İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PREFABRİKE PANEL SİSTEMLERLE KONUT ÜRETİMİNDE MİMARİ TASARIM SORUNLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar İmran AYAZOĞLU

Anabilim Dalı: MİMARLIK

Programı: MİMARİ TASARIM

OCAK 2003

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PREFABRİKE PANEL SİSTEMLERLE KONUT ÜRETİMİNDE MİMARİ TASARIM SORUNLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar İmran AYAZOĞLU
502991247

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 Aralık 2002
Tezin Savunulduğu Tarih : 15 Ocak 2003

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Erol KULAKSIZOĞLU

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Orhan HACIHASANOĞLU (İ.T.Ü)

Prof. Dr. Işık AYDEMİR (Y.T.Ü)

OCAK 2003

ÖNSÖZ

Ülkemizde özellikle konut alanında varolan büyük açığın kapanabilmesi için, endüstrileşmiş yapım teknolojilerinin kullanılması zorunludur.

Bu teknolojiler arasından seçim yaparken, seçilen teknolojinin özelliklerinin ve sınır değerlerinin iyi araştırılması, doğru ürün elde etmenin ön koşuludur.

"Panel sistemler" büyük konut taleplerini hızlı ve ekonomik şekilde çözen, çok yaygın kullanılma alanı bulmuş olan yapım sistemidir.

Bu tezi, problemin çözümü için "panel sistem" teknolojisine başvurulması durumunda, sisteme bağlı teknolojik özelliklerin, kısıtlamaların ve sorunların anlaşılabilmesine ışık tutabilmesi amacıyla hazırladım.

Tezin oluşumunda bana yön veren, sabır ve ilgi gösteren sayın hocam Prof. Dr. Erol KULAKSIZOĞLU'na ve tezin hazırlanmasında emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Ocak 2003 İmran AYAZOĞLU

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ viii
ŞEKİL LİSTESİ ix
ÖZET xii
SUMMARY xiv

1. PREFABRİKASYON SORUNU İLE İLGİLİ GENELLİKLER 1

1.1 Prefabrikasyon Teknolojilerini Zorunlu Kılan Nedenler 1
1.1.1 Uygarlık ve teknoloji tarihi açısından genel gelişme ve prefabrikasyon (ön üretim)' in tarihçesi 1
1.1.2 Prefabrikasyon doğrultusunda gelişmeler 3

1.2 Endüstrileşme ve Prefabrikasyon Tanımları ve Temel Özellikleri 6
1.2.1 Endüstrileşme kavramı 6
1.2.2 Geleneksel yapım ile prefabrike sistemlerin karşılaştırılması 10
1.2.2.1 Ekonomik açıdan karşılaştırma 10
1.2.2.2 Organizasyonel açıdan karşılaştırma 11
1.2.2.3 Teknolojik açıdan karşılaştırma 11

1.3 Prefabrike Sistemlerde Sınıflandırma Yaklaşımları 12
1.3.1 Üretimin yapıldığı yer açısından 12
1.3.2 Yapım sistemleri açısından 12
1.3.3 Yapı bileşenlerinin ağırlık ve boyutları açısından 13
1.3.4 Taşıyıcı sistem biçimlenişi açısından 13
1.3.5 Üretim ve pazarlama açısından 13
1.3.6 Türkiye prefabrik birliği sınıflandırması 15

1.4 Yapı - Yapım Sistemi ve Yapısal Kuruluş Sistemi Tanımları 15

1.5 Tartışma ve Sonuç 18

2. PANEL SİSTEMLERİN DİĞER ENDÜSTRİLEŞMİŞ YAPIM SİSTEMLERİ İÇİNDEKİ YERİ **20**

2.1 Toplu Konut Üretiminde Türkiye'de ve Dünyada Uygulanan Yapım Sistemleri **20**

2.2 Yapı – Yapım Sistemleri Karşılaştırmaları **21**
2.2.1 Üretim miktarı açısından 21
2.2.2 Kaynak kullanımı açısından 22
2.2.2.1 Malzeme 22
2.2.2.2 İşçilik 23
2.2.2.3 Araç kullanımı 23
2.2.3 Maliyet açısından 24
2.2.3.1 Sabit maliyet (ön yatırım maliyeti) 27
2.2.3.2 Değişken maliyet (üretim maliyeti) 27
2.2.4 Üretim hızı açısından 27

2.3 Tartışma ve Sonuç **29**

3. PANEL SİSTEMİN TANITIMI ve ÖZELLİKLERİ **31**

3.1 Panel Sistemin Tanımı, Panel Sistem Türleri **31**

3.2 Panel Sistemlerin Yapısal Kuruluş ve Bileşen Özellikleri **33**
3.2.1 Strüktürel (taşıyıcı) sistem 33
3.2.2 Yapı malzemesi 34
3.2.3 Bireysel yapı elemanı 39
3.2.3.1 Temeller 39
3.2.3.2 Döşeme panelleri 40
3.2.3.3 Duvar panelleri 43
Taşıyıcı iç veya dış duvar panelleri 43
Taşıyıcı olmayan (bölücü) duvar panelleri 44
3.2.3.4 Özel işlevli paneller 45
Balkon bileşenleri 45
Merdiven bileşenleri 46
Asansör ve baca bileşenleri 47
Çatı bileşenleri 48
3.2.4 Birleşim noktaları 49

3.3 Karma Yapısal Kuruluş Sistemlerinde Panel Bileşenler 57

3.4 Panel Sistemlerde Üretim Süreci 59
3.4.1 Üretim alanı 59
3.4.1.1 Şantiye üretimi 60
3.4.1.2 Fabrika üretimi 60
3.4.2 Üretim yöntemleri 60
3.4.2.1 Bant üretimi 60
3.4.2.2 Grup üretimi 62
3.4.3 Üretim biçimi 62
3.4.3.1 Yatay üretim biçimi 62
3.4.3.2 Düşey üretim 63

3.5 Panel Bileşenlerin Taşınma ve Montajında Kullanılan Araçlar 64
3.5.1 Taşıma araçları 64
3.5.2 Montaj araçları 69
3.5.2.1 Köprü vinç 69
3.5.2.2 Direkli vinç 71
3.5.2.3 Kule vinç 71
3.5.2.4 Mobil vinçler 74
3.5.3 Kaldırma ve askı elemanları 77
3.5.4 Ayarlama ve destekleme işlemleri 77

3.6 Tartışma ve Sonuç 80

4. ENDÜSTRİLEŞMİŞ BİNADA TASARLAMA SÜRECİ GENELLİKLERİ 82

4.1 Yapımda "Sistemleştirme" Özellikleri 82

4.2 Endüstrileşmiş Bina Tasarımında Süreç Nitelikleri 83
4.2.1 Mevcut bir sisteme bağlı olarak tasarlama 83
4.2.2 Yeni bir sistem geliştirme ve bu sistemin elemanları ile tasarlama 85

4.3 Endüstrileşmiş Bina Üretim Yaklaşımları 86
4.3.1 Kapalı sistemler – program yaklaşımı 87
4.3.1.1 Belirli bina tipolojileri için sistem tasarlanması 87
4.3.1.2 Belirli bina tipolojileri için tasarlanmış sitemden hareket ederek tasarlama 88
4.3.1.3 Tasarlanan bina ile birlikte sistem geliştirilmesi 88

4.3.2 Kapalı sistemler - model yaklaşımı 88
4.3.2.1 Modelin tasarlanması 89
4.3.2.2 Modelleri kullanarak tasarlama 89
4.3.3 Açık sistemler - bileşen yaklaşımı 89
4.3.3.1 Katalog bileşenlerini tasarlama 91
4.3.3.2 Katalog bileşenleri ile tasarlama 91
4.3.4 Yarı açık sistemler 91
4.3.4.1 Yarı açık sistemin tasarlanması 91
4.3.4.2 Yarı açık sistemden hareket ederek tasarlama 92

4.4 Endüstrileşmiş Bina Tasarlama Aşamaları 92

4.5 Tartışma ve Sonuç 95

5. PANEL SİSTEMLERLE TASARIM KURAMI ve TASARIM SORUNLARI 99

5.1 Tasarım Kuramı ve Tasarım Süreci 99
5.1.1 Hazırlık aşaması 99
5.1.2 Mimari plan kuruluşu araştırması 103
5.1.3 Yapısal kuruluş araştırması 109
5.1.3.1 Modüler koordinasyonun mimari planlamaya uygulanması 109
5.1.3.2 Ön proje belirleme 116
5.1.4 Mimari ön proje etüdleri 118
5.1.5 Mimari kesin proje etüdleri 118
5.1.6 Mimari uygulama projesi 119

5.2 Tasarım Süreci Aşamalarında Sisteme Bağlı Teknolojik Özellikler, Kısıtlamalar ve Sorunlar 119
5.2.1 Üretim sorunları 119
5.2.2 Ulaşım/taşıma sorunları 122
5.2.3 Montaj sorunları 123
5.2.4 Depolama sorunları 126
5.2.5 Birleşim noktaları/düğüm noktaları araştırması 126
5.2.6 Standart proje/tip proje sorunları 128
5.2.7 Büyüme, değişme esnekliği sorunları 129
5.2.8 Mevzuat sınırlamaları 131
5.2.8.1 El işçiliği ve meslek tekniği ile ilgili sınırlamalar 131
5.2.8.2 Statik hesaplamaların getirdiği sınırlamalar 133

5.2.8.3 Yapı fiziği ile ilgili sınırlamalar 135
5.2.9 Genel yerleşme tasarımı araştırması 137

5.3 Tartışma ve Sonuç 138

6. SONUÇ 141

KAYNAKLAR 143
EKLER 146
ÖZGEÇMİŞ 171

TABLO LİSTESİ

Sayfa No:

Tablo 2.1 Toplu konut üreten firmaların kullandıkları teknolojilere göre sınıflandırılması 21
Tablo 2.2 Teknolojilere göre toplu konut üretim kapasitesi, Türkiye 22
Tablo 2.3 Yapım sistemlerinin beton ve demir kullanım alt ve üst sınır değerleri 22
Tablo 2.4 Yapım sistemlerinin işçilik miktarlarının alt ve üst sınır değerleri 23
Tablo 2.5 Vinç kullanımının alt ve üst sınır değerleri 23
Tablo 2.6 Maliyet bileşenlerine göre analiz 24
Tablo 2.7 Teknolojilere göre karşılaştırmalı mali analiz 25
Tablo 2.8 Üretim ölçeğine göre birim konut maliyetlerinin karşılaştırılması 25
Tablo 2.9 Endüstrileşmiş sistemlerle üretilen elemanların özellikleri 28
Tablo 2.10 Yapım sistemlerinin montaj hızlarına ilişkin alt ve üst sınır değerler ... 28
Tablo 2.11 Yapım sistemlerinin montaj hızlarına ilişkin ortalama değerler 28
Tablo 3.1 Karayolu nakil araçları özellikleri ve dönüş daireleri yarıçapları 66
Tablo 5.1 Konut ihtiyaç programı 100
Tablo 5.2 Endüstrileşmiş yapım ilkelerine uyumlu bina programı ve programda "normalizasyon" çalışmaları 102
Tablo 5.3 Mimari tasarım süreci aşamalarına bağlı mevzuat sınırlamaları 132
Tablo 5.4 Beton panellerin yangın direnci dereceleri 136
Tablo A.1 Toplu konut üretiminde Türkiye'de ve dünyada uygulanan yapım sistemleri 146

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No:

Şekil 2.1 Teknolojilere göre maliyet karşılaştırması 26
Şekil 3.1 Panel sistemde taşıyıcı sistem planlaması ilkeleri 33
Şekil 3.2 Çelik duvar panelli sistem 35
Şekil 3.3 Bayındırlık Bakanlığı ahşap panel sistemi 36
Şekil 3.4 Alüminyum çerçeveli panel sistem 37
Şekil 3.5 Plastik ve ahşap malzemeden oluşan hafif panel sistem 38
Şekil 3.6 Panel – temel bağlantıları 40
Şekil 3.7 Döşeme bileşenleri 41
Şekil 3.8 Döşeme paneli detayları 42
Şekil 3.9 Taşıyıcı olmayan panellerin, taşıyıcı duvar ve döşemelere tespit edilme alternatifleri 45
Şekil 3.10 Balkon bileşenlerinin uygulanma biçimleri 46
Şekil 3.11 Sahanlıklı ve sahanlıksız merdiven bileşenleri – merdiven kolunun sahanlıklara oturtulması 46
Şekil 3.12 Merdiven sahanlığı-taşıyıcı duvar birleşimleri 47
Şekil 3.13 Asansör ve baca bileşenleri 48
Şekil 3.14 Panel sistemlerde çatı çözümleri 49
Şekil 3.15 Bağlantı noktalarına etki eden kuvvetler 51
Şekil 3.16 İç mekanda yer alan duvar panelleri birleşim alternatifleri 52
Şekil 3.17 Cephe panellerinde fuga oluşum alternatifleri 54
Şekil 3.18 "Koncz-Dobler" sistemi 54
Şekil 3.19 "Coignet" sistemi 55
Şekil 3.20 "Camus" sistemi 55
Şekil 3.21 Dış duvar panelleri köşe birleşimleri 56
Şekil 3.22 Larsen+Nielsen sisteminde taşınan cephe panelleri 56

Şekil 3.23 Derz yalıtım malzemeleri 57
Şekil 3.24 Yaş döküm betonarme döşeme-cephe paneli birleşimi 58
Şekil 3.25 İskelet + panel sistem 59
Şekil 3.26 Üretim yöntemleri..... 61
Şekil 3.27 Yatay üretim biçiminde kalıplar 63
Şekil 3.28 Bateri kalıp 64
Şekil 3.29 Köprü vinç türleri 70
Şekil 3.30 Direkli vinç türleri 71
Şekil 3.31 Vinç tipini belirleyen parametreler..... 72
Şekil 3.32 Kule vinçlerde alt yapı olasılıkları..... 73
Şekil 3.33 Mobil vinç türleri..... 75
Şekil 3.34 Mobil vinç taşıma ve kaldırma kapasiteleri..... 76
Şekil 3.35 Düzlemsel bileşenlerin taşınma biçimi..... 77
Şekil 3.36 Askı elemanları..... 78
Şekil 3.37 Montajdan sonra bağlantı noktasında kalan bulonlu uygulama 79
Şekil 3.38 Montajdan sonra bağlantı noktasından çıkarılan ayar pabuçlu uygulama 79
Şekil 3.39 Teleskopik destek 80
Şekil 4.1 Mevcut bir prefabrike sistemle tasarlama sürecinin genel akış şeması ... 84
Şekil 4.2 Prefabrike sistem geliştirme ve geliştirilen sistemin elemanları ile tasarlama süreci akış şeması..... 86
Şekil 5.1 Mekan birimleri etüdleri 104
Şekil 5.2 Mekan birimleri etüdleri 105
Şekil 5.3 Mekan birimleri gruplaşma olasılıkları etüdleri 106
Şekil 5.4 Mimari plan kuruluşu alternatifleri..... 107
Şekil 5.5 Mimari plan kuruluşu alternatifleri..... 108
Şekil 5.6 Bileşenlerin ızgara sistemine yerleştirilmeleri..... 111
Şekil 5.7 Modüler kafes ve ızgara örnekleri 112
Şekil 5.8 Modüler aks sistemi ve tartan ızgara 113
Şekil 5.9 Solfege sistemi koordinasyon ızgarası 115
Şekil 5.10 Kabuk bileşenlerinin yatay ızgara üzerinde konumlandırılması 116
Şekil 5.11 Ön proje temel planı 116
Şekil 5.12 Ön proje temel planında değişme alternatifi..... 117
Şekil 5.13 Ön proje temel planında büyüme alternatifi 117

Şekil 5.14 Köprü vincin bina boyutlarını sınırlaması 124
Şekil 5.15 Kule vinçlerin bina biçimlenişine etkileri..... 125
Şekil 5.16 Forma göre büyüme alternatifleri 130
Şekil 5.17 Genel yerleşme örnekleri..... 138
Şekil B.1 ACC genel konvansiyonlarının konutta uygulanması 163

PREFABRİKE PANEL SİSTEMLERLE KONUT ÜRETİMİNDE MİMARİ TASARIM SORUNLARI

ÖZET

Ülkemizde konut, okul, hastahane gibi en çok gereksinim duyulan binaların üretimi sorunu, tüm gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, gereken kaynak akışı sağlanması koşuluyla, prefabrike yapım sistemleri teknolojileri kullanılarak çözümlenebilmektedir.

Büyük üretim taleplerinin karşılanmasında ekonomik ve kaliteli sonuçlar veren, yaygın kullanılan "panel sistemler" bu tezde ele alınmakta ve tanıtılmaktadır. Bu sistemler tanıtılırken, tasarım süreci aşamalarına bağlı teknolojik özellikler ve kısıtlamalara da değinilmektedir.

Geleneksel yapım sistemleri ile tasarım ve uygulama süreçleri ile endüstrileşmiş yapım sistemleri ile tasarım ve uygulama süreçlerine yaklaşım biçimlerinin farklı olduğu görülmektedir. Geleneksel sistemlerden farklı olarak endüstrileşmiş sistemler ile tasarlama iki aşamada gerçekleşmektedir:

- Bina bütününü oluşturan bileşenlerin tasarımı
- Bileşenlerin biraraya gelmesi ile oluşacak tüm binanın tasarımı

Tasarım sürecindeki bu farklılaşma, probleme alışılagelmiş tasarım süreçlerine göre farklı şekilde yaklaşılmasını gerektirir. Bu teknolojilere bağlı "tüm bina" nın tasarımında, hazırlık çalışmaları, mimari plan kuruluşu araştırması, yapısal kuruluş araştırması, ön proje ve kesin proje çalışmaları ile uygulama aşaması gibi bir süreç söz konusudur.

Bu tezde, toplu konut üretiminde gelişmiş ülkelerde çok yaygın kullanılma alanı bulmuş olan "panel sistemler" e bağlı tasarım süreci aşamaları ve panel sistem teknolojilerine ait özellikler, kısıtlamalar ve sorunlar hakkında ayrıntılar verilmektedir.

Birinci bölümde, dünyada ve Türkiye'de prefabrikasyonun gelişme süreci, endüstrileşme ve prefabrikasyon tanımları, temel özellikleri ile prefabrike sistemlerde sınıflandırma yaklaşımlarına değinilmektedir.

İkinci bölümde, panel sistemler ile diğer endüstrileşmiş yapım sistemleri, üretim miktarı, kaynak kullanımı, maliyet ve üretim hızları açısından karşılaştırılmaktadır.

Üçüncü bölümde "panel sistemler" tanıtılmakta, panel sistemlerin yapısal kuruluş özellikleri, üretim, ulaşım/taşıma, montaj ve depolama süreci özellikleri sunulmaktadır.

Dördüncü bölümde, endüstrileşmiş bina üretim yaklaşımları ile tasarlama süreci aşamaları özellikleri anlatılmaktadır.

Beşinci bölümde, bu süreç "panel sistemler" özelinde ele alınmaktadır. Tasarım süreci aşamaları ve süreç aşamalarında sisteme bağlı teknolojik özellikler, kısıtlamalar ve sorunlar anlatılmaktadır.

Kullanılacak teknolojinin seçimi elde edilecek olan ürünün verimliğini de etkileyeceğinden dolayı, sistem seçimi önem kazanmaktadır. Bilgilerin doğru değerlendirilmesi, disiplinler arası, sistemli bir çalışma sürecinin sonunda mümkün olabilecektir.

Sonuç olarak, konut alanında büyük konut talebinin karşılanmasında başvurulan sistemler arasında ön planda yer alan "panel sistemler" in tüm özelliklerinin ortaya konularak, bu teknolojilere dayalı başarılı tasarım ve uygulamalara girişilmesine yardımcı olacak bir araştırma ve tanıtım yapılmak istenmiştir.

ARCHITECTURAL DESIGN PROBLEMS OF PREFABRICATED PANEL SYSTEMS IN HOUSING CONSTRUCTION

SUMMARY

The manufacturing problems of buildings that are very much needed in our country like houses, schools or hospitals can only be solved by using prefabricated construction technologies, like all the developed countries do, on condition that the government should provide the necessary amount of capital.

In this dissertation, "panel systems", which are widely used, providing economical and high quality solutions in meeting high production demands, are introduced. Technological properties and limitations depending upon the design process are also introduced.

It is seen that the approach of conventional systems and industrialized systems to the design and construction process is radically different from each other. Different from conventional systems, design process of industrialized systems takes place in two steps:

- Component design which constitutes whole building
- Whole building design which is made up of components

This difference in the design process necessitates a different approach to the problem from usual design process.

According to these technologies "whole building design" process can be made up of preparatory work, architectural project research, constructional project research, preliminary draft, final project and construction phase levels.

In this dissertation, design process phases, technological properties, restrictions and problems of "panel systems", which find widespread usage in the area of mass housing, are presented in detail.

In the first chapter, the development of prefabrication around the World and in Turkey, industrialization and prefabrication terms, basic properties of

industrialization and prefabrication, classification approaches of prefabricated systems are explained.

In the second chapter, panel systems are compared with other industrialized constructions in terms of their production quantity, resource usage, production cost and production speed.

In the third chapter, panel system term, its constructional properties, manufacturing, transportation, fitting and storage processes are explained.

In the fourth chapter, properties of industrialized building manufacturing approaches and design process properties are explained.

In the fifth chapter, this process is explained in terms of "panel systems". Technological properties, restrictions and problems of panel systems are explained according to design process levels.

Since the selection of technology affects the profitability of the product, the system selection has great importance. The true evaluation of data can only be possible at the end of an interdisciplinary systematic workout.

As a result, the aim of this dissertation is to make a research and introduction of "panel systems", which find widespread usage in the area of mass housing, to help the development of successful design and construction processes depending upon the technology.

1. PREFABRİKASYON SORUNU İLE İLGİLİ GENELLİKLER

1.1 Prefabrikasyon Teknolojilerini Zorunlu Kılan Nedenler

1.1.1 Uygarlık ve Teknoloji Tarihi Açısından Genel Gelişme ve Prefabrikasyon (Ön Üretim)' in Tarihçesi

Teknolojik gelişmenin doğurduğu yeni yapı malzemeleri, yeni yapım olanakları ve toplumsal gelişmenin sonucu olarak ortaya çıkan yeni kullanıcı gereksinmeleri, yapım sistemlerinde köklü değişmelere neden olmuştur. [1, sf.5]

Kentleşme ile birlikte, konut, okul, hastahane, fabrika gibi yapılara duyulan gereksinim artmış, bu açığı kapatmak, yapıların niteliğini arttırmak, maliyeti düşürmek ve yapım süresini azaltmak yönündeki çabalar yapı sektöründe daha büyük yatırımların ve farklı teknolojilerin uygulanmasını gerektirmiştir.

İkinci Dünya Savaşı sonrasında Avrupa kentlerinin büyük bölümünün yıkılmış olması, büyük bir yeniden yapım talebi ile birlikte, bu talebin de süratle karşılanması gerekliliğini doğurmuştur. Bu talep yeni teknolojileri ve prefabrikasyonu zorunlu kılmıştır.

Teknolojik gelişme, süratli kentleşme ve savaş sonrası oluşan büyük talep sonucu, yapı alanında yeni inşaat sistemlerine başvurulmuş, bu sistemlerin gerektirdiği biçimde önceden üretme, şantiyede montaj ve seri üretim çözümleri, yapı alanında endüstrileşme ve prefabrikasyonu doğurmuştur.

Bu gelişme sürecini şu şekilde özetleyebiliriz: [2, sf.22-23]

1849, Monier betonarme çiçek saksıları üretmiştir.

1891, Biarritz'deki gazinoda, ön yapım betonarme kirişler kullanılmıştır.

1900, Büyük boy ön yapım betonarme çatı plakları (1,2 m x 5,1 m) ilk olarak kullanılmıştır. (Brooklyn – A.B.D)

1906, Avrupa'da "Visintini" tipi betonarme kafes kirişi geliştirilmiş ve üretilmiştir.

1909, Bir endüstri binasının bütün bileşenleri, şantiyede ön yapım ile gerçekleştirilmiştir. (New Village – A.B.D)

1918, Frankfurt'ta (sistem Karl May) ve Münih'te (sistem Katzenberger) ilk ön yapım, taşıyıcı duvar panolu evlerin montajı yapılmıştır; bu konuda, İngiltere, Danimarka, Fransa ve Hollanda'da araştırmalar başlamıştır.

1919, Almanya'da Löser, Philipp Holzmann, Dyckerhof+Widmann, Wayss und Freytag gibi firmalar önemli uygulamalar yapıp, çeşitli sistemler (daha çok büyük açıklıklı binalarda uygulanan) geliştirmişlerdir.

1927 –1929, Prof. Ernst May'ın taşıyıcı duvar panolu konut sistemi, (yani panel sistem) Almanya'nın bazı bölgelerinde uygulama alanı bulmuştur.

1931, Schlaefer sistemi ile, ön gerilmeli çatı plakları üretilmiştir (Almanya).

1933, Freyssinet/Wayys+Freitag sistemi ile, Fransa'da ve Almanya'da ön gerilmeli kiriş yapılmıştır.

1935, Moskova'da, ön yapım bileşenli, konut üretimi gerçekleştirilmiştir.

1937, İlk seri halinde ön gerilmeli Hoyer kirişi üretilmiştir. (Almanya)

1938, Oel'deki bir otoban köprüsünde, 33 m açıklık geçen ön yapım betonarme kiriş uygulaması yapılmıştır.

1939, Ön yapım bölümlerden oluşan, kesişmeli kafes kiriş kemerli, 36 m açıklık ve 110 m uzunluktaki uçak hangarları yapılmıştır. (Roma – P.L.Nervi)

1945 – 1948, Fransa, Danimarka, İsveç ve Rusya'da önemli gelişmeler yaşanmıştır.

1949, Fransa'da Camus firmasının ilk uygulamaları başlamıştır. Belçika'da, 50,9 m uzunluğunda ön yapım betonarme kirişler, Melsbrock uçak hangarında kullanılmıştır.

1952, Lille (Fransa)'de, 66 m açıklık geçen, ön yapım betonarme kirişli köprü inşa edilmiştir.

1953, Fransa'da, Le Havre liman inşaatında 2500 adet ön gerilmeli, ön yapım betonarme eleman kullanılmıştır.

1950'lerden sonraki gelişmeler bütün dünyaya yayılmış ve ön yapım betonarme elemanlar oldukça geniş bir kullanım alanı bulmuşlardır.

1.1.2 Prefabrikasyon Doğrultusunda Gelişmeler

Binanın ön yapım bileşenlerden oluşturulması fikri, 17. y.y'a dayanır. Yeni Dünya'ya ayak bastıklarında evlerini kısa sürede ve minimum iş gücü ile inşa etmek isteyen İngilizler, ahşap çerçevelerden oluşan duvar parçalarını kullanmışlardır. Bu durum günümüzde "Balloon Frame" olarak anılan, Amerikan ahşap çerçeve sisteminin doğuşu olmuştur. [3, sf. 28]

Balloon Frame 1833' te G.W.Snow tarafından geliştirilmiş ve kataloglarda satışa sunulmuştur. Kendi içinde standartlaşmış bir sistem olan "Balloon Frame" in birleşim noktaları çelik birleştiricilerle veya daha çok çivi birleşimlerle bağlanmaktadır. Bu sistemin başarısı klasik ahşap birleşim detayları yerine çivili birleşimi ağırlıklı kullanması, ahşap bileşenlerin standart boylarda büyük marangoz atölyelerinde hazırlanması, kompozit bileşenlerin üretilebilmesi, hatta bir konutun büyük bölümünü yapabilecek olan tüm ahşap bileşen ve birleştiricilerin bir paket halinde satışa sunulması olmuştur. [4, sf.7]

Yapının endüstrileşmesini büyük ölçüde etkileyen gelişme, 18. y.y' da demir üretiminin başlamasıdır. Joseph Paxton' un "Crystal Palace" adıyla bilinen sergi binası, endüstrileşmiş yapım sistemlerinin üretim hızını ortaya koyan bir örnek olduğu gibi, cam ve metalin bir arada kullanılmasıyla yarattığı yeni mimari anlayış nedeniyle de modern mimarlığın strüktürel öğelerle örtücü öğelerin birbirinden ayrıldığı, farklı malzemelerle ifade edildiği bir yapı türünün ilk örnekleri arasında kabul edilmektedir. [4, sf.8]

Prefabrikasyon alanında ilk patent, İngiltere' de Frederick Ranson tarafından, prefabrike beton yapı elemanları konusunda 1844'de alınmıştır. Daha sonra, 1855'de Francois Coignet, 1875'de W. Henry Lascelles' in ve daha birçok teknisyen, özellikle konut yapı sistemlerinde çeşitli patentler almışlardır. [5, sf. 2]

Endüstrileşmeye doğru etkin olarak niteleyebileceğimiz atılımlar ancak 1920' lere doğru ağırlık kazanmaya başlamıştır. Le Corbusier, Mies Van Der Rohe, Gropius gibi mimarlar prefabrike yöntemler tasarlamaya başlamışlardır. En dikkat çekici olanı Le Corbusier' in Dom-Ino (1914) sistemidir. İlk endüstrileşmiş şantiyeyi gerçekleştirme olanağı Le Corbusier' in olmuştur. (1925'de Fruges mahalleleri, Bordeaux Pessac'ta). Daha sonra Baudoin ve Lods gerçek prefabrike panoları tasarlamışlardır. [6, sf. 28]

1941 yılında Walter Gropius ve Konrad Wachsmann "General Panel" adlı ahşap prefabrike konut sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistem gerçek anlamda prefabrikasyon

ilkelerine uygun bir üretim tekniğiydi, iki temel bileşeni vardı; konutu oluşturan ahşap bileşenler (modüler paneller), bu panelleri birleştiren üniversal düğüm noktaları (çelik birleştiriciler).

Endüstrileşmiş yapımın tarihçesinde önemli bir adım da 1925 yılında standartlaşma gereğinin yapı bileşenleri için kabul edilmesi ile başladı. Amerikalı mühendis F. Hearth, modüler çalışma ilkelerini belirleyerek, yapının da bir endüstri ürünü olduğu gerçeğini kabul ettirdi. [4, sf.10]

2. Dünya Savaşı sonrası dönemi, bina yapımında endüstrileşmenin hız kazandığı dönemdir.

Avrupa ülkelerinde, 1950' li yıllarda, devletin de teşvik etmesiyle konut alanındaki sorunlar çözülmüş, bu ülkeler 60.000, 150.000, 300.000 düzeylerinde yıllık konut üretimlerine ulaşabilmişlerdir. [7, sf.40]

1970 yılı HUD (Department of Housing and Urban Planning) verilerine göre, bazı Avrupa ülkelerinde endüstrileşmiş yapım yöntemleri kullanım yüzdeleri şu şekildedir: [8, sf.142]

Bulgaristan, %33

Çekoslovakya, %69

Batı Almanya, %90

Macaristan, %69

Sovyetler Birliği, %57

Danimarka, %35

Fransa, %21

Hollanda, %30

Norveç, %28

İngiltere, %38

Endüstrileşmiş yapım yöntemlerinin A.B.D konut sektörünü hangi oranda etkilediğine en çarpıcı örnek "mobile home" lardır. Bu yapım yöntemi hücre

sistemdir. 1978 yılında A.B.D' de 275.818 adet mobile home üretilmiştir. Bu sayı, aynı yıl içerisinde üretilen tek aile evlerinin %25' idir. [8, sf.149-150]

1970' li yıllara gelindiğinde, Avrupa'da savaş sırasında yıkılan bütün binalar, altyapı tesisleri, yollar yeniden inşa edilmişti. Bu durum talebin azalmasına neden oldu ve bu ülkeler dış pazar aramaya başladılar. Know – how, lisans ve satma usulleri ile kalkınmakta olan ülkeler ve petrol zengini ülkelere, ürün yada teknik ihraç etmeye başladılar.

Türkiye' de prefabrike yapıların yaygınlaşması gecikmiştir. Bunun nedeni, prefabrikasyonu gereksinme haline getiren nedenlerin (üretimde hız, iklim koşullarından tasarruf v.b) uzun yıllar gözetilmemesidir. Buna bir ölçüde genel planlama seviyesinde yapılan yanlış değerlendirmelerin de etkisi olmuştur. Çünkü önceleri prefabrikasyonun istihdamı azaltacağı ve çok kaynak gerektireceği gibi tahminler yapılmış ve prefabrikasyon üretim yatırımları kalkınma programlarında desteklenmemiştir. Diğer taraftan sanayileşme çabaları ile birlikte şehirli nüfusundaki hızlı artışın doğurduğu konut açığı, 50' li yıllardan itibaren kendini hissettirmeye başlamışsa da, gerek bu açıkla birdenbire karşılaşılmaması, gerekse gecekondulaşma, prefabrikasyona özellikle konut sektöründe duyulması gerekli ihtiyacı perdelemiştir. [5, sf.3]

1960'lı yıllarda Türkiye' de, konut alanında prefabrike yapım yöntemlerinin kullanımı deneme niteliğinde sayılabilecek bir iki uygulama ile sınırlı kalmıştır.

1970'li yılların sonuna doğru ise, enflasyonun hızlanması paralelinde malzeme fiyatları ve işçilik ücretlerinde büyük artışlar olmuş, bina maliyetleri aşırı değerlere ulaşmıştır.

1978'de büyük bir ekonomik krizin çıkması, geleneksel yapım yöntemleri ile çalışan küçük müteahhitleri dahi malzeme ve işçilikte ekonomi getiren yeni çözümler aramaya yöneltmiştir. Bu arayışlar kapsamında, kalıp gereğini ortadan kaldıran basit teknolojiler denenmiş, bu suretle gerçek prefabrikasyonun ilk belirtileri sayılabilecek "yerinde üretim" girişimleri oluşmuştur.

Türkiye'de 1950'li yıllarda başlayan hızlı kalkınma ve sanayileşme süreci, az zamanda çok sayıda endüstri binasının yapımını gerektiren yatırım talebi doğurmuş, devlet politikası ve bu alana kaynak akışı yeni teknolojileri gündeme getirmiştir. Önceleri "yerinde üretim" teknikleri uygulanmış, bu deneyimleri izleyerek prefabrike yapı bileşenlerinin ve prefabrikasyon yöntemlerinin kullanılmasına başlanmıştır. Ardından özellikle fabrika türü endüstri binaları için hazır bileşen üreten firmalar

ortaya çıkmaya başlamıştır. Fabrika yapılarının ön üretimli yapılması konusunda Batı ülkelerinden teknoloji aktarımı olmuş, 1970'li yıllarda ağır ön üretim yapan endüstri kuruluşları peşpeşe ortaya çıkmışlardır.

Endüstri binalarında yapı bileşenlerinin daha kolay standardize edilebilmesi, bileşen tiplerinin çok az oluşu, dolayısıyla ön yatırım maliyetlerinin elverişliliği, mimari planlama düzeninde basit bir tekrarlar sisteminin varlığı, sistemin birkaç bileşen ile oluşturulabilen niteliği, endüstrileşmenin konut alanına göre bu alanda daha erken başlamasında bir başka etken olmuştur.

Konut alanında ise endüstrileşme, endüstri binaları alanında olduğu gibi 1950'lerde başlayamamış, yaygınlaşamamıştır. Konut alanında mevcut büyük ihtiyaca rağmen, ancak 1984'te çıkarılan Toplu Konut Kanunu sayesinde Devlet'in bir toplu konut politikası oluşup, konut alanına kaynak akışı başlayınca, konut alanında prefabrikasyon yaygınlaşmaya başlayabilmiştir.

Günümüzde endüstri binaları ve konut alanında faaliyet gösteren, Türkiye Prefabrik Birliği çatısı altında, 31 kuruluş bulunmaktadır. Bu kuruluşlar her türlü alt ve üst yapı bileşenleri üretmektedirler.

1.2 Endüstrileşme ve Prefabrikasyon Tanımları ve Temel Özellikleri

1.2.1 Endüstrileşme Kavramı

Belirli bir alanda endüstrileşme, endüstri üretim kural ve yöntemlerinin o alana uygulanması ile oluşur.

Yapı alanında endüstrileşme; makinalaşma, rasyonalizasyon ve prefabrikasyon kurallarının yapı ve yapı elemanlarına uygulanmasını gerektirir. [1, sf. 6]

Bir başka tanımla "bina yapımında endüstrileşme" girişimci/kullanıcı' ların yerini piyasaya hazır mal veya hizmet arz etmek amacını güden profesyonel girişimcilerin alarak; sürekli büyük ölçekte üretime geçilmesi ve bu doğrultuda üretkenliği arttırmaya yönelik belli teknik ve ekonomik çözümlerin yaygın biçimde uygulanmaya başlamasıdır. [10, sf.45]

Yapımda endüstrileşmenin amacı;

- İhtiyaç duyulan sayıda yapı üretimini sağlamak,

- Değişen ihtiyaçlara cevap verebilmek için yapımda esnekliği sağlamak,
- Teknolojik ve sosyoekonomik değişimlere adapte olabilen yapı üretimini oluşturmak,[11, sf. 97]
- Ürünün maliyetini düşürmek veya artmasını önlemektir.

Endüstrileşmiş yapım sistemleri, geleneksel sistemlerden farklı olarak bina yapım sürecine şu kavramları getirmiştir:

- makinalaşma
- seri üretim
- rasyonelleşme
- standartlaşma
- prefabrikasyon

- Makinalaşma: Yapım süreçlerinde, mümkün olan her alanda el emeğinin yerini makinaların alması ve üretimin çoğunlukla sabit veya geçici fabrikalarda, makinalar tarafından gerçekleştirilmesidir. Makinalaşma hem yapı bileşenlerinin hem de yapının tümünün üretiminde gerçekleşebilir.

- Seri üretim: Makinalaşmanın bir alt açılımı seri üretimdir. Seri üretim aynı ürünün uzun bir süre içinde sürekli olarak üretimini anlatır ve iyi fiyata optimum ürün elde etmenin bir yoludur. Seri üretimin özellikleri şunlardır:

- Standart ürün
- Aynı üretim koşulları
- Makinaların optimum kullanımını sağlamak
- İş gücünün uzmanlaşması

Amaç ise ürünlerin üretilmesi için gereken tüm girdilerin minimuma indirilebilmesidir.

Endüstrileşmenin ekonomik yönden avantajlı olabilmesi için, üretilecek ürünün üretimsel, işlevsel ve malzeme özelliklerine uygun bir bileşen olarak tasarımı ön koşuldur. Ancak bunların tümü sağlandığı zaman, endüstriyel üretimin gerektirdiği miktarda ve çok sayıda üretim ekonomik olarak gerçekleşebilir. Endüstriyel üretimi

etkileyen faktörler üretim zamanı, üretim maliyeti ve üretim sayısı olmaktadır. Bunların toplamı ürünün fabrika maliyetini belirler.

- Rasyonelleşme: Herhangi bir sürecin bütün ayrıntıları ile derinlemesine etüdü ve işlem karmaşasının önlenmesi, işlem çakışmalarının ortadan kaldırılması ve böylece üretkenliğin artırılması için alınan bütün önlemler sürecin rasyonelleştirilmesidir. Yapımın rasyonelleştirilmesi, tasarım, üretim, nakliyat ve montaj gibi süreçlerin tümünde veya bazılarında eldeki kaynaklardan en iyi şekilde yararlanabilecek akılcı yöntemlerin geliştirilmesi ve uygulamaya konulması biçiminde açıklanabilir. Başka bir tanımla, bir süreçte kaynakların en uygun kullanımının sağlanması yolundaki çabalar "rasyonelleşmeyi" tanımlar. Bu ilke aslında en az girdi ile en fazla yararı elde etmenin yolu olmaktadır.

- Standartlaşma: Standart; yapılışta, anlayışta, ölçüşte ve deneyişte beraberlik anlamına gelmektedir. Dolayısıyla standartlaşmanın amacı, belirli bir eylemin, o eylemle ilgili alanlarda ekonominin yararına gerçekleşebilmesi için tüm girdilerin ve tarafların katılımı ve işbirliği ile belirli kurallar oluşturma, yürürlüğe koyma ve bu kuralları uygulamanın, denetlemenin mekanizmasını geliştirmektir. [4, sf. 19]

Üretilen her ürünün ağırlığı, boyutu, görünüşü kısaca niteliği ve niceliği vardır. Bu özellikler; kullanıcı istekleri tarafından belirlenir, teknik ve ekonomik koşullarca şekillenir. Bu sayede bir yandan kullanıcının isteklerine yanıt aranırken, diğer yandan teknik ve ekonomik koşullara uygun bir çözüm oluşturmak amaçlanır.

Endüstriyel üretimde üretim maliyetini etkileyen iki önemli etken; üretilen ürünlerin toplam sayısı (ürün sayısı), üretilen ürünlerin çeşit sayısı (tip sayısı) olarak söylenebilir.

Bu ilişkide ürün sayısı maliyetle ters orantılı, tip sayısı ile maliyet ise doğru orantılı olmaktadır. Başka bir anlatımla ürün sayısı arttıkça maliyet düşerken, tip sayısı arttıkça da maliyet yükselir.

Ürünlerin tip sayısı kullanıcı istekleri tarafından belirlenmektedir. Standartlaşma, endüstriyel yöntemlerle üretilen ürünlerin, maliyet açısından en uygun düzeyde olmasını sağlamakla birlikte, kullanıcı gereksinmelerine en iyi düzeyde cevap verebilecek kadar ürün tip sayılarını sınırlamayı amaçlar.

- Prefabrikasyon: Bir bütünün parçaları olan standartlaştırılmış elemanların önceden üretimi ve bunu takiben gene önceden tesbit edilmiş bir plana göre bir araya getirilmelerini öngören bir üretim ve inşaat sistemidir. [1, sf.6]

1947 yılında Fransa'da "Union Syndicale da la Prefabrication" un kuruluşu sırasında prefabrikasyon şöyle tanımlanmıştır: Kullanma amacına göre dayanım, görünüm, ikamete uygunluk, konfor, süre ve en az bakım yönlerinden olağan koşullara yeterli şekilde yanıt verebilecek tutarlı bir yapım sistemi meydana getirmek üzere, elemanların çoğunluğu atölyede modern endüstriyel yöntemlerin duyarlılığı ile ve seri halinde imal edilmiş yapı türü. [5, sf.2]

Prefabrikasyon kısaca "ön üretim" demektir. Bir binanın bütün olarak fabrikada üretilmesi imkansızdır. Bu yüzden bina parçalara bölünür. Bu parçalara "bileşen" denir. Binanın hangi büyüklükte parçalara ayrılacağının belirlenmesinde, üretim, taşıma, montaj, depolama gibi pek çok unsur etkili olur.

Bileşenler fabrikalarda endüstriyel üretimin tüm olanaklarından faydalanılarak üretilir. Daha sonra şantiyede biraraya getirilerek binayı oluştururlar.

Fabrikada üretilen bileşenlerin şantiyede birleştirilebilmeleri için "modüler koordinasyon" kurallarına uymaları zorunludur.

- Boyutsal ve modüler koordinasyon: Bireysel yapı elemanlarının yapı yerinde değiştirme veya düzeltmeye gerek kalmaksızın biraraya getirilebilmelerini sağlamak amacıyla, bu elemanlarının boyutlarının düzenlenmesi boyutsal koordinasyondur.

Modüler koordinasyon, boyutsal koordinasyonun bir modül esas alınarak gerçekleştirilmesidir. Yapıyı oluşturan tüm bileşenler, temel bir boyut esas alınarak tasarlanır.

1960 yılında uluslararası modül boyutu kabul edilerek yapı sektörüne önerilmiş, buna göre tüm ülkeler gerekli normları geliştirmişlerdir. Modüler koordinasyonla ilgili standartlar tüm Avrupa ülkelerinde birbirinden küçük farklılıklarla yürürlüktedir. Bütün standartlar modül olarak M=100 mm ölçüsüne dayanmaktadırlar.

Bu ölçü "temel modül" adıyla nitelenir. Bu ölçünün belirli bir katı olan büyüklüğe "kat modül" veya "büyük modül" denir. Konut tasarımı için en çok kullanılan büyük modül, 3M, 6M ve 12M' dir.

Yapımda boyutsal ve modüler koordinasyonun gereği şu şekilde özetlenebilir:

- yapıyı oluşturan bileşenlerin şantiyedeki montaj sürecinde, herhangi bir düzeltme veya değiştirmeye gerek kalmaksızın birleşmelerini sağlamak
- şantiye işlemlerini basitleştirerek üretkenliği arttırmak

- bileşenler arasında değişebilme olanağını kolaylaştırmak
- bileşenler arasındaki boyut farklarını düzenleyerek, bileşenleri seri üretime uygun hale getirmek
- tip sayısını azaltarak tasarımı sadeleştirmek
- bileşenleri uluslararası kabul edilmiş ölçüler çerçevesinde üreterek, dış pazarlarda satış ve rekabet olanağı oluşturmak
- tasarımcılar, bileşen üreticileri ve uygulayıcılar arasında ortak bir dil oluşturmak
- farklı üreticiler tarafından piyasaya sunulmuş olan bileşenleri, aynı bina yapımında kullanabilme olanağı elde etmek

Modüler koordinasyonda kullanılan terimlerin açıklamaları, modüler koordinasyonun tasarıma uygulanış biçimi ve tasarımı ne şekilde etkilediği bölüm 5'te ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

1.2.2 Geleneksel Yapım ile Prefabrike Sistemlerin Karşılaştırılması

1.2.2.1 Ekonomik Açıdan Karşılaştırma

Prefabrike yapımda üretimin fabrikalarda gerçekleşmesi, fabrika kurulması, kalıp masrafları, taşıma ve montaj araçları gibi nedenlerden dolayı ön yatırım yapılmasını gerektirir. Yapılan bu ön yatırımın amorti edilebilmesi ancak büyük üretim serileri ile olanaklıdır. Çünkü bu sayede birim eleman başına düşen ön yatırım maliyeti azalmaktadır. 10.000 adet üretim miktarına ulaşıldığı zaman, panel sistem ile yapılan konut, geleneksel sistem ile yapılan konuta oranla yaklaşık %58 daha ucuz olmaktadır.

Prefabrike yapım sistemleri için, ön yatırım sermayesinin büyüklüğünün olumsuz etkisinden bahsedilir. Fakat genellikle bina yapımındaki endüstrileşmiş teknolojilerin gerektirdiği yatırım, geleneksel şantiye yüklenicisinin birkaç alet makina maliyetinden veya bunları kiralama giderinden ibaret olan yatırımına oranla büyük, herhangi bir başka endüstri alanındaki yatırıma oranla ise çok küçüktür. [12, sf.6]

Türkiye uzun yıllardanberi yüksek enflasyon ile yaşamak zorunda kalmıştır. Endüstrileşmiş yapım sistemleri yapının daha kısa sürede bitirilmesine olanak verdiklerinden dolayı, malzeme ve işçilik ücretlerindeki artışlardan daha az etkilenmesini sağlayacaktır. Şantiye daha iyi organize edildiği ve kaynaklar daha

verimli kullanıldığı için, malzeme, dolayısıyla ulusal kaynaklarımızın kullanılması minimuma indirilecektir.

Geleneksel yapımda kullanılan ahşap kalıpların yerini, endüstrileşmiş yapımda metal kalıplar aldığı için ekolojik denge üzerinde de olumlu etkisi vardır.

Endüstrileşmiş yapım sistemlerinin istihdamı azaltacağı yönündeki endişeler, ülkemizde bu sistemlerin gelişememesinin en önemli nedenlerinden biri olmuştur. Birim yapı başına düşen işgücü talebi daha düşük olmasına karşın, büyük üretim miktarlarına ulaşıldığında, yan sanayinin de canlanması ile birlikte istihdamın azalmayacağı hatta daha da artabileceği söylenebilir.

1.2.2.2 Organizasyonel Açıdan Karşılaştırma

Endüstriyel üretim geleneksel üretime göre daha büyük bir organizasyon gerektirir. Bunun nedeni üretim serilerinin büyümesidir. Üretim sürecinde yapılacak olan bir hata katlanarak çoğalacaktır. Bu da iyi bir üretim planlaması gerektirir.

Bileşenlerin fabrikada üretilip şantiyede monte edilmeleri, depolama, taşıma ve montaj süreçlerini doğurur. Süreç aşamalarının karmakşıklaşması, sistemin başarıyla işleyebilmesi için iyi bir organizasyonu zorunlu kılar. Her aşamanın birbirini takip etmesi, bu aşamalar arasında çakışma olmamasını gerektirir. Nitekim Betonsan'ın Aliağa'daki uygulamasında bu koordinasyonun iyi sağlanamaması sonucu, üretim tesisleri ve şantiyede gereksiz stoklar oluşmuş, bu da depolama sorunlarının ortaya çıkmasına, bunun sonucu bileşenlerde hasarlara neden olmuştur.

Bununla birlikte üretimin fabrikalarda gerçekleşmesi verimliliği ve üretkenliği arttırır. İş aşamalarının organize edilmesi ile aynı işi sürekli yapan kişiler zamanla uzmanlaşırlar. Dış etkenlerden korunmuş bir ortamda çalışmak, hem ürünün kalitesini arttırır hem de daha iyi çalışma koşulları sağladığı için verimliliği olumlu etkiler. İşçi güvenliği konusundaki tedbirler daha rahat alınabilir, daha etkin kalite kontrolu sağlanabilir.

Eğer ön yapım şantiyede gerçekleşiyorsa, şantiyenin büyüklüğüne, üretim tekniğine ve süresine bağlı olarak daha basit bir organizasyon yapılabilir. Ulaşım süreci ortadan kalktığı için, personel ve yakıt giderleri azalacaktır.

1.2.2.3 Teknolojik Açıdan Karşılaştırma

Fabrika üretiminde, geleneksel yapıma oranla elemanların kalite ve performansları daha yüksektir. Çünkü fabrikada etkin bir kalite kontrolu yapılabilmekte, seri üretim

eşit üretim koşulları getirmekte, kalite açısından da standart ürün elde edilebilmektedir. Geleneksel yapımda, yerinde imal edilen elemanların gerekli kalite ve performansa sahip olup olmadıklarının kontrolü oldukça zordur. Buna ek olarak, istenilen değere sahip olmayan elemanların değiştirilmesi veya yenilenmesi çok güç ve bazende imkansızdır. Bu nedenle belli değerlere sahip olması şart olan bileşenlerin yerinde yapımı, bu değerlere ulaşabilmesi için çok titiz bir çalışmayı gerektirmektedir.

Oysaki aynı elemanın fabrika üretiminde yerine konmadan gerekli değerlere sahip olup olmadığı kontrol edilebilir ve dolayısıyla ileride oluşabilecek sorunlar ortadan kalkar.

Prefabrike yapım, geleneksel yapımdan farklı olarak iki aşamada gerçekleşir:

- bileşenlerin üretimi
- bileşenlerin biraraya gelmesi ile oluşan tüm binanın üretimi

Bu sürecin parçaları olan üretim, taşıma, montaj ve depolama alt sistemleri beraberinde bazı teknolojik kısıtlamalar getirir. Üretimde kullanılan kalıplar, üretim biçimi, taşıma araçlarının kapasiteleri, ulaşım yollarının durumu bu kısıtlamaların bazılarıdır.

Bu kısıtlamalara bölüm 5'te ayrıntılı olarak değinilecektir.

1.3 Prefabrike Sistemlerde Sınıflandırma Yaklaşımları

1.3.1 Üretimin Yapıldığı Yer Açısından

- Şantiye üretimi
- Fabrika üretimi

1.3.2 Yapım Sistemleri Açısından

- Tam endüstrileşmiş sistemler: Yapı elemanlarının hemen hepsi fabrikada üretilmekte, şantiyede montaj ve birleştirme yapılmaktadır. Makina, sermaye ve organizasyon yoğunluğu maksimumdur.
- Kısmen endüstrileşmiş sistemler: Yapı elemanlarının üretimi, geçici fabrika veya atölyelerde bazen de şantiyede yapılabilmektedir. Bu grupta şantiyede seri

üretimi yapılan sistemlerle, kalıpların çok kez kullanımı ile maliyeti düşürecek yapım süresini kısaltacak yapım yöntemleri yer alır. Örnek olarak; tünel kalıp yöntemi, plak kaldırma (lift slab) yöntemi.

- Gelişmiş geleneksel sistemler: Birim zamanda üretilen ürün miktarını arttırabilmek, kaynakları daha akılcı kullanabilmek amacıyla başvurulan her türlü tekniktir. Kalıp kullanımın rasyonalize edilmesi, hazır beton dökümü, donatı hazırlama sürecinin geliştirilmesi, yeni malzeme olanaklarının kullanılması gibi tedbirler sürecin gelişmesine yardım etmektedir. Kalıp kurma ve sökme işlemlerini ortadan kaldırmak amacıyla filigran döşeme elemanlarının kullanılması bu sürece örnektir.

1.3.3 Yapı Bileşenlerinin Ağırlık ve Boyutları Açısından

- Ağır prefabrikasyon: Döşeme ve duvar elemanları ağır paneller halinde hazırlanan sistemlerdir.

  Bir başka tanımla bileşen ağırlığı ≥ 500 kg.

- Hafif prefabrikasyon: Döşeme ve duvar elemanları, hafif, ufak parçalı ve tercihen kolayca taşınabilen nitelikte kurulan sistemler.

  Başka bir tanımla bileşen ağırlığı ≤ 30 kg.

1.3.4 Taşıyıcı Sistem Biçimlenişi Açısından

- İskelet sistem: Yapıyı kolon, kiriş gibi tek boyutlu strüktürel parçalara ayıran sistem.
- Panel sistem: Yapıyı döşeme ve duvar elemanları olarak iki boyutlu düzlemsel bileşenlere ayıran sistem. Paneller hem taşıyıcı hem de bölücüdür.
- Hücre sistem: Yapıyı üç boyutlu bitmiş hücre birimlere ayıran sistem.
- Karma sistemler: Panel + iskelet, panel + hücre, hücre + iskelet

1.3.5 Üretim ve Pazarlama Açısından

- Kapalı sistemler: Bir firmanın ürettiği belirli bileşenler ve bunların gruplarıyla uygulanan yapım sistemleridir. Bileşenler sadece o sisteme özgüdür. Bu tip bir

endüstrileşme sonuç ürün olarak yapının tümünü hedef alır, başka bir anlatımla binanın standardizasyonuna dayanır.

Kapalı endüstrileşme 1950' lerde yapım endüstrisini etkileyen yöntemdir.

Bir kapalı sistemde, başka bir sistemin bileşenleri kullanılamaz. Bileşenler sadece bir bina türü için üretilebileceği gibi (rijit kapalı sistem), birkaç bina tipi için de üretilebilir (esnek kapalı sistem).

Kapalı sistemle tasarlamada, tasarımcı uluslararası uzlaşma ile belirlenmiş M=100 mm olan temel modülü kullanmak zorunluluğunda değildir. Kapalı sistem sonuç ürün olarak binanın tümünü hedef aldığı için binayı oluşturan bileşenler, tercih edilmiş farklı bir ölçü sistemi ile üretilebilir.

- Açık sistemler: Yapı elemanlarının, belirli bir endüstri birimi yerine bu elemanların her biri üzerinde uzmanlaşmış ayrı ayrı endüstri birimlerinde, bir boyutsal düzen ve köklü bir modüler koordinasyona dayanan seri üretim yoluyla hazırlanmaları ve piyasalanmaları esasına göre kurulmuş sistemlerdir. [1, sf.8]

  Bileşen üreten firmalar ürettikleri ürünlerin hangi yapıda kullanılacağını, hangi müşteriye gideceğini bilmeyebilir. Yapım sistemi piyasada varolan herhangi bir bileşene açıktır. Açık sistemler bileşen üretimini hedef alırlar.

  Firmalar ürettikleri bileşenleri kataloglar halinde satışa sunarlar. Tasarımcı bu kataloglardan seçmiş olduğu bileşenleri biraraya getirerek binayı oluşturur. Bir açık sistem bileşeni başka sistemin bileşenleri ile bütünleşebilir.

  Birbirlerinden bağımsız olarak üretilen bileşenler, ancak ortak uzlaşma kurallarına uymaları ile biraraya getirilebilirler. Bu kurallara bölüm 4'te değinilecektir.

- Diğer kapalı/açık sistem durumları: Belli bir fonksiyona hizmet eden yapı elemanları, kendi içlerinde kapalı olmalarına rağmen, diğer fonksiyonel elemanların yerinde yapılmasına veya başka üretim merkezlerinin piyasaya sundukları bileşenlerle tamamlanmasına imkan verirler. Bu tür bir sistem için farklı üreticilerin kendi aralarında boyutsal ve teknik koordinasyonu gerçekleştirecek anlaşmalar yapmaları gerekecektir. Kapalı sisteme esneklik kazandıran bir başka yolda, tek bir üreticinin kendi "oyun kurallarına" uyacak şekilde biçimlendirilmiş olan ve çeşitli binaların yapımına olanak veren bir "bileşenler takımını" yani bir "mekano" yu geliştirmesidir. [2, sf.5-6]

1.3.6 Türkiye Prefabrik Birliği Sınıflandırması

- Taşıyıcı duvarlı sistemler: Sistemin ana öğesi taşıyıcı duvarlardır. Duvar ve döşemeler pano yada panel olabilir.
- Kolon – kiriş sistemler: Sistemin ana öğesi taşıyıcı düşey kolonlar ve yatay kirişlerdir. Döşemeler pano veya panel olabilir. Duvarlar taşıyıcı değildir.
- Kolon – döşeme sistemler: Sistemin ana öğeleri taşıyıcı düşey kolon ve yatay panodur.
- Hücre sistemler: Sistemin ana öğesi monolitik bağlanmış hücre elemanıdır. Bunlar kendi içinde taşıyıcıdırlar. [5, sf.4-5]

1.4 Yapı - Yapım Sistemi ve Yapısal Kuruluş Sistemi Tanımları

Yukarıda tanımlanan sistemlerin en belirgin ortak özellikleri, çağdaş teknoloji ve bilimlerin gelişmelerinin ürünü olmalarıdır. Bu sistemlerin bazılarında prefabrikasyonun, bazılarında endüstrileşmenin, bazılarında da her ikisinin birden etkileri görülmektedir.

Pazarda bulunan kaynak, süreç ve ürün olanakları hızla artmaktadır. Başka bir anlatımla, aynı gereksinmeleri karşılayacak aynı düzeyde çok sayıda seçenek gerçekleştirilebilmektedir. Bu seçenekler prefabrikasyon ve endüstrileşme olanaklarını kullanan mimarın yaratıcılığı ile daha da gelişecektir.

