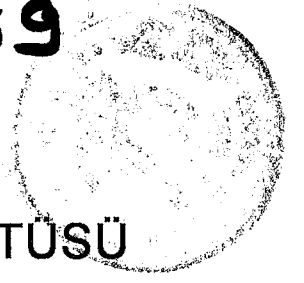


150239



T.C.

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GELİŞMİŞ AHŞAP YAPIM SİSTEMLERİ
VE TÜRKİYE KOŞULLARI YÖNÜNDEN
DEĞERLENDİRİLMESİ

150239

Aykut BATUR
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Doç.Dr.Tülay ESİN

GEBZE

2004



Aykut BATUR 'un tez çalışması, GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu 'un 12/02/2004 tarih ve 2004/7 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından Mimarlık Anabilim Dalı 'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ:

ÜYE : Doç. Dr. Tülay ESİN
(Tez Danışmanı)

ÜYE : Yrd. Doç. Dr. Nilay COŞGUN

ÜYE : Yrd. Doç. Dr. Erkan AVLAR

ONAY

GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 12.02.2004 tarih ve 2004/7 sayılı kararı.



İmza/Mühür
Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÇARÇI
GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdür Yardımcısı

ÖZET

Yeni teknoloji ile üretilen ve Dünya'da gelişmiş bir çok ülke tarafından kullanılmakta olan ahşap yapılar, geçmişimizde geleneksel sistemde bir çok uygulama yapılmasına rağmen Türk yapı sektöründe pek tanınmamaktadır. Bu çalışmada, Dünya'da uzun süredir uygulanan ve Türkiye'de yeni uygulanmaya başlanan, yapı sektöründe daha fazla tercih edilen yeni teknoloji ile üretilen ahşap çerçeve yapılar ele alınmış ve Türkiye'de uygulanabilirliği çeşitli kriterler baz alınarak değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Bu doğrultuda çalışma beş bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, sorunun belirlenmesi, çalışmanın amacı ve kapsamı ortaya konmaktadır.


İkinci bölümde, ahşap yapıların hammaddesi olan ahşabın yapısı ve özellikleri araştırılmış ve incelenmiştir.

Üçüncü bölümde, ahşap yapılar sınıflandırılmış, Dünya'da ve Türkiye'de yapı sektörü tarafından en çok tercih edilen ahşap çerçeve yapılar detayları ile birlikte araştırılmış ve incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, ahşap çerçeve yapılar Türkiye koşulları yönünden çeşitli kriterler baz alınarak değerlendirilmiş ve uygulamanın Türkiye'de yapılmasının rasyonelliği ortaya konmaya çalışılmıştır.

Beşinci bölümde, ulaşılan sonuçlar çözüm önerileriyle birlikte sunulmuştur.

SUMMARY



Wooden buildings produced with modern technology and used by many developed countries in the world are not well-known in Turkish architecture market, although there were many applications made in our traditional system in the past. In this study, modern technology product wooden frames which have been used for a long time in the world but recently applied in Turkey, and which are preferred widely in the architecture market are investigated, and their applicability in Turkey is evaluated basing on various criteria.

The study consists of five chapters;

The first chapter presents the problem, the aim and the contents of the study.

In the second chapter, the formation and the special features of the wood, which is the row material of wooden buildings, are investigated and analyzed.

In the third chapter, wooden buildings are classified, and wooden frames, which are widely preferred by the architecture market in both Turkey and the world, are investigated and analyzed in detail.

In the fourth chapter, wooden frames are evaluated basing on various criteria considering the conditions in Turkey, and the rationality of their application is presented.

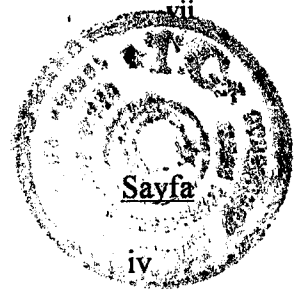
In the fifth chapter, the results acquired through the investigation are presented with the solution proposals.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım esnasında desteğini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Tülay ESİN` e ve Sayın Yrd. Doç Dr. Erkan AVLAR`a çok teőekkürler. Hayatımın her aşamasında hep yanımda olan sevgili ailem, sonsuz teőekkürler. İş hayatımda, tecrübelerini aktaran ve tez çalışmamda desteğini gördüğüm Sayın Osman SARAL`a, bilgilerinden yararlandığım Nascor Firması`na ve diğer tüm kuruluşlara teőekkürlerini sunarım.



İÇİNDEKİLER DİZİNİ



ÖZET	vii
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xiii
RESİMLER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Sorunun Belirlenmesi	
1.2. Amaç	2
1.3. Kapsam	2
2. AHŞABIN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ	3
2.1. Ahşap ve Tarihçesi	3
2.2. Ahşabın Yapısı	6
2.3. Ahşap Yapılarda Kullanılan Ağaçların Sınıflandırılması	7
2.4. Ahşabın Özellikleri	9
2.4.1. Ahşabın Fiziksel Özellikleri	10
2.4.2. Ahşabın Kimyasal Özellikleri	12
2.4.3. Ahşabın Mekanik Özellikleri	13
2.4.4. Ahşabın Ekolojik Özellikleri	15
3. AHŞAP YAPILAR	16
3.1. Geleneksel Ahşap Yapılar	17
3.2. Ahşap Yapı Türleri	22
3.2.1. Ahşap Kütük Yapılar	22

3.2.2. Ahşap Panel Yapılar	28
3.2.3. Ahşap Çerçeve Yapılar	31
3.2.3.1. Ahşap Dikmeli ve Kirişli Çerçeve Yapılar	31
3.2.3.2. Ahşap Kaburga Çerçeve Yapılar	39
3.2.3.3. Ahşap Çerçeve Yapılarda Kullanılan Metal Plakalar	73
3.2.3.4. Ahşap Çerçeve Yapılarda Aydınlatma, Isıtma ve Sıhhi Tesisatın Uygulanması	75
3.2.3.5. Ahşap Çerçeve Yapıların Depreme ve Yangına Dayanımı	76
4. AHŞAP ÇERÇEVE YAPILARIN TÜRKİYE KOŞULLARI YÖNÜNDE DEĞERLENDİRİLMESİ	80
4.1. Ahşap Çerçeve Yapıların Taşıyıcı Strüktür Yönünden Değerlendirilmesi	82
4.2. Ahşap Çerçeve Yapıların Yapı Fiziği Yönünden Değerlendirilmesi	84
4.2.1. Ahşap Çerçeve Yapılarda Su ve Nem Yalıtımı	84
4.2.2. Ahşap Çerçeve Yapılarda Isı Yalıtımı	86
4.2.3. Ahşap Çerçeve Yapılarda Ses Yalıtımı	88
4.3. Ahşap Çerçeve Yapıların Uygulama Yönünden Değerlendirilmesi	89
4.4. Ahşap Çerçeve Yapıların Ekonomik Yönünden Değerlendirilmesi	91
4.5. Ahşap Çerçeve Yapıların Ekolojik ve Sürdürülebilirlik Yönünden Değerlendirilmesi	92
4.6. Ahşap Yapıları İlgili Kanunlar Yönünden Değerlendirilmesi	97
4.7. Ahşap Çerçeve Yapıların Pazarlama ve Satış Yönünden Değerlendirilmesi	99
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	101

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Türkiye’de geleneksel yapıların dağılımı	4
2.2. Bir ağacın doku ve tabakaları	6
3.1. Dikmeli kütüklerde birinci yapım yöntemi	23
3.2. Dikmeli kütüklerde ikinci yapım yöntemi	24
3.3 Dikmeli kütüklerde üçüncü yapım yöntemi	24
3.4 Dikmeli kütüklerde dördüncü yapım yöntemi	25
3.5 Dikmeli kütüklerde beşinci yapım yöntemi	25
3.6. Geçmeli kütük yapım yönteminde köşe birleşimleri	26
3.7. Geçmeli kütük yapım yöntemi	27
3.8. Küçük ve geniş taşıyıcı paneller	29
3.9. Oda üniteleri	29
3.10. Taşıyıcı olmayan geniş ve küçük paneller	30
3.11. Ahşap dikmeler	32
3.12. Duvar Elemanı	33
3.13. Sistem duvar ilişkisi	34
3.14. Dikme – kiriş bağlantı çeşitleri	34
3.15. Bölme halkası ile dikme kiriş bağlantısı	35
3.16 Kirişler ve ahşap tabliye	36
3.17. Dikme üstü kiriş (tek katlı)	37
3.18. Dikme üstü kiriş (iki katlı)	37
3.19. Düğüm kiriş	38
3.20. Ayrık kiriş	38
3.21. Ayrık dikme	39
3.22. Balon çerçeve iskeleti	40
3.23. Platform çerçeve iskeleti	41

24 OSB I kirişlerin boyutlandırılması	50
3.25 I kirişlerin delik şeması	52
3.26 Döşeme kirişleri perspektif detaylandırması	55
3.27 Duvar Üstünde Sürekli Kiriş	56
3.28 Duvar Üstünde Ekli Kiriş	56
3.29 Kirişlere dik durumda taşıyıcı olmayan duvar	56
3.30 Kirişlere paralel durumda taşıyıcı olmayan duvar	56
3.31 Üzerinde taşıyıcı duvar olan ara taşıyıcı	56
3.32 Alt duvar ile aynı hizada olan taşıyıcı duvar	56
3.33 Betonarme duvara döşemenin takozla bağlantısı	56
3.34 Betonarme duvara metal destek bağlantısı	56
3.35 Kirişlere paralel tuğla duvarda destek	57
3.36 Kirişlere paralel tuğla duvarda çelik kiriş desteği	57
3.37 Kirişlerin başlarına çakılan kenar tahtası	57
3.38 Kirişlerin başlarına çakılan kenar kirişi	57
3.39 Duvara paralel başlık kirişi	57
3.40 Kirişin kirişe bağlantısı	57
3.41 Kirişin ikiz kirişe bağlantısı	57
3.42 Tek kiriş tek kirişe (Hafif yükler için)	57
3.43 Birden fazla kirişin birleşimi	58
3.44 Ara parça destek takozu	58
3.45 Baskı takozu detayı	58
3.46 Yük taşımayan konsol	58
3.47 Kirişe merdiven bağlantısı	58
3.48 Kirişte düşük döşeme	58
3.49 Kiriş yönüne paralel yük taşıyan duvar	58
3.50 Arka destek takozu çakma yöntemi	58

3.51. Masif kiriş çeşitleri	60
3.52. Ahşap Döşemede makas kiriş kullanımı	64
3.53 Makas kiriş tipleri	64
3.54 Ahşap yapılarda makaslardan oluşan çatı	67
3.55 Ahşap yapılarda kullanılan makas tasarımları	68
3.56. Çatı detayları perspektifi	70
3.57 Konsol çalışan çatı kiriş detayı	70
3.58 Çatıda saçak detayı	70
3.59 Mahyada kontrplak ile kiriş bağlantı detayı	71
3.60 Mahyada saplama metal eleman ile kiriş bağlantı detayı	71
3.61 Çatıda yandan saçak çıkması	71
3.62 Mahya üstü metal eleman ile kiriş bağlantı detayı	71
3.63 Çatıda konsol takviyeli saçak çıkması	72
3.64 Çatıda saçak çıkma detayı	72
3.65 Çatıda kiriş ebatları	72
3.66 Metal askı elemanları	74
4.1. Ahşap yapıda duvarda EPS kullanılarak yapılmış ısı yalıtımı	87

TABLULAR DİZİNİ**Tablo****Sayfa**

2.1. Ağaç cinslerinin yapılarda kullanım durumu	8
2.2. Ahşap malzemenin ağırlığına göre sınıflandırılması	10
2.3. Ahşabın fiziksel özellikleri	12
2.4. Ahşabın mekanik özellikleri	14
3.1 I kirişlerde basit açıklık	51
3.2. I kirişlerde çoklu açıklık	51
3.3. Tip 1 I kiriş dairesel delik tablosu	53
3.4. Tip 1 I kiriş dikdörtgen delik tablosu	54
3.5. OSB I kirişlerin dayanımları	55
3.6. Dolgu ve arka destek takozları ebatları	59
3.7 Tabakalı kirişlerin boyutlandırılması	63
3.8 Makas kirişlerin taşıyıcılık tablosu	66
3.9 Çatı eğimine göre kiriş derinliği	73
3.12 Yapay deprem sonucu bulunan değerler	77
4.1 Bazı yapı malzemelerinin üretiminde kullanılan fosil yakıt enerji miktarı	93
4.2 Farklı malzemelerle inşa edilen 165 m ² 'lik yapılarda tüketilen enerji miktarı	94
4.3 Dış çevre maliyetleri	95
4.4 Yapı malzemelerinin üretiminde salınan ve depolanan karbon miktarı	96

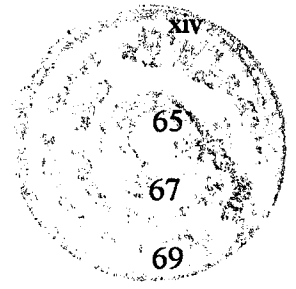
RESİMLER DİZİNİ



Resim

Sayfa

2.1. Çok katlı geleneksel yapı, İznik	5
2.1. Geleneksel ahşap konstrüksiyon Türk Evi	5
3.1. Geleneksel yapım yöntemiyle inşa edilen yapı	17
3.2. Geleneksel yapım yöntemiyle inşa edilen yapı	18
3.3. Geleneksel yapım yöntemiyle inşa edilen yapı	18
3.4. Geleneksel yapım yöntemi "Karaboğaz Yöntemi" ile inşa edilen yapı	19
3.5. Geleneksel yapım yöntemi "Kurtboğaz Yöntemi" ile inşa edilen yapı	19
3.6. Payandalarla desteklenmiş kerpiç tuğla ile dolgu yapılmış geleneksel tarz yapı	20
3.7. Dolgu malzemesi taş olarak uygulanan geleneksel yapı	21
3.8. Geleneksel yapım yöntemi ile inşa edilen yapı	21
3.9. Geçmeli kütük sistemi ile inşa edilmiş yapı	22
3.10. Geçmeli kütük yapı örnekleri	26
3.11. Ahşap kaburga çerçeve platform tipi yapı	31
3.12. Ahşap platform çerçeve sistemde yapım aşamaları	42
3.13. Konsol detayı	43
3.14. Tesisat görünümü	43
3.15. Dış kaplaması tamamlanmış ahşap platform çerçeve yapı	43
3.16. Ahşap platform çerçevede iç duvarlar	45
3.17. Ahşap platform çerçevede dış duvarlar	45
3.18. Ahşap platform çerçeve sistemde duvar kesiti	47
3.19. OSB I kiriş	49
3.20. Ahşap yapıda I kiriş uygulaması	59
3.21. Tabakalı kirişlerden oluşan ahşap döşeme sistemi	61
3.22. Makas Kiriş Tip 1	65



3.23 Makas giriş Tip 2	
3.24 Çatı makası	
3.25 Makas çatı sistemlerinde farklı çözümler	
3.26 Ahşap çerçeve sistemlerde kullanılan metal plakalar	74
3.27 Ahşap çerçeve yapılarda elektrik tesisatı	75
3.28 Ahşap çerçeve yapılarda su ve klima tesisatı	76
4.1 Ahşap çerçeve yapıların Türkiye`de toplu konut olarak uygulaması (Silivri Sunflower Evleri)	81
4.2 Ahşap çerçeve yapılar (Silivri Sunflower Evleri)	81





1.GİRİŞ

1.1.Sorunun Belirlenmesi

Ahşap, yapı malzemesi olarak ilkel çağlardan günümüze kadar çeşitli gelişimler göstererek kullanılmış doğal bir malzemedir ve diğer yapı malzemeleri içinde önemli bir yeri bulunmaktadır. Ahşabın yapıda farklı işlevlerde kullanılabilir olması, diğer yapı malzemelerine göre tercih nedeni olarak gösterilebilir.

Geleneksel yapı sistemlerinde ahşap yapı malzemesinin önemli bir yeri bulunmaktadır. Anadolu'daki uygulamalarda kerpiç ve ahşap malzemenin çoğunlukta olduğunu, özellikle Karadeniz, Marmara, Kuzey Kuzey-Batı Anadolu'da, Akdeniz'de orman alanlarının çok olmasından dolayı yapılarda ahşap malzeme daha fazla kullanılmıştır. Türkiye'de geçmişte ahşap malzeme ile çok fazla uygulamalar yapılmış olmasının yanında günümüzde ahşap yapılar betonarme yapılara oranla çok daha az tercih edilmektedir. Bunun çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Ahşap yapıların unutulmuş olması, imar yönetmeliklerinin ahşap yapılarla ilgili sınırlamaları, ahşabın yanıcı bir madde olması, ahşap yapılarla ilgili üretim sistemlerinin ülkemizde yeterince tanınmaması, ahşap yapıların diğer yapı sistemleri olan betonarme yapılara göre az tercih edilmesinin başlıca nedenleridir.

Ahşap yapılarda kullanılan malzemeler, uygulanan teknik ve yöntemler, yapı endüstrisinde yaşanan önemli gelişimler nedeniyle değişime uğramış ve günümüzde uygulanan tekniklere ulaşılmıştır. Ahşap malzemenin günümüz teknolojisinde, yapı üretiminde kullanılması daha kolay hale gelmiştir. Fabrikalarda kurulan üretim bantları, seri üretimi sağlamıştır. Günümüzde mühendislik hesabı yapılmış ahşap yapı detayları ile çok daha rasyonel uygulamalar yapılabilmektedir.

Amerika ve bir çok Avrupa ülkesinde özellikle konut mimarisinde yaygın olarak kullanılan bu ahşap yapı sistemlerinin, ülkemizde yeterince benimsendiği ve uygulandığı söylenemez. Ahşap yapıların uygulama çokluğu yapı sektöründe betonarme yapılardan sonra gelmektedir. Ahşap yapıların uygulama ve daha sonraki aşamalarda sahip oldukları kolaylıklar ve çeşitli avantajların ülkemizde yeterince bilinmemesi de bu yöndeki istekleri azaltmaktadır.



1.2. Amaç

Geleneksel mimarimizde yaygın olarak kullanılan ahşap yapım sistemlerinin, günümüzde betonarme sistemlere göre daha az tercih edilmesine neden olan olumsuzluklar, gelişen malzeme ve yapım teknolojisi sayesinde ortadan kalkmakta, bu sistemde de çağdaş ve rasyonel çözümlere ulaşılabilir.

Bu çalışmada dünyada en yaygın olarak kullanılan ahşap yapı teknolojilerinin detaylı olarak incelenip tanıtılması ve ülkemiz koşulları yönünden değerlendirilip uygulanabilirliğinin araştırılması amaçlanmaktadır.

1.3.Kapsam

Bu çalışmada; ahşap yapım sistemleri genel olarak tanıtıldıktan sonra, gelişmiş teknoloji ile üretilen ve dünyada en çok uygulanan ahşap çerçeve yapım sistemleri daha detaylı incelenerek, Türkiye için; taşıyıcı yapı yönünden, yapı fiziki yönünden uygulama prensipleri yönünden, ekonomik yönden, ekolojik ve sürdürülebilirlik yönünden, kanunlar yönünden, satış ve pazarlama yönünden değerlendirilmesi yapılacaktır.

2. AHŞABIN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ

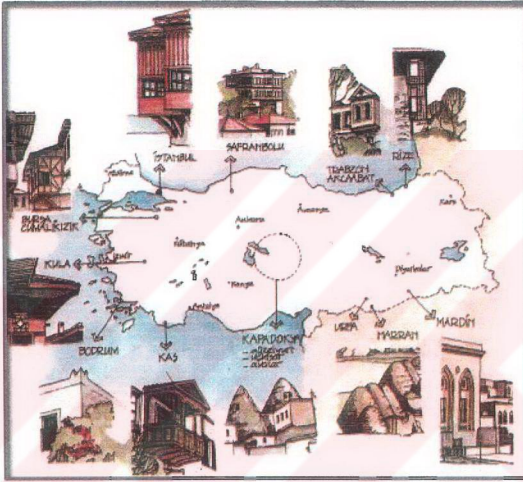
2.1. Ahşap ve Tarihçesi

Ahşabın yapı malzemesi olarak kullanılmaya başlanması ilk çağlara kadar uzanır ve taştan sonra doğadaki haline en yakın malzeme olarak kabul edilmiştir. Ahşap kelimesi Arapça "odundan mamul eşya" anlamına gelen "Haşep" kelimesinden gelmektedir [Eriç,1978]. Ahşap malzeme, ilk çağlardan günümüze kadar geçen süre içerisinde, yapıda hemen hemen tüm alanlarda kullanılan ve kullanılmakta olan bir malzemedir.

Ahşap malzeme, belki de canlı olması nedeniyle sıcak etki yaratan bir doğal yapı malzemesidir. Bünyesi bir çok özelliği bir arada topladığından yapılarda tercih edilmiş ve yapıların ana malzemesi haline gelmiştir. Basınca, çekmeye, eğilmeye ve kesme kuvvetine karşı direnci yüksektir. Elastiki oluşu, çivi ve bulonlarla birleşebilmesi, kolay işlenmesi, ucuz elde edilebilen bir malzeme oluşu ona diğer yapı malzemeleri arasında ayrı bir yer kazandırmıştır. Ancak yanma ve çürüme tehlikesi ile ekonomik zorluklar nedeniyle çağımızda doğal ahşabın kullanılması gittikçe zorlaşmaktadır.

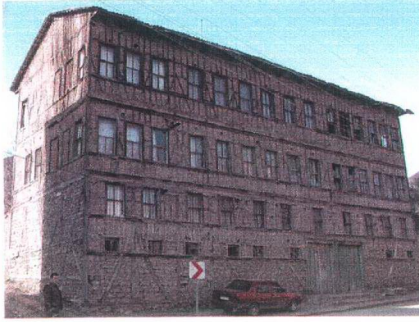
Gözlemler, sonradan başka malzemelerle inşa edilen mimari biçimlerin, geçmiş çağlarda ahşap malzeme kullanılarak yapıldığını göstermektedir. Ege ve Akdeniz bölgesindeki tapınak ve mezar yapılarında, Dorik tapınaklarında, Güney Anadolu'da Likya mezarlarında ağaç etkisi gözlemlenmektedir. Ancak günümüzde eski etkisini kaybetmektedir. Bunun en büyük nedeni dış etkilere karşı zayıf olmasıdır. Özellikle yangına karşı mukavemet gösterememesi ağacın kullanımını azaltmıştır. Doğu Anadolu'nun yüksek ve sarp tepelerine yerleşen Urartular yapılarının temellerini kayalara oymuş ve daha sonra kerpiç malzeme ile yapıları inşa etmişlerdir. Bu bölgede ön avlulu iki odalı yapıların varlığı tespit edilmiştir. İki katlı olan yapıların ikinci katının ahşap sütunlar üzerine oturan hatılların hasırla kaplanması sonucu oluşturulmuştur.

Balkan yada Hellen kökenli olan Phrygialılar megaron yada kısaltılmış megaron tipinde yapılar kullanmışlardır. Gordion' da yapılan kazılarda bilhassa bu planda yapılar ortaya çıkarılmıştır. Antik dönemin ünlü mimarı Vitruvius Phryg yapı mimarisinin mahiyeti hakkında değerli bilgiler bırakmıştır. Batı Anadolu' da Phrygialılardan sonra tarih sahnesine çıkan Lydialılar' ın yapı mimarisi hakkında fazla bir bilgi yoktur [Neşeli,1980]. Ancak halkın taş duvarlı, ahşap damlı ve büyük bir bölümü sazdan imal edilmiş yapılarda yaşadıkları düşünülmektedir.



Şekil 2.1. Türkiye' de geleneksel yapıların dağılımı [Web 4]

İlk ahşap yapı örneklerinde öncelikle, yığma teknikleri uygulanmış, daha sonra ahşap karkas sisteme geçilmiştir. Eskinin malzeme seçimi ve kullanımdaki bilgisi zamana bağlı ve geleneksel bir gelişme göstermiştir. İç Asya' da uzun yıllar göçebe ve yarı-göçebe bir hayat süren Türklerin yapı ihtiyaçlarını yazı geçirdikleri yaylalarda yurt adı verilen çadırlarla, kışı geçirdikleri kışlaklarda ise ahşap veya kerpiç yapılarla giderdikleri tarihsel kaynaklardan anlaşılmaktadır. Yakın tarihe bakıldığında geleneksel ahşap yapı sistemleri (bkz 3.1.), ahşap ile ilgili bilgi birikimini ortaya koymakta ve ahşap malzeme ile neler yapılabileceğini göstermektedir (Resim1.1 ve 1.2).



Resim 2.1. Çok katlı geleneksel yapı, İznik [Web 5].

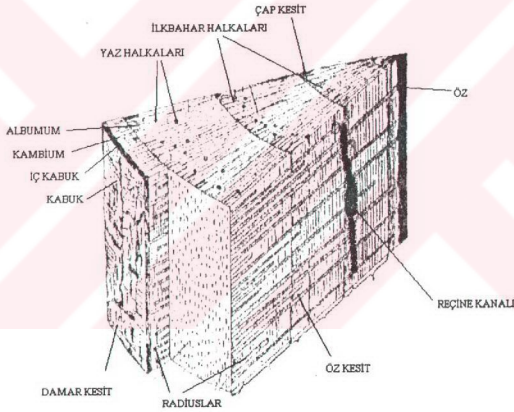
Ahşap yapıların, ilkçağlardan başlayıp geleneksel yapım sistemlerimize kadar uzanan gelişim süreci; ahşabın doğal malzeme olması ve kolaylıkla yapılarda uygulanabilmesi gibi nedenlerle yavaş bir biçimde gerçekleşmiş ve bu konuda uzun zaman farklı teknikler geliştirilmemiştir. Ancak bu sistemler, endüstri devrimi sonrası makineleşme ve bilgisayar teknolojisi ile günümüzde daha farklı olarak uygulanabilmektedir.



Resim 2.2. Geleneksel ahşap konstrüksiyon Türk Evi [Web 5]

2.2. Ahşabın Yapısı

Organik esaslı bir yapı malzemesi olan ahşap, canlı bir organizma olan ağacın meydana getirdiği, lifli ve heterojen bir dokuya sahiptir. Ahşabın canlı bir dokunun ürünü olması, bu malzemeyi yapılarda daha çok görülmek istenen bir malzeme haline getirmektedir. Ağaç; kök, gövde ve dal bölümlerinden oluşmaktadır. Ahşap ağacın gövdesinden elde edilmektedir. Ağacın gövde kısmına kabuk adı verilmekte; kabuk ise, dış kabuk ve iç kabuk denen iki tabakadan oluşmaktadır. Gövdenin canlı kısmına diri odun (yalancı odun) denmektedir (Şekil 2.2).. Gövdenin merkezine doğru ilerledikçe hücreler canlılığını kaybetmekte ve bu kısma da; öz odun (göbek odunu) adı verilmektedir [Günay, 2002].



Şekil 2.2. Bir ağacın doku ve tabakaları [Günay,2002]

Çok nemli olan diri odun, öz odun kadar sağlam olmamaktadır. Ancak diri odunun gözenekli yapısı, birtakım koruyucu ilaç ve benzeri maddeleri kolaylıkla emmesini sağlamakta ve ahşap kurutulduktan sonra her iki kısmın da nem miktarı eşit olmakta, mukavemet bakımından aradaki fark iyice azalmaktadır [Cimilli,1986]. Diri odunun kalınlığı, ağaç türüne bağlı olarak 2.5 cm' den 18 cm' ye kadar değişiklik göstermektedir [Levin,1971].

Diri odun ve öz odun, boru biçiminde hücrelerden oluşmaktadır. Hücrelerin içi boş olup pek çok lif içermektedir. Bu liflerin iç boşlukları, kökler yardımıyla emilen özsuyun içinden geçtiği kanallardır. İçinde bol miktarda selüloz (%44 karbon, %6 hidrojen, %50 oksijen) bulunan bu kanallardan bir bölümünden ham besi suyu, bir kısmından da klorofil ve güneş ışığı yardımıyla şekerli su haline geçen öz besi suyu geçmektedir [Levin,1971]. Ağacın kökleri yardımıyla emdiği öz suyu basınç sayesinde yukarı doğru tırmanmakta ve dallardan geçerek yapraklara ulaşmaktadır.

Şekil 2.2'de ağacın en kesiti görülmektedir. Sertleşmiş olan iç halkalar sert ağaç kısmını, dıştaki henüz yumuşak halkalar ise yumuşak ağaç kısmını oluştururlar. Bu halkaları sırası ile kambiyum, iç kabuk ve dış kabuk tabakalara kuşatır. Gövde ortasındaki öz kısmından ışınal olarak çevreye doğru dağılan öz demeti bazı ağaç türlerinde yoktur [Levin,1971].

Ahşap malzemenin doğadaki kaynağı olan ağacın yapısı, özellikleri ve yapıda kullanılan türleri hakkında bilgi sahibi olmak, bu malzemeden maksimum ölçülerde yararlanmayı sağlamaktadır.

2.3. Ahşap Yapılarda Kullanılan Ağaçların Sınıflandırılması

Ahşap yapılarda kullanılan ağaçlar, cinslerine, iklime, toprağın türüne, beslenme özelliğine ve yeteneğine, orman bakımına göre farklı teknik değer ve özelliklerde olabilmektedirler. Türkiye 'de yetişen ağaçların %54 'ünü iğne yapraklı ağaçlar, %46 'sını, geniş yapraklı ağaçlar oluşturmaktadırlar [Cimilli,1986]. Yapı kerestesi olarak kullanılan ağaçlardan iğne yapraklı ağaç türleri; çam, köknar, ladin, selvi, ardıç ve porsuk; geniş yapraklı ağaç türleri ise; ceviz, kavak, kayın, kestane, kızılbaş, meşe, akasya, akcağaç, çınar, dışbudak, ihlamur, karaağaç ve gürgendir. Bu ağaç türlerinin yapılarda kullanım durumları Tablo.2.1 'de yer almaktadır.

Tablo 2.1. Ağaç cinslerinin yapılar da kullanım durumu [Web 4]

Yumuşak Ağaçlar	Doğal dayanıklılık	Ozgül Ağırlık kg/m ³	Çalışma	İşlenebilirlik	Kullanıldığı Yerler					Maliyet	Notlar
					Dış Ortam İç Mekan	Yapıda	Zeminde	Mobilya			
Sedir	+++	580	+++	+++	*					2	Fazla budaklıdır, boyama problemleri çıkarabilir.
Sarı Çam	+	510	++	++	*	*	*		*	1	Dış ortamda kullanıldığından ön korumadan geçirilmelidir.
Ladin	+	470	++	+++	*	*	*			1	Dış ortamda kullanıldığından ön korumadan geçirilmelidir.
Sert Ağaçlar											
Tik	+++ +	660	+	++	*	*			*	4	Yağlı türleri boyamada problem çıkarabilir.
Iroko	+++ +	660	+	++	*	*	*		*	2	Boyamada problem çıkarabilir.
Meşe	+++	720	++	+++	*	*	*		*		
Meranti	+	510 710	+	++	*	*			*	3	Dış ortamda kullanıldığından ön korumadan geçirilmelidir.
Sapelli	++	640	++	+++	*			*	*		

Ağaçlar organizmalarına göre ;

• İğne Yapraklı Ağaçlar

Bu tür ağaçların odunu daha yumuşaktır ve bu nedenle işlenmesi daha kolay gerçekleşmektedir. Türkiye ormanlarında daha çok bulunmaları ve daha ucuz olmaları, yapıda daha çok kullanılmalarını sağlamaktadır. Ülkemizde iğne yapraklı ağaçlar arasında en çok tercih edilip kullanılan çam'dır. Çam Türkiye'nin tüm bölgelerinde yetişmektedir. Çam ağacı odunu orta derecede yumuşak bir odundur. Orta derecede eğilme ve şok direncine sahiptir. Elastikiyeti iyi ve çalışması azdır. İşlenmesi kolay, tutkallama ve çivi tutma kabiliyeti yüksektir [Berkel,1972].



