

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK BİLİM DALI

**BETON BÜNYELİ PREFABRİKE PANEL
SİSTEMLER VE DÜĞÜM NOKTALARININ
TASARIM SORUNLARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Beyza KAHVECİ

İstanbul
Mayıs, 2019

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

BETON BÜNYELİ PREFABRİKE PANEL SİSTEMLER VE
DÜĞÜM NOKTALARININ TASARIM SORUNLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Beyza KAHVECİ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. M. Oktay CANSUN

İstanbul
Mayıs, 2019

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Mimarlık Anabilim Dalı, Mimarlık Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Mehmet Oktay CANSUN



Üye Prof. Dr. Erol GÜRDAL



Üye Prof. Dr. Mustafa ÖZGÜNLER



Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.



Prof. Dr. Ahmet Korhan BİNARK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım "**Beton bünyeli prefabrike panel sistemler ve düğüm noktalarının tasarım sorunları**" adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.



Beyza KAHVECİ

ÖNSÖZ

Araştırmamdaki her aşamada bana yardımcı olan değerli tez danışmanım Prof. Dr. Mehmet Oktay CANSUN'a, eğitim alanında dersleriyle bize vizyon katan çok değerli hocamız Mimar Besim Ömer DARTAN'a, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteklerini esirgemeyen iş arkadaşlarıma ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Beyza KAHVECİ

İstanbul -2019

ÖZET

BETON BÜNYELİ PREFABRİKE PANEL SİSTEMLER VE DÜĞÜM NOKTALARININ TASARIM SORUNLARI

Beyza KAHVECİ

Yüksek Lisans, Mimarlık

Tez danışmanı: Prof. Dr.

Mehmet Oktay CANSUN

Mayıs-2019,132 Sayfa

Çalışmanın amacı, Endüstrileşmiş yapı üretim sistemlerden olan prefabrike sistemler, ülkemizde, tarihsel süreç içerisinde gelişim göstererek belli bir noktaya ulaşmıştır. Ancak sektörün geldiği bu noktanın, toplam inşaat sektörünün içindeki pay açısından dünya ortalamaları ile kıyaslandığında ülkemizde pek yaygınlaşmadığı gözlemlenmektedir.

Hızlı üretim sağlayan, ekonomik, kaliteli, kaynakları rasyonel biçimde kullanabilen yapım teknikleri, yapı açığını kapatmak için kullanılması gereken en akılcı tekniklerdir.

Bu çalışmada prefabrike yapım sistemleri ve bunun bir kanadını oluşturan beton bünyeli prefabrike panel sistemlerde düğüm noktalarının tasarımı ele alınmıştır.

Dünyada ve Türkiye’de prefabrikasyonun gelişme süreci, endüstrileşme ve prefabrikasyonun tanımı, temel özellikleri ile prefabrike sistemlerin sınıflandırması konusu ele alınmıştır.

Çalışmanın ana öğelerinden birini oluşturan endüstriyel sistemler, standartlar, modüler koordinasyon, prefabrike yapım teknikleri tanıtılmıştır. Prefabrike sistemlerde üretimin yapıldığı yere göre, bileşenlerin ağırlık ve boyutları açısından,

taşıyıcı sistemin kuruluş şekline göre ve sistemin üretim ve pazarlaması bakımından sınıflandırılması yapılmıştır.

Tezin ağırlıklı kısmını kapsayan prefabrike panel sistemler tek tek tanıtılmıştır. Panel sistemlerin üretim metodları, üretimde kullanılan kalıplar ve kaldırma, taşıma araçları ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Hazırlanmaların depolanması bağlamında kullanılan yöntem ve araçlar panoların taşıma şekilleri, taşıma araçları, taşıma süreci incelenmiştir.

Beton bünyeli prefabrike panel sistemlerin düğüm noktalarını statik ve geometrisi yakından ele alınmıştır. Prefabrike panellerde oluşturulan örnek bir yapının uygulaması yapılmış, tüm düğüm nokta detayları irdelenmiştir. Bununla birlikte prefabrike sistemlerin diğer bir konusu olan iskelet sistemlerin tanımı, nasıl oluştuğu ve düğüm noktaları gibi detaylara da değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: prefabrike, panel sistem, iskelet sistem, düğüm noktaları, taşıyıcı sistem, pano, beton bünyeli eleman, endüstriyel sistem

ABSTRACT

**DESIGN PROBLEMS OF
CONCRETE BUILDING
PREFABRICATED
PANEL SYSTEMS AND
BUTTON POINTS**

Beyza KAHVECI

Master of Science,
Architecture Supervisor:
Assoc. Prof. Dr. Mehmet
Oktay CANSUN

May-2019,132 Pages

The aim of the study, prefabricated systems, which are industrialized building production systems, has reached a certain point in our country by developing in the historical process. However, this point, which the sector comes from, is compared to the world averages in terms of the share of the total construction sector in our country.

It is observed that it is not widespread.

Fast manufacturing, economic, high quality, rational use of resources can be used rational techniques, the most reasonable techniques should be used to close the structure gap.

In this study, the design of the nodes in prefabricated construction systems and the prefabricated panel systems which constitute a wing of it are discussed.

prefabrication process of development in the world and Turkey, industrialization and

prefabrication time, the issue is dealt with classification of prefabricated system with basic features.

Industrial systems, standards, modular coordinating, prefabricated construction techniques which are one of the main elements of the study are introduced.

Prefabricated panel systems covering the weighted part of the thesis have been introduced one by one. Production methods of panel systems, molds used in production and lifting and transportation vehicles are explained in detail. Methods and tools used in the context of storage of readymade elements are examined.

The static and geometry of the nodes of the prefabricated panel systems of concrete structures are handled closely. Prefabricated panels were prepared in a sample structure, all node point details are examined.

Keywords: prefabricated, panel system, skeletal system, nodes, layout, dashboard, concrete system, industrial system

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ	ii
ÖNSÖZ	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SEMBOLLER LİSTESİ	xiv
KISALTMALAR LİSTESİ	xv
GİRİŞ	1
1. BÖLÜM	3
ENDÜSTRİLEŞME VE PREFABRİKASYON	3
1.1 Endüstrileşmiş Üretim	3
1.1.1 Endüstrileşmenin Tanımı, Amacı, Avantajları, Nedenleri ve Koşulları	4
1.1.2 Endüstrileşmenin Temel Özellikleri	9
1.1.3 Endüstrileşme Düzeyi	16
1.2 Prefabrikasyon	18
1.2.1 Prefabrikasyon Tanımı ve Tarihçesi	18
1.2.2 Prefabrikasyonun Şekil ve Fikir Olarak Doğuşuna ve Gelişmesine Etki Eden Faktörler	20
1.3 Prefabrike Sistemlerde Sınıflandırma	22
1.3.1 Üretimin Yapıldığı Yer Açısından Sınıflandırma	22
1.3.2 Yapım Sistemleri Açısından sınıflandırma	23
1.3.3 Malzemeye Göre Sınıflandırma	23
1.3.4 Panoların Ağırlıkları Açısından Sınıflandırması.....	23
1.3.5 Kalıpların üretim sırasındaki pozisyonuna göre sınıflandırma	24

1.3.6Taşıyıcı Sistem Biçimlenişi Açısından sınıflandırma	26
1.3.5 Üretim ve pazarlama açısından sınıflandırma.....	39
1.4 Türkiye Prefabrik birliğinin prefabrike sistemler sınıflandırması.....	45
2.BÖLÜM.....	46
PREFABRİKE PANEL SİSTEMLER.....	46
2.1 Panel Sistemler	46
2.1.1 Panel sistemler kat yüksekliğine göresınıflandırılması.....	48
2.1.2 Panel sistemlerin eleman biçim ve boyutlarına göre sınıflandırılması	48
2.2 Prefabrike üretimde malzeme seçimi ve kullanımı.....	51
2.2.1 Ağır Prefabrikasyonda malzeme	51
2.2.2 Hafif Prefabrikasyonda Malzeme	57
2.3 Prefabrike beton bünyeli panel sistem elemanları.....	62
2.3.1 Paneller konstrüktif özellikleri açısından sınıflandırılması.....	62
2.3.2 Panel sistemi oluşturan bileşenlerin sınıflandırılması.....	63
2.4 Prefabrike Panel Sistemlerin Üretim Süreci	73
2.4.1 Üretim tesislerinin kuruluş yerine göre ele alınması	73
2.4.2 Üretim merkezlerinde kullanılan araçlar	79
2.4.3Donatı Hazırlama Araçları.....	82
2.4.4 Üretim Süreci.....	83
2.5 Prefabrike Panel Sistemlerin Depolama Süreci	87
2.5.1 Depolama alanı	87
2.5.2 Depolamada kullanılan araçlar.....	88
2.6 Prefabrike Panel Sistemlerin Taşıma Süreci.....	89
3. BÖLÜM.....	91
PANEL SİSTEMLERDE BİRLEŞİMLER.....	91
3.1 BÜYÜK BOYUTLU AĞIR PANOLARIN BİRLEŞİMLERİ (DÜĞÜM NOKTALARI).....	91
3.1.1İç duvar panoları arası birleşimler	91
3.1.2 Döşeme Panoları Arası Birleşimler.....	95

3.1.3 Dış duvar panoları arası birleşimler	102
4. BÖLÜM.....	109
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	109
KAYNAKÇA	114
EKLER.....	116
ÖZGEÇMİŞ.....	117

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. 1 Prefabrikasyon yöntemleri ile üretilmiş parçaların prefabrikasyon düzeyleri (5) 17

Tablo 1. 2 : Betonarme prefabrike sistemlerde konstrüksiyon çeşitleri..... 27

Tablo 2. 1 Panellerin üretiminde kullanılan malzemelerin fiziksel özellikleri açısından karşılaştırmalı değerlendirmeleri 57

Tablo 2. 2 : Hafif panoların iç ve dış yüzünde kullanılan kaplama malzemeleri..... 58



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1 : Tolerans sapma sınırları.....	14
Şekil 1. 2 : Prefabrikasyon yöntemleri ile üretilen parçalar.....	16
Şekil 1. 3 : Temel soketi kolon bağlantısında betondan yapılan rijit bağlantı	29
Şekil 1. 4 : Temel soketi kolon bağlantısının rijit bağlantılı kaynaklı birleşim detayı	30
Şekil 1. 5 : Temel soketi kolon bağlantısının rijit bağlantılı bulonlu birleşim detayı	31
Şekil 1. 6 : Temel soketi kolon bağlantısının mafsallı bağlantı detayı	32
Şekil 1. 7 : Kolon kiriş bağlantısında betonla yapılan rijit bağlantı detayı	33
Şekil 1. 8 : Kolon kiriş bağlantısında betonla yapılan rijit bağlantının plan perspektifi	34
Şekil 1. 9 : Kolon kiriş bağlantısında rijit bağlantılı bulonlarla yapılan bağlantı detayı	35
Şekil 1. 10 : Kolon kiriş bağlantısında mafsallı bağlantıda pimlerle bağlantı detayı	35
Şekil 1. 11 : Kolon üzerinde birleşim detayı.....	36
Şekil 1. 12 : Kolon üzerinde birleşimde tek etapta betonlama ile rijitliğin sağlanması	37
Şekil 1. 13 : Kolon üzerinde birleşimde iki etapta betonlama ile rijitliğin sağlanması detayı.....	38
Şekil 1. 14 : Kapalı sistemlerin şematik gösterilişi	40
Şekil 1. 15 : Açık sistemlerin şematik gösterilişi.....	43
Şekil 2. 1 : Büyük panoların boyutları	46
Şekil 2. 2 Sandviç cephe panelleri	53
Şekil 2. 3 : Beton ve pişmiş toprak bloklu cephe panelleri	53
Şekil 2. 4 : Normal betondan dolu gövdeli cephe panelleri	53
Şekil 2. 5 : Yalıtkan homojen bünyeli cephe panelleri	54
Şekil 2. 6 : Dış tarafı kabuklu normal betondan dolu gövdeli cephe panelleri	54
Şekil 2. 7 : Betonlu oluşturan malzemelerin yaklaşık olarak hacimsel dağılımı (Sağlam, 2009)	56
Şekil 2. 8 : Büyük boy panelli yapı kuruluşlarını oluşturan başlıca elemanlar (Kargılı, 2005)	62
Şekil 2. 9 : döşeme panellerinin cephe panolarına oturtulması.....	64
Şekil 2. 10 : dolu gövdeli plaklar	65
Şekil 2. 11 : Filigran döşeme detayı.....	65
Şekil 2. 12 : T kirişli döşeme kesiti.....	65
Şekil 2. 13 : TT kirişli döşeme kesiti	66
Şekil 2. 14 : Sandık kirişli döşeme perspektifi.....	66
Şekil 2. 15 : Prefabrike panel sistemlerde plak döşeme panelleri çeşitleri	66
Şekil 2. 16 : Döşemeden konsol balkon çıkması.....	69
Şekil 2. 17 : konsol çıkıntılara veya çerçevelere oturtulan balkon	69

Şekil 2. 18 : Bir kenarın sürekli diğerinin asılarak mesnetlendirildiği balkon ve kenarın sürekli diğerinin noktasal dikmelerle mesnetlendirildiği balkon	70
Şekil 2. 19 : Yan yana iki kenarın ankastre olduğu ve iki dar kenarın duvarlara oturtulduğu balkon	70
Şekil 2. 20 : Sahanlıklı ve sahanlıksız merdiven bileşenleri- merdiven kolunun sahanlıklara oturtulması (Kargılı, 2005).	71
Şekil 2. 21 : Sahanlığın konsolcuğa oturması	72
Şekil 2. 22 : Düz çatı Balency- Schuhl sistemi	72
Şekil 2. 23 : Akım tipi üretim şeması.....	76
Şekil 2. 24 : İstasyon tipi akış şeması	77
Şekil 2. 25 : Proje tipi akış şeması	77
Şekil 2. 26 : Hazır döşeme elemanı kesiti	78
Şekil 3. 1 : Düz kenarlı panoların birleşim detayı.....	92
Şekil 3. 2 : Boğazlı derzli birleşim detayı	92
Şekil 3. 3 : Dişli kenarlı panoların birleştirilmesi	93
Şekil 3. 4 : Düz kenarlı pano birleşim detayı	94
Şekil 3. 5 : Boğazlı birleşim detayı	94
Şekil 3. 6 : Taşıma yönüne paralel mesnet üzerinde olmayan dar birleşimler.....	96
Şekil 3. 7 : Taşıma yönüne paralel mesnet üzerinde olmayan geniş birleşimlerin mesnet dışında açıklıkta birleşimi	97
Şekil 3. 8 : Taşıma yönüne paralel mesnet üzerinde olmayan geniş birleşimlerin mesnet üstünde birleşimi.....	98
Şekil 3. 9 : Taşıma yönüne paralel mesnet üzerinde olmayan geniş birleşimlerin mesnet üstünde birleşim örneği.....	99
Şekil 3. 10 : Taşıma yönüne dik yönde mesnet üzerinde düz kenarlı döşeme elemanlarının birleşimi.....	100
Şekil 3. 11 : Taşıma yönüne dik yönde mesnet üzerinde profilli kenarlı panoların mesnette birleşimi	101
Şekil 3. 12 : Dış duvar panoları arasında uc uca düşey birleşim örneği	102
Şekil 3. 13 : Uc uca birleşimlerde panolar arası strüktürel bağlantının olmaması ve dolgulu derzlerin örneği	103
Şekil 3. 14 : İç ve dış duvar panoları arasında iç etanş perdeli derz	104
Şekil 3. 15 : İç ve dış duvar panoları arasında dış etanş perdeli derz	104
Şekil 3. 16 : İç ve dış duvar panoları arasında çift etanş perdeli derz.....	104
Şekil 3. 17 : İç ve dış duvar panoları arasında kaynaklı plastik malzemeden etanş perdeli derz.....	105
Şekil 3. 18 : Düz kenarlı düşey derz örneği	106
Şekil 3. 19 : Dekompresyon odalı birleşim.....	106
Şekil 3. 20 : zigzaglı derz örneği.....	106
Şekil 3. 21 : Kanalıklı derz.....	107
Şekil 3. 22 : Uc uca ve etanş perdeli derz örnekleri.....	107
Şekil 3. 23 : Şekilleriyle görev yapan yatay derz örneği.....	107

Şekil 3. 24 : Kayar kalıpla oluşturulmuş boşluklu döşeme elemanının yatay derz
örneği..... 108



SEMBOLLER LİSTESİ

Cm : uzunluk birimi

M : uzunluk birimi

Kg : ağırlık birimi

M² : Alan

kg/m³ : yoğunluk birimi

mm : uzunluk birimi



KISALTMALAR LİSTESİ

I.S.O	: International Organization for Standardization
CPM	:Critical Path Method
PERT	:Program Evaluation and Review Technique
U.S.A	:United States of America
Prof.	:Profesör
Dr.	: Doktor
MUWI	:Muwimotion
P.V.C	:Poli Vinil Clorür
M.D.F	: Medium Density Fiberboard
TS 706	: Beton Agregaları
TS 802	:Beton karışımı hesap esasları

GİRİŞ

Teknolojik ve toplumsal gelişmelerin bir sonucu olarak yapı alanında yeni inşaat metotlarınabaşvurulduğu, bunların gerektirdiği biçimde önceden üretme ve seri üretim çözümlerine gidildiği böylece giderek yapı alanında endüstrileşme ve prefabrikasyonun doğduğu görülmüştür. Ülkelerin ekonomik ve sosyal gelişimleri beraberinde üretim biçimlerindeki gelişmeleride getirmekte, ilkel üretim biçimlerinden gelişmiş, endüstriyel üretim biçimlerine doğru bir gelişim söz konusu olmaktadır. Gelenekselyapım teknikleri çağımız gereklerine cevap veremeyen, inşaatkalitesi, ekonomiklik ve prodüktivite yönünden yetersiz, rasyonellikten uzak tekniklerdir.Yapı alanında endüstrileşme endüstriyel üretim metotlarınınkural ve yöntemlerinin uygulanması ile bu konularda istenen seviyelere ulaşılabilmiştir.

Yapı üretiminde endüstrileşme artan nüfus ile orantılı olarak gelişmektedir. Yapı üretimi ancak prefabrikasyon ile istenen hıza ulaşabilmektedir. Prefabrikasyon; yapıyı oluşturan elemanların, önceden fabrikalarda veya şantiyelerde kurulan atölyelerde üretilip, şantiyede bir araya getirilerek binaların-yapıların elde edilmesi demektir.

Yapılar ileri teknoloji ile olduğu gibi, bazen gelenekselmetotlar, yöresel malzeme ve vasıfsız işçi ile de üretilebilir. Önemli olan bu çeşitli teknoloji düzeyleri arasından ihtiyaca uygun olanı seçebilmektir. Değişik yapı teknolojilerine bugünkü anlamıyla 'fabrikasyon yapı' 1930'lu yıllarda eklendi.

Prefabrikasyon denince ilk akla gelen endüstri yapılarıdır. Bu tip yapılarda genellikle prefabrike iskelet sistemler uygulanır. Konutüretiminde yaygın olarak kullanılan prefabrike yapım yöntemleri incelendiğinde tercih edilen sistemin beton bünyeli ağır panolu sistemler olduğu görülmektedir. Bunun nedeni beton panellerle oluşturulan en yaygın uygulama olduğunu araştırmaların göstermesinin nedeni betonarme panel sistemlerle oluşturulan bir yapıda taşıyıcılık ve koruyuculuk görevlerinin aynı yapı elemanını tarafından yüklenilmesidir.

Bu çalışmada genelde prefabrike yapım sistemleri ve özelde ağırlıklı olarak beton bünyeli prefabrike panel sistemlerde düğüm noktalarının tasarımı ele alınmıştır. Bunun yanı sıra iskelet sistemin tanıtımına ve düğüm noktalarına da değinilmiştir. Gelişmiş ülkelerde çok yaygın kullanım alanı bulmuş olan panel sistemlerTrkiye’de yeteri kadar tanınmamaktadır. Avrupa lkeleri prefabrike elemanlarla yapı üretimi konusunda son yıllarda yol almış ve belli bir seviyeye ulaşmıştır. Ülkemizde de bu yapım yöntemlerinin tanıtımına katkı da bulunması ve inşaat sektörü çalışanlarının bilgisine sunmak amacıyla bu çalışma yapılmıştır.



1. BÖLÜM

ENDÜSTRİLEŞME VE PREFABRİKASYON

1.1 Endüstrileşmiş Üretim

Birçokülkede yapının endüstrileşmesinin kaçınılmaz bir gerek olduğu devletçe kabul edilmiştir. Çünkü özellikle demografik gelişmelerden dolayı gereksinmenin artışı o şekildedir ki geleneksel inşaat rasyonel olsa bile yeteri kadar üretmez, hatta hedefe yaklaşamaz. Sadece endüstri büyük çaplı, yaygın bir üretimeulaşabilir. Böylece bu sektördeki gecikme yakalanacak açık kapanacak ve eskiyi yenileme olanağı doğacaktır. (Aksoy, 1994)

İnşaat alanında en büyük ihtiyaç konutlarla ilgilidir.

Konut sektöründe diğer endüstrilerin başarısına ulaşmak için:

- Zanaata dayalı üretimden makine üretimine geçmek,
- Parça üretiminden dizi üretime geçmek gerekir.

Bu iki kriter göz önüne alınarak hangi ürün için olursa olsun, yapılan endüstriyel üretim şu olanakları sağlamaktadır;

- Prodüktivite (verimlilik) yükselmektedir.
- Maliyet belirgin derecede düşmektedir.
- Kalite yükselmektedir.
- Mal teslim işlemi piyasanın talebiyle uyuşum içinde olmaktadır.(Aksoy, 1994)

1.1.1 Endüstrileşmenin Tanımı, Amacı, Avantajları, Nedenleri ve Koşulları

Endüstrileşme, herhangi bir üretim sektöründe girişimci- kullanıcıların(kullanıcı ürünü kendi üretip gene kendisi kullanıyor.)yerini, piyasaya hazır mal ve hizmet sunmak amacıyla iş yapan “profesyonel” girişimcilerin alması demektir. Endüstriyel üretimin amacı sürekli, büyük ölçekte üretime geçilmesi, üretkenliği arttırmaya yönelik belli teknik ve ekonomik çözümlerin yaygın bir biçimde uygulanmaya başlamasıdır.

Endüstrileşmiş yapı açısından bakıldığında çeşitli tanımlar karşımıza çıkar:

- G.Blachere: “Endüstrileşme ustanın yeteneği yerine makinayı koyan teknolojilerin kullanılmasıdır.”tarifini yapmaktadır.
- Prof. Joseph Movahin ise endüstrileşmeyi “Tekrar karakterli mekanize ve/veya organize işlemlere uygulanan prodüktif bir metod”şeklinde tanımlamaktadır.
- Prof. Bodhan Lewicki ise endüstrileşmiş yapının prensibini “El emeğinin mekanizasyonuna, sürekli bir üretime, sabit ve belli bir ritme uyan yüksek derecede bir tekrarlama dayandığını...” Söylemiştir.(Baykal, 1984)

Bazı yazarlar “ yapının endüstrileşmesini, yapı bileşenlerinin üretim ve montajda yoğun bir mekanizasyona gidilmesi anlamında yorumlarken, diğer bazılarının ise (ne şekilde imal edilirse edilsinler) yapı bileşenlerinin büyük çapta önceden hazırlanması (prefabrikasyon) şeklinde anladıkları görülmüştür. Bir takım araştırmacılar ise, sınırlı kaynaklarla kısa sürede çok sayıda yapı yapmayaimkân verecek her çözüm yolunun bu kavramı karakterize edeceğini savunmuşlardır.(Aksoy, 1994)

Prefabrikasyonun amacı kısaca yapı parçalarını fabrikada üretip şantiyedeki yerine yerleştirmek(montaj) olarak kabul edilebilir. Başka deyişle prefabrikasyonun amacı karmaşık şantiye işlemlerini tek bir işleme, montaj işlemine indirgemektir.(montaj yapı)

Fabrikasyon yapının ana hedefi, diğer endüstri dallarında da görüldüğü gibi kısaca Rasyonelleşmektir.(Adoran, 1994)

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

Rasyonalizasyon(rasyonelleşme),Mekanizasyon(makinalaşma),seri üretim,standartlaşma, prefabrikasyon

a-Rasyonalizasyon: En genel anlamıyla tasarım ve yapıda kaynaklardan en iyi şekilde yararlanabilmeyi mümkün kılacak ve bilimsel temellere dayanan (akılcı) metodlarınzanaat kural ve geleneklerine göre şekillenmiş eskilerinin yerini alması olarak tanımlanabilir. Bu amaca varmak için yapım süreci aşamalarında endüstriyel teknik ve yöntemlerin kullanımı gereklidir.

Herhangi bir üretim sürecinin bütün ayrıntıları ile derinlemesine incelenmesi işlem karmaşasının önlenmesi, işlem çakışmalarının ortadan kaldırılması ve üretkenliğin artırılması için alınan bütün önlemler sürecin rasyonelleştirilmesi bağlamında yapılan çalışmalardır. Yapımın rasyonelleştirilmesi, tasarım, üretim, nakliye ve montaj gibi süreçlerin tümünde veya bir kısmında 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.

b-Mekanizasyon: Tüm üretim sürecinin kapsamında mümkün olan her alanda el emeğinin yerini makinaların almasıdır.

Endüstriyel üretimin özelliklerinden olan standardizasyonun, makinalaşmayla birlikte, seri üretim, bilimsel organizasyon ve işletmecilik anlayışlarının bina yapım sektörüne de girmesi ile sağlanacak avantajları böyle sıralayabiliriz:

- Üretimde verim(prodüktivite) ve süreklilik
- Malzeme ve işgücünden en iyi şekilde faydalanma
- Mevsimlik duraklamalarda azalma
- Şantiyedeki yapım sürelerinde azalma(sadece montaj işlemi)

şeklinde sıralanabilir(Adoran, 1994).

c-Seri üretim: Makinalaşmanın önemli özelliği seri üretim olmasıdır. Seri üretim aynı ürünün uzun bir süre içinde sürekli olarak üretimini anlatır ve minimum(en az) fiyata optimum ürün elde etmenin bir yoludur.

Seri üretimin özellikleri şunlardır:

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

Amaç ise üretim için gereken tüm girdilerin minimuma indirilebilmesidir.

Endüstrileşmenin ekonomik yönden avantajlı olabilmesi için, üretilecek ürünün üretimsel, işlevsel ve uygun bir malzemeyle tasarlanması gerekmektedir. Ancak bunların tümü sağlandığı zaman, endüstriyel üretimin gerektirdiği miktarda ve çok sayıda ürün ekonomik olarak sağlanabilir. Endüstriyel üretimi etkileyen faktörler üretim zamanı, üretim maliyeti ve ürün sayısı olmaktadır. Bunların toplamı ürünün fabrika maliyetini belirler.

d-Standartlaşma: Standart; yapılaşta, anlayışta, ölçümde 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.

Standartlaşma üretilen her ürünün ağırlığı, boyutu, görünüşü yani nitelik ve niceliği ile ilgilidir. Bu özellikler; kullanıcı istekleri tarafından belirlenir, teknik ve ekonomik koşullarla şekillenir. Bu şekilde 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) dır.

Bu ilişkide ürün sayısı maliyetle ters orantılı, tip sayısı ise maliyet ile doğru orantılıdır. Başka bir deyişle 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.

e-Prefabrikasyon: Prefabrikasyon E. Kulaksızoğlu'nun tanıttığı gibi; kısaca "önceden üretim" , daha geniş anlamda ise "bir bütünün parçası olan standartlaştırılmış elemanların önceden üretimi ve bunu takiben yine önceden tespit edilmiş bir plana göre bir araya getirilmeleri öngören bir üretim ve inşa sistemidir.(Öğretmen, Karahan, Yalın, & İşçioğlu, 2008)"

Endüstrileşmiş yapımda, önceden üretilen elemanların yapı yerinde birleştirilmesine dayanan prefabrikasyon teknolojilerine yönelme nedenleri, birbirleriyle etkileşim içerisinde olan 3 temel avantaja dayanır. Bunlar: düşük toplam maliyet (yapım +bakım+işletme maliyeti),hızlı yapım, yüksek kalitedir.(Adoran, 1994)

Maliyet düşüşlerini sağlayan etkenler:

- Kalıpların çok kez kullanılabilmesi, Ahşap kalıp 100, çelik kalıp 1000 defa kullanılır.
- İskelenin kısmen veya tümüyle ortadan kaldırılması,
- Makinalaşma ve işlem tekrarları sayesinde iş verimliliğinin sağlanması,
- Daha ince kesitli, boşluklu veya öngerilmeli olarak üretilebilen elemanlar nedeniyle yapının hafiflemesi ve malzemedan tasarruf edilmesi,
- Kırma, alıştırma, düzeltme işlemlerinden doğan malzeme firelerinin işçilik artışlarının en aza inmesi.

Yapım sürecine hız kazandıran etkenler:

- Eleman üretimini şantiye işlerine paralel olarak sürdürülebilmesi,
- Üretimin mevsimsel duraklamalardan etkilenmemesi,
- Betonun dayanım kazanmasını hızlandıran yöntemler sayesinde, fabrikadaki üretim sürelerinin kısılması,

- Şantiyede, betonun sertleşmesi ve yeterli dayanım kazanması için gerekli olan bekleme sürelerinin en aza inmiş olması,
- Makinalaşma ve etkin bir organizasyon sayesinde, iş veriminin arttırılmış, malzeme ve ekip beklemelerinin önlenmiş olması.

Kalite artışına neden olabilen etkenler ise:

- Fabrikalardaki iyi çalışma, ölçüm, denetim koşulları ve makinalaşma olanakları,
- Tekrarlanan işlemlerden kaynaklanan uzmanlaşma,
- Gelişmiş çelik kalıpların sağladığı seri üretim ve düzgün yüzeyler,
- Fabrikada kolaylıkla uygulanabilen öngerme yöntemlerinin sağladığı dayanım şartları,
- Rötresi önceden tamamlanmış olan betonda, deformasyon sorunlarının en aza inmiş olması,
- Gelişmiş üretim olanaklarının biçim, doku ve renk çeşitliliğine zenginlik kazandırması

Şeklinde özetlenebilir.

Prefabrikasyon teknolojileri sayesinde yukarıda sıralanmış olan avantajlardan faydalanılabilmesi için ülkedüzeyinde ve proje düzeyinde bazı koşulların gerçekleşmesi gerekmektedir.Bunlar:

Ülke düzeyinde:

- Talebin yeterli olması
- Talebin planlanması ve sürekliliğinin sağlanması
- Yasal temellerin oluşturulması
- Hızlı finansman akışının sağlanması

Proje düzeyinde:

- Tekrar eden eleman sayısının kitlesel üretim için yeterli olması
- Etkin bir boyutsal düzenleme ile eleman tip sayısının en aza indirilmesi

- Eleman biçim ve boyutlarının saptanması sırasında “üretim taşıma ve montaj evrelerinde rasyonelliğin sağlanması” ilkesinin ön planda tutulması
- Statik ve konstrüktif sorunların büyük maliyet artışları getirmeyecek şekilde çözümlenmesi,
- Kesin projeye geçilmeden tüm detayların tamamlanmış olması,

Yapım süreci içerisinde, malzeme, ekip ve işlem sürelerinin planlama, koordinasyon ve denetimin çağdaş yöntemlere uygun bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Yapı üretiminde endüstrileşme, rasyonalizasyon, mekanizasyon ve prefabrikasyon kurallarının yapı elemanları ve yapıya uygulanmasını gerektirir.

1.1.2 Endüstrileşmenin Temel Özellikleri

Endüstrileşmenin temel özelliklerini şu şekilde sıralayabiliriz:

- a-İş bölümü
- b-İşlemlerin sıralanması
- c-Kesintisiz ve sürekli üretim
- d-Tekrar ve işlemlerde uzmanlaşma
- e-Makinalaşma
- f-Standartlaştırma
- g-Kaynakların en az israfı
- h-Yönetimsel işlevlerin yerine getirilmesi

Sıraladığımız bu özellikler çerçevesinde endüstrinin prensibini şöyle özetleyebiliriz:

- El emeğinin mekanizasyonu
- Sürekli ve kesintisiz bir üretim
- Sabit belli bir ritme uyan ve yüksek derecede bir tekrara dayanan bir üretim

a)İş bölümü ve Uzmanlaşma

Endüstrileşmiş yapımda üretimin karmaşık işlemleri önce gruplara ve daha sonra küçük parçalara bölünerek, çalışanların yalnız bu küçük işlem parçalarından sorumlu olması sağlanır. Çalışanların belli bir konuda uzmanlaşması verimi artırıcı bir etken olarak ortaya çıkar: üretim kalitesi artarak ürün başına düşen iş saati miktarı azalır ve çalışma planının denetimi kolaylaşır.

b)İşlemlerin sıralanması

Endüstrileşmiş yapımda hızlı ve kaliteli bir üretim için, yapılacak işlemlerin sıralanması, birbirleri ile olan birliktelik, öncelik ve bağımsızlık ilişkilerinin belirlenmesi gerekir.Organizasyon sonucu olarak çalışanların ve makinaların boş zamanlarını en aza indirerek verimlerinden maksimum yararlanmaktır. İşlemlerin sıralanmasında CPM ve PERT gibi yöntemler kullanılabilir.

c)Kesintisiz ve sürekli üretim

Endüstriyel ürünlerin seri üretimi her şeyden önce kaliteyi arttırıcı bir etkidir. Seri üretimde çalışanların yaptıkları işe alışkanlık kazanmaları, farklı işlere adapte oluştaki zaman ve kalite kayıpları minimuma indirilir, ayrıca her işlemin başlamasında ve bitirilmesinde yapılan hazırlık, temizlik ve düzenleme gibi eylemlerin tekrar sayısı azalır. Birbirinden farklı işlemlerin bulunması durumunda bu eylemler her biri için tekrarlanacak ve çalışanlar her birine yeniden adapte olmak için zaman kaybedeceklerdir.

d)Tekrar ve işlemlerde uzmanlaşma

Üretimde makinalaşma sonucu hem işgücünden tasarruf hem de el emeği ile yapılan işe kıyasla daha presizyonlu ve kaliteli üretim yapılır. Makine, bir ekibin yaptığı işi tek başına ve daha kısa zamanda yapabilir. Örneğin betonyer, vibratör gibi makinalar bazı işlemleri çok kısa zamanda yapmaktadır. Ayrıca bunun gibi bazı işlemlerde insan gücü ve işçi sayısı ne kadar olursa olsun yeterli olmamaktadır.

e)Standartlaşma

Endüstriyel üretimin en önemli özelliği standartlaşmadır denebilir. Eskiden üretimde ve üründe “kullanıcı istekleri “ belirleyici olurdu. Kullanıcının yani ürünü talep edenin değer ve isteklerine uyan bir adet ürünün üretimi söz konusu idi. (Örneğin 1 adet bina üretim) bu yöneme ısmarlama yöntemi denir.

Lakin endüstriyel üretimin sıraladığımız özellikleri göz önüne alınırsa bu tür bir üretimin yani ısmarlama yönteminin bu özelliklerle bağdaşmayacağı kolayca görülebilir.

Endüstriyel üretimin tüm özelliklerini uygulayan bir üretimde dahi, kaynaklarçok çeşitli ürün türüne dağılmış ise üretkenlik (prodüktivite) düzeyi yükselmemektedir.

Şu halde ürün türlerinin (çeşitlerinin) sayısını sınırlı tutmak, kaynakları sınırlı sayıda ürün türünde yoğunlaştırmak ve böylece üründe standartlaştırmayı sağlamak gerekir. Zira üründe standartlaştırma yok ise üretkenlik artmaz.

