

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BÜYÜK AÇIKLIKLI MEKANLARIN TUTKALLI
TABAKALI AHŞAP SİSTEMLER İLE GEÇİLMESİ

106321

Mimar Dilek Şenol

FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Elemanları Programında
Hazırlanan

106321

YÜKSEK LİSANS TEZİ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Günsel Alver

Yrd. Doç. Dr.
GÜNSEL ALVER

Y. Doç. Dr. Meral AMBERK

İSTANBUL, 2001

Doç. D. Fevziye ALKÖZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTIMA LİSTESİ.....	i
ŞEKİL LİSTESİ.....	ii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Sorunun Belirlenmesi.....	1
1.2 Amaç.....	1
1.3 Kapsam.....	2
1.4 Yöntem.....	2
2. TUTKALLI TABAKALANMIŞ AHŞAP.....	4
2.1 Tarihçe.....	5
2.2 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Üretimi.....	7
2.2.1 Tabakaların Seçimi ve Hazırlanması.....	7
2.2.2 Doğal ve Yapay Kurutma.....	9
2.2.3 Tutkallanacak Yüzeyin Hazırlanması Ve Tabakaların Uç Uca Eklenmeleri.....	10
2.2.4 Tutkalların Hazırlanması ve Bağlayıcıların Uygulanması.....	11
2.2.4.1 Tutkal Cinsleri.....	12
2.2.4.2 Tutkalın Uygulanması.....	14
2.2.5 Kalıplama /Presleme işlemleri.....	19
2.2.6 Bitirme İşlemleri.....	24
2.3 Ön Montaj İşlemleri.....	26
2.4 Nakliye.....	27
2.5 Yerinde Montaj.....	29
2.6 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Özellikleri.....	31
2.6.1 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Sunduğu Mimari Tasarım Olanakları.....	31
2.6.2 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Ekonomik Özellikleri.....	31
2.6.3 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Fiziksel Özellikleri.....	32
2.6.4 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Taşıyıcı Sistem Özellikleri.....	33
2.6.5 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Çevresel Etmenler Açısından Özellikleri.....	35
2.6.6 Tutkallı tabakalı ahşabın Kaynak Kullanımı ve Ekolojik Açından Özellikleri....	36
3. TUTKALLI TABAKALI AHŞAP YAPI ELEMANLARININ ÜRETİMİ.....	37
3.1 Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarının Üretim Sistemleri.....	37
3.1.1 Hetzer.....	37
3.1.2 Kaempfer.....	38
3.1.3 Dsb.....	39

3.1.4	Trigonit.....	40
3.1.5	Kontraplak Gövdeli Kiriş Sistemleri.....	40
3.2	Tabakalı Tutkallı Ahşap Sistemlerde Kullanılan Yapı Elemanlarının Üretim Standartları.....	41
3.2.1	Kirişlerin Üretimi.....	41
3.2.1.1	Düz Kirişler.....	42
3.2.1.2	Trapez Kirişler.....	43
3.2.1.3	Eğrisel Kirişler.....	44
3.2.2	Çatı Makaslarının Üretilmesi.....	44
3.2.3	Üç Mafsallı Çerçeve Sistemler.....	45
3.2.4	Geodezik Uzay Sistemler.....	47
3.2.5	Kolonların Üretimi.....	48
4.	TUTKALLI TABAKALANMIŞ AHŞAP SİSTEMLERİN BÜYÜK AÇIKLIKLI MEKANLARDA UYGULANMASI.....	51
4.1	Büyük Açıklıklı Mekanlarda Uygulanan Tutkallı Tabakalı Ahşap Sistemin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Diğer Sistemler İle Karşılaştırılması.....	56
4.1.1	Fiziksel Özellikler.....	56
4.1.2	Mekanik Özellikler.....	59
4.2	Büyük Açıklıklı Yapılarda Kullanılan Kabukların Boyutsal Değerleri ve Biçimsel Özellikleri.....	64
4.2.1	Silindirik kabuk sistemler	66
4.2.2	Kırık kabuk sistemler.....	68
4.2.3	Eliptik paraboloid kabuk sistemler.....	69
4.2.4	Konik kabuk sistemler.....	71
2.5	Hiperboloid paraboloid kabuk sistemler.....	73
5.	SONUÇ.....	77
	KAYNAKLAR.....	79
	EKLER	
Ek 1	Tutkallı Tabakalı Ahşap Sistemler İle Oluşturulmuş Yapılar.....	81
Ek 2	Din 1052.....	101
	ÖZGEÇMİŞ.....	104

KISALTIMA LİSTESİ

cm²:	Santimetre Kare
foot:	0.304 m
G:	1000m ² Yapıştırma Yüzeyine Sürülen Tutkal Miktarı(Kg)
kgf:	Kilogramfors
m³:	Metreküp
mm:	Milimetre
MUF:	Melamin-Formaldehit
°C:	Santigrat
PRF:	Poliester- Diizosianat- Formaldehit
sn:	Saniye
W:	100 Kg Tutkaldaki Su Miktarı



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Ms1500, Leonardo Da Vinci5
Şekil 2.2	Ms1600, Veranzio.....5
Şekil 2.3	Ms1600, Delorme5
Şekil 2.4	Ms 1700 Del Rosso5
Şekil 2.5	Ms 1800, Emy6
Şekil 2.6	Ms 1800, Migneron6
Şekil 2.7	Ms 1800, Wiebeking6
Şekil 2.8	Ms 1900, Hetzer.....6
Şekil 2.9	Tabakaların Fırınlanması.....10
Şekil 2.10	Ahşabın boyuna yönde uç uca eklenmesi.....11
Şekil 2.11	Tabakaların tutkalanması.....12
Şekil 2.12	İmalat projesine göre hazırlanmış kalıplara yerleştirilen tabakalar 24 saat boyunca preslenir.....19
Şekil 2.13	Düz boyutlu mekanik presleme kalıbı..... 21
Şekil 2.14	Gerilim laması ve kalıp ile eğri formlu parçanın lamine edilmesi..... 21
Şekil 2.15	Hidrolik preste erkek dişi kalıpla karışık formla parçanın lamine edilmesi..... 22
Şekil 2.16	Erkek-dişi kalıpla eğri formlu parçanın lamine edilmesi..... 22
Şekil 2.17	Forma göre ayarlanabilen mekanik kalıp.....23
Şekil 2.18	Forma göre ayarlanabilen büyük boyutlu lamine eleman kalıbı (hidrolik)..... 23
Şekil 2.19	Lamine elemanlarda uygulanan bağlantı detayları ve elemanları..... 25
Şekil 2.20	Çelik bağlantılarının yapılması26
Şekil 2.21	Çelik bağlantılarının yapılması27
Şekil 2.22	Çelik bağlantılarının yapılması27
Şekil 2.23	Kara yolu ile elemanların uygun nakliye araçları ile sahaya nakil edilmesi ... 28
Şekil 2.24	Tutkallı tabakalı ahşap elemanların yüklenmesi..... 29
Şekil 2.25	Sahada montaj30
Şekil 2.26	Sahada montaj30
Şekil 3.1	Hetzer kirişi37
Şekil 3.2	Kaempff kirişi.....38
Şekil 3.3	Dsb kirişi39
Şekil 3.4	Trigonit kirişi40
Şekil 3.5	Kontrplak gövdeli kiriş41
Şekil 3.6	Düz kiriş42
Şekil 3.7	Trapez kiriş43
Şekil 3.8	Eğrisel kiriş44
Şekil 3.9	Çatı makası44
Şekil 3.10	Çatı makası45
Şekil 3.11	Çerçeve sistem.....46
Şekil 3.12	Çerçeve sistem.....46
Şekil 3.13	Geodezik uzay sistem.....48
Şekil 3.14	Kolon nokta detayları48
Şekil 3.15	Kolon nokta detayları49
Şekil 3.16	Kolon nokta detayları49
Şekil 3.17	Lamine ahşap kolon kesitleri.....50
Şekil 4.1	Çelik ve ahşabın yangına karşı davranışı..... 62
Şekil 4.2	Mukavemeti biçimine bağlı taşıyıcı bir sistem oluşturulması..... 66
Şekil 4.3	Silindirik Kabuklara Etki Eden Kuvvetler.....67

Şekil 4.4	Silindirik Kabukların Uygulandığı Formlar.....	67
Şekil 4.5	Silindirik Kabuklarda Uygulanması Gereken Boyutsal Oranlar.....	67
Şekil 4.6	Kırık Kabukların enkesiti	68
Şekil 4.7	Kırık Kabuklara Etki Eden Kuvvetler.....	68
Şekil 4.8	Kırık Kabuklarda Uygulanan Çeşitli Fomlar.....	69
Şekil 4.9	Kırık Kabuklarda Uygulanması Gereken Boyutsal Oranlar.....	69
Şekil 4.10	Eliptik Paraboloid dönel yüzeyler.....	69
Şekil 4.11	Eliptik Paraboloid yüzeyler.....	70
Şekil 4.12	Eliptik Paraboloid formlar.....	70
Şekil 4.13	Eliptik Paraboloid Kabuklara Etki Eden Kuvvetler Oranlar.....	71
Şekil 4.14	Konik Kabuklarda Uygulanan Çeşitli Fomlar.....	71
Şekil 4.15	Konik Kabuklarda Uygulanan Çeşitli Fomlar.....	72
Şekil 4.16	Konik Kabuklara Etki Eden Kuvvetler.....	72
Şekil 4.17	Konik Kabuk formlar.....	72
Şekil 4.18	Hiperboller.....	73
Şekil 4.19	Hiperboloid Paraboloid Kabuklarda Uygulanan Çeşitli Fomlar.....	74
Şekil 4.20	Uç rijitleştiricilere oturan Hiperboloid Paraboloid Kabuk.....	75
Şekil 4.21	Hiperboloid Paraboloid Kabuklara Etki Eden Kuvvetler.....	75
Şekil 4.22	Hiperboloid Paraboloid Kabuklarda Uygulanması Gereken Boyutsal Oranlar.....	75

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	Tutkallama Hatası ve Sebepleri.....	15
Çizelge 2.2	Tutkallı Tabakalı Ahşaptaki Rutubet Artışının Direnç Üzerine Etkisi.....	17
Çizelge 2.3	Ağaç Cinsine Göre Uygulanması Gereken Pres Basıncı.....	20
Çizelge 4.1	Tutkallı Tabakalı Ahşabın Özelliklerinin Diğer Sistemlerle Karşılaştırılması..	80



ÖNSÖZ

Ülkemizde ahşap malzeme iç dekorasyonda yoğun olarak kullanılmasına rağmen taşıyıcı olarak düşünülmemektedir ve kullanılmamaktadır. Oysa ki Avrupa'daki en eski ahşap binalar ülkemizde bulunmaktadır ve ahşap yapılar geleneksel Osmanlı mimarisi ile özdeşleşmiş durumdadır. Fakat son yıllarda betonarmenin yapı sektöründeki ağırlığına rağmen, ahşap yapı uygulamaları çok azdır. Bunun nedeni geleneksel ahşap yapım sistemlerinin bilinmesine rağmen yeterince uygulanmaması ve ahşap ile ilgili gerekli çalışmaların ve teknolojik yenilemelerin yapılmamasıdır. Tutkallı tabakalı ahşap masif ahşabın kullanımından yola çıkarak geliştirilmiş şeklidir. Gerekli yerlerde kullanılmamasının ve de diğer yapım sistemleri için alternatif olarak değerlendirilmesinin nedeni tutkallı tabakalı ahşabın yeterince bilinmemesidir.

Bu araştırma, tutkallı tabakalı ahşabın da Türkiye'de kullanılan yapım sistemlerine bir alternatif olabileceğini, taşıyıcılık özelliklerini ve deprem bölgesi olan ülkemizde kullanımının getireceği artılara dikkat çekmek için yapılmıştır. Bu çalışmada tutkallı tabakalı ahşabın üretim, uygulama, mekanik ve fiziksel özelliklerine dikkat çekilerek, büyük açıklıklar için de ne kadar uygun olduğu düşünülerek yapılmıştır.

Araştırmacı kendisini bu çalışmaya yönelten, yöntem ve kapsam konusunda değerli görüşleri ile kendisine katkıda bulunan tez yürütücüsü sayın Yrd. Doç. Dr. Günsel Alver'e, teşekkür eder.

İstanbul, Aralık, 2001

Dilek Şenol

ÖZET

Tez çalışmasında yurtdışında özellikle Amerika ve Avrupa' da kullanılan tutkallı tabakalı ahşap sistemlerin yurdumuzda da kısa süre içinde kullanılmaya başlanacağı ve yaygınlaşacağı düşüncesinden yola çıkılarak tutkallı tabakalı ahşap sistemler her yönüyle incelenmiş ve özellikle büyük açıklıklarda kullanımı ele alınmıştır.

Tez beş bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde tezin amacı, kapsamı ve aktarılmasındaki yöntem belirtilmektedir.

İkinci bölümde tutkallı tabakalı ahşabın tarihçesi, üretim aşamaları, üretiminde kullanılan tutkallın tarifi ve tutkallı tabakalı ahşap eleman oluşturulmasında tutkallın ahşaba kattığı olumlu özellikler ve tutkallı tabakalı ahşabın özellikleri aktarılmaktadır.

Üçüncü bölümde tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanlarının üretimi, üretim sistemleri ve üretim standartları aktarılmaktadır.

Dördüncü bölümde ise tutkallı tabakalı ahşap sistemlerin büyük açıklıklı mekanlarda uygulanması aktarılmaktadır. Bu bölümde tutkallı tabakalı ahşabın uygulandığı büyük açıklıklı mekanlar ile ilgili genel bilgi verilmektedir. Ardından büyük açıklıklı mekanlarda uygulanan tutkallı tabakalı ahşap sistemin fiziksel ve mekanik özelliklerinin diğer sistemler ile karşılaştırılması yapıp, bu karşılaştırmadan yola çıkılarak tutkallı tabakalı ahşap sistemler ile oluşturulan büyük açıklıkların geçilmesinde uygulanan formların sınıflandırması yapılmıştır. Bu sınıflandırmada büyük açıklıklarda kullanılan kabukların boyutsal değerleri ve biçimsel özellikleri açıklanmaktadır.

Beşinci bölüm ise sonuç bölümüdür. Tutkallı tabakalı ahşap sistemlerin kullanımının getireceği sonuçlar açıklanmaktadır.

Anahtar kelimeler: ahşap, tutkallı tabakalı ahşap,

ABSTRACT

In this research, the glued laminated wood ,glulam, that is used in USA and EUROPE is studied with the thought of it will be used in our country in a very short time and it will become wide spread.

In the first chapter, the aim of the research and the way of study are explained.

In the second chapter, the history of glued timber structures, production stages, the characteristic of glue that is used in the production of glued laminated timber, the characteristics of glulam that is added by glue during the productions of glued laminated timber construction materials is studied.

The production of glued laminated timber construction materials , methods of production and standarts of production are explained in the third chapter .

The fourth chapter includes the application methods of glued laminated timber in large spaces In this chapter, the general information about the large spaces that is constructed by glued laminated timber is studied. After that ,the comprehension of physical and mechanic properties between the glued laminated timber and the concrete and steel is made according to that comprehension. The glued laminated timber forms that are used in large spaces classified. In this classification, the dimensions of the steel which used in large spaces are explained.

The fifth chapter is conclusion chapter. The application of glued laminated timber results are explained.

Key words: timber, wood, glued laminated timber, glulam

1.GİRİŞ

1.1 Sorunun Belirlenmesi

Ahşap tüm olumlu özelliklerine rağmen ülkemizde gerekli şekilde kullanılmamaktadır. Bunun temel nedeni ise ahşabın yeterince tanınmamasıdır. Yönetmeliklerde ahşap yok sayılmakta, imar yönetmeliğinde ise ahşaba yer verilmemektedir.

Ülkemizde binaların %90'ı betonarmedir. Ahşabın kullanımında yurtdışında kullanılan en son teknoloji ise yeterince bilinmemektedir. Bu da mimari tasarımda kısıtlamalara neden olmaktadır. Oysa ahşabın en son teknoloji ile vardığı nokta, endüstrileşmiş ahşabın statik ve mukavemet özellikleri bilindiği ve yasalarla da ahşap kullanımının kurallarının güncelleştirilip belirlendiği durumda yapı tasarımında ahşabın kullanımı hak ettiği yeri bulacaktır.

Türkiye'nin deprem kuşağında bulunan bir ülke olduğu bilinmektedir. 17 Ağustos depreminin ardından yapım sistemi olarak uygulama ve kontrol zorlukları olan betonarmeye alternatif olarak uygulaması kolay, kontrolü kolay, üretimi kolay, doğal sistemlerin önerilmesi ve araştırılması gerekmektedir. Büyük açıklıklı yapılarda da estetik ve kolay bir şekilde geçebilen sistemlere ihtiyaç vardır.

Büyük açıklıkları kolay şekil alabilen tutkallı tabakalı ahşap sistemle geçmek mümkündür. Ayrıca bu çalışmada masif ahşap ile tutkallı tabakalı ahşap arasındaki farkları ortaya koymaktadır.

Yurdumuzda tutkallı tabakalı ahşap ile uygulanan birkaç büyük açıklıklı yapı vardır. Fakat, sayıları çok azdır. Tutkallı tabakalı ahşap ile yapılan uygulamalar ve tutkallı tabakalı ahşap sistem mimarlar, mühendisler ve kullanıcılar tarafından yeterince bilinmemektedir.

Tutkallı tabakalı ahşabın deprem, yangın gibi olaylarda gösterdiği davranışlar, olumlu özellikler, büyük açıklıklar için uygun olması, üretim şekli, üretim standartları, giriş boylarının yalnızca nakliye araçlarının boyları ile sınırlanması, üretimde sınırlılığın olmaması gibi konulara dikkat çekmek gerekmektedir.

1.2 Amaç

Bu çalışma büyük açıklıkların tutkallı tabakalı ahşap sistemler ile geçilmesi konusundadır. Tutkallı tabakalı ahşabın fiziki ve statik özelliklerine, üretim şekline, üretim sistemlerine ve olumlu özelliklerine dikkat çekerek Türkiye'de daha fazla önem verilmesine gerek

sağlayacaktır. Türkiye’de bilinmeyen ve henüz çok yeni olan fakat yurt dışında 100 yıldan fazla bir süredir kullanılan tutkallı tabakalı ahşabın tanımlamak için yapılmaktadır.

Ahşabın betonarme ve çeliğe olan üstünlüğüne dikkat çekilmesi.

Büyük açıklıklı yapı tasarımında tutkallı tabakalanmış ahşabın öneminin belirtilmesi ve bu teknoloji ile ilgili bilginin verilmesi. Teknolojinin özelliklerine ve avantajlarına dikkat çekilmesi.

1.3 Kapsam

Bu ödevde tutkallı tabakalanmış ahşabın üretim teknolojisi, fiziksel ve mekanik özellikleri, büyük açıklıklı mekanların yapımında kullanımı, çelik ve betonarme sistemleri ile fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması yer almaktadır.

Tutkallı tabakalanmış ahşap sistem ile ilgili Türkiye’de ve dünyada uygulanmış uygun büyük açıklıklı örnekler, dünyadaki örnekler incelenmiş, fakat Tutkallı tabakalanmış ahşap ile uygulanan çok katlı yapılar ve konut yapıları içeriğe alınmamıştır.

Ayrıca Tutkallı tabakalı ahşap’ın statik özellikleri incelenmiş fakat mühendislik yönünden ele alınmamıştır.

Sonuç bölümünde ise Tutkallı tabakalanmış ahşap sistem, betonarme ve çelik ile fiziksel ve mekanik özelliklerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

Araştırma sırasında Tutkallı tabakalı ahşap’ın betonarme ve çelik ile maliyet yönü reel rakamların olmaması ve kullanımının Türkiye’de yaygın olmaması, uygulanan projelerdeki elemanların yurtdışından ithal edilmesi nedeniyle karşılaştırılmıştır.

1.4 Yöntem

Bu ödevde izlenecek yöntem kaynak taraması ve raporlama yöntemidir. Tutkallı tabakalı ahşap ile ilgili bu çalışma; tutkallı tabakalı ahşap ile ilgili bilgilerin toplanması, toplanan bilgilerin belirli bir düzen içinde aktarılması ile gelişen iki aşamada tamamlanmıştır.

Kaynakların toplanması aşamasında konu ile ilgili Türkçe kaynağın çok az olduğu görülmüştür. Bunun sonucu olarak yurt dışından kaynaklara, yabancı firmaların broşürlerine , yurtdışından internet aracılığıyla istenen kataloğlara ve internete başvurulmuştur.

Türkçe kaynaklardan tutkallı tabakalı ahşap ilgili temel bilgilere ulaşıldıktan sonra yabancı kaynaklardan konu ile ilgili detaylara ve uygulanmış yapıların resimlerine ve projelerinin detaylarına ulaşılmıştır.

Ayrıca Türkiye’de tutkallı tabakalı ahşap ile ilgili uygulama yapılan çok az sayıdaki mimari bürolar ile görüşme yapılmıştır. Fakat onların dahi sistem hakkında çok detaylı bilgileri olmadığı anlaşılmıştır. Uygulamalarını yada tasarımlarını yaptıkları projeler incelenmiştir.



2. TUTKALLI TABAKALANMIŞ AHŞAP

Taşıyıcı iskeletin oluşturulmasında ana birleşim elemanı olarak tutkal kullanılan yapılar “tutkallı ahşap yapılar” olarak adlandırılmaktadır.(Duman,1964) Bu yapı ürününü, genel olarak, değişik ölçülerdeki bağımsız ahşap tabakaların, kontrollü endüstri koşullarında ve özel bağlayıcılarla tutkalanıp birleştirilmesinden oluşan bir ahşap yapı elemanı olarak tanımlayabiliriz (Tokyay,1998).

Tutkallı tabakalı ahşap elemanlar kullanılan kat kalınlıklarına göre farklı şekilde adlandırılmaktadır. İnşaat sektöründe kullanılan büyük boyutlu tutkallı tabakalı ahşabın (kiriş,kolon,kemer) üretiminde 25.4 mm ile 50.8 mm arasındaki kalınlıklarda masif ağaç malzeme kullanılmakta ve bu özelliklerdeki tutkallı tabakalı ağaç malzeme “GLULAM” olarak adlandırılmaktadır (Şenay,1996).

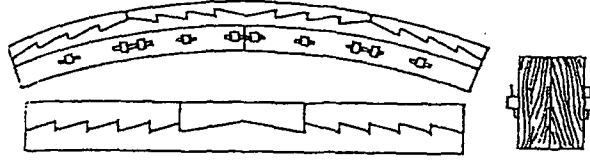
Ülkemizde hemen hemen hiç tanınmayan bu teknoloji Avrupa’da yaklaşık 100, USA’da ise 75 yıldır çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yapı elemanları, kolonlar, düz veya eğri kirişler, kemerler, makaslar, aşıklar ve benzeri formlarda üretilebilmekte, birleşimlerde kullanılan tüm detaylar ve metal aksesuarlar endüstriyel olarak fabrikada üretilebilmektedir. Bir yanıyla,tipik bir ön yapım teknolojisinin avantajlarını taşımakta,ancak bağımsız yapı elemanlarının şantiyede başka yapı elemanlarıyla (Betonarme&Çelik) birlikte kullanılmasına da olanak sağlamaktadır.

Bu teknoloji,yapının tüm kaba ve ince bitirme süreçlerinde diğer tüm yapı elemanlarıyla çok iyi bir birleşme ve tamamlama özelliği gösterdiği için mimari tasarım açısından avantajlar sağlamaktadır.Gerek yapı ürünü ve teknolojisi, gerekse tutkallama sistemi dünya ve Avrupa Topluluğu ülkelerinde belirli şartname ve kodlara uygun olarak yapılmaktadır. Genel şartname DIN1052, bağlayıcılara ait özel şartname DIN 68141’dir. Statik hesaplar için referans şartname yine DIN 1052 olup, deprem hesapları için ülke ve bölge sismik kodları kullanılmaktadır.

Tabi ki, bu teknolojiyi masif ahşaptan, onun sınırlarından ve uyduğu şartname ve kodlardan ayırmak gerekmektedir (Tokyay,1998).

2.1 Tarihçe

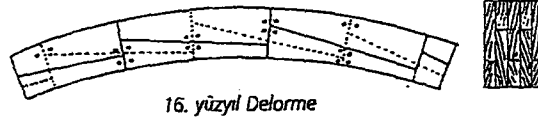
Bu yapı teknolojisinin doğuşu, genel amacı ve ürünün niteliği açısından baktığımızda 16.yüzyıla dayanmaktadır. Bu konu üzerine ilk esasları koyan Colonel Emy ve Philiber Delorm olmuştur (Bozkurt, Kurtoğlu 1979). Örnekleri Orta ve Yeni Çağ İtalya kentlerinde halen mevcuttur.



Şekil 2.1 Ms1500, Leonardo Da Vinci



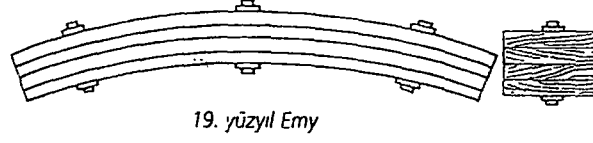
Şekil 2.2 Ms1600, Veranzio



Şekil 2.3 Ms1600, Delorme



Şekil 2.4 Ms 1700, Del Rosso



19. yüzyıl Emy

Şekil 2.5 Ms 1800, Emy



19. yüzyıl Migneron

Şekil 2.6 Ms 1800, Migneron



19. yüzyıl Wiebeking

Şekil 2.7 Ms 1800, Wiebeking



20. yüzyıl Hetzer

Şekil 2.8 Ms 1900, Hetzer

İlk gelişmiş uygulaması Otto Hetzer ile başlayan teknoloji ilk örneğini 1901 yılında İsviçre’de verdi. Bunu, 1906’da, Almanya’da uygulanan ikinci örnek izledi ve 1907-1930 yılları arasında teknoloji Avusturya, Belçika, Macaristan, İngiltere ve Danimarka’da tanındı ve kullanılmaya başlandı. Örneğin 1914 yılında Danimarka’da Hetzer lisansı ile, 1918’de Norveç’de, 1919’da İsviçre’de Brekke lisansı ile üretim yapılmaya başlandı. Bu arada, teknoloji kendini uluslararası fuarlarda(1910 Brüksel Dünya Fuarı, 1913 Lipsia Dünya Fuarı) göstermeye başladı.1923 yılında Alman Mühendis -Mimar Max Hanisch Amerika Birleşik Devletlerine göç edip Wisconsin’e yerleşti. Otto Hetzer ile 1906 ‘dan beri çalışan ve tutkallı

ahşap teknolojisini çok iyi bilen Hanisch bu teknolojiyi Amerika'da yaygınlaştırdı. İlk örnek, 1934'de Wisconsin'de bir okula ait spor yapısı idi. İleri ki uygulamalar sırasında Thompson Boat Manufacturing Firması ile Max Hanisch arasında bir ortaklığın oluşmasıyla birlikte teknoloji gemi yapım endüstrisine de hizmet vermeye başladı. Kısa zamanda sivil yapılarda, kilise inşaatlarında, köprülerde kendini gösteren teknoloji, II.Dünya savaşıyla birlikte askeri yapılarda da yaygın olarak kullanılmaya başlandı. North Dakota Uçak Hangarı yapısı, 1947 yılında, 46,8 m açıklık geçen kemer kirişlerle inşa edildi. 1942'de Minnesota'da 52,7 m açıklıklı kirişlerle bir dizi uçak hangarı inşa edildi.

ABD'da, 1980'li ve 1990'lı yıllarda, bu teknoloji ile köprü yapımı çok yaygınlaştı. Çok tali yol köprüsü, tutkallı ahşap olarak yenilendi. Mühendislik alanında en tanınmış olanı ise, 1968'de tamamlanan Güney Dakota'nın yakınında 3 seviyeli, 47 m açıklık geçen kemer kirişli, 8 m genişlikli, 58 m uzunluklu, bir araç köprüsü idi. Michigan'da Eagle River Köprüsü de geniş oto yol köprüleri için yeni ve oldukça başarılı bir örnektir (12x50mt) (Tokyay,1998).

1960 yıllarında 1 m³ yapıştırılmış ağaç malzemenin yapılması için ortalama 20-30 saat gerekmekte iken, bugün modern makinelerin ve üretim metotlarının gelişmesi ile bu süre 10-15 saate kadar düşmekte ve bazı hallerde de 6-8 saatte 1 m³ yapıştırılmış ağaç yapı malzemesi yapabilmektedir (Bozkurt, Kurtoğlu 1979).

2.2 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Üretimi

2.2.1 Tabakaların Seçimi ve Hazırlanması

Bu teknolojide, genellikle, çam sınıfı köknar (Douglas Fır), (Southern Pine) ve (Hem Fır) gibi yumuşak ağaçlar kullanılmaktadır (Tokyay,1998).

Reçineleri bol olan ağaçların kullanımından kaçınılır. Genel olarak ahşap yapı şartnamesinin tarif ettiği birinci ve ikinci sınıf kereste kullanılır. Ağaç tabakaları, budak büyüklük ve dağılımına, liflerin yönü ve açılara göre sınıflandırılır. (Tokyay,1998) Seçilen ağaç türünün hafif olması tutkallı tabakalı taşıyıcı elemanların üretiminde arzu edilen bir özelliktir. Taşıyıcı elemanlardan gerek kirişler, gerekse kolonlar oldukça büyük boyutlardadır. Bu yüzden taşıma ve montaj işlemlerinde ağırlığın belirli düzeyde olması istenilen bir durumdur (Şenay,1996) .

TS 3842'ye göre lamine ahşap elemanlar yapılmış olduğu ağaç cinslerine göre, karaçam, sarıçam, göknar ve ladin olmak üzere dört cinse ayrılmaktadır. Seçilecek olan ağaç türünün fazla tananlı, eterik yağlı, ekstraktif maddeli ve reçineli olması tutkalın yapışma dayanımı azaltacağından lamine ağaç malzemenin direnç özellikleri de azaltacaktır (Şenay,1996).

Üretimin aksamaması ve alış maliyetinin düşük olması bakımından seçilecek ağaç türü kolayca ve bol miktarda temin edilebilmelidir. Bükülebilme özelliği özellikle kavisli elemanlarda aranan bir özelliktir. Çünkü, seçilen ağaç malzeme türünün bükülebilme özelliği ne kadar iyi olursa laminasyonda o nisbette kalın parçaların kullanılması mümkün olmaktadır. Bu da gerek işçilik gerekse tutkal maliyeti açısından olumlu bir durumdur (Şenay,1996).

Kereste boylarında piyasada normal fiyatla bulunabilenler tercih edilir.(Duman,1964) Tabaka uzunlukları standart olarak ortalama 400 cm, kalınlıklar 19mm-38 mm arasında, genişlikler ise 26-28 cm'dir. Sebebi tutkal derzlerinin tutkallama sırasında her noktada eşit bir basınç yayılışı elde etmesi, rutubet derecesini gereken şekilde ayarlamaya imkan vermektedir. Tabakaların yüzeyleri, bağlayıcıların aderansını en fazlaya çıkarmak üzere önceden düzleştirilir (Tokyay, 1998).

Genelde pratikte düzgün kirişlerde kullanılan ağaç malzeme 30 mm kalınlıktaki materyalin planyalanarak 20 mm ye indirilmesi, bükülmüş kirişlerde ise 28 mm kalınlıktaki ağaç materyalin planyalanması ile elde edilir. Bükülmüş ağaç kirişlerde bükülme çapı 5 metreden az olanlarda, kullanılacak tahta kalınlığının daha ince olması gerekmektedir. En çok 6 tahta birleştirilerek elde edilen tabakalı ağaç malzemedede ise 12 mm ile 22 mm arasındaki tahtalar kullanılmaktadır (Şenay, 1996).

Hali hazırda tutkallı tabakalı ağaç malzeme yapımında, toplam masrafın %70'ini ağaç malzeme oluşturmaktadır. Bu amaçla kullanılan tahtalar eksiksiz olmalı, düzgün ve eşit kalınlıkta kesilmiş bulunmalıdır. Tahtaların eşit kalınlıkta kesilmemiş olması tutkallamada hatalara sebep olmaktadır. Tahtalar renk değişikliğine uğramamış olmalı ve çatlaklar ihtiva etmemelidir. Bu malzemenin elde edildiği ağaç mümkün olduğu kadar düzgün lifli bulunmalıdır. Tutkallı tabakalı ahşap eleman yapımında kullanılan tahtalar hiç bir surette öz içermemelidir. (Bozkurt, Kurtoğlu 1979)

Tutkallı tabakalı ahşap elemanının bünyesinde bulunan budak çapı arttıkça direnç değeri azalmaktadır. Nokta ve küçük budaklar bazen estetik olarak kabul edilseler de teknik yönden kusur teşkil etmektedirler. Budaklı odunun özgül ağırlığı normal odundan daha fazladır. Bundan başka lif yönünün değişmesine ve çatlaklara neden olurlar. Budaklar, ağaç

malzemedeki bulunma yerine, büyüklüğüne ve tutkallı tabakalı ahşap elemanın maruz kaldığı yük tipine göre önemli derecede direnç azalmasına neden olurlar. Ayrıca ağaç malzemenin makinelerde işlenmesine, kurutulmasına ve yapışma özellikleri üzerine olumsuz yönde etki etmektedirler. (Şenay,1996)

Çatlaklar tutkallı tabakalı ahşap elemanın tutkallanma ve direnç özelliklerini azaltan kusurlardır. (Şenay, 1996) Ağacın doğal veya suni kurutulması anında bu çatlaklar daha da artmakta ve ağaç malzemenin mekanik özelliklerinde önemli derecede azalmaya neden olmaktadır. (Şenay, 1996)

Mantarlar ise ağaç malzemedeki renk değişikliğine ve çürümelere neden olmaktadır. Mantarların meydana getirdiği en önemli renk değişimi iğne yapraklı ağaçlarda görülen mavi renk oluşumudur. (Şenay, 1996)

2.2.2 Doğal ve Yapay Kurutma

Kerestenin rutubet derecesi, kullanılacak tutkal şartnamesinin ve ahşabın kullanılacağı bölgenin şartnamesinin belirlediği değerlere çekilmelidir. Amaç kerestenin rutubetini kullanılacağı çevrenin rutubetine yakın tutmaktır. Böylece rötre ve şişme olmaz. Genelde, yeni kerestenin bünyesindeki yüksek nem %12 seviyesine getirilir. Bunun için üretim hattına girmeden önce, tüm tabakalar, 5 gün ortalama 70 °C ısıda fırınlanır. Böylece kerestenin bünyesindeki diğer canlılar da (böcek vb.) öldürülmüş olur (Candan, 1998).

