

T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AHŞAP KONUT ÜRETİM SİSTEMLERİ;
ALMANYA ÖRNEĞİ

Serdar BİLİCİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI
KONYA 2006

**T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AHŞAP KONUT ÜRETİM SİSTEMLERİ;
ALMANYA ÖRNEĞİ**

Serdar BİLİCİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI
KONYA 2006**

**Bu tez 27.06.2006 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından
Oybirliği ile kabul edilmiştir.**

**Yrd. Doç. Dr. İlhan KOÇ
(Danışman)**

**Yrd. Doç. Dr. Ercan H. Oğuzalp
(ÜYE)**

**Yrd. Doç. Dr. Bahtiyar Eroğlu
(ÜYE)**

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AHŞAP KONUT ÜRETİM SİSTEMLERİ; ALMANYA ÖRNEĞİ

Serdar BİLİCİ

**Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Ana Bilim Dalı**

Danışman: Yrd. Doç Dr. İlhan KOÇ

2006, 145 sayfa

Jüri: Yrd. Doç. Dr. İlhan KOÇ

Yrd. Doç. Dr. Ercan H. OĞUZALP

Yrd. Doç. Dr. Bahtiyar EROĞLU

Günümüz yapı sektöründe ahşap, önemli bir mühendislik malzemesi haline gelmekte ve ahşap yapıların üretilme yoğunlukları gelişmiş batılı ülkelerde gittikçe artmaktadır. Teknolojik gelişmeler ile ahşap yapı malzemelerinin karakteristik sorunlarına ve genel anlamda ahşap yapıların sorunlarına çözümler getirilerek zengin tasarım imkanlarıyla beraber ahşap konut üretimi yapılabilmektedir. Kaynağı yenilenebilen bir malzeme olarak ahşabın bilinçli kullanımı ve ormanların gençleştirilmesi, Dünya’da yaşanmakta olan çevre ve enerji sorunlarının çözümüne katkıda bulunmakta ayrıca, doğal dengelerin korunmasını da sağlamaktadır.

Türkiye’deki genel inşaat çevresine farklı bir bakış açısı ve kaynak oluşturması amaçlanan bu çalışmada, ahşap yapı malzemelerinin genel özellikleri, Almanya’da ahşap konut üretiminin durumu ve ahşap konut üretim sistemleri üzerinde durulmaktadır.

Giriş bölümünde, konuya hazırlayıcı bilgiler verilerek çalışmanın amacı, önemi, kapsamı ve faydalanılan kaynaklar açıklanmaktadır.

İkinci bölümde, ahşap yapı malzemelerinin genel özellikleri açıklanarak ahşap malzemelerin yapıdaki davranışları, karakteristiğinden kaynaklanan sorunların nasıl giderilmesi gerektiğine ve ahşap konut üretiminin önemine değinilmektedir.

Üçüncü bölümde, ahşap sektörünün gelişimi, Almanya'daki orman varlığı ve tüketilmesi, Almanya'da ahşap yapı ve konut üretiminin mevcut durumu anlatılmaktadır.

Dördüncü bölümde ise, günümüzde ahşap konut üretiminde kullanılan ana sistemler şekillerle açıklanarak bu sistemlerin faydaları ve sorunları üzerinde durulmaktadır.

Sonuç bölümünde ise, anlatılan bilgiler ışığında bir değerlendirme yapılarak ahşap yapı malzemeleri kullanımının ve ahşap konut üretiminin önemi ve de dikkat edilmesi gereken noktalar açıklandıktan sonra Türkiye açısından önemine değinilmektedir.

Anahtar Kelimeler : Ahşap Malzeme, Ahşap Yapı, Ahşap Konut Üretim Sistemleri, Almanya'da Ahşap Konut Üretimi.

ABSTRACT

Thesis of Master of Science

PRODUCTION SYSTEMS OF TIMBER HOUSING; THE CASE OF GERMANY

Serdar BİLİCİ

**Selçuk University
Institute of Natural and Applied Sciences
Department of Architecture**

Advisor: Asst. Prof. Dr. İlhan KOÇ

2006, 145 pages

Jury: Asst. Prof. Dr. İlhan KOÇ

Asst. Prof. Dr. Ercan H. OĞUZALP

Asst. Prof. Dr. Bahtiyar EROĞLU

Today, timber in building sector is becoming as an important engineering material and the production intensity of timber buildings in the developed countries is increasing. The production of timber housing can be done by means of technological developments together with advanced design facilities by introducing solutions to the problems of timber buildings in general and specifically. The rational usage of timber, as a material whose sources can be renewed, and the renewing of forests contribute the solutions of environment and energy problems observed in the world, and also ensure the preserve the natural balances.

This study, which aims to form a different approach to the general building sector of Turkey and source, comprises the general characteristics of timber building materials, the conditions of the timber housing production in Germany, and also the production systems of timber housing.

In the introduction chapter, the aim of the study, its importance, boundaries and its sources utilised are explained by giving some preparing information.

The second chapter deals with the general characteristics of timber building materials, their performances in buildings, the problems resulting from its character and their solutions, and the importance of timber housing production.

The third chapter introduces the development of timber building sector, the existence and consumption of forest in Germany, and also the timber building and present situation of housing production in Germany.

The fourth chapter, which is the main section of the study, explains the main building systems used in the present timber housing production, their advantages and disadvantages by using several detailed pictures or drawings.

The final chapter concludes the study by evaluating the information given beforehand. In this section the importance of usage of timber building materials and timber housing production, and also some important points in terms of Turkey have been dealt with.

Keywords: Timber Material, Timber Building, Production Systems of Timber Housing, Timber Housing Production in Germany.

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, Almanya’da ahşap konut üretiminin mevcut durumu, ahşap yapı malzemelerinin genel özellikleri ve ahşap konut üretim sistemleri üzerinde durulmaktadır. Çalışma Almanya’da almanca kaynaklar kullanılarak hazırlanmıştır. Bazı almanca terimlerin birebir türkçe karşılıkları bulunamadığından yada tam olarak türkçeye tercüme edilemediğinden, önemli bazı terimler almanca yada latince dillerindeki orjinal halleri ile birlikte verilmiştir.

Bu çalışmayı hazırlamam sırasında, ilgisini hiçbir zaman esirgemeyen, yapıcı eleştirileri ve önerileriyle bana her zaman yön veren ve çalışmanın gelişmesine önemli ölçüde katkıda bulunan danışman hocam Yrd. Doç. Dr. İlhan KOÇ’a şükranlarımı sunarım.

Almanya’daki çalışmalarım boyunca gerek güncel ve sağlıklı kaynaklara ulaşmamda gerekse bu kaynakları değerlendirmemde desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen Almanya’da serbest mimar olarak çalışan Mimar Yusuf ÇOBAN’a teşekkürlerimi sunarım.

Beraber yaşantımızın her safhasında olduğu gibi bu çalışmayı da hazırlamamda teşviğini ve katkısını esirgemeyen, fedakarca desteğini her zaman hissettiğim hayat arkadaşım Nermin BİLİCİ’ye sonsuz teşekkür ederim.

Serdar BİLİCİ

Haziran 2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
ÇİZELGELER LİSTESİ	xiii
SİMGELER	xiv
1.GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Türkiye Açısından Önemi	3
1.2. Çalışmanın Kapsamı	5
1.3. Çalışmada Kullanılan Materyal ve Metot	6
1.4. Kaynak Araştırması	7
2. AHŞAP YAPI MALZEMELERİ VE AHŞAP MALZEME İLE KONUT ÜRETİMİNİN ÖNEMİ	9
2.1. Ahşap Yapı Malzemeleri ve Genel Özellikleri	9
2.1.1. Ağacın yapısı ve ağaç çeşitleri	10
2.1.2. Ahşap yapı malzemelerinin elde edilişi ve çeşitleri	11
2.1.2.1. Doğal ahşap yapı malzemeleri	12
2.1.2.2. Yapay ahşap yapı malzemeleri	13
2.2. Ahşap Yapı Malzemesinde Görülen Genel Sorunlar ve Çözüm Yolları ..	15
2.2.1. Dayanımı	17
2.2.2. Nem yalıtımı	21
2.2.3. Isı yalıtımı	22
2.2.4. Ses yalıtımı	27
2.2.5. Yangın dayanımı	28
2.3. Ahşap Yapı Malzemesi ile Konut Üretiminin Önemi	31
2.3.1. Orman varlığının önemi	32

2.3.2. Ahşap konut üretiminin ekolojik önemi	34
2.3.3. Ahşap konut üretiminin sosyal ve ekonomik önemi	35
2.3.4. Ahşap konut üretiminin insan sağlığı bakımından önemi	37
3. ALMANYA`DA AHŞAP KONUT ÜRETİMİNİN TARİHİ GELİŞİMİ VE BUGÜNKÜ DURUMU	39
3.1. Konut Üretiminde Kullanılan Ana Yapı Malzemeleri ve Yapım Sistemleri	39
3.2. Ahşap Yapı Sektörü ve Tarihi Gelişim Süreci	40
3.3. Ahşap Malzemenin Kaynağı ve Yapı Sektörüne Etkileri	43
3.4. Ahşap Konut Üretimine Bugünkü Durumu	49
4. ALMANYA`DA YAPIDA AHŞAP MALZEMENİN KULLANIMI VE AHŞAP KONUT ÜRETİM SİSTEMLERİ	54
4.1. Ahşap Konut Üretim Sistemlerinin Gelişimi	54
4.2. Günümüzde Uygulanmakta Olan Ahşap Konut Üretim Sistemleri	58
4.2.1. Geleneksel ahşap karkas sistem (Fachwerkkonstruktion)	59
4.2.2. Ahşap blok sistem (Block-Bohlen-Konstruktion)	65
4.2.3. Çift kirişli ahşap iskelet sistem (Zangenkonstruktion)	71
4.2.4. Çift direkli ahşap iskelet sistem (Konstruktion Geteilte Stütze) ...	77
4.2.5. Ahşap kiriş - direk sistem (Konstruktion Träger auf Stütze)	83
4.2.6. Ahşap modüler sistem (Pfosten-Riegel-Konstruktion)	88
4.2.7. Amerikan ahşap balon sistem (Baloon Konstruktion)	94
4.2.8. Amerikan ahşap platform sistem (Platform-Konstruktion)	100
4.2.9. Ahşap çerçeve sistem (Holzrahmen-Konstruktion)	106
5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	113
KAYNAKLAR	117
EKLER	120
ÖZGEÇMİŞ	131

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Norveç olimpiyat salonu	15
Şekil 2.2. Ahşap çerçeve sisteme göre ahşabın strüktürel dayanımı	19
Şekil 2.3. Ahşap yapı için difüzyon ve konveksiyonun şematik gösterimi	22
Şekil 2.4. Ahşap cephe duvarlarının son 30 yıl içindeki gelişimi ve ısı yalıtım yönetmeliğine göre sınırsal ısı geçirgenlik değerleri	24
Şekil 2.5. Ahşap yapı için ısı köprülerinin şematik gösterimi	25
Şekil 2.6. Pasif ahşap konut örneği	26
Şekil 3.1. Bazı Avrupa ülkelerinin mevcut ağaç potansiyeli	44
Şekil 3.2. Almanya'daki ağaç türlerinin ormanlarda kapladıkları alanlar ve kullanılma oranlarına göre yüzdelik payları	45
Şekil 3.3. Avrupa genelinde ve bazı Avrupa ülkelerinde ağaç tüketimine karşılık ağaç üretim oranı	47
Şekil 3.4. Almanya'da genel ahşap ekonomisinin sektörlere göre dağılımı	48
Şekil 3.5. 2003 yılında üretilen müstakil konutlar içinde ahşap konutların Almanya eyaletlerine göre yüzdelik dağılımı	51
Şekil 3.6. Almanya'da 1998 - 2004 yılları arasında yapımı tamamlanan bütün konut yapılarının ve bunlardan ahşap konutların miktarları	52
Şekil 3.7. Almanya'da 1998 - 2004 yılları arasında yapımı tamamlanan konut harici bütün yapıların ve bunlardan ahşap yapıların miktarları	53
Şekil 4.1. Ahşap yapı sistemlerinin tarihsel gelişimi	55
Şekil 4.2. Ahşap yapı sistemlerinin yapısal gelişimi	56
Şekil 4.3. 1999 yılı üretilen ahşap yapılarında yapı çeşitlerine göre uygulanan yapım sistemlerinin yüzdelik oranları	57
Şekil 4.4. Alsfeld belediye binası - Yapım yılı 1512-1516	59
Şekil 4.5. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi	60
Şekil 4.6. Taşıyıcı sistem planı	61
Şekil 4.7. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması	62
Şekil 4.8. Sistem detayı	63
Şekil 4.9. Geleneksel ahşap karkas sisteme örnek konut	64
Şekil 4.10. Ahşap blok sisteme örnek konut	65
Şekil 4.11. Taşıyıcı ve bölücü elemanların üçüncü boyutta gösterimi	66
Şekil 4.12. Taşıyıcı sistem planı	67

Şekil 4.13. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması	68
Şekil 4.14. Sistem detayı	69
Şekil 4.15. Ahşap blok sisteme örnek konut	70
Şekil 4.16. Çift kirişli ahşap iskelet sisteme örnek konut	71
Şekil 4.17. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi	72
Şekil 4.18. Taşıyıcı sistem planı	73
Şekil 4.19. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması	74
Şekil 4.20. Sistem detayı	75
Şekil 4.21. Çift kirişli ahşap iskelet sisteme örnek konut	76
Şekil 4.22. Çift direkli ahşap iskelet sisteme örnek yapı	77
Şekil 4.23. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi	78
Şekil 4.24. Taşıyıcı sistem planı	79
Şekil 4.25. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması	80
Şekil 4.26. Sistem detayı	81
Şekil 4.27. Çift direkli ahşap iskelet sisteme örnek konut	82
Şekil 4.28. Ahşap giriş - direk sisteme örnek konut	83
Şekil 4.29. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi	84
Şekil 4.30. Taşıyıcı sistem planı	85
Şekil 4.31. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması	86
Şekil 4.32. Sistem detayı	87
Şekil 4.33. Ahşap modüler sisteme örnek konut	88
Şekil 4.34. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi	89
Şekil 4.35. Taşıyıcı sistem planı	90
Şekil 4.36. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması	91
Şekil 4.37. Sistem detayı	92
Şekil 4.38. Ahşap modüler sisteme örnek konut	93
Şekil 4.39. Ahşap balon ve platform sisteme örnek konut	94
Şekil 4.40. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi	95
Şekil 4.41. Taşıyıcı sistem planı	96
Şekil 4.42. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması	97
Şekil 4.43. Sistem detayı	98
Şekil 4.44. Ahşap balon ve platform sisteme örnek konut	99

Şekil 4.45. Ahşap platform ve çerçeve sisteme örnek konutlar	100
Şekil 4.46. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi	101
Şekil 4.47. Taşıyıcı sistem planı	102
Şekil 4.48. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması	103
Şekil 4.49. Sistem detayı	104
Şekil 4.50. Ahşap balon ve platform sisteme örnek konut	105
Şekil 4.51. Ahşap panel sistem örnek konut	106
Şekil 4.52. Ahşap çerçeve sisteme örnek konut	107
Şekil 4.53. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi	108
Şekil 4.54. Taşıyıcı sistem planı	109
Şekil 4.55. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması	110
Şekil 4.56. Sistem detayı	111
Şekil 4.57. Ahşap çerçeve sisteme örnek konut	112
Şekil Ek. 1. Geleneksel ahşap karkas sisteme örnek konut	120
Şekil Ek. 2. Ahşap giriş - direk sisteme örnek konut	120
Şekil Ek. 3. Ahşap blok sisteme örnek konut	121
Şekil Ek. 4. Çift girişli ahşap iskelet sisteme örnek konut	122
Şekil Ek. 5. Çift girişli ahşap iskelet sisteme örnek konut	122
Şekil Ek. 6. Ahşap modüler sisteme örnek konut	123
Şekil Ek. 7. Ahşap modüler sisteme örnek konut	124
Şekil Ek. 8. Ahşap panel sisteme örnek konut	124
Şekil Ek. 9. Ahşap panel sisteme örnek konut	125
Şekil Ek. 10. Ahşap çerçeve sisteme örnek konut	125
Şekil Ek. 11. Ahşap çerçeve sisteme örnek konut	126
Şekil Ek. 12. Ahşap çerçeve sisteme örnek konut	126
Şekil Ek. 13. Ahşap çerçeve sisteme örnek konut	127
Şekil Ek. 14. Karma sistemli ahşap konut örneği	127
Şekil Ek. 15. Karma sistemli ahşap konut örneği	128
Şekil Ek. 16. Karma sistemli ahşap yapı örneği	129
Şekil Ek. 17. Karma sistemli ahşap konut örneği	129
Şekil Ek. 18. Pasif ahşap konut örneği	130
Şekil Ek. 19. Norveç olimpiyat salonu	130

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1. Bazı yapı malzemelerinin üretimlerinde kullanılan enerji miktarları ...	12
Çizelge 2.2. DIN 4074'e göre doğal ahşap yapı malzemelerinin kalite sınıfları	13
Çizelge 2.3. Bazı yapı malzemelerinin ısı iletkenlik değerleri	23
Çizelge 2.4. Almanya'da konutların ısıtma için metrekare başına yıllık enerji ihtiyaçları	26
Çizelge 2.5. DIN 4102'e göre yapı malzemelerinin yanma davranış sınıfları	31
Çizelge 2.6. DIN 4102'e göre yapı malzemelerinin yangına dayanım sınıfları	31
Çizelge 3.1. Almanya'da 1983 - 2004 yılları arasında ağaç çeşitlerine göre kesilen ağaçların 1000 m ³ olarak miktarı	46
Çizelge 3.2. Almanya geneli ve eyaletlerinde 2003 yılında yapımı tamamlanan toplam müstakil konut miktarları, ahşap konut miktarları ve ahşap konut oranları	50

SİMGELER

C : (Kohle) Karbon

cm : (Zentimeter) Santimetre

CO₂ : (Kohlendioxid) Karbondioksit

DIN : (Deutsches Institut für Normung) Alman Endüstri Normları

EnEV : (Energieeinsparverordnung) Enerji Tasarruf Yasası - 01.02.2002

km² : (Quadratkilometer) Kilometrekare

kWh/m²a : (Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche in einem Jahr) Yıllık yaşama alanı başına tüketilen enerji miktarı

kWh/t : (Kilowattstunden pro Zeit) Birim zamanda harcanan enerji miktarı

m : (Meter) Metre

m² : (Quadratmeter) Metrekare

m³ : (Kubikmeter) Metreküp

mg/m².saat : Metrekare saat başına miligram emisyonu

PCP : Pentachlorphenol

O₂ : (Sauerstoff) Oksijen

WHO : (World Health Organisation) Dünya Sağlık Örgütü

W/(m.K) : (Watt pro Meter Kelvin) Isı iletkenlik değeri. Bir yapı elemanının iki yüzeyinin sıcaklıkları arasındaki fark 1 °C olduğu zaman, birim zamanda (1 saat), birim alan (1 m²) ve bu alana dik doğrultudaki birim kalınlıktan (1 m) geçen ısı miktarı

W/(m².K) : (Watt pro Quadratmeter Kelvin) Isı geçirgenlik değeri. Bir yapı bileşeninin iki yüzeyinin sıcaklıkları arasındaki fark 1 °C olduğu zaman, birim zamanda (1 saat) d kalınlığındaki (1 m) bu cismin birim alanından (1 m²) yüzeylere dik doğrultuda geçen ısı miktarı

1. GİRİŞ

İnsanoğlu varolduğundan beri korunma ve barınma içgüdüsüne sahip olmuştur. Önceleri sadece doğal mekanları kullanıp çıplak ateşte ısınan insan, düşünme gücünün artışına paralel olarak, içinde yaşayacağı mekanı şekillendirmiş, malzemelerin imkanını da kullanarak kapalı mekan veya mekanlar üretmeye başlamıştır. İlk çağlarda kolay elde edilebilen doğal malzemeler kullanılarak basit ve ilkel yöntemlerle yapılar inşa edilmiş, zaman ilerledikçe ve ihtiyaçlar çoğaldıkça yapılar daha karmaşık hale gelmiş, yapı malzemeleri ve yapım sistemleri gelişip değişmiştir.

Doğal ve geleneksel bir malzeme olarak ahşap, ormanlık bölgeler başta olmak üzere, yapı üretiminde kullanılan temel bir yapı malzemesidir. Özellikle tarımsal dönemin ana malzemelerinden olan ahşaptan konut üretiminde, ayrıca tarım ve hayvancılık için gerekli yapıların inşasında geniş ölçüde yararlanılmıştır. Ahşap, yapılarda taşıyıcı ve tamamlayıcı malzeme olarak kullanılmıştır. Ortaçağ Avrupa'sına bakıldığında yığma ahşap konutların yanında, ahşap iskeletli ve kâgir dolgulu konutların yoğunlukla inşa edildiği görülmektedir. Avrupa'da ahşap konut üretimindeki yoğunluk endüstrileşme dönemine kadar devam etmiş, endüstrileşmeyle beraber bu yoğunluk azalmaya başlamıştır. Geleneksel ahşap yapılarda büyük açıklıkların geçilememesi, ahşap yapı malzemeleri ve ahşap yapılarla ilgili genel önyargıların bulunması da bu süreci hızlandırmıştır. Ahşap konut üretimi yoğunluğundaki düşüş I. Dünya savaşına kadar devam etmiş, I. Dünya savaşı ve II. Dünya savaşı arasında yaşanan ekonomik sıkıntılarla beraber önemli bir gelişme olmamıştır. II. Dünya savaşı sırasında ise yapı ve konut üretiminin tamamıyla durduğu görülmektedir (**Amann ve ark. 1997**). II. Dünya Savaşının ardından mevcut yapı ve konut ihtiyacıyla beraber diğer yapım sistemlerinin yanında o günün şartlarına göre daha basit ve daha ucuz ahşap konut üretimi yapıldığı görülmektedir. Teknik ve ekonomik gelişmeler, üretilen ahşap yapı ve konutları zaman içinde daha kaliteli hale getirmektedir. Kaynağını yenileyebilen doğal bir yapı malzemesi olarak ahşap malzemenin öneminin artmasıyla beraber, özellikle ormanlık bölgeler başta

olmak üzere, ahşap konut üretimi tekrar yaygınlığını kazanmaya başlamıştır. İskandinav ülkeleri başta olmak üzere, Avrupa'da özellikle de son 20 yılda ahşap yapı ve konut üretimi yoğunluğunda bir artış görülmektedir. Diğer taraftan 19. yüzyılda Avrupa'da uygulanan ahşap yapım sistemlerinin Amerika'da geliştirilip yaygınlaştırılmasıyla Kuzey Amerika ülkelerinde çok yoğun bir ahşap konut üretiminin yapıldığı görülmektedir (**Cheret ve ark. 2000**).

Endüstrileşmeyle beraber doğadaki fosil kaynakların ve yan ürünlerin büyük bir hızla tüketilmeye başlanması, bu kaynakların azalmasına, çevre kirliliğine ve doğal dengelerin büyük bir hızla bozulmasına neden olmuştur. Doğal dengelerin bozulması ve çevre kirliliğinin artmasının yanında endüstrileşmenin yapı sektörüne getirdiği bazı yeniliklerin insana ve doğaya verdiği zararlar zaman içinde ortaya çıkmıştır. Bütün bu gelişmelerle beraber kaynağını yenileyebilen doğal kaynaklar ve bu doğal kaynakların kullanımı gündeme gelmiştir. Yapı sektörünün enerji kaynaklarını kullanan büyük bir sektör olması ve insan yaşamını doğrudan etkilemesi, kaynağını yenileyebilen doğal kaynakların yapı sektöründe kullanılmasının önemini arttırmıştır. Kaynağını yenileyebilen doğal kaynaklar arasında geleneksel olarak eskiden beri kullanılan ahşap yapı malzemesinin tekrar yoğun bir şekilde ana yapı malzemesi olarak kullanılması gündeme gelmiştir. Aynı zamanda doğal dengelerin devamı için orman alanlarının ve ağaç potansiyelinin bilinçli kullanımı, ormanların devamı için ormanların gençleştirilmesi önemini arttırmıştır (**Frühwald ve Pohlmann 2002**).

Bütün bu gelişmelerle beraber konut üretim ihtiyacı, toplumların en önemli ihtiyaçlarından biri olarak önemini korumaktadır. Konut üretiminin ülke ekonomisine, istihdama ve kullanılan enerjiye etkisinin yanında, üretilen konutların insan yaşamı için sağlık, kalite, konfor, sağlamlık, ekonomiklik, kullanışlılık, estetik ve konutların ömrü gibi kriterler günümüzde daha da önem kazanmıştır.

Teknolojik gelişmelerle beraber günümüzde ahşap yapı malzemelerinin karakteristiğinden kaynaklanan sorunlara ve genel anlamda ahşap yapıların sorunlarına çözümler getirilebilmesi, ahşap yapı malzemelerinin tamamiyle mühendislik sınırları içinde önemli bir yapı malzemesi olabilmesini sağlamaktadır. Günümüzde ahşap yapı üretiminde uygulanan ahşap yapı üretim sistemlerinin zenginliği ve de ahşap yapı malzemelerinin bilinçli ve yerinde kullanımıyla ortaya

çıkan ahşap yapı ve konutlar, ahşap yapı malzemeleri ve ahşap yapılar hakkındaki önyargıların azalmasına da katkı sağlamaktadır (**Winter ve Kehl 2002**).

1.1. Çalışmanın Amacı ve Türkiye Açısından Önemi

Ana yapı malzemesi olarak ahşap, Türkiye’de Akdeniz, Kuzey Anadolu ve Batı Anadolu gibi ormanlık bölgelerde kullanılmıştır. Selçuklular ve Osmanlılar döneminde anıtsal yapıların büyük bir bölümünün taş malzemedan, konut yapılarının da bölgesel olarak taş ve kerpiç malzemenin yanında ahşap malzemedan inşa edildiği görülmektedir. Osmanlılar döneminde özellikle ormanlık bölgeler başta olmak üzere anonim bir ahşap konut üretim kültürünün geliştiği görülmektedir. Endüstrileşmeyle beraber yeni sistemlerin kullanılmaya başlanması, ahşap konut üretim yoğunluğunu da azaltmaya başlamıştır. Geleneksel ahşap yapılarda büyük açıklıkların geçilememesi ve yanan bir malzeme olarak kabul edilmesi, ahşabın ana bir yapı malzemesi olarak strüktürde kullanılmasını büyük oranda sınırlandırmıştır. Bu süreç içerisinde ahşap yapıların ve bazı karakteristik cephe özelliklerinin betonarmeyle taklit edildiği görülmektedir (**Hasol 1998**). Türkiye’de son 50 yıllık konut üretim sürecine bakıldığında, üretilen konutların büyük bir bölümünün betonarme olduğu görülmektedir. Çok katlı konutların yanında ormanlık bölgelerdeki 1 ve 2 katlı konutlarında ahşap yerine betonarme yada yığma yapım tekniğiyle inşa edildiği görülmektedir. Ahşap, bir yapı malzemesi olarak son yıllarda daha çok çatı konstrüksiyonu, kapı ve pencere doğramaları, döşeme ve duvar kaplamaları gibi tamamlayıcı yapı elemanı olarak kullanılmaktadır.

Türkiye’de ahşap yapı malzemesi ve genel anlamda ahşap yapılar hakkında çeşitli önyargılar bulunmaktadır. Ahşap, yanan bir malzeme olduğu için yapıda strüktür malzemesi olarak tercih edilmemekte, yada ormanların korunmasından, yapılarda daha az ahşap kullanılması ve ağaç kesilmemesi anlaşılmaktadır. Aynı zamanda ahşap yapıların tasarımı, yapımı ve deprem davranışları gibi konular, üniversitelerdeki ilgili bölümler ve inşaat çevresinde çok az yer almaktadır. İmar

yönetmeliklerinde dahi ahşap yapılarla ilgili çok az bölümlerin yer aldığı görülmektedir.

Bunun yanında günümüzde Amerika, Kanada, Avustralya, İskandinav ülkeleri ve bazı Orta Avrupa ülkelerine bakıldığında, ahşap konut üretiminde büyük bir yoğunluk olduğu, yada artan bir yoğunluğun olduğu görülmektedir. Örneğin, Kuzey Amerika ülkelerine bakıldığında gerek eski, gerekse yeni konutlar içinde ahşap konut oranının yaklaşık % 90 olduğu görülmektedir. Bu ülkelerdeki orman alanları ve ağaç potansiyeline bakıldığında ise, ormanların gençleştirilerek doğaya daha faydalı hale getirildikleri, ağaç potansiyelinin arttığı, hatta ahşap malzeme ve yan ürünlerinin ihraç edildiği görülmektedir (**Kuhweide 2000**).

Betonarme yapıların zaman içinde çeşitli sıkıntıları ortaya çıkmıştır. Herşeyden önce, betonarme yapılar karbon emisyonu yüzünden insan sağlığına zararlı olduğu kabul edilmektedir. Betonarme yapı üretiminin yapım esnasındaki sıkıntıları, kalite ve sağlamlığı düşürmekte ayrıca betonarme yapıların ağır yapılar olması, uzun süreli şiddetli depremlere karşı dayanımı zorlaştırmakta ve herhangi bir yıkılma durumunda ağır mal ve can kaybına neden olmaktadır. Nitekim, deprem bölgeleri haritaları incelendiğinde Türkiye'nin % 93'ünün aktif deprem kuşağı üzerinde yer aldığı ve yaşayan nüfusun yaklaşık % 98'inin buralarda yaşadığı görülmektedir (**TMMOB 2000**). Çeşitli aralıklarla yaşanan depremlerde ve özellikle de 1999 Marmara depreminde büyük hasar ve can kaybının ortaya çıkması, üretilen yapıların sağlamlık ve güvenilirlik sorununu açık bir şekilde ortaya çıkarmıştır. Yıkılan ve hasara uğrayan yapıların arasında az sayıda ahşap yapı olmasına rağmen, büyük bir çoğunluğunun betonarme yapı olması ve ağır kayıplara yol açması, betonarme yapıların güvenilirliğini gündeme getirmiştir.

Gelişmekte olan ve nüfusu artan bir ülke olarak Türkiye, konut üretim ihtiyacı büyük bir ülkedir. Devlet Planlama Teşkilatı'nın verilerine göre Türkiye'nin yıllık konut ihtiyacı ortalama 600 bin civarındadır. Yapı sektörünün, kullanılan enerjinin önemli bir bölümünü tüketen bir sektör olmasının yanında, konutların ısıtılması için de çok büyük miktarda enerji tüketilmektedir. Örneğin, 2001 yılında konutların ısıtılması için kullanılan enerji miktarı tüketilen toplam enerjinin % 35'i kadardır. Türkiye'de tüketilen enerjinin yaklaşık % 60'sının ithal edildiği düşünülürse, konut üretiminde kullanılan enerjinin miktarı ve konutlardaki ısı yalıtımı büyük bir önem

kazanmaktadır (DİE 2001). Ayrıca günümüzde üretilen konutların insan yaşamı için sağlık, konfor, kalite, sağlamlık, ekonomiklik, kullanışlılık ve estetik noktalarında taleplere cevap vermesi gerekmektedir.

Ahşap yapı malzemesi, kaynağını yenileyebilen doğal bir yapı malzemesidir. Ahşap malzemelerin bilinçli ve daha çok kullanımıyla ormanlar gençleştirilmekte ve ormanların doğa ve insanlara faydaları arttırılmaktadır. Ahşap malzemelerin gerek üretiminde, gerekse kullanımında diğer malzemelere göre daha az enerji gerektirmesi, fosil enerji kaynaklarının kullanımını ve dolayısıyla çevre kirliliğini azaltmaktadır. Günümüzde üretilen modern ahşap konutların, ahşap yapı malzemesinin ve ahşap yapıların sorunlarına çözüm getirecek şekilde üretilmesi, yeterli ısı yalıtımının yapılabilmesi ve de zengin tasarlama imkanlarıyla her türlü ihtiyaç ve soruna göre çözüm yapılabilmesi bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada gelişmiş bir Orta Avrupa ülkesi olarak Almanya'daki ahşap konut üretiminin mevcut durumu, ahşap yapı malzemelerinin genel özellikleri ve ahşap konut üretim sistemleri incelenerek, uzun yıllardır konut üretiminde ana malzeme olarak kullanılmayan ahşap yapı malzemesinin ve modern ahşap konutların, Türkiye'deki üniversitelerin ilgili bölümlerine, mimarlara, inşaat mühendislerine ve genel anlamda yapı sektörü çevresine farklı bir bakış açısı ve kaynak oluşturması amaçlanmaktadır.

1.2. Çalışmanın Kapsamı

Türkiye'de yaklaşık son 50 yıllık konut üretim sürecine bakıldığında, üretilen konutların büyük bir bölümünün betonarme oldukları ve ahşap konutların çok az üretildikleri görülmektedir. Ahşap, yapı malzemesi olarak son yıllarda daha çok çatı konstrüksiyonu, kapı ve pencere doğramaları, döşeme ve duvar kaplamaları gibi tamamlayıcı eleman olarak kullanılmaktadır. Ahşap yapı malzemeleri ve ahşap yapılar hakkında çeşitli önyargılar bulunmakta ve ahşap, ana taşıyıcı yapı malzemesi olarak genelde kullanılmamaktadır.

Gelişmiş Batı Ülkelerine bakıldığında ise, yoğun bir ahşap konut üretiminin olduğu görülmektedir. Ayrıca günümüzde üretilen modern ahşap konutlar, ahşap yapı malzemesinin ve genel anlamda ahşap yapıların sorunlarına çözüm getirecek şekilde üretilebilmekte, yeterli ısı yalıtımı ve de zengin tasarlama imkanlarıyla her türlü ihtiyaç ve soruna göre çözüm yapılabilir. Bu nedenle, Almanya'daki ahşap konut üretiminin mevcut genel durumu üzerinde durulmakta, ahşap yapı malzemelerinin genel özellikleri ve ahşap konut üretiminde kullanılmakta olan ana yapı sistemleri hakkında detaylı bilgi verilmeye çalışılmaktadır.

1.3. Çalışmada Kullanılan Materyal ve Metot

Almanya'daki ahşap konut üretiminin durumu, ahşap yapı malzemelerinin genel özellikleri ve ahşap konut üretim sistemleri hakkında olan bu çalışma Almanya'da hazırlanmıştır. Çalışma literatür ve fiziki incelemeler yoluyla yapılmıştır. Araştırma, Almanya'daki mevcut kütüphanelerdeki akademik kaynaklar, üniversitelerdeki ilgili bölümler, ahşap yapı ve konut üretimi yapan çeşitli inşaat şirketleri ve de orman politikaları, ahşap yapı malzemeleri, ahşap yapılar hakkında araştırma yapan resmi ve özel kuruluşlar, istatistik kuruluşları ve ilgili web siteleri çerçevesinde sürdürülmüştür.

Almanya'da ahşap konut üretimi yapmakta olan çeşitli inşaat şirketleri mevcuttur. Bu şirketlerin bazılarıyla temasa girilerek konuyla ilgili mevcut uygulama, örnek ve kaynaklardan faydalanılmıştır. Özellikle bazı ahşap konut üretimi yapan inşaat şirketlerinin beraber çalıştıkları ve ilişkide oldukları, orman politikaları, ahşap yapı malzemeleri ve ahşap yapılar hakkında araştırma yapan resmi ve özel kuruluşların güncel kaynaklarından ve araştırma sonuçlarından faydalanılmıştır. Bu kapsamda bu kuruluşlarla beraber çalışan ve istatistik hazırlayan kuruluşların da kaynaklarından ve araştırma sonuçlarından faydalanılmıştır. Bu kaynakların yardımı ile ahşap yapı üretiminin Almanya'daki mevcut durumu, ahşap

yapı malzemelerinin genel özellikleri ve ahşap konut üretim sistemleri hakkında detaylı, güncel ve sağlıklı bilgilere ulaşılmıştır.

1.4. Kaynak Araştırması

Bu çalışmanın hazırlanmasında faydalanılan kaynakların önemli bir bölümünü oluşturan yayınlar, Almanya'daki orman ve ahşap politikası, ahşap yapı malzemeleri ve ahşap yapılar hakkında araştırmalar yapan resmi ve özel kuruluşlar ve de istatistik kuruluşları ve web sitelerinden oluşmaktadır. Bu yayınların genel içeriği, Almanya'da orman varlığı ve orman politikaları, ahşap malzeme ve yan ürünlerin elde edilmesi, ahşap yapı malzemelerinin genel özellikleri, sorunları ve çözümleri, uygulanmakta olan ahşap yapım sistemleri ve yeni teknikler, ahşap yapı üretiminin önemi, ahşap yapı ve konut üretiminin mevcut durumu gibi konulardan oluşmaktadır. Bu kuruluşlar:

- Arbeitsgemeinschaft Holz e. V., Düsseldorf.
- Bund Deutscher Zimmermeister, Berlin.
- Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, München.
- Deutscher Holzwirtschaftsrat, Bonn.
- Forst und Holz Marktbilanz, ZMP, Bonn.
- HeinzeMarktforschung, Celle.
- HOLZABSATZFONDS, Absatzförderung der deutschen Forst- und Holzwirtschaft, Bonn.
- Informationsdienst Holz, München.
- Statistisches Bundesamt Deutschland, Wiesbaden.

Almanya'da ahşap konut üretimi yapmakta olan çeşitli inşaat şirketleri mevcuttur. Bu şirketlerin bazılarıyla temasa girilerek konuyla ilgili mevcut uygulama, örnek ve kaynaklardan faydalanılmıştır. Bu şirketlerin başlıcaları:

- Arche naturhaus GmbH, Borkwalde.
- Familyhouse - Zimmerei Gremmelspacher, St. Peter.

Bu çalışmanın temel konusunu oluşturan, konut üretiminde kullanılmakta olan ahşap konut üretim sistemleri ve ahşap yapı malzemelerinin genel özellikleri ile ilgili bilgilere ulaşılmasında kullanılan kaynakların önemli bir bölümü Almanya'daki mevcut kütüphanelerde bulunan akademik yayınlardır. Bu kaynakların en önemlileri, **Pfeifer, G., Liebers, A. ve Reiners, H.**'nin ortaklaşa hazırladıkları 'Der Neue Holzbau' ve **Herzog, T., Notterer, S., Schweizer, R., Volz, M. ve Winter, W.**'nin ortaklaşa hazırladıkları 'Holzbau Atlas' dır. Bu eserler genel anlamda ahşap yapı malzemesinin elde edilişinde kullanılan ağaç çeşitlerini, ahşap yapı malzemelerinin elde edilişini ve genel özelliklerini, ahşap yapı malzemelerinin yapıda kullanım durumlarını, yapı elemanlarının birleşim tekniklerini, ahşap yapım sistemlerinin gelişimini, özelliklerini, teknik çizimlerini, ahşap yapılarla ilgili detayları ve dünyada uygulanmış önemli ahşap yapı örneklerini incelemektedir.

Yukarıdaki kaynakların yanı sıra, ayrıca **Bauer, H. ve Böckler, P.**'nin ortaklaşa hazırladıkları 'Holzhäuser - attraktiv und individuell', **Dworschak, G. ve Wenke, A.**'nin ortaklaşa hazırladıkları 'Holz id Wohnhäuser' ve **Graf, A.**'nin hazırladığı 'Neue Passivhäuser' eserlerinden de yoğunlukla faydalanılmıştır. Bu kaynaklarda ise genel anlamda uygulanmış ahşap konut örnekleri sunularak ahşap konutların kendine has estetiğinin, planlama zenginliklerinin ve öneminin üzerinde durulmaktadır. Bu eserlerde ahşap konutların çekiciliği ve faydaları ön plana çıkarılmaktadır.

2. AHŞAP YAPI MALZEMELERİ VE AHŞAP MALZEME İLE KONUT ÜRETİMİNİN ÖNEMİ

2.1. Ahşap Yapı Malzemeleri ve Genel Özellikleri

Ahşap, yapı üretiminde malzemenin kullanılmaya başlanmasıyla kullanılagelen geleneksel bir yapı malzemesidir. Geleneksel süreçte bölgesel bir yapı malzemesi olarak kullanılan ahşap, günümüzde kullanılan diğer yapı malzemeleri ve enerji kaynaklarının yanında, genel yapı sektörü içinde teknolojik gelişmelerle beraber kaynağını yenileyebilen doğal bir mühendislik malzemesi olarak önemini her zaman biraz daha arttırmaktadır (**Winter ve Kehl 2002**).