• Geniş Yapraklı Ağaçlar

Bu tür ağaçlarda genellikle reçine kanalları yoktur. İğne yapraklı ağaçlara göre daha sert ve işlenmesi daha zor olan ağaçlardır. Yapılarda, özelliklerine uygun bölümlerde kullanılmaktadırlar. Örneğin kayın ağacının odunu sert ve ağır, şok direnci yüksektir. Buharla işleme tutulduğunda kolayca bükülebilmektedir. Kayın ağacı, işlenmesi kolay ve iyi cila tutan bir ağaçtır. Oldukça sert ve sıkı bir dokuya sahiptir. Eğilme direnci iyi, aşınma direnci ise azdır. Kayının eğilme direnci az olduğundan dolayı yapıda en fazla merdiven basamakları, korkuluklar, döşeme kaplaması olarak ta parke ve süpürgelik yapımında kullanılmaktadır[Bilgi Ansiklopedisi,1980].

Ağaçlar doğal dayanımlarına göre de sınıflandırılmaktadırlar. Doğal dayanım ağacın cinsine, yetiştiği bölgenin iklim şartlarına, su durumuna göre değişiklik göstermektedir. Ağaçlar doğal dayanıklılıklarına göre 3 sınıfa ayrılmaktadırlar;

- Az dayanıklı ağaçlar: Ömrü fazla olmayan, yumuşak, işlenmesi kolay ama yapı sektöründe pek tercih edilmeyen ağaç türleridir. Kırmızı kayın, gürgen, ihlamur, kavak türü ağaçlar az dayanıklı ağaçlar sınıfında yer almaktadır.
- Dayanıklı Ağaçlar : İşlenmesi kolay ve yapı sektöründe tercih sebepleri fazla olan ağaç türleridir.Sedir, ardıç,ceviz, selvi ve çam türü ağaçlar dayanıklı ağaçlar sınıfında yer almaktadır.
- Oldukça dayanıklı ağaçlar: Çoğunlukla süs yapımında veya farklı sektörlerde kullanılan ve yapı sektöründe işlenebilmesi bakımından pek tercih edilmeyen tür ağaçlardır.Ladin, kestane, köknar, meşe, dişbudak türü ağaçlar oldukça dayanıklı ağaçlar sınıfında yer almaktadır.

2.4. Ahşabın Özellikleri

Türk Standartları Enstitüsü`nce ahşap malzeme, özelliklerine göre 4 sınıfa ayrılmaktadır [TSE, 1987]. Ahşap malzemenin sınıflandırılmasında; kalitesini belirleyen etkenler önemli rol oynamaktadır. Ahşabın anizotrop ve heterojen bir bünyeye sahip olmasından, ahşabın fiziksel, kimyasal, mekanik ve ekolojik özellikleri, enine, teğet ve radyal eksenleri üzerinde farklı sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Ahşap malzemenin yapıda kullanım prensipleri bu sonuçlara göre belirleneceği için, ahşabın

fiziksel, kimyasal, mekanik ve ekolojik özelliklerinin iyi bilinmesi zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

2.4.1. Ahşabın Fiziksel Özellikleri

Ahşap malzemenin fiziksel özellikleri; ahşabın özgül ağırlığı, içindeki nem miktarı, ısı iletkenliği, ses iletkenliği, mukavemeti, sertliği, rengi ve kokusu ile ilgilidir. Özgül ağırlık; ağacın cinsine yıllık halka genişliğine göre ahşabın özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak için kullanılmaktadır. Özgül ağırlığın bilinmesiyle, ağacın mukavemeti ve çürüme ihtimali hakkında fikir sahibi olunabilmektedir. Özgül ağırlık, ahşap malzemesinin birim hacmindeki ağırlığının tespit edilmesiyle bulunmaktadır. Ahşabın birim hacminin ağırlığında, ahşapta bulunan havanın, suyun ve diğer bazı maddelerin de ağırlığı vardır. Özgül ağırlığı tespit edilecek ahşap malzemenin ağırlığı ve hacmi, içindeki su miktarına göre değişim göstermektedir. Özgül ağırlık değerlerine göre ahşap, ağırlık bakımından Tablo 2.2.'de gösterilen şekilde sınıflandırılmaktadır [Öztunali,1975].

Tablo2.2. Ahşap malzemenin ağırlığına göre sınıflandırılması [Şenkal,1999]

Ağırlık durumu:	Ağırlığı (gr/cm ³)
Oldukça Hafif Ahşap:	0.41 - 0.50
Hafif Ahşap:	0.51 - 0.65
Orta Ağırlıkta Ahşap:	0.66 - 0.75
Ağır Ahşap:	0.76 - 1.00
Çok Ağır Ahşap:	>1.00

Ahşabın nem miktarı, mukavemete, işleme kolaylığına, yapıştırmaya, ısı değerine, iletkenliğe, çürümeye, kurutma ve empenyeye, cilalama ve bükme işlemlerine etki eder [Günay,2002]. Belirli bir bağıl nemli ortamda kalan ahşabın bu nemle orantılı olarak rutubet oranı yükselir ve zamanla bir dengeye ulaşır. Kaloriferli bir odada rutubeti %4-8'e kadar iner, yani çok kurudur. Dolayısıyla çeker ve çatlar. Istılmayan, normal bir odada daha az kurudur, rutubeti %16-18'e yükselir. Dışarıda

bulunan bir ahşap ise çok değişken nem değerleri etkisinde olduğundan, rutubeti sürekli değişir. Yağmurlu havada ıslanır, ancak rutubetin fazlalığı çürümeye neden olmayacak kadar kısa sürer, ardından gelen daha kuru havada rutubetini kaybeder [Şenkal,1999].

Ahşabın bünyesinde oluşan nem değişikliği sonucu şişme ve büzülmesine “ahşabın çalışması” denmektedir. Ahşabın çalışması yıllık halkalara teğet doğrultuda en fazla, lifler doğrultusunda ise en azdır [Cimilli,1986]. Ayrıca rutubet artışı, ahşabın mekanik mukavemetini de düşürücü bir rol oynamaktadır. Bu deformasyonlar, geniş yapraklı ağaçlarda, iğne yapraklı ağaç türlerine göre, daha fazla görülmektedir [Eriç, 1994].

Isı iletkenliği; ahşap, hücreli yapısı ve bu yapının temelini oluşturan maddenin selüloz olması nedeniyle; sıcak ve soğuğa karşı geçirimsiz bir malzemedir. Isı iletkenliği özelliği ahşabın cinsine göre değiştiği gibi; nem miktarına, lif doğrultusuna göre de farklılıklar gösterebilmektedir [Günay,2002].

Ahşabın sertliği; yoğunluk arttıkça sertlik artar, liflere dik doğrultuda sertlik fazladır, ilkbahar odunu, yaz odunundan; dış odun, iç odunundan daha yumuşaktır, rutubet azaldıkça sertlik artar, yine de rutubet yumuşak ağaçlarda sertliği çoğaltır, sert ağaçlarda azaltır [Günay,2002].

Rengi ve parlaklığı; ağaçların renkleri iç odun ve dış odunda değişir. Ayrıca bazı ağaçlar kuruduktan sonra da renk değiştirirler. Renk ağaçtan ağaca hatta ağaç içinde bile değişiklik gösterebilir. Loignin ve hemiselüloz oksidasyonla koyulaşır. Ayrıca mantarlar da renk değişikliği yapar. İç odunun rengi ağaç cinslerinin tanınmasında önemlidir. Ceviz ve kayın gibi bazı ahşapların rengi buhar altında koyulaşmaktadır. Parlaklık ahşap yüzeyin ışığı yansıtmasına bağlıdır. İç odun dış odundan; öz kesit diğer kesitlerden daha parlaktır [Günay,2002]. Kokusu, koku salgı maddelerinin miktarı ile cinsine bağlıdır ve zamanla azalabilir. Mantarlarda kokuya neden olabilirler.

Güneşin ahşap malzeme üzerindeki etkisi büyüktür. Güneş ışınlarıyla oksidasyona uğrayan ahşap, ısı etkisiyle de kimyasal ayrışmaya uğramaktadır [Eriç,1994]. Ahşap açık havada 30-120 yıl, su altında havayla temas etmeden 500 yıl, rutubetsiz ortamda ve koruma altında ise 500 – 1000 yıl dayanım gösterebilen bir

malzemedir. Ancak bu dayanım, toprakla temas halinde 4-12 yıla, su ve hava ile aynı anda temas ettiği hallerde ise bu sürenin de altına inebilmektedir[Artel,1995]. Ahşabın fiziksel özellikleri Tablo 2.3 'te verilmektedir.

Tablo 2.3. Ahşabın fiziksel özellikleri [Şenkal,1999]

Ahşabın Fiziksel Özellikleri:	Ağacın Türü:					
	İğne Yapraklı:		Geniş Yapraklı Ağaçlar:			
	Çam	Köknar	Kavak	Kayın	Meşe	Gürgen
Özgül Ağırlık:	0.558	0.408	0.450	0.630	0.890	0.830
Ağırlık Derecesi:	Hafif	Çok hafif	Çok hafif	Ağır	Ağır	Ağır
Liflere Paralel	0.4	0.1	0.3	0.5	0.4	0.5
Çap Yönünde	4.8	3.8	5.2	5.0	4.0	6.8
Teğet Yönde	7.7	7.6	8.3	10.5	7.8	11.5
Hacmen	12.1	11.5	13.8	15.6	12.2	18.8

Ahşaba karşı mikroorganizma etkileri ise; ahşap dokusu selüloz ve ligninde beslenen bakteri, mantar, böcek ve kurtlar tarafından süratle ayrıştırılmakta veya kesiti zayıflatılarak parçalanmaktadır. Bu tür canlılarda, bir kısmı ahşapta yumurtlamak ve yaşamlarını sürdürmek için bir takım delikler açmakta, ancak önemli bir kısmı da beslenmek için ahşaptaki selüloz ve lignini kimyasal ayrıştırmaya uğratarak malzemeyi kısa zamanda toz haline getirmektedirler:

2.4.2. Ahşabın Kimyasal Özellikleri

Hücre duvarının kimyasal bileşiminde ; selüloz % 40-50 oranında, hemiselüloz % 20-35 oranında, lignin % 20-30 oranında, yabancı madde % 0-5 oranında bulunmaktadır. Bu oranlar ortalama olup ağacın cinsine göre büyük farklar gösterebilir [Günay,2002].

Selüloz, hücre duvarının ana çatkı maddesidir ve ahşabın fiziksel özelliklerinden eğilme ve çekmeye karşı mukavemet veren madde budur. Selüloz

birkaç bin glikoz biriminin bir zincir polemeridir. İçlerinde açıkta hidroksil (OH) bulunmadığından zincirler içine su girer ve ahşap şişer. Bu yüzden selüloz yüksek oranda su emicidir. Hemiselüloz; pentoz ve heksos şekerlerinin kısa polimerleridir. Hücre duvarını güçlendirir, depo madde görev yapar, geçit zarlarını ayarlar ve su emicidir. Lignin; selüloz fibrilleri içinde yer alır. Ahşabın basınca karşı mukavemetini sağlar. Bir fenol halkasının ana yapısına sahip amorf bir maddedir ve su emiciliği düşük orandadır. Rengi kahverengi ve beyaz karışımdır. Hücre duvarı bileşenleri çok karışık polimerlerdir, ancak enzimlerle depolimerize edilirler.

Ahşabın kimyasal özelliklerinden biri de doğal direncidir; odun dokusu, diğer bitki dokuları içinde en dayanıklı olanıdır. Ahşapta direncin azalması yüksek orandaki rutubete (%26-30) bağlıdır, oysa pamuk %10 rutubette bozulur. Dış odun salgıları organizmaları kendine çeker ve iç odun salgıları ise genellikle zehirlidir, organizmaları öldürür. Bununla birlikte, tanen (kestane, meşe), reçine (çam, köknar, ladin), kreozot (sedir) gibi maddeler mikroorganizmaları yaşatmaz. Çürümeyi önleyici salgılar dış odundan iç oduna geçiş döneminde oluşur. Çürümeyi önleyen salgılar genetikdir; türler arasında, türler içinde, hatta bir tek ağaç içinde bile değişiklik gösterir. Dayanıklı ahşap karbonhidrat içermez.

2.4.3. Ahşabın Mekanik Özellikleri

Ahşap malzemenin mekanik özellikleri; elastisite modülü, basınç direnci, eğilme direnci, çekme direnci, dinamik eğilme direnci, makaslama direnci, yarılma direnci ve ahşabın sertlik derecesidir.

Elastisite modülü (elastikiyet); bir cismin yüklendikten sonra, üzerindeki yükün kaldırılması ile, cismin ilk durumuna dönmesi özelliğine denilmektedir. Basınç direnci; ahşabın liflerine paralel veya liflerine dik yönde, ahşabı ezmeye ve sıkıştırmaya çalışan kuvvete karşı gösterdiği dirençtir. Eğilme direnci; tek veya iki taraftan tespit edilmiş olan bir ahşabın, liflerine dik olarak etki eden ve onu eğmeye çalışan kuvvete karşı göstermiş olduğu dirençtir [Öztunalı,1975]. Çekme direnci; liflere paralel ve liflere dik olmak üzere iki türdür. Özgül ağırlığın etkisinin en fazla olduğu direnç, çekme direncidir. Özgül ağırlık arttıkça, çekme direnci de artmaktadır. Rutubetin, ağacın lif doğrultusunun, budakların ve sıcaklığında çekme direnci üzerinde etkisi vardır. Dinamik eğilme direnci; ahşabın şok şeklinde, yani ani bir

etkiyle oluşan etkilere karşı gösterdiği dirençtir [Öztunalı,1975]. Yapıda, özellikle merdivenler, ani olarak meydana gelen şok etkisinin altında kalmaktadırlar. Makaslama direnci; ahşabın iki bitişik kesitini birbirinden ayırmak için ters yönlerinde etki eden ve aynı düzlem içinde olmak şartıyla, lifleri birbirinden ayırmaya çalışan kuvvetlere karşı gösterdiği dirençtir. Ahşabın birleşim yerlerinde veya çentik açılmış kısımlarında önemlidir. Makaslama direnci liflere dik yönde en düşük, liflere paralel yönde ise en yüksek değerlere sahiptir [Şenkal,1999]. Yarılma direnci ahşabın ağaç lifleri arasına giren kama şeklindeki aletlere karşı gösterdiği dirençtir. Sertlik; ahşabın, basınç veya vurma etkisiyle, bünyesine giren yabancı bir cisme karşı gösterdiği dirence sertlik denilmektedir. Sertlik, özellikle ahşap birleşimlerde önemini göstermektedir. Birleşimlerde vida, çivi, kama gibi aletlerin kullanılması bu özelliğe ilgili olup, ahşabın çeşitli aletlerle işlenmeye elverişlilik durumu da yine bu özelliğe bağlı olmaktadır. Ahşabın sertliği, daha çok ağaç malzemenin aşınmaya karşı koyma kabiliyetiyle ilgilidir. Sertlik durumuna göre ahşap; sert yarı sert, yumuşak ve çok yumuşak ahşap olmak üzere dört sınıfa ayrılmaktadır [Artel,1995].

Tablo 2.4 'te ağaç türlerine göre ahşabın mekanik özelliklerine ait bilgiler verilmektedir.

Tablo 2.4. Ahşabın mekanik özellikleri [Şenkal,1999]

Ahşabın Mekanik Özellikleri:		Ağacın Türü					
		İğne Yapraklı		Geniş Yapraklı Ağaçlar			
		Çam	Köknar	Kavak	Kayın	Meşe	Gürgen
Çekme (N/mm ²)	liflere paralel:	104	62	-	66	90	135
	liflere dik:	2.1	1.5	1.7	2.3	4	24.5
Basınç (N/mm ²)	liflere paralel:	37.9	37.4	40	36.5	61	66
	liflere dik:	4.6	4.5	2.7	12	11	12
makaslama direnci (N/mm ²)		3.6	4.6	-	5.4	11	7.4
Eğilme direnci (N/mm ²)		64.8	73	-	87	98	130
Elastiklik Modülü (kg/cm ²)		102	83	-	125	117	162
Sertlik		Yumuşak		Yarı Sert	Çok Yumuşak	Sert	
Şok Direnci (kg/cm ²)		0.50	0.60	-	0.75	0.75	0.82
Yarılma Direnci (kg/cm ²)		5.1	2.2	-	-	-	-

2.4.4. Ahşabın Ekolojik Özellikleri

Ahşap malzemesinin en önemli özelliklerinden birisi de yenilenebilir bir malzeme olmasıdır. Ekolojik bir malzeme olan ahşabın sürdürülebilir şekilde üretilmesiyle ormanların azalması önlenir. Bununla birlikte ahşap malzemesinin yapı strüktüründe kullanılması gün geçtikçe artmaktadır. Bu denge ancak yenilenebilir özelliği olan ahşap yapı malzemesi sayesinde sağlanabilir. Ahşap malzemenin kaynağı ağaçlardır. Ağaçların kesiminde ekolojik denge yönünden dikkat edilmesi gerekli hususlar bulunmaktadır. Genç ağaçların kesilmemesine, seyrekleştirme işlemine, periyodik bakımlarına önem gösterilmelidir. Tüm bu işlemlerin dışında ahşap yapı malzemesinden ürünler elde edilirken eko sistemin en az zarar görmesine öncelikle dikkat edilmelidir. Günümüzde ahşapların değerlendirilmesi, fazla enerji tüketmeyen yeni sistemlerin oluşturulması çok önemlidir.

3. AHŞAP YAPILAR

Ahşap, yeterli dayanıma sahip bir yapı malzemesi olması yanı sıra oldukça hafiftir. Bu nedenle mesnetlere ve temellere iletilen yük azalmaktadır. hafifliği, çekme ve eğilmeye karşı dayanımı nedeniyle büyük açıklıklar geçilebilmektedir. Malzemenin hafif olması nedeniyle yatay yüklerin yapı üzerindeki etkisi azalmaktadır. Ahşap hafifliğinin yanı sıra, şok etkisine dayanıklı ve titreşim emme özelliğine sahip sünek bir yapı malzemesi olması nedeniyle deprem etkisine karşı dayanıklıdır. Deprem sonucu yapıda hasar söz konusu olsa bile, dayanımı nedeniyle can kaybı az olan bir yapı sistemi sunmaktadır. Ahşabın hafif oluşu, atölyede üretilen yapı elemanlarının şantiyeye ulaştırılmasını kolaylaştırır. Büyük açıklıklı kemer ve çerçeveler hariç özel bir taşıma yöntemine gereksinim duyulmaz. Bu nedenle ulaşımı zor olan bölgelerde yapılacak yapılar için taşıyıcı sistem malzemesi olarak ahşabın seçilmesi doğru olabilir.

Tasarımda esneklik sağlayan, ayrıntı çözümleri kolay, ön yapımlı, atölye düzeyinde üretimi yapılabilen, standart üretim sağlayan bu malzeme ile üretimin süresi kısadır ve üretim işçiliği kolaydır. Aynı zamanda özel alet ve makinelere gereksinim yoktur. Bu nedenle üretim hızlı ve seri olmaktadır. Üretimi ve uygulaması kolay bu malzeme ile üretilen yapıların uygulamalarında hata riski düşüktür. İlk yatırımda ve uygulamada ekonomik bir üretim modelidir ve üretim için önemli bir yatırım gerektirmez.

Ahşap sistemlerde taşıyıcı elemanların hafif oluşu, montajda büyük kolaylık sağlar. İskele ve büyük makinelerine gereksinim olmaksızın, basit bir düzenle ve çok kısa sürede montajı yapılabilir. Kuru yapıım yöntemi ile üretilen ahşap yapılar her mevsim uygulanabilir. Ahşap yapılar, sökülüp tekrar kullanılabilir ve sistem içindeki parçaları değiştirilebilir. Ahşap, yerinden söktükten sonra çok az bir kayıpla tekrar kullanılabilen bir yapıım sistemi oluşturur. sökülme sırasında oluşabilecek kayıpların önlenmesi, tasarımın bu doğrultuda yapılmasına bağlıdır. Ayrıca, ahşap sistemler onarım, takviye ve plan ve hacim değişiklikleri için uygundur. Kullanım süreci içinde fiziksel ve işlevsel nedenlerle eskimenin oluştuğu ve taşıma gücünün yetersiz hale geldiği elemanların veya taşıyıcı sistem bütünüünün onarım ve takviyesi olasıdır [Avlar,2003].

3.1. Geleneksel Ahşap Yapılar

Ahşap, Geleneksel Türk Evi'nde, bünyesine en uygun ve en kalıcı bir biçimde kullanılma yerini bulmuştur. Türk sivil mimarisinde ahşap malzeme seçiminde konstrüksiyona gösterilen titizlik ve itina görülmez. Büyük yerleşim yerlerinde inşa edilen yapılarda daha iyi ahşap uygulamalar tercih edilse de, küçük yerleşimlerde çoğunlukla doğadan elde edildiği gibi kullanılmıştır. Ancak 19. Yüzyılın başlarında, baş, dal, dış tabaka, gövde, kök, yürek gibi gruplara ayrılarak sınıflandırılmış ve standart hale getirilmiştir. Geleneksel ahşap yapılarda malzeme kontrüksiyona hazırlanırken sağlamlığına çok dikkat edildiği bilinmektedir. Taşıyıcı olarak kullanılacak ağaçların kabukları ve yüzeyleri soyulur, budakları temizlenir hatta taşıyıcı olarak kullanılacak dikmelere, yapılan döneme göre değişik tarzlar ve şekiller verilirdi. Taşıyıcı sistemde kullanılan ahşap malzeme , ağaç cinslerine göre farklı işlenerek kullanılabilirdi. Örneğin; Kuzey Anadolu'da kullanılan sert ağaçlar balta ile yontularak, Akdeniz bölgesindeki yumuşak ağaçlar ise kama ile işlenerek yapıda kullanılmışlardır. Geleneksel ahşap yapıların farklı bölgelerde inşa edilmiş olmalarına karşın, kuruluşundaki bazı temel prensiplerin genellikle aynı olduğu gözlenmiştir (Resim3.1. , Resim3.2. , Resim3.3.)



Resim 3.1. Geleneksel yapım yöntemiyle inşa edilen yapı [Web 4]



Resim 3.2. Geleneksel yapım yöntemiyle inşa edilen yapı [Web 4]



Resim 3.3. Geleneksel yapım yöntemiyle inşa edilen yapı [Web 4]

Geleneksel ahşap yapıların duvarlarında yığma yada karkas sistem uygulanmaktadır. Yığma sistem günümüzde de uygulandığı gibi, ahşap işlenmeden tomruk olarak alınmakta, köşelerde tomrukların üst üste geçebilmesi için dişler açılmakta ve yarım geçmeli olarak oturtulmaktadır. Bu sisteme “karaboğaz” adı verilmektedir. Karadeniz Zonguldak'a kadar tüm Kuzey Anadolu yapılarında ahşap yığma yapılara rastlanabilmektedir (Resim3.4.).



Resim 3.4. Geleneksel yapım yöntemi “Karaboğaz Yöntemi” ile inşa edilen yapı [Web 4]

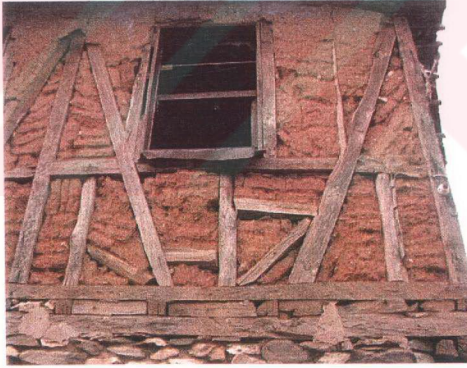
Ahşap elemanların biçilmesi ve bu elemanların üst üste oturtularak, köşelerden geçmelerle birbirine bağlanmasıyla oluşturulan sisteme de yerel dilde “kurtboğaz” adı verilmektedir [Eriç,1972]. Ağaçların biçilerek kullanıldığı, yapım ve kalite yönünden daha kaliteli ve sağlıklı olan bu tür yapılara; İzmit, Kandıra, Bolu, Gerede, Şavşat, Akkuş, Maşurgan gibi Doğu Karadeniz yörelerinde rastlanmaktadır (Resim3.5).

Geleneksel yığma yapılar günümüzde uygulanan ahşap yığma yapılar ile karşılaştırıldığında, sistem yönünden aralarında büyük farklar olduğu söylenemez. Ancak teknolojinin getirdiği yenilikler nedeniyle uygulamalarda daha az malzeme yitiği ve daha seri üretebilme sağlanabilmiştir.

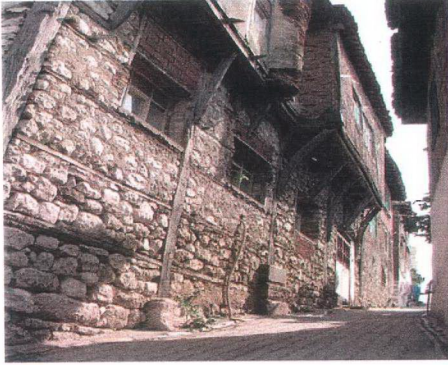


Resim 3.5. Geleneksel yapım yöntemi “Kurtboğaz Yöntemi” ile inşa edilen yapı [Web 4]

Geleneksel ahşap karkas sistemde ise farklı yörelerdeki uygulamalarda sistem yönünden değişikliklerin fazla görülmediği ancak uygulanan malzemelerde farklılıklar olduğu söylenebilir. Karkas sistem taşıyıcı ahşap iskelet ve bu iskelet arasındaki boşlukları dolduran dolgu ve iskelet üzerinde yer alan kaplama malzemesinden meydana gelmektedir. İskelet bölümü yatay ve dikey kuvvetleri karşılayarak yapının ayakta kalması ve şekil değiştirmemesini sağlamaktadır. Dolgu ve kaplama bölümü ise dış etkilerin, deprem kuvvetlerinin iskelete zarar vermesini önlemekte, ses, ısı vb etkenlere karşı yalıtımı sağlamaktadır. Ahşap karkas yapının iskeletindeki duvar elemanları; taşıyıcı ve ara dikmelerden oluşan dikey bölümlerden ve bunları destekleyen payandalardan oluşmaktadır. Ahşap dikmeler kullanılan ağacın cinsine ve ebatlarına göre 100 – 150 cm aralıklarla yerleştirilmekte ve aralara yatay kayıtlar ve payandalar tespit edilmektedir (Resim 3.6). Geleneksel sistemlerde dolgu malzemeleri genellikle yörede en çok bulunan malzemelerden tercih edilmiştir (Resim 3.7). Bu malzemeler tarım ve hayvancılıkla uğraşılan yörelerde kerpiç, taşın bol olduğu yerlerde ise kesme taş olarak uygulanmıştır [Eriç,1972].



Resim 3.6. Payandalarla desteklenmiş kerpiç tuğla ile dolgu yapılmış geleneksel tarz yapı [Web 4]



Resim 3.7 Dolgu malzemesi taş olarak uygulanan geleneksel yapı [Web 4]

Ahşap karkas yapı sisteminde genel olarak, iskelet bir bütün olarak çalışmakta ve yükün temele eşit olarak yayılmasını sağlamaktadır. Bu sistemlerde farklı olan uygulamalar dikmelerin yerleştirilmelerinin farklı yapılmasından kaynaklanmaktadır, genel prensipler aynıdır [Eriç,1972]. Türkiye'nin yörelerine göre, farklı estetik anlayışı ve farklı yapı malzemeleri kullanılarak geleneksel sistemde uygulanmış yapıları yer almaktadır (Resim 3.8). Bunun nedeni, insanların yaşam tarzlarının ve estetik anlayışlarının bölgelere göre farklılık gösterebilmesidir. Yapılarda kullanılan malzemelerin tercihi, genellikle kolay ve düşük maliyetle elde edilebilmesine bağlanabilir.



Resim3.8. Geleneksel yapıım yöntemi ile inşa edilen yapı [Web 4]

Günümüzde uygulanan ahşap karkas yapıların, geçmişte uygulanmış geleneksel ahşap karkas yapılarla büyük benzerlikleri bulunmaktadır. Sistem olarak genel prensipler birbirine çok yakın kabul edilebilir. Ancak günümüzde ahşap karkas sistemde; malzeme yitiği daha az, mühendislik hesapları yapılmış, doğa şartlarına yapıda kullanılan malzemelerin seçimlerinden dolayı daha dayanıklı uygulamalar yapılabilmektedir.

3.2. Ahşap Yapı Türleri

Ahşap yapılar konut üretimi yönünden; ahşap kütük yapılar, ahşap panel yapılar, ahşap çerçeve yapılar olarak sınıflandırılabilir.

3.2.1. Ahşap Kütük Yapılar

“Ahşap kütük yapılar, duvar elemanının masif ahşap ile oluşturulduğu yapılardır. Bu sistemle oluşturulan duvarların duvar yüzeylerinde kaplama gereksinimi yoktur (Resim 3.9.). Dünya’ da ve Türkiye’de geleneksel yapı üretiminde de kullanılmış olan bu sistem, günümüzde genellikle hafta sonu yapılarında kullanılır. Ayrıca, orman bölgelerinde ve kırsal bölgelerde de tercih edilmektedir. Diğer ahşap sistemlere göre ekonomik değildir” [Avlar, 2003].



Resim 3.9. Geçmeli kütük sistemi ile inşa edilmiş yapı

Bu sistemde dış duvar kalınlıkları ısı yalıtımı yönünden önemlidir. Bu nedenle, kütük sistemle üretilecek yapıların üretim yerlerinin iklimsel koşulları önem

kazanmaktadır. Bu tür sistemde diğer önemli bir konuda, dış hava etkenlerine karşı masif ahşap kütüklerin üst üste uygulanmasındaki ayrıntıda alınacak önlemlerdir. Rüzgâr, yağmur, toz, gürültü vb. etkenlere karşı gerekli önlemlerin alınması kullanım süreci için önem taşımaktadır. Kütük sistemin, dikmeli ve geçmeli olmak üzere iki yapım yöntemi vardır.

a) Dikmeli kütük yapım yöntemi

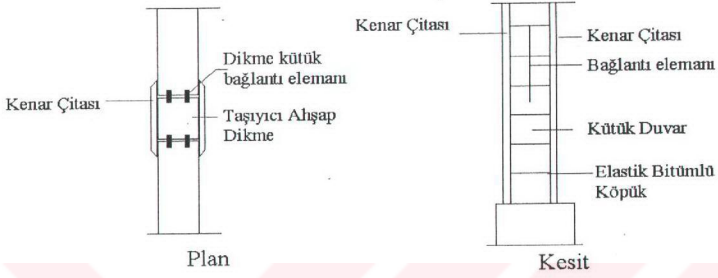
Dikmeli kütük yapım yönteminde günümüzde çeşitli uygulamalar yer almaktadır. Sistemde genel olarak taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan duvar çözümlerine göre değişik uygulamalar yapılmaktadır. Ancak değişen malzeme ve uygulama teknikleri ile farklı çözümler yaratmak mümkün olabilmektedir.

- Birinci yapım yönteminde, duvarın taşıyıcı olmadığı boyutları yapının büyüklüğüne göre belirlenmiş taşıyıcı ahşap dikmeler arasında yer alan kütüklerin yatay birleşimden meydana gelmektedir. Birleşim yerlerinde ise günümüzde genellikle elastik bitümlü köpükler kullanılır (Şekil 3.1). Kütüklerin birbirlerine bağlantısı duvarların mukavemeti açısından önemlidir. Bu nedenle dikmeler arasındaki kütüklerin bağlantısını sağlayan çivilerin uzunluğu kütük yüksekliğinin 2,5 katı olmalıdır.