Fırınlama yöntemlerinden biri fırına sokulan keresteyi kuvvetli yaylar yardımı ile basınç altında kurtulmasıdır. Bu yöntem ile kerestenin çarpılması engellenmiş olur ve de düzgün yüzey elde etmek için fazla miktarda rendelemeye gerek kalmaz.

Tutkallı tabakalı ahşap malzemenin kalitesi kerestenin tekniğine uygun şekilde kurutulmasına ve tutkallamadan önce kereste rutubetinin eşit dağılımına bağlı bulunmaktadır. Tutkallı tabakalı ahşap malzemenin rutubeti kullanım yeri koşullarına göre genellikle %6-18 arasında değişmektedir.

Kullanış yerlerine göre rutubet miktarları şu şekildedir:

Her tarafı açık yapılarda %18 ±6,

Yalnız üstü kapalı yapılarda %15±3,

Kalorifersiz kapalı yapılarda %9±3

Kaloriferli kapalı yapılarda %9±3 (Bozkurt, Kurtoglu 1979)

Kurutma işleminden sonra üretim bandına giren tabakaların, ulaşılmış oldukları nem elektronik sensörlerle yeniden kontrol edilir ve tabakalar genişliklerine göre tasnif edilmeye başlanır. İlk bandın ucunda, istenilen nem oranında kurutulmuş, istenilen standartta budak dağılımı ve lif yapısı olan tabakalar diğer işlemlere hazır halde birikmeye başlar. (Candan,1998)



Şekil 2.9 Tabakaların fırınlanması (Holzbau)

Tutkallı Tabakalı Ahşap Elemanların Emprenye Edilmesi

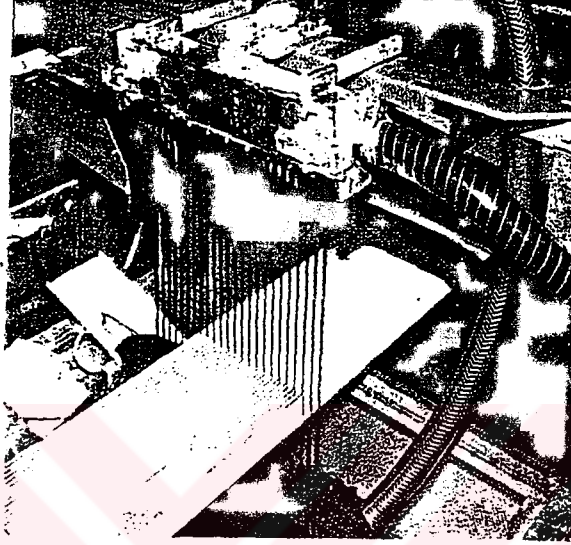
Rutubetli dış hava koşulları etkisi altında kullanılan tutkallı tabakalı ağaç yapı elemanlarının dayanıklılığını arttırmak için emprenye edilmesi gerekir (Kurtoğlu, 1979).

Tutkallı tabakalı ahşap elemanların emprenyesinde iki yöntem uygulanmaktadır. Birinci yöntem, tutkallı tabakalı ahşap elemanı oluşturan tabakaların tutkal ile birleştirilmeden önce emprenye edilmesi, ikinci yöntem ise bitmiş ürünün emprenye edilmesidir. Son şeklini almış büyük boyutlu tutkallı tabakalı ahşap eleman taşıyıcıların, teknik olarak emprenye edilmesi hemen hemen imkansızdır. Bundan dolayı bitmiş lamine taşıyıcılar fırça yada püskürme yöntemiyle emprenye edilmektedir (Şenay, 1996).

2.2.3 Tutkallanacak Yüzeyin Hazırlanması ve Tabakaların Uç Eklenmeleri

Bu teknolojinin en büyük avantajı ahşabın doğal boyundan çok daha uzun yapı elemanı üretilmesidir. En çok kullanılan yöntem, tabakanın uç bölümlerinde, incelen kurtağzı birleşim

fazla emildiğinde ahşap tabakaları arasındaki tutkalda süreklilik olmaz ve adhezyon kuvvetleri sürekliliğini yitirince ahşabın mukavemetinde zayıflama olur. Tutkalın mukavemeti ile en küçük adhezyon kuvvetinin birleşimi, birleşimin taşıyacağı yükün üst sınırıdır, taşıyıcılığı meydana getirir. Tutkal yapışma olayı sırasında önce jelatinimsi bir hal alır ve daha sonra katılaşır (Candan,1998).



Şekil 2.11 Tabakaların tutkalanması (Holzbau)

2.2.4.1 Tutkal Cinsleri

Hayvani Kökenli Tutkallar

- Glutin tutkalları: Kemik, deri, deri sanayi atıkları, balıkların kılçıkları ve artıklarından elde edilen ve ana maddesi albümin olan tutkallar (Duman, 1964).
- Kan albumin tutkalları: Mezbaha atıklarından temin edilen, albümini bol olan sığır ve at kanından elde edilirler. Mobilya ve kontrplak sanayinde kullanılırlar (Duman,1964).
- Kazein tutkalları: Sütten elde edilen kazeinin sönmüş kireçle birleştirilmesinden elde edilirler. Ana maddesi albümindir. Tutkalı ahşap yapılarda kullanabilirler (Duman, 1964).

Bitkisel Kökenli Tutkallar

- Nişasta tutkalları: Mısır, buğday, pirinç veya patatesten elde edilebilir. Rutubete ve küflenmeye karşı mukavemeti düşük olduğundan tutkallı ahşap yapılarda kullanılamaz (Duman, 1964).
- Soya tutkalları: Ana maddesi soya fasulyesinde bulunan nebati albumindir. Tutkallı yapılar için uygun değildir. Amerika'da ucuz kontrplak imalatında çok kullanılmaktadır (Duman, 1964).

Sentetik Tutkallar

- Termoplastik Suni Reçine Tutkalları: Sürüldükten sonra sertleşmesi, suyun ahşap tarafından alınmasıyla olur. Doğrudan doğruya rutubete maruz kalmayacak şekilde ve ısı derecesi kontrol edilebilen hacimler için yapılacak tutkallı ahşap yapılarda kullanılabilir. İşçiliği çok basit ve kolaydır (Duman, 1964).
- Sıcağa Dayanıklı Suni Reçine Tutkalları: Tutkallı ahşap yapılarda kullanılan en iyi kalite tutkallardır (Duman, 1964).
- Bunlar fenolformaldehit, rezorsin-formaldehit, üre-formaldehit, melamin-formaldehit, poliester- diizosianat- formaldehit kondanzasyon ürünleri. Ortak özellikleri, sertleşmenin kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşmasıdır (Duman, 1964).

Bu teknolojinin en önemli yanı olan bağlayıcılar, aynı zamanda gelişimin tarihini de işaretlemektedirler. Otto Hetzer ile modern anlamda başlayan üretim bağlayıcı olarak kazein kullanıyordu. 2.Dünya Savaşı'na kadar kullanılan bu bağlayıcı, özellikle mantarların üremesine olanak sağladığı için yerini sentetik bağlayıcılara bıraktı. Böylece, yüksek teknoloji özelliği gösteren, yangın direnci ve aderans kalitesi yüksek, melamin türevi(MUF)ve resorcinol bazlı (PRF) bağlayıcılar kullanılmaya başlanmıştır.

Yapı elemanın kullanıldığı yere göre (harici, dahili, nemli ortam vb.) bağlayıcı tipi değiştirilmektedir. Üretim bandı üzerinde olan bağlayıcı püskürtme istasyonundan geçen tabakalar kalıplara girmek üzere hazırlanmaktadır (Tokyay, 1998).

Tutkallı birleşimlerin mukavemetinde, birleştirilen yüzeylerin temizlik ve düzgünlüğü ile tutkal tabakasının kalınlığı önemlidir. (Duman,1964) Bağlayıcılar uygulanmadan önce ahşap yüzeyleri uygun alet veya makinelerden geçirilerek düzgün hale getirmek gerekir (Duman,

1964). Yüzeyleri uygun bir madde ile temizlenmek gerekir. Böylece tutkal tabakasının kalınlığı 1 mm'yi geçmez (Duman, 1964).

Tutkallamaya hazırlanmış keresteyi fazla bekletmemek gerekir. Az da olsa rötre ve şişme yüzeyleri bozabilir. Sonuç olarak kereste tutkallanmadan önce kontrol edilmelidir (Duman, 1964).

2.2.4.2 Tutkalın Uygulanması

Sürülmeye hazır duruma getirilmiş tutkal küçük yüzeylere basit bir fırça ile, elle hareket ettirilebilen levha veya silindir ile sürülmekte, büyük yüzeylerin tutkallanmasında ise özel otomatik ayarlı püskürtme ve akıtma makineleri kullanılmaktadır (Kurtoğlu, 1979). Dikkat edilmesi gereken nokta, fırçaların tutkala temas eden kısımlarının tutkaldan etkilenmeyen bir malzemedan yapılmış olması ve temiz olması. Tutkalın uygulamadan önce karışımın cinsine göre bir kaç dakikadan bir kaç saate kadar değişen bekleme süresi vardır (Duman, 1964).

Seri üretimde otomatik ayarlı modern makinelerin kullanılması daha ekonomik bulunmaktadır (Kurtoğlu, 1979). Tutkal sürülecek tablalar hızı ayarlanabilen bir bant üzerinde ilerlerken tutkal haznesinden iş parçasının üzerine perde şeklinde tutkal dökülerek, tutkal sürme işlemi yapılmaktadır (Şenay, 1996).

Tutkalı tabakalı ahşap elemanların üretiminde kullanılan tutkallar, elde edilen malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemesi açısından büyük önem taşımaktadır. Elde edilen tutkalı tabakalı ağaç malzemenin kullanım yeri, kullanılan yapıştırıcının özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Suya ve rutubete dayanıklı bir tutkal kullanılması ağaç malzemenin suya ve rutubete dayanım gerektiren yerlerde, ısıya dayanıklı bir tutkal kullanılması ısıya dayanım gerektiren yerlerde, ısı ve rutubete dayanıklı olmayan tutkal kullanılması ise ısı ve rutubetin olmadığı yerlerde kullanılması gerekmektedir (Şenay, 1996).

Parçaların yüzeyine tutkal sürüldükten sonra birleştirilen parçalara preste basınç uygulanana kadar geçen süreye bekletme süresi denir. Bekletme süresi tutkal tipine ve sertleşme süresine, mevsimine, üretimin yapıldığı tesisin coğrafi mevkiine, tutkalın viskozitesine, ortamını sıcaklığına ve ağaç malzemenin yüzey yapısına göre farklılık göstermektedir (Şenay, 1996).

Tutkallama Hatası ve Sebepleri

Tutkal sürmede esas olan homojen bir şekilde tutkal sürülmesidir. Yüzeye sürülecek olan tutkal miktarı, tutkalın türüne, yüzey pürüzlülüğüne, ağaç malzeme cinsine, ortamın

sıcaklığına ve bağıl nemine, tutkal sürüldükten sonra prese verilecek zamana göre değişmektedir. Tutkalın az sürülmesi, yapışmanın uygun olamaması sonucunu doğururken diğer taraftan tutkalın kristalize olmasına neden olur. Tutkalın çok sürülmesi ise tutkal maliyetini arttırırken presleme süresini uzatır (Şenay, 1996).

Birleşme yüzeyine fazla tutkal sürüldüğünde, tutkal kenarlara taşacak, bu taşan tutkalın bünyesindeki su, ağaç malzeme tarafından nüfuz edileceğinden birleşme yerinin yüzeyinde şişmeye neden olacaktır. (Şenay, 1996).

M2 başına tutkal miktarı kalın derzlerde ortalama 300-700 gram, ince derzlerde ise ortalama 200-300 gramdır (Duman, 1964).

Tutkallı tabakalı ahşap elemanlar iki ya da daha fazla katın tutkallanarak ve katların lif yönleri birbirine paralel ya da dik gelecek şekilde birleştirilmesi ile elde edilir. Lif yönlerinin paralel gelecek şekilde düzenlenmesi daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Eğer, üretilen tutkallı tabakalı ahşap eleman kavisli ise katların lif yönlerinin paralel olarak uygulanması zorunluluğu vardır (Şenay, 1996).

Çizelge 2.1 Tutkallama hatası ve sebepleri

Tutkallama Hatası	Sebepleri
• Kabarıklık Ve Patlaklar	• Pres süresi çok kısa
	• Rutbet oranı çok yüksek
	• Homojen olmayan rutubet dağılışı
	• Pres sıcaklığı çok yüksek
	• Tutkal miktarı az
	• Kaplama kalınlığı eşit değil
• Ön Şişme	• Tutkalın tam sürülmemesi
	• Katlar arasındaki levhaların yerleştirilmesinin uzun olması
	• Kaplamanın gözenekli ve pürüzlü olması
	• Kaplama kalınlığı düzgün değil
• Deformasyon	• Pres sıcaklığı fazla
	• Düzgün olmayan kaplama
	• Düzgün olmayan tutkal sürme

	<ul style="list-style-type: none"> • Normal olmayan rutubet içeriği
--	--

<ul style="list-style-type: none"> • Rutubet Ve Tutkal İzi 	<ul style="list-style-type: none"> • Pres sıcaklığı düşük
	<ul style="list-style-type: none"> • Pres süresi az
	<ul style="list-style-type: none"> • Kaplamaların rutubeti çok yüksek
	<ul style="list-style-type: none"> • Tutkal fazla sürülmüş

<ul style="list-style-type: none"> • Boşluklu Eklemeler 	<ul style="list-style-type: none"> • Tutkal miktarı az
	<ul style="list-style-type: none"> • Fazla basınç
	<ul style="list-style-type: none"> • Fazla kurutulmuş kaplama
	<ul style="list-style-type: none"> • Taslak oluşturmada az veya fazla açıklık

<ul style="list-style-type: none"> • Düşük Su Dayanıklılığı 	<ul style="list-style-type: none"> • Genleşme fazla yüksek
--	---

<ul style="list-style-type: none"> • Penetrasyon 	<ul style="list-style-type: none"> • Yüzey kaplamalarında yüksek rutubet
	<ul style="list-style-type: none"> • Tutkalın fazla sürülmesi
	<ul style="list-style-type: none"> • Tutkalın az sürülmesi
	<ul style="list-style-type: none"> • Tabakaların yerleştirilmesi fazla kısa

<ul style="list-style-type: none"> • Benekli Boya Kaplama 	<ul style="list-style-type: none"> • Düzensiz veya yetersiz basınç
	<ul style="list-style-type: none"> • Tutkalın düzensiz sürülmesi
	<ul style="list-style-type: none"> • Orantılı olmayan sıcaklık
	<ul style="list-style-type: none"> • Kurutma süresi uzun
	<ul style="list-style-type: none"> • Tutkal iyi karıştırılmamış

Tutkallı tabakalı ahşap elemanların preslenmesinde gerekli olan basınç, mekanik olarak işkenceler ile ya da hava ve hidrolik sistemle çalışan preslerde yapılmaktadır. İşkenceler ile yapılan mekanik preslemede uygulanabilecek basınç miktarı maksimum 2-2,5 kgf/cm²'dir. Hidrolik ve havalı preslerde uygulanan basınç miktarı presin gücüne göre çok daha fazla olabilmekte ayrıca basınç yüzeye daha homojen bir şekilde uygulanabilmektedir (Şenay, 1996).

Ağaç Malzemenin Rutubetinin Yapışma Dayanımına Etkisi

Tutkallı tabakalı ahşap eleman üretiminde kullanılan katlar arasındaki nem farkı %4'ten daha fazla olmamalıdır.

Yapıştırma anındaki ağaç malzeme rutubeti tutkallı birleştirmenin en son dayanımı üzerinde etkili olmaktadır. Birleştirmeden sonra, iki parçanın rutubet miktarı arasındaki fark büyük olduğunda, ağaç malzemeler farklı şekilde çalışacaktır. Bu da tutkal katında gerilmelere neden olacağından, tutkal katında zayıflama ve parça boyutlarında şekil değişimleri meydana gelecektir.

Rutubet yüzdeleri arasındaki fark yüksek olan parçalar tutkal ile birleştirildikten kısa bir süre sonra işlendiğinde düzgün bir yüzey elde edilecektir. (Şenay,1996) Fakat, parçalar arasındaki rutubet farkında dolayı, fazla rutubet içeren parça daralacak ve yüzeyin düzgünlüğü bozulacaktır. Aynı sorun başka ağaç türlerinin birleştirilmesinde de görülmektedir.(Şenay, 1996)

Çizelge 2.2 Tutkallı tabakalı ahşaptaki rutubet artışının direnç üzerine etkisi

Tutkal Türü	100kg Tutkaldaki Su Miktarı(W)Kg	1000m2 Yüzeyde Gerekli Tutkal Miktarı(G)Kg
Poliüretan	10	250
Polivinilasetat	55	100
Üre Formaldehit	35	100
Melamin Formaldehit	30	150
Resorsin Formaldehit	40	250

W:100 kg tutkaldaki su miktarı

G:1000m2 yapıştırma yüzeyine sürülen tutkal miktarı(kg)

Ağacı yüzey liflerini tahrip etmeden işlemek mümkün değildir. Tutkallı bir ek yerinde, lif tahribatından dolayı ağacın lif yapısında meydana gelen zayıflama miktarı, yapışma dayanımını olumsuz yönde etkilemektedir (Şenay, 1996).

Tutkal ağaç üzerine aktarılıp yüzeylerle temas ettikten sonra adhezyon kuvvetine bağlı olarak, bazı aşamalardan geçerek bir bağ oluşturur. Bu aşamalar şu şekilde gelişmektedir:

1-Sürüldüğü yüzeyde yayılmamış yöne akma özelliğinde olmalıdır.

2-Bu yayılma sırasında sürekli bir film oluşturma özelliğinde olmalıdır.

3-Birleşimdeki her iki ağaç yüzeyine de nüfuz etmelidir.

4-Ağaç tutkal tarafından ıslanmalıdır.

5- Güçlü bir madde halinde katılaşmalıdır (Şenay, 1996).

Yapıştırıcı sürülmüş bir birleşim yerine basınç uygulandığı zaman, yapıştırıcı yana doğru akmaya başlar ve uygulandığı ahşap yüzeyin girinti ve çıkıntılarına göre kendiliğinden dağılır.

Tutkal diğer ağaç yüzeyine hemen hemen aynı anda transfer olur. Birleştirme yapılacak olan parçalara yeteri kadar tutkal sürülmez ise çillenme meydana geleceğinden, tutkalın diğer parçaya transferi zorlaşacaktır. Akış ve transfer aşamalarını tutkalın ağaç malzemenin gözeneklerine nüfuz etmesi izler, nüfuz etme işlemi akışkanlık ve transfer bitene dek sürer. (Şenay, 1996).

Birleşmenin gerilmeye karşı güçlü olması, tutkalın ağaç yüzeyini ıslatabilme ve hücre çeper boşluklarına nüfuz etme özelliğine bağlıdır. Ağaç yüzeyinin kirliliği ve eskiliği tutkalın akışını ve nüfuz etme özelliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Şenay, 1996).

Tutkal katının oluşmasında son aşama tutkalın sertleşmesidir. Ağaç tutkalları su kaybederek, soğuyarak, ısı yada katalizör etkisiyle kimyasal reaksiyona girerek katılaşır (Kurtoğlu, 1979).

Birleşmede kullanılan tutkal su kaybederek sertleşiyor ise tutkal katından rutubeti hızlı emecek böylece tutkalın kristalleşmesine neden olacaktır. Ağaç malzemenin nemi yüksek ise tutkal katından yeteri kadar nem alamaz ve tutkalın sertleşme süresi uzar. Kimyasal tepkimeli tutkal kullanıldığında sıcaklık ve zaman kontrolü önemlidir (Kurtoğlu, 1979).

Sıcaklık tutkalın sertleşmesinde önemli bir faktördür. Sıcaklık arttıkça sertleşme süresi kısalmır. Tutkal soğuk ağaç malzemeye uygulandığında istenilen şekilde yayılamayacak ve çillenme oluşacaktır (Şenay, 1996).

Tutkal üreticisi firmalar ürettikleri yapıştırıcıların en olumlu sonucun alınabilmesi için, uyulması gerekli kullanım şartlarını da belirtmektedirler. (20 °C / 6mm / 30sn) gibi. Bu, tutkalın 20 °C'ta 6mm'lik viskozite ölçeğinden 30 sn'de boşalması gerektiğini belirtmektedir (Şenay, 1996).

Tutkalın hazırlama aşamasında kirlenmemesi için tutkal hazırlama yerinin üretim biriminden ayrı bir yerde olması gereklidir (Duman,1964).

Başarılı bir yapıştırmanın yapılabilmesi, tutkalın sertleşmesi için gerekli olan her faktörün yerine getirilmesine bağlıdır (Şenay, 1996).

2.2.5 Kalıplama /Presleme İşlemleri

Tutkallanan bağımsız tabakalar, yapı elemanın formuna göre hazırlanmış düz, eğik, eğrisel kalıpların içine yerleştirilir. Daha sonra bu kalıplar pneumatik kilitlerle kilitletir ve basınç uygulanır. Basınç uygulanmasının nedeni:

- Parçaların birbirine göre yerlerinden oynamasını engellemek
- Tutkaldan alacağı nem ile şişecek olan ahşabın deformasyonunu engellemek
- Hava kabarcıklarının ve tutkal fazlalıklarının sızmasını önlemek.
- Mümkün olan en ince ve düzgün tutkal derzi elde etmek.
- Adhezyonun gerçekleşmesini sağlamak (Duman, 1964).

Bu basınç işlemi ile tabakaların bağlanması, fazla tutkalın atılması sağlanmış olur. Bu işlemdeki kür süresi 8-24 saattir. Gerekli basınç miktarı 2-15kg / cm² arasında değişir.

Gerekenden fazla basınç, tutkalın dışarıya ve ya ahşap dokusu içine kaçmasına sebep olur. Mukavemeti azaltır (Duman, 1964).



Şekil 2.12 İmalat projesine göre hazırlanmış kalıplara yerleştirilen tabakaların preslenmesi

Gerekli basınç mekanik, hidrolik ve basınçlı hava ile çalışan presler vasıtasıyla elde edilmektedir. Kullanılacak presleri özellikle yapıştırılan elemanın tür ve ölçüleri belirlemektedir. Pratikte daha çok mekanik basıncı sağlayan işkenceler kullanılmaktadır. Bununla beraber büyük yüzeyler için hidrolik presler daha uygun bulunmaktadır. İşkenceler basınç yönlerine göre yatay ve dikey olarak ikiye ayrılabilir. Yüksek çalışma verimine ise ancak sürekli çalışan presler ile ulaşılabilir (Kurtoğlu, 1979).

Pres Basıncının ve Presleme Süresinin Yapıştırma Dayanımı Üzerine Etkisi

Yapıştırılacak iki ağaç parçasının iyi adhezyon sağlaması için basınç gereklidir. Basınç, tutkalın yapıştırılan yüzeye tam temasını sağlarken, ince bir kat oluşturmasına yardımcı olur. Ayrıca tutkalın açık hücre boşluklarına girmesini ve tutkal sertleşene kadar birleştirilecek iki ağaç malzemeyi aynı pozisyonda tutmayı sağlar (Şenay, 1996).

Tutkal sürüldükten sonra birleştirilecek ağaç malzemeler fazla bekletilmeden prese konulmalıdır. Özellikle düşük yoğunluktaki ağaç malzemeler tutkal sürüldükten sonra absorbe edeceğinden, pres bekleme süresine çok dikkat edilmelidir. Presleme işleminden sonra fenolik esaslı tutkal ile yapıştırılan ağaç malzemeler en az 24 saat, aminoplastik esaslı tutkal ile yapıştırılan ağaç malzemeler ise en az 72 saat bekletildikten sonra makina işlemine tabi tutulmalıdır (Şenay, 1996).

Pres basıncı, her şeyden evvel ağacın cinsine (yumuşak veya sert ağaç), elastikiyetine, sertliğine, üst yüzeylerin özelliğine, iç tabakanın ölçü tamlığına ve yapısına bağlıdır. Aynı tabaka içinde değişik ağaç türlerinin kullanılmasında pres basıncı yumuşak ağaca göre belirlenir. (Şenay, 1996)

Çizelge 2.3 Ağaç cinsine göre uygulanması gereken pres miktarı

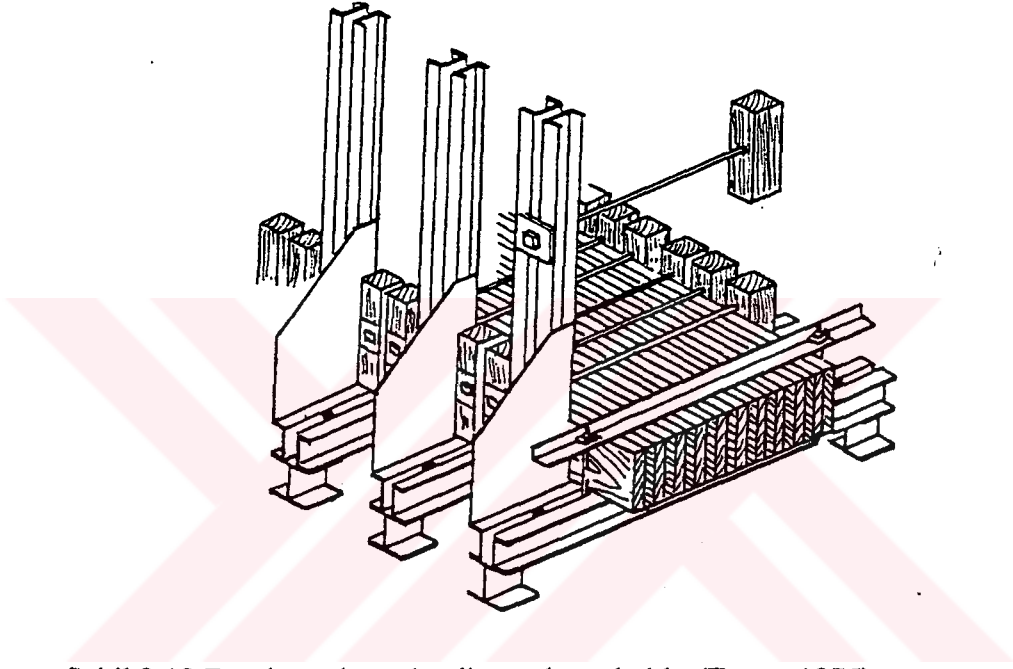
Ağaç Cinsi	Pres Basıncı (kgf/cm ²)
Çamlar	4
Yumuşak Ağaçlar	8-10
Sert Ağaçlar	2-16
Kontrplaklar	8-12

Presleme süresinin kısa tutulması durumunda iç tabakalardaki tutkal hatları tam olarak sertleşmeyeceğinden birleştirme zayıf olacak ya da hiç gerçekleşmeyecektir. Presleme

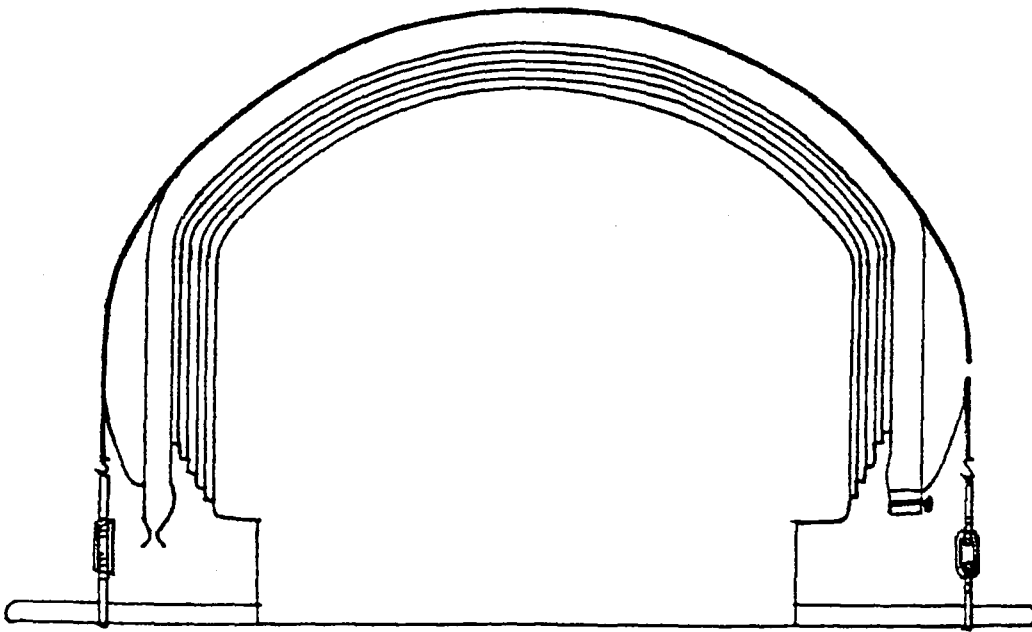
süresinin gereğinden fazla tutulmasında ise, tutkalin mekanik özellikleri değişebileceğinden, pres öncesi bekleme süresine çok dikkat edilmelidir (Şenay, 1996).

Uygulanan basınç, sıkılacak parçanın her noktasında düzgün yayılı olmalı ve tutkal hattında eşit kalınlıkta ince bir film katmanı oluşturacak şekilde ayarlanmalıdır.

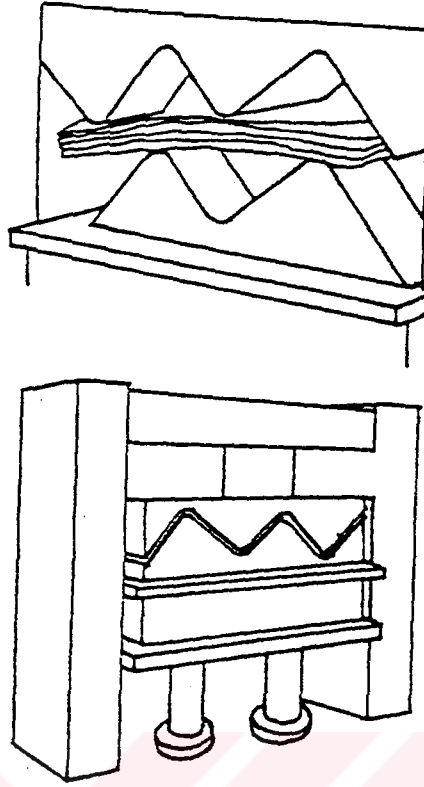
Tutkallı tabakalı ahşap elemanların üretiminde ürün formuna göre özel kalıpların kullanılması gerekmektedir. Kullanılan kalıplar seri imalat ilkelerine uygun olmalı, birleştirme anında kolayca ve pratik şekilde ayarlanabilecek sistemde tasarlanmalıdır (Şenay, 1996).



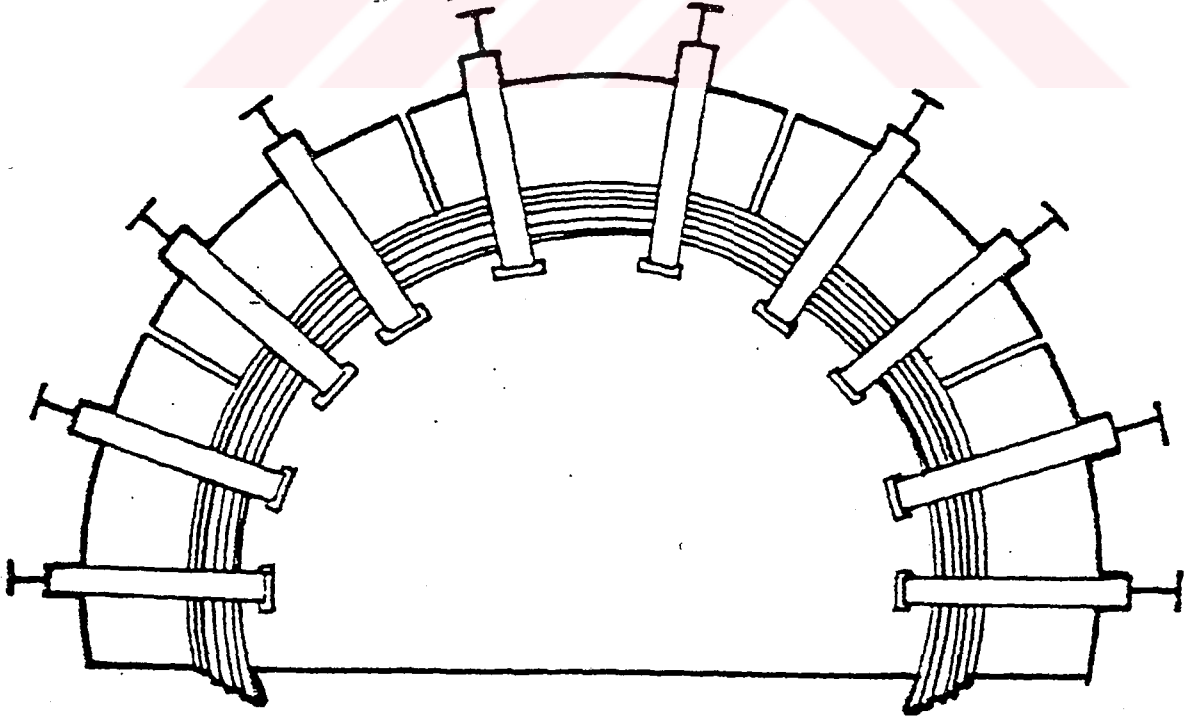
Şekil 2.13 Düz boyutlu mekanik presleme kalıbı (Erşen, 1975).