Ahşap yapı malzemeleri genel anlamda, ağaçların kesilmesi, kurutulması ve işlenmesiyle elde edilmektedir. Kullanılan ağacın yapısı ve özellikleri ahşap malzemenin genel özelliklerini belirlemektedir. Kesilen ağaçların, kullanılacak ortam ve üstlenilecek göreve göre kurutulup işlenmesiyle de ahşap, bir yapı malzemesi olarak bulundurması gerekli bütün özelliklere sahip olmaktadır. Doğada bir çok ağaç çeşidi vardır ve her ağaç kendisine has özelliklere sahiptir. Ağaçlardaki bu çeşitlilik farklı ağaç çeşitlerinden elde edilen ahşap yapı malzemelerine de yansımakta böylelikle ahşap malzemeler; yoğunlukları, mukavemetleri, dayanımları, termal özellikleri, elektriksel özellikleri, akustik özellikleri, fiziki görünüşleri, dokuları, kokuları, ağırlıkları ve sertlikleri gibi temel özelliklerde birbirlerinden farklılıklar göstermektedirler. Ayrıca üretilen ahşap malzemeler, kullanılan ağaçların yetiştirme ortamı, imalat kalitesi, lif ve budak durumları, malzeme hataları, yıl halkalarının genişlikleri, eğrilik hataları, çürük, çatlak, kurt yeniği ve oyukluk durumlarına göre de farklılıklar göstermekte ve çeşitli kalite sınıflarına ayrılabilirler. Bütün bunlardan dolayı ağaç çeşitleri ve yapılarının iyi tanınması, yapı üretiminde kullanılacak ahşap elemanların özellikleri, yapıda üstleneceği görev, kullanılacağı ortamın şartları ve tasarlanan hizmet ömrüne göre seçilip hazırlanması gerekmektedir (**Herzog ve ark. 2003**).

2.1.1. Ağacın yapısı ve ağaç çeşitleri

Ağaç canlı bir organizma olup kök, gövde ve dallardan oluşur. Ağaç gövdesinin çap kesiti incelendiğinde, ağacın fiziki yapısı merkezden dışa doğru; öz ve öz ışınları, odun ve yıl halkaları, kambiyum, iç kabuk ve dış kabuktan oluşmaktadır. Ağaç hücreleri ince, uzun ve içleri boş borucuklar şeklinde olup bunlara lif denir. Ağaç kimyasal olarak, % 40-50 oranında selüloz, % 20-30 oranında hemiselüloz, % 20-30 oranında lignin ve az oranlarda albumin, eteri yağlar, karbonhidrat, mineral tuz, mum, reçine, tanen ve renk veren maddelerden oluşmaktadır. Bu kimyasal maddelerden ağacın büyük bir bölümünü oluşturan selüloz ve lignin, ağaca mukavemetini veren ana maddelerdir (**Herzog ve ark. 2003**).

Doğada yaklaşık 40.000 tane ağaç türü bulunmaktadır. Bunların yaklaşık 600 çeşitinden günümüzde ahşap elde edilmektedir. Ağaç türleri; renkleri, dokuları, sertlikleri, taşıma kabiliyetleri, dayanıklılıkları, boya tutma kabiliyetleri, kurutulma kolaylıkları ve lif düzgünlükleriyle birbirinden ayrılırlar. Ahşap elde edilişinde kullanılan ağaç türleri, iğne yapraklılar ve geniş yapraklılar olmak üzere ikiye ayrılırlar. İğne yapraklı ağaçlar yapraklarını dökmeyen ve tek hücre tipine sahip ağaçlardır. Tek hücre tipi yönetme, depolama ve besi öz suyunu iletme özelliğine sahiptir. İğne yapraklı ağaçlara örnek olarak ardıç, çamlar, köknar ve ladin verilebilir. Geniş yapraklı ağaçlar, yapraklarını döken ve üç ayrı hücre tipine sahip ağaçlardır. Bu hücreler yönetici ana hücreler, depolayıcı hücreler ve besi öz suyunu iletici hücrelerdir. Bundan dolayı geniş yapraklı ağaçlar istisnalar olmasına rağmen iğne yapraklı ağaçlara göre daha yoğun ve daha serttirler. Bu ağaçlara örnek olarak; dişbudak, gürgen, kayın, kavak ve kiraz verilebilir (**Pfeifer ve ark. 1998**).

Ağaçlar yapılarına göre farklı sertlik dereceleri göstermektedirler. Genel olarak çabuk yetişen ağaçlar gevşek dokulu, hafif ve yumuşak olmaktadır. Yavaş yetişen ağaçlar ise sıkı dokulu, ağır ve sert olmaktadır. Bundan dolayı ağaçlar; sert ağaçlar, orta sert ağaçlar ve yumuşak ağaçlar olarak ta üç gruba ayrılırlar:

- Sert ağaçlar: Akçaağaç, dişbudak, kayın, meşe
- Orta sert ağaçlar: Çamlar, karaağaç, kestane
- Yumuşak ağaçlar: Kavak, kıızılağaç, kiraz, ladin (**Herzog ve ark. 2003**)

2.1.2. Ahşap yapı malzemelerinin elde edilişi ve çeşitleri

Ahşap yapı malzemelerinin elde edilişinde ilk aşama, kullanım amaçlarına göre ağaçların belirlenmesi ve kesimidir. Ağaç kesimi, ağaç içerisinde en az besi öz suyu bulunduğu dönemde yapılmalıdır. Bu dönem ise büyüme fazının sona erdiği sonbahar ve kış aylarıdır. Almanya`da ağaç kesimi için en uygun zaman Eylül ve Ekim aylarıdır (**Winter ve Kehl 2002**).

Doğru zamanda kesilen bir ağacın nem oranı yaklaşık % 60`dır. Yapıda kullanılacak ahşap kurutularak kullanılmalıdır. Yüksel nemlilik malzemenin sağlamlığını düşürmekte ve nem oranı değişimi ise boyut düzgünlüğüne etki etmektedir. Bunun yanında, nemli ahşap böcek ve mantar tehlikesi ile çürüme riski taşımaktadır. Bütün bunlardan dolayı ahşabın kullanılmadan önce kurutulması gerekmektedir. Kurutulan ahşapta lif doyma noktası yani % 30 nem oranına kadar hacimde azalma olmaz. % 30 nem oranının altında ise hacim küçülmeye başlar. Açık havada kullanılacak ahşap elemanlar % 15-18 nem oranına kadar, ısıtılan iç mekanlarda kullanılacak ahşap elemanlar % 9-12 nem oranına kadar kurutulmalıdır. Daha düşük nem oranlarında ahşapta yarık ve çatlaklar oluşacağından daha fazla kurutulma yapılmaz (**Pfeifer ve ark. 1998**).

Yapı üretiminde kullanılan ahşap malzemeler, karakteristik özellikleri değiştirilmeden doğadan elde edildiği gibi doğal ahşap malzeme ve karakteristik özellikleri geliştirilerek kullanım amacına yönelik farklı boyut ve özelliklerde üretilerek kullanılan yapay ahşap malzeme olarak iki farklı şekilde elde edilmekte ve kullanılmaktadırlar. Ahşap yapı elemanlarının üretimi genel olarak diğer yapı malzemelerinden daha basittir. Ahşap yapı elemanlarının üretimi aşamasında gereken enerji, diğer yapı elemanlarıyla karşılaştırıldığında çok azdır. Bu da ahşap yapıların üretiminde özellikle de kaba yapı üretimlerinde büyük miktarlarda enerji tasarrufu sağlamaktadır (**Çizelge 2.1**).

Çizelge 2.1. Bazı yapı malzemelerinin üretimlerinde kullanılan enerji miktarları
(Dworschak ve Wenke 1998)

Yapı malzemesi	Üretim için birim zamanda kullanılan enerji miktarı (kWh/t)
Ahşap	5 - 7,5
Normal beton	250 - 300
Yığma yapı tuğlası	450
Gazbeton	750
Çimento	1 000
Cam	6 000
Aluminyum	72 000

2.1.2.1. Doğal ahşap yapı malzemeleri

Ağacın kesilmesi, kurutulması ve biçilmesiyle elde edilen ve başka işleme girmeden yapıda doğal olarak kullanılan ahşaba doğal ahşap yada masif ahşap denilmektedir. Doğal ahşap yapıda genel olarak, taşıyıcı, bölücü, kaplama, kalıp ve doğrama elemanı olarak kullanılmaktadır. Taşıyıcı olarak kullanılan doğal ahşap malzemelerin boyutları sınırlıdır. Doğal ahşap taşıyıcı elemanlarla 5 m'nin üzerindeki açıklıkların geçilmesinde sorunlar yaşanmaktadır. Ahşap elemanların yapıdaki uygulamaları çivi, bulon, tutkal, geçme ve son dönemlerde yaygınlaşan çelik bağlantı elemanları ile yapılmaktadır (**Winter ve Kehl 2002**).

Ağacın kesilip kabuğu soyularak kurutulan ve biçilmeye hazır yuvarlak kesitli ahşap malzemeye tomruk denir. Ahşap malzemeler yapıda hem tomruk hem de kullanılacak yere göre çeşitli ölçülerde biçilerek kullanılabilir. Tomruklar doğal lif doğrultularına zarar verilmediği için kesit olarak yüksek dayanıma sahiptir. Tomruklar genel olarak iskele yapısı ve köprüler gibi büyük yapılarda destek, direk, kazık ve payanda olarak kullanılmaktadır. Tomruklardan kullanım yerlerine göre

çeşitli ölçülerde biçilerek elde edilen ahşap elemanlar ise yapıda, dikme, kiriş, kadron, kalas, lata, tahta ve çıta olarak kullanılmaktadır (**Herzog ve ark. 2003**).

Yapıda kullanılan doğal ahşap malzemeler çeşitli kalite sınıflarına ayrılırlar. Böylelikle ahşap malzemelerin taşıma kabiliyetleri ve de dayanımları derecelendirilmektedir. Bu sınıflandırma, ağaç ve imalat kaliteleri, lif ve budak durumları, izin verilen malzeme hataları, yıl halkalarının genişlikleri, eğrilik hataları, çürük, çatlak, kurt yeniği ve oyukluk durumları dikkate alınarak yapılmaktadır. DIN (Alman Endüstri Normları) 4074'e göre doğal ahşap malzemeler üç farklı kalite sınıfına ayrılırlar (**Çizelge 2.2**).

Çizelge 2.2. DIN 4074'e göre doğal ahşap yapı malzemelerinin kalite sınıfları

Kalite sınıfı	Özelliği
I. Kalite	Yüksek taşıma kabiliyetli yapı ahşabı
II. Kalite	Normal taşıma kabiliyetli yapı ahşabı
III. Kalite	Az taşıma kabiliyetli yapı ahşabı

2.1.2.2. Yapay ahşap yapı malzemeleri

Yapıda kullanılacak ahşap malzemelerin dayanımlarını arttırmak, kullanım şeklini ve sınırlarını genişletmek için yapay ahşap malzemeler üretilmektedir. Özellikle teknolojinin gelişimi, günümüzde kullanım amacına yönelik üstün nitelikli yapay ahşap elemanların üretimini sağlamaktadır. Yapay ahşap üretiminde, ahşap elemanların karakteristik özellikleri geliştirildiği gibi, özellikleri ve boyutları bakımından yapıda kullanılmaya elverişli olmayan artık (işe yaramaz) elemanlar da değerlendirilmiş olmaktadır. Ayrıca ahşabın hizmet ömrü uzatılarak ormanlara daha az baskı yapılması sağlanmaktadır (**Winter ve Kehl 2002**).

Ahşap malzemelerin özelliklerini geliştirmek ve ömrünü uzatmak için genellikle ahşap malzeme emprenye edilmektedir. Emprenye çeşitli uygulama metotlarıyla koruyucu kimyasal maddelerin ahşap malzemeye emdirilmesidir. Emprenye edilmiş ahşap malzemenin bünyesi yoğunlaştırılmakta ve homojenliği sağlanmaktadır. Böylelikle ahşap yapı malzemelerinin mukavemet değerleri, ısı, nem ve elektrik geçirimsizlik değerleri, mikroorganizmalara ve yangına karşı dayanıklılıkları arttırılmış olmaktadır. Ancak ahşap malzemenin kullanım yerine göre ağaç türü, emprenye maddesi ve emprenye metodunun iyi ayarlanması gerekmektedir (**Kuhweide 2000**).

Yapay ahşap malzemeler yapıda taşıyıcı, bölücü, kaplama, kalıp, pano, ısı ve ses tutucu, mobilya ve dekorasyon malzemesi olarak kullanılmaktadır. Yapay ahşap malzemeler üretimlerine göre; kaplama levhalar, kontrplaklar, kontrtablalar, odun levhalar ve prese ahşap elemanlar olarak sınıflandırılmaktadırlar. Günümüzde taşıyıcı elemanlar laminasyon yöntemiyle üretilmekte ve statik olarak önemli ölçülere ulaşılabilinmektedir. Laminasyon, aynı veya farklı malzemedan iki veya daha fazla tabakanın birbirine yapıştırılmasıyla üstün özelliklerde malzeme elde edilmesidir. Örneğin, 40 m uzunluğunda kiriş elde etmek mümkündür. Yalnız bu tür üretimlerde yapay ahşap elemanların boyutları yanında, üretimi yapan makinelerin ölçüleri ve ahşap elemanların nakliye imkanlarının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Taşıyıcı yapay elemanlarda standart uzunluk yaklaşık 8 m kadardır. 10 m'nin üzerindeki uzunluklarda yüksek maliyet ve nakliye problemlerinin yanında normal tesislerden daha büyük tesislere ihtiyaç duyulmaktadır. Kesit genişliği olarak çatlama tehlikesinden dolayı 26 cm'nin üzerindeki ölçüler kullanılmamaktadır (**Pfeifer ve ark. 1998**). Taşıyıcı yapay elemanlar statik olarak büyük açıklıklara uygun boyutlarda ve yüksek mukavemetli olarak üretilebilmektedir. Bu boyutlar ve özellikler doğal ahşap malzemelerin mimari ve statik kısıtlamalarını ortadan kaldırmaktadır. Modern bağlantı elemanlarının da kullanılmasıyla beraber 6 kata kadar ahşap yapılar üretilebilmekte ve büyük açıklıklar direksiz geçilebilmektedir (**Şekil 2.1**). Günümüzde çelik ve betonarme yapıların etkili bir yangın durumunda kısa sürede deforme olmasından dolayı, kalabalık insan toplulukları tarafından kullanılacak spor salonu gibi büyük yapılarda taşıyıcı yapay ahşap elemanlar tercih edilebilmektedir (**Cheret ve ark. 2000**).



Şekil 2.1. Norveç olimpiyat salonu (Stungo 1998)

2.2. Ahşap Yapı Malzemesinde Görülen Genel Sorunlar ve Çözüm Yolları

Ahşap canlı bir malzeme olup kimyasal olarak organik bileşiklerden oluşmaktadır. Bu organik bileşikler nedeniyle ahşap hammaddesinin dayanıklılığı, ağacın genetik yapısının ve yetiştiği çevre şartlarının etkisiyle değişiklikler göstermektedir. Yapı üretimi için kullanılan ahşap malzemelerin doğal yapısından kaynaklanan çeşitli sorunları bulunmaktadır. Bu sorunlar genel olarak; yüksek nemlilikte mantar yada böcek tahribatına uğrayabilmesi ve mukavemetin düşmesi, nem oranı değişikliğinde boyut değişimi ve boyut değişikliğinin her doğrultuda aynı

olmaması, yanabilen bir malzeme olması, güneş, rüzgar ve yağmur gibi dış etkilere etkilenmesidir (**Winter ve Kehl 2002**).

Ahşap malzemenin nem oranı bulunduğu ortamdaki nem oranı ile dengeye ulaşmaya çalışır. Ahşabın ihtiva ettiği nem oranı artarsa hacmi de artar, nem oranı azalır hacmi de azalır. Buna ahşabın çalışması da denir. Ahşap malzemenin nem oranının % 30'un altında bulunduğu durumlarda nem artışında şişme, nem azalmasında çekme olur. Ayrıca, ahşap anizotrop bir malzeme olduğundan ahşabın çalışması her yönde aynı değildir. Liflere paralel yönde hacim değişikliği az, liflere dik yönde hacim değişikliği çoktur. Bundan dolayı ahşap elemanların kullanımında hacim oranlarına ve birleşimlerine dikkat edilmelidir. Ahşap elemanların kullanıldığı ortamda, ışık, sıcaklık ve rutubet gibi çevre şartları tahribata ortam hazırlayabilir. Ayrıca, güneşin etkisiyle ahşabın rengi solup grileşebilir, yağmurun da etkisiyle çatlama olabilir (**Lewitzki ve Schulze 1999**).

Uzun süre rutubetli şartlarda bırakılan ahşap malzemede biyolojik bozulmaya neden olan en önemli organizmalardan biri mantarlardır. Mantarlar hafif renklenmeden yapının tam anlamıyla tahribatına kadar zarar verebilirler. Bu mantarların sporları havada ve toprakta bulunduğu için bunlardan sakınmak mümkün değildir. Mantar sporları rutubetli ahşap malzemeyle temas ettiğinde hemen çimlenip ahşap içerisinde hızla yayılabilen küfleri geliştirerek ahşabı besin maddesi olarak kullanmaya başlarlar. Mantarların faaliyeti ilerledikçe ahşap çözünür, mukavemetini kaybeder, ya esmer renkli ve çatlaklı bir hal alır ya da beyazlaşarak yumuşar ve lif lif ayrılabilen bir kütle haline gelir. Ahşabı tahrip eden organizmalardan bir diğeri ise böceklerdir. Böceklerden bazıları ahşabı besin kaynağı olarak kullanırken bazıları da barınak olarak kullanırlar (**Lewitzki ve Schulze 1999**).

Biyolojik tahribatın başlayıp devam edebilmesi için bu organizmaların temel ihtiyaçları olan oksijen, rutubet, sıcaklık ve besin kaynağının bulunması gerekmektedir. Ahşap malzemenin yapısından ve kullanıldığı ortamın şartlarından dolayı bu organizmalar için gerekli olan besin kaynağı, oksijen ve sıcaklık sağlanmaktadır. Mantarların çoğu rutubet oranı % 30-80 olan ortamlarda gelişmelerini en iyi sürdürdüklerinden dolayı zararlı mikroorganizmalara karşı, yapıda kullanılacak ahşap elemanların kurutulup rutubet oranının devamlı olarak % 20'nin altında tutulması gerekmektedir (**Winter ve Kehl 2002**).

2.2.1. Dayanımı

Yapıda kullanılacak ahşap elemanların çalışmasının önlenmesi, biyolojik tahribata uğramasının önlenmesi ve hizmet ömrünün devamı gibi her türlü dış etkiye karşı gösterdiği direnme gücü ahşabın dayanımıdır. Ahşabın dayanımı yapısal, strüktürel ve kimyasal olmak üzere üç şekildedir (**Winter ve Kehl 2002**).

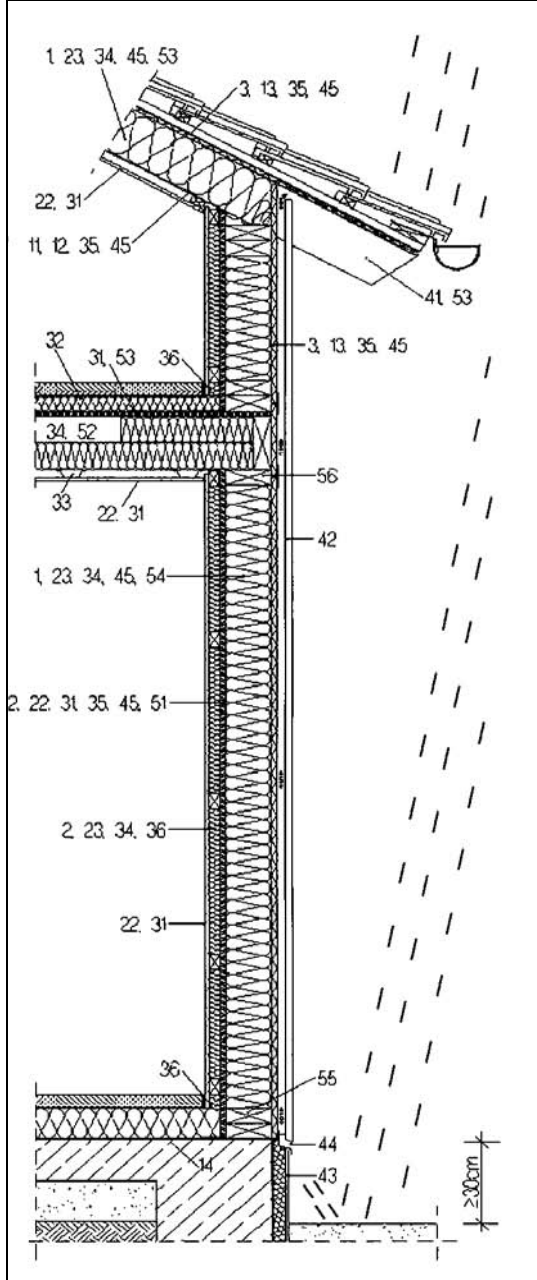
a) Ahşabın yapısal dayanımı :

Ahşabın yapısal dayanımı, yapıda kullanılacak ahşap elemanların, özellikleri, yapıda üstleneceği görev, kullanılacağı ortamın şartları ve tasarlanan hizmet ömrüne göre seçilip hazırlanmasıdır. Nitekim ahşap yapı üretiminde kurutulmuş ve işlenmiş ahşap malzemelerin kullanılmasıyla, ahşap yapı bu korumayı başlangıçta sunmaktadır. Açık havada kullanılacak ahşap elemanlar % 15-18 nem oranına kadar, ısıtılan iç mekanlarda kullanılacak ahşap elemanlar ise % 9-12 nem oranına kadar kurutulmalıdır. Ahşabın yapısal dayanımında en önemli nokta kullanım amacına göre ağaç seçimidir. Bazı ağaçlar yapılarında bulunan tanen, reçine ve zehirli maddelerden dolayı biyolojik tahribata ve değişik hava şartlarına karşı doğal olarak dayanıklıdır. Bundan dolayı çürüme riski olan yada taşıyıcı ve destekleyici olarak kullanılan ahşap elemanların meşe ağacı, kestane ağacı gibi doğal dayanıklı türlerden seçilmesi gerekmektedir (**Winter ve Kehl 2002**).

b) Ahşabın strüktürel dayanımı :

Ahşabın strüktürel dayanımı, yapıda kullanılacak ahşap elemanların özellikle dış hava ve rutubetin zararlı etkilerinden korunması için uygulanması gereken yöntemlerdir. Bu korumanın esası iyi bir nem yalıtımı ve bir nemlenme durumunda ahşap elemanların kuruması için geliştirilen detaylara dayanmaktadır. Bu strüktürel detaylar şöyle sıralanabilir:

- Temel, çatı ve cephelerde nem yalıtım malzemelerinin uygulanması
- Cephelerin dayanıklı kaplama malzemeleriyle kaplanması
- Yoğunlaşma suyunun oluşmasını önlemek ve hava sirkülasyonunu sağlamak amacıyla kaplama elemanlarının arkasında boşluk bırakılması
- Yoğunlaşma suyu oluşumu riski olan bölgelerde ahşap elemanların dışına yatay akıtma oyukları açılması
- Cephelerde damlalık yapılması
- Cephelerde yerden sıçrayan yağın yağmur suyu yalıtımı yapılması
- Cepheleri yağmur suyundan korumak için geniş saçaklar yapılması
- Yağmur suyunun hızlı akması için çatı eğiminin yüksek olması
- Isı köprülerinin yeterli yalıtılması
- Soğuk su tesisat borularının yalıtılması
- İç mekanların yeterli ısıtılması ve havalandırılması
- Yapı temelini taş veya betonarme yapıp su basman seviyesinin yerden en az 30 cm yüksek yapılması (**Şekil 2.2**)



Isı yalıtımı

1. Duvar ve çatıda ana yalıtım
2. İç cephede ek yalıtım
3. Dış cephede ek yalıtım
4. Isı köprüsü yalıtımı

Nem yalıtımı

11. Hava kesici tabaka
12. Buhar kesici tabaka
13. Rüzgar kesici tabaka
14. Yükselen nemi kesici tabaka

Yangın dayanımı

22. Yanıcı olmayan üst tabaka
23. Tam yalıtımlı sistem

Ses yalıtımı

31. Ses yumuşatıcı
32. Adım sesi yalıtımı
33. Tabakaların birbirinden ayrılması
34. Boşluk ile yalıtım
35. Hava sesi kesici tabaka
36. Ses köprüsü yalıtımı

Ahşap dayanımı

41. Saçak
42. Cepheye yağmur suyu yalıtımı
43. Cepheye yerden sıçrayan su yalıtımı
44. Damlalık
45. Bütün sistemi kaplayan tabaka

Taşıyıcı sistem

51. Taşıyıcıları birbirine bağlayan kaplama
52. Döşeme kirişi
53. Mertek
54. Direk
55. Taban
56. Başlık

Şekil 2.2. Ahşap çerçeve sisteme göre ahşabın strüktürel dayanımı (Wagner 2004)

c) Ahşabın kimyasal dayanımı :

Ahşabın kimyasal dayanımı, ahşabı zararlı mantar ve böceklerden korumak, dayanımını ve hizmet ömrünü arttırmak amacıyla çeşitli kimyasal maddelerin ahşabın bünyesine emdirilmesi veya dış yüzeyine sürülmesi işlemidir. Bu işlemle ahşap elemanlar daha dayanıklı olmakta, sağlamlığı ve direnci değişmeden daha uzun yıllar hizmet vermektedir. Ahşabın kimyasal dayanımı yüksek bir teknoloji olup ahşap elemanların kullanılacağı ortam ve hizmet ömrüne göre, ağacın türü, kullanılacak kimyasal maddeler ve uygulama metodu kombinasyonun iyi ayarlanması gerekmektedir.

Ahşabın kimyasal dayanımında kullanılan kimyasal maddelerin insan sağlığına ve çevreye verdiği zararlardan dolayı ahşabın kimyasal korunumunun kullanılması sınırlandırılmıştır. Almanya'da DIN 68 800'e göre ahşabın kimyasal dayanımı iç mekan hava kalitesi şartlarına bağlıdır. 1980'li yılların başından beri kimyasal ahşap korunumlu yapı elemanları iç mekanda kullanılmamaktadır. Lindan ve PCP gibi zararlı maddelerin kullanılması ise tamamiyle yasaklanmıştır. Günümüz modern ahşap yapı teknolojisinde öncelikle ahşabın yapısal ve konstrüksiyonel dayanımı yapılmakta, ahşabın kimyasal dayanımı ise gerektiği durumlarda sadece taşıyıcı ve destekleyici yapı elemanları için uygulanmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucu ahşap konutlar için az miktarda bir nemlenmenin zararsız olduğu ve kimyasal olmayan bir ahşap dayanımının yeterli olduğu görülmüştür. Özellikle yağmur suyuna karşı iyi önlem alınması, Alman ve İskandinav ahşap evlerine 400 yılın üzerinde bir yaşama ömrü vermektedir (**Winter ve Kehl 2002**).

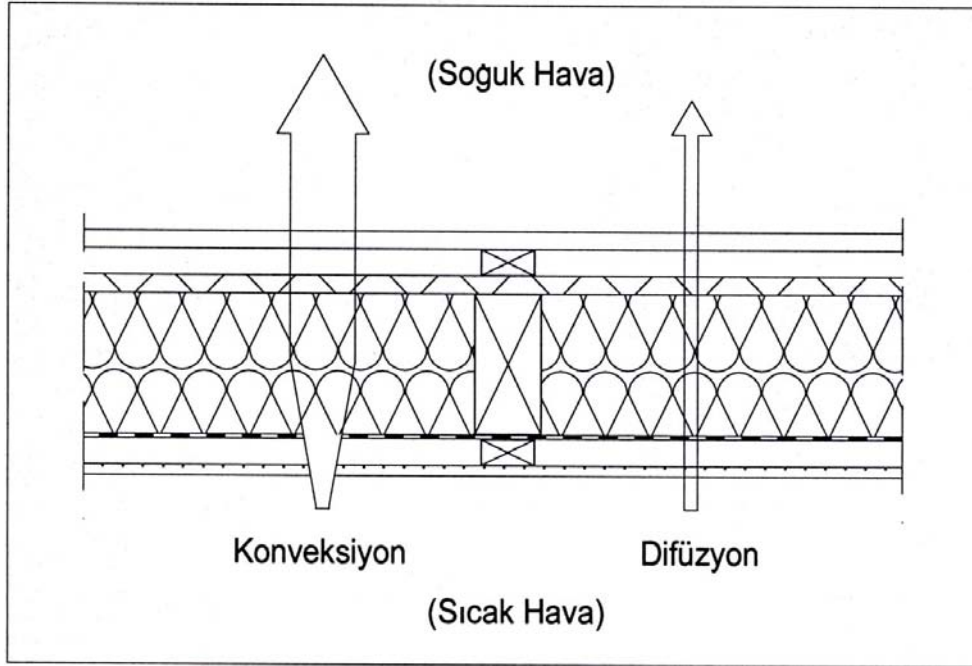
Ahşap malzemeler, her organik malzeme gibi formaldehid yaymaktadır. Ahşap yapılarda formaldehid emisyonu ahşap malzemelerin yapısına, miktarına, bağlantı malzemelerine ve iklim şartlarına bağlıdır. Formaldehid yayımının insanlar için gözlere, nefes yolları ve bağlı organlara verdiği zararlardan dolayı ahşap yapılarda formaldehid yayımına sınırlamalar getirilmiştir. 1980 yılında 0,1 mg/m².saat sınırı getirilmiştir. Bu sınır değeri günümüzde uygulanmakta ve düzenli olarak kontrol edilmektedir. Bunun yanında günümüzde yaygın olarak kullanılan ve formaldehid yayımı 0,05 mg/m².saat olan ahşap elemanlar üretilmektedir. Bu değeri WHO (Dünya Sağlık Örgütü) tarafından zararsız kabul edilmektedir (**Winter ve Kehl 2002**).

2.2.2. Nem yalıtımı

Ahşap yapılar günümüz modern mimarisinde su kullanılmadan tamamiyle kuru doğal yada yapay elemanlar kullanılarak üretilmektedir. Temel, çatı ve duvarlarda yalıtım ve kaplama malzemelerinin kullanılmasıyla ahşap yapılar dış etkilere korunmakta ve de ahşabın strüktürel dayanımı ile bereber yeterli bir nem yalıtımı yapılabilmektedir (**Wagner 2004**).

Ahşap yapıların yalıtım ve kaplama malzemeleriyle kaplanıp tamamiyle kapalı cephelerin oluşturulması, ahşap yapıların nefes alıp alamamasını yani ahşap yapıların hava geçirimsizliğini gündeme getirmektedir. Bütün kapalı yapılarda cephe elemanlarının iç ve dış yüzeyleri farklı sıcaklık dereceleri gösterirler. Özellikle kışın ısıtma periyodunda iç yüzeyler sıcak, dış yüzeyler ise soğuktur. Kışın ısıtılan iç mekanlarda oluşan su buharı, yoğunluk farkından dolayı sıcak taraftan soğuk tarafa geçme eğilimi gösterir. İç mekandaki nemli sıcak hava cephe elemanlarının içinden geçmeye çalışır, bu sırada soğur ve yoğunlaşır. Böylelikle yapı elemanları nemlenebilir. Su buharının bu şekilde yoğunluk farkından dolayı kapalı yüzeylerden geçişine difüzyon denir. Difüzyon kapalı yüzeylerde ve az miktarlarda olur. Su buharının yüzeylerdeki delik yada boşluklardan engelsiz olarak geçişine ise konveksiyon denir. Konveksiyon ile su buharı geçişi difüzyona göre çok fazladır (**Şekil 2.3**).

Ahşap yapılarda böyle bir nemlenmeye karşı çözüm olarak hava geçirimsiz yapı sistemi ve difüzyona açık yapı sistemi geliştirilmiştir. Hava geçirimsiz yapı sisteminde cepheler buhar kesicilerle yalıtılmakta, özellikle de iç yüzeyler daha çok yalıtılarak difüzyon engellenmektedir. Yapının hava geçirimsizliği ne kadar iyi ise nem tehlikesi o nispette azalmakta, yangın dayanımı, ısı ve ses yalıtımının verimliliği de o nispette artmaktadır. Difüzyona açık yapı sisteminde ise yapı elemanlarını dış cepheden kapatan buhar kesiciler azaltılmakta ve dış cephe elemanlarının arkasında boşluk bırakılarak hava sirkülasyonu sağlanmaktadır. Böylelikle bir nemlenme durumunda yapı elemanlarının kurumması sağlanmaktadır (**Winter ve Kehl 2002**).



Şekil 2.3. Ahşap yapı için difüzyon ve konveksiyonun şematik gösterimi (**Wagner 2004**)

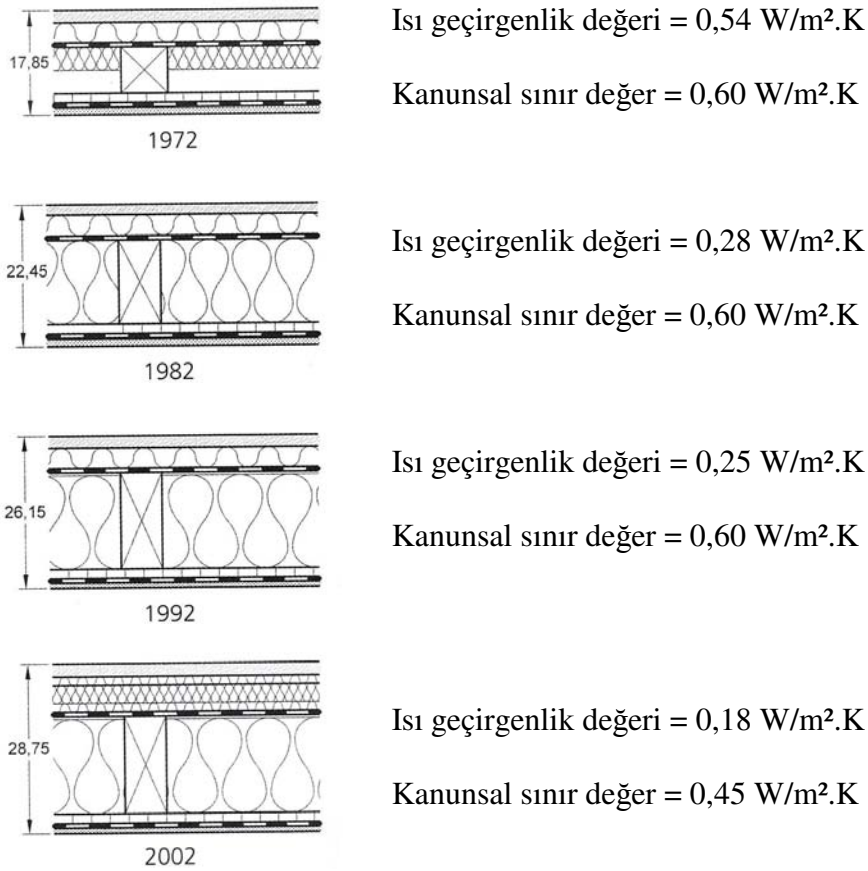
2.2.3. Isı yalıtımı

Isı yalıtımı, günümüz modern mimarisinde konforlu iç mekan havası ve enerji tasarrufu bakımından önemli bir yer tutmaktadır. Isı yalıtımının ehemmiyeti özellikle son yarım yüzyılda artmıştır. Almanya`da 1970`li yıllarda enerji sıkıntısının başlamasıyla yalıtım yönetmelikleri yeniden düzenlenmiş ve kanunsal gereksinimler arttırılmıştır. 1984 ve 1995 yıllarında ısı yalıtım yönetmelikleri yeniden düzenlenmiş ve en son olarak 01.02.2002 tarihinde Enerji Tasarruf Yasası (EnEV)`nin yürürlüğe girmesiyle yüksek yalıtımlı, düşük enerjili konut (Niedrigenergiehaus) standart hale getirilmiştir. Düşük enerjili konutlar yıllık sıvı yakıt tüketimi 7 litre/m^2 yi geçmeyen konutlardır. Yeterli ısı yalıtımı ile kışın daha sıcak, yazın daha serin mekanlar elde edilmekte, ısıtma masraflarından tasarruf edilmekte, eldeki mevcut enerji daha az kullanılmakta ve çevre daha az kirletilmektedir (**Winter ve Kehl 2002**).

Ahşap malzeme, gözenekli yapısı ve hafifliğiyle ısı depolama yeteneğine sahiptir. Diğer yapı malzemeleriyle karşılaştırıldığında ahşap malzeme iyi bir ısı yalıtım malzemesidir (**Çizelge 2.3**). Isı yalıtımlı ahşap konutlar ise ısı geçirgenlik değeri noktasında kanunsal sınır değerlerden daha üstün değerler vermektedirler (**Şekil 2.4**). Ahşap konutlarda yapı elemanları aynı ısı geçirgenlik değerlerinde diğer yapı sistemlerine göre daha ince kesitte olmaktadır. Nitekim **şekil 2.4**'te gösterilen 17,85 cm'lik ahşap duvarın ısı geçirgenlik değeri 36,5 cm'lik sıvalı klasik tuğla duvarın değerine yaklaşık olarak eşittir (**Winter ve Kehl 2002**).

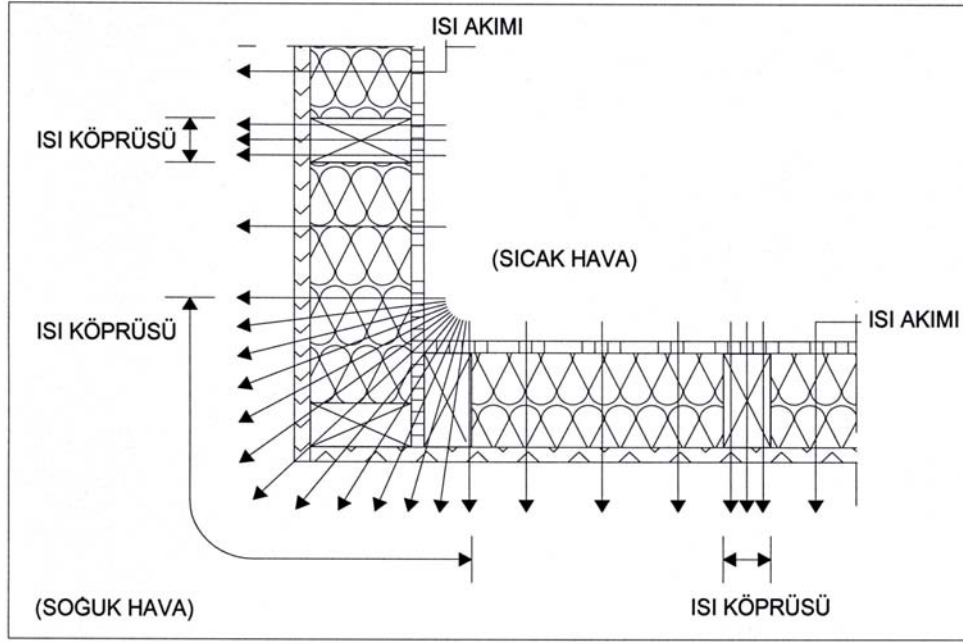
Çizelge 2.3. Bazı yapı malzemelerinin ısı iletkenlik değerleri (**Wagner 2004**)

Malzeme	Isı iletkenliği (W/m.K)
Isı yalıtım malzemesi (40)	0,040
İğne yapraklı ağaç	0,130
Geniş yapraklı ağaç	0,200
Normal beton	2,100
Çelik	60,000
Aluminyum	200,000



Şekil 2.4. Ahşap cephe duvarlarının son 30 yıl içindeki gelişimi ve ısı yalıtım yönetmeliğine göre sınırsal ısı geçirgenlik değerleri (**Winter ve Kehl 2002**)

Ahşap konutlarda ısı yalıtımı, kapalı sistemlerde genel olarak taşıyıcı ahşap elemanların arasına ana yalıtım malzemesi ve de bütün yüzeylerin içeriden ve dışarıdan ilave yalıtımıyla yapılır. Isı yalıtımı çatı, döşeme ve duvarların iç yüzeylerinde mantar oluşumunu da engellemektedir. Ayrıca nem yalıtım malzemelerinin uygulanmasıyla ısı yalıtım malzemeleri kuru kalmakta ve zarar görmemektedirler. Isı yalıtımının dengeli ve verimli olabilmesi için ısı köprüsü oluşumlarına önlem alınmalıdır. Isı kaybının yapının diğer kısımlarına göre daha fazla olduğu kısımlarda ısı köprüleri oluşur. Çoğunlukla cephelerde malzemenin değiştiği kısımlarda ve dış köşelerde ısı köprüleri oluşur (**Şekil 2.5**). Ahşap yapılarda, ahşap yapı malzemelerinin ısı depolama yeteneğinden dolayı ısı köprüleri etkisi düşüktür. Modern ahşap yapıda ısı köprüsü oluşabilecek kısımlara ek yalıtım yapılarak ısı yalıtımı tamamlanır (**Wagner 2004**).