Endüstrileşmiş üretimde aynı amaca yönelik çok çeşitli ürünlerin üretilmesi ve kaynakların çok sayıda ürün türüne dağılmaması üretkenlik düzeyinin büyük ölçüde artmasına yetmez. (Baykal, 1984)

Standartlaştırma: insaneylemlerinde: süre, nesne, çevre ve soyut olgular gibi değişik türden parametreleri konu, alan ve standartlar olarak adlandırılan bir takım onaylanmış genel şartnameler ortaya koyarak, sözkonusu eylemlerin düzenli bir şekilde sürdürülmesini amaçlar. (Baykal, 1984)

Yapı üretiminin endüstrileşmesi çerçevesinde mimarlık alanını ilgilendiren en önemli endüstriyel üretim özelliği “standartlaştırma”dır.

Tekrar (üretim, işlemlerin tekrarı) ve standartlaştırma (aynı ürünü tekrar tekrar üretiyor.) aralarında doğrudan ilintilidir.

İsmarlama usulü üretimde çeşitlilik çoktur.

Şu halde; Binayımı standardize edelim ki bu durumda “ az tip” bina söz konusu olur, çeşitli bina tipleri elde edilemez ve monoton bir çevre oluşur, yoksa binayı oluşturacak hazır parçaları mı standardize edelim ki bu durumda az tip parça üretip, bu parçaların birleştirilmesiyle çok tip – çeşit bina mı elde edelim soruları, önümüze çıkar. Endüstriyel üretimi daha önce sıraladığımız özelliklerini göz önüne alırsak; her birinden büyük miktarlarda üretilecek az çeşitte hazır yapı parçaları (paneller) üretip bunları şantiyede birleştirerek çeşitli bina tipleri elde etmenin doğru olacağını görebiliriz.

Standartlaştırma endüstriyel üretimin önemli bir özelliği ve olmazsa olmazıdır ve kaçınılmaz bir zorunluluktur. Standartlaştırma “düzen “ demektir. Bu konu çeşitli kaynaklarda birbirine kısmen yaklaşan, kısmende ayrılan biçimlerde tanımlanmaktadır.

I.S.O, Uluslar arası standartlaştırma organizasyonu tarafından kabul edilen tanım ise; “standart” belli bir standartlaştırma çabasının, tanınan (kabul edilen) bir “otorite” tarafından onaylanmış sonucudur şeklindedir.

Binaları tasarlayan kişiler olarak neleri standardize edebiliriz sorusu akla gelir. Standartlar şu konuları kapsar:

- Süreci: Üretim şekli ve üretim aşamaları yani teknik şartnameler. Bu standartlar süreç standartları adını alır.
- Nesneyi: Yapı, yapı elemanı, yapı malzemesini kapsar. Nesne standartları adını alır.
- Çevreyi: Mekân konforu söz konusudur. Fiziksel çevre kontrolü sözkonusudur. Örneğin ısı geçirgenlik direnci, ısı iletim katsayısı değerleri tespit edilir, değer ölçüm yöntemi belirtilir.
- Soyut olgular: Estetik, renk, formu söz konusudur.

Özetle: standartlaştırmada amaç: standart şeklinde adlandırılan bir talebin “onaylanmış” genel şartnameler ortaya koyarak “söz konusu eylemlerde **“düzenli”** bir sürdürülebilirliği sağlamaktır.

Prefabrikasyon bağlamında standardizasyonda iki amaç vardır:

- Ürün (çeşit) sayısını azaltmak. Başka deyişle pano tip sayısını düşürmektir. Bu işleme **“sadeleştirme”** diyebiliriz.
- Hazır parçalar arasındaki ilişkileri (birleşimler, düğüm noktaları) belli bir strüktüre oturtmak ve denetlemek. Bu işleme ise **“birleştirme”** diyebiliriz. Başka deyişle birbirine bağlı olarak standartlaştırmak. Örneğin: paneller standardize olacaksa, panodaki pencere boşlukları da standardize olmalıdır.

Endüstrileşmiş üretim sistemlerinin standartlaştırılmasında boyutsal ve modüler koordinasyon olmak üzere iki çeşit koordinasyon vardır:

- ***Boyutsal koordinasyon- Bağdaştırma***

Endüstriyel üretime geçişle birlikte boyutsal standartlar büyük önem kazanmıştır. Boyutlar, nesne (ürün) standartları denince ilk akla gelen, hatta 1. Sıradaki özelliği oluşturur.

Yapı sistemi tasarım ve uygulanması süreçlerinde başarıyı en başta etkileyecek olan özelliklerden biri “ boyutlar”dır.

Bir yapı bileşeninin 3 tür boyutu vardır.

1- Tanımlama boyutları

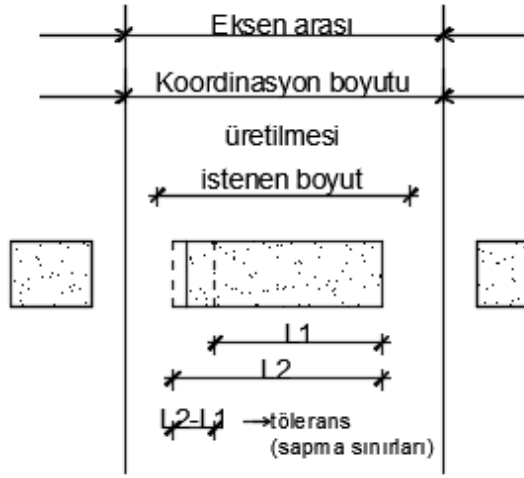
2- Koordinasyon boyutları

3- Gerçek boyutlar

- Tanımlama boyutu için” teorik boyut “ diyebiliriz. Yapı üretim sürecinde görev alanların arasında yazılı ve sözlü iletişimde bileşenleri tanıtmak amacıyla kullanılan boyuttur. (örneğin 10’luk tuğla, bilindiği gibi tuğlanın 10 cm boyutu yoktur, 9 cm’dir.)
- Koordinasyon boyutları: Hazır elemanların yerleştirileceği eksenlerin ara mesafelerini kapsar. Başka deyişle herhangi bir yapı bileşeninin diğerleriyle bir araya getirilmesinde “ **bağdaşma**” (**uyum**)yönünden önemli olan yüzlerine (kenarları) ait tanımlama boyutları o bileşenin koordinasyon boyutlarıdır. Üretilmesi istenen elemanın boyutları eksen arası mesafeden bilerek daha küçük verilir.
- Gerçek boyut: Prefabrikasyon parçalarının koordinasyon boyutları belirlenirken yukarıda söz edildiği gibi; eksen ara mesafesinden bir miktar küçük tespit edilir. Böylece şantiyede elemandaki boyut sapması nedeniyle gerekecek “çıkartma” işlemlerinin önlenmesi amaçlanır. Aslında koordinasyon boyutu üretim sonunda elde edilmesi istenen boyuttur. Bu boyuta gerçek boyutta denir. Lakin esasen gerçek boyut üretimi sonucu elde edilen hazır parçanın “**ölçülen**“ boyutudur.

Bitmiş elemanın gerçek boyutu elde edilmesi istenen boyuttan sapar. Bu sapma elde edilmesi istenen boyuttan büyük veya küçük olabilir. Boyut sapmasına sınır konur. Boyut toleransı elde edilmesi istenen boyuttan “kabul edilebilir” sapma sınırındır.

Eleman boyutları ile ilgili bu açıklamaları şu şekilde özetlenebilir:



Teorik boyut üretilmesi istenen tanımlama boyutu (koordinasyon boyutundan küçük tutuldu)

Pr1 ve Pr2 gerçek boy (ölçülen boylar)

Şekil 1. 1: Tolerans sapma sınırları

Süreç standardı dışındaki standartlarda toleranslar vardır ve sapma sınırları belirtilir. Süreç standardı için tolerans belirtilmemesinin nedeni konunun eylemle, yapılan iş süreci ile ilgili olması ve ölçüm yapılamayacağıdır.

Bir standardın ikinci görevi kendi belirlediği ölçülerden olabilecek izin verilebilir sapmaların sınırlarını belirlemektir. Zira standarttan sapma olması kaçınılmazdır.

- **Modüler Koordinasyon**

Endüstri devriminden bu yana çeşitli üretim sektörlerinde ürünlerin standartlaştırılması amacıyla bir takım ölçüsel-boyutsal “ modül” (temel birim, boy) ler seçilip uygulanmıştır. (örneğin çelik çekme profiller için).Lakin gerek yapı elemanı (hacim boyutlu panel) ,gerek yapı bileşenleri için standart ölçü sistemleri ele alınmamış böylece mm,cm,m ,inch, foot yada gibi çok sayıda ölçüsel modülün tam ve küsürlü katları kullanılmıştır.

II. dünya savaşı sonrası, bu karışıklığı önlemek, yapı sisteminde yer alan farklı büyüklükler arasında sayısal ilişkiler kurmak ve bileşenlerin standartlaştırılarak, endüstriyel metodlarla üretilmelerine olanak vermek için yapı sektöründe bir “temel ölçüsel modül” oluşturulmuştur. Amaç bir modül saptanması, tüm piyasa üreticileri bu boyutsal modüle uygun üretim yapsın şeklindeydi.

1942'de Fransa'da yapı sektörü için ilk milli ölçüsel modül standardı kabul edilmiştir. 1945'te U.S.A'da, 1948'de Belçika'da 1948-56'da hemen hemen tüm ülkelerde benzer gelişmeler olmuştur.

- Metrik sistemi uygulayan ülkelerde “10 cm”
- Auglo-Sahson ölçü sistemi uygulayan ülkelerde “4” inchlik” standart temel modül üzerinde uzlaşmıştır.

1957'de tamamen modüle boyutlu ilk yapı Almanya'da yapılmış ve maliyette %20 ekonomi sağlanmıştır.

Temel modül saptanırken 2 önemli konu ortaya çıkmaktadır.

- Temel modülün çeşitli katlarının (10cmxn) yapı bileşenlerinin bütün boyutlarını sağlaması gereği. Tasarımcı (modülü kullanan) tasarım esnekliği için temel modülün mümkün olduğu kadar küçük olmasını ister.
- Üretici hazır eleman tiplerinin (çeşit) azaltılabilmesi için temel modülün gerektiği kadar büyük olmasını ister. Bu amaçla, yani üretilecek pano çeşit sayısı miktarını azaltmak amacıyla “büyük modül” , nx3m (30cm) kullanılabilir. Böylece panoların boyut çeşit sayısı sınırlanmış olur. Pano boyutları 10 cm'in katları yerini 30 cm'in katları olarak saptanır. Böylece pano tip sayısı azalmış olur.

f)Kaynakların rasyonel kullanılması(kaynakların en az israfı)

Endüstrileşmiş ürünün tasarımı sırasında, bilimsel temellere dayalı ve sistemli bir ölçümde kullanılan kaynakların en az ölçüde israfına ve ürün niteliğine göre rasyonel kullanımı göz önüne alınır.

g)Yönetimsel İşlevlerin yerine getirilmesi (İş yönetimi)

Yönetimsel işlevler endüstrileşmiş yapım sürecinin tamamını kapsar.4 grupta incelenebilir.Bunlar; Planlama, örgütleme, yürütme, denetlemedir.

1.1.3 Endüstrileşme Düzeyi

Endüstrileşmiş yapı üretiminde sınırlı sayıdaki modellerin büyük diziler halinde belli bir prodüktivite düzeyine ulaşarak üretilmesi sözkonusudur.

Prof. Dr. Bodhan Lewicki bir yapının endüstrileşme düzeyini “endüstriyel biçimde yapılan iş miktarının, binanın gerçekleştirilmesi için gerekli toplam iş miktarına oranı” şeklinde tanımlamakta ve çeşitli yapım yöntemlerine bağılı olarak bu düzeyin gelişimini şöyle özetlemektedir.(Baykal, 1984)

Endüstrileşme bir derece sorunudur ve en uygun endüstrileşme derecesinin seçimi, yapının karakterine ve hesaba katılması gerekli tüm koşullara bağılıdır. El emeğini azaltmak için aynı işlemleri makinaya yaptırmak amacıyla yatırımı artırma prensibine dayanır. Gerekli olan bu yatırım ile el emeğinin karşılaştırılmasına dayanan bir analiz endüstrileşme derecesini verir.

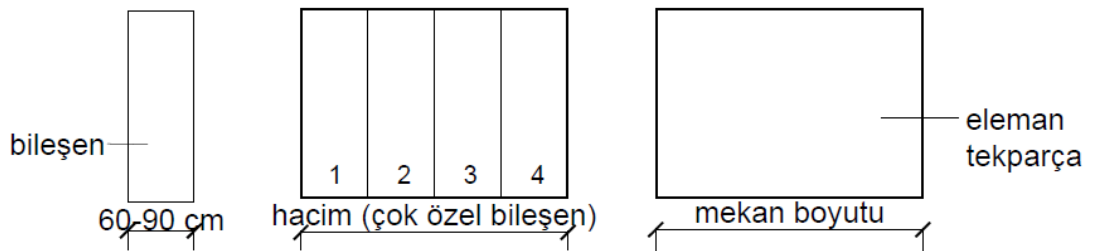
Endüstrileşme derecesi = $1 - \frac{L}{(T-M)T}$ Toplam Fiyat = $C+O+M+L+P$

M=Malzeme fiyatı L=El emeği fiyatı

C=Kapital yatırımı O=Genel veya indirekt giderler

P=Kar(Baykal, 1984)

Yapım sistemlerinin endüstrileşme düzeylerini(prefabrikasyon düzeylerini) 6 alternatif halinde belirleyebiliriz:



Şekil 1. 2 : Prefabrikasyon yöntemleri ile üretilen parçalar

Endüstrileşme Yüzdesi (%)

1-Amorf Malzemeler.....1	6-Hücre.....36
2-Levha profil.....4	7-Lineer eleman.....49
3-Malzeme.....9	8-Büyük hücre.....64
4-Bileşen.....16	9-Bina.....81
5-Eleman.....25	10-Yerleşim birimi.....100

Tablo 1. 1 Prefabrikasyon yöntemleri ile üretilmiş parçaların prefabrikasyon düzeyleri (Baykal, 1984)

Prefabrikasyon düzeyi	Prefabrikasyon şekli	Örnekler
1	Malzeme	Rasyonelize olmuş geleneksel yapı
2	Bileşen	Ytong bileşenler hafif bloklar
3	Eleman	Camus,coignet vs. sistemleri mekan boyutlu paneller
4	Hücre	Doğu Avrupa yapım yöntemleri
5	Lineer elemanlar	Ergon tipi elemanlarla yapım
6	Büyük hücre	Habitat Montreal

1.2 Prefabrikasyon

1.2.1 Prefabrikasyon Tanımı ve Tarihçesi

Şantiye dışındaki inşaat aktiviteleri; imalatın, ürünün kullanılacak olduğu sahadışında üretilmesi yöntemi ile meydana çıkar. Bu tip üretim yapan tesislerinkurulması ve montaj imkânlarının gelişmesi sonucunda, konvansiyonel üretim yöntemlerine kıyasla, birçok avantajı olan bir inşaat sistemi ortaya çıkmıştır. Bu sistem, “prefabrikasyon” ya da “prekast üretim sistemi” olarak adlandırılmıştır. (Koca, 2010)

İnsanoğlu yeryüzünde varoluşundan bu yana yeme içme giyinme ihtiyaçlarının yanı sıra barınmada gerek duymuştur. İlk çağlarda sadece doğanın imkan verdiği mağaralarda, ağaç kovuğu gibi mekanları kullanan insan düşünme gücü arttıkça içinde yaşanacak mekanlarıda oluşturmaya başlamış ve canlılardan ve doğadan gelecek tehlikelerden korumak için doğada bulduğu malzemeleri özel bir işleme tabi tutmadan bir araya getirerek şekillendirmiş ve bu hammaddeleri işleyerek gereksinimlerine cevap verecek şekilde biçimleri oluşturmuştur.

Biçimlendirme olgusu yapıya girdikten sonra yapıyı oluşturan parçaların boyutlarının belirlenmesi ve ilk prefabrike yapı bileşenlerinin tasarımı ve üretimi başlamıştır. İlk prefabrike ürün olan tuğlayı Babil kulesinin yapımında görüyoruz, Babil kulesinde yapı parçaları tuğla bağlayıcı ise bitümdür. Mısırlılar piramitlerin yapımında yapım yerine uzaktaki taş ocaklarından taşınmış düzgün şekillendirilmiş taş bloklar kullanmışlardır. Hz. İsa’dan çok önce saz, kamış ile donatılmış ve çekme dayanımı saman, çeşitli tüyler veya öküz kanı ile takviye edilmiş duvar kalınlığında kesme kil bloklar kullanmışlardır.

Japonya’da eski bir gelenek olan standart elemanların kullanımında Japonlar tespit ettikleri modülleri üç boyutta yapının tümünde kullanmışlar ve hızlı inşa edilen ucuz konutlar elde etmişlerdir. Bu standartlaşma nüfus artışının gerektirdiği konut ihtiyacına karşı bir çözüm olarak ortaya çıkmıştır.

17. yüzyılda Rusya’da Moskova Fuarı için, çok sayıda üretilmiş demontabl evler kullanılmıştır; yine Rusya’da “konut pazarı” adı verilen yerlerde hazır yapı parçaları, isteğe göre bir araya getirilmek üzere satılıyordu.

19. yüzyılda gerçekleşen sanayi devrimi ile üretim ve verimlilik arasındaki bağ tartışılmıştır. Yük. Mim. Güler İlbay’a göre “ Dünyadaki hızlı nüfus artışı, göçler, savaşlar ve doğal afetler sonunda ortaya çıkan bina gereksinimi, dahahızlı, nitelikli ve ekonomik çözümlerle karşılamak gerekmektedir.”Bununla birlikte bina gereksinimi ise belirtilen nitelikler (hızlı, kaliteli ve ekonomik) içerisinde prefabrike yapı elemanlarının verimli bir şekilde üretimi ile gerçekleştirilebilir.(Öğretmen, Karahan, Yalın, & İşçioğlu, 2008)

19. yüzyılda 1800’lerde Amerika’ya gelen İngiliz koloniciler, yanlarında süratle monte edilebilen prefabrike bölme panelleri getirmişlerdir. İç savaş sırasında Amerika’da prefabrike ahşap barakalar kullanılmıştır.19. yüzyıldan önce prefabrike elemanlarla üretilen bu yapılar birer endüstri ürünü olmaktan uzaktı.19. yüzyılda endüstri devrimiyle beraber üretim yöntemlerinin değişerek ve gelişerek mekanize olması, seri üretim yöntemlerinin gelişerek üretimin artması ve yeni malzemelerin bulunması yapı sektörünün sorgulanmasına yol açmıştır.(Baykal, 1984)

19. yüzyılda Endüstri devrimi ile beraber dökme demir, çelik, beton gibi yeni malzemelerin ortaya çıkması ve yapı alanına girmesi sonucu, yapımdada endüstrileşme başlamıştır. 19. Yüzyılın başlarındaki küçük çapta el üretiminden başlayarak büyük çapta üretime geçişin bu evresinde yapı gereksinmesi özellikle fabrikalar ve işçi konutları olarak ortaya çıkmıştır.

1851’de Londra’da, Sir Joseph Paxton’un inşa ettiği Cristal Palace, 1868’de Paris’te Ulusal Kitaplık ilk endüstrileşmiş yapı örneklerini oluşturmuştur.1880’lerde Amerika Birleşik Devletleri’nde Chicago’da, çelik iskeletli yüksek büro yapıları inşa edilmeye başlanmıştır. 1891’de Edmond Coignet ilk prefabrike bileşen fabrikasını kurmuş ve 1892’de Biarritz gazinosunu, kendi adını verdiği sistemle gerçekleştirmiştir.(Baykal, 1984)

Prefabrik yapı ilk olarak 1.Dünya savaşından sonra oluşan yaraların hızla sarılıp hayatın normale dönebilmesi için özellikle savaşlar ve doğal afetler sonrasında ortaya çıkmıştır.(Aminullah Amani, 2018)Le Corbusier,Gropius gibi mimarlar yeni

sistemler tasarlamaya başlamışlardır. İlk endüstrilemiş şantiyeyi, 1925'te Le Corbusier, Domino sistemini kullanarak, Bordeaux Pessac'ta Fruges mahallelerinin inşaatında gerçekleştirmiştir. Daha sonraki dönemlerde Baudoin ve Lods gerçek prefabrik panoları tasarlamışlardır. (Baykal, 1984)

Yapı üretiminde prefabrikasyon metodlarının yaygınlaşması İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra olmuştur. Bu dönemde yapı sektörü büyük bir bunalım içine girmiştir. Binaların çoğu hasar görmüş, işçi bulma zorluğu ve piyasanın altüst olması sonucu yapı üretimi uzun süre hareketsiz kalmıştı.

Savaştan sonra nüfus artışı, kentleşme, kırsal bölgelerden kentlere göç, doğal afetler, yapı emlak mirasının yenilenmesi, yaşam standartlarının yükselmesi, toplumsal ve teknolojik gelişmeler, aile yapısının değişimi gibi demografik gelişim ve ekonominin canlanması sonucu, insanların sosyal konut ihtiyacı yanında, yaşam standardına uyacak yüksek kalitede konut gereksinimi artmıştır. İkinci dünya savaşının neden olduğu yapı açığı ve iş gücü eksikliği, hız gereksinimiyle birleşerek prefabrikasyon uygulamaları için en ideal ortamı oluşturmuş ve prefabrikasyonun bugün bilinen anlamıyla yaygın olarak kullanıldığı dönemi başlatmıştır.

1950'lerde Van den Brock "inşaat işlerinde maksimal prodüktivite, ancak sonradan şantiyede birleştirilmek üzere fabrikada üretilen büyük boyutlu bileşenler kullanmak yolu ile elde edilebilir" şeklinde bir yaklaşım getirmiştir (Baykal, 1984). Artık konut gereksiniminin daha az el emeği ile, daha ucuza, daha çok sayıda ve lüks kalitede üretimle karşılamanın mümkün olacağı ve bunun da sadece endüstrilemiş yapı sistemleriyle gerçekleşeceği kabul edilmiştir.

1.2.2 Prefabrikasyonun Şekil ve Fikir Olarak Doğuşuna ve Gelişmesine Etki Eden Faktörler

Üç bin yıllık Yunan tapınağındaki sütun veya günümüzde kullandığımız tuğla duvar prefabrik elemanlardan oluşmuştur. Ancak bunlar geleneksel yapı elemanlarıdır. Genel olarak prefabrikasyon, inşaattan önceki çalışmayı çoğaltıp şantiyede çalışmayı azaltarak inşaatı basitleştirmek ve çok kısa zamanda bitirmektir.

Prefabrikasyonun şekil ve fikir olarak doğuşuna ve gelişmesine etki eden faktörleri üç kısımda inceleyebiliriz(Eser, 1960)

a-Ekonomik Faktörler

- a)Gelişen tekniğin ilk ağızda yaşama ve kendine yeni yatırım sahaları araması
- b)Çeşitli Milletlerde Uluslar arası ekonomik krizler(Örneğin 1929 krizi)
- c)Özellikle savaşlardan sonra bütün şiddeti ile ortaya çıkan mesken ihtiyacını karşılamak için daha çabuk, daha kolay, daha basit ve daha ucuz yapı araştırmaları
- d)Yine savaşlardan sonra konutlara ayrılan yatırımın azalması ve az bir finansmanla çok konut yapabilme isteği
- e)Çok değerli olan zamandan tasarruf

b-Sosyal Faktörler

- a)1830-1848 ayaklanmaları sırasında şekillenmeye başlayan ve artık burjuva diye isimlendiremeyeceğimiz orta sınıfların bir yaşama standardının kendi hakları olduğunu idrak etmeleri bunun kabulü bu standardın sağlanması için yapılan çalışmalar
- b)Savaşlardan sonra evsiz kalanların barınabilmeleri için gerekli konforasahipkonutların acilen yapılması gereği
- c)Yeni şehircilik prensiplerinin uygulanması ile sağlıksız konutlarda ve mahallerde yaşayanlara sağlıklı konutların sağlanması ve onların yeni konutlara nakli konusu.
- d)Mimarinin toplu konut politikasında ki gelişmenin yeni doğrultusu bağlamında, (toplu konut)” bu binaların özellikle standardizasyon ve kısmi prefabrikasyonda yeni bir amacı oluşturmaları
- e)Sosyal bir kazanç olarak inşaat işçisine daimi bir iş temini ve inşaat işçiliğinin bir meslek haline gelmesi ve uzmanlığın önem kazanması

c- Teknik Faktörler

a)Endüstride mekanizasyonun uygulanmaya başlaması ve gelişmesi; inşaat işlemlerinde mekanizasyon(makineleşme)

b)Meslek haline gelen ve uzmanlaşmanın inşaat işçiliğinde önem kazanması dolayısıyla işlerin kalitesinin ve performanslarının yükselmesi

c)Seri üretim kolaylıklarının binalara uygulanması. Elemanların fabrika üretiminde yerine konmadan önce gerekli kalite ve performansa sahip olup olmadığı kontrol edilebilir olması ve bu sayede ileride oluşabilecek sorunlar ortadan kalkacağı düşünülmesi.

Günümüzde bilimin ve teknolojinin hızla gelişmesi inşaat sahasında kendini göstermektedir. Yapıda prefabrikasyon hemen bütün sistemlerin yöneldiği bir yöntem haline gelmiştir.

Teknolojik ve toplumsal gelişmelerin zorunlu kılması sonucu, yapı alanında da yeni inşaat sistemlerine başvurulduğu bu sistemlerin gerektirdiği biçimde önceden üretme ve seri üretim çözümlerine gidildiği, giderek yapı alanında endüstrileşme ve prefabrikasyonun doğduğu bir gerçektir.

1.3 Prefabrike Sistemlerde Sınıflandırma

Prefabrike sistemlerde; üretimin yapıldığı yer açısından, yapım sistemleri açısından, panoların ağırlıkları açısından, kalıpların üretim sırasındaki pozisyonuna göre, taşıyıcı sistem biçimlenişi açısından, üretim ve pazarlama açısından olmak üzere 6 şekilde sınıflandırılma yapılmaktadır.

1.3.1 Üretimin Yapıldığı Yer Açısından Sınıflandırma

Üretimin yapıldığı yer açısından sınıflandırma ileride detaylı olarak anlatılacaktır.

1.3.2 Yapım Sistemleri Açısından sınıflandırma

a) Tam endüstrileşmiş Sistemler:

Yapı elemanlarının hemen hepsi fabrikada üretilir.Şantiyede montaj ve birleştirme yapılır.

b) Kısmen endüstrileşmiş sistemler:

Yapı elemanlarının üretimi, fabrika atölyesi veya 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

b) Gelişmiş geleneksel sistemler:

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

1.3.3 Malzemeye Göre Sınıflandırma

Bu konuyla ilgili detaylara 2.2. bölümde yer verilmiştir.

1.3.4 Panoların Ağırlıkları Açısından Sınıflandırması

- Ağır pano: Betonarme bünyeli döşeme ve duvar elemanları söz konusudur. Ağırlıkları 500 kg'dan fazladır.
- Orta ağırlıkta pano: Montajı basit araçlarla yapılan sistemler. Ağırlıkları 50-500 kg arasındadır.

- Hafif pano: Döşeme ve duvar elemanları, hafif, küçük boyutlu ve tercihen kolayca taşınabilen nitelikte yapı hazır pano elemanları şeklindedir. Ağırlıkları 50 kg'dan azdır.

Panolara boyutları açısından bakılırsa:

-Büyük boy paneller yüzeyleri 5 m² den büyüktür.

-Orta boy panel yüzeyleri 2-5 m² olanlar

-Küçük boy panelyüzeyleri 2 m² den azdır.

Ağırlık ve boyutsal sınıflandırmada sınırlar kesin olmamakla birlikte değişiklik göstermektedir. Öteyandan; ağır panoların özgül ağırlığı 1000 kg/m³ den çok, hafif panoların özgül ağırlığı 1000 kg/m³ den azdır.

1.3.5 Kalıpların üretim sırasındaki pozisyonuna göre sınıflandırma

Yatay ve düşey üretim olmak üzere iki şekilde sınıflandırılır.

a) Yatay üretim

Yatay üretim biçiminde kalıplar yatay pozisyonda dururlar. Kalıp 70 dereceye kadar eğimli pozisyona kaldırılabilir. Kalıp masaları diye adlandırılan Almanya'da yaygın olan bu sisteme göre maks; 8.5x3,5 m büyüklüğünde olan kalıp masaları ray üzerinde hareketli (bant üretimi) veya sabittirler(sabit kalıp-istasyon tipi üretim). Bu kalıp masaları genellikle vibratörlerle donatılmış olup büyük boyutlu bileşenlerin üretiminde kullanılırlar. Betonlamadan önce kalıp yüzeyleri yağlanır, önceden hazırlanmış eleman donatısı daha sonra kalıpların içine yerleştirilir. Betonun kısa sürede priz yaparak mukavemet kazanması için kalıp masaları ray üzerinde hareket ettirilerek, buhar kürü odalarına götürülür veya sabit kalıp masalarında, borularla getirilen buharla ve kalıp masalarının üstüsu kaçışını önlemek için örtülerek kürleme yapılmaktadır. Tek tabaka veya izolasyon nedeniyle çok tabakalı olan elemanlar belli bir mukavemete (yaklaşık B130) eriştikten sonra kalıp masaları 70-80 dereceye kadar eğimli duruma getirilir ve yukarıya gelen kalıp yüzeyi ile yan kalıp yüzey bileşenleri alındıktan sonra yapı bileşeni kalıptan çıkarılır. Bu tür üretim biçiminde tasarım açısından ortaya çıkan kısıtlamaların başında bileşenlerin alt ve üst boyut sınırları gelmektedir. Bileşenlerin üst boyutları kalıpların üst boyut sınırına bağlıdır.

b)Düşey üretim

Düşey üretim biçiminde kalıplar düşey pozisyonudadır.Düşey üretim biçimlerinin en gelişmiş olanı batarya kalıplarla üretimdir.(düşey)Dik ve yan yana düzenlenen kalıp elemanlarından sonuncusu sabit olup, diğer kalıp elemanları raylar üzerinde hareket eder. Kalıp elemanlarının arasındaki uzaklık istenilen eleman kalınlığında üretildikten sonra, enleride istenilen biçimde ayar edilebilen yan kalıp elemanları dikine duran eleman kalıp elemanlarının yanına monte edilir(Dartan, 1979).

Elemanlarındüşey üretim biçimine bağlı olarak yan yana üretilmesi nedeniyle konsol gibi çıkıntılar veya girintiler, kalıptan çıkarma işlemi yan taraflara doğru olması nedeniyle yapılamazlar. Bu nedenle batarya kalıpları düz yüzeyler düzlemsel ve boyutları eşit elemanların üretiminde kullanılırlar.(örneğin iç duvar panoları) Bu tür üretim biçimlerinde tek tabakalı elemanlar üretilir.

Bu üretim biçimlerinde farklı boyutlara sahip elemanların üretilmeleri, kalıp elemanlarına etki eden beton basıncının homojen olarak yayılmaması kalıpta deformasyonlara yol açar. Bu şekilde elemanlarda düz yüzeyler elde edilmez. Bataryakalıplarla üretilen elemanlarda istenilen boyutlar tolerans alt sınırlarında elde edilir. Duvar elemanlarının kalınlıkları bataryaüretim donatısına göre saptanır. Genellikle kürtleme işlemi kalıplar arasına gönderilen (üfleme) buharla yapılır.

Yatay ve düşey üretim yöntemlerinin karşılaştırılması

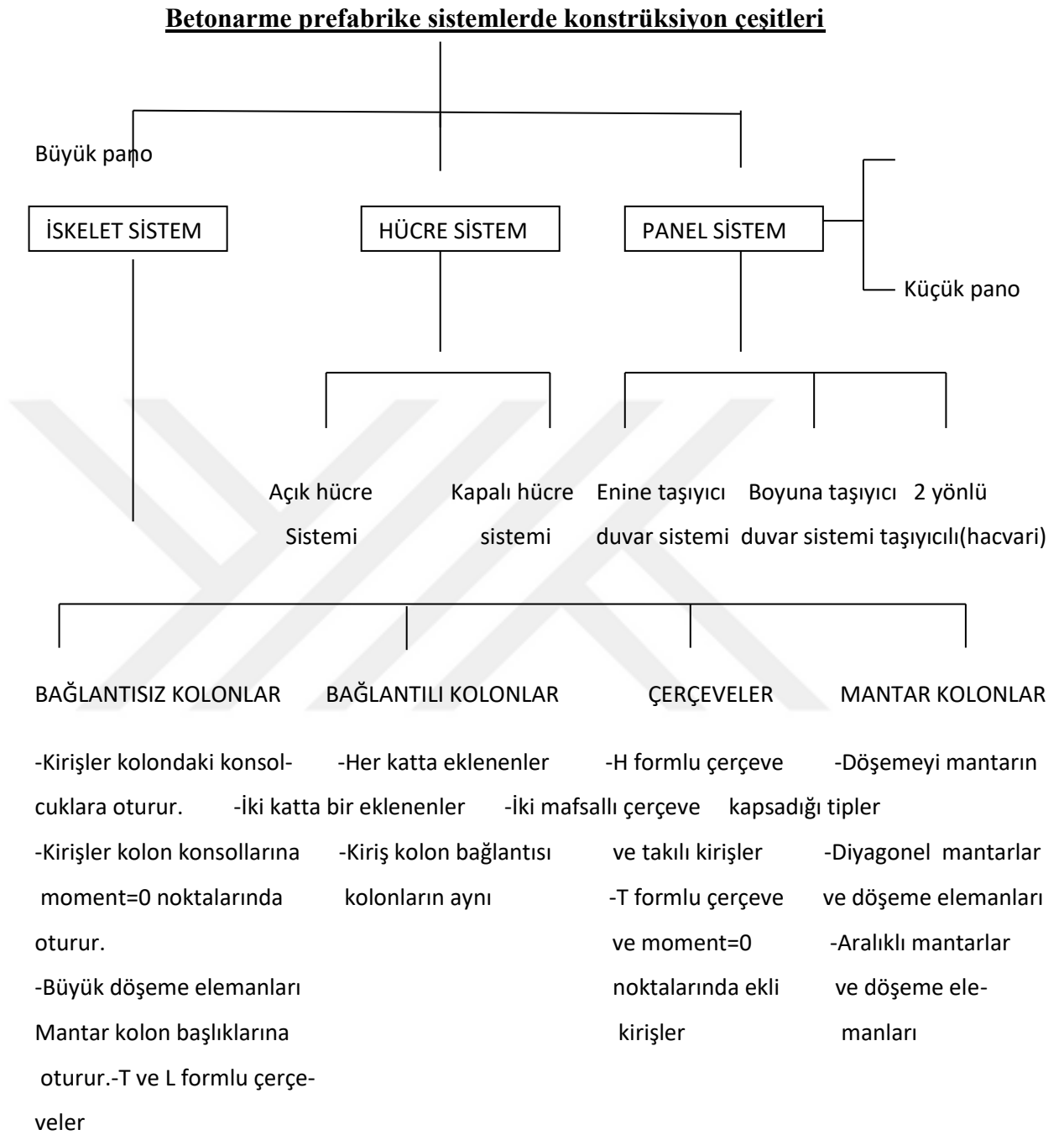
- Bileşen boyutlarında değişiklik yapılabilmesi yatay üretimin en büyük avantajıdır. Çünkü büyük yatırımlar gerektiren kalıplardan maksimum kapasitede yararlanmak gerekir. Yatay kalıpların yan yüzlerinin iki yönde de hatta üçüncü boyutta hareket edebilme özelliği, düşey kalıplarda yoktur.
- Yatay yöntemle, bileşenlerin üzerinde çeşitli konsollar veya çıkıntılar yapmak, tesisatbloklarını, merdivenplaklarını, parapetli balkon bileşenlerini üretmek olanaklıdır. Aynı durum batarya kalıplar için söz konusu değildir. Çünkü bileşenlerin geniş yüzeyleri kalıbın düz yüzeyi ile doğrudan temas etmektedir.

