

**KONUT YAPIMINDA GELİŞMİŞ AHŞAP VE HAFİF
ÇELİK İSKELET SİSTEMLERİNİN TEMEL YAPI
ELEMANLARI DÜZEYİNDE ANALİZLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tanem EREN

Anabilim Dalı : MİMARLIK

Program : YAPI BİLGİSİ

ARALIK 2003

**KONUT YAPIMINDA GELİŞMİŞ AHŞAP VE HAFİF
ÇELİK İSKELET SİSTEMLERİNİN TEMEL YAPI
ELEMANLARI DÜZEYİNDE ANALİZLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tane m EREN
(50 299 1097)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22 Aralık 2003
Tezin Savunulduğu Tarih : 14 Ocak 2004**

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Blge İŞİK (İ. T. Ü. Mimarlık)
Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Ayşe BALANLI (Y. T. Ü. Mimarlık)
Y. Doç. Dr. Leyla TANAÇAN (İ. T. Ü. Mimarlık)

ARALIK 2003

ÖNSÖZ

Tüm yüksek lisans öğrenimim ve çalışmamı hazırladığım süreç boyunca gösterdiği ilgi, destek ve yardımlardan dolayı danışmanım Doç. Dr. Bilge Işık'a çok teşekkür ederim

Çalışmam süresince tavsiyelerini, yardımlarını ve en çok da moral desteklerini esirgemeden, yakınımda olan arkadaşlarıma ve yakınımda olmasalar da bana gösterdikleri anlayış, sabır, sağladıkları motivasyon ve hissettirdikleri büyük sevgi için aileme sonsuz teşekkürlerimi iletmek isterim

Mayıs 2003

Tanem Eren

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	vi i
TABLO LİSTESİ	i x
ÖZET	x
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç	1
1.2. Kapsam	2
1.3. Yöntem	3
2. AHŞAP VE ÇELİK KONUT SİSTEMLERİ	4
2.1. Konut Yapımında Kullanılan Sistemlere Genel Bakış	4
2.2. Ahşap Yapım Sistemi	5
2.2.1. Geleneksel Ahşap Konut Sistemi	5
2.2.2. Gelişmiş Ahşap Konut Sistemi	7
2.2.2.1. Baloon İskellet	8
2.2.2.2. Platform İskellet	9
2.2.3. Geleneksel ve Gelişmiş Ahşap Konut Sistemi Arasındaki Farklar	11
2.3. Çelik Yapım Sistemi	12
2.3.1. Çelik Konut Sistemi	14
2.3.2. Hafif Çelik Konut Sistemi	14

3. AHŞAP VE ÇELİĞİN MALZEME VE UYGULAMA ÖZELLİKLERİ	17
3.1. Malzeme Tanımları ve Özellikler	17
3.1.1. Hafif Çelik	17
3.1.2. Ahşap	18
3.1.2.1. Ahşabın Sınıflandırılması	20
3.1.3. Geleneksel Ahşap ve Hafif Çelik Sistemlerin Avantajlı Ve Dezavantajlı Yönleri	21
3.2. Kesit Şekilleri, Standart Boyutları ve Özellikleri	22
3.2.1. Hafif Çelik	22
3.2.1.1. Hafif Çelik El emanlarında Gövde Boşlukları ve Yamalanmaları	25
3.2.1.2. Hafif Çelik El emanlarının Kesilmesi, Kertilmesi ve Uzatılması	28
3.2.1.3. Hafif Çelik El emanlarında Taşıyıcı Takviyeler	29
3.2.2. Ahşap	30
3.2.2.1. Ahşabın Biçilmesi	31
3.2.2.2. Ahşabın Kurutulması	32
3.2.2.3. Yüzeylerinin Düzeltilmesi	32
3.2.2.4. Ahşap El emanlarının Uzatılması	33
3.3. Kullanılan Bağlantı Şekilleri ve El emanları	34
3.3.1. Hafif Çelik	34
3.3.1.1. Perçinli Birleşimler	35
3.3.1.2. Kaynaklı Birleşimler	36

3.3.1.3.	Bul onlu Birleşimler	37
3.3.1.4.	Vi dal ı Birleşimler	38
3.3.2.	Ahşap	40
3.3.2.1.	Çi vili Birleşimler	41
3.3.2.2.	Vi dal ı Birleşimler	42
3.3.2.3.	Bul onlu Birleşimler	43
3.3.2.4.	Di şli Plakalar	44
4.	Sİ STEMLERİN YAPI ELEMANLARI DÜZEYİNDE ANALİZLERİ	45
4.1.	Temeller	45
4.1.1.	Kullanılan Temel Tipleri	46
4.1.1.1.	Lineer Temeller	46
4.1.1.2.	Çukur Dolgu Temeller	47
4.1.1.3.	Betonarme Radyeller	48
4.2.	Döşemeler	49
4.2.1.	Zemine Oturan Döşeme	49
4.2.2.	Zemine Oturmayan Döşeme	49
4.2.2.1.	Zemin Kat Döşemesi	51
4.2.2.2.	Ara Kat Döşemeleri	53

4.2.3. Maksimum Giriş Açıklıkları	55
4.2.4. Girişlerde Stabilitate Çubuklarının Yerleşimi	56
4.2.5. Döşeme Boşlukları	59
4.2.6. Konsol Döşemeler	60
4.3. Duvarlar	63
4.3.1. Dış duvarlar	63
4.3.2. İç duvarlar	64
4.3.3. Yastıklama	65
4.3.4. Dişmelerin Yerleşimi	67
4.3.5. Köşe ve Kesişim Noktalarının Düzenlenmesi	69
4.3.6. Duvarların Desteklenmesi	72
4.3.6.1. Dişmeler Arasında	72
4.3.6.2. Duvar Bütününde	73
4.3.7. Duvar Boşlukları	74
4.3.7.1. Gelişmiş Ahşap Sistemde Lentolar	75
4.3.7.2. Hafif Çelik Sistemde Lentolar	76
4.3.8. Duvar Kaplamaları	77
4.3.8.1. Dış Kaplamalar	77
4.3.8.2. İç Kaplamalar	80
4.4. Çatılar	
4.4.1. Çatı Konstrüksiyonu	80
4.4.2. Tavan Girişleri	81

4.4.3. Çatı Mertekeleeri	82
4.4.4. Çatı Boşlukları	85
4.4.5. Çatı Makasları	85
4.5. Sistemlerin Değişik Uygulama Yöntemleri	86
4.6. Sistemlerin Yapı Elemanları Düzeyinde Analizlerinin	87
Tablo ile İfadesi	87
5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	89
REFERANSLAR	90
ÖZGEÇMİŞ	93

ŞEKİL LİSTESİ

Şeki l 2.1	Geleneksel ahşap iskelet sistemi	7
Şeki l 2.2	Balon İskelet Sistemi	8
Şeki l 2.3	Platform İskelet Sistemi	11
Şeki l 2.4	Severn Nehri Köprüsü	13

Şekil 2.5	Kesitlerin karşılaştırılması	15
Şekil 3.1	Ağaç En Kesiti	19
Şekil 3.2	Standart Profiller	23
Şekil 3.3	Kiriş, dikme ve merteklerde kullanılan hafif çelik c profil	24
Şekil 3.4	Kiriş, dikme ve merteklerde kullanılan hafif çelik c profil	24
Şekil 3.5	Döşeme ve tavan girişlerinde gövde boşlukları	25
Şekil 3.6	Dikme ve diğer taşıyıcı elemanlarda gövde boşlukları	26
Şekil 3.7	Kiriş Gövde Boşluklarının Yamalanması	27
Şekil 3.8	Dikme Gövde Boşluklarının Yamalanması	28
Şekil 3.9	Alt Başlık Profilinin Uzatılması	29
Şekil 3.10	Taşıyıcı Takviye	30
Şekil 3.11	Kereste Biçme Yöntemleri	31
Şekil 3.12	Kurutma sırasında olabilecek deformasyonlar	33
Şekil 3.13	Ahşap Girişlerin Uzatılma Yöntemleri	33
Şekil 3.14	Hafif Çelik Sistemde Kullanılan Bağlantı Parçaları	35
Şekil 3.15	Gaz-Metal Elektrik Kaynağı	36
Şekil 3.16	Korunmalı - Metal Elektrik Kaynağı	37
Şekil 3.17	Vi da Başlı Tipleri	38
Şekil 3.18	Vi da Ucu Tipleri	39
Şekil 3.19	Gelişmiş Ahşap Sistemde Kullanılan Bağlantı Parçaları	41
Şekil 3.20	Çivileme Yöntemleri	42
Şekil 3.21	Gelişmiş Ahşap Sistemde Kullanılan Vi da Tipleri	43
Şekil 3.22	Gelişmiş Ahşap Sistemde Kullanılan Vi da Tipleri	44
Şekil 4.1	Lineer Temel Kesiti	46
Şekil 4.2	Çukur Dolgu Temel Kesiti	47
Şekil 4.3	Betonarme Radye Temel Kesiti	48
Şekil 4.4	Zemine oturmayan döşemenin taşıtılma prensipleri	50
Şekil 4.5	Hafif Çelik Sistemde Temel Duvarına Oturan Zemin Kat Döşemesi	52

Şekil 4.6	Hafif Çelik Sistemde Temel Duvarına 52	Oturan Zemin Kat Döşemesi (Ahşap Yastıklama İle)
Şekil 4.7	Gelişmiş Ahşap Sistemde Ayaklar Üzerine 53	Oturan Zemin Kat Döşemesi
Şekil 4.8	Gelişmiş Ahşap Sistemde Ara Kat Döşemesi 54	
Şekil 4.9	Gelişmiş Ahşap Sistemde Dış Duvar Ara Kat Döşemesi Birleşimi	54
Şekil 4.10	Hafif Çelik Kirişlerde Köşegen Köprülme 57	
Şekil 4.11	Hafif Çelik Kirişlerde Masif Sabitleme 57	
Şekil 4.12	Hafif Çelik Kirişlerde Düz Bant ve Masif Sabitleme	58
Şekil 4.13	Ahşap Kirişlerde Köşegen Köprülme 58	
Şekil 4.14	Ahşap Kirişlerde Masif Sabitleme 59	
Şekil 4.15	Hafif Çelik Sistemde Döşeme Boşluğu 59	
Şekil 4.16	Gelişmiş Ahşap Sistemde Döşeme Boşluğu Kenarı Çift Kirişleme	60
Şekil 4.17	Gelişmiş Ahşap Sistemde Küçük Çıkma 61	
Şekil 4.18	Gelişmiş Ahşap Sistemde Köşe Konsol Noktası	61
Şekil 4.19	Hafif Çelik Sistemde Ara Kat Konsol Döşemesi	62
Şekil 4.20	Gelişmiş Ahşap Sistemde İç Duvar Birleşimleri	65
Şekil 4.21	Yastıklamanın Beton Plak Döşemeye Tespit Edilmesi	66
Şekil 4.22	Hafif Çelik Sistemde Yastıklama Alt Ray Birleşimi	66
Şekil 4.23	Hafif Çelik Sistemde Dikme Alt - Üst Ray Birleşimi	67
Şekil 4.24	Gelişmiş Ahşap Sistemde Dikme Alt - Üst Başlık Birleşimi	68
Şekil 4.25	Gelişmiş Ahşap Sistemde Dikme - Üst Başlık - Yastıklama Birleşimi	69
Şekil 4.26	Hafif Çelik Sistemde Köşe Düzenlenmesi 70	
Şekil 4.27	Hafif Çelik Sistemde Kesişim Noktası Düzenlenmesi	71
Şekil 4.28	Gelişmiş Ahşap Sistemde Kesişim Noktasının Düzenlenmesi	71
Şekil 4.29	Hafif Çelik Sistemde Masif Sabitleme ve Çelik Şeritler	72
Şekil 4.30	Duvar iskeletinde payanda yerleşimleri 73	
Şekil 4.31	Hafif Çelik Sistemde Duvarın Desteklenmesi 74	
Şekil 4.32	Gelişmiş Ahşap Sistemde Lento Kesitleri 75	

Şeki l 4. 33	Hafif Çelik Sistemde C Profillerin Kutu Şeklinde Birleştirilmesiyle O uşturulan Lento	76
Şeki l 4. 34	Hafif Çelik Sistemde C Profillerin Sırt Sırtta Birleştirilmesiyle O uşturulan Lento	77
Şeki l 4. 35	Hafif Çelik Sistemde Taşıyıcı Kaplama	78
Şeki l 4. 36	Gelişmiş Ahşap Sistemde Taşıyıcı Kaplama	79
Şeki l 4. 37	Çatıyla İlgili Terimler	81
Şeki l 4. 38	Tavan Kirişi Merte k Arası Eğimli Di kme	82
Şeki l 4. 39	Gelişmiş Ahşap Sistemde Tavan Kirişi Merte k Birleşimi	83
Şeki l 4. 40	Hafif Çelik Sistemde Tavan Kirişi Merte k Birleşimi	83
Şeki l 4. 41	Hafif Çelik Sistemde Mahya Noktası Birleşimi	84
Şeki l 4. 42	Hafif Çelik Sistemde Tavan Kirişi Eki	85
Şeki l 4. 43	Çatı Makası Örneği	86

TABLO Lİ STESİ

Tablo 3. 1.	Standart Profil Boyutları	22
Tablo 3. 2	Döşeme ve tavan kirişlerinde gövde boşlukları	26

Tablo 3.3	Di kme ve di ğer taşı yı cı elemanlarda gövde boşlukları	27
Tablo 4.1	Hafif Çelik Kirişler İçin Maksimum Açıklıklar	55
Tablo 4.2	Ahşap Kirişler İçin Maksimum Açıklıklar	56

ÖZET

KONUT YAPIMI NDA GELİ Ő Mİ Ő AHŞAP VE HAFİ F ÇELİ K İ SKELET Sİ STEMLERİ N TEMEL YAPI ELEMANLARI DÜZEYİ NDE ANALİ ZLERİ

Endüstri çağıyla birlikte, geleneksel yapıım sistemleri yerlerini endüstriyel yapı malzemeleri ve teknolojilerine bırakmıştır. Konut tasarımı da ve üretiminde de, çağdaş gelişmelere paralel olarak, hem kullanıcı istek ve gereksinimlerindeki değişim ve artış, hem de konut sorununa sunulan çözüm önerilerindeki değişim ve artış, tasarımcı ve uygulayıcıların seçim yapma, doğru karar verme sorunuyla karşı karşıya kalmalarına neden olmaktadır. Ancak ülkemizde diğer ülkelerden farklı olarak, uzun yıllar sadece betonarme iskelet sistemi binalar inşa edilmiştir.

Bu durum, 1999 senesinde yaşanan İzmit depremi sonrasında, yapıım sistemlerinde yeni teknoloji arayışlarının başlamasına dek sürmüştür. Bundan sonra ise, bu arayışlara cevap olarak, ülke çapında tasarımcı ve üreticilerin yeni sistem oluşturma çabalarının temposu artmış ancak daha çok yut dışından çözüm önerisi olabilecek farklı sistemlerin ithal edilmesi yoluna gidilmiştir.

Hafif çelik ve gelişmiş ahşap iskelet sistemler ithal edilen sistemler içinde en çok öne çıkanlardır, ancak iki sistem hakkında da karar mekanizmasına katkı sağlayacak nitelikte düzenli bilgiler içeren belgeler sözkonusu değildir. Bu eksiklikten hareketle, bu sistemlerin analizlerini kapsayacak, teknik araç niteliğinde bir kaynak oluşturulması bu çalışmanın konusu olarak seçilmiştir.

Bu doğrultuda ahşap ve çelik konut sistemleri bölümünde, öncelikli olarak sistemlerin tarihsel süreç içindeki gelişmeleri, bağlantılı oldukları sistemler ve ortak prensipleriyle, farklılaştıkları noktalar irdelenmiştir ortaya konmuştur.

Ahşap ve çeliğin malzeme ve uygulama özellikleri bölümünde, sistemlerin oluşturulduğu ahşap ve çeliğin, yapı gereci olarak özellikleri, kesit şekilleri, standart boyutları ve özellikleri son olarak da uygulamalarında kullanılan birleşim şekilleri ve birleştirme parçalarını anlatılmıştır.

Yapı elemanları düzeyinde analizlerin yapıldığı dördüncü bölümde, bir yapının temel elemanları olarak ; temeller, döşemeler, duvarlar ve çatılar şeklinde bir sınıflandırma yapılarak, analizler sistemlerin yapıım aşamalarının paralelinde sıralanmıştır. Detaylara yönelik bilgiler görsel ifadelerle de desteklenmiştir. Son olarak, sistemlerin karşılıklı üstünlük sağladıkları noktalar ışığında, çeşitli konfigürasyonlarda, aynı bina sistemi içinde birlikte kullanım olanaklarına değinilmiştir.

SUMMARY

ANALYSIS OF IMPROVED WOOD AND LIGHT STEEL FRAMING SYSTEMS IN RESIDENTIAL CONSTRUCTION BASED ON FUNDAMENTAL BUILDING COMPONENTS

By the industrial age, industrial materials and technologies have taken the place of conventional construction systems. In housing design and construction, as parallel to contemporary developments, changing and increasing in both user necessities and wishes, and solutions that developed for housing problems caused to designers to become face to face with choosing and deciding problems. However, in our country, differently from others, only concrete buildings have built since many years.

After İzmit earthquake, which occurred in 1999, need for examining the current systems which are used for residential constructions, and improving new and different solutions, have occurred remarkably. And the result of that need many native design and construction companies started to try developing new construction systems and besides some different systems exported from other countries.

Improved wood and light steel framing systems are most preferred ones of these systems. Forming a technical document, which includes systematically arranged information about both of these systems, that can help to designers about reaching appropriate solutions, has been chosen to be the subject of this study.

In this direction, at the second part of the study, that's name is "wood and steel housing systems", this two systems constitutions, their historical developments, and distinguishing relations between them have been explained.

In the third section of the study, detailed information about characteristical and applicational properties of wood and steel materials that form the systems components, has been given. As characteristical and applicational properties; sectional forms, sizes and different connectional details and tools have been explained.

In the fourth section, the main purpose of the study, analysis of improved wood and light steel framing systems has done, according to fundamental building components, that are; foundations, floors, walls and roofs. Analysis

also arranged parallel to construction steps. Common principles and different points of both framing systems have been explained together also detail drawings added to help understanding visually.

In conclusion, according to common principles, advantages and disadvantages of systems have been explained and in direction of these advantage and disadvantages composite system possibilities with different configurations in same building structure have been mentioned.

1. GİRİŞ

1.1. Amaç

Geleneksel yapı kültürümüzü düştüran, ahsap iskelet ve taş, tuğla veya kerpiçten yapılmış yığma binalar, endüstri çağıının gereği olarak yerini, endüstriyel yapı malzemeleri ve teknolojilerine bırakmıştır. Yapı üretiminde endüstrileşme; farklı kaynak ve ürün dânaklarının artmasıyla aynı gereksinimleri karşılayacak aynı düzeyde çok sayıda seçeneğin ortaya konmasını sağlamıştır. Bununla birlikte, başlangıçta sadece barınma gereksinimini karşılamak üzere konut inşa edilirken, çağdaş gelişmelere paralel olarak, kullanıcı gereksinimlerini çeşitlenmesi, sosyal yapıdaki gelişmeler konut üretiminde gözönünde bulundurulması gereken etkerleri değiştirmekte, çoğaltmakta ve karmaşıklâştırmaktadır. Gerek konut üretimindeki çözüm önerilerinde, gerekse kullanıcı gereksinimlerinde gözlenen değişim ve artış, tasarımcı ve uygulayıcıları seçmiyapma, doğru karar verme sorunuyla karşı karşıya getirmektedir. Ne var ki, ülkemizde diğer ülkelerden farklı olarak, uzun yıllardan bu yana, sadece betonarme iskelet sistemli binalar inşa edilmektedir; bu ise geleneksel yapı kültürümüzü düştüran ahsap iskelet ve taş, tuğla veya kerpiç yığma sistemlerinin neredeyse hiç kullanılmayan sistemler haline gelmelerine neden olmuştur.

Özellikle 1999 da yaşanan İzmit depreminin ardından, çok sayıda insanın barınma gereksinimlerini giderdikleri binalarda yaşantılarını yitmesiyle birlikte, betonarme iskelet sistemli binalara karşı bir güvensizlik duygusu ortaya çıkmıştır ve bu güvensizlik yeni malzeme ve yapı teknolojisi arayışını da beraberinde getirmiştir. Esasen her yapı teknolojisi doğru kullanıldığında güvenilir niteliktedir. Ancak deprem sonrası ortaya çıkan bu acil durumda inşaat ve mimarlık sektörü, yaşadığımız ülkenin kültür ve kaynak koşullarını da gözönünde bulunduran geleneksel sistemlerin geliştirilerek yeni çözüm önerilerini getirilmesi ydunu gözardı etmiştir.

Yaşanan büyük deprem ve kayıplar sonrasında, ülkemizde daha çok uygun dâbilecek yeni ve yabancı ‘paket sistemler’ inithal edilmesi yduna gidilmiştir. Paket olarak ithal edilen yapı teknolojilerinin başında depremsizlik azaltan hafif yapılar gelmektedir. Gerek ‘hafif çelik’, gerekse ‘gelişmiş ahşap iskelet’ sistem, hafif

yapılar, taşıyıcılık ve yapı fiziği ile ilgili detayları ithal edildiği ülke şartlarına göre çözümlenmiş paket sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Her iki sistemde, kullanılan yapı malzemelerinin hafif özelliktedir, yapısal bileşenlerinin inçliği ile toplamda kullanılacak malzeme miktarında ve bina kütlelerinde azalma sağlanacağı için, ülkemizdeki tasarımcı ve uygulayıcıları tarafından diğer sistemlere göre daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır. Ancak, her iki sistemi içinde, çok yakın zamanda ülkemizde kullanılmaya başlanmış ve ithal sistemler d maları nederiyle, bilgi kaynağı d abilecek, karar mekanizmasına katkı sağlayabilecek düzenli belgeler sözkonusu değildir. Bu noktada ise, tasarımcı ve uygulayıcıların, daha önce de sözü edilen problemlere en uygun sisteme çözüm sağlayarak başarılı bir sonuca varabilmeleri için sistemler hakkında, birbirine paralel şekilde, seçim yapmaya yardımcı d abilecek kurguda derlenmiş belgelerden bilgi edinmeleri gereği gündeme gelir.

Bu çalışmanın amacı, ülkemize son birkaç sene içinde çok yeri sistemler olarak getirilen 'hafif çelik' ve 'gelişmiş ahşap iskelet' sistemlerinin temel yapı elemanları düzeyinde paralel analizlerinin yapılarak, tasarımcı ve uygulayıcıların seçim yapma, karar verme mekanizmasına katkı sağlayarak, başarılı sonuçlara ulaşmalarına yardımcı d akan bir teknik araç d uştur maktır.

1. 2 Kapsam

Bu çalışmada, konut yapımında gelişmiş ahşap iskelet ve hafif çelik iskelet sistemlerinin temel yapı elemanları düzeyinde analizleri yapılarak, uygulamada detaylarına yönelik bilgi verilecektir.

Yapı üretim tekniği s d arak her iki sistemin de çeşitli bina tiplerindeki üretiminde kullanılması uygun d maktaki birlikte, sistemlerin paralel analizleri; temel yapı elemanlarının kurgusuyla ilgili prensip detaylarının tip projelere yönelik olarak daha sistematik şekilde yapılabilmesi için, en temel bina tipleri sayılabilecek konut üretimi kapsamında yapılmıştır.

Sistemlerin analizleri paralelde, genel yapımsistemleri içindeki yerleri ve tarihsel süreci içinde nasıl bir gelişme akışıyla şu anki durumlarına geldiklerini incelemesi de çalışmanın kapsamına alınacaktır. İki sistemin d uştur ulduğu, ahşap ve çelik malzemelerin tanımlanması, kesit özelliklerinin anlatılması ve ayrıca uygulamalarında kullanılan birleşim detaylarının açıklanması da ayrı bir bölüm içinde yapılacaktır.

Çalışmanın yapı elemanları düzeyindeki analizleri kapsayan dördüncü bölümünde ise temel yapı elemanları olarak temeller, döşemeler, duvarlar ve çatılar başlıkları altında sistemler irdelenecektir. Bunların dışında yapının servisleri olarak da nitelendirilebileceği tesisatlarla ilgili uygulamalar çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

1.3 Yöntem

Hafif çelik ve gelişmiş ahşap iskelet sistemlerinin konut üretimi kapsamında ve temel yapı elemanları düzeyinde analizlerini yapması için öncelikle ahşap ve çelik konut sistemleri incelenmiş, sistemlerin tarihsel süreç içindeki gelişmeleri, bağlantılı oldukları diğer yapı sistemleri irdelenmiştir. Daha sonra sistemlerin yapı parçalarının d ü ş t ü r ü l d ü ğ ü ahşap ve çeli ğ in yapı gereği olarak özellikleri, kesit şekilleri, standart boyutları ve özellikleri son olarak da uygulamalarında kullanılan birleşim yöntemleri ve birleştirme parçası incelenmiştir. Son olarak, temel yapı elemanları; temeller, döşemeler, duvarlar ve çatılar başlıkları altında sistemlerin kurgusuyla ilgili detaylara yöndik incelemelerin yapısıyla analizler tamamlanmıştır.

Çalışmanın gerçekleştirilmesi için ilk olarak, alınacak esas konu ve bunun çevresinde d ü ş a n b a ğ a n t ı l ı k o n u l a r b e i r l e n e r e k , b i r s ı r a d a m a v e s ı n ı f l a n d ı r m a d ü ş t ü r ü l m ü ş t ü r . B u s ı r a d a m a p a r a d e i n d e , b e l i r g r e ş e n k o n u l a r ı l e i l g i l i ç e ş i t l i b i l g i l e r e u l a ş m a k i ç i n l i t e r a t ü r , u y g u l a y ı c ı f i r m a v e w w w (w o r l d w i d e w e b) ' d e n k a y n a k l a r i n c e l e n m i ş t i r . B u k a y n a k l a r d a n e d i n e n g e r e k l i b i l g i l e r b i r l e ş t i r i l e r e k , a n a l i z l e r d ü ş t ü r ü l m ü ş t ü r . A n a l i z l e r i n , s ö z l ü a r a t ı m ı n ı n y a n ı n d a , g ö r s e l i f a d e l e r i d a n ç i z m e r l e d e s t e k l e n m e s i y l e ç a l ı ş m a t a m a m l a n m ı ş t ı r .

Tezi d ü ş t ü r a n b i l g i l e r i n e l d e e d i l m e s i i ç i n y a p ı l a n k a y n a k a r a ş t ı r m a l a r ı n ı n s o n u c u d a r a k , ü l k e m i z d e k i k u l l a n ı m y o ğ u n l u ğ u ç o k d ü ş ü k d a n ç e l i k y a p ı s i s t e m l e r i n u y g u l a m a ö z e l l i k l e r i n i n ç o k a z m ı k t a r d a i r d e l e n d i ğ i b u n u r l a b i r l i k t e g e l e n e k s e l y a p ı k ü l t ü r ü m ü z ü n ç o k ö n e m l i b i r p a r ç a s ı d a n a h ş a p y a p ı s i s t e m l e r i n d e g e l e n e k s e l u y g u l a m a ş e k i l y e l i t e r a t ü r l e r d e y e r a l d ı ğ ı a n c a k g e l i ş m i ş g e l e n e k s e l s i s t e m k u r g u s u n a p a r a d e a r l a m d a ç o k a z i r d e l e n d i ğ i g ö r ü l m ü ş t ü r . G e r e k h a f i f ç e l i k i s k e l e t , g e r e k s e g e l i ş m i ş a h ş a p i s k e l e t s i s t e m l e i l g i l i d a r a k , d a h a y o ğ u n ş e k i l d e , y u r t d ı Ő n d a d ü ş t ü r ü l m ü ş l i t e r a t ü r l e r d e n b i l g i l e r e d i n l m i ş t i r . B u g ö z l e n m e r d e n h a r e k e t l e , b u ç a l ı ş m a , k o n u t y a p ı m ı n d a g e l i ş m i ş a h ş a p i s k e l e t v e y a h a f i f ç e l i k i s k e l e t s i s t e m l e r i n s e ğ i m i n d e d o ğ r u , b a ş a r ı l ı s o n u ç a r a u l a ş ı l a b i l m e s i a m a c ı n ı n g e r ç e k e ş t i r i l m e s i n e y a r d ı m c ı d a c a k t ı r .

2. AHŞAP VE ÇELİK KONUT SİSTEMLERİ

2.1. Konut Yapımında Kullanılan Sistemlere Genel Bakış

Barınma gereksiniminin, insanların yaşaması için gerekli temel ihtiyaçlardan biri olarak kabul edilir ancak, bağıldığı, çevre, malzeme, alt yapı v.b. faktörler nedeniyle ilk yatırımın büyük olduğundan, giderilmesi en pahalı gereksinimdir. Zaman içinde, barınma gereksiniminin olarak doğan barınak yapım faaliyeti, hızlı nüfus artışı, kırsal kesimlerden kentlere göç gibi sebeplerden dolayı konut sorunu adıyla anılan bir faaliyet alanına dönüşmüştür. Konut sorununu tanımlanmasıyla birlikte bu ihtiyaç ekonomik, hızlı ve kaliteli üretimi karşılayabilecek sistemlerin geliştirilmesi gereği doğmuştur.

Konut ihtiyacının karşılanması için, binaya yapılmada kullanılan 3 farklı yapı üretim sistemi söz konusudur; geleneksel sistemler, gelişmiş geleneksel sistemler ve endüstriyel gelişmiş sistemler. [1,2]

Geleneksel sistemler, el işçiliğinin yoğun, makinalaşmanın ise az olduğu, hazır bileşenlerin sınırlı oranda kullanıldığı, üretimi ilgili işçilerin hemen hemen tümünün şantiye ortamında gerçekleştirildiği yapı türüdür. Nitelikli işgücünün artması ve yörenin özelliklerine göre doğadaki farklı malzemelerin farklı biçimlere getirilerek kullanılması şeklinde gelişmiş bir sistemdir. Yöresel malzemelerin kullanılması temelyle, geleneksel ahşap iskelet ve taş, tuğla, kerpiç v.b. yığma sistemler geleneksel sistemler içinde sayılabilir.

Gelişmiş geleneksel sistemler, geleneksel sistemlerin üretim sürecinde gözlenen hız ve rasyonellikle ilgili aksaklıklarının giderilmesiyle ve üretim sürecinde bazı yeni tekniklerin geliştirilmesiyle endüstriyel yapıdaki ilk adımların atılmasıdır. Geleneksel sistem içinde yer alan üretim sistemlerinin, aksayan yönlerinin giderilmesi, standardizasyon ve rasyonelizasyon sağlanması için yeni den yorumlanmasıyla gelişmiş geleneksel sistemler ortaya çıkarılmıştır. Tünel kalıp sistemi ahşap balon ve platform sistemler, gelişmiş geleneksel sistemler içinde sayılabilir.

Endüstrileşmiş sistemlerde, üretimin karmaşık işlem ve işlemlerinin basitleştirilip bölünmesi, bu işlemlerin sıraya konulması, indirgenen işlemlerle ilgili uzmanlaşma sağlanması, makinalaşma, standartlaşma ve rasyonalizasyonla üretimorganizasyonu bir tanım kazanır. Bu sistemde binaya ilişkin tüm işlemler fabrika ortamında yapılarak ya hazır parçalar şantiye ortamında birleştirilerek ya da parçaların birleşimi de fabrika ortamında yapıldıktan sonra hücreler şeklinde birleşimlerle binaya duşturulur.

2.2 Ahşap Yapı Sistemi

Ahşap yüzyıllar boyunca, çeşitli binanın yapılarında kullanılmıştır ve tarihi değer de pek çok ahşap yapı günümüzde de halen kullanılmaktadır.

Anadüda ahşap yapımt ekriğ, geleneksel şekiyle 20. yüzyıla kadar çok yoğun şekilde uygulanmıştır. Orta Avrupa'da 17. yüzyıla dek kullanılıp geliştirilen ahşap işçiliği, tarihten sonra, geleneksel ahşap binayı 19. yüzyıla kadar devam ettirir, yeri dünya Amerika'ya taşınmıştır. Aynı tarihte, Kuzey Amerika'da hızla artan nüfus ve bunun paradedinde artan talebin karşılabilmesi için, konut üretiminin daha rasyonel hale getirilmesi ihtiyacı gündeme gelmiştir. Bu ihtiyaçta ahşap tarihinde çok önemli yer alan bazı gelişmeler de aynı zamanda ortaya çıkmıştır. Bu gelişmelerden biri marangozhandenin makinalaştırılması ve bununla düzgün ve küçük parçaların kolaylıkla elde edilebilir hale gelmesidir. Bir diğer gelişme de, küçük kesitte ahşapların, işçiliğiyle yapılan karmaşık girişli çıkartılı birleşimlere ihtiyaç duyulan birleştirilebilirlik anlamına gelen çelik çivilerin üretilmeye başlamasıdır. [3]

Tüm bunların paradedinde, kafes iskelet sistemi sadece Kuzey Amerika değil dünyanın başta gelen diğer yumuşak ağaç üretiminin de ortaya çıkmıştır. Ahşap yapımsistemlerinin konut yapılarında bu noktaya gelmesiyle, dünya çapında, diğer sistemlerden daha fazla sayıda ahşap konut üretilmeye başlanmıştır.