Şekil 2.5. Ahşap yapı için ısı köprülerinin şematik gösterimi (Wagner 2004)

Günümüz modern ahşap konutlarında ısı yalıtımı bakımından önemli sonuçlar elde edilmektedir. Enerji Tasarruf Yasası'na göre bir konutun ısıtma için yıllık sıvı yakıt tüketimi 7 litre/m^2 'yi geçmemelidir. Düşük enerjili ahşap konutların yıllık sıvı yakıt tüketimi $5-7 \text{ litre/m}^2$ 'dir. Düşük enerjili konutların yanında 3 litrelik ahşap konutlar ve pasif ahşap konutlar da üretilmektedir. 3 litrelik konutlar (3 Literhaus), yıllık sıvı yakıt tüketimi 3 litre/m^2 olan konutlardır. Pasif konutlar (Passivhaus) ise yıllık sıvı yakıt tüketimi $0-1,5 \text{ litre/m}^2$ olan konutlardır. Bu konutlar, yeterli ısı yalıtımı ayrıca, cephelerdeki kapı ve pencere gibi boşlukların güneş ışınlarına göre düzenlenmesi esasına dayanmaktadır. Almanya'da ilk pasif konut 1991 yılında üretilmiş ve 2002 yılı Eylül ayına kadar büyük çoğunluğu ahşap olan toplam 3.500 adet pasif konut üretilmiştir (Graf 2003). Almanya hükümetleri de pasif konut üretimlerine destek vermiştir. Çünkü eski bir konut biriminin yıllık ısıtılması için gereken enerji en az 19 pasif konut birimini ısıtmaya yetmektedir (Çizelge 2.4). 3 litrelik konutlar ve pasif ahşap konutlar, modern ahşap yapının ısı yalıtım verimini açıkça göstermektedir (Şekil 2.6).

Çizelge 2.4. Almanya’da konutların ısıtma için metrekare başına yıllık enerji ihtiyaçları (**Wagner 2004 - Graf 2003**)

Konutlar	Isıtma için yıllık enerji ihtiyacı (kWh/m ² a)
1984 öncesi eski konutlar	280-300
1984 ısı yönetmeliğine göre konutlar	210
1995 ısı yönetmeliğine göre konutlar	160
Düşük enerjili konutlar	35-75
Pasif konutlar	maksimum 15



Şekil 2.6. Pasif ahşap konut örneği (**Graf 2003**)

2.2.4. Ses yalıtımı

Yapılarda ses yalıtımı, mekan kullanıcılarını yapı içindeki diğer mekanlardan ve yapının dışından gelen rahatsız edici gürültüden korumaktır. Günümüz şartlarında ses yalıtımının konut ve mekan kalitesinde gittikçe artan bir değeri vardır. Konutlarda kanunsal gereksinimler noktasında DIN 4109'a göre sadece dış cephe elemanları için şartlar bulunmaktadır. Almanya'da müstakil konutlar, konutla cadde ortası arasındaki mesafesi 7 m olan ve caddeden günde ortalama 1.000 aracın geçtiği gürültü seviyesinde kabul edilmektedir. İyi bir planlama ve yapı elemanlarının yerinde kullanımıyla kanunsal gereksinimler kolaylıkla yerine getirildiği gibi kaliteli yaşam mekanları da elde edilmektedir (**Winter ve Kehl 2002**).

Ahşap malzeme ısı yalıtım özelliğine paralel olarak ses yalıtım özelliğine de sahiptir. Nitekim modern ahşap konutlar diğer konutlarla karşılaştırıldığında ses yalıtımı noktasında iyi sonuçlar elde edilmektedir. Ses yalıtımı, yapı üretiminde kullanılan bütün malzemelerin özellikleri ve birleşimleriyle yakından ilgilidir. Ahşap yapıda ses yalıtımı büyük miktarlarda ses yalıtım malzemeleriyle değil, kullanılan malzemelerin isabetli seçimi ve doğru sıralanmasıyla olur. Yüksek ısı yalıtımlı ve hava geçirimsiz ahşap konutlar aynı zamanda iyi ses yalıtımlı konutlardır. Bundan dolayı ses yalıtımı için ek yüksek masraflar gerekmemektedir (**Holtz 1999**).

Müstakil konutların bulunduğu dış çevre gürültü seviyesinde kapı ve pencere gibi cephe elemanları birleşimlerinin hatasız uygulanması, yapı elemanlarının doğru sıralanması ve bazı elemanlar arasında boşluk bırakılması gerekmektedir. Cephe yapısını oluşturan elemanların birbirlerinden ayrılmasıyla ses geçişi her elemenda biraz daha azalmaktadır. Bırakılan boşluklarla da etkili bir ses yalıtımı yapılmaktadır. Ahşap yapılarda ses köprüleri için de ek yalıtım yapılmasıyla ses yalıtımı tamamlanmaktadır (**Wagner 2004**).

İç mekan yaşam kalitesinde, yapı içindeki mekanlar arasında da ses yalıtımı önemli bir yer tutmaktadır. Mekan içindeki sesler genel olarak, elektrikli ev aletlerinin, su tesisatının ve insanların davranışlarıyla oluşan seslerdir. İç mekanlarda ses yalıtımı duvar ve döşemelerde kullanılan malzemelerin doğru kademelenmesiyle yapılır. İhtiyaca göre küçük değişikliklerle her türlü talebe cevap verilebilir. Nitekim

1970`lerde üretilmiş yalıtımsız ve basit kaplamalı ahşap yapılar bugün çeşitli kaplamalarla kullanım bulmaktadırlar (**Holtz 1999**).

2.2.5. Yangın dayanımı

Günümüz modern mimarisinde, yapı malzemelerin yangına dayanım özelliklerine ve yapılarda yangın dayanımına, gerek yapıyı kullananların can ve mal güvenlikleri gerekse yapıların fiziksel ömürleri bakımından çok önem verilmektedir. Ahşap yanabilen bir malzeme olmasına rağmen, yangın durumunda gösterdiği düzenli yanma davranışından dolayı yanmayan bazı yapı malzemelerine göre daha iyi yangın dayanımına sahiptir (**Winter ve Löwe 2001**).

Doğal ahşap yapı malzemesi DIN 4102`e göre normal tutuşan B2 sınıfına dahildir (**Çizelge 2.5**). Ahşabın yapısında bulunan selüloz ve lignin tek başlarına yanıcı maddeler olmadıklarından ve ahşabın ısı iletkenlik değerinin düşüklüğünden dolayı ahşap malzeme yanma durumunda düzenli ve yavaş bir şekilde yanar. Ahşap malzeme şiddetli yangın tesiri altında kesitini ve formunu hemen değiştirmez. Isı iletkenlik değerinin düşüklüğü ahşap elemanların hızlı yanmasını engeller. Yanma esnasında yanan yüzeyde kömürleşme yani karbon tabakası oluşur. Yanan yüzeyde oluşan karbon tabakası oksijen girişini engelleyerek iç kesitin belli bir süre tahrip olmasını engeller. Ahşap malzemenin kesitinde yanmış kısmın yanmamış kısma oranı belli seviyeye yükselinceye kadar mukavemet sınırı değişmez. Böylelikle ahşap taşıyıcı sistem yangın durumunda hemen çökmeyerek belli bir müddet ayakta kalmaktadır (**Winter ve Löwe 2001**). Oysa çelik yapı malzemesi yanma durumunda genleşme katsayısının yüksekliği nedeniyle taşıma kabiliyetini kaybederek deforme olmakta ve bir müddet sonra çökmektedir. Nitekim günümüzde büyük açıklıkların geçildiği konser ve spor salonu gibi yapılarda çelik yerine ahşap tercih edilebilmektedir (**Cheret ve ark. 2000**).

Çizelge 2.5. DIN 4102'e göre yapı malzemelerinin yanma davranış sınıfları

Malzeme sınıfı	Yanma davranışı
A, A1, A2	Yanıcı olmayan yapı malzemesi
B	Yanıcı yapı malzemesi
B1	Zor tutuşan yapı malzemesi
B2	Normal tutuşan yapı malzemesi
B3	Kolay tutuşan yapı malzemesi

Ahşap malzemelerde yanma davranışının en önemli noktası yanma hızıdır. İğne yapraklı ağaçların yanma hızı 0,6-11 mm/dakika'dır. İşlenmiş ahşap malzemelerin yanma hızı ise 0,1 mm/dakika'nın altındadır. Yanma hızının bilinmesi ile yapı malzemelerinin yangına dayanım süreleri hesaplanabilmektedir. Böylelikle yapı malzemeleri yanma davranışlarıyla beraber yangına dayanım sınıflarına da ayrılmaktadırlar (**Çizelge 2.6**). Ahşap elemanların kesit büyüklüklerinin artmasıyla yangın dayanımları da artmaktadır. Günümüzde ahşap yapı elemanları genel olarak yangın dayanımları en az 90 dakika olacak şekilde düzenlenmektedir. 120 dakikaya kadar yangına dayanıklı ahşap malzeme boyutlandırılması mümkündür. Daha yüksek değerler için ahşabın kimyasal dayanımı gerekmektedir (**Pfeifer ve ark. 1998**).

Çizelge 2.6. DIN 4102'e göre yapı malzemelerinin yangına dayanım sınıfları

Yangına dayanım sınıfları	Yangına dayanıklılık süresi
F 30	30-59 dakika
F 60	60-89 dakika
F 90	90-120 dakika
F 120	120-179 dakika
F 180	180 dakika ve üstü

Almanya`da 1965 yılından beri müstakil konutlar yangına karşı önlemler düşünülerek üretilmektedir. Ahşap konutlar bu süreç içinde olumlu sonuçlar göstermiş ve bu sonuçlar, yapı yönetmelikleri ve sigorta primlerine yansımıştır. Yapılan araştırmalar ahşap konutların sanılanın aksine yüksek yangın tehlikesine sebebiyet vermediğini göstermektedir. Nitekim yangınlar, yapım sistemi ve yapı malzemelerinden değil mekan içindeki tesisat, eylem ve aletlerden kaynaklanmaktadır. Yapı malzemelerinin yangın dayanımına sahip olması, bir yangın durumunda yangının belli bir müddet mekan içinde kalmasını ve yangına müdahale imkanını vermektedir. Günümüzde yangınların çabuk farkedilmesi ve hemen müdahale edilmesiyle yangın yanan mekanla sınırlandırılabilir. Mekan yangınlarından sonra onarım, hava geçirimsiz sistemlerle basit ve düşük maliyetle yapılabilir. Bundan dolayı ahşap konutlar için yüksek sigorta ücretleri ve yüksek maliyet söz konusu değildir (**Winter ve Löwe 2001**).

Yapı yönetmeliklerinde konutlar için taşıyıcı, destekleyici ve bölücü yapı elemanlarının yangın dayanımları hakkında ayrı ayrı gereksinimler bulunmamaktadır. Tek genel talep normal dayanımlı malzemelerin kullanılmasıdır. Bu da en az F 30-B`yi gerektirmektedir. Bitişik konutların bitişik elemanlarında ise yüksek yangın dayanımı talep edilmektedir. Günümüz modern ahşap mimarisinde ahşap yapı elemanlarının taşıyıcı görev üstlendiği ve açıkta bırakıldığı durumlarda, ahşap elemanların büyük kesitli seçilmesiyle yangın dayanımı sağlanmaktadır. Taşıyıcı ahşap elemanların kaplandığı durumlarda, ahşap elemanlar çoğunlukla alçı-karton plakalar gibi yanıcı olmayan malzemelerle kaplanarak yangın dayanımı sağlanmaktadır. Taşıyıcı elemanların kaplanmasına ek olarak bütün sistemin iç ve dış yüzeylerden kaplama malzemeleriyle kaplanmasıyla konutların dış duvarlarında ve bitişik duvarlarda yeterli yangın dayanımı sağlanabilmektedir. Yangın dayanımında en önemli nokta ise yapı elemanlarının yerinde ve doğru sıralanmasıdır. Yapı elemanlarının doğru sıralanması hem daha iyi yangın dayanımı sağlamakta hemde bütün malzemelerin görevlerini eksiksiz yerine getirmesini sağlamaktadır (**Winter ve Löwe 2001**).

2.3. Ahşap Yapı Malzemesi ile Konut Üretiminin Önemi

Konut üretimi toplumların en önemli ihtiyaçlarından biridir. Konut üretiminin ülke ekonomisine, istihdama ve kullanılan enerjiye etkisinin yanında üretilen konutların insan yaşamı için sağlık, kalite, konfor, sağlamlık, ekonomiklik, kullanışlılık, estetik ve konutların ömrü gibi kriterler günümüzde daha da önem kazanmıştır. Yapı sektörünün enerji kaynaklarını kullanan büyük bir sektör olması ve insan yaşamını doğrudan etkilemesi, kaynağını yenileyebilen doğal kaynakların yapı sektöründe kullanılmasının önemini arttırmıştır. Aynı zamanda doğal dengelerin devamı için orman alanlarının ve ağaç potansiyelinin bilinçli kullanımı, ormanların devamı için ormanların gençleştirilmesi gerekmektedir (**Kuhweide 2000**).

Endüstrileşme beraberinde insan sağlığı, çevre ve enerji bakımından olumsuzluklar getirdiği gibi, endüstrileşmeyle ortaya çıkmış olan çelik ve betonarme gibi yapı sistemlerinin de yan sorunları zamanla farkedilmiştir. Özellikle doğadaki mevcut enerji kaynaklarının aşırı derecede kullanılması ve bu kaynakların giderek azalması, doğal dengelerin bozulması, çevre kirliliğinin ve atmosferdeki zararlı gazların artışı, ozon tabakası deliğinin büyümesi, küresel ısınma ve normal iklim değerlerinin değişimi ortaya çıkmıştır. Ayrıca çelik ve betonarme yapıların çevre ve insanlara verdikleri zararın yanında, etkili yangına karşı dayanıksızlıkları ve betonarme yapıların uygulamadaki zorlukları ve ağırlığından dolayı uzun süreli şiddetli depremlere karşı dayanımlarının zorlaştığı ortaya çıkmıştır. Ahşap yapı malzemesi ve ahşap yapılar bütün bu gelişmelere paralel olarak gündeme gelmiş ve de ahşap yapı üretiminin büyük bir bölümünü oluşturan ahşap konut üretiminin önemini arttırmıştır. Günümüzde orman varlığının devamıyla beraber, ahşap konut üretiminin ekolojik bakımdan, sosyal ve ekonomik bakımdan ve de insan sağlığı bakımından büyük bir önemi vardır (**Frühwald ve Pohlmann 2002**).

2.3.1. Orman varlığının önemi

Ağaçlarla örtülü geniş alan anlamına gelen orman, içerisinde barındırdığı bitki, hayvan ve ağaçlarla beraber bir bütün oluşturmaktadır. Ormanlar genel anlamda doğanın ekolojik dengesini korudukları gibi kaynağını yenileyebilen bir malzeme olarak ahşap ve çeşitli yan ürünlerin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Endüstrileşmenin getirdiği olumsuz faktörler; doğal dengelerin giderek bozulması, doğadaki mevcut kaynakların giderek azalması, çevre kirliliğinin ve atmosferdeki zararlı gazların artışı, orman varlığının ve bilinçli tüketiminin önemini arttırmıştır (**Frühwald ve Pohlmann 2002**).

Ormanları oluşturan ağaçların ve bitkilerin büyümesi doğa tarafından güneş, yağmur suyu ve atmosfer sayesinde olmaktadır. Her ağaç büyümesi esnasında atmosferden CO₂ (Karbondiyoksit) almakta kök, gövde ve dallarında C (Karbon) olarak depolamaktadır. Ağaçlar yaptıkları fotosentez sonucu doğadan CO₂ alıp doğaya O₂ (temiz hava) vermektedirler. Ormanlar bitki ve hayvanlar için doğal bir su kaynağıdır. Yer altı ve yer üstü sularının oluşmasına ve düzenine yardım ederek çoraklaşmayı ve erezyonu engeller. Aşırı kar ve yağmur yağışından sonra sellerin ve taşkınların oluşmasını engellediği gibi, toprağın taşınmasını da önler. Ormanlar rüzgarın hızını azaltarak su ve kar savurmalarını, rüzgarın kurutucu etkisini yok eder. Bundan dolayı açık alanlara göre ormanlar gündüzleri daha serin geceleri daha sıcaktır. Aşırı sıcaklık ve soğuklukları düzenler, yaz sıcaklığını azaltırken, kış soğukunu da azaltır. Su buharını yoğunlaştırarak yağmur haline gelmesini ve yağmur düzenini sağlar. Ormanlar, içinde barındırdığı bitki ve yaban hayvanları koruduğu gibi, nesli tükenmekte olan hayvanların barınması ve korunması için alanlar oluşmasına katkıda bulunur. Ayrıca ormanlar, tarım alanları ve barajların ekonomik ömürlerini uzattıkları gibi kamuflaj görevi yüklenerek çeşitli tesislerin gizlenmesinde de faydalı olabilmektedir. Bütün bunların yanında ormanlar, çok çeşitli ürünlerin üretimi için hammadde kaynağını ve de insanlar için temiz dinlenme ve spor alanlarını oluşturmaktadır (**Filippi 2004**).

Günümüzde atmosferdeki zararlı gazların artışı, normal iklim değerlerinin değişimi, ozon tabakası deliğinin büyümesi, küresel ısınmayla beraber buzulların

erimesi ve doğal faciaların artışı gibi dünyada yaşanan çevre sorunları orman ihtiyacını arttırmaktadır. Ayrıca, endüstrileşme yüksek enerji tüketimi getirmekte ve kullanılan enerji kaynaklarının çoğu giderek azaldığı gibi, doğayı kirletip dengesini bozmaktadırlar. Ormanların varlığı, ahşap malzemelerin ve yan ürünlerin üretimi ise kaynağının yenilenebilmesi ve enerji sarfiyatının daha az olmasıyla beraber, doğanın dengesini bozmanın aksine doğanın dengesini sağlamaktadırlar. Ağaçlar yaşlandıklarında CO₂ tüketimleri azalmaktadır. Ahşap malzemelerin üretimi ve kullanımıyla ağaçların kesilmesi, yerlerine yeni ağaçların yetiştirilmesi, genç ağaçların fotosentez yaparak daha çok CO₂ tüketmeleri ve doğanın daha iyi korunması sağlanmaktadır. Ayrıca kullanılan ahşap malzemeler bünyelerinde yaşlı ağaçlardan daha uzun süre CO₂ tutabilmektedirler. Ahşap malzemelerin hem üretiminde hemde kullanımında çevresel yan sorunları olmadığı gibi artık veya kullanılmış malzemeler tekrar değerlendirilebilmektedir (**Frühwald ve Pohlmann 2002**).

Ahşap malzemelerin ve yan ürünlerin kullanımı, sanılanın aksine ormanları yok etmediği gibi ekolojik dengeyi korumaktadır. Ormanların genç kalması ve bakımlı olmaları için daha fazla ağaç kesimi yapılmalı, ağaç kesiminden korkulmamalı ve yerlerine yeni ağaçlar yetiştirilmelidir. Nitekim kişi başına ahşap tüketimi artan ülkelerde orman alanları artmaktadır. Ağaçların düzenli olarak kesilmesi ve yetiştirilmesiyle yani orman politikalarının bilinçli bir şekilde yürütülmesiyle hem ormanların çevre ve canlılara sağladığı bütün faydalar hem de ahşap malzeme ve yan ürünlerin elde edilmesi sürekli olacaktır (**Kuhweide 2000**).

2.3.2. Ahşap konut üretiminin ekolojik önemi

Ahşap, kaynağını yenileyebilen doğal bir yapı malzemesidir. Ahşap malzemelerin sürekli elde edilebilmesi için ağaçların kesimi ve yerlerine yeni ağaçların yetiştirilmesi gerekmektedir. Böylelikle bir döngü sağlanmakta ve ormanlar gençleştirilmektedir. Ahşap malzemelerin düzenli olarak kullanımıyla ormanlar gençleştirildiği gibi yaşlı ağaçların doğa ve insanlara sağladıkları faydalar arttırılmış olmaktadır (**Kuhweide 2000**).

Ağaçların yetişmesi, doğa tarafından güneş, yağmur suyu ve atmosferin yardımı ile kendiliğinden ve az maliyetle olmaktadır. Ağaçların hafif olması, genellikle bölgesel ahşap üretimi yapıldığından nakliye mesafesinin kısa olması ve ahşap malzeme üretiminin genel anlamda diğer malzemelerden daha basit olması, ahşap malzeme elde edilişinde diğer malzemelere göre daha az enerji harcanmasını sağlamaktadır. Diğer malzemelerle karşılaştırıldığında ahşap malzemelerin üretimi ve işlenmesi için daha az enerji gerekmesi, doğadaki mevcut enerji kaynaklarının daha az kullanılmasını ve bu enerji kaynaklarının kullanımıyla ortaya çıkan çevre kirliliğinin daha az olmasını sağlamaktadır. Ahşap malzemelerin elde edilişine paralel olarak ahşap yapıların üretiminde özellikle de kaba yapı üretimlerinde diğer yapı sistemlerine göre daha az enerji tüketilmektedir. Ahşap malzeme elde edilişinde hiç bir çöp ve zararlı madde ortaya çıkmadığı gibi, ahşap konut üretiminde de ahşap malzemedan kaynaklanan herhangi bir çöp ve zararlı madde ortaya çıkmamaktadır. Ahşap malzemeler yapıdaki görevlerini tamamladıklarında başka yerlerde tekrar kullanılabildiği gibi kullanılamaz duruma gelmiş ahşap malzemeler yakıt malzemesi olarak değerlendirilebilmektedir. Ahşap yapı üretimi artarak devam ettikçe diğer yapı malzemeleri daha az üretilmekte ve kullanılmakta, böylelikle mevcut enerji kaynakları daha az tüketilmekte ve çevre daha fazla kirletilmemektedir (**Frühwald ve Pohlmann 2002**).

Günümüz modern ahşap konut üretiminde ahşap malzemelerle beraber kullanılan yalıtım ve kaplama elemanları da, ahşap malzemeler gibi çevreye zarar vermeyen ve tekrar kullanılabilen malzemelerden seçilmektedir. Ahşap konut üretiminin ekolojik olarak en büyük problemleri olan ahşabın kimyasal dayanımı ve

formaldehid emisyonunun sınırlandırılması ayrıca, modern ahşap konutların ahşabın kimyasal dayanımını gerektirmeyecek şekilde üretilmesi, günümüzde modern ahşap konutların çevre ve insan sağlığı için hiç bir tehlike oluşturmayacak şekilde üretimini mümkün kılmaktadır. Ahşap konutlar, gerek ahşap yapı elemanlarının ısı depolayıcı özellikte olması gerekse yalıtım ve kaplama elemanlarının kullanılmasıyla yüksek ısı yalıtımlı üretilmektedir. Ahşap konutların yüksek ısı yalıtımlı olmaları, ısıtma için daha az enerji tüketilmesini ve dolayısıyla enerji tüketimiyle ortaya çıkan çevre kirliliğini azaltmaktadır (**Winter ve Kehl 2002**).

Ahşap konutlar diğer konutlarla karşılaştırıldığında, ahşap yapı malzemelerinin ve kullanılan kaplama ve yalıtım malzemelerinin daha hafif oldukları, yapı bileşenlerinin daha ince oldukları ve dolayısıyla ahşap konutların diğer konutlara göre genel olarak daha hafif oldukları görülmektedir. Ayrıca, yapı üretim zamanının daha kısa olması ve yeni ahşap konut üretim sistemleriyle çok çeşitli ihtiyaçlara cevap verebilecek üretimlerin yapılabilmesi, gerek ahşap konutların üretimi, gerekse konutlar varoldukları müddetçe genel anlamda yapı arazisine ve çevreye verdikleri zararların ahşap konut üretimi sayesinde azaldığı görülmektedir (**Filippi 2004**).

2.3.3. Ahşap konut üretiminin sosyal ve ekonomik önemi

Yukarıda da bahsedildiği gibi, kaynağını yenileyebilen doğal bir yapı malzemesi olarak ahşabın çok büyük önemi vardır. Ahşap konut üretiminin sosyal ve ekonomik bakımdan önemi maddeler halinde şöyle sıralabilir:

- Ahşap yapı malzemelerinin elde edilişinde ve ahşap konutların üretilmesinde gereken enerji, diğer yapı malzemeleri ve yapım sistemleri ile karşılaştırıldığında daha azdır.
- Ahşap yapı malzemelerinin ısı yalıtım özelliğine sahip olmaları ve modern ahşap konutların yüksek ısı yalıtımlı olarak üretilmeleri ile yazları daha serin, kışları daha sıcak iç mekan havası elde edildiği gibi, kışın iç mekanların ısıtılması için daha az enerji tüketilmektedir. Böylelikle hem

ısıtma masraflarından tasarruf edilmekte hem de daha az enerjinin harcanması sayesinde çevre daha az kirletilmektedir.

- Ahşap konutların üretiminde diğer konutlara göre daha az enerji gerekmesinin yanında güneş enerjisi gibi doğal kaynaklardan yenilenebilir enerji üreten sistemlerin uygulanmasıyla gelecekte ahşap konutların enerji üreten küçük fabrikalar haline gelmesi beklenmektedir.
- Ahşap konutların yapı bileşenleri, özellikle de duvar sistemleri, aynı ısı yalıtım değerlerinde diğer yapı sistemlerine göre daha incedir. Bundan dolayı ahşap konutlar aynı büyüklüklerdeki çoğu konut ve yapıdan daha hafif olmakta ve daha fazla yaşama alanı sağlamaktadır.
- Ahşap konutların diğer konutlara göre daha hafif olmaları, yapı temelinin büyüklüğünü ve maliyetlerini azalttığı gibi özellikle hazır elemanlarla daha kısa inşaat zamanı sağlamakta, hafif şantiye aletleriyle araziye ve komşulara verilen zarar ve sıkıntılar da azalmaktadır.
- Günümüz modern ahşap konut üretimi için çok çeşitli üretim sistemlerinin olması sayesinde çeşitli ihtiyaçlara ve farklı yapı arsalarına göre uygun ve ekonomik çözümler yapılabilmektedir.
- Ahşap konutların, kendilerine has estetiği ve yapı sistemlerinin zenginliği ile farklı ve özel mimari üretimler mümkündür. Ayrıca, günümüzde ikiz, sıra, grup ve çok katlı ahşap konutlar üretilebilmektedir.
- Günümüzde ahşap konut üretimi su kullanılmadan tamamiyle kuru ve hazır elemanlarla yapıldığından mevsimlere bağlı kalınmadan hızlı bir şekilde yapı üretimi ve tam zamanında yapı teslimi mümkün olduğu gibi yapı hemen kullanılmaya başlanmaktadır.
- Ahşap konutların kurutulma ihtiyacı olmadığından ilk yıllar sürekli ısıtılma ve havalandırma zorunluluğu da yoktur. Ayrıca konut içindeki tesisatların montajı daha kolay olmaktadır.
- Ahşap, mukavemet/ağırlık oranı yüksek bir yapı malzemesidir. Ahşap yapıların hafif olmaları, deprem esnasında zemin ivmelenmesiyle kütle çarpımı sonucu oluşan yanal kuvvetlerin az olmasına sebep olmaktadır. Bunlarla beraber günümüzde ahşap konutlar yapı geometrisindeki düzgünlükleriyle depreme dayanıklı şekilde üretilebilmektedir.

- Günümüzde ahşap konutlar yangına en az 90 dakika dayanacak şekilde üretilmektedir.
- Ahşap konutların ömürleri, üretim kalitesi, kullanım ve bakım durumlarına göre değişmekle beraber uzmanlar tarafında en az 100 yıl olarak kabul edilmektedir. Fakat 500 yıllık ahşap konutların hâla ayakta oldukları görülmektedir.
- Günümüzdeki mevcut modern ahşap konutların değer araştırma sonuçları ve sigorta primleri diğer konutlardan farklı değildir. Hatta bazı bankalar iyi üretilmiş modern ahşap konutları çoğu konuttan daha değerli kabul etmektedirler.
- Ahşap konutların bakım maliyetleri, yüksek kaliteli üretim ve kolay bakımından dolayı diğer konutlardan daha düşüktür (**Filippi 2004 - Frühwald ve Pohlmann 2002 - Winter ve Kehl 2002 - Kuhweide 2000**).

2.3.4. Ahşap konut üretiminin insan sağlığı bakımından önemi

İnsan, ömrünün yaklaşık 3/4'ünü kapalı mekanlarda, bunun yarısını ise kendi evinde geçirmektedir. Bundan dolayı yapılarda ve özellikle de konutlarda kullanılan yapı malzemeleri insan sağlığına etki eden önemli faktörlerdendir. Ahşap, doğal bir yapı malzemesi olduğundan, ahşap yapılar insan sağlığı için tehlike oluşturmamaktadır. Endüstrileşmeyle ortaya çıkmış çelik ve betonarme gibi yapılar ile karşılaştırıldıklarında, ahşap yapılar insan doğasına uygun ve insan sağlığına zarar vermeyen yapılardır. Özellikle gerekli yalıtımların yapıldığı modern ahşap konutlar, iç mekan hava kalitesi ve mekan konforu bakımından insan yaşamı ve sağlığı için önemli yapılardır. Ahşap yapı malzemesinin ve ahşap yapıların insan sağlığı ve çevre açısından en büyük problemleri olan formaldehid emisyonu ve ahşabın kimyasal dayanımı sınırlandırılmıştır. Günümüzde modern ahşap konut üretimi, ahşabın kimyasal dayanımı gerekmeyecek şekilde ve belirlenen formaldehid emisyonu sınır değerlerine göre yapılmakta ve düzenli olarak kontrol edilmektedir. Böylelikle

modern ahşap konutlar çevre ve insan sağlığı için hiç bir tehlike oluşturmayacak şekilde üretilmektedir (**Frühwald ve Pohlmann 2002**).

Ahşap konut üretimiyle, kullanılan enerji kaynaklarından tasarruf edilmekte, enerji sarfiyatıyla ortaya çıkan çevre kirliliği azaltılmakta ve dolayısıyla insan sağlığına zarar verilmesi azaltılmaktadır. Ayrıca ahşap yapı üretimi artarak devam ettikçe diğer yapı malzemeleri daha az üretilmekte ve kullanılmakta, böylelikle mevcut enerji kaynakları daha az tüketilmekte, çevre daha fazla kirletilmemekte ve dolayısıyla insan sağlığına daha fazla zarar verilmemektedir. Ahşap malzeme elde edilğinde hiç bir çöp ve zararlı madde ortaya çıkmadığı gibi ahşap konut üretiminde de ahşap malzemeden kaynaklanan herhangi bir çöp ve insan sağlığı için zararlı madde ortaya çıkmamaktadır (**Frühwald ve Pohlmann 2002**).

3. ALMANYA'DA AHŞAP KONUT ÜRETİMİNİN TARİHİ GELİŞİMİ VE BUGÜNKÜ DURUMU

3.1. Konut Üretiminde Kullanılan Ana Yapı Malzemeleri ve Yapım Sistemleri

Almanya, Avrupa'nın yapı sektöründe en büyük kapasitesine sahip olan ve de yüksek kaliteli inşaat teknolojisiyle bilinen bir ülkesidir. Hızlı gelişen teknolojiye paralel olarak yapı üretiminde kullanılan yapı malzemeleri ve yapım sistemlerinin özellikleri gelişmekte, ayrıca yeni yapı malzemeleri ve yapım sistemleri de geliştirilebilmekte ve uygulanabilmektedir. Almanya'da günümüzde yapı üretimi, özellikle de konut üretimi çok geniş yelpazede birbirinden farklı yapı malzemeleri ve farklı yapım sistemleri dahilinde yapılmaktadır (**Krämer ve ark. 2002**).

Konut üretiminde kullanılan yapı malzemeleri, uygulanan yapım sistemleri ile birlikte bir bütünü oluşturmaktadırlar. Konut üretiminde uygulanan yapım sistemleri genel anlamda kullanılan ana yapı malzemelerinin özelliklerine göre gelişmekte ve farklılıklar göstermektedirler. Günümüzde uygulanmakta olan yapım sistemleri ve yapılar farklı kriterlere göre çok çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Konut üretiminde çoğunlukla uygulanan yapım sistemleri, kullanılan yapı malzemelerine de bağlı olarak genelde 4 ana sisteme ayrılmaktadırlar. Bu sistemler:

- Yığma yapı sistemleri (Mauerwerksbau)
- Ahşap yapı sistemleri (Holzbau)
- Betonarme yapı sistemleri (Stahlbetonbau)
- Çelik yapı sistemleri (Stahlbau) (**Diersk ve ark. 1997**)

Yığma yapı, taş veya tuğlaların taşıyıcı ve mekanlar arası bölücü görevi üstlenecek şekilde örülmesiyle oluşan bir yapı sistemidir. Konut üretiminde kullanılan en eski yapı yöntemlerinden biridir. Yığma yapılarda kullanılan duvar elemanları, doğada bulundukları halde kullanılan doğal taşlar yada sonradan üretilerek kullanılan yapay taş ve tuğla çeşitleridir.

Ahşap yapı, farklı boyutlardaki doğal yada yapay ahşap yapı elemanlarının uygulanan sistemler dahilinde taşıyıcı veya hem taşıyıcı hemde bölücü eleman olarak kullanılmasıyla oluşan bir yapı sistemidir. Yığma yapı sistemiyle beraber konut üretiminde kullanılan en eski sistemdir. Günümüzde yaşanmakta olan teknolojik gelişmelerle beraber ahşap konutlar, birbirinden farklı çeşitli sistemler ve de diğer yapı malzemeleri ile beraber karma sistemler dahilinde üretilmektedirler.

Betonarme ise, çimento, su ve agreganın (kum, çakıl) uygun miktar ve oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen ve de içine eğilme ve çekme kuvvetlerine dayanması için uygun şekilde çelik donatı yerleştirilmesiyle oluşan bir yapı sistemidir. Betonarme yapı sistemi, betonarmenin uygulanan sistemler dahilinde taşıyıcı veya hem taşıyıcı hemde bölücü eleman olarak kullanılmasıyla oluşan yapıdır. Endüstrileşmeyle beraber yapı ve konut üretiminde yoğunlukla kullanılmıştır. Günümüzde betonarme, birbirinden farklı sistemler ve karma sistemler dahilinde konut üretiminde yoğunlukla uygulanmaktadır.

Çelik yapı, yapı çeliğinin farklı boyutlarda uygulanan sistemler dahilinde çoğunlukla taşıyıcı eleman olarak kullanılmasıyla oluşan bir yapı sistemidir. Endüstrileşmeyle beraber özellikle büyük açıklıkların geçildiği büyük boyutlu yapılarda yoğunlukla uygulanmıştır. Günümüzde çelik yapı elemanları, hem tek başlarına hemde diğer yapı elemanlarıyla, özellikle de cam yapı malzemesi ile beraber modern konut üretimlerinde tercih edilen yapı malzemelerindendir (**Diersk ve ark. 1997**).

3.2. Ahşap Yapı Sektörü ve Tarihi Gelişim Süreci

Bir yapı malzemesi olarak ahşabın kullanılmaya başlanması, bütün geleneksel yapı malzemeleri gibi ilk çağlara dayanmaktadır. Özellikle ormanlık bölgelerde kolaylıkla elde edilebilen ahşap, tarımsal dönemin ana yapı malzemelerinden olarak barınakların inşasında geniş ölçüde kullanılmıştır. Ortaçağ Avrupasına bakıldığında

ahşap iskeletli ve kâgir dolgulu konutların yoğunlukla uygulandığı görülmektedir (**Amann ve ark. 1997**).

Ahşap konut üretimi, genellikle kolay ahşap elde edilebilen bölgeler başta olmak üzere, endüstrileşme dönemine kadar zamanın mevcut imkanlarına göre geleneksel yöntemlerle yapılmıştır. 19. yüzyılda teknolojik gelişmelerin ve yeni ürünlerin yapı sektöründe kullanılmaya başlanması, özellikle de taş ve tuğla yığma sistemlerin yaygınlaşması, çelik ve betonarme yapım sistemlerinin ortaya çıkıp uygulanmaya başlanması sonucu Avrupa’da ahşabın taşıyıcı malzeme olarak kullanılması yaygınlığını yitirmiştir. Bu dönem içinde ahşap yapı malzemelerinin sınırlı özelliklerde ve boyutlarda olmalarına karşın, kullanılmaya başlanan yeni malzeme ve sistemlerin daha kullanışlı olmaları bu süreci hızlandırmıştır. 19. yüzyıl başlangıcında Almanya’da ahşap yapıların oranı yaklaşık % 80 iken, yüzyılın sonuna doğru bu yoğunluk azalmaktadır. Örneğin, Almanya’nın Preussen şehrinde 1816 yılında üretilen konutların yarısından fazlası ahşap iken bundan 70 yıl sonra 1886 yılında üretilen konutların sadece % 10’unun ahşap olduğu görülmektedir. Ahşap konut üretimindeki bu düşüş I. Dünya savaşına kadar özellikle büyük şehirlerde artarak devam etmiştir. Bu süreç içerisinde az yoğunlukta da olsa Almanya, Fransa ve İngiltere’deki küçük şehir ve kırsal yerleşimlerde o dönemde İsviçre’de yapılan ahşap çiftlik evlerine benzer ahşap evlerin inşa edildiği görülmektedir. Avrupa’da I. Dünya Savaşı ve II. Dünya Savaşı arasında yaşanan ekonomik durgunluğa paralel olarak ahşap yapı üretiminde önemli bir gelişme olmadığı gibi, II. Dünya Savaşı sırasında konut üretimi tamamiyle durmuştur. II. Dünya Savaşından sonra mevcut konut ihtiyacına paralel olarak ahşap konut üretimi başlamış ve o dönem diğer konutlara göre daha basit ve daha ucuz değerinde ahşap konutlar üretilmiştir (**Amann ve ark. 1997**).

Avrupa’da uygulanan geleneksel ahşap yapım sistemlerinin 19. yüzyılda Amerika’da geliştirilmesi ve yaygınlaşmasıyla ahşap malzeme konut üretiminde büyük bir uygulama alanı bulmuştur. Bu dönemde Avrupa’da endüstrileşme sonucu ortaya çıkan yeni yapı malzemeleri ve sistemlerin yaygınlaşması ahşap yapı üretimini ikinci planda bırakırken, Amerika Birleşik Devletlerinde ahşap yapı üretiminde gelişmeler yaşanmaktaydı. Amerika’da 1830’lu yıllarda ilk standart boyutlu ahşabın kesilip kullanılması ile ahşap yapı üretiminde gelişmeler ve

değişimler başlamıştır. Bu dönemde Avrupa’da geleneksel olarak kullanılan ahşap karkas sistemden faydalanılarak yeni yapım sistemleri geliştirilmiştir (**Cheret ve ark. 2000**).

Ahşap yapı üretimindeki gelişmeler, kullanılan teknolojinin gelişmesi ve ihtiyaçların artması çerçevesinde olmuştur. Nitekim Amerika’nın coğrafi bakımından önemli bir deprem ve fırtına bölgesi olması, ahşap yapı üretimindeki gelişmeleri, ahşap yapıların daha dayanıklı ve daha hızlı üretimine doğru yönlendirmiştir. Bu süreçte çelik ankraj elemanları geliştirilmiş, 1950’li yıllarda ilk çelik bağlantı plakası keşfedilmiş ve daha sonraki yıllarda bilgisayar yazılımları geliştirilmeye başlanmıştır. Bu süreç içerisinde ahşap yapı elemanlarının daha hızlı ve daha güvenli bir şekilde imal edilmesi, farklı bağlantı imkanlarının kullanılabilmesi, prefabrikasyonu ve farklı ahşap yapı üretim sistemlerini geliştirmiştir. Bugün, Kuzey Amerika ve ülkelerine bakıldığında gerek eski gerekse yeni konutlarda ahşap konut oranının yaklaşık % 90 olduğu görülmektedir (**Cheret ve ark. 2000**).

