

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MİMARLIK ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE TUTKALLI TABAKALI AHŞAP
YAPI ELEMANLARININ GENİŞ AÇIKLIKLI MİMARİ
TASARIMLARDA KULLANILMASI VE KOCAELİ KÖRFEZ
YÜZME HAVUZU ÖRNEĞİ**

SİNAN KAYAKIRAN

KOCAELİ 2019

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE TUTKALLI TABAKALI AHŞAP
YAPI ELEMANLARININ GENİŞ AÇIKLIKLİ MİMARİ
TASARIMLARDA KULLANILMASI VE KOCAELİ KÖRFEZ
YÜZME HAVUZU ÖRNEĞİ

SİNAN KAYAKIRAN

Dr.Öğr.Üyesi Emre KİSHALI
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Doç.Dr. Neşe ÇAKICI ALP
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi
Doç.Dr. Cahide AYDIN İPEKÇİ
Jüri Üyesi, Gebze Teknik Üniversitesi

Emre Kishali

D. Çakıcı Alp

C. Aydın İpekçi

Tezin Savunulduğu Tarih: 22.07.2019

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Dünyadaki tüm ülkeler ile birlikte ülkemizde de eski tarihlerden beri uygulanan “Ahşap Yapı Sistemler” in ana yapı malzemesi olan ahşap yapı malzemesinin doğru, ekonomik ve verimli kullanılması için malzeme temini seçimi ile başlayan tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının imalatından montajına kadar hangi kriterlere dikkat edilerek yapılarda kullanılması gerektiğini incelemek ve ülkemizdeki tutkallı tabakalı ahşap yapıların gelişimini, yurt dışındaki tutkallı tabakalı ahşap yapıların gelişimi ile birlikte gerçekleştirilen örneklerle paralel olarak incelemek için hazırladığım bu yüksek lisans tezi’nin asıl amacı; “tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları” ile ilgili edinilen tüm bilgileri bilimsel bir çalışmada toplamaktır.

Tez çalışmam süresince bilgi ve deneyimleriyle beni yönlendiren, ortaya çıkardığım bu tezin üretilmesi ve geliştirilmesi konusunda bana özgün, etkin nitelikli çalışma fırsatı veren değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Emre KİSHALI hocama teşekkür ederim. Ayrıca tez çalışmalarım boyunca beni destekleyen Eşime ve Kızıma da sonsuz minnet duygularımı sunarım.

Temmuz – 2019

Sinan KAYAKIRAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
TABLolar DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
GİRİŞ	1
1. TUTKALLI TABAKALI AHŞAP YAPI ELEMANLARI HAKKINDA	
GENEL BİLGİLER	4
1.1. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarının Tanımı	4
1.2. Zaman İçinde Ahşabın Gelişimi ve Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı	
Elemanlarının Tarihçesi	5
1.3. Tutkal ve Tutkallama Hakkında Genel Bilgi	12
1.3.1. Tabii tutkallar	14
1.3.2. Suni tutkallar	16
1.3.3. Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarında kullanılan ahşabın	
seçimi ve tutkallama tekniği hakkında genel bilgi	20
1.3.4. Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarında emprenye işlemi	38
1.4. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanları ile Oluşturulan Geniş	
Açıklıklı Konstrüksiyon Tipleri	39
1.4.1. Hetzer sistemi	41
1.4.2. Kâmpf sistemi	47
1.4.3. Wolff sistemi (şirket patentli konstrüksiyon tipleri)	48
1.4.4. Derix- poppensieker sistemi (şirket patentli konstrüksiyon	
tipleri)	49
1.4.5. DSB sistemi	50
1.4.6. Trigonit sistemi	51
1.4.7. Kontrplak gövdeli "I" kirişleri	52
1.4.8. Diğer tutkallı tabakalı ahşap sistemler (yeni sistemler)	53
1.4.8.1. Çapraz lamine ahşap - CLT	53
1.4.8.2. Tabakalı tutkallı ahşap – glulam	54
1.4.8.3. Lamine kaplama kereste-(LVL)	55
1.4.8.4. Paralel şerit kereste - (PSL)	55
1.4.8.5. Tabakalı şerit kereste- (LSL)	56
1.4.9. Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının ahşap kabuklardaki	
uygulaması ve örnekleri	57
1.5. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarında, Tutkallı Olarak Ek ve	
Birleşim Yerlerinin Oluşturulması:	61
1.6. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarında Standartlar	64
1.7. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarında Yangın Sorunu	65
1.8. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarında Deprem Sorunu	69

1.9. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarının Diğer Sistemlerdeki Yapı Malzemelerine Göre Avantajları	70
2. TUTKALLI TABAKALI AHŞAP YAPI ELEMANLARININ DURUMU VE ÖRNEKLERİ.....	72
2.1. Yurt Dışında Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarının Durumu ve Örnekler	72
2.1.1. Yurt dışından uygulamalar ve resimleri:	75
2.2. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanları İle Oluşturulan Ahşap Sistemlerin Ülkemizdeki Durumu ve Örnekler.....	81
2.2.1. Yurt içinden uygulamalar ve resimleri:	83
3. TUTKALLI TABAKALI AHŞAP YAPI ELEMANLARINA ÖRNEK KÖRFEZ YÜZME HAVUZU TAŞIYICI ÇATI ELEMANI İNCELENMESİ.....	86
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	99
4.1. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanları İle Oluşturulan Ahşap Sistemlerin Ülkemizde Gelişme İmkânları Hakkında Öneriler	99
4.2. Sonuç	104
KAYNAKLAR.....	109
EKLER.....	115
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	127
ÖZGEÇMİŞ.....	128

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Tutkallı tabakalı ahşap kesit tipleri	5
Şekil 1.2.	(a ve b) Endüstri devrimi öncesi ilk insanların ahşap barınakları	6
Şekil 1.3.	Geleneksel ahşap yapı sistemleri	7
Şekil 1.4.	Geleneksel ahşap yapı sistemleri	7
Şekil 1.5.	Geleneksel ahşap yapı sistemleri, ahşap dolgulu çerçeve	8
Şekil 1.6.	Geleneksel ahşap yapı sistemleri, dal örgü çerçeve- çöten, yığma dolgulu çerçeve (çaprazlı çerçeve-çatki)	8
Şekil 1.7.	Geleneksel ahşap yapı sistemleri, çıta + sıvalı çerçeve = bağdadi.....	8
Şekil 1.8.	Ahşap levhalar: yonga talaş levhalar (a) lif levhalar (b) ve yonga levhalar (c)	9
Şekil 1.9.	Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarındaki son gelişmeler	10
Şekil 1.10.	Tarih içinde tabakalı ahşabın serüveni	11
Şekil 1.11.	Çeşitli yöndeki farklı rutubet derecelerine göre genişleme yüzdeleri	17
Şekil 1.12.	Tutkallı ahşap yapı elemanlarında oda sıcaklığı ve rutubetinin tutkalın sertleşme hızı üzerindeki etkisini belirten grafik.....	21
Şekil 1.13.	Rölatif (Bağıntılı) rutubet miktarı ile ısı ve ahşabın rutubet miktarları arasındaki münasebeti gösteren grafik	22
Şekil 1.14.	Lâminasyonda katların düzenlenmesi	25
Şekil 1.15.	Ahşapta yüzeysel büzülmenin farklı durumları	26
Şekil 1.16.	Ahşapta yüzeysel büzülmenin farklı durumları	26
Şekil 1.17.	Tutkallama işlem şeması.....	27
Şekil 1.18.	Tabakaların fırınlanması suni kurutma.....	28
Şekil 1.19.	Tutkal malzemeleri.....	30
Şekil 1.20.	Tutkalın yerine sürülmesi-1	30
Şekil 1.21.	Tutkalın yerine sürülmesi-2	31
Şekil 1.22.	Tutkalın yerine sürülmesi-3	31
Şekil 1.23.	Düşey presleme	32
Şekil 1.24.	Nakil yöntemi örnekleri.....	33
Şekil 1.25.	Nakil yöntemi örnekleri.....	34
Şekil 1.26.	Montaj yöntemi örnekleri ve ağır kiriş ayarı	34
Şekil 1.27.	Taşıma sınırlarına ait şematik çizim.....	35
Şekil 1.28.	Dikdörtgen kesitli Hetzer tipi tutkallı taşıyıcı ahşap yapı elemanının imalini sırasıyla gösteren şema.	36
Şekil 1.29.	Emprenye öncesi görüntüler	38
Şekil 1.30.	Emprenye sonrası görüntüler	38
Şekil 1.31.	Açıklıklara göre TTA ‘nın uygulandığı konstrüksiyon tipleri.....	40
Şekil 1.32.	TTA ‘nın uygulandığı konstrüksiyon tipleri.....	40
Şekil 1.33.	(a) Dikdörtgen kesitli kiriş (b) I kesitli kiriş (c) dikdörtgen kesitli eğri kiriş.....	41
Şekil 1.34.	Lamel kalınlığı ile eğrilik yarıçapı arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.....	43
Şekil 1.35.	Dikdörtgen kesitli lamelli Hetzer sistemlerinde ek oluşumu.....	43

Şekil 1.36.	a ve b Lamellerin üst üste konulmasının örnekleri	44
Şekil 1.37.	Dikdörtgen kesitli hetzer sistemi ile uygulama örneği	46
Şekil 1.38.	Kâmpf sistemine örnek	47
Şekil 1.39.	1,2,3 Kâmpf sistemi gövde elemanları	48
Şekil 1.40.	Wolff sistemine örnek	48
Şekil 1.41.	1,2,3 Wolff sistemi gövde elemanları.....	49
Şekil 1.42.	Derix- Poppensieker sistemine örnek	49
Şekil 1.43.	1, 2, 3 Derix- Poppensieker sistemi gövde elemanları	50
Şekil 1.44.	DSB sistemine ait örnekler	51
Şekil 1.45.	Trigonit sistemine ait örnekler	52
Şekil 1.46.	Kontrplak gövdeli "I" kirişlerine örnek	53
Şekil 1.47.	(3a) DSB, (3b) Trigonit, (3c) Kontroplak gövdeli sistem	53
Şekil 1.48.	CLT Sistemle üretilen yapılara örnek ahşap yapı sistemleri	54
Şekil 1.49.	Düz üretilmiş tabakalı tutkalı ahşap – Glulam.....	54
Şekil 1.50.	Lamine kaplama kereste (LVL)	55
Şekil 1.51.	Paralel şerit kereste (PSL).....	56
Şekil 1.52.	Tabakalı şerit kereste (LSL).....	56
Şekil 1.53.	a,b Tutkalın ahşap kabuklarda uygulamasına iki ayrı örnek	58
Şekil 1.54.	a,b Tutkalın ahşap kabuklarda uygulamasına örnek,(AVM) Las Arenas, Barselona, İspanya yapım yılı: 2000	59
Şekil 1.55.	Tutkalın ahşap kabuklarda uygulamasına örnek, (Termal havuz) Dürrheim, Almanya yapım yılı:1987	59
Şekil 1.56.	Tutkalın uygulandığı ahşap kabuk yapı çeşitleri.....	60
Şekil 1.57.	Basınç kuvvetinin tutkal derz düzlemine göre düzenlenmesi.....	61
Şekil 1.58.	Şevli bindirme ek ve dişli ek'e örnek	62
Şekil 1.59.	Dişli eke örnek	63
Şekil 1.60.	En birleştirme (Düz birleştirme (a); dişli birleştirme (b) ve kama dişli (incelen kurtağzı) birleştirme (c)).....	63
Şekil 1.61.	Boy birleştirme (Düz birleştirme (a); pahlı birleştirme (b); pahlı kademeli birleştirme (c); dikey kama dişli (incelen kurtağzı) ve düşey kama dişli (incelen kurtağzı))	63
Şekil 1.62.	Tutkalı tabakalı ahşap yapı elemanlarında kullanılan malzeme ve sistemin yangına dayanımlarının diğer yapı malzemeleriyle karşılaştırılması	67
Şekil 1.63.	90 mm x 315 mm Kesitli bir tutkalı tabakalı ahşabın yanma başlangıcından 30 dk ve 60 dk sonraki görüntüsü	67
Şekil 1.64.	Tutkalı bir yapı elemanının (b) kirişinin (taşıma gücü = X (+++) t/m^2) mukavemetinin, birleştirildiği parçanın (a) kirişinin (taşıma gücü = X t/m^2) mukavemetinden üstün olduğunu gösterir şematik çizim.....	70
Şekil 2.1.	Yurt dışı örnekler, yeni fuar binası (Salon 10) Messe Stuttgart, yapım yılı: 2016	75
Şekil 2.2.	Yurt dışı örnekler, kapalı yüzme havuzu, Minden - North Rhine-Westphalia, Almanya yapım yılı: 1998	76
Şekil 2.3.	Yurt dışı örnekler, köprü, South Dakota (ABD) yapım yılı: 2016.....	77
Şekil 2.4.	Yurt dışı örnekler, kilise, İtalya, yapım yılı: 2004	77
Şekil 2.5.	Yurt dışı örnekler, Avrupa Konseyi Parlamenterler Meclisi, Strazburg-Fransa, yapım yılı: 1999	78

Şekil 2.6.	Yurt dışı örnekler, tren toplu terminal binası, Portland, OR (ABD) yapım yılı: 1997.....	78
Şekil 2.7.	Yurt dışı örnekler, üç açıklı demiryolu köprüsü Buckley, Washington (ABD), yapım yılı: 2008	79
Şekil 2.8.	Yurt dışı örnekler, klasik otomobil müzesi, Tacoma, Washington (ABD), yapım yılı: 2012	80
Şekil 2.9.	Yurt dışı örnekler, Londra'daki çok katlı bir konut bloğu, yapım yılı: 2012.....	81
Şekil 2.10.	Yurt içi örnekler, Sas Otomotiv Ford Otosan Gölcük-Kocaeli, yapım yılı: 2001	83
Şekil 2.11.	Yurt içi örnekler, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Avcılar Sosyal Tesisleri, yapım yılı: 2008	84
Şekil 2.12.	a,b,c,d Yurt içi örnekler, Özel Irmak Lisesi, kapalı spor salonu, İstanbul, yapım yılı: 1995	84
Şekil 3.1.	Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu.....	87
Şekil 3.2.	Yurt içi örnek incelemesi Kocaeli Körfez yarı olimpiik kapalı yüzme havuz taşıyıcı sistem modellemesi	88
Şekil 3.3.	(a, b ve c) Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu lamine kirişli taşıyıcı sistem (3D Model nokta detayları)	90
Şekil 3.4.	Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu lamine kirişli taşıyıcı sistem (3D Model, ölçü bilgili nokta detayları)	91
Şekil 3.5.	Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu farklı iki malzemeye göre lamine kirişin ağırlık mukayesesi şekli	93
Şekil 3.6.	Türk sarıçamında lamine ahşapların mekanik özellikleri.....	94
Şekil 3.7.	Kocaeli- Körfez yüzme havuzu şantiye montaj fotoğrafları (2013).....	94
Şekil 3.8.	Kocaeli- Körfez yüzme havuzu şantiye montaj fotoğrafları (2013).....	95
Şekil 3.9.	Kocaeli- Körfez yüzme havuzu şantiye çatı montaj fotoğrafları (2013).....	95
Şekil 3.10.	Kocaeli- Körfez yüzme havuzu şantiye çatı içeriden görünüş (2013).....	96
Şekil 3.11.	Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli-Körfez yüzme havuzu çatı yapı elemanları (2013).....	96
Şekil 3.12.	Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu, yapının inşasından 4 yıl sonra, 22 Mart 2018 tarihli resimleri	97
Şekil 3.13.	Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu, yapının inşasından 4 yıl sonra, 22 Mart 2018 tarihli resimleri	98
Şekil 3.14.	Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu, yapının inşasından 4 yıl sonra, 22 Mart 2018 tarihli resimleri	98
Şekil 4.1.	Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanı tasarımlarında mutlak bilinmesi ve uygulanması gerekenlere ait tüm aşamaları ilişkilendirilmiş şematik gösterim	102

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1.	Malzemeye göre tutkal cinsleri ve yapıştırma metotları	19
Tablo 1.2.	Farklı ortamlara ve risk durumlarına göre tutkalların kullanımı.....	23
Tablo 1.3.	Yapıda kullanım yerlerine göre tutkalların sınıflandırılması.....	23
Tablo 1.4.	Lamelli Hetzer tipi yapı elemanlarının yükleme halindeki emniyet gerilmeleri.....	45
Tablo 1.5.	DIN 4102'de Dikdörtgen kesitli Hetzer kirişleri için yapılan yangın deneyinde minimum kesit boyutları.....	66
Tablo 3.1.	Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu proje bilgileri.....	89
Tablo 3.2.	Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu farklı iki malzemeye göre lamine kirişin ağırlık mukayesesi tablosu	93
Tablo 4.1.	Yurt içi örnekler toplu gösterim.....	105
Tablo 4.2.	Yurt dışı örnekler toplu gösterim	106
Tablo 4.3.	TTA Yapı elemanının geçmişten günümüze gelişimi	107

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Ca	: Kalsiyum
kg/cm ²	: Santimetrekaresindeki kilogram
NH ₂	: Anilin
OH	: Hidroksit
v.s	: Vesaire
°C	: Santigrat
<	: Küçüktür
±	: Artı Eksi
τ em	: Basınç emniyeti
X°	: Açı
≤	: Küçüktür ya da eşittir
₺	: Türk Lirası

Kısaltmalar

3D	: Üç Boyutlu
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AITC	: American Institute of Timber Construction (Amerikan Ahşap Yapı Enstitüsü)
ASTM	: American Society for Testing and Materials (Amerikan Test ve Malzeme Kurumu)
AVM	: Alış Veriş Merkezi
CLT	: Cross Laminated Timber (Çapraz Lamine Ahşap)
CRA	: California Redwood Timber (Kaliforniya Kızılağaç Ahşabı)
D.C.	: District of Columbia (Kolumbiya Bölgesi)
DIN	: Deutsches Institut Norme (Alman Enstitüleri Normu)
DSB	: Paralel Başlıklı Kafes Kiriş
EC5	: Eurocode5 (Avrupa Standartları 5)
FPL	: U.S. Forest Products Laboratory (ABD Orman Ürünleri Laboratuvarı)
GLT	: Glued Laminated Timber (Tutkallı Tabakalı Ahşap)
GmbH	: Gesellschaft Mit Beschränkter Haftung (Sınırlı sorumluluk şirketi)
İ.T.Ü.	: İstanbul Teknik Üniversitesi
İDMMA	: İstanbul Devlet Mimarlık Mühendislik Akademisi
K.B.B.	: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi
LSL	: Laminated Strand Lumber (Tabakalı Şerit Kereste)
LVL	: Laminated Veneer Lumber (Lamine Kaplama Kereste)
M.E.B.	: Milli Eğitim Bakanlığı
MUF	: Melamin Üre Formaldehit
NEPA	: National Forest Products Association (Ulusal Orman Birliği)
NHPMA	: Northern Hardwood and Pine Manufacturers Association (Kuzey Sertağaç ve Çam Üreticileri Birliği)
OSB	: Oriented Strand Board (Yönlendirilmiş Yonga Levha)

P.O.	: Post Office (Postane)
Ph	: Potansiyel Hidrojen
PRF	: Poliamid Rezosinol Formaldehit
PSL	: Parallel Strand Lumber (Paralel Şerit Kereste)
R30	: 30 Dakikalık Yangın Performans Kriteri
R60	: 60 Dakikalık Yangın Performans Kriteri
R90	: 90 Dakikalık Yangın Performans Kriteri
SOD	: Superintendent of Documents (Belge Değerlendirme)
SPIB	: Southern Pine Inspection Bureau (Güney Çamı Muayene Bürosu)
T.G.	: Takvim Günü
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü (TS EN)
TTA	: Tutkallı Tabakalı Ahşap
U.S.A.	: United States of America (Amerika Birleşik Devletleri)
UAB	: Ulusal Ahşap Birliği
USDA	: U.S. Department of Agriculture (Amerika Tarım Bakanlığı)
WCLA	: West Coast Lumbermen's Association (Batı Kıyı Kereste Derneği)
WWPA	: Western Wood Products Association (Batı Ağaç Ürünleri Birliği)
YY	: Yüzyıl

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE TUTKALLI TABAKALI AHŞAP YAPI ELEMANLARININ GENİŞ AÇIKLIKLİ MİMARİ TASARIMLARDA KULLANILMASI VE KOCAELİ KÖRFEZ YÜZME HAVUZU ÖRNEĞİ

ÖZET

Dekoratif anlamda, diğer yapı malzemelerine göre daha sıcak malzeme olan ahşap yeni teknolojilerle yeni boyutlara ulaşmıştır. Geçtiğimiz yüzyıl öncesinden başlayarak günümüzde de halen uygulanmakta olan "tutkallı tabakalı ahşap (TTA) yapı elemanları" ile oluşturulan sistemler birçok dış ülkede başarı ile uygulanmaktadır. Ülkemizde, yeteri derecede bilinen ve uygulanan bir sistem olmadığı için bu sistemlere büyük bir ilgi duyulmaktadır. Bu konuyu daha net anlayabilmek için hazırlanan bu tezin, ilgilenen kişileri aydınlatacağını düşünüyorum. Tezin özü, mevcut tutkal çeşitleri ve teknikleriyle yapılan TTA yapı elemanları kullanarak gerçekleştirilen ahşap sistemlerden elde edilen kazançlardır. Tez üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde; TTA yapı elemanlarının tanımı, geçmişten günümüze tarihçesi, malzeme seçimi ve emprenye, tutkal cinsleri ve tutkallama teknikleri hakkında genel bilgi, geniş açıklıklarda kullanılan konstrüksiyon tipleri, tutkallı olarak ek ve birleşim yerlerinin oluşturulması, standartlar, yangın ve deprem sorunu, diğer sistemlerdeki yapı malzemeleri ile karşılaştırılması, ikinci bölümde; yurt dışındaki ve yurt içindeki durumu, yurt dışından örnek uygulamalar ile yurt içinden Kocaeli örneği; Körfez yüzme havuzu taşıyıcı çatı elemanı incelenmesi, üçüncü ve son bölümde ise; ülkemizdeki gelişme imkânları hakkında öneriler ve sonuç yer almaktadır.

Araştırmacı ve sentezleyici üslupla hazırlanan bu tezde anlatılanlar bilimsel olarak birçok gerçeğe ışık tutmaktadır. Buna göre;tutkallama ile elde edilen yeni TTA Yapı malzemesinin taşıma gücü dirençleri doğal kaynaklardan elde edilebilecek maksimum boyutlara sahip ahşap malzemelerin direncinden çok daha yüksek olduğundan, ana taşıyıcı elemanlar olarak rahatlıkla kullanılabilir. Bu sistemle tasarımcıya birçok tasarım esnekliği imkânı sunulmaktadır. Tezin son bölümünde bahsedilen öneriler, ilgililer tarafından dikkate alındığında, sistemin kurulması, işletilmesi ve geliştirilmesi rahatlıkla yapılabilir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Tutkal, Tutkallı Tabakalı Ahşap (TTA), Yangın, Yapı.

FROM PAST TO TODAY THE USE PREFERENCES OF GLUED LAMINATED TIMBER ELEMENTS IN THE LONG SPANNED ARCHITECTURAL DESIGN AND THE CASE OF KÖRFEZ SWIMMING POOL

ABSTRACT

In the decorative sense, wood, which is warmer than the other building materials, has reached new dimensions with new technologies. Starting from the previous century, the systems built with "Glued Laminated Timber (GLT) Building Elements", which are still in use today, are successfully implemented in many foreign countries. There is a great interest in these systems because the system is not well-known and applied in our country. The thesis, was prepared to understand the issue more clearly, will enlighten the experts who are interested. The essence of the thesis is the gains obtained from the wooden systems using GLT construction elements made with existing glue types and techniques. the thesis consists of three parts. In the first part; definition of gltbuilding elements, history from past to present, material selection and impregnation, glue types and general information about glue techniques, construction types used in wide spaces, formation of joints and joints with glue, standards, fire and earthquake problem, comparison with construction materials in other systems were defined. in the second part; the situation of practices in abroad; gulf swimming pool carrier roof element investigation were preformed. In the third and last section; recommendations and conclusions about development opportunities in Turkey were discussed.

This thesis, prepared in the way of analysis and synthesis approach, sheds light on many facts scientifically. According to this; the new GLT materials, obtained by gluing, can easily be used as the main load-bearing elements because the resistance of the bearing material is much higher than the resistance of the wood materials with maximum dimensions which can be obtained from natural sources. With this system, the designer is given many design flexibility opportunities. When the suggestions mentioned in the last section of the thesis are taken into consideration, the establishment, operation and development of the system can be made easily.

Keywords: Earthquake, Glue, Glued Laminated Timber (GLT), Fire, Structure.

GİRİŞ

Yabancı memleketlerde son yıllarda pek çok miktarda ve başarı ile kullanılmakta olan tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları ile oluşturulmuş "tutkal birleşimli ahşap sistemler" in ülkemizde hemen hemen hiç veya yeterince tanınmamış olması bu sisteme kaşı merak, ilgiyi ortaya çıkarmaktadır.

Taşıyıcı iskeleti, ahşapla oluşturulan yapılarda yük taşıyan bazı elemanların beraber çalışmasını temin maksadıyla çeşitli elamanların kullanıldığı ve bunlara genel olarak "birleşim elemanları" denildiğini tasarımcılar tarafından bilmektedir. Çok eskiden ip ve halatlar zamanla yerlerini çivilere, bulonlara ve kama adı verilen diğer bileşim elemanlarına bırakmışlardır. İçinde bulunduğumuz yüzyılın başlarında bugünkü manada yeni ve modern bir birleşim elemanı olarak tutkalın da kullanılmaya başlandığını görmekteyiz.

2. Dünya Savaşı sıralarında geliştirilmeye başlanan sentetik tutkalların ortaya çıkmasından sonra, strüktür elemanı olarak ahşap için yepyeni ufuklar açılmış, ayrıca geleneksel sistemlerde de malzemenin daha rasyonel şekilde kullanılabilmesine imkân tanınmıştır. Bu sebeple, bütün ahşap sistemleri kapsayan, taşıyıcı iskeletinin oluşumunda esas birleşim elemanı olarak tutkal kullanılan tutkallı tabakalı ahşap (TTA) yapı elemanları ile yapılan yapılar "tutkallı ahşap yapılar" olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemle yapılmış ahşap sistemlere ise "tutkal birleşimli ahşap sistemler" denmektedir [1].

Tutkallı birleşimin, çivi, kama ve bulonlu birleşimlerden farkı tekil parçaların birbirleriyle belirli noktalarda değil, yüzeysel olarak birleştirilmeleridir. Böyle bir birleşim diğer birleşimlere nazaran oldukça mukavemetli bir birleşimdir. Dolu gövdeli taşıyıcı sistemlerdeki dikdörtgen kesiti tutkallı lamelli kirişlerde bu birleşim, mukavemeti artırıcı yönden etki eder. Ayrıca diğer birleştiriciler kesit zayıflamasına yol açtıkları halde tutkallı sistemlerde kesit zayıflaması söz konusu olmadığından, atalet momentleri de tam değer olarak hesaba girer. Yukarıda bahsettiğimiz 1930 - 1940 yılları arasında (2. Dünya Savaşı sıralarında) son derece dayanıklı olması

nedeniyle ortaya çıkarılan sentetik tutkalların kullanılması tutkallı ahşap yapı endüstrisinin gelişmesinde önemli rol oynamıştır [2].

Bugün mevcut tutkal türleri ve tutkallama teknikleri sayesinde farklı tropik iklim koşulları dâhil her türlü hava koşulu etkisine açık bulunması halinde bile mukavemetinden bir şey kaybetmeyen üstelik yapıştırıldığında, yapıştırıldığı ahşap cinsinin doğadaki var olan maksimum boyuttaki ahşap boyutundan daha sağlam olan tutkallı tabakalı ahşap elemanlarla tutkal birleşimli sistemler yapılmaktadır.

Yapı sektöründe bu sistemlerin uygulama olanakları ise çok geniş yer bulmaktadır. Günümüzde kafes veya dolu gövdeli kiriş, kolon çerçeve, kemer ve kubbelerde başarı ile uygulanabildiği gibi ayrıca, bilinen her türlü kabuk formunun ve katlanmış plakların TTA yapı elemanı kullanarak “tutkal birleşimli ahşap sistemlerle yapılan ahşap yapılar” sahasına girmesi de sağlanmıştır [3].

Günümüzde ise ahşap malzemesinin bünyece değişimini sağlayan çeşitli tekniklerin uygulanmasına paralel olarak konstrüksiyon imkanları da (tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları ile oluşturulan tutkal birleşimli sistemler gibi) oldukça genişlemiştir. Ancak; memleketimiz açısından yapılacak bir karşılaştırmada, özellikle bu tür tekniklerin henüz tam anlamı ile bir gelişme göstermediği, dolayısıyla konstrüksiyon kuruluşunda da çoğunlukla geleneksel yapı sistemlerinin devam ettiği söylenebilir.

Bununla birlikte Türkiye’de genellikle geleneksel yöntemler ile ahşap inşaatlar devam ediyor olsa da tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanların (Yapıştırılmış lamine ahşap (GLULAM), çapraz lamine ahşap (CLT), yapısal kompozit ahşap (SCL), lamine kaplama ahşap (LVL), paralel yonga ahşap (PSL), yönlendirilmiş yonga ahşap (OSL), lamine yonga ahşap (LSL) vb.) kullanıldığı ahşap yapılara da rastlanmaktadır.

Bu araştırmada izlenen yöntem şöyle özetlenebilir; öncelikle, TTA yapı elemanının tanımı, geçmişten günümüze tarihçesi, malzeme seçimi ve emprenye, tutkal cinsleri ve tutkallama teknikleri hakkında genel bilgi, geniş açıklıklarda kullanılan konstrüksiyon tipleri, tutkallı olarak ek ve birleşim yerlerinin oluşturulması, standartlar, yangın ve deprem sorunu, diğer sistemlerdeki yapı malzemeleri ile karşılaştırılması, irdelenmiş olup, edinilen temel bilgiler ile yurt dışındaki ve yurt

içindeki uygulamaların durumu sentezlenmiştir. Yurt dışından çeşitli örnek uygulamalar gösterilmiş, ayrıca; Kocaeli’nde, yakın geçmişte, yerel yönetimler (Kocaeli Büyükşehir Belediyesi) marifetiyle yapımı gerçekleştirilmiş, Kocaeli örneği; Körfez yüzme havuzu tutkallı tabakalı ahşap taşıyıcı çatı elemanı detaylı olarak incelenmiştir. Gerek boyut gerekse uygulanan taşıyıcı sistem tasarımı ile özellikle Türkiye’deki bir uygulamanın yurt dışındaki uygulamalara göre nasıl geliştirilebileceği konusunda önerilerle devam eden tezin son bölümünde; ülkemizdeki gelişme imkânları hakkında olması gereken, bilgi paylaşımı ile birlikte belirgin ve açıklayıcı şekilde geliştirmeye yönelik TTA’nın tasarımı, yapım yöntemi ile yapımının yönetimi esnasında, planlama, inovasyon ve yapım metodolojisiindeki aşamaların birbirleriyle olan ilişkisinin tarflenmesinin getireceği fayda ile tez sonuçlandırılmıştır.

1. TUTKALLI TABAKALI AHŞAP YAPI ELEMANLARI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Genellikle, konut, endüstri, tarım ve sanayi yapıları, ticaret ve hizmet sektörü yapıları, spor tesisleri, köprü ve yol yapımı, vs. inşaatlarında, kullanılmakta olan tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları, çoğunlukla yüksek yüklere sahip yapılarda taşıyıcı sistem elemanı olarak tercih edilmektedir.

Standart bir taşıyıcı tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanı, niceliksel ve niteliksel üstünlükleri sayesinde, estetik/mimari açıdan değerli olan yapılar için ahşap endüstrisinin gelişen imkânları ile birlikte tutkallı tabakalı ahşap taşıyıcı yapı sistemleri için üretilen bir sanayi ürünüdür.

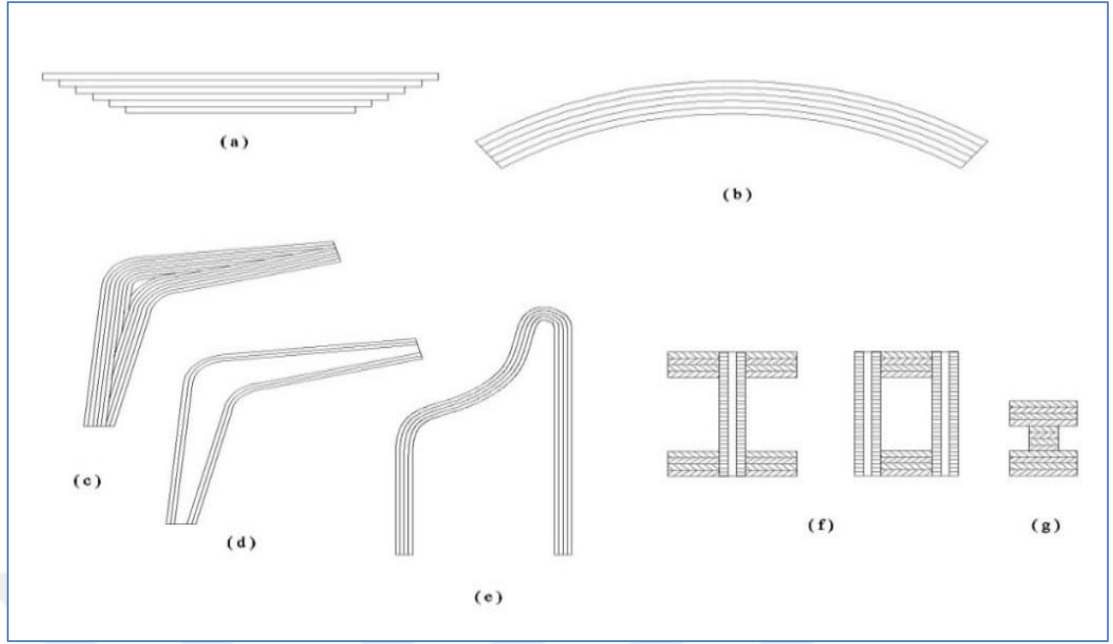
Bu bölümde TTA hakkında genel bilgiler sunulmuştur.

1.1. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarının Tanımı

Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları masif tabakalarının basınç altında çeşitli tutkallar kullanarak yaptırılmasıyla meydana gelmiştir.

Yapımındaki amacı ebat olarak doğal malzemenin üzerine çıkmak ve israfı önlemek, tabaka düzenlemesi ile homojen ve izotrop bir sistem elde etmek ve presleme ile çeşitli formlara imkân verir, bükülebilir bir malzeme, dolayısıyla şekil vererek elde edilmiş yapısal bir sistem geliştirmek şeklinde özetleyebiliriz.

Ayrıca mikro organizmalara ve ateşe de yüksek dayanım gösteren tutkallanmış bir ahşap kiriş, kesitlerine göre düz veya birçok öge ile birleşik şekilde kesitli olabilir. Değişik formda yapılabilirler [4]. (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Tutkallı tabakalı ahşap kesit tipleri, Dietz, G.H.'den tekrar düzenlenmiştir [5]

Şekil 1.1'deki örnekler bakıldığında; (a, b, c) gerilmeleri takip etmek için tasarlanmış çeşitli düzenekler ve lamine ahşap biçimlerini, (d) kombine lamine ahşapları, (e) büyük açıklıklı lamine çerçeveleri, (f) kombine lamine ahşap ve kontrplak kirişlerinin profillerini, (g) lamine ahşap I kiriş profillerini göstermektedir.

1.2. Zaman İçinde Ahşabın Gelişimi ve Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarının Tarihçesi

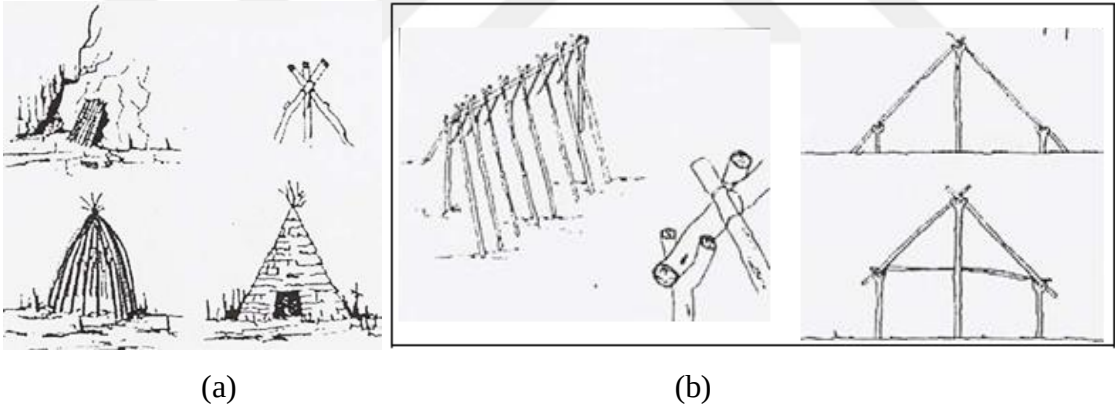
Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanının tanımı yapıldıktan sonra “acaba ahşap zaman içinde nasıl kullanılmış ve nasıl bu hale gelmiştir” sorusu ortaya çıkmaktadır. Konuyu daha iyi anlamak için tutkallı tabakalı ahşabın tarihçesini, ahşabın zaman içinde ne gibi süreçten geçerek bugüne ve bugünün konstrüksiyon tekniklerine nasıl geldiğini incelemek gerekmektedir.

Zaman içinde üretilen mimari tasarımların gelişmesine yeni konstrüksiyon ve biçimlere yönelmesine çok çeşitli faktörler etkili olmuştur. Bunlardan biri de ahşap malzemelerin seçimi ve endüstriyel gelişmedir. Ahşabın diğer yapı malzemelerinden farkı, canlı bir dokunun ürünü olması ve yapılarımızda daha çok görmek istenilen bir malzeme olmasıdır.

Ancak özellikle ekonomik nedenlerle çağımızda kullanılması gittikçe zorlanan ahşap, günümüz teknik imkânları ile homojen ve izotrop bir malzeme olarak geliştirilmiş, böylece ölçü bakımından yapıda kullanılmaya elverişli olmayan, ahşaptan ve değerli ağaçlardan en fazla yararlanma imkânları getiren fabrikasyon yönü olan, ekonomik amaçlı ve yapıda doğal ahşaptan daha geniş olanaklara sahip olan ahşap malzemeler kullanılmaya başlamıştır.

Diğer taraftan zaman süreci içindeki ahşabın kullanımını incelediğimizde, konuyu teknolojiye büyük değişiklikler gösteren endüstri devrimi öncesi ve sonrası diye ikiye ayırmak mümkündür [6].

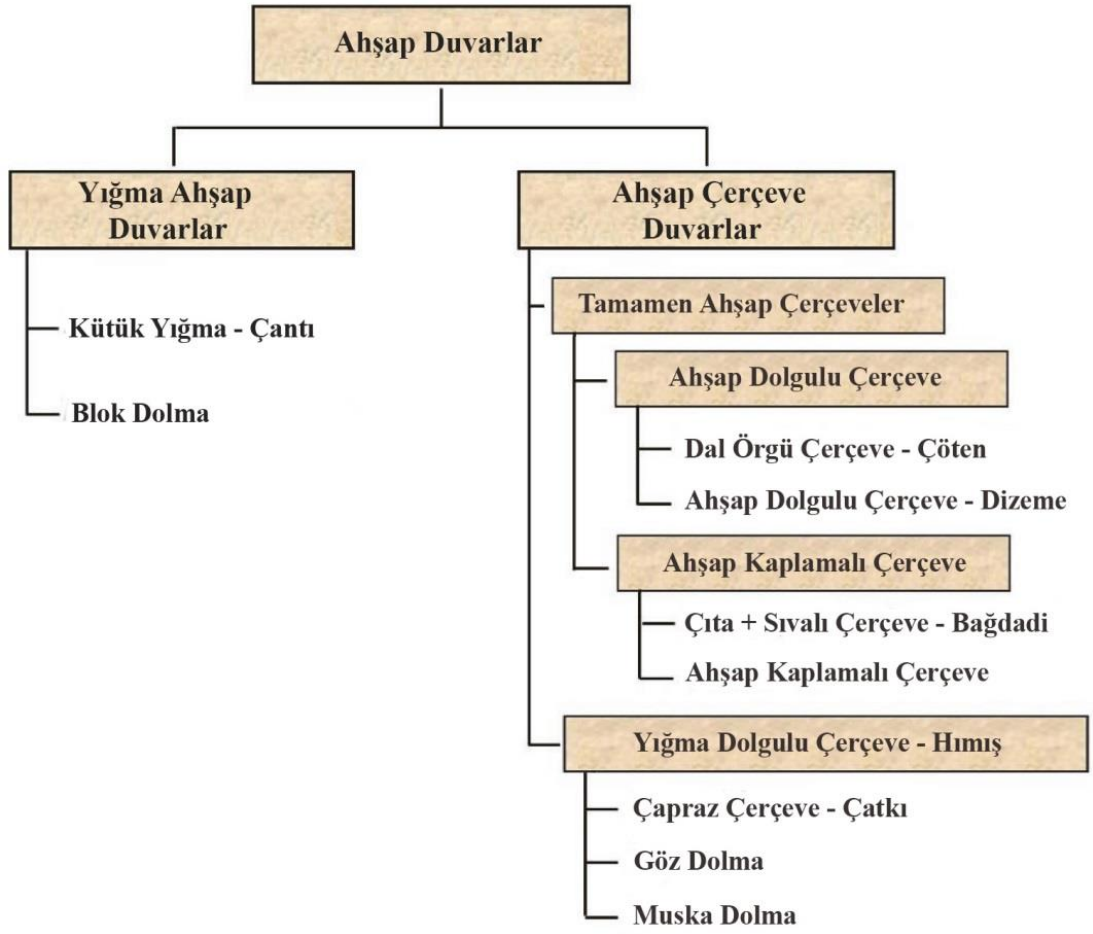
Endüstri devrimi öncesi ahşap ilk insanların barınak gereksinimlerini karşılamak amacıyla kullandığı doğal yapı malzemelerinden biri olmuştur, önceleri ağaç kavuğundan başlayarak yapıda saz ve ahşap yığma teknikleri uygulanmış daha sonra ahşap karkas sisteme geçilmiştir (Şekil 1.2.(a ve b)).



Şekil 1.2. (a ve b) Endüstri devrimi öncesi ilk insanların ahşap barınakları [7]

Daha sonraları barınak kavramı ile ahşap kullanımı geliştirilmiş olup, geçmişten günümüze gelen ülkemizdeki ahşap yapılar, duvar örgü sistemlerindeki değişikliklerle aşağıdaki şekilde (Şekil 1.3) sınıflandırılmıştır [8].

Bunlardan bazıları da Şekil 1.4. – 1.5. – 1.6. ve 1.7.’de sunulmuştur.



Şekil 1.3. Geleneksel ahşap yapı sistemleri, ARUN' dan yeniden düzenlenmiştir [8]



Şekil 1.4. Geleneksel ahşap yapı sistemleri, kütük yığma - çantı (blok dolma) [9]



Şekil 1.5. Geleneksel ahşap yapı sistemleri, ahşap dolgulu çerçeve [10]



Şekil 1.6. Geleneksel ahşap yapı sistemleri, dal örgü çerçeve- çöten, yığma dolgulu çerçeve (çaprazlı çerçeve-çatkı) [10]



Şekil 1.7. Geleneksel ahşap yapı sistemleri, çıta + sıvalı çerçeve = bağdadi [11]

Yukarıda listelenen erken ahşap yapı dönemindeki tüm yapıların yapı elemanları temel, dikme, kiriş (taban-tavan-yastık-bağ), payanda, bağlantı elemanları şeklinde sıralanabilir. Örneklere bakıldığında, geleneksel yöntem ile inşa edilmiş ve yakın

tarihli ahşap iskeletli yapılarda neredeyse tümünde birleşim elemanları olarak tutkal hiç kullanılmamıştır.

Endüstri devrimi sonrası ise ekonomik koşulların iyileştirilmesi kullanım amacına yönelik ahşap malzemenin, mobilyacılıkta, kaplama sektöründe kullanıldığı görülmektedir. Ahşabın rutubet deformasyonunu gidermek, yanmazlığını sağlamak ve mikro organizmalara karşı dayanımını arttırmak amacı ile çeşitli koruma teknikleri üzerinde araştırmalar geliştirilmiştir. Ayrıca ahşabın sözü edilen heterojen ve anizotrop yapısının yüksek kaliteye ulaşması sağlanmıştır [6].