Gerek "yapı üretimi" nde yer alan tüm seçeneklerde, gerekse "kullanıcı gereksinmeleri" nde görülen hızlı çoğalma ve değişme ile bunlar arasındaki karmaşık ilişkiler, teknolojik, ekonomik, yönetimsel sorunlar yayında, belirli "kullanıcı gereksinmeleri" ni karşılamak üzere pazarda bulunan pek çok seçenek arasından seçim yapmak, ortaya önemli sorunlar çıkarmaktadır.

Bu seçimde yer alacak tüm seçeneklerle diğer öğelerin anlatılmasında, yapı üretimi aşamasında yer alacak tüm kişilerin anlaşmalarını ve bilgi iletişimini sağlayabilecek ortak bir dilin geliştirilmesi önem kazanır.

Bu ortak dilin oluşmasına yönelik çabalar yapı üretim sistemi, yapım sistemi, yapısal kuruluş sistemi kavramlarını doğurmuştur.

Bu kavramlara değinmeden önce "sistem" sözcüğünü tanımlamak gerekir.

C.W. Churchman sistemi “bir dizi hedefe ulaşmak için düzenlenmiş öğeler takımı”, L.V. Bertalanffy “birbirleri ile karşılıklı etkileşim içinde bulunan ve bir hedefe yönelerek eylemde bulunan öğeler karmaşığı” olarak tanımlamaktadır.

- Yapım sistemi: Yapının gerçekleştirilmesi için, sistem çevresinden sağlanan kaynaklardan yararlanarak, önceden imalat sonucunda çeşitli düzeylerde bitirilmiş yapı ürünleri ve diğer kaynaklar kullanılarak, yapı yerinde inşaat veya montajı içeren bir bütün olarak tanımlanabilir. [13, sf.7]

Bir başka tanımla; yapı bileşenlerinin yapıyı oluşturacak biçimde biraraya getirilmesinde izlenen süreç ile, uygulanan üretim kurallarının ve yöntemlerinin tümüdür. [4, sf.36]

Konut üretimi açısından yapım sistemleri beş ana başlık altında toplanabilir:

- ilkel yapım sistemleri
- geleneksel yapım sistemleri
- gelişmiş geleneksel yapım sistemleri
- kısmen endüstrileşmiş yapım sistemleri
- tam endüstrileşmiş yapım sistemleri

- Yapı üretim sistemi: Kullanıcı gereksinmelerini çevrenin getirdiği sınırlar içinde karşılayacak biçimde saptanan hedeflere ulaşmak için alınan temel kararlara göre tasarlanmış yapma çevreyi, fiziksel olarak dış ve iç çevreden ayırmak için yapı veya yapıların gerçekleştirilmesi ve kullanılmasını ve bu bileşenler arasındaki karşılıklı etkileşimleri içeren bir bütündür. [13, sf.9]

Bir başka tanımla, yapı üretim sistemi, belirli bir amaca hizmet edecek yapma çevrenin oluşturulması için gerekli kaynakları, bu kaynakların istenen yapıyı elde etmek için kullanılış biçimini, yapılan işlemleri ve sonuçta elde edilen ürünü içermektedir. [14, sf.1]

Yapı üretim sistemi aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır:

- Girdiler – kaynaklar: Sistemin işlemesi için gerekli olan bileşenlerdir. Bunlar:

Fiziksel kaynaklar: Malzemeler, malzemelerin binayı oluşturmak için gerekli olan bileşenler haline dönüşmesinin sağlayan araçlar, bu araçların çalışması için gereken enerji ve binanın konumlandırıldığı arazidir

Enformasyon: Üretim sırasında yararlanılan her türlü bilgidir

İşgücü: Üretim sırasındaki eylemleri gerçekleştiren karar vericiler ve uygulayıcılar

Finansman: Üretim için gereken kaynakların biraraya getirilmesi için ihtiyaç duyulan parasal kaynak

- Süreç: Girdileri istenen ürün haline dönüştürebilmek amacıyla yapılması gereken tüm eylemleri kapsar. Bu eylemler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

planlama, programlama

tasarım

yapım

dağıtım

kullanım

- Ürün: Üretim sonucu elde edilen sistem çıktısı üründür. Yapı üretiminde çıktılar, binalar, bina bileşenleri ve yapma çevredir.

- Sınırlamalar: Ürün elde etme süreci bazı sınırlamalar çerçevesinde şekilllenir. Varılmak istenen sonuç sınırlamalardan biridir. Kullanıcı istekleri sonucun şekillenmesini sağlar. Diğer bir sınırlama zorunluluklardır. Zorunluluklar sistemin ve çevrenin sınırları ile belirlenir.

- Kontrol: Girdiler, süreç ve ürün üzerinde yapılır. Girdilerin istenen hedeflere ulaşmak için yeterli nitelikte olup olmadığı, süreç aşamalarının belirlenen zaman dilimleri içerisinde gerçekleşip gerçekleşmediği, süreç sonucunda elde edilen ürünlerin, başta konmuş olan hedefleri ne düzeyde karşıladığının araştırılmasıdır.

Yapım sistemi, yapı üretim sisteminin bir alt sistemidir.

- Yapısal kuruluş sistemi: Taşıyıcı sistem ile bu sistemin taşıdığı tüm bileşenler bütünüdür. Prefabrike yapım sistemlerinde yapısal kuruluşu oluşturan bileşenler şunlardır:

- Strüktürel sistem/taşıyıcı sistem: Sistemin veya öğenin taşıyıcılık özelliğini vurgular. Bir yapı elemanı taşıyıcı sistemin bir parçası olabilir veya olmayabilir. Yapı elemanını taşıyıcı yapan özellik, kendisi ile birlikte başka yapı

elemanlarının da yükünü taşımasıdır. Taşıyıcı sistem geleneksel veya prefabrike olabilir.

- Yapı malzemesi: Bir yapının veya bir yapı bileşeninin oluşumunda kullanılan doğal veya yapay ürünlerdir.
- Bireysel yapı elemanı: Yapısal kuruluş içerisinde bir fonksiyon üstlenecek olan öğeyi meydana getiren parçalardır. Örnek olarak tuğla veya kiremit.
- Yapı bileşeni: Yapı elemanlarının çeşitli yöntemlerle biraraya getirilmesi ile oluşan, yapısal kuruluş oluşumunda taşıyıcı veya taşınan nitelikte görev alan yapı parçasıdır. Örnek olarak duvar, kapı veya pencere.
- Birleşim noktaları: Yapı bileşenlerinin binayı oluşturmak için biraraya getirilirken birbirleri ile bağlandıkları noktalardır. Yatay ve dikey olmak üzere iki şekilde gruplandırılırlar.

1.5 Tartışma ve Sonuç

Endüstri devriminin ardından yeni malzeme ve yeni yapım olanaklarının doğurduğu yeni kaynaklar, 2. Dünya Savaşı'ndan sonra ortaya çıkan büyük yapı talebi ve devletin bu konuda politika üretmesi ve teşvik etmesi ile birleşince endüstrileşme ve endüstrileşmiş yapım sistemleri Avrupa' da hızla gelişmiştir.

İkinci Dünya Savaşı sonrasında Avrupa, bütün kentlerini, yollarını, alt yapı tesislerini, geliştirilen yeni yapım sistemi teknolojileri ile yeniden inşa etmiştir.

Ülkemizde ise 1960'lı yıllarda ivme kazanan sanayileşme atılımı yalnızca endüstri binalarının hızla yapımına yönelik bir politika ve kaynak akışı sağladığı için, fabrika binaları alanında prefabrikasyon teknolojileri gelişebilmiş, konut alanında bu politikalara yer verilmediği için, konut binaları yapımında prefabrikasyon teknolojileri eşzamanlı gelişememiştir.

Konut alanında prefabrikasyon ancak 1984 yılında başlayabilmiştir. Çünkü bu alana kaynak akışı getiren Devlet politikaları ancak bu tarihten sonra oluşabilmiştir. 1984 yılında çıkarılan ve "Toplu Konut Kanunu" olarak adlandırılan kanun, bu alana kaynak akışını sağlayıcı olmuştur. Bu yüzden konut alanında prefabrikasyon uygulamaları bir hayli geçikmiş olarak başlayabilmiştir. Ancak bu kaynak akışı sürekli olarak sağlanamayınca, konut alanında prefabrikasyon yeterli gelişme ve yaygınlaşma gösterememiştir.

Endüstrileşmiş yapım sistemleri, inşaat sektörünün emek yoğun karakterini sermaye yoğun niteliğe dönüştürmektedir. Endüstrileşme kavramı şu önemli avantajları sağlamaktadır:

- devamlı, kesiksiz bir üretim, eşit üretim koşulları
- tasarım ve üretim arasındaki farklılıkları, uyumsuzlukları azaltarak, karmaşık bina yapım sürecinin organizasyonel kontrolü
- ekonomik şartlar içinde en iyi üretim yöntemlerinin uygulanması

Günümüzde endüstrileşmiş yapım, savaş sonrasında ortaya çıkmış acil bir üretimden daha fazla anlam ifade etmektedir. Bu yeni anlayış inşaat sektörüne, verimlilik, kalite ve otomasyon kavramlarını getirmiştir.

Türkiye Prefabrik Birliği araştırmasına göre, günümüzde uygulanan 600 kadar değişik prefabrikasyon sistemi tespit edilmiştir.

Bu sistemler mimarların yaratıcılığı ve endüstrinin sağladığı olanaklar ile daha da çeşitlenecektir. Bu yüzden bu alanda iyi yetişmiş teknik kadrolara ihtiyaç vardır.

1950 yıllarında yapı endüstrisini etkileyen yaygın sistem kapalı endüstrileşme idi. Büyük üretim serilerine en ekonomik şekilde ulaşabilmek ancak bu sayede mümkündü. 2. Dünya Savaşı sonrasında ortaya çıkan konut açığını kapatan Avrupa, günümüzde açık sistemlere doğru yönelmiştir.

Ülkemiz için yıllık konut talep tahmini 347.600 birim konuttur (sekizinci beş yıllık kalkınma planı verilerine göre). Bu açığın kapatılabilmesi için kaynaklarımızın en verimli şekilde kullanılması gerekir. Bunun için de en ekonomik olan çözümler aranmalıdır. Bu büyük talebin karşılanabilmesi için, hızlı kaynak akışı sağlanması, yani bu doğrultuda yeterli Devlet politikası oluşması koşuluyla, kapalı sistemlerin en ekonomik ve hızlı sonuç veren bir teknoloji olacağı görülmektedir.

2. PANEL SİSTEMLERİN DİĞER ENDÜSTRİLEŞMİŞ YAPIM SİSTEMLERİ İÇİNDEKİ YERİ

Bu bölümde toplu konut üretiminde Türkiye'de ve dünyada uygulanan yapım sistemlerinin tanıtılması, bu sistemlerin karşılaştırmalı analizlerinin yapılması öngörülmektedir. Sistemler üretim miktarı, kaynak kullanımı, maliyet ve üretim hızlarına göre ele alınmıştır.

2.1 Toplu Konut Üretiminde Türkiye'de ve Dünyada Uygulanan Yapım Sistemleri

Bu çalışmada, Yıldız Sey ve Mete Tapan' ın "toplu konut üretiminde Türkiye' de ve yabancı ülkelerde uygulanan yapım sistemleri tanıtma kataloğu" adlı eserlerinden yararlanılmıştır.

Yapım sistemleri şu şekilde sınıflandırılmıştır:

- iskelet sistem
- panel sistem
- hücre sistem
- karma sistemler
- kısmen endüstrileşmiş sistemler

(Çalışma "Tablo A.1" olarak ekte sunulmuştur.)

2.2 Yapı – Yapım Sistemleri Karşılaştırmaları

2.2.1 Üretim Miktarı Açısından

Türkiye Prefabrik Birliği'nin 1997 yılı başında yaptığı bir çalışmaya göre Türkiye' de 1996 yılında prefabrike beton eleman üretimi yapan toplam 86 kuruluş saptanmıştır. Bu firmalardan 27'sini Türkiye Prefabrik Birliği üyesi firmalar oluşturmaktadır. 2001 yılında bu sayı 31'e ulaşmıştır.

Prefabrikasyon sektörünün yıllık konut üretim kapasitesi tam kapasiteyle çalıştıkları zaman yaklaşık 30.000 konut kadar olmaktadır (Prefabrik Birliği üyesi firmalar yaklaşık 20.000, üye olmayan firmalar yaklaşık 10.000 konut üretmektedir) ve bu rakam yıllık konut talep tahmininin % 8.63' ünü karşılayabilmektedir. (Sekizinci beş yıllık kalkınma planı taş ve toprağa dayalı ürünler sanayii özel ihtisas komisyonu raporu verilerine göre, yıllık konut talep tahmini 347.600 birim konuttur)

Üretim kapasiteleriyle ilgili olarak aşağıda tablo 2.1 ve tablo 2.2'de sırasıyla dünyada ve Türkiye' de faaliyet gösteren firmaların konut üretiminde kullandıkları teknolojilere göre sınıflandırılması yer almaktadır. Bu tablolar "YAE, toplu konut üretiminde Türkiye' de ve yabancı ülkelerde uygulanan yapım sistemleri tanıtma kataloğu (Eylül 1987)" ndaki bilgiler doğrultusunda oluşturulmuştur.

Tablo 2.1 Toplu konut üreten firmaların kullandıkları teknolojilere göre sınıflandırılması

	Firma sayısı	
	Yabancı	Yerli
İskelet sistem	6	3
Panel sistem	28	9
Hücre sistem	5	2
Karma sistem	5	1
G .Geleneksel	6	3

Tablo 2.2 Teknolojilere göre toplu konut üretim kapasitesi, Türkiye

	Üretim miktarı	
	Yıllık üretim (konut)	% değeri
İskelet sistem	1940	% 7
Panel sistem	11250	% 40
Hücre sistem	1400	% 5
Karma sistem	1000	% 3
G. Geleneksel	12500	% 45

2.2.2 Kaynak Kullanımı Açısından

Kaynak kullanımı analizi malzeme, işgücü ve vinç kullanımı açısından yapılmıştır. Bu analizdeki bütün değerler Yıldız Sey ve Mete Tapan'ın "Toplu konut üretiminde uygulanan yapım sistemlerinin analizi ve değerlendirilmesi" adlı eserlerinden alınmıştır.

2.2.2.1 Malzeme

Analiz yalnız kaba inşaatta kullanılan malzemeler açısından yapılmıştır.

Tablo 2.3 Yapım sistemlerinin beton ve demir kullanım alt ve üst sınır değerleri [17, sf.11]

SİSTEM	Beton m^3 / m^2		Demir kg / m^2	
	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır
Tünel kalıp sistem	0.340	0.450	27	35
Panel sistem	0.380	0.631	27	35
İskelet sistem	0.290	0.501	25	35
Hücre sistem	0.330	0.480	25	30

2.2.2.2 İşçilik

İşçilik analizleri şantiye dışı üretim, taşıma ve şantiyede üretim olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2.4 Yapım sistemlerinin işçilik miktarlarının alt ve üst sınır değerleri (adam saat / m^2 döşeme alanı) [17, sf.11]

SİSTEM	Fabrika üretimi	Taşıma	Şantiye	Toplam
Tünel kalıp sistem	-	-	10.00 – 12.00	10.00 – 12.00
Büyük panel sistem	5.0 – 6.5	0.25 – 0.35	0.90 – 2.00	6.15 – 8.50
İskelet sistem	5.5 – 6.5	0.25 – 0.30	1.5 – 3.00	7.25 – 10.00
Hücre sistem	6 – 7.5	0.25 – 0.30	0.5 – 0.75	6.00 – 8.50

2.2.2.3 Araç Kullanımı

Bu analizde sadece şantiyedeki vinç kullanımı değerlendirilmiştir.

Tablo 2.5 Vinç kullanımının alt ve üst sınır değerleri [17, sf.13]

SİSTEM	Vinç saat / m^2 konut
Tünel kalıp sistem	0.065 – 0.110
Panel sistem	0.130 – 0.330
İskelet sistem	0.250 – 0.670
Hücre sistem	0.075 – 0.120

2.2.3 Maliyet Açısından

Konut sektöründe de, diğer sektörlerde olduğu gibi, yıllık üretim miktarı ile maliyet arasında direkt bir bağlantı vardır. Yıllık üretim arttıkça maliyet düşer. Ayrıca fabrikanın kapasitesi büyüdükçe üretilen ürünün maliyeti azalır. Toplu konut uygulamalarında üretimi arttırabilmek için, inşaat aşamasında belirli bir inşaat hızını, dolayısıyla gereken kaynak akış hızını yakalamak gerekir. Tünel kalıp ve prefabrike sistemlerin, 1000 konutluk üretim serisi için, maliyet açısından analizi tablo 2.6' da yapılmıştır. Bu analizdeki bütün değerler Yıldız Sey ve Mete Tapan'ın "Toplu konut üretiminde uygulanan yapım sistemlerinin analizi ve değerlendirilmesi" adlı eserlerinden alınmıştır. (Bu kaynakta verilen değerler, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı' nın 1985 yılı birim fiyatları olduğundan, günümüz koşulları ile daha kolay kıyaslama yapabilmek amacı ile A.B.D doları cinsinden ifade edilmiştir. Dolar kuru olarak, 1985 yılı Merkez Bankası ortalama dolar alış kuru kullanılmıştır. 1$=519,60 T.L)

Tablo 2.6 Maliyet bileşenlerine göre analiz (1000 konut için) [17, sf.14]

Maliyet Bileşenleri $/m^2$ konut	Yapım Sistemleri			
	Panel	İskelet	Hücre	Tünel
Ön Yatırım % Değeri	12,58 24	11,68 24,3	15,65 31,7	8,76 19,9
Fabrika Üretimi % Değeri	30,45 58,2	26,33 54,8	27,54 55,9	- -
Taşıma % Değeri	4,15 7,9	3,63 7,5	3,52 7,1	- -
Şantiye üretimi % Değeri	5,2 9,9	6,43 13,4	2,6 5,3	35,18 80,1
Toplam	52,38	48,07	49,31	43,94

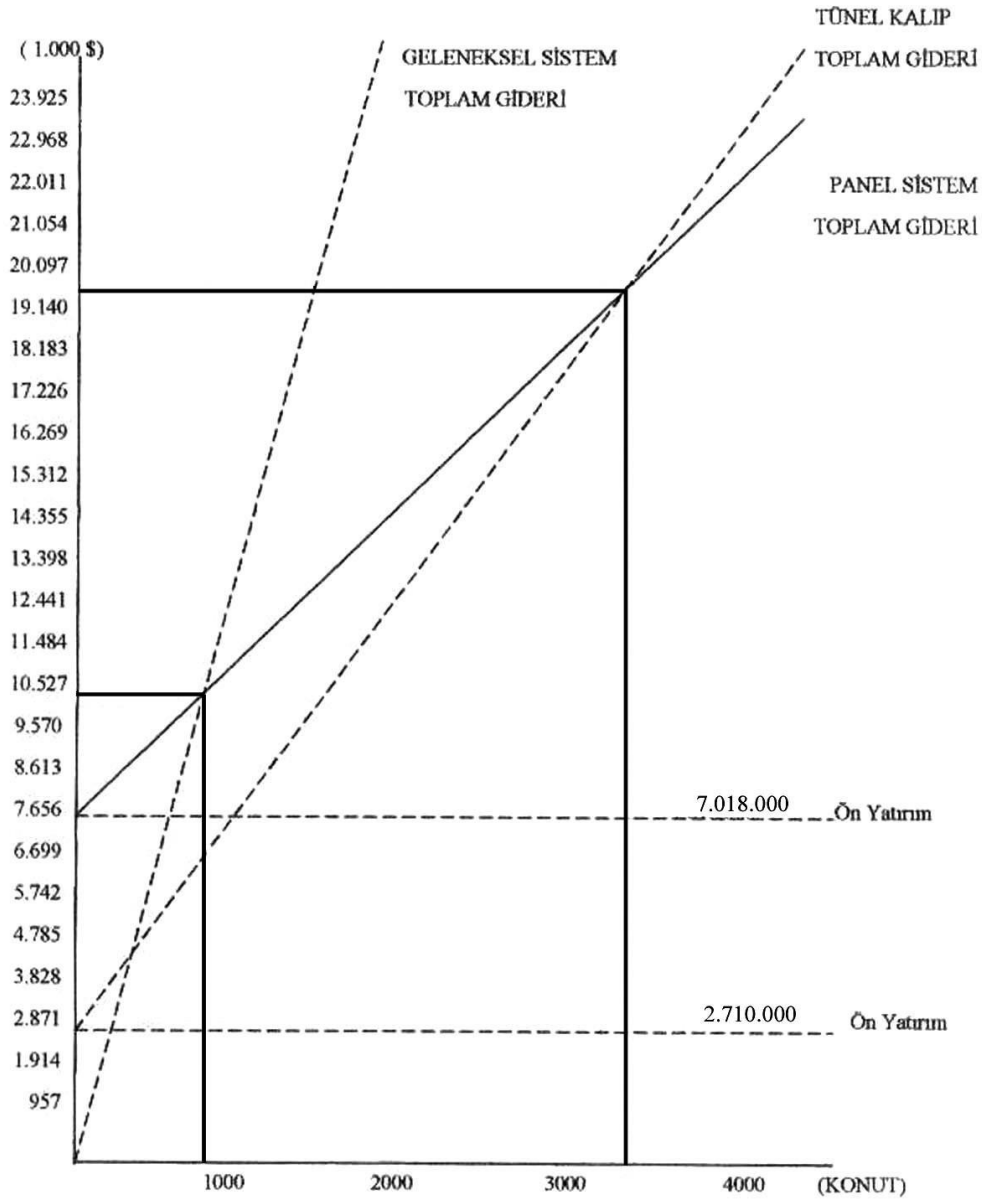
Yapım sistemlerinin maliyet açısından bir başka analizi "Kent-Koop, Batıkent yapılabilirlik çalışması" nda yapılmıştır. Bu çalışmada geleneksel sistem, tünel kalıp sistem ve panel sistem karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar tablo 2.7, 2.8 ve şekil 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.7 Teknolojilere göre karşılaştırmalı mali analiz (1000 konut için 1979 birim fiyatlarıyla, TL cinsinden) [18, sf.158]

SİSTEM	Ön yatırım	İşletme gideri	Toplam	Birim konut
Geleneksel	2.000.000	349.783.565	351.783.565	351.784
Tünel kalıp	84.320.000	149.179.040	233.499.040	233.499
Panel sistem	218.671.375	108.955.000	327.626.375	327.626

Tablo 2.8 Üretim ölçeğine göre birim konut maliyetlerinin karşılaştırılması (1979 yılı fiyatlarıyla, TL/konut) [18, sf.158]

Üretim Ölçeği	Panel	Tünel	Geleneksel
1000	327.626	233.499	351.784
2000	219.380	191.760	351.432
3000	183.310	180.410	351.081
4000	175.870	174.940	350.730
5000	163.030	171.850	350.379
6000	154.470	168.270	350.029
7000	155.770	167.170	349.679
8000	150.320	165.080	349.329
9000	146.095	164.730	348.980
10000	149.066	163.310	348.631
11000	145.784	163.310	348.282
12000	143.050	162.260	347.934
13000	146.720	162.460	347.586
14000	147.102	161.640	347.238
15000	142.347	161.970	346.981
16000	146.521	161.290	346.544
17000	144.665	161.720	346.198
18000	143.018	161.140	345.160
19000	147.679	161.640	345.505
20000	146.111	161.640	345.160
21000	144.695	161.710	344.815
22000	149.894	161.260	344.470
23000	148.506	161.890	344.126
24000	147.237	161.480	343.782
25000	153.056	162.170	343.438
26000	152.207	161.800	343.095
27000	151.022	162.540	342.751
28000	157.630	162.190	342.409
29000	156.430	163.000	342.066
30000	155.300	162.680	341.724



Şekil 2.1 Teknolojilere göre maliyet karşılaştırması[18, sf.159](Bu kaynaktaki 1979 yılı TL verileri, günümüz koşulları ile daha rahat kıyaslama yapabilmek amacıyla dolar kuruna çevrilmiştir. Bu işlem için 1979 yılı Merkez Bankası ortalama döviz satış kuru esas alınmıştır. 1$=31,3441 TL)

Konut sektöründe maliyet iki ana başlık altında toplanabilir:

- Sabit maliyet
- Değişken maliyet

2.2.3.1 Sabit Maliyet (Ön Yatırım Maliyeti)

Sabit maliyetler her yapım sisteminin özelliklerine göre değişmektedir. Üretilecek konut sayısı sabit maliyetleri direkt olarak etkilemese de, üretilecek konut sayısındaki büyük değişimler ön yatırım maliyetlerini seçilen yapım sisteminin özellikleri doğrultusunda etkilemektedir. Büyük üretim serilerinde, ön yatırımı oluşturan fabrika maliyetlerinin toplam maliyet içindeki payı azalmaktadır.

Tablo 2.7'deki veriler analiz edildiğinde, panel sistemin ön yatırım maliyeti, geleneksel sisteminkinden yaklaşık 110 kat, tünel kalıp sisteminkinden yaklaşık 2,6 kat fazla olmaktadır.

Bu karşılaştırmalar bize, prefabrikasyonun gerektirdiği ön yatırım çok büyük olduğu inancını verebilir. Gerçekte prefabrikasyonun gerektirdiği ön yatırım, geleneksel yapım sistemleri ile üretim yapan bina yapımcısının ihtiyaç duyduğu sermayeye oranla büyük, diğer endüstri dallarının gerektirdiği sermayeye oranla çok küçüktür.

2.2.3.2 Değişken Maliyet (Üretim Maliyeti)

Değişken maliyetler ya da bir başka deyişle üretim maliyetleri, üretilecek konut miktarından direkt olarak etkilenen maliyetlerdir.

Değişken maliyetler, kalıp malzemesi ve sayısı, işçilik, vinç ve diğer araçlar, şantiye üretimi,taşıma gibi maliyetlerdir.

Tablo 2.8'deki veriler analiz edildiğinde; 1000 konutluk üretim miktarı için, panel sistemle üretilen birim konut maliyeti, tünel kalıp sistemle üretilen birim konuttan %40 fazla, geleneksel sistem ile üretilen birim konuttan %7 az olmaktadır. 5000 konutluk üretim miktarı için panel sistem tünel kalıp sisteme göre %5 az, geleneksel sisteme göre %53 az olmaktadır. 10.000 konutluk üretim miktarı için, panel sistem tünel kalıp sisteme göre %9 az, geleneksel sisteme göre %57 az olmaktadır. 18.000 konutluk üretim miktarı için, panel sistem tünel kalıp sisteme göre %11 az, geleneksel sisteme göre %59 az olmaktadır.

2.2.4 Üretim Hızı Açısından

Üretim hızı toplu konut inşaatlarında maliyeti oluşturan temel faktörlerden biridir. Her yapım sisteminin kendine özgü özelliklerinden kaynaklanan, günlük bir üretim hızı vardır. Bu değerler tablo 2.10 ve 2.11'de verilmiştir. Bu analizdeki bütün değerler Yıldız Sey ve Mete Tapan'ın "Toplu konut üretiminde uygulanan yapım sistemlerinin analizi ve değerlendirilmesi" adlı eserlerinden alınmıştır. (Bu kaynakta

analiz sadece kaba yapı işlemleri kapsamında yapılmıştır. Endüstrileşmiş sistemlerle üretilen elemanların özellikleri tablo 2.9'da verilmiştir)

Tablo 2.9 Endüstrileşmiş sistemlerle üretilen elemanların özellikleri [17, sf.7]

Eleman Adı	Sistem Adı			
	Tünel Kalıp	Panel Sistem	İskelet Sistem	Hücre Sistem
Taşıyıcı dış duvar	20 cm betonarme perde, 4cm Heropar sıva teli ve sıva	16 cm betonarme taşıyıcı panel, 4 cm styropor, 8 cm betonarme koruyucu panel		15 cm beton, 4 cm styropor, sıva teli, sıva
Taşıyıcı iç duvar	20 cm betonarme	16 cm betonarme		15 cm beton
Kolon			30 x 40 cm betonarme	
Döşeme	15 cm betonarme	15 cm betonarme	15 cm betonarme	15 cm betonarme
Bölücü dış duvar	8 cm beton, 4 cm camyünü, 8 cm beton		8 cm beton, 4 cm camyünü, 8 cm beton	
Bölücü iç duvar	8 cm beton	8 cm beton	8 cm beton	8 cm beton

Tablo 2.10 Yapım sistemlerinin montaj hızlarına ilişkin alt ve üst sınır değerler [17, sf.25]

SİSTEM	KONUT ALANI / GÜN (m^2 / gün)
Tünel kalıp sistem	1 vinç + 1 kalıp ekibi ile 200 – 400 m^2
Büyük panel sistem	1 vinç + 4 – 6 kişilik montaj ekibi ile 100 – 200 m^2 veya 25 – 50 panel
İskelet sistem	1 vinç + 4 – 6 kişilik montaj ekibi ile 100 – 150 m^2
Hücre sistem	1 vinç + 4 kişilik montaj ekibi ile 200 – 300 m^2

Tablo 2.11 Yapım sistemlerinin montaj hızlarına ilişkin ortalama değerler

SİSTEM	KONUT ALANI / GÜN (m^2 / gün)
Tünel kalıp sistem	300 m^2
Büyük panel sistem	150 m^2 veya 38 panel
İskelet sistem	125 m^2
Hücre sistem	250 m^2

2.3 Tartışma ve Sonuç

1950' li yıllarda Avrupa' da yapı endüstrisine hakim olan yöntem kapalı sistemlerdi. Bu tür bir endüstrileşme ile binalar standardize edilmiş ve tip binalar üretilmiştir.

Elde edilen büyük üretim serileri, bina maliyetlerinde önemli düşüşlere sebep olmuş, savaş sonrasında azalan kaynakların en verimli şekilde kullanılması sağlanmıştır.

Tablo 2.1 ve 2.2 analiz edildiğinde, şu sonuçlar elde edilmektedir:

- Konut sektöründe faaliyet gösteren 50 yabancı firma ve 18 yerli firma vardır. Bu firmalar arasında panel sistemler ile üretim yapan 28 yabancı, 9 yerli firma bulunmaktadır.
- Panel sistem ile üretilen konut miktarı, yıllık toplam üretimin %40'ına karşılık gelmektedir.

1000 konutluk üretim ölçeği göz önüne alındığında, tabloların analizinden şu sonuçlar çıkmaktadır:

- Panel sistemler, beton kullanımı alt ve üst sınır değerleri en yüksek olan sistemdir.
- Hücre ve panel sistemler, iskelet ve tünel kalıp sistemlere göre daha az işçilik kullanmaktadırlar.
- Şantiyede vinç kullanımı değerleri, panel sistemlerde, tünel kalıp ve hücre sistemlere göre daha yüksektir.
- Tam endüstrileşmiş sistemler içerisinde, montaj hızı en yüksek olan sistem hücre sistemdir. Bunun nedeni de fabrikadaki bitmişlik oranının yüksek olmasıdır. Panel sistemlerin montaj hızı iskelet sistemlere göre daha yüksektir.
- 1000 konutluk üretim ölçeği göz önüne alındığında, endüstrileşmiş yapım sistemleri içinde, birim konut maliyeti en yüksek olan sistem panel sistem olarak görünüyor.
- Ancak, 5000 konutluk üretim miktarına ulaşıldığı zaman, birim konut maliyeti, panel sistemde tünel kalıp sisteme göre %5 az, geleneksel sisteme göre %53 az olmaktadır.
- 10.000 konutluk üretim miktarına ulaşıldığı zaman, panel sistem tünel kalıp sisteme göre %9 az, geleneksel sisteme göre %57 az olmaktadır.

- 18.000 konutluk üretim miktarına ulaşıldığı zaman, panel sistem tünel kalıp sisteme göre %11 az, geleneksel sisteme göre %59 daha az olmaktadır.

Ülkemiz kaynaklarının sınırlı olduğu ve yıllık konut talep tahmininin 347.600 birim konut (sekizinci beş yıllık kalkınma planı verilerine göre) olduğu göz önüne alınacak olursa, bu sayıdaki bir üretim miktarına kaynaklarımızı en verimli kullanarak, en ekonomik şekilde ulaşmak, büyük üretim serilerinin yakalanmasına olanak sağlayan kapalı sistem olanakları ile mümkün olabilecektir.

3. PANEL SİSTEMİN TANITIMI ve ÖZELLİKLERİ

3.1 Panel Sistemin Tanımı, Panel Sistem Türleri

Endüstrileşmiş yapımda duvar ve döşemeleri oluşturan düzlemsel hazır elemanlara "panel" denilmektedir. Panel, uzunluğu ve genişliği kalınlığına oranla çok büyük olan ve geometrik açıdan düzlem etkisi yapan elemandır.

Paneller büyük bir yüzeyi oluşturur ve kapatırlar. Bu bileşen bölücülük fonksiyonunu yüklenebildiği gibi taşıma fonksiyonunu da yüklenebilir ve bu iki görevi aynı anda yerine getirebilir. Çeşitli malzemelerle yapılabilir. Kullanım amacına göre bu malzemeler değişiklik gösterebilir. Bu nedenle panel sistemler geniş kaynak bulabilme olanağına sahiptirler. Mekan boyutlu panel bileşenlerle yapımda, birleşim noktası yerleri sayısı azalmaktadır. Bu da endüstrileşmiş yapımda panel sisteme üstünlük getiren bir unsurdur. Değişik form ve yüzey görünümlerinde yapılabilmeleri nedeni ile estetik açıdan değişik olanaklara sahiptirler. Tek tabakalı olarak üretilebilmeleri yanında, yapı fiziği gereksinmelerine cevap verebilmek için birden fazla tabakalı olarak da üretilebilirler.

Fabrika üretiminin tüm olanaklarından yararlanılabilir. Bitmişlik düzeyi yüksektir. Kalite kontrol etkin bir şekilde yapılabilir.

Panel sistemde taşıyıcılık ve bölücülük görevini üstlenen elemanlar "panel" lerdir. Ancak, paneller diğer sistemler ile birlikte kullanılarak da bir yapısal kuruluş oluşturabilirler. Bu sistemler literatürde "karma sistemler" olarak adlandırılmaktadır.

Panel yapımında beton, metal, ahşap, pişmiş seramik bloklar ve plastik gibi çeşitli malzemeler kullanılabilir. Beton, statik, termik ve akustik gereklere diğer malzemelerden daha iyi cevap verebilmesi nedeniyle en çok kullanılan malzemedir.

Yurt dışında uygulanan sistemler incelendiğinde, "Koncz/İsviçre" sisteminin 25 katlı bina üretimine, "Barets/Fransa", "Betonwerk-Niedersachsen/Almanya", "Camus/Fransa" sistemlerinin 22 katlı bina üretimine olanak verdiği görülmektedir.

Panel sistemlerle ilgili sınıflandırma yaklaşımları şunlardır:

- Boyutlarına göre:

  büyük paneller; duvar ve döşemeleri oda boyutlarında prefabrike panellerden oluşur.

  küçük paneller; paneller boyca mekan birimi boyutlarından ufaktır.

- Özgül ağırlıklarına göre: [19, sf.28]

  ağır paneller; özgül ağırlıkları 1000 kg/m^3 ün üstünde olan gereçlerden üretilen paneller.

  hafif paneller; özgül ağırlıkları 1000 kg/m^3 ün altında olan gereçlerden üretilen paneller.

- Yapısal kuruluş içindeki görevlerine göre:

  taşıyıcı paneller

  bölücü paneller

  özel işlevli paneller

- panel konstrüksiyonlarına göre: [19, sf.29]

  monolitik paneller

    dolu gövdeli paneller

    boşluklu paneller

  çok parçalı paneller

    yığma konstrüksiyonlu paneller

    iskeletli/nervürlü paneller

    sandviç paneller

(Panel sistem türleri ve panel sistem kullanılarak dünyada ve Türkiye'de konut alanında uygulanmış örnekler "Tablo A.1" kapsamında ekte sunulmuştur.)

3.2 Panel Sistemlerin Yapısal Kuruluş ve Bileşen Özellikleri

Panel sistemler ile yapısal kuruluş oluşumu için iki alternatif söz konusudur:

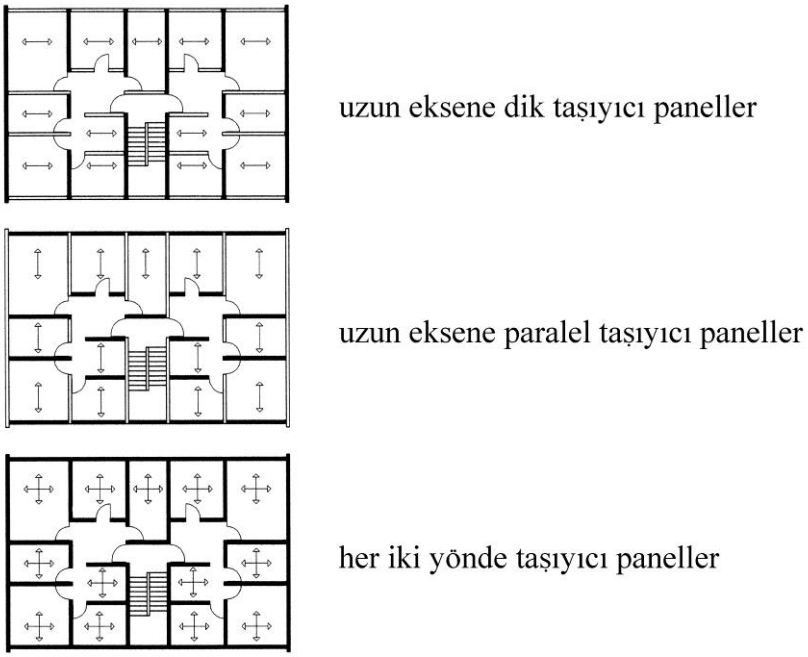
- yapısal kuruluşun tamamen panellerden oluşturulması
- yapısal kuruluşun farklı sistem bütünleşmesi ile oluşturulması (karma sistemler)

Bu bölümde yapısal kuruluşu tamamen panellerin oluşturduğu sistem özellikleri incelenecektir. Karma sistemlere ayrı bir başlık altında değinilecektir.

3.2.1 Strüktürel (Taşıyıcı) Sistem

Panel sistemde taşıyıcılık görevini genellikle "paneller" üstlenir. Duvarlar hem taşıyıcı hem de mekan bölücü, döşemeler ise duvarları birleştiren, yanal yükleri duvarlara aktaran elemanlardır. Bazı duvarlar sadece bölücüdür, taşımaya katılmazlar. Panel sistemde statik düzenleme ilkeleri şunlardır:

- Uzun eksene dik yer alan panellerle oluşturulan taşıyıcı sistemler
- Uzun eksene paralel yer alan panellerle oluşturulan taşıyıcı sistemler
- Her iki doğrultuda yer alan panellerle oluşturulan taşıyıcı sistemler



Şekil 3.1 Panel sistemde taşıyıcı sistem planlaması ilkeleri

- Uzun eksene dik yer alan panellerle oluşturulan taşıyıcı sistemler (cross-wall)

Bu sistemde taşıyıcı paneller katlar arasında yük aktarma görevi üstlenmektedirler. Yapı strüktürünün rijitliği döşeme elemanları ve taşıyıcı panellere dik doğrultuda düzenlenen duvar panelleri ile sağlanmaktadır. Bu sistemde dış cephe duvarları taşıyıcı değildir. (Şekil 3.1)

- Uzun eksene paralel yer alan panellerle oluşturulan taşıyıcı sistemler (long-wall)

Bu sistemde yapının rijitliği, taşıyıcı panellere dik olarak düzenlenen diğer duvar panelleri ile sağlanır. Genellikle az uygulanan bu sistemde döşeme açıklıkları 5 m. dir. Bu sistemin uygulanmasında küçük paneller daha uygun sonuçlar vermektedir. Cephe panelleri taşıyıcı olup, plan tertibi daha serbest olabilmektedir. (Şekil 3.1)

- Her iki doğrultuda yer alan panellerle oluşturulan taşıyıcı sistemler (two-way span)

Bu durumda tüm duvarlar taşıyıcı olmakta, döşemeler her iki yönde de mesnetlere oturduğundan daha ekonomik bir çözüm oluşturmaktadır. Deprem yüklerinin karşılanması açısından, diğer alternatiflere göre daha iyi bir çözümdür. (Şekil 3.1)

3.2.2 Yapı Malzemesi

Panel sistemlerde en çok kullanılan yapı malzemesi betondur. Beton, metal, plastik, ahşap gibi malzemelere kıyasla statik, termik, konstruktif ihtiyaçlara daha iyi cevap verebildiği için en çok tercih edilen malzemedir. Beton malzeme kullanılarak, yapıyı oluşturmak için gerekli olan tüm bileşenler üretilebilir.

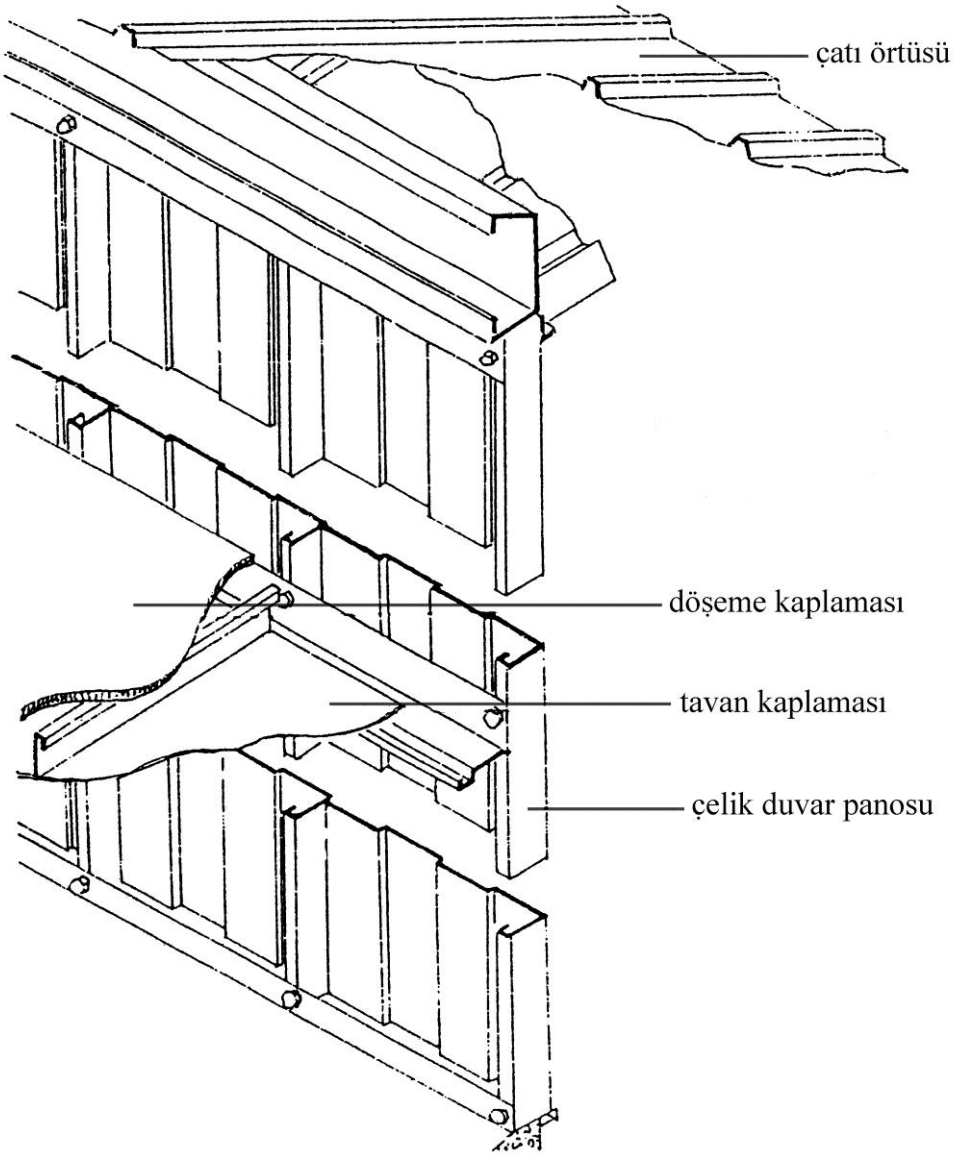
Beton panel sistemler, çok katlı bina yapımına olanak verirler. Diğer malzemelerle yapılan paneller ancak basit yapılar için gerekli olan tüm bileşenlerin üretilmesine olanak sağlarlar. Genellikle yapıda taşıyıcı sistem dışındaki fonksiyonlarda görev alırlar.

Beton, çimento, kum, çakıl ve su karışımı ile elde edilen bir malzemedir. Eğer paneller taşıyıcılık görevi üstleneceklerse, demir de kullanılır. Beton harcın içerisine su geçirimsizliği sağlamak, priz süresini kısaltmak, dayanımı arttırmak veya gözenekler oluşturmak gibi nedenlerden dolayı bazı kimyasal maddeler katılabilir.

Taşıyıcı paneller, öngerilmeli veya öngerilmesiz olarak üretilebilir.

Panel yapımında kullanılabilecek bir başka malzeme alternatifi çeliktir. Çelik panel sisteme, "Armco/A.B.D" firması tarafından uygulanmış olan sistemi örnek gösterebiliriz. Bu sistem taşıyıcı çelik iskelet ve çelik duvar, döşeme ve çatı panellerinden oluşur. İki katlı küçük evler ve üç katlı küçük apartmanlar için uygundur.

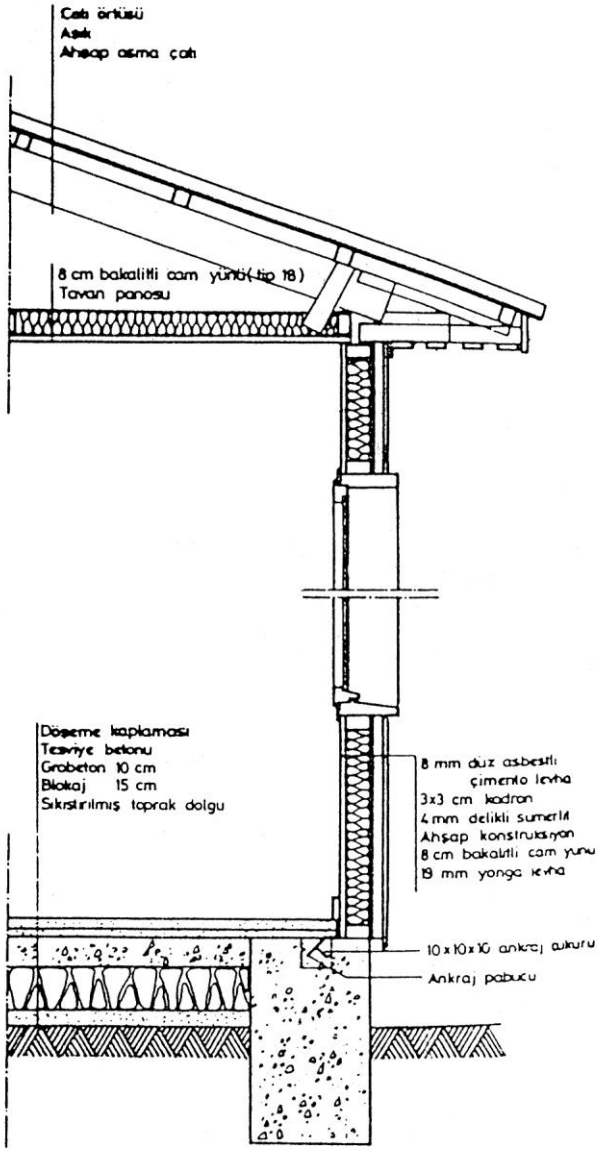
Montajda, yapının çelik iskeleti temeller üzerine bulonlar yardımıyla monte edilir. Panel elemanları iki kat boyundadır ve birbirlerine geçmeli olarak bağlanırlar. Döşemeler duvar panellerindeki nervürlere civatalarla tutturulur. Üzerine döşeme tahtası kaplanır. (şekil 3.2)



Şekil 3.2 Çelik duvar panelli sistem, düşey kesit [15, sf.285]

Panel yapımında ahşap malzeme de kullanılabilir. Ahşap hem taşıyıcılık hem de bölücülük görevi üstlenebilir. Ancak ahşabın mukavemeti düşüktür ve yangına karşı dayanımı azdır. Hafif oluşu ve bağlantıların kolay yapılabilmesi ise olumlu yanları olarak gösterilebilir.

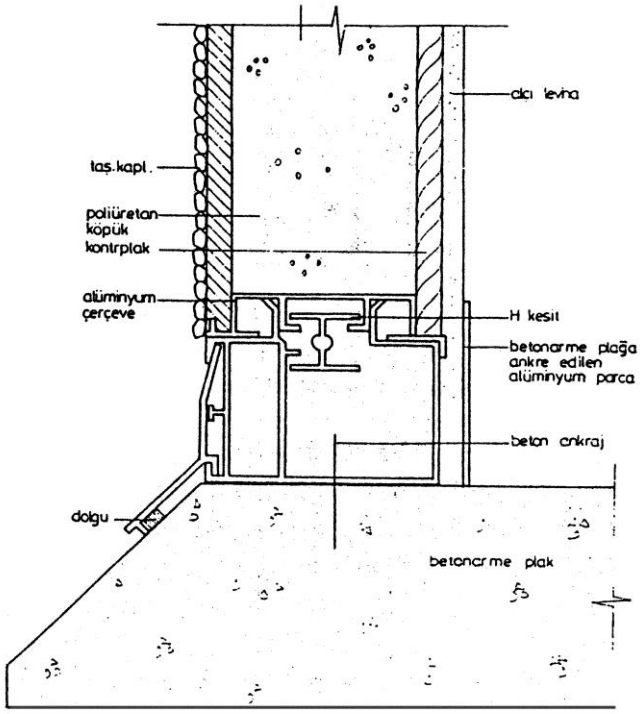
Ahşap panel sisteme, Bayındırlık Bakanlığı'nın uygulamış olduğu sistemi örnek olarak gösterebiliriz.Sistem konut, lokanta, okul, poliklinik ve turistik tesis yapımı için uygundur. Taşıyıcı ahşap dış duvar panelleri, bölücü ahşap iç duvar panelleri, ahşap tavan panelleri ve ahşap asma çatı elemanlarının yapı yerinde montajı ile oluşur. Temeller ve zemin betonu şantiyede geleneksel olarak hazırlanır. (şekil 3.3)

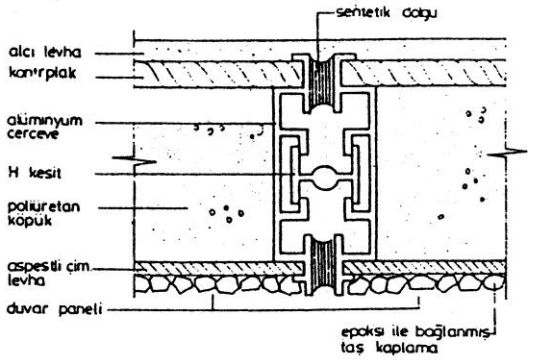


Şekil 3.3 Bayındırlık Bakanlığı ahşap panel sistemi, kesit [15, sf.398]

Panel sistemde kullanılabilecek birbaşka malzeme alternatifi ise çelik, alüminyum levha veya profillerdir. “Pantek/A.B.D” firması aluminyum çerçeveli küçük panel sistem geliştirmiştir. Bu sistem tek ev, az katlı evler, yurtlar, moteller, ticari binalar için uygundur.

Panel bileşenler, alüminyum çerçeveli poliüretan köpük üzerine, iç tarafta kontrplak ve alçı levha, dış tarafta da asbestli çimento levha uygulanarak üretilmiştir. Bu sistemde temeller yerinde dökülür. Paneller döşemeye beton ankraj vidaları yardımıyla monte edilir. (şekil 3.4)

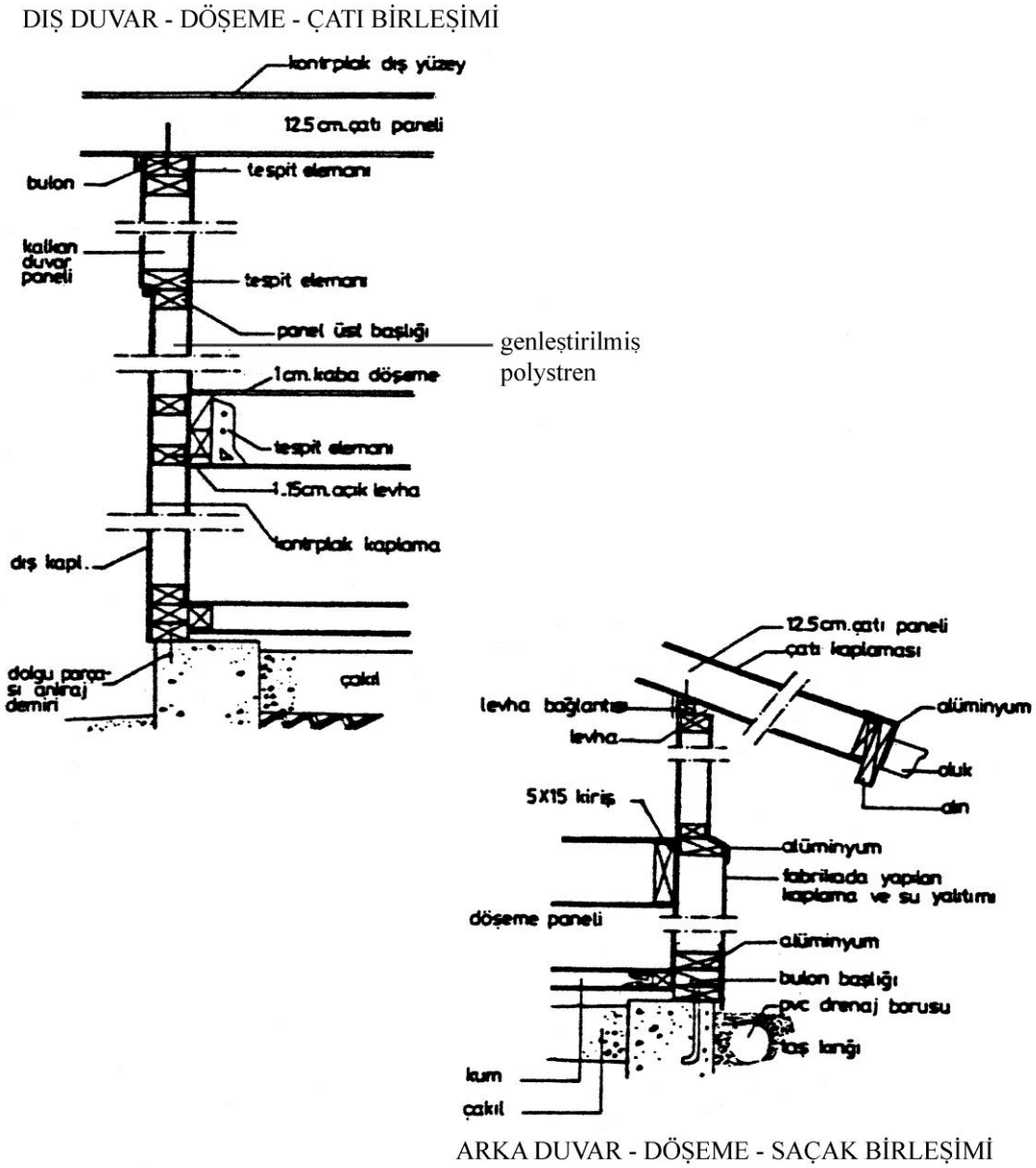




Şekil 3.4 Alüminyum çerçeveli panel sistem, a) panel – döşeme birleşimi, düşey kesit b) duvar panelleri birleşimi, yatay kesit [15, sf. 229]

Panel üretiminde plastik malzeme de kullanılabilir. Ancak plastik malzeme ile üretilmiş olan bileşenlerin taşıyıcılık özelliği düşük olduğu için az katlı yapılar için uygundur. Plastik paneller ile duvar, döşeme ve çatı elemanları üretilebilir. Panel elemanlar güneş ışığı ve diğer iklim etkilerinden korunmaları için "florokarbon" denilen bir malzeme ile kaplanır.

Plastik malzeme kullanılan sisteme örnek "NAHB Research House/U.S.A" sistemidir. Bu sistem plastik ile ahşabın kullanıldığı prefabrike hafif panel sistemidir. Konut türü binalar için uygundur. Maksimum kat sayısı ikidir. Temeller yerinde dökülür. Taşıyıcı iç duvar, bölücü dış duvar, döşeme ve çatı bileşenlerinden oluşur. Paneller iki kontrplak levha arasında, genleştirilmiş polystren tabakadan oluşur.



Şekil 3.5 Plastik ve ahşap malzemeden oluşan hafif panel sistem [15, sf.193]

3.2.3 Bireysel Yapı Elemanı

Paneller konstruktif özellikleri açısından iki ana grupta toplanabilir: [14, sf.33-34]

- Tek parçalı (monolitik) paneller: İmalatlarında tek bir malzeme kullanılan panellerdir. Dolu gövdeli, boşluklu veya nervürlü olabilirler.
- Çok parçalı (kompozit) paneller: İmalatlarında birden fazla malzeme kullanılır. Dolu gövdeli, boşluklu, nervürlü veya çerçeveli olabilirler. Kompozit panellerde malzemeler birbirleri üzerinde tabaka oluştururlar.

