

**GÜVENLİ YAPI ÜRETİMİNDE ALTERNATİF
KONUT YAPIM SİSTEMLERİ**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Oya Ebru KILAR
(502981001)**

104143

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 22 Ocak 2001

Tezin Savunulduğu Tarih 8 Şubat 2001

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Mete TAPAN (İ.T.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri: Prof.Dr. Kaya ÖZGEN (İ.T.Ü)

Prof.Dr. İhsan BİLGİN (Y.T.Ü)

OCAK 2001

ÖNSÖZ

‘Güvenli Yapı Üretiminde Alternatif Konut Yapım Sistemleri’ adlı çalışmam sırasında, araştırmalarımı değerli fikirleri ile yönlendiren danışmanım Prof.Dr. Mete TAPAN’a ayrıca her zaman yanımda olan, benden destek ve yardımlarını esirgemeyen Ömür TOPAÇ’a , her türlü yardımı için dostum Gülsen UÇARKUŞ’a ve son olarak tüm aileme ve büyüklerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

OCAK 2001

Oya Ebru KILAR



İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ	v
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş	1
1.2. Çalışmanın Amacı	2
2. GÜVENLİ YAPI ÜRETİMİ	3
2.1. Güvenli Yapı Kavramı	3
2.2. Yapı Üretimi	7
2.2.1. Yapı Üretiminin Gelişimi	9
2.2.2. Yapı Üretiminde Nitelikli Ürünün Elde Edilmesi	11
2.3. Güvenli Yapı Üretimi	12
2.3.1. İnşaat Firmalarının Yönelimi	12
2.3.2. Güvenli Yapı Üretiminde Temel İlkeler	15
2.3.2.1 Yapım Sistemi Özellikleri	16
2.3.2.2 Taşıyıcı Sistem Seçimi	17
2.3.2.3 Malzeme Seçimi	24
2.3.2.3 Detaylandırma	26
2.3.2.4 Yapı Denetimi	28
3. ALTERNATİF KONUT ÜRETİM SİSTEMLERİ	33
3.1. Yapım Sistemlerinin Sınıflandırılması	33
3.2. Betonarme Yapım Sistemleri	35
3.2.1. Betonarme Karkas	37
3.2.2. Çelik Donatılı Paneller	41
3.2.2.1 Püskürtme Beton Uygulanan Paneller	41
3.2.2.2 Dökme Beton Uygulanan Paneller	46

3.3. Çelik ve Metal Malzemeli Yapım Sistemleri	50
3.3.1. İskelet Konstrüksiyon	56
3.3.2. Taşıyıcı Duvar Konstrüksiyonu	58
3.4. Ahşap ve Ahşap Kökenli Malzemenin Kullanıldığı Yapım Sistemleri	61
3.4.1. Geleneksel Ahşap Karkas Yapım Sistemi	66
3.4.2. Taşıyıcı Ahşap Paneller	68
3.4.3. Strüktürel Yalıtımlı Paneller (SIP)	72
3.5. Tuğla, Gazbeton, Ahşap Gibi Malzemelerle Yapılan Yığma Yapılar	80
3.5.1. Duvarları Donatılı Yığma Yapılar	81
3.5.1.1 Donatıların Derz Aralıklarında Konumlandırıldığı Yığma Yapılar	82
3.5.1.2 Donatıların Boşluklu Blok Elemanların Gövdesinde Konumlandırıldığı Yığma Yapılar	83
3.5.1.3 Gövdesi Donatılı Olarak Dökülen Blokların Kullanıldığı Yığma Yapılar	84
3.5.2. Ahşap Yığma Yapılar	87
4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	92
4.1. Değerlendirme	92
4.2. Sonuç	93
KAYNAKLAR	95
ÖZGEÇMİŞ	98

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	: Yapılarda Boyutsal Orantısızlık.....	21
Şekil 2.2	: Ağırlık ve Rijitlik Merkezinin Çakışmama Durumu.....	21
Şekil 2.3	: Uygun Olmayan Plan Şekilleri.....	22
Şekil 2.4	: Taban Kesitine Uymayan Geometrilere.....	22
Şekil 2.5	: Yumuşak Kat	22
Şekil 2.6	: Kısa Kolon	22
Şekil 2.7	: Döşemede Büyük Boşluklar.....	23
Şekil 2.8	: Bitişik Yapılar.....	23
Şekil 2.9	: Deprem Kuvvetini İleten Birleşim.....	28
Şekil 2.10	: Deprem Kuvvetini İletmeyen Birleşimler.....	28
Şekil 3.1	: Taşıyıcı FRP Profiller.....	34
Şekil 3.2	: FRP Döşeme Elemanları.....	34
Şekil 3.3	: Çelik Donatılı Panelin Dolgu Duvar Olarak Kullanımı.....	40
Şekil 3.4	: Püskürtme Beton Uygulanan Çelik Donatılı Panel.....	42
Şekil 3.5	: Paneller Yerine Monte Edilmeden Önce.....	42
Şekil 3.6	: Panellerin Tek Başına Kullanımı.....	45
Şekil 3.7	: Panellerin B.A İskelet Sistemle Kullanımı.....	45
Şekil 3.8	: Panellerin Temele Ankrajlarla Sabitlenmesi.....	45
Şekil 3.9	: Galvanizli Çelik Telden Oluşturulan Üç Boyutlu Kafes.....	46
Şekil 3.10	: Panellerde Formsal Esneklikler.....	47
Şekil 3.11	: Panellerin Kalıpsız İnşaatı.....	48
Şekil 3.12	: Strüktürel Çelik Profilleri.....	57
Şekil 3.13	: Kıvrırma Saç Profillerden Yapılmış Bir Kiriş.....	58
Şekil 3.14	: Panelizasyon.....	59
Şekil 3.15	: Duvar Konstrüksiyonu.....	59
Şekil 3.16	: Hafif Çelik Malzeme ile Üretilen Duvar ve Döşeme Detayları....	60
Şekil 3.17	: Çelik Bağlantıların Dıştan Uygulanması.....	64
Şekil 3.18	: Çelik Bağlantıların Ankastre Olması.....	64
Şekil 3.19	: Çeşitli Ahşap Yapılar.....	67
Şekil 3.20	: Geleneksel Ahşap İskeletli Duvar.....	67
Şekil 3.21	: Ahşap Panel Detayı.....	69
Şekil 3.22	: Ahşap Panellerden Oluşan Taşıyıcı Sistem.....	70
Şekil 3.23	: Ahşap Panellerin Zemin Betonuna Yerleştirilmesi.....	71
Şekil 3.24	: Ahşap Panellerin Fabrikada Üretimi.....	71
Şekil 3.25	: Ahşap Panellerle Yapılan Bir Konut.....	71
Şekil 3.26	: Strüktürel Yalıtımlı Sandviç Panel.....	73
Şekil 3.27	: SİP Panellerin Birleşimi.....	73
Şekil 3.28	: SİP Panellerin Birleşim Detayları.....	74
Şekil 3.29	: SİP Panel Elemanların Taban Betonu ile Birleşimi.....	74
Şekil 3.30	: Döşeme Panellerinin Birleşimi.....	75

Şekil 3.31 : Döşeme Kirişleri.....	75
Şekil 3.32 : Sırasıyla Kompozit Kontraplak, OSB ve Su Kontrplağı.....	76
Şekil 3.33 : Duvar Panelinin İnsan Gücüyle Montajı.....	78
Şekil 3.34 : Sip Panellerin Vinç Yardımıyla Montajı.....	79
Şekil 3.35 : Sip Panellerin Montajı.....	79
Şekil 3.36 : Dolu Gövdeli Bloklarla Donatılı Duvar Örme Çeşitleri.....	82
Şekil 3.37 : Dolu Gövdeli Bloklarla Donatılı Duvar Örme Çeşitleri.....	83
Şekil 3.38 : Gövde Boşluklarından Donatı Geçirilerek Örülen Duvar.....	84
Şekil 3.39 : Donatılı Gazbeton.....	85
Şekil 3.40 : Gazbeton Blokların Birleşim Örnekleri.....	85
Şekil 3.41 : Taşıyıcı Duvarların Bağlantı Duvarları ile Desteklenmesi.....	86
Şekil 3.42 : Düşey Elemanların Temelle Bağlantısı.....	86
Şekil 3.43 : B.A Hatlı ve Döşeme Bağlantısı.....	86
Şekil 3.44 : Kütük Ev İç Mekanı.....	87
Şekil 3.45 : Kütüklerin Çeşitli Şekillerde Birleşimi.....	88
Şekil 3.46 : Dairesel Hatlı Kütük Kesiti.....	89
Şekil 3.47 : Köşeli Kütük Kesiti.....	89
Şekil 3.48 : Çelik Bağlantılı Duvar.....	90
Şekil 3.49 : Çift Sıra Kütük Arasına Doğal Malzeme Doldurulması.....	90
Şekil 3.50 : Plan.....	91
Şekil 3.51 : Kesit.....	91
Şekil 3.52 : Blokların Vinçle Yerleştirilmesi.....	91
Şekil 3.53 : Yapının Vinçle Taşınması.....	91

ÖZET

GÜVENLİ YAPI ÜRETİMİNDE ALTERNATİF KONUT YAPIM SİSTEMLERİ

Bu çalışmada, güvenli yapı kavramı çerçevesinde çeşitli konut yapım sistemleri ele alınmaktadır. Güvenli yapı kavramı, çeşitli doğa olaylarının oluşma riskinin daha yüksek olduğu bölgelerde, bu doğa olaylarına özgü bir tanımlama içermektedir. Ülkemizin neredeyse tüm bölgelerinin deprem oluşma riski taşıdığına bağlı olarak, güvenli yapı kavramı ülkemizde yapının depreme karşı güvenli olma özelliğini ifade etmektedir. Evrensel olarak benimsenmiş deprem güvenliği, yapıların depremden, hasar görmeyeceği anlamını taşımamaktadır. Bunun gerçekleşmesi, ekonomik olmadığı gibi, kuramsal olarak da olanaklı değildir. Çağdaş deprem güvenliği anlayışı, hafif bir deprem esnasında yapıda hiç bir hasar olmamasını, orta büyüklükte bir depremin onarılabilecek nitelikte hafif hasarla atlatılmasını, büyük bir depremde ise oluşacak hasara rağmen can kaybına yol açacak nitelikte göçme olmamasını amaçlamaktadır.

Yapı üretim sürecinde, yapının depreme karşı güvenli olma özelliğini etkileyen kriterler belirlenerek, çeşitli yapım sistemleri bu doğrultuda ele alınmaktadır. Bu bağlamda yapım sistemi özellikleri, taşıyıcı sistem, taşıyıcı sistem malzemesi, yapı elemanlarının birleşim özellikleri ve son olarak yasal düzenlemeler üzerinde durulmakta ve çeşitli konut yapım sistemleri bu kriterlere bağlı olarak incelenmektedir. Taşıyıcı sistem malzemesine göre sınıflandırılan konut yapım sistemlerinin ele alınmasındaki amaç, herhangi bir sistemin depreme karşı dayanıklılığını kanıtlamak değil, yapının depreme dayanıklı olmasını sağlayan ilkeler doğrultusunda üretilmesi olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Deprem Güvenliği, Yapım Sistemleri, Konut Yapıları

SUMMARY

ALTERNATIVE METHODS OF RESIDENTIAL CONSTRUCTION SYSTEMS ACCORDING TO THE PRODUCTION PROCESS OF SECURE STRUCTURES

In this research, the concept of secure structures is defined and according to this basic definition, various residential construction systems are studied. The concept of secure structures has a specific definition varying according to the natural matters in such areas that have the maximum risks of natural disasters. Being aware of the fact that nearly the whole of our country has the risk of an earthquake, this concept states the building being secure against earthquake effect. Contemporary earthquake safety approach zero damage to be occurred through out the building during a small magnitude earthquake, a repairable damage during a medium one and an acceptable damage that does not consist of serious structural damage leading human life casualty.

During the construction process, systems should be handled according to the criterias that affect the buildings security against an earthquake. From this point of view the research deals with the construction system characteristics, the structural system and its materials, the composition of the construction elements and legal procedures as a whole. The purpose of dealing with the residential construction systems that are classified according to the structural system materials shouldn't be taken as merely proving the resistance of a specific system against the earthquake. It should be more likely to assist the entire construction process of the buildings, following the principles that provide this resistance against earthquake effect.

Keywords: Earthquake resistance, Construction system, Residential Structures

1. GİRİŞ VE ÇALIŞMANIN AMACI

1.1. GİRİŞ

İçerisinde yaşadığımız ve çeşitli eylemler gerçekleştirdiğimiz binalar, ilk çağlardan beri doğa olaylarından korunmak ve kendi yaşamsal değerlerimizi yaratmak için barındığımız hacimler topluluğu olmuştur. Yaşadığımız mekanlar konusunda, yaşamsal değerlerimizi daha çok gözettiğimiz günümüzde, asıl temel olan doğa olaylarından korunmak ihtiyacını doğa bizzat kendisi zaman zaman bizlere hatırlatmaktadır.

Doğal olaylardan kastedilen, her türlü hava ve yer koşullarıdır. Sıcak havalarda kendimizi serinde tutmak, soğuk havalarda ısınmak, yağmur ve kardan korunmak, şiddetli rüzgar, hortum gibi doğa olaylarından uzak olmak için insanoğlu kendi elleriyle yaptığı yapılarda yaşamaktadır.

Ancak deprem ve yangın gibi olaylar, geçmiş yıllarda geçirdiğimiz deneyimler sonucu, yapıların içerisinde değil dışında olmak istediğimiz durumlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu da yaşadığımız mekanlarda kendimizi güvende hissetmemiz ve yapılarımıza güvenimizin sarsılması sonucunu doğurmaktadır.

Bugün oldukça sık kullanılan güvenli yapı kavramı bu bağlamda ortaya çıkmıştır. Geçtiğimiz senelerde yaşadığımız deprem felaketleri neticesinde, yapı üreticileri, ürünlerini bu sıfatla piyasaya sunmuşlar ve kısa zamanda güvenli yapı kavramı sıkça kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çerçevede, güvenli yapı kavramının tanımlanması ve yapılarımızın güvenli olma özelliğini etkileyen unsurlar üzerinde durulması, bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI

Bugün dünya üzerinde çok farklı yapım sistemlerinin varlığını söylemek mümkündür. Hepsi farklı amaçlar, ihtiyaçlar ve koşullar doğrultusunda ortaya çıkmış, gelişmiş ve bu koşullar doğrultusunda da tercih edilmişlerdir.

Bugün ülkemizde birçok inşaat firması, güvenli yapı kavramı çerçevesinde ülkemize çeşitli yapım sistemleri ithal etmektedirler. Bu konuya olan yoğun yönelim sonucu neredeyse başlı başına bir sektör oluşumu söz konusudur. Geçtiğimiz yıllarda yaşadığımız deprem felaketleri sonrasında oluşan konut açığı ve daha güvenli konutlarda yaşamak isteyen ailelerin talepleri bu yönelimin nedenleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda bu çalışma, güvenli yapı kavramı çerçevesinde çeşitli yapım sistemlerini incelemek ve bu sistemler hakkında bilgi edinmeyi amaçlamaktadır. Ancak bu sistemlerin ele alınmasındaki amaç, herhangi bir sistemin depreme karşı dayanıklılığını kanıtlamak değil, yapının depreme dayanıklı olmasını etkileyen kriterler doğrultusunda üretilmesi olmaktadır.

2. GÜVENLİ YAPI ÜRETİMİ

2.1. Güvenli Yapı Kavramı

Güven, korku ve kuşku duymadan, çekinmeden inanma duygusudur [1], bu nedenle güvenli yapı kavramı ise içinde korku ve kuşku duymadan yaşadığımız mekanlar olarak tanımlanabilmektedir. Bunun yanı sıra güvenli ve huzurlu bir yaşama ortamı sunmak, yaşadığımız yapıların en önemli üretim sebeplerinden biri olmalıdır. İnsanoğlunun yüzyıllar önce, doğal olaylardan korunmak ve güvende olmak için ağaç kovuklarına, mağaralara yerleştiği ve barındığından yola çıkarak barınma eyleminin temelinde, güvende olmak kavramının olduğunu kolaylıkla söyleyebilmekteyiz.

Çeşitli doğa olaylarının oluşma riskinin daha yüksek olduğu bölgelerde, güvenli yapı kavramı, bu doğa olaylarına özgü bir tanımlama içermektedir. Ülkemizin neredeyse tamamının deprem riski taşıdığı gerçeğine bağlı olarak, güvenli yapı kavramının da bunun sonucunda yapının öncelikle depreme karşı güvenli olması ile tanımlanmakta olduğunu görmekteyiz.

Evrensel olarak benimsenmiş deprem güvenliği, yapıların depremden, hasar görmeyeceği anlamını taşımamaktadır. Bunun gerçekleşmesi, ekonomik olmadığı gibi, kuramsal olarak da olanaklı değildir. Çağdaş deprem güvenliği anlayışı, hafif bir deprem esnasında yapıda hiç bir hasar olmamasını, orta büyüklükte bir depremin onarılabilecek nitelikte hafif hasarla atlatılmasını, büyük bir depremde ise oluşacak hasara rağmen can kaybına yol açacak nitelikte göçme olmamasını amaçlamaktadır[2].

Bir depremde meydana gelen hasarların bir kısmının da deprem sırasında çıkan yangın etkisiyle oluştuğu gerçeğine bağlı olarak, güvenli yapı kavramı yangın güvenliğini de kapsamı içerisine almaktadır. Yangın güvenliğinde temel unsur, deprem güvenliğinde de olduğu gibi, öncelikle can güvenliğinin sağlanmasıdır. Bir yangının oluşmasının engellenemeyebilir olması ihtimal dahilindedir. Bu durumda oluşan bir yangın sonrası üç temel unsur karşımıza çıkmaktadır. Bunlar yapının yangına dayanımı, yangından kaçış ve yangının söndürülmesi işlemleridir.

Deprem güvenliği konusunda belli miktardaki bir hasarın önceden kabul edilmesinin gerekliliğinden daha önce bahsetmiştik, ancak kabul edilen bu hasar miktarı, geliştirilmiş tekniklerle minimuma indirgenmiş bir hasarın ötesine geçmemeli ve bunun sonucunda asla bir yıkım ve can kaybı söz konusu olmamalıdır.

Bu bağlamda deprem zararlarını minimuma indirmek amacıyla başvurulacak ilkeleri şu şekilde gruplayabiliriz;

- Doğal verilere göre tehlikeli bölgelerin yerleşime kapalı tutulması,
- Tehlikeli bölgeler üzerinde konumlandırılmış yerleşim bölgelerinden uzaklaştırılması,
- Riskli bölgelerde sanayileşme gibi zincirleme etkilere yol açabilecek kullanımların yasaklanması,
- Plan yapımı, plan denetimi gibi planlama hizmetlerinin iyileştirilmesi [3].
- Yapıların kendi tanımına bağlı olan özelliklerine uygun yapılmasının sağlanması.

Bu noktada, düzenli bir şehirleşmenin önemi unutulmamalı ve bugünkü yerleşim düzenimize alternatif olacak kentsel yenileme projeleri üzerinde de çalışılmalıdır. Doğal afet riskinin en yüksek olduğu yöreler, ne pahasına olursa olsun, orta ve uzun vadede yeşil alanlara dönüştürülmelidir. Yerleşimin genel niteliğinin, gerek konut, gerekse diğer yapı türleri açısından, yüksek ve gevşek, diğer bir deyişle düşük yoğunluklu yapılaşma yerine alçak ve sık, yani yapı yoğunluğu yüksek, nüfus yoğunluğu normal bir dokuya yönlendirilmesi gerekmektedir. Bu çözümler sonuçta altyapı harcamaları bakımından kamuya daha pahalı gözükse de bir tablo ortaya çıkaracaktır. Ancak bunun yanında insan yaşamının en pahalı ve kıymetli öge olduğundan yola çıkılarak uzun vadede başarı elde edileceği için bu masraflar göze alınmak zorundadır.

Yukarıda bahsettiğimiz maddelerdeki ve özellikle planlama ile uygulama hizmetlerindeki yanlışlıklar sonucu, geçmiş senelerde yaşadığımız depremler, etkilediği bölgelerdeki yıkımlar kadar, içinde yaşadığımız konut ve farklı eylemler gerçekleştirdiğimiz bir çok yapı türüne olan güvenimizi de sarmış veya büyük hasarlar vermiştir. Bu güven hasarının en önemli sonuçlarından biri toplumun temel taşı olan ailenin yaşam alanının sarsılması demektir. Ailede huzur ve mutluluğun temel şartı yuvadır. Toplumun hangi kesiminden olursa olsun, konutunda huzuru olmayan bir insanın, toplumsal hayatta da başarılı olması beklenemez. Ayrıca yine bu güven hasarının diğer sonuçlarından biri, çok geniş bir kesime çalışma imkanı yaratan bir sektöre ve çok gözde bir iş alanına olan güvene de hasar vermesidir. Bu güvensizliği yaşamadan önce toplumun geçmişte yaşadığımız yapıların güvenliğini sorgulamamasının sebebi, barınma eylemine ve mühendislik bilimine olan inancındandır.

Günümüzde genellikle, yapıların büyük çoğunluğu üstün vasıflı mühendisler ve teknik elemanlar tarafından değil, ortalama kalitedeki kişiler tarafından tasarlanmakta ve üretilmektedir. Bu kişiler tarafından kullanılan yönetmeliklerin uzun, ayrıntılı ve karmaşık maddelerden oluşmaları, bu kuralların uygulanabilme oranını da azalmaktadır.

Bugün toplum, yaşadığımız yapılara güvenimizin sarsılması sonrası, planlama hizmetleri başlığı altında değerlendireceğimiz yapı üretim sistemimiz konusunda yapısal bir dönüşümün gerçekleştirilmesi gibi bir zorunlulukla karşı karşıyadır. Başarısız olduğunu kanıtlayan bugünkü üretim sistemimiz, toplumun bazı konularda da bilinçlenmesine sebep olmuştur. Burada en önemli nokta, toplumdaki bütün kesimlerin, yapının da bir uzmanlıkla üretilmesinin gerekliliğini algılamasıdır. Bunun yanı sıra kullanıcıların yapıyı yaşamsal özelliklerinin dışında tekil bir ürün olarak görerek, diğer ürünlerde aradığı standartları aramaya başlaması, üreticileri daha kaliteli ürünler üretme konusunda zorlayıcı bir etken olacaktır.

Yapı sektörüne ileri teknolojiyi, çevre duyarlılığını ve estetiği dikkate alan uzmanlıkları etkin olarak sokacak yapı ve konut üretim modelleri, bu üretimi denetleyecek sağlıklı bir denetim sistemi, farklı gelir gruplarını, bu arada düşük gelir

gruplarını da kapsayabilecek alternatif finansman modelleri, yapı üretim sektöründe çalışan emeğin niteliğini ve istihdam koşullarını değiştiren düzenlemeler üzerinde çalışıldığında mutlaka daha iyi sonuçlara ulaşılacaktır [4].

Teknik çözümlerinin dışında, güvenli yapı üretimi konusunda iki önemli yaklaşımdan bahsedebiliriz:

- Geçmişimizde olanlardan, bilgi birikimimizden ve deneyimlerimizden yararlanmak,
- Bizi daha fazla tatmin edecek yanıtlara yönelik deneylerin ve çalışmaların sınırlarını genişletmek.

Bu açıdan toplumsal ve bireysel güvensizliğin yukarıda bahsedilen deneyimlerin sonucu olduğunu göz ardı etmemek gerekir. Bu deneyimlerin topluma sağladığı bilgi birikimi, güvenli yapı üretimi alanındaki her çalışma ve deneye yön verecektir.

Güvenli yapı üretiminde çözüm, sağlıklı kentlerde, sağlıklı yapıların, iyi eğitilmiş, vasıflı teknik elemanlar tarafından, yapı teknolojisine uygun yapılması ve güvencesinin sağlanması olmalıdır. Ayrıca yapı güvenliği ya da güvenli yapılaşma sadece strüktürel sağlamlıkla değil kalite, konfor ve estetik düzeyle, yapıldığı çevreye uyumlu katılımı ile birlikte aranması gereken bir kavramdır.

Yapının farklı uzmanlıkların ortaklığı ile gerçekleştirilen ve toplam kaliteyi öngörmesi gereken bir eylem olması nedeniyle bu eyleme katılan bütün uzmanlıkların sorumluluklarının daha net tanımlanması gerekmektedir. Ancak bu teknik elemanların sorumlulukları ve bununla birlikte vasıfları tüketici bazında önem taşımamalıdır. Dolayısıyla yetkili ve görevliler sorumlu olarak standartlarla, denetim ve eğitimle bunu sağlamak zorunda oldukları gibi, sürekli güncelleştirmelilerdir. Bu bağlamda, yaşadığımız yapıların güvenli olması için, yapı üretimi ve tasarımı, bilimsel ağırlıklı bir sanat olarak görülmeli ve üzerinde hassasiyetle durulmalıdır.

2.2. Yapı Üretimi

Yapı üretimi, çağlar boyu insanın en temel gereksinimlerinden biri olan barınma gereksinimini karşılamak amacıyla ortaya çıkmış en eski üretim alanlarından biri olma özelliğine sahiptir. Mağara ve ağaç kovukları gibi doğada hazır bulunan mekanlarla ve malzemelerle barınma gereksiniminin karşılanması, yapı üretiminin başlangıcı olarak kabul edilebilir. Zamanla insanın değişen gereksinimlerinden dolayı (ibadet, spor, eğitim, alışveriş, vb.) farklı işlev ve etkinliklerin yerine getirilebilmesi amacıyla yönelik farklı tipte birçok yapı (camii, spor salonu, okul, alışveriş merkezi, vb.) üretilmiş ve üretilmektedir.

Tarihsel süreç içerisinde yapı üretimi, doğanın yapısına ve etkilerine, içinde yer aldığı toplumun üretim biçim ve ilişkilerine ve bunların son olgusu olarak ortaya çıkan toplum ve aile yapısı, gelir dağılımı, mülkiyet kavramı, kalkınma düzeyi, kaynak kullanımı, nüfus artışı, kentleşme hızı, toplumsal yaşamın gereksinimi ve gereklerine göre oluşmuş , değişmiş ve gelişmiştir. Bu değişim ve gelişme sürecinde yapı üretim teknikleri de aynı oranda değişmiş ve gelişmiştir.

Yapı üretimi her çeşit bina, yol, fabrika, liman, baraj yapımı, imar faaliyetleri gibi çalışmaları bünyesinde bulundurması itibarıyla zengin bir içeriğe sahiptir. Ülkemizde yapı üretiminin, toplam yatırım içerisindeki yüzdesinin oldukça yüksek olduğu bir gerçektir. Bu nedenle yapı üretimi konusu, üzerinde önemle durulması gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

İnsanların, toplumun varlığı ve gelişmesi için gerekli olan nesneleri sağlamak üzere, amaçlı etkinlikleriyle doğal çevrelerini değiştirmelerine üretim denilmektedir [1].

Yapı ise insanın barınmak veya ekonomik ve sosyal yaşantısını sürdürebilmek için ortaya koyduğu belli geometrik ve strüktürel özelliklere sahip, hacim veya hacimler grubu olarak tanımlanabilir [5].

Sistem ise parçaları arasında sürekli iletişim olan ve bütüne yönelik bir hedefi olan bir oluşumdur [5].

Herhangi bir üretim sonucu ortaya çıkan nesnelere ürün tanımlaması yapılmaktadır. Yapı ise bir üretim faaliyeti sonucu ortaya çıkan bir ürün olarak, diğer ürünler gibi bir üretim sistemine sahiptir. Yapı üretim sistemleri, yapıların üretilmesinde kullanılan yöntemler olarak da adlandırılabilir. Bu yöntemlerin farklılaşması, sonuç ürünün farklılaşmasına neden olmaktadır.

Yapı üretiminin basit anlamda tekil bir üretim olarak değerlendirilmesi, diğer üretim alanlarıyla arasındaki sosyal, psikolojik, kültürel, yaşamsal farkları göz ardı etmemiz anlamına gelmektedir. Yapı, içerisinde yaşamsal faaliyetlerin gerçekleştiği, kendi içinde ve dışında yaşam alanı oluşturan, yaşayan, canlı, hareketli ve değişimlere açık bir organizmadır ve yapı üretiminin sonucu bu organizmanın işleyişini ve dolayısıyla içinde yaşayan insanları etkilemektedir. Bu açıdan yapılarımızın üretimi, fikirsel ve sosyolojik basamakları basmadan, üzerinden atlayarak geçen üreticilerin ürünü olarak etrafta boy gösterir hale gelebilmektedir. Rant kazanımına dayalı bu üretimler, sağlıklı organizmaların ortaya çıkışına ve buna bağlı olarak içinde yaşayan insanların da sağlıklı hale gelmelerine neden olmaktadır.

Bu nedenle belli üretimlere farklı açılardan bakmak gerekmektedir. Herhangi bir nesnenin üretimi ile insanlar üzerinde yaşamsal etkileri olan ürünlerin üretimi arasında belli farklılıklar olmak zorundadır. Amaç sadece üretimden gelir sağlamak olmamalıdır. Üretim geliştirilmeli, toplum sağlığına ve gelişimine katkıda bulunacak yeni alternatifler ortaya çıkarılmalıdır. Fikirsel ve fiziksel üretim bir arada gerçekleşmelidir.

Fiziksel olarak yapının temel iki değişkeni bulunmaktadır:

- Ekolojik çevre özellikleri,
- Üretim biçim ve ilişkileri.

Ekolojik çevre özellikleri, yapının mekansal biçimlenişini, kullanılan malzemeyi ve üretilme biçimini etkilerken, üretim biçim ve ilişkileri de yapının büyüklüğünü, yoğunluğunu, alanlarını, gelire ve teknoloji seviyesine göre farklılaşmasını, arz biçimini, üretimini, kısaca niteliksel ve niceliksel boyutlarını biçimler.[6] Bu bağlamda geniş bir yelpazeye yayılan farklı yapı üretim sistemleri büyük çaplı bir üretim sektöründe boy göstermektedir.

2.2.1. Yapı Üretimine Gelişimi

Büyük çaplı bir üretim, diğer alanlarda olduğu gibi, yapı sektöründe de teknolojik gelişmelerden yararlanmayı gerektirmektedir. Yapı üretiminde teknolojik gelişim, diğer üretim dallarındaki gelişime oranla geciken bir süreç göstermiştir. Yapı üretiminde endüstriyel yöntemlerin uygulanması Birinci Dünya Savaşından sonra oluşan yapı gereksinimiyle başlamıştır. Kısa sürede çok sayıda yapı ve konut yapılması gereğinin ortaya çıkmasıyla, özellikle konut üretiminde endüstriyel yöntemlerden yararlanma yoluna gidilmiş ve öncelikli olarak taşıyıcının oluşturulmasına hız kazandıracak üretim sistemlerine ağırlık verilmiştir. Bu oluşum yapı üretimi için kullanılan yapı üretim sistemlerinin gelişiminde önemli bir role sahiptir.

Bugün gelişen teknoloji, aynı oranda yapı üretim sistemlerinin de gelişmesine yol açmıştır. Herhangi bir sistemin gelişimi sadece teknolojiye bağımlı değildir. Sistemin gelişmişlik düzeyi, teknik organizasyonun zaman içerisinde iyileşmesine de bağlıdır. Sistemlerin alt ünitelerinin farklı kullanımları veya kendi içlerinde oluşturdukları değişik organizasyonlar ile daha başarılı sonuçlara ulaşılabilir.

Yapı üretim sistemlerindeki gelişmeler temel olarak üç alt bileşende meydana gelen gelişmelerin sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bileşenler, kaynaklar, teknoloji ve organizasyondur.