- Batarya kalıplarla, çok tabakalı bileşenlerin üretilmesi olanaksızdır, ancak aradaki yalıtım tabakasının olması bu soruna çözüm getirebilir, ancak bu yöntem pek pratik değildir. Çok tabakalı paneller genellikle yatay yöntemle üretilirler, örneğin cephe panoları, ayrıca kalıba temas eden yüzlerinde çeşitli dokular ve kaplamalar kolaylıkla uygulanabilir.
- Yatay kalıpların içine statik ve tesisat donatıları, pencere ve kapı kasaları kolaylıkla yerleştirilir ve beton dökümü batarya kalıplardakinden daha kolaylıkla yapılabilir. Batarya kalıpların içine donatıların yerleştirilmesi oldukça güçtür ve vibrasyon sonucu yerlerinin değişmemesi için sıkı önlemler alınması gerekir. Batarya kalıplarla üretilen bileşenlerde pencere boşlukları yapmaktan genellikle kaçınılır. Çünkü pencere kasasının altında kalan kısma betonu tümüyle ulaştırmak olanaksızdır. Bu sorun parapeti ile birlikte hazırlanmış pencere kasalarının kullanılmasıyla çözülebilir. Kapı boşlukları için aynı sorun söz konusu değildir.
- Batarya kalıplarda üretilen bileşenlerin, geniş yüzeyleri kalıpla doğrudan temas ettiği için oldukça pürüzsüzdürler, bitmişlik oranları yüksek ve boyut sapmaları minimum tolerans sınırları içindedir. Yatay kalıplarla üretimde, bileşenin geniş yüzeylerinden biri kalıba temas etmez ve el işçiliği ile düzlenir, bu nedenle, pürüzler ve boyut sapması olasılığı daha fazladır.
- Yatay üretimde, kalıp tablaları fabrika mekâninde, batarya kalıplara kıyasla daha fazla yer kaplarlar. (Baykal, 1984)

1.3.6 Taşıyıcı Sistem Biçimlenişi Açısından Sınıflandırma

Prefabrike sistemlerde sınıflandırmanın diğer bir kolu da taşıyıcı sistem açısından sınıflandırmadır. İskelet sistem, panel sistem hücre sistem ve karma sistem olmak üzere 4 ana grupta incelenmektedir.

Tablo 1. 2 : Betonarme prefabrike sistemlerde konstrüksiyon çeşitleri



a)iskelet sistem:İskelet sistemler çoğunlukla fabrika, depo gibi büyük açıklıklı, tek katlı yapılarda ve konut büro gibi yapılarda uygulanmaktadır. Yapıyı kolon, kiriş gibi tek boyutlu strüktürel parçalara ayıran sistemdir. Bu tür sistemlerde hacmi sınırlayan elemanlar bölme görevi olanlar yapıda taşıyıcılık görevi olan eleman grupları ise yükleri prefabrike elemanlarla oluşturulmuş bir iskelet aracılığıyla taşıyanve zemine

aktaran sistemlerdir. Sistemde taşıma ve bölme işlevleri ayrı elemanlarca üstlenilir. Taşıma işlevi yüklenen kolon, kiriş, çerçeve gibi tek boyutlu strüktürel parçalarla, bölme işlevi yüklenendüvarları ise panel ve döşeme plakları ile oluşan yapım sistemidir. Panel sistemlere oranla daha geniş tasarım esnekliği sağlar. İki çeşidi vardır: Tek katlı iskelet sistemi (daha çok endüstri yapılarında uygulanır.) ve çok katlı iskelet sistemidir.

Tek katlı iskelet sistem: Kolon kiriş ve çerçevelerden oluşur. Yapının oluşumunda kullanılan beton, betonarme, çelik, plastik yapının büyük veya küçük oluşuna, konstrüksiyonun vinç donatımına bağlıdır.

Sistemde düğüm noktaları rijit veya mafsallı bağlantılıdır. Mafsallı birleşim, üretim ve montaj kolaylıkları sağlar. Ancak ankastrelik momentinin zemine aktarılması eşit olmayan oturmalar oluşturduğu için temel maliyeti yükselir.(Aydın, 1995)

Çok katlı iskelet sistemi: Bu sistemler konut okul hastane otel vb. yapılar için uygulanmaktadır. Bu sistemler iskelet sistem elemanlarına bağlı olarak şu şekilde oluşturulur;

- Kolon- kirişlerle oluşturulan sistemler
- Çerçevelerle oluşturulan sistemler

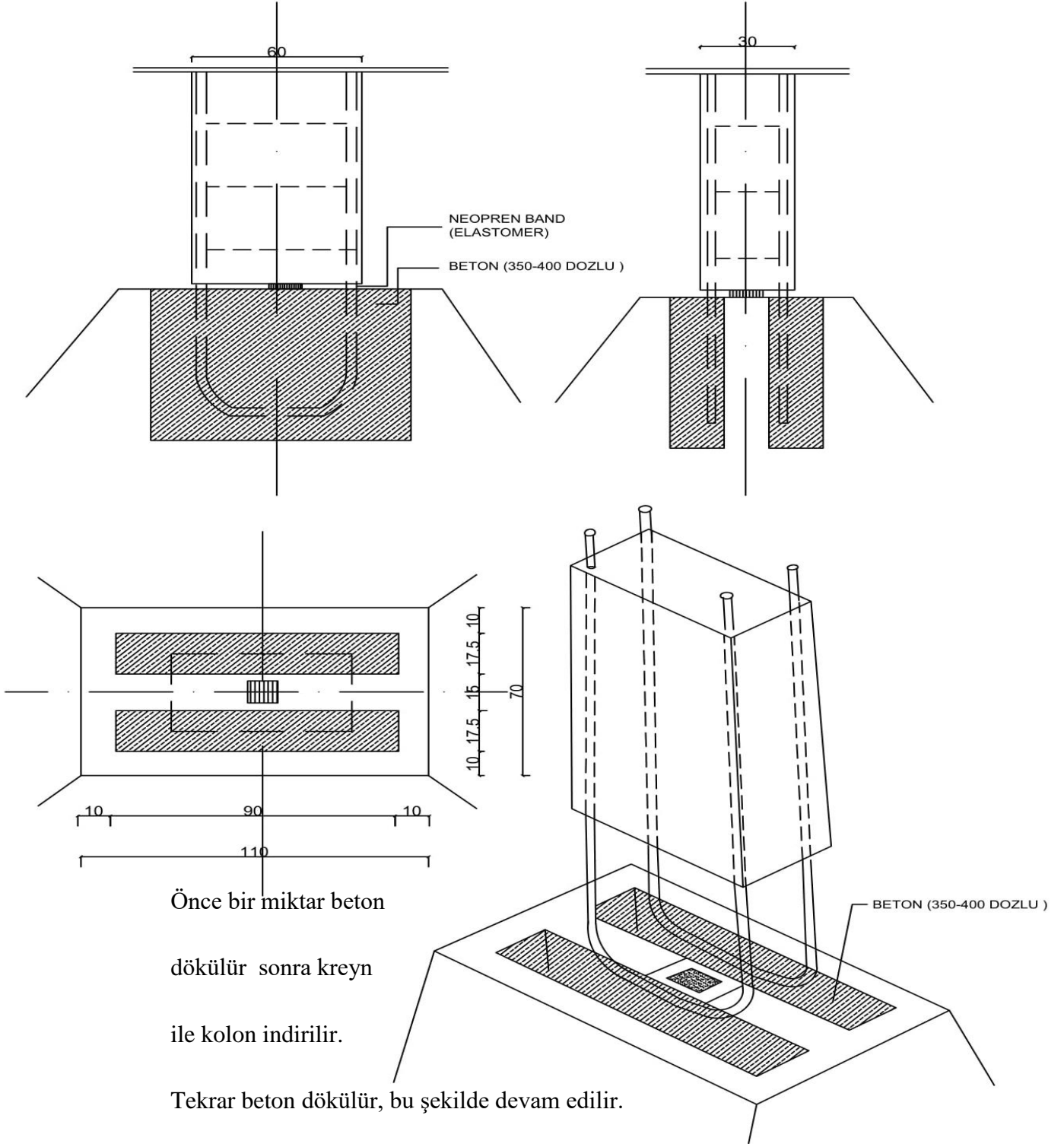
Kirişsiz iskelet sistem: Konut üretiminde kolon kiriş ve çerçeve ile oluşturulan sistemler ilemekânsal esneklik tam sağlanamaz. Çünkü duvarlar sarkan kirişlere bağlı olma durumundadır. Bu nedenle çok katlı konut üretiminde çoğu halde kirişsiz iskelet sistemleruygulanmaktadır. Bu sistemde çoğu kez kirişler yerine mantar başlıklı kolonlara oturandöşeme plakları açıklığı geçer.

Bu tezde panel sistemler incelenmiştir. Ancak iskelet sistem konusuna prefabrike yapım kapsamında özetle değinilmiştir. Bu nedenle iskelet sistem elemanlarının bağlantı birleşim noktaları ile ilgili tasarım çözümleri de ele alınmıştır. İskelet sistemde hazır elemanlar arası ve hazır eleman temel soket (genellikle yerinde yapım) birleşimlerini mafsallı ve rijit bağlantı şeklinde tasarlandığı görülmektedir:

TEMEL SOKETİ-KOLON BAĞLANTISI

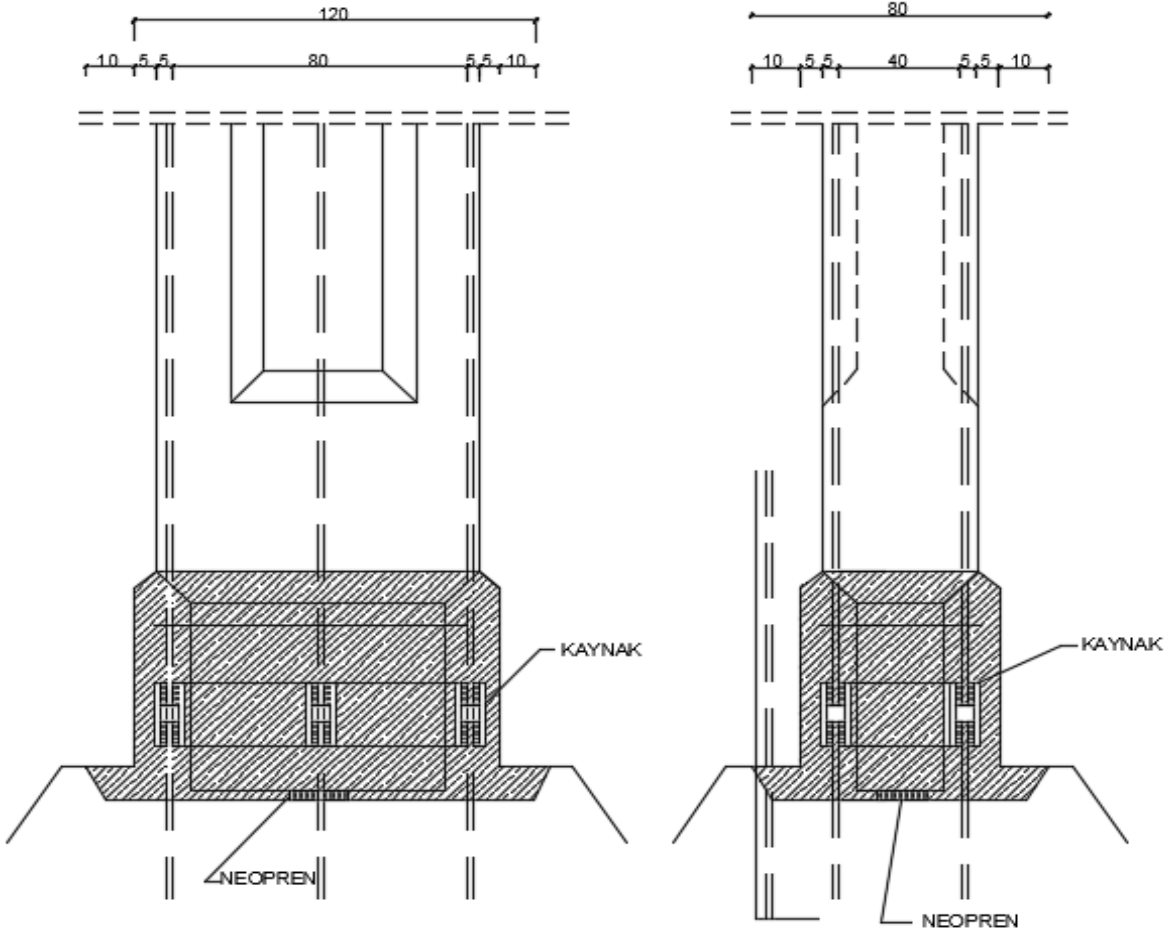
A-Rijit Bağlantılar

a-Betondan yapılan rijit bağlantı

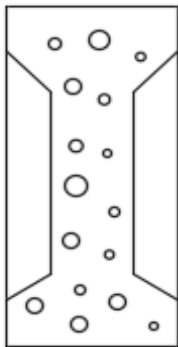


Şekil 1.3 : Temel soketi kolon bağlantısında betondan yapılan rijit bağlantı

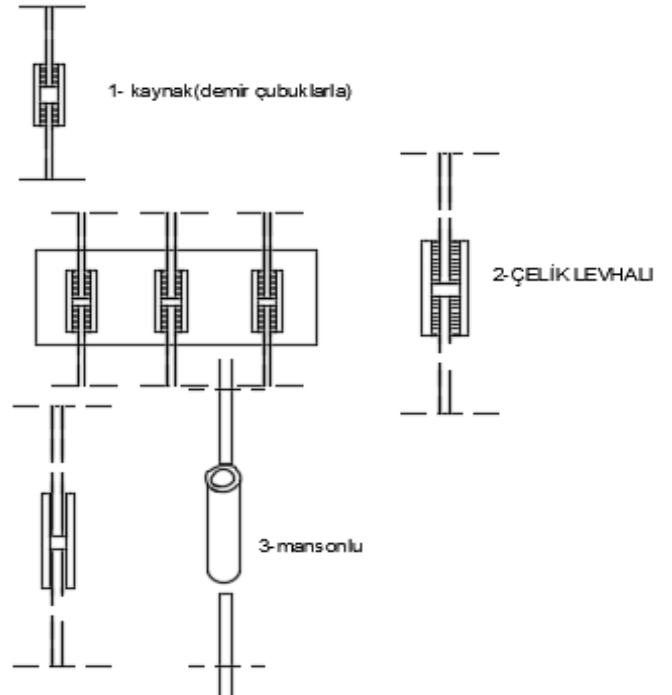
b- Kaynaklı birleşim



Kaynaklanan kısım açık bırakılmayacak şekilde beton şırınga edilir.

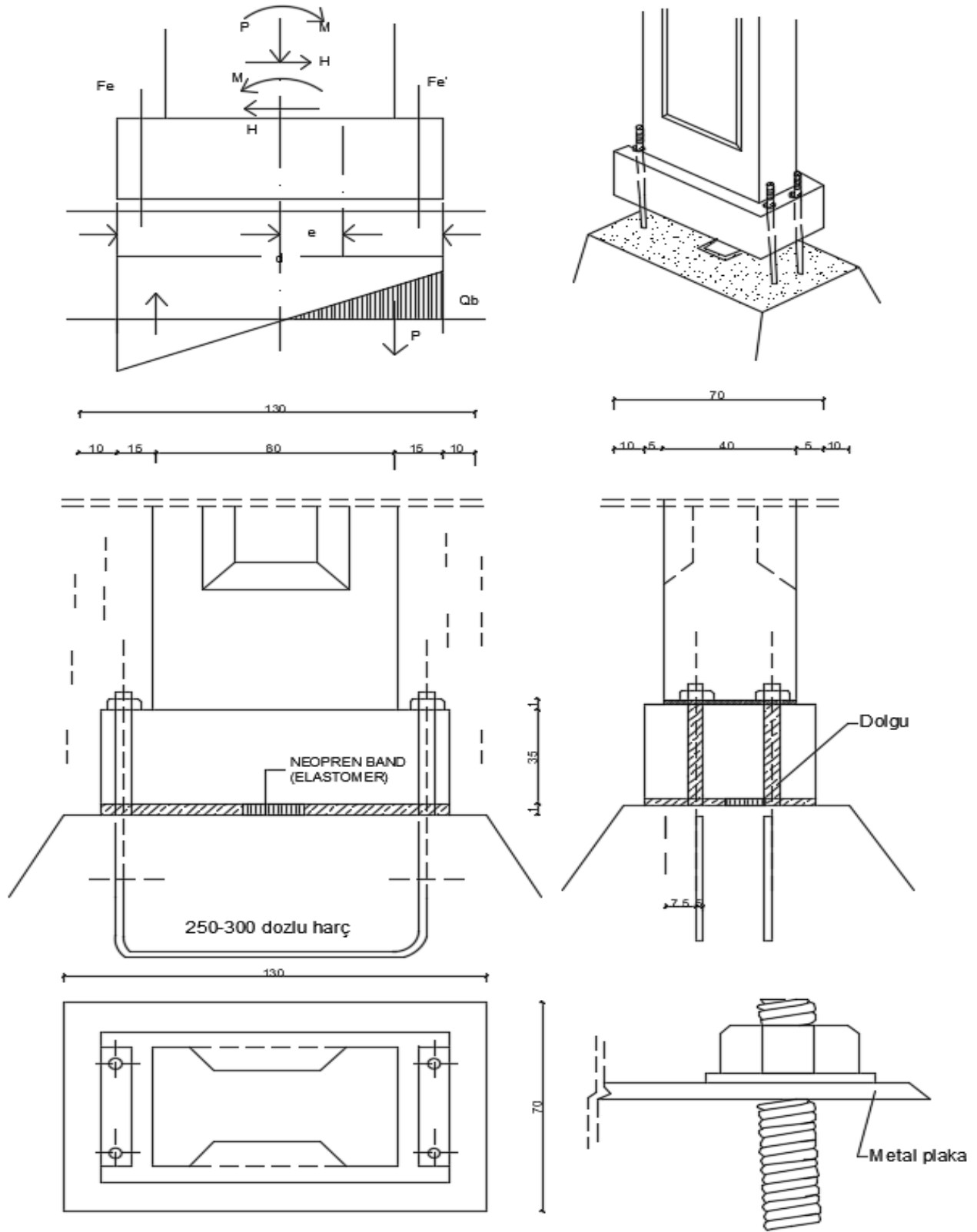


Kolon kesiti



Şekil 1. 4 : Temel soketi kolon bağlantısının rijit bağlantılı kaynaklı birleşim detayı

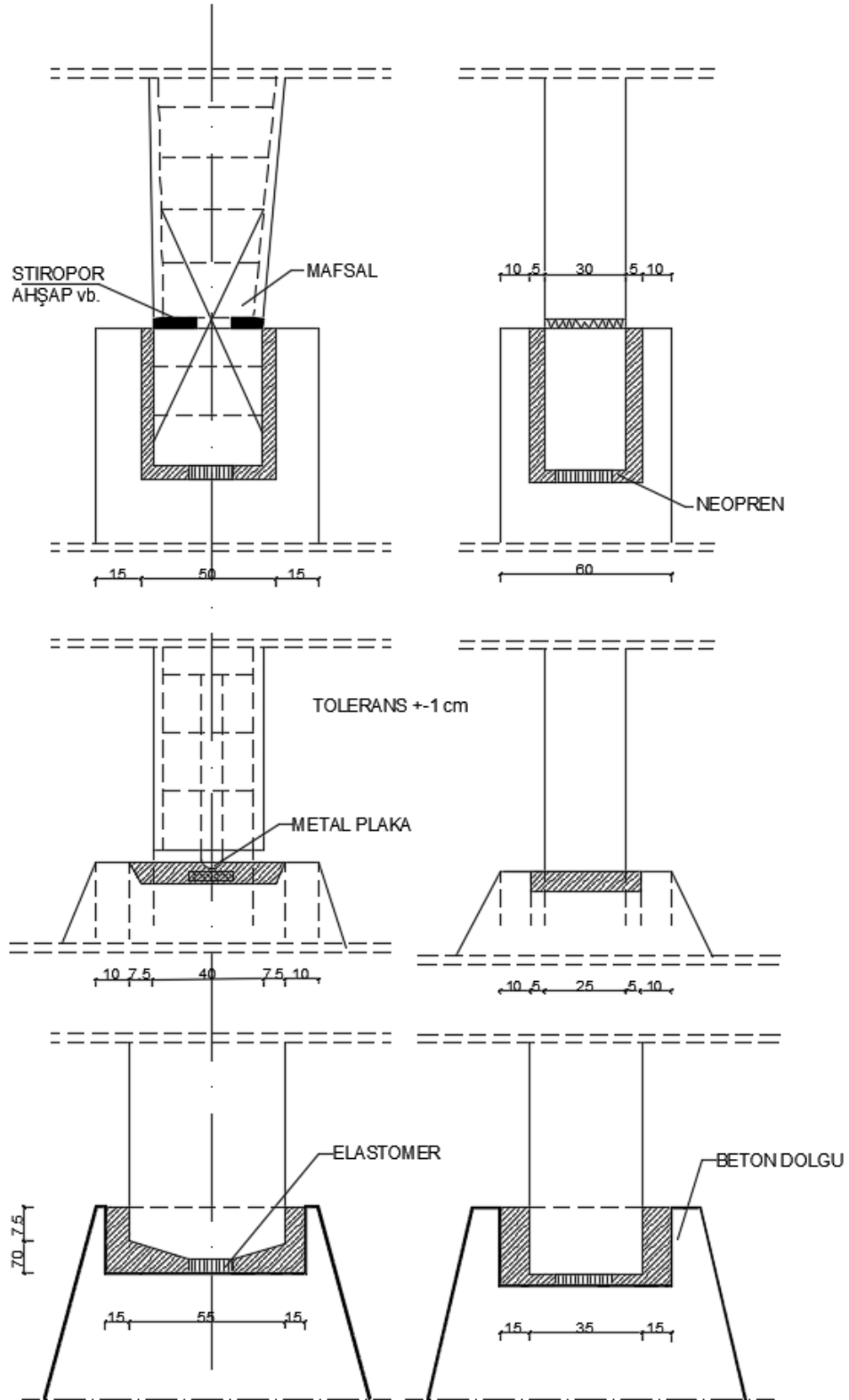
c-Bulonlu birleşim



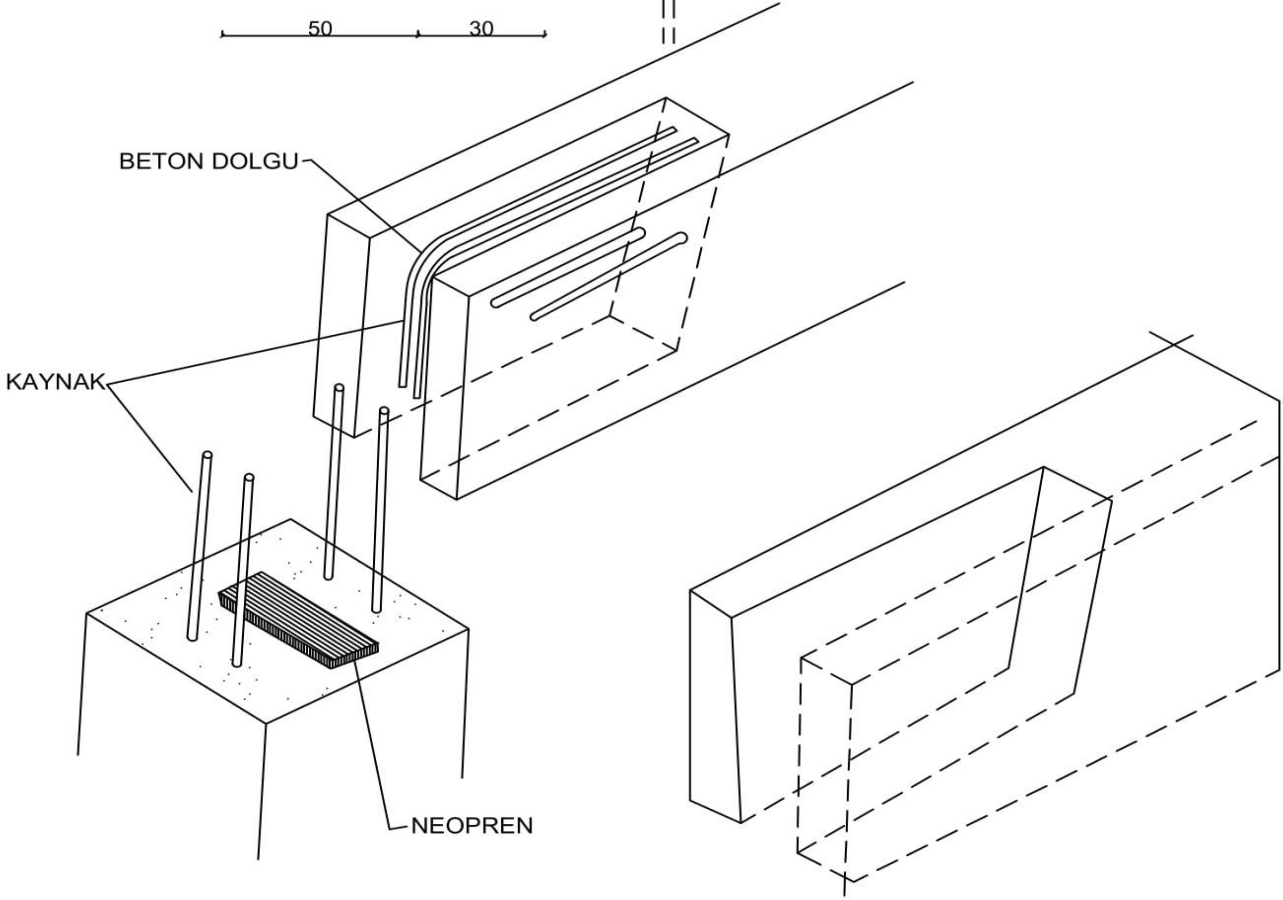
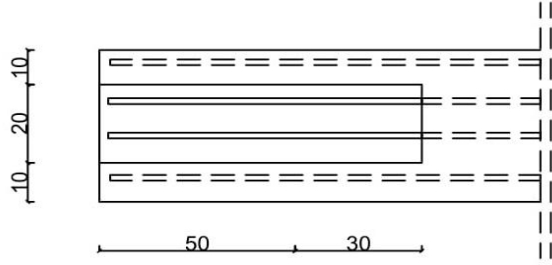
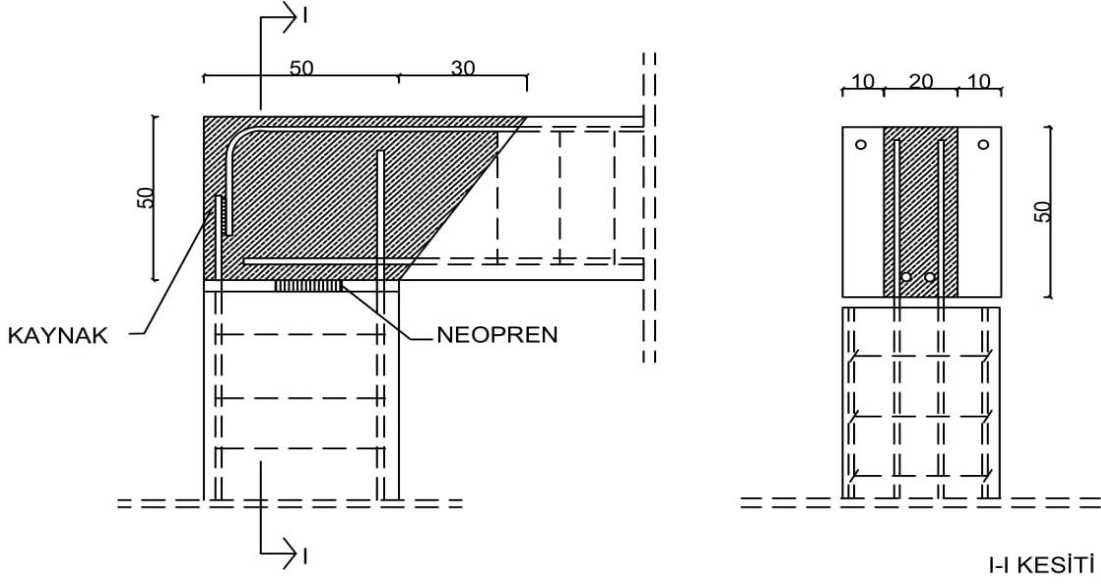
Şekil 1.5 : Temel soketi kolon bağlantısının rijit bağlantılı bulonlu birleşim detayı

B- Mafsallı bağlantılar

Mafsallı birleşimler fazla derin yapılmaz, yüzeyde olur.

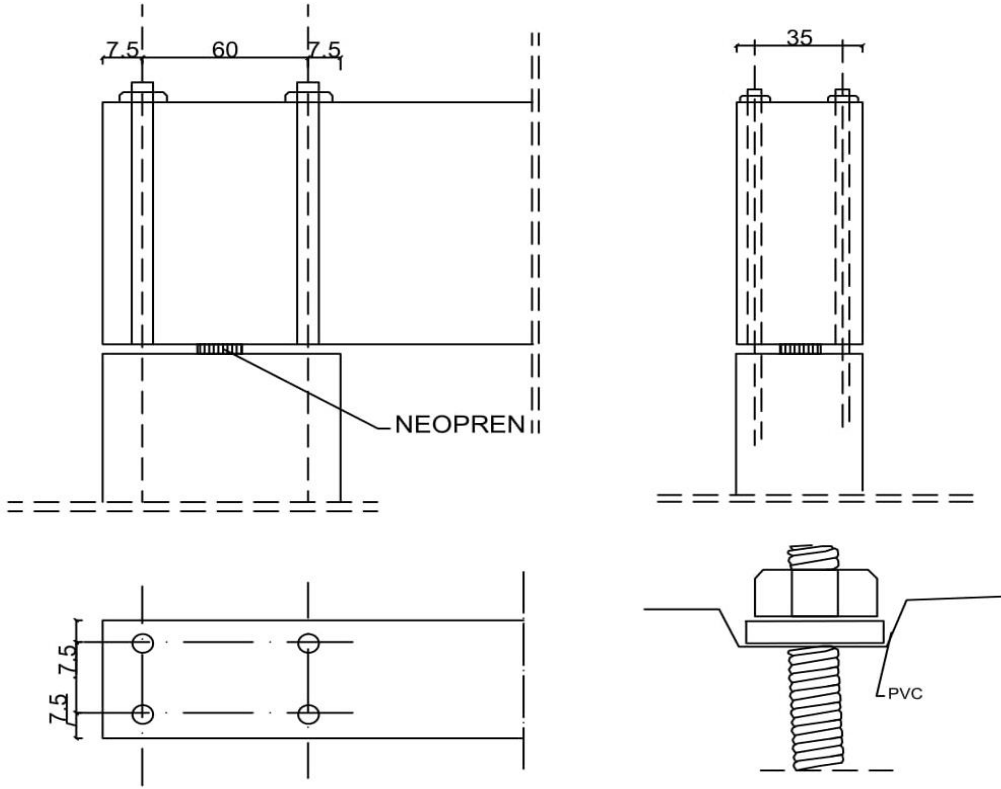


Şekil 1. 6 : Temel soketi kolon bağlantısının mafsallı bağlantı detayı



Şekil 1. 8 : Kolon kiriş bağlantısında betonla yapılan rijit bağlantının plan perspektifi

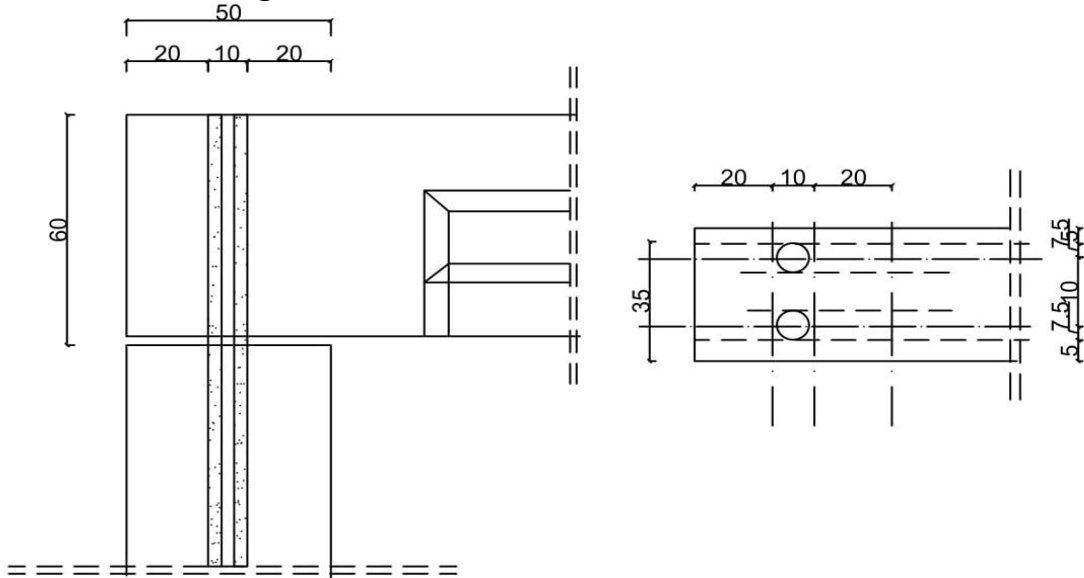
b-Bulonlarla yapılan bağlantı



Şekil 1. 9 : Kolon kiriş bağlantısında rijit bağlantılı bulonlarla yapılan bağlantı detayı

