

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

139629

MİMARİ TASARIMDA GELENEKSEL ve GELİŞMİŞ
AHŞAP STRÜKTÜR ELEMANLARIN ROLÜ

Mimar Sinan SEVİMLİ

FBE Mimarlık Anabilim Dalı Mimari Tasarım Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ali DÜZGÜN

İSTANBUL, 2003

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

139629

MİMARİ TASARIMDA GELENEKSEL ve GELİŞMİŞ
AHŞAP STRÜKTÜR ELEMANLARIN ROLÜ

Mimar Sinan SEVİMLİ

138629

FBE Mimarlık Anabilim Dalı Mimari Tasarım Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Y.E. YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMAR SINAN SEVİMLİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ali DÜZGÜN

Prof. Dr. Zekai GÖZGÜL

Prof. Dr. Mehmet TUNALIŞ

İSTANBUL, 2003

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç	1
1.2 Kapsam.....	1
1.3 Yöntem.....	2
2. AĞAÇ	3
2.1 Ağacın Tanımı ve Yapısı	3
2.1.1 Ağacın Anatomik Yapısı.....	3
2.1.1.1 Traheler	4
2.1.1.2 Traheitler	4
2.1.1.3 Paransim Hücreleri	4
2.1.1.4 Skleransim Lifleri	4
2.1.2 Ağacın Mikroskopik Yapısı	4
2.1.2.1 Dış Kabuk.....	5
2.1.2.2 İç Kabuk	5
2.1.2.3 Kambium Tabakası	5
2.1.2.4 Yıllık Halkalar	6
2.1.2.5 Öz ve Öz Işınları.....	6
2.1.3 Ağacın Kimyasal Yapısı	6
2.2 Ağacın Sınıflandırılması ve Özellikleri	7
2.2.1 İğne Yapraklı (İbrelî) Ağaçlar	8
2.2.1.1 Çam Grubu	8
2.2.1.2 Lâdin Grubu	8
2.2.1.3 Göknar Grubu.....	8
2.2.1.4 Sedir Grubu	8
2.2.2 Geniş Yapraklı Ağaçlar	9
2.2.2.1 Meşe Grubu	9
2.2.2.2 Kayın Grubu	9
2.2.2.3 Gürgen Grubu	10
2.2.2.4 Kestane Grubu	10
2.2.2.5 Akasya Grubu	10
2.2.2.6 Kavak Grubu	10
2.3 Ağacın Yetiştirilmesi Sırasında Yapısında Meydana Gelen Kusurlar	11
2.3.1 Ağaç Gövdesinde Şekil Bakımından Kusurlar	11
2.3.1.1 Gövdenin Eğriligi	11

2.3.1.2	Gövde Çatallanma, İkiz ve Daha Fazla Sayıda Özlü Gövde Oluşumu.....	11
2.3.1.3	Konik Gövde Oluşumu	11
2.3.2	Anatomik Yapı ile İlgili Kusurlar.....	12
2.3.2.1	Kaba Dalgahlık veya Oluklu Gövde Oluşumu.....	12
2.3.2.2	Gövde Enine Kesitinde Eksantrik Gelişme	12
2.3.2.3	Öz'ün Düzensiz Gidişi	13
2.3.2.4	Yıllık Halka Düzensizlikleri.....	13
2.3.2.5	Spirâl Liflilik ve Diyagonallik.....	13
2.3.2.6	Göz ve Uurlar	14
2.3.2.7	Reçine Keseleri.....	14
2.3.2.8	Reaksiyon Odunu (basınç ve çekme odunu)	14
2.3.2.9	Yalancı Öz Odunu Oluşumu	16
2.3.2.10	Ay Halkası	16
2.3.2.11	Budaklık	16
2.3.3	Hava Halleri Dolayısıyla Meydana Gelen Çatlamalar.....	17
2.4	Ağaç Üzerine Zarar Veren Etkiler	17
2.4.1	Mantarlar	17
2.4.2	Kurtlar	18
2.5	Dünya'da ve Türkiye'de Orman Alanlarının Gelişim Süreci	18
2.6	Ağacın Ahşap Malzemeye Dönüşüm Süreci.....	21
2.6.1	Ağaçların Ormanda Kesilişi	21
2.6.2	Kesilmiş Ağaçların Ormandan Taşınması	22
2.6.3	Ağaç Tomruklarının Depolanması	22
3.	AHŞAP	23
3.1	Ağacın Yapı Elemanı Olan Ahşaba Dönüşüm Süreci	23
3.1.1	Ahşabın Dünyada Gelişim Süreci.....	24
3.1.2	Ahşabın Türklerde Gelişim Süreci	28
3.2	Ahşabın İşleniş ve Üretim Yöntemi.....	31
3.2.1	Ahşap Malzemenin Değerlendirilmesi	31
3.2.2	Ahşabın Çeşitli Biçme Metotları	33
3.2.2.1	Kalas Biçme	34
3.2.2.2	Paralel Biçme.....	34
3.2.2.3	Sırt Biçme.....	35
3.2.2.4	Şeritleme Biçme	35
3.2.2.5	Prizma Biçme	35
3.2.2.6	Merkezi Biçme	36
3.2.2.7	Putlama Biçme.....	36
3.2.2.8	Takım Biçme	37
3.3	Ahşabın Dış Çevre Etkilerinden Korunması	37
3.3.1	Ön koruma (Emprenye) Maddesinde Aranan Özellikler	39
3.3.2	Emprenye Metotları	39
3.3.3	Emprenyenin Nüfuz Dereceleri	39
3.4	Ahşabın Yanmaya Karşı Mukavemeti	39
3.5	Çeşitli Kullanımlarda Uygun Ahşap Türünün Seçimi	42
3.5.1	Çeşitli Kullanımlarda İğne Yapraklı Ağaç Türü Ahşabın Performansı.....	43
3.5.2	Çeşitli Kullanımlarda Geniş Yapraklı Ağaç Türü Ahşabın Performansı.....	44
3.6	Ahşabın Çeşitli Kullanım Alanları	46
3.6.1	Endüstriyel İşlem Yapılmayan Ahşabın Kullanılması.....	46
3.6.2	Endüstriyel İşlem Yapılan Ahşabın Kullanılması	47
3.6.2.1	Ahşabın Çatı Örtüsü Yapımında Kullanılması.....	47

3.6.2.2	Ahşabın Doğrama Üretiminde Kullanılması.....	48
3.6.2.3	Ahşabın Mobilya Üretiminde Kullanılması.....	49
3.6.2.4	Ahşabın Köprü Yapımında Kullanılması.....	53
3.6.2.5	Ahşabın Isı ve Ses Yalıtım Malzemesi Üretiminde Kullanılması.....	53
3.6.2.6	Ahşabın Selüloz ve Kâğıt Üretiminde Kullanılması.....	54
4.	GELİŞMİŞ AHŞAP TAŞIYICI ELEMANLARIN YAPI STRÜKTÜRLERİNDE	
	KULLANIMI	56
4.1	Ahşabın Birleşim Malzemeleri.....	56
4.1.1	Çivili Birleşimler	56
4.1.2	Bulonlu Birleşimler.....	58
4.1.3	Kamalı Birleşimler.....	59
4.1.4	Tutkallı Birleşimler.....	60
4.2	Tutkallar	63
4.2.1	Tabii Tutkallar	66
4.2.1.1	Glutin Tutkalları	66
4.2.1.2	Kazein Tutkalları	66
4.2.1.3	Kola ve Dextrin Tutkalları	67
4.2.2	Sun'i (Sentetik) Tutkallar.....	67
4.2.2.1	Üre-Formaldehit Tutkalları	67
4.2.2.2	Melamin-Formaldehit Tutkalları	67
4.2.2.3	Fenol ve Krezol Formaldehit Tutkalları.....	68
4.2.2.4	Rezorsin-Formaldehit Tutkalları	68
4.3	Tabakalı Tutkallı Ahşap Üretiminde Tutkallama ve Pres İşlemi	69
4.3.1	Tutkallama İşlemi	69
4.3.2	Pres İşlemi	70
4.4	Ahşap Artıklarından Üretilen Endüstriyel Levhalar	71
4.4.1	Ahşap Liflerinden Sert Levhalar	72
4.4.2	Ahşap Liflerinden İzolan Levhalar	72
4.4.3	Ahşap Yongalardan Sert Levhalar.....	72
4.4.4	Rende Talaşından Hafif Levhalar	72
4.5	Kontrplâk.....	73
4.5.1	Kontrplak Gövdeli I Kirişleri	76
4.5.2	Kontrplak Bağlı Ahşap (LVL) Kirişleri.....	76
4.5.2.1	Kutu Kirişler.....	77
4.5.2.2	“C” Kirişler.....	77
4.5.2.3	I –Kirişler	77
4.6	Tabakalı Tutkallı Ahşaptan Yapılan Taşıyıcı Yapı Elemanları	78
4.6.1	Kirişler	81
4.6.1.1	Düz Kirişler	82
4.6.1.2	Trapez Kirişler.....	82
4.6.1.3	Eğrisel Kirişler.....	82
4.6.1.4	Kemer Kirişler	83
4.6.2	Kolonlar.....	83
4.7	Tabakalı Tutkallı Ahşaptan Yapılan Strüktür Yapı Sistemleri	83
4.7.1	Çerçeve Sistemler	85
4.7.2	Kaset Döşemeler.....	86
4.7.3	Çatı Makasları	86
4.7.4	Geodezik Sistemler	87

5.	GELİŞMİŞ AHŞAP STRÜKTÜRLERİN MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE İNCELENMESİ.....	88
5.1	Masif Ahşabın Statik Analizi	88
5.1.1	İç Yapının ve Kusurlarının Mukavemete Etkisi	93
5.1.2	Lif Doğrultusunun Mukavemete Etkisi.....	94
5.1.3	Su Miktarının Mukavemete Etkisi.....	96
5.1.4	Yükleme Süresinin Mukavemet ve Deformasyona Etkisi	98
5.1.5	Yüksek Tempirimlerin Mukavemete Etkisi	99
5.1.6	Özgül Ağırlığın Mukavemete Etkisi	100
5.2	Tabakalı Tutkallı Ahşabın Statik Analizi.....	100
5.3	Mimari Tasarıma Yönelik Malzeme Seçiminde Ekolojik Kriterler	105
5.4	Tabakalı Tutkallı Ahşabın Mimari Tasarımda İncelenmesi.....	106
5.4.1	Tabakalı Tutkallı Ahşabın Mimari Tasarıma Getirdiği Avantajlar	107
5.4.2	Tabakalı Tutkallı Ahşabın Mimari Tasarıma Getirdiği Dezavantajlar	113
6.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	114
	KAYNAKLAR.....	118
	EKLER.....	121
Ek 1	Tabakalı tutkallı ahşap (Glulam ve LVL) yapı elemanları ile yapılmış örnekler	122
Ek 2	Hetzer tipi çerçeve kirişlerde mafsal teşkili (Erşen)	131
Ek 3	Büyük açıklıklı dikdörtgen kesitli Hetzer tipi kemer kirişlerde mesnet teşkili ..	132
Ek 4	Dikdörtgen kesitli Hetzer tipi kolonlarda ankastre kolon ayakları (Erşen)	133
Ek 5	Ahşap ile ilgili Standartlar	134
	ÖZGEÇMİŞ.....	135

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Ağacın bölümleri.....	3
Şekil 2.2. Ağacın mikroskobik yapısı. (Eriç, 1979).....	5
Şekil 2.3. İğne yapraklı ağaçların hücresel içyapısı (Eriç, 2002).....	8
Şekil 2.4. Geniş yapraklı ağaçların hücresel içyapısı (Eriç, 2002).....	9
Şekil 2.5. Ağaçların ormanda kesilış yöntemi.....	21
Şekil 3.1.Tarihsel süreçte ahşap kullanılarak yapılmış barnak, çadır iskeleti (Coşgun, 1994).....	25
Şekil 3.2. İşlenmiş ahşap iskelet dolma yapı kuruluşu (Önel, 1975).....	29
Şekil 3.3. Tomruğun kesildikten sonra aldığı boyutlar. (Subaşı, 1986).....	33
Şekil 3.4. Kenarlı kalas ve yuvarlak kenarlı kalas biçme (Dinçel, 1958).....	34
Şekil 3.5. Paralel kesme ve ahşapta eğilme (Dinçel, 1958).....	35
Şekil 3.6. Sırt biçme ve şeritleme biçme (Dinçel, 1958).....	35
Şekil 3.7. Prizma biçme ve özden de bir kalınlık alınarak yapılan biçme (Dinçel, 1958).....	36
Şekil 3.8. Kaçık özlü tomrukların biçilişi ve merkezi biçme (Dinçel, 1958).....	36
Şekil 3.9. Putlama biçme ve takım biçme (Dinçel, 1958).....	37
Şekil 3.10. Ahşabın kesitinde alt sınır (Duman ve Ökten, 1981).....	40
Şekil 3.11. Ahşap ve metal malzemelerin yangından sonraki görünümü (Eriç, 2002).....	41
Şekil 3.12. Ahşabın masif kullanımıyla ilgili yağma yapı (Kafesçioğlu, 1955).....	46
Şekil 3.13. Ahşap örtü detayı (Coşgun, 1994).....	48
Şekil 3.14. Ahşabın çatı kafeslerinde kullanılması (Binan, 1990).....	48
Şekil 3.15. Ahşabın doğramada kullanımı (Işık, 1994).....	49
Şekil 3.16. Günümüz iç mekânında ahşap kullanımı (Eriç, 2002).....	50
Şekil 3.17.Ahşap tabakaların üst üste yapıştırılması (Dinçel, 1958).....	51
Şekil 3.18 Masif ahşaptan kaplamalık levha üretimi (Eriç, 2002).....	52
Şekil 3.19. Endüstriyel ahşap malzeme ile bölücü pano yapılması (Eriç, 2002).....	52
Şekil 3.20. Ahşaptan yapılan köprü kafes çizimleri (Subaşı, 1986).....	53
Şekil 3.21. Isı yalıtım özelliği taşıyan hafif kompozit levha (Ersoy, 2001).....	54
Şekil 4.1. Yapı elemanlarında kullanılan çivili birleştirmelere ait örnekler (Şenver, 2002)....	57
Şekil 4.2. çivili birleşimler (Subaşı, 1986).....	57
Şekil 4.3. Bulonlu birleştirme (Subaşı, 1986).....	58
Şekil 4.4. Kaynaktan kamalı birleştirme (Subaşı, 1986).....	59
Şekil 4.5. a)Harbit glulam, b)Düz glulam, c)Kavisli glulam, d)Parmak dişli birleştirme (Şenver, 2002).....	60
Şekil 4.6. Yüzey yapısı farklı iki tabakanın birbirine yapıştırılışı (Kocataşkın, 1966).....	61
Şekil 4.7. Laminasyonda ahşap levhaların düzenlenmesi (Şenay, 1996).....	62
Şekil 4.8. a)Düz birleştirme, b)Kinişli birleştirme, c)Kama dişli enine birleştirme (Şenay, 1996).....	62
Şekil 4.9. Ahşap malzeme yüzey yapısının yapıştırmaya etkisi (Şenay, 1996).....	66
Şekil 4.10. Düz ahşap tabakalarda tutkal katına paralel elektrod düzenlemesi (Şenay, 1996).....	70
Şekil 4.11. Çeşitli kontrplâk tipleri (Bozkurt ve Göker, 1986).....	73
Şekil 4.12. a)Kutu kiriş, b)C-kiriş, c)Çivi birleştirmeli I kirişi, d)Tutkallı LVL "I" kirişi (Şenver, 2002).....	77
Şekil 4.13. Tabakalı tutkallı ahşabın tarihsel gelişim süreci (Şenol, 2001).....	79
Şekil 4.14. Kampf sistemi gövde elemanları (Erşen).....	81
Şekil 4.15. Wolff sistemi gövde elemanları (Erşen).....	81
Şekil 4.16. Düz kiriş (Vural, 2000).....	82
Şekil 4.17. Trapez kiriş (Vural, 2000).....	82
Şekil 4.18. Eğrisel kiriş (Vural, 2000).....	83
Şekil 4.19. Kolonlar (Hoor vd., 1989).....	83

Şekil 4.20. Çerçeve sistemler (Vural, 2000).....	85
Şekil 4.21. Kaset döşeme (Vural, 2000).....	86
Şekil 4.22. Çatı makasları (Vural, 2000).....	87
Şekil 4.23. Geodezik sistem (Vural, 2000).....	87
Şekil 5.1. Lif yönüne paralel basınç (solda), lif yönüne dik basınç (sağda) (Karabulut, 2000).....	95
Şekil 5.2. Ahşabın yarılması (Karabulut, 2000).....	95
Şekil 5.3. Ahşapta kamburlaşma yönü, öz kısmında eğilme ve çekme (Dinçel, 1958).....	97
Şekil 5.4. Ahşapta eğilme (Karabulut, 2000).....	99
Şekil 5.5. Yıl halkalarının eğilme dayanımına etkisi (Karabulut, 2000).....	99
Şekil 5.6. Dikdörtgen kesitli sistemlerde ahşap tabakaların yıllık halka düzeni (Erşen).....	101
Şekil 5.7. Dikdörtgen kesitli sistemlerde ahşap tabakaların yerleşimi (Erşen).....	101
Şekil 5.8. Dikdörtgen kesitli sistemlerde ahşap tabakaların eklenmesi (Erşen).....	102
Şekil 5.9. Liflere paralel basınç yüküne maruz kalan lamine elemanlarda katların karışık düzenlenmesi ayrıca laminasyonda uygun birleştirme başlığı açılması (Şenay, 1996).....	103
Şekil 5.10. Boy birleştirmelerde yük taşıma yüzdeleri (Şenay, 1996).....	103
Şekil 5.11. Çerçeve köşelerinin teşkiline ait örnekler (Erşen).....	109
Şekil 5.12. Dikdörtgen kesitli Hetzer tipi konstrüksiyon (Erşen).....	110
Şekil 5.13. İki yandan çıkmalı iki mafsallı çerçeve I kesitli konstrüksiyon (Erşen).....	110
Şekil 5.14. Tabakalı tutkallı ahşap kabuklar (Erşen).....	111
Şekil 5.15. Tabakalı tutkallı ahşap malzemenin eğrisel formda kullanılması (Eriç, 2002) ...	112

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 Fischer'in SANKEY diyagramına göre tüm ağaç ahşabının son ürüne gelineceye kadar değerlendirilme oranları (Sofuoğlu, 2001).....	31
Çizelge 3.2. İğne yapraklı ağaç tomruklarının biçilmeleri sırasında oluşan yanları alınmış ahşap kayıp ve randıman oranları (Sofuoğlu, 2001)	32
Çizelge 3.3. İğne yapraklı ağaç tomruklarının yanları alınmış olarak biçilmeleri sırasında oluşan artık adlarına göre kayıp oranları (TS 654)	32
Çizelge 3.4. Türkiye'de ahşap malzemenin türlerine göre doğal şartlarda kullanım süreleri (Şenay, 1996)	38
Çizelge 4.1. Çift etkili çivi birleşimlerin taşıma gücü (Kocataşkın, 1966).....	58
Çizelge 4.2. Tutkal çeşitleri (Şenay, 1996)	63
Çizelge 4.3. Bazı tutkalların teknik özellikleri (Şenay, 1996)	64
Çizelge 4.4. Tutkal türleri ve kullanım yerleri (Şenay, 1996).....	65
Çizelge 4.5. Ahşap cinslerine göre pres basıncı (Şenay, 1996).....	70
Çizelge 4.6. ISO Standartlarına göre kontrplak üretimindeki tabaka sayısı ve kalınlıkları (Bozkurt ve Göker, 1986).....	74
Çizelge 5.1. Masif ahşap malzemenin emniyet gerilmeleri (Türkçü, 1997).....	88
Çizelge 5.2. Ahşabın sınıflandırılmasına esas olan özellikler (Kocataşkın, 1966)	89
Çizelge 5.3. Ahşap yapılarda emniyet gerilmeleri (kg/cm ²) (Şenver, 2002).....	90
Çizelge 5.4. Bazı ahşap cinslerinin statik nitelik değerlerine ait katsayılar (Karabulut, 2000).....	91
Çizelge 5.5. Ahşap mukavemetinin birim ağırlıkla değişmesi (Kocataşkın, 1966)	94
Çizelge 5.6. Yükün karakterine ve liflere göre olan doğrultusuna bağlı olarak ahşapta gerilme-deformasyon bağıntıları (Kocataşkın, 1966)	96
Çizelge 5.7. Ahşap mukavemetinin su miktarı ile değişmesi (Kocataşkın, 1966)	98
Çizelge 5.8. Emniyet gerilmesinin yükün devam süresi ile değişmesi (Kocataşkın, 1966)	98
Çizelge 5.9. Ahşapta eğilme mukavemeti üzerine sıcaklığın etkisi (Kocataşkın, 1966).....	100

ÖNSÖZ

Mimari Tasarımda, fonksiyon ve estetiği bütünleyen konstrüksiyon oluşumunda, malzeme seçimi önemli bir faktördür. Fabrikası doğal orman olan ağaçtan elde edilen ahşap malzemeler, fiziksel çevre oluşumuna katkısı sürdürmeye çalışmaktadır. Doğanın bu doğal gayretini geliştirmek suretiyle, doğadan destek alınan bu çalışmada;

Mimari mekan oluşturma sürecinde; masif olarak kullanımı ile başlayan ve teknolojik imkanlar sayesinde birleştirilerek kullanılan endüstri malzemesi olan ahşap (Glulam ve LVL) kullanımı incelenecektir.

Bu çalışmayı yürüten, gerek konunun seçiminde gerekse tezin meydana gelmesinde önerileri ile yol gösteren Hocam Prof. Dr. Ali Düzgün'e teşekkür ederim.

Ayrıca, çalışmamın belli aşamalarında destek ve yardımlarını gördüğüm, İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünden Doç. Dr. Turgay Akbulut'a, Dr. Y. Mim. Filiz Şenkal ile moral ve teşvik yardımı sağlayan çalışma arkadaşım İnş. Müh. Ömer Gündar'a teşekkürler.

Yaşamımın gelişim ve eğitim sürecinde, Gönlül desteği veren sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Güntümüz teknolojisinin ürünleri, hayatımızın her alanında yararlı olmaktadır. Doğa, canlılara çeşitli şekillerde etkilerini verdiği gibi, çözüm olanaklarını da bilimin ve insanlığın önüne sunmaktadır. Bu durumda önemli olan, çözümün doğru yerde bulunarak uygulanmasıdır.

Mimar, fiziksel çevre tasarımında, barınma, korunma, yaşama, vs. eylemlerini sağlayan yapıların, fonksiyonel, konstrüktif ve estetik problemlerini çözümlemek durumundadır.

Bu çalışma, tasarım sürecinde karşılaşılan problemlerden biri olan yapı malzemesi seçimine yardımcı olacaktır. Araştırmanın ana konusu ağaçtan elde edilen ahşabın çeşitli teknikler kullanılarak birleştirilmesi sonucu yapılarda konstrüksiyon ve strüktür malzemesi olarak kullanılmasıdır.

Çalışmanın birinci bölümünde Amaç, Kapsam ve Yöntem anlatılmıştır.

İkinci bölümde, ağacın anatomik, mikroskobik, kimyasal ve mekanik yapısı incelenerek, ağaç sınıflandırılmıştır. Ağacın sınıflandırılmasında açıklanan ağaç gruplarının renk, doku, vs. gibi ayırıcı özelliklerine değinilerek ağaç ve ağacın yapısındaki kusurlar tanımlanmıştır.

Üçüncü bölümde, ağacın ahşap elemanlara dönüşümünün tarihsel süreci Türkiye ve Dünyadan örnekler ile anlatılmıştır. Ahşap malzemenin çeşitli üretim ve işleme metotları ile ahşap kullanımında yangın dayanımı ve ön koruma işlemleri açıklanmıştır. İhtiyaca göre biçilmiş ve ön koruması yapılmış ahşabın çeşitli kullanım alanları anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, endüstri devrimiyle beraber bulunan birleşim malzemeleri incelenmiş olup, ahşabın endüstriyel olarak birleştirilmesi anlatılmıştır. Endüstri ürünü olan tutkal türleri ve özellikleri açıklanarak, ahşabın çeşitli kullanımları tanıtılmıştır. Tabakalanmış ahşap düşüncesinin kaynağı olan kontrplak malzeme açıklanmış, tabakalı tutkallı ahşap yapı teknolojisi ve yapı sistemleri çizimli ve resimli örnekler ile tanımlanmıştır.

Beşinci bölümde, birleştirilerek kullanılan ahşabın statik olarak incelenmesinde, özellikle malzemenin deprem dayanımı açıklanmış olup, yapı konstrüksiyonu için uygun ağaç türünün seçiminde dikkat edilecek kriterler ve birleştirilmiş ahşap yapı elemanları ile oluşturulmuş yapı sistemlerinin mimari tasarımda sağladığı çözüm olanakları ile avantaj ve dezavantajları çizimli ve resimli örnekler yardımıyla açıklanmıştır.

Altıncı bölümde, araştırmada elde edilen bilgilere dayanılarak sonuçlar açıklanmıştır.

Anahtar kelimeler: Ahşap, Endüstri, Tabakalı Tutkallı Ahşap.

ABSTRACT

Nowadays technology products are useful in every areas of our life. The nature gives its effects in various ways and also presents possibilities of solution to science and humanity. In that case, the important is to be applied solution finding right one.

The architect has to solve functional, constructive and esthetic problems of constructions which provide taking shelter, being protected and living etc. actions.

This study helps choosing of structure materials that it is one of problems in design process. Main subject of this study is usage of timber that made of wooden, joining it with kind of techniques and using it as a construction element.

In the first part of this study, it is explained the aim, the scope and the method.

In the second part, timber is classified with examining anatomical, microscopic, chemical and mechanical structure of it. Wood and its defects are defined with touching on characteristics (color, tissue etc.) of wood groups that have explained in classification of wood.

In third part, it is explained historical process of transforming wood to timber with examples from The Earth and Turkey. It is related various methods of production and process of timber material and it is mentioned fire resistance and preservation process in using timber. It is explained using areas of just hewed and preserved timber.

In fourth part, it is examined members of junction which are discovered in the Industry Revolution and is explained joining of timber in industry area. It is told type and properties of glues which are industry product and is presented various usages of timber. It is explained plywood material which is source of glulam timber idea and is described construction systems and Glulam building technology with sample drawing and picture.

In fifth part, it is specially explained earthquake resistance of timber in static examination of Glulam, criterions that must be careful choosing wood type for building construction, possibilities of solution in architectural design of timber with using Glulam and its advantages and disadvantages with sample drawing and picture.

In sixth part, it is explained results that have provided data in research.

Keywords: Timber, Industry, Glulam (Glued laminated timber) and LVL (Laminated Value Lumber).

1. GİRİŞ

1.1 Amaç

Bu çalışma, ahşap yapı malzemesi kullanılarak oluşturulan, ahşap yapı sistemlerinin, mimarlar tarafından yapılarda kullanım olanaklarını ortaya koymak amacıyla hazırlanmıştır.

Amaç, ahşabın kullanımının değişik özellikleri açıklanarak, yapılarda sadece kalıp, iş iskelesi, oturma çatı vs. malzemesi olarak değil, strüktür ve konstrüksiyonda da yapı elemanı olarak da kullanılabilirdiğini aktarmaktır.

Mimarlar ve kullanıcıların ahşap kullanımı ile ilgili eksik bilgilerinin tamamlanmasının sağlanmasına çalışılacaktır.

Gelişmiş teknoloji ürünü olan endüstriyel ahşap yapı malzemeleri, ahşap zayıflığını azaltmaktadır. Yapı alanında ahşap malzemenin az zayıflığı ve alternatif enerji kaynaklarının kullanılması ile birlikte orman alanlarının azaltılması yerine, bilinçli kullanıcılar yardımıyla geliştirilmesi hedeflenmektedir.

1.2 Kapsam

Zaman içinde mimarinin değişimine, yeni konstrüksiyon ve biçimlere yönelmesine çok çeşitli faktörler etkili olmuştur. Bunlardan biri de yapı malzemeleri seçimi ve endüstriyel gelişmedir. Ancak konunun tüm malzemeler açısından incelenmesi çok geniş kapsamlı olacağından, bu çalışmada sadece mimaride geniş bir kullanım alanı bulunan, sadece ahşap malzemenin incelenmesiyle yetinilecektir.

Ahşap malzeme, ilk çağlardan günümüze kadar kendine özgü kullanım biçimleriyle mimaride yer almış ve halen de her vesile ile kullanılan bir malzeme olmuştur.

Bu çalışma kapsamında ahşabın hammaddesi olan ağaç, mikroskobik yapısına kadar incelenerek tüm özelliklerine açıklık getirilmeye çalışılmıştır.

Ahşap kullanımının, tarihsel gelişim süreci incelenmiş, ahşabın masif ve birleştirilmiş endüstri ögesi olarak kullanımındaki yapı malzemesi ve yapı elemanları ayrıntılı olarak aktarılmıştır.

Mimar ve kullanıcılara endüstriyel olarak işlenmiş ahşabın doğal ve fiziksel çevre etkilerine (deprem, yangın, su, bakteri, vs.) karşı dayanımı çizim ve örnekler ile anlatılmaktadır.

Ahşap gruplarının yapısal özellikleri anlatılarak, yapı konstrüksiyonlarında uygun ağaç türlerinin seçimi için gereken bilgiler verilmektedir. Yapı elemanları ve yapı konstrüksiyonlarının oluşturulmasında kullanılan birleşim malzemeleri ve detayları çizimli örnekler yardımıyla açıklanmaktadır.

Ahşap hem masif hem de birleştirilerek endüstri ögesi olarak kullanımında betonarme ve çelik sistemler ile karşılaştırılmayacak olup; ahşap, çelik ve betonarme sistemlerde birbirini tamamlayıcı özelliklere değinilecektir.

Birleştirilerek kullanılan ahşabın statik incelenmesine, mimari tasarım sürecinde yapılacak etüt ve tasarımlara yön vermesi bakımından yer verilecektir.

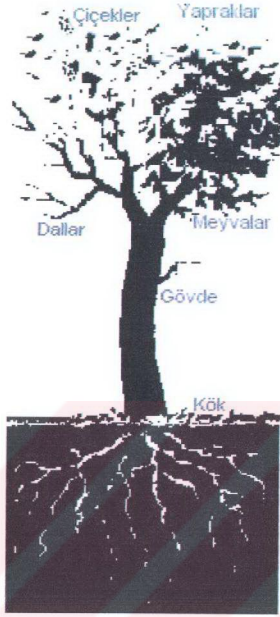
Mimari tasarlama sürecinde geniş açıklıklı yapı strüktürlerinin uygulanmasında kullanılan endüstri ürünü ahşap yapı elemanları ve yapı sistemleri avantaj ve dezavantajlarıyla anlatılmakta, kullanılan endüstriyel yapı elemanlarının form esnekliği Türkiye ve Dünya'da yapılmış örneklerin resimli anlatımı ile çalışma tamamlanmaktadır.

1.3 Yöntem

Bu çalışma kaynak araştırması ve raporlama yöntemi ile hazırlanmıştır. Dünya'da ve Türkiye'de uygulaması yapılmış örnek ve resimlerin temininde bilgisayar iletişimi de kullanılmıştır.

Çalışmada içerik sıralaması; Ağacın tanımı, ağaçtan mamul ahşap, teknolojik gelişimin ürünü olan ahşap malzemelerin endüstri ögesi olarak kullanılmasının anlatılması şeklindedir.

2. AĞAÇ



Şekil 2.1 Ağacın bölümleri

2.1 Ağacın Tanımı ve Yapısı

Odonlaşmış bir gövdesi, yapraklardan veya yapraklı dallardan yapılmış bir taç'ı olan bitkiye ağaç denir (Şekil 2.1). Odonlaşmış olsa da gövdeleri ince ve birden fazla olan bitkilere ise çalı denir.

2.1.1 Ağacın Anatomik Yapısı

Ağacın dokusunu meydana getiren nebati hücreler şu gruplar halinde bulunurlar:

- a-Traheler,
- b-Traheitler,
- c-Paranşim hücreleri,
- d-Skleranşim lifleri,

2.1.1.1 Traheler

Silindirik şeklindeki hücrelerden meydana gelmiştir. Hücrelerin yatay zarları erimiş veya muhtelif şekilde delinmiştir. Bu yapıdaki hücreler üst üste gelerek bir boru meydana getirirler. Borular ağaç içerisindeki besin suyunun iletilmesine hizmet ederler. Yalnızca yapraklı ağaçlarda bulunan trahelerin uzunluğu birkaç cm'den birkaç (3-5) metreye kadar olmak üzere muhtelifdir (Öztunalı, 1986).

2.1.1.2 Traheitler

Boru veya liflere benzer, uçları kapalı hücrelerdir. İki uçları sivrilmiş bir şekildedirler. Traheitler, yapraklı ağaçlarda genellikle 15mm'den daha az, iğne yapraklı ağaçlarda ise birkaç cm'dir. Görevleri suyun iletilmesine hizmet etmek ve aynı zamanda ağacı takviye etmektir.

2.1.1.3 Parankim Hücreleri

Ağaç içinde yatay ve dikey istikametlerde yer alırlar. Bu hücreler odunun oluşumu için gerekli olan maddeleri odunun her tarafına iletmek ve bilhassa ihtiyat maddelerinin depo edilmesi hizmetini görürler. Reçine de bu hücrelerde bulunur. Bu hücreler birbiriyle, Trahe ve Traheitlerle irtibat halindedirler. Yapraklı ve iğne yapraklı ağaçlarda bulunurlar.

2.1.1.4 Sklerankim Lifleri

Bunlar yalnızca yapraklı ağaçlarda bulunurlar. İki ucu sivri ve zarları pek kalınlaşmış hücrelerdir. Odunu takviye etmeğe yararlar.

2.1.2 Ağacın Mikroskopik Yapısı

Bir ağacın kesiti üzerinde dışarıdan içeriye doğru şu tabakalar bulunur (Şekil 2.2) (Öztunalı, 1986).

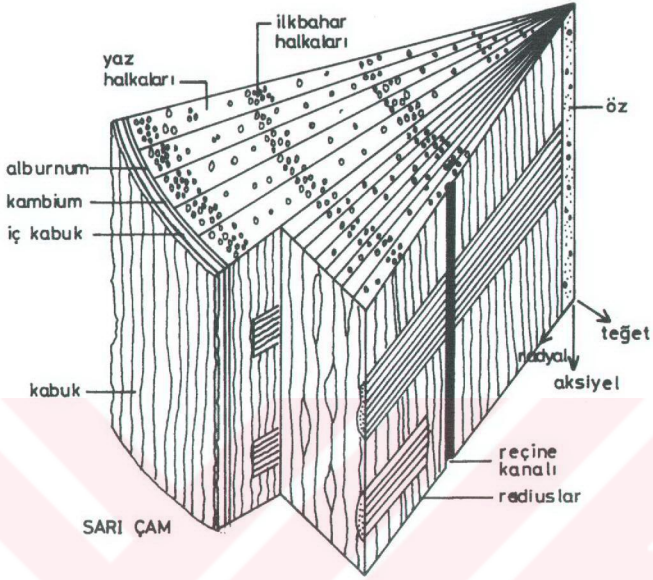
a-Dış kabuk,

b-İç kabuk,

c-Kambium,

d-Yıllık halkalar(odun tabakaları),

e- Öz ve öz ışınları.



Şekil 2.2. Ağacın mikroskopik yapısı. (Eriç, 1979)

2.1.2.1 Dış Kabuk

Pürüzlü, çatlaklı, gayri muntazam olan dış kısım olup ölü hücrelerden oluşmuştur.

2.1.2.2 İç Kabuk

Canlı ve lifli olan bir kısımdır.

2.1.2.3 Kambium Tabakası

Ağaçta, içeri doğru odunu, dışa doğru kabuğu meydana getiren tabakadır. Ağaçlarda kambium faaliyeti evvelâ tepeden başlar ve sonra gövdede aşağıya doğru yayılır. Büyük kambium hücrelerini ihtiva eden iğne yapraklılarda bu yayılma yapraklı ağaçlara nazaran daha hızlıdır (J.H. Priestley, 1932).

2.1.2.4 Yıllık Halkalar

Enine kesitte halkalar halinde, boyuna kesitte ise yukarıdan aşağı şeritler halinde görünürler. Her bir yıllık halka bir ilkbahar ve bir yaz odunu olmak üzere iki kısımdan oluşmuştur. İlkbahar odunu, Nisan ve Mayıs aylarında, yaz odunu ise Haziran ve Temmuz aylarında meydana gelir. Kışın ağaç odun oluşturma faaliyetini gerçekleştiremez. Bu sebeple iki yıllık halka arasındaki sınır oluşur ve ağaç her sene bir halka teşkil eder.

2.1.2.5 Öz ve Öz Işınları

Enine kesitte ağacın merkez kısmıdır. Şekli çeşitli ağaç türlerine göre; yuvarlak, köşeli, yıldız şeklinde olabilir. Özün çapı çeşitli ağaç türlerine göre değişmektedir. Öz ışınları enine kesitte şeritler veya çizgiler halinde, boyuna kesitte parlak levhalar (aynacıklar) şeklinde görülür (Öztunalı, 1986).

2.1.3 Ağacın Kimyasal Yapısı

Ağaç nebati hücrelerden oluşmuş bir dokudur. Hücre zarlarının unsurları; selüloz, lignin ve hemiselülozlardır. Esas maddeler bilhassa selüloz ve lignin olup her ikisi beraberce kuru odun ağırlığının %75-80'nini teşkil ederler.

Ağaç içerisinde hemiselülozun miktarı takriben %10-20 kadardır. Sayılan bu unsurlardan başka, odunun içerisinde reçine, yağ, albümin, mum, tanen ve bazı boyalı maddeler mevcuttur. Selülozun ağaç içindeki miktarı %50-60 arasında değişir. Beyaz renkte ve fazla miktarda eğilme kabiliyetini haiz bir maddededir. Ağaca eğilme kabiliyeti verir. Lignin esmer kırmızımsıtrak renktedir. Selülozun aksine olarak eğilme kabiliyetine haiz olmayıp gevrektilir. Ligninin vazifesi hücre zarını ve netice itibariyle ağacı kuvvetlendirmektir. Lignin mevcut olmasa idi ağaçlar hiçbir zaman büyük boyda olamazlardı. Ligninin mevcudiyeti ağacın bilhassa basınca mukavemetini artırır. Selüloz ise hususiyetle çekmeye karşı mukavimdir. Fakat fazla miktarda eğilme kabiliyetinde olduğundan basınca mukavemet edemez. Böylece hücre zarı içerisinde lignin ile selüloz bu durumda birbirlerini takviye etmekte ve tamamlamaktadırlar (Öztunalı, 1986).

2.2 Ağacın Sınıflandırılması ve Özellikleri

Dünya üzerindeki bitki âlemi aşağıdaki dört ana şubeye ayrılmaktadır:

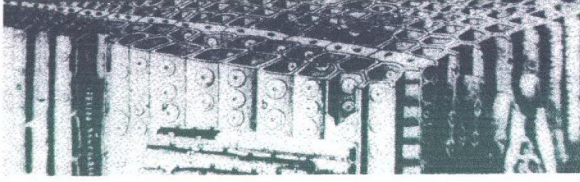
- Thallophyta.....İlkel bitkiler: Alkler, mantarlar, bakteriler, likenler,
- BryophytaYosunlar,
- PteridophytaEğreltiler, atkuyruğu v.s.,
- Spermatophytaİğne yapraklı ve yapraklı ağaçları da kapsamak üzere bütün tohumlu bitkiler (Berkel, 1970).

Spermatophyta grubundaki bitkiler yapraklarının şekline göre gruplandırılmaktadır. Bu ağaç gruplarındaki yaprağın şekli; genelde yaprak yapısında yer alan meristem hücrelerinin bölünmesi, genişlemesi ve bazı durumlarda da kontrollü biçimde ölümü sonucu ortaya çıkmaktadır. Yaprak şeklinin geniş bir çeşitlilik göstermesi sadece transpirasyon vb. fizyolojik nedenlere bağlı olmayıp büyük ölçüde kalıtımsaldır. Gövdenin dallanması ile yaprak büyüklüğü arasında bir ilişkinin olduğu bilinen bir gerçektir. Çok zengin dallanma gösteren bitkilerdeki eğilim, tümüyle küçük yapraklar vermeye yöneliktir. En büyük yapraklara, dallanma bakımından çok zayıf ya da hiç dallanma göstermeyen bitkilerde rastlanılmaktadır (Küçüker, 1998).

Gövde, bitkiye ağaç karakterini veren en önemli bir organdır. Gövde ibrelili ağaçlar (kozalaklılar) da taçın tepesine kadar, yapraklı ağaçların çoğunda da taçın başladığı yere kadar uzar. İbrelili ve geniş yapraklı ağaçların neden bu isimlerle ifade edildiği bir önceki paragrafta anlatılmış olup, ağaç çeşitleri bir sonraki bölümde açıklanacaktır. Ağaçların gövdesinde kalan alt dalların kuruyup dökülmesi gövde gelişimini kolaylaştırır.

- İğne yapraklı (ibrelili) ağaçlar, (ülkemizdeki oranı %54,4)
 - Çam grubu: Sarı çam, karaçam, kızılçam, fıstıkçamı,
 - Ladin grubu: Doğu ladinini,
 - Gökknar grubu: Batı karadeniz göknarı, Doğu karadeniz göknarı, Kazdağ göknarı, Toros göknarı,
 - Sedir grubu: Lübnan(Toros) sediri.
 - Diğer cinsler: Ardiç, Porsuk, Servi.
- Geniş yapraklı ağaçlar, (ülkemizdeki oranı %45,6)
 - Meşe grubu: Zeneplisiz meşe, zenepli meşe,
 - Kayın grubu: Doğu kayını,
 - Gürgen grubu: Gürgen,
 - Kestane grubu: Kestane,
 - Akasya grubu: Yalancı akasya,
 - Kavak grubu: Ak kavak, kara kavak, titrek kavak, kanada kavağı.
 - Diğer gruplar: Akcağaç, Ceviz, Çınar, Dişbudak, İhlamur, Karaağaç, Kızılğaç, Huş, Sığıla ağacı, Şimşir, Söğüt (Öztunalı, 1986).

2.2.1 İğne Yapraklı (İbrelî) Ağaçlar



Şekil 2.3. İğne yapraklı ağaçların hücrel içyapısı (Eriç, 2002)

2.2.1.1 Çam Grubu

Çamlardan (*Pinus*) en önemli türler: sarı çam, toros çamı, kızılçam, fıstık çamına rastlanmaktadır. Bu ağaç cinsinde diri odun sarımsı veya kırmızımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımsı kahverengindedir. Fazla miktarda reçine kanalları mevcut olup çıplak gözle dahi fark edilebilir. Özgül ağırlık bakımından türler arasında farklar vardır. En ağır kızılçam, en hafif fıstık çamıdır.