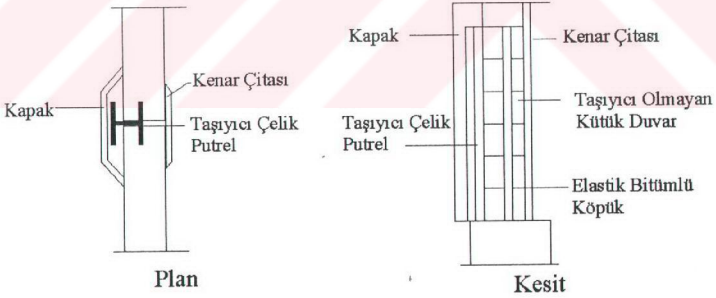
Şekil 3.1. Dikmeli kütüklerde birinci yapım yöntemi

- İkinci yapım yöntemi, taşıyıcı olmayan kütüklerin yük taşıyan ahşap dikmeler arasında düzenlendiği sistemdir. Bu sistemde dikme boyutu kütüklerle oluşturulan duvar kalınlığına eşittir. Bu nedenle yatayda yerleştirilen kütüklerin birbirine bağlantısı trifon vidalarla veya çivilerle yapılmalıdır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Dikmeli kütüklerde ikinci yapım yöntemi

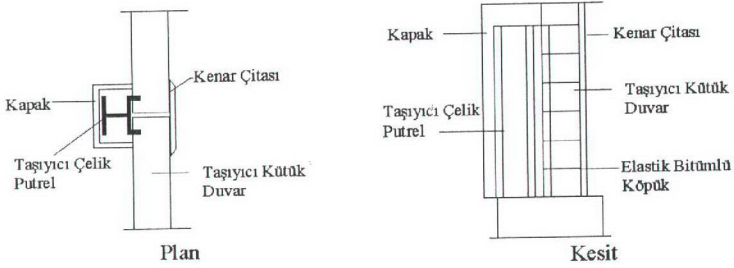
- Üçüncü yapım yönteminde taşıyıcı olan ahşap dikmelerin yerine çelik putrelden oluşan taşıyıcı dikmeler yerleştirilir. Bu sistemde duvarda dolgu malzemesi olarak yatayda kullanılan ahşap kütükler gösterilebilir. Sistemde taşıyıcı çelik dikmelerdir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Dikmeli kütüklerde üçüncü yapım yöntemi

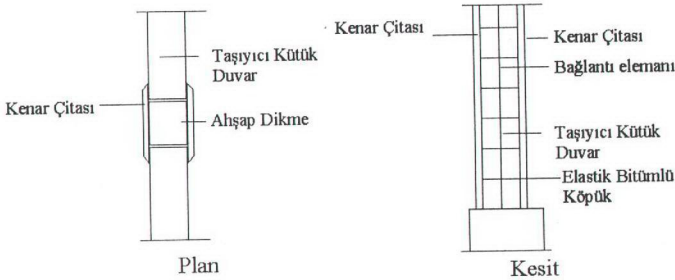
- Dördüncü yapım yönteminde, duvarda taşıyıcı olan kütükler, duvar kesitinin dışında konumlanmış çelik putreller ile de bağlanabilmektedir. Bu sistemde duvar taşıyıcıdır ve kütükler birbirlerine ikincil parçalarla basınç altında birleştirilir.

Kütüklerin taşıyıcı olmasından ötürü bağlantıları noktaları önemlidir. Sistemde duvar boyunca devam eden metal bağlantılar da kullanılmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Dikmeli kütüklerde dördüncü yapım yöntemi

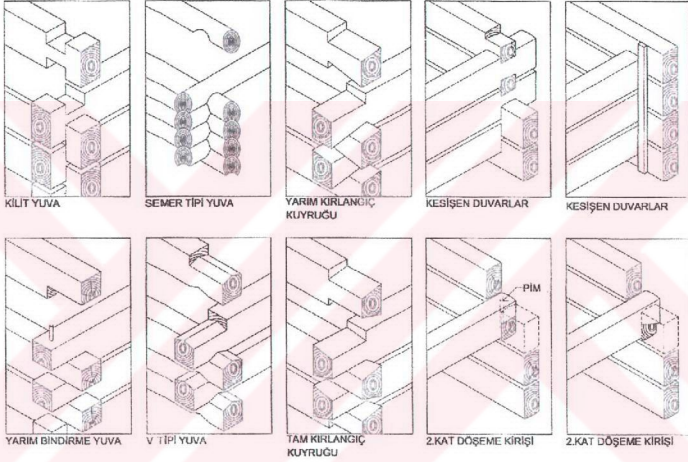
- Beşinci yapım yönteminde, dördüncü yapım yönteminde metal bağlantılara alternatif olarak ahşap dikmelerle de düzenleme yapılabilmektedir. Kütükler birbirlerine geçmeli olarak basınç altında birleştirilir. Dikmelerin kütüklerle olan birleşim yerlerinde kullanılan örtücü ahşap parçalar tutkal yardımıyla yüzeye yapıştırılmaktadır. Bu yöntemde de duvar yüksekliğince devam eden metal bağlantılar kullanılmaktadır (Şekil 3.5). Taşıyıcı olmayan kütük duvarlar ahşap dikmelere ve kütükler birbirlerine ikincil parçalarla birleştirilir. Duvar yüksekliğince devam eden metal bağlantılar kullanılmaktadır [Avlar, 2003].



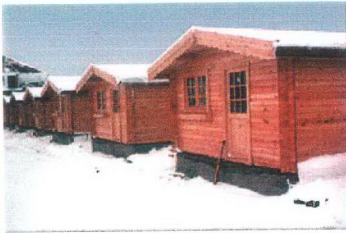
Şekil 3.5 Dikmeli kütüklerde beşinci yapım yöntemi

b) Geçmeli kütük yapım yöntemi

Taşıyıcı duvar bileşeni olarak kullanılan masif veya tabakalı ahşap kütüklerin planlanan numara sırasına göre çeşitli yöntemlerle birleştirilmesiyle üretilmektedir (Şekil 3.6.). Köşe birleşimlerinde ve duvar kesişmelerinde kütükler birbirlerine geçme yapılarak birleştirilir. Geçmelerde farklı yöntemler uygulanabilir. Bu yöntemde, kütükler arasında veya duvar yüksekliğince devam eden metal bağlantılar söz konusudur (Resim 3.11 ve Resim3.12).

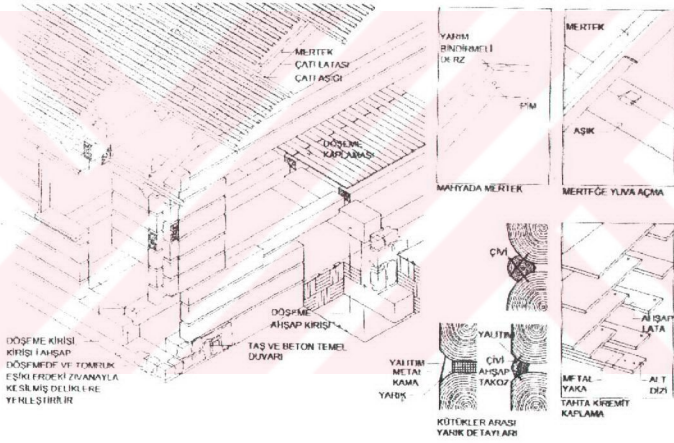


Şekil 3.6. Geçmeli kütük yapım yönteminde köşe birleşimleri [Soygeniş, 2000].



Resim 3.10 Geçmeli kütük yapı örnekleri

Kütük yapı üretim aşamasında numaralandırılmış kütüklerin yerinde montajı ile oluşturulur. Bu nedenle montajda sıralama önemlidir. İlk olarak en alttaki kütüklerin birleştirilme işlemi yapılır. Sırası ile birbirine kanalları ile geçirilir ve metal bağlantı elemanları ile sabitlenir. Pencere ve kapı yerlerinde boşluklar bırakılır, doğramaların montajı bırakılan boşluklara montaj işlemi bitirildikten sonra yapılır. Pencere ve kapıların genişlikleri duvarlarda kullanılan kütüklerin genişliğindedir. Kütükler doğramaların içine kadar ilerler ve vidalanarak montajı yapılır. Kütük dizme işlemi çatıya kadar devam eder ve uzun trifon vidalarla dikeyde vidalanırlar. Zaman içerisinde ahşabın boyutlarındaki değişimlerden kaynaklanan aralanmalarda vida başlarından sıkılarak boşluklar giderilebilir. Çatı için kiriş montajı ve kiriş üzerine ahşap kaplama malzemesinin montajı yapılır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Geçmeli kütük yapım yöntemi [Soygeniş, 2000]

Kütük yapılar uygulama ve sistem bakımından değerlendirildiğinde; masif ağaç kullanılarak inşa edildiği için sistem yönünden çok büyük açıklıklarda masif kirişler tabakalı kiriş olarak kullanılmakta ve uzun duvarlarda kütüklere ek yapma zorunluluğu doğmaktadır. Eğer sistem detayları iyi çözülemese zaman içerisinde yapıda kullanılan ahşabın kalitesine göre çalışma meydana gelmekte ve bu da aralanmalara sebebiyet vermektedir. Bu olumsuzluklara karşı çeşitli elastik dolgu malzemeleri kullanılarak çözüm bulunabilmektedir. Tek cidarlı sistemlerde elektrik-

su tesisatı dışarıdan geçmekte estetik ve kullanım yönünden sakıncalar doğurmaktadır. Ancak kalın kütüklerde veya çift cidarlı sistemlerde tüm tesisatlar duvarın içindeki kanallardan geçebilmektedir. Taşıyıcı sistem yönünden geniş açıklıklarda ekstra birleşim ve bağlantı elemanlarına ihtiyaç duyulabilmektedir. Taşıyıcı sistemde açıklıklar yönünden zorlanması tasarımı da olumsuz yönde etkilemektedir. Yapının yangına karşı dayanımı masif malzemenin üzerine sürülen kimyasal maddelerle artırılabilir. Bununla birlikte ahşabın, yangın esnasında dış yüzeyinin kömürleşmesi dayanımını arttıran diğer bir etmendir. Bu tip binaların üretiminde kalifiye eleman gerekliliği bulunmaktadır. İşlem sıralarını takip edip montajı yönlendirecek bir kalifiye eleman gereklidir. Ahşap platform çerçevede yada ahşap panel yapılarda kullanılan ahşap malzeme göz önüne alındığında tamamen masif ahşap kullanılan kütük yapıların ekonomik olduğu söylenemez.

Günümüzde bu sistemde inşa edilen ahşap yapıların üretimi, yukarıdaki nedenlerden ötürü daha sınırlı sayıda gerçekleştirilmektedir. Bu doğrultuda Türkiye’de uygulanabilirliği düşük seviyede olmakta ve hafta sonu evleri olarak tercih edilmektedir.

3.2.2. Ahşap Panel Yapılar

“Ahşap panel yapılar, özellikle tek katlı yapılar için uygundur. İki katlı yapılarda da bu sistem kullanılabilir. Ahşap panel yapı, panel olarak üretilmiş olan elemanların bir araya getirilmesiyle oluşur. Panellerin duvar boyunca birleşimlerinde paneller birbirlerine doğrudan bağlanabildikleri gibi, dikmeli birleşimlerde yapılabilir. Panel elemanlar, taşıyıcı veya taşıyıcı olmayan ve havalandırılmalı veya havalandırılmaması olarak, kompozisyonlarına ve işlevlerine göre üretilmektedir. Bu elemanlar; küçük taşıyıcı paneller, geniş taşıyıcı paneller, oda üniteleri ve taşıyıcı olmayan küçük ve geniş paneller olmak üzere dört grupta toplanabilir” [Avlar, 2003].

a) **Küçük taşıyıcı paneller**, 1.00m – 1.25 m genişliğinde havalandırılmalı veya havalandırılmaması olarak üretilir (Şekil 3.8). Modüler olarak tasarlanmış yapıların iç veya dış duvarlarında kullanılır. Bu paneller, ahşap dikme, alt başlık ve üst başlık parçalarından oluşur. Oluşturulan iskeletlerin içi yalıtım ürünleriyle doldurularak, yüzeyleri çift taraflı levhalarla kaplanır [Avlar, 2003]. Bu tip yapıım sisteminde kullanılan malzemelerde değişik seçenekler mevcuttur. Taşıyıcı sistemde kullanılan

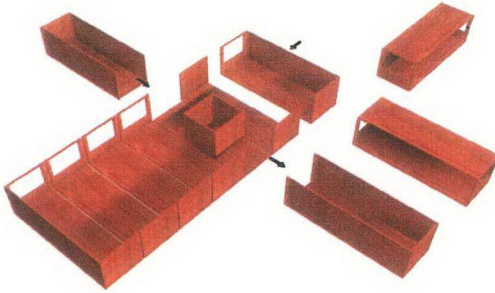
ahşap, kullanılan yalıtım malzemesinin cinsi ve kalınlıkları, dış ve iç yüzeyde, kaplanacak malzemeler, yapının kullanım amacına uygun olarak seçilmelidir.

b) **Geniş taşıyıcı paneller**; daha uzun alt başlık, çeşitli dikmeler ve sürekli üst başlıklardan oluşur (Şekil 3.8). Dikmeler arasında kullanılan yatay parçalar kaplama montajını kolaylaştırır. Bu paneller, 4.80 m – 10.40 m genişliğinde üretilebilir. Geniş paneller yalnızca iç veya dış taşıyıcı duvarlarda değil, döşeme ve çatı elemanlarında da kullanılır. Bu panellerin uzunluğu 10.00 metreye kadar olabilir [Avlar, 2003].



Şekil 3.8. Küçük ve geniş taşıyıcı paneller [Avlar, 2003]

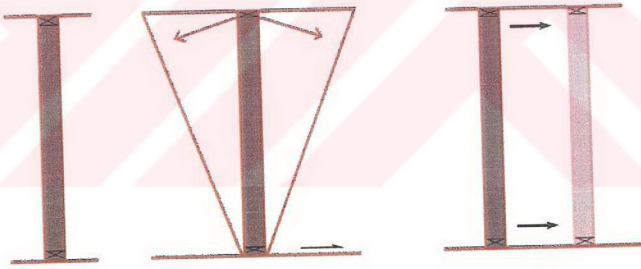
c) **Oda üniteleri**; ahşap yapılarda sistem bileşenlerinin ön yapımla üretimini artırmak için başlangıç noktası mobil yapılar olan oda üniteleri geliştirilmiştir. Bu ünitelerdeki panel genişlikleri 2.40 m – 8.40 m arasındadır ve bu ölçüler oda ünitelerini belirler (Şekil 3.9). Çeşitli gelişmelerden sonra bu model, okul odaları, ofisler ve yapılarda da uygulanmıştır. Bu üretim modeliyle % 90 ön yapıma ulaşılmaktadır.



Şekil 3.9. Oda üniteleri [Avlar, 2003]

Oda üniteleri, kapalı veya bölümsel açık ünitelerden oluşmaktadır. Döşeme ve duvarları atölyelerde üretilir ve şantiyede monte edilir. Bu üretim, taşımacılık, montaj süresi kısalığı gibi nedenlerle yapım süresini kısaltır ve diğer sistemlere göre yapı maliyetini azaltır. Oda ünitelerinin kullanıldığı yapıların tasarımı, genelde standart ölçülere, taşımacılık limitlerine ve ekonomik montaj ekipmanlarına bağlıdır [Avlar, 2003].

d) **Taşıyıcı olmayan paneller**; hareket edebilen iç bölücü duvarlar için kullanılmaktadır. Bu paneller, yapının kullanım amacına, yerel yapı ölçütlerine, akustik özelliklere, montaj ve bağlantıların yük kapasitesine ve yangın korunumuna bağlı olarak çeşitli şekillerde üretilir (Şekil 3.10.). Taşıyıcı olmayan bölücü özellikteki paneller, hareketliliklerine göre; kalıcı bölücüler, sınırlı hareketli bölücüler ve hareketli bölücüler olarak uygulanır. Ayrıca, akustik özelliklerine göre de; kaplamanın bölücü panele tespit edildiği ve kaplamanın bölücüden ayrı olarak konumlandırıldığı uygulama yöntemleri vardır. Bu üretim yönteminde, taşıyıcı olmayan panellerin taşıyıcı panellere bağlantısında, her ikisinin de yanal kuvvetlere karşı dayanımının eşit olması önemlidir [Avlar, 2003].

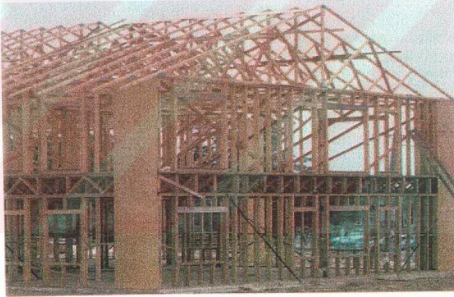


Şekil 3.10. Taşıyıcı olmayan geniş ve küçük paneller [Avlar, 2003]

Ahşap panel yapılar uygulama ve sistem bakımından değerlendirildiğinde; birleşim elemanlarında problemler meydana gelebilmektedir. Planlamanın karışık olduğu durumlarda birleşimler sorunlu olabilmektedir. Serbest tasarımlarda taşıyıcı yönünden sorun yaratabilmektedir. Uzun paneller taşıma yönünden problemler olabilir. Kısa sürelerde inşa edilmesi sistemin avantajıdır ancak kalifiye eleman gereksinimi doğmaktadır. Modüler sistem olarak uygulanabilir. Seri üretimi yapılabilir.

3.2.3. Ahşap Çerçeve Yapılar

Ahşap çerçeve yapılar, uygulanabilirlik ve sistem yönünden değerlendirildiğinde, Dünya'da ve Türkiye'de yapı sektörü tarafından en çok kabul gören ve uygulanan ahşap yapı çeşidi olarak görülebilir. Bu sistemin uygulaması ve detayları, günümüze kadar gelen ancak unutulmaya yüz tutmuş geleneksel ahşap yapıların üretiminden çok daha farklı olduğu için pek bilinmemekte ve kalifiye eleman bulmakta güçlük çekilmektedir. Dünya'da kullanılan ahşap çerçeve yapı üretiminde bir çok farklı yapım yöntemi bulunmaktadır. Bu yapım yöntemleri ile çerçeve yapılar; dikmeli - kirişli çerçeveler ve kaburga çerçeveler olmak üzere iki ana grupta toplanabilir. Bu farklı yöntemlerde yük taşıyan elemanların ebatları ve bağlantılarının düzenlenmesinde değişiklik görülebilir ancak çerçeve sistemde prensipler aynıdır. Günümüzde uygulama olarak çoğunlukla tercih edilen ahşap yapım sistemi kaburga çerçeve platform tipi yapılardır. Kaburga çerçeve platform tipi yapılar "3.2.3.2." bölümünde ayrıntılı olarak irdelenmektedir (Resim3.11).



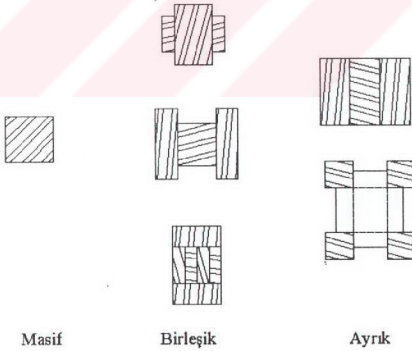
Resim 3.11 Ahşap kaburga çerçeve platform tipi yapı

3.2.3.1. Ahşap Dikmeli ve Kirişli Çerçeve Yapılar

"Dikmeli ve kirişli çerçevelerde kaburgalı çerçevelere oranla daha az sayıda ve geniş yapısal elemanlar kullanılır. Bu tip çerçevelerde, taşıyıcı olan dikme ve kirişlerdir. Taşıyıcı sistem; yatay, düşey veya çapraz elemanların bir nokta veya düğüm noktasında birleştirilme şekillerine göre belirlenir" [Avlar, 2003]. Zemin ve çatı sistemlerini destekleyen kirişler yükü temel sisteminden destek alan dikmelere iletirler. Dikme – kiriş, zemin ve çatı sistemleri ile birlikte, dikme – kiriş ve duvar

sistemi yatay veya dikey olarak büyülebilecek üç boyutlu bir ızgara oluşturmaktadır. Bu elemanların birleştirilmesinde özel çelik bağlantı parçaları kullanılır. Duvar panelleri, kapılar ve pencereler ile birlikte görülebilir bir iskelet oluşturmak için dikme ve kiriş iskelet genellikle dışarıda bırakılabilmektedir. Dikme ve kiriş dışarıda bırakıldığında, kullanılan ahşabın cinsi, direk – kiriş bağlantı detaylarına gösterilen özen ve işçilik kalitesi önemli etkenlerdir. Dikmelerin altında tekil temeller kurgulanabileceği gibi, özellikle deprem bölgelerinde sürekli bir temel sistemi de uygulanabilir [Ching, 1991].

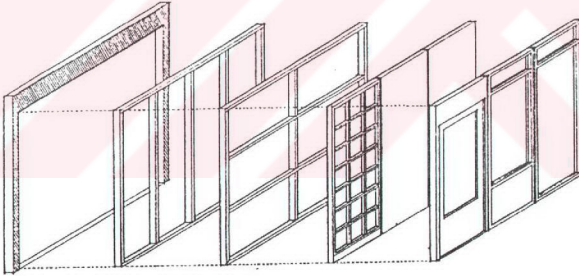
Ahşap masif dikmeler üç farklı biçimde kullanılmaktadır (Şekil 3.11). Birincisi, masif tek parça dikmelerdir. İyi bir odundan imal edilmeleri gereklidir. İkincisi, birleşik parçalardan kurulu dikmelerdir. Bu tip dikmeler birleşik parçalardan kurulu yapıştırılmış ya da mekanik olarak tutturulmuş olabilir. Tek parça dikmelere nazaran sıkıştırılma gerilimine daha müsaittir. Mekanik olarak tutturulmuş dikmeler ise aynı boyutta ve aynı maddeden bir tek parça dikmenin mukavemetinde olamamaktadır. Üçüncüsü, ayrı dikmelerdir. Bu tip dikmeler iki ya da daha çok parçadan oluşmaktadır. Uçlarda ve orta noktalarda bloklara ayrılır. Dikme aralıkları; istenen mekan ölçüsüne, kullanılan döşeme sistemine ve kirişlerin türüne bağlıdır [Ching, 1991].



Şekil 3.11. Ahşap dikmeler

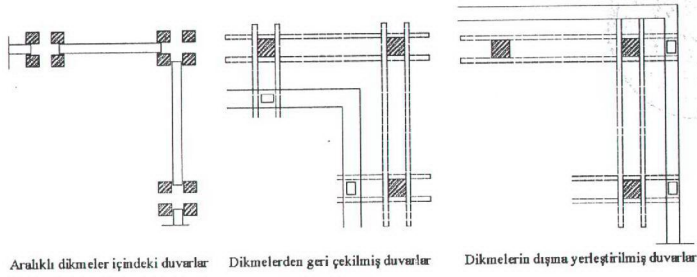
Bu yapım yöntemlerinde yatay yüklere karşı gerekli önlemlerin alınması önemlidir. Stabilite için, diagonal ahşap destekler, çapraz çelik çubuklar veya ahşap rijit paneller düzenlenir. Diagonal ahşap desteklerin düzenlenmesinde kısa kolon etkisine dikkat edilmelidir. Her katta stabilite için, en az üç adet düşey bağlama kullanılmalı ve plan aksları bir noktada kesiştirilmemelidir.

Dikmeli ve kirişli çerçevelerde, çerçeve aralarının çözümlenmesi, bölge koşullarına ve tasarım ölçütlerine göre değişiklik gösterir. Taşıyıcı çerçeve elemanların arasında kalan duvarlar; yalıtım, bölme ve dolgu işlevi üstlenirler. Duvar elemanı; düşey veya yatay çerçeveler, ön yapımlı karma yatay veya düşey duvar panelleri ve kapı ve pencere birimlerinden oluşur (Şekil 3.12.). Yapısal iskelet ile duvar panelleri arasında bağlantılar durgun, hareketli ve destek parçalarının oluşturduğu yükleri iletilebilir olmalıdır. Duvar panellerinin yerleştirilmesi için gerekli olan titiz çalışma ekleme yerleri ayrıntıları içinde uygulanmalıdır. Nem oranındaki değişiklikler ve birbirinden farklı parçalar, çeşitli ısı artış oranları gibi etkenler göz önüne alınarak dış kısımdaki ahşaba hareket serbestisi sağlanmış olmalıdır [Ching, 1991].



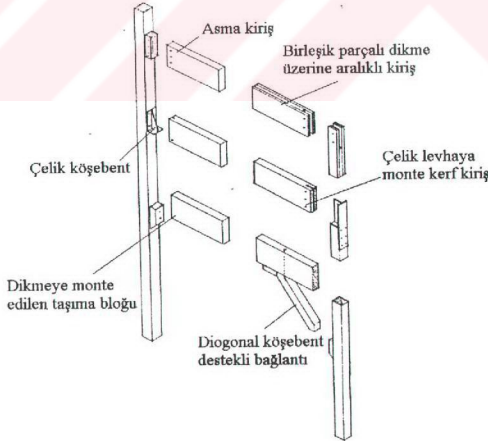
Şekil 3.12. Duvar Elemanı [Ching, 1991]

Dikmeli ve kirişli çerçevelerde sistem ile duvarın ilişkisi; dikmelerle aynı düzlemde sürekli iç ve dış kaplama, tek veya ayrı dikmeler arasında, dikmelerden içeri çekilmiş duvar ve dikmelerin dışına yerleştirilmiş duvar biçiminde düzenlenebilir (Şekil 3.13.).



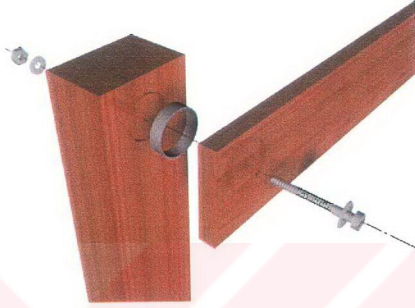
Şekil 3.13. Sistem duvar ilişkisi [Ching, 1991]

Ayrıık dikme ve kirişlerden oluşan aralıklar duvar iskeletinin elemanlarını uygulayabilmek için kullanılabilir. Duvar panelleri dikme ve kirişe çeşitli şekillerde tutturulabilir. (Şekil 3.14). Bununla birlikte ekstra parçalar da duvarda yüzey malzemelerine yerleştirilerek eklemeye yerlerine uydurulabilir. Dikme – kiriş bağlantılarının mukavemeti belirli etkenlere bağlanabilir. Bu etkenler; ahşabın kalınlığı, kullanılan ahşabın özellikleri, bağlantıda kullanılan civatanın miktarı ve adeti, eğer varsa kereste bağlantılarının kullanımı, dayanma bölgesinin ahşaba bağlı özellikleri olarak sıralanabilir. Bir bağlantı için gerekli civataların ebat ve miktarı taşınan yüklerin özelliklerine göre değişmektedir [Ching, 1991].



Şekil 3.14. Dikme – kiriş bağlantı çeşitleri [Ching, 1991]

Eğer dikmede kirişi bağlamak için gerekli olan miktardaki civatayı yerleştirmek için yeterli olan bulunmadığında bir bölme halkası kullanılabilir (Şekil 3.15). Yükü daha geniş bir bölgeye yayar ve tek bir civataya göre taşıma elemanları için daha yüksek bir gerilme sağlamaktadır. Genellikle daha iyi sonuçlar, çok sayıda küçük civata yerine az sayıda büyük civatayla elde edilmektedir. [Ching, 1991].



Şekil 3.15. Bölme halkası ile dikme kiriş bağlantısı [Ching, 1991]

Dikmeli ve kirişli çerçevelerde genelde döşemeler; belirli açıklarda yer alan tali döşeme kirişleri üzerine ahşap tabliyenin oturtulması biçiminde düzenlenir. Tabliye kalınlığının standart ölçüleri; 5, 7.5, 10, 15 ve 20 cm'dir. Ahşap çatı tabliyesi kalınlığı açıklığın 1/40'ı ve ahşap döşeme tabliyesi kalınlığı açıklığın 1/30'u kadardır. Kiriş açıklıklarında tabliyeler; tek açıklıklı, çift açıklıklı ve sürekli açıklıklı olarak düzenlenir. Yatay düzlemde stabilite sağlayan bu tür döşeme yönteminde, ses yalıtımı ve tesisat döşememinin gizlenmesi sorun oluşturabilir. Bu yöntemin yanı sıra, kirişli ve panel döşeme yapım yöntemleri de dikmeli ve kirişli çerçevelerde uygulama alanı bulmaktadır [Avlar, 2003].

Dikmeli ve kirişli çerçevelerin ahşap döşemelerinde masif ahşap tali kiriş yüksekliği açıklığın 1/15'i ve tabakalı ahşap tali kiriş yüksekliği açıklığın 1/20' si kadardır. Ana kirişler için, bu yüksekliklere 15 cm daha eklenmelidir. Masif ahşap tali kiriş veya ana kirişlerin genişliği yüksekliklerinin genellikle 1/3 ile 1/2'si ve tabakalı ahşap kirişlerin genişliği yüksekliklerinin 1/3 ile 1/4'ü arasındadır. Ahşap kirişler küçük boyutlu ise birbirine yakın yerleştirilirler ve kaplama malzemesi olarak plakalar kullanılabilir. Döşeme kirişleri ahşap kirişler ve duvarlar tarafından

taşınmaktadır. Ahşap masif kaplamalar kullanıldığında ise büyük boyutlu döşeme kirişleri daha geniş aralıklarla yerleştirilir. Masif kaplamalar kirişlere ters yönde monte edilir (Şekil 3.16). Kirişler ana kirişler, dikmeler ya da duvarlar tarafından taşınırlar. Döşemelerde kirişlerle paralel yönde tesisat uygulaması yapılabilir. Ancak zorunlu durumlarda kiriş belirlenmiş limitler dahilinde delinebilir. Ancak kirişlerde herhangi bir delik açılmaması durumunda ise asma tavan uygulamasına gidilmektedir [Ching, 1991].

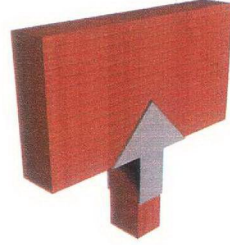


Şekil 3.16 Kirişler ve ahşap tabliye [Ching, 1991]

Dikmeli ve kirişli çerçeveler, dikme ve kiriş düzenlemesine göre değişik isimler alır. Dikmeli ve kirişli çerçeveler yatay ve dikey elemanların düzenlenmesine göre; dikme üstü kiriş (tek ve iki katlı), düğüm kiriş, ayrık kiriş ve ayrık dikme olmak üzere dört grupta toplanabilir. Bu farklılaşmada; kiriş, dikme ya da her ikisi birden süreklidir veya kirişler ya da dikmeler ayrı olabilir.

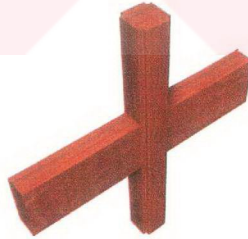
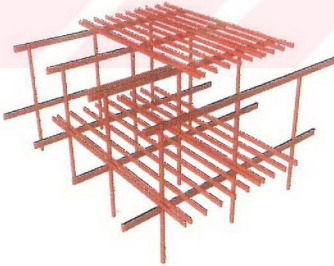
a.1) Dikme üstü kiriş yapım yönteminin tek katlı uygulamalarında sistem kurgusu, belirli açıklıklarda konumlandırılmış dikmelerden ve dikmeler üzerinde bir yönde yer alan sürekli ana kirişlerden oluşur. Diğer yönde ise, bağlantı kirişleri söz konusudur. Bütün ana kirişler paraleldir (Şekil 3.17).

Bu yapım yönteminde dikmeler arasında düzenlenecek açıklığa göre, kiriş tipi (masif, tabakalı, makas) seçilmelidir. Diğer yöndeki açıklık döşeme kirişlerinin veya döşeme tabliyesinin geçebileceği sınırlar içinde olmalıdır. Dikme ve ana kirişlerin birleşim noktalarında çelik bağlantı parçaları kullanılmalıdır [Avlar, 2003].