2.2.1. Geleneksel Ahşap Konut Sistemi

Geleneksel ahşap konut sistemi, iskelet sistemlerinin genel prensibi olan ana taşıyıcılar ve aralarında doğru dıyebileceğiniz boyutsal olarak ana taşıyıcı elemanlardan daha küçük olan ikincil elemanları içerir. Geleneksel ahşap yapıda farklı boyutlarda ahşap kullanılır. Binanın yüklerini taşıyan duvar kalınlığında ve kare kesitli olan ana direkler, duvarın ki yüzünü taşıyan aradıklar, duvar düzleminde yatay kuvvetleri aktaran payanda ve yatay bağantı kuşakları taşıdıkları yükler e göre kesitlenirler. Geleneksel ahşap iskeletli konutlarda, temel ve eğer varsa bodrum

duvarı yapıldıktan sonra duvarın üst yüzeyi düzeltilir ve alt taban konulur. Alt taban üzeri ne de eşit aralıklarla, köşelere, duvarların birbirlerini kestiği yerlere, pencere ve kapı boşluklarının kenarlarına taşıyıcı ana dikmeler konulur. Bu dikmeleri üst uçlarından üst taban birbirlerine bağlar. İskeletin yatay kuvvetlere karşı deformasyonuna engel olmak için üst ve alt tabanlar arasında payandalar atılır. Dikmelerle payandalar arasındaki boşluğu küçük gözlerle ayırmak için de boyunduruklar düzenlenir. Pencere ve kapıların üstlerine üst başlık atlarına da alt başlık konularak iskelet tamamlanır. [4,5] (Şekil 2.1)

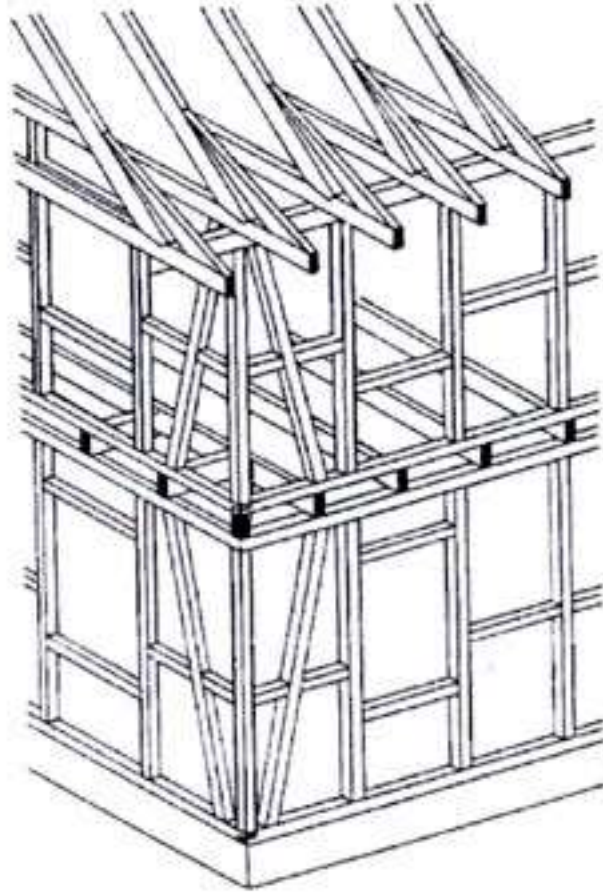
Geleneksel ahşap iskeleti dışı olan elemanlar şöyledir;

Alt tabanlar : Alt tabanın görevi iskeletten gelen yükleri ve rüzgar gerilmelerini temele aktarmak ve iskeletin tabanını dışı olarak dengeyi sağlamaktır. Üst ve alt yapının birlikte çalışmalarını sağlamak ve yatay kuvvetler karşısında üst iskelet yapının kaymasını engellemek amacıyla alt taban ve temel duvarı ankraj demirleri ve bu oralar ile birbirine bağlanırlar.

Dikmeler : Dikmeler köşelere, kapı ve pencere boşluklarının kenarlarına, duvarların birbiri ile kesiştiği noktalara gelmek ve çeşitli sistemlerde aralıkları değiştirmek üzere düzenlenirler. Dikmelerin eşit aralıklarla düzenlenmesi doğru ve iyi bir çözümdür. Dikmelerin taban ile birleşmesi, çeşitli geçme veya metal bağlantı elemanları ile yapılır. Köşelere ve kapı boşluklarının kenarlarına konan dikmeler alt ve üst tabanlarda açılmalı olarak 'çelik veya' eğri göğüs üzvan ile birleştirilirler. Otaya ve pencere kenarlarına konulan dikmelerde ise 'düz veya' çapraz üzvan kullanılır.

Payandalar : İki dikme arasında kalan boşlukta düzenlenirler. Dikme yönü ile payanda eğiminin dışı olduğu açı, dikmeler arasındaki uzaklık ve dikmeleri yüksekliğine bağlı olarak, küçük ve sınırlı bir açıdır. Bu sistemde payandalar alt ve üst tabanlara bağlantılı yapılır ve 'kesik göğüs üzvan' kullanılır. Payandalar dikmelere en az 10cm kadar yaklaşabilirler.

Kuşaklar ve boyunduruklar : Bu elemanlar dikmeler arasında kalan boşlukları küçük gözlerle bdmek ve iskeleti pekiştirmek ve üzerlerine yapılacak kapı manent tespit edilmesi için dayanak olarak düzenlenirler. Bdmnen bu gözlerin dani 1.5m'yi geçmemelidir. Dikmeler arsına atılan boyunduruklar 'eğri göğüs üzvan' ile dikmelere ve payandalar birleştirilirler.



Şekil 2.1. Geleneksel Ahşap İskelet Sistemi [4]

2.2.2 Gelişmiş Ahşap Konut Sistemi

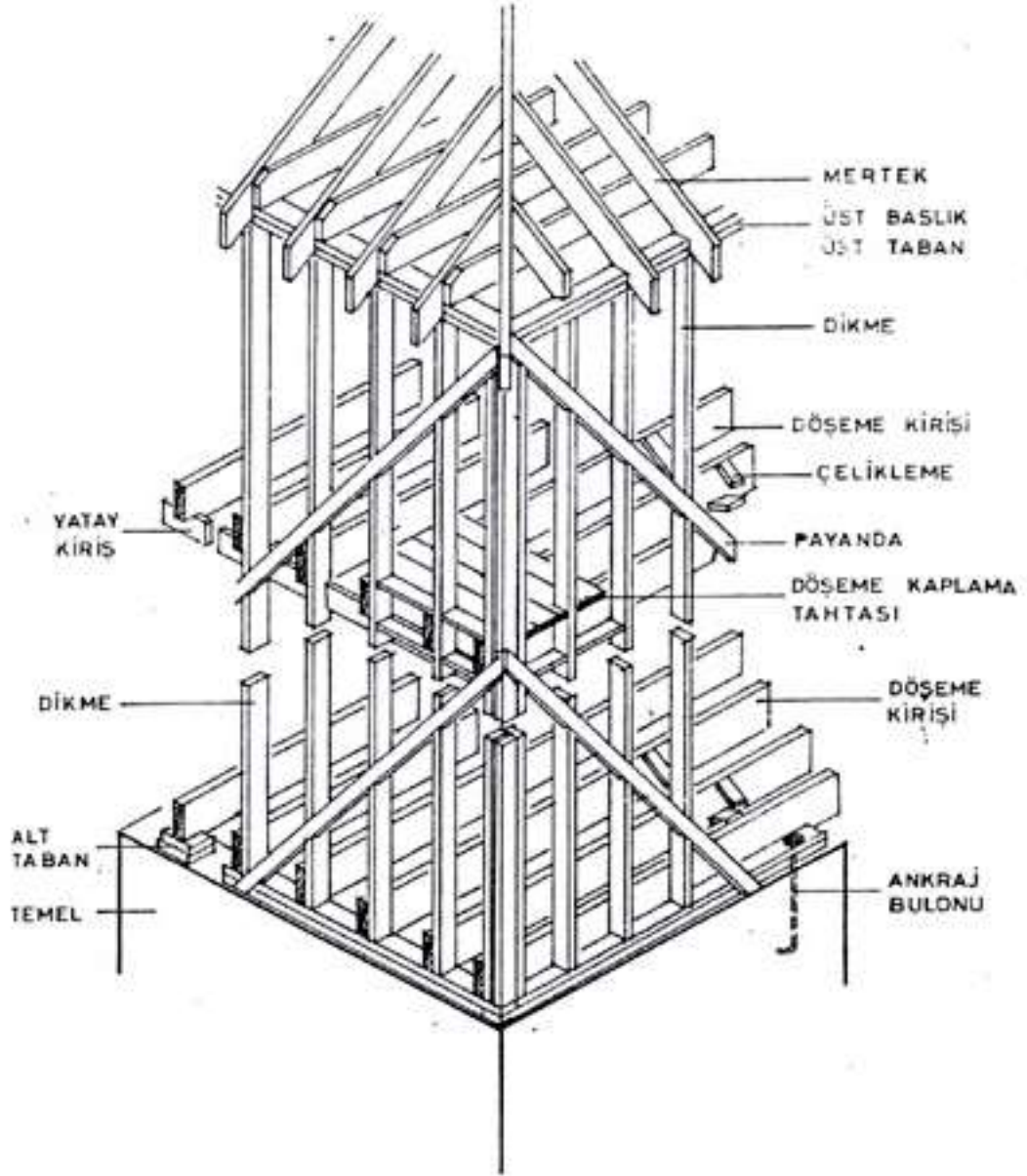
Gelişmiş sistem, bina yapı malatlarının geleneksel iskelet sistemindeki duvarları düz durmada kullanılan düşey elemanların kendi kendilerine de yeterli derecede sağlam olduklarını ve sistemdeki ağır kalın ana taşıyıcıların kullanılmayabileceğini fark etmesiyle 19. yüzyılın ilk yarısında ortaya çıkmıştır. [6]

Bu sistemin ortaya çıkışı, zamanın iki önemli teknolojik hamisiyle hızlandırılmıştır. Birincisi; buharlı çalışan frezelerin geliştirilmesiyle pandize ve küçük kesitteki ahşap bileşenlerin kolay elde edilebilir ve ucuz olması, ikincisi ise makinelerle üretilen çivilerin üretiminin gelişmesiyle dövmeye demirle elde üretilenlere göre çok daha ucuzlaşmasıdır. [4]

Bu sistemde, el işçiliğine gerek duymadan yapılan birleşimler ve bunun paradedinde hızın artması, yapının daha rasyonelleşmesi ve kullanılan elemanlarda standart zasyonun sağanabilmesi gibi gelişmeler, geleneksel sistemle arasında bazı prensip farklarını da ortaya çıkartmıştır.

2.2.2.1. Balon Sistem

Gelişmiş ahşap sistemin ilk versiyonu olan balon sistem, sadece ince, narin ve yakın aralıklarla yerleştirilmiş ahşap elemanlar; döşemelerde kirişler, duvarlarda dikmeler, eğimli çatılarda da merteklerle oluşturulan bir sistemdir. Geleneksel ahşap karkas yapıların ağır oluşunun aksine, butekriğin ilk görümler, bir balon kadar hafif olduğunu söylemişlerdir ve adı buradan kaynaklanmıştır. [6, 4]



Şekil 2.2 Balon İskelet Sistemi [5]

Geleneksel ahşap karkas, ustalıkla fakat birleştirilmesi zor bir yöntemken, sepete benzeyen bu hafif çerçeve, basitçe birleştirilmiş hafif birinin bir araya gelmesiyle oluşur. Bu sistemde esas olarak en belirgin özellik, temel den çatıya kadar iki kat boyunca kesintisiz giderek dikmelerin kullanılmasıdır. Şekil 2.2 'de bu dikmeler görülmektedir.

Bu sistemin kullanımı, dikmelerin, rastlantı bir şekilde ayağa kaldırılması açısından çok uzun dikmelerinin ve aralarında oluşan uzun derin boşlukların, her kat seviyesinde ahşap veya tuğla yangın tutucularla kapatılmasına rağmen, yangın esnasında çok sayıda baca gibi davranarak, alevleri üst katlara çok hızlı bir şekilde ilettilerinin farkedilmesi nedeniyle zaman içinde azalmıştır. Sonuç olarak da modifiye edilmiş bazı versiyonları geliştirilmiştir. [6]

2.2.2.2 Platform Sistem

Baloniskelet sistemin aksıyan yönlerini gidermek amacıyla sistemde yapılan bazı değişiklikler farklı versiyonlar meydana çıkmıştır. Bu versiyonları içinde ise en sıkı kullaanan platform sistemidir. [4]

Platform sistemi detaylarının karışık olmasına karşın genel kurgu açısından çok basit bir sistemdir. Önce bir döşeme platformu inşa edilir ve yük taşıyan duvarlar bu platform üzerinde ayağa kaldırılır. İkinci döşeme platformu bu duvarların üzerine inşa edilir ve ikinci kat duvarları da bu platform üzerinde kurgulanır. Çatı ve çatı arası ikinci kat duvarları üzerine inşa edilir. Buna kurgusunda pek çok varyasyonlar söz konusu olabilir; doğal zemin üzerine dökülen beton plak zemin kat döşeme platformunun yerini alabilir, buna 2 yerine 3 katlı olabilir, çatı arasını buna içinde almayan farklı tiplerde çatılar yapılabilir. Fakat her tür uygulamada tekrarlanan ana prensip her kat seviyesinde döşeme platformunun tamamlanması ve duvarların, alt katın duvarları tarafından değil bu platform tarafından taşınmasıdır.

Platform sisteminin balon sisteme karşı avantajları duvariskeletinin kısa ve kolay elle taşınabilecek boyutta kerestelerin kullanılması, her kat seviyesinde düşey boşlukların yangın geçirmesinin engellenmesi ve ilk olarak tamamlanan platformların uygulamayı yapan kişilerin uygun bir çalışma zemini oluşturmasıdır. Sistemin en önemli dezavantajı ise; her platformun, lifleri yatayda uzanan kalın bir ahşap katmanı teşkil etmesidir ki bu durumun kaçınılmaz şekilde, ahşap bünyesindeki fazlalıkların kuruması esnasında ahşap yapı parçası boyutlarındaki değişikliklerin iç ve dış bitmiş yüzeylere de yansımalarıyla sorunlar yaratmasıdır. [6]

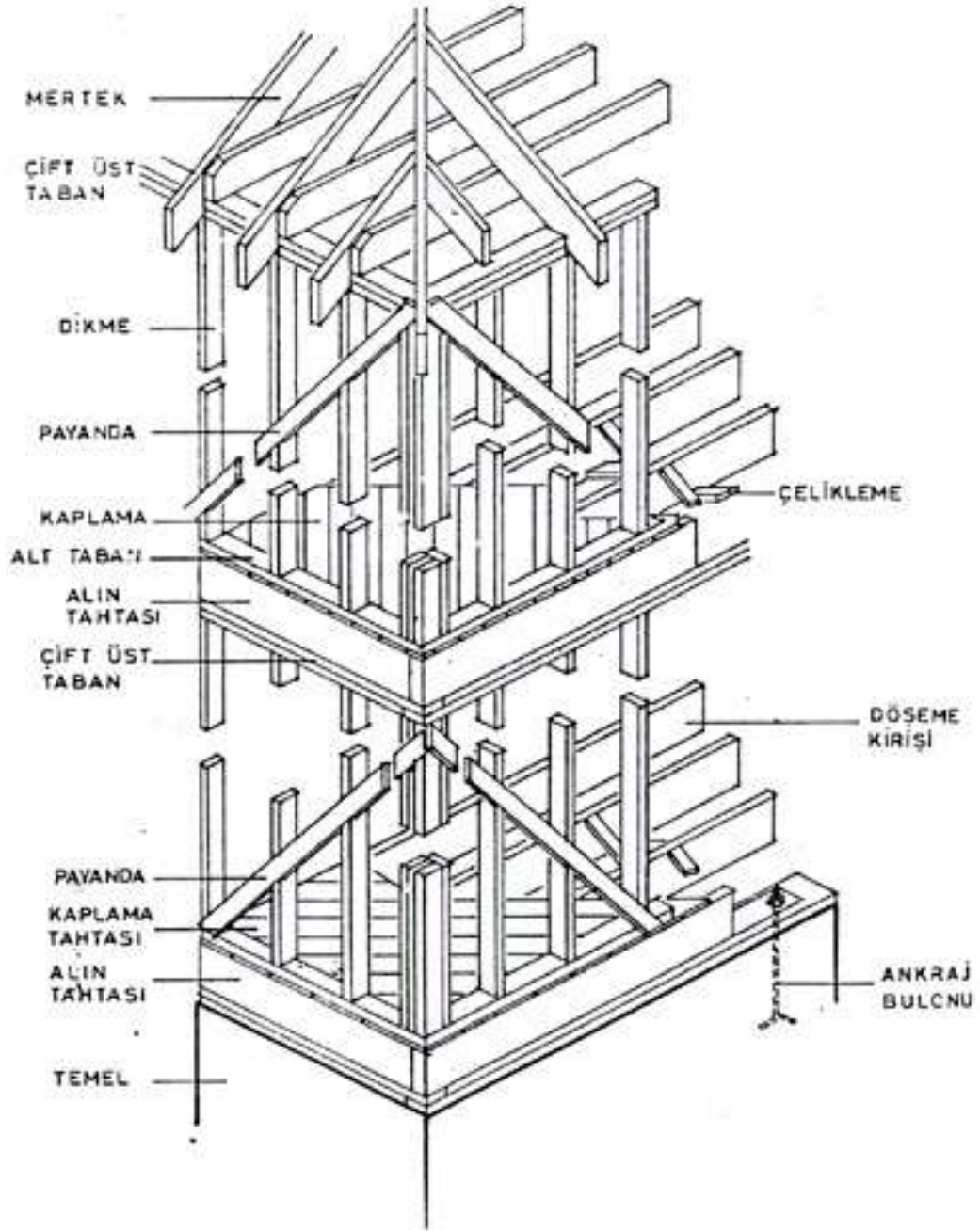
Plafon sistemi amaçları 5cm genişliğinde ahşap yapı parçalarıyla yapılır. Buralar belli standart boylarda alınır, kesim uzunluklarına şantiyede ölçü üp kesilerek getirilir. Tüm birleşimler çivilerle yapılır. Üç tip birleşim kullanılır; dikey çivileme, boyuna çivileme ve eğimli çivileme.

Çiviler çekiç ya da motorlu çivitaabancası yardımıyla tespit edilirler. Çiviler öncesi nde delik açılmasına gerek kalmadan ya da birleşimler hazırlanmadan da kaldırılarak tespit edilebilirler için birleşimler çok çabuk olur.

Plafon sisteminde, yapıdaki her düzlemsel düştüran çok sayıda kereste parçalarının belirlenen aralıklarla birbirlerine paralel olarak sıralanmasıyla düştürülür. Bu parçaların her iki ucu, aralık mesafelerinin ve düzlemselliklerinin bozulmasını engellemek amacıyla alt ve üst başlık adı verilen parçalarla tespit edilir ve sonra da kapama malzemeleriyle kaplanır. Parçaların birleşimlerini de pekiştiren panellerin yüzeylerini düştüran bu kapama tabakası, tek başına taşıyıcı bir ünite olarak sisteme dahildir. Bu aşamada paneller, içte ve dışta bitmiş yüzeyler için gerekli malzemelerin tespiti ne hazır duruma gelir. [4]

Döşeme iskelelerinde paralel bileşenler girişlerdir, bunların alt ve üst uçlarındaki başlıklara da kasnak girişleri denir. Döşeme üstündeki kapamaya kör döşeme de denir. Duvar yapılarında paralel bileşenler dikmelerdir. Dikmelerin alt ucundaki başlığa alt başlık, üst ucundaki başlığa da üst başlık adı verilir. Sistemdeki tüm düzlemlerde açıklık bırakılması gerekebilir; duvarlarda pencere ve kapılar için, döşemelerde merdiven ve bacadar için çatılarda ışıklık, baca veya çatı pencereleri için. Her durumda, bu açıklıkları bırakmak için açıklığın çevresine yerleştirilen başlıklar kullanılır. Döşemelerde açıklığın kenarlarında neden olduğu fazla yüklerden dolayı, açıklık çevresinde girişler çift yapılmalıdır. [5]

Plafon sisteminde kapama, anahtar bileşendir. Rakamları dikmelere sabitleyen boyuna çivilerin küçük miktarlarda taşıma gücü vardır. Kapama, iskele temel den çatıya kadar güdü ve tekil bir ünite olarak birleşir. Düzlemsel geometri deki paralel iskele sistemi emamlarının, rüzgar gibi ikindil kuvvetlerinin neden olduğu çapraz deformasyona karşı bir dirençleri yoktur. Fakat rijit kapama panelleri binayı bu kuvvetlere karşı destekler. Kapamalar ayrıca bitmiş yüzey malzemeleri olarak tespit edilen plakalara, döşeme kapamalarına vb. de yüzey düştürülür. Kapamalı veya kapamasız binalarda kullanılan bazı izdasyon köpüğü gibi malzemeler iskele destekleme ve bağlamada çok zayıftır. Bu nedenle ikindil stabilite destek sağlamak için duvarlarda diyagonal destekler kullanılmalıdır.



Şekil 2.3. Raf ormi skel et Sistem[5]

2.2.3 Geleneksel Ve Gelişmiş Ahşap Konut Sistemi Arasındaki Farklar

Gelişmiş sistemde dikmeler arasındaki uzaklık dikme ekseninden dikme eksenine 60cm'dir. Buna karşılık geleneksel sistemde bu açıklık 100-150cm arasında değişir. Ayrıca dikmelerin kesit alanı, gelişmiş sistemde geleneksel sistemde kullanılanların yarısı kadardır. Gelişmiş sistemde açıklık akslarının 60cm'dması, yapı panelindeki standartlara uyumak ve böylece malzeme zayıflığını azaltarak ekonomi sağlama amaçlıdır. Bu durum özellikle iç ve dış kaplamaların bağlantısında da

kd aylık sağ ar. Geleneksel sistemde plakiç ve diş kapamaları n bağ antısı, taşıyıcı d mayan ek ahşap d kmlere gereksinim gösterir. Geleneksel sistemde dikme ile alt ve üst tabanların bağ antısı geçme ile yapılması nederiyle işçilik yönünden çok fazladır. Gelişmiş sistemde çivi ile yapılan bağ antılar yapımda hemkd aylık hemde hız sağ ar. Geleneksel sistemde yaklaşık 5/10cm boyutunda tek parçalı ahşap tabanlar kullanılır, uzunluklar ahşap boylarını aştığı zaman bindirilmesi eklemeye uygundur. Gelişmiş sistemde ise alt tabanın üst üste çift emanandan oluşabilmesi hem eklenmesinde kd aylık sağ ar hemde işçilik ve malzeme kaybını azaltır.

Ahşap sistemlerde yatay kuvvetleri karşılamak üzere kullanılan payandaların dikme ile yapılması açısı çok önemlidir. Geleneksel sistemdeki dikme arasına atılan payandaların açısı küçük olduğundan etkisi de azdır. Buna karşılık gelişmiş sistemlerde bu açı hem daha büyüktür hemde dikmeleri birbirine bağlayarak iskeletin kuvvetlenmesinde önemli rol oynar. [5]

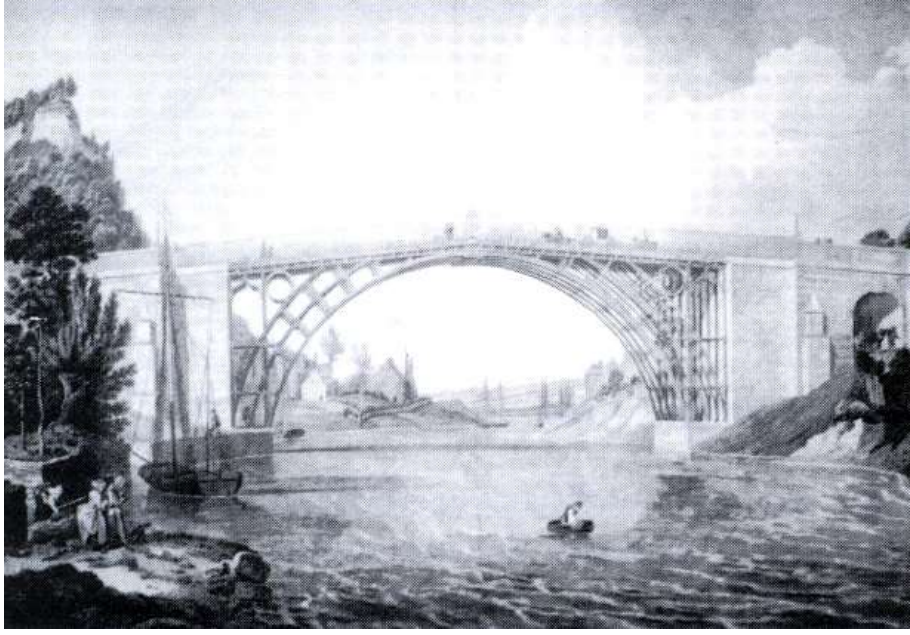
Geleneksel sistem genellikle geçmeli bir sistem olduğu için kalitede bir işçilik ister, bunun sonucu olarak da fazla yapımsür esine ihtiyaç duyar. Gelişmiş sistemde ise çivili birleşimler kullanılır, böylece işçilik ve zaman kaybı azalır.

Günümüz yapılarında ise arı ayış daha ekonomik daha fonksiyonel ve daha sağlam yöne doğru gitme zorunluluğu getirmektedir. Tüm bunların sonucu olarak da gelişmiş sistemlerin kullanımı ve bu sistemdeki arı ayışların baz alınmasıyla yeni sistemlere gidilmesi sözkonusudur.

2.3 Çelik Yapı mS stemi

Metallerin bina yapımında taşıyıcı eman olarak kullanımı, 19. yüzyılın ilk yarısı itibariyle etkin d mayaya başlamıştır. 19. yüzyılın başlarından önce de, birleştirme emanları dışında yapısal eman olarak küçük rdleri vardır ancak çok sınırlıdır. Tamamen metal taşıyıcı yapıları ilk olarak gösterilen İngiltere'de Severn Nehri'ni geçen dökme demir köprünün yapı mtarih 18. yüzyılın sonlarıdır. [7]

Dökme demir ve dökme demirin endüstriyel binaların iskeletinde kullanımı, 19. yüzyılın ilk yarısı itibariyle Avrupa ve Kuzey Amerika'da başlamıştır. Fakat, dökme demir kırılğan, dökme demir pahalı olduğu için çok sınırlı d arlarda kullanılm ş ardır.



Şekil 2.4. Severn Nehri Köprüsü [7]

Bu zamana kadar çelik, küçük miktarlarda silah ve kesici aletler gibi belli ekipmanların üretiminde kullanılan nadir ve pahalı bir malzemedir. Çeliğin ucuzlaşması ve kolay elde edilebilir olması, 1850'lerde Bessemer yönteminin ortaya çıkmasıyla olmuştur. Bu yöntemde, dökme demire, saflığını bozan maddeleri yakarak uzaklaştırmak amacıyla sıcak hava verilir. Bu, 20 dakikada çok miktarda demirin çeliğe dönüştürülmesi demektir ve sonuçta oluşan çeliğin taşıma özellikleri dökme demiri nklilerden çok daha üstündür. Diğer bir ekonomik çelik üretim yöntemi de, 1868'de Avrupa'da geliştirilen ve yakın zamanda da Amerika'ya gelen, açık ocak yöntemi'dir. [6-7]

Üretimin daha kolay hale gelen çelik, önceleri ticari bina yapımında daha yoğun bir şekilde kullanılırken, günümüzde konut üreticileri tarafından da benimsenip geliştirilerek bu alanda da yoğun şekilde kullanılır hale gelmiştir.

Çeliğin diğer yapı malzemelerine oranla daha yoğun kullanılması, inşaatın farklı safhalarında gösterdiği özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bunlar ana hatlarıyla; projelendirilmede; büyük açıklık geçmede rahatlık, küçük kesitleri, yapı yüksekliğinin fazla olabilmesi, yüksek mukavemet elde edebilmesi, yapı ağırlığının azlığı ve tesisat geçirmedeki kolaylıklar olarak sıralanabilir. İnşaat safhasında da prefabrike demarların montajı sayesinde yapı süresinin kısalığı, montajın hava şartlarından bağımsız olması, kurulum tarzı, küçük şantiye alan gereksinimi gibi özelliklerdir. Kullanım sırasında ise; hacimlerin farklı amaçlara yönelik kullanılmasıyla kolaylıklar sağlanarak, kullanıma uygunlaştırılmasıyla yapı ömrü de uzatılır. [8-9]

2.3.1. Çelik Konut Sistemi

Çeliğın gerek konut gerekse daha büyük ölçekli binaların yapımında kullanılması da tasarım ve uygulama prensipleri açısından herhangi bir farklılık gözlemlenmez. Genel taşıyıcı prensipleri ile çok farklı özellikler göstermeyen çelik ve geleneksel ahşap yapı sistemleri, yapılar da çoğurlukla subasman seviyesinden sonra uygulanır. Bu seviyeye kadar olan kısımda, kullanılan sistem yerinde kalacağı için, betonarme ya da taş gibi nemden ve sudan etkilenmeyecek yapı gereçleri kullanılır.

Subasman seviyesine gelmiş olan betonarme sistemi sonrasında çelik sistemle devam edeceği için, bu noktada iki farklı malzemenin birleştirilmesi için detayların önceden düşünümesi gerekir. Burada kullanılan çeliğın beton subasmana montajını sağlayacak olan çelik plakaların, belirlenen ölçüler ve aksatıklıklarında sistemin için önceden yerleştirilmesi dir. Bu şekilde hazırlanmış olan parçalar, önceden hazırlanmış olan çelik kollar, çelik kolların arasına ise gene daha önceden hazırlanmış olan çelik girişlerin bulur veya kaynaklı olarak montajı yapılır. Bu bileşenlerden sonra gelen döşemelerin montajına ise, girişlerin üzerinde daha önceden bırakılmış olan parçaların da yardımı ile başlanır. Bu parçalarla bağlanan trapez ya da ahşap malzemelerin üzerine mukavemet arttıran çelik hasır konulur ve üzerine beton atılması ile döşeme tamamlanır.

Çelik kendi içinde farklı malzemelerle birleşmeye açık bir sistem olduğu için duvar malzemesi de farklı olan, pdivsten köpükten yapılmış hafif cephe malzemesine kadar birçok alternatifin kullanımına olanak sağlar. Zaten hafif olan çelik taşıyıcı sistem kendi taşıyıcıları dışında duvar ve kaplama malzemelerinin de montaj ve birleşim detaylarından dolayı taşıyıcılara katkıları ile çok da sağlam bir yapı oluşturur. Çelik yapı sistemlerinde kullanılan ölçülerin, her zaman hassas olması nedeniyle kapı ve pencere gibi bitirme detaylarının montajı da daha kolaydır.

Çatılarda ise zaten ahşaba yakın bir sistem olan çelikte aşık ve mertekle aynı mantıkla taşıyıcı detaylar oluşturulup kaplamaların bunların üzerine montajı gerçekleştirilir. [6-7]

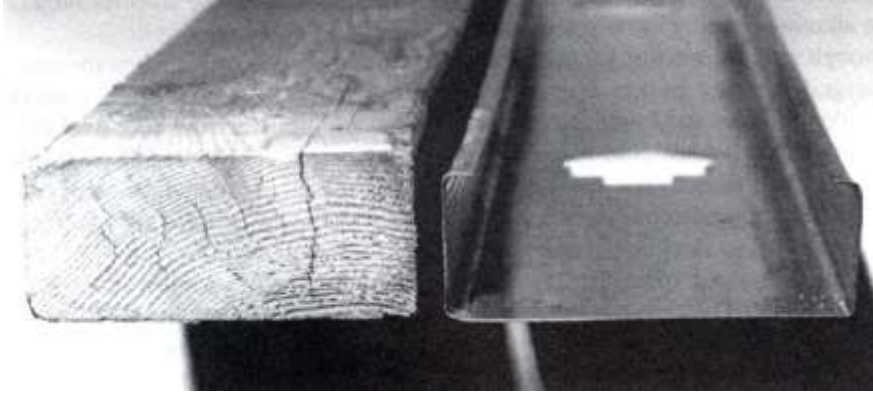
2.3.2 Hafif Çelik Konut Sistemi

Çeliğın elde edilme yöntemlerinin geliştirilmesi ve binalarda yoğun şekilde kullanılmaya başlamasıyla birlikte, soğuk bükme çelik profiller de bina konstrüksiyonlarına girmeye başlamıştır. Hafif çeliğın bina endüstrisine girişi, soğuk

bükme çelik panel malzemesinin çatı kaplaması ve kör döşeme diye detaylandırılan, çelik yapıları nispeten döşemesi olarak kullanıma başlanması şeklinde olmuştur.