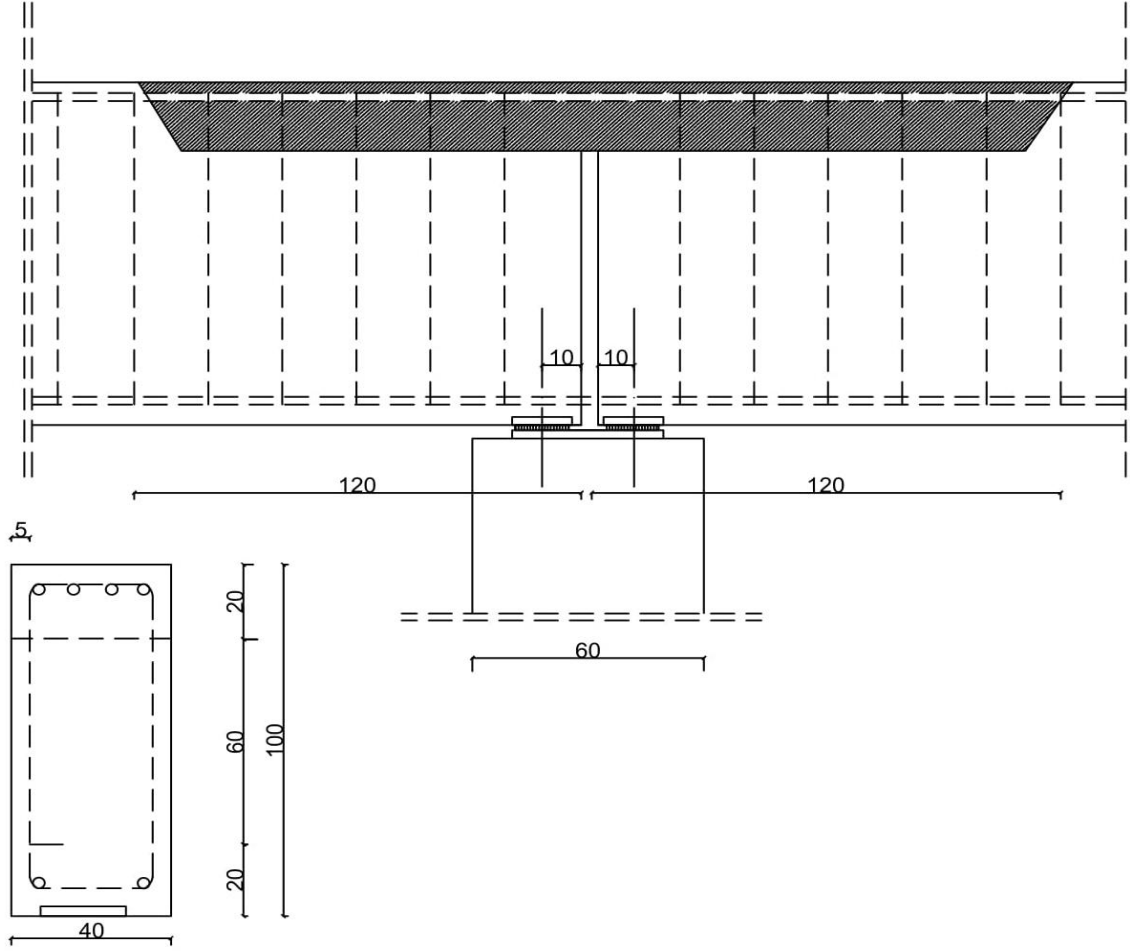
B-Mafsallı bağlantılar

a-Pimlerle bağlantı

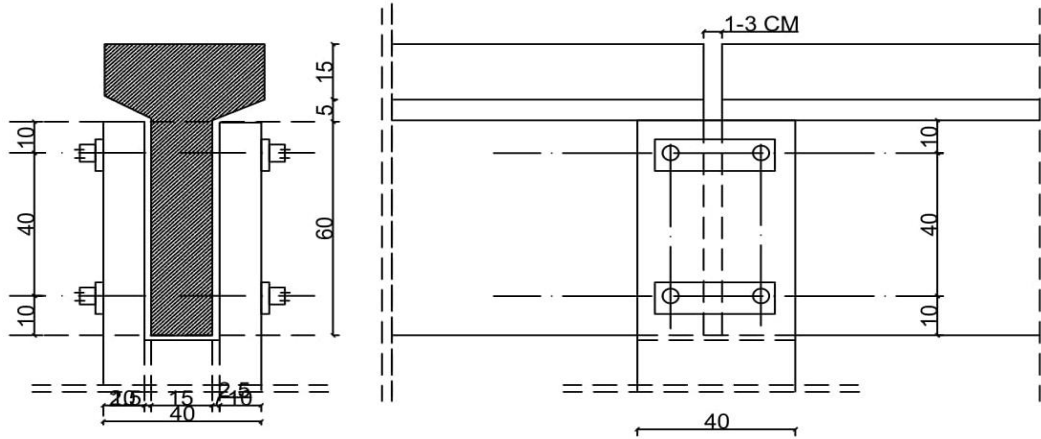


Şekil 1. 10 : Kolon kiriş bağlantısında mafsallı bağlantıda pimlerle bağlantı detayı

KOLON ÜZERİNDE BİRLEŞİM (BAĞLANTISIZ KOLONLU SİSTEM)

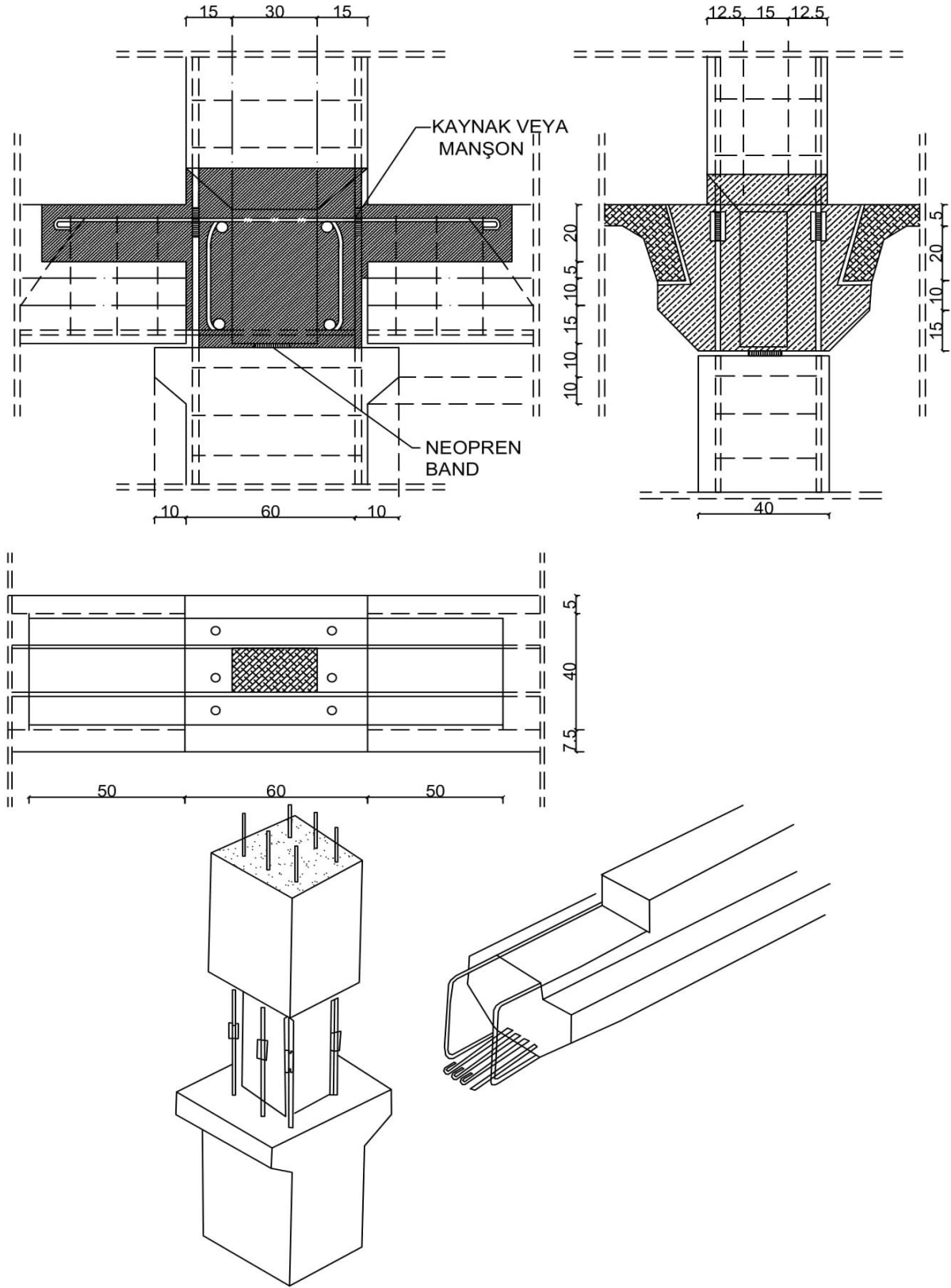


Kiriş uçları üzerinde etriye başları vardır, boşluklara demir yerleştirilip, etriyeler sağlanır ve betonlanır.



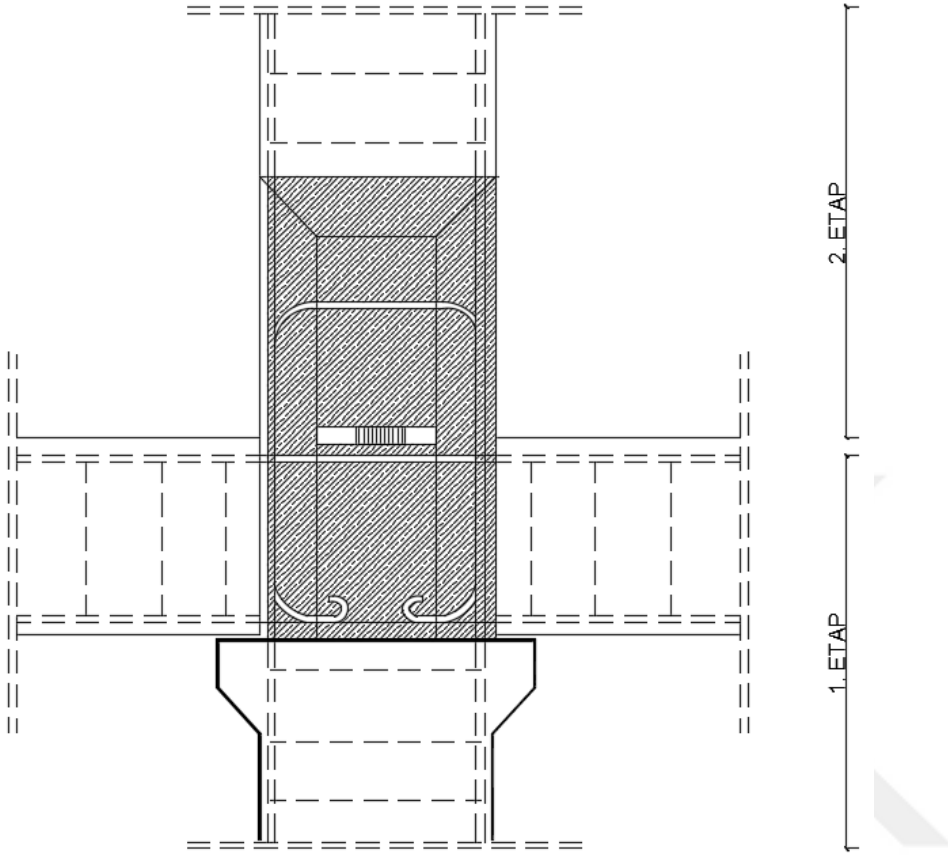
Şekil 1. 11 : Kolon üzerinde birleşim detayı

a-Tek etapta betonlama ile rijitliğin sağlanması (Bağlantılı kolonlu sistem)



Şekil 1. 12 : Kolon üzerinde birleşimde tek etapta betonlama ile rijitliğin sağlanması

b- İki Etapta betonlama ile rijitliğin sağlanması (Bağlantılı kolonlu sistem)



Şekil 1. 13 : Kolon üzerinde birleşimde iki etapta betonlama ile rijitliğin sağlanması detayı

b) Panel sistem: Bu sistemler konut iş hanı, okul, sağlıkocağı ve yönetim yapılarında kullanılır. Yapıyı döşeme ve duvar elemanları olan iki boyutlu düzlemsel bileşenler oluşturur. Paneller hem taşıyıcı hem de bölücüdür. Panel sistemin bu özelliği, yani taşıyıcılık ve bölücülük görevlerinin 1 elemanda entegrasyonu konut, okul vb. yapılarda panel sis-temlerin tercih edilmesinin başlıca nedenidir.

Panel sistemin çeşitleri:

Taşıyıcı paneller: Duvar, döşeme panelleri olarak ikiye ayrılır. Döşeme panelleri tek veya iki yönlü çalışan elemanlardır.

Bölücü paneller: Cephe panelleri çoğu kez taşıyıcıdır ve iç bölme panelleri(sabit veya takılır-sökülür olabilir.)

Özel işlevli paneller: Merdivenler,asansör boşlukları,balkon parapetleri,balkonlar,gaz ve duman bacaları vb. dir.

c) Hücre sistem: Birmekânı oluşturan üç boyutlu elemanların bir araya gelmesi ile kurulan bu sistemler, konut, okul gibi yapılarda kullanılırlar. İkiye ayrılır. Kapalı sistemler(Yığma blok sistemler vb.) ve açık hücreli sistemlerdir.

1-Bağımlı strüktür (yığma hücreler, yan yana ve üst üste yığma duvar örgüsü gibi konur. En alttaki hücre üstündekilerin yüklerini de taşır.

2-Bağımsız strüktür: 3 boyutlu bir iskelet içine hücreler yerleştirilir. Hücre kendi yükünü taşır.

1.3.5 Üretim ve pazarlama açısından sınıflandırma

Prefabrike sistemler üretim ve pazarlama açısından şu şekilde sınıflandırılır:

a-Kapalı sistemler

b-Yarı kapalı (esnek kapalı) veya yarı açık sistemler

c-Açık sistemler

a- Kapalı prefabrike sistemler:

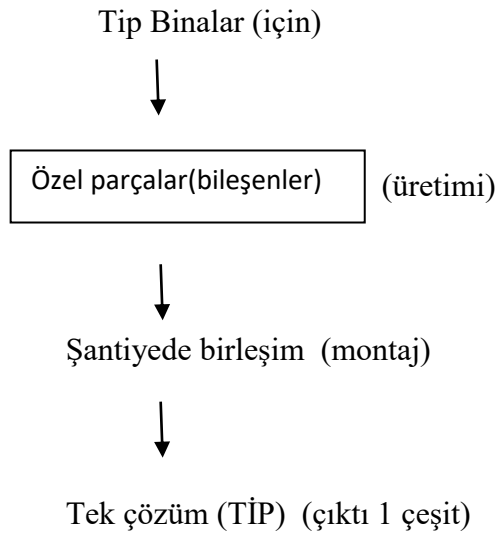
1950lerde yapı endüstrisinde etkili olan bu sistemler binanın tipleştirilmesine dayanır.Çeşitli fonksiyonlar için tip binaların tasarım ve üretimi ile örneğin tip okullar, tip apartman blokları ortaya çıkmıştır. Başka bir deyişle, bir firmanın ürettiği belirli bileşenler ve bunların gruplarıyla uygulanan yapı sistemleridir. Bu tip bir endüstrileşme sonuç ürün olarak yapının tümünü hedef alır, yani binanın standardizasyonuna dayanır. Tipleştirilen ünite ne kadar büyükse yapı da o kadar çabuk bitirilebilir, olgunlaştırılabilir ve tüm ayrıntıları ile çözülebilir.

Kapalı bir üretim-pazarlamanın hareket noktası “bitmiş ürünün, yani binanın “standardizasyonuna dayanır. Dolayısıyla çeşitli amaçlar için “tip binalar” tasarlanmıştır. Pek haklı olarak elde edilmek istenen büyük üretim dizileri (hazır parçalar için)” aynı planın” tekrarı ile elde edilebilirdi.

Kapalı üretimin prensibini şöyle tarif edebiliriz:

- Bazı bina tipleri için özel hazır yapı parçaları tasarlanır ve üretilir.
- Bu parçaların şantiyede birleştirilmesi ile belli bir bütün oluşturulur ki bu “bütün”(bina) ancak bir çeşitle tekrarlanabilir.

Bir kapalı sistemde tip binalar oluşturmak amacıyla, o tip binalara özel ,özel parçalar üretilir.Bu parçaların şantiyede birleştirilmeleriyle amaçlanan o tip bina elde edilir. Başka bir deyişle sınırlı çeşit ve tipte üretilen hazır parçaları birleştirilmesiyle sadece 1 çeşit bina elde edilir. Örneğin tip okul, tip sağlık ocağı vb. Bu yaklaşıma “model yaklaşım” denir. Kullanıcı firma katalogundan hazır elemanı değil, bina tipini seçer.



Şekil 1. 14 : Kapalı sistemlerin şematik gösterilişi

Kapalı sistemler kendi içinde bütünleşmiş ve düzenlenmiş bir seri özel bileşen üzerine temellenmiştir. Bir kapalı sistemde başka bir sistemin bileşenleri kullanılamaz. Bileşenler sadece o sisteme özgü olup, sadece bir bina türü için üretilebileceği gibi bir-kaç bina tipi içinde üretilebilir.

Kapalı yapım yönteminin seçimi şu avantajlara dayanır:

- Yapıda tekrar eden bileşen sayısının fazlalığı, şantiye ve fabrikadaki ön yapımı avantajlı kılıyorsa, yani iş gücü, iskele kalıp tasarrufu sağlayarak maliyeti düşürüyorsa
- Bileşenlerin yapımı için endüstriyel teknik ve hassasiyet gerekiyorsa : (özel cephe panoları, öngerilmeli beton elemanlar gibi)
- Bileşenlerin önceden üretiminin yapım süresini kısaltmak bakımından getireceği avantaj çok önemli ise
- Ön yapım çok karmaşık ve pahalı kalıp iskelelerinden tasarruf sağlıyorsa (büyük açıklıklı, kubbeli veya kemerli yapılar gibi)
- Yapının sonradan genişlemesine, kullanımında olabilecek değişimlere (esneklik) olanak sağlanması önemli ise,
- Prefabrike bileşenlerin kullanımı çok önemli bir estetik sonuca ulaşımı sağlıyorsa

Bu şekilde bir uygulamada üretim ve uygulamaya kolaylık getirilebilir, işgücünde ve sürede tasarruf sağlanarak maliyet düşürülebilir. (Baykal, 1984)

Kapalı sistemle tasarlama tasarımı uluslararası uzlaşma ile belirlenmiş M=100mm 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.

Bu sistemde tek bir üreticinin kendi üretimine uyacak şekilde biçimlendirilmiş olan ve çeşitli binaların yapımına olanak veren bir bileşenler takımı yani mekano gelişmiştir (Baykal, 1984). Son senelerde Danimarka, Finlandiya gibi ülkelerde ulusal mekanolar geliştirilmiştir, birçok ülkede de buna yönelik araştırmalara devam edilmektedir.

Bir kapalı sistem mimaride, yerleşmede, konut tipinde büyük bir çeşitlilik şeklinde kendini gösteren, günümüz talebini karşılamaya yetmemektedir. Sistemin ekonomi,

üretim ve detaylama açısından avantajları olmasına karşın büyük ölçekte ısmarlama,projelerde rantabl olmasına ve tasarımda yarattığı kısıtlamalarmimariye getirdiği tekdüzelik çeşitli eleştirilere uğramasına neden olmaktadır. Tasarım aile ve toplumun zaman içindeki değişimine ayak uydurarak çeşitli bina tiplerinin elde edilmesine olanak sağlayacak esnekliğe sahip olmalıdır. Bu eleştirilerin giderilmesi için yarı kapalı sistemlere yönelmeninidaha akılcı olacağı savunulmaktadır.

b-Yarı kapalı prefabrike sistemler

Yapının tamamının değil parçalarından bir kısmının fabrikada üretildiği fabrikasyon türüdür. Planlama koordinasyon ve ana üretim belli bir sisteme bağlı olarak gelişmekle birlikte alt üretim ürünleri diğer üretim sistemlerinin bileşenleri olabilir.

Bu sistemde binanın tümü hazır parçalarla üretilmez. Bir katalogdan seçerek “kısmen “ hazır yapı parçaları (bileşenler)kullanımı bina kadar eski bir yöntemdir. Bu yaklaşıma “ yarı kapalı “ veya “esnek kapalı” sistem denir. Hazır parçaları bina bütünü içinde kısmen kullanmak çok yaygın bir uygulamadır. Zira binanın tamamının hazır parçalarla oluşturulması halinde gereken “ön şartları “ yerine getirme sorumluluğu yoktur. Ekonomik bir şekilde ve boyut ve birleşim sorunları yönünden en uygun yapı parçalarını (birleşim elemanı) seçme olanağı vardır. Başka deyişle hem ekonomi; hem de esneklik söz konusudur.

Yarı kapalı sistemlerde 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 imkân verirler.

Mekanolardaki bileşenler şu özelliklere sahiptir;

-Birçok bina türüne uyabilecek şekilde tipleştirilmişlerdir, bitmişlik dereceleri azdır.

-Biçimleri aynı kalmak şartıyla birçok modüler boyutlarda olabilirler.

-Modüler koordinasyon kurallarına göre kesme kırma işlemleri olmaksızın birbirleriyle birleştirilebilirler.

-Bileşenler arasındaki bağlantılar daha çok kuru yöntemlerle gerçekleştirilir.(Baykal, 1984)

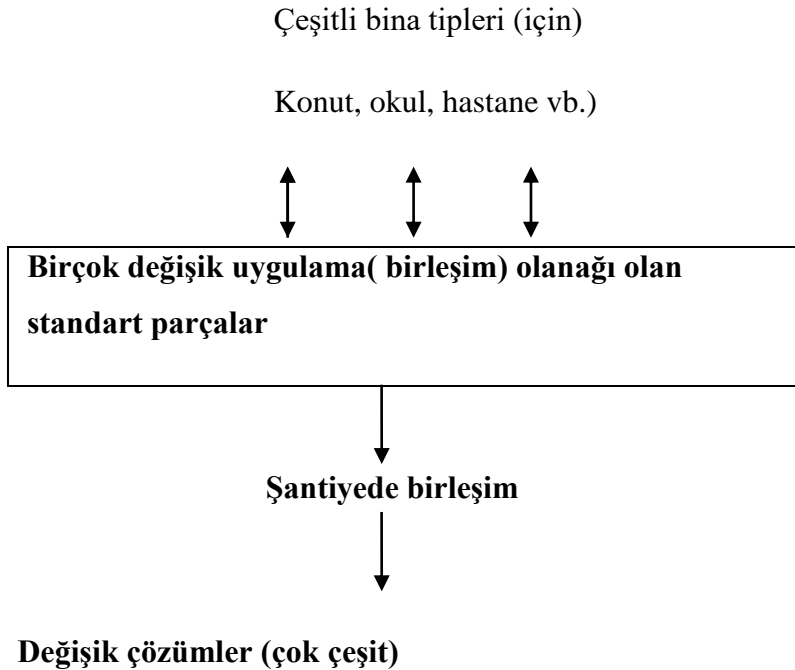
Yarı kapalı sistemler geniş tasarım esnekliği nedeniyle günümüzde gittikçe daha yaygın uygulama imkânı bulunmaktadır. Ancak detaylandırma kolaylığı açısından kapalı sistemler kadar avantajlı değildirler.

c-Açık prefabrike sistemler (bileşenler sistemi)

Endüstrileşmiş yapı üretiminde yapı sistemi, yapının tamamında bulunan elemanları sınıflandıran yönetmeliğin kapsamına göre belirlenir(Adoran, 1994).

Tasarımcı binayı çeşitli firmaların ürettiği bileşenleri bir araya getirerek oluşturabilir.Firmalar ürettikleri bileşenlerin boyutsal ve yapısal özellikleri, toleranslar vb. gibi özelliklerini kataloglarında belirtirler.

Bir açık üretim ve pazarlama sistemini aşağıdaki gibi şematize edebiliriz:



Şekil 1. 15 : Açık sistemlerin şematik gösterilişi

Açık sistem bileşenleri daha önceden tasarlanarak stokta bekletilebilir veya kısa sürede üretilip teslim edilebilir nitelikte olmalıdır.

Açık sistemin bazı özelliklerini şöyle sıralayabiliriz:

- Çeşitli kombinezonlara olanak sağlanması
- Değişik firmalardan alınan bileşenlerin bir araya getirilebilmesi
- Bileşenlerin birbirlerinin yerine konabilir olması (değiştirilebilirlik)
- Yapıda kullanıcı isteklerine uygun plan ve iç düzenleme değişikliklerinin yapılabilir olması. (esneklik)

Açık sistem henüz tam olarak uygulanmamaktadır çünkü açık sistemde ürünün büyük pazar bulması, büyük seriler halinde üretime gidilebilmesi ve bu sayede gelişmiş, karmaşık teknolojilerin kullanılabilir olması, üretimde uzmanlaşmanın sağlanması, küçük çapta uygulamalara olanak verilmesi kullanıcı ve tasarımcıya büyük seçim ve tasarım özgürlüğü sunulması önemli avantajlar getirmekle birlikte, üretilen bu bileşenlerin uygulanmasında sorun yaşanmaktadır. Açık sistemle üretilen ve çok çeşitli olan bu ürünlerin bir araya getirilmelerinde oluşan sorun birleşim noktalarına ilişkin standartlaşma sorunlarıdır. Yapılacak uzlaşmalarla bu sorunlar çözülür.

Bir prefabrike yapım sisteminin karakteristiği birleşim noktalarıdır. Bu bileşenler şu şartları yerine getirebilmelidir:

- Bileşenler çeşitli amaçlara uygun olmalı farklı yapı kısımlarında kullanılabilmelidir.
- Farklı bina türlerinde uygulanabilmelidir.
- Çeşitli açıklık geçebilmeli,
- Sistemde belirli bir süreklilik, ardı ardına geliş olmalıdır.
- Başka bileşenlerle bir araya getirilebilir, birbiriyle değiştirilebilir olmalıdır.
- Farklı konumlara ve birleşimlere olanak vererek biçimsel ve işlevsel değişiklikler getirebilmelidir.

- Bileşenlerin geometrik, mekanik, fiziksel ve kimyasal özellikleri ve montaj yöntemleri hakkında ortak kararlar alınmalıdır.

Açık sistemde modüler koordinasyon ve toleranslarla ilgili ortak kararların alınması en önemli sorunlardan biridir. Değiştirilebilirlik, diğer endüstri dallarında prefabrike yapımda olduğu kadar önemli değildir. Örneğin makine endüstrisinde modüler koordinasyon değiştirilebilirlik, bir standart boy lar dizisi tasarlamak, toleransların kontrolü kadar önemli değildir (Baykal, 1984)

1.4 Türkiye Prefabrik birliğinin prefabrike sistemler sınıflandırması

Türkiye prefabrik birliği prefabrike sistemleri Şu ağıdan sınıflandırmıŐtır:

- Taşıyıcı duvarlı sistemler: Sistemin ana öğesi taşıyıcı duvarlardır. Duvar ve döşemeler pano yâda panel olabilir.
- Kolon – kiriş sistemler: Sistemin ana öğesi taşıyıcı düşey kolonlar ve kiriŐlerdir. Döşemeler pano olabilir.
- Kolon – döşeme sistemler: Sistemin ana elemanları taşıyıcı kolon ve döşeme elmanı panodur.
- Hücre sistemler: Sistemin ana öğesi monolitik bağlanmış hücre elemanıdır. Bunlar kendi içinde taşıyıcıdırlar. (Ayazoğlu, 2003)

2.BÖLÜM

PREFABRİKE PANEL SİSTEMLER

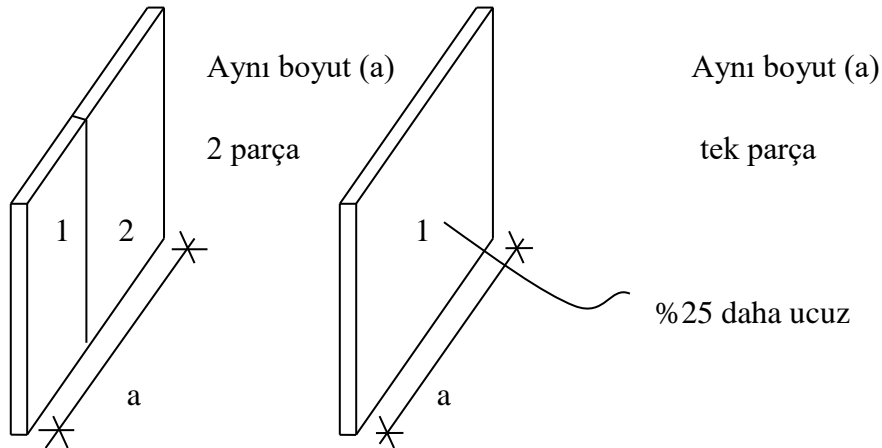
2.1 Panel Sistemler

Hem mekanı bölme, hem de taşıyıcılık görevlerini birlikte yüklenen düzlemsel strüktürel elemanlara **panel** denir. Bunlarkalınlıkları, diğer ölçülerine oranla çok az olan düzlemsel elemanlardır.

Büyük panel elemanlar

Büyük panolu prefabrikasyonda elemanlar hacim boyutlarında seçilmişlerdir. Bu yaklaşımın temelinde eleman sayısını minimize etme düşüncesi vardır.

Tecrübe şunu göstermiştir. Pano alanının ortalama iki katı artması halinde üretim ve montajı bitmiş olarak %25 daha ucuza bir maliyete ulaşılmaktadır. Bu sonuç büyük elemanın avantajını ortaya koymaktadır.



Şekil 2. 1 : Büyük panoların boyutları

Büyük panolarla yapılan bir binanın maliyeti (fiyatı) pano adedinin fonksiyonudur. Bu alışıl gelmiş bir röperdir.

B.A Büyük panolar şu özelliklere sahiptirler:

- İki büyük boyutları oluşturacakları mekânla doğrudan ilintilidir.3.Boyut, yani kalınlık teknolojik gereklere göre saptanır.(teknik boyut.)Elemanın taşıma kapasitesi, ses ve ısı geçirimsizliği söz konusudur.
- Endüstriyel karmaşıklıkları azdır. Bütün panolar basit formlara sahiptir.Örneğin bir iç duvar panosu sabit kalınlıklı bir beton levhadır.
- Sadece pano kenarları sistemden sisteme değişik karmaşıklıklar gösterilebilir.
- Panoların binadaki yerleri önceden bellidir ve aralarında değiştirilemezler, başka bir binada kullanılamazlar.(Kapalı sistem)
- Endüstrileşme düzeylerine göre ince yapı ve tesisatı içerirler. Bu nedenle boyut uygun olsa bile tesisat yönünden üst üste veya yan yana gelmesi gereken hazır elemanlar başka yerde kullanılamazlar.
- Hazır elemanlar oldukça yüksek üretim maliyeti ve düşük kullanım değerine sahiptir.(örneğin tuğla küçük bir yapı parçasıdır. Her yerde kullanılabilir. Yani kullanım değeri yüksektir.)
- Panel sistem özellikle binadaki kompleks kısımların üretimi için uygundur.Cephe panoları, sulu hacim tesisat duvarları ve yoğun elemeği gerektiren diğer kısımların üretimi için uygundur.
- Büyük boyutlu ağır pano sistemler “döküm yapım “ (tünel kalıp) sistemleriyle beraber inşaatın endüstrileşmesinin ekonomik temelini oluşturmaktadır. Bu iki sistem rekabet halindedir. Özellikle Avrupa ülkelerinde prefabrike panel sistemler yaygın kullanılırken Türkiye’de tünel kalıp galip gelmiştir.

Ekonomi aşağıdaki şu nedenlere bağlıdır:

- Kullanılan malzemenin (betonun)ucuzluğu
- Yatırımların küçüklüğü (fabrika,üretim, depolama, taşıma, montaj(aracı gereç)diğer endüstrilere göre düşük olması ve gerekli üretim dizilerinin de küçük olması
- Bir panonun (fiyatı) maliyeti içindeki, yatırımlardan gelen amortisman payı pano fiyatının 1/17 ila 1/35 i dolayındadır. Birçok endüstride bu pay çok daha yüksektir.
- Başka deyişle pano sistem üreten bir fabrikanın cirosu(iş hacmi) yapılan yatırımın kat be kat üstündedir.

- Bir çok görevi (taşıma, koruma) üstlenebilecek nitelikte bir ürünün (hazır pano) “bir defada“, sonradan bir ilave iş, malzeme gerektirmeden gerçekleştirebilme olanağı
- Kaba yapı(pano) elemanları içine ince yapı öğelerini entegre etme olanağı
- İyi bir ömürlülük ve düşük bakım masrafı

Bu sıraladığımız avantajlar aşağıdaki koşullarda tahrip olmaktadır:

-Karmaşık ve az esnek (boyut bakımından) kalıplar kullanılırsa

-Döküm sırasında veya hemen sonra kaplamalar yapılmazsa (fabrikada)

-İnce yapı panolara entegre edilmezse

2.1.1 Panel sistemler kat yüksekliğine göresınıflandırılması

İki gruba ayrılır:

- Tek katlı Panel sistemler: Tek kat yüksekliğindeki panellerdir. Bu sistemde kullanılan malzemeler beton, ahşap, alçı ve plastik malzeme kullanılır. Beklenmedik doğal olaylarda yani afet bölgelerinde ihtiyacın karşılanması için üretilip stok edilirler.
- Çok katlı panel sistemler: Birden fazla kat yüksekliğindeki panellerdir.

2.1.2 Panel sistemlerin eleman biçim ve boyutlarına göre sınıflandırılması

Panel sistemler eleman biçim ve boyutlarına göre üç grupta sınıflandırılır:

a)Büyük boyutlu panellerle oluşturulan sistemler

Bu sistemde elemanların boyutları mekânı sınırlayan alanın tümüne veya bir kısmına eşittir. Büyük panellerle yapımda eleman sayısının azalması, üretim kolaylığı, malzemedenekonomi, derzlerin azalması ile montajda kolaylık ve statik açıdan stabilite sağlanır.

Taşıyıcı betonarme büyük boyutlu panel elemanlarla yapım yöntemlerinde taşıyıcı strüktür üç şekilde oluşturulabilir;

- Yapının uzun eksenine paralel taşıyıcı panel elemanlarla oluşan strüktür.(boylamasına yerleşim)
- Yapının uzun eksenine dik taşıyıcı duvar elemanlarıyla oluşan strüktür.(enlemesine yerleşim)
- Yapının hem enine hem boyuna yönde yerleştirilebilen taşıyıcı panoların elemanlarıyla oluşan strüktür (haçvari sistem)(Aksoy, 1994)

- **Yapının uzun eksenine paralel taşıyıcı panel elemanlarla oluşan strüktür(boylamasına yerleşim)**

Yapının stabilitesi taşıyıcı elemanlara dik yönde konulan diğer duvar elemanlarıyla sağlanır.

Elemanların eksenara mesafelerinin fazla olması esnekliği arttırdığı gibi katlar arasında farklı planlara gidilebilmesi avantajını sağlamakla birlikte uygulamada az rastlanan bir strüktür biçimidir. Bunun nedeni:

Yapının stabilitesini sağlamak için zorunlu eleman kesitlerinin duvar elemanlardan farklı olması farklı tip eleman sayısını artırır.

Döşemelerin büyük açıklıkta (boyuna yönde) çalışmasından dolayı döşeme kalınlıkları büyük çıkmaktadır. Buda maliyeti etkileyen nedenlerdendir. Döşeme elemanların düşey elemanların taşıyıcı durumlarına göre bir veya iki yönünde çalışır.

- **Yapının uzun eksenine Dik Taşıyıcı Duvar Elemanlarıyla Oluşan Strüktür(enlemesine yerleşim)**

Enlemesine konulan duvarlar yük aktarıcı olmakla birlikte yapının stabilitesi döşeme elemanlarıyla veya taşıyıcı duvar elemanlarına dik olarak yerleştirilen duvar elemanlarıyla sağlanır. Çok kullanılan bir uygulamadır.