Şekil 3.17. Dikme üstü kiriş (tek katlı), [Avlar, 2003]

a.2) **Dikme üstü kiriş** yapım yönteminin iki katlı uygulamasında da sürekli ana kirişler, dikmeler üzerinde yer alır. Dikmeler üzerindeki ana kirişler bir yönde konumlandırılır. Bu yapım yönteminde dikmeler, ana kirişler tarafından kesintiye uğrar ve bir sonraki katta yeniden düzenlenir (Şekil 3.18). Burada önemli olan üst kat dikmelerinden gelen yükün alt kattaki dikmelere kirişler aracılığıyla değil, doğrudan aktarılmasının sağlanmasıdır. Bunun nedeni, ahşabın lif yönüne dik doğrultuda gelen basınca karşı yeterli dayanıma sahip olmamasıdır. İki katlı uygulamaların değişik bir uygulama yöntemi ise, ana kirişlerin sürekli dikmeler arasında yer aldığı sistem kurgusudur. Bu yöntemde, ana kirişler sürekli dikmelere çelik veya ahşap birleştirme elemanları ile bağlanırlar [Avlar, 2003].



Şekil 3.18. Dikme üstü kiriş (iki katlı), [Avlar, 2003]

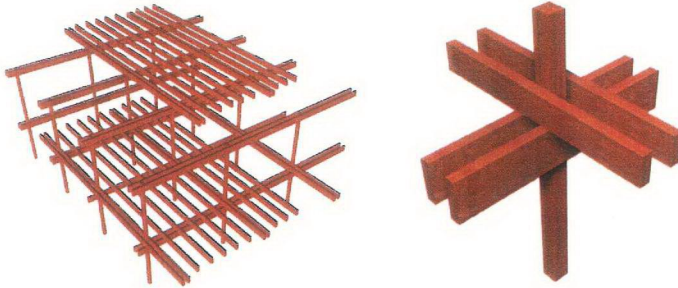
b) **Düğüm kiriş** yapım yönteminde kirişler, farklı yönlerden aynı ayrıntılarla sürekli dikmelere düğüm kirişler olarak bağlanırlar. Bütün iç ve dış bağlantılar aynı şekilde yapılır. Döşeme kirişleri veya döşeme panelleri düğüm kirişlerle aynı düzlemde düzenlenir ve farklı yönlere yönlendirilerek düğüm kirişler eşit olarak yüklenir.

Konsol yapımı bu yöntem için uygun değildir. Bu yöntemin diğer çerçeve tiplerine göre, düzgün bir tavan oluşum avantajı vardır (Şekil 3.19). Bu yapım yönteminde kirişler aynı yükseklikte sürekli dikmelere bağlanır. Kirişlerin dikmeyle olan bağlantısında çelik birleşim parçaları kullanılır. Döşeme kirişlerinin montajındaki zorluğun giderilmesi için düğüm kirişlerin yan yüzeyine ahşap parçalar monte edilir ve döşeme kirişleri veya döşeme panelleri bu parçalar üzerine oturtulur [Avlar, 2003].



Şekil 3.19. Düğüm kiriş [Avlar, 2003]

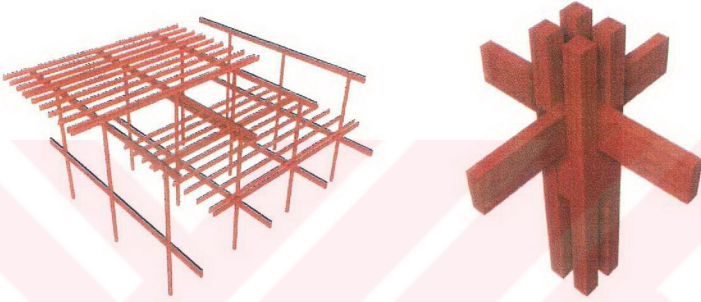
- c) **Ayrık kiriş** yapım yönteminde sürekli ayrı ana kirişler, sürekli dikmeler arasında yer alırlar ve dikmelere yan yüzlerinden bağlanırlar. Döşeme kirişleri, bu çift kirişler üzerinde ve ters yönde kurgulanır (Şekil 3.20). Bu yöntemin diğer yöntemlerden farkı, hem dikmelerin hem de ana kirişlerin sürekli oluşudur [Avlar, 2003].



Şekil 3.20. Ayrık kiriş [Avlar, 2003]

39

d) **Ayrık dikme** yapım yönteminde sürekli ana kirişler, sürekli ayrıık dikmeler arasında yer almaktadır. Ayrık dikme çerçeveler, ayrıık kiriş çerçevelerin değişik bir tipini oluştururlar. Genellikle ikili dikme biçiminde uygulanan bu yöntemin dörtlü dikme uygulaması, kirişlerin iki yönlü düzenlenmesine olanak sağlamaktadır (Şekil 3.21). Ancak, bu tür yöntemin uygulaması sınırlıdır. Bunun nedeni, binayı yangına karşı korumak ve burkulmayı önlemek için kesitleri büyük dikmelere veya ayrıık dikmelerin arasına dolgu maddesi yerleştirilmesine gereksinim olmasıdır [Avlar, 2003].

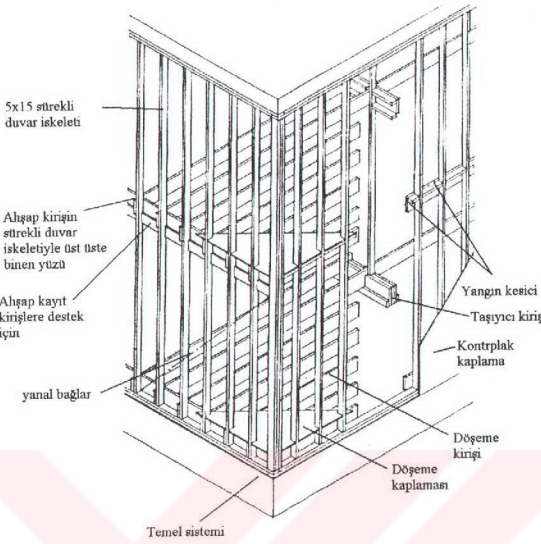


Şekil 3.21. Ayrık dikme [Avlar, 2003]

3.2.3.2. Ahşap Kaburga Çerçeve Yapılar

“Ahşap kaburga çerçeve yapıların balon ve platform olmak üzere iki yapım yöntemi vardır” [Avlar,2003].

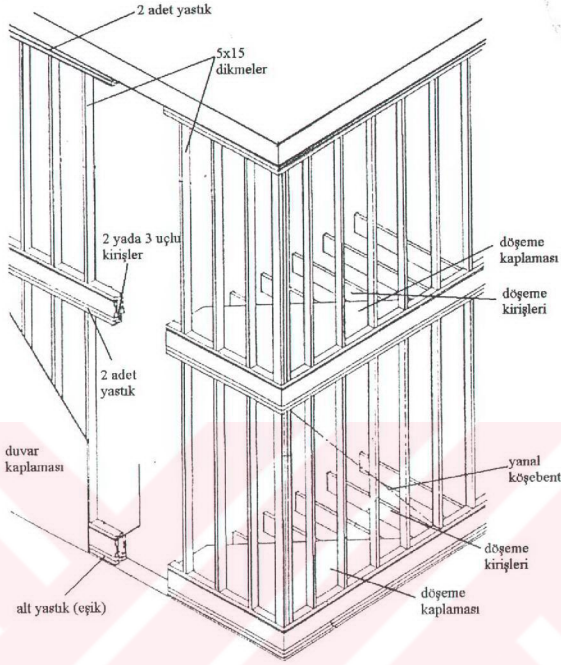
a) **Balon çerçeve yapım yöntemi**; günümüzde yapı sektöründe yaygın olarak kullanılmayan bir çerçevedir. 40-60 cm ara ile düzenlenen 5/10 cm veya 5/15 cm boyutlarındaki dikmeler tüm yapı yüksekliğince devam eder (Şekil 3.22). Sürekli olan temel duvarı üstünde iki adet taban yer alır. Zemin kat döşeme kirişleri ve sürekli dikmeler bu tabanlar üzerine oturur. Üst kat döşeme kirişleri ise, destek kirişleri ile desteklenir ve dikmelere çivilerle bağlanır. Duvar sistemi içinde katlar arası ve son kat ile çatı arasında duman ve hava akımı geçişini önlemek için iki adet firestop (alev kesici) gereklidir [Avlar, 2003].



Şekil 3.22. Balon çerçeve iskeleti [Ching, 1991]

Balon çerçeve yapım yöntemi Dünya'da ve Türkiye'de pek tercih edilmediği için uygulamalar günümüzde çok az sayıda görülmektedir. Bu sistemin yerine daha çok tercih edilen "platform çerçeve yapım yöntemi" dir.

b) Platform çerçeve yapım yöntemi; aynı boyut ve aralıktaki dikmeler kat yüksekliği ile sınırlıdır. Sürekli olan temel duvarı üzerinde tek veya çift eşik parçası vardır. Zemin kat döşeme kirişleri bu eşik üstüne oturur ve ters yönde bir kirişle döşeme kapatılır. Bu düzlemin köşelerinde metal bağlantılar kullanılmalıdır. Betondan oluşturulan zemin kat döşemelerinde eşik parçası kullanılması gerekli değildir. Döşeme kirişlerinin üstünde alt kaplama yer alır. Bu aşamadan sonra zemin kat çerçeve duvarları yerleştirilir. Çerçeve duvarlar, alt taban, üst taban ve dikmelerden oluşur. Bu çerçevenin üstünde sürekli dolaşan bir üst taban yer alır. Bu yapım yönteminde üst kat uygulaması zemin katın yinelenmesi biçimindedir. Ayrıca, döşeme kirişlerine dik yönde tavan kaplaması için kayıt geçirilir. Bu yapım yöntemi ön yapım için uygundur (Şekil 3.23).

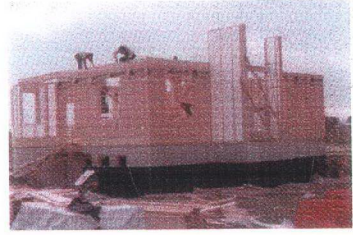


Şekil 3.23.Platform çerçeve iskeleti [Ching, 1991]

Ahşap çerçeve yapılar imalat ve uygulama kolaylıkları olan yapılardır. Yapıda belirli bir uygulama sırası takip edilir. İlk olarak verilen ebatlarda betonarme temel yapılır. Betonarme olması deprem yönünden ve ahşap temelin yıllar içerisinde zarar görmemesi için daha ideal temel türü olarak kabul edilmektedir. Temel tamamlandıktan sonra nakliye araçları ile getirilen duvar panelleri alt kat duvarlarından başlanarak sıra ile montajı yapılır (Resim3.12). Duvarların betona montajı kimyasal ankraj, çelik dubeller ve dış duvarların dikey galvaniz sac ile temele bağlanması ile yapılmaktadır. Dış duvarların montajını iç duvarların montajı takip etmektedir. Duvarların montajları doğru olarak yapıldıktan sonra sistemde döşeme yapımına geçilir. Montaj listesine göre imal edilmiş olan kirişlerin yerleştirilmesi ve montajı yapılır. Üst kat duvarları aynı alt kat duvarları gibi monte edilir.



Panellerin nakliyesi



Panellerin montajı



Yapılarda döşeme montajı



İçeriden bir görünüş



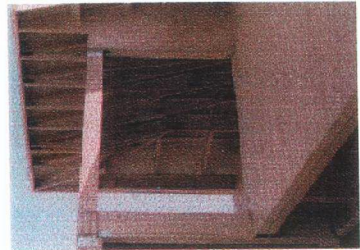
Makas montajı



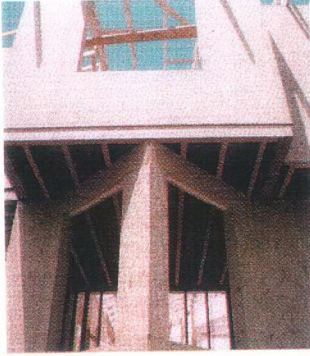
Tamamlanmış durumu



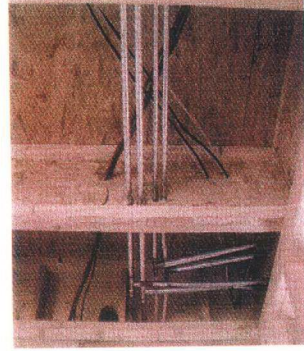
Makasların görünüşü



Dış görünüş



Resim 3.13 Konsol detayı



Resim 3.14 Tesisat görünümü



Resim 3.15 Dış kaplaması tamamlanmış ahşap platform çerçeve yapı

Duvarlar yapıldıktan sonra çatı makasları projede çatı makası yerleşim planına göre monte edilir ve çerçeve dış yüzeyi "OSB" (yönlendirilmiş yonga levha) ile kaplanır. Yapı konstrüksiyonu tamamlandıktan sonra çatı kaplanması, doğramalar, dış cephe kaplamaları, iç tesisatların yapımına geçilebilir. Platform çerçeve yapılar sistem ve uygulanabilirlik yönünden incelendiğinde;

- Fabrikasyon üretimi Türkiye 'de pek çok firma tarafından yapılmaktadır.

- Kiriş ve çatı makas üretimi de aynı firmalar tarafından yapılabilmektedir. İstendiği taktirde yerinde de üretilmektedir.
- Platform sistemlerde en fazla 3 m ahşap dikmeler kullanıldığı için uygulaması çok kolaydır.
- Uygulamada fabrikadan çoğunlukla dış duvarların, kirişlerin ve makasların temini sağlanır. İç duvarlar rahatlıkla istenilen ebatlarda ek te yapılarak üretilir.
- Metal bağlantı elemanlarının bu sistemde uygulaması daha kolaydır.
- Yalıtım ve alev kesici taşıyıcı sistemde yatay kayıtlar sayesinde kolaylaşır.
- Fabrikasyon üretim olmaksızın istenilen planlar, yerinde uygulamalar ile de kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir.

Sistem yukarıda belirtilen özellikler göz önüne alındığında Türkiye`de rahatlıkla uygulanabilen bir sistem durumundadır ve günümüzde büyük projeler ülkemizin çeşitli yerlerinde yapılmaktadır. Seri üretim ve uygulanabilirlik yönünden, tercih sebeplerinin başında gelmektedir. Bu çeşit yapıları Türkiye`de fabrikasyon olarak üreten on civarında profesyonel firma bulunmaktadır. Platform çerçeve yapılarında duvar panelleri, masif kirişler, çatı makasları fabrikasyon olarak üretildiği gibi, inşa sahasında da duvarlar ve makaslar rahatlıkla uygulanabilmektedir. Ancak, günümüzde fabrikada gelişmiş teknoloji desteği ile üretilen platform çerçeve yapı elemanları, inşa sahasında el işçiliği ile üretilen yapı elemanlarına göre daha sağlıklıdır. Fabrika üretiminde makineler ile standart uygulamalar yapılmakta ve hata payı en aza indirgenebilmektedir. Ancak el işçiliği ile üretilen bir ahşap yapıda hatalar meydana gelebilmektedir. Tüm bu olumlu yönlerinden ötürü ahşap yapı sektörünün tercihinin platform çerçeve sistemden yana olduğu gözlemlenmektedir. Ahşap platform çerçeve yapılarında, yapıyı oluşturan duvarlar, döşemeler, çatı makasları olarak temel elemanlar bulunmaktadır. Bu yapı elemanları üretim şekline göre ve malzemelerine göre farklılıklar gösterebilmektedir.

a) Ahşap Platform Çerçeve Yapılarda Duvarlar

Ahşap platform çerçeve sistemde duvarlar fabrikada imal edilebilir veya yerinde yapılarak çözümlenebilirler. Fabrikada yapılan imalatlarda duvarlar imalat sırasına göre üretilir ve nakliye araçları ile inşa sahasına getirilirler. Yalıtımları fabrikada yapıldığı için daha çabuk sürede konstrüksiyonu bitirilmiş olur. Yerinde yapılan duvarlarda ise mimari proje ölçülerine göre tek tek kapı ve pencere boşlukları bırakılır. Kesme ve birleştirme daha sonrada gönyeleme işlemi zaman ve işçilik kaybına yol açmaktadır. Kereste de malzeme yitiği yerinde yapılan üretimde daha fazla meydana gelmektedir. Aks aralıkları standart olarak 40 cm `dir. Bu ölçü dış cephede kaplanan OSB (yönlendirilmiş yonga levha) ve iç cephede kaplanan alçı levha boyutlarına uymaktadır. Duvarların, taşıyıcılık yönünden ekstra olarak ahşap dikme veya sık aks aralıklarıyla inşa edilmesi gerekli olabilmektedir. Ayrıca, bu aralıklar, kullanılacak kaplama ürününün genişlik ve uzunluklarına bağlı olarak değişebilir. Çerçevelerinde kullanılan dikmeler genelde 5/10 cm`dir. Ancak daha fazla ısı yalıtımı sağlamak için, tesisat döşemi için ve 4.25 m`den daha yüksek duvar oluşumlarında 5/15 cm veya daha geniş boyutlar kullanılabilir (Resim3.16 ve Resim3.17). Isı yalıtımı, buhar kesici ve mekanik ve elektrik döşemi ahşap çerçevenin içinde yer alır [Avlar,2003].



Resim 3.16 Ahşap platform çerçeve yapıda dış duvarlar



Resim 3.17 Ahşap platform çerçeve yapıda iç duvarlar

Duvar kesişme noktalarında ve duvar köşe noktalarında farklı uygulama yöntemleri yer almaktadır. Duvar boşluklarının yanında dikmeler iki adet kullanılmaktadır. Duvar boşluğunun üst bölümünde dikey çift başlık düzenlenebileceği gibi geniş duvar boşlukları için değişik düzenlemeler de yapılabilir. Pencerelerin denizlik bölümünde ise, yatay kayıt yer alır. Bu tür duvarların duvar alt kaplamalarında; kontrplak, alçı, lif levha ve rijit köpük plastik

ürünler kullanılır. Dış yüzey kaplama olarak da; diagonal ahşap kaplama, dikey ahşap kaplama, ahşap shingle, mermer görünümlü siva, ahşap yalı baskısı, tuğla, taş, viniyl veya alüminyum kaplama uygulanabilir [Avlar, 2003].

Çerçevelerin stabilitesinde, rijit alt kaplama veya diagonal elemanlar kullanılabilir. Alt kaplama uygulaması, levha veya masif ahşap biçiminde olabilir. Levha kaplamalarda en iyi ürün, 10 mm kalınlığında kontrplak levhalardır. Bu levhalar, iskeletin taşıyıcı dikmelerine her 15 cm.'de bir çivilenmelidir. Levhaların konumu genelde düşeydir ve ilgili kat yüksekliği boyunca uygulanır. Levhaların yatay olarak konumlandırıldığı uygulamalarda, levhaların yatay kenarları iskelet içinde kurgulanan yatay kayıtlara monte edilmektedir. Bu düzenlemede lif levhalar da kullanılabilir. Lif levhalar, en az 13 mm. kalınlıkta ve ağırlıkları 650 kg/m^3 olmalıdır. Bu levhalar diğer kaplamalara karşı daha az etkilidir. Bu uygulamada levhalar, en az 120 cm. genişliğinde olmalıdır. Levhaların genişliğinin yüksekliğine oranı $\frac{1}{2}$ 'den fazla olmalıdır. Köşelerden en az 60 cm sonra duvar boşluğu oluşturulmalıdır. Eğer iki cidarlı levha kullanılırsa, rijitlik artmaktadır. Çerçevenin dış yüzeyinde üst üste gelen veya çerçevenin iki yüzünde kullanılabilen bu levhaların derzleri üst üste getirilmemelidir [Avlar, 2003].

16 mm kalınlığındaki masif ahşap alt kaplamalar, diagonal olarak 45° 'lik açı ile taşıyıcı duvar iskeletine monte edilmelidir. 15 cm'den fazla genişliği olan masif ahşap kaplamaların uygulanmasında en az iki çivi kullanılmalıdır. Rijit kaplama uygulanan çerçevelerde genelde diagonaller kullanılmaz. Ancak, kullanımı durumunda stabilitede önemli bir iyileştirme elde edilmiş olur. Bu diagonallerin kullanımı, rijitliğin zayıf olduğu lifli levhaların uygulandığı çerçevelerde tavsiye edilmektedir. Diagonallerin duvar boşluğunun kenarına yerleştirilmesi uygundur. Bu diagonallerin eğimi, 45° - 60° arasında olmalıdır. Böylelikle diagonaller bir çok dikmeyi tutmaktadır. Diagonallerin uygulanmasında dikme içine bindirme yöntemi diğer yöntemlere göre daha doğrudur. Kısa diagonal bağlantılardan kesme kuvvetleri nedeniyle kaçınılmalıdır. Teknolojinin gelişmesi ve bilgisayar programlarının yazılmasıyla her duvarın taşıyıcılık özelliğine göre farklı üretilmesi mümkündür. Statik hesaplar doğrultusunda duvarlar tek yüzü veya çift yüzü OSB adı verilen plaka ile kaplanabilir. İç duvarlarda bölücü olduklarında çift tarafı da alçı levha adı verilen alçı plakaları ile kaplanabilir. Ahşap çerçeve sistemde hazır duvarların tercih edilmesi hem statik hesaplamalar hem de

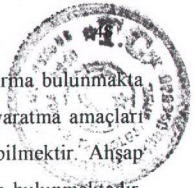
yalıtım, tesisat gibi diğer etkenler yönünden avantajlıdır. Hazır üretilen duvarlarda elektrik ve su tesisatı ile ilgili boşluklar veya delikler önceden açılabilirmekte ve yapımı daha kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte fabrikada yapılan yalıtım taş yünü veya Ekstrude Polistren (EPS), şantiyede zaman kaybını engelleyecek, daha doğru yalıtımın yapılmasını sağlayacaktır. Ahşap çerçeve sistemlerin duvarlarında, dışarıdan içeriye doğru sırası ile;

- Dış cephe kaplama malzemesi (Siding, vinyil, ahşap lambri kaplama, betopan kaplama v.b.)
- Buhar dengeleyici ve su yalıtım membranı
- OSB veya kontrplak
- Taşıyıcı 5x15 ahşap kesit ve arasında 15cm'lik dolgu yalıtım(EPS, taş yünü, cam yünü v.b.)
- Buhar kesici(naylon branda)
- Alçı plaka (alçı levha)
- Alçı sıva üzeri boya veya kağıt v.b. kaplama malzemeleri olarak uygulanmaktadır (Resim 3.18.)



Resim 3.18 Ahşap platform çerçeve sistemde duvar kesiti

Duvar yapımında teknolojinin sağlamış olduğu imkanlar dahilinde farklı çözümlere gidilebilmektedir. Ancak aks aralıkları ve genel konstrüksiyonun birbirine çok yakın



olması zorunludur. Dünyada ahşap çerçeve sistemi üreten bir çok firma bulunmaktadır ve birbirlerinden farklı sistemleri kullanmaktadırlar. Farklı sistem yaratma amaçları daha basit az maliyetli ve sağlamlıkta farkı olmayan yapılar üretebilmektedir. Ahşap çerçeve yapılarda kullanılan hazır duvarların olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Şantiyede yapılan duvarlarda duvarı kaldırma veya taşıma işlemi olmamaktadır. Ancak nakliye ile gelen hazır duvarların büyük boyutlarında yerine taşıma da problemler yaşanabilmekte, vinç gereksinimi doğabilmektedir. Projede değişiklik yapmak için hazır duvarı yeniden yapmak gereklidir, ancak yerinde yapılan duvarlarda değişiklikler anında uygulanabilmektedir. İmalat sistemlerinin hepsi kıyaslandıklarında birbirlerine göre avantajlı veya dezavantajlı oldukları alanlar mevcuttur. Ancak tercihler de inşaatın yapıldığı çevre ve üretilecek yapı sayısı önemlidir. Üretilecek yapı sayısı fazla olduğunda ve üretimin sürekliliği bulunduğu çevresel faktörlerin incelenmesi daha doğru olacaktır.

Çevresel faktörler; hazır duvar paneli üreten firmanın uzaklığı ve nakliyesi, şantiyenin kurulduğu bölgede ahşap malzemesinin kolay elde edilebilir olması, kalifiye personel dışında eleman gereksiniminin karşılanabilmesi olarak sıralanabilir. Bu faktörlere göre, hazır duvar veya şantiyede duvar üretiminin belirlenmesi daha doğru olacaktır. Ancak üretilecek yapı sayısı az ise şantiyede üretimden daha çok hazır duvarlar tercih edilebilir. Böylece ahşap malzemesinin nakliyesi yerine hazır duvarların nakliyesi yapılacak, işçilik ve zamandan tasarruf edilebilecektir.

b) Ahşap Platform Çerçeve Yapılarda Döşemeler

Döşemeler bir yapıdaki hareketli yükleri ve hareketsiz yükleri taşıyan temel yatay düzlemlerdir. Döşemeler hareketli yüklerin aktarıldığı ilk eleman olduğundan esnekliğinin sürekliliği için yeterli mukavemete sahip olmalıdır. Döşeme kaplaması ile tavan elemanlarında aşırı eğilme ve titreşim yapacak, hasar verecek etkiler kullanım ile ilgili olduğu için, eğilme hareketi kontrol edilmesi gerekli bir faktör haline gelmektedir [Ching, 1991]. “Çerçeve yapılarda kullanılan döşeme türleri; ahşap I kirişler, masif veya lamine (tabakalı) ahşap kiriş ve ahşap makaslardan oluşur” [Avlar,2003]. Ahşap çerçeve yapılarda döşeme sistemleri çeşitli elemanlardan meydana gelmektedir. Bu elemanların belirlenmesi, sistemin en ekonomik biçimde ve mukavemetinin en sağlam olacak şekilde tasarlanması ile ortaya çıkmaktadır. Ahşap çerçeve sistemlerin döşemelerinde taşıyıcı olarak,

günümüzde uygulanan sistem; I kiriş ve lamine (tabakalı) kirişlerden meydana gelmektedir. Bu taşıyıcı kirişler, tamamen ahşap türevli malzemelerden oluşmaktadır. Bu kirişlerin en, boy, yükseklik gibi değerleri kullanım yerine ve taşıyacağı yük kapasitesine göre farklılık gösterebilmektedir.

- **I kirişler;**

Gövde bölümü dalgalı-düz kontrplak veya düz OSB (yönlendirilmiş yonga levha) levhalarla "I" oluşturulan paralel başlıklı kirişlerdir (Resim 3.21). Genel ölçüleri ve kullanım amaçları dolayısıyla DSB ve Trigonit Sistemi kirişlere benzerlik göstermektedir. Kesit yükseklikleri 160mm ile 400mm ve kontrplağın kalınlığı 6mm ile 18 mm arasındadır. Başlıklar içinde, özel bir makine ile açılan yuvalara kontrplak tutkalanarak oturtulur. Gövde rijitliğini arttırmak için ayrıca bir önlem almaya gerek yoktur[Web 3].

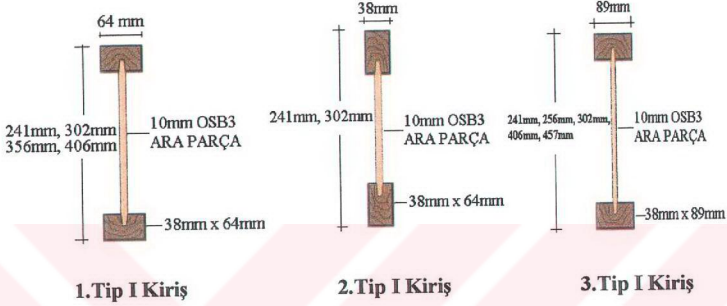


Resim 3.19 OSB I kiriş [Web 3]

Ahşap I döşeme kirişlerinin yüksekliklerine göre açıklıklar, 24 cm - 4.90 m, 30 cm - 5.80 m, 36 cm - 6.70 m, 40 cm - 7.60 m'dir. Genelde döşeme kirişleri üstünde; kirişlerin arasındaki açıklığı geçen, döşeme kaplaması için bir taban oluşturan ve yatay düzlemde stabilite sağlayan levha biçiminde döşeme alt kaplaması uygulanır. Alt kaplama olarak genelde kontrplak veya osb levha kullanılır. Alt kaplamanın dışında, diagonal (45°) kaplama ve çelik çaprazlar da döşeme stabilitesi için uygundur. Çerçeve yapılar da kullanılan döşeme sistemi, genelde kirişli döşeme sistemidir. Kirişler 40 veya 60 cm akslarda düzenlenebilir. Döşemede oluşturulacak boşluğunun çevresinde ve çıkma kenarlarında ikişer adet döşeme kirişi kullanılmalıdır. Kullanılan bu kirişler döşeme açıklığına sürekli olmalı ve döşeme açıklığına dik yöndeki çıkmalarda en az iki döşeme kirişi kadar içerde

kurgulanmalıdır. Kiriş birleşimlerinde metal bağlantı parçaları kullanılmaktadır. Kirişlerde oluşabilecek deformasyonların önlenmesi için 2.50 m ara ile ahşap veya metal çapraz destekler veya masif destekler kullanılır [Avlar, 2003].

I kirişler farklı taşıyıcılık değerlerine sahiptirler. Bu kirişler taşıyıcılık değerlerine göre üçe tipe ayrılabilirler (Şekil 3.24),[Web3];



Şekil 3.24 OSB I kirişlerin boyutlandırılması [Web 3]

1. Tip I Kiriş; yükseklikleri 241 mm ile 406 mm arasındadır, alt ve üst başlıkları 38 mm x 64 mm 'dir. Boyutları ve açıklık geçme kabiliyeti, 40mmx250mm ve 40mmx300mm ölçülerindeki masif ahşap kirişlerle çok yakın olarak kabul edilebilir [Web 3].

2. Tip I Kiriş; yükseklikleri 241 mm ile 406 mm arasındadır, alt ve üst başlıkları 38 mm x 64 mm 'dir. Özellikle yapı ve hafif ticari yapı projelerinde kullanılan bu tip kirişlerin geniş alt ve üst yüzeyleri daha fazla çakma yüzeyi sağlamaktadır [Web 3].

3. Tip I Kiriş; yükseklikleri 241mm ile 457mm arasındadır, alt ve üst başlıkları 89 mm x 38 mm 'dir. Sıra dışı geniş açıklık ve ağır yüklerin söz konusu olduğu uygulamalarda kullanılır. Öncelik ticari uygulamalarda olmak üzere çatı atkı ihtiyaçları içinde uygun olan kirişlerdir [Web 3].

Kiriş tiplerine göre açıklık tabloları Tablo3.1 ve tablo 3.2 'de verilmektedir.

Tablo 3.1 Basit açıklık [Web 3]

BASİT AÇIKLIK (m): LL 1.5 kN/m² - DL 0.6 kN/m² - L/480

Kiriş Derinliği	Kiriş Tipi	Aks Aralığı			
		305mm	406mm	488mm	610mm
Kiriş 241mm	Tip1	5,165	4,688	4,405	4,083
	Tip2	5,616	5,097	4,788	4,437
	Tip3	6,225	5,648	5,305	4,915
Kiriş 302mm	Tip1	6,260	5,683	5,339	4,948
	Tip2	6,709	6,090	5,721	5,301
	Tip3	7,480	6,787	6,375	5,907
Kiriş 356mm	Tip2	7,494	6,801	6,388	5,920
	Tip3	8,492	7,707	7,238	6,707
Kiriş 406mm	Tip2	8,301	7,533	7,076	6,557
	Tip3	9,398	8,527	8,010	7,421
Kiriş 457mm	Tip3	10,282	9,331	8,765	8,122

Tablo 3.2. Çoklu açıklık [Web 3]

ÇOKLU AÇIKLIK: LL 1.5 kN/m² - DL 0.6 kN/m² - L/480

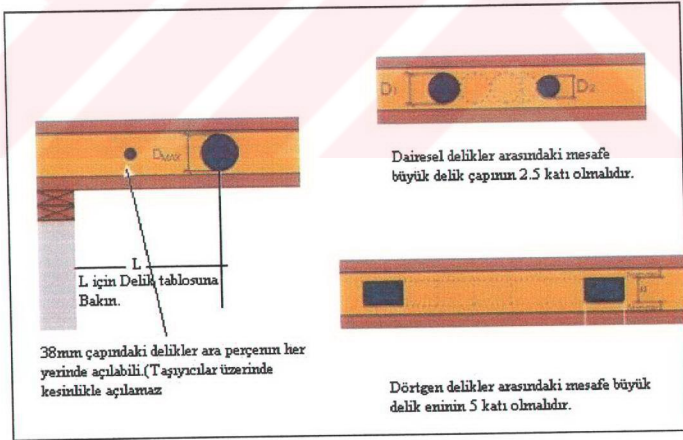
Büyükteki açıklığın en az 1/40'ü kadarı

Kiriş Derinliği	Kiriş Tipi	Aks Aralığı			
		305mm	406mm	488mm	610mm
Kiriş 241mm	Tip1	5,860	5,310	4,963	4,640
	Tip2	6,365	5,784	5,411	4,969
	Tip3	7,070	6,419	6,000	5,575
Kiriş 302mm	Tip1	7,110	6,450	5,971	5,401
	Tip2	7,623	6,911	6,465	5,910
	Tip3	8,501	7,710	7,210	5,930
Kiriş 356mm	Tip2	5,517	7,727	7,224	6,724
	Tip3	9,650	8,755	8,170	6,726
Kiriş 406mm	Tip2	9,415	8,559	8,000	6,724
	Tip3	10,680	9,690	8,260	6,726
Kiriş 457mm	Tip3	11,680	10,070	8,260	6,726

Ahşap çerçeve yapılar da açıklık tablolarında gösterilen açıklıklar mesnetler arasındaki yatay mesafelerdir. Düşük eğim: 25° ve altı / Yüksek eğim: 25° üstü ve 45° altını göstermektedir. Açıklıklar, düzgün yayılı yük durumu temel alınarak hesaplanmıştır. Açıklıklara, tekrar eden elemanlardan dolayı %7 dayanım arttırımı uygulanmıştır. Toplam Yük Altında Sehım açıklığın $1/240$ ile sınırlandırılmıştır. Aksi belirtilmedikçe taşıyıcı mesafesi en az 38mm dir. [Web3].