- Kaynaklar; yapı üretim sistemlerinin girdilerini oluşturan faktörlerdir. Bunlar genel olarak iş gücü, sermaye, arsa ve hammadde başlıkları altında toplanabilir.
- Teknoloji; yapının ve yapı parçalarının, biçim, ağırlık ve diğer fiziksel karakteristiklerinin yanında bunların inşa, imal ve montajı için gerekli tüm bilgilerin belirlendiği ve ele alındığı bir sistem olarak tanımlanabilir. Bu sistem farklı ilkelerden hareket edilerek çeşitli şekillerde gruplanabilir. Üretimde devamlılık ilkesinden hareket edilerek;
 - Bir defada tek veya çok az sayıda üretim teknolojisi,
 - Bir defada çok sayıda üretim teknolojisi,
 - Devamlı üretim teknolojisi.

Bir başka yaklaşım ise yapı ve yapı parçalarının şantiyede ve şantiye dışında üretilmesini konu alan yaklaşımdır:

- Gelişmiş geleneksel teknoloji,
- Yerinde dökme (in situ) teknoloji,
- Yarı prefabrike teknoloji,
- Tam prefabrike teknoloji.

Üçüncü bir yaklaşım şantiyeye gelen yapı bileşenlerinin büyüklüklerini ve biçimlerini konu alan yaklaşımdır:

- Duvar bloklarının kullanıldığı yapı teknolojisi,
- Duvar panolarının kullanıldığı yapı teknolojisi,
- İskelet strüktür elemanlarının kullanıldığı yapı teknolojisi,
- Kutu elemanların kullanıldığı yapı teknolojisi.

Son yaklaşım ise emek ve sermaye oranına dayanan bir yaklaşımdır:

- Emek yoğun teknoloji,
- Sermaye yoğun teknoloji.

- Organizasyon; çeşitli rol ve görevlerin sistematik düzeni olarak tanımlanmaktadır. Bir diğer bileşen olan kaynaklar hakkındaki kullanım kararlarının verildiği ve teknoloji tasarlایıcılarının ve uygulayıcılarının idari ve teknik ilişkilerinin düzenlendiği bir sistematik düzen de denilebilir [7].

Üçüncü bileşene bağlı olarak yapı üretimi ve yapım sistemleri geliştikçe, üretimin düzenli bir şekilde organize edilmesi gereği de ortaya çıkmıştır. Temel olarak yapı üretim aşamalarını girişim, tasarım, yapım, denetim, kullanım, bakım ve onarım olarak sınıflandırabiliriz. Böylelikle girişimci, tasarımcı, yapımcı, denetleyici, kullanıcı gibi üretim sürecinde yer alan kişiler arasında da bir organizasyon gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Yapı üretim sürecinde yer alan birden fazla kişinin çelişen kişisel amaçları, ortaya çıkan ürünün kalitesini ve güvenli olma özelliğini etkilemektedir. Bu noktada yapı üretiminin her aşamasının denetlenmesi gereği ortaya çıkmaktadır.

Sürekli yeni alternatiflerin geliştirildiği, özellikle güvenli yapı kavramı çerçevesinde yeni alternatiflerin ithal edildiği ülkemizde, ülke koşullarına uygun üretim

teknolojisinin saptanması, çok yönlü bilimsel bir değerlendirme ve araştırma sonucu olmalı ve ulusal kaynaklara dayandırılmalıdır. Bunun yanı sıra maliyeti düşük daha iyi yapı üretimi için, yapı endüstrisinin geliştirilmesi ve yapı üretim sürecinin endüstrileşmesi desteklenmelidir.

2.2.2. Yapı Üretiminde Nitelikli Ürünün Elde Edilmesi

Daha önce de bahsettiğimiz gibi yapı üretim sürecinde girişim, tasarım, yapım, denetim, kullanım, bakım ve onarım olmak üzere altı temel aşama bulunmaktadır. Bir yapının güvenli olarak nitelenebilmesi, öncelikle yürürlükteki yasa ve yönetmeliklerin gerekli düzenlemeleri sağlaması ve bu altı aşamada yer alan ve hizmet üreten kesimlerin (girişimci, tasarımcı, yapımcı, kullanıcı ve denetleyici) yapının tüm aşamalarına etkin katılımı ile olasıdır.

Yapıyı birçok kişi ve kesimin etkisi ile kurulmuş bir denetim örgütlenmesinden oluşan bir sonuç ürün olarak gördüğümüzde, nitelikli bir ürünün elde edilebilmesi için altı temel etkenin birbirini tamamlar nitelikte kullanılması gerektiğini görmekteyiz. Bunlar sırası ile ‘ (Man) İnsan ’, ‘ (Material) Malzeme ’, ‘ (Machine) Makine-Araç ’, ‘ (Method) Yöntem-Teknoloji ’, ‘ (Money) Para ’ ve ‘ (Management) Yönetim ’ dir. Bu etkenler topluluğuna 6M formülü denmektedir[8].

Nitelikli ve iyi yetişmiş insan gücü (man), yapım işlevine uygun nitelikli gereç (material), doğru seçilmiş araç ve gerecin yani tasarım amacı ile örtüşen doğru seçilmiş teknoloji (machine), yapının taşıyıcı sisteminin ve yapım yönteminin sağlanmasına yetecek finans kaynağı (money) gibi etmenler, doğru bir yönetim sistemi (management) ile yönlendirildiğinde (iş akışı ile para akışı arasındaki denge) ve yürürlükteki yasalarla da desteklenmesi durumunda, sonuç ürün olan yapının niteliği tartışılmaz [8]. Nitelikli bir sonuç ürün ise yapının güvenli olma özelliğini içerisinde barındırmaktadır.

Ancak sonuç ürünün niteliğini olumsuz etkileyen durumlar da söz konusudur:

- Bilgisiz ve bilinçsiz uygulama,

- Denetimsizlik,
- Yetki ve sorumluluk kargaşası,
- Kullanım yanlışları.

İşte bu noktada karşımıza çıkan en önemli faktör denetimdir. Projenin her aşamada (girişim, tasarım, yapım, kullanım gibi) titizlikle denetlenmesi daha iyi bir sonuç ürün elde edilmesine neden olacaktır. Birden fazla kişinin rol aldığı yapı üretim süreçlerinde, kişisel çıkarların farklılaşması ve çatışması, yukarıda bahsettiğimiz etkenlerin oluşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Her aşamada yapılacak bir denetim ise bu tür olumsuz etkenlerin ortadan kalkmasını sağlayacaktır.

2.3. Güvenli Yapı Üretimi

Daha önce üzerinde durduğumuz gibi yapı, doğal (sel, kasırga, deprem, vb.) veya insana bağlı yapay afetlerden (orman yangınları, radyoaktif sızıntı, vb.) korunmak için barındığımız ve çeşitli faaliyetler gerçekleştirdiğimiz hacimler bütünüdür. Yapı, kendi tanımında güvenli olma özelliğini içermesine rağmen, geçmiş senelerde yaşadığımız deprem felaketleri sonrası edindiğimiz deneyimler, içinde yaşadığımız konutlarımızın güvenli olma durumunu sorgulamamıza neden olmuştur. Güvenli yapı terimi, bu sorgulamanın yansıması olarak günlük hayatımızda kullanılmaya başlanmıştır. Bu oluşuma paralel olarak yapı üreten kesimler yani inşaat firmaları, geçmiştekinden farklı olarak ürünlerini güvenli sıfatıyla pazarlamaya başlamışlar veya daha güvenli olduğunu düşündükleri alternatif yapım sistemleri geliştirmiş veya ithal etmişlerdir.

2.3.1. İnşaat Firmalarının Yönelimi

İnşaat sektörü genel olarak mevsimlidir ve kışın faaliyeti önemli ölçüde azalmaktadır. Üretim genellikle inşaat şantiyesinin içinde ve yapılan inşaata yönelik olduğu için, ölçek tasarrufunu önlemektedir. Bu nedenle sektörde verimlilik diğer sektörlerle nazaran daha yavaş artmaktadır ve kar için daha az olasılık vardır [9]. Bunun sonucunda bazı firmalar bu sektörde faaliyetlerini çeşitlendirmek için yollar

aramaktadırlar. Çeşitlendirme ya şirketlerin ekonomik çevreleri üzerinde daha etkili olmalarını sağlayan ilgili sektörlerde ya da tamamen farklı sektörlerde olmaktadır.

Deprem felaketi sonrası, güvenli yapı kavramının kullanılmaya başlamasıyla birlikte, birçok inşaat firmasının yönelimi de bu yönde olmuştur. Kimi firmalar uzmanlaştıkları konu olan yapı üretiminde bu yönde yoğunlaşarak veya yeni bir sistem ithal ederek, tamamen farklı konuda faaliyet gösteren kimi firmalar ise bu yöndeki çalışmaları ile böyle bir oluşuma katkıda bulunmuşlardır. Ancak yeni bir sistem ithalinin genel anlamda ortak bir nokta olarak en sık başvurulanan metot olduğunu görmekteyiz.

Bugün dünya üzerinde bir çok ülke, başka ülkelerden yapı üretim sistemi transferi yapmaktadırlar. Bir firma veya ülkede kullanılan bir sistemin, başka bir firma veya ülke tarafından transferi mümkündür. Ancak bu transfer dikkatli bir seçimin sonucu olmalıdır. Sistemin ülkeye veya firmaya transferinden önce sistemin ülke veya firma koşullarına uyumunun incelenmesi gerekmektedir. Sistemi ithal eden ülke veya firma sistemin kendi üretim koşullarına, hukuki yapısına, çevre koşullarına ve pazar bünyesine uyumunu sorgulamak zorundadır.

Bugün ülkemizde ithal edilen sistemler daha çok konuta yöneliktir. Yeryüzünde oluşan depremlerden en çok zararı çeşitli işlevlerdeki yapılar görmektedir. Ancak bu farklı işlevlerdeki yapılar içinde en önemli konu konut yapılarıdır. Diğer faaliyetler ertelenebilir ama barınma, korunma ihtiyacı en temel ihtiyaç olarak konut yapısının önemini ortaya çıkarır. Bu nedenlerle daha güvenli konutlarda yaşamak isteyen ailelerin yarattığı talep ve deprem sonrası oluşan konut ihtiyacı böyle bir oluşumun nedeni olmuştur.

Deprem sonrası oluşan konut ihtiyacını ikiye ayırabiliriz:

- Geçici konut
- Kalıcı konut.

Deprem sonrası konutsuz kalan ailelerin, kısa vadede barınma ihtiyaçlarını karşılayacak konut tipine geçici konut denir. Bu tip konutlar, hızlı bir şekilde yapılabilen ve bir ailenin temel ihtiyaçlarına yetecek fonksiyonlara sahip konutlardır.

Geçici olması sebebiyle kolay kurulup, sökülebilen bir konstrüksiyona sahip olması gerekmektedir. Çeşitli afetlerde ihtiyaç halinde tekrar kurulabilmelidir.

Kalıcı konutlar ise ailenin temel ihtiyaçlarını karşılayabildiği geçici konuttan farklı olarak, yaşamsal tüm faaliyetlerini yerine getirebildiği ve uzun vadede yaşamını sürdürebileceği konutlardır. Bir deprem sonrası oluşan yoğun geçici konut ihtiyacı kadar kalıcı konut ihtiyacı da bulunmaktadır.

Genel olarak konut üretiminde bir takım kriterler nispeten ön plana çıkmaktadır:

Üretim süreci ile ilişkili kriterler:

- Girişim süreci ile ilişkili kriterler (ilk yatırım maliyeti, vb.)
- Tasarım süreci ile ilişkili kriterler (toplumun kültür yapısına ve beklentilerine göre tasarım olanağının sağlanması, tasarımda esneklik, vb.)
- Yapım süreci ile ilişkili kriterler (yapım için gerekli girdilerin ülke kaynaklarınca sağlanabilmesi ve bu girdilerin nitelikleri, yapım süresinin kısalığı ve kolaylığı, yapım sürecinin denetimi, vb.)

Teknik nitelikteki kriterler:

- Yapının güvenliğine ilişkin kriterler (taşıyıcı sistemin depreme dayanıklı olması, vb.)
- Yapının tüm sistemlerine ilişkin kriterler (fiziksel konfor koşullarının sağlanması, vb.)

Bu kriterler geçici ve kalıcı konut üretimini de ilgilendiren kriterlerdir. Geçici ve kalıcı konut üretimini, diğer konutlardan ayıran en önemli etken, bir afet sonrası oluşan büyük konut açığına hızlı ve düşük maliyetli çözüm beklentisidir.

Yapının güvenliğine ilişkin kriterler teknik nitelikteki kriterler arasında değerlendirilmesine rağmen, üretim süreci ile ilişkili kriterlerle de dolaylı olarak ilişkilidir. Bu bağlamda önümüzdeki bölümlerde bu kriterlere bağlı olarak inceleyeceğimiz konut yapım sistemleri, bir deprem ülkesinde genel konut ihtiyacına hizmet edecek ve bir deprem sonrası oluşacak kalıcı konut ihtiyacında da doğru seçimlere ulaşma konusunda yardımcı olacaktır.

2.3.2. Güvenli Yapı Üretiminde Temel İlkeler

Güvenli bir yapıda ister konut yapısı ister baraj olsun, temel olarak üç ana durumun ele alınmasının gerekliliğinden bahsedebiliriz:

- Zemin koşulları,
- Zemine uygun temel seçimi,
- Üst yapı.

Güvenli bir yapıdan bahsedebilmek için bu üç ayrı durumun ayrı ayrı değerlendirilmesi, hem kendi içlerinde tutarlı, hem de birbirleri arasında uyumlu sonuçlar üretecek şekilde verilerin bir araya getirilmesi gereklidir.

Güvenli bir yapının yapımı öncelikle zemin koşullarının göz önüne alınmasını, üst yapıya uygun olarak zeminin hazırlanmasını, iyileştirilmesini gerekli kılar. Ayrıca zeminin iyileştirilmesi ve gereğinde homojen hale getirilmesinden sonra, temel tabanındaki suyun mutlaka drene edilmesi ve yapının alttan gelen su ve neme karşı yalıtılması gerekmektedir. Zemin ve üst yapıya uygun temel seçilmesi de önemli bir noktadır. Tasarım aşamasında inşaat alanında zemin ölçümlerinin yapılmaması ve temel hesaplarının meslek elemanlarının sezgisine göre kabul ettiği katsayılar üzerine kurgulanması nedeniyle yapı temelleri nitelikli olmamaktadır [8].

Zemin koşulları ve temel seçimiyle birlikte, güvenli yapı üretiminde en önemli hususlardan biri üst yapı diye adlandırdığımız kısımdır. Üst yapıda meydana gelen hasarların sebebi ise temel olarak beş ana başlık altında gruplanabilir:

- Yapım sisteminin özelliklerine bağlı olumsuz durumlar,
- Mimari nedenlerle taşıyıcı sistem planlama hataları,
- Malzeme seçiminde hatalar, kalitesiz ve yanlış malzeme seçimi,
- Detaylandırma,
- Uygulama sırasında denetim eksikliği sonucu meydana gelen uygulama hataları.

Yapının işlevsel ve fiziksel biçimlenmesi ile mimari tasarıma ve işlevsel biçimlenmeye uygun taşıyıcı sistem ve malzemenin seçimi ve birleşimleri, bunların yanı sıra yapım sistemi seçimi üst yapı bağlamında önemli konulardır. Bu nedenle bu dört konuyu ayrıca irdelenmek gerekmektedir. Ayrıca yapı da meydana

gelen hasarların en önemli nedenlerinden biri olan ‘denetim’ konusu da ayrı bir başlıkta ele alınmıştır.

2.3.2.1 Yapım Sistemi Özellikleri

Bugün dünya üzerinde çok farklı yapım sistemlerinin varlığını söylemek mümkündür. Hepsi farklı amaçlar, ihtiyaçlar ve koşullar doğrultusunda ortaya çıkmış, gelişmiş ve bu koşullar doğrultusunda da tercih edilmişlerdir. Çok çeşitli geleneksel yapım sistemleri, kimi kırsal ya da kırsal olmayan kesimlerde yüzyıllardır süregelen bir hakimiyet sürmektedirler. Geleneksel yapım sistemlerinin yanı sıra yüksek teknolojinin sunduğu olanaklarla ortaya çıkan, yeni malzemelerin keşfi ve üretimi ile oluşan yepyeni sistemlerde karşımıza çıkmaktadır.

Böylesine geniş bir yelpaze içinde olan farklı sistemleri incelemek ve irdelemek, yeni yapım sistemlerinin ortaya çıkışı için önemli bir adım olmaktadır. Ancak pratik ve ekonomik çözümlerin en değerli çözümler olduğu günümüzde yeni bir sistemin doğuşu da, bu temeller üzerine oturmak zorundadır.

Günümüzde ve geçmişte mimarların fikirsel üretimdeki özgürlükleri, yapım sistemlerinin onlara sunduğu imkanlar ile doğrudan ilişkili olmuştur. Bir yapım sisteminin sundukları ise teknoloji ya da gelişmişlikle ilişkili olarak artmaktadır. Ancak daha öncede bahsettiğimiz gibi herhangi bir sistemin gelişmesi sadece teknolojiye bağımlı değildir. Sistemin gelişmişlik düzeyi teknik organizasyonun zaman içerisinde iyileşmesine de bağlıdır. Doğal malzemenin bizlere sunduğu olanaklar geleneksel yapım sistemlerinde karşımıza çıkmaktadır. Bu malzemelerin farklı şekil ve tekniklerle kullanımı, alternatif yapım sistemleri doğurmaktadır. Ancak her alternatif sistemin bir olgunlaşma süreci vardır. Bu süreç, yeni yapı malzemeleri ve yapı sistemlerinin keşfedilmesi ve bu sistemlerin özelliklerinin belirlenmesiyle başlar. Tercih edilen özelliklerinin bina maliyetine olan etkisinin bilinebilmesi ve sağlıklı kararların verilebilmesi için öncelikle en iyi özelliklerinin bilinmesi gerektiğinin anlaşılması üzerine, mimari biçimlenme özelliklerinin şekillendirilmesiyle devam eder.

Yapım sistemi, kullanıcı gereksinimlerine göre tasarlanmış yapma çevreyi, dış ve iç çevreden ayıran ‘yapının’ gerçekleştirilmesi hedefine yöneliktir. Bu hedefe göre ‘yapım sistemi’, yapının gerçekleştirilmesi için sistem çevresinden sağlanan kaynaklardan yararlanılarak ve çeşitli düzeylerde bitirilmiş yapı ürünleri kullanılarak, bunların inşaat ve montajını içeren bir bütün olarak tanımlanabilir [10].

Yapım sistemi iki boyutta değerlendirilebilir. Bunlar fiziksel ve işlevsel boyutlardır. İşlevsel boyut, farklı işlevlere neden olan kullanıcı eylemlerinin biçimlenişini ifade eder. Yapım sisteminin fiziksel boyutu ise kaynakların nitelikleri, imalat ve montaj aşamaları gibi, fiziksel özellikleri içerir.

Yapım sisteminin fiziksel ve işlevsel biçimlenmesine bağlı olarak, yapının güvenli olma özelliği dolaylı yönden etkilenmektedir. Bu durumu şu şekilde açıklayabiliriz;

- Yapım sisteminin, toplumun yaşam koşullarına uygun mimari form ve mekansal düzenlemeyi veya zaman içerisinde yapılacak değişimleri veya eklemeleri mümkün kılması önemli bir beklentidir. Ancak biçimsel ve mekansal düzenlemenin, yapının güvenliğine ilişkin diğer kriterlerin belirlediği sınırları aşmaması gerekmektedir. Bu çerçevede bir yapım sistemiyle elde edilemeyecek bir yapı, sistemin kendi tanımına bağlı olan kısıtlamalar ile karşı karşıyadır.
- Yapım sisteminde kaynaklar malzeme, işçilik ve araçlar olarak üçe ayrılabilir. Bu kaynakların nitelikleri, yapı bileşenlerinin imalat ve montaj şekilleri sonuç ürünün niteliğini ve dolayısıyla yapının depreme karşı dayanıklılığını etkilemektedir.

2.3.2.2 Taşıyıcı Sistem Seçimi

Taşıyıcı sistemler, üzerlerine etkiyen yükleri kendi ağırlıkları ile birlikte taşıyarak zemine aktarması gereken elemanlar topluluğu olarak tanımlanmaktadır. Planlama aşamasında, mimar ve mühendislerin, yapının fonksiyonuna en uygun taşıyıcı sistemi seçmek ve belirlemek gibi bir zorunlulukları vardır. Çünkü taşıyıcı sistem yapının ana şemasını oluşturan çok önemli bir parametredir. Bu işlemin doğru olarak yapılabilmesi için bu konu ile ilgili ortaya konulmuş ve uygulanabilir olan çözümlerin tamamı hakkında bilgi sahibi olunmalıdır.

Taşıyıcı sistemin büyüklüğü, kullanma şekli amacı, malzemesi, yapım tarzı ne olursa olsun yapının etkisi altında kaldığı yükleri uygun biçimde taşıyan ve zemine ileten elemanların tümü olması sebebiyle, yapıların depreme karşı güvenliğinin sağlanması açısından önemle ele alınması gereken bir konudur. Yapının etkisi altında kaldığı yükler karşısında ezilmemesi, çatlak, sehim, kırılma yapmaması gerekmektedir.

Mimarın kendini ifadesi sadece mimari tasarımlarla sınırlı kalmamalıdır. Yapının herhangi bir fonksiyona uygun formu, o formu ayakta tutacak bir taşıyıcı sistemi ve yine taşıyıcı sistemi oluşturan bir malzemesi olduğunu düşünürsek, mimari tasarımın sadece fonksiyonu örten bir form olmadığını görürüz.

Mimarın tasarladığı formlarda, aynı zamanda taşıyıcı sistemi nasıl ele aldığı, taşıyıcı sistem malzemesini nasıl kullandığı önem kazanmaktadır. Her biçim ve form, her yapı ve eylem tipiyle örtüşemeyeceği gibi, her taşıyıcı sistemin de her yapı tipiyle uyum sağlayamayacağı bir gerçektir. Bu bağlamda tasarlanan eylem şemaları ve bunu örten form ile birlikte taşıyıcı sistem tasarımı ve malzeme seçimi de öncelik ve önem kazanan bir özellik göstermektedir.

Taşıyıcı sistemler, yüklerin zemine aktarılma şekillerine göre çeşitlilik göstermektedirler.

- Oyma sistemler; bütün bir kayanın içini oyarak kullanma hacimleri elde etme yöntemine 'oyma sistem' adı verilir.
- Yığma sistemler; taş, tuğla, kerpiç briket, gazbeton, ahşap gibi malzemelerin üst üste yerleştirilip kendi ağırlıklarının bağlayıcı gücü veya harç ile birleştirilerek duvar, kolon, kemer, kubbe, tonoz gibi taşıyıcı elemanlar oluşturulması şeklindeki yapı düzenine 'yığma sistem' denilmektedir.
- İskelet sistemler; kolon ve kirişlerin birleşmesinden meydana gelen taşıyıcılar 'çerçeve' olarak adlandırılır. Çerçevelerin birbirine dik ve her iki doğrultuda belli aralıklarla yerleştirilmesi ve kirişlerin yatay plaklarla bağlanması sonucu 'iskelet taşıyıcı sistemler' elde edilir.
- Katlanmış plak taşıyıcı sistemler; kalınlığı diğer boyutlarına göre küçük olan düzlemsel elemanların birbirlerine mesnetlenerek levha çalışması yapabilecek şekilde düzenlenmesiyle elde edilen yüzeysel taşıyıcılardır.

- Kabuk taşıyıcı sistemler; mukavemetleri yapı malzemesinin biçimlendirilmesi ile elde edilen sistemlere 'kabuk taşıyıcı sistemler' denir.
- Uzak kafes taşıyıcı sistemler; sistemin ana modülü olan üçgen, dörtgen ve altıgen modüllerin tepe noktalarının birbirlerine bağlanmış olması ile elde edilen bir sistemdir.
- Asma sistemler; yüksek mukavemetli çelik kabloların , yalnız çekmeye çalışarak, burkulmadan etkilenmedikleri taşıyıcı sistemlerdir. Klasik yapı sistemlerinin tersine, açıklıklar arttıkça yapı maliyeti düşmektedir.
- Membran sistemler; basınç, kayma ve eğilme etkilerine dayanıklı olmayan ama çekmeye oldukça dayanıklı ince tabaka zar halinde çalışan bir sistemdir.
- Şişirme sistemler; içte üfleme pompalarıyla yükseltilmiş basınç nedeniyle dış zarın gerilerek havada durmasının sağlandığı bir sistemdir [11].

Taşıyıcı sistemlerin maruz kaldığı yükler ise genel anlamda;

- Düşey yükler,
- Yatay yükler olmak üzere ikiye ayrılır.

Düşey yükler;

- Sabit yükler
- Hareketli yükler olmak üzere yine ikiye ayrılırken,

Yatay yükler;

- Rüzgar ve
- Deprem yüküdür.

Çoğu yük hesaplanabilir, ancak kar, yağmur, rüzgar ve deprem yükleri tam olarak hesaplanamaz.

Deprem yükü, dalga halinde yayılan ve gelişigüzel değişebilen ani hareketler dizisi olarak tarif edilebilir. Bu yükler temeller aracılığı ile yapıya iletilir ve yapının üst katlarında daha büyük hareketlere neden olur. Deprem yükleri statik değildir, sürekli değişim halindedir ve tahmin edilemez. Deprem yapısı üzerindeki etkilerinin yapının taşıyıcı sistemine ait karakteristik özelliklere de bağlı olması deprem hesabını karışık bir hale getirir [12].

Bir yapının depreme dayanıklılığı deprem yüklerine karşı mukavemetiyle ilişkilidir. Deprem yükleri yatay yükler olarak kabul edilebilir. Depreme bağlı düşey hareketler

şiddetli de olsalar, strüktürel hesaplarda düşey yükler zaten hesaba katılmış olduklarından, göz ardı edilebilir. Oysa ki yatay yükler tam olarak hesaplanamadığı gibi bir sarsıntıda yapıya en çok zarar veren yüklerdir.

Taşıyıcı sistemin yatay gelen deprem yüküne tepkisi, yüke paralel yönde yatay deplasman yaparak eski konumuna geri dönmektir. Yatay yer değiştirmenin miktarı elastik sınırlar içinde kalmalı, kalıcı deformasyonlar olmamalıdır. Yapıların bu özelliği deprem enerjisini bünyeleri içinde tüketme yeteneğidir. Buna süneklik denmektedir. Yapılar onarımı mümkün olmayan hasara uğrasalar bile, can kaybına neden olmayacak boyutta enerjiyi sönmölemeleri gerekmektedir [13].

Tasarım yaparken taşıyıcı sistem tasarımı, mimara büyük bir sorumluluk yüklemektedir. Çünkü ileriki aşamalarda inşaat mühendisi seçilen bu sistem üzerinde hesaplarını yapacaktır. Bu bağlamda taşıyıcı sistemden beklenenler;

- Sağlamlık,
- Fonksiyonel uygunluk; taşıyıcı sistemin binanın amaçlarına olan etkisiyle ilgili bir beklentidir. Planda az yer kaplaması, serbestlik sağlaması ve çeşitli mekanik ve elektrik donanımının rahatlıkla yerleştirilebilmesine olanak vermesi bu kategoride açıklanabilir.
- Estetik; taşıyıcı sistemde doğru olmayan çözümler, yapının güvenliğine olduğu gibi, bina estetiğine zarar verebilirler. Çok katlı yapılar taşıyıcı sisteme o derece bağlıdır ki, taşıyıcı sistemin ifadesi mimarının kendisi olmaktadır.
- Ekonomiklik; taşıyıcı sistemin maliyeti çoğu kez tüm bina maliyetinin %20-30'undan daha azdır. Taşıyıcı sistem maliyetinde önemli bir azalma sağlansa bile, bunun tüm maliyet içinde küçük bir oran olacağı görülür.

Bu maddeler arasında ilk madde diğerlerinin bir adım önüne geçmektedir. Mimar ve inşaat mühendisi ortak bir çalışma yaparak yapının güvenli bir taşıyıcı sisteme sahip olmasını sağlamalıdır. Bir taşıyıcı sistemin sağlam olmasının üç koşulu vardır:

- Denge koşulu; sağlamlıkla ilgili olarak aranılmakta olan denge koşulu bir bina ya da parçalarının hareket etmeyeceğinin garanti edilmesi demektir. Bu da taşıyıcı sisteme etkileyen tüm kuvvetlerin etkisi altında sistemin yerinde durması demektir.
- Stabilitö koşulu; bir yapıda denge hareketsizliğin, stabilitö ise bu dengenin kararlılığının sağlanmasıdır. Yapı devrilmeye karşı güvenli ise 'stabildir'

denilmektedir. Rüzgar ve deprem yüklerine karşı stabilite yapının kendi ağırlığı ile sağlanır.

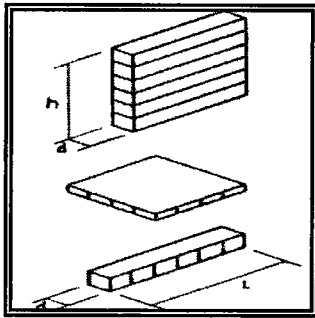
- Dayanıklılık; taşıyıcı sistemin dayanıklı olup olmadığı, boyutlandırma ve kesit hesabı sonucunda malzemenin emniyet gerilmelerinin aşılp aşılmadığının kontrolünü yapmakla anlaşılabilir [11].

Taşıyıcı sistemin yukarıdaki özellikleri sağlayabilmesi geçirdiği süreçlerle ilişkilidir:

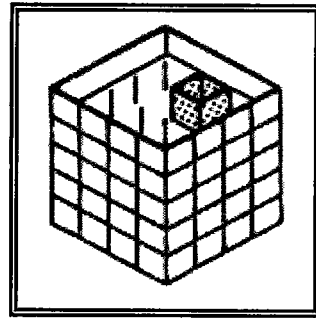
- Tasarım; yer seçimi, zemin etüdü ve bunlara uygun taşıyıcı sistem seçimi ve detaylandırılması aşamalarını kapsamaktadır.
- Malzeme seçimi; kullanılan malzemelerin sınıflandırılması, seçilen malzemelerin amaca uygunluğunun incelenmesi ve kullanılan malzemelerin niteliğinin değerlendirilmesi işlemlerini içermektedir.
- İnşaat süreci; tasarım ile uyumlu bir yapı üretim süreci, teknolojisi, montaj ve işçilik ve tüm bunların denetimi inşaat süreci çerçevesinde değerlendirilebilir.
- Bakım ve onarım süreci.

Taşıyıcı sistemin depreme karşı güvenli olması için, yapının planlamasında bazı temel ilkelere dikkat edilmelidir. Bunlar;

- Yapıların boyutlarının birbirine oranı çok büyük olmamalıdır. Eni, genişliği ve yüksekliği birbirine göre uyumlu olmalıdır. Örneğin, eni a olan bir yapının yüksekliğinin veya genişliğinin $6a$ olması yapıda boyutsal problemler doğurur.
- Yapıların ağırlık merkezi ile geometrik merkezi aynı noktada örtüştüğünde yada mimari çözümler ile taşıyıcı sistem uyum içinde tekniğine uygun olarak çözümlendiğinde, yapıların güvenliği kendiliğinden artar. Ancak bu merkezlerin çalışması sağlanamadığında problemlili bir yapı ortaya çıkar.