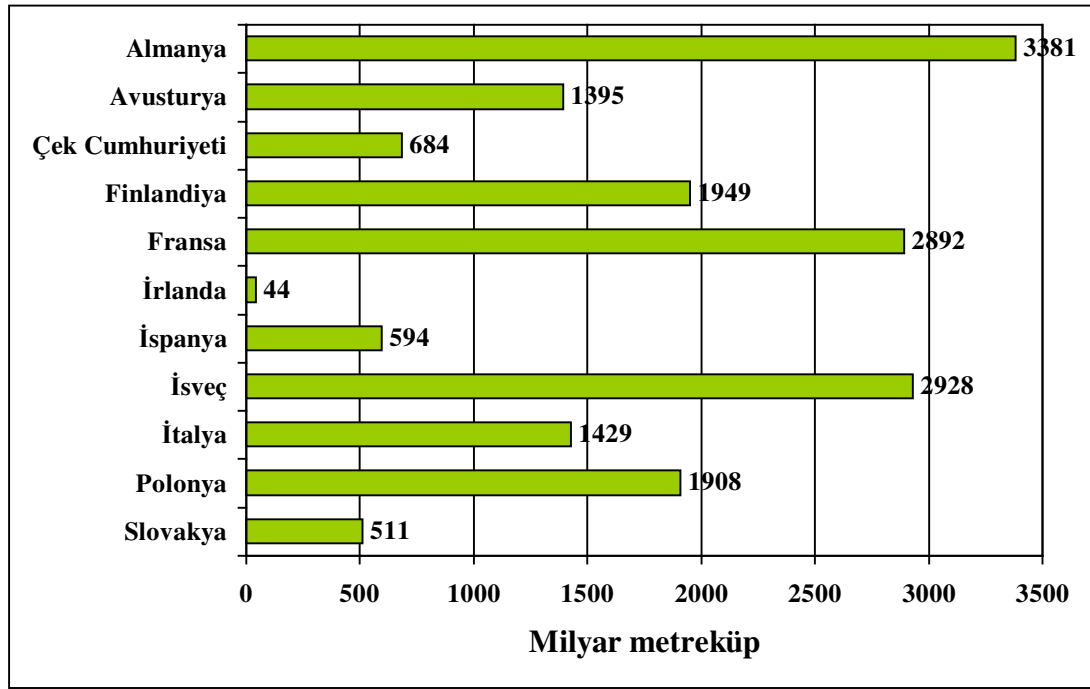
Teknolojik gelişmelerle beraber, 1960’lı yıllarda Avrupa’da da ahşap konut üretimlerinde yapısal gelişmeler olmuş ve ahşap konutlar daha kaliteli hale gelmiştir. Amerika’da konut üretiminde sıklıkla kullanılan sistemlerin 1980’li yıllarda Avrupa’ya getirilerek yeni ve farklı sistemlerin ortaya çıkması sağlanmıştır. Ahşap yapı üretiminde son 50 yılda önemli gelişmeler kaydedilmiş, özellikle de son 15 yıllık dönem içinde Almanya, Avusturya ve İsviçre ülkelerinde çok büyük gelişmeler yaşanmıştır. Artık günümüzde teknolojik gelişmelere paralel olarak ahşap malzemelerin ve ahşap yapıların genel sorunlarına çözümler getirilerek, her türlü ihtiyaca uygun ahşap konut üretimi yapılabilmektedir. Ayrıca, yaşanmakta olan çevre ve enerji sorunlarıyla birlikte kaynağını yenileyebilen bir yapı malzemesi olarak ahşabın öneminin artması, ahşap yapı sektörünün gittikçe endüstrileşmesi ve ahşap konut üretim yoğunluğunun artması bu süreci hızlandırılmıştır. Müstakil evler, ikiz evler ve sıra evlerin yanında çok katlı konutlar ve konut dışı yapılar da ahşap malzeme ile üretilmektedirler. Günümüzde Avrupa ülkelerine bakıldığında ahşap konut üretiminin yaygınlaşarak devam ettiği, özellikle İskandinav ülkelerinde genel konut üretimi içinde ahşap konut üretiminde bir yoğunluk olduğu görülmektedir (**Amann ve ark. 1997**).

Ahşap yapı üretimindeki gelişmelerin yanı sıra, günümüzde hala ahşap malzeme ve ahşap yapılar için çeşitli ön yargılar ve ahşap malzeme hakkında çeşitli olumsuz iddialar bulunmaktadır. Örneğin, ‘Taşın ömrü sonsuz, ahşabın ömrü ise 50 yıldır’ sözü hala insanların kafasındadır. Bu tür ön yargılardan dolayı, ahşap yapı sektörü bir savunma davranışı gösterip çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Yapılan araştırmaların sonucunda ahşap konutların sanılanın aksine daha dayanıklı ve uzun ömürlü oldukları ayrıca, yaklaşık son 20 yıldır üretilen modern ahşap konutların yüksek kaliteli oldukları görülmüştür (**Frühwald ve Pohlmann 2002**).

3.3. Ahşap Malzemenin Kaynağı ve Yapı Sektörüne Etkileri

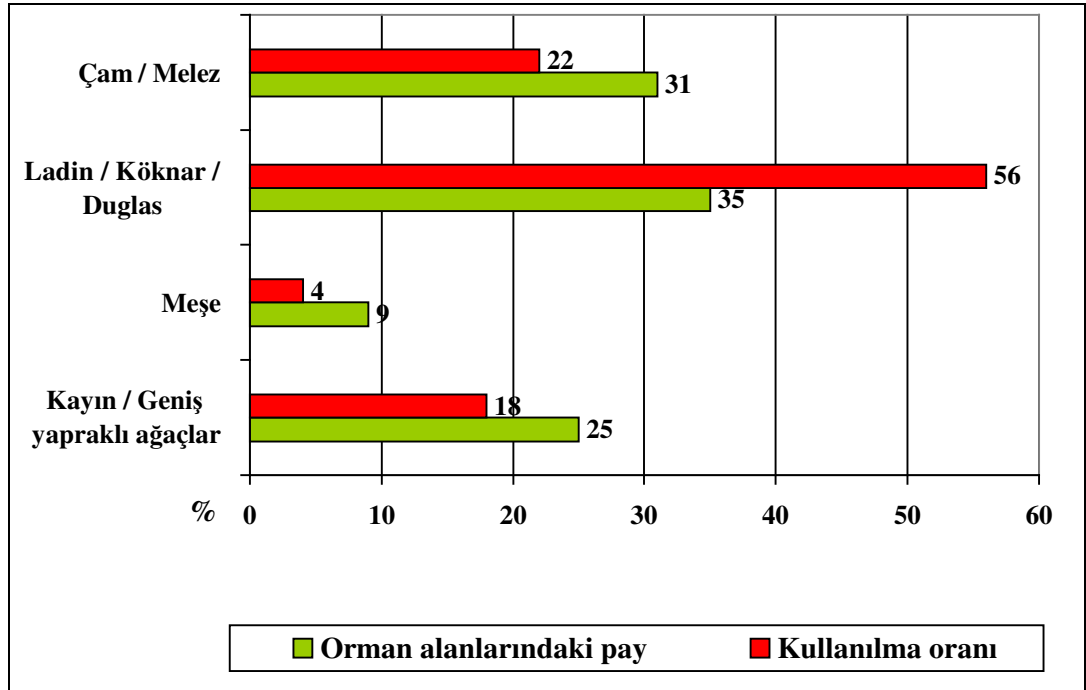
Avrupa’nın ortasında yer alan Almanya, 357.022 km² yüzölçümü ve 82,5 milyon nüfusuyla bir sanayi ve endüstri ülkesidir. Almanya 16 eyaletten oluşan federal bir cumhuriyettir (**Astor ve ark. 2005**). Bir sanayi ve endüstri ülkesi olarak Almanya, doğal kaynakların kullanımı, enerji tüketimi ve çevre bilinci konuları için genel anlamda kendisini sorumlu hissederek bu noktalarda çalışmalar yapıp önlemler almaktadır. Bu çalışma ve önlemlerin arasında ormanların varlığı, tüketimi ve ahşap malzemelerin daha yaygın kullanımıyla beraber yapı sektörü büyük bir yer tutmaktadır. Yapı sektörü doğal kaynakların kullanılmasına, enerjinin harcanmasına ve çevre kirliliğine etki eden büyük bir sektördür (**Frühwald ve Pohlmann 2002**).

Almanya yüzölçümünün yaklaşık % 30’una eşit olan 10,7 hektar orman alanı ve 3,4 milyar metreküp ağaç varlığıyla Avrupa’nın ağaç potansiyeli en çok olan ülkesidir (**Şekil 3.1**). Almanya’yı oluşturan eyaletlerden ise % 31,4 oranla Bayern, % 16,1 oranla Baden-Württemberg eyaletleri ağaç potansiyeli çok olan eyaletlerdir.



Şekil 3.1. Bazı Avrupa ülkelerinin mevcut ağaç potansiyeli (Holzabsatzfond 2004)

Almanya’da ağaç çeşitlerinin yaklaşık 2/3’ü iğne yapraklı, 1/3’ü de geniş yapraklı ağaçlardır. İğne yapraklı ağaçlar; Avrupa ladini (*Picea abies*), çamlar (*Pinus*), duglas (*Pseudotsuga menziesii*), köknar (*Abies spp.*) ve melez (*Larix decidua*) ağaçlarıdır. Geniş yapraklı ağaçlar; akçaağaç (*Acer*), dişbudak (*Fraxinus*), karaağaç (*Ulmus*), kayın (*Fagus Sylvatica*), kızıl ağaç (*Alnus*), kiraz (*Prunus*) ve meşe (*Quercus*) ağaçlarıdır (Şekil 3.2). Almanya’da ağaç çeşitlerine göre 1983 - 2004 yılları arasında kesilen ağaç miktarına bakıldığında ağaç tüketiminin 20 yılda yaklaşık iki kattan daha fazla arttığı görülmektedir (Çizelge 3.1).



Not: Geniş yapraklı ağaçlar; Akçaağaç, dişbudak, karaağaç, kızılğaç ve kiraz.

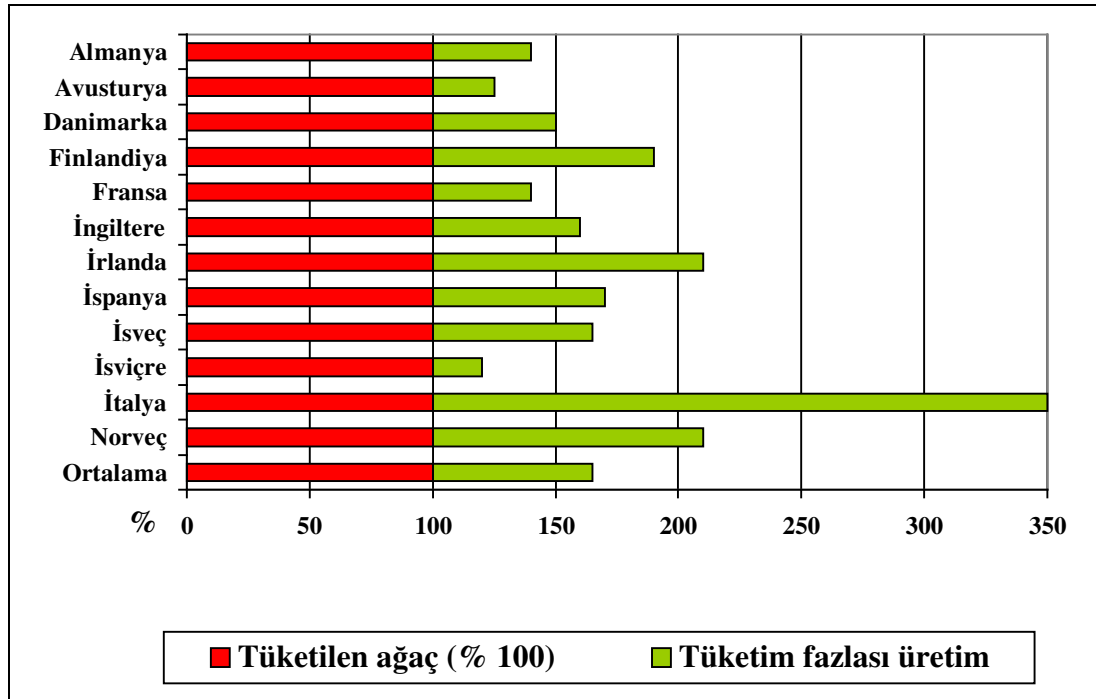
Şekil 3.2. Almanya'daki ağaç türlerinin ormanlarda kapladıkları alanlar ve kullanılma oranlarına göre yüzdelik payları (**Filippi 2004**)

Çizelge 3.1. Almanya’da 1983 - 2004 yılları arasında ağaç çeşitlerine göre kesilen ağaçların 1000 m³ olarak miktarı (**Forst und Holz Marktbilanz 2005**)

	Ladin / Köknar / Duglas	Çam / Melez	Kayın	Meşe	Diğer	Toplam
1983	14.869	4.222	5.663	1.090	219	26.063
1984	16.633	4.922	6.047	1.289	259	29.150
1985	18.740	4.921	6.030	1.277	251	31.219
1986	16.145	4.977	6.401	1.357	297	29.177
1987	15.870	5.112	6.173	1.256	282	28.693
1988	17.100	5.156	5.838	1.128	286	29.508
1989	18.936	5.637	5.727	1.161	358	31.819
1990	55.553	11.094	7.731	1.436	494	76.308
1991	19.400	5.540	5.667	1.005	271	31.883
1992	16.742	4.761	5.218	987	301	28.009
1993	17.147	4.781	5.098	968	274	28.268
1994	21.777	5.815	5.649	1.065	309	34.615
1995	22.019	8.477	7.049	1.374	423	39.342
1996	21.253	7.073	6.941	1.341	400	37.012
1997	23.035	8.027	5.756	1.064	325	38.208
1998	20.332	9.238	7.607	1.429	447	39.503
1999	18.665	9.246	7.857	1.457	411	37.637
2000	34.265	9.021	8.286	1.677	461	53.710
2001	19.810	8.896	8.543	1.819	414	39.482
2002	23.977	9.200	7.364	1.562	276	42.380
2003	30.557	9.771	8.475	2.068	311	51.182
2004	33.475	10.345	8.350	2.017	319	54.505

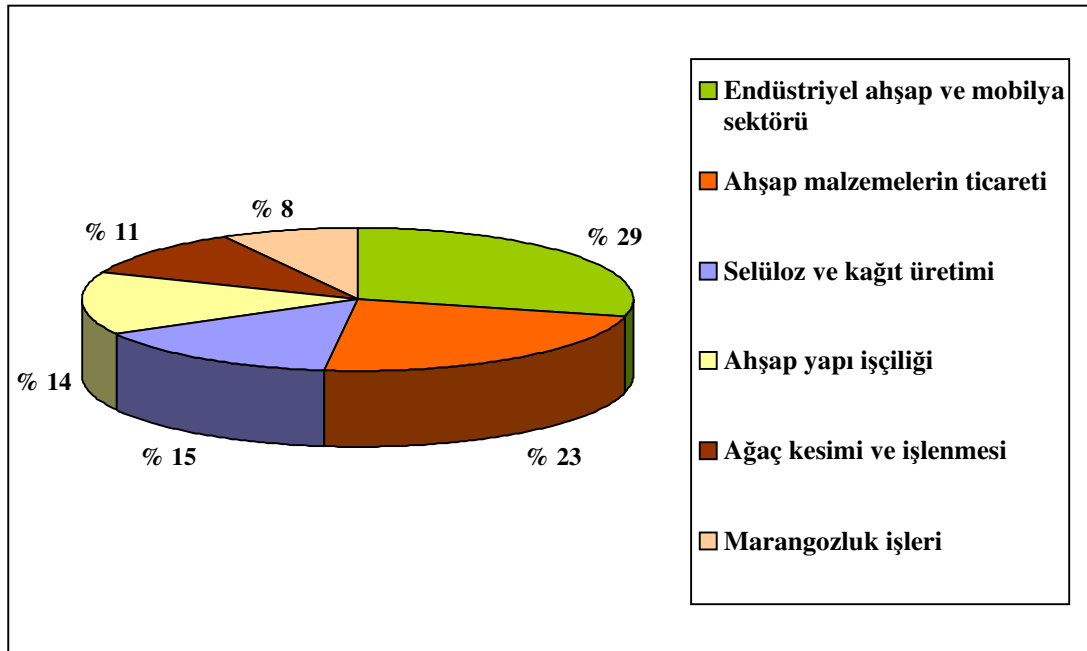
Not: Sayısal değerler 1000 m³ bazındadır.

Almanya’da ağaç kesimi ve ormanların devamı prensip olarak kesilen her ağaca karşılık en az bir ağaç yetiştirilmesidir. Ağaç yetiştirme prensipi de iklim ve toprağa uygun ağaçların uygun bölgelere göre yetiştirilmeleri ve aynı bölgede farklı yaşlarda ağaçların yetiştirilmesidir. Böylelikle ağaçlar kesilmelerine rağmen orman alanlarında ve ağaç potansiyelinde bir azalma olmamaktadır. Orman alanları ve ağaç potansiyelinde bir azalma olmadığı gibi ağaç tüketiminden daha fazla ağaç üretimi yapılmaktadır. Her geçen yıl önceki yıllara göre daha fazla ağaç tüketimi yapılmasına rağmen ağaç üretimi daha da fazla olduğundan sadece Almanya’da değil bir çok Avrupa ülkesinde ağaç potansiyeli artmaktadır (**Şekil 3.3**). Almanya’da yıllık yetiştirilen ağaçlara karşılık üretimin yaklaşık 2/3’ü kadar ağaç tüketilmektedir. Bundan dolayı uzmanlar ormanların genç kalması ve bakımlı olması için daha fazla ağaç kesimini ve daha yaygın ahşap kullanımını önermektedirler. Almanya’daki ağaç potansiyeli ve yıllık ağaç üretimine göre yılda yaklaşık 250.000 ahşap konut üretilebilir (**Kuhweide 2000**).



Şekil 3.3. Avrupa genelinde ve bazı Avrupa ülkelerinde yıllık ağaç tüketimine karşılık ağaç üretim oranı (**Frühwald ve Pohlmann 2002**)

Almanya’da tüketilen ağaçların ekonomik olarak sektörlere dağılımında ise en büyük payları ahşap yapı sektörü ve mobilya sektörü almaktadır. (Şekil 3.4). 2005 yılı itibariyle Almanya’da kişi başı ahşap kullanımı 1,10 m³’tür. Kişi başına ahşap kullanımı en çok olan Avrupa ülkeleri, başta İskandinav ülkeleri olmak üzere Danimarka 2,05 m³, Finlandiya 1,98 m³, İsveç 1,86 m³ ve Almanya’nın güney komşusu Avusturya’da ise 1,50 m³’tür. Avrupa ortalamasında kişi başına ahşap kullanımı ise 1,19 m³’tür. Almanya kişi başına ahşap kullanımını 10 yıllık süre zarfı içerisinde 1,10 m³’ten 1,30 m³’e çıkarmayı planlamaktadır (Freudenreich 2005).



Şekil 3.4. Almanya’da genel ahşap ekonomisinin sektörlere göre dağılımı
(Deutscher Holzwirtschaftsrat 2004)

3.4. Ahşap Konut Üretiminin Bugünkü Durumu

Almanya’da ahşap konut üretimi, Kuzey Amerika ve İskandinav ülkelerindeki kadar yoğun olmamasına rağmen her geçen gün biraz daha artarak devam etmektedir. II. Dünya Savaşının ardından Almanya’da konutların kısa zamanda, çok yaşama alanı ve az maliyetle yapımı zorunluydu. Ahşap yapı malzemesinin kolay elde edilebilmesi ve ahşap konutların o dönemde diğer konutlardan daha ucuz olmasından dolayı diğer konutlarla beraber basit bir ahşap konut üretimi yapıldığı görülmektedir (**Amann ve ark. 1997**).

Almanya’da üretilen ahşap konutların kaliteleri ve değerleri, 1960’lı yıllarda hızlanan teknik gelişmelere paralel olarak artmaya başlamıştır. 1985 yılına gelindiğinde ahşap konutların kaliteleri ve maliyet değerleri en az yığma ve betonarme konutların kalite ve maliyet değerlerine ulaştığı görülmektedir. Ahşap konutların kalite ve değerlerinin artış süreci şöyle özetlenebilir:

- 1960 - 1972: Ahşap konutlar basit ve iyi tefrişata kadar yığma ve betonarme konutlardan ortalama % 20 daha ucuzdur.
- 1973 - 1984: Ahşap konutlar yığma ve betonarme konutlardan ortalama % 14 daha ucuzdur.
- 1985 ve ötesi: 1985’ten sonra ahşap konutlar ile yığma ve betonarme konutlar arasında genel üretim maliyetlerinde büyük farklar yoktur (**Winter ve Kehl 2002**).

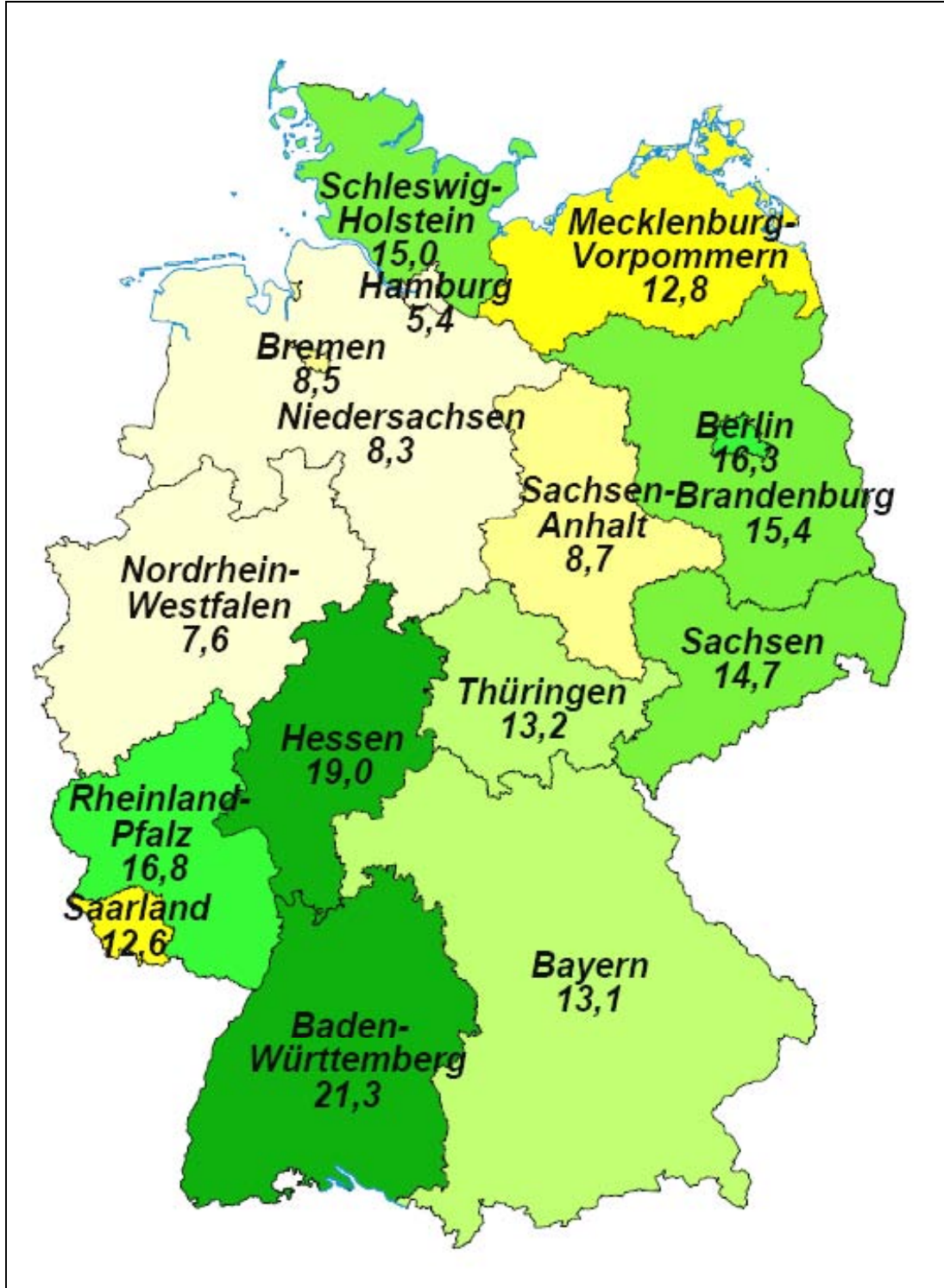
1980’li yıllarda Amerika’da uygulanan sistemlerin Almanya’ya getirilip yeni sistemlerin de geliştirilmesiyle, her türlü ihtiyaca cevap verebilen ahşap konutlar üretilmeye başlanmıştır. 1989 yılından itibaren üretilen ahşap konutlar kalite ve insan sağlığı bakımından kontrol edilmeye başlanmıştır. Almanya genelinde tip yapı yönetmelikleri, 2000 yılı kasım ayına kadar en çok 3 katlı ahşap yapılara izin verirken bu tarihten itibaren 5 kata kadar ahşap yapı üretimine izin vermektedir.

Almanya’da yapılan araştırmalara göre ahşap konutlarda yaşamak isteyen insanların sayısı her geçen gün biraz daha artmaktadır. 1990 yılından önce üretilen konutlar arasında ahşap konutların payı yaklaşık % 7,5 iken günümüzde bu oran % 15’e yükselmiştir. 2005 yılı Ekim ayı itibarıyla Almanya’da üretilen müstakil

konutların yaklaşık % 15'i ahşap konutlardır. Buda üretilen her 6 - 7 müstakil konuttan en az 1 tanesinin ahşap konut olduğu anlamına gelmektedir. Toplu konut üretimlerinde ise ahşap konutların payı % 2,3'tür (**Holzabsatzfonds 2005**). 2003 yılı verilerine göre üretilen bütün müstakil konutlar içinde ahşap konutların payı Almanya genelinde % 12,9 iken Almanya'nın Baden - Württembeg eyaletinde bu oran % 21,3, Hessen eyaletinde ise % 19,0'dır (**Çizelge 3.2 - Şekil 3.5**).

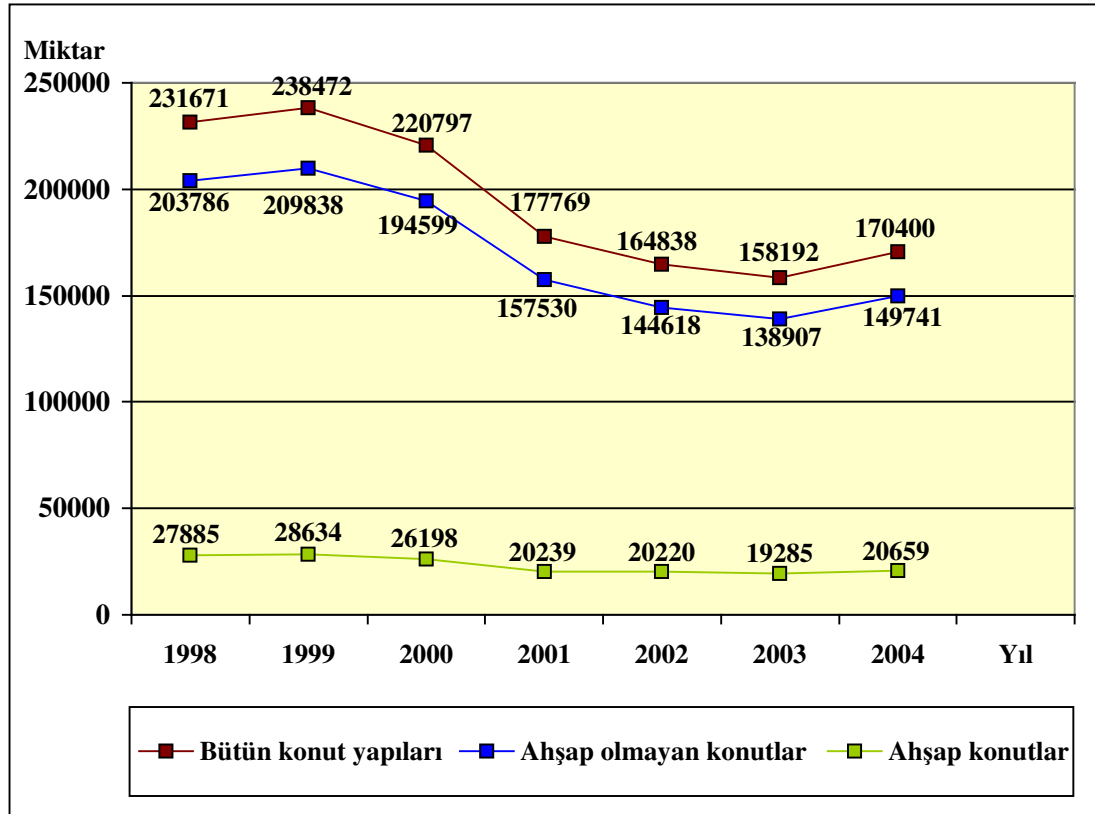
Çizelge 3.2. Almanya geneli ve eyaletlerinde 2003 yılında yapımı tamamlanan toplam müstakil konut miktarları, ahşap konut miktarları ve ahşap konut oranları (**HeinzeMarktforschung 2005**)

Almanya Eyaletleri	Toplam konut Miktarı	Ahşap konut miktarı	Oran (%)
Schleswig-Holstein	6.811	1.019	15,0
Hamburg	1.333	72	5,4
Niedersachsen	22.820	1.897	8,3
Bremen	619	53	8,5
Nordrhein-Westfalen	28.138	2.125	7,6
Hessen	6.580	1.247	19,0
Rheinland-Pfalz	8.851	1.487	16,8
Baden-Württemberg	17.593	3.753	21,3
Bayern	27.324	3.589	13,1
Saarland	1.437	182	12,6
Berlin	1.814	295	16,3
Brandenburg	8.774	1.348	15,4
Mecklenburg-Vorpommern	4.276	549	12,8
Sachsen	4.751	696	14,7
Sachsen-Anhalt	4.175	363	8,7
Thüringen	3.193	420	13,2
Almanya geneli	148.489	19.098	12,9

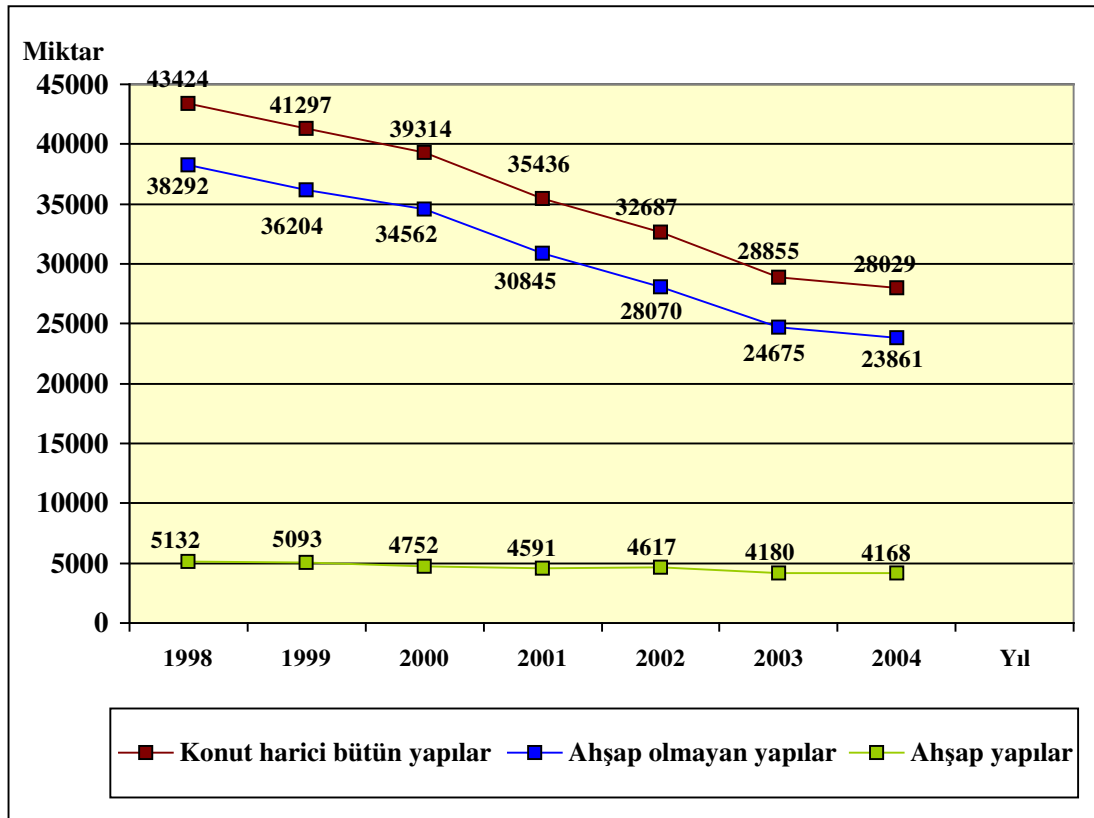


Şekil 3.5. 2003 yılında üretilen müstakil konutlar içinde ahşap konutların Almanya eyaletlerine göre yüzdelik dağılımı (HeinzeMarktforschung 2005)

Almanya’da üretilen bütün ahşap yapıların yaklaşık % 83’ü konut, % 17’si ise konut haricindeki yapılardır. Üretilen ahşap konutların ise büyük bir çoğunluğu prefabrik olarak üretilmektedir. Almanya genelinde üretilen bütün müstakil konutların yaklaşık % 13’ü prefabrik konutlar, prefabrik konutların ise yaklaşık % 80’i ahşap konutlardır (Langhans 2005). Almanya genelinde 1998 - 2004 yılları arasında yapımı tamamlanan yapılar içinde bütün konut yapılarının yaklaşık % 12’si, konut yapıları dışındaki diğer bütün yapıların ise yaklaşık % 14,5’u ahşap yapılardır. Bu süreç içerisinde bütün yapıların ve konutların üretilme miktarları düşerken ahşap yapı ve özellikle konutların üretilme oranları artmıştır (Şekil 3.6 - Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Almanya’da 1998 - 2004 yılları arasında yapımı tamamlanan bütün konut yapılarının ve bunlardan ahşap konutların miktarları (Bund Deutscher Zimmermeister - Statistisches Bundesamt Deutschland 2005)



Şekil 3.7. Almanya’da 1998 - 2004 yılları arasında yapımı tamamlanan konut harici bütün yapıların ve bunlardan ahşap yapıların miktarları (**Bund Deutscher Zimmermeister - Statistisches Bundesamt Deutschland 2005**)

4. ALMANYA'DA YAPIDA AHŞAP MALZEMENİN KULLANIMI VE AHŞAP KONUT ÜRETİM SİSTEMLERİ

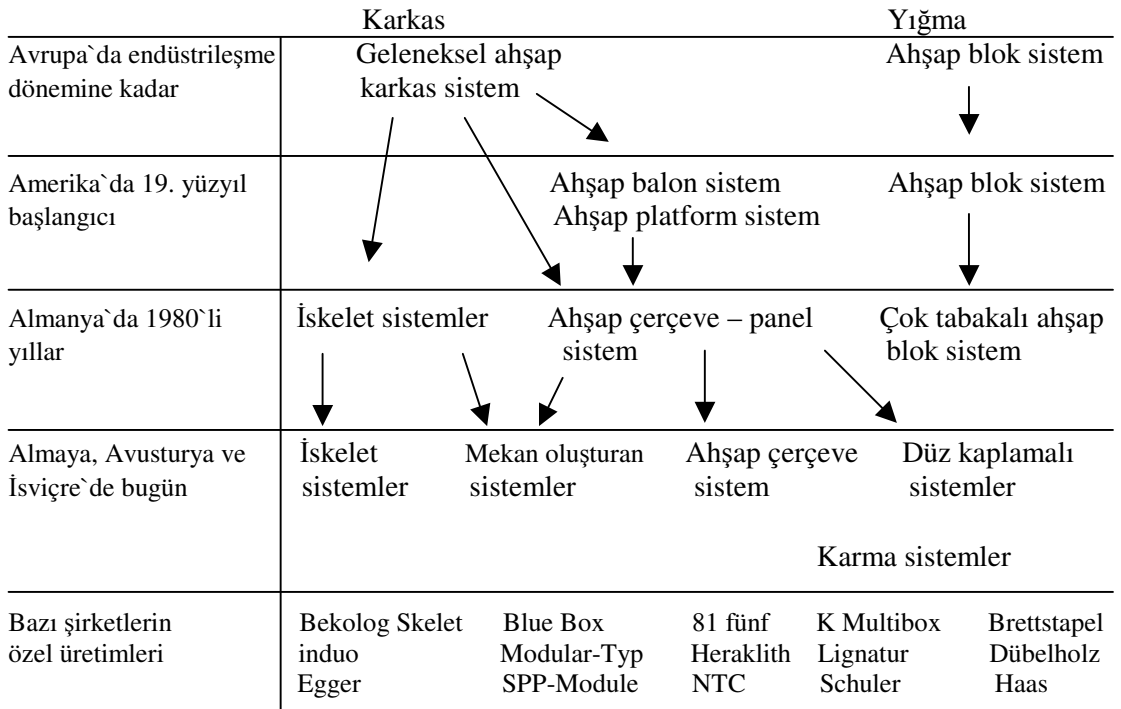
4.1. Ahşap Konut Üretim Sistemlerinin Gelişimi

Eski dönemlerden beri ahşap, yapıda taşıyıcı ve tamamlayıcı malzeme olarak kullanılmaktadır. Tarımsal dönemin doğal ve ana yapı malzemelerinden biri olan ahşap malzemedan konut üretiminde, ayrıca tarım ve hayvancılık için gerekli yapıların üretiminde geniş ölçüde yararlanılmıştır. Ahşap malzeme, taşıyıcı olarak yığma yada iskelet halinde bir temel üzerine oturtularak kullanılmıştır. Endüstri devrimine kadar Avrupa'da iki farklı sistemle ahşap yapı üretimi yapılmıştır. Bu sistemler, yığma olarak üretilen ahşap blok sistem ve iskelet olarak üretilen geleneksel ahşap karkas sistemdir. Ahşap blok sistemle üretilen konutlar Türkiye'deki çantı yada kütük evlere, geleneksel ahşap karkas sistemle üretilen konutlar ise Türkiye'deki payandalı ahşap karkas evlere benzerlik göstermektedir.

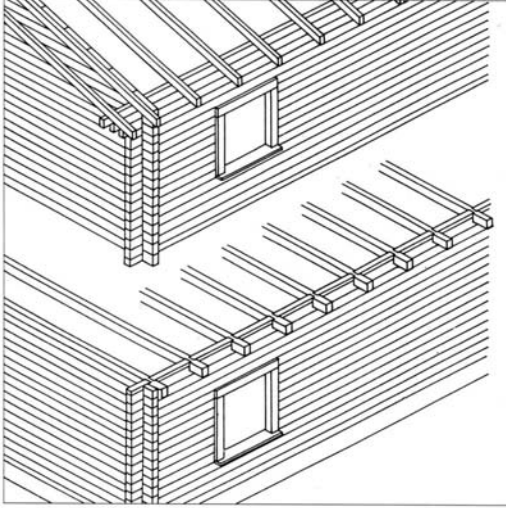
Günümüzde kullanılmakta olan modern ahşap yapım sistemlerinin gelişimi geleneksel ahşap karkas sisteme dayanmaktadır (**Şekil 4.1**). Avrupa'da uzun yıllardan beri kullanılmakta olan ahşap karkas sistem, Amerika'ya götürülmüş ve bu sistemden yararlanılarak 19. yüzyılın başlarında ahşap balon ve ahşap platform sistemler geliştirilmiştir. Ahşap konut üretim oranının çok yüksek olduğu Amerika'da, konut üretimi için sıklıkla kullanılan bu sistemler 1980'li yıllarda Almanya'ya tekrar getirilmiştir. Amerikan imar kanunu ve yapı normlarına göre düzenlenmiş olan ahşap balon ve platform sistemler, Alman imar kanunu ve yapı normlarına göre yeniden düzenlenip geliştirilmiştir. Özellikle geleneksel ahşap karkas sistemin ve Amerikan platform sistemin birleştirilip geliştirilmesiyle ahşap çerçeve sistem elde edilmiştir (**Şekil 4.1 - 4.2**). Ahşap çerçeve sistem, bu sistemin prefabrikleşmiş hali ahşap panel sistemle beraber günümüzde özellikle konut üretiminde en çok kullanılan bir yapı sistemidir (**Şekil 4.3**). Almanya'da bu gelişmelere paralel olarak ahşap iskelet sistemler geliştirilmiş, ahşap çerçeve ve

iskelet sistemlerden de mekan oluşturan sistemler geliştirilmiştir (Cheret ve ark. 2000).

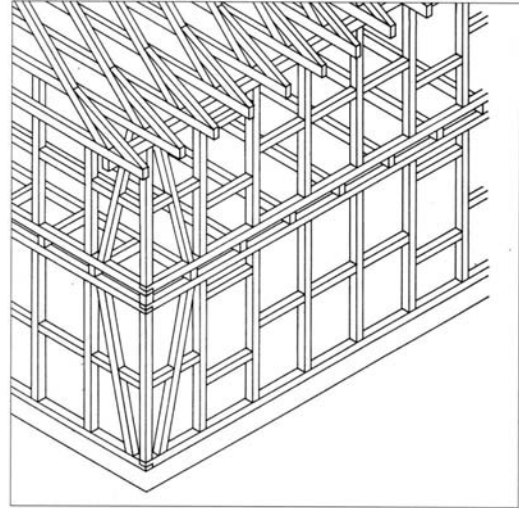
Ahşap yapı sistemlerinin gelişimi, teknolojik gelişmelere, prefabrikasyonun gelişimine, yapı malzemeleri ve bağlantı elemanlarının gelişimine paralel olarak devam etmektedir. Günümüzde ahşap yapıların üretimi genellikle inşaat şirketleri tarafından yapılmakta ve bu şirketler, üretimlerinin yanında yeni sistem ve sistem elemanları gelişimini sürdürmektedirler. Bu gelişim süreci içinde şirketler, farklı yapı sistemleri yada sistem elemanlarını birarada kullanabilmekte, ayrıca kendi üretimleri ve kendilerine has isimleri olan yeni malzeme, yapı bileşeni, bağlantı yöntemleri ve sistemlerle üretimlerine de devam etmektedirler (Şekil 4.1).