Ahşap I kirişlerde tesisat kirişin içinden geçmek zorunda olacağı için, kiriş rastgele delinmemeli ve taşıyıcılığı riske etmemelidir. Bu nedenle tesisat veya herhangi bir işlem için delinecek kirişin, delinme oranları tablo 3.3 ve 3.4 'te yer almaktadır. I kirişte, delik açılırken dikkat edilecek diğer nokta da, açılan deliğin mesnetten ne kadar uzakta olması gerekliliğidir (Şekil 3.25). Bu nedenle, kiriş çeşidine göre ve açılan deliğin ebatlarına göre mesnet uzaklıkları belirlenmektedir. Döşeme kirişleri düzleminden geçirilecek tesisatın kirişlerin arasında yer alması sağlanmalıdır.

Ahşap I kirişler sadece ahşap yapılar da değil yığma yapılar da veya betonarme yapılar da asma kat elemanı olarak ta kullanılabilir.



Şekil 3.25 I kirişlerin delik şeması [Web 3]

Tablo3.3. Tip 1 I kiriş dairesel delik tablosu [Web 3]

Tip 1 I Kiriş Dairesel Delik Tablosu HY 2.0 kN/m2 ÖY 0.5kN/m2								
Kiriş Tipi	Kiriş Açıklığı I (m)	Dairesel Delik Çapı (mm)						
		38	50	75	100	125	150	160
Taşıyıcı kenarı ile delik merkezi arasında gerekli en az mesafe								
Tip 1 I Kiriş 241mm	2,00	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	2,50	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	3,00	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	3,50	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	3,70	0,305	0,305	0,376	0,340	-	-	-
	3,99	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	4,00	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	4,25	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	4,50	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	4,69	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
Tip 1 I Kiriş 302mm	2,00	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305
	2,50	0,305	0,305	0,305	0,305	0,306	0,305	0,305
	3,00	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305
	3,50	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305
	4,00	0,305	0,305	0,305	0,305	0,306	0,346	0,490
	4,49	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,588	0,732
	4,50	0,305	0,305	0,305	0,305	0,306	0,305	0,305
	4,84	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,436
	5,00	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305
	5,15	0,305	0,305	0,305	0,305	0,306	0,305	0,305
	5,50	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305
	5,68	0,305	0,305	0,305	0,305	0,306	0,305	0,305

Delik tabloları ile ilgili dikkat edilmesi gerekli noktalar ; en yakın taşıyıcı duvar ile bir dairesel delik merkezinin arasındaki mesafe ne Tip 1 ve Tip 2 tablolarında gösterilenden az olmamalıdır. En yakın taşıyıcı duvar ile bir dörtgen delik arasındaki mesafe her iki tabloda verilen ölçülerden daha az olmamalıdır. Kiriş ara parçasında açılacak dairesel veya dörtgen deliklerin azami ölçüsü deliğin alt ve üstü ile yakındaki kiriş alt-üst parçası arasında en az 7mm kiriş ara parçası bırakacak şekilde olmalıdır. Kiriş ara parçasında delik açarken, kiriş alt-üst parçaları kertilmemeli ve zedelenmemelidir. Mümkün olan her yerde delikleri, düşey istikamette, kiriş ara parçasında ortalanmalıdır. Kiriş ara parçasında birden fazla delik açılması gerektiğinde, dairesel deliklerin arasındaki mesafe, en büyük delik çapının en az 2 ½ katı olmalıdır.

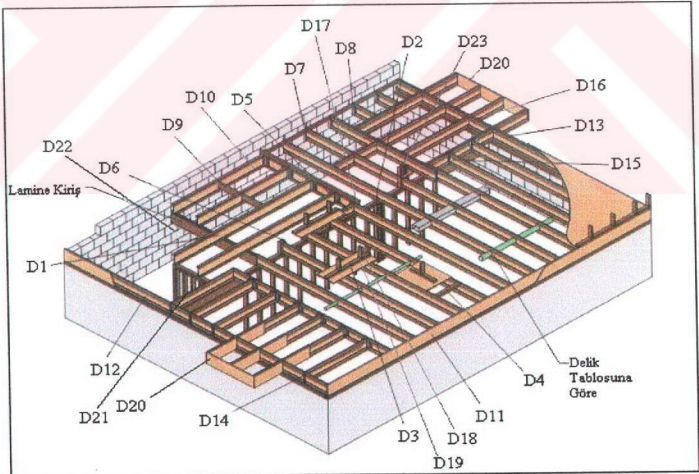
Tablo3.4. Tip 1 I kiriş dikdörtgen delik tablosu[Web 3]

Tip 1 I Kiriş Dörtgen Delik Tablosu HY 2.0 kN/m ² ÖY 0.5kN/m ²								
Kiriş Tipi	Kiriş Açıklığı (m)	Dairesel Delik Çapı (mm)						
		38	50	75	100	125	150	160
Taşıyıcı kernarı ile delik merkezi arasında gerekli en az mesafe								
Tip 1 I Kiriş 241mm	2,00	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	2,50	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	3,00	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	3,50	0,305	0,305	0,305	0,451	-	-	-
	3,70	0,305	0,305	0,376	0,552	-	-	-
	3,99	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	4,00	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	4,25	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	4,50	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
	4,69	0,305	0,305	0,305	0,305	-	-	-
Tip 1 I Kiriş 302mm	2,00	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305
	2,50	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305
	3,00	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,416	0,503
	3,50	0,305	0,305	0,305	0,305	0,427	0,666	0,753
	4,00	0,305	0,305	0,305	0,305	0,677	0,916	1,003
	4,49	0,305	0,305	0,344	0,648	0,919	1,159	1,246
	4,50	0,305	0,305	0,305	0,305	0,520	0,819	0,928
	4,84	0,305	0,305	0,305	0,305	0,690	0,990	1,098
	5,00	0,305	0,305	0,305	0,305	0,359	0,719	0,849
	5,15	0,305	0,305	0,305	0,305	0,436	0,796	0,926
	5,50	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,452
	5,68	0,305	0,305	0,305	0,305	0,306	0,368	0,541

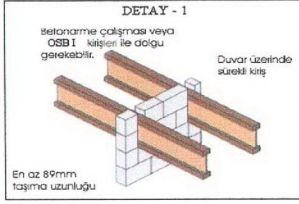
Dörtgen deliklerin arasındaki gerekli mesafe, en geniş dörtgen delik eninin en az 5 katı olmalıdır, dairesel veya dörtgen delikler arasındaki gerekli mesafe, en büyük değer ele alınmak şartı ile, en büyük delik yüksekliğinin 5 katı veya dairesel delik çapının 5 katı olmalıdır. 38mm çapındaki bir delik, doğrudan bir taşıyıcı duvar üzerinde olmamak kaydı ile, kiriş ara parçasının herhangi bir yerinde açılabilir. Birden fazla delik açılması gerektiğinde, delikler arasındaki minimum mesafe yukarıda özetlendiği şekilde olmalıdır. Dörtgen bir deliğin köşelerinin matkap vasıtası ile dairesel açılması daha uygun olabilir. Bir dörtgen deliğin azami eni (Kiriş alt-üst parçaların paralel mesafesi) delik yüksekliğinin 1.5 katı olmalıdır. Tablolar, en fazla 2.0kN/m² yayılı hareketli yük ve 0.5kN/m² ölü yük üzerine dayandırılmıştır. Tablolar 610 mm kiriş aks aralığı veya daha az aralıklar için kullanılabilir. Ancak I kirişlerde açılan deliklerin, dairesel veya dikdörtgen olması değerleri değişmektedir [Web3].

Tablo 3.5. OSB I kirişlerin dayanımları [Web 3]

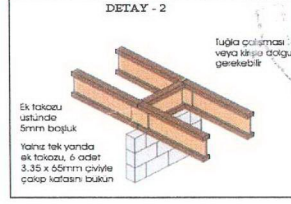
Kiriş Tipi	Derinlik (mm)	Ağırlık (Kg/mt)	Kesme Mukavemeti (N)	Moment Mukavemeti (N-m)	Sehim Katsayısı "EI"	Kesme Sabiti "K"
Tip 1 241mm	241	3,274	6850	4980	402	56,49
Tip 1 302mm	302	3,572	7560	6110	717	64,50
Tip 2 241mm	241	3,423	7030	5190	519	51,60
Tip 2 302mm	302	4,018	8050	7310	884	64,50
Tip 2 356mm	356	4,464	9520	10740	1234	67,08
Tip 2 406mm	406	4,911	10630	12760	1676	75,26
Tip 3 241mm	241	4,018	7030	6510	709	50,71
Tip 3 302mm	302	4,316	8050	9020	1228	64,41
Tip 3 356mm	356	4,762	9520	12030	1797	73,84
Tip 3 406mm	406	5,060	10630	14820	2436	80,07
Tip 3 457mm	457	5,357	11250	18050	3185	93,77



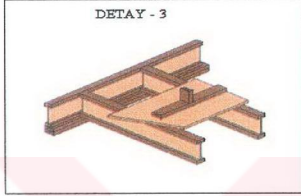
Şekil 3.26 Döşeme kirişleri perspektif detaylandırması [Web 3]



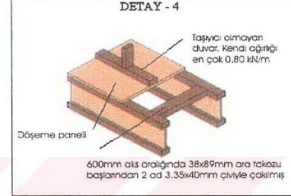
Şekil 3.27 Duvar Üstünde Sürekli Kiriş



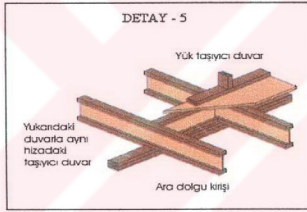
Şekil 3.28 Duvar Üstünde Eklî Kiriş



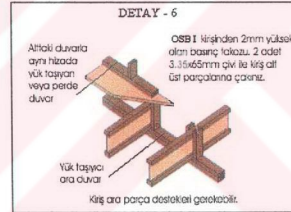
Şekil 3.29 Kirişlere dik durumda taşıyıcı olmayan duvar



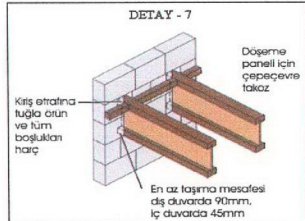
Şekil 3.30 Kirişlere paralel durumda taşıyıcı olmayan duvar



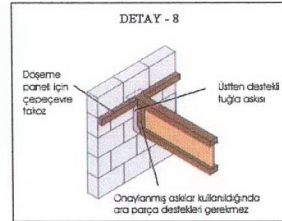
Şekil 3.31 Üzerinde taşıyıcı duvar olan ara taşıyıcı



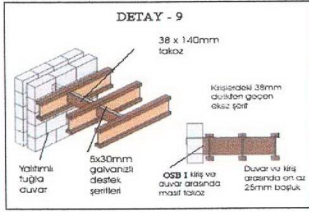
Şekil 3.32 Alt duvar ile aynı hizada olan taşıyıcı duvar



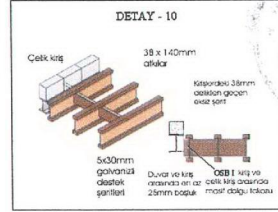
Şekil 3.33 Betonarme duvara döşemenin takozla bağlantısı



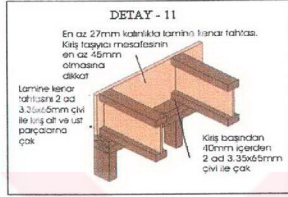
Şekil 3.34 Betonarme duvara metal destek bağlantısı



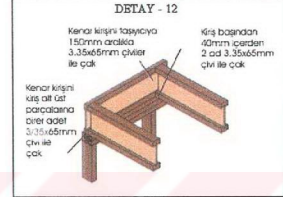
Şekil 3.35 Kirişlere paralel tuğla duvarda destek



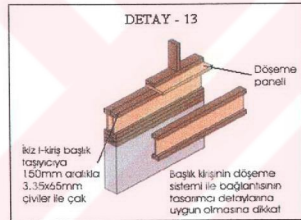
Şekil 3.36 Kirişlere paralel tuğla duvarda çelik kiriş desteği



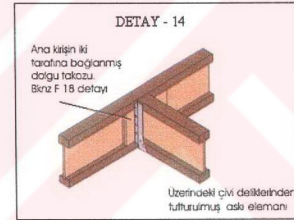
Şekil 3.37 Kirişlerin başlarına çakılan kenar tahtası



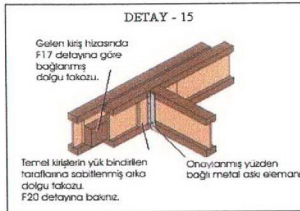
Şekil 3.38 Kirişlerin başlarına çakılan kenar kirişi



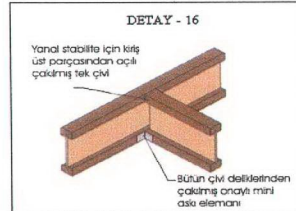
Şekil 3.39 Duvara paralel başlık kirişi



Şekil 3.40 Kirişin kirişe bağlantısı



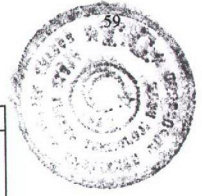
Şekil 3.41 Kirişin ikiz kirişe bağlantısı



Şekil 3.42 Tek kiriş tek kirişe (Hafif yükler için)

Tablo 3.6. Dolgu ve arka destek takozları ebatları [Web 3]

Kirişler	Tip 1	Tip 2	Tip 3
Dolgu Takozu Kalınlığı (mm)	25	54	76
Tek Yüzden Dolgu Bağlama	10 adet	10 adet	10 adet
	3,35x65mm	3,35x90mm	3,35x90mm
Arka Destek Bağlama	10 adet	10 adet	10 adet
	3,35x60mm	3,35x75mm	3,35x90mm



Yukarıdaki tabloya ve Şekil 3.50`ye göre; dolgu takozları yüzden bağlı askılar için üstlerinde 3mm boşluk bırakılarak çakılmalıdır. Dolgu takozları fırınlanmış masif ahşap, OSB, kontrplak olmalıdır. Kirişin kirişe bağlandığı tüm noktalarda destek takozu mutlaka yapılmalıdır. Yüksekliği fazla olan I kirişler sehimi azaltarak daha stabil bir döşeme yaratırlar. Yüksekliği fazla olan bir döşeme I kirişi, döşemenin mukavemetini artırır, daha aralıklı kullanılabilir ve daha ucuz bir döşeme oluşturulabilir (Resim 3.20).



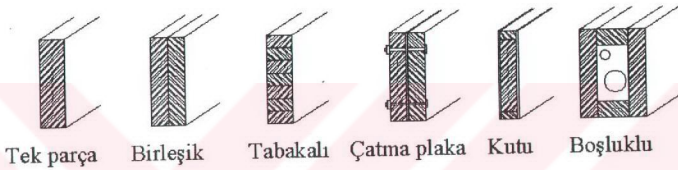
Resim 3.20. Ahşap yapıda I kiriş uygulaması.

Döşeme panellerinin yapıştırılması döşeme performansını %5-7 seviyelerine kadar belirgin şekilde arttırmaktadır. Canlı yük sehimi sınırının L/360 yerine L/480 alınması, daha stabil bir döşeme sağlamaktadır. Daha kalın döşeme panel malzemeleri doğrudan uygulanmış tavan bitim malzemeleri de döşeme performansını %7 oranında

arttırmaktadır. Kiriş derinliğince kullanılan destekler de döşeme performansını olumlu yönde etkilemektedir. İyi hazırlanmış ve terazisinde taşıyıcı duvarların temini, önceden düşünülmüş montaj programı, metal bağlantıların doğru bağlanması ve kısmen de olsa döşeme panellerinin doğru tutkalanması ve çakılması, döşeme sisteminin performansını belirgin şekilde etkilemektedir [Web3] .

- **Masif ve Tabakalı (Lamine) Kirişler;**

Masif kirişlerde yapılan düzenlemelerle; tek parça, birleşik, tabakalı, çatma plakalı, kutu kiriş, boşluklu kiriş elde edilebilmektedir (Şekil3.51), [Ching, 1991].



Şekil 3.51. Masif kiriş çeşitleri [Ching, 1991].

Ahşap platform çerçeve yapılarda genellikle tercih edilen kiriş sistemi tabakalı kiriş, boşluklu kiriş ve birleşik kiriş sistemleridir. Yapılarda mekanların geniş tercih edilmesinden kaynaklanan geniş açıklıklar tek parça masif kiriş kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir. “Masif ahşap döşemede, tek parçalı kirişlerinin boyutlarına göre açıklıklar; 5/15 cm - 2.40 m, 5/20 cm - 3.40 m, 5/25 cm - 4.30 m, 5/30 cm - 5.20 m’dir.” [Avlar, 2003]. Açıklıklar arttıkça tek parça kirişin kesiti artmaktadır. Kirişin kesitinin artması maliyet, işçilik ve performans yönünden olumsuzluklar yaratabilmektedir. Tek parçalı kirişte, I kiriş’e göre daha fazla miktarlarda ahşap kullanılmaktadır. Ahşapların boyutları arttıkça işçilik zorlaşmakta ve maliyeti etkilemektedir. Ayrıca kirişlerde tesisatlardan ötürü açılması gereken deliklerin ebatları, I kirişlere göre daha küçüktür. Döşeme kirişini delerek geçen elektrik veya su tesisatı da uygulanabilir. Döşeme kirişini delerek geçen elektrik veya su tesisatı kiriş kenarına en az 5 cm uzaklıkta ve boşluk çapı en fazla kiriş yüksekliğinin 1/3’ü genişliğinde olmalıdır. Kiriş alt ve üst kenarlarında açılacak boşluk yüksekliği ise, en fazla kiriş yüksekliğinin 1/6’sı oranında olmalıdır [Ching, 1991]. Ayrıca deliklerin büyütülmesi performansı olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Ahşap masif kiriş

uygulamalarında “köprü sistemi” adı verilen bir uygulama yapılmaktadır. Bu uygulama kiriş aralarının ahşap veya çelik çapraz bağlantı elemanlarıyla birleştirilmesi ya da aralarının kısa ahşap masif parçalarla doldurularak oluşturulur [Ching, 1991]. Bu nedenle günümüzde, tek parçalı masif kirişlerin yerine çoğunlukla I kirişler tercih edilmektedir. Boşluklu kiriş ve birleşik kiriş ise, çoğunlukla kapıların lentolarında ve terasların çatı makaslarının altında, dikmelere yükü iletmekte kullanılmaktadır. Ancak tabakalı kirişler günümüzde, yükün fazla olduğu durumlarda tercih edildiği için imalatında ve montajında ayrı önem gösterilmesi gereken yapı elemanlarıdır.

En az üç ahşap parçanın, lifleri paralel olacak şekilde tutkalla birleştirilmesiyle oluşan elemana tabakalı ahşap, parçaları tutkalla birleştirilerek yapılmış tabakalı dolu gövdeli ahşap elemana da tabakalı (lamine) kiriş adı verilir (Resim3.21), [Hasol,1993]. Tabakalı ahşap teknolojisinde en yoğun kullanılan ağaç türleri; Douglas Fir, Southern Pine ve Hem Fir gibi yumuşak ağaç türleridir. Bu tür yumuşak ağaçlardan seçilen tabakalar, budak büyüklüğü ve dağılımına, liflerin yönüne ve açalarına göre sınıflandırılır. Tabaka uzunlukları yaklaşık 400cm, kalınlıkları 19mm ile 38mm arasında, genişlikleri 26cm ile 28cm arasındadır.



Resim 3.21 Tabakalı kirişlerden oluşan ahşap döşeme sistemi

Tabakalı ahşap teknolojisinin üstün özelliklerinden biri, ahşabın kendi doğal boyutlarından büyük boyutlarda tek bir yapı elemanı olarak üretimidir. Büyük boyutlardaki yapı elemanının üretimi için uç eklemeleri yapılmaktadır. Tabakaların uç eklemelerinde en çok uygulanan yöntem kurtazğı şeklindeki birleştirme.

Tutkallı ve çivi basınçlı birleştirmede parçaların tutkallanan bölümlerine çiviler yardımıyla basınç uygulanır. Birleşimin yapıldığı bölümün kısılması, yük taşıma kapasitesini azaltmaksızın, ahşap ve yapıştırıcıdan ekonomi sağlar [Hoor and Götz,1989].

Tabakaların yapıştırılmasında gerekli kalite düzeyinin sağlanabilmesi için yapıştırıcı seçimi çok önemlidir. Ürünlerde bölümsel olarak meydana gelebilecek ayrılmalar, kalitenin düşmesine ve tehlike oluşumuna neden olurlar. Bu nedenle, kullanılan ahşap cinsi için uygun yapıştırıcı ürünün kullanılması gerekir [Baker and Yeager,1974].

Tabakalar, bağlayıcı uygulandıktan sonra, yapı elemanının formuna uygun hazırlanmış kalıplara alınırlar. Bu kalıplar, pnömatik kilitlerle kilitlenir ve belirli bir basınç altında preslenir. Bu işlemin sonunda elemanlar bitirme işlemleri için hazır hale getirilmiş olur [Tokuy,1999]. Tabakalı elemanlar, tek tek taşınıp şantiyede montajı yapılabildiği gibi, ön montaj işlemi yapıp şantiyeye taşınması da söz konusu olabilir. Üretim tesislerinde çalışma olanağı şantiyeden daha fazla olduğu için şantiyede yapılacak işlerin en aza indirgenmesi hedeflenmektedir. Özellikle, şantiyede montajı ekonomik olmayan çatı makası, kolon gibi elemanların, tesisin bir bölümünde montajı yapılır ve taşınmaya hazır hale getirilir. Tabakalı ahşap yapı elemanlarının üretilmesi farklı sistemlerle yapılabilmektedir. Bu sistemler; Hetzer Sistemi, Kaempff Sistemi, DSB Sistemi, Trigonit Sistemi olarak sıralanabilir [Vural,2000].

Kirişlerin üretimi, standart kirişler ve tasarıma göre özel üretilen kirişler olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır [Vural,2000]. Standart kirişler, projeden bağımsız olarak, standart genişlik, yükseklik ve uzunluklarda, hiçbir özel kesimi, boşluğu, girintisi, gömme ankraji, aksesuarları olmayan tüm yüzeyleri düzgün ve emrenye sıvısı ile kaplanmış olan yapı elemanlarıdır. Tasarıma göre özel üretilen kirişler, standart kirişlerden farklı olarak, projeye göre değişken boyutlara sahip, detaylara göre değişik açılarda kesimi yapılan, girinti ve boşlukları olan, gerekli durumlarda gömme ankrajlar ve diğer aksesuarları yerleştirilmiş, istenilen renkte emprenye sıvısı ile kaplanmış, kullanım yerine göre melamin veya rezorsin tutkal ile üretilmiş yapı elemanlarıdır [Web1]. Kirişlerin üretimi; düz kiriş, trapez kiriş, eğrisel kiriş ve kemer kiriş biçiminde yapılmaktadır [Vural, 2000]. Tabakalı kirişlere benzer bir yöntemde kolonların üretiminde uygulanmaktadır. Tabakalı ahşap kolonların karşılayabileceği

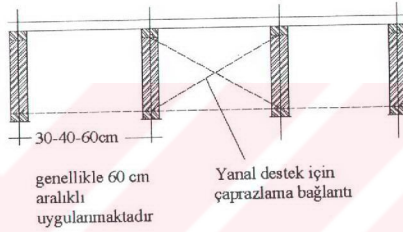
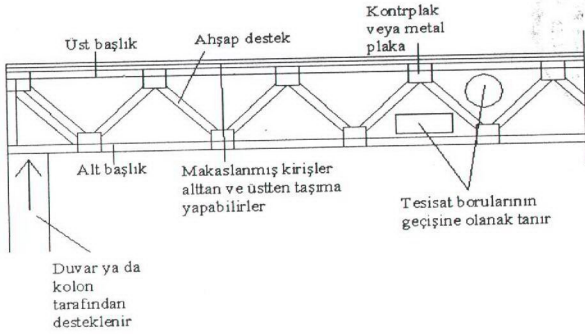
yüklere göre boyutlandırılması basit masif ahşap kolonlarla aynı yollar izlenerek yapılır. Ahşabın endüstriyel bir süreçten geçmiş olması ve ahşap malzemedeki kusurların tabakalı elemanlarda eşit olarak dağıtılmış olması, tabakalı ahşap kolonların, mekanik özellikler olarak, masif ahşap kolonlardan daha üstün özellikler göstermesine neden olur [Faherty,1989].

Tablo 3.7 Tabakalı kirişlerin boyutlandırılması [Vural,2000]

	Düz Kirişler	Trapez Kirişler	Eğrisel Kirişler	Kemer Kirişler
Kiriş genişliği	8,0cm-22,0cm	8,0cm-22,0cm	8,0cm-22,0cm	-
Kiriş Yüksekliği	6,2cm-220,9cm	6,2cm-220,6cm	6,2cm-220,6cm	-
Kiriş Uzunluğu	25,0m	35,0m	30,0m	-
Optimum Açıklık	25,0m	35,0m	30,0m	100m
Nem Oranı	%12-15	%12-15	%12-15	%12-15
Açıklığa Göre Kiriş Yüksekliği	H=L/17	H1=L/16 H2=L/30	H=L/17	-

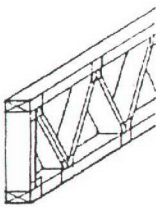
- **Ahşap Makas Kirişler;**

Büyük açıklıkların geçilmesinde ahşap makaslar kullanılabilir. Bu elemanlar; ahşap alt başlık, üst başlık ve ahşap veya çelik dikey ve çapraz desteklerle düzenlenir (Şekil 3.52). Makaslarda, kiriş yüksekliği açıklığın 1/18'i kadar alınır. Döşeme makaslarının tipik yükseklikleri, 5 cm'lik artışlarla 30 cm ile 70 cm arasında değişir [Avlar, 2003]. Makasların yerleştirilme aralıkları ise; 30, 40, 60cm olarak değişmektedir. Ancak en çok kullanılan 60cm aralıklı yerleştirilmesidir. Bu kirişler tesisat kolaylığı ve hafiflik yönünden avantajlıdır, montajda kolaylık sağlarlar. Malzemelerin ekonomik kullanımını sağlamaktadır [Ching, 1991].

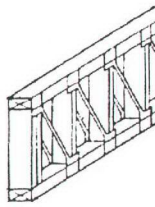


Şekil 3.52. Ahşap Döşemede makas kiriş kullanımı [Ching, 1991]

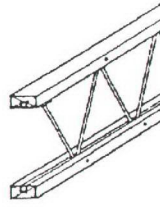
Makas kirişlerin farklı tasarımları da mevcuttur. Bu tasarımlar yük dengesine göre ve kullanılan malzemelere göre farklılıklar gösterebilmektedir. Makas kirişler dört farklı şekilde üretilebilmektedir (Şekil 3.53), [Ching, 1991].



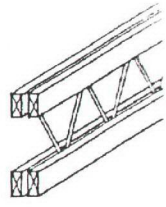
Makas Kiriş
Tip 1



Makas Kiriş
Tip 2



Makas Kiriş
Tip 3



Makas Kiriş
Tip 4

Şekil 3.53 Makas kiriş tipleri [Ching, 1991]

Birinci tip makas kirişte; alt - üst başlık, gövdedeki dikey ve çapraz destekler ahşaptan imal edilmekte ve bu elemanların birleşimleri kontrplak veya çivili metal plakalarla yapılmaktadır (Resim3.22). Orta dereceli açıklıklar için uygun kiriş tipleridir [Ching, 1991].



Resim 3.22 Makas Kiriş Tip 1

İkinci tip makas kirişte; alt – üst başlık, gövdedeki dikey destek ahşaptan imal edilmekte ancak gövdedeki çapraz desteklerde galvaniz çelik kullanılmaktadır (Resim 3.23). Orta ve büyük boy açıklıklarda kullanılmaktadırlar [Ching, 1991].



Resim 3.23 Makas kiriş Tip 2

Üçüncü tip makas kirişte; alt – üst başlık ahşaptan imal edilmekte ancak gövdedeki dikey ve çapraz destekler yuvarlak (tüp) çelikten yapılmaktadır. Çelik ile ahşabın birleşimi uç birleşimlerinden bulonlarla yapılmaktadır. Orta ve büyük açıklıklarda kullanılmaktadırlar [Ching, 1991].

Dördüncü tip makas kirişte; alt ve üst başlık diğer kiriş tiplerinden farklı olarak çift birleşimli yapılmakta ve aralarında gövdenin çelik dikey ve çapraz destekleri yer almaktadır. Bu tip makas kirişler çoğunlukla uzun açıklıklarda kullanılmaktadırlar [Ching, 1991]. Ahşap ile metalin birleşimi kolay ve aderansı yüksek olduğu için sağlıklı yönünden yüksek mukavemet değerlerine sahiptirler [Web2].

Tablo 3.8'de makaslı kirişlerin döşeme tablosu yer almaktadır. Bu tablo ön tasarım için kullanılmaktadır. Kiriş açıklığı "60.96cm x makas yüksekliği" ni geçmemelidir. Ölçüler, yerleştirme, geçilebilir açıklık, taşıyıcılık şartları ve makas özellikleri için statik hesap yapılmalıdır [Ching].

Tablo 3.8 Makas kirişlerin taşıyıcılık tablosu [Ching, 1991]

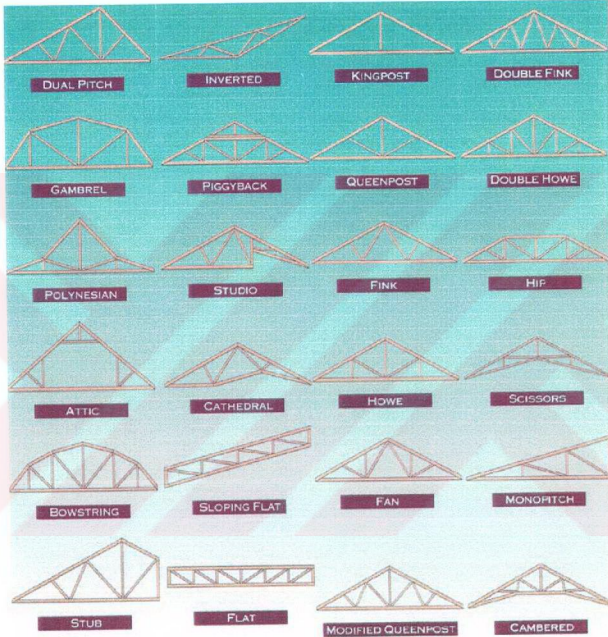
Canlı yük	55 ibs/SF			80 ibs/SF		
	30.48	40.64	60.96	30.48	40.64	60.96
Açıklık (cm)						
Derinlik (cm)						
30.48	711.20	640.08	518.16	579.12	528.32	457.20
35.56	802.64	690.88	568.96	650.24	589.28	502.92
40.64	868.68	751.84	609.6	716.28	650.24	538.48
45.72	929.64	802.64	655.32	782.32	711.20	579.12
50.80	985.52	843.28	690.88	843.28	751.84	619.76
60.96	1066.80	934.72	762.00	960.12	833.12	670.56

c) Ahşap Platform Çerçeve Yapılarda Çatılar

Ahşap çerçeve sistemlerde çatılar, fabrikasyon ortamda hazırlanmış makaslar veya I kirişler ile çözümlenmektedir. Bu tip sistemde çözümler hesaplanmış makaslar veya I kirişler ile yapıldığı için, minimum malzeme ve minimum montaj süresi sağlamaktadır.