Aynı zamanda, giydirme duvar kaplaması rayı, aşık, söve gibi yapı elemanları olarak kullanılmak üzere soğuk bükme ve preste hazırlanmış profiller geliştirilmiştir. Bunların ilk uygulamaları ABD ve İngiltere'de inşa edilen yanmaz, basit film stüdyosu konstrüksiyonları olmuştur. Bu sıralarda, Richard Neutra tarafından tasarlanan Lowell Evi, hafif çelik sistem prensipleriyle çok kısa bir zaman süresinde tamamlanmış ve çok popüler olmuştur. Hafif çelik sistemi, prefabrike yapı, ABD'de Chicago'da 1933 yılında düzenlenen bir fuar da resim aralarında ve tam olarak tanıtılmıştır. Burada sergilenen bir ahşap platform sistemini aynıdır. Bundan sonra hafif çelik sistem Lowell Evi ile önceden detaylandırılmış gibi, ABD'de 2. Dünya Savaşı öncesi dönemde çok yaygın bir konstrüksiyon tarzı haline gelmiştir. [7]

Hafif çelik sistem çikş noktası ve çok fazla benzer yönü nedeniyle ahşap platform sisteminin yanmayan dengi olarak nitelendirilebilir. Hafif çelik elemanlarının standart kesitlerinin ölçüleri 5cm kalınlığındaki standart yapı kerestesi ölçülerine karşılık gelir. Bu kesitlerde, 5cm'lik ahşap elemanlarının sistemde kullanıldıkları, dikme, kiriş ve mertek pozisyonlarında kullanılırlar.



Şekil 2.5 Kesitlerin Karşılaştırılması [18]

Hafif çelik sistemde konstrüksiyon sırası da platform sistemdeki gibilerdir. Zemin kat döşemesi nispeten çelik kirişlerle oluşturulduktan sonra, ahşap panelleri her kirişin üst flansına vidalarla sabitlenmesiyle kör döşeme oluşturulur. Duvar iskeleti oluşturmak için alt ray profil ve dikmeler döşemenin üzerine yerleştirilir ve üst ray profil ile iskelet tamamlandıktan sonra ahşap paneller ya da su dayanıklı alç

panellerle taşıyıcı kapama yapılır. Daha sonra da üst kat döşeme platformu ve duvarları benzer şekilde kurgulanır. Son olarak tavan giriş emesi ve çatı tavanı yapılır. Tavan girişleri ve çatı iskeleti olarak prefabriğe çatı makasları sıkça kullanılır.

İskelet içinde boşlukların bırakılması da ahşap platform sisteminde olduğu gibi, boşluğun her iki yönünde çift girişler, kapı ve pencere açıklıklarının üstünde de güç ü başlık girişleriyle yapılır.

Hafif çelik elemanlar, mahya ya da açıklıklarda kullanılmak üzere, yuvalarını iç içe getirilmesi şeklinde birleştirilerek kapalı kesitler oluşturabilirler. Birleşimler de daha çok vidalıdır.

3. AHŞAP VE ÇELİ Ğ N MALZEME VE UYGULAMA ÖZELLİKLERİ

3.1. Malzeme Tanımları ve Özellikleri

3.1.1. Hafif Çelik

Çelik malzeme olarak ocaktan çıkarılan demir cevherinin fırınlarda taşkömürü ile 1600-1800 °C de yakılarak arındırılmasıyla elde edilir. Yapılarda kullanılan çelik yapı emanı özelliklerini biçim işleme teknikleri ve alaşımaları ile kazanır. [10]

Alaşımlar, ham demirden karbon, silisyum, manganez gibi maddeleri nı tamamen veya kısmen ayrıştırılarak değişik özelliklerde çelik türlerinin elde edilmesi dr. Yapısında silisyumdan çeli Ğ n çekme mukavemeti yüksektir, vanadyum ve krom çeli Ğ n yangında yüksek sıcaklığa dayanıklı dmasını sağlar ve korozyona karşı direncini artırır. Kromlu alaşımlara nikel de katılarak paslanmaz çelik elde edilir, nikel aynı zamanda uzama değerlerini de artırır. Aşınmaya karşı manganez ilave edilir. Bakır ve molibdenki niyasa korozyona karşı direnç sağlar. Karbon %2' den fazla ise dökümçeli Ğ elde edilir. [9]

Kullanılacağı yere göre alaşımları belirlenen çeli Ğ n bazı özellikleri de biçimlendirme teknikleriyle elde edilir. Bu teknikler şöyle sıralanabilir;

Dökümçeli Ğ; karışık detay noktalarında kaynak, perçin gibi birleştirme teknikleri taşıyıcılık ve estetik açılarından yetersiz olduğunda o noktai Ğ n özel dökümü ile malat gerçeklendirilir.

Hadde çeli Ğ; ısıtılmış çeli Ğ n silindrikenek şekil verilmesi dr

Bükme çelik taşıyıcılık ve birleştirme tekniklerine göre değişik şekillerde sac veya levha çeli Ğ n kırılarak profil haline getirilmesi dr.

Çekme çelik biçimvermek için, kablo, çubuk, levha veya profiller soğuk veya sıcak olarak çekilirler.

Hafif çelik başka bir deyişle soğukta şekillendirilmiş bükme çelik, sac levhaların bükülerek çeşitli şekillerde profiller veya plakalar haline getirilmesiyle elde edilir. Soğukta şekillendirilmiş dması bükme işleminin oda sıcaklığında yapılmasıyla

ilgili dr. Soğuk bükme çelik profil veya plak tasarımı temel de, ince düz sac levha rijitliğinin az dması nedeniyle çok az yük taşıyabiliyorken, dalga dıyebileceğiniz formlara sokulduğunda yeterli rijitlik ve kuvveti kazanması gibi çok basit bir prensibe dayanır. [11]

Kullanılacak levha kalınlığına göre iki değışikte teknikile profil veya plak ddedilir;

- 0,4 - 0,8 mm arasındaki çelik, silindriener ek bükülür
- 20 mm kalınlığakadar çelik, gıydenile katlanarak bükülür

Şekillendirme işleni için; kıvrma makinası, pres makinası veya silindirme makinası kullanılır. [10]

Soğuk bükme profilleri için genel defarklı yoğunluklarda karbonlu çelikle ya da yüksek mukavemetli düşük alaşımı çelikler kullanılır. Bunlar iki ana özelliğe göre sınıflandırılır; akma gerilmesi ve çekme dayanımı. Diğer önemli özellikler de; duktilite, sertlik ve kaynak yapılabilir.

3.1.2 Ahşap

Ahşap çok farklı kullanım alanları için, istenilen özelliklere sahip, doğal bir malzemedir. Yapı malzemesi olarak ahşap; güçü, dayanıklı, hafif ve işlenmesi kolay bir malzemedir. Bu özelliklerine ek olarak, görüntü ve dokusu da doğal bir güzellik ve sıcaklık verir. Kaynağı yenilenebilir tek hammadde dmasından dolayı, her dönemde aynı yüksek yoğunluğa kullanılan bir malzeme dmuştur.

Ahşap, en kesitinde birçok lif içeren, iççe hal kalarında uşturduğu bir dokuya sahiptir. Kökler aracılığıyla topraktan emilen ham besı suyu ve öz besı suyu bu liflerini iç boşlukları dan kanallardan ilerler. Özodun, ağacın çekirdek kısmıdır. Özodun kısmı, öz besı suyunu içeren ve bundan dolayı daha gözenekli dan dıri odun tabakası tarafından çevrelenmiştir. Ağacın tüm gövdesi ise, d d d ş kabukla sarılıdır. Özodun ve dıri odun tabakalarının nitelikleri ve kullanım özellikleri ne tür ağaçtan ddedildiklerine göre değışir. [12]



Şekil 3.1. Ağaç En Kesiti [6]

Ağaçları iki ana sınıfa vardır; yumuşak ağaç ve sert ağaç.

Yumuşak ağaçlar; genellikle yapraklarını dökmeyen ağaç türleridir. Bunlardan elde edilen yumuşak odun, genel amaçlı ve taşıyıcı olarak kullanılır. Çabuk büyüyen ağaçlar genellikle içi odun yüzdeleri yüksektir, bu yüzden zararlılardan kolay etkilenirler. Sarıçam, akçam, karaçam, köknar, kızılçam, sedir, ardıç, yapıda en çok kullanılan dışlardır. Bu dışlar, gövdeleri düzgün olduğu için yapı parçası üretimin açısından çok da verimlidir. [13]

Sert ağaçlar; yavaş büyüyen, geniş yapraklı ya da tropikal ağaç türleridir. Bu ağaçlardan elde edilen sert odun, daha az korunmaya gereksinim gösterir. Ancak, yerlenmesi güç olduğundan doğal dayanıklılık ve iyi görüntünün şart olduğu yerlerde kullanılır. Meşe, kırmızı kayın, gürgen, karaağaç, kestane, dişbudak gibi geniş yapraklılarla mızı, huş, tik, abanoz, maun gibi tropikal ağaçlar yapıda sık kullanılan, aşınmaya dayanıklı dışlardır. [13]

Ahşabın mukavemeti, iklim arazi, bünyesel kusurlar, kesilme yaşı ve dışına bağlı olarak değişir. Aynı zamanda bu özellikler yapı malzemesi olarak ahşabın tarifini yaparlar. Ahşaba mikroskop altında bakıldığında, çoğu aynı yöne doğru uzayan, uzun, içi boş, ve kapalı hücreler görülür. Bu hücre yapısı sayesinde ahşap, hafiftir, çekme ve eğmeye dayanıklıdır, ari zdroptur ve iyi bir ısı yalıtıcısıdır.

Hafif olması nedeniyle ahşap yapı, basit temeller üzerine durtulabilir ve hızlı bir yapı m süresi sağlar. Hafif olmasına karşın mukavemeti yüksektir, çekme ve eğmeye karşı dayanıklılığı ari ağırlık yüklenmesi durumlarında da devam eder. Kd ay işlenebilen bir malzemedir. Söküldükten sonra tekrar kullanılabilir,

onarım takviye ve plan değışikliklerine elverişlidir. Pek çok kimyasal maddeden zarar görmez ve paslanmaz, ancak fiziksel ve biyodjik etkerlerden zarar görür. Ahşap çalışan bir malzeme olduğundan, şişme ve rütre sonucu boyut değışiklikleri ve çatlaklar doğur, anizotrop malzeme olması nedeniyle her doğrultudaki mekanik özellikleri farklılık gösterir. Ayrıca, yanıcı bir malzeme olarak birlikte, yangın esnasında taşıyıcılığını hemen yitirmez. En önemli özelliğ kaynağının yerilenebilirliğidir. Zira ahşap yapıda iskeletten mobilyaya kadar çok geniş bir kullanım alanına sahiptir, bu nedenle de sakıncalarını en az indiren önlemler alınmalıdır. [14, 15]

3.1.2.1. Ahşabın Sınıflandırılması

Ahşabın sınıflandırılması; nem miktarına göre, ritmik ve drendine göre ve kalite sınıfına göre üç farklı şekilde yapılabilir.

Ahşap nem miktarına göre üç sınıfa ayrılır;

- Taze yapı ahşabı (nem miktarı sınıflandırılmamıştır)
- Yarı kuru yapı ahşabı (nem miktarı %35 ve altındadır)
- Kuru yapı ahşabı (nem miktarı %20 ve altındadır)

Ahşap ritmik ve drendine göre iki sınıfa ayrılır;

- Yuvarlak yapı ahşabı; yapı işlerinde direkt olarak kullanılmaya elverişli ahşaptır
- Yapı Kerestesi; el ya da makinele malzemeyle elde edilmiş ahşaptır

Kalite sınıfına göre ise; biçilip hazırlanarak kullanılır hale getirilen yapı kerestesi, lif, budak, üretim nitelikleri gözönünde bulundurularak üç sınıfa ayrılır. Bunlardan 1. sınıf ahşap, taşıyıcılığı en fazla olan, yüksek mukavemetli ahşaptır. 2. sınıf ahşap, normal, 3. sınıf ahşap ise düşük mukavemetlidir. Her tür taşıyıcı iskelet bileşerini için normal olarak 2. sınıf kereste kullanılır, 3. sınıf ahşap, döşeme altlarında ve kapama alanınıki nöl konstrüksiyonlarında kullanılır. [12]

Ahşabın sınıflandırılmasında esas alınan dçütl erden biri bünye kusurlarıdır. 1. sınıf ahşapta kırılmaz ve beyaz çürükler, kahverengi yaş hal kal arı, ayrık hal kal arı v.b. gibi kusurların bulunması gerekir. 2. ve 3. sınıf ahşaplarda kahverengi şeritler bulunmalıdır. İzin verilen en büyük budak çapından küçük d ma şartıyla kırılmaz veya beyaz çürüklere ve yüzeydeki kurt veya böcek yerliklerini izin verilebilir.

Ahşap yüzeylerinin iyi düzeltilmesi yüzünden yarı kuru ahşabın en kesitinde boyut hatası olması 1. sınıf ahşapta kabul edilemez. 2. ve 3. sınıf ahşaplarda bu hataya ancak ahşabın %10 değeri ne kadar izin verilebilir.

Ahşabın en kesit, boy kesit ve dış görünüşündeki budakların yerleri ve boyutları da ahşabın kalite sınıfını etkiler.

Ahşabın her 2 metrede yapması kabul edilen en fazla sehmiş 1. sınıf ahşap için 5 mm, 2. sınıf ahşap için 8 mm, 3. sınıf ahşap içinse 15 mm'dir. Basınca çalışan ahşap elemanlarının toplam boyu için kabul edilebilir en yüksek flambaj, 1. sınıf ahşap için 1/400, 2. sınıf ahşap için 1/250, 3. sınıf ahşap içinse bir sınır belirlenmemiştir.[12,14]

3.1.3 Geleneksel Ahşap ve Hafif Çelik Sistemlerinin Yapı Parçalarının Avantajlı ve Dezavantajlı Yönleri

İki sistemin paylaştıkları avantajlarla birlikte, yapı parçalarının malzeme özelliklerinden kaynaklanan ve birbirlerine göre üstünlük gösterdikleri farklılıklardan söz etmek de mümkündür. Bu üstünlüklerin başında, hafif çelik yapı parçalarının taşıyıcılık değerlerinin eşit olduğu ahşap bileşenlere göre belirgin şekilde daha hafif olması gelir. Aynı zamanda hafif çelik kirişler, aynı kesit ölçülerindeki ahşap kirişlerden, analizlerin yapıldığı dördüncü bölümde konuya ilişkin tablolarda da görüldüğü gibi, daha uzun mesafeli açıklıkları geçebilirler. Ayrıca çelik yapı parçalarının şekilsel deformasyonları, ahşap yapı parçalarının şekilsel deformasyonlarından daha azdır ve çelik yapı parçası daha düzgün kesitli dukları ve boyutsal olarak da, değişen nem oranlarından etkilenmedikleri için daha kararlıdır.[6]

Hafif çelik yapı parçaları, özellikle deniz kenarındaki bölgelerde, uzun zaman süresince nem maruz kaldıklarında korozyona uğurlar, ahşap yapı parçalarında ise böyle bir problem olmaz ancak ahşap yapı parçalarının da zararlı böcekler ve çürüme etkerlerine maruz kalması söz konusudur.[35]

Hafif çelik yapı parçalarının ısı iletkenliği, ahşap yapı parçalarının ısı iletkenliğinden çok daha yüksektir. Soğuk iklim şartlarında hafif çelik yapı parçası, iskeletle kapama arasında mesafetutucu parçalar ya da izolasyon köpüğü gibi malzemelerin uygulanması gibi ısı köprüsü oluşumu engelleyecek şekilde detaylandırılmazsa, duvar ya da çatının termal performansını azaltmaya neden dabileceği hızla ısıyı iletirler. Örneğin, tavan bitmiş yüzey malzemesiyle tavan kirişleri arasında yalıtım için bir örnek alınmazsa, tavan kirişleri ısıyı, sıcak iç ortamından, kirişlerin uzantısı olan soğuk dış saçaklara iletirler. Bu durumu ise, aşırı derecede enerji

kayıplarına, binanın iç yüzeylerinde nem kondensasyonuna ve bitmiş yüzeylerde lekelenme, sızma ve beraberinde küflenmelere sebep olabilir. İskeletin her noktasında ısı geçişini engellemek için detay tasarımına özel bir dikkat sarfedilmesi gerekir. [26]

Maliyet açısından bakıldığında ise, tarihsel bir üründen ahşap demarların, pazarlama şartları ve fiyatları, tadrik edilmesiindeki düzensiz değerlerden büyük oranda etkilenirken, hafif çelik demarların maliyetleri çok daha kararlı seyrettiği görülmüştür.

3.2 Kesit Şekilleri, Standart Boyutları ve Özellikleri

3.2.1. Hafif Çelik

Soğuk şekillendirilmiş kesitler, bina endüstrisinin yanında pek çok farklı endüstri alanlarında kullanılırlar ve kullanımlarını tanımlayan özel olarak ya da standart şekil ve boyutlardaki profiller şeklinde imal edilebilirler. Standart kesitlerin içinde; köşebentler, U profiller, Z profiller, C profiller, omega profiller ve çeşitli formlarda boru profilleri vardır. Standart kesitler şekil 3.2 de görülmektedir, tablo 3.1.'de ise bu kesitlerin standart boyutları verilmiştir. [17, 18, 19]

Tablo 3.1. Standart Profil Boyutları [17]

Kesit Şekli	Kalınlık (mm)	Kesit yüksekliği (mm)	Flanş Genişliği (mm)
L Profil	1.5-10.0	15-225	15-225
U Profil	1.5-10.0	20-400	15-160
C Profil	1.5-6.0	20-400	40-160
Omega Profil	1.5-5.0	20-100	20-100
Z Profil	2.0-6.0	30-80	20-30
Yanaklı Z Profil	1.5-4.0	120-300	50-100
Kesik Silindir Profil	0.8-4.0	16-80	
Kesik Diktörgen Profil	1.5-4.0	12-140	12-140



KOSEBENT



U PROFIL



C PROFIL



OMEGA PROFIL



Z PROFIL



YANAKLI Z PROFIL



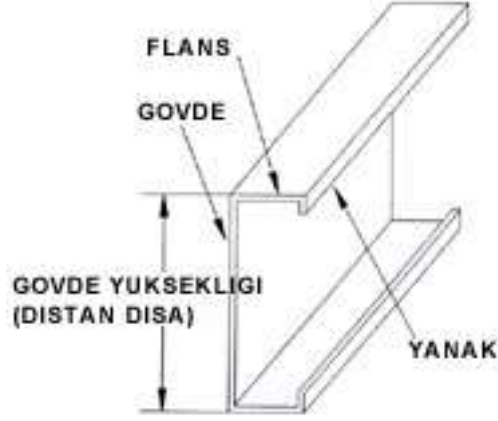
KESIK BORU PROFIL



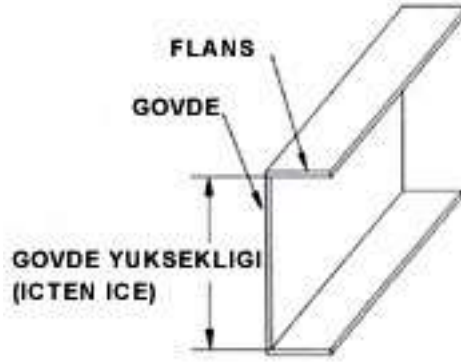
KESIK DIKDORTGEN PROFIL

Şekil 3.2 Standart Profiller [17]

Bina yapısında en çok kullanılan kesitler; u, z ve c profillerdir. Hafif çelik skelet sisteminde en sık olarak kullanılan, kiriş, dıkmeler, mertekler, alt ve üst başlık kesitleri ve bu kesitleri teşkil eden bölümler Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'de görülmektedir.



Şekil 3.3 Kiriş, Dıkmeler ve Merteklerde Kullanılan Hafif Çelik C Profil [26]



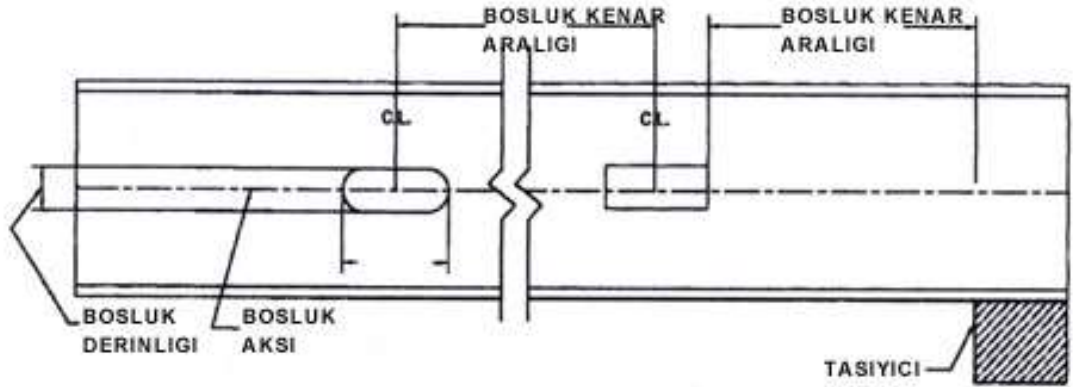
Şekil 3.4 Alt ve Üst Başlıklarda Kullanılan Hafif Çelik Ray Profil [26]

Bu temel şekillerin iç takviyeli, gövdeden destekli gibi çok fazla versiyonları söz konusudur. Bu kesitlerin birleşik şekillerde oluşturulması için birlikte kullanılması da söz konusudur. Ek olarak flanşlar, yanaklar veya takviyeler kullanılabilir çünkü, takviyesiz geniş ince plaklar kuvvetli basınç etkisine karşı dayanıklı değildir ve sonuç olarak kesitte çelik malzeme kullanımı etkisizdir. Bununla birlikte, yüksek takviyeli kesitlerinde, birleşimleri ve şekil verilmesi açılarından kullanımları hiç pratik değildir. Bundan dolayı kesitin tesirliliği ve uygulanabilirliği arasında uyuma gerekiir. [18]

Yukarı da bahsedilen profillerin yanında, soğuk şekillendirilmiş kesitlerin bir dğeri mlat şekil de, çatı kaplamaları, döşeme ve duvar paneleri için kullanılan, panel kesitlerdir. Bu bükme sac paneler, yükleri taşımak için yapısal güç sağlamakla birlikte, döşeme kaplamaları, çatı örtüsü, ve beton dđđü arını uygulayabilmesi için de yüzeyteşkil ederler. Bu panellerde derinlik 35 il e 190 mm arasında, kalınlığı ise 0,5 il e 2,0 mm arasında deđđir.[17]

3.2.1.1. Hafif Çelik Emlerinde Gövde Boşlukları ve Yamalanması

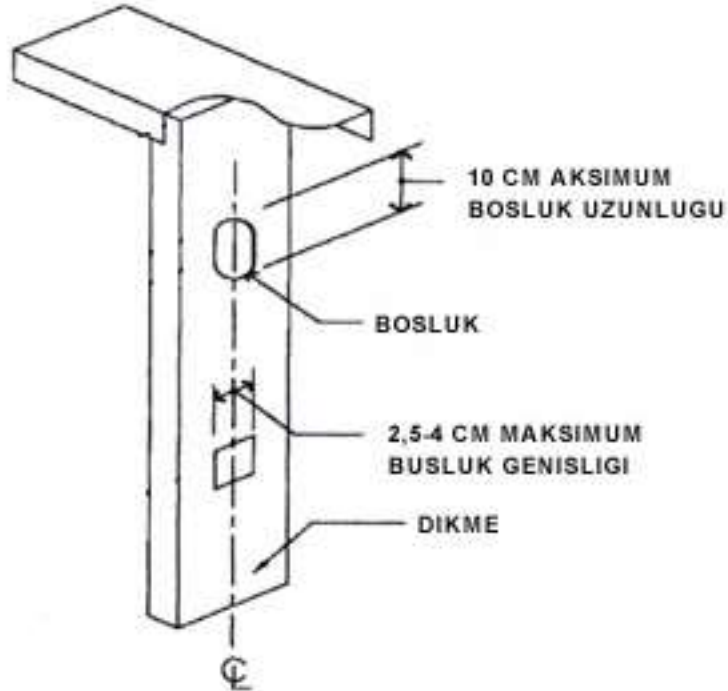
Hafif çelik taşıyıcı emlerinde gövde boşlukları, sözkonusu emelin orta aksı boyunca açılması koşuluyla yapılabilir. Döşeme tavan kirişlerinde gövde boşlukları; şekil 3.5 ve tablo 3.2 de belirtilen koşullara uygun olarak, dikmeler, alt ve üst başlıklar, mertekler ve dğert taşıyıcı emlerindeki gövde boşlukları ise; şekil 3.6 ve tablo 3.3 de belirtilen koşullara uygun olarak yapılmalıdır. [20]



Şekil 3.5 Döşeme ve Tavan Kirişlerinde Gövde Boşlukları [20]

Tablo 3.2 Döşeme ve tavan kirişlerinde gövde boşluğu [20]

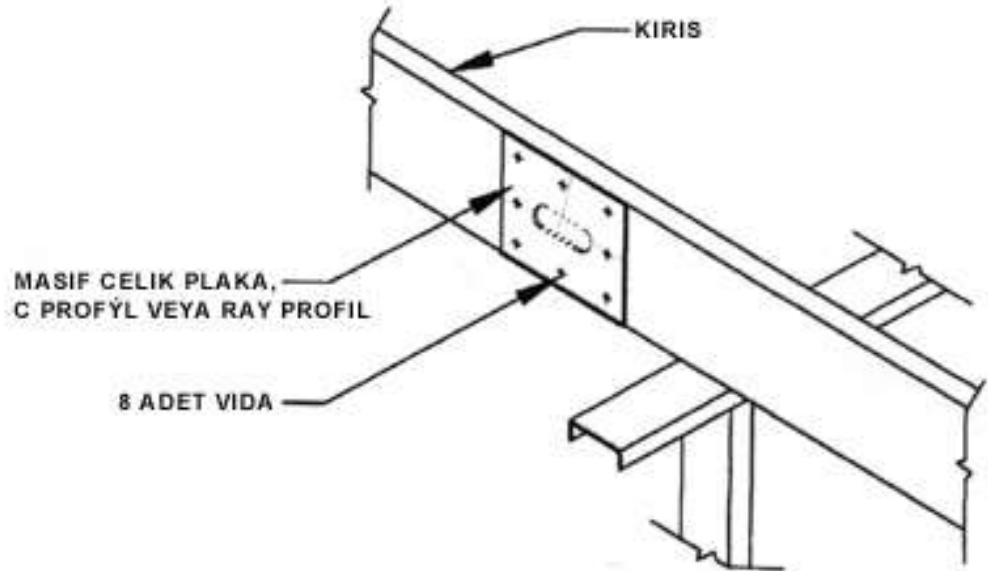
Nominal Eleman Boyutu	Maksimum Boşluk Genişliği	Maksimum Boşluk Uzunluğu	Minimum Boşluk Aralığı	Minimum Kenar uzaklığı
2x6x33				
2x6x43				
2x6x54	2	5,25	16,5	3
2x6x68				
2x6x97				
2x8x33	1,5	4	24	10
2x8x43				
2x8x54	3	6	24	3,5
2x8x68				
2x8x97				
2x10x43	1,5	4	24	10
2x10x54				
2x10x68	4	6	24	3,5
2x10x97				
2x12x43	1,5	4	24	10
2x12x54				
2x12x68	4,75	6	24	3,5
2x12x97				



Şekil 3.6 Dikme ve Diğer Taşıyıcı Elemanlarda Gövde Boşluğu [20]

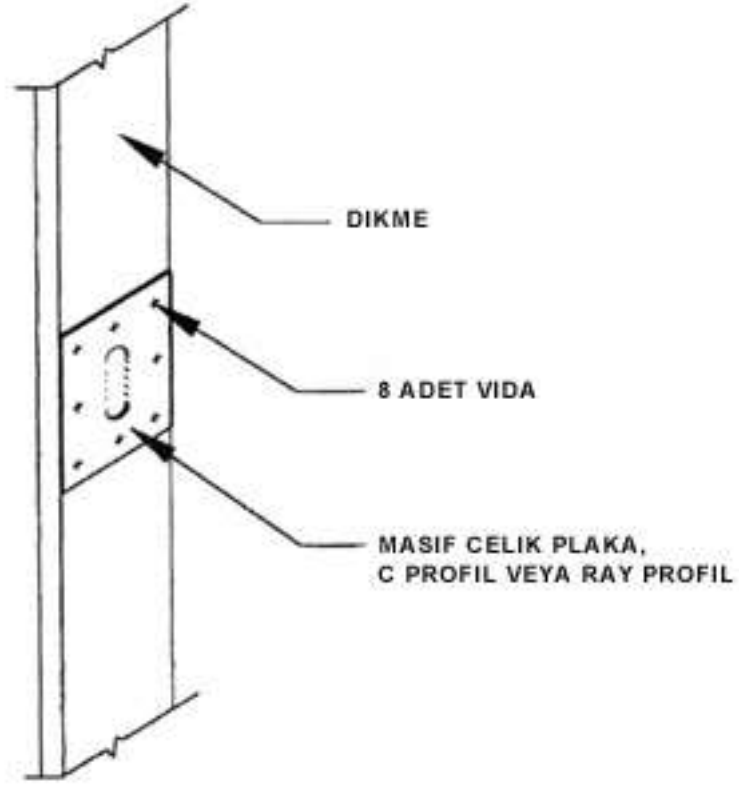
Tablo 3.3. Dkme ve d ğer taşıyıcı elemanlar da gövde boşlukları [20]

Nominal Eleman Boyutu	Maksimum Boşluk Genişliği	Maksimum Boşluk Uzunluğu	Minimum Boşluk Aralığı	Minimum Kenar uzaklığı
2x4x33				
2x4x43				
2x4x54	1,5	4	7	10
2x4x68				
2x4x97				
2x6x33				
2x6x43				
2x6x54	1,5	4	11	10
2x6x68				
2x6x97				
2x8x33				
2x8x43				
2x8x54	1,5	4	16	10
2x8x68				
2x8x97				
2x10x43				
2x10x54				
2x10x68	1,5	4	20	10
2x10x97				
2x12x43				
2x12x54	1,5	4	24	10
2x12x68				
2x12x97				



Şekil 3.7. Kiriş Gövde Boşluklarının Yamağanması [20]

Sözkonusu tablolarda belirtilen kenarlardan uzaklıklar, maksimum boşluk boyutları ve minimum boşluk aksaradıkları değerlerini aşan gövde boşluklarında, masif çelik plakalar veya dikme, kiriş ya da alt, üst başlık kesitleri kullanılarak yapılması gerekir.



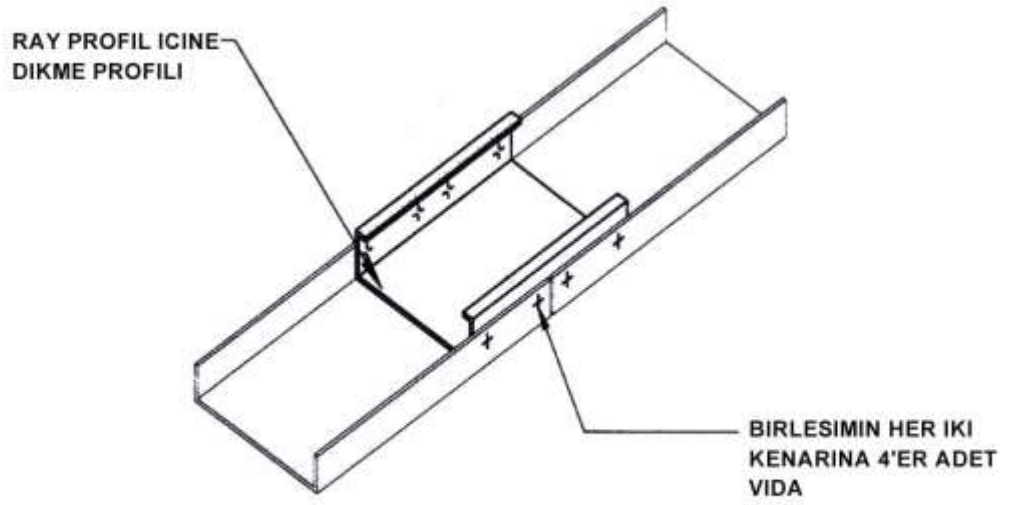
Şekil 3.8 Dikme Gövde Boşluklarının Yapılması [20]

Kullanılacak çelik yamanın, uygun olduğu emana eşit ya da daha fazla kalınlıkta ve boyutsal olarak da boşluğun tüm kenarlarından en az 2,5 cm geniş olması gerekir. Çelik yama, uygun olduğu emana No. 8 vidalar kullanılarak sabitlenir. Vidaların boşluğun kenarları boyunca merkezden merkeze en fazla 2,5 cm aralıklarla ve dış sınırlardan da en az 1,3 cm uzaklıkta yapılması gerekir. [20]

3.2.1.2 Hafif Çelik Elemanlarının Kesilmesi, Kertilmesi ve Uzatılması

Hafif çelik sistemdeki skeleti oluşturan, kiriş, dikme, alt ve üst başlıklar, mertek, tavan kirişi ve diğer taşıyıcı elemanların kenarları ve yanakları kesilmez ve kertilmez. Bu parçaların kesilmesi elemanın taşıyıcılık gücünü azaltır.