2.2.1.2 Lâdin Grubu

Lâdin (*Picea orientalis*) ağacında diri odun ve öz odun ayrı ayrı renklerde değildir. Saman sarısı renginde veya kırmızımsı beyaz olan odunu, göknar odununa nazaran daha açık renkte olup seyrek reçine kanalları mevcuttur. Özellikle boyuna kesitlerde parlak bir odunu vardır. Nisbetten ince, yeksenak bir tekstür olup, lifler düzgündür.

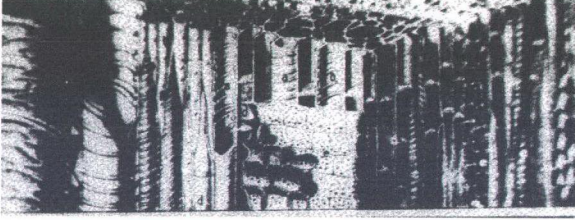
2.2.1.3 Gökmar Grubu

Göknarlarda (*Abies*) çamda olduğu gibi koyu renkli bir öz odun mevcut olmayıp reçine kanalları da bulunmamaktadır. Odunun rengi kırmızımsı beyazdır. Lifler düzgün ve yeknesaktır (Berkel, 1970).

2.2.1.4 Sedir Grubu

Sedirin (*Cedrus*) diri odunu hafif kırmızımsı renkte olup, oldukça geniştir. Öz odun ise açık sarımsı ile kırmızımsı kahverengidir. Reçine kanalları mevcuttur. Odun hafif yumuşak olup, kolay işlenir ve yanılır. Lifler düzgündür, odun içerisinde mevcut eteri yağlar dolayısıyla kendine mahsus hoş aromatik bir kokusu vardır. Dayanıklı bir ağaç türüdür (Berkel, 1970).

2.2.2 Geniş Yapraklı Ağaçlar



Şekil 2.4. Geniş yapraklı ağaçların hüresel içyapısı (Eriç, 2002)

2.2.2.1 Meşe Grubu

Meşeleri (*Quercus*) beyaz meşeler, kırmızı meşeler ve daimi yeşil meşeler olarak üç sınıf altında mütalâa etmek faydalı olacaktır. Ancak daimi yeşil meşeler, esas itibariyle ağaççık durumunda bulunmaları dolayısıyla fazla bilgi verilmesine lüzum görülmemiştir.

Beyaz Meşeler;

Beyaz meşelerin diri odunu dar olup sarımsı beyaz renktedir. Öz odun ise esas itibariyle yetişme muhitine göre farklı olmakla beraber sarımsı kahverengidir.

Kırmızı Meşeler;

Kırmızı meşelerde diri odun ekseriyetle geniş ve sarımsı kahverenginde, öz odun ise kırmızımsı kahverengidir. Odun beyaz meşelere nazaran sert ve ağır olup daha az elastiktir (Berkel, 1970).

2.2.2.2 Kayın Grubu

Kayın ağacının (*Fagus orientalis lipsky*) diri odunu kırmızımsı beyaz olup umumiyetle 80,100 yaşını aşmış her yaşlı ağaç gövdesi içerisinde daha koyu şeritleri hâvi kırmızımsı kahve renkli yalancı bir öz odun mevcuttur (Berkel, 1970).

Kayın iyi toprakta çabuk büyür ve bunun büyük yararı vardır, çünkü ağaç ne kadar çabuk büyürse o kadar kaliteli odun verir. O zaman 70-80 yılda bir kesim yapılabilir ve kesilen ağaçların yerine iyi gelişebilen yeni ve kaliteli fidanlar (hektara 200-400) dikilir (B.Larousse).

2.2.2.3 Gürgen Grubu

Bu ağaç türünden memleketimizde iki tür mevcut bulunmaktadır.

- Adi gürgen (*Carpinus betulus*)
- Doğu gürgeni (*Carpinus Orientalis*)

Hemen hemen bütün Türkiye’de sahil ormanlarımızda rastlanırlar. Gövdeleri düzgün olmayıp oluklu gövde yapar.

2.2.2.4 Kestane Grubu

Diri odunu 2,5 yıllık halkadan ibaret olup çok dar ve kirli sarımsı beyaz renktedir. Öz odun ise açık ilâ koyu kahve renkleri arasındadır.

2.2.2.5 Akasya Grubu

Bu ağaç türü her ne kadar bir orman ağacı değilse de memleketin muhtelif yerlerinde yol kenarlarında, bahçe kenarlarında ve bilhassa yeni ağaçlandırma mntıklarında ön bitki olarak fazla miktarda yapay olarak yetiştirilmektedir. Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* Linneus) sağlam bir oduna sahip olmakla kalmayıp aynı zamanda hızlı büyüyen bir ağaç türüdür. Diri odunu dar ve sarımsı beyaz renktedir. Öz odun ise yeşilimsi sarı ile koyu kahverengi arasında değişmektedir.

2.2.2.6 Kavak Grubu

Memleketimizde tabii olarak yetişen kavak türleri kara kavak (*Populus nigra* Linneus), servi kavağı (*P. nigra*), ak kavak (*P. alba* L.), titrek kavak (*P. tremula* L.) ve (*P. Euphratica* Olivier) dir.

Kara Kavak’a nehir ve su kenarlarında sık sık rastlanır. Servi kavağı Orta Anadolu ve Doğu Anadolu’da, Ak kavak ve Titrek Kavak’a bütün ormanlarımızda rastlamak mümkün ise de, (*P. euphratica*) ya güney ve güney doğuda rastlanır.

Titrek kavak odunu hariç diğerlerinde koyu renkli öz odun oluşumuna rastlanır. Öz odun sarımsı açık kahverengindedir. Diri odun ise beyaz ve sarımsı beyaz renklerdedir (Berkel, 1970).

2.3 Ağacın Yetiştirilmesi Sırasında Yapısında Meydana Gelen Kusurlar

Tabiatta yetişmiş organik bir madde olması, ağaçların uzun olan hayatı boyunca çeşitli tesadüf ve etkilerle karşılaşmaları dolayısıyla odun, sunî olarak elde olunan diğer bazı malzemeler gibi homojen yapıda olmayıp, yer yer kusurları bulunmaktadır. Odunun kusurları adı altında normal strüktür, tekstür ve renkten olan sapmalar anlaşılmakta ve bu kusurlar kullanış değerini düşürmektedir (Berkel, 1970).

2.3.1 Ağaç Gövdesinde Şekil Bakımından Kusurlar

2.3.1.1 Gövdenin Eğriliği

Ağaç gövdesindeki eğrilikler belirli bazı ırklarda mevcut irsel özellikler, yetiştirme muhiti, arazinin meyli, toprak kaymaları, rüzgâr, kar basıncı ve mekanik zararlı bazı etkilerle meydana gelmektedir. Genel kaide olarak, yetiştirme muhiti ne kadar iyi olursa ağaç gövdeleri de o derece düzgün olmaktadır.

Eğri gövdelerin odun verimi düzgün gövdelere nazaran düşüktür. Eğrilik kullanış imkânlarını kısıtladığı gibi, işleme masraflarını arttırmakta ve randımanı düşürerek artıkların miktarını arttırmaktadır. Çap küçüldükçe bu mahsurlar daha ağır basmaktadır (Berkel, 1970).

2.3.1.2 Gövdede Çatallanma, İkiz ve Daha Fazla Sayıda Özlü Gövde Oluşumu

Yapraklı ağaçlarda ve çam'da gövdenin çatallanması olayına fazla miktarda rastlanmaktadır. Çatallanmanın nedeni ya irsel veya tepe tomurcuğunun kar, dolu, don, mantar, böcek tahribatı veya hayvan ısırıkları ile zarar görmesi ve onun yerine yan tomurcuk ve sürgünlerin geçmesidir. Açıkta ve serbest olarak gelişen yapraklı ağaçlarda gövdenin çatallanması haline çok rastlanmakta, hatta bu çatallanmalar birbirini takip etmektedir. Çatallanma özellikle 10m yükseklikten daha aşağıda meydana geldiği takdirde gövdenin kullanış değerini fazla miktarda düşürmektedir. Gövdenin çatala ayrıldığı kısımda direnç diğer kısımlara nazaran daha düşük olduğundan böyle gövdeler kolay yarılmakta ve mantar enfeksiyonlarına açık bulunmakta, kesim esnasında kolaylıkla takılarak tehlike yaratmaktadır. Çatalı gövdeler özellikle küçük gemi tekneleri yapımında kullanılmaktadır (Berkel, 1970).

2.3.1.3 Konik Gövde Oluşumu

Silindire yakın olan ve aşağıdan yukarıya doğru çıkıldıkça normal bir çap düşüşü gösteren gövdelere dolgun veya silindirimsi gövde denmektedir. Bunun aksine olarak, gövdenin

aşğıdan yukarıya doğru gidildikçe normal ortalamadan daha fazla bir çap düşüşü göstermesi ise, silindirden fazla miktarda ayrılan konimsi gövdelerin meydana gelmesine sebep olur. Silindirimsi ve konimsi gövde arasındaki sınırın belirtilmesi güçlük yaratmakta ise de, kaba bir ölçü olarak beher metrede 1cm den daha fazla çap düşüşü gösteren gövdelere konimsi gövdeler denmektedir (Prodan, 1951).

Konimsi gövdelerin mahsuru özellikle biçmede etkisini göstermekte, dip çapı ile uç çapı arasındaki farkın büyük olması dolayısıyla gövde hacminin önemli bir kısmı kapak tahtaları olarak ayrılmaktadır. Tomrukların oluşumuna göre uygun tekniklerle kesilmesi konusu Bölüm 3.2.2'de anlatılacaktır. Konimsi gövdelerden elde olunan kerestenin direnci de dolgun gövdelerden elde olunanlara nazaran daha düşük bulunmaktadır.

Gövdenin dolgunluğu bakımından en başta Gökmar gelmekte, bunu sırası ile Lâdin ve Çam takip etmektedir (Berkel, 1970).

2.3.2 Anatomik Yapı ile İlgili Kusurlar

2.3.2.1 Kaba Dalgahlık veya Oluklu Gövde Oluşumu

Bazı ağaç gövdeleri enine kesitte daire şeklinden ayrılarak, kaba girintili çıkıntılı ve çevresi oluklu bir hal almaktadır. Oluklu gövde oluşumu bazı ağaç türlerinde irsel bir olay teşkil etmektedir. Örneğin, gürgen, porsuk, servi ve karaağaçta gövde enine kesitinde yıllık halkalar kaba dalgah, girintili çıkıntılı ve gövde yüzeyi olukludur. Bu duruma, genellikle ağaçlarda gövdenin toprak yüzeyine yakın ve kök yayvanlarının bulunduğu alt kısımlarında da rastlanır. Gürgende her zaman görülen oluklu gövde oluşumunun nedeni olarak, Trahe'leri ihtiva etmeyen yalancı öz ışınlarının bulunduğu yerlerde kambium faaliyetinin geri kalması gösterilmektedir (Büsgen/Münch 1927, Knuchel 1947).

2.3.2.2 Gövde Enine Kesitinde Eksantrik Gelişme

Ağaç gövdesinin normal gelişiminde enine kesitte öz ortada olup yıllık halkalar ise bunun etrafında konsantrik şekilde bulunmaktadır. Eksantrik gelişmede ise, öz bir yana doğru kaymış bir durum göstermekte, gövde enine kesiti elips şeklini almaktadır. Böylece, gövde bir tarafa basık, diğer tarafa ise daha şişkin bir hal alır. Eksantrik gövde oluşumunun nedeni olarak çoğunlukla bir taraflı ve devamlı rüzgâr etkisi gösterilmektedir. Böyle gövdelerde enine kesitin en büyük çapı rüzgârın esiş yönüne paralel, en büyük yarıçap ise iğne yapraklı ağaçlarda rüzgârın geldiği yönün aksi, yapraklı ağaçlarda aynı tarafında bulunmaktadır.

2.3.2.3 Öz'ün Düzensiz Gidişi

Ağaç malzemenin kullanılmasında, gövde içerisindeki özün düzgün gidişi yerine yılankavi veya zikzak bir şekilde gidişi anatomik yapı ile ilgili bir kusurdur. Bu gibi ağaç gövdelerinin keresteye biçilmesinde öz birden fazla tahta içerisine girmekte veya yüzeyinde kalmaktadır. Yaşlı ağaçlarda çoğunlukla özden ayrılan çatlaklar da bu kusurun etkisini arttırmaktadır. Özün düzensiz gidişi kerestenin değerini düşürmektedir (Berkel, 1970).

2.3.2.4 Yıllık Halka Düzensizlikleri

Yıllık halka genişliği farkları hemen hemen her ağaç gövdesinde mevcuttur. Bu farklar belirli ölçüler ve normal sınırlar içerisinde kalmak şartı ile kusur sayılmaz. Ancak, dar yıllık halkaları anı olarak geniş veya geniş yıllık halkaları hemen dar yıllık halkalar takip ettiği, veya halka genişliğinin devamlı değişmesi hallerinde bir kusur teşkil eder. Yıllık halka genişliğindeki düzensizliklerin nedenleri ağacın ışık alma münasebetlerindeki veya toprak altı su seviyesindeki anı değişikliklerdir. Yıllık halka genişliğindeki düzensizliğin mahsurları, bu gibi ağaç malzemede çalışma, sertlik ve tekstür gibi özelliklerin yeknesak olmayışıdır.

Yıllık halkalardaki dalgalılık, yüzey işlemlerini güçleştirmesi ve geniş yüzeyli ahşaplarda çok sayıda liflerin kesilerek bölünmesi sebebiyle malzemenin direncini azaltan bir kusurdur (Berkel, 1970).

2.3.2.5 Spirâl Liflilik ve Diyagonallik

Spirâl liflilik ağaç malzemede en önemli kusurlardan birisidir. Bu olayda lifler ağaç gövdesi eksenine paralel olacak yerde, küçük veya büyük bir açı teşkil etmek suretiyle spirâl şeklinde gövde etrafında dolanmaktadır. Bu olayda kambium hücreleri eksenî ağaç gövdesi eksenine az veya çok meyilli durumdadır. Spirâl lifliliğe çam, ladin ve göknarda özellikle çamda fazla rastlanır. Yapraklı ağaçlardan özellikle at kestanesi daima spirâl liflidir.

Spirâl lifliliğin sakıncaları şunlardır: Bu durumda olan gövdelerde biçilme esnasında düzgün lifli gövdelere nazaran çok daha fazla sayıda lifler meyilli olarak kesilip bölünmekte ve böylece biçilmiş malzemenin direnci azalmaktadır. Bundan başka, rutubet değişimleri ile spirâl lifli malzeme liflerin yönüne bağlı olarak düzgün lifli malzemeye nazaran farklı çalışmaktadır. Spirâl liflilik yüzey işlemlerini de güçleştirmekte, böyle malzemede düzensiz yüzeyler veya yarılmalar meydana gelmektedir. Spirâl liflilik malzemenin yarılmaya kabiliyeti de azaltmaktadır (Berkel, 1970).

2.3.2.6 Gz ve Uurlar

Uyuyan gözlerin, tomurcukların yıllarca gövde içersinde gömülü kalması ve bu kısımların yanındaki kambium hücreleri eksenlerinin normal ve düzgün yönden sapma göstererek kıvrılması, kuş gözü denilen beneklerin meydana gelmesine sebep olmaktadır.

2.3.2.7 Reçine Keseleri

Reçine keseleri, bir yıllık odun halkası içerisinde ve içerisi reçine ile dolu boşluklardır. Radial kesitte iki ucu sivri bir iğ Őekliini andırmaktadır. Kenarı ze doğru düz, çevreye doğru ise kavis Őekindedir. Keza, reçine kesesi üzerine rastlayan 4-5 yıllık halka da gövde çevresine doğru Şişkin bir durumdadır. Reçine keseleri yalnız reçine kanallarını ihtiva eden iğne yapraklı ağaçlarda, örneğin ldin, am, melez ve douglsie de meydana gelmektedir.

Reçine keseleri, gövdedeki büyüklüklerine, sayılarına ve dağılışlarına göre ağaç malzemenin işlenmesi esnasında reçine keseleri kazınmalı ve içerisi macun ile doldurulmalıdır. Zira, ısı etkisi ile yağlı boya altında kalan bu keselerden reçine sızarak boyayı bozmaktadır. Reçine keseleri fazla miktarda bulunduğu takdirde aşsap konstrüksiyonların direncini azaltmaktadır (Berkel, 1970).

2.3.2.8 Reaksiyon Odunu (basınç ve çekme odunu)

Reaksiyon odunu iğne yapraklı ve yapraklı ağaçların gövde ve dallarının belirli bazı kısımlarında meydana gelen anormal tipte bir odun oluşumudur. Bu anormal odun oluşumunun nedeni, örneğin rzėar veya kar gibi devamlı dış etkiler altında dikey yöndeki normal gelişiminden ayrılan ve eğri olarak büyüyen ağaç gövdelerinde bu eğri gelişimine karşı gövdeyi bir taraflı olarak kuvvetlendirmek ve desteklemek, yer çekimine ve ışık durumuna göre, artım esnasında gövdeye yn verici, onu tekrar normal, dikey yöne doğru zorlayan, denge sağlamaya, düzeltmeye çalışan özel bir hücre dokusunun meydana gelmesidir.

Basınç odunu; İğne yapraklı ağaçların gövde ve dallarında meydana gelen anormal bir odun teşekkülüdür. Devamlı rzėar etkisi ile bir tarafa doğru eğilmiş bulunan ağaç gövdelerinde rzėarın geldiği ynn aksi tarafında , basınç etkisi altında bulunan tarafında ve dalların alt kısmında oluşur. Basınç odunu anormal oduna nazaran daha koyu renktedir.

Fiziksel ve mekanik özellikler bakımından, aynı ağaçta basınç odunu normal oduna nazaran daha ağır olup, özgül ağırlık normal odundan %15-40 arasında bir artış göstermektedir.

Normal odun liflere paralel yönde genel olarak çok az, buna karşılık basınç odunu ise bu yönde anormal şekilde fazla çalışmaktadır.

Basınç odununun çekme direnci, elâstiklik modülü ve dinamik eğilme direnci normal oduna nazaran daha düşüktür. Basınç odunu normal oduna nazaran gevrek olup, şok şeklindeki mekanik etkilere karşı koyması daha azdır. Bu nevi odunda hava rutubeti değişimleri normal oduna nazaran daha fazla çatlama, eğilme ve çarpılmalar meydana getirir. Basınç odununun kullanım değeri düşük olup, tam bir stabilite ve hassasiyet aranan küçük boyutlu ahşapta bu durumda bir odun bulunmamalıdır. Buna karşılık, basınç odunu ihtiva eden tomruklar mümkün mertebe kalın ve büyük boyutlarda keresteye biçilmelidir.

Çekme odunu; yapraklı ağaçların gövde ve dallarında meydana gelen anormal bir odun teşekkülüdür. Rüzgâr ve kar basıncı, ışığa doğru yönelme gibi dış etkiler altında dikey bir şekilde gelişme yerine eğri olarak büyümüş ağaçlarda, gövdenin eğilme gösterdiği yönün aksi tarafında, çekici kuvvetlerin bulunduğu kısımda, dalların ise yukarıya bakan tarafında meydana gelmektedir. Bu kısımda yıllık halka açık veya koyu renkte halkalar halinde birbirini takip etmektedir. Öz'ün ortadan yana kaymış olması çoğunlukla çekme odununun bulunduğunu gösterir.

Fiziksel ve mekanik özellikler bakımından çekme odunu, liflere paralel yönde normal oduna nazaran daha fazla çalışması en karakteristik özelliklerindedir. Hacim bakımından ise çekme odunu normal odundan daha az bir çalışma göstermektedir. Yalnız ihlamur bir istisna teşkil etmekte ve çekme odunu hacim bakımından normal odundan daha fazla çalışmaktadır. Çekme odununda basınç ve eğilme dirençleri ile elâstiklik modülü normal odundakinden bir miktar düşük bulunmaktadır. Selülozik karakterdeki jelâtin tabakasının bulunması, şok şeklinde dinamik kuvvetlere karşı odununun karşı koyması üzerine önemli bir şekilde artırıcı bir etki yapmaktadır. Böylece, dinamik eğilme direnci normal oduna nazaran daha yüksek bulunmaktadır.

Çekme odununun en önemli mahsuru, yaş halde testerenin lifli ve keçeli bir manzara göstermesidir. Çekme odununun kuruması esnasında yarıma, eğilme ve çarpılmalar daha fazla görülür. Diğer bir mahsur ise, çekme odunu ihtiva eden kaplama levhaları yüzeylerinin ondüleli bir hal almasıdır. Çekme odunu, özgül ağırlığının ve selüloz miktarının normal oduna nazaran daha yüksek oluşu selüloz endüstrisi bakımından faydalı özelliklerdir (Berkel, 1970).

2.3.2.9 Yalancı Öz Odunu Oluşumu

Yalancı öz odunun oluşum nedeni eskiden gövde içerisine giren mantarlara karşı ağacın bir reaksiyonu olarak gösterilmiştir. Öz odunların normal ve gerçek öz odunlardan farkı, çap artımlarının ani sıçramalar halinde vuku bulması dolayısıyla şeklinin az veya çok düzensiz oluşu ve enine kesitte midye kabuğu şeklinde ve koyu renkli kenar şeritlerine sahip zonların bulunmasıdır. Esas itibarıyla öz odunu diri oduna nazaran daha dayanıklı bir kısımdır.

2.3.2.10 Ay Halkası

Ay halkası adı altında bazı ağaç türlerinde koyu renkli, normal öz odun içerisinde öz odun haline geçmemiş, açık renkli ve diri oduna benzeyen dar veya geniş bir halka anlaşılmaktadır. E. Mer'e göre diri oduna benzerlik gösteren ay halkasının meydana gelmesi sebebi bu kısım ağaç gövdesi çevresinde bulunduğu esnada şiddetli soğuk dolayısıyla ölü bir hale gelen diri odun hücrelerinde nişastanın öz odun maddelerine değişiminin kesintiye uğramasıdır. Ay halkası kısmındaki odun koyu renk göstermemekte, diri odun özelliklerine sahip bulunmakta, öz oduna nazaran daha fazla çalışmakta ve daha az dayanmaktadır (Berkel, 1970).

2.3.2.11 Budaklık

Dallar sürüngelemlerin, yaprak ve tomurcukların taşıyıcısı olarak ağaç için hayati önemi bulunmaktadır. Böylece, dalların gelişmekte olan gövde içerisinde kalarak meydana getirdikleri budaklık orman ağaçlarında her ne kadar normal bir özellik ise de, ahşap malzemenin kullanılmasında teknik bakımdan çeşitli sakıncalar meydana getirdiğinden, çürüklükten sonra en önemli kusur sayılmakta ve kaliteyi düşürmektedir. Budaklar, gövdenin her yıl bir yıllık halka oluşturarak ve çap artımı yaparak genişlemesi ile dalların veya dal çıkıntılarının gövde odunu içerisine gömülmesi ile oluşmaktadır.

Orman ağaçlarında budaklık her ne kadar normal bir özellik ise de, ahşap malzemenin kullanılmasında teknik bakımdan çeşitli sakıncalar meydana getirdiğinden, çürüklükten sonra en önemli bir kusur sayılmaktadır. Budaklar, liflerin düzgün gidişini, değerli ağaçlarda renk yeknesaklığı ve tekstürü bozmaktadır.

Budağın çapı arttıkça, lifleri doğru gidişinden saptırması o derece artmaktadır. Liflerin düzgün gidişinin bozulması odunun düzgün bir şekilde yarılma kabiliyetini düşürmektedir. Yıllık halka yapısında da düzensizlik oluşturur. Budaklar daha yoğun yapıya olduğundan, gövde odununu esasen çeşitli yönlerde farklı olan çalışmasını daha düzensiz bir hale getirmektedir. Budaklık bir estetik kusuru olmaktan başka, aynı zamanda ahşap malzemenin

işlenmesini güçleştirmekte, kullanılan aletlerin çabuk körlenmesine sebep olmakta, rendelenmiş yüzeylerde budakların civarındaki kısımlarda lif kopmaları meydana getirerek düzgün yüzeylerin hazırlanmasını engellemektedir. Fazla miktarda reçine bulunduran budaklar ısı etkisi ile bu maddeyi salgılayarak, yağlı boya tabakasının bozulmasına yol açarlar. Budaklar aynı zamanda ahşap malzemenin gerek statik ve gerekse özellikle dinamik direnç özelliklerini düşürücü bir etki yaparlar. Genel olarak çekme gerilmelerini basınç gerilmelerine nazaran daha fazla etkileyerek azaltırlar (Berkel, 1970).

2.3.3 Hava Halleri Dolayısıyla Meydana Gelen Çatlama

Ahşap malzemede çatlama, kuruma sonucu liflere paralel, radial ve yıllık halkalara teğet yönlerde çalışmanın farklı bulunması, şiddetli soğuk (don) veya sıcaklık, rüzgârın döndürücü etkisi gibi çeşitli sebeplerle meydana gelmektedir. Çatlama çeşitli şekillerde olmaktadır.

Kesimden sonra kabukları soyulmuş bulunan tomruklarda kuruma esnasında odunun yıllık halkalara teğet yönde daha fazla çalışması sebebiyle çevrede ve liflere paralel yönde olmak üzere çok sayıda çevre çatlakları meydana gelmektedir. Kesimden sonra gövdeleri gölge yerlere çekmek, kabuklu halde bırakmak, birkaç hafta kabuk, dal ve yaprakları ile birlikte kurumaya terk etmek, su püskürtmek, su içersinde depo etmek bu mahsuru önleyici tedbirlerdir. Derine giden çevre çatlakları biçme esnasında tomruklardan kalın kapak tahtalarının çıkarılmasına ve odun kaybına sebebiyet vermektedir. Spirâl lifli olan gövdelerde çatlaklar da spirâl şeklinde uzanmaktadır (Berkel, 1970).

Bu bölümde açıklanan kusurlar ahşabın masif olarak kullanıldığı yapının performansını olumsuz yönde etkileyen unsurlardır. Ahşap malzemenin kusurlarından arındırılması için, uygun tekniklerle kesilmesi gerekmektedir. Tomrukların biçme metotları Bölüm 3.2.2’de açıklanacaktır. Araştırmanın ana konusu gelenekselleşmiş masif ahşabın yeniden yorumuna yönelik olarak bu kusurların da, endüstriyel teknikler sayesinde arındırılarak ahşap malzemenin homojenleştirilmesi ise Bölüm 4’de açıklanacaktır.

2.4 Ağaç Üzerine Zarar Veren Etkiler

Ahşap, mantarlar veya kurtlar gibi birtakım parazitlerin zararlı etkilerine maruzdur.

2.4.1 Mantarlar

Mantarların tohumları ormanda veya ahşabın kesildiği ve kurutulduğu fabrikalarda mevcut olduğu için, yapıya gelmiş her ahşabın bunlardan kâfi miktarda ihtiva ettiğini kabul etmek

lâzımdır. Mantar tohumları ancak rutubetli havada üredikleri için, ahşap kuru kaldığı müddetçe veya havalandığı müddetçe bunların üreme tehlikesi yoktur. Fakat ahşap rutubet alacak olursa, tohumlar ahşabın borucukları içinde üreyerek onun çürümesine, yumuşamasına ve mukavemetini kaybetmesine yol açarlar. Böyle bir durumu önlemek için, yapıların ahşap kısımlarını rutubet almayacak şekilde düzenlemek gerekir. Hiçbir zaman ahşabın hava ile temasını kesmemek, hiç olmazsa bir kenardan hava girecek geçit bırakmak gerekir. Bir takım zehirli maddelerle ahşabı ön korum (emprenye) işleminden geçirmek suretiyle de mantarların üremesi önenebilir. Emprenye tekniği ile ilgili açıklamalar Bölüm 3.3'de yapılacaktır. Bu maddelerin en meşhuru kreozottur. Bakır sülfat, potasyum kromat, borik asit v.s. gibi maddeler de kullanılabilir (Kocataşkın, 1966).

2.4.2 Kurtlar

Kurtların ahşap içine bıraktıkları yumurtalardan çıkan yavruları ahşabı talaş haline getirirler ve birçok kanallar açarak ona âdeta bir sünger görüntüsü verirler. Kanalların çoğu dış yüzeye varamadığı için mevcudiyetleri ancak ahşaba vurarak, kof ses verip vermediğini dinlemek suretiyle anlaşılabilir. Kurtlar tarafından istilâ edilmiş ahşap kısımları yerlerinden söktüp yakmaktan başka çare yoktur. Kurtlara karşı korunmak için, zehirli maddelerle ön koruma (emprenye) yapmak veya boyamak fayda verir. Denizde, sandalların zehirli boya ile boyanması bu sebeptir (Kocataşkın, 1966).

2.5 Dünya'da ve Türkiye'de Orman Alanlarının Gelişim Süreci

Orman ve ağaçlar, insanlığın düşünce boyutlarını geliştiren ve hatta yıllarca beyinlerini yoran, bilinçli olarak kullanıldıklarında, doğal kaynaklar içinde hiç tükenmeyen bir ahşap üretim kuruluşlarıdır.

Anadolu'da uygarlık kurmuş toplumlarda, ağaç ve ormanların tarih sürecinde devamlı olarak gelişmesi, korunması; yasa ve törelerindeki ağaçlar ile ilgili kavramlara geniş yer verilmesindedir. Akat, Sümer-Hamurabi, Eti (Hitit) ve Asur yasalarında birbirlerine yakın anlamda veya bütünleyen küçümsenemeyecek ölçülerde orman ve ağaçlarla ilgili yasa maddeleri bulunmuştur (Önel, 1975).

Hayrettin Karaca'ya göre; orman kendi içindeki doğal dengeyle tüm canlılara yaşama olanağı veren bir organizmadır. Ormana ağaç dikilmez, ormanın doğal yapısı bozulmaz; ancak ormanın kendi dengesi içinde canlılık sağlayabiliriz. Ormanlar yalnız insanların değil, tüm canlıların müşterek malı, tıpkı ışık, su, ısı gibi. Sadece yeni alanlarda ağaç tarımının

başlatılması söz konusu olabilir. TEMA'nın yaptırdığı araştırma sonucunda, gelecekteki odun açığımızın kapatılmasının mümkün olmadığı ortaya çıktı. Hemen ağaç tarımına başlamamız gerekiyor. Odun tarımına hızla girilmesi için özel sektöre destek verilmesi gerekir. Tomruk ithal ettiğimiz Şili, Yeni Zelanda gibi ülkelerde çam doğal olarak yetiştirilmez, çam tarımı yapılır. Güney Afrika'da, odun tarımı yapılan yerlerde; ağacın dikiminden kesimine kadar olan süreyi 31 yıla kadar indirebilmişler, genetik çalışmalarla 28 yıla kadar indirmeye çalışıyorlar. Yeni Zelanda'da radiata çamı üzerinde yapılan çalışmada bu süre 27 yıla kadar indirilmiştir. Türkiye'de odun tarımı yapılırken bunların örnek alınması, bunun kârlı bir iş olduğunun öğretilmesi gerekir.

WWF Avrupa Orman Stratejisi'ne göre, eğer doğru dürtüst işletmezseniz, korunan bölgeleri de gözden çıkarmanız gerekir; çünkü çok kısa bir süre içinde, korunan bölgeler de, işletilen alana dahil olur. Biz tropikal ağaçların kesiminin yasaklanmasına karşı çıkmıyoruz. Ormanları iyi bir şekilde işletiyorsanız, kesilen ağaçların yerine yenilerini dikiyorsanız, tabii ki tropikal ağaçları da kullanabilirsiniz. Ahşabın güzelliği, güneş enerjisiyle yetişmiş olmasından kaynaklanır. Her şey düzenli bir şekilde yapılırsa, ahşap yerine başka bir hammadde kullanmak konusunda çevreci bir tartışmaya da gerek kalmaz. Önemli olan, tüketim düzeyiyle üretim düzeyini dengelemek ve üretimin, çevre açısından kabul edilebilir bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamak. Bize göre, korunan bölgeler dışında kalan ormanlık arazilerin işletilmesi, süreklilik kazanmalı. Bunu da, orada yaşayan canlı türlerinin çeşitliliği sağlandığı, ekolojik gelişim sürdüğü ve yerli halkın hakları zarar görmediği sürece; çevreye uygun, sosyal açıdan karlı, ekonomik açıdan da gerçekleştirilebilir buluyoruz. Ama tabii ki, bütün bu konular üzerinde, geniş kapsamlı araştırmalar ve tartışmalar yapılması gerekiyor.

İsveç ormanlarının %88'inin sahibi özel sektördür. Bu ormanlarda her sene çok ağaç kesilmesi için devlet baskı yürütür. Her sene, tüm ormanların %6'sı nisbetinde yeni fidan dikilerek ormanlar gençleştirilir. İsveç'te 1993 yılında yalnız orman ürünlerinin ekonomiyeye katkısı 18 milyar dolar idi. Türkiye ormanlarının %99,1'i devlettir. Stalin zamanı SSCB'de %93'ü devletin idi. Bu oran Finlandiya'da %14, Avusturya'da %11'dir (İshak Alaton). Türkiye sathının %26,8'i orman alanları olarak gelişmiştir [8].

Finlandiya, dünyanın ormanlık ülkelerinden biridir. Ülke topraklarının %66'sı ormanlık alan ve kişi başına düşen orman miktarı 4,5 hektara ulaşır. Bu oran, dünyada 1,2 hektar, Batı Avrupa'da ise 0,3 hektardır. Finlandiya'da doğanın yaptığı iş, alınan önlemlerle desteklenir ve kesimden sonra, gerek doğal gerek yapay yollarla, ormanın kendini yenilemesi sağlanır. Bu amaçla, her yıl Finlandiya ormanlarına 250 milyon fide dikilir (Ahşap, 1995).

Çoğunlukla ormanların politik konu edilmesi, orman yasalarının seçim dönemlerinde değiştirilmesi ve özellikle orman suçlarının bağışlanması ormana olumsuz baskıyı körüklemektedir.

Ormancılık tekniğine göre; ülkenin normal ormancılık düzenine ulaşabilmesi için, orman alanlarının etkin bir toprak dağılımı ile ülke toplam alanının %30'u olması gerekir (Önel, 1975).

Ülkemizde 1927'lerde ahşap yapı yapma yasağı konulduğundan beri, günümüze kadar ahşap yapı teknikleri uygulanmamış ve öğretilmemiştir. Önümüzdeki bir sorun, elde kalmış ahşap yapı stokumuzun restore edilerek korunması, bir diğer sorun da hızla artan konut ihtiyacımızı karşılamak üzere ahşaptan yararlanabilmek üzere yapının birçok alanında ahşabı kullanma bilgisinin kaybolmuş olmasıdır. Elde kalmış ahşap yapı stokumuzun restorasyonu esnasında, mahalli ahşap teknolojilerinin yeni nesillere öğretilmesi de önemli bir amaç olmalıdır (Cansever, 1995).

Ülkemizde %54,4 iğne yapraklı, %45,6 geniş yapraklı ağaç cinsleri bulunmakta ve ağaç türü olarak da %30 çam, %6 göknar, %8,5 kayın, %26 meşe, %2,7 gürgen yetişmektedir. Ancak bu değerlerden sanayide kullanılan ahşap miktarı çok az olup, çamda %23, göknarda %6,4, meşede %0,7'dir. Ülkemizde sürekli bir azalma gösteren ormanlarımız genellikle kıyı şeridi ve Trakya bölgelerinde bulunmaktadır. Doğal ahşap m³ ölçümü ile piyasadan çeşitli boyutlarda temin edilebilir (Eriç, 2002).

Endüstride ahşap kullanımının orman alanlarını azaltacağı fikri yanlış ve geçersizdir. Araştırmalar, ahşabın en çok kullanıldığı Amerika Birleşik Devletleri ve İskandinavya gibi bölgelerde orman alanlarının, ahşabın az kullanıldığı ülkelerin aksine tüketilenden fazlasıyla büyüdüğünü göstermektedir (Vural, 2000).

Amerika'da bilinçli yaklaşım ve akılcı kullanım sonucu ormanların yüzölçümü %10 artmıştır. Amerika büyük bir ahşap tüketicisidir ve Japonya, Tayvan, Kore, Çin gibi uzakdoğu ülkelerine tomruk ihraç etmektedir (Erengözgin, 2000).

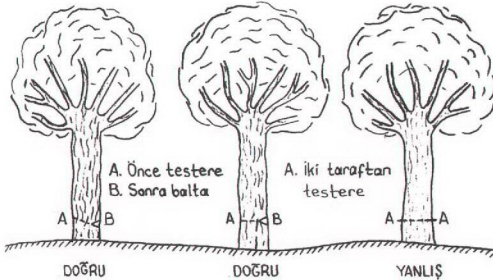
2.6 Ağacın Ahşap Malzemeye Dönüşüm Süreci

Ağaçlar normal ömürlerinin tamamlayınca çürümeye başlar. Çürümeye başlayan ağaç bünyesinde oluşan bakteriler ile ormanda yaşayan diğer ağaçlar içinde tehlike oluşturmaktadır. Ağacın belli bir yaşam süresinden sonra hem kendisine hem de diğer canlı ağaçlara zarar vermemesi için orman mühendislerinin nezaretinde yapılacak tesbit sonucu kesilmesi gerekir. Yaşlanmış olan her ağacın yerine yenisinin dikilmesi suretiyle ormanlar gençleştirilerek gelişmesi sağlanır. Orman mühendislerinin tesbiti sonucu kesildikten sonra ağacın ahşap malzemeye dönüşüm süreci başlamış olmaktadır.

2.6.1 Ağaçların Ormanda Kesilişi

İğne yapraklı ağaçlarda özsu kış aylarında hareketsiz bir hal aldığından ormanda ağaç kesimi Kasım ve Aralık aylarında yapılır (Şenver, 2002).

Yeter derecede büyüyüp, gelişmiş, ahşap olmaya elverişli ağaçlar ormanda seçilir; işaretlenir. Kesilecek ağaç üst dallarından halatlarla bağlanarak devrileceği uygun boşluğun iki yanından çekilir. Önce boşluğun aksi yönünden gövde çapının 2/3'üne kadar, yatay veya yukarıdan aşağıya az bir eğim verilerek, testere ile kesilir. Sonra karşı taraftan balta ile konik bir yarık açılarak kesilip, devrilir (Şekil 2.5). Konik açılmış kısma doğru ağaç kolayca eğilir. Halatlarla da yanlardaki ağaçlara zarar vermeden yatırılır. Ağaçlar 40-50cm yukarıdan kesilirler. Toprak yüzeyinde kesilmemesinin sebebi ise kesimi kolaylaştırmak, kök kaplama çıkarılacak dişbudak, ceviz, karaağaç, akçaağaç gibi ağaçlarda bu bölümden faydalanmak içindir.



Şekil 2.5. Ağaçların ormanda kesiliş yöntemi

Devrilen ağaçlar derhal tomruk haline getirilmeyip, 10-15 gün kadar bekletilir. Böylelikle henüz çalışma halinde olan ağacın gövdesinde bulunan besin sularının bir kısmı yapraklara doğru çekilir. Sonra dallar budanarak gövde istenilen ölçülerde boyutlara bölünür (Dinçel, 1958).

2.6.2 Kesilmiş Ağaçların Ormandan Taşınması

Taşıma işi orman bölgesinin özelliklerine, yol durumuna göre çok çeşitli araçlarla yapılır. Büyük işletmelerde ağaçların yüksek yerlerden ovalara indirilmesi havai hatlarla sağlanmaktadır. Buradan kamyonlarla, demiryolları ve vapurlarla işyerine taşınırlar.

Yazın başlarına doğru yağmurlarla, don ve karların erimesiyle meydana gelen derelere tomruklar atılarak nehirlerle indirmek, oradan işyerine yüzdürerek götürmek ağaç taşıtları içinde en ekonomik ve faydalı yoldur. Nehirlerin kıyı ve akıntı durumuna göre tek tek veya bağlanarak sal haline getirilen ağaçlar yüzdürülür. Yalnız su ile taşınan ağaçlarda kabuğu gövdesini boyamayanları tercih edilir. Dişbudak, meşe gibi ağaçlar su yolu ile taşınamazlar.

Su ile taşıma ekonomik olmaktan başka ağaçların çabuk kurummasına da yardım eder. Ağacın içinde bulunan madeni tuzlar eriyerek gözenekleri açar. Sonradan kurumaya bırakılan ağacın suyu daha çabuk buharlaşır. Su yolu olmayan yerlerde bu işi ağaçları havuzlara atarak bekletmek şeklinde yapılır (Dinçel, 1958).

2.6.3 Ağaç Tomruklarının Depolanması

Taşıma ve havuzlama işi biten ağaçlar biçilerek suni veya tabii şekilde kurutulur. Kereste halini alacak olan ağaç tomrukları toprak, nemden ve bakterilerden uzak depolara istif edilir.

3. AHŞAP

3.1 Ağacın Yapı Elemanı Olan Ahşaba Dönüşüm Süreci

Ağaç, ağaççık ve çalıların, gövde, kök ve dallarında kabuğun soyulmasından sonra kalan kısmına odun denilmektedir (Berkel, 1970).

Ahşap, canlı bir organizma olan ağacın meydana getirdiği lifli, heterojen ve anizotrop bir dokuya sahip organik esaslı bir yapı malzemesidir. Ahşap adı Arapça "odundan mamul eşya" anlamına gelen Haşep kelimesinden gelmektedir (Eriç, 1979).

İnsanlığın kullandığı en eski yapı gereçlerinden olan ahşap, insanların mağaralardan çıkıp mekan oluşturmaya başlamalarından beri yapı gereci olarak kullanılmaktadır (Avlar 2000).

Ahşabın yapı malzemesi olarak kullanılmaya başlaması tarihi, diğer yapı malzemelerinden beton ve çeliğe oranla çok daha eskidir. Tarihten önceki çağlarda bile ahşabın yapılarda kullanıldığı tesbit edilmiştir. Bir yazar, başlangıcı daha da öteye götürerek "ahşabın yapıda kullanılması, kendilerini vahşi hayvanlardan korumak isteyen ilkel insanların ağaçlara tırmanmasıyla başlar" demektedir (Duman ve Ökten, 1981).

İnsan tenine yakın rengi, dokusu ve sıcaklığı ile ahşap; insana en yakın bir doğa gereçidir. Taştan sonra doğadaki biçimine en uygun uygulama ve yapı gereci olarak, ilk çağlardan günümüze değin önemini yitirmemiştir. Üretilmesi, işlenmesi, taşınması kolay ve ekonomiktir (Önel, 1975).

