

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MİMARLIK ANABİLİM DALI

**TUTKALLI TABAKALANMIŞ AHŞAP STRÜKTÜR SİSTEMLERİNİN
MİMARİDE KULLANIM OLANAKLARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Pınar ALTUNKAYA

EYLÜL 2007

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MİMARLIK ANABİLİM DALI

**TUTKALLI TABAKALANMIŞ AHŞAP STRÜKTÜR SİSTEMLERİNİN
MİMARİDE KULLANIM OLANAKLARI**

Mimar Pınar ALTUNKAYA

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Yüksek Mimar"
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07.08.2007
Tezin Savunma Tarihi : 20.09.2007**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Asiye PEHLEVAN
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Yalçın YAŞAR
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN**

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

Trabzon 2007

ÖNSÖZ

‘Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Strüktür Sistemlerinin Mimaride Kullanım Olanakları’ adı altındaki bu çalışma KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalına Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmam süresince bilgi ve deneyimleriyle beni yönlendiren danışmam hocam Prof. Dr. Asiye PEHLEVAN’a; öğrenim hayatım boyunca edindiğim mesleki bilgilerim için KTÜ Mimarlık Bölümü ailesine; bana mesleğimi sevdiren, engin bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen değerli hocam İbrahim OKMAN’a ve Macit OKMAN’a, tez çalışmam süresince destek ve yardımlarıyla yanımda olan değerli arkadaşlarım Emine ODA, Keriman USTA ve Ferhat İNAT’a sonsuz teşekkür ederim.

Hayatımdaki bütün güzelliklerin sahibi ve yaratıcısı olan babam Mehmet ALTUNKAYA, annem Emine ALTUNKAYA’ya ve tüm aileme, benden emeklerini hiçbir zaman esirgemedikleri ve her zaman yanımda oldukları için çok teşekkür ederim.

Pınar ALTUNKAYA
Trabzon 2007

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Amaç ve Kapsam	1
1.3. Ahşap	3
1.3.1. Ahşabın Yapısı.....	3
1.3.1.1. Ahşabın Fiziksel Yapısı	3
1.3.1.2. Ahşabın Kimyasal Yapısı.....	3
1.3.1.3. Ahşabın Biyolojik Yapısı.....	4
1.3.2. Ahşabın Özellikleri	4
1.3.2.1. Ahşabın Fiziksel Özellikleri.....	4
1.3.2.2. Ahşabın Mekanik Özellikleri	5
1.3.3. Ahşabın Tarihçesi	5
1.3.4. Ahşabın Sınıflandırılması	8
1.3.5. Ahşap Yapım Sistemleri	12
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	14
2.1. Literatür Çalışması.....	14
2.1.1. Tutkallı Tabakalanmış Ahşap	14
2.1.2. Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Sistemin Tarihsel Gelişimi	15
2.1.3. Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Sistem Standartları.....	17
2.1.4. Stok Ölçüleri	18
2.1.5. Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Sistemin Üretimi.....	18
2.1.5.1. Tabakaların Seçimi ve Hazırlanması	19
2.1.5.2. Tabakaların Uç Eklemeleri	20

2.1.5.3.	Tabakalara Tutkal Uygulanması	21
2.1.5.3.1.	Tabakalama Tekniğinde Kullanılan Tutkal Çeşitleri	21
2.1.5.3.1.1.	Kaynağı Hayvansal Olan Tutkallar	22
2.1.5.3.1.2.	Kaynağı Bitkisel Olan Tutkallar	22
2.1.5.3.1.3.	Sentetik Tutkallar	23
2.1.5.4.	Kalıplama ve Presleme İşlemleri	24
2.1.5.5.	Bitirme ve Ön - Montaj İşlemleri.....	24
2.1.5.6.	Nakliye ve Montaj.....	25
2.1.5.7.	Üretim Şeması.....	25
2.1.6.	Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Sistemin Avantajları	26
2.1.6.1.	Mimari Tasarım Zenginliği	27
2.1.6.2.	İnşaat Mühendisliği ve Statik Çözümler	27
2.1.6.3.	Yapı Fiziği Avantajları.....	28
2.1.6.4.	Kaynak Kullanımı ve Ekoloji	29
2.1.7.	Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Sistemin Dezavantajları	29
2.1.8.	Ülkemizde Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Sistemlerin Kullanımı	29
2.1.9.	Tutkallı Tabakalanmış Ahşapta Taşıyıcı Sistem ve Strüktürel Elemanlar	32
2.1.9.1.	Kirişler	33
2.1.9.2.	Kolonlar	39
2.1.9.3.	Makaslar	41
2.1.9.4.	Kemerler.....	45
2.1.9.5.	Çerçeveler	47
2.1.9.6.	Çubuk Ağı Kubbeleri veya Jeodezik Kubbeler.....	49
2.2.	Ön Araştırmalar.....	50
2.2.1.	Veri Toplama	50
2.2.2.	Yapı Analiz Tablolarının Oluşturulması.....	50
2.2.2.1.	Tablonun Yapısı ve İçeriği.....	51
2.2.2.1.1.	Yapıya Ait Bilgiler	51
2.2.2.1.1.1.	Yapının Adı.....	51
2.2.2.1.1.2.	Yapının İşlevi.....	51
2.2.2.1.1.3.	Yapım Yeri.....	52
2.2.2.1.1.4.	Yapım Yılı.....	52

2.2.2.1.1.5.	Yapının Mimarı	52
2.2.2.1.1.6.	Yapının Plan Geometrisi/Form	52
2.2.2.1.2.	Strüktür Sistemine Ait Bilgiler	52
2.2.2.1.2.1.	Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	53
2.2.2.1.2.2.	Strüktür Geometrisi.....	55
2.2.2.1.2.2.1.	Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması.....	55
2.2.2.1.2.2.1.1.	Genel Bir Strüktür Sınıflaması.....	55
2.2.2.1.2.2.1.2.	Heinrich Engel'in Strüktür Sistemleri Sınıflaması	56
2.2.2.1.2.2.1.3.	Geometrik Çıkışlı Bir Strüktür Sınıflandırılması.....	65
2.2.2.1.2.3.	Strüktürel Form	72
2.2.2.1.2.4.	Strüktürün Türü.....	72
2.2.2.1.2.5.	Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri.....	73
2.2.2.1.2.6.	Strüktürün Yapım Öğeleri.....	73
2.2.2.1.2.7.	Geçilen Açıklık ve Yükseklik.....	74
2.2.2.1.2.8.	Eleman Bağlantısı - Uygulama Detayı.....	74
2.2.2.1.3.	Strüktür Elemanına Ait Bilgiler	83
2.2.2.1.4.	Malzemeye Ait Bilgiler.....	83
2.2.2.1.4.1.	Ağaç Türü	84
2.2.2.1.4.2.	Renk- Sertlik	84
2.2.2.1.4.3.	Dayanıklılık Sınıfı.....	84
2.2.2.1.4.4.	Üretim Teknolojisi	84
2.2.2.1.4.5.	Tabakaların Uç Eklemeleri	87
2.2.2.1.4.6.	Nem İçeriği	88
2.2.2.1.4.7.	Bağlayıcı Türü/Kullanım Yeri	88
2.2.2.1.4.8.	Emprenye İşlemi	88
2.2.2.1.4.9.	Yüzey Özelliği	88
3.	BULGULAR VE İRDELEME	89
3.1.	Yapı ve Kullanımıyla İlgili Bulgular ve İrdeleme	89
3.2.	Strüktür Sistemiyle İlgili Bulgular	91
3.3.	Malzemeyle İlgili Bulgular	100
4.	SONUÇLAR	103
4.1.	Strüktür Sistemiyle İlgili Sonuçlar.....	103
4.2.	Strüktür Elemanlarıyla İlgili Sonuçlar	104

4.3.	Malzemeye İlgili Sonuçlar	104
4.4.	Genel Sonuçlar	104
5.	KAYNAKLAR	106
6.	EKLER	109
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Strüktürel amaçlı kullanılan tutkallı tabakalanmış ahşap, uygun standartlarda seçimi, tasnifi ve ön hazırlığı yapılan ahşap tabakaların uygun bağlayıcılarla birbirine bağlanmasıyla elde edilen, basınç mukavemet dereceleri hesaplanmış birleşik ürünlerdir.

Ahşap malzeme konusunda yaşanan değişim ilginç boyutlara ulaşmıştır. Çeşitli nedenlerle azalan ve pahalılaştan ahşap malzemedeki kullanım eğilimi masif ahşaptan kaplamalık ahşaba, daha sonra da ahşap kökenli niteliği iyileştirilmiş malzemelere doğru değişmiştir. 1910'lu yıllarda Hetzer ile ilk kez uygulanan tutkallı ahşap konstrüksiyonlar 2.Dünya Savaşı sonrası plastik tutkalların gelişimiyle lamine teknolojisinde geniş olanaklara ulaşmıştır.

Belli bir sıcaklık altında preslenerek üretilen bu malzeme yüksek mekanik dayanımı, yüksek yangın direnci, su ve su buharına büyük dayanıklılık göstermesi, hafifliği vb. özellikleri nedeniyle 20. yüzyılın başlarından itibaren mimarlık alanında çok daha etkin olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada, tutkallı tabakalanmış ahşap malzeme ve tutkallı tabakalanmış ahşap strüktür sistemlerinin mimarlık alanındaki kullanım olanaklarını tanıtmak amaçlanmıştır.

Çalışma; genel bilgiler, yapılan çalışmalar, bulgular ve irdeleme ve sonuçlar olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır.

Genel bilgiler bölümünde; çalışmanın amacı ve kapsamı açıklanmış, ahşap yapı malzemesi ve endüstrilemiş ahşap ürünlerle ilgili genel bilgilere yer verilmiştir.

Yapılan çalışmalar bölümünde; çalışmanın konusu olan tutkallı tabakalanmış ahşap malzeme detaylı olarak ele alınmıştır. Ayrıca bu bölümde yapılan ön araştırmalar sonucunda belirlenen örnek yapıların analizi için oluşturulan analiz formunun içeriği üzerinde durulmuştur.

Üçüncü bölüm olan bulgular ve irdelemeler bölümünde; analizi yapılan örnek yapılardan elde edilen bulgulara yer verilmiş ve bunlar literatürdeki bilgilerle karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

Dördüncü bölümde bu çalışmadan ulaşılan sonuçlara yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tutkallı tabakalanmış ahşap, ahşap yapı malzemesi, strüktür sistemleri.

SUMMARY

The Facilities of Using Glued Laminated Timber Structural Systems in Architectural Field

The glued laminated timber used for structural purpose, made by connecting wooden layers which are prepared, classified and choused at suitable stable standard with proper connector, are products which its resistance degree are checked.

The changes about wooden materials has reached an exciting point. The usage of wooden materials decreased because of several reasons and high price. But the tendency of usage wooden materials has changed from using solid wood to using wood veneer lumber and then to use wooden based materials which its timber quality has been improved. The glued timber, first used by Hetzer, has reached wide using areas with the help of improved plastic glues after II. World War.

This material, produced by pressing it under certain temperature, has become popular in architecture field as a result of being highly resistant to burning, showing highly resistance to water and steam, being light and etc., has widely come into operation in architecture field.

In this study, it is intended to introduce the facilities of using the glued laminated timber material and the glued laminated timber structural systems.

This study consist of four chapters including general information's, operations, findings and critics and finally results.

In the chapter of general information's, the aim and the extend of the study are explained and some general information's are stated about wooden construction materials and industrial timber stuffs. In the chapter of operations, the glued laminated timber which is already the subject of this study is dealt with in detail. In addition to this, the contend of analyzing report, which is created to analyze the model construction identified by the results of preliminary works done in this section, is dealt with. In the third chapter, the chapter of findings and critics, the findings gained from model construction are stated and these findings are contrastively criticized with the informations in literature. In the fourth chapter, the informations gained from these studies are stated.

Key words: Glued laminated timber, timber structural material, structural systems

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. İlk ahşap örtüler	5
Şekil 2. Dikmeli ve aşıklı örtü sistemi	6
Şekil 3. İlk birleşim detayları	7
Şekil 4. Tarih içinde tabakalı ahşabın serüveni	15
Şekil 5. Spor yapısı, Wisconsin, 1934	16
Şekil 6. Eagle River Köprüsü, Michigan (12 m x 50m)	17
Şekil 7. Tutkallı tabakalanmış ahşap bağlantı detayı (kurtağzı birleşim)	20
Şekil 8. Tutkallı tabakalanmış elemanların üretim şeması	26
Şekil 9. 90 mm x 315 mm kesitli bir tutkallı tabakalanmış ahşap elemanın zamana bağlı olarak yangında dayanımı	28
Şekil 10. Kemalpaşa Belediye lokali çatısı-1998, İzmir	30
Şekil 11. Marmaris Köprüleri, 1998, Marmaris	31
Şekil 12. Özel Irmak Okulu çatısı, 1999, İstanbul	31
Şekil 13. Gölcük deprem okulu	31
Şekil 14. Silyum Oteli konferans salonu, 2000, Antalya	32
Şekil 15. Diler Otel konferans salonu, 2001, Antalya	32
Şekil 16. Lares Otel atrium yapısı, 2002, Antalya	32
Şekil 17. Dikdörtgen giriş	33
Şekil 18. YMCA Havuzu, Brewton	34
Şekil 19. Yaşama Mekanı, Aurora	34
Şekil 20. Garage giriş kapısı	34
Şekil 21. Üçgen giriş	35
Şekil 22. Eğrisel giriş	35
Şekil 23. Steinbeck Center, California	35
Şekil 24. Ross Yüksek Okul Yapısı, East Hampton, Long Island	36
Şekil 25. Makas girişi	36
Şekil 26. Üstü ve altı eğik makas girişi	36
Şekil 27. Üstü eğik altı eğrisel makas girişi	37
Şekil 28. St. Anastasia Katolik Kilisesi, St. Augustine	37

Şekil 29. Green Hope Elem. School	37
Şekil 30. İki uçtan konsollu giriş, Tek uçtan konsollu giriş	38
Şekil 31. Tali elemanların ana giriş üzerine 90° le yerleştirilmesinde çeşitli alternatifler	38
Şekil 32. İkincil elemanların ana giriş üzerine 60° le yerleştirilmesinde çeşitli alternatifler	39
Şekil 33. Tutkallı tabakalanmış ahşap kolonların en kesit tipleri	39
Şekil 34. Oregon's Beaverton City Library	40
Şekil 35. Tutkallı tabakalanmış ahşap kolonların boy kesit tipleri.....	40
Şekil 36. Tjibaou Kültür Merkezi, Yeni Kaledonya, Renzo Piano	41
Şekil 37. Makas tasarımıdaki tipik makas elemanları ve belirleyiciler	41
Şekil 38. Eğik başlıklı üçgen makas	42
Şekil 39. Paralel başlıklı (düz) makas.....	42
Şekil 40. Az eğimli üçgen(trapez) makas	42
Şekil 41. Eğik başlıklı-köşegenli üçgen makas	43
Şekil 42. Enumclaw'da Thunder Mountain Middle School, Washington.....	43
Şekil 43. Kademeli makas	43
Şekil 44. Farklı makas tipleri	44
Şekil 45. Victoria Havaalanı Terminali, Victoria, British Columbia, açılı düzenlenmiş makas kullanımı	44
Şekil 46. Zincir eğriliği biçimini alan ip.....	45
Şekil 47. Zincir eğriliğinin ters döndürülmesiyle oluşan kemer biçimi	45
Şekil 48. İki farklı türde iki mafsallı kemerler.....	46
Şekil 49. Üç farklı türde üç mafsallı kemerler.....	46
Şekil 50. Kemerlerin temel bağlantıları.....	47
Şekil 51. İki mafsallı çerçeveler için detaylar	48
Şekil 52. Üç mafsallı çerçeveler için detaylar	48
Şekil 53. Eğik başlıklı çerçeve (statik sistem 2 mafsallı), Eğri başlıklı çerçeve (statik sistem 3 mafsallı).....	49
Şekil 54. Çubuk ağı (veya jeodezik kubbe) kubbe geometrisi	50
Şekil 55. Katlanmış plak tipleri	57
Şekil 56. Sheffield kış bahçesinin çatı strüktürü	58
Şekil 57. Hiperbolik- paraboloid kabuklarda uygulanan çeşitli formlar	59
Şekil 58. Hiperbolik- paraboloid kabukların kolon bağlantıları	59

Şekil 59. Hanover Expo çatı strüktürü.....	60
Şekil 60. Piramit şeklinde kabuk strüktür.....	60
Şekil 61. Genel olarak kubbe geometrisi tipleri a) triax, b) varax, c) radial kubbe.....	61
Şekil 62. Radyal çubuklu kubbe bağlantısı.....	61
Şekil 63. Kubbe tasarımında çubuk bağlantıları tipleri	62
Şekil 64. Biçim etken strüktür sistemleri.....	63
Şekil 65. Vektör etken strüktür sistemleri	64
Şekil 66. Düşey taşıyıcı sistemlerde taşıyıcı elemanların düzenlenmesi.....	65
Şekil 67. Temel geometrik kavramlar	66
Şekil 68. Geometrik çıkışlı strüktür sınıflamasında temel geometrik kavramlar	67
Şekil 69. Sınıflamada kullanılan bazı geometrik alt açınımlar (eğri yüzeylerin alt açınımları).....	67
Şekil 70. Geometrik çıkışlı bir strüktür sistemleri sınıflaması	69
Şekil 71. Düzlem yüzeyli veya tek eğrilikli hacimler.....	70
Şekil 72. Çift eğrilikli hacimler	71
Şekil 73. Strüktürel formun bazı şematik gösterimleri.....	72
Şekil 74. Ahşap bağlantılar.....	74
Şekil 75. Ahşap bağlantılar.....	75
Şekil 76. Kirişin betona ankraajı	76
Şekil 77. Konsol kiriş bağlantıları	77
Şekil 78. Askı elemanlı kiriş-kiriş bağlantıları	78
Şekil 79. Askı elemanlı kiriş-kiriş bağlantıları.....	78
Şekil 80. Kiriş- kolon bağlantıları	79
Şekil 81. Kolon ankraajları.....	80
Şekil 82. Kemer bağlantıları	80
Şekil 83. Kemer elemanların ankraajları	81
Şekil 84. Makas bağlantıları	82
Şekil 85. Kirişe yük asılması	83
Şekil 86. Hetzer Sistemde TTA kesiti	85
Şekil 87. Paralel ve eğimli başlıklı kampf kirişleri.....	85
Şekil 88. Sandık kirişler.....	86
Şekil 89. Kontrplak gövdeli kirişler.....	86
Şekil 90. Boşluklu Gövdeli Kirişler.....	87

Şekil 91. Trigonit kirişler.....	87
Şekil 92. Strüktür geometrilerine göre yapıların dağılımı	92
Şekil 93. Strüktür geometrileri, plan geometrileri ve sayıları.....	92
Şekil 94. Strüktür türlerinin dağılımı	93
Şekil 95. Strüktürel forma göre yapıların dağılımı	94
Şekil 96. Yapılarda TTA strüktür sisteminin kullanım yerleri	94
Şekil 97. Yapıların strüktürel formuna göre strüktürün yapıda kullanım yeri.....	95
Şekil 98. Yapıların strüktür geometrilerine göre geçilen açıklıklar.....	96
Şekil 99. Yapılarda kullanılan ana strüktürel öğeler	96
Şekil 100. Yapılarda kullanılan kaplama malzemelerine göre dağılım.....	97
Şekil 101. Yapılarda kullanılan strüktürel elemanlar	98
Şekil 102. Strüktürel elemanlar ve geçilen açıklıklar.....	99
Şekil 103. Strüktürel form ve kullanılan strüktürel elemanlar	100
Şekil 104. Yapılarda kullanılan ağaç türleri	101

TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Ağaç türleri.....	9
Tablo 2. Farklı ortamlara ve risk durumlarına göre tutkalların kullanımı.....	24
Tablo 3. Tasarım ve Modelleme Teknolojisi.....	54
Tablo 4. H. Engel'in strüktür sınıflamasının ana hatları	73
Tablo 5. İşlevlerine göre yapıların sayıları.....	89
Tablo 6. Yapım yılına göre yapı sayıları	90
Tablo 7. Analizi yapılan yapıların plan geometrilerine göre dağılımı	91
Tablo 8. Strüktürel formların geçebildiği açıklıklar tablosu	99

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanoğlunun yaşamında her zaman önemli bir yere sahip olan ahşap; eski çağlardan bu yana yapı üretiminde çeşitli biçimlerde kullanım alanı bulan ve farklı taşıyıcı sistemlerde kullanılabilen bir yapı malzemesi olmuştur. Ahşap malzeme; fiziksel, biyolojik ve mekanik özellikleriyle günümüz yapı malzemeleri arasındaki üstün yerini korumakta, ahşabı bir hammadde olarak ele alan ahşap kökenli endüstrileşmiş yapı malzemesi ve elemanları, üretimin gelişmesi ile günümüzde de çok etkin olarak kullanılmaktadır.

20. yüzyılda toplumsal gelişmeye bağlı olarak, büyük açıklıklı mekanlara gereksinim duyulması, daha yeni ve çağdaş strüktür sistemlerine yönelmeyi sağlamıştır. Büyük açıklıkların uygun teknoloji ve uygun malzemelerle geçilmesinde; hafiflik, kolay taşıma ve montaj, kolay bakım, paslanmama, yangın dayanımı, ahşap dokusu ve sıcaklığı vb. özellikleri ile tutkallı tabakalanmış ahşap malzeme tercih edilmektedir.

Küçük ahşap parçaların tutkalanmasıyla oluşturulan tutkallı tabakalanmış ahşap malzeme, geleneksel ahşabın birçok olumsuzluğunu ortadan kaldıran teknolojik bir yapı malzemesidir. Strüktür sistemlerinde küçük açıklıklarda ve büyük açıklık geçmede metal, plastik, betonarme vb. gibi malzemeler yanında tutkallı tabakalanmış ahşap malzeme de kullanılmaktadır.

Günümüzde özellikle tutkallı tabakalanmış ahşaptan üretilen kolon, doğru ya da eğri eksenli kiriş gibi temel biçimler birbirleriyle birleştirilerek kafes kiriş, dolu gövdeli kiriş, çerçeve, kemer, kubbe, her türlü kabuk biçimi, katlanmış plak şeklinde vb. diğer şekillerde tutkallı ahşap yapılara dönüştürülmektedir. Bu yapılar, bütün birleşim elemanları fabrikada üretildiği için, ön yapım tekniklerinin üstünlüklerini taşımaktadır.

1.2. Amaç ve Kapsam

Tutkallı tabakalanmış ahşap, doğal ahşabın boyutsal sınırlamalarını ortadan kaldıran bir malzemedir. Bu malzemeyle oluşturulan sistemlerde büyük açıklıklı mekanlar ekonomik olarak kolaylıkla geçilebilmektedir. Birçok ülkede uzun bir süredir kullanılmakta olan bir sistem, ülkemizde hala yoğun kullanım olanağı bulamamaktadır.

Tutkallı tabakalanmış ahşap strüktür elemanlarının mimarideki kullanım olanaklarının incelendiği bu çalışmanın amaçları:

- Tutkallı tabakalanmış ahşap malzemeyi tanıtmak, doğal ahşap ürünlerle bu malzemeyi çeşitli bakış açıları ile kıyaslamak,
 - Tutkallı tabakalanmış ahşaptan üretilen strüktür elemanları biçim ve boyut açısından tanıtmak ve bu elemanlarla geçilebilecek açıklıkları ortaya koymak,
 - Tutkallı tabakalanmış ahşaptan üretilen strüktür elemanların aynı ve farklı türlerinin bir araya gelerek oluşturdukları strüktür sistemlerini ve olanaklarını, bu sistemler aracılığı ile geçilebilecek açıklıkları ortaya koymak, işlevsel açıdan bu strüktürel formların uygun düşüğü yapı türlerini değerlendirmek,
 - En çok uygulanan strüktür türünü, strüktür elemanları ile ilişkilendirerek ortaya koymak, nedenlerini araştırmak,
 - Oluşturdukları strüktür sisteminde, tutkallı tabakalanmış ahşap elemanların bir arada kullanılabildiği farklı malzemelerden diğer strüktür elemanlarını ve uygun örtü malzemelerini belirlemek,
 - Tutkallı tabakalanmış ahşap strüktür sistemlerinin mimariye katkı sağladığı diğer olanaklar hakkında bilgi vererek bu malzemenin ve bu malzeme ile oluşturulan sistemlerin ülkemizde de yaygınlaşmasına katkıda bulunmak,
 - Sistemi, diğer strüktür malzemeleri ile oluşturulan strüktür sistemleri ile çeşitli bakış açılarına bağlı olarak karşılaştırmak, bu malzeme ile oluşturulan strüktürlerin avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymak,
 - Konu ile ilgilenenlere başvurabilecekleri bir kaynak bırakmak,
- dır.

Tutkallı tabakalanmış ahşap strüktür sistemlerinin Türkiye'deki uygulamaları çok yaygın değildir. Bu nedenle bu çalışmada genellikle yurt dışında uygulanan ve literatüre giren ilginç örnekler incelenmiş, ülkemizde uygulanan yalnız bir örnek değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada yalnız dış kabuk ile ilişkili tutkallı tabakalanmış ahşap strüktür sistemleri ele alınmıştır.

Sistemin maliyeti, yapı fiziği sorunları vb. kapsam dışı bırakılmıştır.

1.3. Ahşap

Ahşap, canlı bir organizma olan ağacın meydana getirdiği, lifli, heterojen ve anizotrop bir dokuya sahip organik esaslı doğal bir malzemedir (1).

1.3.1. Ahşabın Yapısı

Ahşap, ağaçtan elde edilen bir malzemedir. Genel olarak ağaç malzeme; organik, gövdesi odundan oluşan, üstü kabuklu, kökleri toprağa tutunmuş, gövdesi ve üst bölümü dallarla dolu, iğne veya geniş yapraklı olabilen, uzun veya kısa boylarda yetişebilen bir bitkidir. Bünyesinde bulunan odunun hücre yapısından dolayı diğer yapı malzemelerine oranla daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Genel olarak; fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısı bir takım karakteristik özellikler taşımaktadır (2).

1.3.1.1. Ahşabın Fiziksel Yapısı

Ahşabın hammaddesi olan ağacın en kesiti, iç içe halkalardan oluşan bir dokuya sahiptir. Özellikle ilkbahar ve yaz aylarında oluşan bu halkalar bünyesinde bir çok lif içerir. Kökler aracılığıyla topraktan emilen özsu bu liflerin iç boşlukları olan kanallardan geçer. Geniş ve iğne yapraklı ağaç gövdesinin enine kesitinde sırasıyla dış kabuk, iç kabuk (soymuk), kambiyum (saydam), dış odun, iç odun ve öz bulunur (2).

1.3.1.2. Ahşabın Kimyasal Yapısı

Ahşap genel olarak bitkisel hücrelerden meydana gelen bir dokuya sahiptir. Hücre zarını oluşturan esas maddeler, selüloz, lignin ve hemiselülozdur. Özellikle selüloz ve lignin kuru odun ağırlığının %80-85'lik bölümünü oluşturur.

Belirtilen bu maddeler dışında ağacın yapısında reçine, yağ, albümin, mum, tanen ve bazı boyalı maddeler de bulunmaktadır (2).

1.3.1.3. Ahşabın Biyolojik Yapısı

Ahşabın yapısını oluşturan hücreler; traheler, traheidler, paranzim hücreleri ve skleranzim lifleri olarak sıralanabilir (2).

1.3.2. Ahşabın Özellikleri

Ahşabın özellikleri; fiziksel özellikleri ve mekanik özellikleri olmak üzere iki ana grupta incelenebilir (2).

1.3.2.1. Ahşabın Fiziksel Özellikleri

Ahşabın fiziksel özellikleri arasında dış görünüm, özgül ağırlık, ısı ve ses iletimi, su miktarı ve elektrik yalıtkanlık özellikleri sıralanabilir (2).

Dış görünüm: Renk, lif yapısı, doku, parlaklık ve koku gibi özellikler ağacın fiziksel özellikleri hakkında genel bir fikir vermektedir.

Özgül ağırlık: Özgül ağırlık, ağacın türüne ve tomruktan biçilip alındığı bölüme göre değişiklik göstermektedir. Bu bölümler farklı özellikte olabilmektedir. Örneğin, ağır odun hafif oduna oranla basınç, aşınma direnci ve ısı iletme özellikleri açısından daha üstün özellikler taşımaktadır.

Isı iletimi: Ahşap gözenekli iç yapısının hava boşluklu bir dokuya sahip olmasından dolayı sığağa ve soğuga karşı geçirimsiz bir malzemedir. Ancak ısı iletimi özelliği, ahşabın türüne ve lif yönlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Ses iletimi: İyi kurutulmuş, lifleri düzgün büyümüş, sağlıklı bir ağaç üzerine vurduğunda temiz ve tok bir ses çıkmakta ve ses bozulmadan iletilmektedir. Buna karşın ıslak ve hastalıklı bir ağaç ise boğuk ve kof bir ses çıkarmaktadır.

Su miktarı: Ağacın bünyesinde her zaman için doğal olarak su bulunmaktadır. Su miktarı; ağacın türüne, yaşına, yetiştirme yerine, yetiştirme koşullarına ve mevsimlere göre değişiklik göstermektedir. Ağaçta bulunan su miktarı belirli ölçülerde, malzemenin direnç özellikleri, elastikiyet modülü, sertliği, işleme yeteneği, ısı değeri, termik iletkenliği, çürümeye ve eskimeye karşı direnci üzerinde etkin rol oynamaktadır. Ayrıca kurutma, emprenye, cilalama ve bükme işlemlerinde de etkili olmaktadır.

Elektrik yalıtkanlık özelliği: Kurutulmuş ahşap iyi bir elektrik yalıtkanlığına sahiptir. Ahşabın bu özelliği, neme bağlı olarak önemli derecede değişiklik göstermektedir.

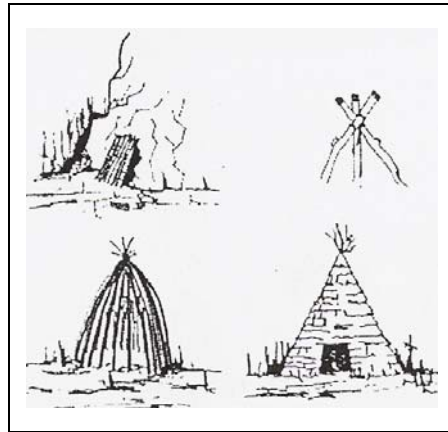
1.3.2.2. Ahşabın Mekanik Özellikleri

Ahşabın boyut ve şekil değiştirmelere, gerilme ve kırılmalara yol açan mekanik türden dış kuvvetlere ve çeşitli yüklemelere karşı koyma derecesini ve durumunu belirten özellikler mekanik özellikler olarak adlandırılmaktadır. Ahşabın önemli mekanik özellikleri olarak; aşınma direnci, elastikiyet modülü, sertlik, basınç direnci, çekme direnci, eğilme direnci, makaslama direnci, yarıma direnci ve dinamik eğilme (şok) direnci sayılabilmektedir (2).

1.3.3. Ahşabın Tarihçesi

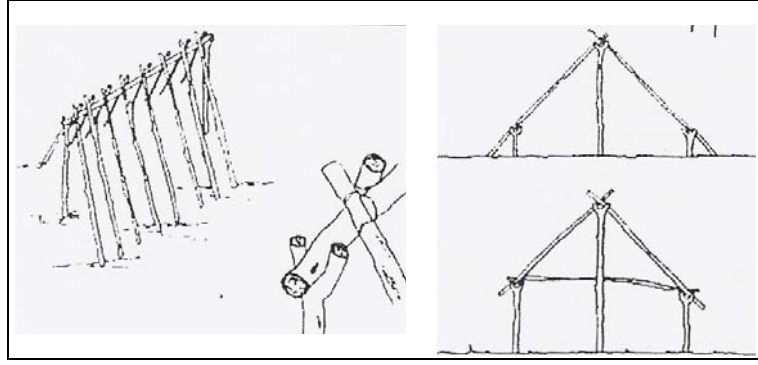
Çağlar boyu insanoğlunun ısınma, aydınlanma ve barınma gibi en temel ihtiyaçlarına çözüm olan ahşabın yapı malzemesi olarak kullanımı neredeyse mimarlık tarihiyle başlar. Vahşi hayvanlardan korunmak isteyen insanların ağaçlara tırmanması ahşabın yapıda kullanılmasına başlangıç olabilir (3).

Önceleri ahşap parçaları bir merkez noktasından radyal bir şekilde birbirine destek olacak şekilde sıralayarak oluşturulan sığınak tipi, daha sonra yerini plan şeması dikdörtgen ve çatısı eğimli yapılara terk etmiştir. Şekil 1' de ilk ahşap örtü sistemleri görülmektedir.



Şekil 1. İlk ahşap örtüler (4).

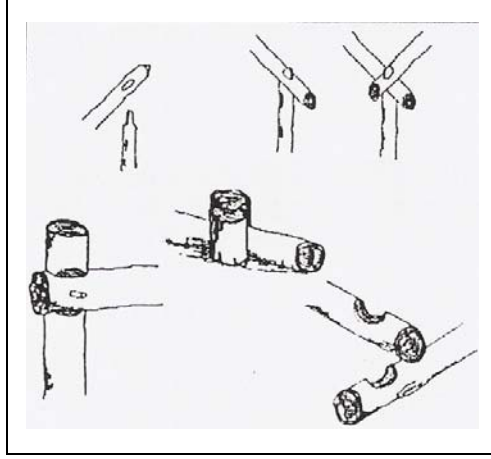
Ağacın doğal yapısından dolayı üst kısmı “Y” şeklinde olan iki direk yere birkaç noktasından sabitlenmekte ve ardından bu iki çatalın üzerine çatının ana aşığını oluşturan eleman yerleştirilmekteydi. Daha sonraları bu direkler yükseltilip birbirine ara bir yatay elemanla bağlanınca yerden yükselmiştir (Şekil 2). Geçilmesi gereken açıklıklar büyüdükçe, aşık sayısı arttırılmış ve ilave destekler kullanılmaya başlanmıştır (4).



Şekil 2. Dikmeli ve aşıklı örtü sistemi (4).

Strüktürel amaçlı ahşap kullanımı, strüktür tarihinin en eski sistemlerinden biri olarak bilinen “dikme ve kiriş” sistemi ile hayata geçmiştir. Önceleri dikme ve kiriş sistemi kullanılarak ahşap ile geniş açıklıkların geçilebilmesi ancak doğadan elde edilebilen büyük boyutlu ahşaplar ile olanaklı olmuştur. Henüz doğal zenginliklerin tüketilmediği ortamlarda, örneğin yakın tarihte Ege ve Akdeniz kıyılarında, büyük boyutlu ağaçların varlığı, ortaya çıkan mimarlık ürünlerinin açıklık boyutlarını ve hatta çatı sistemlerini de etkilemiştir.

İlk birleşim detayları iki elemanın birbirine bağlanmasına olanak verecek olan çentik ve uçları yuvarlatma yöntemiydi (Şekil 3). Delikle ahşabı birbirine bağlama yöntemi spiral delgeçler keşfedildikten sonra kullanılmaya başlanmıştır (4).



Şekil 3. İlk birleşim detayları (4)

Geniş açıklık geçmede kullanılacak ahşap yapı malzemesinin boyutsal sınırları dolayısı ile malzemenin kullanım şekillerinde çeşitli arayışlara gidilmiştir. Bir yandan üçgenler oluşturarak makas ve uzay sistem gibi formlarda kullanılmaya çalışılan ahşap bir yandan da masif bir eleman gibi kesiti artırılarak geniş açıklıklarda kullanılmaya devam etmiştir. Ahşap malzemenin geniş açıklıklarda kullanımı, her şeyden önce doğadan elde edilmesindeki boyutu ile sınırlıdır. Malzemenin kesitini arttırmaya yönelik çalışmalardan önce mesnet sayıları çok ve mesnetlerin aralarındaki mesafeler az tutulmaya çalışılmıştır. Ancak gereken açıklık mesafesi arttıkça bu açıklığı geçecek olan ahşap malzemenin kesitini arttırmaya yönelik çalışmalar ortaya çıkmıştır (5).

Geleneksel yapıdan, endüstriyel yapıya geçiş sürecinde ahşap, sahip olduğu kısıtlar ve yetersizlikler sebebi ile strüktürel amaçlı yapı üretiminin temel gereksinimlerine yanıt verememiş ve kullanım alanı daralmıştır.

Ahşapta, geniş açıklık geçmede detay olarak elemanların birbirine bağlanmasındaki önemli gelişme Faustus Verantius tarafından gerçekleştirilmiştir. Faustus Verantius 16 yy. sonlarına doğru küçük ahşap elemanları levha ve metal çiviler kullanarak birbirlerine birleştirmek suretiyle köprüler tasarlamıştır. Hatta bu işi geliştirerek daha sonra yaptığı tasarımlarında çelik bağlayıcı çubuklar kullanmıştır.

Amerika'ya taşınan geleneksel yöntemler uzun bir süre küçük farklılıklarla kullanılmıştır. Yapılan bir yenilik, bilinen kafes sisteminin aksine tamamen yığma strüktür sisteme dayalı bir strüktür sisteminin geliştirilmesidir. Bu sistemde ağaç gövdeleri birbiri üzerine yarım geçmelerle yerleştirilmiştir (5).

Ahşabın yapılarda taşıyıcı iskelet malzemesi olarak kullanılması, 20. yüzyılın başlarına rastlar. Artan ve gittikçe yaygınlaşan sanayileşmenin ortaya çıkardığı ihtiyaçlar ile I. Dünya Savaşı öncesi ve savaş yıllarında değerli bir silah hammaddesi olan çeliğin yapı alanından çekilmesi, ahşap malzemenin farklı fonksiyonlardaki yapılarda ve daha rasyonel olarak kullanılması zorunluluğunu beraberinde getirmiştir. Dolayısıyla, bugün kullanılan modern birleşim elemanlarının birçoğunun bulunması, ahşabın çeşitli dış etkilere karşı korunmasını sağlayan malzemelerin ve kullanma yöntemlerinin geliştirilmesi de bu dönemlerde olmuştur (6).

Ahşabın yapı malzemesi olarak kullanımındaki ikinci büyük aşama II. Dünya Savaşı ve onu izleyen yıllarda olmuştur. Savaş sanayi kollarında geliştirilmiş olan, sıcağa ve rutubete dayanıklı yapay reçine tutkalları ahşap yapılarda da uygulanmaya başlanmıştır. Tutkalların geliştirilmesiyle tutkallı tabakalanmış konstrüksiyonlar ortaya çıkmış ve bu da mimaride ahşap kullanımının çok değişik boyutlara ulaşmasını sağlamıştır (6).

1.3.4. Ahşabın Sınıflandırılması

Yapı mühendisliğinde kullanılan ağaç türleri iğne yapraklı (yapraklarını dökmeyen-açık tohumlular-Kozalaklı) ve geniş yapraklı (yapraklarını döken-kapalı tohumlular) ağaçlar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (6).

- **İğne Yapraklı Ağaçlar(Kozalaklı):** Uygulamada kullanılan ahşabın %80'i kozalaklı ağaçlardan sağlanmaktadır. Odununda iletken doku bulunmayan ağaçlardır. Yumuşak ağaçlar da denir. İnşaatçılıkta kereste olarak kullanılan ahşaplardır. Genel olarak bu ağaç türleri çamlar ve köknarlar diye iki gruba ayrılmaktadır. Ayrıca sedir, ladin ve selviler de kozalaklılara dahil edilebilir (6).

- **Geniş Yapraklı Ağaçlar(yapraklı):** Geniş yapraklı ağaçlar, genellikle sık dokulu liflere sahiptirler. Bunların başında meşeler gelir. İşlenmesi zor, sert ve çok dayanıklı bir malzemedir. Kayın, gürgen, dişbudak ve ceviz de yapraklı ağaç türlerindedir(6).

Tablo 1. Ağaç türleri (7)

Özellikler, Yaygın ve Botanik isimler	Renk	Dayanıklılık	Nem Hareketi	Çalışma Özellikleri	Elde Edilebilirliği	Maliyeti
Yumuşak Ağaçlar						
Douglas Göknarı (<i>Pseudotsuga taxifolia</i>)	Pembemsi Kahverengi	Orta	Küçük	İyi	Oldukça İyi	Düşük /Orta
Avrupa Melezi (<i>Larix decidua</i>) <i>Larix leptlepis</i>)	Kızıl Kahve	Orta	Büyük	İyi	İyi	Orta
Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i>)	Pembemsi Kahverengi	Düşük	Orta	İyi	İyi	Düşük
Avrupa Ladini (<i>Picea abies</i>)	Beyaz	Düşük	Küçük	İyi	İyi	Düşük
Batı kızıl sediri (<i>Thuja plicata</i>)	Kızıl kahverengi	Yüksek	Küçük	İyi	İyi	Düşük
Sert Ağaçlar						
Dişbudak (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Sarımsı	Düşük	Orta	İyi	Oldukça İyi	Düşük
Kayın (<i>Fagus sylvatica</i>)	Soluk Kahverengi	Düşük	Büyük	İyi	İyi	Orta
Meşe (<i>Quercus robur</i>) (<i>Quercus petraea</i>)	Açık kahve	Yüksek	Orta	Orta	İyi	Orta/ Yüksek
Afrormosia (<i>Afrormosia elata</i>)	Açık Kahverengi	Yüksek	Küçük	Orta	İyi	Yükseğe Yakın
İroko (<i>Chlorophora excelsa</i>)	Kahverengi	Yüksek	Küçük	Orta	İyi	Orta
Okalıptus (<i>Eucalyptus diversicolor</i>)	Koyu Kızıl	Orta	Büyük	Zor	Oldukça İyi	Yükseğe Yakın
Kızıl Meranti (<i>Shorea species</i>)	Açık Kırmızı	Yüksek	Küçük	İyi	İyi	Orta
Sapelli (<i>Entandrophragma cylindricom</i>)	Kızıl Kahverengi	Orta	Orta	İyi	İyi	Orta
Tik (<i>Tectona grandia</i>)	Açık Kahverengi	Yüksek	Küçük	Orta	İyi	Yüksek

Ahşap ürünler:

- Doğal ahşap ürünler
- Ahşap esaslı ürünler olmak üzere 2 başlık altında sınıflandırılabilirler.

Ahşap esaslı ürünler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (8):

- Levha Ürünleri
- Yapısal Kompozitler
- Mekanik olarak lamine edilmiş elemanlar
- Kalıplanmış ürünler(molded products)
- Odun-odun dışı ürün kompozitleri

- Levha Ürünleri

Kontrplak, kontrtabla, yonga levha [yongalevha(particleboard), etiketli yonga levha waferboard), şerit yongalı levha (flakeboard), OSB(oriented strand board)], lif levha (MDF, HDF, izolasyon levhası) bu gruptadır.

a. Kontrplak: Belirli özelliklerdeki tomrukların özel makinelerde soyulması ile elde edilen ince soyma levhaların (plaka,papel) tutkallanıp lifleri birbirine dik gelecek şekilde en az 3 tabaka ya da daha çok tek sayıda üst üste konularak preslenmesiyle elde edilen büyük boyutlu levha şeklinde bir malzemedir

b. Kontrtabla: Geleneksel kontrtabla levhalarında göbekte kereste parçaları yüzeylerde ise kaplama levhaları ya da sert levha kullanılmakta iken, daha yenilerinde göbekte yan yana tutkalla yapıştırılmış kereste parçaları ve yüzeyde kaplamadan çok ince keresteler kullanılmaktadır.

c. Yongalevha: Odun veya odunlaşmış diğer ligno selülozik hammaddelerden elde edilen kurutulmuş yongaların sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonunda elde edilen levhalardır.

Etiket yonga levha (waferboard): Büyük boyutlu yongaların tutkallanıp preslenmesiyle elde edilen levha ürünüdür

Şerit yongalı levhalar (flakeboard): Bu levhalarda üretim yöntemi ve kullanım alanları waferboardlarla aynıdır(18). Bu levhaların özellikleri geliştirilerek OSB üretilmiştir.

OSB (oriented strand board): Özel hazırlanmış yongalarına (strands) yön verilerek üretilen bir yonga levha türüdür.

d. Lif levha (fiberboard): Odun yada diğer lignoselülozik lifli materyallerden elde edilen lifler, yapıştırıcılar ve katkı maddeleri kullanılarak üretilen bir üründür. Yaş ve kuru yöntem olmak üzere iki üretim teknolojisi söz konusudur.

MDF (medium density fiberboard-orta yoğunlukta lif levha): Kuru yöntemle elde edilen levhaların piyasada en önemli olanı MDF' dir. Yoğunluğu 0.35-0.65 gr/cm³ arasında olan ağaç türleri MDF üretimi için uygundur.

HDF (high density fiberboard- Yüksek yoğunlukta lif levha): Yaş ve kuru yöntemle üretilen yoğunluğu yüksek lif levhadır. Yoğunluğu yaklaşık 1 gr/cm³'tür.

- Yapısal Kompozitler

Yapısal kompozit keresteler[PSL(parallel strand lumber), LSL(laminated strand lumber), OSL(oriented strand lumber), LVL(laminated veneer lumber), tutkallı

tabakalanmış ahşap(glulam)], yapısal levha ürünleri [yapısal kontrplaklar, yapısal flakeboardlar(waferboard, OSB)], ahşap I kirişler, COM-PLY keresteler olarak sayılabilir.

a. Yapısal kompozit keresteler(structural composite lumber): Ahşap elemanların suya dayanıklı yapıştırıcılarla kereste şeklinde birleştirilmesiyle oluşturulan ürünlere verilen genel addır. Hem iğne yapraklı hem de yapraklı ağaç odunlarından ticari olarak üretilmektedir. Kompozit kereste ürünlerinin en önemli avantajı küçük boyutlu ve düşük değerdeki ağaç malzemedan oldukça büyük boyutlu ve direnç değerleri yeterli ürünler elde edilebilmesidir. PSL- parallel strand lumber: Bu ürünün üretiminde önce yuvarlak soyma ile kaplamalar elde edilir. Artık kaplamalarda üretimde kullanılabilir. Daha sonra bu kaplamalardan 180 mm genişlik ve 20.32 cm uzunlukta parçalar elde edilir. Suya dayanıklı bir tutkal uygulanır ve sürekli preste preslenir. Mikrodalga ekipmanı kullanılarak tutkal sertleştirilir. Daha sonra ürün boyutlandırılır.

LSL- laminated strand lumber: OSB üretiminde kullanılan teknolojiye benzer bir teknoloji kullanılarak elde edilen büyük boyutlu odun yongalarından elde edilir. LSL yongalarının boyutları OSB yongalarından daha uzundur, PSL yongalarından daha kısadır.

LVL- laminated veneer lumber: İki ya da daha fazla soyma kaplama katın tutkallanarak ve katların lif yönü birbirine paralel ya da dik gelecek şekilde birleştirilmesiyle elde edilen bir malzemedir.

OSL- oriented strand lumber: Diğer ürünlere nazaran daha yeni bir ürün olup halen geliştirilmektedir. OSL 300 mm uzunluktaki yongalardan üretilmektedir

Tutkallı Tabakalanmış Ahşap (glulam): Tutkallı tabakalanmış ahşap, 5 cm veya daha az kalınlığa sahip özel kereste parçalarının birbirine tutkallanmasıyla oluşturulan, basınca çalışan endüstrileşmiş bir üründür. TTA kesilmiş ahşap tabakalardan üretilir(1).

b. Yapısal levha ürünleri (Structural Panel Products): Yapısal levha ürünleri, büyük boyutlu yapısal elemanlar oluşturmak için kaplama yada büyük boyutlu yongaların tutkallarla yada çeşitli bağlayıcılarla yapıştırılarak levha haline getirilmesiyle oluşturulan ürünlere verilen addır. Bu topluluğun üyeleri kontrplaklar ve şerit yongalı levhalardır.

- Mekanik Olarak Lamine Edilmiş Elemanlar

Her bir kereste katının birbiriyle çivi, vida, cıvata vb. ile birleştirilmesiyle oluşturulan elamanlardır. Bunlar genellikle hayvan kümesleri ve zirai yapılarda kullanılır.

Ahşap I kirişler (wood I joists): Ahşap I kirişler, ikinci jenerasyon bir işlenmiş odun ürünüdür. Kenarları kereste tipinde bir ürün ve orta kısımda ray şeklinde yapısal levha ürününün (OSB vb.) birleştirilmesiyle geliştirilmiş bir malzemedir

Com-Ply keresteler: Com-Ply keresteler USDA Forest Service (Amerika Birleşik Devletleri Tarım Departmanı Ormanlık Bölümü) tarafından 1970'li yıllarda geliştirilmiştir. Rasgele ya da yönlendirilmiş olarak konumlanmış yongalardan oluşan bir orta kısmın iki ya da daha fazla sayıda kaplama levha arasına sıkıştırılmasıyla oluşan bir üründür.

- Kalıplanmış Ürünler

Bu ürünler lif ya da yongalardan son kullanılış yerine uygun formda üretilen ürünlerdir. Bunların üzeri her türlü yüzey kaplama malzemesi ile kaplanabilmekte ve boyanabilmektedir.