Çatı makası , üzerine gelen yükleri taşımak için üçgenlerden oluşan bir yapı birleşeni olup alt ve üst başlıkları çatı ve tavan sınırlarını oluşturur. Gövdeyi oluşturan dikmeler ise üçgenleri oluşturarak makasa yapısal bir dayanım verir ve büyük açıklıklar geçilmesini sağlar (Şekil 3.54). Ahşap çatı makasları , A.B.D. , Kanada ve dünyanın diğer bölgelerinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Konvansiyonel çatının yerini alan çatı makaslarının villa çatılarında kullanımı örneğin; A.B.D. de %58' e ulaşmıştır[Web3].

Makasların taşıyıcılıkları gelişmiş bilgisayar programları ile hesaplanmakta ve tüm olasılıklar göz önüne alınarak imalat gerçekleştirilmektedir. Makaslarda gerekli görülen yerlerde makasların güçlendirilmesi ve makasların birbirine metal askılar yardımıyla saplandığı detay çözümleri yer alabilmektedir. Çatı makaslarındaki avantajlar şu şekilde sıralanabilir; çelik plakalar küçük alanda ahşaba zarar vermeden farklı tasarımlara ve bu tasarımlardan kaynaklanan detaylara çözüm sunmaktadırlar (Şekil 3.55).



Şekil 3.55 Ahşap yapılarda kullanılan makas tasarımları [Web 3]

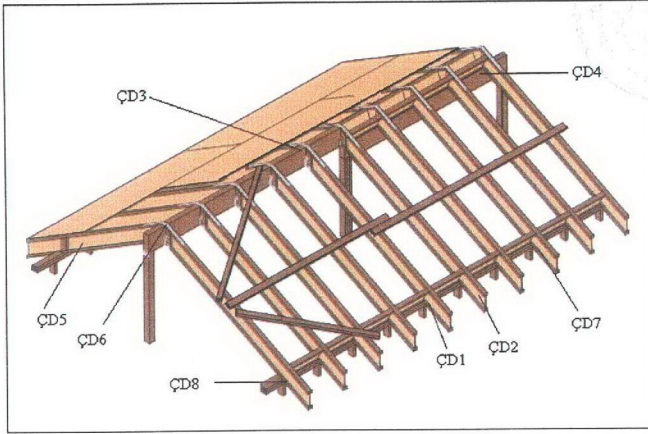
Statik hesapların her türlü yük ortamına göre, bilgisayar programları tarafından yapılabilmesi, hiçbir başka malzeme yani yapışkan, çivi, vida ihtiyacı olmadan üretim imkanı sağlaması, üretimin son derece hızlı yapılması, üretimden çıkan ürünün hemen montaja hazır olması, hafif olması ve bu sebepten nakliyesinin ve montajının kolay yapılması, hafifliği dolayısıyla temel beton hesaplarının ve giderinin ekonomik olması, inşaat sahasına hazır ürün olarak gelen malzemenin şantiyede moloz ve çevre kirliliği

oluşturmaması, klasik sistemlerde 40 cm veya 50 cm aks aralığı yerine 61cm aks aralığında tasarı imkanı sağlaması (fabrika, depo, ahırlarda aks aralığı daha da geniş olabilir), iyi olarak nitelendirilecek ısı ve ses yalıtımı sağlaması, iyi olan yalıtım özelliği ile enerji tasarrufu sağlaması, geniş açıklık geçebilmesi, sadece dış duvarlar üzerine oturtularak iç duvarlara ihtiyaç olmadan yapıların kapatılabilmesi, taşıyıcı olmayan iç duvarların isteğe bağlı olarak yerleştirilmesi, yapının bitiş süresinin kısa olması, konsol ve saçak detaylarının makaslar içinde beraber çözümlenmesi, çatı arası odası tasarlanabilmesi olarak sıralanabilir

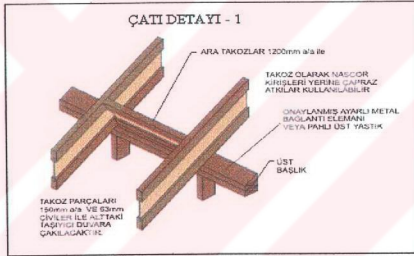
Çatıda makaslar birbirine kuşaklar ve atkılar yardımıyla bağlandıktan sonra rijitliği "OSB" adı verilen ahşap yonga levha kaplanarak sağlanmaktadır. Bu levhanın üzerine her türlü çatı kaplaması uygulanabilmektedir. Günümüzde hafiflik ve uygulama bakımından tercih edilen çatı örtü malzemesi ise "asfalt shingle" adı verilen uzun ömürlü bir malzemedir. Çatıda eğim %25`ten az ise ahşap yonga levha üzerine su yalıtıcı membran uygulaması yapılmakta ve sonra kaplama malzemesi serilebilmektedir (Resim3.25).



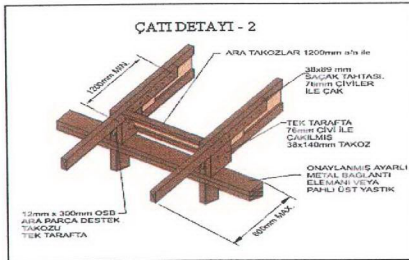
Resim 3.25 Makas çatı sistemlerinde farklı çözümler



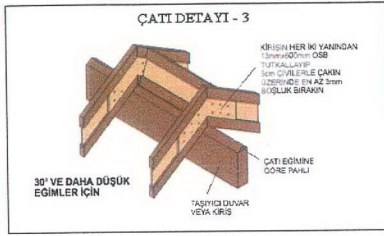
Şekil 3.56. Çatı detayları perspektifi [Web 3]



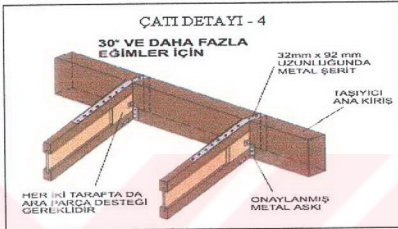
Şekil 3.57 Konsol çalışan çatı kiriş detayı



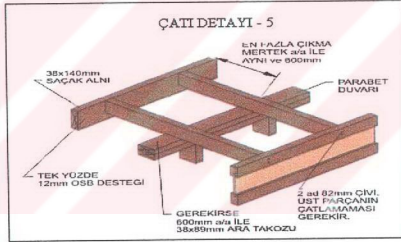
Şekil 3.58 Çatıda saçak detayı



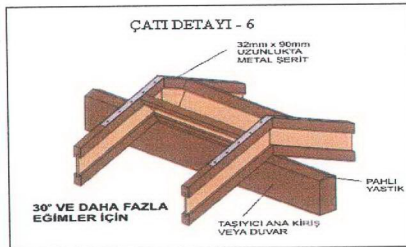
Şekil 3.59 Mahyada kontrplak ile kiriş bağlantı detayı



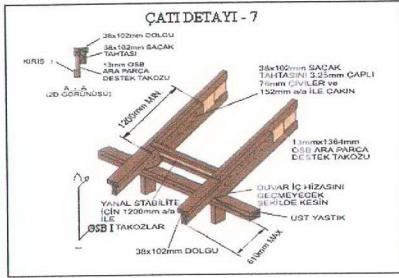
Şekil 3.60 Mahyada saplama metal eleman ile kiriş bağlantı detayı



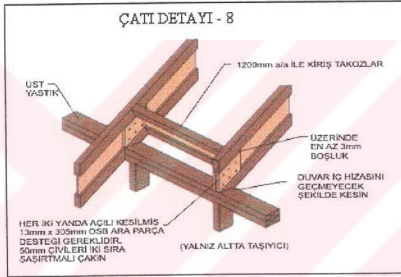
Şekil 3.61 Çatıda yandan saçak çıkması



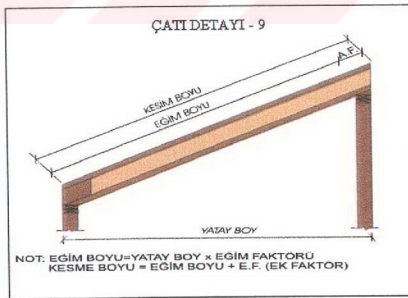
Şekil 3.62 Mahya üstü metal eleman ile kiriş bağlantı detayı



Şekil 3.63 Çatıda konsol takviyeli saçak çıkması



Şekil 3.64 Çatıda saçak çıkma detayı



Şekil 3.65 Çatıda kiriş ebatları

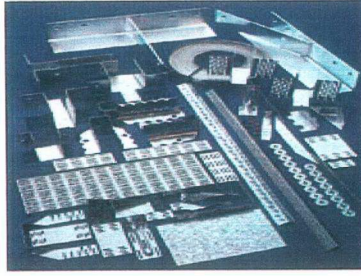
Tablo 3.9 Çatı eğimine göre kiriş derinliği[Web 3]

Çatı Eğimi (Derece)	Kirişler için (mm) E.F. (Ek Etken)			
	Kiriş Derinliği			
	241	302	356	406
11,77	51	64	76	85
14,04	60	76	89	102
16,25	73	89	102	119
18,43	83	102	119	135
20,53	92	114	133	152
22,62	102	127	149	169
26,57	121	152	178	203
30,32	143	178	210	237
33,69	162	203	237	271
36,94	181	229	267	305
39,81	203	251	296	339
42,53	22	279	327	373
45,00	241	302	356	406

Çatılarda kiriş sistemi uygulaması, döşeme sistemleri ile birbirine çok benzemektedir. Ancak maliyetlerin fazla olması nedeniyle geniş açıklıklı çatılarda veya çatı arası yaratılmak için tercih edilmektedir. Yapılarda kullanılan tipler 5x10 veya 5x15'lik ağaçlardan üretilmektedirler.

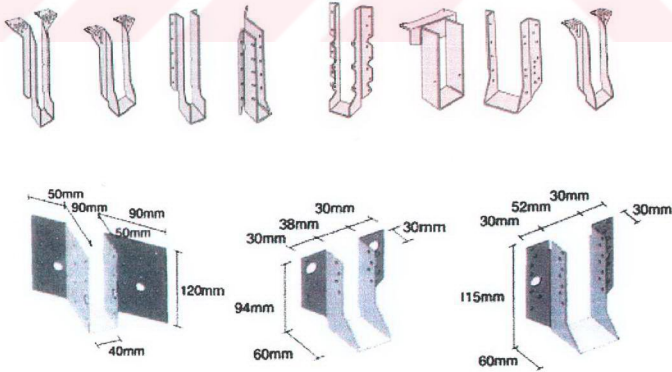
3.2.3.3.Ahşap Çerçeve Yapılarda Kullanılan Metal Plakalar

“Bu plakalar, sistemde yer alan parçaların bağlantısını ve sistemin yatay kuvvetlere karşı dayanımını sağlar. Ahşap çerçeve yapılarda kullanılan metal plakalar; dişli (çivili) plakalar ve plaka kamalar olmak üzere iki türdür” [Avlar,2003]. Dişli plakalar, fabrika ortamında üretilen çatı ve döşeme makaslarının kurgusunda kullanılır. Bu plakalar dayanımlı bağlantılar sağlar. Plakalar, ahşaba çivilerle ve hidrolik pres, havalı pres, mekanik rulo vb. makineler yardımıyla tespit edilir. Kullanım yerine göre plakaların bir yüzü veya iki yüzü dişli olabilir. Ayrıca, plaka üzerindeki dişler değişik biçimde düzenlenebilmektedir. Plakaların üretiminde yanmaz galvanize çelik kullanılmaktadır (Resim 3.26).



Resim3.26 Ahşap çerçeve sistemlerde kullanılan metal plakalar

Plaka kamalar, ahşap çerçeve yapıların sistem kurgusunda kullanılır. Döşeme kirişlerinin dik açılı bağlantısında sık olarak kullanılan bu plakaların; platform çerçevelerde kullanılan sac plakalar ve dikmeli ve kirişli çerçevelerde kullanılan çelik plakalar olmak üzere iki türü vardır. Platform çerçevelerde kullanılan plakaların bağlantısı çivi ile yapılırken, dikmeli ve kirişli çerçevelerde bulon veya tirfon vidalar kullanılır. Bu plakalar; döşeme kirişlerinin dik açılı bağlantılarında (döşeme kirişi üzengisi), ana kiriş – döşeme kirişi bağlantısında (ana kiriş üzengisi), dikme – ana kiriş bağlantısında (dikme başlığı), dikme – temel bağlantısında (dikme kaidesi) vb. biçimde kullanılır (Şekil 3.66). Ayrıca, çerçevelerde kullanılan çatı ankrajı, çerçeve ankrajı, köşe plakası gibi bağlantı parçaları deprem ve rüzgâr yüklerine karşı güçlendirme sağlar [Avlar,2003].

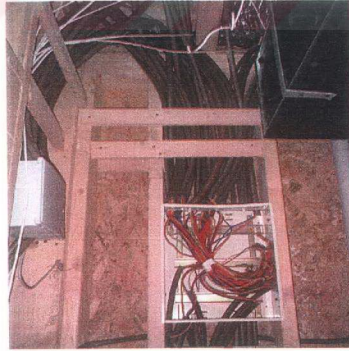


Şekil 3.66 Metal askı elemanları

3.2.3.4. Ahşap Çerçeve Yapılarda Aydınlatma, Isıtma ve Sıhhi Tesisatın Uygulanması

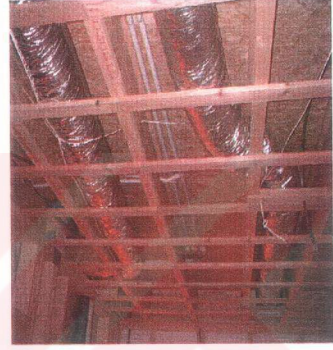
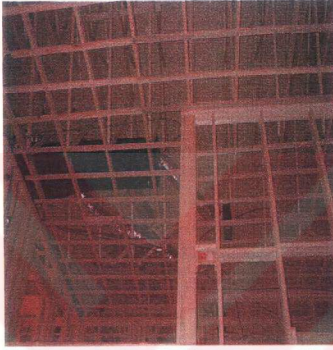
Ahşap çerçeve yapılarda tesisatlar önemli bir yer teşkil etmektedir. Ahşap yapılarda uygulanan tesisatları genel olarak; elektrik tesisatı, su tesisatı, kalorifer tesisatı, klima tesisatı ve güvenlik tesisatı olarak ayırmak mümkündür. Ahşap yapılarda betonarme yapılara oranla tüm tesisatlara daha ayrı bir önem verilmesi gereklidir. Yapının taşıyıcı malzemesinden ötürü bünyesine su almaması gereklidir. Bu nedenle uygulanacak olan kalorifer ve su tesisatına özen gösterilmesi gereklidir. Betonarme sistemden farklı olarak su ve kalorifer tesisatı yapının konstrüksiyonu kurulduktan sonra yapılır. Projeye uygun olarak tesisatlar günümüzde folyolu PVC boru ile yapılmaktadır. Bu tip boruların ısıya ve basınca karşı direnci daha yüksektir. Tesisatların uygulamalarında dikkat edilecek önemli husus taşıyıcı sisteme zarar verilmemesidir. Bu nedenle kirişlerin kesilmesinde gerekli ölçülere göre (bkz. Tablo 3.3 ve 3.4) yapılması şarttır. Bu ölçülerin dışına çıkılması taşıyıcı sisteme zarar verebilir.

Ahşap yapılarda günümüzde “buatsız” adı verilen, ek yapılmadan direkt sigorta panosundan elektrik dağılımı yapılmaktadır. Bu nedenle eklerde zamanla meydana gelecek kısa devreler ve yangın tehlikesi giderilmiş olmaktadır (Resim 3.27).



Resim 3.27 Ahşap çerçeve yapılarda elektrik tesisatı

Isıtma kalorifer ve klima sistemi ile yapılabilmektedir. Bu tip sistemlerde klima kanallarının geçebilmesi için döşemenin içinde kanallar açılması gereklidir (Resim 3.28). Bu noktada döşemede kullanılan kirişlerin çeşidi önem kazanmaktadır. Eğer I kiriş kullanılmış ise büyük çapta delikler açılacağı için taşıyıcı sistem için olumsuzluklar yaratabilir. Ancak makas sistem döşeme kirişleri kullanılıyorsa hem taşıyıcı sistem için hem de işçilik yönünden olumludur. Ahşap yapılar da enerji kaybı yapıdaki yalıtım uygulamasından dolayı azdır.



Resim 3.28 Ahşap çerçeve yapılarında su ve klima tesisatı

Ahşap çerçeve sistemlerde tesisatı değiştirmek kolaydır. Duvar panelleri rahatlıkla sökülebilmekte ve tamiratlar ile değişiklikler yapılabilmektedir. Ancak tesisatlarda meydana gelebilecek herhangi bir arıza ahşap yapıyı diğer yapılara oranla daha fazla hasara da uğratabilmektedir.

3.2.3.5. Ahşap Çerçeve Yapıların Depreme ve Yangına Dayanımı

Ahşap yapı sistemlerinin depreme dayanıklılık yönünden sunduğu avantajlar, inşaat ve mimarlık tarihinin en erken dönemlerinden beri bilinmektedir. Aradan geçen 3.500 yılda, bu konuda pek çok yöntem geliştirilmiş olup, aynı süreç modern teknolojinin sağladığı ivme ile birlikte devam etmektedir.

Ahşap çerçeve yapılarının depremde karşılaştıkları en büyük sorun yapının temel bağlantılarıdır. Bu tür yapılarda deprem hasarı en çok ahşap duvar panellerinin temele yeterli bir biçimde bağlanmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Bu bağlantı yetersizliği nedeni ile yapı depremde temelden devrilmektedir. Çözüm ise duvar

panellerinin, yeterli derinlikte betonarme bir duvar altı s6meline ankraj edilmiş ucuna bulon takılan vidalar kullanılarak bağlanmasıdır. Depreme dayanıklı ahşap 74 çerçeve yapıların en 6nemli b6l6m6 olan temellerinin betonarme olması gerekmektedir.

G6n6m6zde yeni uygulanmaya başlanan ahşap 74 çerçeve yapıların depreme dayanımlarının 6lç6lebilmesi i7in, 6zel bir firmanın talebiyle, Afet İşleri Genel M6d6rl6ė6 ne bağlı Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı tarafından kendi laboratuvarlarında deneye tabi tutulmuştur. Ahşap 74 çerçeve yapı 6rneği 6zerinde yapılan deneyde varılan sonu7lar; “ Deney yapısı ancak olağan6st6 b6y6k mağnit6d6l6 depremlerde oluşabilecek d6zeyde yatay y6kllere eşdeğer atalet y6kleri altında 7ok g6venli bir bi7imde davranmıştır. Uygulanan y6klerin boyutunun b6y6kl6ė6 yanında oluşan hasar 7ok 6nemsizdir ve yapının taşıyıcı sisteminde kayda değer bir g6venlik d6zeyi azalması yoktur. Yapının hafif olması sonucu, yapıya şiddetli depremlerde 7ok b6y6k deprem ivmeleri de gelse, yapıya gelen kuvvetler yapının taşıma g6c6ne karşılık k676k kalmakta ve bu kuvvetler yapının duvarlarında olduk7a k676k nominal kesme gerilmeleri oluşturdukları i7in yapının b6y6k bir yatay kesme kuvveti taşıma g6c6 yanında 6nemsiz kalmaktadır. Sonu7 olarak deney yapısının 7ok şiddetli depremlere (Richter 6l7eğine g6re 7.0 –7.5 ve daha b6y6k depremlere) dayanabilecek kapasitede olduğu anlaşılmıştır” olarak saptanmıştır. Bu rapor, ahşap 74 çerçeve yapıların deprem dayanımı ile ilgili Afet İşleri Genel M6d6rl6ė6 tarafından d6zenlenmiştir. Bu deneyler sonucunda ahşap 74 çerçeve yapılar ile ilgili tablo 3.12’deki değerler de saptanmıştır [A.İ.G.M., 1999].

Tablo 3.12 Yapay deprem sonucu bulunan değerler [A.İ.G.M., 1999]

6telenme mm	En B6y6k İvmesi cm/sn ²	Tabla	En K676k İvmesi cm/sn ²	Tabla
35	942		1455	
55	2159		1777	
55	2096		1684	
65	2655		3525	
65	2606		3372	

Ahşap çerçeve yapılarda, ahşap duvar ile temel bağlantısı önemlidir. Temelin yapım şekline göre bağlantı detayları iyi saptanmalıdır. Örneğin; 1944 Bolu ve 1967 Mudurnu Vadisi ve 1970 Gediz depremlerinde yıkılan ahşap karkas yapılarda ahşap karkas dikmeleri iri taşlarda yapılmış temele oturmaktadır. Duvarları oluşturan ahşap dikmeler ve alt başlıklarla bu taş temeller arasında bir bulonlu bir bağlantı olmadığı ve ahşap temel taşlarına sürtünme kuvveti ile oturduğu için pek çok ahşap karkas yapı temelden devrilerek yada kayarak yıkılmıştır [Bayülke,2000]. Betonarme yapılarla bir benzetme yapılırsa çaprazları olmayan ahşap dikmeli ve dolgu duvarlı yapılar yalnızca düşey yükler taşımak için yapılmış betonarme karkas yapılara benzetilebilir. Deprem dayanımını yükseltmek için konulmuş çapraz ya da diyagonal elemanları olan ahşap karkas yapılar da kolonları kirişlerden daha yüksek dayanımlı ve az miktarda perde duvarları da olan betonarme karkas yapılara benzetilebilir. Ahşap çerçeve yapıların yatay yükler altındaki davranışları ise tümü ile perde duvarlı yada tünel kalıpla yapılmış perde duvarlı betonarme yapıların deprem davranışları gibidir.

Ahşap yapılar başlangıçtaki üstün mekanik niteliklerini çürüme ve çeşitli böceklerin ve küflerin saldırısı ile hızla yitirebilmektedir. Son yıllarda, Güney Avrupa'nın özellikle deprem yönünden hareketli bölgelerinde, endüstriyel amaçlı yapılar, alış-veriş ve sergileme merkezleri, spor salonları, köprüler gibi geniş açıklıklı yapılarda ahşap kullanımı tercih edilmekte ve yaygınlaşmaktadır. Son birkaç yıl içerisinde, ülkemizde de deprem riski yüksek bölgelerinde, depremin yarattığı dinamik kuvvetlere karşı yeni ve deneysel çözümler sunan az sayıda da olsa ahşap çerçeve yapı tasarlanarak inşa edilmiştir. Bu yapıların incelenmesi ve son depremlerdeki dayanımlarının izlenmesi, detay çözümlerinden kaynaklanan tasarım sorunlarına ek olarak, inşaat sürecinde kullanılan yöntemlerden ve yapı bütünüünün strüktürel davranışlarından kaynaklanan temel sorunların tespit edilmesine olanak sağlayacaktır [Bayülke, 2000].

Depreme dayanıklı tarihi yapıları ve bunlara ait detayları inceleyip araştırarak, deprem bölgelerinde inşa edilecek yeni yapıların tasarımında da veri oluşturacak, depremin yarattığı dinamik kuvvetlere karşı güvenirliliği denenerek saptanmış, önemli ve kalıcı ilkelere ulaşmak mümkün olabilir. Ülkemizde geleneksel yapım sistemi ile üretilmiş ve günümüzde de teknolojik gelişmelere dayalı olarak üretilen ahşap

çerçeve yapıları, deprem tehlikesine göre değerlendirildiğinde farklı sonuçlara ulaşmak mümkündür. Ahşap yapıların ana malzemesi olan ahşabın malzeme yönünden deprem dayanımının bilinerek yapıların inşa edilmesi daha yararlı olacaktır. Ancak bununla birlikte geleneksel yapım yöntemi ile uygulanmış, günümüzde ise teknolojik gelişmelere paralel uygulanan ahşap çerçeve yapıların bütün olarak değerlendirilerek depreme dayanımları incelenmelidir.

Genel kanının aksine ahşabın yangına direnci beton ve çelikten üstündür. Bugün ABD'nde kapalı spor salonu gibi büyük kalabalıkların bulunacağı yerlerin, yangın tehlikesine karşı ahşap karkas olarak inşasına gidilmekte , Almanya'da gene aynı nedenle çelik konstrüksyonlar ahşap kaplanmaktadır. Yangınlar üzerine yapılmış araştırmalar ve derlenmiş istatistikler taşıyıcı olarak kullanılan ahşabın en güvenli malzemelerden biri olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Yangının başlama nedeni hiçbir zaman ahşap değildir ve ısı geçirmeme, kömürleşme özellikleri nedeniyle ahşap-karkas yapının büyük yangınlara ne kadar dayanabileceği kesin olarak hesaplanabilmektedir. Ahşap yapılar yangına 30-120 dakika dayanabilecek şekilde tasarlanabilmektedir. Ancak çıplak çelik konstrüksyon (çeliğin genleşme katsayısının yüksekliği nedeniyle) normal bir yangına ancak 10 dakika dayanabilmekte, yapı ikaz vermeden çökebilmektedir [Web 5].

Ahşap malzemesinin yangın karşısında, çelik gibi malzemelere göre daha uzun süre dayanımı mevcuttur. Yangın ve ahşap yapılarla ilgili olumsuzluk bilimin getirdiği yeniliklerle daha da azaltılmaya çalışılmaktadır.

4.AHŞAP ÇERÇEVE YAPILARIN TÜRKİYE KOŞULLARI YÖNÜNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Günümüzde Türkiye’de ahşap yapı sektörünün betonarme yapılar gibi yaygın olarak kullanıldığı söylenemez. Çoğunlukla yapım sistemlerinden betonarme konstrüksiyon yapılar uygulama olarak tercih edilmektedir. Günümüzde geleneksel ahşap yapım sistemlerimiz geliştirilmemiş ve diğer yapım sistemlerine ağırlık verilmiştir. Bu tercihin bir çok nedeni bulunmaktadır. Ülkemizde geleneksel ahşap yapılarda dış etkenlere karşı koymada zayıf noktalar olduğu, dolayısıyla yıkılmalar gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Ahşap yapıların genel olarak yangına karşı dayanımının düşük olması tercih edilmemesindeki başlıca faktörlerden biridir. Ayrıca geleneksel ahşap yapıların uygulayıcılarının tükenmiş olması da ahşap yapılarla ilgili tercihleri etkilemektedir. Ancak günümüzde yeni teknoloji ile yapılan ahşap yapılar tamamen bilgisayarda statik hesapları yapılmış, kalite kontrollü fabrika ortamında imal edilmiş duvar panelleri (perde duvar), döşeme kirişleri, çatı makaslarının şantiyede çelik ankrajlar ile monte edilmesiyle ortaya çıkartılmış, çürümeye ve dış ortamlardan gelebilecek çeşitli etkilere karşı koyabilecek, yangına dayanımlı malzemelerden üretilmektedir. Bu nedenle ahşap binaların tercih edilmemesindeki faktörlerin belirlenmesi ve ortadan kaldırılması ile ahşap yapılar diğer yapım sistemleri gibi tercih görebilecektir.

Örneğin; Amerika’da ahşap yapı sanayi bizim ahşap yapı inşasını terk ettiğimiz senelerden günümüze kadar inanılmaz bir gelişme göstererek, Amerika’nın ilk ondaki iş kolları içinde yerini senelerdir koruyarak gelmiştir [Ataç, 2003]. Konu geriye dönük incelendiğinde, ahşap teknolojisini geliştirmiş ülkeler, daha ahşap yapı teknolojilerinin olmadığı zamanlarda ahşap yapılarının ülkemizde uygulanan eski yapı tarzlarına benzer şekillerde yapılmış olduğu görülmektedir. Ancak ahşap teknolojisi bakımından başta Amerika ve Kanada olmak üzere, geleneksel yöntemlerden yola çıkarak ahşap yapıların yapım sistemlerini daha da geliştirmişlerdir.

Günümüzde Türkiye’de ahşap yapı sektöründe gelişme olduğu söylenebilir. Dünya’da uygulanan ahşap yapım sistemleri çeşitli patentler altında ülkemizde de

uygulanmaya başlamıştır. Bunlardan başlıcaları, Nascor, Mitek, Dimex olarak sıralanabilir. Bu firmalar teknolojilerini ve tüm üretim malzemelerini ithal etmekte ve patentli uygulaması ile belirlenmiş kriterler dahilinde üretim yapmaktadırlar. Ancak geçmişimizde uyguladığımız geleneksel yapım sistemlerimizi, günümüz teknolojsi ile bütünleştirerek patentli olarak üretebilen yerli bir firma bulunmamaktadır. Bununla birlikte ülkemizde ahşap yapım sistemleri ile uygulanan büyük projeler de bulunmaktadır (Resim 4.1).



Resim 4.1 Ahşap çerçeve yapıların Türkiye’de toplu konut olarak uygulaması (Silivri Sunflower Evleri)



Resim 4.2 Ahşap çerçeve yapılar (Silivri Sunflower Evleri)

Dünya'da ve Türkiye'de uygulanan ahşap yapım sistemleri, uygulama yönünden (bkz ahşap yapılar) farklı kategorilerde toplanabilmektedir. Bu bölümde, gelişmiş ülkelerde ve Türkiye'de en çok tercih edilen ve uygulanan ahşap platform çerçeve yapıların Türkiye'de uygulanabilirliği, çeşitli değerlendirme kriterleri baz alınarak ve diğer yapım yöntemleri ile karşılaştırılarak irdelenecektir.

4.1. Ahşap Çerçeve Yapıların Taşıyıcı Strüktür Yönünden Değerlendirilmesi

Ülkemizde yakın tarihimize kadar geleneksel sistemde yaygın olarak kullanılan ahşap yapı uygulamaları çeşitli nedenlerden ötürü yerini çoğunlukla betonarme yapılara bırakmıştır. Bu malzeme ve sistem değişikliğinin strüktürel yönden nedeni incelendiğinde başlıca etkenler, ahşap yapıların malzeme olarak dayanıksızlığı, yapımının daha zor olması, bakım gereksinimi, yangın tehlikesi ve çok katlı uygulama yapılamaması olarak sıralanabilir. Ancak günümüzde, bu olumsuzluklar teknolojik gelişmelerin yapı sektörüne yansımaları sonucunda en aza indirgenebilmiştir.

Geleneksel yapılardaki konstrüksiyon anlayışı yerini günümüzde, bilgisayarlarla statik hesapları yapılmış ve gelişmiş makineler ile üretilen ahşap yapılara bırakmıştır. Ahşap çerçeve yapıların imalatında kullanılan ahşaplar, uygulama yapılacak bölgenin iklim özelliklerine göre seçilip, fırınlanmakta ve insan sağlığına zararı olmayan ürünlerle empenye edilmektedir. Ahşap çerçeve yapılarda kullanılan ahşapların (bkz. 3.3.) statik hesaplarla belirlenmiş ebatları bulunmaktadır. Ahşap çerçeve yapılar mimari projelendirmesi tamamlandıktan sonra imalat projesi ve statik hesapları yapılmaktadır.