Masif ahşabın büyük boyutlu ve kavisli elemanlarda tek parça olarak kullanılması, gerek ekonomik gerekse direnç özellikleri yönünden pek uygun değildir. Büyük boyutlu taşıyıcı elemanların üretiminde, tek parça masif ahşap kullanılması pratikte birçok güçlükler yaratmaktadır. Çünkü, ahşap malzemenin bünyesinde bulunan birçok kusur (budak, çürük, çatlak, kurt yeniği, lif kıvrıklığı vb.) giderilemez (Şenay, 1996).

Kırsal alanlarda, orman bölgelerinde köylünün içinde bulunduğu toplumsal ve ekonomik sorunlar nedeniyle ahşap gereçler, yapıda gereğinden fazla ölçülerde kullanılmış ya da blok yapı yöntemleri ile daha üretim alanlarında tüketilmiştir. Masif olarak büyük kesitli olarak kullanılan ahşap malzeme, enerji kaynağı olarak da kullanılması sonucunda malzeme zayıfları artmıştır. Hiçbir nizama uyulmadan mütemadi kesilmesi neticesinde, ormanlar meskûn yerlerden çabuk uzaklaşmışlar, adeta dağ tepelerine çekilmişlerdir. Bu suretle kereste tedarikinde güçlük baş gösterdikçe yağma yapıdan iskelet yapıya zaruri bir geçiş olmuştur.

Dağ-orman köylerinden kırsal alanlara ve kentlere inildikçe, türlü yapı gereçlerinin kolay sağlanabilmesi ile ahşap işleyebilme durumlarının bulunması; ahşabın ölçülü kullanıma olanaklarını etkileyerek, daha ekonomik ahşap yapılar üretilebilmiştir (Önel, 1975).

Ahşap yığma yapı bazı yerlerde bugüne kadar kullanılmış olmakla beraber, zengin ve iyi kaliteli binalarda yerini hemen iskelet yapı sistemine terk etmiştir. Bugün birçok yerlerde vaktiyle yığma yapı olarak inşa edilmiş olan evler sökülüp, yeni baştan ahşap iskeletli binalar inşa edilmektedir (Kafesçioğlu, 1955).

Özellikle yapı alanında tomrukların masif olarak kullanımından dolayı oldukça büyük kesitli malzemeler, karkas yapı sistemlerinin binalarda kullanımı ile birlikte azaltılmıştır. Tomruktan kesilmiş ahşap yapı malzemeleri küçük kesitlerinin, yapıların strüktürlerinde yeterli olması sonucu ekonomik yapılar üretilmiştir. Bu sistemle beraber Bölüm 3.2.2'de ayrıntılı olarak açıklandığı üzere, tomruklar gerekli ihtiyaçları karşılayan kesit ve biçimlerde kesilerek çeşitli isimlerde adlandırılıp yapı alanında kullanılmıştır.

Çağdaş Avrupa'da ilk su ve el hızarlarına 14. yüzyılda başlandığı saptanmıştır. Ahşabın işlenerek kullanılması Anadolu ve Avrupa'da aynı yıllarda olmuştur (Önel, 1975).

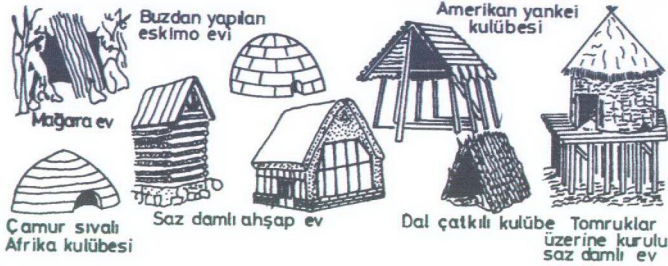
Teknolojik olanakların artmasıyla özellikle 1950'li yıllardan sonra, endüstriyel ahşap diye adlandırabileceğimiz, bir dizi işlemden geçirilerek üretilen ahşap malzemeler yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Bu işlemlerle, çeşitli şekillerde ahşap malzeme, artıklarıyla birlikte değerlendirilebilmekte ve özellikle büyük boyutlu, ancak doğal olarak elde edilmesi mümkün olmayan yapay ahşap levhalar ve yapı elemanları üretilebilmektedir. Ayrıca, bu tür ahşap malzemeler üretim sırasında çoğu kez özel hammaddeler gerektirmedikinden, maliyetleri de görece düşük olabilmektedir (Ersoy, 2001).

Ahşap malzeme, Bölüm 4'de açıklanacağı üzere; gelişen teknolojinin kullanılmasıyla yapısal özellikleri homojenleştirilen tabakalı tutkallı ahşap yapı elemanları ile yapılan sistemler büyük açıklık geçmede kullanılmıştır.

3.1.1 Ahşabın Dünyada Gelişim Süreci

Tarih öncesi çağlarda insanlar barınma ihtiyaçlarını mağara veya ağaç kovukları ile karşılamışlardır. Avcılık ve toplayıcılıkla geçindikleri dönemlerde ilkel araçlarla hayvan postlarından yaptıkları çadırlarda veya ağaç dalları ve otlarla kurulan geçici kulübelere oturmaya başlamışlardır (Şekil 3.1).

İLK EVLER



Şekil 3.1. Tarihsel süreçte ahşap kullanılarak yapılmış barınak, çadır iskeleti

(Coşgun, 1994)

Tarımsal düzene geçişle birlikte kerpiç ve pişmiş tuğla ile korunaklı ve sağlam yapılar yapılmıştır. Değişen yaşam biçimi, sosyal, ekonomik ve kültürel koşullar, çevrenin doğal özellikleri, kullanım amacı, malzeme çeşitliliği ve teknoloji gelişimi paralelinde yapılar da değişim ve gelişim göstermiştir (Coşgun, 1994).

Ahşap insanlık tarihi boyunca en yaygın olarak, yapı açıklıklarının geçilmesi için, döşeme ve tavan kirişi, döşeme ve tavan kaplaması olarak kullanıldı. Sulak ve soğuk iklimlerde yetişen yumuşak ve gevşek dokulu ahşap türlerinin kullanıldığı ortamlarda kiriş, dikme ve hatılların daha büyük kesitlerle uygulandığını; sert ağaçların ürettiği ve kullanıldığı çevrelerde ise, ağaç daha dayanıklı ve sağlam olduğu için, ahşap malzeme kesitlerinin daha küçük tutulduğunu biliyoruz. Ahşap, yapı açıklığının geçilmesi için teknik düzeyde çözümlere imkân verecek şekilde kullanılmıştır. Ahşabın, mimariye ve kültürel yapıya tekbül eden kullanılışı ise, yapıların taşıyıcı sistemlerinde kendini göstermiştir (Cansever, 1995).

Mimari olarak ilk önceleri sadece barınma ihtiyacını karşılamak için basit yapılar yapılırken, zamanla kültürün de etkilediği tapınaklar ve ticaretin gelişmesiyle ticaret yapıları yapılmaya başlamıştır. Günümüzde insanların değişik etkinlik ve işlevlerini görebilecekleri pek çok yapı türü bulunmaktadır. Eğitim, kültür, sağlık, alışveriş yapıları gibi.

Ahşap, insanlık tarihi boyunca her çağda önemli bir yapı malzemesi olmuş. Çadırdan çatıya, duvardan temele kadar yapıların taşıyıcı kısımlarında mimariye belirleyen bir malzeme olarak veya taş, kerpiç, tuğla duvarların içinde, takviye amacıyla kullanılmıştır.

Her kültür çağı, malzeme seçimini üslûbunun gereklerine göre yapmış ve malzemeyi üslûbuna göre de biçimlendirerek kullanmıştır. Çeşitli coğrafi bölgelerde bulunan malzemeler o bölgenin mimarisini tayin eden bir unsur olmuştur. Ahşabın kaynağı olan ağaçların çeşitli coğrafi bölgelerde farklı vasıflara sahip olarak yetişmesi, o bölgelere ait özel mimari ve teknik çözümlerin gelişmesini sağlamıştır (Cansever, 1995).

Dört kenarlı yapılarda ahşabın kullanımına dair ilk ve önemli örneklerin yaklaşık olarak M.Ö.7000 yılına ait ve Küçük Asya kaynaklı olabileceği belirtilmektedir.

Yunanlıların M.Ö. 900 yılında ilk meyilli çatıyı bulması ve iskelet yapım tekniklerinde uygulaması, dikme ve kirişlerin örtülmesi kavramını da beraberinde getirmiştir. Çatıdan zemine kadar ahşap bir iskelet fikri ise yaklaşık olarak M.Ö. 700-800 yılları arasında ortaya çıkmış ve gelecek üç yüz yıl içinde gelişimini sürdürmüş olup, Bölüm 4 ve 5’de açıklanacağı üzere ahşap gelişen imkanlar ile beraber mühendislik malzemesi haline gelmiştir.

Kemer ve dairesel şekiller gibi karmaşık formların kullandığı geometrik yapı kavramı ise ilk kez M.S. 400-600 yılları arasında Ortadoğu’daki büyük katedrallerde uygulanmış ve Avrupa’da da yayılmıştır.

Fransa’da ahşap yapıların geçmişi 11.yüzyıla kadar dayanır. Araştırmalara göre 11.yy. ile 18. yy. arası Fransız yapıları, tasarım ve teknoloji olarak özelleşmiştir.

İngiltere’de ahşap yapılara ait en eski örnekler 13.yüzyıl ortasına yani Geç Ortaçağ döneminin başlangıcına rastlar. 15. yüzyılda İngiltere’de Tudor döneminde (Jakoben dönemi) feodalizmin kalkmasıyla ahşap yapı, mimari biçim ve dekorasyon kalitesi olarak en parlak ve en yaygın dönemini yaşadı. İngiltere’de 18. yüzyılda yapılarda ahşap kullanımından vazgeçilmişse de 19.yüzyıl sonları eski-yenici mimari akımlarıyla birlikte ahşap, yeniden bir yapı malzemesi olarak tuğlayla birlikte karkas binaların inşasında kullanılmaya başlanmıştır.

Ahşap iskelet tekniklerinin Amerika’da kullanılmaya başlanması ilk kez 1607’de Virginia kıyılarına ayak basan John Smith ve İngiliz arkadaşları gibi Avrupalı yerleşimciler sayesinde oldu. 16.yüzyıl başı ile 18.yüzyıl ortası dönemde Amerikan ahşap yapıları Avrupa’daki örneklerine göre özelleşmiş ve gelişmişti. Ancak 19.yüzyılda Endüstri devrimiyle birlikte Amerika’daki ahşap kaynaklarının giderek azalması, ahşap yapıların inşasında da geçici bir azalmaya sebep olmuştur (Şenver, 2002).

19. yüzyıl ortalarına doğru gelişen sanayileşme hareketleri, sayısız doğrama atölyesinin açılmasına neden olmuş, bu da küçük gövdeli ağaçlardan istenen ölçü ve hassasiyette ahşap malzeme üretilmesine imkan vermiştir.

Endüstri devrimi sonrası malzeme teknolojisi ve endüstrisinde görülen gelişmelere paralel olarak mimari anlayış belirli bir ölçüde özgürlük kazanmış ve yapı malzemeleri endüstrisinden amacına uygun kalitede malzeme istemeye başlamıştır. Kullanılan ahşap malzeme türleri, günümüzün gelişen teknik imkânları ve ekonomik düşüncelerinin etkisi ile masif ahşap yeniden organize edilmiştir. Ahşaptan üretilmiş kompoze yeni çeşitlerin oluşturulması sağlanmış, teknolojinin ileri imkânları ile eskinin çok üstüne çıkmış ve geleneksel yapı malzemeleri adı altında artık tanımlayamadığımız suni ahşap plak ve lamine kirşlerle istenilen mimari form elde edilebilmiştir. Burada, endüstrinin gelişimi malzemeyi yeni boyutlara ulaştırmakta ve yapı fiziği sorunlarına bilimsel çözümler sunarak mimarimizin gerçek ihtiyacı olan malzemelere doğru bir yöneliş ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla günümüzde mimari, kendisinin gerçek ihtiyacı olan malzemeler ile çağdaş bir boyut ve gelişme kazanmaktadır (Eriç, 1982).

1930-1939 yılında bilhassa F.L.Wright ve R. Neutra gibi ünlü mimarlar ahşap gibi geleneksel bir malzemeyi ileri yapı tekniği ile kullanarak çok güzel örnekler vermişlerdir (Eriç, 1979).

Ahşabın yapılarda taşıyıcı iskelet malzemesi olarak kullanılmasındaki asıl gelişme, 20. yüzyılın başlarına rastlar. Artan ve gittikçe yaygınlaşan sanayileşmenin ortaya çıkardığı ihtiyaçlar, birinci dünya savaşı öncesi ve savaş yıllarında değerli bir savaş malzemesi ham maddesi olan çeliğin yapı alanından çekilmesi, ahşabın daha çok ve değişik fonksiyonlu yapılarda, daha rasyonel kullanılabilmesi için gerekli bilgi, bilimsel araştırma ve çalışmalarını zorlamış ve başarılı sonuçların elde edilmesinde yararlı olmuştur. Bugünkü modern birleşim elemanlarının çoğunun bulunması ve geliştirilmesi, ahşabın çeşitli dış etkilere karşı korunmasını sağlayan malzemeler ile kullanma yöntemlerinin geliştirilmesi bu döneme rastlar (Duman ve Ökten, 1981).

İlk talaş levha 1908'de Avusturya'da Herakliht adı altında, ilk lif levha 1915'de Amerika'da ve ilk yonga levha 1941'de Torfit-Werke firması tarafından üretilmiştir. Yoğunlaştırılmış ve emprenye uygulanmış masif ahşap ise bilhassa 2. Dünya Savaşı sonrası çelik endüstrisinde başlayan sıkıntı sonucu ve plastik esaslı tutkalların (tutkallı lamine konstrüksiyon şeklinde) geliştirilmesi ile yapıya girmiş ve halen Japonya ve İskandinav ülkelerinde üzerinde devamlı araştırmaların yapıldığı bir konudur (Eriç, 1979).

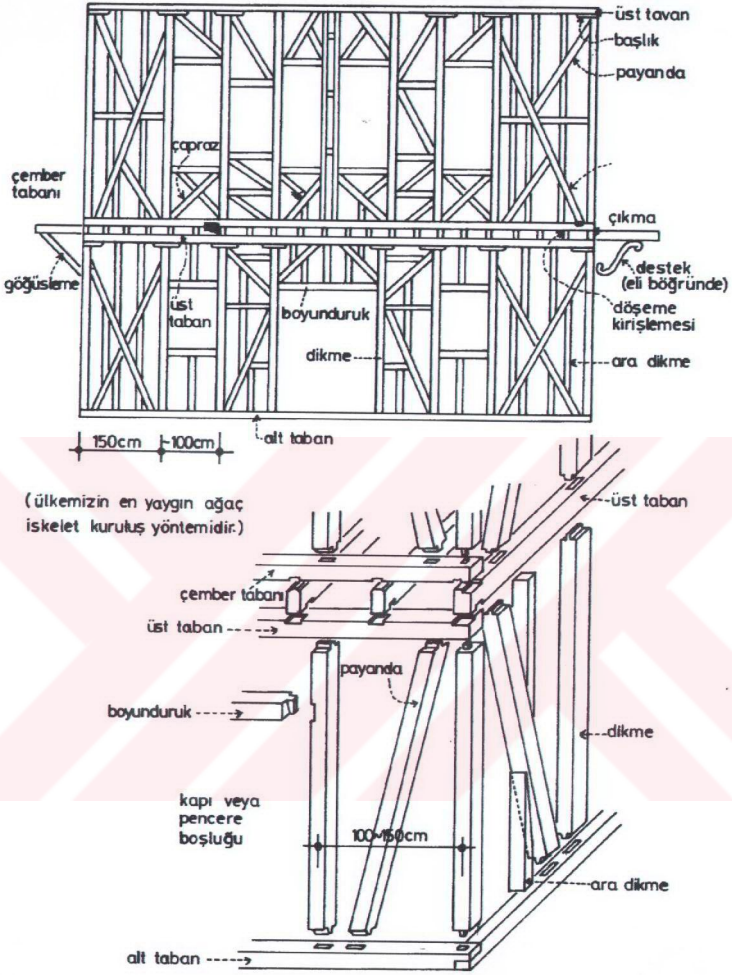
3.1.2 Ahşabın Türklerde Gelişim Süreci

Anadolu'ya Selçuklularla gelen gelişkin ahşap işçiliği 12. ve 13. yüzyıllarda yüksek bir düzeye erişir (Antika, 1985).

Selçuklu ahşap işçiliği ve bunun geleneğinden klâsik devir ahşap işçiliğine geçiş dönemi olarak kabul edilen Erken Osmanlı döneminde ahşap kapı ve pencere kanatlarının özelliklerine göre Amasya, Bursa ve Edirne gibi merkezler tesbit edilebilmektedir (Demiriz, 1979).

Osmanlı ahşap karkas sistemi en yaygın olarak ev inşaatında birçok defa da gelişme-değişme ihtiyacı olan iş binalarında kullanılmıştır. Ahşap iskeleti meydana getirmek için kullanılan köşe dikmeleri, taşıyıcı ve ara dikmeler, üst katların konsollarını taşıyan eli böğründeler, tabanlar, köşe dikmelerini desteklemek için kullanılan eğriler, dikme başlıkları, iç sıvayı ve gerektiğinde dış sıvayı taşıyan bağdadî çitaları Osmanlı şehirlerinin "tahta kale" denilen semtlerinde hazır bulunuyordu. Dikme, ara dikme, eli böğründe vs. gibi elemanlar, konut mimarisinin belirlediği ölçülerde ve ormanda hazırlanıyor, ağaçların her parçası ahşap karkas sistemin bir unsuru olarak değerlendiriliyordu (Şekil 3.2) (Cansever, 1995).

Ahşap, mimarlığın başlangıcından bugüne değin kullanılan üç ana yapı gerecinden biri olmuştur. Türkler tarafından kullanılışı, daha çok Anadolu'ya yerleşmelerinden sonra yaygınlaştı. Türk mimarlığında batı etkisinin başladığı XVIII. yy. sonuyla, XIX. yy.'da İstanbul ve çevresinde, kimi büyük kentlerde ahşap yapılar artmıştır. Özellikle İstanbul Boğaziçi'ndeki yahılar, köşkler, Safranbolu, Kula, Birgi vb. evleri bu türün en önemli örnekleridir. Geniş saçaklar, kafes ve cumbalar, kapı ve pencere kapakları, oymalı korkuluklar, raflar, dolaplar, ocak yaşmakları ahşabın yaygın biçimde kullanıldığı yapı öğeleridir. Ayrıca ahşap Anadolu'nun çeşitli yörelerinde farklı biçimlerde değerlendirilmektedir. Kuzey-Batı Anadolu'da, Gerede, Bolu, Zonguldak ve Adapazarı'nın kimi kesimlerinde görülen şanlı mimarlık, tümüyle ahşaba dayanan bir yapılaşmadır. Karadeniz bölgesinin doğu bölümünde Artvin, Rize, Trabzon'da görülen serenderler de yöresel gereksinimlerden doğmuş, ahşap mimarlık öğeleridir (B.Larousse).



Şekil 3.2. İşlenmiş ahşap iskelet dolma yapı kuruluşu (Önel, 1975)

Türkler doğa sevgilerini ve felsefi düşüncelerini ahşabın kendine özgü fiziksel özellikleri ile birleştirerek yapılarında genellikle ahşaba yer vermişler ve ahşap karkas sistemi geliştirilmiştir. XVI-XVIII y.y. da görülen güzel örnekleri, aynı çağların Avrupa'sındaki örneklerden daha ileri teknik ve anlayıştadır (Eriç, 1979).

Ahşabın İslâm aleminde yaygın bir diğer kullanılış alanı, kafesler, musarabiyelerdir. Bu kafesler ahşabın 1-1,5cm ve hatta yer yer daha ince 0,8cm ile 1,2 cm arasında çıtaların birbirine ince çivilerle tesbit edilmesi suretiyle gerçekleştirilir. Bu derecede ince ahşap kolay kuruyabilmesi sayesinde, 50-100 yıla ulaşan bir ömre sahip olabilmekte ve güneş kontrolü, havalandırma, mahremiyeti sağlama gibi çeşitli amaçlara hizmet edebilmektedir (Cansever, 1995).

Anadolu Türk sanatında ahşap işçiliği önemli bir yer tutar. İstanbul'da Türk ve İslâm Müzesi, Ankara'da Etnografya Müzesi Konya Müzesi (İnce Minareli Medrese) gibi birçok müzede Selçuklu Beylikler ve Osmanlı devrine ait seçkin örnekler yer aldığı gibi, birçok yapının ağaçtan oyularak meydana getirilen değerli aksamı veya eşyası, yerinde muhafaza edilmektedir.

Tanıdığımız ahşap Osmanlı eserlerinin en eskisi Gebze'de 14.yüzyıl ortalarına ait Orhan Camii'nin yekpare levhadan oyulmuş Rumî bezemeli kepengidir. (Demiriz, 1979)

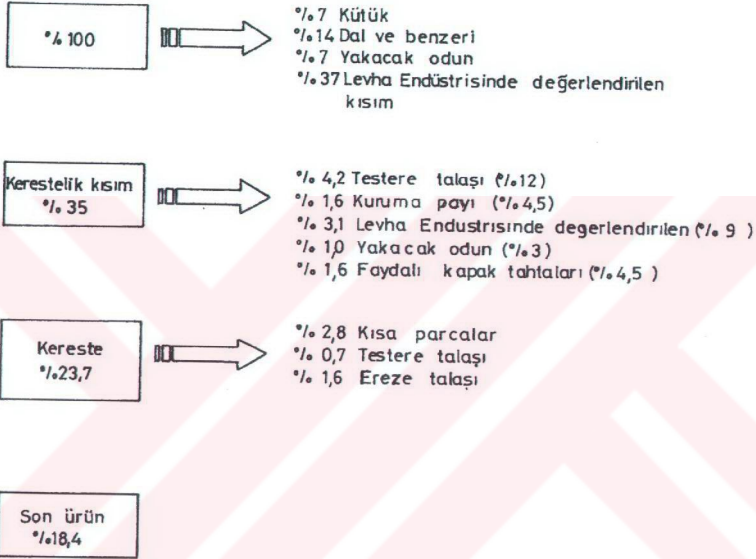
Ahşap işçiliğinin sanat olarak tanımlanması yapıların mimarî elemanlarla süslenmesinden doğmuş, Osmanlılar da bunu en yüksek düzeye ulaştırmıştır. Yumuşaklık derecesine göre şimşir, ıhlamur, meşe, ceviz, elma, armut, sedir, gül ve abanoz ağaçlarından yararlanılmıştır. Osmanlı ahşap işi sanatçıları, İslâm, Büyük Selçuklu ve Anadolu Selçuklularının uyguladıkları oyma, şebekeli oyma tekniklerinden sonra geçme (kündekârî) tekniğini geliştirmiştir. Bu teknik ile küçük ölçüde çeşitli geometrik parçaların birbirine geçmesi sağlanmış, bundan dolayı da yapıldıkları devirden günümüze kadar dış etkenler onlara zarar verememiştir. Geçme tekniğinin yanı sıra Osmanlı çağı ahşap işlerinde kakma tekniğinden de yararlanılmıştır. XVI.-XVII.. yüzyıllarda yapılan ahşap eserlerde sonsuzluk kavramı her şeye hakim olmuştur. Ahşaba uygulanan sedef, bağa ve fildişi gibi yeni maddeler ahşap işçiliğini renklendirmişti. XVIII. yüzyılda Türk yapı sanatının her dalında kendini gösteren Avrupa'nın Barok ve Rokoko etkisi ahşap işlerinde de kendini göstermekten geri durmamıştır (Erçağ, 1995).

XVIII.y.y. da Baroklaşma etkisi ahşap mimarimizde de kendini göstermiş günümüzde ise ekonomik koşullar nedeni ile doğal ahşap şekil değiştirerek yerini yavaş yavaş ahşaptan üretilmiş suni ahşap malzemelere bırakmaya başlamıştır (Eriç, 1979).

3.2 Ahşabın İşleniş ve Üretim Yöntemi

3.2.1 Ahşap Malzemenin Değerlendirilmesi

Fisher'e göre bir ağacın ahşap oluşundan sonra değerlendirilişi Çizelge 3.1.'deki gibidir (Sofuoğlu, 2001):



Çizelge 3.1 Fischer'in SANKEY diyagramına göre tüm ağaç ahşabının son ürüne gelinceye kadar değerlendirilme oranları (Sofuoğlu, 2001)

TS 654'e göre İğne Yapraklı Tomrukların keresteye biçilmeleri sırasında oluşan yanları alınmış kereste kayıp ve randıman oranları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Kayıp ve Randıman Oranları	Göknar ve Ladin		Çam ve Sedir	
	En az	En çok	En az	En çok
Kayıp	28	45	35	55
Randıman	55	72	45	65

Çizelge 3.2. İğne yapraklı ağaç tomruklarının biçimleri sırasında oluşan yanları alınmış ahşap kayıp ve randıman oranları (Sofuoğlu, 2001)

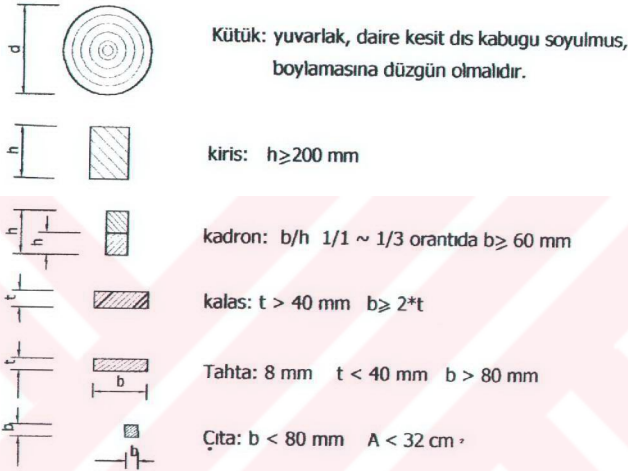
Artık adları	Kayıp Oranları (%)			
	Göknar ve Ladin		Çam ve Sedir	
	En az	En çok	En az	En çok
Testere talaşı	15	18	15	20
Kırıntı	6	10	8	12
Kapak	4	8	8	12
Kerestecik	1	2	1	3
Takoz	2	4	2	5
Iskarta mal	-	2	1	3
Toplam	28	45	35	55

Çizelge 3.3. İğne yapraklı ağaç tomruklarının yanları alınmış olarak biçimleri sırasında oluşan artık adlarına göre kayıp oranları (TS 654)

3.2.2 Ahşabın Çeşitli Biçme Metotları

Tomrukların kalas, lâta, tahta, dilme, çita ve kaplama olarak dilimlere ayrılmasına biçme denir.

Ahşap kesildikten sonra aldığı şekil ve büyüklüğe göre aşağıdaki gibi adlandırılır (Şekil 3.3)



Şekil 3.3. Tomruğun kesildikten sonra aldığı boyutlar. (Subaşı, 1986)

- **Kolon**, yuvarlak, köşesi pahlı veya kare kesitli kerestedir. Tomruğun ortasından çıkmış olması ve kesitinin her iki boyutunun aynı olması nedeniyle flambaja mukavemeti iyidir. Boyutları $14/14$ cm'den $24/24$ cm'ye kadar değişir. Yapıda taşıyıcı dikme olarak kullanılır.
- **Kiriş**, dikdörtgen kesitli ve b/h oranı $1/3 - 5/7$ arasında değişen kereste cinsidir. Kiriş denebilmesi için dar kenarının 7 cm'den küçük olmaması gerekir. Çeşitli boyutları; $8/12$, $10/14$, $14/18$, $16/22$ cm'dir.
- **Kadron (dilme)**, kare kesitli kerestedir. Boyutu $4/4$ cm'den başlamak üzere $5/5$, $6/6$, $7/7$, $8/8$, $10/10$, $12/12$ arasında değişir. Genellikle kalıplarda ve ahşap duvar inşasında dikme olarak, ahşap döşeme kaplaması altında yastık olarak, çatı makaslarında dikme (baba) olarak adlandırılır.
- **Lata**, küçük dikdörtgen kesitli kerestedir. Kalınlıkları $2,4-4,0$ cm, genişlikleri $5-12$ cm arasında değişir. $2,5/6-2,5/8-3/8-2,5/10-3/10-4/10-4/12$ cm gibi çeşitli boyutları vardır. Kalıplarda ızgara, çatıda mertek ve kuşaklama olarak kullanılır.
- **Kalas**, kalınlığı $4-7$ cm, genişliği $25-30$ cm olan uzun dikdörtgen kesitli kereste cinsidir. Kalıp işinde ve ahşap döşemelerde kiriş olarak kullanılır. Kapı kasaları da bu keresteden yapılmaktadır.
- **Tahta**, $1-4$ cm kalınlığında ve çeşitli genişlikte biçilen en ince kerestedir. Kalıplarda, iskele

bağ kuşaklarında, tavan, döşeme ve duvar kaplamalarında, kiremit altlarında kullanılırlar. Kalınlık ve genişlikleri çeşitlidir. Dar tahtalar daha az çalışma yapacağından mühim yerlerde tercihen kullanılırlar.

- **Çıta**, 3x5cm'den küçük dikdörtgen veya kare kesitli parçalardır. İkinci derece işlerde kullanılırlar; kalıp klapalarında, bağdadi sıva çıtalarında kullanılırlar (Şenver, 2002).
- **Kapak tahtası**, tomruğun keresteye biçilmesi sırasında oluşan bir tarafı biçilmiş, diğer tarafı doğal olarak yuvarlak kalın başı en çok 40mm ince başı en çok 15mm et kalınlığında, genişliği en az 8cm, boyu en az 1m olan artıktır (Sofuoğlu, 2001).

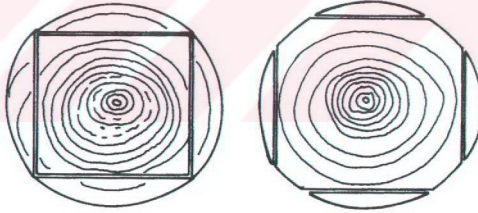
Piyasada biçilmiş ahşap çeşitleri başlıca ikiye ayrılır.

- İnşaat ahşabı,
- Mobilya ve benzeri işler için kullanılan ahşap.

İnşaat ahşabı için ağaçların çoğunlukla çıralı olanları ayrılır. Mobilya ahşabı düzgün büyümüş kusursuz ağaçlardan seçilir. Ağacın cinsine, kullanılacağı işe göre tomrukların biçilmesinde çeşitli metotlar kullanılır (Dinçel, 1958).

3.2.2.1 Kalas Biçme

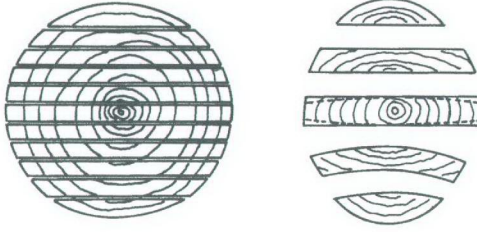
Tomruktan dört kapak alınmak suretiyle yapılan biçmedir. Ortadan çıkarılan kalas köşeli ise kenarlı kalas, kapakları ince alınmış ise yuvarlak kenarlı kalas (Şekil 3.4) adını alır. Büyük çaplı tomruklarda kalaslar birkaç parçaya ayrılırlar. Ortalama %20 kapak firesi vardır.



Şekil 3.4. Kenarlı kalas ve yuvarlak kenarlı kalas biçme (Dinçel, 1958)

3.2.2.2 Paralel Biçme

Tomruktan aynı veya değişik kalınlıklarda paralel olarak yapılan biçmedir. Ucuz ağaçlar çoğunlukla bu şekilde biçilirler. Çıkan ahşapların yanları kavisli olacağından bunlara kenarlı mal denir. Bu çeşit biçmede senelik halkalar özden uzaklaştıkça yüzeye yatay duruma geleceklerinden Şekil 3.5'de gösterildiği gibi eğilme fazla olacaktır.



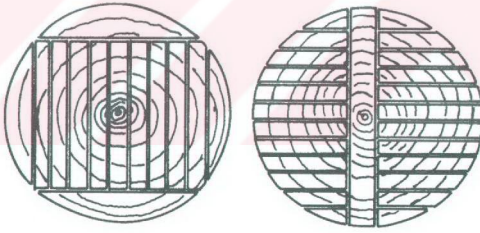
Şekil 3.5. Paralel kesme ve ahşapta eğilme (Dinçel, 1958)

3.2.2.3 Sırt Biçme

Önceden karşılıklı iki kapak alınır. Sonra tomruk çevrilerek paralel biçme yapılır. Böylece çıkan ahşapların kenarları düzdür (Şekil 3.6).

3.2.2.4 Şeritleme Biçme

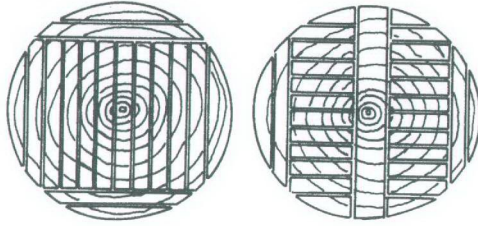
Bu yöntem büyük çaplı ve az değerli tomruklara uygulanır. Özden bir kalınlık alındıktan sonra bu yüzeye dik olarak paralel biçme yapılır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Sırt biçme ve şeritleme biçme (Dinçel, 1958)

3.2.2.5 Prizma Biçme

Önce tomruktan karşılıklı birkaç sırt tahtası alınır. Sonra çevrilerek paralel biçme yapılır. Elde edilen ahşapta fazlaca iç odun vardır. Bu biçme şeklinde özden de kalınlık tahtası alınırsa parçalar özlü olanlara göre daha düzgün bir şekil alırlar (Şekil 3.7).

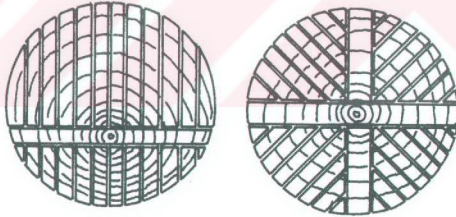


Şekil 3.7. Prizma biçme ve özden de bir kalınlık alınarak yapılan biçme (Dinçel, 1958)

Kaçık özlü tomruklar Şekil 3.8’de görülen metotla biçilirler. Özden bir kalınlık alındıktan sonra çevrilerek bu yüze dikey durumda paralel biçme yapılır.

3.2.2.6 Merkezi Biçme

Önce tomruktan birbirine dik iki öz tahta alınır. Çeyrek daire şeklinde kalan parçalar çemberden merkez yönüne paralel olarak biçilirler (Şekil 3.8). Merkezi biçme kontra tablaların körahşap yapımına çok elverişlidir. Senelik halkalar parça yüzüne dik geldiklerinden eğilme azaltılmış olur. En iyi biçme şekli bu yöntemdir. Fakat kesimdeki güçlüğü ve fazla fire vermesi dolayısıyla sipariş hallerinde yapılan bir biçmedir.



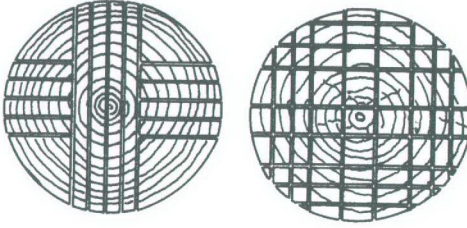
Şekil 3.8. Kaçık özlü tomrukların biçilişi ve merkezi biçme (Dinçel, 1958)

3.2.2.7 Putlama Biçme

Özleri çıkarılmış olarak orta kısımdan alınan birkaç tahtadır. Senelik halkalar yüzlere dik geldiğinden körahşap için elverişlidir (Şekil 3.9). Kalan bölümlerden dilme, çta vs. biçilerek faydalanılır.

3.2.2.8 Takım Biçme

Marangoz takımları yapmaya elverişli tomruklar bu yöntemle biçilirler (Şekil 3.9). Büyük boylu takımlar öze yakın kısımlardan gerekli ölçülerde çıkarılırlar. Dış odun küçük ölçüde takımlar için elverişlidir.



Şekil 3.9. Putlama biçme ve takım biçme (Dinçel, 1958)

Ahşap malzemenin, ihtiyaçlar doğrultusunda yapı alanında kullanılması amacıyla yukarıda ahşabın çeşitli biçme metotları açıklanmıştır. Kusurlarından arındırılarak biçilmiş olan ahşap malzemeler yapı alanında kullanılmaları sırasında birçok mikroorganizmaların etkisi altındadır. Bu mikroorganizma etkilerinden korunmak amacıyla malzemelerin kullanım boyutlarına getirildiklerinden sonra ön koruma (emprenye) işleminden geçirilmeleri gerekmektedir. Bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak açıklanacak olan ön koruma işleminin başarıya ulaşması için, ön koruma malzemesinin gerek montaj gerekse kullanım sırasında ahşap yüzeyinde zarar görmemesi gerekir.

3.3 Ahşabın Dış Çevre Etkilerinden Korunması

Ahşap ön koruma yada eski adı ile emprenye ahşabın bünyesine, onu zararlı mantar ve böceklerden koruma amacı ile, çeşitli kimyevi maddelerin emdirilmesi işlemidir. Bu işlem ahşap malzemeye, yerine monte edilmeden önce bir kez uygulanır ve ahşap malzemenin hizmet ömrünün en az yapının hizmet ömrü kadar olmasını sağlar. Ahşap ön koruma işlemi belli bir teknolojidir. Ahşabın cinsi, kullanılacağı ortam ve ondan beklenen hizmet ömrüne göre kullanılması gereken maddeler ve uygulama yöntemleri farklıdır. Bazı durumlarda ön koruma maddeleri ahşaba, özel bir tesiste basınç altında uygulanmalıdır. Bazı durumlarda ise basit bir daldırma işlemi yeterli olabilir. Ön koruma işlemi, ahşabı belirli bir hizmet ömrü olan, güvenilir ve çağdaş bir mühendislik malzemesi haline getirmektedir. Ön korumalı çam türü doğrama için İngiliz standardının verdiği hizmet ömrü 60 yıldır. Ahşap, beton, çelik ve

plastikten daha uzun ömürlüdür. Ahşap ön koruma teknolojisi Türkiye'ye 1915 yılında girmiştir (Ahşap, 2002).

Türkiye'de ahşap malzemenin çeşitlerine göre doğal şartlarda kullanım süreleri Çizelge 3.4 'de verilmiştir:

<u>Ağaç türleri</u>	<u>Doğal dayanım süreleri</u>
Okaliptüs türlerinin bazıları	25 yıl
Sedir türleri, Kestane, Akasya	15-25 yıl
Meşe türleri, Ceviz	10-15 yıl
Gökmar, Çam	5-10 yıl
Karaağaç, Huş, Kayın, Dişbudak,	
Ihlamur, Akçaağaç, Kavak	0-5 yıl

Çizelge 3.4. Türkiye'de ahşap malzemenin türlerine göre doğal şartlarda kullanım süreleri (Şenay, 1996)

Yukarıdaki rakamlar ahşap üzerinde hiçbir koruma tedbiri alınmadan doğa etkilerine açık bırakılan ahşabın öz odun kısmının dayanım süresidir. Gerçekte diri odun kısmı çok daha önce çürümeye başlar. Bu süre çamda 3-5 yıl, Gökmar ve Ladinde 2 yıl olarak kabul edilir (Topuzcu, 1984).

Ahşap malzemenin kimyasal yapısını ayarlayan mantar ve kurtlardan korunabilme önlemleri, toprakla temas ettirmemek, sıcak ve rutubetli ortamda kullanmamak ve yapısına çeşitli kimyasal bileşikler yüzeysel ve basınçlı olarak derinlemesine (emprenye) uygulamaktır. Genelde ahşabın dış etkilere de dayanımını sağlayan bu tür koruyucular krezot gibi bitüm esaslı, bakır, krom, çinko, arsenik gibi metalik esaslı ve su eriticili kimyasal bileşikler ile metalik klor naftalinleri, benzer heksaklorit, PVC, üre formaldehit, alkit gibi plastik esaslı ve organik eriticili bileşiklerdir. Ülkemizde Pinoteks, dış ülkelerde Tanalith U-C, Celkure A, Boliden K 33 gibi çeşitli patent adlarıyla tanınmaktadır (Eriç, 2002).

Rutubetli dış hava koşulları etkisi altında da kullanılabilen ve Bölüm 4'de ayrıntılı olarak anlatılacak olan tabakalı tutkallı (lâmine) ahşap yapı elemanlarının da dayanıklılığını arttırmak için ön koruma (emprenye) işlemi yapılmalıdır.

Lâmine elemanı oluşturan ahşap elemanların, birleştirilmeden önce emprenye edilmesi, yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, lâmine edilecek şekilde işlenen ahşap tabakalar, emprenye kazanına yerleştirilerek vakum basınç (VAC-VAC) uygulanarak emprenye edilmektedir (Şenay, 1996).

3.3.1 Ön koruma (Emprenye) Maddesinde Aranacak Özellikler

- Ahşaba iyi nüfuz edebilme yeteneğinde olmak,
- Ahşaba verildikten sonra her türlü sularla yıkanmayacak,
- Ahşap üzerinde kullanılacak metallerde korozyon yapmayacak,
- Ekonomik olacak,
- Mantar, böcek ve yangına karşı koruyucu tedbir aynı ahşapta temin edilmek istendiği takdirde çeşitli özelliklerde bulunan tuzlar birbirlerinin etkilerini bozmayacaktır,
- Ahşabın tabii rengini ve özelliklerini değiştirmeyecek,
- Mantar ve böcekler için etkili olduğu halde insanlara ve diğer canlılara zehir etkisi yapmayacak,
- Fena kokulu olmamalıdır,
- Emprenye edilmiş ahşap üzerinde her türlü işlemin yapılmasına engel teşkil etmemek.

3.3.2 Emprenye Metotları

- Fırça ile sürme, püskürtme,
- Kısa müddetle daldırma,
- Daldırma,
- Emdirme,
- Kazanda basınçla emdirmeye,
- Difüzyon yolu ile emdirmeye,
- Besi suyunu itme.

3.3.3 Emprenyenin Nüfuz Dereceleri

- Kaplama suretiyle emprenye,
- Yüzeysel emprenye,
- Derin emprenye,
- Bütün yüzeyde emprenye,
- Bölgesel emprenye (Başaran, 1956).