- Odun-odun dışı ürün kompozitleri

Bağlayıcı olarak inorganik maddelerin kullanıldığı kompozitler (alçılı levhalar, magnezyum çimentolu levhalar, portland çimentolu levhalar), odun lifi termoplastik kompozitleri(yüksek termoplastik içerikli kompozitler, düşük termoplastik içerikli kompozitler, dokunmamış tekstil tip kompozitler) (7).

1.3.5. Ahşap Yapım Sistemleri

Dünyada kullanılan ahşap yapı sistemleri kütük sistem, çerçeve sistem ve panel sistem olmak üzere olmak üzere üç grupta toplanabilir(9).

1. Kütük Sistem

Ağaç gövdelerinin üst üste getirilmesiyle oluşturulmuş bir sistemdir. Yığma yapı esaslarına göre, üst üste getirilerek oluşturulmuş duvarlar taşıyıcı sistemi oluşturmaktadır (10).

Kütük sistem, duvar elemanının masif ahşap ile oluşturulduğu sistemdir. Bu sistemle oluşturulan duvarların duvar yüzeylerinde kaplama gereksinimi yoktur. Dünyada ve Türkiye'de geleneksel yapı üretiminde de kullanılmış olan bu sistem, günümüzde genellikle hafta sonu evlerinde kullanılır. Ayrıca, orman bölgelerinde ve kırsal bölgelerde de tercih edilmektedir. Diğer ahşap yapı sistemlerine göre ekonomik değildir(9).

2. Çerçeve Sistem

Tek boyutlu ahşap bileşenlerin taşıyıcılık görevini üstlendiği, yığma sistemlere göre ahşabın daha ekonomik olarak kullanıldığı sistemlerdir(10).

Dünyada kullanılan ahşap çerçeveli yapı üretiminin temel olarak birçok farklı yapım yöntemi vardır. Bu farklı yöntemlerin hepsi, yük taşıyan elemanların ve bağlantılarının

düzenlenmesinde değişiklik gösterirler. Taşıyıcı sistem yatay, düşey veya çapraz elemanların bir nokta veya düğüm noktasında birleştirilme şekillerine göre belirlenir. Bu elemanların birleştirilmesinde özel çelik bağlantı parçaları kullanılır. Çerçeve aralarının çözümlenmesi bölge koşullarına ve tasarım ölçütlerine göre değişiklik gösterir. Bu yapım yöntemlerinde yatay yüklere karşı gerekli önlemlerin alınması önemlidir. Çerçeve yapım yöntemleri yatay ve dikey elemanların düzenlenmesine göre; dikme ve kiriş çerçeve (tek ve iki katlı), düğüm kiriş çerçeve, kaburga çerçeve (balon ve platform çerçeve), çift kiriş çerçeve ve ayırık dikme çerçeve olmak üzere beş grupta toplanabilir(9).

3. Ahşap Panel Sistemler

Ahşap panel sistem, panel olarak üretilmiş elemanların biraraya getirilmesiyle oluşturulmaktadır. Özellikle tek katlı yapılar için uygundur. Panel elemanlar, taşıyıcı veya taşıyıcı olmayan ve havalandırılmalı veya havalandırmasız olarak kompozisyonlarına ve işlevlerine göre üretilmektedirler (10).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Tez kapsamında yapılan çalışmalarda, ahşap yapım sistemlerinden biri olan tutkallı tabakalanmış ahşap teknolojisi tanıtılmıştır. Bu sistemle oluşturulan, çeşitli ülkelerdeki çarpıcı örneklerden bazıları inceleme kapsamına alınmış ve çeşitli analizlerle sonuçlara varmak amaçlanmıştır.

Yapılan çalışmanın üç aşaması vardır:

1. Literatür çalışması
2. Ön araştırmalar
3. Yapı analiz tablolarının oluşturulması

2.1. Literatür Çalışması

2.1.1. Tutkallı Tabakalanmış Ahşap

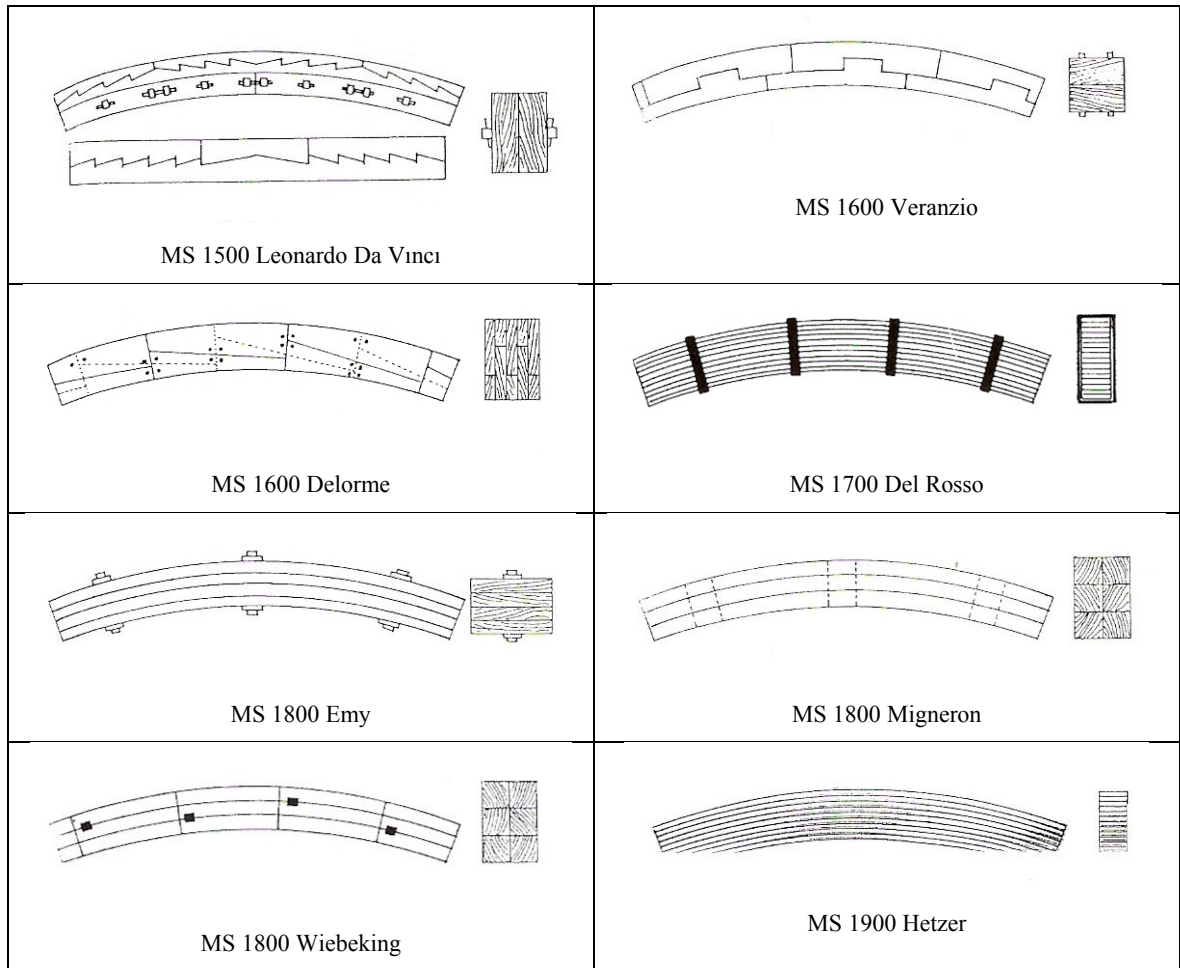
Tutkallı tabakalı ahşap TS EN 386' da "iki veya daha çok kerestenin, lifleri birbirine ve elde edilecek elemanın uzunluk eksenine paralel gelecek şekilde, basınç altında yapıştırılmasıyla elde edilen bir ahşap yapı elemanı" olarak tanımlanmıştır.

Tutkallı tabakalı ahşap, değişik ölçülerdeki bağımsız ahşap tabakaların, kontrollü endüstri koşullarında ve özel bağlayıcılarla tutkallanıp birleştirilmesinden oluşan bir malzemedir. Bu malzemedен kolonlar, düz veya eğri kirişler, kemerler, makaslar, aşıklar ve benzeri biçimler üretilebilmekte, birleşmeleri için gerekli tüm detaylar ve metal aksesuarlar endüstriyel olarak fabrikada tamamlanmaktadır (11).

Tüm tabakaların lif yönleri uzunlamasına yönde paralel ve tekil tabakalar kereste kalınlığında olmaktadır. Tabakalaşmalar, uç uca eklenen ve uzun boylar yaratan parçalardan, üst üste tutkallanıp geniş kesitler yaratan parçalardan ya da tutkallama sırasında eğrisel biçim elde etmek üzere bükülen parçalardan oluşmaktadır. Tutkallı tabakalı ahşap, doğal malzemenin boyutsal kısıtlamalarını ortadan kaldırıp daha geniş açıklıkların geçilebilmesini sağlar (7).

2.1.2. Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Sistemin Tarihsel Gelişimi

İlk olarak 16.yy da Leonardo Da Vinci, ahşabın taşıyıcı bir strüktür malzemesi olarak tasarımı üzerinde çalışmıştır. O çağlarda ahşap, taşıyıcı bir eleman olarak daha çok doğal ağaç gövdesinin şekillendirilmesi suretiyle kullanılmaktaydı. Da Vinci, ahşap kütüklerin daha ince olarak dilimlenmesi ve bu dilimlenmiş kerestelerin kenarlarının dişlendirilmesi ve üst üste yapıştırılması veya yine ahşap kamalarla birbirine bağlanması suretiyle oluşturulacak birleşik kesitlerin, daha büyük açıklıkları geçebilecek birtakım yapı taşıyıcı elemanları olarak kullanılabilceğini keşfeden ilk kişidir. Daha sonraları birtakım araştırmacılar, aynı ilkedden hareketle, değişik boyut ve formlarda taşıyıcı yapı elemanları tasarlamaya devam etmişlerdir (Şekil 4) (12).



Şekil 4. Tarih içinde tabakalı ahşabın serüveni (13)

1893 yılında İsviçreli bir mühendis olan Otto Hetzer, eski kaynaklara dayanarak konuyu yeniden ele almıştır. Hetzer bugünkü uygulamalara çok benzeyen bir şekilde, yaklaşık 5 cm genişlikte, 20 cm yükseklikte, 1,5-5,0 m uzunluğunda kesilmiş ahşap elemanları uçları “kurtağzı” şeklinde çentmek ve bu elemanları uç uca ve üst üste “kazein” esaslı bir tutkal ile yapıştırarak tabakalamak suretiyle, formu önceden tasarlanmış birtakım taşıyıcı ahşap yapı elemanları üretmiş ve bu sistemin patentini alarak bir tesis kurmuştur(12). İlk örneğini 1901 yılında İsviçre’de vermiştir. Bunu, 1906’da, Almanya’da uygulanan ikinci örnek izlemiş ve 1907-1930 yılları arasında teknoloji Avusturya, Belçika, Macaristan, İngiltere ve Danimarka’da tanınmış ve kullanılmaya başlanmıştır. Bu arada teknoloji kendini uluslararası fuarlarda da(1910 Brüksel Dünya Fuarı, 1913 Lipsia Dünya Fuarı) tanıtmıştır(13).

Otto Hetzer ile 1906 ‘dan beri çalışan ve tutkallı tabakalanmış ahşap teknolojisini çok iyi bilen Max Hanisch bu teknolojiyi ABD’de yaygınlaştırmıştır. Bu teknoloji ile üretilen ilk örnek, 1934’de Wisconsin’de bir okula ait spor yapısıdır (Şekil 5) (13).



Şekil 5. Spor yapısı, Wisconsin, 1934 (14)

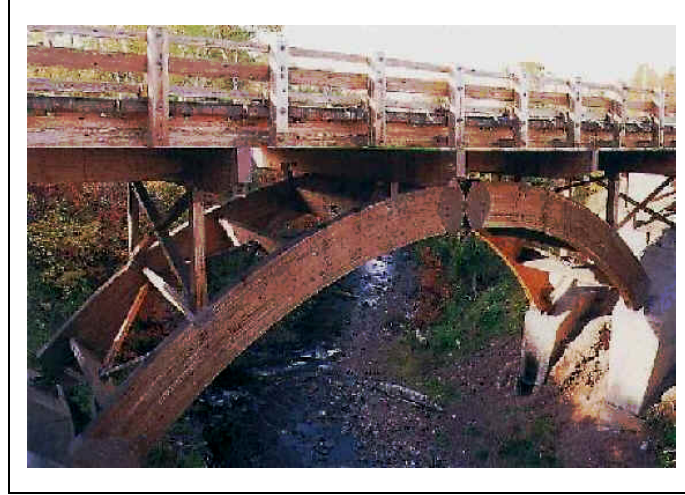
Daha sonra teknoloji gemi yapım endüstrisine de hizmet vermiştir. Kısa zamanda sivil yapılarda, kilise inşaatlarında, köprülerde kendini gösteren teknoloji, II.Dünya savaşıyla birlikte askeri yapılarda da yaygın olarak kullanılmıştır. 1942’de Minnesota’da 52,7 m açıklıklı kirişlerle bir dizi uçak hangarı inşa edildi. Kuzey Dakota Uçak hangarı

yapısı, 1947 yılında, 46,8 m açıklık geçen tutkallı tabakalanmış ahşap kemer kirişlerle inşa edilmiştir (13).

1940 lı yılların ortalarından itibaren suya dayanıklı sentetik reçineli yapıştırıcıların kullanılmaya başlanması, tutkallı tabakalanmış ahşabın köprülerde ve diğer tür strüktürlerde kullanılmasına olanak sağladı.

ABD’de, 1980’li ve 1990’lı yıllarda, bu teknoloji ile köprü yapımı çok yaygınlaştı. Birçok tali yol köprüsü tutkallı tabakalanmış ahşap kullanılarak 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 uzunlukta bir araç köprüsüydü.

Michigan’da Eagle River Köprüsü’de (12*50 m) geniş otoyol köprüleri için yeni ve oldukça başarılı bir örnektir (Şekil 6) (13).



Şekil 6. Eagle River Köprüsü, Michigan (12 m x 50m) (15)

2.1.3. Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Sistem Standartları

Tutkallı tabakalanmış ahşap taşıyıcı sistem, büyük açıklık gerektiren hemen her türlü mimari tasarımın inşasında yaygın olarak kullanılabilir. Sistemin yaygın kullanımı, çeşitli ülkelerin bu amaçla birtakım standartlar oluşturmasını gerekli kılmıştır. Kanada’da “Kanada Ahşap Konseyi”, ABD’de “Amerikan Ahşap Standartları Enstitüsü”(AITC), Avrupa’da 1973’te başlatılan ve yürürlüğe sokulan Eurocode₅ (EC₅) standardı bunlardan

birkaç tanesidir. Ülkemizde ise strüktürel ahşapla ilgili Türk Standartları Enstitüsü (TSE)'nce yayımlanan aşağıdaki standartlar bulunmaktadır.

TS EN 386	Tutkallanmış lâmine kereste- Performans özellikleri ve asgarî imalat şartları
TS EN 387	Tutkallı lamine ahşap- Geniş kama dişli birleştirmeler- Performans ve asgari üretim özellikleri
TS EN 390	Yapıştırılmış lamine kereste- Boyutlar- Kabul edilebilir sapmalar
TS EN 391	Tutkallanmış lâmine kereste – Tutkal hatlarından tabakaların ayrılması deneyi
TS EN 392	Yapıştırılmış lamine kereste- Yapıştırılmış tabakaların makaslama deneyi
TS EN 1194	Yapı keresteleri- Yapıştırılmış lamine kereste- Mukavemet sınıfları ve karakteristik değerlerin tayini
TS EN 14080	Ahşap yapılar- Tutkallı lamine kereste- Özellikler
TS 5497 EN 408	Ahşap yapılar - Yapı kerestesi ve tutkallanmış lamine kereste – Bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin tayini

2.1.4. Stok Ölçüleri

Dikdörtgen kesitli düz tutkallı tabakalanmış ahşap elemanlar normal olarak, makinelerin standart oranlarına cevap veren genişliklerde, 45 mm veya 33.3 mm kalınlıklarda tabakalardan meydana gelir. Üreticilerin elemanlarla ilgili boyut tabloları mevcuttur, genel olarak kesitler yaklaşık 42 mm'den 215 mm'ye kadar genişlik ve 180 mm'den 1620 mm' ye kadar yüksekliklerde olabilirler. Eğrisel veya özel biçimli elemanlar stoklarda mevcut değildir; projeye göre özel üretim gerektirirler (16).

2.1.5. Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Sistemin Üretimi

Tutkallı tabakalanmış ahşap üretimi ciddi teknoloji gerektiren bir alandır. Bu amaçla binlerce dönüm alan içerisinde kurulmuş pek çok fabrika dünyanın çeşitli ülkelerine yayılmıştır. Avrupa'da İtalya, Avusturya ve İngiltere bunların başında gelmektedir. Bazı

farklılıklar olmasına rağmen üretim standartları birbirine benzer bir süreç izlemektedir. Ancak çağdaş strüktür sistemlerinde olduğu gibi tutkallı tabakalanmış ahşap üretiminde de proje bazında üretim ön plana çıkmaktadır. Genellikle çok az standart üretim ve stoklanmaya yönelinmekte, üretim daha çok proje bazında talebe göre şekillenmektedir (12).

Tutkallı tabakalanmış ahşap malzemenin üretiminde aşağıdaki aşamalar izlenmektedir:

1. Tabakaların seçimi ve hazırlanması
2. Tabakaların uç eklemeleri
3. Tabakalara tutkal uygulanması
4. Kalıplama ve presleme işlemleri
5. Bitirme ve ön-montaj işlemleri
6. Nakliye ve montaj

2.1.5.1. Tabakaların Seçimi ve Hazırlanması

Bu teknolojiye sert ağaçlar da kullanılabilmesine rağmen genellikle çam ve bu familyanın benzer ağaç türleri olan yumuşak ağaçlar kullanılmaktadır. Ağaç tabakaları, budak büyüklük ve dağılımına, liflerin yönü ve açılmasına göre sınıflandırılır. Tabakaların yüzeyleri, bağlayıcıların aderansını en fazlaya çıkarmak üzere önceden düzleştirilir (17).

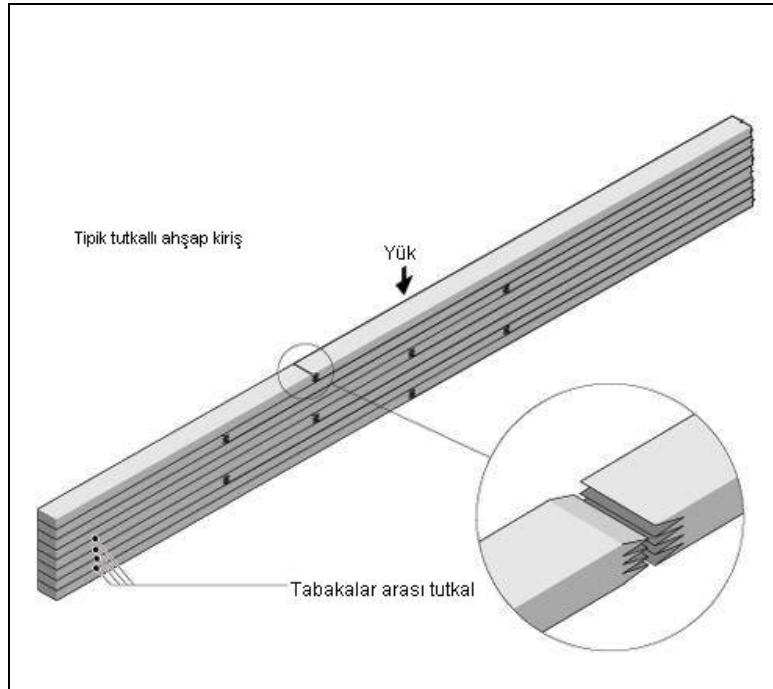
Üretim sürecinde boyutsal değişimleri en aza indirmek, daha yüksek performans alabilmek için kerestelerin yeterince kurutulmuş olması gerekir. Bu genel olarak fırınlama olarak adlandırılır. Uygulamalarda genellikle nem içeriği standartlarda verilen değerlere göre ayarlanır ve bunun en üst sınırı Amerikan Ulusal Standartları Enstitüsü (ANSI) de %16 olarak belirlenmiştir. Tabakalar arasındaki nem içeriği ise %5 olarak belirtilmiştir.

Birçok üretim tesisi nem içeriğini iki nedenle %12'nin altında tutar. Birincisi malzemelerin uç eklemelerinde, %12 nem içeriğinde, daha yüksek seviyede neme oranla daha kolay bağlantı sağlanabilmesidir. İkinci bir neden ise, birçok iç mekan uygulamasında %12'nin, nem içeriğinin ortalama dengesi olmasıdır. Bu nem seviyesine ulaşmak için, tüm tabakalar, 5 gün ortalama 70°C ısıda fırınlanır. Yeni kerestenin bünyesindeki nem seviyesi %12'ye getirilirken, kerestenin bünyesindeki zararlı canlılar da öldürülmüş olur (18).

2.1.5.2. Tabakaların Uç Eklemeleri

Bu teknolojinin en büyük avantajı, ahşabın doğal boyundan çok daha uzun yapı elemanı üretilebilmesidir. En çok kullanılan yöntem, tabakanın uç bölümlerinde, incelen kurtağzı birleşim kesimi yapılmasıdır (Şekil 7). Bu özel birleşim kesimi üretim bandı üzerinde bulunan yüksek teknolojiye sahip makinelerle yapılmaktadır. Bu tip kurtağzı ekler, çok iyi bir bağlanma ve birleşme sağlamakta ve strüktürel tabakalanmada statik olarak talep edilen yüksek dayanımları rahatlıkla elde edilebilmektedir.

Bu aşamada ayrıca tabakalar özel yapıştırıcılarla birbirine eklenir. Bu ekleme sırasında en az iki dakika basınç uygulanır. Yapışma ön aşaması tamamlandığında uç uca yapışan tabakalar bir sonraki bölümde istenilen boyutlarda kesilir ve en az sekiz saat süre ile bir stok bekleme alanına alınarak tutkalın kuruyup istenilen mukavemetin sağlanmasına kadar stok alanında tutulur (14).



Şekil 7. Tutkallı tabakalanmış ahşap bağlantı detayı (kurtağzı birleşim) (9)

2.1.5.3. Tabakalara Tutkal Uygulanması

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. Yüksek teknoloji özelliği gösteren, yangın direnci ve aderansı yüksek, melamin türevi (MUF) ve resorcinol bazlı (PRF) bağlayıcılar kullanılmaya başlandı. Ayrıca, yapı elemanının kullanıldığı yere göre (iç, dış, nemli ortam, vb..) bağlayıcı tipi değiştirilmektedir (19).

Bağlayıcı uygulandıktan sonra uç uca eklenmiş ahşap elemanların ek yerlerindeki tutkal kalıntıları özel ekipmanlarla temizlenerek pürüzler giderilir. Temizlenen tabakalar yürüyen askı sistemi üzerine asılarak dört tarafından tutkal püskürtülen bir koridordan geçirilir.

2.1.5.3.1. Tabakalama Tekniğinde Kullanılan Tutkal Çeşitleri

Tutkallar iki malzemeyi birbirine yapıştırmada kullanılan sıvı kıvamda metalik olmayan malzemelerdir (7).

Tutkallı tabakalanmış ahşap teknolojisi ile üretilen yapı malzemelerinin mukavemet, malzemenin birleşiminde etkin rol oynayan tutkalın cinsine bağlıdır. Yapıştırıcı maddelerdeki yapıştırma kabiliyeti, genel anlamda adhezyon ve kohezyon kuvvetlerine bağlıdır. İki katı, iki sıvı, ya da bir katı ile bir sıvı madde arasındaki çekimin sonucuna “adhezyon”; bir maddenin kendi atomları arasındaki çekimin sonucuna da “kohezyon” denir. İki katı cismi doğrudan birbirine yapıştırmak mümkün olmaz ve aralarına, uygulanması sırasında sıvı olup sonradan katılaştıran bir başka madde, yani tutkal koyma gereği ortaya çıkar (13).

Ayrı iki ahşap elemanı, kuvvet aktarabilecek şekilde birbirine yapıştırmaya elverişli çok cins ve çeşitte tutkallar bulunmaktadır. Ancak bunların hepsi tutkallı tabakalanmış ahşap yapılarda kullanılmaya elverişli değildir. İyi bir birleşim elde etmek için tutkal cinsinin doğru seçilmesi gerekmektedir. Bünyelerine giren esas maddenin kaynağına göre tutkallar 3’e ayrılır (20):

1. Kaynağı hayvansal olan tutkallar
2. Kaynağı bitkisel olan tutkallar
3. Sentetik tutkallar

2.1.5.3.1.1. Kaynağı Hayvansal Olan Tutkallar

Kaynağı hayvansal olan tutkalları 3'e ayırabiliriz:

- Glüten Tutkalları: Esas maddesi albümin olan, kemik ve deri sanayi artıklarından elde edilen glüten tutkalları; deri tutkalı olarak bağırsak ve deri artıklarından, kemik tutkalı olarak eti alınmış kemiklerden, balık tutkalı olarak balık taşı ve kılçıktan elde edilirler. Bu tutkallar suya ve rutubete karşı dayanıklı olmadıklarından tutkallı tabakalanmış ahşap yapılarda kullanılmamalıdır.
- Kan Albümini Tutkalları: Mezbaha artıklarından sağlanan, özellikle albümini bol olan sığır ve at kanından elde edilirler. Mobilya ve kontrplak sanayisinde başarıyla kullanılabilirler. Fakat tutkallı tabakalanmış ahşap yapılar için elverişli değildir.
- Kazein Tutkalları: Sütten elde edilen kazeinin sönmüş kireçle karıştırılmasından elde edilir. Esas maddesi albümindir. Rutubete dayanıklı olmasına rağmen, daha çok doğrudan doğruya rutubet etkisi altında olmayan yapı elemanlarında kullanılır.

2.1.5.3.1.2. Kaynağı Bitkisel Olan Tutkallar

Kaynağı bitkisel olan tutkalları 2'ye ayırabiliriz:

- Nişasta Tutkalları: Mısır, buğday, pirinç ve patatesten elde edilirler. Rutubete ve küflenmeye karşı dayanıklı olmadıklarından tutkallı tabakalanmış ahşap yapılarda kullanılmazlar.
- Soya Tutkalları: Soya fasulyesi unundan, sodyum hidroksit ve kalsiyum hidroksit yardımıyla elde edilirler. Esası bitkisel albümindir. Rutubete de dayanıklı olmadıklarından tutkallı tabakalanmış ahşap yapılarda kullanılmamalıdır.

2.1.5.3.1.3. Sentetik Tutkallar

Sentetik tutkalları 2'ye ayırabiliriz:

- Termoplastik yapay reçine tutkalları: Sürüldüğü yerde sertleşmesi suyunun ahşap tarafından alınmasıyla olur. Kimyasal reaksiyon oluşmaz. Soğukta işlenirse rutubete dayanmaz. Sıcakta işlenirse dayanır, ancak sonradan aşırı sıcakta mukavemetini büyük ölçüde kaybeder. Plastik kıvama gelir, kopmaz fakat taşıma gücü çok azalır. Bu nedenle ısı derecesi çok iyi kontrol edilebilecek hacimler için yapılan tutkallı tabakalanmış ahşap yapılarda kullanılabilir. Termoplastik yapay reçine tutkallarının işçiliği basit ve kolaydır.
- Sıcağa dayanıklı yapay reçine tutkalları: Tutkallı tabakalanmış ahşap yapılarda kullanılan en iyi kalite tutkallardır. Hepsinin ana maddesi formaldehittir. Bunun fenol, rezorsin, üre, melamin vb. malzemelerle karıştırılmasından elde edilen pek çok çeşitleri vardır. Bu maddelerin hepsinin ortak özelliği, sertleşmenin, sadece suyunun ahşap tarafından alınmasıyla veya soğumalarıyla değil, daha çok kimyasal reaksiyonlar sonunda olmasıdır. Yeni bir madde oluşmaktadır. Bu nedenle küflenmeye, rutubete, sıcağa, soğuğa vb. atmosferik etkilere dayanıklı çok sağlam birleşimler yapmaya olanak sağlarlar.

Yüzeğe uygulanacak tutkal seçimi yapılmadan önce malzemenin nerede kullanılacağı bilinmelidir. Gereğinden fazla beklemiş tutkal kullanmaktan özellikle kaçınılmalı ve bu konuda üretici firmanın verdiği garanti süreleri esas alınmalıdır. Malzemenin yüzeyine tutkal sürülme işlemi başlamadan önce yüzeyin pürüzlerden arındırılması gerekmektedir. Tutkal yüzeye gerektiği kadar sürülmelidir. Ahşap malzemenin cinsi, yüzey düzgünlüğü, tutkal türü, ortamın sıcaklığı ve bağıl nemi, prese verilene kadar geçen zaman yüzeye sürülecek tutkal miktarını etkilemektedir. Tutkallı tabakalanmış ahşap üretiminde, tutkallama yapılan ortamın sıcaklığı 15 °C -20°C, bağıl nemi ise % 40-%75 olmalıdır. Ortam sıcaklığının 20°C'yi aşması durumunda tutkal önce jelleşecek, daha sonra da katılaşacaktır. Sürülecek ahşap yüzeyin soğuk da olmaması gerekir. Aksi halde tutkal soğuyacak ve yüzeye sürülmesi zorlaşacaktır(20).

Tablo 2'de tutkallı tabakalanmış ahşap için, farklı ortamlarda kullanılacak tutkal çeşitleri verilmiştir.

Tablo 2. Farklı ortamlara ve risk durumlarına göre tutkalların kullanımı (4)

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

2.1.5.4. Kalıplama ve Presleme İşlemleri

Her yüzeyi tamamıyla tutkallanan tabakalar projesine göre kalıplara yerleştirilir ve 0,4 ile 1,2 N/mm² basınç altında preslenir. Bu işlem 20°C ısı ve %65 bağıl nem ortamında yapılır. Bu 8 ile 24 saat arasında süren bir kürleme işlemidir. Daha sonra kalıplardan alınan tutkallı tabakalanmış ahşap elemanlar bitirme işlemi için bir sonraki bölüme alınır.

2.1.5.5. Bitirme ve Ön - Montaj İşlemleri

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. Bu banttardan çıkan elemanların üzerinde gerekli olan metal bağlantı elemanları montajı yapılır. Müşterinin talebine uygun renkte, solvent bazlı empenye sıvısı (asgari 100gr/m²) ile empenye işlemi elemanın üzerinde uygulanır.

Tutkallı tabakalanmış ahşap üretimine ait tüm işlemler, yaklaşık 20°C sıcaklık ve %65 nem ortamında yapılmaktadır. Ayrıca, tutkallama ve tabakalandırma süreçlerinin tüm aşamalarında üretimden alınan örnekler tesis laboratuvarlarında değişik dayanım testlerine tabi tutulmaktadır (17).

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 (21).

2.1.5.6. Nakliye ve Montaj

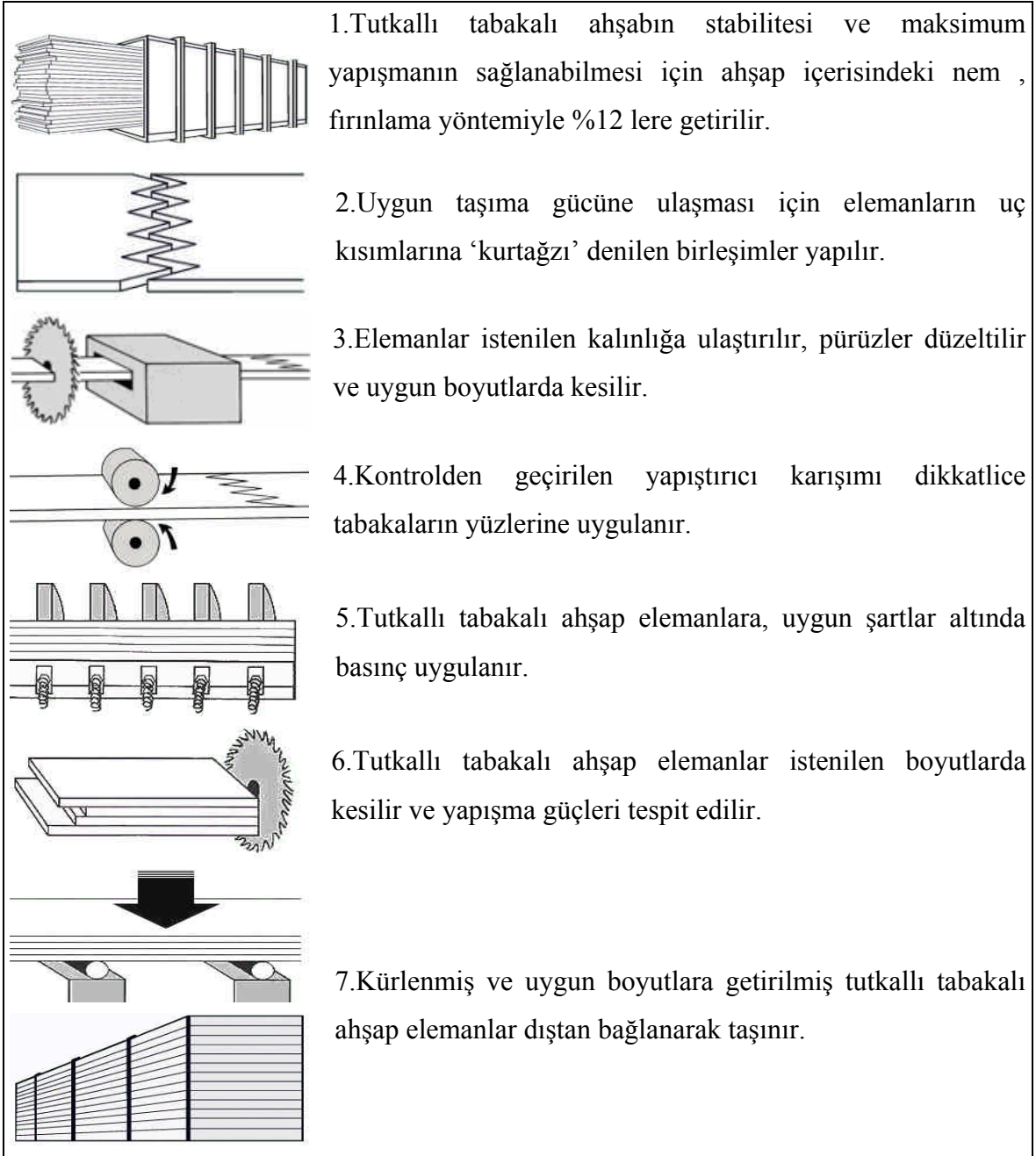
Ahşabın hafif olması, taşımacılıkta önemli avantajlar getirmekte, nakliye harcamalarını düşürmektedir. Ancak uzun yapı elemanlarının taşınması, bu taşımaya uygun araç ve yardımcı ekipmanları da gündeme getirmektedir.

Bütün diğer prefabrik uygulamalarda olduğu gibi, şantiyede yapılacak işlerin minimuma indirildiği bir sistem uygulanmakta, genelde değişik büyüklükteki mobil vinçler kullanılmaktadır.

Ahşabın kolay işlenebilirliği açısından düşündüğümüzde, montajın beton veya çelik eleman montajına göre daha rahat olabileceği, ölçü problemlerinin daha rahat halledilebileceği söylenebilir. Montaj genelde, marangoz ekipleriyle yapılabilmekte, çok standart uygulamaları çelik montaj ekipleri dahi yapabilmektedir (17).

2.1.5.7. Üretim Şeması

Tutkallı tabakalanmış ahşabın üretim şeması Şekil 8’de adım adım gösterilmiştir.



Şekil 8. Tutkallı tabakalanmış elemanların üretim şeması (22)

2.1.6. Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Sistemin Avantajları

Tutkallı tabakalanmış ahşap sistemin avantajları genel olarak 4 bölümde incelenebilir (17):

1. Mimari tasarım zenginliği
2. İnşaat Mühendisliği ve statik çözümler

3. Yapı fiziğindeki avantajları
4. Kaynak kullanımı ve ekoloji

2.1.6.1. Mimari Tasarım Zenginliği

- Gerek çelik, gerek betonarme, gerekse masif ahşap yapı elemanlarına kıyasla çok uzun boylarda ve değişken kesitlerde üretilebilmesi, tasarımcıya mekan oluşturmada avantajlar sunar.
- Plastik özelliği oldukça yüksek formlar üretebilmesi, hafif, statik dayanımları yüksek yapılar oluşmasını sağlar.
- Tutkallı tabakalanmış yapı sisteminin ve yapı elemanlarının beton, çelik ve diğer kagir yapı elemanlarıyla kolayca ve sorun çıkarmadan buluşabilmesi, uzlaşabilmesi, hatta çok örnekte görüldüğü üzere birlikte tek bir strüktür oluşturabilmeleri ise, tasarımcıyı yapı kurgusundaki zorlamalardan uzaklaştırır.
- Tasarımcının bütün ve özgün mekan arayışlarının en çok yoğunlaştığı dini yapılar, oditoryum, tiyatro, konser salonları, eğitim yapıları ve ürün teşhir/satış yapıları gibi tek açıklıklı yapılarda jeodezik kubbe, normal kubbe, piramit, tonoz vb. tüm geometrik strüktür olanaklarına başarıyla yanıt verebilir.
- Üstüne bir kaplama veya bitirme malzemesi alma gereksinmesi göstermeden yalın haliyle oldukça sıcak ve çekici bir güzelliğe sahiptir.

2.1.6.2. İnşaat Mühendisliği ve Statik Çözümler

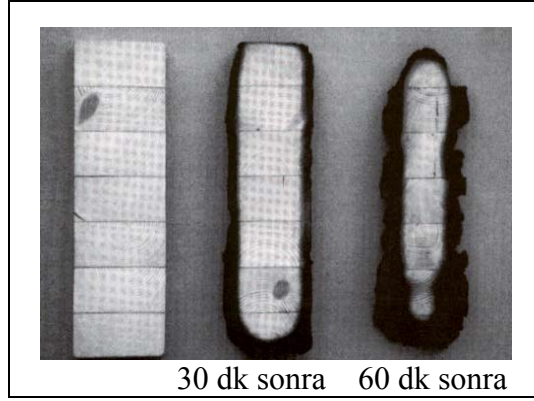
- Bu teknolojinin ürünleriyle, mesnetler arasında, mukavemet hesaplarına göre istenebilecek değişken kesitli yapı elemanı tasarlayıp hesaplayabilmeyi olanaklı hale getirir. Masif ahşabın ölçü sınırlamalarını ortadan kaldırır.
- Bu yapı elemanlarının hafifliği (400 kg/m^3), düşey taşıyıcılar ve temel hesaplarında inşaat mühendisliğine önemli avantajlar getirir.
- Deprem anındaki davranışının diğer yapı elemanlarına kıyasla çok başarılı olduğu bilinmektedir. Hafiflik aynı zamanda yatay kuvvetleri de azaltır.
- Özellikle büyük mühendislik yapılarında (köprü, hangar vb.) bu teknoloji statik açıdan büyük performans gösterir.

2.1.6.3.Yapı Fiziği Avantajları

• Genel düşüncenin tersine tutkallı tabakalanmış ahşap yangın direnci en yüksek yapı elemanıdır.

Tutkallı tabakalanmış ahşap, yangında taşıma yeteneğini en geç kaybeden yapı elemanıdır. Çelik, yangın sürecinde 15 dakikada doğal şeklini ve taşıma yeteneğini kaybeder. Aynı zamanda çok iyi bir iletici olduğu için ısının yayılmasını da hızlandırır. Beton, çelikten iyi olmasına karşın, demir donatının beton içindeki pas payı ortadan kalktığına, inşaat demiri çelik yapıdaki gibi iletken olmakta ve yaklaşık 30 dakika sonra yapının taşıma özelliği ortadan kalkmaktadır.

Ahşabın statik hesaba göre aldığı minimum kesit yangın anında minimum 30 dakika (R30) yangın direnci sağlar. 30 dakikadan sonra 0,7 mm/1 dk kesit azalması olur. Yani, ilk mimari/statik planlamada yapı elemanının kesitini baştan arttırıp R30 (yangın anında minimum 30 dk direnç gösterebilen) veya R90 (yangın anında minimum 90 dk direnç gösterebilen) dirençlerine ulaşmak mümkündür (Şekil 9).



Şekil 9. 90 mm x 315 mm kesitli bir tutkallı tabakalanmış ahşap elemanın zamana bağlı olarak yangında dayanımı

- Nefes alan, kendini yenileyen canlı bir yapı elemanıdır. Bu yüzden, özellikle su buharı ve kimyasal gazların yer aldığı ortamlara uyum gösterir. Paslanmaması ve sudan etkilenmemesi de ayrı bir avantajdır. Kullanım alanları arasında köprüler, yüzme havuzları, buz hokey stadları, kapalı arıtma tesisleri vardır.
- Yüksek ısı yalıtım değerine sahiptir.
- Hafiftir.

- Bakım maliyeti çok azdır. Uygun ve periyodik bir şekilde bakılması ahşabın çok uzun yıllar dayanmasını sağlar.
- Akustik özelliği yüksek bir malzemedir.

2.1.6.4. Kaynak Kullanımı ve Ekoloji

- Kısa ve küçük kereste parçalarından büyük boyutlarda yapı elemanı üretmesi, kereste kaynaklarının daha verimli kullanılabilmesini sağlar.
- Üretimde sık kullanılan (conifer) kozalaklı çam türü, doğanın çok çabuk yenileyebildiği bir ağaç türüdür.
- Yapı elemanının üretiminde çok düşük enerji kullanılır(yakıt ve elektrik enerjisi). Aynı şekilde, nakliyede kullanılan ortalama yakıt miktarı da düşer.
- Kurutma ve böceklerden korunma tekniğinin fırında ısı ile kurutma şeklinde yapılmasından dolayı zehir veya benzeri sentetik kimyasallar kullanılmamasını sağlar.

2.1.7. Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Sistemin Dezavantajları

- Üretim aşamasında, özellikle yapıştırma safhasının büyük dikkat istemesi ve gelişmiş üretim teknikleri kullanılmasını gerektirir.
- Büyük boyutlarda elemanların fabrikadan inşaat sahasına taşınmasında özel araçlara gereksinim duyulabilir.
- Tutkallı tabakalanmış ahşabın yerinde montajı için nitelikli eleman gerekebilir (23).

2.1.8. Ülkemizde Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Sistemlerin Kullanımı

Türkiye’de tutkallı tabakalanmış ahşap elemanlar kullanılan uygulamalar, gelişmiş ülkelere göre azdır. Bunun sebepleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Ekonomik sorunlar: Türkiye’de tutkallı tabakalanmış ahşap elemanların üretimi, bu tür yapıları oluşturacak düzeyde olmadığı için, uygulamalar, yurtdışında

elemanların üretilip ülkemize nakliyesiyle mümkün olmaktadır. Bu da yapı maliyetini arttırmaktadır.

- Uygulama sorunları: İmar yönetmeliklerinden kaynaklanan sorunlar ve denetim sorunları olarak incelenebilir (2).

Yönetmeliklerde ahşap yapı uygulaması iki katlı bahçeli konut yapımı ile sınırlandırılmıştır ve sadece ayırık düzen yapılmasına izin verilmektedir. Ahşap yapıların uygulanması ve denetlenmesiyle ilgili şartnameler de imar yönetmeliklerinde bulunmamaktadır. Bu nedenle firmaların ithal ederek uyguladığı yapılara denetim yapılamamaktadır (2).

Tutkallı tabakalanmış ahşap sistemle uygulanan yapılardan bazıları: Kemalpaşa Belediye Lokali Çatısı (Şekil 10); Marmaris Köprüleri (Şekil 11); Irmak Okulu derslikler ve konferans salonu (Şekil 12); Gölcük deprem okulu (Şekil 13); Silyum Otel konferans salonu (Şekil 14); Diler Otel konferans salonu (Şekil 15); Lares Otel atrium yapısı (Şekil 16) olarak sayılabilir.



Şekil 10. Kemalpaşa Belediye Lokali Çatısı-1998, İzmir (17)



Şekil 11. Marmaris Köprüleri, 1998, Marmaris



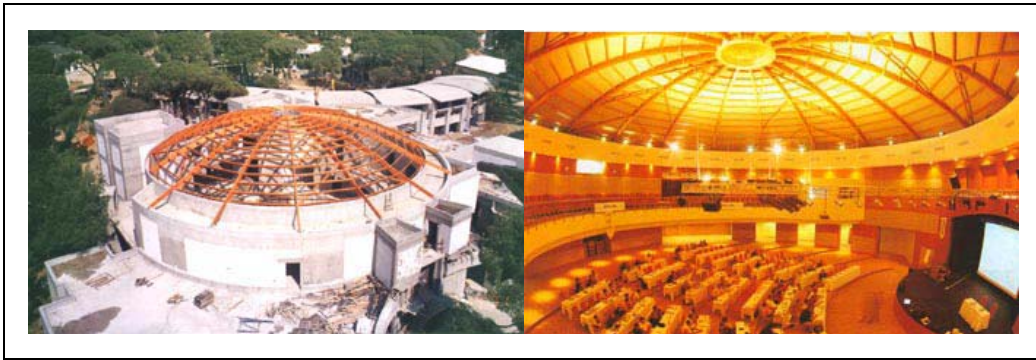
Şekil 12. Özel Irmak Okulu çatısı, 1999, İstanbul (17)



Şekil 13. Gölçük deprem okulu (17)



Şekil 14. Silyum Otel konferans salonu, 2000, Antalya (17)



Şekil 15. Diler Otel konferans salonu, 2001, Antalya (17)



Şekil 16. Lares Otel atrium yapısı, 2002, Antalya(17)

2.1.9. Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Strüktürel Elemanlar

Geleneksel ahşap elemanların kullanıldığı ahşap karkas yapıların geçebildiği açıklıklar sınırlıyken; tutkallı tabakalanmış ahşap karkas yapılar basit kiriş elemanlarla 25 m, kemer ve çerçeve oluşturan elemanlarla 100 m-150 m açıklık geçebilmektedir (21).

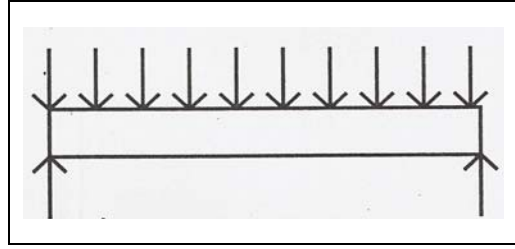
Tutkallı tabakalanmış ahşapta strüktürel elemanlar altı başlıkta incelenebilir:

1. Kirişler
2. Kolonlar
3. Makaslar
4. Kemerler
5. Çerçeveler
6. Çubuk ağı kubbeleri veya jeodezik kubbeler

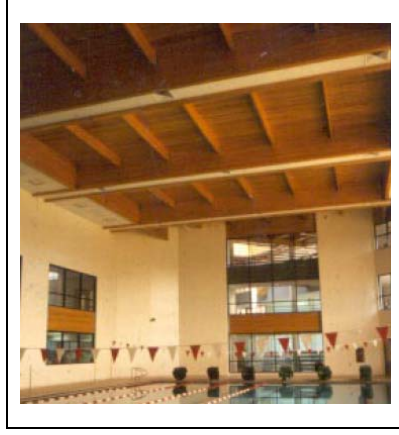
2.1.9.1. Kirişler

Kiriş, konstrüksiyonda yatay bir destek olarak kullanılan düzeltilmiş kütük veya büyük, dikdörtgen bir ahşap, metal veya taş parçasıdır (24). Kirişler, dikdörtgen kirişler, üçgen kirişler, eğri kirişler, makas kirişler ve konsol kirişler olarak sınıflandırılabilir (21).

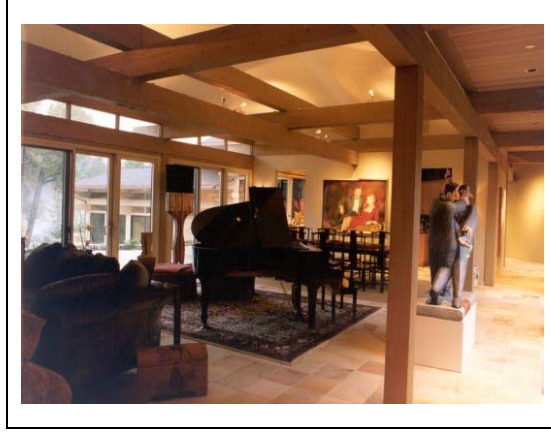
• Dikdörtgen Kirişler: Kiriş genişliğinin yüksekliğine oranı doğal ahşap elemanlara kıyasla daha değişkendir. Geçilebilecek maksimum açıklık 25 m'dir. Destek kirişleri, lentolar, düz çatı kirişleri ve basit uygulamalarda yaygın kullanılırlar (Şekil 17). Şekil 18, Şekil 19 ve Şekil 20'de dikdörtgen kiriş uygulamalarına örnekler gösterilmiştir.