Aynı şekilde, taşıyıcı elemanların birleştirilerek uzatılması da tavsiye edilmeyen bir uygulamadır çünkü, birleştirme işlemi taşıyıcı elemanın bütünlüğünü bozabilir. Yapılması zorunlu durumlarda, bazı takviye ve güçlendirme yöntemlerinin geliştirilmesiyle birleştirme işlemi uygulanabilir. Birleşimin d acağı kısmında, birleşecek iki eleman ek bir parça ile ya da birbirleri üstüne yuvaları iç içe gelecek şekilde sabitlenmelidir. [18, 20]

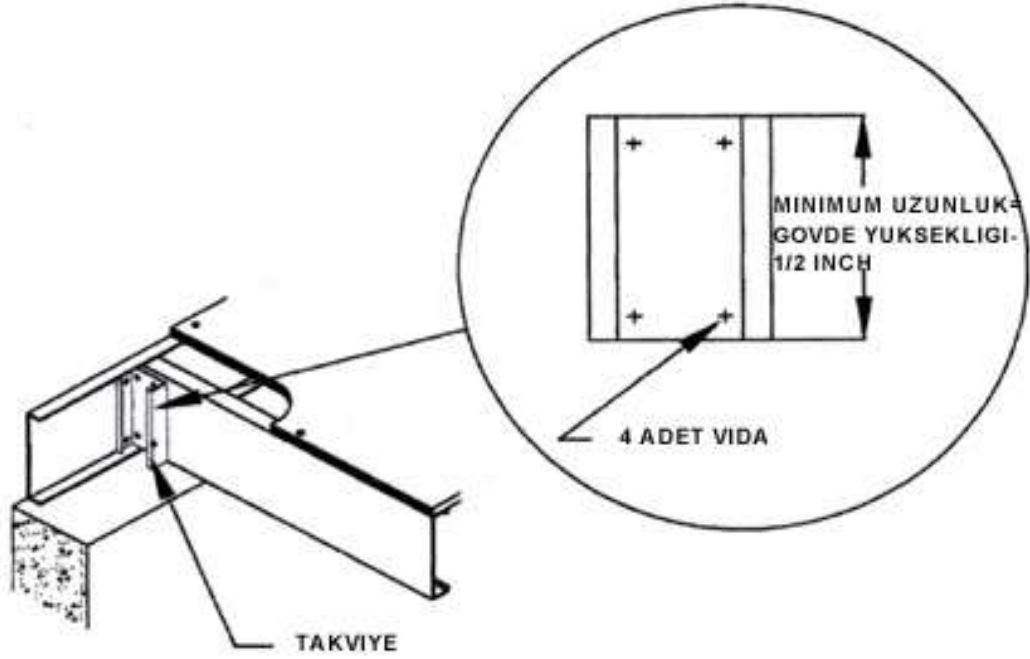


Şekil 3.9 At Ray Profili nin Uzatılması [18]

3.2.1.3 Hafif Çelik Elemanlarda Taşıyıcı Takviyeler

Taşıyıcı takviyeler ya da başka bir deyişle gövde takviyeleri, 0,84mm kalınlıkta c profil ya da 1,09mm kalınlıkta at-üst ray profili nden yapılır.

Her takviye, uygulanacağı elemanın gövdesinin bir yüzüne Şekil 3.10.'da da görüldüğü gibi eşit boşluk aralıklarıyla yerleştirilmiş en az 4 adet vida ile sabitlenirler.[18]



Şekil 3.10. Taş yığı Takviye [20]

3.2.2 Ahşap

Ağacın bünyesindeki nem, elde edilecek yapı kerestelerinin özelliklerini dikkate değer derecede değiştirebildiğinden, kesimin ne zaman yapıldığı çok önemlidir. Ağacın kesilebilmesi için en uygun dönem Kasım ve Aralık aylarıdır. Çünkü bu zamanda, ağacın bünyesindeki %50'lik su oranı %40'a iner. Yapı ahşabı olarak kullanılan kesim için bu oranın %20'nin altına inmesi gerekir. Kesilen tomruklar yuvarlak gövdeli dallarından, keskin köşeli yapı ahşabına dönüştürülmesi sırasında %25-30 fire verilir. Boyut ve kesit şekillerine bağlı olarak yapı ahşabını şöyle sınıflandırılır. [12, 16]

Drek: Yuvarlak, köşesi pahlı ya da kare kesitlidir. İki boyutunun aynı olması ve ağacın ortasından çıkmış olması nedeniyle eflambaj karşı mukavemeti yüksektir.

Kiriş: Dikdörtgen kesitli, kalınlık/genişlik oranı 1/3 ile 5/7 arasında değişen yapı ahşabıdır. Dar kenarının en az 8cm olması şarttır.

Kadron: Kare kesitlidir. Boyutları 4/4 ile 12/12 arasında değişir.

Lata: Küçük, dikdörtgen kesitlidir. Kalınlığı 2,5-5cm, genişliği 6-12cm arasında değişir. 2,5/6, 3/8, 5/10 gibi boyutları vardır.

3.2.2.2 Ahşabın Kurutulması

Carlı ağaçlar, yaklaşık %30 dan %300'e kadar değişen oranlarda su ihtiva edebilirler. Ağaç kesildikten sonra bünyesindeki su yavaşça buharlaşmaya başlar. Ahşabın bünyesinde ilk önce, hücre boşluklarındaki serbest su buharlaşarak ayrılır. Serbest su buharlaştıktan sonra ahşap halen %26 ile %32 arasındaki oranlarda nemlidir ve bundan sonra hücre duvarlarında asılı durumdaki su buharlaşmaya başlar. Asılı su ahşap bünyesinden ayrılmaya başlar başlamaz ahşap, rötre dedğimiz, çekmeye, boyutları küçülmeye, sertlik ve mukavemet oranları da büyümeye başlar.

Ahşap istenen herhangi bir nemlilik oranına kadar kurutulabilir. Fakat işkelet sisteminde kullanılan kerestelerin, nem oranları %19 ve altına düşünceye kadar kurutulmaları gerekir. [12, 13]

Kurutma iki şekilde yapılabilir. Bıçkılı ortamında, aralıklı yerleştirilmiş yığınlar şeklinde, birkaç aylık periyotlarda, doğal hava şartlarıyla ya da daha yaygın olarak, sıcaklık ve nem değerleri kontrol altında tutulan kapalı fırın da denilen ortamlarda birkaç günlük periyotlarda kurutulabilir.

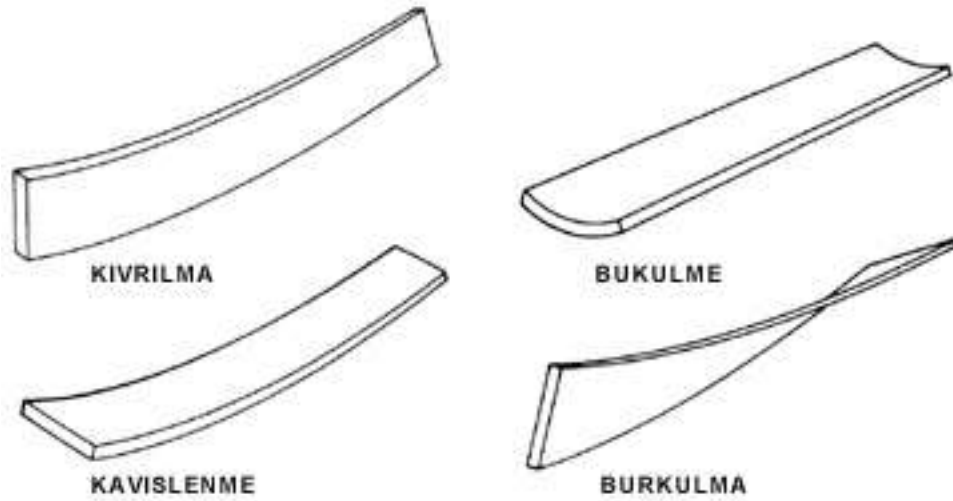
Kurutulmuş kereste, kurutulmamış keresteye göre daha sert ve mukavimdir. Daha hafiftir ve boyutları da daha kalırdır.

3.2.2.3 Yüzeylerinin Düzeltilmesi

Kerestelerin, daha pürüzsüz ve boyutsal olarak daha keskin ve malı içi yüzeylerini düzeltmesi gerekir.

Pürüzlü kerestelerde piyasada bulunabilir ve pek çok amaç için kullanılabilir ancak düzgün yüzeyli keresteler, daha dik köşeli, boyutsal olarak tutarlı ve uygulamayı yapan kişilerin daha zararsız ve malı açısından kullanımları daha kolaydır.

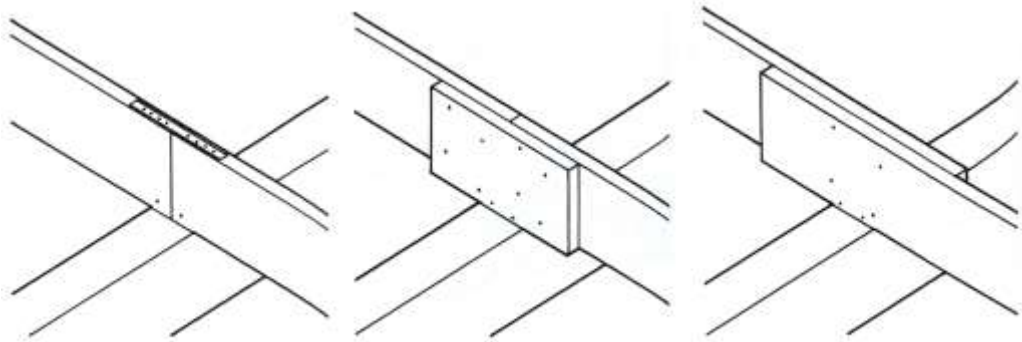
Yüzeylerinin düzeltmesi, bıçaklı kereste yüzeyinde düzensiz olarak dönen, yüksek hızlı otomatik makinelerle yapılır. Yüzeylerinin düzeltmesi işi, kurutma sırasında yapılacak büküm vb. deformasyonları da yok etmek amacıyla, kurutma bittikten sonra yapılır. [6]



Şekil 3.12. Kurutma sırasında dâhil olacak deformasyonlar [6]

3.2.2.4 Ahşap Elemanlarının Uzatılması

Gelişmiş ahşap sistem bileşenlerinin uzatılmasını gereken durumlarda sözkonusu durumda üç farklı ek yapma yöntemi kullanılabilir. Şekil 3.13'de görüldüğü şekilde metal bağartılmasını yardımcı eleman birbine sabitlenebilir, şekil 3.13.b'de görüldüğü şekilde metal bağartılmasının yerine yine ahşap bir parça sabitleme için yardımcı eleman olarak kullanılabilir. Son olarak da, eklenecek parçalar üst üste bindirilerek sabitleme yapılabilir. Geleneksel ahşap iskelet sisteminde de aynı birleştirme şekilleri boy birleştirmeler kapsamında, bindirilmiş boy birleştirme ve destekli boy birleştirme adlarıyla yer alır. Geleneksel ahşap iskelet sisteminde bu tipte uzatma işlemleri için uygulanabilecek çok farklı teknikler sözkonusudur, ancak özel işçilikler gerektiren bu teknikler 2. bölümde bahsedilen gerekçeler sebebiyle gelişmiş ahşap iskelet sisteminde kullanılmaz. [14, 6]



Şekil 3.13. Ahşap Kirişlerinin Uzatılma Yöntemleri [6]

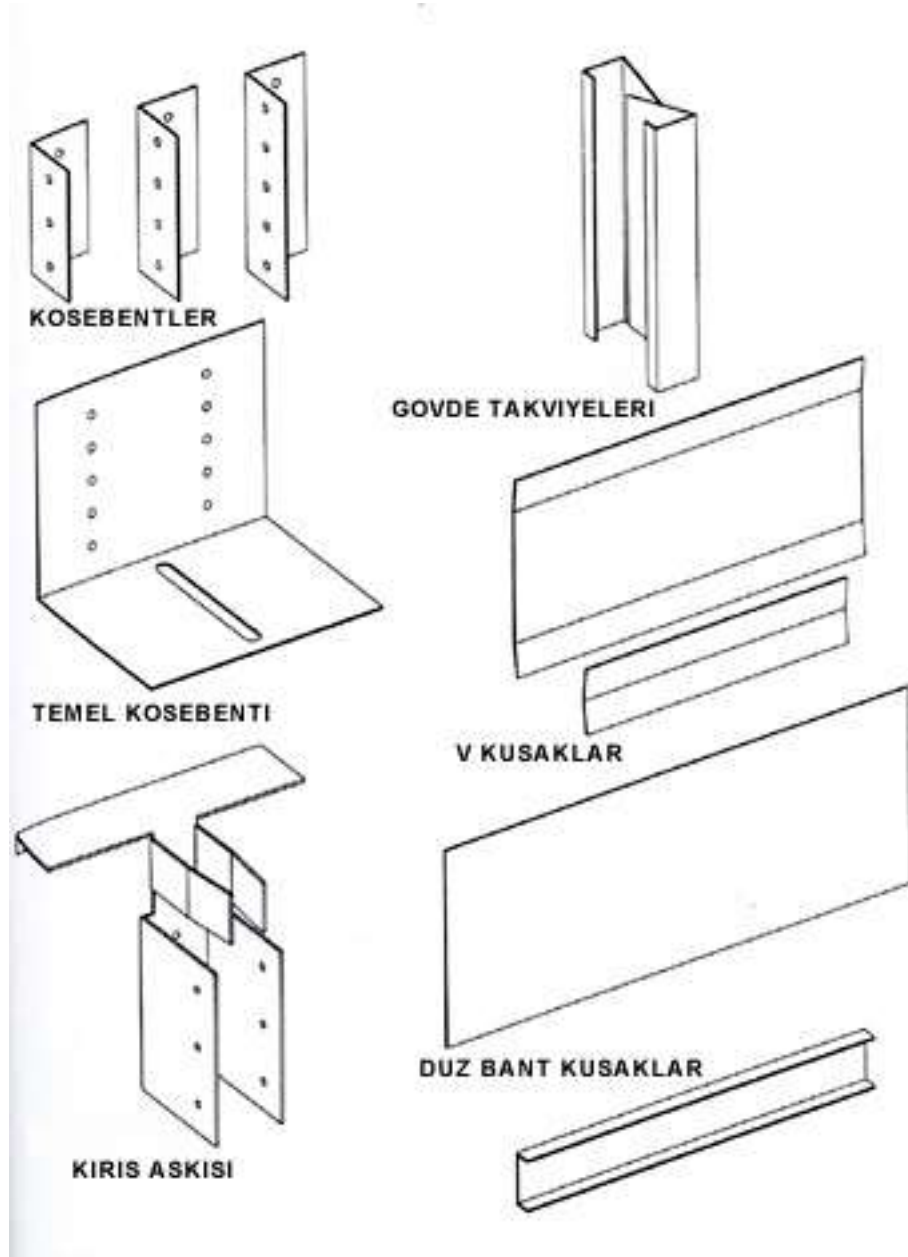
3.3 Kullanılan Bağ antı Şekilleri ve Elemanları

3.3.1. Hafif Çelik

Hafif çelik iskelet sistem elemanları, ağır çelikte de bildiğimiz şekilde, hem direkt olarak elemanların kendi aralarında hem de araya gelen yardımcı parçalarla bir araya gelerek sistemi kurgulayabilirler.

Elemanların farklı şekillerde bir araya gelişi, teşkil ettikleri noktanın detayına bağlı olarak yardımcı elemanlara gerek doğurabilir. Yardımcı parçalar, hafif çelik sisteme özel aksesuarlar olarak üretilen, köşebentler, şeritler, plakalar, raylar, askılar ve bunlara benzer çeşitli şekillerde üretilen elemanlardır. Şekil 3.14. de bu bağ antı parçaları görülmektedir.[6]

Gerçek elemanların doğrudan kendi aralarında gerekse yardımcı parçalar aracılığıyla bir araya gelişi nde tüm elemanların farklı metodlarla sabitlemeleri söz konusudur. Sabitlemede en çok kullanılan yöntem vidalamadır, ancak bununla birlikte perçinleme, kaynaklama ve bu ornlama da kullanılan diğer birleştirme yöntemleri dir.



Şekil 3.14. Hafif Çelik Sistemde Kullanılan Bağlantı Parçaları [6]

3.3.1.1. Perçinli Birleşimler

Hafif çelik sistemde 2 tip perçin kullanılır; sıcak perçinler ve soğuk perçinler. Soğuk perçinlerin, kör perçinler, tek yönlü perçinler, taşıma yüzeyini arttıran boru perçinler gibi geniş uygulama alanları değişik formları dmasına karşın, sıcak perçinlerin kullanım alanları azdır.

3.3.1.2 Kaynaklı Birleşimler

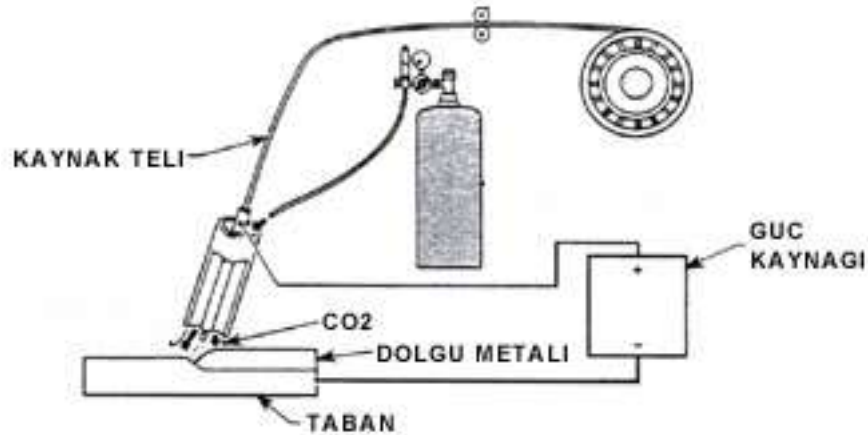
Kaynak metal d an veya d mayan malzeme lerin uygun sıcaklığa kadar ısıtılarak, basınç uygulanarak ya da uygulanmadan, d dgu malzemesiyle ya da kendi kendilerine belirli yerlerden birleştirilmesi dr. Bu tanımda önem verilmesi gereken nokta kaynağın ayrı malzeme parçalarının ısı uygulanması sonucu eriyerek birbine yapışması şeklinde teşkil edilmesi dr.[21]

Uygulanan sıcaklığın, parçaların birleşmesine yetecek derecede yumuşamaları ya da erimelerini sağlayacak değerde dması gerekir. Parçalar ısıldıktan sonra, biraraya getirilmeleri için basınç uygulanması her zaman gerekebilir de gerekemeyebilir de. Bazı durumlarda, kaynak noktasında d dgu malzeme leri de işleme katılır.

Kaynaklama çelik iskelet bileşenlerini, üretilerinde atelyelerinde ya da şantiye ortamında, prefabrike duvar paneli ya da makas gibi parçaların montajında kullanılabilir.

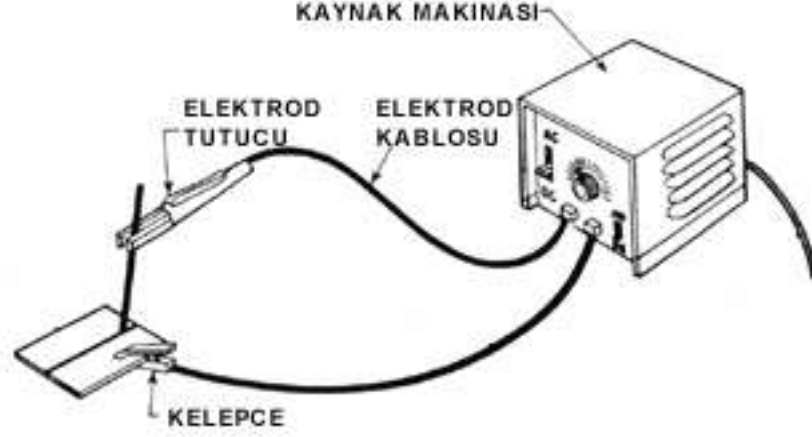
Elektrik kaynağı, gerek atelye ortamında gerekse şantiyede, soğuk şekillendirilmiş hafif çelik sistem elemanlarının birleştirilmesinde en sıklıkla kullanılan kaynak türüdür. Elektrik kaynağını iki şekli vardır; gaz-metal elektrik kaynağı ve korumalı-metal elektrik kaynağı.[17]

Gaz-metal elektrik kaynağında, elektrik arki karbondioksit ya da argon gibi ağır gazlarla muhafaza edilmiştir. Bu işleme ağır-gaz kaynağı, metal elektrikli kullanıldığında da metal-ağır-gaz kaynağı adarı da verilir. Metal-ağır-gaz kaynağında elektrikli, elektrik kaynağına mekanik beslemeli olarak verilir.



Şekil 3.15. Gaz- Metal Elektrik Kaynağı [18]

Korumalı-metal elektrik kaynağında, birleştirilecek esas metal yüzeylerin ve kaynaşmayı sağlayacak doğru metallerin erimesi için gerekli ısıyı elektrik arki sağlar. Doğru metal, aşamalı olarak eriyen, birleşimi duran ve arki tamamlayan, kapalı elektriktir. Korumalı elektridin üstündeki kapamanın erimesiyle oluşur. Uygulanan ısı miktarı, malzemenin kalınlıklarına göre değişir.



Şekil 3.16. Korumalı-Metal Elektrik Kaynağı [18]

Korumalı-metal elektrik kaynağı, düşük maliyetli, esnek, taşınabilir ve çok yönlü olması nedeniyle, soğuk şekillendirilmiş hafif çeliklerde çok kullanılan bir kaynak şeklidir. Bu yöntemde kullanılan kaynak makinesi de, 115 voltluk basit indirgemeli transformatördür.

3.3.1.3. Bulonlu birleşimler

Bulonlar ve ankrajlar, genel olarak, çelikten yapılmış beton ve diğer çelik bileşenlere bağlamak için kullanılır. Bazı özel ankrajların dışında, deliklerin önceden açılmış olması gerekli değildir.

Bulonların, somun ve pul kullanılarak uygulanması gerekir. Oması gerekenden daha büyük ya da küçük şeklindeki bulon deliklerinde pul kullanılması zorunludur, yüklerle aynı doğrultudaki bulon deliklerinin ise kesinlikle gerekenden büyük olmasıdır. Çelik bileşenleri betona sabitleyen bulonların deliklerinin merkezden merkeze uzaklıkları en az 3 bulon çapı kadar olmalıdır. Bulon deliğinin merkezinden, birleştirilen elemanın kenarlarına olan uzaklık ise 1,5 bulon çapından az olmalıdır. [17]

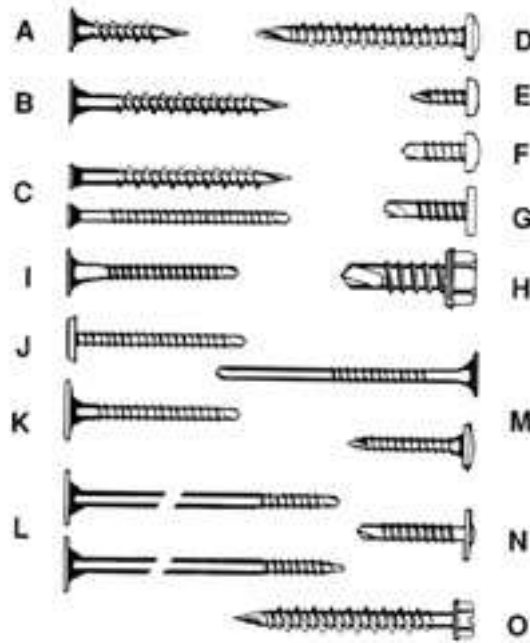
3.3.1.4 Vidalı Birleşimler

Soğuk şekillendirilmiş hafif çelikli skel et sistemde en yaygın olarak kullanılan birleşim şekli, vidalıdır. Bu birleşimlerde de en çok kullanılan vidalar, çelik yüzeyinde deliği kendi kendine düştürablenlerdir. Bu vidalar, tek işente hem delik düştürurler hem de hemen hemen tüm malzemelerin çelik bileşenlere birleşimini yaparlar. Bu vidaların farklı farklı gerekliliklere cevap verebilecek şekilde çeşitlenmeleri sözkonusudur. Dış uygulamalar için, çinko, kadmiyum ya da kopdimer kaplamaları kullanılır.

Vida Başlı Tipleri

Vida başının görevi; vidayı yerine saptamak ve birleştirilen malzemelerin içine girmesini engel dır. Yaygın vida başı şekilleri, şekil 3.17 de de görülen, boru kefe, ince-profil (dkkat çekmeyen), dtiğen, oval, tava dibi, yivli-dtiğen vb.dir. Şekilde görülen A, B, C, I, j, K, L vidaları; boru, D ve M oval, E ve F; tava dibi, G ve N ince profil, H dtiğen, O yivli dtiğen başlı vidalardır. [18, 19, 20]

Boru başlı vidalar kaplama malzemelerini sabitlemede, ince-profil başlı vidalar alç panile bitmiş yüzey düştürmada, yuvarlak-pu başlı vidalar genel skel et sistem elemanlarının birleşimlerinde ve dtiğen başlı vidalar ağır birleşimlerde kullanılır.



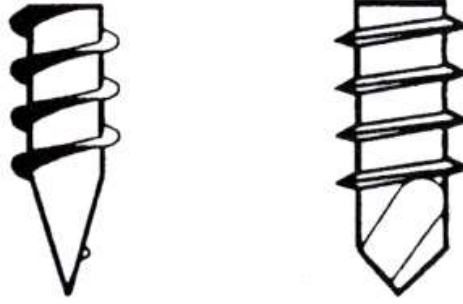
Şekil 3.17. Vida Başlı Tipleri [18]

Vi da Ucu Tipleri

Hafif çelik sistemde kullanılan 2 tip vi da ucu vardır;

Yı vi uç u Bu vi da lar, montaj sırasında kırıl mada n ve def or masyona uğ ramadan, uygun mal arı için gerekli delik leri kend leri aç arlar ve kend yi vlerini du ş tururl ar. 0,84 mm ve daha fazla kal ı rlık aki çelik el eman ların birleş i nleri nde kullan ı lı rlar.

Noktasal uç u Bu vi da lar, 0,84 mm ve daha az kal ı rlık aki çelik el eman ların, al ç levha gi bir j it mal ze mel erle birleş i nleri nde kullan ı lı rlar. Noktasal si vri i ğ ne şek li ndeki uç arı, del me iş emine yard ı mci d amak için yi vi dur. [18,19]



Şekil 3.18. Vi da Ucu Tipleri [18]

Vi da Gövde Çapları

Hafif çelik sistemde, çok farklı boyutlarda vi da lar kullan ı labilir. Bu vi da lar çap değ erleri yle ba ğ antılı d arak numaral arla ad andır ı lı rlar.

Hafif çelik i skel et sistem bileş en leri nde, No.6 vi da lar ın kullan ı lması gereken al ç levhal ı birleş i nleri n dış ı ndaki birleş i nlerde yoğun d arak en küçük No.8 vi da lar kullan ı lı r.[20]

Vi da Uzunlu ğ u

Vi da lar ın uzunlu ğ u, vi da baş ı nı nt aş ı yıc ı yüzünden vi da ucuna kadar d an mesaf eri n d çöl mesi yle bildirir. Seç il ecek vi da uzunlu ğ u birleş tird ğ mal ze mel eri n kal ı rı ğ na ba ğ lı d arak, bu değ erden en az 0,95- 1,25cm fazla d malı dır. El veri ş i bir birleş im için vi da nın birleş tird ğ çelik el emandan sonra muhaf azasız şek ilde en az 3 yi v uzun dması gerekir. [18,20]

Vi daları n Uygulaması

Vi daları n uygulamasında temel şart, çelik bileşenlerden en az 3 yi v daha uzun d malarıdır. Ayrıca vi dalar, yivleri ve delikleri n dşeri zarar görmeyecek ve birleşinin d uşturan elemanlara da ayırık kalmalarına sebep olmayacak şekilde yerleştirilmelidirler. Çelik-çelik birleşimlerinde vi daları n, merkezden merkeze ve kenarlara en az 13mm uzaklıkta sabitlenmeleri gerekir.

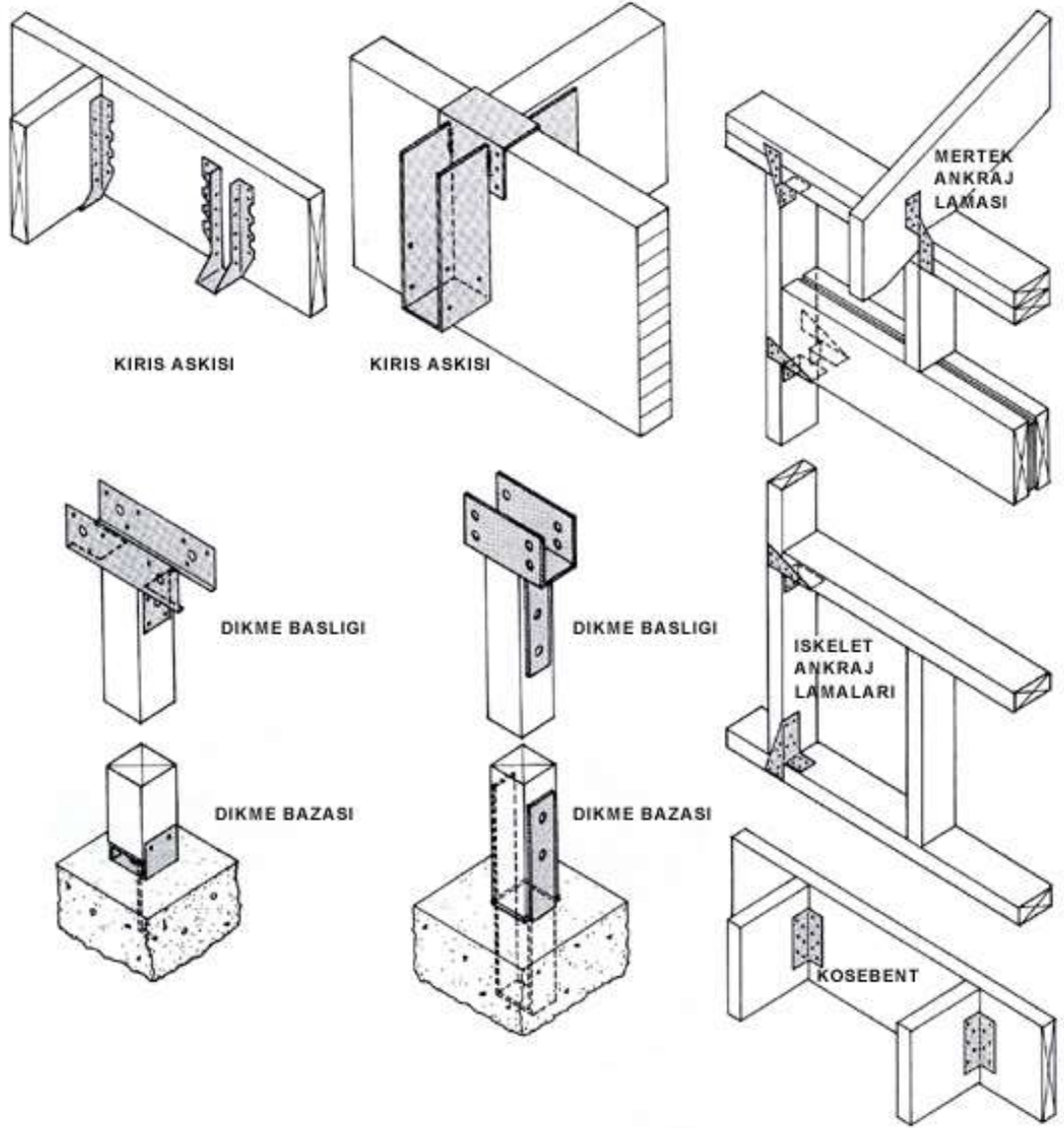
Taşıyıcı kaplama-çelik iskelet birleşimlerinde, en küçük No.8 self-drilling vi dalar kullanılır. Taşıyıcı kaplamayı döşeme girişlerine ya da duvar iskeletine tutturulan vi daları n, baş çaplarının en az 7mm olması ve kenarlara en az 9mm uzaklıkta d maları gerekir. Açık levhalar ise, girişlere ya da duvar iskeletine en küçük No.6 vi dalar ile sabitlenmelidirler.[20]

3.3.2 Ahşap

Gerçek geleneksel sistem, gerekse gelişmiş ahşap iskelet sisteminin kurgulanmasında ahşap elemanların doğrudan bir araya gelmeleriyle birlikte metal ara bağlantı elemanlarına da gerek duyar. Bu bağlantı elemanları birleşimin daha sağlam ve mukavim d malarını sağlar.