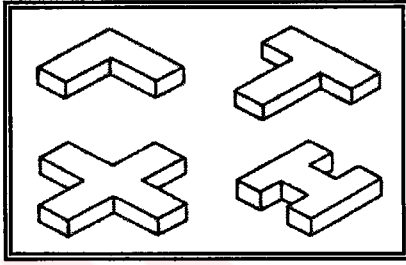


Şekil 2.1 Yapılarda Boyutsal Orantısızlık

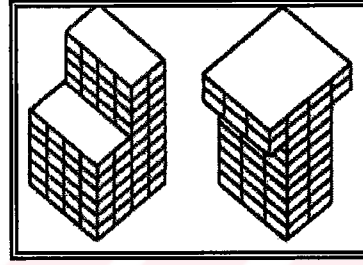


Şekil 2.2 Ağırlık ve Rijitlik Merkezinin Çakışmama Durumu

- Planda L, T, H, v.b. şeklindeki yapılar taşıyıcı sistemi düzensiz yapı sınıfına girmektedir. Bu tür binalar derzler düzenlenmek suretiyle dikdörtgen şekilli bloklara ayrılmalıdır. Plan şekilleri mümkün olduğunca simetrik olarak düzenlenmelidir [14].
- Taban kesiti küçük, üst kesiti iyi düzenlenmemiş, çıkıntılarla büyük üretilmiş veya taban kesitinden farklı olarak daha fazla yükseltilmiş geometrilere sahip olan yapıların taşıyıcı sistem güvenliği tehlikeydedir.

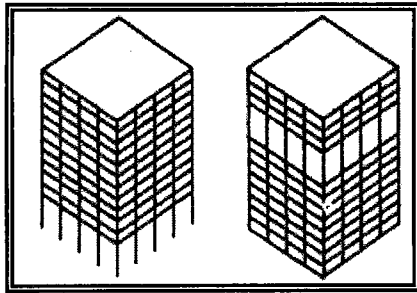


Şekil 2.3 Uygun Olmayan Plan Şekilleri

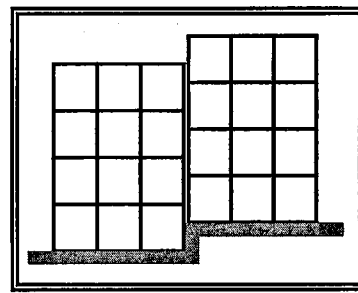


Şekil 2.4 Taban Kesitine Uymayan Geometrilere

- Yapıların giriş katlarında veya herhangi bir ara katta oluşturulan ve yumuşak kat adı verilen oluşumlar strüktürel dengesizliğe neden olmaktadır.
- Yapıların giriş veya bodrum katlarında tümü benzer kesitlere sahip taşıyıcı elemanların bir bölümünün mimari sebeplerden dolayı daha kısa yapılması gibi bir yapısal düzensizlik oldukça yaygındır.

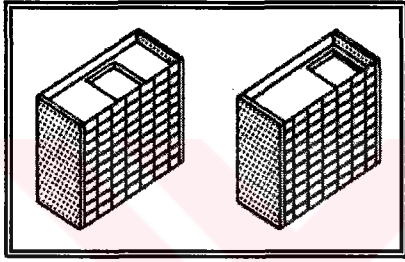


Şekil 2.5 Yumuşak Kat

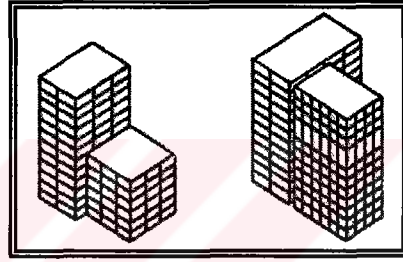


Şekil 2.6 Kısa Kolon

- Taşıyıcı sistem sürekli ve birbirine bağlı olmalıdır. Aksi takdirde, bina bir bütünlük içerisinde çalışamayacaktır. Yani taşıyıcı sistem bir aks sistemine oturtulmuş olmalı ve bu aks sistemi bir bütünlük göstermelidir.
- Orantısız şekilde geçilen büyük açıklıklar yine strüktürel dengesizliğe sebep olmaktadır.
- Düşey taşıyıcı sistem elemanları, kendi düzlemleri içerisinde son derece rijit olan döşeme sistemi sayesinde birlikte yatay yer değiştirme yapmaktadırlar, bu nedenle döşemelerde büyük oranlarda süreksizlikler bulunmamalıdır.
- Bitişik nizam olarak inşa edilen yapıların vibrasyonlarının birbirlerini etkilememeleri için aralarında yeterli bir mesafe bırakılmalıdır.



Şekil 2.7 Döşemede Büyük Boşluklar



Şekil 2.8 Bitişik Yapılar

- Düşey taşıyıcı sistem elemanları, kolon veya perde gibi elemanlar olası bir deprem yükünü alacak biçimde ve deprem yönüne dik olarak yerleştirilmelidir. Ancak deprem yönü tek bir yön olarak değil, her ekseninde kabul edilmelidir.
- Yapı kütlelerinin büyüklüğüne bağlı olarak düzenlenen dilatasyon derzleri, düz şekilde oluşturulmalıdır.
- Taşıyıcı sistem kullanıcı tarafından bilinçsizce ve bilgisizce değiştirilmemelidir. Taşıyıcı sistem öğelerinin yer kazanmak amacıyla ortadan kaldırılması, çatı arasının ya da balkonların depo veya su deposu olarak kullanılması gibi yanlışlıklar engellenmelidir.
- Binanın gereksiz yere fazla yük taşıması engellenmelidir. Cephe, çatı, vb. kaplamalarında veya dolgu duvar malzemesi olarak ağır malzemeler yerine hafif malzemeler tercih edilmelidir.
- Yapının taşıyıcı sistemi depremin oluşturduğu yükleri aktarmak durumunda kalmaktadır. Bir yapı ne kadar ağırsa, aktarılması gereken deprem yükleri o

oranda büyük olacaktır. Bu nedenle yapıların hafif olması tercih edilmektedir. Ancak yapıların ağırlıkları içlerinde bulunan eşyaların veya yaşayan insanların ağırlığından değil, daha çok yapının yapılmasında kullanılan malzemenin ve daha çok taşıyıcı sistem malzemesinin ağırlığındandır. Taşıyıcı sistem malzemenin hem hafif, hem de sağlam olması gerekmektedir. Daha hafif ancak daha zayıf malzemeler tercih edilmemelidir. Yapıların depreme dayanıklılığı, sağlamlık/ağırlık oranı ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

- Yapının taşıyıcı sistem malzemesi oldukça önemlidir. Sistem malzeme özellikleri göz önüne alınarak oluşturulmalıdır. Taşıyıcı sistem malzemesi taş, ahşap, çelik, pişmiş toprak, betonarme, FRP (Fiber Reinforced Polymer) veya kompozit malzemeler olabilir.

Bu bağlamda taşıyıcı sistem malzemesini ayrıca irdelemek gerekmektedir.

2.3.2.3 Malzeme Seçimi

Bir yapı aslında daha çok malzemesiyle anılır. Örneğin taş bina, ahşap ev gibi. Ancak bu tür malzemeleri günümüzde daha çok kaplama olarak görmekteyiz. Bu tür kaplamalar toplumu yanıltarak yapıların farklı anımsanmasına sebep olabilmektedirler. Taşıyıcısı betonarme olup ahşap kaplanmış bir yapı, ahşap bina olarak anımsanırken gerçekte toplumu mimari açıdan oldukça yanıltmaktadır. Bu durumun tersi de zaman zaman söz konusu olabilmektedir. Ahşap veya çelik taşıyıcılı bir yapının, farklı bir kaplama malzemesi ile kaplanarak gerçek malzeme gizlenmesini örnek olarak gösterebiliriz. Zaten az sayıda olan ahşap, çelik, taş yapıların sahte bir görünümle varlığını sürdürmesi, bu malzemelerin sanki yokmuş gibi değerlendirilmesine sebep olmaktadır.

Ancak betonarme diğer taşıyıcı sistem malzemelerinden farklı olarak oldukça çok kullanılan bir malzemedir. Bugün konuttan fabrika yapısına kadar her tür yapıda görebildiğimiz bu malzemenin, böylesine çok kullanılır olmasının sebepleri hem niteliksel, hem de niceliksel olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde üretilen çelik miktarının, yoğun talepleri karşılayamaması ve maliyetinin yüksek olması, ahşap malzemenin temin edildiği ormanlarımızın inşaat bölgelerine uzaklığı, buna karşın betonu oluşturan kum ve çimentonun yerel kaynaklardan kolayca elde edilebilmesi,

betonarmenin çok kullanılan bir malzeme olmasının en önemli nedenlerindendir. Betonarmenin kat ekleme, kat çıkma gibi oluşumları mümkün kılması gibi nedenler ise bu durumu desteklemişlerdir ve bu, malzemenin plastik etkisinin göz ardı edilmesine, bilinçsiz ve çirkin kullanımına neden olmuştur.

Bilinçsiz ve çirkin kullanımlara uygulama yanlışları da eklenince, deprem nedeniyle oluşan yıkımlar karşımıza çıkmaktadır. Ancak diğer yapı malzemelerinin de (ahşap, çelik, vb.) yanlış kullanımı söz konusu olsa bile, aynı yıkım manzaralarını karşımıza çıkartmayacağı söylenemez. Yapıların %97'sinin betonarme olduğu ülkemizde, deprem sonrası, çoğunluklu olarak betonarme yapılarda hasarlar ve yıkıntılarla karşılaşmamız kaçınılmazdır. Ancak hangi malzemeyle ve hangi sistemle yapılmış olursa olsun, en önemli faktör yapı üretiminin her aşamada doğru bir mekanizma tarafından denetlenmesinin gerekliliğidir. Planlama ve uygulama yanlışları ancak doğru bir denetleme mekanizmasıyla engellenebilir.

Betonarmeden farklı diğer malzemeler üretim veya kullanım dezavantajları sebebiyle az kullanılır olmuşlardır. Çevresel veya yapısal olan bu dezavantajların ortadan kaldırılabiliyor olması, gelecekte çeşitli malzemelerin daha çok kullanılabileceği düşüncesini doğurmaktadır.

Günümüzde betonarmenin bu kadar yaygın kullanılıyor olmasından önce taş, tuğla, ahşap gibi malzemeler dünyanın her tarafında, bütün uygarlıklarda evrensel olarak kullanılan ve bugüne kadar değerlerini koruyan yapı malzemeleri olmuşlardır. Diğer yandan bakır, kurşun, demir gibi madenler, bronz gibi alaşımlar uzun bir süre insanların yapı eylemini yerine getirmek için kullandığı malzemeler olmuşlardır.

Endüstri devrimi, bu geleneksel ve uzun malzeme listesini köklü olarak değiştirmiştir. Bugünkü malzeme çeşitliliği ve ona paralel olarak teknik imkanların artması ve buna prefabrikasyonun da eklenişiyse yapı üretimi oldukça ilerlemiştir.

Yapı sorunlarının hiçbirisi, yapı malzemelerinden ayrı olarak ele alınamaz. Taşıyıcı sistem tasarımında ortak bir sorun da minimum ağırlıkta ve kesitte bir malzeme ile en büyük açıklığın geçilmesidir. Açıklık geçme sorununa yapı malzemelerinin verdiği olanaklar dahilinde çözümler getirilebilmektedir. Kullanılan yapı malzemesi

değiştikçe, birimler, modüller değişiklik gösterecektir. Malzeme özelliklerinin belirlediği birimler, yapı genel kurallarını oluşturan geometrik disiplini meydana getirirler.

Taşıyıcı sistem malzemesi, taşıyıcı sistem kadar yapının depreme dayanıklı olma durumunu etkileyen bir faktördür. Malzemenin özellikleri, taşıyıcı sistemin genel karakterinin oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Malzemenin ağırlığı, kırılğan veya sünek olması, çekme ve basınç dayanımları bu çerçevede önemli özellikler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Günümüzde malzeme seçimini etkileyen birincil faktörler olarak malzemenin maliyeti ve kolay bulunabilir olması gösterilebilir. İkincil faktörler ise, uygulama kolaylığı, yangın ve deprem güvenliği, ömrünün uzunluğu, estetik değerler, vb., olarak devam eder.

Malzeme ile ilgili olarak yukarıdaki etkenler doğrultusunda oluşmuş ancak yine bu etkenler arasında da sayılabilecek belli kabuller vardır. Taş ağırdır, cam saydamdır, ahşap sıcaktır, çelik sağlamdır gibi olumlu ya da cam kırılır, ahşap yanar gibi olumsuz kabuller bunlara örnek gösterilebilir. Ancak günümüzde bu kabulleri ortadan kaldıracak teknolojiler geliştirilmiştir ve geliştirilmeye devam etmektedir. Örneğin ahşabın yanması çeşitli kimyasal ürünler kullanılarak geciktirilebilmektedir. Böylelikle olumsuz kabullerin ortadan kaldırılabilir olmasıyla birlikte çeşitli malzemeler daha kolay kullanılabilir olacaktır.

2.3.2.4 Detaylandırma

Yapı elemanlarının birbirleri arasındaki ilişkileri tanımlayan bu unsur, projelendirme aşamasında çizimlerle ifade edilerek, üzerinde durulması gereken ancak genellikle gözardı edilen bir durumdur.

Detaylandırma genellikle yapının taşıyıcı sisteminin kendi içerisinde çözülmüş bir problem olarak görülür. Ancak detaylandırma, taşıyıcı sistem kararı ile sona ermemelidir. Projelendirme ve uygulama aşamasında birleşimler üzerinde durulmalı

ve sadece taşıyıcı sistemin değil tüm yapı elemanlarının birleşimine dikkat edilmelidir.

Birleşim detaylarının dekorasyon veya kaplamalarla gizlenebilmesi olasıdır. Ancak saklı da olsa, birleşim özellikleri yapının karakterini oluşturur. Her yapı kendisini oluşturan elemanların bünyesine ve bunların birleştirilme şekline bağlı olan özel bir davranış biçimine sahiptir ve deprem sırasında bu davranış biçimi yapının ve diğer elemanların kaderini tayin edebilir. Detaylarda en önemli konu yapı sünekliğini artırıcı etkenlere dikkat edilmesidir. Ayrıca özenle tasarlanan bir detaya aynı özenin uygulamada da gösterilmesi gerekmektedir. Herhangi bir detay şantiyede çalışan kişinin inisiyatifine bırakılmamalıdır.

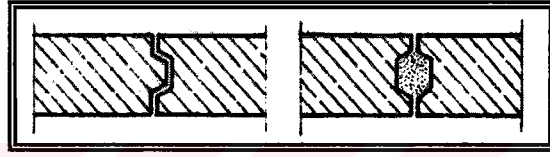
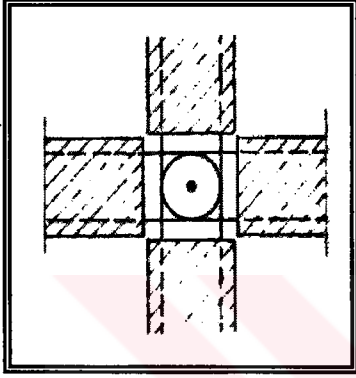
Yapı elemanları iki yolla bir araya gelebilmektedir:

- Birleştirme yoluyla;
 - Organik birleştirme; harçla, yapıştırıcılarla, kaynakla uygulanan yöntemler,
 - Mekanik birleştirme; perçinleme, vidalama, bulonlama gibi birleştirme yöntemleri.
- Biçim verme yoluyla;
 - Plastik biçimlendirme; püskürtme yöntemleri,
 - Yeniden biçim verme; presleme, dövme, çekme, şişirme, vb. biçimlendirme yöntemleri,
 - Döküm; kalıplar içine dökülen veya enjekte edilen, sıcak soğuk malzemenin donarak biçimlenmesine ilişkin yöntemler [15].
- Birleştirme yoluyla yapı elemanlarının bir araya gelmesi; şantiye dışında imal edilen yapı elemanlarının şantiyede bir araya getirilmesi söz konusudur. Birleştirme yatay veya düşey doğrultuda meydana gelebilir. Deprem yüklerine dayanıklılık yönünden birleştirmenin düşey veya yatay doğrultuda gelişmesinin bir önemi yoktur. Ancak daha çok çekme kuvvetine dayanıklı elemanların bu yolla birleştirilmesi söz konusu olduğuna göre bu birleşimlerin de aynı karakterde olması beklenir.

- Biçim verme yoluyla yapı elemanlarının bir araya gelmesi; bu noktada özellikle döküm daha çok kullanılmaktadır. Gerek monolitik yapı sistemlerinde, gerekse prefabrike bileşenlerin kullanıldığı işlemlerde söz konusu olabilmektedir.

Kuvvet iletimi yönünden birleşimler ikiye ayrılmaktadırlar;

- Deprem kuvvetini ileten (karşılatabilen) birleşimler,
- Deprem kuvvetini iletmeyen (karşılatabmayan) birleşimler.



Şekil 2.9 Deprem Kuvvetini İleten Birleşim

Şekil 2.10 Deprem Kuvvetini İletmeyen Birleşimler

Bu bağlamda yapım sistemi, taşıyıcı sistem veya malzeme seçiminde birleşim detaylarının nasıl çözümlendiği kriteri karşımıza çıkmaktadır ve bu birleşimler tüm sistemin davranışını tariflemektedir. Bu nedenle birleşimler, göz ardı edilmemeli ve üzerinde hassasiyetle durulmalıdır.

2.3.2.5 Yapı Denetimi

Yapı denetimi, yapım faaliyetlerinin ve bu işlerde kullanılan malzemelerin standartlara uygunluğunun kontrolü olarak tanımlanabilir. Yapı üretiminde yer alan birden fazla kişinin çelişen kişisel amaçları, bu kişilerin yeterli teknik donanımına sahip olmamaları, bilgi eksikliği, çeşitli malzemelerin veya gereçlerin yanlış kullanımı gibi olumsuzlukların ve bu olumsuzlukların sonucu olan yanlış

planlama, jeolojik veriler) toplumsal haklar gözetilerek denetlenmelidir. Şehircilik ilkeleri çerçevesinde başlayan denetim, yapı üretiminin planlama, uygulama ve kullanım aşamalarında da sürdürülmelidir. Yapı denetimi, malzeme kalite ve standartları, müteahhitlik kurumlarının denetimi ve mali denetimin bütünselliği içerisinde ele alınmalıdır.

Ülkemizde İmar ile ilgili kurallar ve bu kuralların denetimi, anayasamızın 3194 numaralı 03.05.1985 kabul ve 09.05.1985 yayın tarihli, İmar Yasasında tariflenmektedir. Bu yasada yapı yapılacak arazi ve arsanın durumuna göre belediyeler veya valiliklerin yetkisi altında yürütülen imar işlerinin, uygulama esasları çeşitli yönetmeliklerle tarif edilmiştir. İmar Yasası'nın ilgili maddeleri ve yönetmelikleri ise tutarlı bir yapı denetim sistemi oluşturmak amacıyla düzenlenmiştir.

Depremi felakete dönüştüren temel nedenler, her biri eşdeğer önemde olmak üzere şöyle tanımlanabilir,

- Yapılaşmada plansız yada bilime aykırı imar planlarıyla yanlış yerleşim seçimleri,
- Kaçak, projesiz ve yasa dışı yapılaşma,
- Ruhsatlı ancak denetimsiz yapılaşma,
- Bu aykırılıkları önlemede yasal yaptırım eksikliği,
- Mimarlık ve mühendislik hizmetlerinin, inşaat sahiplerinin işverenlik ilişkilerine bağımlı kalması [16].

Bahsedilen bu beş maddenin ortak noktası yasal düzenlemelere bağımlı olarak ortaya çıkmış olmalarıdır. Ülkemizde bu tür bir oluşuma neden olan nedenleri şöyle sıralayabiliriz;

- İmar Kanunu ve yönetmeliklerde proje denetimi yapılmasının açık bir şekilde belirtilmemiş olması,
- Belediyelerde proje denetimi yapabilecek yeterli sayıda ve nitelikte teknik eleman bulunmaması,
- Olağan tipteki binalar için belediye veya valiliklerin proje denetiminde kullanabilecekleri yöntemlerin ve standartların gelişmemiş olması,
- Proje denetimi yapmakla sorumlu idarenin görevini ihmal etmesi durumunda, bu ihmali tespit eden ve yasal yaptırım uygulama yetkisine sahip olan bir üst teknik otoritenin bulunmaması,
- İleride proje kusurlarından doğabilecek zararlardan dolayı, proje müellifinin ve proje onaylayan idarenin yasal bir sorumluluğunun olmaması,
- Fenni mesul olacak kişilerde diploma dışında bir nitelik aranmaması,
- Mimar, mühendis, şehir plancısı olmayanların da fenni mesul olabilmeleri,
- Belirli büyüklüğü aşan inşaatlarda şantiye şefi bulundurma zorunluluğunun olmaması,
- Fenni mesuliyet ücretlerinin bir esasa bağlı olmaması ve ücreti yapı sahibi ve müteahhidin, yani denetlenen kişinin tespit etmesi ve ödemeyi yapması,
- Fenni mesulün bazı sorumlulukları olmasına karşın tespit ettiği hususları ilgili belediyeye ihbar etme dışında hiçbir yaptırım yetkisine sahip olmaması,
- Fenni mesulün yaptığı kontrolün veya işbaşında bulunmamasının belediye veya valilik tarafından denetlenmemesi,
- Belediyelerin ruhsatsız yapıları, ihbar yöntemi dışında tespit edebilecek bir imkan ve mekanizmaya sahip olmamaları,
- Ruhsatsız veya ruhsata aykırı yapıların yıkılması için izlenmesi gereken yasal sürecin oldukça uzun olması,
- Belediyelerin ruhsatsız veya ruhsata aykırı yapıların yıkımını yapma konusunda araç, gereç, eleman ve güvenlik bakımından yetersiz olmaları,
- Yapım kusurları sonucunda doğabilecek zararlardan dolayı fenni kontrolün hiçbir yasal yükümlülüğünün bulunmaması, ortaya çıkabilecek maddi zararın tazmininde pay sahibi olmamaları [17].

Bu nedenlerle depremi felakete dönüştüren önemli sebeplerin denetim eksikliği ve yasal düzenlemelerle ilgili olduğu gerçeğinin anlaşılmasından sonra, 595 sayılı Kanun Hükmünde Kararname, TBMM'nin 'Depreme Dayanıklı Yapılaşmanın Sağlanması' amacıyla 27.08.1999 tarihinde çıkartılmış ve 10.04.2000 tarihinde resmi gazetede yayınlanmıştır.

Bu Kanun Hükmünde Kararnamenin amacı;

- Yapıda can ve mal güvenliğini sağlamak,
- Kaynak ısrafına neden olan plansız, kontrolsüz ve kalitesiz yapılaşmayı önlemek,
- Çağdaş norm ve standartlarda yapı üretmek ve bunun için yapı denetimini sağlamak,
- Yapı hasarı nedeni ile zarara uğrayan kişilerin haklarını korumak ve doğabilecek zararların tazminini sağlamak şeklinde özetlenebilir.

Bu kararname özel yapıları kapsamakta (konutlar, özel iş merkezleri, özel hastaneler, özel okullar, özel oteller, vb.) ancak kamu yapıları ile 180 m² den küçük özel yapıları kapsam dışı bırakmaktadır.

Denetim 'Yapı Denetim Kuruluşları' tarafından yapılacaktır. Yapı denetim kuruluşlarının denetimi de dikkate alınarak illerde ve ilçelerde resmi 'Yapı Denetim Komisyonları', Bayındırlık Bakanlığı bünyesinde de 'Yapı Denetim Üst Komisyonu' kurulmaktadır. Yani denetim mekanizmaları da başka mekanizmalar tarafından denetlenmektedir.

Yapı denetim kuruluşlarının görevi yalnızca inşaatı denetlemek değil, aynı zamanda proje denetimini de üstlenmektir. Bunun yanı sıra yapım faaliyetlerini ve bu işlerde kullanılan malzemelerin standartlara uygunluğunu denetlemek ve jeoteknik raporlar ve uygulama projelerini kontrol etmekle yükümlü olan denetim kuruluşlarında görevlendirilecek uzman mühendis ve mimarların belgelendirilmesi, il ve ilçe yapı denetim komisyonları ile birlikte yapı denetim üst komisyonlarında meslek odalarının da görevlendirilmesi olumlu gelişmelerdir.

Yapı denetim kuruluşlarının uzman mimar ve mühendisleri, denetimini yaptıkları yapıların, yapım hatası nedeniyle ileride ortaya çıkacak her türlü hasardan sorumlu tutulmaktadırlar.

Bu kararnamede ayrıca bir de sigorta sistemi öngörülmektedir. Yapı denetim kuruluşları, denetimini üstlendikleri yapılarda yine yapım hatası dolayısıyla meydana gelebilecek her türlü zararın karşılanması için ‘zorunlu mali sorumluluk sigortası’ yaptıracaklardır. Ancak bu kararnamede yapı sadece uygulama aşamasında denetlenmektedir. Tasarım aşaması, peyzaj ve şehircilik ilkeleri bu kapsamın dışında kalmaktadır. En önemli husus ise yer seçimi kararlarının denetim dışında kalmış olmasıdır. Daha önce de bahsettiğimiz gibi doğal verilere göre tehlikeli ve riskli bölgelerin yerleşim dışı tutulması veya yapılaşmanın doğal verilere göre yönlendirilmesi gerekmektedir. Bunların yanı sıra, İmar Yasası’nda, yönetmeliklerde ve kararnamelerde, betonarme inşaatlar temel alınmış ve diğer yapım sistemleriyle ilgili standartlar ve denetim unsurları yeterli bir şekilde açıklanmamıştır. Yasal düzenlemelerdeki boşluklar nedeniyle, farklı yapım sistemleri ile yapılan yapıların yeterli kalitede ve güvenlikte üretilmemesi söz konusu olmaktadır.

Farklı yapım sistemlerinin üretiminin gelişmesi, bu sistemlerin tanımının iyi yapılmasına ve standartlarının iyi tariflenmesine bağlıdır. Sonuç ürün olan yapının niteliği ise doğru ve bilinçli bir denetim ile ilişkili olarak karşımıza çıkmaktadır.

3. ALTERNATİF KONUT YAPIM SİSTEMLERİ

3.1. Yapım Sistemlerinin Sınıflandırılması

Oldukça çeşitli olan yapım sistemlerinin sınıflandırılması, gerek işlev, estetik, güvenlik ve gerekse ekonomik etkenlerin belirleyici olduğu bir değerlendirme sonucu mümkün olabilir. Tek bir etkene bağlı olarak doğru bir sınıflandırma yapma olanağı yoktur. Ancak etkenlerden birinin belirleyici olduğu ve diğer etkenlerle etkileşimde bulunduğu bir sınıflandırma söz konusu olabilir. Bu belirleyici etkenlerden bir tanesi ‘yapıların taşıyıcı sistem malzemesi’ olarak tanımlanabilir. Taşıyıcı sistem malzemesi, yapım sistemlerinin sınıflandırılması için tek başına yeterli bir parametre değildir. Bu etken kendi altında alt sınıflandırmalara tabi tutulabilir. Bu nedenle taşıyıcı sistem çeşidi ve yapıların işlevleri diğer parametreler olarak kabul edilebilir. Ancak inceleyeceğimiz yapım sistemleri, konutlara yönelik olduğundan, işlevsel parametre değerlendirme dışı kalacaktır.

Bu bağlamda konut yapım sistemlerini, taşıyıcı sistem malzemesine ve taşıyıcı sistem çeşidine göre şu şekilde sınıflandırabiliriz;

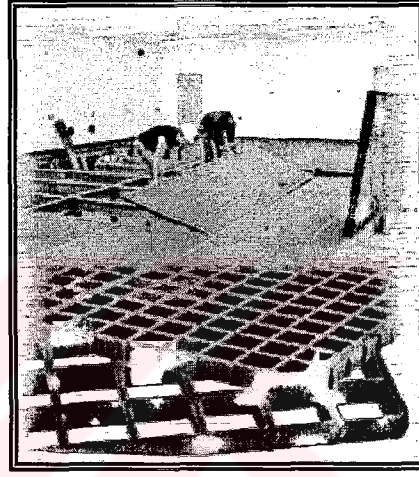
- Betonarme yapılar; betonun çelik donatı ile birlikte kullanılması sonucu hem basınç, hem çekme dayanımı yüksek bir yapı malzemesi karşımıza çıkmaktadır. Yapım sürecinde kritik noktalara yeterli özen gösterildiği sürece, oldukça güvenli yapılar elde edilebilir.
- Ahşap ve ahşap kökenli malzemelerin kullanıldığı yapılar; taşıyıcı sistem malzemeleri içerisinde en hafif malzeme ahşaptır. Bu özellik ahşap için en büyük avantajıdır.
- Çelik veya metal yapılar; burkulmaya karşı önlemleri alınmak ve yanıl kuvvetlere karşı çaprazlamalar ile destek oluşturmak kaydıyla uygun yapısal davranışlar sergilemektedir.

- Tuğla, kerpiç, taş, beton blok, gazbeton, ahşap, vb. malzemeler ile yapılan yığma yapılar; genel olarak düşey yüklere dayanıklı ama yatay yüklere karşı daha zayıf davranış sergileyen yapılardır.

Yukarıda bahsettiğimiz malzemelerin dışında kullanımı oldukça yeni olan bir malzemenin varlığı da söz konusudur. FRP (Fiber-reinforced polymer) olarak adlandırılan bu malzeme çelikten daha fazla yük taşıma özelliğine sahip ve alüminyumdan daha hafiftir.



Şekil 3.1 Taşıyıcı FRP Profiller



Şekil 3.2 FRP Döşeme Elemanları

Bu malzeme taşıyıcı sistem malzemesi olarak kullanılabildiği gibi aynı zamanda betonarme yapıların güçlendirilmesi ve takviyesi için de kullanılabilmektedir. Diğer yapı malzemeleriyle birlikte kullanılabilir olması da yine avantajları arasında sayılabilmektedir. İsviçre’de beş katlı bir yapıda strüktürel çerçeve profilleri ve cephe panellerinde bu malzeme kullanılmıştır. Bu malzeme Japonya’da deprem dayanımlı yapıların üretilmesi açısından önemle ele alınmaktadır. Aynı bağlamda Amerika Birleşik Devletlerinde de doğal afetlere dayanıklılığı üzerine geliştirilme çalışmaları yapılmaktadır. Henüz taşıyıcı malzeme olarak kullanımı fazla yaygınlaşmamış olan bu malzemenin gelecekte deprem dayanımlı yapıların üretilmesinde önemli bir role sahip olması söz konusudur.

3.2. Betonarme Yapım Sistemleri

Su, çimento ve agreganın uygun oranlarda karışımıyla elde edilen beton, çekme dayanımı zayıf ancak basınç dayanımı yüksek bir malzemedir. Betonun çelik donatı ile birleşmesi sonucu elde edilen 'betonarme' ise betonun çekme dayanımındaki eksikliği giderilmiş bir taşıyıcı sistem malzemesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Betonarme kolay şekil verilebilmesi ve plastik etkisi sebebiyle günümüzde çok popüler bir yapı malzemesi haline gelmiştir.

Betonarme taşıyıcı sistem birçok form oluşumuna imkan veren bir sistemdir. Bunun yanı sıra plastik etkisi ve yapıyı bir hamur gibi şekillendirebilecek esnekliği sağlayabilmesi dolayısıyla yüzyılımızın en önemli yapı malzemelerinden biri haline gelmiştir. Ayrıca betonun kendine has dokusu bir çok mimar tarafından vurgulanmış ve brüt beton uygulamalarıyla betonarme yapıların plastik etkisi daha çok öne çıkarılmıştır.

Betonarme ülkemizde kaçak yapılaşmada da oldukça sık tercih edilen bir malzemedir. Yerel kaynaklardan kolayca temin edilebilir olması ve yapılarda daha sonra yapılacak eklere ve kat çıkmalarına imkan vermesi bu alandaki kullanımının artmasına neden olmuştur. Ancak ruhsatsız ve kaçak yapılaşmada betonun kalitesinin düşmesine neden olan uygulamalar nedeniyle, niteliksiz ve deprem güvenliği olmayan yapıların üretimi söz konusu olmaktadır.