Şekil 17. Dikdörtgen kiriş (9)



Şekil 18. YMCA Havuzu, Brewton (16)

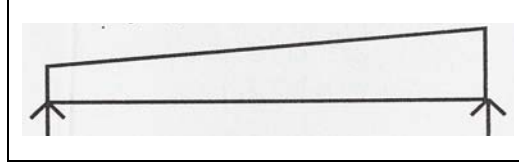


Şekil 19. Yaşama Mekanı, Aurora (16)



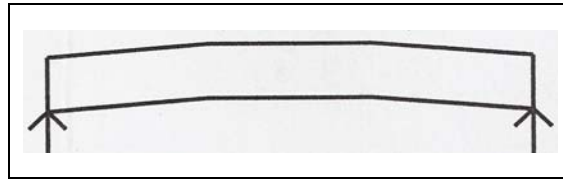
Şekil 20. Garage giriş kapısı (16)

- Üçgen Kirişler: Bir ucu diğer ucundan daha yüksek olan kiriş tipidir. Özel yük durumları için yapılabilir (Şekil 21) (21).



Şekil 21. Üçgen kiriş (25)

- Eğrisel Kirişler: Alt ve üst yüzeyi de eğri olan ancak sarkma okunun bir kemer çalışması yapamayacak kadar küçük olduğu kiriş tipidir. Üstten etki eden yüklerde öngerilmeli kirişe benzer bir çalışma söz konusudur (Şekil 22). California'da Steinbeck Center (Şekil 23) ve LongIsland'da yüksek okul yapısı (Şekil 24) eğrisel kirişlerle yapılmış yapılardır.



Şekil 22. Eğrisel kiriş (25)

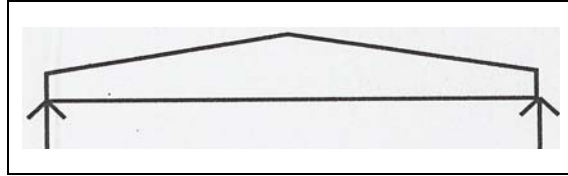


Şekil 23. Steinbeck Center, California (26)

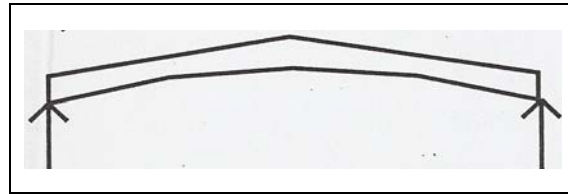


Şekil 24. Ross Yüksek Okul Yapısı, East Hampton, LongIsland (27)

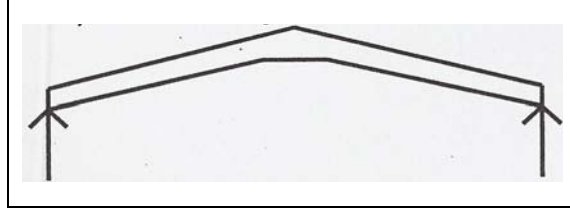
- Makas Kirişler: Altı düz, üstü iki eğik yüzeyden oluşan kirişlerdir (Şekil 25). Eğilme momentinin maksimum olduğu ortada enkesit daha fazla, uçlara doğru ise daha azdır. Şimdilik geçilebilecek maksimum açıklık 35 m'dir. Üstü ve altı eğik (Şekil 26), veya üstü eğik, altı eğrisel(daire, parabol yayı v.b.) (Şekil 27) gibi çeşitli şekilleri de vardır. St. Augustine'de St. Anastasia kilisesi (Şekil 28) ve Green Hope Elementary School (Şekil 29) Eğrisel kirişlerle yapılmış yapılarıdır.



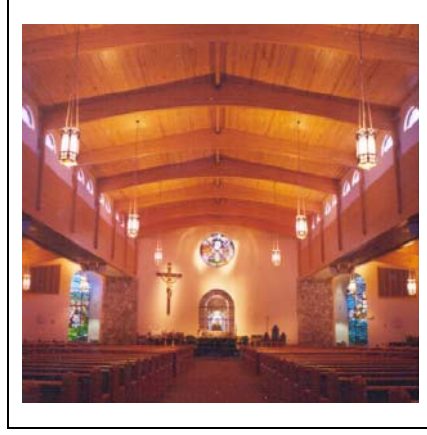
Şekil 25. Makas kirişi



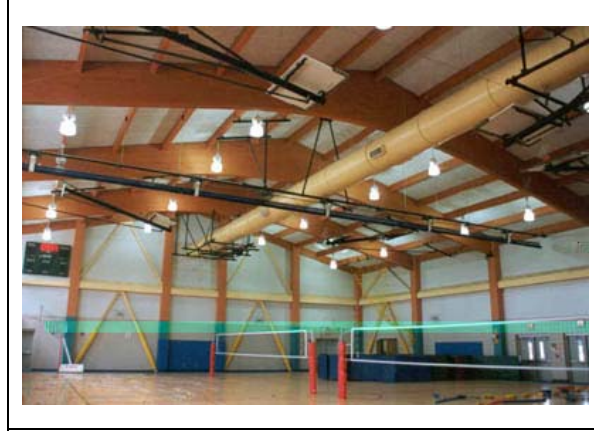
Şekil 26. Üstü ve altı eğik makas kirişi



Şekil 27. Üstü eğik altı eğrisel makas kirişi



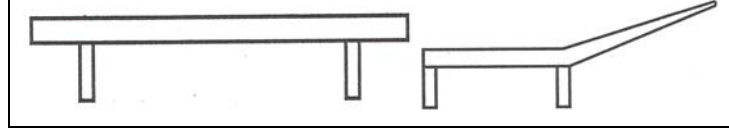
Şekil 28. St. Anastasia Katolik Kilisesi, St. Augustine (27)



Şekil 29. Green Hope Elem. School

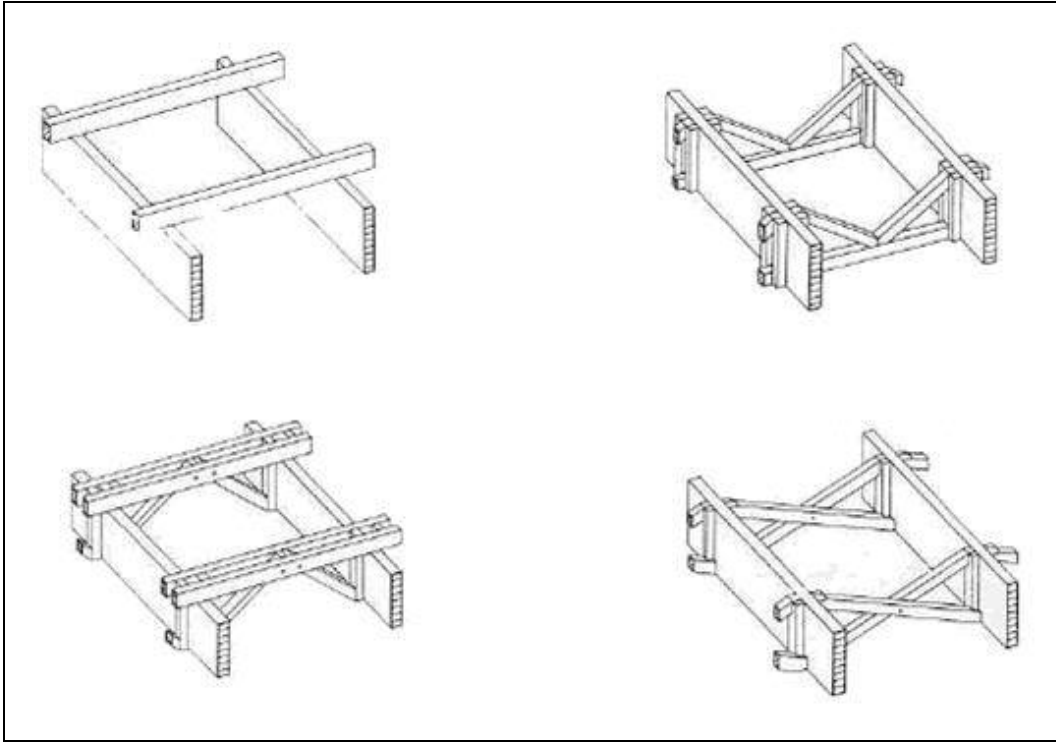
•Konsol kirişler: Konsol kirişler her iki uçtan simetrik konsollu veya sadece bir uçtan konsollu (Şekil 30) yapılabilirler. Tutkallı tabakalanmış ahşabı inceltmek kolaydır (21). Böylece balkonlar, saçaklar ve büyük çatılar strüktürel olarak etkin bir profile göre

daha güzel bir görünüme kavuşacaktır (24). Günümüzde tabakalanmış ahşap elemanlarla yaklaşık 30 m konsol yapılabilmektedir.

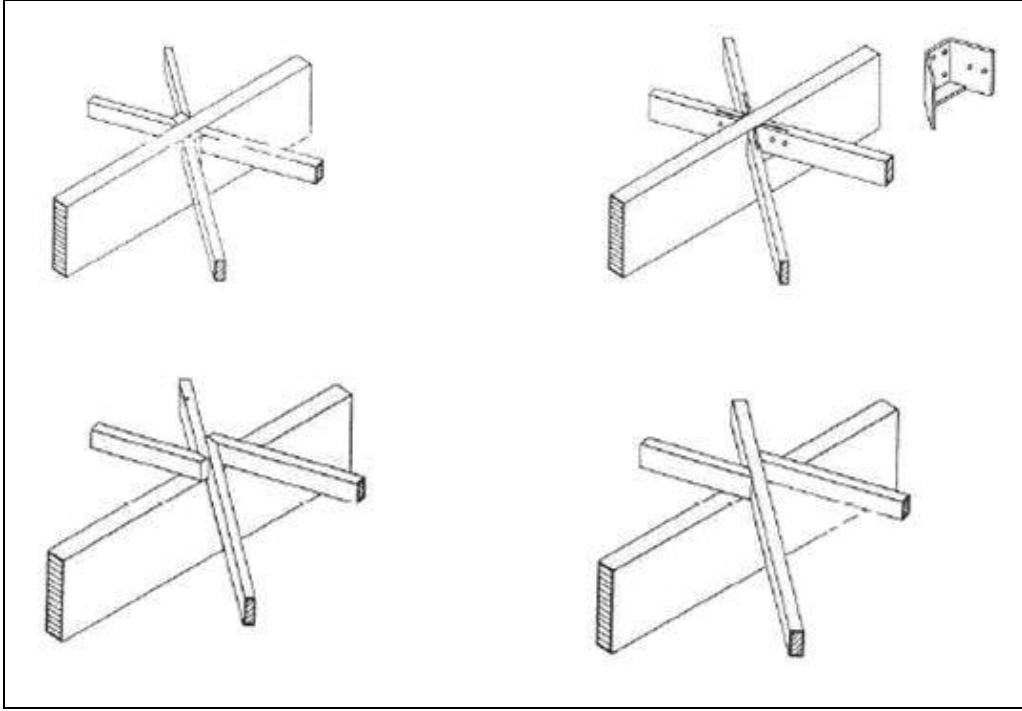


Şekil 30. İki uçtan konsollu kiriş, Tek uçtan konsollu kiriş (21)

Kiriş konstrüksiyonlarında strüktürün formuyla ilişkili olarak 90° veya 60° , 45° gibi çeşitli açılarda ikincil elemanlar yerleştirilir (Şekil 31 ve Şekil 32). Küçük açıklıklar için, en basit tasarım ana kirişin üzerine ikincil kirişleri yüklemektir. Açıklık arttığı zaman, donatı ve malzemelerin ağırlığı, ana kirişler arasındaki uzaklık ve kiriş derinliğiyle bağlantılı olarak diyagonal bağlantılar kullanılır. 90° yi aşan açı düzenlemelerinde, ana kirişlerin üzerine ikincil elemanlar yerleştirilebilir veya onlar ana kiriş boyunca geçebilirler (24).



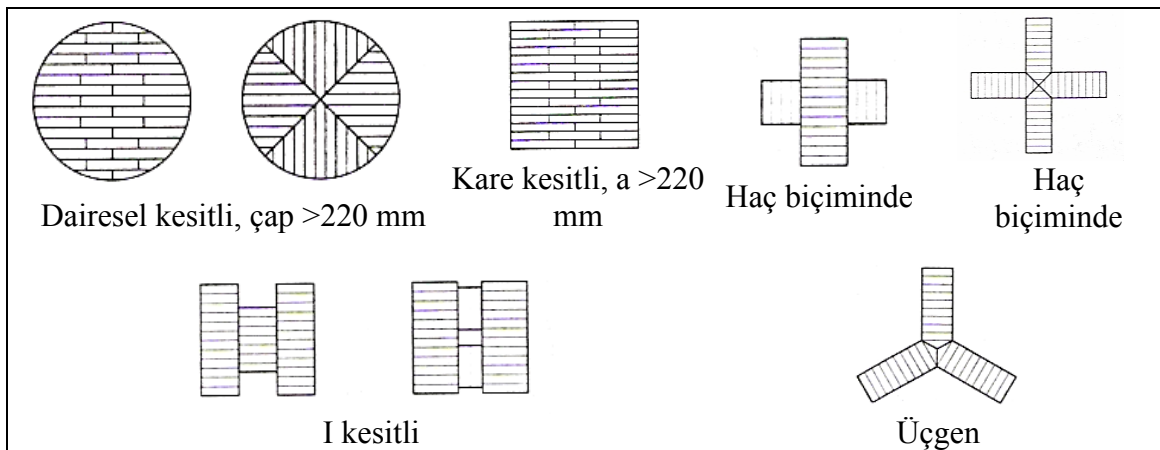
Şekil 31. Tali elemanların ana kiriş üzerine 90° le yerleştirilmesinde çeşitli alternatifler (28)



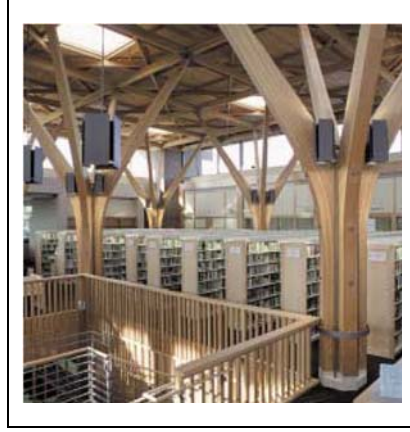
Şekil 32. İkincil elemanların ana kiriş üzerine 60° le yerleştirilmesinde çeşitli alternatifler (28)

2.1.9.2. Kolonlar

En Kesit Tipleri;

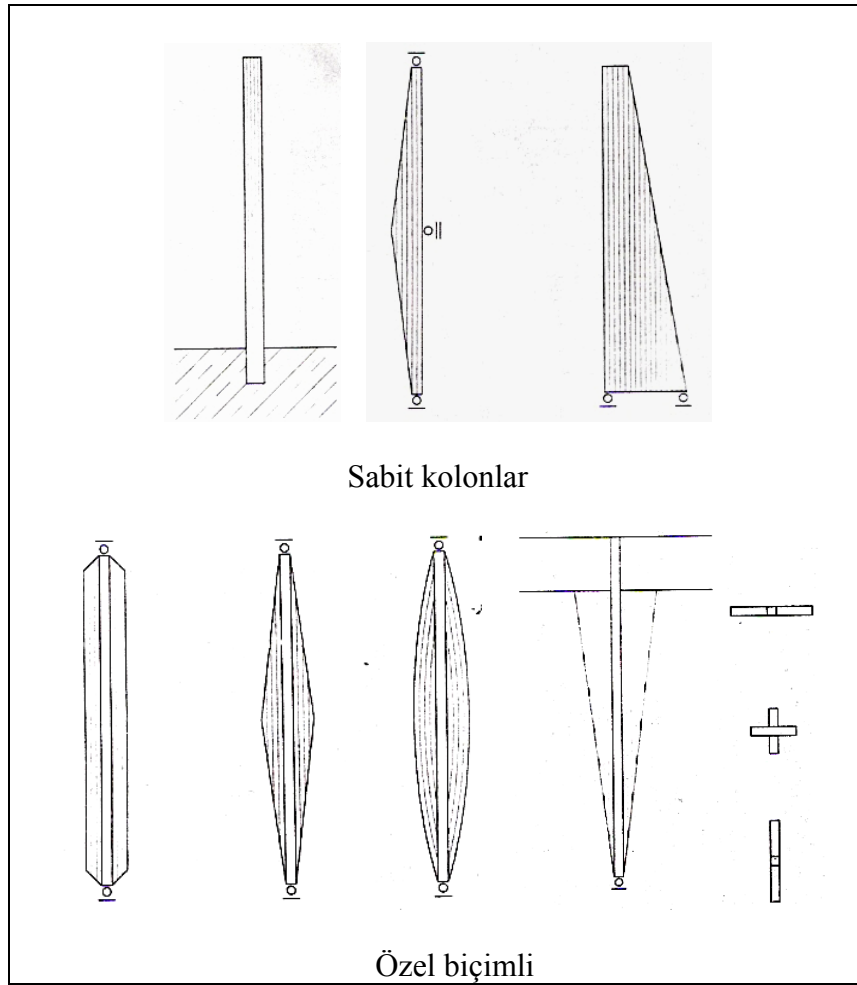


Şekil 33. Tutkallı tabakalanmış ahşap kolonların en kesit tipleri (29)



Şekil 34. Oregon's Beaverton City Library (30)

Boy Kesit Tipleri



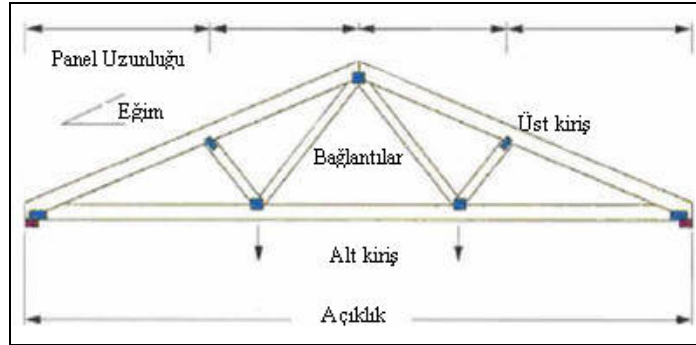
Şekil 35. Tutkallı tabakalanmış ahşap kolonların boy kesit tipleri (27)



Şekil 36. Tjibaou Kültür Merkezi, Yeni Kaledonya, Renzo Piano (31)

2.1.9.3. Makaslar

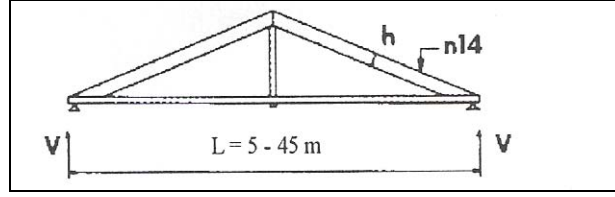
Makaslar, çivili bağlantılarla basit desteklerin bağlanmasından oluşan kirişlerdir. Destekler hem basınç hem de çekme gücünü artırır (Şekil 37).



Şekil 37. Makas tasarımındaki tipik makas elemanları ve belirleyiciler

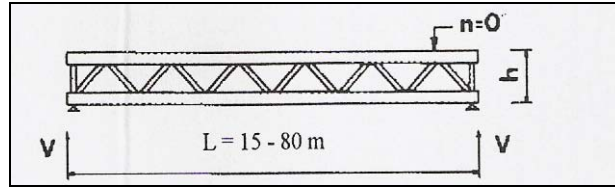
Tutkallı tabakalanmış ahşap makasları geometrilerine bağlı olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırabiliriz:

- Eğik başlıklı üçgen makas: Bırakma kirişi ve bunu tepeye asan askı kirişi (baba) ile tipik bir asma çatı makası (Şekil 40). 5 m ile 45 m arasındaki açıklıkları geçebilir.



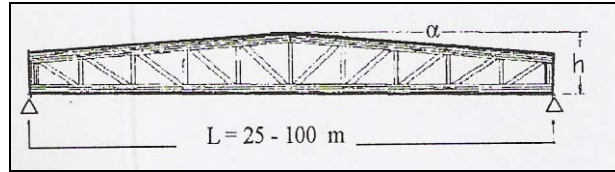
Şekil 38. Eğik başlıklı üçgen makas

• Paralel başlıklı (düz) makas: Alt ve üst başlık kirişleri birbirine paraleldir (Şekil 39). Köşegenler üçgenleşmeyi sağlar. Bu makaslar mimarlıkta yaygın olarak kullanılırlar ve 15 m ile 80 m arasındaki açıklıkları geçebilirler.



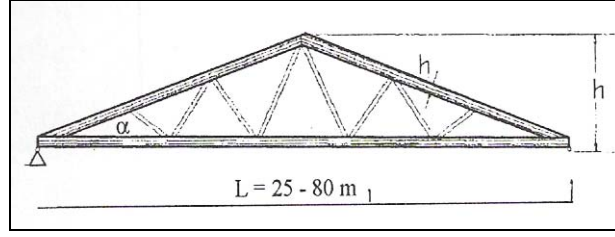
Şekil 39. Paralel başlıklı (düz) makas

• Az eğimli üçgen(trapez) makas: Alt ve üst başlık kirişlerinin eğimleri paralele yakındır (Şekil 39). 25 m ile 100 m arasındaki açıklıkları geçebilirler.

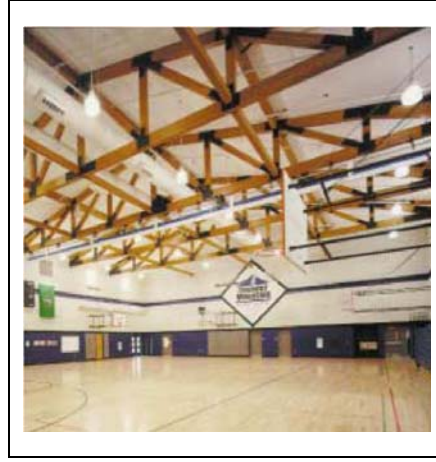


Şekil 40. Az eğimli üçgen(trapez) makas

• Eğik başlıklı-köşegenli üçgen makas: Alt ve üst başlık arasındaki eğimi gösteren α 'nın belli bir açı altına düşmesi aksenal kuvvetleri büyüttüğü için olumsuzdur (Şekil 41). 25 m ile 80 m arasındaki açıklıkları geçebilirler. Washington'da Thunder Mountain Middle School'da kullanılan ahşap makaslar bu sistemle yapılmıştır (Şekil 42).

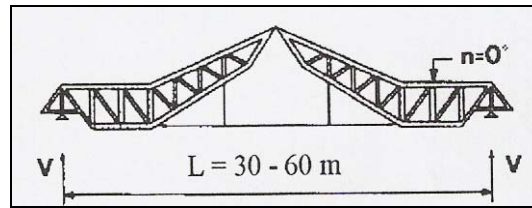


Şekil 41. Eğik başlıklı-köşegenli üçgen makas



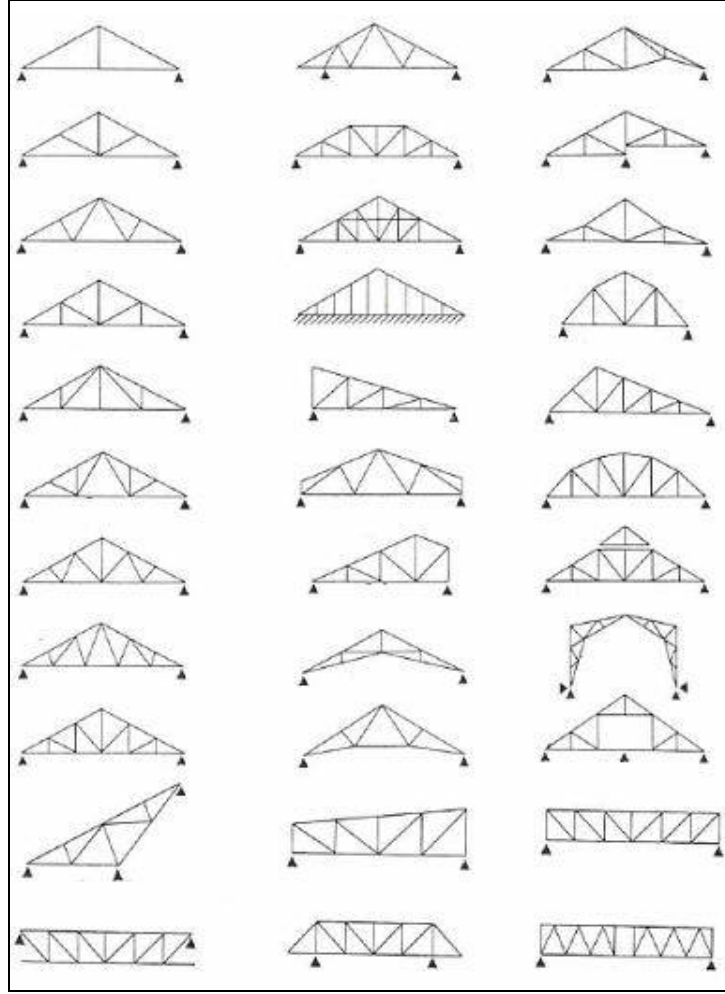
Şekil 42. Enumclaw'da Thunder Mountain Middle School, Washington (27)

- Kademeli makas: 30 m ile 60 m arasındaki açıklıkları geçebilirler (Şekil 43).



Şekil 43. Kademeli makas

Çeşitli araştırmacılar farklı makas tipleri belirlemişlerdir. Bir makas, bir alt kiriş, üst kiriş ve çapraz bağlantı elemanından oluşur. Makasların isimleri farklı kültür ve coğrafik şartlarda değişebilir (Şekil 44). Makasların sınıflanması, konstrüksiyon teknikleri, bağlantı ve makas formuna göre yapılır.



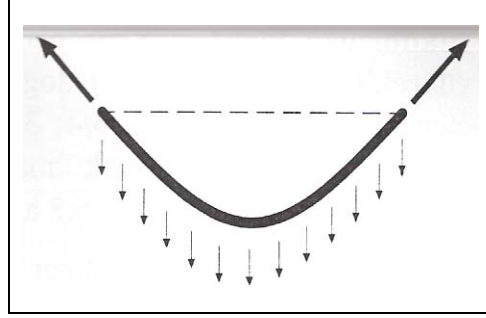
Şekil 44. Farklı makas tipleri (32)



Şekil 45. Victoria Havaalanı Terminali, Victoria, British Columbia, açılı düzenlenmiş makas kullanımı (26)

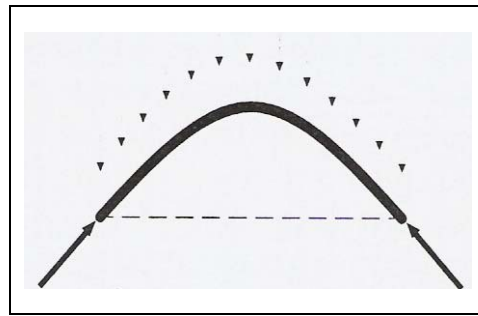
2.1.9.4. Kemerler

Geometrik açıdan zincir eğriliği kemerin de çıkış şeklidir. İki ucundan mesnetlenen bir ip kendi ağırlığı altında sarkarak ip (zincir) eğrisi denilen geometriyi oluşturur. Bu durumda sarkan ipde sadece çekme gerilmesi bulunur (Şekil 46).



Şekil 46. Zincir eğriliği biçimini alan ip

Aynı geometri, etki eden yük doğrultusu değiştirilmeden ters döndürülürse ve esnek bir malzeme olan ip yerine basınca dayanıklı (rijit) bir malzeme kullanılırsa bu kez elemanın bünyesinde basınç gerilmesi görülür. Statik dalında bu taşıyıcı eleman kemer olarak adlandırılır (Şekil 47).



Şekil 47. Zincir eğriliğinin ters döndürülmesiyle oluşan kemer biçimi

Tutkallı tabakalanmış ahşabın avantajlarından biri tabakaların çeşitli eğriliklere yatkın olmasıdır. Eğrisel tutkallı tabakalanmış ahşap elemanların yaygın kullanımlarından biri, güçlü bir biçim olan, kemerlerin üretimidir. Kemerlerin fabrikadan inşaat alanına

nakliyesi ve malzemenin daha ekonomik kullanımı açısından, 24 m ye kadar olan açıklıklar ve açıklığın $1/4$ i ile $1/8$ i arasında derinliğe sahip, 2 mafsallı kemer biçimleri daha uygundur (33).

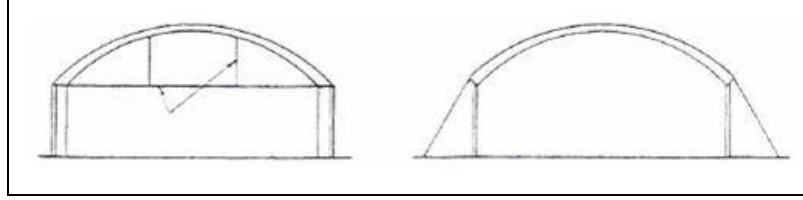
Tutkallı tabakalanmış ahşap kemerler 100 m ye kadar açıklık geçebilirler (28).

Tutkallı tabakalı ahşap kemer elemanlar bitmiş bir görünüme sahiptir ancak taşınmaları kolay değildir (34).

Mafsallı kemerler 2 farklı tipte tasarlanabilir: 2 mafsallı ve 3 mafsallı.

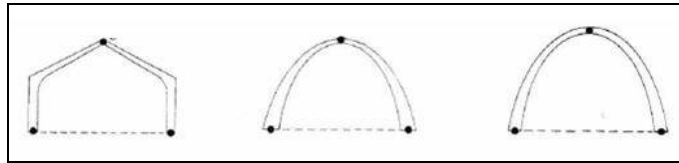
- İki mafsallı kemerler: Statik olarak kararsızdırlar ve kemerin yönünde basınç gücüyle oluşan dış reaksiyonlar üretirler. Merkezdeki eğilme momenti ve bağlantı yerlerinin sıklığı tasarıma yön verir. Eğer yükler yatay harekete izin veriyorsa, iki mafsallı kemer deforme olur.

İki mafsallı kemerler iki tip olarak sınıflandırılır: bağlı ve destekli (Şekil 48). İki mafsallı kemerler 76,2 m ye kadar uyum sağlayabilir, hatta pratikte daha büyük açıklıkları bile geçebilirler. Ama en yaygın ve uygun açıklık oranı 9,15 m ile 30,50 m arasındadır (35).



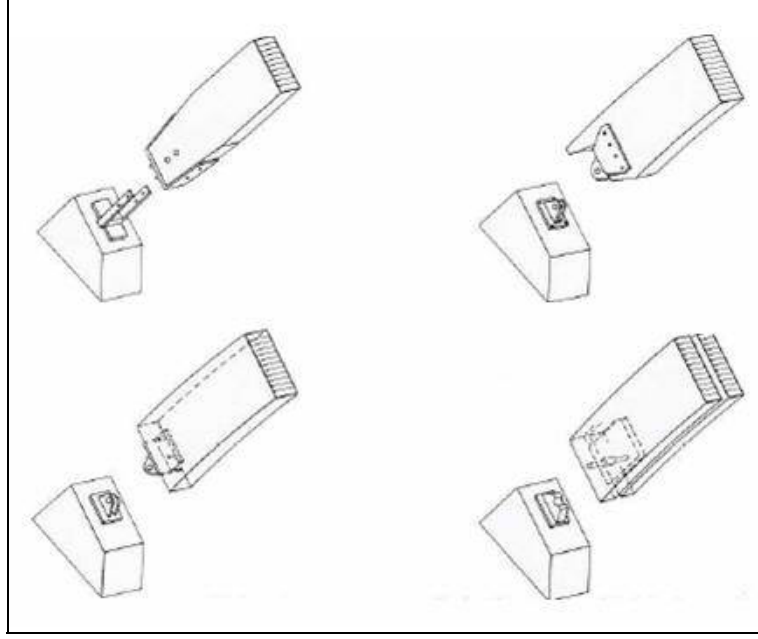
Şekil 48. İki farklı türde iki mafsallı kemerler (35)

- Üç mafsallı kemerler: Statik olarak kararlıdırlar. Kemer boyunca, basınç oluşturan dış yüklerle dayanıklıdırlar. Üç mafsallı kemerler tudor, gotik ve parabolik kemerler olarak sınıflanabilir (Şekil 49) (35).



Şekil 49. Üç farklı türde üç mafsallı kemerler (35)

Kemer tasarımlarına karar vermede arazi şartları ve diğer binaların gereksinimleri etkilidir. Zemin reaksiyonları temel bağlantılarıyla karşılanmalıdır (Şekil 50). Destekli kemer tipinde, yatay ve dikey reaksiyonlar betonarme destekler boyunca karşılanır. Bağlı kemerlerde yatay reaksiyonlar tavanda yerleşmiş metal çubuklarla karşılanır. Bağlı kemerler genellikle sabit duvarlar veya kolonlara bağlanır.



Şekil 50. Kemerlerin temel bağlantıları (29)

2.1.9.5. Çerçeveseler

Bir makas tasarımında bağlantılar teorik olarak mafsallı bağlantı olarak kabul edilir. Ama pratikte makasın gücünü %15 kadar daha arttırması nedeniyle tespitli bağlantı yapılır. Mafsallı bir bağlantı ekstra işçilik ve detay gerektirir. Büyük açıklıkları geçerken, derin makaslar yapının çatı boşluğu içerisinde büyük yer tutar, ayrıca açıklık arttığında da, yapının ölü yüklerinin arttığı yerlerde güç sağlayabilmek için ilave malzemeye ihtiyaç duyulur.

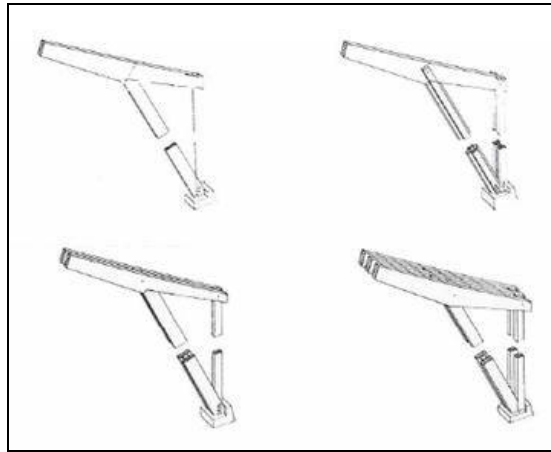
Çok büyük mesafelerde rijit çerçeve konstrüksiyonu kullanılması, ilave malzeme ve derinlik problemlerini ortadan kaldırır. Rijit çerçevenin özelliği strüktürün sürekli olmasıdır. Bunun nedeni parçalar arasındaki sağlam bağlantılar ve böyle çerçevelerde güç

dağılımının eşit olmasıdır. Bu çerçeveler basit destekli kirişlerle karşılaştırıldığında, açıklık elemanının merkezinde daha az malzemeye gereksinim duyarlar (36).

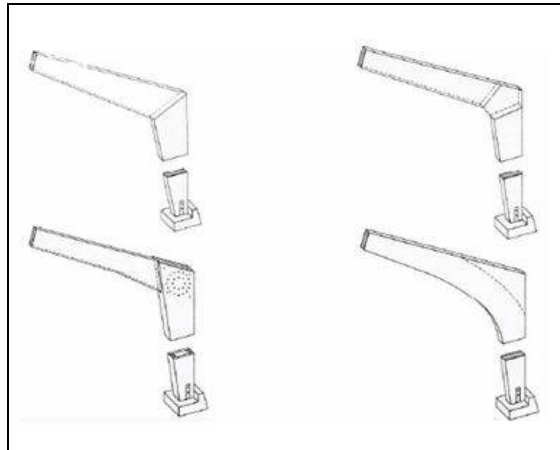
Bu çerçeveler kendi içinde ekonomiktir, ancak temeller için en kötü yükleme koşullarıyla sonuçlanır.

Çerçevelerin avantajları: yapının yüksekliğini azaltması, mekanın açıklığını artırması, montaj ve korumada etkinliğidir; diğer taraftan dezavantajları da strüktürel malzemenin daha ağır olması ve montaj ekibinin detaylara yabancı olabilmesidir (37).

Çerçevelerin mesnetleri mafsallı (moment taşımayan, sadece aksel yük alabilen) veya ankastre olabilirler. Buna göre 2 mafsallı çerçeve(sadece mesnetleri mafsallı) (Şekil 51), veya hem mesneti hem de tepedeki birleşimi mafsallı olan 3 mafsallı çerçeveler (Şekil 52) vardır (21).



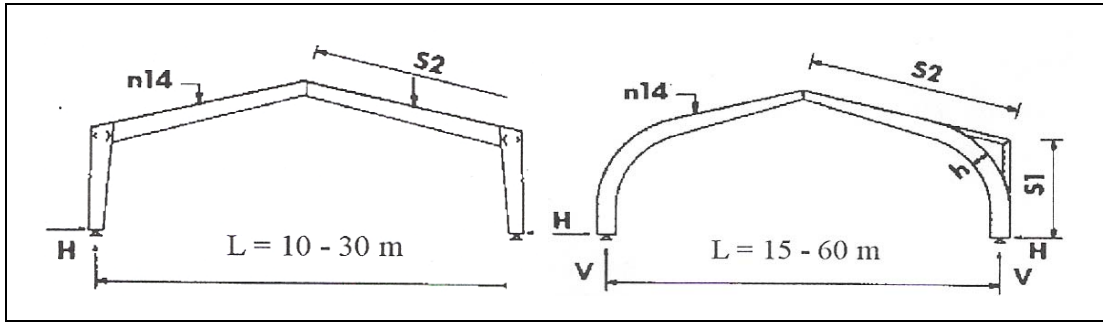
Şekil 51. İki mafsallı çerçeveler için detaylar (29)



Şekil 52. Üç mafsallı çerçeveler için detaylar (29)

Köşeli tutkallı tabakalanmış çerçeveler, üretimi, taşınması ve montajı uygun olduğu için genellikle üç mafsallı tiptedir. Üretim sırasında, dairesel biçimde tabakalama, rijit dirsek bağlantılarının eğriliğini sağlar. Eğriliğin yarıçapı genellikle 2m - 4 m arasındadır. Tabakaların kalınlığı 1,6 cm ile 2,5 cm arasında olmalıdır. Köşeli tutkallı tabakalanmış çerçeveler, kemerlerden daha zahmetlidir ve tutkal ve ahşap açısından daha maliyetlidir (24).

Çerçeveler düz, eğik başlıklı, eğri (Şekil 53) gibi farklı geometrik şekillerde oluşturulabilirler. Eğrisel biçimde olanlar, 15 m ile 60 m arasında açıklık geçebilirken; diğerlerinin geçtiği açıklık, 10 m ile 45 m arasında değişir (21).

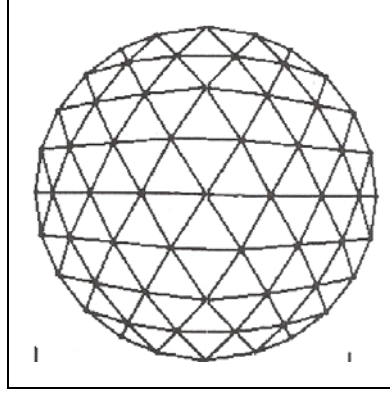


Şekil 53. Eğik başlıklı çerçeve (statik sistem 2 mafsallı), Eğri başlıklı çerçeve (statik sistem 3 mafsallı)

2.1.9.6. Çubuk Ağı Kubbeleri veya Jeodezik Kubbeler

Herhangi bir ağın veya düzgün çok yüzlülerin küre yüzeyine yansıtılıp bölünmesiyle türetilen geometriler çubuk ağı veya jeodezik kubbenin çıkış noktasıdır. Bu şekilde bulunan kubbesel ağın çizgileri üzerine küçük ahşap çubukların yerleştirilerek düğüm noktalarıyla birleştirilmesiyle ortaya çıkan kubbelerdir.

Tutkallı tabakalanmış ahşap elemanlarla 200 m'ye kadar bir açıklıkta çubuk ağı veya jeodezik kubbeler yapılabilir (Şekil 54) (21).



Şekil 54. Çubuk ağı (veya jeodezik kubbe) kubbe geometrisi (21)

2.2. Ön Araştırmalar

Tutkallı tabakalanmış ahşap sistemler, bu sistemle uygulanabilen yapı türleri hakkında gerekli bilgilerin elde edilmesi amacıyla ön araştırmalar yapılmıştır. Ön araştırmalarda izlenen aşamalar aşağıdaki gibidir:

1. Veri toplama ve örneklerin seçimi
2. Yapı analiz tablolarının oluşturulması

2.2.1. Veri Toplama

Tutkallı tabakalanmış ahşap sistemin araştırılmasında kitap, dergi, tez ve internet kaynaklarından yararlanılmıştır. Farklı kaynaklardan elde edilen bilgiler analiz ve sentez aşamalarından geçirilerek araştırmada kullanılmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda tutkallı tabakalanmış ahşap sistemin uygulandığı örneklerden bazıları analiz yapılması için seçilmiştir. Seçilen örneklerin literatüre girmiş ve çarpıcı örnekler olmasına dikkat edilmiştir.

2.2.2. Yapı Analiz Tablolarının Oluşturulması

Ek Tablo 1- Ek Tablo 22 arasında gösterilen yapı analiz tabloları literatür çalışmasından yararlanarak yapıyı ve sistemi tanıtan bilgilerle hazırlanmıştır. Her bir yapı bilgisi yanında, resim, şekil ve detaylarla desteklenmiştir. Türkiye’de sistemin

uygulamaları oldukça sınırlı olduğu için, Türkiye'den yalnızca bir örnek incelemeye alınmıştır.

2.2.2.1. Tablonun Yapısı ve İçeriği

Yapı analiz tablosu 4 bölümden oluşmaktadır:

1. Yapıya ait bilgiler
2. Strüktür sistemine ait bilgiler
3. Strüktür elemanına ait bilgiler
4. Malzemeye ait bilgiler

2.2.2.1.1. Yapıya Ait Bilgiler

Bu bölümde incelenecek yapının adı, işlevi, yeri, yapım yılı, mimarı, yapının plan geometrisi ve formu ele alınmıştır.

2.2.2.1.1.1. Yapının Adı

Yapının bulunduğu bölgede anıldığı addır.

2.2.2.1.1.2. Yapının İşlevi

Yapının tamamının sahip olduğu işlevdir.

Tutkallı tabakalanmış ahşap sistemin kullanım alanı oldukça geniştir. Hemen hemen her türlü işleve sahip yapıda uygulanabilen bir sistemdir. Bazı kullanım örnekleri kapalı yüzme havuzları, spor salonları, buz pateni- hokey salonları; fabrika, depo, hangar, kapalı arıtma tesisleri; yaya, taşıt köprüleri; konutlar vb. olarak sayılabilir.

Yüksek katlı yapılarda kullanımı, büyük açıklık geçen strüktür sistemlerinde kullanımı kadar ekonomik olmaması sebebiyle yaygın değildir.

Sistemin konutlarda kullanımında, genellikle geleneksel strüktür sistemleri kullanıldığından, analiz tablolarında konut örneğine yer verilmemiştir.

2.2.2.1.1.3. Yapım Yeri

Yapının yapılmış olduğu yerdir.

2.2.2.1.1.4. Yapım Yılı

Yapının tamamlanmış olduğu yıldır.

2.2.2.1.1.5. Yapının Mimarı

Yapıyı tasarlayan mimarın adıdır.

2.2.2.1.1.6. Yapının Plan Geometrisi/Form

Yapıyı kestiğimizde elde ettiğimiz biçim, plan geometrisi olarak tanımlanabilir. Yapıların algılanmasında öncelikle mimari form öne çıkmaktadır. Formun geometrik özellikleri yapının biçimsel karakterini belirler. Form, yapının plan geometrisinin anlaşılmasında temel rol oynar.

2.2.2.1.2. Strüktür Sistemine Ait Bilgiler

Strüktür sistemini tanıtan bilgilerin yer aldığı bölümdür. Farklı alt başlıklar ile ele alınmıştır.

Zamanla çeşitli anlamlarda kullanılmaya başlanan strüktür terimi, bir yapıyı ayakta tutan sistem olarak tanımlanabilir.

Doğan Kuban'a göre strüktür, biçimle ilgilidir. Biçim, meydana gelmeden önce bir tasarı olarak vardır. Bir su kabının biçimi, hangi malzeme ve hangi teknikle yapılırsa yapılsın -ister camı üfleyerek, ister tahtayı oyarak- bunlardan bağımsız bir tasarım olarak vardır. Biçim, malzemeyi salt malzeme olmaktan kurtarıp ayağa kaldıran düzendir. Bu düzen, kendini yaşatacak, ayakta tutacak bir iskelete gereksinim duyar. İşte bu iskelete yani biçimi ayakta tutacak sisteme strüktür denir (38).

Strüktür, malzeme ve yapım yöntemleri ile sınırlıdır. Betonarme veya çelikten yapılan bir strüktür, kerpiçle tekrar edilemez. Yani, her malzeme istenen strüktürleri ve buna bağlı olarak, istenen biçimleri elde etme olanağı vermez (38).

Yapı sektöründe strüktür denildiğinde, yapının veya elemanın taşıyıcılık özelliği vurgulanmakta, dolayısıyla taşıyıcı elemanların oluşturduğu ürün anlatılmaktadır. Bir yapı elemanı, taşıyıcı sistemin bir parçası olabilir veya olmayabilir. Yapı, taşıyıcı olan veya olmayan tüm elemanların, strüktür ise bunlardan sadece taşıyıcı olanların bütünüdür. Taşıyıcı sistemin herhangi bir elemanının belirgin bir özelliği ise onun kendisinden başka bir yapı elemanının da yükünü taşıması, ortadan kaldırılması durumunda strüktür sisteminin dengesini kaybetmesine neden olmasıdır (39).

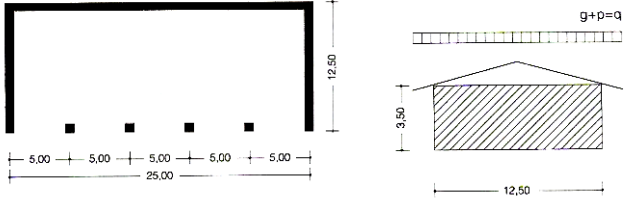
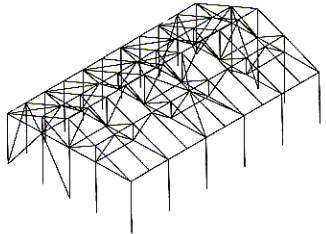
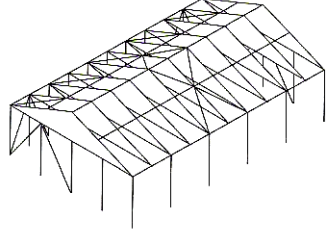
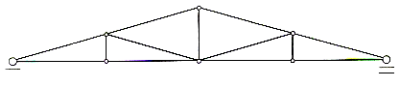
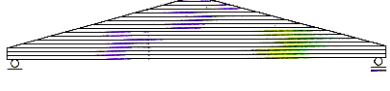
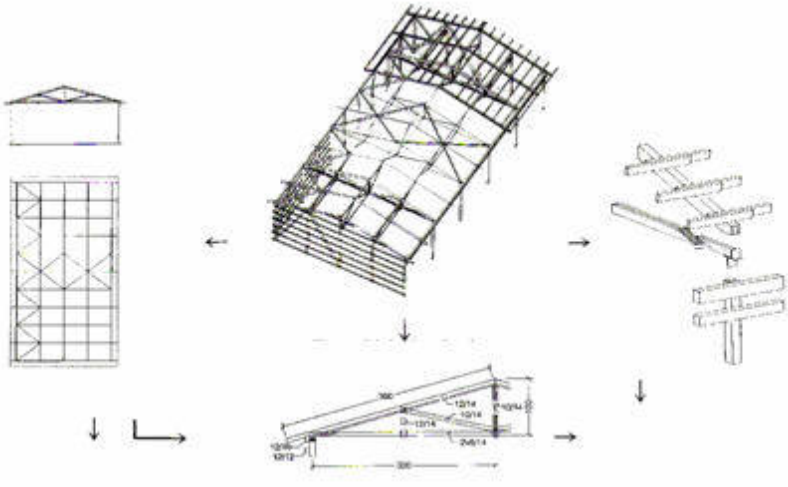
Örneklenecek olursa, bir yapı elemanı olan duvarlar, yığma kagir yapılarda aynı zamanda bir taşıyıcı elemandır. Karkas yapılarda duvarlar sadece bir yapı elemanı niteliğindedir. Kolon, kiriş ve döşemeler ise taşıyıcı elemanlardır. Dolayısıyla strüktür sistemi (taşıyıcı sistem) deyimini ile bir yapının taşıyıcı elemanlarının oluşturduğu bütün ifade edilmektedir (39).

Mimari alanda strüktürler, bir mekanı örterek belirlemek, iki noktayı birleştirmek (köprü, asansör, vb.), doğal kuvvetlere karşı direnen mimari öğeler oluşturmak (baraj – istinat duvarı) amacıyla da üretilebilirler (39).