Panel sistemi oluşturan bileşenler şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Temeller
- Döşeme panelleri

tek doğrultuda çalışan döşeme panelleri

çift doğrultuda çalışan döşeme panelleri

- Duvar panelleri

taşıyıcı dış veya iç duvar panelleri

taşıyıcı olmayan (bölücü) duvar panelleri

- Özel işlevli paneller

balkon

merdiven

asansör ve baca

çatı

tesisat

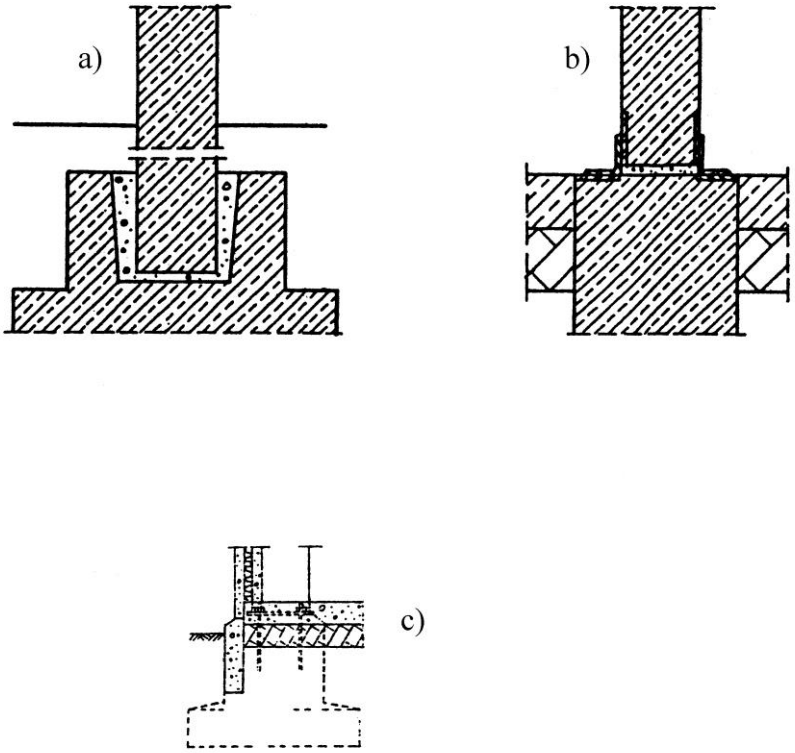
3.2.3.1 Temeller

Temeller çoğu kez prefabrike olarak üretilmemekte, yerinde dökülen temel tipleri uygulanmaktadır. Bunun nedenleri şöyle açıklanabilir: [21, sf.26]

- zemin ve yükleme şartlarındaki farklılıklar standartlaşmayı önlemektedir
- öğelerin biçim ve ağırlıkları taşıma sorunları getirmektedir
- sistemin farklı oturmalara duyarlı oluşu nedeniyle, hazır temel bileşenlerinin tasmanları önleyebilecek şekilde birleştirilmeleri oldukça güçtür.

Panel ile temellerin bağlantılarında en yaygın kullanılan yöntem, panel elemanlarının çanak temele sokularak, yerinde döküm beton uygulanmasıdır. (Şekil 3.6a)

Panel elemanların temele bağlantısı kaynak veya bulonla da yapılabilir. (Şekil 3.6b,c)



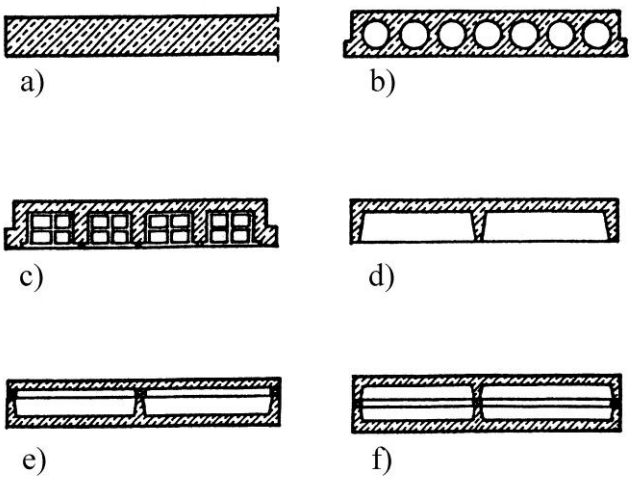
Şekil 3.6 Panel – temel bağlantıları. a) çanak temel b)kaynaklı birleşim c)bulonlu birleşim

3.2.3.2 Döşeme Panelleri

Döşeme panelleri yükleri düşey taşıyıcı duvarlara aktarırlar. Yükler bir doğrultuda veya iki doğrultuda aktarılabilir. Yük aktarmanın yanında yapı strüktürünün rijitliğini de sağlarlar.

Döşeme panelleri, biçim ve kuruluşlarına göre şu şekilde gruplandırılabilir: [21, sf.47] (Şekil 3.7)

- düz yüzeyli homojen (dolu veya boşluklu kesitlerde)
- kompozit (dolgulu, sandviç, birkaç tabakalı)
- nervürlü (veya kaset) plaklar



Şekil 3.7 Döşeme bileşenleri. a) dolu kesitli b) boşluklu c) dolgulu nervürlü d)nervürlü e) ve f) kompozit

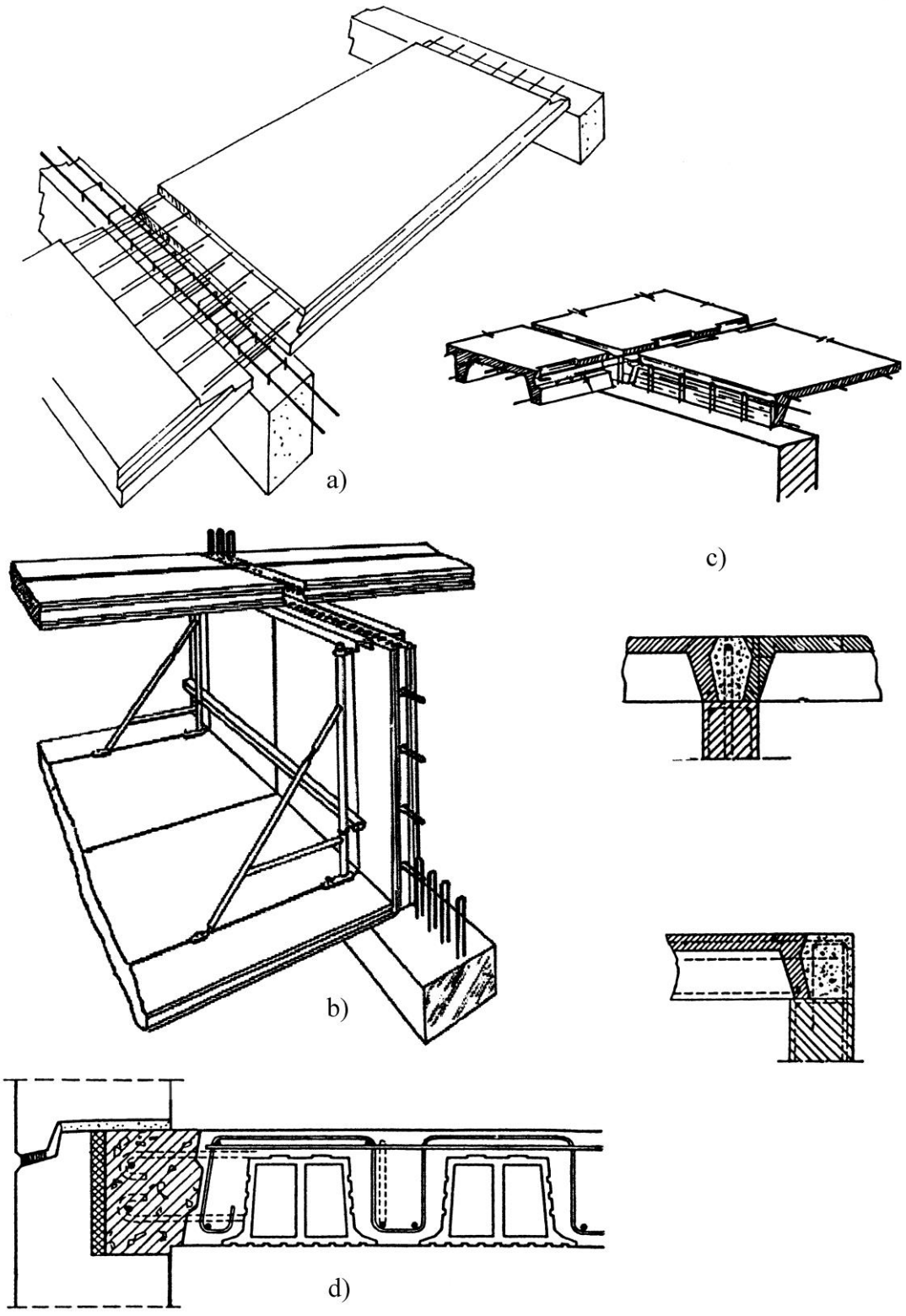
- Dolu kesitli döşemeler: Büyük panel sistemde, en çok uygulanan döşeme biçimi, dolu kesitli betonarme plaktır. 3 veya 4 kenarından mesnetlendiği durumlarda, donatı kullanımı minimize edilir.

Deprem bölgelerinde dört kenarından mesnetli döşemeler olumlu sonuç vermektedir.

Üretimi kolaydır ve düz bir tavan yüzeyi sağlar. Kalınlığı azdır. Taşıma sınırlamalarından dolayı, bir yönü, 3,6 – 4 m. arasındadır. Diğer yönü 6 – 7 m. yapılabilmektedir. [21, sf.47]

Havadan yayılan sesleri iyi yalıtır ancak darbe seslerine karşı yalıtım yapılması gerekir.

Genelde hasır donatılı olarak üretilirler.



Şekil 3.8 Döşeme paneli detayları. a)dolu kesitli b)boşluklu (Gök İnşaat uygulaması) c)nervürlü d)seramik dolgulu

- Boşluklu döşemeler: Malzemeden tasarruf etmek ve hafiflik sağlayarak, hem taşıma ve montaj süreçlerini rasyonelleştirmek hem de yapının ölü yüklerini azaltmak amacıyla, boşluklu döşeme panelleri geliştirilmiştir.

Ön gerilmeli veya normal donatılı olarak imal edilebilirler. Plaklar boşluklara paralel doğrultuda çalışır. Ön gerilmeli olarak 8.5 m'ye kadar üretilebilmektedirler. Bazı uygulamalarda hasır çelik donatılı topping betonu dökülerek taşıma kapasitesi arttırılmaktadır. (Şekil 3.8b)

Hafif oluşu havadan yayılan seslere karşı yalıtım değerini düşürür.

- Nervürlü ve kompozit döşemeler: Bir çok ülkede dolgulu nervürlü, nervürlü, kaset, ters nervürlü, ortası hafif betonlu sandviç plaklar, katlanmış plak kesitli veya çift eğrilikli çerçeveli döşeme bileşenleri geliştirilmiş ve uygulanmıştır. [21, sf.49] (Şekil 3.8c,d)

Nervürlü döşeme panelleri, yatay taşınması gerektiği için boyutları sınırlıdır. Bu yüzden mahal boyutlarından küçük üretildiklerinde, şantiyede işçilik süresi artmaktadır.

Kompozit döşeme elemanları birden fazla malzemeden oluştukları için montaj süreleri uzun olmaktadır. Maliyet artışı da getirdiklerinden dolayı az tercih edilir olmaktadırlar.

3.2.3.3 Duvar Panelleri

Duvar panelleri şu şekilde gruplandırılabilir:

taşıyıcı iç veya dış duvar panelleri

taşıyıcı olmayan (bölücü) duvar panelleri

- Taşıyıcı İç veya Dış Duvar Panelleri

Taşıyıcı duvar panelleri, yapısal kuruluş içerisinde taşıma ve rijitleştirme görevi üstlenirler. Döşemelerden gelen yüklerle üzerlerindeki duvarlardan gelen yükleri temellere aktarırlar. Bununla birlikte kendilerine dik doğrultudaki diğer panelleri destekleyerek, binaya etki eden yatay kuvvetleri taşırlar.

Taşıyıcı duvar panellerinin içeride yada dışarıda oluşu, üstlenecekleri görevi farklılaştırmaktadır. Bu da panellerin konstruktif kuruluşlarını değiştirir.

Taşıyıcı paneller içeride yer aldıklarında, rüzgar yükü etkisi altında olmazlar. Döşeme panelleri ile yapmış oldukları bağlantı iki taraflı olduğu için, eksenel olmayan yüklenme söz konusu değildir. İç mekanda yer aldıklarından dolayı ısı yalıtımına gerek yoktur. Bileşen kalınlığı, donatısı ve malzemesi bu gibi özellikleri gözönüne alınarak belirlenir.

Taşıyıcı duvar panellerinin dışarıda yer alması, iki farklı görevi üstlenmelerini gerektirir:

- yapı fiziği görevleri
- statik görevleri

Bu yüzden birkaç malzemeden oluşan kompozit paneller olarak üretilirler.

Dış duvar panellerinin, yağmur suyu, rüzgar geçirimsizliği, yeterli ısı yalıtımı, yüzeyde terleme, gövdede buhar yoğunlaşması gibi yapı fiziği sorunlarına çözüm üretmesi beklenir.

İç duvar panellerinden farklı olarak rüzgar yükü etkisi altındadırlar. Döşeme panelleri ile olan birleşmelerinin tek yönde olması nedeniyle, eksenel olmayan yüklenmeler söz konusudur.

Bunun yanında binada oluşabilecek tüm yüklere karşı, diğer taşıyıcı paneller ile birlikte, yapının stabilitesini sağlarlar.

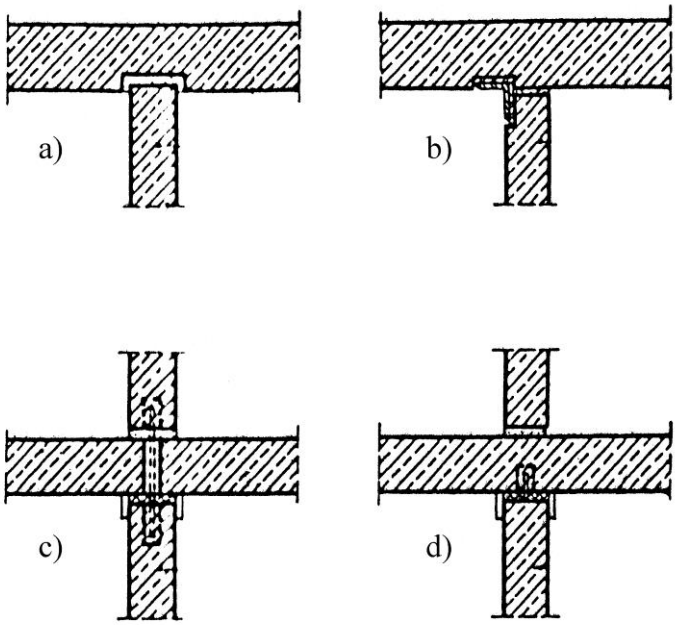
Dış duvar panelleri kendini taşıyan türde de düzenlenebilir. Bu paneller, kendi ağırlıkları ile birlikte üzerlerindeki diğer panellerin ağırlıklarını temellere, yatay kuvvetleri döşeme panellerine aktarırlar.

- Taşıyıcı Olmayan (Bölücü) Duvar Panelleri

Taşıyıcı olmayan paneller, yalnızca mekanları ayırma görevi görürler. Cephelerde yer alabildikleri gibi, iki hacmi ayıran eleman olarak da kullanılabilirler. Taşıyıcılık fonksiyonları olmadığından az donatılı olarak üretilirler. Genellikle ısı ve ses yalıtımı ihtiva eden sandviç panel şeklindedirler.

İç duvar bileşenlerinin, üst kat döşemesi yerine konmadan, montajının yapılması gerekir. Bu elemanlarının montajı, taşıyıcı duvar panelindeki oyuğa sokulması, taşıyıcı duvar veya döşemeye kaynaklanması, döşemeye taşıyıcı halkalar yada pim ile tutturulması gibi farklı şekillerde yapılabilmektedir (Şekil 3.9). Her sistemin özelliğine göre bağlantı detayı değişebilir.

Alçı, hafif beton veya ahşap olarak da imal edilen panel bileşenler vardır. Bu bileşenler kaba inşaat tamamlandıktan sonra yapılabilirler.



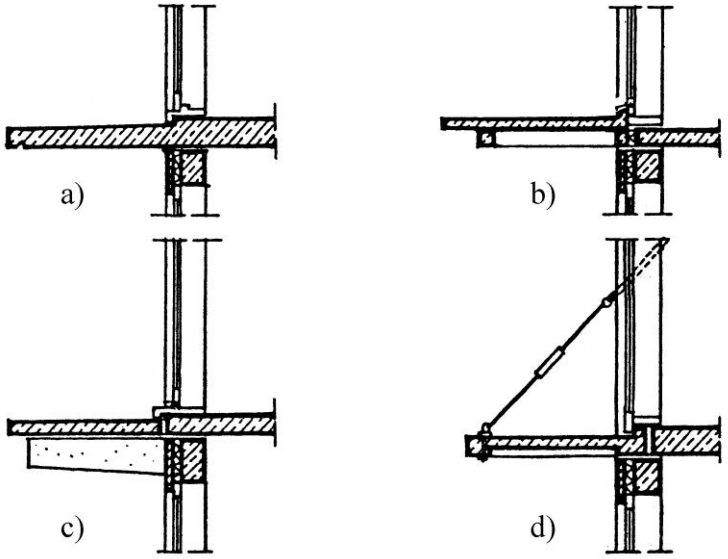
Şekil 3.9 Taşıyıcı olmayan panellerin, taşıyıcı duvar ve döşemelere tespit edilme alternatifleri. a) taşıyıcı duvardaki oyuğa geçirilerek yerleştirilmesi (plan) b)taşıyıcı duvara kaynaklanması (plan) c)döşemeye pim ile tutturulması (kesit) d)kaldırma halkaları ile döşemeye bağlantı (kesit) [21, sf.150]

3.2.3.4 Özel İşlevli Paneller

- Balkon bileşenleri

Balkon bileşenleri için en yaygın olan uygulama, balkon döşemesinin duvardan çıkan konsol kirişlere oturmasıdır. Bu sistem ısı köprüsü oluşumunu azalttığı için tercih edilmektedir.

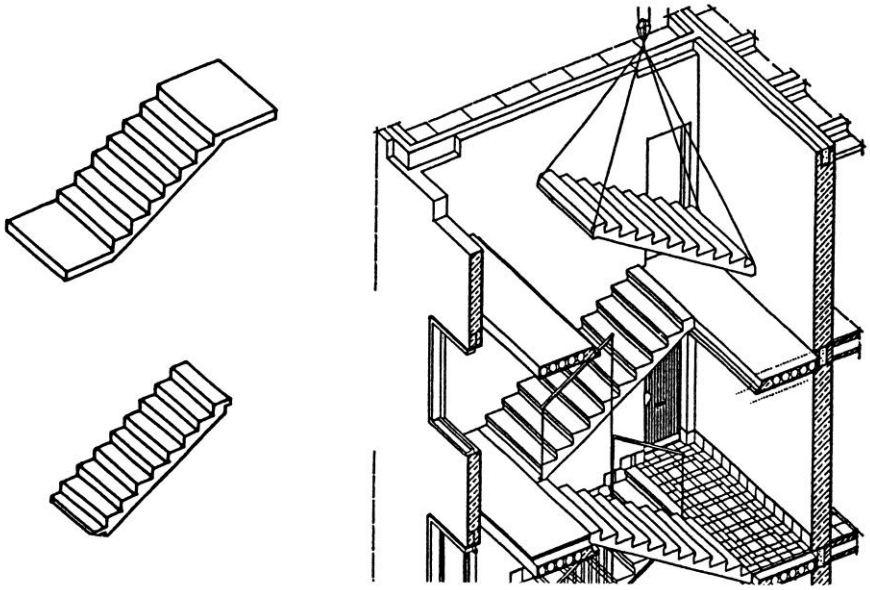
Ayrıca, döşeme plağının konsol çıkması, plağın konsol çerçeve üzerine oturtulması, balkon bileşeninin çelik askılarla taşıyıcı strüktüre asılması gibi uygulamalarda vardır. (Şekil 3.10)



Şekil 3.10 Balkon bileşenlerinin uygulanma biçimleri. a) döşeme plağının konsol çıkması b) nervürlü plağın taşıyıcı duvara tesbiti c) plağın konsol çerçeve üzerine oturtulması d) çelik askılarla taşıyıcı strüktüre asılması [21, sf.119]

- Merdiven bileşenleri

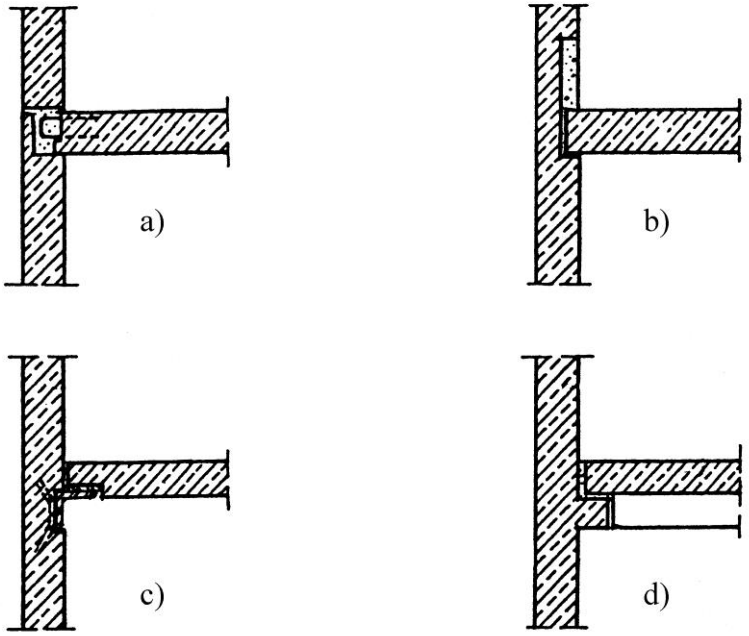
En yaygın olan uygulama, merdivenin yarım sahanlıklı veya sahanlıktan ayrı olarak üretilmesidir. (Şekil 3.11)



Şekil 3.11 Sahanlıklı ve sahanlıksız merdiven bileşenleri – merdiven kolunun sahanlıklara oturtulması[21, sf.133]

Sahanlık bileşenleri, taşıyıcı duvar birleşme alternatifleri şunlardır: (Şekil 3.12)

- yarım kat yüksekliğinde duvar bileşenine taşıtılması
- taşıyıcı duvar üzerindeki bir oyuğa sokulması
- kaynaklı birleşimler
- duvardan çıkan konsollara oturtulması



Şekil 3.12 Merdiven sahanlığı-taşıyıcı duvar birleşimleri. a) yarım kat yüksekliğinde duvar bileşenine oturması b) duvar üzerindeki bir oyuğa sokulması c) kaynaklı birleşim d) konsola oturması[21, sf.134]

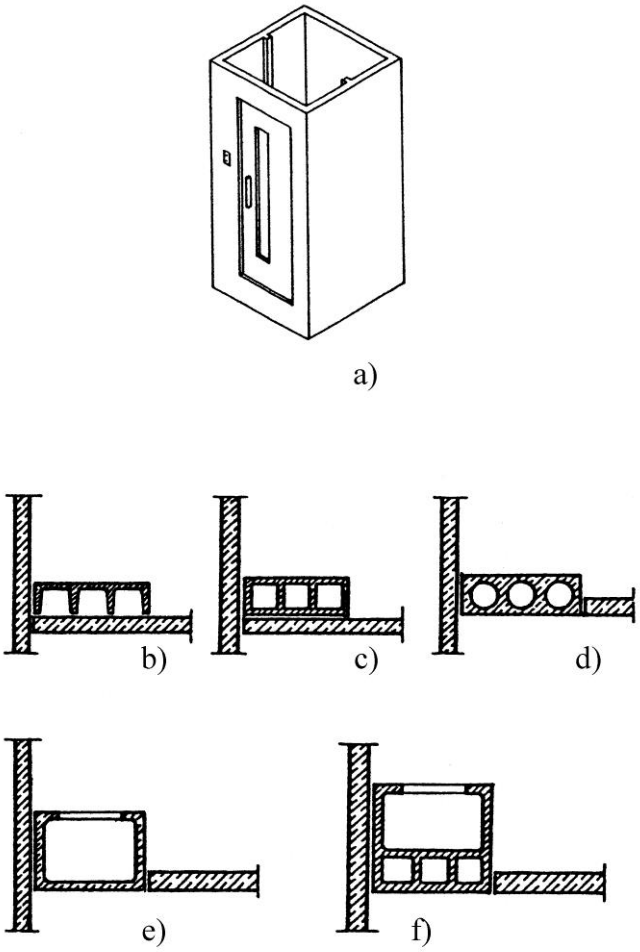
- Asansör ve baca bileşenleri

Asansörlerin standart elemanlar olması, asansör bileşenlerinin kat yüksekliğinde hücre eleman olarak üretilmesini kolaylaştırmıştır. Hücre elemanların üstüste yerleşmesi ile asansör grubu oluşur. Bu elemanlar kendilerini taşıdıkları gibi, yapının da stabilitesinin sağlanmasına yardımcı olurlar.

Deprem yüklerine karşı binanın stabilitesini arttırabilmek amacıyla, merdiven ve asansör çekirdeği yerinde döküm betonarme olarak da yapılabilir.

Baca bileşenleri de, kat yüksekliğinde üstüste oturan elemanlardır. Bacalar bazı durumlarda taşıyıcılığa da yardım ederler.

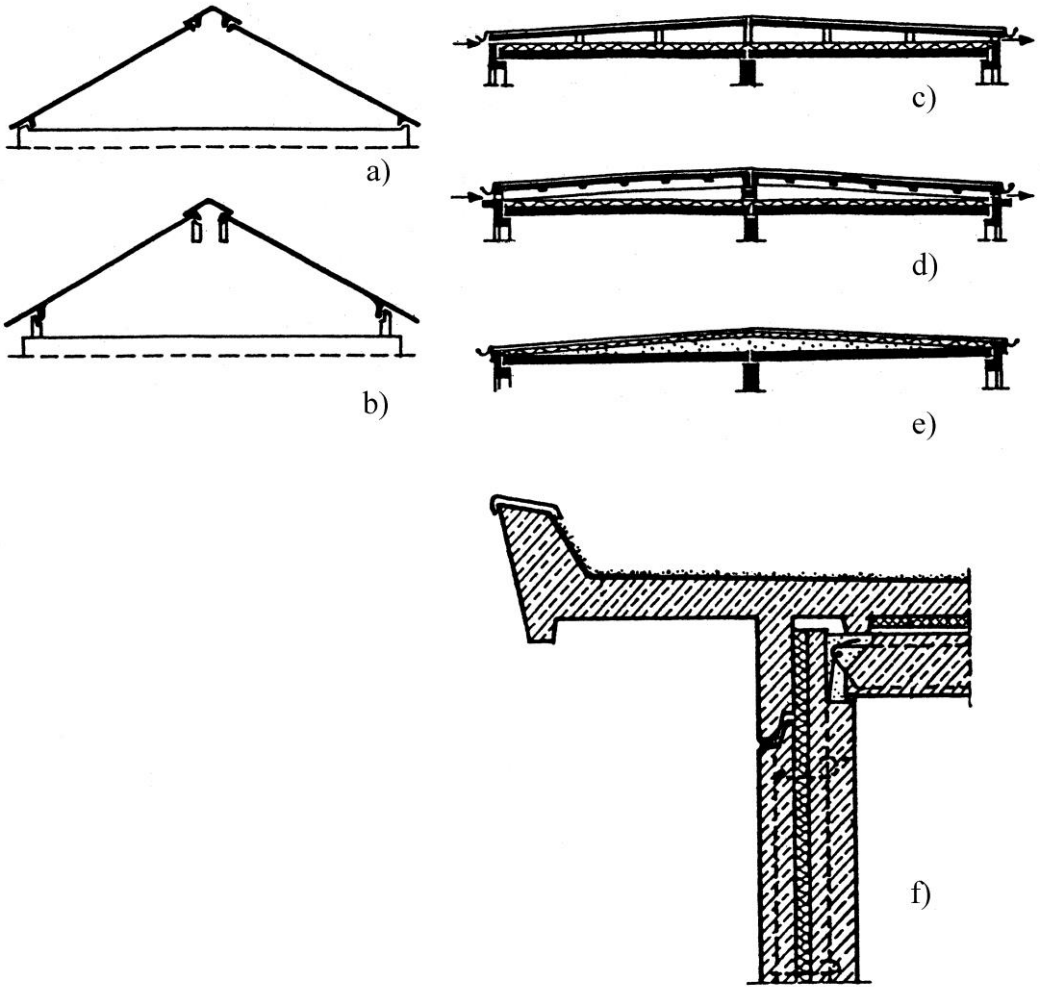
Asansör ve baca bileşenlerinin kullanılması sırasında oluşabilecek seslerin mekana ulaşmaması amacıyla bu bileşenler, taşıyıcı strüktürden bağımsız olarak yapılırlar. Bu da bileşenlerin kendilerini taşıyabilmelerini gerektirir.(Şekil 3.13)



Şekil 3.13 Asansör ve baca bileşenleri. a) hücre tipi asansör b)nervürlü baca elemanı c)taşıyıcı olmayan baca grubu d)taşıyıcı baca grubu e)çöp bacası f) çöp ve havalandırma bacası [21, sf.141]

- Çatı bileşenleri

Panel sistemlerde, geleneksel sistemlerde olduğu gibi, eğimli az eğimli veya düz çatı uygulamaları yapılmaktadır. Bu uygulamalara ilişkin örnekler Şekil 3.14'de gösterilmiştir.



Şekil 3.14 Panel sistemlerde çatı çözümleri. a), b) nervürlü çatı plakları ile eğimli çatı çözümü c), d), e) az eğimli çatı çözümleri f) düz çatı (Balency-Schuhl sistemi) [21, sf.143, 149]

3.2.4 Birleşim Noktaları

Panel sistemlerin kurgusunda, düğüm noktalarının özellikleri sistemin özelliğini de oluşturur. Bu bakımdan düğüm noktaları detay çözümleri yapısal kuruluş içerisinde önemli bir yer tutar. Bağlantı noktası detayları üretici firmaya göre değişiklikler göstermektedir. Bu bakımdan, detay çözümlemeleri sadece temel ilkeleri açısından ele alınacaktır.

Bağlantı noktası detaylandırılmasında çözümlenmesi gereken sorunlar şunlardır:

- Statik sorunlar: Taşıyıcı öğeler olan duvar ve döşeme panelleri, bağlantı noktaları ile biraraya gelerek bir sistem bütünlüğü oluştururlar. Bu sistem, binaya etki eden yatay ve düşey yükleri temellere aktarır. Bağlantıya etki edecek kuvvet türünün ve büyüklüğünün saptanması birleşim noktası tasarımının en önemli sorunudur. Etki edecek olan bu yükler; basınç, çekme, kesme ve eğilmedir.

- Yapı fiziği sorunları**:** Birleşim noktaları detayları; ısı, su, nem yalıtımı, rüzgar, koku geçirimsizliği ve yangın direnci gibi sorunlara çözüm getirmelidir.

- Tolerans sorunları: Birleşim noktalarının zemindeki farklı oturmalardan kaynaklanan şekil değişikliklerine, ısısal hareketlerden dolayı oluşan genleşmelere, üretim ve montaj aşamalarında oluşan boyutsal hataların giderilmesine olanak vermesi gerekir.

Bağlantı türlerini şu şekilde sınıflandırabiliriz:

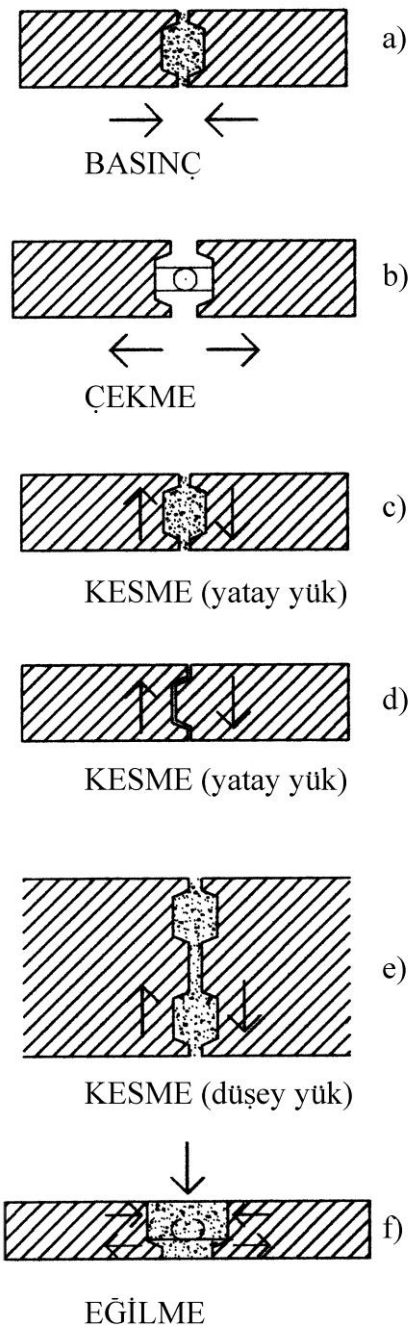
- Islak bağlantılar: Yerinde dökme beton ile yapılan bağlantılardır. Betonun içine yerleştirilen donatılar ile çekme ve kesme kuvvetlerinin karşılanması sağlanır. Beton ise basınç kuvvetlerini karşılar. Birleşim noktalarının beton ile kapatılması, panellerin iç yüzeyinde oluşabilecek nemin dışarıya atılması sorununu doğurur. Bu tür birleşimler "kapalı birleşim" olarak da adlandırılır.

- Kuru bağlantılar: Bileşenler, çelik plakalar veya profillerin yapı yerinde kaynaklanması ile bağlanırlar. Bileşenlerin biraraya gelişinde bulonlu bağlantılar da kullanılabilir. Herhangi bir dolgu malzemesi kullanılmadığı için "açık birleşim" olarak da adlandırılırlar.

  Açık birleşimlerin temel prensibi, dışarıdan gelen rüzgar ve yağmur suyunun, basıncı azaltan bir boşluğa alınarak içeriye girmesinin önlenmesidir.

- Her iki sistemin beraber kullanılması: Bağlantılar yerinde dökülen betonun yanısıra, donatı filizlerinin yada çelik plakaların kaynaklanması ile yapılır.

Panel sistemde birleşim noktalarına etki eden kuvvetler ve bu kuvvetlere göre alınabilecek önlemler şekil 3.15'de gösterilmiştir.



Şekil 3.15 Bağlantı noktalarına etki eden kuvvetler

Bağlantı noktasına basınç kuvvetinin etki etmesi durumunda, beton veya harç dolgu yeterli olabilmektedir. (şekil 3.15a)

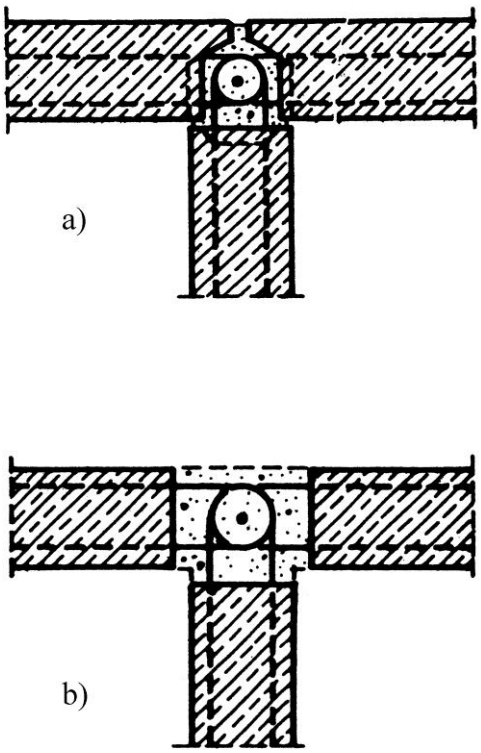
Çekme kuvvetleri beton içindeki donatı veya kuru birleşimlerde kaynaklı çelik plakalar vasıtasıyla karşılanmaktadır. (şekil 3.15b)

Kesme kuvvetlerine karşı yatayda ve düşeyde bileşen yüzeyinde cepler yapılması en uygun çözümdür. (şekil 3.15c,e) Kuru bağlantı türlerinde bileşenler birbiri içerisine geçirilebilir. (şekil 3.15d)

Döşemelerde devamlılık sağlanmak istenirse eğilme momentleri söz konusudur. Üst donatı filizlerinin bağlanması ve enlemesine ek donatı düzenlenmesi ile bu kuvvetler karşılanabilir. (şekil 3.15f)

Bağlantı noktalarının içeride yada dışarıda olması çözümlenmesi gereken sorunları farklılaştırır. İç ortamda yer alan bağlantılarda, yağmur suyu, ısı yalıtımı problemi bulunmadığından, bu bağlantıların detaylandırılmasında konstrüktif etkilerle, yangın direnci ve ses yalıtımı gibi yapı fiziği özellikleri ön plana çıkar.

İç mekanda yer alan düşey bağlantılar duvar panelleri arasındaki monolitik etkiyi sağlamak görevini yüklenirler. Düşey bağlantılarda basınç, çekme ve kesme kuvvetleri oluşur. Şekil 3.16'da iç mekanda yer alan duvar panelleri arasındaki düşey birleşim alternatifleri görülmektedir. "a" alternatifi ek kalıp gerektirmeyen bir çözümdür. "b" alternatifi ise yaş döküm için kalıp gerektirir.



Şekil 3.16 İç mekanda yer alan duvar panelleri birleşim alternatifleri (düşey birleşim)

İç mekanda yer alan yatay bağlantılar, yatay ve düşey yüklerin duvar panellerine aktarılmasını sağlar. Yatay bağlantılar hem döşemeden gelen yükleri, hemde duvardan gelen yükleri zemine aktarırlar. Birleşim noktalarına basınç, çekme, kesme ve eğilme yükleri etki eder.

Döşeme panellerinin taşıyıcı duvar panelleri üzerine oturma mesafesi betonun kalitesine bağlıdır.

Dış ortamda yer alan bağlantılar iki ayrı görevi üstlenirler. Dış mekana yakın olan bölümleri yağmur suyu, rüzgar geçirimsizliği, ısı yalıtımı gibi görevleri üstlenirken, iç mekanda kalan kısım ise konstrüktif bağlantıyı sağlar.

Dış duvar panellerinde iç duvar panellerinin aksine, rüzgar etkisi nedeniyle, eğilme kuvvetleri oluşur.

Dış duvar panelleri, taşıyıcı, kendini taşıyan veya taşınan türde olabilir. Duvar panelinin taşıyıcılık özelliği detay çözümlerinde farklılıklar ortaya çıkarır.

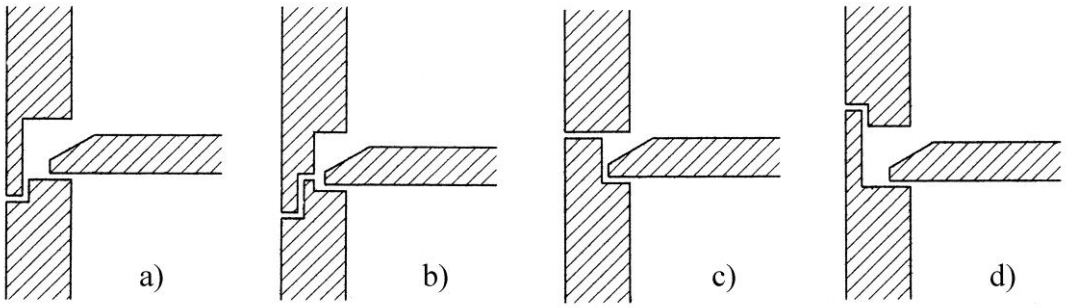
Taşıyıcı cephe panellerinde, döşemeden gelen yatay yüklerin tek taraflı iletilmesi ve montaj aşamasında oluşabilecek yerleştirme hatalarından dolayı eksenel olmayan kuvvetler oluşmaktadır. İç ve dış mekan arasındaki ısı farkından dolayı da ısısal gerilmelere maruzdur.

Dış duvar panellerinin üst üste gelmesi ile oluşan yatay fugaların yerleri açısından üç farklı biçimleniş olasılığı mevcuttur. (şekil 3.17)

Şekil 3.17a'da görülen ilk alternatif fuganın döşeme paneli kotunun altında oluşmasıdır. Bu durum yaş döküm sırasında betonun akmaması için ek kalıp zorunluluğu ile en alt kat panelinin farklı yükseklikte oluşmasını ve çatı bileşeni için özel eleman yapımını gerektirir. Betonun akmaması için diş yapılarak önlem alınabilir. (şekil 3.17b)

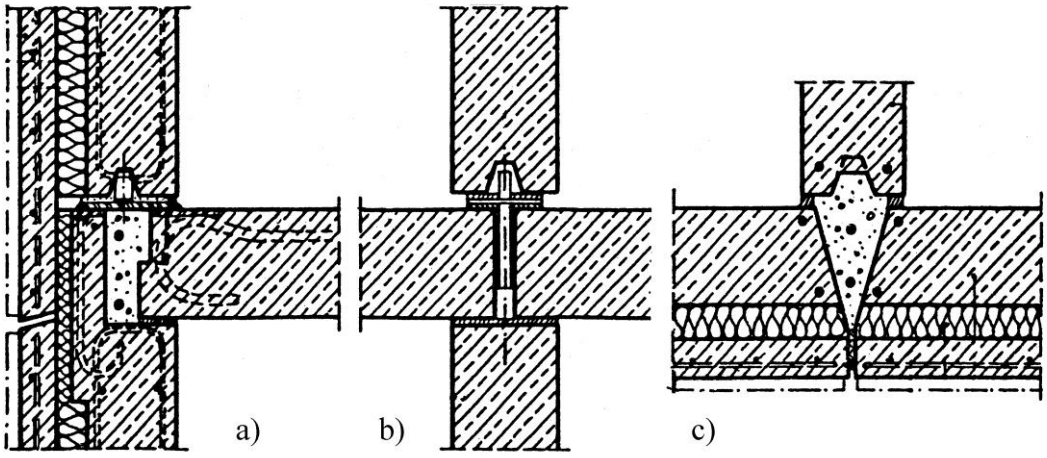
Fuga döşeme hizasında da oluşturulabilir. Bu durumda beton dökümü için ek kalıba gerek kalmaz ve bütün paneller aynı yükseklikte yapılabilir. (şekil 3.17c)

Fuga döşeme kotunun üzerinde oluşabilir. Bu alternatifte ek kalıp gerektirmeyen bir çözümdür. Panel yükseklikleri eşit yapılabilir. (şekil 3.17d)

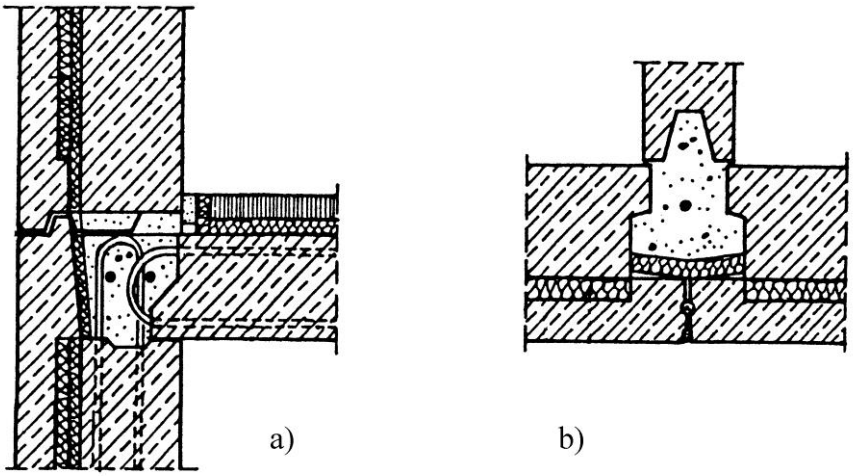


Şekil 3.17 Cephe panellerinde fuga oluşum alternatifleri

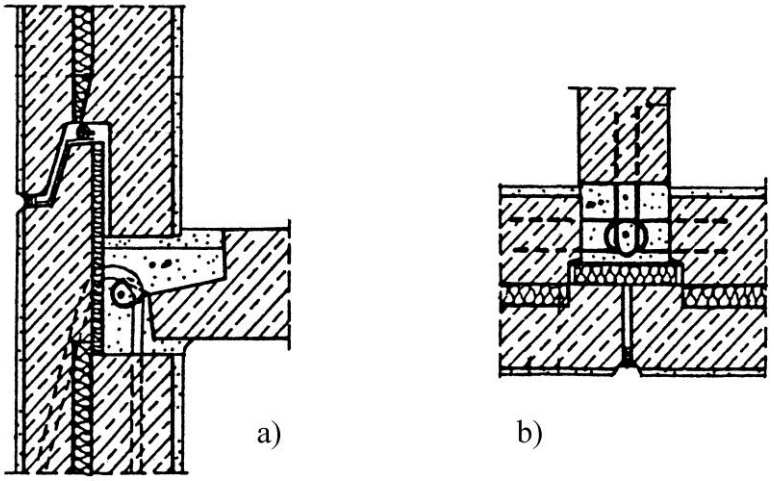
Bu ilkeler doğrultusunda, Avrupa'da uygulanmış bazı detaylar şekil 3.18, şekil 3.19 ve şekil 3.20'de örneklenmiştir.



Şekil 3.18 "Koncz-Dobler" sistemi (İsviçre ve Almanya) (fuga döşeme kotunun altında oluşmuştur, bu yüzden ikinci bir diş yapılarak betonun akmasına karşı önlem alınmıştır) a) taşıyıcı cephe paneli-döşeme bağlantısı (düşey kesit) b) taşıyıcı iç duvar-döşeme bağlantısı(düşey kesit) c)cephe panelleri-iç duvar bağlantısı (yatay kesit) [21, sf. 115]



Şekil 3.19 “Coignet” sistemi (Fransa) (fuga döşeme ile aynı kotta oluşmuştur) a) taşıyıcı cephe paneli-döşeme bağlantısı(düşey kesit) b) cephe paneli-iç duvar bağlantısı(yatay kesit) [21, sf. 111]



Şekil 3.20 “Camus” sistemi (Fransa) (fuga döşeme kotunun üstünde oluşmuştur) a) taşıyıcı cephe paneli-döşeme bağlantısı(düşey kesit) b) cephe paneli-iç duvar bağlantısı(yatay kesit) [21, sf. 110]

Dış duvar panellerinin köşe birleşimlerinde iki alternatif mevcuttur. (şekil 3.21)



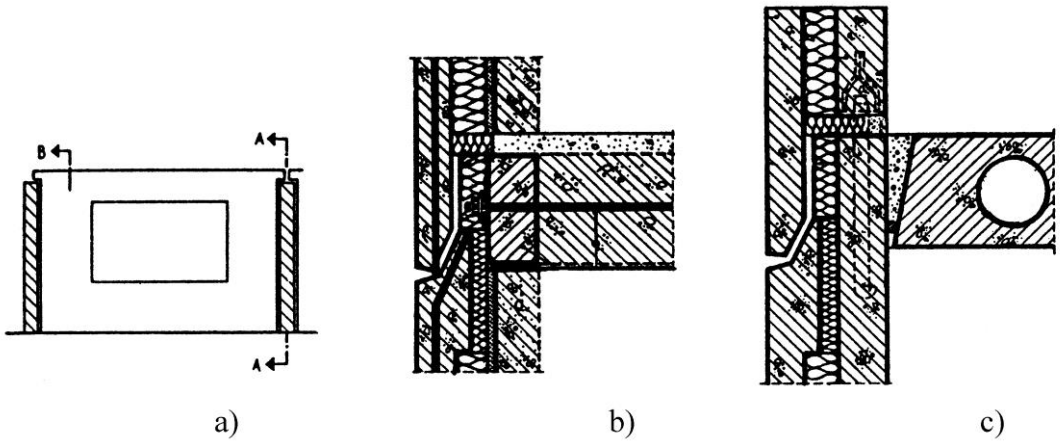
Şekil 3.21 Dış duvar panelleri köşe birleşimleri

"a" alternatifinde görüldüğü gibi, panellerden birinin boyutları farklı yapılarak, birleşim noktası oluşturulabilir. Bu durum panel tip sayısında artışı getirir.

Paneller ayrı bir köşe birleşim elemanı kullanılarak da birleşitirlebilir. Ancak bu durum bağlantı sayısını arttıran bir çözümdür. (şekil 3.21b)

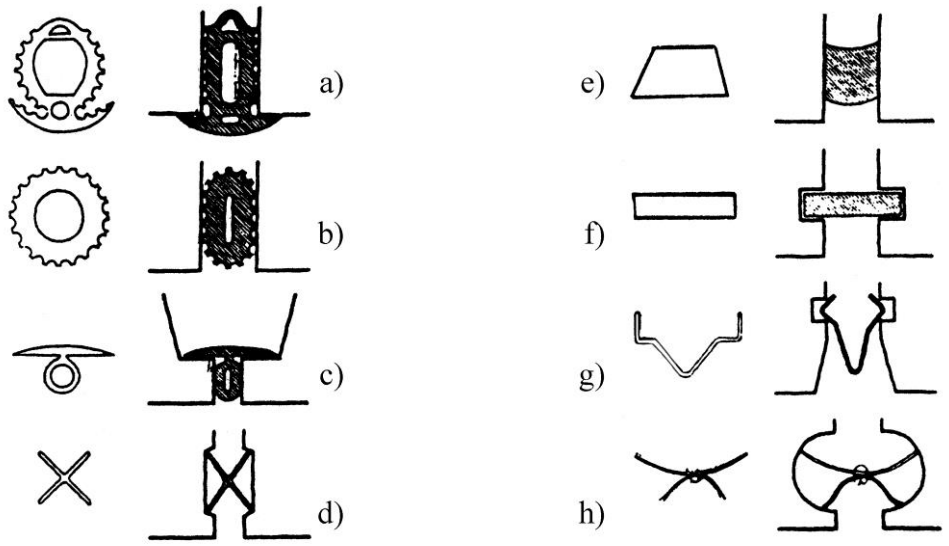
Kendini taşıyan cephe panelleri, kendi ağırlıklarını temellere, rüzgar etkisi ile oluşan yatay yükleri de döşeme panellerine aktarırlar. Bu çözüm alternatifi binanın ölü yüklerini azaltır.

Taşınan cephe panelleri ise birbirlerine yük aktarmazlar. Cephe panellerinin yükleri, taşıyıcı olan diğer paneller tarafından karşılanır (cross-wall sistemi). Yatay yükler döşeme panellerine iletilir. (şekil 3.22)



Şekil 3.22 Larsen+Nielsen sisteminde taşınan cephe panelleri, üst kenarlarından konsollar aracılığı ile enlemesine duvarlara asılıyor. a) asma şeması b)taşıyıcı duvar içinden alınan kesit c) döşemeden geçen kesit [21, sf.91]

Dış duvar panellerinin taşıyıcılık yanındaki bir diğer işlevleri yapıyı dış etkenlere karşı korumaktır. Bu amaçla derzler çeşitli malzemeler kullanılarak kapatılabildiği gibi, panellerin birleşim yerlerinde alınan geometrik çözümlerle de yalıtım sağlanabilir. Çeşitli derz kapatma malzemeleri şekil 3.23'de örneklenmiştir.



Şekil 3.23 Derz yalıtım malzemeleri a), b), c), d) pvc profiller e)plastik bant f)neopren bant g), h) metal profil

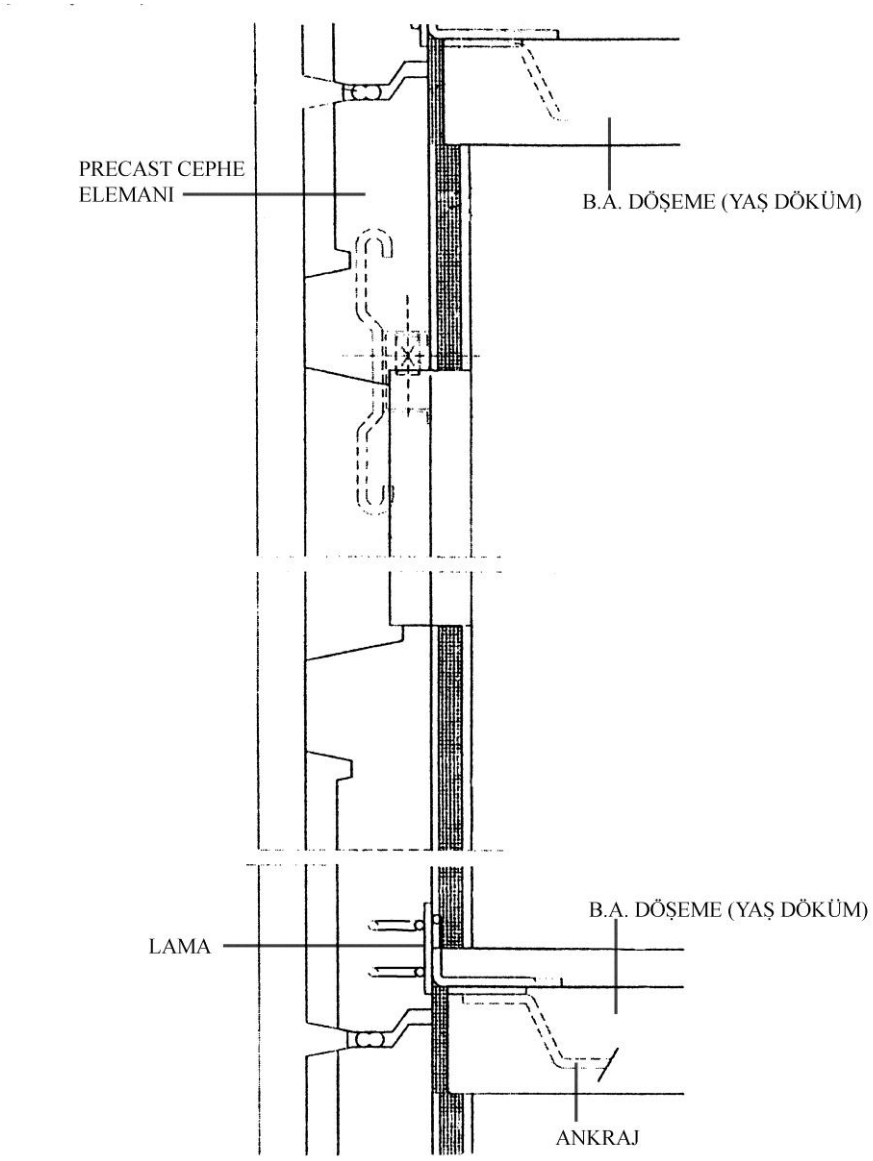
3.3 Karma Yapısal Kuruluş Sistemlerinde Panel Bileşenler

Panel sistemler, diğer yapım sistemleri ile bütünleşerek de binayı oluşturabilirler. Bu sistemler "karma sistem" olarak adlandırılmaktadır.

Karma sistem seçenekleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Dikey öğeleri panel, yatay öğeleri geleneksel betonarme yapılaşma
- Dikey öğeleri panel, yatay öğeleri prefabrike açık sistem bileşenleri ile yapılaşma
- Dikey öğeleri geleneksel betonarme taşıyıcı, yatay öğeleri panel yapılaşma
- Dikey öğeleri geleneksel yığma, yatay öğeleri panel yapılaşma

Örnek olarak: yapısal kuruluş içerisinde taşıyıcılık görevi üstlenebildikleri gibi, taşıyıcı olmayan paneller (örneğin, cephe panelleri) şeklinde de görev alabilirler. Bu tür uygulamalar özellikle toplu konutlarda tercih edilmektedir. Cephelerin tuğla veya benzeri malzemelerle kaplanması, hem zaman kaybına, hem de maliyetin artmasına sebep olduğu için, endüstriyel çözümler tercih edilmektedir. Şekil 3.24'de betonarme döşemeye kaynakla tutturulan cephe paneli örneği yer almaktadır.

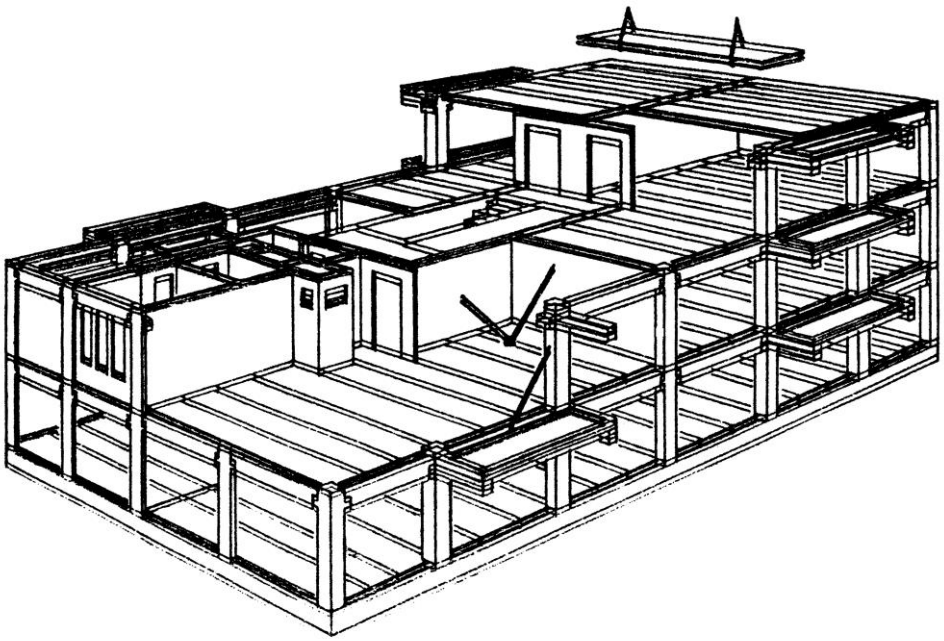


Şekil 3.24 Yaş döküm betonarme döşeme-cephe paneli birleşimi (Bilkent 3. kısım)

Panellerin, iskelet sistem ile beraber kullanıldığı alternatifler de yaygın uygulama alanı bulmuşlardır. Örnek olarak:

- Arcal sistemi (İngiltere): Çelik çerçeve ve betonarme taşıyıcı duvarlardan oluşan bir yapım sistemidir..

- Armco sistemi (A.B.D): Taşıyıcı çelik iskelet ve çelik panellerden oluşan sistemdir.
- Estiot sistemi (Fransa): Yükün bir kısmının çelik iskelet tarafından taşındığı açık prefabrike cross-wall panel sistemidir.
- Eston sistemi (Türkiye): Sistem taşıyıcı iskelet ve panel elemanlarına dayanır. Konut türü binalar için maksimum beş katlı olarak üretilir. (şekil 3.25)



Şekil 3.25 İskelet + panel sistem (Eston/Türkiye) [22, sf.27]

3.4 Panel Sistemlerde Üretim Süreci

Panel sistemlerle yapım prensipleri, az işçilik, hızlı üretim ve yüksek kalitedir. Bunlar ileri makinalaşma ve standartlaşma ile mümkündür. Üretim aşamasında kullanılan işgücünün büyük bölümü makinaların kontrolu ve kullanımı alanında olmaktadır.

3.4.1 Üretim Alanı

Şantiyede ve fabrikada olmak üzere ikiye ayrılır.

3.4.1.1 Şantiye Üretimi

Şantiyede yapılan üretim şu şekilde uygulanabilir:

- prefabrike elemanların monte edilecekleri yerin hemen altında, zeminde imal edilmeleri
- şantiyede kurulan üstü açık veya örtülü geçici fabrikalarda imal edilmeleri

Üretim merkezleri şantiyelerde geçici olarak kurulur. Yapı tamamlandıktan sonra birbaşka yere taşınabilir. Bu üretim merkezlerinin mekanizasyon oranı düşüktür. Taşımadan kaynaklanan boyutsal kısıtlamalar söz konusu değildir.

