet kesite, çelik, yüzeyleri herhangi bir madde ile kaplanmamış olan, 2 adet radyal kesite ve birer adet de örneğin her iki enine kesitine olmak üzere toplam 6 adet çivi kullanılmıştır. Her bir çivi yalnız bir defa işleme tabi tutulmuştur. Bu örneklerin ağırlıkları $\pm 0,1$ g. duyarlılıkta kumpasla ölçülerek iklimlendirme kabiniinde 20°C sıcaklık % 65 bağıl nem bulunan ortamda % 12 denge rutubetine gelene kadar bekletilmiştir. Alınan örneklerde yapılan çivi-vida tutma direnç özellikleri deneyleri sonucunda elde edilecek verilere göre ağaç türleri arasında karşılaştırma yapılabilecek, uzun süre dayanım gerektiren yapılarda ağaç malzemeye göre çivi-vida tercihi doğru bir şekilde yapılabilecek, yapılarda kullanılan birleştirme çeşidinin hangi çalışma kesitinde (radyal, teğet, enine kesit) en iyi sonucu verdiği yapılacak testler sonucunda bulunması amaçlanmıştır.

Deney örneklerinin radyal, teğet ve enine olmak üzere her üç kesitine 32 mm örnek içine girecek şekilde çiviler çakılmıştır. Örneklerde çivileme anında yarılmadan kaçınmak için, örnek kenarlarından ve baş kısımlarından olan uzaklıklar standartlarda belirtilen esaslara göre seçilmiştir. Buna göre; çiviler her üç yüzeyde kenardan en az 19 mm, baş kısımdan en az 38 mm ve aynı yüzeydeki iki çivi arasında en az 50 mm uzaklıkta ve aynı doğrultuda olmak üzere uygulanmışlardır (Anon., 2007) (Şekil 34).

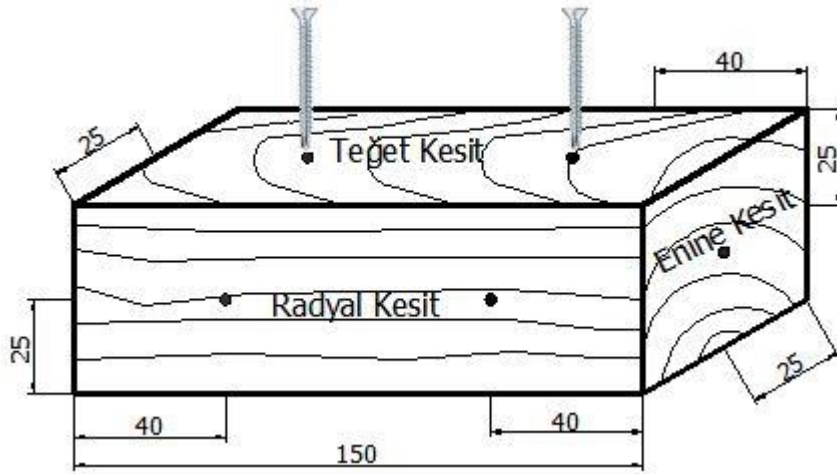


Şekil 34: Çivi tutma direnci deney örneği (mm).

Vidaların uygulanması

Vida tutma direnci deneyi için ASTM D 1761 standardına göre 50x50x150 mm boyutlarında olmak üzere her bir ağaç türü için 10 adet kontrol örneği, 10 adet tarihi yapılardan alınan test örneğinden yararlanılmıştır. Deneylerde; 4,5 mm çap ve 40 mm uzunluğunda yıldız başlı, düşük karbon çelikten yapılmış ağaç vidası kullanılmıştır.

Deney örneklerinin vida tutma direncinin belirlenmesi için teğet yüzeylerinde önce kılavuz delikler açılmıştır. Kılavuz deliklerinin çapı vida iç çapının % 70 i ve kılavuz delik derinliği ise 13 mm (vidanın 2/3 (yivli) kısmının uzunluğuna eşit) olacak şekilde uygulanmıştır. Kılavuz delik delme işlemi anında örneklerin yarılmamasından kaçınmak için, örnek başlarından en az 38 mm, örnek kenarından en az 19 mm ve iki vida arası aralık en az 63 mm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 35). Kılavuz delik delme işleminden sonra vidalama işlemi vidanın deney örnekleriyle dik açı yapacak şekilde akülü vidalama makinesi ile gerçekleştirilmiştir.

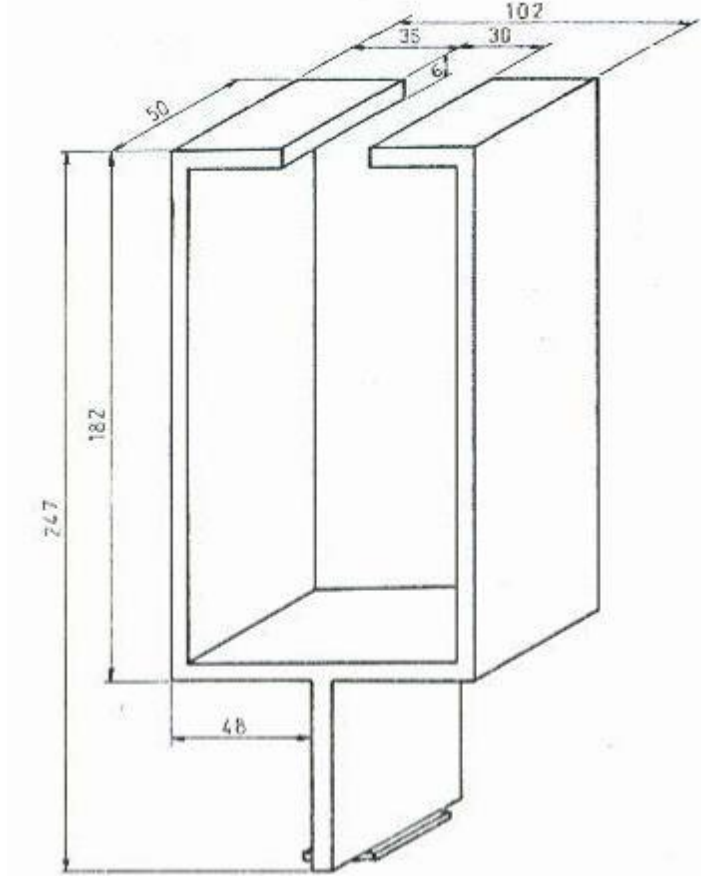


Şekil 35: Vida tutma direnci deney örneği (mm).

Çivi ve vida tutma direnci testlerinin yapılması

Çivi ve vida tutma dirençlerinin belirlenmesi ASTM-D 1761-06 esaslarına uygun olarak yapılmış ve bu amaçla Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Odun Mekaniği ve Teknolojisi ana bilim dalı laboratuvarındaki üniversal test makinesi kullanılmıştır.

Örneklerin üniversal test makinesine yerleştirilmesinde ve deneylerin yapılmasında Şekil 36'da gösterilen aparattan yararlanılmıştır.



Şekil 36: Çivi-vida çekme deneylerinde kullanılan aparat (mm).

Deneylerde örneklere yükleme anından itibaren en büyük yüke ulaşıncaya kadar çiviler için 2 mm/dak, vidalar için 2,5 mm/dak (ASTM-D 1761-06) sabit hızla yük uygulanmıştır. Şekil 37'de deney örneklerine enine yönde, Şekil 38' de teğet ve radyal yönde yüklerin uygulandığı görülmektedir.



Şekil 37: Çivi ve vida tutma direnci deneyleri (enine kesit) (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2015).



Şekil 38: Çivi ve vida tutma direnci deneyleri (teğet ve radyal kesit) (Fotoğraf: Cengiz YAMAN 2015).

Deneylerden sonra; TS 2471'e (Anon., 1976) göre örneklerden 20x20x30 mm boyutlarında rutubet örnekleri alınmıştır. Bu örneklerin ağırlıkları $\pm 0,1$ g. duyarlıkta kumpasla ölçülerek iklimlendirme kabiniinde 20°C sıcaklıkta ölçülmüştür. Daha sonra 103 \pm 2°C sıcaklıktaki

değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Böylece tam kuru hale getirilen örnekler tartıldıktan sonra örneklerin rutubet miktarları (r) Eşitlik 8'e göre hesaplanmıştır;

$$r = (m_r - m_0 / m_0) \times 100 (\%) \quad (8)$$

r= Rutubet (%),

m_r = Rutubetli ağırlık (g),

m₀= Tam kuru ağırlık (g)

BÖLÜM 4

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada kontrol örnekleri ile Bolu iline bağlı Mudurnu ilçesinde yer alan takriben 100 yılı aşkın tarihi ahşap evlerden alınan örneklerin, fiziksel (yoğunluk, su alma ve boyutsal stabiliteleri) ve mekanik özellikleri (liflere dik eğilme direnci, liflere paralel basınç direnci, liflere paralel çekme direnci ve çivi-vida tutma dirençleri) karşılaştırılmıştır.

4.1 Fiziksel Özellikler

Kontrol örnekleri ve tarihi evlerden alınan örneklerin rutubetlerini hava kurusu hale getirmek için, örnekler sundurma altında 50 gün bekletilmiş, rutubet değerleri ve yoğunlukları ölçülmüştür. Su alma ve boyutsal değişim oranları 72 saat sonunda ölçülen değerler olup, çalışmada kullanılan örneklere ait fiziksel özellikler Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4: Numunelere ait fiziksel özellikler.

Örnek Türü	Rutubet (%)	Yoğunluk (gr/cm ³)	Su Alma (%)	Boyutsal Değişim (%)		
				Boyuna Yön	Radyal Yön	Teğet Yön
Gökmar Kontrol	14	0,43	126,78	0,37	5,81	9,05
Gökmar Tarihi	13	0,46	122,72	0,31	4,86	8,65
Karaçam Kontrol	16	0,58	113,20	0,36	4,67	8,21
Karaçam Tarihi	12	0,51	109,38	0,26	4,03	7,29

Yoğunluk değerlerine göre, gökmar tarihi örneklerinde kontrol örneklerine göre % 7 oranında artış görülürken, karaçam tarihi örneklerinde kontrol örneklerine göre % 12 oranında düşüşler gözlenmiştir.

4.1.1 Su Alma Oranı (SAO) Testleri

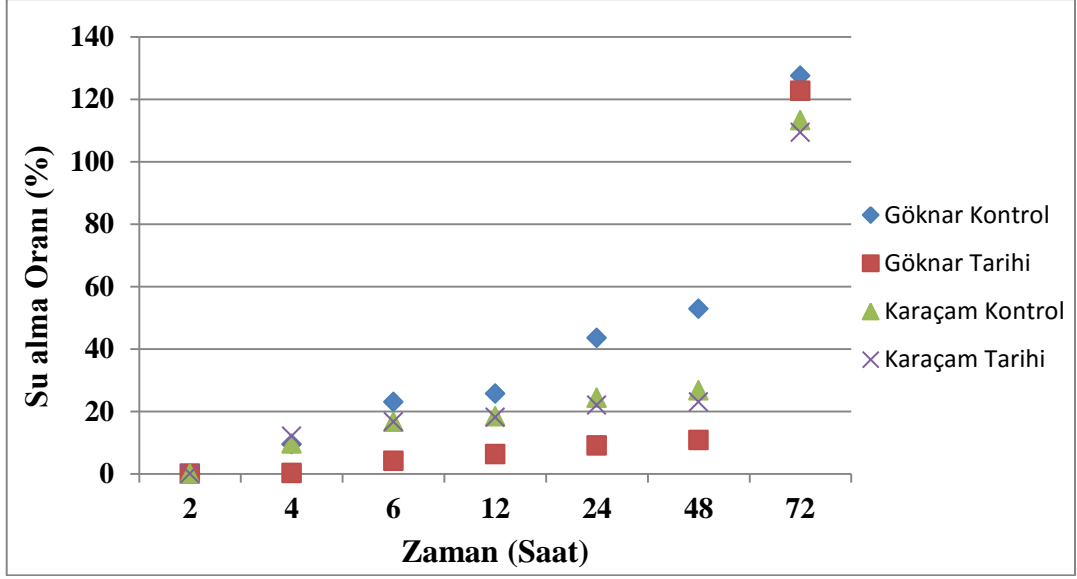
Yapılan deneyler sonucunda göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) kontrol örneklerinde 72 saat sonunda su alma oranı % 127, göknar tarihi örneklerinde 72 saat sonunda su alma oranı % 122, karaçam kontrol örneklerinde 72 saat sonunda su alma oranı % 113 ve karaçam tarihi örneklerinde ise 72 saat sonunda su alma oranı % 109 olarak bulunmuştur.

Vurdu vd., (2013) sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve göknar (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf) türlerinin kontrol ile tarihi örnekleri kullanarak su alma oranları ile ilgili yapmış oldukları çalışmaları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5: Su alma oranı ile ilgili yapılmış çalışma ile bu çalışmanın incelenmesi.

Örnek Türü	Vurdu vd., (2013)		Yapılan çalışma	
	Yoğunluk (gr/cm ³)	Su Alma (%)	Yoğunluk (gr/cm ³)	Su Alma (%)
Göknar Kontrol	0,44	122	0,43	127
Göknar Tarihi	0,37	138	0,46	122
Karaçam Kontrol	—	—	0,58	113
Karaçam Tarihi	—	—	0,51	109
Sarıçam Kontrol	0,42	137	—	—
Sarıçam Tarihi	0,44	102	—	—

Vurdu vd., (2013) sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve göknar (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf) türlerinin kontrol ile tarihi örneklerini kullanarak yapmış oldukları çalışmalarında 72 saat sonunda su alma oranlarını, sarıçam kontrol örneklerinde % 137, sarıçam tarihi örneklerinde % 102, göknar kontrol örneklerinde % 122 ve göknar tarihi örneklerinde % 138 olarak elde etmişlerdir. Bu çalışmaya ait örneklerde zamana bağlı su alma oranları Şekil 39’da gösterilmiştir.



Şekil 39: Numunelere ait su alma oranları.

En yüksek su alma oranı göknar kontrol örneklerinde, 72 saat sonunda % 127 olarak gerçekleşmiştir. Karaçam tarihi örnekleri ise, en düşük su alma oranı 72 saat sonunda % 109 olarak ölçülmüştür. Tarihi örneklerde meydana gelmesi muhtemel olan hücre çeperindeki bozulmalar, su tutma kabiliyetinde düşüslere neden olduğu tahmin edilmektedir.

4.1.2 Boyutsal Değişim

Boyutsal değişimin belirlenmesinde her varyasyon için 5'er adet örnek hazırlanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda en az boyutsal değişim boyuna yönde en fazla da teğet yönde görülmüştür.