Nitekim birleşim her zaman, ahşap yapım sisteminin zayıf noktaları d mıştır. Geleneksel sistemde uygulanan, çok emek sarfedilmesi gerektiren, zıvanalı, kavalı, geçmeli ahşap birleşimin zayıflığı, birleştirilen ahşap elemanların bağlantı noktasında büyük kısımlarının birleşim detayını gerçekleştirebilmesi için kesilmesi ya da kertilmesi nden kaynaklanır. Günümüzde kullanılan ahşap birleşimlerinde ise, birleştirilen elemanların mukavemetini arttırmak için, birleşime gerektiği kadar çivi, bulon ya da vıdalar yerleştirilmek genellikle imkansızdır. Yapıştırıcı kimyasallar ve dşiplakalar bu mukavemeti sağlamak için yeterlidir, fakat bunlar da fabrika ortamında uygulanabilirleri nedeniyle kullanımları sınırlıdır.[6]

Bununla birlikte, ahşap sistemdeki bağlantıların mukavemetleri çoğunlukla birbiri üstünde konumlanan elemanlara dayanır ve çeşitli basit sabitleme elemanları uygulanmalarının büyük çoğunluğu için yeterlidir.

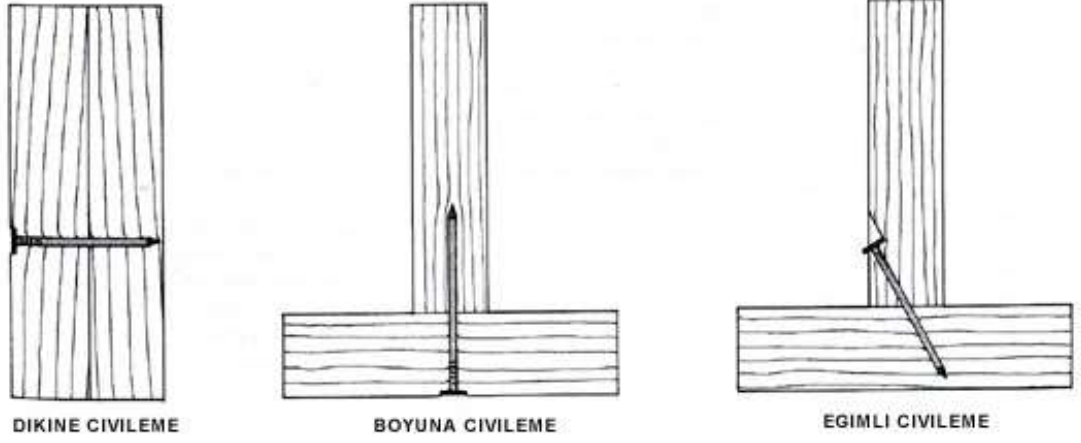


Şekil 3.19. Gelişmiş Ahşap Sistemde Kullanılan Bağartı Parçaları [6]

3.3.2.1. Çivili Birleşimler

Çiviler; ahşaba çekiç ya da mekanik çivili tabancasıyla çakılan ucu sivrileştirilmiş millerdir. Adı çivi ve ince çivi en çok kullanılan iki çeşitidir. Adı çiviler, düz başlıdır ve gelişmiş ahşap sistemde en çok taşıyıcı birleşimlerde kullanılırlar. İnce çiviler, başları belirgin d mayan ve bitmiş yüzey birleşimlerinde kullanılan çivilerdir. Çiviler, düz, kaplaması zıçeli keni mal edilirlir ve standart olarak parlak görünümlü üdürler. Dış hava koşullarına maruz kalacak çivilerin paslanmaz nitelikte dantmaları gerekir.

Çivilerin 3 farklı uygulama yöntemi vardır. Şekil 3.20'de bu yöntemler görülmektedir. Dikine çivileme, içinde en kuvvetli yöntemdir. Boyuna çivileme, daha zayıf bir birleşim şeklidir. Eğimli çivileme ise, boy çivilemenin yapılmadığı durumlarda kullanılır. Eğimli çivileme, beklenmedik şekilde kuvvetli bir birleştirme yöntemidir. Yapılan testler, aynı boyutlarda, dik çivilemeyle neredeyse aynı miktarda yük taşıdığını göstermiştir.[6]

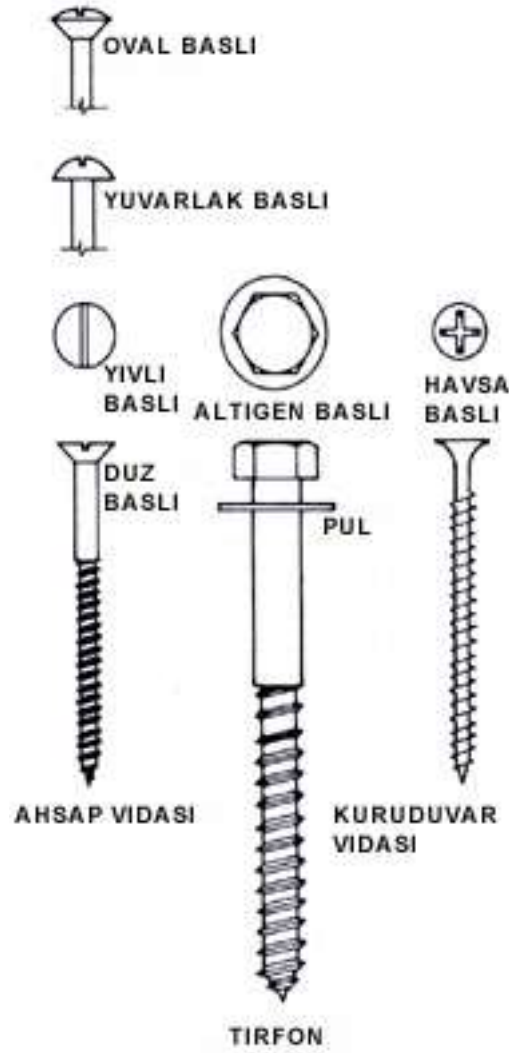


Şekil 3.20. Çivileme Yöntemleri [6]

3.3.2.2 V dalı Birleşimler

V dalar, ahşap yüzeyine önceden açılmış boşluklara yerleştirilir ve tırtıl veya da ingiliz anahtarıyla sabitlenirler. Pahalı oldukları ve uygulanmaları çivilerden çok daha uzun zaman aldığı için, gelişmiş ahşap sistemde az kullanılırlar.

V dalar, çivilerden dahası ve güçlü birleşimler sağlar ve bileşenleri tekrar ayarlanması, düzeltilmesi ya da monte edilmesinin gerektiği durumlarda sökülebilirler.[6]

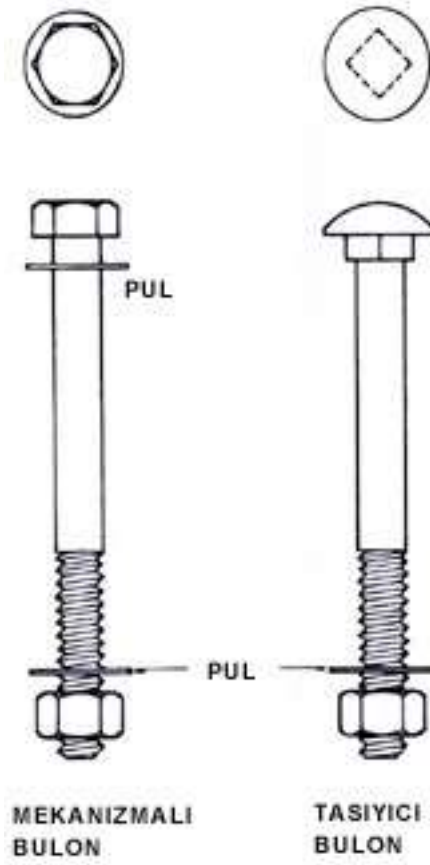


Şekil 3.21. Gelişmiş Ahşap Sistemde Kullanılan Vida Tipleri [6]

Ağır yapısal birleşim detaylarında kullanılan çok geniş vidalara tirfon adı verilir. Altıgen ya da kare başlıdır ve tornavida değil İngiliz anahtarıyla sabitlenirler. Küçük kurduvar vidaları ise, tornavidayla sabitlenen, çoğunlukla öncesinde delik açılmasına gerek duymaksızın, alçıl evhaları ahşapı sıkı tutturmada kullanılan ve çivileme kadar hızlı uygulanan diğer vidadır. Çok zayıf ve kırılma eğilimi taşıyan birleşimlerde kullanılmaları uygun değildir.

3.3.2.3. Bulonlu Birleşimler

Bulonlar, geleneksel ahşap yapı sisteminde ana taşıyıcı birleşimlerde kullanılırlar. Yaygın olarak kullanılan bulon çapları, 9,53mm ile 25,4mm arasında değişir. Bulonların, ahşap yüzeyinde uygulandıkları noktanın geniş çevresine etkiledikleri sıkıştırma kuvvetlerini dağıtmak amacıyla, baş ve somunlarının altına pul konularak sıkıştırılmaları gerekir. [6,22]



Şekil 3.22 Gelişmiş Ahşap Sistemde Kullanılan V d a T i p l e r i [6]

3.3.2.4 Dışi Rakalar

Bu birleşim elemanları, fabrika şartlarında monte edilen hafif çatı ve döşeme makaslarının birleşimlerinde kullanılırlar. Ahşap elemanlara hidrolik pres, pneumatik pres ya da mekanik silindriklere sabitlenirler ve her biri çok sayıda çivi içeren metal birleşim plakası görevi üstlenirler. [6, 22]

4. İSKEMLERİN TEMEL YAPı ELEMANLARI DÜZEYİNDE ANALİZLERİ

4.1. Temeller

Gerçek gelişmiş ahşap gerekse hafif çelik iskelet sistemi konstrüksiyonları diğer yapı sistemleri ne kıyasla daha hafif d maları ve par d i nde temel e ve zemi ne daha az yük aktar maları nederi yle herhangi bir ti p temel üzeri nde inşa edilebilirler. Bina yapı m prensipleri açısından , kullanılacak temelleri n , yeteri kadar deri nde d maları , kombi ne d ü yükleri zemi ne ile t meleri ve ayakta kal maları , toplamda ya da binanın çeşitli yerleri ne ait noktada yükleri n stabiliteyi boz maması veya binanın tamamında ya da herhangi bir b d ü münde hasara yd aç maması , başlı ca sağ amaları gerekli koşullardır.[23, 24]

Her iki binati p i nde de herhangi bir temel tipi kullanılabil eceğ i gibi ağırlıklı olarak yüzeysel temelleri n kullanıld ğ i gör ü lür. Bunlar içi nde de en çok kullanılan temel tipleri, geleneksel lineer sömel , çukur d d gut temel ve betonarme radye temel lerdir. Kullanılabilecek diğer tipler, betonarme bağ kirişler, yüzeysel kazıklar ve bağ kirişli beton d d gutemellerdir.

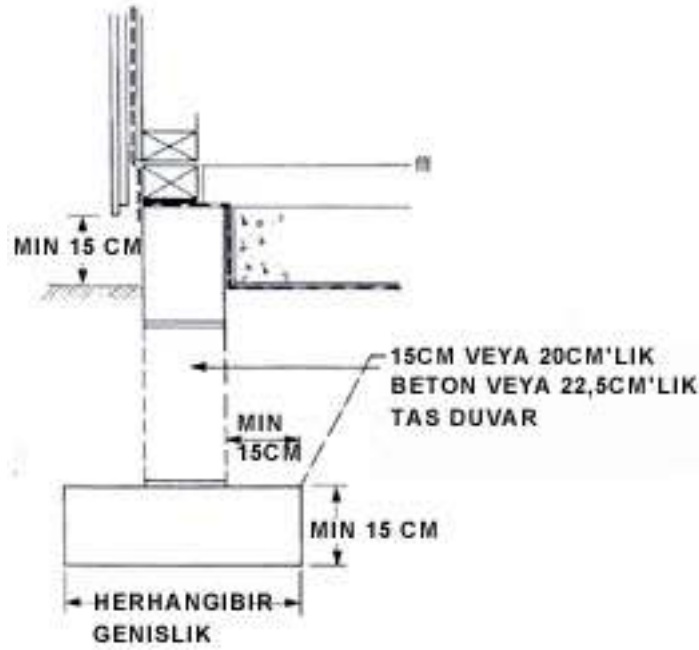
Her iki tipiskelet sisteminde de temel tasarımı, konstrüksiyon esnasında belli bir sıradak kate alınarak gerçekleştirilmesi nederi yle yağma sistemlerden önemli d çüde farklılık gösterir. Öneğ i n prefabrik paneller kullanıld ğ i nde, bu paneller en ideal şartlarda ve zamanda şantiye ortamına getiril m e d r ki böylece son pozisyonlarına minimum depdama ve işçilikle yerleştiril miş durlar. Böyle bir durumda temel i n , iskelet sistem bileşenleri n getirilmesi nden önce tamamlanmış d masını gerektirir.

Bir başka farklılık da, önceden hazırlanmış iskelet sistem bileşenleri ni n herhangi bir yapı elemanı nı d uşturmak üzere birleştiril d kleri nde, temel i n , uzunluk d arak d çüleri ni n , açısald arak köşe birleşim noktaları ni n , seviye farklılığ i açısından da yüzeyleri ni n tam doğru d masını gerektir m e d r. Yağma sisteminde kabul edilebilir boyutsal çeşitlilik burada t d ere edilemez. Bununla birlikte bu aşamada sarf edilen işçilik , zaman harcamaya değerd acaktır; çünkü yarıda kesilenyen iş dışı hava koşulları ni n izde eden kabuğun daha kolay ve çabuk temin edilmesi ni sağlar ki bu da hem zaman hem de işçilik açısından ekonomiyi sağlar.

4.1.1. Kullanılan Temel Tipleri

4.1.1.1. Lineer Temeller

Betonarme lineer temeller, normal şartlarda, kalınlık olarak 15cm'den daha fazla ve temel duvarından en az 15cm geniş tasarlanmalıdır. Sömel temel duvarını ortalayacak şekilde yerleştirilmelidir. Minimum genişliklerinin 60cm'in altında d maması gerekirken, uygulamayı yapan kişilerin bu mesafeden daha dar bir boşluğa çalışmayı zor bulmalarından dolayı, bu uygulama olmaz. Şekil 4.1 de lineer temel kesitinde sözedilen ölçüler görülmektedir. [18, 23]



Şekil 4.1. Lineer Temel Kesiti [23]

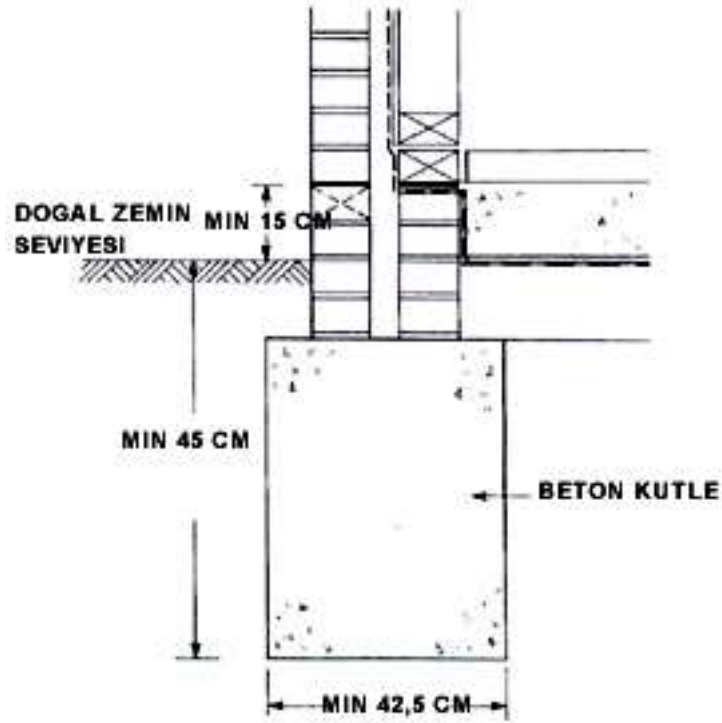
Betonarme lineer temellerde doğal zeminin sınırlarına uymak için teraslamalar yapılabilir, fakat burada da minimum üst üste bindirme yüksekliği temel in kend kalınlığından veya teraslama yüksekliğinin 2 katından ya da 30cm'den az d mamasıdır. Hangisinin değeri büyükse, o gözönüne alınmalıdır.

Bu tipteki temeller düğ zeminlerde veya yük taşıma seviyesinin alt katunda, yapı ürün stabilitesini zayıflatacak farklı alt toprak çeşitleri içeren zeminlerde kullanılmamalıdır.

4.1.1.2 Çukur Ddgu Temeller

Her iki sistemde de binalar, diğer sistemlere nazaran temellere daha az yük aktardıkları için taşıyıcılık basıncı düşük zeminlerde dar beton kütle temellerinin kullanımına d anak sağlarlar.

Bu temeller desteklediği duvarın kalınlığından daha ince damazlar ve çukur açmada mekari k kazılar kullanıldığı için ortama çukur genişliği genelde 45cm'dir. Bu nedenle bu tip temel kullanıldığında doğru yerleşimönerimidir. Şekil 4.2 de çukur ddgu temel kesiti görülmektedir.[23, 5]



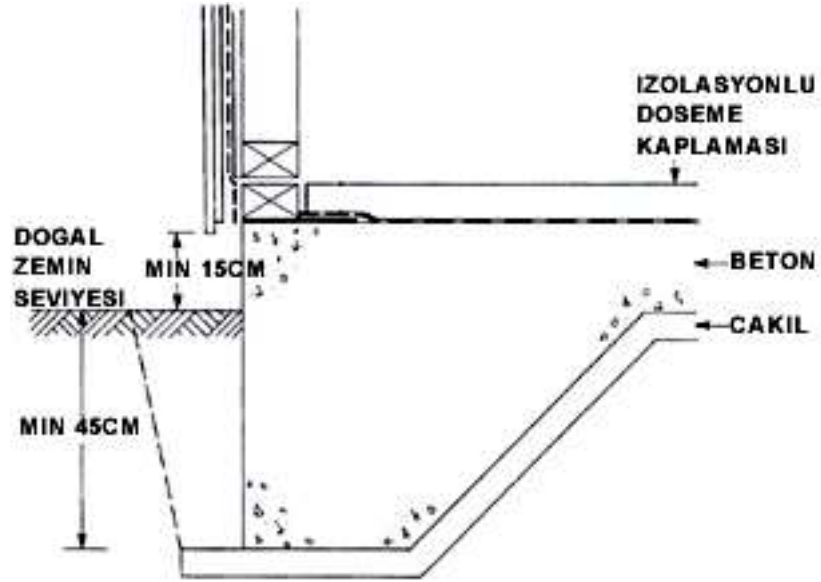
Şekil 4.2 Çukur Ddgu Temel Kesiti [23]

Bu tip temellerde çukurlar genelde uygun alanın yapılacağı alanın üst toprağı alındıktan sonra veya yüzey yatağı hazırlandıktan sonra kazılır. Çukurlar betonla dd durulur, betonun yüzey seviyerinin düzgün olması çok önemlidir.

4.1.1.3 Bet onar me Radye Temeller

Bet onar me radye ler, zemi n hareketleri ni karşıl amak ¼zer et asarl anmıştır. Bu y¼zden burl arı n, ¼zelli kle s¼zkonusu prob lemleri n ¼ok az d ğ bili nen zemi nlerde ve hafif kap lamal ar kull anı labilece ğ duruml arda kull anı lmaları uygun d ur. şekil 4.3 te bet onar me radye temel kesiti g¼r¼lmekte dir. (23, 5, 25)

Bet onar me radye tasarımı ve beraberinde bet onar me ba ğ kiri şeri ve kazı kl ar, bu konuda uzmanla şmış ki şilerce ¼oz¼mlenmesi gereken temel dir.



şekil 4.3 Bet onar me Radye Temel Kesiti [23]

4.2 Döşemeler

Bina yapı sistemlerinin tümünde döşemelerini iki ana işlevi söz konusudur. Birisi üzerlerine gelen yükleri oturdıkları taşıyıcı elemanlara sağlıklı olarak iletmek, diğeri ise üzerlerinde yer alan işlevlere uygun bir zemin oluşturaktır.[25]

Gerçekleştirildiği malzeme tipleri gerekse bunların uygulanma metodlarına göre farklılık gösterebilirler. Ancak ana prensip olarak işlev ve konumlarına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

- İç ve dış döşemeler
- Zemine oturan ve oturmeyen döşemeler
- Atları açık veya örtülü döşemeler
- Yükseltilmiş döşemeler

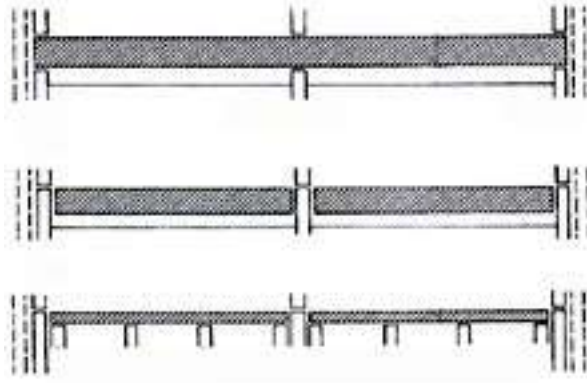
4.2.1. Zemine Oturan Döşeme

Gerçekleştirilmiş ahşap gerekse hafif çelik sistemde, zemine oturan döşeme, diğer yapı sistemlerindeki uygulamalara benzerlik gösterir. Bunlar ya yerinde dökülen plak ya da beton hatıllar, blokaj, grobeton dedikleri donatısız beton tabaka ve şaptan meydana gelirler. Her iki sistemde de zemine oturan döşemenin sadece üst yapı sistemiyle birleştiği noktada özel detaylara ihtiyaç duyulur.[25]

Yükseltilmiş temel duvarı üzerine oturtulan döşeme sisteminde kullanılan ekstra malzeme ve işçilik açısından kıyaslandığında, zemine oturan döşeme hem daha ekonomiktir hem de enerji korunu mu açısından daha verimlidir.

4.2.2 Zemine Oturmeyen Döşeme

Prensip olarak taşıyıcı elemanlar üzerinde konumlanan döşemelerdir. Döşeme taşıyıcı elemanlar, döşemenin konumuna göre, duvar dikmeleri, yükseltilmiş temel duvarları veya sömel ayakları olabilir. Doğal zemin üzerindeki döşeme yarı zemin kat döşemesinde yükseltilmiş temel duvarı veya sömel ayakları, 1.kat ve üst katlardaki döşemelerde ise duvar dikmeleri üzerine oturtulurlar. Bu taşıma prensiplerinin şematik gösterimini şekil 4.4'te verilmiştir.[23]



Şekil 4.4. Zemine oturmayan döşemenin taşıma prensipleri [23]

Her iki sistemde de ana yatay elemanlar kirişlerdir. Kirişlerin üzerine de, oluşturulan çerçevenin mukavemetini pekiştirmek üzere çeşitli malzemelerden plaka şeklinde elemanlar tespit edilir.

Konutlarda döşemeleri için, hareketli yükler $1,5 \text{ N/m}^2$, sehnikriteri de açıklığın $0,003$ katı ya da 14 mm değerlerinden küçük dani kabul edilir. Her iki skel et sistemde de zemine oturmayan döşeme, genelde rüzgar yüklerini ana çerçeveye aktaran bir zarğıbi davranır. Diğer yönlerden, başka konstruksiyon tiplerinde kullanılan ahşap ya da çelik döşemelerden pek farkı yoktur. [20,23]

Konutlarda zemine oturmayan döşemenin yangına dirençli dması ve yangının diğer katlara geçişini engelleyebilmesi gerekir. Bu özelliiktavarlarda sağlanır, kirişlere döşeme kapamaarı kompozit bir konstruksiyonğıbi çalıştırılır.

Döşemelerin, iki katlı konutlarda brüt 30 dakika, üç katlılarda ise net 30 dakika yangın dayanımının dması gerekir. Diğer binationperinde, binanın kullanımamacına, yüksekliğine ve otomatik yangın söndürme sistemini ndup dması na bağı darak bu süre 30 ile 60 dakika arasında değışebilir. [26]

Konutlarda zemine oturmayan döşemelerde ses izdasyonuna dair herhangi bir koşul yoktur. Bununla birlikte, döşeme hacmiğindeki reverberasyonu azaltarak ses geçişini engellemek amacıyla atışyünü kullanan bazı uygulamalar da vardır. Aynı şekilde altına bir duvar gelecek şekilde veya veranda ve garajğıbi bir açıklalanın üstünde konumlanmadığı ya da üstünde havalandırılan bir çatı boşuğuna bitişik çatı arası odası dmadığı sürece, ısı izdasyonuylada ilgili herhangi bir koşul yoktur. [26,27]

Platf or m i skel et sistem e i smi, döşemelerini duvar panelleri üzerinde çalışan yüzeyler şeklinde yapılmal arından ddayı verilmiştir. Üst katın duvar panelleri bu

platformun üzerinden yükseldirler. Bu durumda üzerinde çalışılan yüzey, yapı iskelesinin geçirdiği platformları, girişlerin üzerindeki tespit edilmiş evhalar veya kullanılan malzemenin özelliklerine bağlı olarak bitmiş döşeme kapaması yapılabilir. Döşeme duvar birleşim noktaları detayları kullanılan metoda göre değişiklik gösterir.[4]

Döşeme girişleri normal şartlarda aksan aksa 40 veya 60 cm aralıklarla yerleştirilir. Bu, kapama malzemesi olarak kullanılan kontrplak vb. plakalara da uyumu getirir. Döşeme açıklığı veya biradaki yük miktarına göre daha yakın aks aralıkları da uygulanabilir.

4.2.2.1. Zemin Kat Döşemesi

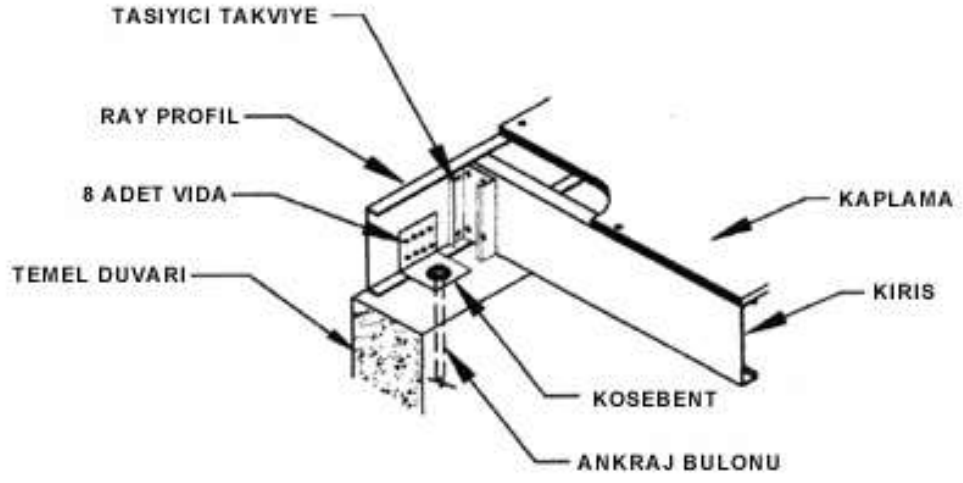
Zemin kat döşemesi olarak daha önce bahsedilen, zemine oturan beton döşeme yapılabileceği gibi yükseltilmiş temel duvarı veya sömle ayakları üzerine oturan hafif çelik ya da ahşap döşeme de yapılabilir. Bu iki sistemden hangisinin uygulanacağı; kullanılan gereksinimleri, zeminin taşıyıcılık durumu ve yüzey kontrolleri, uyumu gerekli izdasyon standartları, uygulamayı yapacak kişilerin terdidi, kalifiye işçi durumu, maliyet gibi faktörlere dayanır.[6]

Temel duvarları ya da sömle ayaklarına oturan doğal zeminin hemen üstündeki döşemenin, en üst bitmiş yüzeye nem ulaşımını engellemesi ve doğal zemine veya altındaki havadar boşluğa doğru ısı kaybını minimumda tutması gerekir. Döşemenin altındaki boşluğun havalandırılmasıyla ilgili bazı standartlar vardır. Zemin kat döşemesinde yangın dayanımıyla ilgili herhangi bir koşul yoktur.[26]

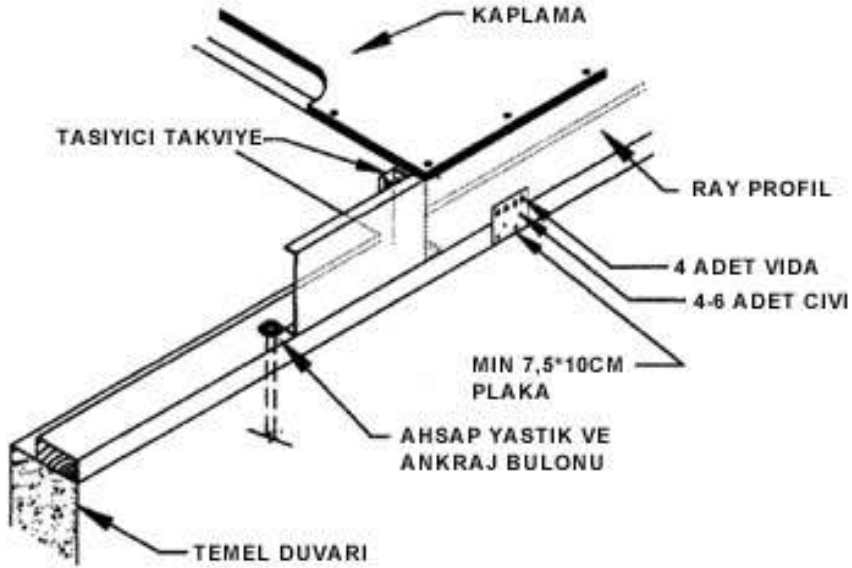
Her iki sistemde çabuk ayağa kaldırılabilen, boyutsal olarak keskinlik gösteren ve kuru yöntemi konstrüksiyonlardır. Beton zemin kat döşemesi kullanıldığında ahşap veya çelik işleri başlamadan önce beton işinin bitmiş olması gerekir. Bu nedenle çelik veya ahşap bileşenler hazırlanırken beton döşeme tamamlanmalıdır. Bu periyod içinde meydana gelebilecek herhangi bir aksaklık, her iki sistemde de sürenin kısaltılması avantajını yok edebileceği için beton döşeme yapımını sisteminde yapılması gerekir.[6,23,20]

Zemin kat döşemesi ahşap veya çelik kullanılarak yapıldığında malzemeler diğer bileşenlerin sağlandığı kaynağa sağlanabilir ve üst yapıyla birlikte kesintisiz olarak inşaatı yapılabilir. Zemin kat döşemesinin kuru yöntemi sistemlerle uygulanmış olması bitmiş döşeme yüzeyinde de bazı avantajlar sağlar. Öncelikle şapın dökülmesi ve kuruması esnasında geçen zaman kaybını azaltır ve kuru yöntemi bir

si stemi ğ ne i s aki Ő enheri n katıl ması ve kuruma aŐa ması sonucu ort aya ğı kabil ecek prod enheri de 6rl er.



Şekil 4.5 Hafif elik S stemde Temel Duvarına Oturan Zemin Kat D6Őemesi [20]



Şekil 4.6 Hafif elik S stemde Temel Duvarına Oturan Zemin Kat D6Őemesi (AŐsap Yastık ama il e) [20]

Zemin kat döşemesi, üst katlardaki gibi, zemin seviyesinde bir platform oluşturabilir ya da bina kapalı bir kabuk halini ana kadar uygulaması ertelenerek binaya içerden yerleşecek şekilde de oluşturulabilir ki böylece dış hava koşullarından da korunmuş olur. Zemin kat döşemesinde kirişler, yatay duvarları arasındaki açıklık boyunca gelirler ya da çok sayıda sık ayak üzerine oturtularak daha kısa boyut ve daha küçük kesitte yapılabilir.[23]



Şekil 4.7. Gelişmiş Ahşap Sistemde Ayaklar Üzerine Kurulan Zemin Kat Döşemesi [23]

Temel duvarı ya da ayaklar üzerine oturan döşemeler, ana yapıya aynı prensipte oluşturulmaları, kuru yöntemi dmaları ve, duvar ve çatılara benzer şekilde çok iyi yalıtılabilirleri açısından hafif çelik ve ahşap iskelet sistemli konutlarda uygulanabilecek en uygun döşeme sistemidir. [26]

4.2.2.2 Ara Kat Döşemeleri

Ara kat döşemeleri, her iki sistemde de, duvarlar üzerine oturtulan kirişler ve burların üzerine tespit edilen plakalarla zemlemlere oluştururlar.