3.4.1.2 Fabrika Üretimi

Bu tür üretimde kalıp elemanları ve kalıp eleman grupları sabittir. Fabrikaların kurulmasında başlıca unsur teknik olanakların dışında, iş kapasitesinin sürekliliği olmaktadır. [23, sf.47]

Sabit fabrikalarda yapılan üretim makinalaşmaya ve iyi bir kalite kontrolüne olanak verir. Genellikle üretimin gerçekleştiği fabrika, esas bir üretim alanı, yardımcı mahaller ve depolama alanından oluşur.

Fabrika üretimi, endüstrileşmenin bütün olanaklarından faydalanma olanağı sağlar. Bileşenlerin kalite kontrolüne ve otomasyona olanak verir. Üretimin sürekli oluşu, işçilerin belirli alanlarda uzmanlaşmasını sağlar. Bu da üretilen bileşenlerin kalitesini arttırır. Büyük üretim serilerine ulaşıldığında, diğer sistemlerden daha ekonomiktir.

Ancak beraberinde taşıma sorunları getirir. Bileşen boyutları taşıma araçlarının olanakları, trafik yönetmelikleri ve ulaşın ağının özellikleri ile sınırlanmıştır.

3.4.2 Üretim Yöntemleri

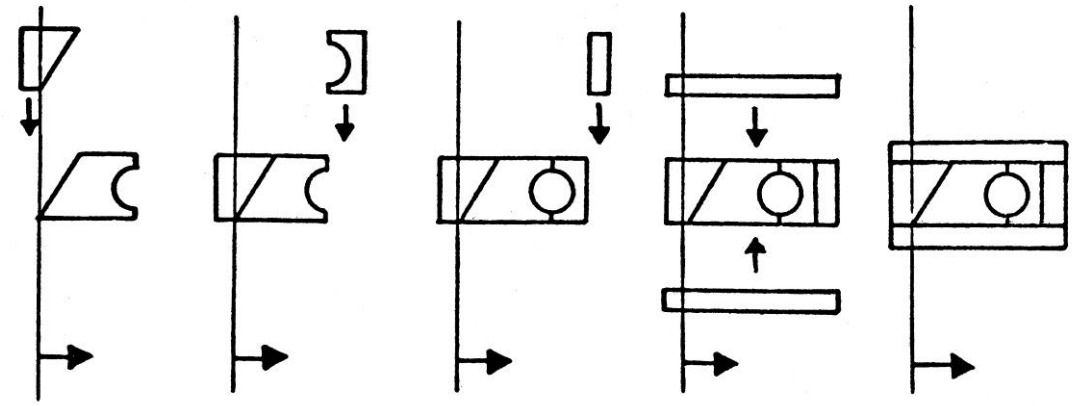
3.4.2.1 Bant Üretimi

Bant üretimi, hareketli üretim veya sabit üretim şeklinde olabilir.

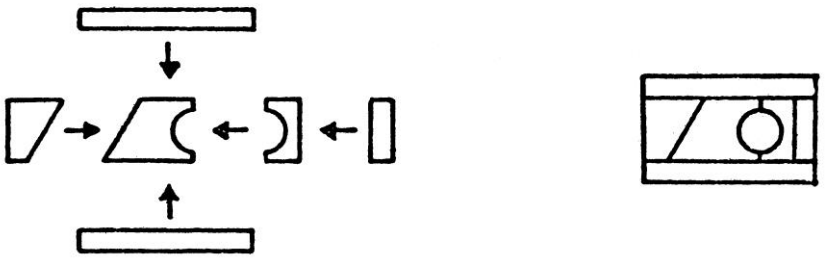
Hareketli üretim yöntemi, tip elemanların uzun süre üretilmeleri gerektiğinde tercih edilir. Üretimde etken faktör zamandır. Zamana bağlı olarak iş sürekliliği zorunludur.

Hareketli üretiminin uygulanabilmesi için aşağıdaki unsurların gerçekleşmesi gerekir: [23, sf.50-51]

- Standart, biraraya getirilebilme olanakları mükemmel olan yapı elemanlarının olması
- Üretim sürecinin en ufak detayına kadar önceden tasarlanmış olması
- Üretim planının önceden geniş kapsamda gerçekleşmesi



hareketli bant üretimi



sabit bant üretimi

Şekil 3.26 Üretim yöntemleri

Elemanların üretimi için gerekli işlem sayısına göre üretim yolunun uzunluğu saptanır. Üç tabakalı elemanların üretilmesi için gerekli üretim bant uzunluğu, tek tabakalı elemanların üretilmesi için gereken bant uzunluğundan fazladır. Bu durum yatırım miktarını arttırır.

Hem düşey hem de yatay üretim biçimlerinde hareketli üretimi gerçekleştirmek mümkündür. İşlemlerin sıra ile belli zaman süreleri içinde oluşması, işlem sürelerinin çok iyi etüd edilmesi, iyi bir üretim organizasyonunun yapılmasını gerektirir. Bu

üretim şekli “otomasyon” a uygundur. Bu da sonuç ürünlerin kalitesini arttırır. (şekil 3.26a)

Sabit üretim yönteminde kalıp elemanları üretim alanlarının belirli yerlerinde sabit olup, bir elemanın üretim işlemi baştan sona kadar aynı yerde gerçekleşmektedir. Kalıp elemanlarının değişkenlik oranı yüksektir. Eleman boyutları daha serbestçe saptanabilir.

Hareketli üretiminde olduğu gibi işlemler arasında zamansal sınırlama yoktur. Bir elemanın üretimi ile ilgili işlemler, bir tek üretim grubuna bağlı kalmakta, diğer üretim grubuna intikal etmemektedir. [23, sf.51]

Sabit kalıplı fabrika yüksek düzeyde kullanış esnekliğine sahiptir. Hem şantiye hem de fabrikadaki imalat için uygun olan bu yöntemde, yatırım nispeten az olduğu için küçük üretim serilerinde de rantabl olabilmektedir. (şekil 3.26b)

3.4.2.2 Grup Üretimi

Belirli üretim süreçleri için üretim donatıları, fonksiyon grupları oluşturulur. Bu fonksiyon gruplarında gerçekleşen üretim işlemleri, hareketli bant üretim yöntemlerinde olduğu gibi gerçekleşmekte olup, diğer üretim işlemleri farklı üretim alanlarında, hareket etmeyen kalıp elemanlarıyla oluşan (sabit bant) üretim yöntemi ilkelerine bağlı kalarak gerçekleşmektedir.

Örneğin bir elemanın demir donatısının hazırlanması hareketli bant üretimi ilkelerine göre, betonlama işlemleri sabit bant üretimi ilkelerine göre yapılabilir. Fonksiyon gruplarının gerçekleştirdikleri üretim işlemleriyle, diğer üretim işlemleri arasında üretim temposunun uyumu zorunludur. [23, sf.51-53]

3.4.3 Üretim Biçimi

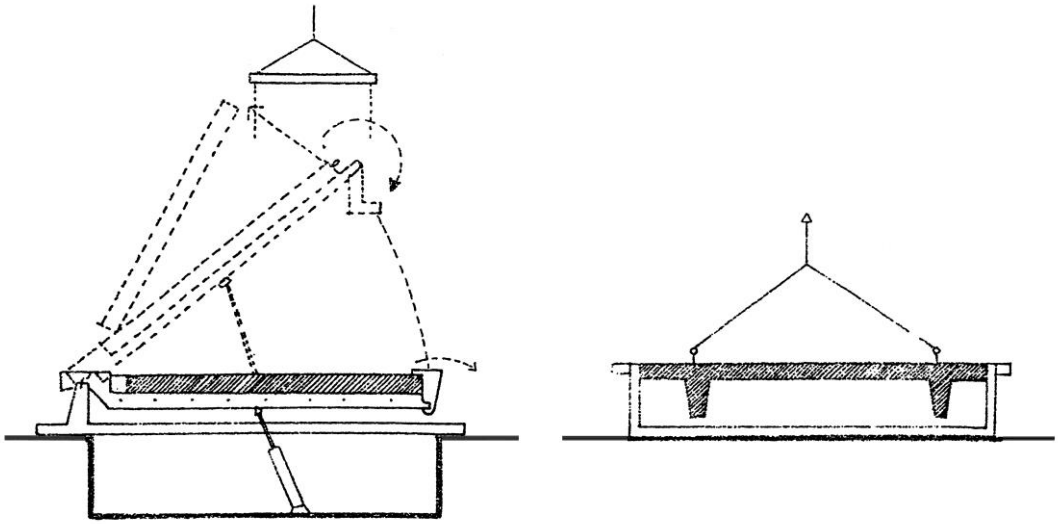
3.4.3.1 Yatay Üretim Biçimi

Bu tür üretim biçiminde kalıplar yatay olarak üretim merkezlerinde düzenlenmektedir. Kalıp masaları ray üzerinde hareketli veya sabittir.

Betonlamadan evvel kalıp yüzeyleri yağlanmakta, önceden hazırlanmış eleman donatısı kalıp içine yerleştirilmektedir. Betonun prizine biran evvel erişmesi için kalıp masaları ray üstünde hareket ettirilerek, buhar odalarına götürülmekte veya sabit kalıp masalarında, borularla getirilen buharla ve kalıp masalarının üzerine bir örtü örtmek suretiyle buhar tatbik edilmektedir.

Tek tabaka veya izolasyon için çok tabakalı olan elemanlar, belli bir mukavemete eriştikten sonra kalıp masaları 70-80 derece dikey konuma getirilerek, prefabrike eleman kalıptan çıkarılır.

Bu tür üretim biçimlerinde, düşey üretimde sağlanamayan, elemanların bünyelerinde çıkıntı veya konsol gibi yapısal unsurlar gerçekleşebilmektedir. [23, sf.53-55] (Şekil 3.27)



Şekil 3.27 Yatay üretim biçiminde kalıplar

3.4.3.2 Düşey Üretim

Bu tür üretim biçiminde elemanlar düşey durumda üretilir. En gelişmiş üretim yöntemi bateri kalıplarla yapılandır. [23, sf.55] (Şekil 3.28)

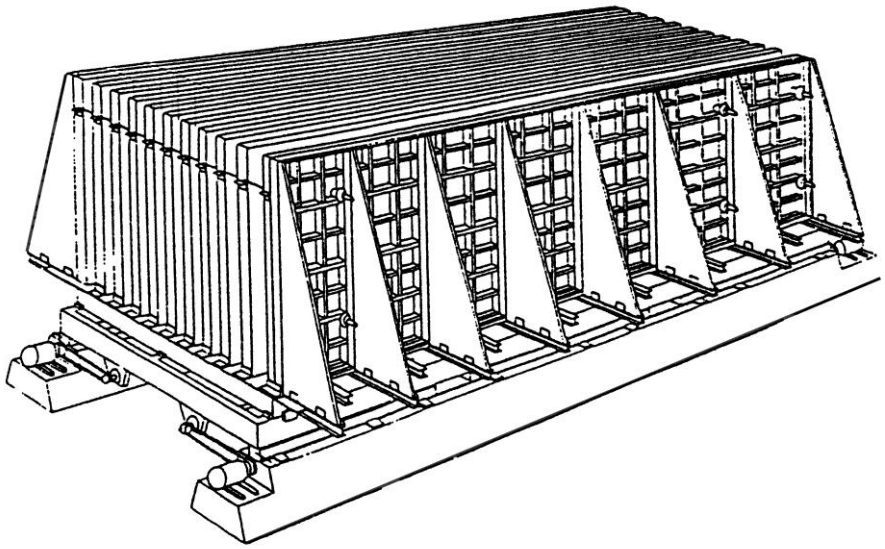
Bateri kalıplarda aynı anda 15 eleman üretilebilir. İki yüzeyinde bitimi düzgün olup sıva işçiliği minimuma iner veya ortadan kalkar. [4, sf.100]

Bateri kalıplarla üretimde, dik ve yanyana düzenlenen kalıp elemanlarından sonuncusu sabit olup, diğer kalıp elemanları raylar üzerinde hareket ederler. Kalıp elemanları arasındaki uzaklık istenilen eleman kalınlığında tespit edildikten sonra, enleri de istenilen biçimde ayar edilebilen yan kalıp elemanları, dikine duran kalıp elemanlarının yanlarına monte edilirler.

Bu tür üretim biçiminde farklı boyutlara sahip elemanların üretilmelerinde, kalıp elemanlarına tesir eden beton basıncının homojen olarak yayılmaması kalıpta deformasyonlara yol açar.

Bateri kalıplarla üretilen elemanların başlıca özellikleri şunlardır:

- İstenilen boyutlar tolerans alt sınırlarında ve hatta tam olarak elde edilebilir
- Her iki yüzeyde de kalıp kullanıldığından, oldukça bitmiş eleman yüzeyleri elde edilebilir
- Bu tür üretimde ancak tek tabakalı elemanlar üretilebilir
- Konsol gibi çıkıntılar veya girintiler eleman içinde yapılamaz, bu nedenle bateri kalıplar düz ve eşit elemanların üretiminde kullanılır



Şekil 3.28 Bateri kalıp

3.5 Panel Bileşenlerin Taşınma ve Montajında Kullanılan Araçlar

3.5.1 Taşıma Araçları

Prefabrike bileşenlerin fabrikalarda üretilmelerinden sonra, şantiyelere ulaştırılmaları taşıma sürecini doğurur. Bu taşıma işlemleri karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu ile gerçekleşebilir.

En çok tercih edilen taşıma türü karayolu taşımacılığıdır. Bunun nedeni ise diğer alternatiflerin çoğu zaman, fabrika ile şantiye arasında direkt bağlantı kuramaması ve süreç içerisinde aktarma işlemlerinin oluşmasıdır.

Denizyolu ve havayolu taşımacılığı diğer sistemlere nazaran en az kullanılan yollardır. Su yollarının coğrafi koşullara göre çok değişken olması, havayolunun ise pahalıya malolması bu sistemleri az tercih edilir duruma getirmiştir.

Denizyolu taşımacılığında, denizlerden, gemilerin çalışabileceği düzenli debisi olan nehirlerden faydalanılır. Bu taşıma türünde suyun düzeyi, limanların kapasitesi ve yoğunluğu ulaşımı etkileyen faktörlerdir.

Havayolu taşımacılığı için özel ulaşım araçları kullanılabilir. Rusya'da bu amaçla geliştirilmiş bir helikopter modeli 60 km.'ye kadar olan mesafelerde kullanılabilmektedir. Aynı zamanda vinç görevi de gören helikopter, montaj işleminde de görev almaktadır. Bu taşımacılık türünde bileşenlerin hafif olması gerekliliği vardır. Bu sistem ulaşım yollarının yetersiz olduğu yada diğer ulaşım olanaklarının kullanılamadığı durumlarda, örneğin yol şebekesinin zarar görmesi gibi, acil bir ihtiyacı gidermek amacıyla da kullanılabilir.

Demiryolu taşımacılığı, karayoluna göre maliyet açısından daha avantajlıdır. Uygun uzaklık 150 – 300 km. olabilmektedir. Ancak çoğu zaman şantiyeye direkt bağlantı kurulamaması nedeniyle oluşan ara taşıma işlemleri maliyeti arttırmaktadır.

Karayolu taşımacılığı için uygun uzaklıklar, 50 – 150 km. olabilmektedir.

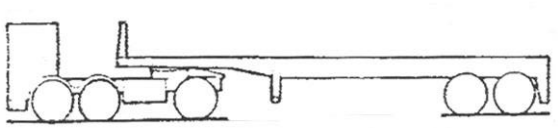
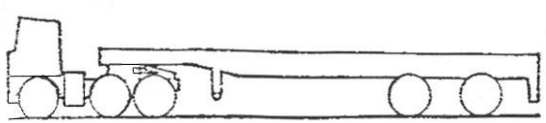
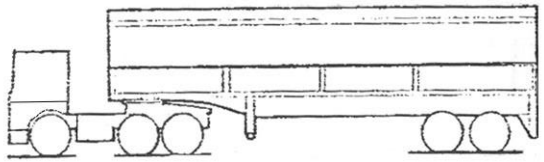
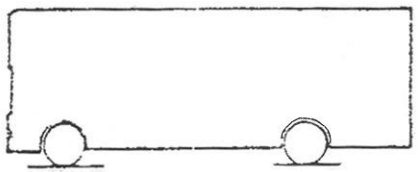
Ancak her durum ve koşulda, bütün olanaklar irdelenerek, mevcut koşullar içerisinde en uygun olanağın seçilmesi gereklidir.

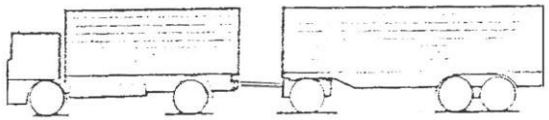
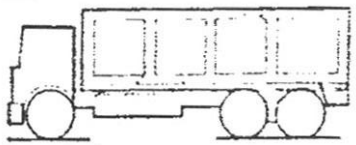
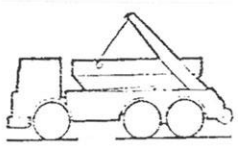
Panel sistemlere uygun taşıma araçlarının seçiminin ardından, bu araçların hareket halindeyken gerektirdikleri yol ölçülerinden giderek, fabrika – şantiye arası yol güzergahının incelenmesi zorunluluğu vardır. Dolayısıyla mevcut yol şebekesi ile taşıma araçları arasındaki ilişkiler, tasarımı olduğu kadar, sistem seçimini de karşılıklı etkiler.

Karayolu taşımacılığında kullanılan araçlarının özellikleri tablo 3.1'de verilmiştir. Bu tabloların oluşturulmasında, Attila Akakıncı'nın, "endüstrileşmiş bina yapımında taşıma sorunları konusunda bir araştırma" adlı yüksek lisans tezinden yararlanılmıştır.

Tablo 3.1 Karayolu nakil araçları özellikleri ve dönüş daireleri yarıçapları

	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Araç yüksekliği (m)	Maksimum yükseklik (m)	Aracın taban yüksekliği (m)	Traktörün arka dingil veya bogi ağırlığı (ton)	Dönüş dairesi yarıçapı (m)
Mafsallı, kapalı araç	14	2.5	2.54	4.27	0.46	9.9	24.3
Yüksek kapasiteli devrilir kasalı araç	–	2.5	2.74	3.96	–	10.1	32.5
Üç dingilli traktör – iki dingilli treyler		2.5	2.92	4.12	1.40	16.3	32.5
Dört dingilli treyler	15	2.5	2.74	4.22	1.32	10.1	32.5

	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Araç yüksekliği (m)	Maksimum yükseklik (m)	Aracın taban yüksekliği (m)	Traktörün arka dingil veya bogi ağırlığı (ton)	Dönüş dairesi yarıçapı (m)
 Ön manevra tertibatı ikiz açık sistemli traktör	15	2.5	2.48	4.04	1.37	9.7	32.5
 Üç dingilli traktör	15	2.5	2.74	4.22	1.32	10.1	32.5
 Üç dingilli traktör. Tipik tır donatımı	15	2.5	2.92	4.12	1.40	12.6 (15.5)	32.5 (38)
 Kapalı kargo tipi araç	10.5 / 11	2.5	_	4.23	0.46	10.1	16.2

	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Araç yüksekliği (m)	Maksimum yükseklik (m)	Aracın taban yüksekliği (m)	Traktörün arka dingil veya bogi ağırlığı (ton)	Dönüş dairesi yarıçapı (m)
 16 tonluk tek araç	8.5	2.5	2.43	3.58	1.16	10.1	16.2
 İki dingilli traktör – üç dingilli treyler	_	2.5	2.92	4.12	1.40	10.1	12.5 (38)
 Devrilir kasalı kamyon	8	2.5	2.64	3.05	1.63	18.2	24.3
 Üç dingilli kaldıraçlı kamyon	_	2.5	_	3.35	_	18	24

3.5.2 Montaj Araçları

Montaj işlemlerinde kullanılan kaldırma araçlarının özellikleri, montaj sürecini, bileşen boyutlarını ve ağırlıklarını etkiler. Bu amaçla kaldırma araçlarının seçimi önemli bir faktördür. Bu seçim aşamasında vinçlere ait şu özellikler göz önünde bulundurulur:

- yük kaldırma kapasiteleri
- ulaşım kolu (boom) uzunluğu
- kanca yüksekliği
- hareketli kule vinçler için tekerlek veya ray açıklığı, köprü vinçler için ayak açıklığı
- raylı kule vinçler için ray dönme yarıçapı
- ulaşım kolu dönüş hızı, köprü vinçler için şaryo hızı
- yük kaldırma ve indirme hızları
- yürüme veya dönüş hızları
- kurulma ve sökülme süreleri
- enerji tüketimleri

Prefabrike bileşenlerin montajında kullanılabilen vinç türü montaj araçları şunlardır:

- köprü vinç
- direkli vinç
- kule vinç
- mobil vinç

3.5.2.1 Köprü Vinç

Köprü vincin iki türü vardır: [24, sf.83] (şekil 3.29)

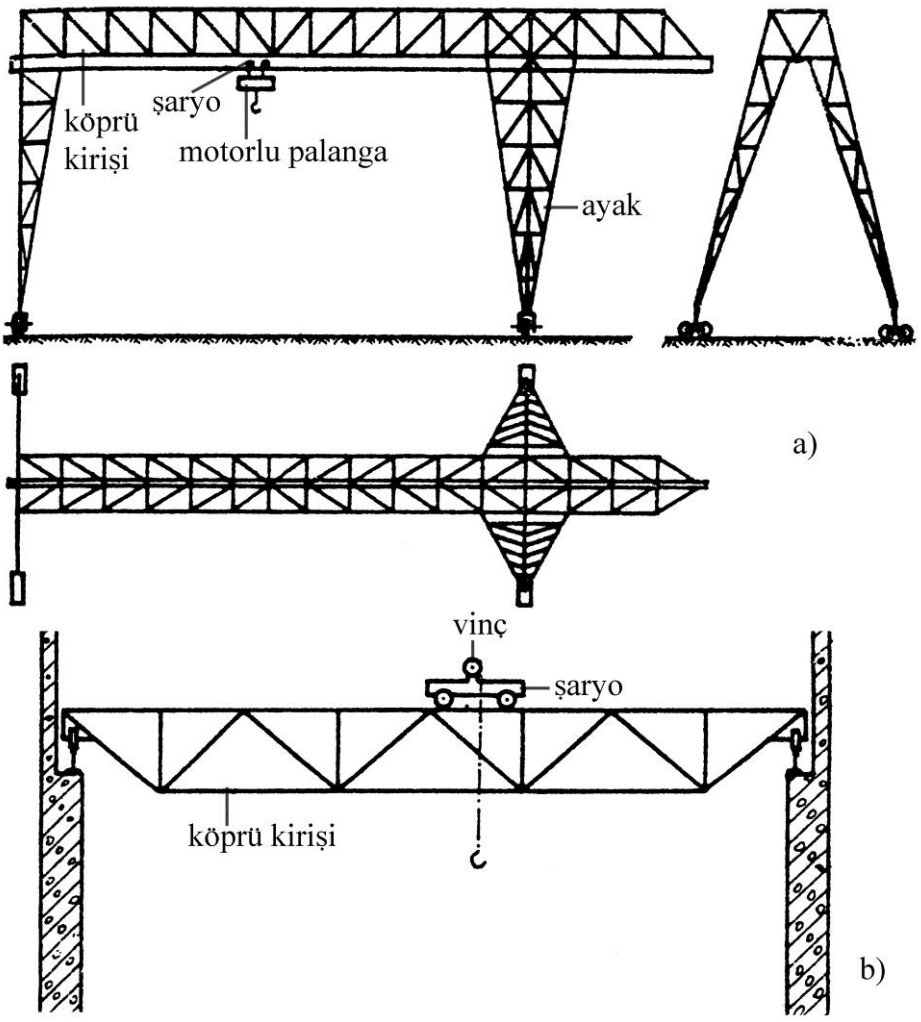
- ayaklı köprü vinç
- ayaksız köprü vinç

Köprü vinçler daha çok fabrikalarda üretime hizmet ederler. Şantiyede bileşenlerin montajında kullanılan türü, ayaklı köprü vinçtir. Köprü vinç ile montajı yapılacak olan bina yükseklikleri 5 – 6 kat ile sınırlıdır. Vincin ayakları arasındaki açıklık da bina biçimlenişini sınırlar. Karmaşık plan kuruluşlu binaların montajı için uygun değildir. Daha çok dikdörtgen tipli planlarda kullanılabilir.

Ayaklı köprü vinç, köprü kirişi, I profil çeliği, ayaklar,motorlu palanga ve vinçten oluşur. Ayaksız köprü vinç ise köprü kirişi ve vinçten oluşur. (şekil 3.29)

Köprü vinçlerin hareket etme şekli şöyledir: [24, sf.84]

- köprü vinci yürütme hareketi
- şaryoyu yürütme hareketi
- kancayı kaldırıp indirme hareketi



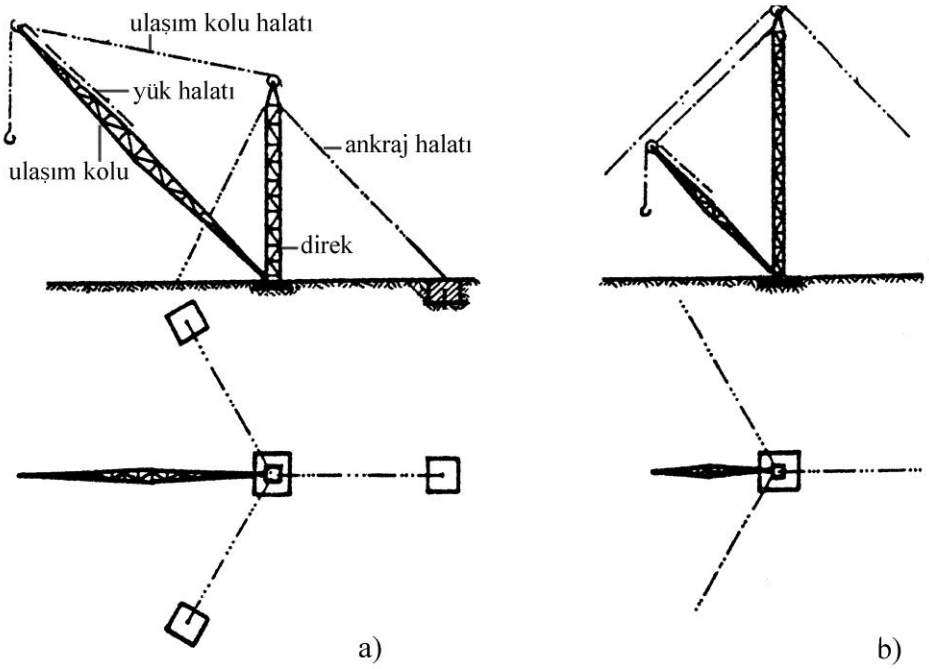
Şekil 3.29 Köprü vinç türleri a) ayaklı b) ayaksız

3.5.2.2 Direkli Vinç

Halatlarla zemine tesbit edilmiş vinç türüdür. Hareket olanağı kendi çevresi etrafında dönüşü ile sınırlıdır. 120^o ve 360^o dönebilen türleri vardır. Ankraj halatlarının montaj emniyeti açısından sakıncalar doğurması nedeniyle pek fazla tercih edilmeyen bir türdür.

Direkli vinci oluşturan elemanlar şunlardır: kaldırma vinci, ulaşım kolu, ulaşım kolu vinci, direk, ankraj halatı. Direkli vincin hareket etme şekli şöyledir: [24, sf.79]

- kancayı kaldırıp indirme hareketi
- ulaşım kolunu direk etrafında döndürme hareketi (ulaşım kolu iki ankraj halatı arasında kaldığı zaman dönüş 120^o ile sınırlıdır, ulaşım kolu direğe nazaran kısa olduğu zaman ankraj halatlarının altından geçebilmektedir, bu durumda 360^o dönme olanağı oluşmaktadır) (şekil 3.30)
- ulaşım kolunu yatırıp kaldırma hareketi



Şekil 3.30 Direkli vinç türleri a)120^o dönebilen b)360^o dönebilen

3.5.2.3 Kule Vinç

Kule vinçler şantiyelerde kaldırma, taşıma ve yükleme ekipmanı olarak görev yaparlar. Genel olarak üç ana üniteden oluşurlar; alt yapı, kule, kule üzerinde yer

alan yük taşıma kancasının bağlı olduğu yatay kol. Bir kule vinç tanımlanırken fonksiyonel özellikleri ve taşıma kapasitesi ile ilgili bilgiler verilir. Örneğin; 40 m yükseklikte, 40 m kol açıklığında 2,5 ton kapasiteli, düz rayda gider gibi. [25, sf.210]

Kule vincin hareket etme şekli şöyledir: [24, sf. 82]

- yürüme hareketi
- üst kısmı döndürme hareketi
- ulaşım kolunu yatırıp kaldırma hareketi
- kancayı kaldırıp indirme hareketi

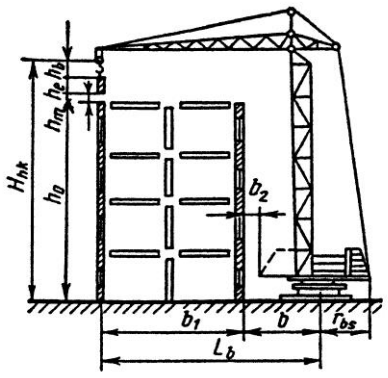
Kule kreynin taşıması istenen yük şu formülle hesaplanır: [26, sf. 274]

$$m_{cr} = m_c + m_s \tag{3.1}$$

m_{cr} : vincin yük kaldırma kapasitesi, t

m_c : montajı yapılacak en ağır bileşen, t

m_s : askı elemanlarının ağırlığı



Şekil 3.31 Vinç tipini belirleyen parametreler [26, sf. 275]

Bileşen montajı için gereken minimum kanca yüksekliği şu formülle hesaplanır: [26, sf. 275]

$$H_{hk} = h_o + h_m + h_e + h_b \tag{3.2}$$

H_{hk} : gerekli kanca yüksekliği, m

h_o : zemin kotundan bileşenin montaj kotuna kadar olan yükseklik, m

h_m : bileşenin montajı esnasında montajı yapılmış diğer bileşenlerin üzerinden geçirilirken gerekli olan emniyet yüksekliği (0,5 m)

h_e : bileşenin yüksekliği, m

h_b : askı elemanlarının yüksekliği, m

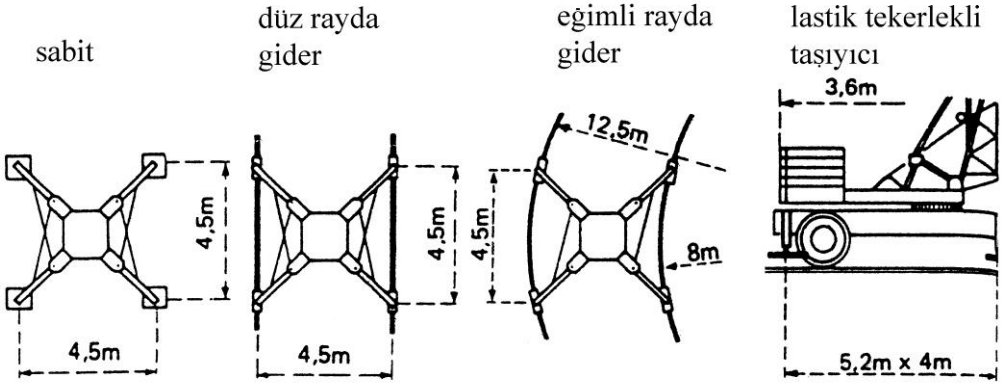
Kule vinç kancasının hizmet etmesi gereken minimum uzaklık şu formülle hesaplanır: [26, sf. 275]

$$L_b = b + b_1 \tag{3.3}$$

b: vincin dönüş ekseni ile vince en yakın duvar paneli arasındaki mesafe, m

b_1: vince en yakın olan duvar panelinin dışı ile, vince en uzak duvar panelinin orta aksı arasındaki mesafe, m

Kule vinçlerde altyapı genel olarak üç tipte olur. Vincin direkt zemine bağlı olduğu tipler sabit vinçlerdir. Ayrıca makaralı bir araba vasıtasıyla düz yada eğimli rayda giden ve lastik tekerlekli taşıyıcı tipleri vardır. (şekil 3.32)



Şekil 3.32 Kule vinçlerde alt yapı olasılıkları

Kule vinçlerin maksimum taşıma kapasitesi kancanın kuleye en yakın olduğu yerdedir. Ancak fonksiyonel kapasite kol ucundaki taşıma kapasitesidir.

Kule vinçler çalışma sistemleri itibariyle ikiye ayrılırlar: [25, sf. 212]

- üstten dönmeli
- kendi kendini kuran

- Üstten Dönmeli Kule Vinçler

Bu vinçlerin kurulması için yardımcı bir ekipmana ihtiyaç vardır. Bu ekipman genelde mobil vinçtir. Dönme hareketi üstte olur ve sadece kol döner. Alt yapı ya sabit şekilde zemine bağlanır yada tekerlekli taşıyıcı vasıtasıyla düz veya eğimli ray üzerinde hareket eder. Genellikle 50 m'ye kadar olan vinçler beton yada sert zemine monte edildiklerinde herhangi bir bağlantı olmadan serbestçe çalışabilirler. Bağlantı yapılarak vinç teorik olarak sınırsız yükseklikte çalışabilir. Ancak 60 m'yi geçen kulelerde vincin binaya bağlanması gerekir. Üstten dönmeli vinçlerde kulenin yükselmesi tırmanma sistemi ile gerçekleşir. [25, sf. 212]

- Kendi Kendini Kuran Kule Vinçler

Bu vinçlerin kurulup sökülmesi için ilave yardımcı ekipmana ihtiyaç yoktur. Çok kısa sürede kurulup sökülebilirler. Dönüşler kule ve kolun birlikte dönmesi ile olur. Alt yapı düz yada eğimli rayda veya lastik tekerlekli bir taşıyıcı üzerinde olabilir.

Bu vinçlerin kule yüksekliği ve kol boyları sınırlıdır. Birkaç saat içerisinde kurulup sökülebilmeleri ve sık sık yer değiştirebilmeleri olumlu özellikleridir. Lastik tekerlekli olan modelleri ray hattı sınırlaması olmadan çalışma imkanına sahiptir.

3.5.2.4 Mobil Vinçler

İnşaat endüstrisinde mobil vinçler çabuk yer değiştirebilme, bozuk arazilerde de çalışabilme özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılırlar.

Mobil vinci oluşturan elemanlar şunlardır: [24, sf. 79-82]

- alt kısım (palet şeritli veya lastik tekerlekli)
- üst kısım (vinçlerin ve kumanda yerinin bulunduğu yer. Alt kısım üzerinde 360^{o} dönebilir)
- ulaşım kolu (genelde kafes kiriş biçimindedir, ulaşım kolu vinci sayesinde yatırılıp kaldırılabilir)

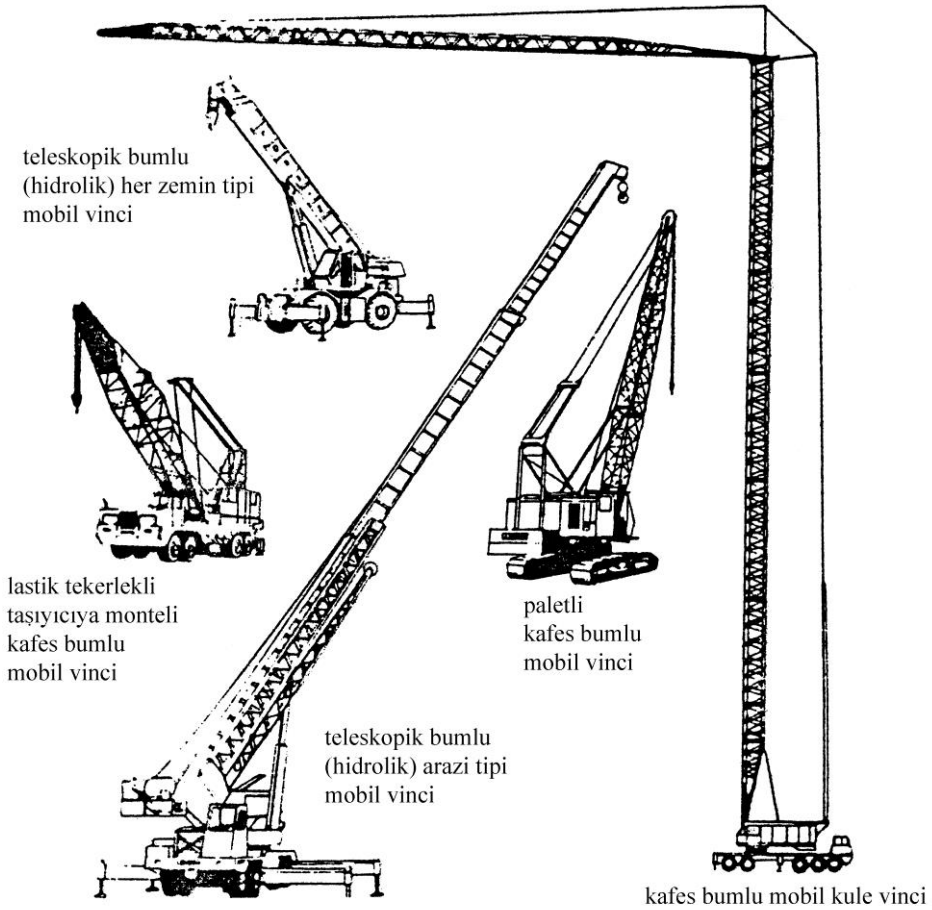
Mobil vinçler şu hareketleri yaparlar: [24, sf. 82]

- yürütme hareketi
- üst kısmı döndürme hareketi
- ulaşım kolunu yatırıp kaldırma hareketi

- kancayı kaldırıp indirme hareketi

Mobil vinçler bum (ulaşım kolu) yapılarına göre iki sınıfta değerlendirilebilirler: [24, sf. 219] (şekil 3.33)

- kafes bumlu vinçler
- teleskopik bumlu (hidrolik) vinçler

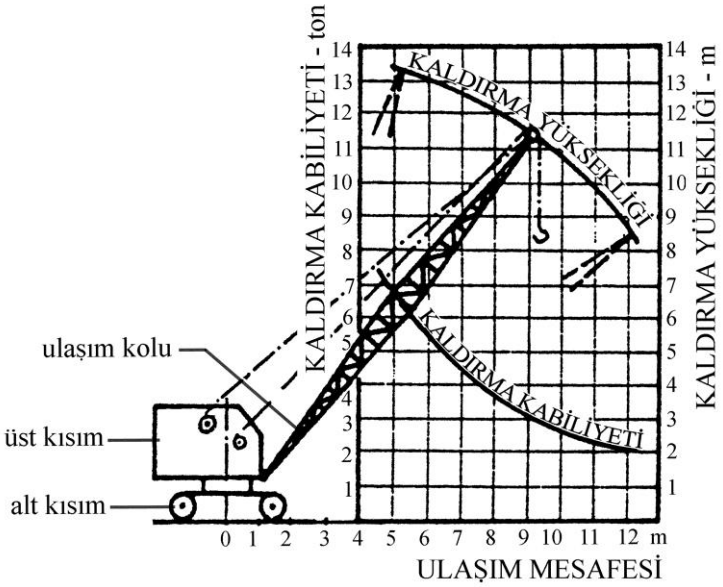


Şekil 3.33 Mobil vinç türleri [25, sf. 218]

Kafes bumlu vinçler daha çok ağır yüklerin kaldırılması ve uzun bum boylarından dolayı yüksek yapılarda kullanılır. Bu vinçlerin kapasitesi 30 ile 300 ton-metre arasındadır.

Kafes bumlu vinçler iki ana üniteden oluşur. Taşıyıcı ünite ve bum. Taşıyıcı üniteye aynı zamanda vinç de denir. Taşıyıcı ünite lastik tekerlekli veya paletli olabilir.

Kaldırma ünitesi mekanik veya hidrolik güç ile tahrik edilir. [25, sf. 220]



Şekil 3.34 Mobil vinç taşıma ve kaldırma kapasiteleri [24, sf. 81]

Teleskopik bumlu vinçler özellikle bozuk arazide yapılan çalışmalarda büyük avantaj sağlar. Teleskopik mobil vinçler taşıma sistemlerine göre şu şekilde sınıflandırılır:

- arazi vinçleri
- her zemin vinçleri
- paletli vinçler

Çabuk yer değiştirme özelliklerinden dolayı bozuk arazilerde ve şantiye içerisinde çok sık yer değiştirmeyi gerektiren dağınık çalışma yapılan projelerde arazi vinçleri kullanılır. Her zemin vinçleri hem şantiye içinde hem de karayollarında seyredebilecek şekilde dizayn edilirler. Bozuk arazide ve çok ağır yüklerin taşınması gereken projelerde paletli vinçler kullanılır.

Bir teleskopik mobil vinç genel olarak iki üniteden oluşur: taşıyıcı ile hidrolik tahrikle çalışan teleskopik bum.

Vinç çalışırken yan destek ayakları açılır. Ayakların yana ve aşağıya açılıp kapanma hareketleri genellikle hidrolik güç ile olur.

Teleskopik vinçlerde makinanın kaldırma kapasitesine etki eden faktörler; bum ve halat sisteminin mukavemeti, bum açısı, uzunluğu ve yüksekliğidir. [25, sf. 222-224]

3.5.3 Kaldırma ve Askı Elemanları

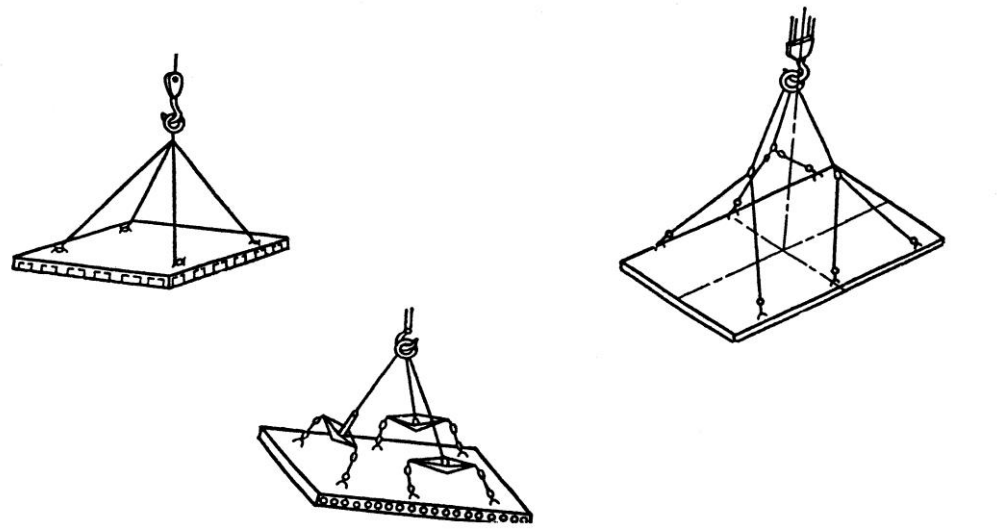
Panellerin vinçler ile taşınmasında şu yöntemler uygulanır: (şekil 3.36)

- sıkıştırma (örneğin kıskaçlar)
- alttan tutup kaldırma (örneğin çatal ve paletler)
- bileşenlerde imalat sırasında bırakılan delik veya halkalardan tutarak (çelik halat veya travers)

Prefabrike bileşenlerin taşınma ve montaj şekli önceden belirlenerek, üretim sırasında taşıma noktalarında halkalar veya delikler düzenlenir.

Çubuksu bileşenler iki noktadan, düzlemsel bileşenler dört veya daha fazla noktadan asılarak taşınır.

Düzlemsel bileşenlerin taşınma olasılıkları şekil 3.35'te örneklenmiştir.

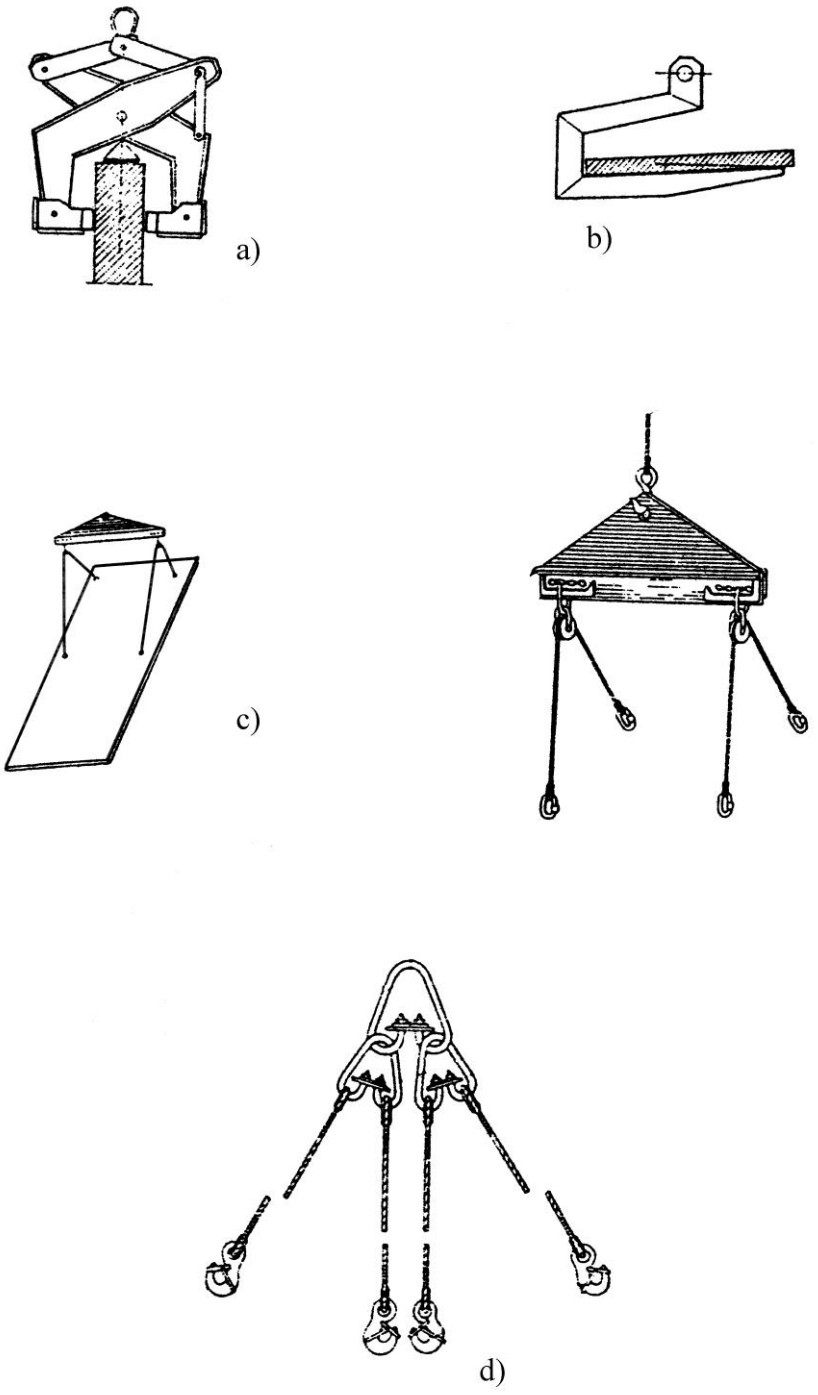


Şekil 3.35 Düzlemsel bileşenlerin taşınma biçimi [26, sf. 287]

3.5.4 Ayarlama ve Destekleme İşlemleri

Ayarlama işlemleri için iki olasılık söz konusudur:

- montajdan sonra bağlantı noktasının içinde kalan
- montajdan sonra bağlantı noktasından çıkarılan

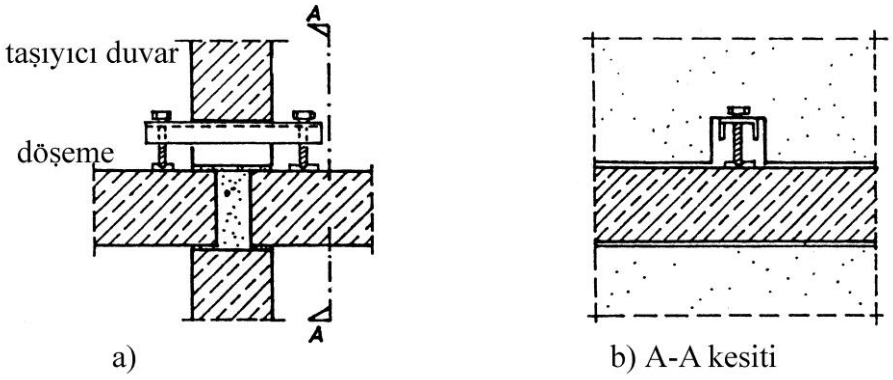


Şekil 3.36 Askı elemanları a)kıskaç b)çatal şeklindeki eleman c)travers d)çelik halatlı askı

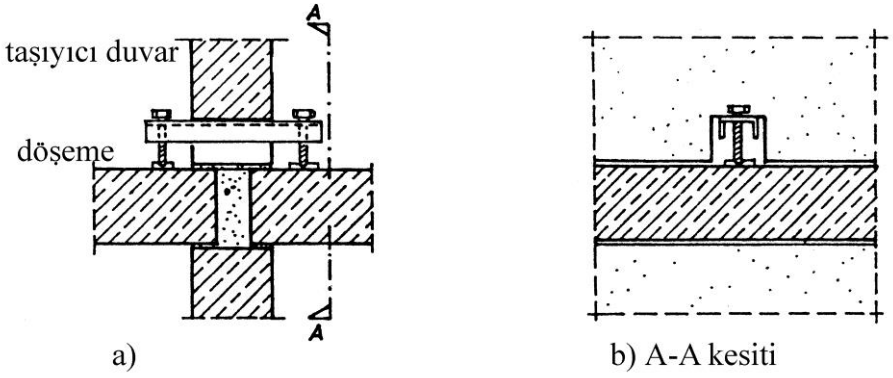
Bileşenlerin montaj aşamasında, projede öngörülen konumlarına yerleştirilebilmeleri için, x-y-z düzlemlerinde kaydırılmaları veya döndürülmeleri gerekebilir. Bu işlemler ayarlama olarak tanımlanır.

Bulonlu uygulamalar bu işlemler için en uygun çözüm yolu olmaktadır. Bunun nedeni, bulonların hem eksenel oturma sağlanmasına hem de düşey yönde yükseklik için ince ayar yapılmasına olanak vermesidir.

Bu uygulama türünde, paneller alttaki panelden çıkan bulonlara oturtulur. Ayarlama işlemleri yapıldıktan sonra beton dökülür. (şekil 3.37)



Şekil 3.37 Montajdan sonra bağlantı noktasında kalan bulonlu uygulama [21, sf. 101]



Şekil 3.38 Montajdan sonra bağlantı noktasından çıkarılan ayar pabuçlu uygulama [21, sf. 102]

"Ayar pabuçları" ile yapılan bağlantı türünde, ayarlama elemanı beton sertleştikten sonra çıkartılır. Ancak bu uygulama eksenel oturma için yeterli olamamaktadır.

Ayarlama ve destekleme işlemleri için kullanılan birbaşka uygulama teleskopik ayar elemanlarıdır. Teleskopik destekler hem devrilmeyi önler hem de düşeyliği ayarlar.



Şekil 3.39 Teleskopik destek [26, sf. 315]

Panel bileşenlerin yan kenarlarında düzenlenen çeşitli öğeler yardımıyla da ayarlama yapılabilir.

3.6 Tartışma ve Sonuç

Panel sistemler büyük üretim serileri için en uygun yapım yöntemleridir. Fabrika üretiminin tüm olanaklarından yararlanılabilir. Kalite kontrol etkin bir şekilde yapılabilir. Otomasyona uygundur. Taşıyıcılık ve bölücülük işlevlerine aynı anda yanıt verebilirler. Üretim hızı ve montaj kolaylığı ile yapım ekonomisi, kaliteli ve sağlam yapılaşma ile de işletme ve bakım ekonomisi sağlarlar.

Bitmişlik düzeyi yüksek olan elemanlar, şantiyede sadece montaj ve minimuma indirilmiş ince işler nedeniyle, endüstrileşmiş sistemlerden beklenen hızlı ve kaliteli üretimi sağlarlar.

Panel yapımında beton, metal, ahşap, pişmiş seramik bloklar, plastik gibi malzemeler kullanılabilir. Beton, statik, termik ve akustik gereklere diğer malzemelerden daha iyi cevap verebilmesi nedeniyle en çok tercih edilen malzemedir.

Üretilen ürünlerin ekonomik olarak etkin olabilmeleri için bileşen sayısının minimize edilmesi gerekir. Büyük panel sistem için bu sayı 20-40 bileşen/konut' tur. Bileşen

sayısını sınırlayabilmek, standartlaşma ve modüler koordinasyon ilkelerinin üretime uygulanması ile mümkün olur.

Panel sistemi oluşturan yapı bileşenleri şunlardır:

- temeller
- döşeme panelleri
- duvar panelleri
- özel işlevli paneller

Panel sistemlerin statik düzenleme olasılıkları şunlardır:

- Uzun eksene dik yer alan panellerle oluşturulan taşıyıcı sistemler
- Uzun eksene paralel yer alan panellerle oluşturulan taşıyıcı sistemler
- Her iki doğrultuda yer alan panellerle oluşturulan taşıyıcı sistemler

Her iki yönde yer alan panellerin taşıyıcı olduğu sistemler, deprem yükleri altında diğer sistemlere göre daha dayanıklıdır.

Panellerin üretimi fabrikada veya şantiyede gerçekleşebilir. Bileşenlerin fabrikada üretilmesi taşıma ve depolama sorunları doğurur. Bunun yanında makinalaşma düzeyi yüksek olduğu için, daha kaliteli ürün elde etme olanağı vardır.

Paneller yatay veya düşey şekilde üretilebilirler. Yatay üretimde kalıp masaları ray üzerinde hareketli veya sabittir. Düşey üretimde en gelişmiş yöntem bateri kalıplardır.

Panel bileşenlerin fabrikadan şantiyeye taşınmalarında en çok tercih edilen sistem karayoludur. Bunun nedeni ise diğer taşıma alternatiflerinin, fabrika ile şantiye arasında direkt bağlantı sağlayamaması, süreç içerisinde ara taşıma işlemlerine gerek duyulmasıdır. Taşıma araçlarının olanakları, yol şebekesinin durumu ve trafik yönetmelikleri bileşen boyutlarını sınırlayıcı etkenlerdir.

Panellerin montaj işlemlerinde, köprü vinç, direkli vinç, kule vinç ve mobil vinç kullanılabilir. Vinç seçiminde, en büyük panel bileşenin ağırlığı gözönüne alınır.

4. ENDÜSTRİLEŞMİŞ BİNADA TASARLAMA SÜRECİ GENELLİKLERİ

4.1 Yapımda "Sistemleştirme" Özellikleri

Mimarlıkta tasarlama, girdileri çok fazla olan, karmaşık bir süreçtir. Toplum yapısındaki değişiklikler, bilgi ve değer sistemlerindeki gelişmeler zamanla bu süreci daha da karmaşıklaştırmaktadır. Bu karmaşık sürece hakim olabilmek için çözümleyerek, sistemleştirme yoluna gidilmiştir. Sistemleştirme çabaları, tasarlamayı zihni ve sezgisel olmaktan çıkarıp, sistemli açık ve mantıklı olmaya yöneltmek amacındadır. Endüstrileşme ve buna bağlı olarak kitlesel ön üretim, tasarlama sürecinin daha da tanımlanır olmasını gerektirmektedir.

A.D.Hall' e göre, yapı üretim sürecinin sistemleştirilmesi, "çağımız sorunlarının gittikçe karmaşıklaşmasının, sorun ölçeklerinin çok büyümesinin ve ihtiyaçların eskiden düşünülemeyecek mertebelere ulaşmasının" sonucudur.

Endüstrileşmenin doğurduğu kitlesel ön üretim beraberinde tipleşme ve standartlaşmayı getirmiş, üretimde "arz – talep" dengesinin gözetilmesini zorunlu kılmıştır. Bu durumun sağlanabilmesi karar verme sürecinin bir bütünlük içinde yapılmasına bağlıdır. Karar verme ve değerlendirme işlemlerinin tanımlanabilir, tekrarlanabilir olması, yanlış karar alma olasılığının en aza indirgenmesi "sistemleştirme" çabalarının en önemli özellikleridir.

Sistemci yaklaşımda, problemler bütün boyutlarıyla çözümlenmekte ve kararlar bir sistem bütünlüğü içinde ele alınmaktadır. Bu sürecin geleneksel yapım yöntemleriyle üretimden farkı, problem alanlarıdır. Endüstrileşmiş yapım yöntemleriyle üretimde, nakliye, montaj, boyutsal koordinasyon gibi problemler ortaya çıkmaktadır. Tasarlayıcı biçim, fonksiyon, taşıyıcı sistem gibi sorunların yanında, eleman üretimi, nakliye, montaj gibi endüstrileşmiş yapım sistemlerine özgü sorunlarla da karşı karşıyadır.

Yapımda sistemci tasarlama yaklaşımları üç alanda uygulama olanağı bulur: [27, sf. 38]

- dizayn stratejisi olarak; sınırlı kaynaklarla daha çok yapıyı, daha kısa sürede ve daha iyi nitelikte yapmaya ilişkin büyük ölçek sorunların çözümünde, çok çeşitli ve karmaşık parçalardan oluşan yapma çevrelerle ilgili kararların alınmasında,

- inceleme stratejisi olarak; yapma çevrenin, yapıların ve yapım sürecinin değişik ölçeklerdeki çeşitli davranışlarını anlamak ve bu davranışların nedenlerini kavrayabilmek amacıyla,

- üretim stratejisi olarak; bir yapının veya yapım sürecinin bütünüyle bir sistem oluşturacak yönde düşünülmesi ve alt sistemlerinin bu anlayış çerçevesinde üretilmesi veya geliştirilmesi amacıyla.