- **Yapının hem enine hem boyuna yönde yerleştirilebilen taşıyıcı panoların elemanlarıyla oluşan strüktür(haçvari sistem)**

Tüm duvarlar taşıyıcı özelliindedir, döşemeler her iki yönde de mesnetlere oturduğundan daha ekonomik bir çözüm oluşturmaktadır. Deprem yüklerinin karşılanması açısından, diğer alternatiflere göre daha iyi bir çözümdür.

b) Orta Boyutlu Panel Sistemler

Bu tür sistemlerde panolar kat yüksekliğide değildir. Orta boyutlu panellerin yükseklikleri: En fazla yüksekliğin yarısı 120 cm'dir. Enleri ise en az 60 cm boyundadır(Aksoy, 1994).Boyutları açısından taşıma ve montaj aşamasında büyük boyutlara karşı daha olumlu yatay derzler ve yapının stabilitesi açısından olumsuz sayıldığından konut üretiminde daha az tercih edilir.

c) Küçük Boyutlu Paneller (bileşenler)

Taşıyıcı ve bölücü duvar yüzeyleri yan yana gelen elemanlardan oluşur.Elemanların yüksekliği kat yüksekliğindedir. Eleman genişlikleri genellikle 2,5 metreden küçüktür. Enleri ise en az 60 cm en çok ise 120 cm olarak üretilmektedir.

Özel montaj donatımı olmadan çeşitli yapı tiplerinde uygulanır. İnce yapı çoğunlukla şantiyede bitirilir. Döşemeler kalınlığı 10 cm'e kadar düşebilir.

Fazla makine gerektirmeyen bu yapım geri kalmış veya gelişmekte olan ülkelerde kullanılmaktadır. İskelet sistemlere karşı panel sistemler daha küçük mekânların oluşturulması açısından tercih edilir. Statik açıdan yararlı olması birleşim noktalarının iyi çözülebilmesine bağlıdır.

Şantiye işçiliğinin yüksek olması nedeniyle endüstrileşme oranı düşük prefabrike yapım yöntemidir(Aksoy, 1994).

2.2 Prefabrike üretimde malzeme seçimi ve kullanımı

Prefabrike bileşenlerin üretiminde malzeme seçimi önemlidir. Birbirinden farklı malzemeler içinden ihtiyaçlarımıza cevap verebilecek performansa sahip malzemeyi belirleyebilmek için yapı alanında giren çeşitli malzemelerde bazı nitelikler şöyle sıralanabilir;

- Makineleşmeye uygunluk ve kolay şekillendirilebilmelidir.
- Isı, su ve ses yalıtımlarını olabildiğince az önlem alarak bünyesinde bulundurmalıdır.
- Zamanla, değişik kullanma ve iklim koşulları altında yıpranmamalı, yatay ve düşey yükler nedeniyle biçim değişikliklerine uğramamalıdır. Statik açıdan yeterli mukavemete sahip olmalı, hem taşıyıcı hem bölme elemanı olarak kullanılabilir, bağlantıları kolaylıkla ve hızlı yapılabilir.
- Yangın gibi ekiler karşısında mukavemetini korumalı, hacim ve şekil değişikliği olmamalıdır.
- Statik mukavemeti yüksek olmalıdır.
- Taşıma ve bölme işlevlerini görebilecek bitmiş ürünün elde edilebilmesini ve bağlantı kolaylığını sağlamalıdır.
- Malzeme ekonomik olmalı ve ülkenin kendi kaynaklarından karşılanabilir.

Kullanılan malzeme ve ağırlığına göre 2 tür prefabrike vardır:

a) Ağır prefabrikasyon

b) Hafif prefabrikasyon

Panel sistemde malzeme olarak; beton, çelik, ahşap, plastik kullanılır.

2.2.1 Ağır Prefabrikasyonda malzeme

Beton büyük boyutlu panolar ağır prefabrikasyonda en yaygın kullanılan hazıryapı parçalarıdır. Özellikle “konut yapımı” için tercih edilmişlerdir. Konut için

İngiltere’de ve Doğu Avrupa ülkelerinde bir süre prefabrike iskelet sistemler kullanılmışsa da rekabet edememişlerdir. İskelet sistemlerin pano sistemlerle rekabet edememesinin nedeni;panel sistemde taşıyıcılık ve bölücülük görevlerinin ayrı elemanlara yüklenmesidir.

Stabilite için duvarlardan ayrı bir iskelet oluşturulması, ekonomik yönden, görevlerinin gruplanmasından daha az uygun bir çözümdür.

Tam tersine bir defada üretilecek bir elemanda(pano) görevlerin entegrasyonu bir rantabilite kuralı haline gelmiştir. Büyük pano üretiminde malzeme olarak beton yeğlenmiştir. Bunun nedeni; modern diyebileceğimiz başka deyişle geleneksel olmayan malzemelerin çoğunun, büyük elemanlarla yapım kavramının, bütün binayı prefabrike elemanlarla oluşturmayı hedef alan durumu içinde, yeterli performansı beton kadar gösterememektedir.

Beton, stabilite, ömürlü olma (dayanıklılık)konfor, ekonomiklikgibi gereklerin tümüne modern malzemelerden daha iyi cevap verebilmektedir.

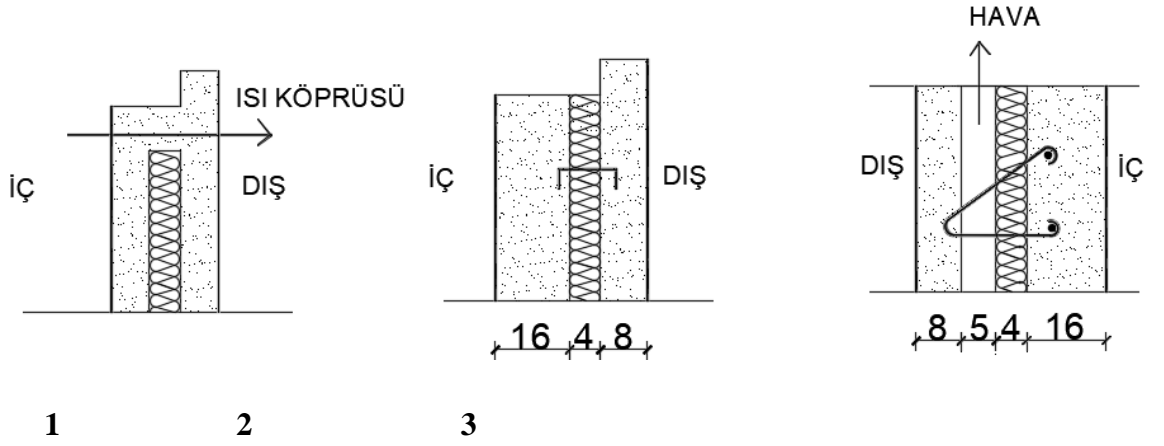
Bir pano sistemde duvar ve döşeme panolarımerdiven, parapet kalkan duvarı, tesisat dolabı gibi özel parçalar kullanılır. Hazır beton elemanların ağırlığının 5 tonu geçmemesi istenir.

Tek tabakalı ve hacim boyutunda bir döşeme panosu en ağır parçadır. Ağırlığı 12 tona kadar çıkar. Bununla, döşeme için alt tablada filigran tip plak kullanılır veya döşeme panosunun birkaç tane hacim boyutlarından küçük panolarla oluşturulması yoluna gidilmektedir.

Beton malzemeyi hafifletmekde bir çözümdür. Hafif agregalı beton, boşluklu beton kullanılmaktadır. Yakın geçmişten beri en yaygın olarak kullanılan malzeme ise “genleşmiş kil betonudur, lakin pahalı bir endüstri ürünüdür. Ülkemizde yoktur.Türkiye’de ponza taşı ve bazalt cürufu, betonu hafifletmek amacıyla kullanılır.

Taşıyıcı duvarlar için kullanılan 5 tane beton bünyeli pano grubu(ailesi) vardır; En yaygın kullanılanları şöyle sıralayabiliriz:

- **Sandviç pano:** Yalıtkan bir tabakayı aralarında sıkıştıran 2 beton plaktan oluyor:

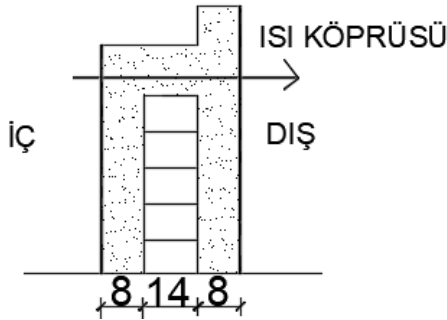


Şekil 2. 2 Sandviç cephe panelleri

- **Beton ve pişmiş toprak bloklı panolar;**

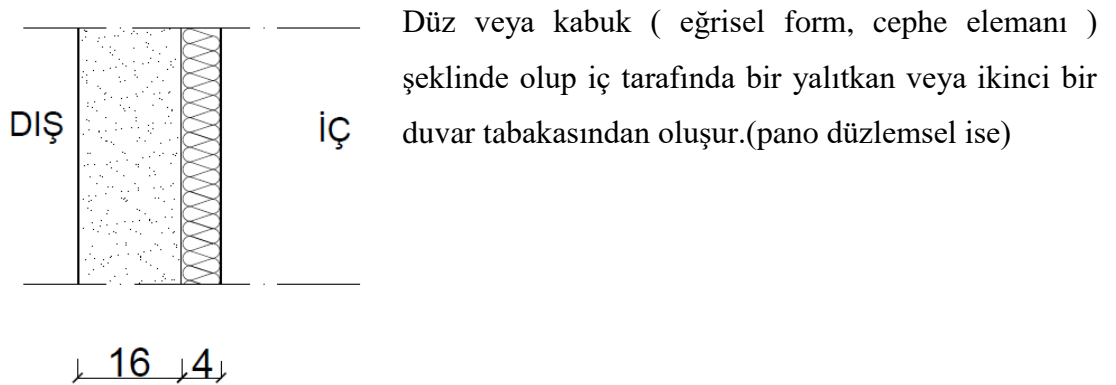
Boşluklu pişmiş toprak bloklar betonla sarılır.

Ayrıca ısı yalıtımı yoktur.



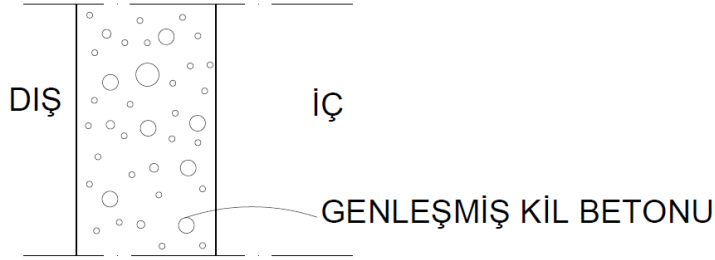
Şekil 2. 3 : Beton ve pişmiş toprak bloklı cephe panelleri

- **Normal betondan dolu gövdeli panolar:**



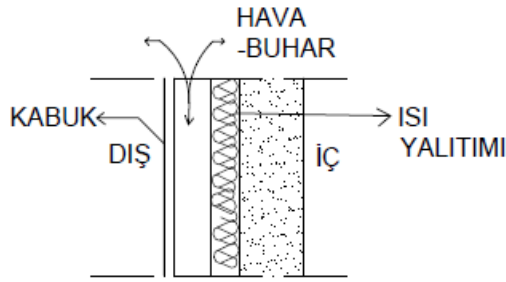
Şekil 2. 4 : Normal betondan dolu gövdeli cephe panelleri

- **Yalıtkan (pano kendisi ısı yalıtkanı)hafif agregalı, homojen bünyeli beton panolar:**



Şekil 2. 5 : Yalıtkan homojen bünyeli cephe panelleri

- **Dış tarafından bir yalıtkan tabaka ve takılı bir hafif koruyucu panoyla (kabuk)takviye edilmiş, normal betondan dolu gövdeli panolar:**



Kabuk; cam, metal, seramik, plastik vb. malzemeden olabilir. Hatta emprenye ahşap olabilmektedir.

Şekil 2. 6 : Dış tarafı kabuklu normal betondan dolu gövdeli cephe panelleri

Daha önce bahsedildiği gibi büyük boyutlu ağır pano sistemler daha çok konut yapımında tercih edilmişlerdir. Uygulanan pano sistemleri kökenlerine göre 2 gruba ayırabiliriz:

a)Fransız kökenli sistemler: (Camus, Coignet,Balency)

b)İskandinav kökenli sistemler : (Jespersen,Larssen Nielsen ,Skarne vb.)

a) Fransız kökenli sistemleri şöyle tanımlayabiliriz:

“ Dizayn yönünden düşük mesken standartları ve uygulamanın vasıfsız işçilerce gerçekleştirilmesi “

b) İskandinav sistemlerinin özelliği ise:

Uygulama sorunları çerçevesinde “uzun kışların “göz önüne alınması ve dizaynı etkileyen yaşam standartlarının daha yüksek olması:

Yukarıda isimlerini verdiğimiz prefabrikasyon sistemleri (Fransız ve İskandinav) Rusya federasyonu dahil birçok Avrupa ülkesinde uygulanmış ve uygulanmaktadır.

Fransız ve İskandinav sistemleri arasında “teknik yönden “karakteristik farklılık birleşimlerde dir.

Fransız sistemi çoğunlukla “ sulu birleşimleri içerir. Elemanlar arası birleşim sulu kıvamda bolca beton dökülerek sağlanır. İskandinav sistemleri ise “kuru birleşimli(W/C ;(Su / çimento oranı küçük) şeklinde karakterize edilebilir. Birleşim derzleri kuru (kıvamda) harçla doldurulur.

Fransız sistemlerinin avantajları: Şantiyede dökülerek elde edilen betonarme ile takviye edilmiş birleşimler sayesinde daha büyük bir statik devamlılığa sahip olmalarıdır.

Başka deyişle; düşey ve yatayda giden bir B.A 3 boyutlu ızgara, bir tür kolon-kiriş, iskelet sistemi söz konusu olmaktadır.

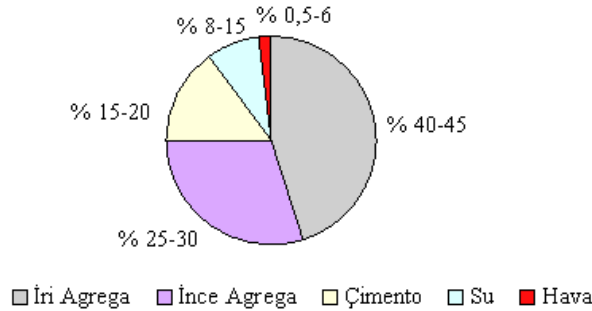
İskandinav sistemlerinin farkı ise birleşim toleranslarının minimum bir düzeye düşürme amacıyla panoların daha büyük bir presizyonla (hassasiyetle) üretilmeleridir.

Beton diğer malzemelere kıyasla statik, termik ve konstruktif ihtiyaçlara daha iyi cevap verir. Beton malzeme kullanılarak yapıyı oluşturacak tüm bileşenler üretilebilir. Bakım gerektirmemesi, şekillendirebilme kolaylığı, ısı ve ses yalıtımlarını belirli ölçüde karşılaması, yangın dayanımının ve mukavemetinin iyi olması betonun

önemli avantajlarındandır. Beton çok katlı bina yapımına olanak verir, ekonomiktir, korozyona çürümeye karşı dayanıklıdır. Toplu üretime uygun olup hem taşıyıcı hem de bölücü hazır elemanların üretimine olanak verir.

Beton kalitesi açısından, donatı kontrolü, dozaj, vibrasyon ve kütleme gibi işlemlerin daha iyi şartlar altında yapılması sonucu yüksek mukavemetli betona (C60) ulaşmak olanaklıdır (Baykal, 1984). Paneller taşıyıcılık görevini üstleneceklerse donatı da kullanılır. Taşıyıcı paneller ön gerilmeli veya öngerilmemiş olabilir. Panellerin betondan yapılması, ağırlık nedeniyle taşıma sorunları getirir ve montajda zorluklara neden olabilir.

Bunların yanında betonun ağır olması, rötre ve sünme yapması, bağlantı ve şekil değiştirebilme zorluklarının olması dezavantajlarındandır. Ağırlıkları öngerilme metoduyla azaltılabilir. Betonun geleneksel yapımda kullanılması, yapım tekniği açısından istenilen başarılı sonuçların alınmasına yetmemiştir. Ayrıca el emeği fazlalığı, malzeme kaybı, kalıp masrafı gibi sorunların önüne geçilememiştir.



Şekil 2. 7 : Betonun oluşturan malzemelerin yaklaşık olarak hacimsel dağılımı (Sağlam, 2009)

Beton panellerin fabrikada üretiminde çelik, ahşap, kalıp malzemeleri kullanılırlar. Plastik ise mukavemetin azlığına ve ısıdan etkilenmesine rağmen düzgün yüzeye sahip olması ve kolay işlenebilir olması sayesinde kalıplar içindeki form değişikliklerinde ve rölyefler yapılmasında kullanılabilir.

Tablo 2. 1 Panellerin üretiminde kullanılan malzemelerin fiziksel özellikleri açısından karşılaştırmalı değerlendirmeleri

Özellikler	BETON	ÇELİK	AHŞAP	PLASTİK
Hafiflik	-	+	+	+
İşlenebilirlik	+	+	+	+
Ses Yalıtımı	+	-	+	+
Isı Yalıtımı	+	-	+	+
Su Yalıtım	-	+	-	+
Yangına Dayanım	+	-	-	-
Mukavemet	+	+	-	-
Bağlantı Kolaylığı	-	+	+	+
Bakım Kolaylığı	+	-	-	+
Deformasyon	-	+	-	-
Korozyon	+	-	-	-
Ekonomiklik	+	-	+	-

2.2.2 Hafif Prefabrikasyonda Malzeme

Ağırlığı 100 kg / m² 'yi geçmeyen panolar hafif pano sınıfına girer. Genellikle taşıyıcı değildirler. Hafif panoları, cephelerde veya bina içinde, alçak veya yüksek yapılarda kullanılmaları, taşıyıcı olma veya olmamalarına göre ele alınmışlardır.

a) Hafif cephe panoları

Cephelerde kullanılan hafif panolar yapı içinde gerekli tüm niteliklere sahip değildir. Örneğin, ısıl ataletleri yoktur, genellikle de taşıyıcı değildirler. Sadece zemin kat veya zemin+1 katlı binalarda kullanılanlar taşıyıcı olabilmektedir. Genleşmelerine bağlı olarak yapacakları hareketler için gerekli “derzler” nedeniyle yatay yükleri alma görevini zorlukla yüklenirler.

Geleneksel ve prefabrike ağır cephelere kıyasla pahalı ve kısa ömürlüdürler. Seçilme nedenleri sadece görünüm güzelliğidir denebilir. Bu hafif panoyu oluşturmak için kullanılan malzemeler genelde şunlardır:

- İskelet için: ahşap, alüminyum, boyanmış paslanmaz bükme sac veya kutu profiller
- Dolgu ve kaplamalar için: amyantçimento, cam, emaye sac, galvanize sac, çeşitli plastikler
- Derzler için: çeşitli mastik ve hazır contalar
- Bir hafif pano yalıtkan bir iç bünye ve iç ve dış yüzlerindeki kaplamalardan oluşan bir sandviç panodur. Rijitliğin sağlanması için bir çerçeve vardır. Çerçeve pano bünyesinde (görünmüyor) veya dışında olabilir.
- Çerçeve için genelde üç tür malzeme kullanılır.

1-Ahşap 2-Plastik 3-Metal (iç ve dış kaplama metal ise, çerçevede metal olur.)

Panoda iç konum olarak kullanılan malzemeler ise şunlardır:

- Genleşmiş polistiren(köpük)
- P.V.C köpüğü
- Kontratabla (konstrüksiyonlu levha)
- Petek şeklinde karton

Tablo 2. 2 : Hafif panoların iç ve dış yüzünde kullanılan kaplama malzemeleri

İç yüz	Dış yüz
Glazal (poliüretan kökenli sürülen tip)	Glazal
Emaye sac	Emaye sac
Boyalı galvanize sac	Boyalı galvanize sac
Alüminyum levha	Alüminyum levha
Kontrplak	Ahşap lifli pano-Kontrplak üzerine greseramik karo kaplama
Yün cinsleri(cam yünü, taş yünü)	Ahşap lifli pano-Kontrplak üzerine greseramik karo kaplama
İki tarafında küçük ahşap lifli panolar bulunan sac levha	Ahşap lifli pano-Kontrplak üzerine greseramik karo kaplama

Alçak yapılarda kullanılan hafif panolar

Zemin ve zemin+1 kat, özellikle tek ev (villa) alçak veya az katlı yapılarda kullanılan hafif panolar genellikle taşıyıcıdırlar, malzeme ve oluşumlarına göre farklılıklar gösterirler.

b)Ahşap İskeletli panolar

- Malzemeye bağlı olarak dışta veya içte kullanılabilirler.
- Eski üretim teknolojisi uygulanan bu tip panolarda çoğu kez ahşap bir iskelet vardır.Binanın dışında veya içinde kullanılan iskeletli panolar taşıyıcıdır. Bir ahşap iskeletli pano konstrüksiyonu şöyledir:
- Bir ahşap çerçeve (strüktür, kadro)
- Dış kaplama (ahşap metal amyant çimento plak vb.)
- Isı yalıtım tabakası (genellikle cam yünü)
- Buhar kesici
- İç kaplama (genellikle ahşap parçacıklı pano (M.D.F vb.), kartonlu alçı levha

Bu tip panoda dışta amyant plak levhalar, iç yüzde kartonlu alçı veya ahşap lifli levhalar kullanımı maliyeti olumlu etkilemektedir.

c) Metal İskeletli panolar

Ahşap iskeletli panolara göre pahalıdır.

-Ahşap iskelet üzerine metal kaplamalı panolar vardır.

d)İskeletsiz Taşıyıcı Panolar

Az katlı tek evlerde (villa vb.) çoğu kez bir iskelet strüktür bulunur. Bu durumda iskelete yerleştirilecek panoların kendileri iskeletsiz olabilir, hafif panolar iskelet strüktürünün ana boşluklarını doldurur. Bu tür hafif panolar cephe boyu büyüklüğünde bile olabilir(10 metre).

Ahşap türevlerinden levhalardan oluşan iskeletsiz taşıyıcı panolar

Bu tür panolar bina içinde veya cephede kullanılabilirler.5 cm kalınlığında bir ahşap lifli pano (M.D.F vb.)metrede 3-11 ton yük taşıyabilir.Dolayısıyla zemin +1kat bir yapının yüklerini rahatça taşır.Bina dış duvarında kullanılması durumunda kontrplak veya ahşap lifli parçacıklı panoların dış şartlardan korunması gerekir.Genelde kontrplak neme dayanıklıdır,lakin ömrü kısadır ve görünümü bozulur .Bu nedenle ya bir ikinci dış duvar veya ikinci bir kaplama yapılır.Kaplama genellikle üzerine plastik bir dış yüz konan poliüretan bir tabakadır.Dış yüzey kaplaması olarak bazı reçineler-de kullanılmaktadır.

Cephe panosu önüne ikinci bir dış duvar yapılırsa iki yüzey arasında bir hava tabakası bırakılmalıdır.

Bu 2. Dış duvar şöyle oluşturulur:

-Bir ızgara üzerine sıva yapılabilir.

-Amyant çimento levhalar kullanılabilir.

-Yalı baskısı, geçmeli ahşap kaplama vb. yöntemlerle kaplama yapılabilir.

-Pano önüne bir tuğla duvar örülebilir.(bu çözüme özellikle A.B.D da başvurulmaktadır.)

-Amyant çimento taşıyıcı hafif panolar genellikle iç kısımda bir petek, çevresinde bir metal profil dolaşan ve iki yüzü amyant-çimeto ve benzeri levhalarla oluşturulan panolardır.

Bu tip panolar için 2. Bir yaklaşım ise poliüretanköpüğü bir iç bünye dış yüze amyant çimento iç yüze alçı-karton (kartonpiyer) levha konup, çevrede bir metal çerçeve oluşturulabilir.

e) Hafif Bölme panoları taşıyıcı olmayan

Bölecekleri hacimden daha küçük boyutludurlar. Bölme işlemi birden fazla panonun yan yana getirilmesi ile yerine gelir.

Hafif bölme pano çeşitleri genelde şöyle sıralayabiliriz:

- Düşey boşluklu alçı panolar
- Kartonlu alçı (alçıpan, kartonpiyer vb.) panolar
- Gaz beton panolar
- Ahşap lifli-parçacıklı strüktürsüz panolar
- Metal panolar(özellikle emaye veya galvanize, boyalı çelik sac levhalar.

Hafif bölme panoları bir alt yastık ve üst başlık arasına yerleştirilir. Kamalanma veya bir ayar düzeni vasıtasıyla döşeme üstü ile tavan arasına sıkıştırılır.

Hafif panolarda kullanılan malzemeler; çelik, ahşap ve plastiktir.

Çelik

Panel sistemde kullanılabilecek bir başka malzemede çelik, alüminyum levha veya profillerdir. Çelik hafif bir malzemedir. Şekil verilebilmesi kolay, yüksek mukavemete sahiptir.

Yangın dayanımının az olması, korozyon gibi bozulmalarının olması, bakım gerektirmesi ve pas tehlikesinin çok olması dezavantajlarındandır. Ekonomik bir malzeme değildir. Ancak bu malzemenin bağlantısı kolay olup nakliyede zorluk çıkarmaz.

Ahşap

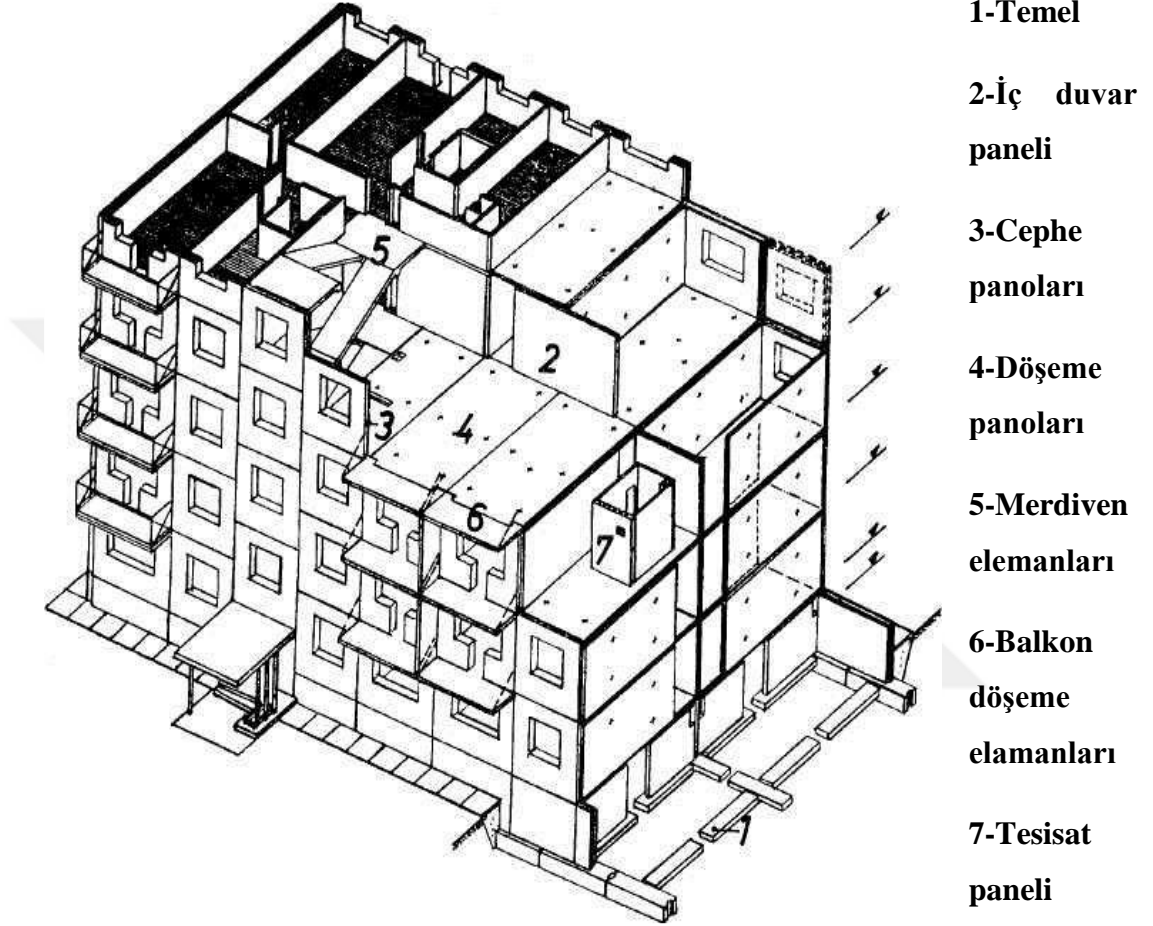
Hafif bir malzemedir. Hem taşıyıcılık hem de bölücülük görevi üstlenebilir. Bağlantı ve işleme kolaylığı olması, ekonomik olması gibi avantajlarının yanı sıra çürüme,deformasyon, yangın dayanımı ve mukavemetinin düşük olması gibi dezavantajları vardır.

Plastik

Hafif, bağlantı, bakım ve işleme kolaylığı olmasının yanı sıra deformasyon, ısı dayanımının azlığı, mukavemetinin az olması, ekonomik olmayışı dezavantajlarıdır. 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 politetrafloroetilen(teflon)malzeme ile kaplanır.

2.3 Prefabrike beton bünyeli panel sistem elemanları

Prefabrike betonarme elemanlar, fabrikada önceden hazırlanan kalıplarda seri olarak üretilen, inşaat yerine taşınan, vinçlerle kaldırılarak montajı yapılan ve özel olarak projelendirilen hazır yapı elemanlarıdır.(Kargılı, 2005)



Şekil 2. 8 : Büyük boy panelli yapı kuruluşlarını oluşturan başlıca elemanlar (Kargılı, 2005)

2.3.1 Paneller konstrüktif özellikleri açısından sınıflandırılması

Paneller konstrüktif özellikleri açısından tek parçalı (monolitik) paneller ve çok parçalı (kompozit) paneller olmak üzere iki gruba ayrılır:

a) Tek parçalı (monolitik) paneller

Üretimlerinde tek bir malzeme kullanılan panellerdir. Dolu gövdeli, boşluklu ve omurgalı olmak üzere üç grupta incelenebilmektedirler.

b)Çok parçalı (kompozit) paneller

Üretiminde birden fazla malzeme kullanılan panellerdir. Dolu gövdeli, boşluklu gövdeli, omurgalı ve çerçeve iskeletler olmak üzere dört grupta incelenebilmektedirler. Malzemelerin birbirleri üzerinde tabaka oluşturacak biçimde düzenlenmesi esasına dayanan dolu gövdeli paneller, sandviç paneller olarak da adlandırılmaktadırlar.

2.3.2 Panel sistemi oluşturan bileşenlerin sınıflandırılması

a)Temeller

b)Döşeme panelleri a)tek doğrultuda çalışan döşeme panelleri b)çift doğrultuda çalışan döşeme panelleri

c)Duvar panelleri a)taşıyıcı dış veya iç duvar panelleri b)taşıyıcı olmayan (bölücü) duvar panelleri

d)Özel işlevli paneller :balkon ,merdiven ,asansör ve baca ,çatı ,tesisat panoları veya dolaplar(Ayazoğlu, 2003).

a)Temeller

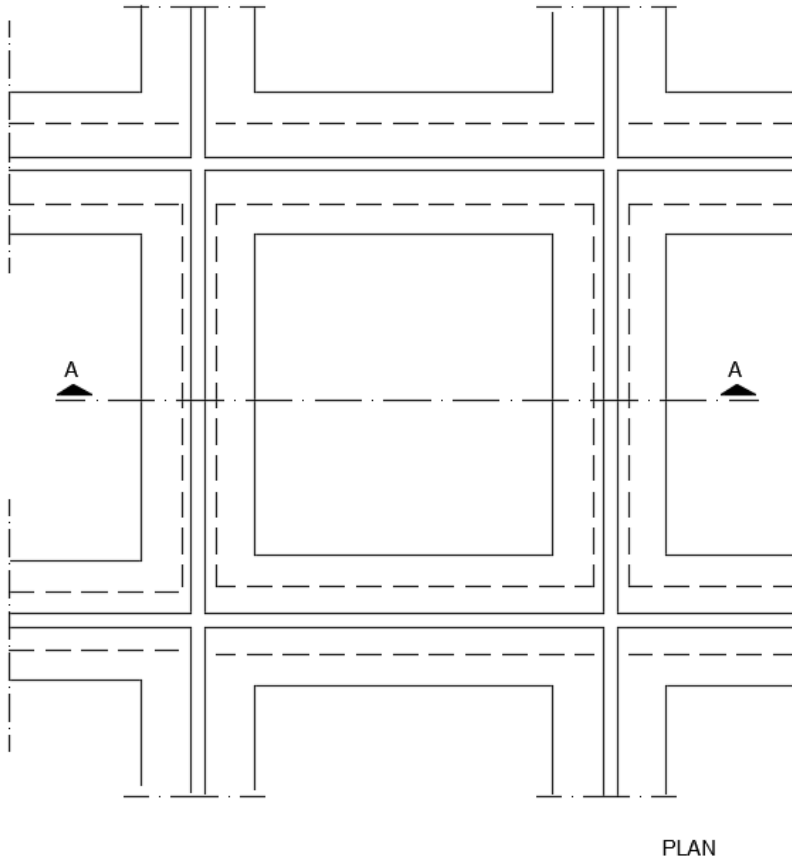
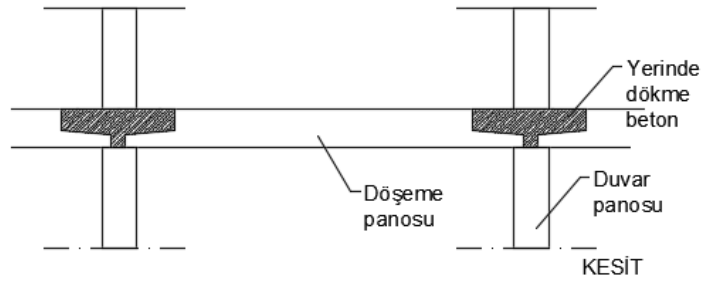
Temeller çoğunlukla prefabrike üretilmemektedir. Yerinde dökülen temel tipleri uygulanmaktadır(Ayazoğlu, 2003).Çünkü zemin ve yüklemelerdeki farklılıklar standartlaşmayı önlemektedir. Elemanların biçim ve ağırlıkları taşıma sorunları getirmektedir.

Öte yandan sistemin farklı oturmalarına duyarlı olması nedeniyle, hazır temel bileşenlerinin tasmanları önleyebilecek şekilde birleştirilmeleri oldukça zordur.

b)Döşeme Panelleri

Döşeme panelleri hacim boyutlarında olabildikleri gibi hacmini enine veya boyuna yönde yerleştirilen hacim boyutundan küçük 1 ve daha fazla pano ile de kat döşemeleri oluşturulabilir. Bunun nedeni hacim boyutlu dolu pano ağırlığının 12 ton civarına ulaşmasıdır (Panel sistemde en ağır eleman).Hacim boyutlu panolar

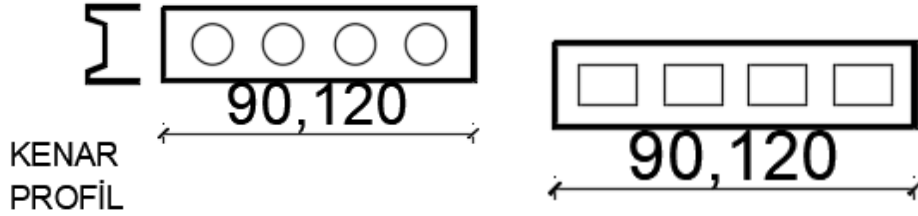
=6.00x6.00 m boyutlarındadır. Daha büyük açıklıkları geçmek ,pano ağırlığına sorun olmaktan çıkartmak için aşağıda değinilen çözümler vardır.Ağırlığı sorun olmaktan çıkartmak için filigran döşeme elemanları veya boşluklu plak kullanılır. Büyük açıklık geçmek için 90,120 cm genişliğinde boşluklu paneller, T ve TT kirişleri, sandık kirişler kullanılır. Bu elemanlar iskelette ve tek katlı endüstri binalarının çatı döşemesi olarak da kullanılmaktadır. Taşıyıcı cephe panolarına oturtularak büro binalarında, kamu yapılarında ve benzeri binalarda kullanılırlar. Örnek şema aşağıda verilmiştir.