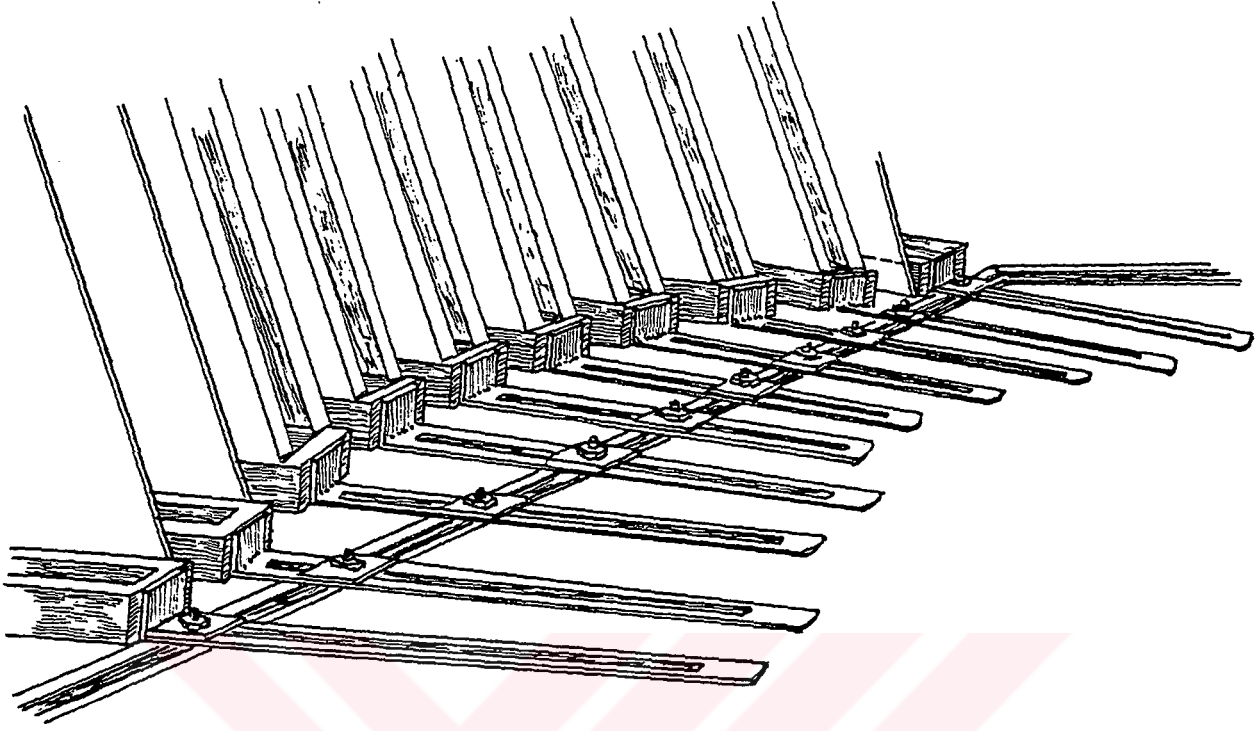
Şekil 2.14 Gerilim laması ve kalıp ile eğri formlu parçanın lamine edilmesi (Erşen, 1975)



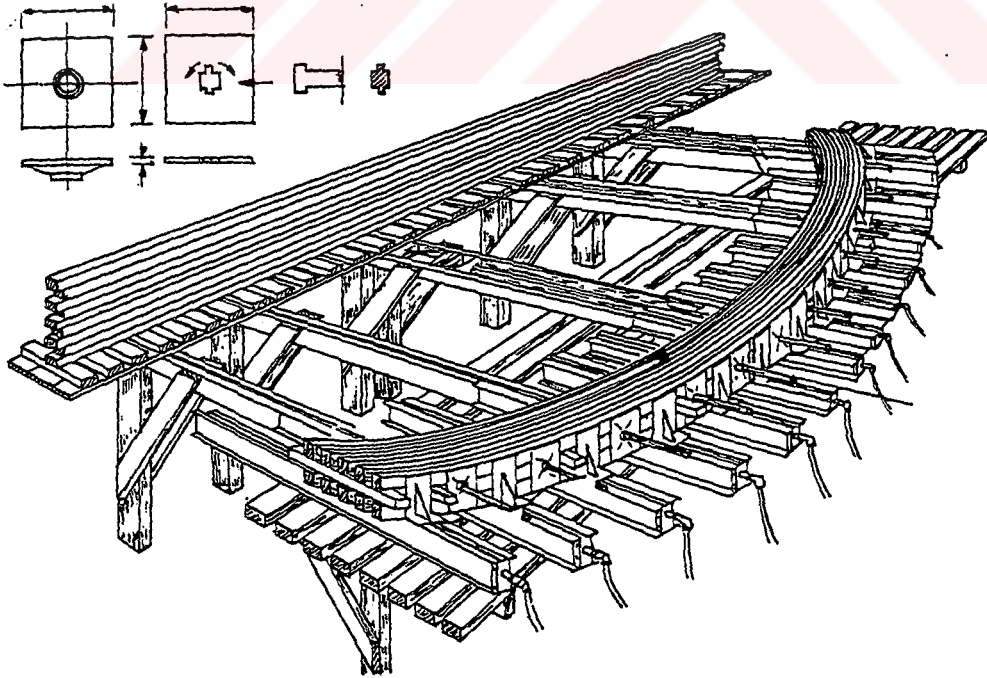
Şekil 2.15 Hidrolik preste erkek dişi kalıpla karışık formda parçanın lamine edilmesi (Erşen, 1975)



Şekil 2.16 Erkek-dişi kalıpla eğri formu parçanın lamine edilmesi (Erşen, 1975)



Şekil 2.17 Forma göre ayarlanabilen mekanik kalıp (Erşen, 1975)



Şekil 2.18 Forma göre ayarlanabilen büyük boyutlu lamine eleman kalıbı (hidrolik) (Erşen, 1975)

Kimyasal esaslı tutkallar, fiziksel esaslı tutkallara göre rutubete ve suya karşı daha dayanıklıdır. Tutkal seçimi yapılırken, nerede ve nasıl kullanılacağı belirlendikten sonra tutkal seçimi yapılmalıdır (Şenay, 1996).

Ahşap birleştirmede ağaç malzemenin ve tutkalın PH derecesi önemlidir. Asit etkili tutkallar metallere temas ettiği zaman rengi koyulaşmakta ve dolayısıyla ağaç malzemenin rengini değiştirmektedir. Bu yüzden plastik, cam, seramik ve paslanmaz çelikten yapılmış kaplar kullanılmalıdır (Şenay, 1996).

2.2.6 Bitirme İşlemleri

Basıncın kaldırılmasından sonra yapıştırılan tabakalı ağaç malzeme aşağı yukarı tutkallama esnasında hakim olan sıcaklık ve bağıl neme sahip yerlerde depo edilmelidir. Gerekli depolama süresi 20 °C sıcaklıkta 36 saat, 15 °C'da 72 saattir. Tutkal presleme işi bittikten sonra, gerekli mukavemetin kazanılması için 2 –14 gün beklenmelidir. Daha sonra son işleme ve şekil verme ile koruma ve cilalama muameleleri yapılmaktadır (Kurtoğlu, 1979).

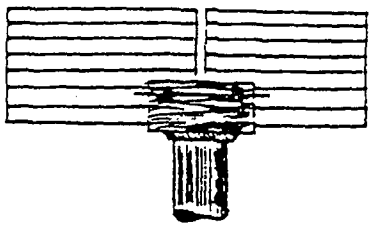
Kalıptan çıkan tüm elemanlar, planya ve kalınlık işlemlerini aynı anda tamamlayan, gerekli kesim, dekopaj, delik vb ince işlemleri yapan bilgisayar kumandalı ayrı bir banda girerler (Tokyay, 1998).

Önce yüzeyler düzgün hale getirilir. Yüzeylerin düzeltilmesi sırasında basınç dolayısıyla sızmış olan tutkallar da temizlenir. Bu banttan çıkan elemanların üzerinde gerekli olan metal (sıcak daldırma galvaniz çelik, ST 36 kalitesi) bağlantı elemanları montajı yapılır. Müşterinin talebine uygun renkte, solvent bazlı emprenye sıvısı(asgari 100 gr/m²) ile emprenye işlemi elemanın üzerinde uygulanır.

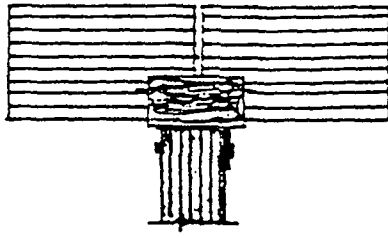
Tüm yukarıdaki işlemler, yaklaşık 20 °C ısı, % 65 nem ortamında yapılmaktadır. Ayrıca, tutkallama ve tabakalandırma süreçlerinin tüm aşamalarında üretimden alınan örnekler tesis laboratuvarlarında değişik dayanım testlerine tabi tutulmaktadır (Candan, 1998).

Tutkallı Tabakalı Elemanlarda Uygulanan Bağlantı Detayları

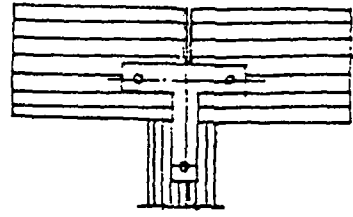
Tutkallı tabakalı ahşap ile üretilen kiriş, kolon ve aşıklarda uygulama yerine göre metal bağlantı elemanları yardımı ile değişik birleştirme detayları uygulanmaktadır. Bununla ilgili detaylar şekil 2.19, 2.20, 2.21, 2.22'de verilmiştir.



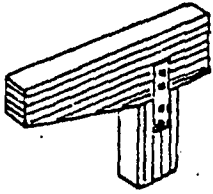
1



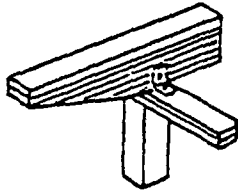
2



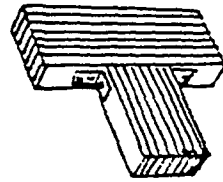
3



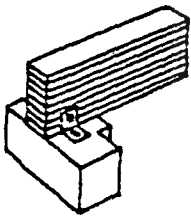
4



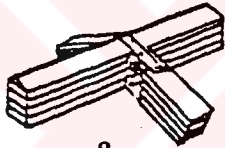
5



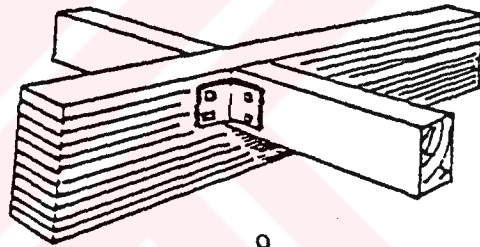
6



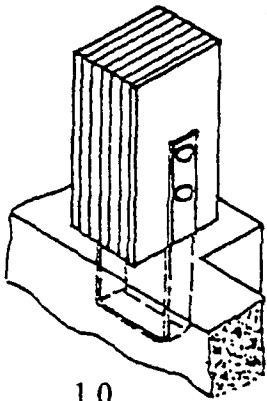
7



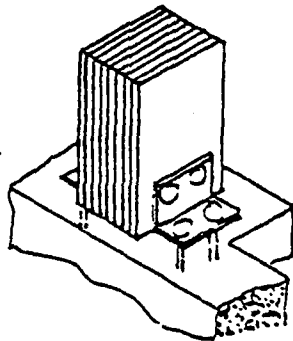
8



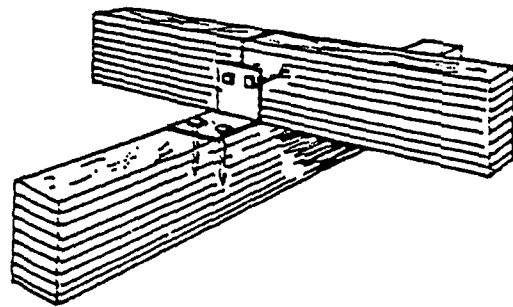
9



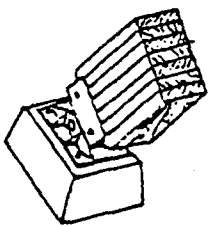
10



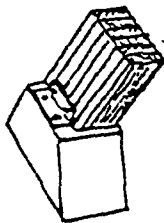
11



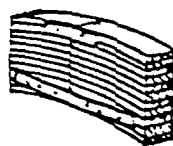
12



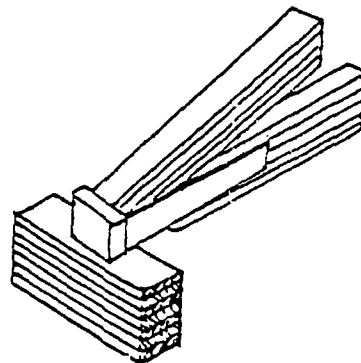
13



14



15



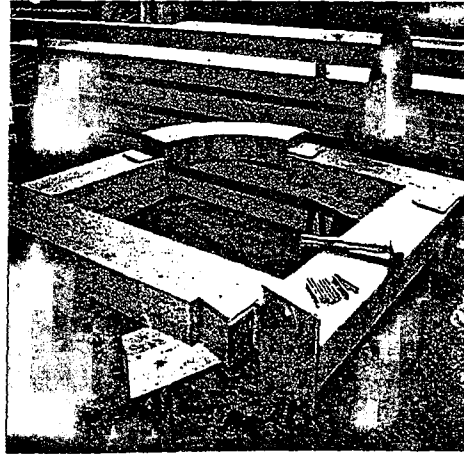
16

Şekil 2.19 Lamine elemanlarda uygulanan bağlantı detayları ve elemanları

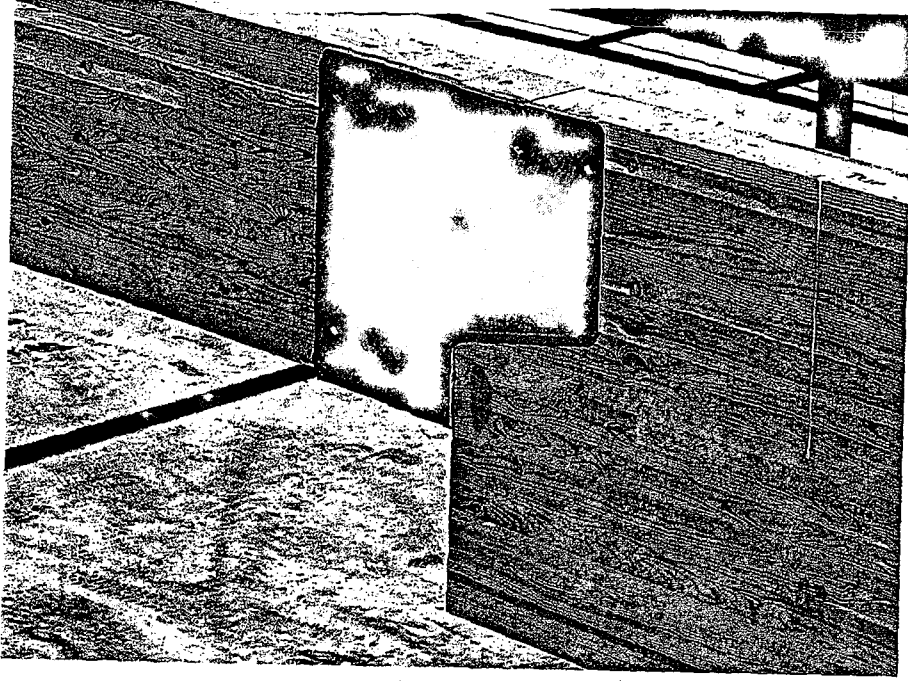
1. Metal boru kolon üzerinde tutkallı tabakalı ahşap kiriş birleştirme
2. Tutkallı tabakalı ahşap kolon üzerinde U plaka ile kiriş birleştirme
3. Tutkallı tabakalı ahşap kolon üzerinde T plaka ile kiriş birleştirme
4. Tutkallı tabakalı ahşap kolon ve kirişin düz T plaka ile birleştirmesi
5. Kafes sistemlerde kiriş-aşık bağlantısı
6. Tutkallı tabakalı ahşap kolon ve kirişin L plaka birleştirmesi
7. Tutkallı tabakalı ahşap kolonun beton duvar üzerine bağlanması
8. Çatı sırtı bağlantı detayı
9. Kiriş-aşık bağlantı detayı
10. Tutkallı tabakalı ahşap kolonun beton zemine V plaka ile bağlanması
11. Tutkallı tabakalı ahşap kolonun beton zemine L plaka ile bağlanması
12. Kiriş- aşık bağlantı detayı
13. Kavisli taşıyıcının hareketli mafsalla beton zemine bağlanması(24 m'den daha fazla açıklıklarda)
14. Kavisli taşıyıcının sabit mafsalla beton zemine bağlanması(24 m'ye kadar olan açıklıklarda)
15. Kavisli taşıyıcılarda boy birleştirme detayı
16. Tutkallı tabakalı ahşap çatının taşıyıcı üzerine bağlanması

2.3 Ön Montaj İşlemleri

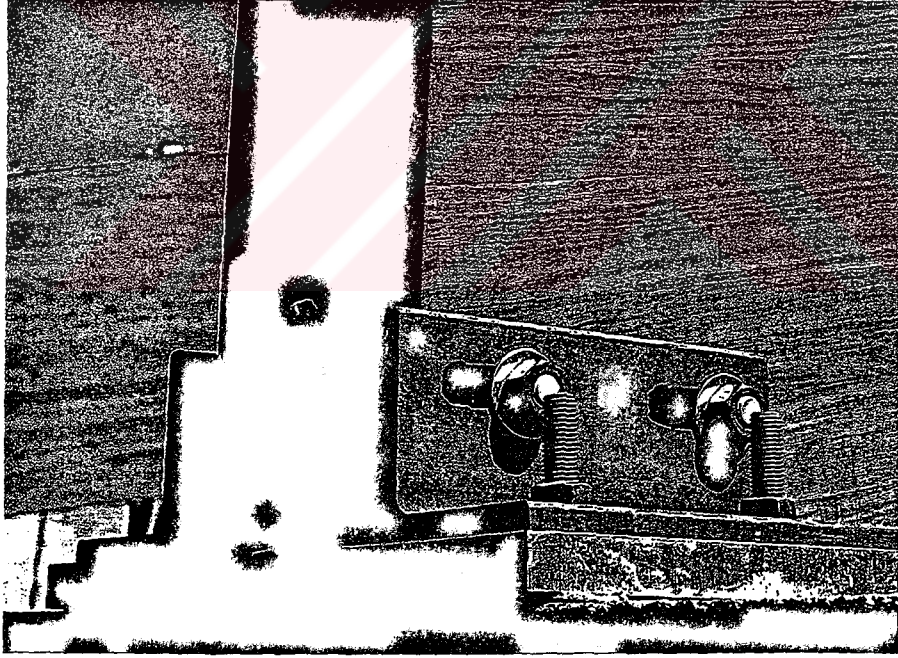
Özellikle, şantiye koşullarında yapılması zor ve ekonomik olmayan makas, kolon gibi birden çok elemandan oluşan birleşik yapı elemanları, tesisin ayrı bir bölümünde monte edilir ve nakledilmeye hazır hale getirilir. (Tokyay,1998)



Şekil 2.20 Çelik bağlantılarının yapılması (Holzbau)



Şekil 2.21 Çelik bağlantılarının yapılması (Holzbau)



Şekil 2.22 Çelik bağlantılarının yapılması (Holzbau)

2.4 Nakliye

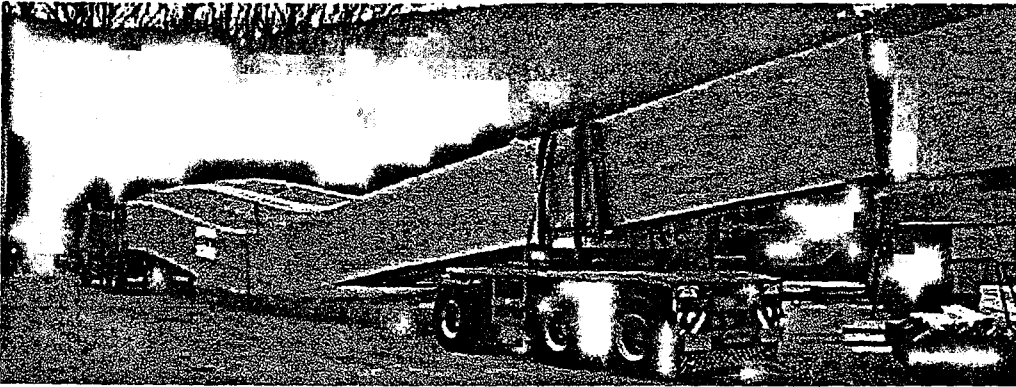
Özellikle, ahşabın hafif olması, taşımacılıkta önemli avantajlar getirmekte, nakliye harcamalarını düşürmektedir. Ancak, uzun yapı elemanlarının taşınması bu taşımaya uygun araç ve yardımcı ekipmanları da gündeme getirmektedir. Örneğin İtalya'da 60mt'ye kadar

yapı elemanı karayollarında taşınmaktadır. Ayrıca, deniz nakliyesi de bu sistemde kullanılmaktadır (Tokyay, 1998).

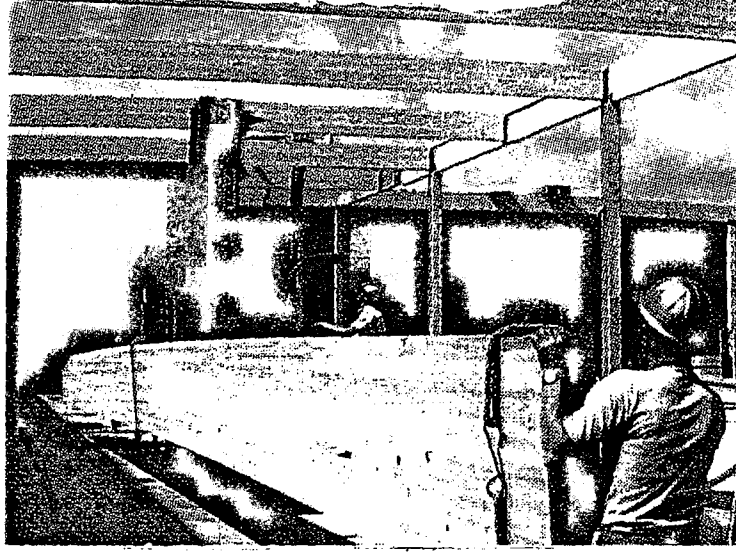
Ağırlığının az olması nedeniyle taşınması kolay olup, taşıma masrafı bakımından oldukça büyük ekonomi sağlamaktadır. Örneğin: 2000cm² enine kesitte sahip 25m uzunluğundaki yapıştırılmış tabakalı ahşap malzeme 2.5 ton ağırlığında olup, buna karşın aynı taşıma kuvvetindeki çelik profil 4 ton, gerilimli beton 7,5 ton ağırlığa sahip bulunmaktadır (Bozkurt, Kurtoğlu 1979).

Tutkallanan ağaç yapı malzemesi tutkalın tamamen sertleşmesinden sonra nakledilmelidir. Taşıma sırasında ağaç yapı malzemesi bükülme , itilme ve kırılmaya karşı emniyet altına alınmalıdır. Ayrıca tutkallı tabakalı ağaç, malzemenin inşaat yerine taşınması ve orada depolanması esnasında monte edilip çatı altına alınuncaya kadar yağmur, güneş gibi dış hava koşullarına karşı korunmalıdır. Bu amaçla A.B.D. ve Kanada'da tutkallı tabakalanmış ağaç malzeme plastik materyal ile örtülmektedir. Taşıma için yapıştırılmış tabakalı ağaç malzemenin büyüklüğü ve yol durumuna göre araç seçimi yapılmalıdır (Kurtoğlu, 1979).

Tutkallı tabakalı ahşap elemanların taşınması ve ve montajı sırasında da mümkün olduğunca rasyonel olunması ve az emek sarfedilmesi gerekmektedir. Tutkallı tabakalı ahşap elemanın yapımında kullanılan odunun özgül ağırlığının düşük olması nedeniyle taşıma ve montaj kısa sürede ve ucuz olarak başarılabilir (Bozkurt, Kurtoğlu 1979).



Sekil 2.23 Kara yolu elemanların uygun nakliye araçları ile sahaya nakil edilmesi



Sekil 2.24 Tutkallı tabakalı ahşap elemanların yüklenmesi

2.5 Yerinde Montaj

Tutkallı tabakalı ahşap elemanların üretiminde, bütün diğer prefabrik uygulamalarda olduğu gibi, şantiyede yapılacak işlerin minimuma indirildiği bir sistem uygulanmakta, genelde değişik büyüklükteki mobil vinçler kullanılmaktadır. Yine de, ahşabın kolay işlenebilirliği açısından düşündüğümüzde, montajın beton veya çelik eleman montajına göre daha rahat olabileceğini, in-situ ölçü problemlerinin daha rahat halledilebileceğini söyleyebiliriz (Tokyay, 1998).

Tutkallı tabakalı ahşap elemanlar inşaat yerinde toprak yüzeyinden en az 30 cm yukarıda traversler üzerinde depo edilmeli, plastik örtüler bina tamamen bitirilip işletmeye açıldığı zaman sökülmelidir. Böylece, tutkallı tabakalı ahşap elemanların montajı oldukça kolay olmaktadır. Bu işi çabuklaştırmakta ve iş gücü tüketimini oldukça azaltmaktadır (Kurtoğlu, 1979).

Tutkallı tabakalı ahşap elemanların üretiminin işletmelerde komple bitirilmesinin de sahada montajın kısa sürede, ekonomik ve kolayca yapılmasına etkendir (Bozkurt, Kurtoğlu 1979).

Montaj genelde, marangoz ekipleriyle yapılabilenkte, çok standart uygulamaları çelik ekipleri dahi yapabilmektedir (Duman, 1974).



Şekil 2.25 Sahada montaj (AITC)



Şekil 2.26 Sahada montaj (AITC)

2.6 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Özellikleri

Ağaç malzeme, hava ve su yanında büyük odunsu oranda hücre çeperinden oluşur. Odunsu bir hücre çeperinin kimyasal bileşikleri içinde selüloz %50 lik bir orana sahiptir. Bunun dışında %25-35 hemiselüloz ve %15-25 lignin bulunur. Böylece selüloz hücre çeperinin ana maddesi olup fiziksel ve mekanik özelliklerin de kaynağıdır (Göker, 1999).

2.6.1 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Sunduğu Mimari Tasarım Olanakları

Plastik özelliği oldukça yüksek formlar üretebilmesi, tasarımcının emrindeki yapı mutfağına, hafif, statik dayanımları yüksek, değişken formlu bir dizi yeni yapı elemanı ve bir dizi yapı kurgusu katmıştır (Candan, 1998).

Tutkallı tabakalanmış yapı sisteminin ve yapı elemanlarının beton, çelik ve diğer kargir yapı elemanlarıyla kolayca ve sorun çıkarmadan buluşabilmesi, uzlaşabilmesi, hatta çok örnekte görüldüğü üzere birlikte tek bir strüktür oluşturabilmeleri ise, tasarımcıyı yapı kurgusundaki zorlamalardan uzaklaştırır ve yapıya hem iyi bir analizci hem de iyi bir bütünleyici olma şansını verir (Candan, 1998).

Üstüne bir kaplama veya bitirme malzemesi alma gereksinmesi göstermeden yalın haliyle oldukça sıcak ve çekici bir güzellik sunması, mimari ifadeye yeni bir ufuk açmaktadır.

Masif ahşaptan üretilen elemanların boyutları sınırlıdır. Oysa tutkallı tabakalı ahşap sistemi ile daha büyük ürünler elde etmek mümkündür. Gerek mimaride gerekse iç dekorasyonda istenilen stilde ve sınırsız formlarda çalışma olanağı sağlanmaktadır. (Ek 1 Şekil 4.1?????)

2.6.2 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Ekonomik Özellikleri

İnce parçalar halinde biçilen ağaç malzeme, imalatta girmeden önce doğal yöntemle kolay ve ekonomik olarak kurutulmamaktadır. Oysa büyük boyutlu ağaç malzeme doğal olarak kısa sürede kurutulmaktadır ve ek bir kurutma maliyeti getirmektedir.

Betonarme yol ve köprülerdeki karbonatlaşma sorunu yüzünden uğranan zararın miktarı çok fazladır. Ahşap malzeme kullanımında böyle sorunlarla karşılaşılmaz.

Elemanın yapısal bütünlüğünü bozmadan daha az dirençli tutkallı tabakalı ahşap elemanlar için, düşük dirençli ağaç malzeme kullanımına olanak sağlamaktadır.

En boy birleştirme yöntemlerinin uygulanması ile çok küçük boyutlardaki ağaç (min20cm) malzemenin kullanımına olanak sağlandığından fire oranı azalmaktadır. Ayrıca ağaç malzemenin bünyesindeki kusurlarından (budak, çatlak, kurt yeniği, lif kıvrıklığı, çürüklük, reaksiyon odunu, sulam) arındırılarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

Tutkallı tabakalanmış ahşap için malzeme olarak kullanılacak olan kerestenin belli bölümlerinin budaklı ya da kullanıma elverişsiz olduğu takdirde bu bölüm kesilerek çıkarılır ve daha küçük parçalara ayrılmış olan kereste yeniden kullanılabilir (Duman, 1964).

Ahşabın tutkallanmaya hazırlanması ve tutkallanması son ürün üzerinde ek bir işçilik maliyeti getirmektedir. Fakat, aynı boyutlardaki yekpare bir ağaç malzemeye göre bu kabul edilir bir durumdur.

Tutkallı tabakalı ahşap ürünün direnci en-boy birleştirmede ve yapıştırımda kullanılan tutkalın kalitesine de bağlıdır. Yüksek dayanımlı tutkalların alım maliyetinin yüksek olması ek bir maliyet getirmektedir.

Tutkallı ahşap yapılarda kullanılan kerestenin kalınlığı 3,4 cm gibi küçük ölçüler olduğu için kerestenin nem derecesi kolaylıkla ölçülebilir ve nem ayarı yapılabilir. Böylece rötre, şişme ve deformasyonlar en aza indirilerek mukavemet maksimuma çekilir (Duman, 1964).

2.6.3 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Fiziksel Özellikleri

Tutkallı tabakalı ahşap yapıların çürümeye karşı mukavemeti diğer birleşim elemanlarıyla yapılanlara oranla yüksektir. Tutkallamanın gerektirdiği yapay kurutma sırasında kerestenin bünyesinde bulunan böcekler ve yumurtaları tahrip olur. Tutkallama sonunda ise nem derecesi %18'in altına düşeceğinden mantar ve benzeri parazitler barınmaz (Duman, 1964).

Büyük ölçülerde ve tekparça olan tutkallı tabakalı ahşap kesitlerin çevrelerinde bulunan kor tabakası yangının içeriye ilerlemesini yavaşlatır. Taşıyıcı sistem yıkılmadan uzun süre taşıyıcılığının kaybetmez (Duman, 1964).

Ahşap paslanmadığı gibi soğuk haldeki sulandırılmış (seyreltik) baz ve asitlerden zarar görmemektir.

Yapılarda kullanılan kiriş şeklinde kalın ağaç malzemenin yüzeyi ateşe maruz kaldığında kömürleşme meydana gelmektedir. Kömürleşmiş kısımlar izolasyon maddesi gibi görerek yanmanın ağaç malzemenin iç kısımlarına nüfuzunu önler.

Nefes alan kendini yenileyen canlı bir yapı elemanıdır. Bu yüzden, özellikle su buharı veya kimyasal gazların yer aldığı ortamlara büyük adaptasyonlar göstermiştir. Çok sıra dışı bir örnekle %80 nem ve 10 derece ısı koşullarındaki bir kapalı ortamda tabakalanmış ahşabın 4 ay dayanabildiğini söyleyebiliriz (Bozkurt, 1986).

2.6.4 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Bu Teknolojinin ürünleriyle, mesnetler arasında, mukavemet hesaplarına göre istenebilecek değişken kesitli yapı elemanı tasarlayıp hesaplayabilmek olanaklı hale gelmiştir. Masif ahşabın ölçü sınırlamaları ortadan kalkmıştır. (Örneğin 8,5 cm'den 220 cm'ye kadar uzanan kesit aralığı ile, karayollarının izin verdiği ölçüde 60m'ye kadar uzanan yapı eleman ölçüleri...) (Candan, 1998).

Tutkallı tabakalanmış ağaç malzeme aynı cins masif malzemeye göre daha az çalışmaktadır. Buna neden olarak tutkallı tabakalı ahşap üretiminde ağaç malzemenin katları arasında uygulanan tutkallın su itici özelliği gösterilebilir. Bunun sonucu olarak tutkallı tabakalanmış ahşap malzeme aynı cins masif malzemeye nazaran boyutsal bakımdan daha stabildir (Şenay, 1996).

Küçük parçalar halinde kullanılan odunun daralma, genişleme ve çatlak oluşumu gibi istenmeyen özellikleri tahtaların tekniğine uygun olarak kurutulması ve yapıştırılması ile azalmakta veya tamamen kaybolmaktadır. Tekniğine uygun yapıştırılmış tabakalı ağaç malzemeler yüksek bir direnç ve daha az daralma-genişleme özelliği göstermektedir (Bozkurt, Kurtoğlu 1979).

Bu yapı elemanlarının hafifliği (400 kg/m³), düşey taşıyıcılar ve temel hesaplarında inşaat mühendisliğine önemli avantajlar getirmektedir (Candan, 1998).

Yapısal elemanların tasarımında yüke bağlı olarak kesit altında farklı kesitlerde çalışma olanağı sağlar. Örneğin kavisli elemanlarda yükün geldiği yerde daha büyük boyut uygulanabilmektedir.

Deprem anındaki davranışının diğer yapı elemanlarına kıyasla çok başarılı olduğu bilinmektedir. Hafiflik aynı zamanda, yatay kuvvetleri de azaltmaktadır (Candan, 1998).

Tahtalar kuru haldeyken dahi mukavemetlerinden bir şey kaybetmeden istenilen form verilebilir (Duman, 1964).

Tutkallı birleşimlerin mukavemeti birleştirdiği parçalarınkinden büyük olduğu deneylerle saptanmıştır. (Duman,1964) Masif ahşaptaki ters sehim verme problemi tutkallı ahşap yapı elemanlarında çok kolaylıkla çözülebilmektedir (Duman, 1964).

Tutkallı tabakalı ahşap kullanılarak oluşturulan kesitlerde maximum gerilmelerin olduğu bölgelerde yüksek mukavemetli, gerilmelerin daha az olduğu bölgelerde daha az mukavemetli -ucuz- ahşap kullanılabilir. Böylece gereksiz maliyetler azaltılabilir (Duman, 1964).

Tabakalandırma işlemindeki üç ana özellik bu yapı elemanına yüksek taşıma performansı vermektedir:

- 1)Tabakaların kurutulması,
- 2)Yapı elemanının içindeki tabakaların yerleştirilme tekniği,
- 3)Kerestenin yetiştirilme karakteristiğinin geliştirilmesi (Candan, 1998).

Birbiri arkasına çeşitli zamanlarda oluşan gerilmelere maruz kalması halinde birçok metal gibi kristalleşmemekte ve gevrek bir hal almamaktadır.

Uzun süreli aşırı derecedeki düşük sıcaklık derecelerinde kohezyon gücünü korumakta, beton gibi zarar görmemektedir.