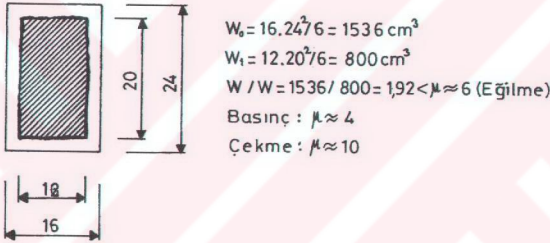
3.4 Ahşabın Yanmaya Karşı Mukavemeti

Yanma olayı, yanan ahşap elyafının oksijenle kimyasal birleşmesidir. Oksijenin ahşap içine girmesi sona erdiğinde bir sonraki yanma durur. Ahşabın, çeşitli ısı (termik) değişimleri için, yanma olayının başlamasındaki aşağıdaki ısı gereksinimi vardır (Semih, 1995).

- 105 °C'ye kadar olan sıcaklıkta: orta rutubetli ahşabın ısı dayanıklılığı,
- 105-200 °C'ye kadar olan sıcaklıkta: başlangıçta görülmeyen daha sonra görülebilen termik ayrışmalar,
- 200-225 °C'ye kadar olan sıcaklıkta: yaşayan ahşabın ayrışması (gaz oluşumu),
- 225-260 °C'ye kadar olan sıcaklıkta: yanma noktasının (alevlenmenin tam olması),
- 330-470 °C'ye kadar olan sıcaklıkta: ateşleme noktası yani havadaki ahşap gazının kendi halinde yanması,
- 750 °C olan sıcaklıkta: ahşap tamamen kül haline gelir.

Ateşe dayanıklı malzeme olarak, DIN 1063'e göre, erime noktası 1580 °C'nin altına düşmeyen ve ısı iletkenlik katsayısı küçük olan malzemeler kabul edilmektedir (Eriç, 2002).

Ahşap malzemeden yapılan yapı konstrüksiyonunun yangında mukavemet gösterme kabiliyeti (max. 1-1,5 saat), onun kesitine bağlıdır. Ahşap kesiti arttıkça mukavemet artar (Şekil 3.10). DIN 4102'de kesitlerle ilgili alt sınır şöyledir: $A \geq 450 \text{ cm}^2 \rightarrow b \geq 12 \text{ cm} ; h \geq 20 \text{ cm}$ 'dir.



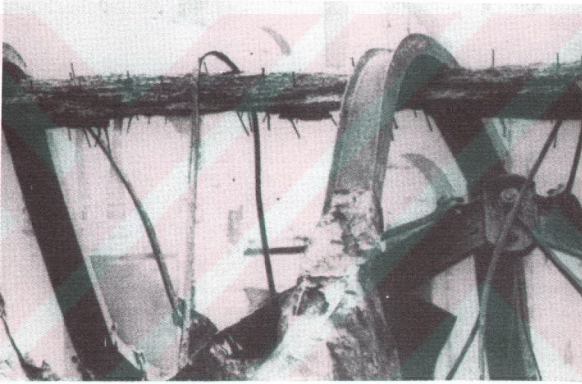
Şekil 3.10. Ahşabın kesitinde alt sınır (Duman ve Ökten, 1981)

Yanma sırasında üst yüzeyde kömür (karbon) koruyucu tabakası oluşur. Bu, yanmanın daha fazla içeriye doğru nüfuz etmesini yavaşlatır ve ayrıca kesit içindeki yanmış bölüme sıcaklık derecesinin yükselmesine karşın ahşap mukavemeti dolayısıyla (Qzul), emniyet gerilmesi, değişmez.

Başlangıçta $W = b \cdot h^2 / 6$ mukavemetine sahip olan kesit, ($M = W \cdot Q_{zul}$) eğilme momentini taşıyabilirken, şimdi ($W' = b' \cdot h'^2 / 6$) mukavemet momenti yardımıyla ($M' = W' \cdot Q_{zul}$) eğilme momentini taşıyabilecektir ve: $M / M' = W \cdot Q_{zul} / W' \cdot Q_{zul} = W / W'$ oranı, eğilme haline ait ($k=6$) güvenlik katsayısından büyük olmadıkça yıkılma olmayacaktır. Yanma payları sabit kalmak koşuluyla kesit ölçüleri büyüdüğünde W / W' oranları daha da küçülür.

Taşıyıcı bir ahşap yapı elemanının yanmaya mukavemet kabiliyeti, bağlantılar aynı mukavemete sahip olduğu takdirde sağlanır. Ahşap elemanların bağlantılarında sık sık çelik malzemeler kullanıldığında, bunlar ısıya hassas ve ısıyı çabuk iletirse, bu durumda sistemi konstrüktif olarak öyle oluşturmak gerekir ki (Şekil 3.11), çelik bağlantılar yangın ısısından olabildiğince korunsunlar (Semih, 1995).

- Çelik bağlantılar dıştan uygulanırsa yanmaya dayanıklı malzemelerle kaplanması gerekir.
 - Ahşap içine gizli (ankastre) çelik bağlantılar yapılırsa yanma mukavemeti önemli ölçüde artar.
 - Zıvana bağlantı boşluklarının doldurulması gerekir. Konstrüktif veya kuvvet aktaran bağlantılar masif ahşaptan veya üst üste preslenmiş masif ahşaplardan oluşmalıdır.
- Ayrıca metal malzemede ısı genleşmesi ve ısınma sıcaklığı değerlerinin büyüklüğü hızlı deformasyonlara ve ani çökmelere yol açmaktadır.



Şekil 3.11. Ahşap ve metal malzemelerin yangından sonraki görünümü (Eriç, 2002)

Yangın güvenliğiyle ilgili yapı elemanları için iki önemli ölçüt kabul edilir;

- Yanma kabiliyeti
- Yanma tarzı

Ahşap yapı elemanları iyi şekilde konstrüktive edilirse yangın sırasında hemen çökmezler ve sistemi bir süre ayakta tutarlar. Metal konstrüksiyonlar 400-450°C'de taşıma kabiliyetini kaybederek, deforme olurlar ve anında çökerler (Semih, 1995).

Ahşap yapı elemanlarında budak ve çatlaklardan sakınmak gerekir, çünkü bu olumsuz etkiler yanmanın etkisini artırır ve ahşabın mukavemetini düşürür (Semih, 1995).

Amerika’da, yanmaya karşı çok duyarlı olan, çelik üzerine ahşap kaplama yaygın. Ahşap, yangın sırasında ergime süresini uzatıyor (Cengiz Bektaş).

Ahşabın statik hesaba göre aldığı minimum kesit, yangın anında en az 30 dakika yanma direnci sağlamaktadır. 30 dakikadan sonra, 0,7 mm/dakika hızla kesit azalması olmaktadır. Tasarım sırasında, tabakalı ahşap yapı elemanının kesiti arttırılarak, yangın açısından çok yeterli dirençleri sağlamak mümkündür.

DIN 4102’ye göre;

Çelik.....Isı iletimi yüksek yapı malzemesi

Beton.....Isı iletimi düşük yapı malzemesi

Ahşap.....Yahtkan yapı malzemesi (Vural, 2000).

Ahşap malzemenin sahip olduğu faydalı özelliklerin etkisi ile birlikte kimya ve makine endüstrisinin de katkısıyla meydana gelen tabakalı tutkallı ahşap yapı elemanları yanma dayanımında yukarıda açıklanan özelliklere daha da fazla sahiptir.

3.5 Çeşitli Kullanımlarda Uygun Ahşap Türünün Seçimi

Türklerin eski ev yapılarında, dış etkilere karşı dayanımı en yüksek olan ve düzgün dokulu ladin ağacı, çoğunlukla kullanılmıştır. Yapının toprağa en yakın olan bölümlerinde veya kâgir ile birleşim düğümlerinde, ahşap türü olarak meşe ve kestane seçilmiştir (Önel, 1975).

David Yeomans’a göre; doğru iş için doğru türü kullanmamız gerekli. Önemli olan, yapacağımız iş için kullanacağımız malzemenin türünü seçmek. Bir yandan da, kimi ülkelerde, malzeme seçimi gelenekselleşmiş durumda “bunun için meşe, bunun için kayın ağacı kullanılabilir” diyorlar, başka bir ülkeye gittiğinizde durum değişiyor, aynı işlerde değişik ağaçlar kullanılıyor. Belki bunda kültürün de rolü vardır. İngilizler, mobilya yapımında kayın ağacı kullanırken Amerikalılar dişbudak ağacını tercih ediyorlar. Bu nedenle Amerika’daki mobilya endüstrisi, İngiltere’dekinden farklı bir tür ahşabı kullanıyor. Bu gelenekler belki de hammaddenin bulunabilirliğine bağlıdır. Doğal olarak, belli bir tür ağacın sahip olduğu özelliklerin bilinmesi, sağlıklı bir seçim yapılabilmesi açısından çok önemli.

Mimari tasarımlarımızı oluşturan yapı malzemelerinin özelliklerini çok iyi tanımak ve bilmek zorundayız. Bu gereklilik ahşap yapı malzemelerini de kapsamaktadır. Ahşabın yapısal özellikleri hem bünyesel olarak hem de ağaç gruplarına göre değişmektedir. Bölüm 2’de

anatomik olarak yapıları anlatılan ağaç gruplarının ahşap olduktan sonraki özelliklerinin ve performanslarının da bilinmesi mimarların ahşap malzeme seçimine yardımcı olacaktır.

3.5.1 Çeşitli Kullanımlarda İğne Yapraklı Ağaç Türü Ahşabın Performansı

Çam grubu ahşap;

Özgül ağırlık bakımından türler arasında farklar vardır. En ağır kızılçam, en hafif fıstık çamıdır. Genellikle çam odunu orta derecede yumuşak, orta derecede eğilme ve şok mukavemetine sahip, işlenmesi kolay, iyi tutkalanır. Elastikiyeti iyi olup çalışması orta derecededir. İyi çivi tutar (Berkel, 1970).

Kullanış yerleri, yapı dölgerliği ve marangozluğu, toprak su ve köprü inşaatı, ahşap su boruları, vagon inşaatı, uçak inşaatı, küçük gemi tekneleri, mobilyacılık, telefon ve telgraf direkleri, gemi direkleri, maden direği, radyo ve bayrak direkleri, travers, ahşap kaldırım parkeleri, ambalaj sandıkları, kuru madde ambalaj fiçileri, ambalaj talaşı, kağıt ve selüloz odunu, çit kazıkları, yakacak odun , çıra olarak kullanılırlar (Berkel, 1948).

Lâdin grubu ahşap;

Hafif, oldukça düşük mukavemette ve çalışması azdır. Fakat ağırlığının az olmasına nispetle yüksek bir mukavemet özelliği göstermesi sebebiyle kusursuz ve düzgün lifli büyük ebatla ahşap elde edilmesi mümkündür (Berkel, 1970).

Kullanış yerleri; yapı dölgerliği ve marangozluğu, uçak inşaatı, mobilyacılık, taşıt vasıtaları imalatı, telefon ve telgraf direkleri, maden direği, gemi direkleri, kâğıt ve selüloz imali, kibrit çöpü, ambalaj fiçileri, yağ kapları, elek kasnakları, musiki aletleri, pedavracılık, oyuncak imali, kurşun kalem, endüstrisi, ambalaj talaşı, şerbetçi otu, meyve ve sebze sırkaları, yakacak odun olarak kullanılırlar (Berkel, 1948).

Gökmar grubu ahşap;

Lifler düzgün ve yeknesak olduğu için odunu yumuşaktır ve kolay yararır.. Mukavemeti ve şok direnci düşük, iyi şekilde boya kabul etmemektedir. İşlenmesi oldukça kolay, iyi çivi tutmaz, kurutulması kolaydır. Rutubetli şartlarda dayanması iyi değildir (Berkel, 1970).

Kullanış yerleri; Lâdine benzerlik gösterir. Bina yapı dölgerliği ve marangozluğu, su ve toprak inşaatı (su içinde dayanıklı), mobilyacılık (bilhassa kaplama althığı), pedavracılık, musiki aletleri imâli (Lâdin kadar makbul değil), Lâdinden sonra ikinci derecede kağıt ve selüloz odunu, ambalaj sandıkları, ambalaj talaşlarında kullanılmaktadır (Berkel, 1948).

Sedir grubu ahşap;

Odun hafif yumuşak olup, kolay işlenir ve yarılr. Lifler düzgündür, Dayanıklı bir ağaç türüdür. Çalışması az, mukavemet özellikle orta derecededir (Berkel, 1970).

Kullanılış yerleri; yapı odunu, mobilyacılık, tel direkleri, travers, elbise ve çamaşır sandıkları, kömür ve katran, kâğıt ve selüloz imâlinde kullanılır.

3.5.2 Çeşitli Kullanımlarda Geniş Yapraklı Ağaç Türü Ahşabın Performansı

Meşe grubu ahşap;

Beyaz Meşeler;

Bu meşe türlerinin odunu ağır, sert ve bilhassa öz odunu dayanıklıdır. Kolay ve iyi yarılr. Eğilme ve lif istikametinde basınç mukavemeti yüksek, orta derecede elastiki, yüksek şok mukavemetine sahip, iyi cilalanır ve yapıştırılır, iyi çivi tutar. Kurutulması güçtür, çalışması fazla olduğu için çatlar.

Kırmızı Meşeler;

Odunu beyaz meşelere nazaran sert ve ağır olup daha az elastiktir. Güç yarılr, mukavemet ve dayanma bakımından değeri düşüktür. Kullanış yerleri bakımından beyaz meşelerden farklı olmakla beraber dayanıklılığının ve mukavemetinin daha düşük olması ve kolay yarılmaması sebebiyle beyaz meşelere nazaran hiçbir zaman tercih edilemez (Berkel, 1970).

Kullanılış yerleri; yapı odunu, su ve köprü inşaatı, su değirmenleri, gemi imâli, mobilyacılık (yıllık halkaları dar, mülâyim meşe), kaplamacılık, maden ve telefon telgraf direği, travers, alkollü madde fiçileri, döşeme parkeleri, pedavracılık, çit kazıkları, bağ sırtıkları, çekiç sapları, kömürçülük, yakacak odun olarak kullanılırlar (Berkel, 1948).

Kayın grubu ahşap;

Odunu sert ve ağır, şok mukavemeti yüksek, buharla muamele edildiğinde kolayca bükülebilir. Kurutma esnasında fazla dikkat isteyen bir ağaç türüdür. Zira fazla çalışır. Kolay yarılr, işlenmesi de kolay olup özellikle diri odunu oldukça kolay empenye edilir. İyi cila kabul eder (Berkel, 1970).

Kullanılış yerleri; yapı marangozluğu, mobilyacılık (bükme kayın mobilyası), kontrplâk imâli, lingnoston, araba imâli, iş ve marangoz tezgâhları, keman, org ve piyano kısımları, alkollü olmayan sıvı maddelerle kuru maddeler ambalaj fiçileri, zemin parkeleri, çamaşır mandalı,

elbise askısı, kundura kalıpları, fırça tahtaları, oyuncak imâli, mutfak âletleri, tüfek ağaç kısımları, travers, maden direği, sandal kürekleri, fırın kürekleri, bayrak direği, takunya, ambalâj sandıkları, elek kasnakları, ziraat aletleri, ağaç kesim kamaları, alet sapları, ayakkabı kalıpları, ayakkabı topukları, yakacak odun ve kömür olarak kullanılırlar (Berkel, 1948).

Gürgen grubu ahşap;

Ahşabı ağır, sert, orta derecede eğilme mukavemetini ve son derece yüksek şok mukavemetini haiz olup çalışan bir odunu vardır (Berkel, 1970).

Kullanış yerleri; arabacılık, makine imâli, tornacılık, ahşap tokmaklar, alet sapları, ağaç devirme kamaları, kızak ayakları, rende imâli, ayakkabı kalıpları, ayakkabı ahşap çivileri, ziraat aletleri, yakacak odun, kömür olarak kullanılırlar (Berkel, 1948).

Kestane grubu ahşap;

Çürümeye karşı öz odun tanen ihtiva ettiğinden çok dayanıklıdır. Kestane odunu orta derecede sert, orta derece ağır, eğilme kabiliyeti düşük ve şok mukavemeti orta derecededir. Tanence zengin bir odunu vardır. Kuruması yeknesak olup kolay işlenir ve kolay yarılr (Berkel, 1970).

Kullanış yerleri; yapı ahşabı, bükme mobilya imâli, gemi inşaatı, travers, telefon telgraf direkleri, fiçicilik, bağ sırıkları, çit ve çit kazıkları, tornacılık (kazma, kürek, çekiç v.s. sapları), küfe ve sepet imâli, sepi maddeleri istihsâli, yakacak odun, kömür olarak kullanılırlar (Berkel, 1948).

Akasya grubu ahşap;

Çok ağır, çok sert, çok yüksek şok mukavemetine sahip olup çok yüksek mukavemet ve elastikiyete sahiptir. Çalışması orta derecededir. Öz odunu çürümeye karşı çok dayanıklıdır (Berkel, 1970).

Kullanış yerleri; yapı ahşabı (bilhassa su inşaatı), maden direği, travers, mobilya imâli, kaplamacılık, arabacılık, gemi çivileri, ağaç tırmık dişleri, çit kazıkları, bağ sırıkları, balta sapı imâlinde kullanılır (Berkel, 1948).

Kavak grubu ahşap;

Ahşabı parlaktır, hafif, yumuşak, aletlerle kolay işlenir, düzgün lifli, mukavemeti düşük, orta derecede elastik ve orta derecede şok mukavemetine sahip olup oldukça fazla çalışan bir

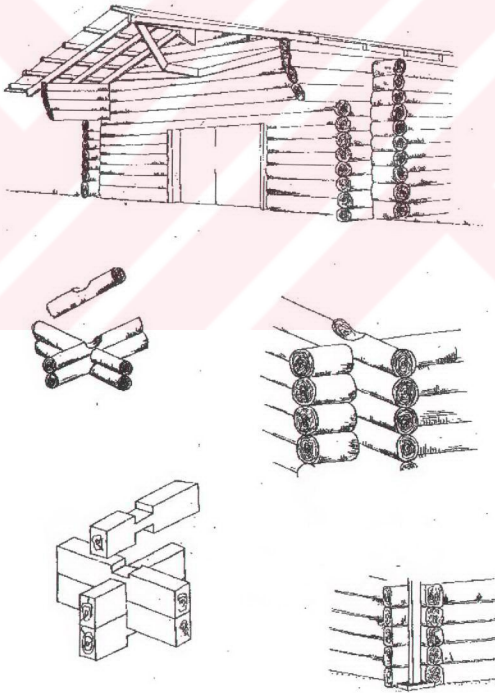
odunu vardır. Fakat çekme odunu teşekkül etmiş gövdelerde bu ağacın odunu ekseriyetle kolay işlenemez ve pürüzlü satırlar teşkil eder (Berkel, 1970).

Kullanış yerleri; mobilyacılık (kaplama altlığı), kibrit çöpü ve kutusu, kontrplâk, kaba oymacılık, Jaluzi imâli, kürdan şişe tapası, kâğıt ve selüloz imâli, sandık imâlinde kullanılır (Berkel, 1948).

3.6 Ahşabın Çeşitli Kullanım Alanları

3.6.1 Endüstriyel İşlem Yapılmayan Ahşabın Kullanılması

Endüstriyel işlem yapılmamış masif ahşap; kaplanmamış, yalın kat ahşaptır. O halde ahşabın masif olarak kullanılması demek bir işin yapımında ahşabın yalın olarak, kontra yapılmadan kullanılması demektir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Ahşabın masif kullanımıyla ilgili yapı (Kafesçioğlu, 1955)

Masif ahşabın birçok madeni gereçler gibi düzgün bir yapısı yoktur. Direnci daha azdır. Hava değişimlerinden, sıcaktan, rutubetten, darbelerden kolaylıkla şekli bozulur. Fakat teknik kurallara dikkat edilerek meydana getirilmiş bir ahşap malzeme şekil değiştirmeden bu dış etkilere karşı korunabilir (Dinçel, 1958).

Ahşap genellikle karkas sistemde dikme, köşe dikmesi, taban, payanda, ana kiriş, döşeme kirişi, yavru kiriş, boyunduruk, çatı sisteminde ise tavan kirişi, asma kiriş, yastık, gergi, göğüsleme, kuşak, başlık, yanlama, baba, damlalık aşığı, mahya aşığı ve mertek adlarında ve çeşitli boyutlarda yer almaktadır. Yapıdaki uygulaması geçme, çivi, bulon veya tutkal gibi elemanlar kullanılarak yapılır (Eriç, 1979).

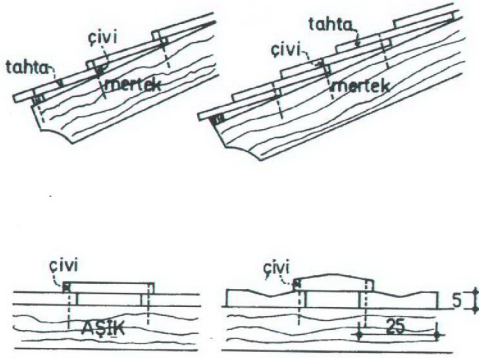
3.6.2 Endüstriyel İşlem Yapılan Ahşabın Kullanılması

Eski çağlarda maden işçiliği az gelişmişti. Taşıt araçları, makineler, döşeme ve doğrama işleri, gemiler hemen hepsi ahşaptan yapılırdı. Boya, ilaç özleri, ilaçlar ve bitkisel ipler elde etmek için ağaç kabukları ve yapraklarından yararlanılırdı. Milattan 200 yıl sonra Çinli bilgin Tsai Lun, dut ağacı ve kenevirden kağıt yapmayı başardı. Böylece ahşabın teknik ve endüstri alanlarında kullanılmasına başlanmış oldu. Bugün, ahşaptan, yapıcılık, marangozluk, doğramacılık, tornacılık, fiçi ve kasnakçılıkta; kabuklu meyvelerinden deri tabakçılığında; odun, meyve ve kabuklarından boyacılıkta fayda sağlanır. Eczacılık, koku endüstrisi, dokumacılık, kağıtçılık, kısaca tekniğin her alanında ahşabın bize sağladıkları faydalar çok fazladır (Bilgi Ansiklopedisi).

3.6.2.1 Ahşabın Çatı Örtüsü Yapımında Kullanılması

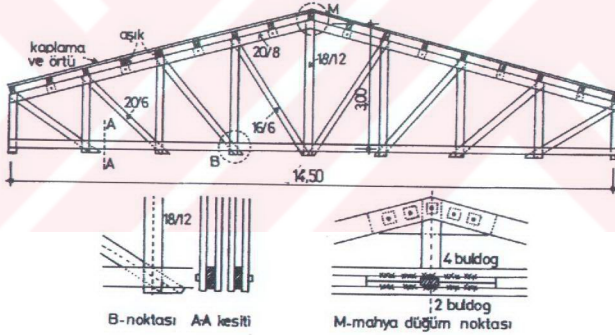
Ahşap örtü malzemesi uygulanan çatılarda eğim 19°-20° olarak yapılmaktadır. Ahşap örtülü çatıların her 10,12 yılda bir yenilenmesi gerekmektedir.

Meşe, çam, karaçam ağacından, bazen de sedir ağacından 1,5-2,5cm kalınlıkta, 10-15cm genişlikte, 80-100cm boyundaki ahşap tabakalar birbiri üzerine bindirilip damlalığa paralel olarak mertekler üzerine çivilenerek yerleştirilir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Ahşap örtü detayı (Coşgun, 1994)

Çatı örtüsü olarak kullanılan meşe ahşabı 90-100 yıl, karaçam ahşabı 70-80 yıl, sedir ahşabı ise 35-40 yıl dayanır (Coşgun, 1994).



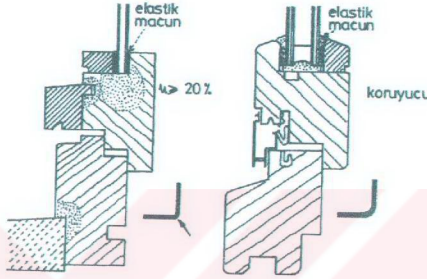
Şekil 3.14. Ahşabın çatı kafeslerinde kullanılması (Binan, 1990)

3.6.2.2 Ahşabın Doğrama Üretiminde Kullanılması

Doğramalar; duvarda görüş, hava, aydınlık, geçiş ve kontrollerini sağlamak amacıyla bırakılan boşluklarda, mimarî estetik ve maliyet faktörleri göz önünde bulundurularak sızdırmazlık, koruyuculuk ve taşıyıcılık işlevlerini yerine getirmelidir (Şekil 3.15.). Ahşap doğramayı diğerlerine üstün kılan özellikleri; doğal malzeme olması, boya veya cila ile iyi görüntü vermesi, kolay işlenebilirliği, ısı geçiş direncinin yüksek olması, ısısal genişlemenin

küçük olması, mekanik özelliklerinin iyi olmasıdır (Işık, 1994).

Pencere ve kapı kuruluşlarında yer alan ahşap günümüzde de geniş bir uygulama alanına sahiptir. Ahşap pencerelerde (telaro) kasa, (seren) kanat, kayıt, damlalık gibi, ahşap kapılarla da başlık, seren, kayıt ve tabla (ayna) gibi adlar alan ahşap parçalar genellikle çıralı çam, köknar, meşe, kayın gibi ağaçlardan tabla kısmı ise kontrplak, kaplamalı lif veya yonga levha (kontrtabla) gibi ahşap türleri kullanılarak üretilir (Eriç, 1979).



Şekil 3.15. Ahşabın doğramada kullanımı (Işık, 1994)

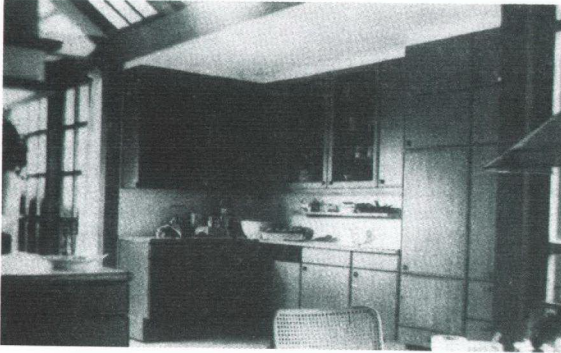
3.6.2.3 Ahşabın Mobilya Üretiminde Kullanılması

Masa, sıra, kapı vs. gibi mobilyaların geniş yüzeyli tablaları yan yana yapıştırılmış ahşaplardan elde edilir. Bu yapıştırmada dikkat edilmesi gereken temel şartları ikiye ayırabiliriz:

- Estetik (şekil, ölçü, renk, desen),
- Konstrüksiyon (işin yapım tarzı).

Estetik;

Bir mobilyada sağlamlık kadar estetik değer de aranır. Ahşap sade renkli tabii dokulardan meydana gelen desenleriyle estetik bir gereçtir. Yan yana yapıştırılacak iki veya daha fazla parçada desenlerin meydana getirilmesine çalışılır. Parçalar aynı tomruğun deste sırasına göre yan yana konmalıdır. Aynı tomruktan alınmış en temiz ve güzel desenli parçalarla ön yüzler hazırlanır (Dinçel, 1958).



Şekil 3.16. Günümüz iç mekânında ahşap kullanımı (Eriç, 2002)

Konstrüksiyon;

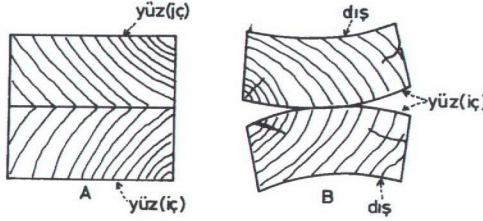
Masif tablaları meydana getiren parçalar yan yana yapıştırılırken, tutkallanacak cumba yüzleri az olduğundan, dış etkilerle çalışma sonucunda, ek yerleri zamanla açılır. Tutkal yüzeyini arttırmak ve yapışmayı daha sağlam kılmak için parçaların cumbaları birbirine kavela, kınışlı çita veya uç geçme , çeşitli profil geçmelerle bağlanıp, tutkallanmalıdır.

Geniş tablalar elde etmek için masif parçalar yan yana getirilerek tutkallanırken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Parçalar yan yana iyi alıştırmış olmalıdır. Birbirine iyi yapışmayan yüzelerde tutkallama zayıflar. İşkence ile çektirerek zorla yanaştırılan parçalar eski şeklini almak isteyerek tutkallı açmaya çalışırlar: ayrıca arada kalın bir tutkal tabakası da kalabilir.
- Yumuşak ahşaplarda, yapıştırılacak yüzlere önceden sulu tutkal (tutkal şerbeti) sürülmelidir. Doyurulan elyaf sonradan tutkallamayı kuvvetlendirir.
- Sıcak tutkalla yapılan tutkallamada parçalar önceden hafifçe ısıtılmalıdır. Tutkal sıcak olarak sürülür ve dondurulmadan yapıştırılır.
- Parçalar alıştırmış işaret ve numaralandıktan sonra tutkalsız olarak bir defa preslenmeli, alıştırma kontrol edilmelidir. Böylece yeri de hazırlanmış olan tabla tutkallandıktan sonra vakit geçirmeden preslenmelidir.

Ahşaplarda çalışmanın, öze yakın kısımlarda az, dış odunda fazla olduğunu biliyoruz. Yan yana yapıştırılacak parçalarda özün öze, dış odunun dış oduna gelmesi gerekir. Bu durumda parçaların çekme gücü ek yerlerinde aynı olacağı için gerek tutkal derzinin zorlanmaması ve gerekse ek yerlerinde yüzeyin girinti, çıkıntı yapmaması sağlanmış olur.

Ahşap tablaların yapıştırılmasında, parçaların genişlikleri arttıkça çalışma oranları da artmaktadır. Dar parça yüzünde eğilme daha az olur (Şekil 3.17). Kamburlaşmanın ve eğilmenin olmaması için ahşabın tersinin (dışının) yüz yüze yapıştırılması gerekmektedir (Dinçel, 1958).



Şekil 3.17. Ahşap tabakaların üst üste yapıştırılması (Dinçel, 1958)

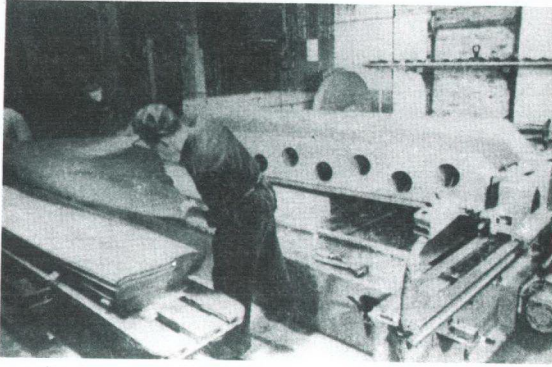
Ahşaptan Kaplama İmâli;

Kaplamalar, tomruk veya prizmalardan kesme, biçme veya soyma suretiyle elde edilen ince levhalardır (Bozkurt ve Göker, 1986).

Genel olarak çok yavaş büyümüş ağaç türleri kaplama üretiminde, hızlı büyüyenlerden daha uygundurlar.

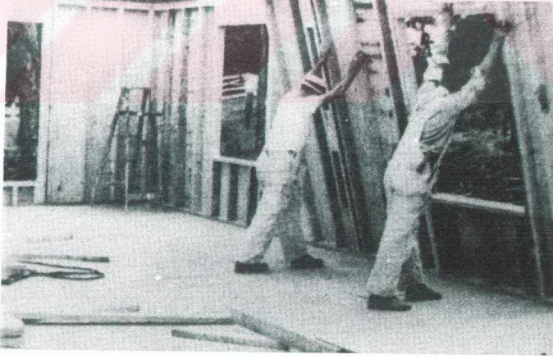
Tek ve ince bir ahşap levhayı, başka ve kalitesi daha düşük bir ahşabın üzerine yapıştırmak suretiyle onun görünüşünü güzelleştirmede ve dış etkilere mukavemetini arttırmada kullanılır. Daha fazla mobilyacılıkta önemlidir. Ceviz, meşe, dişbudak, karaağaç'dan kaplama üretilmektedir (Kocataşkın, 1966). Ahşap kaplamaların başlıca kullanım alanları mobilya üretimi ve iç mimarlık uygulamalarıdır.

Bir ahşap türünün kaplama ve bunun devamı olan endüstri için uygun olması yeterli değildir. Ayrıca kullanılacak tomruğun silindirik olması, özün her iki ucun geometrik merkezinde bulunması, kabuğun kapladığı yüzeyin yani çevrenin hatasız olması, tomruğun ucundaki yıllık halkaların yavaş ve homojen büyümeyi göstermesi, liflerin düzgün ve öze paralel olması, budak, çürük, renk bozukluğu olmaması, reaksiyon odunun bulunmaması, verimi düşürecek çatlakların olmaması çapının kaplama üretim yöntemine bağlı olarak en az 35-45 cm arasında olması gerekir (Bozkurt ve Göker, 1986).



Şekil 3.18 Masif ahşaptan kaplamalık levha üretimi (Eriç, 2002)

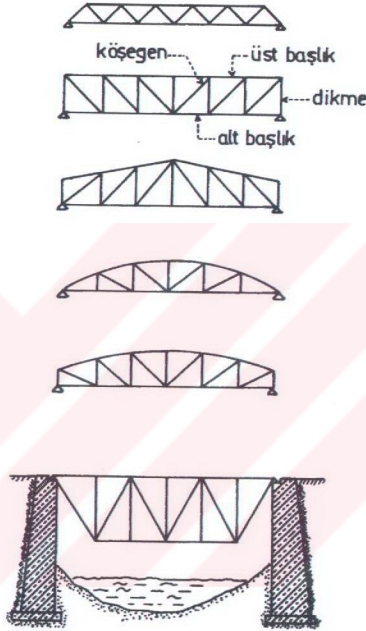
Düşük nitelikli ahşap, lif levha, talaş veya yonga levha, boşluklu konstrüksiyon veya petek sistem ve her iki yüzeyi de ahşap tabakalarla kaplı kompoze levhalar duvar yüzeylerinin kaplanmasında kullanılmaktadır. Aynı malzeme ile, bir taşıyıcı konstrüksiyonla birlikte sabit, mekân bölücü elemanlar yapılabilmekte, ayrıca geçici veya portatif bölücüler, panolar da üretilmektedir (Şekil 3.19). Kendini taşıyan panolardan, geçici bölmelerin yapımında, büro mekânlarında iç düzenlemelerde, duyuru ve sergileme panolarının yapımında yararlanılmaktadır (Ersoy, 2001).



Şekil 3.19. Endüstriyel ahşap malzeme ile bölücü pano yapılması (Eriç, 2002)

3.6.2.4 Ahşabın Köprü Yapımında Kullanılması

II. Dünya savaşı sırasında çelik malzemesinin yapı alanından çekilmesi sonucu, ahşap malzemenin kullanımı öncelik kazanmıştır. Ahşap, laminasyon tekniklerinin ve sentetik tutkalların geliştirilmesiyle yüksek direnç gerektiren köprü inşaatları yapımında uygulama alanı bulmuş ve bu alanda hızlı bir gelişme kaydedilmiştir (Şekil 3.20) (Şenay, 1996).

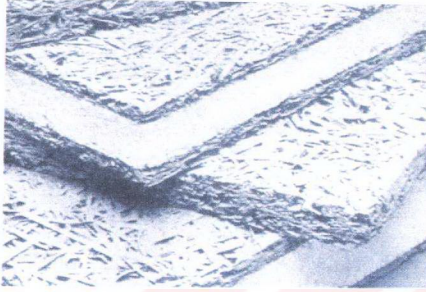


Şekil 3.20. Ahşaptan yapılan köprü kafes çizimleri (Subaşı, 1986)

3.6.2.5 Ahşabın Isı ve Ses Yalıtım Malzemesi Üretiminde Kullanılması

Ahşap, iç yapısının hava boşluklu dokusu ve bünyesindeki selüloz nedeni ile sıcak ve soğuğa karşı geçirimsiz, ayrıca ses tutucu bir malzemedir. Ancak bu değerler ahşap türlerine ve lif yönlerine göre de farklılık göstermektedir (Eriç, 1979).

Yapısı yönünden bir bağlayıcı ile bir araya getirilmiş kompozit malzeme niteliğindeki talaş levha, genelde ülkemizde Heraklit patent adıyla tanınmaktadır (Şekil 3.21). Bu malzeme, bileşenlerinin özelliklerine bağlı olarak, ses yutucu ve kullanıldığı yapı elamanının toplam ısı direncini arttıran tabaka malzeme olarak da kullanılmaktadır (Ersoy, 2001).



Şekil 3.21. Isı yalıtım özelliği taşıyan hafif kompozit levha (Ersoy, 2001)

3.6.2.6 Ahşabın Selüloz ve Kâğıt Üretiminde Kullanılması

Selüloz temini, esas itibariyle selüloz ve ligninden ibaret olan odunun lignin maddesini eritici bazı kimyasal eriyiklerle pişirilerek eritilmesi ve geriye selülozun bırakılması prensibine dayanır. Selüloz temininde, kabukları soyulmuş odun evvelâ yongalar haline getirilir ve bu yongalar büyük, özel kazanlarda kimyasal eriyiklerle tazyik altında pişirilir. Selüloz temininde kullanılan ağaçlar, lâdin, köknar, çam, kavak, ıhlamur, huş ve kayın'dır.

Odundan elde edilen selüloz; kâğıt, sunî ipek yün, selüloit, selofan, vernik, film ve patlayıcı maddeler imalinde kullanılır. Kâğıt endüstrisinde, odun hamuru ve selüloz kâğıt hamurunun en önemli iki maddesini teşkil ederler (Berkel, 1948).

Dünya ülkelerinden Finlandiya kâğıt endüstrisinde çok ilerlemiş olup, kâğıt ihracatında, dünya ikincisi konumundadır ve yeryüzünün kâğıt gereksiniminin %25'ini karşılar. Avrupa'da çıkan gazetelerin büyük bölümü, Finlandiya ormancılık endüstrisinin ürünüdür. Finlandiya'da üretilen kâğıt, aynı zamanda, sanat baskıları için de kullanılır. Ormancılık endüstrisi, kontrplak, kâğıt hamuru, tahta levha ve testereyle kesilmiş ürünler de ihraç eder (Ahşap, 1995).

Bu bölüme kadar ahşap malzemenin ham maddesi olan ağaç, mikrobiyolojik yapısına kadar anlatılmış olup, ağacın yetişmesindeki ve ahşap olarak kullanımındaki kusurlar anlatılarak ahşabın çeşitli kullanım yerleri açıklanmıştır. Bu anlatılan bilgiler çalışmamın ana konusunu açıklayan Bölüm 4 ve 5'e alt yapı teşkil ederek tabakalı tutkallı ahşap malzemenin yapılarda kullanımını desteklemektedir. Ahşap kullanımı yığma ve iskelet sistemlerde ağırlıklı olarak kullanım alanı bulmuş, ancak zamanla diğer yapı malzemelerine oranla kullanımı azalmıştır. Bundan sonraki bölümde anlatılacağı üzere ahşap yapı alanına mekanik teknolojinin ve kimya endüstrisinin de katkılarıyla mühendislik ürünü olarak girmiştir. Ancak bu mühendislik ürünü ahşap malzemenin buraya kadar anlatılan bölümlerinin de bilinmesi gerektiği unutulmamalıdır. Ahşap malzemenin tüm özellikleri mimar tarafından ne kadar iyi tanınırsa mimari projelerde kullanımı sırasında oluşan detaylar da kolay çözümlenebilir. En önemlisi ise gelişen teknolojik imkanlar sayesinde ahşabın değişen üretim tekniklerini daha da ileriye taşınabilir.

4. GELİŞMİŞ AHŞAP TAŞIYICI ELEMANLARIN YAPI STRÜKTÜRLERİNDE KULLANIMI

4.1 Ahşabın Birleşim Malzemeleri

Çok eski ahşap yapılarda birleştirmeler ip ve halatlarla yapılırdı. Daha sonraları sadece ahşap kullanma esasına dayanan geçmeli birleştirmeler geliştirilmiştir. Ancak tarihi yapılarda rastlanan bu tür çözümler, büyük kuvvetlerin aktarılmasına elverişli olmamalarının yanında çok fazla ahşap ve işçilik istemeleri nedeniyle çağımızda artık çözüm niteliğini yitirmiş bulunmaktadır.

Özellikle I. Dünya Savaşı'nı izleyen yıllardan günümüze kadar bulunan ve geliştirilen yeni birleştirme elemanları ve yöntemleri sayesinde bugün, gerek liflere paralel ve gerekse liflere dik doğrultuda, oldukça büyük kuvvetler aktarmaya elverişli birleştirmeler yapmak mümkün olmaktadır. Birleştirme elemanlarının başlıca üç ana görevi vardır:

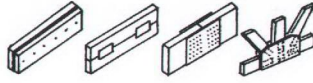
- Boyları sınırlı bulunan yapı ahşabını uç uca eklemek suretiyle, ihtiyaç kadar uzunlukta taşıyıcı sistem elemanlarının elde edilmesi,
- Statik ve mukavemet hesaplarının gereği daha büyük ölçüde bir kesite ihtiyaç olduğu zaman birkaç tabakanın, belirli bir düzende bir araya getirilmesi ve beraber çalışmalarını sağlamak amacıyla birleştirilmesi,
- Kafes gövdeli sistemlerde düğüm noktalarını oluştururlar (Şenver, 2002).

Ahşap parçaları birbirine ekleme ve birleştirmede kullanılan elemanlar: çiviler, bulonlar, kamalar ve tutkallar olmak üzere dört gruba ayrılır. Bu malzemeler, küçük boyutlu ahşap parçaları birbirine eklemek ve daha büyük parçalar elde etmek imkânını verirler (Kocataşkın, 1966).

Endüstriyel ahşap strüktür yapı elemanlarının üretiminde, tabakaların birleştirilmesinde tutkal kullanımı esastır. Çalışmanın içeriği bakımından tutkallı birleşimler diğer birleşim malzemelerinden daha ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

4.1.1 Çivili Birleşimler

Çivi, ahşap yapılarda çok eskiden beri kullanılan iyi bir birleştirme elemanıdır. Çelik, demir, bakır, çinko, pirinç ve alüminyum alaşımından yapılır. Çiviler çekmede, kopma gerilmesi ($6000\sim 8000 \text{ kg/cm}^2$) olan özel bir çelikten yapılmış daire kesitli birleşim elemanıdır (Şenver, 2002).



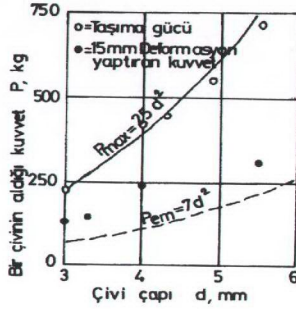
Şekil 4.1. Yapı elemanlarında kullanılan çivili birleştirmelere ait örnekler (Şenver, 2002)

Çivi ile bağlantı, ahşap malzemede çok eskiden beri kullanılan bir birleştirme usulüdür. Çiviler kesilmeye maruzdur. Bir kesitli, iki kesitli veya çok kesitli olarak hesaplanır. Çivi ile birleştirmede kullanılan malzeme budaksız olmalıdır. Kullanılan çivini kalınlığı dolayısıyla, malzemenin yarılmaya ihtimali bulunuyor ise çivi delikleri önceden matkap ile delinir (Subaşı, 1986).