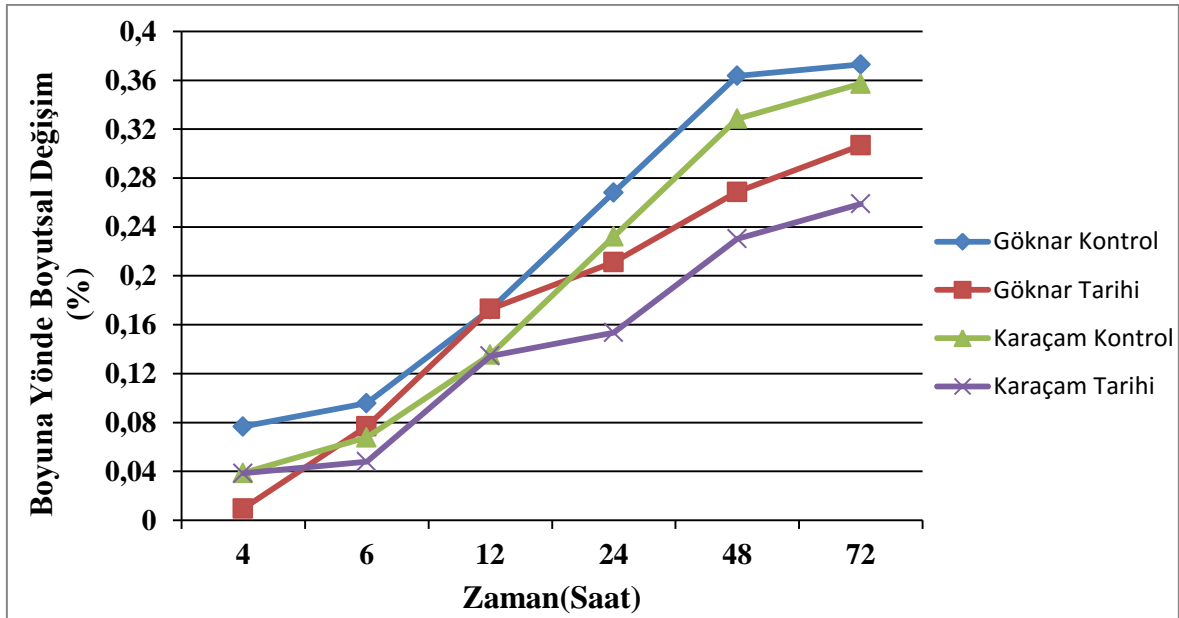
Vurdu vd., (2013) sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve göknar (*Abies nordmanniana subsp. bornmulleriana* Mattf) türlerinin kontrol ile tarihi örneklerini kullanarak yapmış oldukları çalışmalarında, radyal yönde boyutsal değişim oranlarını sarıçam kontrol örneklerinde % 4,480, sarıçam tarihi örneklerinde % 4,712, göknar kontrol örneklerinde % 6,008 ve göknar tarihi örneklerinde ise % 3,730 olarak belirlemişlerdir. Teğet yönde boyutsal değişim oranlarını ise sarıçam kontrol örneklerinde % 8,167, sarıçam tarihi örneklerinde % 7,164 göknar kontrol örneklerinde % 9,832 ve göknar tarihi örneklerinde % 8,849 olarak belirlemişlerdir. Vurdu vd., (2013) yaptığı çalışma ile yapılan çalışmanın karşılaştırılması Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7: Boyutsal değişim ile ilgili yapılmış çalışma ile bu çalışmanın incelenmesi.

Örnek Türü	Vurdu vd., (2013)			Yapılan çalışma		
	Boyuna Yön (%)	Radyal Yön (%)	Teğet Yön (%)	Boyuna Yön (%)	Radyal Yön (%)	Teğet Yön (%)
Göknar Kontrol	—	6,01	9,83	0,37	5,81	9,05
Göknar Tarihi	—	3,73	8,85	0,31	4,86	8,15
Karaçam Kontrol	—	—	—	0,36	4,67	8,21
Karaçam Tarihi	—	—	—	0,26	4,03	7,29
Sarıçam Kontrol	—	4,48	8,17	—	—	—
Sarıçam Tarihi	—	4,71	7,16	—	—	—

Vurdu vd., (2013) sarıçam ve göknar türlerinin kontrol ile tarihi örneklerini kullanarak yapılmış oldukları çalışmalarında radyal yön ve teğet yön üzerine çalıőmıőlardır. Yapılan çalışma örnek türlerinin her üç kesitine de uygulanmıştır.

Göknar kontrol, karaçam kontrol, göknar tarihi ve karaçam tarihi örneklerinin boyuna yönde boyutsal değişim ortalamaları Şekil 40’da gösterilmiştir.

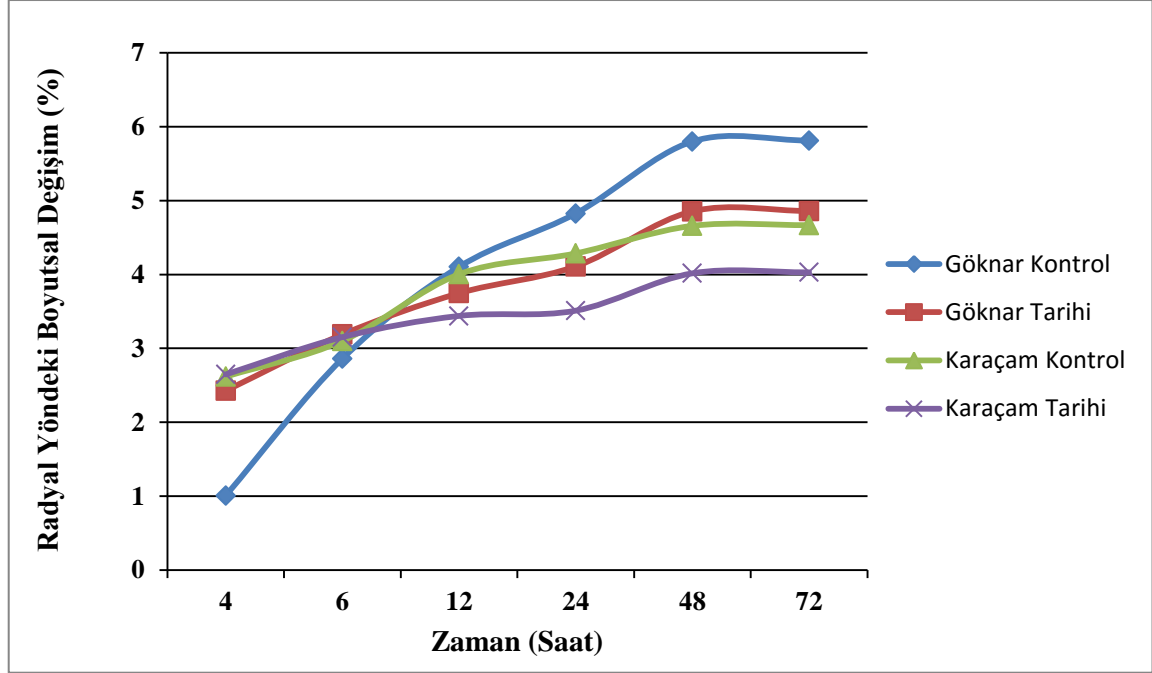


Şekil 40: Örnek türlerine ait boyuna yönde boyutsal değişim ortalamaları.

Boyuna yönde boyutsal değişim 72 saatin sonunda en düşük karaçam tarihi örneklerinde görölmüőtür. En yüksek boyutsal değişim ise göknar kontrol örneklerinde gerçekteőmiştir.

Tarihi örnekler kontrol örneklerine göre boyuna yönde daha az boyutsal değişim göstermiştir.

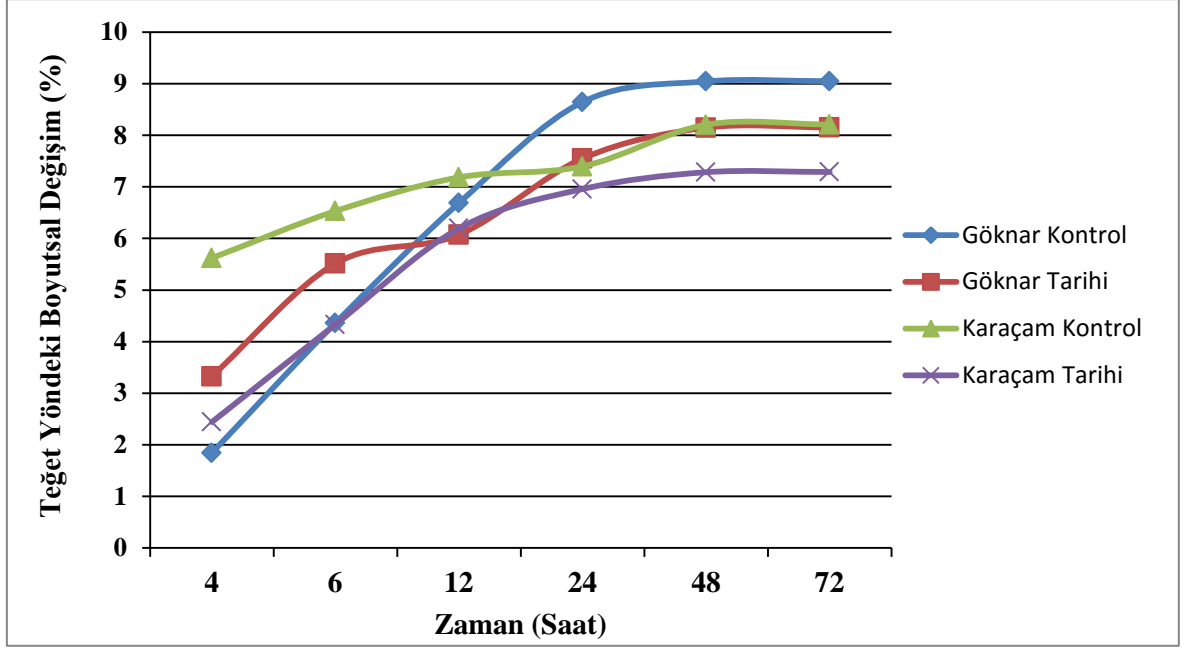
Gökmar kontrol, karaçam kontrol, karaçam tarihi ve gökmar tarihi örneklerinin radyal yönde boyutsal değişim ortalamaları Şekil 41’de gösterilmiştir.



Şekil 41: Örnek türlerine ait radyal yönde boyutsal değişim ortalamaları.

Radyal yönde boyutsal değişim 72 saat sonunda en yüksek % 5,81 oranında gökmar kontrol örnekleri göstermiştir. En düşük boyutsal değişim oranı karaçam tarihi örneklerinde, 72 saat sonunda % 4,03 olarak gerçekleşmiştir.

Gökmar kontrol, karaçam kontrol, karaçam tarihi ve gökmar tarihi örneklerinin teğet yönde boyutsal değişim ortalamaları Şekil 42’de gösterilmiştir.



Şekil 42: Örnek türlerine ait teğet yönde boyutsal değişim ortalamaları.

Teğet yönde en yüksek boyutsal değişim göknaar kontrol örneklerinde % 9,05 olarak görülmüştür. En düşük boyutsal değişim karaçam tarihi örneklerinde, 72 saat sonunda % 7,29 olarak gerçekleşmiştir.

4.2 Mekanik Özellikler

Çalışma kapsamında liflere dik eğilme direnci, liflere paralel basınç direnci, liflere paralel çekme direnci ve çivi-vida tutma testleri uygulanmıştır. Her varyasyon (göknaar kontrol, göknaar tarihi, karaçam kontrol ve karaçam tarihi) için 10 ‘ar tane deney örneği test edilmiştir. Yapılan testler sonucunda elde edilen bulgular Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8: Deney örneklerine ait mekanik testlerin ortalama değerleri.

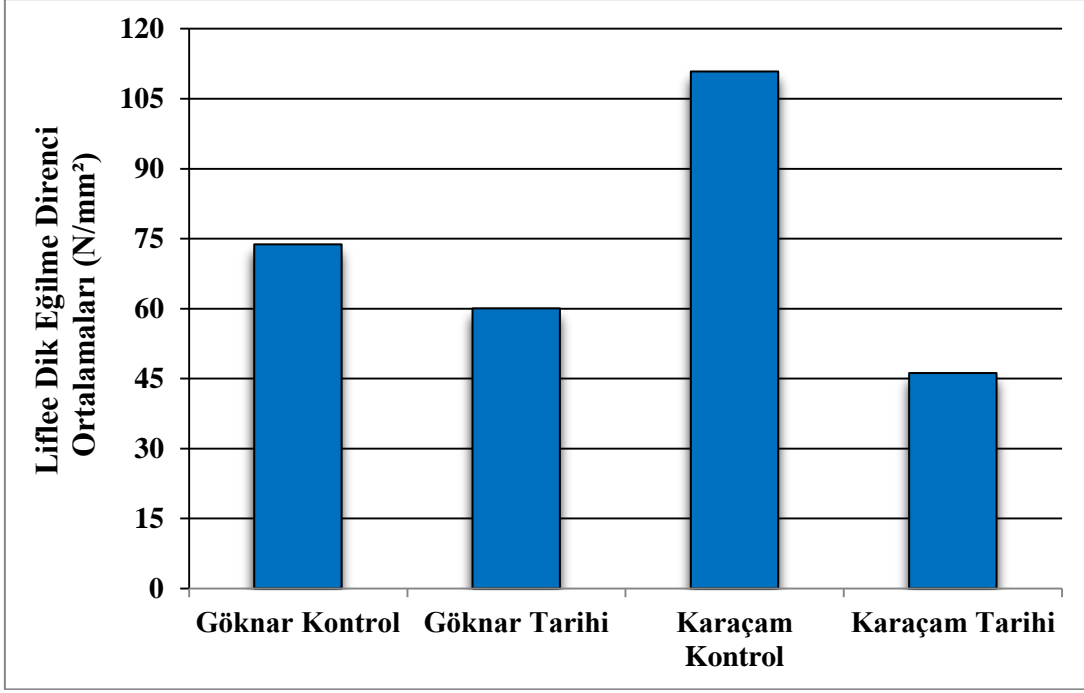
Ağağ Türü	Eğilme Direnci (N/mm ²)	Basınç Direnci (N/mm ²)	Çekme Direnci (N/mm ²)	Çivi Tutma (N)			Vida Tutma (N)		
				Enine	Radyal	Teğet	Enine	Radyal	Teğet
Göknaş Kontrol	73,79 (4,06)*	39,47 (3,54)*	64,60 (5,78)*	335,30 (12,65)*	512,00 (15,58)*	422,20 (9,45)*	1422,10 (14,96)*	2068,4 (4,04)*	2032,6 (5,27)*
Göknaş Tarihi	60,02 (12,88)*	33,30 (10,62)*	50,90 (12,68)*	196,70 (5,39)*	265,40 (9,85)*	163,20 (8,01)*	1577,10 (5,18)*	1492,70 (13,77)*	1313,30 (7,16)*
Karaçam Kontrol	110,80 (3,15)*	46,77 (1,39)*	110,74 (4,49)*	675,90 (9,33)*	872,90 (8,88)*	804,70 (7,38)*	2654,20 (0,83)*	2540,20 (0,83)*	2262,40 (2,65)*
Karaçam Tarihi	46,14 (8,97)*	33,99 (15,88)*	56,23 (8,26)*	153,20 (8,84)*	202,60 (7,17)*	165,80 (9,99)*	1721,80 (12,91)*	1369,80 (12,14)*	1584,30 (16,33)*

*: (%) Varyasyon Katsayısı

4.2.1 Liflere Dik Eğilme Direnci

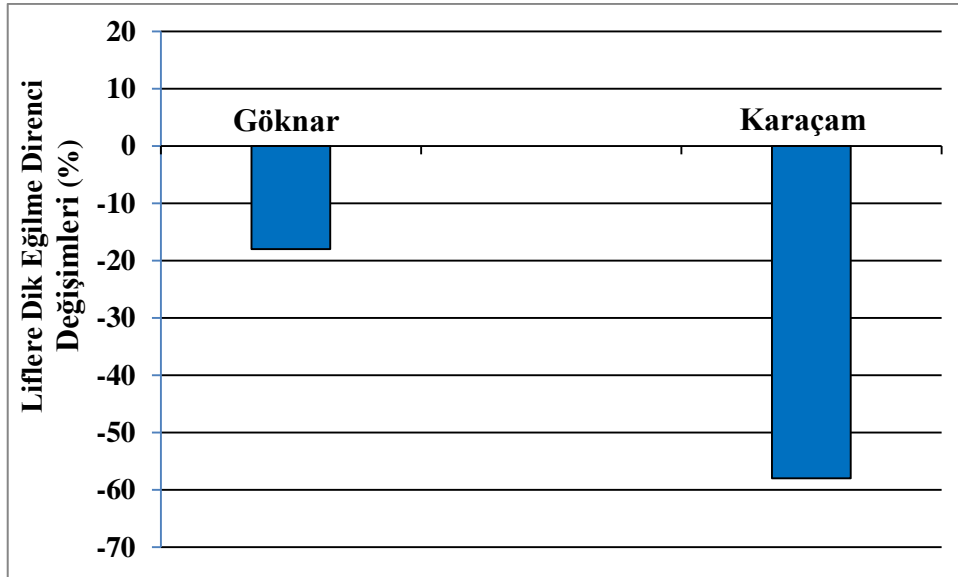
Kontrol örnekleri ve tarihi yapılardan alınan örneklere ait liflere dik eğilme direnci değerlerinin ortalamaları Şekil 43’de gösterilmiştir.