Buna örnek olarak malzemenin yeniden düzenlenmesi şeklinde geliştirilen ilk yonga talaş levhalar 1908'de Avusturya'da, ilk lif levhalar 1915'de ABD'de, ilk yonga levhalarda 1941'de Almanya'da üretilerek bir endüstri ürünü olan bu yapay ahşap malzeme türleri ile yapıda istenilen amaca yönelik kullanım alanları ortaya çıkmıştır. (Şekil 1.8.) Bilhassa 2. Dünya savaşı sırasında, çelik endüstrisinde başlayan sıkıntı sonucu ve plastik esaslı tutkalların geliştirilmesi ile tutkal birleşimli ahşap sistemlerin gelişmesi başlamıştır [12].



Şekil 1.8. Ahşap levhalar: yonga talaş levhalar (a) [13]; lif levhalar (b) [14] ve yonga levhalar (c) [14]

Özet olarak, endüstri öncesi ahşap, karkas sistem dediğimiz geleneksel sisteme kadar kendini göstermiş, endüstri devrimi sonrası ise, 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.

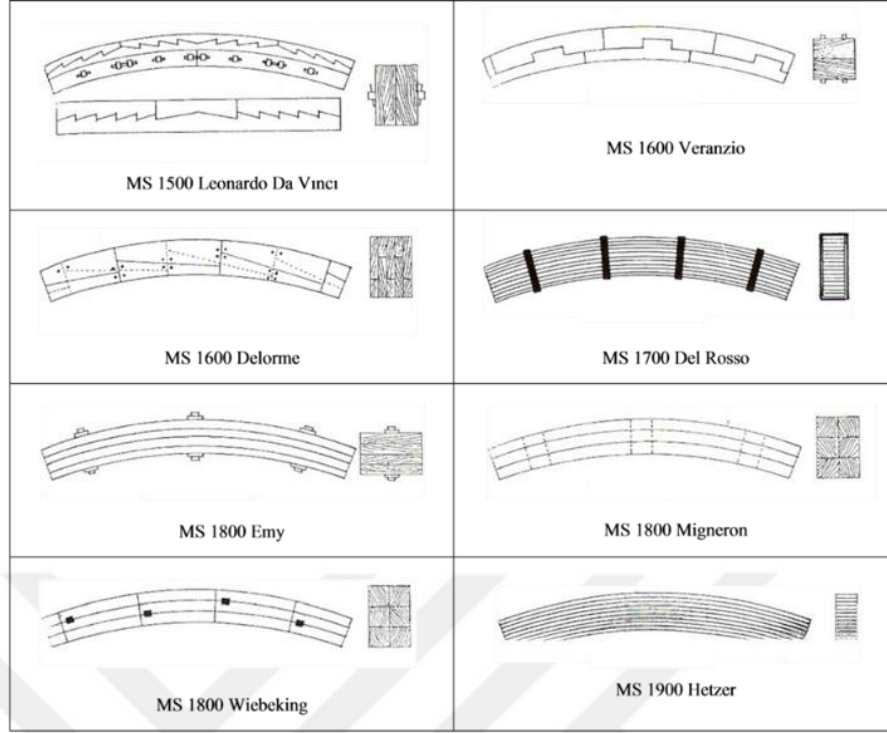
Kullanılan ahşap malzeme türleri, günümüzün teknik imkânları ve ekonomik düşüncelerin etkisi ile doğal ahşap yeniden organize edilerek, ahşaptan üretilmiş yeni çeşitlerin oluşturulması sağlanmış, teknolojinin imkânları ile eskinin çok üstüne çıkılmış ve geleneksel yapı malzemeleri adı altında artık tanımlayamadığımız suni ahşap plak ve lamine kirişlerle istenen form elde edilebilmiştir [4] (Şekil 1.9.), (a, b, c, d).



Şekil 1.9. Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarındaki son gelişmeler: LVL- lamine kaplama kereste (Laminated Veneer Lumber) (a) [15]; PSL- paralel şerit kereste (Parallel Strand Lumber) (b) [16]; CLT- çapraz lamine ahşap (Cross Laminated Timber); (c) [17] ve LSL – tabakalı şerit kereste (Laminated Strand Lumber) (d) [18]

Bu zaman süreçleri göz önünde bulundurularak "tutkallı tabakalı ahşap elemanlarla oluşturulan ahşap sistemlerin" tarihçesi şöyle açıklanabilir.

Meşhur yazar Plinius (M.S. 23) "Historia Naturalis" adlı kitabında, Roma'da hayvan derilerinin kaynatılması yolu ile tutkalın elde edildiğinden ve ayrıca Roma İmparatoru J. Sezar'ın (M.Ö.100-44) Yunanistan menşeli tutkallı bir ahşap masaya sahip olduğundan bahsetmektedir [1].



Şekil 1.10. Tarih içinde tabakalı ahşabın serüveni [19]

Bununla birlikte tarih içinde de tutkallı tabakalı ahşap kullanımı serüvenine (Şekil 1.10.) bakıldığında, MS 1500 yıllardan MS 1900'lu yıllara kadar birçok sanatçı, yapı ustası ve tasarımcısının tutkalı ahşap konstrüksiyonlarında birleşim elemanı olarak kullandığı görülmektedir. Bu gelişmeler, Avrupa'daki bugünkü modern kontrplak sanayinin 18.yy. da başlamasına da neden olmuştur. Ayrıca; 20. yy.'ın başlarında yapılmış ve rutubetten korunmuş tutkallı ahşap yapılara bugün dahi rastlanmaktadır. Bir Alman inşaat kalfası olan Hetzer tarafından 1904 senesinde inşa edilmiş bir atölye binası bugün de kullanılmaktadır. Hetzer ince tahtaları üst üste tutkallayarak istenilen yükseklikte dikdörtgen veya I kesitli taşıyıcı sistemler elde etmeyi başarmış ve 1905 senesinde patentini almıştır [2]. Sonradan, tahtaları üst üste tutkallayarak elde edilen bu dikdörtgen ve I kesitli sistemlere "Hetzer sistemi" adı verilmiştir. Daha sonra bu sistem Avrupa'nın diğer ülkelerinde ve Amerika'da uygulanmaya başlanmıştır. O zamanlar mevcut olan kazein tutkalının her türlü şartlara cevap verecek durumda olmayışı bu gelişmeyi oldukça frenlemiştir [2].

Bu konudaki ilk dev adım 1930'dan sonra geliştirilen sentetik tutkalların kullanılmaları ile atılmıştır. Bugün yapıştırdığı ahşaptan daha sağlam olan tutkal 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 uygulandığı gibi her türlü kabuk şeklinin yapılmasında da büyük başarı sağlamaktadırlar [2].

1.3. Tutkal ve Tutkallama Hakkında Genel Bilgi

Tutkalı tabakalı ahşap yapı elemanlarının tanımı ve zaman içinde ahşabın gelişimi ile birlikte tutkalı tabakalı ahşap yapı elemanlarının tarihçesini yukardaki bölümlerde inceledikten sonra, bu bölümde de 2. Dünya savaşı sonrasında meydana gelen gelişmeler ile TTA üretimi ve kullanımı çeşitlenmesine paralel olarak, tutkalı tabakalı ahşaplarda kullanılan tutkal, tutkallama tekniği hakkında genel bilgi ve tutkal çeşitlerinin neler olduğu, yapıdaki kullanıma alanına göre tutkalı tabakalı ahşabın oluşumunda, ahşabın cinsinin seçimi, tutkallama öncesi veya tercihen tutkallama sonrası yapılacak olan emprenye ayrıntılı şekilde incelenmiştir. Öncelikle tutkal aşağıdaki şekilde tanımlanır.

Yapıştırıcı maddelerdeki yapıştırma yeteneği genel anlamda adezyon ve kohezyon olarak bilinir. Adezyon, yapıştırıcının yabancı maddeye yapışması, kohezyon ise kendi moleküllerinin birbirine yapışmasıdır. Aslında her ikisi de moleküllerin birbirine uyguladıkları çekme kuvvetlerinin karşılıklı etkisinden ibarettir. Adezyon kuvvetinin doğabilmesi ancak moleküllerin birbirine yeteri derecede yakın olmasıyla gerçekleşebilir. Aradaki mesafe, bir milimetrenin on milyonda üçünden az olmamalıdır[1]. Bu sebeptir ki pratikte 2 cismi doğrudan doğruya birbirine yapıştırmak mümkün olmaz ve aralarına, uygulama sırasında sıvı olup sonradan katılacak bir başka madde koymak gerekir. Bu malzemelere de genellikle tutkal denir. Uygulama yapıldıktan sonra tutkal diye isimlendireceğimiz bu maddelerin oluşturduğu ince tabakanın dış yüzeyleriyle, yapıştırılan ahşap yüzeyleri arasında meydana gelecek adezyon kuvvetleri iki gruba ayrılır; Biri "Spesifik adezyon", diğeri ise normal kuvvetler ve basınç kuvvetleriyle ahşap dokusu arasına giren ve sertleşen tutkalın meydana getirdiği "mekanik adezyondur." Tutkal tabakası böylece her iki yüzeyi boyunca ahşap içerisine yayılmış olur. Bu konuda dikkat edilecek bir nokta da, çok ince sürülmüş tutkala gereğinden çok fazla basınç uygulandığında da birleşimdeki bozukluklar kaçınılmaz olacağı konusudur [1].

Şu bir gerçektir ki, tutkal tabakasının her iki yüzündeki adezyon kuvvetleri arasında köprü vazifesi görecek olan kohezyon kuvvetleri tutkalın tamamının yer yer ahşap dokusu içine girmesiyle ortada sürekli bir tutkal tabakası kalmadığından, her noktada birleşim olamaz ve birleşim zayıflar veya iş görmez hale gelebilir. Tutkal tabakasının kendi mukavemeti ile toplam adezyon kuvvetlerinin küçüğü, birleşimin taşıyabileceği kuvvetin limit durumunu gösterir; iyi bir tutkallı birleşimde bu sınır değeri hiç bir zaman birleştirilen ahşabın mukavemetinden az olmamalıdır [1]. Çoğu tutkallar yapışma olayı sırasında meydana gelen bir takım fiziksel olaylar ve kimyasal reaksiyonlar sonucu, ilk önce jelatine benzer bir özellikte bir madde haline gelir, sonra da katılaşırlar.

Tutkalların bazılarında sıvı halden jel hale geçiş sadece tutkalın suyunun alınması ve soğuması ile olur. Bu olay tersine de dönebilir. Yani ısınması veya tekrar su alınması halinde olay ilk sonucun tersi olarak meydana gelebilir. Bir tutkalın son derece sağlam ve uzun ömürlü birleşimlerde olması yeterli değildir. Ahşap da uygulama sahası bulabilmesi için bir tutkalda bulunması gereken özellikler aşağıdaki gibidir:

- Birkaç ay depoda saklanmaya elverişli olmalı, (Deponun rutubetsiz ve serin olması lazımdır.)
- Hazırlanmaları basit ve kolay olmalı ki, küçük ölçekteki atölyelerde her işçi tarafından yapılabilmeli,
- Hazırlanmış tutkal uzun süre, özelliğinden bir şey kaybetmeden beklemeye hazır olmalı, (karıştırılıp hazırlandıktan sonra hemen uygulamaya geçilen tutkallar teknik aletleri gelişmiş, iyi olan büyük atölyeler için geçerlidir.)
- Homojen ve ekonomik bir tabaka oluşturacak şekilde el aletleri veya makinelerle yerine kolayca sürülecek şekilde olmalı,
- Tutkallayıp, basınç uygulayınca kadar geçen süre, büyük ve komple elemanların tutkallamasında da tutkal için bir engel oluşturmamalı,
- Uygulamada fazla basınç miktarı olabildiğince az olmalı, (Bu miktarın çok olması birleşimin maliyetine tesir eden bir faktör olabildiği gibi, ufak atölyelerde kullanılabilmesine de engel oluşturur.)
- Basınç altında kalma müddeti mümkün olduğu kadar az olmalı ki atölye içindeki çalışma hacmi ve basıncı temin eden alet, makina veya tezgâhlardan fazla yararlanılabilsin.

- Normal atölyelerde yapılacak tutkallamalarda oluşturulan TTA elemanın basınç altında geçireceği süre, çevrenin ısı ve göreceli rutubet derecesinden mümkün olduğu kadar bağımsız olabilmeli,
- Tutkal, uygulama yapılacak ahşabın tutkallama sırasındaki rutubet derecesini fazla etkilememeli,
- Sertleşme esnasında ve daha sonra tabakasında hacim değişimleri meydana gelmemelidir. (Bunlar ahşap derzinde ve ahşapta ikincil gerilmeler meydana getirir ve birleşimi tehlikeye sokar.)

Yukarıdaki temel ilkeler ile birlikte tutkallar kendi içlerinde de çeşitlidirler ve uygulama şekilleriyle farklılık gösterirler.

Tutkal cinslerini guruplarsak;

- Tabii tutkallar
 - Hayvani tutkallar. (Glutin tutkalları. Kan Albümini Tutkalları Kazein tutkalları.)
 - Bitkisel olan tutkallar (Nişasta Tutkalları Soya Tutkalları)
 - Nebati tutkallar. (Kola tutkalları. Dekstrin tutkalları)
- Suni tutkallar (Sentetik tutkallar)
 - Termoplastik tutkallar
 - Duroplastik tutkallar (Üre-Formaldehit, Melamin Formaldehit, Fenol-Formaldehit, Rezorsin-Formaldehit) [1].

1.3.1. Tabii tutkallar

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 kılçıktan elde edilirler. Ayrıca bu tutkalların belirli oranlarda karıştırılmalarıyla elde edilen karışık tutkallarda mevcuttur. Bu tutkallar çok çabuk yapışır fakat suya ve rutubete karşı dayanıklı değildirler. Tutkal birleşimli ahşap taşıyıcı sistemlerde kullanılmazlar. Saf glutin renksizdir, kimyaca nötr olup, lezzetsiz ve kokusuzdur. Deri tutkalı bazik ($Ph = 9$), kemik tutkalı asidik ($Ph = 4$) karakterdedir [2]. Piyasada boncuk tutkalı olarak anılır. Mobilya dekorasyon işlerinde her türlü birleştirmelerde, astar ve yüz kaplama yapıştırma işlemlerinde kullanılır. Mukavemet zayıflığı gösterdiğinden dış kapı ve

pencere yapımında kullanılması doğru değildir. Sürülen ağaç yüzeyinde renklendirme ve leke yapmaz [74].

Kazein Tutkalları: Kazein tutkalının tarihi çok eskidir. Daha tarihten önceki devirlerde Mısır'da, Roma ve Çin'de ince marangozluk işlerinde kullanılmıştır. Din adamı Theophilus' un 12.yy. da kendi el yazısı ile yazdığı bir kitapta kazein tutkalının elde edilişi anlatılmaktadır.1935 tarihine kadar kazein tutkalı uçak sanayiinde kullanılan tek tutkaldı. U.S Forest Products Laboratory de yapılan tecrübeler kazein tutkalının 93°C temperatur ve %20 relatif rutubet miktarına kadar, bazı sentetiklerden daha üstün olduğunu göstermektedir. Rengi beyazdır piyasaya toz halinde sevkedilir. Kazein tutkalı yağsız sütte elde edilen kazeinin 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 dayanıklı olmasına rağmen Avrupa memleketlerinde daha ziyade doğrudan doğruya rutubete maruz kalmayan korunmuş yapı elemanlarında uygulanmaktadır. Kanada ve ABD'de ise bazı maddeler ilave edilerek daha geniş ölçüde de uygulanmaktadır [2]. Çok açık renkli, yüksek su geçirmez özelliğe sahip bir yapıştırıcılardır. Elastik, yapışkan, sakızımsı olup neme karşı yüksek dayanıklılık gösterirler [75].

Kola ve Dekstrin tutkalları: Bunlar nebati tutkallar olup mısır, pirinç, buğday ve patatesten elde edilirler. Bunlardan kola, ya toz, ya da tane halinde piyasaya sürülür. Rengi altın sarısı ve kahverengi arasında değişir. Yeteri derecede sağlam ucuz ve soğukta işlenebilir olması nedeni ile tercih edilirler. Suyu karşı dayanıklı olmayıp ahşabı boyarlar. Önce, kola soğuk su ile karıştırılır, sonra eriyiği kaldırıp soğutmaya bırakılmalıdır. Elde edilen bu tutkal bazik karakter gösterir. Tutkal birleşimli ahşap sistemlerde kullanılmazlar. Genellikle kâğıt yapıştırıcısı olarak uygulanıyorsa da bugün USA'da kontrplak sanayiinde kullanılmaktadır [2]. Dekstrin aynı zamanda nişastanın yüksek sıcaklıkta işlem görmesiyle elde edilen bir nişasta türevidir. Odun talaşlarının yüksek basınç altında sıkıştırılmasıyla elde edilen ahşap malzemelerin üretiminde, talaşların birbirine yapışmasında ve istenilen sertlikte odun elde edilmesinde kullanılmaktadır. Maksimum rutubet değeri 7, Ph değeri 4' dür [76].

1.3.2. Suni tutkallar

Yukarıda bahsettiğimiz tabii tutkalların yanı sıra kullanılan bir başka tutkal cinsi ise, sentetik (suni) tutkallardır. Bunlar,

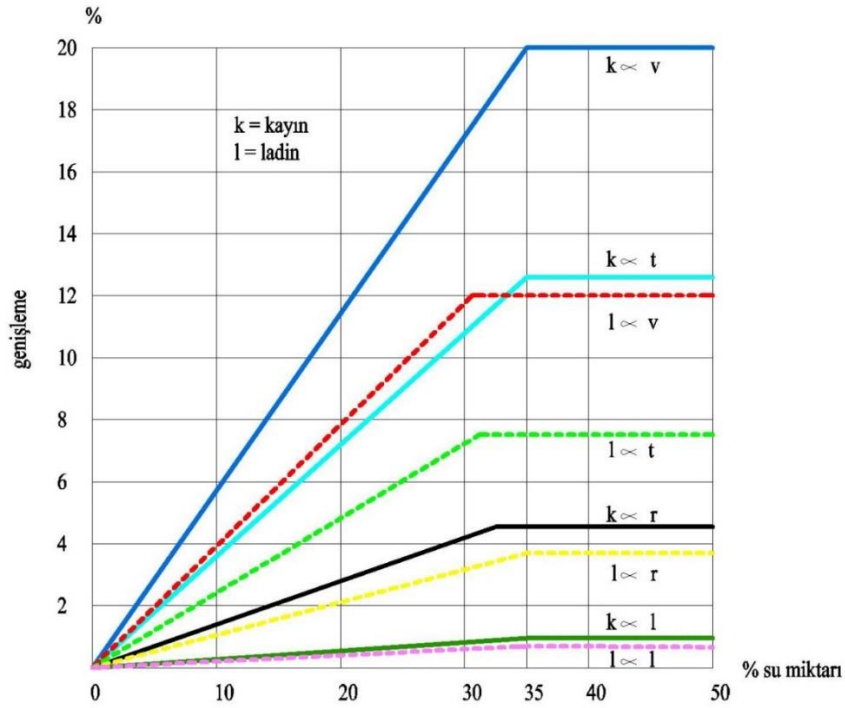
Termoplastik suni reçine tutkalları: Bunlar polivinil asetat tutkallarıdır. Renksiz ve kokusuz bir tutkal olup genellikle alkol, aseton veya etil asetat içinde dengelenmiş halde bulunur. Soğukta işlenirse rutubete karşı mukavemeti azdır. En önemli özelliği fazla sıcaklıkta plastik hal alarak mukavemetini kaybetmesidir. İşçiliği kolay ve basit olup ancak doğrudan doğruya rutubete maruz kalmayan ve ısı derecesi kontrollü tutkalı ahşap yapılarda kullanılabilir [2].

Duroplastik suni reçine tutkalları: Bunlar rutubete, ısıya ve her türlü dış tesirlere karşı en dayanıklı suni reçine tutkallarıdır. Elde edildikleri esas maddelere göre muhtelif çeşitleri mevcuttur [2]. Bunlar;

Üre-formaldehit tutkalları (Karbamid tutkalları): Karbamid = $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ kokulu, beyaz bir tozdur. Bu tutkal, normal oda sıcaklığında uzun süre saklanabilir. Suda çözülecek olursa 3 aylık bir ömrü mevcuttur. Tutkalı bu zaman zarfında korumak lazımdır. Mutlaka zaman geçmeden kullanılmalıdır. Bu tutkal yağmura, yaşı ve dış etkilere maruz kalmayan kapalı yerlerdeki her türlü tutkalı taşıyıcı ahşap yapılarda güvenle uygulanmaktadır. Tutkallamada elleri kremlmeli veya temiz tutmalıdır, aksi takdirde ciltte rahatsızlıklara yol açabilir. Bu tutkallar sertleştirici ile karıştırılarak uygulanır.

Tutkallama işi uzun zaman olacaksa sertleştirici buna göre seçilmelidir. Sertleştirici ile tutkalın karıştırılması halinde derhal tutkallamaya başlanmalıdır. Zira sertleştiriciye göre tutkalın kullanılabilme süreleri yazılıdır.

Genellikle tutkallamada talep edilen ahşap rutubeti %7-11, oda sıcaklığı 20°C, oda rutubeti %65'dir. Bunlardan diğerlerine göre en önemlisi ahşabın rutubet derecesidir. Aşağıdaki şekildeki tablo, çeşitli yöndeki farklı rutubet derecelerine göre genişleme yüzdeleri göstermektedir (Şekil 1.11.) [2].



Şekil 1.11.Çeşitli yöndeki farklı rutubet derecelerine göre genişleme yüzdeleri ERIÇ. 'den tekrar düzenlenmiştir [4]

Melamin formaldehit tutkalları: Melamin 1834 tarihinde J.Liebig tarafından keşfedilmiştir.100 yıl sonra 1935 de ilk defa formaldehit ile olan birleşimi Henkel & Cie AG. tarafından denenmiştir. Melamin ve formaldehidin her ikisinin karıştırılmasıyla elde edilir. Piyasada toz halinde bulunur. Soğuk suda çözülür ve sertleştirici ile karıştırılarak uygulanır. Kullanma süresi sertleştirici karıştırmadan evvel 24 saat olup, sertleştirici ile karıştırıldıktan sonra 1-3 saat kadardır. Rutubete karşı mukavemeti sınırlıdır. Onun için tutkal birleşimli ahşap taşıyıcı sistemlerde pek kullanılmaz. Daha ziyade mobilyacılıkta, kontrplak ve diğer plakların yapımında kullanılır. Melamin elde edilmesi pahalı olduğundan genellikle diğer tutkallarla karıştırılarak kullanılmaktadır. (Melamin + formaldehit + Üre - formaldehit karışımları gibi) [2]. Bu tutkalların montaj için üretilen türü 20 C° de kullanılır. Kuruma süresi 1 saattir. Kaplama yapıştırmak için üretilen melamin-formaldehit tutkalı ile çalışırken pres sıcaklığı 95 C° ye pres süresi de 6 dakikaya ayarlanmalıdır [74].

Fenol ve krezol formaldehit tutkalları: Saf fenol (C₆H₅OH) zehirli ve renksiz kristallerden teşekkül eder. Krezol (CH₃C₆H₄OH) ise taş kömüründen elde edilir. Fenol ve krezolün çözülerek tutkal haline gelmesinde, sudan başka aseton ve alkol de

kullanılır. Bu tutkalın ilk uygulaması 1909 yılına rastlar. Bu tutkal daha çok sıcak tutkallamada (100°C üzerinde) plak imalinde kullanılmaktadır. Plaklarda ilk uygulaması ise 1930 yıllarına rastlar. Soğuk tutkallamada kullanılmazlar. Zira kuvvetli asidik karakterde (Ph=1-2) olup ahşabın liflerinin tahribine, dolayısıyla mukavemetin azalmasına yol açarlar. Fenol ve krezolün kullanılmasında çok dikkat etmek lazımdır. (Ellere koruyucu krem sürülmeli, tutkallamadan sonra sıcak su ile temizlenmelidir.) Piyasada sıvı halde bulunan bu tutkallar bir sertleştirici ile karıştırılarak uygulanırlar [2].

Rezorsin formaldehit tutkalları: Rezorsin Metadihidroksibenzol (C_6H_4OH)₂ fenol grubuna dâhildir. (Rezorsin 4 formaldehit) kombinasyonunun meydana getirdiği tutkallar çok aranan tutkallardır. Dış tesirlere, küflenmeye, ısıya, soğuğa, rutubete ve suya karşı olan üstün mukavemeti tercih edilmesinin tek sebebidir. Tutkalı Tabakalı Ahşap yapı elemanları ile oluşturulan taşıyıcı sistemlerin bilhassa dış tesirlere, ısı değişimlerine, suya, rutubete maruz kısımlarında başarıyla uygulanmaktadır. Rezorsin tutkalı, bugün mühendislik yapılarında birinci sırada gelen ve tutkal birleşimli ahşap sistemlerin bugünkü seviyeye gelmesinde en büyük bir rolü olan tutkaldır. Rezorsin tutkalı ABD'de keşfedilmiştir fakat günümüzde Avrupa'da en fazla kullanılan tutkaldır. Dezavantajı, diğer tutkallara kıyasla pahalı olmasıdır [21]. Sıvı renkte kahverengi renge sahip olan bu tutkal kullanılması gerektiğinde tutkallama süresine en uygun olarak seçilen bir sertleştirici ile tarifine uygun olan miktarlarda karıştırılarak uygulanır [2].

Bu tutkallar bazen sıvı halde olup genellikle de toz halindedir. Tutkalların ömrü, sertleştirici, karıştırılmadan 1-2 sene kadardır. Ancak özel paketler içinde kuru ve serin yerlerde muhafaza edilmelidirler. Sertleştiricinin tutkal ile 5 dakika kadar karıştırılmasından sonra, kullanılabilme süresi 2-3 saat gibidir. Tutkallama işinin bu süre içinde bitirilmesi gerekir. Gecikme olduğu takdirde, kaptaki tutkal en sonunda katılaşır ve işe yaramaz hale gelir. Sürülmeye hazır rezorsin tutkalları kimyaca nötr reaksiyon gösterir (Ph=7'dir.) [2]. Rezorsin Formaldehit tutkalının sıvı halde bulunan iki çeşidi vardır. Pres sıcaklığı ise 130 -140 °C olmalıdır [77].

Tüm bu bilgiler ışığında tutkal çeşitleri ve yapıştırma yöntemleri Tablo 1.1.'de sunulmuştur. Aşağıdaki tabloda bir yüzü ahşap olan malzemeye ahşap ve ahşap

dışında diğer malzemelerin de ne çeşit tutkallarla ve hangi metotlarla, nasıl tutkal uygulanması yapılması gerektiğini görmekteyiz.

Tablo 1.1. Malzemeye göre tutkal cinsleri ve yapıştırma metotları, Eriç'ten tekrar düzenlenmiştir [22]

1. Malzeme	2. Malzeme	Tutkal Cinsi	Yapıştırma Metodu
Ahşap ve Ahşaptan Üretilmiş Malzeme	Ahşap Kaplama Sert Ağaç Birleşimleri	Üre Formaldehit Polivinil Asetat Hayvansal Tutkal	Soğuk Tatbikat
	İnce Ahşap Kaplama	Üre Formaldehit	Sıcak Tatbikat
	Plastik İnce Kaplama	Üre Formaldehit	50°C 'nın Üstünde Basıncılı Sıcak Tatbikat
	Kağıt İle Takviyeli PVC Kaplama	Polivinil Asetat	Püskürtme ve Mordane ile Tatbikat
	PVC Karolar	Normal Polivinil Klorür Yapıştırıcısı, Bitüm	..
	Asbest	Hayvansal Tutkal Resonsinol Reçinası	Sıcak Tatbikat
	Metal	Epoksi Reçinası Kauçuk Esaslı Tutkal	Püskürtme ve Mordane ile Tatbikat
	Linolyum	Üre Formaldehit Polivinil Asetat Bitüm	Sıcak Tatbikat (Basıncılı İyi Netice Alınır)
	Çatı Keçesi	Bitüm Kauçuk Esaslı Tutkal	..
	Polistiren Tabaka veya Karolar	Polivinil Asetat'ın Özel Tipleri	Soğuk Tatbikat

Tutkallama esnasında ahşap malzemelere bir ölçüt olacak bu farklı yöntemlerin kullanılmasıyla ortaya çıkan tutkalı tabakalı ahşap yapı elemanının ömürlerinin de yüksek olacağı hiç şüphesiz kaçınılmaz bir gerçektir. Yukarıdaki bahsedilen tutkallardan başka kullanılan farklı tutkallar da vardır. Bunlar;

Tego-Filim tutkalı: Bu bir fenol-formaldehit suni reçine tutkalıdır. Bu filim tutkalı serin ve kuru bir yerde özel ambalajlarında ancak 1 yıl kadar muhafaza edilebilirler. Bu filimler tutkallanacak ahşaplar arasına yerleştirilirler ve 140°C sıcaklıkta preslenirler. Uygulanan basınç ağacın cinsine göre değişir. Filim tutkalları diğer tutkallara nazaran daha pahalıdır [2].

Tegowiro-Tel tutkalı: Bu tutkal (Th. Gold Scmidt A.G-Essen) tarafından geliştirilmiş ve şirket patentlidir. Filim halindeki tutkalın içindeki tellerin ısınması elektrikli yöntem ile olur. Izgara halinde yerleştirilen tellerin ısınmasıyla etrafındaki reçinenin yumuşaması sağlanır. Basınç uygulaması ile tutkallama işi sona ermiş olur. Tellerin kalınlığı 0,3 mm, tellerin meydana getirdiği gözler 6x40 mm'dir.

Bu tip tutkallamada ahşabın rutubeti pek rol oynamaz. Bugün ekonomik nedenlerle bu yöntem pek uygulanmamaktadır [2].

1.3.3. Tutkalı tabakalı ahşap yapı elemanlarında kullanılan ahşabın seçimi ve tutkallama tekniği hakkında genel bilgi

TTA 'da kullanılacak ahşabın seçimine geçmeden önce yukarıda saydığımız çeşitli tutkalların TTA yapı elemanı oluşturarak taşıyıcı sistemlerde kullanılması için, her türlü iklim şartlarını dikkate alarak, bir takım dayanıklılık testlerinin yapılması gerekir. Tutkallama ancak bu şekilde doğru olur. Tutkallama hakkında bilgi vermesi bakımından bu testler 4 ana grupta toplayabiliriz. Bunlar;

PH Tayini: Tutkallarda önce asitlik derecelerinin (Ph) tayini yapılır. Turnusol kâğıdının aldığı rengin mukayesesi ile Ph değeri mümkün olduğu gibi, (Labor-Ph-Meter) adı verilen elektronik bir alet vasıtası ile de Ph derecesi çabuk ve dakik olarak tayin edilir. Bu cihaz elektrot ve okuma ekranı olmak üzere iki ana kısımdan oluşur. Elektrot bir kaba konan tutkal içine daldırılır ve okuma ekranından Ph değeri rahatlıkla okunabilir.

Viskozite Tayini: PH tayininden sonra yapılacak ikinci iş tutkalın viskozitesinin tayinidir. Bunun için 15 çeşit frekans ayarı bulunan Rheomat-15 adı verilen elektronik bir ölçme aleti kullanılır. Rheomat-15 genellikle kullanılan ve iyi netice veren bir vizkozimetredir. 3 kısımdan oluşur; 1. tutkalın konmasına yarayan küçük silindirik metal bir kap 2. tutkal içine daldırılan, düşey olarak tespit edilmiş dönen bir metal bir çubuk, 3. üzerinde 15 çeşit frekans bulunan düşey çubuğa bağlı bir sandık kısmıdır. Tutkal kalınlaştıkça, sertleştikçe frekans ayarı değiştirilir. Her frekans değişiminde silindirik kap temizlenir ve tekrar tutkal ile yeniden doldurulur. Bu işlem tutkalın tam sertleşip işe yaramaz hale gelişine kadar sürdürülür. Böylece tutkalın viskozitesinin bilinmesi gerçekleşir. Tayin edilen viskozite değeri, o tutkalın sertleştirici ile karıştırılıp kullanılır hale geldikten sonra ne kadar zaman kullanılabileceğini göstermesi bakımından büyük bir önem taşır.

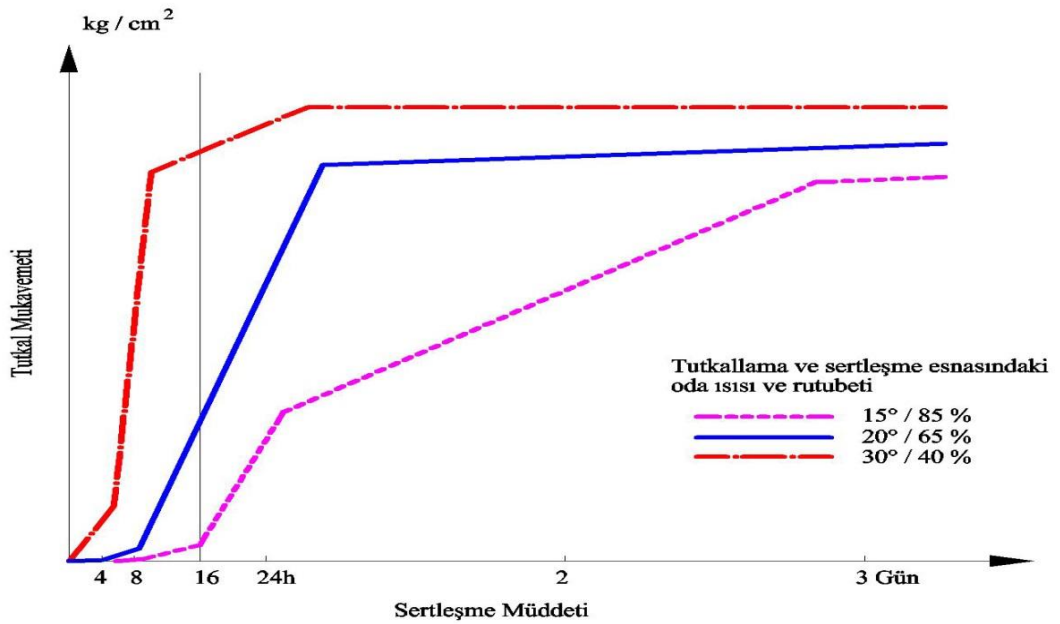
Mukavemet Tespiti: 3. tecrübe ise ahşap üzerinde mukavemet durumunun tespiti için çekme deneyi aletlerinde yapılan tespitlerdir. Bu tespit DIN 53254'e göre hazırlanmış ahşap numuneler üzerinde 4 kademe yapılmaktadır.

Böylece tutkalların çeşitli iklim şartlarında rutubet ve yaşa maruz kalmaları halindeki mukavemetleri hesaplanır.

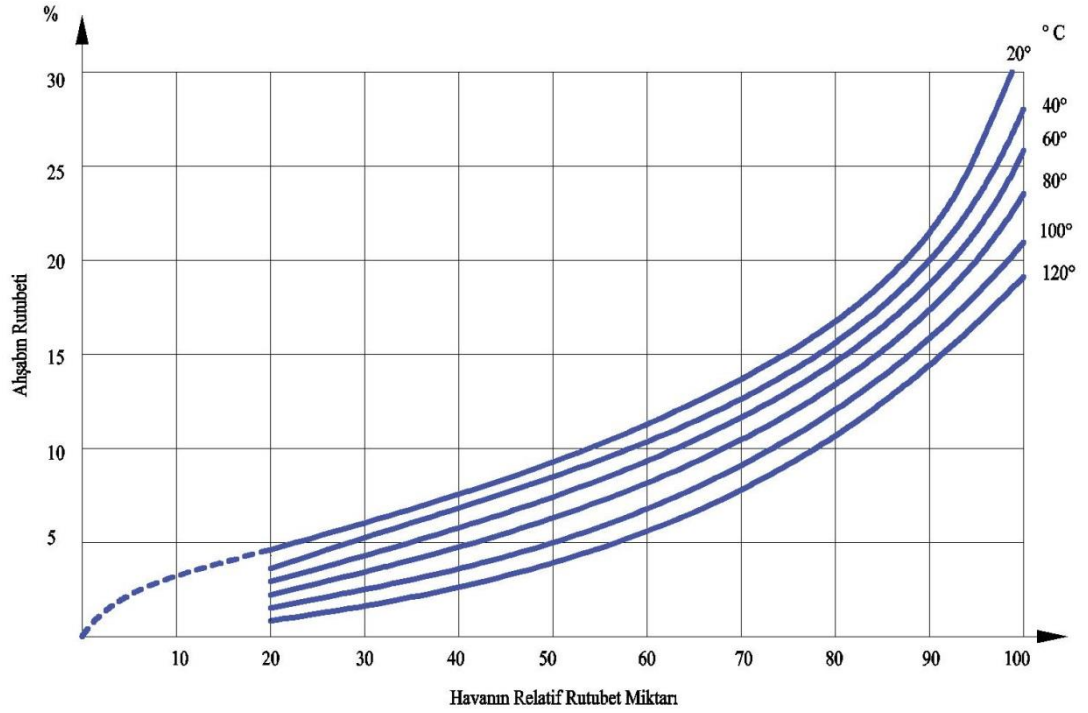
Tutkallama ve Bağıl Nem Etki Tespiti: 4. ve son tecrübe ise tutkallama ve bağıl nem derecesinin tutkalın sertleşme hızı üzerindeki etkisinin tespiti. Farklı oda sıcaklığı (15, 20 ve 30°C) ve farklı bağıl nem miktarlarında (%90, %65, %40) önceden hazırlanmış numuneler teste tabi tutulur.

Tutkallamadan 16 saat önce tutkal ve numuneler tutkallanacak odada bulundurulur. Tutkallamadan sonra 15, 20, 30°C 'de 4, 8, 16 ve 24 saat 3, 7, 28 gün süreyle 8 kg/cm²'lik basınç altında tutulur. Bu basınç sonunda çekme deneylerine başlanır ve böylece tutkallamada sıcaklığın ve bağıl nem miktarının tutkalın basınç müddeti ile olan ilişkisi ve dolayısıyla mukavemeti üzerindeki etkisi tespit edilmiş olur [2].

Tutkallama ve bağıl nem etkisi bağlamında Şekil 1.12.'de tutkallı ahşap yapı elemanlarında oda sıcaklığı ve rutubetinin, tutkalın sertleşme hızı üzerindeki etkisi sunulmuştur. Grafik üzerinde inceleme yapılırsa, Tutkallı ahşap yapı elemanlarında oda sıcaklığı ve rutubetinin, tutkalın (Ure-Formaldehit tutkalı için) sertleşme hızı üzerindeki etkisi görülmektedir. Şekil 1.13. 'te ise havanın rölatif (bağıntılı) rutubet miktarı ile ısı ve ahşabın rutubet miktarları arasındaki ilişki gösterilmiştir.



Şekil 1.12. Tutkallı ahşap yapı elemanlarında oda sıcaklığı ve rutubetinin tutkalın sertleşme hızı üzerindeki etkisini belirten grafik ERŞEN' den tekrar düzenlenmiştir [2]



Şekil 1.13. Rölatif (Bağıntılı) rutubet miktarı ile ısı ve ahşabın rutubet miktarları arasındaki münasebeti gösteren grafik ERŞEN’ den tekrar düzenlenmiştir [2]

Tutkal hakkında genel bilgi, tutkal cinsleri ve tutkalın ahşapla temasından önce hangi ahşap malzemede nasıl ve hangi cins tutkalın kullanacağını tespit aşamalarını gördükten sonra; tutkallamanın nasıl olacağı konusu incelenmiştir.

Tutkallama tekniğine geçmeden önce, tutkallama için gerekli tesislerin varlığı zorunludur. Aksi halde birleşim amacına erişmez. Bu konuda iyi yetişmiş işçilere ve teknik elemanlara, ahşabı tutkallamaya hazırlamak ve tutkallama sırasında daima lüzumlu olan basıncı temin etmek için gerekli alet ve makinalara ihtiyaç vardır. Tutkallı birleşimin yapılacağı atölyelerde havanın ısı ve bağıl nem derecelerinin kontrol edilebilmesi gereklidir. Bu sebeple iyi tertiplenmiş kapalı hacimlerde çalışmak gerekir. Bu atölyelerde ayrıca kurutma fırını, ahşabın rutubetini emniyetle belirlemeye elverişli cihazlar, depo, tutkal mutfağı bulunmalıdır [1]. Ancak; atölyelerde bulunduran ve geçmiş yıllarda sıkça kullanılan tutkal mutfakları (EK - A) günümüzde artık kullanılmamaktadır. Uygulamalarda kullanılacak tutkal karışımı, sertleştiricisiyle birlikte tutkallama makinalarında karıştırılarak tutkallama işlemine ait otomasyon süreci içerisinde otomatik olarak hazırlanmaktadır.

Gerek tutkallama tekniği gerekse tutkal seçimi konusunda dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri de farklı ortamlara ve risk durumlarına göre tutkalların kullanımının doğru yapılması ve yapıda kullanım yerlerine göre tutkalların sınıflandırılmasının bilinmesidir. Bu bağlamda Tablo 1.2.ve Tablo 1.3. deki bilgiler önemlidir.

Farklı ortamlara ve risk durumlarına göre tutkalların kullanımı aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1.2. Farklı ortamlara ve risk durumlarına göre tutkalların kullanımı [7]

Ortam	Kullanım Yeri	Tutkal Türü
Dış Ortam		
Yüksek risk: Hava şartlarına tam açık	Deniz yapıları	Rezorsinol -Formaldehit (RF) Fenol -formaldehit (PF)
Düşük risk: Hava şartlarına açık ama yağmur ve güneşten korunaklı	Sundurma ve balkonların çatı altları	Rezorsinol- formaldehit (RF) Fenol- formaldehit (PF) Melamin/üre- formaldehit (MF/UF)
İç Ortam		
Yüksek risk: Sıcak ve nemli ortamlar veya sıcaklık değişimleri ve nemliliğin yüksek olduğu kapalı binalar	Çatıyla çevrelenmiş çamaşırhaneler	Rezorsinol- formaldehit (RF) Fenol- formaldehit (PF) Melamin/üre- formaldehit (MF/UF)
Düşük risk: Sürekli veya bazı zamanlarda bile olsa ısıtılması ve havalandırılması sağlanan yerleşim yapıları	Konutların içi, kiliseler, salonlar, ısıtılmış çiftlik binaları	Rezorsinol- formaldehit (RF) Fenol- formaldehit (PF) Melamin/üre- formaldehit (MF/UF) Üre- formaldehit (UF) Kazein
Özel: Kimyasal olarak kirlenen çevre	Yüzme havuzları, boya çalışmaları, kimyasal bitkilerin ve elektrik bataryalarıyla ilişkili yerlerin yakın çevresindeki strüktürler	Rezorsinol- formaldehit (RF) Fenol- formaldehit (PF)

Yapıda kullanım yerlerine göre tutkalların sınıflandırılması aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1.3. Yapıda kullanım yerlerine göre tutkalların sınıflandırılması [23]

Yapısal önem	Kullanım koşulları	Uygun tutkal türü
Taşıyıcı	Tümüyle dış ortam (hava koşullarından sürekli etkilenen)	Fenol-formaldehit Resorsinol-formaldehit Fenolresorsinol-formaldehit Emülsiyon-polimer/izosiyanit Melamin-formaldehit
	Sınırlı dış ortam (hava koşullarından kısa süreli etkilenen)	Melamin-üre-formaldehit İzosiyanit Epoksi
	Kapalı ortam (kontrollü hava koşulu)	Üre-formaldehit Kazein
Yarı-taşıyıcı	Sınırlı dış ortam	Çapraz-bağlı polivinil asetat Poliüretan
Taşıyıcı olmayan	İç ortam	Polivinil asetat Hayvansal Soya bazlı Elastomerik yapı Elastomerik bağ Sıcak eriyik Nişasta esaslı

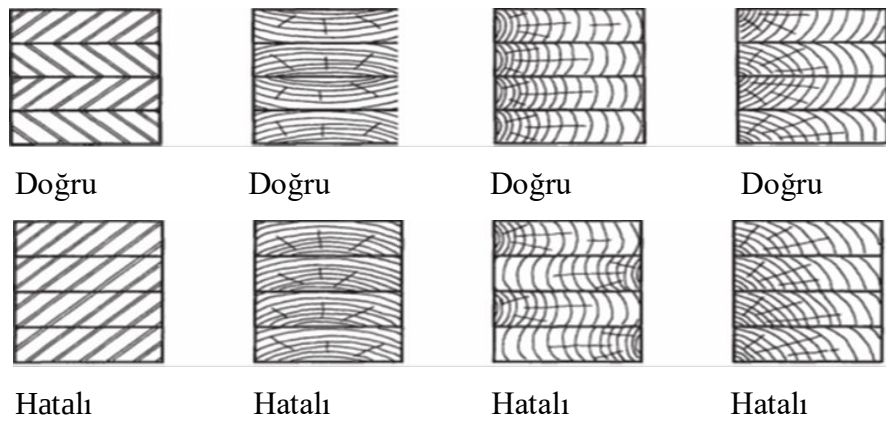
Tutkallama öncesinde, yapıdaki kullanıma göre tutkallama hakkında dikkat edilmesi gerekenlerle ilgili bilgilendirme yaptıktan sonra Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarında kullanılan ahşabın seçimi konusu aşağıdaki şekilde incelenmiştir.

Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarında da özel haller hariç normal olarak, çam sınıfı ahşap kullanılır. Genellikle reçinesi bol olanların kullanılmasından sakınılmalıdır. Çünkü reçine ahşabın rutubet ve öz suyunun özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Ülkemizde TTA yapı elemanları hakkında henüz yeterli miktarda sanayii ve standartlar bulunmadığı için bizde yetişen hangi cins çamın, tutkallı birleşimler için en uygun olacağına dair bir bilgi yoktur. Bununla birlikte, kalite itibari ile tutkallı ahşap elemanlarla oluşturulan yapılarda kullanılacak kerestenin ayrıca bir özellik taşıması şart değildir. Normal olarak, genelde Ahşap Yapı Şartnamesinin [51] tarif ettiği 1. ve 2. sınıf kereste kullanılır. Ancak, iç mimari isteklerinin hâkim olduğu bazı özel hâllerde ahşap kalitesinin 1. sınıf olması ve rengine de özen gösterilmesi mecburiyeti gerekmektedir. Avrupa’da özel haller dışında çam kullanılır. Genellikle (%95) Pinus brutia (Kızılçam) kullanılır. Çünkü, diğer ahşap cinsleri ile olan mukayesesinde rutubetin bütün yüzeye eşit olarak dağılması, yine kuruma işinin de yüzey boyunca eşitlik arz etmesi çabuk kurutabilme ve kolay işlenebilme özellikleri tercih sebebidir. (Mesela; kayın, meşe pahalı ve ağır olup geç kuruma özelliğine sahip olduğu için TTA yapı elemanlarının üretiminde tercih edilmez.)

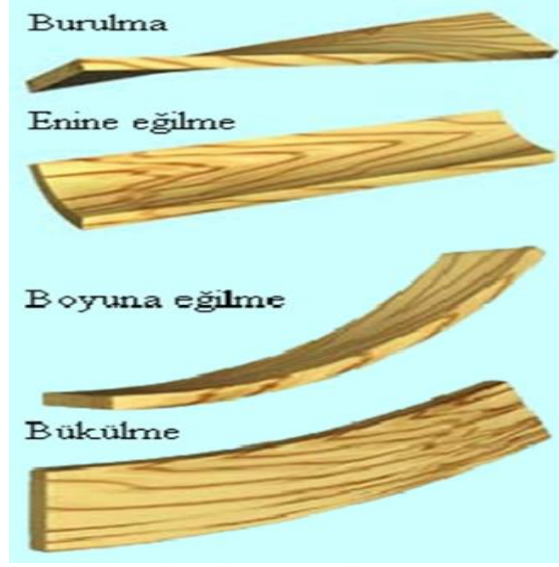
Avrupa’da ve Türkiye’de ahşap 3 sınıfa ayrıldığı halde, Amerika’da da 6 sınıfa ayrılmıştır. Bu yüzden Amerika’ da Tutkal Tabakalı Ahşap yapı elemanlarında kullanılanları I, II, III, ve IV. kalite olanlarıdır. Bu sınıflara ayırma işlemi kütüklerin hızır atölyelerinde ince tahtalar haline getirilmesinden sonra kurutma fırınlarına konulmadan önce yapılır. Ayırma işi Avrupa’da konunun uzmanları tarafından yapılır. ABD’de ise fabrikalarda doğrudan sınıflara ayrılmış olarak elde edilir. Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları ile oluşturulan ahşap sistemlerde kullanılan latalar en fazla 20 cm genişlikte, 3 cm kalınlıkta imal edilirler. Lata kalınlıklarının 3 cm ye kadar sınırlandırılmış olması korumadaki hızlılığı ve homojenliği, şekil alma özelliği ve kolay ele alınıp işlenebilmesi ve ekleme işleminin kolaylığı sebebiyledir [2].

Yüksekliğin <5 cm ' in altında sınırlandırılmış olmasına bir sebebi de tutkal derzlerinde tutkallama sırasında tekdüze bir basınç yayılımı elde edebilmek, rutubet derecesini kolaylıkla gereği şekilde ayarlanabilmeye imkân vermektir. 20 cm de daha fazla genişlik istenirse kemer kesitlerinde tahta veya kalaslar kesit içinde yan yana da tutkal uygulaması yapılarak gerekli genişlik sağlanabilir [1].

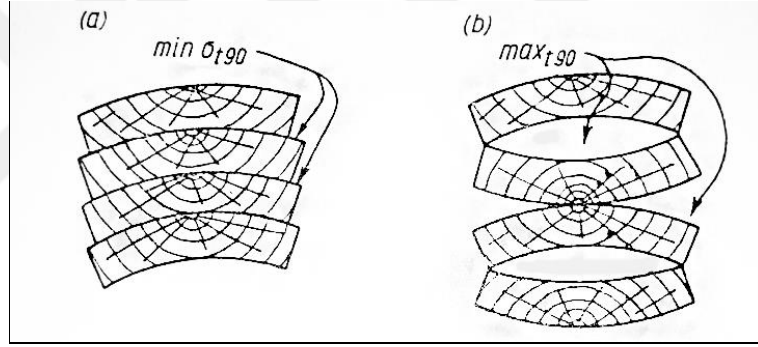
Ancak çok iyi bir tutkallamanın gerçekleşmesi için yukarıda belirttiğimiz, tutkallama esnasında ahşabın belirli bir rutubet miktarına sahip olması gerekir. Ahşap higroskopik (su emici) bir malzeme olarak kendi rutubet miktarını bulunduğu yerin rutubet miktarı ile dengelemeye çalışır. Rutubet miktarındaki değişimler ahşapta rötre, şişmelere yol açar. Bunun için tutkal uygulanacak ahşabın kullanılacağı yerdeki rutubet miktarına uygun hale getirilmelidir. Tutkal uygulanacak ahşap ile tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanının kullanılacağı yerin rutubet miktarlarının fazla farklı olması, ahşapta rötre veya şişmenin fazla olmasına, dolayısıyla tutkal derzlerinde ek gerilmeler oluşmasına sebep olur. Bu gerilmeler de ahşapta çatlamaya sebep olur. Bunun için ahşabın rutubet miktarının sonradan yerleştirildiği yere göre aşağıdaki değerlerde ayarlanması ve tutkal uygulaması yapılmadan önce kontrol edilmesi şarttır. Ayrıca, lâmine katlarının düzenlenmesinde farklı çalışma sonucu ortaya çıkan gerilmeleri dengeleyecek kat düzenlemesi mutlaka doğru yapılmalıdır (Şekil 1.14.) ve bununla birlikte ahşapta yüzeysel büzülmenin farklı durumları da göz önünde bulundurulmalıdır (Şekil 1.15. - 1.16.).



Şekil 1.14. Lâminasyonda katların düzenlenmesi [24]



Şekil 1.15. Ahşapta yüzeysel büzülmenin farklı durumları [25]



Şekil 1.16. Ahşapta yüzeysel büzülmenin farklı durumları [26]

Rutubet değerleri kontrol edilirken;

- Isıtılmış iyi havalandırılmış kapalı yerler için % 8-9
- Isıtılmayan üstü ve etrafı kapalı yerler için % 10-12
- Üstü kapalı etrafı açık yerler için % 12-14 olmalıdır [2].

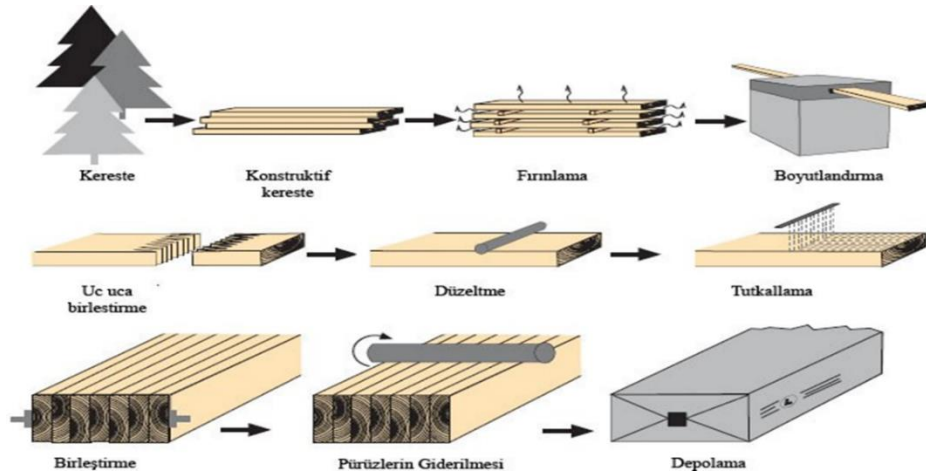
(Bu değerlere $\pm$ % 3 tolerans tanınmaktadır.)

Sonuç olarak; önceki ilk uygulamalardan sonraki çok katlı evlere geçişte, konstrüksiyondan farklı olarak kaplama, mobilya, kapı ve pencere doğramalarında tutunabilen ahşap, gelişen teknik imkânlar ve bünyesi üzerinde yapılan çalışmalarla, geçirdiğimiz yüzyılın başından bugünlere gelene kadar konstrüksiyon alanında da geliştirilmiş, çok büyük açıklıkları geçebilen bir malzeme halini almıştır.

Bunun yanı sıra yapıya giren ağaçlar üzerindeki incelemelerle de, her ağaç cinsinin yetiştiği bölgelere göre fiziksel ve mekanik özellikleri hakkında ayrı ayrı çalışmalar yapılmıştır [4].

Ahşabın yukarıda belirtilen bilgiler doğrultusunda seçilmesinin ardından, tutkallama tekniğinin aşamaları da tanımlanmalıdır ve bunlar aşağıda sunulmuştur.

- Ahşabın rutubet miktarının tayini,
- Tabii ve suni kurutma,
- Tutkallanacak yüzeylerin hazırlanması,
- Tutkalın hazırlanması,
- Tutkalın yerine sürülmesi,
- Basınç uygulaması,
- Son yüzey düzeltmesi,
- Tamamlama nakil ve montaj,
- Tamamlama (ambalaj, istif ve yükleme),
- Nakil ve montaj (Boşaltma, ön montaj ve montaj) şeklinde yapılmalıdır [2].



Şekil 1.17. Tutkallama işlem şeması [27]

Yukarıda listelenen basamakların, sırasıyla uygulanması açıklanmıştır.

Ahşabın rutubet miktarının tayini: Ahşabın rutubet miktarı olarak, su miktarının ağırlık olarak değeri anlaşılır. Ahşabın rutubet miktarını belirlemek için kullanılan metotlar şöyledir.

- Darr-metodu
- Elektrikli ölçme cihazı
- Extraktion metodu 'dur [2].

Yukarıdaki metotlarla belirtilen ahşabın rutubet derecesi daha önce belirttiğimiz tutkallama esnasında olması gerekli rutubet derecesini sağlaması için birtakım tabii ve suni kurutmalar yapılır.

Tabii ve suni kurutma: Genel olarak kurutma metotları 4 ana grupta toplanmaktadır. Bunlar;

- Sıcak hava akımı ile kurutma
- Buhar ve basınçla kurutma
- Elektrik akımı ile kurutma
- Radyasyon ile kurutma'dır [4].

Görülüyor ki sadece açık havada tabii olarak kurutmak suretiyle ahşabın rutubet derecesini kabul edilebilir değerlere indirmek mümkün olmamakta ve yukarıda saydığımız suni kurutma metotları kullanılmaktadır. Bu metotlarla kesin sonuç elde edilmektedir.



Şekil 1.18.Tabakaların fırınlanması suni kurutma [28]

Tutkallanacak yüzeylerin hazırlanması: İyi bir tutkallama için ahşabın yüzeyinin temiz ve düz olması gereklidir, üzerlerindeki toz ve kalıntılar da basınçlı havayla uzaklaştırılır. Ayrıca sürülen tutkalın kalınlığı da 1 mm'den fazla olmamalıdır. Tutkallanacak latalar klima odasında bulundurulmalıdır. Klima odasındaki sıcaklık genellikle 20°C, rutubet %65 civarındadır. Tutkallamanın yapıldığı klima odasındaki sıcaklık derecesinin bağıl nem miktarının devamlılık arz eden kontrolü, Thermo-Hygrograph adı verilen bir cihaz ile yapılmalıdır.

Dolgu malzemesi katılmayan tutkallarda tutkal tabakası kalınlığı cinsine göre, 0,1 mm'ye kadar iner. Bu konuda tutkalın tarifnamesine göre hareket edilmelidir. Dikkat edilecek bir husus da tutkallanmaya hazırlanmış ahşabı fazla bekletmemektir. Aksi halde az da olsa rötre ve şişme, yüzeylerin bozulma ihtimali vardır.

Tutkalın hazırlanması: Tutkal toz veya sıvı halde bidon, kutu veya özel torbalar, ambalajlar içinde piyasaya sevk edilir. Filim şeklinde olanlar da rulo halinde bulunur. Tutkala karıştırılan sertleştiricilerde sıvı veya toz halde ambalajlarda bulundurulurlar. Ancak, bunlardan sentetik tutkallar ve sertleştiriciler uzun süre muhafaza edilemezler. En uzun 1,5-2 yıl kadar dayanabilirler. Tutkalların kullanılmasından önce viskozite ve potansiyel hidrojen (pH) kontrolleri yapılması lazımdır (Bkz. Bölüm 1.3.3. Tutkallama Hakkında Genel Bilgi). Tutkallama yapılacak yerde her şey hazırlandıktan sonra, karıştırma işi yapılır.

Yalnız karıştırma işinden önce, tutkallanacak yüzeyin iyice kontrolü için sertleştiriciye genellikle boya katılır. (Kırmızı renkte) Karıştırma işinde ise 5 (beş) dakika süre yeterlidir ve çoğunlukla elektrikli cihazlarla karıştırma olur. Tutkalın hazırlanması sırasında, tutkal, sertleştirici, su, vs. gibi devamlı kullanılmaya hazır malzemeler bulunmalıdır. Tutkal mutfağının yanında, tutkallama ile ilgili her tutkal işinden sonra veya önce tutkallamadaki sorunların teknik elemanlarca konuşulduğu bir protokol odası olmalıdır. Bu protokol odasında bulunan tutkal defterine ilgili her şey yazılmalıdır. Ayrıca karışımda kullanılan kaplar çelik, cam, vs. asitlere dayanıklı olmalıdır. Dolgu malzemesinin karışımı doğru olmalıdır. Oran yanlış ise, ince tutkal derzleri iyi tutkallamaz, kalında ise tutkal sertleşmesi ile hacim değişiklikleri olur. Aşağıdaki şekil tutkallama için gerekli malzemelerin bir bölümünü göstermektedir [1].



Şekil 1.19. Tutkal malzemeleri [1]

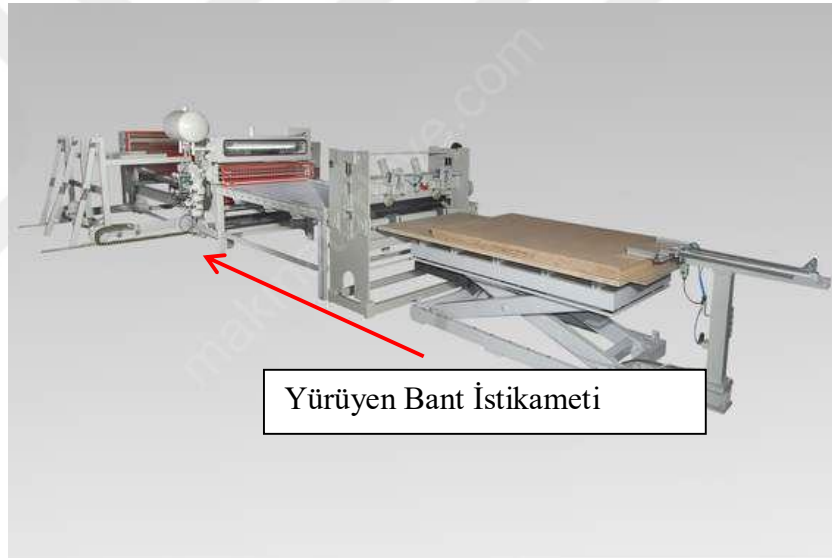
Tutkalın yerine sürülmesi: Tutkal hazırlandıktan sonra hemen sürülme işine başlanmamış olabilir. Ancak karışımın bekleyeceği süre sınırlıdır. Tutkal cinsine göre bu süre değişir. Tutkalın yerine sürülmesi işlemi, basit bir fırçadan otomatik ayarlı modern bir makinaya (Şekil 1.20) kadar çeşitleri olan elemanlar yardımı ile yapılır.



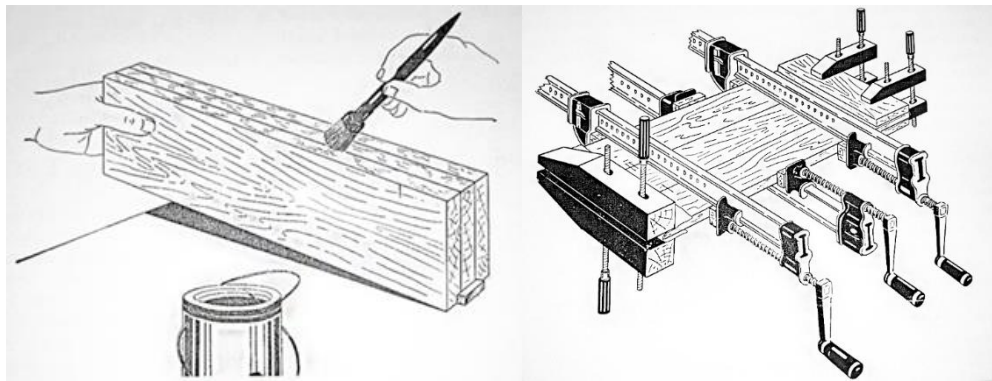
Şekil 1.20. Tutkalın yerine sürülmesi-1[29]

Bu aletlerde dikkat edilecek nokta, aletin tutkal ile temasında tutkaldan etkilenmeyecek şekilde olmalıdır, konusudur. Genellikle tutkal ve sertleştirici karıştırıldıktan sonra (5 dakika yeter) tutkallanacak yüzeye sürülür.

Tutkal derzi ince ise yapıştırılacak parçaların birine tutkal, diğerine sertleştirici sürülür. Eğer tutkal derzi kalın ise (en çok 0,8 mm) her iki malzemeye önce sertleştirici sonra tutkal sürülür. Sürme esnasında tutkal derzi öyle ayarlanmalıdır ki, basınç uygulamasından sonra dışarıya sızacak tutkal ancak ince bir çizgi şeklinde oluşsun. Hiç sızıntı yoksa tutkalın eksik sürülme ihtimali vardır. Genellikle m² başına tutkal sarfiyatı, tutkalın cinsine ve tutkallama tekniğine göre ince derzlerde 200-300 gr, kalın derzlerde ise 300-700 gr arasında değişir. Aşağıdaki resimler tutkalın yerine sürülmesi ile ilgili resimlerdir [1] (Şekil 1.21. - 1.22).



Şekil 1.21. Tutkalın yerine sürülmesi-2 [70]



Şekil 1.22. Tutkalın yerine sürülmesi-3 [30]

Basınç uygulaması: Presleme, tutkalın sürülmesi ve her iki tarafın birbirleriyle temasından sonra yapılan işlemdir. Bunda amaç;

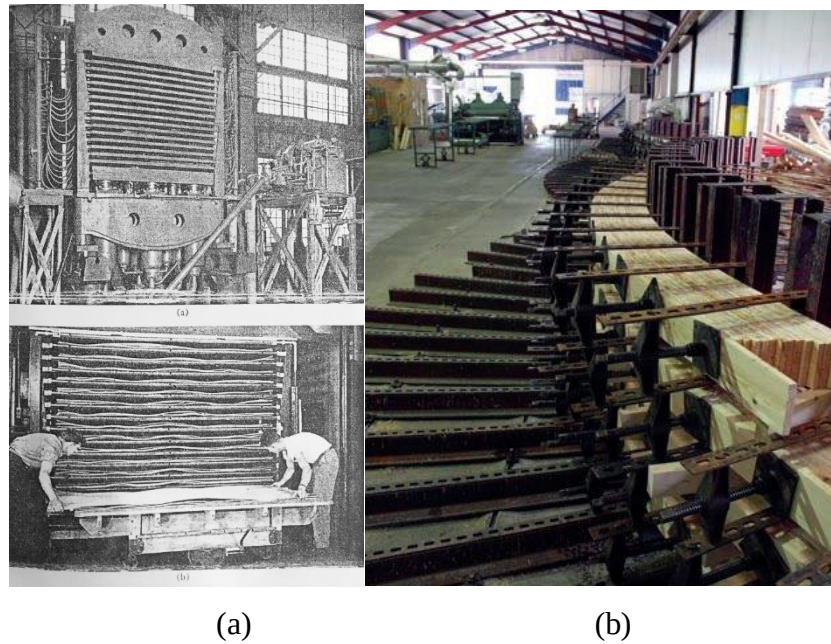
- Sonradan yapıştırılan parçaların birbirinden yüzeysel olarak kaymasını önlemek,
- Tutkaldan aldığı rutubet ile az veya çok şişecek parçaların anormal deformasyonlarını önlemek,
- Hava kabarcıklarının ve tutkal fazlasının derzlerden sızmasını Temin etmek,
- Mümkün olduğu Kadar ince ve temiz bir tutkal tabakası temin etmek,
- Mekanik adezyonun oluşumunu kolaylaştırmaktır [1].

Basınç uygulaması esnasında gerekli birleşimi sağlamak için kullanılan presler 3'e ayrılır;

- Mekanik presler,
- Hidrolik (yağ veya su ile çalışan) presler,
- Pnomatik (hava veya azot ile çalışan) presler 'dir [2].

Pres müddeti sona erince, üzerinde tamamlayıcı çalışmalar yapılabilir. Fakat presleme biter bitmez, hiç bir zaman beklenilmeden sistem montajı tamamlanıp yüklenmemelidir.

Aşağıdaki şekillerde, Şekil 1.23. (a)'da hidrolik bir preste yapılan uygulama, Şekil 1.23. (b)'de mekanik bir preste yapılan uygulama görülmektedir.



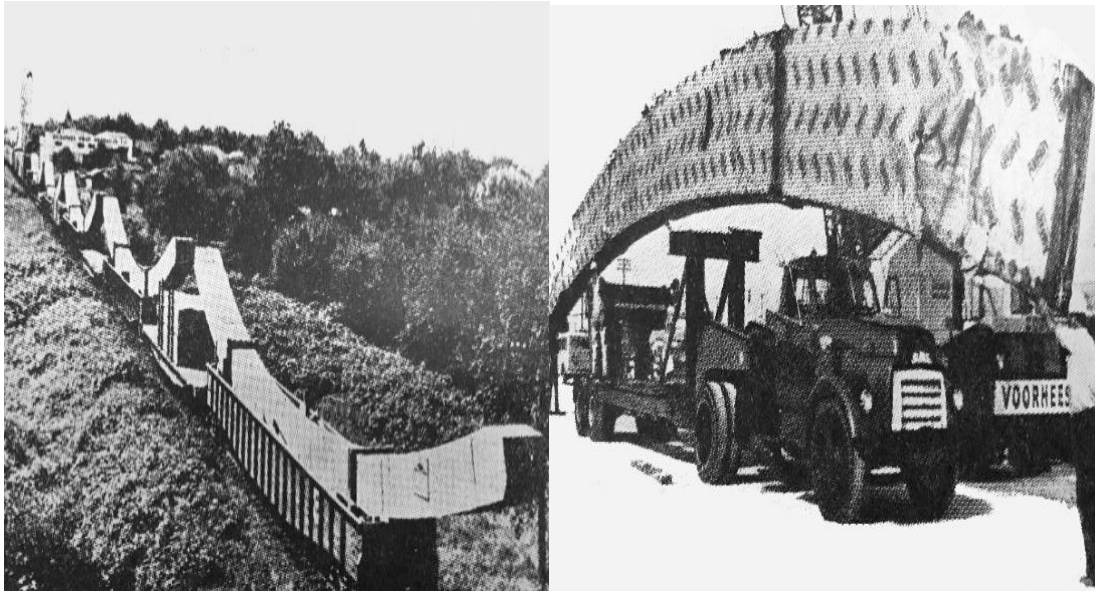
Şekil 1.23. Düşey presleme (a), mekanik presleme (b), a - [5] , b - [31]

Tamamlama, nakil ve montaj: Pres müddetini tamamlamış olan elemanlar tezgâhtan çıkarılır. Tutkal bu esnada sertleşmiştir, fakat mukavemetini tam almamıştır. Yapılacak iş şantiyeye sevk etmeden önce yapılması gereken tamamlayıcı işlerdir. Öncelikle yüzeyler düzgün hale getirilir. Eğer yangına karşı önlem alınması gerekiyorsa, şantiyeye sevk edilmeden önce alınması gerekir. Daha sonra, hazırlanmış elemanın üzerine; tutkal cinsi, ahşabın rutubeti, vs. gibi notlar yazılır ve projedeki ölçüler ahşap üzerinde belirtilir.

Ayrıca yağmura, güneşe, vs. gibi dış etkilere karşı koruma maksadıyla örtü veya koruyucu malzemeler ile korunmalıdır. Tamamlanan elemanın nakil işinde ise özel vasıtalar kullanılır.

Nakliye mesafesi, yolun durumu, nakledilecek elemanın uzunluğu ve taşıyacak vasıtanın tespiti hep önceden yapılmalıdır. Şantiyeye sevk edilen elemanın montajı her mevsimde ve süratli olarak yapılmalıdır.

Montaj işçiliğinin az olması ve işin çabuk olması maliyeti düşüren en önemli faktörlerdendir. Aşağıdaki resimler nakil ve montaj esnasında çekilmiş bazı fotoğraflardır (Şekil 1.24. , 1.25. ve 1.26.).



Şekil 1.24. Nakil yöntemi örnekleri [1]

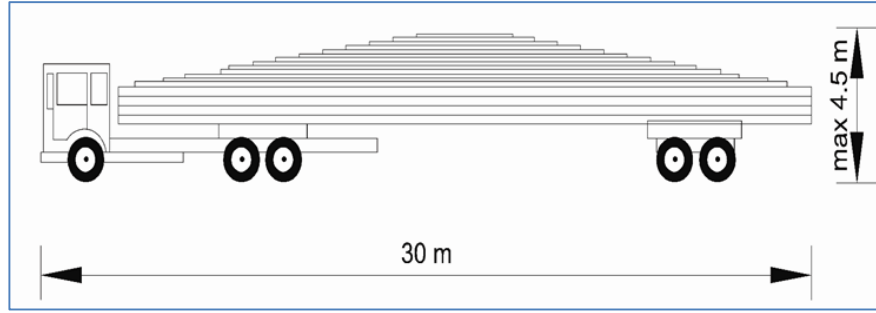


Şekil 1.25. Nakil yöntemi örnekleri [32]



Şekil 1.26. Montaj yöntemi örnekleri ve ağır kiriş ayarı [33]

Taşıma (Nakliye) konusunda güvenli taşıma daima ön planda olmalıdır. Bu sebeple; İstif ve taşıma için aşağıdaki şekilde bulunan sınırlayıcı ölçülere kesinlikle dikkat edilmedir (Şekil 1.27.).



Şekil 1.27. Taşıma sınırlarına ait şematik çizim [34].

Lamine ürünler 40 m. uzunluğa kadar çıkabilir, fakat genelde uzunlukları taşıma kısıtlamalarına bağlıdır ve bu uzunluk 30 metre olarak belirtilmektedir.

Tutkallama tekniği (tutkallamaya hazırlama) konusunun başında belirttiğimiz gibi yukarıdaki yolu izleyerek tutkallamayı yapmanın bir başka yolu ise, özel tutkallama metotlarıdır. Bu metotlara bir örnek olması amacıyla “Tutkal derzlerinin ısıtılmasıyla tutkallama” metodunu inceleyecek olursak;

50-80 °C arasındaki tutkallamaya sıcak tutkallama, 80°C'nin üzerindeki ise çok sıcak tutkallama adı verilir. Yüksek sıcaklıkta tutkallama kolay değildir, çünkü ahşabın değil tutkalın ısınması söz konusudur. Ahşabın ısınması kurummasına ve çekmesine yol açar. Bu da çatlakların meydana gelmesine sebep olur ve birleşim için gerekli mukavemet sağlamaz. Bu esaslara göre tutkal tabakasının gereği kadar ısıtılması için kullanılan metotların prensipleri şöyledir;

- Tutkallanacak ahşap elemanlarının her iki yanına konan levhalar ısıtılır. (Elektrik veya buharla ısıtılır) Bu usul daha çok kontrplak ve benzeri imalatla kullanılır.
- Tutkal derzlerine ince filim halinde tutkal yerleştirilir. Bu tutkalın içinde kesiti 0,3 mm olan 3mm aralıklı ızgara teller mevcuttur. Tellerden akım geçirilir ve tutkal tabakası yumuşar.
- Yüksek frekanslı akım vermek suretiyle tutkal derzlerinde istenilen sıcaklık elde edilir (Daha çok kontrplak ve diğer plak sanayiinde kullanılır.) [2].

Sonuç olarak; zahmetli bir iş olan tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarında tutkal seçiminden tutkallama aşamasına kadar geçen süreç aktarılmıştır. "Tutkallı tabakalı

- Ahşabın rutubet miktarı (az veya çok olması)
- Tutkallama yapıldığı yerdeki sıcaklık ve rutubet miktarı
- Ahşabın kalitesi
- Uygulanan basınç (Az veya çok olması)
- Pres müddeti
- Tutkallama müddeti (Tutkallamanın uzun müddet devam etmesi)
- Ahşabın yüzeyinin durumu (Rendelenmiş düz olmalı)
- Lamellerin temizliği (Kirli ve pis olmamalı)
- Tutkal ve sertleştirici oranları (ölçülü olarak karıştırılmalı)
- Tutkalın depolama müddeti (Tutkal eski olmamalı)
- Lamellerin tutkallanmasında yıl halkalarının rolü (Üst üste tutkallamada yıl halkaları dikkate alınmalı)
- Tutkal ve sertleştiricinin yeterli miktarda karıştırılmaları 'dır.

Yukarıda bahsettiğimiz "Dikdörtgen kesitli Hetzer tipi tutkallı taşıyıcı ahşap yapı elemanının imalini sırasıyla gösteren şemaya ait bilgiler aşağıdaki gibidir.

- 1- İstiflenmiş lameller (tabii ön kurutma).
- 2- Suni kurutmaya hazır, sınıflarına ayrılmış lameller.
- 3- Suni kurutma fırını.
- 4- Kurutma fırınından çıkarılan lameller.
- 5- Lamelleri banda sevk eden otomatik sistem.
- 6- Rutubet miktarı % 7-11 dışında olan yaş veya kuru lameller.
- 7- Rutubet miktarı % 7-11 olan lamelleri götüren bant.
- 8- Elektronik rutubet ölçme aleti (% 7-11 ayarlı).
- 9- Bant'tan gelen lamelleri sevk eden sistem.
- 10- Lamelleri dış açma aletine götüren bant.
- 11- Dış açma aleti.
- 12- Dişler arasını tutkallayan depolar.
- 13- Lamelleri birleştirme makinasına götüren bant.
- 14- Dişli geçmeyi sağlayan makina.
- 14.1- Isıtma tüneli ve rende makinası.
- 15- Lamel uzunluğunu ayarlayan cihaz.
- 16- İstenilen uzunlukta lamelleri sevk eden bant.
- 17- İstenilen uzunlukta hazırlanmış lameller.
- 18- Lamelleri tutkallamaya sevk eden bant.
- 19- Lamelleri banda yerleştiren işçiler.
- 20- Tutkalın hazırlandığı mutfak.
- 21- Protokol odası.
- 22- Tutkal akıtma makinası.
- 23- Tutkallanan lamelleri alıp üst üste istif eden işçiler.
- 24- Basınç ölçme aleti.
- 25- 40cm aralıklı yerleştirilmiş pres tezgâhı.
- 26- Presleme sonucu tezgâhtan çıkan elemanların işlendiği, Projeye uygun hale getirildiği, (tamamlama ve hazırlama odası).

1.3.4. Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarında emprenye işlemi

Emprenye İşlemi Ahşap malzemenin bünyesinde oluşabilecek çürüme ve böcek tahribatı ile yanma, deformasyon ve benzerlerini önlemek amacıyla belirli standartlara göre çeşitli kimyasal maddelerin ahşaba nüfus ettirilmesidir [35].

Tutkallı tabakalı ahşap elemanların Emprenyesinde, iki yöntem uygulanmaktadır. Birinci yöntem, Tutkallı tabakalı ahşap elemanı oluşturan tahtaların tutkal ile birleştirilmeden önce Emprenye edilmesidir. İkinci yöntem ise, bitmiş ürünün emprenye edilmesidir. Yapı tasarımcısının talebine uygun renkte, solvent bazlı emprenye sıvısı (asgari 100gr/m²) ile emprenye işlemi ahşap elemanın üzerine uygulanır [36].



Şekil 1.29. Emprenye öncesi görüntüler [27]



Şekil 1.30. Emprenye sonrası görüntüler [27]

1.4. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanları ile Oluşturulan Geniş Açıklıklı Konstrüksiyon Tipleri:

Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları ile tasarlanan yapıların taşıyıcı sistemlerinde kullanılan konstrüksiyonlar ile ilgili yabancı ve yerli literatür taraması yapıldığında, geniş açıklıklı yapılarda konstrüksiyon seçiminin, tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanının yapıda kullanıldığı yerin özelliklerine göre (kirişlerde, kolonlarda, döşemelerde vs. olması gibi) doğru konstrüksiyon seçimi ile yapılmasının çok önemli olduğu görülmektedir.

Genelde uygulanan konstrüksiyon tipleri aşağıdaki gibidir.

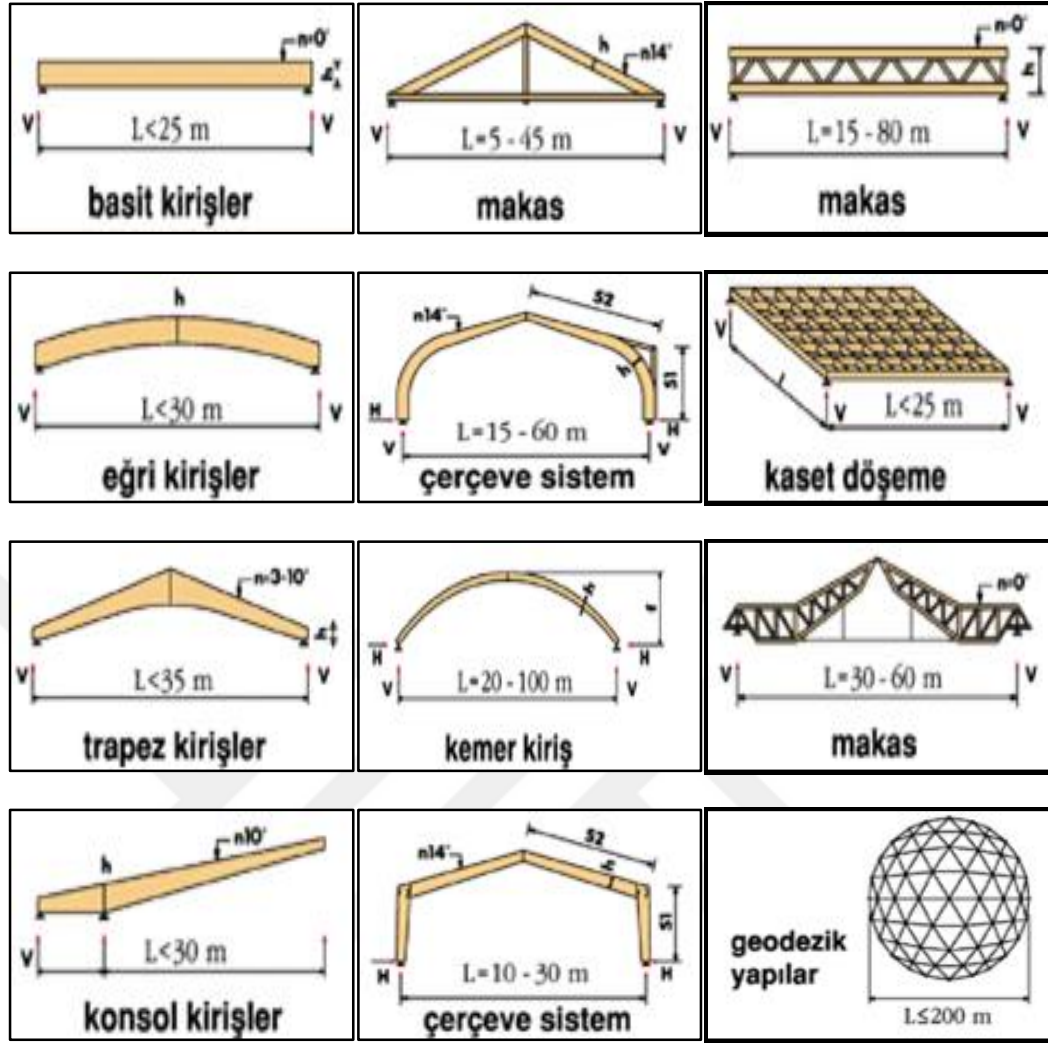
- Hetzer Sistemi
- Kâmpf Sistemi
- Wolff Sistemi
- Derix- Poppensieker Sistemi
- DSB Sistemi
- Trigonit Sistemler
- Kontroplak gövdeli "I" kirişleri 'dir.

Bu sınıflandırmaya ilave olarak;

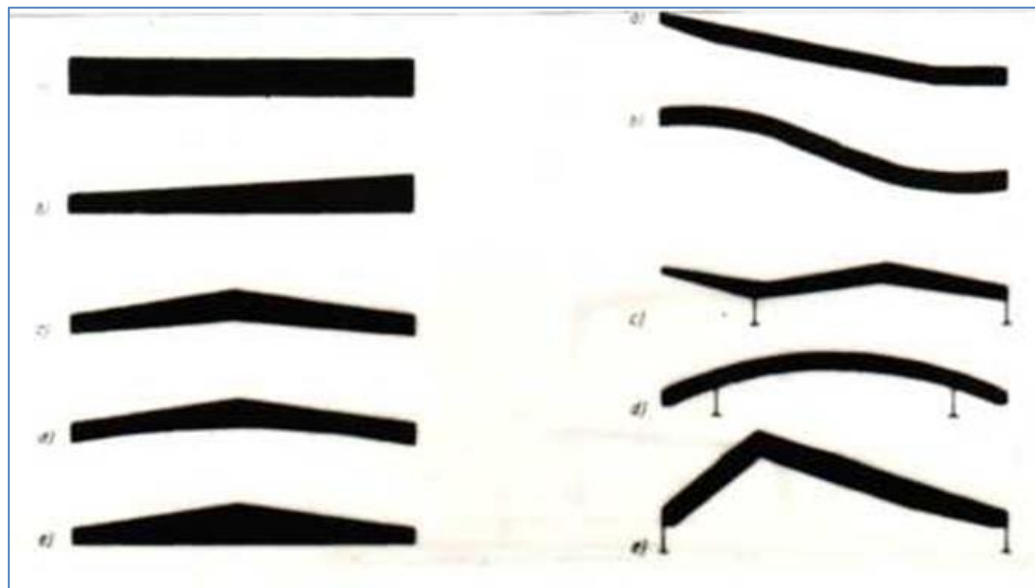
İçinde bulunduğumuz yüzyıl içerisinde ahşaptaki endüstrileşmeye paralel olarak gelişen ve halen gelişmeye devam eden tutkallı tabakalı ahşaplarda kullanılan yeni konstrüksiyon tipleri eklenmiştir.

Glulam ve endüstriyel ahşap gibi yeni nesil ahşapların kullanıldığı bu uygulamalara, Çapraz lamine ahşap (CLT) (Bkz. Bölüm 1.2) malzeme ile yapılan ahşap yapılar örnek verilebilir [37].

Yukarıda sayılan tüm bu konstrüksiyon tipleri için, açıklık mesafelerine göre genellikle büyük açıklıkların geçildiği aşağıdaki şekillerdeki formlar tercih edilir (Şekil 1.31., Şekil 1.32.).



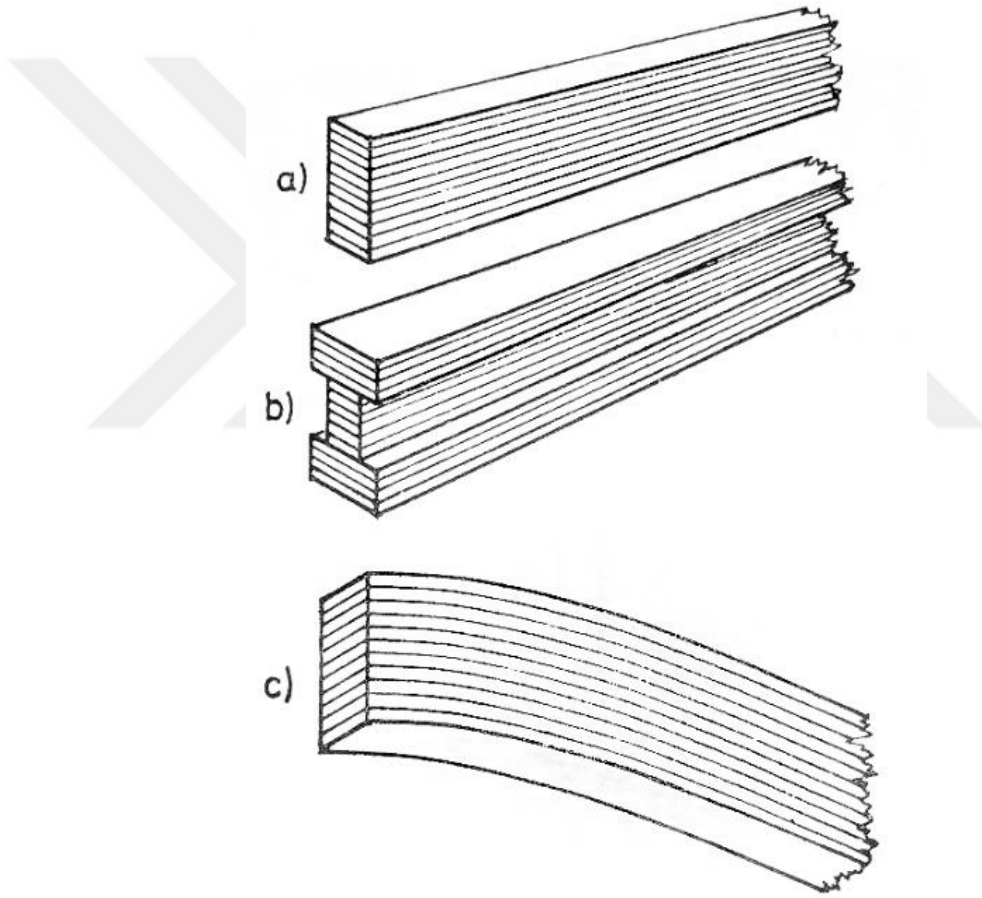
Şekil 1.31. Açıklıklara göre TTA 'nın uygulandığı konstrüksiyon tipleri [78]



Şekil 1.32. TTA 'nın uygulandığı konstrüksiyon tipleri [38]

1.4.1. Hetzer sistemi

Bu sistemde, tahtalar (Lameller) geniş yüzeyleri boyunca lif yeri paralel gelecek şekilde üst üste tutkallanıp uygun tipte baskı kullanılarak hesaplanan basınçta ve sürede sıkıştırılırlar. Bu esaslara göre istenilen ölçülerde dikdörtgen veya I kesitli Tutkallı Tabakalı Ahşap yapı elemanları elde etmek mümkün olmuştur. Patentini 1905'da alan [2] ve ilk defa bu sistemi yapan Otto Hetzer isimli bir yapı ustasının yaptığı bu sisteme "Hetzer Sistemi" denilmiştir. Aşağıdaki resim Hetzer tipi kirişlere örnek sayılabilir (Şekil 1.33.), (a,b,c).