Şekil 4.2. çivili birleşimler (Subaşı, 1986)

Ahşap elemanların ek yerlerinde kullanılan birleşim vasıtalarının başında çiviler gelmektedir. Türkiye’de yapılmış çivileri kullanarak teşkil edilmiş ahşap birleşimlerinin taşıma güçlerini tesbit etmek üzere Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti tarafından 1955 yılında İTÜ Malzeme Laboratuarında yaptırılmış olan bir araştırmada , çivi çapı, çivili birleşimin taşıma gücü ve birleşime 1,5mm deformasyon yaptıran kuvvet arasında bulunmuş olan bağıntılar çizelge 4.1.’de gösterilmiştir (Kocataşkın, 1966).

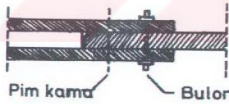


Çizelge 4.1. Çift etkili çivi birleşimlerin taşıma gücü (Kocataşkın, 1966)

4.1.2 Bulonlu Birleşimler

Birleştirilen parçalar arasındaki kayma yüzeyine dik doğrultuda konmuş, daha çok eğilmeye çalışın, gövdesi silindirik, içi boş boru veya dolu uçlarına dış açılmış ve yerinde sıkılabilen, metal elemanlarla yapılan her birleşim bu gruba girer (Şenver, 2002).

Bulon ile birleştirmede, ahşaba açılacak delik, bulon çapından 1mm büyük açılmalıdır. Ahşabın kuruması dolayısı ile bulonda meydana gelebilecek bir gevşeme daima düşünülerek arada sırada kontrol edilerek somunlar sıkıştırılmalıdır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Bulonlu birleştirme (Subaşı, 1986)

Daha büyük yüklerin iletilmesi gerektiği hallerde ahşap birleşimleri bulonlarla teşkil edilir. Bulonlu birleşimlerin taşıma güçleri ve emniyet yükleri, çivili birleşimlerine benzer formüllerle ifade edilebilmektedir. Fakat bunlarda fazla olarak ahşabın cinsi de önemli olmaktadır. Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyetinin Ahşap İnşaat Şartnamesinde verilmiş olan formüller şu şekilde özetlenebilir.

	Çamlar	Meşe ve Kayın
Çift etkili bulonlar	220.d ²	250.d ²
Tek etkili bulonlar	140.d ²	160.d ²

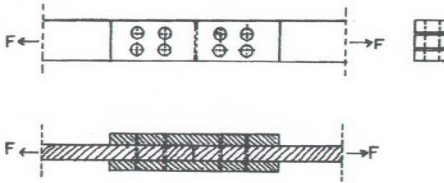
Kuvvetlerin daha büyük olduğu hallerde, bulonlarla birlikte sert ahşaptan kamalar birleşimlerin taşıma gücünü arttırmada kullanılmaktadır (Kocataşkın, 1966).

4.1.3 Kamalı Birleşimler

Daha çok basınç ve makaslamaya çalışan dikdörtgen şeklinde veya dilim, halka, tırnaklı halka ve levha, çubuk kama şeklindeki birleştirme elemanıdır. Birleştirilmelerinde kama kullanılan ahşap elemanlarının kalitesinin en az II. sınıf ahşap olması gerekir (Şenver, 2002).

Gömme kamalar, birbirine bağlanacak ahşap parçaları üzerine, kama aksları kalemle işaretlendikten sonra hususi torna makineleri ile kamanın yarı kalınlığında ve kama çapından 1 mm büyük açılan yuvalara, ahşap kaması yerleştirilir. İkinci ve diğer parçaların üst üste konmasından sonra kamanın ortasındaki delikten geçen bulon, rondela ve somun ile önce sıkıştırılır. 1 mm gömülene kadar gerilir. Genel olarak kama kullanılacak malzeme budaksız olmalıdır. Kama ahşaba iki taraftan yerleştiriliyor ise o ahşabın kalınlığı 6 cm'den küçük olamaz.

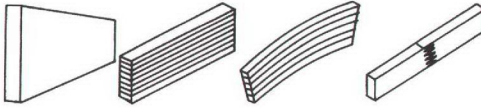
Bastırma kamalar, daire veya kare kesitli, çelikten 1-3 mm kalınlıktaki levhaların, bir veya iki tarafındaki sivri tırnakların ahşabın içine batması prensibidir. Bu tip kamaların kullanılmasında ayrıca bir torna makinesi veya bir alete ihtiyaç yoktur. Yalnız kullanılacak ahşap II. sınıf, çam cinsi budaksız kereste olmalıdır ki, ahşap arasına konan kamanın tırnakları, çekiç darbesi neticesi ahşaba batsın. Ahşap parçalar, bu tip kama ile birleştirildikten sonra, bulon, rondela ve somun ile önce sıkıştırılır sonra gerilir (Subaşı, 1986).



Şekil 4.4. Kaynaktan kamalı birleştirme (Subaşı, 1986)

4.1.4 Tutkallı Birleşimler

Katlı yapılandırılmış ahşap ya da “Glulam” (Glue Laminated Timber) diye adlandırılan tutkallı birleştirmeler (Şekil 4.5), ahşap tabakalarının sentetik tutkallarla birbirlerine katlı olarak yapılandırılmasıyla elde edilmekte ve geniş kesitte uzun boydaki düz ya da kavisli yapı elemanlarının üretilmesinde kullanılmaktadır. Tutkallı ahşap tabakalarda kullanılan tutkalların ana maddesi Formaldehit’tir. AITC 113-2001’e göre uygulanacak tutkal tabakası kalınlığı $0,00394\text{in}\approx 0,1\text{mm}$ ’dir (Şenver, 2002).



Şekil 4.5. a) Harbit glulam, b) Düz glulam, c) Kavisli glulam, d) Parmak dişli birleştirme (Şenver, 2002)

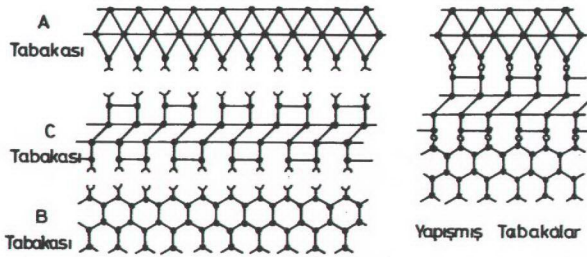
Ahşabın ek yerlerinde kullanılan birleşim elemanları arasında tutkallar özel bir önem taşır. Tutkalların ve tutkallama tekniğinin son yıllardaki gelişmesi modern ahşap inşaatta önemli gelişmelere yol açmıştır. Bilhassa sentetik reçine tutkalların ortaya çıkması rutubet etkilerine dayanıklı ekler yapılmasını mümkün kılmıştır. Halen yapıda kullanılmakta olan tutkallar, kazein tutkalları (TS 92), kan-albümin tutkalları, sentetik reçine tutkalları (TS 93) ve bunların uygun karışımları olarak dört grup altında toplanabilir.

- Kazein tutkallarının esasını süttten elde edilen kurutulmuş kazein teşkil eder. Özelliklerini arttırmak için çeşitli maddeler de katıldıktan sonra kullanılır. Suya ve rutubete karşı mukavemeti zayıftır.
- Kan-albümin tutkallarının esası kurutulmuş hayvan kanlarıdır. Bu tutkallar kazein tutkallarına kıyasla suya daha dayanıklı olmakla beraber, tam mukavemetlerini elde etmeleri için sıcak preslenmeye ihtiyaç gösterirler. Daha çok kontrplak üretiminde kullanılırlar.
- Sentetik reçine tutkallarının esası fenolik reçineler veya üre reçineleridir. Bunlar diğer maddeler ve diğer tutkallarla da karıştırılarak özellikleri çok geniş limitler arasında değişen tutkallar elde edilebilmektedir. En büyük faydaları suya dayanıklı olmalarıdır.

Blomquist tutkallı birleşimleri beş halkalı bir zincire benzetmektedir. İlk ve son halkalar, birbirlerine yapıştırmak istediğimiz iki cisimdir. İkinci ve dördüncü halkalar, tutkal ile bu cisimler arasındaki yapışma kuvvetleridir. Ortadaki üçüncü halka ise tutkalın kendisidir. Birleşimin kırılması, bu zincirdeki halkalardan herhangi bir tanesinin kopması olur. Bu durumda tutkalı da bir yapı malzemesi olarak göz önüne almak ve onun da özelliklerini incelemek gereklidir.

Tutkallı birleşimde yapıştırılan cisimlerle tutkal arasındaki yapışma kuvvetlerinin karakteri çok önemlidir. Bir maddenin diğerine nasıl yapıştığı henüz tam anlaşılammış bir olaydır ve aradaki adsorpsiyon ile ilgili olacağı tahmin edilmektedir. Eskiden tutkalın yüzeydeki boşluklara girip sertleşerek oraya mekanik olarak bağlandığı düşünülürdü. Ancak günümüzdeki tutkalların en parlak yüzeylere bile yapışması, mekanik bağdan ziyade cisimlerin atomlarını bir arada tutan fiziksel veya kimyasal bağların yapışmayı doğurduğunu ortaya koymaktadır.

Voss'a göre iki maddenin birbiri ile bağ kurabilmesi, kimyasal formüllerinde, kristal yapılarında ve atom aralıklarında birbirleri ile uygunluk olmasına bağlıdır. Şu halde cisim ile tutkal maddelerinin temas yüzeyindeki elemanlarının hiç olmazsa bazılarında kimyasal ve atomik bakımdan uygunluk aramak gerekir. Voss bu fikrini açıklamak üzere aşağıdaki örneği vermektedir (Şekil 4.6). Burada A ve B gibi iki cisim bir C tutkalı ile birbirlerine yapıştırılmaktadır. A ve B cisimlerinin yüzey atomları, komşu atomlar tarafından dört yönden sarılmamış buldukları için, tam doymun değillerdir ve uygun cisimlerle dış birleşmeler yapabilirler. İşte bu birleşmeleri mümkün kılmak için hem A cismi ve hem de B cismi ile yüzey uygunluğu olan bir C tutkalı bulmak gerekir. Ayrıca bu tutkalın iç yapısı o şekilde olmalıdır ki, A ve B cisimlerinin çeşitli şartlar (temprim, rutubet) altında yapacakları farklı hacim değişmelerinden doğacak kayma deformasyonlarını zarar görmeyen alabilsin (Şekil 4.6 yamuk tipinde). Görülüyor ki, uygun tutkal çeşidini bulmak çok zor bir iştir. Kimyasal maddeler arasında, organik veya sentetik reçine karakterindeki ve doymamış bulunan polimerler bu şartları en iyi yerine getirmektedirler.

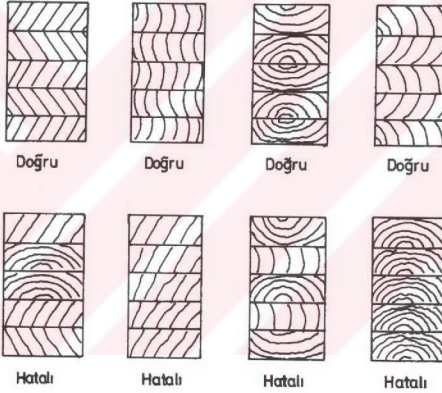


Şekil 4.6. Yüzey yapısı farklı iki tabakanın birbirine yapıştırılışı (Kocataşkın, 1966)

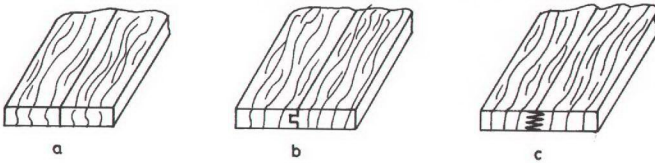
Tutkallı birleşimleri teşkil ederken dikkat edilecek noktalardan biri yapıştırılan yüzeyin mümkün olduğu kadar büyük olması, diğeri ise tutkalın kayma alacak şekilde çalışmasıdır.

Çünkü tutkalların kaymaya mukavemeti, çekmeye mukavemetlerinden daha fazladır. Tutkallı birleşimleri deneye tâbi tutarken dikkat edilecek nokta, kırılmanın ahşaptan olmasıdır. Tutkaldan veya tutkal ile ahşap arasındaki yapışmadan olmamalıdır. Piyasadaki tutkalların çoğu, iyi tatbik edildikleri takdirde, sertleştikten sonra bu şartı rahatça yerine getirirler. İncelenmesi gereken ikinci bir nokta, tutkaldaki bu özelliğin zamanla veya dış etkilerle, bilhassa rutubet etkisi ile değişip değişmeyeceğidir (Kocataşkın, 1966).

Tutkallı birleşimin, çivi, kama ve bulonlu birleşimlerden farkı münferit parçaların birbirleriyle muayyen noktalarda değil, yüzeysel olarak birleştirilmesidir. Böyle bir birleşim diğer birleşimlere nazaran oldukça rijit bir birleşimdir (Erşen). Ayrıca diğer birleştiriciler kesit zayıflamasına yol açtıkları halde, tutkallı sistemlerde kesit zayıflaması olmadığından, atalet momentleri de tam olarak hesaba girer.



Şekil 4.7. Laminasyonda ahşap levhaların düzenlenmesi (Şenay, 1996)



Şekil 4.8. a) Düz birleştirme, b) Kınışlı birleştirme, c) Kama dişli enine birleştirme (Şenay, 1996)

Bugün yaptırdığı ahşaptan daha sağlam olan tutkallı birleşimler yapmak mümkündür. Bu tutkallar rutubete ve her türlü iklim tesirlerine karşı mukavemet gösterecek durumdadırlar. Bunlar kolon, çerçeve, kemer, kubbe, kafes ve dolu gövdeli kirişlerde başarıyla tatbik edildiği gibi, her türlü kabuk şeklinin yapılmasında da büyük başarı sağlamaktadırlar (Erşen).

Tutkalları şematik olarak şu şekilde gruplandırabiliriz:

TUTKALLAR

Tabii Tutkallar

- a) Hayvani tutkallar
 - 1. Glutin tutkalları
 - 2. Kazein tutkalları
- b) Nebati tutkallar
 - 1. Kola tutkalları
 - 2. Dextrin tutkalları

Sun'î (sentetik) Tutkallar

- a) Termoplastik tutkallar
- b) Duroplastik tutkallar
 - 1. Üre-Formaldehit
 - 2. Melamin-Formaldehit
 - 3. Fenol-Formaldehit
 - 4. Rezorsin-Formaldehit

Çizelge 4.2. Tutkal çeşitleri (Şenay, 1996)

4.2 Tutkallar

Tutkallı bir birleştirimin direnci ahşap malzemenin ve tutkalın türüne, ahşap malzemenin rutubetine, ahşap malzeme ve tutkalın pH değerine, anatomik özelliklerine ve özgül ağırlığına, ahşap malzemenin içerdiği ekstraktif maddelere, odunun eski yada yeni oluşuna, ıslanma özelliğine, yüzey kirliliğine, pres basıncına ve tutkal özelliklerine bağlıdır.

Yapıştırıcılardan beklenen değerlerin elde edilebilmesi için yapıştırıcıların üretiminde kullanılan yüksek moleküllü maddelerdeki kohezyon kuvvetinin, diğer maddelerinkinden daha büyük olması gerekir. Bir başka deyişle, birleşim yerine bir darbe uygulandığında, deformasyonun tutkal katmanından değil malzemeden olması gerekir. Başarılı bir yapıştırmanın yapılabilmesi, tutkalın sertleşmesi için gerekli olan her faktörün yerine getirilmesine bağlıdır.

Genel Özellikler

Ticari şekli	PVA	Poliüretan	Epoxy	Üre formaldehit	Melamin formaldehit	Resorsin formaldehit	Fenol formaldehit
Depolama süresi (ay)	sıvı 6-12	sıvı-katı 6-9	sıvı-macun 12	sıvı-toz 3 (sıvı)	sıvı-toz 6 (sıvı)	sıvı 3	sıvı-toz 2-4
Renk	renksiz	koyu kahve 60 °C üzerinde etkili	renksiz tehlikeli	renksiz deride tahriş	renksiz deride tahriş	koyu kahve deri ve solunum yolu	kahve
Sağlığa etkisi	yok						deri ve solunum yolu

Teknik özellikleri

Ağaç rutubeti (%)	5-12	Maximum 10	6-12	4-12	4-12	8-14	3-8
Kuru madde (%)	40-60	20-90	-	50-70	40-70	45-60	40-50
Kullanım miktarı (gr/m ²)	150-200	200-250	150-200	100-200	100-150	200-300	100-150
Montaj zamanı (saat)	5-15	30-60	30-240	10-15	<24	10-40	40-50
Preslenme süresi (soğuk) (saat)	1.5-2	-	12-18	-	<8	10	-

Preslenme süresi (sıcak) (dk.)

	3-7	-	30	1.5+0.5/mm	4+1/mm	-	3+1.2/mm
--	-----	---	----	------------	--------	---	----------

Basınç (kgf/cm²)

	-	3-6	2-12	6-15	5-20	2-10	12-20
--	---	-----	------	------	------	------	-------

Sıcaklık (°C)

	20-80	10-60	20-280	110-140	90-140	20-80	130-180
--	-------	-------	--------	---------	--------	-------	---------

Tutkal katının özellikleri

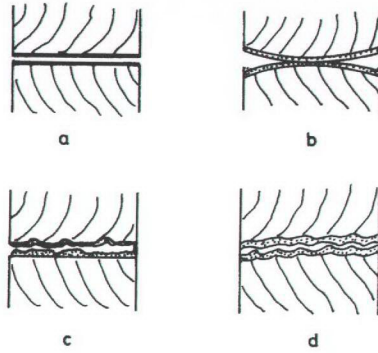
Su dayanımı	3	1	1	2-3	1	1	1
Sıcaklık dayanımı	3	3	2	2	2	1	1
Mikroorganizma dayanımı	1	1	1	1	1	1	1
Organik solvent dayanımı	2	1	1	1	1	1	1
Asidite (pH)	6-7	-	-	6-8	3-6	11-12	10-12
Renk hataları	yok	yok	yok	az	yok	bazen	bazen
Bıçakları köreltme	az	az	çok fazla	normal	az	fazla	fazla

Çizelge 4.3. Bazı tutkalların teknik özellikleri (Şenay, 1996)

Tutkal Türü	Sembol	Kullanım Yeri	Kullanım Ortamları
Resorsin Formaldehit	RF	Laminasyon, kama dişli birleştirme ve tüm ahşap	Tamamen açıkta, yüksek direnç gerektiren yapılarda.
Fenol-Resorsin Formaldehit	PRF	Laminasyon, kama dişli birleştirme, kayık yapımı ve tüm ahşap birleştirmeler.	
Fenol Formaldehit	PF	Kontrplak, bazı yongalar.	
Melamin Formaldehit	MF	Kontrplak, yonga levha, kavisli elemanlar.	Yarı açık ve rutubetli iç mekanlarda, direnç gerektiren yerlerde.
Melamin-Üre Formaldehit	MUF	Laminasyon, kama dişli birleştirme, yonga levha, MDF, kontrplak.	
Epoxy		Ahşap-Metal birleştirme, cam elyafından deniz araçları, boy birleştirmeler.	
Polivinilasetat	PVAc	Ahşap yapıştırma, kısmi tutkallama, laminat yapıştırma.	Direnç gerektirmeyen yerlerde.
Üreformaldehit	UF	Kontrplak, yonga levha, ve MDF panel yüzeyleri	İç mekanlarda, yüksek direnç gerektiren yerlerde.
Kazein		Laminasyon, kama dişli birleştirme, ahşap birleştirme.	
Polivinilasetat	PVA	Ahşap birleştirmeler, küçük boyutlu tutkallamalar.	İç mekanlarda, yüksek direnç gerektirmeyen yerlerde.
Kauçuk esaslı		Kısmi tutkallama, çivi ve tutkallı birleştirme.	

Çizelge 4.4. Tutkal türleri ve kullanım yerleri (Şenay, 1996)

BURDURLU, (1994)- MARRA, (1992)'ya göre yetersiz basınç uygulanan birleştirme yerlerinde tutkal sürülmüş yüzeyler birbirine değmediğinden tutkal açıkta kurumakta ve yapışma gerçekleşmemektedir (Şekil 4.9). Düzgün yüzeyli olmayan iki parçanın yapıştırılmasında, tutkal hattı homojen olmamakta ve bir yük uygulandığında kopma tutkal hattında oluşmaktadır (Şenay, 1996).



Şekil 4.9. Ahşap malzeme yüzey yapısının yapıştırılmaya etkisi (Şenay, 1996)

4.2.1 Tabii Tutkallar

4.2.1.1 Glutin Tutkalları

Esas maddesi albumin olan, kemik ve deri sanayi artıklarından elde edilen glutin tutkalları, deri tutkalı olarak bağırsak ve deri artıklarından, kemik tutkalı olarak eti alınmış kemiklerden, balık tutkalı olarak balık başı ve kılıçktan elde edilir. Bu tutkallar çok çabuk yapışırlar fakat suya ve rutubete karşı mukavim değildirler. Tutkalı taşıyıcı ahşap sistemlerde kullanılmazlar. Saf glutin renksizdir, kimyaca nötr olup lezzetsiz ve kokusuzdur. Deri tutkalı bazik (Ph:9), kemik tutkalı asidik (Ph:4) karakterdedir (Erşen).

4.2.1.2 Kazein Tutkalları

Kazein tutkalı yağsız süttten elde edilen kazein'in sönmüş kireçle muamelesinden elde edilir. (Kazein+Su+Ca (OH)₂) Ph =12 olup bazik karakter gösterir. Soğuk su ile (15°-20°C) karıştırılıp sürüldüğü için memleketimizde soğuk tutkal adı ile tanınır. Rutubete karşı mukavim olmasına rağmen Avrupa ülkelerinde daha ziyade doğrudan rutubete maruz kalmayan korunmuş yapı elemanlarında tatbik edilmektedir (Erşen).

4.2.1.3 Kola ve Dextrin Tutkalları

Bunlar nebati tutkallar olup, mısır, pirinç, buğday ve patatesten elde edilirler. Elde edilen bu tutkal bazik karakter gösterir. Tutkallı taşıyıcı ahşap sistemlerde kullanılmazlar. Kâğıt yapıştırıcısı olarak tatbik ediliyorsa da U.S.A.'da kontrplâk sanayiinde de kullanılmaktadır.

4.2.2 Sun'i (Sentetik) Tutkallar

4.2.2.1 Üre-Formaldehit Tutkalları

Bu tutkal, normal oda sıcaklığında uzun müddet saklanabilir. Suda çözülecek olursa 3 aylık bir ömrü mevcuttur. Tutkallı bu zaman içinde kullanmak gerekir. Doğa koşullarına ve suya maruz kalmayan kapalı yerlerdeki her türlü tutkallı taşıyıcı ahşap yapılarda tatbik edilmektedir. Genellikle tutkallamada talep edilen ahşap rutubeti %7-11, oda sıcaklığı 20°C, oda rutubeti %65'dir. Sertleştirici olarak Melamin tuzları ve Resorcinol kullanılmaktadır (Erşen).

4.2.2.2 Melamin-Formaldehit Tutkalları

Melamin 1834 yılında J.Liebig tarafından keşfedilmiştir. 100 yıl sonra 1935 de ilk defa formaldehit ile olan birleşimi firma Henkel & Cie tarafından denenmiştir. Rutubete karşı mukavemeti sınırlıdır. Taşıyıcı ahşap sistemlerde pek kullanılmaz. Daha ziyade mobilyacılıkta kontrplak ve diğer plakların yapımında kullanılır (Erşen).

Melamin-Formaldehid reçineleri genellikle toz halindedir. Ve bir yıl bozulmadan saklanabilir. Hazırlanmaları 100 kısım kuru tutkala 30-150 kısım su ilâve edilmek suretiyle yapılmaktadır. Sertleştirici kullanımı presleme zamanına bağlıdır. Bu tutkallara preslerde 95-105°C arasında ve beş dakika içinde yapışma sağlayabilirler. Melamin reçineleri renksizdir. Hava tesirlerine, kaynak suya ve mikroorganizmalara karşı dayanıklı bulunmaktadır.

200 kg'lık tutkal karışımı elde etmek için gerekli olan maddeler şunlardır:

100 kg Üre reçinesi (%65'lik), 50 kg Un, 40 kg Su ve 10 kg Sertleştirici madde çözeltisidir. Bu şekilde hazırlanacak olan tutkal karışımı, yaklaşık olarak 1000 m²'lik bir yüzeyin tutkallanması için yeterli bulunmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1986).

4.2.2.3 Fenol ve Krezol Formaldehit Tutkalları

Bu reçine fenol ile aldehitin reaksiyonu sonucu meydana gelmektedir. İki tipi mevcuttur. Bunlardan birisinde sertleşme asidik bir sertleştiricinin ilavesi suretiyle olur. Diğerinde ise, buna lüzum kalmadan sıcaklığın tesiri ile sertleşme vukua gelmekte ve yapışma özelliğini elde etmektedir. Bunlarda ilki viskoz bir sıvı olup, suda çözünmez ve 10-90°C arasında uygulanır. İkincisi suda çözünür ve piyasada sıvı veya toz halinde bulunur. Bu tip reçinelere dolgu maddesi katılır ve presleme 100-150 °C'de yapılır.

Sıvı halde olan ve yüksek ısıda yapışan fenolik reçineler çoğunlukla yumuşak ağaç kullanana kontrplâk endüstrisinde dış kısımlarda ve gemi teknelerinde kullanılan kontrplâkların yapıştırılmasında kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1986).

Bu tutkalın ilk tatbikatı 1909 yıllarında yapılmıştır. 100 °C'nin üzerinde sıcak tutkallamada plak imalinde kullanılmaktadır. Plaklarda ilk uygulanması 1930 yılındadır. Kuvvetli asidik (pH=1-2) karakterde olup ahşabın liflerinin tahribine ve dolayısıyla mukavemetin azalmasına sebep olurlar (Erşen).

4.2.2.4 Rezorsin-Formaldehit Tutkalları

Rezorsin+Formaldehit kombinasyonunun meydana getirdiği tutkallar en çok aranan fakat oldukça pahalı tutkallardır. Dış tesirlere, küflenmeye, sığağa, soğuğa, rutubete ve suya karşı olan üstün mukavemeti tercih edilmesinin tek sebebidir. Rezorsin tutkalı ilk U.S.A. da bulunmuştur. Bugün Avrupa'da en fazla kullanılan bir tutkaldır. Bu tutkallar sıvı halde olup sertleştiricileri genellikle toz halindedir. Rezorsin tutkalları kimyaca nötr (pH=7) reaksiyon gösterirler.

Rezorsin tutkalı, bugün mühendislik yapılarında birinci sırada gelen ve tutkal taşıyıcı ahşap sistemlerin bugünkü seviyeye gelmesinde en büyük rolü olan tutkaldır (Erşen).

Recorcinol reçinesi aslında soğukta yapışabilen bir tutkal olmakla beraber, 70 °C ısıda uygulanabilir. Bu ısı derecesinin üstünde tutkalın viskozitesi (akışkanlık) artar ve yapıştırma kabiliyeti bozulur. Reçine 20 °C'de 3-6 saatlik bir süre içerisinde sertleşir ve yapışma özelliğini kazanır. Bu reçineler, aralık ve yarıkları doldurma ve çok şiddetli dış tesirlere karşı da fevkalâde dayanıklılık özelliğine haizdir. Kaynar suya dayanıklı bulunmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1986).

4.3 Tabakalı Tutkallı Ahşap Üretiminde Tutkallama ve Pres İşlemi

4.3.1 Tutkallama İşlemi

Yapıştırıcı maddelerin yapıştırma kuvveti yapıştırıcıların kohezyon ve adhezyon kuvvetlerine bağlıdır. Adhezyon, yapıştırıcının yabancı maddeyle yapışma kabiliyeti, kohezyon ise maddelerin kendi moleküllerinin birbirine yapışmasıdır (Şenol, 2001).

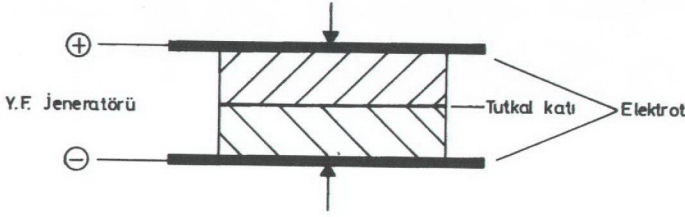
Üretici firmanın tavsiyelerine göre hazırlanan tutkalın, ahşap malzemenin yüzeyine uygulanması değişik yöntemlerle yapılmaktadır. Küçük boyutlu ve eğri form lu parçalarda, fırça ile tutkal sürülmesi en pratik yoldur. Büyük boyutlu ve düzgün yüzeyli parçaların tutkallanmasında, el merdaneleri ya da çift merdaneli tutkal sürme makinelerinin kullanılması oldukça uygun bir yöntemdir. Seri üretim yapan büyük işletmelerde, büyük boyutlu ve düzgün yüzeyli parçalara tutkal sürmek için perde dökme sistemi de uygulanmaktadır. Bu teknikte, tutkal sürülecek tablalar hızı ayarlanabilen bir bant üzerinde ilerlerken tutkal haznesinden iş parçasının üzerine perde şeklinde tutkal dökülerek, tutkal sürme işlemi yapılmaktadır. Bundan başka, ahşap veya herhangi bir levhanın düzgün ve eğri form lu yüzeyine soft-forming ve ya post-forming yöntemi ile laminant (dekorlu kraft kağıdı, HPL) kaplanmasında püskürtme tabancasıyla tutkal sürme işlemi yapılmaktadır.

Tutkal sürmede esas olan yüzeye homojen bir şekilde tutkal dağılımıdır. Yüzeye sürülecek olan tutkal miktarı; tutkalın türüne, yüzey pürüzlülüğüne, ahşap malzeme cinsine, ortamın sıcaklığına ve bağlı nemine, tutkal sürüldükten sonra prese verilecek zaman göre değişmektedir.

Sertleşmeden sonra yüzeyde 1/10mm tutkal kalınlığı oluşturacak miktarda tutkal uygulanması yeterli kabul edilmektedir.

Yüksek sıcaklıkta tutkallama kolay değildir, zira ahşabın değil tutkalın ısıtılması gerekir. Ahşabın ısınması, kurummasına ve çekmesine yol açar. Bu durumda çatlakların meydana gelmesine sebep olur. Eğer ahşap 160°C üzerinde ısıtılırsa kavrulur.

Yüksek frekanslı akım vermek suretiyle tutkal derzlerinde istenilen sıcaklık temine edilebilmektedir. Bu metotta elektrotlar sayesinde yalnız tutkal derzleri ısınır (Şekil 4.10). Ahşapta ısınma az olur. Bu tutkallamada bir jeneratöre ve ihtisas sahibi elemanlara ihtiyaç vardır. Bu usul ile tutkalın sertleşmesi ve pres müddeti çok kısaltılmış olur. Bu metot tutkallı taşıyıcı sistemlerde elemanların uç uca eklenmelerinde tatbik edilmektedir.



Şekil 4.10. Düz ahşap tabakalarda tutkal katına paralel elektrod düzenlemesi (Şenay, 1996)

4.3.2 Pres İşlemi

Yapıştırılacak iki ahşap parçasının iyi adhezyon sağlaması için basınç gereklidir. Basınç, tutkalin yapıştırılan yüzeye tam temasını sağlarken, ince bir kat oluşturmasına yardımcı olur. Ayrıca, tutkalin açık hücre boşluklarına girmesini ve en önemlisi, tutkal sertleşene kadar birleştirilecek iki ahşap malzemeyi aynı pozisyonda tutar. Aynı tabaka içinde değişik ahşap türlerinin kullanılmasında pres basıncı yumuşak ahşaba göre belirlenir (Çizelge 4.5). Kusursuz yüzeylerin birleştirilmesinde 7 kg/cm^2 basınç uygulandığında, yapışma direnci en yüksek değere ulaşmaktadır (Şenay, 1996). Eğrisel formlu tabakalara düz tabakalara uygulanan basıncın iki katı uygulanmalıdır.

Ahşap Cinsi	Pres Basıncı (kgf/cm^2)
Çamlar	4
Yumuşak Ahşaplar	8-10
Sert Ahşaplar	2-16
Kontrplaklar	8-12

Çizelge 4.5. Ahşap cinslerine göre pres basıncı (Şenay, 1996)

Tutkallı ahşap yapılarında, üretim sırasında gereken basınç miktarı $2-15 \text{ kg/cm}^2$ arasında değişir. Basıncın gereğinden fazla olması tutkalin derzlerden dışarıya ve ahşabın dokusu içine kaçmasına sebep olur. Preslemenin amaçları:

- Meydana gelen hava kabarcıklarının ve tutkal fazlasının derzler dışına çıkmasını sağlamak,
- Parçaların birbirlerine nazaran yerlerinden oynamalarını sağlamak,
- Mükün meritebe ince ve uygun bir tutkal derzinin temini,
- Tutkaldan alacağı nemle şişecek olan lataların zararlı deformasyonlarına engel olmak,
- Mekanik adhezyonun meydana gelmesini sağlamak, çünkü adhezyonun meydana gelebilmesi için moleküllerin birbirlerine yeteli miktarda yaklaşmış olmaları şarttır. Kohezyon kuvvetler ise adhezyon kuvvetleri arasında bir köprü meydana getirirler.

Normal iklim şartları sağlanmış olan odada (sıcaklık 20°C, relatif rutubet %65) pres müddeti 2-24 saat arasında değişir. Eğri eksenli elemanlar için pres müddeti iki kat olarak tavsiye edilmektedir. Pres müddeti sona erince, üzerinde tamamlayıcı çalışmalar yapılabilir. Tutkal presleme işi bittikten sonra 10-15 günde maksimum mukavemetine ulaşır.

Lüzumlu basıncı sağlamak için kullanılan presler üçe ayrılırlar:

- Mekanik presler,
- Hidrolik (yağ veya su ile çalışan) presler,
- Fönomatik (hava veya azotla çalışan) presler.

4.4 Ahşap Artıklarından Üretilen Endüstriyel Levhalar

Ahşap artıklarının zayi edilmesini ve ahşabın çürümelerini önlemek, aynı zamanda da hacim değişimleri daha az, daha homojen ve daha izotrop bir malzeme elde etmek için, ahşaptan çeşitli suni malzeme yapılmaktadır. Bu şekilde ahşap özelliklerinin oluşturulmasındaki prensipleri dört grup altında toplamak mümkündür.

- Ahşabı küçük parçalara ayırıp, bu parçaları uygun tutkallarla birbirine yapıştırmak. Örnek olarak: ahşap liflerinden, ahşap talaşından ve ahşap yongalarından yapılan levhalar.
- Ahşabı levhalar halinde uygun tarzda birbirine yapıştırarak homojenlik ve izotropluk temin etmektedir. Örnek olarak: kontrplak, kaplamacılık ve tabakalı tutkallı ahşap inşaat sisteminde kullanılır.
- Prese ederek ahşabın yoğunluğunu arttırmaktır. Örneğin kayın ahşabından yapılan ve birim ağırlığı 1,46'ya çıkarılan ve mekiklerde kullanılan lignoston ile demiryollarında traverslerle ray arasına konan kavak levhalarıdır.
- Bazı metalleri eritip basınçla odun içine emprenye etmek suretiyle ahşabı metalleştirmek ve metal ile odun arası bir malzeme yapmaktır. Bu malzeme genellikle makine parçalarında kullanılır.

Aşağıda, birleştirilmiş ahşap malzemeye ait bazı örnek ürünler görülecektir. Bu ürünler, kullanılan yapıştırıcı malzeme sayesinde çürümeye ve aşırı hacim değişikliklerine karşı korunmuş ve tertip yöntemleri sayesinde, muhtelif doğrultulardaki özellikleri birbirine yaklaştırılmıştır (Kocataşkın, 1966).

4.4.1 Ahşap Liflerinden Sert Levhalar

Mekanik olarak en ince liflerine, yani 0,1-0,2mm'ye kadar parçalanmış ahşabı, su emmeyecek şekilde reçinelerle emprenye edip, pres altında yapıştırmak suretiyle yapılırlar. Kullanılacakları yere göre muhtelif sertlikte olabilirler. Zemin kaplaması gibi aşınmaya maruz yerler için sert, dış yüzlerin kaplanması için orta sert ve iç yüzlerin kaplanması için az sert çeşitleri vardır. Sertlikleri ile birlikte atmosfer etkilerine dayanıklılıkları da artar. Duvar kaplaması olarak kullanıldıkları vakit 50cm aralıklı bir ahşap ızgara üzerine tesbit edilirler. Kalınlıkları 4-8mm, boyları 2-6m enleri 1-1,7m arasındadır. Bir yüzleri gayet düzgün, cilâ alabilecek vaziyettedir. Diğer yüzleri ise bazı tiplerde düzgün, bazı tiplerde ise iyi yapıştırmayı temin için pürüzlü bir şekilde baskılanmış olabilir. Bunların tutkal veya bitümle yapıştırılmaları yeterlidir (Kocataşkın, 1966).

4.4.2 Ahşap Liflerinden İzolan Levhalar

Mekanik olarak en ince liflerine kadar parçalanmış ahşabı su emmeyecek şekilde emprenye ettikten sonra, bağlayıcı madde kullanmaksızın çuha şeklinde prese etmek suretiyle elde edilir. Porozitleri ve izolasyon kabiliyetleri çok yüksektir. Sıcaklık ve ses izolasyonu için zemin, duvar, tavan gibi yapı kısımlarında kullanılırlar.

4.4.3 Ahşap Yongalardan Sert Levhalar

Ahşap yongalarını suni bir reçine ile prese edip yapıştırmak suretiyle elde edilen estetik görünümlü, sert ve dayanıklı levhalardır (sunta).

4.4.4 Rende Talaşından Hafif Levhalar

Rende talaşını çimento, manyezit veya alçı gibi mineral bağlayıcı maddelerle yapıştırmak suretiyle yapılırlar. Bunlar hakkındaki DIN 1101 Alman normunda tesbit edilen şartlara göre boy 2m, en 50cm, sıkışma kabiliyeti 3 kg/cm² basınç altında %15, birim ağırlık en fazla 460 kg/m³, ısı iletkenliği 0,08 kcal/mh°C'dir. Bu levhalar ateşe, mantarlara, kurtlara karşı dayanıklı, hafif ve izolan bir yapı malzemesi teşkil ederler. 50-60 cm aralıklı ahşap bir iskelet üzerine iri başlı çivilerle veya çivilerin başına çinkodan bir pul geçirmek suretiyle tesbit edilirler (Kocataşkın, 1966).

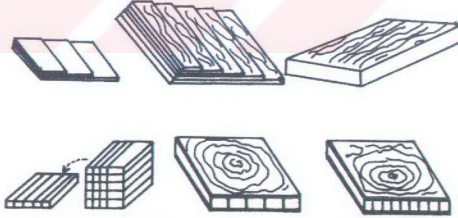
4.5 Kontrplâk

Kontrplâk, TS 46'ya göre belirli uzunluk ve çaplardaki tomrukların özel makinelerde soyulması ile elde edilmiş ince soyma levhaların lif doğrultuları birbirine dik olmak üzere üç veya daha çok tek sayıda üst üste konularak basınç altında (preslenerek) yapıştırılmasıyla elde edilen malzemedir.

Kontrtabla, TS 1947 standardına göre çitlerden yapılmış bir orta tabakadan ve bu tabakanın her iki yüzüne ve lif doğrultusuna dik olarak en az ahşap kaplama levhanın basınç altında yapıştırılmasıyla oluşan bir üründür.

Yapı malzemesi olarak, masif ahşabın başlıca sakıncası; heterojen ve anizotropik bir malzeme oluşu, aynı zamanda su ve su buharı absorbe etme kapasitesine sahip oluşudur. Bundan dolayı da boyutları stabil değildir. Masif ahşabın bu olumsuz özelliğini ortadan kaldırmak için, geniş çapta lif yönleri birbirine dik gelecek şekilde yapıştırılması gerekmektedir (Bozkurt ve Göker, 1986).

Kontrplaktaki özellikler, tutkallı tabakalı ahşap sistemlerin de esasını teşkil ederler. Normal ahşaba kıyasla kontrplağın başlıca faydaları, levhaların boyu ve eni doğrultularındaki mekanik özelliklerinin birbirlerine yaklaştırılmış olması, peşlenmeye ve çatlamağa karşı daha dayanıklı olması ve rutubet değişiklikleri karşısında gösterdiği hacim değişmelerinin daha az olmasıdır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Çeşitli kontrplâk tipleri (Bozkurt ve Göker, 1986)

Levhaları tek sayıda kullanmak ve ortadaki çekirdeğin iki tarafında denk şekilde teşkil etmek suretiyle rötre ve şişmeden doğacak peşlenmeler tamamen ortadan kaldırılmıştır. Tabakalar o şekilde teşkil edilmiştir ki, çekirdeğin her iki tarafında ondan aynı uzaklıkta, aynı malzemeden, aynı kalınlıkta ve lifleri aynı doğrultuda iki levha bulunur. Eğer levhalar tek sayıda kullanılınsaydı, açıklanan simetri olmayacağı için muhakkak peşlenmeler meydana

gelecekti. Kontrplak üretiminde kayın ve çam türü ahşap kullanılmaktadır. TS 47 standardına göre deney ve muayenesi yapılmaktadır (Kocataşkın, 1966). Türkiye’de ilk kontrplak fabrikası 1932 yılında “Türk Kontrplâk Fabrikası” adı ile kurulmuştur.

Genel amaçlar için üretilen kontrplâkların görünüş özellikleri aşağıda açıklanmış bulunmaktadır. TS 3105 (1978)’e göre, genel olarak birbirini izleyen iki tabakanın lif doğrultusu birbirine dik olmalıdır. Orta tabaka veya göbeğe göre birbirine simetrik olan tabakalar aynı kalınlıkta ve aynı ahşap türünden veya fiziksel özellikleri birbirine benzer ahşap türlerinden olmalıdır. Plaklar (kaplama levhalar) soyma veya kesme gibi aynı metotla üretilmiş olmalıdır.