En yüksek liflere dik eğilme direnci değeri 110,80 N/mm² ile karaçam kontrol örneklerinde elde edilmiştir. En düşük değerler ise, karaçam tarihi örneklerinde 46,14 N/mm² olarak tespit edilmiştir.



Şekil 43: Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait liflere paralel eğilme direnci ortalamaları.

Kontrol ve tarihi örnek türlerine ait liflere dik eğilme direnci değişimleri Şekil 44'de gösterilmiştir.



Şekil 44: Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait liflere dik eğilme direnci değişimleri.

Karaçam kontrol örnekleri, karaçam tarihi örnekleri ile karşılaştırıldığında ortalama % 58 direnç kaybına uğramışlardır. Gökmar örneklerinde ise bu oran % 18 olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9: Liflere dik eğilme direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	23189,968	3	7729,989	114,711	0,000*
Gruplar İçinde	2425,928	36	67,387		
Toplam	25615,895	39			

(*p<0,05)

Deney numunelerini oluşturan gökmar kontrol ile gökmar tarihi ve karaçam kontrol ile karaçam tarihi örneklerinin karşılaştırılması ve bu örneklerin ikili karşılaştırma sonucunda eğilme direnci etkileri, $p<0,05$ hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için verilere Duncan testi uygulanmıştır. Liflere dik eğilme direnci değerlerine ait Duncan testi analizi yapılmış ve değerler Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10: Liflere dik eğilme direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	Örnek Sayısı	\bar{x}	HG
Karaçam Tarihi	10	46,14	A
Gökmar Tarihi	10	60,02	B
Gökmar Kontrol	10	73,79	C
Karaçam Kontrol	10	110,80	D

Liflere dik eğilme direncine ait Duncan testi sonuçlarına göre; gruplar arasında istatistiki anlamda % 95 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Karaçam kontrol örnekleri en yüksek direnç özelliği gösteren grupta yer alırken, karaçam tarihi örnekleri en düşük grubu oluşturmuştur.

Toper Kaygın vd., (2011) tarihi evlerde kullanılan göknar ve karaçam örneklerinin eğilme direnci ile ilgili yapmış oldukları çalışmalarında elde edilen değerler Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11: Tarihi evler üzerine yapılmış çalışma (Toper Kaygın vd., 2011) ile bu çalışmanın tarihi örneklerinin karşılaştırılması.

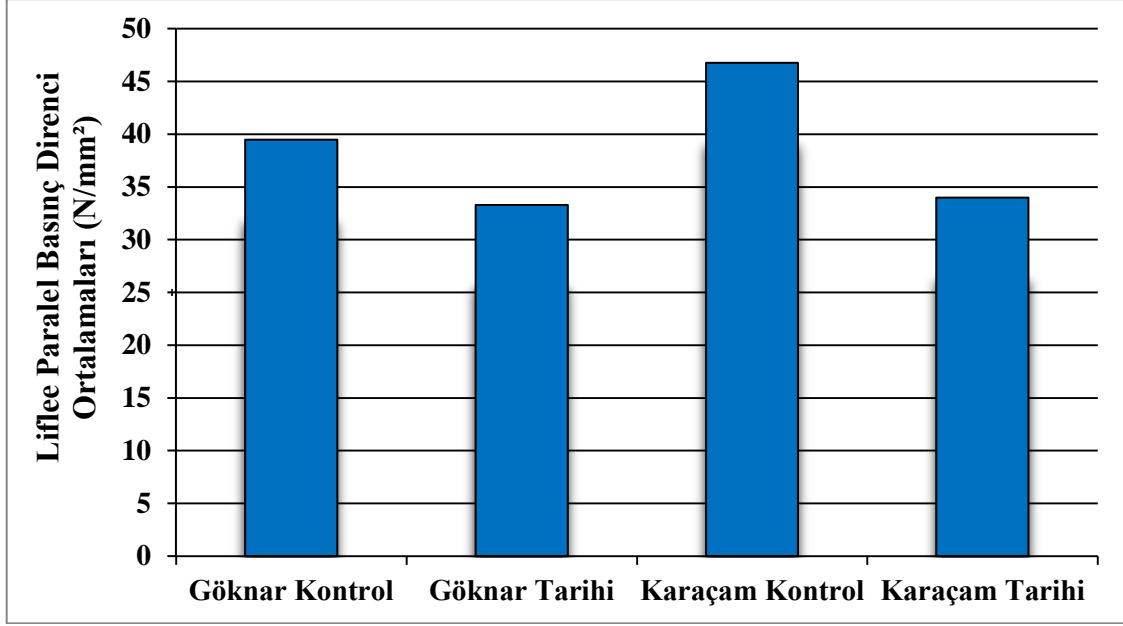
Ağaç Türü	Toper Kaygın vd., (2011)		Yapılan çalışma	
	Hava kurusu yoğunluğu (gr/cm ³)	Eğilme Direnci (N/mm ²) ⊥	Hava kurusu yoğunluğu (gr/cm ³)	Eğilme Direnci (N/mm ²) ⊥
Göknar (Mudurnu)	0,44	44,11	0,46	60,02
Göknar (Safranbolu)	0,46	33,86	—	—
Karaçam (Mudurnu)	—	—	0,51	46,14
Karaçam (Göynük)	0,46	58,3	—	—
Karaçam (Kastamonu)	0,44	60,6	—	—

Yapılan çalışmada elde edilen eğilme direnci değerleri, Toper Kaygın vd., (2011)’in yaptığı çalışma sonuçları ile paralellik göstermiştir.

4.2.2 Liflere Paralel Basınç Direnci

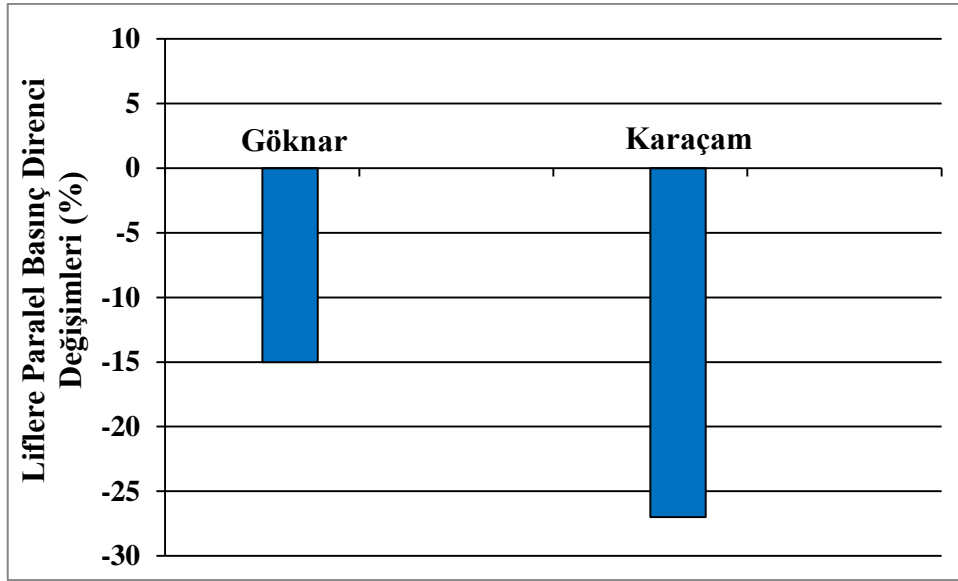
Göknar kontrol, karaçam kontrol, göknar tarihi ve karaçam tarihi örneklerinin liflere paralel basınç direnci ortalamaları Şekil 45’de gösterilmiştir.

Karaçam kontrol örnekleri 46,77 N/mm² değeriyle en yüksek liflere paralel basınç direnci özelliği göstermiştir. En düşük değerler ise göknar tarihi örneklerinde 33,3 N/mm² olarak tespit edilmiştir.



Şekil 45: Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci ortalamaları.

Kontrol ve tarihi örnek türlerine ait liflere paralel basınç direnci değişimleri Şekil 46'da gösterilmiştir.



Şekil 46: Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci değişimleri.

Karaçam kontrol örnekleri, karaçam tarihi örnekleri ile karşılaştırıldığında ortalama % 27 direnç kaybına uğramışlardır. Gökmar örneklerinde ise bu oran % 15 olarak belirlenmiştir. Tarihi örneklerin basınç direncinin, kontrol örneklerinden düşük çıkmasında yoğunluk ve

zamana bağılı yaşlanma gibi faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Elde edilen değerlerin çoklu varyans analizi sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12: Liflere paralel basınç direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	1166,272	3	388,757	35,337	0,000*
Gruplar İçinde	396,049	36	11,001		
Toplam	1562,321	39			

(*p<0,05)

Deney numunelerini oluşturan göknar kontrol ile göknar tarihi ve karaçam kontrol ile karaçam tarihi örneklerinin karşılaştırılması ve bu örneklerin ikili karşılaştırma sonuçları liflere paralel basınç direnci etkileri $p<0,05$ hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için verilere Duncan testi uygulanmıştır. Liflere paralel basınç direnci değerlerine ait Duncan testi analizi yapılmış ve değerler Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13: Liflere paralel basınç direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	Örnek Sayısı	\bar{x}	HG
Göknar Tarihi	10	33,30	A
Karaçam Tarihi	10	33,99	A
Göknar Kontrol	10	39,47	B
Karaçam Kontrol	10	46,77	C

Liflere paralel basınç direncine ait Duncan testi sonuçlarına göre; gruplar arasında istatistiksel anlamda % 95 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Göknar tarihi ve karaçam tarihi örnekleri düşük direnç özelliği gösteren aynı grupta (A) yer almıştır. Göknar kontrol örnekleri, tarihi örneklere göre daha yüksek bir direnç özelliği göstererek farklı bir grup (B) oluşturmuştur. Karaçam kontrol örnekleri ise en yüksek direnç özelliği gösteren grupta (C) yer almıştır.

Toper Kaygın vd., (2011) tarihi evlerde kullanılan göknar ve karaçam örneklerinin liflere paralel basınç direnci ile ilgili yapmış oldukları çalışmalarında elde edilen değerler Tablo 14’de verilmiştir.

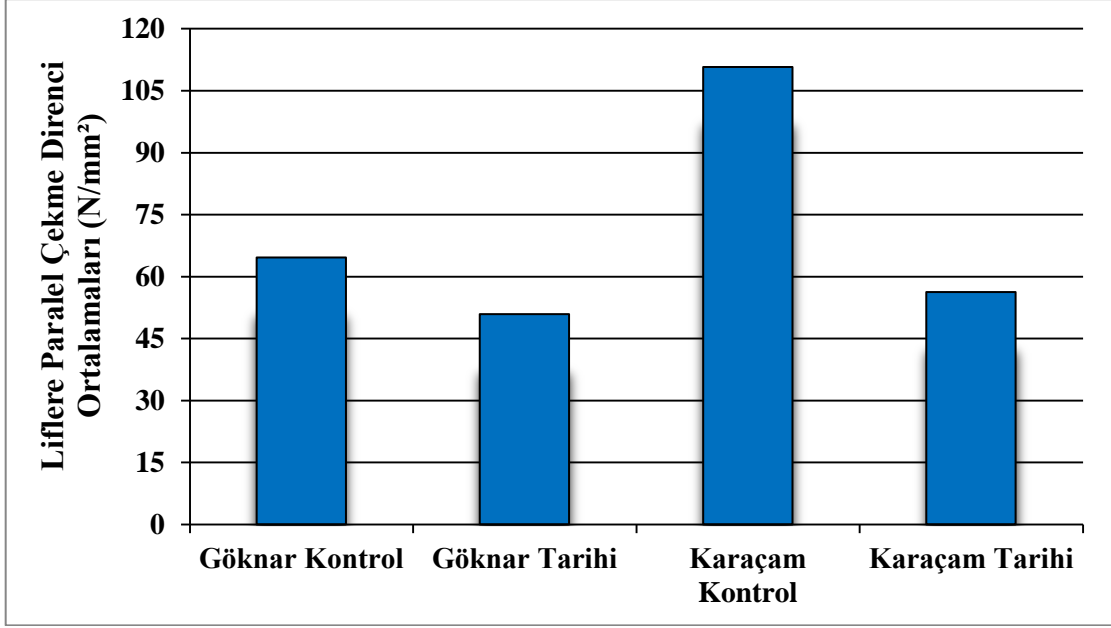
Tablo 14: Tarihi evler üzerine yapılmış çalışma ile bu çalışmanın karşılaştırılması.

Ağaç Türü	Toper Kaygın vd., (2011)		Yapılan çalışma	
	Hava kuruğu yoğunluğu (gr/cm ³)	Basınç Direnci (N/mm ²) //	Hava kuruğu yoğunluğu (gr/cm ³)	Basınç Direnci (N/mm ²) //
Göknar (Mudurnu)	0,44	24,83	0,46	33,30
Göknar (Safranbolu)	0,46	24,02	—	—
Karaçam (Mudurnu)	—	—	0,51	33,99
Karaçam (Göynük)	0,46	29,89	—	—
Karaçam (Kastamonu)	0,44	32,72	—	—

Yapılan çalışmada elde edilen basınç direnci değerleri, Toper Kaygın vd., (2011)’in yaptığı çalışma ile desteklenmektedir.