Ahşap çerçeve yapıların strüktürel yönden, diğer yapım sistemlerine göre avantajları ve dez avantajları bulunmaktadır. Ahşap çerçeve yapılar yapımında kullanılan ahşap malzemesinden ötürü hafif ve esnek yapılardır. Bu özellik kesitlerin artmasını engellediği gibi deprem karşısında da üstünlük sağlamaktadır. Ahşap çerçeve yapıların temelleri de ahşap yapılabilmektedir. Ahşap tomruklardan oluşan kazıklar zemine makineler yardımıyla çakıldıktan sonra döşeme oluşturulup dış duvarların ve taşıyıcı iç duvarların yükleri kazıklara aktarılabilir. Ancak bu sistem daha zor ve maliyeti fazla olduğu için tercih edilmemekte, betonarme temeller üzerine yapılar oturtulmaktadır. Betonarme sistemlerde mütemadi sürekli temel

uygulaması, perde duvar olarak işlev gören ahşap çerçeve yapılar için uygulanan temellerdir. Temel kesitleri, ahşap çerçeve yapıların hafif olmasından ötürü daha az çıkmakta ve bu da işçilik ve maliyeti azaltmaktadır. Ahşap çerçeve yapıların inşasına dış duvarlardan başlanmakta ve hızlı bir biçimde binanın büyüklüğü ile orantılı olarak az sayıda işçi ile en fazla bir ay gibi kısa bir sürede tamamlanabilmektedir. Bu sürenin kısalması bir çok avantaj sağlamaktadır. İşçi maliyetini düşürmekte, zaman kaybını engellemekte, şantiyenin çevreye verdiği zararı azaltmaktadır. Diğer yapım sistemlerinde örneğin betonarme sistemde kısa sürede yapımı tamamlamak daha zordur.

Ahşap yapıların olumsuz yönlerinden biri ahşap malzemenin iklim ve çevresel etkenler karşısında çalışabilir bir malzeme oluşudur. Bu yapıda iç duvarlarda kaplanan alçı panellerin ek yerlerinde kılcal çatlamlara sebebiyet verebilmektedir. Bu durumu en aza indirmek için ahşap dikmelerin arasında uygulanan yatay kayıtların sıklaştırılması veya diagonal çapraz kayıtların kullanılması gereklidir. Ahşap çerçeve yapılarda çatı ve dış duvarlar OSB malzemesi ile kaplandığı için rijit yüzeyler elde edilmektedir.

Ahşap çerçeve yapıların yangına olan dayanımları çelik yapılara göre daha fazladır. Ahşap yapı malzemesinin kömürleşmesinden kaynaklanan doğal yalıtımı çelik yapı malzemesine göre üstünlük sağlamaktadır. Duvar kesitlerinde yatayda ara kayıtlar oluşturularak duvarların baca olarak çalışması engellenmekte ve yangının yayılma hızını azaltabilmektedir. Bununla birlikte dış duvarlarda kapı ve pencere lentolarının dış yüzeylerinde ilave yangın yalıtımları yapılabilmektedir. Alevlerin ters dönerek pencere ve kapıların üstünden çıkması durumunda yangının yayılımını azaltmaktadır. Günümüzde kullanılan iç ve dış kaplama malzemeleri ile ahşap yapılar yangın karşısında daha dayanıklı hale getirilebilmiştir.

Ahşap çerçeve yapım sistemi ile altı kata kadar yapı üretilebilmesine rağmen, ülkemizdeki ahşap yapılarla ilgili yönetmeliklerde ancak iki kata kadar izin (bkz Bölüm 4.6.) verilmektedir [Web 5]. Hatta ahşap sistem ile köprüler, kapalı spor salonları, alışveriş merkezleri de yapılabilmektedir. Ahşap çerçeve yapılar strüktürel yönden özellikle konut tipi yapılar için ülkemizde rahatlıkla uygulanabilecek bir sistemdir. Geçmişimizde geleneksel ahşap sistemin güzel örnekleri yer almaktadır. Günümüzde de ahşap çerçeve yapılar rahatlıkla uygulanabilmektedir. Bu sistemler

kullanılarak toplu konutların yapımı Afyon'da başlamıştır. Bununla birlikte İstanbul'da da büyük uygulamalar devam etmektedir.

4.2. Ahşap Çerçeve Yapıların Yapı Fiziği Yönünden Değerlendirilmesi

Ahşap çerçeve yapılarda yapı fiziği yönünden uygun kriterlerin sağlanması, yapı ve insan sağlığı ile doğrudan ilişkilidir. Ahşap çerçeve yapıların strüktürü ahşap malzemeden oluştuğu için su ve nem yalıtımı ayrı bir önem taşımaktadır. Bununla birlikte sadece yapıyı korumak yeterli olmamakta, içinde barınan insanların sağlığı daha önemli bir yer edinmektedir. Yapıyı dış ve iç etkenlerden korumak için kullanılan malzemelerin insan sağlığı yönünden uygun olması gereklidir.

Yapının inşa edildiği bölgedeki iklim ve tabiat şartları göz önünde bulundurularak yalıtıcı malzemeleri seçilmelidir. Yapı fiziği yönünden uygulamalar alt başlıklara ayrılabilir. Yapının ve yapıda barınan insanın, suya, neme, ısıya (sıcak-soğuk), sese karşı korunması gerekliliği bir çok çözümü ve malzeme alternatiflerini ortaya çıkarmıştır. Çözümlerin ve malzemelerin alternatiflerinin artması yapı fiziğinde uyulması gerekli prensipleri değiştirmemektedir.

Bu yapı sistemlerinin genel özellikleri ile burada kullanılan yapı malzeme ve elemanlarının fiziksel özellikleri, uygun olduğu takdirde iç ortamda insan sağlığı için uygun olabilmekte, yapı da dış etkenlere karşı korunmaktadır. Bu bölümde ahşap çerçeve yapı sistemlerinin, yapı fiziği yönünden değerlendirilmesi, yapı - insan sağlığı açısından, diğer yapı sistemleri ile karşılaştırılarak irdelenecektir.

4.2.1. Ahşap Çerçeve Yapılarda Su ve Nem Yalıtımı

Ahşap yapıların bütününde, betonarme yapılara oranla su ve nem, yapının sağlığı yönünden daha fazla tehlikeli bir unsur olarak görülmektedir. Ahşap malzemesinin bünyesine su ve nemin direkt temasını engellemek için bir takım detaylar ve önlemler alınması gereklidir. Alınacak bu önlemler ile ahşap yapının mukavemeti de korunmuş olacaktır.

Ahşap yapının dış cephe kaplaması su ve nem yalıtımı yönünden önemlidir. Ancak malzemenin doğru seçimi tek başına yeterli olmamakta, uygulamasının da doğru olarak yapılması da büyük önem taşımaktadır. Günümüzde dünyada ve ülkemizde uygulanan ahşap çerçeve yapılar, ahşap malzemenin kaplama malzemesi olarak az tercih edildiği söylenebilir. Bunun nedeni ise, ahşap malzemenin dış yüzeyi koruyucu malzeme ile kaplı olsa bile hava, çevre şartları ve biyolojik zararlılar olumsuz yönde etkili olabilmektedir. Ancak ahşap kaplamalar yerine günümüzde doğal olmayan, çeşitli maddelerin karışımlarından oluşturulan kaplama malzemelerine bırakmıştır. Bu kaplama malzemelerinden bazıları boya gerektirmeyen yapıdadır, bazıları ise ahşap malzeme benzeri boyanabilmektedir. Günümüzde yalıtım baskısı olarak uygulanan ve plastik esaslı olan bu tip kaplama malzemeleri betonarme binaların dış cephelerinde de tercih edilmeye başlanmıştır. Ahşap çerçeve yapılar su ve nem sorunu sadece dış şartlarda değil yapının içinde de yaşanabilir. Yalıtım konusunda gerekli önlemler bilinçli olarak alınmadığı takdirde betonarme binalarda da görüldüğü gibi kondansasyon (yoğuşma) engellenemez. Yoğuşma, yapının içerisindeki sıcak hava ile yapının dışındaki soğuk havanın kesiştiği noktada oluşmaktadır. Bu nedenle yoğuşmanın olduğu nokta çoğunlukla yapıda dış cephe kaplama malzemesinin altında veya OSB'nin altında oluşmaktadır. Bu sorun dış kaplama malzemesinin altında kanallı boşluk bırakılarak ya da içeriden tüm duvarları kapsayacak biçimde buhar kesici malzeme ile kaplanarak büyük miktarda önenebilmektedir. Dış kaplama malzemesinin de farklı uygulamaları bulunmaktadır. Bu uygulamalardan biri kaplama malzemesinin altında "mantolama" adı verilen ısı yalıtımı sağlayan bir uygulamadır.

Çatı kaplaması ve yalıtımı ahşap yapılar için önemlidir. Ahşap yapılar çatı kaplama malzemesi betonarme yapılar da uygulanan malzemelerle aynı olabilmektedir. Ancak ülkemizde yeni uygulanmaya başlayan ahşap çerçeve yapılar, dünyada da tercih edildiği gibi kiremit veya alüminyum malzemeler yerine, bitüm veya asfalt esaslı "shingle" adı verilen ve birbirinin üzerine bini yapılarak hem çakılan hem de yapıştırılan bir malzeme kullanılmaktadır. Ancak bu çatı kaplama malzemesinin maliyetinin kiremite göre daha fazla olduğu söylenebilir. Çatı da kullanılan bu kaplama ile suyun çatıda içeriye girmesi engellenir ve oluklar yardımıyla yapıya temas etmeden drenajlara bağlanabilmektedir. Ancak çatıda nem sorunu yaşanmaması için saçakların altında ve çatıda belirli noktalarda açılan

kanallarla havanın sirküle etmesi sağlanmaktadır. Çatı arası böylece yoğunlaşmanın yaşanmadığı ve bununla birlikte çok sıcaklarda da serinletici bir detaylandırma olarak görülebilir. Bu nedenle iç ortamdaki nem miktarı, insan sağlığı açısından uygun olmaktadır.

Yapının sudan korunması için gerekli diğer bir nokta da temelle olan bağlantı yerleridir. Duvarların altına konulan ahşap yastık malzemenin suya karşı kimyasal korumalı olması gereklidir. Bunun yanında ahşap yastığın altı direkt temelden ve dış cepheden yalı baskının altından gelebilecek suya temas etmemesi için bitüm esaslı malzeme ile kaplanır. Böylece temelle yapının su ve nem bağlantısı kesilmiş olmaktadır. Betonarme yapılarda da özellikle temelerde demir donatısının korozyona uğramaması için yalıtım yapılması, yapım sistemlerinin yalıtımlarının benzerliğini ortaya koymaktadır.

Günümüzde uygulanan ahşap çerçeve sistemlerde özellikle dış cephelerde uygulanan malzemeler suya, neme ve diğer doğa koşullarına dayanıklı, uzun ömürlü malzemelerdir. Bu nedenle ahşap yapılar geleneksel sistemlere göre daha uzun ömürlü ve daha az bakım gerektiren sağlıklı yapılar olarak görülebilir. Betonarme yapılar ile ahşap yapılar arasında su ve nem yalıtımında kullanılan malzemeler yönünden birtakım farklar bulunabilmektedir. Ancak genel prensipler yönünden uygulamalar farklılık göstermemektedir. Amaç, binayı dış etkenlerden olabildiğince bilinçli bir biçimde koruyabilmektir. Bu nedenle, ahşap malzemenin betonarmeye oranla daha fazla çalışabilir malzeme olduğu unutulmamalı, kullanılan ahşabın çeşitli sıcaklık derecelerindeki davranışları incelenmeli (cinsine göre), uygulama alanındaki iklimsel koşullar da göz önünde tutularak yalıtım malzemeleri de bu değerlere göre seçilmelidir.

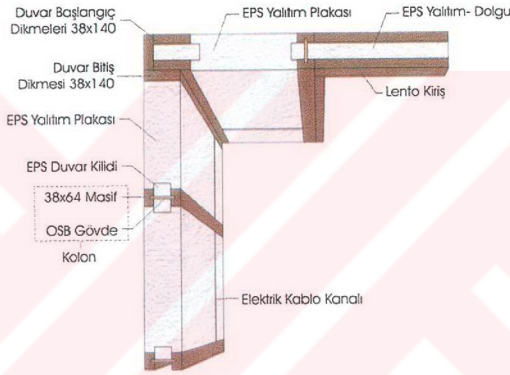
4.2.2. Ahşap Çerçeve Yapılarda Isı Yalıtımı

Ahşabın ısı yalıtım özelliğinin iyi olması, kullanıldığı yapıyı da olumlu etkilemektedir. Ancak bazı durumlarda ek bir ısı yalıtımı yapılması gerekebilmektedir.

Geleneksel ahşap yapılar incelendiğinde karkas sistemin içine dolgu olarak, bölgesel hangi doğal malzeme kolay bulunabiliyorsa kullanılmıştır. Ancak malzemelerin zaman içerisinde tabiat şartlarına dayanıksız olabilmesi nedeniyle yapıların her zaman bakıma ihtiyacı olmuştur. Bu doğal yalıtım malzemeleri, saman,

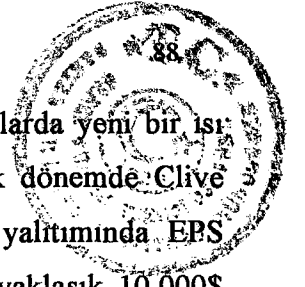
kerpiç, taş, ahşap kalaslar olarak sıralanabilir. Günümüzde ise yalıtım malzemeleri bilimsel veriler ışığında kullanılmaktadır. Bu veriler ahşap yapının inşa edildiği bölgenin iklimsel şartları ve bu iklim şartlarına göre hangi malzemenin ne ölçülerinde kullanılacağıyla ilgilidir.

Ahşap çerçeve yapılarda kullanılan taşıyıcı sistemden dolayı duvarda yapılan yalıtım kalınlığı en fazla 140mm olabilmektedir. Yalıtımda kullanılan malzemeler farklı özelliklerdedir. Çoğunlukla tercih edilen malzemeler, EPS, taş yünü ve cam yünüdür. Ahşap yapılarda ısı yalıtımı taşıyıcı duvarların içinde yer alan boşluklarda yapıldığı gibi (Şekil 4.1), dış cephede mantolama biçiminde de yapılabilmektedir.



Şekil 4.1. Ahşap yapıda duvarda EPS kullanılarak yapılmış ısı yalıtımı [Web 3]

Mantolama adı verilen bu yalıtım, yapının dış cephesinin tamamının, yapıldığı bölgenin iklimsel şartları göz önüne alınarak seçilmiş yoğunluk ve kalınlıkta EPS malzemesi ile vidalanarak yapılmaktadır. Bu malzemenin üzerine kaplama malzemesi yapılabilmektedir. Ancak bu detaylandırmada yalıtımı dış cephe de yapılmasından dolayı yoğuşma meydana gelebilmektedir. EPS malzemesinin altında kanallar bırakılmalı ve tahliyesi sağlanmalıdır. Betonarme yapılarda ise yalıtım; tuğla duvarların arasında, binanın dış cephesinde veya tuğla malzemesinin yalıtım özelliği olması ile yapılabilmektedir. Ancak ahşap yapıların yalıtım değerleri betonarme yapılara göre daha yüksektir. Örneğin; 1985 yılında, Kanada, Alberta eyaleti Clive kentindeki Hutterite yerleşim birimi, aynı eyaletteki Byemoor kentinde, ahşap



yapılarda EPS yalıtım malzemesini kullanarak yeni bir ahşap yapılarda yeni bir ısı yalıtım yöntemi gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak aynı 12 aylık dönemde Clive yerleşimi ısıtma için yaklaşık 27.000\$ harcamasına karşılık, ısı yalıtımında EPS kullanılmış duvar sistemleri ile yapılmış olan Byemoor yerleşimi yaklaşık 10.000\$ harcanmıştır. Yalıtım sayesinde yapılan tasarruf %63 civarındadır [Web 3].

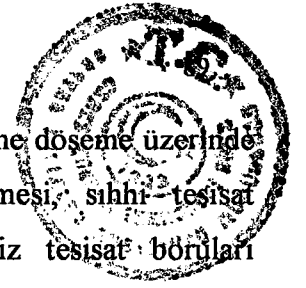
Betonarme temel yapılan ahşap yapılarda, zemin kattaki ısı kayıplarını önlemek için, döşemelerde kullanılan ve mukavemeti fazla EPS malzemesi kullanılabilir. Ahşap yapılarda katlar arasında ısı yalıtımı da uygulanabilir. Ancak döşemenin ahşap olmasından dolayı ısı tutuculuğu bulunmaktadır. Örneğin; üst katta yaşanan mekanın al katında veranda gibi açık hacimler bulunduğu durumlarda döşeme arasına yalıtım yapılması şarttır.

Ahşap yapılarda uygulanan yalıtım betonarme binalarda uygulanan yalıtımlarla benzerlik göstermektedir. Ancak betonarme yapılara oranla, ahşap yapılarda dış panel duvarlarının kesitinden dolayı yalıtım malzemesi daha fazla uygulanabilir. Bununla birlikte ahşapta, malzeme olarak ısı tutuculuk özelliği olduğu için betonarme yapılara oranla yalıtım değerleri daha yüksektir.

Ülkemizde ahşap yapı uygulamasında kullanılacak ısı yalıtımında, uygulanan bölgenin iklimsel verileri önem taşımaktadır. Yalıtımda kullanılan malzemelerin yoğunluk değerleri ve kesitleri uygulamanın yapılacağı bölgenin iklimsel verileri ışığında değerlendirilmelidir.

4.2.3. Ses Yalıtımı Yönünden

Günümüzde Türkiye'de uygulanan ahşap çerçeve yapılar, genellikle müstakil konut tipi yapılar şeklinde üretildiğinden (yönetmelik gereği), iç ortamlar arasında ses yalıtımı ancak özel durumlarda yapılabilir. Günümüzde konut tipi yapılar için Dünya'da ve Türkiye'de dış duvarlarda özel olarak ses yalıtımı önlemleri alınmamaktadır. Isı yalıtımında kullanılan malzemeler ses yalıtımını belirli oranlarda sağlayabilir. Dış duvarların çift cidarlı ve aralarının yalıtım malzemesi ile doldurulması sesin geçişini azaltmaktadır. İç duvarlarda da kullanılan yalıtım malzemesi de sesin geçişini azaltmaktadır. Ancak taşıyıcı sistemde kirişlerde ve döşemede ses köprülerine dikkat edilmeli bunların arasına da yalıtım malzemeleri belirlenen ölçülerde uygulanmalıdır. Yapılarda kullanılan çamaşır makinesi v.b. gibi



titreşimli ve sesli çalışan aletlerin kullanımının alt katta betonarme döşeme üzerinde yapılması rezonansı engelleyecektir. Yapı sektörünün gelişmesi, sıhhi-tesisat malzemelerinin de gelişmesini sağlamıştır. Bu nedenle sessiz tesisat boruları tasarlanmış ve uygulamasına başlanmıştır. Ahşap yapılarda üst katlarda kullanılan tesisat borularından kaynaklanan sesler minimuma indirgenmiştir. Betonarme yapılar ile kıyaslandığında ahşap yapılar daha üstün olarak nitelendirilebilir. Betonarme yapılarda duvarlar ve döşemede özel ses yalıtımı yapılmadığında, ses geçişi daha fazla olabilmektedir. Ancak ahşap yapılarda ses geçişi malzemedeki otürü daha azdır ve birleşim detaylarında, özellikle döşeme ve duvarlarda çözümü daha kolay yapılabilmektedir. Ahşap yapılar, ses yalıtımı yönünden betonarme yapılara oranla daha üstün olarak değerlendirilebilir.

4.3. Ahşap Çerçeve Yapıların Uygulama Yönünden Değerlendirilmesi

Uygulama yönünden ahşap çerçeve sistem yapıları bir bütün olarak incelemek gereklidir. Ahşap çerçeve sistemler fabrikasyon veya yerinde üretilen sistemlerdir. Ancak teknolojik gelişmelere dayalı olarak değerlendirme yapıldığı takdirde fabrikasyon üretimlerin daha ekonomik ve daha hızlı olduğu görülmüştür.

Ahşap çerçeve yapılar panel duvarlar olarak fabrikalarda üretilseler de ahşap yapının bitirilme yeri şantiye olmaktadır. Bu yüzden uygulamalar ve sorunları ana kriterler göz önüne alınarak değerlendirildiğinde üretim aşamasından son aşama olan bitiş aşamasına kadar irdelenmesi gereklidir.

Üretimi ve uygulamaları etkileyen önemli etkenler sıralandığında; üretim sahası ve atölye mekanı, pazarlama, finansman (işletme sermayesi, yatırım maliyeti), makine, ekipman, hammadde, personel, bitirme (cila, boya, montaj, ambalaj, nakliye) olarak sıralanabilir. Belirtilen bu etkenlerin üretim süreci içinde, üretim şekline göre önem sırası değişebilir, sayısı azalabilir veya artabilir. Bu etkenlerin üretim süreci içinde en çok etkili olanları önem sırasına göre;

Üretim sahası ve atölyeler; ahşap yapı elemanı üretimine uygun olmayan alanlarda üretim yapmak zor olabilmektedir. Bu zorluklar; çok katlı, dar akslı taşıyıcı, yetersiz yükseklik ve tesisat boşluğu, yükleme-boşaltmada yaşanan

olumsuzluklar, istifleme, taşıma zorlukları, zaman ve işçilik kayıpları olarak sıralanabilir. Fabrikasyon üretimlerde fabrika yerinin seçimi önemlidir. Organize sanayi bölgelerinde yer seçimi tercih edilmeli, ulaşım zorlukları, uzaklık, personel taşıma maliyeti göz önünde bulundurulmalıdır. Hava koşullarından etkilenen açık saha ve şantiye çalışması gerekli üretimlerde iklim şartları dikkate alınmalıdır.

Pazarlama; günümüzde ahşap yapım sistemlerinin diğer yapım sistemlerine göre az tercih edilmesinin nedenlerinin araştırılması, tercih edilmesi için gerekli araştırmanın ve tanıtımın yapılmasını kapsamaktadır. Ayrıntılı olarak 4.8'de işlenmiştir.

Finansman; fabrikasyon üretim sistemlerinin tercih edilmesi, finans zorluğunu ortaya çıkartmaktadır. Ahşap yapım sistemlerinde kullanılan gelişmiş teknolojik makinelerin maliyetleri çok yüksek olmaktadır. Fabrikanın geniş bir alana kurulması, depolarının bulunması gereklidir. Bu nedenle fabrikanın kurulma aşamasındaki maliyetin yüksek olması, az tercih edilen ahşap yapıların maliyetlerinin de yüksek olması anlamına gelmektedir. Seri üretim yapabilen fabrikalar ancak ön yatırım maliyetlerini karşılayacak ve ahşap yapıların maliyetlerini daha uygun seviyelere indirebileceklerdir. Ancak, üretimi şantiyede yapılan ahşap yapılarda, ön üretimli ahşap yapılardaki gibi yatırım giderleri olmadığı için, tekil işlerde daha uygun maliyetler ortaya çıkabilmektedir.

Makine ve ekipman; makine özelliklerini iyi tanıma ve doğru makine seçimi önemlidir. Kaza riski en az olan makine seçimi yapılmalıdır. Doğru kapasite seçimine önem verilmelidir. Üretimde esnek makine seçimi yapılmalıdır. Olabildiğince, havalı yardımcı makine (elektrikli olanların kullanım ömrü kısa, tamir servisi yetersiz olabilir) kullanımı tercih edilmelidir. Makine seçim kriterlerine dikkat edilmediği takdirde, teknolojik olarak üstün ve çok çeşitli bu tür makinelerin, hatalı seçilmesi, düşük kapasiteyle çalıştırılması, işçilik kaybı, uygulama zorluğu ve yatırım maliyeti gibi sorunlarla karşılaşılacaktır.

Hammadde ve personel; Ahşap üretimin ana maddesi ve doğal malzeme olan ahşap, ancak bilinçli kullanıldığında iyi sonuç verir. Ağacın ormandan kesiminden, üretici ve tüketiciye ulaşana kadar geçen süreç içinde, masif ve plaka üretiminde veya kullanımında değişik bir çok sorunla karşılaşılır. Kullanılan malzemelerin temin

edilmesi ayrı bir önem taşımaktadır. Özellikle bu tip yapıların üretimi ile ilgili kalifiye elemanı ülkemizde bulmak zor olabilmektedir. Personelin çalışma sistemleri disipline edilmeli ve çalışanların istenen kalite standartlarında üretim yapmaları gerçekleştirilmelidir. Çalışma şartlarının personeli zorlamayacak ve hata yapmayacak şekilde düzenlenmesi önem taşımaktadır.

Bitirme; Ahşap yapılarda tüm detayların doğru çözülmesi gereklidir. Estetik, mimari ve sistem açısından beklentiler üretici ve tüketici yönünden birlikte karşılanmalıdır. Doğabilecek sorunlar ile birlikte yapının bitirilmesi uzun zaman almamalıdır. Ahşap yapılarda, diğer yapım sistemlerine göre inşaatın daha kısa sürede bitirilmesinden doğan avantajlar göz önüne alınmalıdır. İnşaat yapımında, zaman arttığı takdirde yeni sorunlarla da karşılaşılabilir.

4.4. Ahşap Çerçeve Yapıların Ekonomik Yönünden Değerlendirilmesi

Ahşap çerçeve yapılar Türkiye koşullarında maliyeti yüksek gibi gözükse de betonarme yapılarla kıyaslandıklarında fazla farklarının olmadığı görülecektir. Hatta kimi araştırmalara göre daha da ucuza çıktığı hesaplanmıştır. Sanıldığı aksine ahşap yapı maliyetinin diğer yapılara oranla düşük olduğuna da dikkat çekilmelidir.

Toplu Konut İdaresi asgari standartlarında betonarme bir yapının maliyeti ortalama 225 dolar/m²'dir. TOKİ standartlarının üstünde bir ahşap yapının maliyeti ise 200 dolar/m²'dir. Ahşap yapılarda inşa süresinin kısalığı maliyeti düşürmektedir. İnşaat yapım aşamasında kalite kontrolünün diğer yapım sistemlerine göre daha basit ve kolay oluşu ise hem maliyeti hem de mal ve can güvenliğini güvence altına almaktadır [Web5].

Ahşap yapıların maliyetleri kullanılan malzeme ve işçilikle direkt ilişkilidir. Arsa payı , alt yapısı ve kanuni işlemler için harcamalar bu maliyetin hesaplarına katılmamalıdır. Ahşap yapılar Türkiye 'de toplu konutlar da daha ucuza mal edilebilir. Çünkü tüm malzeme artık iç piyasadan bulunabilmektedir. Bireysel girişimlerde de fiyatın yüksek olması normal olacaktır. Hatta seri üretimde fabrikasyon olarak imalata geçildiğinde maliyetler daha da ucuzlayacaktır. TOKİ tarafından yapılan bir çalışmada; ahşap çerçeve yapım sistemlerinin daha iyi

anlaşılması için ilk defa olmak üzere, birbirine benzeyen planlardaki iki yapının ahşap iskeletleri, iki ayrı yöntem kullanılarak bitirilmiştir. Birinci yöntem geleneksel 5x10 latalar ile, diğeri ön üretimli ahşap çatı makasları ve duvar panelleri ile yapılmıştır.

Ön üretimli çatı makası ve duvar paneli kullanımı toplam işçilik ve malzeme maliyetinde %16 tasarruf getirmiştir. Ülkemizde ahşap yapı sektöründe teknolojinin ve seri üretimin gelişmesiyle daha ucuza ve daha dayanıklı ahşap yapılar üretilmeye başlamıştır. Ülkemizde daha yeni gelişmekte olan bu sistem geleneksel ahşap sisteme göre çok daha hızlı ve ucuza mal olabilmektedir. 250 m² ahşap bir yapının kaba montajının 5 günde, temelinden halısına kadar iyi organize edilmiş bir şantiyede 1,5 - 2 ay gibi kısa bir sürede bitirmek mümkündür. Ahşap yapıların betonarme ve diğeri yapı sistemleriyle üretilen yapılara göre inşa süresinin kısa olmasından elde edilen avantajın yanında ahşap malzemenin doğal yalıtım malzemesi olmasından kaynaklanan ekonomik avantaj da önemlidir. Ahşap yapılar malzeme seçimi ve uygulama standartları ile ele alındığında, merkezi idarenin de desteği ile rahatlıkla betonarme yapıların altında maliyetlere yapılabilir ve uygulanabilirler.

4.5. Ahşap Çerçeve Yapıların Ekolojik ve Sürdürülebilirlik Yönünden Değerlendirilmesi

Günümüzde yapı sektöründe uygulamacıların seçim yapabilecekleri geniş bir yapı malzeme yelpazesi oluşmuştur. Geçmişte yapı sektöründe uygulamacıların yapı malzemesi seçimini etkileyen kriterler ağırlıklı olarak “malzemenin uygunluğu”, “fiyatı”, “sağlanabilme kolaylığı” ve “görünüşü” olmaktadır. Günümüzde ise uygulamacılar yapı malzemelerinin çevre üzerindeki etkilerini de sorgulamaya başlamışlardır. Bir ürünü seçerken yukarıda sıralanan kriterlerin yanı sıra, global ısınma, enerji tüketimi, kirlilik, atık problemi ve insan sağlığı gibi konularla malzeme ilişkisini kurmak, çevre dostu ürünleri tanımak ve kullanmak gerekliliği doğmaktadır.

Bu eğilimlere dayanarak bilim adamları son yıllarda bir ürünün çevre üzerindeki toplam etkisini ölçen “Yaşam Döngüsü Analizlerini (Life-Cycle Analysis)” geliştirmiştir[Erdin,1999]. Bu analizler önceleri sadece tüketilen enerji miktarına göre, yani karşılaştırılan ürünlerin üretilmesinde, çeşitli proseslerinde, taşınmalarında, ve son ürünün bakımında kullanılan enerji miktarlarına göre

yapılmaktayken, günümüzde yaşam döngüsü analiz modellerinde çok kompleks kriterler kullanılmakta, ürünler arasında hammadde kaynaklarının tüketimi, kirlilik ve atık problemi bakımından da yorumlar yapılarak, elde edilen sonuçlar, karar verme konumunda olan uygulamacılar için, tavsiyeler halinde sunulabilmektedir.

Konstrüksiyon amacıyla kullanılan ağaç malzeme ve alternatif ürünlerin yaşam döngüsü analizleri, yani çevre üzerine yaptıkları baskılar kaynak tüketimi bakımından karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, doğal kaynakların kullanımı ve hammadde çıkarılmasıyla çevreyi etkileyen bir zarar meydana gelip gelmeyeceği göz önüne alınmalıdır.

Odun hammaddesi yenilenebilen kaynaklar olan ağaçlardan elde edildiğinden, üretim ve tüketim arasındaki dengelerin iyi kurulduğu bir ormancılık politikası izlenmesi halinde, hammadde çıkarılmasıyla çevreye zarar verilmesi söz konusu olmayacaktır. Bu nedendir ki ahşap çerçeve yapılarda tüketilen kaynaklar olan ormanlarımız; iyi bir denetim ve yönlendirme ile tüketilmemiş hatta gençleştirilmiş hale getirilebilir.

Bir malzeme için yapılacak yaşam döngüsü analiz çalışmalarında, tüketilen enerji miktarı anahtar etkenlerden biridir. Bu amaçla; hammaddenin elde edilmesi ve onu işleyerek yapı malzemesi üretmek için ihtiyaç duyulan enerji miktarı, malzeme taşınmasında (bütün aşamalarda) kullanılan enerji miktarı, konstrüksiyonda ve hizmet ömrü sonunda yapı yıkıldığında kullanılan enerji miktarı, kriterleri dikkate alınarak analizler yapılmaktadır.