Ara kat döşemelerinde ana taşıyıcılar kirişler d maktaki birliktelik burların üzerine tespit edilen plakalarla zemlemlerde, sistemin stabilitesinin pekiştirilmesi için etkilidir.

4.2.3 Maksimum Kiriş Açıklıkları

Döşeme kirişlerinin açıklıkları, kesit boyutları, ara taşıyıcıların dup dıması, üzerlerine gelecek hareketli ve sabit yük miktarları, kendi ağırlıkları, gibi kriterlere bağlı olarak farklılaşır. Her iki sistemde de bu açıklık değerlerinin, söz konusu kriterlere göre hazırlanmış tablolardan faydalanılarak belirlenmesi gerekir. Bu değerlerin $1,916 \text{ kN/m}^2$ lik hareketli yükler için hazırlanmış örnekleri tablo 4.1 ve tablo 4.2'de verilmiştir.[20, 27]

Tablo 4.1. Hafif Çelik Kirişler İçin Maksimum Açıklıklar [18]

Nominal Kiriş Boyutu	1,916kN/m ² Hareketli Yükler İçin Açıklık (inch)		
	12	16	24
2x6x33	10'-7"	9'-7"	8'-1"
2x6x33	317,78 cm	287,78cm	242,54 cm
2x6x43	11'-6"	10'-5"	9'-1"
2x6x54	12'-4"	11'-2"	9'-9"
2x6x68	13'-2"	12'-0"	10'-6"
2x6x97	14'-7"	13'-3"	11'-7"
2x8x33	14'-0"	10'-7"	7'-1"
2x8x43	15'-6"	14'-1"	12'-3"
2x8x54	16'-8"	15'-2"	13'-3"
2x8x68	17'-11"	16'-3"	14'-2"
2x8x97	19'-10"	18'-0"	15'-9"
2x10x43	18'-8"	16'-8"	13'-1"
2x10x54	20'-1"	18'-3"	15'-11"
2x10x68	21'-6"	19'-7"	17'-1"
2x10x97	23'-11"	21'-9"	19'-0"
2x12x43	20'-11"	16'-10"	11'-3"
2x12x54	23'-4"	21'-3"	17'-6"
2x12x68	25'-1"	22'-10"	19'-11"
2x12x97	27'-11"	25'-4"	22'-2"

** Tabloda verilen değerler inch cinsinden değerlerdir. 1 inch=2,54cm alınarak yapılan çevirme örneği tablonun ikinci satırında verilmiştir. Hesaplanacak değerlerin küsuratlarının çok olması nedeniyle, gerçeği yansıtır bulunmadığı için, açıklık değerleri inch değeri olarak bırakılmıştır. ($0,0479 \text{ kN/m}^2 = 1 \text{ psf}$)

Tablo 4.2 Ahşap Kirişler İçin Maksimum Açıklıklar [27]

Nominal Kiriş Boyutu	1,916kN/m ² Hareketli Yükler İçin Açıklık (inch)		
	12	16	24
2"x6"	9'-1"	8'-4"	7'-3"
2"x8"	12'-1"	11'-0"	9'-8"
2"x10"	15'-2"	13'-11"	12'-3"
2"x10"	275,08cm	417,94 cm	367,62cm
2"x12"	18'-4"	16'-9"	14'-9"
2"x14"	21'-4"	19'-7"	17'-3"
3"x6"	10'-7"	9'-8"	8'-6"
3"x8"	13'-11"	12'-9"	11'-3"
3"x10"	17'-5"	16'-1"	14'-3"
3"x12"	21'-0"	19'-4"	17'-1"
3"x14"	24'-5"	22'-6"	20'-0"

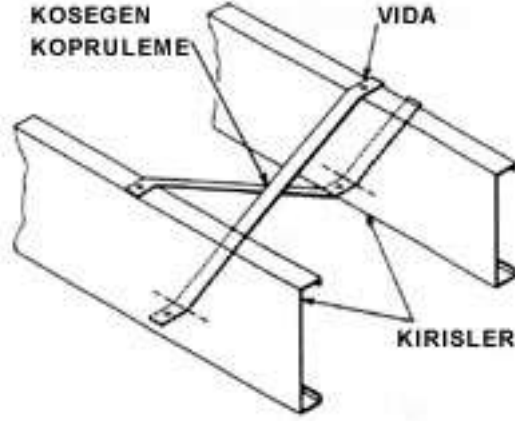
** Tabloda verilen değerler inch d n s i n d e n değ e r l e r d i r. 1 inch=2,54cm alınarak yapılan çevirme örneğ i tablounun dördüncü satırında verilmiştir. Hesaplanacak değ e r l e r i n k ü s u r a t l a r ı n ı n ç o k d e n a s ı n d a n d e a y ı , g e r ç e ğ i y a n s ı t ı r b u u n m a d ı ğ ı i ç i n , a ç ı k l ı k değ e r l e r i i n c h değ e r l e r i d e a r a k b ı r a k ı l m ı ŝ ı r. (0,0479kN/m² = 1 psf)

4.2.4 Kirişlerde Stabilit e Çubuklarının Yerleşimi

Uzun ve mesnetsiz açıklıklarda, kirişler, dönmeye, bir yönden diğer yöne yatayda hareket etmeye, ve hareketli yükler altında destek edikleri döşemede vibrasyon duşurmaya eğilimlidir. Döşeme sistemini pekiştirmek, kirişlerin hareketini azaltmak ve döşemeye etkileyen yükleri birdan fazla kirişe yaymak amacıyla kirişler arasında stabilite çubukları yerleştirilir. Bu çubukların yerleşimi ki yapı m s i s t e m i n d e de çok benzer şekildedir. [18, 27, 23]

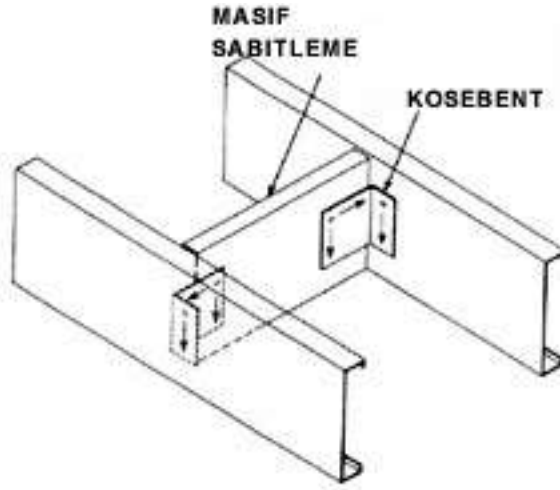
Hafif çelik sistemde 3 tip uygun amaç yöntemi vardır:

Köşegen köprüleme: Bu yöntemde kullanılacak çelik çubuk veya şerit el em a n l a r ç i f t d e r a k ç a p r a z ŝ e k i l d e k i r i ŝ l e r i n a r a s ı n a s a b ı t l e r i r.



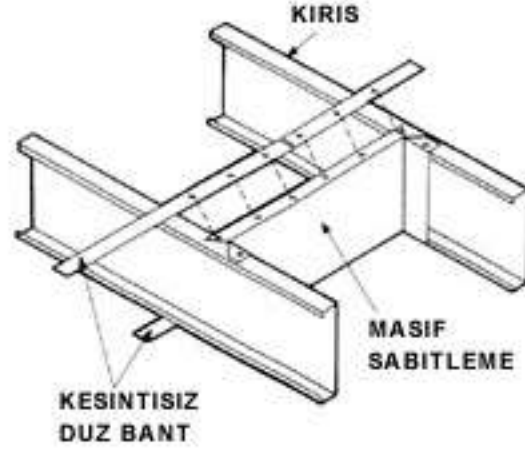
Şekil 4.10. Hafif Çelik Kirişlerde Köşegen Köprülme [18]

Masif sabitleme: Bu yöntemde kullanılan masif demir, sabitlenecek sistem parçalarının yüksekliğini tam olarak tutan, dikme, kiriş vs. demirlerinden kesilmiş bir parçadır. Bu demir kirişler arasında sıkıca şekil de yerleştirilir ve her iki ucundan tutulur.



Şekil 4.11. Hafif Çelik Kirişlerde Masif Sabitleme [18]

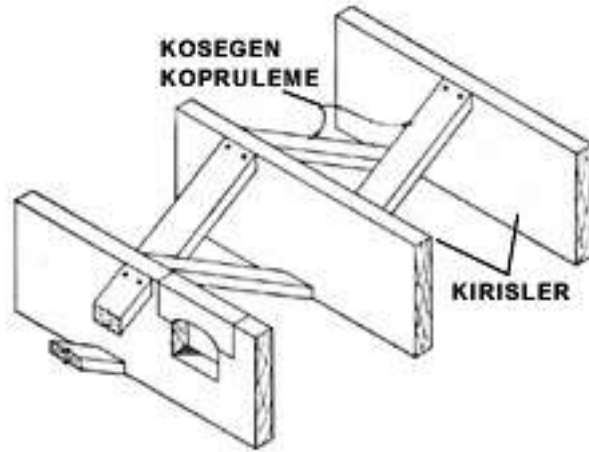
Düz bant ve masif sabitleme: Döşemede yan destekleme olarak da adlandırılabilir. Bu yöntemde masif sabitlemede kullanılan demirlerle düz çelik şeritler birlikte kullanılır.



Şekil 4.12 Hafif Çelik Kirişlerde Düz Bant ve Masif Sabitleme [18]

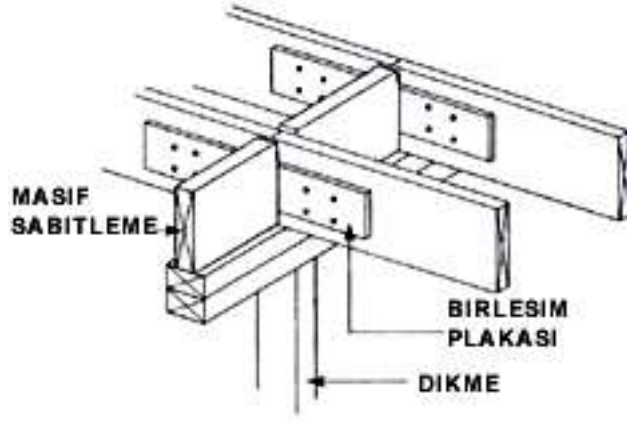
Hafif ahşap sistemde 2 tip uygulama yöntemi vardır:

Köşegen köprüleme: Bu yöntemde kirişlerin arasına yerleştirilen köşegenler ahşap ya da çelik yapılabilir. Kalın çelik çubuklar, daha stabil ve bükülmez maları için "V" şeklini getirilerek kullanılırlar. Çelik köşegenlerde her parça için bir çivi kullanılır ve kesme işi madde için uygulanması en çabuk yöntemdir. Ahşap köşegenleri ise kirişler arasına, tam uyumları için dışarı çıkılarak yerleştirilir ki bu hem zahmetli bir iştir hem de zamandır.



Şekil 4.13 Ahşap Kirişlerde Köşegen Köprüleme [27]

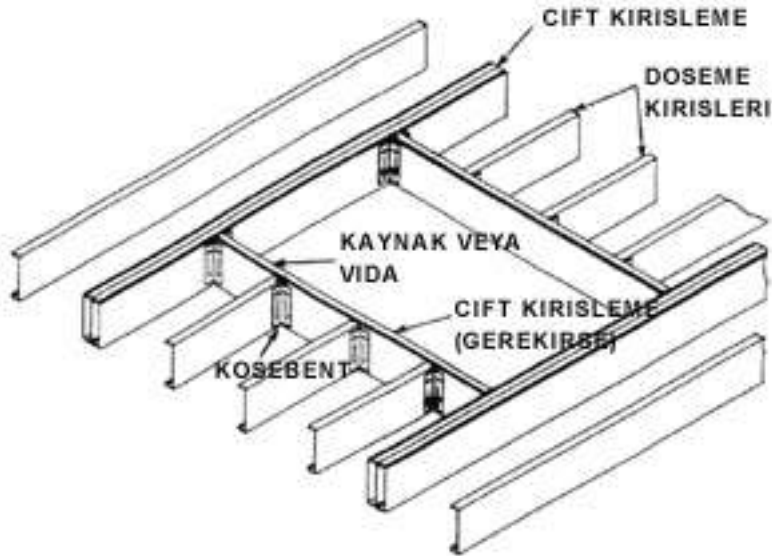
Masif sabitleme: Bu yöntemde de hafif çelik sistemde olduğu gibi sabitlenecek kirişlerle aynı yükseklikte parçalar, kirişler arasına dışarı çıkılarak sıkıştırılır ve tutturulur.



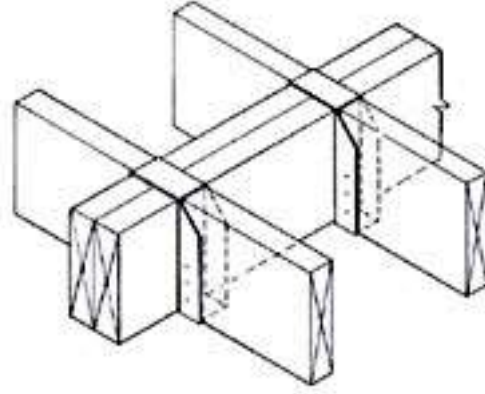
Şekil 4.14. Ahşap Kiriş erde Masif Sabitleme [23]

4.2.5 Döşeme Boşukları

Genel olarak, merdiven, baca ve şömineler için döşemede boşluk bırakılması gerekir. Döşemede boşluk bırakılması kirişlerin boşluk kenarlarında kesilmesi gerektirir ki bu da döşeme iskeletini oldukça zayıfladır. Bu zayıflamayı telafi etmek için kesilip kısıtlanmış kirişler, ters yönde atılan çift kirişlere yaslanırlar. Boşluğun diğer iki ucuna da kısıtlanmış kirişlerin ardından çift kirişleme yapılır. [23, 20, 18]



Şekil 4.15. Hafif Çelik Sistemde Döşeme Boşluğu [18]

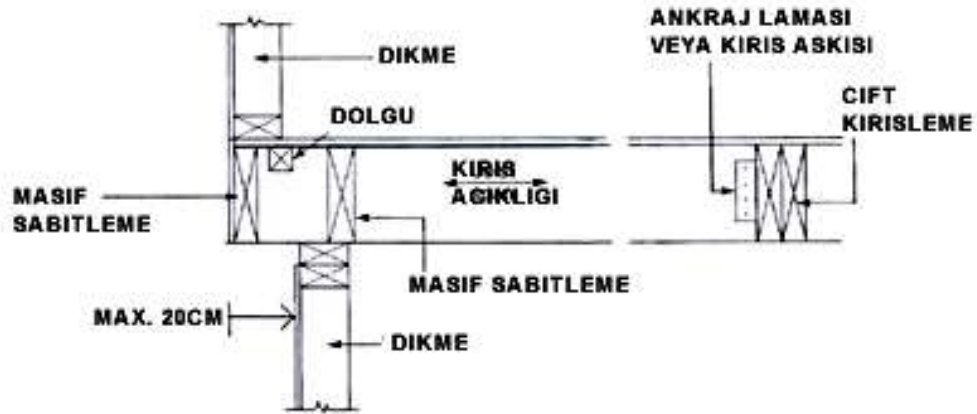


Şekil 4.16. Geniş Ahşap Sistemde Döşeme Boşluğu Kenarı Çift Kirişleme [23]

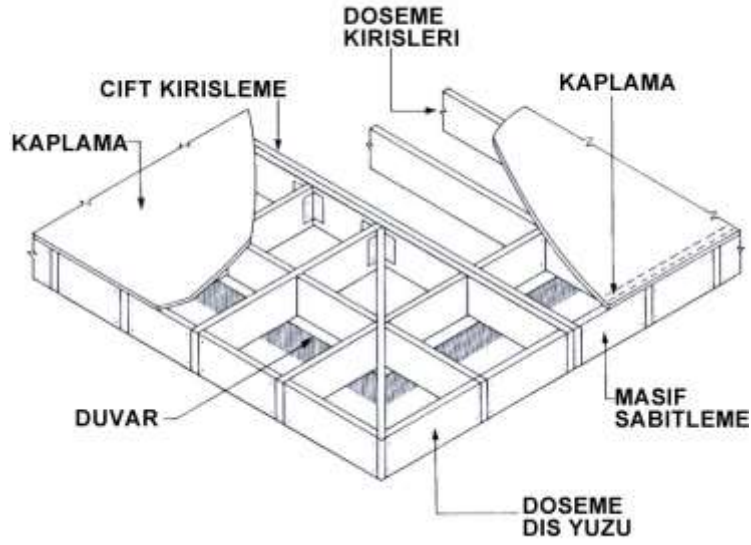
4.2.6 Konsol Döşemeler

Her iki sistemin de, malzeme özelliklerinden kaynaklanan, esnek, hafif ve stabil d maları paradedinde, gerektiğ yerlerde döşemede konsollar yapılabilir. Çatı strüktürünün açıklığına ve ağırlığına, duvar kaplamalarına ve döşeme kirişlerinin boyut ve açıklıklarına bağlı olarak çkma uzunluğu farklılaşabilir.

Alt ve üst katlarda farklı kalınlıkta kapama malzemeleri kullanıldığında, kesitin düşey düzlenimi devam ettirmek için nispeten küçük çkma ar kullanılabilir. Şekil 4.17 de geniş ahşap sistemde bu kesit görülmektedir. Bu uygulamaya köşe kesitinde gerekli olduğunda, döşeme kirişlerinin şekil 4.18 deki gibi kesilmesi gerekir ve dış köşeyi taşımak için konsol köşe kiriş eklenir.[23, 8, 20]



Şekil 4.17. Geniş Ahşap Sistemde Küçük Çkma [23]

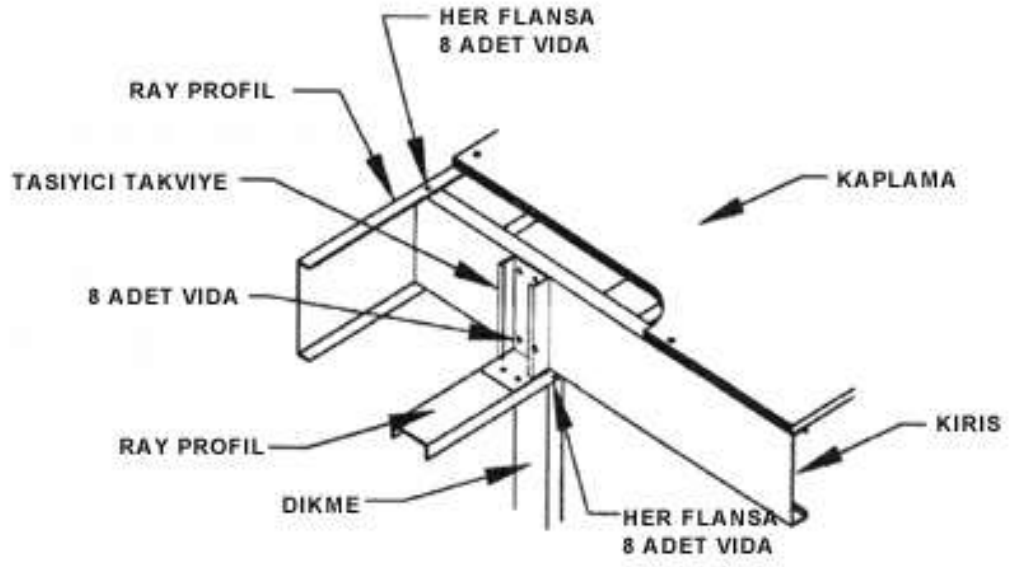


Şekil 4.18. Gelişmiş Ahşap Sistemde Köşe Konsol Noktası [23]

Bu yöntemde kirişlerin yönünü değiştirmek, plaka malzemelerinin ve döşeme kaplamasının tespit edilmesini etkiler ve konsol kirişlerinin arasında ek parçaları gerektirir.

Geniş çıkmalar yapmak da mümkündür, ancak döşeme strüktüründe düşebilecek fazla gerilmeleri önleme gereği de gözönüne alınarak, tasarlanmasında buna dikkat etmek gerekir.

Hafif çelik sistemli konutlarda, iki katlı bir binanın ikinci veya tek katlı bir binanın birinci katında, konsol uzunluğu 61cm'yi geçmemelidir. Bir kat döşeme ve çatıyı taşıyan konsollar, 61cm'yi geçmemek ve tüm konsol kirişlerinin çift olarak yapılması durumunda uygulanabilir. Hafif ahşap sistemli konutlarda bu mesafe, kirişin total uzunluğunun dörtte birini geçmesi şeklinde sınırlandırılmıştır.[20]



Şekil 4.19. Hafif Çelik Sistemde Ara Kat Konsol Döşemesi [20]

4.3 Duvarlar

Duvarlar mekânları sınırlayan düşey elemanlardır. Oluşturdukları malzeme tipi ve burların uygulanma metodlarına göre farklılık gösterebilirler. İş ev ve konutlarına göre aşağıdaki şekil de sınıflandırılabilir;[25]

-İç ve dış duvarlar

-Taş yığdan ve demeyan duvarlar

-Tek tabakalı veya çok tabakalı duvarlar

Her iki sistemde de, hem iç hem de dış duvarlar, yük taşıyan duvarlar dâbılırler. Yük taşıyan duvarlar, binanın ağırlığını çekerler ve aynı zamanda da yatay rüzgar ve deprem kuvvetleriyle çatı ve döşemelerin meydana getirdiği aksiyel yüklerin etkisi altındadırlar.

4.3.1. Dış Duvarlar

Her iki sistemde de dış duvarlar; strüktüre etkiyen sabit ve hareketli yükleri taşıma ve burları temellere iletilme görevlerini üstlenirler. Dış duvarlarda dayanıklılık temel gereklilik dâmla birlikte, burların aynı zamanda kapama malzemelerinin uygulanabilmesi için uygun zemini de oluşturması gerekir.

Bina konfor şartlarının sağanabilmesi için dış duvarlarının ısı ve buhar geçirgenlik performansıyla ilgili gerekli özellikleri taşıması, burlara ek olarak da yangına dirençli ve iç yüzeylerinin dâmleri dağıtıcı özellikte dâması gerekir. Yangına dirençli dâma gerekliliği, strüktürün ayakta kalmasıyla ilgili dr. En önemli nokta yük taşıyan dış duvarların taşıdığı döşemeyle eşit yangın direnç göstermelerinin sağanması dr.[26]

Dış duvarlar iki kısımdan oluşurlar;

- Yük taşıyan iskelet duvar
- Dış kapama

Dış kapama; ağır bir bileşen olarak bağımsız şekil detemeller tarafından, ya da hafif bir bileşen olarak sistemin bileşenlerine tutturulmuş şekilde, iskelet sistem tarafından taşıabilir.

4.3.2 İç Duvarlar

İç duvarlar, yük taşıyan ya da taşımayan duvarlar dâbilirler. Yük taşıyan iç duvarlar aynı zamanda strüktürün rüzgar kuvvetlerine karşı göstermesi gereken dirence de yardımcı durlar.

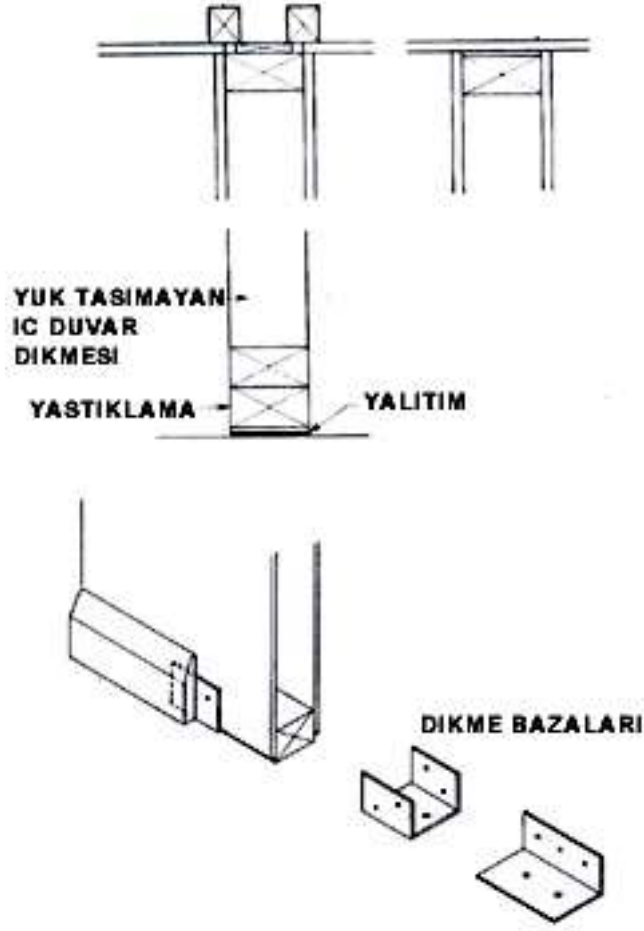
Yük taşıyan iç duvarların dış duvarlarla aynı yangın direnirli özelliklerini taşımaları gerekir. Isıtılan ve ısıtılmayan hacimleri ayırmadıkları sürece, ısı yalıtımına dair herhangi bir koşulu sağlamaları gerekmez, fakat bitişik odalar arasında ses yalıtımı sağlanması önemlidir. [26]

Uygulamada, yük taşıyan ve taşımayan iç duvar konstrüksiyonlarında çok fazla farklılık yoktur. Yük taşımayan duvarlarda daha küçük kesitte dikmeler kullanılabilirken, imalat kolaylığı ve detaylarda standart zasyon sağlanabilmesi için aynı kesitler kullanılır. [18, 28]

Dış duvarlardaki yastıklama ve kasnak giriş kullanımı iç duvarlarda da kullanılması uygun olan bir uygulamadır. Bu uygulamayla her kat içinde aynı yükseklikte dikmelerin kullanılması ve girişlerin ve merteklerin yük taşıyan iç duvarlardaki dikme yerleşimine bağlı kalmadan yerleştirilmesi nedeniyle sağlanır. Döşeme plâğıyla arada nitelikleri iyileştirilmiş bir tabaka döşemesi ve yalıtım, bitmiş döşeme yüzeyinden sonra duvarlara masif bir taban sağlanması amacıyla, yük taşımayan iç duvarların altlarına da yastıklama yapılır. Yastıklama yerine konduktan sonra iç duvarların yerleştirilmesi ve sabitlenmesi de çok basittir.

Yük taşıyan iç duvarlar, temelleri, döşeme girişlerinin ya da direkt olarak yine yük taşıyan duvarların üstünde konumlandırılmalıdır. İç duvarlar dış duvarlarla aynı şekilde, 40-60 cm aks aralıklı dikmeler ve gereken noktalarda ahşap sistemde boyunduruk dedilmiş dikmeler arası stabilite çubuklarıyla desteklenir. [23, 20]

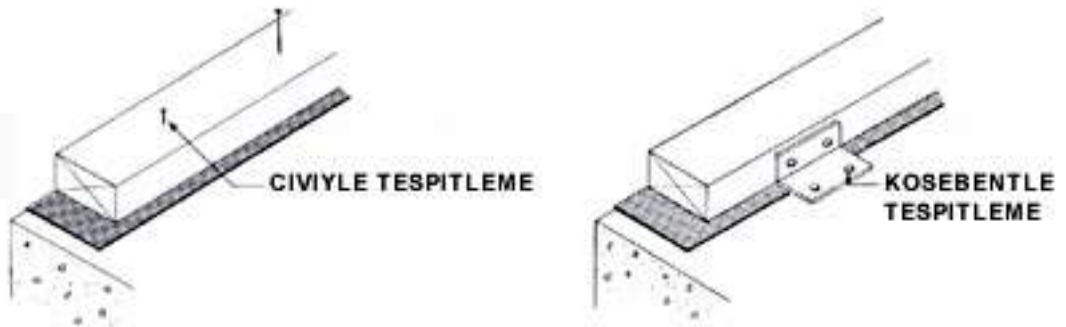
Yük taşımayan iç duvarlar, ana iskelet ayağa kaldırıldıktan sonra yerlerine yerleştirilir bu nedenle boyutsal olarak derinliği hazırlandıkları gerekir. Kesme işini azaltmak ve tavarlarla hizalamayı kolaylaştırmak için, yük taşımayan iç duvarlar, yükseklikleri olması gerekenden daha kısa yapılarak, duvarın üstüyle girişlerin alt kısmı arasında kalan boşlukları doldurularak bir malzemeyle doldurulabilir.



Şekil 4.20. Gelişmiş Ahşap Sistemde İç Duvar Birleşimleri [23]

4.3.3 Yastıklama

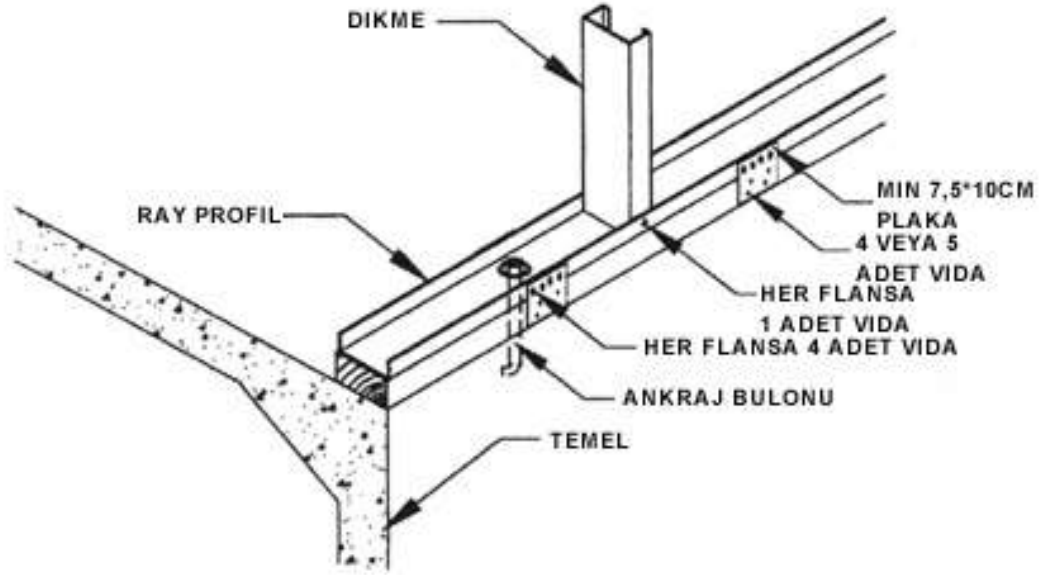
Yastıklama, üst yapının üstünde kurulu acağı, teraziisinde ve düzgün yerleştirilmiş bir taban dır. Bu temel işevinin yanında zemin kat kirişeri ve döşeme paneleri için sabitleme yüzeyi teşkil eder ve beton zemin kat döşemesinin üstüne doğrudan tespit edilmiş durumlarda aradaki yalıtımı da korur.



Şekil 4.21. Yastıklamanın Beton Rak Döşemeye Tespit Edilmesi [23]

Beton plak, ahşap yonga levha ya da kontrplak panellerle zemin kat döşemesi düştürüldüğünde, duvarların alt başlığını bitmiş döşeme seviyesinin üstünde tutarak iç duvar kaplamalarının bu alt başlığa tutturulmasına olanak vermek için, yastıklamanın kalınlığına izdasyon ve döşeme panelinin toplam kalınlığına göre karar verilir. [29]

Yastıklama yapmanın iki amacı vardır; konstrüksiyon sırasında duvar panelleri düzgün yerleştirilerek, üst yapının montajında kalıpgibi kullanılmasına olanak vermek ve binanın andiktan sonra rüzgar yüklerini temellere aktarmak.