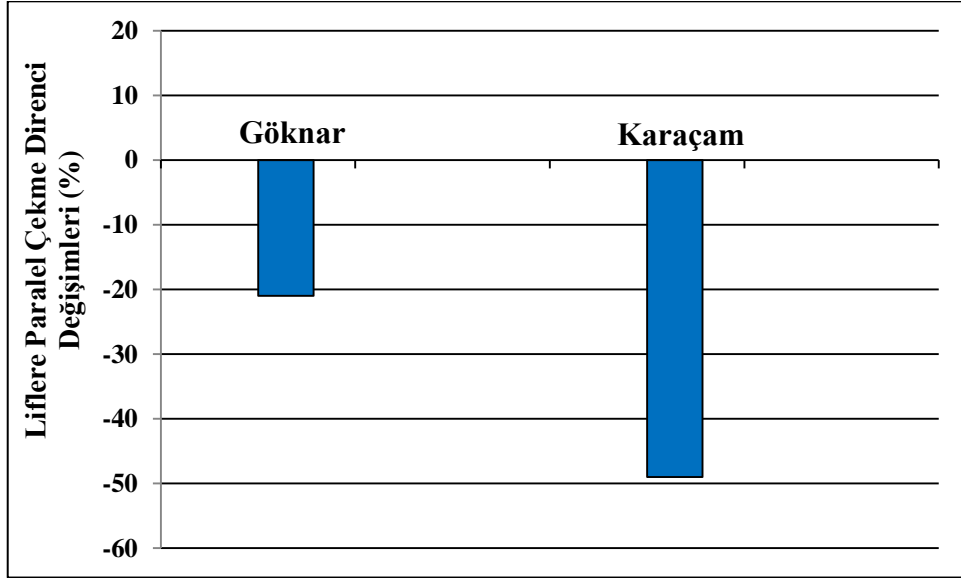
4.2.3 Liflere Paralel Çekme Direnci

Kontrol örnekleri ve tarihi yapılardan alınan örneklere ait liflere paralel çekme direnci ortalamaları Şekil 47’de gösterilmiştir.



Şekil 47: Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait liflere paralel çekme direnci ortalamaları.

En yüksek liflere paralel çekme direnci değeri $110,74 \text{ N/mm}^2$ ile karaçam kontrol örneklerinde elde edilmiştir. En düşük değerler ise, göknar tarihi örneklerinde $50,90 \text{ N/mm}^2$ olarak tespit edilmiştir. Kontrol ve tarihi örnek türlerine ait liflere paralel çekme direnci değişimleri Şekil 48’de gösterilmiştir.



Şekil 48: Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait liflere paralel çekme direnci değişimleri.

Karaçam kontrol örnekleri, karaçam tarihi örnekleri ile karşılaştırıldığında ortalama % 49 direnç kaybına uğramışlardır. Gök nar örneklerinde ise bu oran % 21 olarak belirlenmiştir.

Tarihi örneklerin liflere paralel çekme direnci sonuçlarının kontrol örneklerinden düşük çıkmasında, zamana bağlı olarak ağaç malzemenin direnç özelliklerinin azalması odunda meydana gelen biyolojik bozulmalar ve doğal etkenlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Elde edilen değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15: Liflere paralel çekme direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	22423,081	3	7474,360	24,954	0,000*
Gruplar İçinde	10782,752	36	299,521		
Toplam	33205,833	39			

(*p<0,05)

Deney numunelerini oluşturan göknar kontrol ile göknar tarihi ve karaçam kontrol ile karaçam tarihi örneklerinin karşılaştırılması ve bu örneklerin ikili karşılaştırma sonuçları çekme direnci etkileri $p<0,05$ hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için elde edilen verilere Duncan testi uygulanmıştır. Liflere paralel çekme direnci değerlerine ait Duncan testi analizi yapılmış ve değerler Tablo 16’da verilmiştir.

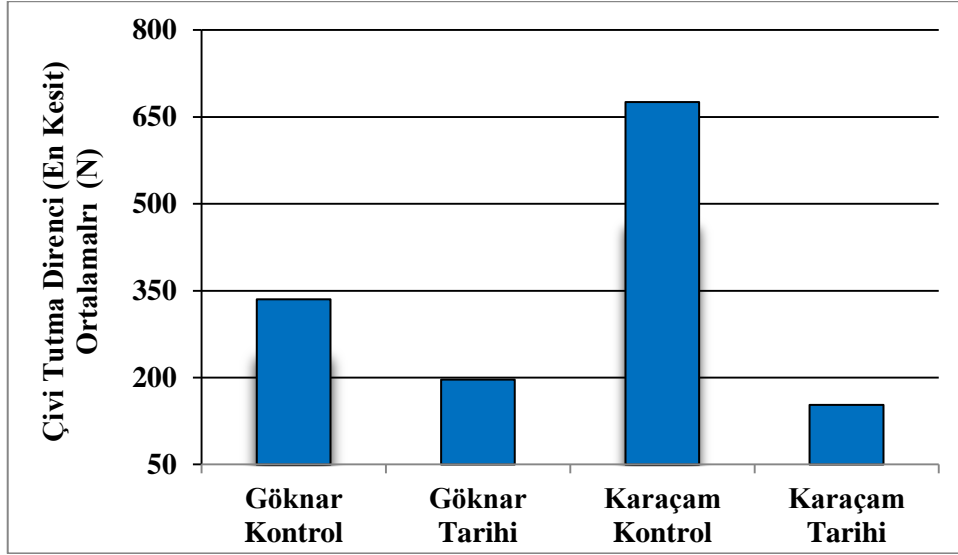
Tablo 16: Liflere paralel çekme direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	Örnek Sayısı	\bar{x}	HG
Göknar Tarihi	10	50,90	A
Karaçam Tarihi	10	56,23	A
Göknar Kontrol	10	64,60	A
Karaçam Kontrol	10	110,74	B

Liflere paralel çekme direncine ait Duncan testi sonuçlarına göre; gruplar arasında istatistiki anlamda % 95 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Göknar tarihi, karaçam tarihi ve göknar kontrol örnekleri düşük direnç özelliği gösteren grupta yer alırken, karaçam kontrol örnekleri en yüksek paralel çekme direnci değerini vererek farklı bir grup oluşturmuştur.

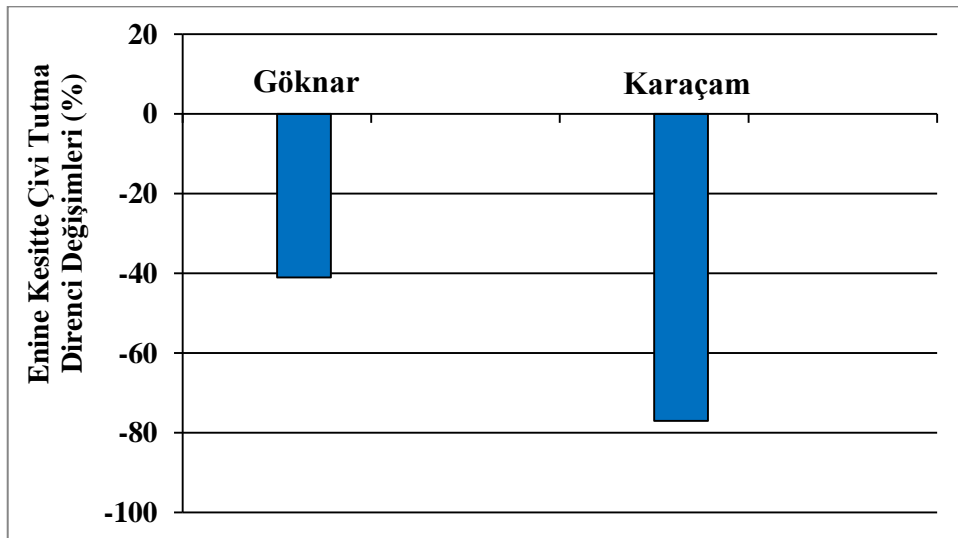
4.2.4 Enine Kesitte Çivi Tutma Direnci

Kontrol örnekleri ve tarihi yapılardan alınan örneklere ait enine kesitte çivi tutma direnci ortalamaları Şekil 49’da gösterilmiştir.



Şekil 49: Enine kesitteki kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait çivi tutma direnci ortalamaları.

Çivi tutma direnci enine kesit yüzeyinde en yüksek değer 675,9 N ile karaçam kontrol örneklerinde elde edilmiştir. En düşük değer ise karaçam tarihi örneklerinde 153,2 N olarak tespit edilmiştir. Kontrol örneklerine göre tarihi ağaç türlerinin enine kesitte çivi tutma direncinde meydana gelen direnç değişimleri Şekil 50’ de gösterilmiştir.



Şekil 50: Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait enine kesitte çivi tutma direnci değişimleri.

Karaçam kontrol örnekleri, karaçam tarihi örnekleri ile karşılaştırıldığında ortalama % 77 direnç kaybına uğramıştır. Gökmar örneklerinde ise bu kayıp oranı % 41 olarak belirlenmiştir.

Benzer bir çalışmada Baltacı, (2010) % 12 rutubetteki gökmar ve sarıçam kontrol örnekleri için, çivi tutma değerlerini en kesit için sırasıyla ortalama 337,22 N ve 673,45 N olarak belirlemiştir. Kontrol örnekleri ve tarihi yapılardan alınan örneklere ait enine kesitteki çivi tutma direncinin değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17: Enine kesitteki çivi tutma direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	1682797,28	3	560932,43	140,64	0,000*
Gruplar İçinde	143586,70	36	3988,52		
Toplam	1826383,98	39			

(*p<0,05)

Deney numunelerini oluşturan gökmar kontrol ile gökmar tarihi ve karaçam kontrol ile karaçam tarihi örneklerinin karşılaştırılması ve bu örneklerin ikili karşılaştırma sonuçları çivi tutma direncinin enine kesitteki etkileri p<0,05 hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için verilere Duncan testi uygulanmıştır. Enine kesitteki çivi tutma direnci değerlerine ait Duncan testi analizi yapılmış ve değerler Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18: Enine kesitteki çivi tutma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.

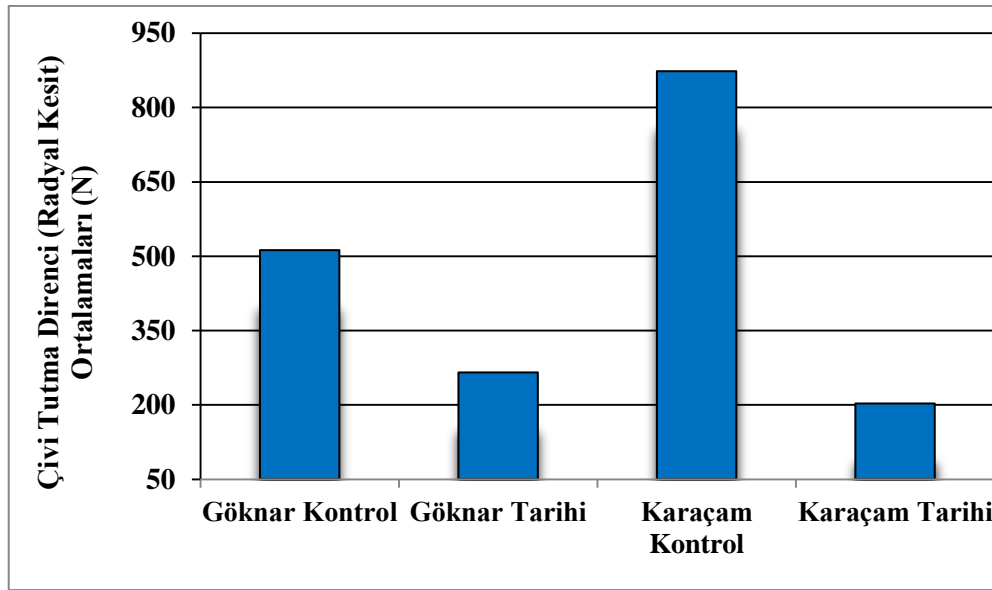
Ağaç Türü	Örnek Sayısı	\bar{x}	HG
Karaçam Tarihi	10	153,2	A
Gökmar Tarihi	10	196,7	A
Gökmar Kontrol	10	335,3	B
Karaçam Kontrol	10	675,9	C

Çivi tutma direncinin enine kesitteki değerlerine ait Duncan testi sonuçlarına göre; gruplar arasında istatistiksel anlamda % 95 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. En yüksek direnç karaçam kontrol örneklerinde görülmüştür. Karaçam tarihi ve gökmar tarihi

örnekleri kontrol örneklerine göre daha düşük direnç göstererek aynı grupta yer almışlardır.

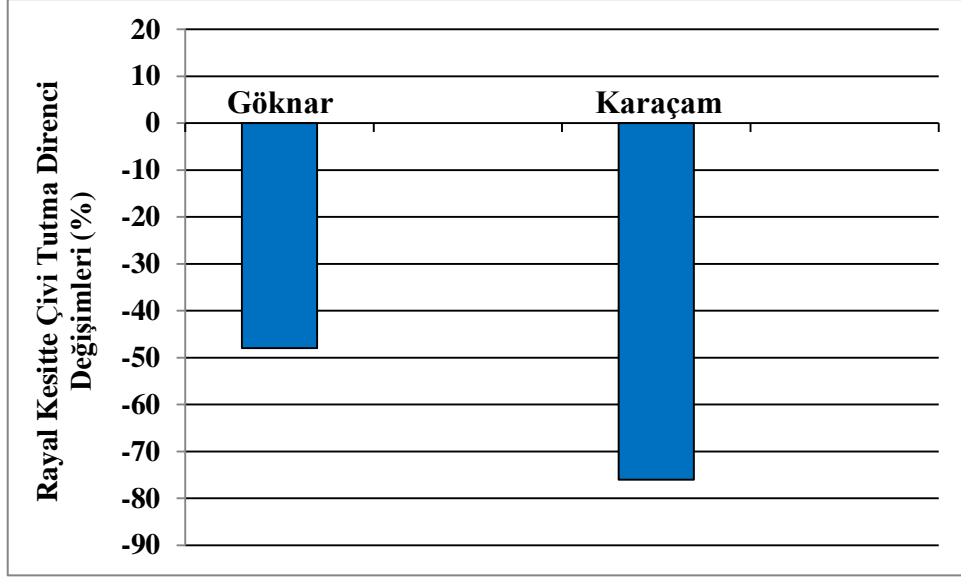
4.2.5 Radyal Kesitte Çivi Tutma Direnci

Radyal kesitte kontrol örnekleri ve tarihi yapılardan alınan örnek türlerine ait çivi tutma direnci ortalamaları Şekil 51’de gösterilmiştir.



Şekil 51: Radyal kesitteki kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait çivi tutma direnci ortalamaları.

Radyal kesitte çivi tutma direnci en yüksek karaçam kontrol örneklerinde 872,9 N bulunmuştur. En düşük değer 202,6 N olmak üzere karaçam tarihi örneklerinde tespit edilmiştir. Gökmar kontrol örnekleri (512 N) gökmar tarihi örneklerinden (265,5 N) daha yüksek direnç göstermiştir. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait radyal kesitte çivi tutma direncinde meydana gelen direnç değişimleri Şekil 52’ de gösterilmiştir.



Şekil 52: Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait radyal kesitte çivi tutma direnci değişimleri.

Karaçam kontrol örnekleri, karaçam tarihi örnekleri ile karşılaştırıldığında ortalama % 76 direnç kaybına uğramışlardır. Göknar örneklerinde ise bu oran % 48 olarak belirlenmiştir.