Şekil 1.33. (a) Dikdörtgen kesitli kiriş (b) I kesitli kiriş (c) dikdörtgen kesitli eğri kiriş
Duman, Ökten'den yeniden düzenlenmiştir [3]

Hetzer sistemi tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları ile oluşturulan taşıyıcı ahşap yapının temelini oluşturmaktadır. Başlangıçta malzeme bakımından daha ekonomik olması dolayısıyla I kesitleri tercih edilmekteydi. Sonraları işçiliğin zor ve ayrıntılı olması, işçi ücretlerinin artması sebebiyle yerini dikdörtgen kesitlere terk etmiştir.

Bugün Avrupa'da ve Amerika'da ve hatta Kanada'da dahi imal edilen tutkal taşıyıcı sistemlerin % 95'ini Hetzer tipi dikdörtgen kesitli yapı elemanları oluşturmaktadır. Bunların elde edilmesi ve montajı kolaydır. Dikdörtgen kesitli Hetzer sistemini inceleyecek olursak;

Bu sistemde en fazla genişlik 20 cm, en fazla kalınlık ise 3 cm olarak saptanmıştır.

Lamellerin ince alınmasının 3 ayrı avantajı vardır.

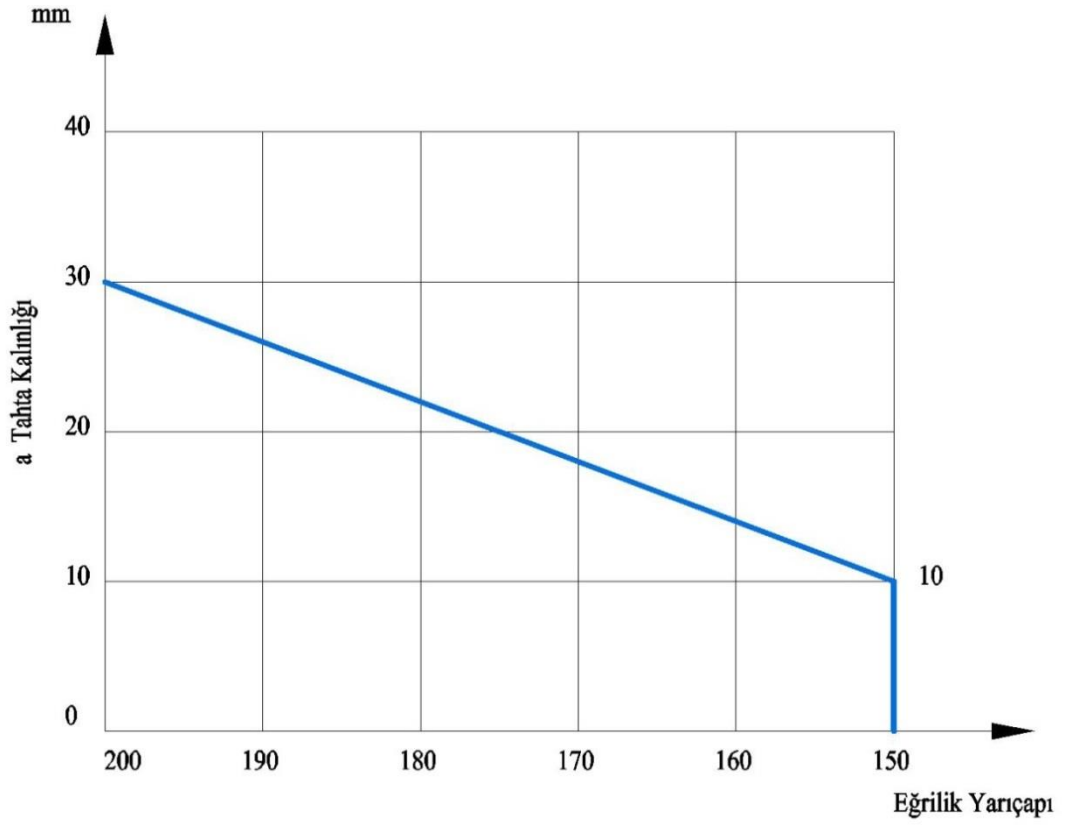
- Ahşabın arzu edilen hızda kuruması bakımından,
- Şekil vermek bakımından,
- Daha hafif olması bakımından,

Mümkün olduğu derece kalın lamellerin kullanılması, derz sayısının daha az olması, dolayısıyla tutkal sarfiyatının ve işçiliğin az olmasını sağlar. Fakat eğri eksenli elemanlarda (çerçeve köşelerinin oluşturulmasında, kemerlerde, vs.) eğrilik yarıçapı ile lamellerin kalınlıkları arasında sıkı bir bağlantı vardır. Lamellerin daha ince olması, maliyetin artmasına sebep olacaktır. Fakat buna karşılık eğrilik yarıçapının daha küçük olması sağlanmış olur [2].

Şekildeki grafik Hetzer sisteminde, lamel kalınlığı ile eğrilik yarıçapı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. (Şekil 1.34.) Bu sistemlerde 1. sınıf ve II. sınıf ahşap malzemesi kullanılır. DIN 1052'ye göre lamellerin üst üste tutkallanması ahşabın kalitesinde belli bir yükselme meydana getireceğinden, kesitin yalnız çekmeye çalışan kısımdan yüksekliğin % 15'inde (en alttan itibaren bir kaç lamel) kesit için talep edilen ahşap sınıfı uygulanır. Çekme bölgesinde I. sınıf, diğer bölgelerde II. sınıf ahşap kullanılır.

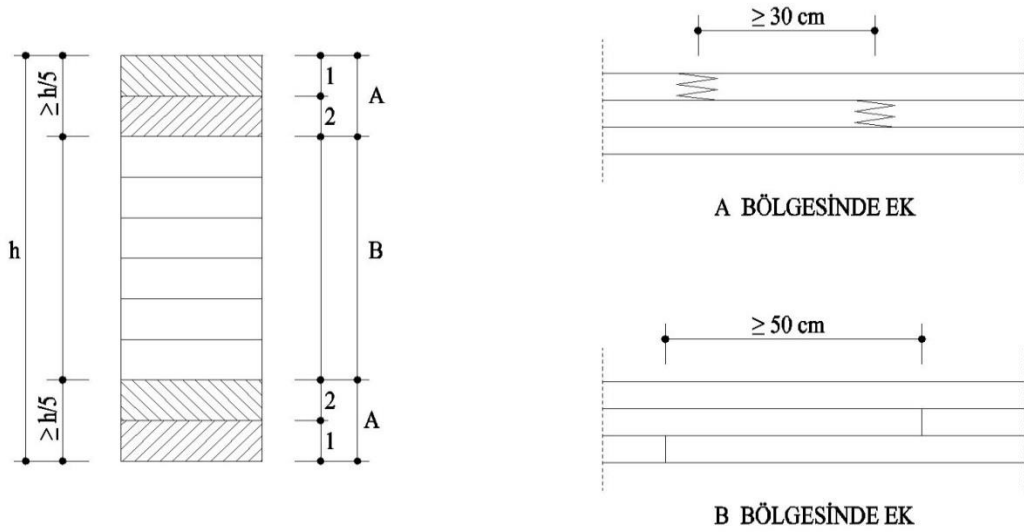
Dikdörtgen kesitli lamelli Hetzer sistemlerinde ek oluşturulmasını inceleyecek olursak;

Tahta boyları, keresteyi piyasadan normal fiyata Temin etmeye elverişli olacak şekilde seçilir. Bunları uç uca ekleyerek istenilen uzunlukta taşıyıcı sistem elemanı elde etmek mümkündür. Bu konu ayrıca Alman şartnamesi DIN 1052'de (Ahşap Yapı Malzemesi Avrupa Standartları) tariflenmiştir.



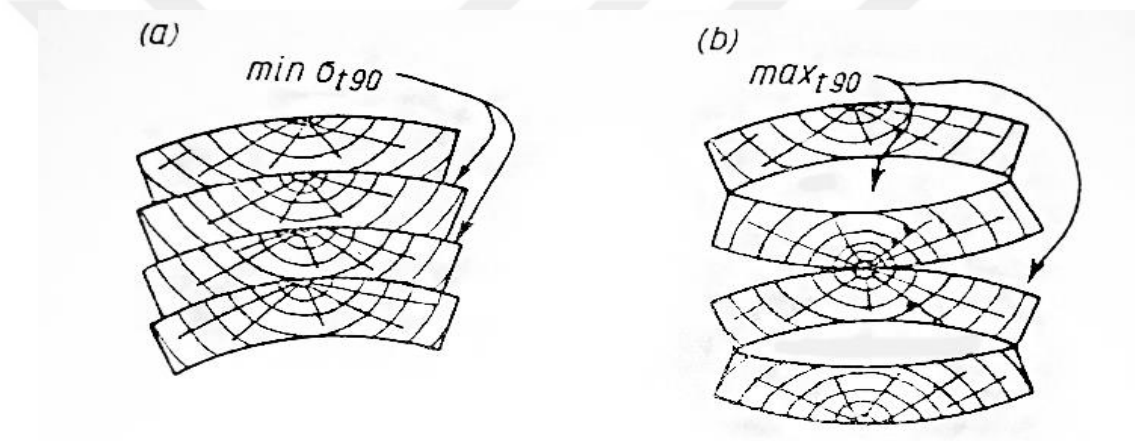
Şekil 1.34. Lamel kalınlığı ile eğrilik yarıçapı arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Erşen'den yeniden düzenlenmiştir [2]

Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi, kesitin üst ve alt kısmında en az $h/5$ kısımlarındaki (A bölgesi) lamellerde ek yerleri dişli geçmeli olarak yapılmalıdır. Bu dişler üst üste gelen lamellerde şaşırtılmalı olarak, birbirinden en az 30cm uzaklıkta olarak tertiplenmelidir (Şekil 1.35.).



Şekil 1.35. Dikdörtgen kesitli lamelli Hetzer sistemlerinde ek oluşumu, Erşen'den yeniden düzenlenmiştir [2]

Ortadaki (B bölgesi) ek yerleri alın altına yapılabilir. Fakat üst üste gelen lamellerin ek yerleri arasındaki şaşırtma mesafesi en az 50 cm olmalıdır. Dikdörtgen kesitlerin oluşumunda kullanılan lameller gelişi güzel üst üste konup tutkallanmazlar. (Daha önce Tutkallama Tekniği bölümünde bu konuya değinildi.) Burada yıl halkalarının gidişine dikkat edilmelidir. Aksi halde hafif rutubet değişimleri dahi fugaların açılmasına sebebiyet verir. Lamellerin yıl halkalarının gidişine dikkat edilmeden tutkallanması, lamellerin rutubet miktarlarının azalması dolayısıyla meydana gelecek rötre sonunda tutkal derzlerinin kopmasına sebep olur [2]. Aşağıdaki resim de ise, lamellerin üst üste konulması sırasında, eğer dikkat edilmez ise ortaya çıkan sorunları şekiller ile görmekteyiz (Şekil 1.36.), (a,b).



Şekil 1.36. a ve b Lamellerin üst üste konulmasının örnekleri [26]

Dikdörtgen kesitli, lamelli Hetzer tipi yapı elemanlarının boyutlamasında dikkat edilecek hususlar şöyle özetlenebilir;

Lamellerin ek yerlerinin şaşırtmalı olarak, üst üste gelmeyecek şekilde en az (50 cm) uzaklıklı olarak oluşturulmaları halinde elde edilecek yapı elemanında herhangi bir kesit zayıflaması hesaba katılmaz. Ancak tek kesitli olup dişli geçmeli olarak oluşturulan bir çekme çubuğu ek yeri için ise, bir kesit zayıflamasını hesaba katmak gerekir. Eğri eksenli elemanlardaki hesaplarda ise eğrilik yarıçapı ile lamellerin kalınlıkları arasındaki ilişki dikkate alınmalıdır [2]. DIN 1052'ye göre, hesaplara bir kıstas olması amacıyla, yükleme halinde verilen emniyet gerilmeleri aşağıdadır (Tablo 1.4.).

Tablo 1.4. Lamelli Hetzer tipi yapı elemanlarının yükleme halindeki emniyet gerilmeleri, Erşen'den yeniden düzenlenmiştir [2]

Sıra No	EMNİYET GERİLMELERİ kg/cm ²						
	GERİLME ÇEŞİDİ	ÇAM TİPİ SINIFLAR			HETZER-TİPİ ÇAM SINIFI TUTKALLI (LAMELLİ AHŞAP SINIFLAR)		MEŞE VE KAYIN
		III	II	I	II	I	ORTA KALİTE
1	EĞİLME σ_B	70	100	130	110	140	110
2	ÇEKME $\sigma_{Z//}$	0	85	105	85	105	100
3	BASINÇ $\sigma_{D//}$	60	85	110	85	110	100
4	BASINÇ $\sigma_{D\perp}$	20 25	20 25	20 25	20 25	20 25	30 40
5	KAYMA $\tau_{//}$	9	9	9	12	12	10

Dikdörtgen kesitli Hetzer sistemin özellikleri açıklandıktan sonra bu sistemle oluşan yapı elemanlarının nasıl elde edildiğinde önemli bir husustur. Bu tip bir yapı elemanının elde edilmesi ABD, Hollanda, Belçika ve İsviçre'de uygulandıktan sonra, Almanya'da da çoğu fabrika (50 'nin üzerinde) bu sistemi kullanmıştır. Bu fabrikalar boyutlandırılmış olarak hızar haneden aldıkları lamelleri, önce tabii kurutmaya tabi tutarlar, sonra sınıflara ayrılarak kurutma fırınlarında suni kurutma ile rutubetlerinin %15 'in altına inmeleri sağlanır. Daha sonra lameller rutubetlerinin ayarlandığı makinalardan geçerler. Ayarlanan rutubet miktarına sahip lameller hareketli bant üzerinden diş açma makinasına doğru yol alırlar. Diş açma makinasının ucunda açılan dişlere göre ayarlanmış bir tutkallama kısmı mevcuttur. Dişler açılır ve tutkallama olur, bant üzerinden diğer pres makinasına doğru birleştirilmek üzere yol alırlar. Birleştirme makinalarında belirli basınç ve ısı altında latalar dişli olarak birleştirilirler.

İstenilen uzunluk ikinci bir alet üzerinde tespit edilir ve otomatik olarak bir bıçak tarafından kesilir. İstenilen uzunlukta elde edilen lameller tutkallamaya tabi tutulur. Tutkallama tutkal akıtma makinasının altından lamellerin geçmesiyle oluşur ve en az 2 kg/cm² basınç temin edecek şekilde preslenir. 24 saat bekletildikten sonra rende makinasında temizlenir, istenilen boyutlara göre hazırlanır. Böylece istenilen kesit elde edilir. Eğri eksenli olarak elde etmek istersek, lameller bir şablona göre yapılır. Eğrilik yarıçapı ve lameller göz önüne alınarak, aynı işlem şablona göre tekrarlanır [2].

Ayrıca, dikdörtgen kesitli Hetzer sistemi ile elde edilen bir yapı elemanının sürecini anlatan şema önceki bölümlerde Şekil 1.28’de gösterilmiştir.

Yukarıda anlattığımız aşamalardan geçerek elde edilen Hetzer sistemin maliyetinin pahalı olduğu bellidir. Fakat bu sistemle yapılmış Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı elemanları ile oluşturulan yapının pahalı olacağı demek değildir. Bu tip yapıların yapımında, sarf edilen kereste miktarının tasarruf yapmaya elverişli olması, montajdaki sürat ve kolaylık, taşıyıcı iskelet elemanlarına statığın gerektirdiği en uygun formu vermeye uygun olması, vs. özellikleri ile aynı boyuttaki yapıya göre daha ucuz olduğunu gösteren ölçütlerdir. Açıklığı ne olursa olsun, Hetzer sistemi kullanılarak başlıkları yekpare yapmak ve eksenlerine de istenilen eğri şekli vermek mümkündür.

Hetzer sistemi tutkallı ahşap yapı elemanlarının uygulama sahası çok geniştir. Genellikle okul, kilise, her cins spor salonu, toplantı salonları, kapalı tribün, v.s. uygulamalarda kullanılmaktadır. Aşağıdaki resim, "Dikdörtgen kesitli Hetzer sistemi" ile çeşitli uygulamalara örnektir (Şekil 1.37.) [1].

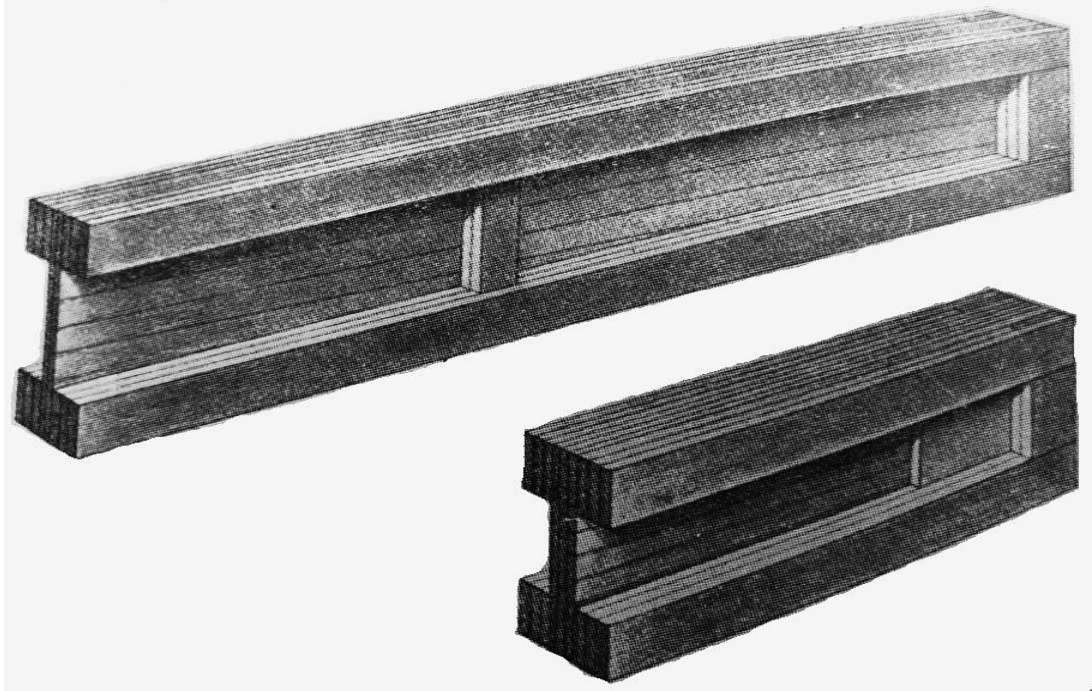


Şekil 1.37. Dikdörtgen kesitli hetzer sistemi ile uygulama örneği [1]

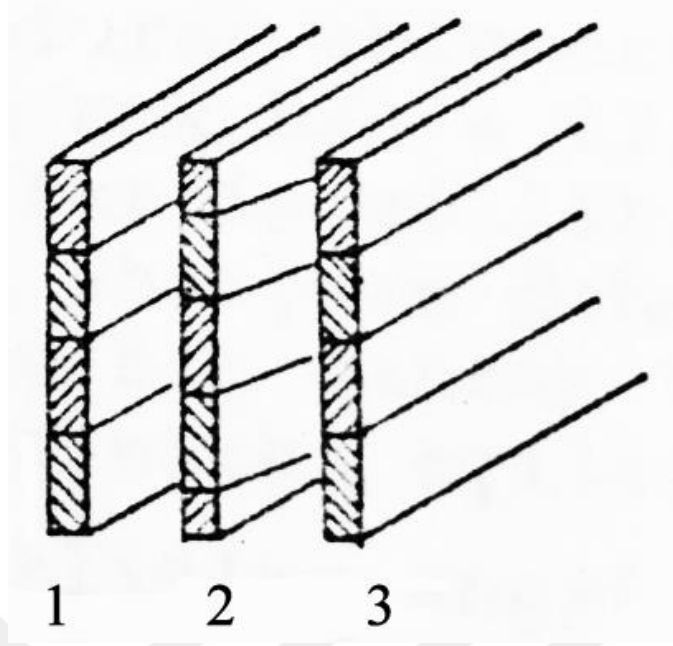
1.4.2. Kâmpf sistemi

I kesitli Hetzer sisteminden sonra piyasada ilk defa görülen bir sistemdir. Bu sistemlerde gövde, 2 veya 3 katlı, eşit kalınlıkta 5 m uzunluktaki lamellerin tutkallanması ve preslenmesi suretiyle elde edilir. Bu lameller eğer 2 katlı iseler birbirleriyle $\sim 10^\circ$ açı yapacak şekilde, 3 katlı iseler, dıştaki sıralar kiriş eksenlerine paralel, ortadaki ise kiriş eksenine ile $\sim 10^\circ$ açı yapacak şekilde oluşması halinde kayma emniyet gerilmesinin normal ahşabın iki misli ($\tau_{em} = 18 \text{ kg/cm}^2$) olarak alınabileceği ispatlanmıştır.

Bundan dolayı Kâmpf sistemi, I kesitli Hetzer sisteminden malzeme bakımından daha ekonomik olmaktadır. İşçilik bakımından da Hetzer sistemler daha ekonomiktir. Kâmpf sisteminin gövdeleri en çok 1,20 m genişlik ve 5,00 m uzunlukta ayrı olarak hazırlanır. Şekil 1.38. – 1.39. Kâmpf sisteminin kuruluş prensiplerini göstermektedir [2].



Şekil 1.38. Kâmpf sistemine örnek [1]



Şekil 1.39. 1,2,3 Kâmpf sistemi gövde elemanları, Erşen' den yeniden düzenlenmiştir [2]

Yukarıdaki şekildeki sistemi kullanarak 2 ve 3 mafsallı çerçeve sistemler yapılabilir. Bu sistem aynı zamanda, gövdeyi çift yaparak, kesiti sandık kesit haline getirebilir.

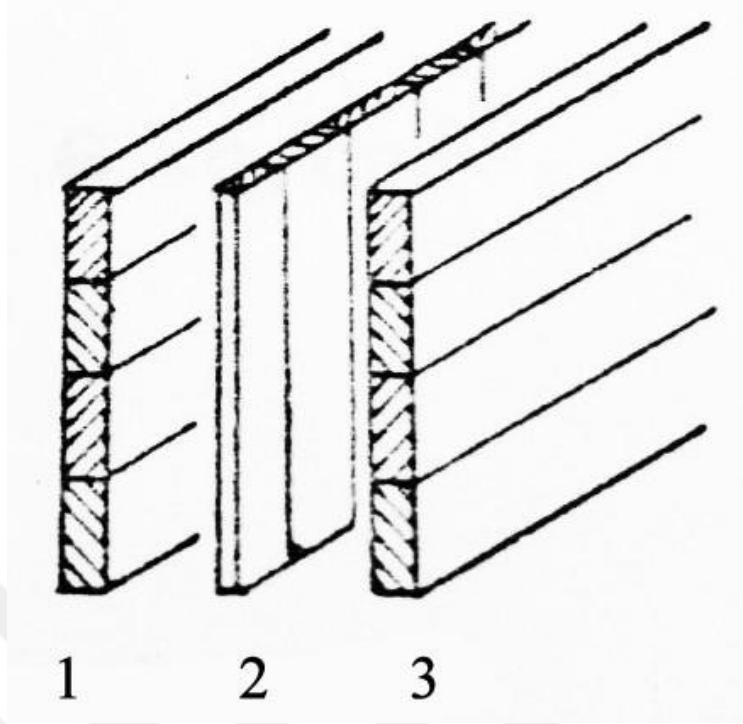
1.4.3. Wolff sistemi (şirket patentli konstrüksiyon tipleri)

Bu sistem şirket patentli konstrüksiyon tipi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kâmpf sisteminden sonra geliştirilmiş olan bu sistemdeki tek fark gövdenin oluşum tarzındadır. Üç katlı olarak oluşturulan gövdenin ortasındaki lameller, dış lamellerle 90°lik açı yapacak şekilde yerleştirilmişlerdir. Buna göre;

- Orta lamellerin kalınlıkları 8-10 mm
- Dış lamellerin kalınlıkları ≤ 35 mm olarak sınırlandırılmıştır [2].



Şekil 1.40. Wolff sistemine örnek [40]



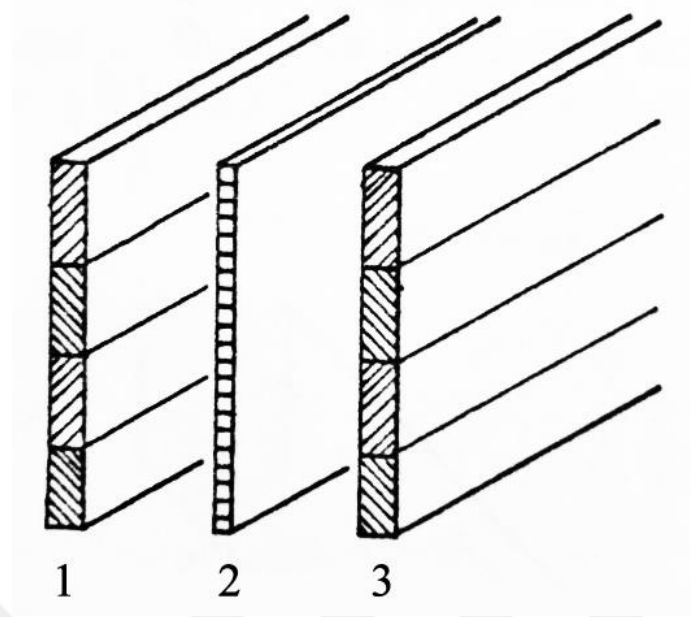
Şekil 1.41. 1,2,3 Wolff sistemi gövde elemanları, Erşen'den yeniden düzenlenmiştir [2]

1.4.4. Derix- poppensieker sistemi (şirket patentli konstrüksiyon tipleri)

Bu sistem de şirket patentli konstrüksiyon tipi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sistemde 3 katlı olarak oluşturulan gövde levhasının ortasındaki kat, kontrplaktan oluşmaktadır. Sistem detaylı olarak incelendiğinde bu sistemle birlikte her üç sistemdeki (Kâmpf, Wolff ve Poppensieker) fark gövdenin oluşturulmasındaki yöntem olduğu görülmektedir. Bununla birlikte her 3 sistem için de $\tau_{em} = 18 \text{ kg/cm}^2$ olarak alınır [2].



Şekil 1.42. Derix- Poppensieker sistemine örnek [41]



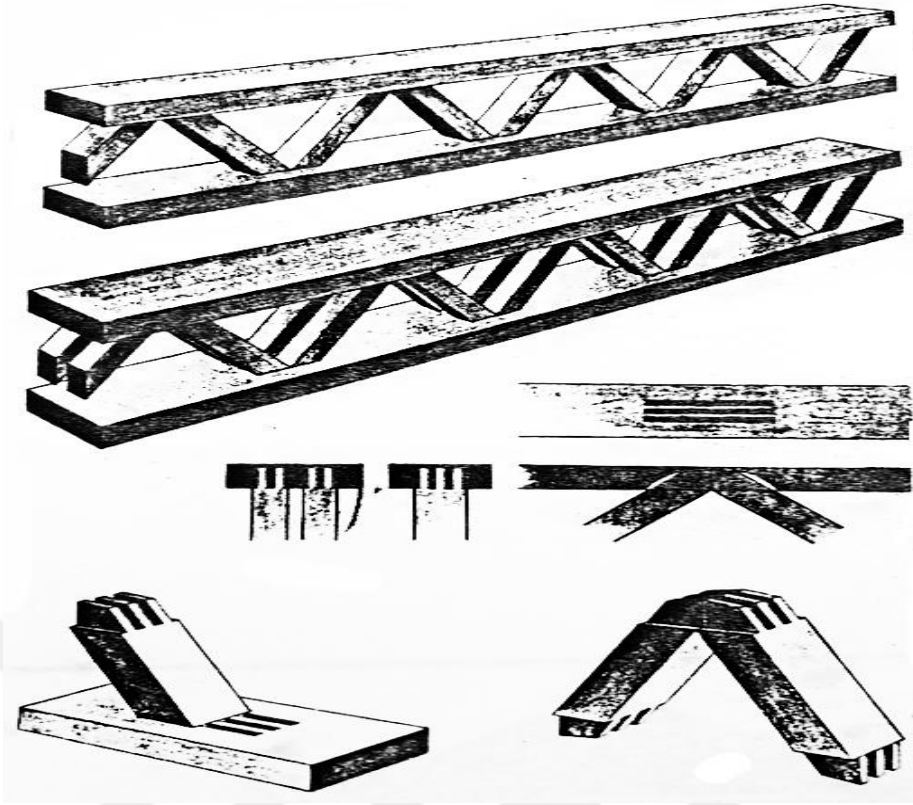
Şekil 1.43. 1, 2, 3 Derix- Poppensieker sistemi gövde elemanları, Erşen'den yeniden düzenlenmiştir [2]

1.4.5. DSB sistemi

Bunlar paralel başlıklı kafes kiriş olup, diyagonallerden meydana gelmiştir. Bu diyagonallerin yatayla yaptığı açı 45° - 60° 'dir. Bu çubukların uçlarına açılmış olan dişlerle, üst ve alt başlıkta açılmış olan yuvalara tutkallanarak taşıyıcı sisteme yerleştirilirler. Bu sistemde ayrıca tutkal için bir basınç yüklemesi olmadığından "rezorsin suni reçine tutkallarının" bu sistemde kullanılması şarttır [1]. Bu sistemin oluşmasında diyagonaller iki parçalı da olabilir. Başlıklar dişli geçmeli olarak istenilen uzunlukta eklenerek muhtelif boylarda elde edilebilir. Başlıklar en çok $b/h = 12/6$ cm olup geniş kenar yataya paralel gelecek şekilde tertip edilir. Tutkalın bağlantı noktalarında rijit olması, oluşturulmuş kafes kiriş için bir sorun oluşturmaktadır.

Yükleme sonucu diyagonal çubuklar arasındaki açılarda bir değişiklik meydana gelir. Tutkal bu açı değişikliklerine engel olmaya çalışacağından, ek gerilmelerin meydana gelmesine sebep olur. Bu yüzden tutkallı olarak oluşturulan kafes kirişlerde yükseklik ve açıklık sınırlandırılmıştır ($h < 60$ cm, $L < 12$ m' dir.).

Bu sistemin en büyük özelliği, taşıyabildiği yüke göre % 50 kadar ahşaptan tasarruf sağlamasıdır. Şekildeki resim DSB sistemlerine örnek sayılabilir (Şekil 1.44.), [2].

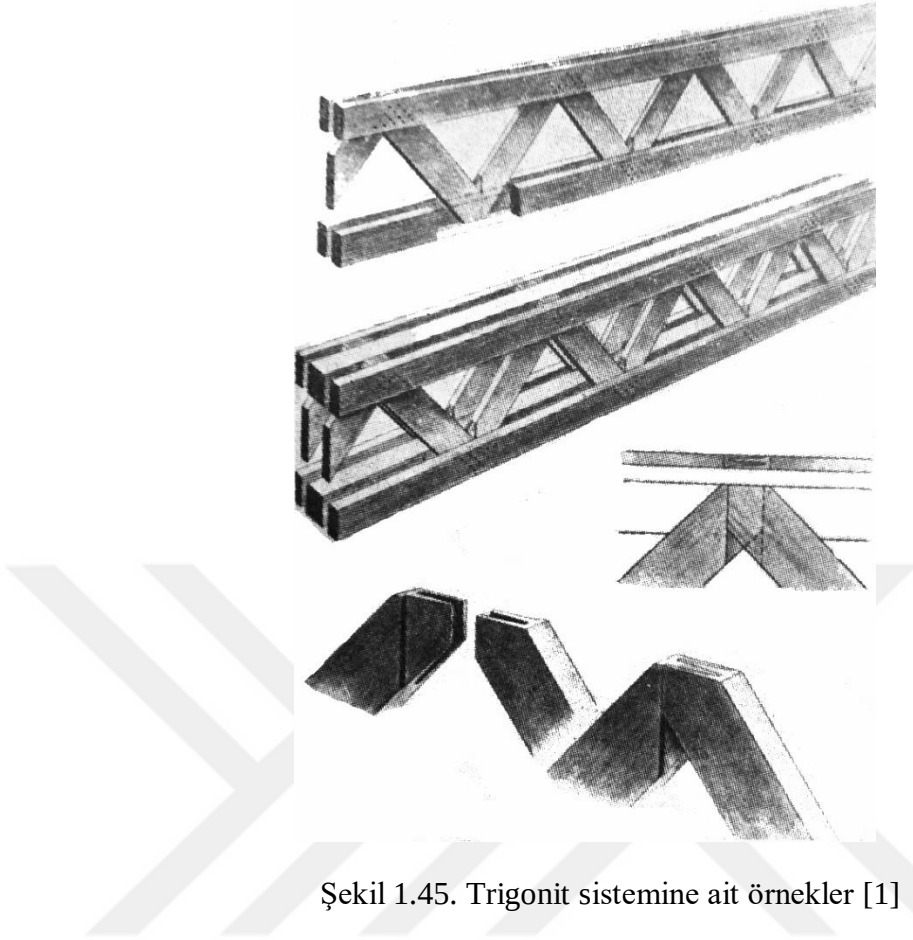


Şekil 1.44. DSB sistemine ait örnekler [1]

1.4.6. Trigonit sistemi

Bu sistem İsviçreli G.Kampf tarafından geliştirilmiştir. Bunlar da paralel başlıklı, yatay 45° açı yapan diyagonallerden meydana gelen kafes kirişlerdir. Diyagonaller dişli geçmeli ve tutkallı olarak düğüm noktalarında birbiriyle birleştirilmişlerdir, üst ve alt başlık 2 parçalı olarak meydana gelmiş olup, diyagonalleri ortaya alacak şekilde düğüm noktalarında iki yandan çift tesirli olarak çakılan çivilerle tespit edilmişlerdir. Burada çiviler tutkal için gerekli basınç sağlarlar. Bu sistemlerde de açıklık ve yükseklik ($h < 60$ cm, $L < 12$ m olacak şekilde) sınırlandırılmıştır. Başlık kesitleri; 24-60 mm kalınlık, 50-120 mm genişlikte olmalıdır. Diyagonal kesitleri; 20-30 mm kalınlık, 70-150 mm genişlikte olmalıdır [2].

Yani kısaca, prensip olarak Trigonit Sistemler, DSB sistemleri ile aynıdır. Yalnız başlıkların birleşimi tutkallı, diyagonallerle birleşimi çivi ile yapılır. Bu sisteme ait fotoğraflar şekilde görüldüğü gibidir (Şekil 1.45.).

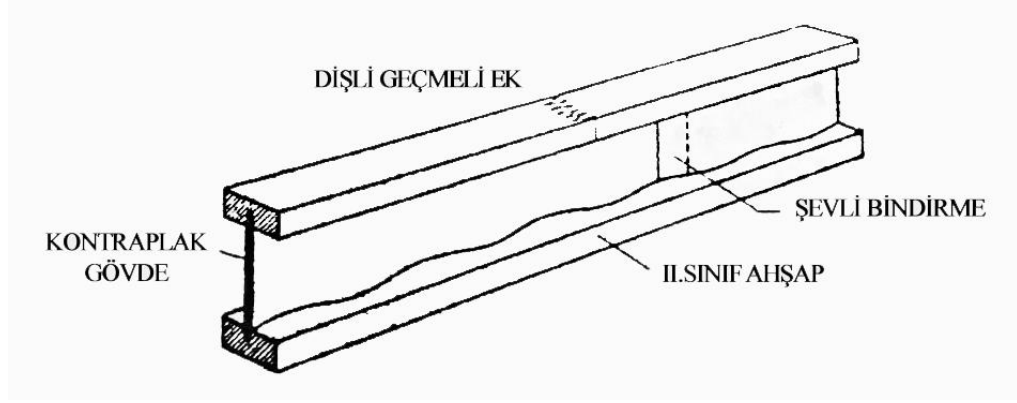


Şekil 1.45. Trigonit sistemine ait örnekler [1]

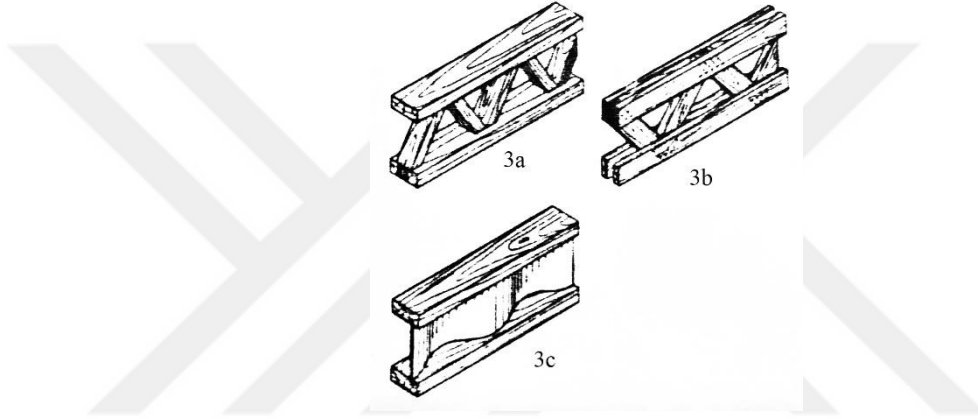
1.4.7. Kontrplak gövdeli "I" kirişleri

Patenti, Ekim 1952'de Mimar Hans Hess tarafından alınmıştır. Gövde kısmı 3 kat kontrplaktan meydana gelmiş olup üst ve alt başlıkta dalgalı (Sinüs eğrisi) olarak açılmış ve tutkallanmış yuvalara özel bir makine yardımı ile, basınçla sürülürler. Gövde kalınlığı 4-8 m olup yükseklik ve açıklıkları ($h < 40-60$ cm, $L < 12,5$ m olacak şekilde) sınırlandırılmıştır. Üst ve alt başlık dişli geçmeli olarak, eklenerek istenildiği kadar uzatılabilir. Gövde levhalarının dalgalı olarak yapılmaları gövdenin burulmaya karşı mukavemetini artırır [2].

Genel ölçüleri ve kullanıldıkları amaç nedeni ile DSB ve Trigonit sistemi kirişlere benzerler. Kesit yükseklikleri 16-40 cm arasındadır. Gövde rijitliğini arttırmak için ayrıca bir tedbir almaya gerek yoktur. Şekildeki resim bu sistemlere örnek sayılabilir [1]. (Şekil 1.46.) Mukayese yapabilmek için her üç örneğe ait (DSB, Trigonit, Kontroplak) şekil aşağıdadır (Şekil 1.47.), (3a,3b,3c).



Şekil 1.46. Kontrplak gövdeli "I" kirişlerine örnek [1]

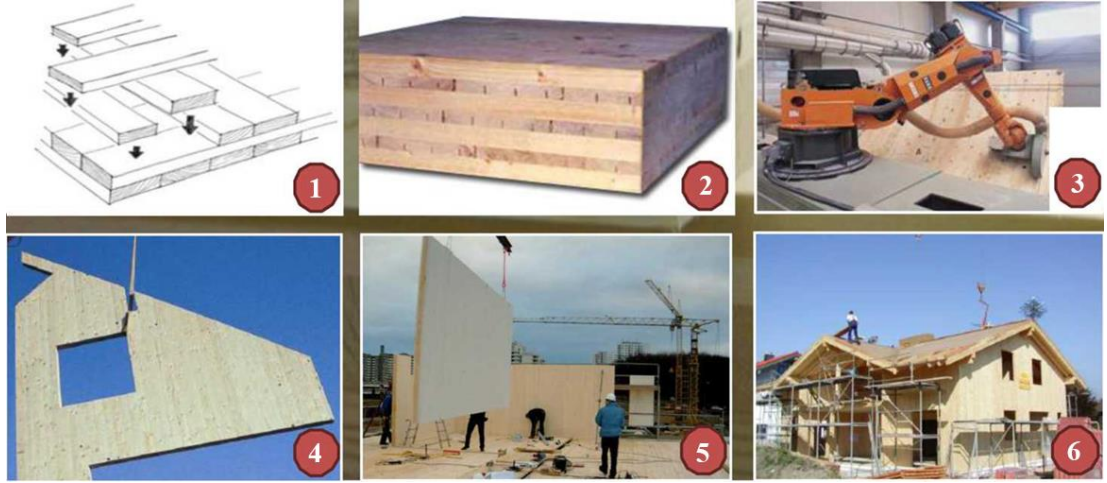


Şekil 1.47. (3a) DSB, (3b) Trigonit, (3c) Kontroplak gövdeli sistem Erşen'den yeniden düzenlenmiştir [2]

1.4.8. Diğer tutkallı tabakalı ahşap sistemler (yeni sistemler)

1.4.8.1. Çapraz lamine ahşap - CLT

Ahşapların çapraz lamine edilerek preslenip, yapı projesine göre hazır blokların üretildiği ve İnşaatın ana gövdesinin 1-2 gün içinde kurularak hazır hale getirilebildiği modern yapı sistemidir Hafif ve dayanıklı olduğu için hammadde olarak iğne yapraklı ağaçlardan çam ve ladin kerestesi kullanılır. Keresteler %12 nem oranına kadar kurutulduktan sonra tekli keresteler vakum yatağına yatırılır ve mobil tutkal aplikatörü ile tutkalanır. Çaprazlama olarak kat kat preslenir (3-5-7-9 kat) ve şekilde görüldüğü gibi blokların üretimi tamamlanır [17].



Şekil 1.48. CLT Sistemle üretilen yapılara örnek ahşap yapı sistemleri [17]

1.4.8.2. Tabakalı tutkallı ahşap – glulam

TS EN 387 (2003)'de, odun lamellerin özellikle lifleri paralel olarak birbirine yapıştırılmasıyla elde edilen yapı elemanı olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak, tüm ağaç türleri bu teknikte üretim için uygun olsa da, pratik açıdan, sert ağaçların işlenmesi ve tutkal tutma kabiliyetinin az olmasından dolayı, yumuşak ağaç türleri, özellikle çam ağacı tercih edilir. Tabaka uzunluğu 1,5-5 m aralığında olup, tabaka kalınlığı ise; düz kompozit eleman üretiminde 40-50 mm, eğrisel eleman üretiminde ise 20-30 mm olarak uygulanır. Elemanlar 16-20 m uzunlukta üretilebilmektedir[42].



Şekil 1.49. Düz üretilmiş tabakalı tutkallı ahşap – Glulam [43]

1.4.8.3. Lamine kaplama kereste- (LVL)

İlk defa 1969'da Truss Joist Corp tarafından üretilmiş olup, uniform özellikleri ve farklı boyutlarda imalatı nedeniyle, özellikle geniş açıklıklı yapılarda, son 25 yıldan beri önemli bir kullanım alanı bulmuştur. LVL elemanlar ile 24 m'ye varan açıklıklar geçilebilir. Dış ortam koşullarına dayanıklı tutkallar kullanılır. LVL elemanların üretimi, kontrplak (plywood) üretimi ile aynıdır; tek fark, tabaka liflerinin, elemanın boyuna paralel gelecek şekilde düzenlenmesidir [42].



Şekil 1.50. Lamine kaplama kereste (LVL) [44]

1.4.8.4. Paralel şerit kereste - (PSL)

1970'lerde Trus Joist MacMillan tarafından geliştirilmiş olup, gövde çapı küçük olan veya düşük kaliteli keresteyi güçlü keresteye dönüştürebilme amacıyla üretilmiştir (Şekil 1.51.). PSL elemanlarda, normal kerestede görülen budak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlara çok az rastlanır. Diğer ahşap kompozitlere göre yoğunluğu, dayanımı ve rijitliği daha fazladır. Ağır ahşap yapı projelerinde tercih edilir [42].



Şekil 1.51. Paralel şerit kereste (PSL) [16]

1.4.8.5. Tabakalı şerit kereste- (LSL)

1990'ların başında, ilk olarak MacMillan Bloedel Ltd. tarafından üretilmiştir Diğer ahşap kompozitlerde yüksek dayanıma sahip ağaç türleri tercih edilirken, LSL elemanlar, her çeşit dayanım düzeyinde ve her boyutta ağaç tomruğundan üretilmektedir (Şekil 1.56.). Görünüm olarak OSB'yi andırır, ancak, LSL şerit yongalarının boyutları, OSB yongalarından daha uzun, PSL yongalarından daha kısadır [42].