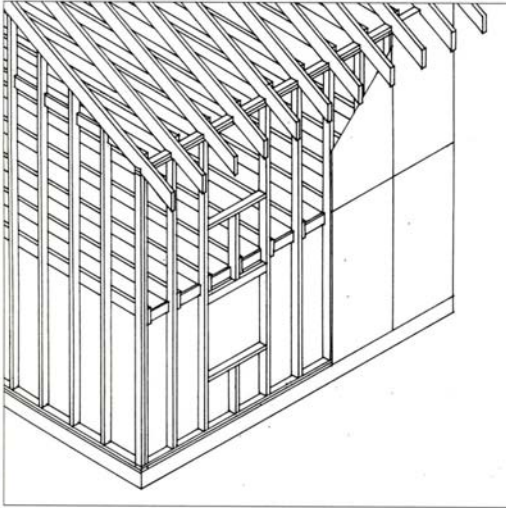
Şekil 4.1. Ahşap yapı sistemlerinin tarihsel gelişimi (Cheret ve ark. 2000)



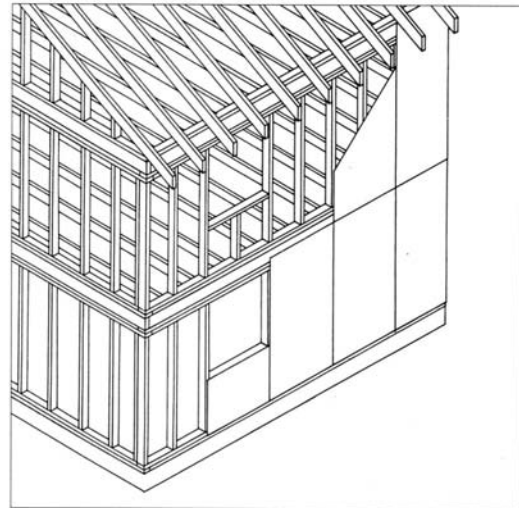
Ahşap blok sistem



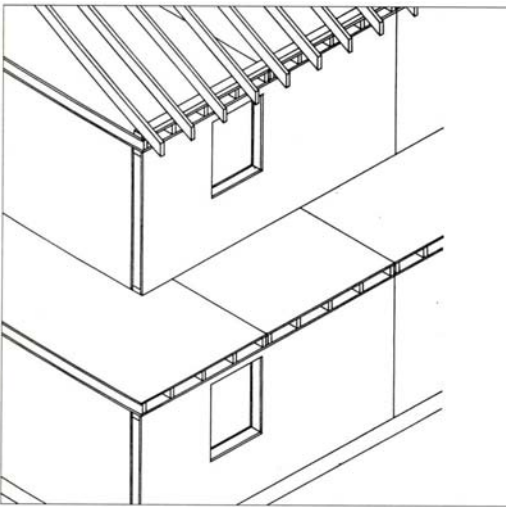
Geleneksel ahşap karkas sistem



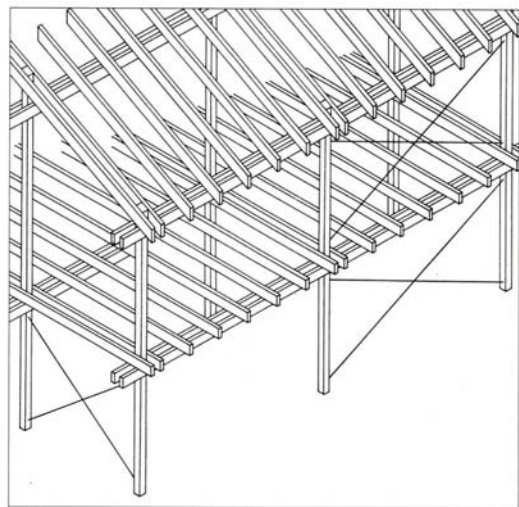
Ahşap balon sistem



Ahşap platform sistem

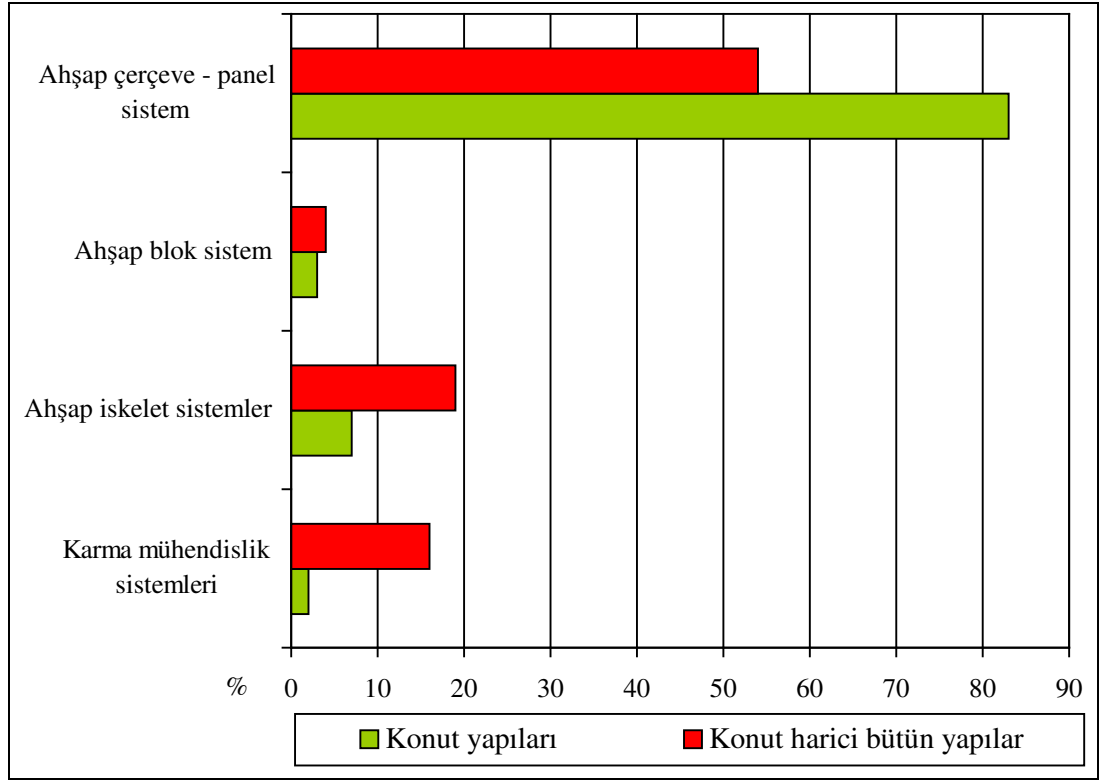


Ahşap panel (çerçeve) sistem



Çiftkirişli ahşap iskelet sistem

Şekil 4.2. Ahşap yapı sistemlerinin yapısal gelişimi (Amann 1997)



Şekil 4.3. 1999 yılı üretilen ahşap yapılarında yapı çeşitlerine göre uygulanan yapım sistemlerinin yüzdelik oranları (www.Infoholz.de)

4.2. Günümüzde Uygulanmakta Olan Ahşap Konut Üretim Sistemleri

Günümüz yapı sektöründe ahşap konut üretimi için geleneksel sistemlerin günümüz şartları ve teknolojisine göre gelişmiş halleri ile son yıllarda yaşanan gelişmelerle ortaya çıkan yeni ahşap yapı üretim sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler ihtiyaçlara ve ahşap yapı üreticilerinin yorum ve tercihlerine göre tek başlarına, başka sistem elemanlarıyla beraber yada karma sistemler halinde kullanılabilir. Aynı zamanda bu sistemler betonarme ve çelik gibi diğer yapı malzemeleri ve sistemleriyle beraber de bir bütün olarak uygulanabilmektedir. Öte yandan ahşap yapı sistemlerinin ve yapı elemanlarının gelişimleri, yeni ihtiyaçlara ve teknik gelişmelere paralel olarak hâlen devam ettiği için her zaman yeni sistem ve sistem elemanlarıyla karşılaşmak mümkün olmaktadır (**Winter ve Kehl 2002**).

Günümüz modern ahşap konut üretiminde kullanılan ana sistemler:

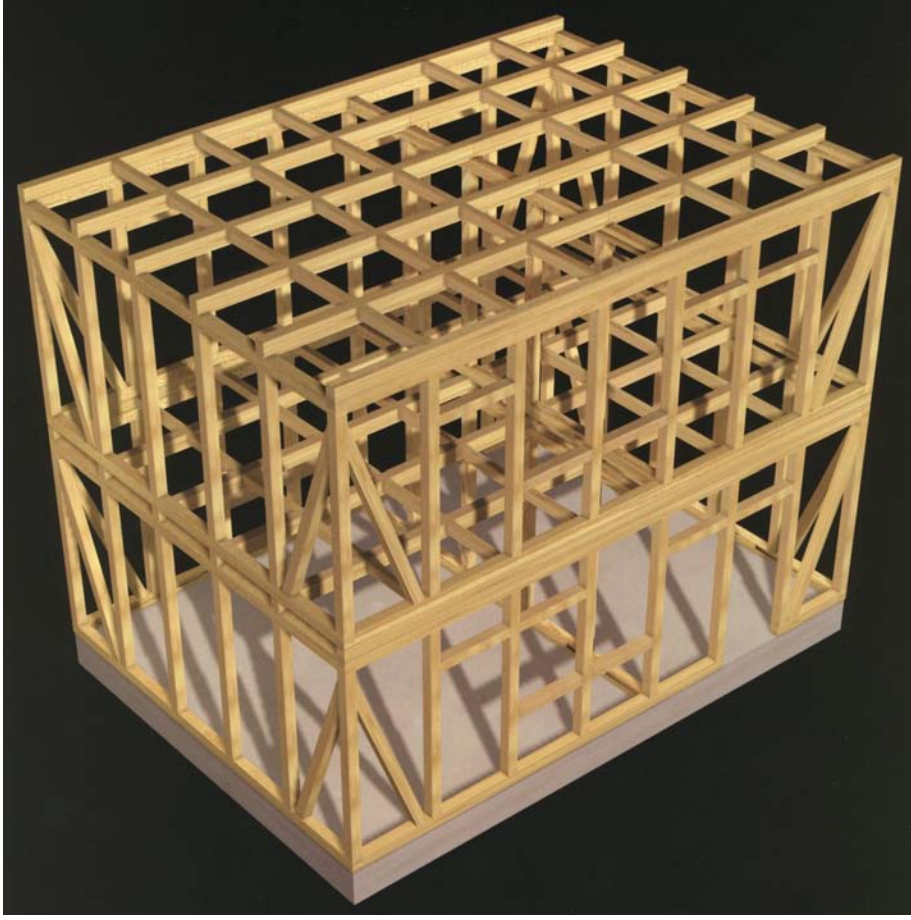
- Geleneksel ahşap karkas sistem (Fachwerkkonstruktion)
- Ahşap blok sistem (Block-Bohlen-Konstruktion)
- Çift kirişli ahşap iskelet sistem (Zangen Konstruktion)
- Çift direkli ahşap iskelet sistem (Konstruktion Geteilte Stütze)
- Kiriş - direk sistem (Konstruktion Träger auf Stütze)
- Ahşap modüler sistem (Pfosten-Riegel-Konstruktion)
- Amerikan ahşap balon sistem (Baloon-Konstruktion)
- Amerikan ahşap platform sistem (Platform-Konstruktion)
- Ahşap çerçeve sistem (Holzrahmen-Konstruktion) (**Pfeifer ve ark. 1998**)

4.2.1. Geleneksel Ahşap Karkas Sistem (Fachwerkkonstruktion)

‘Geleneksel Ahşap Karkas Sistem’, Almanya’da uzun yıllardan beri uygulanmakta olan yaygın bir yapı üretim sistemidir. Genel anlamda konut üretimiyle beraber zamanın gereklerine göre bu sistem ile çok farklı yapılar üretilmiştir (**Şekil 4.4**). Taşıyıcı sistem, ahşap taşıyıcı elemanların belirli bir düzen içerisinde biraraya getirilmesiyle oluşmaktadır. Taşıyıcı elemanlar arasında kalan kısımlar, planlamaya göre kapı ve pencere boşlukları olarak değerlendirilmekte, arta kalan kısımların dolgu malzemeleri ile doldurulması da sistemi tamamlanmaktadır. Sistem bu haliyle prefabrikasyona ilk adımı teşkil eder.

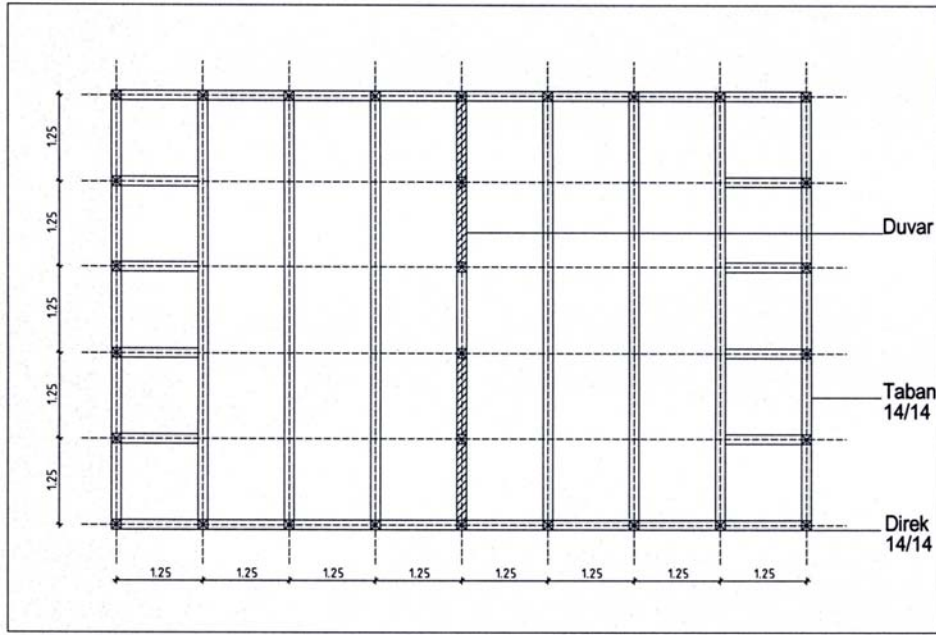


Şekil 4.4. Alsfeld belediye binası - Yapım yılı 1512-1516 (Winter ve Kehl 2002)



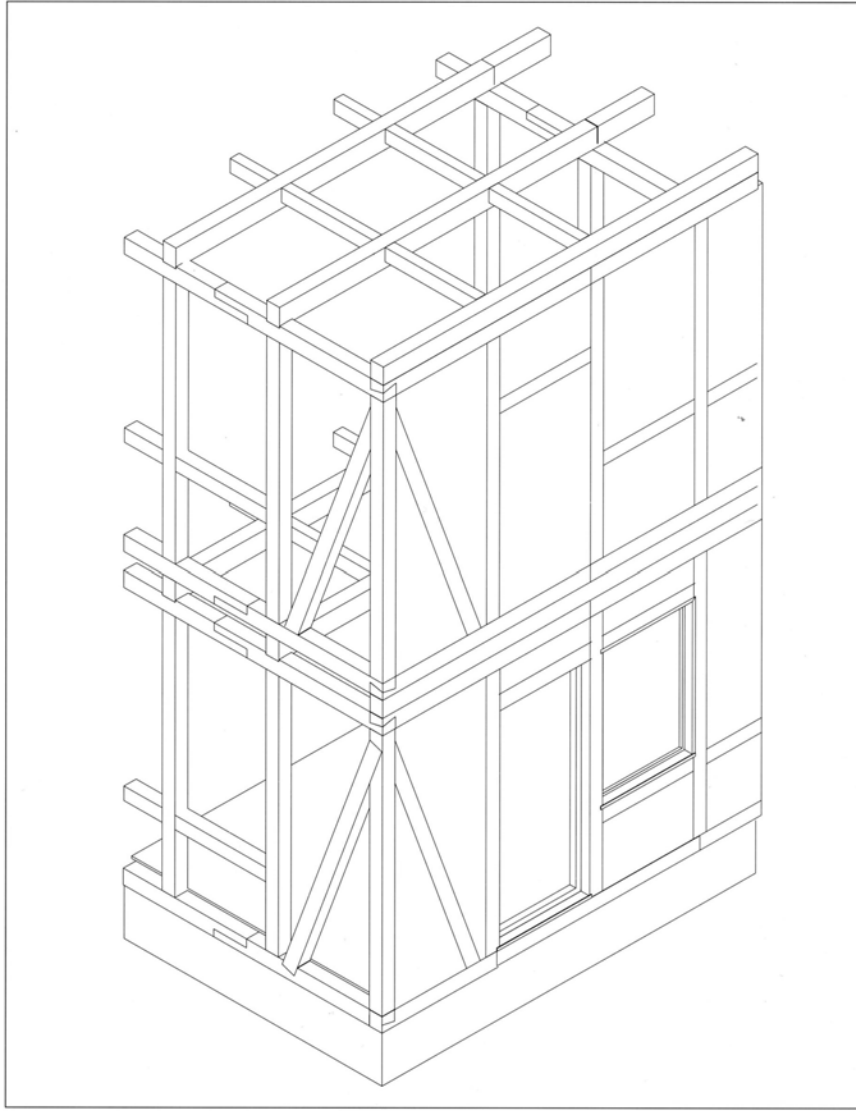
Şekil 4.5. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi (Pfeifer ve ark. 1998)

Bu sistem önceleri çağın gereklerine göre genellikle taş temel üzerine inşa edilmesine rağmen, günümüzde betonarme temel üzerine kurulmaktadır. Betonarme temel, yapı arsasının durumuna göre münferit yada mütemadi olabilir, ama her iki durumda da düz bir zemin tabakası oluşturulmaktadır. Düz zemin üzerine oturan ahşap elemanlar sırasıyla; taban, direk, payanda, boyunduruk, başlık ve döşeme kirişleridir (Şekil 4.5). Taşıyıcı elemanların ölçüleri ve aralarındaki mesafeler günümüzde statik olarak belirlenmektedir. Ahşap direklerin kesit ölçüleri genellikle 12/12 cm ile 14/14 cm arasında olup belli bir aks ölçüsüne göre sıralanırlar. Yaygın olarak kullanılan aks ölçüsü ise 125 cm'dir (Şekil 4.6). Bu aks ölçüsü kapı ve pencere sınırlarını belirlemekle beraber, antre, hol ve küçük mekanların minimum genişliklerini de ortaya çıkarmaktadır. Direklerin arasına gerekli durumlarda daha küçük kesitli direkler getirilebilir.



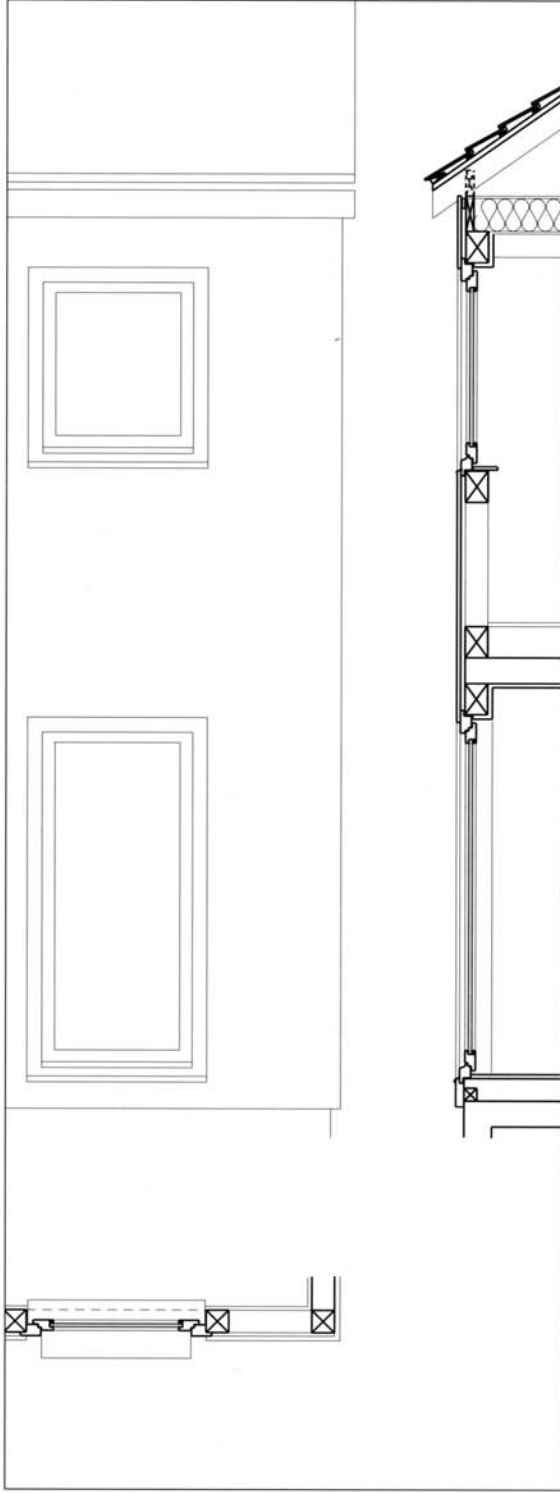
Şekil 4.6. Taşıyıcı sistem planı (Pfeifer ve ark. 1998)

Betonarme zemin üzerine oturan ahşap tabanlar, direkler boyunca uzanmakta ve yukarıdan gelen yükleri bir bütün halinde temele iletmektedir. Taban, hem payanda ve direkleri zeminden ayırdığından hemde duvarlar boyunca uzandığından doğal dayanıklı ve uzun ömürlü ağaçlardan seçilmektedir. Taban, oturduğu zemin yüzeyinden bir ayırma elemanı ile ayrılmakta, temel ve cephede iyi bir nem yalıtımı yapılmaktadır. Ayrıca birleşim yerleri, özellikle de dış duvarlarda tamamiyle kaplanmaktadır. Taban üzerinde bir aks sistemi dahilinde sıralanan direkler taşıyıcı sistemin ana unsurunu oluşturmaktadırlar. Taban ve direkleri köşelerde birbirine bağlayan payandalar ile direkleri birbirine bağlayan boyunduruklar, taşıyıcı sistemi rüzgar ve deprem gibi yanal yüklere karşı rijit tutmaktadırlar. Boyunduruk ve direkler arasında kalan alanlar kapı ve pencere alanları olarak değerlendirilmektedir. Bundan dolayı taşıyıcı sistem cephenin oluşmasında etken rol oynamaktadır. Cephe formları için taşıyıcı elemanların belirlediği sınırların içinde çok rahat hareket edilebilmesine rağmen bu sınırların dışına çıkılamaz. Direklerin üzerine başlık, başlığın üzerine de döşeme kirişleri gelerek taşıyıcı sistem tamamlanır. İki katlı yapılarda kirişlerin üzerine üst katın tabanı gelerek ikinci kata başlanır (Şekil 4.7). Döşeme kirişleri başlığın dışına taşırılarak küçük ölçülerde konsollar yapılabilir.



Şekil 4.7. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması (Pfeifer ve ark. 1998)

Taşıyıcı sistem yaygın olarak iki kat üzerine yapılmasına rağmen direkler arası aks mesafesi kısaltılıp direk sayısı arttırılarak bir kat daha çıkılabilir. Taşıyıcı ahşap elemanlar arasında kalan boşluklar önceleri kolay elde edilebilen taş, tuğla, çamur, kerpiç, ağaç kabukları ve ağaç yaprakları gibi malzemelerle dolduruluyordu. Bu dolgu daha sonra sıvayla kapatılmakta ve dış cephedeki ahşap elemanlar açıkta kalmaktaydılar. Günümüz modern ahşap konut üretiminde ise bu boşluklar yalıtım malzemeleriyle doldurulmakta ve kaplama elemanlarıyla kaplanmaktadır. cephede kullanılan kaplama elemanları artık koruyucu bir vazife görmektedirler (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Sistem detayı (Pfeifer ve ark. 1998)

‘Geleneksel Ahşap Karkas Sistem’de ahşap elemanların bağlantıları önceleri geleneksel yöntemlerle yapılırken günümüzde modern çelik bağlantı elemanlarıyla yapılmaktadır. Taşıyıcı sistemde çok fazla eleman kullanılmasından dolayı sistem, geleneksel olmasına rağmen ekonomik değildir. Ancak günümüz modern mimarisinde yeni teknolojilerinde katkısıyla bu sistem, gerek tek başına gerekse diğer sistem ve sistem elemanlarıyla birlikte, yapı üreticilerinin yorum ve tercihlere göre uygulama alanı bulmaktadır (**Şekil 4.9**).



Şekil 4.9. Geleneksel ahşap karkas sisteme örnek konut (**Bauer ve Böckler 1998**)

4.2.2. Ahşap Blok Sistem (Block-Bohlen-Konstruktion)

Ahşap yapı malzemelerinin kolaylıkla elde edilebildiği bölgelerde bir ve iki katlı binalar için kullanılabilecek bir sistemdir. Sistemin en büyük özelliği ahşap elemanların yığma tarzda üst üste gelerek hem taşıyıcı hemde bölücü görev yapması ve yüksek ısı yalıtımının elde edilmesidir. Sistem dahilinde ağaç gövdelerinden elde edilen tomruklar yada işlenmiş kare ve dikdörtgen kesitli ahşap elemanlar kullanılabilir. Ahşap elemanların köşe birleşimleri ve görünüşleri bu yapı tarzının ana karakteristiğini ortaya koyar. Sistemin en büyük dezavantajı ise yüksek miktarlarda ahşap malzemenin kullanım gereksinimidir (**Şekil 4.10**).



Şekil 4.10. Ahşap blok sisteme örnek konut (**Bauer ve Böckler 1998**)

Bu sistem için genç ve iğne yapraklı ağaçlar tercih edilir. Geniş yapraklı ağaçlardan sadece meşe ağacı kullanılır. Meşe ağacını kullanılmasının sebebi ise kolay işlenebilmesi ve gerek yaş gerekse kuru ortamda hava etkilerine karşı dayanıklı

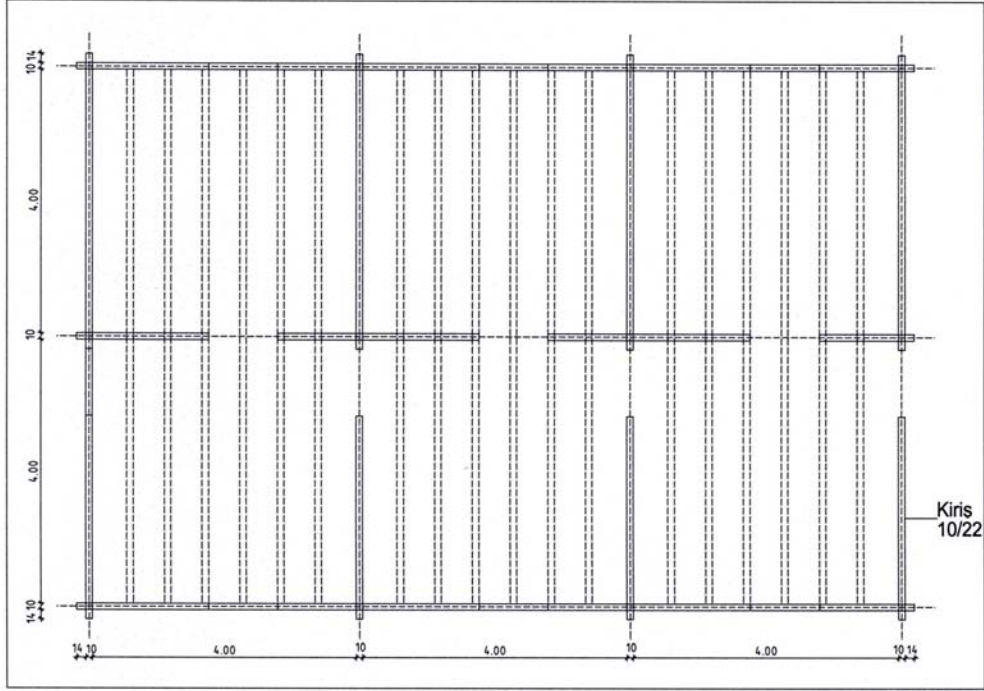
olmasıdır. İğne yapraklı ağaçlardan en uygunu ise karaçamdır. Karaçam bol reçineli ve dayanıklı bir ağaçtır. Güneş ışınlarının etkisiyle karaçamın yüzeyiden reçine çıkmaktadır. Böylelikle dış etkilere karşı yapıyı koruyucu bir örtü oluşmaktadır. Ayrıca bu ağaçların yaşları ilerledikçe daha sağlam olmaktadır.



Şekil 4.11. Taşıyıcı ve bölücü elemanların üçüncü boyutta gösterimi (Pfeifer ve ark. 1998)

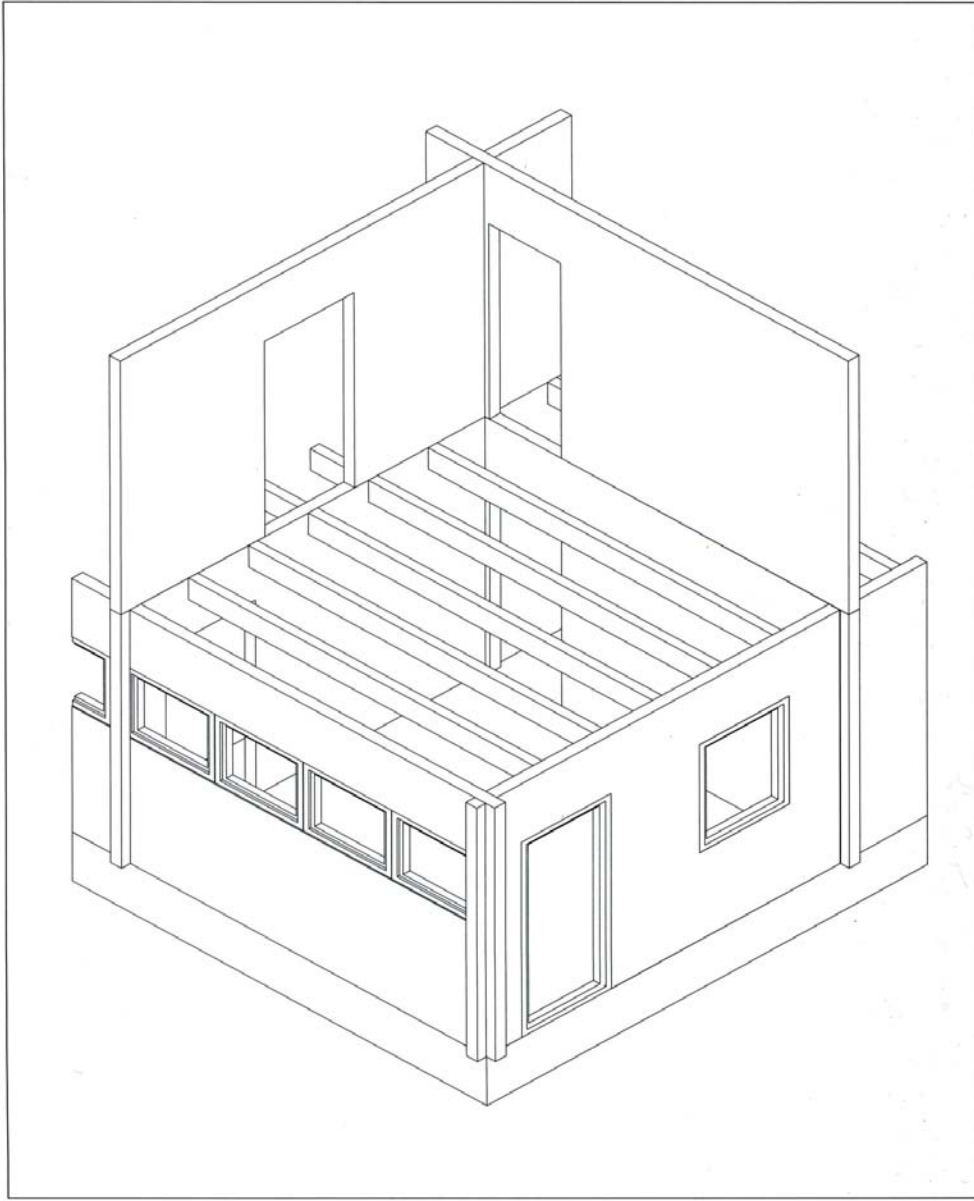
Sistemi oluşturan elemanlar sırasıyla; betonarme temel, duvarlar ve döşeme kirişleridir (Şekil 4.11). Betonarme temel münferit yada mütemadi olabilir. Ama her iki durumda da düz bir zemin plakası oluşturulmaktadır. Duvarların kaymasını önlemek için zemin plakasına bulonlarla bağlantı yapılmaktadır. Bütün duvarlar hem taşıyıcı hemde bölücüdür. Duvar elemanları ve aralarındaki mesafeler statik olarak

düzenlenirler. Geçilebilecek açıklıklar elde edilebilecek ahşap malzemelerinin boyutlarına bağlıdır. Günümüz şartlarında geçilebilecek en büyük açıklık yaklaşık 450 x 450 cm`dir (Şekil 4.12). Bu ölçü tasarıma kısıtlamalar getirmektedir.



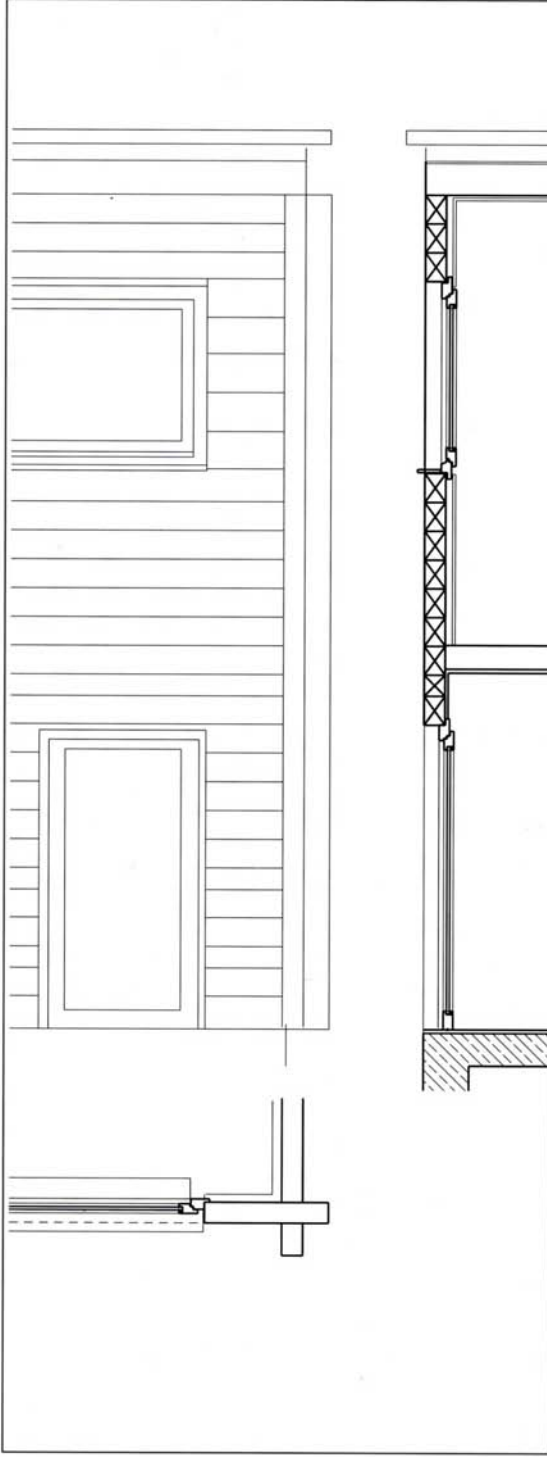
Şekil 4.12. Taşıyıcı sistem planı (Pfeifer ve ark. 1998)

Taşıyıcı sistem, prensip olarak yığma bir sistem olduğundan küçük konsollar yapılabilir. Ahşap elemanların birleşim özelliklerine paralel olarak duvar birleşimlerinde daima çıkıntı yapılır. Sistemin karakteristik cephesi, dış duvar birleşimlerinde görülen çıkıntılardır. Bu çıkıntıların uzunlukları genel olarak 15 cm`dir (Şekil 4.13). ‘Ahşap Blok Sistem’ ile genellikle 2 katlı yapılar üretilmektedir. 2 katın üstünde bir yapılaşma çok ağır olmakta ve ekonomik sınırları geçmektedir. Planlama ve cephe şekillendirilmesi tamamıyla taşıyıcı sisteme bağlıdır. Kapı ve pencere boşluklarının büyüklükleri ve kat yükseklikleri kullanılan ahşap elemanların boyutlarına bağlıdır. Bundan dolayı geniş kapı ve pencere alanlı açık cepheler elde etmek zorlaşmaktadır. Elde edilen cepheler genelde klasik görünümlü cephelerdir (Şekil 4.14).



Şekil 4.13. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması (Pfeifer ve ark. 1998)

Bu sistem, ahşap yapı malzemesi elde edilebilen hemen hemen dünyanın her tarafında kullanım alanı bulmaktadır. Bir ve iki katlı konutlar, dağ ve hafta sonu evleri, ağıl, kulübe ve barınaklar bu sistemle üretilmektedir. Türkiye'deki çantı yada kütük evler bu sisteme örnektir. Önceleri geleneksel yollarla köşelerde birbirine geçmeli olarak birleştirilen duvar elemanları günümüz modern mimarisinde prefabrik olarak üretilmektedir. Duvar ve döşeme elemanları fabrika yada atölyelerde önceden hazırlanıp yerinde monte edilmektedir (Şekil 4.15).



Şekil 4.14. Sistem detayı (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil 4.15. Ahşap blok sisteme örnek konut (**Bauer ve Böckler 1998**)

4.2.3. Çift Kirişli Ahşap İskelet Sistem (Zangenkonstruktion)

‘Çift Kirişli Ahşap İskelet Sistem’, ahşap yapı üretiminin yoğunlaştığı her bölgede tercih edilebilen ve rahatlıkla uygulanabilen bir yapım sistemidir. Sistemin en büyük özelliği ana taşıyıcı çift kirişlerin direklere karşılıklı olarak bağlanıp dışarıya sarkmasıyla cepheye kazandırdığı estetik ve tasarımcıya planlama ve cephe şekillendirilmesinde diğer sistemlere göre daha az sınırlamalar getirmesidir. Taşıyıcı elemanların bir bütün halinde doğru ve yerinde kullanımıyla çok farklı yapılar üretilebilmektedir (Şekil 4.16). Gerekli durumlarda bu sistem içerisinde başka sistem ve sistem elemanlarının kullanımıyla her türlü ihtiyaca cevap verilebilmektedir. Bu haliyle şeffaf bir özellik gösteren sistem, ahşap elemanların en ince detaylarına kadar doğru uygulanmasını ve özellikle ahşap elemanlara zarar veren dış etkilere iyi korunumunu zorunlu kılmaktadır.

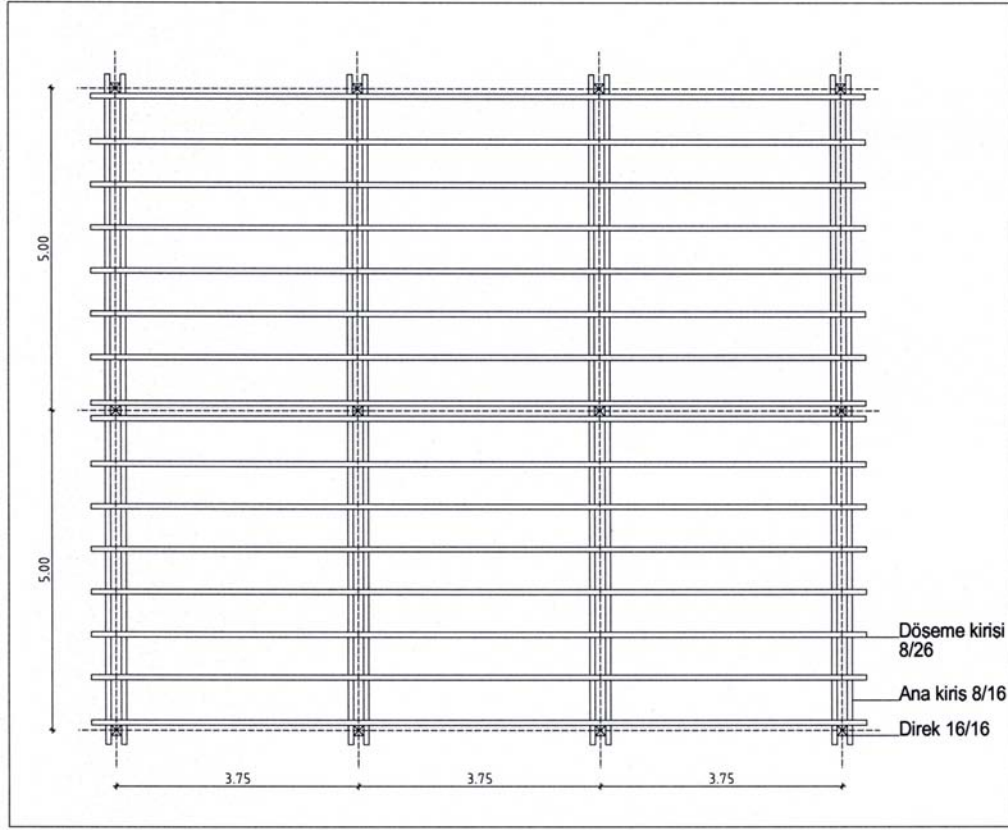


Şekil 4.16. Çift kirişli ahşap iskelet sisteme örnek konut (Bauer ve Böckler 1998)

Taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlar sırasıyla; direkleri zemine bağlayan betonarme münferit temeller, direkler, ana çift kirişler ve döşeme kirişleridir (**Şekil 4.17**). Her direk betonarme münferit bir temele oturur. Bu münferit temellerle yapı zemininden kaynaklanan farklılık ve zorluklara rahat çözümler getirilebilmektedir. Ahşap direkler tek parça halinde boydan boya uzanırlar. Ana çift kirişler direklere karşılıklı olarak istenilen yüksekliklerde bağlanırlar. Böylelikle istenilen her yükseklikte mekan oluşturmak ve mekanlar arasında akslar dahilinde farklı yükseklikler oluşturmak mümkündür. Ana çift kirişlerin üzerine döşeme kirişleri gelerek taşıyıcı sistem tamamlanır.