2.2.2.1.2.1. Tasarım ve Modelleme Teknolojisi

Strüktür sisteminin tasarımının üretime geçirilmesi için izlenen yolu ifade eder. Tutkallı tabakalanmış ahşapla oluşturulacak olan strüktür sisteminin bilgisayar ortamında çizimleri yapılır, detaylandırılır, her bir elemanın ölçüleri detaylı olarak verilir ve üretim için fabrikaya gönderilir (Tablo 3).

Tablo 3. Tasarım ve Modelleme Teknolojisi (29)

Tasarım Yöntemi	Bilgisayar ortamında CAD- çizimler yardımıyla	
<p>Plan boyutları Açıklıklar Çatı eğimi Yük kabulleri</p>		
<p>Ana strüktürel sistem, tali strüktürel sistem, bağlantı sistemi ve bina kaplaması (çatı, duvar) için izometrik çizimler kullanarak varyasyonlarının geliştirilmesi</p>	<p>Varyasyon 1</p> 	<p>Varyasyon 2</p> 
<p>Öncelikli boyutlar ve mekanın konseptinin elde edilmesi: Masif ahşap Tutkallı tabakalanmış ahşap</p>	<p>Strüktürel sistem varyasyon 1</p> 	<p>Strüktürel sistem varyasyon 2</p> 
<p>Karar</p>	<p>Tasarım, Malzeme fiyatları, Ekonomik verimlilik gibi çeşitli karşılaştırmalara dayanır.</p>	
<p>Projenin detaylı tasarımı Strüktürel hesaplar Strüktürel çizimler Detaylı tasarım Diğer bilgiler Konstrüksiyon Strüktürün teknik çizimleri Ahşap üretim çizimleri Parçaların listeleri</p>		
<p>Yapım denetimi</p>	<p>Üretilen detay çizimlerle karşılaştırma, üretim sırasında denetimler, inşaat alanında denetimler</p>	
<p>Faturalama</p>	<p>CAD programıyla üretilen parça listeleri ve miktarları vasıtasıyla</p>	

2.2.2.1.2.2. Strüktür Geometrisi

Tablo 4’de görülen sınıflandırmada malzeme özelliği hiçbir şekilde etkin olmamıştır. Söz konusu taşıyıcı sistem sınıflandırması, tüm cisimleri geometrik yönden belirtmek amacıyla kullanılabilir, nokta, çizgi, düzlem ve hacim kavramlarından hareket etmektedir. Strüktür sistemleri veya elemanları da idealleştirilerek bu kavramlardan birine sokulabilirler. Nokta tek başına bir strüktür sistemi oluşturmadığı için tablo dışında bırakılmıştır.

Tablo 4’ün daha ayrıntılı anlatımı taşıyıcı sistemlerin sınıflandırılmasında ele alınmıştır.

2.2.2.1.2.2.1. Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması

Yapılar bu güne kadar farklı kaynaklarda farklı sınıflandırmalarla ele alınmıştır. Bu araştırmada üç farklı sınıflandırma ele alınacaktır(21):

1. Genel bir strüktür sınıflaması
2. Heinrich Engel’in strüktür sistemleri sınıflaması
3. Geometrik çıkışlı bir strüktür sınıflaması

2.2.2.1.2.2.1.1. Genel Bir Strüktür Sınıflaması

Biçimsel ve geometrik farklılıklar bir kenara bırakılırsa tüm taşıyıcı sistemleri genel ilkeler çerçevesinde, üç ana grupta toplamak olasıdır. Bu açıdan yapılacak bir gruptamada,

- Yığma sistemler,
- İskelet (karkas) sistemler,
- Yüzeysel taşıyıcı sistemler,

diye üç ana grup belirlenmiştir ki, bu, taşıyıcı sistem sınıflamasına getirilebilecek en yalın bir yaklaşım olmaktadır (21).

- Yığma Sistemler

Yığma sistemleri belirleyen özellikler taşıyıcı elemanların yığılma sonucu, üst üste getirilip bir bağlayıcı madde ile bütünleştirilerek oluşturulmasıdır.

Zaman içinde yığma sistemlerdeki malzeme kullanımının azalmasında en büyük etken de kemer ve kubbe gibi yığma sistem elemanlarının strüktürel etkinliğidir.

Yığma sistemlerin düşey taşıyıcı elemanlarında (duvarlar ve kolonlar) taş, kerpiç, tuğla vb. gibi kagir malzemeler kullanılır ve sistemde hakim olan gerilme türü basınçtır(21).

- İskelet Sistemler

Taşıyıcı sistemi ayakta tutan elemanlarla fiziksel etkilerden korunmak için yapılan örtücü elemanların birbirinden farklı olduğu taşıyıcı sistemlere genel bir yaklaşımla iskelet (karkas) sistemler denmektedir. Böylece örtücü ve taşıyıcı elemanlar birbirinden çok farklı malzemelerden yapılabilir. Kolon, kiriş, plak, levha (panel) gibi elemanlardan kurulan betonarme karkas binalar, ahşap karkas yapılar, çelik ve ahşap çubuklardan yapılan düzlem makas ve kafes kirişler, uzay kafesler, metal çubuklardan kurulan kubbe ve tonozlar, hatta kablo sistemler iskelet sistemlerin örneklerine katılabilir. Çünkü sayılan tüm örneklerde taşıyıcı elemanlarla örtücü elemanlar birbirlerinden farklı düşünülür, hesaplanır ve uygulanır (21).

- Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler

Üçüncü grup olarak yüzeysel taşıyıcı sistemler gelir. Yüzeysel taşıyıcı sistemlerde yükler 2 veya 3 doğrultuya aktarılır. 2 doğrultulu yük aktarımında düzlem yüzeysel elemanlar, 3 doğrultulu yük aktarımında uzaysal taşıyıcı sistemler söz konusudur. Bu gruba, katlanmış plaklar, kabuklar, betonarme veya plastik hücreler, membranlar, pnömatik sistemler vb. gibi örnekler katılabilir (21).

2.2.2.1.2.2.1.2. Heinrich Engel'in Strüktür Sistemleri Sınıflaması

H. Engel tüm strüktür sistemlerini 5 ana grupta incelemektedir. Bu taşıyıcı sistemlere verdiği adlar sırasıyla:

- Kütle Etken Strüktür Sistemleri
- Yüzey Etken Strüktür Sistemleri
- Biçim Etken Strüktür Sistemleri
- Vektör Etken Strüktür Sistemleri
- Dikey Taşıyıcı Sistemler

- Kütleye Etken Strüktür Sistemleri

Dış etkilere karşı kütleleriyle direnen, kuvvet aktarımında, taşıyıcı sistemin dayanımını arttırmada kütlelerin başta gelen etken olduğu taşıyıcı sistemler veya elemanları bu gruba girerler. Bu gruptaki taşıyıcı sistemler ağır kütlelere sahiptir(21).

Bu özelliklere sahip taşıyıcı sistemler

1. Yığılma Sistemler

2. İskelet Sistemler

a. Betonarme Karkas Sistemler

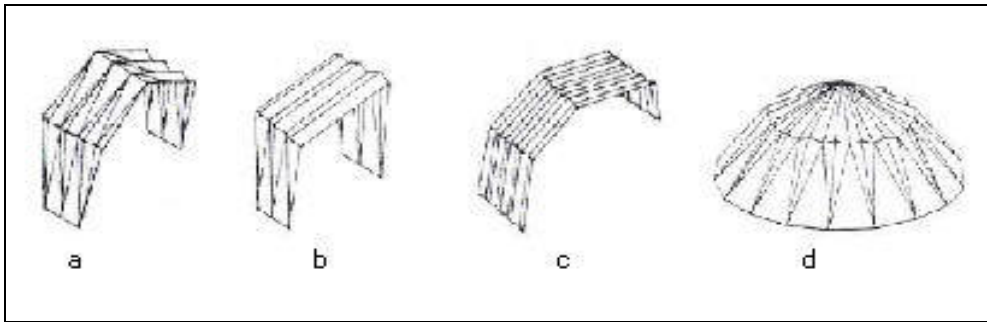
b. Düzlem Eleman ve yüzeylerden oluşan farklı malzemeli karkas sistemler

- Yüzeyle Etken Strüktür Sistemler

Kütle etken taşıyıcı sistemlerden farklı olarak, strüktürel dirençleri yüzeylerinin biçimlerinden ötürü artan, kalınlıkları diğer iki boyutlarına göre az olan taşıyıcı sistemler bu grupta yer alır. Burada düzlem yüzeyler, yerini katlanmış veya eğrilikli yüzeylere bırakır. Bu taşıyıcı sistemler hem taşıma, hem de örtme görevini aynı elemanda yerine getirirler.

- Katlanmış Plaklar: Güçlü bir kesitte birbirini takip ederek doğru açılarda rijit olarak bağlanmış, büyük bir açıklık üzerinde yük taşıyabilen, ince, düz elemanlardır. Katlanmış plaklar üçgen, trapez ve dikdörtgen yüzeye sahiptirler(24).

Katlanmış plaklar ilk olarak iki tipte incelenir: prizmatik ve prizmatik olmayan (Şekil 55) (24).



Şekil 55. Katlanmış plak tipleri: a) üç bağlantılı katlanmış plak portal çerçeve, b) iki bağlantılı katlanmış plak portal çerçeve, c) katlanmış plak kemer, d) katlanmış plak kubbe (24)

Katlanmış plaklar ahşapla maksimum 30 m lik açıklığa sahip olabilir, yaygın olarak kullanılan bir biçim değildir. Açıklık arttıkça, kesit derinliği de artar. Strüktürün derinliğinin artması sebebiyle de büyük açıklıklar için uygun değildir (24).

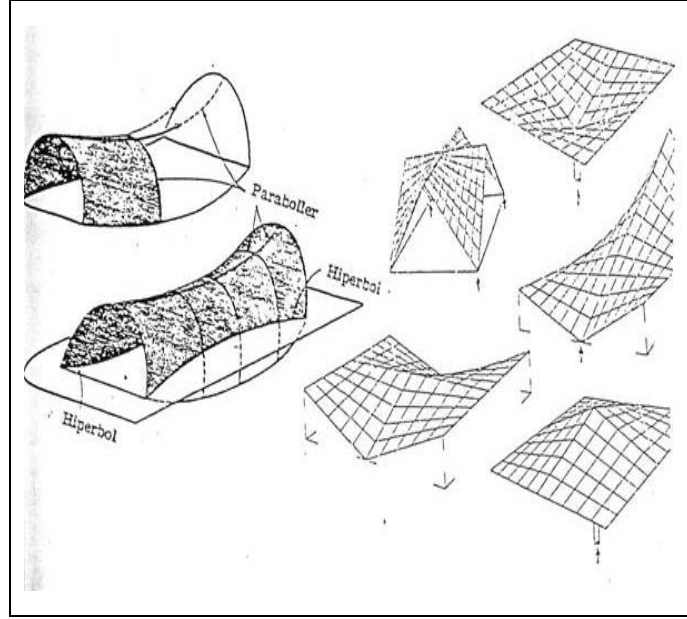
- Kabuklar: ‘Kabuk’ terimi, eğrisel katı bir döşeme veya basınçlı panel olarak yapılan membrandan oluşturulan üç boyutlu strüktürler için kullanılır (36). Kabuklar bir çubukla tasarlanabilir, onun üzerine destekleyici bir tabaka gelir; veya çubuksuzdur, tabaka tamamen kabuk olarak biçimlenmiştir. Kabuklar, tonozlu; hiperbolik, paraboloid, eliptik; piramidal biçimli olabilirler.

Tonoz kabuklar: Tonoz kabuklar ahşap için, formu sebebiyle uygundur. Onlar eğrisel bir kiriş gibi çalışır ve eğrilikli formu ahşapla yapmak kolaydır. Kemerlere karşılaştırıldığında, tonozlar, yükseklik-genişlik oranı açısından daha kararludur, çünkü tonozlarda, daha büyük derinlikli elemanlarla daha küçük bir açıklık geçilir. Aynı derinlikte bir kemer formu tonozdan daha büyük bir açıklığı geçebilir. Bu sebeple kemerdeki gerilme, tonoz bir strüktürle karşılaştırıldığında daha fazladır (24). Sheffield Winter Garden tonoz kabukla oluşturulmuş bir yapıdır (Şekil 56).

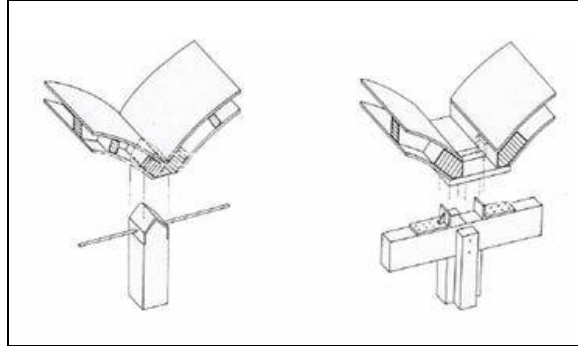


Şekil 56. Sheffield kış bahçesinin çatı strüktürü

Hiperbolik, paraboloid, eliptik kabuklar: Bir dizi kesişen çizgi, semer biçimine sahip, hiperbolik bir kabuk formu oluşturmak için bir araya gelir. Konkav ve konveks biçimler iki parabolün iki aktarıcı yüzeyidir. İki yüksek nokta arasındaki gerilme güçleri ve iki alçak nokta arasındaki basınç güçleri tarafından yükler kenar elemanlara taşınır. Kenar elemanlar çoğunlukla aksenal basınçla yüklerin taşınmasını sağlar (Şekil 57).



Şekil 57. Hiperbolik- paraboloid kabuklarda uygulanan çeşitli formlar (20)



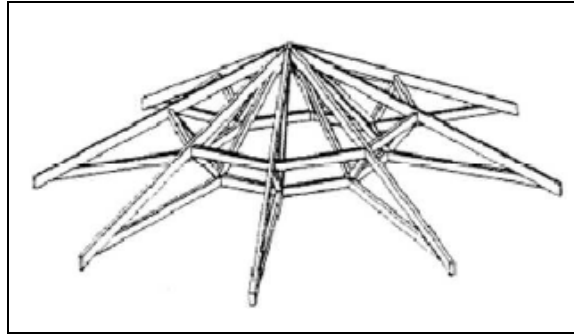
Şekil 58. Hiperbolik- paraboloid kabukların kolon bağlantıları (29)

Almanya'nın World Expo yapısı, kolonlarla desteklenen 10 tane aynı, kemerli çatı strüktüründen oluşur (Şekil 59).



Şekil 59. Hanover Expo çatı strüktürü

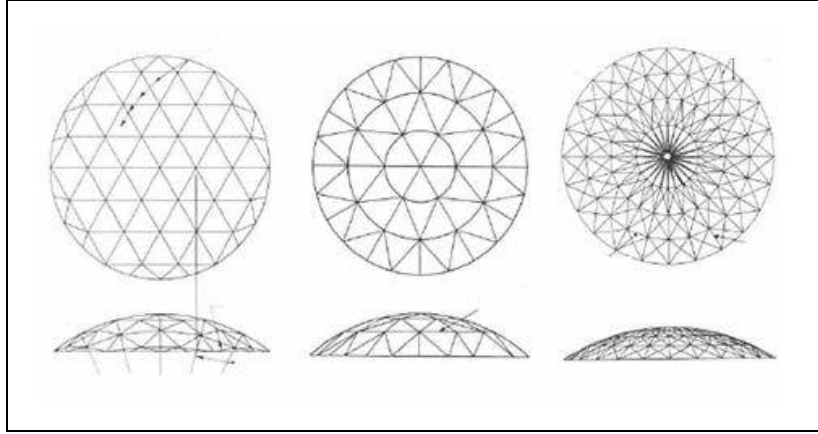
Piramidal kabuklar: Makaslar genellikle iki boyutlu olarak kullanılmasına rağmen, aynı kurallar dört veya daha fazla kenarlı piramit formu için de kullanılabilir (Şekil 60).



Şekil 60. Piramit şeklinde kabuk strüktür (24)

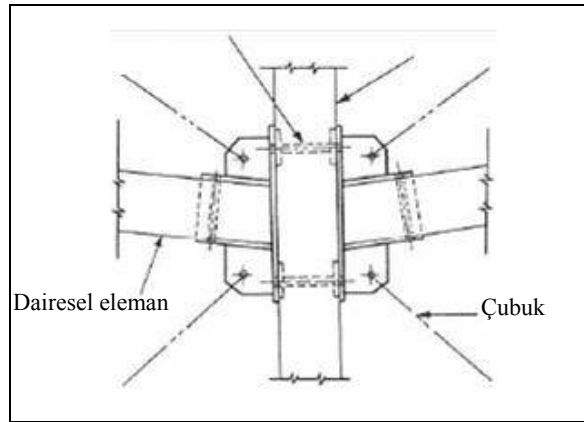
• Kubbeler: Bir yüzey üzerinde bulunan eğrisel elemanlar veya düz elemanlarla, yine yüzey üzerinde bulunan, onların bağlantılarından oluşur. Dairesel elemanlar eğrilikli veya düz olabilirler. Çubuk sayısına genellikle kubbenin çevre ölçüsüyle karar verilir. Kubbe geometrileri 3 tipte sıralanabilir:

- Triax
- Varax
- Radyal kubbe olarak sınıflandırılabilir (Şekil 61) (32).



Şekil 61. Genel olarak kubbe geometrisi tipleri a) triax, b) varax, c) radial kubbe (32)

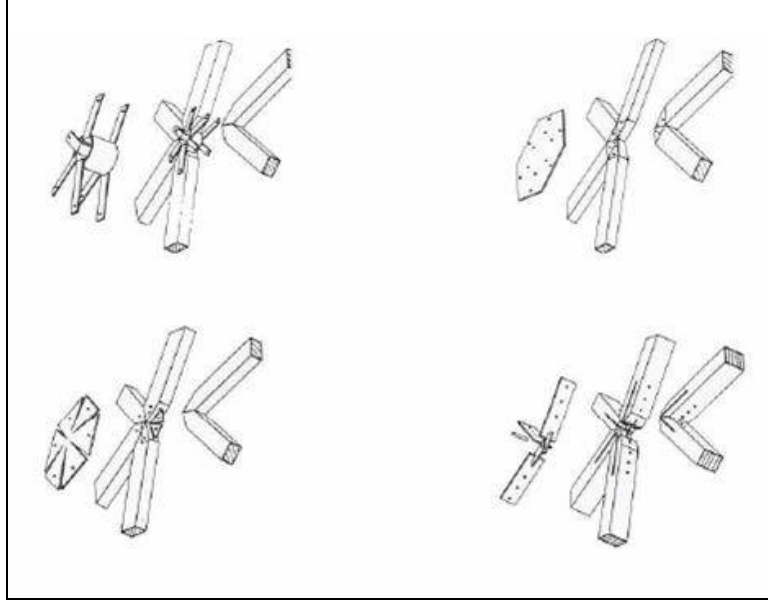
Kubbe tasarımında, elemanların farklı eksenlerden bağlanması sebebiyle bağlantılar çok önemlidir. Kubbenin montaj ve çapraz bağlantılarının maliyeti çok yüksek olabilir (Şekil 62).



Şekil 62. Radyal çubuklu kubbe bağlantısı (32)

Kubbe tasarımında ana problemlerden birisi bağlantı elemanlarının farklı yönlerde olmasıdır.

Ahşap elemanlar birbirine çelik plak, halka, çivi ve cıvata gibi çelik bağlantılarla bağlanırlar (Şekil 63). Cıvatalı bağlantılar, kuvvetlere plaklar ve halkalar kadar dayanıklı değildirler.



Şekil 63. Kubbe tasarımında çubuk bağlantıları tipleri (29)

- Biçim Etken Strüktür Sistemleri

İki ucundan tutulup bırakıldığında kendi ağırlığı altında zincir eğrisini oluşturan bir kablo veya bir zincir gibi biçimin yük altında oluştuğu sistemler biçim etken strüktür sistemleridir.

Zincir eğrisi biçiminin oluşabilmesi için malzemenin esnek olması (kablo veya bez gibi) veya strüktür ögesinin çok mafsallı olması (zincir gibi) gerekmektedir. Esnek veya çok mafsallı elemanlar kendi başlarına ayakta duramayıp ancak desteklenerek biçimlerini korurlar, aksi halde sarkarlar (21).

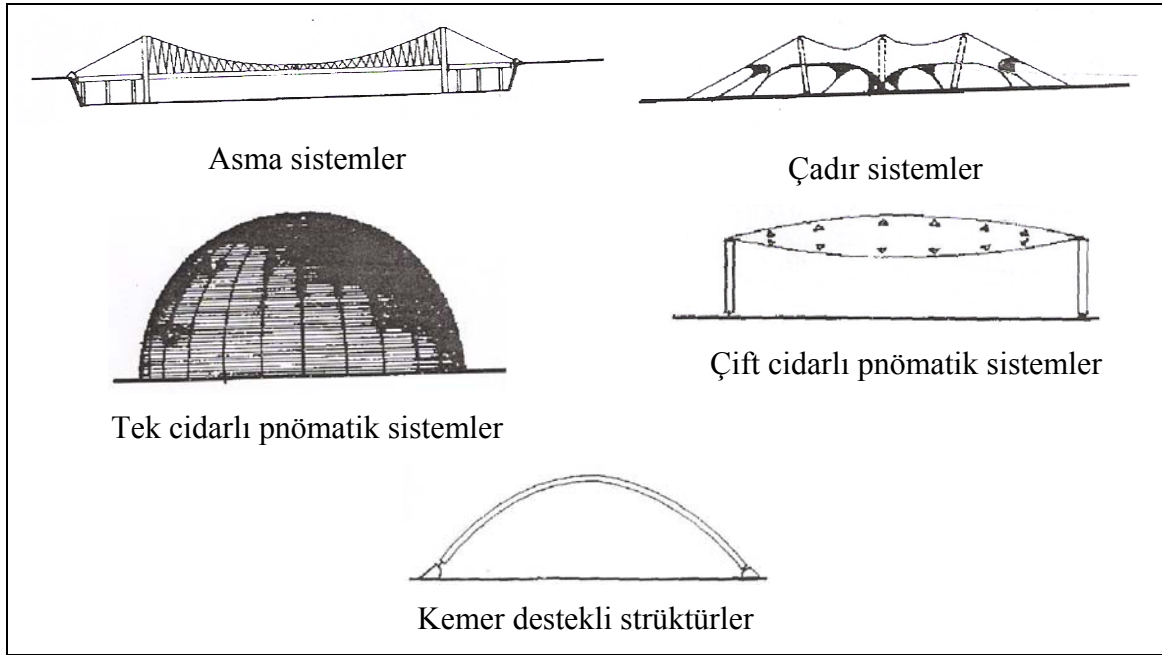
Sarkma sonucu oluşan bu biçimlerin yönlerini ters çevirerek malzemelerini basınca dayanıklı yapmak koşulu ile bünyesinde sadece basınç gerilmesi olan taşıyıcı sistemler bulunabilir. Bunun en güzel örneği kemerdir. Zincir eğrisinin ters döndürülmesiyle bulunan parabolik kemerler basınca en dayanıklı kemer türüdür (21).

Biçim etken strüktür sistemlerinde, yüzey etken sistemlerde olduğu gibi eğri yüzeyli geometriler yaygındır, ancak burada sürekli yüzeylere (örneğin membranlar) ek olarak ayırık yüzeylerde (örneğin kablo sistemler) yoğun bir düzeyde kullanılmaktadır (21).

H. Engel'in sınıflamasında biçim etken strüktür sistemleri grubuna giren strüktür sistemleri şunlardır:

- Kablo sistemler
- Çadır sistemler

- Pnömatik sistemler
- Tek cidarlı
- Çift cidarlı
- Kemer destekli sistemler



Şekil 64. Biçim etken strüktür sistemleri

Gruba dahil edilmemiş fakat aynı özelliklere diğer örnek, kablo ağlarının ters döndürülmesiyle bulunan kubbemsi örtülerdir (21).

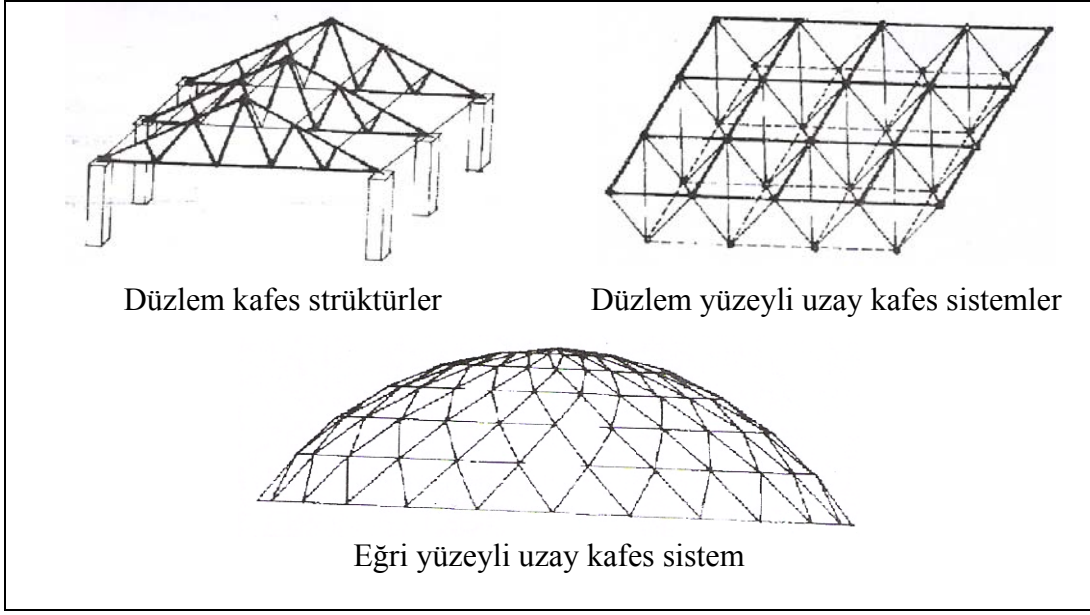
- Vektör Etken Strüktür Sistemleri

H. Engel bu gruba mafsalı düğüm noktalarından ve doğrusal çubuklardan kurulan düzlemsel çubuk sistemlerle (düzlem kafes sistemler) uzaysal çubuk sistemleri (uzaysal kafes sistemler) katmaktadır.

Bilindiği gibi mafsalı düğüm noktalarına sahip olan bir taşıyıcı sistemin çubuklarında bazı diğer koşulların da sağlanmasıyla sadece aksenal kuvvetler, başka bir deyişle bazı çubuklarda çekme bazılarında basınç oluşur. H. Engel, sistem bünyesinde oluşan bu aksenal kuvvetlerin vektörlerle tanımlanması (vektörel kuvvetler olması) nedeniyle, bu gruba kattığı taşıyıcı sistemlerde vektör etken tanımını yapabilmektedir.

Vektör etken strüktür sistemleri grubuna giren örnekler şunlardır:

- Ahşap makaslar
- Düzlem ve eğri kafes kirişler
- Betonarme kafes kirişler
- Düzlem yüzeyli uzay kafes sistemler
- Eğri yüzeyli uzay kafes sistemler

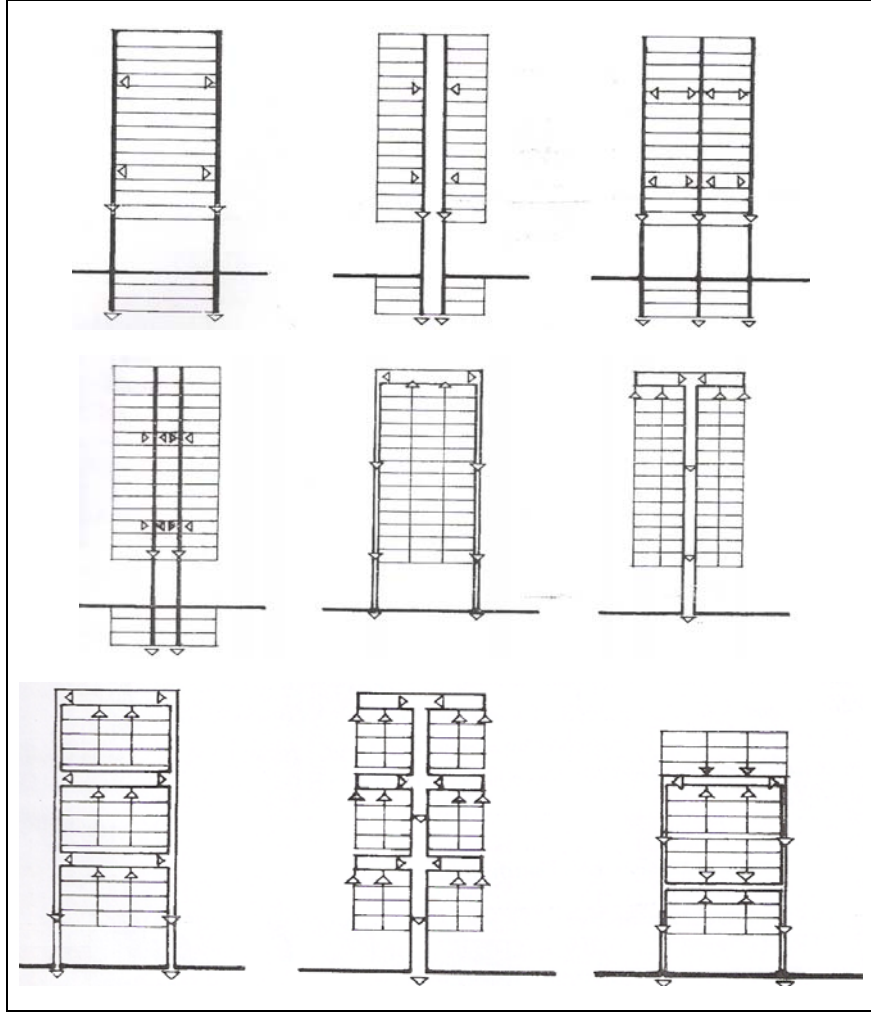


Şekil 65. Vektör etken strüktür sistemleri

- Düşey (Dikey) Strüktür Sistemleri

Bu grupta birbirleri üzerine sıralanan yatay düzlemlerin kuvvetlerini önce çekirdeklere ve burada mesnetlenen yatay elemanların toplam yüklerini düşey elemanlarla (çekirdeklerle) zemine aktaran çok katlı yapılar yer almaktadır. Düşey strüktür sistemleri olarak tanımlanan bu taşıyıcı sistemlerde iki farklı taşıyıcı elemanlar grubu bulunmaktadır.

- Döşeme elemanları veya kat plakları (yatay taşıyıcı elemanlar)
- Çekirdek (düşey taşıyıcı elemanlar)



Şekil 66. Düşey taşıyıcı sistemlerde taşıyıcı elemanların düzenlenmesi,

2.2.2.1.2.2.1.3. Geometrik Çıkışlı Bir Strüktür Sınıflandırılması

Tablo 4'de dört düşey şeride (kolona) ayrılmış ve üstten aşağıya doğru inildikçe sırasıyla:

- Strüktür geometrisi birkaç alt bölümlenme ile belirtilmiş,
- Strüktür sistemlerindeki veya elemanlarındaki gerilme durumuna göre, yaygın (bilinen) strüktür sistemlerinden örnekler verilmiş,
- Strüktür sistemlerinin genel tanımlaması yapılmıştır.

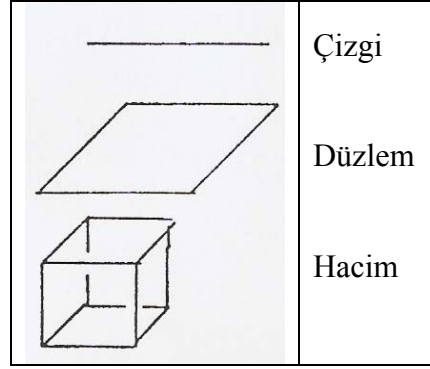
- Temel Geometrik Kavram

Yukarıda da belirtildiği gibi bu kavramlar çizgi, düzlem ve hacim olmak üzere üç tanedir. Strüktür geometrisinin bunlardan hangisine katılacağını belirlemek için o

strüktürün adını aldığı özelliğini kaybetmeyeceği en küçük (limit) durumdaki geometriye dikkat edilmelidir.

- Geometrik Kavramın Biçimi

Bununla üç temel kavramın biçimsel farklılıkları belirtilmek istenmektedir. Bir çizginin biçimi, düz veya eğridir. Bir düzlem (döşeme, plak, perde, panel vb.), tek başına kullanıldığında iki boyutlu doğrultusunda yük aktarır. Birçok düzlemler bir araya yük aktaracak biçimde gelerek katlanmış yüzeyleri veya hücreleri oluşturduklarında üç boyutlu hacimsel taşıyıcılar ortaya çıkar. Hacimler ise ya düzlem yüzeylerle (küp, prizma gibi) veya eğri yüzeylerle (küre, silindir gibi) sınırlanabilirler (Şekil 67)

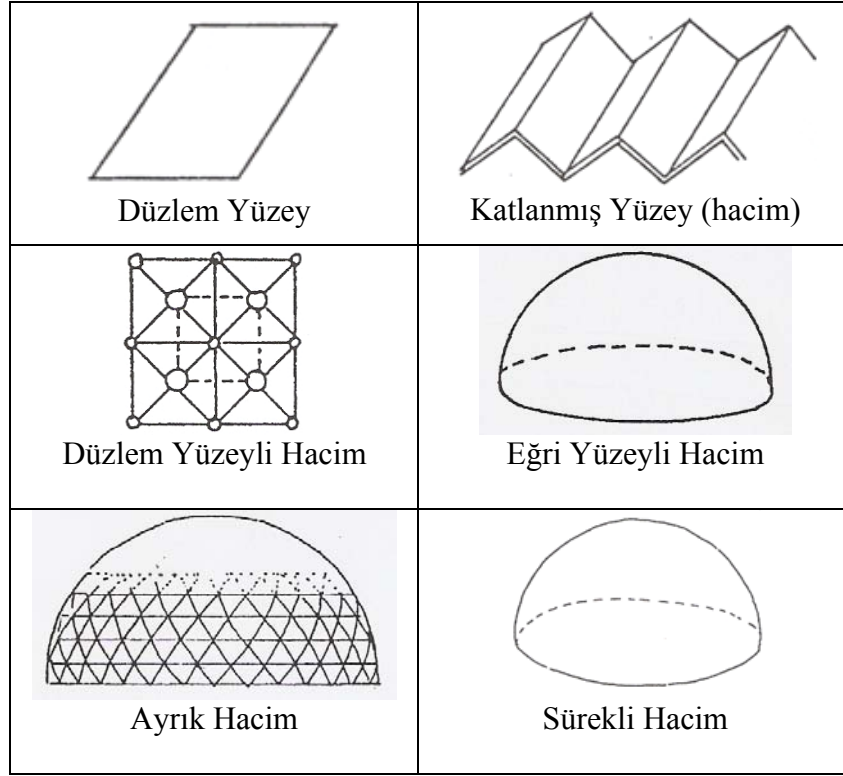


Şekil 67. Temel geometrik kavramlar

- Geometrik Kavramın Oluşumu

Bu sınıflandırmada, her bir temel kavram için ek olarak, ayrık ve sürekli sıfatları önerilmektedir. Ayrık terimi, Tablo 4'deki temel geometrik kavramların çizgisel elemanlardan oluştuğunu, sürekli terimi ise elemanlarda herhangi bir kesikliğin olmadığını, yüzeyin bir bütün olarak yük taşımaya katıldığını belirtmeyi amaçlamaktadır. Sürekli geometrili strüktür sistemlerinde yükler yüzey içinde, ayrık geometrililerde çizgiler boyunca etkir.

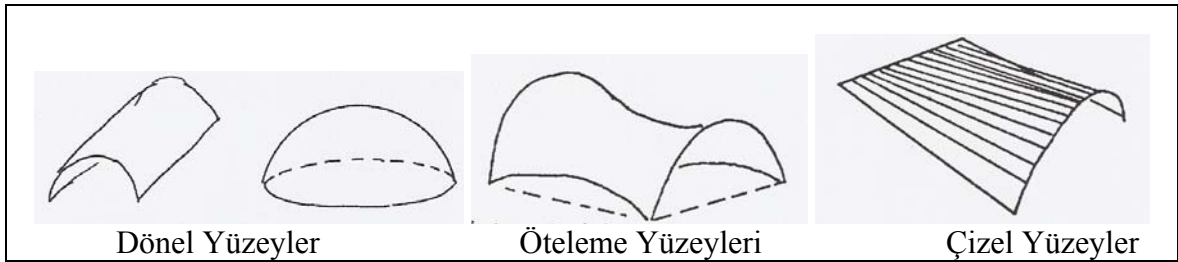
Böyle bir ayırım; strüktür sınıflandırmasını daha ayrıntılı yapabilme olanağını sağlamaktadır. Örneğin jeodezik kubbe, tek boyutlu (çizgisel) taşıyıcı elemanlardan oluşan, bünyesinde çekme ve basınç gerilmeleri geliştiren bir ayrık hacim, aynı geometrik özellikteki kabuk kubbe ise, yük taşınması yüzeysel olan, bünyesinde çekme, basınç, kayma ve eğilme gerilmeleri oluşan bir sürekli hacimdir (Şekil 68).



Şekil 68. Geometrik çıkışlı strüktür sınıflamasında temel geometrik kavramlar

- Geometrik Alt Açınımlar

Her bir taşıyıcı sistemin kendine özgü geometrik özellikleri vardır ve bunlar strüktür sistemlerini sınıflamada yardımcı ölçütler olarak değerlendirilebilirler. Herhangi bir geometrik kavramın daha ayrıntılı tanımlanmasında kullanılabilecek yardımcı-açıklayıcı bilgiler, geometrik alt açınımlar oluşturur. Örneğin eğri yüzeyli bir taşıyıcı sistemde farklı eğrilikler söz konusudur. Ek olarak; eğri yüzeyin türetilme yöntemini belirtmek (örneğin, dönel yüzey, öteleme yüzeyi, çizel yüzey vb.) söz konusu strüktür geometrisinin anlaşılmasına büyük katkıda bulunmaktadır (Şekil 69).



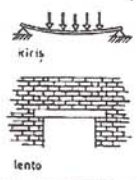
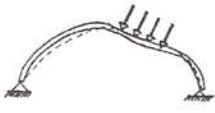
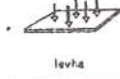
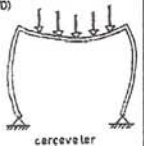
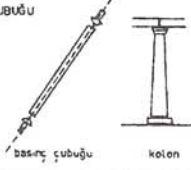
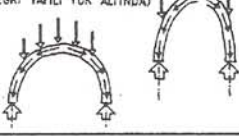


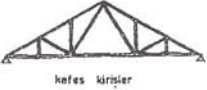
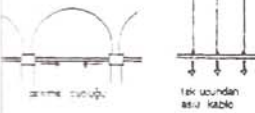
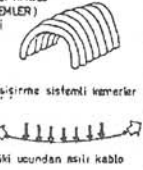
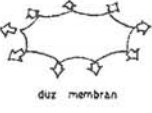

Şekil 69. Sınıflamada kullanılan bazı geometrik alt açınımlar (eğri yüzeylerin alt açınımları)

- Strüktürde veya Elemanlarındaki Gerilme Durumları

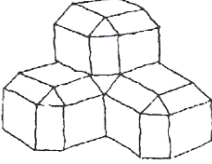

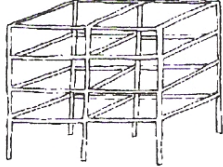
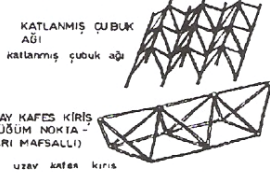

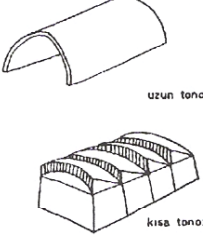
Tablo 4'de örnek olarak verilen strüktür sistemlerinde veya karakteristik strüktürel elemanlardaki gerilme türleri; eğilme, basınç, basınç-çekme ve çekme olmak üzere 4 grupta bölümlenmiştir

- Yük Taşıma İlkesine Göre Strüktürün Tanımlaması



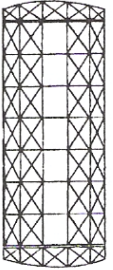



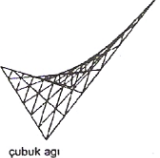


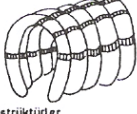
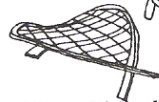
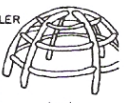
Bu maddeyle, bir strüktür sistemindeki yük dağılımının özelliği anlatılmak istenmiştir. Burada üç yaklaşım söz konusu olmaktadır. Taşıyıcı sistemde yükler tek, iki veya üç doğrultuda, yani çizgisel, düzlemsel ve hacimsel olarak gerçekleşir.

ÇİZELGE 2.4.3		GEOMETRİK ÇIKIŞLI BİR STRÜKTÜR SİSTEMLERİ SINIFLAMASI				
GEOMETRİK KAVRAM		1		2		
STRÜKTÜR		ÇIZGI		DÜZLEM		
GEOMETRİK KAVRAMIN OLUŞUMU	GEOMETRİK BİÇİM	DÜZ		DÜZ		
		DÜŞEY	YATAY	EĞİK	SÜREKLİ YÜZEYLER	AYRIK YÜZEYLER
GEOMETRİK ALT AÇILIMLAR		DÜZ		DÜZ		
		DÜŞEY	YATAY	EĞİK	SÜREKLİ YÜZEYLER	AYRIK YÜZEYLER
		DÜŞEY	YATAY	EĞİK	DÜŞEY KONUM	YATAY KONUM
		DÜŞEY	YATAY	EĞİK	EĞİK KONUM	EĞİK KONUM
DURUMU	EGİLME	KIRIŞ LENTO 	ZİNCİR EĞRİLİĞİNDEN FARKLI KEMERLER (ASİMETRİK YÜK ALTINDA) 	PLAK LEVHA (YATAY YÜKLERDE) 	HERVÜR DÖŞEME KASET DÖŞEME (GRİD) ÇERÇEVELER 	
	BASINÇ	BASINÇ ÇUBUĞU KOLON PİLON DİKME 	ZİNCİR EĞRİLİKLİ KEMERLER ZİNCİR EĞRİLİĞİNDEN FARKLI KEMERLER (EĞRİ YAYILI YÜK ALTINDA) 	PERDE (DÜŞEY YÜKLERDE) 	BASINÇ ÇEMBERİ 	
	ÇEKME - BASINÇ				KAFES KİRİŞLER (MAKAS) 	
	ÇEKME	ÇEKME ÇUBUĞU TEK UÇUNDAN ASILI KABLO 	İKİ UÇUNDAN ASILI KABLO (TEK KABLO SİSTEMLER) ŞİŞİRME SİSTEMLİ KEMER 	DÜZ MEMBRAN 	ÇİFT KABLO SİSTEMLER ÇEKME ÇEMBERİ 	
	TEK BOYUTLU (ÇİZGİSEL) TASIYICILAR			İKİ BOYUTLU (DÜZLEMSEL) TASIYICILAR		

Şekil 70. Geometrik çıkışlı bir strüktür sistemleri sınıflaması (21)

ÇİZELGE 2.4.4		GEOMETRİK ÇIKIŞLI BİR STRÜKTÜR SİSTEMLERİ SINIFLAMASI	
GEOMETRİK KAVRAM		3	
GEOMETRİK KAVRAM		DÜZLEM YÜZEYLİ VEYA TEK EGRİLİKLİ HACİMLER	
STRÜKTÜR	GEOMETRİK BİÇİM	<p style="text-align: center;">DÜZ YÜZEYLİ</p> <p style="text-align: center;">SÜREKLİ HACİMLER AYRIK HACİMLER</p> <p style="text-align: center;">EĞRİ YÜZEYLİ</p> <p style="text-align: center;">SÜREKLİ HACİMLER</p> <p style="text-align: center;">TEK EĞRİLİKLİ SÜREKLİ HACİM</p> <p style="text-align: center;">İKİ TABAKALI ÇOK TABAKALI PRAMİDAL KAT. PLAKL. PRİZMATİK KAT. PLAKL.</p> <p style="text-align: center;">İKİ TABAKALI İKİ YÖNLÜ ÜÇ YÖNLÜ ÜÇ TABAKALI İKİ YÖNLÜ ÜÇ YÖNLÜ</p> <p style="text-align: center;">DÖNEL YÜZEYLER ÖTELEME YÜZEYLER REGLE (ÇİZEL) YÜZEYLER SERBEST ŞEKİLLER</p>	
	GEOMETRİK KAVRAMIN OLUŞUMU		
DURUMU	EGİLME	 <p style="text-align: center;">hücre</p>	
	BASINÇ	 <p style="text-align: center;">Prizmatik Katlanmış Plaklar Piramidal Katlanmış Plaklar</p>	 <p style="text-align: center;">uzay çerçeve</p>
GERİLME	ÇEKME + BASINÇ	 <p style="text-align: center;">KATLANMIŞ ÇUBUK AĞI katlanmış çubuk ağı</p> <p style="text-align: center;">UZAY KAFES KİRİŞ (DÜŞÜM NOKTA-LARI MAFSALLI) uzay kafes kiriş</p>	
	ÇEKME	<p style="text-align: center;">ÖN GERİLMELİ ÇUBUK KABLO SİSTEMLER DÜZLEM YÜZEYLİ TENSEGRİTY SİSTEM</p>  <p style="text-align: center;">ön gerilmeli kablo sistemler</p>	<p style="text-align: center;">TONOZ KABUKLAR (KISA-UZUN TONOZ)</p>  <p style="text-align: center;">uzun tonoz</p> <p style="text-align: center;">kısa tonoz</p>
STRÜKTÜR TANIMI AMASI	<p style="text-align: center;">ÜÇ BOYUTLU (HACİMSEL) TASIYICILAR</p>		

Şekil 71. Düzlem yüzeyli veya tek eğrilikli hacimler

ÇİZELGE 2.4.5		GEOMETRİK ÇIKISLI BİR STRÜKTÜR SİSTEMLERİ SINIFLAMASI		
		3		
		ÇİFT EGRİLİKLİ HACİMLER		
GEOMETRİSİ	GEOMETRİK BİÇİM	EĞRİ YÜZEYLİ		
	GEOMETRİK KAVRAMIN OLUŞUMU	SÜREKLİ HACİMLER	AYRIK HACİMLER	
STRÜKTÜR	GEOMETRİK ALT AÇILIMLAR	<p>ÇİFT EĞRİLİKLİ EŞ EĞRİLİKLİ TERS EĞRİLİKLİ SÜREKLİ HACİMLER</p> <p>DÖNEL YÜZEYLER ÖTELEME YÜZEYLER REGLE (ÇİZEL) YÜZEYLER SERBEST ŞEKİLLER</p>	<p>TEK EĞRİLİKLİ AYRIK HACİMLER</p> <p>ÇİFT EĞRİLİKLİ EŞ EĞRİLİKLİ TERS EĞRİLİKLİ AYRIK HACİMLER</p> <p>DÖNEL YÜZEYLER ÖTELEME YÜZEYLER REGLE (ÇİZEL) YÜZEYİ SERBEST ŞEKİLLER</p> <p>TEK TABAKALI İKİ YÖNLÜ ÜÇ YÖNLÜ HAC. ÇOK</p>	
	DURUMU	EĞİLME	<p>EŞ EĞRİLİKLİ KABUKLAR (KÜRESEL) TERS EĞRİLİKLİ KABUKLAR (HİPERBOLİK PARABOLOİD)</p>  <p>eş eğrilikli kabuklar</p>  <p>ters eğrilikli kabuklar</p>	 <p>METAL KABURGA TONOZLAR</p>
GERİLME	ÇEKME + BASINÇ		<p>ÇUBUK AĞI TONOZLAR</p>  <p>çubuk ağı tonoz</p> <p>JEOODOZİK KUB</p>  <p>jeodozik kubbeler</p>  <p>ÇUBUK AĞI KUB.</p>  <p>çubuk ağı hiperbolik paraboloid</p>	
	ÇEKME	<p>PNÖMATİK SİSTEMLER (HP VE KÜRESEL TEK CİDARLI) CADIR SİSTEMLER (SABUN KÖPÜĞÜ)</p>  <p>çadır sistemler</p>  <p>pnömatik sistemler</p>	<p>HORTUM STRÜKTÜRLER tek eğrilikli</p>  <p>hortum strüktürler</p>	<p>TENSEGRİTY KUB. HORTUM STRÜKTÜRLER EĞRİ YÜZEYLİ KABLO AĞLARI</p>  <p>eğri yüzeyli kablo ağları</p>  <p>hortum strüktürler</p>
STRÜKTÜR TANIMI AMASI		ÜÇ BOYUTLU (HACİMSEL) TASIYICILAR		

Şekil 72. Çift eğrilikli hacimler

2.2.2.1.2.3. Strüktürel Form

Tutkallı tabakalanmış ahşapla oluşturulan strüktür sisteminin kapalı veya açık olup olmadığını belirtir.