Şekil 1.52. Tabakalı şerit kereste (LSL) [18]

1.4.9. Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının ahşap kabuklardaki uygulaması ve örnekleri

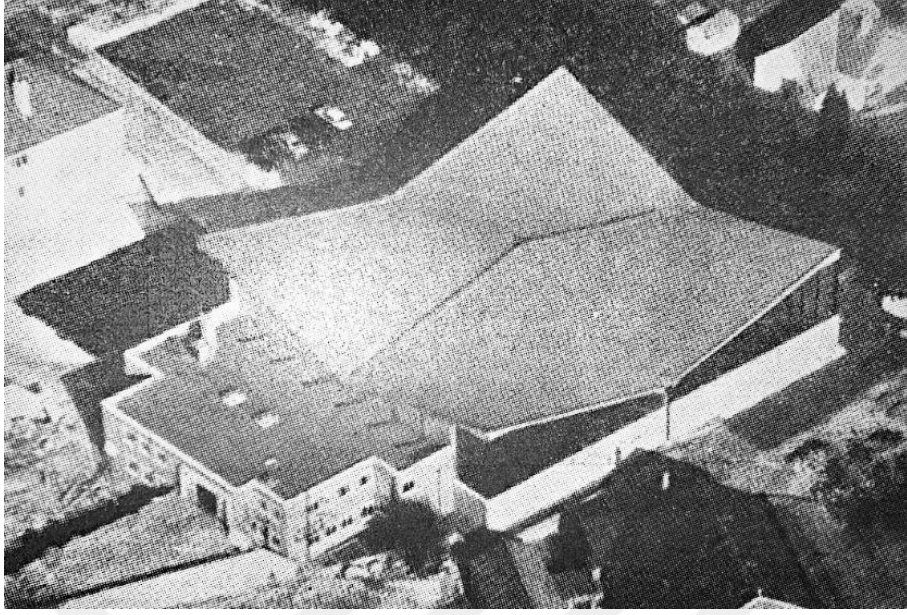
Ahşap kabuklar eğri eksenli taşıyıcı ince ahşap yüzeylerdir. Bunlar çatı için bir örtü oluşturdıkları gibi, ayrıca taşıyıcı bir özelliğe sahiptirler.

Bu günkü anlamı ile ilk ahşap kabuk inşaatı ise 1928 yıllarında Rusya’da başlamış fakat o günün bilhassa tutkallama tekniğindeki kısıtlı imkânları ile en önemli gelişmesini 1950’lerden sonra yüksek taşıyıcılık gücünü etkileyen tutkalın uygulanması ile gelişme göstermiş ve yakın tarihlerde kullanılmaya başlanmıştır [45].

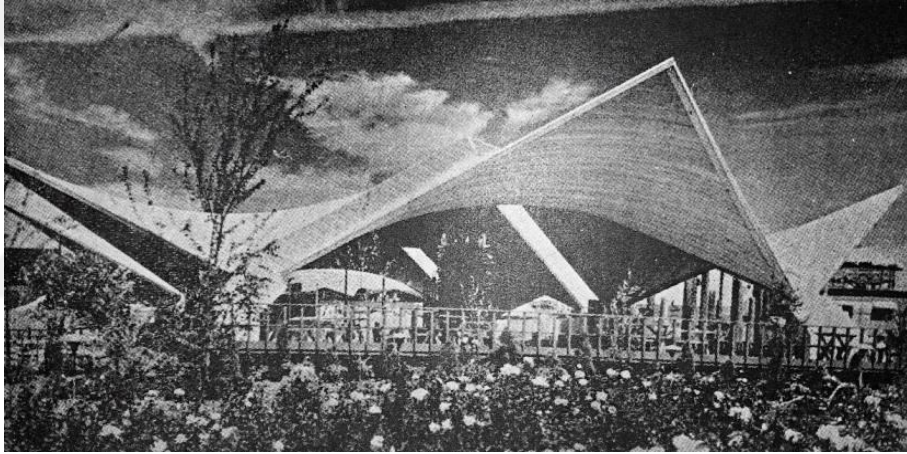
Suni reçinelerin ve sentetik tutkalların gelişmesi ile bugün kabuk sistemlerle oluşturulan kabuk çatılar, çeşitli mimari imkânlara ve konstrüktif özelliklere sahiptirler. Bu çatılar, çeşitli yönlerde tesir eden normal kuvvetleri iletebilmek için her katı başka istikâmette olmak üzere, üst üste tutkallanmış ve çivilenmiş iki veya üç kat ahşaptan meydana gelmiştir. Burada tutkal için gerekli olan basınç çiviler ile sağlanmaktadır. Kabukların kenar kirişleri genellikle dikdörtgen kesitli eğri veya düz akslı Hetzer kirişlerinden meydana gelir.

Bu kirişler kabuğa rijitlik sağladıkları gibi, tesir eden kuvvetlerin mesnete iletilmesini de sağlar. Bu kenar kirişler kabukla tutkallı ve ayrıca bulonlu olarak birleştirilirler [2]. Ahşap kabuklarda boyutlama için hesap esasları henüz tam çözülmüş değildir.

Her yapı için, ölçeği 1/2 ye inen modeller üzerinde deneyler yapılır, kontroller olur. En çok kullanılan formlar konoid ve hiperbolik paraboloidlerle bunların çeşitli kombinasyonlarıdır [1]. Aşağıdaki resimler tutkalın ahşap kabuklarda uygulamasına örnek gösterilebilir (Şekil 1.53.), (a ve b).



(a)



(b)

Şekil 1.53. a,b Tutkalın ahşap kabuklarda uygulamasına iki ayrı örnek [1]

Eski tarihli ilk uygulamaların yanı sıra, ahşap endüstrisi ile birlikte gelişen tutkalın kalite, kalibresine ve yapışma mukavemetine göre yakın geçmişte tutkalın ahşap kabuklarda uygulamasına bakıldığında geçmişe göre daha modern yapıların inşa edildiğini görebiliriz. Bunlardan;

Mimarisi Rogers Stirk Harbour + Partners tarafından tasarlanan, 2000 yılında Barselona / İspanya’da yapımı tamamlanan AVM (Alışveriş merkezi) binası örnek gösterilebilir (Şekil 1.54.) (a ve b). Bir diğer örnek ise, Mimarisi Geier & Geier tarafından tasarlanan, 1987 yılında Dürreim, Almanya’da yapımı tamamlanan termal havuz binası örnek gösterilebilir (Şekil 1.55.).

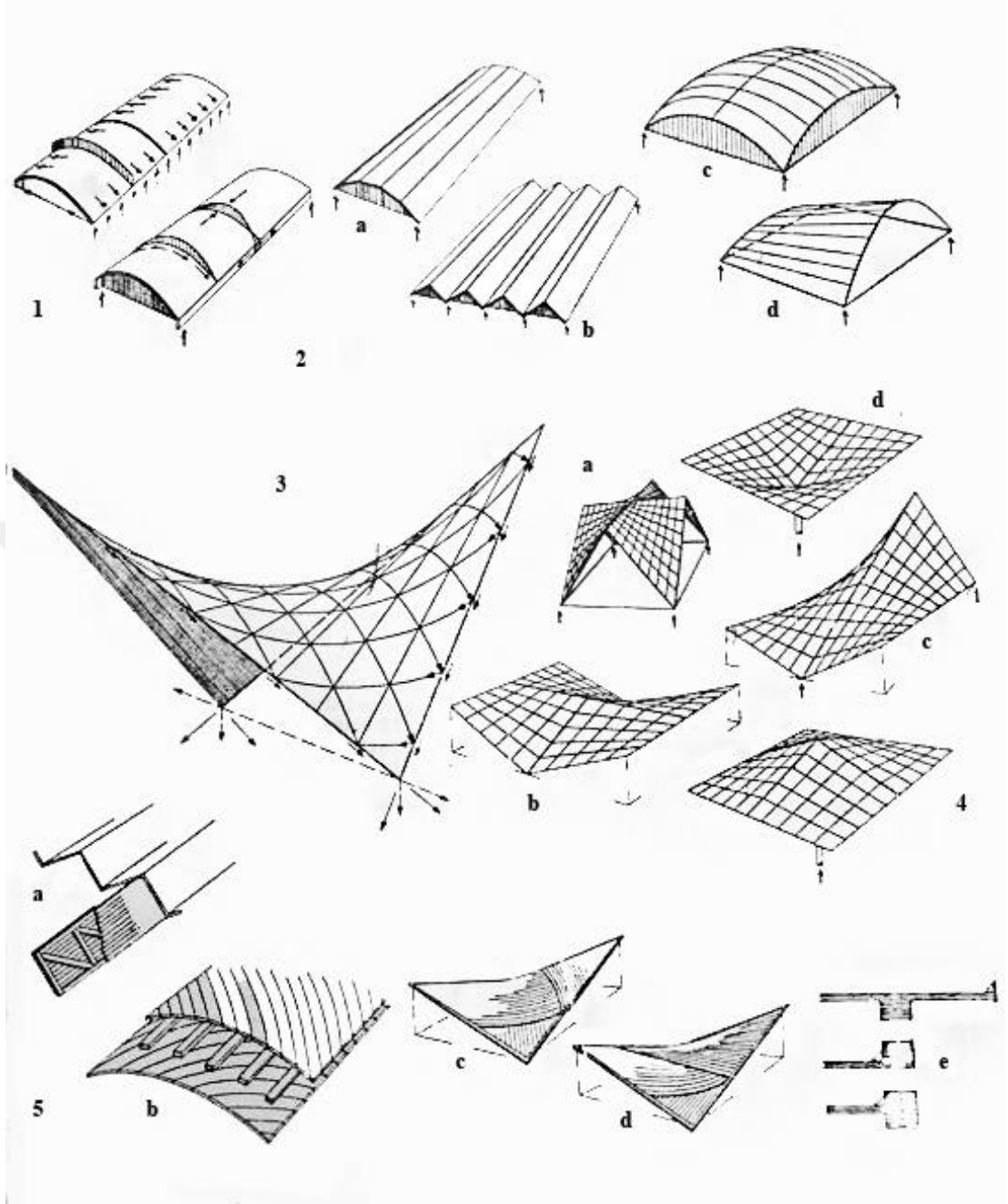


Şekil 1.54. a,b Tutkalın ahşap kabuklarda uygulamasına örnek,(AVM) Las Arenas, Barcelona, İspanya yapım yılı: 2000 (a) [46] ,(b) [47]



Şekil 1.55. Tutkalın ahşap kabuklarda uygulamasına örnek, (Termal havuz) Dürreim, Almanya yapım yılı:1987 [48]

Aşağıdaki şekilde ise (Şekil 1.56.), uygulamada yaygın olarak tercih edilen bazı kabuk çeşitleri görülmektedir.

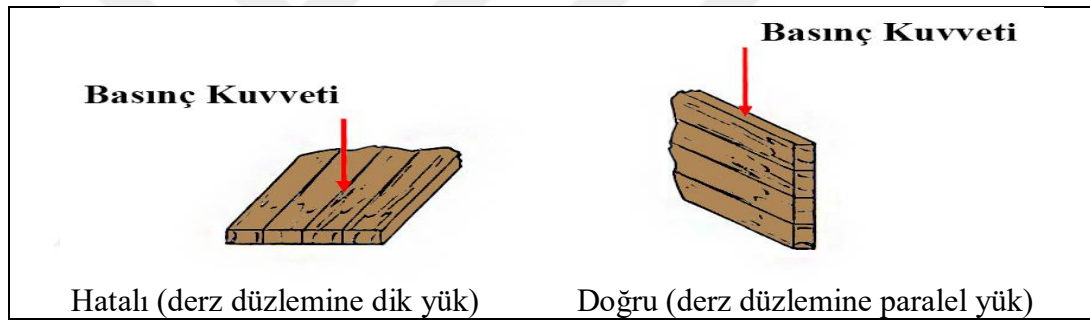


Şekil 1.56. Tutkalın uygulandığı ahşap kabuk yapı çeşitleri, Erşen'den yeniden düzenlenmiştir. 1-Silindirik kabuk (kemer ve kabuk tesiri görülmektedir.) 2-Muhtelif kabuk şekilleri (a ve b) kırık kabuk sistemler, c-eliptik paraboloid kabuk, d- konik kabuk) 3 ve 4- Hiperbolik paraboloid kabuk 5- Ahşabın kabuk sistemlerde yerleştirilmesi (a-falt kabuk sistem, b-silindirik kabuk oluşumu, c ve d -hiperbolik paraboloid kabuk oluşumu, e- detaylar) [2]

1.5. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarında, Tutkallı Olarak Ek ve Birleşim Yerlerinin Oluşturulması:

Ahşap yapılarda ekler genellikle 2 maksatla yapılır. 1.si taşıyıcı sistem elemanlarının boyunu uzatmak, diğeri de kesitlerini gereği kadar büyütebilmektedir. Tutkallı olan birleşimlerin diğelerine göre özelliği, birleşimin yüzeyler boyunca, sürekli olmasıdır. Bu nedenledir ki diğeler elemanlar ile yapılan birleşimlerin esnek olmasına karşılık tutkal ile yapılan birleşimler çok rijittir. Tutkalla yapılan ek ve birleşimlerin şekli ne olursa olsun, şu ana ilke göz önünde bulundurulmalıdır.

Tutkal derzi nakledeceği kuvvete paralel veya onunla küçük bir açı meydana getirecek şekilde planlanır. Yani tutkal derzi, kendi düzlemine dik doğrultuda basınç kuvvetlerine maruz bırakılmaz (Şekil 1.57.).



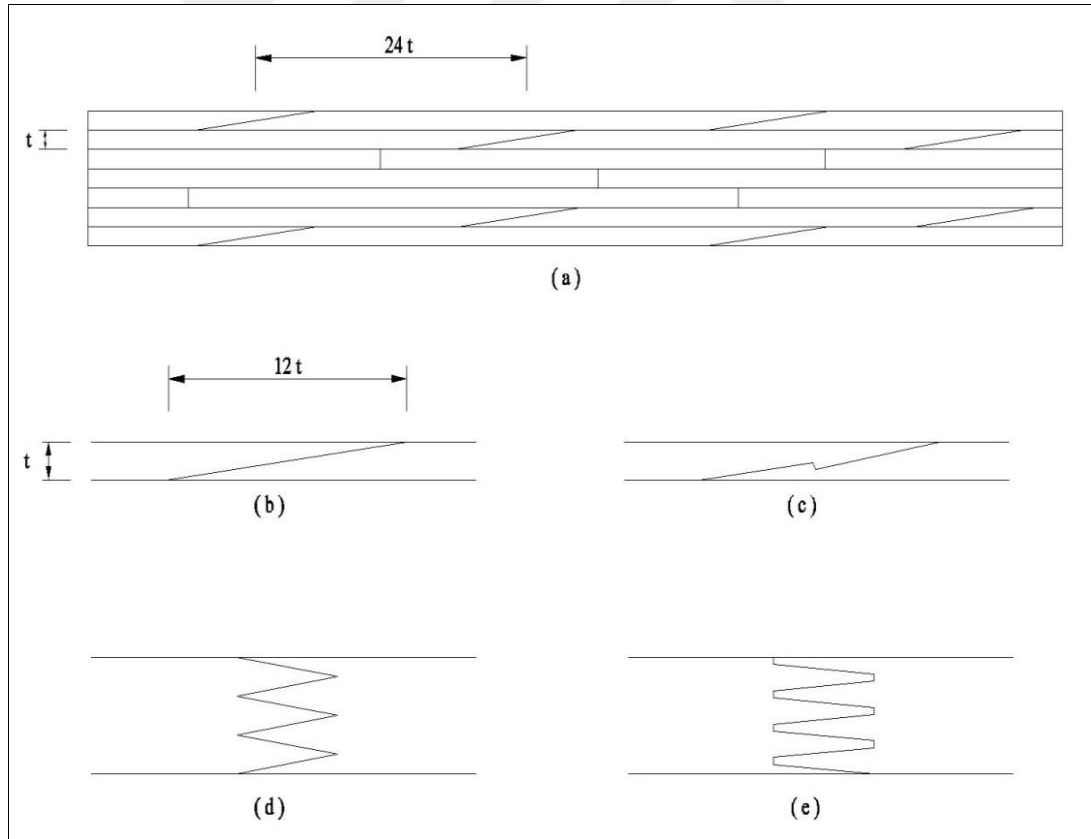
Şekil 1.57. Basınç kuvvetinin tutkal derz düzlemine göre düzenlenmesi

Boy uzatma amacıyla, uç uca eklemeler ise genelde üç şekilde olur.

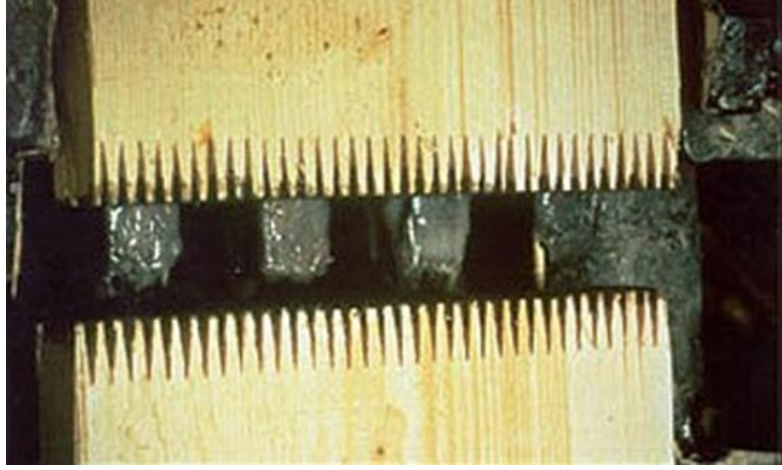
Çok parçalı tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları ile oluşturulan taşıyıcı sistemlerdeki ahşap yapı elemanlarında, tekil parçalar bu şekilde eklenmiş ise, ek yerleri aynı kesite gelmeyecek şekilde şaşırtmalı olarak düzenlenir. Bu sisteme düz ekli birleşim denmektedir. Tek parçalı çubuklarda ise bu tutkallama sistemi uygulanmaz. Bu gibi ekler için kullanmakta olan ve daha ziyade kalınlığı fazla olmayan parçalara uygulanan bir birleşim şekli olan "Şevli Bindirme Ek" dediğimiz ek kullanılmaktadır. Bu tarz birleşimlerde, tutkal derzinin lifler doğrultusuna nazaran eğimi, probleme göre 1/8 -1/12 arasında değişir. Eğer eğim az ise tutkal derzinin düzlemine dikey doğrultuda kuvvetin büyümesine, eğim daha yatık olması ise gereksiz ahşap zayıflığına yol açacaktır.

Ek için gereksiz harcanan ahşap miktarını kalınlıktan, bağımsız olarak en aza indiren (4-6 cm) diğer bir ek şekli ise "Kama Dişli Ek" dediğimiz, Prof. K.Egner tarafından geliştirilen bir ek mevcuttur (DİN 68140). Kama dişli eklerin tek sakıncası, dişleri açmak için özel makinalara ihtiyaç duyulmasıdır. Bu usul birleşimin uygulanabileceği ahşabın kesit ölçüleri, sadece dişlere form verecek makinanın kapasitesi ile ilgilidir. Avrupa'da, 12 cm genişlik ve 120 cm yüksekliğe kadar olan ahşaplar bu metotla birleştirilmektedir. DIN 68140'a göre diş yüzeylerin eğimi en çok 1/10 olmalıdır. Ayrıca her birleşimde en az 2 tam diş olması gerektiğinden, 2 cm'den ince parçaların birleşiminde kullanılmaz. Kurallarına göre uygulanırsa kolon, kiriş, çerçeve vs. eklerinde başarıyla uygulanabilir [1].

Tek Parçalı çubuklarda, yapılan bu türlü dişli geçmeli ek yerlerinde kesit zayıflaması hesaba katılmalıdır. Şekildeki resimler, şevli bindirme ek ve dişli eke örnek sayılabilir (Şekil 1.58. ve 1.59.).



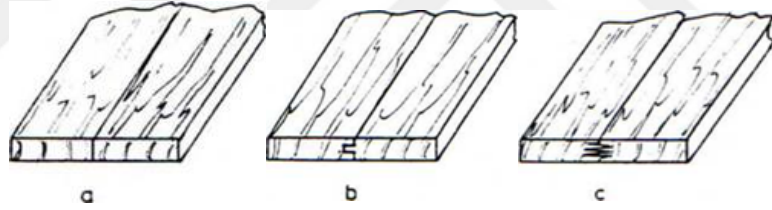
Şekil 1.58. Şevli bindirme ek ve dişli ek'e örnek (a ve b-şevli ek, c- şevli bindirmeli ek, d ve e-dişli ek) Dietz 'den yeniden düzenlenmiştir [5]



Şekil 1.59. Dişli eke örnek [49]

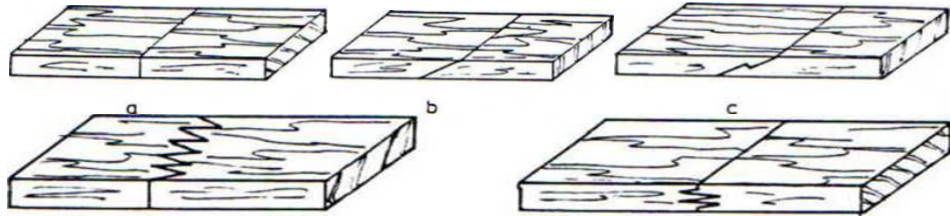
Kullanılan ağaç malzemenin fire oranını azaltmak ve kusurlarından arındırmak için tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarında oluşturan katlarda en ve boy birleştirme yapılması zorunluluğu vardır [50].

En Birleşimler



Şekil 1.60. En birleştirme (Düz birleştirme (a); dişli birleştirme (b) ve kama dişli (incelen kurtağı) birleştirme (c)) [50]

Boy Birleşimler



Şekil 1.61. Boy birleştirme (Düz birleştirme (a); pahlı birleştirme (b); pahlı kademeli birleştirme (c); dikey kama dişli (incelen kurtağı) ve düşey kama dişli (incelen kurtağı)) [50]

1.6. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarında Standartlar

Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları ile oluşturulan ahşap taşıyıcı sistem, büyük açıklık gerektiren hemen her türlü mimari tasarımın inşasında yaygın olarak kullanılabilir. Sistemin yaygın kullanımı, çeşitli ülkelerin bu amaçla birtakım standartlar oluşturmasını gerekli kılmıştır. Örneğin; Kanada’da “Kanada Ahşap Konseyi” (CWC) 1959, ABD’de “Amerikan Ahşap Yapı Enstitüsü” (AITC) 1952, ve Avrupa’da 1973’te başlatılan ve yürürlüğe sokulan “Eurocode5” (EC5) standardı bunlardan birkaç tanesidir. Tüm bunların yanı sıra, Türkiye’de de ahşap yapı standartları oluşturulmuştur ve kapsamlıdır [51]. Ancak; tutkallı tabakalı ahşap ile yapı inşaatına yönelik rehber olacak standartlar ya da yönetmelikler yurtdışı örneklerine kıyasla literatürde daha azdır. Mevcut yürürlükte olanların en eskisi ise TSE 647 (Ahşap yapıların hesap ve yapım kuralları)’nin yayımlandığı 1979 yılından kalma standartlardır. Ülkemizde ise strüktürel ahşapla ilgili Türk Standartları Enstitüsü (TSE)’nce yayımlanan, yayımlandığı yıl ve sonrası itibariyle sadece tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlar ile ilgili olan ve standart içeriğinde de üretimi, birleşimi tanımlanmış imalatlarda kullanılan bazı standartlar aşağıda sunulmuştur [52] [60].

- TS EN 386 Tutkallanmış lâmine kereste- Performans özellikleri ve asgarî imalat şartları (Kabul Tarihi: 07.04.1999),
- TS EN 387 Tutkallı lamine ahşap- Geniş kama dişli birleştirmeler- Performans ve asgari üretim özellikleri (Kabul Tarihi: 24.04.2003),
- TS EN 390 Yapıştırılmış lamine kereste- Boyutlar- Kabul edilebilir sapmalar (Kabul Tarihi: 09.04.1999),
- TS EN 391 Tutkallanmış lâmine kereste–Tutkal hatlarından tabakaların ayrılması deneyi (Kabul Tarihi: 09.03.2006),
- TS EN 392 Yapıştırılmış lamine kereste- Yapıştırılmış tabakaların makaslama deneyi (Kabul Tarihi: 09.04.1999),
- TS EN 1194 Yapı keresteleri- Yapıştırılmış lamine kereste- Mukavemet sınıfları ve karakteristik değerlerin tayini (Kabul Tarihi: 13.03.2002),
- TS EN 14080 Ahşap yapılar- Tutkallı lamine kereste- Özellikler (Kabul Tarihi: 18.12.2013),

- TS 5497 EN 408 Ahşap yapılar - Yapı kerestesi ve tutkallanmış lamine kereste – Bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin tayini (Kabul Tarihi: 18.09.1997) [52].

Bu Standartların ortaya çıkmasında ASTM Merkezi önemli rol oynamıştır.

ASTM. (American Society for Testing and Materials). ASTM International, 1898 yılında kurulmuş, 100'den fazla farklı ülkeden 30,000'den fazla üyeye sahip standart geliştiren kuruluştur.

Ayrıca, hem Avrupa'da hem de Amerika'da bu sisteme ait çalışmalar artarak yoğunlaşmaktadır ve tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları ile oluşturulan yapıları üreten fabrikaların sayısı da artmaktadır, özellikle Amerika, Almanya'da konuyla ilgili standartların, sistemin tanıtıcı yayınların bulunduğu kitaplar basılmıştır. Bu yayınlar, standartların gelişmelerini olumlu yolda etkilemiştir. Bu yayınlara, 1966 'da ilk baskısı yayımlanan, günümüzde ise 2012 yılında 6.(altıncı) baskısının yayımlandığı “Ahşap Yapı El Kitabı (Timber Construction Manual)” adlı kitap örnek verilebilir [12] [83].

1.7. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarında Yangın Sorunu

Bilindiği gibi organik bir malzeme olan ahşap yanıcıdır. Yanma olayının gerçekleşmesi için iletilen sıcaklığın kritik dereceye ulaşması gerekmektedir. Bu arada ahşabın kesiti de önemli rol oynamaktadır. Yanma esnasında dış yüzeyden başlayarak çepeçevre kömürleşme başlar. Bu kömür manto, ne kadar kalın olursa ısının içeriye girip kritik dereceye erişmesi de o kadar zorlaşır. Zira odun kömürü çok kötü bir ısı ileticidir. Yanma esnasında kesitin çevresinde meydana gelen kömür tabakadan dolayı meydana gelen kesit zayıflaması dikkate alınarak DİN 4102'de minimum kesit ebatları sınıflandırılmıştır (Tablo 1.5.).

Tutkal birleşimli ahşap sistemlere örnek olmak üzere, Stuttgart Teknik Üniversitesinden (Otto - Graf Araştırma Enstitüsü) Prof. Egner tutkallı dikdörtgen kesitli Hetzer kirişler üzerinde yangın ile ilgili muhtelif tecrübeler yapmıştır. Bu yanma deneyleri için, yükleme imkânı olan özel yakma fırınları kullanılmıştır. 16/40 cm kesitinde $L=4$ m açıklığında bulunan bir Hetzer kirişi böyle bir fırına yerleştirilmiş ve kesitin emniyetle taşıyabileceği en fazla yükü yüklenmiştir.

Yüklemeden sonra 4 taraftan yakılmıştır. Isı 30 dakika içinde 880°C ' a çıkana kadar bu yanma deneyine devam edilmiştir.

30 dakika sonunda kirişte bir kırılma, görülmemiştir. Aynı kiriş yakma fırınından dışarı çıkarılmış ve tekrar yüklemeye devanı edilmiştir. Fırından çıkarılan kirişin kesitinde 2 cm kalınlığında kömürleşmiş bir kısım görülmüştür.

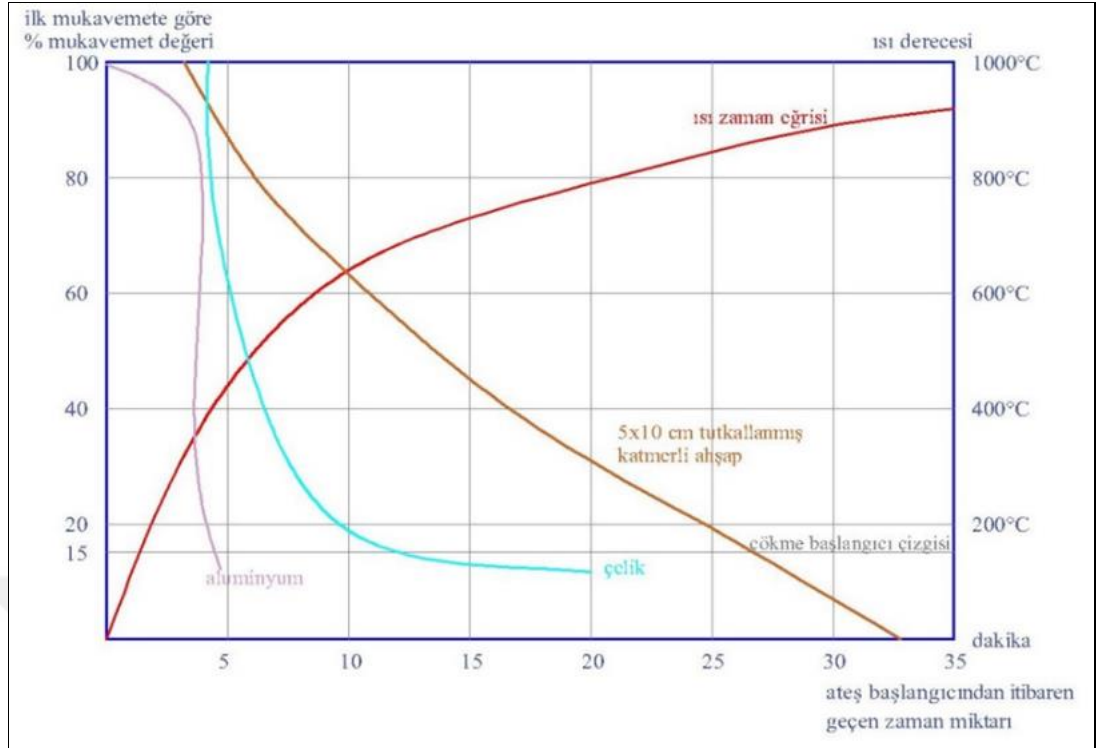
Yangından sonra dışarıda tekrar yükleme halinde mukavemet gösteren kısım kömür manto içinde kalan 12/36 cm'lik kesitten oluşmaktadır. Dışarıda yükleme deneyine devam edilmiş ve kırılma halinde tesir eden yük tespit edilmiştir.

Kırılma yükünün normal kesitin emniyetle karşılayabileceği maksimum yükün 2,4 katı olduğu tespit edilmiştir. DIN 4102'de dikdörtgen kesitli Hetzer kirişleri içinde yapılan deneyde minimum kesit boyutları tablodaki (Tablo 1.5.) gibi tespit edilmiştir [2].

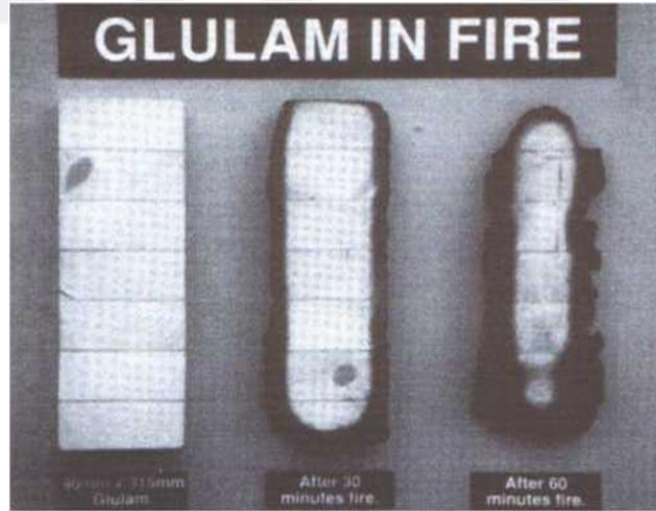
Tablo 1.5. DIN 4102'de Dikdörtgen kesitli Hetzer kirişleri için yapılan yangın deneyinde minimum kesit boyutları, Erşen'den yeniden düzenlenmiştir [2]

Yanma Durumu	Mukavemet Sınıfı	min F (cm ²)	min b (cm)	min h (cm)
Dört Taraftan	F 30	400	10	18
	F 60	1000	20	30
Üç Taraftan	F 30	350	10	18
	F 60	450	16	20

Değişik malzemelerin yangına dayanımı açısından; Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarında kullanılan ahşap malzeme ile oluşturulan sistemin yangına dayanımları ile diğer yapı malzemelerin yangına karşı dayanımlarını gösteren grafik ile 90 mm x 315 mm kesitli bir Tutkalı tabakalı ahşabın Yanma başlangıcından 30 dk. ve 60 dk. sonraki görüntüsü aşağıdaki gibidir (Şekil 1.62.-1.63.).



Şekil 1.62. Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarında kullanılan malzeme ve sistemin yangına dayanımlarının diğer yapı malzemeleriyle karşılaştırılması. Eriç'ten tekrar düzenlemiştir [4]



Şekil 1.63. 90 mm x 315 mm kesitli bir tutkallı tabakalı ahşabın yanma başlangıcından 30 dk ve 60 dk sonraki görüntüsü [52]

Yangın karşısında tüm ahşap malzemelerde 170 °C ye kadar kuruma ve kabuk atmaları, 270°C'ye kadar CO, CO₂ ve buhar çıkışı görülür. Tutuşma sıcaklığı 250-300°C'dir [53]. Yangına karşı kesin güvenlik istenen durumlarda ise ahşabın alev almasını önleyen çeşitli özel emprenye metotları ve boyalar mevcuttur [54].

Ahşabın statik hesaba göre aldığı minimum kesit yangın anında minimum 30 dakika (R30) yangın direnci sağlamaktadır. 30 dakikadan sonra, 0,7 mm/l dakika kesit azalması olmaktadır. Yani, ilk mimari/statik planlamada, yapı elemanının kesitini baştan artırıp, R30 veya R90 dirençlerine ulaşmak mümkündür [50].

Taşıyıcı yapı elemanının ateşe dayanımı, ancak bağlantı elemanları da aynı dayanıma sahip olduğu takdirde sağlanır. Bağlantılar dıştan uygulanırsa, yangına dayanıklı malzemeler ile kaplanması gerekir ki, bu maliyeti artırır. Ahşap içine gizli çelik bağlantılar yapılırsa yangına dayanım, önemli ölçüde artırılmış olur [34].

Ayrıca, yapılan bazı çalışmalarda lamine ahşap malzemenin masif ahşaba göre daha düşük yangın dayanımına sahip olduğunu bulunmuştur. Bu çalışmalarda kullanılan tutkal ve ahşap kesitleri değişiklik göstermektedir. Özen vd. 3 x 19 mm kesitli lamine ve masif sarıçam örneklerinde yangından en az etkilenen örneğin natürel ahşap olduğunu bulmuştur [79]. Bir diğer karşılaştırmalı çalışmada ise meşe, çam, kavak ve lamine çam örnekleri 100x100x300 mm, 140x140x300 mm ve 160x160x300 mm büyük kesitli olmak üzere üç farklı ölçüde incelenmiştir. Lamine çamın tutkal cinsi belirtilmemiş fakat masif çamdan daha yanıcı olduğu bulunmuştur [80].

Öte yandan, tutkallı tabakalı ahşap elemanların üretiminde kullanılan tutkallar sayesinde tutkallı tabakalı ahşap ile tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanı boyutlarına ulaşabilmiş masif ahşap arasında yangın direnci arasında fark olduğu unutulmamalıdır. Bu sebeple tutkallanmak suretiyle elde edilen tutkallı tabakalı ahşap malzemedeki kullanılan tutkallar, yangın anında oluşturulan büyük kesitli ahşabın fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemesi açısından önem taşımaktadır. Üretilen tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarında yüksek teknoloji özelliği gösteren, yangın direnci ve aderans kalitesi yüksek, melamin türevi (MUF) ve resorcinol bazlı (PRF) bağlayıcılar (tutkallar) kullanıldığından oluşturulan yapı elemanının yangın mukavemeti de yüksektir. Bununla birlikte Tutkal bağlayıcı kullanarak oluşturulan Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanının yangın anında fiziksel ve mekanik özelliklerini en mükemmel performansa getirebilmek için, yapı elemanının kullanıldığı yere göre (harici, dâhili, nemli ortam, vb.) bağlayıcı (tutkal) tipi de değişkenlik gösterebilmektedir [19] [36]. Çapraz lamine ahşap ve glulam gibi son yıllarda üretilen tutkallı tabakalı yapı malzemelerinin yangın dayanımı çalışmalarına

bakıldığında, yapıların yangın performansının yüksek olduğu görülmektedir. Bu konu ile ilgili çalışmalara son yılda Frangi'nin çalışması da eklenmiştir. Frangi yaptığı çalışmada özellikle, daha kalın ahşap paneller ile üretilen bu yapı elemanlarının yangın dayanımı daha yüksek olduğunu göstermiştir [81]. Su vd. tarafından 2018'de yapılan yangın deneylerinde, 5 katmanlı 17.5 mm'den oluşan ladin – çam ve köknar cinsi ağaçların poliüretan bağlayıcı tutkal ile elde edilmiş CLT duvar; 32,7 x 45,7 cm kesitli kiriş ve 45,7 x 45,7 cm kesitli poliüretan bağlayıcı ile elde edilmiş glulam kolonlar ile üretilmiş mekânların (4,53 m x 2,44 m x 2.78 m), alçı panel yalıtım uygulanmış ve uygulanmamış tutkallı ahşap elemanlarda yangın dayanımı incelenmiştir. Buna göre, seçilen bağlayıcı tutkal türü, yangın esnasında CLT duvarlarda oluşan kömürleşmiş katmanların yapı elemanından ayrılması engellenmiştir. Yangın testlerinde oluşturulan yangın düzeneklerinde, 240 ve 247 dakika boyunca yanan yapı elemanları Kanada Ulusal Yapı Şartnamesi 2020'ye uygun sonuçlar vermiştir [82].

1.8. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarında Deprem Sorunu

Türkiye'nin deprem kuşağında bulunan bir ülke olduğu bilinmektedir. Topraklarının neredeyse % 95'inin deprem bölgesinde yer aldığı bir ülkede, depreme dayanıklı, hafif, uygulanması ve üretimi kolay olan malzemelerin ve sistemlerin önerilmesi ve araştırılması gerekmektedir.

Yapılacak araştırmalarda gerek malzeme gerekse taşıyıcı sistem seçimlerinde olması istenen özellikler; denge, stabilite, dayanım, işlevsellik, ekonomi ve estetik değerlere uygunluk hep istenen belli başlı özelliklerdir. Malzeme özellikleri bakımından tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları ile oluşturulan yapıda, yapı elemanlarının hafif ve kesitlerinin ince olması yapı yüklerinde büyük azalmalara sebep olur. Böylece, yapı üzerindeki deprem yükü azalır ve yapının deprem güvenliği artar.

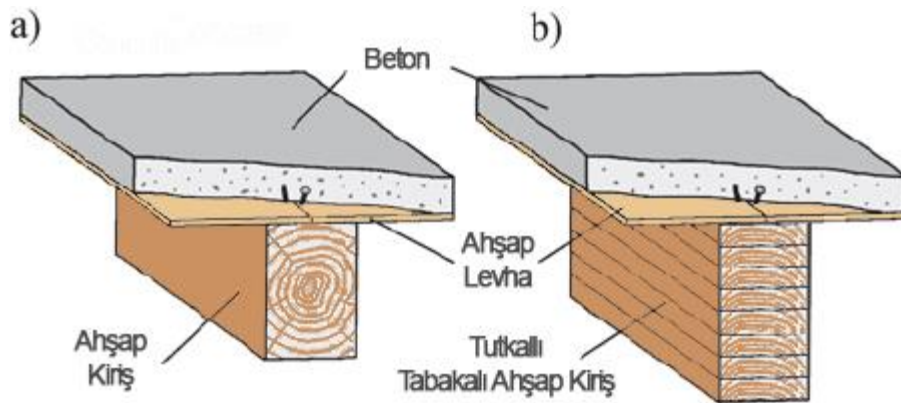
Ayrıca; hafifliğinin yanı sıra, şok etkisine dayanıklı ve titreşim emme özelliğine sahip bir yapı malzemesi olması nedeniyle, deprem etkisine karşı dayanıklıdır. Deprem açısından bakıldığında, tutkallı tabakalı ahşap malzemenin bir başka avantajı da şantiye uygulama süreçlerinin kısa olması nedeni ile deprem sonucu ortaya çıkan acil yapı ihtiyacı için uygun yapı malzeme olmasıdır [55].

Günümüz Türkiye’inde Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının kullanımını daha da yaygınlaştırmak için son gelişmelerden biri de, 18.03.2018 Tarihli 30364 (Mükerrer) sayılı Resmi Gazetede “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği“ başlığı altında yayımlanan son deprem yönetmeliğinde; depremin etkisinde kalan yapısal modellemelerde ve hesaplarda kullanmak üzere “Deprem Etkisi Altında Binaların Tasarımı İçin Esaslar” başlığı altında verilen yönetmelik eklerinde, süneklilik düzeyi sınırlı sistemler olarak tutkallı perde ve döşeme panel elemanlar konusu da ele alınmasıdır [51].

1.9. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarının Diğer Sistemlerdeki Yapı Malzemelerine Göre Avantajları

Tutkal kullanmak suretiyle, mukavemetinden bir şey kaybetmeden ve uç uca eklenerek istenilen uzunlukta ahşap elemanların yapılması ile birlikte ortaya çıkan ahşap yapı elemanların yan yana veya üst üste tutkallamak suretiyle istenilen kesitin de elde edilmesi, elemanlara eğri formun verilmesi, vs. sayesinde diğer birleşim elemanları ile yapılan birleşimlerdeki malzemelere göre, tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının avantajları maddeler halinde şöyledir;

- Piyasadan kolaylıkla temin edilebilen normal boy tahta ve kalasların tutkallanması suretiyle oluşturulan TTA yapı elemanları ile önemli büyüklükte (çerçeve, kabuk, vs.) ahşap taşıyıcı sistemler oluşturulur.
- Teknik kurallara uyulursa tutkallı bir yapı elemanının mukavemetinin birleştirildiği parçanın mukavemetinden üstün olduğu ispatlanmıştır.



Şekil 1.64. Tutkallı bir yapı elemanının (b) kirişinin (taşıma gücü = X (+++) t/m²) mukavemetinin, birleştirildiği parçanın (a) kirişinin (taşıma gücü = X t/m²) mukavemetinden üstün olduğunu gösterir şematik çizim, Gurkõnys’ dan tekrar düzenlemiştir [56]

- Alt başlığı düz olan kafes kirişlerle dolu gövdeli düz kirişlerde güçlükler çıkaran ters sehim verme problemi tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarında ek masraf gerekmeden kolayca çözülebilir.
- Üst başlığı eğri olan sistemlerde (Parabolik kafes kirişlerde) tutkaldan başka birleşim elemanı kullandığımızda ortaya çıkan sorunlar, TTA yapı elemanları kullanıldığında oluşmaz.
- Tutkallı birleşik kesitlerde, kesite gelen yük sonucu oluşan farklı gerilmeleri kesitte farklı tipte ahşap kullanarak ayarlamak, yani ahşaptan ekonomi sağlamak mümkündür.
- Kesit ölçüleri büyük olan ahşap elemanlar, kolaylıkla imal edilip, çevrenin rutubet derecesine göre ayarlanabilir. Bu tipte hazırlanmış TTA elemanlarında, yapının kullanılması halinde oluşacak rötre ve şişme ihmal edilecek kadar azdır.
- Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının çürümeye karşı mukavemeti, diğer birleşim elemanları ile yapılanlara oranla yüksektir.
- Tutkallı sistemlerin yangına karşı mukavemetleri de yüksektir. Büyük ölçüde ve yekpare olan tutkallı kesitlerin çevrelerinde meydana gelen kor tabakası yangının içeriye girmesini yavaşlatır ve taşıyıcı sistem yıkılmadan uzunca bir müddet yük taşımaya devam eder.
- Kalite bakımından diğer birleşim elemanlarında bile kullanılmayan birçok ahşap, bu sistemde ıslah edilmek suretiyle kullanılabilir.
- Tutkallı birleşimlerin bir diğer avantajı ise. Strüktür elemanı olarak ahşap kabukların gelişmesine imkân veren bir sistem olmasıdır [1].