Malzeme olarak betonun kalitesini etkileyen faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz;

- Çimento; betonun ana maddesi olan çimento fabrikada üretilip denetimden geçmiş olmalıdır.
- Su; beton üretiminde kullanılan suyun belirli kalitede ve temiz olması gerekmektedir. Endüstriyel atıklarla veya organik maddelerle kirlenmiş suları üretimde kullanmak sakıncalıdır. Deniz suyunun kullanımı beton kalitesinde önemli bir sakınca doğurmamaktadır ancak donatı paslanmasına yol açabilmektedir.
- Agregası; betonun %70'ini meydana getiren agregası, iri ve ince tanelerden oluşmaktadır. Karışımın her iki tür malzemeyi de içermesi gerekmektedir. Amaç,

taneler arasındaki boşluğu minimum düzeyde tutmak suretiyle dolu, sıkı ve iyi yerleşmiş bir beton elde etmektir.

- Su ve çimento oranı; gerekli olandan fazla konulan su betonun sertleşme süresinde buharlaşarak veya süzülerek kaybolur ve yerini hava boşluğuna bırakır. Hava boşlukları betonun niteliğini düşürür.
- Yerleştirme ve kür; kendiliğinden yerleşen akıcı betonun vibrasyon ile sıkıştırılması gerekmektedir.
- Donatıda korozyon etkisi; betonun boşluklu yapıda olması ya da çelik üzerindeki beton tabakasının yeterli kalınlıkta olmaması nedeniyle donatı korozyona uğrar. korozyona uğrayan donatı, betonu kötü yönde etkiler [18].

Betonun niteliğinin kötü olması, doğal olarak betonarme taşıyıcı sistemin dayanımının düşük olmasına neden olmaktadır. Ülkemizde ruhsatsız ve kaçak yapılaşmada bu tür düşük kaliteli uygulamaların çokluğu nedeniyle deprem felaketinde büyük yıkımlarla karşılaşmış ve betonarme sistemlere karşı toplumsal bir önyargı oluşmuştur. Bu toplumsal önyargılara rağmen betonarme sağladığı avantajlar nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır:

- Farklı işlevlerdeki birçok yapının betonarme ile yapımı mümkündür. Az katlı, çok katlı yapılar, fabrika binaları, kabuk sistemler, köprüler inşa edilebilir.
- Betonarme, ahşap ve çelik gibi yapı malzemelerine göre piyasada daha düşük maliyetlere bulunabilmektedir.
- Kullanımının yaygın olması sebebiyle beton ve donatısı kolayca temin edilebilir.
- Çelik ve ahşap malzemelere göre yangın dayanımı daha yüksektir. Beton, içerisindeki çelik donatıyı sararak yangından koruma sağlamaktadır.
- Betonarme, ahşap ve çelik gibi malzemelerin aksine, yekpare çalışır. Bu özellik görünüme de yansyarak yapı estetiğine hizmet eder [19].
- Betonarme, strüktürel elemanlar arasında bütünlük sağlamaktadır. Örneğin kirişin üzerine oturan döşeme, kirişle ortak çalışarak, daha büyük kesitli bir kiriş performansı göstermesine neden olur.
- Betonarmeye şekil vermek oldukça kolaydır.
- Betonarmenin birleşimleri basittir. Ahşap ve çelikte bu konuda karşılaşılan sorunların çoğu ile karşılaşılmaz [19].
- Betonarme karkas yapılarda dolgu ve bölme duvarları ince yapmak mümkün olduğundan yerden kazanılır [19].

- Betonarme, inşaat bittikten sonra, ahşap ve çelik gibi sürekli tamir ve bakım istemez [19].
- Usulüne göre inşa edildiği takdirde dinamik ve organik etkilere dayanıklıdır.

Betonarmenin tüm bu avantajlarının yanı sıra birtakım dezavantajları da bulunmaktadır:

- Betonarme yapılarda sonradan takviye veya değişiklik yapmak oldukça zordur.
- Geri dönüştürülebilen bir malzeme değildir.
- Beton döküldükten sonra donatı örtüldüğünden, donatıdaki kusurlar sonradan gözle görülemez. Bu işlem ancak betonu kırarak veya özel aletler ve röntgen ışınları kullanılarak yapılabilir [19].
- Betonarme, inşası sırasında iskele, kalıp ve kalıp işçiliği gerektirmektedir. Böylece ek bir maliyet söz konusu olur.
- Betonarme genellikle yapının bulunduğu yerde hazırlanır ve yapılır. Bundan ötürü betonun kalitesi ve mukavemeti hakkında çelikte ve ahşapta olduğu kadar kesin hüküm verilemez [19].
- Kendi ağırlığının fazlalığı büyük açıklıklarda ve deprem yüklerinde problem yaratmaktadır.

Ancak buna rağmen ülkemizde yine de en çok ilgi gören yapım sistemi betonarme karkas sistemidir. Betonarme, doğru planlama, doğru hesaplar ve doğru inşaat teknikleriyle güvenli yapı üretimini mümkün kılmaktadır.

Betonarme karkas sistemin yanı sıra, betonarme iskeletle birlikte veya tek başına kullanılabilen hazır paneller inceleyeceğimiz diğer betonarme yapım sistemleridir.

3.2.1. Betonarme Karkas

Betonarme karkas yapım sistemi, planlama esnekliği sağlayan, çeşitli form ve mimari düzenlemelere imkan veren, yapılarda ileride yapılacak değişikliklerin gerçekleştirilebilmesi açısından da esnek olan ve bunun yanı sıra malzemenin çıplak haliyle mimari bir ifade taşıyan bir doku oluşturabilen bir malzeme olması yani

günümüzde çok kullanılan ‘gibi görünen’ (look-like) bir yapıya sahip olmaması nedeniyle önemli ve çok tercih edilen bir sistemdir.

Betonarme karkas yapılar, taşıdıkları yükleri bir iskelet sistemiyle temele aktarırlar. Bu iskelette düşey elemanlar kolon ve perdeler, yatay elemanlar ise kiriş ve döşemelerdir. Kolon ve kirişlerle kurulan çerçevede boşluklar başka yapı malzemeleriyle doldurulur. Bunlar genelde tuğla, beton briket yada birtakım panel elemanlar olabilir.

Deprem kuvvetlerini ilk karşılayan elemanlar düşey elemanlardır. Bunlar çeşitli geometrilerde kesitlere sahip olabilirler. Bir boyutu diğer boyutuna oranla daha büyük olan düşey taşıyıcı elemanlara perde adı verilir. Düşeyde kolonlar ve perde elemanlar tek başlarına kullanılabildikleri gibi, kolon ve perdelerin bir arada kullanımı da söz konusudur. Daha çok yüksek yapılarda tercih edilen perdeler yapının deprem dayanımını artırır. Ancak bazı büyük perdelerin içine kapı, pencere boşlukları bırakılmış olması perdelerin davranışını kısmen etkileyebilse de karkasın genel davranış biçimini büyük oranda etkilemez.

Daha önceki depremlerden edinilen deneyimlere göre, deprem sonrası ayakta kalan çoğu yapının perdeli yapı olduğu saptanmıştır. Perdeli yapıların sergiledikleri rijit davranışın, sünek davranış sergileyen kolonlara göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır [13].

Betonarme karkası oluşturmada düşey elemanlara bağlı olarak üç yöntem bulunmaktadır:

- Kolon-kiriş kombinasyonu; bu tip çerçeve oluşumlarında düşey elemanlar büküm noktalı deplasman yapmaktadırlar.
- Perde-kiriş kombinasyonu; davranış tamamen kütleli perde duvarlarla kontrol edilir.
- Kolon ve perde-kiriş kombinasyonu; böyle bir kombinasyonda kütle simetrisi sağlanması temel ilke olmaktadır.

Betonarme iskelet sistemlerde güvenliği sağlayan birincil etken taşıyıcı sistemin kendisidir. Taşıyıcı sistemin oluşturulmasında en önemli husus yatay ve düşey

elemanların birleşimidir. Daha önce de detaylandırma başlığı altında irdelediğimiz genel esaslara bağlı olarak birleşimlerin yapının sünekliğini artırması beklenir. Betonarme yapılarda genel olarak kolon ve kirişlerin mesnetlere yakın bölgelerindeki etriyelerin sıklaştırılması ve çekme donatısının belirli sınırları aşmaması gibi önlemlerin birçok yapıyı göçme tehlikesinden kurtardığı bilinmektedir. Birleşimler deprem yüklerini bir elemandan diğerine aktarabilme özelliğine sahiptir. Deprem yükleri karşısında yapı bir bütün olarak çalışmaktadır. Ancak bunların yanı sıra betonarmenin ağır bir malzeme olması tartışılmaz bir dezavantajdır. Binalarda dayanıklılığın sağlamlık/ağırlık ile ifadesine göre, betonarme yapılarda bu oran, malzemenin kendi ağırlığı nedeniyle ahşap ve çeliğe göre daha düşüktür.

Diğer önemli bir husus ise çerçeve boşluklarını dolduran dolgu duvarlar ve bölme duvarlardır. Taşıyıcı sistem ayakta kalsa bile, dolgu veya bölme duvarların hasar görmesi, çevresine ve kimi zaman taşıyıcı sisteme zarar vermesine neden olabilmektedir.

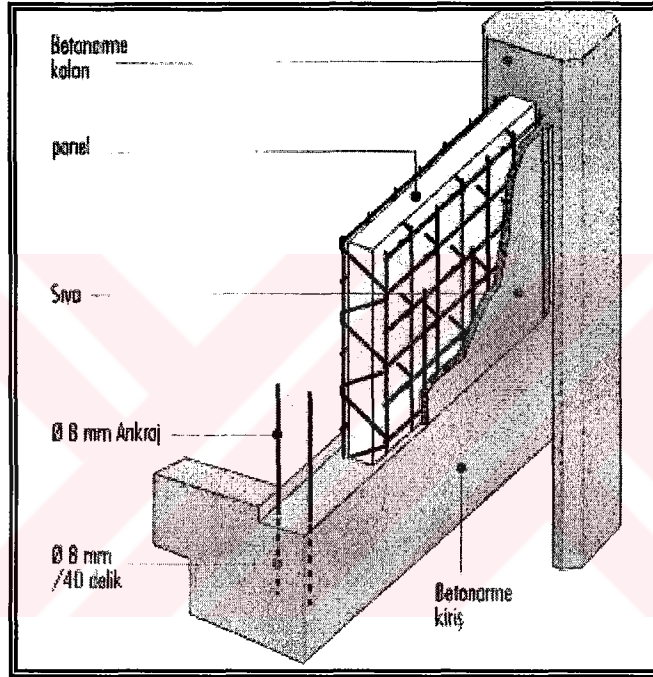
Tuğla, briket gibi malzemelerden yapılan dolgu ve bölme duvarların yük almadığı kabul edilir. Ancak bu duvarların, düşük yatay yükler karşısında sergiledikleri rijit davranış ve yatay kuvvetlere karşı dayanımları göz ardı edilmemelidir. Dolgu duvarlar çerçevenin ötelenmesini belli bir yatay yük düzeyine kadar sınırlamaktadır[18].

Betonarme karkas sistemde, çerçevenin içinde yer alan tuğla dolgu duvarlar yapının ötelenmesini tıpkı perde duvarlar gibi kısıtlamaktadır. Ancak bu dolgu duvarlar, perde duvarlar gibi simetrik yerleştirilmemişlerse veya yapının bazı bölümlerinde yoğunlaşmış iseler yapıda burulma etkileri meydana gelmesine neden olurlar. Bu etkilerin meydana gelmesinin engellenmesi konusunda karşımıza iki seçenek çıkmaktadır:

- Dolgu duvarlar, strüktürün bir parçası olarak kabul edilmelidir, yani sistem çerçeveli olarak değil de perde duvar gibi tasarlanmalıdır.
- Dolgu duvarlar, strüktürün serbestçe hareket etmesine olanak sağlayacak şekilde hareketli bağlantı noktaları ile strüktürden ayrı olarak tasarlanmalıdır [18].

Yapılarda çerçeve içine alınmadan doğrudan döşeme üzerine oturan duvarlar da yapılmaktadır. Bu tür duvarlara serbest duvar da denilebilir. Ancak tavana ulaşmadıkları için devrilme riskleri yüksektir. Bu nedenle tavanla bağlantılarının sağlanması bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır.

Betonarme karkas sistemde dolgu duvar yapımında kullanılabilecek bir eleman da galvanizli çelik donatılı polistren köpük gövdeli hazır panellerdir. Bu bağlamda çelik donatılı hazır paneller başlığı altında bu elemanlar ayrıca incelenecektir.



Şekil 3.3 Çelik Donatılı Panelin Dolgu Duvar Olarak Kullanımı

Bahsettiğimiz tüm bu unsurlara dikkat edilerek ve taşıyıcı sistem planlama genel ilkelerini esas alınarak yapılan betonarme karkas sistemler oldukça iyi deprem performansı sergileyebilirler. Bu bağlamda denetimle, usulüne uygun inşa edilmiş bir betonarme yapı güvenli yapı sınıfına dahil olmaktadır.

3.2.2. Çelik Donatılı Paneller

Çelik donatı ve polistren köpük ile oluşturulan ve fabrikada hazırlanan paneller şantiyede yerine monte edilir. Panellere betonun tatbiki ile işlem tamamlanır.

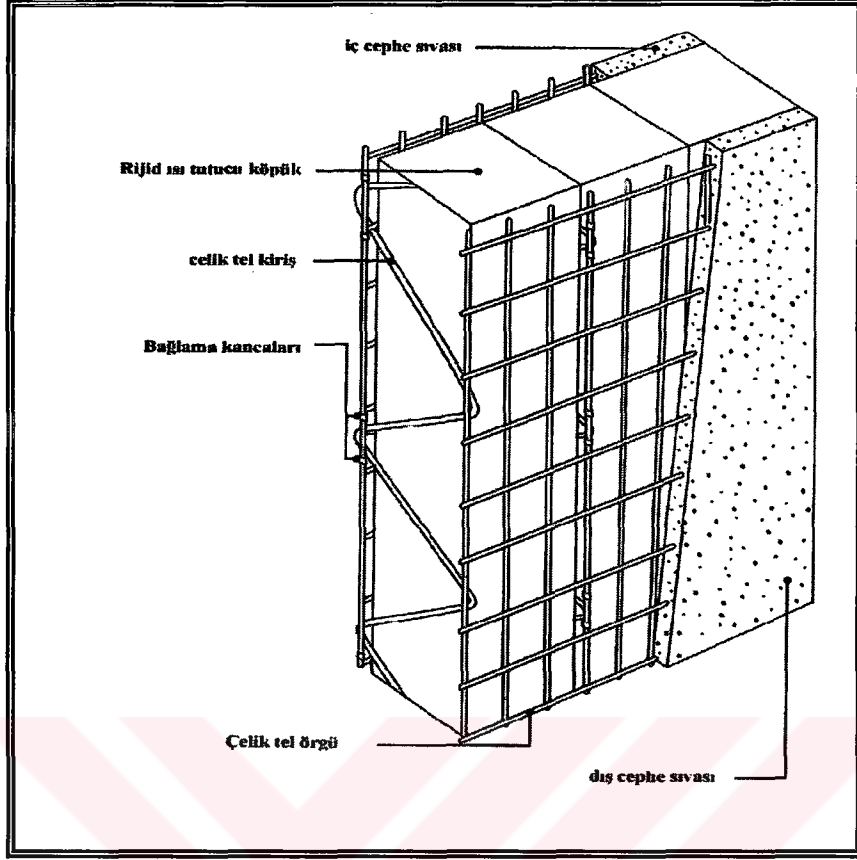
Betonun panellere uygulanması iki şekilde olmaktadır. İlki, gövdesinde köpük bulunduran çelik donatıya betonun dış çeperlere püskürtülerek uygulanması, ikincisi ise köpüğün donatının gövdesinde değil de her iki yanında kalıp görevi görerek arasına betonun döküldüğü uygulamalardır.

3.2.2.1 Püskürtme Beton Uygulanan Paneller

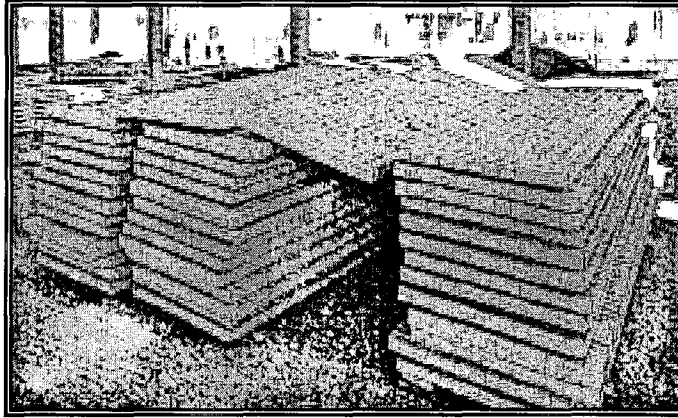
Bu paneller aynı zamanda monolitik panel olarak da adlandırılmaktadır. Monolitik panellerle yapım sistemi uzun senelerdir yaygın bir şekilde kullanılan bir sistemdir. Ülkemizde de üretimi söz konusudur. Güvenli yapı üretimi çerçevesinde tercih edilen ve bunun yanı sıra çok çeşitli mimari oluşumları mümkün kılan bir yapım sistemidir.

Bu paneller, örgü donatılı polistren tabakaların taşınması ve üzerine beton püskürtülmesi sonucu elde edilen panel duvarlardır. Üzerine yaklaşık 0.5 cm' lik bir sıva püskürtülmesi yeterli olmaktadır. Kaba sıvaya gerek olmaksızın tek tabaka bir sıva işlemiyle yüzey düzeltme işi tamamlanmaktadır. Üzerinde sıva miktarının az olması sebebiyle bu panellerin toplam ağırlıkları da oldukça düşüktür.

Paneller her türlü bölücü iç veya dış duvarlarda kullanılabildiği gibi, taşıyıcı özelliği olan duvarlar, döşemeler ve çatılarda da kullanılabilmektedir. Kendi kendilerini taşıyabildikleri gibi bünyelerinde donatı bulundurmaları nedeniyle taşıyıcı eleman olma özelliği de gösterebilmektedirler. Hem deprem güvenliği için, hem de yüksek ısı yalıtımı için tercih edilmektedirler.



Şekil 3.4 Püskürtme Beton Uygulanan Çelik Donatılı Panel



Şekil 3.5 Paneller Yerine Monte Edilmeden Önce

Çeşitli boy ve enlerde üretilmesi mümkün olan bu paneller aynı zamanda değişik kalınlıklarda da üretilmektedirler. Bölücü duvarlarda kullanılan bir panelin kalınlığı 7,5 cm olup, donatı arasındaki polistren köpük kalınlığı 6 cm olmaktadır. Bu kalınlıkta bir panelin sıvanmış kalınlığı 11 cm'i bulmaktadır. Donatı arasındaki polistren köpüğün yoğunluğu genellikle 14 kg/m³ olarak tercih edilmektedir. Taşıyıcı özellikler ve daha çok ısı yalıtımı beklentisine bağlı olarak panel ve köpük kalınlıkları arttırılabilmektedir.

Betonarme karkas sistemde yükleri taşıyan birincil eleman taşıyıcı sistemdir. Daha önce de bahsettiğimiz gibi dolgu duvarların ve bölme duvarların yük taşımadığı kabul edilmektedir. Ancak dolgu duvarlarının yani çerçeve içine alınmış duvarların her ne kadar kendi yükleri dışında yük taşımadıkları kabul edilse de, yatay yüklere karşı dayanım esnasında taşıyıcı sisteme destek olurlar. Dolgu duvarlar çerçevenin ötelenmesini belli bir yatay yük düzeyine kadar engeller. Ancak tuğla, briket gibi küçük yapı elemanlarının örülerek yapıldığı dolgu duvarlar, karşı koydukları belli bir yük miktarının daha fazlasında hasar görerek yıkılabilirler. Örülerek meydana gelmiş bu duvarlar derz yerlerinden dağılabilir veya büyük çatlaklar oluşmasına neden olabilirler. Kendileri zarar gördükleri gibi taşıyıcı sisteme de zarar verebilmektedirler. Bu nedenle örecek elde edilen dolgu duvarlar yerine monolitik paneller taşıyıcı sistemle birlikte çalışma açısından daha avantajlı olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca bu tür paneller dolgu duvar bölgelerinin bir nevi perde duvara dönüşümünü sağlamış sayılabilmektedir. Bunu yanı sıra herhangi bir sebep dolayısı ile yıkılmaları veya devrilmeleri sonucu diğer duvarlara göre çevresine daha az zarar verici niteliktedirler.

Bu tür panelleri, inşaat süreci açısından ele aldığımızda ise çeşitli avantajlara sahip olduğunu görebilmekteyiz. İnşaatı, yerine yerleştirilip bitmiş hale gelmesi oldukça kısa sürede tamamlanabilmektedir ve bu süreç oldukça kolay bir işlemler dizisi gerektirir. Konvansiyonel sisteme göre üç kat daha hızlı inşası söz konusudur. Aynı oranda kolay taşınabilir olması da inşaat sürecini hızlandırır. Bu nedenle zamandan, işçilikten ve tabii ki maliyetten kazanılır.

Tuğla, beton, briket gibi örme duvarlara göre daha hafiftir. Bina yükünü diğer alternatiflere göre düşük tutmaktadır. Ayrıca tasarım ve yapımda oldukça geniş bir

yelpazeye olanak sağlamaktadır. Çok çeşitli formların gerçekleştirilmesi mümkündür. Ayrıca mimari sınırlamalardan dolayı bu panellerle oluşturulmuş duvarların üst üste veya yan yana gelmemiş olmaları ya da içlerinde kapı, pencere gibi boşluklar bulundurmaları, toplam sistem davranışı üzerinde olumsuz bir etki oluşturmamaktadır.

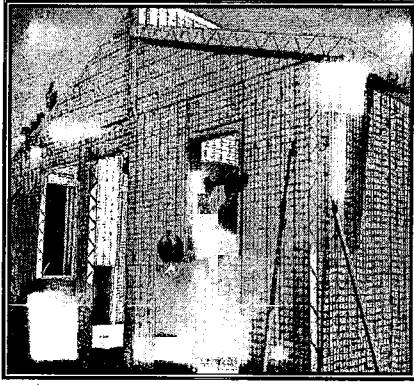
Bunların yanı sıra içlerinde barındırdıkları polistren köpük sayesinde yüksek ısı yalıtımı sağlarlar. Böylece kışın ısınmak için daha az enerji tüketimi sağlarken yazın da ortamı serin tutmaktadırlar.

Bu paneller kiriş ve kolonlarla uygun bağlanıp bütünleşik bir sistem oluşturulduğunda, betonarme taşıyıcı bir sistemle örgü donatılı, panelli bir yapı kararlılık ve deprem güvenliği açısından çok uygun bir karma sisteme dönüşebilmektedir. Böylelikle yatay yük taşıma kapasitesi yükselmiş bir sistem elde edilebilmektedir.

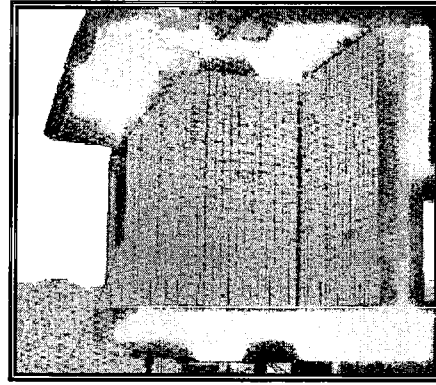
Bu tür panellerin kullanıldığı bir sistemin olası bir yer sarsıntısı karşısında, bu hareketin başlangıcındaki davranışı ile daha sonraki davranışı arasında önemli farklar oluşması beklenmez. Çünkü gevrek bölme duvarlarda olduğu gibi parçalanarak dağılıp, yatay yüklere karşı devre dışı kalması olasılığı azdır. Bu tür panellerin oluşturduğu dolgu veya bölme duvarlar sarsıntının sonuna kadar taşıyıcı sistemin bir parçası olarak kalır, hasar görse de onarılması diğerlerine göre çok daha kolay olmaktadır.

Bu paneller ayrıca yatay yüklere karşı güçlendirme işlemleri sırasında mevcut bir örme duvarın iki yanına da uygulanabilir. Bu işlem de yapıların güçlendirilmesi için tercih edilen bir işlem olmaktadır.

Monolitik panel elemanlar, betonarme karkas veya çelik karkas ile birlikte bölme duvar elemanı olarak kullanılabildiği gibi, taşıyıcı sistemi oluşturmak amacıyla da kullanılabilir. En fazla iki katlı inşa edilen bu yapılarda panel elemanlar herhangi bir başka taşıyıcı sisteme gerek duymaksızın kendi kendilerini ve yapıya etkiyen yükleri taşıyabilmektedirler.

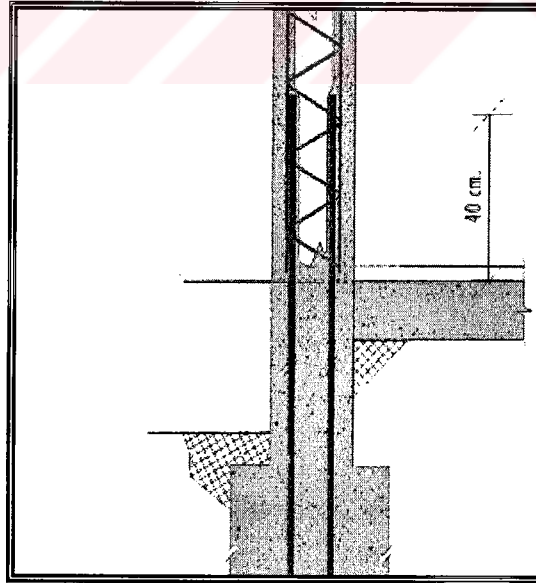


Şekil 3.6 Panellerin Tek Başına Kullanımı



Şekil 3.7 Panellerin B.A İskelet Sistemle Kullanımı

Radye temel, grobeton veya döşeme üzerine 40-60 santimde bir ankrajlarla bağlanan paneller taşıyıcı duvar görevini üstlenmektedirler. Panellerin yan yana geldiği noktalarda, üzerine beton tatbik edilmeden önce çelik donatı, çelik teller kullanarak birbirine bağlanmaktadır. Panellerin üzerine betonun uygulanmasıyla paneller arasındaki entegrasyon sağlanmış olmaktadır.



Şekil 3.8 Panellerin Temele Ankrajlarla Sabitlenmesi

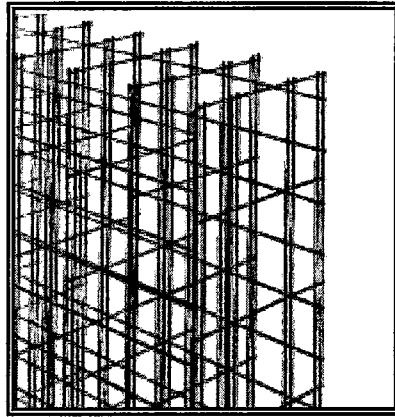
Oldukça kısa sürede oluşturulabilen bu tür yapıların taşıyıcı sistemi kompakt olarak değerlendirilebileceği için deprem yüklerine karşı olumlu davranışlar göstereceği söylenebilir. Bu paneller gaz betonla örülmüş bir duvarın bile $\frac{1}{4}$ ü ağırlığındadır, bu nedenle oldukça hafif bir taşıyıcı sisteme sahip olan bu yapıya etkiyen deprem yükü de aynı oranda az olacaktır.

Herhangi başka bir sistemle oluşturulan aynı boyutlarda bir yapıya göre maliyeti nispeten düşüktür. Konut ihtiyacını hızla karşılayabilecek bu sistem yüksek ısı ve ses yalıtımı değerleriyle de aynı zamanda gerekli olan fiziksel konfor koşullarını sağlamaktadır.

3.2.2.2 Dökme Beton Uygulanan Paneller

Bu panellerin gövdesi galvanizli çelik telden oluşturulan üç boyutlu bir kafes örgüdür. Bu tel kafes gövdeyi oluşturan iskelet ve aynı zamanda gövdeye şeklini veren eleman olma özelliğini göstermektedir. Seri iç bağlantılarla elde edilen bu tel kafesin iki yanına yerleştirilen polistren köpük ile panel oluşumu gerçekleştirilmektedir.

Fabrika ortamında hazırlanan paneller şantiyede yerlerine monte edildikten sonra beton, kafesin iki tarafındaki polistren köpük arasına dökülmek suretiyle tatbik edilmektedir. İki tarafta bulunan bu köpükler kalıp görevi görmekle birlikte, duvar bünyesinin kendiliğinden ısı yalıtımlı olmasını da sağlamaktadır.

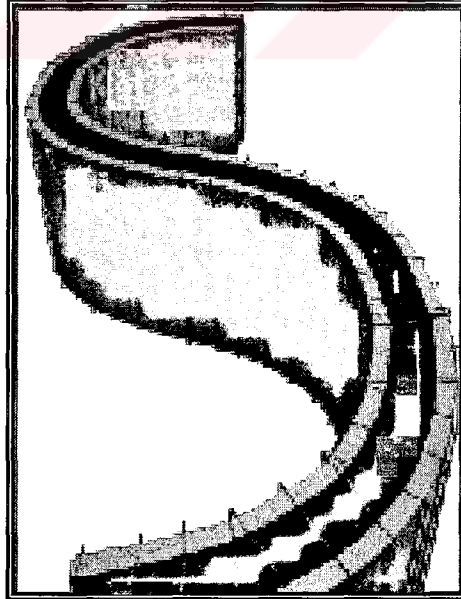


Şekil 3.9 Galvanizli Çelik Telden Oluşturulan Üç Boyutlu Kafes

Gövdeye dökülen betonun yanı sıra, panelin her iki tarafına sıva yapılarak veya tercihe göre püskürtme beton uygulayarak işlem bitirilmektedir. İç ve dış kaplamalar istenen her şekilde olabilmektedir.

Çelik tel kafesle betonun birlikte kullanıldığı bu sistemde temel olarak betonarme bir yapıım sistemi söz konusudur. Döşeme, duvar, çatı gibi tüm elemanlar bu panellerle oluşturulabilmektedir; elemanlar, gövdeye beton dökülmeden önce çelik tel kafeslerin birbirine bağlanması suretiyle bütünlük oluşturmaktadır. Tüm yapı elemanlarının taşıyıcı olması ve bu elemanların uygun bağlantıları ile yapının kompakt bir taşıyıcı sisteme dönüşmesi söz konusudur. Bu bağlamda bu sistem, tünel kalıp yapıım sistemi ile benzerlikler göstermektedir. En önemli farkı kalıp maliyetinin bulunmamasıdır.

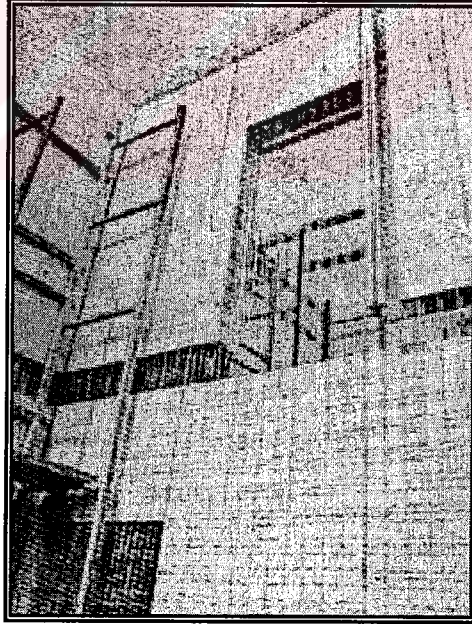
Her türlü formda oluşturulabilen duvar, döşeme ve çatı panelleri, mimari tasarım esnekliği sağlamakla birlikte bir takım mekansal sınırlamaları da beraberinde getirmektedir. Taşıyıcı elemanların belli bir düzene bağımlı kalması, mekansal düzenlemelerde önemli bir kısıtlamadır.