Normal kuru koşullarda dış tabakalar 3-5mm’den ve iç tabakalar da 5mm’den kalın olmamalıdır. Yalnız iğne yapraklı ağaç ahşabından yapılan kontrplâklarda dış ve iç tabakaların kalınlıkları 6,5mm’yi geçmemelidir. Kontrplâkların rutubet miktarı fabrika çıkışında %6 ile %14 arasında olmalıdır (Bozkurt ve Göker, 1986).

Yapraklı ağaç kontrplakları		İğne yapraklı ağaç kontrplakları	
Levha sayısı	Nominal kalınlık (mm)	Levha sayısı	Nominal kalınlık (mm)
3	3	3	6.5
	4		8
	5		9.5
	6		13
5	7	5	16
	8		19
	9		22
	10		-
	12		-
7	15	7	26
	19		29
9	22	9	32
	25		-

Çizelge 4.6. ISO Standartlarına göre kontrplâk üretimindeki tabaka sayısı ve kalınlıkları (Bozkurt ve Göker, 1986)

Kontrplák üretimi aşağıda açıklanan safhalardan geçmektedir:

- Tomrukların ısıtılmak suretiyle yumuşatılması,
- Tomrukların kabuklarının soyulması ve bölümlere ayrılması,
- Soyma makinelerinde belli kalınlıklarda kaplama levhalarının elde edilmesi,
- Kaplama levhalarının kusurlarının temizlenmesi ve kurutulması,
- Dar soyma kaplama levhalarının kenarlarının düzeltilerek yan yana eklenmesi,
- Tutkal hazırlama ve tutkallama,
- Kontrplák levhaların tek sayıda olacak şekilde bir araya getirilmesi,
- Presleme ve kondisyonlama,
- Boy kesme, yanlama,
- Zımparalanma, tasnif ve istif.

Kontrtabla ve özellikle kontrplákların sağlamlığı öncelikle kullanılan tutkallara bağlıdır. Tutkal, levha dokusu içerisine kısmen girerek yapıştırma işlemini gerçekleştirmektedir. Yapıştırmada pratik bakımdan hayvansal ve bitkisel tutkallar gibi doğal tutkallar kullanılabilirdiği gibi üre formaldehit ve Fenol formaldehit vb. suni reçineler yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Yapı için kullanılacak kontrplákların empenye edilme zorunluluğu vardır. Bu koruyucu maddeler ya tutkala katılmakta veya homojen bir şekilde yüzeye sürülmektedir (Bozkurt ve Göker, 1986).

Kontrplak imalinde Kayın, Çam ve Gökmar ahşabının karşılaştırılması;

Birim hacim ağırlıklarını incelediğimizde; gökmar kontrplaklarında birim hacim ağırlığının kayın ve çam kontrplaklarına nazaran daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Gökmar plakların birim hacim ağırlığı $0,52 \text{ gr/cm}^3$ iken, çam $0,72 \text{ gr/cm}^3$, kayın ise $0,80 \text{ gr/cm}^3$ olarak saptanmıştır.

Kontrplakların yapışma dayanımı çekme deneyi ile saptanmıştır. Deneyin yapılmasında TS 47'de belirtilen yöntemler uygulanmış ve hesaplamalar yapılmıştır. Yapışma dayanımı en yüksek kayında ($30,7 \text{ kg/cm}^2$), sonra çamda ($27,2 \text{ kg/cm}^2$), en düşük olarak gökmar kontrplaklarda ($13,2 \text{ kg/cm}^2$) bulunmuştur.

Kontrplakların eğilme dayanımı TS 3969'da belirtilen metoda göre tayin edilmiştir. Bütün cinslerde liflere paralel eğilme dayanımı değerleri, liflere dik eğilme dayanımı değerlerinden yüksektir. Ancak, gerek liflere paralel, gerekse liflere dik eğilme dayanımı değerlendirmesinde kayın ve çam cinslerinde bir yakınlık mevcutken her iki yönde de gökmar

kontrplaklarında değerler düşüklük göstermiştir. Bu düşük değerler hemen hemen kayın ve çam kontrplaklarındakinin yarısına yaklaşmıştır.

Kontrplaklarda çekme dayanımı deneyi IS 1534 Hindistan standardı esaslarına göre uygulanmıştır. Liflere paralel ortalama değerlerin liflere dik ortalama değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Ancak bu deneyde de eğilme dayanımı deneyinde olduğu gibi kayın ve çam cinslerinde gerek liflere paralel, gerekse dik yönde çekme dayanımı değerlerinde bir yakınlık mevcutken göknar kontrplaklarında bu değerlerin düşük bulunduğu dikkati çekmektedir.

Kontrplaklarda çivi ve vida tutma deneyi IS 1734 Hindistan standardı esaslarına göre uygulanmıştır. Gerek çivi, gerekse vida tutma bakımından kayın kontrplakları ilk sırayı almış, çam onu izlemiştir; göknar ise her ikisinden de düşük değerler vermiştir.

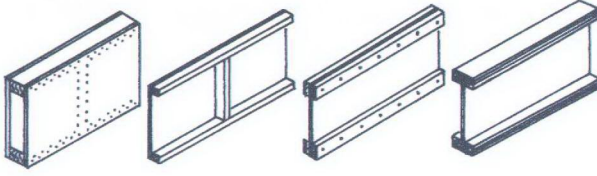
Yapılan testler sonucu elde olunan bütün değerler, göknar odunundan kontrplak yapımının, halen uygulamada kullanılan kayın ve çam kontrplaklarına nazaran düşük teknolojik özellikte bir ürün ortaya çıkaracağını ortaya koymaktadır (Topçuoğlu ve Erkan, 1986).

4.5.1 Kontrplak Gövdeli I Kirişleri

Patenti Ekim 1952 de Mimar Hans Hess tarafından alınmıştır. Gövde kısmı üç kat kontrplaktan teşkil edilmiş olup, üst ve alt başlıkta dalgalı (sinüs eğrisi) olarak açılmış ve tutkallanmış olan yuvalara özel bir makine ile basınçla birleştirilirler. Bunlarda kullanılan tutkal Rezorsin suni reçine tutkalıdır. Bu kirişler çatı konstrüksiyonlarında tatbik edilmektedirler. Gövde kalınlığı 4-8 mm olup, yükseklik ve açıklıkları ($h \leq 40-60\text{cm}$, $l \leq 12,5\text{m}$) olarak sınırlandırılmıştır (Erşen).

4.5.2 Kontrplak Bağlı Ahşap (LVL) Kirişleri

Kontrplaktan farklı olarak soyma kaplama katlarının liflerine paralel olarak yapıştırıldığı laminasyon; "Microllam" kirişleridir. Bu kirişler, kontrplak ve kerestenin bağlanma şekillerine göre kutu, I ve C kesitinde düz veya kavisli biçimde yapılabilmektedir. Kiriş kenarlarını birbirine bağlayan ve sabitleyen kontrplak "web" kısmı makaslama gerilmelerine karşı direnci sağlarken, "flanges" denilen ve kenarlarda kiriş olarak kullanılan ahşap ve LVL'ler de eğilme gerilmelerine karşı direnci sağlamaktadırlar. Kontrplak bağlı ahşap veya LVL (Laminated Veneer Lumber) kirişleri, kesit şekillerine göre aşağıda ayrı ayrı incelenmiştir.



Şekil 4.12. a)Kutu kiriş, b)C-kiriş, c)Çivi birleştirmeli I kirişi, d)Tutkallı LVL “I” kirişi
(Şenver, 2002)

4.5.2.1 Kutu Kirişler

Kullanımda en yaygın kontrplak bağlı kiriş türüdür. Hafif, yüksek direnç ve sağlamlığa sahip olmalarının yanında üretim süreçleri de basittir. Kutu kirişler evlerde, endüstriyel, tarımsal ve ticari uygulamalarda kolayca kullanılmaktadır (Şekil 4.12).

4.5.2.2 “C” Kirişler

“C” Kesitli kontrplak bağlı kirişler kutu kirişler kadar yaygın değildir. Evlerde tavan döşeme kirişlemelerinde, endüstriyel ve tarımsal uygulamalarda ise çatı aşıkları olarak kullanılmaktadır. Basit bir, yerinde çivileme işlemi sayesinde 10 metreye kadar olan açıklık “C” kesitli çatı aşıklarıyla geçilebilmektedir (Şekil 4.12).

4.5.2.3 I–Kirişler

Kontrplak bağlı “I” kirişler, çivili ve tutkallı birleştirmelerle oluşturulabilmektedir. Tutkallı birleştirmelerle oluşturulan “I” kirişlerine, kontrplak (web) ile kereste ya da LVL (Flanges) arasındaki yüksek dirençli tutkal birleştirmesi sayesinde daha çok güvenilmektedir. Bu durum fabrika kontrollü parmak dişli birleştirme, tutkal karıştırma ve saklama tekniklerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. “I” kirişlerle geçilebilecek açıklık yaklaşık olarak 20 metreyle sınırlıdır (Şekil 4.12) (Şenver, 2002).

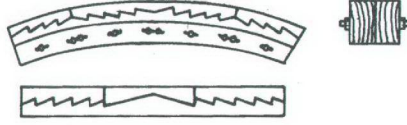
4.6 Tabakalı Tutkallı Ahşaptan Yapılan Taşıyıcı Yapı Elemanları

Taşıyıcı iskeletin oluşturulmasında ana birleşim elemanı olarak tutkal kullanılan yapılar “tutkallı ahşap yapılar” olarak adlandırılmaktadır. (Duman, 1964) Bu yapı ürününü, genel olarak değişik ölçülerdeki bağımsız ahşap tabakaların, kontrollü endüstri koşullarında ve özel bağlayıcılarla tutkalanıp birleştirilmesinden oluşan bir ahşap yapı elemanı olarak da tanımlayabiliriz (Şenol, 2001).

Yapıda açıklık geçmek için kullanılan kirişler, kafes kiriş, kutu veya tabakalı tutkallı (lâmine) kiriş elemanları ve kabukları bu grupta saymak mümkündür. Ahşap malzemelerle tomruk boyuna bağlı olarak max. 5m. açıklık geçmek mümkün olmuştur. Burada özellikle suni ahşap malzemenin üretim imkânlarından yararlanılmıştır.

Ayrıca, günümüzde de taşıyıcı eleman olarak karkas duvar ve çatı kuruluşunda, geleneksel yapı sistemlerine benzer yöntemlerle uygulanmaktadır. Kullanılan ağaç türleri genellikle çam, köknar, lâdin, kayın, meşe ve kestanedir.

Tabakalı ahşap elemanlarla oluşturulan sistemlerin kullanımının tarihsel gelişim süreci Şekil 4.13’de anlatılmıştır.



MS. 1500, Leonardo Da Vinci



MS. 1600, Veranzio



MS. 1600, Delorme



MS. 1700, Del Rosso



MS. 1800, Emy



MS. 1800, Migneron



MS. 1800, Wieberking



MS. 1900, Hetzer

Şekil 4.13. Tabakalı tutkallı ahşabın tarihsel gelişim süreci (Şenol, 2001)

1900'lü yılların başında Alman Otto Karl Fredrich Hetzer'in tabakalı ahşap teknolojisi ile ilgili patentleri aldığı bilinmektedir. 1906 yılında Almanya'da aldığı patent (patent no:#197773) tabakalı ahşap teknolojisiyle üretilen eğrisel elemanların başlangıcıdır. Yirminci yüzyılın ilk yarısında alınan patentler endüstrilemiş Avrupa ülkeleri tarafından onaylanmıştır. Almanya, İsviçre ve İskandinav ülkeleri bu teknolojiyi ilk kullanan ülkeler olmuştur (Rhude, 1996).

Tabakalı tutkallı ahşap teknolojisi ile üretilen yapı elemanlarının oluşturulmasında Hetzer sistemi önemli bir yer tutmaktadır. Hetzer sistemi ile gelişme gösteren bu süreç aşağıda anlatılan Kampf ve Wolff sistemleri ile daha geliştirilmiştir.

Hetzer Sistemi,

Bu sistemde, tahtalar (lâmeler) geniş yüzleri boyunca lifleri paralel gelecek şekilde üst üste tutkallanıp preslenirler. Bu esasa göre istenilen ölçülerde dikdörtgen veya I- kesitli ahşap yapı elemanları elde etmek mümkün olmuştur. Hetzer sistemi tutkallı taşıyıcı ahşap yapının temelini teşkil etmektedir (Erşen).

Dikdörtgen kesitli Hetzer tipi taşıyıcı elemanlarda maksimum genişlik 20 cm, maksimum kalınlık ise 3 cm olarak saptanmıştır. Lamellerin ince olması; ahşabın kuruması, şekil verilmesi ve hafif olması bakımından avantajlar sağlamaktadır.

Kampf Sistemi,

I kesitli Hetzer sistemlerinden sonra piyasada ilk defa görülen bir sistemdir. Bu sistemlerde gövde iki veya üç katlı eşit aralıkta 5 m uzunluktaki lâmelerin tutkallanması ve preslenmesiyle elde edilir.

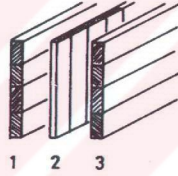
Kampf sistemi Hetzer sisteminden malzeme bakımından ekonomik ancak işçilik bakımından ise ekonomik değildir. 5m uzunlukta elde edilen bu gövde plâklar dişli geçmeli olarak birbirleriyle birleştirilerek istenilen uzunlukta elde edilirler. Başlık levhaları da yanlarına yapıştırılıp çivilenirler. Burada çiviler tutkal için gerekli olan basıncı temin ederler. Gövde levhaları en fazla 5m uzunluk ve 1,20m yükseklikte imal edilirler. Başlık levhaları da dişli geçmeli olarak istenildiği kadar uzatılabilir. Gövdenin çift olarak tertip edilmesiyle sandık kesitler elde edilmektedirler. Bunlarda burulma emniyeti oldukça fazladır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Kampf sistemi gövde elemanları (Erşen)

Wolff Sistemi,

Kampf sisteminden sonra yapılan bu sistemdeki tek fark gövdenin teşkilindedir. Üç katlı olarak teşkil edilen gövdenin ortasındaki lâmeler dış lâmelerle 90°'lik açı yapacak şekilde yerleştirilmişlerdir (Şekil 4.15). Orta lâmelerin kalınlıkları 8-10mm, dış lâmelerin kalınlıkları ≤ 35 mm olarak sınırlandırılmıştır.



Şekil 4.15. Wolff sistemi gövde elemanları (Erşen)

4.6.1 Kirişler

Kirişlerin üretimi, standart kirişler ve tasarıma göre üretilen özel kirişler olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır.

Standart kirişler, projeden bağımsız olarak, standart genişlik, yükseklik ve uzunluklarda, hiçbir özel kesimi, boşluğu, girintisi, gömme ankraji aksesuarları olmayan, tüm yüzeyleri düzgün ve emprenye sıvısı ile kaplanmamış yapı elemanlarıdır.

Tasarıma göre üretilen özel kirişler, standart kirişlerden farklı olarak, projeye göre değişken boyutlara sahip detaylara göre değişik açılarda kesimi yapılan, girinti ve boşlukları olan, gerekli durumlarda gömme ankrajlar ve diğer aksesuarları yerleştirilmiş, istenilen renkte

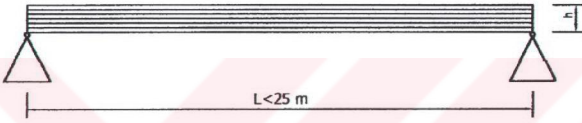
empenye sıvısı ile kaplanmış, kullanım yerine göre melamin veya rezorsin tutkalı ile üretilmiş yapı elemanlarıdır (Vural, 2000).

Kirişlerin üretiminde statik hesaplama normu olarak; DIN 1052 ve EURO CODE 5 kullanılmaktadır.

Kirişlerin üretimi; düz kiriş, trapez kiriş, eğrisel kiriş ve kemer kiriş biçiminde yapılmaktadır.

4.6.1.1 Düz Kirişler

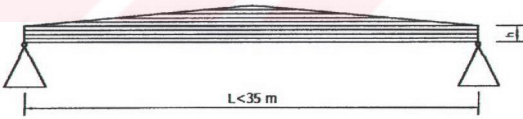
Maksimum 30 metre açıklık geçebilen düz kirişler standart boyutlarda üretildiği gibi tasarıma göre istenilen boyutlarda ve özel kesimlerde de üretilebilmektedir.



Şekil 4.16. Düz kiriş (Vural, 2000)

4.6.1.2 Trapez Kirişler

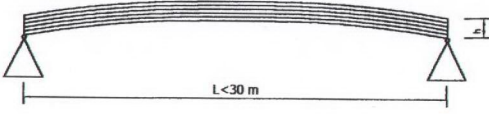
Trapez kirişler standart şekillerde üretildikleri gibi üstü trapez, altı eğrisel kiriş formu gibi özel şekillerde de üretilebilmektedir.



Şekil 4.17. Trapez kiriş (Vural, 2000)

4.6.1.3 Eğrisel Kirişler

Eğrisel kirişler standart şekillerde üretildikleri gibi altı eğrisel, üstü trapez kiriş formu gibi özel şekillerde de üretilebilmektedir.



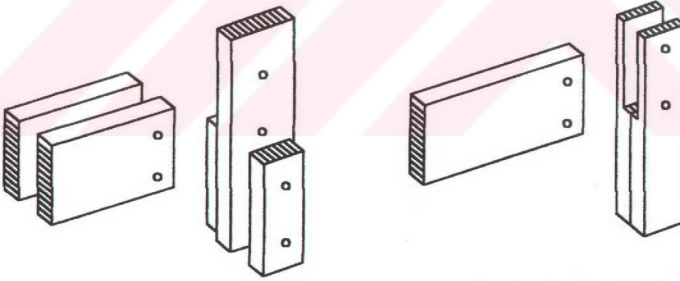
Şekil 4.18. Eğrisel kiriş (Vural, 2000)

4.6.1.4 Kemer Kirişler

Tabakalı ahşap yapı elemanları kullanılarak oluşturulan kemer kirişlerle 20 metreden başlayarak 100 metreye kadar açıklıklar geçilebilmektedir.

4.6.2 Kolonlar

Ahşabın endüstriyel bir süreçten geçmiş olması ve ahşap malzemedeki kusurların tabakalı elemanlarda eşit olarak dağılmış olması, tabakalı ahşap kolonların, mekanik özellikler olarak, masif ahşap kolonlardan daha üstün özellikler göstermesine neden olur (Şekil 4.19) (Faherty ve Williamson, 1989).



Şekil 4.19. Kolonlar (Hoor vd., 1989)

4.7 Tabakalı Tutkallı Ahşaptan Yapılan Strüktür Yapı Sistemleri

Tutkallı yapı sistemleri başlıca iki tiptir. Birincisi tutkalla yan yana yapıştırılmış tabakalar, ikincisi ise tutkalla yapıştırılmak suretiyle teşkil edilmiş karışık kesitler. Tabakalı tipte iki veya daha çok sayıda tabaka, lifleri birbirine paralel olmak üzere yapıştırılmıştır. Bu tip

sistemler çok eski zamanlardan beri mobilyacılıkta ve spor eşyaları yapılmasında kullanılmıştır. Eski Türk okçularının dünyaca meşhur yayları bunun en güzel örneğidir. Sonraları bu sistem yapı işlerinde de kullanılmaya başlanmış ve ikinci dünya savaşı sırasında çekilen çelik kılığı, bu sistemin çabuk gelişmesini sağlamıştır. Bilhassa büyük açıklıklı yapılar ve ahşap kemerler yapılmasına elverişlidir. İç işlerde kullanılacak sistemler kazein tutkalları (TS 92) ile, dış etkilere açık olacak sistemler ise sentetik reçine tutkalları ile (TS 93) yapıştırılmaktadır.

Tutkallı tabakalı sistemler, kuru ahşapla yapılmışsa, bu ahşap sonradan rutubetli ortamlarda kullanılsa bile yine kuru kalmaktadır. Yani tutkal tabakaları ahşabın rutubet almasını önlemektedir. Şu halde tutkallı sistemin en büyük faydası, ahşabın kuru durumdaki en yüksek mukavemetinden, her türlü şartlar altında istifade edilmesini sağlamasıdır. Buna karşılık som ahşaptan yapılan sistemde ise, ahşabın rutubetli durumundaki mukavemetini esas almak gerekmektedir.

Tutkallı tabakalı sistemin başka faydaları, peşlenmelere, çatlamalara yer vermemesi, büyük parçalı ahşap yerine daha küçük parçaların kullanılmasına imkân vermesi, mukavemetleri en yüksek olanların kesitin en çok gerilme alan kısımlarına gelecek şekilde kullanılmasını sağlamasıdır. Ayrıca yapıştırma işlemi sırasında, parçalardaki budak, v.s. gibi kusurları da kesitlerin önemsiz kısımlarına gelecek şekilde ayarlama imkânı vermektedir.

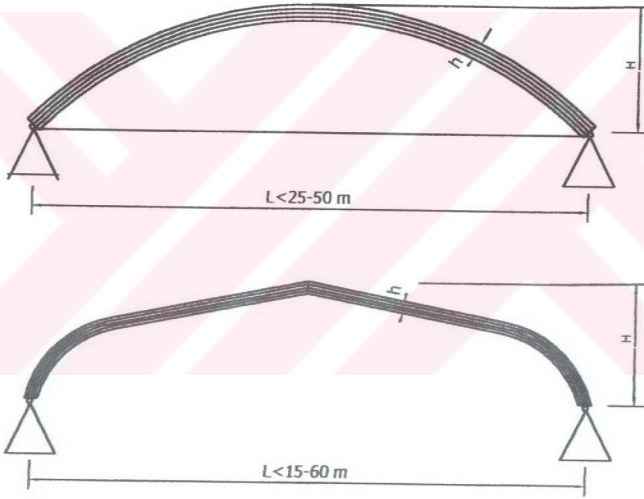
Tutkallı ahşap yapı sistemleri ikinci dünya savaşı sırasındaki çelik kılığı dolayısıyla çok çabuk gelişmiş olmakla beraber, savaştan sonra bu kılığın ortadan kalkınca, bir gerileme geçirmiştir. Çünkü bu sistemin faydaları kadar mahsurları ve güçlükleri de vardır. Öncelikle iç gerilmelerin doğmasını önleyecek tedbirler almak gerekir. Hava şartlarına açık kalacak ahşabı yapıştırmadan önce koruyucu maddelerle empenye etmek gerekir ve bu şekilde empenye edilmiş ahşabın her türlü tutkalla yapıştırılması mümkün olmamaktadır. En önemlisi ise yapıştırma işleminin kalitesini kontroldeki güçlüktür.

Parçalarını tutkalla yapıştırmak suretiyle teşkil edilmiş karışık ahşap kesitler, başlık levhaları normal ahşaptan gövde levhaları kontrplaktan yapılmış I,T ve ya kutu kesitlerdir. Bu kesit şekilleri malzemeyi en çok gerilme alacak kısımlara getirdiği için ekonomik sonuçlar vermektedir. Fakat işçilik giderleri de yüksektir ve bazen malzemededen edilecek kârı aşmaktadır. Bu gibi kirişlerin boyutlandırılması, çelik kirişlerini gibidir (Kocataşkın, 1966).

4.7.1 Çerçeve Sistemler

Özellikle geniş açıklıklı endüstriyel yapılarda, spor salonlarında, yüzme havuzlarında kullanılan bu sistemde, hem düz hem de eğrisel tabakalı ahşap yapı elemanları ağırlıkla kullanılmaktadır (Şekil 4.20.). Diğer gruplardan farklı olarak, kurulan çerçeve ile betonarme veya çelik düşey taşıyıcılara gereksinim duymadan, yapının tümü çözümlenebilmektedir. Bu tip sistemlerde yatay kuvvetleri karşılamak üzere, iki mafsalsı bağlayan ahşap veya çelik malzemeden yapılmış çekme çubukları kullanılarak, hem kolon hem de temellerin statik tasarımında önemli rahatlıklar elde edilir [2].

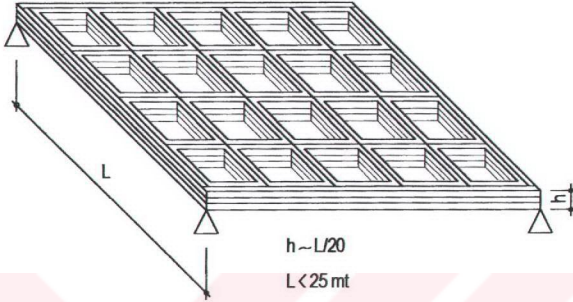
Eğrisel formda oluşturulan çerçeve sistemlerle 15-60 metre açıklık geçilebilirken, diğerlerinin geçtiği açıklık 15-45 metre arasındadır (Şekil 4.16) (Mutlubaş, 1999).



Şekil 4.20. Çerçeve sistemler (Vural, 2000)

4.7.2 Kaset Döşemeler

Tabakalı ahşap yapı elemanlarıyla oluşturulan kaset döşeme sistemleriyle (Şekil 4.21) 25 metreye kadar açıklıklar geçilebilmektedir (Mutlubaş, 1999).

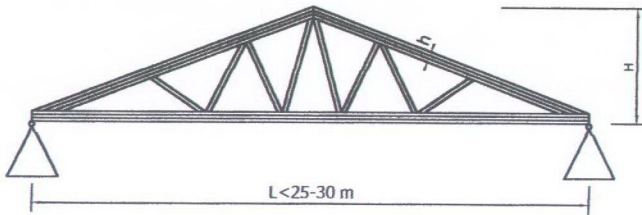


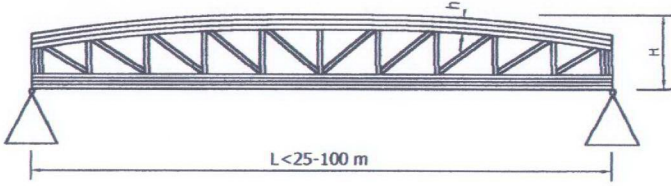
Şekil 4.21. Kaset döşeme (Vural, 2000)

4.7.3 Çatı Makasları

Alt başlığı ve/veya çaprazları çelik olan, alt ve üst başlıklar ahşap olan değişik açılarda kompoze edilmiş makasların önemli özellikleri; açıklık geçmedeki performansları ve yapı yüksekliğinin kritik olduğu durumlarda asgari makas yüksekliğini sağlamalarıdır (Şekil 4.22) (Vural, 2000).

Üçgen makaslarla 5-45 metre, 15-45 metre, 25-80 metre, düz makaslarla 15-80 metre, trapez makaslarla 25-100 metre, kademeli makaslarla 30-60 metre açıklıklar geçilebilmektedir (Mutlubaş, 1999).



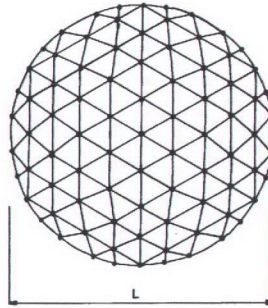


Şekil 4.22. Çatı makasları (Vural, 2000)

4.7.4 Geodezik Sistemler

İşlevleri nedeniyle, çok uzun ve geniş bir geometriye gereksinim duyan, ancak yapı yükseklikleri de sınırlı olan büyük spor yapıları, çok amaçlı spor ve sergi salonları, hangarlar vb. yapılarda çerçeve sistemler yeterli olmamaktadır. Çok büyük açıkları tam veya basık kubbesel formları, çok narin kirişlerle oluşturmak için bu sistemler kullanılmaktadır (Şekil 4.23). Eklemelerde galvaniz veya paslanmaz çelik eklem parçaları kullanılmakta, dolayısıyla bağlantı parçaları kirişler kadar önem kazanmaktadır. Elde edilen en önemli sonuç, statik olarak büyük bir hafiflik elde edilmesi ve standartlaşmanın en üst düzeye yükseltilmesidir. Küresel formun elde edilmesi için, eğrisel ahşap kirişler uzay sistemin çubukları olarak kullanılırlar. Birleşim yeri sayısının azaltılması için, bu çubuksal elemanların boyutları önem kazanmaktadır [2].

Geodezik kubbeler, 200 metreye kadar olan açıklıkları geçmekte kullanılmaktadır (Mutlubaş, 1999).



Şekil 4.23. Geodezik sistem (Vural, 2000)

5. GELİŞMİŞ AHŞAP STRÜKTÜRLERİN MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE İNCELENMESİ

5.1 Masif Ahşabın Statik Analizi

Bir ahşap parçasının mukavemeti, onu meydana getiren ahşap iplikleri denilen liflerin miktarına ve özelliklerine bağlıdır. Bu özellikler ahşabın statik ve dinamik yükler karşısında göstereceği direnci etkilemekte ve belirlemektedir (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1	Masif Ahşap Malzemenin Emniyet Gerilmeleri (kgf/cm ²)			
Çalışma Şekli	İğne Yapraklı Ağaç Sınıfları			Meşe ve Kayın
	I	II	III	
Eğilme	130	100	70	110
Çekme	105	85	0	100
Basınç	110	85	60	100

Çizelge 5.1. Masif ahşap malzemenin emniyet gerilmeleri (Türkçü, 1997)

Ahşap yapısında, ağacın yetişmesi sırasında oluşan gövde kusurları basınç, eğilme ve çekme direncini etkileyerek mukavemetin düşmesine sebep olur.

Ağaç malzeme boyuna yönde önemli derecede yüksek direnç özelliklerine sahiptir. Liflere dik yöndekinden 4-15 defa daha yüksek boyuna yönde dirençlidir. Özellikle uzun lifli ağaçlarda lifleri kırılma noktasına gelmeden önce kopmaya başlayarak sesle tehlikeyi haber verebilmektedir (Şenol, 2001).

Bir sonraki bölümde açıklanacak olan mekanik özelliklere göre; ahşap malzeme kullanımında standartlaşmaya gidilmesinin sonucu olarak ahşap kalitesine göre sınıflara ayrılmıştır. Türkiye’de üç sınıfa ayrılan ahşabın sınıflandırılmasına esas olan özellikler aşağıdaki Çizelge 5.2.’de açıklanmıştır;

ÖZELLİKLER	SINIF I	SINIF II	SINIF III
BÜNYE KUSURLARI	KIRMIZI VE BEYAZ ÇÜRÜKLER, KAHVE RENGİ ŞERİTLER, AYRIK HALKALAR, HALKA, YILDIRIM VE DON ÇATLAKLARI, KURT VE HAŞERE YENİĞİ OYUKLAR VEYA DELİKLER BULUNMAYACAKTIR. ANCAK KURUDA KULLANILACAKSA MAVİLİK VEYA KIRMIZI SERT ŞERİTLER BULLUNABİLİR.	KAHVE RENGİ ŞERİTLER HALKAVARI KABUKLANMALAR BULUNMAYACAKTIR. AŞIRI UZUNLUKTA OLMAMAK ŞARTIYLA YILDIRIM VE DON ÇATLAKLARI BULUNABİLİR. KURUDA KULLANILACAK KURU AHŞAPTA NEM ORANI %20 DEN AZ, BU SINIFLAR İÇİN MÜSADE EDİLEN EN BÜYÜK BUDAK ÇAPINDAN BÜYÜK OLMAMAK ŞARTIYLA KIRMIZI VEYA BEYAZ ÇÜRÜKLER SAHTIHA KURT VE HAŞERE YENİĞİ BULUNABİLİR.	
İYİ DESTERLENMEMESİ YÜZÜNDEN YARI KURU AHŞAP ENKESİTİNDE BOYUT HATASI	0	AHŞABIN ANCAK %10 UNDA VE EN ÇOK %3 ORANINDA	TEKİL HAŞERE OYUKLARINA MÜSADE VARDIR. AHŞABIN ANCAK %10 UNDA VE EN ÇOK %5 ORANINDA
%20 NEMLI AHŞAPTA BİRİM HACİM AĞIRLIĞININ MINIMUM DEĞERİ (Kg/dm ³)	DENEYLİK PARÇALARLA		
	AĞAÇ CİNSİ	BUDAK	BUDAKSIZ
	GÖKNAR VE LADIN ÇAM VE KARA ÇAM	0,40 0,45	0,38 0,42
YILLIK HALKA KALINLIKLARI	ENKESİT ALANININ EN ÇOK YARISINDA 4 mm. DEN FAZLA OLABİLİR		SINIRLANDIRILMAMIŞ
BUDAKLAR a) BÜYÜK BUDAĞIN GÖRÜNEN EN KÜÇÜK ÇAP/ENKESİT YÜKSEKLİĞİ = d/h b) EĞİLME VE BASINCA ÇALIŞAN DİKDÖRTGEN ÇUBUKLARDAN h/b > 2 OLDUĞU TAKTİRDE KÖŞE BUDAKLARI İÇİN LİMİT DEĞERLER c) BUDAĞIN GÖRÜNDÜĞÜ YÜZÜN HER 15 cm BOYUNDAKİ BUDAK ÇAPLARI TOPLAMI	d/h < 1/5 VE d < 5 cm d/h < 1/3 VE d < 7 cm Σ d < 2/5 h	d/h < 1/3 VE d < 2 cm d/h < 1/3 Σ d < 2/3 h	d/h < 1/2 sınırlanmamış Σ d < 3/4 h

Çizelge 5.2. Ahşabın sınıflandırılmasına esas olan özellikler (Kocataşkın, 1966)

Ahşap İnşaat Şartnamesi'nde (TS. 647) üç sınıf ahşap kalitesi dikkate alınarak bunların emniyet gerilmeleri şöyle kabul edilmiştir (Çizelge 5.3).

ÇALIŞMA ŞEKLİ	AHŞAP SINIF III		AHŞAP SINIF II		AHŞAP SINIF I	
	Çam	Meşe ve Kayın	Çam	Meşe ve Kayın	Çam	Meşe ve Kayın
Eğilme	70	75	100	110	130	140
Mafsalsız sürekli kirişlerde eğilme	75	80	110	120	140	155
Lifler doğrultusunda çekme	0	0	85	100	105	110
Lifler doğrultusunda basınç	60	70	85	100	110	120
Lifler dik doğrultuda basınç	20	30	20	30	20	30
Hafif ezilmelerin fazla bir etkisi olmayan yapı kısımlarında Lifler dik ezilme	25	40	25	40	25	40
Lifler doğrultusunda makaslama	9	10	9	10	9	12
Lifler dik doğrultuda makaslama	27	30	27	30	27	36

Çizelge 5.3. Ahşap yapılarda emniyet gerilmeleri (kg/cm²) (Şenver, 2002)

Yine aynı şartnameye göre elastik deformasyon (örneğin, sehim ya da liflere dik doğrultuda ezilme) hesaplarında kullanılacak Elastikiyet modülü (E) değerleri için; Çamlarda //100.000 kg/cm², T (dik) 3.000 kg/cm²; Meşe ve kayında // 125.000 kg/cm², T (dik) 6.000 N/mm² olarak kabul edilmiştir (T liflere dik, // liflere paralel) (Şenver, 2002).

Ağaç malzemedeki % 1'lik rutubet artışı; elastikiyet modülünde % 2, çekme direncinde % 3, liflere paralel basınç değerlerinde % 6, eğilme direncinde % 4, şok direncinde % 0,5, makaslama direncinde % 3 direnç azalmasına yol açmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1987).

Yapı konstrüksiyonunun performansı, kullanılan ahşap yapı elemanlarının bünyesel performansı ile birleşim noktalarında kullanılan teknik ve malzemelerin de tamamlayıcı özelliklerine bağlı olduğu unutulmamalıdır. Ahşap yapı elemanının masif kullanımında birleşim noktalarında çelik levhalar, çivi, tutkallı parmak ve kırılgaç kuyruğu şeklindeki geçmeli birleşimler kullanılmaktadır.

Liflere paralel yöndeki hava kurusunda basınç mukavemetinin, yine hava kurusu halindeki özgül ağırlığının yüz katı oranına statik nitelik değeri denir. Bu oran ahşabın kalitesi hakkında bir fikir verir. Buna göre bu katsayı (7)'den küçük ise ahşap düşük kaliteli, (7-10) arasında ise ahşap orta kaliteli, (10)'dan büyüğe yüksek kaliteli ahşap anlamına gelmektedir. Yapı ahşabına yönelik statik nitelik değerlerine ait katsayılar Çizelge 5.4'de verilmiştir (Karabulut, 2000).

Ahşap cinsi	Statik K.Değeri	Ahşap cinsi	Statik K.Değeri
Doğu Ladini	7	Meşe	7,5
Kökнар	7,9	Doğu kayını	5,5
Karaçam	7,1	Gürgen	7
Sarıçam	7,3	Kestane	7,2
Kızıl çam	7,7	Akasya	7,6
Sedir	7,6	Kanada kavağı	7,5
Kara kavak	-	Ak kavak	6,7

Çizelge 5.4. Bazı ahşap cinslerinin statik nitelik değerlerine ait katsayılar (Karabulut, 2000)
Ahşabın deprem yükleri altında çalışmasını incelediğimizde; depremi iyi tanımalı ve yapılarla olan dinamik etkilerini iyi bilmeliyiz.

Deprem dünyanın, daha doğrusu insanoğlunun ayaklarını çoğunluk sağlamca bastığını sandığı taşkürenin oluşum süreci içinde, kendini bildiği zamanlardan bu yana karşılaştığı bir doğa olayı (Batırbaygil, 2001).

Depremler masif yer kabuğundaki doğal ve tektonik değişimlerin sonucudurlar ve aslında doğasında afet yoktur. Depremlerin kötü algılanmaları; binalar depremlerin ürettiği gerilme kuvvetleriyle çıktığı zaman insan yerleşimlerinin yıkılmış olmasından gelmektedir. Bu yıkım depremlerin hatası değildir. Bu daha çok, sürekli olarak deprem oluşan bölgelerde bile, periyodik olarak açığa çıkan kuvvetlerle uyumlu biçimde tasarlanmayan binaların suçudur. Bu nedenle, önemli yaralanmalar ve can kayıplarıyla birlikte binalar çöker (Woods).

Depreme karşı ilk önlem, öncelikle amaca uygun, doğru zemini bulmaktır. Daha sonrası ise, bina tasarımı, yapı tasarımı ve yapım süreçleriyle (teknoloji kullanımı, etik ilişkiler vs) ilgilidir.

Batırbaygil'e göre; deprem konusunda üzerine gidilmesi gereken bir başka konu da, dayanıklılık için doluluklar, ağırlıklar oluşturulmasıdır. Handiyse piramitler gibi. Bu durumda belki hakikaten mezar inşa ediyor olabilirsiniz. Mutlak ifadeler, içlerinde kendi doğrularını barındırmakla birlikte; her zaman, her özgül durumda yeniden tartışılmalıdır. Bu noktada ülkemizin ve Japonya'nın geleneksel mimarisindeki ahşap kullanımını bir kez daha hatırlatmak isterim. Depreme karşı yapılan binalar saydam ve hafif olmaz diye bir şey yok. Çağın düşüncesinde tam aksine, can kurtarmanın yolu hafif yapılardan geçiyor.

Doğanın canlı organizmalarda dayanıklılık problemini çözmek üzere kendi düzeninde sahip olduğu en güçlü araçlardan biri kuvvet mikro parçalanmasıdır. Doğal bir yapının yüksek dozda enerji absorbe etmesi gerektiği zaman o, dayanıklı malzeme gibi kütleli yığılmaz. Aksine karşılık kuvvetler binlerce dayanıklı lif içinde bölünerek dağıtılır. Kırılgan, kaotik yapıya lifler ve hava konsantre lifli masif tek elemandan on kere daha fazla dayanıklıdır (Pioz).

Yeni yada yenilenmiş her tür yapı, deneyim yüzyılıının damgasını taşıyan 7 ana prensibe uygun olmalıdır.

- Hacimler ve rijitliğin simetrisi prensibi.
- Boyutsal oranda uyum prensibi.
- Hafiflik ve alçak merkezli yer çekimini savunan karşıt yerçekimi prensibi.
- Aynı tarzda davranan dayanıklı malzeme kullanma prensibi.
- Yeterli esneklikte, yoğun ve uygun rijit çözümler kullanan altyapı sağlamlığı prensibi.
- Düşey ve yatay çerçeve ve kenarlar kullanan bir kapalı çevre prensibi.
- Bina sarsıntılara maruz kaldığında minimum etkilenmeye izin veren anlayışlar ve düzenler kullanan yalıtım prensibi.

Amaç, yapının tasarımında mümkün olan en mükemmel strüktürel düzeni araştırmak ve zorunlu ya da tavsiye edilen sonucu kanıtlanmış iyi bina uygulamaları yürütmektir (Jimenez-Llopis).

Depremlerde kuvvetler, ahşap malzemeyi statik şekilde değil dinamik şekilde etkiler. Kısa süreli basınç altında kalan bir giriş statik etki altında kalandan daha yüksek bir kırılma direnci gösterir. Ahşap malzeme statik yükün % 150'sine kadar, yüklere karşı çok kısa sürelerde karşı koyabilmektedir. Ahşap malzeme elastik yapısı nedeniyle şok şeklindeki kuvvetleri daha kolay absorbe eder.

Elastiklik sınırı aşıldıktan sonra uzunca bir süre şekil değiştirerek kırılmaya karşı koyan ahşabın deformasyon ve eğilme kabiliyeti yüksektir. Yani yarı plastik deformasyon diğer yapı malzemelerine göre daha uzun süre devam eder. Ahşapta elastiklik sınırı ile kırılma sınırı arasındaki mesafe oldukça fazladır.

Yapı elemanlarının birleşme yerlerinin direnci, betonarme binalarda diğer faktörler yanında etriye sıklığının artırılması ile sağlanırken ahşap binalarda aynı husus çivi, vida, bulon, metal levha vb. birleştirme materyallerinin değişik sayı, boy, çap ve tiplerinin tesbiti ile gerçekleştirilmektedir (Şenol, 2001).

David Yeomans'a göre; Ahşabın depreme dayanıklılık bakımından betonarme binalardan daha iyi olduğunu anlamak için, öncelikle bir deprem sırasında neler yaşandığını düşünelim. Deprem sırasında yer hareket eder. Bu hareketin binaya aktarılması ve binanın da yer ile

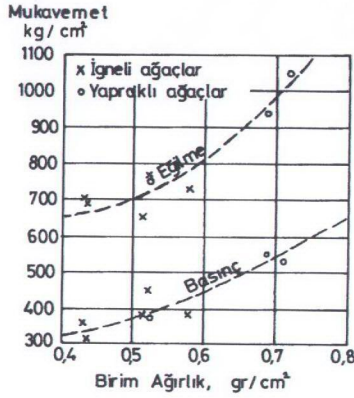
beraber hareket etmesi gerekir. Bu hareket sırasında ortaya çıkan kuvvetler bina üzerinde etkili olur. İnşaatta kullanılan malzemelerin bu kuvvetlere dayanamaması sonucunda bina çöker.