Yapısındaki kusurlar dikkatle bakıldığında kolayca görülebilmekte olduğundan kusurlu kısımların işlenmeden önce uzaklaştırılması mümkün bulunmaktadır.

Tutkal ve metal birleştirme elemanlarının yardımı ile eklemeler yapılabilen ve boyutlar uzatılabilmektedir.

Ağaç malzeme belirli bir sertliğe sahiptir.

Ağaç malzeme boyuna yönde önemli derecede yüksek direnç özelliklerine sahiptir. Liflere dik yöndekinden 4-15 defa daha yüksek boyuna yönde dirençlidir. Özellikle uzun lifli ağaçlarda odun lifleri kırılma noktasına gelmeden önce kopmaya başlayarak sesle tehlikeyi haber verebilmektedir (Göker, 1999).

2.6.5 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Çevresel Etmenler Açısından Özellikleri

Genel kanının tersine tutkallı ahşap, yangında taşıma yeteneğini en geç kaybeden yapı elemanıdır (Tokyay, 1998).

Çelik koruma tedbiri alınmazsa önce aşırı genişleşip deforme olur ve taşıyıcılık özelliğinin kaybeder, 600 C sıcaklıktan itibaren çökme riski taşır ve 15 dakika içinde çöker. Aynı zamanda çok iyi bir iletici olduğu için ısının yayılmasını da hızlandırır. Beton, çelikten iyi olmasına karşın, demir donatısının beton içindeki pas payı ortadan kalktığına, inşaat demiri çelik yapıdaki gibi iletken olmakta ve yaklaşık 30dakika sonra taşıma özellikleri ortadan kalkmakta ve bir daha kullanılamamaktadır. Isıda genişmesi sıfır olan ahşap ise yanarak taşıyıcı gücünü kaybedene kadar ortalama 1 saat ayakta durabilmektedir (Erengözgin, 2000).

Ahşabın statik hesaba göre aldığı minimum kesit yangın anında minimum 30 dakika (R30) yangın direnci sağlamaktadır. 30 dakikadan sonra 0.7mm/1 dakika kesit azalması olmaktadır. Yani, ilk mimari statik planlamada yapı elemanının kesitini baştan artırıp R30 veya R90 dirençlerine ulaşmak mümkündür (Tokyay, 1998) .

Tutkallı tabakalı ahşap mükemmel bir ısı yalıtım değerine sahiptir (Tokyay, 1998).

Tutkallı tabakalı ahşap hafiftir. Bu özelliği ona çeşitli avantajlar sunmaktadır (Tokyay, 1998).

Tutkallı tabakalı ahşap bakım maliyeti çok azdır. Uygun ve periyodik bir şekilde bakılması onu ölümsüz bir yapı elemanı yapmaktadır (Tokyay, 1998).

Ahşap bina üretimindeki son teknolojiler bunların tahrip edici faktörlere karşı dayanmasını artırırken depremde yıkılma riskini de azaltmaktadır. Bunun yanında insanların, sağlıklı, atraktif, dekoratif ve iyi planlanmış az katlı mekanlarda yaşamasına imkan verir. Deprem esnasında ahşap yapılar kalitesiz betonarme yapılara göre daha güvenli olabilir. Ahşap yapılarda yaşayanların fizyolojik ve psikolojik açıdan daha sağlıklıdır. Betonarme binalarda oturanlar ise romatizma, astım, böbrek hastalıkları, dolaşım bozuklukları gibi hastalıklara yakalanma oranı daha yüksektir ve radon gazı ile karşı karşıya kalmaktadırlar (Duman, 1964).

Betonarmenin karışım suyu, sonraki sulaması, çakılın büyüklüğü, kalitesi, demirin kalınlığı, işleniş biçimi gibi yüzlerce faktör kontrol edilmelidir. Bunlardan herhangi birindeki ihmal hayati tehlikeler doğurmaktadır (Erengözgin,2000).

2.6.6 Tutkallı Tabakalı Ahşabın Kaynak Kullanımı ve Ekolojik Açıdan Özellikler

Kolaylıkla temin edilebilen tahtaların budaklı ve diğer hatalı kısımları kesilerek ayrıldıktan sonra uç taraflarından kama dişli veya bindirme şeklinde birleştirilerek, kereste daha ekonomik olarak kullanılabilmekte ve tahtaların üst üste yapıştırılması ile oldukça büyük uzunluklarda taşıyıcılar elde edilebilmektedir (Bozkurt, Kurtoğlu 1979).

Kısa ve küçük kereste parçalarından büyük ölçülü yapı elemanı üretilmesi kereste kaynaklarının daha verimli kullanılabilmesine olanak sağlamaktadır (Tokyay, 1998).

Üretimde kullanılan (Conifer) kozalaklı çam türü doğanın çok çabuk yenileyebildiği bir ağaç türüdür (Tokyay, 1998).

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

Yapı elemanının üretiminde çok düşük enerji kullanılmaktadır. (yakıt ve elektrik enerjisi) Aynı şekilde, nakliyede kullanılan ortalama yakıt miktarı da düşmektedir. Tüm bunlar, genel anlamda enerji tasarrufunu arttırmaktadır (Tokyay, 1998).

Kurutma ve böceklerden korunma tekniğinin fırında ısı ile kurutma şeklinde yapılmasından dolayı zehir veya benzeri sentetik kimyasallar kullanılmaması da ekolojik açıdan önemli bir unsurdur (Tokyay, 1998).

3. TUTKALLI TABAKALI AHŞAP YAPI ELEMANLARININ ÜRETİMİ

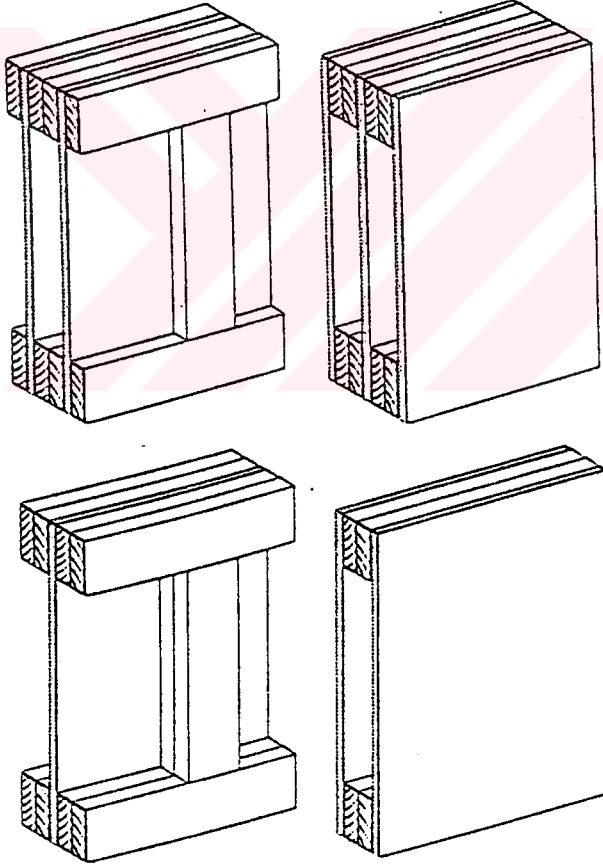
3.1 Tutkallı Tabakalı Ahşap Yapı Elemanlarının Üretim Sistemleri

3.1.1 Hetzer

Bu sistemin esası tahta ve kalasların geniş yüzeyleri boyunca üst üste yapıştırılarak ihtiyacın gerektirdiği ölçülerde dikdörtgen veya I kesitli ahşap yapı elemanları elde etmektir. İlk defa Otto Hetzer tarafından kullanıldığı için bu isimle anılmaktadır (Duman, 1964).

Ahşap malzemeye eğri formlar uyguladıktan sonra da tutkallamak mümkün olduğundan taşıyıcı ahşap elemanlara istenilen her form verilebilir (Candan, 1998).

Pratikte ihtiyaç olan her ölçüde ahşap taşıyıcı elemanlar bu sistemle imal edilebilmektedir. Kesit şekli olarak başlangıçta I şekiller tercih edilmekte idi. Şimdi daha ziyade dikdörtgen kesitler kullanılmaktadır (Duman, 1964).



Şekil 3.1 Hetzer kirişi (Holzbau)

Hetzer kirişlerinde kullanılan lamellerin kalınlığı 5 cm civarındadır. Tabaka kalınlığının artması, derz sayısı azalttığından tutkal tüketimi ve işçilik azalmasıyla daha ekonomik sonuçlar elde edilir fakat, tabaka kalınlığının artması mimari form verebilme imkanını kısıtlar.

Hetzer kirişlerinde kesit zayıflamaları en aza indirilmiştir. Bu tabakalar değişik tabakaların şaşırtılarak ile uç uca eklendiğinden ahşap malzemenin boyu çok önemli değildir.

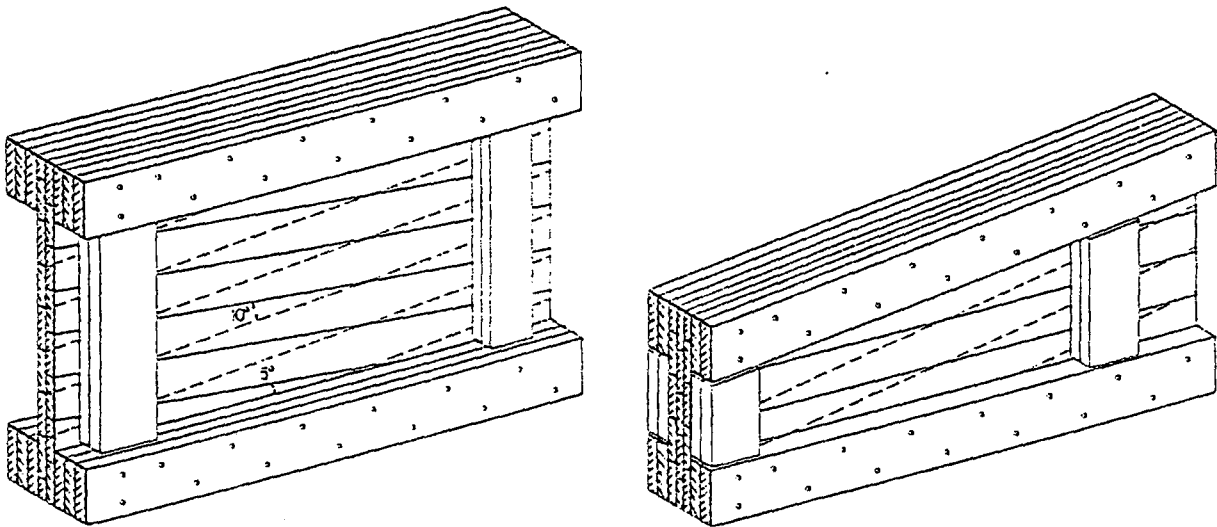
Uç uca ekleme üç değişik şekilde olur.

1. Düz ekli birleşimler: Ek yerlerinde kesitte zayıflama olmaması için tabakaların şaşırtılarak birleştirilmesi gerekmektedir.
2. Şevli ekli birleşimler
3. Kama dişli birleşimler: Kama dişli birleştirmenin taşıma kabiliyeti kullanılan malzemenin kalitesine tutkallama tekniğine, diş açlarına, diş ucundaki boşluğa ve tüm birleşmenin enine kesitine bağlıdır.

Eğilme momentine maruz kalan yerlerde ekler şevli veya kama dişli uygulanmak zorundadır.

3.1.2 Kaempff

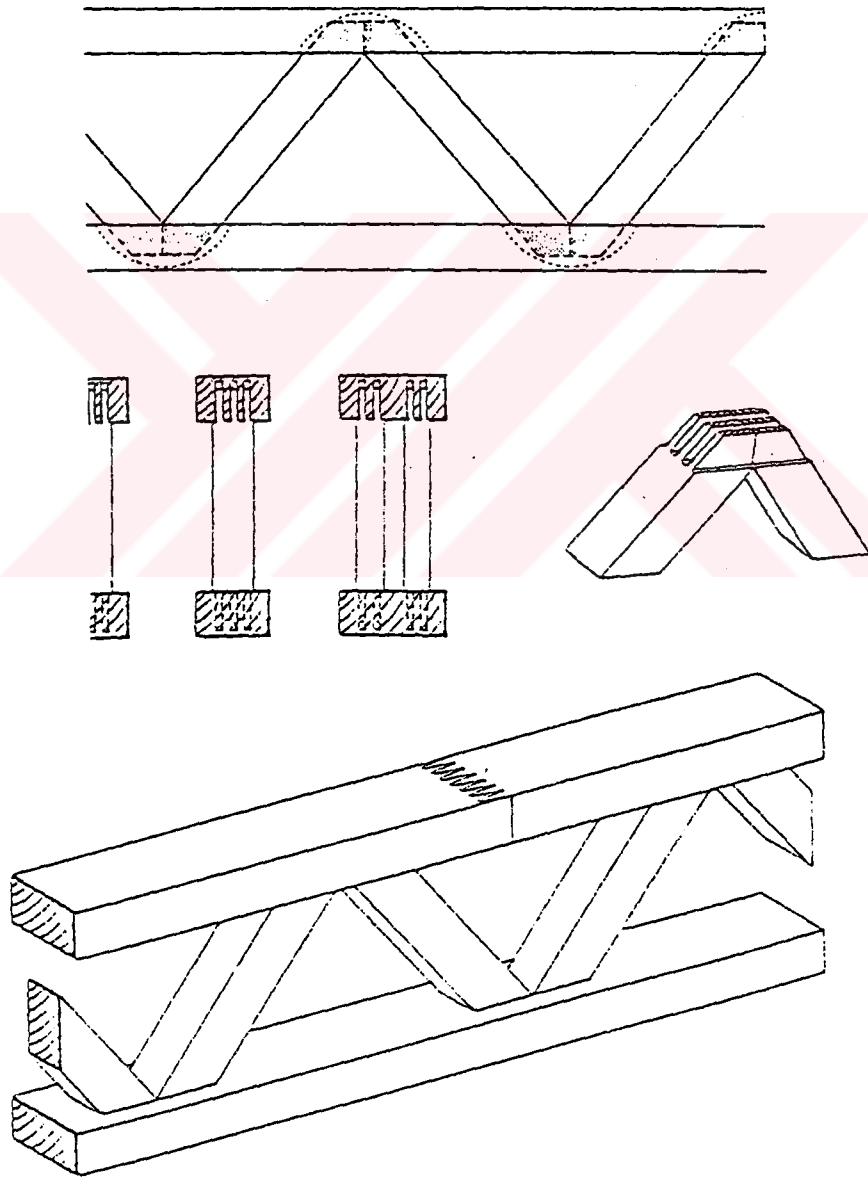
I kesitli Hetzer kirişlerinin geliştirilmiş şeklidir. Gövde kısımları 2 veya 3 kat tahtadan oluşur. Bunlar, lif istikametleri ile kiriş eksenine arasındaki açı 4-6 derece olmak üzere birbirine göre çapraz yerleştirir (Duman, 1964). Başlık ve gövde ekleri kama dişli birleşimlerle yapılır. Başlıklar paralel veya yatayla 15 derece açı yapacak şekilde olur.



Şekil 3.2 Kaempff kirişi

3.1.3 Dsb

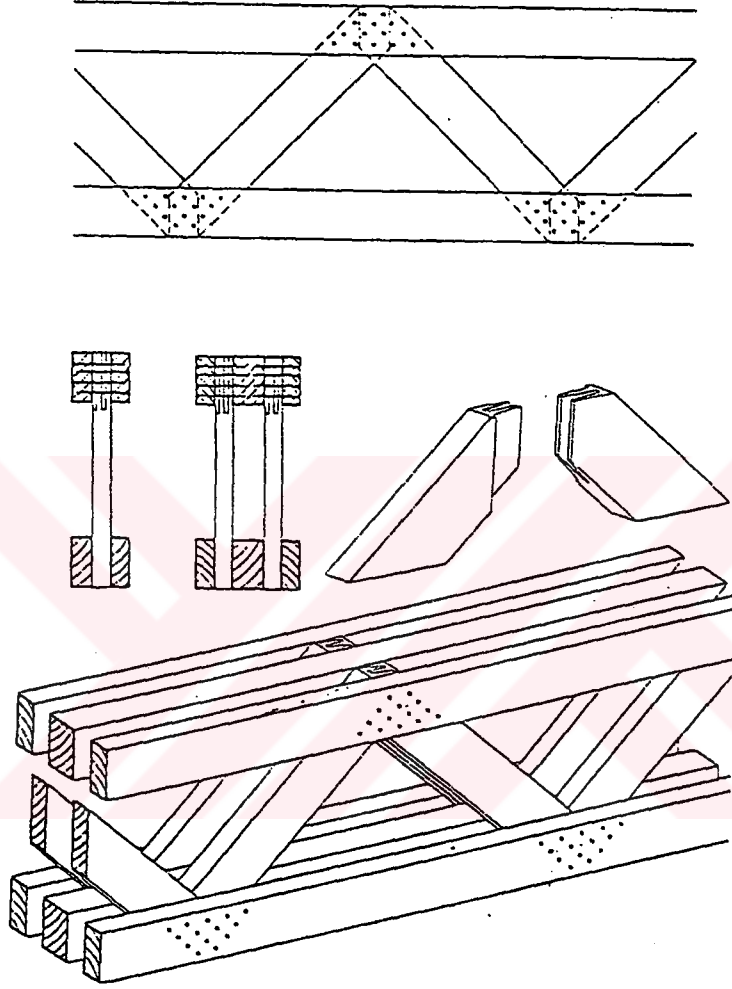
Bir çeşit paralel başlıklı kiriştir. Başlıklar, kesitleri en çok 12/6 cm. Ölçüsünde ve geniş kenarı yatay olarak yapılır. Farkı, birleşimlerin özel makinelerle açılan diş ve yuvalarla olmasıdır. Alt ve üst başlıklara yuvalar, basınç ve çekme çubuklarına da dişler açılır ve tutkallanarak yapıştırılır. Başlıklar kama dişli ekler yardımı ile istenildiği kadar uzatılabilir. %50'ye kadar ahşap tasarrufu sağlar. Çatılarda ve aks aralığı büyük olan hallerde aşık ve bazen de kolon olarak kullanılabilir (Duman, 1964).



Şekil 3.3 Dsb kirişi (Holzbau Atlas)

3.1.4 Trigonit

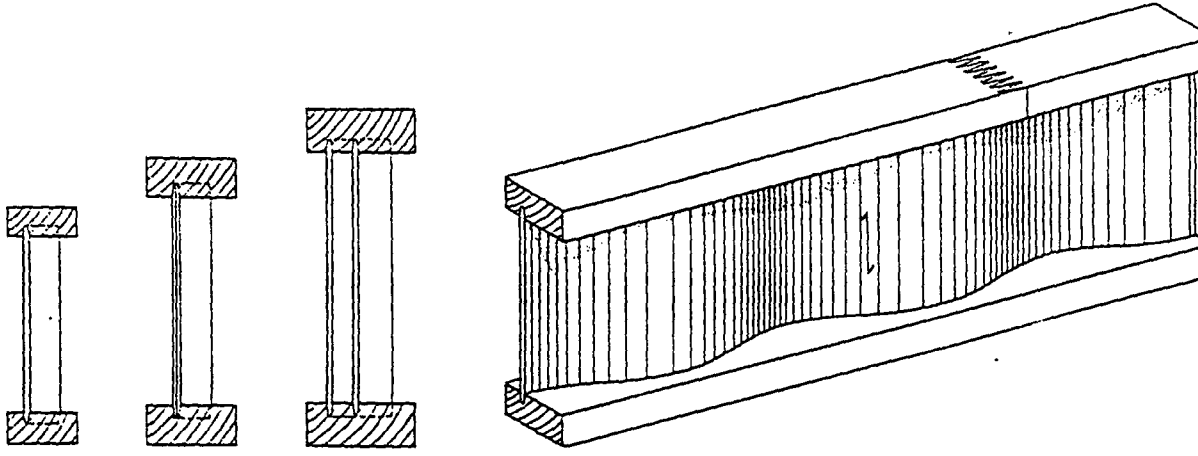
Dsb kirişlerine benzerler. Diagonal birleşimleri tutkallanmışlardır. Diagonal ile başlıkların birleşimi ise çivilidir. Çivili birleşimleri özel çivilerle yapılmalıdır. Boşluklu olması ve işçiliğinin rahat olmasından dolayı dsb kirişlerinden daha iyidirler (Candan, 1998).



Şekil 3.4 Trigonit kirişi (Holzbau Atlas)

3.1.5 Kontrplak Gövdeli Kiriş Sistemleri

Paralel başlıklı çerçevedir. Başlıklarda özel olarak açılmış öndüle yuvalara 4-6mm'lik kontrplak tutkalanarak yerleştirilir. Kesit yükseklikleri 16-40 cm. Arasındadır. Kontrplaka gövdenin öndüle yapısı kirişin rijitliğini sağlar. Gövde boşluğunu hafif bir malzemeyle doldurulmuş olması sistemi hafifletir (Candan, 1998).



Şekil 3.5 Kontoplak gövdeli kiriş (Holzbau Atlas)

3.2 Tabakalı Tutkallı Ahşap Teknolojisi Yapı Elemanlarının Üretim Standartları

Geliştirilmiş geleneksel yapı sistemlerinin belirli açıklıklardan daha büyük açıklıkları aşmaları, taşıyıcı sistemin ele alınmasına bağlıdır. Büyük açıklıklar bereberinde artı yük getirmektedir. Artan ivmeler, sistemin stabilitesi açısından tehlikeli olmaya başlar. Bütün bunları karşılayan taşıyıcı sistem “dikme” ve “kirişlerdir.”

3.2.1 Kirişlerin Üretimi

Büyük açıklıklı sistemlerde taşıyıcı olarak gerekli olan yapı elemanlarından birisi “kiriş”lerdir. Statik sistemde düşey yüklerin aktarımını kolonlara taşıyan kirişler büyük önem taşır.

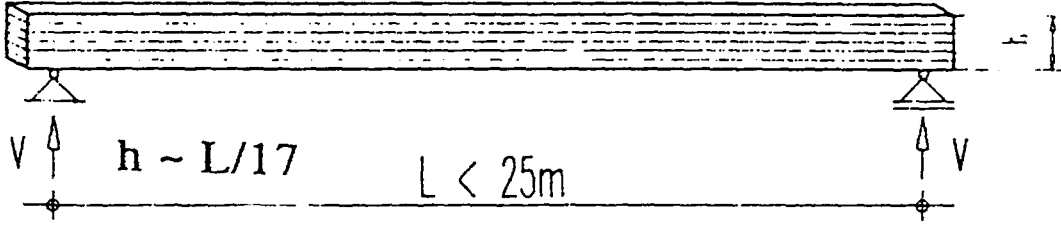
Yatay taşıyıcı olan kirişlerde mukavemet değerleri kesite bağlıdır. Açıklık büyüdükçe artacak mukavemet sorunlarını karşılamak için büyüyecektir. Buna çözüm olarak I kesitli kirişler kullanılmaktadır. Mekanik performans oranları çok yüksek olan I kesitli kirişler, ahşap kullanımını en aza indirmektedir. I kesitlerden çok dayanıklı yapı elemanları ortaya çıkmaktadır.

İkinci bir seçenekte bölüm 2.2.1.1’ de bahsi geçen Hetzer kirişleridir.

Tutkallı tabakalı kirişler ile her türlü kesitin sınırsız ölçülerde üretimi mümkündür. Bu tür üretim yapan bazı firmalar ise ölçülerde bazı standartlaşmaya gitmiştir. Bir sonraki bölümde

HOLZ BAU firmasına ait üretim standartları verilmektedir. Bu Teknolojiye ait yapı elemanlarını aşağıda açıkladığımız standart şekillerde ve ölçülerde bulabiliyoruz.

3.2.1.1 Düz Kirişler



Şekil 3.6 Düz kiriş (Holzbau)

1. Ölçülendirme

Kiriş genişliği :8.0 cm -22.0cm

Kiriş Yüksekliği :6.2cm-220.9cm

Kiriş Uzunluğu :25.0 mt

2. Optium açıklık: Maximum 25.0 mt

3. Açıklığa göre kiriş yüksekliği : $h=L/17$ (Statik hesapla kesinleşmek üzere)

4. Statik hesaplama normu : DIN 1052, EURO COD 5

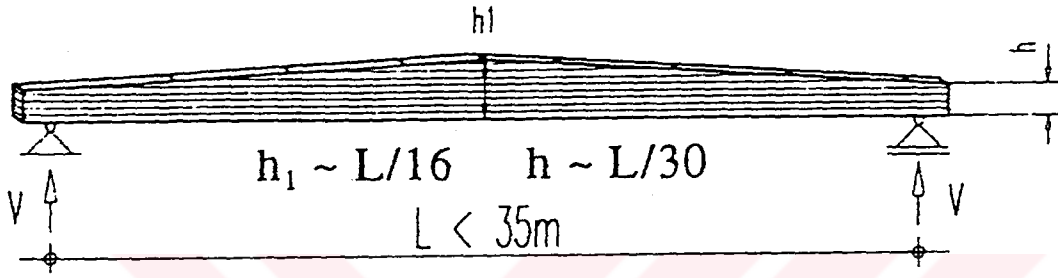
5. Nem oranı : %12-15

6. Fabrika teslim formatı :

a) Standart Kirişler, projeden bağımsız olarak, sabit genişlik , yükseklik ve uzunluklarda ,hiçbir özel kesimi, boşluğu, girintisi,gömme ankrajı, aksesuarları olmayan, tüm yüzeyleri panyalı, emprenye sıvısı ile kaplanmamış yapı elemanlarıdır. Yapı elemanları dış koşullarda kullanılacaksa, tutkal cinsi "rezornikol tutkal" olarak farklılaşacaktır.

b) Proje konusu özel kirişler, standart kirişlerden farklı olarak ,projeye göre değişken boyutlara sahip detaylara göre değişik açılarda kesinti girinti ve boşlukları olan gereken durumlarda gömme ankrajları ve diğer aksesuarları yerleştirilmiş istenilen renk emprenye sıvısı ile kaplanmış kullanım yerine göre ya melamin yada rezomikol tutkal ile imal edilmiş yapı elemanlarıdır.

3.2.1.2 Trapez Kirişler



Şekil 3.7 Trapez kiriş (Holzbau)

1. Ölçülendirme :

Kiriş genişliği :8.0 cm -22.0cm

Kiriş Yüksekliği :6.2cm-220.6cm

Kiriş Uzunluğu :35.00mt

2.Optimum açıklık:Maximum 35.0 mt

3.Açıklığa göre kiriş yüksekliği: $h_1=L/16$ $h_2=L/30$

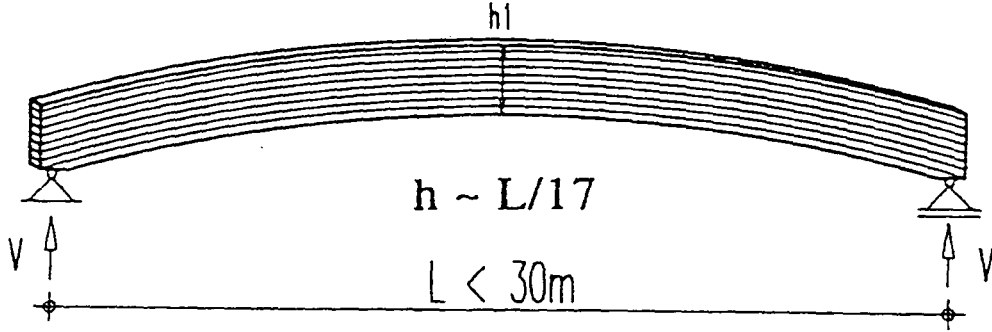
4.Trapez açısı:3-10 derece

5.Statik hesaplama normu : DIN 1052, EUROCOD 5

6.Nem oranı : %12-%15

7.Fabrika Teslim Formatı: Düz kirişler gibi

3.2.1.3 Eğrisel Kirişler



Şekil 3.8 Eğrisel kiriş (Holzbau)

1. Ölçülendirme:

Kiriş genişliği :8.0 cm -22.0cm

Kiriş Yüksekliği :6.2cm-220.6cm

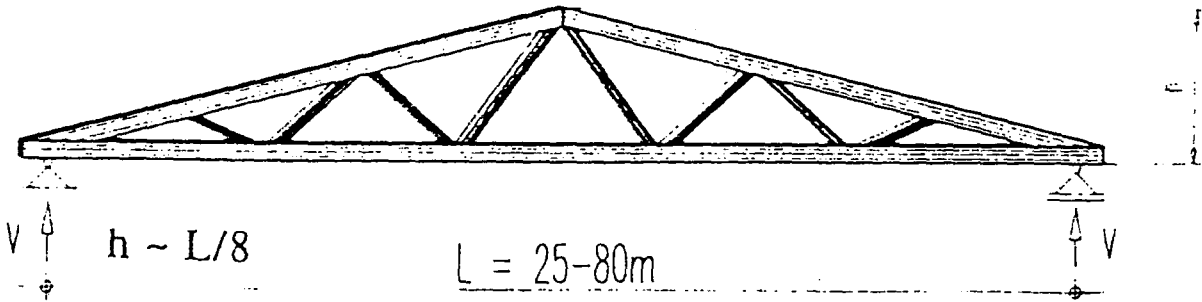
Kiriş Uzunluğu :30mt

2. Optimum Açıklık: Maximum 30.0mt

3. Açıklığa göre Kiriş yüksekliği: $H=L/17$

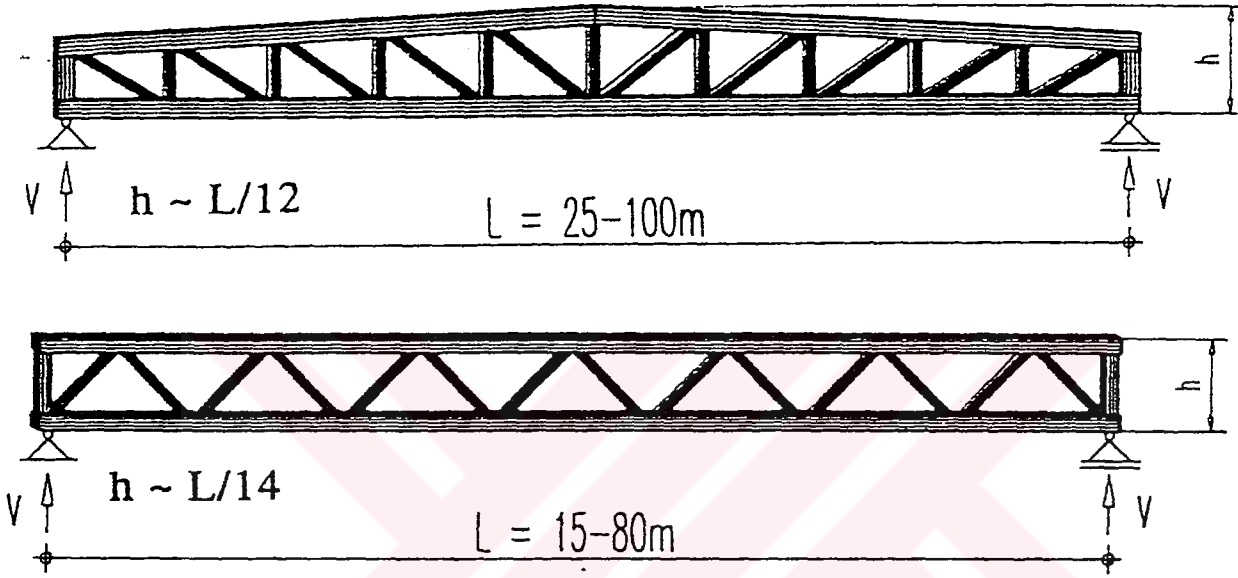
4. Diğer Özellikler: Düz kirişler gibi

3.2.2 Çatı Makaslarının Üretilmesi



Şekil 3.9 Çatı makası (Holzbau)

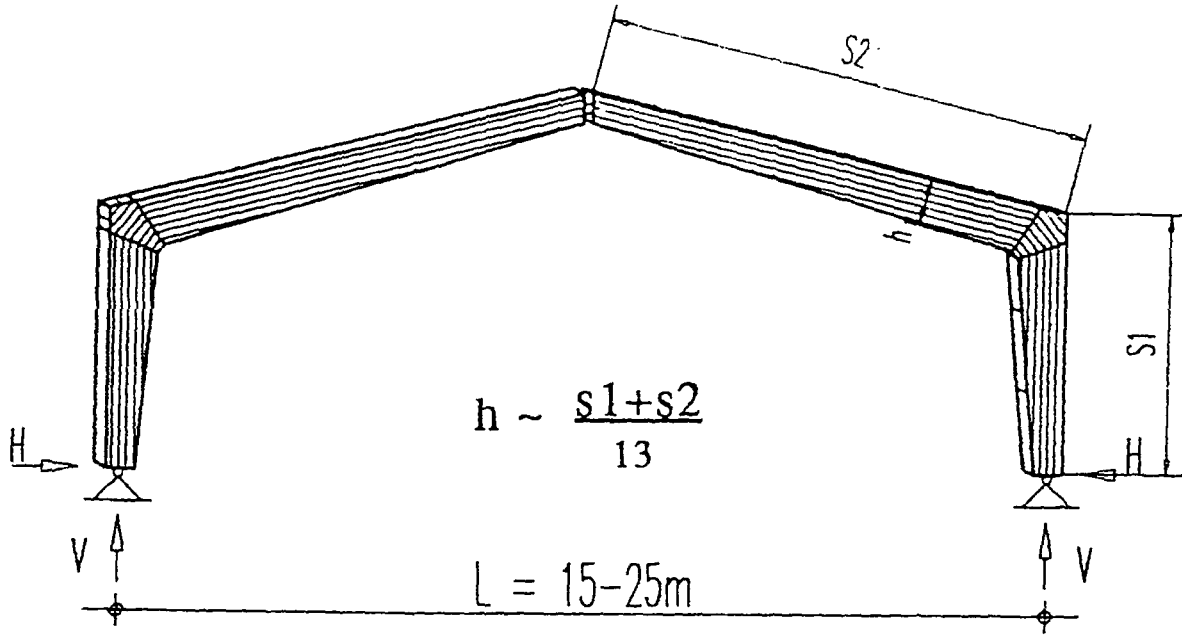
İlgili şekillerde de görüldüğü gibi alt başlığı ve/veya çaprazları çelik olan ,alt&üst başlıkları ahşap olan değişik açılarda kompoze edilmiş makasların önemli özellikleri açıklık geçmedeki performansları ve yapı yüksekliğinin kritik olduğu durumlarda asgari makas yüksekliklerini sağlamalarıdır. Şekillerde ,aynı zamanda ,nümerik global değerlerde makas yüksekliği ve geçilecek optimum açıklık bilgilerini de algılayabiliriz.