Üretimde enerji kullanımı; yapı malzemesi olarak kullanılan 4 ürünün üretim aşamasında tüketilen fosil yakıt enerji miktarı Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1 Bazı yapı malzemelerinin üretiminde kullanılan fosil yakıt enerji miktarı [Erdin,1999]

Malzeme Çeşidi	Fosil yakıt Enerji (MJ/kg)	Fosil yakıt Enerji (MJ/m ³)
Kereste (Planyalanmamış)	1.5	750
Çelik	35	266 000
Beton	2	4 800
Alüminyum	435	1 100 000

Taşımacılıkta enerji kullanımı; hammaddenin ve işlenmiş malzemelerin taşımacılığı önemli miktarda enerji tüketimine neden olabilir. Taşımacılıkta tüketilen

tüm enerji miktarının belirlenmesi, malzemenin ağırlığı, taşındığı mesafeler ve taşımacılığın tipi gibi kriterlere bağlı olduğundan, hesaplanması güçtür. Ancak, ağaç malzemenin birim hacimdeki ağırlığı diğer malzemelerden daha düşük olduğundan (Sarıçamda 0.52 g/cm^3 , Çelikte 7.8 g/cm^3), bu bakımdan da ağaç malzemenin tercih edilmesinin gerekliliği vurgulanmaktadır.

Konstrüksiyon ve korumada enerji kullanımı; farklı malzemelerle inşa edilen yapıların konstrüksiyonu ve 40 yılın üzerinde bir süre kullanıldığında bakımı için tüketilen enerji tahminleri, Tablo 4.2'de verilmiştir. Bir yapıda tüketilen enerjinin miktarı, yapının tasarımına ve inşa edildiği bölgeye göre farklılık göstermesine rağmen, konstrüksiyonda fazla miktarda ağaç malzeme kullanımının, düşük enerji tüketimi sağlayacağı tabloda açıkça görülmektedir.

Tablo 4.2 Farklı malzemelerle inşa edilen 165 m²'lik yapılarda tüketilen enerji miktarı [Erdin,1999]

Konstrüksiyon Tipi	Her Birim Alanda Tüketilen (MJ/m ²)	Konstrüksiyonda Tüketilen Enerji(MJ)	40 Yılın Üzerinde Kullanımda Koruma İçin Tüketilen Enerji (MJ)
Ahşap karkas, Ahşapkaplama, Boyanmış	188	31 020	24 750
Ahşap karkas, Tuğla kaplama, Boyanmamış	561	92 565	0
Çift tuğla, Boyanmamış	860	141 900	0
Havalandırılmış Beton, Boyanmış	464	76 560	24 750
Çelik karkas, Çimentolu lif levha kaplı, Boyanmış	460	75 900	24 750

Ekolojik sistemler içerisinde yer alan flora, fauna, toprak, su ve hava gibi unsurlar arasındaki dengelerin bozulmadan devam ettirilmesi insanlığın geleceği için çok önemlidir. İnsanın yaşamı bu kaynaklara ve bu kaynakların birbirini etkilemesine bağlıdır. Örneğin besin maddelerinin bazıları, ilaçların çoğu, sosyal ve kültürel yaşamda faydalanılan endüstriyel ürünler ekosistemden sağlanmaktadır. Ormanlar

ekosistemin en temel unsuru olduğundan, Orman Bakanlığı biyolojik çeşitliliği koruyacak ve devam ettirecek politikaları izlemek zorundadır. Ancak, tüketiciler de ekosistemdeki dengeleri bozmamak ve ağaç malzemenin çok uzun yıllar faydalanabilmenin yollarını aramalıdır.

Çelik ve ağaç malzemenin yapılan iki duvarın üretimindeki maliyetler ve kirlilikler karşılaştırıldığında Tablo 4.3'teki gibi sonuç ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemenin üretilen yapının dış çevre üzerinde oluşturduğu baskı çelikten yapıya göre % 30 daha az olmaktadır [Erdin, 1999].

Tablo 4.3 Dış çevre maliyetleri [Erdin,1999]

Kirlilik Kaynağı	Maliyet (\$/kg)	Duvar Yapımı (\$)	
		Ağaç Malzeme	Çelik
Elektrik	--	1.46	4.67
CO ₂	0.15	47.00	145.65
SO ₂	1.80	0.66	6.65
NO _x	4.47	4.52	7.04
Küçük Parçacıklar	2.62	0.49	1.55
Sızıntılar	0.05	0.61	24.80
TOPLAM		54.74	190.57

Ahşap çerçeve yapılarda, yapı elemanlarının üretimleri fabrikasyon üretim ve yerinde üretim olarak ayrılabilir. Ancak enerji tüketimi bakımından incelendiklerinde iki sistemde de tüketilen enerji miktarlarının birbirine benzer oldukları görülmektedir. Ancak üretimin dışındaki ahşap yapının yerinde birleştirilmesi veya fabrikada üretilen ahşap yapının taşımacılığında kullanılan enerjiler dahil edildiği takdirde enerji giderlerindeki dengeler bozulabilmektedir. Taşımacılığın mesafesi ve yapının büyüklüğü enerji giderlerini üretim cinsine göre etkileyebilmektedir.

Yaşam döngüsü analizleri için çevre kirliliği tespitinde; imalat ve üretim aşamasında çıkan katı ve sıvı atıklar, sera gazları, zehirli maddeler ve partiküllerin miktarı, fabrikasyonun, atık sahalarının ve paketlemenin çevreye maliyeti, yapıların hizmet ömrü süresince ısıtma, soğutma, aydınlatma gibi nedenlerle çevreye yaptıkları etki, yapıların hizmet ömürleri sonunda atıklarının kaldırılması aşamasında çevreye yaptıkları etki gibi kriterler kullanılmaktadır.

Ahşap çerçeve yapıların hammaddesi masif ahşaptır ve üretiminde çevreye zehirli atık madde çıkarmamaktadır[Erdin,1999]. Bununla birlikte ahşap çerçeve yapılarda kullanılan yapay ahşaplar da bulunmaktadır. Bunların üretiminde masif ahşaplara göre daha fazla enerji tüketilmekte ve kimyasal malzemeler kullanılmaktadır. Ancak ahşap ürünlerinin tekrar kullanılması da avantaj olarak kabul edilebilmektedir.

Kirlilikler emisyonlar yönünden incelendiğinde; yapı malzemeleri seçiminde ağaç malzemenin önemi bir kez daha öne çıkmaktadır. Çünkü ağaçlar aktif büyüme periyotları süresince fotosentez işleminin bir parçası olarak havadan CO₂ absorbe ederek, karbonu odunsu dokuya bağlarlar (Şekil 2). Örneğin; tam kuru yoğunluğu 0.50 g/cm³ olan 1 m³ odun hammaddesi 250 kg karbon, 0.935 ton karbondioksit depolamaktadır. Odunsu dokuda depolanan karbonun doğaya dönmesini engellediğimiz sürece, yani ağaç malzemenin yanmasına ya da çürümesine izin vermediğimiz sürece, doğadaki sera etkisi azalacaktır. Karbon depolama, ekosistemde sürekli devam edebilir[Erdin,1999].

Yaşlanan ağaçların CO₂ soluyup, C depolama kabiliyetlerinin giderek azalmasıdır. Ağaç malzemeye alternatif olan yapı malzemelerinin yani çelik, alüminyum ve betonun atmosfere karbondioksit yaymadıkları ifade edilmektedir. Oysaki ağaç malzeme yerine kullanılması önerilen bu malzemelerin üretimi aşamasında atmosfere büyük miktarda CO₂ ve diğer gazlar salındığı bilinmektedir. Bu bakımdan bir karşılaştırma yapıldığında, eş büyüklükteki çelik karkas ve ahşap karkas yapı karşılaştırıldığında, çelik karkas yapın atmosfere 3.5 ton karbon saldığı, ahşap karkas yapın ise 3.1 ton karbon depolayabildiği hesaplanmıştır. Çeşitli yapı malzemelerinin üretimleri süresince atmosfere salınan ve depolanan karbon miktarları Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4 Yapı malzemelerinin üretiminde salınan ve depolanan karbon miktarı [Erdin,1999]

Malzeme	Salınan Karbon (Kg/t)	Salınan Karbon (kg/m ³)	Depolanan Karbon (kg/m ³)
Kereste (Planyalanmamış)	30	15	250
Çelik	700	5 320	0
Beton	50	120	0
Alüminyum	8 700	22 000	0

Bununla birlikte ahşap çerçeve yapılarda yapı içi gaz salınımı da görülebilmektedir. İnsan sağlığını doğrudan etkilediği için yapı içinde kullanılan ahşap malzemeler ve diğer yapı malzemelerinin uçucu gaz oranına dikkat edilmelidir. Özellikle uçucu gaz salınımı emprenye edilmiş ahşap malzemede görülebilmektedir. İnsan sağlığına zarar vermeyen yeni ürünlerin kullanımı ile yapı içi havanın kalitesi daha da arttırılabilecektir.

Kirlilikler katı atıklar yönünden incelendiğinde; çevre kirliliği yaratan önemli problemlerden biridir. Kereste imalatında atmosferde problem yaratan CO₂, CO, SO₂ ve uçucu organik bileşiklerin yayılması, çelik, alüminyum, çimento ve beton üretiminden çok daha düşük olmakla beraber, katı atıkların miktarı fazladır. Ancak bu atıklar da bir üründür, büyük atıklar yonga levha ve lif levha üretiminde, talaş ya da tahta parçaları ise endüstriyel yakıt olarak tekrar kullanılabilir. Yapılarda kullanılan malzemelerin üretimi sırasında çıkan atıklardan başka, hizmet ömürleri sonunda geri dönüşümleri de, yaşam döngüsü analizlerinin inceleme alanları içersine girmektedir. Hizmet ömrü biten yapılardan çıkan ağaç malzeme atıkları, başka alanlarda kullanılma imkânı bulunamıyorsa, yakıt olarak değerlendirilebilir ya da çürüyerek doğaya katılabilir.

4.6. Ahşap Yapıları İlgili Kanunlar Yönünden Değerlendirilmesi

Ahşap yapılarla ilgili ülkemizdeki kanunlar ve yönetmeliklerin günümüzde yeni teknoloji ile uygulanan ahşap yapılara uygun olmadığından dolayı yetersiz olduğu görülmektedir. Günümüz teknolojisi ile uygulanan ahşap yapılar için yeni kanun ve yönetmelikler düzenlenmesi gerekmektedir. Ahşap yapılar ile ilgili kurallar Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik ve Yapıların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'te bulunmaktadır. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 85 sayfadır ve bunun 52 sayfası betonarme yapıları içermektedir. 6 sayfa çelik yapılar için ancak statik hesaplar için beton bölümüne yönelmektedir. Ahşap için ise 3 sayfa ayrılmış durumdadır. Bu üç sayfanın ilk sayfası genel hükümler ve ahşap yapı ile ilgili her anlatım diğer iki sayfada yer almaktadır.

Ahşap yapılarda su ile ilgili afet yönetmeliği Kısım II Bölüm 3.1`de; “yapıların su ile temas etme olasılığı bulunan kısımlarında, suya dayanıklı olmayan yapay ve doğal yapı malzemeleri kullanılmaz (kerpiç, ahşap vb)” maddesi yer almaktadır. Oysa ki Dolmabahçe Sarayı ahşap temeller üzerinde durmaktadır. Telefon direklerinin hizmet ömrü 60 yıl olarak bilinmektedir. Ahşap yapılarda yangın ile ilgili afet yönetmeliği Kısım II Bölüm 4.1`de; “bitişik düzende yapılacak yapıların dış duvarlarında ahşap ve benzeri kolay yanabilir malzeme kullanılmayacaktır, taşıyıcı sistemi ahşap olan yapılar bitişik düzende yapılmayacaktır” maddesi yer almaktadır. Oysa ki yurt dışındaki uygulamalarda büyük açıklıklı kalabalığı barındıran yapılar ahşap taşıyıcılı yapılmakta, hatta çelik taşıyıcılı yapılar ahşap kaplamalarla yangına karşı yalıtılmaktadırlar. Bu yönetmelikte ahşabın kömürleşerek taşıyıcılığını çeliğe göre daha uzun muhafaza etmesi göz önüne alınmamıştır.

Yapıların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik İçişleri Bakanlığı, Bayındırlık Bakanlığı, İstanbul İtfaiye Müdürlüğü diğer bazı itfaiye ve ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından hazırlanmıştır. Ahşap B1 ve B2 sınıfına girmektedir. Bu yönetmelikte örneğin Ek 4.`te normal yapı duvarları döşemeleri ve çatıları için aranacak yangın dayanım şartları (okul, öğrenci yurtları, hastane, büro ve idari yapılar için); taşıyıcı duvar, mesnetler ve kolonlar, 2 kattan yüksek yapılarda ahşap kullanılamamaktadır. Ayrıca taşıyıcı olmayan duvarlarda bile 2 kattan yüksek yapılarda ahşap kullanılamamaktadır. Ek-4`te 8.-9. Satırlardaki maddelere göre döşemelerde 2 kattan yüksek yapılarda ahşap kaplama (parke) kullanılamamaktadır. Dış duvar kaplamaları Ek-6 , 7-11 satırlarındaki maddelere göre de, bir kattan yüksek yapılarda ahşap cephe kaplamaları kullanılamamaktadır. Ek 7.`de mağaza yapılarında, mağazaların zeminleri (parke) dahil hiç bir yerinde ahşap kullanılamamaktadır. Ek 8.` e göre de toplantı ve spor salonlarında da hiçbir yerde ahşap (parke dahil) kullanılamamaktadır. İstatistiklere göre yangının başlangıç noktası hiçbir zaman ahşap taşıyıcı sistemler değildir. Kötü elektrik tesisatı, perde ve halı gibi kolay tutuşabilen yapı eşyalarıdır. Yangında önemli olan 3 unsur; algılama ve ikaz, güvenlik ve tahliye. Tahliye için insanlara zaman tanımak gerekmektedir. Bu süre yapının türüne göre 30-60-90-120-180` dakikadır. Bu süreler tasarım ile gerçekleştirilmektedir. Yönetmelik “Madde 7. Yangın mukavemet süresi: Yanma hızı 0.8 mm/dakika kabul edilmek suretiyle ahşap elemanın bu şekilde azalan



kesitiyle ve güvenlik kat sayısı 1.00'e eşit alınarak, üzerine gelen gerçek yükü taşıyabildiği süre olup; ahşap elemanların yangın mukavemet hesaplarında dikkate alınır" demektedir. Bu şekilde ahşap taşıyıcının dayanım süresi hesaplanabileceğini belirtirken diğer bölümlerde ise ahşap taşıyıcı sistemini kullanılmayacağını söyleyerek tezat bir düşünce ortaya koymaktadır.

Ahşap yapılarda deprem ile ilgili afet yönetmeliği; Bölüm 9.2.1'de ilgili bütün deprem bölgelerinde, "bodrum kat hariç olmak üzere en fazla iki katlı olarak yapılacaktır" maddesi yer almaktadır. Oysa ki günümüzde yenisinin yapılabilmesi bir yana, yıkılmakta olan iki kattan yüksek tarihi yapılar bile bu tip kanunlar yüzünden restore edilememektedir. Depremde hafifliği ve ahşap malzemesinin esnekliğinden ötürü en az hasarı alan yapılar arasında yer almaktadır. Amerika'da insanların %92'si, California (Sanandreas fay hattının olduğu bölge)'da %98 i ahşap yapılarda oturmakta bunların bir kısmı 2 katlı müstakil yapıları bir kısmı da bitişik nizam ve 3 veya 4 katlı toplu yapıdır. İngiltere'de 6 katlı ahşap yapı yapımı için araştırma ve çalışmalar devam etmektedir. Avusturya'da da ahşap toplu yapılar yapılmaktadır[web3].

Tüm bu maddeler günümüzde işlevini yitirmiş durumdadır. Bu güncel olmayan kanunların denetiminin ve uygulamasının doğru olarak yapıldığı kesin olarak söylenemez. Teknolojinin yapı sektöründeki etkisi ile yeni uygulamalar ve yeni malzemeler ortaya çıkmış, dayanıklılıkları yüksek hale getirilmiştir. Bu nedenle yönetmeliklerin, kanunların yeni uygulamalara ve yeni malzemelere göre, konusunda uzman kişiler tarafından tekrar değerlendirilmesi gerekmektedir.

4.7. Ahşap Çerçeve Yapıların Pazarlama ve Satış Yönünden Değerlendirilmesi

Günümüzde Türkiye'de ahşap yapıların satılabilmesi için alıcılar tarafından tanınması gerekliliği doğmuştur. Ahşap yapıların günümüzdeki uygulamalarının, sağlamlığını, dayanımını insan ve yapı sağlığı yönünden değerlendirilerek alıcılar bilgilendirilmelidir. Alıcılara geçmişteki geleneksel ahşap yapı uygulamalarında karşılaşılan sorunların (doğal malzeme kullanımından kaynaklanan deformasyonlar, bakım gereksinimi, v.s.), yeni teknoloji ile üretilen ahşap çerçeve yapılarda daha az bulunduğu anlatılmalı ve diğer uygulamalarda (betonarme, çelik v.b.) karşılaşılan

sorunlardan farklarının bulunmadığı konusunda bilgi verilmelidir. Bunun alıcılara eksiksiz ve tam olarak anlatılabilmesi için ahşap yapılar konusunda uzman teknik personel ile çalışılması gereklidir. Ancak ülkemizde de, ahşap yapı uygulamasında gelişmiş ülke insanları kadar, ahşap yapılar tanınmış olsa, diğer sistemlerle üretilen yapıların pazarlamalarından farklı bir yol izlenmesi gerekmeyecekti.

Ahşap yapı sektörünün ülkemizde satış yönünden başarılı olabilmesi için, insanlara ahşap yapıları tanıtarak satış ile birlikte sunarken; alıcının ne istediğinde nelerden hoşlandığına kadar uzanan bir pazarlama anlayışı içerisinde bulunulması gereklidir. Bu da alıcılar ile ilgili bilgi edinilmesi ile mümkün olabilmektedir. Büyük projelerde yapı almadan önce satın alma sürecini bir veya iki yıllık zamana bırakabilen alıcılar olabilmektedir. Alıcılar ile diyalog kurabilmenin başında onu tanımak gerekmektedir. Ahşap yapıların pazarlaması müşteriye daha sağlıklı yapılarda yaşam, dış görünüş ve depreme dayanıklılık yönünden ilginç gelebilmektedir.

Büyük projeler haricinde kişilere özel tekil ahşap yapılar üreten firmaların, yapılarını pazarlamaları daha zor olabilmektedir. Günümüzde yeni gelişen bir sektör olduğu için alıcılar, bu yeni uygulamayı daha önceden uygulamış ve örnekleri çok olan firmaları tercih etmektedir. Ülkemizde ahşap yapı üreten ya da uygulayan projeler yaygınlaşmaktadır. Bu tip projelerin uygulamaları geliştikçe, attıkça ve merkezi idareler tarafından destek gördükçe, alıcılar toplu uygulanan projelere gerek kalmaksızın bireysel olarak yapılarını ahşap yapı olarak tercih edebileceklerdir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, geçmişimizde kullanmış olduğumuz ancak günümüzde unutulmuş ahşap yapılarla ilgili, teknolojik gelişmeler ışığında yeni yapım sistemleri incelenmiş ve Türkiye'de uygulanabilirlik bakımından; taşıyıcı yapı yönünden, yapı fiziki yönünden uygulama prensipleri yönünden, ekonomik yönden, ekolojik ve sürdürülebilirlik yönünden, kanunlar yönünden, satış ve pazarlama yönünden değerlendirilmesi ve diğer uygulamalara göre daha fazla avantajları bulunan rasyonel bir sistem olduğu ortaya konmuştur. Bu nedenle ülkemizde, çarpık yapılaşma, deprem kuşağında olmanın yarattığı tüm olumsuzluklar, yenilenebilir ve ekolojik malzeme kullanmama, sağlıksız ve yaşanmakta olan tüm mekanlar v.b. gibi çözümü ortaya tam olarak konulamayan sorunlara karşı, çözüme yönelik bir yaklaşım benimsenmektedir.

Ahşap yapılar geçmişimizde geleneksel sistemde uygulanmış ve günümüzde de çerçeve sistemde uygulanmaktadır. Kullanılan malzeme ve teknoloji sayesinde ahşap yapılar geçmişte karşılaşılmış sorunlardan uzak, sağlıklı ve mukavemeti yüksek yapılar haline dönüştürülmüş, uluslararası standartlar ile üretilmeye başlamıştır. Bu nedenle yapı yönünden ülkemizde rahatlıkla uygulanabilmektedir. Kullanılan malzemelerin insan sağlığına olumsuz etkileri bulunmayan malzemelerden seçilmekte yapı ve insan sağlığına dikkat edilmektedir. Yapı fiziki yönünden değerlendirildiğinde ise diğer yapım sistemlerine göre ahşap çerçeve yapılar, olumlu tarafları fazla olan bir yapım sistemi olarak nitelendirilebilir.

Ahşap çerçeve yapıların, diğer yapım sistemleri ile üretim maliyetlerinin yakın olduğu, hatta toplu uygulamalar ile daha düşük maliyetlerle üretilebileceği belirtilmiştir. Ahşap çerçeve yapıların üretim aşamasından bitirme aşamasına kadar uygulamaların profesyonel bir şekilde yapılmasının, başta yapının kalitesini arttırdığı belirtilmiş, çalışanların memnuniyetinin sağlanması ile performansın artırılacağı ve teknolojik gelişmeler desteği ile fabrikasyon üretimde daha düşük maliyetlere ahşap çerçeve yapıların üretilebileceği belirtilmiştir.

Ahşap yapıların kaynağı olan ağaçlar bakımından ülkemiz zengin olarak kabul edilebilir. Ülkemizde 20703122 hektar ormanlık alan bulunmaktadır ve bu oranda toprak alanımızın %26.8 'idir. Ancak ahşap yapı üretiminin yoğun olduğu gelişimini tamamlamış ülkelerde orman alanlarının azalmadığı hatta düzenli ve daha genç

ormanlara sahip oldukları araştırmalar sonucu ortaya konmuştur. Bu yüzden ahşap yapılar ile ilgili ülkemizde orman alanların azalmasına neden olabilecek gibi bir tehlike yetkili birimlerin denetimi ve yönlendirmesi ile engellenebilecektir.

Geleneksel sistemde yılların getirmiş olduğu tecrübe ve bilgi birikimine rağmen ülkemizde yer alan ahşap yapılarla ilgili yönetmelik ve kanunlar çok yetersiz, hatta ahşap yapı üretimini engelleyen bir biçimdedir. Ahşap yapıların ülkemizde üretimini kanunlarla desteklemeli ve yönlendirmeli, uygulama yöntemleri de ortaya konulmalıdır. Dünyada uygulanan sistemler çeşitlilik göstermekte, ama temel prensipte birleşmektedirler. Bu nedenle uygulamalar ile ilgili ynetmeliklerimizi temel prensipler üzerine kurmalı ve uygulamaların denetimi alanında ihtisas yapmış kişilere bırakılmalıdır. Ancak günümüzde gelişmiş sistemlerle uygulanan ahşap yapılar alanında niversitelerimizde yeterli eğitim verilmemektedir. Öncelikle ahşap yapıların bilim odaklı olması sağlanmalı, daha sonra tüm bu bilgiler işiğında yaygınlaştırılmalıdır.

Türk yapı sektörünün, ahşap teknolojisini tanınması ve daha da ileriye götürebilmesi için ciddi organizasyonlar yapılmalı, ahşap malzemesinin günümüzde yok olmasına sebebiyet veren yanlış fikirleri ortadan kaldırmalı, merkezi ve yerel yönetimlerin tümünün ise bu yeniliklere destek vermesi gereklidir. Türkiye'de günümüzde canlanmaya başlayan ve son derece rasyonel olan bu teknoloji için yatırımlar arttırılmalı ve yaygınlaştırılmalıdır.

Ülkemizde yapımına yeni başlanan ve giderek artan ahşap yapı üretimleri mevcuttur. Bu rnekler oğaltılmalı, Toplu Konut İdaresi veya benzeri kurumlar, özel kuruluşlar ile insanların hakkettiği sağlıklı ve güvenli ahşap yapıları şehircilik anlayışı ile yaygınlaştırmalıdır. Gelecekte bizi bekleyen deprem tehlikesine karşı ahşap yapılar son derece sağlıklı yapım sistemleridir. Bu nedendir ki toplu proje uygulamalarına öncelikle deprem bölgelerinde başlanmalıdır ve idari sistemlerin bu uygulamaları yönlendirmesi gereklidir. Ahşap yapılar ekonomik olarak yapılabilir ve diğer yapım sistemlerinden ekonomik olarak farklı mal olmayacak yapılardır. Bu nedenle rahatlıkla uygulanabilecek yapım sistemleridir. Tüm bu avantajların yanı sıra ekolojik ve sürdürülebilir malzemelerden imal edilişi ve geri dönüşümlü olabilmesi uzun vade de büyük avantajlar sağlayacaktır. Ahşap yapıların yalıtımlı olması ülke çapında büyük enerjilerin kazanılmasına sebebiyet verecektir.

KAYNAKÇA:

1. AFET İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, 1999, “2 Kasım 1999 Tarihli Teknik Rapor”, Deprem Araştırma Dairesi, Ankara.
2. ARTEL, T., 1995, “Yapı Malzemesi”, 2.Baskı, İstanbul.
3. ATAÇ, Ü., “Geleneksel Ahşap Yapım Sistemleri İle Teknolojik Yapım Sistemlerinin Kıyaslanması”, Ahşap Dergisi Makale Yazısı,2003,İstanbul.
4. AVLAR, E., 2003, “Deprem Bölgelerinde Yapı Üretimi Sempozyumu 15-16 Şubat 2002, Y.T.Ü. Oditoryumu”, T.M.M.O.B. Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, 1.Baskı, İstanbul.
5. BAKER, G.E. and YEAGER, L.D., 1974, “Wood Technology”, Howard W. Sams & Co., Inc., Indianapolis- Kansas City- NY.
6. BAYÜLKE, N., 2000, “Ahşap Yapılar ve Deprem”, Makale Yazısı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
7. BERKEL, A., 1972, “Ağaç Malzeme Teknolojisi”, Sermet Matbaası, Cilt:1, İstanbul.
8. BOZKURT, G., 1990, “Yapı Malzemeleri”, İstanbul.
9. BRITISH STANTARDS INSTITUSION, 1978, “Preservartion Of Timber”, London.
10. BÜYÜKOKTAR, M.Ş., 1986, “Ahşabın Bozulma Nedenleri ve Korunması İçin Alınabilecek Önlemler”, İstanbul.
11. CHING, F.D.K., C. ADAMS, 1991, “Building Construction Illustrated”, Second Edition, Van Nostrand Reinhold, Newyork.
12. CİMİLLİ, T., 1986, “Yapı Malzemesi Ders Notları”, Karadeniz Teknik Üniversitesi.
13. COŞGUN, N., “Yapı Malzemesi Ders Notları”, 1996, Trakya Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Basılmamış Eser.

14. DUMAN, N., 1964, "Tutkallı Ahşap Yapılar", Yenili Basınyapı, İstanbul.
15. ERDİN, N., 1999 "Ağaç Malzeme Kullanımı ve Çevreye Etkisi Konulu Makale", İ.Ü.Orman Fakültesi,
16. EREN, E., 2001, "Yönetim ve Organizasyon", Betaş Yayinyapı, 5.Baskı, İstanbul.
17. ERENGEZGİN, Ç., 2003, "Bir Ülke Nasıl Yenilenir Konulu Makale", Ahşap Dergisi, Sayı:16,İstanbul.
18. ERENGEZGİN, Ç., 2003, "Afyon`da Bir Ahşap Yapı Kooperatifi Konulu Makale", Ahşap Dergisi, Sayı:12, İstanbul.
19. ERİÇ, M., 1978, "Yapı Malzemesi" , Kazmaz Matbaası, Cilt:2, İstanbul.
20. ERİÇ,M., 1972, "Doktora Tezi", İ.T.Ü., İstanbul
21. ERİÇ, M., 1994, "Yapı Fiziği ve Malzemesi", Literatür Yayınları, İstanbul.
22. EUROCODE 8, 1994, "Design Provisions for earthquake resistant structures", European.
23. EUROCODE 5, 1995, "Design Of Timber Structures", European prestandart, Belgium.
24. FAHERTY, K.F. VE WILLIAMSON, T.G., 1989, "Wood Engineering And Construction Hand Book", McGraw – Hill, Inc., New York.
25. FİNLANDİYA KONTRPLAK BİRLİĞİ, 1991, "Finlandiya Kontrplak El Kitabı", Finlandiya.
26. GÜNAY, R., 2002, "Ahşap Yapılar: Sorunları ve Çözüm Yolları", Birsen Yayinyapı, İstanbul.
27. GÜNGÖR, İ.H., 1965, "Ahşap Yapı Bilgisi", Çeltüt Matbaacılık Koll. Şti., Cilt:1
28. HASOL, D., 1993, "Mimarlık Sözlüğü", Yem Yayın, İstanbul.

29. HOOR D., MÖHLER, K., NATTERER, J., and GÖTZ, K.H., 1989, "Timber Design & Construction Source Book", McGraw – Hill, Inc., New York.
30. KLEM, GUSTAV S., 1986, "Notes From Lectures On Wood", ICCROM, Rome
31. LEVIN, E., 1971, "Wood In Building", Timber Research And Dyapielopment Association.
32. MİLLİ PRODÜKTİVİTE MERKEZİ, 1988, "Ahşap Malzemenin Korunması", Ankara
33. MUTLUBAŞ, F., 1996 "Çağdaş Yapımda Ahşabın Kullanılması" , Yüksek Lisans Tezi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
34. NEŞELİ, Ö., 1980, "Mimarimizde Cephe Kuruluşuna Malzeme Etkisi Sonucu Günümüzdeki Yapı Fiziği Sorunlarının Araştırılması", Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
35. ÖNAL, O., 2002, "Ahşap Karkas Yapılarda Kontrplak Kullanımı", Makale, Ahşap Dergisi, Sayı:5, İstanbul.
36. ÖZTUNALI, İ., 1975, "Yapı Ahşabı ve Yapılarda Kullanma Esasları", Bayındırlık Bakanlığı, ANKARA.
37. ŞANIVAR, Z., 1996, "Ahşap Malzemesi", İstanbul.
38. ŞENKAL, F., 1999, "Geçmişten Günümüze Ahşap Malzemenin Yapılarda Kullanımı", Trakya Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Edirne.
39. SOYGENİŞ, M., 2000, "Yapı 2", Birsen Yayınevi, İstanbul
40. TOKER, R., 1995, "Ahşap Koruma", İstanbul.
41. TOKYAY, V., 1999, "Tutkallı tabakalnmış ahşap teknolojisi nedir?", Yayınlanmamış Makale, www.ahşap.com
42. TSE., 1987, TS 51 Kereste-Ladin ve Köknar Keresteleri – (Genel Amaçlar İçin), TSE, Ankara

43. TÜRK STANDARTLARI 343,1986, “Terimler ve Tanımlar” Ahşap Koruma.
44. ULKAY,S., BALANLI, A., SEZEN, F., PAKDİL, F., ALVER, G., İPEKAR S., AYBERK, G. VE TÜRKER, S., 1992, “Yapı Malzemesi”, YTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
45. VURAL, A., 2000, “Yapılarda Tabakalı Ahşap Kullanımının Türkiye Koşulları Yönünden Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
46. Wijetilleke , L., Karunaratne S.A.R., 1985, “ Air Quality Management, Considerations for Dyapieloping Countries”, WB Technical Paper Number 278, Washington, D.C.
47. WISA YAPI KONTRPLAKLARI., 2000, “RT Katalog”.
48. YENİ RESİMLİ BİLGİ ANSİKLOPEDİSİ, 1980, “Kavak Ağacı”, Cilt:4, İstanbul.

WEB:

- 1-)www.oranmimarlik.com.tr.
- 2-)www.mii.com
- 3-)www.nascorturk.com
- 4-)www.ahşapyapı.com
- 5-)www.ahşap.com

ÖZGEÇMİŞ



Aykut BATUR, 1978 tarihinde Silivri – İstanbul `da doğdu. 1994 yılında Silivri Lisesinden, 1999 yılında Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü`den mezun oldu. 2000 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü`nde Yüksek Lisans eğitimine başladı. Yüksek lisans eğitimi ile birlikte başladığı çalışma hayatı, özel bir şirkette devam etmektedir.