Bina yapımında endüstrileşme, teknik bir sorun olmaktan öte, organizasyon ve yönetimde bilimsel yöntemlerin uygulanmasını gerektiren, araştırma ve geliştirme çalışmalarının sistematik kullanımını zorunlu kılan bir süreç olma durumundadır.[28, sf.12]

4.2 Endüstrileşmiş Bina Tasarımında Süreç Nitelikleri

Endüstrileşmiş bina tasarlama sürecinde iki alternatif bulunmaktadır:

- mevcut bir sisteme bağlı olarak tasarlama

- yeni bir sistem geliştirme ve bu sistemin elemanlarıyla tasarlama

4.2.1 Mevcut Bir Sisteme Bağlı Olarak Tasarlama

Tasarlayıcı, yapısal detayları belirlemek yerine, ürününü mevcut bir sisteme göre geliştirir. Kullanıcı gereksinmelerini analiz eden tasarımcı, mevcut ürünler içerisinden kendisine maksimum faydayı sağlayacak olan ürünü seçer.

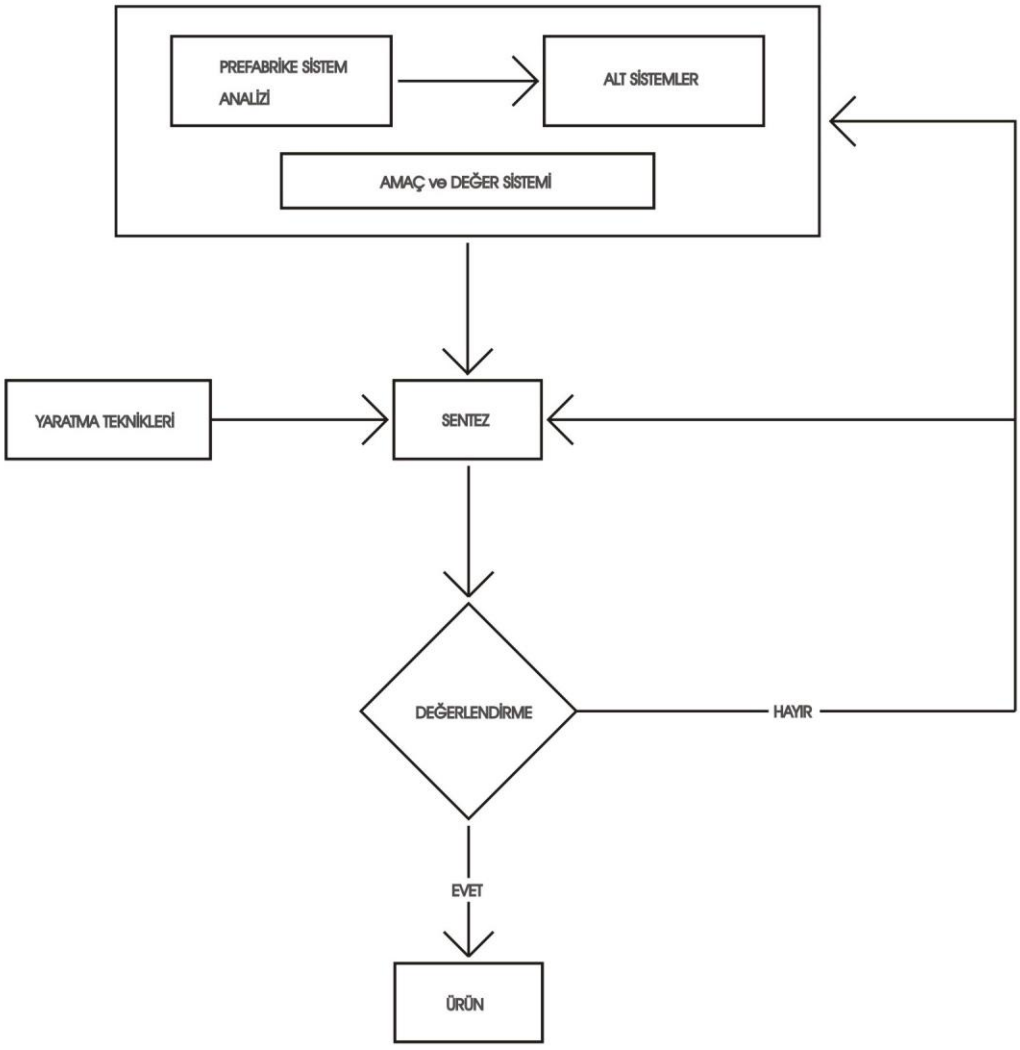
Geleneksel sistemlerle gerçekleşen tasarım süreci ile mevcut bir prefabrike sisteme bağlı tasarım süreci arasındaki fark, yapım teknikleri ve yapım sürecindedir. Örneğin elemanların üretilmesi ve biraraya getirilmeleri süreci her iki sistemde de farklıdır. Prefabrike elemanların bir işlevi yerine getirebilmeleri için birleşimleri ile geleneksel sistemlerle uygulanan duvar ya da döşeme elemanlarının birleştirilmeleri farklı süreçlerdir.

Mevcut bir prefabrike sistemle tasarlama sürecinin genel akış şeması şekil 4.1'de verilmiştir. Mevcut bir sisteme bağlı olarak yapılan tasarımın avantajı, sistemin daha

önce denenmiş olmasıdır. Bu sayede sistemin zayıf ve güçlü yönleri, sürecin başında veri olarak elde edilmiştir.

Bu tür tasarlama süreci gelişmekte olan ülkelerde, bizim ülkemizde de olduğu gibi, çok fazla uygulama olanağı bulmuştur. Teknolojilerini kendi ülkelerinde kullanma olanağı kalmayan gelişmiş ülkeler, yapım sistemlerini gelişmekte olan ülkelerde kullanma yoluna gitmişlerdir.

Bu tür bir uygulamada, kullanılanacak olan yapım sisteminin özellikleri irdelenerek, ülke koşullarına göre gerekli olan değişikliklerin yapılması, sistemin başarısı açısından zorunlu olmaktadır. Yöresel endüstri olanakları, coğrafi koşullar, iklim, ulaşım gibi etmenler, kullanılacak olan sistemde bazı değişikliklerin yapılmasına neden olabilir.



Şekil 4.1 Mevcut bir prefabrike sistemle tasarlama sürecinin genel akış şeması [29, sf.30]

4.2.2 Yeni Bir Sistem Geliştirme ve Bu Sistemin Elemanları ile Tasarlama

Ülke kaynaklarını ve teknolojik olanaklarını en verimli şekilde kullanarak, sosyal amaçlara en iyi cevap veren sistemi oluşturmak, bu tür bir tasarım yaklaşımı ile olanaklıdır.

Böyle bir süreç bilimsel araştırmalar, disiplinlerarası çalışma gerektirir. Bu çalışmalar farklı düzeylerde ele alınabilir: [28, sf.44]

- ulusal düzeyde yapı üretim organizasyonu
- firma düzeyinde yapı üretim organizasyonu
- proje düzeyinde yapı üretim organizasyonu

Ulusal düzeyde sistem geliştirme çalışmaları, çeşitli kamu kuruluşları ve üniversiteler kapsamında olmaktadır. Ülke koşullarına en iyi uyum sağlayacak olan sistemin geliştirilmesi böyle bir çalışma ile mümkün olabilecektir.

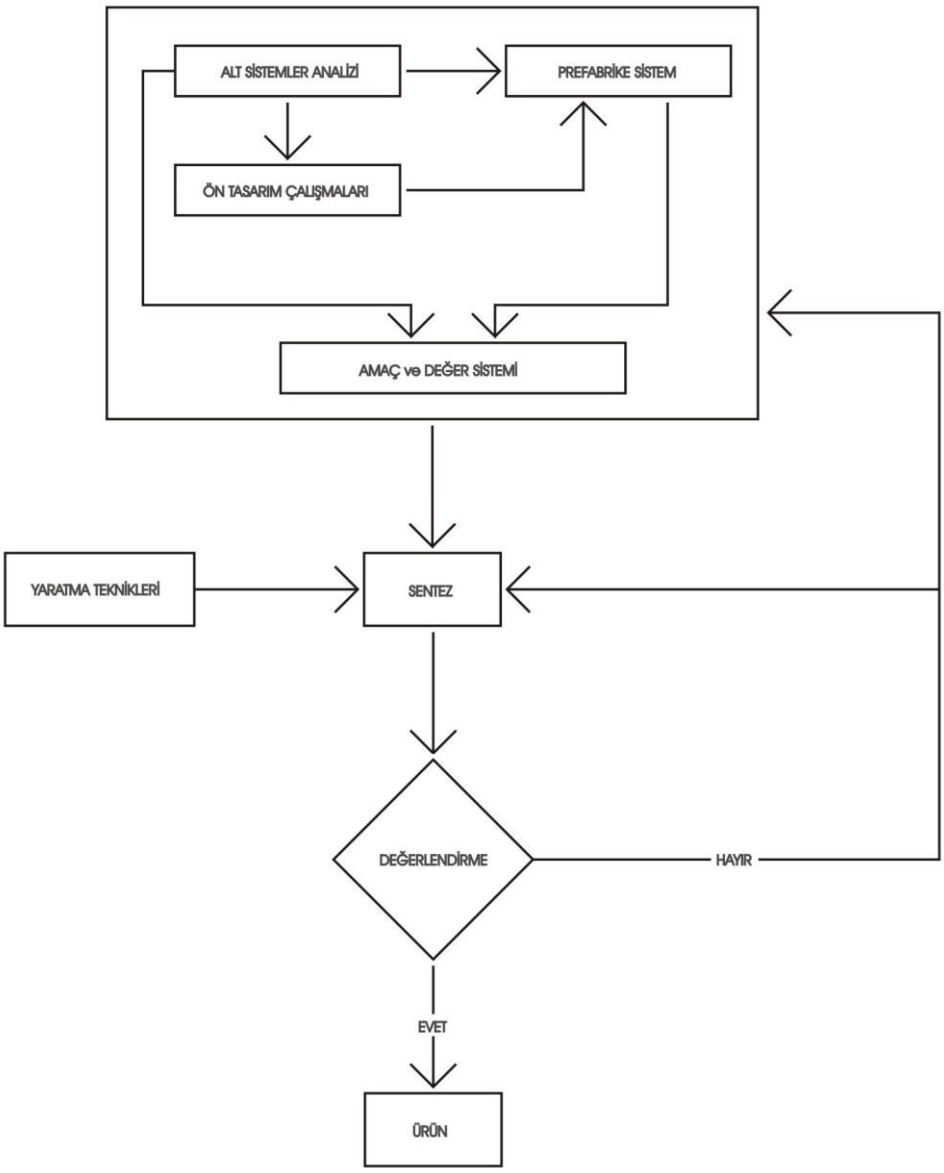
Firma düzeyinde yapılan çalışmalarda, firma oluşturulan sistemin üretim ve pazarlamasını da gerçekleştirir.

Karşılanması gereken gereksinmelerin toplu üretime elverişli olduğu durumlarda, ulusal ve firma düzeyinde oluşturulan sistemler ile ilişki kurularak, proje düzeyinde sistem geliştirilmesi söz konusu olabilir. Böyle bir çalışma, yerel yönetimler öncülüğünde "İzmit Yeni Yerleşmeler" projesinde yapılmıştır.

Sistem geliştirme sürecinde iki aşama vardır; prefabrike sistemin geliştirilmesi, geliştirilen sistem ile ürün elde etme. (Şekil 4.2)

Prefabrike sistem geliştirme çalışmalarının başarıya ulaşabilmesi için, uç üründen elde edilmek istenen performans kriterlelerinin iyi tanımlanmış olması gerekir. Bu kriterler kapalı ve açık sistemlere göre farklılık gösterebilir.

Mevcut bir sistem ile tasarlamada, kullanılacak olan teknoloji ön veri niteliğinde varolduğu için, oluşturulacak olan mekanın fiziksel ve işlevsel özelliklerini belirlemede sınırlayıcı niteliktedir. Sistem geliştirme çalışmalarında ise mekanın fiziksel ve işlevsel özellikleri, oluşturulacak olan sistemin özelliklerini belirler.



Şekil 4.2 Prefabrike sistem geliştirme ve geliştirilen sistemin elemanları ile tasarlama [29, sf.31]

4.3 Endüstrileşmiş Bina Üretim Yaklaşımları

Endüstrileşmiş binada, teknik, ekonomik ve organizasyonel özellikleri açısından üretim yaklaşımları şu şekilde sınıflandırılabilir: [30, sf.37]

- program ve model yaklaşımını karakterize eden kapalı sistemler
- bileşen yaklaşımı karakterize eden açık sistemler
- yarı açık sistemler

Yapı üretim sistemlerinin, “kapalı ve açık sistemler” biçiminde sınıflandırılması, kullanıcı, tasarlayıcı, üretici ve inşaatçı arasındaki ilişkileri ve gerekli bilgi akışı organizasyonunun ortaya konmasında bir başlama noktası olarak ele alınabilir. [13, sf.39]

4.3.1 Kapalı Sistemler – Program Yaklaşımı

Yapı sistemini oluşturan alt sistemler ve bileşenler, tasarlanacak olan binaların mekansal özelliklerine göre boyutlandırılır. Bileşenlerin üretimi ve montajı sistemin sahibi olan firma tarafından yapılır. Sistem üretimi, sipariş üzerine oluşan talebe bağlı olduğu için, “sipariş sistemler” olarak da adlandırılır.

Bu sistemler teknik ve ekonomik anlamda kapalıdır. Çünkü sistemi oluşturan elemanlar belirli bir firma tarafından üretilir ve standart yapı ürünleri olarak üretilmiş, katalog üzerinden faydalanılabilir durumda değildir. Diğer firmalar tarafından üretilen bileşenler ile değiştirilebilme ve rekabet edebilme olanağı yoktur.

Bu sistemler çerçevesinde karşı karşıya kalınan tasarlama durumları şunlardır:

- belirli bina tipolojileri için sistem tasarlanması
- belirli bina tipolojileri için tasarlanmış sistemden hareket ederek tasarlama
- tasarlanan bina ile birlikte sistem geliştirilmesi

4.3.1.1 Belirli Bina Tipolojileri İçin Sistem Tasarlanması

Sistem bir firma tarafından bir veya birkaç bina tipolojisi (ör: konut, okul, hastahane) için tasarlanır. Tasarlama aşamasında binaların kullanıcısı ve yer alacağı fiziksel çevre belirsizdir. Binaların kendisi değil, “yapım sistemi” tasarlanır.

Tasarım sonucunda sistem aşağıdaki nitelikleri ile tanımlanmış olur: [30, sf.40-41]

- yapısal kuruluş prensibi ve taşıyıcılık niteliği
- uygulama alanları ve olanak sınırları
- sistem bileşenlerine ilişkin fiziksel, fonksiyonel ve performans karakterleri
- alt sistem ve bileşenlerinin birleştirilmesine ilişkin özellikler ve tolerans değerleri
- modüler koordinasyon düzeni veya sistem geometrisi

- genel esneklik nitelikleri
- özel kullanım olanakları
- sistemin uygulama koşulları
- sisteme ilişkin maliyet özellikleri

4.3.1.2 Belirli Bina Tipolojileri İçin Tasarlanmış Sitemden Hareket Ederek Tasarlama

Sipariş olarak üretilecek binaların, tasarlanmış bir sistemden hareket ederek oluşturulması söz konusudur. Binalara ilişkin kullanıcı özellikleri, fiziksel çevre koşulları tanımlanmıştır.

Tasarım aşamasında ilk adım sistem seçimidir. Karşılanması gereken ihtiyaçlara göre tanımlanmış amaçlara en uygun sistem seçilir. Bu sistemin olanakları ve kısıtlamaları çerçevesinde optimum çözüme ulaşılır.

4.3.1.3 Tasarlanan Bina ile Birlikte Sistem Geliştirilmesi

Geliştirilecek olan sistem, ihtiyaçlar belirlenmiş, amaçlar ve fiziksel çevre koşulları tanımlanmış bina veya binalar grubu için geçerlidir.

Sistem geliştirme süreci tasarlama süreci ile paralel devam eder ve son bulur.

4.3.2 Kapalı Sistemler - Model Yaklaşımı

Tek bir firma tarafından üretilen, kendi aralarında biraraya getirilmek üzere tasarlanmış bileşenlerdir. Belirli tipolojideki binaların üretilmesi için gereken bütün bileşenler firma tarafından üretilir. Bu özellikleri ile modeller, hem teknik hem de ekonomik olarak kapalıdır.

Standartlaştırılmış program çerçevesinde, binalar farklı yerlerde, farklı kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, gerekirse küçük değişiklikler yapılarak, uygulanırlar.

Bu sistemler çerçevesinde karşı karşıya kalınan tasarlama durumları şunlardır:

- modelin tasarlanması
- modeli kullanarak tasarlama

4.3.2.1 Modelin Tasarlanması

Modelin tasarlanmasında program yaklaşımında geçerli olan iki tasarım alternatifinden biri kullanılacaktır:

- mevcut bir sistemle model tasarlanacak
- modelin tasarımı ile birlikte sistem geliştirilecek

Sürecin başında kullanıcılar belli olamadığı için, amaç sistemi oluşturulurken farklı kullanıcı gereksinmeleri göz önüne alınacaktır. Tasarımı tamamlanmış bir modelin özellikleri, modelleri kullanarak yapılan tasarlama aşamasında veri oluştururlar.

4.3.2.2 Modelleri Kullanarak Tasarlama

Tasarım aşamasında ilk adım modelin seçimidir. Kullanıcı ihtiyaçları ve amaçları ile model özellikleri karşılaştırılarak, en uygun sistem seçilecektir. Mevcut arsa verileri, ulaşım olanakları da sistemin seçimi için önemli kriterlerdir.

Model seçimi yapıldıktan sonra, genel yerleşme verileri, ulaşım ve montaj özellikleri ve model niteliklerine uygun olarak uygulama yapılır.

4.3.3 Açık Sistemler - Bileşen Yaklaşımı

Yapım sistemini oluşturan bileşenler, sektör içinde yer alan firmalar tarafından üretilir ve kataloglarla satışa sunulur. Özel talep planlamasına ihtiyaç yoktur, ancak farklı firmalar tarafından üretilen bileşenlerin biraraya getirilebilmesi için, bazı uzlaşma kurallarının varlığı gerekir. Bileşen yaklaşımı "açık sistem" olarak karakterize edilir.

Kapalı olarak nitelendirilen program ve model yaklaşımı ile, açık sistemler arasındaki fark, tasarlama süreci ile üretim ve montaj süreçlerinin birbirinden ayrılmasıdır.

Bileşen yaklaşımı, yapı endüstrisinin, diğer endüstrilerde olduğu gibi, ihtisaslaşmasını amaçlamaktadır. Bu ihtisaslaşma üç farklı alanda gerçekleşir: [30, sf. 48]

- Üretim: Bileşenlerin birbirleriyle uyumunu ve bileşenlerin ticarileştirilmesini ifade eder.
- Tasarlama: Pazar üzerindeki bileşenleri kullanarak binayı tanımlamayı amaçlar.

- Yapım: Tasarlanmış binanın yapı sistemini oluşturmak üzere seçilmiş bileşenleri satın alarak, şantiye üzerinde montajı gerçekleştirmeyi ifade eder.

Açık sistemde üretilecek bileşenler, şu özelliklere sahip olmalıdır: [30, sf. 49-51]

- Boyutsal koordinasyonu ve birleşmeleri düzenleyen "ortak uzlaşma" kurallarına uyma. Bu kurallar:

  grafik kuralları (ifade , haberleşme kuralları)

  geometrik uyumluluğu sağlayan genel kurallar (modüle,tipleştirmeye ve boyutsal koordinasyona ilişkin kurallar)

  genel kuralların farklı teknolojilere, üretim ve montaja uygulamalarına ilişkin özel kurallar (toleranslar, ek yerleri, düğüm noktaları, tespit vb. özelliklere ilişkin kurallar)

  kalite kuralları (bileşenlerin fiziksel niteliklerine ilişkin kurallar) ve kataloglar

  pazarların düzenlenmesine, sorumluluklara, garanti ve sigortalara ilişkin kurallar

- Üretim ve kullanım arasındaki bağımsızlık. Birbirlerinden bağımsız üreticilerin, bina içinde belirli bir fonksiyonu yerine getirmesi için üretilen bileşenler, özel bir projeden veya binadan bağımsız olarak üretilirler. Program ve model yaklaşımında ise bileşenler, belirli bir binanın belirli fonsiyonunu yerine getirmek için üretilir.

- Endüstriyel imalat

- Katalog üzerinden yaralanılabilirlik ve seçim özgürlüğü

- Stok üzerinden ve hızla yararlanabilir olma

- Basit ve hızlı bağlantı, montaj ve bitirmelerin sadeliği

Bu sistemler çerçevesinde karşı karşıya kalınan tasarlama durumları şunlardır:

- katalog bileşenlerini tasarlama

- katalog bileşenleri ile tasarlama

4.3.3.1 Katalog Bileşenlerini Tasarlama

Bileşen tasarımında tasarlayıcı için problem alanları, üreticinin ulaşmış olduğu teknoloji düzeyi, boyutsal koordinasyon kuralları, bina tipolojisine göre yerine getirilecek olan fonksiyondur.

Bileşenlerin performansı, binanın mekansal performansını etkiler.

4.3.3.2 Katalog Bileşenleri ile Tasarlama

Bu aşamada tasarlayıcı, kullanıcı ihtiyaçlarına göre, bileşenleri seçer ve bu bileşenlerle bina tasarımını gerçekleştirir.

Bu sistemin program ve model yaklaşımından farkı; program yaklaşımında tasarlayıcı bileşeni değil sistemi seçer, model yaklaşımında ise seçilen tasarımı bitmiş tip binadır.

Seçilen bileşenlerin biraraya getirilmelerinde, modüler koordinasyonun varlığı, mekanı oluşturmada sınırlayıcı etkendir.

4.3.4 Yarı Açık Sistemler

Tek bir tasarlayıcı tarafından belirli bir üretim teknolojisine bağlı olarak, sınırlı sayıda bileşen tasarlanır.

Katalog üzerinden yararlanılabilir olması sistemin açıklık özelliğidir. Belirli bir üretici ve onun teknolojisine bağımlı olması, başka firmalar tarafından üretilen bileşenlerle değiştirilememesi, sistemin kapalılık özelliğini oluşturur ve "yarı açık sistem" olarak nitelendirilmesinin nedenidir.

Bu sistemler çerçevesinde karşı karşıya kalınan tasarlama durumları şunlardır:

- sistemin tasarlanması
- sistemden haraket ederek tasarlama

4.3.4.1 Yarı Açık Sistemin Tasarlanması

Program yaklaşımının tasarlama sürecine ait özellikler, bu sistem için de geçerlidir. Ancak tasarlama aşamasında ortaya konan amaç sistemi içerisinde, açıklık kriterleri de yer almaktadır.

4.3.4.2 Yarı Açık Sistemden Hareket Ederek Tasarlama

Sistem tasarımı sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda, kullanıcı ihtiyaçlarına uygun mimari ürün oluşturulur.

Sistem bileşenlerinin boyutsal koordinasyon kurallarına uyması gerekliliği, sınırlayıcı etkendir.

4.4 Endüstrileşmiş Bina Tasarlama Aşamaları

"Prefabrike yapı tasarımı" problemi çözümündeki genel süreç aşamaları ve bu aşamalardaki eylemler aşağıda verilmiştir.

1. Hazırlık aşaması

- İhtiyaç programı geliştirme

program geliştirme stratejisinin belirlenmesi

karalı durum, tek program

kararsız durum, birden fazla program

programın fonksiyonel işlerlik açısından geliştirilmesi

programın binasal kuruluş açısından geliştirilmesi

bina ana kuruluş şemasının ortaya konması

büyüme ve değişme olasılıklarının belirlenmesi

programda normalizasyon

binasal kuruluş şeması

binasal kuruluş birimleri

binasal kuruluş grupları

binasal kuruluş grubu alternatifleri

gelişmiş programın ortaya konması

- Fonksiyonel kuruluş

temel fonksiyon şeması

detay fonksiyon şeması

kesin fonksiyon şeması

alansal leke şeması

2. Mimari plan kuruluşu araştırması

- Mimari plan kuruluşu sentezi
- Şematik tasarım
- Ölçekli tasarım
- Modüler tasarım
- Mimari plan kuruluşunda alternatifler

temel planda çözüm alternatifleri

büyüme alternatifleri

değişme alternatifleri

- Mimari plan kuruluşu sonuç çözümleri

3. Yapısal kuruluş araştırması

- Ön proje analizi

yapısal kuruluş araştırması

strüktürel yapı sistemi ön seçimi

- mevcut sistemler arasından seçim

- yeni yapı sistemi araştırması

malzeme ön seçimi

bireysel yapı elemanları tipi seçimi

düğüm noktası kararları

genel yerleşme olasılıkları etüdü

mimari planlamada modüler koordinasyon araştırması

- Ön proje belirleme
- Optimal proje araştırması

4. Mimari ön proje etüdleri

- Statik sistem araştırması

taşıyıcı sistem

sürekli sistem sorunu

yatay ve düşey birleşim noktaları

düşey yük, yatay yük etkileri sorunu

deprem yükü, donatı sorunu

şartname sorunu

- Yapım sistemleri araştırması

üretim sistemi etüdü

nakil sistemi etüdü

montaj sistemi etüdü

- Tesisat sistemleri araştırması

sıhhi tesisat sistemi seçimi

ısıtma tesisatı sistemi seçimi

elektrik tesisatı sistemi seçimi

diğer tesisat sistemleri (klima, anten vb.)

- Bazı yapı ve servis birimlerinin prefabrike hazırlanma olasılıkları

- Mimari planlamayı etkileyen sınırlamaların değerlendirilmesi ve mimari planlamaya entegrasyonu

seçilen yapısal kuruluş sistemi ile ilgili sınırlamalar

üretim sistemi ile ilgili sınırlamalar

nakil, montaj olanak ve gereçleri ile ilgili sınırlamalar

imar durumu ile ilgili mevzuat sınırlamaları

statik sistem ile ilgili mevzuat sınırlamaları

- Mimari detay sistemleri araştırması

5. Mimari kesin proje etüdleri

- Kesin proje ana plan kuruluşunun ortaya konması
- Bileşen planlamasında modüler koordinasyon araştırması
- Toleransların belirlenmesi
- Duvar planının ortaya konması
- Döşeme elemanları planının ortaya konması
- Kesin proje ana planının tamamlanması
- Statik hesapların hazırlanması
- Birleşim noktaları çözüm geliştirme – kesin etüt
- Birleşim elemanları detay etütleri
- Tesisat projeleri ve detayları
- Statik hesap ve projeler

6. Mimari uygulama projesi

4.5 Tartışma ve Sonuç

Geleneksel yapım sistemleri ile tasarım ve uygulama süreçleri ile endüstrileşmiş yapım sistemleri ile tasarım ve uygulama süreçlerine yaklaşım biçimleri farklıdır. Bunun temel nedeni kitlesel ön üretimdir. Geleneksel sistemlerden farklı olarak endüstrileşmiş sistemlerle tasarlama iki aşamada gerçekleşir:

- bina bütününü oluşturan bileşenlerin tasarımı
- bileşenlerin biraraya gelmesi ile oluşacak tüm binanın tasarımı

Bir başka anlatımla önce "parçaların" daha sonra "bütünün" tasarımı yapılır.

Tasarım sürecinde yapılacak olan bir hatanın katlanarak çoğalacağı bu tür bir üretim yönteminde, karar alma ve değerlendirme süreci mantıklı, tanımlanabilir ve tekrarlanabilir olmalıdır. Bu yöntem "sistemci" yaklaşımlarla mümkün olabilmektedir.

Endüstrileşmiş yapım sistemleri ile ürün elde etmede, üretim, nakliye ve montaj süreçlerinin geleneksel yapım sistemlerinden farklı olması, amaç sistemlerinin farklı oluşmasını sağlar. Endüstrileşmiş üretimin ekonomik yönden avantajlı olabilmesi için büyük üretim serilerinin yakalanması gerekliliği, tasarlama sürecinde standartlaştırma çalışmalarının yapılmasını gerektirir.

Bina yapımında endüstrileşme, yönetimde ve organizasyonda bilimsel yöntemlerin kullanılmasını gerektirir. Sistemin her yönden mükemmel işleyebilmesi için araştırma ve geliştirme çalışmalarına önem verilmelidir. Hazırlık çalışmaları, mimari plan kuruluşu araştırması, yapısal kuruluş araştırması, ön proje ve kesin proje çalışmaları ile uygulama aşaması organize edilmiş bir sürecin safhalarıdır.

Kullanılacak olan teknolojinin seçimi, elde edilecek olan ürünün verimliliğini etkileyeceğinden dolayı, sistem seçimi önemli bir sorundur. Bilgilerin doğru değerlendirilmesi, disiplinler arası, sistemli bir çalışma sürecinin sonunda mümkün olabilecektir.

Endüstrileşmiş yapım yöntemleri ile tasarlama sürecinde iki farklı yaklaşım söz konusudur:

- mevcut bir sisteme bağlı olarak tasarlama
- sistem geliştirme ve bu sistemin elemanları ile tasarlama

Mevcut bir sistem ile tasarlamada, sistem özellikleri, oluşturulacak olan mekanın fiziksel ve işlevsel özelliklerini belirlemede sınırlayıcı niteliktedir. Sitemi oluşturan bileşenlerin fiziksel ve boyutsal özellikleri belirlidir. Bu özellikler mekanın da özelliğini oluşturur. Sistem, içinde bulunulan coğrafi koşullar, toplumun sosyal yapısı, ülkenin teknolojik düzeyi, strüktürel kuruluş, birleşim noktaları, üretim, nakliye, montaj, depolama, malzeme gibi her türlü nitelikleri açısından analiz edilmeli, gerekirse bazı değişiklikler yoluna gidilmelidir. Deprem sorunu yaşamayan Orta ve Kuzey Avrupa ülkelerinde, çoğunlukla uygulanmış olan kaynaklı veya bulonlu birleşim türleri, Türkiye koşullarında başarılı olamayabilirler. Bu yüzden başka ülkelerde başarı ile uygulanmış olsalar da, her sistem ülkemiz koşulları açısından tekrar gözden geçirilmelidir.

Ülke olanaklarının optimum düzeyde kullanılması, ülke koşullarına uygun bir sistemin geliştirilmesi ile olanaklıdır. Oluşturulması düşünülen sistemin hizmet edeceği kullanıcıların özellikleri, ülkede ulaşılmış olan teknoloji düzeyi, ülkenin coğrafi özellikleri, ulaşım politikaları ve ulaşım ağının durumu, kullanılabilecek olan malzeme türleri, işgücü niteliği gibi pek çok unsur analiz edilerek elde edilecek olan veriler, sistemin özelliklerini belirlemede sınırlayıcı olacaklardır. Bu tür bir süreç bilimsel araştırmalar ile sağlıklı şekilde işleyebilir.

Endüsrtileşmiş bina üretim yaklaşımlarını karakterize eden sistemler şunlardır:

program ve model yaklaşımını karakterize eden kapalı sistemler

bileşen yaklaşımı karakterize eden açık sistemler

yarı açık sistemler

Her sistem farklı bir tasarlama süreci oluşturur. Sistem geliştirme çalışmalarında elde edilen veriler, tasarlama sürecinde oluşturulan ürün niteliklerini belirler.

Program yaklaşımında, bileşenler, bir firma tarafından bir veya birkaç bina tipolojisi için üretilir ve montajı yapılır. Programdan hareket ederek, yapım sistemi oluşturulur.

Model yaklaşımında, belirli tipolojideki binaların üretilmesi için gereken bütün bileşenler, bir firma tarafından üretilir. Modelden hareket ederek tasarlamada, tasarımı bitmiş tip binalar yapım sistemleri ile birlikte seçilir. Farklı takımlar tarafından tasarlanmış farklı modeller, aynı yerleşim planı içinde düzenlenerek, farklılık yaratılabilir.

Bileşen yaklaşımında, bileşenler farklı firmalar tarafından tasarlanır ve kataloglarda açık sistemler halinde satışa sunulur. Farklı bileşenlerin aynı yapı içeresinde biraraya getirilebilmeleri için, belirli uzlaşma kurallarına uyması gerekir.

Açık sistem olarak nitelendirilen bileşen yaklaşımı ile kapalı sistemlerin farkı, tasarlama süreci ile üretim ve montaj süreçlerinin birbirinden ayrılmasıdır.

Yarı açık sistem yaklaşımında bileşenler belirli bir firma tarafından sınırlı sayıda üretilir ve katalog halinde satışa sunulur.

5. PANEL SİSTEMLERLE TASARIM KURAMI ve TASARIM SORUNLARI

5.1 Tasarım Kuramı ve Tasarım Süreci

Bu bölümde panel sistemlerle konut üretiminde genel süreç aşamaları anlatılacak ve bu aşamaların analizleri yapılacaktır.

5.1.1 Hazırlık Aşaması

Bu aşama konut kullanıcılarının taleplerinden meydana gelebilecek bir problemin formüle edilmesidir. Tasarlamanın yönetilmesi ile ilgili çalışmalar yapılarak, kriterler ve sonuçta istenenler belirlenir.

Bu aşamaya İHTİYAÇ PROGRAMI GELİŞTİRME ile başlanır. Panel sistemlerle yapım olanakları ve kısıtlamalar, ilk aşamadan itibaren göz önünde bulundurularak, bu veriler doğrultusunda program geliştirme çalışmaları gerçekleşmelidir.

Panel sistemler ekonomik yönden avantajlarını büyük üretim serilerine ulaşıldığı zaman ortaya koyabilirler. Bu da boyutsal bir düzenleme ile "tipleştirme" yi gerekli kılar. Tipleştirme dört alanda geçekleşebilir:

- kat planlarının tipleştirilmesi

- plan bölümlerinin tipleştirilmesi

- mahallerinin tipleştirilmesi

- kat planı içerisinde ölçü tekrarları

Yapı üretimine tipleştirme ilkelerinin hakim olması, mekansal organizasyonların oluşmasında en önemli etkendir. İHTİYAÇ PROGRAMI GELİŞTİRME stratejisi belirlenirken, toplum içerisindeki farklı sosyal değerler ve değişen kullanıcı gereksinmelerine cevap verebilen, farklı binasal kuruluş gruplarının oluşmasına olanak sağlayan bir program geliştirilmelidir.

İhityaç programı geliştirme çalışmaları tamamlandıktan sonra, bu program doğrultusunda bina ana kuruluş şeması, büyüme ve değişme olasılıkları ortaya konur.

Örnek bir konut ihtiyaç programı şu şekilde düzenlenebilir:

Tablo 5.1 Konut ihtiyaç programı

YAŞAMA BÖLÜMÜ	**1**	Misafir odası	a
		Oturma odası – toplu yaşama	b
		Televizyon odası	c
YATMA BÖLÜMÜ	**2**	Ebeveyn yatak odası	a
		Çocuk yatak odası	b
		Misafir yatak odası	c
MUTFAK	**3**	Mutfak (pişirme – hazırlık)	a
		Kiler	b
BANYO - WC	**4**	Ortak banyo - wc	a
		Ebeveyn banyo – wc	b
		Misafir banyo - wc	c
ÇOK AMAÇLI HACİMLER	**5**	Çalışma odası	a
		Hobi odası	b
		Yemek odası	c
		Çamaşır – ütü odası	d
SERVİSLER	**6**	Isıtma merkezi	a
		Depo	b

Bu ihtiyaç programı çerçevesinde bina ana kuruluş şeması (BK) ve bina kuruluş alternatifleri (BK_1, BK_2, BK_3, BK_4) aşağıdaki seçenekler doğrultusunda olabilir:

BK**:** 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6

BK_1: 1a + 1b + 2a + 2b + 2b + 3a + 3b + 4a + 5d

BK_2: 1a + 1b + 2a + 2b + 3a + 3b + 4a + 4b + 5c

BK_3: 1a + 1b + 2a + 2b + 2b + 3a + 3b + 4a + 5c + 5d

BK_4: 1a + 1b + 2a + 2b + 2b + 3a + 3b + 4a + 4b + 5a + 5c + 6b

Bu şekilde her ana mekan için farklı alternatiflerin üretilmesi ve bu alternatiflerin kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda kombine edilmeleriyle, farklı BİNASAL KURULUŞ ALTERNATİFİ çözümleri elde edilebilir.

Bina kuruluş alternatifleri belirlenirken, büyüme ve değişme olasılıkları da etüt edilmelidir. İki, üç veya dört odalı alternatifler, çocuk odalarından birinin misafir odası yapılması, oturma odasının yemek odasına dönüştürülmesi gibi.

Bu aşamanın ardından programda NORMALİZASYON çalışmaları yapılır. Bu aşamaya mekanların standartlaştırılması aşaması da diyebiliriz. Mekan birimlerinin, aralarındaki fonksiyonel ilişkilere bağlı olarak gruplandırma alternatifleri aranır. Mekanların standartlaşması, o mekanı oluşturan döşeme ve duvar panellerinin de standartlaşmasını/tipleşmesini sağlayacaktır. Bu durum bileşen üretiminde büyük üretim serilerinin yakalanmasına olanak sağlayacaktır. Tablo 5.2'de, değişik ilkokul binası tiplerine temel olabilecek nitelikteki mekan birimleri, bu birimlerin farklı şekillerde kombine edilmeleriyle elde edilmiş çeşitli programlar ve bu program üzerinde yapılmış normalizasyon çalışmaları örneklenmektedir.

Panel sistemlerle KONUT TASARIMINA UYUMLU BİR PROGRAM geliştirildikten sonra, FONKSİYONEL KURULUŞ etütleri yapılır. Bu çalışma sırasıyla, temel fonksiyon şeması, detay fonksiyon şeması, kesin fonksiyon şeması, alansal leke şeması olarak ortaya konur.

ALANSAL LEKE ŞEMASI çalışması sırasında, mekan birimlerinin boyutsal analizleri yapılır. Bu analizler sırasında, belli oranda sirkulasyon alanı eklenmelidir. Şematik tasarımların üretilmesiyle birlikte, sirkulasyon alanları sezgisel olarak yerleştirilebilir. Bir başka çözüm alternatifi de, mekanların başlangıçta kabul edilen sirkulasyon alanının etrafına yerleştirilmesidir.

Tablo 5.2 İlkokul örneği. Farklı tiplerde ilkokul yapımına olanak sağlayan, endüstrileşmiş yapım ilkelerine uyumlu bina programı ve programda "normalizasyon" çalışmaları [32, sf.15]

BİNASAL KURULUŞ ŞEMASI	1 DERSLİKLİ KÖY İLKOKULU İHTİYAÇ PROGRAMI BİLEŞEN.	3 DERSLİKLİ KÖY İLKOKULU İHTİYAÇ PROGRAMI BİLEŞEN.	5 DERSLİKLİ KÖY İLKOKULU İHTİYAÇ PROGRAMI BİLEŞEN.	5 DERSLİKLİ ŞEHİR İLKOKULU İHTİYAÇ PROGRAMI BİLEŞEN.	8 DERSLİKLİ ŞEHİR İLKOKULU İHTİYAÇ PROGRAMI BİLEŞEN.	TEMEL EĞİTİM OKULU İHTİYAÇ PROGRAMI BİLEŞEN.	▲ PROGRAMDA NORMALİZASYON ▲	İHTİYAÇ PROGRAMI GENEL BİLEŞENLERİ		İHTİYAÇ PROGRAMI GENEL BİLEŞEN ALTERNATİFLERİ		
İDARE ÜNİTESİ			Müdür odası	Müdür odası	Müdür odası	Müdür odası		MÜDÜR ODASI	A	Müdür odası Müdür odası	16 m² 24 m²	A1 A2
				Müdür yard. odası	Müdür yard. odası	Müdür yard. odası		MÜD. YARD. ODASI	B	Müd. Yard. Odası Müd. Yard. Odası	14 m² 20 m²	B1 B2
	Öğretmen odası	Öğretmen odası	Öğretmen odası	Öğretmen odası	Öğretmen odası	Öğretmen odası		ÖĞRETMEN ODASI	C	Öğretmen odası Öğretmen odası	20 m² 36 m²	C1 C2
				İdare, arşiv	İdare, arşiv	İdare, arşiv		İDARE ARŞİV	D	İdare arşiv	16 m²	D1
				Müstahdem	Müstahdem	Müstahdem		MÜSTAHDEM	E	Müstahdem Müstahdem	8 m² 16 m²	E1 E2
DERSLİK ÜNİTESİ	Derslik 1	Derslik 3	Derslik 5	Derslik 5	Derslik 8	Derslik 8		DERSLİK	F	Derslik	48 m²	F1
LABOR. ÜNİTESİ						Laboratuar		LABORATUAR	G	Laboratuar	72 m²	G1
İŞLİK ÜNİTESİ		İşlik	İşlik	İşlik	İşlik	Ev ekon. İşliği		İŞLİK	H	İşlik Ev. Ekon. İşlik	48 m² 96 m²	H1 H2
						Teknik eğitim işliği		TEKNİK EĞİTİM İŞLİĞİ	I	Tek. Eğ. İşliği	96 m²	I1
ORTAK HACİMLER	Giriş holü	Giriş holü	Giriş holü	Giriş holü	Giriş holü	Giriş holü		GİRİŞ HOLÜ	J	Giriş holü Giriş holü	30 m² 100 m²	J1 J2
						Çok amaçlı salon		ÇOK AMAÇLI SALON	K	Gir. hol.+çok a. sal. Çok amaçlı sal.	100 m² 140 m²	K1 K2
	Süt ofisi	Süt ofisi	Süt ofisi	Kantin	Kantin	Kantin		KANTİN	L	Süt ofisi Kantin	9 m² 16 m²	L1 L2
						Kitaplık		KİTAPLIK	M	Kitaplık	36 m²	M1
	WC	WC	WC	WC	WC	WC		WC	N	WC WC	16 m² 16 m²	N1 N2
SERVİS ÜNİTESİ						Depo		DEPO	O	Depo Depo	20 m² 60 m²	O1 O2

5.1.2 Mimari Plan Kuruluşu Araştırması

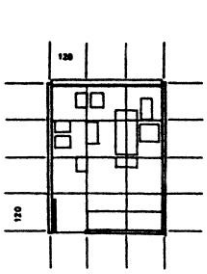
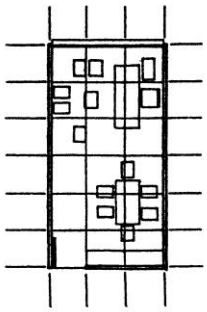
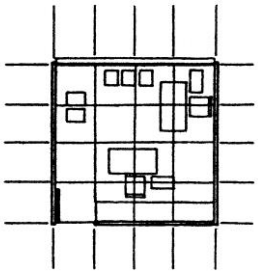
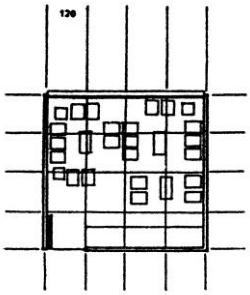
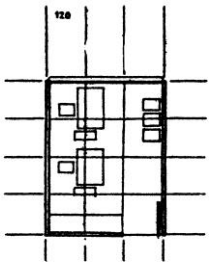
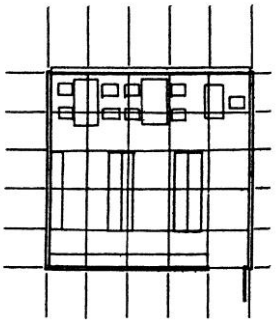
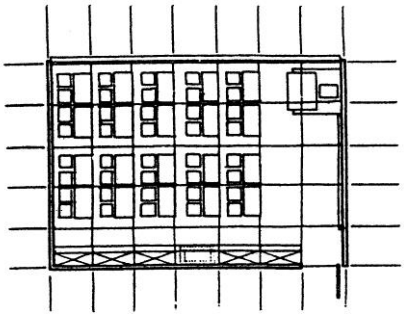
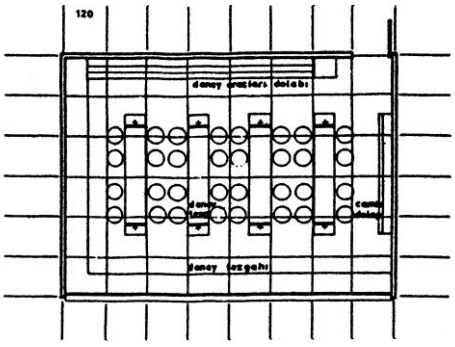
Alansal leke şeması doğrultusunda, ŞEMATİK MİMARİ TASARIM alternatifleri üretilir. Bu alternatifler değerlendirilerek, sonuç çözüm seçimi yapılır. Bu seçim ölçekli plan haline getirilerek, modüler ön uyum araştırmasına tabi tutulur. İhtiyaç programı geliştirme çalışmaları sırasında elde edilmiş olan veriler doğrultusunda, plan üzerinde çözüm alternatifleri, büyüme ve değişme alternatifleri araştırılır.

Gelişmiş konut programında mekan birimi sayısı arttıkça, olası çözüm sayısı da artmaktadır. Çözüm sayısının kullanıcı ihtiyaçlarına uygun olarak fazla olması istenmekle birlikte, bu çözümlerin panel sistem yapım olanaklarına uygun olması ve belli bir süre içerisinde elde edilebilir olması gerekmektir. Alternatif sayısı arttıkça, problem çözülemez bir hal alabilir.

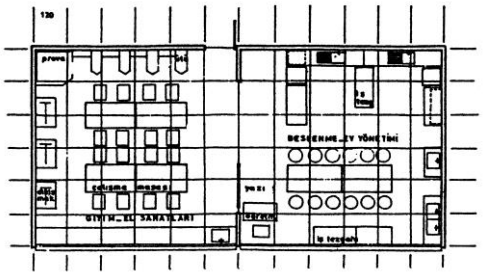
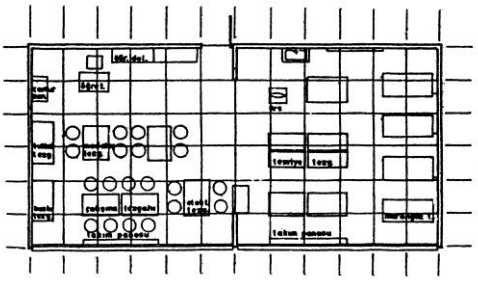
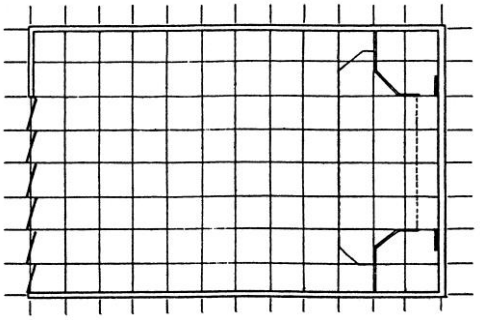
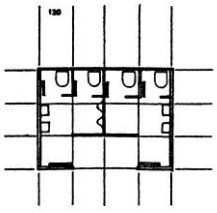
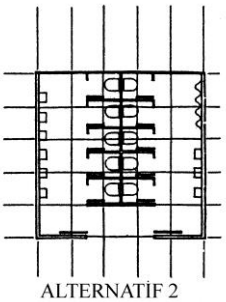
Çözümü sadeleştirebilmek ve üretimi standartlaştırabilmek amacıyla, bina kuruluşu standart mekan birimleri haline getirilebilir. Bu sayede modüler ve boyutsal bir kontrol sağlanmış olur. Şekil 5.1 – 5.2'de ilkokul projesi için, standart mekan birimleri etüdleri örneklenmiştir. (*)

Mekan birimleri, aralarındaki fonksiyonel ilişkiler göz önünde bulundurularak gruplandırılır, bu sayede bina kombinasyon alternatifleri sadeleşmiş olur. Mekan gruplarının çeşitli şekilde biraraya gelmeleri ile farklı mimari plan kuruluşları elde edilebilir. Bu durum daha rasyonel tasarım çözümleri ve standart yapı bileşenleri üretimine olanak sağlar. Şekil 5.3'de standart mekan birimlerinin gruplaşma olasılıkları etüdleri örneklenmiştir. Şekil 5.4 – 5.5'de mimari plan kuruluşu alternatifleri örneklenmiştir. (*)

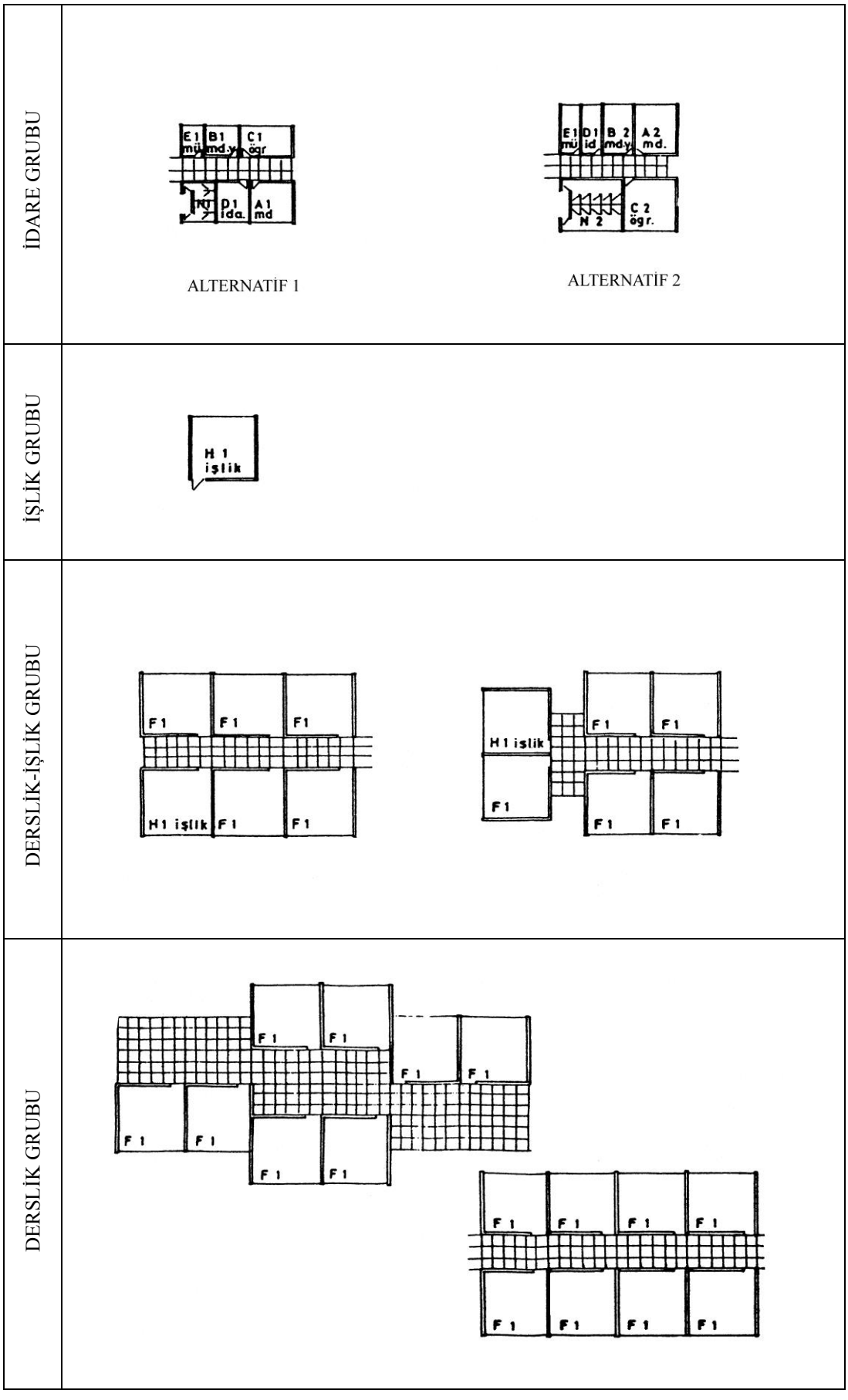
(*) Bu örnekler, Can Elgiz'in "Türkiye'de ilkokul binalarında endüstrileşme olanakları" adlı doktora tezinden alınmıştır.

<table>
<tr><td>MÜDÜR ODASI</td><td colspan="3">
ALTERNATİF 1

ALTERNATİF 2</td></tr>
<tr><td>MÜDÜR YARD. ODASI</td><td></td><td>ÖĞRETMEN ODASI</td><td></td></tr>
<tr><td>İDARE - ARŞİV</td><td></td><td>KİTAPLIK</td><td></td></tr>
<tr><td>DERSLİK</td><td></td><td>LABORATUAR</td><td></td></tr>
</table>

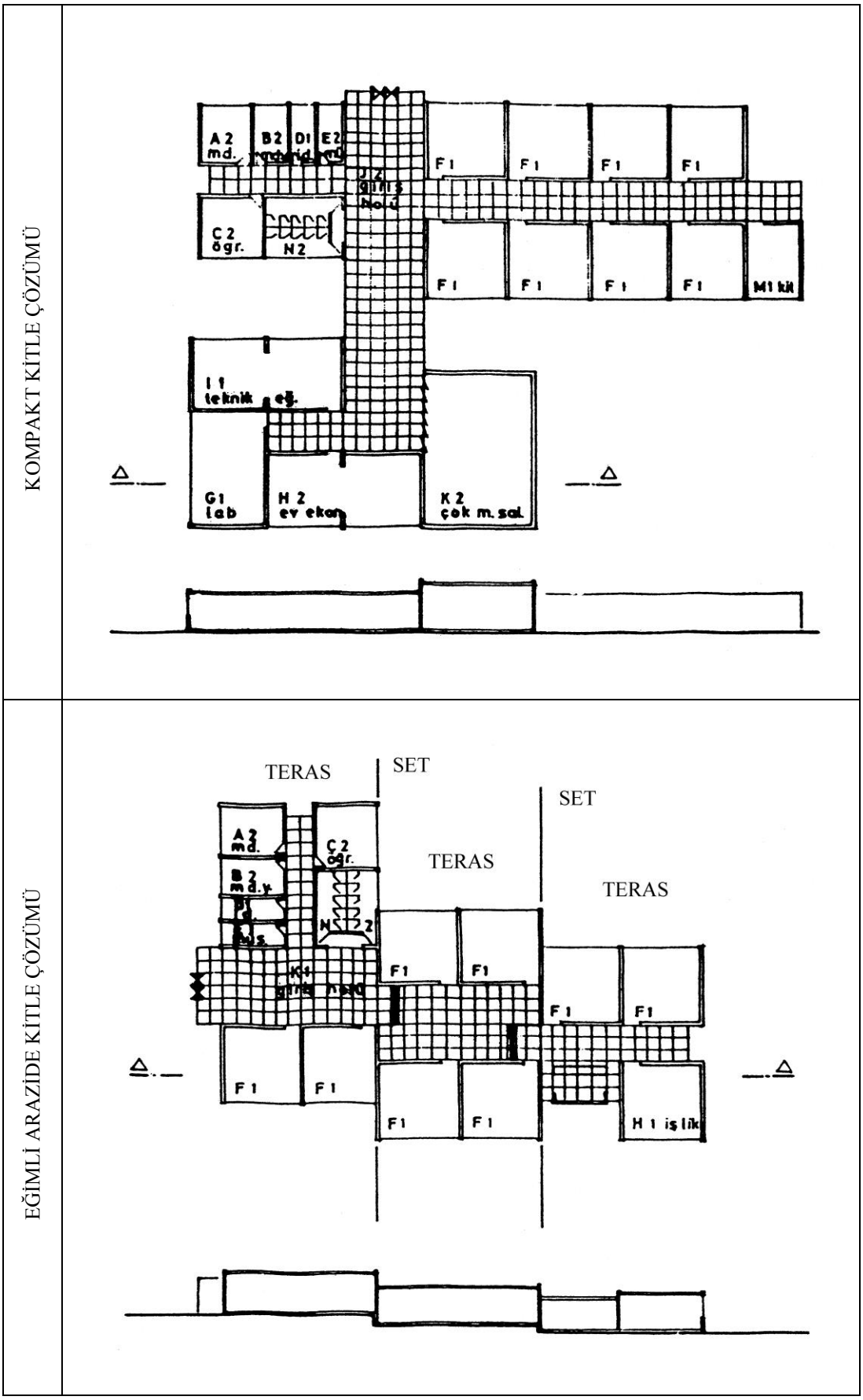
Şekil 5.1 Mekan birimleri etüdleri

EV EKONOMİSİ İŞLİĞİ	
TEKNİK EĞİTİM İŞLİĞİ	
ÇOK AMAÇLI SALON	
KIZ-ERKEK WC LAVABO	 ALTERNATİF 1  ALTERNATİF 2

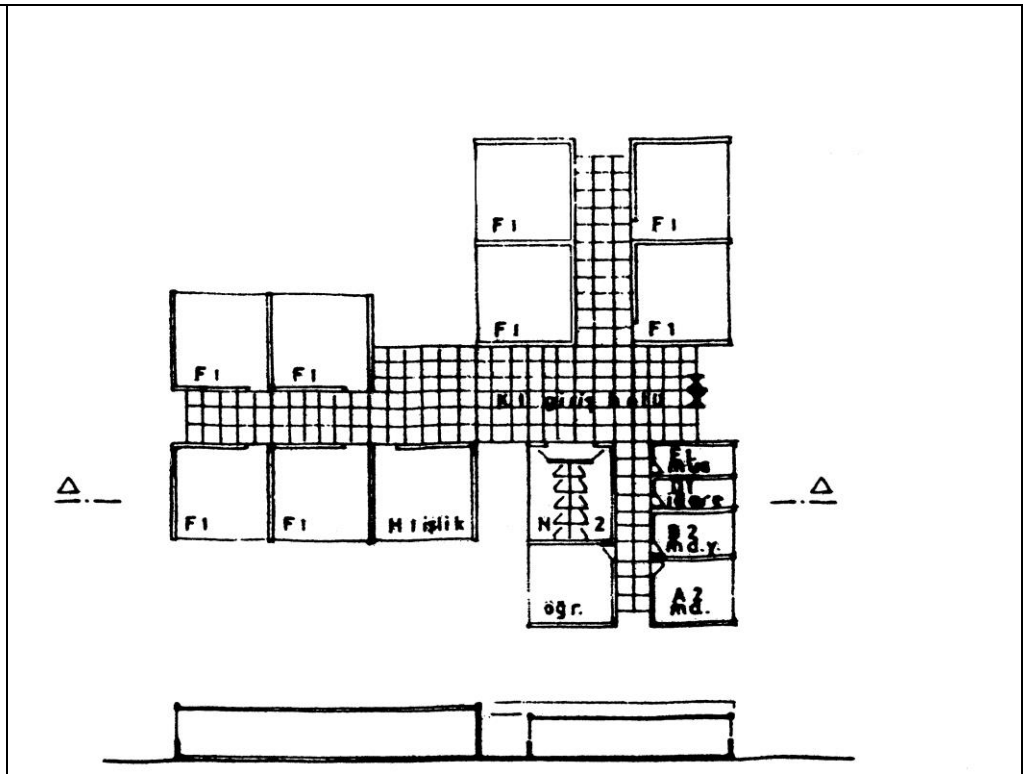
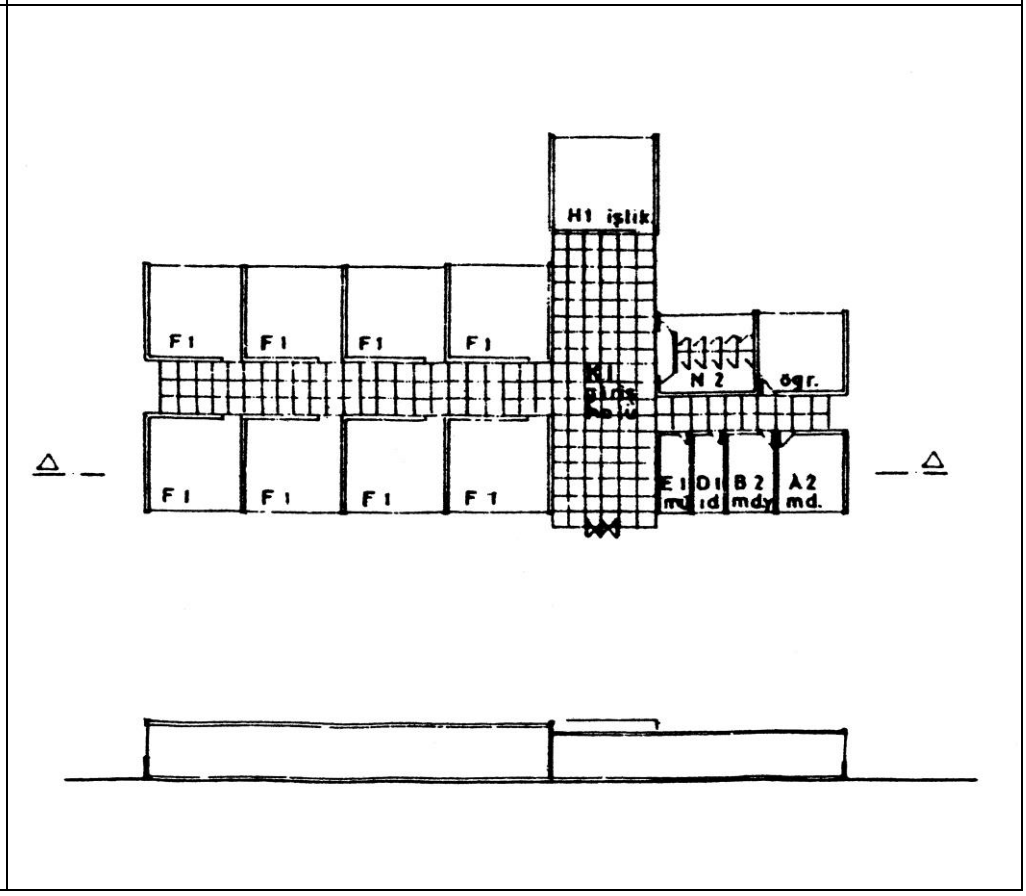
Şekil 5.2 Mekan birimleri etüdleri



Şekil 5.3 Mekan birimleri gruplaşma olasılıkları etüdleri



Şekil 5.4 Mimari plan kuruluşu alternatifleri

LİNEER KİTLE ÇÖZÜMÜ	
KOMPAKT KİTLE ÇÖZÜMÜ	

Şekil 5.5 Mimari plan kuruluşu alternatifleri

5.1.3 Yapısal Kuruluş Araştırması

Bu aşama ön proje analiz çalışmaları ile başlar. İlk olarak strüktürel yapı sistemi seçimi yapılmalıdır. Bu seçim için iki olasılık söz konusudur:

- mevcut sistemler arasından seçim yapılması
- yeni sistem geliştirme

Daha sonraki aşamalarda malzeme, bireysel yapı elemanları ve düğüm noktası araştırmaları yapılır.