Baltacı, (2010) % 12 rutubetteki göknar ve sarıçam kontrol örnekleri radyal kesit için, çivi tutma değerleri sırasıyla ortalama 874,34 N ve 506,93 N olarak belirtmiştir. Çivi tutma direncinin radyal kesitte elde edilen değerlere ait çoklu varyans analiz sonuçları Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19: Radyal kesitteki çivi tutma direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	2772727,28	3	924242,43	105,25	0,000*
Gruplar İçinde	316129,70	36	8781,38		
Toplam	3088856,98	39			

(*p<0,05)

Deney numunelerini oluşturan göknar kontrol ile göknar tarihi ve karaçam kontrol ile karaçam tarihi örneklerinin karşılaştırılması ve bu örneklerin ikili karşılaştırma sonuçları radyal kesitteki çivi tutma direncinin etkileri p<0,05 hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için verilere Duncan testi

uygulanmıştır. Radyal kesitteki çivi tutma direnci değerlerine ait Duncan testi analizi yapılmış ve değerler Tablo 20’de verilmiştir.

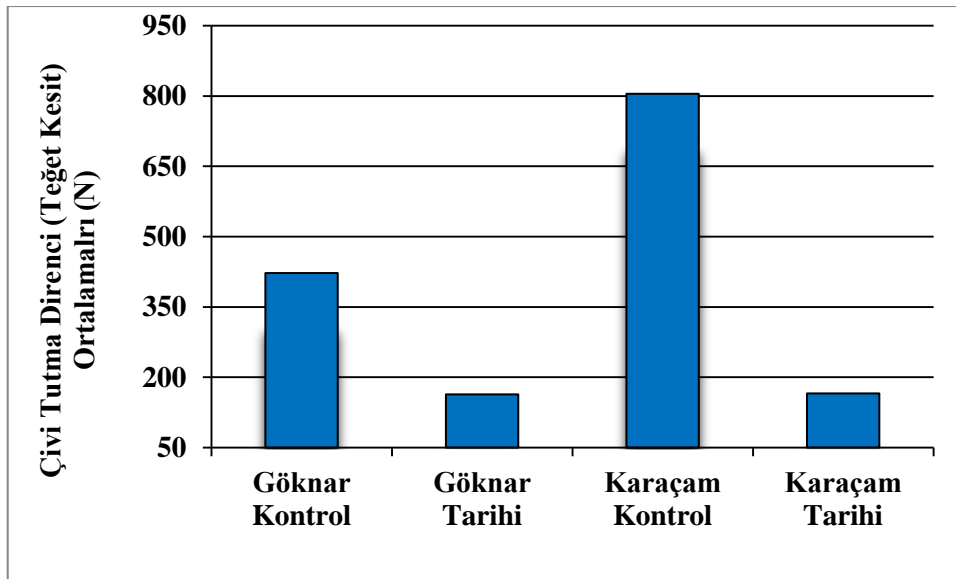
Tablo 20: Radyal kesitteki çivi tutma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	Örnek Sayısı	\bar{x}	HG
Karaçam Tarihi	10	202,6	A
Gök nar Tarihi	10	265,4	A
Gök nar Kontrol	10	512,0	B
Karaçam Kontrol	10	872,9	C

Radyal kesitteki çivi tutma direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçlarına göre; gruplar arasında istatistiki anlamda % 95 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Karaçam kontrol örnekleri en yüksek direnç özelliği gösteren grupta yer alırken, tarihi örnekler (gök nar ve karaçam) en düşük grubu oluşturmuştur.

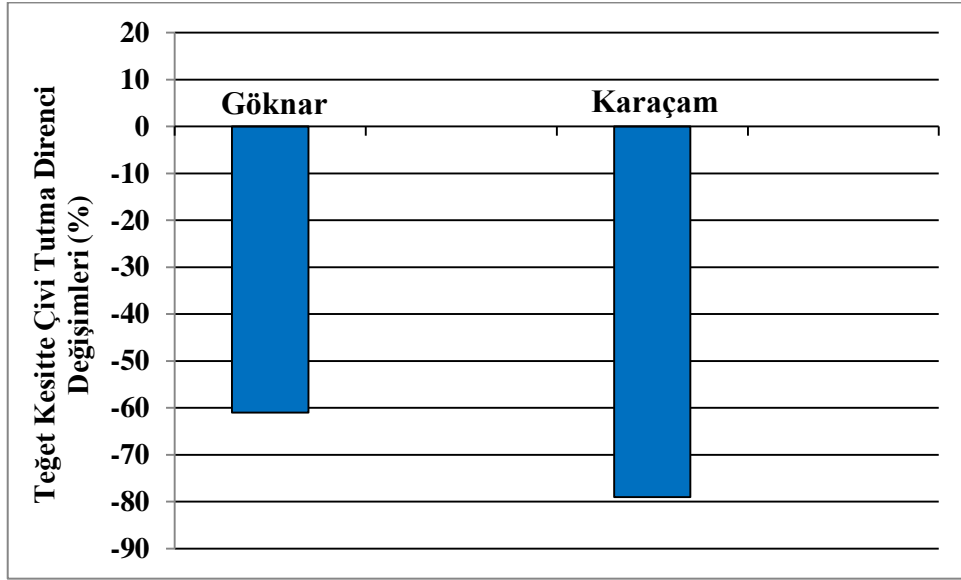
4.2.6 Teğ et Kesitte Çivi Tutma Direnci

Kontrol örnekleri ve tarihi yapılardan alınan örnek türlerine ait teğ et kesitte çivi tutma direnci ortalamaları Şekil 53’de gösterilmiştir.



Şekil 53: Teğ et kesitteki kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait çivi tutma direnci ortalamaları.

Teğet kesitte çivi tutma direnci en yüksek 804,7 N ile karaçam kontrol örneklerinde elde edilmiştir. En düşük değer ise, karaçam tarihi örneklerinde 165,8 N olarak tespit edilmiştir. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait teğet kesitte çivi tutma direncinde meydana gelen direnç değişimleri Şekil 54' de gösterilmiştir.



Şekil 54: Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait teğet kesitte çivi tutma direnci değişimleri.

Karaçam kontrol örnekleri, karaçam tarihi örnekleri ile karşılaştırıldığında ortalama % 79 direnç kaybına uğramışlardır. Göknar örneklerinde ise bu kayıp oranı % 61 olarak belirlenmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada Baltacı, (2010) % 12 rutubetteki göknar ve sarıçam kontrol örnekleri için teğet kesitte çivi tutma direnci değerleri için sırasıyla ortalama 425,98 N ve 809,16 N olarak belirtmiştir. Teğet kesitte çivi tutma direncinin elde edilen değerlerine ait çoklu varyans analiz sonuçları Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21: Teğet kesitteki çivi tutma direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	2747126,08	3	915708,69	178,986	0,000*
Gruplar İçinde	184178,90	36	5116,08		
Toplam	293104,98	39			

(*p<0,05)

Deney numunelerini oluşturan göknar kontrol ile göknar tarihi ve karaçam kontrol ile karaçam tarihi örneklerinin karşılaştırılması ve bu örneklerin ikili karşılaştırma sonuçları teğet kesitteki çivi tutma direnci etkileri $p<0,05$ hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için verilere Duncan testi uygulanmıştır. Teğet kesitteki çivi tutma direnci değerlerine ait Duncan testi analizi yapılmış ve değerler Tablo 22’de verilmiştir.

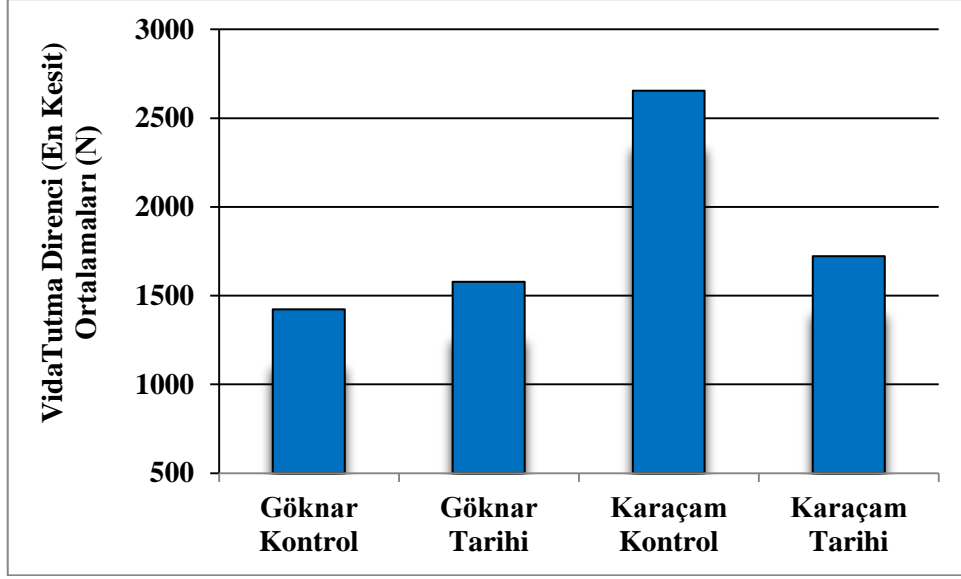
Tablo 22: Teğet kesitteki çivi tutma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	Örnek Sayısı	\bar{x}	HG
Göknar Tarihi	10	163,2	A
Karaçam Tarihi	10	165,8	A
Göknar Kontrol	10	422,2	B
Karaçam Kontrol	10	804,7	C

Teğet kesitteki çivi tutma direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçlarına göre; gruplar arasında istatistiki anlamda % 95 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Göknar tarihi ve karaçam tarihi örnekleri aynı grupta en düşük direnç özelliği göstermiştir. Karaçam kontrol örnekleri daha yüksek direnç özellikleri göstererek farklı bir grup oluşturmuştur.

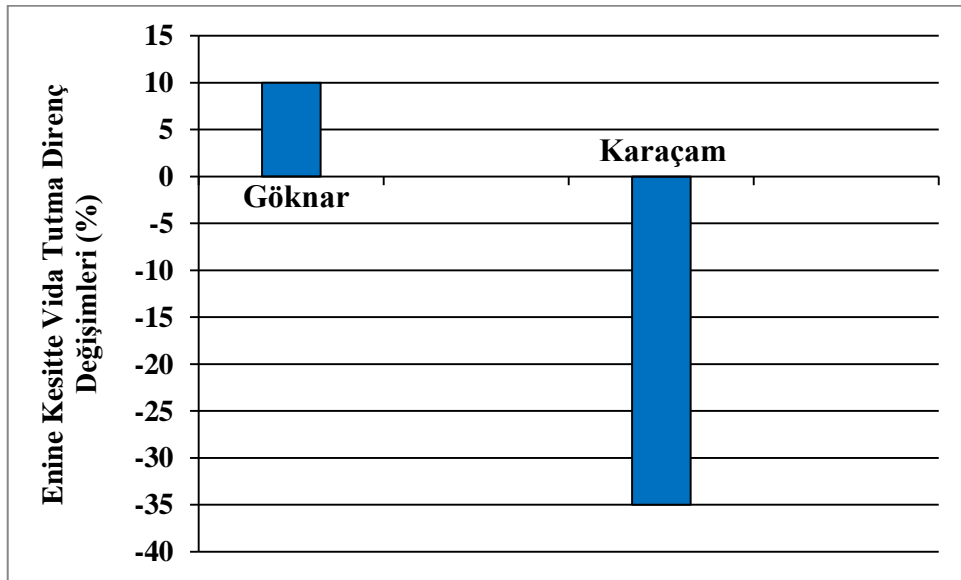
4.2.7 Enine Kesitte Vida Tutma Direnci

Enine kesitte kontrol örnekleri ve tarihi yapılardan alınan örneklere ait vida tutma direnci ortalamaları Şekil 55’de gösterilmiştir.



Şekil 55: Enine kesitteki kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait vida tutma direnci ortalamaları.

En kesitte vida tutma direnci en yüksek karaçam kontrol örneklerinde 2654,2 N olarak elde edilmiştir. Gök nar kontrol örnekleri ise karaçam kontrol örneklerine göre en düşük direnç özelliği göstermiştir. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait enine kesitte vida tutma direncinde meydana gelen direnç değişimleri Şekil 56' da gösterilmiştir.



Şekil 56: Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait enine kesitte vida tutma direnç değişimleri.

Karaçam kontrol örnekleri, karaçam tarihi örnekleri ile karşılaştırıldığında ortalama % 35 direnç kaybına uğramışlardır. Gökmar örneklerinde ise % 10'luk bir direnç artışı gözlenmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada Baltacı (2010) % 12 rutubetteki gökmar kontrol örnekleri için enine kesitte vida tutma dirençleri için ortalama 1567,55 N ve % 11 rutubetteki karaçam kontrol örnekleri için ortalama 1628,50 N olarak elde etmiştir.

Kontrol örnekleri ve tarihi yapılardan alınan örneklere ait enine kesitteki vida tutma direnci değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Tablo 23'de verilmiştir.

Tablo 23: Enine kesitteki vida tutma direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	473780,675	3	157926,89	2,21	0,104*
Gruplar İçinde	2573088,10	36	71474,67		
Toplam	3046868,78	39			

(*p<0,05)

Deney numunelerini oluşturan gökmar kontrol ile gökmar tarihi ve karaçam kontrol ile karaçam tarihi örneklerinin karşılaştırılması ve bu örneklerin ikili karşılaştırma sonuçları vida tutma direncinin enine kesitteki etkileri $p>0,05$ hata payı ile istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için verilere Duncan testi uygulanmıştır. Enine kesitteki vida tutma direnci değerlerine ait Duncan testi analizi yapılmış ve değerler Tablo 24'de verilmiştir.

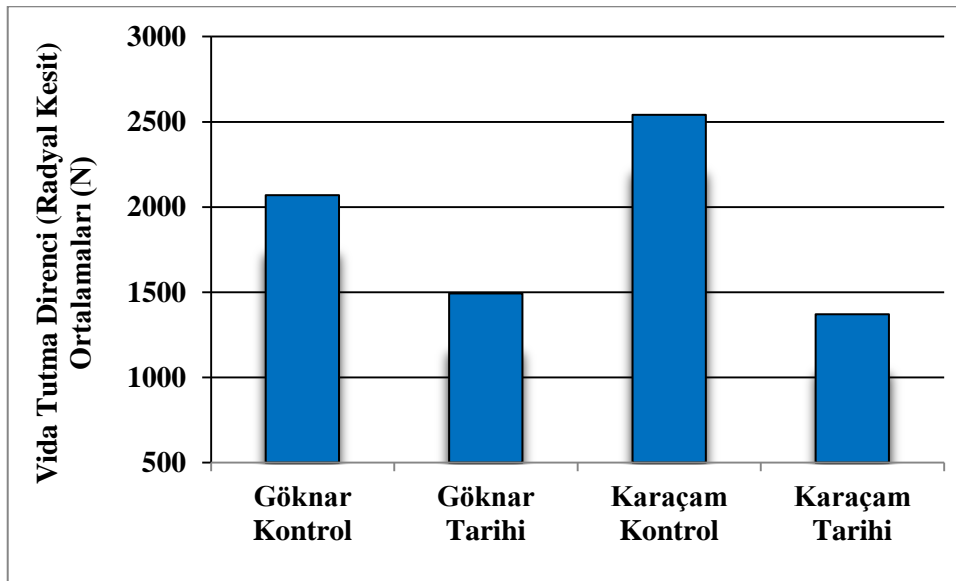
Tablo 24: Enine kesitteki vida tutma direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	Örnek Sayısı	\bar{x}	HG
Gökmar Kontrol	10	1422,1	A
Gökmar Tarihi	10	1577,1	AB
Karaçam Tarihi	10	1721,8	B
Karaçam Kontrol	10	2654,2	C

Enine kesitteki vida tutma direncinin değerlerine ait Duncan testi sonuçlarına göre; gruplar arasında istatistiki anlamda % 95 güven düzeyinde anlamsız bir ilişki bulunmuştur. Göknar kontrol rnemleri en dŐuk direnci veren grupta (A) yer almıştır. Karaçam kontrol rnemleri en yüksek direnç özellikleri göstererek farklı bir grup (C) oluşturmuştur.