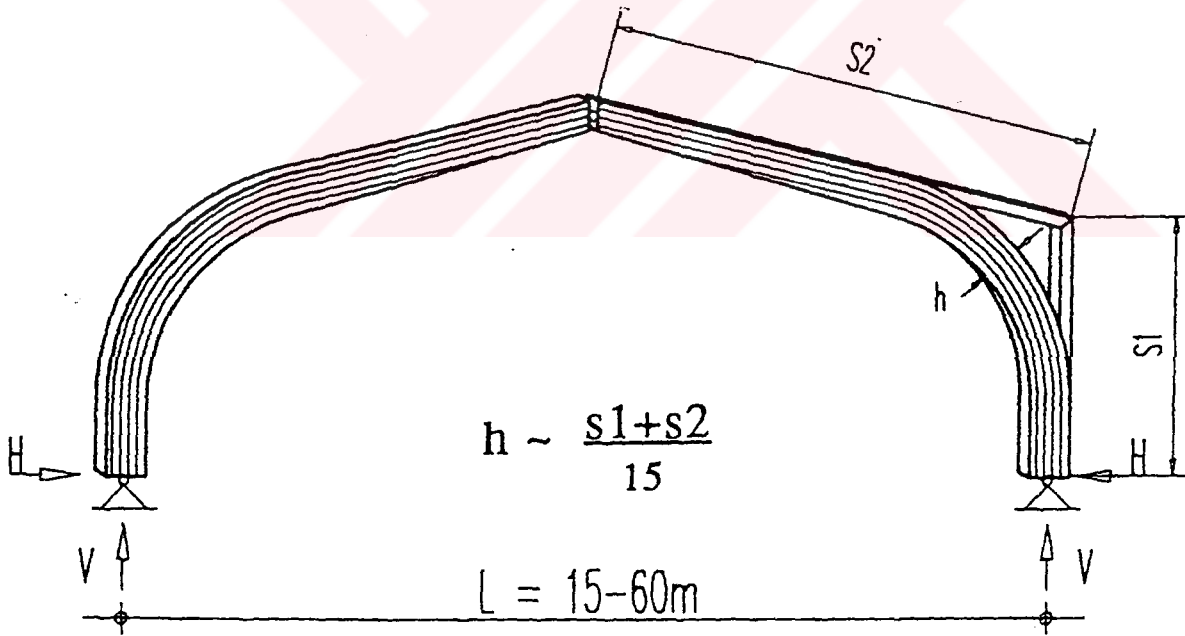
Şekil 3.10 Çatı makası (Holzbau)

3.2.3 Üç Mafsallı Çerçeve Sistemler

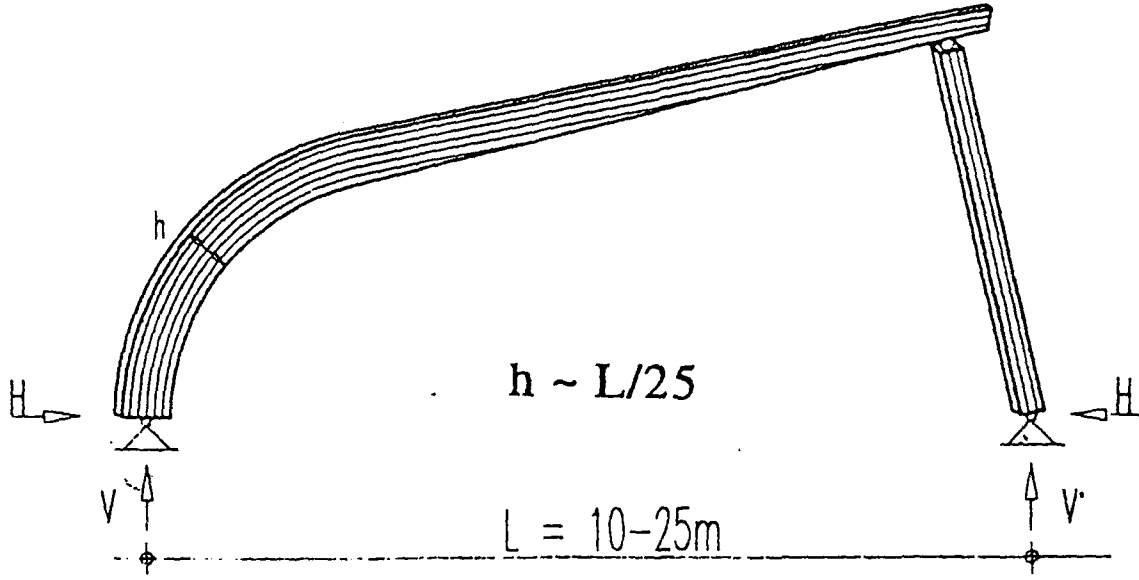
Özellikle geniş açıklıklı endüstriyel yapılarda, spor salonlarında, yüzme havuzlarında kullanılan bu sistemde, hem düz hem de eğrisel kemer yapı elemanlarının ağırlıkla kullandığını görüyoruz. Diğer gruplardan farklı olarak kurulan bu çerçeve ile betonarme veya çelik düşey taşıyıcılara gereksinim duymadan yapının tümü çözümlenmektedir. Bu tip çerçeve rekreasyonlarında düşey kuvvetler gibi yatay kuvvetlerde önem kazanmaktadır. Bu yatay kuvvetleri karşılamak üzere, iki mafsallı bağlayan, ahşap veya çelik malzemedan yapılmış çekme çubukları kullanmak suretiyle hem kolon hem de temellerin statik tasarımında önemli rahatlıklar elde edilebilir. Şekillerde seçilecek çerçeve tipine hem optimum açıklıkları, hem de yapı elemanlarının global boyutlandırılmasını izleyebiliyoruz



Şekil 3.11 Çerçeve sistem (Holz bau)



Şekil 3.12 Çerçeve sistem (Holzbau)

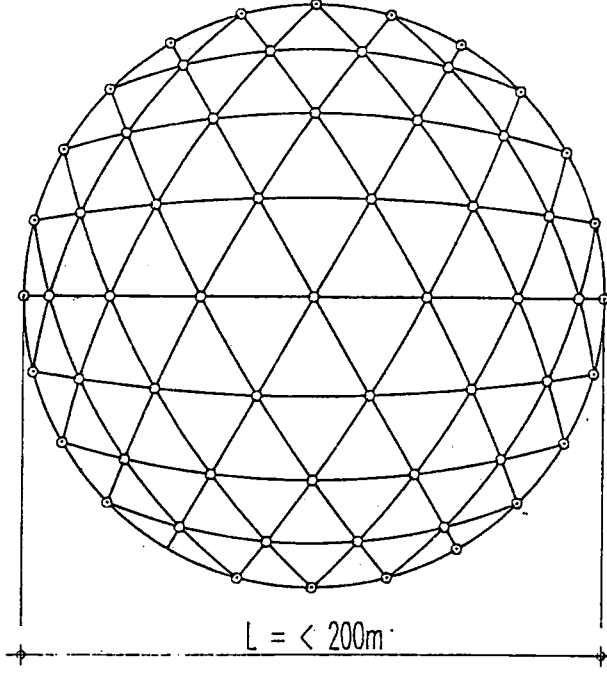


Şekil 3.13 Çerçeve sistem (Holzbau)

3.2.4 Geodezik Uzay Sistemler

İşlevleri itibariyle çok uzun ve geniş bir geometriye gereksinim duyan, ancak yapı yükseklikleri de sınırlı olan büyük spor yapıları, çok amaçlı spor ve sergi salonları, hangarlar v.b. yapılarda yukarıda andığımız çerçeveler yeterli olmamaktadır. Çok büyük açıkları, tam yada basık kubbesel formları, çok narin kirişlerle oluşturmak için bu sistem kullanılmaktadır. Eklemlerde galvaniz veya paslanmaz çelik eklem parçaları kullanılmakta, dolayısıyla bağlantı parçaları kirişler kadar önem kazanmaktadır. Elde edilen en önemli sonuç, mimari ve statik olarak büyük bir hafiflik elde edilmesi ve standartlaşmanın azami düzeye yükseltilmesidir. Küresel formun elde edilmesi için, eğrisel ahşap kirişler uzay sisteminin çubukları olarak kullanılır. Birleşim yeri sayısının azaltılması için bu çubuksal elemanların boyutları önem kazanmaktadır (Tokyay, 2001).

Geodezik kubbeler, 200 metreye kadar olan açıklıkları geçmekte kullanılmaktadırlar.



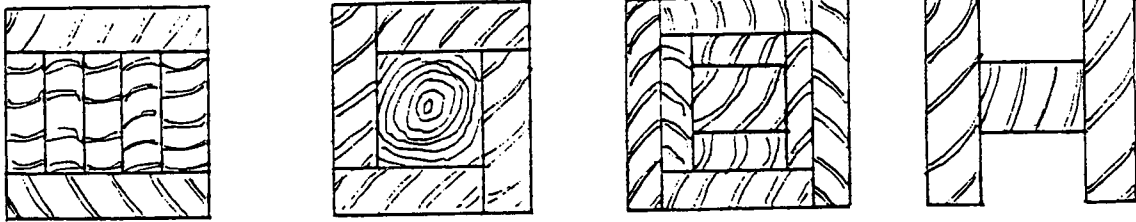
Şekil 3.13 Geodezik uzay sistem (Holz bau)

3.2.5 Kolonların Üretimi

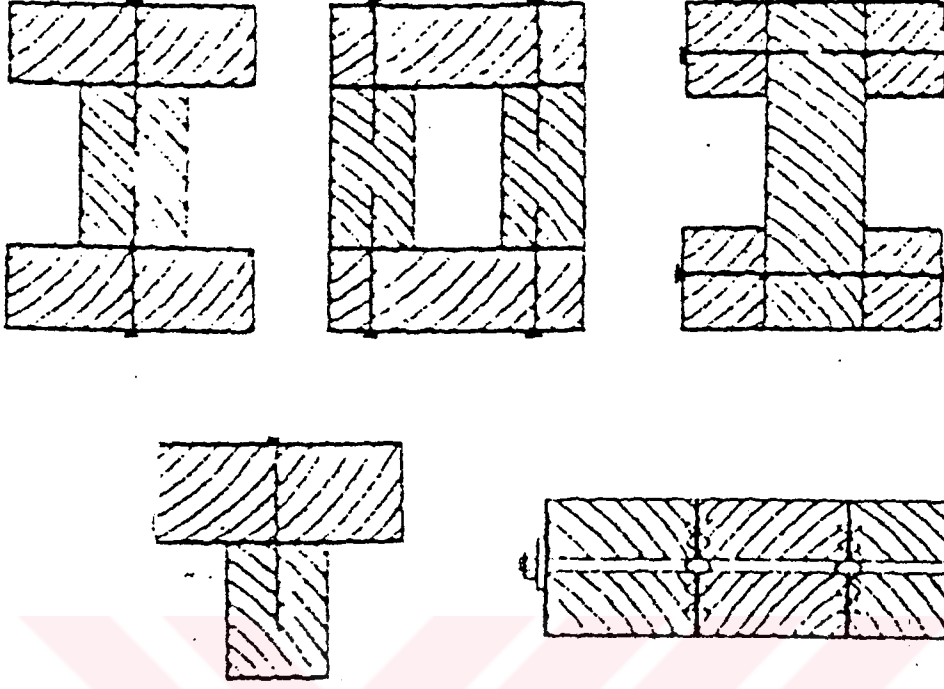
Yapı statiği açısından kolonlar önemlidir. Kolonlar binanın taşıyıcılığında rol almalarının yanında mekana anlam katmaktadır.

Kolonlar dolu gövdeli yapılabildiği gibi boşluklu olarak da üretilebilirler.(Candan,1998)

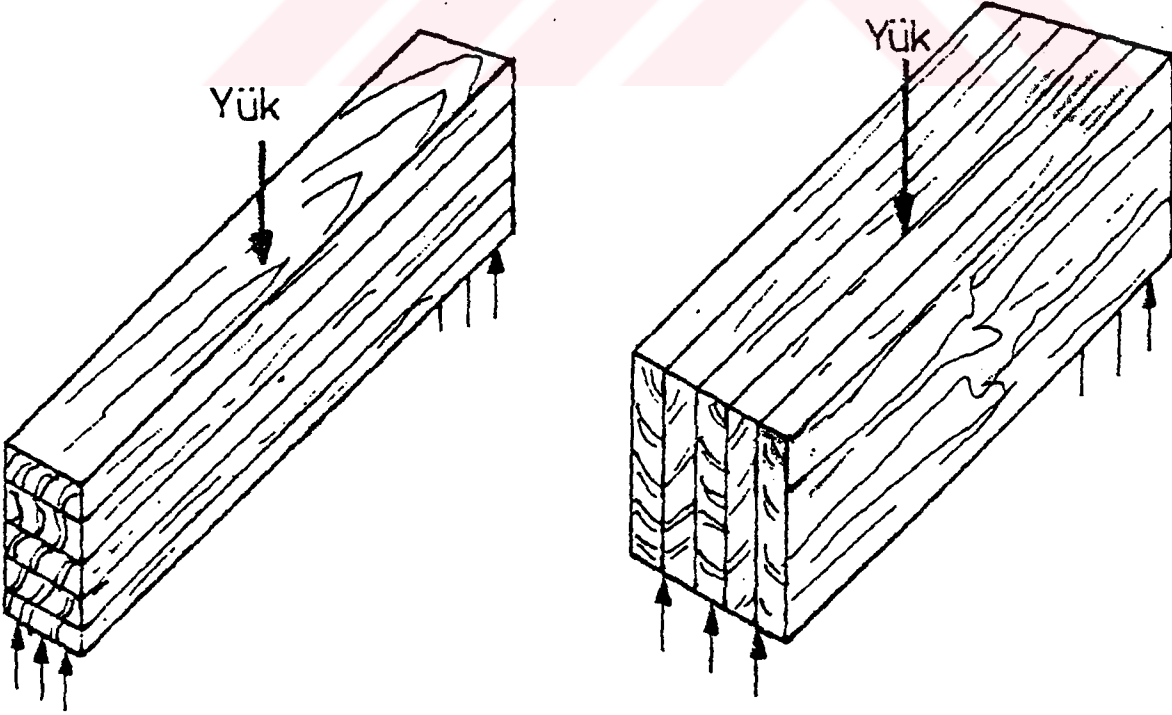
Tutkallı tabakalı ahşap olarak üretilen kolonların imalatı sırasında uygulanan bazı nokta detayları şekil 3.14’de mevcuttur.



Şekil 3.14 Kolon nokta detayları (Holzbau)

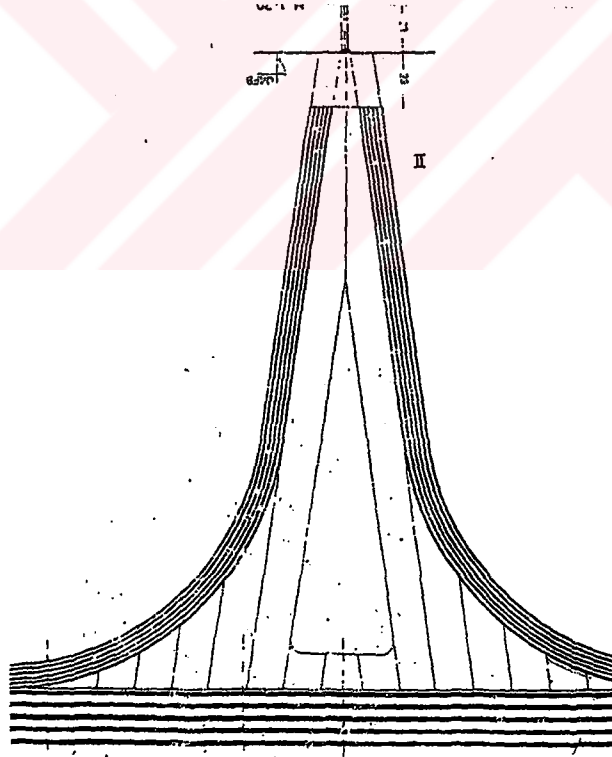
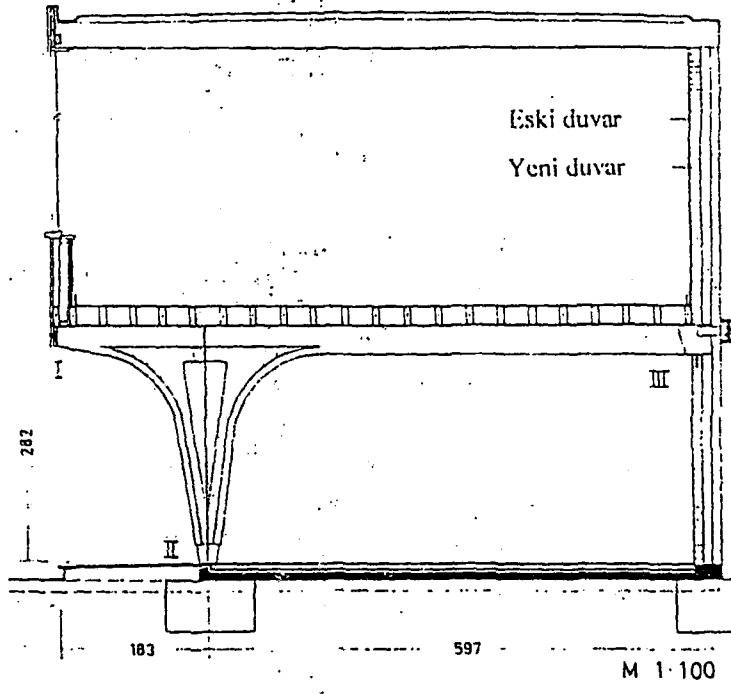


Şekil 3.15 Kolon nokta detayları (Holzbau)



Şekil 3.16 Kolon nokta detayları (Holzbau)

50



Şekil 3.15 Lamine ahşap kolon kesitleri

4. TUTKALLI TABAKALANMIŞ AHŞAP SİSTEMLERİN BÜYÜK AÇIKLIKLI MEKANLARDAN UYGULANMASI

Tutkallı tabakalanmış ahşap sistemler, yüzyıldır geliştirilmiş bir sanatın sonucudur. Tutkallı tabakalanmış ahşap mimarlara, inşaatçılara ve restoratörlere uygun, ekonomik ve sağlam ürünlerle yaratıcı tasarımlarda yapı projelerinden yararlanmalarını sağlamaktadır.

Tutkallı tabakalanmış ahşap ile tasarımcılar büyük, temiz açıklıkları iç duvar ya da desteklere ihtiyaç duymadan geçebilmekte , böylece tasarımlarına farklı bir boyut kazandırmaktadır.

Çatı, döşeme ve binanın yapısal parçalarında kullanıldığında yük taşıma için olağanüstü özelliklerde olduğu kanıtlanmıştır. Tutkallı tabakalı ahşap sistemler tasarımcıların özgün mekan arayışlarının en çok yoğunlaştığı dini yapılar, auditoryum, tiyatro, konser salonları, eğitim yapıları ve ürün teşhir/satış yapıları gibi geniş ve tek açıklıklı yapılarda geodezik kubbe, normal kubbe, piramit, tonoz, vb. tüm geometrik strüktür olanaklarına başarıyla yanıt vermektedir (AITC).

Ahşap yapılar yüzyıllardır yüksek performans sağlamışlardır. Ahşap konstrüksiyonun uygun prensipleri uygulandığında doğal halinde sağlam bir materyaldir (AITC, 2001).

Dünyanın en büyük tarihi ahşap binası olan Büyükada'daki Rum Yetimhanesi'nin boyu 100m'dir ve sekiz katlıdır.100 yıldır ayakta durmaktadır (Erengözgin, 2000).

Tutkallı tabakalanmış ahşap fabrikada önceden imal edilebilir, böylece sahada birleştirilir. Yurt dışında bölüm 3.1'de tanımlanan çeşitli ölçülerdeki standart düz kirişler ya doğrudan üreticiden ya da bayilerden sağlamak mümkündür. Özel biçimler, ölçüler, çatı sistemleri bölgedeki üretici temsilcisi aracılığıyla sipariş verilebilir (Erşen, 1975).

Tutkallı tabakalı ahşap elemanların çoğunun, kereste hareketli yapı araçları ile geleneksel el aletleri ile montajı yapılabilir (Duman, 1964).

Tutkallı tabakalanmış ahşap yapılar ekonomiktir. Tutkallı kirişler de ağırlık oranına göre yüksek taşıyıcı güce sahiptir ve genelde aynı güçteki çelik kirişlerden ya da diğer mühendislik ahşap ürünlerinden ucuzdur.(AITC,2001) Prefabrikasyon da yapı maliyetlerini önemli ölçüde azaltmaktadır, tutkallı tabakalanmış ahşap sahada kolayca monte edilebilmektedir (APA EWS, 2001).

Dinsel mekanlarda , tutkallı tabakalanmış ahşap mimarlara tasarımda sınırsızlık kavramlarını içerebilme olanağı vermektedir. Tutkallı tabakalanmış ahşap dini yapılarda uzun, temiz

açıklıklar ve görkemli yükselen kemerler demektir ki tudor, radial, gotik, ya da parabolik kemerler buna örnek verilebilir (AITC, 2001).

Dini yapıların tasarımında sınırsızlık kavramı ana temalardan biridir. Tutkallı tabakalı ahşap pratikte ihtiyaç olan her ölçüde ahşap taşıyıcı elemanların imal edilmesine olanak sağladığı için tercih edilmektedir. Tutkallı tabakalı ahşap sistemlerle oluşturulan dini yapılar, yapının tüm işlevini daha iyi yerine getirmesine olanak vermektedir. Ahşap malzemeye eğri formlar uyguladıktan sonra da tutkallamak mümkün olduğundan taşıyıcı ahşap elemanların istenilen form verilebilir. Dini yapılarda kullanılan eğrisel formların, tutkallı tabakalı ahşap sistemler ile uygulanması tutkallı tabakalı ahşabın bölüm grafik 3.1'de bahsettiğimiz taşıyıcı özelliklerinden dolayı mümkündür.

Büyük açıklıklı dini yapılarda kullanılan meyilli ve gittikçe incelen eğrisel kirişler ve kemerler açık ve temiz iç mekanlar sağlamaktadır. Tutkallı ahşap kirişler ve kemerler ilk inşaat periyodunda ve uzun vadede ekonomik getiri sağlamaktadır. Tutkallı tabakalı ahşap büyük açıklıklı makaslarda ve kubbelerde, kolonsuz kullanılabilir (AITC, 2001).

South Dakota'da bulunan (Ek 1 Şekil 28) St Martin's Academy'de tutkallı tabakalı ahşap kirişlerin taşıyıcı eleman olarak kullanıldığı büyük açıklıklı dini yapılarıdır.

Dini yapılar için ekonomi ve maliyet de önemli kriterlerdir. Yurt dışında dini yapıların uygulamalarını yürüten inşaat komiteleri yönetimleri tutkallı tabakalı ahşap maliyet bakımından uygun buldukları için, sıklıkla kullanılmaktadırlar (AITC, 2001).

(Ek 1 Şekil 13) St Maria Kilisesi'nde, (Ek 1 Şekil 33) St Vincent Katolik Kilisesi'nde, (Ek 1 Şekil 36) Fransa'da Üç Dinin İbadet Mekanı'nda ve (Ek 1 Şekil 19) Lady Queen Katolik Kilisesi'nde, tutkallı tabakalı ahşap sistem ile üretilmiş eğrisel formlu taşıyıcı elemanları ve üzerine hiç bir kaplama malzemesi almadan kullanılmış tutkallı tabakalı çatı örtüsünü görebilmekteyiz.

Büro binaları, fabrika binaları (Ek 1 Şekil 38) Pepsi Codistribution Center; tarımsal ve endüstri malzemelerinin saklandığı depo ve hangarlar (Ek 1 Şekil 39) General Elektrik Depo Binası, (Ek 1 Şekil 9 ve Şekil 10 Tohum Deposu); kimyasal madde üreten fabrika binaları gibi ticari yapılar, ve bu gibi genel mekanlarda da tutkallı tabakalı ahşap fonksiyonel ve ekonomik olduğu için tercih edilmektedir. Özellikle geniş açıklıklı endüstriyel yapılarda, kullanılan bu sistemde, hem düz hem de eğrisel kemer yapı elemanlarının ağırlıkla kullandığını görebiliriz.

Sıcak , estetik ve dekoratif olan tutkallı tabakalı ahşap yapılar ticari yapıların tasarımlarında iç dekorasyon maliyetlerinden kaynaklanan tasarruflarla birleştiğinde yüklenici ve müteahit tarafından tercih edilmektedir. Tutkallı tabakalı ahşabın betonarme ve çelik gibi farklı yapı malzemeleri ile birlikte kullanılabilmesi de bu yapılarda tercih edilmesine neden olur.

Ticari yapılarda tutkallı tabakalı ahşap sistemlerin tercih nedenlerinden biri de ahşabın mükemmel doğal termal yalıtım özelliğidir. (AITC, 2001) Odunun düşük ısı iletme kabiliyeti nedeni ile iyi bir izolasyon malzemesi olması, özellikle modern klima tesisli binaların yapımında yapıştırılmış tabakalı ağaç yapı malzemesinin düşük işletme maliyetlerinden dolayı kullanılması daha uygun bulunmaktadır (Kurtoğlu, 1985).

Diğer bir avantajı ise iç dekorasyon değişikliklerinin kolay yapılabilir olması, yeniden düzenlenme ve güncelleştirmenin yapıda kolay yapılabilmesidir ki ticari yapıların fonksiyon değişiklikleri ve yeni fonksiyon edinmeleri için gereklidir.

Sosyal yapılar düşünüldüğünde tasarımcılar ve müteahitler odotoryum, kubbe, stadyumlar, spor salonları (Ek 1 Şekil 11, 12, 15, 16, 23, 26, 30, 32, 35) buz pistleri, çok amaçlı salonların tasarım ve uygulamalarında tutkallı tabakalı ahşabı başarılı bir şekilde kullanmaktadırlar.

Tutkallı tabakalı ahşabın paslanmaması ve sudan etkilenmemesi sosyal yapılar için önemli bir avantajdır. (Duman, 1964) Bölüm 2.6'da da belirtildiği gibi tutkallı tabakalı ahşap nefes alan kendini yenileyen canlı bir yapı elemanıdır. Bu yüzden, özellikle su buharı veya kimyasal gazların yer aldığı ortamlara büyük adaptasyonlar gösterdiğinden dolayı tercih edilmektedir. En yaygın uygulama alanını; köprülerde, yüzme havuzlarında, buz hokeyi statlarında, kapalı arıtma tesislerinde bulmuştur (Duman, 1964).

Kolay biçim verilebilmesi, estetik olması, bakımının kolaylığı, montaj süresinin kısalığı nedeniyle özellikle yüzme havuzları, tenis sahaları, at koşu pistleri, jimnastik salonları, tribün ve buz hokeyi salonları, buz pateni pistleri (Ek 1 Şekil 29, Ek 1 Şekil 34) gibi spor tesislerinin örtülmesi ve yapımında bu tip malzemeden yararlanılmaktadır (Kurtoğlu, 1979).

Kemerler alt kısımda devamlı olarak havuzun yıpratıcı rutubet tesirlerine maruz kalmaktadırlar. Bu dikdörtgen kesitli Hetzer tipi kemerlerin yapılışında tatbik edilen rezorsin-reçine tutkallı çok iyi bir çözüm olarak göze çarpmaktadır.

Sosyal mekanlarda, pratik olarak hiç bir tasarım sınırlaması yoktur. Mimarlar ve üstleniciler arayışlar içine girip hem tasarıma, hem kullanıma, hem de güvenliğe cevap verebilen doğal,

dayanıklı ve estetik bir malzeme kullanmak istediklerinde tutkallı tabakalı ahşap yapıların olumlu özelliklerini göz önüne alınca bu malzemeyi sosyal yapılarda ağırlıklı olarak tercih etmişlerdir. Büyüyen bu talebe tutkallı tabakalı ahşap elemanların statik, estetik ve elastik özelliklerinden yararlanarak farklı tasarımlarla cevap vermektedirler. Ahşabın kolay şekil alma özelliğinden dolayı ortaya çok farklı ve çok estetik, özgün tasarımlar çıkmıştır.

Ayrıca, büyük hacimler gerektiren bu tür yapılarda mekanı kolonsuz bir şekilde geçmek statığı zorlayıcı bir özellik olmakla beraber uygulanması şart bir olaydır. Bu yüzden tutkallı tabakalı ahşap tercih edilmektedir (AITC, 2001).

Kurumsal yapılar gibi genel yapılar için iki ana düşünce söz konusudur. Uygulanabilirlik ve ekonomi. Tutkallı tabakalı ahşap yapılar ekonomikliği ve plastik özelliği nedeni ile tasarımcıların hafif, statik dayanımları yüksek, değişken formlu yapı elemanları ile daha özgün projeler üretebilmesi nedeni ile tercih edilmektedir.

Yapının gelecekteki yenilemelerinde tutkallı tabakalı ahşap elemanların esnekliği, tasarım değişikliğine izin verir, yenilemeleri kolaylaştırır ve ekonomikleştirir (AITC, 2001).

(Ek 1 Şekil 5) Norveç Oslo'daki Eldsvoll Tren İstasyonu, (Ek 1 Şekil 7) Japonya'da ki Tazawaka Tren İstasyonu, (Ek 1 Şekil 2) Boston'da ki Back Bay Tren İstasyonu, (Ek 1 Şekil 6) Norveç'teki Lillestrom Tren İstasyonu, bu tür kurumsal yapılara örnek teşkil etmektedir.

Tutkallı tabakalı ahşap, eğitim yapıları tasarımında çok uygundur. Yurt dışında ve yurt içinde uygulanan örnek yapılarda öğrenciler ve öğretmenler bu tanıdık malzemeye ahşabın sıcaklığından, ahşabın doğal güzelliğinden dolayı olumlu yanıtlar vermektedirler. Okul kurul üyeleri, yöneticiler, koruma kurulları ve vakıflar ekonomi ve enerji tasarrufunu göz önünde bulundurdıklarında, sağlık ve güvenlik konularını irdelediklerinde tutkallı tabakalı ahşap yapıları tercih etmektedirler. Eğitim yapılarında tercih edilmesinin bir diğer sebebi ise kolay değişebilir sınıf bölüntüleri yapmanın mümkün olmasıdır. Alanın nereden bölünmesi istenirse, modüller kolayca oluşturulabilir, gezici dolaplar ve kitap dolapları ile asma tavan yapılmadan olduğu gibi kullanılır. Bu özelliği eğitim yapıları için oldukça önemlidir (APA EWS, 2001).

Deprem anındaki olumlu davranışları göz önüne alındığında eğitim yapıları gibi yapı güvenliğinin ön planda olduğu mekanlarda tercih edilmektedir.

(Ek 1 Şekil 27) Çocuk Yuvası, (Ek 1 Şekil 17) Lincoln Lisesi Kütüphanesi, (Ek 1 Şekil 12) Northern Arizona Üniversitesi Stadyum Binası, (Ek 1 Şekil 25) Pierre Semard Koleji, bu tür eğitim yapılarına örnek teşkil eder.

Ancak, özel akustik gerektiren mekanlarda tutkallı tabakalı ahşabın başka akustik yapı elemanlarıyla desteklenmesi gerekmektedir. (Tokyay, 1998) Bu yüzden dersliklerde, odotoryum ve konferans salonlarında tercih edilmektedir.

Köprüler ise bir taraftan öbür tarafa geçmek için inşa edilen ve belli bir açıklığı geçen, dış mekanlarda yapılan yapılar olarak tanımlanabilir. Köprüler için de tutkallı tabakalı elemanlar en uygun yapı malzemesidir. Tutkallı tabakalı ahşap, böceklerle ve mantarlara karşı gösterdiği yüksek direnç nedeniyle bu tür yapılar için uygundur (Ek 1 Şekil 40, 41) (AITC, 2001).

Daha önce bölüm 2.6.2’de sözü geçtiği gibi betonarme yol ve köprülerdeki karbonatlaşma sorunu yüzünden uğranan zararın maliyeti çok fazladır. Ahşap malzeme kullanımında böyle sorunlarla karşılaşılmaz.

Köprüler gibi büyük mühendislik yapılarında bu teknoloji statik açıdan büyük performans göstermektedir (Tokyay, 1998).

Kapalı ve açık spor yapıları, kapalı tribün yapıları, kapalı yüzme havuzu, endüstriyel tesisler, hangar ve depolar ile kapalı arıtma tesisleri, yaya ve taşıt köprüleri, idari-sosyal yapılar, okullar, kiliseler, konferans salonları, alışveriş merkezleri, kongre salonu, iyatro&konser salonu vb. kültür mekanları, evler, otel yapıları, bahçe mobilyası, pergole ve gazebolar sistemin uygulandığı yapı türleridir (Tokyay, 1998).

Aşağıda 1970 yılında “glulam” organizasyonu tarafından Avrupa’da yürütülen anketlere göre yapıştırılmış tabakalı ağaç malzemenin kullanım yerleri ve ortalama olarak yüzdeleri verilmektedir.

Kullanma yerleri	Katılım oranları
Tarımsal amaçla kullanılan yapılar	%10
Endüstriyel mesleki binalar ve depolar	%35
Spor tesisleri	%22
Kültür tesisleri(okul, kilise)	%14
Özel konutlar	%6
Köprü, yardımcı konstrüksiyon	%18 (Bozkurt, Kurtoğlu 1979)

4.1 Büyük Açıklıklı Mekanlarda Uygulanan Tutkallı Tabakalı Ahşap Sistemin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Diğer Sistemler İle Karşılaştırılması

Gerek çelik gerek betonarme gerekse masif ahşap yapı elemanlarına kıyasla çok uzun boylarda ve değişken kesitlerde üretilebilmesi tasarımcıya mekan tarifinde çok önemli araçlar vermiştir. (AITC, 2001) Grafik 3.1 de tutkallı tabakalı ahşabın betonarme, çelik ve masif ahşapla fiziksel ve mekanik özelliklerinin karşılaştırılmasını görmek mümkündür.