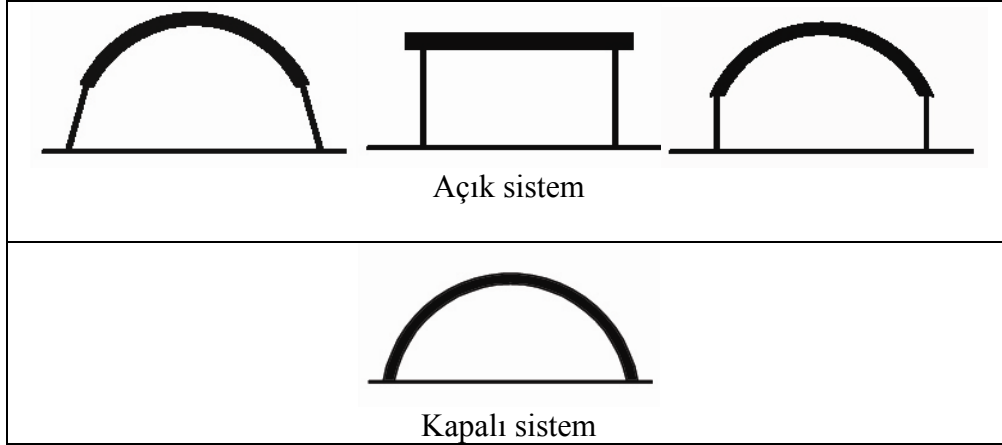
Çağdaş strüktür sistemlerinde form için genel olarak iki olanak söz konusudur.

- Kapalı sistem
- Açık sistem

Kapalı sistem doğrudan doğruya zemine oturtulan, yüzey veya yüzeylerin kendi etrafında kapanarak kapalı bir hacim oluşturduğu bir sistemdir.

Açık sistem, zeminle bağlantısı ancak betonarme perde, ağ kablo, kolon, yan destek duvarları vb. mesnetler aracılığı ile oluşan, zeminden kopuk bir sistemdir.

Açık sistem ve kapalı sistem strüktürel formlar için belirleyici 4 biçim tabloda kullanılmıştır. Bu şekiller Şekil 73’de verilmiştir:



Şekil 73. Strüktürel formun bazı şematik gösterimleri

2.2.2.1.2.4. Strüktürün Türü

Strüktürün türünü belirtmek için Henrich Engel’in strüktür sınıflaması kullanılmıştır. Daha önce içeriği detaylı olarak anlatılan sınıflamanın ana hatları, Tablo 4’de ifade edilmiştir.

Tablo 4. H. Engel'in strüktür sınıflamasının ana hatları (21)

H. ENGEL'İN STRÜKTÜR SINIFLAMASININ ANA HATLARI					
	Kütle Etken Taşıyıcı Sistemler	Yüzey Etken Taşıyıcı Sistemler	Biçim Etken Taşıyıcı Sistemler	Vektör Etken Taşıyıcı Sistemler	Düşey Taşıyıcı Sistemler
Biçim	Prizmatik, düzlemsel geometriler.	Katlanmış yüzeyler, tek veya çift eğrilikli, sürekli yüzeyler.	Biçiminin kuvvet etkisi altında olduğu ters veya eş eğrilikli geometriler.	Düzlemsel veya eğri yüzeyli tüm ayrı geometriler.	Düzlemsel, prizmatik ancak boyut olarak çok büyük biçimler,
Ağırlıklı Gerilme türü	Kagir malzemede basınç, betonarmede eğilme.	Basınç, çekme eğilme.	Tek gerilme tipi. Ya basınç, ya çekme.	Bazı elemanlarda basınç, bazılarında da çekme.	Bilinen tüm gerilme türleri.
Malzeme	Kagir malzemeler betonarme gibi monolitik yapıma uygun, rijit malzemeler.	Betonarme, donatılı plastik gibi monolitik yapıma uygun, rijit malzemeler.	Esnek malzemeler, kagir ve rijit malzemeler (basınca dayanıklı olması yeterli).	Rijit malzemeler (basınca ve çekmeye dayanıklı olmalı).	Her türlü malzeme (rijit, esnek vb.) kullanılabilir.
Örnekler	Yığma kagir yapılar, betonarme karkas yapılar ve tüm elemanları.	Katlanmış plaklar, tek veya çift eğrilikli kabuklar.	Zincir eğrilikli kemer, doğal sabun köpükleri biçimlerinden türetilen kablo, membran ve pnömatik sistemler	Düzlem kafes kirişler, uzay kafes sistemler. Jeodezik kubbeler, çubuk ağı kubbeleri, vb.	Daha önce anlatılan taşıyıcı sistem örneklerinin boyutsal olarak makro ölçekte olanları. Mega strüktürler.

2.2.2.1.2.5. Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri

Tutkallı tabakalanmış ahşap sistemin yapıda nerede kullanıldığını ifade eder. Çatı, duvar ve Çatı+duvar olarak incelenmiştir.

2.2.2.1.2.6. Strüktürün Yapım Öğeleri

Ana strüktürel öğeler, tali strüktürel öğeler, kaplama malzemesi ve bağlantı öğeleri olarak incelemeye alınmıştır.

- Ana Strüktürel Elemanlar: Yapının taşıyıcı sisteminde birincil görev yapan, taşıyıcı öğeler belirtilmiştir.

- Tali Strüktürel Elemanlar: Yapıda taşıyıcı olarak ikincil görev yapan öğelerdir. Taşıyıcı elemanlara destek görevi görürler.

- Dış kabuk öğeleri: Strüktürü dış etkilerden korumak için kullanılan malzemedir.

- Bağlantı Öğeleri: Yapıda kullanılan elemanları birbirine bağlayan malzemeler ve özellikleri belirtilmiştir.

2.2.2.1.2.7. Geçilen Açıklık ve Yükseklik

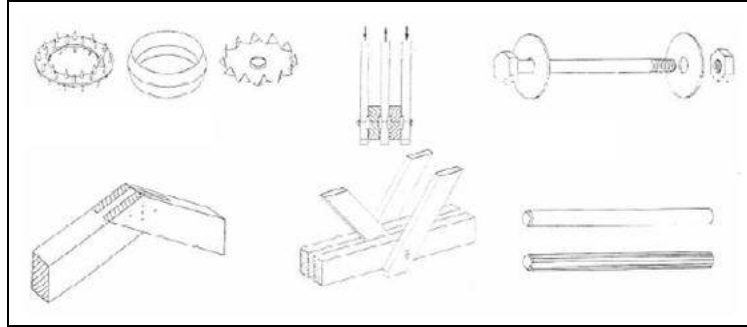
Bir mekanın örtülmesinde, gerçekleştirilecek mekan kurgusunun boyutunun (en, boy ve yüksekliğini), özellikle desteksiz geçilebilecek en büyük açıklığının, kullanılacak malzeme türünün ve onu kullanma teknolojisinin belirlenmesini gerektirir.

Mekanların örtülmesindeki amaç, büyük açıklıkta bir mekanı elde edebilmek ve bu mekanı desteksiz olarak geçebilmektir.

2.2.2.1.2.8. Eleman Bağlantısı - Uygulama Detayı

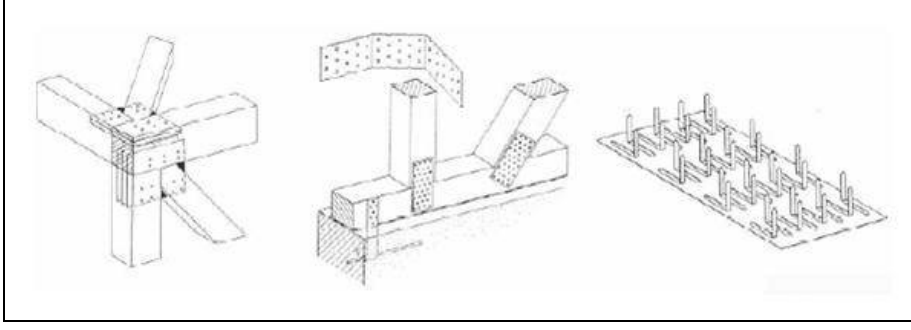
1. Eleman Bağlantısı

Sistemde kullanılan elemanların birbiriyle olan ilişkisini, birbirine bağlanma şeklini göstermeyi amaçlamıştır.



Şekil 74. Ahşap bağlantılar (29)

Ahşap strüktürel sistemin gelişimi, yeni bağlantıların oluşturulmasıyla her zaman ilişkili olmuştur (Şekil 74, Şekil 75). Ahşap elemanların birbirine direk olarak bağlı olduğu geleneksel mekanik bağlantı yöntemleri, uzaysal sistemler yaratmak için uygun değildir. Bu tür bağlantıların yük taşıma kapasiteleri, ahşap profillerle bağlananlarla karşılaştırıldığında daha düşüktür. Bu sebeple, bir bağlantıda çok sayıda bağlantı parçası yerleştirmek gereklidir. Yapılan çalışmalar en avantajlı bağlantı tiplerinin, çelik plaklar veya çelik elemanlarla yapıldığını göstermektedir. Bu bağlantıların en büyük avantajı çok büyük yük taşıma kapasitesine sahip olmaları, bağlantı elemanlarının çok küçük yüzeylerde yerleşmiş olmaları, kusursuz üretim olanağı ve montajın basitliğidir(24).



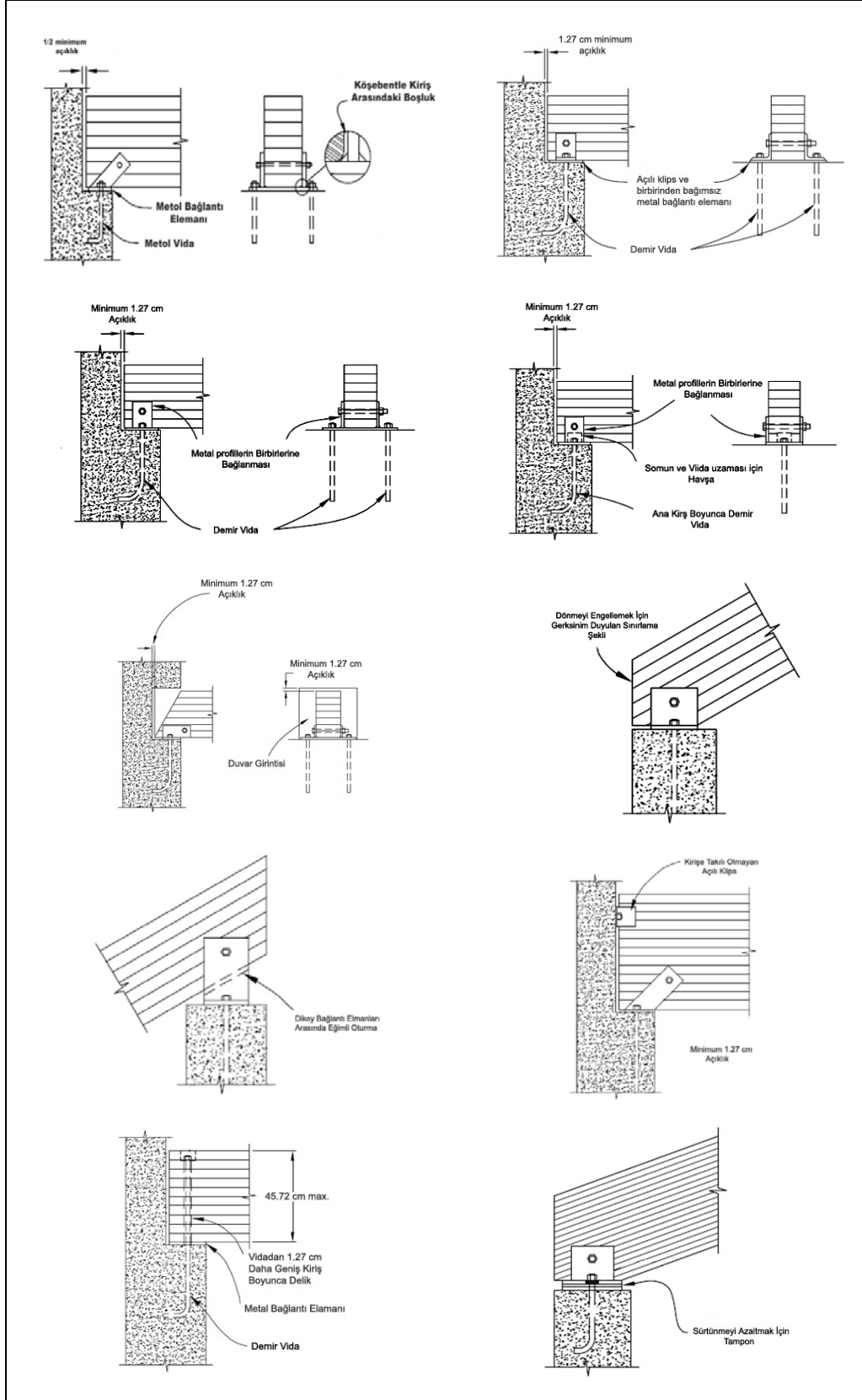
Şekil 75. Ahşap bağlantılar (29)

Tutkallı tabakalanmış ahşap kirişlerin özellikle geniş açıklıklar söz konusu olduğunda birleşim detayları çok büyük önem kazanmaktadır. Ahşapta neme bağlı olarak görülen genişleme ve küçülme özellikleri dikkate alınarak dikey yöndeki gerilme kuvvetleri hesaplanmalıdır. Birleşmeler yükleri olarak noktasal dirençler oluşturmadan strüktür sistemine aktaracak şekilde tasarlanmalıdır. Aksi takdirde oluşan noktasal dirençler sistemin çökmesine sebep olabilir. Bu detayların yüksek nem içeren ortamlarda nemden korunacak şekilde tasarlanmaları gerekmektedir. Neme bağlı olarak ahşapta genişleme ve küçülmeler oluşmaktadır. Bu nedenle ahşap dokuya paralel olarak oluşan genişlemeler, dokudaki değişimler, taşıyıcı sistemi tasarlarken ve detay noktalarında dikkate alınmalıdır. Genellikle birleşme noktaları kirişlerin uç noktalarında bulduklarından bu noktalarda nem birikimlerinin önlenmesi gerekmektedir. Bu noktalarda nemin toplanabileceği boşluklar veya kutu şeklinde bağlayıcılar veya mevcut taşıyıcı sistemle (betonarme, yığma) aralarında belirli bir mesafe bırakılmalıdır. Aynı zamanda bu noktalarda malzemenin aşınması da söz konusudur (26).

Standart elemanların birbirine bağlantısında standart bağlantılar kullanılır. Özel biçimli elemanların bağlantılarında ise özel bağlantılar üretilebilir. Bazı standart eleman bağlantıları sınıflandırılarak anlatılmıştır.

- Kirişin Betona Ankraajı

Kolon veya taşıyıcı duvara olan bağlantılarda ahşabın beton ile direk teması engellenmeli ve bir miktar hava boşluğu bırakılmalıdır. Buradaki amaç çürümeyi önlemek ve boyutsal değişimi karşılamaktır (26).

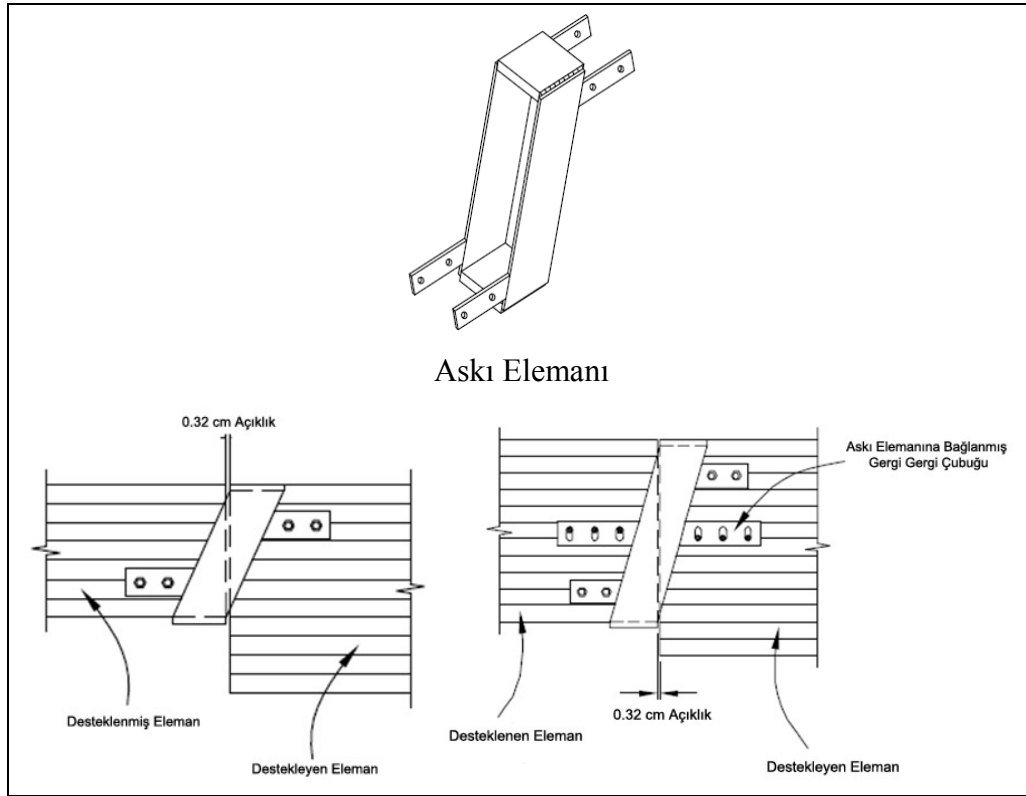


Şekil 76. Kirişin betona ankrajı (27)

Tutkallı tabakalanmış ahşap kirişin deprem veya yangın gibi bir durumda kırılabileceği göz önüne alınarak, kirişin kolon veya taşıyıcı duvara zarar vermemesi için bitiş noktalarındaki dikdörtgen kesiti üçgenleştirilebilir (26).

- Konsol Kiriş Bağlantısı

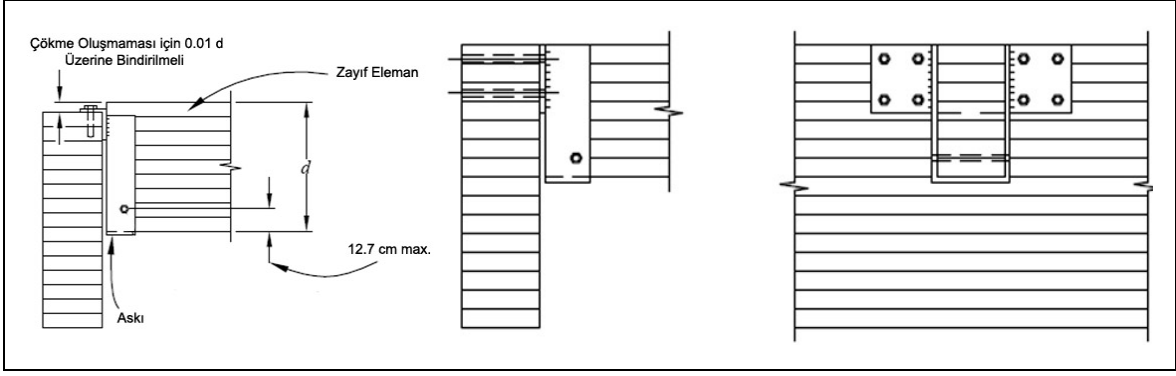
Çekme kuvvetini karşılayacak olan elemanın askı elemanına kaynakla monte edildiği durumlarda, elemanın kirişe olan bağlantı noktası hareketli olmak zorundadır. Eğer kirişe de sabitlenecek olursa yine çatlama olur (26).



Şekil 77. Konsol kiriş bağlantıları (27)

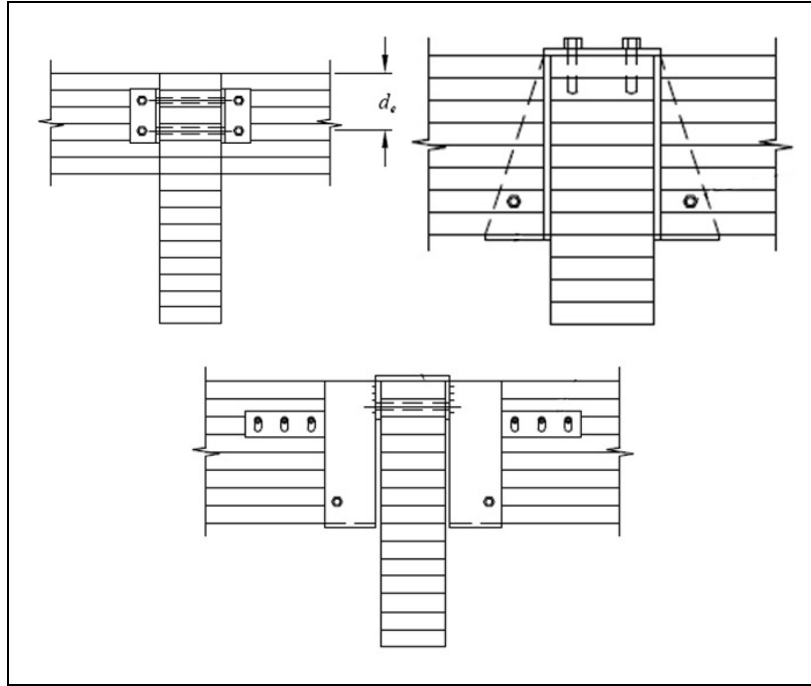
- Askı Elemanlı Kiriş-Kiriş Bağlantısı

İki kirişin birbirlerine bağlandıkları noktada mutlaka biri diğerine basacaktır. Bu birleşimde daha küçük kesitli kirişin büyük kesitli kirişe asılması en doğru yöntemdir. Eğer iki kiriş birbirine askı elemanı ile değil de köşebentlerle sabitlenerek bağlanırsa, mutlaka çatlama ortaya çıkacaktır (26).



Şekil 78. Askı elemanlı kiriş-kiriş bağlantıları (27)

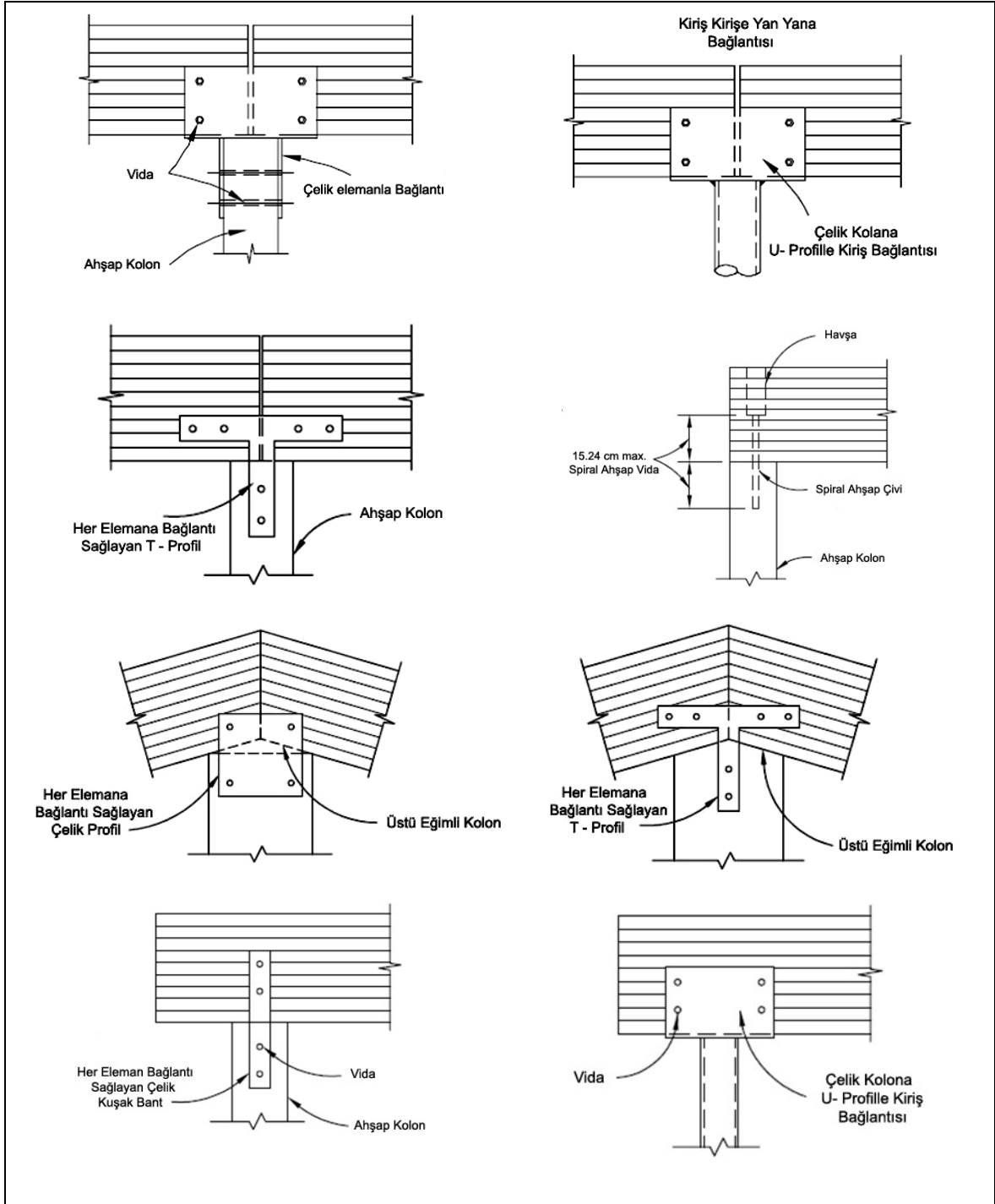
Askı elemanını kirişe bağlarken çok fazla sayıda sabit nokta oluşturulursa kiriş yükü yine askı elemanı aracılığıyla değil, sabit noktalar aracılığıyla iletmeye çalışacak ve yine çatlaklara sebep olacaktır. Askı elemanı kullanılarak yapılan bağlantılarda küçük kesitli kirişin askı elemanına bağlantısı alt noktadan olmalıdır (26).



Şekil 79. Askı elemanlı kiriş-kiriş bağlantıları (27)

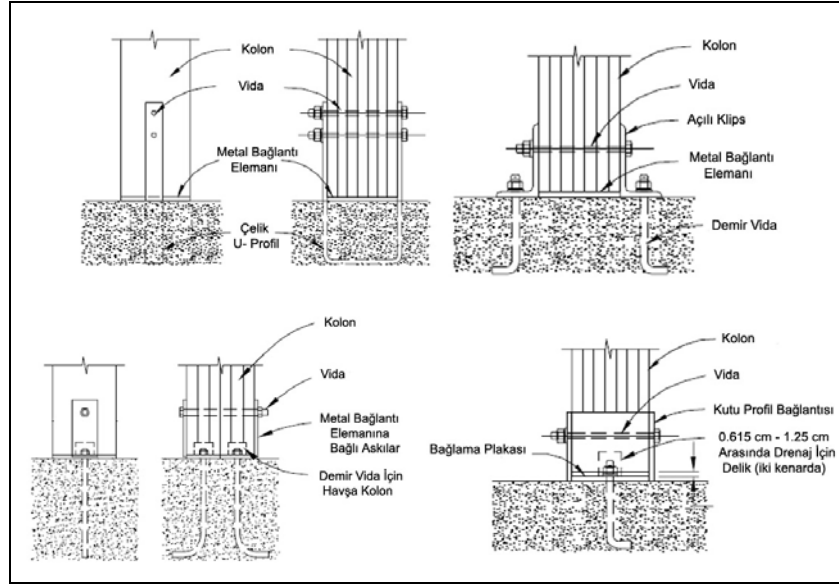
Kirişin içine girerek montajı yapılan balık sırtı birleşim parçalarından en uygun olanı yine askı birleşimine çok benzeyen ve alttan bağlanan detay tercih edilmelidir (26,27).

• Kiriş-Kolon Bağlantısı



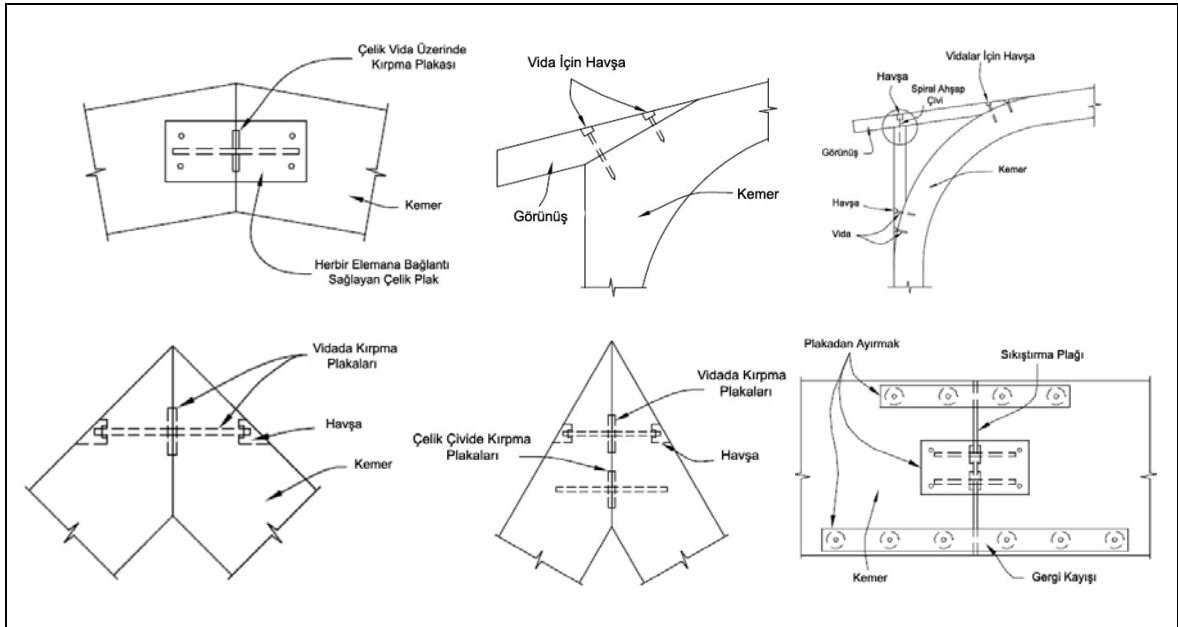
Şekil 80. Kiriş- kolon bağlantıları (27)

- Kolonların Ankrajı



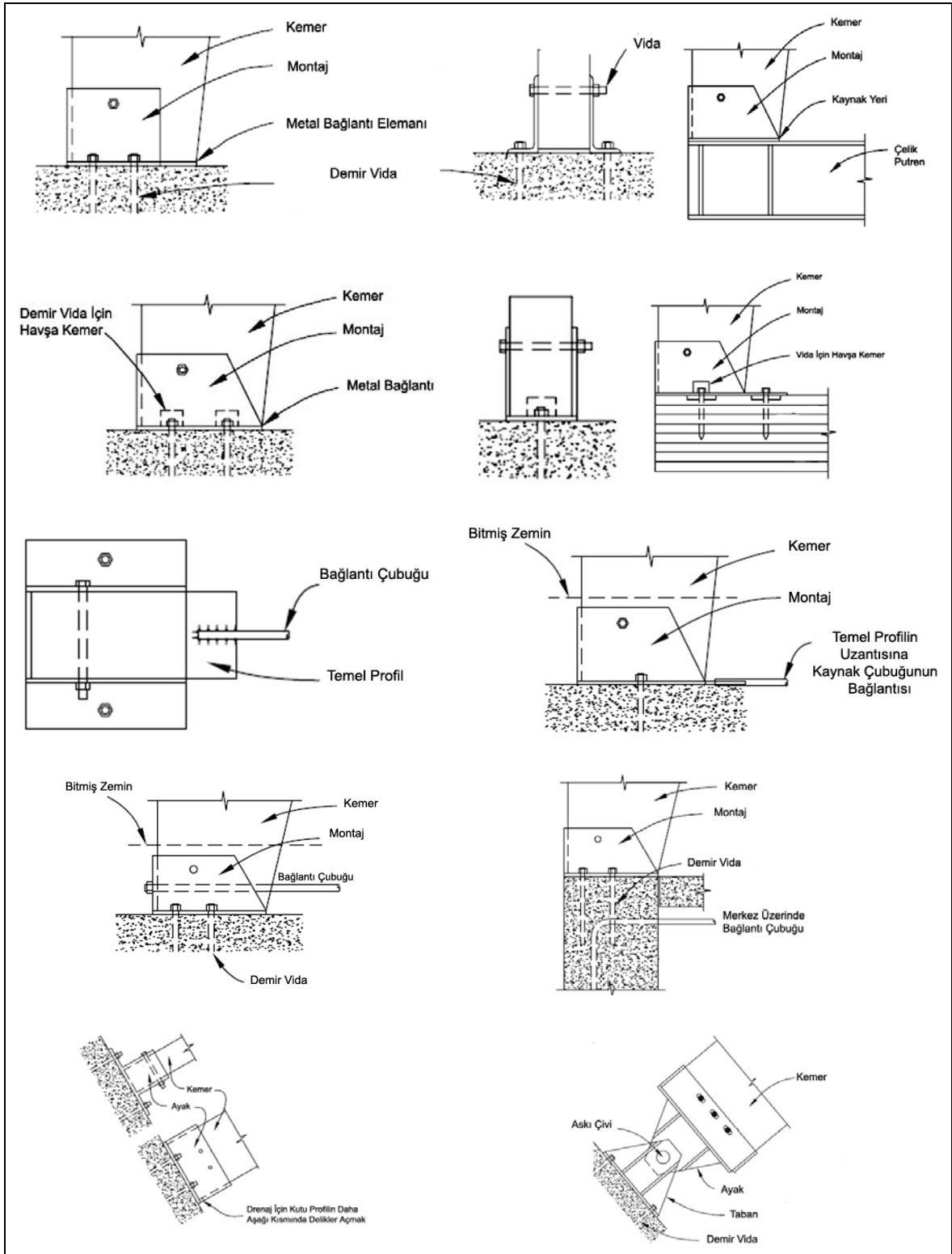
Şekil 81. Kolon ankrajları (27)

- Kemer Elemanların Bağlantısı



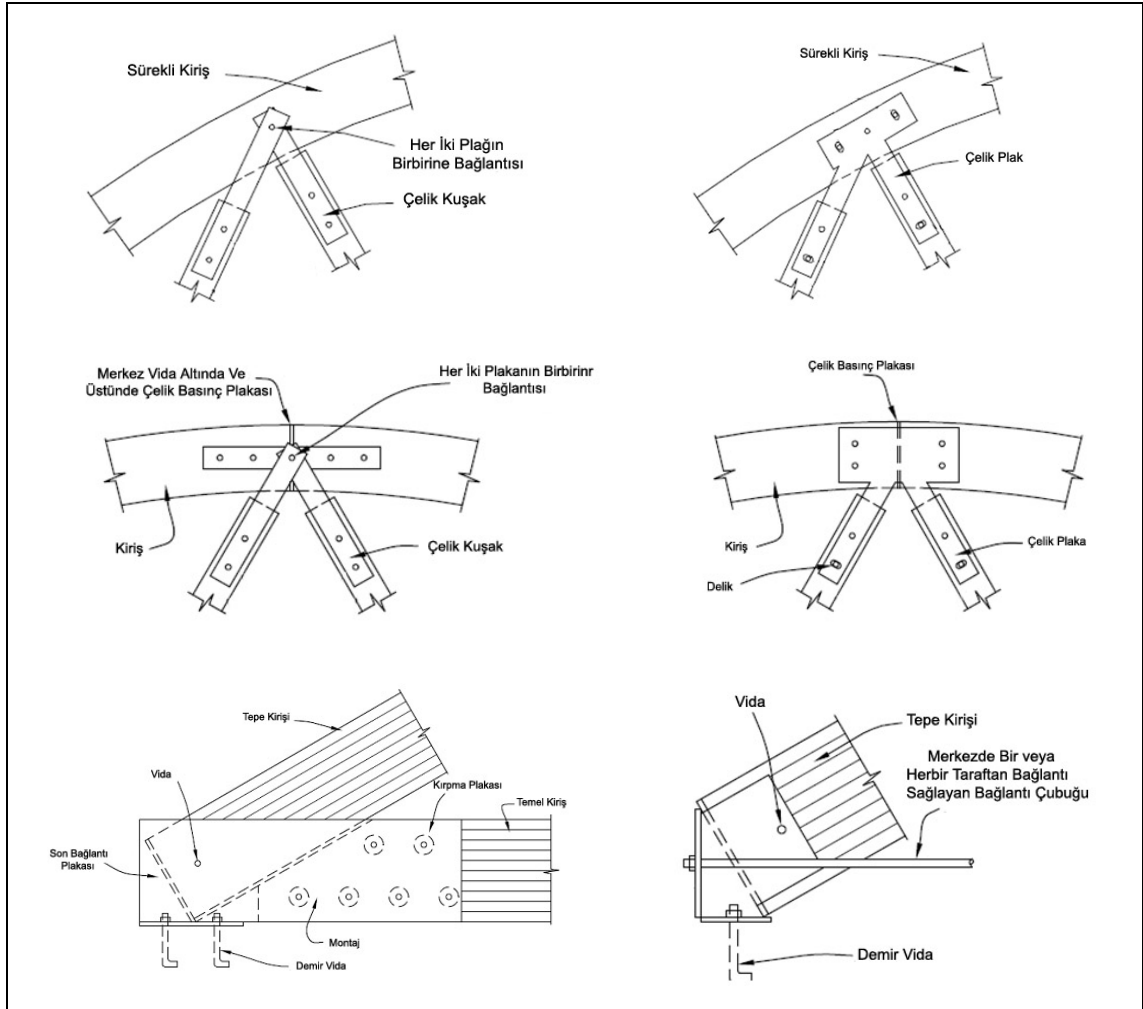
Şekil 82. Kemer bağlantıları (27)

- Kemer Elemanlarının Ankrajı



Şekil 83. Kemer elemanlarının ankrajları (27)

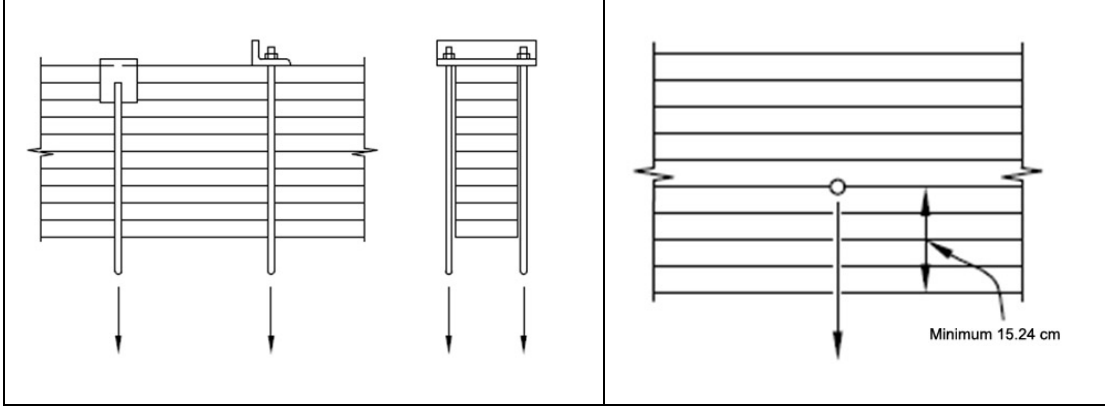
- Makasların Bağlantısı



Şekil 84. Makas bağlantıları (27)

- Kirişe Yük Asılması Durumunda

Kirişin kesitine ve strüktürel taşıma gücüne göre ağır sayılabilecek bir yük kirişe asılmak istenirse; bu yük kirişin üst noktasından asılmalı. Böylece kirişin tamamı yük taşımak için çalıştırılmalıdır (26).



Şekil 85. Kirişe yük asılması (27)

2. Uygulama

Teknolojinin gelişmesiyle strüktürel elemanların tasarlanması, üretimi, şantiyeye taşınması ve yapının inşa sürecinin başlaması uzmanlık gerektirir olmuştur. Bilgisayar destekli tasarımla başlayan süreçte, malzemeler bilgisayar teknolojisiyle üretilmekte, strüktürel elemanların boyutlandırılması, şekillendirilmesi, kesilmesi, boyanması, paketlenmesi vs. gibi işlemler teknolojik olanaklarla yapılarak hata payı çok daha aza indirilmektedir. Üretilen parçalar taşınarak şantiyeye getirilir. Şantiyede makineler yardımıyla sistemler ya yerde ya da yerinde kurularak sistemler rahatlıkla oluşturulmaktadır.

2.2.2.1.3. Strüktür Elemanına Ait Bilgiler

Strüktür elemanlarını tanıtan bilgilerin yer aldığı bölümdür. Kirişler, kolonlar, makaslar, kemerler, çerçeveler ve tabakalanmış ahşap çubuklar olarak incelemeye alınan strüktürel elemanlardan, yapı strüktür sisteminde hangisinin kullanıldığını belirtmek amaçlanmıştır. Kullanılan strüktürel elemanın biçimi yanında, boyutları, elemanı oluşturan tutkallı tabakalanmış ahşabın tabaka sayısı ve biçimi de ifade edilmiştir.

2.2.2.1.4. Malzemeye Ait Bilgiler

Tutkallı tabakalanmış ahşap malzemeyi tanıtan bilgiler içerir. Farklı alt başlıkları ile ele alınmıştır.

2.2.2.1.4.1. Ağaç Türü

Tutkallı tabakalanmış ahşap malzemenin hangi ağaçtan elde edildiğini ifade eder. Tablo 1’de bazı ağaçlar ve bu ağaçların renk, dayanıklılık, sertlik, işlenebilirlik gibi özellikleri verilmiştir.

2.2.2.1.4.2. Renk- Sertlik

Malzemeyi oluşturan ağacın rengi ve sertlik derecesi ağaç türlerine göre Tablo 1’de verilmiştir.

2.2.2.1.4.3. Dayanıklılık Sınıfı

Malzemeyi oluşturan ağacın dayanıklılık sınıfı ağaç türlerine göre Tablo 1’de verilmiştir.

2.2.2.1.4.4. Üretim Teknolojisi

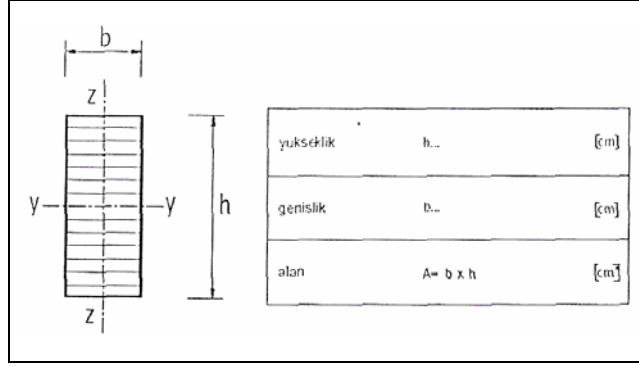
Farklı teknolojilerle üretilebilen tutkallı tabakalanmış ahşap malzemenin üretildiği teknolojiyi belirlemek amaçlanmıştır.

- Farklı Tabakalama Yöntemleriyle Oluşturulan Strüktürel Tutkallı Tabakalanmış Ahşap kiriş Çeşitleri

Kullanılacak malzemenin türü, birleşim şekli, tutkal kullanımı, liflerin organizasyonu, gibi faktörler, farklı türde tutkallı tabakalanmış ahşap bileşenler elde edilmesinde etkilidir.

Hetzer Sistem

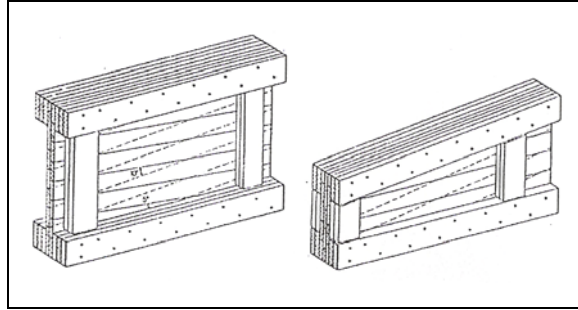
Bu sistem, tahta veya kalasların, geniş yüzeyleri boyunca üst üste yapıştırılarak, istenen ölçülerde dikdörtgen veya I-kesitli ahşap yapı elemanları elde edilmesini sağlar (Şekil 62). İlk defa Otto Hetzer (Almanya) tarafından kullanıldığı için kirişler bu isimle anılmıştır. Eğrisel formlar oluşturulabilmesi, boyutlandırma kolaylığı ve işçiliğin basit olması sebebiyle tutkallı tabakalanmış ahşap kiriş sistemleri en çok tercih edilen sistemlerdir (7).



Şekil 86. Hetzer Sistemde TTA kesiti (32)

Kampf Kirişi

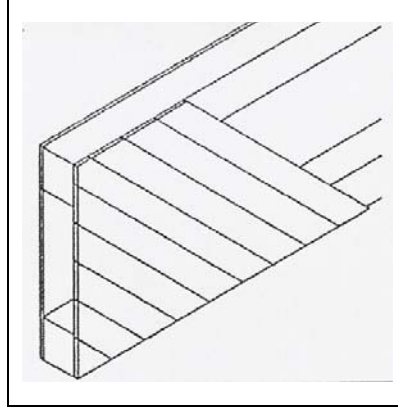
I- kesitli Hetzer kirişlerinin strüktürel açıdan daha fazla gelişmiş şeklidir. Gövde kısımları iki veya üç kat tabakadan oluşur (Şekil 87). Başlık ve gövde ekleri kama dişli birleşimlerle yapılır. Hetzer sistemden en büyük farkı eğrisel formların bu sistemle oluşturulamamasıdır. Malzeme sarfiyatının ve işçiliğinin fazla olması nedeniyle daha az tercih edilmektedir (7).



Şekil 87. Paralel ve eğimli başlıklı Kampf kirişleri (32)

Başlıklı Kirişler (Sandık Kirişleri)

Dikdörtgen bir çerçevenin her iki tarafının zıt yönlü çapraz tahtalarla kaplanmasıyla oluşurlar. Kampf kirişlerinde olduğu gibi en önemli dezavantajı eğrisel formların oluşturulamamasıdır (Şekil 88).



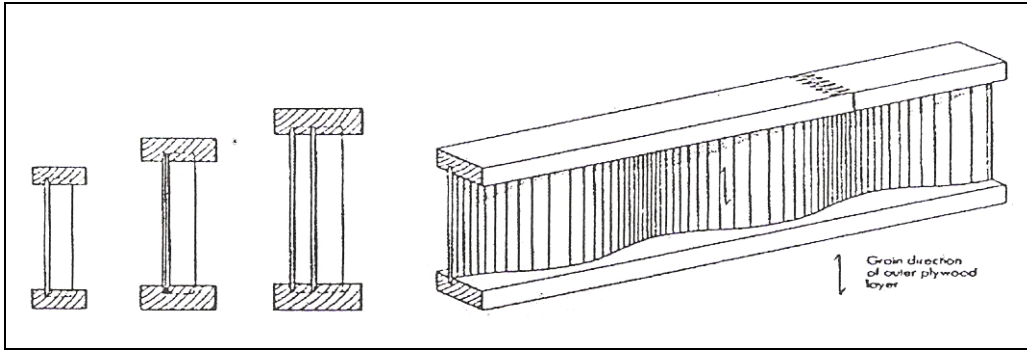
Şekil 88. Sandık kirişler (32)

Çapraz Gövdeli Kirişler

Sandık gövdeli kirişlerin çapraz kaplamaları bu tür kirişlerde çerçevenin ortasındadır. Eğrisel form üretimi bu sistemle de mümkün değildir.

Kontrplak Gövdeli Kirişler

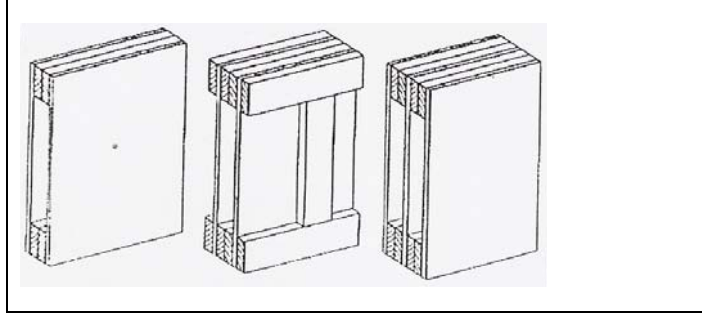
Paralel başlıklı bir çerçevedir. Başlıklarda özel olarak açılan ondüle yuvalara 4-6 mm'lik kontrplak tutkallanarak yerleştirilir (Şekil 89).