Şekil 2. 9 : döşeme panellerinin cephe panolarına oturtulması

Döşeme panoları iki veya daha çok kenarından mesnete oturabilirler. Düşey panolara düşey ve yatay yükleri aktarırlar(Cansun).Döşeme panelleri yük aktarımının yanında yapı strüktürünün stabilitesini, rijitliğini de sağlar.3 tür döşeme panosu vardır:

-Dolu gövdeli veya boşluklu plaklar (ön gerilmeli elemanlar)

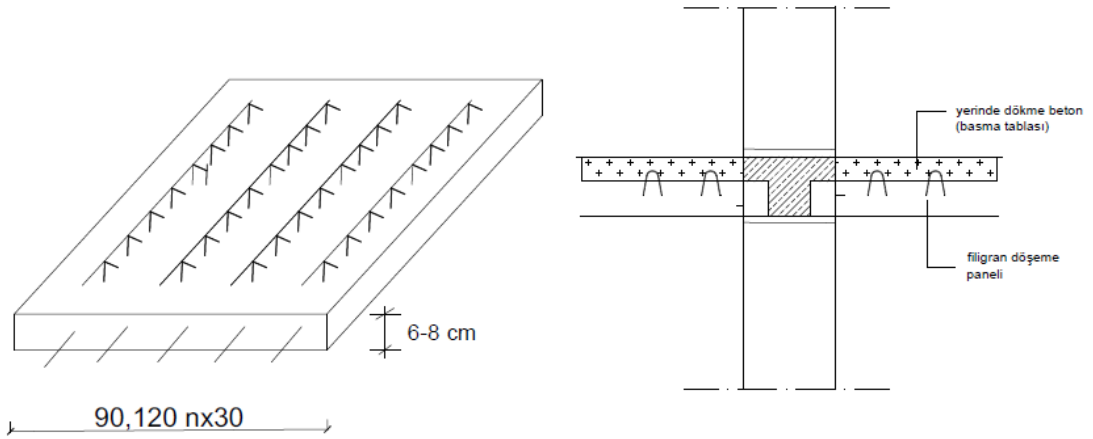


Şekil 2. 10 : dolu gövdeli plaklar

geçilen açıklık =12 metre.

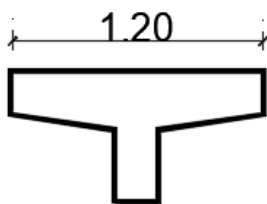
-Kompozit (dolgulu, sandviç, birkaç tabakalı) plaklar

-Filigran döşeme



Şekil 2. 11 : Filigran döşeme detayı

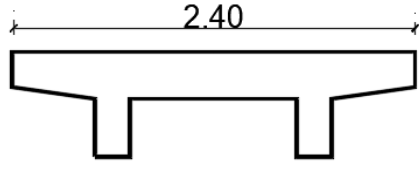
-T ve TT kirişler, sandıkkirişler, katlanmış plaklar



1-T kirişli döşeme

Bu tip döşemede geçilen açıklık:12-16 m'dir.

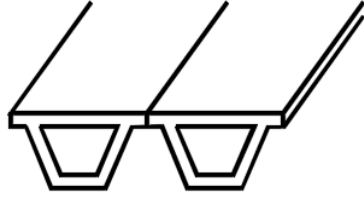
Şekil 2. 12 : T kirişli döşeme kesiti



2-Çift kirişli döşeme

Bu tip döşemede geçilen açıklık 16-20 m'dir.

Şekil 2. 13 : TT kirişli döşeme kesiti

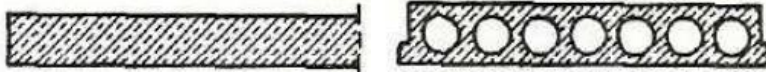


3-Sandık kirişli döşeme

Bu tip döşemede geçilen açıklık 26 m'dir.

Şekil 2. 14 : Sandık kirişli döşeme perspektifi

Dolu gövdeli plak döşemeler, prefabrike panelli sistemlerde yaygın olarak kullanılırlar. Düşey ve yatay kalıplarda 14 – 16 cm'lik kalınlıkta üretilirler(Kargılı, 2005).Ses yalıtımı yeterlidüzyededir. Döşeme elemanlarının iki yüzeyide temiz çıkar.Dolayısıyla döşeme kaplamaları kolayca uygulanabilir. Genelde çelik hasır donatılı olarak üretilirler.



a-Dolu gövdeli döşeme elemanı

b-Boşluklu döşeme elemanı



c-Dolgu nervürlü döşeme elemanı d-Kaset döşeme elemanı

Şekil 2. 15 : Prefabrike panel sistemlerde plak döşeme panelleri çeşitleri

c) *Duvar panelleri*

Dış duvar panelleri yükleri düşey doğrultuda aktarmaları yanında yatay kuvvetlere de karşı koymaktadırlar. Elemanların yapısını etkileyen en önemli faktörler ısı ve ses yalıtımıdır. Kenar profillerinin tasarımında yağmur suyu girme olasılığı en önemli faktördür. Bu konu düğüm noktalarının tasarımı çerçevesinde ileride detaylı olarak ele alınacaktır.

Paneller dıştan iklim faktörlerine içtende gerekli iklim düzeylerine karşı istenen performansı gösterecek şekilde donatılmalıdır. İklim faktörleri:

-Havanın sıcaklık derecesi ve nem miktarı

-Hava basıncı (rüzgâr etkisi)

-Güneş ışınları

-Yağmur vs.dir(Özdemir, 1986).

Duvar panelleri şu şekilde gruplandırılabilir:

-taşıyıcı iç veya dış duvar panelleri

-taşıyıcı olmayan (bölücü) duvar panelleri

-Taşıyıcı iç veya dış duvar panelleri

Taşıyıcı duvar panelleri, yapısal kuruluş içerisinde taşıma ve rijitleştirme görevi üstlenirler. Döşemelerden gelen yüklerle üzerindeki duvarlardan gelen yükleri temellere aktarırlar. Bununla birlikte kendilerine dik doğrultudaki diğer panelleri destekleyerek binaya etki eden yatay kuvvetleri taşırlar(Ayazoğlu, 2003).Taşıyıcı duvarların düşey kenarlarından biri veya her ikisinin duvar düzlemine dik doğrultuda bir başka taşıyıcı veya rijitleştirici duvar elemanıyla kesme kuvvetlerini aktaracak şekilde bağlantı kurması halinde duvarın 3 veya 4 kenarının desteklenmiş olduğu kabul edilir(Kargılı, 2005).

Taşıyıcı duvar panellerinin cephelerde, iki görevi üstlenmelerini gerektirir:

- yapı fiziği açısından görevleri
- statik bakımından görevleri

Bu yüzden birkaç malzemeden oluşan kompozit paneller olarak üretilirler.

Dış duvar panellerinin, yağmur suyu, rüzgâr geçirimsizliği, yeterli ısı yalıtımı, yüzeyde terleme gibi yapı fiziği sorunlarına çözüm üretmesi beklenir. Bu paneller rüzgâr yükü etkisi altındadır. Binada oluşabilecek bütün yüklerle karşı, diğer taşıyıcı paneller ile birlikte yapının stabilitesini sağlarlar. Düşey birleşim noktaları kadar panellerin yatay birleşim noktaları da önemli statik özellikler içerirler. Taşıyıcı panele oturan bir üstteki panelin konumu, döşemelerin oturma veya oturmama durumları gibi duvar panelinin strüktürel çalışmasında yükün uygulanış biçimi de önemlidir.

Yapılarda her iki yönde iç duvarların taşıyıcı olarak strüktürel çalışmaya katılması tercih edilebilir. Bu eksantrisiteye karşı daha kararlı bir davranış gösterir.

Donatı hesaplarında ve kesit kalınlıklarının belirlenmesinde yapının yüksekliği ve üzerinde bulunduğu deprem kuşağı önemli rol oynamaktadır. Taşıyıcı iç duvar panellerinde kesit kalınlıkları en az 12 cm ve beton kalitesi C15- C35 arasında değişir (Baykal, 1984).

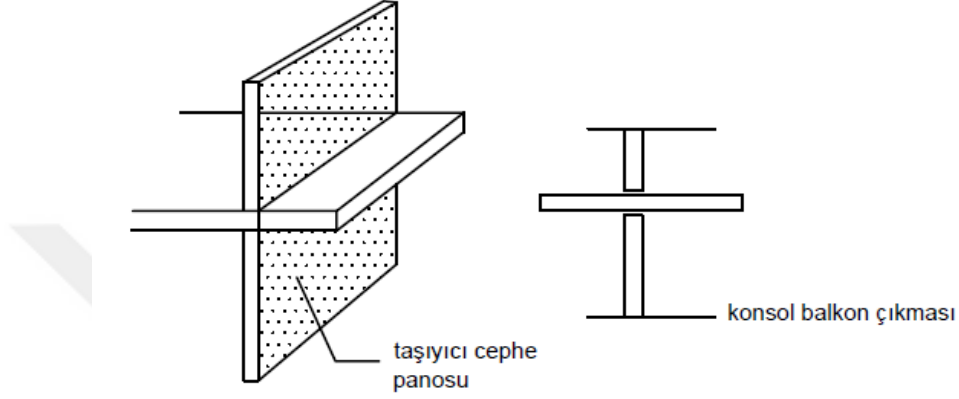
c) Özel İşlevli Paneller

Prefabrike sistemlerde, çoğunlukla baca, şömine gibi elemanlar, mutfak ve banyo grubu gibi birimler özel olarak üretilirler. Yapı içinde bir panel, tesisat paneli olarak kabul edilerek, baca, boru ve armatür gibi elemanlar içine entegre edilir. Bir sonraki aşamada mutfak eviye, dolapları, tesisat boruları ile bitmiş bir tesisat veya ıslak hacim hücresi olarak üretilirler. Aynı şekilde banyo birimide plastik bir hücre halinde, parçalı veya bütün olarak pres edilir, armatür ve tesisat bağlantıları ile bitmiş olarak üretilir. Bu tip ıslak hacim hücreleri açık sistemde üretilerek pazarlanabildiği gibi seri halde kapalı sistemde üretilirler. (Baykal, 1984)

Balkon bileşenleri

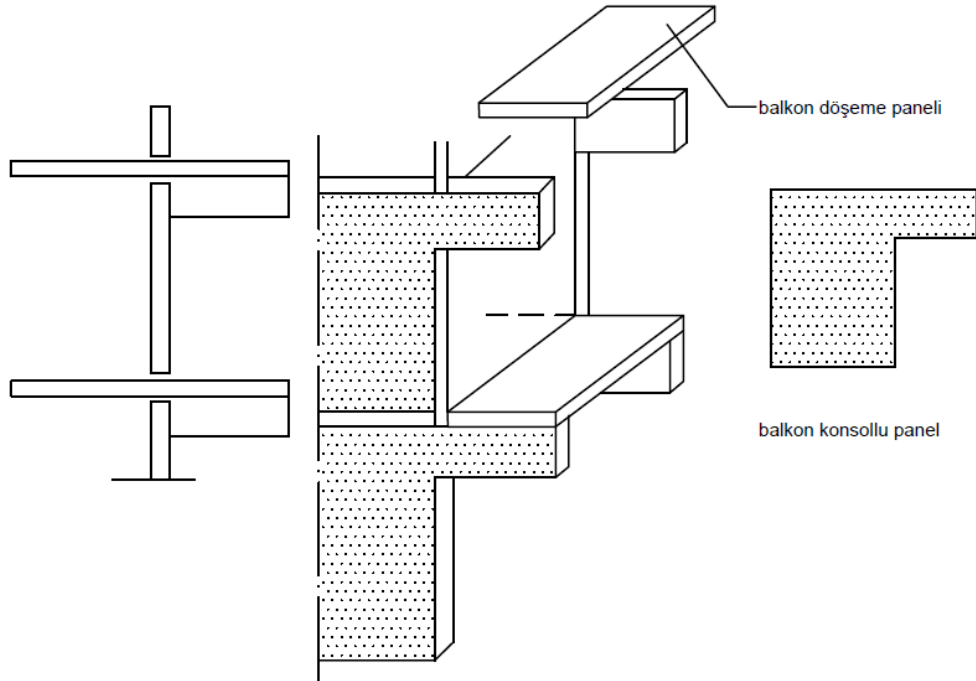
Balkon bileşenleri için birkaç uygulama vardır; bunlardan en yaygın olanı, balkon döşemesinin duvardan çıkan konsol kirişlere oturmasıdır. Bu sistem ısı köprüsü oluşumunu azalttığı için tercih edilmektedir.

a) döşemeden konsol çıkan veya döşemeye sonradan ankastr edilen plak



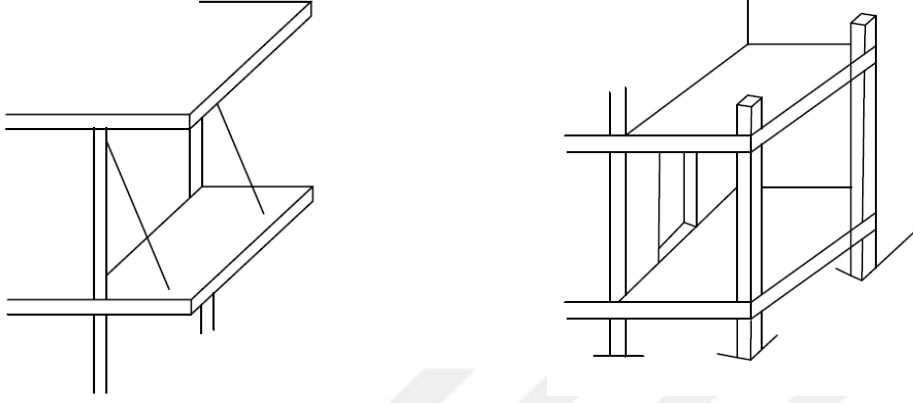
Şekil 2. 16 : Döşemeden konsol balkon çıkması

b) konsol çıkıntılara veya çerçevelere oturtulan plak



Şekil 2. 17 : konsol çıkıntılara veya çerçevelere oturtulan balkon

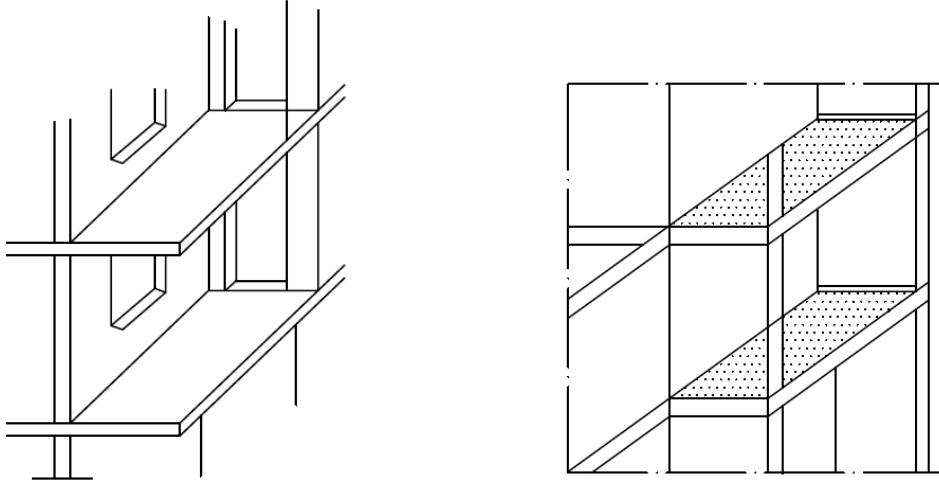
c) bir kenarın sürekli, diğerinin d) bir kenarın sürekli, diğerinin noktasal olarak asılarak mesnetlendirilmesi dikmelerle mesnetlendirilmesi



Şekil 2. 18 : Bir kenarın sürekli diğerinin asılarak mesnetlendirildiği balkon ve kenarın sürekli diğerinin noktasal dikmelerle mesnetlendirildiği balkon

e) yan yana iki kenarın ankastre olması f) iki dar kenarın duvarlara oturtulması

(Kargılı, 2005)



Şekil 2. 19 : Yan yana iki kenarın ankastre olduğu ve iki dar kenarın duvarlara oturtulduğu balkon

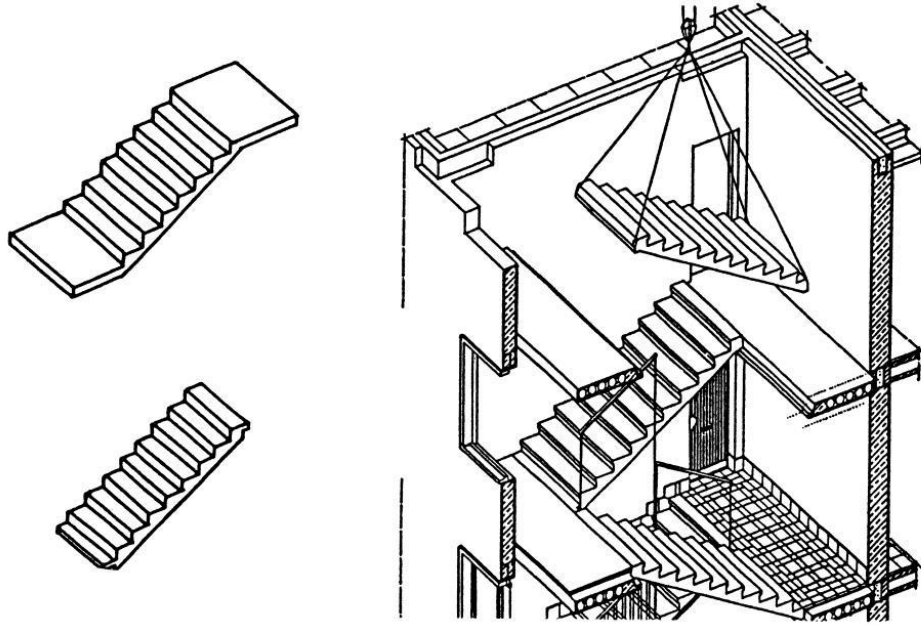
Merdiven bileşenleri

Merdivenler çoğunlukla sahanlık ve merdiven basamaklarından oluşmuştur. Üç ana tipe ayırabiliriz:

- Merdiven sahanlıkları enine duvarlar arasına oturtulmuştur. Basamakları sahanlık taşır. Bu tip, üretim tekniği yönünden en kolay çözümdür.
- Merdiven basamakları sahanlıklarla beraber, merdiven boşluğunun iki başındaki boyuna duvarlar arasına oturtulurlar. Bu tipte merdiven açıklığı daha büyüktür. Merdiven geometrisinden gelen ters bükülme, çatlaklara neden olabilir. En üst katta özel bir eleman gerekir.
- Büyük boyutlu merdivenlerde sahanlık ile basamaklar aynı genişliktedir. Ters bükülme yoktur., sahanlık plakları da bölünmemiştir. Bu tipte sahanlıklara son kaplamaları uygulanabilir.

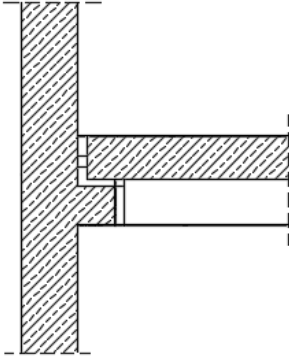
Eğer merdivenler büyük açıklıkları geçeceklerse değişik biçimlerde dişli plaklar olarak da üretilebilirler.

Merdivenlerde en yaygın olan uygulama, merdivenin yarım sahanlıklı veya sahanlıktan ayrı olarak üretilmesidir.



Şekil 2. 20 : Sahanlıklı ve sahanlıksız merdiven bileşenleri- merdiven kolunun sahanlıklara oturtulması(Kargılı, 2005).

Merdiven konstrüksiyonları:



Şekil 2. 21 : Sahanlığın konsolcuğa oturması

Asansör ve baca bileşenleri

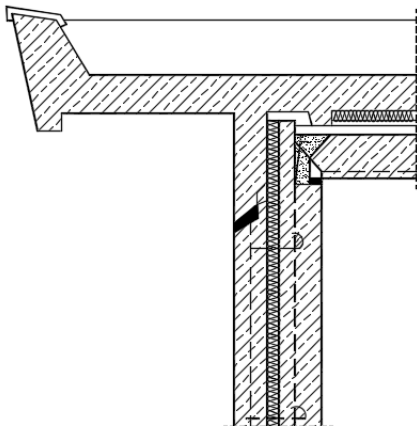
Plan çözümü gerektirdiği durumlarda merdiven boşlukları mekânsal bir hücre eleman şeklinde üretilebilirler. Bağlantı elemanları ve kapıları daha fabrikada elemanlara yerleştirildiği için bu çözüm uygundur. Yapı geleneksel biçimde yapılırsa bile merdiven ve asansör boşlukları hazır elemanlar olarak uygulanabilirler. Ancak şantiyede vinç kapasitesi yeterli olmalıdır(Özdemir, 1986).

Deprem yüklerine karşı binanın stabilitesini arttırabilmek amacıyla, merdiven ve asansör çekirdeği yerinde döküm betonarme olaraktan yapılabilir.(Ayazoğlu, 2003)

Baca bileşenleri kat yüksekliğinde üst üste oturan elemanlar olup bazı durumlarda taşıyıcılığa yardımcı olmaktadır.

Asansör ve baca bileşenleri taşıyıcı strüktürden bağımsız olarak yapılmaktadır. Çünkü bunların kullanımı sırasında seslerin mekana ulaşmaması amaç edinilmiştir. Buda bileşenlerin kendilerini taşıyabilmelerini gerektirir.

Çatı bileşenleri



Panel sistemlerde eğimli az eğimli veya düz çatı uygulamaları yapılmaktadır. Prefabrike bileşenlerle yapımda, çatıların kapatılmasında ahşap veya metal konstrüksiyonlar, az eğimli teras çatılar kullanılır.

Şekil 2. 22 : Düz çatı Balency- Schuhl sistemi

2.4 Prefabrike Panel Sistemlerin Üretim Süreci

Üretimin prensipleri; az işçilik mümkün olan en hızlı üretim ve yüksek kalitedir. Geleneksel sistemlerle kıyaslandığında bu prensipler ancak makinalaşmış üretim yöntemi kullanmak amacıyla yapılabilir (Aksoy, 1994).

Prefabrike elemanların üretim aşamasında kullanılan işgücünün büyük bölümü makinaların kontrolü ve kullanımı alanında olmaktadır.

2.4.1 Üretim tesislerinin kuruluş yerine göre ele alınması

a) Şantiyede Üretim

İki şekilde uygulama yapılabilir:

- Prefabrike elemanların monte edilecekleri yerin çok yakınında, zeminde üretimi
- Şantiyede kurulan üstü açık veya örtülü geçici fabrikalarda üretimi

Bu sistemde tesis şantiye yanındadır. Elemanlar şantiyede kurulan üstü açık veya kapalı bir geçici fabrikada üretilebilir. Bu tip tesislerde iş kapasitesi ve ihtiyaç programı sınırlı olan üretimlerden yapı ürününün ortaya çıkmasına kadar kurulan üretim merkezleridir. Yapımın hızlandırılarak bitirme süresinin kısaltılmış olması şantiyedeki gözetim ve kontrol işlerinin azalmasını gerektirir. Ayrıca iş bitiminde bir yerden diğer bir yere nakledilebilen bu üretim merkezlerinin makine ve araç donatımının yatırımlarını azaltma amaç edinilmiştir. Bu nedenle bu tür üretim merkezlerine “gezici fabrika” da denir. Bu maliyette düşüş ve teknik elemanlardan başka işlerde yararlanılma olanağı doğurur.

Şantiyede üretimde iklim faktörü önemlidir. -5 derecenin altında çalışma yapılacaksa fabrikanın üstü açık olamaz. Taşıma sorunlarından kurtulmak için büyük boyutlu elemanlar (iskelet sistem) şantiye fabrikalarında üretimi tercih edilir. Şantiye fabrikasında üretim sayesinde, nakliyeden doğacak boyut kısıtlamalarından da

kurtulma sağlanır. Bu avantajlarının dışında bu tip üretim tesislerinde kaliteli beton(B 45 ve B 60) elde etmek zorlaşmaktadır.

Çimento, harç, demir, ahşap gibi malzemelerin kullanımının azalması nedeniyle şantiyedeki malzeme yığılmaları azalır. Şantiyedeki sirkülasyon rahatlar ve temizlik işlemleri kolaylaşır.

Şantiye’de kesme alıştırma ve ilave gibi işlerin yapılmaması işgücünden tasarruf sağlar. El emeğinin az miktarda olması ve uzmanlaşmış işçilerin görev alması şantiye iş programlarının daha iyi bir şekilde işlenmesini sağlar. Bu tip tesisler çoğunlukla çok büyük boyutlu hazır eleman üretimi için kullanılır. Zira büyük boyutlu elemanların taşıma sorunlarından dolayı şantiyede veya çok yakınında üretilmeleri gerekir. Şantiyede fabrikası 1 inşaat ile sınırlı(geçici fabrika) olur veya sökülüp başka bir şantiyeye taşınır(gezici fabrika).Dolayısıyla üretim sürekliliği yoktur.

Üretim merkezleri şantiyelerde geçici olarak kurulur ve yapının tamamlanmasıyla başka yere taşınabilir. Bu üretim merkezlerinin mekanizasyon oranı düşüktür. Taşımadan kaynaklanan boyutsal kısıtlamalar söz konusu olmamaktadır. Geleneksel yapımdan farkı, yüksek iskele gerektirmemesi, buna karşın kaldırma ve montaj sorununu ortaya çıkarmaktadır(Aksoy, 1994).

b) Fabrika’da Üretim

Bu modelde belirli bir yere kurulan tesis (sabit fabrika), belirli bölgelerdeki (fabrika yarıçapı içindeki) yapıların bileşenlerini üretmek amacıyla kurulur. Prefabrikasyonun en önemli özelliklerinden biri yapımın hızlı olmasıdır. Bu tür üretimde kalıp elemanları fabrika içindedir. Yapım aşamasında montaj iklim koşullarından etkilenilir. Bunlar rüzgâr yağmur don olayları olup, bu etkilerle yapım gecikir ve yapı bileşenleri hasar görür. Yapı bileşenlerinin fabrikada üretimi prefabrikasyonun dış etkilerden (iklim, doğa olayları) uzak yapılmasını sağlar. İşçilerin daha iyi ışık, ısınma şartları altında dış etkilerden korunarak çalışmalarını üretimde verimi arttıran etkenlerdendir.

Yapının fabrikada üretilmiş hazır elemanlarla üretimi oluşturmada geleneksel yöntemle üretilmiş yapıya oranla saat cinsinden ortalama üretim sürecinde zamandan

%30 ekonomi sağlar. Özellikle yatay durumda yapılan üretimde produktivite artmaktadır(Baykal, 1984).

Sabit fabrikalarda yapılan üretim makinalaşmaya ve iyi bir kalite kontrolüne olanak verir. Üretimin gerçekleştiği fabrika, esas bir üretim alanı, yardımcı mahallerden ve depolama alanından oluşmaktadır.

Beton elemanı üretilen fabrikalarda üretim aşamasında kalıp elemanları ve kalıp eleman grupları sabittir.Bunların hareket etme olanağı yoktur. Fabrikaların kurulmasında başlıca unsur teknik olanakların dışında, iş kapasite kullanımının sürekliliği olmaktadır(Aksoy, 1994).

Fabrika üretimi, endüstrileşmenin her türlü olanaklarından faydalanma olanağı sağlar. Bileşenlerin kalite kontrolüne ve üretimin otomasyona olanak verir. Üretimin sürekli oluşu, işçilerin belirli alanlarda uzmanlaşmasını sağlamakla beraber üretilen bileşenlerin kalitesini de artırır. Büyük üretim serilerine ulaşıldığında, diğer sistemlere oranla daha da ekonomiktir. Üretimde başlıca amaç teknik olanakların dışında kapasitesinin sürekliliği olmaktadır. Amaç talepleri en rantabl biçimde karşılayabilecek bir fabrika modeli yaratmaktır.

Sabit fabrikada üretimi beraberinde taşıma sorunları getirir. Bileşen boyutları taşıma araçlarının olanakları, trafik yönetmelikleri ve ulaşım ağının özellikleri ile sınırlanmıştır.

Uygun bir fabrika modeli ve üretilecek bileşenlerin dökümü ile ilgili akış şeması **Ek 1**'dedir.

Prefabrikasyon işçilikte sadeliği üretimde uzmanlaşmayı ve kolaylığı dolayısıyla el emeğinden ekonomiyi getirir. Buna göre yapıya girecek çeşitli yapı bileşenlerini üretmek için, çeşitli fabrika şemaları ortaya koyulabilir. Üretimin gerçekleştiği fabrika, esas bir üretim alanı, yardımcı mahallerden ve depolama alanından oluşur. Yardımcı mahaller beton hazırlama yeri, demir donatı hazırlık mahalli, marangozhane, laboratuvar vb. şeklinde sıralanabilir. Bunlar ana üretim alanına dik olarak yerleştirilir. Depolama alanı 2 aylık üretimi kapsayacak şekilde hazırlanır.

Fabrikada üretim metodları:(genel endüstri)nı şöyle sıralayabiliriz:

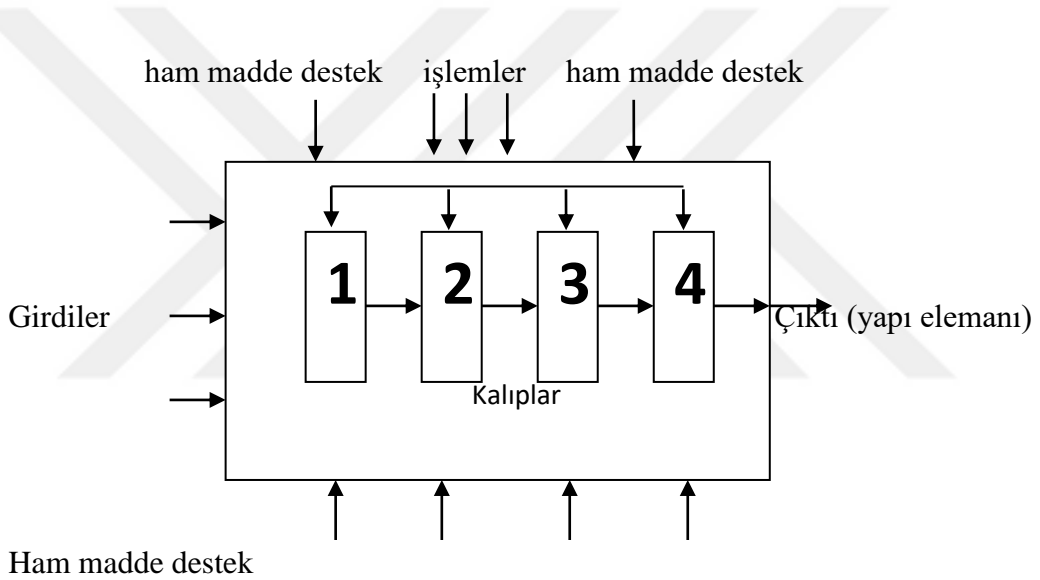
a-Akım tipi (bant üretim) üretim

b-İstasyon tipi(görev tipi) üretim

c-Proje tipi üretim

d-Kayan kalıp tipi(bina üretiminde kullanılan özel döşeme elemanları için) üretim

a-Akım tipi(bant üretim)



Şekil 2. 23 : Akım tipi üretim şeması

Bu yaklaşımı kısaca özetlersek ;

-Üretim bir hat üzerinde yapılır.

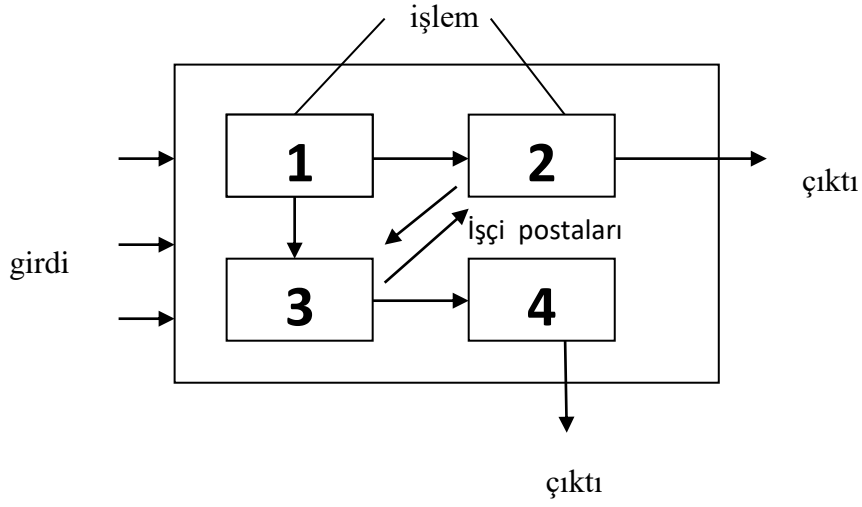
-Üniteler bir konveyör aracılığıyla raylar üzerinde yürürler.

-Çok sayıda ve az çeşitte ürün üretimi için uygun olur.

-Üretim mamul hattı üzerinde tamamlanır.

-Kalıplar hareketli bir hat üzerinde yürür, işçi grupları yerinde sabittir, kalıp işçi postasının önüne gelince işlem yapılır.

b-İstasyon –Görev tipi üretim



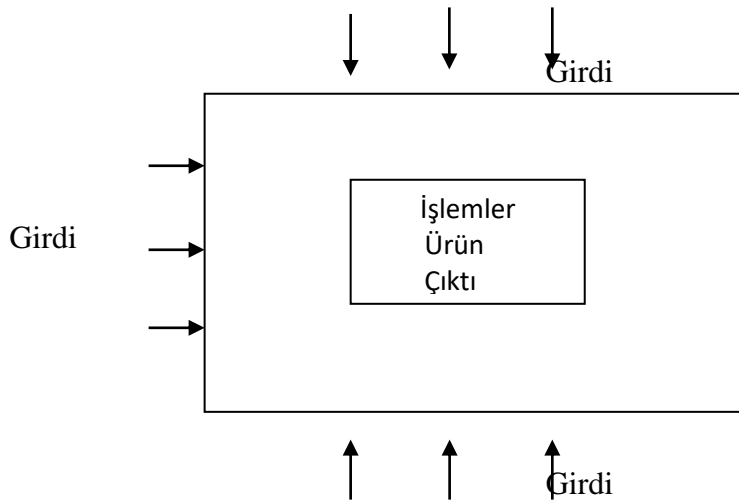
Şekil 2. 24 : İstasyon tipi akış şeması

Bu yöntemi özetlersek;

- Kalıplar sabittir.
- İşçiler postalar halinde (işçi grupları)işin cinsine göre kalıplara (istasyonlara) gider. İşini görür, başka kalıba (istasyona)gider. Yani kalıplar yürümez, işçiler gezicidir.
- İşlemi biten kalıpta, her bir kalıp için çıktı söz konusudur.

c-Proje tipi üretim

- Üretimde tek bir ürün söz konusudur.(örneğin; Bina, uçak, gemi)



Şekil 2. 25 : Proje tipi akış şeması

Bu üretim sisteminin özelliklerini şöyle özetleyebiliriz;

-Çıktı bir kerede gerçekleşir.