Yukarıda belirtilen tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da vardır. Bunların başında iyi malzeme temini, Konunun uzmanı teknik eleman, gerekli makina ve teçhizatın bulunduğu büyük bir atölye, kullanılan malzeme miktarı, montaj ve nakildeki zorluklar vs. sayılabilir.

2. TUTKALLI TABAKALI AHŞAP YAPI ELEMANLARININ DURUMU VE ÖRNEKLERİ

TTA yapı elemanı üretimi ve yapılardaki örnek uygulamalarında, bugün gelinen noktada boyut, açıklık ve fonksiyonel olarak yurt dışı örnekler oldukça fazla sayıda ve gelişmiş örneklerdir. Ancak yurtiçi örneklerine de rastlanmaktadır. Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları ile oluşturulan yurt dışı ve yurt içi örneklerden bazıları aşağıda incelenmiştir.

2.1. Yurt Dışında Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarının Durumu ve Örnekler

Bugünkü modern yurtdışı uygulamalarının çoğu, sentetik tutkalların sıkça kullanılmaya başlamasıyla artarak günümüzde yapı çeşitliliği olarak karşımıza çıkmaktadır (Bkz. Bölüm 1.2. ve Bölüm 1.3.).

Tutkalların çeşitlenmesi ve ahşap endüstrisinin gelişimi ile yurtdışı uygulamaları hakkında Prof. Necati ERŞEN'in geçmiş yıllarda yaptığı bir araştırmada [2], Avrupa'da olsun Amerika'da olsun "tutkal birleşimli ahşap sistemler" konusunda çalışan fabrikaların ihtiyaca cevap vermeyecek durumda olduğu belirtilmiştir.

Bu araştırmaya göre o yıllarda, Hetzer tipi dikdörtgen kesitli taşıyıcı yapı elemanları imal eden normal kapasitede bir fabrika Avrupa'da günde 40-50 m³, Amerika'da ise 400-500 m³ imal edilebilmektedir. Kapasitelerin artırılması için fabrikaların daha rasyonel çalışabilmeleri, genişletilmeleri ve sayılarının artırılması üzerindeki çalışmalar devam etmektedir. O yıllarda üç mafsallı kemer olarak 100 m açıklığa kadar bu tür imalatlar yapılabilmekteydi. Ayrıca Hetzer tipi tutkal birleşimli yapı elemanı, kontrplak gövdeli “ I ” kirişleri, trigonit sistemler, vs. ile yapılmış birçok örneğe rastlanmaktadır [2].

Oysa, günümüzde, yukarıda saydığımız birçok konstrüksiyon sistemini içeren, tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının uygulaması artarak çoğalmaktadır. Avrupa'da olsun Amerika'da olsun bu sisteme ait çalışmalar oldukça yoğunlaşmakta olup, tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanı üreten fabrikaların sayısı da artmaktadır,

Özellikle Amerika, Almanya'da konuyla ilgili standartların belirtildiği, sistemin oluşturulmasına ait tanıtıcı yayınların bulunduğu kitaplar her yıl artarak yayımlanmaktadır. Bu yayınlar, bu konu hakkındaki gelişmeleri olumlu yolda etkilemiştir. En önemli etki ise, tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları kullanarak ortaya çıkartılan her türden yapıların güvenli yapım kontrolleri bugün kolaylıkla yapılabilmektedir.

Bu yayınlara örnek verecek olursak, 1966'da ilk baskısının yapıldığı "AITC" (American Institute of Timber Construction – Amerikan Ahşap İnşaatı Enstitüsü) tarafından organize edilen "Timber Construction Manual (Ahşap Yapı Rehberi)" adlı kitaptır. Kitabın 6. (altıncı) ve son baskısı 2012 yılında yayımlanmıştır. Söz konusu kitabın bu son baskısında tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları oluşumu ve uygulanması hakkında güncel bilgiler bulunmaktadır. [83]. Bu kitapta;

Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanı ile oluşturulan sistemler hakkında kitabın ilk yayımlandığı seneye ait (1966) ne gibi yayınlar olduğu, yayını çıkartan kuruluşların adresleri verilmektedir. Örneğin; “Standart Specifications For Structural Glued Laminated (Yapısal Tutkallı Lamine Elemanlar için Standart ve Şartnameler)”, California Redwood Association (Kaliforniya Kızılçam Birliği) – (CRA) tarafından çıkarılan California Redwood Timber (Kaliforniya Kızılçam Ahşap) bunlara örnektir. Ayrıca, tutkallı tabakalı Ahşap yapı elemanları ile oluşturulan ahşap sistemlerin tanımı, konulara ayrılarak, her konu ayrı standart numarası altında incelenmiştir.

Örneğin; Standart numarası (AITC 113-65) olan bir bölümünde konuyla ilgili şu bölüm yer almaktadır. “Standard For Dimensions of Glued Laminated Structural Members” yani, "Tutkallı lamine yapı çerçevelerinde boyutlardaki standartlar" konusu açıklanmıştır.

Kitaptaki bir diğer çalışma ise, zamanın (1966) konuyla ilgili yayınlar çıkaran kuruluşların, adreslerini veren kısmıdır. Konuyla daha yakından ilgilenmek isteyenler için, 1975 de tespit edilen bu kuruluşlardan bazılarının adresleri aşağıdaki gibidir. İçinde bulunduğumuz yıllarda bugün bu kuruluşların çoğu, yayın faaliyetlerine gelişen teknolojilere paralel olarak devam etmektedirler. Bu kuruluşların bazıları aşağıdaki gibidir. Ayrıca; kitabın 6. son baskısının yayımlandığı 2012 yılında aşağıda bazı örnekleri verilen kuruluşların sayısı da önemli ölçüde artmıştır [83].

- FPL (U.S. Forest Products Laboratory / Madison, Wisconsin 53705)
- CRA (California Redwood Association / 617 Montgomery Street San-Francisco California 94111)
- WCLA (West Coast Lumbermen's Association / Yeon Building Portland, Oregon 97204)
- WWPA (Western Wood Products Association / Yeon Building Portland, Oregon 97204)
- SOD (Superintendent of Documents / U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 20402)
- NEPA (National Forest Products Association Formerly National Lumber Manufactures Association / 1619 Massachussets Avenue, N.W. Washington D.C. 20036)
- USDA (U.S. Department of Agriculture / Washington D.C. 20250)
- NHPMA (Northern Hardwood and Pine Manufacturers Association 207 Northern Building Green Bay, Wisconsin 54301)
- SPIB (Southern Pine Inspection Bureau / P.O. Box 52468)

Bu yayınların gelişmesine paralel olarak, yurt dışı uygulamaları da 2000'li yıllarda ahşap endüstrisindeki yeniliklerle daha da gelişmiştir. Ülkemizde ise birçok bilim insanı yapmış olduğu yeni araştırmalarda bu yayınları yakından takip etmiştir. Bu bağlamda, yurt dışındaki güncel gelişmeleri takip ederek, ülkemizde yapılan bilimsel araştırmalara iki örnek verecek olursak; bunlardan ilki, Çapraz lamine ahşap (CLT) malzeme ile çok katlı ahşap yapıların yapılabilirliğinin anlatıldığı bir araştırmadır [71]. Bu araştırmadaki sonuçlara göre, yapının taşıyıcı sistemlerinde CLT panellerin kullanımıyla inşaatın yapım süreçleri oldukça kısa sürmüştür. CLT ahşap panel sistemi, CAD-CAM teknolojisi ile kolayca tasarlanabilmekte ve prefabrikasyon teknolojisi ile hızlı bir şekilde uygulanabilmektedir. Aynı zamanda, gelecekte üretilcek yapıların ve hatta bu yapıların oluşturduğu kentlerin yenilenebilir bir kaynak olan ahşap malzeme ile yapılma düşüncesi yaygınlaşmaktadır. [71], Bir diğer araştırma ise, sürdürülebilir bir alternatif olarak çok katlı ahşap yapıların yaygın olarak yapılabilirliğinin tercih edilmesi konusunda yapılan bir araştırmadır. Bu araştırmada da ortaya çıkan sonuçlara göre, Ahşabın doğal halinde yaşarken ortamın karbondioksitini bünyesinde topladığı ve kereste haline getirilip yapıda kullanılmaya

başlandığında da bu durumun devam ettiğinin bilindiği, bu özelliği açısından panel sistemle yapılan ahşap binalar iskelet sistemle yapılanlara karşılaştırıldığında, panel sistemlerde ahşap miktarı daha fazla olduğu için bünyelerinde tuttukları karbondioksit miktarı da fazla olacağı belirtilmiştir. Bu sebeple de, çok katlı yapıların üretiminde endüstriyel ahşap malzemenin kullanımı beton, çelik ve tuğla malzemelerle karşılaştırıldığında, çevreyi kirletmemesi, az enerji harcanması, hafiflik, uygulama hızı, prefabrikasyon teknikleriyle kolayca üretilebilmesi, sürdürülebilir olması gibi nedenlerle daha avantajlı olduğu ortaya konulmuştur. [72],

2.1.1. Yurt dışından uygulamalar ve resimleri

Yukarıdaki bilgiler ışığında ve tez içerisinde ele alınan Körfez Yüzme Havuzu çatı konstrüksiyonunu daha iyi sentezleyebilmek adına bir takım yurt dışı örneklerin görselleri sunulmuştur. Bu örnekleri seçme ölçütleri ise seçili örneklerin çoğunun farklı fonksiyonlarda farklı kitlelere hizmet veren her birinin farklı yapı türü olması, çoğunun kamu yapısı olması ve bu yapıların içinde kullanılan tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının farklı boyutlarda tasarlanmış olmasıdır.

Örnekler incelendiğinde;

Yapım yılı 2016 ve halka açık sosyal bir proje olan Messe Stuttgart'taki yeni fuar binasının 10. salonuna ait ana eğri glulam kirişlerin toplam 67 metre uzunluğunda yapılabildiğini görmekteyiz (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Yurt dışı örnekler, yeni fuar binası (Salon 10) Messe Stuttgart, yapım yılı: 2016 [57]

Tez içerisinde incelenen yüzme havuzu projesine emsal olabilecek, Mindener Bäder GmbH firmasınca talep edilerek Mimar Randall Stout Architects, (Los Angeles, ABD) tarafından tasarlanan 1998 de yapımı tamamlanan Minden - North Rhine-Westphalia, Almanya’da bulunan kapalı yüzme havuzu alanında iyi bir örnektir. Burada kullanılan TTA kirişleri şirket patentli Poppensieker + Derix konstrüksiyon tipine örnek olarak gösterilebilir (Şekil 2.2.).



Şekil 2.2. Yurt dışı örnekler, kapalı yüzme havuzu, Minden - North Rhine-Westphalia, Almanya yapım yılı: 1998 [58]

Ulaşım yapılarındaki tasarımlarda yol, köprü ve sanat yapılarına örnek olarak, Güney Dakota, Rushmore Dağı Ulusal Anıtı yakınında, Keystone / Wye kesişme noktasında, 1966 yılında yapımı tamamlanmış üst üste yapılmış iki köprüden üstteki yolun 47,2 m açıklıklı kemer ile taşındığını görmekteyiz. Bu köprüde de eğri eksenli Glulam kirişler kullanılmıştır (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Yurt dışı örnekler, köprü, South Dakota (ABD) yapım yılı: 2016 [59]

Dini yapılara örnek olarak, Mimar Renzo Piano tarafından İtalya’da yapımı 2004 yılında tamamlanan 6000 m² yapı alanı bulunan S. Giovanni Rotondo himayesinde Padre Pio Hac Kilisesi örnek verilebilir. Bu kilisede, beton temeller üzerine, yatayda ve düşeyde tüm taşıyıcılar, farklı kesitte ve konstrüksiyonda tutkal tabakalı olarak tasarlanmıştır (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Yurt dışı örnekler, kilise, İtalya, yapım yılı: 2004 [61]

Kamu binasına iyi bir örnek olan Avrupa Konseyi Parlamenterler Meclisi binası, Strazburg’da 1999 yılında, yapımcı SERS tarafından kat alanları toplamı 220.000 m² olacak şekilde Martin Robain, Rodo Tisnado, Jean-François Bonne, Alain Bretagnolle René-Henri Arnaud, Laurent-Marc Fischer ve Gaston isimli mimarlarca tasarlanmıştır. Binanın toplu konferans salonu çatı taşıyıcıları incelendiğinde

düseydeki kolon/kiriş ilişkisi bütün olarak düşünülmüş, eğri eksenli akslar üzerinde mafsallı, tutkallı glulam taşıyıcılar kullanılmıştır (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5. Yurt dışı örnekler, Avrupa Konseyi Parlamenterler Meclisi, Strazburg-Fransa, yapım yılı: 1999 [62]

Demiryolu yapılarına örnek olarak, Portland, (OR) ABD'deki Toplu Terminal binasının yapım yılı 1997'dir. 635,5 m. uzunluğunda, 48,8 m genişliğinde, 25,9 m yüksekliğinde, 390 vagon kapasiteli binanın yapımcısı Western Wood Structures, Inc.'dir. Terminal binası beton temeller üzerine tamamen tutkallı ahşap çerçeve kiriş elemanlarının kabuk şeklinde form vermesiyle oluşturulmuştur. Cephe ve çatı örtüsü bir ve ahşap olacak şekilde tasarlanmıştır (Şekil 2.6.).



Şekil 2.6. Yurt dışı örnekler, tren toplu terminal binası, Portland, OR (ABD) yapım yılı :1997 [63]

Yol,köprü ve sanat yapılarına değişik bir örnek yapımı yakın geçmişte 2008 yılında tamamlanmış, Buckley / Washington ‘daki üç açıklıklı 5,50 m genişliğindeki South Prairie Creek raylı demir yolu köprüsü Western Wood Structures, Inc. tarafından yapılmış ve sırasıyla 38 m,39 m, 35m olmak üzere üç açıklıklı olacak şekilde köprü tasarlanmıştır. Köprünün ayakları beton temel üzerine oturmaktadır. Eğri eksenli glulam köprü kemer kirişlerinin dışında köprüde oluşturulan taşıyıcı konstrüksiyona destek veren diğer tüm elemanlar lamine edilmiş ahşaplardan oluşmaktadır (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7.Yurt dışı örnekler, üç açıklı demiryolu köprüsü Buckley, Washington (ABD), yapım yılı: 2008 [64]

Kültür yapılarına örnek olarak, Tacoma / Washington ABD ‘ de 2012’de yapımı tamamlanan ve Mimar Alan Grant tarafından tasarlanan 350 otomobil kapasiteli, yılda yaklaşık 400.000 kişinin ziyaret ettiği LeMay - Amerika'nın klasik otomobil müzesi verilebilir. Bu müzede de düşeyde ve yataydaki taşıyıcı sistem ve dış kabuk örtü sistemi tamamen tutkallı tabakalı elemanlarla oluşturulan sistemlerle yapılmıştır. Kolon –kiriş bağlantısını sağlayan çerçeve kirişleri, mafsal noktaları uzantılarında ek olacak şekilde bütün binayı çevrelemektedir (Şekil 2.8.).



Şekil 2.8. Yurt dışı örnekler, klasik otomobil müzesi, Tacoma, Washington (ABD), yapım yılı: 2012 [65]

Son olarak; yurt dışı uygulamalarında ahşap gökdelenlerin inşaat projeleri ve inşaat çalışmaları devam etmektedir (Şekil 2.9.). Tasarımı etkileyen, yüksek yapı tasarımının malzemesi olarak kerestenin resmi sınıflandırmasına ait çalışmaların uygulanması, ahşap malzeme kullanımının yeni sınırlarını göstermektedir [66].

Günümüz yüksek yapı tasarımlarına örnek; İngiliz mimar Waugh Thistleton tarafından Londra 'da tasarlanan Dalston Lane, 33 mt, 121 birim konut kontrplak binası, bugüne kadar yapılmış en büyük ahşap binalardan sadece biri değil, aynı zamanda bugüne kadar yapılmış en büyük CLT binasıdır. 10 katlı, dıştan, çekirdek duvarlardan zemin katlara ve merdivenlere kadar tamamen CLT'den (Çapraz Lamine Ahşap) yapılmıştır. Eşdeğer büyüklüğüne sahip beton bir binanın beşte biri ağırlığında ve inşaat sırasında şantiyeye yapılan sevkiyat sayısının %80 oranında azaltıldığı tespit edilen özelliklerinden bazılarıdır (Şekil 2.9.) [67].



Şekil 2.9. Yurt dışı örnekler, Londra'daki çok katlı bir konut bloğu, yapım yılı: 2012 [67]

2.2. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanları İle Oluşturulan Ahşap Sistemlerin Ülkemizdeki Durumu ve Örnekler

Türkiye'de yapı sektörü ekonominin önemli dallarından biridir. Ortaya çıkan yapının toplum yaşantısında ve şehirleşmedeki yerinin yanında, bu sektörde istihdam edilen oldukça büyük işgücü ve yapı malzemeleri gelişimi; konunun önemini daha da arttırmaktadır. Yapılarımızın sayısal ihtiyacını karşılamaktan ziyade, belli bir kalitede olduğunu söylemek çok zordur. Malzeme üretimindeki miktar artışı ve yeni çeşitlerin ilavesi yönündeki gelişmelerin tümüyle programsız ve günlük piyasa hareketlerine göre biçim kazanması zaman, işgücü ve malzeme kayıpları açısından yapı sektörümüzde olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Buna karşılık eskiye baktığımızda, Türkiye'de yapı malzemeleri üretimi özellikle 1960 yıllarından itibaren önemli artışlar göstermiştir. Ancak hızlı nüfus artışı ile diğer ülkelerdeki kişi başına düşen üretime göre karşılaştırma yaptığımızda üretimin gerek nitelik gerekse nicelik yönünden çok yetersiz olduğu anlaşılmaktadır [22].

Türkiye'deki yapı üretimi sorunlarını inceleyecek olursak, 1960 yıllarına kadar birkaç uygulama dışında yapı üretiminin temelde yapı zanaatkârları olan yapı ustalığına dayalı bir biçimde oluşturulduğunu görmekteyiz. Bu devirlerde geleneksel yapı, teknoloji ve yapı malzemeleri bakımından yeterliydi. Ancak endüstrileşme ve onun getirdiği yeniliklerin, teknolojinin ülkemizde ilerlememesi kişi başına düşen üretimin azalması, yurt dışında yapılan çalışmaları uygulamadan ziyade, inceleme aşamasında kalması, yapı sektöründe yetersiz kalmamıza yol açmıştır.

Günümüzde ise geçmişten farklı bir anlayışla ekonomik büyümeye paralel olarak birçok sektörde görüldüğü gibi yapı sektöründe de büyüme gözle görülmektedir. Yabancı ülkelerdeki kadar olmasa da tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının üretilmesi ve bu yapı elemanları ile ortaya çıkan ahşap yapıların hemen hemen her çeşidini ülkemizde görmekteyiz. Gerek ulaşılabilen yurt genelindeki ve yurt dışındaki ahşap yapı malzemesi standartları, gerekse üretime uygun makine, teçhizatın bulunduğu atölyelerde bugünün dünden yetişmiş teknik elemanlarıyla yenilikçi tasarımlar her yerde rahatlıkla üretilmektedir. Üretilen her model ise Türk Mühendis, Mimar, İç Mimarlar vs. içinde bulunduğu Ar-ge ile geliştirilebilmektedir. Ahşap malzemenin üretimi ve uygulaması ile ilgili bilim insanlarımız sürekli araştırmalar yapmaktadır. Bu konuda yapılmış birçok araştırmadan birisi de sürdürülebilir ve ekolojik yapı elde etmede ahşap kullanımı hakkında yapılan araştırmadır [73]. Bu araştırmada, Köklü geleneği ile ahşabın, ülkemizin sosyo-ekonomik yapısına uygun bir hammadde olduğu, Endüstriyel ön üretime, depolanmaya, hızlı kurulmaya uygun olduğu, En az atık ve minimum yenilenemez kaynak tüketimi ile gerçekleştirilebilen ön üretimli elemanlarla oluşturulan malzeme olduğu, ortaya çıkan tasarımlarla mekânları değiştirilebilme, düzenlemede esneklik sağlaması ile elemanların yeniden kullanılabilmesinin mümkün olduğu, ahşap elemanların başka sistemlerle de birlikte kullanılabilir olduğu, Ülkemiz için gerekli basit eleman bağlantıları ile yapılabilir olduğu, nakliyyeye uygun eleman boyutlarında da hazırlanarak, hızlı ve kolay montaj ihtiyacı ve deprem dayanıklılığına cevap verebilir olduğu üzerinde durulmuştur [73].

Ülkemizde kurulduğu 2000 yılından beri faaliyetlerine sistematik bir biçimde devam eden Ulusal Ahşap Birliği de bu yenilikçi üretimleri, üretimleri yapan firmaları, devamlı gözlem altında tutmaktadır. İstanbul Avcılar Belediyesi, Kocaeli Büyükşehir

Belediyesi, Ankara Altındağ Belediyesi vb. birçok yerel yönetimler ahşap bazı uygulamalarda TTA tercih etmektedir. Bununla birlikte Merkezi Antalya’da bulunan Nasreddin Group bünyesindeki Naswood A.Ş. ile merkezi İstanbul’da bulunan Asmaz Ahşap A.Ş. yurt içinde TTA üreten firmaların bazılarıdır.

2.2.1. Yurt içinden uygulamalar ve resimleri

Ülkemizde ise yoğun olarak tercih edilen betonarme yapım sistemi ve sektörde büyük bir paya sahip beton üreticilerine rağmen ahşap yapı inşası kendine yer bulmaktadır.

Bunlardan Asmaz Ahşap A.Ş tarafından yapılan Sas Otomotiv Ford Otosan Gölcük (Şekil 2.10.) binası iyi bir örnektir. Asmaz Ahşap’ın temsilcisi olduğu ürünler ile yapılan tek katlı ofis projesidir. Yönetmelik gereği yangına dayanıklı olarak inşa edilen ahşap karkas yapı strüktüründe, EN normlarında sertifikalı Mosser yapısal ahşap ürünleri kullanılmıştır [68].



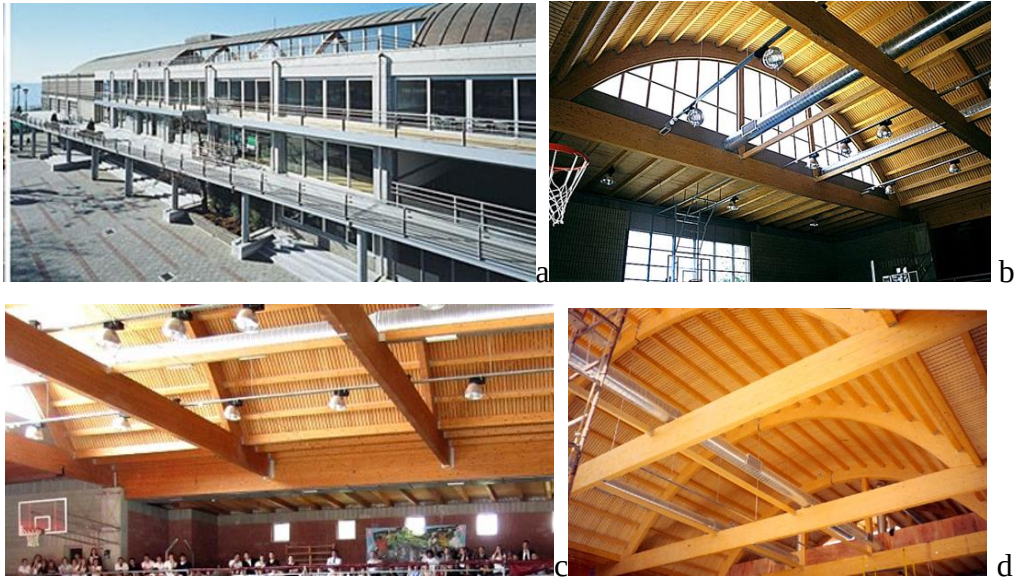
Şekil 2.10. Yurt içi örnekler, Sas Otomotiv Ford Otosan Gölcük-Kocaeli, yapım yılı:2001 [68]

Naswood A.Ş tarafından inşa edilen Avcılar İstanbul Büyükşehir Belediyesi Sosyal Tesisleri (Şekil 2.11.) yerel yönetimler tarafından yaptırılan büyük ölçekli bir sosyal donatı yapısıdır. 3700 m² alanda 660 m³ kereste kullanılmıştır. 22-26 mt açıklıkları değişen 126 farklı radüse sahip kiriş kullanılarak çatısı tamamlanmıştır. Büyüklüğü ve yapıldığı yıl itibarıyla Türkiye’nin tek hacimde kapalı en büyük TTA yapısıdır.



Şekil 2.11. Yurt içi örnekler, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Avcılar Sosyal Tesisleri, yapım yılı: 2008 [69]

Mimar Nevzat Sayın tarafından tasarlanan ve 1995 yılında yapılan İstanbul da ki Özel Irmak Lisesi, Kapalı Spor Salonu Türkiye’deki spor yapılarına örnek olarak gösterilebilir (Şekil 2.12. a,b,c,d). Yapımında kullanılan kirişler tek eğrilikli kabuk şeklinde 20 mt açıklıktadır. Bu eğrisel kirişler 11 adet 20x80 cm kesitlidir. Hetzer sistemine göre yapılmıştır. Sistem aksları 600 cm, toplam alan ise 1200 m²’dir [42].



Şekil 2.12. a,b,c,d Yurt içi örnekler, Özel Irmak Lisesi, Kapalı Spor Salonu, İstanbul, yapım yılı: 1995 [42].

Örnek incelemelerinin sonucuna bakıldığında ise, çoğu uluslararası örnekler göre Ülkemizdeki TTA üretimi ve uygulamalarının yurt dışına göre yeterli olmadığı da ortadadır. Hâkim yapı sistemi ve inşaat malzemesinin yanı sıra Türkiye depremselliği de göz önünde bulundurulursa tutkal tabakalı ahşap sistemler ile inşa edilmiş örneklerin sınırlı kalması sonuçta gözlemlenen bir durumdur.



3. TUTKALLI TABAKALI AHŞAP YAPI ELEMANLARINA ÖRNEK KÖRFEZ YÜZME HAVUZU TAŞIYICI ÇATI ELEMANI İNCELENMESİ

Teze konu olan ve incelenen Kocaeli ili Körfez ilçesinde yer alan yüzme havuzu taşıyıcı çatı elemanı örneğinin seçilme nedenleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Yapının tamamı çevre düzenlemesi dâhil, kamu kaynakları ile kamu yararı düşünülerek yerel yönetim tarafından proje tasarım safhasından beri, havuz üzerini örten çatı taşıyıcı elemanının TTA tercih edilerek yapılmış olması,
- Kocaeli ilinin Körfez ilçesinde, ilçe ölçeğinde hizmet veren sosyal donatı alanları olarak aynı ilçe sınırlarında en yakın mesafedeki özel sektöre ait Spor tesisleri içinde, yarı olimpik nitelikte, her detayında modern yapı malzemeleri kullanılarak yapımı tamamlanan bir yapı olması,
- Yapının betonarme karkas sistem ve beton tabliyeler üzerine tutkallı tabakalı ahşaplardan (TTA) oluşan kirişlerle, çatı (kısmen) taşıyıcı sisteminin kurgulanmış olması,
- Tamamı ahşap olan yapılara göre, yapının genelinde kullanılan malzeme çeşitliliğinden dolayı her detayının kullanılan malzemelere göre farklı çözülmüş olması, bu sebeple yapı çatısında kullanılan tutkallı tabakalı ahşap taşıyıcı yapı elemanının diğer yapı malzemeleri ile olan detay ilişkisinden dolayı önemli olması,
- Yapının yeni olması, varsa rutubetinin çıplak gözle görsel incelemesinin yapılabiliyor olması,
- Yüzme havuzları çatı taşıyıcı sistemlerinde genellikle tercih edilen çelik çatı taşıyıcı sistemine göre, TTA taşıyıcı sistemine ait yapı malzemelerinin gerek imalatı, montajı, nakliyesi vs. gerekse kullanım sonrası yaşanan yapı malzemesi kaynaklı olumsuzluklara ait kıyaslamasının kolay yapılacak olduğu bir yapı olması,
- Kentimizin 1. derece deprem bölgesinde olduğu düşünüldüğünde, yapının çatısına ait taşıyıcı sisteminin yüklerini hafifletmek adına kullanılan TTA yapı elemanlarının boyutsal bilgilerini de gözlemleyebilecek ölçekte bir yapı örneği olması, sebebi ile yapının tutkallı tabakalı taşıyıcı çatı elemanı bu teze konu olmuş ve aşağıdaki şekilde incelenmiştir.



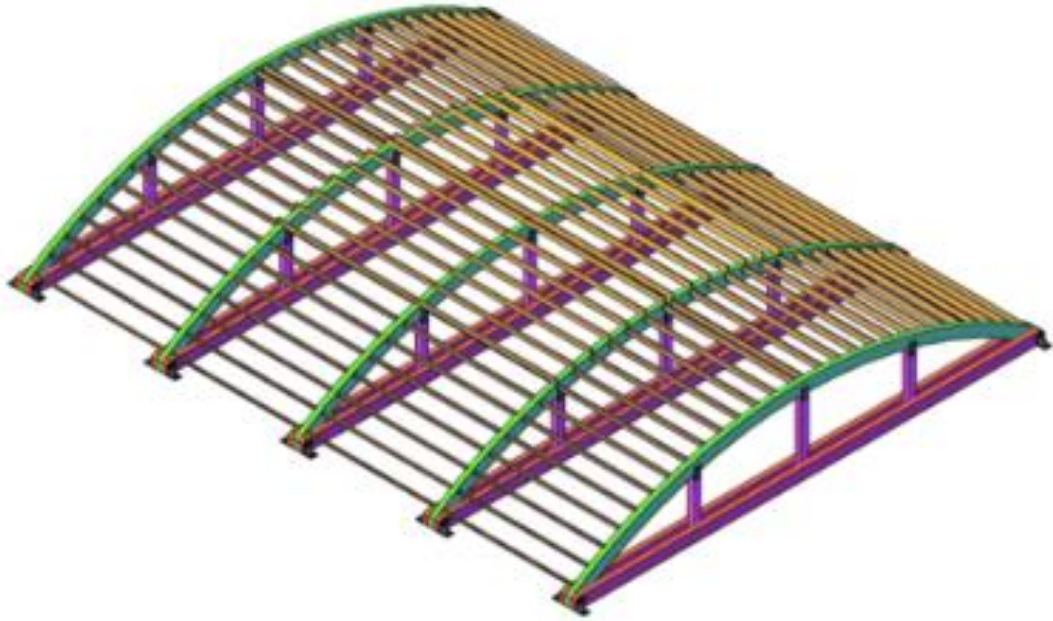
Şekil 3.1. Yurt içi örnek inceleme, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu [20]

Yapının ihale tarihi Ekim 2012 olarak ilan edilmiştir. İnşaata Ocak 2013 yılında başlanmış ve yüzme havuzu kompleksi hizmete Nisan 2014 yılında girmiştir. Kocaeli bölgesinde yerel yönetimler marifetiyle yaptırılan bu binada, bölgenin tarihi dokusunu da içeren bir bina tasarlanması, İşveren tarafından tasarım kararları konusunda alınan en önemli ve öncelikli karardır. Dolaylı ışıklı çatı, Türk hamamı içindeki süslemeli iç mekân sütunları, söveler, vs. özellikleri, tarihi doku konusunda uygulamaya alınan kararlardan bazılarıdır. İlçe ölçeğinde düşünülen ve yarı olimpik standartlarda yapılan ana spor dalı yüzme sporu olarak tasarlanan yapıda, yüzme sporunun yanı sıra bazı hafif spor aktiviteleri alanları da düşünülmüştür. Spor sonrası aktivitelerden sauna ve Türk hamamı yapının tarihsel kültürü ile bütünleşik olacağı düşünüldükçe tasarıma prensip kararı olarak eklenmiştir. Modern, Tutkallı tabakalı ahşap taşıyıcı yapı elemanları ile tasarlanan yüzme havuzu çatısının yanı sıra, yapıdaki süregelen spor aktivitelerinin sebep olduğu enerji sarfiyatı da göz önünde bulundurulduğunda, yapının diğer bölümlerinin çatısında düşünülen güneş enerjisi panelleri, akıllı yeni teknolojinin binaya kazandırdığı önemli bir değerdir (Ek – B) (Ek – C). Gezilebilir yan bahçeleri sayesinde yapının oturduğu alan civarında

bulunan cephelerin oluşturduğu çevresel değerlerin görülmesi de mümkündür (Ek – D) (Ek – E).

Örnek olarak incelen yapının proje mekân bilgilerini ise kısaca özetlersek (Tablo 3.1.);

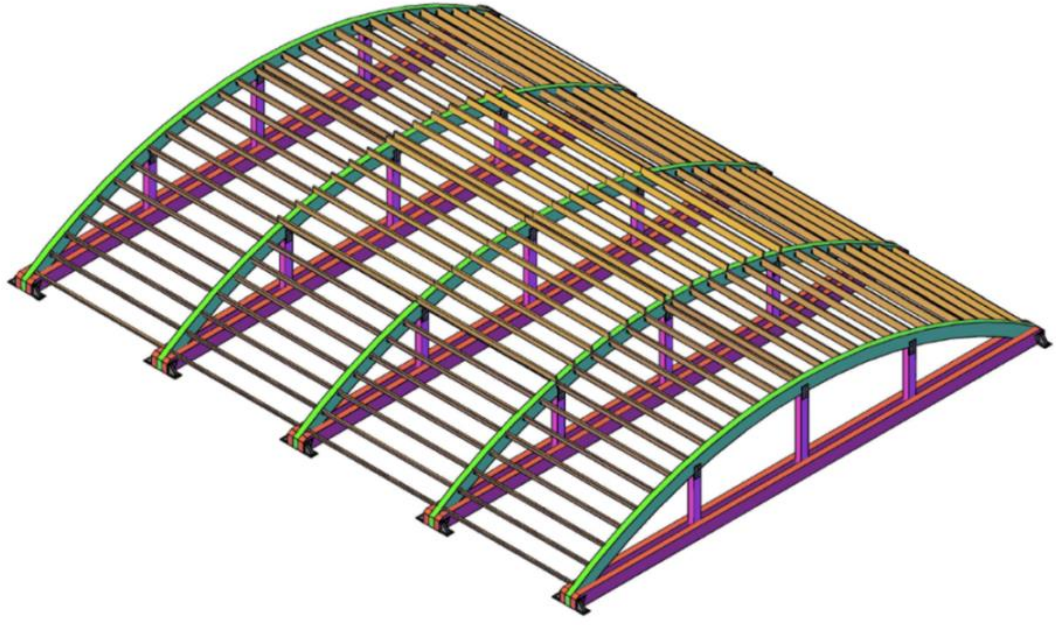
Yarı Olimpik Yüzme Havuzu bodrum, zemin ve 1 (bir) normal kattan oluşuyor (Ek – F, G ve H). Yapıda sadece yüzme havuzunun çatısı TTA taşıyıcılar ile kapatılmıştır (Ek – I). Bodrum katta 23 araçlık otopark, sığınak, hakem odaları, bay- bayan hamam, sauna, masaj odaları, dinlenme odaları, engelli terapi havuzu, şok duşları ve soyunma odaları ile tuvaletler yer alıyor (Ek – F). Tesisin birinci katında malzeme deposu ve bazı hafif spor aktiviteleri salonu ile 185 kişilik tribün yer almaktadır (Ek – H). Biri engelli 2 asansör katlar arası hizmet vermektedir. Yüzme havuzunun zemin katında idari ofisler, bahçe, lobi, vitamin bar ve kahve evi bulunuyor. 12,5 x 25 m, 5 kulvarlı olan yarı olimpik havuzda, 17,50m²'lik çocuk havuzu da yer almaktadır (Ek – G). Ayrıca tesisin 2014 yılındaki açılışına ait bazı fotoğraflar da ek'tedir (Ek – E).



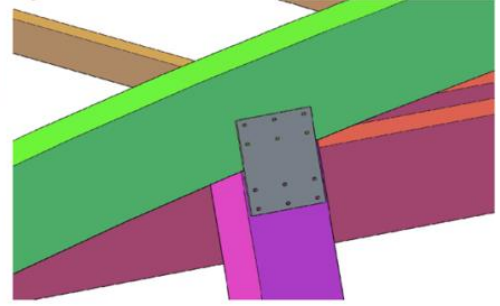
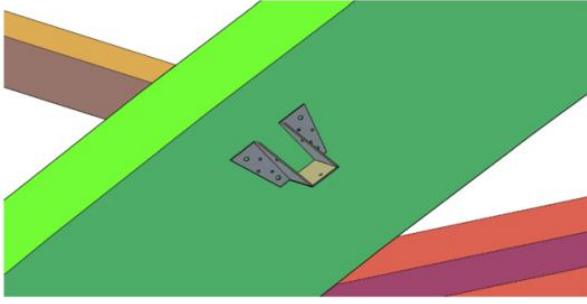
Şekil 3.2.Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli Körfez yarı olimpik kapalı yüzme havuz taşıyıcı sistem modellemesi [20]

Tablo 3.1.Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu proje bilgileri [70]

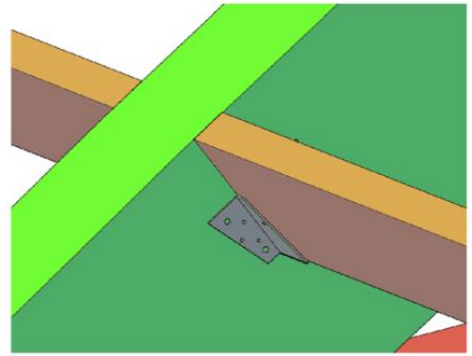
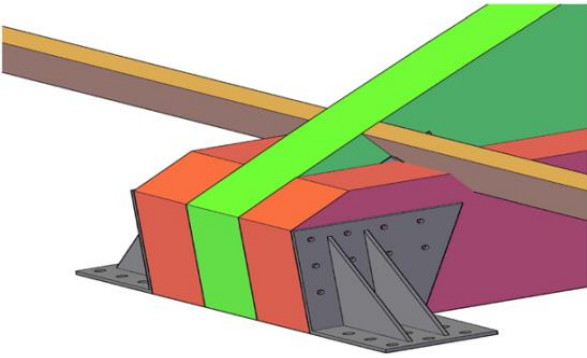
Körfez Yarı Olimpik Yüzme Havuzu Proje Bilgileri:	
Arsa Alanı	Yaklaşık 7.400,00 m ²
Bina Taban Alanı	Yaklaşık 3808,00 m ²
Havuz Alanı (Lamine Ahşapla Örtülü Alan)	555,00 m ²
Lamine Kiriş Üretim Yeri	Binder Holz- GmbH Duisburg-Avusturya
Lamine Kiriş Montaj Firması	Nasreddin Group-Naswood /Antalya
Lamine Kiriş Açıklığı	22,00 mt
İhale Yılı	01.10.2012
Yer Teslimi ve İş Süresi	Ocak 2013 – 450 T.G.
Lamine Kiriş (Fabrika Hazırlık +Şantiye Montaj)	30 T.G. + 7 T.G.
Lamine Kiriş Montaj için İşçilik Miktarı	2 Mobil Vinç Op. +5 Usta + 2 Yrd. Pers.
Lamine Kiriş Montaj Sonrası Koruma İşleri	Sadece Fırça rulo ile sentetik 2 Kat Koruyucu
Açılış Yılı	2014
İhale Bedeli (2012)	8.500.000,00 ₺ (12.000.000,00 ₺ 2018Yılı)
Lamine Kiriş İçin Ödenen Bedel (2012)	281.000,00 ₺ (400.000,00 ₺ 2018Yılı)
Lamine Kiriş Malzemesi	1. SINIF Sarıçam
Lamine Kiriş İçin Kullanılan Tutkal	(RF)Rezorsin formaldehit tutkalları: Rezorsin Metadihidroksibenzol (C ₆ H ₄ OH) ₂
Lamine Kiriş Modellemesi ve Ek Yerleri Teşkili	Eğri eksenli Glulam (24x50 cm - L=22,00mt) Finger Joint Sistemi



a

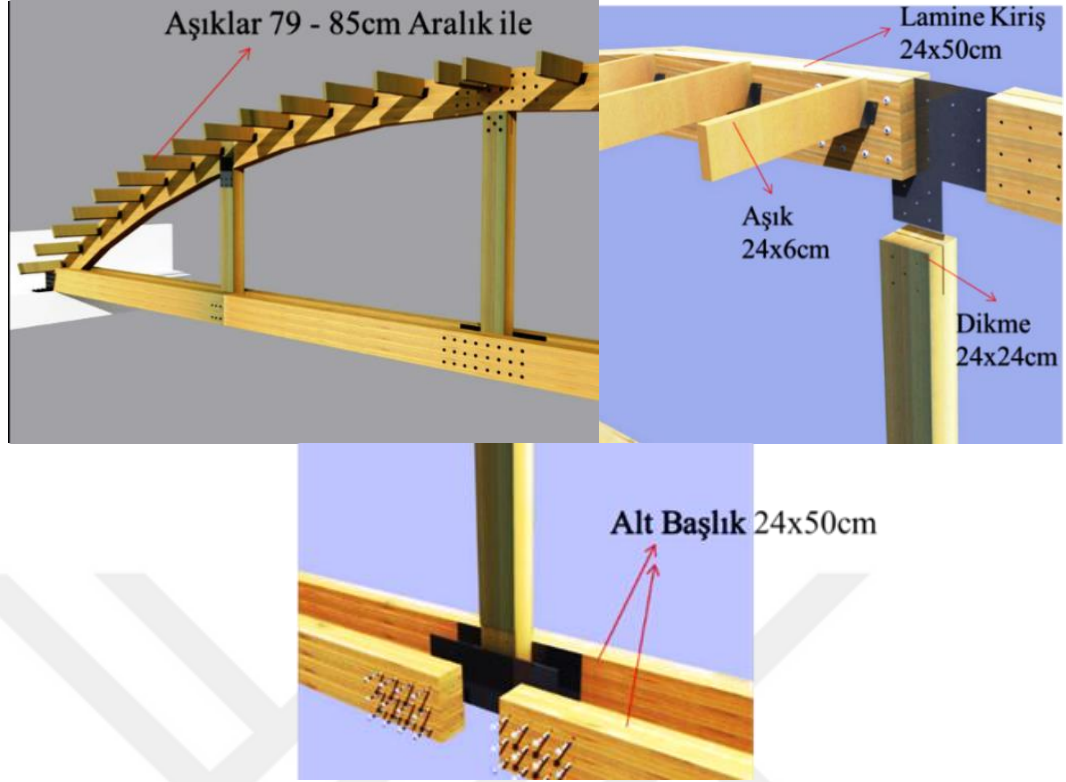


b



c

Şekil 3.3. (a, b ve c) Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu lamine kirişli taşıyıcı sistem (3D Model nokta detayları) [20]



Şekil 3.4. Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu lamine kirişli taşıyıcı sistem (3D Model, ölçü bilgili nokta detayları) [20]

Sistem nokta detayları incelendiğinde (Şekil 3.5.), Mevcutta görünen eğri eksenli tutkallı tabakalı ahşap (Glulam) yapı kemer kirişinin (Alt başlık, dikme ve aşıklar hariç) 1 (bir) adedinin boyut ölçüleri ile ahşap eğri kirişle yaklaşık aynı boyutta seçili birleşik kesitli profillerden oluşan çelik kemer kirişinin ağırlık mukayesesi aşağıdaki şekilde yapılmıştır (Şekil 3.5.) (Tablo 3.2.).

Hesaplamalarda, eğri eksenli tutkallı tabakalı ahşap yapı kemer kirişinin konstrüksiyondaki pozisyonuna göre, kesitindeki liflere paralel gelen basınç dayanımına ait minimum taşıma gücü değeri $\tau_{em}=300 \text{ kg/cm}^2$ alınmıştır (Şekil 3.5.-3.6.) (Tablo 3.2.). Bu değere karşılık seçili birleşik kesitli çelik kiriş için standart tablo değeri ise $\tau_{em}=1440 \text{ kg/cm}^2$ dir (Ek – K).