Şekil 89. Kontrplak gövdeli kirişler (32)

Boşluklu Gövdeli Kirişler

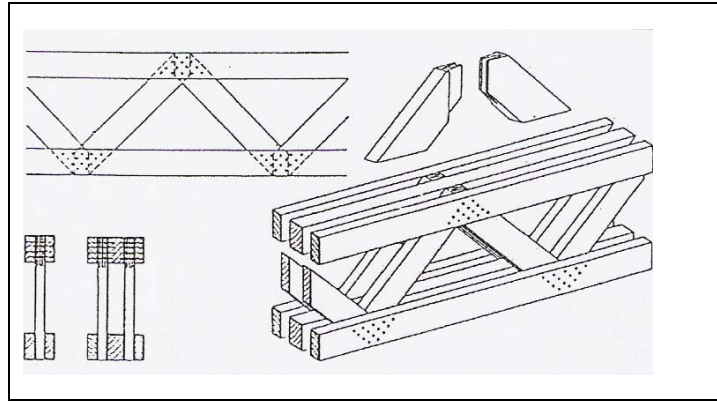
Bir çeşit paralel başlıklı kiriştir. Farkı, birleşimlerin, özel makinelerle açılan diş ve yuvalarla olmasıdır (Şekil 90). Alt ve üst başlıklara yuvalar, basınç ve çekme çubuklarına da dişler açılır ve tutkallanarak yapıştırılırlar.



Şekil 90. Boşluklu Gövdeli Kirişler (32)

Trigonit Gövdeli Kirişler

Boşluklu gövdeli kirişlere benzer. Farklı diyagonal birleşimlerin bağlantısı tutkallı; diyagonaller ile başlıkların bağlantısı ise çivilidir(Şekil 91).



Şekil 91. Trigonit kirişler

2.2.2.1.4.5. Tabakaların Uç Eklemeleri

Tutkallı tabakalanmış ahşabın birbirine eklenmesinde kullanılan farklı yöntemler vardır. Bu yöntemler ‘Tabakaların Uç Eklemeleri’ bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır.

İncelenen örneklerde kullanılan malzemenin hangi yöntemle eklendiği belirtilmek istenmiştir.

2.2.2.1.4.6. Nem İçeriği

Her ağacın nem içeriği farklı olabilir. Ancak tutkallı tabakalanmış ahşap malzemenen iyi verim alabilmek için nem içeriğinin %12 civarında olması gerekmektedir. İncelenen yapılarda malzemenin nem içeriğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.2.2.1.4.7. Bağlayıcı Türü/Kullanım Yeri

Malzemeyi oluşturmak için kullanılan tutkallar çeşitlilik gösterebilir. Strüktürel elemanın kullanılacağı ortama göre de değişebilirler. Tutkallı tabakalanmış ahşap malzemenin kullanıldığı ortamla ilişkili olarak, malzemenin hangi tutkalla oluşturulduğu hakkında bilgi verir.

2.2.2.1.4.8. Emprenye İşlemi

Emprenye işlemi, ahşap malzemenin bünyesinde oluşabilecek çürüme ve böcek tahribatı ile yanma, deformasyon ve benzerlerini önlemek amacıyla belirli standartlara göre çeşitli kimyasal maddelerin nüfus ettirilmesidir (3).

Ahşap malzemenin uzun süre dayanabilmesi için emprenye işlemi önem taşır. İncelenen yapıların emprenye işleminde geçip geçmediği hakkında bilgi edinmek amaçlanmıştır.

2.2.2.1.4.9. Yüzey zelliği

Planyalama, keresteyi, yüzeyi düzgün ve standart kalınlığa getirir ve iyi bir yapıştırma için gereklidir (23).

3. BULGULAR VE İRDELEME

Tutkallı tabakalanmış ahşap strüktür sistemlerinin mimaride kullanım olanaklarının incelendiği bu tezde, oluşturulan yapı analiz tabloları yardımıyla çeşitli bulgulara ulaşılmış ve elde edilen bulgular irdelenmiştir. Bulgular ve irdemeler 3 başlık altında incelenmiştir:

1. Yapı ve kullanımıyla ilgili bulgular ve irdeme
2. Strüktür sistemiyle ilgili bulgular ve irdeme
3. Malzemeyle ilgili bulgular ve irdeme

3.1. Yapı ve Kullanımıyla İlgili Bulgular ve İrdeme

- Yapının İşlevi

Analizi yapılan ve tutkallı tabakalanmış ahşap sistemi kullanarak strüktürü oluşturulan yapıların işlevlerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür. İncelenen 22 yapının işlevi Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5. İşlevlerine göre yapıların sayıları

İşlevi	Sayısı
Fabrika	2
Çok Amaçlı Salon	5
Stadyum-spor Salonu	6
Eğitim Yapısı	2
Dini Yapı	1
Hava Alanı	1
Fuar	1
Kış Bahçesi	1
Alış Veriş Merkezi	1
Avlu	2

Bu çalışmada incelenen yapıların işlevleri dışında, tutkallı tabakalanmış ahşap sistemle köprüler, konutlar, telefon direkleri, depo, hangar vb. işlevlere sahip yapılar da yapılmıştır. Araştırma aşamasında yeterli bilgiye ulaşamadığı için bu yapılar kapsam dışı bırakılmıştır.

Tutkallı tabakalanmış ahşabın birçok işleve sahip yapıda kullanılabildiği; ancak çalışma sonucunda büyük açıklık gerektiren işlevlere sahip yapılarda sıklıkla kullanıldığı ortaya çıkmaktadır.

- Yapım Yılı

Araştırma kapsamındaki 22 yapının yapım yılları Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Yapım yılına göre yapı sayıları

Yapım Yılı	Yapı Sayısı	Yapım Yılı	Yapı Sayısı
1959	1	1995	3
1982	1	1997	1
1984	1	1998	4
1987	2	2000	2
1990	1	2001	1
1991	1	2003	2
1992	1	2004	1

Özellikle 1940'lı yılların ortalarından itibaren, yapıştırıcıların geliştirilmesiyle sistem yaygınlaşmıştır. Ancak o yıllarda yapılmış yapılardan literatürde kısıtlı bilgiye ulaşılabilirdiği için inceleme kapsamında en eski tarih olarak 1959 yılında yapılmış bir yapı bulunmaktadır. Zamanla teknolojik olanaklar artmış; büyük açıklıklar daha ekonomik ve hafif malzemelerle geçilmek istenmiştir. Çalışmada 1980'li yıllardan sonra, tutkallı tabakalanmış ahşap strüktür sistemlerinin yapılarda daha çok uygulandığı görülmüştür.

- Plan Geometrisi/ Form

İncelenen 22 yapıda çeşitli plan tipleri saptanmıştır. Bunlar;

1. Dikdörtgen planlı
2. Kare planlı
3. Dairesel planlı

4. Elips planlı
5. Düzgün geometrik biçime sahip olmayan

olarak sınıflandırılabilir.

Yapılan çalışmadaki 22 yapının plan tiplerine göre sayıları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Analizi yapılan yapıların plan geometrilerine göre dağılımı

Plan Geometrisi	Sayısı
Dikdörtgen Form	8
Kare Form	2
Dairesel Form	6
Elips Form	2
Düzgün Geometrik Biçime Sahip Olmayan	4

Yapılar, düzgün veya düzgün olmayan geometrik formlarda plan tiplerine sahip olabilmektedirler. Düzgün geometrik formlar kare, dikdörtgen, daire veya elips olarak düşünüldüğünde; incelenen yapıların birçoğunun düzgün geometrik plan formuna sahip olduğu gözlemlenmiştir.

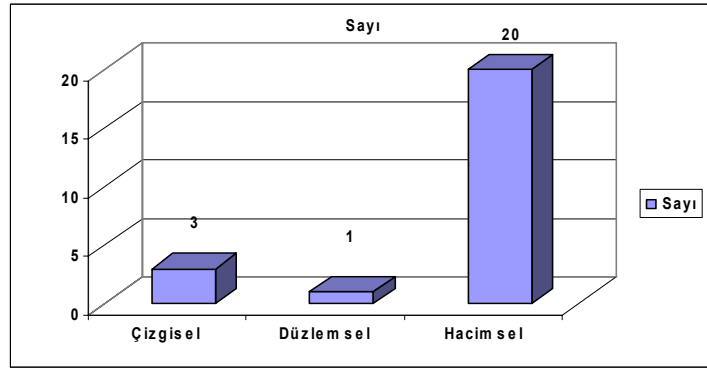
3.2. Strüktür Sistemiyle İlgili Bulgular

- Tasarım ve Modelleme Teknolojisi

İncelenen 22 yapıdan hepsi bilgisayar ortamında detaylandırılmış ve bu detaylara bağlı olarak fabrikada yapıların strüktürel elemanları, özellikle tutkallı tabakalanmış ahşaplar, yine bilgisayar kontrolünde, CNC makineleriyle, üretilmiştir.

- Strüktür Geometrisi

Yapılar farklı strüktür geometrilerine sahiptir. Analizi yapılan yapılardan çıkan sonuçlara göre yapıların strüktür geometrisiyle ilgili olarak Tablo 9 oluşturulmuştur.



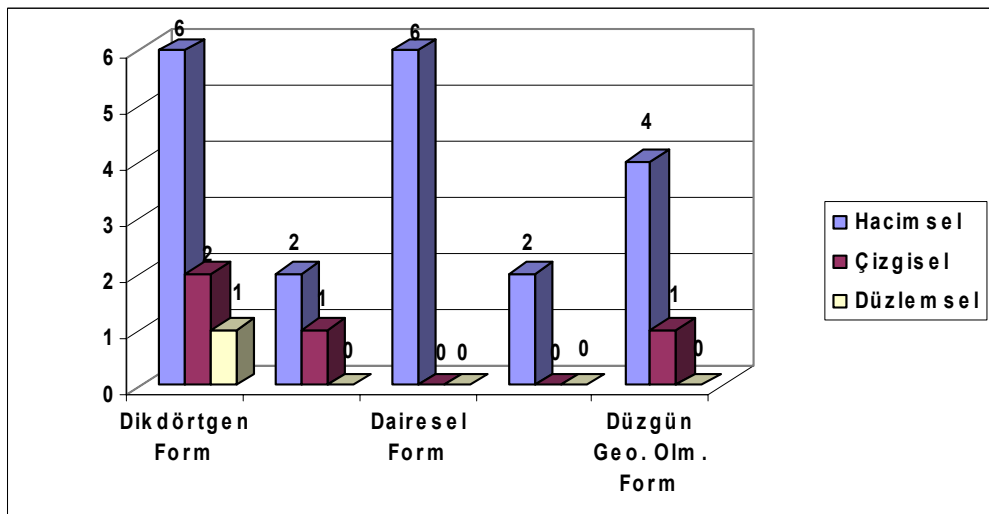
Şekil 92. Strüktür geometrilerine göre yapıların dağılımı

Bazı yapılarda farklı strüktür geometrileri bir arada kullanılmıştır. Bu yapılarda çatıda uygulanan sistemin yanında, TTA kolonlar da kullanılmıştır.

İncelenen TTA strüktür sistemlerinde, hacimsel strüktürlerin düzlemsel veya çizgisel strüktürlere oranla daha yoğun tercih edildikleri gözlemlenmiştir. Hacimsel strüktürler üç boyutlu bir taşıyıcı sistemi ifade ederler ve büyük açıklıklı mekanlar oluştururken daha avantajlı sistemlerdir.

- Strüktür Geometrisi – Plan Geometrisi

Araştırmada; hacimsel, çizgisel ve düzlemsel strüktürlerin hangi plan geometrilerinde kullanıldığı ve strüktür geometrilerine göre hangi plan geometrilerinin daha çok tercih edildiği incelenmiştir. Strüktür geometrilerine göre plan tipleri Şekil 93’de gösterilmiştir.

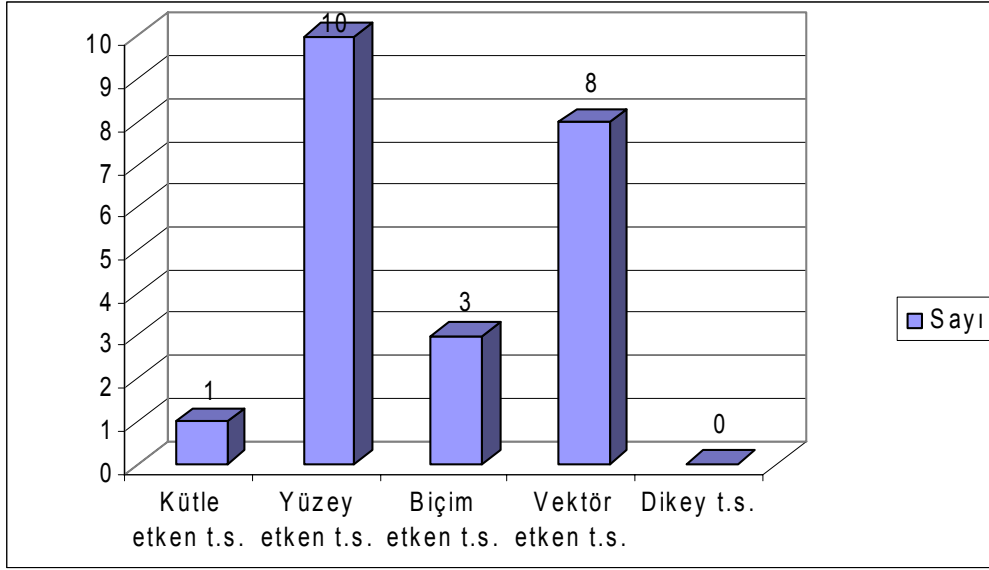


Şekil 93. Strüktür geometrileri, plan geometrileri ve sayıları

İncelenen yapılarda hacimsel strüktürlerin her türlü plan geometrisine sahip yapıda uygulandığı görülmüştür.

- Strüktürün Türü

H. Engel'in strüktür sınıflaması esas alınarak incelenen 22 yapının strüktür türleri dağılımı Şekil 94'de gösterilmiştir.

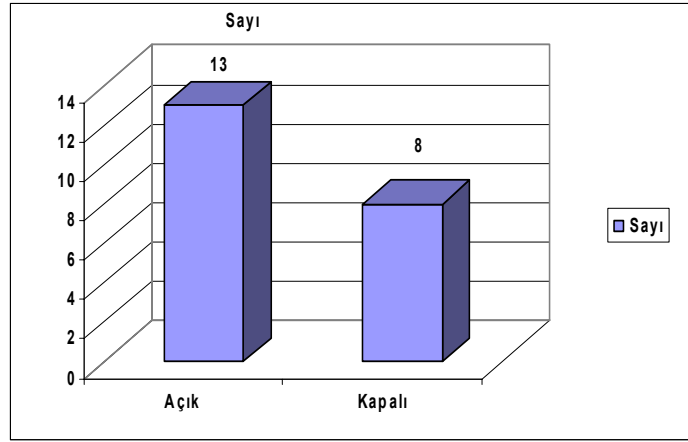


Şekil 94. Strüktür türlerinin dağılımı

İncelenen yapılarda en çok kullanılan taşıyıcı sistem türü yüzey etken taşıyıcı sistemler olarak belirlenmiştir. Çubuk ağı veya jeodezik kubbeleri de oluşturan vektör etken taşıyıcı sistemler de yoğun olarak kullanılmaktadır.

- Strüktürel Form

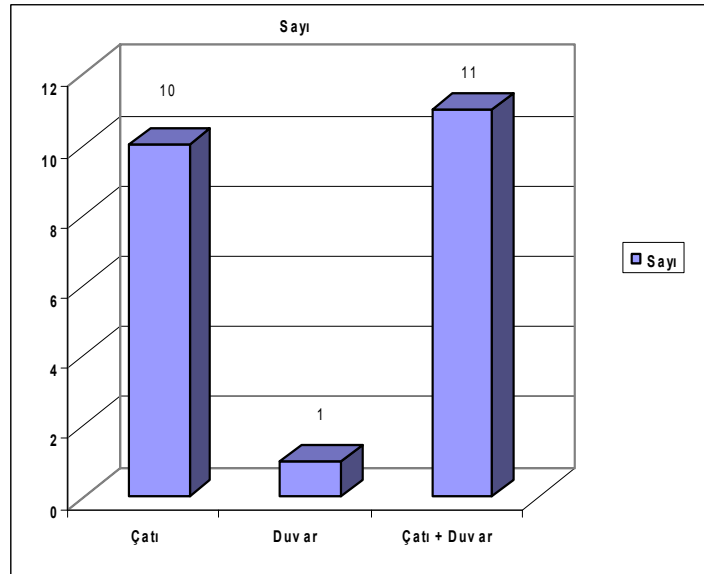
Yapılar genel olarak açık sistem ve kapalı sistem olmak üzere iki çeşit strüktürel formdan birine sahip olabilirler. Sistemin duvar olarak kullanıldığı Jean-Marie Tjibaou Cultural Centre yapısı bu bölümde kapsam dışı bırakılmıştır. Şekil 95'de yapıların strüktürel formuna göre dağılımları gösterilmiştir.



Şekil 95. Strüktürel forma göre yapıların dağılımı

- Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri

Tutkallı tabakalanmış ahşap strüktür sistemler yapıda çeşitli yerlerde kullanılmaktadır. Araştırma kapsamındaki yapılarda sistemin çatıda, duvarda ve çatı ve duvarda birlikte kullanıldığı görülmüştür. Yapılarda sistemin kullanıldığı yerler Şekil 96'de gösterilmiştir.

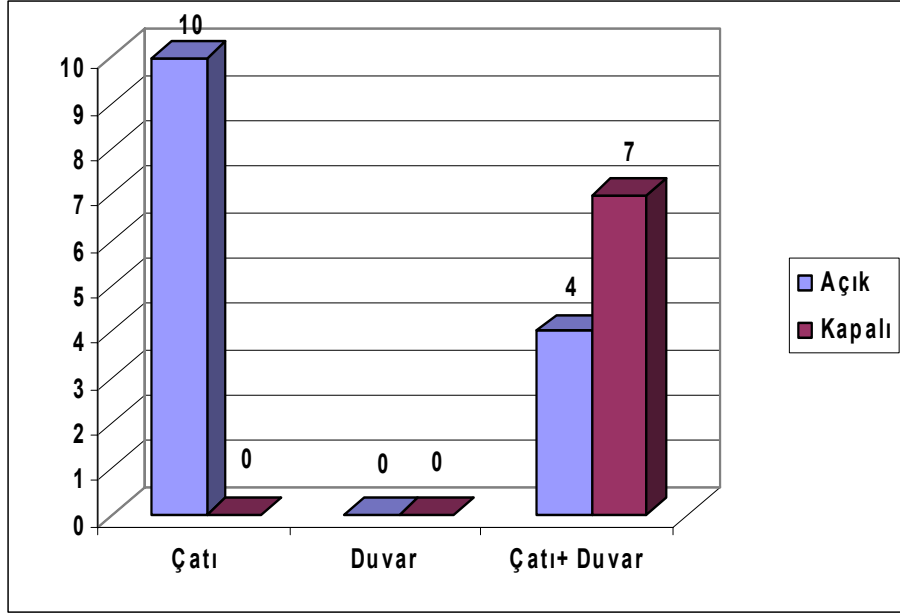


Şekil 96. Yapılarda TTA strüktür sisteminin kullanım yerleri

İncelenen yapılarda sistemin en çok çatıda ve çatı + duvarda kullanıldığı gözlemlenmiştir.

- Strüktürel Form- Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri

Araştırmada, açık ve kapalı sistemlerde, strüktürün nerede kullanıldığı araştırılmıştır. 22 yapıdan Jean- Marie Tjibaou Cultural Centre dışındaki yapılar bu kapsamda incelenmiştir. Yapıların strüktürel formuna göre strüktürün yapıda kullanım yeri Şekil 97’da gösterilmiştir.

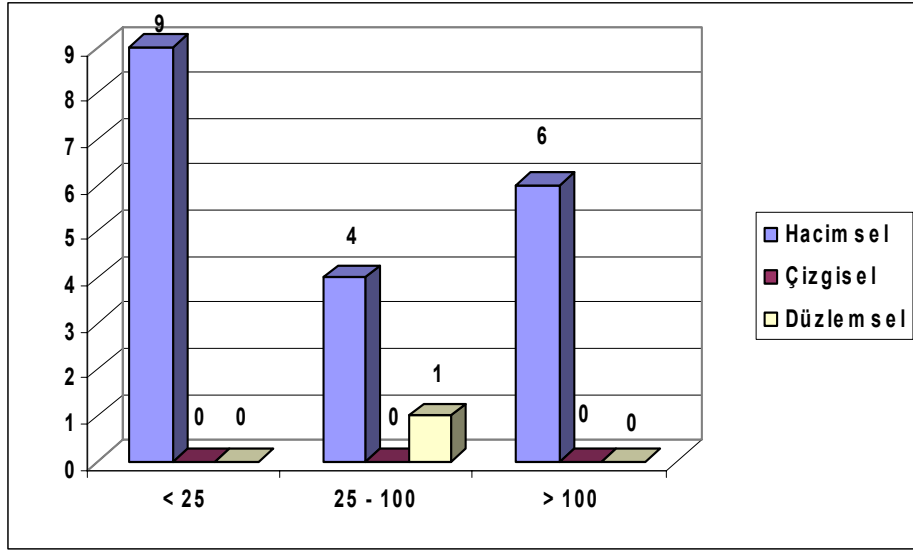


Şekil 97. Yapıların strüktürel formuna göre strüktürün yapıda kullanım yeri

İncelenen yapılarda açık sistemin yalnızca çatıda uygulandığı gözlemlenmiştir. Çatı ve duvarda birlikte kullanılan yapılarda ise hem açık hem de kapalı formlarda yapılar olduğu tespit edilmiştir.

- Geçilen Açıklık – Strüktür Geometrisi

Strüktür geometrilerine göre sistemle geçilen açıklıklar değişmektedir. Her yapının geçtiği açıklık değeri farklı olduğundan, açıklıklar 25 m’den küçük, 25 m-100 m arasında ve 100 m’den büyük olarak üç grup altında incelemeye alınmıştır. Sistemin duvar olarak kullanıldığı Jean-Marie Cultural Centre incelemeye alınmamış; Lyon, Faculty of Architecture yapısı için de açıklık bilgisine ulaşılamadığı için 20 yapı bu kapsamda incelemeye alınabilmiştir.

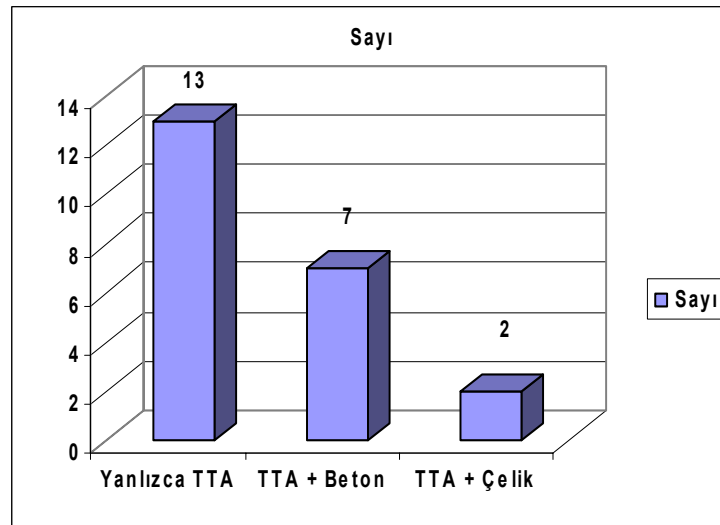


Şekil 98. Yapıların strüktür geometrilerine göre geçilen açıklıklar

İncelenen yapılardan 100 m'nin üzerindeki açıklıkların yalnızca hacimsel strüktürlerle geçilebildiği gözlemlenmiştir.

• Strüktürün Yapım Öğeleri

İncelenen 22 yapının taşıyıcı elemanlarının birçoğu tutkallı tabakalanmış ahşaptır. Ancak tutkallı tabakalanmış ahşabın yanında betonarme, çelik gibi taşıyıcı malzemelerden oluşan elemanların da kullanıldığı görülmüştür. Aşağıdaki tabloda yapılarda taşıyıcı olarak kullanılan elemanlar gösterilmiştir.

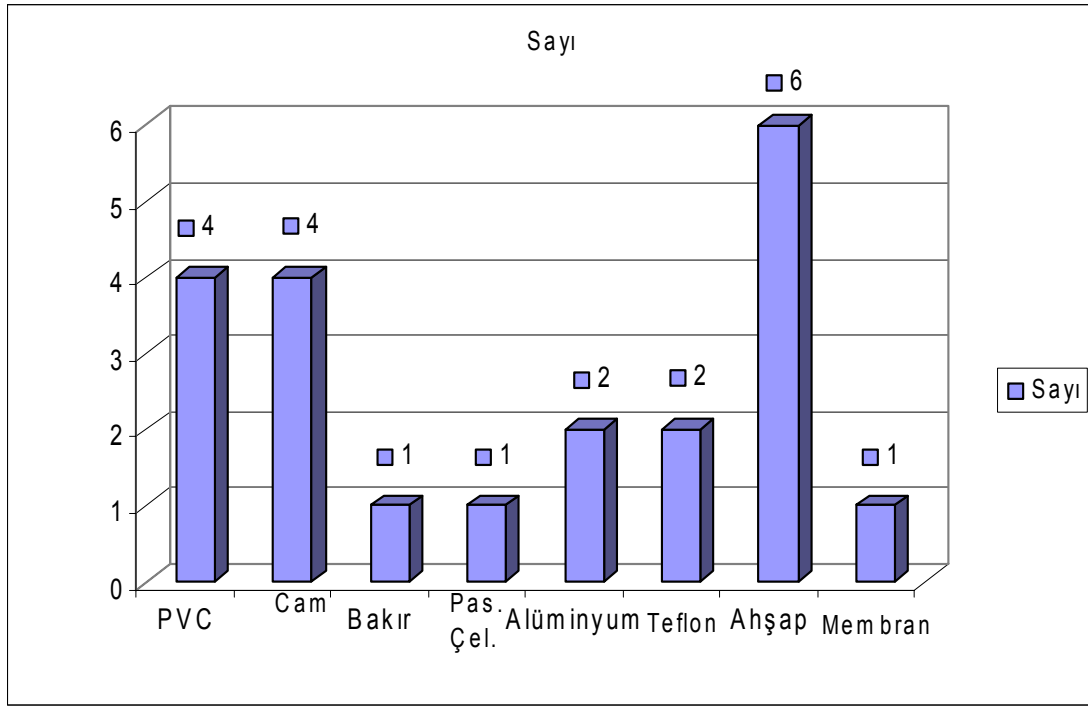


Şekil 99. Yapılarda kullanılan ana strüktürel öğeler

Tutkallı tabakalanmış ahşap, tek başına büyük açıklıkları geçebilen bir malzeme olma özelliğiyle, yapılarda genellikle başka taşıyıcı malzemelere gerek duymadan kullanılmıştır. Bazı yapılarda beton ve çelikten oluşan taşıyıcı malzemelerle birlikte de kullanıldığı gözlemlenmiştir.

- **Kaplama Malzemesi**

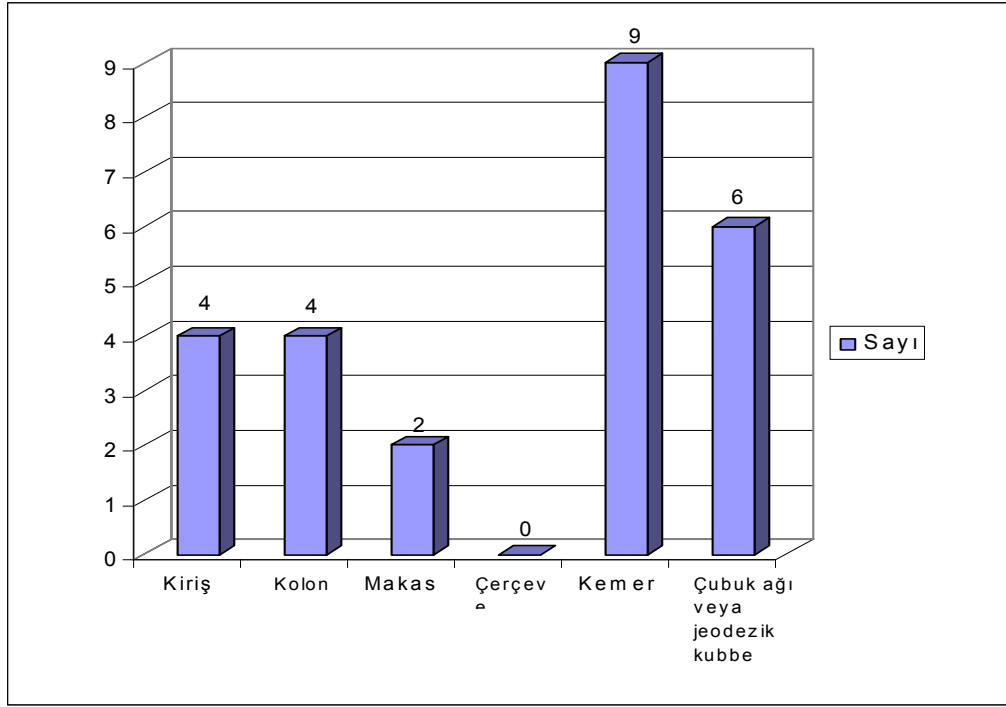
İncelenen 22 yapıdan 21 tanesinde bilgiye ulaşılmıştır. Bu yapılarda hem çatıda hem de cephede kullanılan örtüler PVC, cam, bakır, paslanmaz çelik, alüminyum, teflon, ahşap ve membran olarak sayılabilirler. Yapılarda kullanılan kaplama malzemelerinin dağılımı Şekil 98’de gösterilmiştir.



Şekil 100. Yapılarda kullanılan kaplama malzemelerine göre dağılım

- **Strüktür Elemanları**

Strüktürel elemanlar kiriş, kolon, makas, çerçeve, kemer ve çubuklardan oluşan çubuk ağı kubbe veya jeodezik kubbelerdir. İncelenen 22 yapıda kullanılan strüktürel elemanlar Şekil 101’de gösterilmiştir.

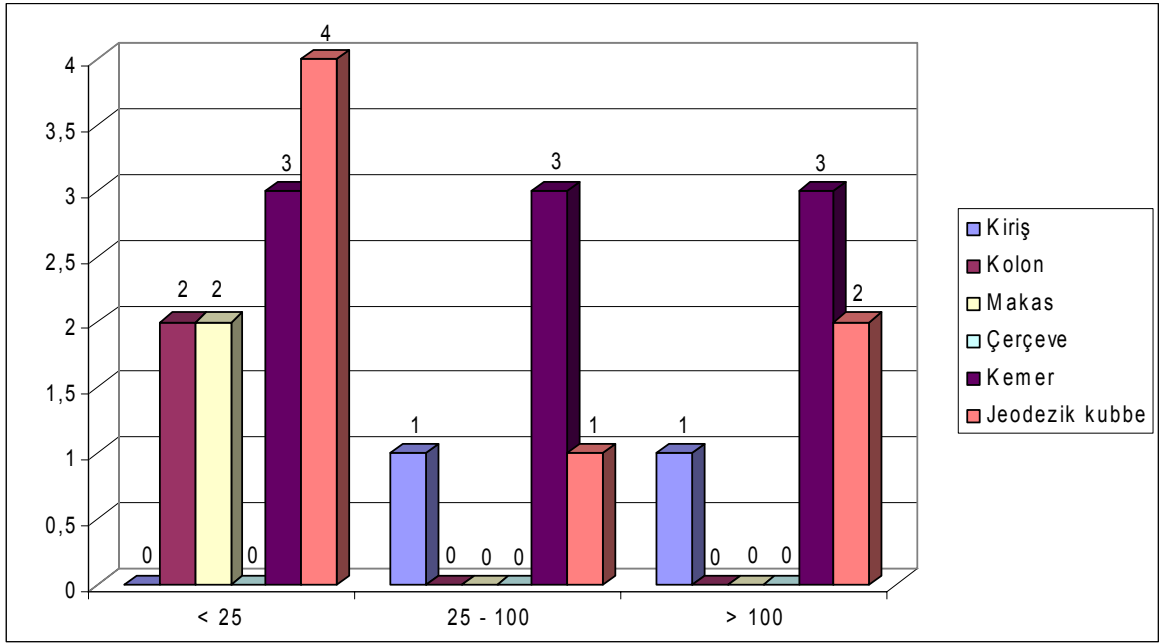


Şekil 101. Yapılarda kullanılan strüktürel elemanlar

En çok uygulanan strüktürel eleman kemer ve çubuklardan oluşan kubbelerdir. Tablo 8'de en büyük açıklıkları geçebilen elemanlar kemer, çubuklardan oluşan kubbe olarak ifade edilmiştir.

- Geçilen Açıklık- Strüktürel Eleman

Analiz tablolarında, yapıda kullanılan strüktürel elemanlar, kiriş, kolon, makas, kemer, çerçeve ve çubuklardan oluşan çubuk ağı kubbeleri olarak incelenmiştir. Yapılarda geçilen açıklıklar <25, 25-100 ve >100 olmak üzere üç bölümde incelenmiş ve strüktür elemanlarıyla ilişkilendirilmiştir. Strüktür elemanlarıyla açıklıklar arasındaki ilişki Şekil 102'de gösterilmiştir.



Şekil 102. Strüktürel elemanlar ve geçilen açıklıklar

İncelenen örneklerde 100 m'den büyük açıklıkların kemer ve çubuk elemanlar kullanılarak geçilebildiği gözlemlenmiştir.

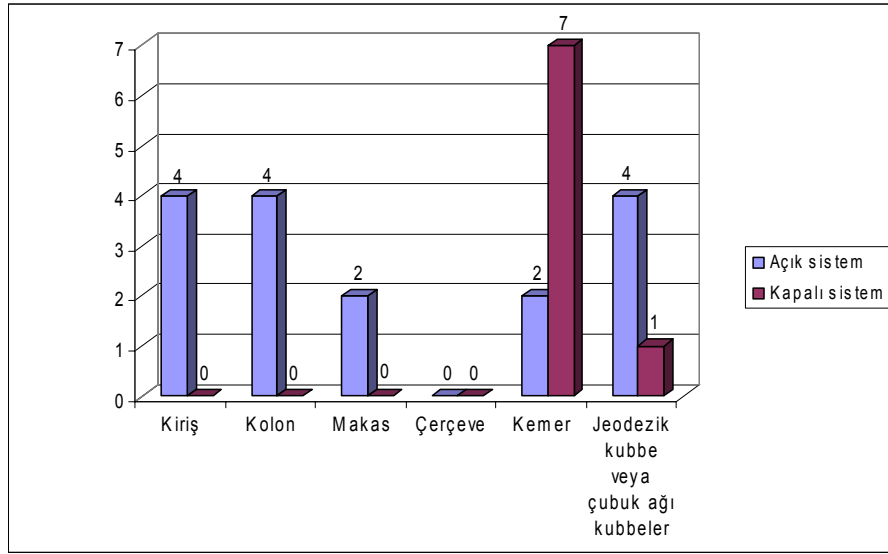
Tablo 8. Strüktürel formların geçebildiği açıklıklar tablosu (16)

Form	Geçilen Açıklık ve Yükseklik(kolonlar için)
Temel Kirişler	2- 18 m
Sürekli Kirişler	6- 24 m
Eğri& profil kirişler	8- 30 m
Konsol kirişler	8- 30 m
Temel kolonlar	3- 5 m
Boşluklu kolonlar	4- 8 m
Çatı ağaçları	6- 12 m
Makas kolonlar	8- 24 m
Alttan bağlı kirişler	8- 30 m
Üçgen kirişler	12- 80 m
Makaslar	12- 60 m
Bağlı çerçeve	20- 82 m
Basit destekli çerçeveler	12- 25 m
Bütün çerçeveler	12- 40 m
Tamamı TTA kemerler	24- 98 m
Kafesli kemerler	48- 120 m
Kubbeler: Ağ	32- 150 m
Kubbeler: 3 boyutlu(tridesic)	80-180 m

Tablo 8’de kemerlerle 120 m’ye kadar; çubuklardan oluşan kubbelerin 180 m’ye kadar açıklık geçilebildiği ifade edilmiştir. İncelenen örneklerde kemerlerin 100 m’nin üzerinde açıklıkları geçtiği; kubbelerin de 180 m kadar açıklıkları geçebildiği gözlemlenmiştir.

- Strüktürel Form- Strüktürel Eleman

Araştırmada; açık ve kapalı sistemin hangi strüktürel elemanlarla oluşturulabildiği incelenmiştir. Bu ilişki Şekil 103’de verilmiştir.



Şekil 103. Strüktürel form ve kullanılan strüktürel elemanlar

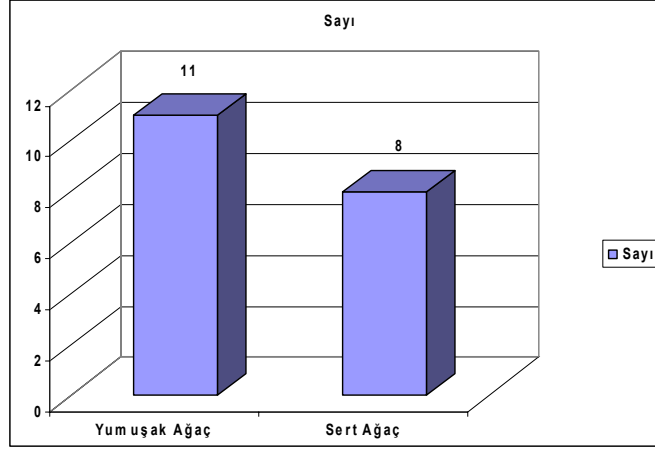
Açık sistemde kiriş, kolon, çubuklardan oluşan kubbeler kullanıldığı; kapalı sistemde en çok kemerlerin kullanıldığı gözlemlenmiştir.

3.3. Malzemeyle İlgili Bulgular

- Ağaç Türü

Tutkallı tabakalanmış ahşap malzemeyi oluştururken birçok türde ağaç kullanılabilir. İncelenen yapılardan 5 tanesinde kullanılan ağaç türüyle ilgili bilgiye ulaşılamamıştır. İki yapıda ise iki çeşit ağaç kullanılmıştır. İncelenen yapılardan bilgiye ulaşılanlardan çıkan sonuçlara göre kullanılan ağaçlar, çam, meşe, Avrupa melezi, ladin, kayın, iroko, göknar ve akita sediri olarak belirlenmiştir. Bu ağaçlardan çam, Avrupa melezi, ladin, sedir

yumuşak ağaç; meşe, iroko, göknar, kayın sert ağaçlardandır. Yapılarda kullanılan tutkallı tabakalanmış ahşap malzemenin ağaç türünü yumuşak ve sert ağaç olarak tabloya döktüğümüzde dağılım Şekil 99'da gösterildiği gibi olmuştur.



Şekil 104. Yapılarda kullanılan ağaç türleri

Yapılarda kullanılan tutkallı tabakalanmış ahşap malzemeyi oluşturan ağaçların genellikle yumuşak ağaçlar olduğu gözlemlenmiştir.

- Renk- Sertlik

Her yapıda kullanılan ağaç türüne bağlı olarak renk ve sertlik değerlerinde de değişiklik görülmektedir. Tablo 1'de yumuşak veya sert ağaçlar ayrılmış ve her ağacın renkleri belirtilmiştir.

Ek Tablo 1 ve Ek Tablo 22 arasında verilen yapıların hepsinin kendi doğal renginde kullanıldığı saptanmıştır.

- Dayanıklılık Sınıfı

Her yapıda kullanılan ağaç türüne bağlı olarak dayanıklılık sınıfında değişiklikler görülmektedir. Tablo 1'de her ağaç türünün dayanıklılığı düşük, orta ve yüksek olarak derecelendirilmiştir. Bu tablodan yapıların dayanıklılık sınıfları belirlenmiştir.

- Üretim Teknolojisi

2. bölümde farklı tabakalanma yöntemleriyle oluşturulan strüktürel tutkallı tabakalanmış ahşap giriş çeşitleri anlatılmış ve eğrisel formların üretilebildiği tek sistemin hetzer sistem olduğu ifade edilmiştir.

Eğrisel biçimlerin de oluşturulabilmesine olanak sağlayan ‘Hetzer Sistem’, incelenen 22 yapının hepsinde kullanılan sistem olmuştur.

- Tabakaların Uç Eklemeleri

İnce ince kesilmiş ahşap tabakaların birbirine yapıştırılmasıyla oluşturulan tutkallı tabakalanmış ahşap malzemelerde genellikle ‘kurtağzı’ birleşim tercih edilir. Daha iyi yapışma ve mukavemet sağladığı için incelenen 22 yapıda da ‘kurtağzı’ uç ekleme tekniği kullanılmıştır.

4. SONUÇLAR

Çağdaş ve ileri bir strüktür sistemi olarak tutkallı tabakalanmış ahşap, ahşap gibi sınırlı performansa sahip bir malzemenin, yüksek teknoloji ve bilimsel çalışmalarla ileri seviyelere getirilebileceğini göstermiştir.

Ahşabın olumlu özelliklerini de içinde barındıran tutkallı tabakalanmış ahşap sistemler, gelişmiş ülkelerde uzun süredir kullanılıyor olmasına karşın, ülkemizde kullanımı oldukça sınırlıdır. Tutkallı tabakalanmış ahşap malzemeyi ve bu malzemeyle oluşturulan strüktür sistemlerini tanıtarak mimaride kullanım olanaklarını tanıtmayı amaçlayan bu çalışmadan bazı sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar dört başlık altında toplanmıştır:

1. Strüktür sistemiyle ilgili sonuçlar
2. Strüktür elemanlarıyla ilgili sonuçlar
3. Malzemeyle ilgili sonuçlar
4. Genel sonuçlar

4.1. Strüktür Sistemiyle İlgili Sonuçlar

- Sistem en çok hacimsel strüktürlerde uygulanmaktadır. Çizgisel ve düzlemsel strüktürlerde de uygulamalar bulunmaktadır.
- Sistemle en çok yüzey etken taşıyıcı sistemler oluşturulmaktadır. Vektör etken taşıyıcı sistemler de sık kullanılan strüktür türlerindedir. Sistem kütle etken ve biçim etken taşıyıcı sistemlerde de uygulanmaktadır.
- Yüzey etken taşıyıcı sistemlerden kabuklar, vektör etken taşıyıcı sistemlerden de çubuk ağı kubbeler en çok tercih edilen biçimlerdir.
- Açık sistem kapalı sisteme göre daha fazla kullanılan strüktürel formdur.
- Sistem en çok çatıda uygulanmaktadır. Duvar da uygulanabildiği gibi, çatı ve duvarda birlikte de kullanılabilir.
- Sistemde, ana strüktürel elemanlar genellikle tutkallı tabakalanmış ahşaptır. Bu elemanlarla birlikte betonarme ve çelik elemanlar da kullanılmaktadır.

- En çok uygulanan kaplama malzemesi PVC'dir. Cam, bakır, paslanmaz çelik, alüminyum, ahşap ve membran da kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır.
- Sistemde çelik bağlantı öğeleri kullanılmaktadır. Tutkal ve demir kullanılan örneklere de rastlanmıştır.
- Yapılarda ön üretim tekniği kullanılmaktadır. Fabrikada üretilen TTA elemanlar, inşaat alanına getirilerek montajı yapılmaktadır.

4.2. Strüktür Elemanlarıyla İlgili Sonuçlar

- Sistem en çok TTA çubuk elemanlarla oluşturulmaktadır. Kemer, kiriş ve makaslarla oluşturulan sistemler de bulunmaktadır.
- Sistemin elemanlarında liflere paralel tabakalama yapılmaktadır. Tabaka sayıları değişebilmektedir.

4.3. Malzemeyle İlgili Sonuçlar

- Tutkallı tabakalanmış ahşap malzemelerde yumuşak ağaçlar daha çok tercih edilmektedir. Sert ağaçlar da kullanılmaktadır.
- Tutkallı tabakalanmış elemanlar oluşturulurken 'Hetzer Sistem' tercih edilmektedir.
- Tabakaların uç eklemelerinde 'kurtağzı ek' kullanılmaktadır.
- Her ağacın nem içeriği farklıdır, ancak hepsi fırınlama yöntemiyle %12'lere getirilerek kullanılmaktadır.
- Kullanılan bağlayıcı türü fenol- rezorsinol formaldehit tutkallarıdır.
- Bütün elemanlar emprenye işleminden geçirilmektedir.

4.4. Genel Sonuçlar

Tutkallı tabakalanmış ahşap strüktür sistemlerinin kullanıldığı örneklerden elde edilen sonuçlara ilave olarak bazı genel sonuçlar da elde edilmiştir. Bu sonuçlar:

- Doğal ahşap malzemeyle eğrisel elemanların oluşturulması olanaksızken, tabakalanmış ahşap malzemeyle çeşitli biçimlerde elemanlar oluşturulabilmektedir.
- Büyük açıklıklı mekanlarda, çelik ve betonarmeye göre daha avantajlıdır. Çelik yangın anında taşıma gücünü çok çabuk kaybeder, betonda ise ısının etkisiyle beton içindeki demirlerin pas payı ortadan kalkar ve bir süre sonra beton da taşıyıcı özelliğini kaybeder. Hafif olduğu için deprem anında da avantajlıdır. Paslanamayan ve sudan etkilenmeyen bir malzemedir.
- Tutkallı tabakalanmış ahşap malzeme, ekonomik olduğu için, genellikle ağaç kaynaklarının bol olduğu yerlerde daha çok kullanılmaktadır.
- Üretiminde en sık kullanılan kozalaklı çam türü, doğada en çabuk yenilenebilen ağaç türüdür.
- Strüktür sistemlerinde en büyük açıklıklar kubbe formuyla geçilebilmektedir. Kubbe düz veya eğrisel çubuklar, kemer vb. elemanlardan oluşturulabildiği için TTA strüktür sistemleri bu formlar için uygundur.