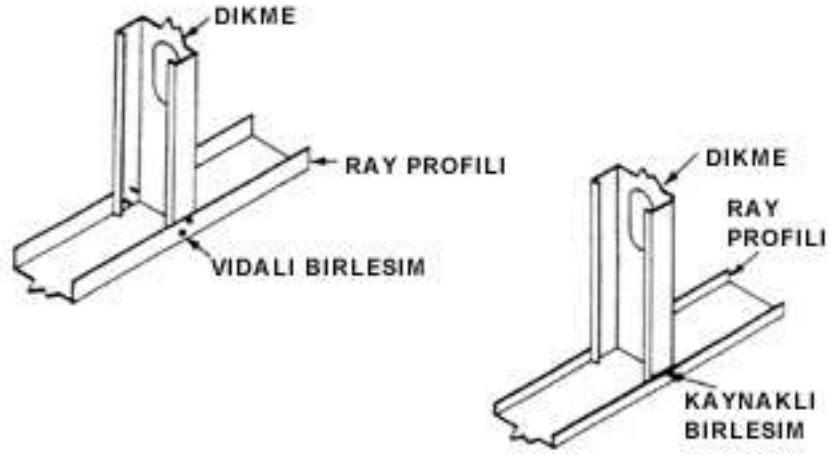


Şekil 4.22 Hafif Çelik Sistemde Yastıklama Alt Ray Birleşiminin [20]

Zemin kat döşemesinin şaplı beton döşeme yapılması durumu hariçinde, yastıklama yapmama da mümkündür. Fakat bu durumda, yukarıda anlatılan işlemlerin tümünün, ayrı yastıklamada olduğu gibi koruyucu işlemlerden geçirilmiş olması gereken, alt taban tarafından sağlanması durumu ortaya çıkar. Yastıklamanın atlanması aynı zamanda duvar panellerinin düzgün şekilde yerleştirilmesi ve sabitlenmesi işini daha zorlaştırır ve aralyatımın hasarları karşısında zedelenmesi ihtimalini de artırır.

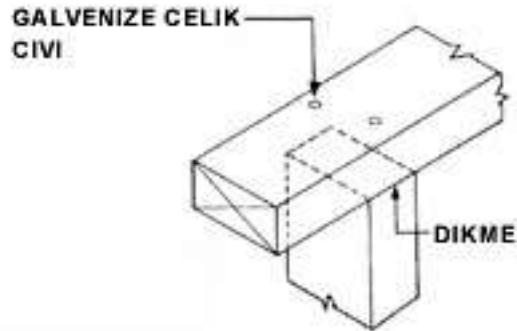
4.3.4 Dikmelerin Yerleşimi

Dikmelerin meydana getirdiği iskelet, duvarların yük taşıyan kısmıdır. Dikmeler genel olarak, aksın aksa 40 veya 60 cm aralıklarla yerleştirilir. Dikmeler; düşeyde etkiyen hareketli ve sabit yükleri duvarın üstünden alt başlığa ve sonra da temellere aktarırlar, duvar yüzeyine etkiyen yanıl yüklerle karşı dururlar ve iç kaplamaların ve dış giydirme malzemelerinin, duvar kayıtlarının tutturulabilmesi için karkas teşkil ederler.[30,23,20]



Şekil 4.23 Hafif Çelik Sistemde Dikme At-Üst Ray Birleşimi [18]

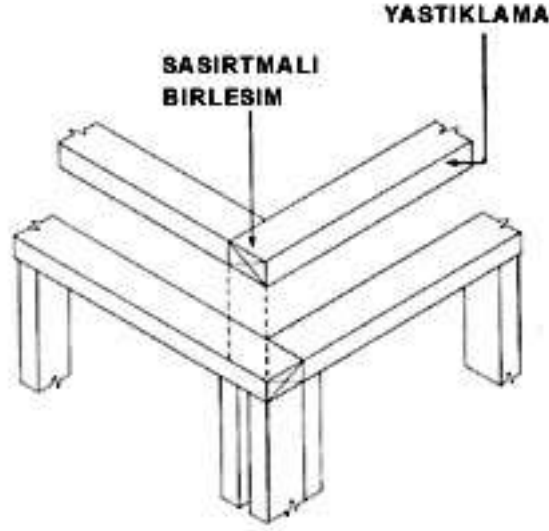
Duvar panellerinin alt ve üst başlıkları, dikmelerle aynı kesitte dururlar ve her birleşim noktasında dikmelere iki yönlü sabitlenirler. Şekil 4.24 de bu birleşim görülmektedir.



Şekil 4.24 Gelişmiş Ahşap Sistemde Dikme At-Üst Başlık Birleşimi [23]

Duvar kaplamaları için gereken alt ve üst nokta birleşimleri alt ve üst başlıklardan yapılır. Eğer üst kat döşemesi ikinci başlık girişinden madan doğrudan dikmelerin üst başlığına oturtulursa, girişlerden ya da merteklerden aktarılan düşey noktasal yükler, yatamda arak dikmelerin üstünde ya da dikme aksından, dikme kalınlığından çok daha az mesafeye, oturtulmuş demelidirler. Çift başlık kullanmak, döşeme girişlerinden ya da merteklerden gelen normal yüklerin, dikmelerin arasındaki noktada da dağıtılarak aktarılabilmesine olanak sağlar. Şekil 4.25 de dikme, üst başlık ve üst katın yastıklaması birleşimin görülmektedir.

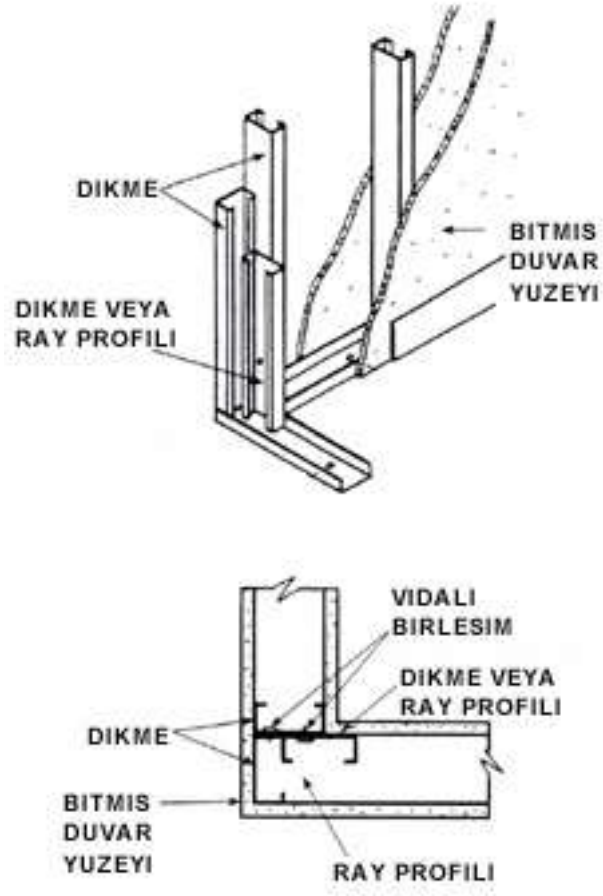
Yük taşıyan duvarlarda dikmeler, girişlerle aksları birbirine denk gelecek, çerçeve oluşturacak şekilde, merteklerle ya da makaslılarda, aksları birbirinden en fazla 19 mm farklılaşabilecek şekilde yerleştirilmelidir.



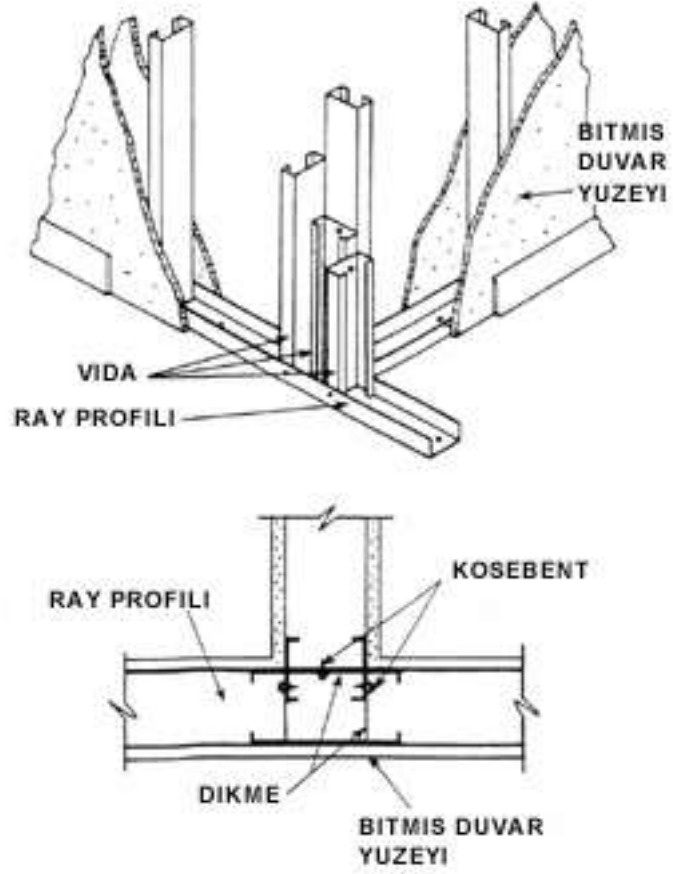
Şekil 4.25. Gelişmiş Ahşap Sistemde Dikme- Üst Başlık- Yastıklama Birleşimi [23]

4.3.5 Köşe ve Kesişim Noktalarının Düzenlenmesi

Gerek gelişmiş ahşap gerekse hafif çelik sistem için aynı prensipler söz konusudur. Köşe noktalarında en az 3 dikme gerekir ki böylece hem iç hem de dış kaplamaların sabitlenebilmesi için gerekli yüzeyler elde edilmiş olur. Kesişim noktalarında ise en az 4 dikmeye gerek vardır. Bu 4 dikmeye, hem kesişimin olduğu noktada kesişen iki duvarın dikmeleri birbirini karşılamış, hem de kenarlarıdaki iki dikmeye devam eden duvarların aksları şaşmamış olur. [20, 27]

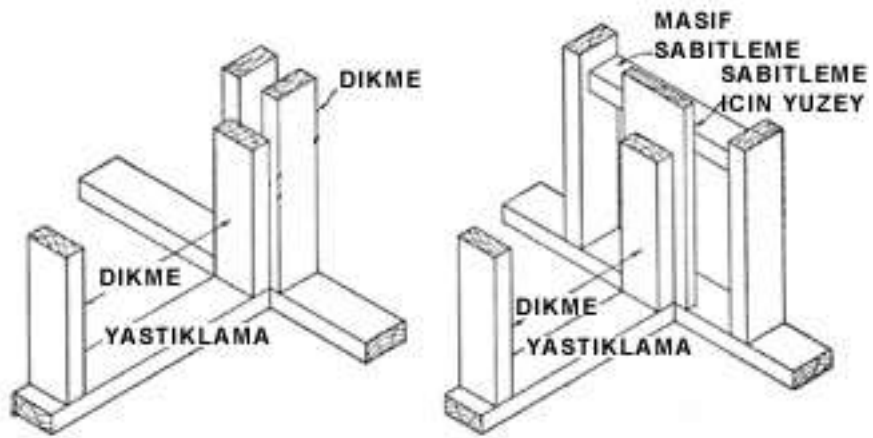


Şekil 4.26 Hafif Çelik Sistemde Köşe Düzeltilmesi [18]



Şekil 4.27. Hafif Çelik Sistemde Kesişim Noktası Düzenlenmesi [18]

Gelişmiş ahşap sistemde hafif çelikten farklı bir yöntem daha uygulanabilir. Bu yöntemde dikmeler arası masif sabitleme parçası ve ek bir latta yardımıyla kesişim noktası oluşturulur. Böylece kesişen duvarın yeri de dikme aksarından bağımsızdır.



Şekil 4.28. Gelişmiş Ahşap Sistemde Kesişim Noktasının Düzenlenmesi [27]

4.3.6 Duvarların Desteklenmesi

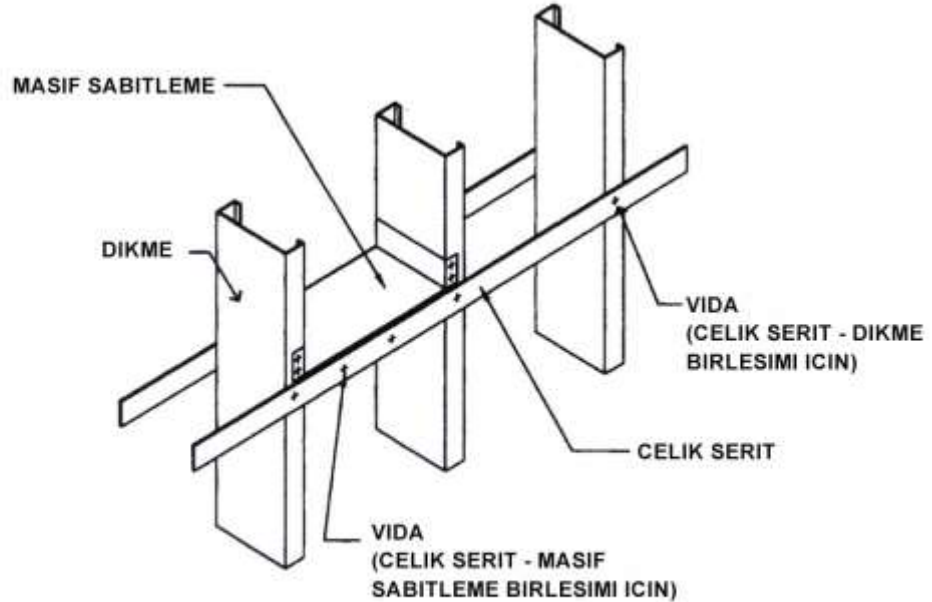
Duvarlarda destekleme iki farklı konumda kullanılır. Döşeme kirişlerinde yapılan uygulamaya benzer şekilde dikmeler arasında dikmeler desteklemeyi çinve duvar panelinin bütününde duvarı tekil bir eman d arak desteklemeyi çin

4.3.6.1. Dikmelerin Arasında

Gerek gelişmiş ahşap gerekse hafif çelik sistemde yük aktarımında önemli rd üstlenen dikmelerin burkulma ve sehimvermelerini engellemeyi çin desteklenmeleri gerekir.

Hem gelişmiş ahşap, hem de hafif çelik sistemde, dikmelerin aralarına, yüksekli ğ n orta noktasında, döşeme kirişlerinde de yapıld ğ i şekilde masif sabitleme yapılabilir. Hafif çelikskeletal sistemde bu işemi çin kullanılan eman, alt ve üst başlık d arak kullanılan ray profil parçaları d abilir. Gelişmiş ahşap sistemde ise 5x10 standart kesitte ahşap parçaları kullanılır ve bu işem geleneksel sistemde boyunduruk adı verilen parçalarla yapılan desteklemeye eşdeğer dr.[20, 31, 23]

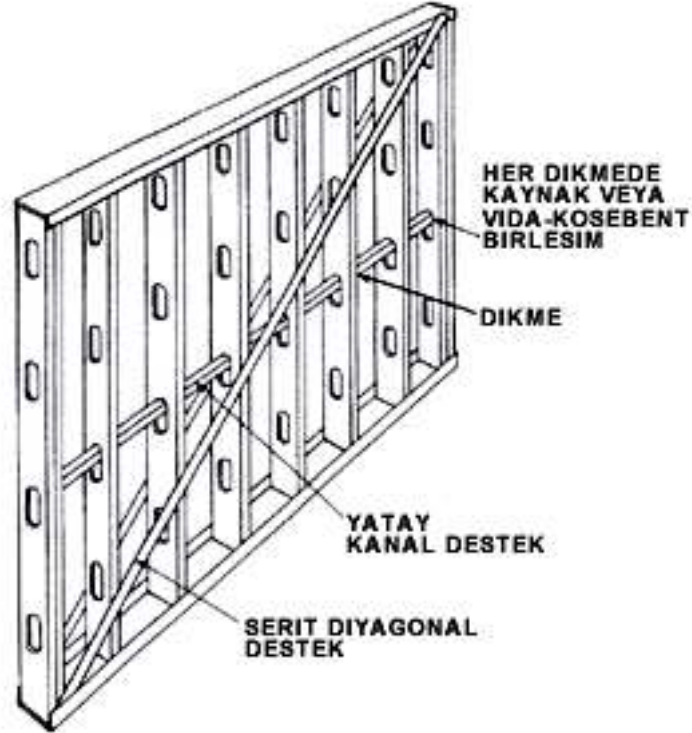
Gelişmiş ahşap sistemden farklı d arak, hafif çelikskeletal sistemde, duvar uzunluğu boyunca, yine yüksekli ğ n orta noktasında, yatay çelik şeritlerin dikmelere tek tek sabitlenmesi şeklinde yapılabilir. Bu çelik şeritlerin boyutları 38x0,84 mm d maldır. Bu yöntem masif sabitlemeye birlikte de uygulanabilir. [18]



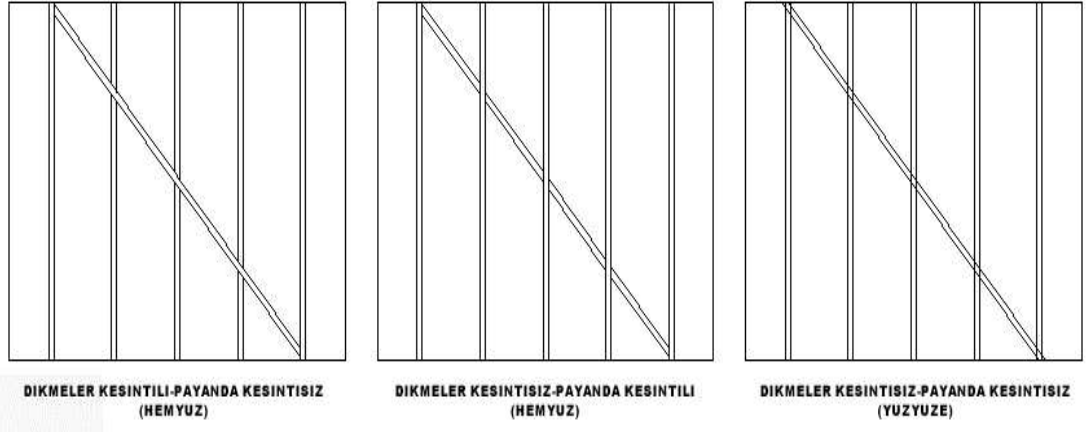
Şekil 4.29. Hafif Çelik Sistemde Masif Sabitleme ve Çelik Şeritler [18]

4.3.6.2 Duvar Bütününde

Gerçekleşmiş ahşap gerekse hafif çelik sistemde dikmelerden ayrı olarak duvar bütününe de yanıl kuvvetlere karşı desteklenmesi gerekir. Bu işem geleneksel sistemde de payanda adıyla uygulandığı şekilde, di yagonallerle yapılabilir. Di yagonal er duvarda farklı şekillerde yerleştirilebilirler. Bu yerleşim şekilleri şekil 4.30 da şematik olarak verilmiştir. Hafif çelik sistemde ahşaptan farklı olarak duvar dikmelerinin bütününde varda n hazır delikler desteklemenin yerleşimi için kullanılabilir. Şekil 4.31 de ise hafif çelik sistemli duvarda desteklemenin bu şekildeki yerleşimi görülmektedir. Duvar bütününde diğer bir destekleme ise dikmelere sabitlenen panel malzemelerle sağlanır. Bu konuya duvar kaplamaları kısmında taşıyıcı kaplamalar başlığıyla değnil ecektir. [4]



Şekil 4.31. Hafif Çelik Sistemde Duvarın Desteklenmesi [18]



Şekil 4.30. Duvar iskeleti içinde payanda yerleşimi

4.3.7. Duvar Boşlukları

Yük taşıyan duvar panellerinde açıklık kurgusunda, diğer sistemlerden de bildiğimiz Lento adı verilen, boşluğun düşey aktarımlarına engel olduğu yükleri yan dikmelere ve kısaltılmış dikmelere aktarmaya görevini üstlenen taşıyıcı elemanlardır.

Kısaltılmış dikmelerin sayısı, açıklığın boyutlarına ve Lento tarafından aktarılan yüklerle bağlı olarak değişir. Duvar panelinin üst başlığına aktarılan herhangi bir düşey yükün madde durumları, Lento açıklıkların kurgulanabileceği tek özel durumdur.

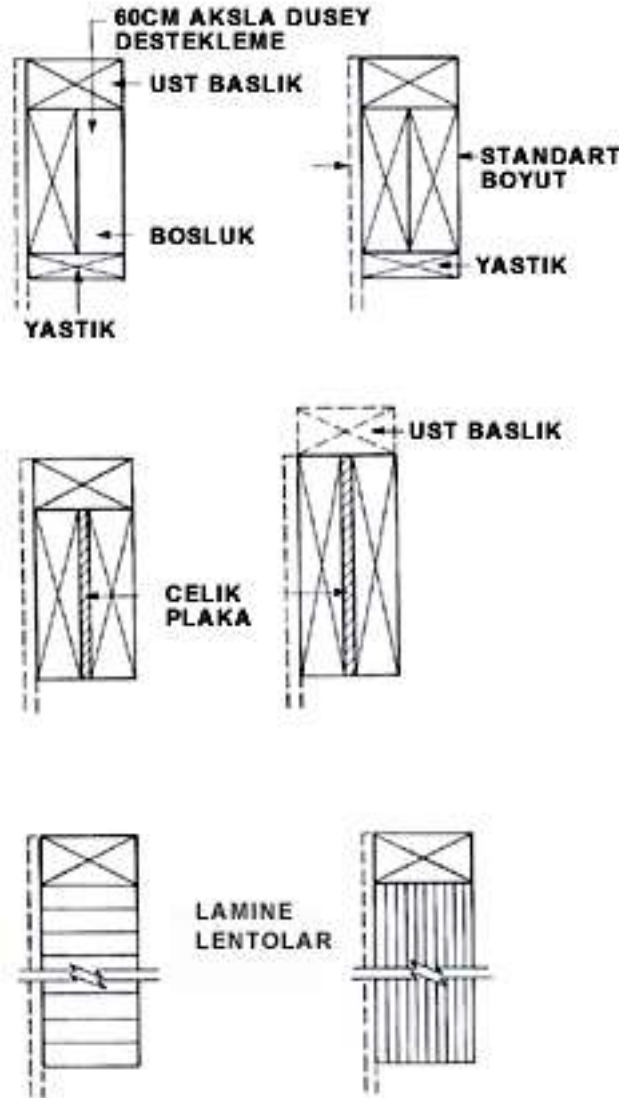
Açıklık genişliğinin, mümkün olduğu sürece, yapısal gridin katları şeklinde seçilmesi tercih edilir bir uygulamadır. Açıklıkların gride uyumsuz olarak üst üste olduğu durumlarda ek taşıyıcı dikmelere ihtiyaç duyulur ve diğer bileşenlerde de malzeme firdeleri ortaya çıkar. Bu durumda, ek taşıyıcı dikmelere bakılmaksızın, diğer devam eden dikmeler, aks aralıkları değiştirilmeden gride uyumlu şekilde yerleştirilerek duvar tamamlanır ki böylece kapı ve pencereler, duvar kayıtları gibi bileşenlerin düzenli aks aralıklarına sabitlenmesine de devam edilebilir [20, 23]

90 cm'lik kapı açıklıkları gibi, modüler olmayan açıklıkların yapılması gerektiği durumlarda, açıklığın bir kenarının taşıyıcı gride aksının bir kenarına denk getirilmesi tercih edilir ki bu şekilde en az sayıda ek dikme kullanılması sağlanır.

Üst katta, aks altındaki açıklığın aksından kaymış açıklıklar, zemin kat açıklığındaki Lento ara aşırı yük aktarılmasına neden olabilir. Bu gibi durumlarda gelişmiş ahşap sistemde lamine veya nitelikleri geliştirilmiş aşıp an, hafif çelik sistemde de ddu gövdeli profillerden yapılmış Lento ara gerek duyulur. Kesin gerilmelere statik hesaplamalar sonucunda karar verilmesi gerekir.

4.3.7.1. Gelişmiş Ahşap Sistemde Lentolar

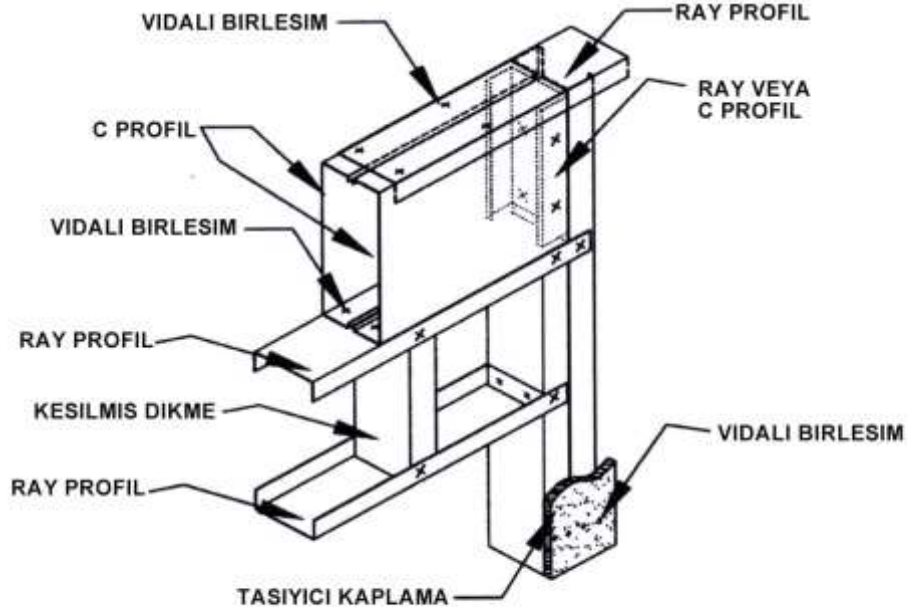
Reçineli yumuşak ağaçlardan yapılmış lentolar, konutlarda sözkonusu dâbilecek yükler ve açıklıkların çoğu için yeterlidir. Standart kapı yüksekliğine uymak için döşeme kaplamasıyla lentonun alt kısmı arasındaki mesafe, 210 cm olarak alınır. Lentonun boyutlarına bağlı olarak alt kısmında, düğün demarlarına ihtiyaç duyulabilir. Lentonun nasıl dâcağına, düğün yayılı, kombi ne düğün yayılı ya da noktada sabit yükler e, açıklığa, gerekli boyutun elde edilememesi ne ve ahşap türüne bağlı olarak karar verilir. [23, 31]



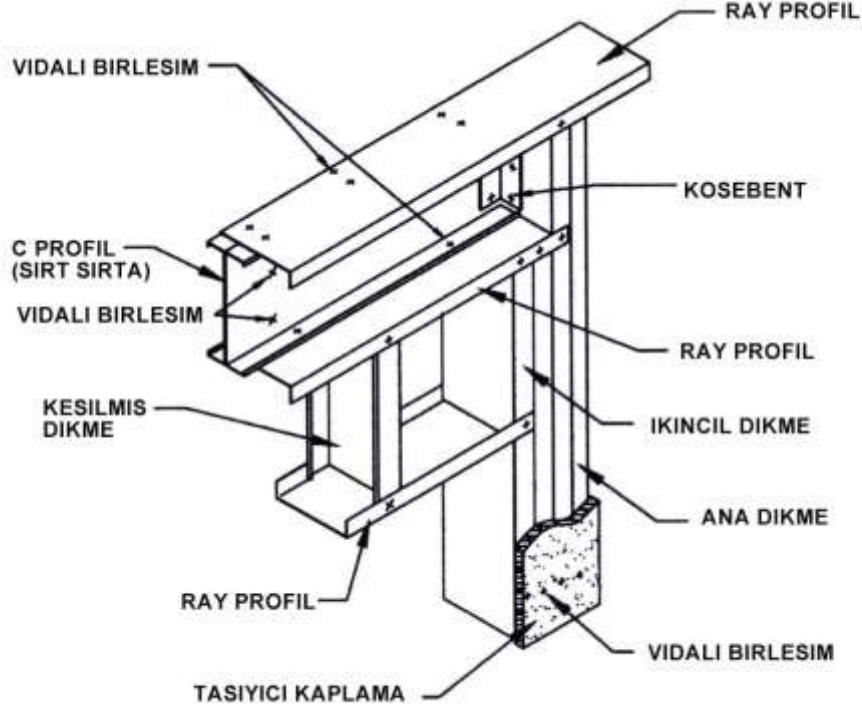
Şekil 4.32 Gelişmiş Ahşap Sistemde Lento Kesitleri [23]

4.3.7.2 Hafif Çelik Sistemde Lentolar

Hafif çelik sistemde lentolar, iki eşit boyutta c profil den meydana getirilirler. Bu iki profilin sırt sırt ya da kutu şeklindeki birleşimi sonucu iki farklı lenti oluşturulabilir. C profiller her iki şekilde de bir araya getirilirken alt ve üst kısımlarına dikmelere de kullanıldığı şekliyle alt ve üst raya gereksinim duyar.[18,20]



Şekil 4.33. Hafif Çelik Sistemde C Profillerin Kutu Şeklinde Birleştirilmesiyle Oluşturulan Lenti [20]



Şekil 4.34. Hafif Çelik Sistemde C Profilinin Sirt Sirta Birleştirilmesiyle Oluşturulan Lento [20]

4.3.8 Duvar Kaplamaları

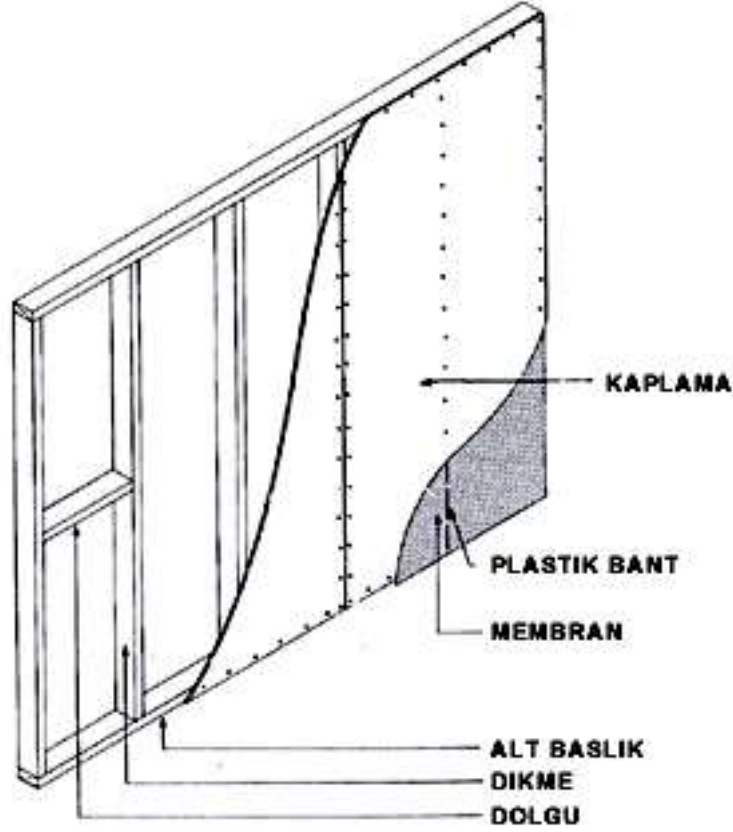
Gerek hafif çelik, gerekse genişniş ahşap iskelet sistemde duvar kaplamaları üç farklı konum ve prensipte uygulanır. İskelet çerçevesinin tamamının masasının hemen ardından taşıyıcı kapama yapılır. Bu kapama hiçbir zaman görünen bir yüzey teşkil etmez, en önemli görevi, isniyle bağdaşır şekilde sistemin taşıyıcılığına katkıda bulunmasıdır. Daha sonra dış duvarların sadece iç, iç duvarlarınsa her iki yüzdeleri iç kapama malzemeleriyle kaplanır. Bu kapama, iç mekamların bitniş yüzeylerini d uş tur ur. Son kapama ise, binanın dış birniş yüzeylerini d uş tur an kaplamadır. Bu kapama binanın dışarıdan g y d r i l m e ş e k l i n d e d e y o r u n t a n a b i l i r. [20, 23]

4.3.8.1 Taşıyıcı Kaplamalar

Taşıyıcı kapama; rüzgar yükü gibi yanal kuvvetlere karşı gerekli yüzeysel mukavemeti sağ ayarak, rüzgarın taşıyıcı iskelete etkisini azaltır, Duvar büt ününün bu yanal kuvvetlere karşı desteklenmesini sağlar. Ayrıca bitniş yüzey kaplamaları uygulanmadan önce, iskeletin hızlı bir şekilde dış etkerlere kapanmasını da sağlar. Uygulanı z d a s y o r l a r ı ö r t e r, k o r u r v e n e m b a r i y e r i, y a ğ m u r e t e ğ i b i m a l z e m e l e r i n u y g u n a b i l m e s i i ç i n m a s i f b i r z e m i n d u ş t u r u r.