4.1.1 Fiziksel Özellikler

Tutkallı tabakalı ahşap sistemlerin ölçüsel kararlılığı, biçimsel değişmelerin ve deformasyonun minimum olmasını sağlamaktadır. Grafik 3.1'e göre tutkallı tabakalı ahşabın genleşme, eğilme ve çekme dayanımları karşılaştırıldığında tutkallı tabakalı ahşabın, üretimde kuru kereste kullanılarak üründe olabilecek bükülme, eğilme ve çekmenin hemen hemen elimine edildiği görülmektedir. Bu da, hem işletme maliyetlerini azalttığı için hem de yapı güvenliği açısından olumlu olduğu için tutkallı tabakalı ahşabın tercih edilmesine neden olmuştur (AITC, 2001).

Birbiri arkasına çeşitli zamanlarda oluşan gerilmelere maruz kalması halinde birçok metal gibi kristalleşmemekte ve gevrek bir hal almamaktır.

Tutkallı tabakalı ahşabın en önemli avantajı , mimari ve statik olarak büyük bir hafiflik elde edilmesi ve standartlaşmanın azami düzeye yükseltilmesidir.

Bu yapı elemanlarının hafifliği (400kg/m³), düşey taşıyıcılar ve temel hesaplarında inşaat mühendisliğine önemli avantajlar getirmektedir. (Candan, 1998) Grafik 3.1 de görüldüğü gibi birim ağırlığı 2200 kg/cm³ ile 5000 kg/cm³ arasında değişen betonarme , birim ağırlığı 7800 kg/cm³ olan çelik ile karşılaştırıldığında, bu malzemelere göre oldukça hafif olduğu görülmektedir. Ağaç malzeme özgül ağırlığının düşük olmasına karşılık elastik yapısı dolayısıyla yüksek direnç özelliklerine sahiptir. Ağaç malzemedeki ve çelikteki çekme direnci ve özgül ağırlık arasındaki ilişki karşılaştırıldığında :

Ağaç Malzeme

Ortalama özgül ağırlık =0,6gr/cm³

Liflere paralel çekme direnci=1000kg/cm²

1000/0.6=1666

Çelik

özgül ağırlık=7,8gr/cm³

çekme direnci=5000kg/cm²

5000/7.8=641

Böylece ağaç malzemede liflere paralel çekme direnci özgül ağırlığın 1666 katıdır. Buna karşılık çeliğin çekme direnci özgül ağırlığının ancak 641 katıdır (Göker, 1999).

Hafifliğine oranla yüksek dirence sahip olması dolayısıyla ağaç malzemedan yapılan binaların hafif olmaları, dolayısıyla yumuşak zeminler üzerine kurulması mümkündür.

Hafifliğine oranla taşıma gücünün yüksek olması tutkallı tabakalı ahşap sistemlerin büyük açıklıklarda tercih edilmesinin nedenidir. Bu tutkallı tabakalı ahşaba deprem davranışında oldukça avantaj sağlamaktadır.

Deprem anındaki davranışının diğer yapı elemanlarına kıyasla çok başarılı olduğu bilinmektedir. Hafiflik aynı zamanda,yatay kuvvetleri de azaltmaktadır (Candan, 1998).

Diğer yapı malzemeleriyle mukayese edildiğinde şok etkisini ve vibrasyon absorbe edebilme kabiliyetine sahiptir.

Tahtaların kusurlu kısımlarının ayrılması ve tekniğe uygun olarak yapıştırılması ile doğal yapı malzemesi odunun daralma, genişleme, çatlak oluşumu gibi istenmeyen özellikleri düzelmekte ve tutkallı tabakalı ahşap elemanlara oldukça homojen bir yapı ile yüksek direnç özellikleri elde etme olanağı sağlanmaktadır (Kurtoğlu, 1985). Çizelge 3.1' e göre Tutkallı tabakalı ahşabın ısı etkisi ile genişleme miktarı % 10×10^{-6} 'dır. Betonarmenin % $10-12 \times 10^{-6}$, çeliğin % 15.1×10^{-6} , masif ahşabın ise % 4×10^{-6} 'dır. Bu özelliğinden dolayı tutkallı tabakalı ahşap mühendislik hesapları kesin ve doğru şekilde yapılarak büyük bir emniyetle salon, hangar, köprü v.b yapımında kullanılabilir.

Tutkallı tabakalı ahşap ısı iletkenliğinin az olmasından dolayı yangına karşısında daha dirençlidir. Grafik 3.1 e gör tutkallı tabakalı ahşabın ısı iletkenliği 0,14 –0,058 kcal/m.h.c. arasında değişmekteyken, betonarme için bu değer 1,1-1,4 kcal/m.h.c. arasında , çelikte ise ahşabın 300-400 katı 25- 40 kcal/m.h.c.dir. Isı iletkenliğinin betonarme ve çeliğe göre düşük olması, tutkallı tabakalı ahşabın yangına karşı daha dirençli olmasını sağlar. Bu yüzden büyük açıklıklı yapılarda tercih edilmektedir. Bu özellik uygun yalıtım değeri açısından işletme maliyetleri göz önüne alındığında ticari özelliği olan yapıların mal sahipleri ya da kullanıcıları için önemlidir.

Genel kanının tersine tutkallı ahşap, yangında taşıma yeteneğini en geç kaybeden yapı elemanıdır (Tokyay, 1998). Bölüm 2.6'da da belirtilen gibi büyük ölçülerde ve tekparça olan tutkallı tabakalı ahşap kesitlerin çevrelerinde bulunan kor tabakası yangının içeriye ilerlemesini yavaşlatır. Taşıyıcı sistem yıkılmadan uzun süre taşıyıcılığının kaybetmez (Duman, 1964).

Çelik koruma tedbiri alınmazsa önce aşırı genişleşip deforme olur ve taşıyıcılık özelliğinin kaybeder, 600 C sıcaklıktan itibaren çökme riski taşır ve 15 dakika içinde çöker. Aynı zamanda çok iyi bir iletici olduğu için ısının yayılmasını da hızlandırır. Beton, çelikten iyi olmasına karşın, demir donatının beton içindeki pas payı ortadan kalktığında, inşaat demiri çelik yapıdaki gibi iletken olmakta ve yaklaşık 30dakika sonra taşıma özellikleri ortadan kalkmakta ve bir daha kullanılamamaktadır. Isıda genişleşmesi sıfır olan ahşap ise yanarak taşıyıcı gücünü kaybedene kadar ortalama 1 saat ayakta durabilmektedir (Erengözgin, 2000).

Ahşabın statik hesaba göre aldığı minimum kesit yangın anında minimum 30 dakika (R30) yangın direnci sağlamaktadır. 30 dakikadan sonra 0.7mm/1 dakika kesit azalması olmaktadır. Yani, ilk mimari statik planlamada yapı elemanının kesitini baştan artırıp R30 veya R90 dirençlerine ulaşmak mümkündür (Tokyay, 1998).



Şekil 4.1 Ahşap ve çeliğin yangın karşısındaki davranışı

En son yapılan araştırmalara göre 400 cm²'den küçük enine kesite sahip taşıyıcılar hiç bir koruyucu nlem alınmaksızın yangına dayanıklı olarak kabul edilmektedir.(Bozkurt, Kurtoğlu 1979) Tüm bu özelliklerinden dolayı Amerika'nın büyük yapım firmalarından Skidmore, Ovings & Merrill inşa ettiği 120 x 200 m boyutlarındaki topya Salonunun yapımında yangına dayanıklı olduğu için ahşap malzemeyi çeliğe tercih etmiştir (Ek 1 Şekil 20) (Erengozgin, 2000).

Yapılarda kullanılan kiriş şeklinde kalın ağaç malzemenin yüzeyi ateşe maruz kaldığında kömürleşme meydana gelmektedir. Kömürleşmiş kısımlar izolasyon maddesi gibi görerek yanmanın ağaç malzemenin iç kısımlarına nüfuzunu önler.

Buna karşın Taksim'de ki Atatürk Kültür Merkezi'nde tercih edilen elik çatı yangın raporuna göre 10 dakikada kmştir (Erengozgin, 2000).

Çizelge 3.1' e göre tutkallı tabakalı ahşabın su emme oranı elik ve betonarmeye oranla yüksek görünmekle birlikte doğal bir malzeme olan ahşap için betonarme ve çeliğe oranla zararlı değildir., masif ahşabın ki kadar yüksek değerler değildir. Emprenye edilmesinin de etkisiyle %5'lik su emme değerı göz ardı edilebilir bir değerdir. Yüksek nem ortamlarında deformasyonlara karşı güçlü davranmaktadır grafik 3.1 e göre ahşabın deformasyonu %10 x 10⁻⁶'dır. Betonarmenin 10-12 x 10⁻⁶ ve çeliğin 15,1x 10⁻⁶'dır. Bu özelliğinden dolayı yüksek performansı tutkallı tabakalı ahşabın bu tür yapılarda tercih edilmesine nedendir. Çok sıra dışı bir örnekle % 80 nem ve 10 derece ısı koşullarındaki bir kapalı ortamda tabakalanmış ahşabın 4 ay dayanabildiğini söyleyebiliriz (Bozkurt,1986).

Tutkallı tabakalı ahşap akustik özelliği de yüksek bir malzemedir. Grafik 3.1'e göre tutkallı tabakalı ahşabın ses yutma katsayısı % 10 (Bozkurt, 1986)'dur. Betonarmenin %2 (Günsoy, 1970) ve çeliğin ise %1 (Günsoy, 1970) dir.

4.1.2 Mekanik zellikler

Elastikiyet katı bir maddede düşük gerilmelerde oluşan deformasyonların yk kaldırıldıktan sonra tekrar tamamen elde edilmesiyle tarif edilmektedir. Elastik zellikler katı maddelerde belli bir sınırın altında geçerlidir. Bu sınırın üzerinde plastik deformasyon ve ya kırılma oluşur (Göker, 1999).

Ağaç malzemenin elastik deformasyon kabiliyeti oldukça yüksektir. Böylece, ağaç malzeme önemli miktarda yüklemelerden sonra tekrar başlangıçtaki orijinal şekline dönebilmektedir (Göker, 1999).

Elastiklik sınırı aşıldıktan sonra uzunca bir süre şekil değiştirerek kırılmaya karşı koyan ahşabın deformasyon ve eğilme kabiliyeti yüksektir. Yani yarı plastik deformasyon diğer yapı malzemelerine göre daha uzun süre devam eder. Ahşapta elastiklik sınırı ile kırılma sınırı arasındaki mesafe oldukça fazladır (Göker, 1999).

Ağaç malzemenin elastik özellikleri üzerinde onun özgül ağırlığının, yıllık halka genişliğinin, yıllık halka içerisindeki yaz odunu katılım oranının, su miktarının, sıcaklığın, lif yönünün, lif açısının, budaklılığının etkisi vardır (Göker, 1999).

Ahşap binalarda taşıyıcı elemanlar olan kiriş, kolon, makaslar çoğunlukla eğilme, dinamik eğilme(şok), liflere paralel ve dik yönde basınç, makaslama, liflere paralel ve dik yönde çekme gerilmelerinin tesiri altında bulunmaktadır (Göker, 1999).

Tutkallı tabakalı ahşap yapıya yük aktarımı sırasında ortaya çıkan şokları absorbe eder ve büyük açıklıklı yapılarda yapı güvenliği açısından tercih edilir. Yapılarda kullanılan diğer materyallerde kayma ve kırılmaya sebep olabilen bu şoklara karşı tutkallı tabakalı ahşap yapılar kararlı ve elastik bir davranış gösterirler. Bu tutkallı tabakalı ahşabın genel alanlarda güvenliği sağlayan özelliğidir. Yüksek rüzgar ve depreme maruz kalan bölgelerde sıklıkla tercih edilir (Ek 1 Şekil 42) (AITC, 2001).

Artan yük ile deformasyon, elastiklik sınırlarından kırılma gerilmesine kadar yarı plastik deformasyondur. Bu alan içerisinde taşıyıcı eleman, üzerine binen yük ile süner, şekil değiştirerek yükü taşır. Bu sınır içerisinde yük kalktığında taşıyıcı eleman üzerindeki deformasyon sabit kalır (Göker, 1999).

Çizelge 3.1'e göre Tutkallı tabakalı ahşabın eğilme direnci 110-140 kg/cm²'dir. Betonarmenin eğilmeye karşı direnci 0' dır. Çeliğin eğilme direnci ise 1400-5200 kg/cm² arası değişmektedir.

Yükün maksimal kuvvete (p_{max})'ulaşması esnasında tutkallı tabakalı taşıyıcı eleman (kiriş) kırılır. Ancak betonarme kirişlerin aksine yük birden sıfır olmaz. Yani kiriş kopmaz, bir müddet daha yükü taşımaya devam eder. Buna plastik deformasyon denir. Bu deformasyonun büyüklüğü büyük oranda masif ağaç malzemenin özgül ağırlığına, lif yapısına, rutubetine bağlıdır. Böylece pratikte artan yük ile betonarme binalarda kirişler aniden çökerken, ahşap

binalarda esneme sonucu kiriş daha fazla yük taşır. Kırılma ve kopma aniden olmaz, insanların kaçıp kurtulmaları için daha fazla zaman kazanılmış olur (Göker, 1999).

Ahşap binalarda dikmeler (kolonlar) liflere paralel yönde de gerilmelerin tesiri altındadır. Basınç statik bir gerilme olup yavaş yavaş artan yüklerin kolonlar tarafından taşınmasıdır (Göker, 1999).

Çizelge 3.1'e göre Tutkallı tabakalı ahşabın basınç direnci 110-85 kg/cm² dir. Betonarmenin 120-500 kg/cm² arası değişmektedir fakat basınç direncinin artması birim ağırlığın yani betonun içindeki çelik miktarının artmasıyla dolayısıyla maliyetin artmasıyla doğru orantılıdır. Çeliğin basınç direnci ise 1400-5200 kg/cm² arası değişmektedir.

Çekme direnci ağaç malzemenin en yüksek direnç değeridir.

Tarih boyunca ahşap dayanıklı bir yapı malzemesidir ki, tasarımın ana prensipleri yapı ve koruma izlendiğinde tutkallı tabakalı ahşap birçok özelliğiyle masif ahşaba üstündür. Tutkallı tabakalanmış ahşabın yüksek esnekliği kirişlerin şokları emmesine izin verir. Alternatif yapı elemanları beton ve çelikle oranla kopma dayanımı yüksektir. Tutkallı tabakalanmış ahşap yüksek rüzgar ya da deprem etkisi altındaki bölgelerde idealdir (AITC,2001). Bu nedenle doğaya saygı kulesinde tercih edilmiştir (Ek 1 Şekil 42).

Çizelge 3.1' e göre Tutkallı tabakalı ahşabın basınç direnci 105-85 kg/cm² dir. Betonarmenin 0 kg/cm²'dir. Çeliğin basınç direnci ise 1400-5200 kg/cm² arası değişmektedir. Buna karşın kopma uzunluğu bakımından yapıda kullanılan pek çok ağaç türü odunu, bir çok metalden daha yüksektir (Göker, 1999).

Ağaç malzeme boyuna yönde önemli derecede yüksek direnç özelliklerine sahiptir. Liflere dik yöndekinden 4-15 defa daha yüksek boyuna yönde dirençlidir. Özellikle uzun lifli ağaçlarda odun lifleri kırılma noktasına gelmeden önce kopmaya başlayarak sesle tehlikeyi haber verebilmektedir (Göker, 1999).

Çizelge 3.1'e göre Tutkallı tabakalı ahşabın kesme emniyet direnci 9 kg/cm² dir. Betonarmenin 4-8 kg/cm²'dir. Çeliğin basınç direnci ise 1120-1680 kg/cm² arası değişmektedir.

Masif ağaç malzemenin büyük boyutlu ve kavisli elemanlarda tek parça halinde kullanılması, gerek direnç özellikleri ve gerekse ekonomik bakımdan uygun bulunmaktadır. Büyük boyutlu masif taşıyıcı elemanların üretiminde ağaç malzemenin doğal yapısında bulunan budak,çürük,

çatlak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar nedeni ile tek parça masif ağaç malzemenin kullanılması güçlükler yaratmaktadır (Kurtoğlu, 1985).

Depremlerde kuvvetler, ağaç malzemeyi statik şekilde değil dinamik şeklinde etkiler, kısa süreli basınç altında kalan bir kiriş statik etki altında kalandan daha yüksek bir kırılma direnci gösterir. Ağaç malzeme statik yükün % 150' sine kadar, yüklere karşı çok kısa sürelerde karşı koyabilmektedir. Ağaç malzeme elastik yapısı dolayısıyla şok şeklindeki kuvvetleri daha kolay absorbe eder (Göker, 1999).

Birleşme yerlerinin direnci betonarme binalarda diğer faktörler yanında etriye sıklığının artırılması ile sağlanırken ahşap binalarda aynı husus çivi,vida, blom, metal levha v.b. birleştirme materyallerinin değişik sayı, boy, çap,ve tiplerinin çakılması, vidalanması veya tespiti ile gerçekleştirilmektedir (Göker, 1999).

Bina çökmeden önce kopan lifler dolayısıyla ses verir ve aniden çökmez. Taşıyıcı elemanların lif yapısı, kırılma esnasında lifler yavaş yavaş koparak canlıların kapalı yerlerden dışarı çıkmaları için zaman kazandırır (Erengözgin, 2000).

Çizelge 3.1' e göre Tutkallı tabakalı ahşabın burulma emniyet gerilmesi 16 kg/cm² dir. Betonarmenin 14-20 kg/cm²'dir. Çeliğin ise burulma emniyet gerilmesi 1120-1680 kg/cm² arası değişmektedir.

BİRİM	SINIF	YANGINA DAYANIM	BİRİM AĞIRLIK	GENLEŞME	ISI İLETKENLİĞİ	SES YUTMA KATSAYISI	SÜZEMME	EĞİLME DAYANIMI	ÇEKME DAYANIMI		BASINÇ DAYANIMI		KESME EMNİYET GERİLMESİ	BURULMA EMNİYET GERİLMESİ	PUANLAMA
									kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²			
TUTKALLI TABAKALI AHŞAP	1.SINIF	R90	400	10*10 -6	0,14-0,058	0,1	5	140	liflere paralel 105	liflere dik 2	lifre paralel 110	liflere dik 25	9	16	0000000000
	2.SINIF							110	85	2	85	25	9	16	
BETONARME		0000	0000	0000	0000	0000	00	000	000	000	00	00	0000	000	0000000000
	BS 12		2200					-			120				
	BS16		2400					-			160				
	BS20		2600					-			200				
	BS25		3000					-			250				
	BS30		3500	10-12*10 -6	1,1-1,4	0,02	1,8	-	-	-	300		4-8	14-20	
	BS35		3500					-			350				
BS40		4000					-			400					
BS45		4500					-			450					
BS50		5000					-			500					
ÇELİK		0000	00	0000	000	000	000	000			000		00	000	0000000000
	ST 37	R 15	7800	15,1*10 -6	25-40	0,01	0	3700-1400	3700-1400		3700-1400		1120	1120	
	ST52							5200-2100	5200-2100		5200-2100		1680	1680	
MASİF AHŞAP		00	0	000	00	00	0000	0000	0000	0000	0000		0000	0000	0000000000
	1.SINIF							130	105	0,5	110	25	9	10	
	2.SINIF	R 30	400-800	4*10 -6	0,12-0,58	0,1	>30-200	100	85	0,5	85	25	9	10	
	3.SINIF							70	0	0	60	25	9	0	
		000	000	000	000	0000	0	000	00	00	00		000	00	0000000000

Çizelge 4.1 Tutkallı tabakalı ahşabın özelliklerinin diğer sistemlerle karşılaştırılması

almış	puan
0000	10
000	7,5
00	5
0	2,5
0	26

4.2 Büyük Açıklıklı Yapılarda Kullanılan Kabukların Boyutsal Değerleri ve Biçimsel Özellikleri

Günümüz mimarisinin ekonomik zorlamaları ve teknik gelişimi, ahşap malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerini gelişen metotlarla birleştirerek, yapıda ahşabın geleneksel kullanımından tamamen farklı bir biçimde uygulanmaktadır. Ahşabın yapıdaki bu yeni kullanım imkanlarını düz veya kabuk plak elemanları olarak gruplandırmak mümkündür (Erinç, 1972).

Tutkallı tabakalı ahşap elemanlar, kullanım yerine ve amacına göre düz ya da değişik formlarda uygulanabilmektedir. Kemer şeklinde yapılan taşıyıcı elemanlarda dayanak noktaları arasında 1974 verilerine göre 152,5m. (500 foot) açıklık, düz tutkallı tabakalı ahşap elemanlarda 42,7 (140 foot), açıklık yapılabilmektedir. Bu açıklıklarda kullanılan tutkallı tabakalı ahşap elemanın kesit kalınlığı 2,13m'yi (7 foot) bulmaktadır. (Duman, 1974) Bugün ise ek1' deki şekil 42'deki Doğaya Saygı Kulesi'nde tutkallı tabakalı ahşap malzeme ile 200 m yükseklikteki yapı rahatça inşa edilmiştir.

Ahşap kabuklar, kabuk kaplaması ara, kenar kirişleri olmak üzere iki üniteden meydana gelirler. Bitmiş kalınlığı 10 cm'yi geçmeyen kabuk kaplaması, aynı nem derecesinde (% 8-10) ve 1,25-3 cm kalınlığında 1-2 tabaka ahşabın lifleri birbirine dik bir şekilde çivi veya vida ile tesbit edildikten sonra, rijitliğini temin etmek amacı ile tavanında veya sadece kenar kirişlerinin bulunduğu yerlerde fenol, üre, melamin ve resorsinol formaldehit gibi plastik reçineler ile tutkalanırlar. Kaplamanın birleşim yerlerine bilhassa bir kat üzerinde olmamasına dikkat edilmesi ve birbirinin de 0,6-1,5 m ara ile düzenlemesi gerekmektedir. Kaplama düzeni örneğin, hiperbolik ve elipsoidal parabolik kabuklarda alçak ve yüksek köşeler arası diagonal, yuvarlak tonoz kabuklarda üst ve alt tabakalar diagonal, mekez tabakası yataydır.

Kenar kirişleri ise, bir bütün olarak çalışan kabuk sisteminde kaplamayı bağlamak ve kenarların eğilmezliğini temin amacıyla kullanılan, tabakalı ahşap kirişlerdir. Önceden kurulan ve sonradan üzerine kabuk kaplaması tatbik edilen kenar kirişlerine gelen toplam yüklerdir (yukarıdan aşağıya ara kirişlerle nakledilen düşey ve yatay yük tesirleri) ve eğilme deformasyonları hesaplarının üzerinde titizlikle durulması gerekir.

Boyutlama için gerekli hesap esasları henüz tam çözülmüş değildir. Her yapı için, hesaplar bir kere de ölçeği 1/2'ye kadar inen modeller üzerinde yapılan laboratuvar deneyleriyle kontrol edilir.

Kabukların kenar kirişleri genelde dikdörtgen kesitli eğri veya düz akslı Hetzer kirişlerinden oluşmaktadır. Bu kirişler kabuğa rijitlik sağladıkları gibi, tesir eden kuvvetlerin mesnetlere iletilmesini de sağlarlar. Bu kenar kirişler kabukla tutkallı ve ayrıca bulonlu olarak birleştirilirler. Tutkallı ahşap kabuklar daha rijit bir birleşim sağladıklarında yalnız çivili olanlara nazaran daha çok tercih edilirler.

Yurdumuzda bugün kullanılmayan bu kabuk sistemler Amerika ve Kuzey Avrupa'da çok kullanılmaktadır. Çalışmalar ahşaptan üretilmiş ve kontrplak gövdeli kirişlerin kabuk konstrüksiyonu üzerine yönelmiştir.

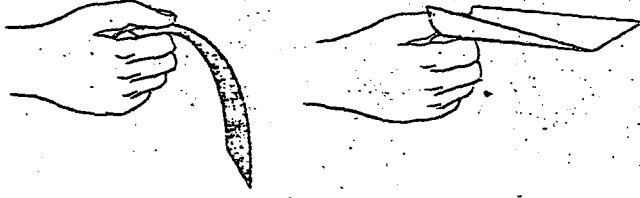
En çok kullanılmakta olan formlar konoid ve hiperbolik paraboloidlerle, bunların çeşitli kombinezonlarıdır. (Duman, 1973) (Ek 1 şekil 13-23)

Tutkallı tabakalı ahşap kabuklar eğri eksenli , taşıyıcı, ince ahşap yüzeylerdir. Bunlar çatı için bir örtü teşkil ettikleri gibi ayrıca taşıyıcı özelliğe de sahiptirler.

Bu günkü anlamı ile ilk ahşap kabuk inşaatı ise 1928 yıllarında Rusya'da başlamış fakat o günün bilhassa tutkallama tekniğindeki kısıtlı imkanları ile en önemli gelişmesini 1950'lerden sonra yüksek taşıyıcılık gücünü etkileyen tutkalın uygulanması ile gelişme göstermiş ve yakın tarihlerde kullanılmaya başlanmıştır. Halen de fabrikasyon tekniğini basitleştirmek ve ekonomikleştirmek için üzerinde araştırmalar devam etmektedir. Ahşap kabuk sistemleri, geometrik şekilleri ile hudutları statik düzenle, geniş açıklıkları bağlantısız geçen, dolayısıyla sistemin ağırlığı, kuruluşu, tavan ve çatı kaplamalarına ihtiyaç göstermemesi yönünden ekonomik, ateşe dayanıklı, bunun yanında estetik formu ile mimara geniş imkanlar sağlayan konstrüksiyonlardır. Fakat kabuk şeklini seçerken estetik form ile örtülecek alana göre sistemin ekonomikliğinin de beraberce düşünülmesi gereklidir.

Ahşap kabuklardaki tutkal, kenar kirişlerin kolaylıkla teşkilinde ve bizzat kabuğun rijitliğinin arttırılmasında hizmet görür. Kenar kirişler, kabuk formunun çeşidine göre doğru ve ya eğri eksenli, ayrıca bazen de kesitleri birbirine nazaran dönmüş vaziyette olurlar. Hetzer sistemi ahşap yapı elemanları, bunların ahşap olarak teşkiline imkan vermiştir. Kabuğun bizzat kendisi, her kattaki doğrultuları farklı olan 2-3, bazen de çok adette üst üste çivilenmiş bir kaç kat tahtadan ibarettir. Burada muhtelif katların beraber çalışmasını sağlayan çivilerdir. Çivili birleşimlerin bilinen esnekliği dolayısıyla rijitliği arttırmak için bazen tahtaların tamamı bazen de kenar kirişlere paralele sınırlı bölgedekiler birbirine tutkalla yapıştırılır. Burada tutkal için gerekli basıncı, tam olmasa da çiviler temin eder.

Elde tutulan bir tabaka kağıt kolayca eğilir ve kendi ağırlığını bile taşıyamaz. Aynı kağıt kıvrılarak, hafifçe yukarı doğru eğri bir biçim alacak olursa, kendi ağırlığı ile birlikte bir miktar yükü de taşıyabilir hale gelir. Bu taşıma kapasitesi kullanılan malzemeyi değil, fakat aynı malzemeye uygun bir geometrik biçim vererek elde edilmiştir. Yukarı doğru eğrilik, tabaka kağıdın rijitliğinin ve yük taşıma kapasitesini yükseltmiştir. Çünkü eğrilik sonucu bir kısım malzeme tarafsız eksenden uzaklaşmış ve böylece kağıdın eğilme rijitliği bir kiriş gibi göz önüne alındığında, büyük oranda artmıştır.



Şekil 4.2 Mukavemeti biçimine bağlı taşıyıcı bir sistem

Kabuklar, önemli eğilme gerilmeleri oluşturmayacak kadar ince, fakat yükleri basınç, kayma ve çekme ile taşıyabilecek kalınlıkta olan eğriliği olan iki boyutlu taşıyıcılardır.

Kabuklar, kubbe yada diğer biçimdeki eğrisel çatıların çeşitli form, yüksek mukavemet ve ekonomi sağlayarak yapılmalarına olanak sağlar. Kabuklar etkinliklerini eğriliklerine borçludurlar.

Silindirik, küresel, hiperbolik paraboloid vb. kabukları, konstruktif avantajları yanında mimari tasarım olanaklarından dolayı uygulamada tercih edilmektedirler. Her gün daha büyük açıklıkların geçilmesi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir.

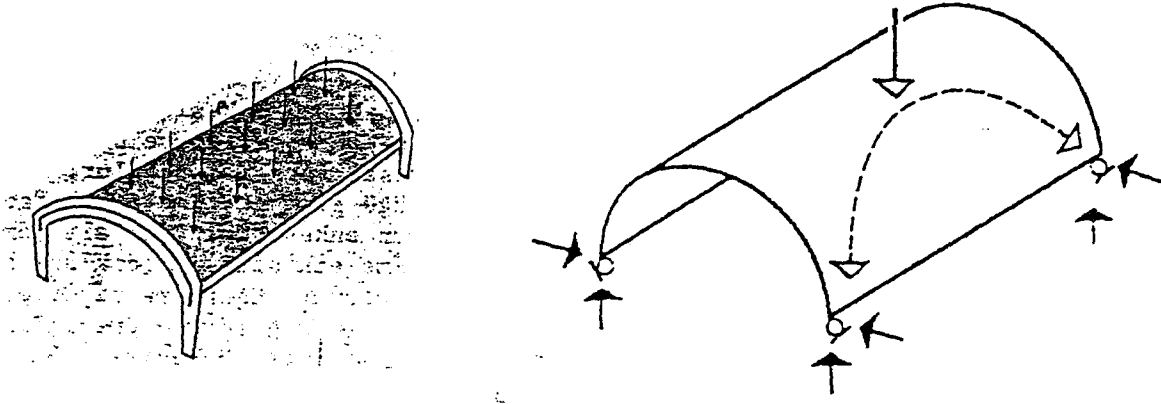
4.2.1 Silindirik kabuk

Silindirik ya da tonoz kabuklar dikdörtgen alanları örtmek için kullanılırlar ve genellikle kendi düzleminde rijit fakat düzlemine dik doğrultuda fleksibil olan uç çerçevelere otururlar. Silindirik kabukların çalışması, boyuna doğrultuda bir kiriş çalışması, enine doğrultuda ise özel bir funiküler kemer çalışmasıdır (Karataş, 1969).

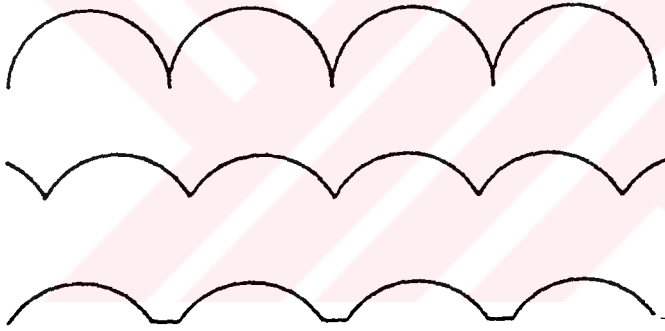
Kemer ve kabuk tesiri görülmektedir.

Varil şeklindeki bu kabuklar bir kavis, parabol veya elips olabilir. Silindirik kabukların kesitinin ölçümünde, kabuğun şekli belirleyicidir. Uzun kabuklar kiriş özelliklerine göre, kısa

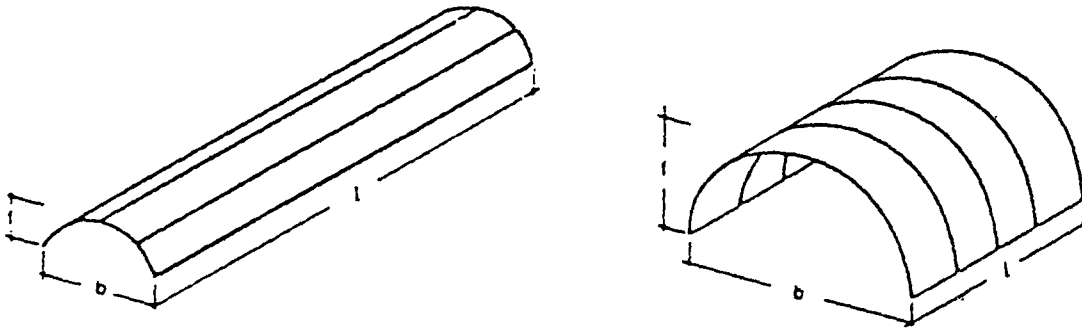
kabuklar kemer özelliklerine göre boyutlandırılmalıdır. Bu arada uzun kabuklardaki yük dayanımı, boylamasına yönde gerçekleşirken, kısa kalıplardaki yük dayanımı boylamasına ve çapraz yönlerde gerçekleşir. Ayrıca kabuklar mesnet noktalarında desteklenerek stabil hale, uç rijitleştiricilerle de tonoz haline getirilir (Götz, Hoor 1978).



Şekil 4.3 Silindirik Kabuklara Etki Eden Kuvvetler



Şekil 4.4 Silindirik Kabukların Uygulandığı Formlar



$$b < 1/5 \quad l = 5-35 \text{ m} \quad f \leq b/2$$

$$b < 1/5$$

Şekil 4.5 Silindirik Kabuklarda Uygulanması Gereken Boyutsal Oranlar

4.2.2 Kırık kabuk sistemler

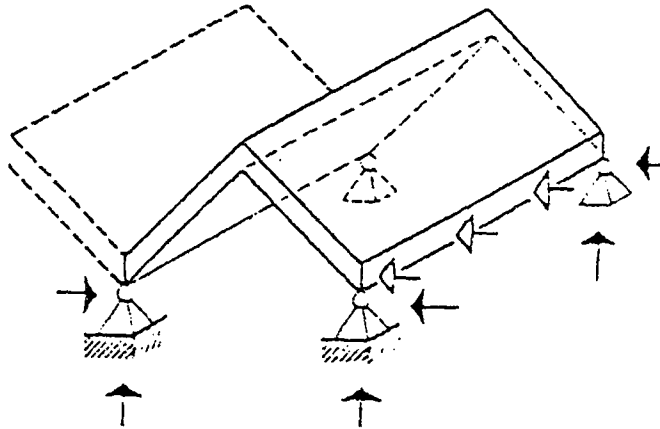
Sanayi yapılarında kullanılan şet kabuklar, ekonomik ince kabuklarla yapılırlar, bu da ekonomik olmalarını sağlar. Bunların strüktürel davranışı, basık, eğri enkesitli, kabuğun üst kenarına doğru meyilli olan bir kirişinkine benzer (Karataş, 1969).

Kırık kabuk sistemler , birbirleriyle itmeye karşı dayanıklı, bağlantısı yapılmış, eğimli durumdaki yüzeylerden oluşmaktadır. Yük dayanımı, çapraz yönde baştan sona ve boylamasına yönde ise mesnetten mesnete gerçekleşmektedir. İki yöndeki yük dayanımı sebebiyle, boyutlandırma için sadece boylamasına yöndeki eğilme dayanımı değil, çapraz yöndeki eğilme dayanımı da gereklidir (Götz, Hoor 1978).