Şekil 3.10 Panellerde Formsal Esneklikler

Bu bağlamda genel olarak bu sistemin sağladığı avantajlar şu şekilde sıralanabilir:

- Panellerden oluşturulan kaba yapı içte ve dışta sıvayla bitirilebildiği gibi istenilen her türlü kaplamayla da kaplanabilmektedir. Bu açıdan herhangi bir sınırlama yoktur.
- Herhangi bir kalıp işlemi söz konusu değildir, kalıp maliyetinden kazanç sağlanmaktadır.
- Fabrika ortamında üretilen panellerin üretimi ve şantiyede montaj işlemleri geleneksel betonarme sisteme göre oldukça kısadır.
- Montajında ekstra araç, gereç veya kalifiye işçi gereksinmesi söz konusu değildir, yapımı basittir.
- Panellerin bünyesinde bulunan yalıtım malzemeleri, ayrıca yapılacak bir yalıtım işinden tasarruf sağlamaktadır, polistren köpük hem kalıp hem de izolasyon malzemesi görevini yüklenmektedir.
- Fabrika ortamında, çeşitli makine ile üretilen bu panellerde fire oranı azdır, projeye göre özel üretim veya standart üretim yapılabilir.



Şekil 3.11 Panellerin Kalıpsız İnşaatı

Ancak sistem bu olumlu özelliklerinin yanı sıra bir takım dezavantajları da bünyesinde bulundurmaktadır:

- Panellerin üretimi fabrika ortamında olduğundan, üretimin başlaması bir ilk yatırım maliyetini gerektirir.
- Taşıyıcı duvarlar planda yer kaybına ve tasarım sınırlamalarına sebebiyet verebilmektedir.
- Yapının ömrü dolduğunda veya herhangi bir sebepten yıkılması söz konusu olduğunda, bu panellerin tekrar kullanımı mümkün olamamaktadır. Malzeme geri dönüşümsüzdür.
- Paneller yerleşir yerleşmez, ahşap ve çelik gibi tam performansla taşıma işlemine başlayamaz. Betonun prizini almasının beklenmesi gerekmektedir.
- Betonun içine gizlenen donatı, sonradan denetlenememekte ve yapım kusurları onarılamamaktadır. Bu işlemler için betonun kırılması veya özel araçlar kullanılarak incelenmesi gerekmektedir.
- Panelin gövdesine dökülen malzeme olan betonun ağır bir malzeme olması nedeniyle, yapının taşıyıcı sisteminin ağırlığı artmaktadır. Bu nedenle yapıya etkiyen deprem yükleri yapının ağırlığına oranla, daha büyük olmaktadır.

Yukarıda sıraladığımız bir takım olumsuzluklara rağmen bu sistem hızlı, ekonomik ve pratik çözümler sunmaktadır.

3.3. Çelik ve Metal Malzemeli Yapım Sistemleri

Mekanik olarak işlenebilen demir alaşımlarına çelik denir. Çelik, tabiatta bulunan demir madeninden, bir takım işlemler sonucu, hadde veya döküm mamulü olarak elde edilir [20].

Çeliğin yapılarda kullanımı diğer yapı malzemelerine göre oldukça yenidir. 18.yy başlarında kullanılmaya başlanan çelik malzemenin, 1950'lerden sonra kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu malzeme ile yapılan ilk mühendislik yapıları köprülerdir. İlk çelik taşıyıcılı yapı ise 1876 da İngiltere-Shrewsbury'de inşa edilen Ditherington Flax değirmeni sayılmaktadır. Yapıların çelikle inşa edilebilirliğinin kanıtlanmasından sonra, çelik malzeme yapılarda daha sık kullanılmaya başlanmıştır. 18.yy'da kullanılan 'dövme çelik' tekniği 20.yy'da yerini 'dökme çelik' tekniğine bırakmış ve buna paralel olarak modern çelik yapı teknikleri geliştirilmiştir. Teknolojik gelişmeler, üretimdeki artışlar ve bununla birlikte maliyetlerdeki düşüş çeliğin kullanımını yaygınlaştırmıştır. 20.yy başlarında 'Kaynaklı Birleşimler' in uygulama alanına girmesiyle birlikte çelik malzeme, çok yaygın bir şekilde kullanılır duruma gelmiştir. Çeliğin yaygın kullanımının diğer nedenleri ise, kesin ölçüye, seri üretime, hızlı montaja ve esnek kullanıma cevap verebilmesidir. Bir çok teknik olanaklar sağlamasının yanı sıra çelik kendine özgün mimari bir tavır sergilemektedir. Bu nedenle Hightech gibi mimari yönelimlerin bünyelerinde en çok yer verdiği malzemelerden biri olmaktadır.

Günümüzde bir takım uygulamalarla, daha önce de bahsettiğimiz 'gibi görünen' malzemelerle kaplanan çelik, kendi ifadesinden yoksun, sadece bir taşıyıcı sistem malzemesi sıfatıyla karşımıza çıkabilmektedir. Özellikle taşıyıcı sistemi çelik olan konut yapılarının üzerinin yalı baskısı veya farklı malzemeler ile örtülmesi çok yaygın olarak karşılaşılan bir uygulamadır.

Çelik malzemenin tercih edilmesinin temel olarak üç nedeni bulunmaktadır:

- Saydamlık, hafiflik, serbest formların oluşturulabilmesi, küçük kesitlerle büyük açıklıklar geçilebilmesi, mekanda tasarruf ve esneklik sağlaması gibi mimari beklentilere cevap verir nitelikte olması,

- Yüksek mukavemetli bir malzeme olup öz ağırlığının taşıdığı yüke oranının az olması nedeniyle çeliğin kendi öz ağırlığının hesaplarda ihmal edilebilir olması,
- İnşaat süresinin kısalığı.

Bu temel tercih edilme nedenlerinin yanı sıra, yapı üretiminde çok çeşitli avantajlar sağladığı bilinmektedir:

- Çeliğin çekme mukavemeti basınç dayanımına eşittir. Çelik malzeme ile yapılan asma sistemlerle geçilemeyecek açıklıklar sadece finansal sınırlarla tariflenir. Çeliğin elastiklik modülü diğer yapı malzemelerine kıyasla çok yüksektir. Betonarmeye göre yaklaşık yedi kat bir büyüklük gösterir. Bu da, stabilite sorunlarına, dinamik yüklere, titreşimlere uygun davranış anlamına gelir. Ayrıca çelik esnek bir yapı malzemesi olması nedeniyle büyük şekil değiştirebilme özelliğine sahiptir. Yapı malzemeleri içerisinde en esnek malzeme olduğu söylenebilmektedir. Betonarmeye göre yaklaşık on sekiz kat daha fazla olan bu özellik beklenmeyen, olağan dışı yük durumlarında ve darbe türü yüklerde çok olumlu bir niteliktir [21].
- Çelik taşıyıcı elemanlar atölyelerde işlendiklerinden, şantiyedeki montaj, hava koşullarından büyük ölçüde bağımsız hale gelmektedir. Yapım süresinin kısalığı bu etkene de bağlıdır. Çelik taşıyıcı elemanlar yerlerine monte edildikleri anda tam kapasiteyle çalışmaya başlarlar. Ayrıca çelik bir yapıda, uygun bir planlama ile az iskeleli bir inşaat mümkün olabilmektedir.
- Çelik malzeme tümüyle geri dönüştürülebilen bir malzemedir. Yapının kullanım ömrü bittiğinde çelik malzeme sökülüp, yeniden kullanılabilir. Dönüştürülen çelik farklı sektörlerde kullanılabildiği gibi tekrar yapı sektöründe de kullanılması mümkündür. Yani geri dönüştürülen çelikten üretilen profiller yine aynı taşıyıcı görevle yapı içerisinde yer alabilmektedirler. Bu nedenle ekolojik olarak da tercih edilen bir malzemedir. Ancak geri dönüştürülen çelikten yapılan donatı veya profillerin niteliğinin yüksek olmayacağı gerçeği unutulmamalıdır.
- Tümüyle endüstriyel bir ürün olan çeliğin kalitesi her aşamada kontrol edilip belgelenebilmektedir. Fabrika ortamında imal edildiği için, imalat kalitesi kolay kontrol edilebilir ve denetlenebilir özelliktedir. Ayrıca betonarme içerisindeki

donatının gizlendiği gibi herhangi bir yapı malzemesi altında saklı kalmadığı için, kalitesi, yönetmeliklere ve projeye uygunluğu genel anlamda gözle bile kontrol edilebilmektedir.

- Yapı ağırlığının az olması, kolon sayısının azalması, temel maliyetinin düşmesi, sökülüp takılabilir olması, değişikliğe kolayca adapte olabilmesi, mekanik ve elektrik tesisatların dağılımında kolaylık ve esneklik sağlaması nedeniyle, uygulama ve inşaat açısından tercih edilmektedir.

Ancak bu avantajlarına karşın çeliğin yaygın olarak kullanılmamasına neden olan bir takım dezavantajları da bulunmaktadır.

- En büyük dezavantaj, projelendirme, imalat ve montaj aşamalarında karşımıza çıkmaktadır. Her üç aşamada da daha vasıflı elemanlara gerek duyulmaktadır. Gerek projelendirme aşamasında yapılacak hesaplar, gerek fabrikada üretiminde, teknik bilgi donanımı açısından bu konuda iyi yetişmiş mimar ve mühendisler olmaksızın çeliğin uygulanması pek mümkün olamamaktadır.
- Başka bir dezavantajı ise çeliğin yangına karşı direnç sağlayamamasıdır. Çeliğin bu özelliği, bir takım önlemler alınarak çözümlenebilmektedir. Yanmaya dayanıklılık sınıfı daha yüksek olan bir malzeme ile kaplanması ile yangının çelik malzemeye ulaşamamasının sağlanması gibi çözümlere gidilerek bu sorunun üstesinden gelinebilir. Ancak bu tür işlemler, yapı maliyetinin artmasına neden olan işlemler olarak karşımıza çıkmaktadır.
- Çelikte karşılaşılan başka bir problem ise korozyondur. Açıkta bırakılan ve önlem alınmayan bir malzeme paslanır ve taşıyıcılık özelliği zayıflamaya başlar. Korozyona uğramayan çelik üretimi mümkündür. Ancak yüksek maliyetlere neden olan bu tür ürünler bu nedenden dolayı tercih edilmemektedir. Bu özellikte olmayan bir çeliğin ise günümüzde oldukça gelişmiş kimyasal boyalarla korozyondan yaklaşık on yıl korunması mümkündür. Ancak on yıl sonunda bu işlemlerin tekrarlanması gerekmektedir. Bunun yanı sıra normal çeliğin üzeri çimento esaslı korozyon bariyerleri ile de kaplanarak, korozyon sorunu

önlenebilmektedir. Ancak bu çözüm malzemenin kendi doğasını dışı vurması ile bağdaşmayan bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır.

- Çeliğin tercih edilmemesinin en önemli sebeplerinde biri, fiyatlarının yüksek olduğu kanısıdır. Daha çok betonarme maliyetleriyle karşılaştırılmaktadır. Ancak varılan bu sonucun doğru bir yaklaşım olduğunu söylemek mümkün değildir. Betonarme bir yapının iyi kalitede ve deprem güvenli olarak inşa maliyeti, çelik malzeme ile üretilen bir yapıyla hemen hemen aynı değerlere ulaşmaktadır. Bunun yanı sıra çelik malzeme fiyatları son bir iki yılda ülkemizde ve dünyada enflasyonun altında bir yükseliş göstermiştir. Ayrıca çeliğin daha yaygın kullanılmaya başlanması, çelik malzeme fiyatlarını daha uygun hale getirecektir. Ancak çelik, yangın ve korozyon korunumu nedeniyle çeşitli ek işlem ve katmanlaşmalara neden olacağından, yapı maliyetlerinin yükselmesi bu açıdan kaçınılmazdır.

Çelik üzerine bu kadar çok konuşulmasının nedeni, malzeme olarak deprem dayanımı en yüksek malzemelerden biri olduğu gerçeği olarak söylenebilir. Çelik beklenmeyen yükler karşısında bile kırılma yapmayıp, eğilip bükülse de ayakta kalmaya devam etmektedir. Ayrıca zarar gören çelik elemanların, daha sonra kolayca değiştirilebilmeleri mümkün olmaktadır. Yani hasarlı yapının tamamen yıkılmak zorunluluğu ortadan kalkmaktadır.

Çeliğin büyük şekil değiştirebilme özelliği betonarmeye göre yaklaşık on sekiz kat daha esnek bir malzeme olması, depremde enerji yutma olanağı sağlamaktadır.

Taşıyıcı yapıda hasarın az olabilmesi yapının hafifliğine de bağlıdır. Çelik hafif bir malzeme olması dolayısı ile bu konuda da diğer malzemelere göre bir avantaj sağlamaktadır. Çelik binaların kütlesi oldukça hafif olmaktadır. Döşemesi geleneksel biçimde betonarme plakla da yapılsa çelik iskeletli bir yapı betonarme iskeletli bir yapıya göre yarı yarıya bir hafifleme sağlamaktadır.

Çelik taşıyıcı sistemlerde malzemenin birleşimi iki şekilde sağlanabilmektedir. İki çelik alaşımlı veya metal parçanın ısı tesiri altında birleştirilmesine 'kaynak' denir. Çelik yapılarda bu birleştirme sırasında aynı veya benzer alaşımlı bir elektrot

kullanılır. Aynı düzlemde bulunan levhalar arasında yapılan kaynağa küt kaynak dikişi, birbirlerine dik veya en az 60° açı yapan köşelere yapıları da köşe kaynak dikişi denir. Diğer bir birleşim yöntemi ise perçin ve bulonlu birleşimlerdir. Fabrika ortamında hazırlanan bu birleşim elemanları daha hızlı üretimi mümkün kılmaktadırlar.

Çelik malzemenin birleştirilme yöntemlerinden biri olan kaynaklı birleşimler, deprem performansı açısından bulonlu birleşimlere göre daha zayıf bir özellik göstermektedirler. Bulonlar birleşimlerin hareket edebilmesini sağlayarak, yükün bir kısmını elimine ederler. Ancak kaynaklı birleşimler, daha sabit ve kırılıp kırılsızlar. Kaynak yapılan bölgenin civarındaki bölgelerin alaşımları zayıflar ve bu noktadan kırılmalar oluşabilir.

Çelik malzeme hafif olması nedeniyle, taşıyıcı sistem yükünün ve dolayısıyla tüm yapı yükünün azalmasına neden olmaktadır. Deprem performansı açısından beklenen, yapının hafif ancak sağlam olma özelliği çelik yardımıyla sağlanabilmektedir.

Türkiye’de çeliğin yapı malzemesi olarak kullanımına baktığımızda, toplam inşaat yüzdesi içerisindeki payının, günümüzde yüzde beşten az olduğunu görmekteyiz. Bu yüzde beşten az olan orana da endüstri yapıları, büyük açıklıklı çatılar ve köprüler sayesinde erişilebilmektedir. Çok katlı, konut, büro ve benzeri binalarda ise oran neredeyse yüz binde birin altına inmektedir [21]. Ancak geçtiğimiz yıl, küçük ve orta büyüklükte çeşitli yapılarda ve özellikle iki üç katlı konutlarda çelik malzemenin tercih edildiği görülmektedir. Bu oluşumun en önemli nedeni alçak yapılarda hafif profillerle ekonomik inşaat yapmanın mümkün olmasıdır. Çok katlı yapılarda ise bina mimarisi, açıklıklar, kat yüksekliği, döşeme kalınlığı, döşeme yükleri, deprem ve rüzgar katsayıları maliyeti doğrudan etkileyen faktörlerdir. Az katlı çelik yapıya olan talebe bağlı olarak, çelik yapı üreten firma sayıları da artmaktadır. Ancak deprem sonrası oluşan bu talebin sürekli olup olmayacağı konusu, bu firmaları zorlayan bir durumdur.

Yukarıda bahsettiğimiz firmaların bir çoğu, çelik kullanımına ilişkin projeler için yurtdışından uzmanlık ithal edebilmektedirler. Bunun en önemli nedeni inşaat

sektöründe deneyimi olmayan ve çelik yapılara artan talebi görüp değerlendirmek isteyen yatırımcıların varlığıdır.

Ülkemizde yapıların çoğunun müteahhitler tarafından inşa edildiği gerçeğine bağlı olarak mal sahipleri ve mimarlar, müteahhidin yapabileceği bir yapım teknolojisini dahilinde seçim yapmak durumunda kalabilmektedir . Bu durum özellikle mimarların tasarım özgürlüklerinin kısıtlanması anlamına gelmektedir.

Yapıların inşaatı, taşıyıcı çerçevesinin yapımı, ardından mekanik tesisatın yerleştirilmesi, daha sonra kaplamanın giydirilmesi ve içerisinin bitirilmesi şeklinde gelişmektedir. Binalarda taşıyıcı çerçeve yapımı sürerken birkaç kat geriden tesisat, cephe, iç giydirmeye gibi işlemlerin sürdürülmesi ve bitirilmesi, zaman ve paranın iyi kullanılmasını sağlar.

Çelik yapıların inşaatını da en ekonomik hale getiren en önemli özellik hızlı inşa edilebilme özellikleridir. Proje yönetimi ile mümkün olabilecek bu tür üretimde, ülkemizde 'proje yönetimi' kavramının yaygın olmaması nedeniyle çeliğin bu özelliği devre dışı kalmaktadır.

Çelik yapılar genel olarak dört grupta ele alınabilirler:

- İskelet konstrüksiyon; yükler çelik kiriş ve kolondan oluşan çerçeve sistemle temellere aktarılmaktadır. Tüm döşeme ve duvarlar bu çerçeve ile taşınmaktadır. Bu tip bir çerçeve sistemle oldukça fazla yüksekliklere çıkılabilmektedir.
- Taşıyıcı duvar konstrüksiyonu; az katlı yapılar için en çok tercih edilen yöntemdir. Çok katlı durumlarda daha kalın kesitlere ihtiyaç duyulduğundan, iki veya üç katlı yapılar için daha ekonomik bir sistemdir. Bu nedenle daha çok konut yapılarında kullanılmaktadır.
- Geniş açıklıklı konstrüksiyon; daha çok hangar, fabrika binası gibi yapılarda ihtiyaç duyulan geniş açıklıkları herhangi bir iskelet sistemle geçmek zordur. Bu nedenle bu açıklıkları geçmek için özel kesitli kirişler, kafes kirişler, kemerler, rijit çerçeveler kullanılmaktadır.
- Çelik ve betonarme kombinasyonu; betonarme yüksek binalarda zemin kat kolon boyutlarının çok fazla olması dolayısıyla, betonarme ve çeliğin bir arada

kullanıldığı kompoze sistemler daha çok alan kazanımına imkan vermektedir[22].

Yukarıda bahsettiğimiz çelik yapı tiplerinden, iskelet ve taşıyıcı duvar konstrüksiyonları konut yapılarında tercih edilen tipte konstrüksiyonlardır. Ancak özellikle soğukta şekillendirilmiş hafif metallerle yapılan taşıyıcı duvar panelli konstrüksiyonlar, konut yapıları için oldukça ekonomik çözümler sunmaktadır.

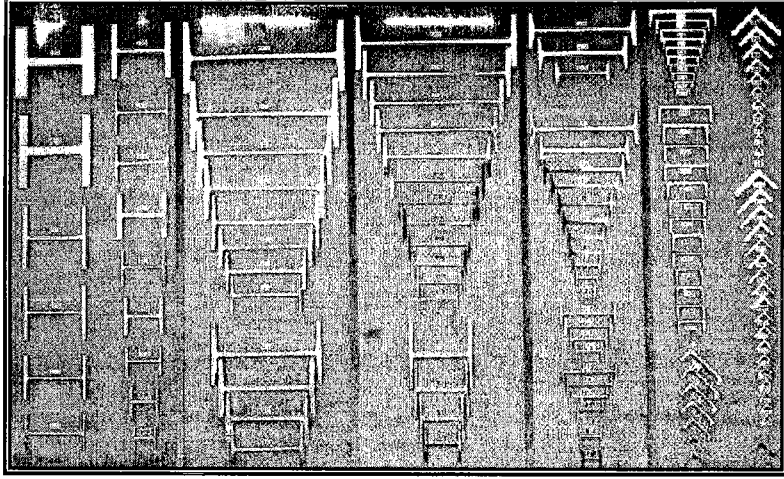
3.3.1. İskelet Konstrüksiyon

Kiriş ve kolonlardan oluşan bir çerçeve sistem yapıya etkiyen yükleri taşımaktadır. Bu çerçeve sistemin döşeme ve duvar elemanları farklı şekillerde hatta farklı malzemelerle oluşturulabilmektedir.

Çeşitli profillerde üretilmiş çelik kolon ve kirişler şantiyede kaynak veya bulonla birleştirilirler. Yerinde bulon ile birleştirme, kaynak veya perçine göre daha hızlı ve daha az kalifiye emek gerektirir, ancak maliyeti daha yüksektir. Bunun yanı sıra bulonlu birleşimler daha hareketli olmaları nedeniyle özellikle deprem enerjisinin bir kısmının bu noktalarda tüketilmesine neden olurlar.

Çelik iskelet sistemde de betonarme de olduğu gibi, dolgu duvarların taşıyıcı sistemin ya da iskeletin kendisiyle birlikte çalışacak ve bir sarsıntıda taşıyıcı sisteme zarar vermeyecek nitelikte tasarlanması gerekmektedir. Daha önce bahsettiğimiz monolitik panellerin çelik iskelet sistem ile birlikte kullanımı mümkün olabilmektedir. Çoğunlukla kısa zamanda tamamlanması gereken inşaatlarda tercih edilen bu işlem, panellerin çelik iskeletin iç veya dış tarafına kaplanarak sisteme monte edilmesi şeklinde oluşturulabilmektedir. Böylelikle taşıyıcı sistem ve duvarların birbirleriyle ilişkili ama bağımsız çalışması sağlanmış olmaktadır.

Tasarımcı, taşıyıcı sistemi tasarlarken taşıyıcı eleman profil seçimine de dikkat etmelidir. Yaygın olmayan profiller veya boyutların tercih edilmesi, bu elemanların piyasada az bulunma ihtimali nedeniyle yüksek maliyetli olacaktır.



Şekil 3.12 Strüktürel Çelik Profilleri

Büyük kesitlerin yüksek maliyetli olduğundan hareketle küçük kesitlerin düşük maliyetli olduğunu düşünerek bu yönde tercih yapmak zaman zaman yanlış olabilmektedir, çünkü ortalama boyutlara sahip kesitler en çok üretilen kesitler olup küçük kesitlerde zaman zaman daha az üretildiği için nispeten daha yüksek maliyetli olabilmektedirler [22].

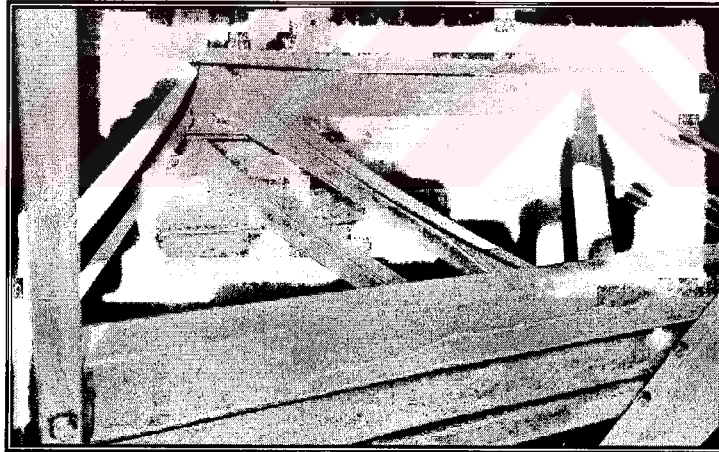
Dolu kesitli çelik profiller aynı boyutlarda bir betonarme elemanın üç, ahşap elemanın ise yaklaşık altı katı ağırlığındadır. Çeliğin hafif olarak nitelendirilmesi, profillerin boşluklu olması ve aynı kesite sahip diğer yapı elemanlarından daha fazla yük taşıma kapasitesine sahip olması dolayısıyladır.

Çelik malzemeyle yapılan iskelet sistem genel olarak çelik malzemenin karakteristik özelliklerini gösterir. Esnek ve hafif olması deprem yüklerine karşı olumlu davranışlar sergilemesini sağlamaktadır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta çeliğin çok esnek bir malzeme olması dolayısı ile bu özelliği dengeleyici bir takım önlemlerin alınmasının gerekliliğidir. Bu önlemler: rijit çerçeveler, betonarme perdeler veya çapraz destekler şeklindedir.

3.3.2. Taşıyıcı Duvar Konstrüksiyonu

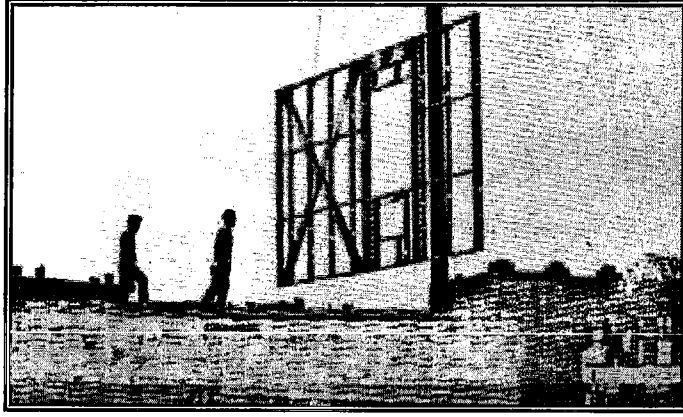
Taşıyıcı duvar konstrüksiyon başlığı altında ele aldığımız bu tip yapılar, birkaç farklı grubu bir arada toplamaktadır. Çelik profil veya soğukta şekillendirilmiş çeşitli metal profillerin kullanılabildiği bu uygulamalarda, taşıyıcı konstrüksiyon, profillerin tek tek şantiyede birleştirilerek veya önceden panel halinde hazırlanarak şantiyeye gelmesine bağlı olarak kurulabilmektedir.

Bu sistemde yükler tek noktadan değil, duvarın tümüne yayılarak zemine aktarılmaktadır. Duvarlar hem kendi yüklerini, hem de sistemin yükünü taşımaktadır. Taşıyıcı sistemin, çeliğin yanı sıra, alüminyum ve kıvrıma saç profillerden de oluşturulması mümkündür. Bu tip malzemelerin az katlı konut yapılarında ekonomik çözümler sağladığını söylemek mümkündür. Bu malzemelerin hafif olması nedeniyle yapının kendi ağırlığı azalmakta ve dolayısıyla yapıya etkiye deprem yükü de az olmaktadır.

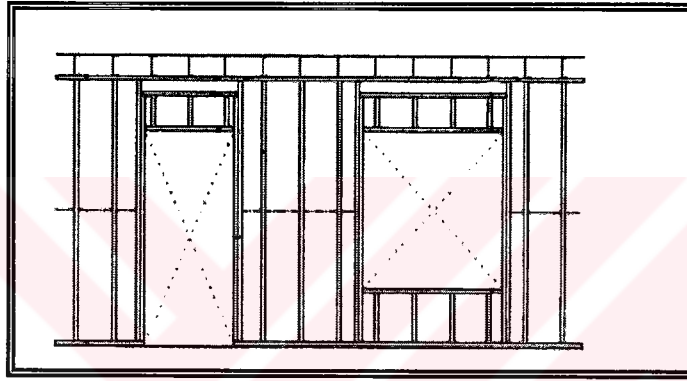


Şekil 3.13 Kıvrıma Saç Profillerden Yapılmış Bir Kiriş

Çeşitli profillerde olabilen ve kısa aralıklarla konan dikmelerin, kirişler ile birbirlerine bağlanması sonucu oluşturulan duvarlar daha önce de bahsettiğimiz üzere şantiyede dikme ve kirişlerin tek tek birleştirilmesi suretiyle yapılabildiği gibi, önceden fabrikada panel halinde de hazırlanabilmektedir. Panelizasyon hızlı üretim, kolay montaj ve az işçilik sağlamaktadır.



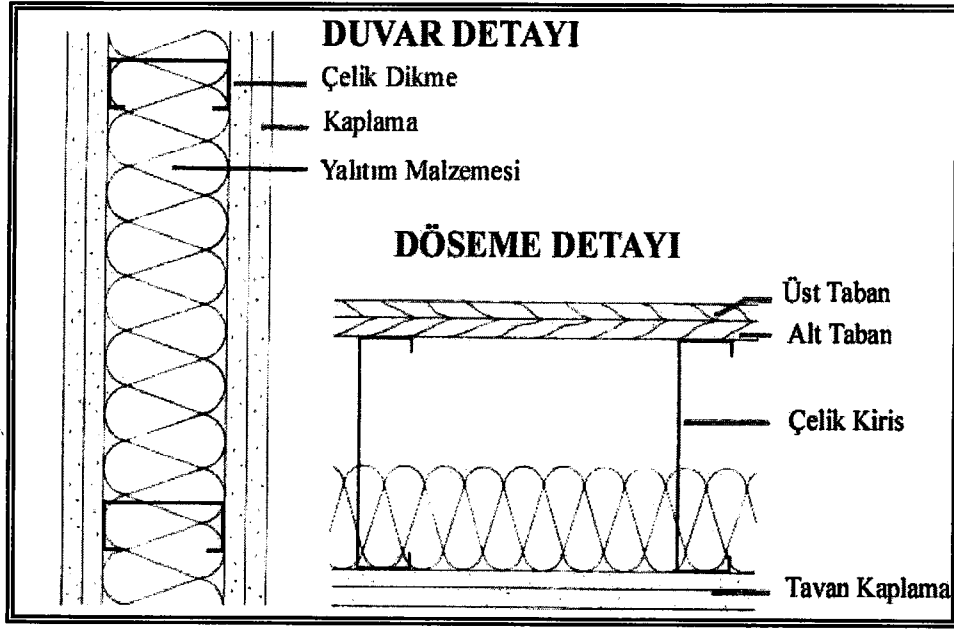
Şekil 3.14 Panelizasyon



Şekil 3.15 Duvar Konstrüksiyonu

Genellikle konut yapılarında bu panellerin iki tarafı kontrplak veya OSB gibi malzemelerle kaplanmaktadır. Konstrüksiyon boşluklarına ısı yalıtımı malzemesi yerleştirilmesi sık karşılaşılan bir uygulamadır. Su yalıtımı malzemesi genellikle panelin dış yüzündeki kontrplak üzerine uygulanmaktadır. Cephe kaplamaları tercihe göre çeşitli şekillerde yapılabilmektedir. Aynı şekilde iç yüzeyde de istenen bitirme malzemeleri kullanılabilir. Bu paneller döşeme ve çatıda da farklı kaplama yapmak suretiyle kullanılabilir.

Deprem yüklerine karşı hafif olması dolayısıyla avantaj sağlamaktadır. Ancak malzemenin aşırı esneklik özelliği dolayısıyla sistem yer yer, çapraz ve yatay elemanlarla yatay yüklere karşı güçlendirilmelidir.



Şekil 3.16 Hafif Çelik Malzeme ile Üretilen Duvar ve Döşeme Detayları

Bu sistemin sağladığı avantajlar şu şekilde sıralanabilir;

- Önceden fabrikada üretilen panellerin şantiyede montajı kısa sürede tamamlanmakta ve özel araçlara ihtiyaç olmaksızın monte edilebilmektedir.
- Her projeye özel, ölçüsüne göre panel hazırlanabilmektedir.
- Hava koşullarından etkilenmemesi dolayısıyla her türlü hava şartlarında montaj yapılabilir.
- Konstrüksiyon boşluklarına yerleştirilebilen ısı yalıtımı, enerji korunumu sağlamaktadır. Ancak metal malzeme ısı köprüleri oluşturmasına rağmen iki tarafındaki kaplamalar sayesinde büyük kayıplar olmamaktadır.
- Panellerin bünyesindeki boşluklar sayesinde her türlü tesisatın döşenmesi oldukça kolay olmaktadır.
- Taşıyıcı sistemin hafif olması, dolayısıyla yapının hafif olması, yapıya etkiyen deprem yüklerinin az olmasını sağlamaktadır.
- Metal malzemeler tutuşmaz. Bu nedenle bu özellik çeliğin yangına karşı dayanıklı olduğu kanısını doğurmaktadır. Ancak metal malzemelerin yüksek ısıda taşıma özelliklerini kaybetmeye başlayacakları göz ardı edilmemesi gereken bir husustur.