Doğal olarak, bina ne kadar ağırsa, yer hareket ettiğinde binanın içinden aktarılması gereken kuvvetler de o derece büyük olur. Dolayısıyla, bina ne kadar hafifse, bina içinde dolaşan kuvvetler de o derece küçük olacaktır. Zeminlerin ve çatının daha hafif bir malzemedan yapılmış olması halinde, duvarların da daha az bir kuvvetle dayanmasının yeterli olacağı çok açıktır. Ancak, aynı durum duvarların kendisi için de geçerlidir. Duvarlar daha hafif yapılırsa, bunların üzerinde etkili olan kuvvetler daha da küçük olacaktır.

Daha hafif ama daha zayıf bir malzeme işimize yaramaz. Dolayısıyla, ihtiyacımız olan malzeme, sağlamlık-ağırlık oranı yüksek olan bir malzemedir. Gerçekten de ahşabın kuvveti, yaygın olarak kullanılan beton cinslerinin kuvvetine hemen hemen eşittir. Ahşap çok daha hafif bir malzeme olduğundan sağlamlık-ağırlık oranı çok daha yüksektir ve dolayısıyla çok daha iyi bir inşaat malzemesidir (Dr. David Yeomans).

5.1.1 İç Yapının ve Kusurlarının Mukavemete Etkisi

Bütün ahşap cinsleri sudan hafiftir. Birim ağırlıkları 0,431 ile 0,720 g/cm³ arasında değişmektedir. Ağırlıklardaki bu farklar, hücrelerin boyutlarındaki ve hücre çeperlerinin kalınlıklarındaki farklardan ileri gelmektedir. Birim ağırlık, odun içindeki hakiki ahşap ipliği miktarının bir ölçüsü olarak kabul edilebilir. Bir ahşap parçasının mukavemeti, onu meydana getiren ahşap ipliklerinin miktarına bağlı olacağı için, mukavemetin birim ağırlıkla orantılı olacağı beklenir. Çizelge 5.5'de basınç ve eğilme mukavemetlerinin birim ağırlıkla birlikte arttıklarını açıkça göstermektedir.

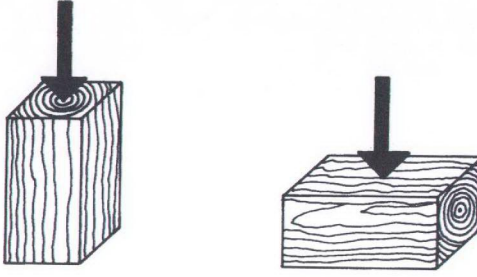


Çizelge 5.5. Ahşap mukavemetinin birim ağırlıkla değişmesi (Kocataşkın, 1966)

Bir ahşap parçasının mekanik özellikleri üzerinde, budak ve yarıkların sayısı, liflerin eğrilik derecesi, v.s. gibi kusurların bulunuşu önemli etki yapar. Genel olarak aynı bir ahşap parçasından çıkarılmış küçük ve kusursuz bir numune, parçanın bütününe kıyasla daha yüksek mukavemet gösterir (Kocataşkın, 1966).

5.1.2 Lif Doğrultusunun Mukavemete Etkisi

Küçük ve kusursuz ahşap numuneleri üzerinde elde edilmiş olan mekanik özellikler, her şeyden önce kuvvetle lifler arasındaki açığa bağlıdır. Liflere dik basınç kuvveti boru şeklindeki hücrelerin çeperlerini ezeceği için bu doğrultuda büyük bir mukavemet yoktur. Liflere paralel basınç kuvveti, boru demetlerinin birer kolon gibi basınca ve flambaja çalışmasına yol açar (Şekil 5.1). Böylece kırılmaya hem çeperleri oluşturan lignoselüloz maddesi, hem de boruları birbirine yapıştıran pektoselüloz maddesi karşı koyar. Mukavemet yüksektir, fakat pektoselülözün jel karakteri yüzünden, ahşaptaki su miktarının mukavemet üzerine önemli etkisi vardır.



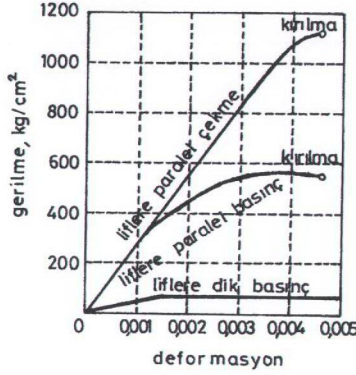
Şekil 5.1. Lif yönüne paralel basınç (solda), lif yönüne dik basınç (sağda) (Karabulut, 2000)

Çekme mukavemetlerinde, liflere dik çekme kuvveti liflerin birbirinden ayrılmasına yol açar. Liflere paralel çekme kuvveti ise, liflerin kopmasına yol açar. Kopma lignoselülozdan olur. Dolayısıyla mukavemet çok yüksektir ve ahşaptaki su miktarının önemli etkisi yoktur. Ancak çatlak, yarık, budak gibi kusurların mukavemeti düşüreceği beklenir. Yarılm pektoselülozdan olur ve mukavemet düşüktür (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Ahşabın yarılmısı (Karabulut, 2000)

Ahşabın mekanik özelliklerinin liflere paralel ve dik doğrultudaki değişik karakteri, Çizelge 5.6'de, ahşabın basınç ve çekme kuvveti altındaki farklı durumu için belirtilmiştir (Kocataşkın, 1966).

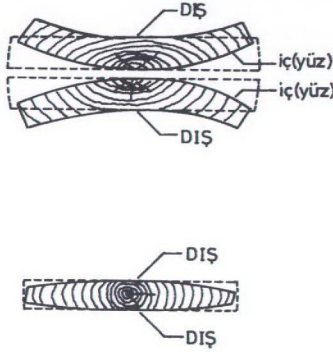


Çizelge 5.6. Yükün karakterine ve liflere göre olan doğrultusuna bağlı olarak ahşapta gerilme-deformasyon bağıntıları (Kocataşkın, 1966)

5.1.3 Su Miktarının Mukavemete Etkisi

Ağaç kesildiğinde ağacın cinsine, yetiştiği yere, genç ve yaşlı oluşuna, hatta öze yakın veya kabuklu kısmına yakın oluşuna göre bünyesinde (hücreleri içinde, hücre zarında ve hücreler arasında) farklı oranlarda su vardır.

Ahşabın her tarafı aynı oranda su çekip, şişmez. Çünkü gövdede bulunan suyun ortalama %15'i öz'de, %45'i dış odundadır. Bu yüzden dış odunda çalışma daha fazla olur. Ağaç gövdesinin iç ve dış odunları arasındaki bu çekme farkı, öz'e bakan tarafın (yüzün), dış bakan taraftan az çekişi kamburlaşma denilen olayı meydana getirir. Şekil 5.3'de genişliğine biçilmiş bir tomrukta ahşabın kuruduktan sonra alacağı durum gösterilmiştir. Parça kesitlerinde görülen yıllık halkalar ne kadar geniş ve yüzeye eğik durumda bulunursa kamburlaşma o kadar fazla olur. Özden alınmış bir ahşapta ise orta kısım az çekmiş, dış oduna doğru çekme fazlaşmıştır.

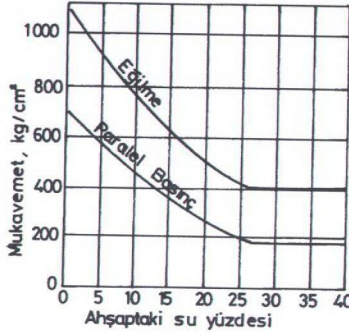


Şekil 5.3. Ahşapta kamburlaşma yönü, öz kısmında eğilme ve çekme (Dinçel, 1958)

Ahşabın rutubet miktarı olarak, kuru ahşap ağırlığına göre mevcut su miktarının ağırlık olarak değeri anlaşılır. Formüle ederek rutubet miktarını % olarak hesap etmek istersek (Erşen).

$$\mu = (G_{\text{yaş}} - G_{\text{kuru}} / G_{\text{kuru}}) * 100(\%)$$

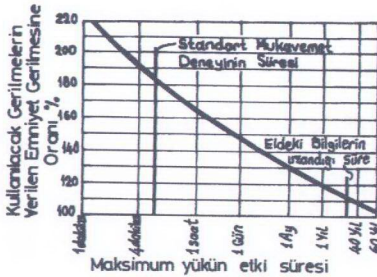
Ahşabın basınç mukavemeti su miktarına bağlı olarak değişmektedir. En yüksek mukavemetler kuru ahşapta elde edilir ve su miktarı arttıkça mukavemet azalır. Su miktarına bağlı olarak, mukavemette görülen bu değişim Çizelge 5.7'de belirtilmiştir. Bütün ahşap türlerinde aynı karakteri gösteren bu değişimde su miktarı arttıkça, lif doyma noktasına varıncaya kadar, mukavemette bir azalma görülmektedir. Su miktarı, lif doyma noktasını geçerse artık mukavemette bir değişme görülmemektedir. Çünkü bu durumda liflerin çeperleri su ile tamamen doymuş olmakta, suyun fazlası liflerin ortasındaki boşluğa dolmaktadır (Kocataşkın, 1966).



Çizelge 5.7. Ahşap mukavemetinin su miktarı ile değişmesi (Kocataşkın, 1966)

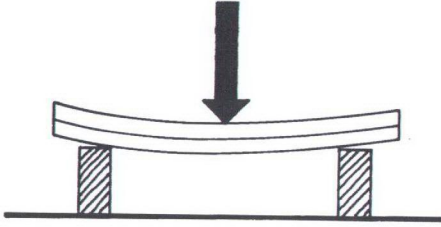
5.1.4 Yükleme Süresinin Mukavemet ve Deformasyona Etkisi

Uzun süreli bir yük altında ahşabın deformasyonları da yavaş fakat sürekli olarak artar. Örneğin, kirişler uzun süren bir süre bel vermeye devam ederler. Çok yavaş olarak yüklenmiş veya birkaç yıl gibi uzun bir süre yük altında bırakılmış bir kirişin eğilme mukavemeti, standart deneyde, birkaç dakika içinde bulunacak eğilme mukavemetine kıyasla önemli derecede azdır. Ahşabın yük altında kalacağı süre, daha kısa ise, emniyet gerilmelerini Çizelge 5.8'deki eğriye uygun olarak yükseltmek mümkündür (Kocataşkın, 1966).



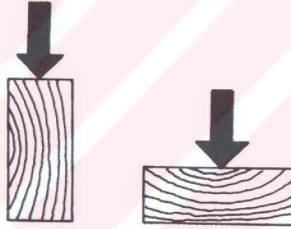
Çizelge 5.8. Emniyet gerilmesinin yükün devam süresi ile değişmesi (Kocataşkın, 1966)

Bir veya iki tarafından tesbit edilmiş bir ahşabın liflerine dik olarak tesir eden ve onu eğmeye çalışan kuvvete karşı gösterdiği dirençtir (Şekil 5.4). Budak, çatlak ve lif kırıklığı eğilme direncini azaltır.



Şekil 5.4. Ahşapta eğilme (Karabulut, 2000)

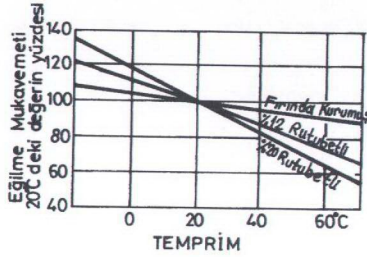
Yıl halkaları dayanma yüzeyine dik gelirse, eğilme dayanımı artar. Yıl halkalarının dayanma yüzeyine paralel olması halinde eğilme direnci azalır (Şekil 5.5)



Şekil 5.5. Yıl halkalarının eğilme dayanımına etkisi (Karabulut, 2000)

5.1.5 Yüksek Tempirimlerin Mukavemete Etkisi

Ahşapta eğer sıcaklık artacak olursa ahşabın bütün mekanik özellikleri zayıflamakta ve sıcaklık azalacak olursa tersine kuvvetlenmektedir. Deneyler, ahşabın bir yıla yakın bir müddet mukavemetini kaybetmeden 65°'ye kadar yükselen sıcaklıklara dayanabildiğini göstermektedir. Ancak, sıcak durumda iken mukavemette belirli bir eksilme olmakta, normal sıcaklığa dönünce bu ortadan kalkmaktadır. Mukavemetteki bu geçici azalmanın değeri her şeyden önce, ahşabın içindeki su miktarına bağlıdır. Çizelge 5.9'da çeşitli su miktarlarına sahip ahşabın eğilme mukavemeti üzerinde sıcaklık derecesinin etkisi gösterilmiştir (Kocataşkın, 1966).



Çizelge 5.9. Ahşapta eğilme mukavemeti üzerine sıcaklığın etkisi (Kocataşkın, 1966)

5.1.6 Özgül Ağırlığın Mukavemete Etkisi

Özgül ağırlık ahşapta ayırt edici özelliklerden biridir. Örneğin; ağır odun hafif oduna oranla basınç ve aşınma dayanımı ve ısı iletim özelliği olarak daha üstündür. Özgül ağırlık tayininde ahşaptaki su miktarı ve yıllık halka genişliği belirleyicidir. Pratikte su miktarı için hava kurusundaki ahşap, ölçü olarak alınır. Yıllık halkanın özgül ağırlığa etkisi ise iğne yapraklı ağaçlarda ve geniş yapraklı ağaçlarda değişik şekilde olmaktadır. Geniş yapraklı ağaçlarda yıllık halkanın genişlemesiyle özgül ağırlık fazlalaşır. İğne yapraklı ağaçlarda ise yıllık halkanın genişlemesiyle özgül ağırlık azalır (Karabulut, 2000).

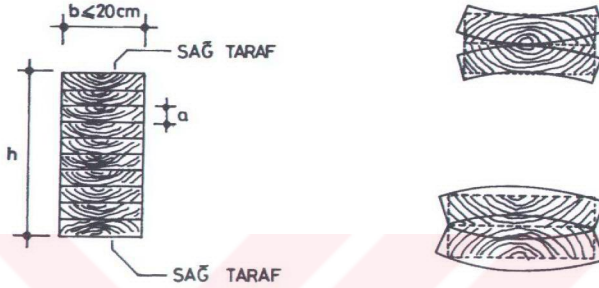
5.2 Tabakalı Tutkallı Ahşabın Statik Analizi

Araştırmamın ana konusu, yeni ahşap strüktürlerin esas yapı elemanı olan tabakalı tutkallı ahşap malzeme; yapısındaki çatlak, lif eğriliği, çatallanma, vs. kusurları gövde kesitinden çıkarılarak, ahşap parçalarının tutkal ve geçme teknikleri kullanılarak endüstriyel ortamda tabakalanması esasına göre üretilmektedir.

Tabakalı tutkallı ahşap malzeme, ahşap tabakalarının tutkal kullanılarak preslenmesinden oluştuğu için masif ahşabın tüm özelliklerini taşımaktadır. Ancak kullanılan plastik esaslı sentetik tutkal, yapıştırma (presleme) ve ön koruma tekniği ile dış ortamdaki nem, su, bakteriler ve ısı farkları gibi faktörlerden etkilenmemektedir.

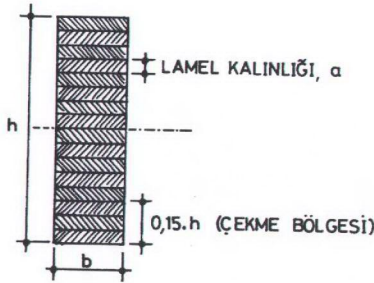
Tabakalı ahşap yapı elemanlarıyla oluşturulan yapı sistemleri, özellikle köprü, hangar gibi geniş açıklıklı mühendislik yapılarında statik açıdan çok başarılı bir performans göstermektedir (Vural, 2000).

Dikdörtgen kesitlerin oluşturulmasında kullanılan ahşap tabakalar (lâmeler) gelişigüzel üst üste konulup tutkallanamazlar. Yıllık halkaların yönüne dikkat etmek gerekir. Tabakalar Şekil 5.6.'de görüldüğü üzere yukarıdan aşağı doğru sağ-sol olarak üst üste getirilmelidir. Aksi halde rutubet değişimleri fugaların (tutkal derzlerinin) açılmasına neden olur.



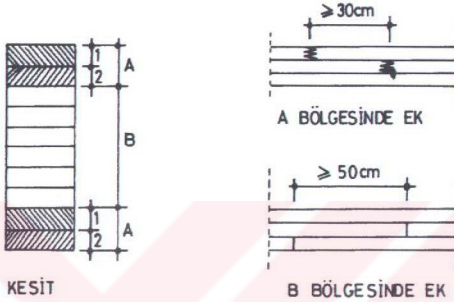
Şekil 5.6. Dikdörtgen kesitli sistemlerde ahşap tabakaların yıllık halka düzeni (Erşen)

Bu sistemlerde I. ve II. sınıf ahşap malzemesi kullanılır. DIN 1052'ye göre lâmelerin üst üste tutkallanması ahşabın kalitesinde belli bir yükselme meydana getireceğinden, kesitin yalnız çekmeye çalışan kısmında şekilde görüldüğü gibi yüksekliğin %15'inde, en alttan itibaren en az iki lâmel olmak üzere kesit için talep edilen ahşap sınıfı tatbik edilir. Diğer lâmeler bir alt sınıftan seçilebilir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7. Dikdörtgen kesitli sistemlerde ahşap tabakaların yerleşimi (Erşen)

Dikdörtgen kesitli l melli Hetzer sistemlerinde ek teşkilinde (DIN 1052); (Şekil 5.8.) da görüldüğü üzere kesitin üst ve alt kısmında en az $h/5$ kısımlarındaki (A bölgesi) l mellerde ek yerleri dişli geçmeli olarak yapılmalıdır. Bu diŐler üst üste gelen lamellerde ŐaŐırtmalı olarak birbirinden en az 30 cm uzakta olacak Şekilde tanzim edilmelidir. Ortadaki (B bölgesi) ek yerleri alın altına yapılabilir. Fakat  st üste gelen l mellerin ek yerleri arasındaki ŐaŐırtma mesafesi en az 50 cm olmalıdır. (Erşen)

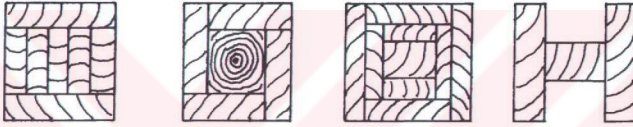
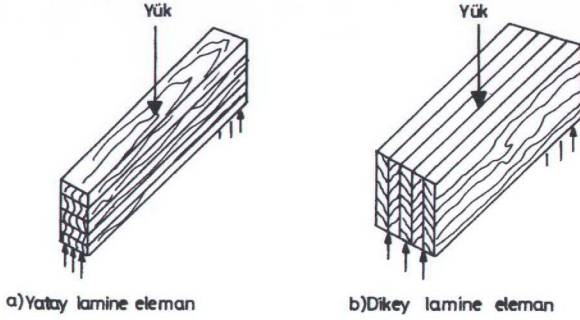


Şekil 5.8. Dikdörtgen kesitli sistemlerde aŐıap tabakaların eklenmesi (Erşen)

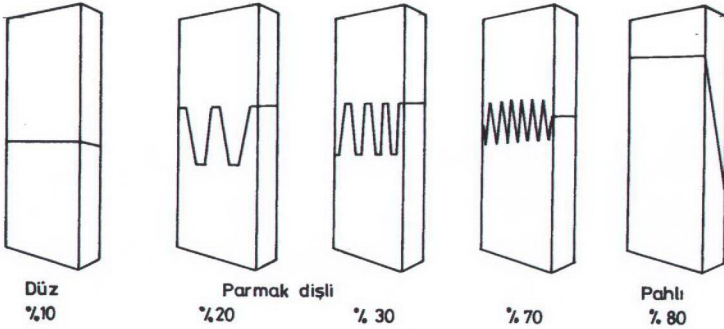
Bu teknikte kullanılan aŐıap parçalar, yüzeysel olarak birleştiği için oldukça rijit bir birleşim ve yapı elemanı sağlamaktadır (Şekil 5.9). Tutkallı birleştirilmiş yapı elemanlarında kesit zayıflaması olmadığı için, atalet momentleri de tam olarak hesaba girmektedir (Şekil 5.10).

DIN 1055'e göre normal aŐıap için hesap yükü olarak 600 kg/m^3 alınması gerektiği halde, Bölüm 4'de ayrıntılı olarak açıklanmış olan tutkallı taşıyıcı aŐıap yapı elemanlarında 500 kg/m^3 olarak alınabileceği belirtilmiştir (Erşen).

Tutkallı tabakalı aŐıap malzeme, yapıya yük aktarımı sırasında ortaya çıkan Őokları absorbe eder ve büyük açıklıklı yapılarda yapı güvenliği açısından tercih edilir. Yapılarda kullanılan diğer malzemelerde kayma ve kırılmaya sebep olabilen bu Őoklara karşı tutkallı tabakalı aŐıap yapılar kararlı ve elastik bir davranıŐ gösteririler. Bu tutkallı tabakalı aŐıabın genel alanlarda güvenliği sağlayan özelliğidir. Yüksek rüzgar ve depreme maruz kalan bölgelerde sıklıkla tercih edilir (AITC, 2001).



Şekil 5.9. Liflere paralel basınç yüküne maruz kalan lamine elemanlarda katların karışık düzenlenmesi ayrıca laminasyonda uygun birleştirme başlığı açılması (Şenay, 1996)



Şekil 5.10. Boy birleştirmelerde yük taşıma yüzdeleri (Şenay, 1996)

Avrupa'da özel haller hariç tutkallı taşıyıcı sistemlerde umumiyetle çam sınıfı ahşap, %95 kızıl çam kullanılır. Diğer ahşap gruplarıyla olan mukayesesinde rutubetin bütün yüzeye eşit olarak dağılması yine kuruma işinin de yüzey boyunca eşitlik sağlaması, çabuk kurutulabilme ve kolay işlenebilme özellikleri tercih sebebidir. Tutkallı taşıyıcı sistemlerde I. ve II. sınıf ahşap kullanılır (Erşen).

I. Sınıf ahşap, taşıyıcı iskeletin, ya iç kuvvetler bakımından çok yüklü parçalarında veya parçaların belli kısımlarında kullanılır. Ancak yeni sistemlerin bütününde I.sınıf pahalı ahşap kullanmaya gerek yoktur. Çünkü kafes gövdeli sistemlerde (kirişler, kemerler, çerçeveler), II.sınıf ahşaba göre bile hesaplandığında ekler, birleşimler ve şartnamenin çubuk kesitleri için verdiği minimum ölçüler nedeniyle sisteme ait çekme ve basınç çubuklarının pek çoğunda zaten kesit fazlası vardır. Dolu gövdeli kirişlerde de statik hesapları gereği I.sınıf ahşap kullanılmasına çoğunlukla gerek kalmaz. III. Sınıf ahşap mukavemet durumu göz önüne alınarak daha az önemli yerlerde, döşeme altlarında, kaplamaların tali konstrüksiyonlarında kullanılmalıdır (Şenver, 2002).

Lâmine elemanlarda kullanılacak ahşap malzeme seçimini etkileyen belirli faktörler vardır. Bunlar;

- Seçilen ahşap türünün hafif olması lamine taşıyıcı elemanların üretiminde arzu edilen bir özelliktir. Çünkü, taşıyıcı elemanlardan gerek kirişler, gerekse kolonlar oldukça büyük boyutlardadır.
- Seçilecek olan ahşap türünün fazla tanenli, eterik yağlı, ekstraktif maddeli ve reçineli olması tutkalin yapışma dayanımını azaltacağından lamine ahşap malzemenin direnç özellikleri de azalacaktır.
- Üretimin aksamaması ve alış maliyetinin düşük olması bakımından seçilecek ahşap türü kolayca ve bol miktarda temin edilebilmelidir.
- Bükülebilme özelliği özellikle kavisli elemanlarda aranan bir özelliktir. Çünkü, seçilen ahşap malzeme türünün bükülebilme özelliği ne kadar iyi olursa, laminasyonda o nisbette kalın parçaların kullanılması mümkün olmaktadır. Bu da gerek işçilik gerekse tutkal maliyeti açısından olumlu bir durumdur (Şenay, 1996).

5.3 Mimari Tasarıma Yönelik Malzeme Seçiminde Ekolojik Kriterler

Bildiğiniz gibi tüm canlılar biosfer denilen büyük bir ekosistem içinde yaşamaktadır. Bu kompleks sistem içerisinde yaşamın sürekliliğini sağlayan ve yaşamın temel öğeleri olan su, mineral besin maddeleri, oksijen, karbon ve azot gibi birçok madde, canlılar ile cansız çevre arasında düzenli olarak dolaşır durmaktadır. Ekosistemler içinde veya ekosistemler arasında devam eden bu süreçlere ekolojik döngüler ya da doğal döngü denmektedir. Örneğin; karbon döngüsü atmosferdeki CO₂'in ağaçlar (yeşil bitkiler) tarafından alınması ile başlar. Ağaçlar CO₂'yi fotosentez olayında kullanır ve kendi besin maddelerini üretirken doğaya oksijen verirler.

Karbon döngüsünün ilk aşamasında yapraklarda üretilen besin maddeleri odun hammaddesine dönüştürülmektedir. Örneğin; 1 hektarlık orman, 1 yılda 16 ton kadar biyolojik kütle üretirken, insanların oksijen ihtiyacını da karşılar. Oksijen miktarı hakkında bir rakam vermek gerekirse, 25m boyunda, 15cm tepe çapına sahip bir kayın ağacı saatte 1,7kg oksijen üretmekte, bu miktarda 72 kişinin oksijen gereksinmesini karşılamaktadır. Bu iki küçük örnek, orman ekosistemlerinin biyolojik bakımdan doğal dengenin korunması için ne kadar yaşamsal olduğunu göstermeye yeterlidir. Ormanlar madde döngüleri ve enerji akınları için tipik ve somut örneklerdir.

Malzeme seçiminde, enerji-malzeme üretim teknikleri ilişkisi dikkate alınarak, CO₂ verimi ile hava ve çevre kirlenmesi dengelerini hesaba katmalı, alternatiflerden en az zararlısı seçilmelidir. Bu nedenle mimarlar, mühendisler ve tüketiciler inşaat malzemesi seçerken üretim aşamasında en az enerji kullanan, sonuçta en az CO₂ çıkmasına yola açan malzemeleri seçme sorumlulukları olduğunu bilmelidir.

Doğal enerji ile büyüyen ağacın kesilmesi ve işlenmesine harcanan enerji, alternatifi olan malzemelerin üretimi için harcanandan çok daha azdır. Tomrukların üretilmesi ve ormandan çıkarılması için kömür, petrol, boksit, demir cevheri ve kireç taşından çok daha az enerji gerekir ve çok daha az CO₂ açığa çıkar. 1 tonluk yapı malzemesi üretmek için gereken enerji:

Ağaç malzeme için 435 kW/saat,

Çelik için 3780 kW/saat,

Alüminyum için 20169 kW/saat'dir.

Aynı miktar enerji ile; 12kg Alüminyum, 60kg Çelik, 400kg Çimento, 500kg Tuğla ve 1200kg Yuvarlak odun üretilmektedir (Erdin).

5.4 Tabakalı Tutkallı Ahşabın Mimari Tasarımda İncelenmesi

Mimari tasarım sürecinde oluşan strüktür ve konstrüksiyonun oluşturulması için uygun yapı malzemesinin seçimi mimarı ilgilendiren önemli bir problemidir. Mimarın bu problemi çözebilmesi için çeşitli malzemelerin özelliklerini ve yapı fiziğini bilmesi zorunludur.

Araştırmamda bu bölüme kadar olan açıklamalarımda ahşap malzemesinin tüm özellikleri anlatılmıştır. Ahşap, mimari tasarımlarımızda strüktür ve konstrüksiyonu oluşturan ana yapı malzemesi olmaya çok elverişlidir. Önemli olan; mimarın çeşitli malzemelerin özelliklerini ve yapı fiziğini bilmesindeki zorunluluk gibi, ahşap malzemenin de tüm özelliklerini çok iyi tanınması ve bilmesi gerekmektedir.

Ahşap yapı malzemesi ve yapı sistemlerinin yapı alanında kullanımını arttırmayı sağlamayı hedefleyen bu çalışmada; mimarlara ahşap malzeme, ham maddesi olan ağacın mikroskopik özelliklerine kadar incelenerek detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

Burada unutulmaması gereken;

Ahşap malzeme kesinlikle ve kesinlikle mimari tasarımlarımız sonucu oluşan eserlerimizin üçüncü boyuta geçirilmesinde sadece betonarme sistemler için kalıp malzemesi ve çatı için oturtma malzemesi değildir.

Ahşap malzeme ve yapı sistemlerinin, mimari tasarımlarımızda kullanımında şüphe uyandıran konular: su, yangın ve deprem dayanımındaki performanslarıdır. Bu problemler bilinçli olarak, malzeme ve sistem kullanımı ile aşılabilmektedir.

Yapıda ahşap kullanılmasında dikkat edilmesi gereken konular,

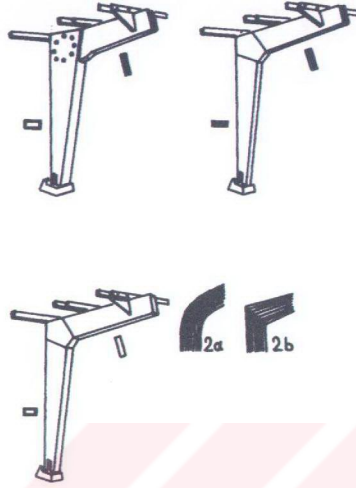
- Ahşabın özellikle kullanılacağı ortamın rutubetine denk rutubete getirilmiş olması (iç hacimlerde % 7, korunmuş dış hacimlerde % 12)
- Ahşap türünün seçiminde anatomik özelliklerinin de göz önüne alınması, mümkün olan en küçük boyutu ile geçmeli olarak detaylandırılması,
- Şekillendirilirken ve detaylandırılırken özellikle lif yönlerine dikkat edilmesi, anatomik bulunan ahşap malzemeler yapıya girerken gerekli özenin gösterilmesi şeklinde sıralamak mümkündür. Anatomik kusurlarla ilgili önlemler olarak, kirişlerde budakların çekme bölgesinde yer almamasını ve 9°'den fazla lif eğriliği gösteren ağaçların taşıyıcı olarak kullanılmamasını gösterebiliriz (Eriç, 2002).

5.4.1 Tabakalı Tutkallı Ahşabın Mimari Tasarıma Getirdiği Avantajlar

- Ahşap kaynağı en kolay ve çabuk yenilenebilen yapı malzemesidir. Özellikle tabakalı ahşap yapı elemanlarının üretiminde kullanılan kozalaklı çam türü ağaçlar doğada en az maliyetle yenilenebilen ağaç türleridir (Vural, 2000).
- Üretimde, büyük boyutlu elemanlar oluşturmak için kısa ve küçük ahşap parçaları kullanılabilir olması, doğal kaynakların daha verimli kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Vural, 2000). Halihazırda tutkallı tabakalı ahşap malzeme yapımında, toplam maliyetin % 70'ini ahşap malzeme oluşturmaktadır (Şenol, 2001).
- Tabakalı ahşap yapı elemanları ana maddesinin ahşap olması nedeniyle kolaylıkla yeniden dönüştürülüp kullanılabilir (Vural, 2000).
- Tabakalı ahşap yapı elemanlarının ana maddesinin yenilenebilen bir malzeme olan ahşap olması nedeniyle üretim maliyeti düşüktür. Ana maddenin ahşap olmasının yanı sıra eleman üretimine büyük yatırım gerektirmez. Bu koşullar altında, geniş orman alanına sahip ülkelerde tabakalı ahşap elemanlarla yapı üretimi betonarme ve çelik sistemlere göre daha ekonomiktir (Vural 2000).
- Doğal enerji ile büyüyen ağacın kesilmesi ve işlenmesine harcanan enerji, alternatifi olan malzemelerin üretimi için harcanandan çok daha azdır (Erdin).
- Ahşabın hafif bir yapı malzemesi olması, taşıma işlemi sırasında büyük kolaylık ve taşıma giderlerinde ekonomi sağlar. Tabakalı ahşap elemanlar, boyutlarına en uygun taşıma şekli seçilerek şantiyeye ulaştırılır. Karayolu taşımacılığının kullanılacağı durumlarda, ülkenin karayolları taşımacılık şartnameleri belirleyici olmaktadır (Vural, 2000).
- Üretim biçimi ile, tabakalı ahşap elemanların montajı için şantiyede yapılacak işlemler en aza indirilmiş olur. Elemanların ön montaj işlemleri üretim tesislerinde yapıldığı için, şantiyede gerekli büyüklükteki mobil vinçler kullanılarak montaj işlemleri yapılır (Vural, 2000).
- Tutkallı tabakalı ahşap sistemler, yüzyıllardır geliştirilmiş bir sanatın sonucudur. Tutkallı tabakalanmış ahşap, mimarlara, inşaatçılara ve restoratörlere uygun, ekonomik ve sağlam ürünlerle yaratıcı tasarımlarda yapı projelerinden yararlanmalarını sağlamaktadır. (Şenol, 2001), s:51)Dünyanın en büyük tarihi ahşap binası olan Büyükada'daki Rum Yetimhanesi'nin boyu 100m ve sekiz katlıdır. Bu bina 100 yıldır ayakta durmaktadır (Şenol, 2001).
- Tutkallı tabakalanmış ahşap ile tasarımcılar büyük açıklıkları iç duvar ya da desteklere ihtiyaç duymadan geçebilmekte, böylece tasarımlarına farklı bir boyut kazandırmaktadır. Tutkallı tabakalı ahşap sistemler tasarımcıların özgün mekan arayışlarının en çok yoğunlaştığı dini yapılar, auditoryum, tiyatro, konser salonları, eğitim yapıları ve ürün teşhir/satış yapıları gibi geniş ve tek açıklıklı yapılarda geodezik kubbe, normal kubbe, piramit, tonoz, vb. tüm geometrik strüktür olanaklarına başarıyla yanıt vermektedir (AITC, 2001).
- Tabakalı tutkallı ahşap sistemlerin kullanımı özellikle eğitim yapılarında çok uygundur.
- Ahşaptan üretilmiş endüstriyel ahşap malzemelerin özellikleri genellikle ahşabın özelliklerine benzer. Ancak üretim amaçlarına uygun olarak geliştirilen bu tür homojen ve

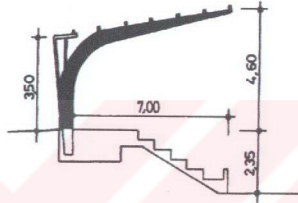
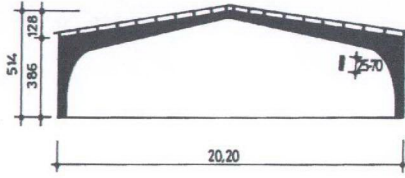
izotrop malzemeler, doğal ahşapta görüldüğü gibi lif yönlerine bağlı olarak değişen mekanik değerler göstermezler. Ayrıca, istenilen özellikleri sağlayabilmek için özel üretim imkânlarına sahiptirler (Eriç, 2002).

- Tabakalı tutkallı ahşap birleşimlerinde Bölüm 4.1'de anlatılan diğer birleştirme elemanlarına göre oldukça rijit birleşim elde edilir. Ayrıca diğer birleştiriciler kesit zayıflamasına yol açtıkları halde, tutkallı sistemlerde kesit zayıflaması olmadığından atalet momentleri de tam olarak hesaba girer.
- Hetzer tipi dikdörtgen kesitli yapı elemanlarının doğru ve eğri akslı olarak veya değişen kesitli olarak yapılmaları gayet kolaydır. $Q_{em} = 140 \text{ kg/cm}^2$ olması, kesitlerin küçük çıkmasını, hafifliği nedeniyle de sömellerin mümkün mertebe küçük olmasını sağlar (Erşen).
- Elastiklik sınırı aşıldıktan sonra uzunca bir süre şekil değiştirerek kırılmaya karşı koyan ahşabın deformasyon ve eğilme kabiliyeti yüksektir. Yani yarı plastik deformasyon diğer yapı malzemelerine göre daha uzun süre devam eder. Ahşapta elastiklik sınırı ile kırılma sınırı arasındaki mesafe oldukça fazladır (Şenol, 2001).
- Ahşabın gerilme-deformasyon eğrisi, liflerin ayrışmasının bir süreyi gerektirmesi nedeniyle diğer yapı malzemelerinden çok farklıdır. Bu nedenle bir ahşap malzemenin metal veya beton gibi aniden çökme veya kırılmaya uğraması hiçbir zaman söz konusu olamaz (Eriç, 2002).
- Bu yapı elemanlarının hafifliği ($400\text{-}500 \text{ kg/m}^3$), düşey taşıyıcılar ve temel hesaplarında, inşaat mühendisliğine önemli avantajlar getirmektedir. Ayrıca hafiflik, yatay kuvvetleri de azaltmaktadır ve bu da deprem anındaki davranışın diğer yapı elemanlarına oranla daha başarılı olmasına neden olmaktadır (Hoor vd., 1989).
- Lâmine elemanlar, kullanım yerine ve amacına göre düz yada değişik formlarda uygulanabilmektedir. Kemer şeklinde yapılan taşıyıcı elemanlarda dayanak noktaları arasında 152,5 m (500 foot) açıklı, düz lamine elemanlarda ise 42,7 m (140 foot) açıklık geçilebilmektedir. Bu elemanlarda kullanılan lamine elemanın kesit kalınlığı 2,13m'yi (7 foot) bulmaktadır (Şenay, 1996).
- Bu teknolojinin ürünleriyle, mesnetler arasında, mukavemet hesaplarına göre istenebilecek her türlü değişken kesitli yapı elemanını tasarlayıp hesaplayabilmek olanaklı hale gelmiştir. Masif ahşabın ölçü sınırlamaları ortadan kalkmıştır. (Örneğin; 8,5 cm'den 220 cm'ye kadar uzanan kesit aralığı ile, karayollarının izin verdiği ölçülerde 60 metreye kadar uzanan yapı elemanı ölçüleri) (Vural, 2000).
- Bu teknoloji, yapının tüm kaba ve ince bitirme süreçlerinde diğer tüm yapı elemanlarıyla çok iyi bir birleşme ve tamamlama özelliği gösterdiği için mimari tasarım açısından avantajlar sağlamaktadır (Şenol, 2001).

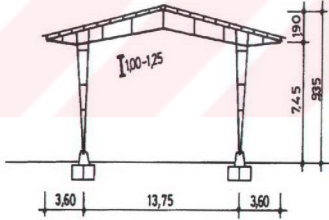


Şekil 5.11.Çerçeve köşelerinin teşkiline ait örnekler (Erşen)

- Tutkallı tabakalanmış yapı sisteminin ve yapı elemanlarının beton, çelik ve diğer kârgir yapı elemanlarıyla kolayca ve sorun çıkarmadan buluşabilmesi, uzlaşabilmesi, hatta çok örnekte görüldüğü üzere birlikte tek bir strüktür oluşturabilmeleri ise, tasarımcıyı yapı kurgusundaki zorlamalardan uzaklaştırır ve yapıya hem iyi bir analizci hem de iyi bir bütünleyici olma şansını verir (Tokyay ve Wibbens,).
- Birleştirilmiş endüstri ögesi ahşap yapı elemanları 20-30 yılda bir bakıma ihtiyaç gösterirler. Estetik, temiz dış görünüşü ve her şeklin verilebilme özelliğinin bulunması tutkallı taşıyıcı ahşap yapı elemanlarının Avrupa ve Amerika'da mühendis ve mimarların ana malzemesi haline getirmiştir (Erşen).
- Yapının gelecekteki yenilenmelerinde tutkallı tabakalı ahşap elemanların esnekliği, tasarım değişikliğine izin verir, yenilemeleri kolaylaştırır ve ekonomikleştirir (AITC, 2001).
- Üstüne bir kaplama veya bitirme malzemesi alma gereksinmesi göstermeden yalın haliyle oldukça sıcak ve çekici bir güzellik sunması, mimari ifadeye yeni bir ufuk açmaktadır.(Tokyay ve Wibbens).
- Tasarıma göre özel yapı elemanları üretilebildiği gibi, standart yapı elemanları da üretilmektedir. Bu da tasarımcıya değişken formlu bir çok yapı elemanı alternatif sunmaktadır (Vural, 2000).
- Tabakalı ahşap yapı elemanları, mimari tasarım açısından bakıldığında, tasarımcıya diğer yapı elemanlarına oranla daha çok alternatif sunmaktadır. Büyük ölçülerde, istenilen kesit ve formlarda yapı elemanları üretilebilmesi, arzu edilen mekan etkisinin sağlanmasında birincil derecede önemli bir etkidir (Vural, 2000).