Bu araştırmaların ardından mimari plan kuruluşunun çeşitli yerleşme olasılıklarına uyumu araştırılır.

Arsa verileri, kullanıcı gereksinmeleri ve yönetmelikler doğrultusunda genel yerleşme kuruluşu belirlenir ve mimari plan kuruluşuna uyumu araştırılır.

Bu aşamada iki durum söz konusudur: [32, sf.64-66]

- belirli bir genel yerleşme sistemine uyum, büyüme – değişme olasılıkları araştırılır
- mimari plan kuruluşunun gerektirdiği genel yerleşme sistemi araştırılır

Büyük üretim serileri söz konusu olduğu zaman, mimari çevrede çeşitlilik yaratabilmek ve kentsel dokuyu monotonluktan kurtarabilmek amacıyla, sadece bina cephelerinde değil araziye yerleşim düzenlerinde de çeşitlilik aramak gerekir. Bu amaçla mimari plan kuruluşu arazi üzerinde farklı bina gruplarının oluşumuna olanak vermelidir.

Genel yerleşme sistemi etüdlerinin tamamlanmasının ardından mimari planlamada modüler koordinasyon araştırması yapılır.

5.1.3.1 Modüler Koordinasyonun Mimari Planlamaya Uygulanması

Bina tasarımında, tasarımcının mekan boyutlarına ilişkin olarak vermiş olduğu ilk kararlar, kullanıcı istekleri, fonksiyonel ve antropometrik gerekler doğrultusunda şekillenir. Prefabrike sistemlerle bina tasarımında ise bina boyutlarının hazır yapı bileşenleri ile yapıma olanak verecek şekilde düzenlenmesi gerekir. Bu düzenleme modüler koordinasyon ilkeleri çerçevesinde oluşur. Binada boyutsal düzenlemeler iki alanda gerçekleşir:

- yatay boyutlar
- düşey boyutlar

Yatay boyutlar, döşeme paneli boyutları, taşıyıcı duvar paneli kalınlığı ve yerleştirilebileceği temiz açıklık veya aks açıklığı, bölme duvarı boyutları, bölme duvarı kalınlığı, tesisat bileşenleri, kapı ve pencere boyutlarıdır.

Düşey boyutlar, döşemeden döşemeye yükseklik, döşemeden tavana yükseklik, döşeme paneli kalınlığı, kapı üstü penceresi boşluğu, kapı kasası boşluğu, pencere boşluğu, parapet yüksekliği ve bitmiş döşeme yüksekliğidir.

Prefabrike sistemlerde bina bütünü bileşenlerden oluşur. Bileşenlerin yanyana gelerek bir bütünü oluşturabilmeleri için boyutsal uyum içinde olmaları gerekir. Bu uyum "modüler koordinasyon" ile sağlanır.

Yapı bileşenlerinin montaj aşamasında, herhangi bir değiştirme veya düzeltme işlemine gerek olmaksızın biraraya getirilebilmelerini sağlamak amacıyla, boyutlarının "temel modül" kullanılarak düzenlenmesine "modüler koordinasyon" denir.

Modüler koordinasyonla ilgili ilk Türk Standardı, TS735' dir. Daha sonra bu standart değiştirilmiş, yerine TS2014, TS2015, TS2016, TS2017, TS2018, TS2019, TS2020 no' lu standartlar yürürlüğe girmiştir.

Yapımda modüler koordinasyonun gerekliliğini şu şekilde özetleyebiliriz:

- şantiyede montaj işlemlerini kolaylaştırarak, üretkenliği arttırmak ve malzeme israfının önüne geçmek
- bileşenler arasında değiştirilebilme olanağını kolaylaştırmak
- tasarımı sadeleştirmek
- bileşenler arasında ortak kabul edilmiş ölçüler geliştirerek, seri üretime uygun hale getirmek
- ürün tip sayısını azaltarak, büyük üretim serileri oluşturmak
- tasarımcılar, bileşen üreticileri, uygulayıcılar arasındaki işbirliğini kolaylaştırmak

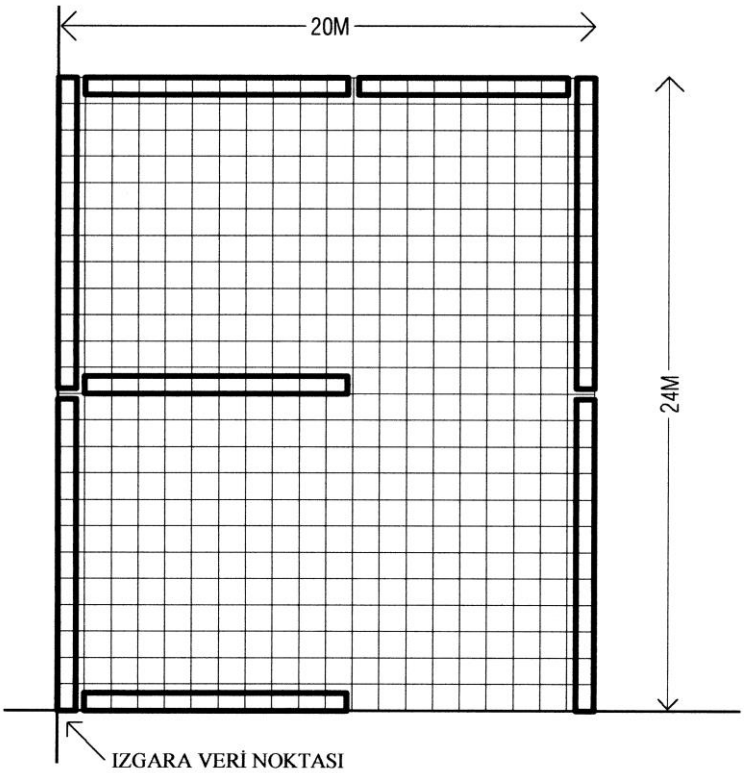
Modüler koordinasyonda kullanılan "modül" terimi, koordinasyona esas olan birim boyuttur.

“Temel modül” modüler koordinasyon için seçilmiş esas boyuttur. “M” harfi ile gösterilir. Uluslararası araştırmalar sonucunda varılmış olan ortak uzlaşma kuralları çerçevesinde, 4 inch yada 10 cm’ ye eşittir. Yapı bileşenleri temel modülün katları şeklinde düzenlenir.

“Kat modül” veya “büyük modül” temel modülün belirli bir katı olan büyüklüktür. “n x M” olarak ifade edilir. Konut yapımı için en çok tercih edilen modül 3M, 6M ve 12M’dir. Yapı bileşenlerinin boyutları seçilirken, üretim, nakliye ve montaj ile ilgili gereksinmeler ve sınırlamaların ortaya koyduğu boyutlarla; kullanıcı istekleri, fonksiyonel ve antropometrik gereksinmelerin ortaya koyduğu boyutlar arasında tasarımcı ilişkiler kurarak, büyük modül seçimini yapar.

Modüler koordinasyonun binaya uygulanması, yapı bileşenlerinin ve mekanların boyutlanması “referans sistemi” ile gerçekleşir. Bileşenlerin referans sistemine yerleştirilmeleri ızgaranın kesişme noktalarından oluşan “veri noktaları” ile olur.

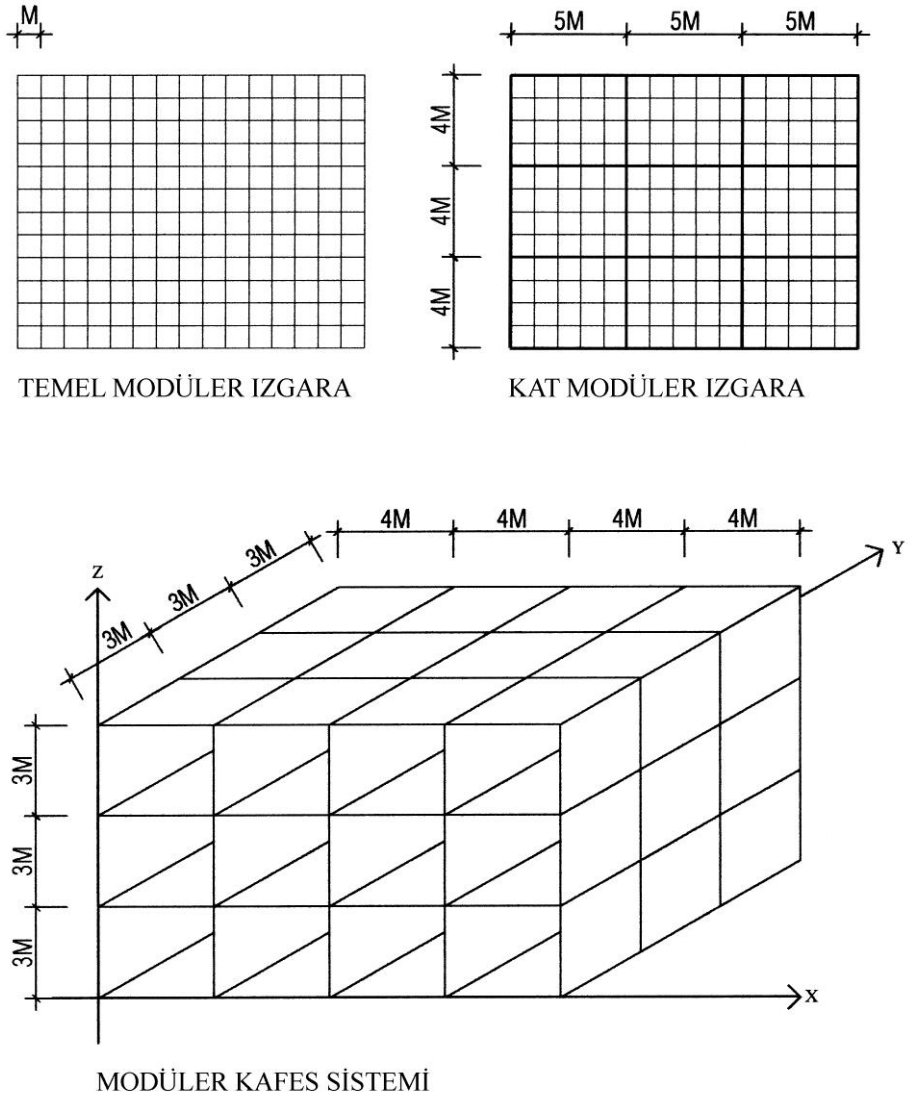
(Izgara sistemlerine dayalı tasarım ve uygulama örnekleri “Şekil B.1” olarak ekte verilmiştir.)



Şekil 5.6 Bileşenlerin ızgara sistemine yerleştirilmeleri

"Referans sistemi" yapı bileşenlerinin boyutsal değerlerinin ve birbirlerine göre konumlarının belirlendiği, noktalar, doğrular ve düzlemler sistemidir. Referans sistemi, yapıyı oluşturan bileşenlerin gerçek boyutlarını değil, onlara ayrılan boşlukların boyutlarını verir. Bileşenler bu boşluklara yerleştirilebilmeleri için daha küçük imal edilirler. Yapım aşamasına gelindiğinde, referans sistemi üzerinden, yapım toleransları da düşünülerek bileşen boyutları belirlenir. Referans sisteminin, yapım aşamasına gelindiğinde bileşenlerin ölçülendirilmesine temel teşkil edebilmesi için tasarım aşamasında iken modüler ilkelere uygun biçimde düşünülmelidir.

İki boyutlu referans sistemine "modüler ızgara", üç boyutlu referans sistemine "modüler kafes" denir. (Şekil 5.7)



Şekil 5.7 Modüler kafes ve ızgara örnekleri

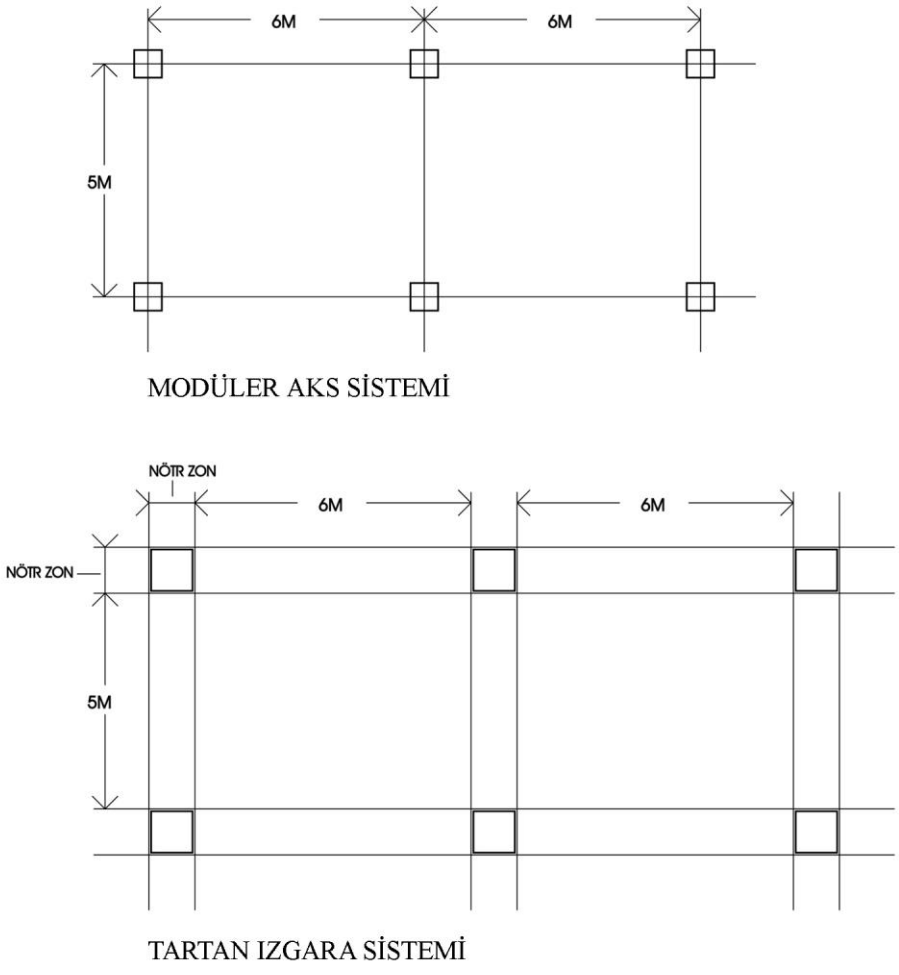
Yapıyı oluşturan bileşenler üç boyutlu öğeler oldukları için, bunların bina içerisindeki konumlarını düzenleyen referans sistemi de üç boyutlu modüler kafes sistemidir. Ancak mimari projeler genellikle plan, kesit ve cephe olarak iki boyutlu düzlemler halinde ifade edildikleri için, modüler kafesin xy, xz ve yz düzlemlerini ifade eden modüler ızgara sistemi, yapı sektöründe ağırlıklı olarak kullanılmaktadır.

Modüler ızgara "temel modüler ızgara" veya "kat modüler ızgara" şeklinde düzenlenebilir. (Şekil 5.7)

"Temel modüler ızgara" ızgara çizgilerinin bir temel modül aralığı olduğu referans sistemidir.

"Kat modüler ızgara" ızgara çizgilerinin kat modül aralığı olduğu referans sistemidir.

Modüler ızgaralar ya eksenler arasında belirlenir (modüler aks sistemi) veya yapı öğelerini içine alacak şeritler halinde tanımlanır (tartan ızgara). (şekil 5.8)



Şekil 5.8 Modüler aks sistemi ve tartan ızgara

Modüler aks sisteminde eksenler yapı bileşenini ortalar. Bileşenin konumu tanımlanırken kalınlığı dikkate alınmaz. Bu nedenle birleşme noktalarında ve köşelerde özel yapı bileşenlerinin geliştirilmesi zorunluluğu doğar. Modüler aks düzeninde mekanı sınırlayan iki boyutlu elemanlarda tek veya iki taraflı düzeltmeler gerekebilir.

Izgaraların birbirleri üzerinde kaydırılmaları ile "tartan ızgara" elde edilir. Yapı elemanları bir bant içinde sınırlandıktan sonra, bantların arasındaki açıklıklar modüler ölçülerde tanımlanır. Bu bant "nötr zon" olarak adlandırılır ve modüler olmayabilir. Nötr zon, elemanlarının maksimum genişliğini sınırladığı gibi, plandaki konumunu da belirler. (şekil 5.8)

Bu sistem, yapı elemanlarının birleşimlerinin daha basit çözümünün veya kalınlığı modüler olmayan taşıyıcı elemanların modüler sisteme kolayca entegrasyonunu sağlar. Bir diğer özelliği ise taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan öğelerin ayrı aks sistemi üzerine yerleştirilmelerini sağlayabilmesidir. Taşıyıcı elemanların strüktürel çalışması ve tolerans sınırları bölücü elemanlarınkinden farklı olduğu için, böyle bir çözüm yoluna başvurulabilir. Bu ayırım birleşme zorluklarını ve özel birleşme elemanı yapımını da ortadan kaldırabilir.

Binayı oluşturan bileşenlerin biraraya gelişini ve geometrik uyumunu sağlayan modüler koordinasyon siteminin (modüler ızgaranın) varlığı ve bu ızgaraya uyma zorunluluğu, bina geometrisini tayin edici olmaktadır. Tasarımın bu aşamasında, binanın modüler ızgara üzerinde şekillenmesi, standart mekan birimlerinin biraraya gelmesi ile oluşmaktadır. Daha önceki aşamalarda, mahaller ve mahal grupları standart mekan birimleri haline dönüştürülmüştü. Bu mekan birimleri modüler ızgara üzerine yerleştirilerek, modüler koordinasyon ilkelerine uygun mimari plan kuruluşu elde edilir.

Mekan birimlerinin yerleştirilmeleri ve boyutlandırılmasında ızgara çizgileri kullanılır. Tesisat elemanlarının ve donatımlarının konacakları araların büyüklükleri de modüler olmalıdır. Bölme duvarları, kapı ve pencereler de ızgara üzerine yerleştirilir. Kesit ve cephelerin oluşmasında da modüler koordinasyon ilkelerine uyulur. Bu ilkelerin kesit ve cephelere aktarılması yine modüler ızgara ile gerçekleşir.

Modüler ızgara sisteminin oluşturulması ve bileşenlerin bu ızgara sistemi üzerine yerleştirilmelerine ilişkin örnek teşkil edebilecek bir uygulama "Solfege" sistemidir. Bu sistem Fransa'da geliştirilmiş yarı açık yapı sistemidir.

Sistem iki ızgaradan oluşmaktadır: (şekil 5.9)

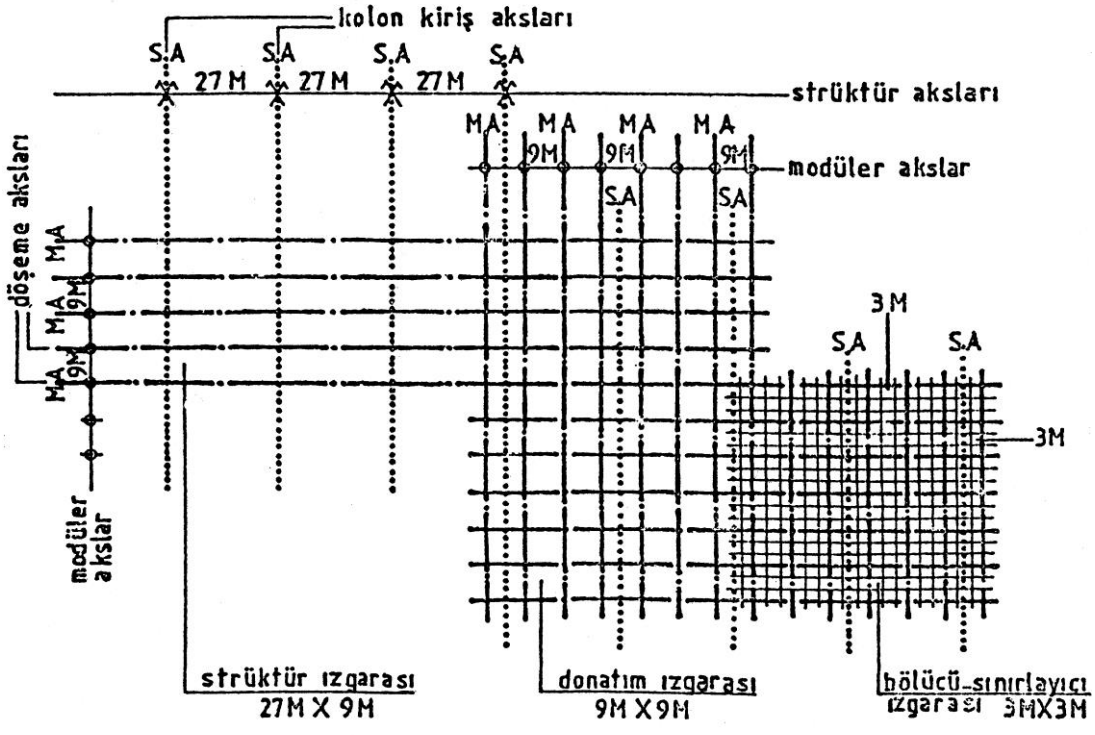
- Strüktür ızgarası
- Ekipman ızgarası

Bileşenlerin boyutsal koordinasyonu ve konumlandırılmaları bu iki ızgara ile gerçekleşir.

Strüktür ızgarası, x yönünde 27M, y yönünde 9M'lik modüler akslarla gelişmektedir. Kolonlarla döşeme bileşenlerini konumlandırmayı sağlar.

Ekipman ızgarası, strüktür ızgarasına göre 9M/2=45 cm kayarak oluşur. 9M'lik modüllerle gelişir. Kabuk bileşenlerini, tamamlayıcı bileşenleri (bölücü panolar, kapılar, dolaplar) ve ekipman bileşenlerini konumlandırmayı sağlar.

Bölücü–sınırlayıcı ızgara ise 9Mx9M'lik modüler akslardan oluşan ızgaranın 3Mx3M'lik alt ızgaralara bölünmesi ile oluşur.

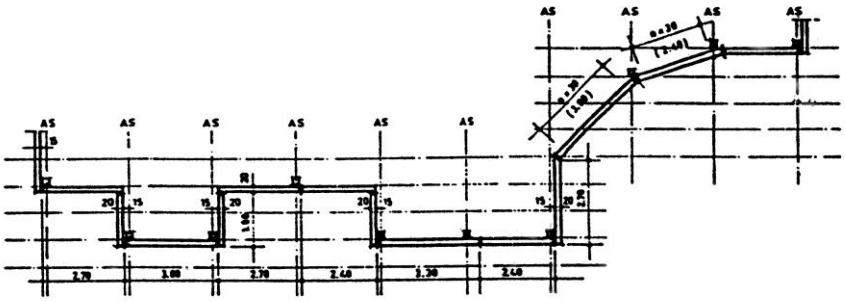


Şekil 5.9 Solfege sistemi koordinasyon ızgarası [30, sf.56]

Kolon aksları strüktür aksları ile çakışmaktadır. Kolonlar modüler akslardan 15 cm geri çekilebilirler.

Döşemeler 3M/2=15 cm, strüktür aksının her iki yanından içeri çekilerek, modüler akslar üzerine otururlar.

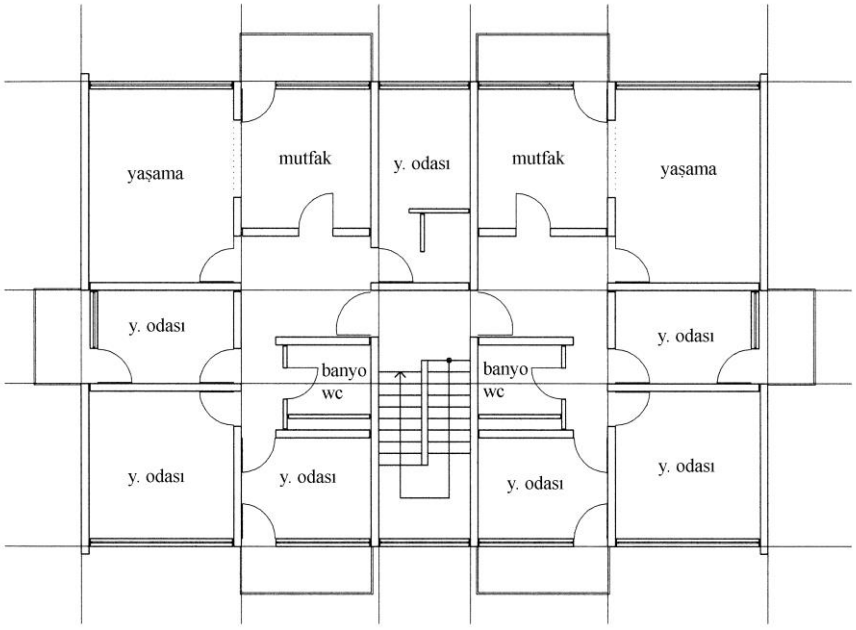
Kabuk bileşenleri 3Mx3M'lik modüler ızgara üzerine, bir yönde iç yüz çizgisi modüler aksa teğet, diğer yönde ise iç yüz çizgisi strüktür aksından 15 cm kayarak yerleşirler. (şekil 5.10)



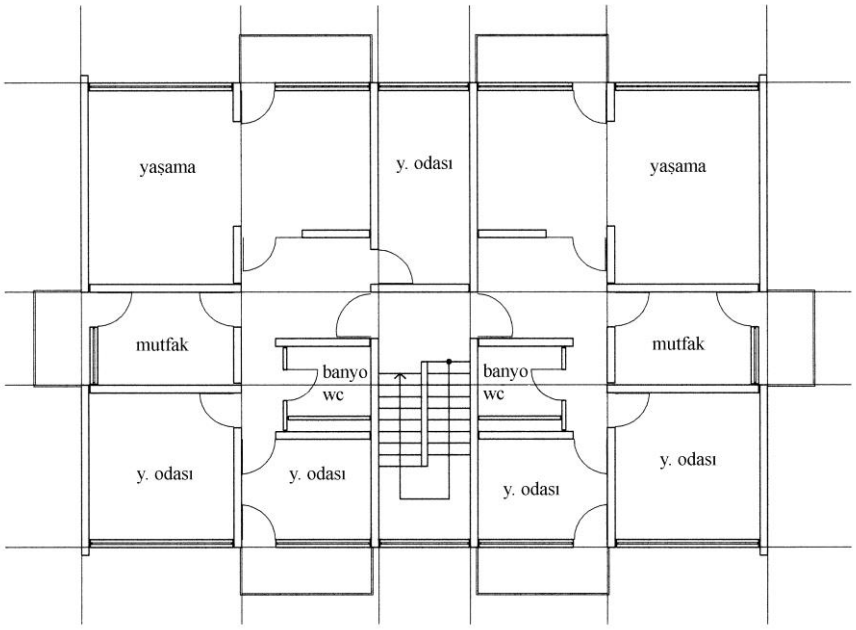
Şekil 5.10 Kabuk bileşenlerinin yatay ızgara üzerinde konumlandırılması

5.1.3.2 Ön Proje Belirleme

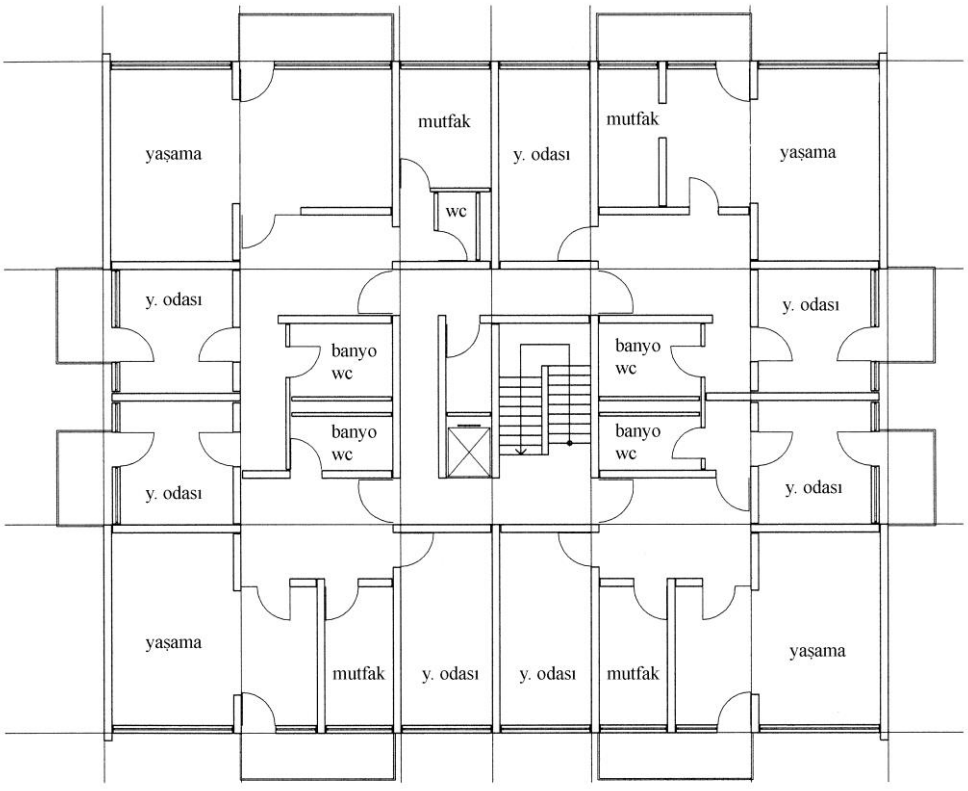
Mimari planlamada modüler koordinasyon araştırmasının ardından ön proje belirleme çalışmaları yapılır. Ön proje analiz çalışmaları doğrultusunda modüler temel plan geliştirilir ve büyüme - değişme alternatifleri ortaya konur. (şekil 5.11, şekil 5.12, şekil 5.13) Bu alternetiflerin değerlendirilmesi sonucu, kesin proje kararına varılır.



Şekil 5.11 Ön proje temel planı [32, sf.80]



Şekil 5.12 Ön proje temel planında değişme alternatifi (salona giriş ve mutfak yerinde değişiklik [32, sf.80]



Şekil 5.13 Ön proje temel planında büyüme alternatifi (bir katta dört daire) [32, sf.82]

5.1.4 Mimari Ön Proje Etüdleri

Mimari plan kuruluşunun kesinleştirilmesinin ardından, statik kuruluşun kesinleştirilmesi çalışmaları yapılır.

Bunun için binanın yapılacağı bölgenin coğrafi özellikleri etüd edilerek, binayı etkileyebilecek yükler araştırılır.

Bu araştırmaların sonucunda taşıyıcı sistem ve düğüm noktası kararları verilir.

Panel sistemler için taşıyıcı sistem olasılıkları şunlardır:

- uzun eksene dik taşıyıcı paneller
- uzun eksene paralel taşıyıcı paneller
- her iki doğrultuda taşıyıcı paneller

Daha sonra yapım sistemleri ve tesisat sistemleri araştırması yapılır.

Seçilmiş olan yapısal kuruluş sistemi, üretim, nakliye, montaj olasılıkları ile imar yönetmelikleri bileşenlerin boyutlarında ve biçimlenmelerinde, birleşim noktalarının oluşumunda bazı sınırlamalar getirir. Bu sınırlamalar belirlenmeli ve mimari planlamaya entegre edilmelidir. Sınırlamalar bölüm 5.2' de ayrıntılı olarak incelenecektir.

Daha sonra detay sistemleri araştırması yapılır.

5.1.5 Mimari Kesin Proje Etüdleri

Önceki bölümde yapılan çalışmalar sonucu elde edilen veriler ışığı altında ön proje kesin plan haline getirilir.

Modüler koordinasyonun bileşen planlamasına uygulanması bu aşamada gerçekleşir. Yatay ve düşey bileşenler boyutlandırılır ve toleranslar belirlenir.

Bileşenler yapım yerinde biraraya gelerek mekanı oluştururlar. Bileşenler aynı büyüklükte olduklarında doldurulan aranın büyüklüğü bu büyüklüğün katıdır. Bileşenler farklı büyüklükte olduklarında doldurulan aranın büyüklüğü kullanılan büyüklüklerin birleşimi düzenine, başka bir anlatımla biraraya getiriliş düzenine bağlıdır.

Sonraki aşamada yapım ve yer toleransları belirlenir ve projede gereken dengelemeler yapılır.

Bir yapı elemanının olması gereken normal boyutundan sapan en küçük ve en büyük boyutu arasındaki fark "tolerans"tır.

Bileşenlerin referans sistemi tarafından tanımlanan boşluklara yerleştirilebilmeleri için bu boşluklardan daha küçük imal edilmeleri gerekir. Buna "yer tolerans"ı denir. Bileşenlerin üretimi sırasında oluşan boyutsal farklar da "yapım toleransı" olarak adlandırılır.

Bu çalışmaların ardından duvar ve döşeme planları oluşturulur, kesin proje ana planı tamamlanır.

Yatay ve düşey birleşim noktaları gerekli ölçülerde detaylandırılır. Bu birleşimler arasında gerek statik gerekse üretim ve montaj açısından uyum kontrolu yapılır.

Yatay ve düşey elemanlar, servis birimleri ve merdivenler detaylandırılarak, kalıp planları çıkartılır.

Tesisat projeleri ve detayları çizilir.

Statik hesaplar ve statik projeler tamamlanır.

5.1.6 Mimari Uygulama Projesi

Yatay ve düşey birleşim noktası kesin kararları, detay sistemleri, bileşen boyutları ve toleransler, tesisat projeleri ve statik hesaplar doğrultusunda kesin proje son şeklini alır ve uygulama projesi tekniği ile çizim tamamlanır.

(ACC genel konvansiyonlarının konutta uygulanması ile ilgili örnek proje "Şekil B.1" olarak ekte verilmiştir.)

5.2 Tasarım Süreci Aşamalarında Sisteme Bağlı Teknolojik Özellikler, Kısıtlamalar ve Sorunlar

5.2.1 Üretim Sorunları

Prefabrike yapılarda işçiliğin %60-%80'i üretim evresinde kullanılmaktadır. Bu açıdan üretimin makineleştirilmesi, üretimi çabuklaştırıp, kaliteyi arttıracaktır. Ancak

makineleşme, ön yatırım maliyetini arttıracağı için, sistemi ekonomik yönden avantajlı kılmak büyük üretim serileri ile olanaklı olmaktadır. Bu da elemanların boyutsal ve biçimsel olarak standartlaşması ve tipleşmesi ile mümkündür.

Tip sayısı sistemi ekonomik yönden avantajlı kılacak kadar sınırlı, kullanıcı gereksinmelerine en üst düzeyde cevap verebilecek kadar çeşitli olmalıdır.

Panel sistem bileşenlerinin üretim evresinde, ana işlemler şu şekilde özetlenebilir: [34, sf.283]

- kalıbın hazırlanması

- donatı ve çelik aksamın yerleştirilmesi, gerekirse öngerme yapılması

- betonun dökülmesi ve düzeltilmesi

- betonun sıkıştırılması

- betonun sertleştirilmesi

- bitmiş elemanın kalıptan çıkarılması

Üretim yeri, bileşen tasarımını ve maliyeti etkileyen bir başka unsurdur. Üretim yeri seçimi için iki durum söz konusudur:

- şantiyede üretim
- fabrikada üretim

Şantiyede yapılan üretimde, üretilecek eleman sayısının fabrika kurma ve sökme işlemlerini karşılayabilecek düzeyde olması gerekir. İklim faktörü de kurulacak olan şantiyeyi etkiler. $+5^0$ C altında üretim yapılamamaktadır.

Fabrikada yapılan üretim ileri derecede makineleşmeye ve bileşenlerin kalite kontrolünün etkin olarak yapılmasına olanak vermekle birlikte nakliye ve depolama sorunları getirir. Eleman boyutları, ülkenin trafik yönetmeliklerinin izin verdiği ölçülerde sınırlıdır. Fabrika üretiminde endüstrileşmenin bütün olanaklarından yararlanma olanağı vardır ancak üretimin devamlı olması zorunludur.

Talebi sürekli olarak belli bir düzeyde tutabilmek ancak endüstriyel üretimin devlet politikası haline gelmesi ile mümkündür. Ulusal düzeyde bir planlama yapılarak, kurulacak fabrikaların yerleri belirlenmeli, ulaşım ağı buna göre düzenlenmelidir.

Üretim yöntemi, tasarımı kısıtlayan, maliyeti arttıran bir başka faktördür. Sabit bant üretimi, hem şantiye hem de fabrika üretimine uygundur. Bu yöntemde kalıp sabittir, ekipler işlem sırasına göre işi yaparlar yada tek bir ekip bütün işlemleri gerçekleştirir.

Hareketli bant üretimi otomasyona daha uygun bir yöntemdir. İşlemleri yapacak olan ekipler ve aletler sabittir, kalıplar iş sırasına göre yer değiştiriler. Makinelerin en yoğun olarak kullanımına olanak veren bu yöntemde, sürecin çok iyi planlanması gerekir. Sürecin bir aşamasındaki aksaklık bütün üretimi etkiler. Çok büyük boyutlu ağır elemanlar bu üretim biçimi için uygun değildir.

Üretim yönteminin seçimi, kalıp biçimini etkiler. Sabit veya hareketli bant üretimi için kullanılan kalıplar farklıdır.

Üretim biçimi tasarımı kısıtlayan birbaşka unsurdur; yatay ve düşey olmak üzere ikiye ayrılır. Yatay üretim biçimi hareketli ve sabit üretime uyumludur. Tek veya çok tabakalı eleman üretilebilir. Konsol gibi çıkıntıların yapılmasına olanak verir.

Düşey üretim biçiminde ancak tek tabakalı üretim yapılabilir. Konsol çıkıntılarının yapımına olanak vermez. Ancak her iki yüzeyde kalıp kullanılması elemanlarının bitmişlik düzeyini arttırır. Farklı enkesitlerde bileşen üretimine olanak verse de, kalıp elemanlarına etki edecek beton basıncı farklılık göstereceği için, oluşan basınç farkı deformasyonlara neden olabilir.

Üretimden doğan hataların pozitif yönde olması, düzeltilebilme olanağını arttırır. Ancak donatıları ve yüzeyi bitmiş olarak üretilen elemanların düzeltme işlemleri taşıyıcılık ve estetik açısından sakıncalar da getirebilir. Bu düzeltme işlemleri montaj sürecini de aksatır. Negatif yöndeki hatalar düğüm noktası içerisinde giderilebilir. Bunun için detaylamanın iyi çözülmüş olması gerekir. Bazen bu hatalar bütün bir serinin kullanılmaz duruma gelmesine de yol açabilir. Bu da büyük ekonomik kayıplara neden olur.

Boyut sapmalarını azaltabilmek için bileşen boyutlarını büyütmek, dolayısıyla düğüm noktası sayısını azaltmak olumlu sonuçlar verebilir. Toleransın getirdiği tasarım kısıtlamarı şunlardır:

- Eşit boyutlardaki bileşenler aynı boyutsal sapmayı gösterirler, bu da bileşenlerinin tipleşmesini gerektirir
- Üretim işlemlerinde standartlaşmanın sağlanması, boyut sapmalarının da standart olmasını sağlayacaktır.

- Belli bir boyut büyüklüğünden sonra bileşenlerdeki ölçü sapmaları sabit kalmaktadır. Bu da büyük boyutlu bileşenlere üstünlük sağlamaktadır.

5.2.2 Ulaşım/Taşıma Sorunları

(Ulaşım/taşıma sorunları ayrıntıları bölüm 3'te verilmiştir)

Prefabrike elemanların fabrikalardan şantiyelere nakli, karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu ile yapılabilmektedir. Karayolu taşımacılığı, fabrika ile şantiye arasında direkt bağlantı kurabildiği için en çok tercih edilen yoldur. Demiryolu veya denizyolu taşımacılığı çoğu zaman karayoluna ihtiyaç gösterir, şantiye ile direkt bağlantı kuramazlar.

Karayolu taşımacılığı için en uygun mesafe 50 – 150 km. arasındadır; bazı ülkelerde 200 km.'lik uzaklıklar da rantabl olabilmektedir. Demiryolu taşımacılığında bu uzaklık 150 – 300 km.' ye çıkmaktadır. [34, sf.308]

Ülkemizde demiryoluna nazaran karayoluna ağırlık veren ulaşım politikası vardır. Ancak bu ulaşım özellikle doğu bölgelerimizde yeterli değildir. Ağır kış şartları da göz önünde bulundurulursa, ulaşım yılın belli ayları ile sınırlanmaktadır.

Eleman boyutları ve ağırlıkları yolların ve ulaşım araçlarının olanaklarına bağlı olarak sınırlanmaktadır. Trafik yönetmelikleri, yolların genişlikleri, kavşaklar, köprü ve tünel yükseklikleri gibi unsurlar bileşen boyutlarını sınırlamaktadır. Konut gibi yurdun her yerinde yapılması gereken yapılar için bu kısıtlamalar daha büyük önem kazanmaktadır.

Demiryolu taşımacılığı, genellikle şantiye ile direkt bağlantı kuramadığı için karayolu taşımacılığına gereksinim duyar. Bu nedenle ancak uzun mesafelerde avantajlı olmaktadır.

Denizyolu taşımacılığında suyun düzeyi, limanların kapasitesi ve yoğunluğu, gemilere yükleme boşaltma biçimi ulaşımı etkileyen faktörlerdir.

Havayolu ulaşımı için özel ulaşım araçları kullanılması gereklidir. Bu tür bir ulaşım seçeneğinin kullanıldığı durumda bileşenlerin hafif yapılması gerekliliği vardır. Bu sistemin en büyük avantajı, bileşenin herhangi bir yerden alınıp istenilen yere bırakılabilmesidir. Ulaşım aracı aynı zamanda vinç görevi de üstlenebilir.

Taşıma maliyetini, toplam maliyet içerisinde belli bir düzeyde tutabilmek için, taşıma araçlarınn verimli bir şekilde kullanılması gerekir. Bir seferde araç

kapasitesinin olanak verdiği maksimum sayıda öğenin taşınması gerekliliği, bileşenlerin biçimlendirilmesinde sınırlamalar getirmektedir.

Bileşenlerin konsollu olarak yapılması, taşıma sırasında biraraya gelmelerini güçleştirmektedir. Bileşenlerin boyut ve ağırlıklarındaki büyük farklar, aynı taşıma aracı ile taşınmaları durumunda, oluşabilecek dinamik kuvvetler sebebiyle, devrilmeye neden olabilir.

Taşıma işlemi sırasında kullanılacak olan araç sayısı maliyeti etkileyen bir başka unsurdur.

Karayollarında ticari amaçlı kullanılan taşıma araçlarının özellikleri ve yük kapasiteleri hakkında bilgiler bölüm 3'te verilmiştir.

Sistem şeçimini, dolayısıyla tasarımı etkileyen birbaşka unsur da taşıma araçlarının hareket alanı gereksinmesi ile ulaşım yol şebekesi ölçüleri arasındaki uyum sorunlarıdır. Taşımada kullanılacak olan araçlar seçilirken hareket alanı gereksinmelerinin, karayollarının yapısına uyumlu olup olmadığı araştırılmalıdır.

5.2.3 Montaj Sorunları

Montaj, panellerin taşıma araçlarından alınıp, bina içindeki yerine konması, ayar ve birleşimin yapılması sürecidir. Montaj evresinde kullanılan kaldırma araçlarının türünün ve kaldırma yönteminin belirlenmesinde eleman boyutları, ağırlıkları, statik ve konstruktif sistem, montaj süresi, proje ve arazi özellikleri etkili olur.

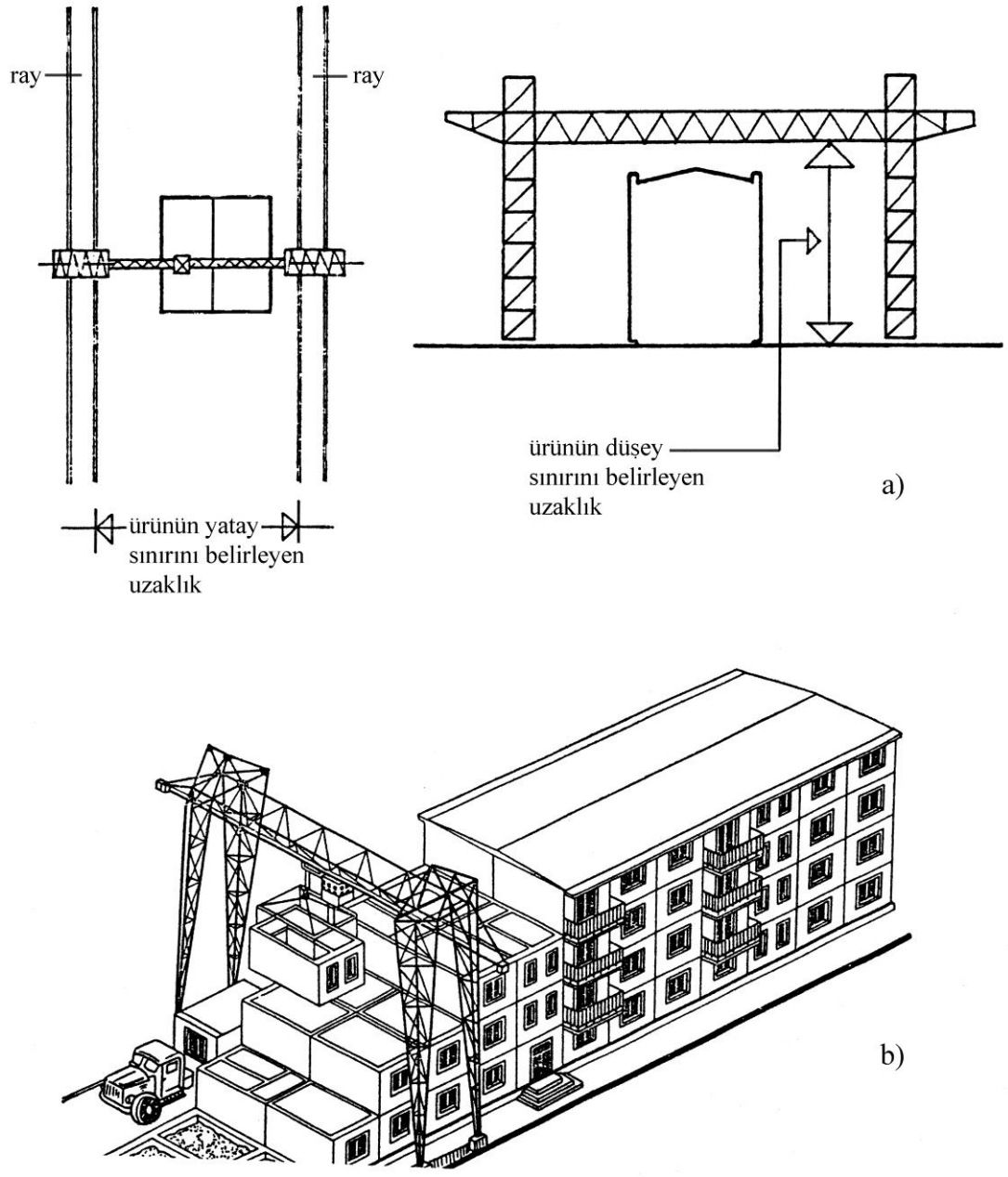
Eleman boyutlarının büyümesi, birleşim işlemi sayısını azaltmakla birlikte, ağırlığın artmasına neden olur ki; bu durumda daha yüksek kapasiteli vinç gerekir. Vinç kapasitesindeki artış, maliyeti de arttırır.

Kullanılacak olan vincin kol uzunluğu, bileşenlerin ağırlıklarının belirlenmesinde etken olduğu gibi, araziye yerleşim açısından da sınırlama getirmektedir. Binalar vinç kolu uzunluğunun hizmet edebileceği şekilde yerleştirilmelidir. Bu sayede vinç kapasitesi optimum olarak kullanılabilir. Panel elemanlarının montajında kullanılan vinç türleri şunlardır:

- köprü vinçler
- direkli vinçler
- kule vinçler
- araçlı vinçler

Vinç türleri ve kapasiteleri ile ilgili ayrıntılı bilgiler bölüm 3'te verilmiştir.

Köprü vinçler ayaklar üzerinde hareket ettikleri için, ayak araları ve yüksekliği binaların biçimlenmesinde kısıtlayıcı niteliktedir. Daha çok beş kata kadar olan ve uzun dikdörtgen şeklindeki binaların montajında kullanılmaktadır. Köprü vinç ayakları düz bir zemin üzerinde hareket etmek zorundadır. Eğimli araziler için uygun değildir. Köprü vinçler, biçimlenişleri çok hareketli olan yapıların montajı için uygun değildir. Bina biçimlenişleri vincin çalışma olanakları ile sınırlıdır.(şekil 5.14)

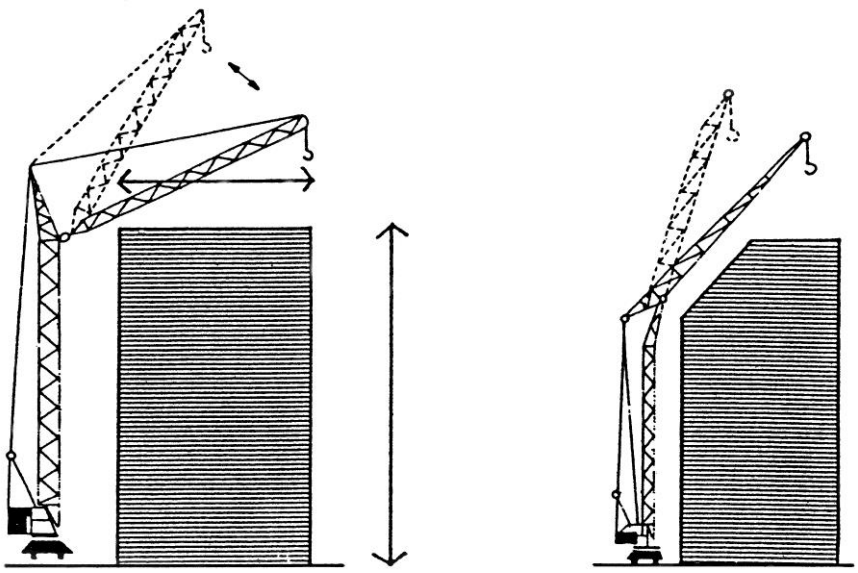


Şekil 5.14 a)Köprü vincin bina boyutlarını sınırlaması, b)hücre bileşenlerden oluşan binanın köprü vinç ile montajı

Direkli vinçlerin tespit edilmeleri gergi telleri ile yapıldığı için, bu teller montaj sırasında sakıncalar getirmektedir.

Kule vinçlerin sabit türleri noktasal binaların, raylar üzerinde hareket eden ve döner kuleli olanları ise noktasal olmayan binaların montajında kullanılabilir. Vincin kapasitesini, hizmet edeceği alan ile en büyük bileşen ağırlığı belirler. Sökülüp takılmaları uzun zaman aldığı için, uzun süreli işler için tercih edilirler.

Kule vinçlerin yükseklikleri yapının yüksekliğini ve biçimlenişini etkiler. Vinç kolunun aksiyon çapı içinde, taşıma kancasının konumuna göre yük taşıma kapasitesi değişir. Vinç gövdesine yaklaştıkça, taşıma kapasitesi artar, uzaklaştıkça azalır. Vinç kapasitesinden maksimum yararlanabilmek için, bileşenlerin montaj esnasında vince göre konumları da göz önüne alınmalıdır.



Şekil 5.15 Kule vinçlerin bina biçimlenişine etkileri

Araçlı vinçlerin manevra kabiliyetlerinin yüksek olması en büyük avantajlarıdır. Kurma ve sökme gerektirmezler. Ancak kapasiteleri sınırlı olduğu için, kol konsol mesafesi de çok fazla arttırılamamaktadır.

Montaj işlemlerinin iyi organize edilmesi, montaj maliyetinin toplam maliyet içerisindeki oranının belli bir düzeyde tutulmasını sağlar. Ara depolama işlemlerinin mümkün olduğunca azaltılması, montaj araçlarının en az manevra yaparak montajı

gerçekleştirmesinin sağlanması, montaj yollarının düzgün olması, montaj sürecinin rasyonelleşmesini sağlar.

Montaj esnasında da ölçü sapmaları meydana gelebilir. Hava koşulları, kullanılan ölçü aletlerinin doğruluk dereceleri, işçilik becerisi bu sapmaların nedenleri olabilir. Bu ölçü sapmaları da bileşen boyutlandırmasında göz önüne alınmalıdır.

5.2.4 Depolama Sorunları

Panel elemanlarının depolanması, üretim merkezinde ve şantiyede olabilir. İyi bir montaj organizasyonu yapılarak şantiyede depolamaya gerek kalmadan, elemanlar bina içindeki konumlarına yerleştirilebilir. Ancak nakliye işlemi trafik koşullarından etkileneceği için, nakliye sürecindeki aksama, montaj işlemlerini de aksatabilir.

Panel eleman üreten fabrikaların depolama parkına sahip olmaları, bileşenlerin sınıflandırılmalarına ve betonun belli mukavemete erişmesine olanak verir.

Depolama yatay ve düşey olmak üzere iki şekilde yapılabilir. Döşeme panelleri ve çatı plakları yatay olarak, duvar panelleri ise düşey olarak depolanır.

Üst üste depolanan elemanların boyutlarının ve ağırlıklarının eşit olması yük dağılımının uygun biçimde oluşmasını sağlar, bu da depolama sürecinde bileşenlerde oluşabilecek hasarın önüne geçer. Eşit ağırlıklar vinç kapasitesinin optimum düzeyde kullanılmasını sağlar.

Bileşen tip sayısının azalması depolama sürecinde oluşan küme adedini de azaltır. Böylece depolama parkı alanı optimum düzeyde tutulabilir. Montaj süreci de daha rahat işler.

Bileşenlerin monte edilecekleri sıra düzenine göre yapılan depolama işlemi, montaj işlemine hız kazandıracaktır.

5.2.5 Birleşim Noktaları/Düğüm Noktaları Araştırması

Panel sistemlerde detaylandırılması gereken düğüm noktaları yatay ve düşey olarak gruplandırılabilir. Bu düğüm noktalarına basınç, çekme, kesme ve eğilme kuvvetleri etki eder.

Bağlantı türlerini şu şekilde sınıflandırabiliriz:

- ıslak bağlantılar

- kuru bağlantılar
- yarı ıslak bağlantılar

Birleşim noktaları tasarımının temel ilkelerine bölüm 3'te değinilmiştir.

Islak bağlantılar panel birleşim noktalarında yerinde dökme beton yapılmasıdır. Beton basınç kuvvetlerini karşılar. Çekme ve kesme kuvvetlerini karşılamak için beton içerisine donatı yerleştirilir.

Bu bağlantı türünde, betonun sertleşmesinin beklenmesi montaj süresini uzatır. Ayrıca farklı betonlamanın getirdiği çatlama sorunları da söz konusudur. Buna karşılık bileşen üretiminde oluşan ölçü sapmaları beton içerisinde kolayca giderilebilir. İyi bir ses ve yangın dayanımı sağlar.