3.4. Ahşap ve Ahşap Kökenli Malzemenin Kullanıldığı Yapım Sistemleri

En eski yapı malzemelerinden biri olan ahşap, mekanda sıcak duygular yaratan bir malzemedir. Anadolu'da ahşap, yapı malzemesi olarak yaklaşık 8000 yıllık bir geçmişe sahiptir. Ülkemizde de halen birkaç asırlık yapılar ve hatta birkaç bin yıllık mezarlar bulunmaktadır. 6000 yıl önce Likyalıların ölüleri için yaptığı bu mezarlar bugün hala varlıklarını sürdürebilmektedirler. Ancak toplumumuz geçmişte çok kullandığı bu malzemeyi aynı oranda büyük bir hızla unutmuştur. Buna karşın yapının taşıyıcı malzemesi olarak unutulmasına rağmen dekorasyon amaçlı olarak ahşap malzeme hala büyük bir ilgi görmektedir. Dekorasyon amaçlı kullanımının yanı sıra inşaat sektöründe büyük bir ahşap tüketimi söz konusudur. Birçok yapının çatı yapım işlerinde ahşap malzeme kullanıldığı gibi, iskele ve kalıp işleri için de kullanımı oldukça yaygındır.

Yakın geçmişimize kadar etrafımızı çevreleyen ahşap yapılar, bugün tek tek yok olmakta ve yerlerini bu yapıların taklidi, yalnızca dışı ahşap kaplamalı yapılar almaktadır. Böyle bir değişimin tabii ki nedenleri de bulunmaktadır. Ahşaba karşı oluşmuş toplumsal önyargılar ve ekonomik nedenler ahşap malzemenin günümüzde az kullanılır olmasına neden olmaktadır. Ancak ahşabın malzeme olarak olumlu yönleri göz ardı edilmemelidir:

- Ahşap organik bir yapıya sahiptir ve yenilenebilen bir kaynaktır. Kağıt, odun dentilasyonu, odun hidrolizi ve benzeri işlemlere tabii tutularak değişik ürünlere hammadde olmaktadır. Bu özellik ağaç malzemeyi diğer yapı malzemelerine göre üstün kılar.
- Ekstra sıcaklık değişimlerinde önemli değişimler göstermez. Yüksek sıcaklık derecelerinde genleşme veya düşük sıcaklık derecelerinde beton gibi donma suretiyle bozulmaz ve dağılmaz.
- Ahşap özgül ağırlık ve direnç arasında uygun bir orana sahiptir. Böylece, oldukça büyük yüklere elastik özellikleri dolayısıyla mukavemet gösterir. Yük ağırlığı yok olduğunda eski formunu alır, bu özellik yapı taşıyıcı sistemi için oldukça önemlidir.

- Ahşap oldukça hafif bir malzemedir. Toplam yükler içinde kendi ağırlığının payı az olduğundan mesnetlerine, dolayısıyla temellere aktardığı ağırlıklar az olmaktadır [23].
- Şok etkisini ve vibrasyonu absorbe edebilme kabiliyetine sahiptir.
- Basit aletlerle işlenebilir.
- Çeşitli şekillerde birleştirilmesi mümkündür (tutkal, çivi, vb.).
- Birbiri arkasına ardışık gerilmelerle karşı karşıya bırakılırsa, birçok metal gibi yorulmamakta, kristalleşmemekte ve gevrek bir hal almamaktadır.
- Paslanmadığı gibi sulandırılmış baz ve asitlerden zarar görmemektedir. Bu nedenle plastiğe tercih edilmektedir.
- Ahşabın lif yapısı ve anatomik özellikleri, yüzey işlemleri bakımından diğer malzemelere göre üstünlük göstermektedir. Böylece yağlıboya, vernik ve benzeri maddelerin yüzeye uygulanması kolaylaşmaktadır.
- Ahşap, boyuna lifler yönünde yüksek derecede dirence sahiptir. Liflere paralel yönde aşırı yük taşıyan elemanlar kırılma öncesi liflerin kopması nedeniyle çıkardığı sesler ile içeride yaşayanların göçük altında kalmasını önleyebilmektedir.
- Renk, doku ve motif zenginliğine sahip olması nedeniyle yaşanan ortamlar için oldukça farklı alternatifler sunan bir malzemedir. Siyah, kırmızı, sarı, mor, yeşil benzeri doğal renklerin yanı sıra kuş gözü, düğümlü, harelî motifleri ile oldukça çeşitlilik gösterebilmektedir [24].
- Ahşap taşıyıcı sistem elemanlarının hafif oluşu, beton ve çeliğe oranla montajda büyük kolaylık sağlamaktadır. Çoğu zaman basit bir düzenle ve çok kısa sürede montajı tamamlamak mümkün olabilmektedir.
- Yine ahşabın hafif oluşu bir atölyede hazırlanıp, şantiyeye nakli gereken yapı elemanları için de büyük kolaylık sağlamaktadır.
- İşçiliği kolaydır, önemli alet ve makinelere ihtiyaç duyulmamaktadır. Sonuç olarak imalat çabuk yapılabilir.
- Ahşap taşıyıcı iskeletin montajdan hemen sonra tam proje yükü ile yüklenebileceği göz ardı edilmemelidir.
- Çelik malzemede olduğu gibi ahşabı da yerinden söktükten sonra çok az zayıyla tekrar kullanmak mümkündür.
- Ahşap yapılarda onarım, takviye gereğinde plan ve hacim değişiklikleri mümkün olabilmektedir.

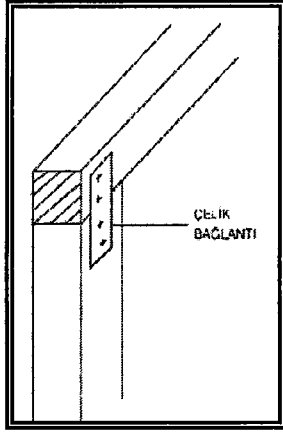
- Ahşap kimyasal maddelerin çoğundan zarar görmez (baca dumanı, vb.). Ahşap normal olarak kendi çevresiyle kimyasal dengede bulunmaktadır [25].

Ahşap konusunda toplumda oluşmuş bazı olumsuz kabuller vardır. Bu kabuller geçmişte ahşap yapılardan edinilen deneyimler sonucu oluşmuştur. Ancak bugün gelişen teknoloji ahşabın bir çok sorununa çözüm getirmektedir. Ahşabın böceklenmemesi, yangına karşı dayanımının artırılması, daha fazla açıklıklar geçilebilmesi, ömrünün uzatılması gibi durumlar teknolojinin sağladığı olanaklarla mümkün olabilmektedir.

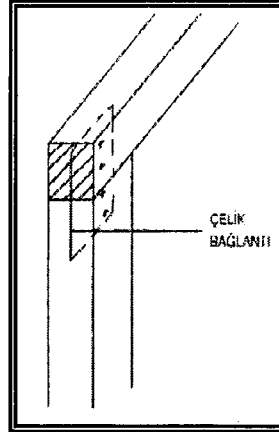
Ahşabın en önemli sakıncalarından biri yangına karşı zayıf olma özelliğidir. Uygun ağaç türü ve büyük kesitli malzeme kullanmak suretiyle ve geciktirici malzemelerle bu sorun ortadan tamamen kaldırılamasa da oldukça azaltılabilmektedir. Yanma olayı, yanan ağaç elyafının oksijenle kimyasal birleşmesi sonucu olmaktadır. Oksijenin ağaç içerisine girmesi sona erdiğinde yanma durur. Yanma sırasında üst yüzeyde kömür (karbon) tabakası oluşur, yani herhangi bir yangın esnasında kalın ahşap kirişlerin yüzeyi kömürleşir. Bu, yangının daha fazla içeriye nüfuz etmesini yavaşlatır [26]. Isı bu doğal izolasyon malzemesini aşamadığı için uzun süre yakamaz ve bina içinde mahsur kalan insanların güvenli bir şekilde dışarı çıkabilmesi mümkün olur. Ayrıca kesit içindeki yanmış bölümde sıcaklık derecesinin yükselmesine karşın, ahşap mukavemeti, emniyet gerilmesi değişmez. Kısacası ağaç tutuşan bir malzemedir, ancak yangına dayanımı yüksektir.

Deprem yüklerine karşı, yapı elemanlarının birleşimleri önemlidir. Ahşap malzemede de yanmaya karşı birleşimlerde özen gerekmektedir. Taşıyıcı ahşap yapı elemanının yangına mukavemeti, bağlantılar da aynı mukavemete sahip olursa sağlanabilmektedir. Ahşap bağlantılarında sık sık çelik bağlantılar kullanılıyorsa ve bunlar ısıya hassas ve çabuk iletiyorsa, bu durumda sistemi çelik bağlantıların yangından konstrüktif olarak korunmasını sağlayacak şekilde oluşturmak gerekmektedir.

- Çelik bağlantılar dıştan uygulanırsa o zaman yangına dayanıklı malzemelerle kaplanması gerekir (Şekil 3.16),
- Eğer ağaç içine gizli (ankastre) çelik bağlantılar yapılacaksa, o zaman yangına mukavemet büyük ölçüde artar (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Çelik Bağlantıların
Dıştan Uygulanması



Şekil 3.18 Çelik Bağlantıların
Ankastre Olması

Ahşap yapı elemanlarında budak ve çatlaklardan sakınmak gerekmektedir, çünkü bu olumsuz etkenler yangının etkisini artırır ve ahşabın mukavemetini düşürür.

Ahşap malzemede karşılaşılan diğer olumsuz yönler ise şöyledir:

- Ahşap yapılarda döşemelerin ses geçirmesi sorunuyla karşılaşılmaktadır. Ancak bir takım yöntemler ile bunun engellenmesi mümkündür.
- Ahşap su alınca şişer, kuruyunca büzülür. Sonuç sadece boyutlarının değişmesi şeklinde değil, yerine göre çatlaklar oluşması veya kesitlerin dönmesiyle de kendini göstermektedir.
- Ahşabın mekanik özellikleri her doğrultuda aynı olmamaktadır. Dolayısıyla mukavemeti de lif doğrultusuna bağlı olarak önemli derecede değişmektedir.
- Ahşap, organik bir malzeme olması nedeniyle belirli şartlar altında mantar ve böceklenmeye maruz kalabilir. Bazı maddelerle emprenye edildiğinde ömrü üç yıldan kırk yıla kadar uzayabilir Ancak yapılan bu işlemler maliyeti arttırıcı nitelikte olmaktadır.
- Ahşap gerekli bakım yapılmazsa çürüme, böceklenme, mantarlaşma gibi doğal olaylardan etkilenmektedir
- Ahşap, liflerine dik yönde çekmeye çalıştırılamamaktadır.

Diğer yapım sistemlerinde olduğu gibi ahşapta da yapı elemanlarının birleşimleri oldukça önemlidir. Bu bağlamda ahşapta birleşimlerin üç ana fonksiyonu vardır:

- Boyları sınırlı olan yapı kerestesini uç uca ekleme yöntemiyle gerekli uzunluğu elde etme yani boy uzatmak,
- Kesit ölçüleri sınırlı olan yapı kerestesinin, gereken daha büyük ölçülerde kesit boyutları elde etmek,
- İskelet gövdeli sistemlerde düğüm noktalarının oluşturulması [27].

Bu birleşimleri meydana getiren elemanlar sekiz çeşit olarak gruplandırılabilir:

- Çiviler; pratik uygulaması sebebiyle en çok tercih edilen elemandır. Çakılarak yerine yerleştirilir.
- Ağaç Vidaları; vida yerleri daha önceden açılarak yerlerine döndürülerek yerleştirilir. Çiviler kadar çok kullanılmakta olduğunu söylemek mümkündür.
- Zimbalar; genellikle U şekilli olup darbe etkisiyle, elektrik, manuel veya çeşitli aletlerle ahşaba geçirilir. Zımbanın ağaç içerisinde hareket kabiliyetini önlemek için çoğunlukla çeşitli polimerler ile kaplanmaktadır [23].
- Bulonlar; gövdesi silindirik, içi boş veya dolu, uçlarına diş açılmış ve yerine sıkılabilen elemanlardır.
- Çelik çubuklar; başı olmayan çivi ve uzunluğu birleştirdiği parçaların toplam kalınlığı kadar olan birleşim elemanlarıdır.
- Dülger kamaları ve benzerleri; birinci sınıf meşe ve benzeri sert ağaçtan yapılan, dikdörtgen prizma şekilli boylamasına ve enlemesine elemanlardır.
- Diğer kamalar; oturtma kamaları, çakma ve gömme tipleri bulunmaktadır.
- Tutkal ve tutkallı birleşimler; ahşabı üst üste koyarak tutkallamak suretiyle istenilen boy ve kesitte ahşap elde etmek mümkündür. Yapıştırıldığı ahşaptan daha sağlam olan tutkallı birleşimler hava şartlarından da genelde etkilenmemektedirler [27].

Ahşabın malzeme olarak deprem yükleri karşısında olumlu davranışlara sahip olduğunu söylemek mümkündür. Bunun en nedeni ahşap ile yapılan yapıların hafif oluşudur. Ahşap hafif bir malzeme olmasına rağmen, liflerine paralel yüklere karşı oldukça mukavemetlidir. Bu nedenle dayanım/ağırlık oranı yüksektir. Bunun yanı sıra esneme kabiliyeti sayesinde maruz kaldığı yükler, etkisini kaybettiğinde eski

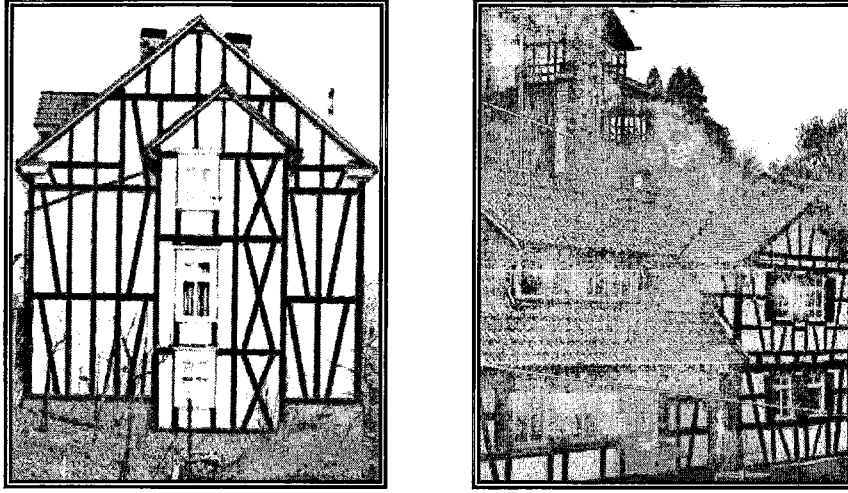
haline dönebilmektedir. Ahşap malzeme, birleşim noktalarında gerekli özen gösterildiği takdirde güvenli yapıların üretiminde tercih edilebilir niteliktedir.

3.4.1. Geleneksel Ahşap Karkas Yapım Sistemi

Kültürümüzde ahşap evlerin yeri çok geniştir. Son yıllarda, betonarme yapıların yoğunluk kazandığı döneme kadar ahşap yapılar oldukça yoğun bir kullanım oranına sahip olmuşlardır. Ahşap karkas yapım sistemi, birçok kültürde farklı şekillerde kullanılmış ve geliştirilmiştir. Her kültürün, farklı strüktürel düzenlemelerle ortaya çıkardığı ahşap yapılar, bugün mimarlık tarihinin ender örneklerini oluşturmaktadır.

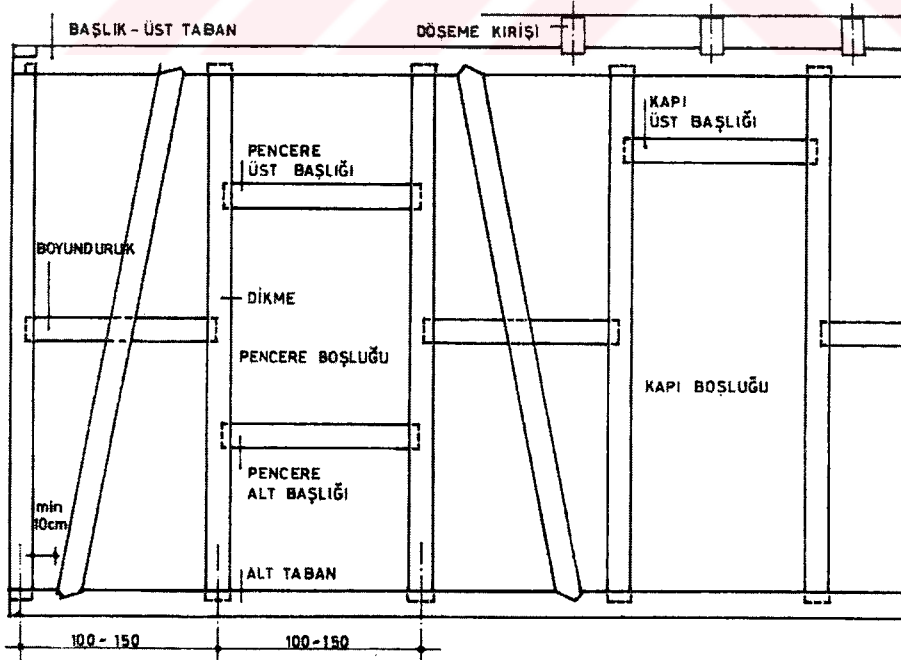
Ahşap malzemenin kullanımının yaygın olduğu toplumlarda, taşıyıcı sistem malzemesi olarak tercih edilmesinin nedenleri benzerlikler göstermektedir. Bununla birlikte, ahşap karkas yapım sistemleri, toplumlara göre değişen bir takım farklılıklar göstermesine rağmen, taşıyıcı elemanların strüktürel organizasyonu temel olarak aynı şema üzerine oturmaktadır.

Ahşap karkas sistem belirli aralıklarla konulan dikmelerin, alt ve üst taban ile birbirlerine bağlandıktan sonra dikme aralarına diyagonal yerleştirilen payandaların veya çaprazlamaların ve yatay olarak yerleştirilen boyunduruk veya bağdadi denen elemanların bir araya gelmesi ile oluşturulur. Oluşturulan bu iskeletin, konstrüksiyon boşlukları kerpiç, tuğla, taş gibi elemanlarla doldurulabildiği gibi sadece dış yüzeylerine ahşap plaka veya yalı baskısı gibi kaplama malzemeleri çakma suretiyle tamamlanabilir.



Şekil 3.19 Çeşitli Ahşap Yapılar

Ahşap iskelet, temel veya zemin üzerine alt tabanlar yardımıyla oturtulur. Dikmeler alt tabanın üzerine yerleştirildikten sonra başka bir ahşap eleman ile üstten de birbirlerine bağlanırlar. Dikmeler köşelere kapı, pencere boşluk kenarlarına, duvarların birbiri ile kesiştikleri noktalara gelmek üzere çeşitli aralıklarla düzenlenirler.



Şekil 3.20 Geleneksel Ahşap İskeletli Duvar

Bu tür ahşap yapılarda yatay yükleri taşıma görevi dikmelerin arasına konan tek veya çift çapraz ahşap elemanlara verilmiştir. Boşluklara doldurulan taş, tuğla gibi malzemeler de bu hususta destekleyici unsurlar olmaktadır. Ancak bu çapraz dayamaların yatay kuvvetler karşısındaki çekme gerilmeleri etkisiyle, üst ve alt taban ahşaplarından kurtularak işlevsizleşme riskleri bulunmaktadır. Bu nedenle bu elemanların bağlantılarının dikkatle yapılması gerekmektedir.

Ahşap iskeletin duvar uzunluğu boyunca yatay kuvvetler karşısında deformasyonuna engel olmak için konulan payandaların veya çaprazlamaların dikme ile yaptıkları açısı değeri önemlidir. Bu açının büyük olması, sistemin yatay yüklere karşı daha sağlam olmasında önemli rol oynar [28].

3.4.2. Taşıyıcı Ahşap Paneller

Uzun yıllardır hem dekorasyon amaçlı hem de strüktürel olarak kullanılan ahşap paneller teknolojinin gelişimiyle çok farklı şekillerde oluşturulabilmektedir. Paneller, ahşap malzeme ile birlikte kontrplak, su kontrplağı, osb veya daha farklı malzemelerin kullanılması nedeniyle kompozit elemanlar olarak nitelendirilebilirler.

Temel olarak, belirli aks aralıklarında yerleştirilen ahşap dikmelerin alt ve üst başlıklarla birbirine bağlanması suretiyle elde edilen paneller, üzerleri kontrplak gibi malzemeler kaplanarak tamamlanır. Panellerde konstrüksiyon boşluklarına yalıtım malzemeleri yerleştirilebilmektedir. Bu sistem geleneksel ahşap sistemin güncel uygulaması olarak nitelendirilebilir. Temel özellikler aynı kalmaktadır. En önemli farklılık diyagonal payandaların yerine dikmeleri birbirine bağlayan kontrplakların bu işlevi üstlenmesidir. Bu nedenle bu sistem genel olarak levhalarla kaplanmış, ahşap iskeletli duvar panelleri olarak tanımlanabilir.

Bu tanımlama duvar, döşeme ve çatıda çok katmanlı malzemelerin kullanılması anlamını da içermektedir. Bu katmanlar:

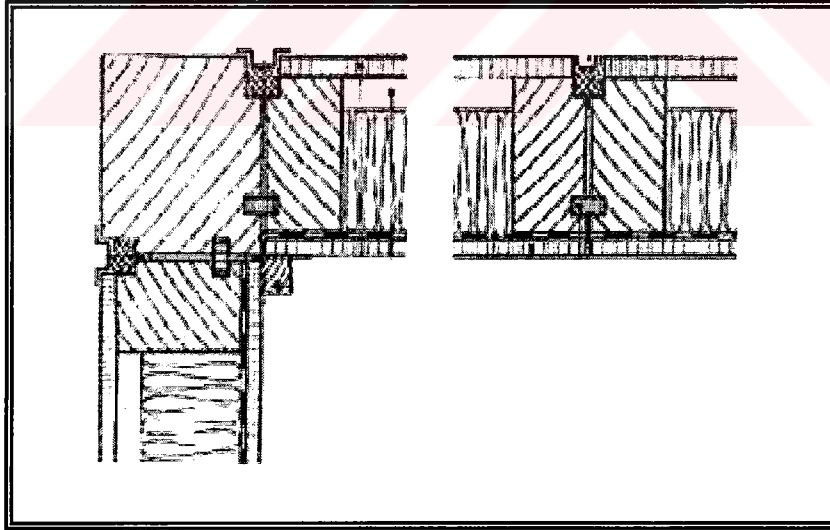
- Kurutulmuş keresteden yapılmış taşıyıcı ahşap iskelet,
- Ahşap iskeletin her iki yanına bağlanmış olan ahşap esaslı koruma levhaları,

- Koruyucu levhaların arasına konulan yalıtım malzemesi,
- Dış koruyucu levhadan oluşmaktadır.

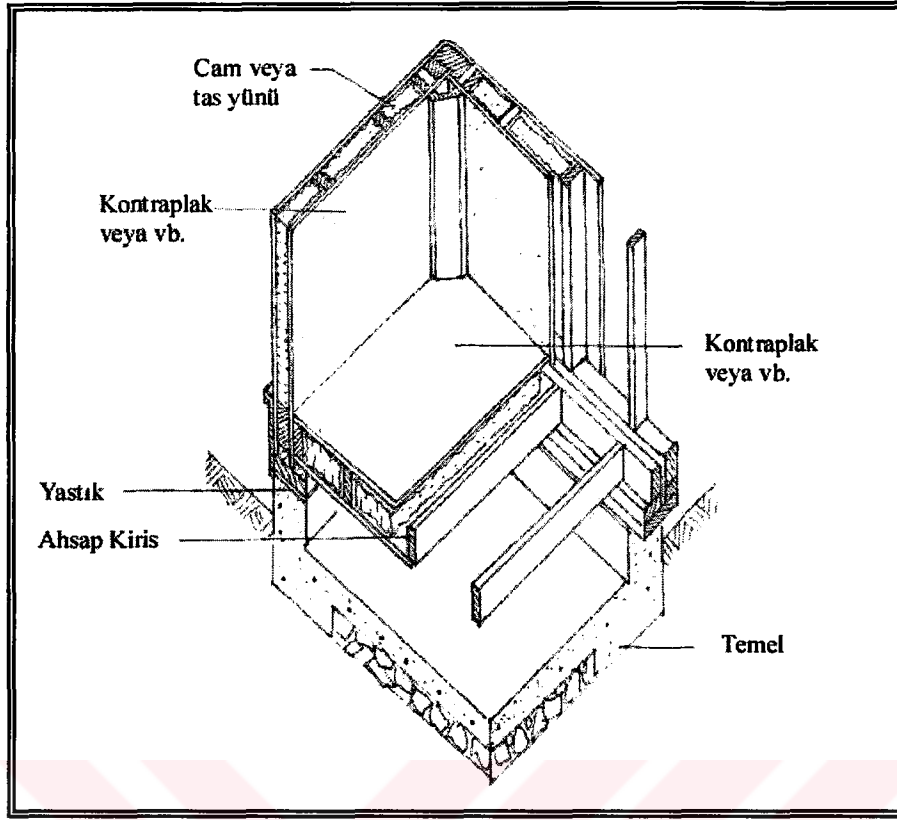
Taşıyıcı panel duvarlar, duvarların birleşim noktalarında ahşap dikmeler yerleştirilmesi suretiyle desteklenmektedir. Panelin kendi bünyesinde bulunan dikmeler, panel cinsine bağlı olarak farklı kesitlerde olabilmektedir. Belli aralıklarla konan ahşap dikmelerin aksları genellikle 60 cm civarında olmaktadır.

Bu iskeletin her iki yanına bağlanmış olan koruma levhaları kontrplak veya osb (oriented strand board) olmaktadır. Bu levhalar, panellerin yatay yüklere karşı stabilitesini sağlayan elemanlar olarak nitelenebilmektedir. Bu nedenle, levhaların özellikleri ve kalınlıkları önem kazanmaktadır.

Levhaların ahşap konstrüksiyonla bağlantısı, panellerin yük taşıma özelliğini ve deprem yüklerine karşı dayanımı arttırmaktadır. Ahşap iskelete çivilenen bu levhalar iskeletin stabil hale gelmesini sağlamaktadır.



Şekil 3.21 Ahşap Panel Detayı

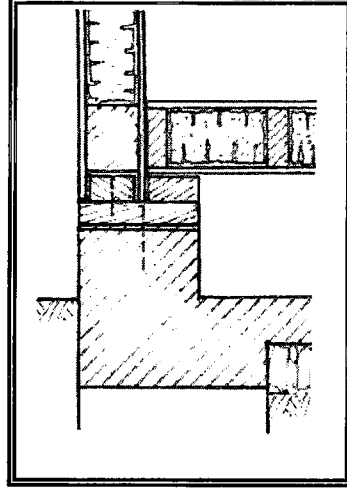


Şekil 3.22 Ahşap Panellerden Oluşan Taşıyıcı Sistem

İçte ve dıştaki koruyucu plakaların arasına buhar tutucu, ısı ve ses yalıtımı sağlayan malzemeler eklenerek panel kullanıma hazır hale getirilir. Kaba yapıyı oluşturan bu paneller dışta su yalıtımı ve cephe kaplaması yapılarak bitirilirken içte hem yangının önünü kesmek hem de dekoratif amaçlı olarak alçı plaklarla kaplanabilmektedir.

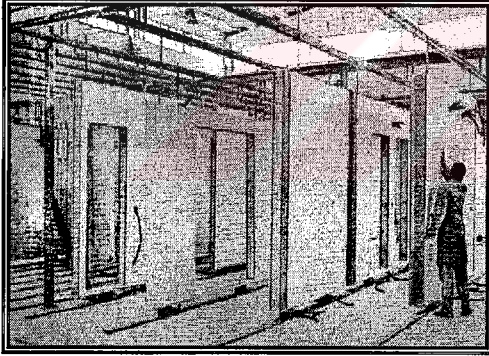
Duvar panellerinin oluşturulma şekli aynı zamanda döşeme ve çatı panellerinin de oluşturulmasını açıklamaktadır. Ancak döşeme panellerinde duvar panellerinden farklı olarak iskeletin üst tarafı, et kalınlığı daha fazla olan bir kontrplak veya osb ile kaplanmaktadır.

Yapı elemanları, zemin katta tesviye edilmiş betonarme plağa veya betonarme temel üzerine özel bağlantı elemanları ile bağlanır. Bağlantı elemanları çelik cıvatalar, vidalar ve çelik profillerden oluşmaktadır.

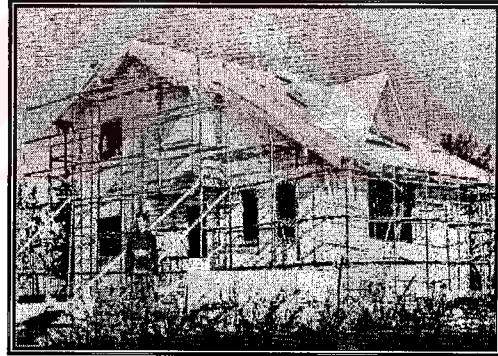


Şekil 3.23 Ahşap Panellerin Zemin Betonuna Yerleştirilmesi

Ahşap paneller fabrika ortamında üretilmektedirler. Gerekli durumlarda, kapılar, pencereler, bir kısım elektrik tesisatı ve sıhhi tesisat fabrikada panellere monte edilebilmektedir.



Şekil 3.24 Ahşap Panellerin Fabrikada Üretimi



Şekil 3.25 Ahşap Panellerle Yapılan Bir Konut

Taşıyıcı ahşap panellerle oluşturulan bu sistemin sunduğu avantajlar şu şekilde sıralanabilir:

- Ahşap panellerle oluşturulan kaba yapı iç ve dışta istenilen her türlü kaplamayla bitirilebilir. Bu açıdan herhangi bir sınırlama olmamaktadır.

- Panellerin bünyesinde bulunan yalıtım malzemeleri, ayrıca yapılacak bir yalıtım işinden tasarruf sağlamaktadır. Ayrıca ahşabın kendisinin doğal bir izolatör oluşu bu konuda önemli bir avantajdır.
- İmalat süresi oldukça kısadır.
- Fabrika ortamında, çeşitli makineler yardımıyla ve hassas ölçülerle üretilen bu sistemde fire oranı azdır. Bu da ahşaptan tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca hassas ölçü, şantiyede işçilik hatalarını minimuma indiren bir özelliktir.
- Fabrika ortamında kısa sürede (ortalama büyüklükteki bir konut için yaklaşık iki-üç hafta) hazırlanan bu panellerin, şantiyede montajı da oldukça kısa sürede tamamlanabilmektedir (ortalama büyüklükteki bir konut için yaklaşık bir-iki hafta.).
- Ahşabın malzeme olarak özelliği ve yapının nefes alabilme yeteneğine bağlı olarak sıhhi bir yapı ortaya çıkmaktadır.
- Yapının ömrünü tamamlaması sonrası yıkıldığında ahşap malzeme geri dönüştürülebilir.
- Malzeme olarak ahşabın kullanılması, esnek yapısı, sağlam ve hafif olması ve panellerin birleşim detaylarındaki özellikler nedeniyle mevcut sistemler arasında depreme dayanıklı bir sistemdir.

Yapının hafif olması sonucu, yapıya şiddetli depremlerde çok büyük etkiler gelse bile, bu etkiler yapının taşıma gücünün yanında küçük kalmakta ve yapının yatay kesme kuvveti taşıma gücü yanında önemsiz kalmaktadır. Ayrıca paneller dolayısıyla kutu davranışı gösterecek olan yapının yatay ötelenmesi sınırlı olmaktadır.