-işçiler görev sırasına göre üniteye çalışır.

-Ürün çok büyük boyutludur, eleman düzeyinde parçaları söz konusu değildir.

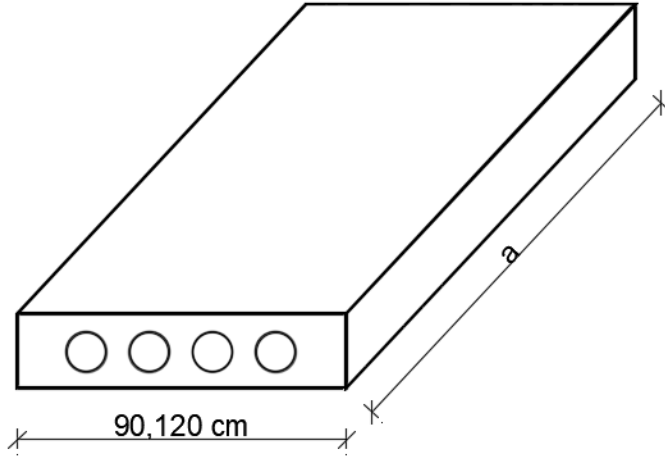
-Geleneksel yapı üretimi; uçak, gemi üretimi veya tünel kalıplarla yapı üretimi bu metod kapsamındadır.

d-Kayan kalıp tipi üretim

Bazı döşeme elemanları üretiminde uygulanır.

-Akım tipine benzerliği vardır.

-Ürün kayan –yürüyen bir makine ile üretilir.



Şekil 2. 26 : Hazır döşeme elemanı

-Onlarca metre üretilip, beton mukavemet kazandıktan sonra döşeme elemanı istenen boylarda kesilir.

-Ürün yeri sabittir, çünkü ön gerilme söz konusu olduğundan, üretim hattının iki başında başlıklar vardır.

Fabrikada üretim malzeme kaybını azaltır. Geleneksel yapımda şantiyede yapı malzemesinin bir kısmı kullanılamaz hale gelir. Malzemenin karışması, etrafa bulaşması, dökülmesi gibi nedenler ve kalıp malzemelerinin kısa ömürlü olması nedeniyle maliyeti arttırır. Kalıp ve iskele gibi prodüktif olmayan yapımdan sonra sökülen ve artık başka bir fonksiyonu kalmayan, sökülme sırasında bir kısmı yıpranan, bir kısmı ise kullanılamaz hale gelen malzemelerin yarattığı kayıplar fabrikada en aza indirilir.Şantiye içi taşıma ve depolamalar ayrı bir malzeme kaybı odağıdır.

Prefabrike yapı bileşenleri üzerinde yapı fiziği ve mukavemet deneyimleri önceden yapılmış olduğu için yeniden deney yapılmasına gerek göstermezler ve güvenlikle kullanılırlar. Önemli olan talepleri en rantabl biçimde karşılayabilecek bir fabrika modeli yaratmaktır(Baykal, 1984).

2.4.2 Üretim merkezlerinde kullanılan araçlar

Prefabrike bileşen üretim fabrikalar, birbirleri ile ilişkili ünitelerden oluşur. Her ünite işlevlerini yerine getirmek için kendine özgü araçlara sahiptir. Bu araçlar şunlardır:

a) Agregat Ünitesi

Agregat, betonun %70-80'ini oluşturan mineral kökenli, çeşitli boyutlara sahip kum, çakıl veya kırma taş (mıcır) karışımına verilen genel isimdir.

Çeşitli tane büyüklüğündeki agregalar hazır biçimde beton santralına getirilir. Bazı fabrikalarda ocaklardan gelen taşlar agregat tesislerine işlenerek kullanıma hazır hale getirilebilirler. Bu tesislerde taş kırma, eleme ve yıkama makineleri bulunur. Beton agregalarının özellikleri Türk standartları enstitüsünce, TS 706'da belirtilmiştir. Betonyapımında kullanılacak granülometrik agregalar, beton santralinde bulunan yıldız silolara veya kapalı agregat silolarına iletilirler(Baykal, 1984).

b) Beton Üretim Ünitesi

Beton üretim tesislerindeki beton santrallerinde hazırlanır. Beton santralinde malzemeler için çeşitli depolar bulunur: Granülometrik agregaların depolandığı yıldız silo, çimento silosu ve su deposu.

Malzemelerin dozajlarının belirlenmesinde, agrega ve beton için ayrı kantarlar, su için sayaçlar bulunur. Beton karışım hesapları, TS802’de belirtilmiştir. Çimento-su oranı betonun mukavemetini doğrudan etkilediği için çok önemlidir, presizyonlu bir üretim için, agreganın nem miktarı ölçülür.

Agregalar yıldız silodan skreyper adı verilen araçlarla, beton ise silodan helezonlu ileticiler ile, önce kantara, ardından beton karıştırıcısına ulaştırılır. Beton santrallerinde genellikle düşey veya yatay milli betonyerler kullanılır. Hazırlanan beton monoray iletici, beton pompası veya kreynle taşınan beton kovaları ile bileşen üretim ünitesine iletilir(Baykal, 1984).

c) Kalıplar

Prefabrike beton panellerin üretiminde kullanılan kalıpları malzemelerine ve üretim yöntemlerine göre şöyle inceleyebiliriz:

Kalıpların malzemelerine göre sınıflandırılması

Kalıplar üretilecek elemanın özelliğine bağlı olarak seçilir. Kalıpların özellikleri, üretilen bileşenlerin kalitesini ve boyutsal presizyonunu etkiler. Kalıpların, çok sayıda kullanılabilmesi ve ilk yatırım maliyetlerinin çok yüksek olmaması, değişikliklere olanak vermesi, kolay taşınabilmesi gerekir. Kalıbı oluşturacak malzemenin seçimi elemanların parça sayısına, vibrasyona izin vermesine ve çıplak betonun niteliğine bağlı olarak yapılır. Kalıplar, yapılabilecek eklemelerle ve küçük değişikliklerle, farklı tipte bileşenlerin üretilmesine olanak vermelidir.

- **Çelik kalıplar**

Prefabrike bileşenlerin üretiminde en yaygın kullanımı olan kalıplar çelik kalıplardır. Çelik kalıpların ilk yatırım maliyeti, çeliğin pahalı bir malzeme olması nedeniyle, yüksektir. Ancak çok sayıda bileşen üretebilme özelliğine sahiptir. Bu özellikten, tip bileşenler tasarlayarak ve değişikliklere olanak veren kalıplar düzenleyerek, büyük seriler halinde bileşen üretimine gidilerek yararlanılabilir ve ilk yatırım maliyeti düşürülebilir. Kalıpların bağlantı noktaların bulon ve metal köşebentlerle takviye edilmesi ve betonu sızdırmasının önüne geçilmesi gerekir. Çelik kalıpların sökme işlemlerinin az zaman alması zaman kayıplarının önüne geçer. Sökülebilir çelik kalıplarla 500-900 bileşen üretilebilir. Başka bir deyişle bu kalıplar 900 defaya kadar kullanılabilir. Sökülemeyen çelik kalıplarla ise bu sayı 800-1200 'e ulaşabilir. Çelik kalıpların en önemli sorunu ağır olmalarıdır.

- **Ahşap kalıplar:**

Bu tür kalıplar büyük seriler halinde üretimde ekonomik değildirler. Kalıp kaba paralel damarlı, eşit kalınlıkta ve eşit genişlikte 0.8 mm-1,5 mm sac ve plastfolye ile takviye edilebilir. Betonun ahşap yüzeylere yapışmaması, kalıba reçine emdirilerek veya betona değen düzeylerine formika, iç yüzeylerine cila sürmek, kâğıt veya plastik kaplanarak önenebilir, metal kaplamalarda kullanılması yaygındır. Ahşap kalıplar hafiftirler. Kolay biçimlendirilirler. Ancak bu form değişiklikleri arttıkça el işçiliği de arttığı için maliyete olumsuz etki yaparlar. Ahşap kalıplar su çekmeye ve bozulmaya yatkın olduğundan zamanla deformasyona uğrarlar. Ahşap kalıplarla 40-80 bileşen (kürleniyorsa 20-30) ahşaplardan oluşmuş kalıplarla 80-150 bileşen üretebilir.

- **Beton kalıplar**

Beton kalıpların yapımı negatif bir kalıp aracılığıyla yapılır. Mekân boyutlu panellerin üretiminde yaygın kullanımı olmayan beton kalıplar, bileşenlerin boyutlarında istenen presizyonu sağlamamakta kolaylık sağlar. Beton kalıplar genellikle büyük açıklıklı bileşenlerin yapımında kullanılırlar. Duvar, çatı ve döşeme

elemanlarının yapımında kullanılır. Bu kalıplar büyük seriler halinde üretim için pratik değildirler. Beton ağırdır ve bakımları güçtür ve kısa ömürlüdür. Beton kalıpları çelik ile birlikte kullanmak olanaklıdır, kalıbın tablası betondan, yan yüzleri çelikten olabilir. Beton yüzeyin çelik veya plastikle kaplanması kalıbın ömrünü uzatır.200 kez kullanılabilen bu kalıplar, her 50 kullanımdan sonra iyi bir revizyondan geçirilmelidir(Aksoy, 1994).Beton kalıpların en büyük dezavantajlarından biri de boyut değişikliklerine olanak vermemeleridir.

- **Plastik kalıplar**

Plastik, cam elyafı ile takviye edilerek prefabrikasyonda yakın zamanda kullanılmaya başlanmıştır. Kolay şekillendirilebilir, işlenebilirlik ve hafiflik gibi avantajları yanında değişikliklere olanak vermemeleri ve sık bakım gerektirmeleri gibi dezavantajları vardır. Bu tip kalıplarla üretimi, beton kalıplarda olduğu gibi, bir negatif ön kalıp aracılığıyla gerçekleşir. Plastik pahalı bir malzeme olması nedeniyle pek yaygınlaşmamıştır. Kürleme işlemi plastik malzemede olumsuz etkiler yaratmaktadır. Ahşap ve çelik çerçeveler ve çeperlerle rijidleştirilmiş türleri az deformasyona uğradığından gittikçe daha yaygın bir uygulama alanı bulmaktadır. Plastik kalıplar 80-400 kez kullanılabilirler(Aksoy, 1994).

2.4.3Donatı Hazırlama Araçları

Beton panellerin yapımında kullanılan çelik donatılar el işçiliği yerine makineler ile projedeki boyutlarında biçimlendirilirler. Çelikler, doğrultma makineleri ile lineer hale getirilir. Bu çubuklar, kesme makineleri ile kesildikten sonra, çok sayıda çeliği aynı anda şekillendirebilen bükme makineleri ile projedeki boyutlarında hazırlanırlar, bu mekanik işlemlerde bilgisayarlar da kullanılabilir(Baykal, 1984).

a) Beton iletme araçları

Beton santralında hazırlanan beton, bantlı iletici, monoray iletici, beton pompaları veya köprü kreyinlerle kalıplara iletilirler. Betonun homojenliğini kaybetmemesi için, pompalama veya düşme yüksekliğinin ve iletim mesafesinin sınırlı olması gerekir.

b) Vibrasyon araçları

Betonarme panellerin üretiminde kalıplar genellikle kendi üzerlerindeki donanımlar sayesinde titre edilirler. Bir diğer yöntemde tabla vibratörleri kullanılmaktadır, bu yöntemde kalıplar bir vibrasyon tablasının üzerine taşınırlar ve orası titre edilirler. Bu işlemde çubuk vibratörlerin kullanılması çok yaygın değildir.

c) Kütleme Araçları

Betonarme panellerin prizini çabuklaştırmak amacıyla, buhar tesislerinde veya kalıpların üzerindeki donanımlarla, kütleme işlemi uygulanır. Buhar tesislerinde (buhar odalarında veya buhar tünellerinde) üretim yönteminin gereklerine göre normal veya yüksek sıcaklıkla buhar uygulanır.

d) Fabrika içi taşıma Araçları

Fabrika içinde kalıpların, beton kovalarının ve bitmiş ürünlerin taşınması için yüksek kapasiteli mekanik taşıma araçları kullanılır, bunlar yürüyen köprü kreyin, kule kreyin, tekerlekli veya paletli mobil kreyinlerdir.

2.4.4 Üretim Süreci

Agrega tesislerinde ve beton santrallerindeki işlemler gelişmiş geleneksel yöntemlerle yapımdakinden büyük bir ayrıcalık göstermezler. Prefabrike bileşenlerin

üretiminde esas farklılaşmalar, hazırlanan betonun, fabrika mekânına girmesinden sonra ortaya çıkar.

a)Kalıplarla ilgili hazırlıklar

Prefabrike bileşenlerin kalıpları, her bileşen üretilip kalıptan alındıktan sonra basınçlı su püskürtme yoluyla artıklardan temizlenmelidir. Köşe noktalarındaki kalıntılar sert fırça veya diğer kazıma aletleriyle temizlenir. Kalıplar vibrasyon ve açılıp kapanma işlemleri nedeniyle deformasyona uğrayabileceklerinden, belirli kullanım sayılarından sonra ölçülerek boyut sapmalarının düzeltilmesi gerekir.

Bir sonraki beton dökümü için, kalıplar özelliklerine göre farklı örtü tabakalarıyla kaplanır veya özel kalıp yağının fırça ile sürülmesi veya püskürtülmesi yoluyla yağlanır. Kalıp yağının sıcak olarak püskürtülmesi sırasında gerekli emniyet önlemleri alınmalıdır.

Projeye göre kalıp içine kapı-pencere kasaları yerleştirilir ve sabitleştirilir. Bu arada panellerin kenar profillerini belirleyen özel ek parçalar, gerekiyorsa yalıtımla ilgili malzemeler ve kaplamalar kalıba yerleştirilir. Daha sonra donatı atölyesinde hazırlanmış olan statik donatılardan önce veya sonra yerleştirilirler.

Batarya kalıplar, tüm donatıları ve ek parçaları yerleştirildikten sonra kapatılabilirler. Yatay kalıpların ise temizleme ve ölçme işlemleri bittikten sonra yan yüzleri kapatılabilir. Kalıpların kapatılmasında sıkma kamaları, bulonlu bağlantılar veya hidrolik sıkıştırma elemanları kullanılabilir.

b)Beton döküm işlemi

Kalıpların hazırlanması bittikten sonra beton dökme işlemine sıra gelir. Beton dökümü,kalıpların, beton kovası veya pompasının altına taşınması veya betonun sabit duran kalıpların üstüne beton ileticilerinin getirilmesi(özel beton arabaları veya beton kovaları) ile gerçekleştirilir. Beton dökümünde genellikle beton otomatı adı verilen santrale bağlı monoray üzerinde hareket eden elektrik kumandalı aygıtlar kullanılır.Kalıp vagonu üzerinde iki yönde hareket edebilen beton otomatı, içindeki

konveyör bant düzeni ile kalıbın içine kontrollü ve homojen bir şekilde betonu döker. Çeşitli kalıp türlerine göre beton döküm işlemleri görülmektedir.

c) Betonun vibrasyonu

Kalıp içinde betonun homojen olarak yerleşmesi ve boşluklarının doldurulmasını sağlamak için vibrasyon işlemi uygulanır. Bileşenlerin, vibrasyon işlemi sırasında, donatılarının ve kasalarının yerlerinin, sarsıntısından dolayı değişmemesi için gerekli sabitleştirme önlemleri alınmalıdır. Vibrasyonun süresi geleneksel yöntemlerdekinden farklı değildir, betonun yüzeyine su çıkana kadar işlem devam eder.

d) Kürleme işlemi

Beton dökümü yapılan ve vibre edilen bileşenler , ,kürleme işlemine geçilmeden önce, bir süre için prizini yapmaya terk edilirler. Kürleme işlemi, betonun kalıpta kalma süresini azaltmak ve mukavemetini yükseltmek için uygulanır. Kürleme süresini doğru belirlenmesi ve betonun aşırı pışmeye uğramamasını sağlamak gereklidir. Uygun bir kürleme eğrisi görülmektedir.

Kürleme odasında veya tünelde homojen bir ısı dağılımı sağlamak amacıyla en az iki yerden sıcak su buharı verilir. Betonun prizini hızlandırmak amacıyla agrega ve suyun ısıtılması ve kalsiyumklorür katkı maddesi kullanılması yöntemlerine başvurulabilir.

Kalıpların ısıtılması yöntemiyle yapılan küremelerde kalıplar kendi üzerlerinde bulunan elektrikli veya sıcak sıvı dolaşımli sistemlerde ısıtılırlar. Kalıplar yan yüzlerinden sıcak su buharı püskürtülmesi yoluyla ısıtılabilir, ancak bu şekilde yapılan kürelemede özellikle yatay kalıplardaki bileşenlerin açıkta kalan üst yüzeylerinin örtülmesi gerekir.

Kürleme süresi farklı boyutlardaki ve kalitelerdeki bileşenler için farklı zaman gösterir. Her tipteki bileşenler kümeler halinde kürleme tesisine sokulurlar ve kendi bünyeleri için gerekli sürede ısıtma işlemine tabi tutulurlar. Tesisten maksimum

yararlanabilmek için kümelerin aynı tipte çok sayıda bileşenden oluşmasını sağlamak yararlı olur.

e)Kalıptan alma işlemi

Bileşenlerin en sert biçimde etkilendiği an, kalıptan çıkarıldığı andır. Bazen karmaşık biçimleniş sonucu artabilen aderans, normal kaldırma konumunda olmayan bileşenin konumu, askı araçlarının gerilmesi sırasında oluşan şok etkisi teorik olarak kesin hesaplanamayan dinamik gerilmelerin bileşen bünyesinde oluşmasına neden olur. Bu sorunların önüne geçmek için öncelikle kaldırma aracı devreye girmeden panelin kalıptan ayrılmasını sağlamak gerekir. Bileşenlerin, malzeme kalitesi ve beton karışımı gibi özelliklerine dikkat etmeden, değişik bitmiş ürünlerin aynı süre sonunda kalıptan çıkarılmaları olumsuz sonuçlara neden olur.

Dönel kalıplardan bileşenlerin alınması sırasında, tablanın yatayla yaptığı açını,70 derece payandalar veya hidrolik bir düzen ile sabitleştirilmesi gerekir.

Kalıptan çıkmış bileşenlerin fabrika içinde taşınması sırasında personelin dolaşım alanlarının taşıma hattı ile kesişmemesine çalışılmalıdır. Çünkü kaldırma halkalarının kopması, sapan halatının kopması veya motorlu taşıyıcının gücünün herhangi bir nedenle kesilmesi sonucu düşecek beton paneller ciddi can ve mal kaybına neden olabilir.

Batarya kalıplarda üretilmiş bileşenler, kalıbın yan yüzleri açıldıktan sonra diğer yüzlerinde çıkartılması sonucu üst taraftaki kaldırma halkalarından yukarı çekilerek kaldırılır ve depolama alanına taşınırlar.

f)Yüzeylerde doku çalışması

Prefabrike bileşenler kalıptan alınmadan önce veya alındıktan sonra çeşitli mekanik ve kimyasal yöntemlerle bir veya her iki yüzeyinde çeşitli dokular oluşturulabilir. Doku çalışmaları iki yöntemle yapılır:

- **Kimyasal yöntemler**

Kalıptan alınan bileşenler belirli sürelerle bir asit havuzunadaldırılırlar, asitte kalma süresi oranında bileşen yüzeyi gözenekli bir doku alır.

- **Mekanik yöntemler**

Bileşenlerin üretimi sırasında bir yüzeylerine yerleştirilmiş olan ince agrega, üzerine basınçlı su, metal parçacıklar veya kum püskürtülerek belirgin hale getirilir. Günümüzde kum püskürtmesi yasaktır, ayrıca bileşenlerin düz veya ince nervürlü yüzeyleri, çekiçleme veya taşlama uygulamaları ile çeşitli dokularda işlenebilir.

2.5 Prefabrike Panel Sistemlerin Depolama Süreci

2.5.1 Depolama alanı

Depolama üstü kapalı bir mekânda fabrika içinde veya hemen yakınındaki depolama alanında yapılır. Depolama fabrika içinde yapılırsa üretimde kullanılan vinç belirli bir program içinde hazır elemanları depoya taşımak için de kullanılır.

Fabrika dışında bir depolama yapılıyor ise zeminde ray üzerinde hareket eden, çoğu kez köprü vinçler depoya kadar ulaşır, fabrikada üretilen hazır parçalar kalıptan alınıp hemen depoya kadar götürülür.

Depolama alanının (stok parkı da denir.)tasarımı eleman çeşitliliğine göre yapılır. Depolama alanı genellikle fabrikanın yani üstü kapalı üretim yerinin alanının 3-6 katı büyüklüğündedir.

Araştırmalar fabrika tasarımında aşağıdaki verilere uyulması gerektiğini ortaya koymuştur.

-Üretim merkezindeki (fabrika içi) yollar fabrika alanının %20-25kadar olmalıdır.

-Üstü kapalı üretim alanı (kalıpların bulunduğu yer) tüm alanın (yani hammaddede,beton santrali, depo vb. dahil) %15-30 u kadar olmalıdır.

Depo alanı tüm alanın %40 -60 ını kapsamalır.

Elemanlar yatay ve düşey pozisyonda depolanır.

Depolama pozisyonu elemanların yapı içinde alacağı pozisyonda olmalıdır.

- Yatay depolamada üst üste araya takozlama ile yerleştirme yapılır. Mümkünse aynı boyuttaki elemanlar istiflenir.
- Düşey depolamada elemanlar arası boşluk bırakılarak yan yana yerleştirme söz konusudur. Düşey depolamada alanda bir küçülme sağlamakla birlikte depolama işlemi güçleşmektedir.

2.5.2 Depolamada kullanılan araçlar

Depolamada prefabrike elemanların ağırlıklarına, boyutlarına ve depolama yerine bağlı olarak çeşitli araçlar kullanılır(Aksoy, 1994).

Prefabrike elemanların üretim merkezlerinde depolanması aşamasında yürüyen köprülü kreyn, kulevinç(kreyn),forklift vb. araçlar depolama sürecinde kullanılır.

Küçük elemanların depolama parkına taşınması forkliftlerle veya basit bir vinçle gerçekleşir. Büyük elemanlar mobil vinçler, kulevinçler, gezer köprü vinçler ile taşınır.

Prefabrike elemanlar şantiyeye taşındıktan sonra montajları doğrudan taşıma aracından alınarak yapılmazsa ikinci bir depolama işlemi yapılır. Depolama işleminde montajda kullanılan araçlar kullanılır. Depolama alanı montaj araçlarına yakın bir biçimde düzenlenmelidir. Bu şekilde araçların en sağlıklı şekilde kullanımı sağlanır ve çeşitli hasarları minimuma indirir.

2.6 Prefabrike Panel Sistemlerin Taşıma Süreci

Taşıma evresi üretim ile montaj evreleri arasında yer alır. Taşıma karayolu, demiryolu ve havayolu ile yapılır.

A.B.D 'de hafif hücrelerin taşınmasında helikopter kullanılmaktadır.

Araştırmalar, taşıma mesafesi ve prefabrike elemanların sayısına bağlı olarak karayolu, demiryolu ve denizyolu ile yapılan taşımalarda taşıma maliyetlerinin çok farklı olduğunu ortaya koymuştur.

Genel olarak en pahalı taşıma karayolu, sonra demiryolu gelmektedir. En ucuz taşıma ise ürün miktarının belli bir düzeyin üstüne çıkması durumunda deniz yolu ile yapmaktadır. Genelde taşımanın karayolu ile yapılması ve bu tercihin yaygın olmasının nedeni mevcut prefabrike sistemlerinin çoğunun karayolu taşımaya uygun olarak tasarlanmış olmasındandır.

-Batı Avrupa'da büyük fabrikaların demiryolu bağlantısı olduğu görülmektedir. Ancak demiryolu taşınması genellikle karayolu taşınmasıyla tamamlanmak zorundadır.

-Karayollarında sınırlamalar vardır. Örneğin tünel, köprü yükseklikleri (gabari) ,yol genişliği, yol yüzeyinin durumu, trafik kuralları ve trafik yoğunluğu hazır elemanların boyut sınırlamalarının beraberinde getirir.

Boyut sınırlamalarını aşmak için bazı yöntemler geliştirilmiştir. Örneğin: Taşıma aracı üzerine monte bir hidrolik sistem yardımıyla düzlemsel elemanlar (döşeme elemanları) 70 derece eğimli durumda taşınabilmektedir. Böylece eleman genişliği yönünde kapladığı yer azalmakta ve gerekirse şantiyede elemanlar yatay pozisyonda araçtan alınabilmektedir. Başka deyişle döşeme elemanları taşınırken eğimli kaldırılırken yatay pozisyonda olabilmektedir.

-Hazır eleman başına düşen taşıma maliyetini düşürmek amacıyla aracın "kapasite kullanımını " ve "rotasyonu" rasyonelleştirilmiştir. Araç sayısının aşırı artmaması için rotasyon (fabrikadan çıkıp, şantiyeye varış mal boşaltma ve fabrikaya dönüş)süresinin mümkün olduğunca kısa olması istenir.

-Ürün maliyet içindeki taşımadan gelen pay taşımalarının uzaklığını belirler. Taşımadailke, pahalı ürün ucuz olandan daha uzağa taşınabilir şeklindedir.

Prefabrike elemanlarının taşıma giderlerinin kabul edilebilir sınırı, toplam üretim giderlerinin %5-7si dolayındadır.

-Elemanların boyut ve ağırlıklarının büyük oluşu da taşıma sınırı uzaklığını olumsuz etkiler. Bu nedenle:

-Büyük boyutlu ve hazır elemanlar şantiyede veya çok yakınında (10 kn dolayında) üretilirler.

-Düzlemsel hazır elemanların (döşeme, duvar vb.) taşıma sınırı 150-160 kn'dur.

-Ağır betonarme hücreler 16-24 km uzaklığa taşınabilir.

-Hafif prefabrike elemanlar ise 900 km uzaklığa taşınabilir.

Yukarıda verilen taşıma mesafeleri genelde tüm üreticiler tarafından kabullenilmiş değerlerdir. Ancak bazen "rekabet" nedeniyle bu ortalama değerlerin çok üstünde taşıma uzaklıklarına rastlanabilmektedir.

Yukarıda araç rotasyon süresinin optimizasyonundan bahsetmiştik. Taşıma aracının fabrikada yüklenmesi, şantiyeye gidiş mal (yük) boşaltma ve dönüş süresinin rasyonelleşmesi gereğine değinmiştik. Bu süreçte 3 yaklaşım söz konusu olmaktadır:

1-Montaj doğrudan araçtan yapılır. Araçbekler. Bu yaklaşım en kötü çözümdür.

2-Araç şantiyede depolama parkına yükünü boşaltır ve fabrikaya döner. İlk yaklaşıma göre süre kısalmıştır. Ancak hazır elemanların şantiyede ki depolama parkından monte edilecekleri yere, taşınması ara taşıma- yükleme gerektirir. Zira şantiyede fabrikadaki gibi taşıma sistemi yoktur.

3-Araç (çekici) çektiği yük dolu römorku şantiyeye bırakır. Daha önce ve boşalmış olan römorku alır ve fabrikaya döner. Şantiyede kalan dolu römorktan montaj yapılır. Yani: 1 çekici için 3 römork kullanılır. Biri fabrikada, ,biri yolda, bir diğeri ise şantiyededir.

Araç rotasyonu için en **rasyonel** çözüm bu 3. Yaklaşımdır.

3. BÖLÜM

PANEL SİSTEMLERDE BİRLEŞİMLER

Panel sistemlerde asıl konu büyük boyutlu ağır panoların düğüm noktaları detaylarıdır.

3.1 BÜYÜK BOYUTLU AĞIR PANOLARIN BİRLEŞİMLERİ (DÜĞÜM NOKTALARI)

Prefabrike büyük beton panolar arası birleşimleri; iç duvar panoları arası birleşimler, döşeme panoları arası birleşimler ve dış duvar panoları arası birleşimler olmak üzere üç büyük kategori halinde sınıflandırılabilir.

3.1.1 İç duvar panoları arası birleşimler

Yatay birleşimler ve düşey birleşimler olmak üzere ikiye ayrılır.

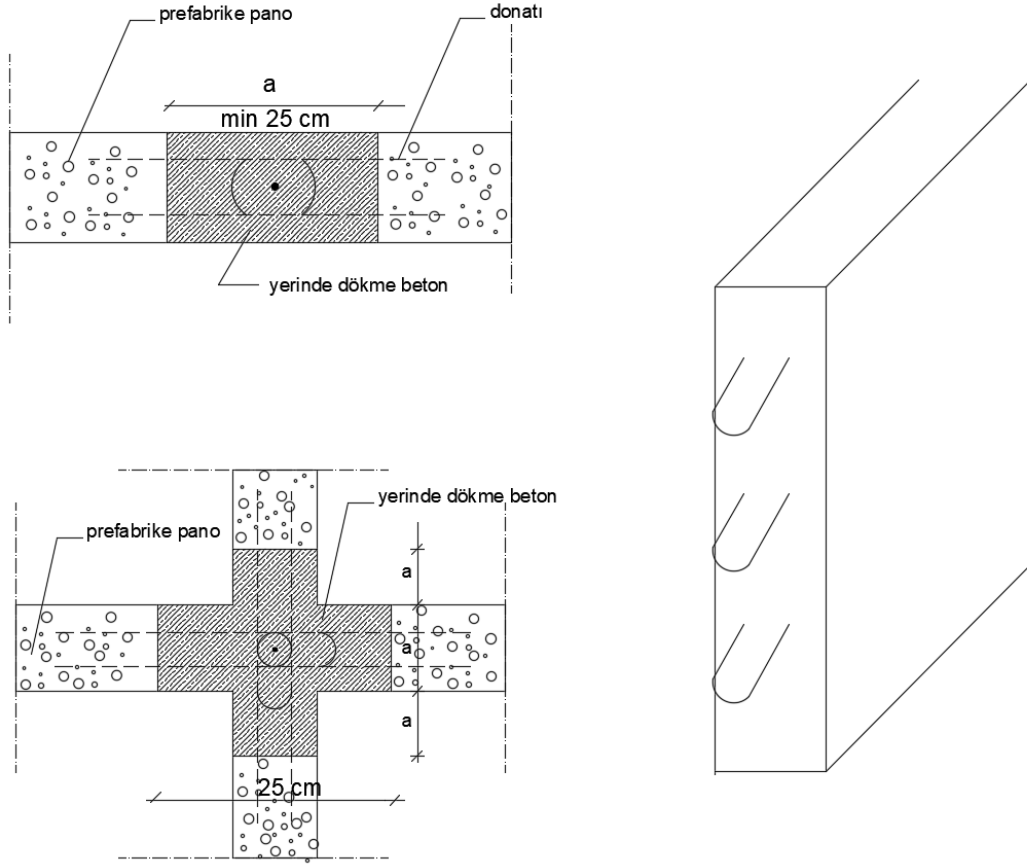
a) Düşey Birleşimler

Düşey birleşimlerde yatay kesit düşey derzler vardır ve üç sınıfa ayrılır. Bunlar;

- **Düz kenarlı panoların birleşimler**

Bu birleşim detayını incelediğimizde şu tespitleri yapabiliriz.

Şantiyede kalıp işçiliği ve uygulama kolaydır. Kalıp elemanları düzdür. Yüksek binalar söz konusu ise, yatay yükler (rüzgâr, deprem) birleşimi arasında düşey makaslama kuvvetlerine neden olur. Bu kuvvetler pano kenarlarından çıkan donatı ile alınır. Ancak bu donatının genellikle az bir mukavemeti vardır ve sayılarının olduğu görülmektedir. Betonun bu donatıyı yeteri kadar kapatabilmesi için a boyu yani derzin (birleşim) beton dökülecek bölümü 20-25 cm gibi yeterince olmalıdır.

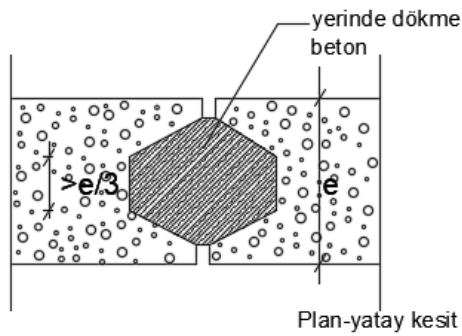


Donatı yan yüzden oluşur.

Şekil 3. 1 : Düz kenarlı panoların birleşim detayı

Panolar arasında şantiyede dökülen bağlantı betonu taze olduğu için kısılabılır yani, rötre yapabilir ve fabrikada önceden üretilmiş betonu daha yaşlı ve daha dayanıklı hale gelmiş pano kenarlarından ayrılabilir, kopabilir.

- **Boğazlı derzli (pano kenarı boğaz..) birleşim**



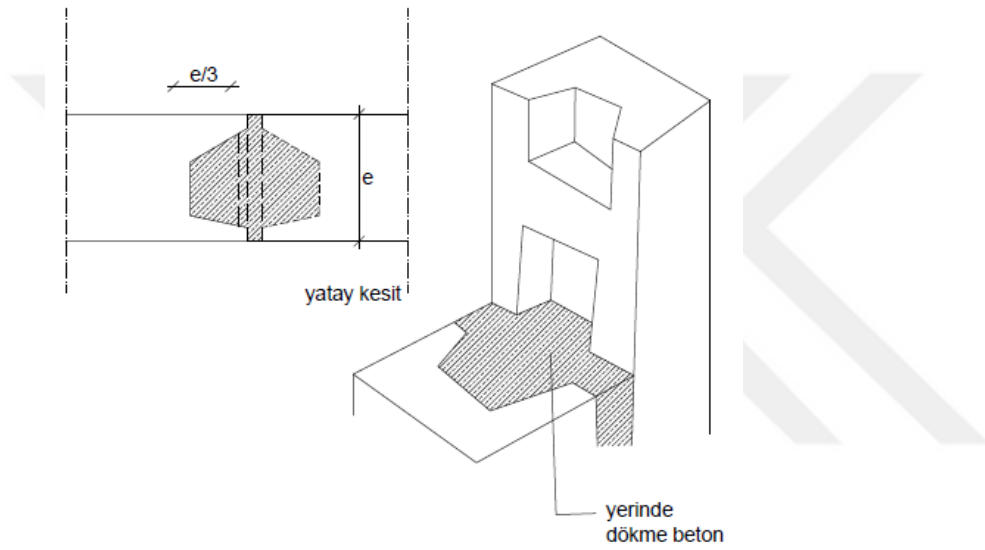
Şekil 3. 2 : Boğazlı derzli birleşim detayı

Düz kenarlı panolara göre daha az bağlantı betonu gerektirir.

Şantiyede daha az kalıp ve kalıp işçiliği gerektirir. Rötne riski minimumdur.

Düz kenarlı panolara kıyasla daha büyük olan aderans yüzeyleri makaslama kuvvetlerine daha iyi dayanacaktır. Kalıp kenarları düz kenarlı panolara göre daha komplike olduğu görülüyor. Köşelerin ince olduğu taşıma ve montaj sırasında kırılma olasılığı olduğu görülüyor.