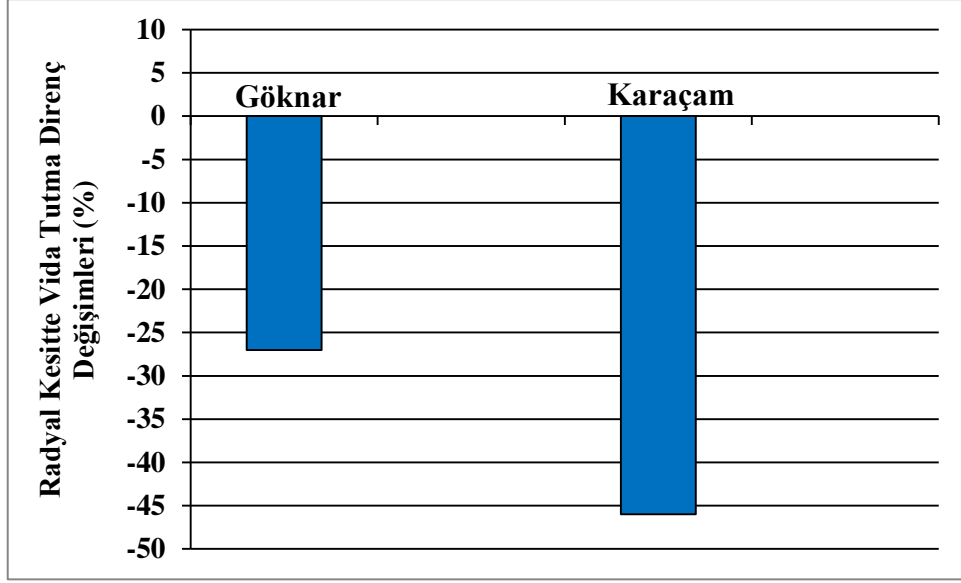
4.2.8 Radyal Kesitte Vida Tutma Direnci

Kontrol rnemleri ve tarihi yapılardan alınan örneklere ait radyal kesitte vida tutma direnci ortalamaları Şekil 57’de gösterilmiştir.



Şekil 57: Radyal kesitte kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait vida tutma direnci ortalamaları.

Radyal kesitte en yüksek vida tutma direnci değeri 2540,20 N ile karaçam kontrol rnemlerinde elde edilmiştir. En dŐuk değerler ise, karaçam tarihi rnemlerinde 1369,80 N olarak tespit edilmiştir. Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait radyal kesitte vida tutma direncinde meydana gelen direnç değişimleri Şekil 58’ de gösterilmiştir.



Şekil 58: Kontrol ve tarihi ağaç türlerine ait radyal kesitte vida tutma direnci değişimleri.

Karaçam kontrol örnekleri, karaçam tarihi örnekleri ile karşılaştırıldığında ortalama % 46 direnç kaybına uğramışlardır. Gök nar örneklerinde ise bu kayıp oranı % 27 olarak belirlenmiştir.

Baltacı (2010) % 12 rutubetteki göknar kontrol örneklerinin radyal kesit için vida tutma dirençleri üzerine yapmış olduğu çalışmada ortalama 2064,13 N ve % 11 rutubetteki sarıçam kontrol örnekleri için ortalama 2792,23 N olarak elde etmiştir.

Elde edilen değerlerin çoklu varyans analiz sonuçları Tablo 25’de verilmiştir.

Tablo 25: Radyal kesitteki vida tutma direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	1,27	3	4217286,03	34,813	0,000*
Gruplar İçinde	4361133,70	36	121142,603		
Toplam	1,70	39			

(*p<0,05)

Deney numunelerini oluşturan göknar kontrol ile göknar tarihi ve karaçam kontrol ile karaçam tarihi örneklerinin karşılaştırılması ve bu örneklerin ikili karşılaştırma sonuçları radyal kesitteki vida tutma direnci etkileri $p < 0,05$ hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için veriler ile Duncan testi uygulanmıştır. Radyal kesitteki vida tutma direnci değerlerine ait Duncan testi analizi yapılmış ve değerler Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26: Radyal kesitteki vida tutma direnci değerlerinin Duncan testi.

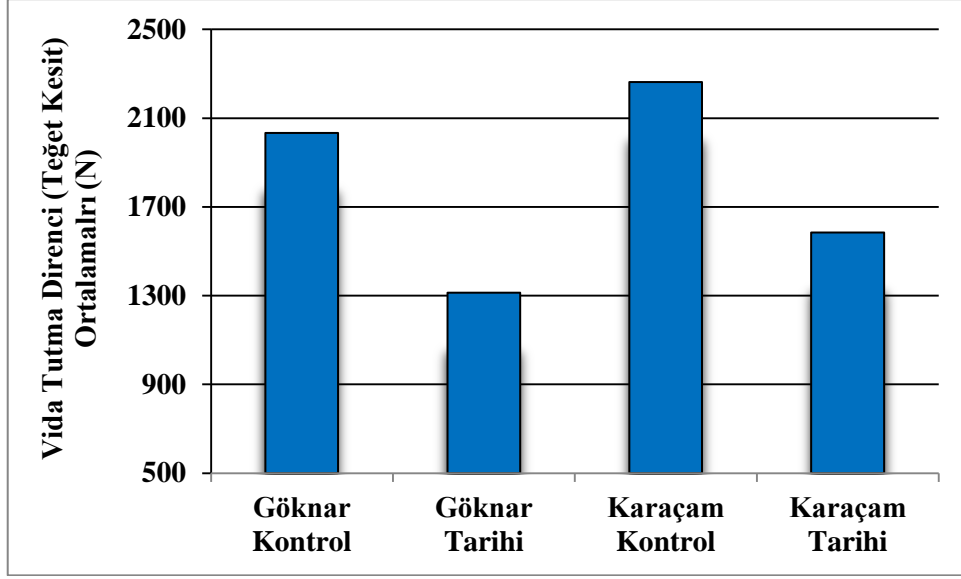
Ağaç Türü	Örnek Sayısı	\bar{x}	HG
Karaçam Tarihi	10	1369,8	A
Göknar Tarihi	10	1492,7	A
Göknar Kontrol	10	2068,4	B
Karaçam Kontrol	10	2540,2	C

Radyal kesitteki vida tutma direncinin değerlerine ait Duncan testi sonuçlarına göre; gruplar arasında istatistiksel anlamda % 95 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Karaçam tarihi ve göknar tarihi örnekleri en düşük direnç gösteren grupta bulunmuştur. Karaçam kontrol örnekleri ise en yüksek direnç özelliği göstererek farklı bir grup oluşturmuştur.

4.2.9 Teğet Kesitte Vida Tutma Direnci

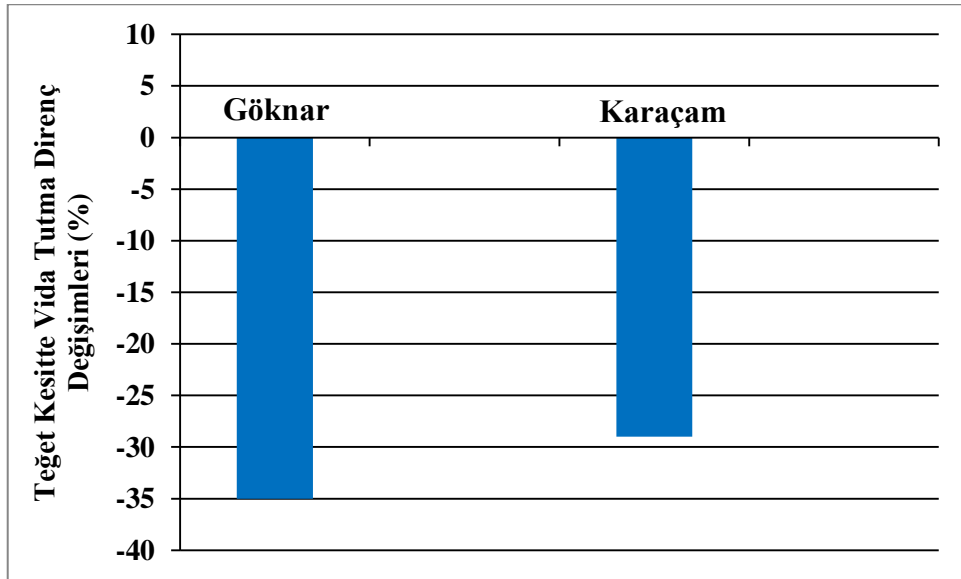
Teğet kesitte kontrol örnekleri ve tarihi yapılardan alınan örneklere ait vida tutma direnci ortalamaları Şekil 59’da gösterilmiştir.

Teğet kesitte vida tutma direnci en yüksek 2262,4 N değeri ile karaçam kontrol örneklerinde elde edilmiştir. Karaçam tarihi örneklerinde ise 1584,3 N en düşük değer olarak tespit edilmiştir. Göknar kontrol örnekleri (2032,6 N) göknar tarihi örneklerine göre (1313,3 N) daha yüksek direnç göstermiştir.



Şekil 59: Teğ et kesitte kontrol ve tarihi ağ aç türlerine ait vida tutma direnci ortalamaları.

Kontrol ve tarihi ağ aç türlerine ait teğ et kesitte vida tutma direncinde meydana gelen direnç değişimleri Şekil 60’ da gösterilmiştir.



Şekil 60: Kontrol ve tarihi ağ aç türlerine ait teğ et kesitte vida tutma direnci değişimleri.

Karaçam kontrol örnekleri, karaçam tarihi örnekleri ile karşılaştırıldığında ortalama % 29 direnç kaybına uğ ramışlardır. Gök nar örneklerinde ise bu oran % 35 olarak tespit edilmiştir.

Benzer bir çalışmada Baltacı (2010) % 12 rutubetteki göknar kontrol örnekleri için, vida tutma değerlerini teğet kesitte ortalama 2033,97 N ve sarıçam kontrol örnekleri için % 11 rutubette ortalama 2718,90 N olarak elde etmiştir. Kontrol örnekleri ve tarihi yapılardan alınan örneklere ait teğet kesitteki vida tutma direncinin değerlerinin çoklu varyans analiz sonuçları Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27: Teğet kesitteki vida tutma direnci değerlerinin çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	1,14	3	3783378,09	90,83	0,000*
Gruplar İçinde	1499453,50	36	41651,49		
Toplam	1,29	39			

(*p<0,05)

Deney numunelerini oluşturan göknar kontrol ile göknar tarihi ve karaçam kontrol ile karaçam tarihi örnekleri karşılaştırılması ve bu örneklerin ikili karşılaştırma sonuçları *teğet kesitteki* vida tutma direncine etkileri $p<0,05$ hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için veriler ile Duncan testi uygulanmıştır. Teğet kesitteki vida tutma direnci değerlerine ait Duncan testi analizi yapılmış ve değerler Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28: Teğet kesitteki vida tutma direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi.

Ağaç Türü	Örnek Sayısı	\bar{x}	HG
Göknar Tarihi	10	1313,3	A
Karaçam Tarihi	10	1584,3	B
Göknar Kontrol	10	2032,6	C
Karaçam Kontrol	10	2262,4	D

Teğet kesitteki vida tutma direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçlarına göre; gruplar arasında istatistiksel anlamda % 95 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. En yüksek direnç grubu karaçam kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Göknar tarihi örnekleri en düşük grubu oluşturmuştur.

BÖLÜM 5

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bolu iline bağlı Mudurnu ilçesinde 100 yılı aşkın geçmişe sahip, tarihi ahşap yapılarda kullanılan karaçam ve göknar ağaç türlerinde, zamana bağlı olarak fiziksel ve mekanik özelliklerde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Fiziksel testler olarak yoğunluk, rutubet, su alma ve boyutsal stabilizasyon, mekanik testler olarak ise liflere dik eğilme direnci, liflere paralel basınç direnci, liflere paralel çekme direnci ve çivi-vida tutma testleri gerçekleştirilmiştir.

Tarihi evlerden alınan örnekler ve kontrol örneklerine 50 gün doğal kurutma yapılarak denge rutubeti değerlerine ulaşılması beklenmiştir. Kontrol örneklerinin rutubet değerleri karaçam için % 16, göknar için ise % 14 olarak tespit edilmiştir. Tarihi örneklerin rutubet değerleri göknar için % 13 karaçam için ise % 12 olarak tespit edilmiştir. Kontrol örneklerinin kondisyonlanmasının aynı ortamda tarihi örnekler ile birlikte gerçekleştirilmiştir. Örneklerde oluşan rutubet farklılıkları ağaç türü ve anatomik yapı gibi özelliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Karaçam kontrol örneklerinin denge rutubet değerlerinin, diğer örneklere göre yüksek (% 16) olması, yoğunluğun yüksek çıkmasına, dolayısıyla direnç özelliklerinin göknar örneklerine göre daha yüksek çıkmasını sağlamıştır. Göknar kontrol örneklerinde % 43 gr/cm³ olarak belirlenen yoğunluk değeri, göknar tarihi örneklerinde % 7 artış göstererek 0,46 gr/cm³ olarak tespit edilmiştir. Tarihi örneklerde zamana ve çevre faktörlerine bağlı olarak oluşan plastikleşmenin hücre çeperlerinde çökmelere, dolayısıyla boşluk hacminde daralmalara neden olduğu, bunun da ağırlık/hacim oranında artışa neden olarak yoğunluğu arttırdığı tahmin edilmektedir.

Lourenço vd., (2007) tarihi evlerden alınmış ve taze kesilmiş kestane (*Castanea sativa*) odunlarını karşılaştırmış, tarihi evden alınan numunelerin özgül ağırlığının 0,58 ile 0,61 g/cm³ arasında değiştiğini, taze halde ise 0,57 ile 0,59 g/cm³ arasında bulunduğunu

bildirmişlerdir. Liflere dik yönde basınç dirençleri ise tarihi evlerden alınan örneklerin, taze kesilmiş olanlara göre % 5 daha yüksek performans gösterdiği belirlenmiştir.

Liflere dik eğilme direnci, göknar kontrol örneklerinde $73,79 \text{ N/mm}^2$ olarak bulunmuştur. Göknar tarihi örneklerinde ise bu oran % 18'lik bir azalma ile $60,02 \text{ N/mm}^2$ ölçülmüştür. Karaçam örneklerinde liflere dik eğilme direnci $110,80 \text{ N/mm}^2$ 'den $46,14 \text{ N/mm}^2$ 'ye düşerek % 58'lik bir azalma göstermiştir. Elde edilen verilere göre, eğilme direncinin önemli olduğu kiriş gibi kullanım alanlarında, % 58'lik bir direnç kaybı gösteren karaçam türünün yerine, % 18'lik direnç kaybı gösteren göknar türünün kullanılması daha uygun olacaktır. Yapılan incelemeler sonucunda göknar türü genellikle çatı katı kısımlarında kullanılmıştır. Toydemir ve Bulut (2004) oturtma çatılarda yükler, dikme gibi taşıyıcı elemanlarla döşeme plağına ve bina taşıyıcılarına iletiildiği belirtilmiştir. Dolayısıyla geleneksel ahşap yapılarda çatıya gelen yükler dikmeler vasıtasıyla önce döşeme kirişlerine daha sonrada yapıyı taşıyan ana dikmelere iletilir. Bu yüzden ana yapıda daha dayanıklı türlerin kullanılmasının uygun olacağı öngörülmektedir.