Her iki malzemenin taşıma gücü arasındaki farka bakıldığında, ahşabın çeliğe göre 5 kat daha az taşıma gücü olduğu görülmesine karşın taşıma gücü konusunda önemli 2.parametre olan her iki malzemenin atalet momentleri ise yine 5 kat tersi oranla farklılık göstermektedir.

Şöyle ki; Şekil 3.5.'de ve Tablo 3.2. 'de ki formül hesaplaması sonucu bulunan eğri eksenli tutkallı tabakalı ahşap yapı kemer kirişinin Atalet momenti $I=250.000 \text{ cm}^4$ iken, seçili birleşik kesitli çelik kiriş için standart tablo değeri üzerinden Atalet momenti $I= 2 \times 20.350 \text{ cm}^4 = 40.700 \text{ cm}^4$ olmaktadır (Ek – J).

Bu hesaplamalarla bulunan, taşıma gücü ve atalet momentleri arasındaki 5 kat, benzer, fakat ters orantı bize her iki malzemenin de eşdeğer taşıma gücünde olduğunu göstermektedir.

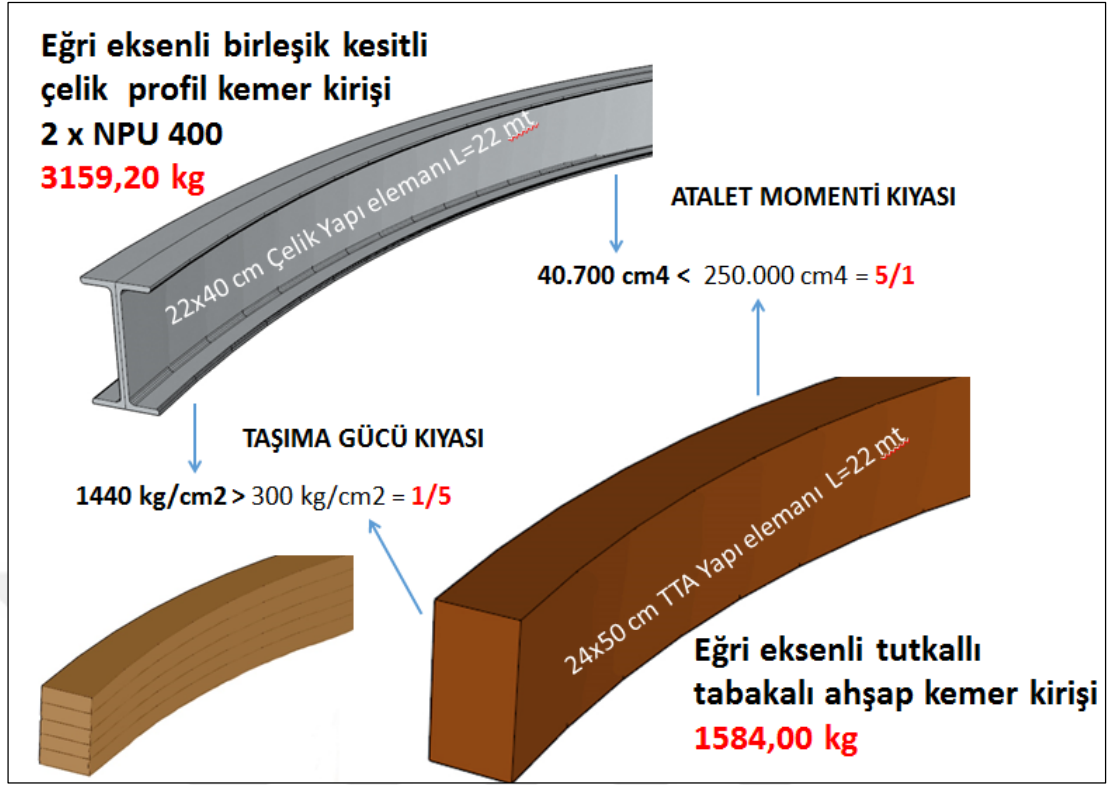
Ağırlık mukayesesi de bu değerler doğrulandıktan sonra kesit ölçüleri ve yoğunluk kullanılarak aşağıdaki şekilde yapılmıştır (Şekil 3.5.) (Tablo 3.2.).

Hesaplarda sonuç olarak, atalet momentleri arasındaki 5 kat fazla farka sahip olan eğri eksenli Tutkallı tabakalı ahşap yapı kirişi, (Alt başlık, dikme ve aşıklar hariç) Taşıma gücü (τ_{em}) 5 kat fazla fark olan, emsal birleşik kesitli alt başlıksız çelik kirişe göre kesit ölçüleri bakımından eşit olmasına rağmen %50 oranda hafif tespit edilmiştir (Şekil 3.5.) (Tablo 3.2.).

Bu sonuç bize tutkallı tabakalı ahşap elemanlar ile oluşturulan ahşap karkas sistemin hafifliğini ve tasarım esnekliğini net bir şekilde göstermektedir.

Ayrıca; piyasadan kolaylıkla temin edilebilen normal boy tahta ve kalasların tutkallanması suretiyle, aşağıdaki tablo ve şekillerde (Şekil 3.5.) (Tablo 3.2.) ölçüleri belirtilen şekilde oluşturulan TTA yapı elemanları ile önemli büyüklükte ahşap taşıyıcı sistem oluşturulmuş, Üst başlığı eğri olmasına rağmen tutkaldan başka birleşim elemanı kullandığımızda, birleşim elemanlarında ortaya çıkabilecek sorunlar TTA yapı elemanları kullanıldığından oluşmamıştır.

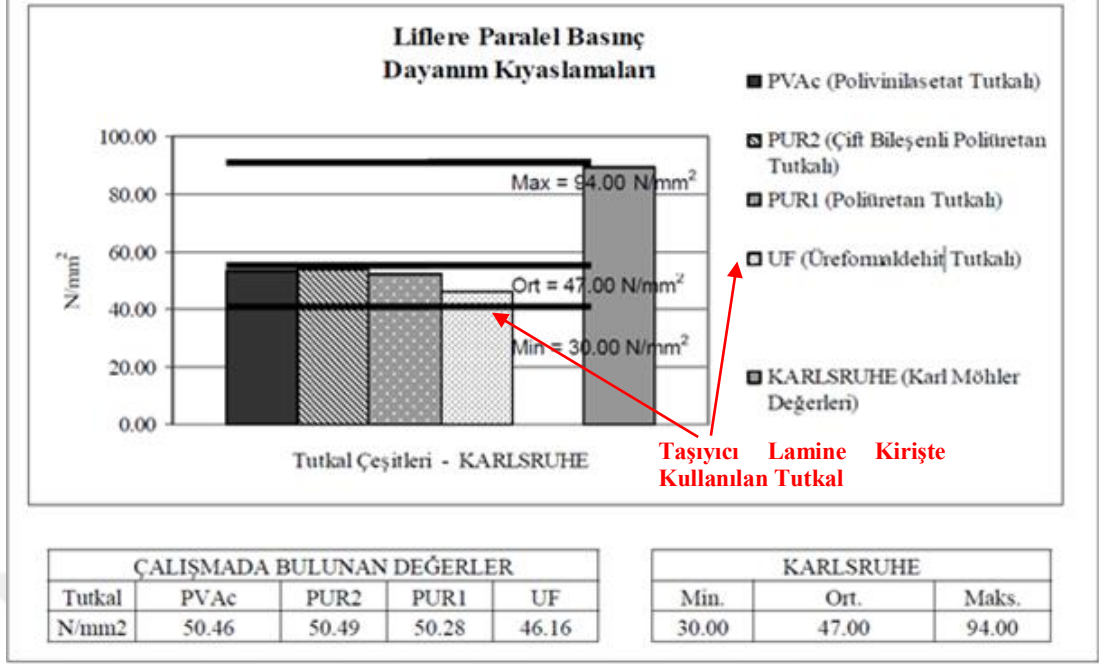
Olası bir yangında ise, tabloda kıyası yapılan çelik uygulamaya göre, büyük ölçüde ve yekpare olarak üretildiğinden tutkallı kesitlerin çevrelerinde meydana gelen kor tabakası yangının içeriye girmesini yavaşlatacak ve taşıyıcı sistem yıkılmadan uzunca bir müddet yük taşımaya devam edecektir.



Şekil 3.5. Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu farklı iki malzemeye göre lamine kirişin ağırlık mukayesesi şekli

Tablo 3.2. Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu farklı iki malzemeye göre lamine kirişin ağırlık mukayesesi tablosu

Malzeme Özellikleri	Eğri eksenli birleşik kesitli çelik profil kemer kirişi (2 x NPU 400/11/1,4)	Eğri eksenli tutkallı tabakalı ahşap kemer kirişi (24 x 50 cm)
Birim ağırlık	71,80 kg/mt (Bir adedi) (Bkz Ek J) 143,60 kg/mt (İki adedi)	72,00kg 1584,00 kg / 22 mt = 72,00 kg
Toplam Boy	22,00 mt	22,00 mt
Taşıma gücü σ em	1440,00 kg/cm² (Bkz Ek K)	300 kg/cm² (Bkz.Şekil 4.7)
Atalet Momenti $I = (b \cdot xh^3) / 12$	20.350 cm⁴ (Bir adedi) (Bkz Ek J) 40.700 cm⁴ (İki adedi)	$(24 \times 50^3) / 12 = 250.000 \text{ cm}^4$
Toplam Ağırlık Hesabı	22,00 mt x 143,60kg/mt = 3.159,20 kg	$0,24 \text{ mt} \times 0,50 \text{ mt} \times 22,00 \text{ mt} = 2,640 \text{ m}^3$ $2,640 \text{ m}^3 \times 1000 = 2640 \text{ dm}^3$ $2640 \text{ dm}^3 \times 0,6 \text{ kg/dm}^3 (\text{yoğunluk}) = \mathbf{1.584,00 \text{ kg}}$
Sonuç	Eğri eksenli tutkallı tabakalı ahşap kemer kirişi, Eğri eksenli birleşik kesitli çelik profil kemer kirişine göre yaklaşık %50 hafiftir.	



Şekil 3.6. Türk sarıçamında lamine ahşapların mekanik özellikleri [39]

Ağırlık mukayesesini inceledikten sonra şantiye montaj fotoğrafları aşağıda sunulmuştur (Şekil 3.7. - 3.8. , 3.9. , 3.10. , 3.11.).



Şekil 3.7. Kocaeli- Körfez yüzme havuzu şantiye montaj fotoğrafları (2013), [20]



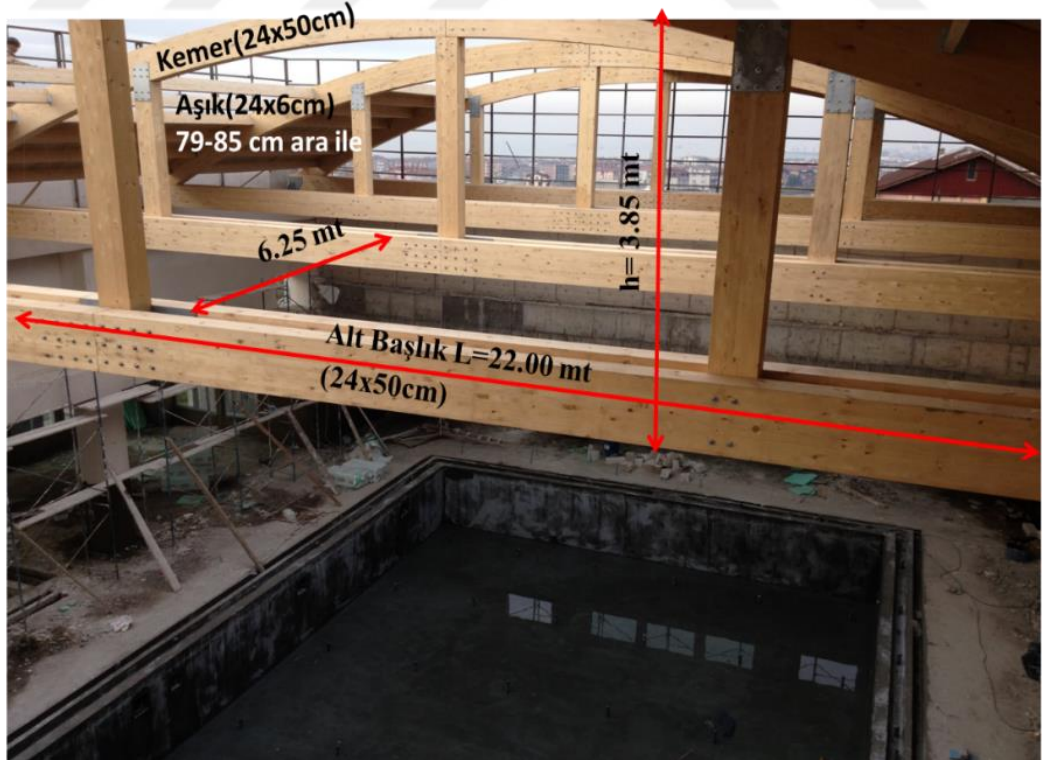
Şekil 3.8. Kocaeli- Körfez yüzme havuzu şantiye montaj fotoğrafları (2013), [20]



Şekil 3.9. Kocaeli- Körfez yüzme havuzu şantiye çatı montaj fotoğrafları (2013) [20]



Şekil 3.10. Kocaeli- Körfez yüzme havuzu şantiye çatı içeriden görünüş (2013), [20]



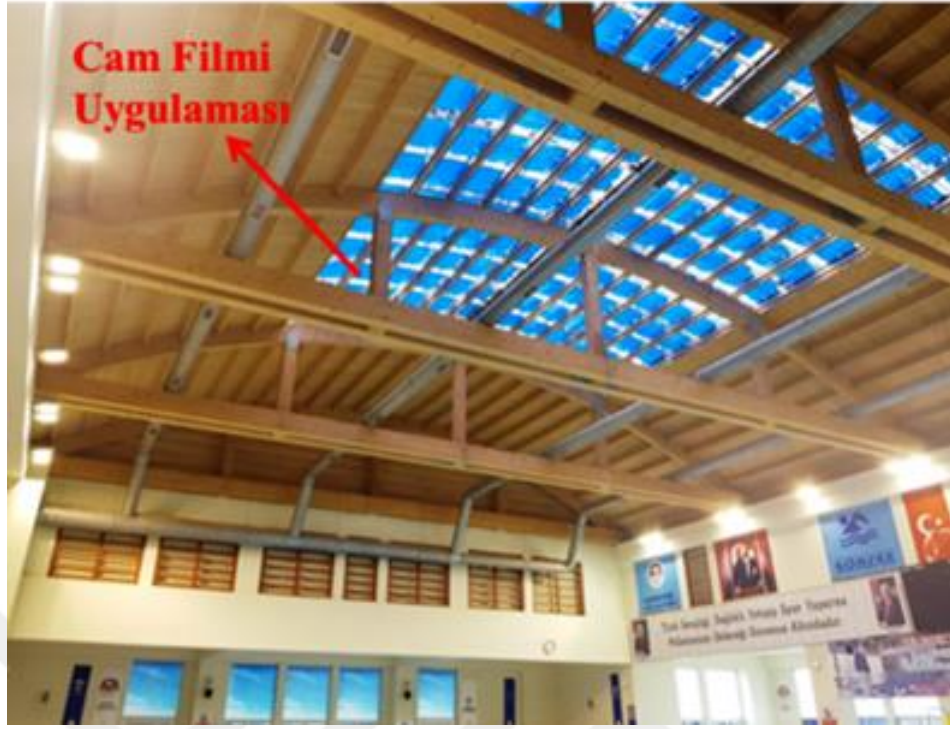
Şekil 3.11. Yurt içi örnek inceleme, Kocaeli-Körfez yüzme havuzu çatı yapı elemanları (2013), [20]

Yapının Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı elemanı ile yapılmış eğri eksenli kirişleri ve bağlantı noktalarını yerinde incelemek maksadı ile 22 Mart 2018 tarihli inceleme görselleri ise aşağıdaki gibidir (Şekil 3.12.- 3.13.- 3.14).

Yapılan görsel incelemenin sonucunda; yapının havuz kısmının üzerini örten çatı taşıyıcı sistemine ait TTA elemanları üzerinde, kapalı yüzme havuzlarında oluşan su buharı kaynaklı rutubet dayanıklılığı performansının gözlemlenebilir olması ve inşaatından sonra herhangi bir sorun, bozulmanın erken tespit edilmesinin sürdürülebilirlik açısından önemli bir durum olması incelemeden çıkan en önemli sonuçtur. Bununla birlikte, böyle bir yapıda yapısal bozulmaların periyodik yapılan rutin kontrol sonrasında diğer yapı malzemelerine göre(çelik, beton vs.) daha kısa sürede daha düşük malzeme ve işçilik maliyetleriyle giderilecek kusur olduğunun tespit edilmesi bir diğer sonuçtur.



Şekil 3.12. Yurt içi örnek incelemesi, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu, yapının inşasından 4 yıl sonra, 22 Mart 2018 tarihli resimleri



Şekil 3.13. Yurt içi örnek inceleme, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu, yapının inşasından 4 yıl sonra, 22 Mart 2018 tarihli resimleri



Şekil 3.14. Yurt içi örnek inceleme, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu, yapının inşasından 4 yıl sonra, 22 Mart 2018 tarihli resimleri

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanları İle Oluşturulan Ahşap Sistemlerin Ülkemizde Gelişme İmkânları Hakkında Öneriler

Türkiye'de yapı sektörü ekonominin önemli dallarından biridir ve ekonomimizin büyümesine paralel olarak. Ülkemizde yapı malzemeleri üretimi özellikle 1960 yıllarından itibaren önemli artışlar göstermiştir. Ancak hızlı nüfus artışı ile, diğer ülkelerdeki kişi başına düşen üretime göre karşılaştırma yaptığımızda üretimin gerek nitelik gerekse nicelik yönünden çok yetersiz olduğu anlaşılmaktadır. Geçmiş dönemlerdeki geleneksel yapı, teknoloji ve yapı malzemeleri bakımından yeterliydi. Ancak endüstrileşme ve onun getirdiği yeniliklerin, teknolojinin ülkemizde yeterince ilerlememesi kişi başına düşen üretimin azalmasına, yurt dışında yapılan örnek çalışmaların ülkemizde uygulanmasından çok, bu tür çalışmaların inceleme aşamasında kalmasına, dolayısıyla tutkallı tabakalı ahşap yapı sektöründe yetersiz kalmamıza yol açmıştır [22].

Günümüzde ise geçmişten farklı bir anlayışla 21. yy. Türkiye ekonomisindeki büyümeye paralel olarak birçok sektörde görüldüğü gibi ahşap yapı sektöründe, özellikle de tutkallı tabakalı ahşap yapı sektöründe de büyüme gözle görülmektedir. Yabancı ülkelerdeki kadar olmasa da tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının üretilmesini ve bu yapı elemanları ile ortaya çıkan ahşap yapıların hemen hemen her çeşidini ülkemizde görmekteyiz. Yerli üretim konusunda sayı olarak az da olsa üretim yapan firmalara da rastlanmaktadır.

Bununla birlikte; günümüz Türkiye'sinde her ne kadar üretimi yaygın olarak yapıldığı görülse de yapı sektöründeki gerek istenilen standartlar gerekse nitelik yönünden ülkemizde yetersiz sayılabilecek konulardan biri de bu tezde anlatılan tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının incelenmesi ve yapılarda taşıyıcı olarak kullanılması konusudur. Gerek teknoloji gerekse sağladığı çoğu kolaylıklar bakımından tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının Türkiye'de gelişme imkânları konusundaki öneriler şu şekildedir;

1- Her şeyden önce bu sistemin gelişmesi, bir eğitim ve öğretim sonucu olacaktır. Bu yüzden, halen eğitim veren, Memleketimizdeki Mimarlık, Mühendislik Fakültelerinde öğrenim gören, yarının Mimar, İç Mimar ve Mühendis adaylarının okumakta olduğu, "Ahşap Yapılar" dersinin zorunlu ders olması ve Ders içinde bu konuya da yer verilmesi gerekmektedir. Böylece konudan haberdar olan teknik elemanların sayısı çoğalacaktır. Dolayısıyla Üniversitelerin Lisans seviyesinde okutulan bu konu, konudan haberdar olan üniversite mezunlarının Yüksek Lisans, Doktora, Doçentlik, vs. seviyelerde araştırmaya sevk edecektir. Yapılan bu araştırmalar sayesinde eldeki bilgiler değerlendirilerek, çoğu bu konudan habersiz olan kişilere, konu hakkında yeterli bilgi verecektir.

2- Konunun uzman kişiler tarafından ortaya konmasından sonra T.S.E.' nün bu konu hakkında "Ahşap Yapılar Şartnamesi" ' nin ilgili bölümüne eklemiş olduklarına ilave ek şartnameler hazırlatarak yayınlatması gerekmektedir. İlgili standart hazırlanırken;

a. Türkiye'de mevcut tutkal cinsleri,

b. Ormanlarımızın bugünkü durumları, (vs) bilgiler ilave ekler halinde güncellenerek yayınlanmalıdır. T.S.E 'nün bu standartlar hazırlanırken uyması gereken bir diğer konusu ise; Yurt dışında bu konu ile ilgili standartların (DİN 1052, AITC 110-65, EuroCODE 5 vs.) Memleketimiz koşullarına göre revize edilmesi konusudur.

c. TSE'nin bu konu hakkında çıkarmış olduğu eski standartlara ilave olarak çıkaracağı her yeni şartname, Memleketimizde bu sistemin yaygın olarak uygulanmaya başlanmasında yapılan ilk adım olacaktır.

3- Yarışma ile yapmak kültürünün mimari üretimlerde gelişmesi ve bu yapı malzemesinin de kullanılmasını zorunlu kılacak şartnameler hazırlamak gereklidir. Bu malzemeyi direkt belirleyici tarifler yazarak ulusal yarışmaların açılması ve kazanan projenin de uygulanması malzeme kullanımı açısından teşvik edici olacaktır.

4- Kamu kuruluşları, organize sanayi bölgeleri ve özel teşebbüs iş birlikleri ile gerçekleştirilecek yeni üretimler teşvik edilmelidir. Bu üretimler çok disiplinli denetlenebilir, ulusal ya da uluslararası fonlar ile desteklenen AR-GE (araştırma ve geliştirme) merkezleri tarafından genişletmeli ve geliştirilmelidir. Elde edilen bilgiler, uzmanlara ve konu ile ilgili paydaşlara ücretsiz sunulmalıdır.

5- Ülkemizde halen faaliyetlerine devam eden, faaliyet konusu dayanışma, katılım ve paylaşım esaslarına dayanan bir sivil toplum örgütü olan, 2000 yılında kurulmuş

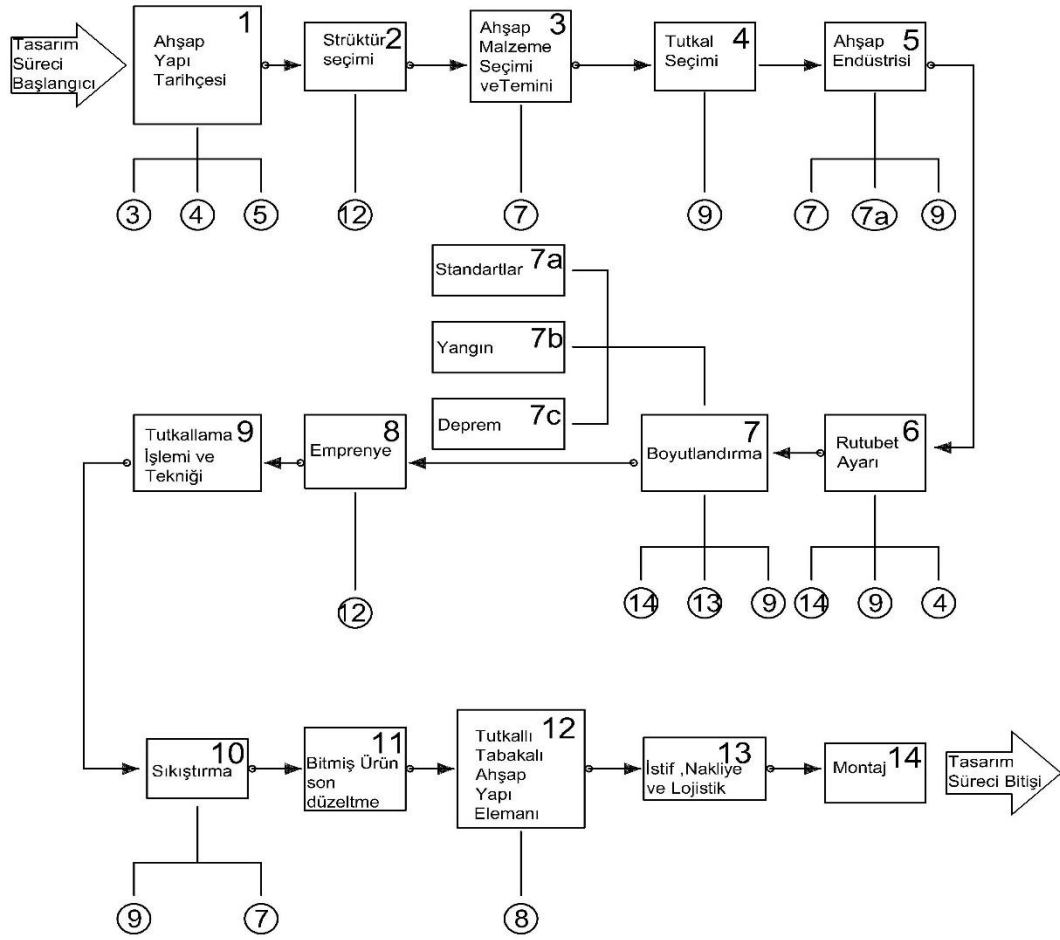
UAB (Ulusal Ahşap Birliği) derneği de, modern bilimin ahşaba verdiği önemi dikkate alarak, Anadolu coğrafyasının getirdiği gereklilikler ve kültürümüzden alınan ilhamla çalışmalar yapmaya devam etmelidir.

6- UAB Üyesi ve diğer tüm ilgililer, Ahşabın bir inşaat malzemesi olarak sahip olduğu değerleri üzerinde durulmasının takibini yaparak bilinçli ahşap tüketimini arttıracak projeleri ortaya çıkaran politikalar üretmeye devam etmelidir. Bu bağlamda girişimleri arttırmak için ahşap yapı ve üretimi üzerine farkındalık çalışmalarını üniversite, kamu kuruluşları, belediyeler ile örnek olarak gerçekleştirmelidirler.

7- Tezin özünde anlatıla konunun gelişmesi için Esas teşvik "Devlet" desteğiyle olmalıdır. Devletin bu konudaki gelişme imkânlarının çoğalması ve konunun teoriden pratiğe geçmesine ilişkin radikal kararlar alarak, uygulama safhasına geçmek için Merkezi İdare ve Yerel Yönetimler aracılığı ile atılımlar yapması lazımdır. Devlet eliyle Yapımı Planlanan ve ihale edilen Projelerde Tutkallı tabakalı Ahşap yapı elemanları ile oluşturulan bu sistemlerin kullanılması teşvik edilmelidir.

8- İlave olarak, Üniversitelerin bu konu ile ilgili adı geçen sorumlu Bakanlıklara; konunun memleketimize sağlayacağı yararları ve diğer faydalı özelliklerini belirten resmi bir yazıyı bu türden yazılmış örnek araştırma makaleleri, tezleri vs. bilimsel çalışmaları da ekleyerek göndermesi konusunda girişimde bulunması gerekmektedir.

Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları ile oluşturulan bu sistemin Türkiye'de daha da gelişmeye başlamasındaki ilk adım, ancak bu şekilde atılmış olacaktır. Bu önerilerin yanı sıra, TTA' nın üretiminden montajına kadar her aşamaya dikkat edilerek yapı taşıyıcı sistemine entegre edilmesi önemlidir. Günümüz tasarımlarında kullanımına karar verilerek kesinleşen projelerde taşıyıcı yapı elemanı olarak kullanılması planlanan TTA' nın üretiminden montajına kadar geçen sürede her aşamanın birbirleriyle olan ilişkilerinin de tarifi edildiği, tasarımcıların mutlak bilinmesi gerekenleri ise aşağıdaki şekilde tanımlamak mümkündür (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanı tasarımlarında mutlak bilinmesi ve uygulanması gerekenlere ait tüm aşamaları ilişkilendirilmiş şematik gösterim

Bu şemada gösterilenler, aşağıdaki şekilde detaylandırılmıştır.

1. Geçmişten günümüze Ahşap yapı tarihçesi kullanılan yapı teknikleriyle birlikte bilinmelidir. Gelişen Ahşap endüstrisine paralel olarak seçili strüktüre göre belirlenen ahşap malzeme için uygun tutkal seçiminde tarihsel gelişimin önemi büyüktür.
2. Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanı, kullanılacak yapının strüktür seçimine göre uygun ahşap cinsleri ile modellenerek (Hetzer, Kampf, Derix- Poppensieker, Wolff , DSB, Trigonit, Kontrplak gövdeli "I" kiriş vs.) yapıda kullanılmalıdır.
3. Ahşap malzeme seçimi ve temini, oluşturulacak tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanının boyutlarının oluşumu ve seçilen tutkal türü için önemlidir.

4. Tutkal seçimi (Tabii Tutkallar, Suni Tutkallar v.s), ahşabın cinsi ve tutkallı tabakalı ahşabın yapıda kullanılacağı yere ve ahşap endüstrisindeki en uygun tutkallama tekniğine göre seçilmelidir.

5. Gelişen ahşap endüstrisi içerisinde ahşap yapı tarihçesi de düşünüldüğünde standartlara bağlı olarak tutkallama tekniği, boyutlandırma ve rutubet ayarı yöntemleri bilinmelidir.

6. Ahşap yapılarda, kullanılan ahşap cinsine göre değişken ahşap rutubetlerinin ayarlanması konusunda ahşabın rutubetinin yapılarda kabul gören belirli bir standardı olmasına rağmen, Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanı ile yapı oluştururken kullanılacak aynı ahşap yapı elemanının rutubet standartlarında, kullanılan tutkalın cinsine ve yapının bulunduğu iklim koşullarına, ahşabın yapıdaki kullanım yerine, oluşturulan yeni boyutlarına göre değişiklik olabilir. Bu yüzden tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanı olarak kullanılacak ahşabın kendi özünün rutubet ayarı, uygulamada kullanılacağı yapının bulunduğu alanın iklim koşulları, yapıdaki kullanım yeri ve tutkal cinsi, tutkallama tekniğine göre düşünülerek ayarlanmalıdır.

7. Statik hesap sonucu güvenli boyutta oluşturulacak tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanının güvenli boyutunu sağlayan yapı keresteleri imalat öncesi mutlaka tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanının güvenli boyutuna uygun ölçüde boyutlandırılmalıdır. Bu sayede, Ahşap endüstrisi kullanılarak emprenye yapılmak kaydıyla hazırlanan uygun boyutlu ahşap yapı keresteleri uygun tutkallama tekniği ile yapıda kullanılacağı yere güvenli boyutta tasarlanan tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanı olarak gönderilecek ve montajı yapılacaktır.

7a,7b,7c. Boyutlandırma yapılırken ahşap endüstrisi imkânları ile yangın, deprem ve standart gereklilikleri yerine getirilmelidir.

8. Tutkallama yapılmadan önce ahşap elemanlara mutlaka emprenye uygulanmalıdır. Tercihen Tutkallama sonrası da yapılabilir. Ancak tutkallama sonrası yapılacak emprenye işlemlerinde, tutkallama işlemi tamamlanmış ahşabın boy uzunluğu emprenye makinaları için her zaman uygun olmayacağı unutulmamalıdır.

9. Gelişen Ahşap endüstrisi içerisinde Tutkallama işlemi ve tekniği, tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanının boyutuna, tutkal cinsine , ahşabın rutubetinin ayarlanmasının şekline, emprenye işleminin önceden veya sonradan yapılmasına, uygulanan presleme tekniğine ve tutkallı tabakalı ahşabın yapıdaki kullanım yerine göre farklılık gösterebilir.

10. Tutkallama işlemi tamamlandıktan sonra, hesaplar sonucu ortaya çıkan uygun pres yükü ve yöntemi ile tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanı, boyutuna, tutkallama tekniğine göre belirlenen süre boyunca pres altında bekletilmelidir.

11. Preslemenin tamamlanmasını takiben, yapı elemanı olarak kullanılmadan önce tutkallı tabakalı ahşap olarak presten çıkan ahşabın yüzeyi mutlaka son kez düzeltilmelidir.

12. Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanı bitmiş ürün olarak hazırlandıktan sonra tutkallama öncesi yapılmadıysa emprenye işlemi yapılarak, istif nakliye ve lojistik öncesi son kontroller yapılır. Etiketleme ve ambalajlama tamamlanarak, nakliye esnasında gereken koruyucu önlemler alınmalıdır.

13. Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanı, İstif, nakliye, lojistik kurallarına göre belirlenen standartlar çerçevesinde kullanım alanına güvenli bir şekilde gönderilir.

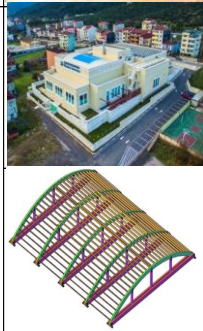
14. Yapıdaki kullanım yerine nakli sağlanan tutkallı tabakalı ahşabın montaj prensiplerine ve standartlara uygun olarak montajı tamamlanır.

4.2. Sonuç

Yabancı memleketlerde, başarı ile kullanılan ve uygulanan "tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının" yapı sektöründe sağladığı kolaylıklar çoğunluktadır. Sağladığı kolaylıkların yanında, Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarının herkes tarafından kolayca imal ve monte edilemeyecek bir niteliğe sahip olduğu anlatılan konudan çıkan önemli bir sonuçtur. Bu bağlamda, tez içerisinde örnekleri verilen yurt dışı (9 adet) uygulama örnekleri ile detaylı incelenen Kocaeli örneği dahil (4 adet) yurt içi uygulama örnekleri aşağıdaki şekillerde topluca bir kez daha sunulur, yapım yılına göre sıraya konulmuştur (Tablo 4.1.) (Tablo 4.2.). Geçmişten günümüze kadar gelen Tutkallı tabakalı ahşaptan üretilen tüm bu yapılara topluca bakıldığında, aslında

temel hedefin, Tez’de anlatılmaya çalışılan Tutkallı tabakalı ahşaptan üretilen yapı elemanlarının, yapıda, farklı nitelikte, boyutta ve fonksiyonellikte kullanılabilirliğinin ön plana çıkarılmasının hedeflenmiş olmasıdır. Her örneğin yapım teknolojileri ve TTA elemanının yapıda kullanılan yeri farklı olsa da Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanı kullanarak yapılan yapıların, güvenli, diğer yapı malzemelere göre hafif, yapılarda oluşabilecek yangın ve olası deprem gibi iki önemli kritere olumlu sonuçlarla dayanıklılık göstermesi, sürdürülebilir, yenilenebilir malzeme olmasının gösterilmiş olmasıdır ki bu da yukarıda bahsedilen sonucu desteklediği görülmektedir.

Tablo 4.1. Yurt içi örnekler toplu gösterim

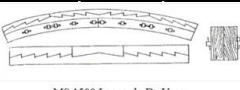
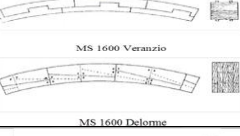
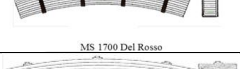
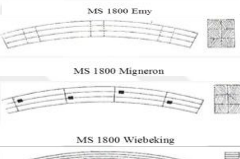
SIRA NO	YAPININ ADI	YAPI TÜRÜ	YAPIM YILI	MİMARİ	GÖRSELİ	YAPIM TEKNİĞİ	AÇIKLAMA	GÖRSELE AİT KAYNAK
1	İstanbul Özel İrmak Lisesi	OKUL YAPISI	1995	Mimar Nevzat Sayın		Eğri Eksenli Glulam Kirişler ve Lamine Çatı kaplama	Yapımında kullanılan kirişler tek eğrilikli kabuk şeklinde 20 mt açıklıktadır. Bu eğrisel kirişler 11 adet 20x80 cm kesitlidir. Hetzer sistemine göre yapılmıştır. Sistem aksları 600 cm, toplam alan ise 1200 m ² ’dir.	[42]
2	Gölcük-KOCAELİ Sas Otomotiv Ford Otosan Ofis Yapısı	OFİS YAPISI	2001	Asmaz Ahşap A.Ş		Lamine Ahşap Karkas Sistem	Yönetmelik gereği yangına dayanıklı olarak inşa edilen ahşap karkas yapı strüktüründe, EN normlarında sertifikalı Mosser yapısal ahşap ürünleri kullanılmıştır.	[68]
3	İstanbul Büyükşehir Belediyesi Avcılar Sosyal Tesisleri	SOSYAL TESİS	2008	Naswood A.Ş		Eğri Eksenli Glulam Kirişler ve Lamine Çatı kaplama	Yapı 3700 m ² alana sahiptir. 660 m ³ kereste kullanılmıştır. 22-26 mt açıklıkları değişen 126 adet farklı radüse sahip kiriş kullanılarak çatısı tamamlanmıştır.	[63]
4	Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Kocaeli, Körfez Yüzme Havuzu	SPOR YAPISI	2013	Lamine Kiriş Üretim Firması: Binder Holz GmbH Duisburg-Avusturya Lamine Kiriş Montaj Firması: Naswood A.Ş		Eğri Eksenli Glulam Kirişler	Arsa Alanı 7.400,00M ² , Bina Taban Alanı 3808,00M ² , Havuz Alanı 555,00M ² dir. Lamine Kiriş Modellemesi ve Ek Yerleri Teşkil; Eğri eksenli Glulam (24x50 cm - L=22,00mt) Finger Joint Sistemi kullanılarak yapılmıştır. Lamine malzemelerin tamamı 1. Sınıf Sarıçam’dır. Kullanılan Tutkal Rezorsin formaldehit tutkalıdır.	[20]

Tablo 4.2. Yurt dışı örnekler toplu gösterim

SIRA NO	YAPININ ADI	YAPI TÜRÜ	YAPIM YILI	MİMARİ	GÖRSELİ	YAPIM TEKNİĞİ	AÇIKLAMA	GÖRSELE AİT KAYNAK
1	Güney Dakota, Rushmore Dağı Ulusal Anıtı Yakınında, Üst Üste Yapılmış İki Köprü	YOL VE KÖPRÜ YAPISI	1966	Bilinmiyor		Eğri Eksenli Glulam Kemer Kirişler	Üst üste yapılmış iki köprüden üstteki yolun 47.2 m açıklıklı kemer ile taşıtıldığını görmekteyiz	[59]
2	Portland, (OR) ABD'deki Toplu Terminal Binası	DEMİRYOLU YAPISI	1997	Western Wood Structures, Inc.		Eğri Eksenli Glulam Kirişler ve Lamine Çatı kaplama	Yapı 635,5 m. uzunluğunda, 48,8 m genişliğinde, 25,9 m yüksekliğinde, 390 vagon kapasitelidir.	[63]
3	Minden - North Rhine-Westphalia, Germany- Kapalı Yüzme Havuzu	SPOR YAPISI	1998	Derix Group, Mimar Randall Stout Architects Los Angeles (ABD)		Şirket Patentli Poppensieker + Derix Konstrüksiyon Tipi	İç ve dış 50 metrelik yüzme havuzları, Yüzme havuzu, 8 şerit 50m veya 16 şerit 25m'de (bölme indirilmiş olarak) kullanılabilir.	[58]
4	Strazburg'daki Avrupa Konseyi Parlamenterler Meclisi Binası	KAMU YAPISI	1999	SERS Group Martin R, Rodo T, Jean F. B, Alain B, René H. A, Laurent M. F., ve Gaston F.		Eğri Eksenli Glulam Konsol Kolon	Yapının kat alanları toplamı 220.000 m2 dir. çatı taşıyıcıları incelendiğinde düşeydeki kolon/kiriş ilişkisi bütün olarak düşünülmüş, eğri eksenli akslar üzerinde mafsallı, tutkalı glulam taşıyıcılar kullanılmıştır	[62]
5	İtalya'daki S. Giovanni Rotondo himayesinde Padre Pio Hac Kilisesi	DİNİ YAPI	2004	Mimar Renzo Piano		Eğri Eksenli Farklı Kesitte Glulam	6000 m2 yapı alanı bulunan kilisede beton temeller üzerine, yatayda ve düşeyde tüm taşıyıcılar, farklı kesitte ve konstrüksiyonda tutkal tabakalı olarak tasarlanmıştır.	[61]
6	ABD Buckley / Washington 'daki Üç Açıklıklı Raylı Demir Yolu Köprüsü	KÜLTÜR YAPISI	2008	Western Wood Structures, Inc		Eğri Eksenli Glulam Kemer Kirişler , Lamine Çerçeve Sistem	5,50 m Genişliğindeki Demiryolu köprüsü sırasıyla 38 m, 39 m, 35m olmak üzere üç açıklıklı olacak şekilde tasarlanmıştır.	[64]
7	Dalston Lane Londra 'da tasarlanan 121 Birim Konut Bloğu	TOPLU KONUT YAPISI	2012	Waugh Thistleton		CLT (Çapraz Lamine Ahşap)	Dalston Lane, 33 m yüksekliğinde 10 katlı, dıştan, çekirdek duvarlardan zemin katlara ve merdivenlere kadar tamamen CLT'den (Çapraz Lamine Ahşap) yapılmıştır.	[67]
8	Tacoma / Washington'daki LeMay - Amerika'nın Klasik Otomobil Müzesi	KÜLTÜR YAPISI	2012	Mimar Alan Grant		Eğri Eksenli Glulam Çerçeve Sistem, Lamine Çatı Kaplaması	350 Otomobil kapasiteli, yılda yaklaşık 400.000 kişinin ziyaret ettiği bir müzedir.	[65]
9	Messe Stuttgart'taki Yeni Fuar Binasının 10. salonu	KÜLTÜR YAPISI	2016	Derix Group		Eğri Eksenli Glulam Kirişler	67 m uzunluğa kadar 47 ana ve konsol kirişi ve toplam 1.700 m³ yapılandırılmış lamine ahşaptan toplam hacim sağlamıştır.	[57]

Tez içerisinde anlatılanlardan çıkan sonucu destekleyen bir başka önemli konu da, doğada var olan ahşabın birleştirme elemanı olarak tutkal kullanmak suretiyle hazırlanan aşağıdaki şekilde gösterilen TTA yapı elemanının geçmişten günümüze ne kadar aşama kaydederek geliştiği konusudur (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. TTA Yapı elemanının geçmişten günümüze gelişimi

SIRA NO	MALZEME ADI	İLK KULLANIM YILI	İLK KULLANAN	GÖRSELİ	GÖRSELE AİT KAYNAK
1	İlk Tutkalı Tabakalı Birleşimler	M.S 1500	Leonardo da Vinci		[62]
2		M.S 1600	Veranzio, Delorme		[62]
3		M.S 1700	Del Rosso		[62]
4		M.S 1800	Emy, Migneron, Wiebeking		[62]
5		M.S 1900	Otto Hetzer		[62]
6	Yonga Talaş Levhalar	1908	Avusturya		[14]
7	Lif Levhalar	1915	ABD		[14]
8	Yonga Levhalar	1941	Almanya		[14]
9	Glulam	1940 Sonrası	Almanya		[43]
10	Lamine Kaplama Kereste- (LVL)	1969	Truss Joist Corp		[44]
11	Paralel Şerit Kereste - (PSL)	1970	Trus Joist MacMillan		[16]
12	Tabakalı Şerit Kereste- (LSL)	1990 'ların Başı	MacMillan Bloedel Ltd.		[18]
13	Çapraz lamine Ahşap - CLT	2000 Sonrası	ABD ve Avrupa		[17]

Ancak, tezden çıkan sonuç; memleketimizde, "Ahşap Yapılar Şartnamesi" içinde bu konuyla ilgili hükümlerin yeteri kadar olmayışı, gerekli teknik eleman yetersizliği, makine ve teçhizatın yetersiz oluşu nedeni ile henüz yaygın olarak uygulanmaya başlanılmamasıdır. Ayrıca;

Kocaeli örneği incelemesi ile ilgili sonuç değerlendirmesi yapılırsa, Yüzme havuzuna ait. TTA çatı elemanlarının üretimi, yapıldığı yıl itibariyle Avusturya firması yerine günümüzde olduğu gibi 5 yıl öncesi de üretim yapabilen Türk firmalarına yaptırılabilirdi. Montajın zaten Türk firmalarına yaptırıldığı düşünüldüğünde üretim fiyatları ile birlikte üretim sonrası nakliye fiyatlarının da azalması kaçınılmaz olacaktı. Bununla birlikte havuz yapılarının metal konstrüksiyon kullanılarak yapılmamış olması, yapıda 4 yıl sonraki incelemelerde korozyon gibi bir problem yaşanmamış olması seçilen taşıyıcı sistemin doğru bir tercih olduğunu göstermektedir. Ancak çatı yüzeyinde yapılan şeffaf kaplamanın ahşap kaplama ile birleşimindeki detay yetersizliğinden dolayı gözlemlenen yer yer yüzey rutubetlenmesinin artmış olması bir detaylandırma hatasıdır. Oluşturulan detayda ekstra önlem alınmıştır. Ancak; İki farklı malzemenin birleşim detayı ekstra önlem gerekmeden doğru detay ile çözülebilirdi. Her şeye rağmen yapının çatı taşıyıcı sisteminde (kısmen) TTA kullanılması, TTA üzerinde oluşan veya oluşacak her türlü deformasyonun erken teşhisi, oluşan hasarın kolay, hızlıca giderilecek nitelikte olması, diğer yapı elemanlarına göre önemli bir avantajdır.