5. KAYNAKLAR


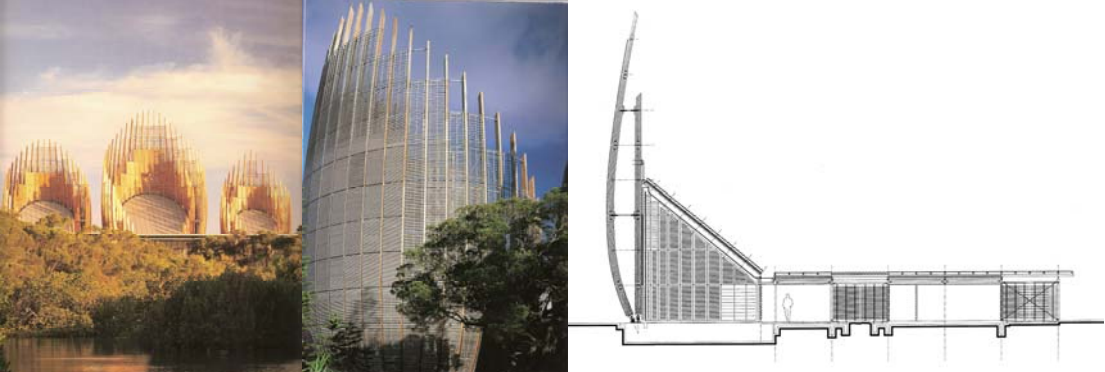

1. Eriç, M., Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayınları, İstanbul, 1994
2. Erkoç, E., Günümüz Teknolojisiyle Üretilen Ahşap Konutların Tasarım-Uygulama-Kullanım Üçgeninde Değerlendirilmesi (İstanbul Örnekleri), Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2004
3. Şener, Y., Ahşabın Öyküsü, Art Decor, 79 (1999) 146-158
4. Beckett, D. ve Marsh, P., 1974
5. ArslankelleT., Tutkallı Tabakalı Ahşap Kirişlerin, Geniş Açıklıklı Strüktürel Sistemlerde Etkin Kullanımının İrdelenmesi ve Türkiye'den Bir Örnek Çalışma, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2002
6. Ünal, O., Yapı Malzemesi Ders Notları (http://www.teknolojikarastirmalar.com/e-egitim/yapi_malzemesi/icerik/ahsap.htm), 4 Mayıs 2007
7. Hodgkinson, A., AJ Handbook of Building Structure, The Architectural Press, London, 1974.
8. Güller, B., Odun Kompozitleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2 (2001) 135- 160
9. Avlar, E. ve Limoncu, S., Yapı Malzemesi Olarak Ahşap ve Ahşap Yapı Sistemleri, Yapı, 241 (2001) 87-90
10. Bostancıoğlu, E. ve Düzgün Birer, E. ,Ekoloji ve Ahşap-Türkiye'de Ahşap Malzemenin Geleceği, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 9,2 (2004) 37-44
11. [www.kagirahsap.com/ahsap ve yapi.htm](http://www.kagirahsap.com/ahsap_ve_yapi.htm), Lamine Ahşap Teknolojisi, 3 Nisan 2006
12. Yesügey, C., Büyük Açıklıkları Geçebilen Çağdaş ve Estetik Bir Strüktür Sistemi Tutkallı Tabakalı Ahşap Teknolojisi, Yapı, 249 (2002) 93-96
13. Tokyay, V., Tutkallı Tabakalı Ahşap Teknolojisi, Yapı, 197 (1998) 114
14. Forest Products Laboratory, Wood handbook—Wood as an engineering material, 1999
15. <http://timber.ce.wsu.edu/SlideShow/Slide34.htm>, 1 Haziran 2007
16. http://www.woodforgood.com/publications/resources/sports_stad1.pdf, 13 Temmuz 2006
17. www.oranmimarlik.com.tr/teknoloji_t1.htm, Tutkallı Tabakalı Ahşap Teknolojisi, 3 Nisan 2006

18. www.fpl.fs.us/documnts/pdf1997/moody97a.pdf, Glued-Laminated Timber, 3 Mayıs 2006
19. http://oak.arch.utas.edu.au/tbia/view_article.asp?articleID=251
20. Şenol, D., Büyük Açıklıklı Mekanların Tutkallı Tabakalanmış Ahşap Sistemler ile Geçilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2001
21. Türkçü,Ç., Çağdaş Taşıyıcı Sistemler, Birsen Yayınevi, 003
22. www.glulam.co.uk, Specifiers Guide, 24 Nisan 2006
23. Mengeloğlu, F. ve Kurt, R., Mühendislik Ürünü Ağaç Malzemeler 1- Tabakalanmış Kaplama Kereste (TAK) ve Tabakalanmış Ağaç Malzeme (TAM), KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 7, 1(2004) 39-44
24. Ertaştan, E., The Performance Of Medium And Long Span Timber Roof Structures: A Comparative Study Between Structural Timber And Steel, ODTÜ, Yapı Bilimleri, Ankara, 2005
25. <http://cwc.ca/products/glulam>, 2 Mart 2006
26. www.apawood.org/pdfs/managed/T300.pdf, 15 Mayıs 2006
27. www.aite-glulam.org/shopcart/Pdf/aite_104_2003.pdf, 14 Mayıs 2006
28. Götz, K. H.; Hoor, D.; Möhler, K.; Natterer, J. (1989) Timber Design and Construction Sourcebook, Mc Graw Hill Publishing Company, New York.
29. Herzog,T., Schweitzer,R., Volz,M., Natterer,J. and Winter,W., Timber Construction Manual,2003
30. www.apawood.org/pdfs/managed/T300.pdf, 15 Mayıs 2006
31. Piano,R., Renzo Piano Building Workshop
32. Faherty, F. K. ve Williamson, G. T., Wood Engineering And Construction Handbook, Mcgraw- Hill Publishing Company, New York, 1989
33. Schodek, D. L., *Structures*, Prentice Hall, Eaglewood Cliffs, New Jersey, 1980, Sentinel Structures, <http://www.sentinelstructures.com>, 10 Nisan 2006
34. Shaeffer, R. E., Building Structures: Elementary Analysis And Design, Prentice Hall, Inc., Eaglewood Cliffs, New Jersey, 1980, Southern Pine Council, Post Frame Construction Guide <http://www.southernpine.com>, 13 Nisan 2006
35. Hornbostel, C., Hornung, W. J., Materials and Methods For Contemporary Construction, Prentice Hall Inc., New Jersey, 1982
36. Foster, J. S., Structure and Fabric, Part 1 And Part 2, The Mitchell Publishing Company Limited, London, 1983

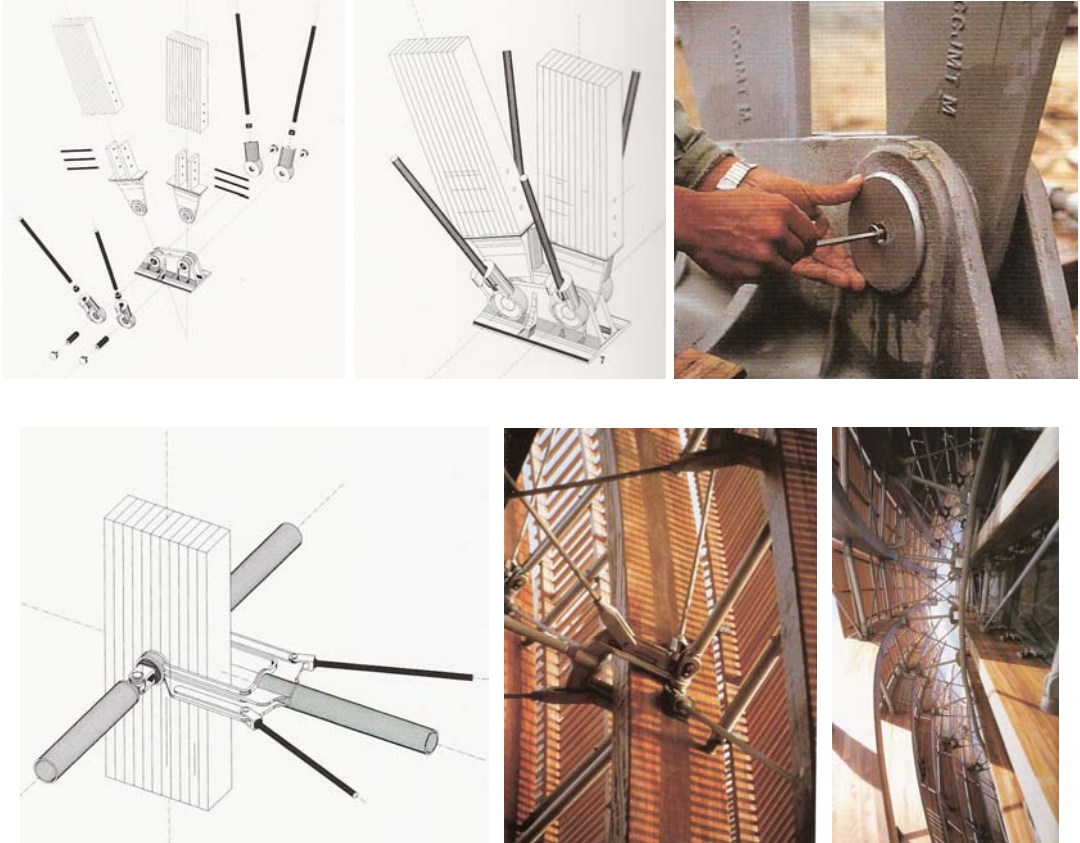
37. Callender, J. H., Time Savers Standards For Architectural Design Data, Mcgraw Hill Book Company, New York, 1982
38. Kuban, D., Mimarlık Kavramları, Çevre Yayınları, İstanbul, 1980
39. Vural, N., Uzay Kafes Strüktür Sistemleri ve Türkiye'deki Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2002

6. EKLER

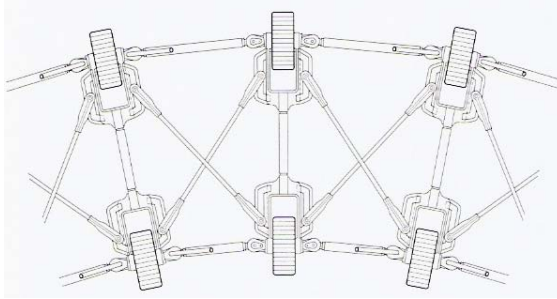

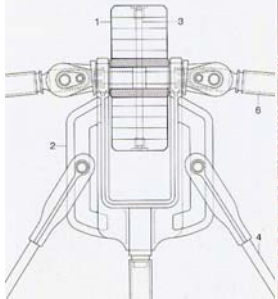

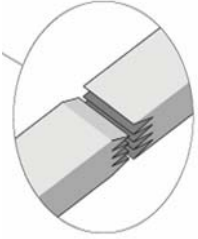
Ek Tablo 1. Tjibaou kültür merkezine ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Jean- Marie Tjibaou Cultural Centre
Yapının İşlevi	Kültür merkezi
Yapım Yeri	New Caledonia
Yapım Yılı	1998
Mimarı	Renzo Piano
Plan Geometrisi/Form	Dairesel form
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi- CAD
Strüktür Geometrisi	<p>Hacimsel Eğri yüzeyli Diyagonal kesilmiş silindir</p> 

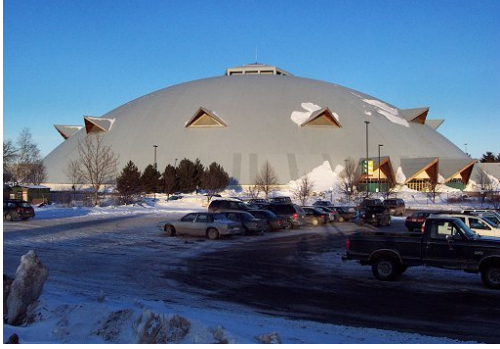

Ek Tablo 1'in devamı

Strüktürün Türü		Biçim etken taşıyıcı sistem – kablolu sistem
Strüktürel Form		-
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri		Duvar
Geçilen Açıklık ve Yükseklik		---- 1.tip: 9 m; 2.tip: 22 m, 3.tip: 28 m yükseklik
Strüktürün Yapım Öğeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Tutkallı tabakalanmış ahşap eğrisel ve düz kolonlar
	Tali Strüktürel Elemanlar	Yatay çelik borular, çelik gergiler
	Kaplama	Ahşap çubuklar
	Bağlantı Öğeleri	Çelik ayaklar, çelik plaklar, cıvatalar, çiviler
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı		

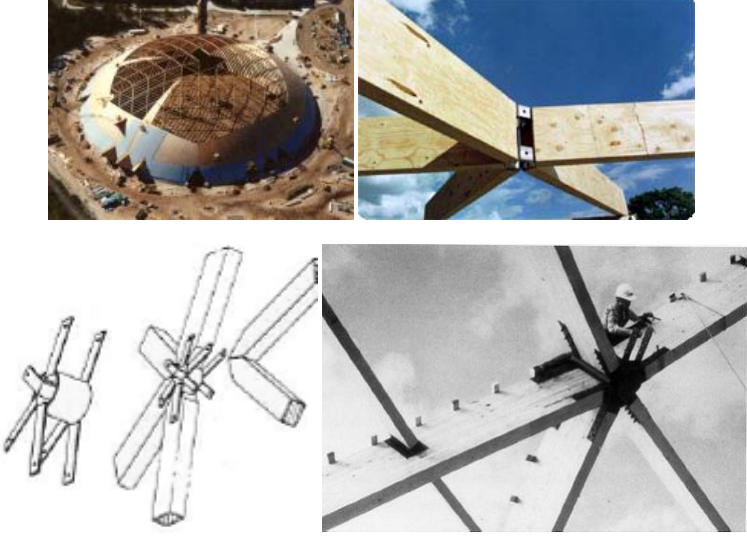
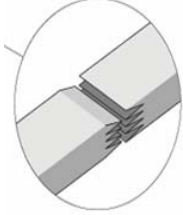
Ek Tablo 1'in devamı

Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı				
				
STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanının	Adı	Boyutları	Tabaka sayısı	Biçimi
	Dikdörtgen kesitli eğrisel ve düz kolonlar	150x385 mm, uzunluklar değişken	Bilgiye ulaşılamamıştır	-
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Iroko			
Renk-Sertlik	Kahverengi- Sert ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Yüksek			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek 			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol –Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

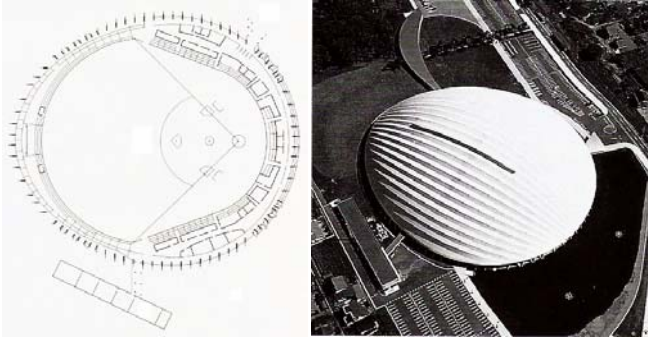

Ek Tablo 2. Superior Dome'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Superior Dome
Yapının İşlevi	Stadyum
Yapım Yeri	Morquette, Michigan
Yapım Yılı	1991
Mimarı	T. M. P. Associates
Plan Geometrisi/Form	Dairesel form
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi - CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel Eğri yüzeyle Ayrık Hacim Çubuk Ağı Kubbe
Sürtüktür Türü	Vektör etken taşıyıcı sistem – çubuk ağı kubbe
Strüktürel Form	Açık
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği	163.4 m açıklık, 105 m kubbenin yarıçapı 39 m yükseklik


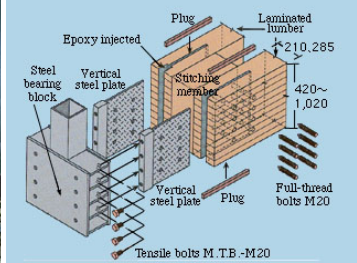

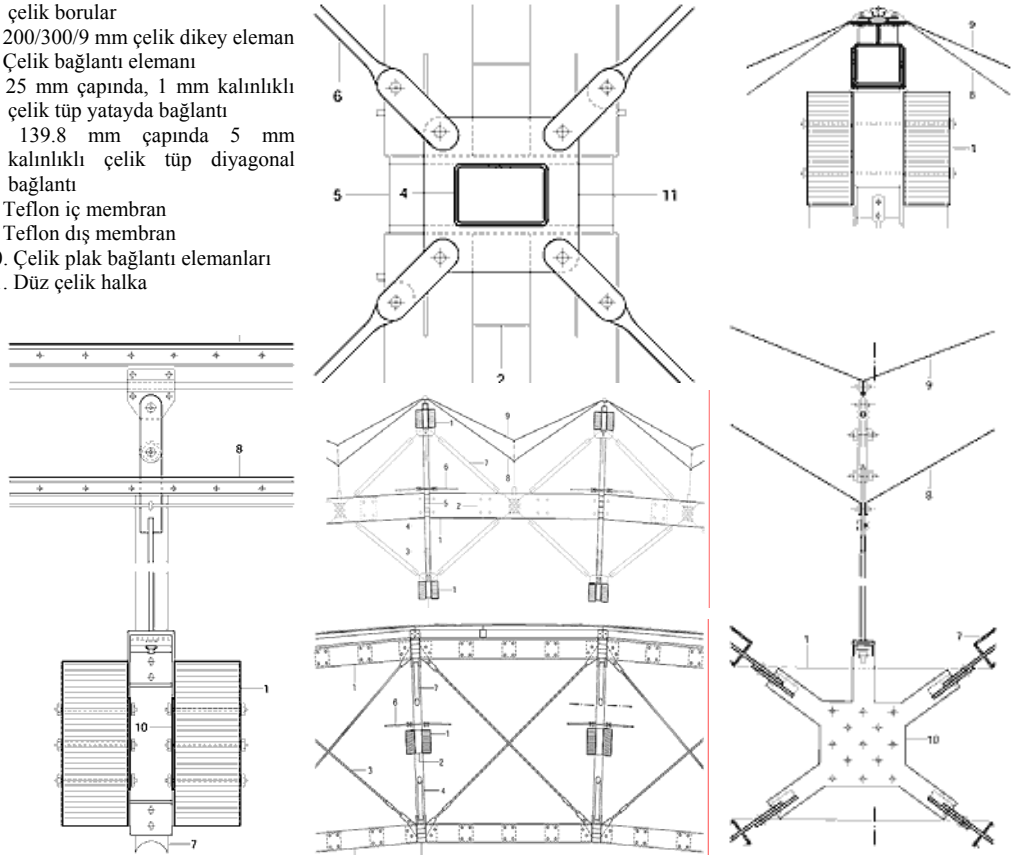
Ek Tablo 2'nin devamı

Strüktürün Yapım Ögeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Kubbeyi destekleyen 40 betonarme payanda Tutkallı tabakalanmış ahşap eğrisel çubuklar		
	Tali Strüktürel Elemanlar	Tutkallı tabakalanmış ahşap yivlere geçmeli eğrisel çubuklar Temelde 76 cm derinlik ve 152 cm genişliğinde ön gerilmeli beton halka		
	Kaplama	Bilgiye ulaşılamamıştır.		
	Bağlantı Ögeleri	Çelik plaklar, çiviler ve cıvatalar		
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı				
STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanının	Adı	Boyutları	Tabaka sayısı	Biçimi
	Eğrisel çubuk elemanlar	Derinlik 95 cm, genişlik 22 cm, uzunluklar değişken	Bilgiye ulaşılamamıştır	-
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Douglas köknarı			
Renk-Sertlik	Pembemsi kahverengi-Yumuşak ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Orta			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol- Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

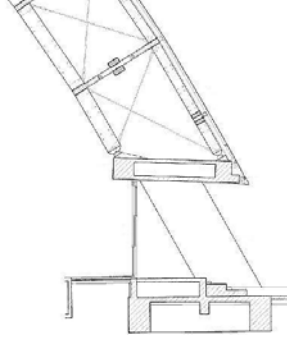



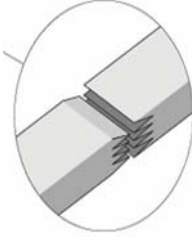
Ek Tablo 3. Odate Dome'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Odate Dome
Yapının İşlevi	Çok Amaçlı Stadyum, Beysbol sahası
Yapım Yeri	Odate, Akita, Japonya
Yapım Yılı	1997
Mimarı	Toyo Ito Architectural Design
Plan Geometrisi/Form	Düzgün geometrik forma sahip olmayan
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi - CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel strüktür Eğri yüzeyli Çift eğrilikli ayrık hacim Çubuk ağı kubbe
Strüktür Türü	Yüzey etken taşıyıcı sistem – ahşap ızgara kabuk
Strüktürel Form	Açık Sistem
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı, Duvar



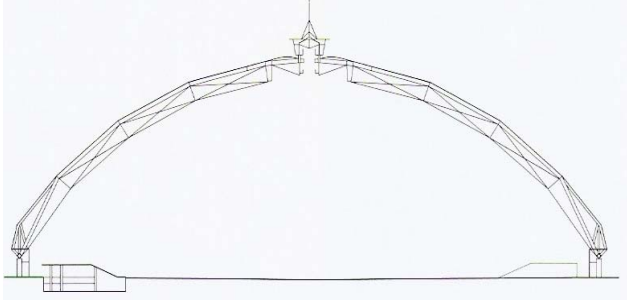


Ek Tablo 3'ün devamı

Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği		178 m açıklık 52 m yükseklik
Strüktürün Yapım Ögeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Eğrisel çubuklardan oluşan kafes kemerler, eğrisel çubuklardan oluşan kemer elemanlar, betonarme kolonlar
	Tali Strüktürel Elemanlar	Ön gerilmeli beton dairesel kiriş
	Kaplama	Yarı saydam teflon örtü malzeme, PTFE cam lifi
	Bağlantı Ögeleri	Makasları oluşturan çelik borular ve çelik çubuklar, çelik plaklar, epoksi tutkalları, cıvatalar, dökme alüminyum bağlantı malzemeleri
Epoksi reçineli yapıştırıcılarla cıvataların birlikte kullanıldığı yeni bağlantı tekniği.		
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı	  	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akita sedirinden lamine kiriş 2. Kirişler arasında 218 mm boşluk elemanı 3. Dikey bağlayıcı: farklı çaplarda çelik borular 4. 200/300/9 mm çelik dikey eleman 5. Çelik bağlantı elemanı 6. 25 mm çapında, 1 mm kalınlıklı çelik tüp yatayda bağlantı 7. 139.8 mm çapında 5 mm kalınlıklı çelik tüp diyagonal bağlantı 8. Teflon iç membran 9. Teflon dış membran 10. Çelik plak bağlantı elemanları 11. Düz çelik halka 	

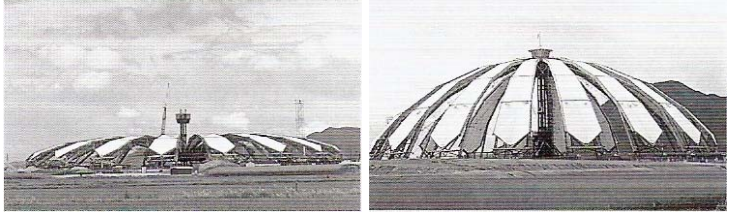
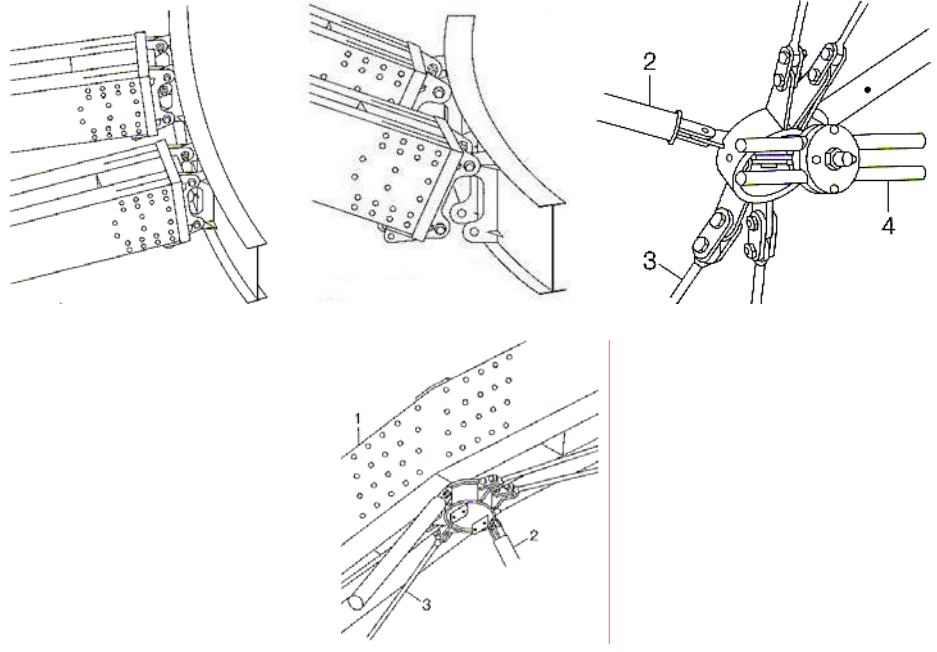
Ek Tablo 3'ün devamı

Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı				
				
STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanının	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
	Eğrisel elemanlardan oluşan kafes kemer	-	-	-
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Akita sediri			
Renk-Sertlik	Kızıl kahverengi- Yumuşak ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Yüksek			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol- Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi/	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

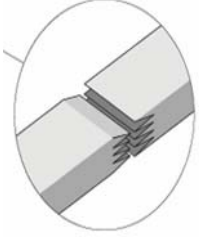
Ek Tablo 4. Izumo Dome'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER		
Yapının Adı	Izumo Dome	
Yapının İşlevi	Stadyum	
Yapım Yeri	Izumo, Japonya	
Yapım Yılı	1992	
Mimarı	Kajima Design, Tokyo; Shigeru Ban, Arata Yoshida	
Plan Geometrisi/Form	Dairesel form	
		
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER		
 		
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi - CAD	
Strüktür Geometrisi	Hacimsel strüktür Eğri yüzeyli Sürekli hacim Eş eğrilikli kabuk	
Strüktür Türü	Biçim etken taşıyıcı sistem – kemer biçimli katlanmış plak	
Strüktürel Form	Açık sistem	

Ek Tablo 4'ün devamı

Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri		Çatı , duvar
Geçilen Açıklık ve Yükseklik		143 m açıklık 49 m yükseklik
Strüktürün Yapım Öğeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Tutkallı tabakalanmış ahşap kemerler, kemerleri destekleyen 4 m yüksekliğinde öngerilmeli beton kolonlar, Destekler seviyesinde çelik halka
	Tali Strüktürel Elemanlar	Çelik çubuklar, çelik dairesel bağlantı çubukları(36 mm çap), çelik destekler(140 mm çap), çelik gerilme kabloları (70 mm çap)
	Kaplama	Yarısaydam beyaz teflon film
	Bağlantı Öğeleri	Çiviler, cıvatalar, plaklar
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı	 	
	<p>1 tutkallı tabakalı ahşap kemer, 2730 x 9140 mm 2 çelik destek, 140 mm çapında 3 çelik dairesel bağlantı çubuğu 36 mm çapında 4 gerilme halkası, 70 mm çapında çelik kablolar</p>	



Ek Tablo 4'ün devamı

STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanın	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
		Ahşap kemer	2730 x 9140 mm	iki kat
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Amerika çamı			
Renk –Sertlik	Pembemsi Kahverengi- Yumuşak Ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Düşük			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek 			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol –Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

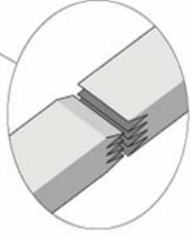
Ek Tablo 5. Tacoma Dome'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Tacoma Dome
Yapının İşlevi	Spor Salonu
Yapım Yeri	Tacoma, Washington, ABD
Yapım Yılı	1982
Mimarı	McGranahan, Messenger Associates
Plan Geometrisi/Form	Dairesel form
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi - CAD
Strüktür Geometrisi	<p>Hacimsel Eğri yüzeyli Ayrık hacimler Çift eğrilikli Çubuk ağı kubbeler</p> 



Ek Tablo 5'in devamı

Strüktür Türü		Vektör etken taşıyıcı sistem – çubuk ağı kubbe
Strüktürel Form		Açık sistem 
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri		Çatı + duvar
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği		161,5 m açıklık 48 m yükseklik
Strüktürün Yapım Öğeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Betonarme kolonlar, tutkallı tabakalanmış, ahşap çubuklar, temelde öngerilmeli beton dairesel kiriş,
	Tali Strüktürel Elemanlar	Tutkallı tabakalanmış ahşap destek çubukları
	Kaplama	Poliüretan membran
	Bağlantı Öğeleri	Çelik merkezi bağlantı elemanları, plaklar, çiviler
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı		


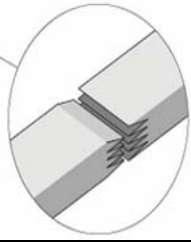
Ek Tablo 5'in devamı

STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanının	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
		Dikdörtgen kesitli çubuk elemanlar	Genişlik 170 mm ile 220 mm Yükseklik 750 mm uzunluk genellikle 15 m	
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Douglas köknarı			
Renk-Sertlik	Pembemsi kahverengi- Yumuşak ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Orta			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklmeleri	Kurtağzı ek 			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol- Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

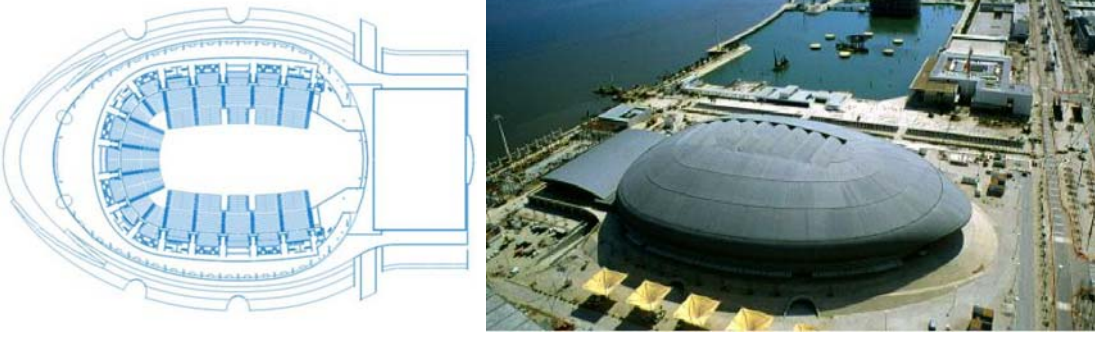


Ek Tablo 6. Disney Ice'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Disney Ice
Yapının İşlevi	Buz pisti
Yapım Yeri	Anaheim, Kaliforniya
Yapım Yılı	1995
Mimarı	Frank Gehry
Plan Geometrisi/Form	Dikdörtgen form
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi - CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel strüktür Eğri yüzeyli sürekli hacim Tek eğrilikli kabuk (Tonoz)
Strüktür Türü	Yüzey etken taşıyıcı sistem – tek eğrilikli kabuk (Tonoz)
Strüktürel Form	Kapalı Sistem 
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı, duvar
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği	35.4 m Merkezde 6.7 m

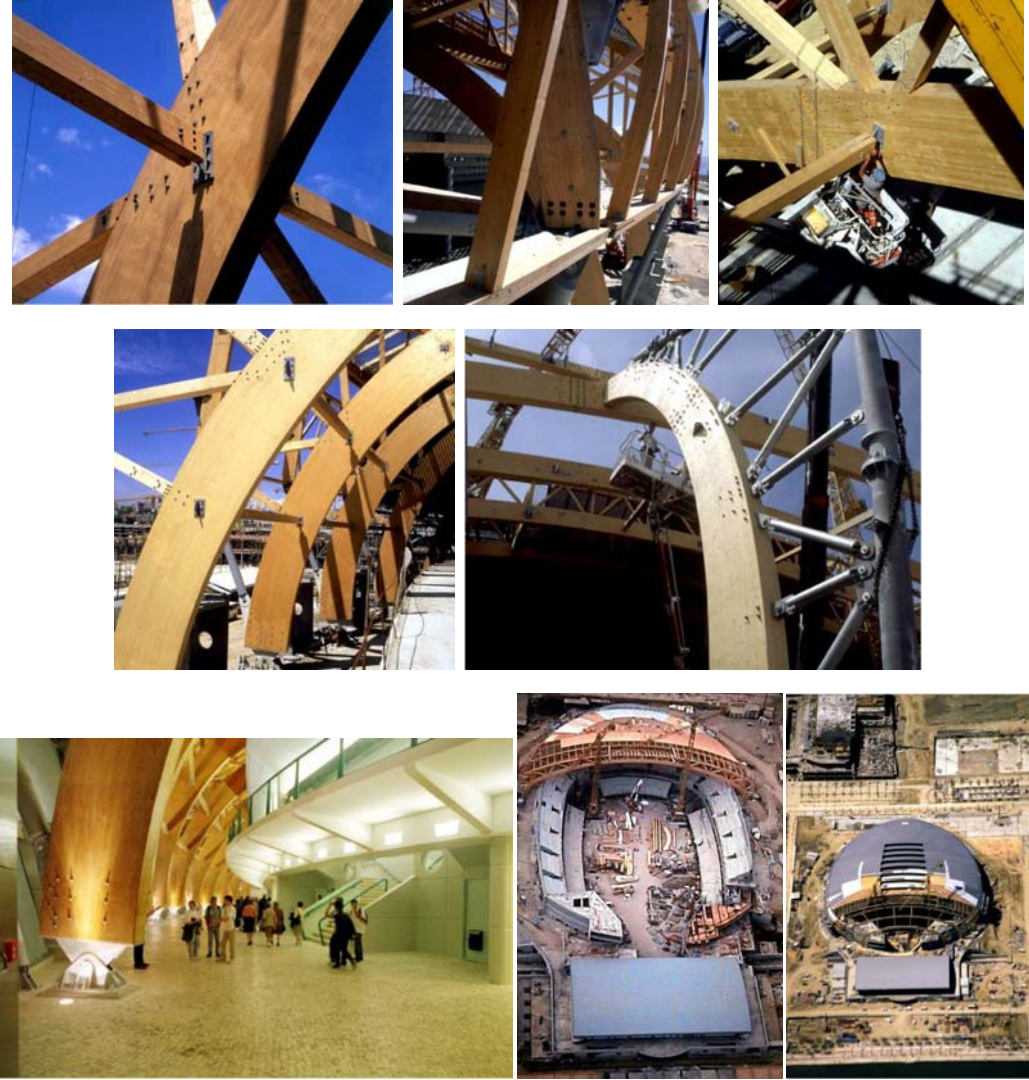
Ek Tablo 6'nın devamı

Strüktürün Yapım Ögeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Semer biçiminde çift eğrilikli tutkal tabakalanmış ahşap kemerler.		
	Tali Strüktürel Elemanlar	Masif ahşap destek kirişleri.		
	Kaplama	İçte kontrplak tavan kaplaması, dışta alüminyum.		
	Bağlantı Ögeleri	Bilgiye ulaşılamamıştır		
Eleman Bağlantısı ve Uygulama Detayı				
STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanının	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
	Kemer – çift eğrilikli	222 mm genişlik, 1292 mm yükseklik		
Tabaka Sayısı				
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Güney sarıçamı ve Dauglas köknarı			
Renk –Sertlik	Pembemsi Kahverengi – Yumuşak Ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Düşük (Güney sarıçamı)- Orta (Dauglas köknarı)			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek 			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol- Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			


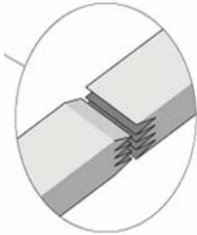
Ek Tablo 7. Atlantico Pavilion'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Atlantico Pavilion
Yapının İşlevi	Çok amaçlı salon
Yapım Yeri	Lisbon, Portekiz
Yapım Yılı	1998
Mimarı	Regino Cruz, SOM (Skidmore, Owing & Merrill)
Plan Geometrisi/Form	Elips plan formu
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi- CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel strüktür Eğri yüzeyli Sürekli hacim Kabuk
Strüktür Türü	Yüzey etken taşıyıcı sistem – ahşap ızgara kabuk
Strüktürel Form	Kapalı sistem 
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı - duvar

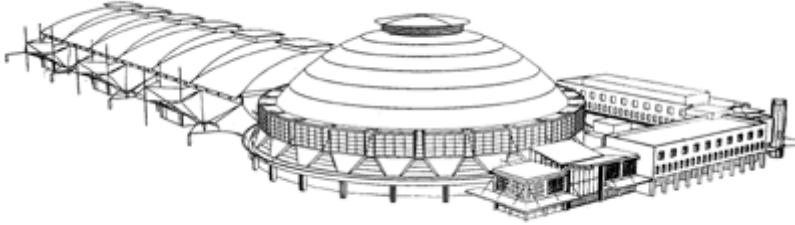
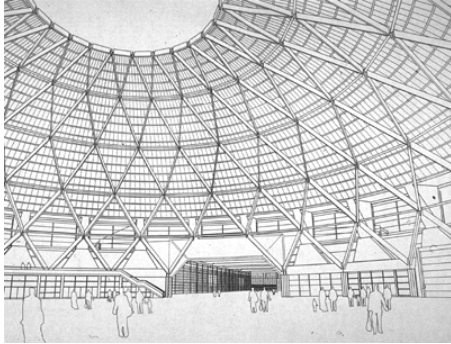
Ek Tablo 7'nin devamı

Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği		114 m açıklık 36 m yükseklik
Strüktürün Yapım Öğeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	2 veya 3 parça tutkallı tabakalanmış ahşabın birbirine tutkallanmasıyla oluşturulmuş kafes kemerler
	Tali Strüktürel Elemanlar	Tutkallı tabakalanmış ahşap çubuk elemanlar, metal borular
	Kaplama	Ahşap kaplama örtü malzemesi,
	Bağlantı Öğeleri	Çiviler, tabakalı ahşap üretilirken yerleştirilmiş çelik plaklar, cıvatalar, vidalar(14 mm çapında, 95 mm ve 105 mm uzunluklarında).
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı		







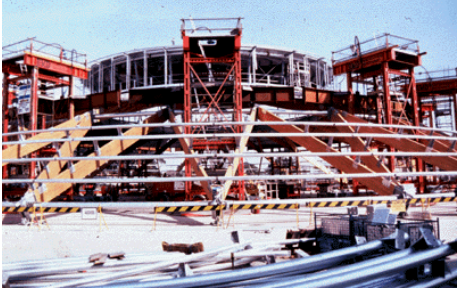


Ek Tablo 7'nin devamı

Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı				
				
STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanının	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
	Kafes kemer	150 m uzunluk ve 1900 mm yükseklik		
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Ladin			
Renk –Sertlik	Beyaz- Yumuşak ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Düşük			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek 			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol- Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

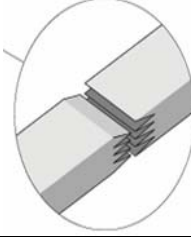
Ek Tablo 8. Sidney gösteri ve sergi Merkezi'ne ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Sidney Gösteri ve Sergi Merkezi
Yapının İşlevi	Gösteri Merkezi - Sergi
Yapım Yeri	Homebush Bay, Sidney
Yapım Yılı	1997 – 1998
Mimarı	Ancher, Mortlock ve Wooley
Plan Geometrisi/Form	Dairesel form
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi - CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel strüktür Çift eğrilikli ayırık hacim Dönel yüzey Çubuk ağı kubbeler
Strüktür Türü	Vektör etken taşıyıcı sistem - çubuk ağı kubbe
Strüktürel Form	Kapalı sistem
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı, duvar

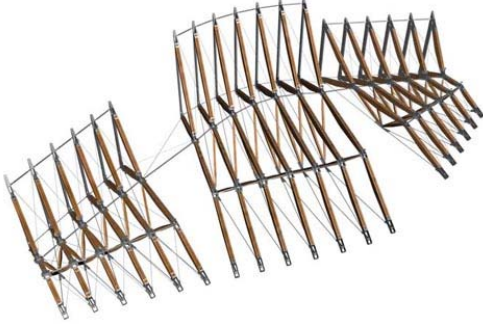


Ek Tablo 8'in devamı

Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği		97 m açıklık 42 m yükseklik
Strüktürün Yapım Ögeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Tutkallı tabakalanmış ahşap çubuklardan oluşan kubbe
	Tali Strüktürel Elemanlar	Çelik borular (destek kirişi görevinde)
	Kaplama	
	Bağlantı Ögeleri	Çelik düğüm noktası bağlantı elemanları, cıvatalar, somunlar, epoksi yapıştırıcı
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı	 	
	  	
	 	
	 	



Ek Tablo 8'in devamı

STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanın	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
		Dikdörtgen kesitli çubuklar	Tepede 800x100 mm den Temelde 800x230 mm ye kadar .	-
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Güney Avustralya Çamı			
Renk-Sertlik	Pembemsi kahverengi - Yumuşak ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Düşük			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol- Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

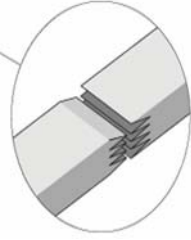
Ek Tablo 9. Scottish Parliamentary Building'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Toplantı salonu çatısı, Scottish Parliamentary Building
Yapının İşlevi	Parlamento Binası, Toplantı Salonu
Yapım Yeri	Edinburgh
Yapım Yılı	2004
Mimarı	EMBT RMJM LTD, Enric Miralles
Plan Geometrisi/ Form	Düzgün geometrik forma sahip olmayan
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi- CAD
Strüktür Geometrisi	<p>Hacimsel strüktür Düzlem yüzeyli Ayrık hacim Katlanmış çubuk ağı</p> 
Strüktür Türü	Vektör etken taşıyıcı sistem - uzay kafes sistem
Strüktürel Form	Açık Sistem 
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği	6 m den 24 m ye kadar açıklık.

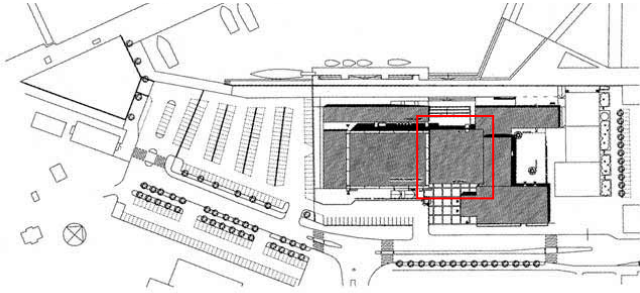



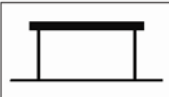
Ek Tablo 9'un devamı

Strüktürün Yapım Ögeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Tutkal tabakalanmış ahşap çubuklar
	Tali Strüktürel Elemanlar	Paslanmaz çelik çubuklar
	Kaplama	Eğimli ahşap kaplama panelleri.
	Bağlantı Ögeleri	Çelik plaklar, epoksi yapıştırıcı
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı		
		

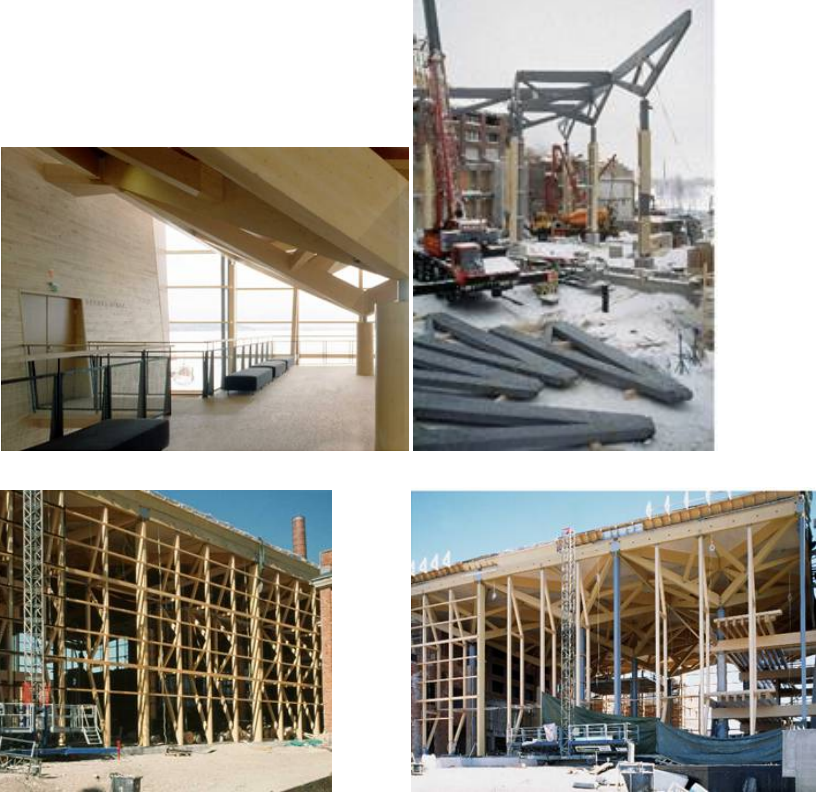
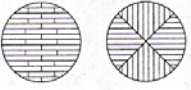
Ek Tablo 9'un devamı

STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanın Adı	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
		Dikdörtgen kesitli çubuklar	600 mm X 300 mm	-
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Meşe			
Renk- Sertlik	Açık kahve- Sert ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Yüksek			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol –Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

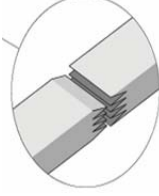
Ek Tablo 10. Sibelius Hall'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Sibelius Hall
Yapının İşlevi	Kongre ve konser salonu
Yapım Yeri	Lahti, Finlandiya
Yapım Yılı	2000
Mimarı	Kimmo Lintula ve Hannu Tikka
Plan Geometrisi/Form	Kare form
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar Teknolojisi - CAD
Strüktür Geometrisi	<p>Çizgisel strüktür Düz yüzeyle Düşey Kolon</p> 
	<p>Hacimsel strüktür Düz- ayırık hacim Katlanmış çubuk ağı</p> 
Strüktürel Form	Açık Sistem 

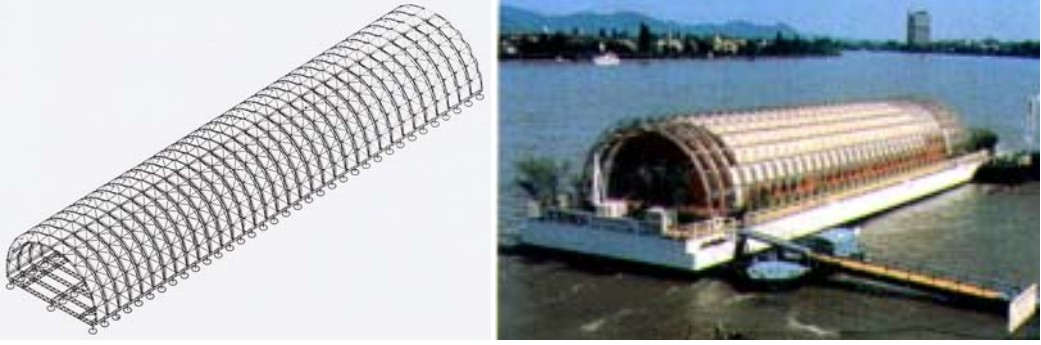
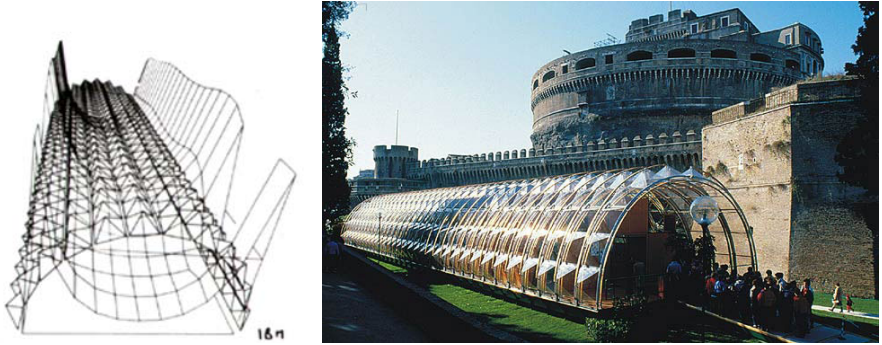
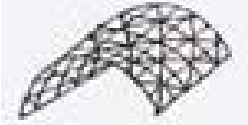

Ek Tablo 10'un devamı

Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri		Çatı							
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği		16 mX 16 m genişlik / 13 m yükseklik (kolon aralıkları 4 m)							
Strüktürün Yapım Öğeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Kolonlar, makaslar.							
	Tali Strüktürel Elemanlar								
	Kaplama	Bilgiye ulaşılamadı							
	Bağlantı Öğeleri	Bilgiye ulaşılamadı							
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı									
					STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
					Strüktür Elemanının	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
						Pilon	800 mm çapında		
Dikdörtgen kesitli çubuk	Bilgiye ulaşılamamıştır	-	-						

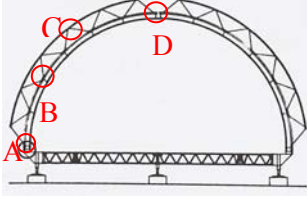
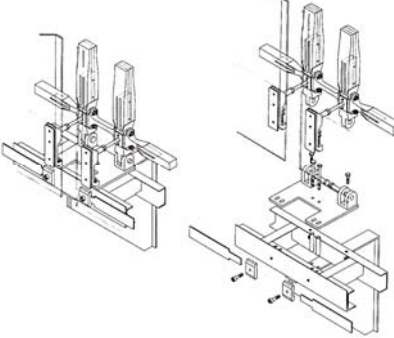
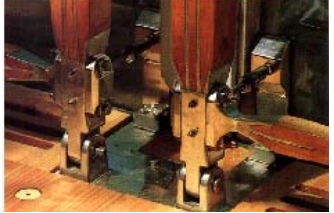

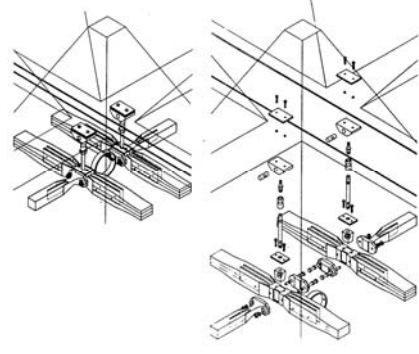


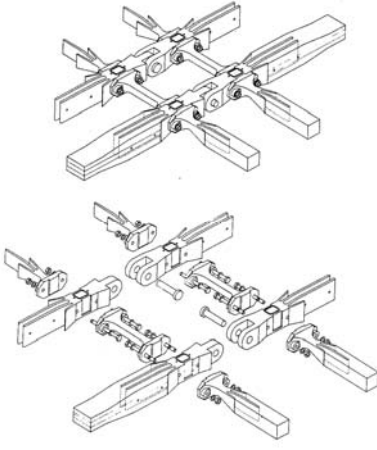
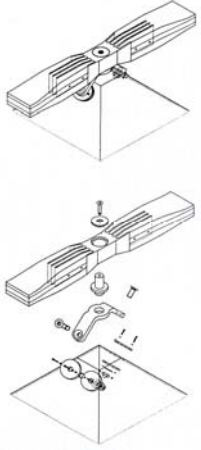

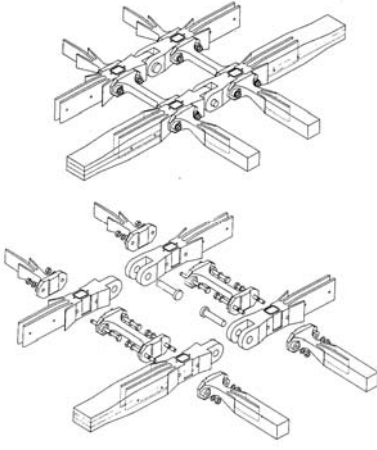
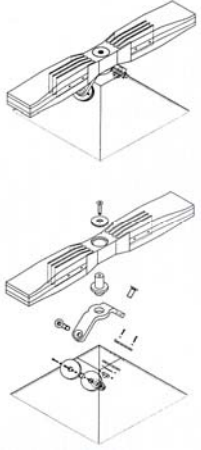
Ek Tablo 10'un devamı

MALZEMEYE AİT BİLGİLER	
Ağaç Türü	Ladin
Renk-Sertlik	Beyaz- Yumuşak ağaç
Dayanıklılık Sınıfı	Düşük
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek 
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol –Rezorsinol Formaldehit İç ortam
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş
Yüzey Özelliği	Planyalanmış