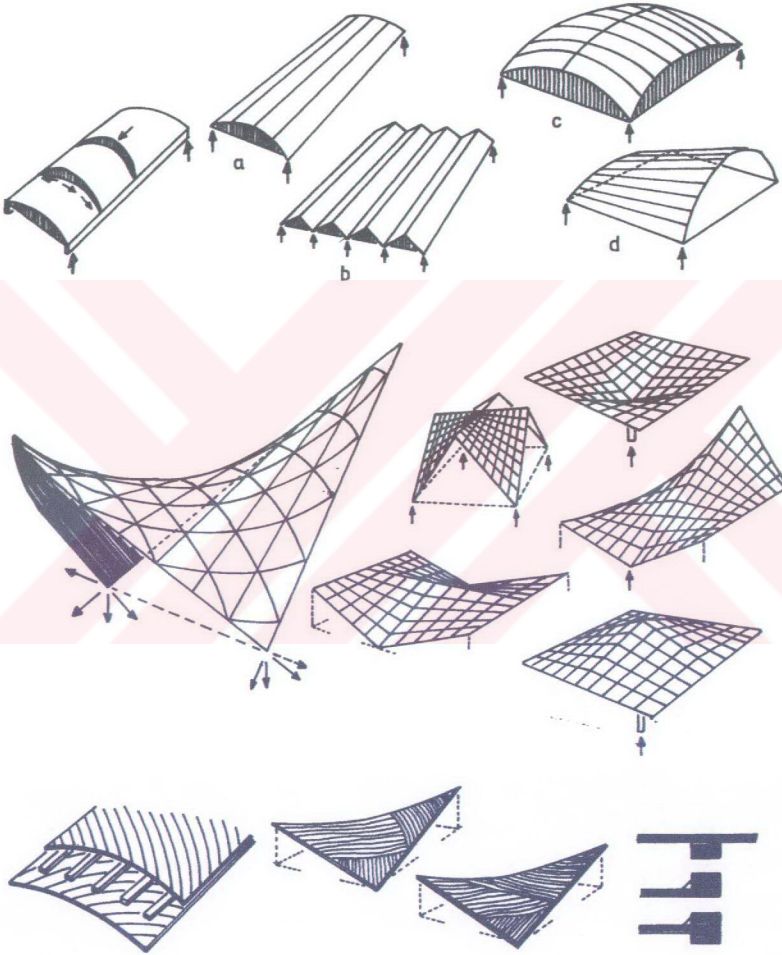
Şekil 5.12. Dikdörtgen kesitli Hetzer tipi konstrüksiyon (Erşen)



Şekil 5.13. İki yandan çıkmalı iki mafsallı çerçeve I kesitli konstrüksiyon (Erşen)

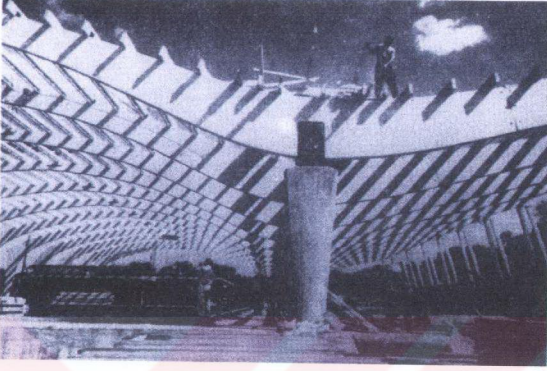
- Birleştirilmiş endüstri ürünlerinin bir kombinasyonu olan kabuk çatılar, çeşitli mimari imkânlarla ve konstrüktif özelliklere sahiptirler. Muhtelif istikamette tesir eden normal kuvvetleri iletebilmek için her katı başka istikamette olmak üzere üst üste tutkallanmış ve çivilenmiş iki veya üç kat ahşaptan teşekkül ederler. Burada tutkal için gerekli olan basınç

çiviler tarafından sağlanmaktadır. Tatbik edilen kabuk şekilleri silindirik, küresel, hiperbolik paraboloid olanlar ve bunların çeşitli kombinasyonlarıdır. Konstrüktif avantajları yanında sağladıkları çeşitli mimari form imkânlarından dolayı fazla miktarda tatbik edilmektedir. Geniş açıklıkların geçilmesi için çeşitli çalışmalar sürdürülmektedir (Şekil 5.14) (Erşen).



Şekil 5.14. Tabakalı tutkallı ahşap kabuklar (Erşen)

- Tutkallı tabakalı ahşap kabukların alabileceği farklı ve estetik formlar da göz önüne alındığında tasarımcıların ve kullanıcıların büyük açıklıkların geçilmesindeki ihtiyaçlarına cevap verebildiği görülmektedir (Şenol, 2001).



Şekil 5.15. Tabakalı tutkallı ahşap malzemenin eğrisel formda kullanılması (Eriç, 2002)

- Ahşap iskeletli yapılarda tutkallı birleştirmelerle oluşturulmuş yapı elemanlarının geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Günümüzde, tutkallı birleştirmelerle oluşturulan yapı elemanları glulamlar, kafes veya dolu gövdeli kiriş, kolon, çerçeve, kemer ve kubbelerde başarı ile uygulanabildiği gibi ayrıca, bilinen her türlü kabuk formunun ve katlanmış plakların ahşap yapılar sahasına girmesini de sağlamışlardır (Şenver, 2002). Tutkalla birleştirilmiş yapı elemanlarının kullanıldığı çeşitli ahşap yapı formlarına ait örnekler ekler bölümünde bulunmaktadır.

5.4.2 Tabakalı Tutkallı Ahşabın Mimari Tasarıma Getirdiği Dezavantajlar

- Endüstri ürünü ahşap malzemelerde de özellikle üretimlerinde plastik esaslı tutkal kullanılmadığı hallerde suda erime söz konusu olacağı için gerekli korunmanın yapılması ve özellikle birleşim noktalarında sert ağaç veya metal kullanılması yararlıdır (Eriç, 2002).
- Bazı bitkisel ve hayvansal zararlılar, yaşayabilecekleri ortam bulurlarsa, zamanla ahşabı tahrip eder ve her çeşit mukavemetinin büyük ölçüde azalmasına yol açarlar. Tabakalı tutkallı ahşap yapı elemanlarında, üretimindeki tutkallama tekniğinin bir sonucu olarak bu tür bir sakınca yok gibi ise de, diğer ahşap yapı malzemelerinde önlem almak şart ve mümkündür.
- Ahşap yapılar için en büyük sakınca olarak yangın problemi düşünülür. Ancak tabakalı tutkallı ahşap malzemenin üretim tekniği ve kullanılan kimyasal maddeler ile alınan fiziksel önlemler ve statik kesit hesapları sayesinde yangında yıkılmaya karşı dayanım gösterirler.



6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Mimari tasarım süreci içerisinde, mimari yapıyı meydana getirecek olan malzemelerin seçimi, mimari ilgilendiren önemli bir konudur. Araştırmamın ana konusuna bağlı kalarak mimari tasarıma yönelik malzeme seçiminde etkili olan faktörlerini anlatmaya çalıştığım açıklamalara göre bir mimarın eserinin yapı konstrüksiyonunda kullanacağı malzemelerde aranacak kriterlerden;

- Malzemenin kendisine ve tasarlanan yapıya getireceği fonksiyonellik,
- Üretim teknolojisi,
- Statik ve dinamik dayanımlılık,
- Estetik ve görsel algı zenginliği,
- Üretim ve kullanım ekonomisi,
- Elde edilebilirlik,

gibi önemli mimari tasarım girdilerinin bilinmesi, oluşturulacak mimari yapı çıktıları için uygulamanın belirleyici öğeleri olduğu bir kez daha anlaşılmaktadır.

Bu öğelerle ilgili olarak, ahşap yapı malzemesinin yapılarda ana strüktür ve konstrüksiyon malzemesi olarak kullanılmasını arttırmayı hedeflemiş olan araştırmada yukarıdaki öğelerin ahşap malzeme ile bütünleştirildiği Bölüm 3,4 ve 5’de ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Araştırmamın ana konusu olan, mimari tasarımı etkileyen yeni ahşap strüktürlerin, endüstriyel bir ürün haline gelmeden, ahşap malzeme doğasına kadar inilerek mimarlara ve kullanıcılara gelişmiş strüktürleri oluşturabilen doğal malzemeyi Bölüm 2’de ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Örneğin Bölüm 2.1.3 açıklanan ağacın kimyasal yapısındaki maddelere dayanarak şu söylenebilir : Doğada diğer malzemeleri bir sisteme oturtmadan tek başına 20-40 m. yükseklikte sabit tutamazsınız. Ancak ağaç yine Bölüm 2.3’de açıklanan ve yapısında kusur oluşturan doğa etkilerine rağmen yıllarca tek başına ayakta durabilmektedir.

Bölüm 3.1’de ayrıntılı olarak açıklandığı üzere; Tarihsel süreçte insanlar için barınma, korunma vs. çok önemli gereksinimlerdir. Göçebe topluluklarında çadır çatıklarında ve yerleşik toplumlarda oluşturulan basit konstrüksiyonlarda dahi ahşap kullanımı esas olmuştur. Ancak gelişen teknolojinin bizlere sunduğu imkanlara nazaran ahşap malzeme kullanımı sadece mobilya imalinde kompoze olarak kullanılmaktadır. Tarihi yapılarımızın cephelerini kapladığımız masif ahşap tahtaların yerini ahşap dokusu verilmiş betopan veya PVC evsafı ürünler almıştır. Araştırmam ahşabın bu tür kullanımlarını desteklemekte olup Bölüm 3 ve 4’de ahşap malzeme ve ahşap yapı sistemlerinin nerelerde ve nasıl kullanılabileceği açıklanmıştır. Bazı meslektaşlarımızın sadece betonarme ve çelik sistemleri dayatır derecede kullanmaları yersizdir. Ahşap malzemelerin yapıda kullanımının yararları ve sakıncaları

Bölüm 3.7'de, gelişmiş ahşap strüktürlerin mimari tasarıma getirdiği avantaj ve dezavantajları da Bölüm 5.6'da anlatılmıştır.

Araştırmam sırasında dikkatimi çeken ise; ülkemizde yürürlükte olan İmar Yönetmelikleri ve özellikle Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1998), ahşap malzemenin ve sistemlerinin yapı alanında kullanımını desteklemeyip sınırlamasıdır. Burada ahşap binaların en fazla iki katlı yapılabileceği belirtilmiştir. Ancak Bölüm 3, Şekil 3.2'deki iki katlı iskelet yapı kuruluşu 1975 tarihli'dir. Bizler ise 2003 yılında yaşamakta olup gelişen teknolojinin kompozit ürünlerinden tabakalı tutkallı ahşap yapı sistemleri ile yapı açıklığı sınırlarını aşarak 100 m.'den fazla açıklık geçilebileceği görülmüş olup Bölüm 4'de anlatılmıştır. Bu şartlar altında yasa ve yönetmeliklerin tekrar gözden geçirilme gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Ahşap malzemenin yapı alanlarında strüktür malzemesi olarak kullanımında mimarlar ve kullanıcılarda şüphe uyandıran ahşabın yangın dayanımı problemi, odun veren ağaçların türlerine göre doğal dayanımlarının bilinmesine destek olarak da kimya endüstrisinin ürünü olan kimyasal koruyucu maddeler ile ön koruma (emprenye) işlemi uygulanan ahşabın yanmaya karşı dayanımı diğer alternatif malzemelere nazaran çok artmaktadır. Bölüm 3.4'de açıklandığı üzere alınan fiziksel önlemler ve yapılan statik kesit hesapları ile ahşap yangında yıkılmaya karşı dayanımlı hale geldiği görülmüştür..

Depremde ise, ağır yapı elemanları ile üretilen yapılar dinamik yüklerden ağırlıklarıyla orantılı olarak oldukça fazla etkilenirler. Betonarme ve çeliğe nazaran oldukça hafif olan ahşap yapı elemanları ile oluşturulan yapılar deprem yüklerinden daha az etkilenirler. Ahşap yapıların tasarımında taşıyıcı yapı elemanlarının özgül ağırlıklarının az olması temellere gelen zati yükü ve dolayısıyla dinamik yükü azaltacağından ekonomik yapılar üretilebileceği aşikardır.

Ahşap yapı elemanlarıyla üretilen yapıların en önemli özelliği hemen yüklemeye yapılabilmeleridir. Sıva, boya, tesviye harcı vs. gibi kompozit malzemelere ihtiyaç ortadan kalkmış böylelikle hem ekonomi tasarruf sağlanmış hem de yapılar dinamik yüklere karşı hafifletilmiştir.

Tarihi yapıların restorasyonu sırasında yıllara meydan okumuş ve yapıdaki ömrünü tamamlamış ahşap bölümlerin onarımında, ahşap yerine diğer kompozit malzemeler tercih edilmektedir. Ancak Bölüm 3'de açıkladığım nedenlerden dolayı restorasyonda tekrar ahşap

yapı elemanı ve malzemeleri ile ahşap taşıyıcı sistemler kullanılmasında bir engel olmadığı görülmüştür.

Ahşap yapı elemanlarında kullanıma yönelik daha net ve standart sonuçlara gerek vardır. Yani ahşap malzemeyi kalite sınıflarına ayırmak sadece yardımcı malzeme olarak kullanımında faydalıdır. Ancak yapı elemanı kullanımında beton ve çelik standardı gibi bir ayırım özellikle tabakalı tutkallı ahşap yapı elemanları için de düşünülmelidir.

Ahşabın endüstriyel bir süreçten geçmiş olması ve ahşap malzemedeki kusurların tabakalı elemanlarda eşit olarak dağılmış olması, birleştirilmiş endüstri ögesi ahşap elemanların, mekanik olarak masif ahşap elemanlardan daha üstün özellikler göstermesini sağlamıştır.

Ahşap artıklarının zayi edilmesini ve ahşabın çürümesini önlemek, aynı zamanda da hacim değişimleri daha az, daha homojen ve daha izotrop bir malzeme elde etmek için, ahşaptan çeşitli suni malzemeler yapılabilmekte ve bu ürünler özellikle yalıtım amacıyla ve mobilya sektöründe kullanımı ile ahşabın üretim artıkları dahi değerlendirilebilen ekonomik bir malzeme olduğu bir daha anlaşılmaktadır.

Endüstriyel ahşap birleşimlerinde en önemli etken tutkal maddesidir. Bölüm 4’de anlatılan sentetik (suni) tutkal ve preslenme sonucu sudan ve nem değişimlerinden kolaylıkla etkilenen ahşap parçaları kompoze edildikten sonra hem yangına, suya, neme, ve ısıya karşı hem de statik etkilere karşı dayanımı artarak rijit birleşimler oluşabilmektedir. Bugün yapıştırdığı ahşaptan daha sağlam olan tutkallı birleşimler yapmak mümkündür. Bunlar kolon, çerçeve, kemer, kubbe, kafes ve dolu gövdeli kirişlerde başarıyla tatbik edildiği gibi, her türlü kabuk şeklinin yapılmasında mimari tasarıma büyük bir esneklik getirmektedir. Tabakalı tutkallı ahşap yapı elemanlarının en önemli özelliği ahşap tabakalarının çok ince levhalar kullanılarak yapılması sonucu farklı çalışmalarını önlemektedir.

Mimari tasarımlarımıza yönelik olarak tabakalanmış özel kirişler de üretilmektedir (Glulam ve LVL). Özel kirişler projeye göre değişken boyutlara sahip detaylara göre değişik açılarda kesimi yapılan, girinti ve boşlukları olan, gerekli durumlarda gömme ankrajları ve diğer aksesuarları yerleştirilmiş, istenilen renkte emprenye sıvısı ile kaplanmıştır. Kullanım yerine göre Bölüm 4.2.’de anlatılan tutkallar ile üretilmiş yapı elemanlarının mimari tasarıma getirdiği esneklik ekler kısmındaki örneklerde görülebilir.

Okullarımızda bizlere verilen derslerde ahşap kullanımı sadece restorasyon dersleri ile sınırlı kalmakta, çok az öğrenci mimari projelerinde kullanmaları neticesinde ahşap hakkında bilginlenmektedir. Çünkü mimari tasarıma başlayan mimar aday öğrencilerin çoğunluğu

içgüdüselleşmiş olan betonarme karkas ve çelik sistemli çerçevelere yönelmektedir. Ahşabın tarihsel kullanımının artık çok üzerine çıktığı görülmekte okullarımızda başlı başına ders olarak anlatımına ihtiyaç görülmektedir. Ahşap malzemenin kullanımını sadece kalıp, iş iskelesi ve oturma çatı malzemesi olarak görmemek gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

İnsan soluduğu hava, içtiği su aldığı bitkisel ve hayvansal besinlerle doğaya bağımlı bir varlıktır. Bu bakımdan diğer canlılar gibi doğa ile dengeli bir etkileşim içinde olmalıdır. İnsan yaşama ortamını kendi istekleri yönünde değiştirirken doğadan kopmamaya ve doğaya zarar vermemeye özen göstermek zorundadır. Eğer, üretimi ve işlenmesi sırasında az enerji harcanan, kullanım ömrünü tamamlayınca doğa tarafından kolayca dönüşüme uğratılan, hem üretim aşamasında hem de yakılması sırasında doğayı kirletmeyen ve kanserojen maddelerin ortaya çıkmasına neden olmayan malzemeler seçmeye özen gösterirsek, doğal dengeyi korumaya katkıda bulunmanın sorumluluğunu paylaşabiliriz.

TEMA'nın yaptırdığı araştırma sonucunda, gelecekteki odun açığımızın kapatılmasının mümkün olmadığı gün ışığına çıkmıştır. Hemen odun tarımına başlamamız gerekmektedir. Odun tarımına hızla girilmesi için özel sektöre destek verilmesi gerekir. Tomruk ithal ettiğimiz Şili, Yeni Zelanda örneklerinde olduğu gibi çabuk büyüyen kavak ve kestane gibi ağaçların yetiştirilmesine öncelik verilmesi; kavak gibi yumuşak ağaçların terbiye edilerek, ilaçlanarak dayanıklılıklarının arttırılması için teknik çözümlerin geliştirilmesi bir zorunluluk haline gelmiş bulunmaktadır.

Ormancılık tekniğine göre; ülkenin normal ormancılık düzenine ulaşabilmesi için, orman alanlarının etkin bir toprak dağılımı ile ülke toplam alanının en az %30'u olması gerekir. Ancak ülkemiz ormanlarının toplam alanının oranı % 26,8'dir. Bilinçli bir yaklaşım ile ormanların gelişimi sağlanmalıdır.

Sonuç olarak; birleştirilmiş endüstri ögesi olan tabakalı tutkallı ahşap strüktürlerde kullanılan elemanların homojen yapısı ve avantajlarıyla mimari projelerde düşünülen çeşitli strüktürel formlar ve planlamada da istenilen esneklik sağlayabilmesi açısından etüt aşamasından başlayarak geliştirilmiş yeni ahşap strüktürlerin kullanılması düşünülmelidir.

KAYNAKLAR

- Başaran, M., (1956), "Emprenye Maddelerinin Memleketimizde İmâl İmkânları", İmar ve İskân Bakanlığı Yayınları, No: 5-58, İstanbul.
- Berkel, A., (1948), "Orman Mahsullerinden Faydalanma Bilgisi".
- Berkel, A., (1970), "Ağaç Malzeme Teknolojisi", İÜ Orman Fakültesi, Orman Mahsullerini Değerlendirme Kürsüsü, İstanbul.
- Binan, M., (1990), "Ahşap Çatılar", Birinci Baskı.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., (1986), "Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi", Ders Kitabı, İÜ Orman Fakültesi Yayınları, 3401, İstanbul.
- Büyük Larousse, Cilt 1, s:222-223.
- Büyük Larousse, Cilt II, s:6526, 6547
- Cansever, T., (1995), "Kültürel ve Coğrafi Şartların Ahşap Mimarideki Yansımaları".
- Coşgun, N., (1994), "Çatı Örtülerinin Teknolojik Gelişimi", Ders Ödevi,
- Demiriz, Y., (1979), "Osmanlı Mimarisinde Süsleme Erken Devir I".
- Diñçel, K., (1958), "Ağaç İşleri Genel Teknolojisi".
- Duman, N., ve Ökten, S., (1981), "Ahşap Yapı Dersleri I".
- Erçağ, B., (1995), "Osmanlı Mimarisinde Ahşabın Kullanımı ve Koruma Uygulamaları", İstanbul Vakıflar Bölge Müdürlüğü.
- Erdin, N., "Malzeme Seçiminde Ekolojik Kriterler".
- Eriç, M., (1979), "Ahşap Yapı Malzemeleri", Yapı Malzemeleri Cilt II, Kazmaz Matbaası, İstanbul.
- Eriç, M., (1982), "Zaman İçinde Ahşap ve Mimari", Yapı Dergisi, Sayı 43.
- Eriç, M., (2002), "Yapı Fiziği ve Malzemesi", Mimar Sinan Üniversitesi, Literatür Yayınları: 02, İstanbul
- Ersoy, H.Y., (2001), "Kompozit Malzeme", Literatür Yayınları: 66, İstanbul
- Erşen, N., "Tutkallı Taşıyıcı Ahşap Yapı Elemanları", İTÜ Merkez Kütüphanesi, 28114, İstanbul.
- Işık, B., (1994), "Ahşap Doğramada Hasar", Yapı Dergisi, Sayı 152, İstanbul.
- Kafesçioğlu, R., (1955) "Kuzey-Batı Anadolu da Ahşap Ev Yapıları", Doçentlik Çalışması, İTÜ Mimarlık Fakültesi, II. Yapı Bilgisi Kürsüsü, İstanbul.
- Karabulut, C., (2000), "Ahşap Birleşim Detayları", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kocataşkın, F., (1966), "Yapı Malzemesi Olarak Ahşap", İTÜ Kütüphanesi, Sayı:655, İstanbul.
- Küçükler, O., (1998), "Bitki Morfolojisi, I. Kapalı Tohumlu Bitkiler", İÜ Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik Ana Bilim Dalı, Fen Fakültesi Yayınları, (İstanbul)

Önel, H., (1975), “Ahşap ve Yurdumuzda Yöresel Uygulamaları”, Yeterlilik Çalışması, İDMMA Mimarlık Bölümü, Yapı ve Proje Kürsüsü, İstanbul.

Öztunalı, İ., (1986), “Yapı Ahşabı ve Yapılarda Kullanma Esasları”, Bayındırlık Bakanlığı Yayınları

Semih. S., (1995), “Ahşabın Yanmaya Mukavemeti”, Yapı Dergisi, Sayı 164, İstanbul.

Sofuoğlu, S.D., (2001), “Masif Ağaç Malzemenin İşlenmesinde Fire Oranlarının Belirlenmesi Üzerine İncelemeler”, Yüksek Lisans Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Subaşı İ.K., (1986), “Ahşap İnşaatta Örneklerle Statik”.

Şenay, A., (1996), “Lamine Edilmiş Ağaç Malzemenin Teknolojik Özellikleri”, Doktora Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Şenkal, F., (1998), “Türkiye’de Ahşabın Rasyonel Kullanılma İmkanlarına Ait Çözümlerin Araştırılması”, MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Fiziği Açısından Malzemede Rasyonelizasyon Dersi Çalışması, İstanbul.

Şenol, D., (2001), “Büyük Açıklıklı Mekanların Tutkallı Tabakalı Ahşap Sistemler ile Geçilmesi”, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.

Şenver, O., (2002), “Ahşap Yapı Konstrüksiyonları ve Gelişimi”, Bitirme Ödevi, İÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Makinaları ve İşletme Anabilim Dalı, İstanbul.

Taşkın, H., (1989), “Müzik Aletlerinde Ağaç Malzemenin Kullanılışı Üzerine Araştırmalar”, Yüksek Lisans Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Programı, İstanbul.

Topçuoğlu, M.Y. ve Erkan, İ.T., (1986), “Orman Ürünlerine İlişkin Araştırmalar”, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, İstanbul.

Topuzcu, M.C., (1984), “Tutkallı Ahşap Kirişlerin Taşıma Gücünün Deneysel İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Anabilim Dalı, İstanbul.

Türkçü, Ç., (1997), “Yapım – Malzemeler, Çözümler, İlkeler, Yöntemler”, Mimarlar Odası İzmir Şubesi Yayınları, İzmir.

Vural, A., (2000), “Yapılarda Tabakalı Ahşap Kullanımının Türkiye Koşulları Açısından Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.

(2001), “Deprem Mimarlığı, Depremden Korunmak İçin Yeni İnşaa Teknikleri”, Tasarım Yayın Grubu, İstanbul.

(1995), “Ormanlar Özelleştirilmeli mi?” Ahşap, Araştırma, Teknoloji, Tasarım ve İç Mimarî Dergisi, Yıl 2, Sayı 4.

(1996), Ahşap, Araştırma, Teknoloji, Tasarım ve İç Mimari Dergisi, Sayı 5.

İNTERNET KAYNAKLARI

- [1] Yeomans, D., “Depreme Karşı Ahşap Yapıların Güvenirliği”
 - [2] Tokyay, V., Wibbens, R.P., “www.oranmimarlık.com.”
 - [3] (2002), “Ahşap Koruma” (www.ahşap.com.tr)
 - [4] (2002), “www.apawood.org”
 - [5] (2002), “www.senkron.com”
 - [6] (2002), “www.ahsaponline.net”
 - [7] (2002), “www.aitc-glulam.org”
 - [8] (2002), “www.orman.org”
 - [9] (2003), “www.finnforest.com”
 - [10] (2003), “www.fargeot-charpentes.com”
- 

EKLER

- Ek 1 Tabakalı tutkallı ahşap (Glulam ve LVL) yapı elemanları ile yapılmış örnekler,
- Ek 2 Hetzer tipi çerçeve kirişlerde mafsal teşkili (Erşen),
- Ek 3 Büyük açıklıklı dikdörtgen kesitli Hetzer tipi kemer kirişlerde mesnet teşkili (Erşen),
- Ek 4 Dikdörtgen kesitli Hetzer tipi kolonlarda ankastre kolon ayakları (Erşen),
- Ek 5 Ahşap ile ilgili Standartlar.

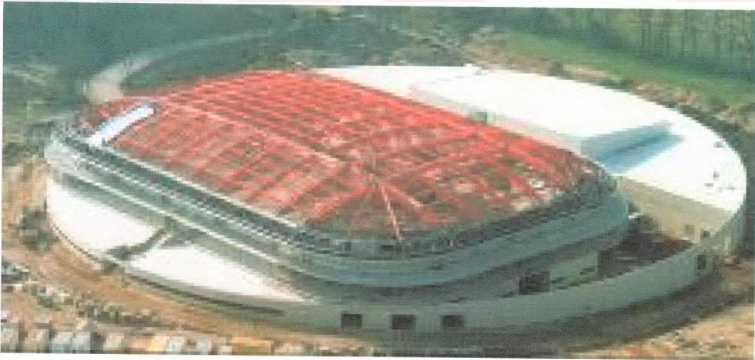


Ek 1 Tabakalı tutkallı ahşap (Glulam ve LVL) yapı elemanları ile yapılmış örnekler



Recreational Equipment Company,

Architect: Mithun Partners, [4]



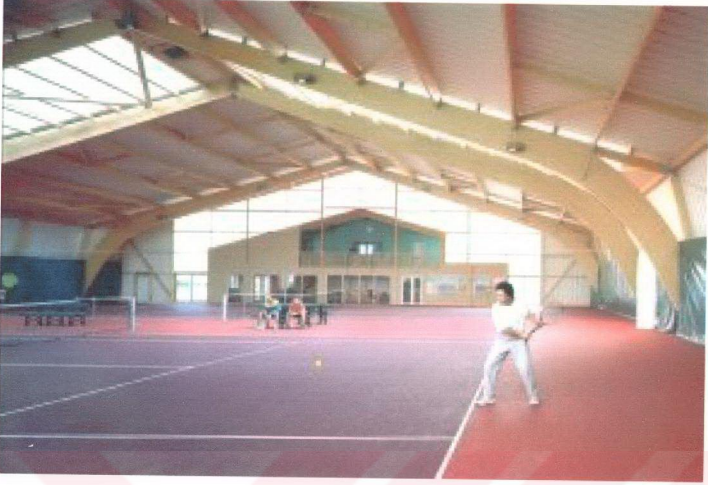
Construction of the Le Mans Palace of Sports : 90 metre açıklık - 15000 m² in alan



Tabakalı tutkallı ahşap yapı strüktürü, [10]



Ban-de-Laveline, Fransa Spor Merkezi örtüsünde kullanımı,
Architect : M Germain Wintz



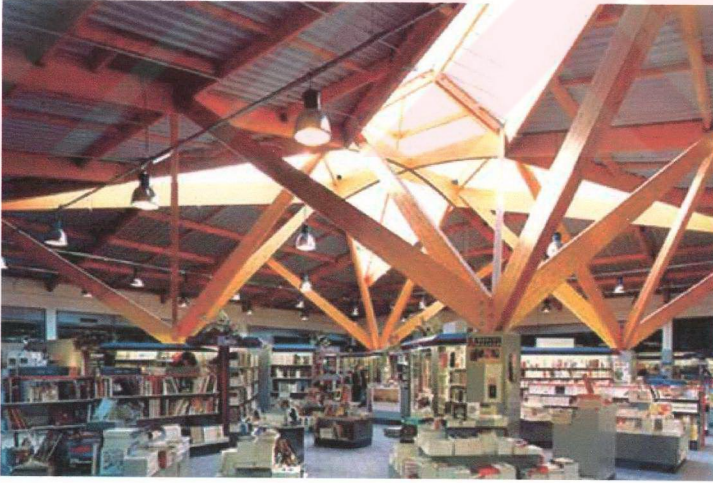
Basse Ham, Fransa'da Tenis Merkezi örtüsünde kullanımı,
Architect : Cabinet IMHOTEP



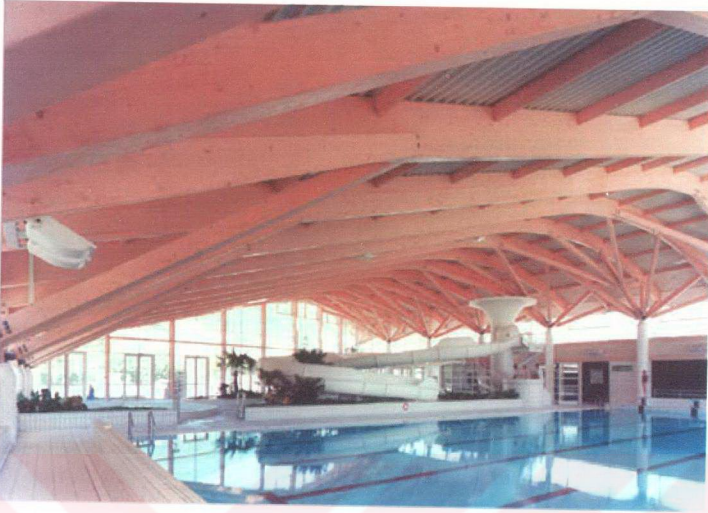
Décines-charpieu, Fransa'da Tenis Merkezi örtüsünde kullanımı,
Architects : MM Zimerli et Ramel



Piscine buriassat-Valencia, kapalı yüzme havuzu yapısının örtüsünde kullanımı, [10]



Art de vivre corbiel-essonnes-İspanya, kütüphane yapısının örtüsünde kullanımı, [10]



Centre aquatique pont de claix-İspanya, kapalı yüzme havuzunun örtüsünde kullanılması, [10]



Pechiney rhenalu issoire-İspanya, fabrika yapısının örtüsünde kullanımı, [10]



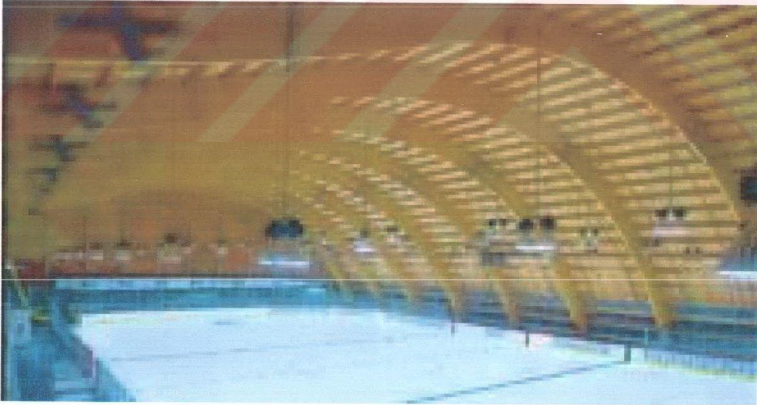
La Canada-alcampo marbella, Alışveriş Merkezi yapısının örtüsünde kullanımı, [10]



Patinoire-Valencia, kapalı spor salonunun örtüsünde kullanımı, [10]



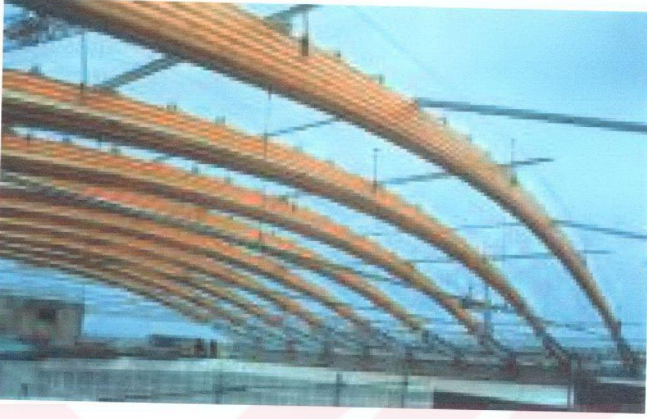
Tribunes de stade soria-İspanya, tribün üzerinin örtüsünde kullanımı, [10]



The Disney ICE rink in Anaheim, California

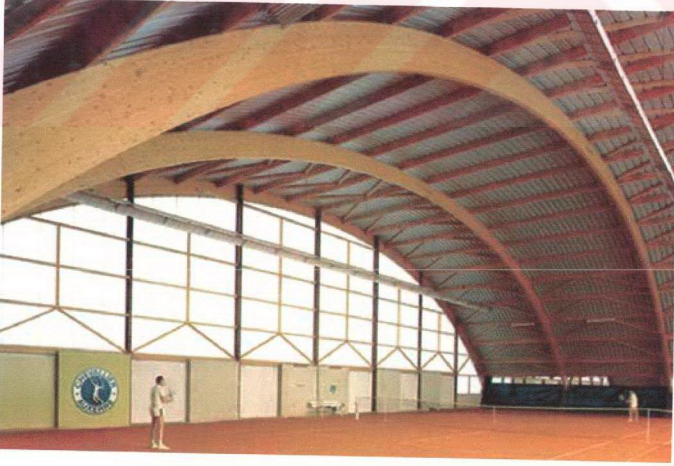
Kapalı yüzme havuzunun örtüsünde kullanımı,

Design: Frank O. Ghery and Associates, [4]



RENAULT Techno-Centre at Guyancourt, açıklık 32 metre.

Fabrika yapısının örtüsünde kullanımı,



Tenis oyun salonunun örtüsünde kullanımı, Auxerre, [10]



BÂLE AIRPORT BOEING 747 Hangar açıklık 82 metre (Mathis Company)

Architect : D. MUNCK



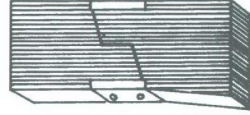
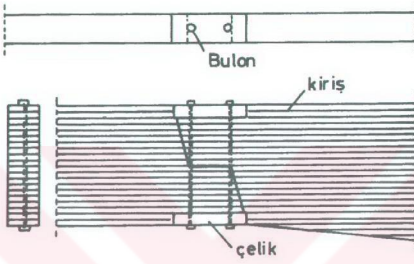
Fransa Kùltür Merkezi, LIBREVILLE (GABON) alan : 3000 m² (Mathis Company)

Architects : F. Lombard - P.Béasse - JF Houguenade

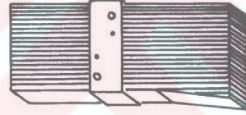
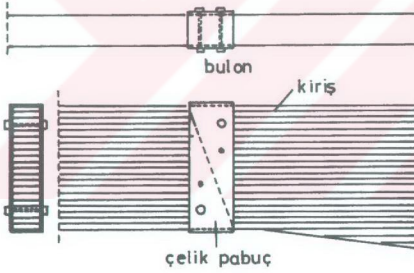
Ek 2 Hetzer tipi çerçeve kirişlerde mafsallı teşkili (Erşen)



Mafsallı, $M=0$ olduğu yerde teşkil edilir. İmalat ve transport kolaylaşmıştır.

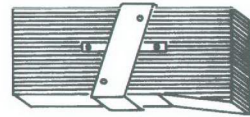
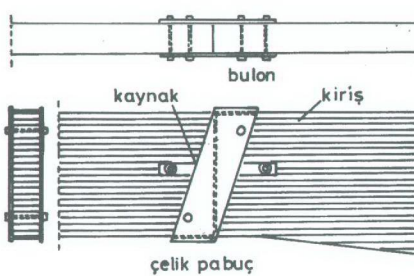


Basit bir mafsallı teşkili



Q - kuvveti her iki taraf için de bütün kesit tarafından karşılanmaktadır.

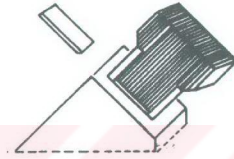
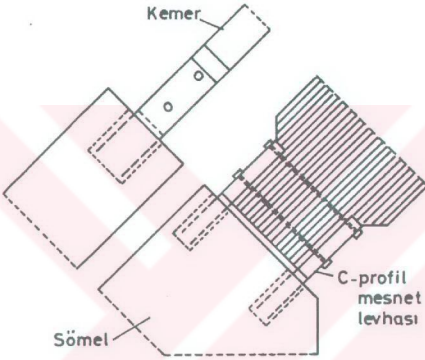
Bulonların kuvvet taşımada rolleri yoktur.



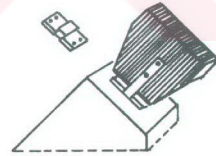
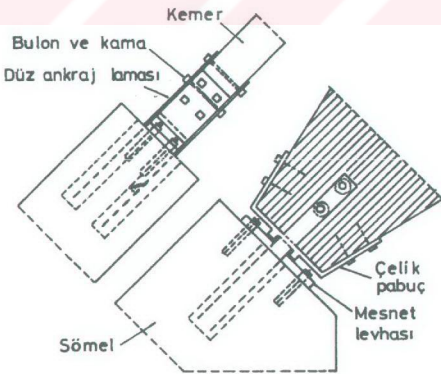
Kiriş alın altına birleştiği için çelik pabuç eğik olarak teşkil edilmiştir. Kirişte meydana gelecek çekme kuvvetleri için çelik laşeler mevcuttur.



Büyük açıklıklı kemerlerde reaksiyon kuvvetleri büyük olacağından normal kuvvetlerin doğrudan doğruya iletebilmesi için sömel başlarının meyilli olarak teşkili tavsiye edilir.



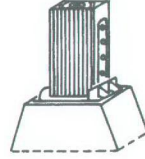
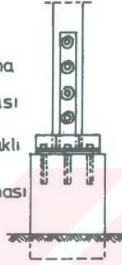
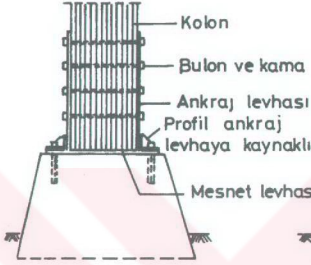
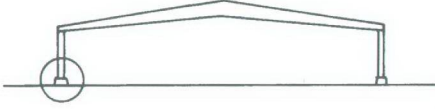
Kemer kirişe ait normal kuvvetler çelik mesnet levhası yardımıyla sömele iletilir. Kesme kuvvetleri ise çelik iki C profili tarafından karşılanılır.



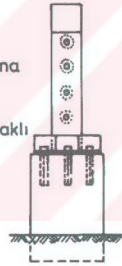
Normal kuvvetler çelik pabuç üzerinden mesnet levhasına iletilirler.

Sömel başına paralel olan kesme kuvvetleri mafsal üzerinde bulunan çelik pabucun iki çıkıntısı tara- karşılanır.

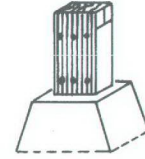
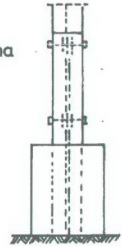
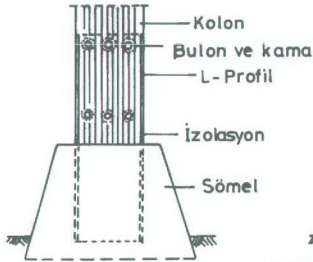
Ek 4 Dikdörtgen kesitli Hetzer tipi kolonlarda ankastre kolon ayakları (Erşen)



Kuvvetler mesnet levhası tarafından karşılanır, sömеле aktarılırlar.



Kuvvetler her iki çelik C-L profili vasıtasıyla mesnet levhasına oradan sömеле aktarılırlar.



Bu iki parçalı kolonda ankastrelik için büyük bir I profili kullanılmıştır. Bütün ankastre kuvvetler aradaki kamalar üzerindeki çelik profile iletilir. Betonda ankastre yerde yalnız moment mevcuttur. Çekme kuvveti meydana gelmez.

Ek 5 Ahşap ile ilgili Standartlar

- T.S. 46. Kontrplâklar,
- T.S. 47. Kontrplâklar ve kontrtabla muayene yöntemleri,
- T.S. 53. Ahşap numune alma ve muayene yöntemleri,
- T.S. 64. Odun lifi levhalar,
- T.S. 73. Ahşap parkeler,
- T.S. 91. Ahşap endüstrisinde kullanılan hayvansal tutkallar,
- T.S. 42. Ahşap endüstrisinde kullanılan kazein tutkalı,
- T.S. 93. Ahşap endüstrisinde kullanılan sentetik reçineli tutkallar,
- T.S. 180. Yonga levhalar,
- T.S. 200. Mozaik ahşap parke,
- T.S. 305. Ahşap rende talaşı levhalar,
- T.S. 343. Ahşap koruma genel esasları,
- T.S. 344. Yer üstü yapılarda ahşap koruma kuralları,
- T.S. 538. Çakma kapı kanatları,
- T.S. 539. Tablalı (aynalı), camlı tablalı ve camlı ahşap kapı kanatları,
- T.S. 647. Ahşap yapıların hesap ve yapım kuralları,
- T.S. 675. Prese kapı kanatları,
- T.S. 697. Sert keresteler,
- T.S. 801. Kereste-kayın (genel amaçlar için),
- T.S. 806. Ahşap iç kapı kasaları,
- T.S. 820. Biçilmiş meşe kerestesi (genel amaçlar için),
- T.S. 1047. Kontrtabla,
- T.S. 1229. Kapı takımları,
- T.S. 1250. Ahşap kaplama levhaları,
- T.S. 1264. İğne yapraklı doğramalık kereste,
- T.S. 1265. İğne yapraklı yapı keresteleri,
- T.S. 1501. Kereste kurutma odaları,
- T.S. 1502. Kerestenin doğal kurutulması kuralları,
- T.S. 1617. Yonga levhaları (yapıda kullanılan),
- T.S. 1770. Odun lifi ve yonga levhalar (sentetik reçine ile kaplanmış),
- T.S. 1905. Hazır ahşap kapılar,
- T.S. 1947. Dekoratif lamine levhalar,
- T.S. 2108. Ahşap süpürgelikler,
- T.S. 2128. Kontrplâk- terimler, tanımlar,
- T.S. 2129. Odun lifi ve yonga levhalar,
- T.S. 2161. Ahşap lambriyerler,
- T.S. 3462. Yonga levhalar,
- T.S. 3482. Dik yongalı, yonga levhalar,
- T.S. 3842. Yapıştırılmış lamine ahşap yapı elemanları,
- T.S. 3843. Kayın plakalı kontrplâk- yapıda kullanılan,
- T.S. 4520. Yapıda kullanılan kontrplâk,
- T.S. 4646. Odun lifi levhalar, yumuşak levhalar,
- T.S. 4893. Ağaç kaplama levhaları- soyma kaplama,
- T.S. 4947. Binada özel amaçlar için kullanılan yonga levhalar,
- T.S. 5005. Çam kerestesi (genel amaçlar için),
- T.S. 5115. Çimentolu yonga levhalar.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	10.02.1978	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1991-1994	Avcılar Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Elektrik Bölümü
Lisans	1995-1999	Trakya Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fak. Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	2001-2003	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Mimari Tasarım Programı

Çalıştığı kurumlar

1999	Kansu Mimarlık Bürosu,
2001-Devam ediyor	S.S. İst. Ayakkabıcılar K.S.S. Yapı Koop. AYKOSAN Kontrollük Teşkilatı,