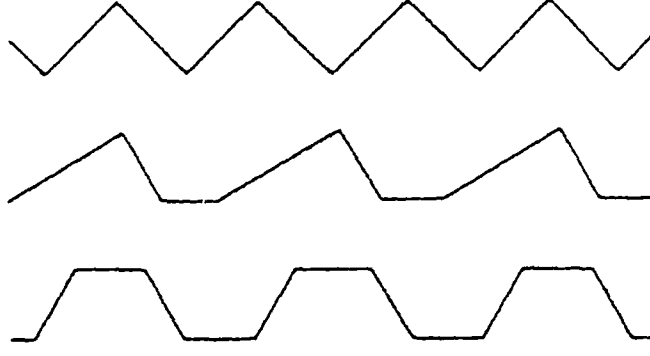
Kırık kabuk sistemlerde ayrıca bağlantı materyallerinin esnekliğine dikkat edilmelidir. (Götz, Hoor 1978).



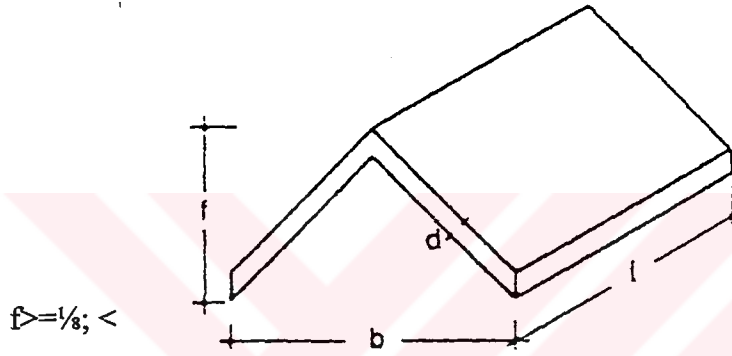
Şekil 4.6 Kırık Kabukların enkesiti



Şekil 4.7 Kırık Kabuklara Etki Eden Kuvvetler



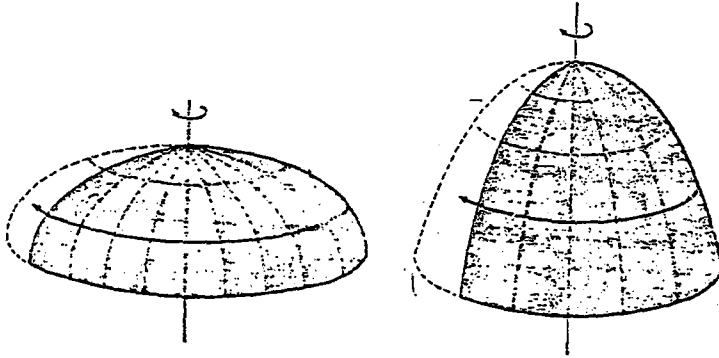
Şekil 4.8 Kırık Kabuklarda Uygulanan Çeşitli Fomlar



Şekil 4.9 Kırık Kabuklarda Uygulanması Gereken Boyutsal Oranlar

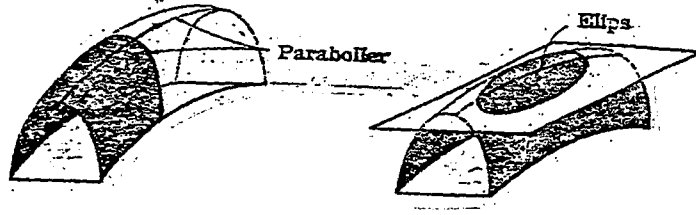
4.2.3 Eliptik paraboloid kabuk sistemler

Eliptik kubbeler yarım bir elipsin kendi düşey ekseni etrafında döndürülmesiyle elde edilirler. (Karataş, 1969).



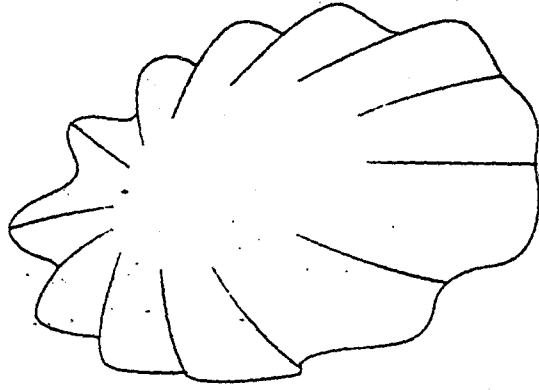
Şekil 4.10 Eliptik Paraboloid dönel yüzeyler

Eğriliği aşağıya doğru olan bir düşey parabolün kendine dik diğer bir parabol üzerinde ötelenmesiyle elde edilen yüzeylerdir. Dikdörtgen bir planı örten böyle bir yüzeyin yatay kesitleri elips, düşey kesitleri paraboldür. Eğer her iki parabol birbirinin aynı ise paraboloidin örttüğü alan kare, yatay kesitleri ise daire olur. Eliptik paraboloidler kabukların yapımında kullanılan ilk biçimlerdir.



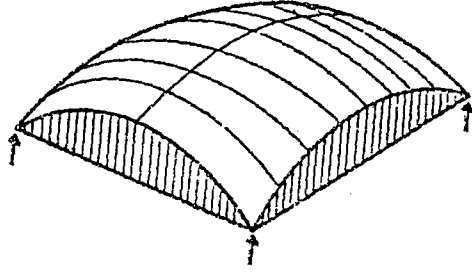
Şekil 4.11 Eliptik Paraboloid yüzeyler

Yatay bir düzlemlle kesilen eliptik paraboloid , elips biçimindeki bir alanı örten düzgün bir yüzeydir. Bunun görünümünü geliştirmek ve kenarlarının rijitleştirmek için kabuğun iç kısmına doğru kaybolan yerel eğrilikler verilerek istiridye kabuğu biçimi kazandırılabilir.



Şekil 4.12 Eliptik Paraboloid formlar

Eliptik Paraboloid kabuklar düşey yüklere maruz kalırlar.



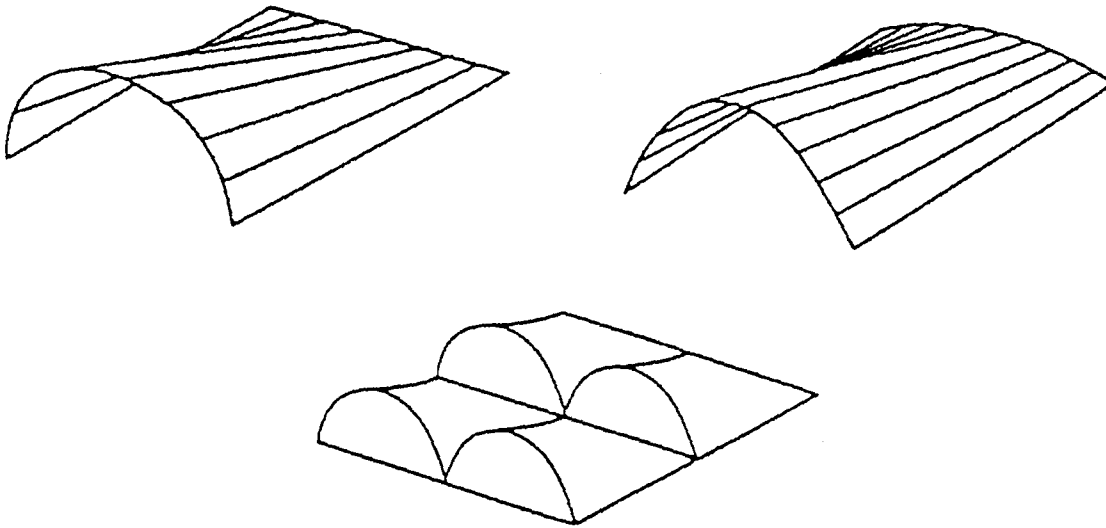
Şekil 4.13 Eliptik Paraboloid Kabuklara Etki Eden Kuvvetler

4.2.4 Konik kabuk sistemler

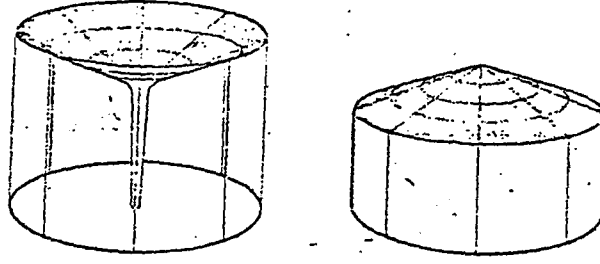
Bir doğru parçasını, paralel düzlemler içinde bulunan farklı iki eğri üzerinde kaydırarak elde edilen konoid yüzeylerdir. Diğer bir tanımla bir doğru parçasının düşey bir eksen etrafında döndürülmesiyle tanımlanan yüzey bir konoidir.

Koniler, doğru parçasının bir ucunun bir nokta etrafında dönmesi, diğer ucunun bir eğri üzerinde kaymasıyla elde edilen regle yüzeylerdir.. Konik kabukların şekli, paralel düzlemler üzerinde bulunan birbirinden farklı iki eğri üzerinde bir doğru kümesi geçirildiğinde ortaya çıkan düzgün yüzeylerdir. Bu kılavuz eğriler paraboller, çemberler, elipsler olabilir.

Konik yüzeyler bir noktada mesnetlenmişse bir şemsiye, dairesel kenarları boyunca mesnetlenmişse bir kubbe olarak adlandırılırlar. Konoid aynı zamanda bir semer yüzeydir.



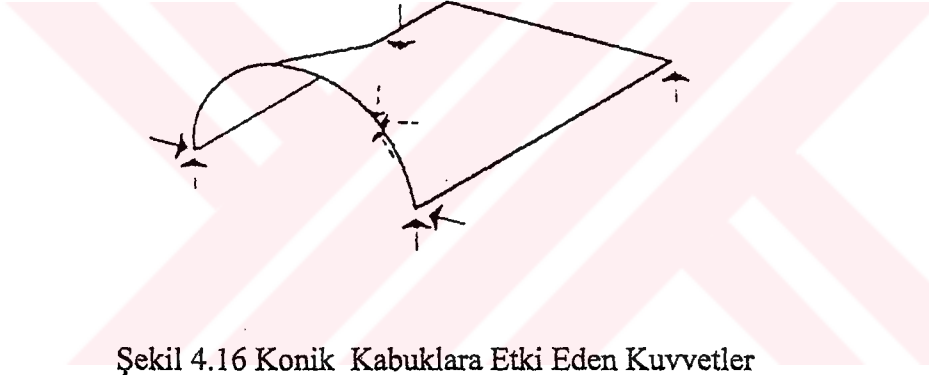
Şekil 4.14 Konik Kabuklarda Uygulanan Çeşitli Fomlar



Şekil 4.15 Konik Kabuklarda Uygulanan Çeşitli Formlar

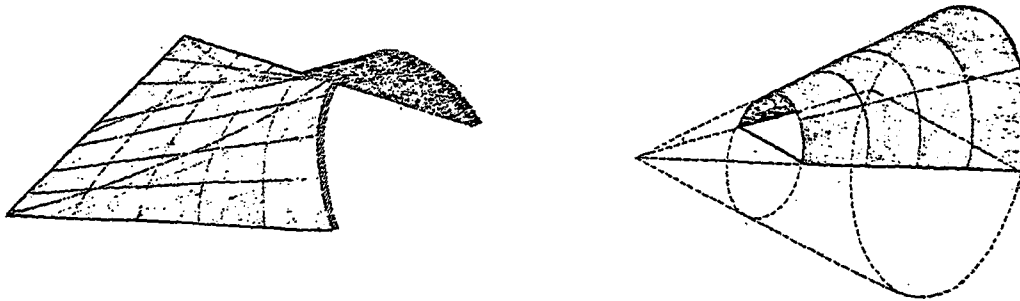
Konoidler eğri uçları ankastre mesneti oluşturmak üzere, konsol kabuklar olarak da kullanılabilirler. Kesik koni parçaları da , konoid yüzeylerdir ve yamuk planları örtmeye yarayan bu tür yüzeyler çoğu kez konsol çatılar olarak kullanılırlar.

Konik kalıplar özellikle kuzey tepe ışığı alan salonların çatısının kaplamaları için uygundur (Muschelshed).



Şekil 4.16 Konik Kabuklara Etki Eden Kuvvetler

Yük dayanımı, diyagonal düzenlenmiş tabla tabakalar ile karşılanan normal kuvvetler üzerinden iki yönde gerçekleşir. Kabuktan gelen normal kuvvetler kenar elemanlar tarafından karşılanır ve mesnetlere iletilir. Eğimli kenar elemanlar, yatay mesnet kuvvetleri oluşmaması için, çekme ye dayanımlı bir yay olarak tasarlanabilir.

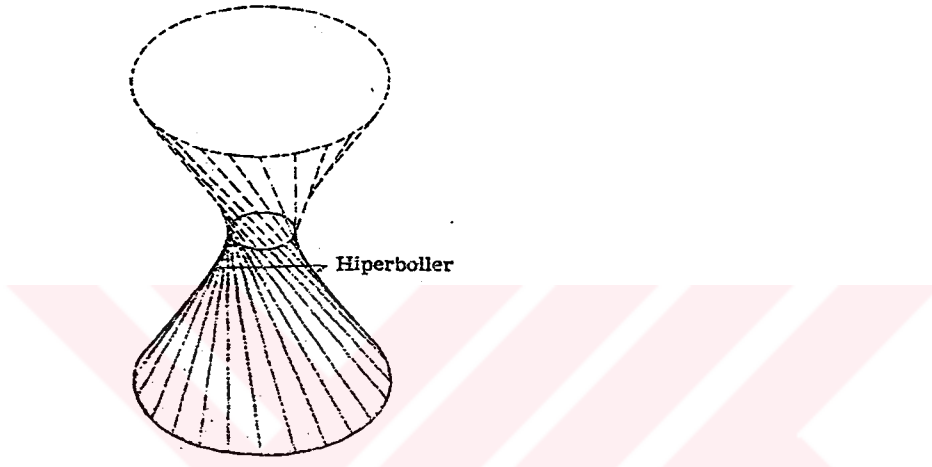


Şekil 4.17 Konik Kabuk formlar

4.2.5 Hiperboloid paraboloid kabuk

Hiperboloid paraboloid, eğriliği aşağıya doğru olan bir parabolü, eğriliği yukarıya doğru olan bir parabol üzerinde ötelemekle elde edilir. Bir at semeri görünümünde olan bu yüzeyin yatay kesitleri hiperbol, düşey kesitleri paraboldür. Tüm semer yüzeylerde olduğu gibi hiperbolik parabolün iki doğrultuda eğriliği sıfır olur.

Hiperbolik paraboloid ötelenmesinde birbirine dik olmayan iki eğri kullanıldığında, öteleme yüzeyinin örttüğü alan verev bir dikdörtgen olur.



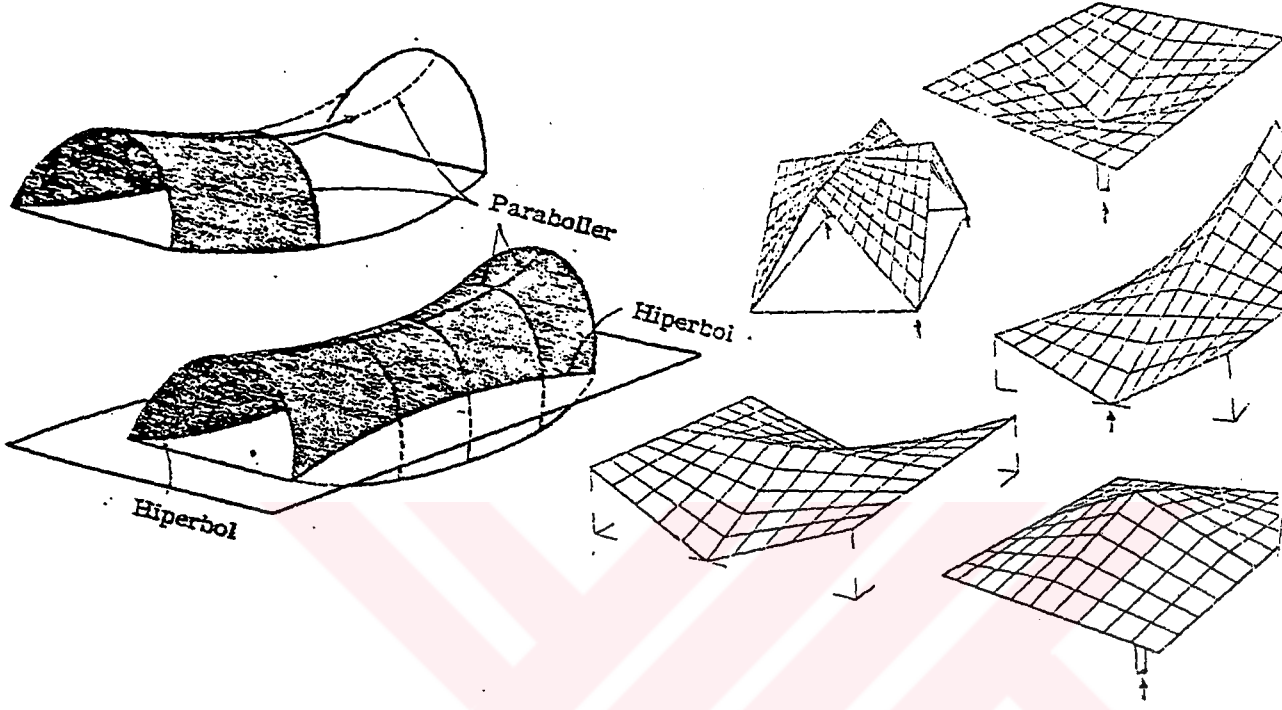
Şekil 4.18 Hiperboller

Hiperboloid iki yatay çember üzerinde kayan bir doğru parçasının oluşturduğu yüzeylerdir. Kolaylıkla teşkil edilebilen yüzeyler çimento fabrikaları ile diğer sanayi yapılarında soğutma kuleleri olarak çok kullanılırlar.

Hiperboloid paraboloidler, çeşitli kombinezonlarda kullanılabilirler. Birbirinin aynı dört paraboloidin bir araya getirilmesi ile köşelerinden mesnetlenen ve dikdörtgen bir alanı örtmek için bu tür yüzeylerin en çok kullanılan çeşidi olan hiper kabuk, birbirini çaprazlamasına kesen iki doğru çizgi kümesinden oluşan eyer şekilli düzgün bir yüzeye sahiptir ve aynı zamanda bir hiperbol ve parabolden oluşan geçiş yüzeyidir.

Hiperboloid paraboloid şet kabuk elde etmek için de birleştirilebilir. Merkezi bir kolona mesnetlenen dört paraboloid ters semsiye biçiminde bir çatı oluşturur. Hiperbolik paraboloid, ötelenen iki parabolün düzlemleri arasındaki açı dik olmadığı zaman verev adını alır ve dikdörtgen olmayan planların örtülmesinde kullanılabilirler. Çatılar genellikle , hiperbolik paraboloid parçaların birleşik düzenlemeleri biçiminde yapılırlar. En yaygın düzenlemelerden biri dört parçalı olup her parçanın dış köşesi kolonlarla mesnetlenir.

Hiperboloik paraboloidler, yüksekliği çok fazla olan çatıların elemanları olarak ya da düşey yakın elemanlar şeklinde de kullanılmaktadırlar.



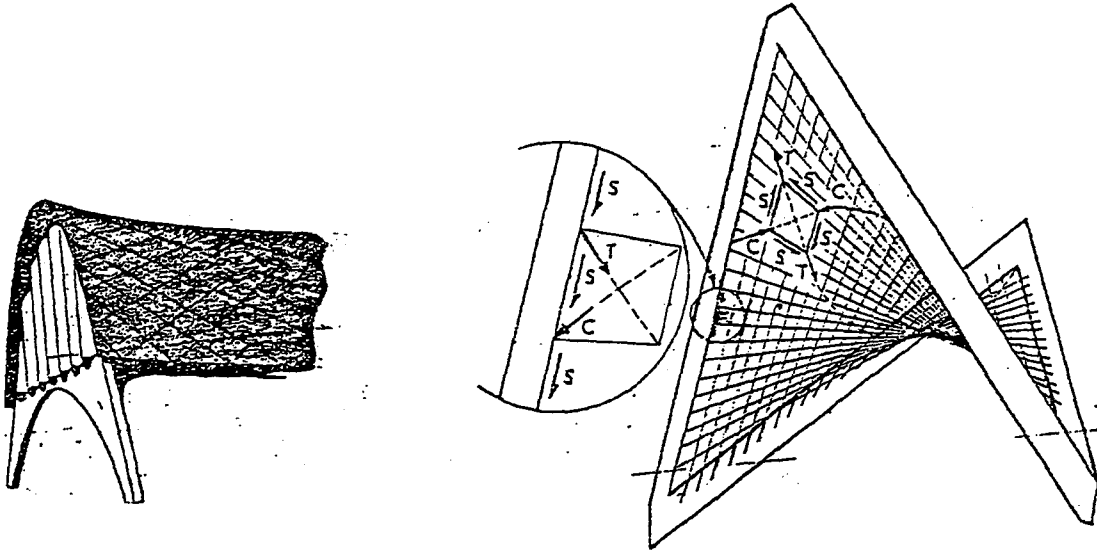
Şekil 4.19 Hiperboloid Paraboloid Kabuklarda Uygulanan Çeşitli Formlar.

Semer biçimindeki kabukların en yaygın olan hiperbolik paraboloidin davranışı , mesnet koşulları ile ilgili strüktürel çalışmasına bağlıdır. Hiperbolik paraboloid bir kabuk rijitleştirici iki parabolik kemerle mesnetlenmişse bu durumda yükler mesnetlere kaymalarla aktarılır.

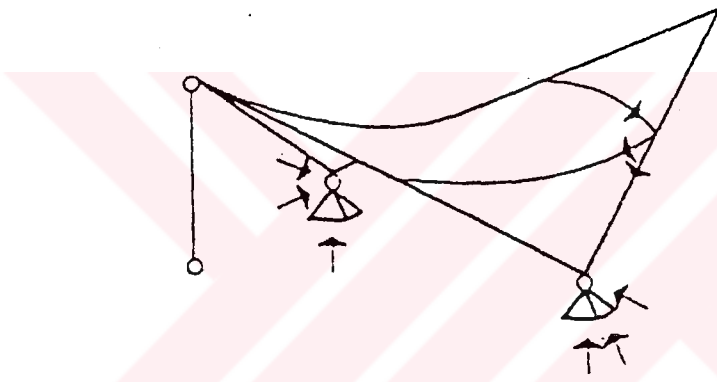
Bu çalışma şekli kenar rijitleştiricilerle mesnetlenmiş bir tonozun çalışması ile aynıdır. Ancak boyuna doğrultuda hiperbolik paraboloidin sahip olduğu yukarı doğru eğrisellik kabuğa özellikle burkulmaya karşı ek bir mukavemet kazandırır.

Eğer paraboloid zemine kadar devam ederse ve zeminle kesiştirilirse arakesitler, eğrilikleri dışı doğru olan iki eğriden ibarettir. Böylece bu tür kabukla örtülen alanın iki kenarı doğrulardan iki kenarı eğrilere oluşur.

Paraboloid zemine kadar erişmediği takdirde , kabuk dört köşesinden mesnetlendirilebilir fakat bu durumda uç rijitleştiriciler kabuğa etki eden düşey ve yatay yükleri iki mafsallı kemerler gibi taşımak zorundadır.

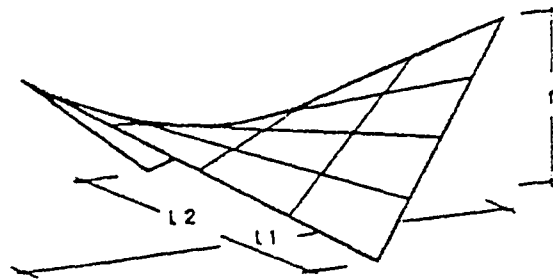


Şekil 4.20 Uç rijitleştiricilere oturan Hiperboloid Paraboloid Kabuk



Şekil 4.21 Hiperboloid Paraboloid Kabuklara Etki Eden Kuvvetler

Yük dayanımı, yüksek noktadan yüksek noktaya veya alçak noktadan alçak noktaya geçen kirişlerin, kenar elemanlarına çekme ve basınç yüklerini iletmesi ile gerçekleşir.



$$l_1 \approx l_2$$

$$h \approx b = 1/60-1/80$$

$$l = 14-60 \text{ m}$$

Şekil 4.22 Hiperboloid Paraboloid Kabuklarda Uygulanması Gereken Boyutsal Oranlar

Önceki bölümlerde de belirtildiği gibi, tutkallı tabakalı ahşap eğri yüzeylerin ve kabukların oluşturulmasında, kolay şekil alma, işçilik, maliyet ve tutkalın yapısına getirdiği özellikler açısından en uygun malzemedir. Betonarme malzeme ise kabuklar için, eğrisel yüzeylerin kalıbının yapılması sorunu ve yüksek işçilik maliyeti açısından ekonomik değildir.

Tutkallı tabakalı ahşabın ön montaj imkanları kabuk elemanların prefabrikasyonu ve bunların azaltılmış bir yapı iskelesi üzerinde montajı, daha pahalı kalıpları ortadan kaldıran standart bir işlemdir.

Eğrisel çatıların dış hava koşullarına karşı korunması, son yıllarda, çok ince bir tabaka halinde serilen yada püskürtülen plastik boyalarınla sağlanmaktadır. Tutkallı tabakalı ahşap kabuklarda malzemenin montajdan önce emprenye edilmesi, boya gerektirmemesini sağlamaktadır. Bu da maliyeti azaltmaktadır.

Eğrisel yüzeyler, özellikle büyük, pürüzsüz ve sert iseler, akustik yönden bazı güçlükler yaratırlar. Böyle durumlarda ses izolasyonu kabuğun iç yüzeyine püskürtülebilir ya da tespit edilebilir. Ve ya kabukla örtülen alanın döşemesi üzerinde uygulanabilir. Tutkallı tabakalı ahşap kabuklarda, ahşabın fiziksel özelliklerinden gelen düşük ses iletme özelliğinden dolayı olumlu akustik özelliklerine sahiptirler.

Sıcaklıkla ilgili sorunlar, betonarme kabuklarda içine ya da dışına uygulanan izolasyon malzemeleri ile çözümlenir. Tutkallı tabakalı ahşap kabukların ise malzemenin fiziksel özelliğinden dolayı minimum yalıtım ile konfor sıcaklık sağlanmaktadır.

Tutkallı tabakalı ahşap kabuğun içindeki uygun hava sirkülasyonu, kondansasyonun yok olmasına yardımcı olur.

Tutkallı tabakalı ahşap kabukların alabileceği farklı ve estetik formlar da göz önüne alındığında tasarımcıların ve kullanıcıların büyük açıklıkların geçilmesindeki tüm ihtiyaçlarına cevap verebildiği görülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada tutkallı tabakalı ahşabın üretimi, özellikleri, kullanım alanları, diğer yapım sistemlerine oranla büyük açıklıklarda tercih edilmesinin sebepleri ve büyük açıklıklarda kullanımını ele alınmıştır.

Tutkallı tabakalı ahşap sistem ile üretilen yapılar, tutkallı tabakalı ahşabın fiziksel ve mekanik özelliklerinden yola çıkarak yeterli mimari şartları sağlamaktadır. Tutkallı tabakalı ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri diğer sistemlerle karşılaştırıldığında, tutkallı tabakalı ahşabın olumlu özellikleri dikkat çekmektedir. Çevresel etmenler açısından özellikler, ekolojik özellikler, tasarımda sağladığı olanaklar, sınırlamaların minimum olması, ısı ve ses iletkenliğinin düşük olması, ekonomik özellikler, elastikiyet, basınca dayanım, çekme dayanımı büyük açıklıklı yapılarda tercih edilmesine nedendir.

Tutkallı tabakalı ahşabın elastiklik özelliğinin yüksek olması, gerilmelere uzun süre karşı koyabilmesini sağlamaktadır. Tutkal tabakalı ahşabın özgül ağırlığı betonarme ve çelik ile karşılaştırıldığında çok düşüktür. Bu da tutkal tabakalı ahşap ile hafif konstrüksiyonlar oluşturulabilmesini sağlamaktadır.

Basınca dayanımı sayısal olarak betonarme ve çelikten düşük olmasına rağmen pratikte, maksimum yük karşısında kırılma olur, beton ve çelik gibi kopma olmaz, yük birden sıfırlanamaz. Max. yük karşısında tutkal tabakalı ahşap yapı elemanlarından oluşan binalar daha güvenlidir. Bu da tutkal tabakalı ahşabın taşıyıcılığı ve güvenliği açısından olumlu bir özelliktir. Tutkallı tabakalı ahşap ile uygulama yapılan binalardaki kullanıcıların max. yükler karşısında kaçıp kurtulma zamanları vardır.

Deprem kuşağında bulunan ülkemizde tutkallı tabakalı ahşap sistemlerin hafiflik, ekonomiklik ve montaj süresinin kısalığı gibi olumlu özellikleri göz önüne alındığında, tutkallı tabakalı ahşabın en uygun malzeme olduğunu görürüz.

Fiziksel ve mekanik özelliklerinden dolayı büyük açıklıklarda uygulanmasının mimariye getireceği çeşitlilik göz önünde bulundurulmalıdır. Dördüncü bölümde de bahsi geçen kabuk sistemlerin taşıyıcılık özelliği ve estetik formları göz önünde bulundurulduğunda tutkallı tabakalı ahşabın kullanımının mimariye getireceği farklılık ve çeşitliliğe dikkat çekilmelidir. Ülkemizde ve dünyada betonarme ve çelik gibi yaygın kullanılan malzemelere alternatif olan tutkallı tabakalı ahşap, mimarinin de betonarme ve çelik arasında sıkışmasını önleyecek ve

tutkallı tabakalı ahşap malzemenin her geçen gün fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi ile daha büyük açıklıkların geçilmesinde uygulanacak ve mimariye form açısından bir zenginlik getirecektir.

Tüm bu olumlu özelliklerine rağmen tutkallı tabakalı ahşap sistemlerin kullanımının yaygın olamaması, ülkemizde yeterince tanınmamasına ve kullanımı için gerekli yönetmeliklerin bulunmamasına bağlıdır.

Tutkallı tabakalı ahşabın kullanımının yaygınlaşması için, ülkemizde de ormancılığın gelişmesi ve tutkallı tabakalı ahşap üretimini çeşitli yönetmeliklerle kontrol edilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir.