Kuru türdeki bağlantılar kaynaklı birleşimlerdir. Bu türdeki birleşimin avantajı, bağlantı noktalarının bekleme gerektirmeksizin kuvvet aktarabilir konuma gelmesidir. Ancak çoğu zaman ısı – ses yalıtımı, yangına karşı direnç ve korozyonun önlenmesi için dolgu malzemesine gerek vardır. Kaynakla birlikte dolgu malzemesinin kullanıldığı bağlantılar yarı ıslak bağlantılardır.

Düğüm noktaları detaylandırılırken, bağlantının iç yada dış mekanda olması farklı sorunlar getirir. İç mekan için oluşturulacak çözümde, statik dayanım, yangın direnci ve ses yalıtımı problemlerine çözüm aranırken, dış mekandaki bağlantı noktası için ısı ve su yalıtımı gibi ek problemler ortaya çıkar.

Düşey birleşimler duvar panellerinin monolitik olarak çalışmasını sağlamak görevini üstlenmişlerdir. Yatay bağlantıların görevi ise düşey yüklerin duvardan duvara aktarılmasını sağlamak ve döşemeye etki eden yatay yükleri duvar panellerine aktarmaktır.

İç mekanda yer alan duvar panellerine basınç, çekme ve kesme kuvvetleri etki eder. Döşeme panellerine ise bu kuvvetlere ek olarak eğilme kuvveti etki eder.

Dış ortamda yer alan bağlantılar iki farklı görevi yerine getirirler. Bağlantının dışarıya yakın olan bölümü ısı ve su yalıtımı, rüzgar geçirimsizliği sağlarken, içeriye yakın olan bölümü ise konstrüktif bağlantıyı sağlar.

Dış duvar panellerinde yer alan fugaların yalıtımı mekan konforu açısından önem taşır. Bu fugaların su ve hava geçirmeyecek şekilde detaylandırılmaları gerekir. Panel bünyesinde oluşan ısısal genleşmelere de imkan verebilmelidirler. Fugaların döşeme panellerine göre konumu da bazı sorunlar getirir. Eğer fuga döşeme

panelinin altında yer alıyorsa, betonlama esnasında harcın akmaması için ek kalıp yapma zorunluluğu doğar. Çatı bitişleri için ise özel bileşen üretmek gerekir. Fuganın döşeme hizasında yada yukarıda olması bu sorunları ortadan kaldırır.

İki taşıyıcı duvarın köşe birleşimleri de boyutsal açıdan sorun getirir. Bu birleşimde panellerden bir tanesinin farklı boyutta üretilmesi gerekir yada aynı boyutta panellerin birleşiminde köşe elemanı kullanılmalıdır.

5.2.6 Standart Proje/Tip Proje Sorunları

Panel sistemlerle belirli bir üretim serisi büyüklüğüne ulaşabilmek için kat planları, mahal grupları, mahaller veya bileşenler, boyutları ve nitelikleri belirlenerek tipleştirilirler. Bu sayede belli bir üretim serisini yakalamak ve ekonomik açıdan avantaj elde etmek söz konusu olabilir.

Kat planları tipleştirilerek, birbirleriyle farklı konumlarda birleşip farklı bina grupları oluşturabilen bir sistem tasarlanabilir. Bu sistem, hem alçak hem yüksek yapıların üretimine uygun olmalı ve yön değişikliklerine imkan verebilmelidir. Bu amaçla bileşen takımı ve düğüm noktaları tasarımı yapılırken, bu esneklik olasılığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Kat planlarının tipleştirilmesi kapalı sistem olanakları içerisinde mümkün olabilir.

Ancak tip planlar simetrik olarak yerleştirildiklerinde, bileşen tip sayısında artış meydana gelmektedir.

Tipleştirme kat planı yerine, mahal gruplarına da uygulanabilir. Belirli fonksiyonları yerine getirecek olan mahaller biraraya getirilerek bir gruplaşma sağlanır. Örneğin mutfak ve banyonun bir arada düzenlenmesi ile oluşan mahal grubu tesisat sistemlerinin detaylandırılmasında da kolaylık getirir. Mahal gruplarının farklı şekillerde biraraya getirilmeleri ile, farklı tasarımlar elde edilebilir. Bunun için tasarımda modüler ızgaranın kullanılması gereklidir.

Küçük ölçeklerdeki projelerde, belirli bir üretim sayısına ulaşabilmek için aynı elemanların kat planı içerisinde çok kez tekrarı yoluna gidilir. Mahallerin her iki boyutu veya sadece bir boyutu eşit tutularak tipleştirme yapılabilir.

Bileşenler düzeyinde yapılan standartlaştırma, bileşenlerin belli bir projeden bağımsız olarak standartlaştırılmasını amaçlar. Bu tür standartlaştırma modüler koordinasyon kuralları çerçevesinde mümkün olur. Bileşenlerin boyutlarının belirlenmesinde, fonksiyonel gereklilikler, statik veriler, taşıma ve montaj araçlarının kapasiteleri ile kullanılacak olan üretim teknolojisi etkili olur.

Bileşenlerin tipleştirilmeleri firma düzeyinde gerçekleşebildiği gibi ülke düzeyinde de boyutları ve nitelikleri belirlenmiş standart bileşenler üretilebilir.

Bir firma binanın belirli bir fonksiyonunu yerine getirecek tip bileşenler üretebildiği gibi, belirli tipte binaların oluşumuna olanak veren kendi aralarında uyumlu bileşen takımı da üretebilir.

5.2.7 Büyüme, Değişme Esnekliği Sorunları

Ulusal düzeyde veya firma düzeyinde oluşturulan yapım sistemi, çoğu zaman kullanıcıların kimler olduğu bilinmeden yapılır. Yapım sistemini şekillendiren veriler olası kullanıcıların ekonomik durumları, yaşam ve davranış biçimleri, eğitim durumları, sosyal ihtiyaçları, konut ve çevre gereksinmeleri, hanehalkı bileşimleri gibi bilgilerdir. Çok çeşitli sayıdaki kullanıcılara hitap edecek olan bir sistemin başarılı olması, büyüme ve değişmeye ne derecede yanıt verebildiği ile doğru orantılıdır. Bununla birlikte zaman içerisinde toplumda meydana gelen sosyal değişimler ile teknolojik gelişmeler, binaların kullanımını da değiştirmektedir.

Zaman içerisinde mekanın kullanımını etkileyebilecek her türlü değişikliklere cevap verebilecek düzeydeki tasarım, binaların kullanım sürelerini uzatacak, kullanıcı memnuniyetini arttıracaktır.

Mimari planlamada esneklik üç farklı şekilde gerçekleşebilir:

- Sınırlı esneklik: Mekanların farklı kullanıcı ihtiyaçlarına cevap verebilecek boyutta ve formda tasarlanmasıdır. İhtiyaçlar mimari yapıda değişikliğe gidilmeden karşılanır.

- Serbest esneklik: Binayı oluşturan hacimlerin kullanıcı istekleri doğrultusunda değiştirilebilmesidir. Bu tür planlamada belirli hacimler (örneğin ıslak hacimler) sabit olabilir yada bütün hacimler tamamen serbest olarak planlanabilir.

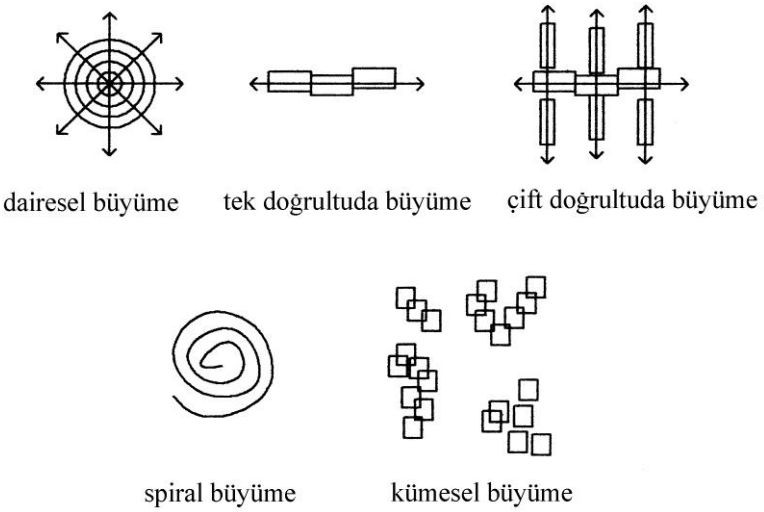
- Büyüme esnekliği: Binaya yeni mekanlar eklenebilmesi büyüme esnekliğidir. Büyüme yatay veya düşey düzlemde olabilir. Bina formuna göre büyümeyi şu şekilde sınıflandırabiliriz: (şekil 5.16)

  - Merkezi büyüme: belirli bir merkezden çevreye yayılan ışınlar boyunca büyümedir.

  - Doğrusal büyüme: doğru boyunca her iki yönde büyümedir.

  - Spiral büyüme: bir merkez etrafında dairesel olarak giderek yayılmadır.

- Kümesel büyüme: belli merkezlerin çevresinde kümeleşmedir.



Şekil 5.16 Forma göre büyüme alternatifleri

Panel sistemlerin konstruktif kuruluş özelliklerinden dolayı, esneklik olasılıkları sınırlıdır. Uzun eksene dik taşıyıcı panellerle kurulan sistemde hacim derinliklerinde, uzun eksene paralel taşıyıcı panellerle kurulan sistemde hacim genişliklerinde esneklik sağlanabilir. Birbaşka esneklik olasılığı, planda değişiklik mahal alışverşi ile mümkün olmaktadır. Aynı bina içerisinde yapılan teraslamalar, farklı büyüklükte plan tiplerinin oluşmasına olanak verir.

Bir yapım sisteminden beklenen esneklik kriterleri şöyle özetlenebilir: [28, sf.54-55]

- değişik biçim ve büyüklükteki mekansal birimler değişik kullanım ve fonksiyonel ihtiyaçlara cevap verebilmelidir
- eylem bölgeleri, değişik konut tiplerinde birbirleri ile yer değiştirebilecek biçimde kullanılabilmelidir
- eylem bölgeleri için bir esneklik payı belirlenebilmeli, farklı tercih ve gereksinmelere göre birbirleri arasında büyüklük farklılaşmaları yapılabilmelidir
- strüktürel sistem değişik kat çözümlerine olanak sağlayabilmelidir
- sistem iç kullanım ve kullanıcı tercihleri doğrultusunda değişik dışa taşma olanakları getirebilmelidir

5.2.8 Mevzuat Sınırlamaları

Endüstrileşmiş bina tasarımını etkileyen mevzuat sınırlamaları üç başlık altında incelenebilir:

- el işçiliği ve meslek tekniği ile ilgili sınırlamalar
- statik hesaplamaların getirdiği sınırlamalar
- yapı fiziği ile ilgili sınırlamalar

Bu sınırlamalar, mimari tasarım süreci aşamalarına bağlı olarak tablo halinde, tablo 5.3 olarak verilmiştir.

İlgili mevzuatlar, mimari tasarım sürecinin,

- mimari plan kuruluşu araştırması

- yapı sistemi seçimi

- yapı elemanı/yapı bileşeni seçimi

- yapı malzemesi seçimi

alanlarında planlamayı etkilerler.

5.2.8.1 El İşçiliği ve Meslek Tekniği ile İlgili Sınırlamalar

Tasarlanacak binanın türü ne olursa olsun insanlar tarafından kullanılacaktır. Bu yüzden bina tasarımında ana etken insan ölçüleridir. İnsan ölçüleri mekan boyutlarının belirlenmesinde sınırlayıcı niteliktedir.

Mekanların tasarımı, eylem alanları ve gerekli donatım elemanları alanlarının sirkulasyon alanlarıyla mekanın işlevine göre düzenlenmesidir.

İnsan boyutlarının mekan biçimlenişine olan etkileri mimari plan kuruluşu araştırması sırasında değerlendirilir.

Mekan boyutları, o mekanı oluşturan bileşen boyutlarını sınırlamaktadır. Bileşen boyutlarının sınır değerleri ise üretim, taşıma ve montaj sistemlerinin seçimi üzerinde etkendir

Tablo 5.3 Mimari tasarım süreci aşamalarına bağlı mevzuat sınırlamaları [37]

		KULLANILMA ALANLARI			**MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE KARAR AŞAMALARI**													
					Program analizi,sentezi ve standardizasyonu	Fonksiyonel kuruluş ve şematik tasarım	YAPISAL KURULUŞ ARAŞTIRMALARI				MİMARİ KURULUŞ ÖN ETÜTLERİ			MİMARİ PROJE GELİŞTİRME-KESİN PROJE ve UYGULAMA PROJESİ				
		SINIRLAMALAR					Strüktür seçimi	Malzeme ön seçimi	Bireysel yapı bileşeni seçimi	Düğüm noktaları seçimi	Genel yerleşme planı	Modüler tasarım	Mimari proje seçimi	Statik sistem	Yapım sistemleri	Tesisat sistemleri	Mimari detaylandırma	Mimari uygulama projesi
					a	b	c	d	e	f	g	h	ı	j	k	l	m	n
MİMARİ PLANLAMAYI ETKİLEYEN MEVZUAT SINIRLAMALARI	**A**	EL İŞÇİLİĞİ ve MESLEK TEKNİĞİ ile İLGİLİ SINIRLAMALAR	1	Mimari bina programını etkileyen program standartları	1 2 7 8 9 10 11 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 24 32 33 34 35 36 37 45 73	7 10 11 12 14 17 18 20 28 31					22 25 26 27 28 29 30 31 37	1 2 3 4 5 6 32 33 34 35 43	8 12 22 24				9 15 36 37 43	-23-
			2	Sirkulasyon düzeni ile ilgili standartlar	9 17 18 46 51 52	14	49	48				46 47 48 50 52			49 50		46 47 48 50	
			3	Bina bilgisi standartları			67	40 -61- 71 -72-	66 67			14 38 39 -41- -42- 43 44 -55- 65 66			40		14 38 39 -41- -42- 43 44 53 54 -55- 71 -72-	54
			4	Diğer zorunluluklar	56 74		64 69 70	58 59	62 63 69		60 62 63			56	68 69 70	57 58 59	57 58 59 60	
	B	STATİK HESAPLAMALAR ile İLGİLİ SINIRLAMALAR	1	Kitle oluşumunu etkileyen sınırlamalar	6	63						-6- 7 63		-8-				
			2	Bina strüktürünü etkileyen sınırlamalar	6		1 2 7 26 27 33 39 40 41 42 43 59 60 61 64	65		4		15 26 27 43 49 -51-		2 3 4 5 8 18 22 -26- 27 -31- 39 -40- 41 -45- 51- 65	3 7 59 60 61			64
			3	Eleman boyutlamasını etkileyen sınırlamalar			-30- 31 37 -52-	12 -50- 51- 53- 69	23 -28- 32 48 -50- 52- -54- 55- 56- 57- 66 67	4 5		-4- 49 -53- 56-		3 4 10 11 13 14 15 16 17- 19 -20- 21 - 23 24 - 29 -28- 29- 30- 31 32 -34- 35- 36- 37- 38 -44- 46 47 48 49- -50- 54- 55- 56- 57- 58 -66-	9 11 -52-		10 12 22	-62 -
	C	YAPI FİZİĞİ ile İLGİLİ SINIRLAMALAR	1	Isı	1 6 7 8 10			2 3 6	3 4					-54-		7 8	4 5 9 10	
			2	Ses	11 13 14	17		15	12 -15-		12 16 17					16	12 15	
			3	Yangından korunma	18 19 20 23 27 28 29 30 31 32 35	19 28 29	-37-	-19- 21 22 23 24 25 26 27 33 34 55	-22- -23- 25		20 22 23			-36- 37 38		19 20 35	21 29 31 32	
			4	Su Nem- Buhar	-39- 40 42			- 39 -47-	43					45 -52- 53-	44 46		-41- 44 45 46	
			5	Genleşme			50 51							38 48 50 51 54			-49-	
			6	Aydınlatma	56 57 59 61							60						58

NOT: Yönetmelik, yasa vb. mevzuata bağlı maddeler veya metinler, numaralandırılmış bir envanter bütünü halinde bu şemanın doğal eki olarak kullanılır

☐ Hem geleneksel hem de endüstrileşmiş bina tasarımını etkileyen mevzuat sınırlamaları. ◯ Yalnız endüstrileşmiş bina tasarımını etkileyen mevzuat sınırlamaları. Diğer yalın sayılar: Yalnız geleneksel mimari tasarımı etkileyen mevzuat sınırlamaları.

Yapı sistemi seçimi sırasında, üretim ve yapım alanları ile ilgili teknolojik sınır değerler araştırılmalıdır.

Mekanı oluşturan bileşenlerin performansı mekan performansını etkilemektedir. Bu yüzden bileşeni oluşturan yapı malzemelerinin seçimi sırasında, malzemelerin binalarda kullanılma kararlarına ilişkin yönetmelik sınırlamaları göz önüne alınmalıdır.

5.2.8.2 Statik Hesaplamaların Getirdiği Sınırlamalar

Statik hesaplamalar ile ilgili sınırlamalar üç alanda mimari tasarımı etkiler:

- kitle oluşumu
- bina strüktürü seçimi
- bileşen boyutlaması

Panel sistemde statik düzenlenme ilkeleri gözönüne alındığında, her iki yönde taşıyıcı panellerle oluşan sistemin dayanımının, diğer sistemlere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Taşıyıcı panelleri her iki yönde, asal eksenler boyunca simetrik ve dengeli dağıtmak hangi yönden geleceği belli olmayan yüklerin taşınabilmesi açısından önemlidir.

Taşıyıcı sistemin, yerinde dökme beton ile yapılan kolon-kirişlerden oluştuğu geleneksel sistemler hiperstatik (sürekli) sistemlerdir. Buna karşılık prefabrike sistemler bileşenlerin biraraya gelmesi ile oluştuklarından izostatik (süreksiz) sistemlerdir. Birleşim noktalarından ötürü sistem rijitliğinde azalma olur. Birleşim noktalarının sistemi mümkün olduğu kadar sürekli ve rijit kılabilecek şekilde tasarlanması gerekir.

Prefabrike yapıların taşıyıcı sistem seçimi ve bileşen boyutlandırmasında aşağıdaki şartlar gözönünde bulundurulur: [39, sf.35]

- yapı bileşenlerinin ve birleşim yerlerinin kesitlerinin, temel elemanlarının ve temel zemininin yeterince mukavemete sahip olması

- yapının tümünde veya birkısmında global dengenin bozulmaması yani bir kayma veya devrilme olmaması

- temel sistemi ve zemini dahil, taşıyıcı sistem elemanlarının ve birleşimlerinin yeterince sünek olması

- yapının yeterince rijit olması, yani bir katın, altındaki bir kata nazaran yer değiştirmesinin, sehimlerin ve deformasyonların bu hususta tespit edilmiş değerlerden küçük olması

- taşıyıcı sistemin elemanlarının ve tümünün stabilitesinin, montaj safhaları dahil, daima mevcut olması

- taşıyıcı sistemin göçmemesi

- taşıyıcı sistem elemanlarından birinin yerinden çıkması veya kırılması durumunda ani veya aşamalı yıkılmanın olmaması

Birleşim noktaları tasarımı için gözönünde bulundurulması gereken kurallar şunlardır: [39, sf.55]

- birleşim noktalarına etki edebilecek kuvvetlerin emniyetle, birleşen elemanlardan, birinden diğerine aktarılabilmesi

- birleşim noktalarının kabul edilebilir dönme, yer değiştirme ve deformasyonlara uygun olması ve birleşime giren elemanların rölatif deformasyonlarının da kabul edilebilir sınırlar içinde olması

- birleşimin sünek olması

- birleşim noktalarında eleman boyutlarının, toleranslar çerçevesinde, fark edebilecekleri gözönünde bulundurulmalıdır

Yükler karşısındaki dayanıklılık panellerin birleşme noktalarının doğru çözülmüş olmasının yanında uygulamada gerekli hassasiyetin de gösterilmiş olmasına bağlıdır.

Ülkemizde prefabrike betonarme ve öngerilmeli beton eleman, taşıyıcı sistem ve birleşimlerin yapım ve montaj kuralları ve hesap esaslarına ait şartnameler TS 9967'de toplanmıştır.

A.B.D ve Japonya depreme dayanıklı prefabrike bina yapımı konusunda 1990 yılından beri çalışma yürütmektedirler. Bu çalışma PRESSS (Precast Seismic Structural Systems) adı ile anılmaktadır. Çalışmanın amacı prefabrike inşaat yapımını deprem bölgelerinde daha yaygın hale getirmek ve bu konudaki sınırlayıcı engelleri en aza indirmektir. Bu çalışmanın sonuçları prefabrike yapım sistemlerine yeni olanaklar getirebilir.

5.2.8.3 Yapı Fiziği ile İlgili Sınırlamalar

- Isı yalıtımı ve yoğuşma sorunları

Binayı oluşturan bileşenlerin gerekli iklimsel konfor şartlarını yerine getirebilecek şekilde tasarlanmaları gerekir. Birleşim noktaları da ısı köprülerini engelleyecek, yoğuşma riskini ortadan kaldıracak şekilde detaylandırılmalıdır. Cephe panelleri için en önemli termofiziksel özellikler şunlardır: [40, sf.261-262]

- opak ve saydam bileşenlerin toplam ısı geçirme katsayıları

- saydamlık oranı (saydam bileşen alanının toplam cephe alanına oranı)

- saydam bileşenin cephe üzerindeki konumu ve boyutları

- opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı yutuculuk, yansıtıcılık ve geçirgenlikleri

- opak bileşenin zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü

Binayı oluşturan dış kabuktan beklenen ısısal performans, kabuğun bir bütün olarak (saydam ve opak), belirli bir iç yüzey sıcaklığını gerçekleştirmesidir. Bileşen kesitinde yoğuşma ve terleme kontrolu da yapılması gerekir. Eğer bileşen yüzeyinde yoğuşma meydana gelirse, bileşen gerekli ısı yalıtımını sağlayamaz.

Bir diğer önemli sorun birleşim yerlerindeki ısı köprüleridir. Bu sorun genellikle cephelerdeki döşeme–duvar birleşimlerinde ortaya çıkmaktadır. Detaylar iyi çözülmediği zaman birleşim noktalarındaki ısı geçişleri, iç yüzeyde terlemeye yol açar.

- Ses yalıtımı sorunları

Genel olarak mekan ölçeğindeki akustik sorunlar şunlardır: [41, sf.206]

- yapının kapalı ve açık hacimlerinde yapı dışından ve içinden gelebilecek insan sağlığı ve konforu için sakıncalı gürültülerin önlenmesi ve kullanıcı eylemleri ile girişim yapmayacak şekilde engellenmesi

- bazı hacimlerde konuşma gizliliğinin sağlanması

- işitmeye dayalı fonksiyon içeren hacimlerde iyi bir ses algılamasının elde edilmesi

Akustik sorunlar mekanın kullanım özelliklerine göre farklılaştıklarından, her bir yapı için ayrı ayrı incelenmesi gerekir.

Gürültü kontrolü tasarım aşamasında malzeme seçimi sırasında yapılırsa daha etkin ve ekonomik çözüm olanağı elde edilebilir.

- Yangın direnci sorunu

Prefabrike beton panellerin yangına direnç dereceleri iki parametreye bağlıdır:

- panellerin kesit kalınlığı

- pas payları kalınlığı

Panellerin yangın dirençleri değerleri tablo 5.4 olarak verilmişitr.

Şartnameler konutta minimum 30 dakikalık yangın direncini öngörmektedir. Beton bileşenlerin kesit kalınlıkları bu değeri sağlamaktadır.

Tablo 5.4 Beton panellerin yangın direnci dereceleri

Yangın direnci derecesi (saat)	Duvar panelleri		Döşeme panelleri	
	Minimum kesit kalınlığı (cm)	Minimum pas payı (cm)	Minimum kesit kalınlığı (cm)	Minimum pas payı (cm)
0,5	10	1	6	1
1	11	2	7	2
1,5	13	3	9	3
2	15	4	11	4
3	20	6	15	6

- Su yalıtımı sorunu

Binayı oluşturan dış kabuk yağmur ve kar suyuna karşı dayanıklı olmalıdır. Dış kabuğun geçirimsizliği yalıtım malzemeleri ile sağlanır. Yağmur ve kar suyu etkisine en açık noktalar birleşim yerleridir.

Birleşim noktalarında oluşan derzler çeşitli malzemelerle kapatılmalıdır. Bu malzemeler bölüm 3'te örneklenmiştir.

Birleşim noktalarındaki kılcallaşma sorunu detay çözümlerinde gözönüne alınmalıdır.

5.2.9 Genel Yerleşme Tasarımı Araştırması

Genel yerleşme tasarımı, arazi ve çevre durumlarına bağlı olarak yerleşme düzenlerinde de farklı seçenekler gerektirir.

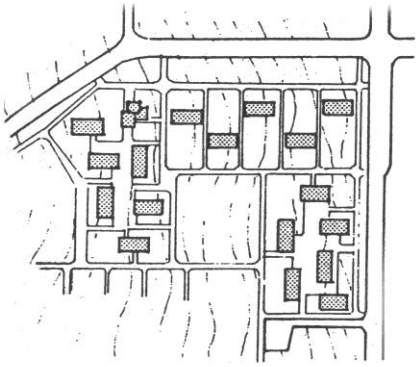
Prefabrike sistemde bina, bileşenlerin biraraya gelmesi ile oluştuğundan, bu bileşenler için yığınak alanları gerekir. Bu yığınak alanlarının boyutlarını yapım sistemi belirler. Bileşen tip sayısındaki artış yığınak alanlarının büyümesine yol açar.

Fabrikada üretilen bileşenlerin, şantiye alanına taşınmasında kullanılacak olan araçların boyları, genişlikleri, manevra çapları da arsa içi yol düzenlemelerinde kısıtlayıcı unsurlardır. Arazide yol düzenlemesi yapılırken, taşıma araçlarının hareket halinde iken gerektirdikleri boyutlar doğrultusunda projelendirilme yapılmalıdır. Araçlar için gerekli manevra alanları bırakılmalıdır.

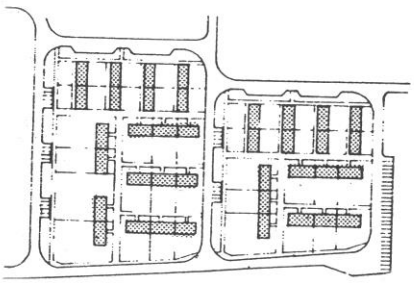
Montaj araçlarının kapasiteleri ve özellikleri de blok biçimlenişlerini dolayısıyla genel yerleşme düzenini etkilemektedir. Binalar, montaj araçlarının hizmet edebildiği alanlar içerisinde konumlandırılmalıdır. Kule vinçler çok katlı binaların yapımına olanak verirler. Binaların arazide yatay düzlemde genişlemeleri sözkonusu ise montajda köprü vinç kullanılmalıdır.

Şantiye organizasyonu gereği, yönetim binalarına, stok alanlarına, montaj araçları çalışma alanlarına ayrılan bölümlerin, bina yapımı tamamlandıktan sonra nasıl kullanılacağının çözümlenmesi gerekir.

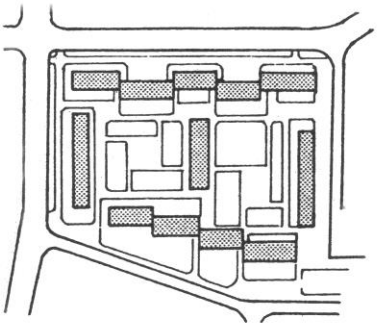
Genel yerleşme düzenini oluşturacak tip bina/birim bina unsurlarının arazi üzerinde diziliş olanakları araştırılarak, farklı genel yerleşme alternatifleri oluşturulabilir. Bu yönde örneklenebilecek genel yerleşme şemaları şekil 5.17'de verilmiştir.



tek ve bağımsız bloklar



bitişik doğrusal blok dizileri



bitişik, kaymalı sürekli blok dizileri



kaymalı içe dönük genel yerleşme düzenleri

Şekil 5.17 Genel yerleşme örnekleri

5.3 Tartışma ve Sonuç

Panel sistemlerle konut üretimi ihtiyaç programı geliştirme çalışmaları ile başlar. Sisteme özgü yapım olanakları ve kısıtlamalar bu aşamadan itibaren göz önünde bulundurulmalıdır.

Panel sistemlerin ekonomik yönden avantajlı olabilmeleri ancak büyük üretim serilerine ulaşıldığı zaman mümkün olabilmektedir. Bu yüzden tipleştirme ve standartlaştırma araştırmaları, tasarımın daha ilk aşamasından itibaren ele alınmalıdır.

İhtiyaç programı ve bu doğrultuda oluşturulacak yapım sistemi, ekonomik yönden avantajlı olabilecek kadar sınırlı sayıda bileşen içermekle beraber, zamanla değişen

kullanıcı ihtiyaçları, toplumun sosyal yapısındaki değişmeler ve teknolojik gelişmelere de cevap verebilmelidir.

Standartlaştırılmış mekan birimlerinin biraraya getirilmeleri sonucu oluşabilecek monotonluğu kırabilmek amacıyla, mimari plan kuruluşunun farklı birleşme ve bina grupları oluşturmaya olanak tanıması gerekir. Mimari çeşitliliği yanlızca cephelerde değil, araziye yerleşme şekillerinde de aramak gereklidir.

Panel bileşenlerinin niteliklerinin ve boyutlarının belirlenmesinde, kullanıcı verileri, statik ve konstrüktif veriler, fonksiyonel ihtiyaçlar ve binanın yapılacağı yerin coğrafi verilerinin yanında, üretim, taşıma ve montaj sistemleri de etkili olur.

Bina boyutlarının hazır yapı bileşenleri ile yapıma olanak verecek şekilde düzenlenmesi modüler koordinasyon ile olanaklıdır. Modüler koordinasyonun binaya uygulanması, yapı bileşenlerinin ve mekanların boyutlanması "referans noktası" ile kurgulanan ızgara sistemleri kullanılarak gerçekleşir.

Yapıyı oluşturan bileşenler üç boyutlu öğeler oldukları için, bunların bina içindeki konumlarını düzenleyen referans sistemi de üç boyutlu modüler kafes sistemidir. Ancak mimari projeler genellikle plan, kesit ve cephe olarak iki boyutlu düzlemler halinde ifade edildikleri için, modüler kafesin xy, xz ve yz düzlemlerini ifade eden modüler ızgara sistemi, yapı sektöründe ağırlıklı olarak kullanılmaktadır.

Binayı oluşturan bileşenlerin biraraya gelişini ve geometrik uyumunu sağlayan modüler koordinasyon siteminin (modüler ızgaranın) varlığı ve bu ızgaraya uyma zorunluluğu, bina geometrisini tayin edici olmaktadır.

Endüstriyel ilkelerin bina yapımına uygulanması süreci "tasarım, üretim, yapım" olmak üzere üç aşamalı hale getirmiştir. Üretilen ürünlerin fabrikalardan şantiyelere aktarılması beraberinde taşıma, depolama ve montaj sorunlarını getirmektedir.

Karayolu taşımacılığı için en uygun mesafe 50 – 150 km. arasındadır, bazı ülkelerde 200 km.'lik uzaklıklar da uygun olabilmektedir. Demiryolu taşımacılığında bu uzaklık 150 – 300 km.' ye çıkmaktadır. Eleman boyutları ve ağırlıkları yolların ve ulaşım araçlarının olanaklarına bağlı olarak sınırlanmaktadır. Trafik yönetmelikleri, yolların genişlikleri, köprü ve tünel yükseklikleri gibi unsurlar bileşen boyutlarını sınırlamaktadır.

Montaj aracı türleri ve kapasite sınır değerleri, tüm tasarımı ve bileşen tasarımını etkileyen bir başka unsurdur. Montaj evresinde kullanılan kaldırma araçlarının

kapasiteleri bileşen boyutlarını ve aynı zamanda da binaların dış kitle ölçülerini etkiler.

Birleşim noktalarının detaylandırılması, hazır elemanlarla oluşturulan sistemde sürekliliğin sağlanabilmesi ve deprem yükleri karşısında yeterli dayanımın oluşturulabilmesi açılarından en önemli sorunlardır. Birleşim noktalarının doğru çözülmüş olmalarının yanında, uygulamanın da doğru yapılmış olması gerekmektedir.

Statik kuruluş olarak panel sistemler de diğer prefabrike sistemler gibi izostatik (süreksiz) sistemlerdir. Bu nedenle düğüm noktaları tasarım ve hesaplamalarında sistemi mümkün olduğunca hiperstatik (sürekli) kılacak çözümler geliştirilmelidir.

Tipleşme endüstriyel üretimin en önemli unsurlarındandır. Fabrika üretimi, ön yatırımın yüksek olması nedeniyle, büyük üretim serilerine ulaşılmasını gerektirir. Bu da tipleşme ile mümkündür. Tipleşme kat planları, mahal grupları, mahaller veya bileşenler düzeyinde gerçekleşebilir.

Endüstrileşmiş bina tasarımını etkileyen mevzuat sınırlamaları üç başlık altında incelenebilir:

- el işçiliği ve meslek tekniği ile ilgili sınırlamalar
- statik hesaplamaların getirdiği sınırlamalar
- yapı fiziği ile ilgili sınırlamalar

İlgili mevzuatlar, mimari tasarım sürecinin,

- mimari plan kuruluşu araştırması
- yapı sistemi seçimi
- yapı elemanı/yapı bileşeni seçimi
- yapı malzemesi seçimi

alanlarında planlamayı etkilerler.

Yapım sistemi özellikleri, şantiye organizasyonu, montaj araçları ve nakliye araçları özellikleri, genel yerleşme düzenini etkileyen unsurlardır. Endüstriyel üretimin inşaat sistemlerine getirmiş olduğu olanaklar ve kısıtlamalar, şehircilik açısından da irdelenmelidir.

6. SONUÇ

Ülkemizde konut sorunu, mevcut koşullar nedeniyle yıllardanberi tam olarak çözülememektedir. Yıllık konut talep tahmini 347.600 birim konuttur. Bu sayıya okul, hastahane gibi, yurdun her yerinde çok sayıda ve hızla yapılması gerekli olan binalar da eklenince, zorunlu inşaat toplamı daha da artmaktadır.

Bu orandaki yüksek talebin geleneksel sistemler ile karşılanması olanaksızdır.

Bu nedenle özellikle konut açığının kapanabilmesi için endüstrileşmiş teknolojilerin kullanılması zorunlu olmaktadır.

Konut sorunu sadece sayısal bir sorun değildir. Aynı zamanda nitelik sorunudur da. Endüstrileşmiş yapım sistemleri, yapıma sürat kazandırmanın yanında kalite de kazandıracaktır.

Endüstrileşmiş yapım sistemleri kullanılarak üretilmiş olan binaların tekdüzeliği ve monotonluğu, kullanılmış olan yapım sistemlerinin olanaksızlıklarının ürünü değildir. Tasarlama süreci aşamalarının iyi organize edilememesi, yeterli araştırmanın yapılamamasının sonucudur.

"Sistemci" yaklaşımlarla tasarlama sürecinin organize edilmesi, süreç aşamalarında sezgisel yaklaşımların ötesinde bilimsel çalışmalara/araştırmalara yer verilmesi ve tasarım sürecine kullanıcıların katılımının sağlanabilmesi ile çok daha iyi sonuçlar elde edilebilecektir.

Doğru ürün elde etmek için, bu alanda seçilen teknolojinin özelliklerinin ve sınır değerlerinin çok iyi araştırılması da gereklidir.

Kullanılacak olan sistemin tasarıma ve üretime getireceği sınırlamalar ile tüm olanaklar iyi etüt edilerek yapılacak olan seçim sonucu oluşacak ürün nitelik, ekonomi ve zaman açısından en iyi sonucu vermenin yanında, kullanıcı taleplerine de en iyi yanıt verebilen ürün olmalıdır.

Büyük konut üretim miktarları söz konusu olduğu zaman, "panel sistemler" in ekonomik açıdan en avantajlı sistemi oluşturduğu görülmektedir. Bitmişlik düzeyinin yüksek oluşu, yapım aşamasına hız da kazandırmaktadır. Son yıllarda ülkemizde

yaşanmış olan depremler, düğüm noktaları ve detayları doğru çözülmüş “panel yapım sistemleri” nin statik dayanımlarının da yeterli olabildiğini göstermektedir.

Ancak teknoloji doğru seçilse bile, gene de ülke ve firma düzeyinde sistemin yerel koşullara uygun yönde geliştirilmesi gereklidir. Ayrıca bu alanda iyi yetişmiş teknik kadrolara da ihtiyaç olacaktır.

Savaş sonrasında Avrupa’da yıkılmış kentler yeniden kurulurken, büyük konut açığının endüstrileşmiş yapım teknolojileri ile karşılanmış olduğu dikkate alındığında, konut sorununun ancak bu yönde çözülebileceği kuşkusuzdur. Bu sorunun başarıyla çözümlenebilmesi için, Devletin yeterli konut politikaları oluşturması önkoşuldur.

Bu tezde, konut sorununun çözümünde büyük konut taleplerini hızlı ve ekonomik olarak çözen ve bu doğrultuda en yaygın düzeyde kullanılagelmiş olan “panel sistemler” ele alınmış, bu teknolojiye başvurulduğunda sistemin özelliklerinin bilincine ulaşılabilmesi bakımından, yararlı olabilecek bir araştırma ve tanıtım amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

[1] **KULAKSIZOĞLU, Erol.,** 1973. Mimarlık alanında çağdaş inşaat sistemleri gelişimi ve ilgili tasarım olanakları, *Doçentlik Tezi*, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

[2] **AYAYDIN, Yükselen.,** 1981. Büyük açıklıklı prefabrike betonarme yapılar, Birsen Kitabevi yayınları, İstanbul.

[3] **SCHMID, Thomas, TESTA, Carlo.**, 1969. Bauen mit systemen-systems building-constructions modularies, Artemis Zurih architecture edition, Zurih.

[4] **TÜRKÇÜ, H. Çetin.,** 1988. Endüstrileşmiş yapım – Konut sorunu açısından irdelenmesi, D.E.Ü yayınları, İzmir.

[5] **GÜNERMAN, Haluk.,** 1997. Prefabrike bina sistemleri, *Prefabrike inşaat teknolojileri sempozyumu*, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 23-26 Haziran, s. 1-10.

[6] **CANSUN, Oktay.**, 1979. Türkiye' de prefabrike yapı parçaları üretmek üzere kurulacak fabrikaların dağılımı ve bireysel üretim kapasiteleri, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

[7] **KULAKSIZOĞLU, Erol.,** 1984. Türkiye' de binanın endüstrileşmesinde gelişim ve sorunlar, *Yapı dergisi*, **53**, s. 35-44.

[8] **URAL, Oktay.**, 1980. Construction of lower-cost housing, John Wiley & Sons Inc.

[9] **ÜLGÜRAY, Metin.,** 1984. Türkiye' de hafif prefabrikasyon ön üretim, *Yapı dergisi*, **53**, s. 51-53.

[10] **SEY, Yıldız.,** 1984. Prefabrike sistemlerde ekonomik etkinlik sorunu, *Yapı dergisi*, **53**, s. 45-47.

[11] **GRUBB, C.A and PHARES, M.I.**, 1972. Industrialization: A New Concept for Housing, Praeger Publishers.

[12] **ÖZEN, Özden Yazıcıoğlu.**, 1981. Bina yapımında endüstrileşme ve Türkiye için irdelenmesi, Tübitak YAE yayın no: a51, Ankara.

[13] **ÖZKAN, Ertan.,** 1976. Yapım sistemlerinin seçimi için bir yöntem, *Doktora Tezi,* İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

[14] **Anonim,** 1987. Çağdaş yapım sistemleri (ders notları), İ.T.Ü Gemi İnşaat Fakültesi Ofset Atölyesi, İstanbul.

[15] **SEY, Yıldız ve TAPAN, Mete.,** 1987. Toplu konut üretiminde Türkiye' de ve yabancı ülkelerde uygulanan yapım sistemleri tanıtma kataloğu, Tübitak YAE yayın no:u7, İstanbul.

[16] **Anonim,** 2000. Sekizinci beş yıllık kalkınma planı taş ve toprağa dayalı ürünler sanayii özel ihtisas komisyonu raporu, DPT: 2530 – ÖİK:546, DPT, Ankara.

[17] **SEY, Yıldız ve TAPAN, Mete.,** 1987. Toplu konut üretiminde uygulanan yapım sistemlerinin analizi ve değerlendirilmesi, TÜBİTAK araştırması , İstanbul.

[18] **Anonim,** 1983. Konut sorunu ve çözüm için öneriler, İSO araştırma dairesi, Hürriyet matbaacılık, İstanbul.

[19] **ESER, Lami.,** 1982. Ön yapım, endüstrileşmiş yapı, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi baskı atölyesi, İstanbul.

[20] **KONCZ, Tihamer.,** 1968. Manual of precast cocrete construction, system building with large panels, Volume 3, Bauverlag GMBH, Wiesbaden.

[21] **AYAYDIN, Yükselen.,** 1987. Taşıyıcı duvar perdeli prefabrike yapılar, Yılmaz ofset matbaası, İstanbul.

[22] **AYAYDIN, Yükselen.,** 2000. Betonarme çok katlı prefabrike iskelet sistemler cilt1, Birsen Yayınevi, İstanbul.

[23] **TAPAN, Mete.,** 1973. Betonarme büyük boyutlu prefabrike elemanlarla çok katlı konut üretiminde tasarım kısıtlamaları üzerine bir araştırma, *Doktora Tezi,* İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

[24] **ERSOY, Sedat.,** 1987. Makina bilgisi ve yapı malzemeleri, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi matbaası, İstanbul.

[25] **ÖZSÖYLEV, Timuçin.,** 1992. İş ve inşaat makinaları,Satana yayıncılık, İstanbul.

[26] **ATAEV, S.S.,** 1980. Contruction technology,Mir Publishers, Moskow.

[27] **BERKÖZ, Sina.,** 1975. Yapım'da sistemler yaklaşımı, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi baskı atölyesi.

[28] **ATASOY, Ayla.,** 1980. Yapımda endüstrileşme tasarlama ilişkileri – bir katılmalı tasarlama incelemesi, İ.T.Ü Matbaası, İstanbul.

[29] **TAPAN, Mete.,** 1985. Toplu konut üretiminde betonarme prefabrike elemanlarla tasarlama, Yön-Mat Matbaası.

[30] **ŞENER, Hasan.,** 1982. Mimari çevrede çeşitlilik ve endüstrileşmiş bina tasarımı ile ilişkileri, *Doçentlik Tezi,* İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

[31] **BAYAZIT, Nigan.,** 1969. Konut araçları açısından ele alınan sistematik bir tasarlama yönteminin geliştirilmesi, *Doktora Tezi,* İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul. sf ,138-139.

[32] **KULAKSIZOĞLU, Erol.,** 1978. Endüstrileşmiş binada mimari planlama araştırması, *Profesörlük Tezi*, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

[33] **ELGİZ, Can.,** 1978. Türkiye'de ilkokul binalarında endüstrileşme olanakları, *Doktora Tezi,* İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

[34] **AYAYDIN, Yükselen.,** 1989. Büyük açıklıklı prefabrike betonarme yapılar, Kurtis matbaası, İstanbul.

[35] **IŞIK, Bilge.,** 1984. Prekabrikasyonda boyut hatalarının getirdiği problemler, *Yapı dergisi*, **53**, 68-70.

[36] **AKAKINCI, Attila.,** 1983. Endüstrileşmiş bina yapımında taşıma sorunları konusunda bir araştırma, *Y. Lisans Tezi,* İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

[37] **ŞENTOP, Aydın.,** 1984. Endüstrileşmiş bina alanında mevzuat açısından mimari tasarımı etkileyen sınırlamalar üzerinde bir inceleme, *Y. Lisans Tezi,* İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

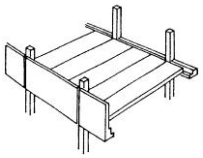
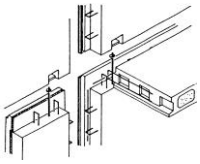
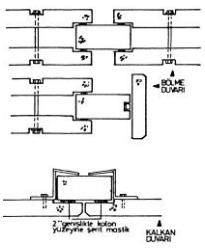
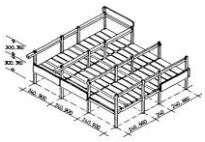
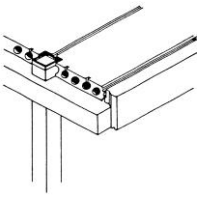
[38] **ERSOY, Uğur.,** 1997. Prefabrike binaların deprem etkileri altında davranışı, *Prefabrike inşaat teknolojileri sempozyumu,* Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 23-26 Haziran, s. 57-70.

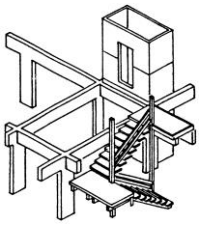
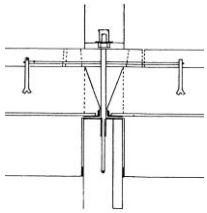
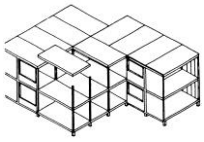
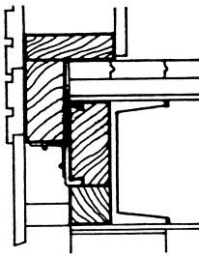
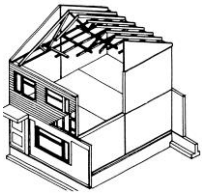
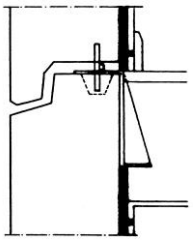
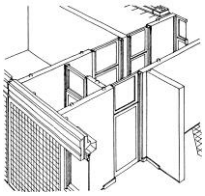
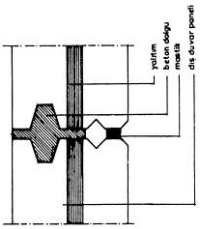
[39] **ÖZDEN, Kemal.,** 1988. Betonarme ve öngerilmeli beton prefabrike taşıyıcı eleman, sistem ve yapıların hesap ve yapım kuralları, Deprem Mühendisliği Türk Milli Komitesi yayınları no: 4, İstanbul.

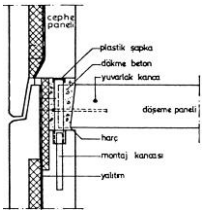
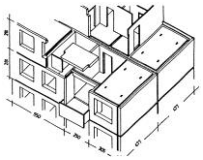
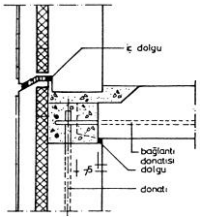
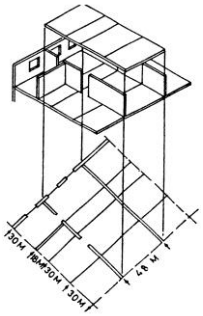
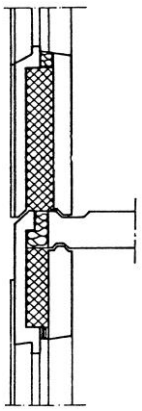
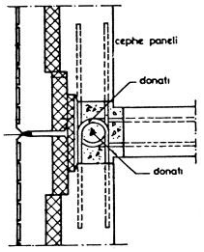
[40] **YILMAZ, Zerrin.,** 1997. Prefabrike yapı bileşenlerinde ısı yalıtımı ve yoğuşma problemleri, *Prefabrike inşaat teknolojileri sempozyumu,* Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 23-26 Haziran, s. 261-265.

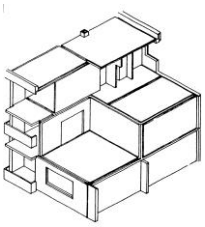
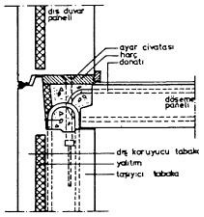
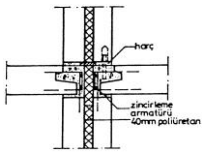
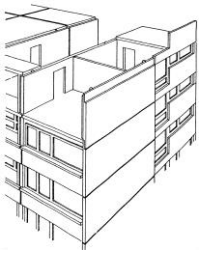
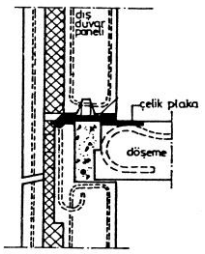
[41] **KURRA, Selma.,** 1997. Prefabrike yapılarda ses yalıtımı sorunları, *Prefabrike inşaat teknolojileri sempozyumu,* Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 23-26 Haziran, s. 261-265.

EK 1 – Tablo A.1 Toplu konut üretiminde Türkiye'de ve dünyada uygulanan yapım sistemleri

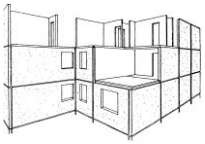
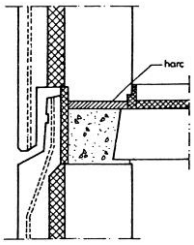
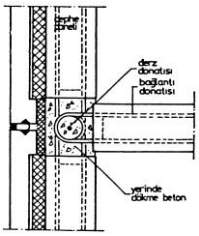
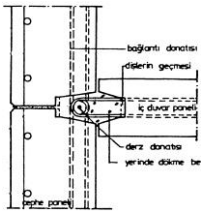
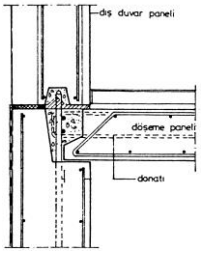
YABANCI ÜLKELERDE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
İSKELET SİSTEM	KOLON-KİRİŞ-DÖSEME SİSTEMİ	BISON-FRAME STRUCTURES/İNGİLTERE			Kolon, kiriş, döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar, merdiven.	Okul, üniversite, fabrika, hastahane ve konut için uygundur. Hem karkas + taşıyıcı iç duvar, hem de tamamen karkas olarak çalışabilen bir betonarme yapım sistemidir. Kolonlar dört kat yüksekliğinde dökülebilir. Kirişler farklı kesitlerde ve ön gerilmeli olarak yapılabilir.
		ETISZERK/MACARİSTAN			Kolon, kiriş, döşeme, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar, merdiven, çatı.	3 kata kadar konutlar, ticaret binaları, restaurant, büro, bilgisayar merkezi, kültür binaları, laboratuar, eğitim atölyesi, sağlık binaları ve sosyal tesisler için uygundur. Yerel malzeme kullanılır. üretim kapasitesi yıllık 50.000 m^2 dir
		JANSEL/İNGİLTERE			Kolon, kiriş, döşeme, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar, komşu duvar.	Sistem konut için uygundur. Betonarme kolonlar ve çelik kafes kirişlerden oluşan prefabrike iskelet yapım sistemidir. Betonarme, çelik, iç kaplama olarak da alçı kullanılır. Ekonomik sayı 50 konuttur.
		UNIVAZ/MACARİSTAN			Kolon, kiriş, döşeme, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar, çatı.	Her türlü bina için uygundur. Prefabrike beton kolon, kiriş ve küçük boyutlu boşluklu döşeme panellerinden oluşan bir açık sistemdir. Kat sayısı açıklığa ve kolonların yük taşıma kapasitesine bağlıdır.

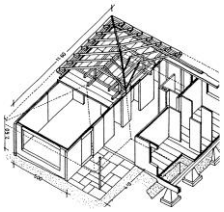
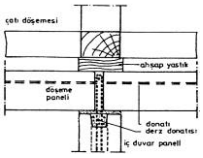
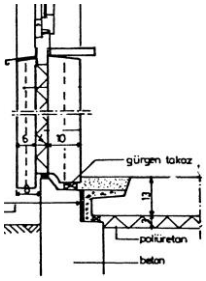
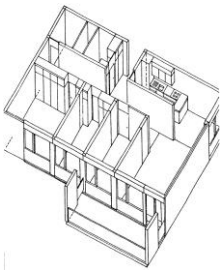
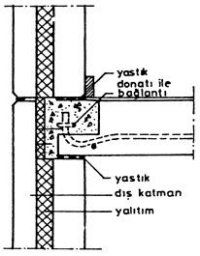
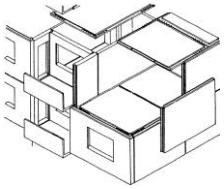
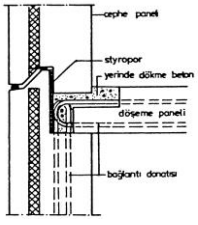
YABANCI ÜLKELERDE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
İSKELET SİSTEM	ÇERÇEVE SİSTEMİ	THE TVP SYSTEM/DANİMARKA			Kiriş, döşeme, merdiven.	Konut için uygundur. Taşıyıcı sistem, bir boyuna kiriş ve enlemesine, prefabrike betonarme çerçevelerin birleşiminden oluşur. Binanın ortasında kat yüksekliğinde T şeklinde betonarme elemanlar enlemesine kirişlerle bağlanarak uzunluk doğrultusunda bir çerçeve sistemi oluştururlar.
	KOLON-DÖŞEME SİSTEMİ	DOMİNO/FİNLANDİYA			Kolon, döşeme, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar, merdiven, çatı.	Konut için uygundur. Çelik kolonlar prefabrike duvarlar ve döşeme ünitelerinden meydana gelen bir yapım sistemidir.
PANEL SİSTEM	BÜYÜK PANEL SİSTEM	ANGLIAN LOW RISE/İNGİLTERE			Temel, döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü iç duvar, merdiven, çatı.	Konut için uygundur. Komşu ve cephe duvarları taşıyıcı olan bir betonarme yapım sistemidir. Kat sayısı ikidir.
		BALENCY/FRANSA			Döşeme, yarım hücre, taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar,bölücü iç duvar.	Konut, okul, hastahane ve ticari binalar için uygundur. Büyük boyutlu betonarme döşeme ve duvar panellerinden oluşur. Yıllık üretim kapasitesi 1000-1500 konuttur.

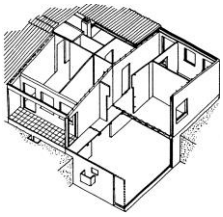
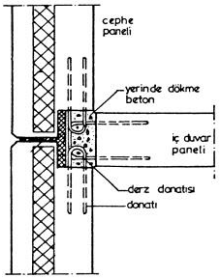
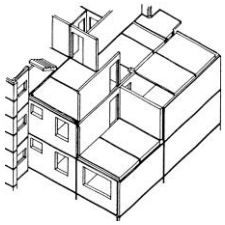
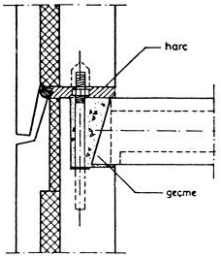
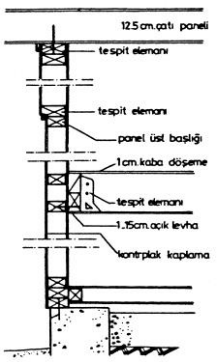
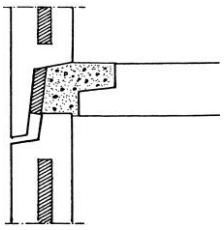
YABANCI ÜLKELERDE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
PANEL SİSTEM	BÜYÜK PANEL SİSTEM	BETON UND MONIERBAU			Döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar.	Sıraevler ve yüksek katlı konutlar için uygundur. Enlemesine, uzunlamasına veya her yönde taşıyıcı büyük panel sistemidir. Paneller şantiyede veya fabrikada üretilebilir. Yıllık üretim kapasitesi 600 konuttur.
		B.NIEDERSACHSEN/ALMANYA			Döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven.	Tek aile evleri, sıraevler ve çok katlı konutlar için uygundur. Her yönde taşıyıcı veya cross-wall şeklinde uygulanabilen büyük panel sistemidir. Yıllık üretim kapasitesi 500 konuttur.
		BYGG – TEMA/İSVEÇ			Temel, döşeme, taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar, merdiven, asansör, çatı.	Çok katlı konut için uygundur. Apartman ve blok tipindeki çeşitli varyasyonlara olanak tanıyan sınırlı sayıda eleman dizilerinin oluşturduğu betonarme prefabrike büyük panel yapım sistemidir. Yıllık üretim kapasitesi 2000 dairedir.
		CAMUS/FRANSA			Döşeme, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven.	Konut, okul, büro binaları için uygundur. Konuta dönük ağır pano sistemidir. Yıllık üretim kapasitesi 2000 konuttur.

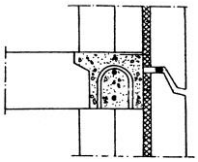
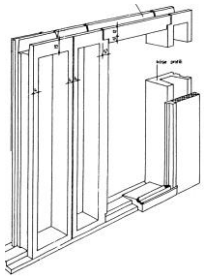
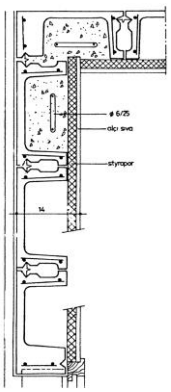
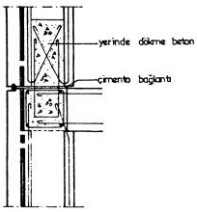
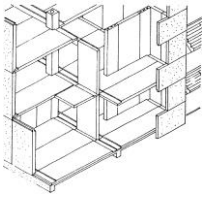
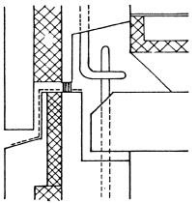
YABANCI ÜLKELERDE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
PANEL SİSTEM	BÜYÜK PANEL SİSTEM	CHRISTIANA/A.B.D			Döşeme, taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar.	Konut, çocuk bakım evleri ve eğlence yapıları için uygundur. Ahşap panel sistemidir. Genelde paneller, polyester-fiberglasla kaplanırken, yangın ve akustik için "Operation Breakthrough" programında alçı kaplama kullanılmıştır
		COIGNET/FRANSA			Döşeme, taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven.	Konut, okul, büro, laboratuar binaları içim uygundur. Cephede betonarme sandviç paneller, seramik, waschbeton kullanılır. Taşıyıcı iç duvarlar betonarme geri kalanlar alçı panodur. Yıllık üretim kapasitesi 1000 konuttur.
		DECLERK/BELÇİKA			Temel, döşeme, taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar.	Ayrık nizam veya sıraevler, bir veya 12 kata kadar; bodrumlu veya zemin üstüne oturan binalarda uygulanabilir. Betonarme panel sistemidir. Dış taşıyıcı duvar panelleri sandviç elemanlardır.
		DOBLER – KONCZ/İSVİÇRE			Döşeme, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar.	Sistem konut için uygundur. Enlemesine veya uzunlamasına taşıyıcı duvar ilkesine dayalı büyük panel sistemidir. Dış duvarlar hiçbir koşulda taşıyıcı değildir. Yıllık üretim kapasitesi 1969' da Almanya'da 250 konuttu.