Şu anda ülkemizde üretimi söz konusu olan bu panel sistemlerin, benzeri bir takım yapım sistemleri de farklı firmalar tarafından ithal edilmektedir.

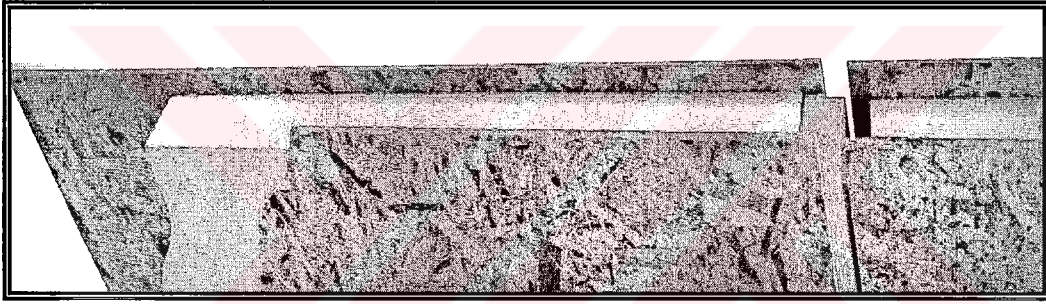
3.4.3. Strüktürel Yalıtımlı Paneller (SIP)

Strüktürel yalıtımlı paneller, yapı olarak ısı ve ses yalıtımını kendi gövdesinin özellikleri ile sağlayan ve aynı zamanda taşıyıcı olan panellerdir.(Structural Insulated Panels-SIP) Taşıyıcı özelliklere sahip olmayan ilk paneller, ahşap karkas yapılarda,

duvarların ısı ve ses izolasyonunun yüksek olması ve inşaat sürecinin kısılması için kullanılmaya başlanmıştır.

Temel prensip kontrplak, su kontrplağı veya osb gibi iki plakanın arasına güçlü yapı tutkalı ile yapıştırılan polistren köpük malzemenin oluşturduğu sandviç panel elemanların duvar elemanı olarak kullanılmasıdır. Bu panellerin iç ve dış yüzeyleri farklı malzemelerle kaplanarak, yapı farklı görünümlere büründürülmektedir. Isı ve ses yalıtımında oldukça iyi sonuçlar veren bu paneller daha sonra kalınlıkları artırılarak ve özellikleri geliştirilerek taşıyıcı elemanlara dönüştürülmüşlerdir. Paneller taşıyıcılık özelliklerine göre ikiye ayrılmaktadır.

- Taşıyıcı olmayan duvar elemanı,
- Taşıyıcı duvar elemanı.

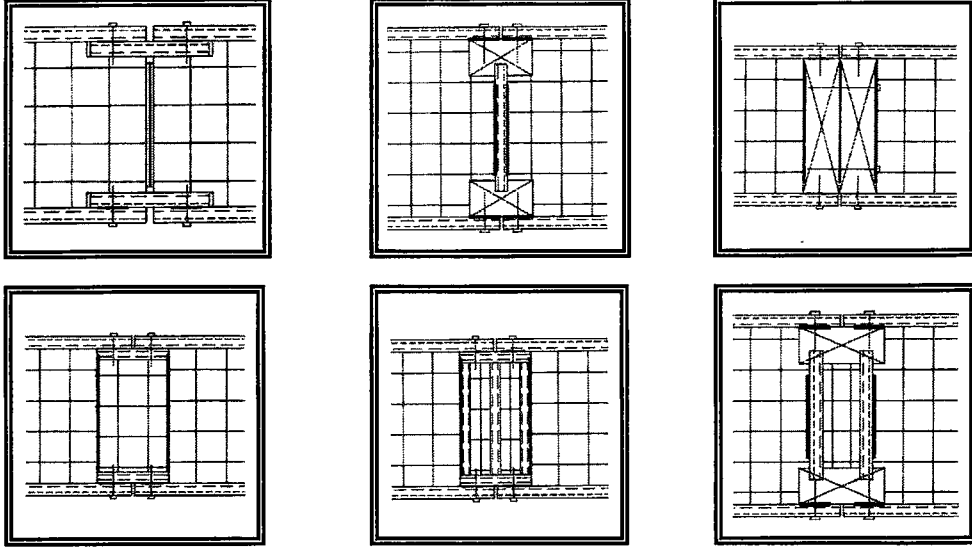


Şekil 3.26 Strüktürel Yalıtımlı Sandviç Panel

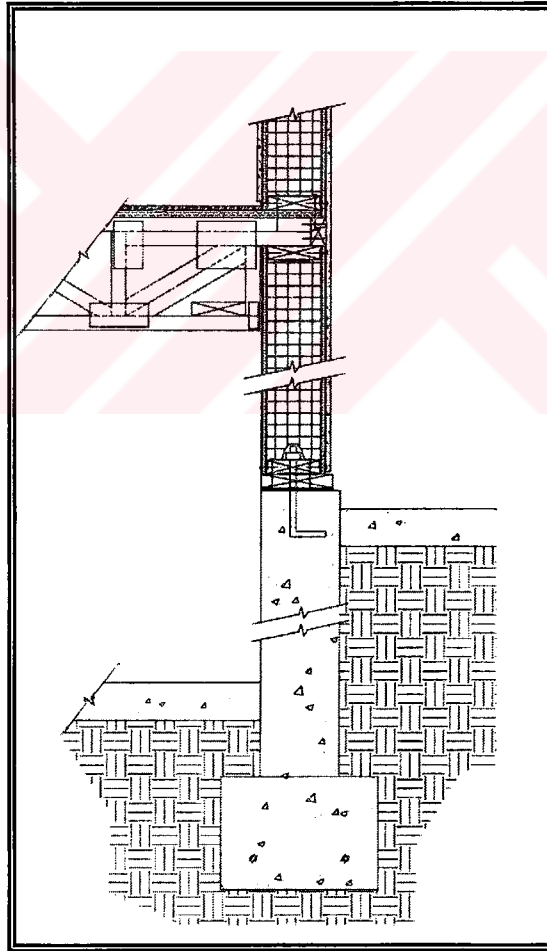
Taşıyıcı olmayan paneller, ahşap dikmelerin arasına monte edilmek suretiyle duvarlar oluşturulmaktadır. Taşıyıcı olan paneller ise birbirleri ile birleşerek, yapıya etkileyen yükleri zemine aktarmaktadırlar. Birleşim detayları farklılık gösterebilmektedir.



Şekil 3.27 SİP Panellerin Birleşimi



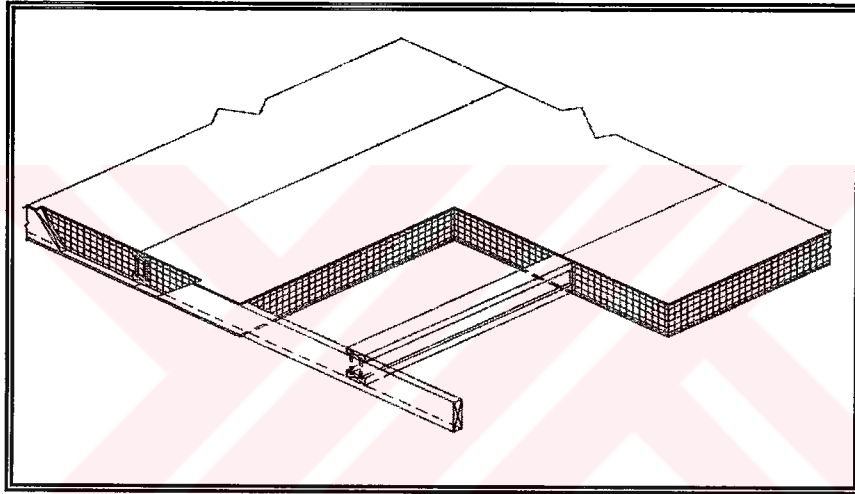
Şekil 3.28 SİP Panellerin Birleşim Detayları



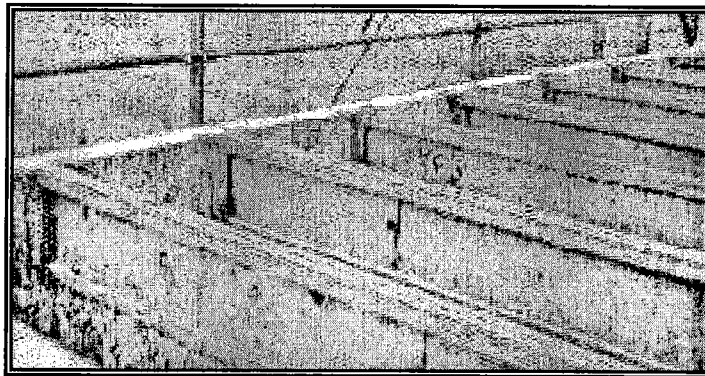
Şekil 3.29 SİP Panel Elemanların Taban Betonu ile Birleşimi

Panel elemanlar, zemin katta tesviye edilmiş betonarme plağa ve betonarme temel üzerine özel bağlantı elemanları ile bağlanır. Betonun üzerine yerleştirilen bir ahşap alt yastık üzerine, paneller yapıştırıcı tutkal ve çiviler kullanılarak yerleştirilmektedir.

Taşıyıcı olan paneller aynı zamanda döşeme ve çatı için de kullanılabilir. Az katlı bir yapının strüktürü başka hiçbir malzeme veya eleman kullanılmadan bu şekilde inşa edilebilmektedir. Yapının döşemesi ve çatısı için kontrplaktan veya osb'den oluşturulmuş kiriş elemanların, döşeme panellerinin birleşim noktalarının kuvvetlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Aynı elemanlar sadece döşeme kirişi olarak da kullanılabilir.



Şekil 3.30 Döşeme Panellerinin Birleşimi

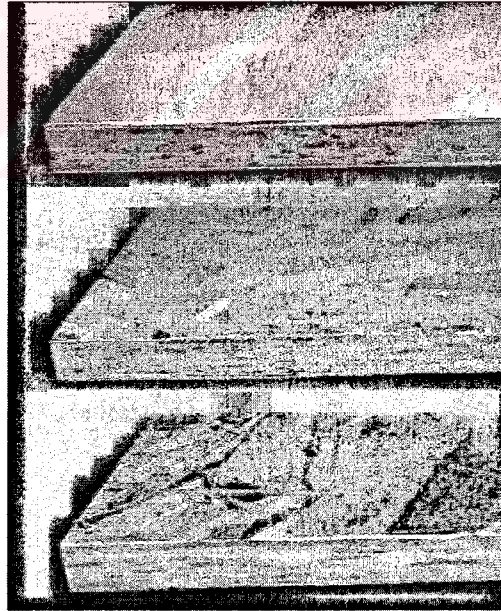


Şekil 3.31 Döşeme Kirişleri

Panelin gövde yapısını oluşturan polistren, yüksek yoğunluklu olup, arasına sıkıştırıldığı malzeme olarak da büyük oranda osb tercih edilmektedir. Bu nedenle bu malzeme yapısal özellikleri açısından büyüteç altına alınacaktır.

OSB, kontrplaktan daha dayanıklı ve aslında daha ekonomik bir yonga levhadır. Yönlendirilmiş şerit levha (Oriented Strand Board), veya kısa adıyla OSB olarak piyasada bulunmaktadır. Esas olarak inşaat sanayinde kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Yaygın olan kullanım alanları çatı ve döşeme kaplaması olmakla birlikte otomobil, konteyner iç astar kaplamaları, ambar gibi tarım binalarında kullanıldığı görülmektedir.

Konstrüksiyon kontrplağına olan talebin artması ve gelecek yıllarda bu talebin orman ürünlerinin daha fazla tüketimi açısından tehlike sinyalleri veriyor oluşu, kontrplak ile eşdeğer özelliklere sahip, hatta bazı yönlerden daha avantajlı olan bu malzemeyi ön plana çıkarmaktadır. Çünkü osb, ahşap ve kontrplak artıklarından dahi üretilme özelliğine sahiptir.



Şekil 3.32 Sırasıyla Kompozit Kontrplak, OSB ve Su Kontrplağı

Kavak gibi düşük kaliteli ve ucuz keresteden ve artıklardan üretilebilen OSB, şerit adı verilen, uzun kesme başlığı ile yongalanmış ince ağaç parçacıklarından yapılan bir levhadır. Hava şartları ve değişen nem oranlarına dayanıklılık göstermesi gerektiğinde bu şeritler fenolik reçine ya da melamin ile takviye edilmiş üre formaldehit ve benzeri hava şartlarına dayanıklı bağlayıcılar ile karıştırılmaktadır.

Yüksek basınç ve ısı altında reçine ve diğer malzemelerle birleştirilen bu malzemede, yüksek dirençli bir performans sağlamak amacıyla tabakaların gereken şekilde yönlendirilmesi sağlanmaktadır. Levhayı oluşturan katmanlar birbirine paralel ve dikey konarak, levhanın dayanıklılık özelliğinin artırılması hedeflenmiş ve bu yöntemle sağlanmıştır.

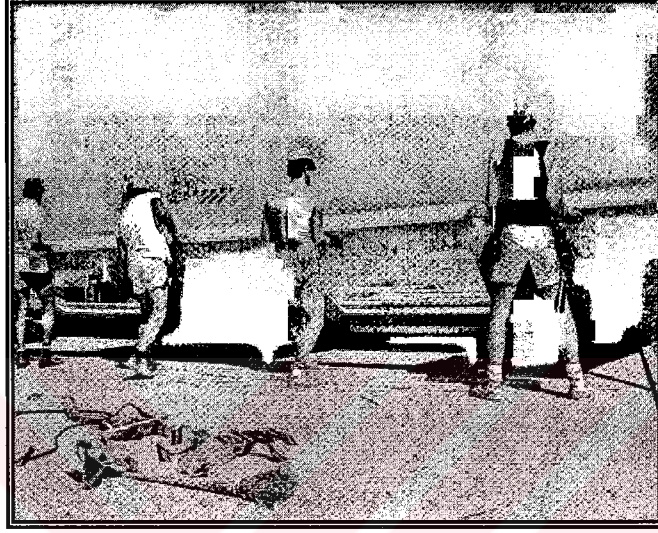
Bu şekilde üç veya beş tabakalı bir hasır kompozisyonu elde edilmekte ve sıcak suilindir preste preslendikten sonra kontraplak ile aynı dayanıklılık ve direnç özelliklerine sahip, ancak neme ve ısı değişimlerine daha dirençli, budak, çatlak gibi kusurları bulunmayan homojen bir malzeme ortaya çıkmaktadır. Ayrıca tabakaların konstrüksiyonuna bağlı olarak uzun veya kısa eksende de aynı özelliklerin elde edilebilmesi oldukça büyük bir avantajdır.

Os b sağladığı avantajlar nedeniyle kontraplak ve MDF gibi diğer ahşap kökenli malzemelere göre strüktürel panellerin oluşturulmasında daha büyük oranda tercih edilmektedir.

Yalıtımlı strüktürel panellerin sağladığı avantajlar çok çeşitlidir:

- Gövdesinde yüksek yoğunluklu köpük barındıran bu paneller, aynı oranda yüksek derecede ısı ve ses yalıtımı sağlamaktadırlar. Ayrıca ek bir yalıtım maliyetini işlem dışı bırakmaktadır.
- Ağaç malzemeden daha farklı olarak, ahşap kadar çeşitli hava koşullarından etkilenmemesi dolayısıyla şekil değiştirme yapmamaktadır.
- Panellerin hem yatay, hem de düşey yüklere karşı dayanımı yüksektir.
- Bu panellerle yapının taşıyıcı sistemi ve dolayısıyla kendisi hafif olmaktadır. Bu hafiflik deprem performansı açısından tercih edilmektedir.
- Fabrika ortamında hazırlanan panellerin şantiyeye taşınması ve şantiyede montajı kolaydır. Oldukça hafif olan paneller insan gücü ile taşınabilir.

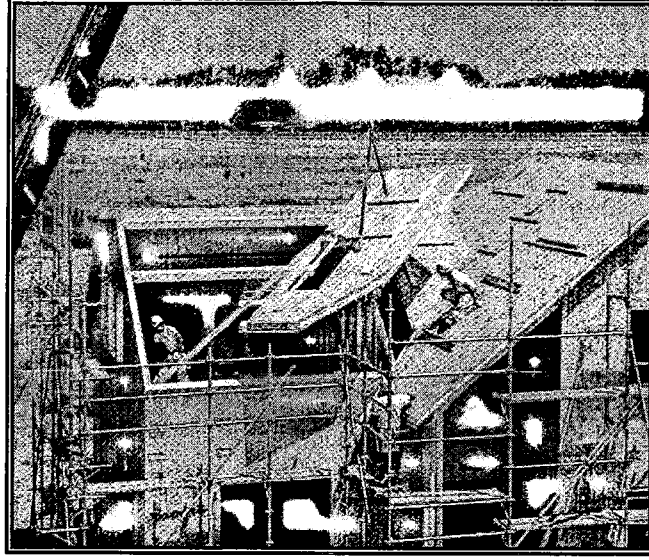
- Panellerin fabrikada üretiminde ağır makineler ve donanım gerekmemektedir.
- Fabrikada kısa sürede hazırlanan panellerin, şantiyede montajı birkaç gün gibi çok kısa sürelerde yapılabilmektedir
- Panellerin her iki yüzeyine de istenilen kaplama yapılabilmektedir.
- Özellikle elektrik donanımları, panellerin gövdesinde önceden hazırlanan boşluklar sayesinde şantiyede rahatlıkla döşenebilmektedir.



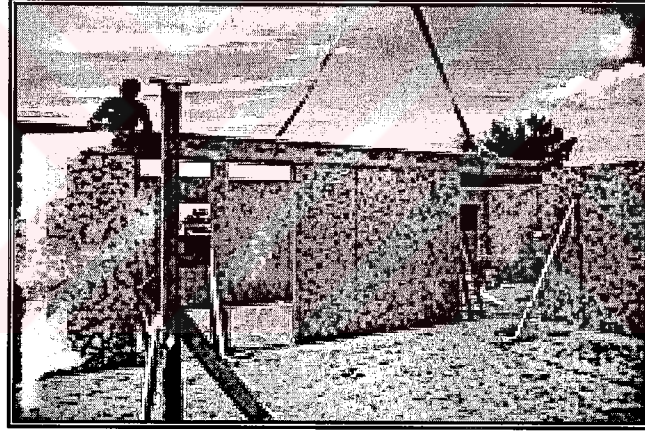
Şekil 3.33 Duvar Panelinin İnsan Gücüyle Montajı

Bunların yanı sıra bir takım dezavantajları da bulunmaktadır:

- Yığma bir sistem gibi değerlendirilebileceğinden, panellerde kapı ve pencereler için bırakılacak boşluklar belirli sınırlar içinde olmaktadır.
- Yine aynı sebep dolayısı ile planda taşıyıcılar yer kaplamakta ve içerdeki bölme duvarlarının taşıyıcı görev üstlenmeleri nedeniyle, esnek tasarımlar mümkün olamamakta, sonra da mekansal düzenlemelerle ilgili yapılmak istenen değişiklikler söz konusu olamamaktadır.
- Yurtdışında panellerin maliyeti oldukça düşüktür. Ancak ülkemizde OSB henüz ithal edilen bir malzeme olması sebebiyle maliyetler yüksek olmaktadır.
- Tek kattan daha fazla yükseklikte paneller vinç ile yerine yerleştirilebilmektedir.



Şekil 3.34 Sip Panellerin Vinç Yardımıyla Montajı



Şekil 3.35 Sip Panellerin Montajı

Bu sistem hızlı üretilmek istenen konut yapıları için oldukça uygundur. Bunun yanı sıra hafif bir yapı olması nedeniyle, özellikle deprem riski taşıyan bölgelerde tercih edilmesine neden olacaktır. Bir deprem sonrası oluşacak kalıcı konut ihtiyacının en kısa sürede tamamlanabilmesi için, hızlı kurulabilen bu konut tipleri uygun bir seçenek oluşturmaktadır. Ancak panel maliyetlerinin yüksek olması önemli bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır.

3.5. Tuğla, Gazbeton, Ahşap Gibi Malzemelerle Yapılan Yığma Yapılar

Yığma yapılar, doğal veya doğal olmayan yapı elemanlarının örülerek veya üst üste konarak taşıyıcı duvar oluşturması ve tüm yapı yüklerinin bu elemanlar tarafından zemine aktarılması düzenindeki yapım sistemini ifade eder.

Malzeme olarak pişmiş toprak, ekşitilmiş çamur, taş, ahşap, hafif beton, beton bloklar, vb. kullanılabilir. Eski medeniyetlerde yapı malzemesi olarak pişmiş toprak, ekşitilmiş çamur veya ahşap gibi malzemelerinin kullanımı ve bu malzemelerin zamanla aşınması sonucu, yapılar günümüze ulaşamamışlardır. Ancak özellikle taş malzemeli yapılar bugün varlıklarını hala sürdürebilmektedir. Ülkemizde de farklı uygarlıkların farklı malzemelerle yapılmış yığma yapıları, geçirdikleri küçüklü, büyüklü depremlere rağmen hala ayakta dururlar.

Geçmiş çağları geride bırakarak günümüze ulaşan yığma yapılar geçirdikleri depremlere karşı koymuş, hatta planlarındaki gereğinden fazla duvarları ile direnç göstermişlerdir. Son derece simetrik planlı bu yığma yapılarda duvarlar, yapı alanının yaklaşık %25'ine varan alanları kaplamaktadır [12].

Yapılarda düşey yüklerin karşılanması genel olarak kolayca hesaplanarak gerekli önlemlerin alınabildiği bir durumdur. Ancak yatay yükler için aynı durum söz konusu olamamaktadır. Özellikle yatay yüklerin tam olarak hesaplanamaması bu hususta önemli bir etkidir.

Yığma yapı sistemleri düzlemlerine dik yöndeki yüklere karşı nispeten zayıftırlar. Yapı elemanlarının parçalı oluşu ve parçaların genel olarak yatay yüklere paralel düzlemdeki birleşimi bu zayıflığın en önemli nedenidir. Ancak çeşitli önlemler veya alternatifler ile mimarlar bu sorunların üstesinden gelebilmektedirler. Günümüzde hala ayakta olan yapılar bunun kanıtıdır.

Yığma yapıların inşasında dikkat edilmesi gereken noktalar genel olarak şöyledir;

- Yapı malzemesinin niteliğinin iyi olması ve gerekli koşulları sağlamasına dikkat edilmelidir. Örneğin ahşap ise kurutulmuş olması, taş ise zamanla aşınmayacak nitelikte olması ve benzeri özelliklere dikkat edilmelidir.
- Taşıyıcı duvarlar örülürken, derzlerin üst üste olmaması, şaşırtılması gerekmektedir. Taşıyıcı duvarların farklı katlarda üst üste gelmesi gerekir.
- Yığma yapılarda, taşıyıcı duvarlarda açılacak boşluklar sınırlıdır. Bu sınırların dışına çıkılmamalıdır.
- Taşıyıcı duvarların birleşimine özen gösterilmelidir.
- Yığma yapının malzemesinin özelliklerine de bağlı olarak, taşıyıcı duvarlarda yatay veya düşey olmak üzere yer yer veya sürekli hatılların düzenlenmesi gerekmektedir. Bu çerçevede duvarlar donatılı olarak da örülebilmektedir.

Donatılı duvarların yatay yüklere karşı olumlu davranışlar gösterdiği görülmektedir. Bu bağlamda öncelikle donatılı duvarlarla yapılan yığma yapılar incelenecektir.

3.5.1. Duvarları Donatılı Yığma Yapılar

Duvarları donatılı yapmak genel olarak yığma yapıları güçlendirmeye yatay ve düşey yüklere karşı dayanımını arttırmaya yönelik bir işlemdir. Yapı blokları tel, betonarme demiri, lama demiri gibi malzemelerle donatılmaktadır. Donatı düşey, yatay ve her iki yönde de olabilmektedir. Böylelikle yapı bloklarının birbirleriyle etkileşimi kuvvetlendirilmekte ve yapı bir bütün haline gelmektedir.

Donatılı yığma yapılarda en önemli nokta duvar bünyesinde bulunan donatının paslanmamasıdır. Bu nedenle kullanılacak harç çok önemlidir. Harcın iyi karışmış ve homojen olması önemlidir. Kireç harcı paslanmaya neden olduğu için tercih edilmemesi gerekmektedir. Derzlerde boşluk bırakılmamalıdır, çünkü havayla temas eden donatı paslanma riskiyle karşı karşıya kalacaktır. Donatı galvanize edilmiş veya asfaltla yalıtılmış olmalıdır.

Deprem kuşağı üzerinde bulunan ülkelerde bu tür donatılı blok strüktürler başarılı sınav vermiş ve yaygın bir uygulama alanı bulmuştur [28].

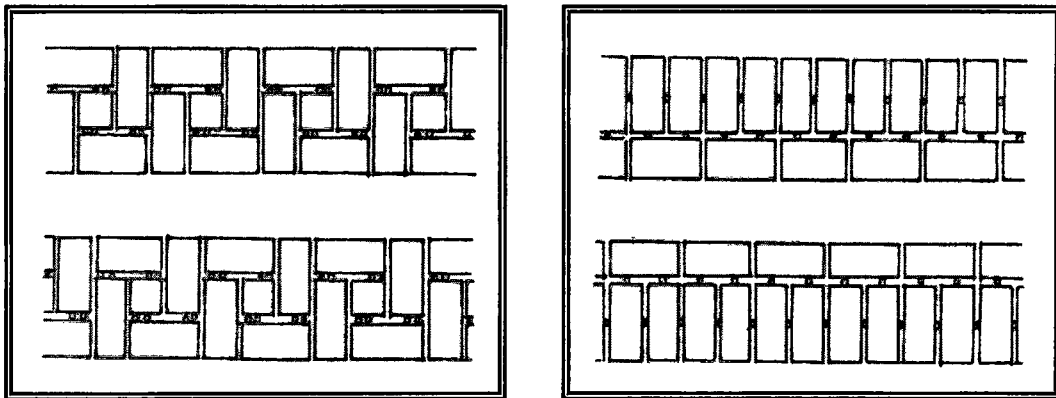
Donatılı yığma yapılar üç grupta incelenebilir.

- Dolu gövdeli bloklar arasında boşluk bırakarak donatının yerleştirildiği yığma yapılar,
- Boşluklu gövdeli blokların gövdesinden geçen donatılı yığma yapılar,
- Gövdesi donatılı olarak dökülen bloklar ile yapılan yığma yapılar.

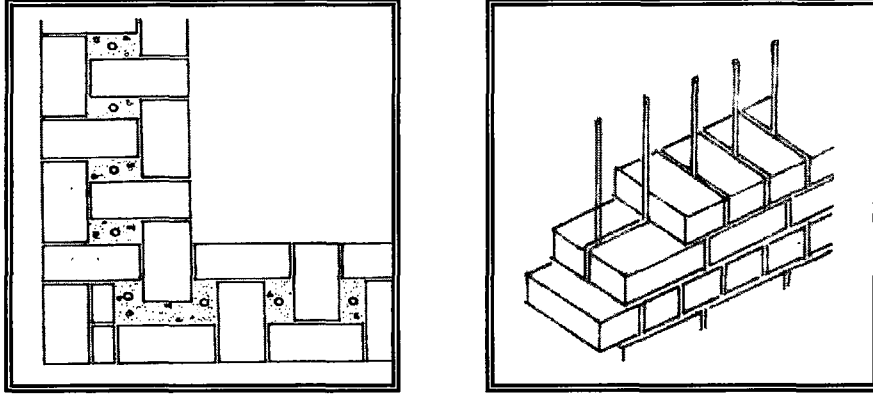
3.5.1.1. Donatıların Derz Aralıklarında Konumlandırıldığı Yığma Yapılar

Genellikle tuğla kullanılan bu tür yığma yapılarda, dolu gövdeli diğer yapı malzemeleri de kullanılabilir. Çeşitli şekillerde örülen blokların derzlerinin birbirinin üzerine gelen ortak kesimlerinden düşey donatı geçmektedir. Dik yönde ise değişen şekilde her üç ya da beş sırada bir yatay donatı geçirilmektedir. Derz boşluklarına beton veya çeşitli harç malzemeleri dökülmek suretiyle konstrüksiyon tamamlanmaktadır.

Duvar donatısının gerek temele, gerekse döşemelere bağlantılı olması nedeniyle strüktür monolitik bir kütle gibi çalışmaktadır [28]. Bu tür duvarlar betonarme bir zemin veya temel üzerine yerleştirilebildiği gibi aynı sistemle örülmüş yığma bir temel üzerine de örülebilmektedir.



Şekil 3.36 Dolu Gövdeli Bloklarla Donatılı Duvar Örme Çeşitleri



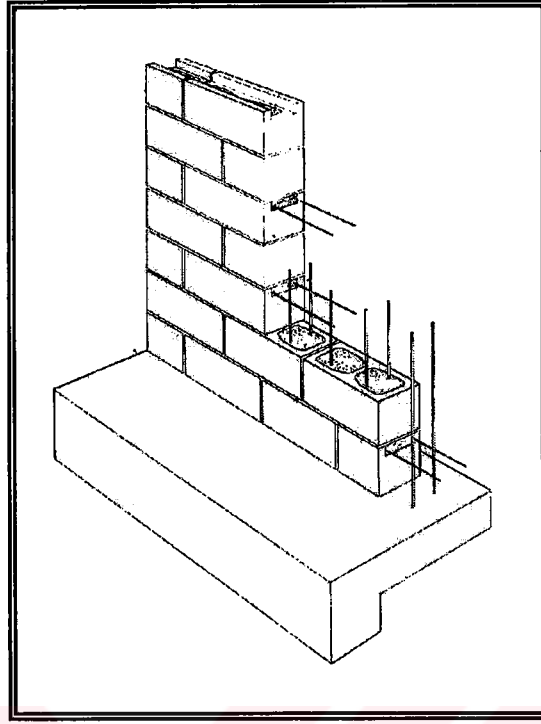
Şekil 3.37 Dolu Gövdeli Bloklarla Donatılı Duvar Örme Çeşitleri

Sadece düşey veya yatay donatı kullanılması yerine sistem iki yönde de kuvvetlendirilmelidir. Her iki yönde de kullanılan donatı ile yığma yapı bir bütün olarak çalışan ve yatay yüklere karşı daha dayanıklı bir yapı olacaktır. Ancak blokların, harçla ilişkisinin sadece yüzeysel olduğu düşünülürse, blok yüzeylerinin girintili çıkıntılı veya kertikli olarak düzenlenmesi gereği göz ardı edilmemesi gereken bir nokta olarak ortaya çıkmaktadır.

3.5.1.2. Donatıların Boşluklu Blok Elemanların Gövdesinde Konumlandırıldığı Yığma Yapılar

Boşluklu gövdeli bloklar enine delikli ve boyuna delikli olarak ikiye ayrılmaktadır. Genel olarak gövdelerindeki boşluk sayesinde ısı yalıtımı ve ses yalıtımı özellikleri daha yüksek olmaktadır. Dolu gövdeli bloklara göre daha hafif ve daha ekonomiktir. Ayrıca gövdelerindeki boşluklara dökülen harç ve bağlayıcı elemanlar sayesinde birbirlerine daha iyi tutunmaktadırlar.

Bu tip yapılarda donatı, blokların gövdesinde bulunan boşluklardan geçmektedir. Yatay, düşey ve her iki doğrultuda da geçebilen donatının iki yönde de geçirilmesi yapının her iki yönden gelen yüklere karşı daha dayanıklı olmasını sağlayacaktır. Sadece yatay düzlemde geçen donatı yığma yapıda yatay hatıl görevi görür. Aynı şekilde yer yer konan düşey donatılarda düşey hatıl işlevini üstlenmektedir.