Uygulanan liflere paralel basınç direnci testleri sonucunda, karaçam kontrol örneklerinde $46,77 \text{ N/mm}^2$ olarak bulunan direnç değeri, karaçam tarihi örneklerinde % 27 azalarak $33,99 \text{ N/mm}^2$ olarak ölçülmüştür. Göknar kontrol örneklerinde $39,47 \text{ N/mm}^2$ olarak belirlenen liflere paralel basınç değeri ise, göknar tarihi örneklerinde % 15 düşüş göstererek $33,30 \text{ N/mm}^2$ olarak tespit edilmiştir. Liflere dik eğilme direncinde olduğu gibi liflere paralel basınç direncinde de göknar türünün direnç kaybı karaçam türünden daha az olmuştur. Tarihi örneklerin basınç direncinin, kontrol örneklerinden düşük çıkmasında yoğunluk ve zamana bağlı yaşlanma gibi faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Ahşap yapılarda liflere paralel basınç direncinin etkili olduğu kısa direk ve sütunlarda karaçam türü yüksek direnç özelliği, göknar türü ise zaman içerisinde direnç kaybı daha az olduğu için tercih edilebilir.

Liflere paralel çekme direncinde göknar kontrol örneklerinin, göknar tarihi örneklerine göre % 21 direnç kaybına uğradığı gözlenmiştir. Karaçam kontrol örneklerinde ise bu direnç kaybı oranı % 49 olarak elde edilmiştir. Karaçam türünün zamana bağlı olarak direnç kayıpları göknara göre daha fazladır. Bu durum, karaçamın ekstraktif madde

miktarının göknara göre fazla olması ve bu ekstraktiflerin direnç özelliklerini olumsuz etkilemesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Çivi tutma kabiliyeti göknar kontrol örnekleri için, enine kesitte 335,3 N, radyal kesitte 512 N ve teğet kesitte 422,2 N olarak ölçülmüştür. Göknar tarihi örnekleri enine kesitte ise 196,7 N, radyal kesitte 265,4 N ve teğet kesitte 163,2 N olarak tespit edilmiştir. Göknar kontrol örneklerinin göknar tarihi örneklerine göre direnç kayıpları sırasıyla % 41, % 48 ve % 61'lik olarak ölçülmüştür. Karaçam kontrol örneklerinde çivi tutma direnci enine kesit için 675,9 N, radyal kesit için 872,9 N ve teğet kesit için 804,7 N olarak belirlenmiştir. Karaçam tarihi örneklerinde enine kesitte % 77'lik bir azalma sonucunda 153,2 N, radyal kesitte % 76 oranında azalarak 202,6 N ve teğet kesitte % 79'luk bir azalma sonucunda 165,8 N düştüğü tespit edilmiştir.

Baltacı (2010) bazı odunların çivi ve vida tutma direnci üzerine ısıtma işlem uygulamasının etkisi üzerine yapmış olduğu çalışmada; göknar kontrol örnekleri için çivi tutma direnç değerleri enine kesit için ortalama 337,22 N, radyal kesit için ortalama 506,93 N ve teğet kesit için ortalama 425,98 N olarak ölçmüştür. Yaptığımız çalışmada ise göknar kontrol örnekleri için enine kesit için ortalama 335,30 N, radyal kesit için ortalama 512 N ve teğet kesit için ortalama 422,20 N olarak elde edilen değerler bu değerlere yakın benzerlik göstermiştir.

Çivi tutma kabiliyeti bakımından en yüksek değerler her iki ağaç türü için radyal kesitte elde edilmiştir. Enine kesit ise en düşük çivi tutma kabiliyeti gösteren yüzey olarak belirlenmiştir. Yüksek direnç özelliği gösteren kontrol örnekleri, tarihi örnekler ile karşılaştırıldığında direnç kaybı oranları daha yüksek çıkmaktadır. Radyal yüzeyde yüksek direnç özelliklerinin belirlenmesinde, çivinin temas ettiği hücre çeperi sayısının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Enine kesitte ise çivi yönü liflere paralel olduğu için direnç özellikleri daha düşük seviyelerde kalmıştır.

Tarihi örneklerin alındığı ahşap yapılarda, özellikle dış cephe ve tavan uygulamalarında çivi kullanıldığı tespit edilmiştir. Dış cephelerde genellikle karaçam türü tercih edilirken tavan uygulamalarında reçine sorunları ile karşılaşılması için göknar türü tercih edilmiştir.

Örnek kesitlerine ait değerlendirmelerde; örnek kesitinin çivi tutma direnci için en etkili faktör olduğu görülmüştür. Radyal kesitin en büyük direnç değerleri verdiği, onu yaklaşık değerlerle teğet kesitin izlediği, enine kesitin ise düşük direnç değerleri verdiği görülmüştür. Bues vd. (1987) ile Noguchi ve Sugihara (1961) radyal kesitteki direnç değerlerinin teğet kesit dirençlerinden büyük olduğunu belirtmektedirler. Aytekin (2008) ve Akyıldız (1999) boyuna yönde, radyal ve teğet yöne göre daha düşük çivi tutma direnci elde ettiğini belirtmiştir. Bu durum çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Vida tutma direnci değerlerinde karaçam örneklerinde, örneklerin 3 kesit alanı içinde azalma olarak görülürken, göknar örneklerinin radyal ve teğet kesitlerinde azalma olurken enine kesit'inde artış tespit edilmiştir. Karaçam kontrol örneklerinde enine kesitte vida tutma direnci 2654,2 N, radyal kesitte 2540,6 N ve teğet kesitte 2262,4 N olarak belirlenmiştir. Karaçam tarihi örneklerinde ise sırasıyla % 35, % 46 ve % 30 oranında bir azalma görülerek enine kesitte 1721,8 N, radyal kesitte 1369,8 N ve teğet kesitte 1584,3 N olarak ölçülmüştür. Göknar kontrol örneklerinde 1422,1 N olarak belirlenen enine kesitte vida tutma direnci değeri, göknar tarihi örneklerinde % 10 artış göstererek 1577,1 N olarak tespit edilmiştir. Göknar kontrol örneklerinde 2068,4 N olan radyal kesitte vida tutma direnci göknar tarihi örneklerinde % 28'lik azalma göstererek 1492,7 N bulunmuştur. Göknar kontrol örneklerinin teğet kesiti için vida tutma direnci 2032,6 N, göknar tarihi örneklerinde ise % 35 oranında bir azalma miktarı ile 1313,3 N olarak belirlenmiştir.

Vida tutma kabiliyeti bakımından karaçam örnek türleri için en yüksek direnç enine kesitte elde edilmiştir. En düşük vida tutma kabiliyeti karaçam kontrol örnekleri için teğet kesit, karaçam tarihi örnekleri için ise radyal kesit düşük direnç gösteren yüzeyler olarak belirlenmiştir. Enine kesitte vida tutma kabiliyetinin yüksek elde edilmesi budak ve lif kıvrıklığı sorunlarından kaynaklanıyor olabilir. En yüksek vida tutma kabiliyeti göknar kontrol örnekleri için radyal kesitte, göknar tarihi örnekleri için ise enine kesit yüzeyinde görülmüştür. Göknar kontrol örneklerinde enine kesitte vida tutma kabiliyeti tarihi örneklere göre daha düşük çıkmıştır. Bunun nedeni yukarıda karaçam enine kesit yüzeyinde olduğu gibi ağaç malzemenin istenmeyen budak, lif kıvrıklığı ve reaksiyon odunundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada göknar kontrol örnekleri için teğet kesitte belirlenen vida tutma direnci enine kesitte belirlenen vida tutma direncinden daha yüksek çıkmıştır. Vidalama işleminde teğet kesitte vidanın dişleri ağaç malzemenin lifleri arasına sarılarak ilerlerken, enine kesitte vidanın dişleri ağaç malzemeyi yarararak ilerlemektedir. Bunun sonucunda teğet kesitte vida çekme direnci yüksek çıkmış olabilir. Örs vd. (1998), yaptıkları çalışmada kayın odununda yüzeye dik vida tutma direnci yüzeye paralel vida tutma direncinden yüksek çıkarken liflere dik yönde vida dişlerinin lifler arasına girerek sıkı bir bağ oluşturmasına karşılık, liflere paralel yönde ilerleme halinde lifleri açmış olması sebebiyle yeterli bağ oluşturmamasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Aynı durum karaçam kontrol örnekleri için geçerli olmayıp, yukarıda da belirttiğimiz gibi vida tutma kabiliyetinin enine kesitte teğet kesite göre yüksek çıkmasının sebebi lif kıvrıklığı, budak gibi istenmeyen kusurlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Lif kıvrıklığına özellikle çam türlerinde fazla oranlarda rastlanmaktadır.

Elde edilen bulgulara göre karaçam türünün, göknar türüne göre fiziksel ve mekanik özelliklerinin yüksek olduğu, ancak zamana bağlı olarak direnç kayıp oranlarının ise göknar türünden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak ahşap yapılarda karaçam türü yüksek direnç özellikleri sebebiyle, göknar türü ise zaman içerisinde direnç kaybı az olduğu için kullanılabilir. Çalışmanın bundan sonraki aşamasında; direnç kaybına neden olan mantar, böcek veya termitler üzerinde bir çalışma yapılarak bölgenin ve ağaç türlerinin korunmasında etkili koruyucu önlemler alınabilir. İleriki çalışmalarda ahşap yapıların performansının belirlenmesinde önemli bir yer tutan yorulma testlerinin yapılması, zaman içerisinde maruz kalınan yüklemelerin etkilerinin belirlenmesinde yol gösterici olacaktır.

KAYNAKLAR

- Acar, O. (1973). *Populus, Euphratica Oliv., Odununun Anatomik Ve Teknolojik Özellikleri*. Kavak Ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülteni, No;8.
- Acun, H. (1994). *Anadolu Saat Kuleleri*, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Atatürk Kültür Merkezi Yayınları, Ankara, 30, 31.
- Acun, H. (1996). *Sakarya İli Taraklı İlçesi ve Yunus Paşa Camii*, T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1, 2.
- Akyıldız, M. H. (1999). Doğu Karadeniz Bölgesinde Yetişen Önemi Bazı Ağaç Odunlarının Çivi ve Vida Tutma Dirençleri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 71 s.
- Akgül, T. (2007). Ahşapların ve Birleşim Noktalarının Fiber Takviyeli Polimerlerle Güçlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Sakarya, 99 s.
- Akman, A. (1999). *Ekolojik ve Biyolojik Yapı Uygulamaları*, Yapı 213, 1999/8, s.91-102.
- Akyıldız, M. ve Malkoçoğlu, A. (2001). Doğu Karadeniz bölgesinde yetişen önemli bazı ağaç odunlarının vida tutma direnci. *Artvin Orman Dergisi*, 1: 54-60.
- Algan, Ö. (2009). Türkiye'nin kuzey-güney mimarisi ve yaşam tarzı. *Kastamonu Orman Dergisi*, 1: 44-51.
- Ambraseys, N.N. ve Finkel, C.F. (1995). *The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas, A Historical Review, 1500-1800*, Eren Yayınevi, İstanbul.
- Ambraseys, N.N. ve Jackson, J.A. (2000). Seismicity of the sea of Marmara (Turkey) since 1500. *Geophysical Journal International*, 1:135-141.
- Anon. (1976a). TS 2470 Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anon. (1976). TS 2471 Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anon. (1981). TS 53 Odunun Fiziksel Özelliklerini Tayin İçin Numune Alma, Muayene ve Deneysel Metodları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anon. (1994). TS 61-1, Bağlama Elemanları-Vidalar-Kısım 1-Terimler ve Tarifler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anon. (2001). Ahşabın Mekanik Özellikleri. Ahşap yapılar, Eskişehir.
- Anon. (2001). TS 431, Civatalar-Ahşap İçin, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- Anon. (2005). TS 155, Çiviler-Özel Uygulamalar İçin, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anon. (2006). Orman Varlığımız, Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Anon. (2006). ASTM-D 1761-06, Standard Test Methods For Mechanical Fasteners in Wood, ASTM.
- Anon. (2007). ASTM-D 143-94, Standard Test Methods For Small Clear Specimens of Timber, ASTM.
- AS, N. (2002). Ağaç Malzemenin Yapıda Kullanımı, Basılmamış Ders Notu, İstanbul.
- ASTM-D 1761, (1988). Standard test methods for mechanical fasteners in wood, ASTM Standards, USA.
- ASTM-D 1761-88, (1995). Standard test methods for mechanical fasteners in wood, ASTM.
- Aytekin, A. (2008). Determination of screw and nail withdrawal resistance of some important wood species. *International Journal of Molecular Sciences*, 9; 626-637.
- Babalı, M. (2007). Mudurnu'nun Fiziksel ve Tarihsel Dokusu, Sivil ve Anıtsal Mimarlık Örnekleri Çevresel Analiz ve Koruma Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 112 s.
- Balaban, A. ve Şen, E. (1984). *Tarımsal inşaat*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayınları, 904, Ders Kitabı, No: 252, Ankara.
- Baltacı, S. (2010). Bazı Odunların Çivi ve Vida Tutma Direnci Üzerine Isıl İşlem Uygulamasının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Kastamonu 114 s.
- Beckwith, J. R. (1998). *Durability of Wood*. University of Georgia School of Forest Resources Extension Publication for , 98-026.
- Berkel, A. (1970). *Ağaç Malzeme Teknolojisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 147. İstanbul.
- Berker, M. (1982). Ahşap Mimari Anıtlarda Koruma Uygulamaları ile İlgili Bir Yöntem Önerisi. Doktora Tezi (yayımlanmamış), Mimar Sinan Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 219 s.
- Bolu İl Meteoroloji Müdürlüğü, (2008). Mudurnu Meteoroloji Verileri.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y. (1986). *Orman Ürünlerinden Faydalanma*, Ders Kitabı, GÜ İstanbul, Yayın No: 3402.

- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y. (1987). *Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi*, Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul, 14-48,150-218.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y. (1996). *Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi*, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:3944, O.F. Yayın No: 436. ISBN 975- 404-420-1.
- Bozkurt, Y. (1966). Ağaç malzemenin mekanik özellikleri. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 16(2): 43-48.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N. (1997). *Ağaç Teknolojisi*, İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul, Yayın No: 445.
- Bues, C.T., Schulz, H. ve Eichenseer, F. (1987). Investigation of the pull-out resistance of nails and screws in pine wood. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 45(12): 514-520.
- Canan, F. (2003). Sürdürülebilir mimarlıkta ahşap yapı malzemesi kullanımı. *Yapı Dergisi*, 3: 262-270.
- Çelebi, G. ve Aydın, B. (2001). Sürdürülebilir mimarlık yaklaşımında yapı malzemelerinin irdelenmesi, *IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, s. 457-464.
- Çobancaoğlu, T. (1998). Türkiye’de Ahşap Evin Bölgelere Göre Yapısal Olarak İncelenmesi ve Restorasyonlarında Yöntem Önerileri. Doktora tezi, Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Restorasyon Anabilim Dalı, İstanbul, 342 s.
- Demir A. (2005). Anadolu’da kent ve konut, geçmişten geleceğe anadolu’da malzeme ve mimarlık bildirileri UIA 2005 XXII. *Dünya Mimarlık Kongresi*, İstanbul, Türkiye.
- Dinwoodie, J. M., Paxton B. H., Bonfield P. W. ve Mundy J. S. (1995). Fatigue and creep in chipboard. Part 2: the influence of slow cyclic fatigue on the creep behaviour of chipboard at a range of stress levels and moisture contents. *Wood Science Technology*, 29: 64-76.
- Doğan, D. (1997). Ahşap Yapı Malzemesinin Dış Atmosfer Koşullarındaki Davranışı Sonucu Meydana Gelen Sorunlar ve Koruma Yolları. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 387 s.
- Doğanay, S. (1995). Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Ahşap Malzemenin Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekarasyon Anabilim Dalı, Ankara, 69 s.
- Doğangün, A., Tuluk, Ö.İ., Acar, R. ve Livaoğlu, L. (2004). Geçmişten günümüze ahşap yapılarda taşıyıcı sistemler, *Ahşap-Yapı Malzemeleri Sektör Dergisi*, 4 (22): 57-61.
- Doğulu, N. (1993). *Geçmişten Günümüze Mudurnu*. Mudurnu Kaymakamlığı Yayınları, Bolu.
- Duman, N. (1981). *Ahşap Yapı Dersleri*. Yapı Endüstri Merkezi Yayın Bölümü, İstanbul.

- Duman, N. ve Ökten, S. (1988). *Ahşap Yapı Dersleri 1*, Yapı Endüstri Merkezi Yayın Bölümü, İstanbul, 1-3.
- Durmuş, A. (2004). *Deprem Mühendisliğine Giriş* Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi. İnşaat Mühendisliği Bölümü. Sayfa: 1-2. Trabzon.
- Efe, H. Kasal, A. (2007). Çeşitli masif ve kompozit ağaç malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Politeknik Dergisi*, 10 (3) : 303-311.
- Ekmekyapar, T. ve Örüng, İ. (1997). *İnşaat Malzeme Bilgisi*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Yayınları, No:145, Erzurum.
- Eraslan, Z. (2009). Safranbolu Evlerinde Kullanılan Yapı Malzemelerinin Ses İletkenliğinin Deneysel Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Karabük, 164 s.
- Erdin, N. (1995). *Malzeme Seçiminde Ekolojik Kriterler*. Yapı 164, Yem Yayınevi, İstanbul.
- Erdin, N. (2003). Ağaç malzeme kullanımı ve çevreye etkisi. *Ulusal Ahşap Birliği seminerleri Ahşap Seminerleri*, İstanbul, s 20-22.
- Eriç, M. (1978). *Yapı Malzemeleri*. Cilt II, Kazmaz Matbaası, İstanbul.
- Erkut, S. (1987). *Tarihte Mudurnu*. Bolu Kalkınma ve Tanıtım Vakfı Yayınları, Bolu, 19-33.
- Erten, P. (1988). Ahşap Malzemenin Korunmasında Yararlanılan Başlıca Teknikler. *Ahşap Malzemenin Korunması Sempozyumu*, Milli Prodüktivite Yayınları No:338, Ankara, S. 127-135.
- Faherty, K.F. ve Williamson, T.G. (1989). *Wood Engineering And Construction Handbook*. McGraw-Hill Publishing Company, 864 pp, New York.
- Ferguson, I., La Fontaine, B., Vinden, P., Bren, L., Hateley, R. ve Hermesec, B. (1996). Environmental Properties of Timber. Research paper commissioned by the FWPRDC.
- Guidoboni, E. (1994). *Catalogue Of Ancient Earthquakes In The Mediterranean*. Area up to the 10th century, Istituto Nazionale di Geofisica, Italy.
- Goetz, K.H., Mohler K. ve Natterer, J. (1992). *Timber Desing and Construction Sourcebook*, McGraw-Hill Publishing Company, New York.
- Göker, Y. (1969). Dursunbey ve Elek dağ karaçamlarının fiziksel, mekanik özellikleri ve kullanım yerleri hakkında araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 19 (2): 104-125.

- Göker, Y. (1977). *Dursunbey ve Elek Dağ Karaçamlarının Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ve Kullanış Yerleri Hakkında Araştırmalar*. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, 613-622, Ankara.
- Günel, N. (1997). *Türkiye’de Başlıca Ağaç Türleri, Coğrafi Yayılışı Ekolojik ve Floristik Özellikleri*. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Günay, R. (2002). *Geleneksel Ahşap Yapılar Sorunları ve Çözüm Yolları*., Birsen Yayınevi, İstanbul, 43-64.
- Günay, R. (2007). *Geleneksel Ahşap Yapılar Sorunları ve Çözüm Yolları*. 2. Baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Hall, G. S. (1988). Ahşabın yapıda doğru kullanımını ve korunması, *Ahşap Malzemenin Korunması Sempozyumu*, Milli Prodüktivite Yayınları No: 338, Ankara.
- Hoyle, R.J. (1972). *Wood Technology in the Design of Structures*. Second Edition, College of Engineering Washington State University, Pullman, Washington.
- ISO 15686-1 (2001). Buildings and constructed assets-Service life planning-Part 1: General principles.
- Jackman, P.E. (1981). The Fire behaviour of timber and wood based products. *Journal of the Institute Wood Science*, 9(1): 38-45.
- Kantay, R. (1993). *Kereste Kurutma ve Buharlama*. Ormancılık Eğitim ve Kültür Vakfı, Yayın No: 6, İstanbul.
- Karakaş, M. (1988). *Ahşap Malzemenin Korunması*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 34.
- Kaygın, B. (1997). Ahşap Yüzeylerde Kullanılan Opak Boyaların Dayanım Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın 97s.
- Konuk, İ. (1965). *Bolu(Mudurnu)*. Bolu Öğretmenler Derneği Kültür Yayınları.
- Kuban, D. (1995). *Türk Evi Geleneği Üzerine Gözlemler*. Türk ve İslam Sanatı Üzerine Denemeler, İstanbul: 280s.
- Kuban, D. (2000). *Tarihi Çevre Korumanın Mimarlık Boyutu Kuram ve Uygulama*. Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul, 165.
- Kurt, S. (1994). *Tarihte Mudurnu*. Plaka Matbaa.
- Kurtoğlu, A. ve Sofuoğlu, (2007). S.D. Mobilya ve Ağaç İşlerinde Kullanılan Ahşap Malzemeler, *Mobilya Sektöründe Ağaç Malzeme Seçimi ve Kullanımı Semineri*, İzmir, 85-97.

- Küçük, M. (1990). *Makine Bilgisi*. Endüstri Meslek Liseleri İçin. Milli Eğitim Basımevi, 1. Baskı, Ankara.
- Lourenço, P. B. , Artur O. F. ve Machado J. S. (2007). Chestnut wood in compression perpendicular to the grain: Non-destructive correlations for test results in new and old wood. *Construction and Building Materials*, 21: 1617–1627.
- Malkoçoğlu, A. (1989). *Mobilya Endüstrisi Ders Notu*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Trabzon.
- Marsoem, S. N, Bordonné P. A, Okuyama T. (1987). Mechanical responses of wood to repeated loading II – effect of waveform on tensile fatigue. *Mokuzai Gakkaishi* 33: 354–360.
- Merev, N. (1988). *Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı Ders Notları*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği, Trabzon.
- Miró, E.P., Coll, M.P. ve Viloría, A.R.C. (2006). *Mobilya Restorasyonu ve Yenilemesi*, Çeviri, Feza Altunıç, İnkılap Kitap Evi Yayın Sanayi, İstanbul, 10-11.
- Mobilya Bilgi Platformu 3D. (2009). www.3Dmobilya.com. Erişim Tarihi: 20.12.2009.
- Mudurnu Belediyesi. (1995). Mudurnu Koruma Amaçlı İmar Planı Plan İzah Notu. Mudurnu.
- Mudurnu Belediyesi Arşivi, (2006).
- Noguchi, M. ve Sugihara, H. (1961). Studies on static withdrawal resistance of nail.Effect of driving method and time after driving. *Wood Research*. 25: 1–13.
- Odabaşı, Y. (1983). *Ahşap Çatıların Hesap ve Detayları*. İstanbul.
- Önal, O.T. (2001). Schauman wood, Yapılarda kontrplak kullanımı, Nordic wood projesi ve Finlandiya açık ahşap sistemi.
- Öneş, A. (1988). *İnşaat Malzeme Bilgisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayınları, 1094, Ders Kitabı No:315, Ankara.
- Örs, Y., Özen, R. ve Doğanay, S. (1998). Mobilya üretiminde kullanılan ağaç malzemenin vida tutma dirençleri. *Türk Tarım Ve Ormanlık Dergisi*, (22): 29-34.
- Örs, Y. ve Keskin H. (2001). *Ağaç Malzeme Bilgisi Ders Kitabı*. Atlas Yayınları, İstanbul, 52-102, 157-162.
- Örüng, İ. ve Okuroğlu, M. (1992). Erzurum yöresindeki tarımsal yapılarda yaygın olarak kullanılan kavak ağacının önemli fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine bir araştırma. 4. *Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi*, (24-26 Haziran), Erzurum.

- Özbay, A. (2000). Mudurnu Büyük Camii, Seyrancık ve Kaygana Mahalleleri Tarihi Yerleşim Dokusunun İncelenmesi ve Koruma Geliştirme Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Ankara, 96 s.
- Özçelik, N. (1965). *İnşaat Bilgisi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, No; 102, İstanbul, 358.
- Özçelik, N. (1975). *İnşaat Bilgisi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, No; 211, S 135.
- Özçelik, N. (1983). Ağaç malzemenin mekanik özellikleri ve birleşmeleri, *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 33(1): 9-16.
- Öztürk E.Y. (2007). Bolu İli, Mudurnu İlçesi, Armutçular Konağı'nın Restorasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Ankara, 333 s.
- Sakuragava S., Miyazaki Y., Kaneko T. Ve Makita T. (2005). Influence of wood wall panels on physiological and psychological responses. *Journal of Wood Science*, 51: 136-140.
- Sayar, Z., Gültekin, A., Dikmen, B. ve Bilgin, Ç. (2009). Sürdürülebilir mimarlık kapsamında ahşap ve PVC doğramaların değerlendirilmesi, *5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (İATS'09)*, s.2067-2072.
- Sözen, M. ve Eruzun, C. (1992). *Anadolu'da Ev ve İnsan*, Creative Yayıncılık, İstanbul.
- Şahin, N. (1995). Ankara Konutu Özelinde Geleneksel Ahşap Karkas Yapım Tekniği, Yapı Gereç Yılı, *Ahşap Dergisi*, Arşiv TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi.
- Şimşek, O. (2000). *Yapı malzemesi 2*. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 11-23.
- Şimşek, O. (2003). *Yapı malzemesi 2*. Beta Basımevi, İstanbul.
- Topçuoğlu, M. ve Erkan, T. (1986). Türkiye'nin Değişik İklim Bölgelerinde Denge Rutubetinin Saptanmasına İlişkin Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 159, Ankara.
- Toper Kaygın, A. ve Sade, E. (2002). Türkiye'de bulunan *Anobiidae* familyasına bağlı türler ve bunlardan bazı önemli türlerin tanıtımı. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 4-5-6 (1-2).
- Toper Kaygın, A vd., (2011). Batı Karadeniz'deki Tarihi Evlerde Zarar Yapan Etmenlerin Belirlenerek Bu Evlerin Korunma ve Süreklilik Olanaklarının Araştırılması Proje No: 106O759.
- Toydemir, N., Gürdal, E. ve Tanaçan, L. (2000). *Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme*. Literatür Yayıncılık, İstanbul, Türkiye.

- Toydemir, N. ve Bulut, Ü. (2004). *Çatılar*, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul.
- TS 344, (1982). Ahşap Koruma Genel Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TSE-Taslak. Odun, Çivi Tutma Mukavemetinin Tayini.
- TS 2472, (1976). Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, T.S.E., Ankara.
- TS 2474, (1977). Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, T.S.E., Ankara.
- TS 2475 (1976). Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini, T.S.E., Ankara.
- TS 2595, (1977). Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, T.S.E., Ankara.
- Tuomy R.L. ve Moody R. C. 1979). Historical Considerations in Evaluating Timber Structures. *General Technical Report*, FPL 21 Forest Products Laboratory Madison Wisconsin, p.2.
- Türkçü, Ç. (2000). *Yapım*. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Türkiye Nüfus İdaresi Genel Müdürlüğü (2008).
- URL-1 (2009). Mudurnulular Derneği, <http://www.mudurnulularderneği.com> 29 Ekim 2014.
- URL-2 (www.ogm.gov.tr/agaclarimiz) 15 Kasım 2014.
- URL-3 (2009). (www.3Dmobilya.com, 2009) 26 Kasım 2014.
- Uysal, B. (2005). *Ağaç Malzeme* ders notları, Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Karabük, 17-20.
- Vurdu, H., Kesik, Hİ., Kurtuluş, O.Ç. ve Özkan O.E. (2013). Some physical and mechanical properties of antique and fresh cut *pinus sylvestris* and *abies nordmanniana* Subsp. *Bornmulleriana* woods, *Pro Ligno*, Vol. 9 (4): 562-567.
- Yaman, F. Z. (2007). Geleneksel Ahşap Yapılarda Kullanılan Ahşap Yapı Elemanlarının Uzun Dönem Performansı, Giresun Zeytinlik Mahallesiinde Örnek Yapı İncelemesi. Yüksek Lisans Tezi, GTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, İstanbul, 107 s.
- Yaltırık, F. (1994). *Dendroloji Ders Kitabı*. Gymnospermae-Angiospermae. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3836, Fakülte Yayın No: 431, S 20–48, İstanbul.
- Yeler, G. ve Özek, V. (2007). Geleneksel Konut Mimarlığının Biçimlenişinde İklim Faktörünün Değerlendirilmesi, *Uluslararası Ekolojik Mimarlık Ve Planlama Sempozyumu*, Antalya.

Yıldız, S. (2002). Isıl işlem uygulanan Doğu Kayını ve Doğu Ladini Odunlarının Fiziksel Teknolojik ve Kimyasal Özellikleri. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 68 s.

Zwenger, K. (1997). *Wood and Wood Joints, Building Traditions of Europe and Japan*, Birkhäuser, Berlin.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Cengiz YAMAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Mudurnu 14.02.1991

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce (orta seviye)
Bilimsel Faaliyet/Yayımlar :
Aldığı Ödüller :

İş Deneyimi

Stajlar : Yıldız Entegre (Mudurnu tesisleri), Orman Genel Müdürlüğü (Mudurnu Orman İşletme Müdürlüğü)
Projeler ve Kurs Belgeleri : İş Sağlığı ve Güvenliği Temel Eğitimi Katılım Belgesi
Mart - 2014
Çalıştığı Kurumlar : Ziraat Bankası

İletişim

E-Posta Adresi : c.e.n.g.i.z_80@hotmail.com

Tarih : 21/08/2015