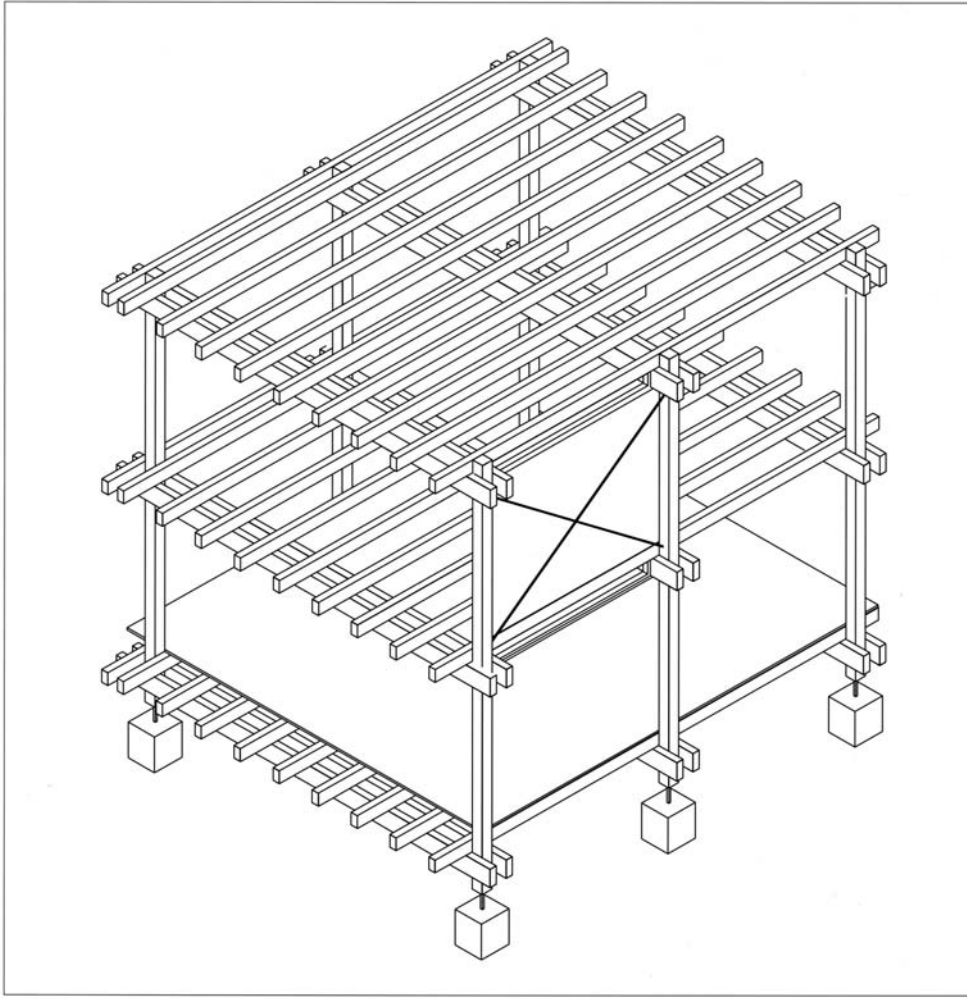


Şekil 4.17. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi (Pfeifer ve ark. 1998)



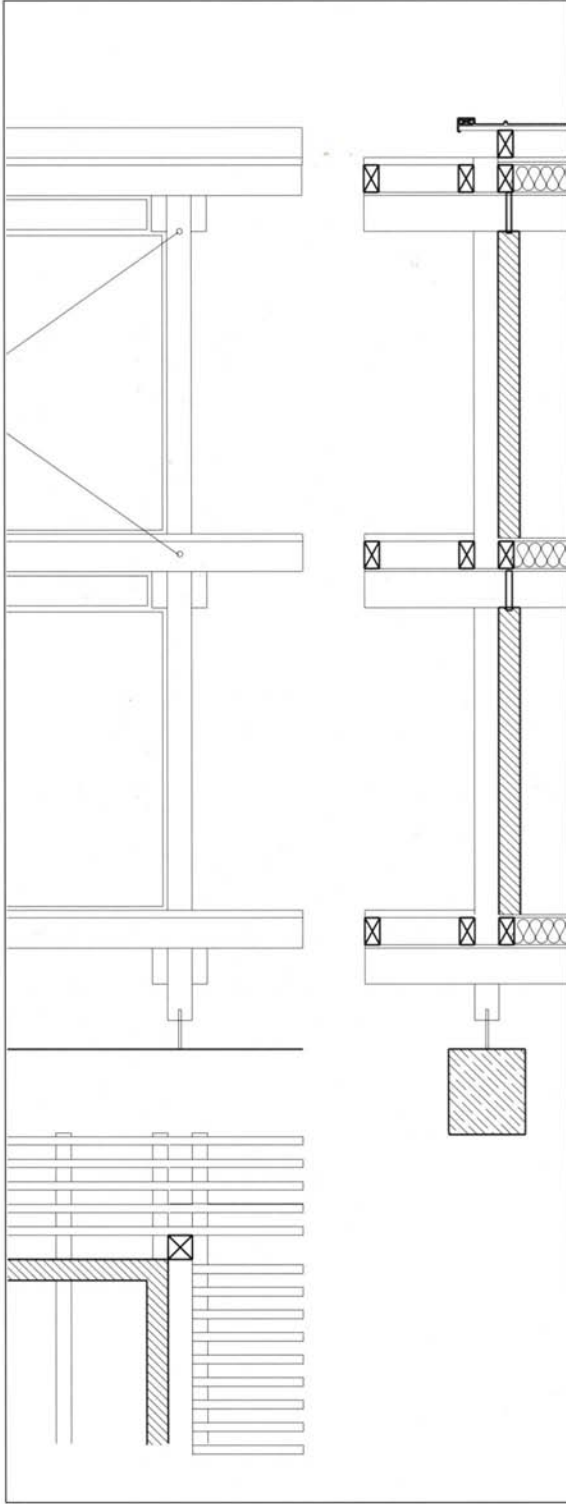
Şekil 4.18. Taşıyıcı sistem planı (Pfeifer ve ark. 1998)

Taşıyıcı sistem dahilinde kullanılan ahşap elemanların boyutlarıyla ilgili bir sınırlama yoktur. Elde edilebilecek her boyutta doğal ve yapay ahşap elemanlar sistem dahilinde kullanılabilir. Direkler belli bir aks ölçüsüne göre sıralanırlar. Yaygın olarak kullanılan ve ekonomik olan aks ölçüsü 500 - 700 cm arasındadır (Şekil 4.18). Taşıyıcı sistemin rüzgar ve deprem gibi yanal yüklere karşı rijitliğinin sağlanması için çelik çaprazlamalar yada dayanıklı dolgu ve kaplama elemanları kullanılır (Şekil 4.19). Ana çift kirişlerin cephe dışına sarkmasıyla 150 cm'ye kadar çıkma yapılabilir. Böylelikle güneş kırıcı balkonlar, çatı balkonları, dış cephe koridorları oluşturmak mümkündür. Bu çıkmalarla cephelerin dış etkilerden korunumu sağlanabilir.



Şekil 4.19. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması (Pfeifer ve ark. 1998)

Bu sistemde taşıyıcı eleman ve ölçüler planlama ve cephe şekillendirilmesinde sınırlayıcı değildir. Duvar yapıları üç farklı şekilde oluşturulabilir. Duvar yapıları direklerin iç kısmında, direkler hizasında ve direklerin dış kısmında oluşturulabilirler. Duvar yapıları direklerin dış kısmında oluşturulduğunda taşıyıcı elemanlar iç mekanlarda kalmaktadır. Bunun haricindeki bütün çözümlerde kirişler cephede ve açıkta kalmaktadır (Şekil 4.20). Taşıyıcı elemanlar arasında kalan geniş alanlarda istenildiği gibi cephe düzenlemelerine gidilebilir. Büyük ölçülerde kapı ve pencere alanları yada farklı noktalarda birbirinden bağımsız pencere alanları oluşturmak mümkündür (Şekil 4.21).



Şekil 4.20. Sistem detayı (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil 4.21. Çift kirlşli ahşap iskelet sisteme örnek konut (**Bauer ve Böckler 1998**)

4.2.4. Çift Direkli Ahşap İskelet Sistem (Konstruktion Geteilte Stütze)

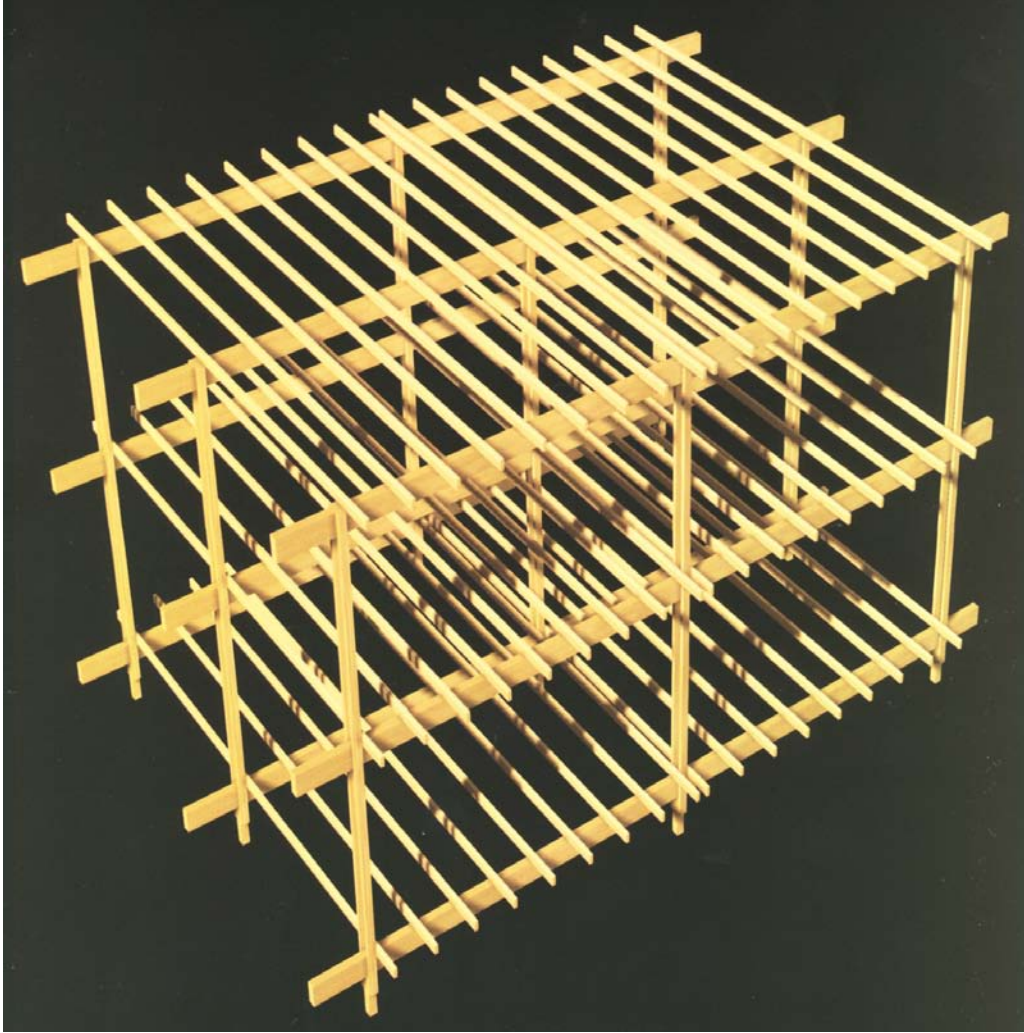
‘Çift Direkli Ahşap İskelet Sistem’, prensip olarak ‘Çift Kirişli Ahşap İskelet Sistem’in tersine uyar. Taşıyıcı sistem aynı boyutlardaki iki direğin aralarına karşılıklı yan kenarlardan taşıyıcı bir ana kirişin bağlanması esasına dayanır. Büyük açıklıkları geçecek ahşap konstrüksiyonların bu sistemle oluşturulması mümkündür. Elde edilebilecek her büyüklükteki taşıyıcı ahşap elemanlar, sistem dahilinde belli bir statik düzen içerisinde kullanılabilir. Yapılacak tasarımlar taşıyıcı sistemden bağımsız olarak geliştirilebilir (**Şekil 4.22**).



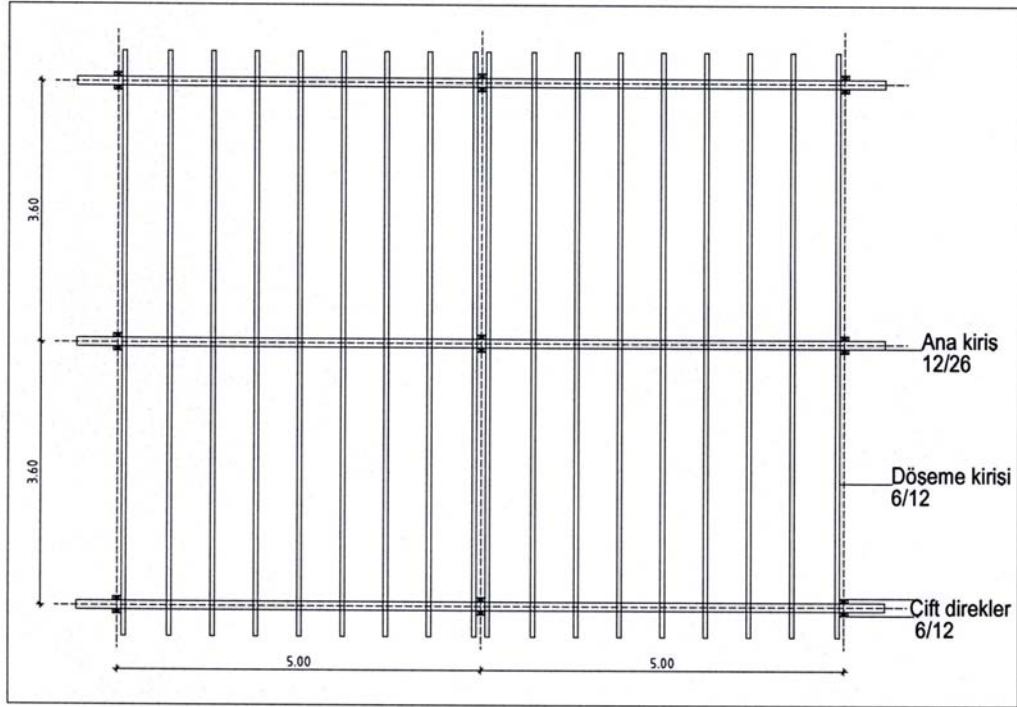
Şekil 4.22. Çift direkli ahşap iskelet sisteme örnek yapı (**Pfeifer ve ark. 1998**)

Taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlar sırasıyla; betonarme münferit temeller, çift direkler, çift direklere bağlanan ana kirişler ve ana kirişlerin üzerine gelen döşeme kirişleridir (**Şekil 4.23**). Taşıyıcı sisteme destek olarak direkler birbirlerine payanda yada çelik çaprazlamalarla bağlanabilirler. Münferit temellerle yapı zemininden kaynaklanan farklılık ve zorluklara rahat çözümler getirilebilmektedir. Ana kirişler her doğrultuda çalıştırılabilir ve istenilen her yükseklikte direklere bağlanabilirler. Böylelikle istenilen her yükseklikte mekan oluşturmak ve mekanlar arasında akslar dahilinde farklı yükseklikler oluşturmak mümkündür. Çift direkler boydan boya tek

parça halinde ve belli bir aks düzenine göre sıralanırlar. Yaygın olarak kullanılan ekonomik aks ölçüsü ise 500 - 700 cm arasındadır (Şekil 4.24).

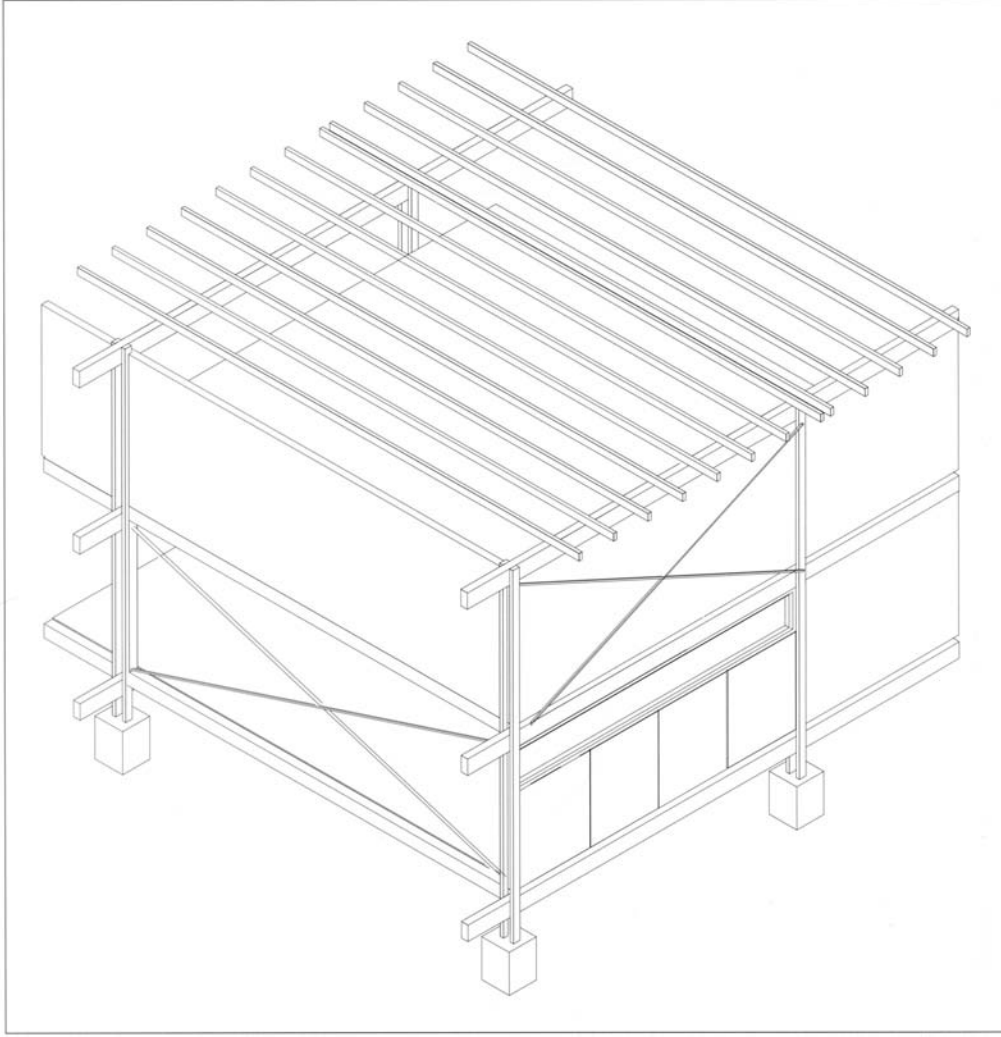


Şekil 4.23. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi (Pfeifer ve ark. 1998)



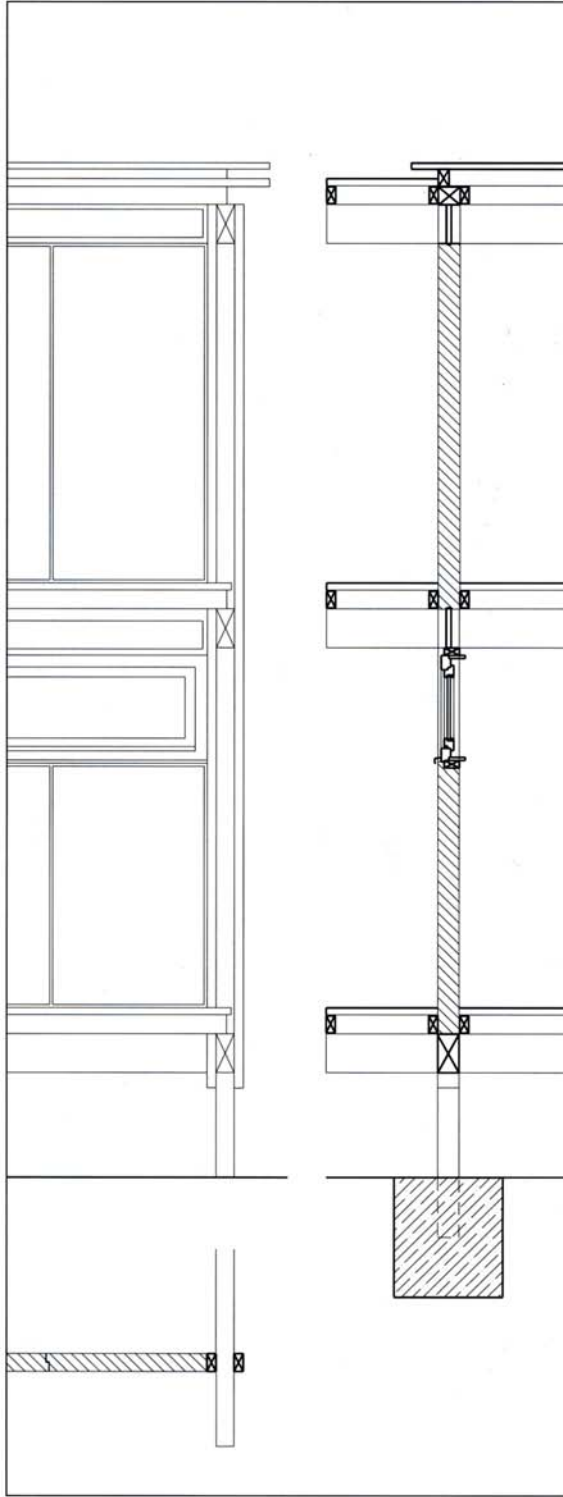
Şekil 4.24. Taşıyıcı sistem planı (Pfeifer ve ark. 1998)

Taşıyıcı sistem, taşıyıcı elemanların her yönde cephe dışına çıkmasına izin vermektedir. Böylece cepheler, taşıyıcı sistemin oluşmasına paralel olarak estetik zenginlik kazanmaktadır. Kirişler 150 cm'ye kadar yapı dışına çıkabilirler. Böylelikle güneş kırıcı balkonlar, çatı balkonları, küçük köprüler ve dış cephe koridorları oluşturmak mümkündür. Cephe duvarları, direklerin iç kısımlarında, direklerle aynı hizada yada direklerin dışında olmak üzere üç farklı şekilde oluşturulabilir. Cephe duvarları, direklerin dışında bulunduğu durumlarda kirişlerin cepheden görünmesi isteniyorsa, direklerin cephe duvarlarını delerek dışarıya çıkması sağlanabilir. Taşıyıcı sistemin rüzgar ve deprem gibi yanal yüklere karşı rijitliğinin sağlanması için duvar ve döşemelerde payandalar, çelik çaprazlamalar yada dayanıklı dolgu ve kaplama elemanları kullanılmaktadır (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması (Pfeifer ve ark. 1998)

Bu sistem tasarıma fazla sınırlamalar getirmediğinden farklı cephe çözümlerine gidilebilir. Özellikle büyük ölçülerde kapı ve pencere alanları, farklı noktalarda birbirinden bağımsız cephe ve pencere elemanları oluşturmak mümkündür (Şekil 4.26). Bu sistemle büyük açıklıkların geçilebildiği yapılar yapılabildiği gibi birbirinden çok farklı konut birimleri de yapılabilmektedir (Şekil 4.27).



Şekil 4.26. Sistem detayı (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil 4.27. Çift direkli ahşap iskelet sisteme örnek konut (**Pfeifer ve ark. 1998**)

4.2.5. Ahşap Kiriş - Direk Sistem (Konstruktion Träger auf Stütze)

‘Ahşap Kiriş - Direk Sistem’, ahşap elemanlar kullanılarak büyük açıklıklar geçilebilmesini sağlayan bir yapım sistemidir. Taşıyıcı sistem ana hatlarıyla, boydan boya tek parça halinde uzanan ana kirişler, ana kirişleri birbirine bağlayan direk ve döşeme kirişlerinden oluşur. Sistemin en büyük özelliği ana kirişler dışındaki bütün elemanların kolaylıkla elde edilebilecek boyutlarda olmalarıdır. Taşıyıcı sistem kendi içerisinde birbirinden farklı ölçülerdeki açıklıkların geçilebilmesini ve farklı büyüklüklerdeki mekanların bir bütün halinde üretimini sağlamaktadır (Şekil 4.28).

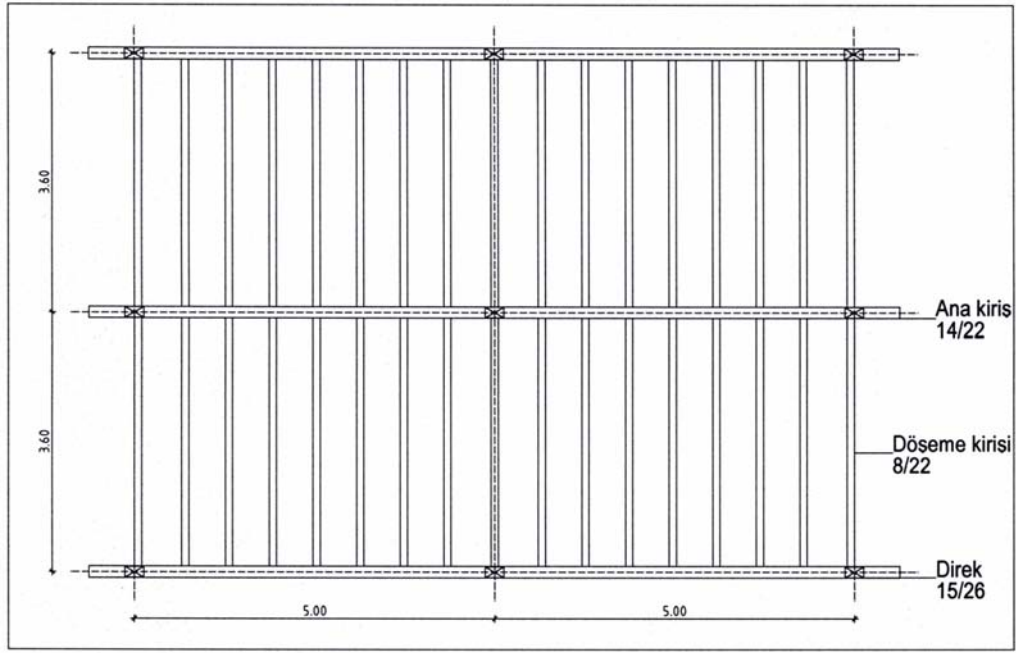


Şekil 4.28. Ahşap kiriş - direk sisteme örnek konut (Stungo 1998)



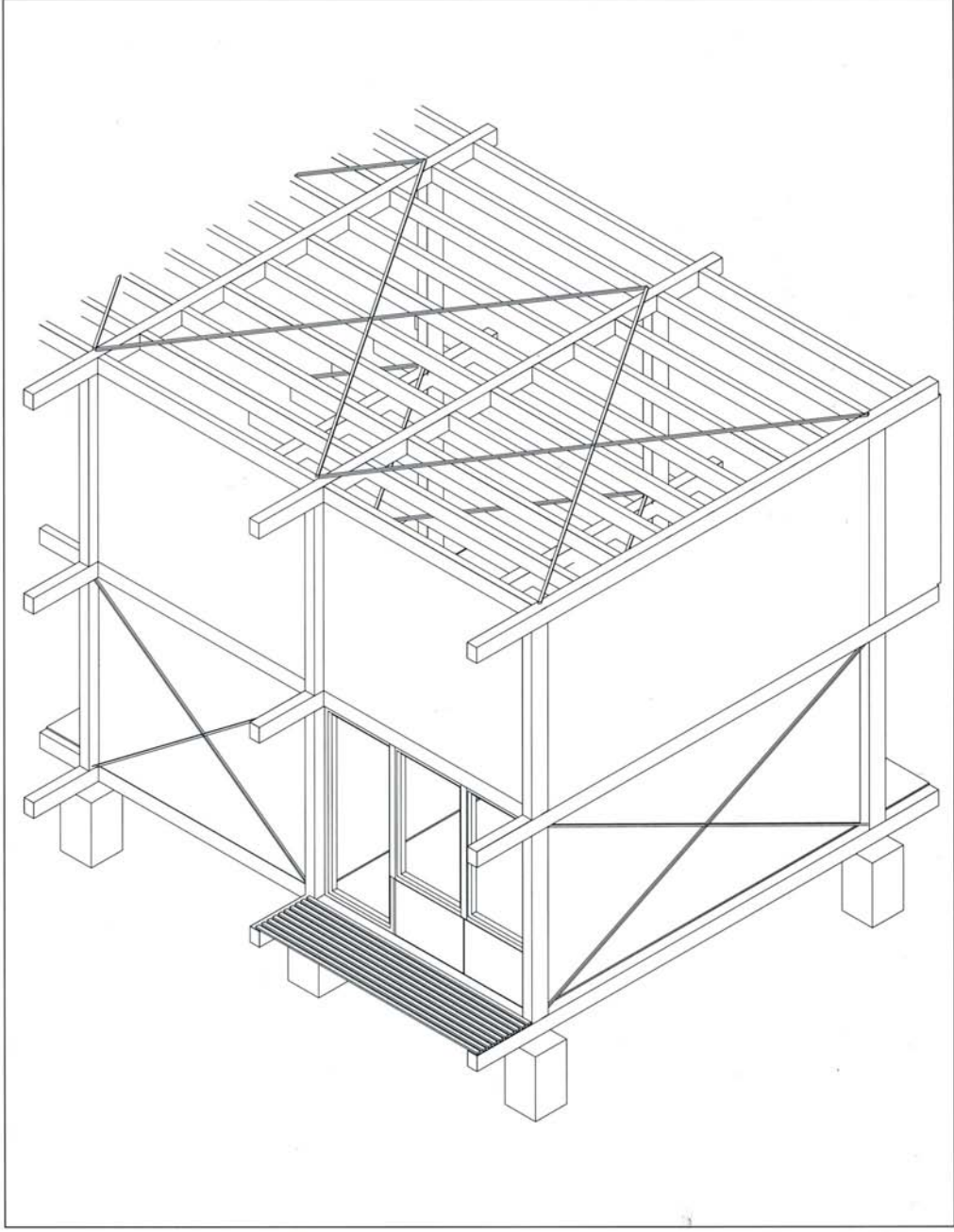
Şekil 4.29. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi (Pfeifer ve ark. 1998)

Taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlar sırasıyla; ana kirişleri taşıyan ve zemine bağlayan betonarme temel, boydan boya tek parça halinde uzanan ana kirişler, ana kirişleri karşılıklı yüzeylerinden bağlayan döşeme kirişleri ve direklerdir (Şekil 4.29). Betonarme temel, yapının ve yapı arsasının durumuna göre münferit yada mütemadi olabilir. Ana kirişler yatayda döşeme kirişleri ve düşeyde direkler tarafından birbirine bağlanırlar. Büyük açıklıklar ana kirişler doğrultusunda geçilebilir. Bundan dolayı ana kirişlerin boyutları sistemin büyüklüğünde ve şekillendirilmesinde etkileyici rol oynarlar. Direkler belli bir statik düzen içerisinde ve tek kat yüksekliğinde uzanırlar. Üst kattaki direkler zemin kattaki direkler doğrultusunda bulunurlar. Genellikle kullanılan ve ekonomik olan direkler arası aks mesafesi yaklaşık 500 - 700 cm arasındadır (Şekil 4.30).

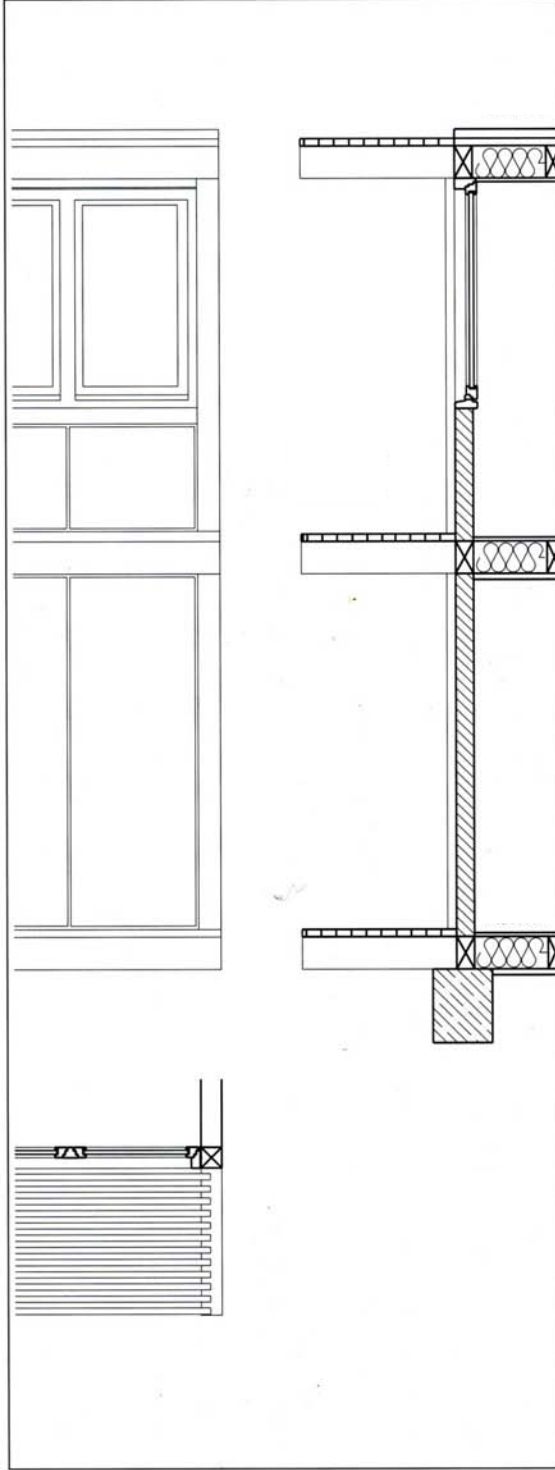


Şekil 4.30. Taşıyıcı sistem planı (Pfeifer ve ark. 1998)

Ahşap elemanların birleşimlerinde modern çelik bağlantı elemanları kullanılır. Geleneksel bağlantı yöntemleri kullanılmaz. Deprem ve rüzgar yükleri gibi yanal yüklere karşı sistemin rijitliğini sağlamak için duvar ve döşemelerde çelik çaprazlamalar yada dayanıklı dolgu ve kaplama elemanları kullanılır (Şekil 4.31). Cephenin genel görünümü taşıyıcı sisteme göre şekillenmektedir. Taşıyıcı elemanlar isteğe göre açıkta bırakılabilir yada kapatılabilir. Yapı dışına çıkmalar ve konsollar ana kirişler doğrultusundaki cephelerde mümkündür. Yalnız tek katlı yapılarda döşeme kirişleri ana kirişlerin üzerine gelecek şekilde bağlantı yapılırsa bütün cephelerde 150 cm'ye kadar çıkmalar yapılabilir. Böylelikle güneş kırıcı balkonlar, çatı balkonları, küçük köprüler ve cephe koridorları oluşturmak mümkündür. Cephe elemanları ve bölücü elemanlar, ana kiriş ve direkler arasına yerleştirilirler. Ana kiriş ve direklerin arasında kalan bu kısımlarda istenildiği gibi cephe düzenlemelerine gidilebilir. Geniş camlı yüzeyler, birbirinden farklı açık ve kapalı cepheler elde edilebilir (Şekil 4.32).



Şekil 4.31. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil 4.32. Sistem detayı (Pfeifer ve ark. 1998)

4.2.6. Ahşap Modüler Sistem (Pfoften - Riegel - Konstruktio)

‘Ahşap Modüler Sistem’, ikişer katlı konutların seri üretimi için genellikle tercih edilen bir yapım sistemidir. Sistem boydan boya tek parça halinde uzanan taşıyıcı direkler, direkleri her yönden birbirine bağlayan ana kirişler ve ana kirişleri birbirine bağlayan döşeme kirişlerinden oluşur. Bu sistemle kübik tarzda çalışmalar yapılabilirmekte yalnız çok büyük açıklıklar geçilememektedir (Şekil 4.33). Sadece küçük açıklıklar geçilebildiğinden dolayı sistem planlamaya kısıtlamalar getirmektedir. Taşıyıcı sistemin geleneksel ahşap konut üretimine karşın prefabrikasyona imkan vermesi, yapı üretiminde rasyonel çalışma tarzını ve yapının bir bütün olarak kısa süre içinde üretimini mümkün kılmaktadır.



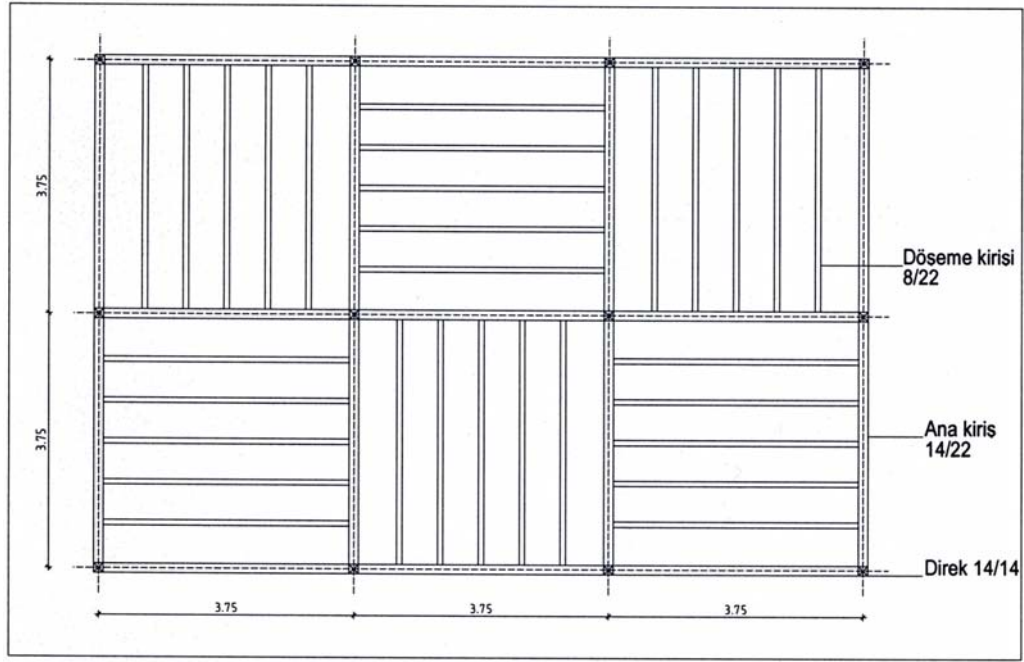
Şekil 4.33. Ahşap modüler sisteme örnek konut (Schoenberger 2003)

Taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlar sırasıyla; direkleri zemine bağlayan münferit temeller, boydan boya tek parça halinde uzanan direkler, direkleri birbirine bağlayan ana kirişler ve ana kirişleri birbirine bağlayan döşeme kirişleridir (Şekil

4.34). Münferit temellerle yapı zemininden kaynaklanan farklılık ve sorunlara uygun çözümler getirilebilmektedir. Ana kirişler, direklere istenilen noktalarda bağlanabilirler. Döşeme kirişlerinin yönlenmeleri birbirini takip eden her bölümde değiştirilir. Böylelikle yüklerin direklere dengeli bir şekilde aktarılması sağlanır. Direkler arası yaygın olarak kullanılan ve ekonomik olan mesafe 250 cm ile maksimum 400 cm arasındadır (**Şekil 4.35**). Taşıyıcı elemanların birleşimlerinde modern çelik bağlantı elemanları kullanılır. Geleneksel bağlantı yöntemleri kullanılmaz. Birleşim ve ek yerlerinin taşıyıcı görevini tam olarak yapabilmesi için detayların titizlikle uygulanması gerekmektedir.