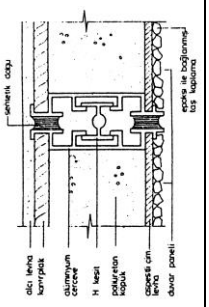
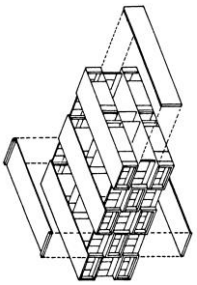
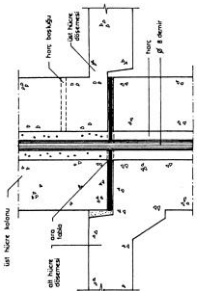
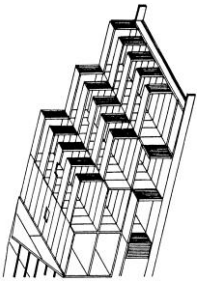
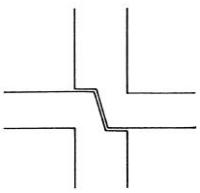
YABANCI ÜLKELERDE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ

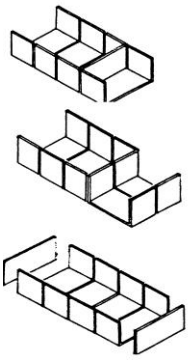
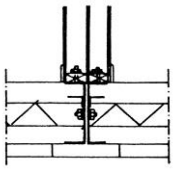
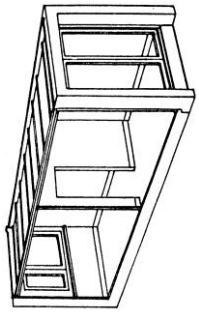
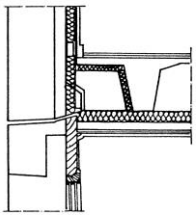
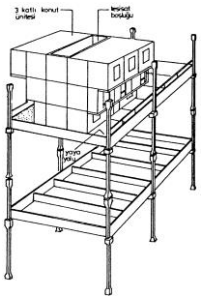
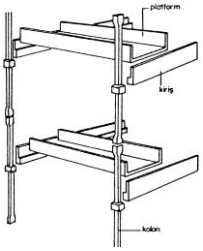
Sistem			İzometrik görüntü	Düğüm noktası	Bileşenler	Sistem özellikleri
PANEL SİSTEM	BÜYÜK PANEL SİSTEM	DOSE/ALMANYA			Döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar.	Çeşitli tip ve büyüklükte konutlar için uygun bir sistemdir. Büyük boyutlu döşeme ve duvar panellerinden oluşur. İç ve dış duvarlar birlikte veya sadece iç duvarlar taşıyıcı olabilir. Üretim kapasitesi 1968' de 1800 konut/yıl.
		DRESSLER/ALMANYA			Kiriş, taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar.	Sistem üç ve daha çok katlı konutlar için uygundur. Büyük boyutlu betonarme döşeme ve duvar panellerinden oluşur. Üretim kapasitesi yılda 500 konuttur.
		DYWIDAG/ALMANYA			Döşeme, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven.	Konut, yurt, hastahane, huzurevi, okul, kreş, büro için uygundur. İki veya dört tarafa oturan döşeme panelleri, duvarlar hacim büyüklüğünde paneller.
		GRÖTZ/ALMANYA			Döşeme, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven.	Tüm konut türleri için uygundur. Enlemesine duvar ilkesine dayanan büyük panel sistemidir. Yıllık üretim kapasitesi 400 konuttur.

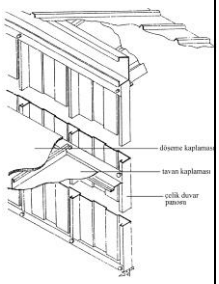
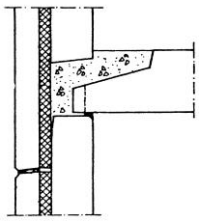
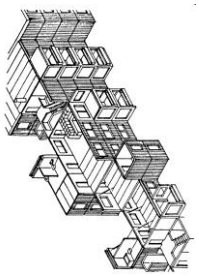
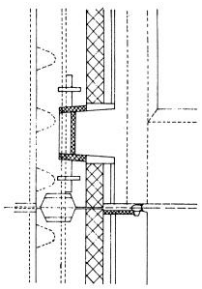
YABANCI ÜLKELERDE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
PANEL SİSTEM	BÜYÜK PANEL SİSTEM	HEBEL/ALMANYA			Döşeme, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven.	Tek katlı konutlar, iki katlı sıraevler için uygundur. Enlemesine duvar prensibine dayanarak 3 kata kadar taşıyıcı olarak kullanılan büyük panel sistemidir. Yıllık üretim kapasitesi 170 konuttur.
		IBB/BELÇİKA			Döşeme, taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar ve çatı.	Tek veya iki katlı sıra evler veya ayrık nizamda evler için uygundur. Dış duvarlar; beton iki perde arasında yer alan 40 mm polyestrene tabakasından oluşan sandviç panel şeklindedir. Şömine, iç duvarlar, döşemeler prefabrike betondandır. Çatı hafif prefabrike makaslardan oluşur.
		JANKOSWISS/İSVİÇRE			Döşeme, taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar.	Tek ve sıra evler, çok katlı konutlar için uygundur. 6 tip duvar ve iki tip döşeme elemanından oluşan açık prefabrike panel sistemidir. İç ve dış duvarlar taşıyıcıdır. Yıllık üretim kapasitesi 1000 konuttur.
		KESTING/ALMANYA			Taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven.	Tek ve iki katlı aile evleri, çok katlı apartmanlar için uygundur. Taşınabilir otomatik şantiye fabrikalarında üretilen, her yönde taşıyıcı büyük panel sistemidir. Üretim kapasitesi 1.000.000 m^2 / yıldır.

YABANCI ÜLKELERDE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
PANEL SİSTEM	BÜYÜK PANEL SİSTEM	KOCH/ALMANYA			Döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar.	Tek katlı bodrumsuz 85, 130 ve 170 m^2 lik konutlar istenirse bodrumlu veya kısmen bodrumlu olarak uygulanabilir. Tek katlı konutlar için düzenlenen büyük betonarme panel sistemidir. Enlemesine duvarlarla taşınır. Yıllık üretim kapasitesi 200 konuttur.
		LARSEN & NIELSEN/DANİMARKA			Döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven, çatı.	Konut, okul, hastahane, ticaret, fabrika binaları için uygundur. Betonarme büyük panellerden oluşan açık sistemdir. Tesisat ve havalandırma, boşluklu döşemelerden geçirilebilir. Üretim kapasitesi 1000 konut/standart fabrikadır.
		NAHB RESEARCH HOUSE/A.B.D			Döşeme, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, çatı.	Konut için uygundur. Plastik ve ahşaptan oluşan bir hafif panel sistemidir. Dylite üniteleri denen prefabrike sandviç paneller kullanılır. Ortasında yalıtım olarak styropor kullanılıyor. Enlemesine taşıyıcı dört duvar var.
		TRACOBA 1/FRANSA			Temel, döşeme, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven, asansör, çatı.	Tek aile evleri, az ve çok katlı apartmanlar, büro binaları için uygundur. Strüktür olarak enlemesine duvar ilkesine dayanan ağır pano sistemidir. Cephe panelleri taşıyıcı değildir.

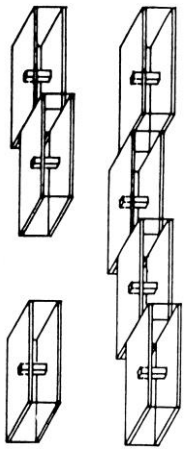
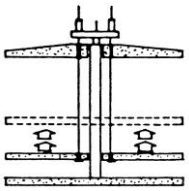
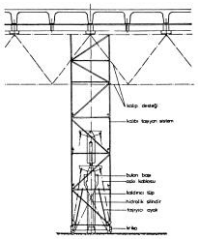
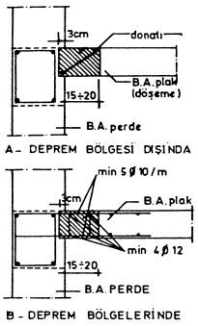
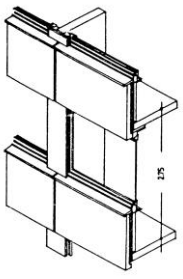
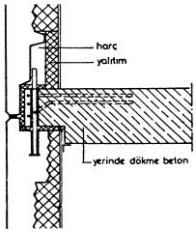
YABANCI ÜLKELERDE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
PANEL SİSTEM	BÜYÜK PANEL SİSTEM	WATES/İNGİLTERE			Döşeme, taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar, asansör.	Konut, motel, otel, okul, hastahane için uygundur. Çok katlı konutlar için geliştirilmiş ağır panel sistemidir. Yıllık üretim kapasitesi 750 – 1250 konut/fabrikadır.
	KÜÇÜK PANEL SİSTEM	BARETS "GHAMO"/FRANSA			Taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar.	Sistem konut için uygundur. Çerçeveli prefabrike duvar elemanlarından oluşur. Yapının diğer öğeleri yerinde yapılmaktadır. Bütün prefabrikasyon tesisi bir treyler üzerinde yer almakta ve kolaylıkla bir şantiyeden diğerine götürülebilmektedir.
		CAUVET/FRANSA			Döşeme, taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar.	Konut için uygundur. Her türlü modüle ve bina tipine uyarlanabilen bir sistemdir.
		HASSLINGER – SUDBAU/AVUSTURYA			Döşeme, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, merdiven.	Konut, okul, hastahane ve ticaret yapıları için uygundur. Cepheye dik doğrultuda taşıyıcı paneller ve taşıyıcı olmayan cephe panellerinden oluşan betonarme küçük panel yapım sistemidir.

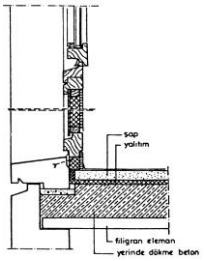
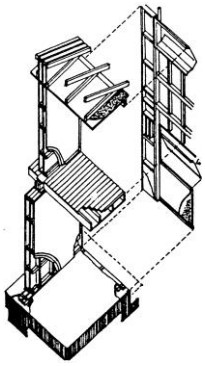
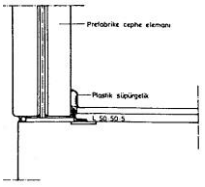
YABANCI ÜLKELERDE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
PANEL SİSTEM	KÜÇÜK PANEL SİSTEM	PANTEK/A.B.D			Taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar, çatı.	Tek ev ve az katlı evler, yurtlar, moteller, ticari binalar için uygundur. Çeşitli malzemelerden oluşmuş alüminyum çerçeveli hafif, küçük panel sistemidir. Yıllık üretim kapasitesi 400 konuttur.
		ÜGP/MACARİSTAN			Döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü iç duvar, merdiven.	Tek ve iki katlı konutlar, ambarlar ve küçük halk evleri için uygundur. Boşluklu, alçı esaslı inşaat elemanlarının kullanıldığı taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan duvar elemanları ve yaklaşık aynı ağırlık ve boyutta döşeme elemanından oluşan, yer yer betonarme iskelet ile takviye edilen bir geliştirilmiş geleneksel yapım sistemidir.
HÜCRE SİSTEM	KAPALI HÜCRE SİSTEMİ	SHELLEY/A.B.D			Tam hücre, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar, merdiven, asansör, çatı.	Konut, yurt, yatakhane, otel, motel, hastahane için uygundur. Cephede dama tahtası gibi görünen prefabrike betonarme hücreler ve dolgu panellerinden oluşur. Yıllık üretim kapasitesi 1000 – 2000 konuttur.
	AÇIK HÜCRE SİSTEMİ	BOUWVLIET/HOLLNDA			Yarım hücre, bölücü iç duvar, merdiven, çatı.	Okul, hastahane, ticaret binaları için uygundur. Prefabrike hücre sistemidir. Strüktürel modül 28M x 50M.

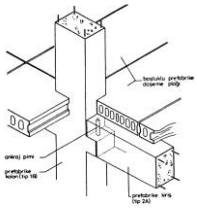
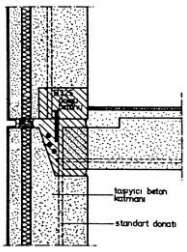
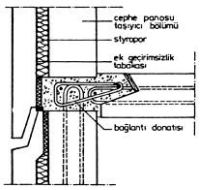
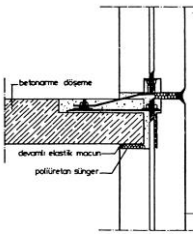
YABANCI ÜLKELERDE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
HÜCRE SİSTEM	AÇIK HÜCRE SİSTEMİ	DYWIDAG-PRB SYSTEM			Yarım hücre, taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar, merdiven.	Konut, okul, yurt, hastahane, büro, bakımevi için uygundur. Betonarme yarım hücre elemanları sistemin özünü teşkil etmektedir. Tasarlama modülü 12M x 12M dir. En fazla 5 kat yapılabilir.
		JUMATT/BELÇİKA			Yarım hücre, taşıyıcı iç duvar.	1 – 2 katlı sıra evler veya ayrık nizamda evler için uygundur. Birbirleri ile şantiyede birleştirilen açık hücrelerden oluşan bir sistemdir.
		VARIEL/İSVİÇRE			Döşeme, yarım hücre, bölücü iç duvar, merdiven.	Okul, hastahane, ticaret, konut için uygun bir sistemdir. Oda elemanları prefabrike beton döşeme ve panellerden oluşan 3 kenarı açık hücre sistemidir.
KARMA SİSTEM	İSKELET+HÜCRE SİSTEM	TOWNLAND/A.B.D			Kolon, kiriş, tam hücre, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar.	Konut, hafif ticaret, kamu ve eğlence yapıları için uygundur. Betonarme iskelet bir megastrüktüre yerleştirilen hücre ve panellerden oluşan sistemdir.

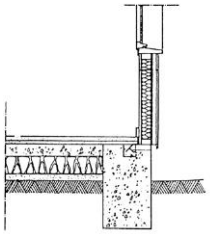
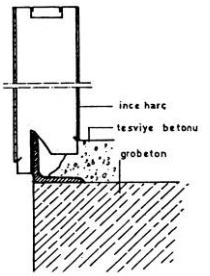
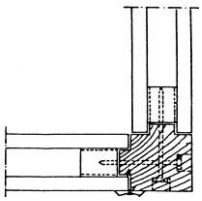
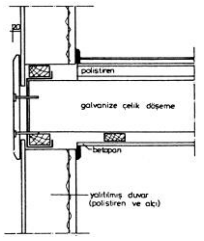
YABANCI ÜLKELERDE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
KARMA SİSTEM	PANEL+İSKELET SİSTEM	ARCAL/İNGİLTERE			Kolon, kiriş, döşeme, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven, çatı.	Sistem konut için uygundur. Çelik çerçeve ve betonarme taşıyıcı bölme duvarlarından oluşan bir yapım sistemidir.
		ARMCO/A.B.D			Kolon, kiriş, döşeme, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar, çatı.	İki katlı küçük evler ve üç katlı apartmanlar için uygundur. Taşıyıcı çelik iskelet ve çelik panellerden oluşan, sistemdir.
		ESTIOT/FRANSA			Taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven.	Konut, okul, hastahane ve ticari binalar için uygundur. Yükün bir kısmının çelik iskelet tarafından taşındığı açık prefabrike cross-wall panel sistemidir. Cephe panelleri taşıyıcı değildir.
		H & S PILOT PROJECT/DANİMARKA			Döşeme, taşıyıcı dış duvar.	Sistem konut için uygundur. 3 strüktürel sistemden oluşur. A- Cepheye paralel olarak giden çerçeve sistem ve prefabrike döşeme plakları B – Bağımsız 360 x 360 cm hacim büyüklüğünde bölümler. C – Dış hacim bölümü.

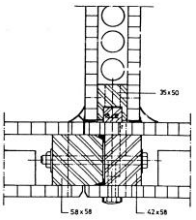
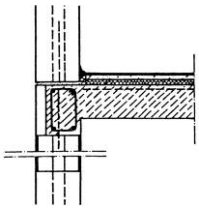
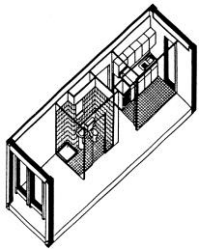
YABANCI ÜLKELERDE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ

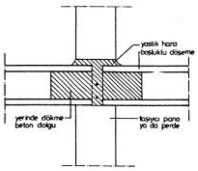
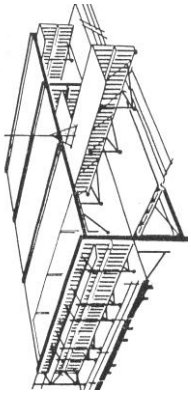
Sistem			İzometrik görüntü	Düğüm noktası	Bileşenler	Sistem özellikleri
KISMEN ENDÜSTRİLEŞMİŞ SİSTEMLER	PLAK KALDIRMA SİSTEMİ	COLUMTEK/KANADA			Temel, kolon, döşeme, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar, çatı.	Konut, okul, klinik, eğlence binaları, dükkan, eğitim atölyesi, ticaret binaları için uygundur. Sistem ortadaki tek bir betonarme kolon tarafından taşınır. İç ve dış duvarlar taşıyıcı değildir Üretim kapasitesi yılda 4000 konuttur.
		LIFT – FORM/MACARİSTAN			Temel, kolon, döşeme, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar, merdiven, asansör, çatı.	Endüstri ve depolama yapıları, konut, kamu, ticaret,büro, garaj, sağlık ve kültür yapıları için uygundur. Çatı plağının zeminde dökülüp krikolarla yerinde kaldırılması ilkesine dayanan bir yapım sistemidir.
		NISI/BULGARİSTAN			Kolon, döşeme, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar, merdiven, çatı.	Konut, sosyal tesis, köprü, viyadük, su deposu için uygundur. Sistem yapı yerinde bütün katlara ait döşemelerin üst üste dökülmesi, paket halinde kaldırılması ve döşemelerin arasına prefabrike kolonların yerleştirilmesiyle oluşur. Bir ekibin yıllık üretkenliği 240-280 konuttur.
	HAZIR YAPI BİLEŞENLERİ	ALLBETON/İSVEÇ			Temel, döşeme, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven.	Apartman ve tek aile evleri, hastahaneler için uygun dur. Enlemesine duvar ilkesine dayanarak taşınan büyük panel sistemidir. Döşeme ve iç duvarlar kalıplarla yerinde dökülür. Yıllık üretim kapasitesi 1000 – 2000 konuttur.

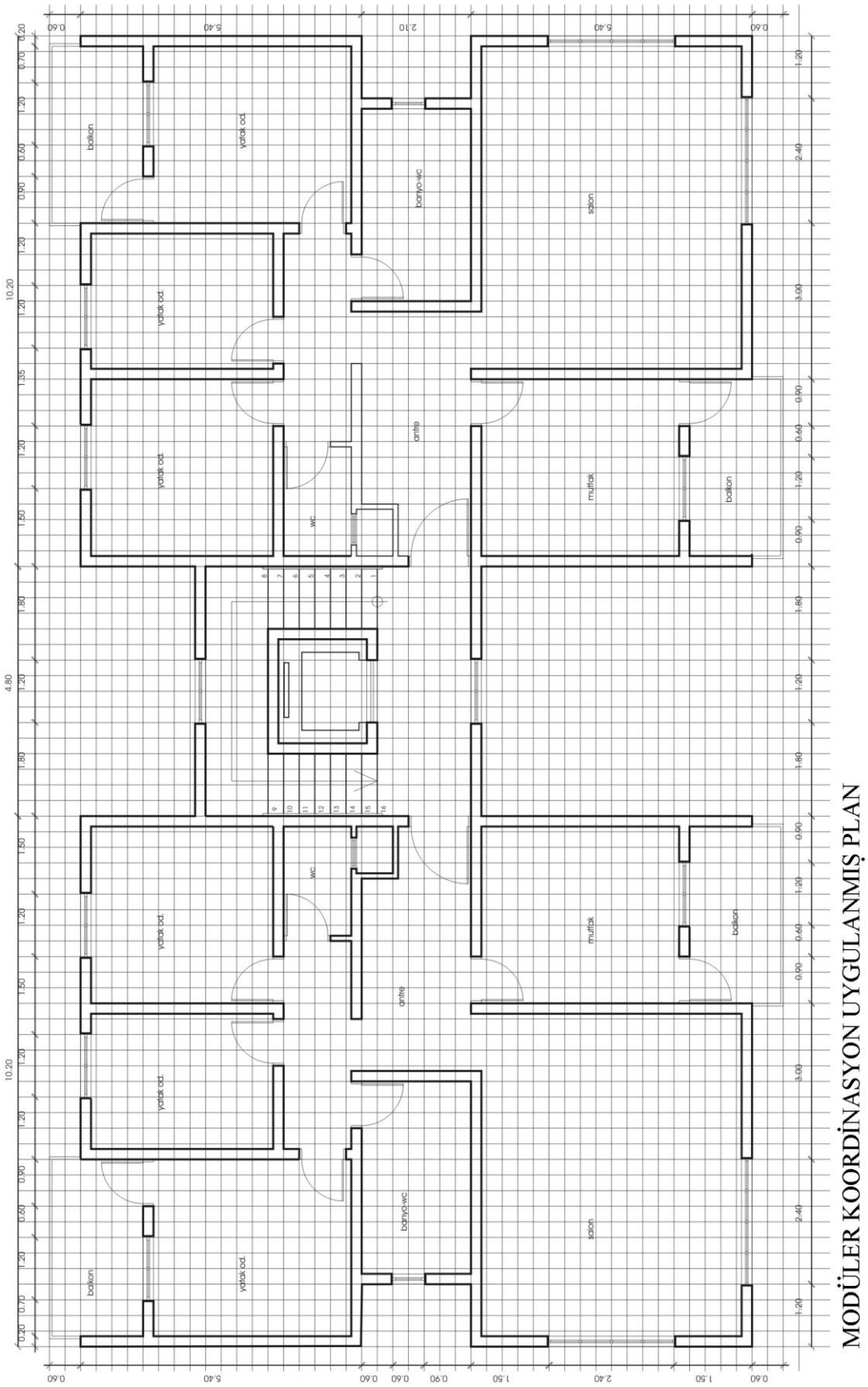
YABANCI ÜLKELERDE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
KISMEN ENDÜSTRİLEŞMİŞ SİSTEMLER	HAZIR YAPI BİLEŞENLERİ KULLANILAN SİSTEMLER	ALLZWECK FERTIGBAU			Temel, çerçeve, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar.	Tek ve çok katlı aile evleri için uygundur. Monolitik çalışan betonarme iskelet ve taşıyıcı iç duvarlardan oluşan bir strüktüre sahiptir. Yıllık üretim kapasitesi 300 konuttur.
		HUMPHREYS/İNGİLTERE			Döşeme, taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar, merdiven, çatı.	Sistem konut için uygundur. Ahşap gelişmiş geleneksel bir yapım sistemidir. Ahşap iskeletli taşıyıcı duvarlardan oluşur.
TÜRKİYE' DE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
İSKELET SİSTEM	KOLON-KİRİŞ-DÖŞEME SİSTEMİ	DÖLCEL-YTONG SİSTEMİ			Temel, kolon, kiriş, döşeme, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar, merdiven, çatı.	Konut, okul, yurt, sanayi yapıları, iş hanları için uygundur. Sistem kolon, kiriş, döşeme elemanları ile ytong iç ve dış duvar elemanlarının yapı yerinde montajı ile oluşur. Üretim kapasitesi 10.000 m^3 betondur.
		VEZİROĞLU			Temel, kolon, kiriş, döşeme, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar, merdiven, çatı.	Konut, endüstri yapıları, pazar yerleri için uygundur. Sistem prefabrike betonarme kolon, kiriş ve döşeme elemanlarından oluşmaktadır. Üretim kapasitesi 15.600 m^2 konut alanı.

TÜRKİYE' DE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
İSKELET SİSTEM	KOLON-KİRİŞ-DÖŞEME SİSTEMİ	YAPI MERKEZİ			Temel, kolon, kiriş, döşeme, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar, merdiven, asansör, çatı.	Konut, okul, hastahane, endüstri yapıları, ticari yapılar, depolar, bürolar ve otoparklar için uygundur. Sistem prefabrike kolon, kiriş ve döşemelerin yapı yerinde montajına dayanmaktadır. Yıllık üretim kapasitesi 150.000 m^2 konuttur.
PANEL SİSTEM	BÜYÜK PANEL SİSTEM	BETONSAN			Temel, döşeme, taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven, asansör, çatı.	Konut, otel, hastahane, okul, motel, dispanser ve yurt binaları için uygundur. Fabrikada üretilen prefabrike betonarme panellerin yapı yerinde montajı ile oluşan bir sistemdir. Yıllık üretim kapasitesi 1350 konuttur (100 m^2).
		OYAK-KUTLUTAŞ			Temel, döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven, asansör, çatı.	Konut, otel, hastahane, okul için uygundur. Sistem fabrikada üretilen prefabrike betonarme büyük boyutlu duvar ve döşeme panellerinin yapı yerinde montajı ile oluşmaktadır. Yıllık üretim 120.000 m^2 dir. (tek vardiyada)
		YTONG HAZIR DUVAR			Taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar.	Konut, yurt binaları, endüstri yapıları, turizm yapıları, sağlık yapıları, okul binaları için uygundur. Sistem giydirme cephe panellerini içermektedir. Yıllık üretim 150 000 m^2 eleman alanıdır.

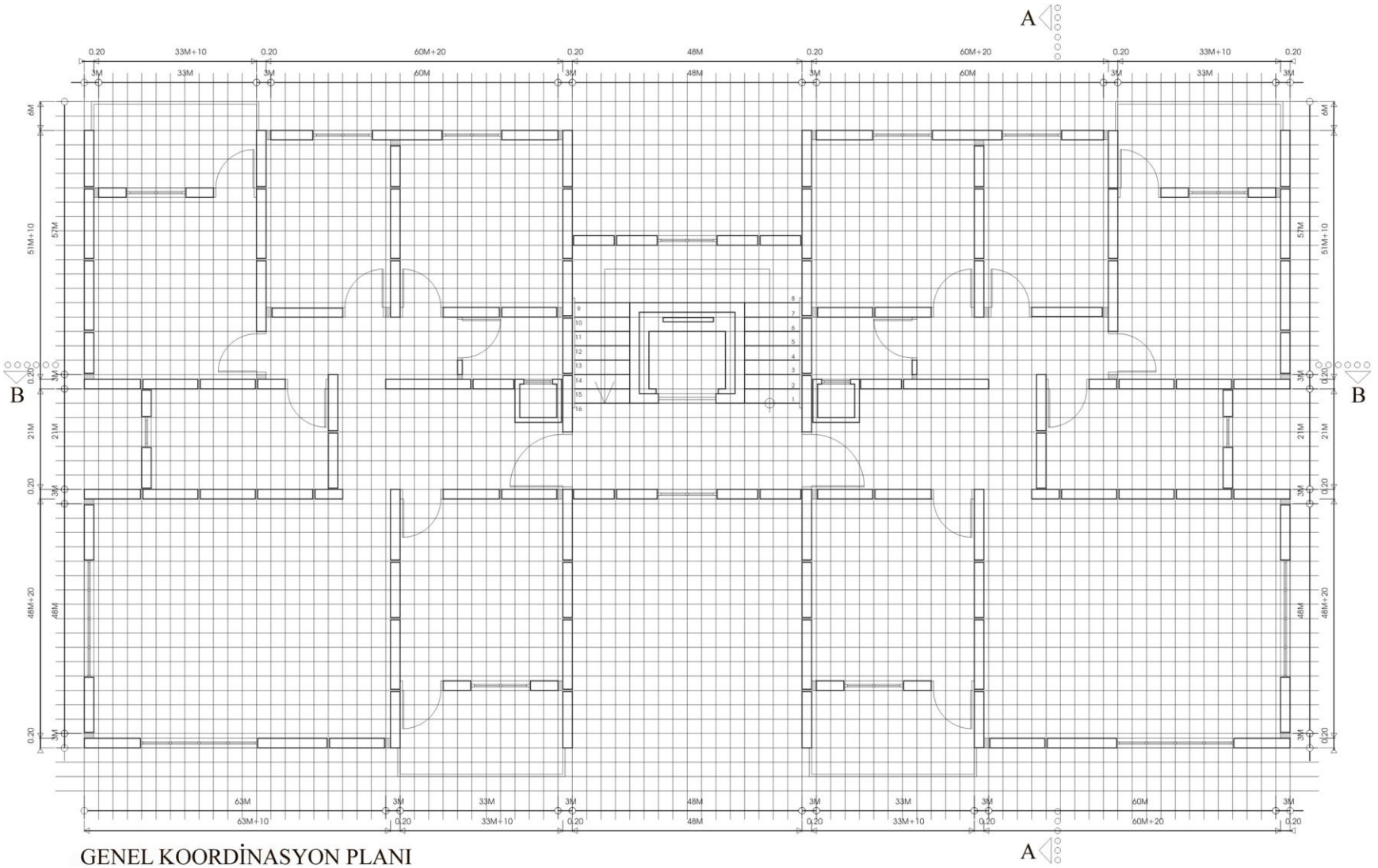
TÜRKİYE' DE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
PANEL SİSTEM	BÜYÜK PANEL SİSTEM	BAYINDIRLIK BAKANLIĞI			Temel, döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü iç duvar, çatı.	Konut, lokanta, okul, poliklinik, turistik tesis için uygundur. Sistem ahşap panellerin ve ahşap asma çatı elemanlarının yapı yerinde montajı ile oluşmaktadır. Yıllık üretim kapasitesi 2000 konut (çift vardiya).
	KÜÇÜK PANEL SİSTEM	BAYINDIRLIK BAKANLIĞI			Temel, döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü iç duvar, çatı.	Konut, lokanta, okul, poliklinik, turistik tesis vb. için uygundur. Taşıyıcı çelik çerçeveli hafif beton dış ve iç duvar panelleri ve ahşap/çelik çatı makaslarının montajı ile oluşmaktadır. Yıllık üretim kapasitesi 75 000 m^2 konut alanıdır (tek vardiya).
		İVAZ			Temel, taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar, çatı.	Konut ve şantiye tesisleri için uygundur. Taşıyıcı çelik çerçeveli hafif beton dış duvar panellerinin, bölücü çelik çerçeveli hafif beton iç duvar panellerinin ve ahşap çatı makaslarının montajı ile oluşmaktadır. Üretim kapasitesi 50.000 m^2 dir.(tek vardiya)
		MOTİP			Temel, kolon, kiriş, döşeme, bölücü dış duvar, bölücü iç duvar, merdiven, çatı.	Konut, şantiye binaları, çiftlik binaları, bahçeli evler, turistik motel için uygundur. Sistem prefabrike metal kolon, kiriş ve makas taşıyıcı elemanların ve prefabrike sandviç bölücü panellerin yapı yerinde montajı ile oluşmaktadır. Üretim kapasitesi 100.000 m^2 konut alanıdır.

TÜRKİYE' DE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
PANEL SİSTEM	KÜÇÜK PANEL SİSTEM	TEPE			Temel, kolon, kiriş, döşeme, taşıyıcı dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven, çatı.	Konut, yurt, şantiye binaları, işçi lojmanı, yatakhane ve yemekhaneler, besi çiftlik binaları için uygundur. Sistem taşıyıcı ahşap sandviç paneller, bölücü ahşap duvar panelleri ve prefabrike çatı makaslarının yapı yerinde montajı ile oluşur. Üretim kapasitesi 160.000 – 200.000 m^2 dir.(çift vardiya)
		YTONG KONUT SİSTEMİ			Temel, döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, çatı.	Konut için uygundur. Hazır konutlar Ytong tarafından üretilen çeşitli tip ve özellikteki elemanların yapı yerinde birbirlerine monte edilmesi ile yapılmaktadır. Fabrika toplam üretimi 33.000 m^3 / yıldır.
HÜCRE SİSTEM	KAPALI HÜCRE SİSTEMİ	ANDAKONDU			Tam hücre, merdiven.	Geçici konut ve şantiye yapıları için uygundur. Sistem fabrikada üretilen prefabrike metal hücrelerin kullanılma alanına taşınması ve düz bir zemine oturtulmasıyla oluşmaktadır. Yıllık üretim kapasitesi 60.000 m^2 konut alanıdır.
	AÇIK HÜCRE SİSTEMİ	YÜBETAŞ			Temel, tam hücre, yarım hücre, çatı.	Konut, okul, villa, turizm yapıları, sosyal tesisler için uygundur. Sistem fabrikada üretilen prefabrike betonarme hücrelerin yapı alanında yan yana ve üst üste montajı ile gerçekleştirilir. Yıllık üretim kapasitesi 73.000 – 81.000 m^2 dir.

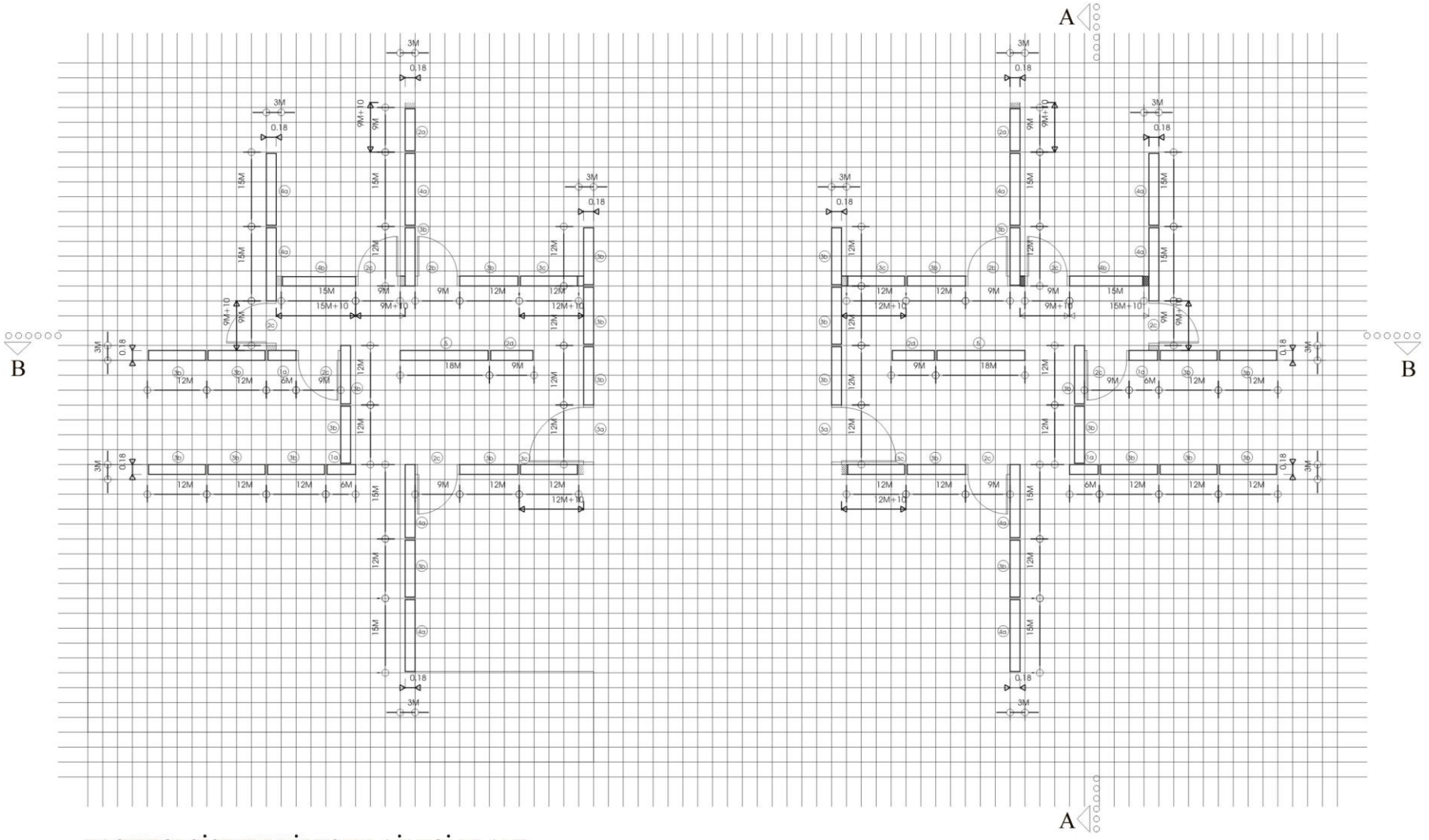
TÜRKİYE' DE UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ						
Sistem			**İzometrik görüntü**	**Düğüm noktası**	**Bileşenler**	**Sistem özellikleri**
KARMA SİSTEM	PANEL+İSKELET SİSTEM	ESTON			Temel, kolon, kiriş, döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven, asansör, çatı, hava bacası, sahanlık, balkon elemanları.	Konut, idare binaları, sosyal tesisler için uygun bir sistemdir. Sistem prefabrike betonarme kolon, kiriş, öngerilmeli döşeme elemanlarının ve taşıyıcı duvar panellerinin yapı yerinde montajı ile oluşmaktadır. Yıllık üretim kapasitesi 100.000 m^2 konut alanıdır.
KISMEN ENDÜSTRİLEŞMİŞ SİSTEMLER	TÜNEL KALIP SİSTEMİ	MESA			Temel, döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven, asansör, çatı.	Konut, büro, otel vb. bina türleri için uygundur. Sistem çelik tünel kalıp elemanlarının yapı yerinde montajı ile betonarme perde duvar ve döşemelerin birlikte dökülmesine olanak sağlamaktadır. Sekiz tünel kalıp takımı ile yılda 1000 konut üretilmektedir.
	PLAK KALDIRMA	ESKA			Temel, döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven, asansör, çatı.	Konut, ticari yapılar, okul, hastahane, stadyum türü binalar için uygundur. Sistem şantiyede üretilen perde duvarlardan ve döşemelerden oluşmaktadır. Yıllık üretim kapasitesi 1.000.000 m^2 konut alanıdır.
	FİLİGRAN SİSTEMİ	BETAŞ			Temel, döşeme, taşıyıcı dış duvar, bölücü dış duvar, taşıyıcı iç duvar, bölücü iç duvar, merdiven, asansör, çatı.	Konut, yurt, otel, hastahane, iş yeri, sanayi siteleri için uygundur. Yerinde yapılan perde duvarların üzerine, şantiyede üretilen filigran döşemelerin ve cephe elemanlarının montajı ile oluşturulmaktadır. Üretim kapasitesi 150.000 m^2 dir.



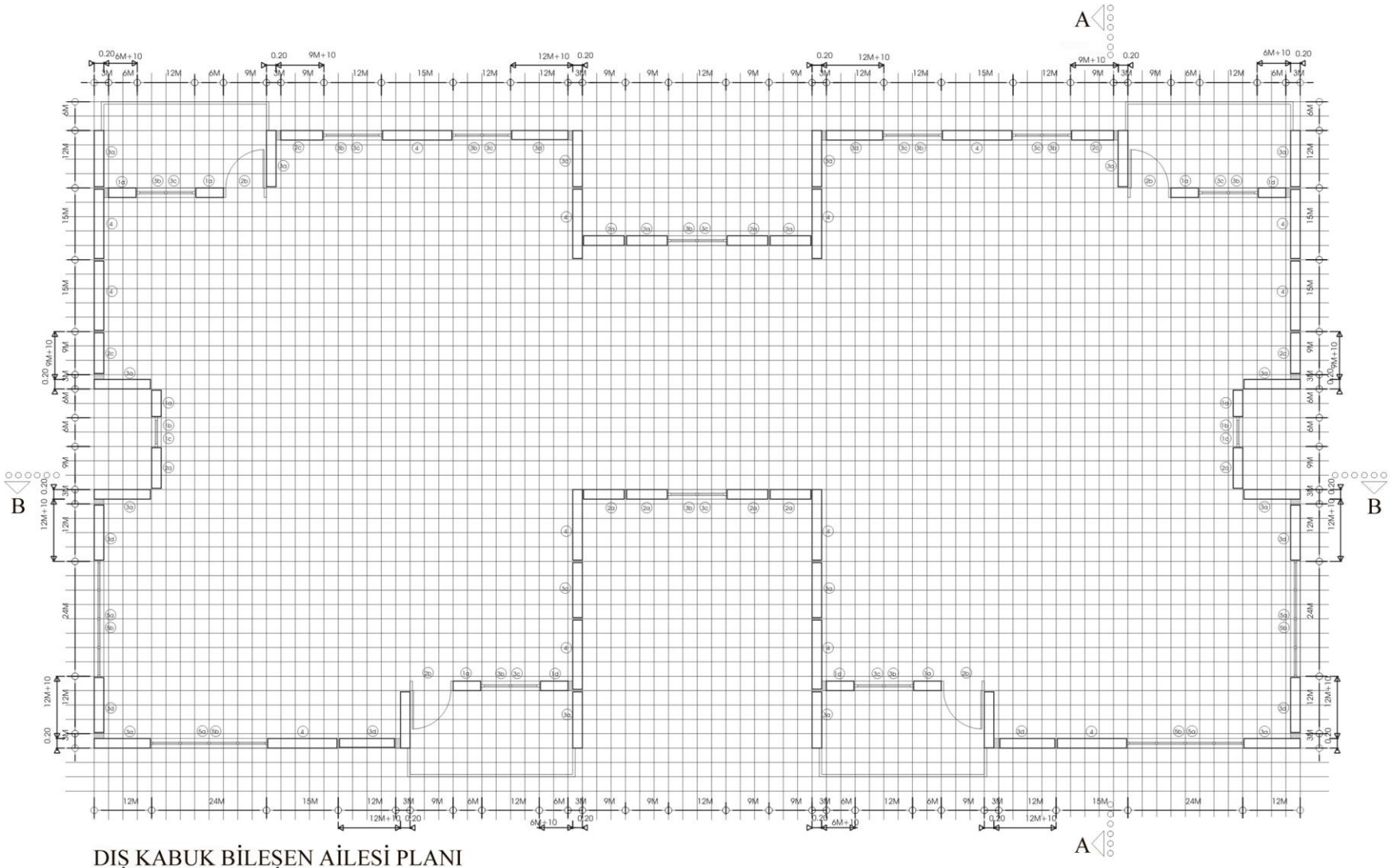
EK 2 – Şekil B.1 ACC genel konvansiyonlarının konutta uygulanması



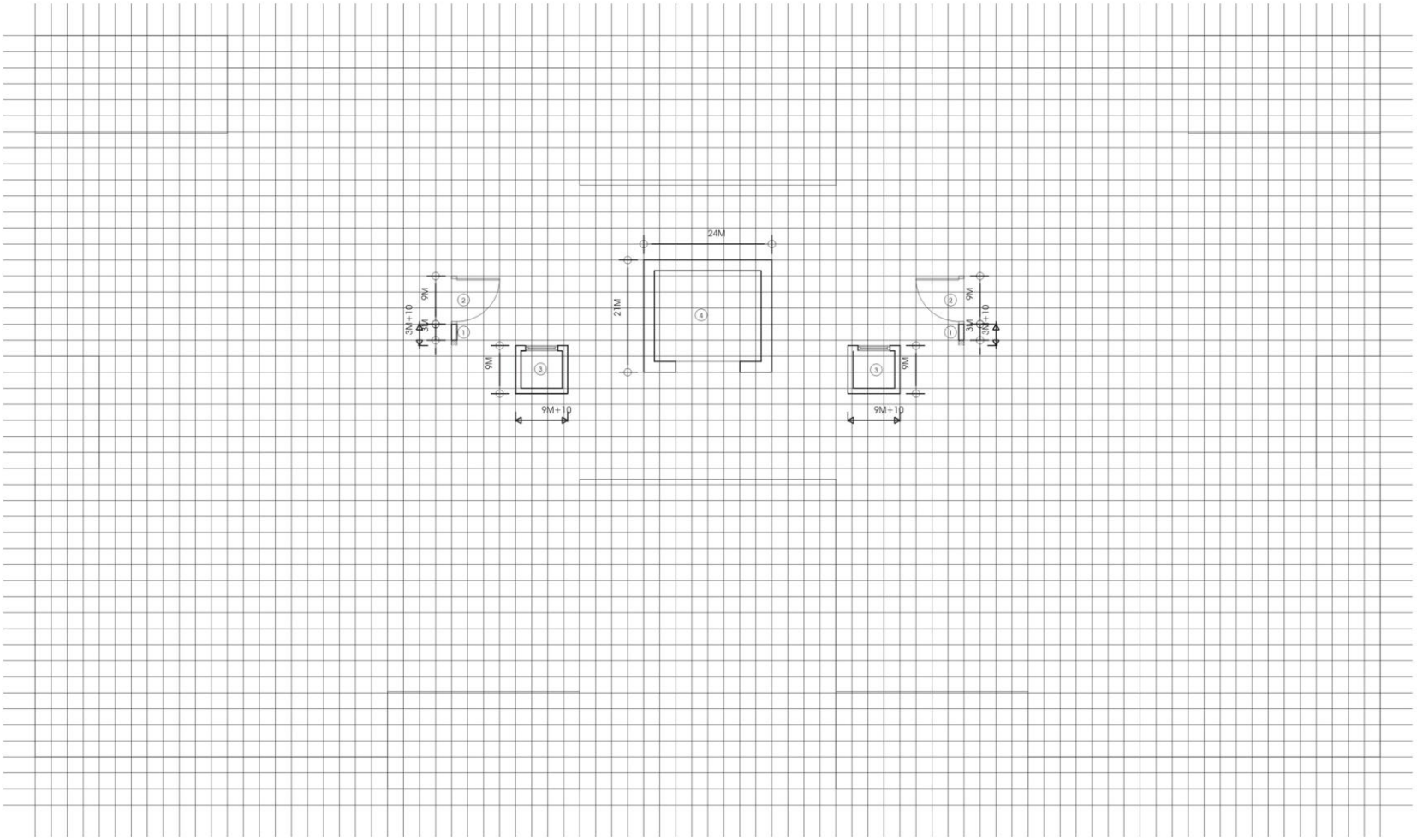
GENEL KOORDİNASYON PLANI



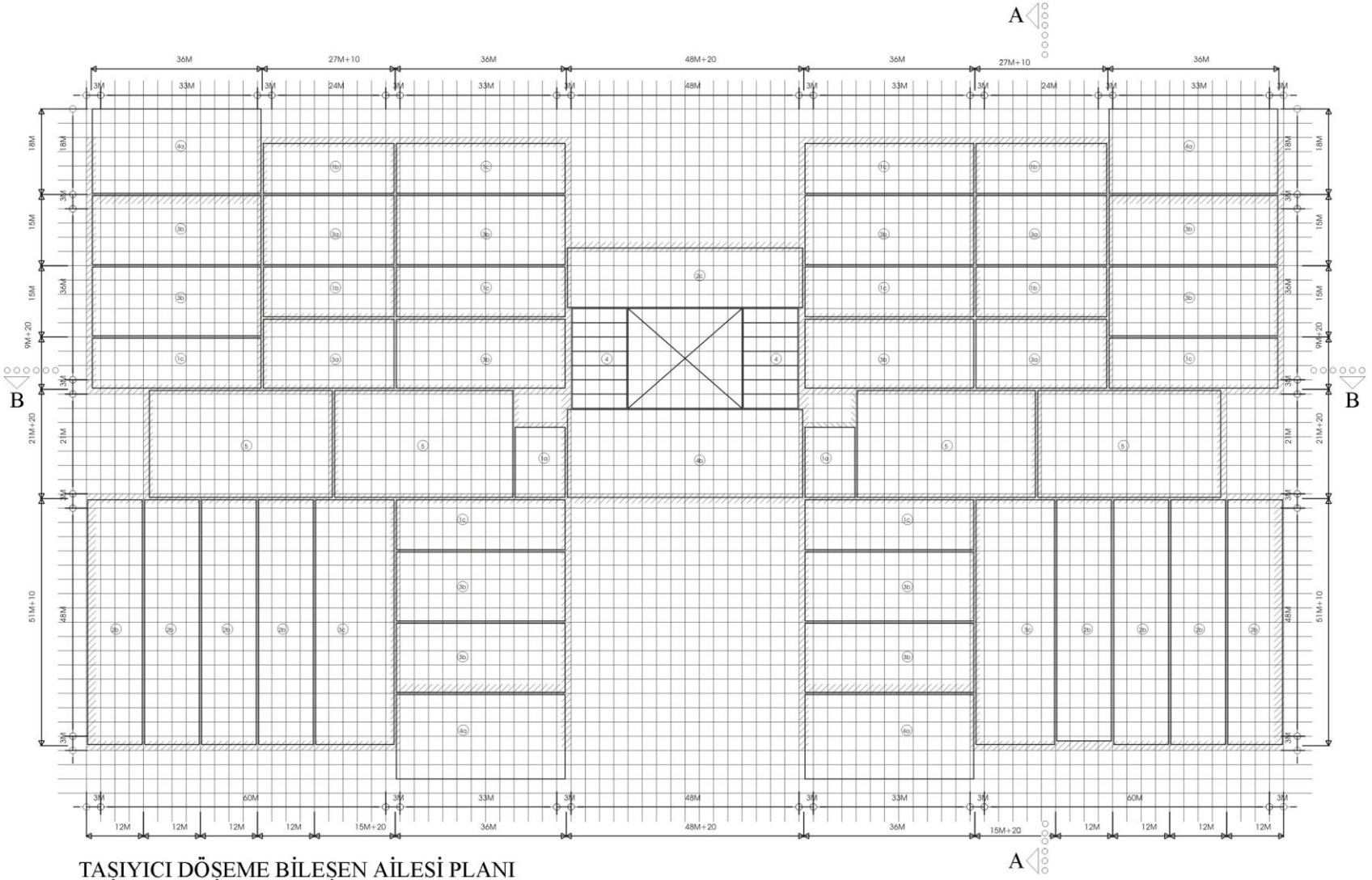
TAŞIYICI SİSTEM BİLEŞEN AİLESİ PLANI



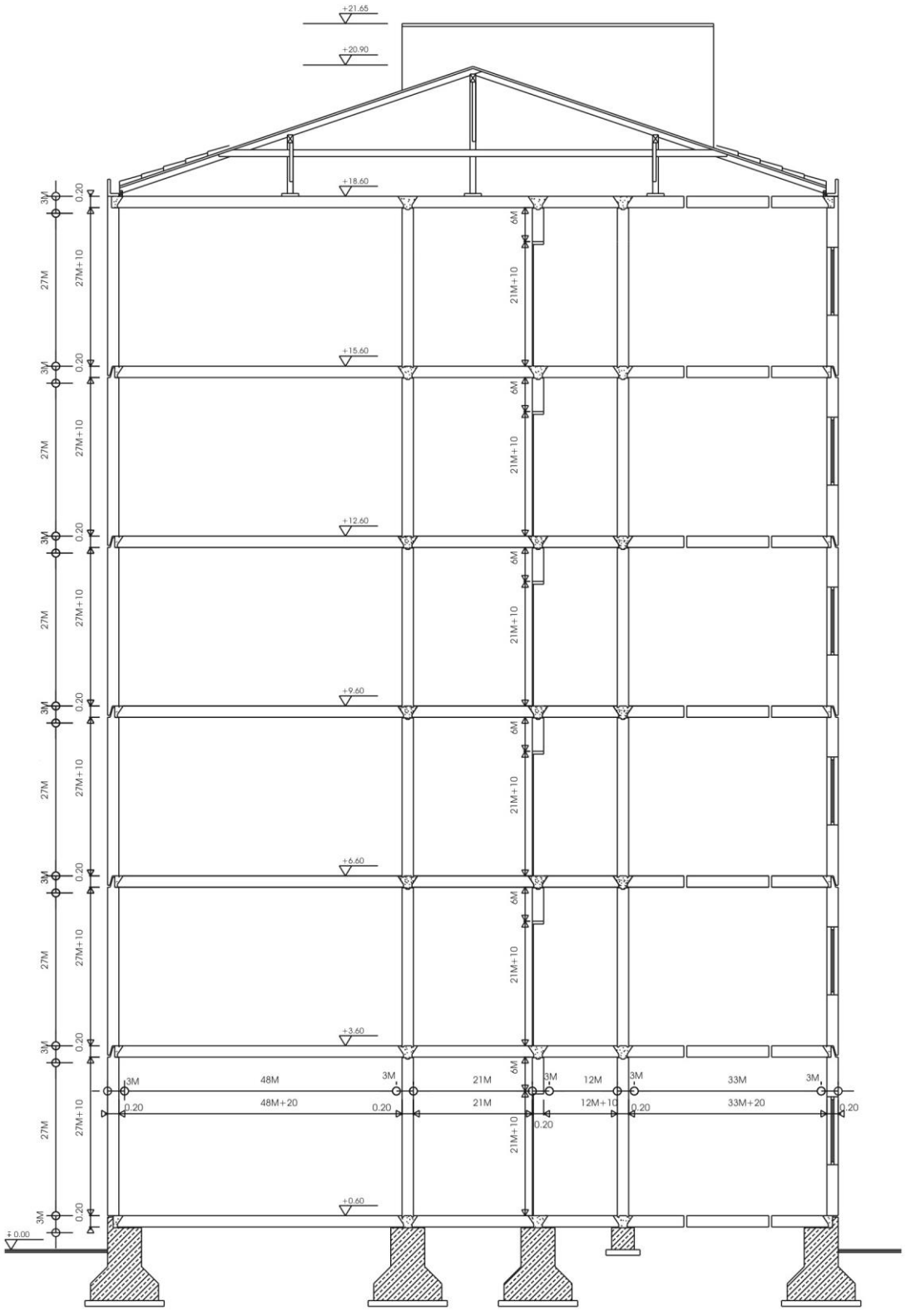
DIŞ KABUK BİLEŞEN AİLESİ PLANI



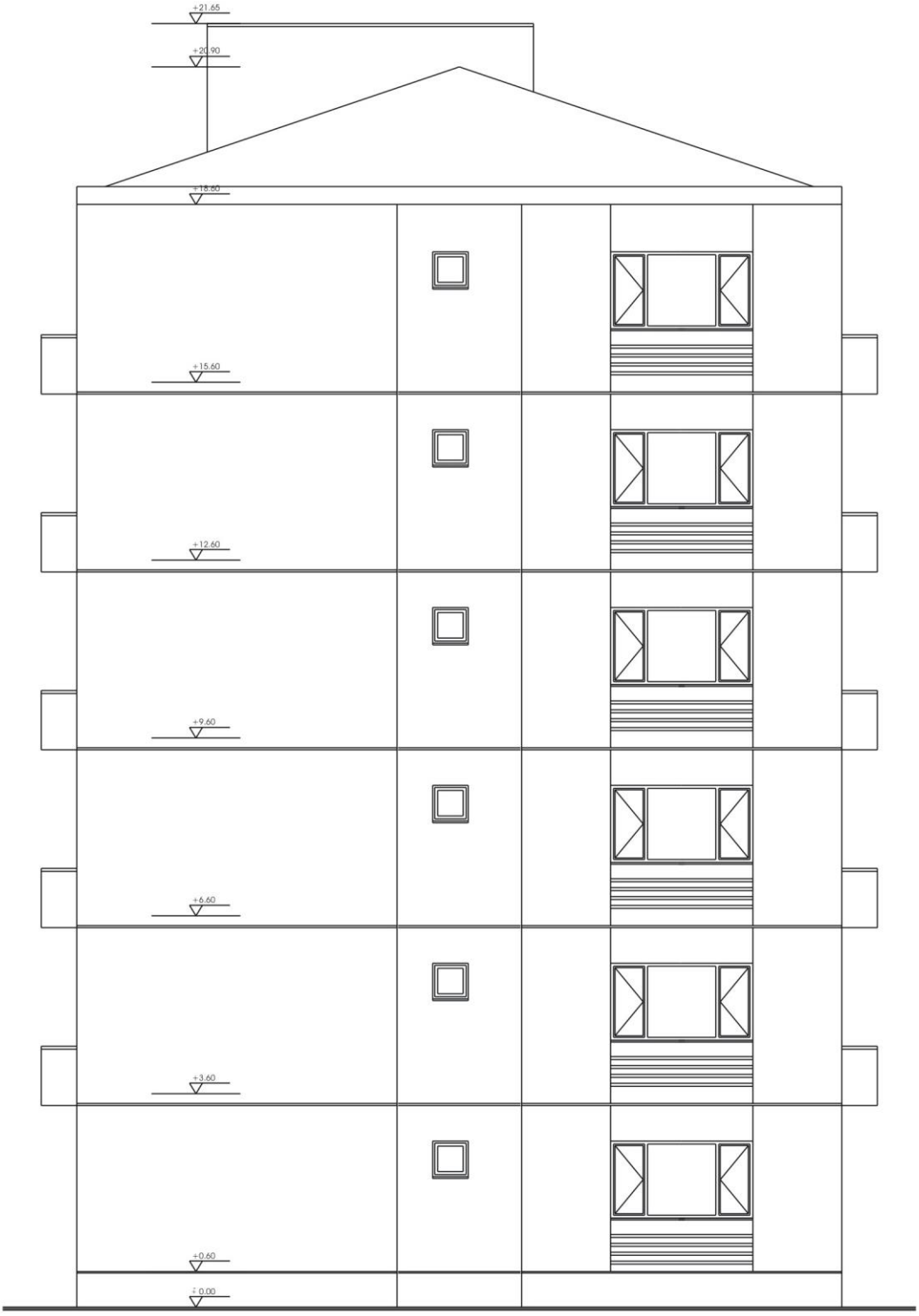
İÇ BÖLÜCÜ ve ÖZEL İŞLEVLİ BİLEŞEN AİLESİ PLANI



TAŞIYICI DÖŞEME BİLEŞEN AİLESİ PLANI



GENEL KOORDİNASYON KESİTİ A-A



SOL YAN CEPHE

ÖZGEÇMİŞ

Yazar 09.05.1975 yılında Elazığ'da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini Bursa'da tamamladıktan sonra, 1994 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'ne girmiştir. Lisans öğrenimini tamamladıktan sonra 1999 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Bina Bilgisi Programında yüksek lisans çalışmasına başlamıştır.