KAYNAKLAR

- [1] Duman N., *Tutkallı Ahşap Yapılar*, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul 1964.
- [2] Erşen N., "Tutkal Birleşimli Ahşap Taşıyıcı Sistemler" Bugünkü Durumları ve Gelişme İmkânları" Doçentlik Tezi, İDMMA, 1975.
- [3] Duman N., Ökten S., *Ahşap Yapı Dersleri 1*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gümüşsuyu Matbaası, İstanbul 1981.
- [4] Eriç M., Dünün ve Bugünün Ahşap ve Ahşaptan Üretilmiş Malzemenin Türkiye Şartları İçinde Yapıda Rasyonel Kullanılma İmkânlarının Araştırılması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 1972.
- [5] Dietz A.G.H., *Materials of construction: wood, plastics, fabrics*. D. Van Nostrand Company, 1949.
- [6] Eriç M., Zaman İçinde Ahşap ve Mimari, *Yapı*, 1982, **43**.
- [7] Beckett D., Marsh P., *An introduction to structural design: timber*. Surrey University Press. 1974.
- [8] Arun G., *Yıldız Teknik Üniversitesi 2. Uluslararası Konferansı*, Mukogawa Women's Univ., Nishinomiya, Japan, July 14-16, 2012.
- [9] Öztank N., Traditional Timber Turkish Houses and Structural Details. In *10th World Conference on Timber Engineering, Miyazaki, Japan* 2008.
- [10] Emre Kışalı Arşivi, 2013
- [11] Koca G., (2018). Seismic Resistance of Traditional Wooden Buildings in Turkey, Görselin bulunduğu kaynak web sitesi https://www.researchgate.net/publication/328419188_Seismic_Resistance_of_Traditional_Wooden_Buildings_in_Turkey (Ziyaret Tarihi: 16.03.2019)
- [12] Manual T. C. (1974). American Institute of Timber Construction. Englewood, Colorado, 80110.
- [13] Wikiwand Panneau (menuiserie) [http://www.wikiwand.com/fr/Panneau_\(menuiserie\)](http://www.wikiwand.com/fr/Panneau_(menuiserie)) (Ziyaret Tarihi: 30.07.2018).
- [14] Mobilya Dekorasyon, <http://www.mobilyadergisi.com.tr/haber/turkiyede-yonga-ve-lif-levha-sektoru> (Ziyaret Tarihi: 30.07.2018).

- [15] Engineered Wood Solutions, Laminated Veneer Lumber <http://ewsolutions.net/our-products/laminated-veneer-lumber-lvl/> (Ziyaret Tarihi: 30.07.2018).
- [16] Çavuş V., I-214 (*Populus X euramericana*) melez kavak klonundan fenol formaldehit ve üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilmiş paralel şerit kerestelerin (PŞK) bazı fiziksel ve mekanik özellikleri, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş 2008, 237780.
- [17] Ulusal Ahşap Birliği, Ahşap Yapı Sistemleri, CLT Celalettin Akça. <http://www.ahsap.org/assets/pdfDocs/etkinlik-2/Ahsap-yapi-sistemleri-CLT-celalettin-akca.pdf> (Ziyaret Tarihi: 30.07.2018).
- [18] Bridge Hunter, Eagle River Bridge, <https://bridgehunter.com/mi/keweenaw/eagle-river/> (Ziyaret Tarihi: 30.07.2018).
- [19] Tokyay V., Tutkallı Tabakalı Ahşap Teknolojisi, Yapı Dergisi, 1998, **197**, 114-118.
- [20] Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Arşivi, 2014
- [21] Samur M., Kağıt sanayiinde kullanılabilecek laminasyon tutkalı hazırlanması ve bazı özelliklerinin incelenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2007, 199754.
- [22] Eriç M., "Yapı Teknolojisinin Gelişiminde Malzeme Sorunları" *Yapı Dergisi*, 1985, **2** (1), 60-66.
- [23] Vick C. B., "Adhesive Bonding of Wood Materials", The Encyclopedia of Wood, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1999.
- [24] Zorlu İ., *Ağaç İşleri Konstrüksiyon Bilgisi Temel Ders Kitabı*, Milli Eğitim Bakanlığı Yayını, İstanbul, 1999.
- [25] Ahşap ile ilgili Genel Bilgiler, <http://www.artisansofthevalley.com>, (Ziyaret Tarihi: 22.04.2011).
- [26] Karlsen G.G., "Wooden Structures" Moscow, 1967.
- [27] Sağlam B.A., Büyük Açıklıklı Yapılarda Prefabrike Betonarme, Çelik ve Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Dolu Gövdeli Kirişlerin Karşılaştırılması ve Bir Örnek Üzerinden İrdelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2009, 252086.
- [28] Görselin bulunduğu kaynak web sitesi <http://www.oranmimarlik.com.tr/userfiles/icerik/ahsapProje/belge/tutkalliTabakalanmis/1.jpg> (Ziyaret Tarihi: 16.03.2018).
- [29] Bir kompozit ahşap üretici firmanın resmi web sitesi, <https://holz-house.ru/en/production/factory-tour> (Ziyaret Tarihi: 16.03.2018).

- [30] Groneman C.H., "Genaral Woodworking" Mc. Graw Hill Company, 1955.
- [31] Bir kompozit ahşap üretici firmanın (İnterzum) resmi web sitesi, <http://www.ttjonline.com/features/bucking-the-glulam-trend-4209576/> (Ziyaret Tarihi: 15.03.2019).
- [32] Görselin bulunduğu kaynak web sitesi <http://www.glulam.co.uk/images/inzell3.jpg> (Ziyaret Tarihi: 15.03.2019).
- [33] Görselin bulunduğu kaynak (Vermont Timber Works) web sitesi <http://www.vermonttimberworks.com/blog/top-ten-coolest-timber-frames-by-vtw-according-to-mike-5/> (Ziyaret Tarihi:15.03.2019).
- [34] Tokyay V., (1997), TTA Teknolojileri, www.oranmimarlik.com.tr/ (Ziyaret Tarihi: 15.03.2019).
- [35] Şener Y., Ahşabın Öyküsü, *Art Decor*, 1999, **79**, 146-158.
- [36] Mutlubaş F., Çağdaş Yapımda Ahşabın Kullanılması, Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 1999, 83830.
- [37] Structural Composite Lumber & Glue Laminated Timber, American Wood Council, Görsellerin bulunduğu kaynak web sitesi <https://www.woodaware.info/pdf/glulam-scl.pdf> (Ziyaret Tarihi:15.03.2019).
- [38] Mönck W., "Mönck-Holzbau"-1977.
- [39] Öztürk B. R., Arioğlu N., Türk Sarıçamında Lamine Ahşapların Mekanik Özellikleri, *İ.T.Ü. Dergisi*, 2016, 5 (2), 25-36.
- [40] Construction, Flooring, Roofing, Timber In Building, Walls Easi-Joists – Best Performance, Less Cost January 10, 2014, Görselin bulunduğu kaynak web sitesi <https://specifierreview.com/2014/01/10/easi-joists-best-performance-less-cost/> (Ziyaret Tarihi:18.03.2019).
- [41] Görselin Bulunduğu Kaynak Web Sitesi: <http://www.derix.de/en/produkte> (Ziyaret Tarihi: 15.03.2019).
- [42] Yılmaz D.G., Ahşap kompozit elemanlarla oluşturulmuş geniş açıklıklı sistemlerin incelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2011, 297026.
- [43] Kallesoe Machinery A/S, Bir kompozit ahşap üretici firmanın resmi web sitesi, <http://kallesoemachinery.com/products/wood/laminated-wood-products/glulam.aspx> (Ziyaret Tarihi: 15.03.2019).
- [44] Metsä Wood Kerto, Bir kompozit ahşap üretici firmanın resmi web sitesi, <https://www.woodproducts.fi/tr/metsa-wood-kertor-lvl-qp-beam> (Ziyaret Tarihi: 15.03.2019).

- [45] Şenol D., Büyük açıklıklı mekanların tutkallı tabakalı ahşap sistemler ile geçilmesi Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2001, 106321.
- [46] Mimarizm, Mimarlık ve Tasarım Yayın Platformu, (2011) Görselin bulunduğu kaynak web sitesi http://www.mimarizm.com/haberler/barselona-nin-masum-arenasi-40-yillik-yalnizligini-noktaliyor_116877 (Ziyaret Tarihi: 15.03.2019).
- [47] Friendly Rentals, Görselin bulunduğu kaynak web sitesi <https://blog.friendlyrentals.com/en/opening-of-arenas-shopping-centre-in-barcelona-in-march-2011/> (Ziyaret Tarihi: 19.03.2019).
- [48] Sauna Bad Duerrheim, Görselin bulunduğu kaynak web sitesi <http://11qa.mapuaownage.com/sauna-bad-duerrheim.html> (Ziyaret Tarihi: 19.03.2019).
- [49] Oran Mimarlık, İzmir, Görselin bulunduğu kaynak web sitesi <http://www.oranmimarlik.com.tr/userfiles/icerik/ahsapProje/belge/tutkalliTabakalanmis/2.jpg> (Ziyaret Tarihi: 08.01.2019).
- [50] Şenay A., Lamine Edilmiş Ağaç Malzemenin Teknolojik Özellikleri. İstanbul Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul, 1996, 66163.
- [51] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu Genel İnşaat şartnamesi (Yapıda Ahşap Teknik Şartnameleri). <http://www.ahsap.org/bilgi/standartlar-ve-sartnameler/> (Ziyaret Tarihi: 16.12.2018).
- [52] Altunkaya P., Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Strüktür Sistemlerinin Mimaride Kullanım Olanakları, KATÜ, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 2007, 212117.
- [53] Eriç M., "Yapılarda Yangının Malzemeye Etkisi" *1.Yangın Ulusal Kurultayı* ODTÜ-Ankara.
- [54] Erdoğan E., "Yapıda Ahşabın Korunması" *Yapı Koruyucular Semineri*. 1984.
- [55] Kalay E., Tutkallı Tabakalı Ahşap ve Çelik Malzemeli Taşıyıcı Yapı Elemanlarının Form ve Açıklık Kriterleri Açısından İncelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 2006, 202515.
- [56] Gurkõnys K., Kvedaras A. ve Kavaliauskas S., (2005). Behaviour evaluation of "sleeved" connectors in composite timber-concrete floors. *Journal of Civil Engineering and Management*, **277** (4), 277-282. 10.1080/13923730.2005.9636358.
- [57] Baulinks, 2017, Görselin bulunduğu kaynak web sitesi <https://www.baulinks.de/webplugin/2017/1366.php4> (Ziyaret Tarihi: 19.03.2019).

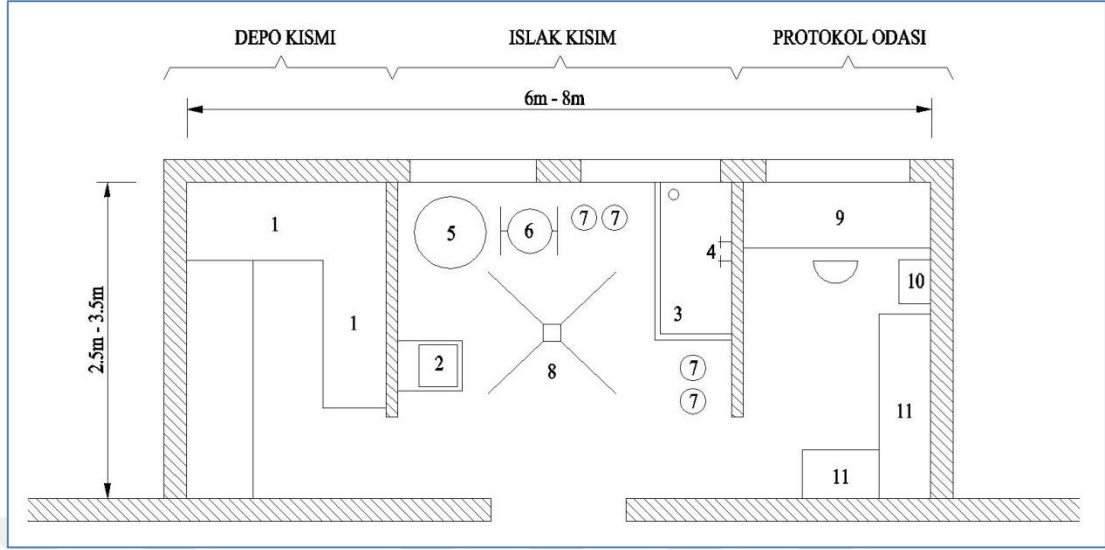
- [58] Görselin bulunduğu kaynak web sitesi https://www.glued-laminated-timber.com/publish/binarydata/gallery/17_freizeitbad_minden/minden2web.jpg (Ziyaret Tarihi: 15.03.2019).
- [59] Wikimedia Commons, Görselin bulunduğu kaynak web sitesi https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Keystone_Wye_Bridges.jpg (Ziyaret Tarihi 08 01 2019).
- [60] Türk Standartları Enstitüsü, <https://www.tse.org.tr/> (Ziyaret Tarihi: 11.06.2019).
- [61] Yapıyla ilgili fotoğrafların yer aldığı web sitesi https://www.mimoo.eu/images/5550_1.jpg (Ziyaret Tarihi: 01.12.2018).
- [62] Görselin bulunduğu kaynak web sitesi https://www.ntv.com.tr/dunya/trumpin-kudus-karari-akpm-gundemine-tasinacak,lw294eWX-UCiQBb_U6SHQ (Ziyaret Tarihi: 01.12.2018).
- [63] Western Wood Structures, Görselin bulunduğu kaynak web sitesi https://www.westernwoodstructures.com/wp-content/uploads/2012/11/_port-terminal-building.jpg (Ziyaret Tarihi: 15.03.2019).
- [64] Western Wood Structures, Görselin bulunduğu kaynak web sitesi https://www.westernwoodstructures.com/wp-content/uploads/2012/11/_pier-ce-county-wood-bridge.jpg (Ziyaret Tarihi: 08.01.2019).
- [65] Western Wood Structures, Görselin bulunduğu kaynak web sitesi https://www.westernwoodstructures.com/wp-content/uploads/2012/11/_port-terminal-building.jpg (Ziyaret Tarihi: 08.01.2019).
- [66] Foster R., Reynolds T. and Ramage M. (2018). What is tall timber? Towards the formal classification of timber as a material of tall building design. *World Conference on Timber Engineering 2018*, 20- 23 Ağustos, 2018 Seul, Güney Kore.
- [67] Görselin bulunduğu kaynak web sitesi <https://www.theb1m.com/video/dalston-lane-the-worlds-largest-timber-building> (Ziyaret Tarihi 08.01.2019).
- [68] Asmaz Ahşap A.Ş., Görselin bulunduğu kaynak web sitesi <https://www.asmazahsap.com> (Ziyaret Tarihi: 15.03.2019).
- [69] Naswood Nasreddin Group, Görselin bulunduğu kaynak web sitesi <https://i.ytimg.com/vi/hwm2u-vPegA/maxresdefault.jpg> (Ziyaret Tarihi : 15.03.2019).
- [70] Kocayusuf HM1300, Görselin bulunduğu kaynak web sitesi <https://urun.makinatorkiye.com/otomatik-tutkal-surme-makinesi-kocayusuf-hm1300-p-100144building> (Ziyaret Tarihi: 20.03.2019).
- [71] Güzel N. ve Yesügey S. C., Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Malzeme ile Çok Katlı Ahşap Yapılar . *Mimarlık*, 2015, **382**, 60-65.

- [72] Güzel N. ve Karaman Ö. Y., Sürdürülebilir Bir Alternatif Olarak Çok Katlı Ahşap Yapılar. *Ege Mimarlık*, 2015, **91**, 30-35.
- [73] Somer E., Sürdürülebilir ve Ekolojik Yapı Elde Etmede Ahşap Kullanımı. *Mimarlık*, 2010, **354**, 52 -61
- [74] Solver Kimya, Makaleler, <http://www.solverkimya.com/site/makaleler/tutkal-ve-yapistiricilar-makaleleri/tutkal-ve-yapistirici-turleri.html> (Ziyaret Tarihi: 11.06.2019).
- [75] Prusa Kimya İthalat İhracat San. ve Tic. Ltd. Şti, https://prusakimya.com.tr/kazein_yapistiricilar_tutkallar.html (Ziyaret Tarihi: 11.06.2019).
- [76] Sunar Mısır Entegre Tesisleri San. ve Tic. A.Ş. <http://www.sunarmisir.com.tr/urun/dekstrin/> (Ziyaret Tarihi: 11.06.2019).
- [77] GN İnşaat, <https://www.gninsaat.com.tr/rezorsin-formaldehit-ve-kaucuklu-tutkallar> (Ziyaret Tarihi: 11.06.2019).
- [78] Oran Mimarlık, <http://www.oranmimarlik.com.tr/> (Ziyaret Tarihi: 11.06.2019).
- [79] Özen R. ve Özçifçi A., Emprenyeli Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*) Odunundan Üretilen Lamine Ağaç Malzemelerin Yanma Özellikleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2001, **7**(1): 131-138.
- [80] Pehlivan, G. F. Tarihî Yapılarda Pasif Yangın Önlemlerinin Artırılmasına Yönelik Bir Yöntem Önerisi. Selçuk Üniversitesi, Doktora tezi, Konya, 2017.
- [81] Frangi A., Fontana M., Hugi E. and Jübstl R., Experimental analysis of cross-laminated timber panels in fire. *Fire Safety Journal*, 2009, **44**, 1078-1087.
- [82] Su J., Lafrance P-S., Hoehler M. ve Bundy M. (2018). Fire Safety Challenges of Tall Wood Buildings –Phase 2: Task 2 & 3 – Cross Laminated Timber Compartment Fire Tests. National Fire Protection Association. NFPA report: FPRF-2018-01.
- [83] AITC (American Institute of Timber Construction) (2012). Timber Construction Manual: Sixth Edition. 10.1002/9781118279687.



EKLER

Ek- A



Şekil A.1. Standart bir tutkal mutfağının şematik görünüşü, Erşen' den tekrar düzenlenmiştir [2]

Mutfakta sırasıyla;

1-Tutkal ve Sertleştiricinin muhafaza edildiği yer

2-Terazi

3-Lavabo

4-Sıcak ve Soğuk Su musluğu

5-Tutkal Karıştırıcı

6-Hareketli sıvı haldeki sertleştirici kabı

7-Tutkal Kapları

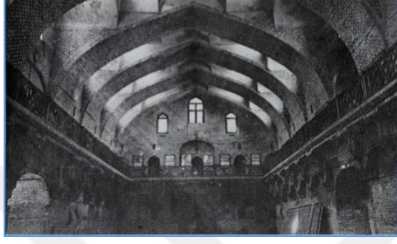
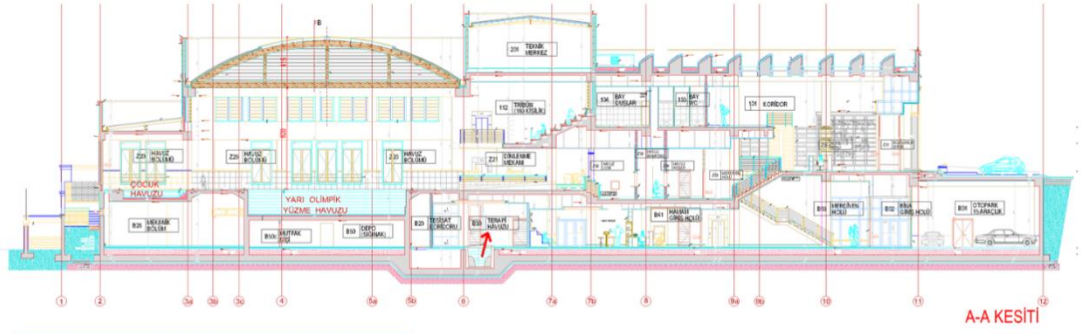
8-Suyun Akış Yeri

9-Yazı Masası ve Tutkal defterinin bulunduğu yer

10-Rutubet ölçer

11-Tutkal Sürme ve Rutubet ölçme aletlerinin, ufak tutkal kaplarının bulunduğu yer

Ek – B



Şekil B.1. Körfez yüzme havuzu kesiti ve tasarım parametreleri: Bağdat, Ortmah Han, dolaylı ışık ve güneş panelleri

Ek – C



Şekil C.1. Körfez yüzme havuzu ahşap çatı makasları ve güneş panelleri görselleri

Ek – D



Şekil D.1. Gezilebilir yan bahçeler

Ek – E

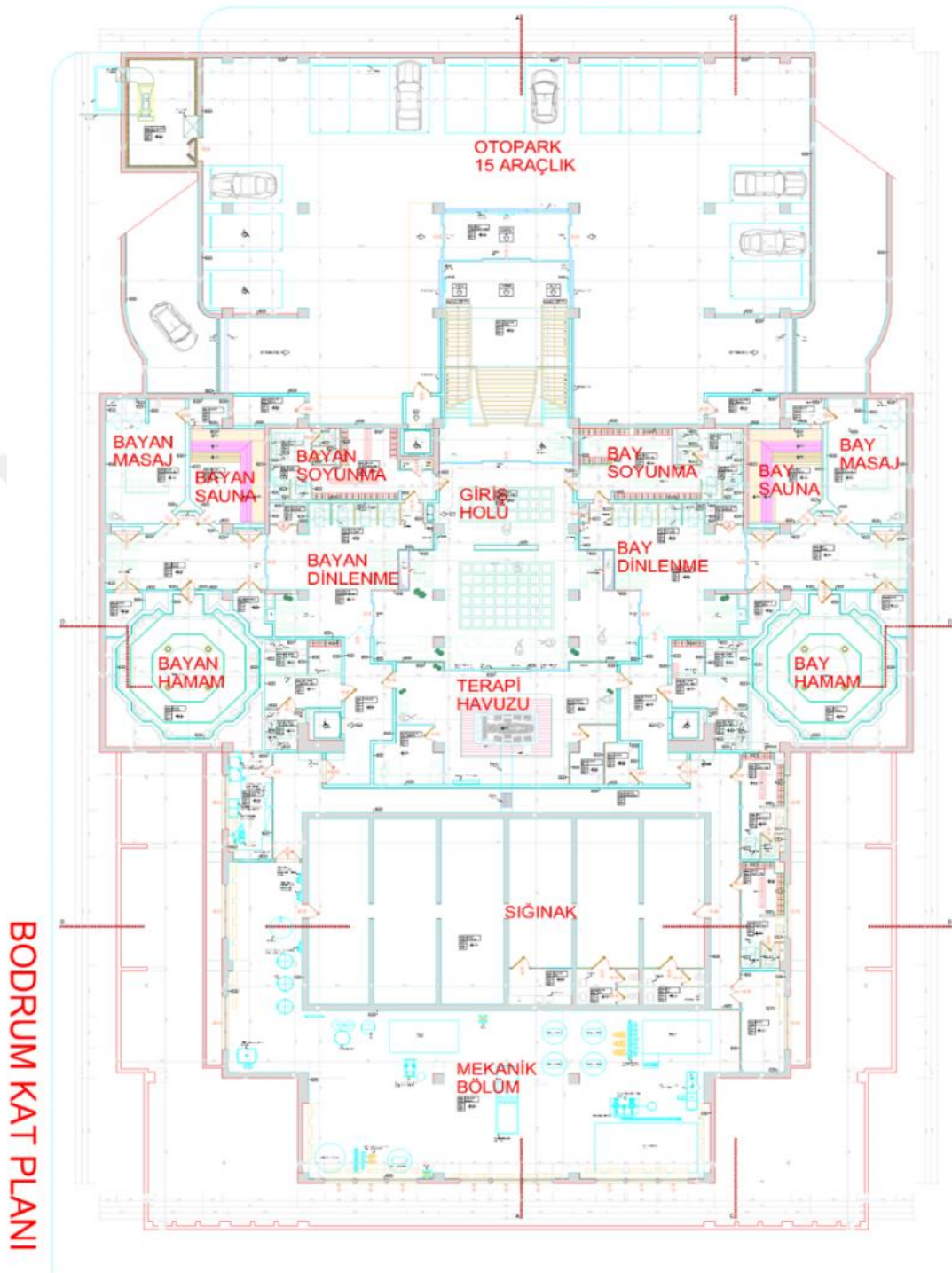


Şekil E.1. Körfez yüzme havuzu uydu görüntüsü (Körfez Belediyesi yüzme havuzu ve spor kompleksi - spor salonu çamlı tepe mahallesi Yunus Emre cd. No:18 41780 Körfez/Kocaeli)



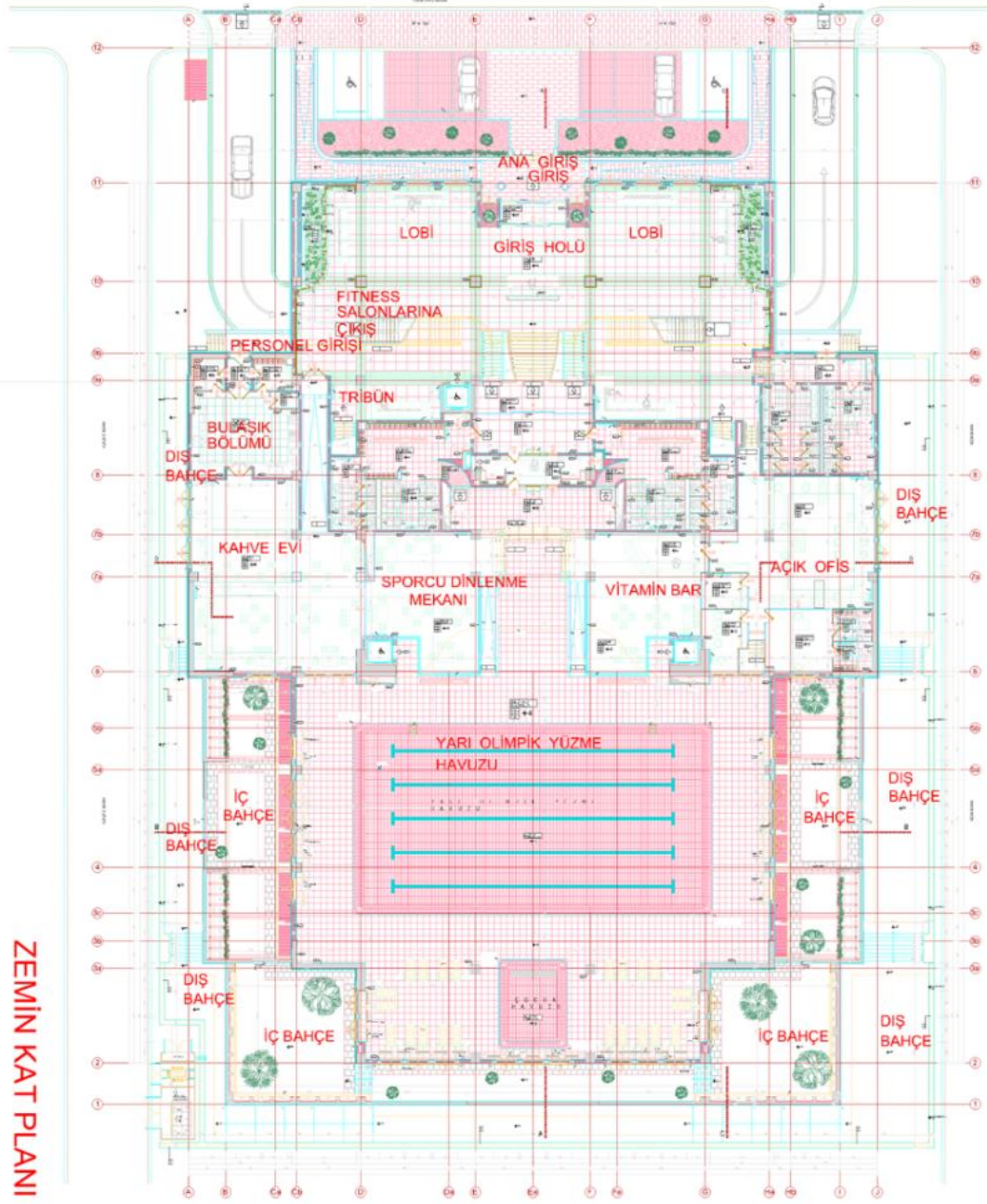
Şekil E.2. Yurt içi örnek inceleme, Kocaeli- Körfez yüzme havuzu tesis açılış fotoğrafları (Nisan 2014)

Ek – F



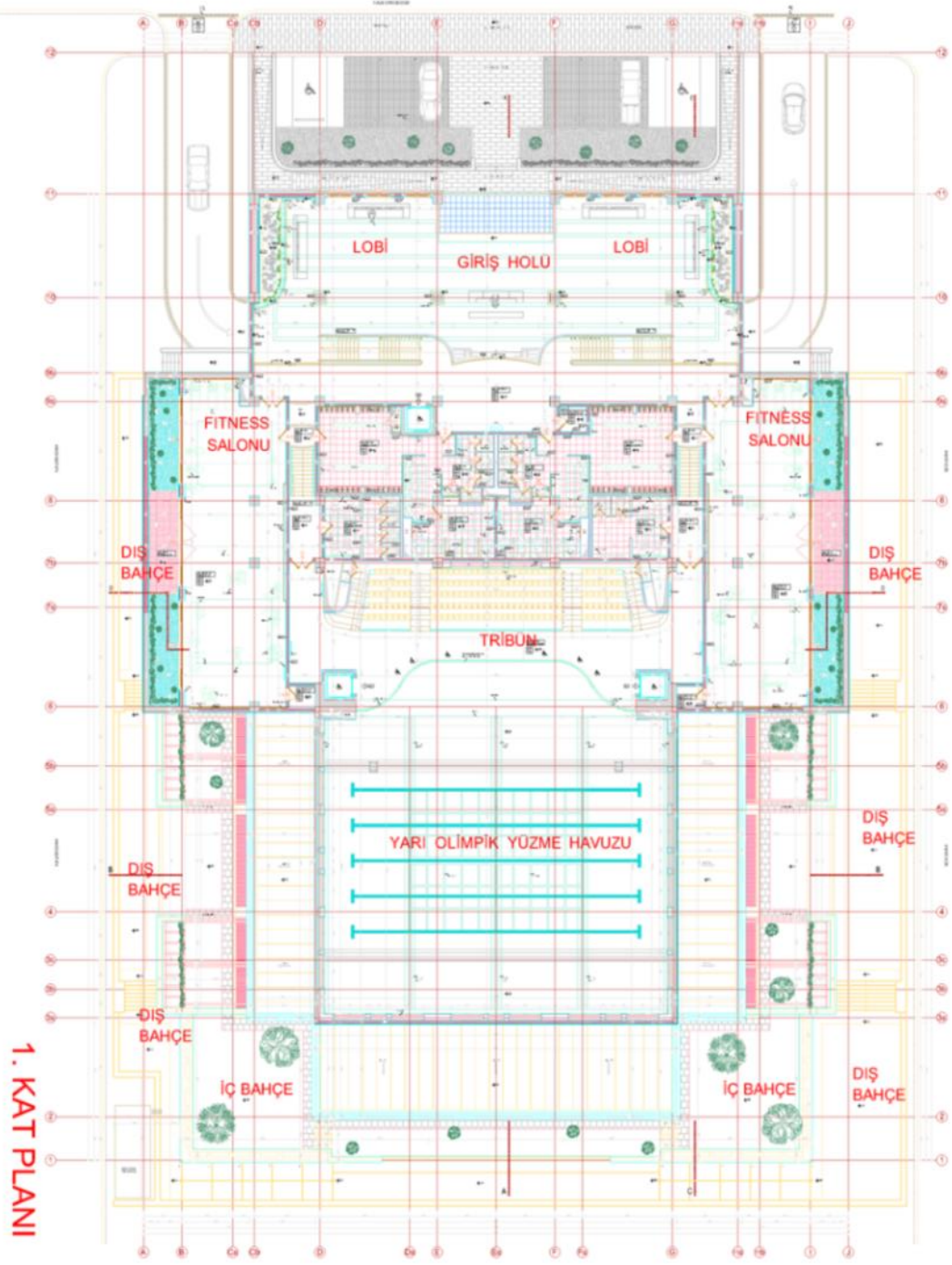
Şekil F.1. Körfez yüzme havuzu bodrum kat planı

Ek – G



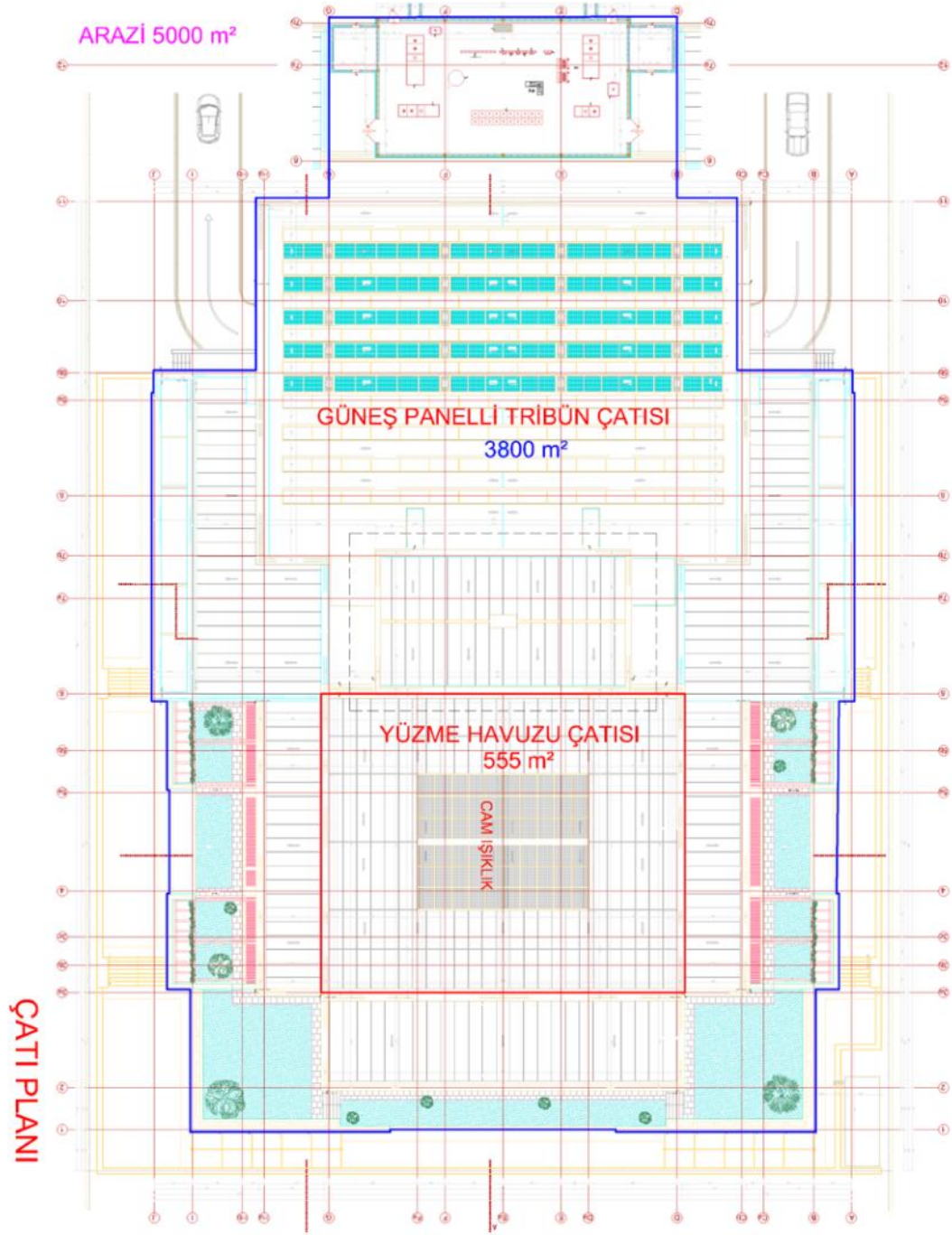
Şekil G.1. Körfez yüzme havuzu zemin kat planı

Ek – H



Şekil H.1. Körfez yüzme havuzu 1. kat planı

Ek – I



Şekil I.1. Körfez yüzme havuzu çatı kat planı

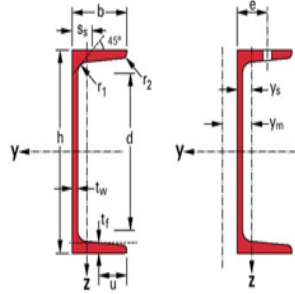
Ek – J

Tablo J.1. U Profil tablo değerleri

Avrupa kesit U- profiller

DIN 1026-1, 2000, NF A 45-202 (1983)

UPN



KESİT	ÖLÇÜLER							KESİT ALANI	TASARIM ÖLÇÜLERİ				YÜZEY ALANI		KESİT	KUVVETLİ EKSEN y-y					
	G	h	b	t _w	t _f	r ₁	r ₂		A	d	Ø	e _{min}	e _{max}	A _L		A _G	G	I _y	W _{el,y}	W _{pl,y}	I _y
	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	mm		mm	mm	m ² /m	m ² /t		kg/m	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm ²
UPN 100	10,6	100	50	6	8,5	8,5	4,5	13,5	64	-	-	-	0,372	35,1	UPN 100	10,6	206	41,2	49	3,91	6,46
UPN 120	13,4	120	55	7	9	9	4,5	17,0	82	-	-	-	0,434	32,52	UPN 120	13,4	364	60,7	72,6	4,62	8,8
UPN 140	16,0	140	60	7	10	10	5	20,4	98	M12	33	37	0,489	30,54	UPN 140	16,0	605	86,4	103	5,45	10,41
UPN 160	18,8	160	65	7,5	10,5	10,5	5,5	24,0	115	M12	34	42	0,546	28,98	UPN 160	18,8	925	116	138	6,21	12,6
UPN 180	22,0	180	70	8	11	11	5,5	28,0	133	M16	38	41	0,611	27,8	UPN 180	22,0	1350	150	179	6,95	15,09
UPN 200	25,3	200	75	8,5	11,5	11,5	6	32,2	151	M16	39	46	0,661	26,15	UPN 200	25,3	1910	191	228	7,7	17,71
UPN 220	29,4	220	80	9	12,5	12,5	6,5	37,4	167	M16	40	51	0,718	24,46	UPN 220	29,4	2690	245	292	8,46	20,62
UPN 240	33,2	240	85	9,5	13	13	6,5	42,3	184	M20	46	50	0,775	23,34	UPN 240	33,2	3600	300	358	9,22	23,71
UPN 260	37,9	260	90	10	14	14	7	48,3	200	M22	50	52	0,834	22	UPN 260	37,9	4620	371	442	9,99	27,12
UPN 280	41,8	280	95	10	15	15	7,5	53,3	216	M22	52	57	0,89	21,27	UPN 280	41,8	6280	448	532	10,9	29,28
UPN 300	46,2	300	100	10	16	16	8	58,8	232	M24	55	59	0,95	20,58	UPN 300	46,2	8030	535	632	11,7	31,77
UPN 320	59,5	320	100	14	17,5	17,5	8,75	75,8	246	M22	58	62	0,982	16,5	UPN 320	59,5	10870	679	828	12,1	47,11
UPN 350	60,6	350	100	14	16	16	8	77,3	282	M22	56	62	1,047	17,25	UPN 350	60,6	12840	734	918	12,9	50,84
UPN 380	63,1	380	102	13,5	16	16	8	80,4	313	M24	59	60	1,11	17,59	UPN 380	63,1	15760	829	1014	14	53,23
UPN 400	71,8	400	110	14	18	18	9	91,5	324	M27	61	62	1,182	16,46	UPN 400	71,8	20350	1020	1240	14,9	58,55

Ek – K

Tablo K.1. Çelik malzemenin emniyet gerilme değerleri

EMNİYET GERİLMELERİ				
	$\sigma_{emn} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$		$\tau_{emn} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	
	EY	EİY	EY	EİY
St37	1440	1660	831	956
St52	2160	2484	1247	1434

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Kayakıran S.,Kishalı E. Dünden Bugüne Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarının İncelenmesi ve Yapılarda Taşıyıcı Olarak Kullanılması Üzerine Öneriler,*Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*,2019, **4** (1), 34-50. DOI: 10.30785/mbud.450537.



ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Adana’da doğdu. İlk, Orta ve Makine Teknik Lisesini İstanbul’da bitirdi. Yüksek tahsilini İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesinde tamamlayarak 1988 yılında mezun oldu.

Askerliğini Ankara Jandarma Genel Komutanlığında Proje Kontrol Subayı olarak yaptı. 1995 yılına kadar özel sektörde İnşaat uygulamaları konusunda çeşitli şantiyelerde Kontrol Mühendisi ve Kontrol Şefi olarak çalıştı. 1995 yılından itibaren Merkezi Almanya Doğu Berlin’de bulunan Arge Walter Bau GmbH Proje Şirketince planlanan Askeri Konut İnşaatı uygulamaları için Ukrayna-Kiev Şantiyesinde çalıştı.

Kamudaki çalışmalarına 1998 de İzmit Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Daire Başkanlığı İnşaat Şube Müdürlüğünde Kontrol Mühendisi olarak başladı. 2006 yılında Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Dairesi Başkanlığı İhale İşleri Kesin Hesap Şube Müdürlüğünde Kesin Hesap İnceleme Şube Şefi olarak görevlendirildi. 2010-2012 yılları arası İhale İşleri Kesin Hesap Şube Müdürlüğüne Şube Müdürü olarak vekâlet etti. 2012 yılından itibaren Fen İşleri Dairesinde faaliyet gösteren Birim Fiyat ve Standartları inceleme Biriminde görevlendirildi. 2015 yılında Etüt ve Proje Şube Müdürlüğü Proje Şube biriminde görevlendirildi. 2017 Yılında Yeni Kurulan Etüt ve Projeler Dairesi Başkanlığı, Üst Yapılar Proje Müdürlüğünde görevlendirildi. (Temmuz 2019 itibariyle Etüt Projeler Dairesi, Yapı Kontrol Dairesi olarak değiştirilmiştir.) Kamudaki çalışmalarına ilave olarak gereğinde İhale Komisyon Üyeliği, Emlak ve İstimlak Dairesi Taşınmaz Mallar Şube Müdürlüğü’nce gerçekleştirilen Taşınmaz Teslim ve Devirlerde Taşınmaz Devir Teslim Komisyonu üyeliği (Asil Üye) görevlerini de yürütmektedir.

Halen Yapı Kontrol Dairesi Başkanlığı Etüt Proje Müdürlüğünde görev yapmakta olan Sinan KAYAKIRAN, 2001 yılından beri Kocaeli İli Adliyesinde Adalet Komisyonuna bağlı olarak, Adli ve İdari Yargıdaki davalara bilirkişilik yapmaktadır. TMMOB Mimarlar Odası 46. Dönem Bilirkişi ve Gayrimenkul Değerleme Komitesi Üyesidir. Ayrıca; Adalet Bakanlığınca Yetkilendirilmiş TMMOB Mimarlar Odası adına Temel Bilirkişilik Eğitimliği yapmaktadır ve TMMOB Kocaeli Mimarlar Odası 9. Dönem Soruşturma ve Uzlaştırma Kurulu Asil Üyeliği bulunmaktadır. Kamudaki çalışmalarına ve Adalet Bakanlığı Sakarya Bilirkişilik Bölge Kurulu’na bağlı Bilirkişi olarak çalışmalarına devam etmekte olan Sinan KAYAKIRAN İngilizce bilir, evli ve 1 çocuk babasıdır.