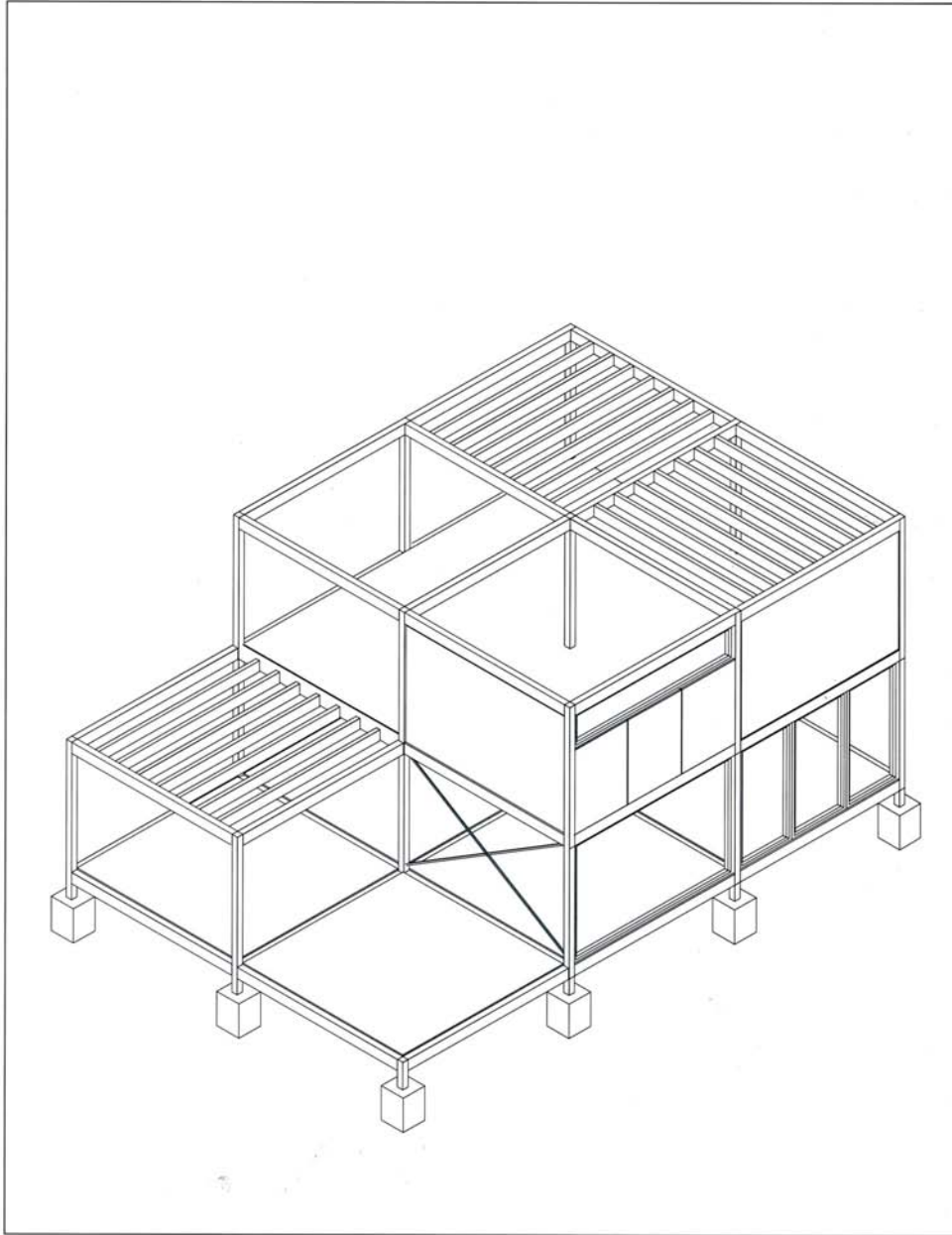


Şekil 4.34. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi (**Pfeifer ve ark. 1998**)



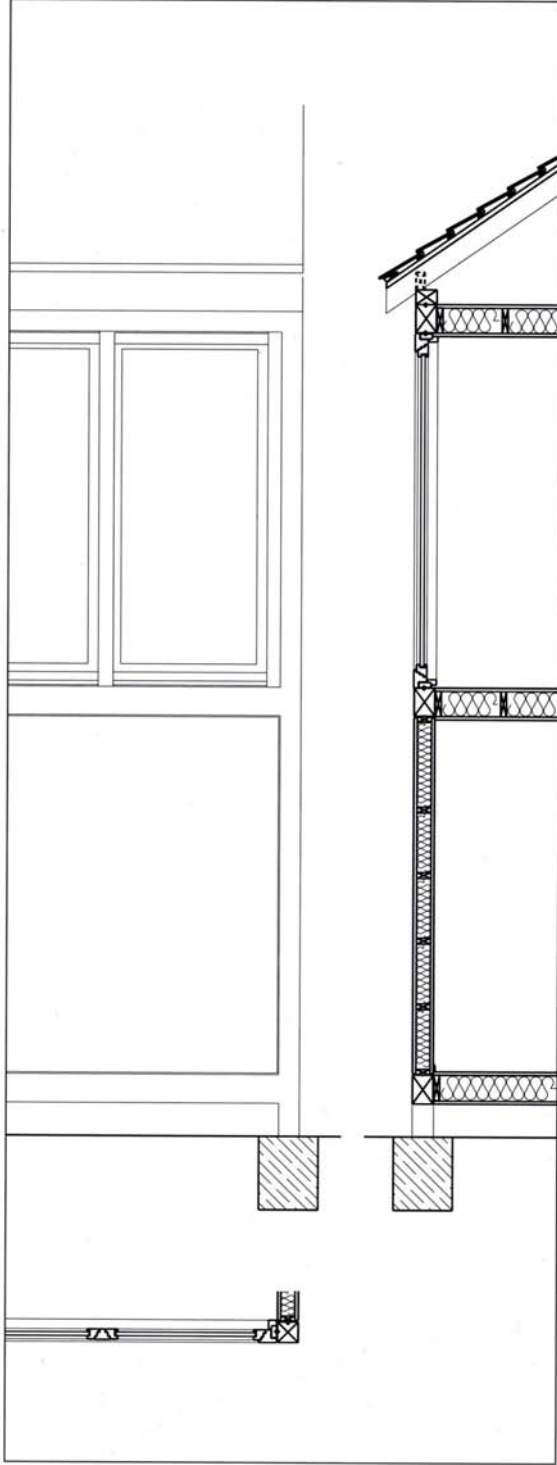
Şekil 4.35. Taşıyıcı sistem planı (Pfeifer ve ark. 1998)

Bu sistem iki katlı konut üretimleri için elverişlidir. Teras, pergole ve garaj gibi yapıya bağlı yan mekanların üretimini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca taşıyıcı sistem, mekanlar arasında farklı yükseklikler oluşturmaya imkan vermektedir. Sistemin karakteristik cephesi, açıkta kalabilen direk ve ana kirişler ve de bunların arasına yerleştirilebilecek cephe elemanlarından oluşmaktadır. Taşıyıcı direklerin arasında kalan bölümler açıkta bırakılabilir yada farklı mekanların birbirinden ayrılması için kapatılabilirler (Şekil 4.36). Böylelikle taşıyıcı ahşap elemanlar cephede açıkta bırakılarak cephe elemanı gibi değerlendirilebilirler. Taşıyıcı elemanlar haricindeki iç duvar, cephe ve yalıtım malzemeleri direk ve ana kirişlerin arasına yerleştirilirler. Duvar elemanları taşıyıcı değildirler ama taşıyıcı sisteme destek verecek şekilde düzenlenirler. Duvar ve döşemelerde rüzgar ve deprem gibi yanal yüklere karşı sistemin rijitliğini sağlamak için çelik çaprazlamalar yada dayanıklı dolgu ve kaplama elemanları kullanılmaktadır (Şekil 4.37). Gerektiği durumlarda yada taşıyıcı sisteme bağlı dış duvar kesitinin sağladığı yalıtımın yetersiz kaldığı durumlarda, sistem elemanları ek yalıtım ve kaplama malzemeleriyle kaplanabilir. Yalnız böyle bir durumda taşıyıcı sistemin karakteristik yapısı bozulur.



Şekil 4.36. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması (Pfeifer ve ark. 1998)

Taşıyıcı sistemin karakteristik özelliklerinden dolayı taşıyıcı ahşap elemanların cephe dışına çıkması ve konsollar mümkün değildir. Yalnızca başka sistem ve sistem elemanlarıyla birlikte küçük çıkıntı ve konsollar yapılabilir. Cephe ve pencere elemanları direk ve ana kirişlerin sınırları dahilinde istenildiği şekilde düzenlenebilirler. Cephe yapısı olarak geniş camlı, açık ve kapalı yüzeyler kullanılabilir (Şekil 4.38).



Şekil 4.37. Sistem detayı (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil 4.38. Ahşap modüler sisteme örnek konut (Grimm 2004)

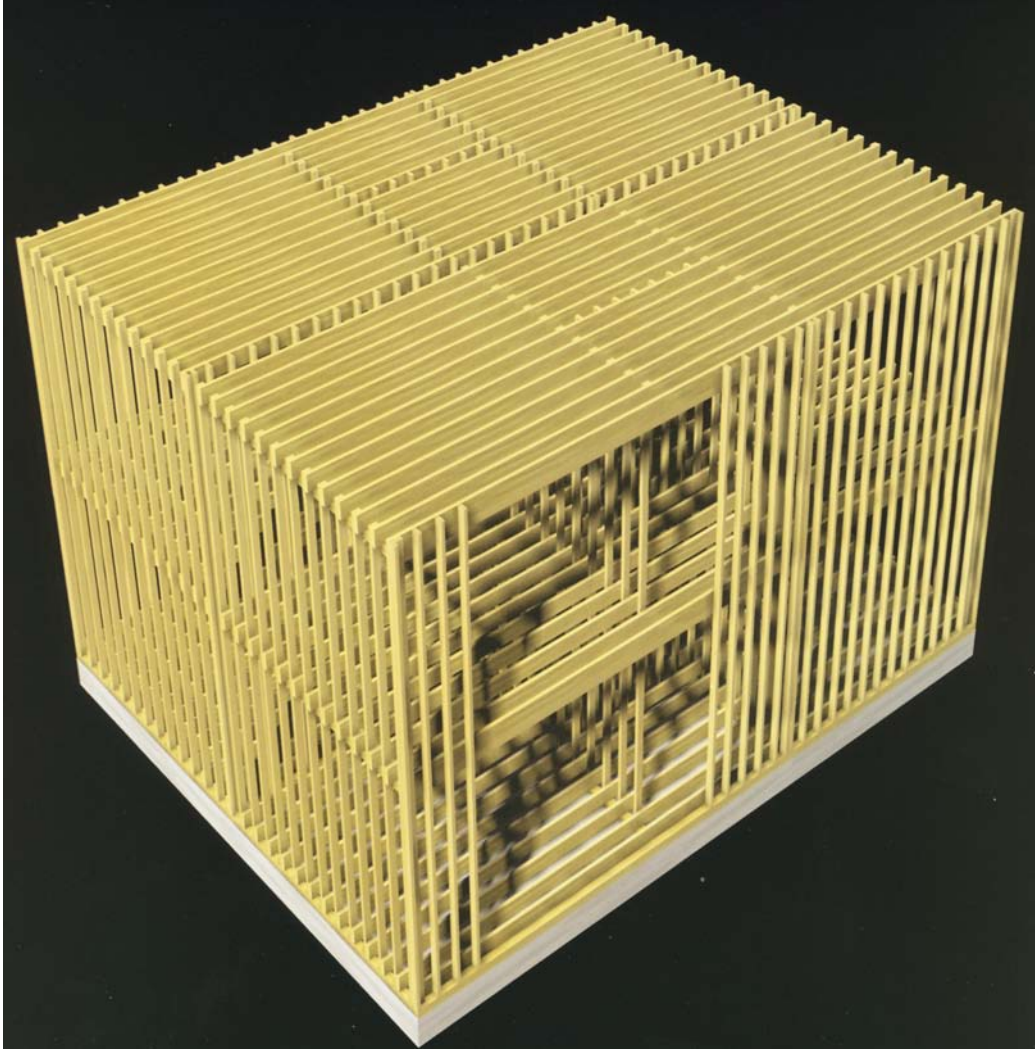
4.2.7. Amerikan Ahşap Balon Sistem (Baloon Konstruktion)

Amerikan ahşap yapı geleneğinden gelen ‘Ahşap Balon Sistem’, çok miktarda ahşap elemanın belli bir düzen dahilinde birbirlerine çivilenmesiyle meydana gelmektedir. Kullanılan ahşap elemanlar genelde dar kesitli ve birbirlerine yakın boyuttadırlar. Ahşap elemanlar arasında ufak mesafeler bırakıldığından çok fazla ahşap eleman kullanılmaktadır. Taşıyıcı ahşap elemanlar aynı zamanda bölücü eleman görevi de görmektedirler. Taşıyıcı elemanlar çivilendikten sonra kaplama malzemelerle içeriden ve dışarıdan tamamiyle kaplanmaktadır. Elde edilen cepheler tamamiyle düz kaplamalı cephelerdir. Yalnız kapı ve pencere gibi cephe boşluklarının istenilen ölçü ve formlarda açılması mümkündür (**Şekil 4.39**).



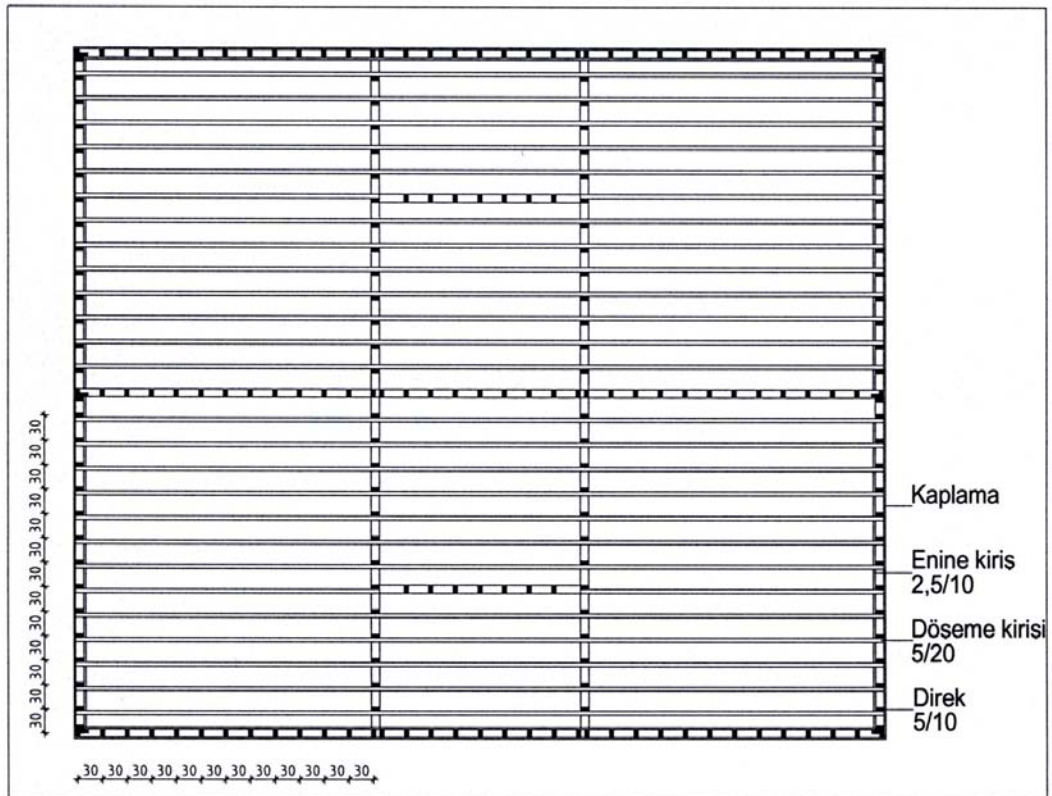
Şekil 4.39. Ahşap balon ve platform sisteme örnek konut (**Amann ve ark. 1997**)

Taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlar sırasıyla; betonarme temel, taban, direk, enine kiriş ve döşeme kirişleridir (**Şekil 4.40**). Betonarme temel münferit yada mütemadi olabilir ama her iki durumda da düz bir zemin plakası oluşturulmaktadır. Taban ve direklerin kesit ölçüleri genel olarak 5/10 cm`dir. Taban haricindeki bütün elemanlar birbirlerine yanlardan birleşirler ve bütün birleşimler özel çivilemeyle yapılır. Direkler tek parça halinde boydan boya uzanırlar. Direkler arası ve döşeme kirişleri arası mesafe genel olarak 30 - 40 cm arasındadır (**Şekil 4.41**).



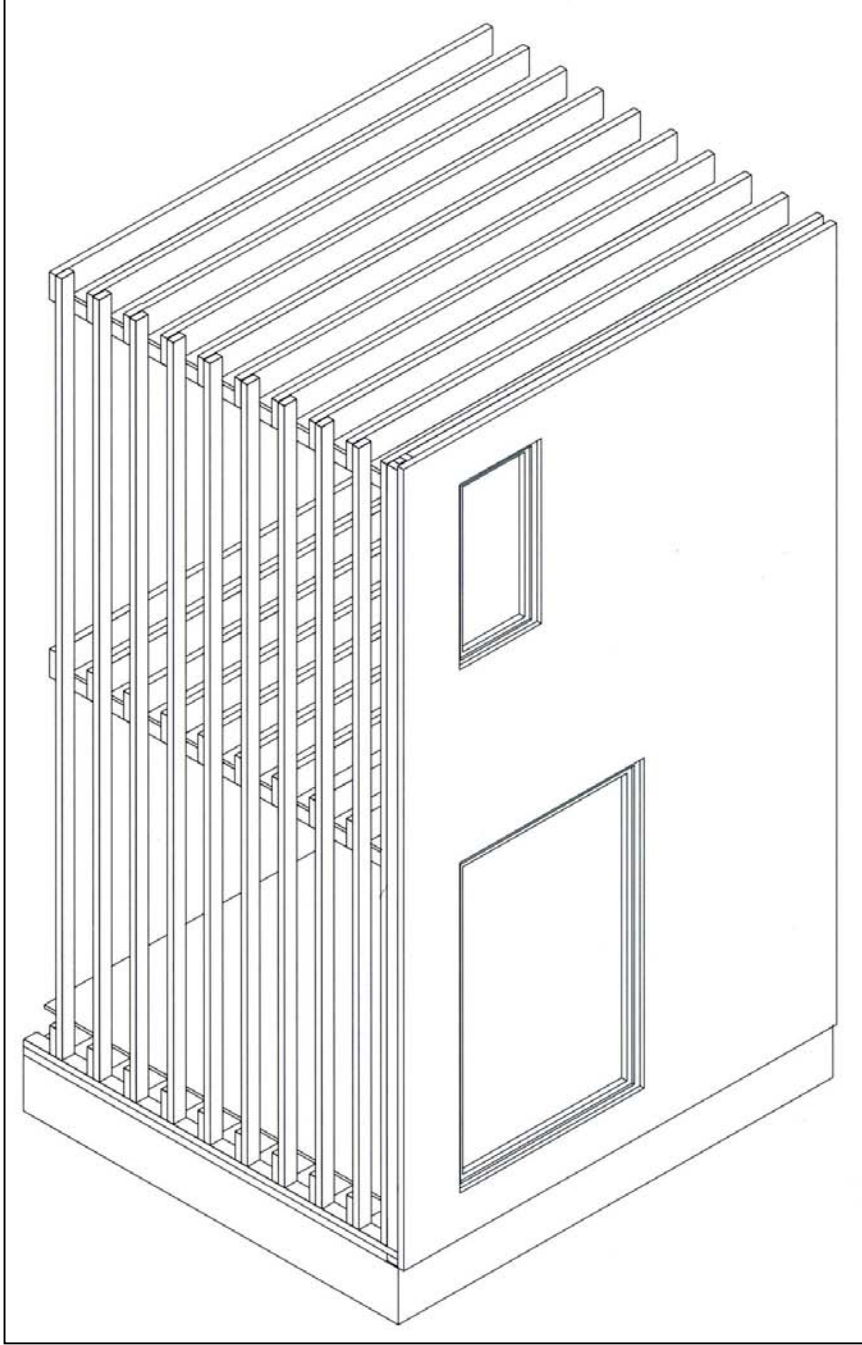
Şekil 4.40. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi (Pfeifer ve ark. 1998)

Bu sistem ahşap elemanların boyut ve miktarlarından dolayı iki katlı yapılmaya müsaittir. Cephelerde çıkıntı ve konsollar yapılması mümkün değildir (Şekil 4.42). Planlama da taşıyıcı ölçüler sınırlayıcı değildir ama tamamiyle taşıyıcı ölçülerden bağımsız bir planlama yapılamaz. Sistem bir bütün olarak ahşap kaplama elemanlarıyla kaplanır. Bu kaplama elemanları rüzgar ve deprem gibi yanal yüklere karşı sistemin rijitliğini sağlamaktadır. Sistemin bu şekilde kaplanmasıyla düz bir cephe ortaya çıkar. Kapı ve pencere gibi cephe elemanlarının boyutları ve formları için özellikle düşey doğrultuda bir sınırlama yoktur (Şekil 4.43).

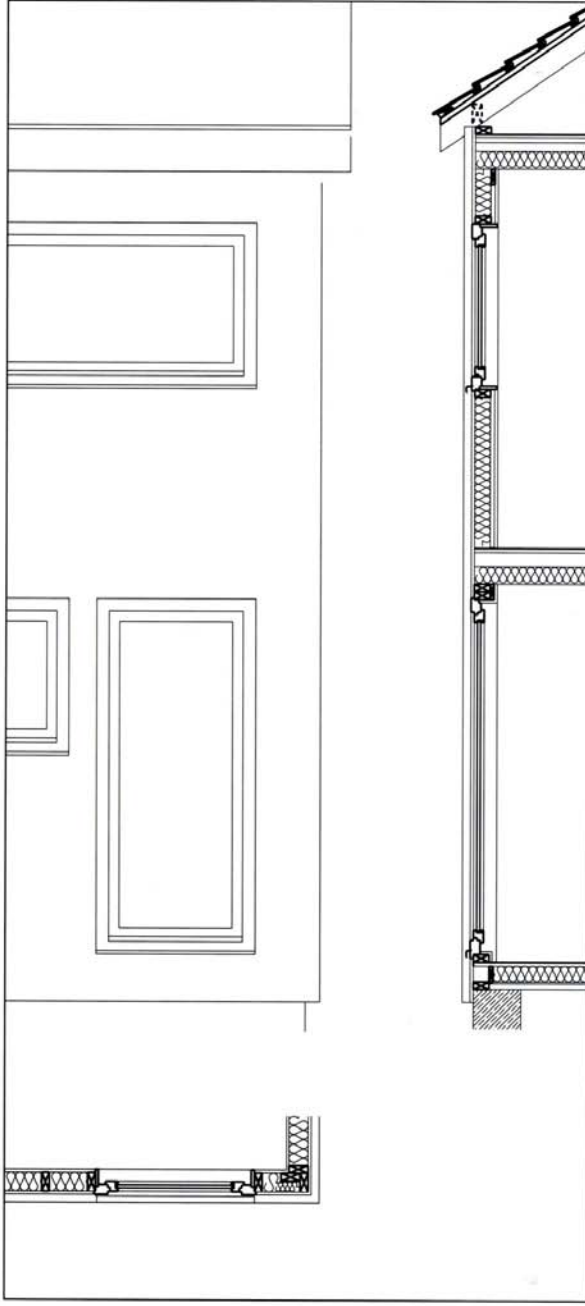


Şekil 4.41. Taşıyıcı sistem planı (Pfeifer ve ark. 1998)

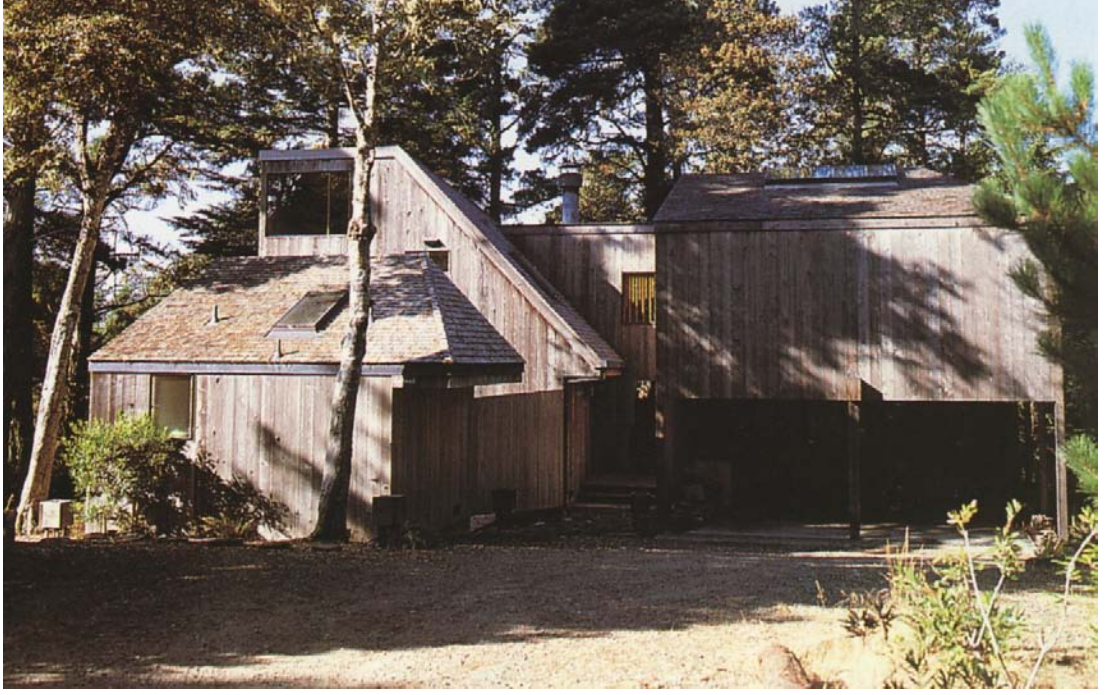
‘Amerikan Ahşap Balon Sistem’, çok fazla ahşap eleman gerektirdiğinden ve ahşap elemanların özel olarak çivilenmesi gerektiğinden Almanya’da kullanım alanı bulamadığı gibi yapı yönetmelikleri de sistemin uygulanmasına bu haliyle izin vermemektedir. Ama bu sistem başka sistem ve sistem elemanlarıyla birlikte geliştirilerek uygulama alanı bulmaktadır. Böylelikle planlama ve cephe şekillendirilmesinde farklı ve yeni çözümlere ulaşılabilmektedir (**Şekil 4.44**).



Şekil 4.42. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil 4.43. Sistem detayı (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil 4.44. Ahşap balon ve platform sisteme örnek konut (Amann ve ark. 1997)

4.2.8. Amerikan Ahşap Platform Sistem (Platform - Konstruktion)

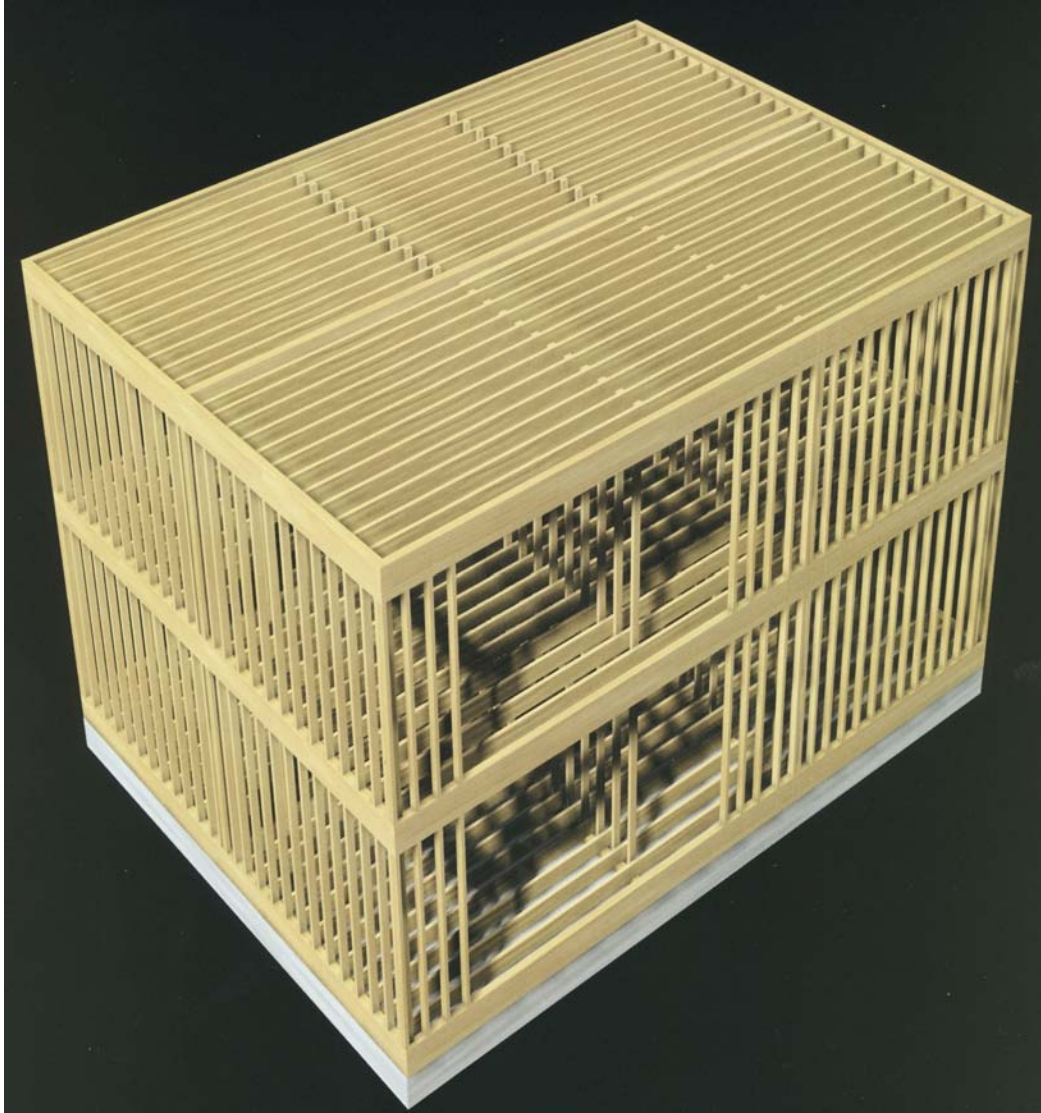
Amerikan ahşap yapı geleneğinden gelen ‘Ahşap Platform Sistem’, ‘Ahşap Balon Sistem’in biraz değişmiş halidir. Balon sistemde olduğu gibi bütün ahşap elemanlar birbirlerine çivilenerek bağlanırlar. Yalnız direkler tek kat yüksekliğindedirler ve kirişler tek parça halinde olup boydan boya uzanırlar. Böylelikle platform sistem, balon sisteme göre çok hareketli hale gelmektedir. Platform sistem, balon sistem kadar tasarıma kısıtlamalar getirmemektedir. Özellikle farklı ve hareketli cepheler elde etmek mümkün olmaktadır (Şekil 4.45).



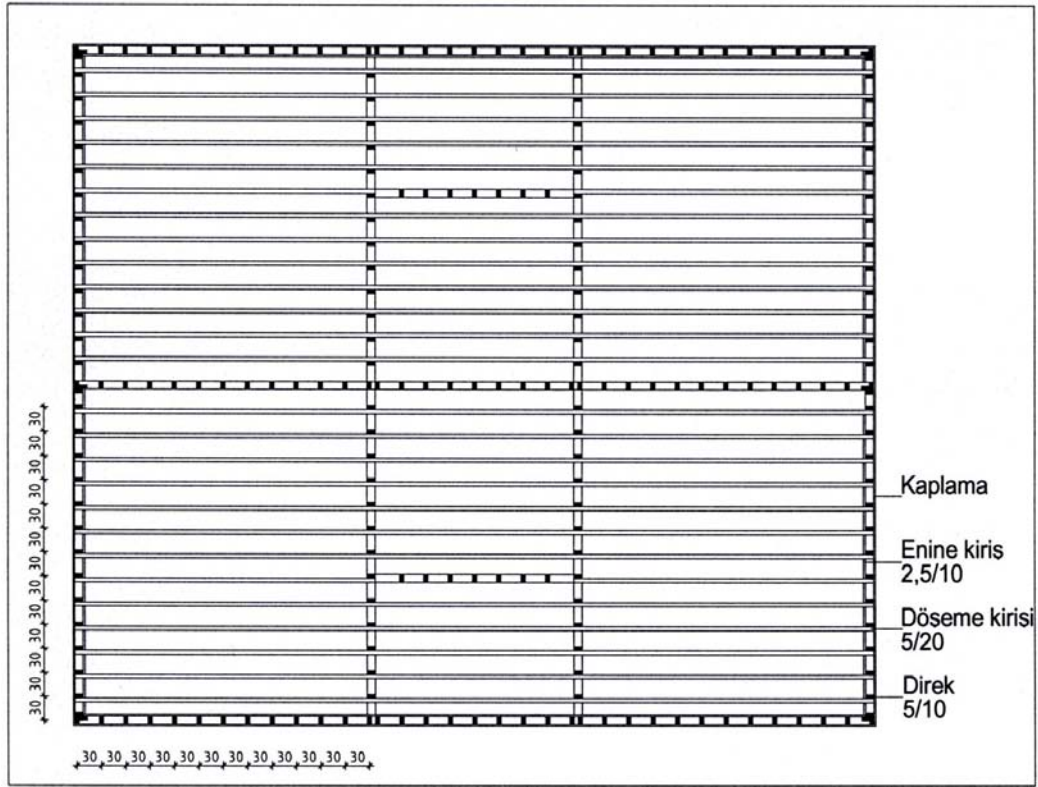
Şekil 4.45. Ahşap platform ve çerçeve sisteme örnek konutlar (Amann ve ark. 1997)

Taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlar sırasıyla; betonarme temel, taban, direk, başlık, enine kiriş ve döşeme kirişleridir (Şekil 4.46). Betonarme temel münferit yada mütemadi olabilir ama her iki durumda da düz bir zemin plakası oluşturulmaktadır. Direkler tek kat yüksekliğinde olup taban ve başlığı birbirine

bağlarlar. Döşeme kirişleri tek parça halinde boydan boya uzanırlar. Döşeme kirişlerinin kesit ölçüleri genel olarak 5/20 cm`dir. Döşeme kirişleri haricindeki bütün elemanların ölçüleri genel olarak 5/10 cm`dir. Direkler arası mesafe ve döşeme kirişleri arası mesafe genel olarak 30 - 40 cm arasındadır (**Şekil 4.47**).

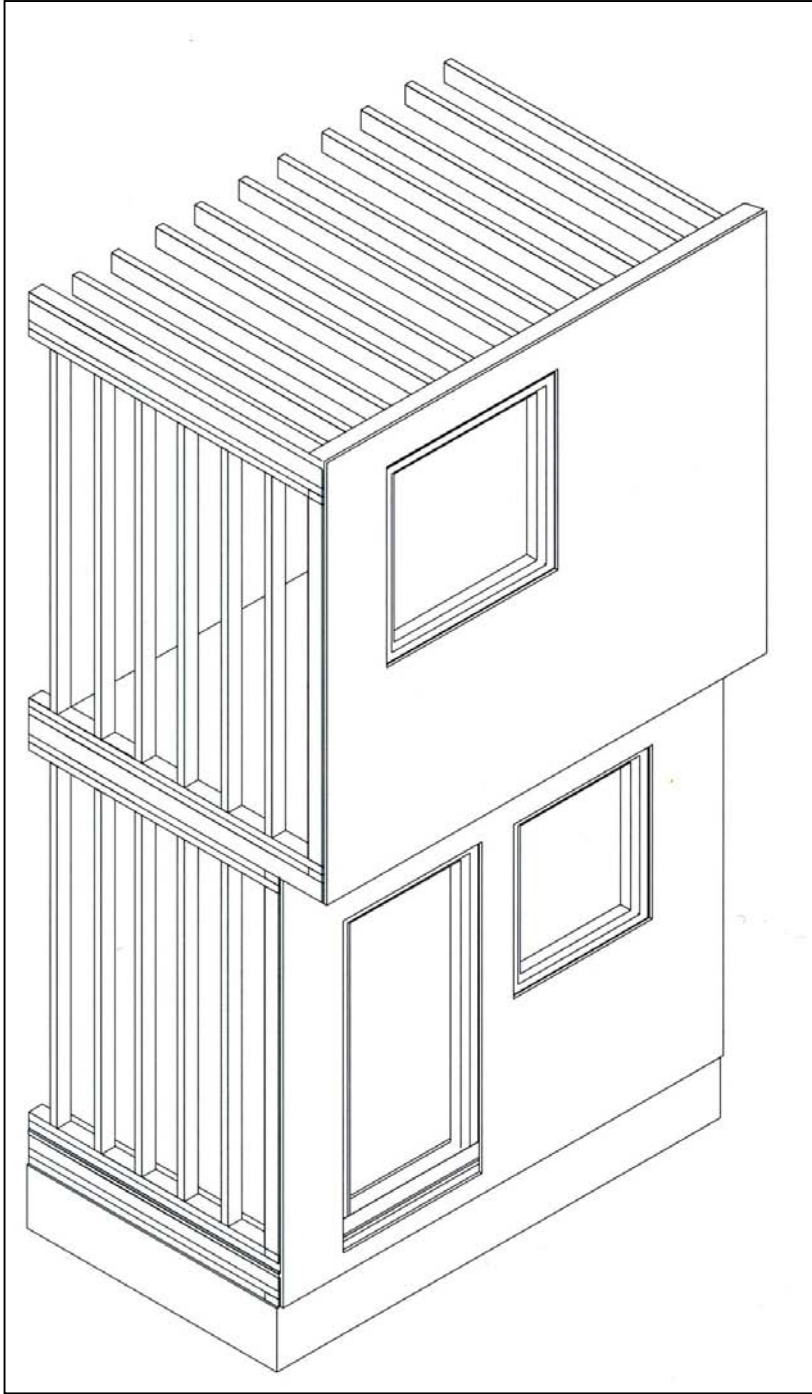


Şekil 4.46. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi (**Pfeifer ve ark. 1998**)



Şekil 4.47. Taşıyıcı sistem planı (Pfeifer ve ark. 1998)

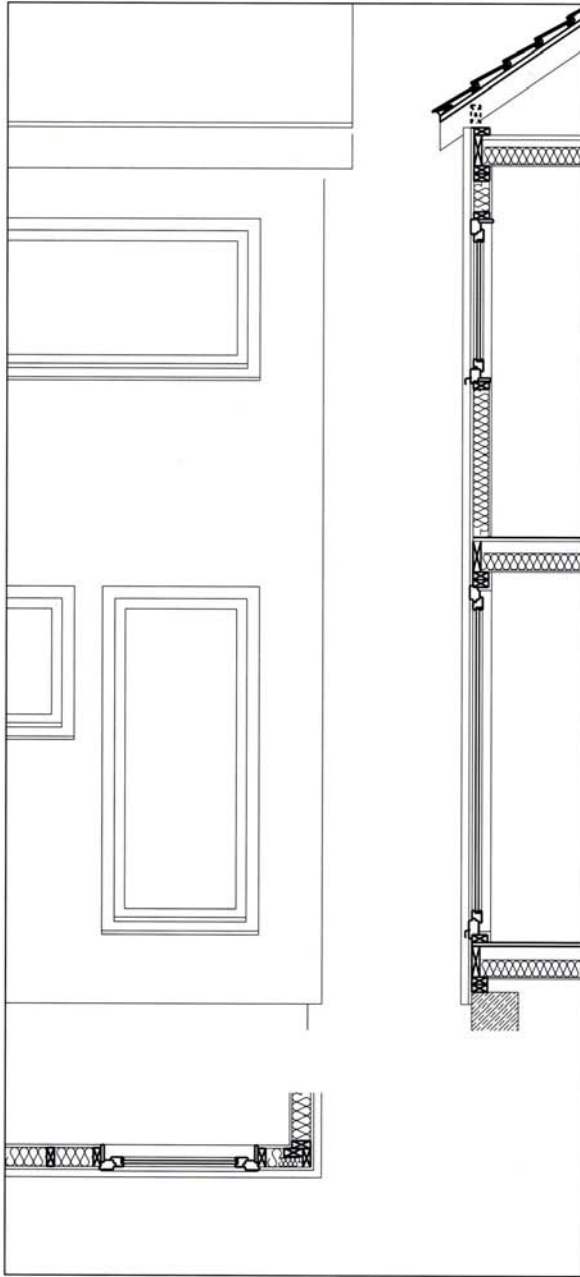
Bu sistem, ahşap elemanların boyut ve miktarlarından dolayı iki katlı yapılmaya müsaittir. Planlama ve cephe şekillendirilmesinde taşıyıcı ölçülerden bağımsız çalışılabilir. Taşıyıcı eleman ve ölçüler tasarıma sınırlamalar getirmemektedir. Cephelerde çıkma ve konsollar yapılması mümkündür (Şekil 4.48). Cephelerde açılan kapı ve pencere boşlukları istenilen boyut ve formlarda olabilir. Sistem bir bütün halinde içeriden ve dışarıdan ahşap kaplama elemanlarıyla kaplanır. Bu kaplama elemanları rüzgar ve deprem gibi yanal yüklere karşı taşıyıcı sistemin rijitliğini sağlamaktadır. Sistemin bu şekilde kaplanmasıyla düz ama balon sisteme göre daha hareketli cepheler ortaya çıkmaktadır (Şekil 4.49).