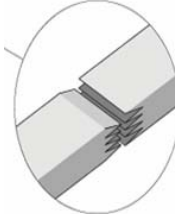
Ek Tablo 11. IBM Travelling Pavilion'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	IBM Travelling Pavilion
Yapının İşlevi	Sergi pavyonu
Yapım Yeri	Londra, İngiltere
Yapım Yılı	1982-1984
Mimarı	Renzo Piano
Plan Geometrisi/ Form	Dikdörtgen form (12 m x 48 m)
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi - CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel strüktür Eğri yüzeyle Tek eğrilikli ayırık hacimler Çubuk ağı tonoz 
Strüktür Türü	Yüzey etken taşıyıcı sistem, tek eğrilikli kabuk
Strüktürel Form	Kapalı sistem 
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı + duvar




Ek Tablo 11'in devamı

Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği		12 m açıklık 6 m yükseklik
Strüktürün Yapım Öğeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Üç mafsallı üç boyutlu kafes kemerler
	Tali Strüktürel Elemanlar	Polikarbonat piramitler, içte ve dıştaki ahşap makasların arasında hem strüktürel bağ, hem de kaplama elemanı işlevi görür
	Kaplama	Yangına dayanıklı, saydam polikarbonat / polietilen piramidal modüller
	Bağlantı Öğeleri	Dökme alüminyum bağlantı elemanları, bağlantı yerlerinde su geçirmeyen kauçuk contalar, metal kenetler ve plaklar, çiviler, farklı malzemeleri birbirine bağlayan tutkallar
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı	  	
	  	
	  	
	  	

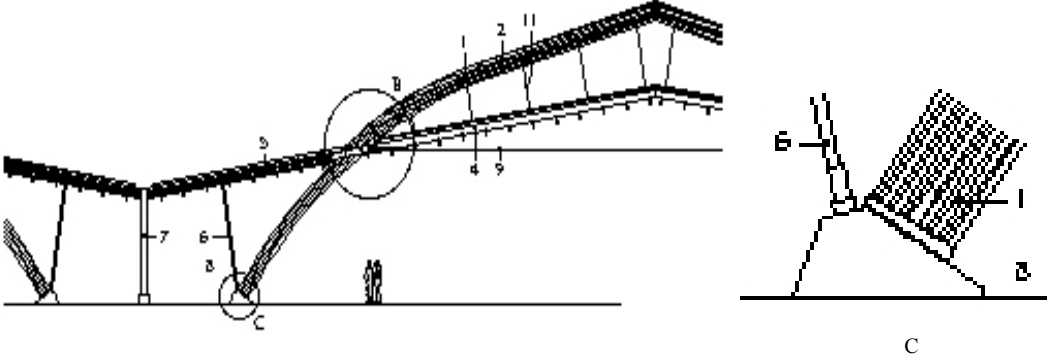
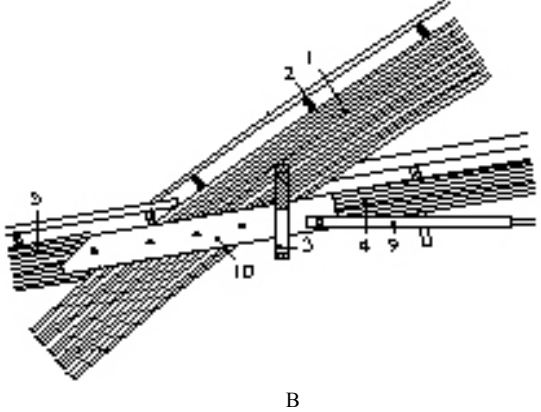
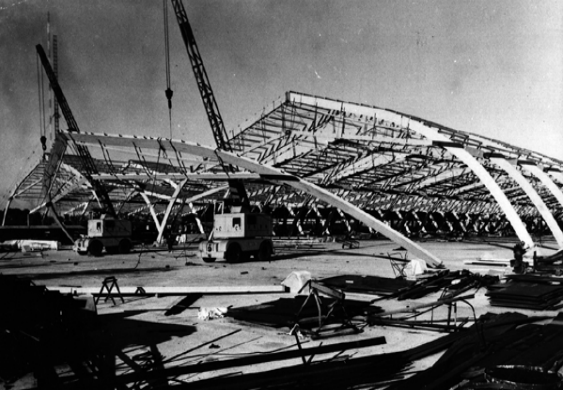
Ek Tablo 11'in devamı

Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı				
	Kemerler, taşınması ve montajının kolay olması için iki parçaya bölünmüştür			
STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanının	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
	Eğrisel çubuklardan oluşan kemer	Bilgiye ulaşamamıştır	-	-
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Kayın			
Renk-Sertlik	Soluk Kahve- Sert Ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Düşük			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklmeleri	Kurtağzı ek 			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol –Rezorsinol Formaldehit İç ve dış ortam			
Emprenye İşlemi/	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

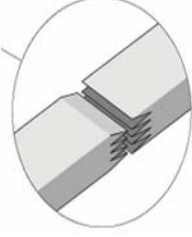
Ek Tablo 12. Factory Building'e ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Factory Building, Homebush Bay
Yapının İşlevi	Fabrika
Yapım Yeri	Homebush Bay, Avustralya
Yapım Yılı	1959
Mimarı	Ralph Symonds
Plan Geometrisi/ Form	Dikdörtgen
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi - CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel strüktür Sürekli hacimler Eş eğrilikli kabuk (tonoz)
Strüktür Türü	Yüzey etken taşıyıcı sistem - tek eğrilik kabuk (Tonoz)
Strüktürel Form	Kapalı Sistem 

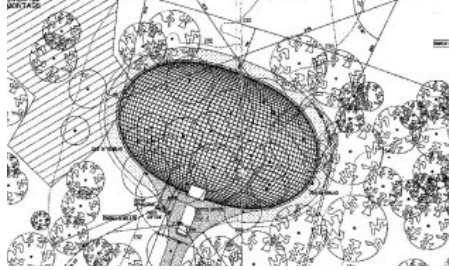

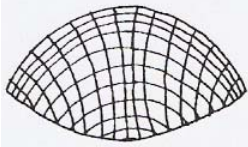

Ek Tablo 12'nin devamı

Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri		Çatı + duvar
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği		3 arkad, her birinde Açıklık: 43 m Yükseklik: 13 m
Strüktürün Yapım Ögeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Tutkallı tabakalanmış ahşap 3 mafsallı, bağlı 3 arkad, betonarme kolon (290 mm ϕ)
	Tali Strüktürel Elemanlar	Tutkallı tabakalanmış ahşap eğimli çatı kirişleri, destek kirişler4i, çelik kemer bağları
	Kaplama	Sırlı çatı ışıklığı
	Bağlantı Ögeleri	Çelik askı şeritleri (35 x 6), çelik bağlantı plakları, çelik çubuklar (85 mm ϕ)
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı		
		
		
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Kemer – 625 x 155 mm 2. Mkaslı kiriş 120 x 60 mm 3. Destekleyici kutu kiriş 4. Eğimli çatı kirişi 310 x 100 mm 5. İkincil kiriş 450 x 100 mm 6. Çelik kolon 85 mm ϕ 7. Kolon 8. Beton temel 9. Çelik kemer bağı 10. Çelik bağlantı plağı 11. Çelik gergi 12. Çatı ışıklığı

Ek Tablo 12'nin devamı

STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanın	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
		Üç mafsallı kemer	620 mm x 155 mm	30
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Yeni Zelanda Çamı (Radiata pine)			
Renk-Sertlik	Pembemsi Kahverengi- Yumuşak Ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Düşük			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklmeleri	Kurtağzı ek			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol- Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

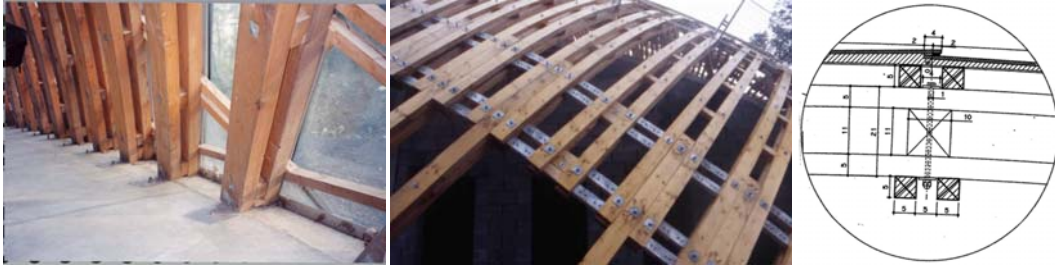
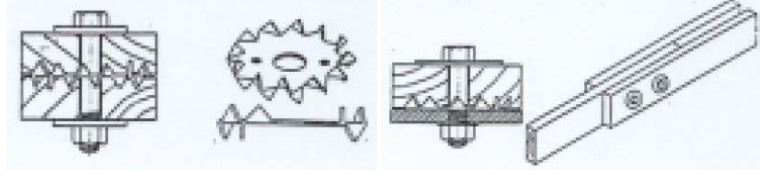
Ek Tablo 13. Le Comptoir Forestier'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Le Comptoir Forestier
Yapının İşlevi	Endüstri binası
Yapım Yeri	Walloon, Belçika
Yapım Yılı	1995
Mimarı	Philippe Samyn and Partners
Plan Geometrisi/ Form	Elips plan formu
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi- CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel Eğri yüzeyli Ayrık hacimler Çift eğrilikli Çubuk ağı kubbe 
Strüktür Türü	Yüzey etken taşıyıcı sistem – ahşap ızgara kabuk
Strüktürel Form	Kapalı sistem 
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı + duvar
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği	27 m açıklık 12,5 m yükseklik

Ek Tablo 13'ün devamı

Strüktürün Yapım Ögeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Kemer formu tutkallı tabakalanmış ahşap elemanlar
	Tali Strüktürel Elemanlar	Boyuna çitalar
	Kaplama	Çatı kaplama malzemesi; T profilli cam ve alüminyum,
	Bağlantı Ögeleri	Cıvatalar, karşılıklı bağlanan metal çiviler, kemerlerin betona bağlantısında kullanılan plaklar, dişli vidalar

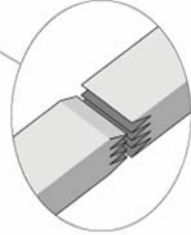
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı



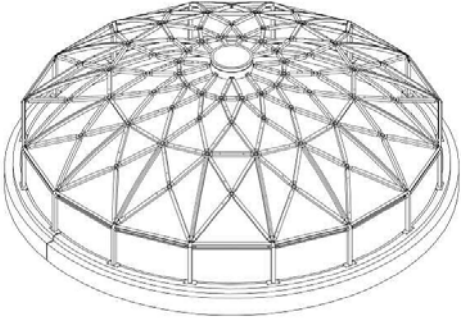

Uygulama sırasında kemerlerin zayıf noktalarında ekstra destekler kullanılır.



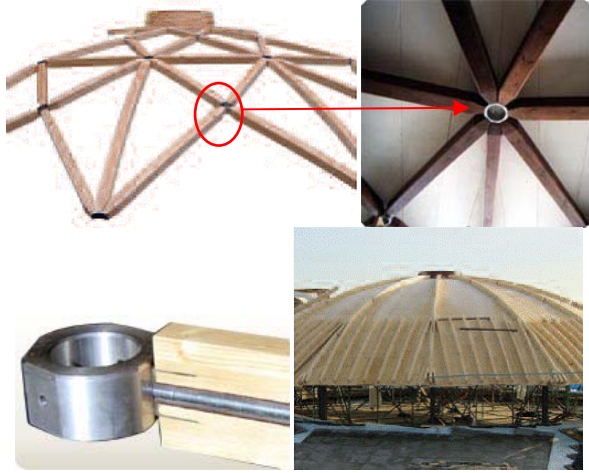
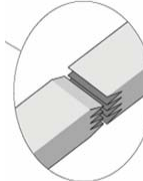
Ek Tablo 13'ün devamı

STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
Strüktür Elemanının	Dikdörtgen kesitli ahşap elemanlar	her bir kemer temelden itibaren, 8/16 lık 1 kiriş, daha sonra 7/14 lük 2 kiriş, daha sonra 6/12 lik 3 kiriş ve en üstte 5/10 cm 4 kiriş eleman; ve hepsinin uzunluğu 6,82 m ve 6,90 m arasında ve derinlikleri 21 cm dir.	2	-
Tabaka Sayısı	Bilgiye ulaşılamamıştır.			
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Ladin, meşe			
Renk –Sertlik	Beyaz(ladin)/Açık kahve(meşe)- Yumuşak Ağaç(ladin)/Sert Ağaç(meşe)			
Dayanıklılık Sınıfı	Düşük(ladin)-Yüksek(meşe)			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemleri	Kurtağzı ek 			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol –Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

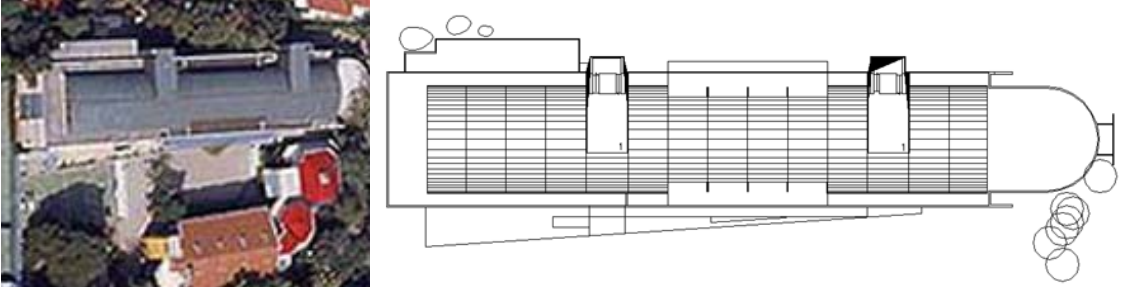


Ek Tablo 14. Gurdwara Southall Temple'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Gurdwara Southall Temple
Yapının İşlevi	Dini yapı- tapınak
Yapım Yeri	Londra, İngiltere
Yapım Yılı	2003
Mimarı	Architects Co Partnership
Plan Geometrisi/ Form	Dairesel form
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi-CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel strüktür Eğri yüzeyli Ayrık hacimler Çubuk ağı kubbe
Strüktür Türü	Vektör ekten taşıyıcı sistem – çubuk ağı kubbe
Strüktürel Form	Açık Sistem
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği	18 m açıklık 14 m yükseklik

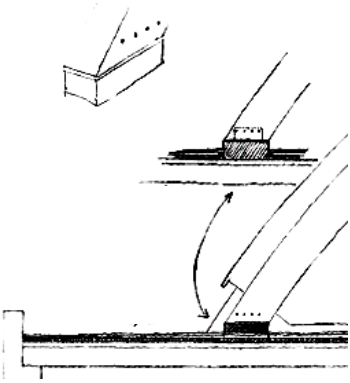





Ek Tablo 14'ün devamı

Strüktürün Yapım Ögeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Tutkallı tabakalanmış ahşap çubuk elemanlar		
	Tali Strüktürel Elemanlar			
	Kaplama	33 mm ahşap kaplama panelleri		
	Bağlantı Ögeleri	Paslanmaz çelik bağlantı elemanları, silindir biçimli, metal merkezi bağlantı elemanları		
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı				
STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanının	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Bİçimi
	Dikdörtgen kesitli çubuk elemanlar	140 x 140 mm	-	-
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Çam			
Renk-Sertlik	Pembemsi Kahverengi- Yumuşak Ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Düşük			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek 			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol- Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

Ek Tablo 15. Özel Irmak Lisesi'ne ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Özel Irmak Lisesi Derslikleri ve Konferans Salonu
Yapının İşlevi	Okul Derslikleri ve Spor Salonu
Yapım Yeri	Caddebostan, İstanbul
Yapım Yılı	1995
Mimarı	Nevzat Sayın
Plan Geometrisi/ Form	Dikdörtgen form
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi - CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel strüktür Eğri yüzeyli Sürekli hacim Tek eğrilikli kabuk (Tonoz)
Strüktür Türü	Yüzey etken taşıyıcı sistem – tek eğrilikli kabuk (Tonoz)
Strüktürel Form	Kapalı Sistem 
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği	20 m

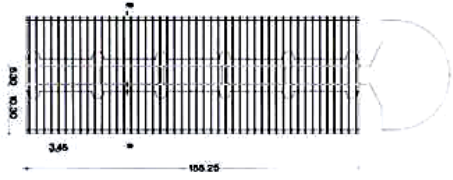

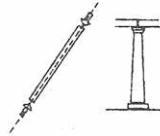

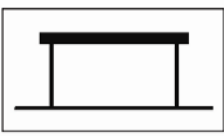
Ek Tablo 15'in devamı

Strüktürün Yapım Ögeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Tutkallı tabakalanmış ahşap düz kirişler ve kemerler
	Tali Strüktürel Elemanlar	100 cm aralıklı ahşap aşıklar
	Kaplama	Bakır kaplama
	Bağlantı Ögeleri	Galvanize metal plaklar
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı	 	
	 	
	 	

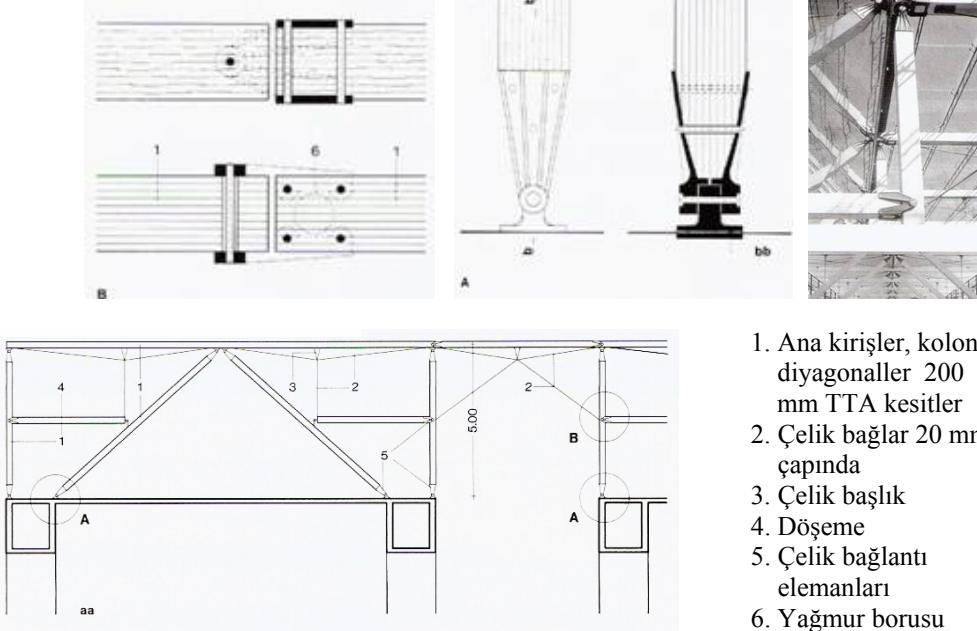
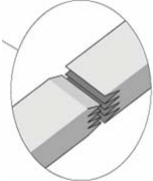
Ek Tablo 15'in devamı

STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanın	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
		Kemer	20 m uzunluk	-
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Bilgiye ulaşılamamıştır.			
Renk-Sertlik	Bilgiye ulaşılamamıştır.			
Dayanıklılık Sınıfı	Bilgiye ulaşılamamıştır.			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek 			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol –Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			


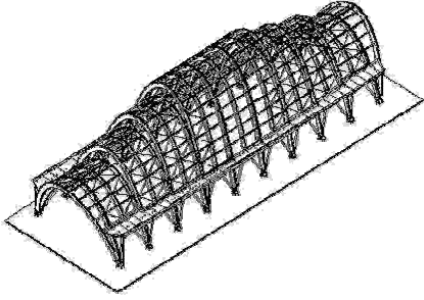

Ek Tablo 16. Faculty of Architecture'e ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Faculty of Architecture
Yapının İşlevi	Mimarlık Fakültesi
Yapım Yeri	Lyon , Fransa
Yapım Yılı	1987
Mimarı	Jourda, Perraudin & Partner, Lyon
Plan Geometrisi/ Form	Dikdörtgen form
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi- CAD
Strüktür Geometrisi	Çizgisel strüktür Düz Eğik ve düşey Basınç çubuğu ve dikme 
	Çizgisel strüktür Düz Yatay Kiriş 
Strüktür Türü	Kütle etken taşıyıcı sistem – iskelet sistem
Strüktürel Form	Açık Sistem 
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı, kolon
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği	Bilgiye ulaşamadım.






Ek Tablo 16'nın devamı

Strüktürün Yapım Öğeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Tutkal tabakalanmış ahşap kirişler, dikme ve basınç çubukları		
	Tali Strüktürel Elemanlar	Çelik gergiler		
	Kaplama	Kontrplak ve PVC kaplama		
	Bağlantı Öğeleri	Paslanmaz çelik bağlantı malzemesi		
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı				
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ana kirişler, kolonlar, diyagonaller 200 x 200 mm TTA kesitler 2. Çelik bağlar 20 mm çapında 3. Çelik başlık 4. Döşeme 5. Çelik bağlantı elemanları 6. Yağmur borusu 			
STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanının	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
	Kolon ve kiriş	200mm x 200 mm	-	-
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Bilgiye ulaşamamıştır.			
Renk-Sertlik	-			
Dayanıklılık Sınıfı	-			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol –Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

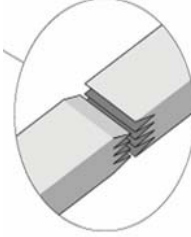
Ek Tablo 17. The Winter Garden, Sheffield'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	The Winter Garden, Sheffield
Yapının İşlevi	Kış Bahçesi
Yapım Yeri	Sheffield, Güney Yorkshire, İngiltere
Yapım Yılı	2003
Mimarı	Pringle Richards Sharratt Architects
Plan Geometrisi/Form	Dikdörtgen plan formu, 70 m*22 m
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi - CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel strüktür Eğri yüzeyli Sürekli hacim Tek eğrilikli kabuk (Tonoz)
Strüktür Türü	Yüzey etken taşıyıcı sistem – tek eğrilikli kabuk (Tonoz)
Strüktürel Form	Kapalı Sistem 
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı + duvar
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği	22 m açıklık En alçakta 11,6 m , en yüksekte 22 m

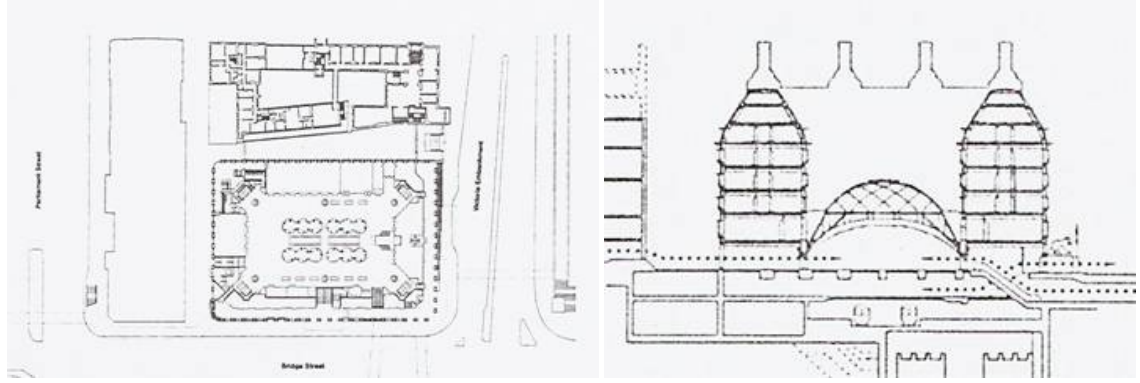

Ek Tablo 17'nin devamı

Strüktürün Yapım Ögeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Tutkal tabakalanmış ahşap kemer elemanlar, kirişler
	Tali Strüktürel Elemanlar	TTA destek kolonları, TTA çubuklar
	Kaplama	Cam örtü malzemesi
	Bağlantı Ögeleri	Kemer ve kirişleri bağlayan paslanmaz çelik bağlantı elemanları 4 * 8 çiviler
Eleman Bağlantısı - Uygulama Detayı		
		
		
		
		


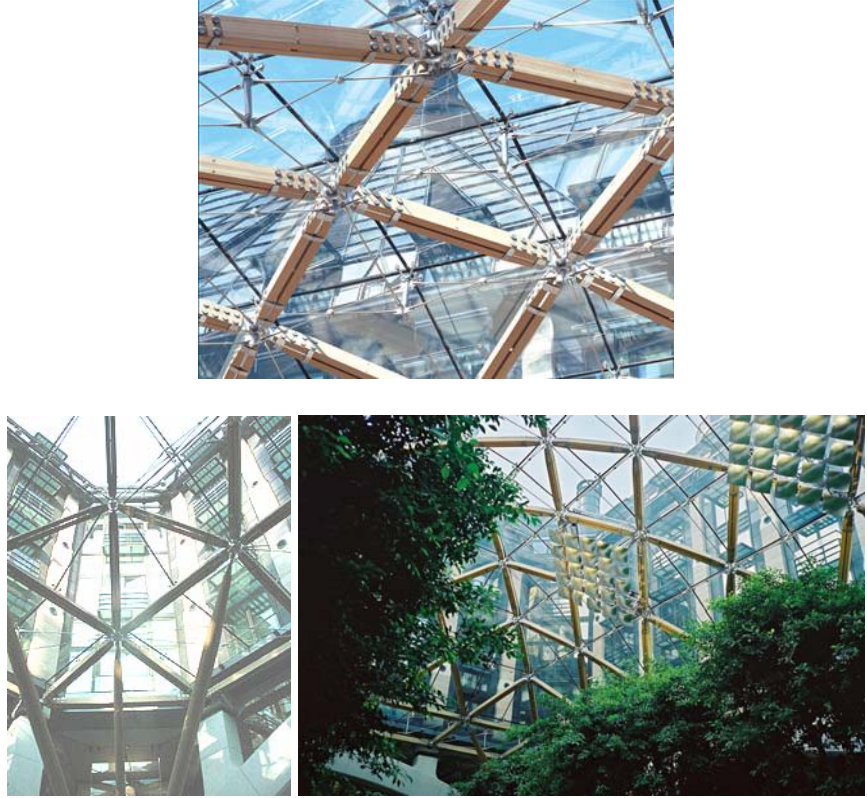
Ek Tablo 17'nin devamı

STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanın	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
		Parabolik kemer	210 mm genişlik ve 910 mm derinlik	
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Avrupa melezi			
Renk-Sertlik	Kızık kahve-Yumuşak ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Orta			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek 			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol -Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

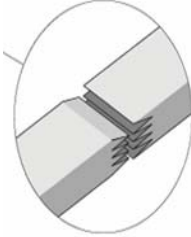
Ek Tablo 18. Portcullis House'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Portcullis House
Yapının İşlevi	Parlamento Binası Avlusu
Yapım Yeri	Westminster, Londra, İngiltere
Yapım Yılı	2001
Mimarı	Michael Hopkins and Partners
Plan Geometrisi/ Form	Dikdörtgen form
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi - CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel strüktür Eğri yüzeyli Dönel yüzey Tek tabakalı – iki yönlü Çubuk ağı tonoz
Strüktürün Türü	Vektör etken taşıyıcı sistem – çubuk ağı tonoz

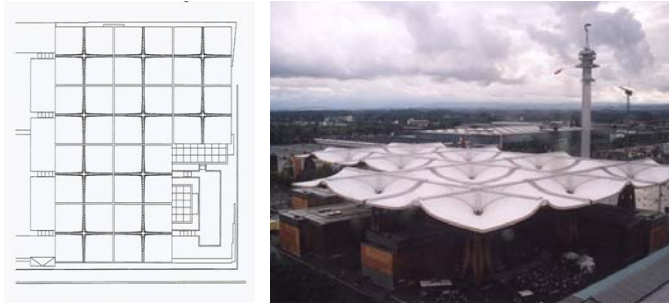
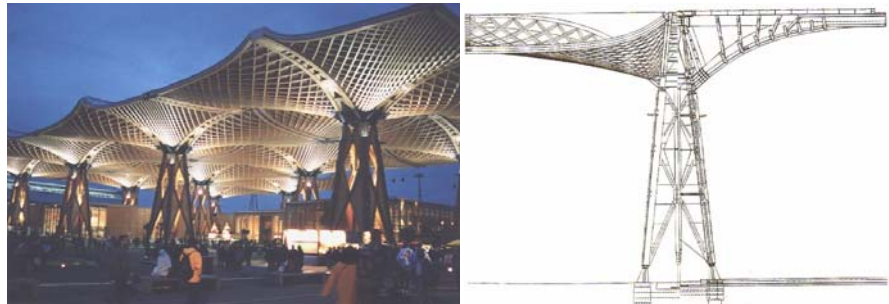


Ek Tablo 18'in devamı

Strüktürel Form	Açık Sistem	
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı	
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği	24 m açıklık Yaklaşık 4 kat yüksekliğinde	
Strüktürün Yapım Öğeleri	Ana Strüktürel Elemanları	Tutkallı tabakalanmış ahşap eğrisel çubuklardan oluşan tonoz, kolonlar ve betonarme kemerler
	Tali Strüktürel Elemanlar	Tutkallı tabakalanmış ahşap düz kirişler, çelik gergiler, tutkallı tabakalanmış ahşap destek çubukları
	Kaplama	Cam paneller (çift cam katmanlı)
	Bağlantı Öğeleri	Paslanmaz çelik, cıvatalar
Eleman Bağlantısı - Uygulama Detayı		

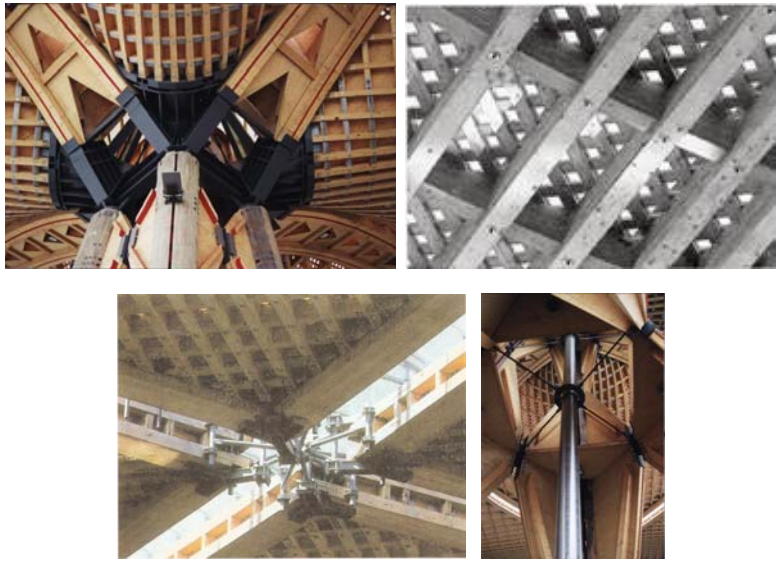
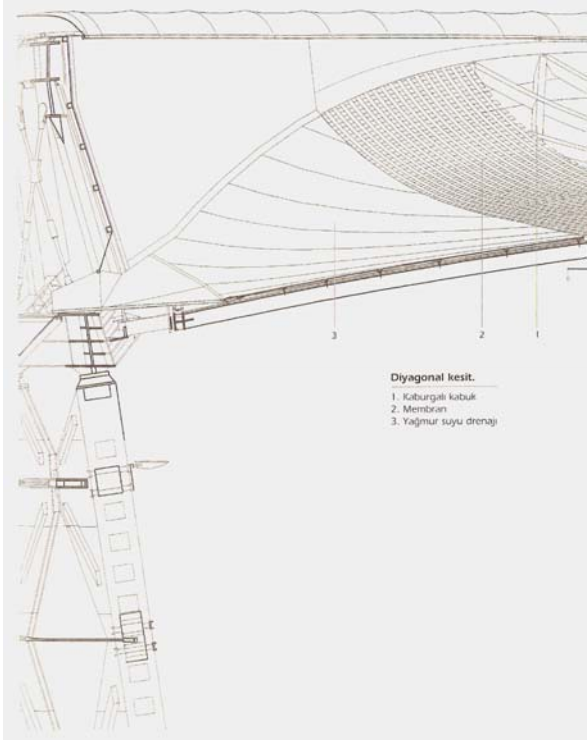
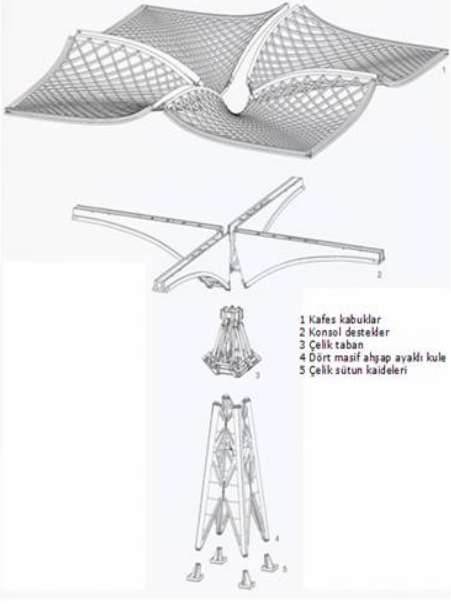
Ek Tablo 18'in devamı

STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanın	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
		Eğrisel çubuklar	Bilgiye ulaşılamadı	-
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Bilgiye ulaşılamamıştır.			
Renk –Sertlik	-			
Dayanıklılık Sınıfı	-			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek 			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol –Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			


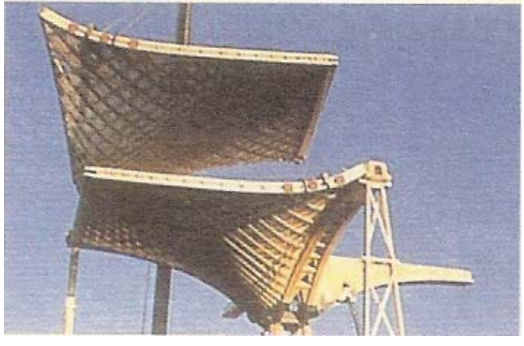
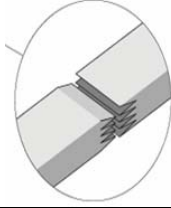
Ek Tablo 19. Expo- Dach- Hanover'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Expo- Dach- Hanover
Yapının İşlevi	Expo Çatısı
Yapım Yeri	Hanover, Germany
Yapım Yılı	2000
Mimarı	Herzog and Partner
Plan Geometrisi/ Form	Kare planlı 10 saçak
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi - CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel Eğri yüzeyli Ayrık hacimler Eğri yüzeyli kablo ağı
Strüktür Türü	Biçim etken taşıyıcı sistem – kablo ağı
Strüktürel Form	Açık Sistem 
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği	Her bir saçak 19m x 19m, köşegen 25 m, 20 m yükseklik, 6 m kabuk yüksekliği 


Ek Tablo 19'un devamı

Strüktürün Yapım Ögeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Tutkal tabakalanmış ahşap kafes kabuklar, tutkal tabakalanmış ahşap konsol destekler, 4 tane masif ahşap ayaktan oluşan kubbe.
	Tali Strüktürel Elemanlar	Çelik taban, çelik sütun kaideleri.
	Kaplama	Ahşap kaplama üzerine, suya ve yangına dayanıklı, kendini temizleyebilen membran.
	Bağlantı Ögeleri	
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı	  	

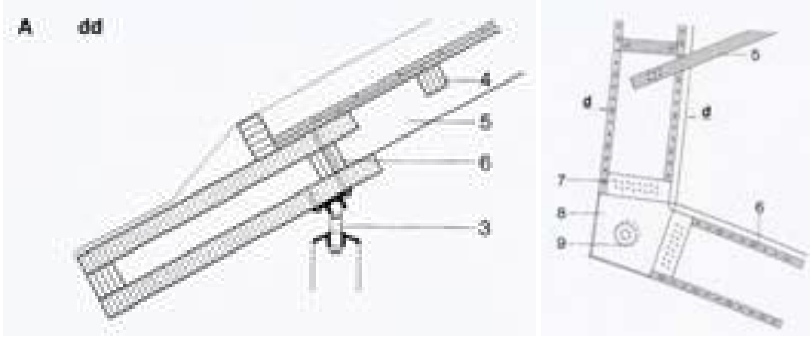
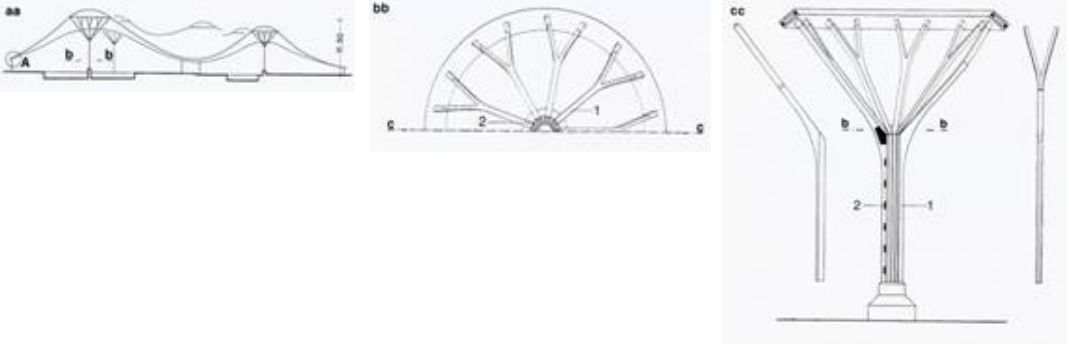
Ek Tablo 19'un devamı

Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı				
	STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER			
Strüktür Elemannın	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
	Eğrisel çubuklar	Bilgiye ulaşılamadı	-	-*
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Meşe, Güneybatı Almanya'nın Kara Ormanlarından			
Renk–Sertlik	Açık Kahve- Sert Ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Yüksek			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek 			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol –Rezorsinol Formaldehit Dış ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

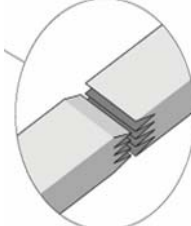
Ek Tablo 20. Solemar'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Solemar
Yapının İşlevi	Yüzme Havuzu
Yapım Yeri	Bad Dürnheim, Almanya
Yapım Yılı	1987
Mimarı	Geier + Geier
Plan Geometrisi/Form	Düzgün geometrik forma sahip olmayan
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi- CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel Eğri yüzeyle Ayrık hacimler Eğri yüzeyle kablo ağı
	Çizgisel strüktür Düz - düşey Pilon
Strüktür Türü	Biçim etken taşıyıcı sistem – kablo ağı
Strüktürel Form	Açık Sistem 


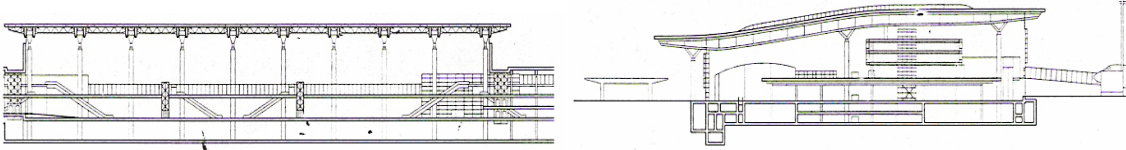


Ek Tablo 20'in devamı

Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri		Çatı
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği		6 m ve 8 m 9,1 m ve 11,5 m arasında
Strüktürün Yapım Öğeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Tutkallı tabakalanmış ahşap ağaç kolonlar, tutkallı tabakalanmış ahşap çubuklardan oluşan kabuk
	Tali Strüktürel Elemanlar	Betonarme temel, dökme alüminyum kolon başlığı Cephe kolonları,
	Kaplama	Ahşap kaplama üstü pvc örtü
	Bağlantı Öğeleri	Cıvatalar (18 x 270 mm)
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı	 <ol style="list-style-type: none"> 1. Dökme alüminyum kolon başlığı 2. 140 x 120 mm tutkallı tabakalanmış ahşap kesit 3. 205 x 200 mm tutkallı tabakalanmış ahşap kesit 4. 120 x 120 mm tutkallı tabakalanmış ahşap kesit 5. Cıvata 18 x 270 mm 6. Kontrplak 7. Köşe destekleri 	
	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 120 x 240 mm tutkallı tabakalanmış ahşap kesitler 2. 300 x 160 x 30 mm tutkallı tabakalanmış ahşap kesit 	

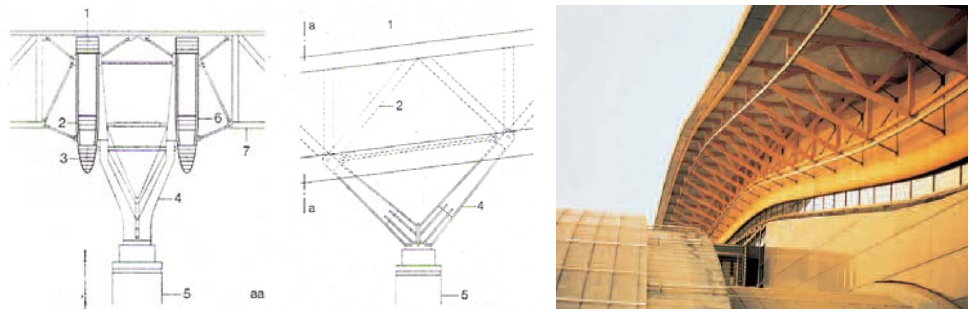

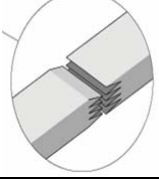
Ek Tablo 20'in devamı

STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanın	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
	Ağaç kolon	Bilgiye ulaşılamamıştır.	-	-
	Eğrisel çubuklar	205 x 200 mm kesitinde boylar değişken	-	-
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Bilgiye ulaşılamamıştır.			
Renk-Sertlik	-			
Dayanıklılık Sınıfı	-			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek 			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol –Rezorsinol Formaldehit İç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

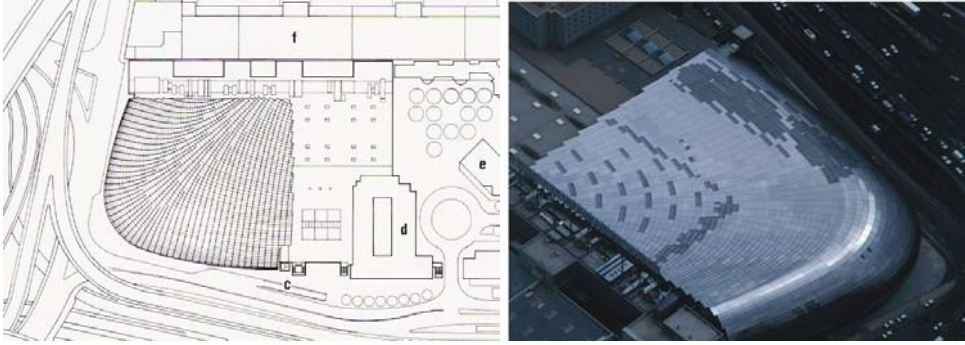
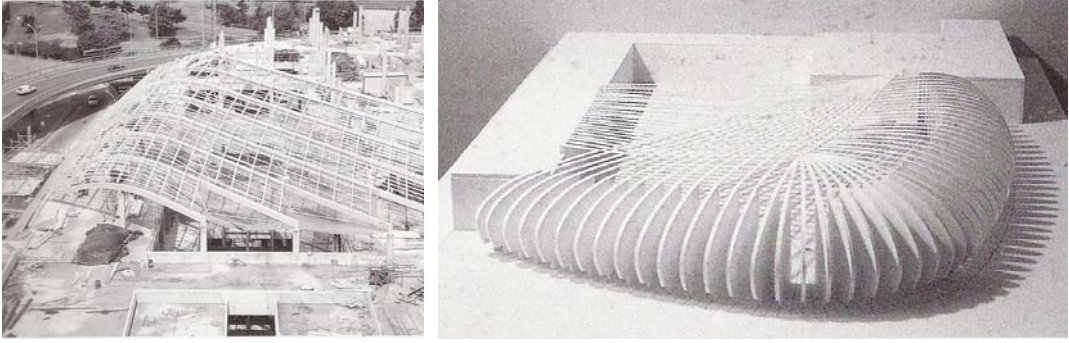
Ek Tablo 21. Oslo Gardermoen Airport'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Oslo Gardermoen Airport
Yapının İşlevi	Havaalanı
Yapım Yeri	Gardermoen, Norveç
Yapım Yılı	1998
Mimarı	AviaPlan Architects
Plan Geometrisi/ Form	Dikdörtgen plan formu 183 m* 136 m
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
 	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi- CAD
Strüktür Geometrisi	Düzlemsel strüktür Düz ayırık yüzey Kafes kiriş (makas) 
Strüktür Türü	Vektör etken taşıyıcı sistem – düzlem kafes kiriş
Strüktürel Form	Açık Sistem 
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı
Geçilen Açıklık ve Yükseklik	136 m uzunluğunda makaslar, 3 kolonla desteklenmiş; kolon aralıkları yaklaşık 55 m

Ek Tablo 21'in devamı

Strüktürün Yapım Ögeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Eğrisel tutkallı tabakalanmış ahşap kirişler, öngerilmeli beton kolonlar.		
	Tali Strüktürel Elemanlar	Ana kirişler arasında düz ahşap kafes kirişler, çelik kolon başlıkları,		
	Kaplama	Kontrplak kenar kaplamaları, çatı örtüsü bilinmiyor		
	Bağlantı Malzemeleri	Çelik çubuklar ve çelik bağlantı malzemeleri		
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı				
	<ol style="list-style-type: none"> 1. TTA üst kiriş 700 x 500 mm 2. Diyogonal 3. TTA alk kiriş 560 x 880 mm 4. Çelik kolon başlığı 5. Ön gerilmeli beton kolon 1500 mm çap 6. Kontrplak kenar kaplaması 7. Ahşap kafes kiriş 			
STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanının	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
	Eğrisel kafes kiriş	136 m uzunluk ve 45 cm yükseklik	-	-
	Düz kafes kiriş	30 cm yükseklik		
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Beyaz çam			
Renk-Sertlik	Pembemsi Kahverengi-Yumuşak ağaç			
Dayanıklılık Sınıfı	Düşük			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Fenol- Rezorsinol Formaldehit İç ve dış ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

Ek Tablo 22. Bercy 2 Shopping Centre'a ait analiz tablosu

YAPIYA AİT BİLGİLER	
Yapının Adı	Bercy 2 Shopping Centre
Yapının İşlevi	Alışveriş Merkezi
Yapım Yeri	Paris, Fransa
Yapım Yılı	1990
Mimarı	Renzo Piano
Plan Geometrisi/ Form Düzgün geometrik forma sahip olmayan	
	
STRÜKTÜR SİSTEMİNE AİT BİLGİLER	
	
Tasarım ve Modelleme Teknolojisi	Bilgisayar teknolojisi - CAD
Strüktür Geometrisi	Hacimsel strüktür Eğri yüzeyli Sürekli hacim Ters eğrilikli kabuk
Strüktür Türü	Yüzey etken taşıyıcı sistem – çift eğrilikli kabuk
Strüktürel Form	Açık Sistem
Strüktürün Yapıda Kullanım Yeri	Çatı + duvar
Geçilen Açıklık ve Sistem Yüksekliği	140 m x 160 m 20 m yükseklik

Ek Tablo 22'nin devamı

Strüktürün Yapım Ögeleri	Ana Strüktürel Elemanlar	Tutkallı tabakalanmış ahşap yay biçiminde ana kirişler, betonarme kolonlar
	Tali Strüktürel Elemanlar	Çelik makaslar, tutkallı tabakalanmış ahşap bağlantı kirişleri ve çubukları
	Kaplama	Paslanmaz çelik kaplama panelleri
	Bağlantı Ögeleri	Çelik gergiler, çiviler, çelik kolon başlıkları, plaklar, ankraj bulanları , cıvatalar
Eleman Bağlantısı – Uygulama Detayı		

Ek Tablo 22'nin devamı

STRÜKTÜR ELEMANINA AİT BİLGİLER				
Strüktür Elemanın	Adı	Boyutları	Tabaka Sayısı	Biçimi
		Eğrisel kiriş	Bilgiye ulaşılamadı	-
MALZEMEYE AİT BİLGİLER				
Ağaç Türü	Bilgiye ulaşılamadı			
Renk-Sertlik	----			
Dayanıklılık Sınıfı	----			
Üretim Teknolojisi	Hetzer Sistem			
Tabakaların Uç Eklemeleri	Kurtağzı ek 			
Nem İçeriği	Fırınlamayla % 12 ye indirilmiş			
Bağlayıcı Türü/ Kullanım Yeri	Epoksi yapıştırıcı iç ortam			
Emprenye İşlemi	Emprenyelenmiş			
Yüzey Özelliği	Planyalanmış			

ÖZGEÇMİŞ

08.08.1982 yılında Samsun'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Samsun'da tamamladı. KTÜ Mimarlık Bölümünde 1999 yılında başladığı lisans öğrenimini 2003 yılında tamamladı. Aynı yıl KTÜ' de yüksek lisans öğrenimine başladı. 2006 yılında mimar olarak göreve başladığı Trabzon Belediyesi'nde, Trabzon Hamamizade İhsan Bey Kültür Merkezi, Trabzon Sanat Evi ve Trabzon Doğa Müzesi projelerini hazırladı. 2007 Temmuz ayında Rize Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne atandı. İngilizce bilmektedir.