- İstenen d n s ve boyutl ar da ed l ebl irli ğ
- Kesil me ve sabitlenmesi ri n kd ay d n ası

Taşıyıcı kaplama için sıklıkla kontrplak, yönlendirilmiş ahşap yonga levha (osb), emprenye edilmiş yumuşak lifli levha gibi malzemeler kullanılır. Uygulamada kontrplak 8-10mm kalınlıkta, yönlendirilmiş ahşap yonga levha (osb) ise 8, 9, 11 mm kalınlıkta kullanılabilir. Emprenye edilmiş yumuşak lifli levha, diğer malzemeye göre gerilme kuvvetlerine karşı daha dirençsizdir fakat buna karşın buhar geçirimsizliği daha yüksektir. Normal koşullarda 12mm kalınlıkta darları taşıyıcı kaplama olarak kullanılabilir.(32)



Şekil 4.36. Gelişmiş Ahşap Sistemde Taşıyıcı Kaplama [23]

Taşıyıcı kaplama malzemesi, dikmelere, duvarın çevresi boyunca 150mm ortada ise 300mm aralıkla demarlarla sabitlenirler. Bitmiş dış kaplama uygulanana dek hava koşullarına açık olduklarından, paslanmaz özelliği sabitleme demarları kullanılmalıdır.

4.3.8 İ kaplamalar

Dış duvarlarını, i duvarlarını ise her iki yüzüne uygulanarak, i mekanların bitmiş yüzeylerini düştururlar. Aynı zamanda, her iki sistemiin de yangın direnir ve geçirimsizlik özelliklerinin sağ andığı bişendirir.

İ kaplama malzemesi olarak, d levha, ahşap esaslı mdf gibi paneller, plywood, surla ve imento bağayıcılı surla levhalar ve aynı zamanda ahşap lambri kaplamalar en çok kullanılan malzemelerdir.

4.4 Çatılar

Çatılar, binanın yağmur, kar, rüzgar, sıcak ve soğuktan korunmasını sağlayan tamamlayıcı parçalarıdır. Çatısız bir binaya da binasız bir çatı dâmez. Çatılar, kendi yüklerine ek olarak yalnızca rüzgar ve kar yüklerinden etkilenirler. Ancak atmosfer etkilerine tamamen açıktır.[33]

Çatılar farklı şekillerde sınıflandırılabilir,

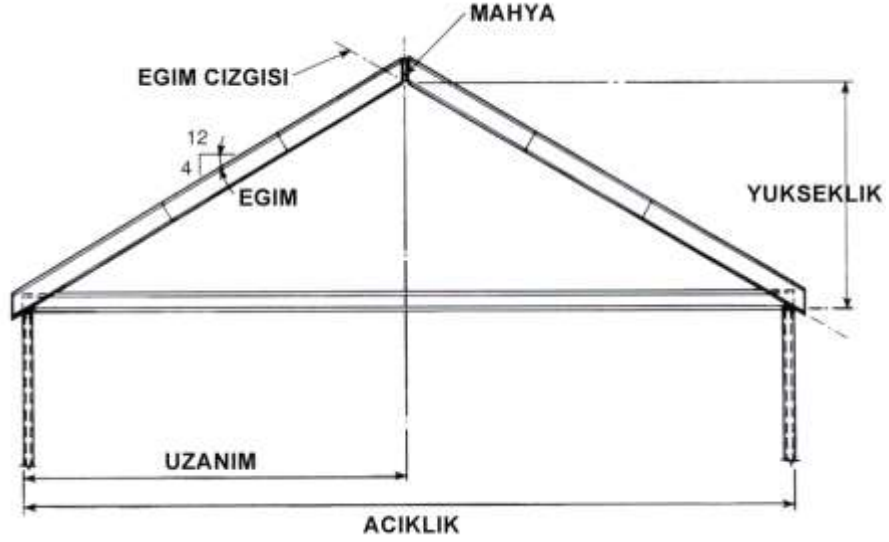
- Dış formuna göre; beşik, düz, kırma, tek eğimli, mansard, şed çatılar
- Eğimlerine göre; dik, az eğimli ve düz çatılar
- Konstrüksiyon sistemlerine göre; durtma çatı, asma çatı, kırma çatılar

Gerçek geleneksel ahşap, gerekse hafif çelik sistemde çatı konstrüksiyonlarında, diğer yapı sistemleriyle karşılaştırıldığında belirgin bir farklılık gözlenmez. Her iki sistemde kurulması çok hızlı sistemlerdir. Bu nedenle çatı sistemlerinin de basit ve çabuk kurulabilmesi için gerekli, bu yüzden de prefabrik çatı elemanları yaygın olarak kullanılır. Prefabrik edilmiş bu elemanlar, makas mertekler, çatı mertekler veya çatı panelleri gibi bileşenlerdir.

4.4.1. Çatı Konstrüksiyonu

Çatı konstrüksiyonunun türüne dârsa dâsun, çatının şeklini ifade etmek ve bileşenlerinin boyutlarını tayin etmek için bazı terimler kullanılır. Buterim, açıklık, uzanım, yükseklik, çatı eğimi ve eğim çizgisidir. Açıklık, bir duvardaki mertek düzleminin dışından diğer duvardaki mertek düzleminin dışına dâ yatay uzaklıktır. Uzanım, mertek düzleminin dışından mahya orta aksına dâ uzaklıktır. Eğim çizgisi; mertek düzleminin dışından mahyaya, merteklere paralel şekilde gittiği varsayılan çizgidir. Yükseklik, eğim çizgisinin mahya orta aksıyla kesiştiği noktadan merteklerin oturduğu düzleme dâ düşey uzaklıktır. Eğim açısı; çatının eğimlik ya da yükseklik/uzanım oranıdır.[6,18]

Çatı konstrüksiyonu formuna dâ bağlı olarak, tavan kirişleri ve mertekler ya da çatı makaslarından oluşur.



Şekil 4.37. Çatıya Ailgli Terimler [18]

4.4.2 Tavan Kirişeri

Tavan kirişerinin, diğer katların döşeme kirişeri ve dikmelerinde olduğu gibi, altlarındaki duvarların dikmeleriyle direkt olarak üst üste gelerek, çerçeve düştürücü şekil de ya da aksları arasında çok küçük sapma toleransıyla yerleştirilmeleri gerekir.

Tavan kirişerinin açıklıkları, kesit boyutları, arataşıcılarının düpedması, çatının kendi ağırlığı, kar ve rüzgar yükleriyle, çatı arasında yaşama ya da depolama hacimlerinin düması ya da düması gibi kriterlere bağlı olarak farklılaşır. Her iki sistemde de bu açıklık değerlerinin, sözkonusu kriterlere göre hazırlanmış tabdardan faydalananarak belirlenmesi gerekir.

Her iki sistemde de tavan kirişerinin diğer katların döşeme kirişerinde olduğu gibi desteklenmeleri gerekir. Kirişerin arasında yapılan destekleme, döşeme kirişeriyle aynı yöntem ve prensiplerle uygulanır.

Hafif çelik sistemde, kirişerin arasında uygulanan desteklere ek olarak kiriş flanşlarının, alt ve üst ayrı olarak ayrıca desteklenmesi sözkonusudur.[20]

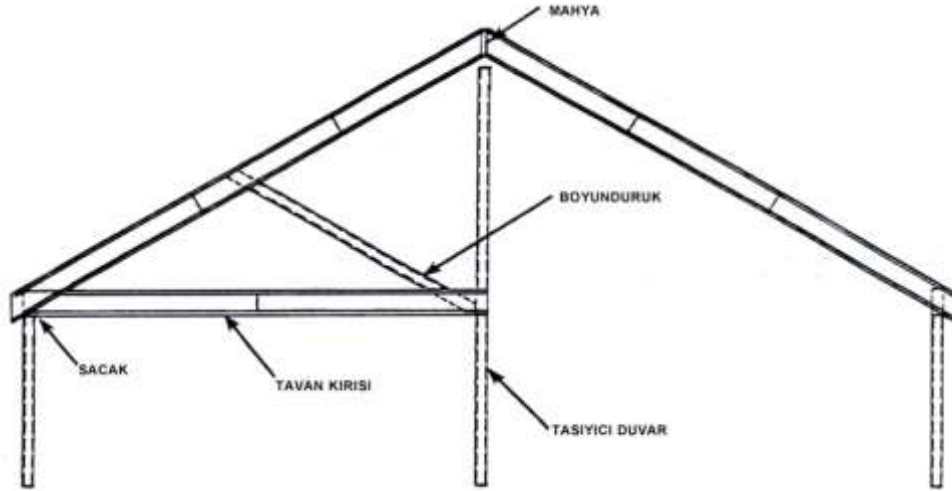
Tavan kirişerinin alt flanşları, alçilevhalının monte edilmesiyle ya da 38*0,84mm kesitindeki çelik şeritlerin kiriş akslarına dik konumda maksimum 1,2m aralıklarla sabitlenmesiyle, yanadarak desteklenebilirler. Alçilevhalı, No.6 vidalarla, çelik şeritler ise her kirişin alt flanşına en az bir tane No.8 vida kullanılarak sabitlenmelidir.

Tavan kirişerinin üst flanşları ise, 0,84mm'lik cprofil, rayprofil ya da 38*0,84mm'lik çelik şeritlerle, kiriş akslarına dik konumda, yanadarak desteklenirler.

4.4.3 Çatı Mertekleri

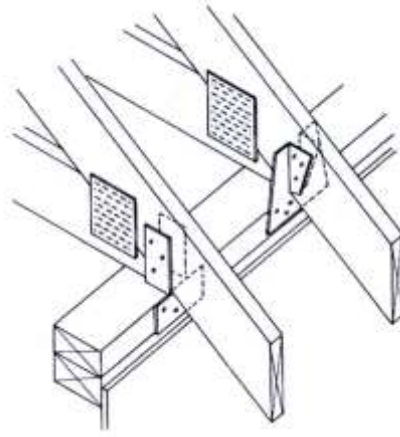
Çatı merteklerinin iskelet sisteminin diğer taşıyıcı elemanlarıyla uyumlu şekilde 40-60cmlik aks aralıklarıyla yerleştirilmeleri gerekir. Mertek yerleşimlerinde de tüm taşıyıcı elemanların çerçeve oluşturacak şekilde üst üste gelmeleri prensibinin korunması gerekir.

Mertek açıklıklarının maksimum değerleri, merteklerini zduşümsel olarak geçtikleri mesafeye göre verilir. Merteklere etkiyen rüzgar yükleri, burlakla eşit zemin kar yükü değerlerine dönüştürülerek hesaplara katılır, bu dönüşümü ise bazı tabdara göre yapılır. Rüzgar yüklerinin çok olduğu bölgelerde ya da mertek kesitlerinin küçültülmek istendiği durumlarda, tavan kirişlerine basan ve mertekleri destekleyen diyağonal diye de adlandırılan eğni dikmeler sisteme eklenebilir. Bu eğni dikmeler, hafif çelik sistemde maksimum 2,4m uzunlukta c profiller, gelişmiş ahşap sistemde ise 5*10cm kesitindeki standart ahşaplardır. Bu dikmeler, makas prensibiyle çalışarak mertek açıklıklarının da küçülmesini sağlar. [23, 20]



Şekil 4.38. Tavan Kiriş Mertek Arası Eğni Dikme [18]

Merteklerin tavan kirişleriyle dış duvarlar arasında bir gerğ/brakma kiriş oluşturacak şekilde birleştirilmeleri gerekir. Şekil 4.39 ve şekil 4.40 da her iki sistem için tavan kiriş - mertek birleşim noktaları verilmiştir.

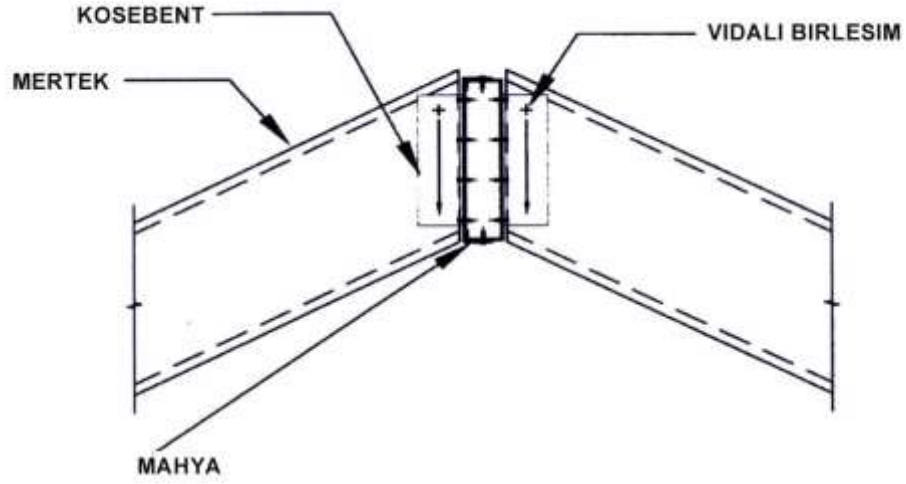


Şekil 4.39. Gelişmiş Ahşap Sistemde Tavan Kiriş-Mertek Birleşimi [23]



Şekil 4.40. Hafif Çelik Sistemde Tavan Kiriş-Mertek Birleşimi [18]

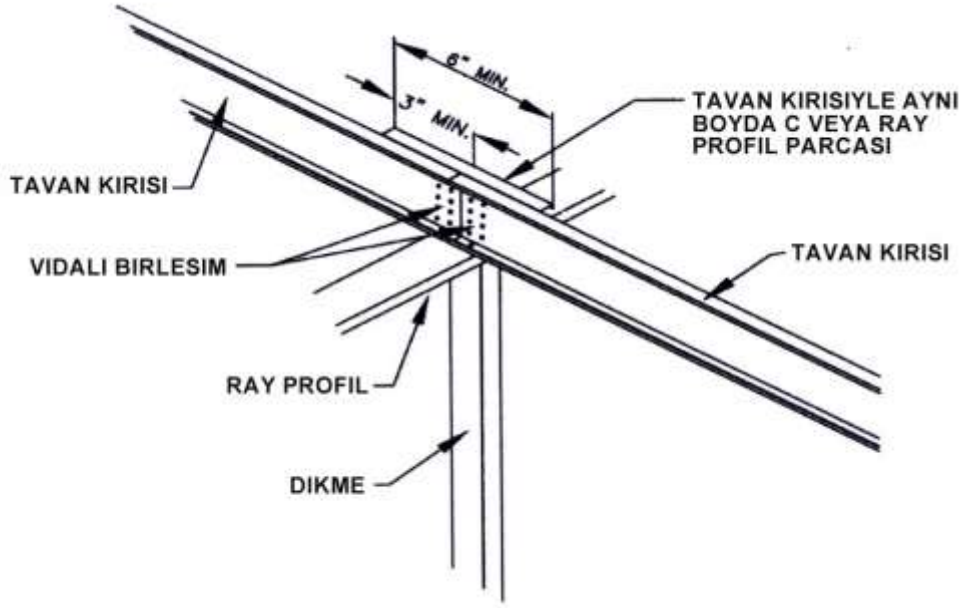
Merteklerin mahya noktasındaki birleşimleri ise, köşebentler yardımıyla sağlanır. Hafif çelik sistemde mahya, bir C profil ile ray profilin ya da iki C profilin yanyana getirilmesiyle oluşturulur. Gelişmiş ahşap sistemde ise genellikle standart du kesitli ahşaplar kullanılır.



Şekil 4.41. Hafif Çelik Sistemde Mahya Noktası Birleşim [20]

Hafif çelik sistemde, genişliş ahşap sistemden farklı olarak, merteklerin alt flanşlarından yanlı olarak desteklenmeleri gerekir. Bu işlemler tavan kirişlerinin üst flanşlarında yapılan desteklemeye aynı prensipler doğrultusunda uygulanır.

Her iki sistemde de merteklerde ve diğer elemanlarda ek yapılması önerilmez. Tavan kirişlerinde, ancak ek noktasının altında taşıyıcı duvar bulunması durumunda ek yapılması sözkonusu dabilir.



Şekil 4.42 Hafif Çelik Sistemde Tavan Kirişi Eki [20]

4.4.4 Çatı Boşlukları

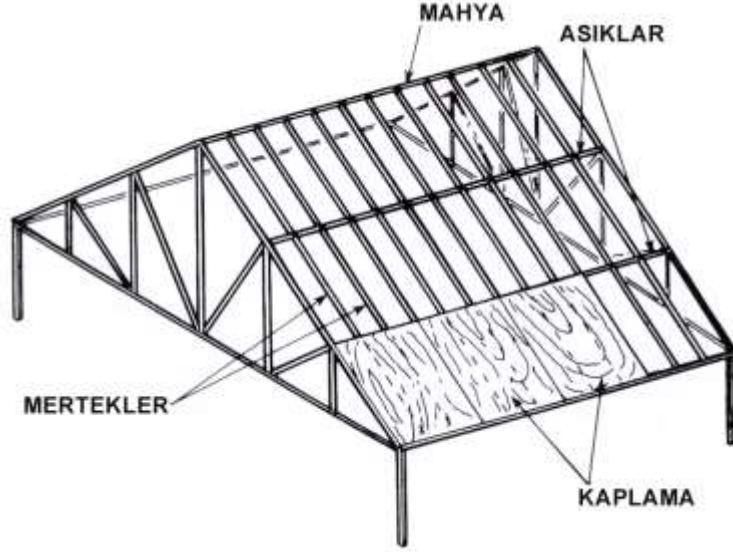
Çatı konstrüksiyonunda boşluklar, döşeme ve duvarlarda yapılan boşluklara aynı prensiplerde yapılır. Açıklığın iki kenarındaki merteklerin çift olması ve diğer iki kenara da kasnak kirişler olarak yine çift mertek yerleştirilmesi gerekir.[23,20]

4.4.5 Çatı Makasları

Her hafif çelik hemde gelişmiş ahşap, çok hızlı süreçleri yapımsistemleri olduğu için çatının duşurulmasında prefabrik monte edilmiş çatı makasları, çabuk ayağa kaldırılmaları, malzeme kullanımında ekonomik dmaları, ve geniş açıklıklar geçebilme nederiyle çok yüksek kullanım oranına sahiptir.

Çatı makaslarının kesit yüksekliği, uygulanan çatı eğimine bağlıdır. Gerek hafif çelik gerekse gelişmiş ahşap sistemde bu yükseklik, yaklaşık olarak binatoplam genişliğinin dörtte biri olarak düşünülebilir.[35]

Çatı makaslarının kullanımıyla binaya aktarılan çatı yükü hafifler. Konut yapılarında kullanılan çatı makaslarının çoğu, vinç gibi aletlere gerek dmaksızın salt insan gücüyle taşınabilecek ağırlıktadır. [18,19]



Şekil 4.43. Çatı Makası Örneği [18]

Çatı makasları, alt üst çubuklar ve di yagonel l erden oluşur. Üst çubuklar, mert ek görevi üstlerirken, alt çubuklar i set avan kiri ş erine karşılık gelirler. Di yagonel l er ya da gövde çubukları da destek görevi üstlerirler.

4.5. Sistemlerin Değişik Uygulama Yöntemleri

İki sistemin avantajlı ve dezavantajlı oldukları noktalar doğrultusunda, farklı şekillerde optimum çözümlerini sağanabilmesi için, tek bir binanın yapımında farklı farklı kısımların kurgulanmasında birlikte kullanılmaları da söz konusu olabilir. [6]

Bu tip uygulamalarda, dış duvarlar, döşemeler ve çatı gelişmiş ahşap sistemle oluşturulup iç hacimlerde hafif çelik beme duvarların kullanılması ya da tümü ç ve dış duvarların hafif çelik sistemle oluşturulup, döşemelerde ahşap kullanılması gibi terdiler yapılabilir. Uygulanacak projeye, uygulamanın yapılacağı yer ve iklim koşullarına da bağlı olarak, daha pek çok kdfi gürasyonun uygulanması mümkündür.

4.6 Sistemlerin Yapı Elemanları Düzeyinde Analizlerini Tablo ile İfadesi

Yapı Elemanı	Alt Başlıklar	Haft Çelik İskelet Sistem	Gelişmiş Ahşap İsk. Sist.	
Temeller	Temel Tipleri	Lineer Temeller		
		Çukur Dolgu Temeller		
		Betonarme Radyeler		
	Özellikleri	Beton ya da taştan yapılırlar. Kalınlık olarak 15cm'den daha fazla ve genişlik olarak da temel duvarından en az 15cm daha geniş tasarlanmaları gerekir.		
		Kazılan çukurlara beton dökülerek yapılırlar. Ortalama çukur genişliği 45 cm'dir. Çukur derinliğinin de en az 45cm olması gerekir.		
		Bina sınırlarında kazılan çukura donatılı beton dökülerek yapılırlar. Çukur derinliğinin en az 45cm olması gerekir.		
Döşemeler	Döşeme Tipleri	Zemine Oturan Döşeme		
		Zemine Oturmayan Döşeme		
	Özellikleri	Bunlar ya yerde dökülen plak ya da beton hatıllar, blokaj, grobeton dediğimiz donatısız beton tabaka ve şaptan meydana gelirler.		
		Döşemenin konumuna göre ; duvar dikmeleri yükseltilmiş temel duvar ya da sömel ayakları üzerinde konumlanırlar. Ana yatay elemanlar kirişlerdir. Bunların üzerine de çeşitli malzemelerden plaka şeklinde elemanlar tespit edilerek yapılırlar.		
	Maksimum Kiriş Açıklıkları	Tablo 4.1	Tablo 4.2	
	Kirişlerde Stabilitenin Çubuklarının Yerleşimi	Köşegen Köprüleme	Köşegen Köprüleme	
		Masif Sabitleme	Masif Sabitleme	
		Düz Bant-Masif Sabitleme		
Döşeme Boşlukları	İki sistemde de boşluk bırakılması için döşeme kirişlerinin bazıların kesilmesi gerekir. Bu döşeme iskeletini zayıflattığı için kesilen kirişler ters yönde atılan çift kirişlere yaslanır ve boşluğun diğer iki ucunda kesilen kirişlerin ardından yine çift kirişleme yapılır.			
Konsol Döşemeler	İki katlı bir binanın 2. veya tek katlı bir binanın 1. katında konsol uzunluğu 61 cm'yi geçmemelidir. Bir kat döşeme ve çatıyı taşıyan konsolların 61cm'yi geçmesi ve tüm konsol kirişlerinin çift yapılması gerekir.	Konsol uzunluğunun toplam kiriş uzunluğunun dörtte birini geçmemesi gerekir. Bunun dışında alt ve üst katta farklı kalınlıkta kaplama kullanıldığında 20cm'yi aşmayan küçük çıkıntılar da yapılabilir.		

Yapı Elemanı	Alt Başlıklar	Haft Çelik İskelet Sistem	Gelişmiş Ahşap İsk. Sist.
Duvarlar	Duvar Tipleri	Dış Duvarlar	
		İç Duvarlar	
	Özellikleri	Sisteme etkiyen sabit ve hareketli yükleri taşıma ve bunları temele iletme görevini üstlenirler. Yük taşıyan iskelet ve kaplamalardan oluşurlar.	
		Yük taşıyan veya taşımayan duvarlar olabilir. Taşıyanların; temellerin, döşeme kirişlerinin veya doğrudan yine yük taşıyan duvarların üstünde olmaları gerekir.	
	Yastıklama	Üst yapının üstünde kurgulanacağı terazinin de bir taban oluşturmak ve yalıtımı korumak amacıyla temel-üst yapı arasında yapılır.	
	Dikmelerin Yerleşimi	Düşeyde etkiyen hareketli ve sabit yükleri duvarın üstünden alt başlığa sonra da yastıklama ve temele aktarırlar. Aksları 40-60cm aralıklarla yerleştirilirler.	
	Köşe ve Kesişim Noktalarının Düzenlenmesi	Köşe noktalarında en az üç dikme gerekir ki böylece iç ve dış kaplamaların sabitlenmesi için gerekli yüzeyler elde edilir. Kesişim noktalarında ise en az dört dikme gerekir ki böylece hem kesişen duvarların dikmeleri birbirini karşılar hem de devam eden duvarların aksları sağlamdır.	
	Duvarların Desteklenmesi	Dikmelerin Arasında	
		Duvar Bütününde	
	Duvar Boşlukları	Duvar boşluklarının düşey akslarına engel olduğu yüklerin yan dikmelere ve kısaltılmış dikmelere aktarılması için lento denilen tali kirişler kullanılır.	
	Duvar Kaplamaları	Taşıyıcı Kaplama	
İç Kaplama			
Dış Kaplama			
Çatılar	Tavan Kirişlerinin Yerleşimi	Diğer katların kiriş ve dikmeleriyle üst üste gelecek çerçeve oluşturacak şekilde 40-60cm'lik aks aralıklarıyla yerleştirilmelidirler.	
	Çatı Merteklerinin Yerleşimi	Diğer katların kiriş ve dikmeleriyle üst üste gelecek çerçeve oluşturacak şekilde 40-60cm'lik aks aralıklarıyla yerleştirilmelidirler. Rüzgar yüklerinin çok olduğu bölgelerde diyagonal denilen eğimli dikmelerle desteklenmeleri gerekir.	
	Çatı Boşlukları	Boşluğun iki kenarındaki merteklerin çift olması ve diğer iki kenara da kasnak kirişi olarak yine çift mertek yerleştirilmesi gerekir.	

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Gelişmiş ahşap ve hafif çelik iskelet sistemler, ülkemizde son birkaç sene içinde uygulanmaya başlanmış konut yapı sistemleri dir. Bu sürecin başlangıcı ise, 1999 senesinde İzmit'te yaşanan büyük deprem sonucunda, o tarihe dek yoğun şekilde kullanılan geleneksel konut yapı metknd çileri ne yeni ve farklı malzeme ve yapı teknd çisi alternatiflerinin geliştirilmesi gereğinin gündeme gelişyle d muştur. Ortaya çıkan bu adil duruma ithal edilmeğe başlanan bu sistemler, çok hızlı bir şekilde konut üretimi piyasasına girmişlerdir ve artan bir yoğunluğa kullanılmaktadırlar. Ancak; sistemlerin, ülkemizde yakın zamanda kullanılmaya başlanmış ve ithal edilmiş maları ndan dd ayı, sistem seçiminde yardımcı d abilecek, firma katadog arı ndan edilebilecek yararlı bilgilere göre, hem d çüleri eşit d inmiş hem de paralel d arak derlenmiş tekrik belğeri sözkonusu değildir.

Bu eksikliğin giderilebilmesi amacıyla, çalışmanın ikinci b dümünde; ahşap ve çelik yapı gereçlerinin kullanıldığı konut yapı sistemlerinin, genel sistem sınıflandırması içindeki yerlerine değ rilererek, nasıl ve ne zaman ortaya çıktıkları, kendi içlerinde ilintili d ukları d ğer sistemlerle bağlantıları, ortak prensipleri ve farklılıkları irdelenmiş, sistemler hakkında genel bilgiler verilmiştir.

Ahşap ve çeliğin malzeme ve uygulama özellikleri b dümünde ise, sistem parçalarının d uşturulduğu ahşap ve çelik yapı gereçlerinin özellikleri, parçaların kesit şekilleri ve standart boyutları ve özellikleri, uygulama malarında kullanılan birleşim şekilleri ve birleştirme parçaları irdelenmiştir.

Sistemlerin yapı emanları düzeyinde analizlerinin yapıldığı dördüncü b dümde ise, bir yapı n temel emanları d arak temel er, döşemeler, duvarlar ve çatılar şeklinde bir sınıflandırma yapılarak, sistemlerin yapı m aşamalarının par d i nde, taşıyıcı sistem kur gusuna yönelik, uygulama detayları irdelenmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada yapılan analizlerle, hafif çelik ve gelişmiş ahşap iskelet sistemler e ilgili, tasarımı ve uygulama ların, sistem seçimiyle ilgili kararlarına katkı sağlayacak, doğru kararlar ve bunların sonucunda başarılı çözümlere ulaşılması na yardımcı d acak tekrik bir araç ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] **Masatlıoğ u, F.**, 1993. Türkiye'de Konut Sorununun Çözümü Çerçevesinde Yapı m Sistemleri nin İrdelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] **Sey, Y., Tapan M.**, 1987. Top lu Konut Üreti minde Uygul anan Yapı m Sistemleri nin Analizi Ve Değerlendirilmesi, Tübitak Yapı Araştırma Enstitüsü Yayınları, İstanbul
- [3] **Sal man, Y.**, 2001. Ahşap: Bir Amerikan Gelenegi, *Arredamento Mimarlık*, **2001/01**, 88-95.
- [4] **Işık, B.**, 2000. Hafif Çelik Yapı ların Geleneksel Ahşap Yapı lar ile Benzerlikleri, Yapısal Çelik Sempozyumu, İstanbul, Türkiye, 13-14 Eylül
- [5] **Eser, L.**, 1958. Geleneksel ve Gelişmiş Geleneksel Yapı, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul
- [6] **Allen, E.**, 1999. Fundamentals of Building Construction Materials and Methods, John Wiley and Sons Inc., NewYork. (Bina Yapı m Sistemleri nin Temelleri)
- [7] **Banc, A., McEvoy, M., Frank, R.**, 1993. Architecture and Construction in Steel, E & FN Spon, London. (Çelik Mimar ve Konstrüksiyon)
- [8] **Özgen, A., Aşkar, G.**, Çelik Karkas Yapı lar, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul
- [9] **Işık, B.**, 2000. Çelik Yapı nın Mimar Tasarım İlkeleri, Mimar Tasarım ve Çelik, Meslek iğ Eğitim Kitapları Dizisi 3, Mimarlar Odası İzmir Şubesi Yayınları, İzmir.
- [10] **Işık, B.**, 1999. Çelik Hafif Taşıyıcı Sistemleri nin Konut Yapı mında Kullanılması Bildiri, Mimar Tasarım ve Uygulama Açısından Çelik, İstanbul, Türkiye, 27 Aralık

- [11] **American Iron and Steel Institute**, 1962. Light Gage Cold-Formed Steel Design Manual, Cornell University, NewYork.
- [12] **Güngör, H**, 1961. Ahşap, Çeltik Matbaası, İstanbul
- [13] **Türkmen, A**, 1948. Ahşap Yapılar Cilt I-II, İstanbul
- [14] **Duman, N**, 1988. Ahşap Yapı Dersleri, YEM Teknik Yayıncılık, İstanbul
- [15] **Hol, G**, 1987. Ahşabın Yapıda Doğru Kullanımı ve Korunması, Trada, UK
- [16] **Bnan, M**, 1986. Yapı Emlakları, İ.T.Ü Vakfı Yayıncılık, İstanbul
- [17] **Doksatlı, S M**, 1999. The Use of Cold-Formed Steel Sections In The Analysis and Design of a Building, *Yüksek Lisans Tezi*, Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [18] **Scharff, E**, 1996. Residential Steel Framing Handbook, McGrawhill, NewYork.
- [19] **Brockenbrough, R L, Merritt, F S**, 1999. Structural Steel Designers Handbook, John Wiley & Sons Inc,
- [20] **American Iron and Steel Institute**, 1997. Prescriptive Method for Residential Cold-Formed Steel Framing Washington.
- [21] 05.05.2003, <http://www.steel-framingalliance.com>
- [22] **American Institute of Timber Construction**, 1966. Timber Construction Manual John Wiley & Sons Inc, NewYork
- [23] **Trada**, 1994. Timber Frame Construction, The Chameleon Press Limited, Londra (Ahşap İşletme Yapım Sektörü)
- [24] 05.05.2003 <http://www.steel-sd.org>
- [25] **Yücesoy, L**, 1998. Temeller, Duvarlar, Döşemeler, Yapı-Endüstri Merkezi Yayıncılık, İstanbul.
- [26] **Hacker, J H, Gorges, J A**, 1997. Residential Steel Design and Construction, McGraw Hill, NewYork
- [27] **Detz, A G H**, 1958. Dwelling House Construction, D Van Nostrand Company, NewYork (Konut Yapım Sektörü)

- [28] **Trada**, 1985. Timber in Construction, Butler and Tanner Ltd, Londra
(Konstrüksiyonda Ahşap)
- [29] **Hod, G**, 1942. Steel and Timber Structures, McGraw Hill, NewYork
- [30] 05.05.2003 <http://www.ssma.com>
- [31] **Nascor Incorporated**, Mill Operations and Technical Manual, Canada (Firma
Bilgi Dökümanı)
- [32] 05.05.2003 <http://www.apa.wood.org>
- [33] **Bnan, M**, 1990. Ahşap Çatılar, Birsen Yayınevi, İstanbul
- [34] **Ching F. D K, Adams, C**, 2001. Building Construction Illustrated, John Wiley
& Sons Inc, NewYork
- [35] 05.05.2003 <http://www.ahsap.com>

ÖZGEÇMİŞ

Tanem Er en, 18. 06. 1977 tarihinde Mar maris'te doğdu. Orta eğitimi 1989- 1991 yılları arasında Mar maris Kenan Evren İlköğretim Okulunda, lise eğitimi ni 1991- 1994 yılları arasında Mar maris Sabancı Lisesi'nde tamamladı. 1994 yılında başladığı İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi ni Mimarlık Bölümü lisans eğitimi nden 1999 yılında mezun oldu. 1999 yılında İ. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı Yapı Bilgisi Programında yüksek lisans eğitimi ne başladı.