Şekil 3.38 Gövde Boşluklarından Donatı Geçirilerek Örtülen Duvar

Bu sistem, normal delikli tuğlaların boşluklarına donatı geçirilerek de yapılmaktadır ancak çok zahmetli ve uzun süren bir işlem olması dolayısıyla tercih edilmemektedir. Bu sistem için üretilmiş özel blok veya tuğlalarla işlem daha kolay olmaktadır. Dolu gövdeli blokların derz boşluklarına yerleştirilen donatılı sisteme göre, gövde boşluğuna yerleştirilen donatılı sistemde bloklar birbirlerine gövdeden bağlanırlar.

3.5.1.3. Gövdesi Donatılı Olarak Dökülen Blokların Kullanıldığı Yığma Yapılar

Gövdesi donatılı olarak hazırlanan bloklar beton veya gazbeton gibi malzemelerden yapılabilmektedir. Önceden fabrikada hazırlanan donatılı blokların şantiyede montajı yapılmaktadır; elemanlar tuğla, beton briket gibi bloklardan daha büyük boyutlarda yapılmaktadır.

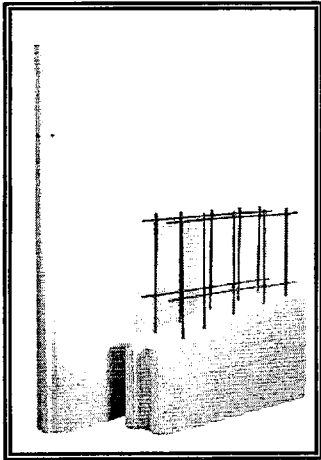
Temel olarak yapı, donatılı blokların taşıyıcı duvar, döşeme ve çatı elemanı olarak kullanılması ve bir araya getirilmesi ile oluşturulur. Düşey elemanların yatay

elemanlarla veya yine düşey elemanlarla birleşimi genel olarak donatılarının birbirine bağlanması sonrası yapıştırıcı kullanımı ile söz konusu olmaktadır.

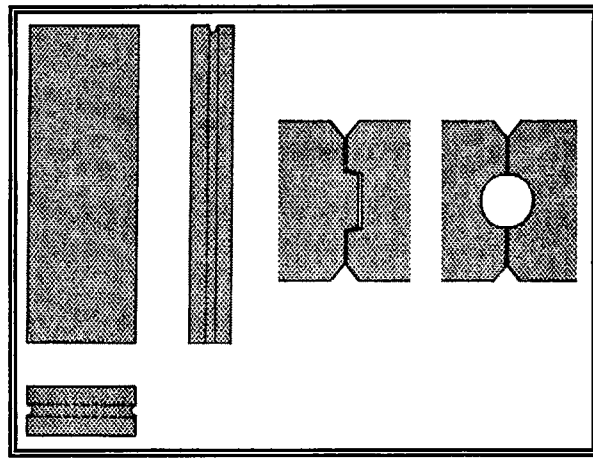
Gazbeton bünyesinde bulundurduğu gözenekler sayesinde betona göre yaklaşık üç kat daha hafiftir. Malzemenin kendisinin hafifliği yapının da hafif olmasını sağlamaktadır. Gazbeton betona göre daha zayıf bir malzeme olmasına karşın, hafif olması nedeniyle deprem yüklerine karşı avantajlıdır. Hafif olması montaj, işçilik, malzeme nakli gibi açılardan kolaylık sağlamaktadır.

Gazbeton bünyesindeki boşluklar nedeniyle kendiliğinden ısı yalıtımlı bir malzemedir. Ayrıca ateşe dayanıklı ve ancak çok yüksek sıcaklıklarda dayanımını kaybeden bir malzeme özelliği göstermektedir. İlave bir ısı yalıtımı gerektirmediği için maliyet, zaman ve işçilikten kazanç sağlanır. Bu bağlamda sağladığı avantajlar doğrultusunda, donatılı gazbeton malzemeye örnek olarak Ytong konut sistemi büyüteç altına alınacaktır.

Gazbeton gözenekli bir yapıya sahip olduğu için içerisindeki donatı için yeterli bir koruma sağlayamamaktadır. Bu nedenle donatının önceden koruyucu malzemeler ile kaplanmış olması gerekmektedir.

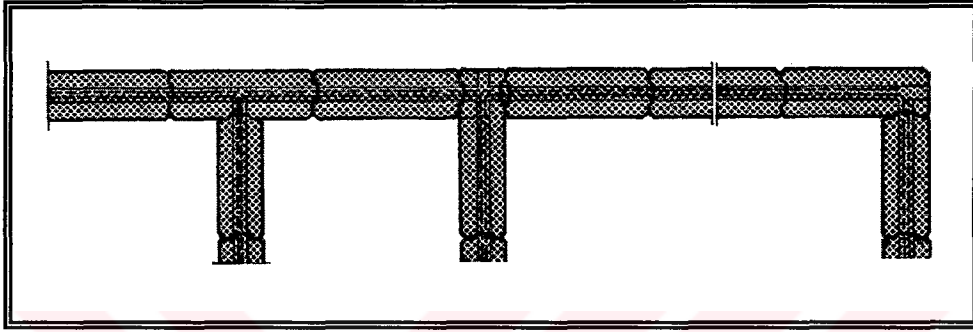


Şekil 3.39 Donatılı Gazbeton



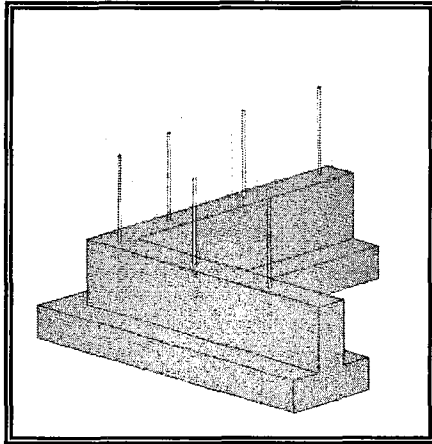
Şekil 3.40 Gazbeton Blokların Birleşim Örnekleri

Taşıyıcı duvar elemanları ile üç tam kata kadar yapı yükseltilebilmektedir. Düşey elemanların birleşimi çeşitli şekillerde olabilmektedir. Birleşimlerde şerbet kanalları bırakılarak iki blok arasına şerbet dökülmek suretiyle iki yapı elemanı birbirine yapıştırılmaktadır. Taşıyıcı düşey elemanlar betonarme hatıl ile birbirlerine bağlanmalıdır. Bunun yanı sıra uzunluğu fazla olan duvarlar, bağlantı duvarları ile desteklenmelidir [29].

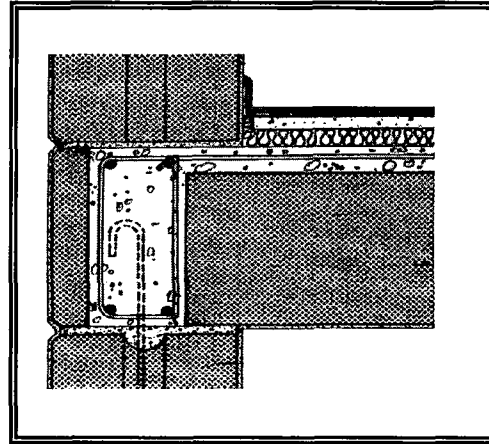


Şekil 3.41 Taşıyıcı Duvarların Bağlantı Duvarları ile Desteklenmesi

Taşıyıcı duvarlar betonarme zemin veya temel üzerine ankrajlar ile bağlanmaktadır. Bu şekilde temelle ilişkisi kurulan düşey taşıyıcılar üst yüzeylerinden geçen betonarme hatılla da bağlandıktan sonra döşeme elemanları bu betonarme hatılların üzerine oturtulabilmektedir.



Şekil 3.42 Düşey Elemanların Temelle Bağlantısı



Şekil 3.43 B.A. Hatıl ve Döşeme Bağlantısı

Bu bağlamda yığma yapılar sınıfında değerlendirilebilecek olan bu sistem kendiliğinden donatılı bloklarla yapılan sistemlere bir örnek teşkil etmektedir. Daha önce deprem bölgelerinde olumlu davranışlar sergileyen bu sistemin, özellikle malzeme kalitesi ve planlama ilkelerine dikkat edildiği sürece daha çok kullanımı söz konusu olacaktır.

3.5.2. Ahşap Yığma Yapılar

Ahşap yığma yapılar, tümüyle veya kısmen işlenmiş ahşabın üst üste konularak ve uygun bir şekilde birbirleri ile bağlanarak duvar oluşturma tekniğine dayanır [28]. Bu tür uygulamalara aynı zamanda kütük evler de denmektedir. Ev teriminin kullanımı, bu sistemin daha çok konut yapıları, hafta sonu evleri ve çiftlik evleri için tercih edilmesinden kaynaklanmaktadır. Ahşap kütük evler, diğer ahşap yapılar gibi oldukça sıcak bir iç mekan etkisine sahiptirler. Zengin motif ve renk çeşidiyle tasarımcıya ve kullanıcıya çok çeşitli alternatifler sunmaktadır.

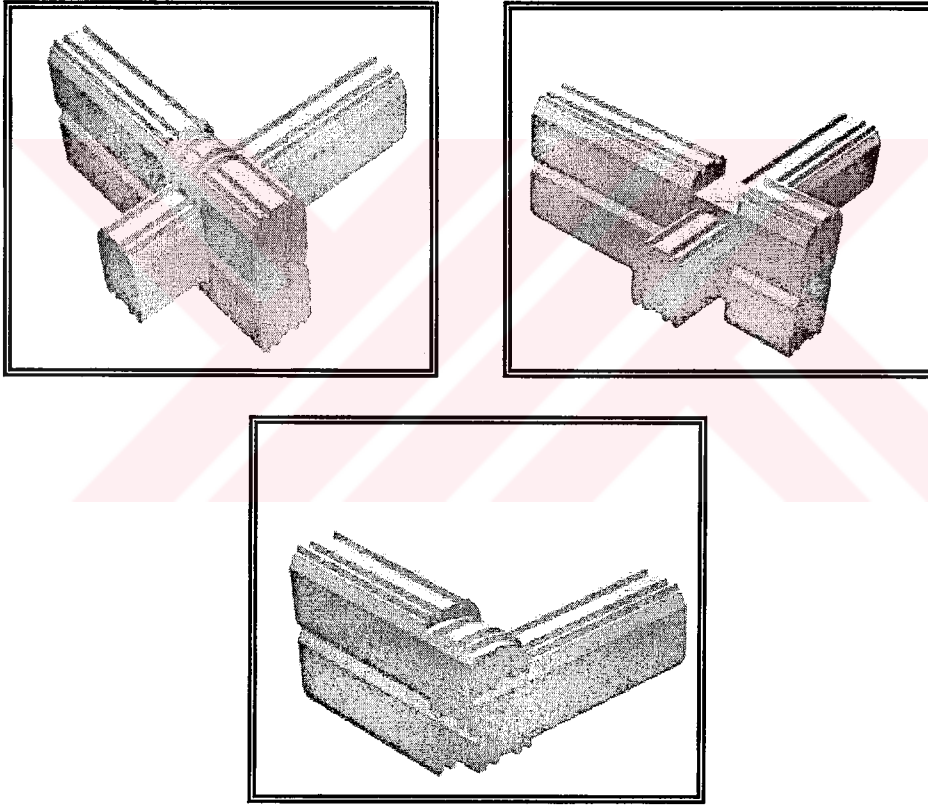


Şekil 3.44 Kütük Ev İç Mekanı

Ahşap yenilenebilen ve geri dönüştürülebilen bir kaynak olduğundan, kütük evler yıkım sonrası başka amaçlar için kullanılabilir. Ahşabın malzeme olarak hafif olması yapının da hafif olmasını sağlamaktadır. Ancak böceklenme ve yangın sorunlarına karşı alınması gereken önlemler kütük evlerde de maliyet artışlarına sebep

olmaktadır. Kütük evlerde ahşap malzeme tercihi daha çok soğuk iklimde yetişen ve çok yavaş büyüyen ağaçlardan yana olmaktadır. Yavaş büyüyen ağaçların mukavemeti ve doğal izolasyon değerleri daha yüksek niteliktedir.

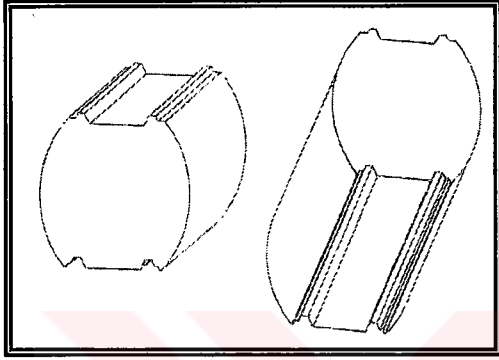
Ahşap kütük evlerde duvar blokları birbiri üzerine kanal sistemi ile geçmektedir. Bir duvarı oluşturmak için sıra sıra olan kütüklerin hepsi birden kirişleri meydana getirirler. Bu kirişler köşelerde binanın tüm duvar blokları ile bir özel kilit sistemi ile birleştiğinden, tüm yapı tek parça haline gelmektedir. Örneğin bir cephedeki kütüğü yerine monte edebilmek için diğer cephelerden itibaren o sıradaki tüm kütükleri yerine yerleştirmek gerekir.



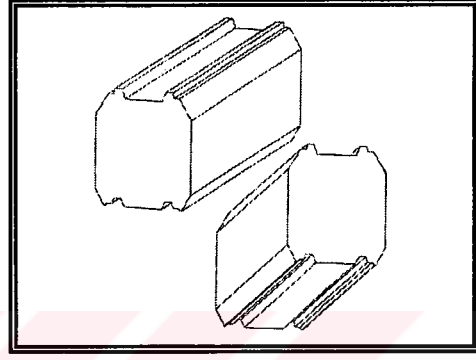
Şekil 3.45 Kütüklerin Çeşitli Şekillerde Birleşimi

Bu tip yapılar genellikle ahşabın bol bulunduğu bölgelerde tercih edilmektedir. Bu nedenle daha çok kuzey Avrupa ülkelerinde rastlanan bir sistemdir. Ülkemizde ise Bolu ve çevresinde bu tür yapılara rastlanılmaktadır [28]. Ancak bugün kütük evler ülkemizde daha çok ithal edilen bir yapım sistemi karakteri göstermektedir.

Kütükler genellikle betonarme temel veya sağlam zemin üzerine ankraj, lama demirleri veya bulonlarla bağlandıktan sonra üst üste konarak örülürler. Çeşitli kesitlerde olabilen kütük elemanların, yerleştirildikten sonra şekil değiştirme yapmaması için kurutulmuş olması gerekmektedir. Ayrıca yatayda kütüklerin birbirine iyi tutunması için geçmeli kesitlere sahip olması daha iyi birleşimli bir yapı oluşumu için faydalı olacaktır. Kütük kesitleri dairesel veya köşeli olabilmektedir.

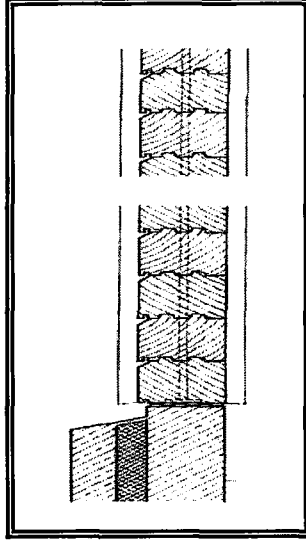


Şekil 3.46 Dairesel Hatlı Kütük Kesiti



Şekil 3.47 Köşeli Kütük Kesiti

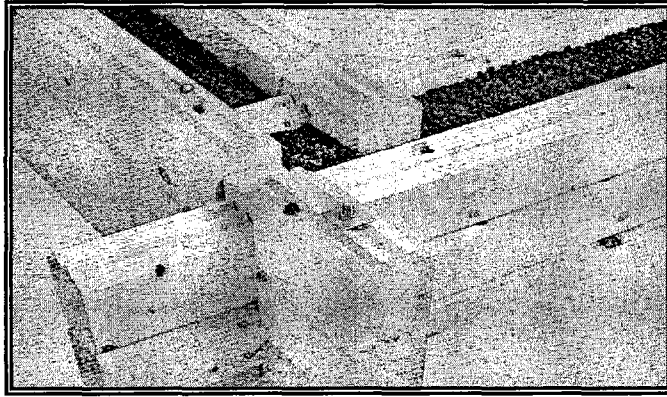
Yatayda üst üste yerleştirilen kütükler düşeyde de birtakım elemanlar ile yukarıdan aşağıya birbirlerine bağlanmalıdırlar. Yer yer ahşap mıhlarla veya saplamalarla sağlanabilen düşey bağlantıların yanı sıra, ahşabın gövdesinde açılan boşluklardan çelik geçirilerek veya yer yer ahşap dikmelerle bu bağlantılar gerçekleştirilebilmektedir. Bu tür uygulamalar yatay yüklere karşı dayanımı artırıcı bir özellik göstermektedir.



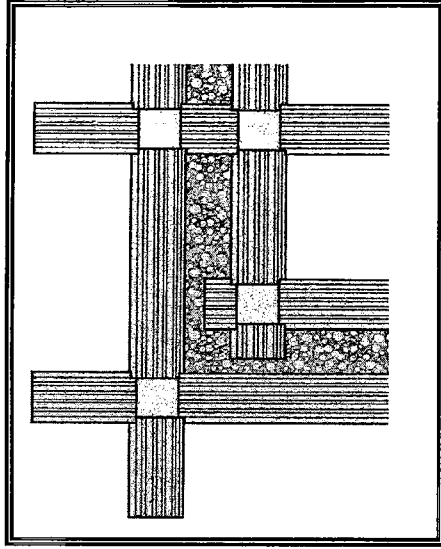
Şekil 3.48 Çelik Bağlantılı Duvar

Bu tür ahşap duvarlarda, ahşabın doğal ısı yalıtımlı olmasından dolayı genel olarak duvarın ısı yalıtım özelliğinin iyi olacağı kanısına varılmaktadır. Ancak yatay elemanların birleşim yüzeylerinden ısı kayıpları olabilmektedir. Bunu önlemek için daha önceleri yün, yosun gibi malzemeler kullanılırken, bugün derzler mineral yünler veya plastik esaslı yalıtım malzemeleri konabilmektedir.

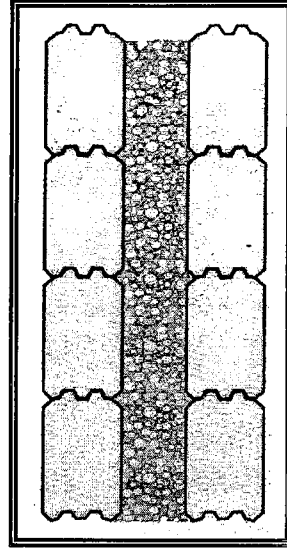
Kütük evlerde blokların çift sıra uygulanıp, aralarının toprak, cüruf, kil, balçık gibi malzemelerin özel işlemlerden geçtikten sonra doldurulduğu örneklerde karşımıza çıkmaktadır. Çift sıra örülen duvarların taşıyıcılık özelliği artarken, araya doldurulan malzeme sayesinde de ısı ve ses yalıtımı da yükseltilmiş olmaktadır.



Şekil 3.49 Çift Sıra Kütük Arasına Doğal Malzeme Doldurulması

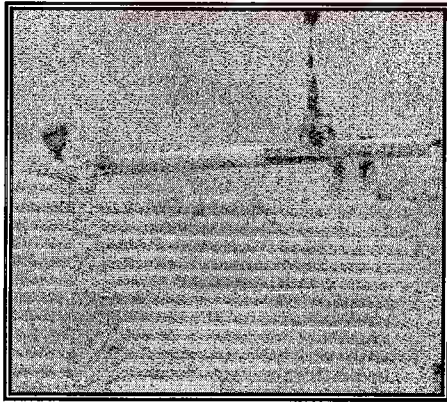


Şekil 3.50 Plan

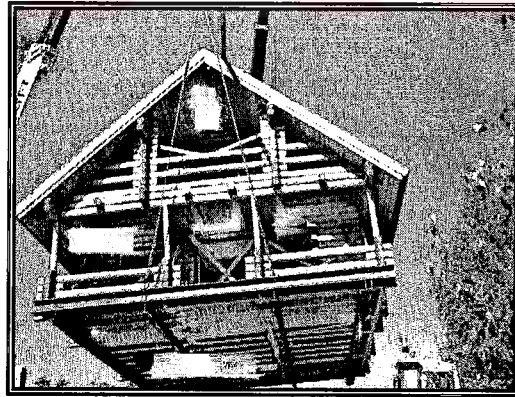


Şekil 3.51 Kesit

Genel olarak kütük evlerin yapımı ve montajı kolaydır. Kalifiye eleman gerektirmez ve kısa sürede inşa edilebilirler. Küçük blokların montajı insan gücüyle olabilirken, büyük bloklar vinç kullanılarak yerine yerleştirilebilmektedir. Yapı, tüm kütükler yerine yerleştirilerek ve bütün olarak fabrikada bitirildikten sonra yerine özel araçlarla transfer edildiği uygulamalarla karşılaşılabilmektedir.



Şekil 3.52 Blokların Vinçle Yerleştirilmesi



Şekil 3.53 Yapının Vinçle Taşınması

Kütük evlerde yapının hafif oluşu depremde binaya etkiyen yükleri azaltır, ayrıca ahşabın masif özellikleri ve kütüklerin birleşim detayları nedeniyle kütük evlerin düşey ve yatay yüklere karşı dayanımı oldukça başarılıdır [12].

4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

4.1. Değerlendirme

Geniş bir yelpaze içine yayılan farklı yapım sistemlerini incelemek ve irdelemek, yeni yapım sistemlerinin ortaya çıkışı için önemli bir adım olmaktadır. Bu bağlamda incelediğimiz yapım sistemleri, mevcut kullanımı söz konusu olan alternatiflerin, özelliklerinin ortaya konulmasını amaçlamaktadır. Bir yapının depreme karşı güvenli olması için öncelikli unsur, sistemin karakteristik özelliklerinin tanımının iyi yapılarak, bu doğrultuda tasarım ve uygulamasının yapılması olmaktadır.

Geçmişte yaşadığımız depremler sonrası karşılaştığımız yıkımlar, beraberinde toplumsal önyargıları da getirmiştir. Yanlış ve dayanaksız olan bu düşünceler, bilgi eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Betonarme yapım sistemlerinin deprem yüklerine karşı zayıf olduğunun düşünülmesi büyük bir haksızlıktır. Bununla birlikte çelik ve ahşabın yüceltilmesi bir noktadan sonra gereksizdir.

Tüm yapı malzemelerinin, yapının taşıyıcı malzemesi olma özelliğinin altında yatan ortak fikir, yapıya etkiyen çeşitli yükleri farklı davranışlar göstererek, zemine aktarabilme özelliğine sahip olmalarıdır. Gösterdikleri farklı davranışlar, yapının biçimlenişinin sınırlarını çizmektedir. Bu bağlamda, bu sınırlar dahilindeki uygulamalarda, etkiyen yükler karşısındaki davranış, kendi tanımına bağlı olarak, hesaplanan değerlerin dışında olmayacaktır. Buna bağlı olarak amaç, herhangi bir yapım sisteminin depreme dayanıklılığının kanıtlanması değil, depreme dayanıklı olmasını sağlayacak özelliklerin ortaya konması ve yapının bu doğrultuda gerçekleştirilmesi olmaktadır.

Güvenli yapı üretiminde temel ilkeler başlığı altında ortaya koyduğumuz ve yapının depreme karşı güvenli olma özelliğini etkileyici olarak tanımladığımız faktörler; yapım sistemi özellikleri, taşıyıcı sistem, taşıyıcı sistem malzemesi, yapı

elemanlarının birleşim özellikleri ve son olarak yasal düzenlemeler ve denetim, yapım sistemlerinin farklı özellikler gösterdiği ortak noktalar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu doğrultuda, kendi özelliklerinin çizdiği sınırlar dahilinde tasarlanan yapılar, uygun koşullarda, tekniğine uygun inşa edildiği ve tüm üretim sürecinde gerekli denetimler yapıldığı sürece, bahsedilen tüm yapım sistemlerinin deprem yükleri karşısında uygun davranışlar göstereceğini söylemek mümkündür.

4.2 Sonuç

İncelediğimiz sistemler, üst yapı bağlamında ele alınmıştır. Ancak yapının depreme karşı güvenliği, zemin ve temel koşullarından ayrı tutulmamalıdır. Üst yapı, zemin ve temel koşulları ile etkileşimli olarak şekillenmektedir. Bu nedenle zemin etüdləri titizlikle yapılmalı ve üst yapı bu doğrultuda oluşturulmalıdır. Zeminin jeolojik yapısının yanı sıra zemin suyu, temel ve yapının zemin altı bölgelerine zarar veren en önemli unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapıların su ile temas etme olasılığı bulunan kısımlarında, yapı elemanları suya dayanıklı malzemeler ile korunmalıdır. Ancak bu noktada öncelikli çözüm zemin suyunun bir drenaj sistemiyle yapıdan uzaklaştırılması olmalıdır. Su sadece zeminde değil yapıya temas ettiği her noktada zarar vermekte, özellikle betonarme sistemlerde donatının korozyona uğramasına neden olabilmektedir. Farklı nedenlerle de oluşabilen korozyon yapılarda meydana gelen hasarların en önemli nedenlerinden biridir. Korozyona maruz kalan çelik taşıyıcının veya betonarme donatısının boyutları değişir ve kesit kayıpları meydana gelir. Bu tür oluşumlar yapılarda herhangi bir sarsıntı olmadan bile önemli hasarlara yol açmaktadır [30].

Yapılarda meydana gelen hasarların etkenleri çeşitli başlıklar altında toplanabilir. Bu etkenlerin ortadan kaldırılması ise farklı meslek gruplarını ilgilendirmektedir. Farklı meslek dalları kapsamında irdelenen bu etkenler, yapının tasarlama sürecinde en önemli verileri oluşturmaktadır. Bu noktada, yapının farklı uzmanlıkların ortaklığıyla gerçekleştirilen ve toplam kaliteyi öngörmesi gereken bir eylem olduğu göz ardı

edilmemelidir. İnşaat, makine, elektrik mühendisleri, jeolog ve mimar yapı üretiminde birlikte rol almalıdır.

Yapı üretiminde yer alan tüm uzmanlık dallarının katılımıyla gerçekleşen ve yapının depreme dayanıklılığını ele alan ortak çalışmalar sonucu ortaya çıkan yapıların niteliği tartışılmaz. Böyle çalışmaların çoğalmasıyla elde edilen veriler, yeni ve daha nitelikli alternatif sistemlerin geliştirilmesinde kaynak olacaktır. Böylelikle ülkemizde çoğunlukla başvurulana yöntem olan sistem ithal etmek yerine, geleneksel sistemlerimizi geliştirmek veya farklı sistemler üretmek mümkün görünmektedir.

Bu nedenlere bağlı olarak daha önce de bahsettiğimiz gibi yapı üretimi farklı disiplinlerin bir araya geldiği bilimsel ağırlıklı bir sanat olarak görülmeli ve güvenli yapıların üretimi için geçmişteki deneyimlerden de yararlanarak, araştırma ve çalışmaların sınırları genişletilmelidir.



KAYNAKLAR

- [1] **Türkçe Sözlük**, 1983. Türk Dil Kurumu, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara.
- [2] **Tankut, T.**, 2000. Betonarme Yapıların Depreme Karşı Güçlendirilmesi İlkeleri, *Mimarlık Dergisi*, **295**, 28.
- [3] **Balamir, M.**, 2000. Türkiye Yeni Bir Deprem Stratejisi mi Geliştiriyor, *Mimarlık Dergisi*, **295**, 44.
- [4] **Erder, S.**, 2000. Güven Yitiren Konutlar, *Mimarlık Dergisi*, **293**, 69.
- [5] **Baytın, N.**, 1998. Yapım Sistemleri Ders Notları, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi.
- [6] **Konut Kurultayı**, 1974. Nuve Matbaası, Ankara.
- [7] **Orhon, İ.**, 1976. Yapı Üretim Organizasyonlarının Etkililiğini Arttırmak Amacı İle Haberleşmede Problem Noktaların Saptanması İçin Kullanılabilecek Bir Yöntem, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [8] **Önel, H.**, 1999. Güvenli Yapı Üretme ve Hasar Tamirleri, *Deprem Semineri*, İstanbul, 6 Kasım, s.106-120.
- [9] **Atlıhan, M.T.**, 1991. Avrupa Topluluğu İle Bütünleşme Sürecinde Türk İnşaat Sektörünün Durumu, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [10] **Erol, A.İ.**, 1997. Yapılarda Taşıyıcı Sistemler, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Matbaası, Zonguldak.

- [11] Özsen, G., Yamantürk, E., 1991. Taşıyıcı Sistem Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [12] Gönençen, K., 2000. Mimari Proje Tasarımında Depreme Karşı Yapı Davranışının Düzenlenmesi, Teknik Yayınevi, Ankara.
- [13] Sesigür, H., 1999. Yangın ve Deprem Güvenliği Açısından Malzeme ve Taşıyıcı Sistem Seçimi, *Seminer*, İstanbul, 15 Aralık, s. 7-10.
- [14] Bazoğlu, S., 1980. Deprem Sonrası Rehabilitasyon Aşaması İçin Bir Konut Yapım Sistemi Araştırması, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [15] Muhcu, E., 2000. Yapı Denetimine İlişkin Bir Değerlendirme, *Mimarlar Odası Haber Bülteni*, 75.
- [16] Bulut, R., 1999. Güvenli Yapı Üretme ve Hasar Tamirleri, *Deprem Semineri*, İstanbul, 6 Kasım, s.98-105.
- [17] Karaesmen, E.,1996. Deprem ve Sonrası,Türkiye Müteahhitler Birliği, Ankara.
- [18] Tanaçan, L., 1999. Deprem Güvenliği Açısından Malzeme Seçimi, *Seminer*, İstanbul, 15 Aralık, s.11-43.
- [19] Aka, İ., Keskinel, F., Arda, T., 1990. Betonarmeye Giriş, Eren Ofset, İstanbul.
- [20] Öztürk, Z., 1989. Çelik Yapılar, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- [21] Arda, T., 2000. Çelik İnşaat Üzerine, *Arredamento Mimarlık Ek*, 11, 25-26.
- [22] McCormac, J., 1971. Structural Steel Design, Haddon Craftsman Inc., USA.

- [23] Faherty, F., Williamson, T., 1989. Wood Engineering And Construction Handbook, İmpresoraDonneco İnternational, Mexico.
- [24] Göker, Y., 1994. Neden Ahşap, *Ahşap Dergisi*, 4, 66-67.
- [25] Duman, N., Ökten, S., 1988. Ahşap Yapı Dersleri, Yapı Endüstri Merkezi Yayın Bölümü, İstanbul.
- [26] Saracık, S., 1995. Ahşabın Yanmaya Mukavemeti, *Yapı Dergisi*, 164, 98-99.
- [27] Özgen, K., Duman, N., 1973. Ahşap Yapılar Ders Notu Özetleri, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.
- [28] Eser, L., 1977. Geleneksel Yapı, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.
- [29] Borhan, B., 1987. Ytong El Kitabı-2, İstanbul.
- [30] Özgen, K., Çelik, O., Çılı, F., 2000. 17 Ağustos 1999 Kocaeli (İzmit) Depremi'nden Gözlemler, *Yapı Dergisi*, 218, 65-76.

ÖZGEÇMİŞ

Oya Ebru KILAR, 6 Mayıs 1976 tarihinde İstanbul'da doğdu. Orta ve lise öğrenimini İSTEK Vakfı Florya Bilge Kağan Kolejinde 1994 yılında tamamladı. Daha sonra İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünden 1998 yılında mezun oldu. Eğitimi süresince çeşitli atölye çalışmaları ve uluslararası workshoplar'a katıldı. Yüksek Lisans eğitimine 1998 yılında birincilikle, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, Bina Bilgisi Anabilim Dalında başladı. Halen özel sektörde mesleğine devam etmektedir.