Şekil 4.48. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması (Pfeifer ve ark. 1998)

‘Amerikan Ahşap Platform Sistem’, ahşap balon sistemde olduğu gibi çok fazla ahşap eleman gerektirdiğinden ve ahşap elemanların özel olarak çivilenmesi gerektiğinden Almanya’da kullanım alanı bulamadığı gibi yapı yönetmelikleri de

sistemin bu haliyle uygulanmasına izin vermemektedir. Ama bu sistem başka sistem ve sistem elemanlarıyla beraber geliştirilerek uygulama alanı bulmaktadır. Nitekim ahşap çerçeve sistem, ‘Geleneksel Ahşap Karkas Sistem’ ve ‘Ahşap Platform Sistem’in birleştirilip geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Böylelikle planlama ve cephe şekillendirilmesinde farklı ve yeni çözümlere ulaşılabilmektedir (Şekil 4.50).



Şekil 4.49. Sistem detayı (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil 4.50. Ahşap balon ve platform sisteme örnek konut (**Pfeifer ve ark. 1998**)

4.2.9. Ahşap Çerçeve Sistem (Holzrahmen - Konstruktion)

Günümüz modern ahşap mimarisinde konut üretiminde sıkça kullanılan taşıyıcı bir sistem olan ‘Ahşap Çerçeve Sistem’, ‘Geleneksel Ahşap Karkas Sistem’ ile ‘Amerikan Ahşap Platform Sistem’in birleştirilmiş ve geliştirilmiş halidir. Bu sistemin prefabrikleşmiş hali ise ‘Ahşap Panel Sistem’dir. ‘Ahşap Panel Sistem’de, ahşap duvar ve döşeme elemanları fabrika ve atölyelerde önceden üretilip yerinde monte edilmektedir (Şekil 4.51). Taşıyıcı sistem birbirlerine yakın boyutlardaki ahşap elemanların belli bir statik düzen içerisinde sıralanmasıyla meydana gelmektedir. Taşıyıcı sistem tamamlandıktan sonra bir bütün halinde içeriden ve dışarıdan ahşap kaplama elemanlarıyla kaplanmaktadır. Kullanılan ahşap elemanlar çivilenerek yada modern çelik bağlantı elemanlarıyla birleştirilir. Taşıyıcı sistem, planlama ve cephe şekillendirilmesine sınırlamalar getirmemektedir. Ekonomik sınırlar dahilinde büyük açıklıklar geçilebilmektedir (Şekil 4.52).

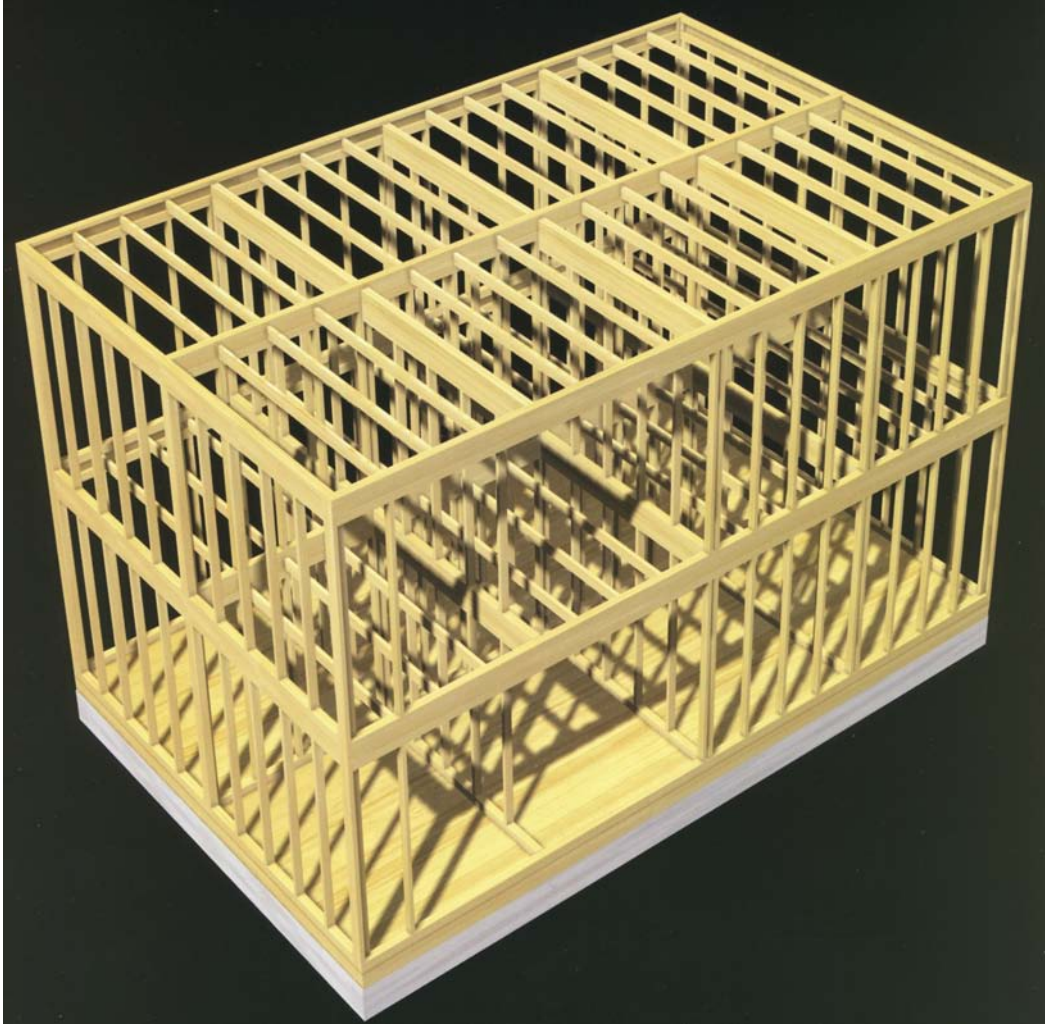


Şekil 4.51. Ahşap panel sisteme örnek konut (Grimm 2004)



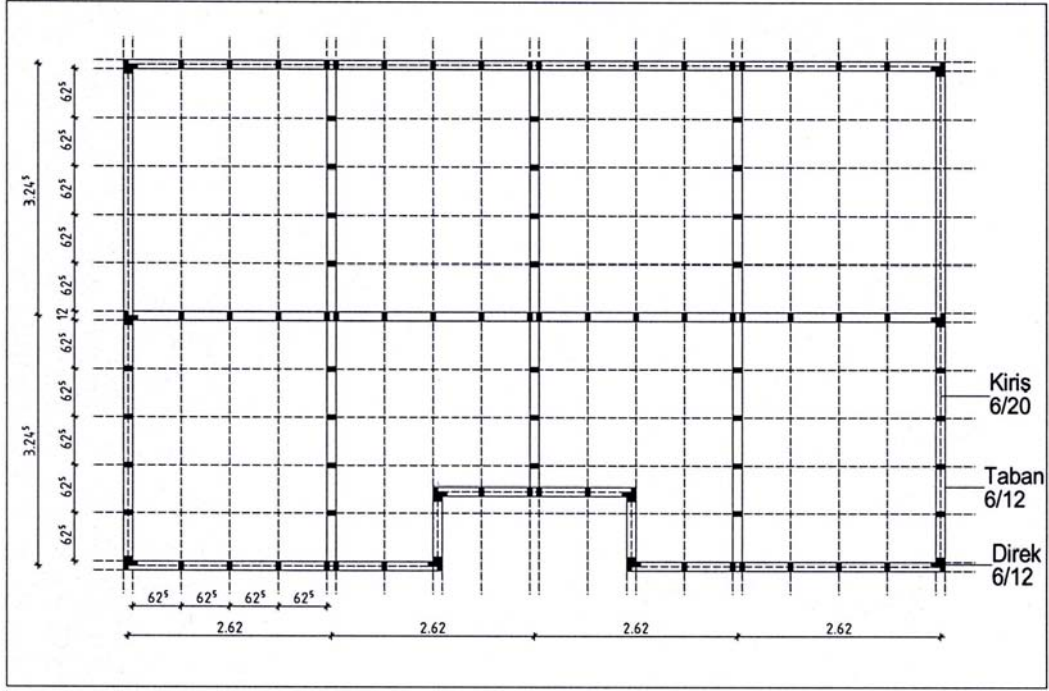
Şekil 4.52. Ahşap çerçeve sisteme örnek konut (**Grimm 2004**)

Taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlar sırasıyla; betonarme temel, taban, direk, başlık ve döşeme kirişleridir (**Şekil 4.53**). Betonarme temel mütemadi yada münferit olabilir ama her iki durumda da düz bir zemin plakası oluşturulmaktadır. Döşeme kirişleri genellikle 6/20 cm boyutlarında olup diğer bütün ahşap taşıyıcı elemanlar 6/12 cm boyutlarındadır. Direkler tek kat yüksekliğinde olup belli bir aks ölçüsüne göre sıralanırlar. Direkler arası kullanılacak aks ölçüsü için bir sınırlama olmamasına rağmen taşıyıcı sistem prensip olarak birbirine yakın direklerden oluştuğundan 62,50 cm'lik aks ölçüsünün geçilmemesinde fayda vardır (**Şekil 4.54**). Ahşap çerçeve sistemle geçilebilecek açıklık ekonomik sınırlar dahilinde 600 cm'dir.



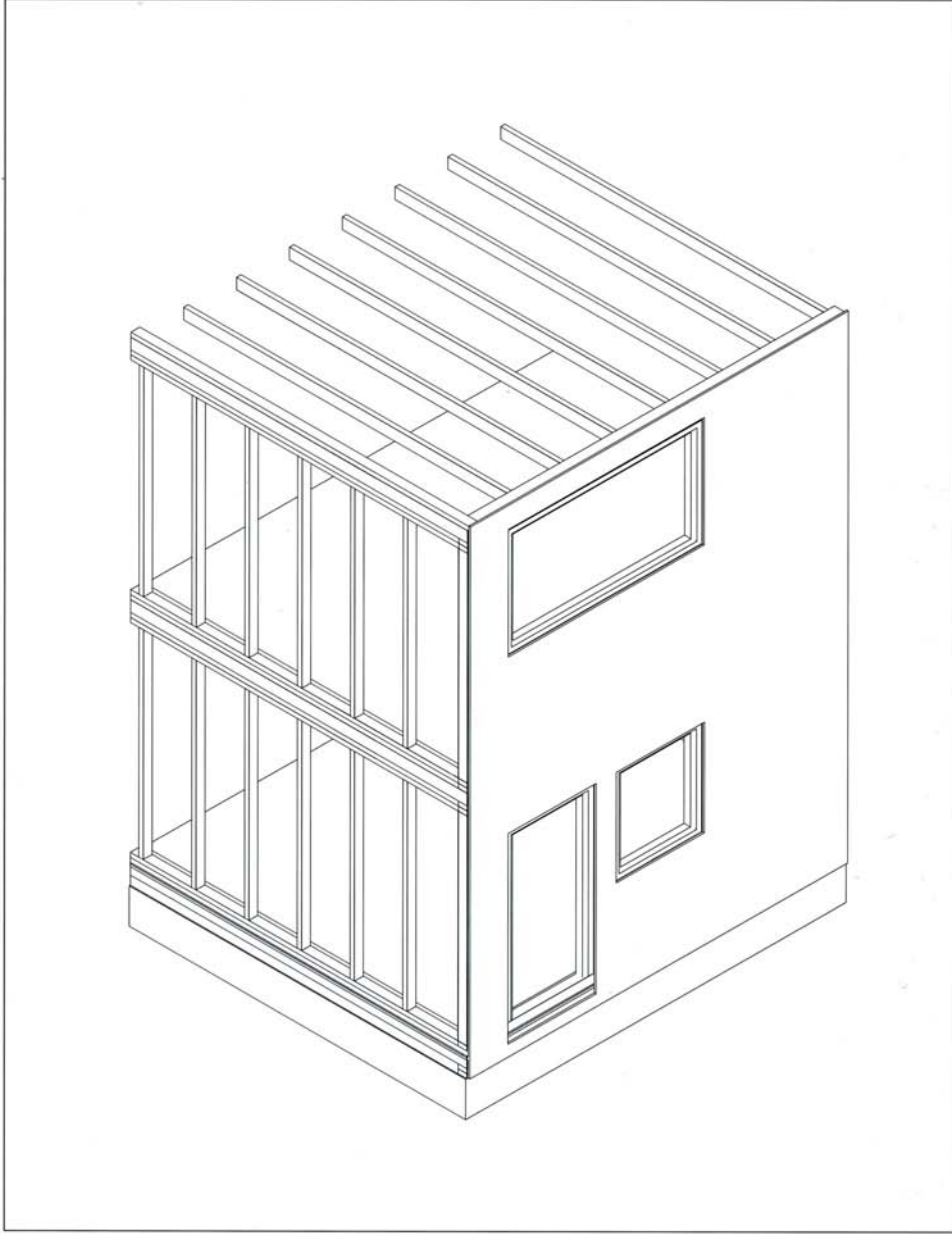
Şekil 4.53. Taşıyıcı elemanların üçüncü boyutta gösterimi (Pfeifer ve ark. 1998)

Ahşap taşıyıcı sistem bir bütün olarak içeriden ve dışarıdan ahşap kaplama elemanlarıyla kaplanır. Bu kaplama elemanları duvarlarda direk doğrultularına, döşemelerde ise döşeme kirişleri doğrultularına dik yönde uygulanarak taşıyıcı sistemin rüzgar ve deprem gibi yanal yüklere karşı rijitliğini sağlarlar (Şekil 4.55).

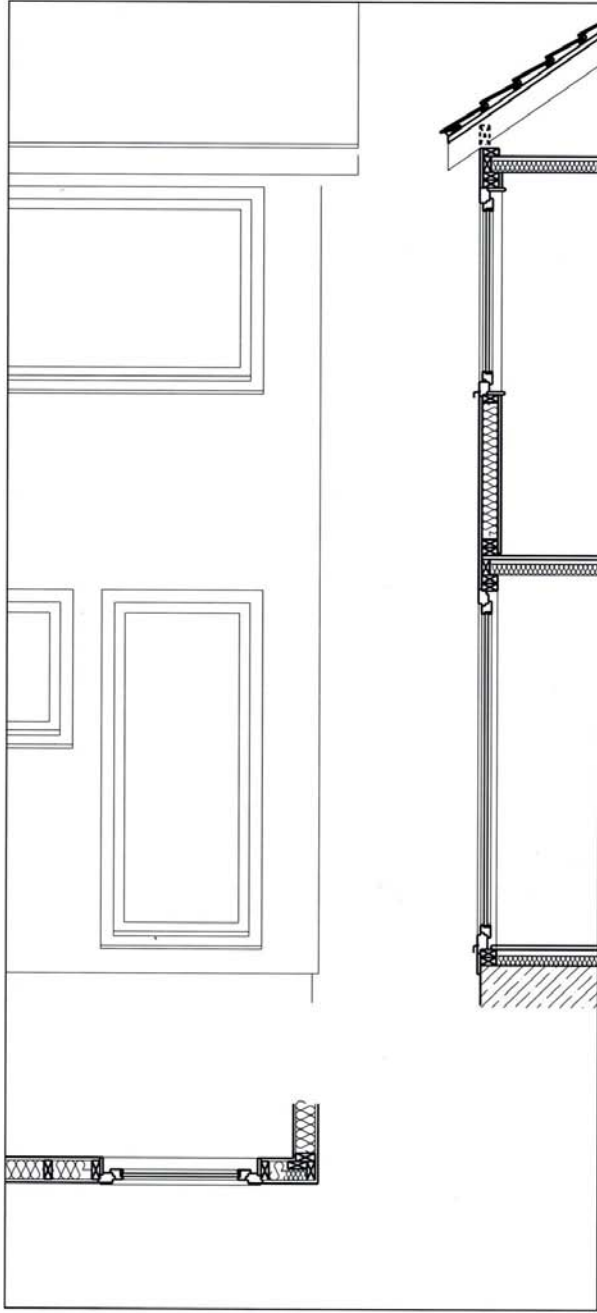


Şekil 4.54. Taşıyıcı sistem planı (Pfeifer ve ark. 1998)

Bu sistem, iki ve üç katlı konutlar için uygun bir sistemdir. Planlama ve cephe şekillendirilmesinde sınırlamalar yoktur. Kat yükseklikleri birbirlerinden farklı olabildiği gibi üst katlar alt kata göre farklı plan ve formlarda olabilir. Cephelerde çıkıntı ve konsollar yapılması mümkündür. Cephelerde açılacak kapı ve pencere boşlukları istenilen boyut ve formlarda olabilirler (Şekil 4.56). ‘Ahşap Çerçeve Sistem’ bu haliyle hem planlamada hemde cephe şekillendirilmesinde günümüz modern mimarisinde değişik ihtiyaçlara cevap verebilen konutlar ve yapılar üretilmesine imkan vermektedir (Şekil 4.57).



Şekil 4.55. Taşıyıcı sistemin üçüncü boyutta tamamlanması (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil 4.56. Sistem detayı (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil 4.57. Ahşap çerçeve sisteme örnek konut (**Grimm 2004**)

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Günümüz yapı sektöründe kaynağı yenilenebilen bir yapı malzemesi olarak ahşap, gelişmelerle beraber önemli bir mühendislik malzemesi haline gelmekte ve ahşap yapıların özellikle de ahşap konutların üretilme yoğunlukları gelişmiş batılı ülkelerde gittikçe artmaktadır. Dünyadaki mevcut fosil enerji kaynaklarının gittikçe daha çok tüketilmeleri ve bunların azalması, yaşanmakta olan çevre ve sağlık sorunları, küresel ısınma gibi faktörler orman varlığının ve ahşap tüketiminin önemini arttırmaktadır. Enerji kaynaklarının tüketiminde insan ve çevre ile birebir ilişkide bulunan yapı sektörünün payı, yapı sektörü içinde de konut üretiminin payı çok büyüktür. Ayrıca konut üretim ihtiyacı, toplumların en önemli ihtiyaçlarından biri olarak önemini korumaktadır. Konut üretiminin ülke ekonomisine, istihdama ve kullanılan enerjiye etkisinin yanında üretilen konutların insan yaşamı için sağlık, kalite, konfor, sağlamlık, ekonomiklik, kullanışlılık, estetik ve konutların ömrü gibi kriterler günümüzde daha da önem kazanmaktadır.

Doğal bir yapı malzemesi olan ahşabın yapısından kaynaklanan çeşitli sorunları bulunmaktadır. Ayrıca ağaçlar, türlerine göre farklı özellikler göstererek kendilerine has avantajları ve dezavantajları bünyelerinde bulundurmaktadırlar. Bundan dolayı kullanılmadan önce ağaçların karakteristik özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Yapıda kullanılacak ahşap elemanlar kullanılacak yere ve üstleneceği göreve uygun ağaç türünden seçilip uygun nem oranına göre kurutulmalıdır. Yapılar için yüksek nem oranında ahşabın mantar ve böcekler tarafından tahribatı, çüremesi ve boyut değişikliği riski olduğundan nem oranının % 20'nin altında tutulması gerekmektedir. Ayrıca, ahşap malzemelerin dış etkilere korunması için gerekli bütün strüktürel tedbirler alınmalı, yalıtımlar yapılmalıdır. Günümüz modern ahşap konut üretiminde ahşabın kimyasal dayanımını gerektirmeyecek şekilde ahşap konut üretilebilmesine rağmen, gerekli durumlarda sadece taşıyıcı ve destekleyici elemanlarda ahşabın kimyasal dayanımı yapılabilir. Ahşap yapılar WHO tarafından belirlenen formaldehid emisyonu sınır değerlerine göre üretilmeli ve kontrol edilmelidir. Ahşap yanabilen bir malzeme olmasına rağmen yangın davranışı düzenli olan ve yavaş yavaş yanan bir malzemedir. Yangın dayanımının artırılması için taşıyıcı elemanlar

yanıcı olmayan elemanlarla kaplanmalı, açıkta bırakılan elemanlar ise büyük boyutlu seçilmelidir. Nitekim günümüzde üretilen ahşap yapılar yangın dayanımı en az 90 dakika olacak şekilde üretilmektedir. Ahşap, mukavemet/ağırlık oranı yüksek bir yapı malzemesidir. Ahşap yapıların hafif olmaları, deprem esnasında zemin ivmelenmesiyle kütle çarpımı sonucu oluşan yanal kuvvetlerin az olmasını sağlamaktadır. Ahşap taşıyıcı elemanlar, payandalar, çaprazlamalar yada dayanıklı kaplama ve dolgu elemanları ile birbirlerine bağlanarak yanal kuvvetlere karşı dayanıklı hale getirilmelidir. Bunlarla beraber günümüzde ahşap konutlar yapı geometrisindeki düzgünlükleriyle yanal kuvvetlere özellikle de depreme karşı dayanıklı şekilde üretilmektedir.

Ahşap konutlar, gerek ahşap yapı elemanlarının ısı depolayıcı özellikte olması, gerekse yalıtım ve kaplama elemanlarının kullanılması ile yüksek ısı yalıtımlı üretilmektedir. Ahşap konutların yüksek ısı yalıtımlı olmaları, ısıtma için daha az enerji tüketilmesini ve dolayısıyla enerji tüketimiyle ortaya çıkan çevre kirliliğini azaltmaktadır. Ahşap konutların yapı bileşenleri, özellikle de duvar yapıları aynı ısı yalıtım değerlerinde diğer yapı sistemlerine göre daha incedir. Bundan dolayı ahşap konutlar aynı büyüklüklerdeki çoğu konut ve yapıdan daha hafif olmakta ve daha fazla yaşama alanı sağlamaktadır. Ayrıca, teknolojik gelişmelere paralel olarak geleneksel ahşap yapıların boyut ve büyüklük sorunları aşılmaktadır. Günümüz modern ahşap konut üretimi için çok çeşitli üretim sistemlerinin olması ile çeşitli ihtiyaçlara ve farklı yapı arsalarına uygun çözümler yapılabilmektedir. Bunun yanında ahşap yapı üretimi yapan kişi ve kuruluşlar, ahşap yapı sistemlerini gelişen teknolojinin imkanlarını da kullanarak geliştirmekte, daha iyi bir tasarım zenginliği kazandırmaktadırlar. Ahşap konutların kendilerine has estetiği ve yapı sistemlerinin daha da zenginleşmesi ile özel mimari formların inşası mümkün olmaktadır. Ayrıca günümüzde ikiz, sıra, grup ve çok katlı ahşap konutlar üretilmektedir. Ahşap konutların diğer konutlara göre daha hafif olmaları, yapı temelinin büyüklüğünü ve maliyetlerini azalttığı gibi, özellikle hazır elemanlarla daha kısa yapı süresi sağlamakta, hafif şantiye aletleriyle araziye ve komşulara verilen sorunlar azalmaktadır. Günümüzde ahşap konut üretimi su kullanılmadan tamamiyle kuru ve hazır elemanlarla yapıldığı için mevsimlere bağlı kalınmadan hızlı yapı üretimi ve zamanında yapı teslimi mümkün olduğu gibi, yapı hemen

kullanılmaya başlanmaktadır. Ahşap konutların kurutulma ihtiyacı olmadığından ilk yıllar sürekli ısıtılma ve havalandırma zorunluluğu da yoktur. Ayrıca, konut içindeki tesisatların montajı da daha kolay olmaktadır.

Gelişmiş dünya ülkelerine bakıldığında, yoğun ve artmakta olan bir ahşap konut üretiminin olduğu görülmektedir. Örneğin, Kuzey Amerika ülkelerinin gerek geleneksel gerekse modern konutlarında ahşap konut oranının yaklaşık % 90 olduğu görülmektedir. Avrupa ülkelerinde ise, iskandinav ülkeleri başta olmak üzere özellikle son 20 yıldır ahşap yapı ve konut üretim yoğunluğu artmaktadır. Almanya'da 1990 yılından önce üretilen konutlar arasında ahşap konutların payı yaklaşık % 7,5 iken, günümüzde bu oran yaklaşık % 15'e yükselmiştir. Artan ahşap tüketimine karşılık ormanlar gençleştirilmekte, daha bakımlı hale gelmekte ve mevcut ağaç potansiyeli artırılarak ormanların ve ahşap malzemelerin sağladığı faydaların daha iyi ve devamlı olması sağlanmaktadır. Gerek ağaçların yetiştirilmesi ve ahşap yapı malzeme üretiminde gerekse ahşap yapı üretiminde diğer malzeme ve sistemlere göre daha az enerji gerekmesi ve de ahşap yapıların yüksek ısı yalıtımlı üretilibilmeleri günümüzde yaşanan enerji sorunları ve çözümüne önemli bir katkı sağlamaktadır.

Günümüzde teknolojik gelişmelere paralel olarak, ahşap malzemelerin ve ahşap yapıların genel sorunlarına çözümler getirilerek her türlü ihtiyaca uygun ahşap konut üretimi yapılabilmektedir. Ahşap konut üretimi, uygulanan birbirinden farklı ahşap yapı sistemlerinin yanında başka yapı malzemeleri ve yapım sistemleri ile beraber ihtiyaç ve tercihe göre karma sistemler dahilinde zengin tasarım imkanlarıyla yapılabilmektedir. Yapı üretiminde ve özellikle konut üretiminde uygulanmakta olan bu sistemler günümüz modern mimarisine büyük bir zenginlik katmakta ve de ahşap yapı malzemesinin bütün avantajları ile beraber tamamen bir mühendislik malzemesi olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Ahşap yapı üretimindeki bu zenginlik, yapı ve ahşap sektöründeki gelişmelere paralel olarak da her zaman için devam etmektedir.

Gelişmiş batılı ülkelerde ahşap yapı sektöründeki bütün bu gelişmelere rağmen, giriş bölümünde değinildiği gibi Türkiye'de yaklaşık son 50 yıldan beri çok az bir ahşap konut üretimi yapıldığı görülmektedir. Ahşap yapıların tasarımı, yapımı ve deprem davranışları gibi konular üniversitelerdeki ilgili bölümler ve inşaat çevresinde çok az yer almakta, imar yönetmeliklerinde bile ahşap yapılarla ilgili çok

az bölümler bulunmaktadır. Bu sebeple yapı üretiminden sorumlu teknik elemanların ahşap malzeme ve yapı üretimindeki mesleki bilgi ve deneyimleri sınırlıdır. Gelişmiş ülkelerde ahşap yapı sektöründe yaşanan gelişmelere rağmen, Türkiye’de genel anlamda ahşap yapı malzemesi ve ahşap yapılarla ilgili bilgiler yetersiz kalmakta ve önyargılar bulunmaktadır.

Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye, yapı ve özellikle de konut üretim ihtiyacı büyük olan bir ülkedir. Konut üretiminde ve konutların ısıtılmasında çok büyük enerji tüketilmekte, çevre kirletilmektedir. Türkiye coğrafyasının % 93’nün aktif deprem kuşağında olmasından dolayı çeşitli aralıklarla şiddetli depremler olmakta, mal ve can kayıpları yaşanmaktadır. Ayrıca, son yıllardaki yapı üretimi ile Türkiye’de estetik olarak çirkin yapılarla dolu kentler ortaya çıkmaktadır. Öte yandan konut üretiminin ülke ekonomisine, istihdama ve kullanılan enerjiye etkisinin yanında, üretilen konutların insan yaşamı için sağlık, kalite, konfor, sağlamlık, ekonomiklik, kullanışlılık, estetik ve konutların ömrü gibi konuların günümüzde çok önem kazandığı düşünüldüğünde ahşap konut üretiminin Türkiye açısından gerekliliği ve önemi ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, Türkiye geniş yüzölçümüne ve ormanlara sahip olmasına rağmen bilinçli orman politikaları yürütülemediği için gelişmiş ülkelerdeki kadar ormanlardan ve yan ürünlerinden de gerektiği gibi faydalanılamamaktadır.

Türkiye’de genel anlamda ormanların ve ahşap konut üretiminin avantajlarından faydalanılabilmek için öncelikle bilinçli orman politikaları yürütülmeli, mevcut ormanlar gençleştirilip daha bakımlı hale getirilmeli, ağaç potansiyeli arttırılmalı ve düzenli bir şekilde ahşap yapı malzemesi ve yan ürünleri üretim döngüsü sağlanmalıdır. Ahşap yapı malzemesi ve ahşap yapılar ile ilgili önyargıların ortadan kaldırılması için çalışmalar yapılmalı, toplum bilinçlendirilmeli özellikle de üniversitelerin ilgili bölümlerinde ahşap yapı malzemelerine ve ahşap yapılara daha çok önem verilmelidir. Aynı zamanda kalifiye ahşap yapı işçileri yetiştirilmelidir. Her ne kadar son yıllarda bir kaç inşaat şirketi yurt dışında uygulanan bazı sistemleri Türkiye’de uygulayarak ahşap konut üretimine başlamasına rağmen, ahşap konut üretimi ülke çapında yaygınlaştırılmalıdır. Ahşap yapı malzemelerinin ve gelişmiş ülkelerde uygulanmakta olan ahşap yapı sistemlerinin Türkiye şartlarında uygulanabilmesi ve geliştirilmesi için kapsamlı AR-GE çalışmaları yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Amann, F., Brucker, J., Daut, E., Dittmann, S., Fink, D., Jocher, T., Gutekunst, D., Groeger, H., Hugues, T., Mauer, G., Nussberger, J., Reichardt, B., (1997), 'Wohnungen in Holzbauweise', Stuttgart, Almanya.

Astor, E., Aubel, H., Becker, C., Essmann, E., Falk, D., Günther, L., Lotz, B., Kleinelütern, U., (2005), 'Aktuell 2006 – Das Jahrbuch Nr. 1, Mannheim, Almanya.

Bauer, H., Böckler, P., (1998), 'Holzhäuser - attraktiv und individuell', Taunusstein, Almanya.

Cheret, P., Grohe, G., Müller, A., Schwaner, K., Winter, S., Zeitter, H., (2000), 'Holzbau handbuch, Informationsdienst Holz, R/1T/1F/4 Holzbausysteme', Düsseldorf, Almanya.

DiE, (2001), Devlet İstatistik Enstitüsü. Konutlarda Enerji Tüketimi Araştırması.

Dierks, K., Schneider, J.-K., Wormuth, R., (1997), 'Baukonstruktion', Düsseldorf, Almanya.

Dworschak, G., Wenke, A., (1998), 'Holz id Wohnhäuser', Berlin, Almanya.

Filippi, M., (2004), 'Natürlich Holz, Holzabsatzfonds, Die deutsche Forstwirtschaft', Bonn, Almanya.

Freudenreich, D., (2005), 'Holz hat den falschen Sound' Holzbau Fachhandel, Soltau, Almanya. www.holzbau-fachhandel.de

Frühwald, A., Pohlmann, C., (2002), 'Nachhaltiges Bauen mit Holz, Informationsdienst Holz, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung', München, Almanya.

Graf, A., (2003), 'Neue Passivhäuser', München, Almanya.

Grimm, F., (2004), 'Einfamilienhäuser unter 250.000 €', München, Almanya.

Hasol, D., (1998), 'Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü' İstanbul.

Herzog, T., Notterer, S., Schweizer, R., Volz, M., Winter, W., (2003), 'Holzbau Atlas', München, Almanya.

Holtz, F., (1999), 'Holzbau handbuch, Informationsdienst Holz, R/3T/3F/3 Schälldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken', München, Almanyà.

Krämer, S., Lederer, A., Durth, W., Gasser, M., Pfeiffer, U., Adlbert, G., Harlender, T., Brech, J., Mühlbauer, W., Kohler, N., Lechner, T., Glatzer, W., Horz, M., (2002), "Wohnbauen in Deutschland", Stuttgart + Zürich, Almanyà.

Kuhweide, P., (2000), 'Holzbau handbuch, Informationsdienst Holz, R/4T/2F/3 Konstruktive Vollholzprodukte', Düsseldorf, Almanyà.

Kuhweide, P., (2000), 'Das Holzhaus – Argumente für eine wachsende Alternative, Informationsdienst Holz, Arbeitsgemeinschaft Holz e. V.', Düsseldorf, Almanyà.

Langhans, L., (2005), 'Natürlich Holz, Holzabsatzfonds, Die deutsche Holzwirtschaft', Bonn, Almanyà.

Langhans, L., (2005), 'Natürlich Holz, Holzabsatzfonds, Unschlagbare Argumente für den Bau- und Werkstoff der Zukunft', Bonn, Almanyà.

Lewitzki, W., Schulze, H., (1999), 'Holzbau handbuch, Informationsdienst Holz, R/3T/5F/1 Holzschutz – Bauliche Empfehlungen', München, Almanyà.

Pfeifer, G., Liebers, A., Reiners, H., (1998), 'Der Neue Holzbau', München, Almanyà.

Schoenberger, M., (2003), 'Holzarchitektur im Detail', Stuttgart - München, Almanyà.

Stungo, N., (1998), 'Neue Holzarchitektur', Stuttgart, Almanyà.

TMMO, (2000), Afet Sakınımı Stratejik Plan Yaklaşımı, İstanbul.

Wagner, G., (2004), 'Natürlich Holz, Holzabsatzfonds, Bauen mit Holz', Bonn, Almanyà.

Winter, S., Kehl, D., (2002), 'Holzbau handbuch, Informationsdienst Holz, R/3T/1F/2 Holzhäuser Werthaltigkeit und Lebensdauer', München, Almanyà.

Winter, S., Kehl, D., (2002), 'Untersuchung zur Objektivierung der Bewertung des Verkehrswertes von Gebäuden in Holzbauweise im Vergleich zu anderen Bauweisen', Leipzig, Almanyà.

Winter, S., Löwe, P., (2001), 'Holzbau handbuch, Informationsdienst Holz, R/3T/4F/3 Brandschutz im Holzbau - gebaute Beispiele', München, Almanyà.

Arbeitsgemeinschaft Holz e. V., Düsseldorf . www.argeholz.de

Arche naturhaus GmbH, Borkwalde. www.arche-naturhaus.de

Bund Deutscher Zimmermeister, Berlin. www.bdz-holzbau.de

Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, München. www.dgfh.de

Deutscher Holzwirtschaftsrat, Bonn. www.infoholz.de

DIE. www.die.gov.tr

Familyhouse - Zimmerei Gremmelspacher, St. Peter. www.family-hause.de

Forst und Holz Marktbilanz, ZMP, Bonn. www.infoholz.de

HeinzeMarktforschung, Celle. www.heinzebauoffice.de

HOLZABSATZFONDS, Absatzförderung der deutschen Forst- und Holzwirtschaft, Bonn. www.holzabsatzfonds.de

Informationsdienst Holz, München. www.informationsdienst-holz.de

Statistisches Bundesamt Deutschland, Wiesbaden. www.destatis.de

EKLER

1. Yapımı Tamamlanmış Bazı Ahşap Yapı ve Konut Örnekleri



Şekil Ek. 1. Geleneksel ahşap karkas sisteme örnek konut (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil Ek. 2. Ahşap kiriş - direk sisteme örnek konut (Stungo 1998)



Şekil Ek. 3. Ahşap blok sisteme örnek konut (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil Ek. 4. Çift kirlşli ahşap iskelet sisteme örnek konut (Winter ve Kehl 2002)



Şekil Ek. 5. Çift kirlşli ahşap iskelet sisteme örnek konut (Kuhweide 2000)



Şekil Ek. 6. Ahşap modüler sisteme örnek konut (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil Ek. 7. Ahşap modüler sisteme örnek konut (Grimm 2004)



Şekil Ek. 8. Ahşap panel sisteme örnek konut (Bauer ve Böckler 1998)



Şekil Ek. 9. Ahşap panel sisteme örnek konut (Amann ve ark. 1997)



Şekil Ek. 10. Ahşap çerçeve sisteme örnek konut (Grimm 2004)



Şekil Ek. 11. Ahşap çerçeve sisteme örnek konut (Pfeifer ve ark. 1998)



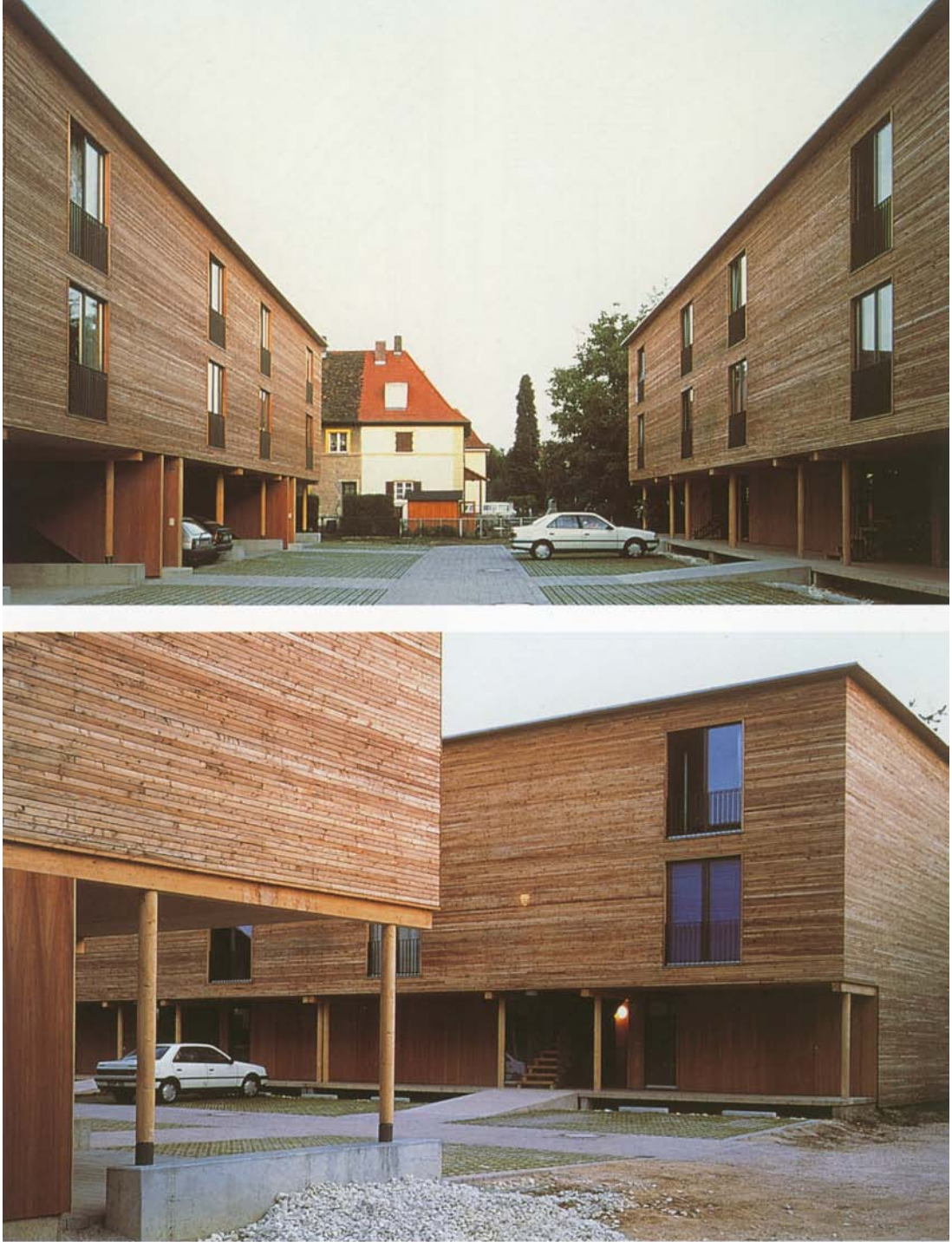
Şekil Ek. 12. Ahşap çerçeve sisteme örnek konut (Grimm 2004)



Şekil Ek. 13. Ahşap çerçeve sisteme örnek konut (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil Ek. 14. Karma sistemli ahşap konut örneği (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil Ek. 15. Karma sistemli ahşap konut örneği (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil Ek. 16. Karma sistemli ahşap yapı örneği (Pfeifer ve ark. 1998)



Şekil Ek. 17. Karma sistemli ahşap konut örneği (Langhans 2005)



Şekil Ek. 18. Pasif ahşap konut örneği (Wagner 2004)



Şekil Ek. 19. Norveç olimpiyat salonu (Stungo 1998)

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri :

Adı Soyadı: Serdar Bilici
 T.C. Kimlik No: 53230311514
 Doğum Yeri: Kulu / Konya
 Doğum Tarihi: 05.08.1980

Öğrenim Durumu :

15.09.1987 – 25.06.1992 İlk öğrenim (1-5). Karacadağ İlköğretim Okulu.
 Karacadağ / Kulu
 15.09.1992 – 25.06.1995 İlk öğrenim (6-8). Karacadağ Çok Programlı Lisesi.
 Karacadağ / Kulu
 15.09.1996 – 25.06.1999 Orta öğrenim. Selçuklu Lisesi (Yab. Dil. Ağır.).
 Konya
 01.09.1999 – 27.06.2003 Lisans eğitimi. Selçuk Üniversitesi Müh.-Mim. Fak.
 Mimarlık Bölümü. Konya

Mesleki Faaliyetler :

06.01.2004 – 30.09.2004 Serbest mimar. Ser Mimarlık.
 Kulu / Konya
 06.06.2005 – .. Stajyer mimar. Architekturbüro Coban.
 Koblenz / Almanya