KAYNAKLAR

AITC, (2001)Laminated Timber Design Guide,

APAEWS, (2000)Glulam Product Guide,

Berkel. A., (1963), Ağaç Malzemede Bükme Tekniği ve Kullanış Yerleri, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XIII, 1:40-43, İstanbul

Bozkurt, A., (1986), Ağaç Teknolojisi, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 3403, İstanbul

Bozkurt, A.Y., Göker, Y., (1986), Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 3401, İstanbul

Bozkurt, A.Y., Göker, Y., (1987), Fiziksel Ve Mekanik Ağaç Malzeme Teknolojisi, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 3445, İstanbul

Bozkurt, A.Y., Kurtoğlu, A., (1979), Yapıştırılmış Tabakalı Ağaç Yapı Elemanları, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 29, 2:38-58

Candan Y. B.,(1998), Tutkallı Ahşabın Mimari Mekan Strüktürüne Etkisi,Yüksek Lisans Tezi, İTÜ(yayımlanmamış)

Detail, (1998), Kulturzentrum in Noumea, 7:1201-1208

Duman, N.,(1964),Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Yapılar, Doktora Tezi, İTÜ (yayımlanmamış)

Duman,N., Ökten S.,(1973), Ahşap Yapılar Ders Notu Özetleri, İTÜ

Duman,N., Ökten S.,(1981), Ahşap Yapı Dersleri, İTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul

Erdoğan, E., (2000), "Söyleşi", [Http://www.ahsap.com/tur/soylesi.htm](http://www.ahsap.com/tur/soylesi.htm)

Erengöz, Ç.,(1999), "Ahşabın Gücü", Arkitekt Dergisi, 470: 44-58

Erengöz, Ç.,(1999), "Ahşabın Gücü", Laminart Mobilya Dekorasyon Sanat Tasarım Dergisi, 64:54

Erengöz, Ç.,(2000), "Ahşabın Hayatımızdaki Yeri ve 'Ulusal Ahşap Birliği'", Arkitekt Dergisi, 475:24-33

Erşen, N., (1975), Tutkal Bileşimli Ahşap Taşıyıcı Sistemler, Bugünkü Durumları ve Gelişme İmkânları. İDMMA İnşaat Bölümü (Doçentlik Çalışması)

Erinç, M., (1972), Dünün ve Bugünün Ahşap ve Ahşaptan Üretilmiş Malzemesinin Türkiye Şartları İçinde Yapıda Rasyonel Kullanılma İmkânlarının Araştırılması, İTÜ Mimarlık Fakültesi

Göker, Y.,(1999), Laminart Mobilya Dekorasyon Sanat Tasarım Dergisi, 64:48-56

Günsoy, O., (1970), Yapılarda malzeme seçimi, cilt1:43,97

[Http://www.ahsap.com/tur/05school.htm](http://www.ahsap.com/tur/05school.htm)

[Http://www.ahsap.com/tur/05sibelius.htm](http://www.ahsap.com/tur/05sibelius.htm)

[Http://www.ahsap.com/tur/05yaplaa.htm](http://www.ahsap.com/tur/05yaplaa.htm)

[Http://www.ahsap.org](http://www.ahsap.org) (ulusal ahşap birliği)

Kurtoğlu, A., (1979), Yapıştırılmış Tabakalı Ağaç Malzemede Rutubet Değişimi Nedeniyle Gerilmelerin Oluşumu, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Seri A, Cilt 29 2:72-73

Nakuz, B.,(1995), “Dünü Korumak ve Yarını Biçimlendirmek İçin ‘Ahşap’”, Ahşap Araştırma,Teknoloji, Tasarım, İç Mimari Dergisi, 3:23-25

Oran Mimarlık, Tabakalı Ahşap Teknolojisi

Özer, M.,(1974), Yapıların Isı Ve Su Buhar Yalıtımları, İstanbul

Stratex,(2001), Industria Travi Lamellari

Şenay, A., (1996), Lamine Edilmiş Ağaç Malzemenin Teknik Özellikleri, Doktora Tezi, İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü(yayımlanmamış)

Tokyay V., (2000), “Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Teknolojisi Nedir?”, [Http://www.oranmimarlık.com](http://www.oranmimarlık.com)

Tokyay, V., (1998), “Tutkallı Tabakalı Ahşap Teknolojisi”,Yapı Dergisi, 197:113-119

Wibbens, R.P., (2000), “Tutkallı Tabakalanmış Ahşap ”, [Http://www.oranmimarlık.com](http://www.oranmimarlık.com)

www.ahsap.com

www.ahsap.org

www.apawood.org

www.archinform.net

www.calforests.org

www.holzbau.de

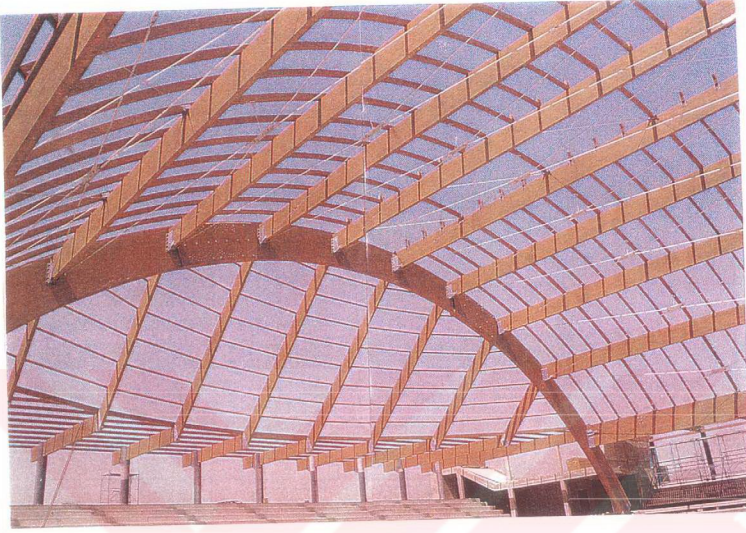
www.oranmimarlık.com

www.sentinelstructures.com

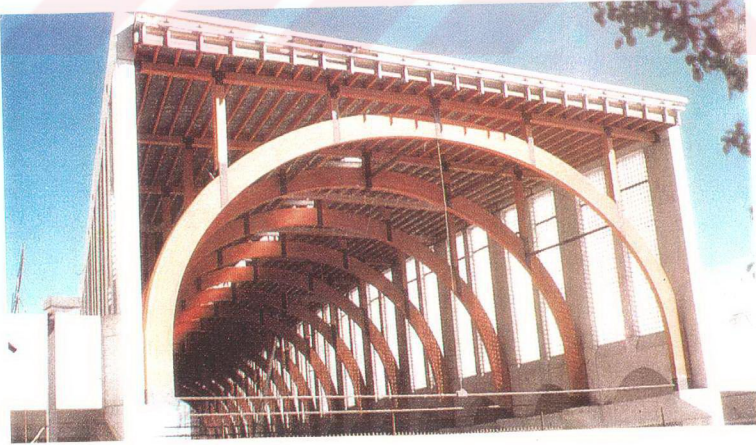
www.stratex.it

Yeomans, D.,(2000), “Depreme Karşı Ahşap Yapıların Güvenliği”, [Http://www.ahsap.com/tur/davidyeomans.htm](http://www.ahsap.com/tur/davidyeomans.htm)

EK 1
TUTKALLI TABAKALI AHŞAP SİSTEM İLE
OLUŞTURULMUŞ YAPILAR

Silindirik Kabuk Sistem ile Oluşturulmuş Yapılar

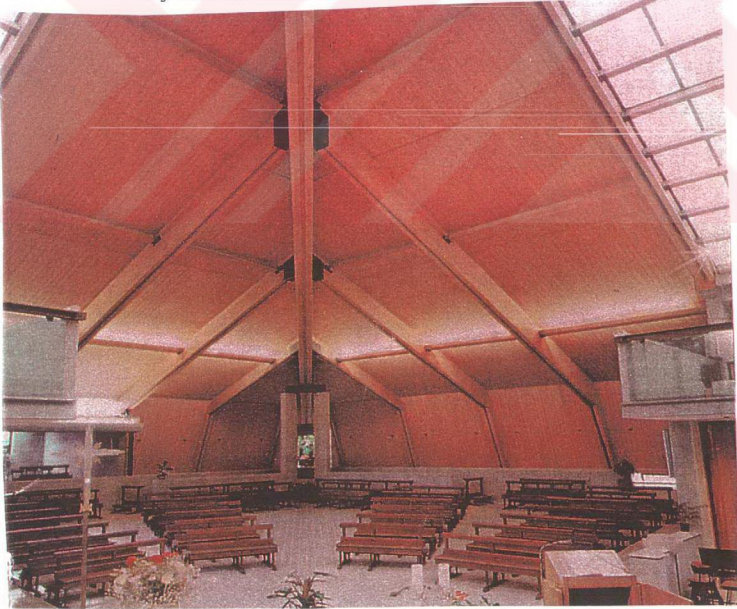
şekil 1 İtalya'da bir spor kompleksi –3800m²



şekil 2 Back Bay Tren İstasyonu, Boston

Kırık Kabuk Sistemler ile Oluşturulmuş Yapılar

Şekil 3 Konser Platformu, Bromley,Londra
Prj: Ritchie Architects

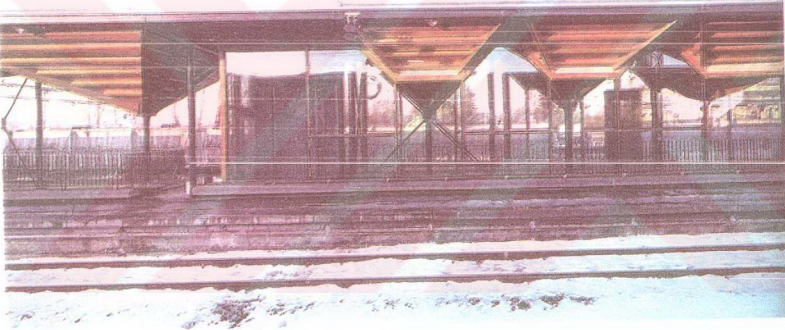


Şekil 4 İtalya'da kilise



Norveç

Şekil 5 Eldsvoll Tren İstasyonu, 1996,Oslo, Norveç
Prj: Arne Henkirsen

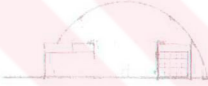
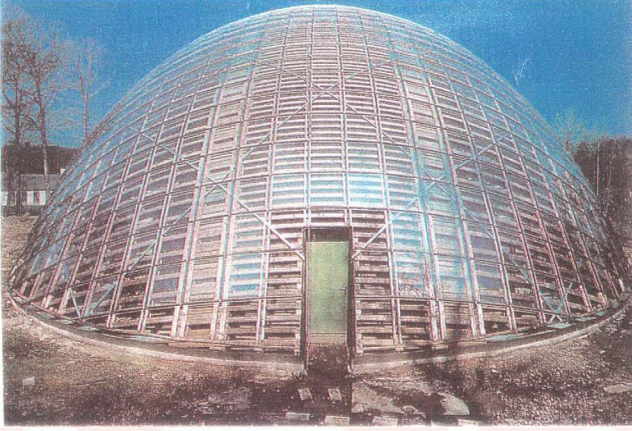


Şekil 6 Lillestrom Tren İstasyonu, 1996,Oslo, Norveç
Prj: Arne Henkirsen

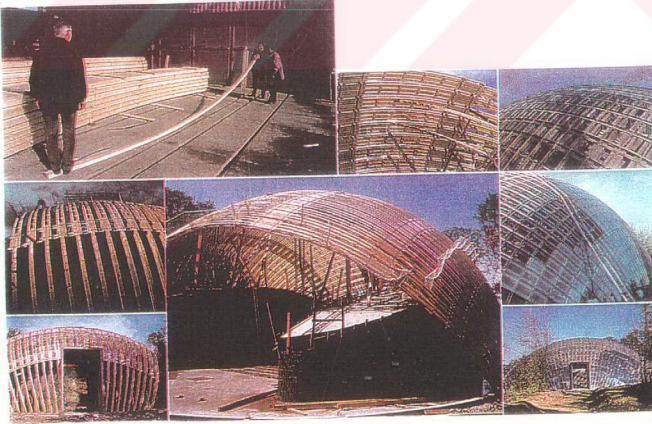


Şekil 7 Tazawaka Tren İstasyonu, Japonya
Prj:Shi Geru Ban

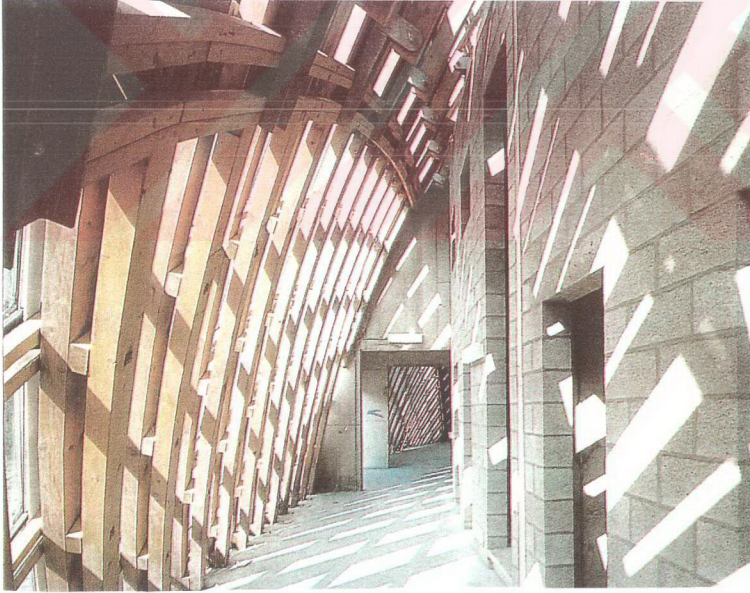
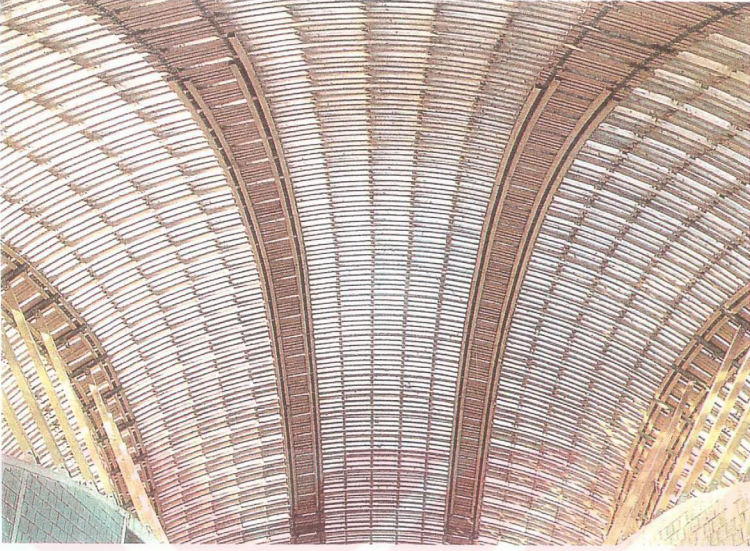
Eliptik Paraboloid Kabuk Sistem ile Oluşturulmuş Yapılar



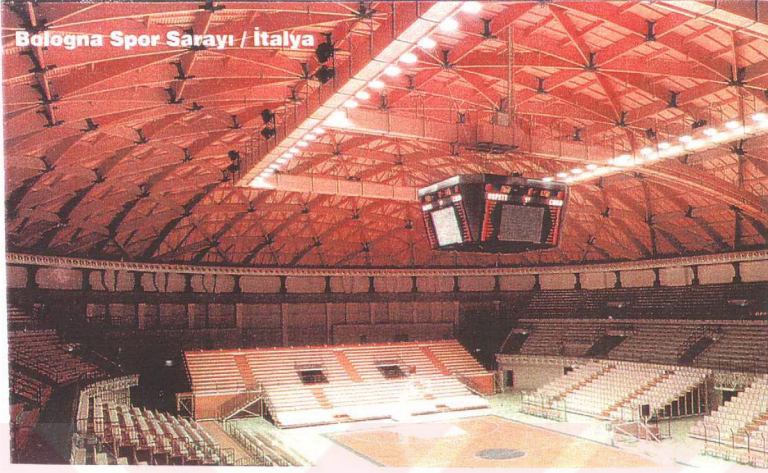
Şekil 8 Tohum Deposu, Belçika,1994
Prj:Philippe Samyn



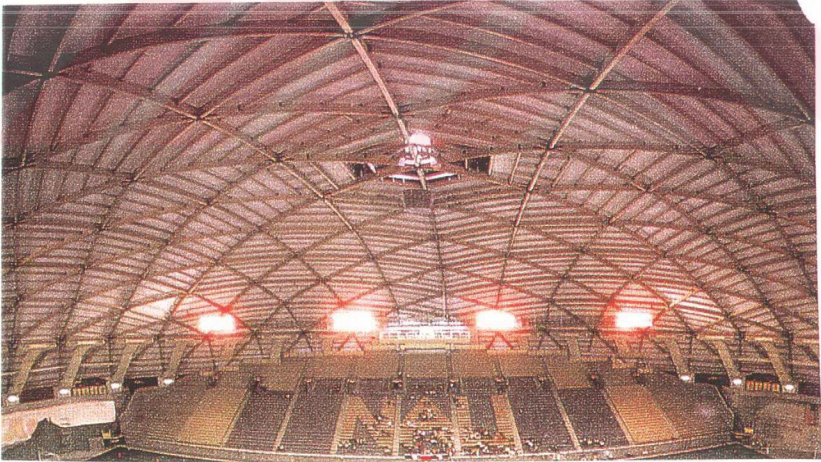
Şekil 9 Tohum Deposu, Belçika,1994
Prj:Philippe Samyn



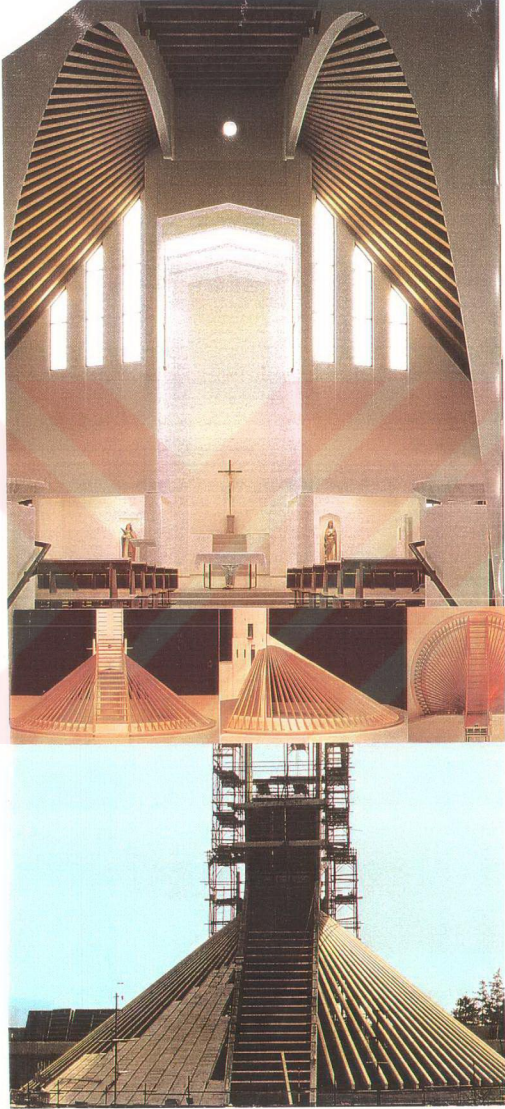
Şekil 10 Tohum Deposu, Belçika,1994
Prj:Philippe Samyn



Şekil 11 Bologna Spor Sarayı, İtalya



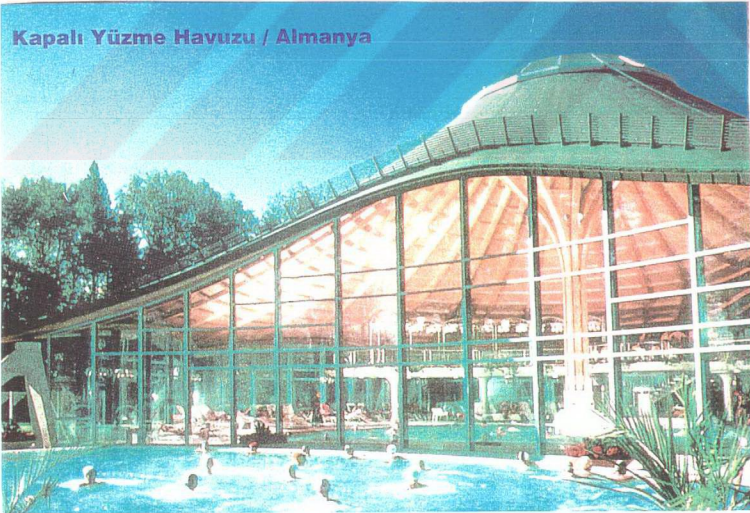
Şekil 12 Northern Arizona Üniversitesi Stadyum Binası

Konik Kabuk Sistemler ile Oluşturulmuş Yapılar

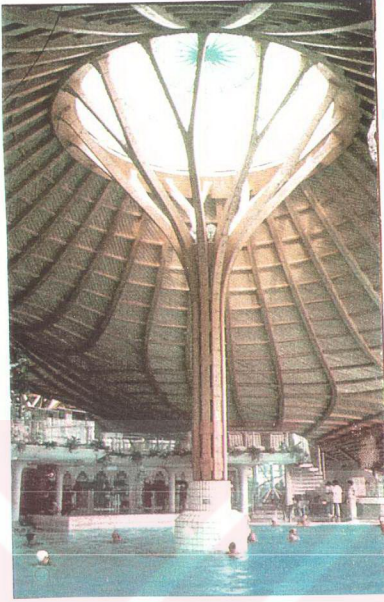
şekil 13 St Maria Kilisesi-Piovega



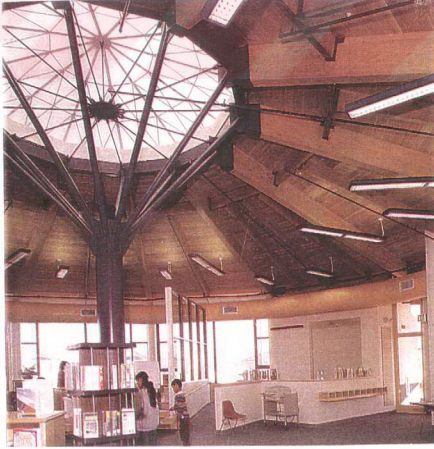
Şekil 14 Avrupa Parlamento Binası
Prj:SOM



Şekil 15 Almanya'da kapalı yüzme havuzu



Şekil 16 Almanya'da kapalı yüzme havuzu



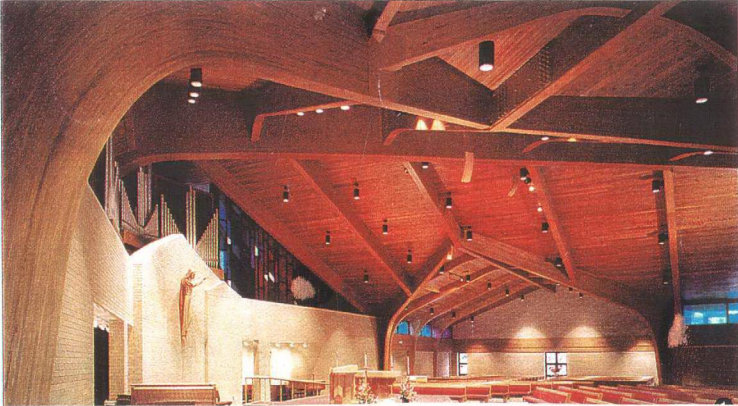
Şekil 17 Lincoln Lisesi Kütüphanesi, Alaska

Hiperboloid Paraboloid Kabuk Sistemler ile Oluşturulmuş Yapılar

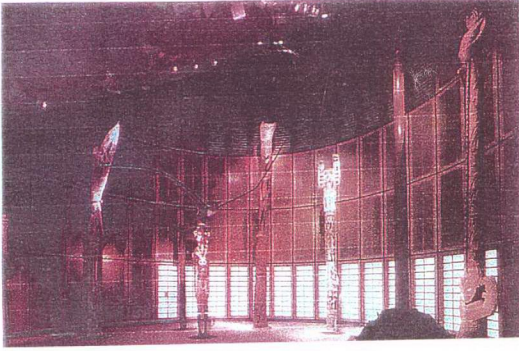
Ütopya Pavyonu Expo'98 / Lizbon Mimari: SOM



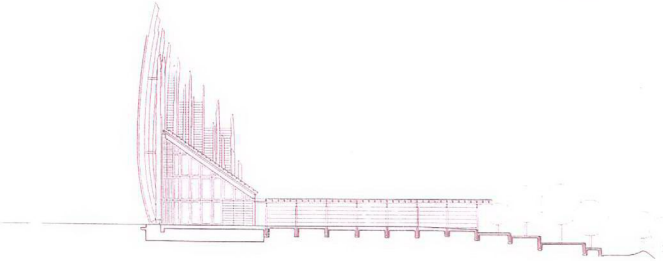
Şekil 18 Ütopya Pavyonu Expo'98 / Lizbon
Prj:SOM



Şekil 19 Lady Queen Katolik Kilisesi, Madison, Wisconsin
Prj: Flad & Associates

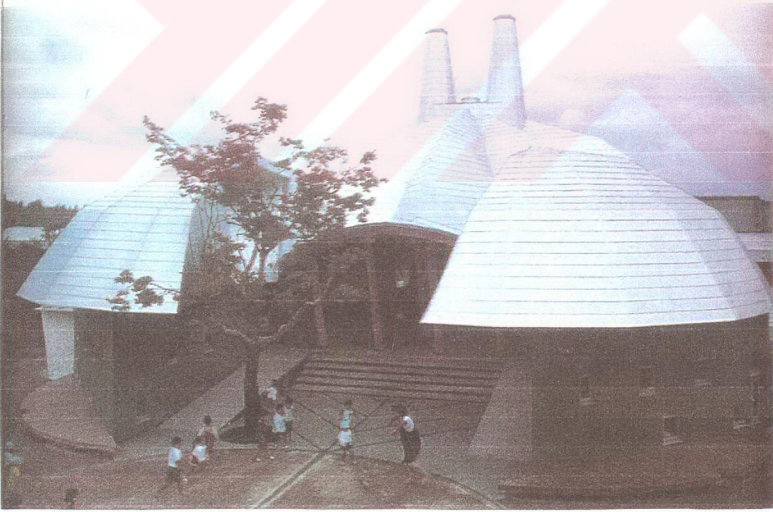
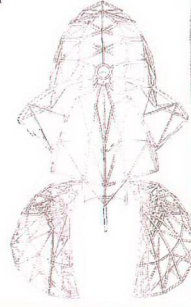
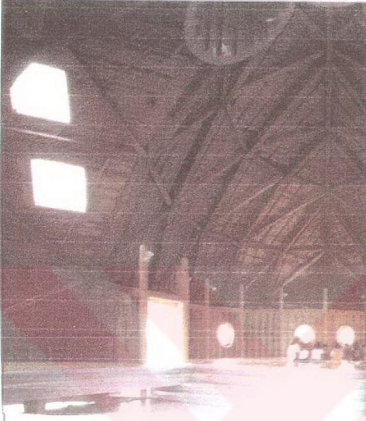


Şekil 20 Konak Kùltür Merkezi, 1998, Malezya
Prj: Renzo Piano

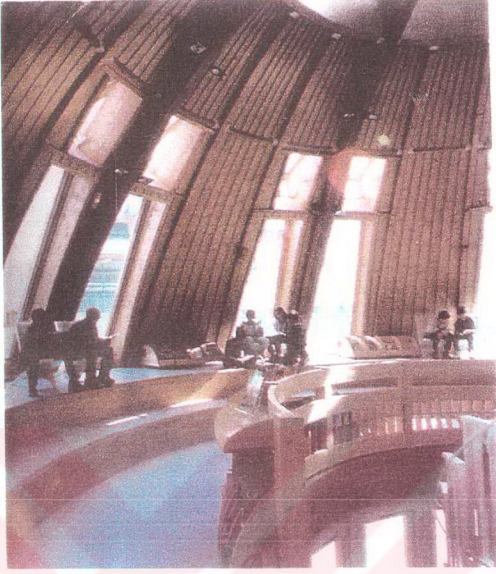


Şekil 21 Konak Kùltür Merkezi, 1998, Malezya
Prj: Renzo Piano

Geodezik Kubbe ile Oluşturulmuş Yapılar



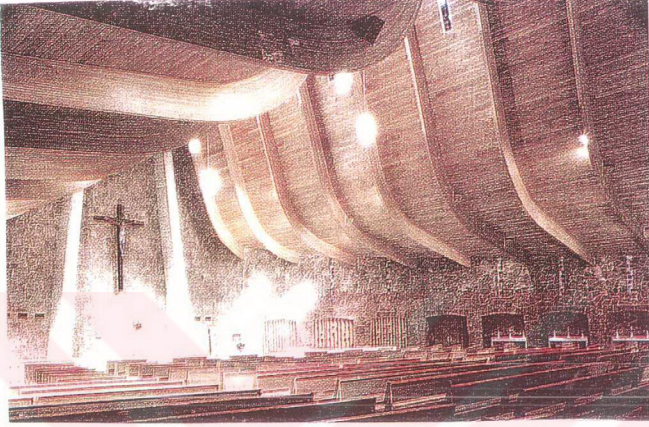
Şekil 22 ocuk Yuvası, 1997, Kagosibva
Prj: Takasaki Masaharu



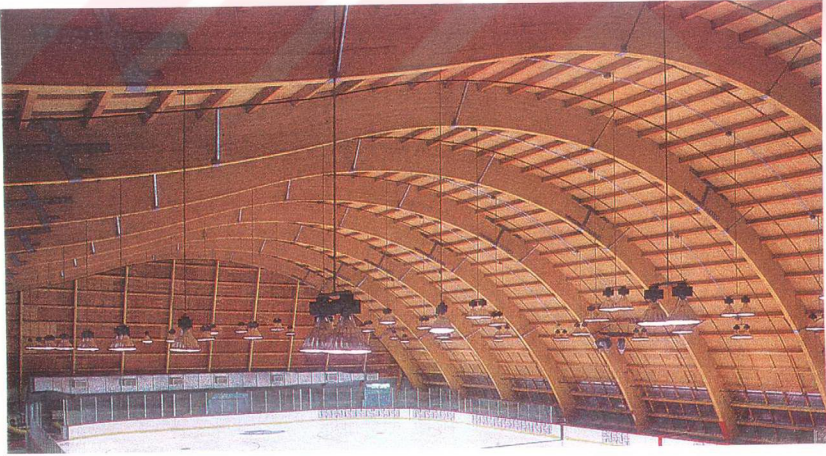
Şekil 23 Pierre Semard Koleji, 1995
Prj: Iwona Buczkowska



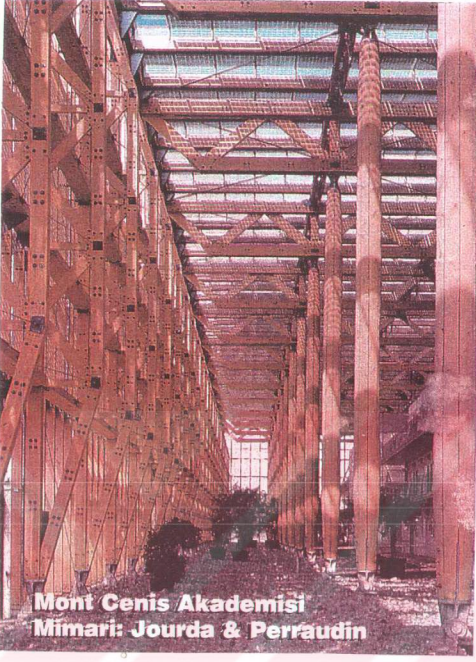
Şekil 24 Almanya'da spor salonu, 40 m açıklık

Eğrisel kirişler ile oluşturulmuş yapılar

Şekil 25 St Martin's Academy, Rapid City, South Dakota



Şekil 26 Disney Buz Pateni Pisti, Anaheim, California, $r=75$ foot

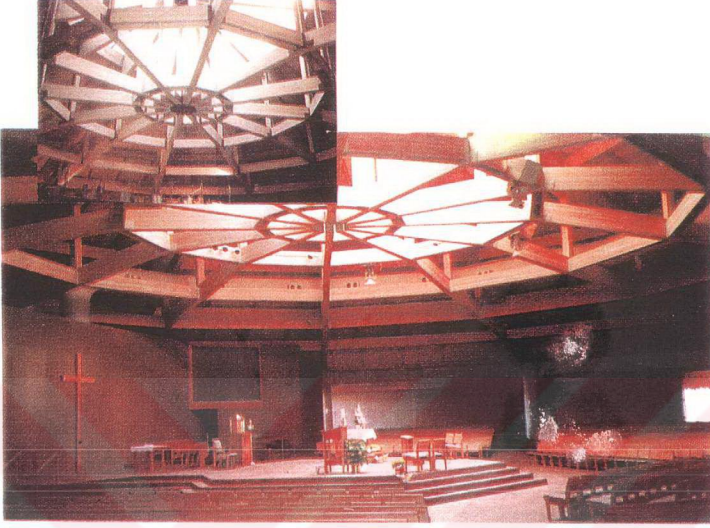


Mont Cenis Akademisi
Mimarî: Jourda & Perraudin

Şekil 27 Mont Cenis Akademisi
Prj: Jourda & Perraudin



Şekil 28 Almanyâ'da spor salonu



Şekil 29 St Vincent Katolik Kilisesi, Minnesota, ABD



Şekil 30 Buz pateni pisti, ABD



Şekil 31 General Electric Depo Binası, 1 000 176 sq ft



Şekil 32³ Pepsi Codistribution Center, Hayward ,California



Şekil 33 İtalya'da çaya köprüsü



EK 2
DIN 1052

(DIN.1052, 16,d)

1. Tutkallı ahşap yapıların projesi ve projenin tatbiki ile yalnız bu işe uygun mütehasis elemanlar, tecrübeli ustalar ve tesisleri yeterli atölyelere sahip olan müteahhitler meşgul olabilir. Gerekli tesislerin başlıcaları kafi derecede, büyük ve devamlı basınç kuvveti temin edebilecek tertibat; tutkallanacak satırları işleyecek makineler; ahşabın rutubet derecesini ölçmek için hassas ölçü aletleri; ayrıca ahşabı suni olarak kurutmak için bir tesis ve kapalı, kabili teshin çalışma odalarıdır.

2.Tutkal işçiliği yalnız bu işte tecrübeli ustalar tarafından yapılabilir. Tutkallama ile alakalı bütün işler devamlı olarak vazifeli mütehasis elemanların nezareti altında bulunmalı;bu elemanlar statik, ahşap yapı ve tutkal tekniği sahalarında esaslı bilgi ve tecrübe sahibi olmalıdırlar. Bunlar yapılan tutkallama işinden sorumludurlar.

3.Kazein tutkalları, yalnız rutubet tesirine karşı korunmuş yapı elemanlarında kullanılabilir. Suya dayanıklı suni reçine tutkalları tercih edilmelidir. Bunlara ait kullanma tarifelerine harfiyen uyulmalıdır. Tutkallanacak satırların maksada uygun şekilde hazırlanmasına ve tutkal satırlarında azami temizliğe büyük önem verilmelidir. Birleştirilecek satırlardaki düzlem hatası en çok +2mm veya -2mm (çıkıntı veya çukur) olmalıdır.

4.Kaurik tutkalı kullanıldığı taktirde, bilhassa rendesiz satırlarda içine tutkalı tespit edici pudralar koymalıdır. İstisnai olarak bu çeşit pudralar katılmazsa tutkal satırlarının iyice intibakı şarttır, ki bu da ancak rendeleme ile edilebilir.

5.Kullanılan tutkalın kalitesini kontrol için, bilhassa her yeni tutkal geldiğinde, devamlı olarak deneme tutkallamaları yapılmalıdır.

6.Tutkalı birleşimler için yalnız, rutubeti %20 den az olan kereste kullanılabilir. Rutubet derecesi her tutkallama halinde güvenilir ölçü aletleri ile, mesela elektrikli rutubet ölçer aletlerle tayin edilmelidir. Tutkallanacak satırlar ise tam manasiyle kuru olmalıdır.

7.Basınç kuvveti eşit dağılmalı ve yüzeye iyice oturmuş olmalı, bu basınç vidalı veya hidrolik preslerle elde edilmelidir.Cıvatalısı genellikle yeterli gelmez. Basınç müddeti her cins tutkal için kendine ait kullanma tarifesinden alınmalı. Basınç esnasında hava sıcaklığı 15 dereceden aşağı olmamalı, aksi halde basınç süresini uzatmak lazım geldiği gibi tutkallamanın hatalı olması tehlikesi de vardır.

8.Tutkallı birleşimler öyle teşkil edilmeli ki, tutkal derzleri kendilerine dik yönde mühim çekme kuvvetlerine maruz bulunmasın.

9.Çok sayıda parçaların birbirine tutkallanması suretiyle meydana getirilen eğri eksenli yapı elemanlarında eğrilik yarıçapı en az 300.d olmalıdır. Burada d , en kalın parçanın kalınlığıdır.

10.Tutkallı taşıyıcı sistemlerde kontrplak kullanıldığı taktirde bu, suni reçineli tutkalla imal edilmiş olmalıdır. Kontraplağın farklı tabakalarının kalınlığı en çok 2,5 mm olmalı ve imalinde madde.1 deki esaslara uyulmuş olmalıdır.

11.Tutkal derzleri havai tesirlere maruz kalacaksa bunlar montajdan evvel yalıtım malzemesi sürülerek bu tesirlere karşı korunmalıdır.

12.Tutkallı birleşimlerde diğer herhangi bir birleşim elemanının tutkalla beraber çalışacağı hesaba katılamaz.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	12/08/1975	
Doğum Yeri		İstanbul
Lise	1990-1993	Özel Kültür Lisesi
Lisans	1993-1998	Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık
Yüksek Lisans	1998-2001	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programı
Çalıştığı Kurumlar	1996-1998	Kent Mobilya Dekorasyon
	1998-1999	Gür Yapı Feshane Kültür Merkezi Restorasyonu
	1999-2000	Kent Mobilya Dekorasyon