- **Dişli kenarlı panoların birleştirilmesi**



Şekil 3. 3 : Dişli kenarlı panoların birleştirilmesi

En iyi tip olduğu kanısındayız. Donatı metal çubuklarıyla birlikte çalışan pano kenarlarındaki küçük dişler sayesinde makaslama kuvvetleri en iyi şekilde karşılayacağı görülüyor. Kalıp kenarları dışta olması nedeniyle pahalı olacaktır. Öte yandan bağlantının düşey donatısının yerleştirilmesinin olacağı kesindir.

b) Yatay Birleşimler

Yatay birleşimlerde düşey kesit yatay derzler vardır ve iki sınıfa ayrılır;

Üstteki panonun yatay yönde deplasmanı riski yoktur. Çünkü birleştiren betona 2,5 cm girer. Birleşim sırasında alttaki duvar görülmektedir. Dolayısıyla panonun eksantrikyerleşim riski yoktur. Pano geçici olarak yumuşak metal yastık üzerine oturtulur. Bu tapalar alttaki panonun üstünden çıkan 2 metal tüp üzerine (konur)yerleştirilmiştir. Bu teknik bir imkân sağlayacağı görülüyor.

-Montaj ayarı (panoyu tam eksene oturtma)

-Binanın montajı ilerledikçe metal tapalar giderek ezilecek ve yükler yatay bağlantı betonuna giderek yayılacaktır.

-Çekme kuvvetleri sadece düşey birleşim derzleriyle alınacaktır.

3.1.2 Döşeme Panoları Arası Birleşimler

a)Taşıma yönüne paralel mesnet üzerinde olmayan birleşimler

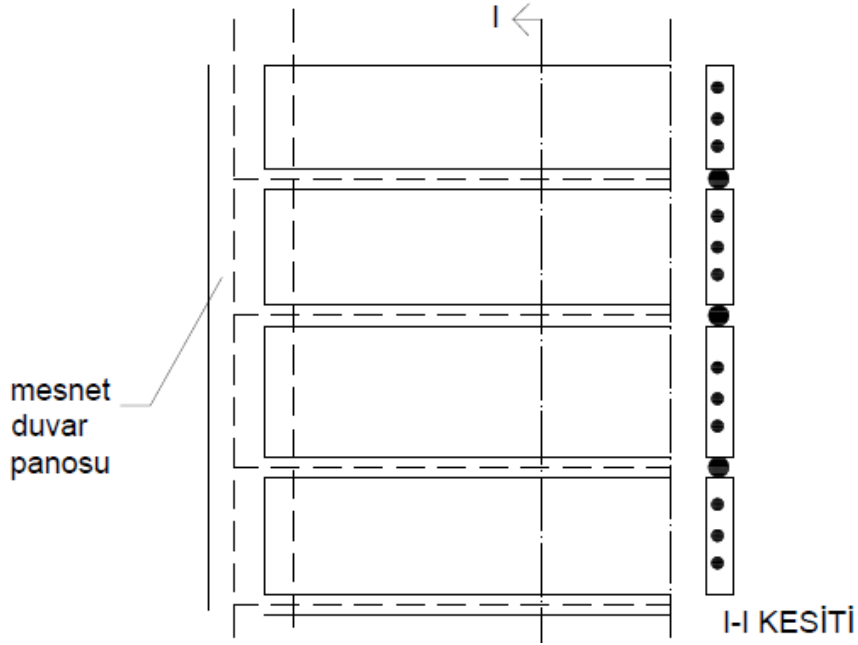
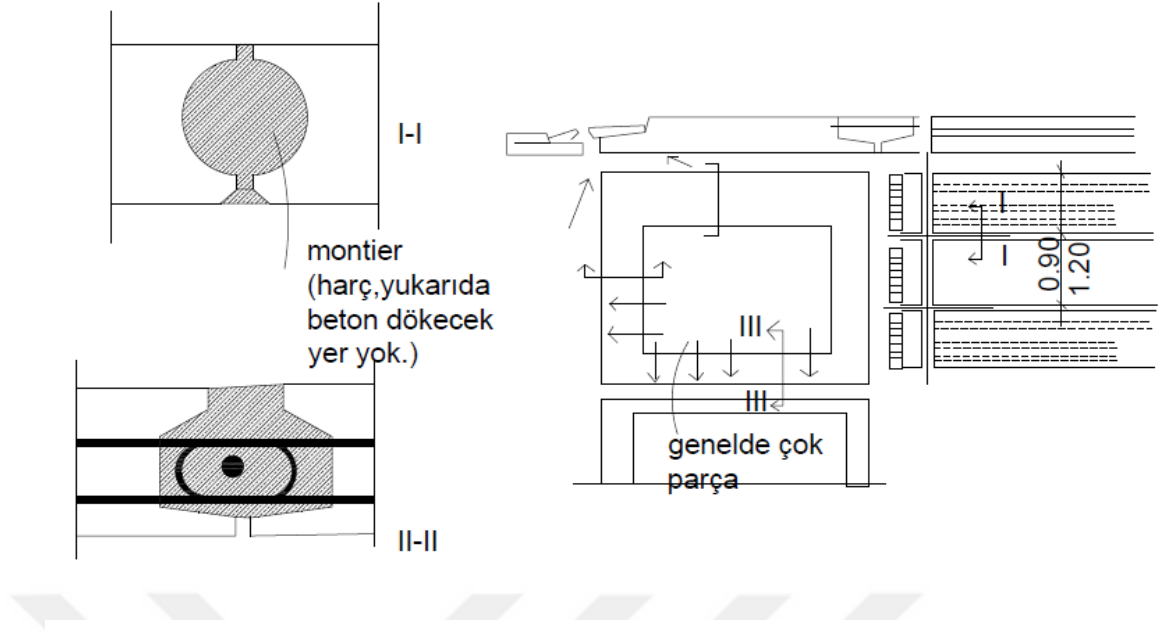
- **Dar birleşimler (derzler)**

Basit bir ekipman ve az miktarda dolgu malzemesi gerektirirler. Harcın panolara yapışması pek iyi mukavemet sağlamaz. Şöyle ki:

Yanyana 2 pano arasındaki (düşey yönde) sehim farklı deformasyonlara iyi mukavemet sağlamıyor.

-Deprem kuşağında; yatay yüklere karşı zayıf bir bağlantı var.(çok parçalı ise özellikle)

-Mesnetlerine deplasmanına karşı iyi mukavemet sağlamaz.



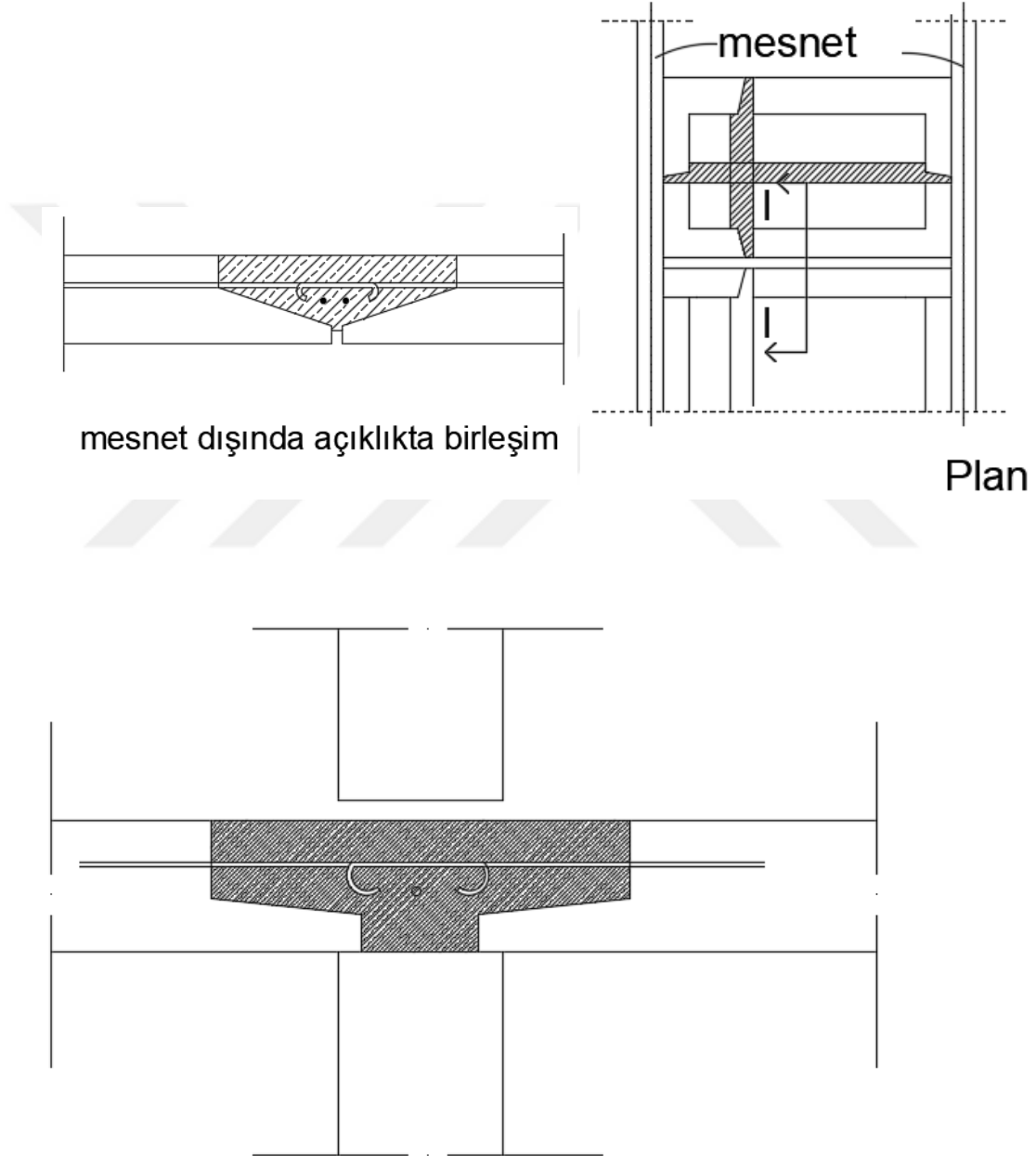
Şekil 3. 6 : Taşıma yönüne paralel mesnet üzerinde olmayan dar birleşimler

Özetle, bu tip birleşim derzlerinde harcın pano yan yüzlerine iyi yapışmaması söz konusudur. Döşeme tek yönde çalışır.

Yani harç (bağlayıcı beton) panolardan ayrılır. (panoların biraz deformasyon halinde)dolayısıyla ses yalıtımı ve yangın korunumu yönünden mukavemet düşmesine yol açar.(alev, zehirligazlar, araboşluklardan geçer.)

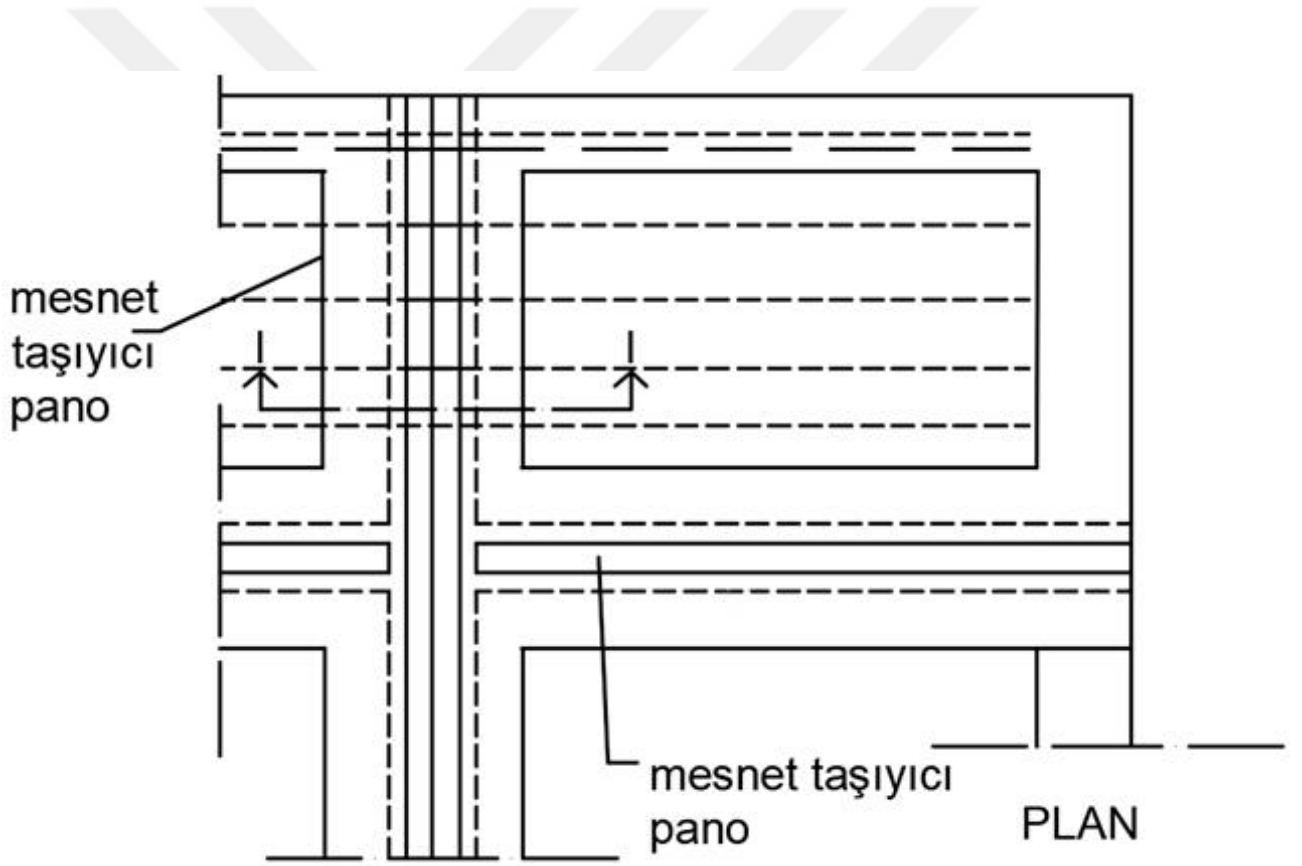
- **Geniş birleşim (Derzler)**

Birleşim betonarme bir bağlantı sağlar. Mukavemeti iyidir ve döşemeden beklenen taşıma görevini yerine getirir. Bu birleşim için önemli miktarda malzeme ve el emeği gerekir. Kalıp yan yüzleri daha pahalıdır. Döşeme iki yönde çalışır.

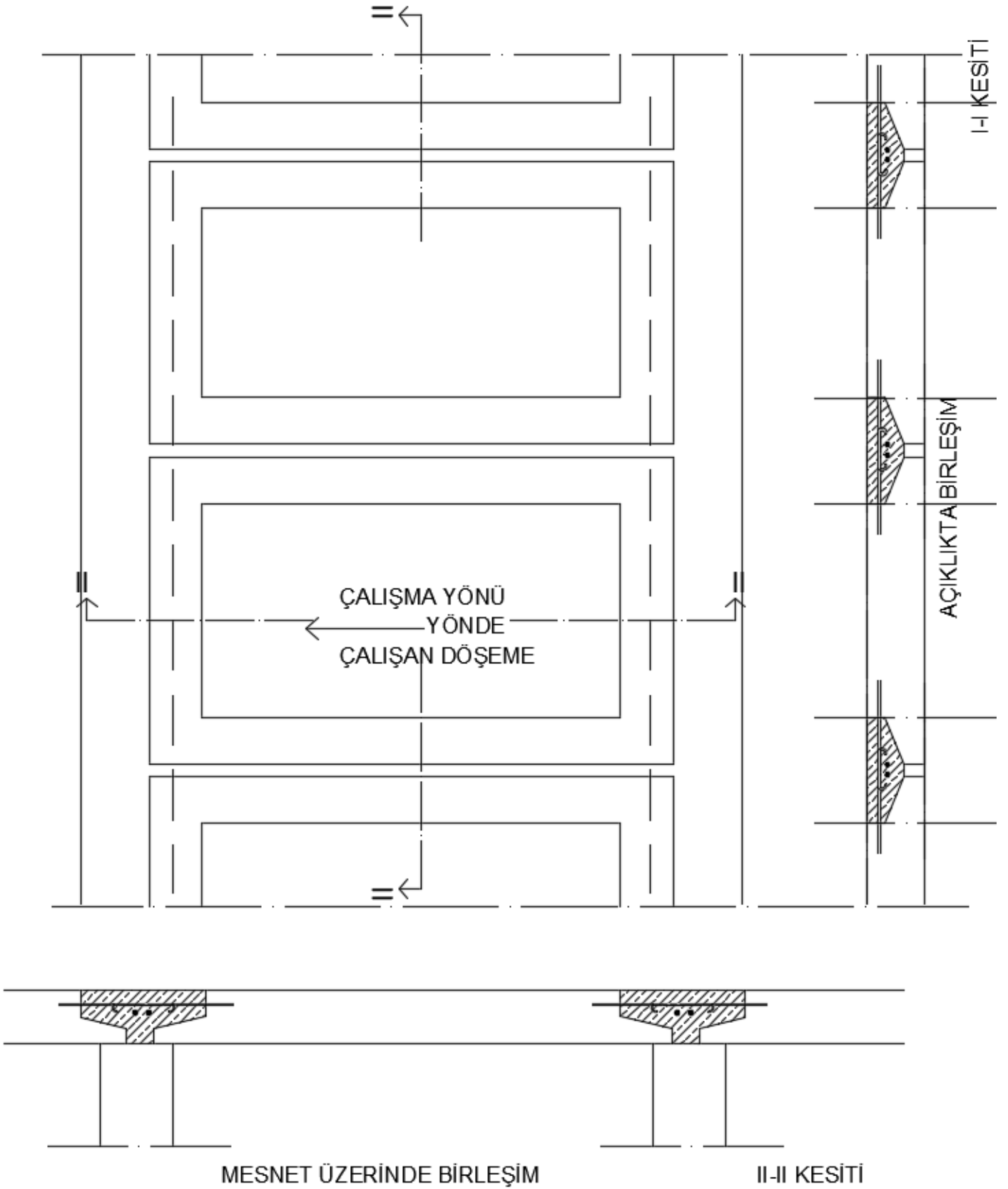


Şekil 3. 7 : Taşıma yönüne paralel mesnet üzerinde olmayan geniş birleşimlerin mesnet dışında açıklıkta birleşimi

Mesnet üstünde birleşim



Şekil 3. 8 : Taşıma yönüne paralel mesnet üzerinde olmayan geniş birleşimlerin mesnet üstünde birleşimi



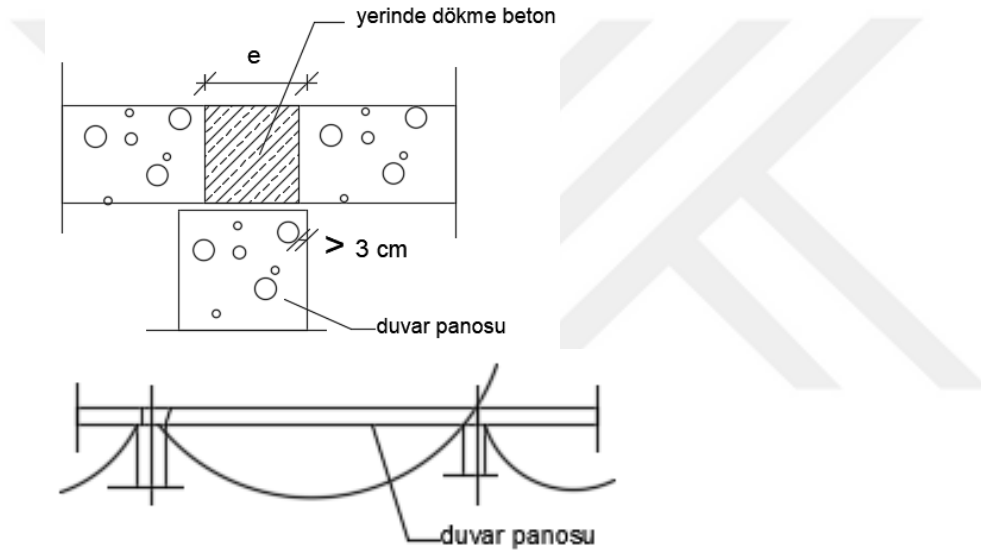
Şekil 3. 9 : Taşıma yönüne paralel mesnet üzerinde olmayan geniş birleşimlerin mesnet üstünde birleşim örneği

b) Taşıma açıklığına dik yönde mesnetler üzerinde (panolar) birleşim

- **Düz kenarlı döşeme elemanlarının birleşimi**

Birleşim basit ve ucuzdur. Mesnet(0) doğrusal ve devamlı olmalıdır. (düz gitmelidir.) Mesnetler tarafından hiçbir negatif moment alınamaz. Başka deyişle mesnetle moment “0”dır.(Sürekli çalışmayan döşeme)

Mesnette pano oturma payı küçük ise yatay bir deplasman durumunda döşeme panosunun düşme riski vardır.



Şekil 3. 10 : Taşıma yönüne dik yönde mesnet üzerinde düz kenarlı döşeme elemanlarının birleşimi

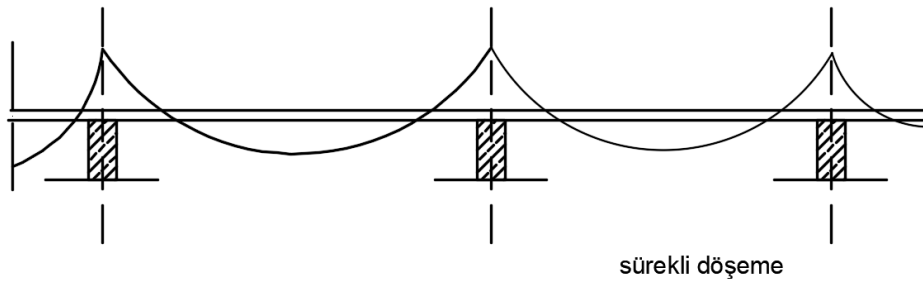
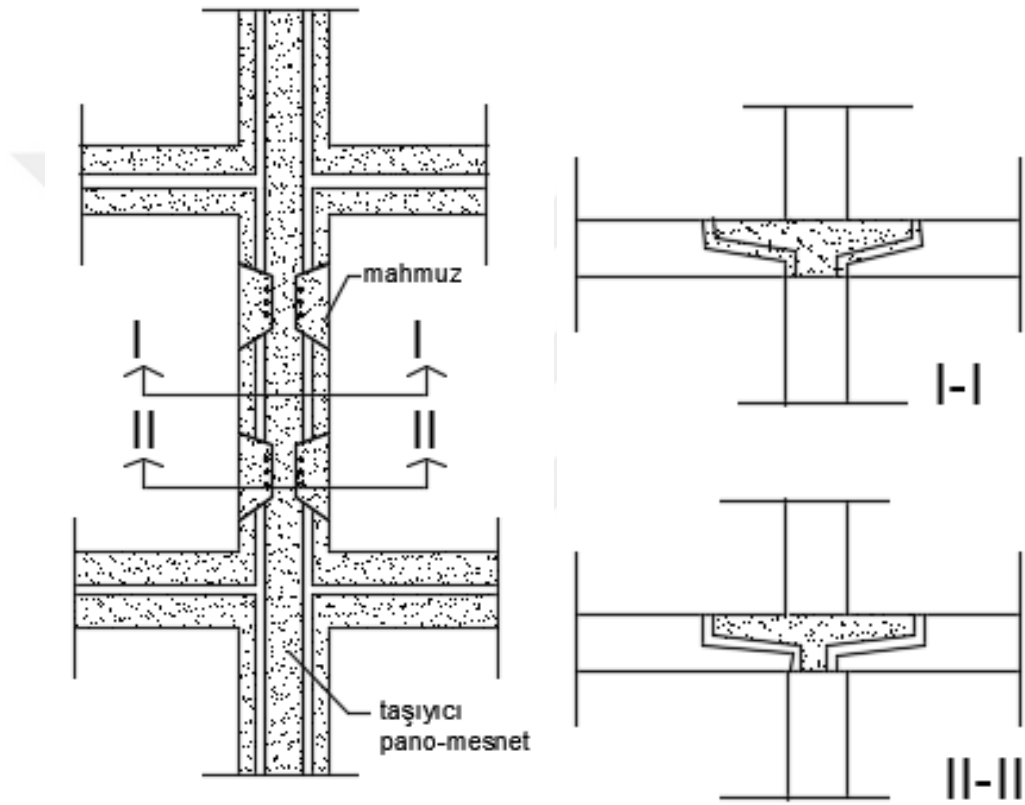
Yatay yüklerin etkisi durumunda beton dolgunun genişliği (e) donatı için yeterli boşluğa sahip değildir. Bu nedenle döşeme monolitik (sürekli) yatay bir eleman olarak kabul edilmez. Çünkü sürekli döşeme gibi çalışmaz, Döşeme panelleri mesnet üzerinde devamlılığı korumaktadır. Ayrık döşeme gibi çalışmaktadır.

- **Profilli kenarlı panoların mesnette birleşimi**

Döşeme önce 4 mahmuz ile mesnede geçici olarak yerleştirilir.(aralarında yeterli boşluk bırakılarak) Donatılı bir bağlantı betonu dökülür. Döşeme monolitik bir

(sürekli döşeme çalışan) bütün plak gibi ele alınabilir.(Şekil 115)Önemli bir el işçiliği ve malzeme bu birleşim için gerekir. Kalıp profilleri (kenarları) daha pahlıdır.

Bu bileşimin en önemli avantajı: üst kat duvar panelinin tam eksene yerleştirilme olanağıdır. Zira bu panel yerleştirilirken alt katın paneli görülebilmektedir. Bu durumda eksantrik bir montaj yerleştirme riski ortadan kalkmaktadır.



Şekil 3. 11 : Taşıma yönüne dik yönde mesnet üzerinde profilli kenarlı panoların mesnette birleşimi

3.1.3 Dış duvar panoları arası birleşimler

Başlıca üç prensip görülmektedir:

a-Uç uca (kafakafaya)yan yana yerleşim

b-Etaş(geçirimsiz) perdeli derzler (birleşimler)

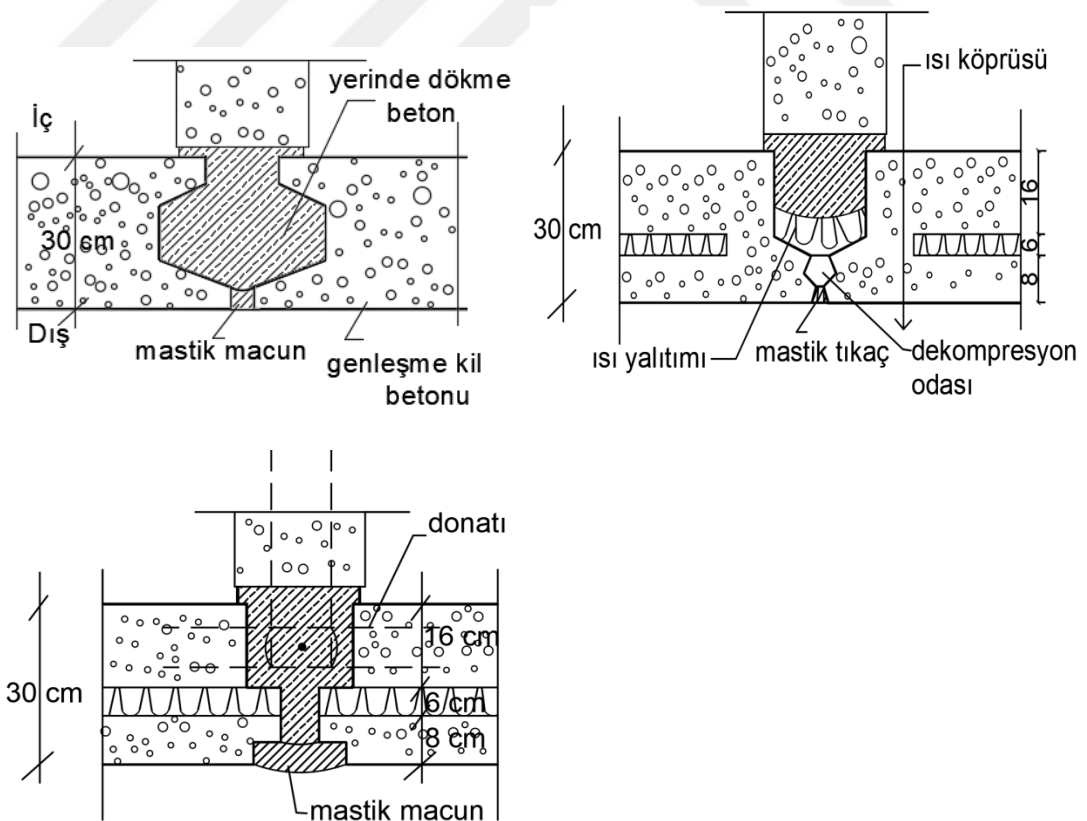
c-Şekilleriyle görev yapan derzler(geometrik derz)

a-Uc uca birleşim derzleri (kenar kenara)

Düşey birleşimler

- Strüktürel bağlantı varsa, yani cephe panoları taşıyıcı ise bu detaylar uygulamaktadır:

Pano çift tabakalı ise iç tabakanın kalın olması gerekir. (=16 cm) (esas taşıyıcı kısım)



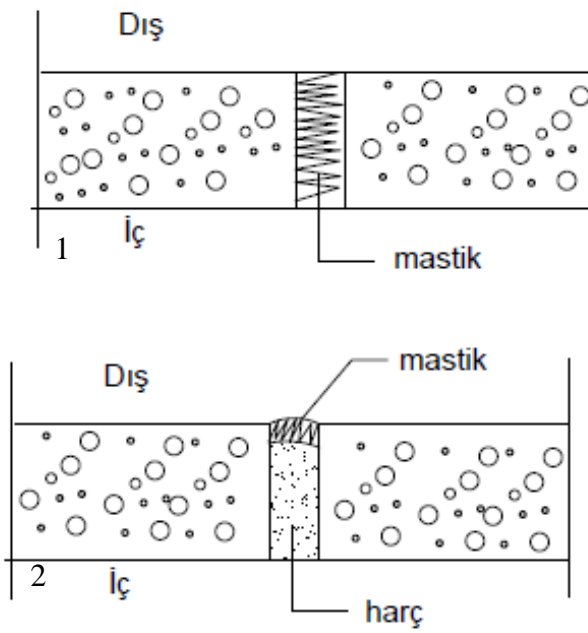
Şekil 3. 12 : Dış duvar panoları arasında uc uca düşey birleşim örneği

Böyle bir birleşimin uygulanması basittir. Doldurulacak boşluğun küçük olan boyutları betonun çok plastik kuramda (viskoz) olmasının gerektirecektir ve azar azar perdepey dökülmesi gerekir.

Malzeme genişmiş kil betonu ise kalınlık 30 cm olmalıdır, dolgu çim betonu ile yapılır. Dolgu önüne ayrıca bir ısı yalıtımı gerekmez.

1-Panolar arası strüktürel bağlantı yok ise (panolar taşıyıcı değil);

2-Doldurulmuş (dolgulu derzler) derzler

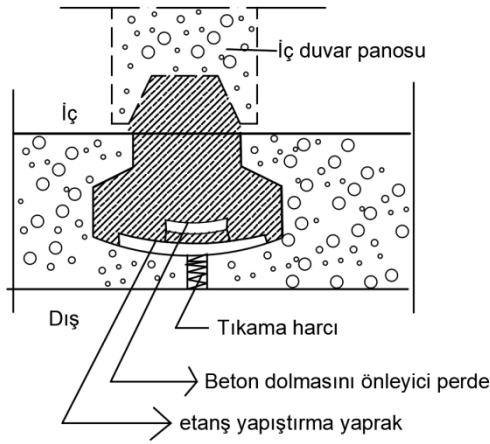


Şekil 3.13 : Uc uca birleşimlerde panolar arası strüktürel bağlantının olmaması ve dolgulu derzlerin örneği

Şekil 1’de ara boşluk tamamen mastik malzemelerle doldurulabilir. Mastik miktarını azaltmak için arka tarafta (iç yüzde) bir dolgu harcı konulabilir. Şekil 2’de etanşlık(geçirimsizlik) içindir.Bir koruma hattı (mastik) vardır. Harcın çatlama olasılığı olumsuzluktur.

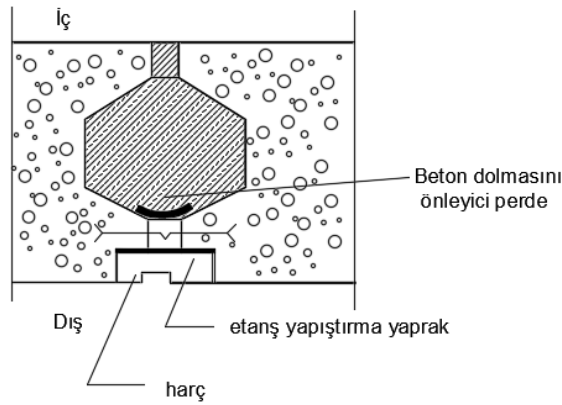
b) Etanş(geçirimsiz) perdeli (bariyerli)derzler

• İç etanş perdeli



Şekil 3.14 : İç ve dış duvar panoları arasında iç etanş perdeli derz

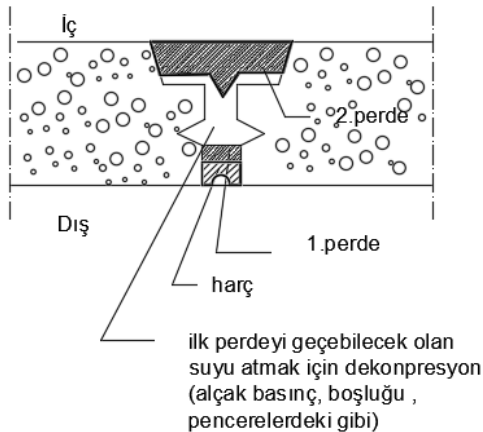
• Dış etanş perdeli



Etanş perde içte, dışta veya iki yerde de olabilir.(çift (mania) bariyerli) Bitümlü kananiçe sıcak olarak yapıştırılmalıdır.(sıcak uygulama) Harç bir tür fizik koruyucu gibidir. Lakin kötü hava koşullarına karşı bir engelolmadığı kabul edilmelidir.

Şekil 3.15 : İç ve dış duvar panoları arasında dış etanş perdeli derz

• Çift etanş perdeli

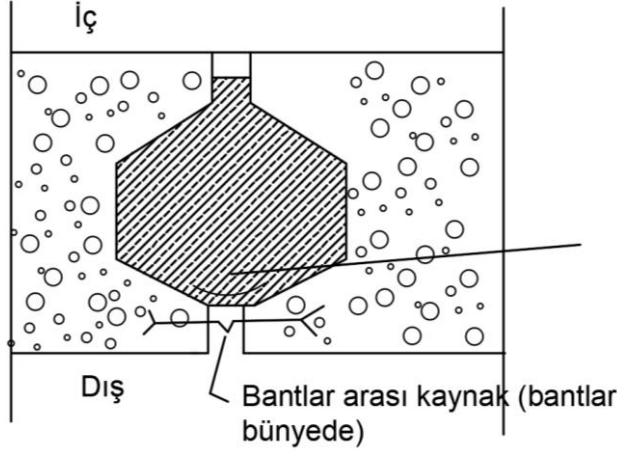


Tek etanş (geçirimsiz)perdeliye göre daha iyi bir çözüm olduğu görülmektedir.

Şekil 3.16 : İç ve dış duvar panoları arasında çift etanş perdeli derz

- **Kaynaklı plastik malzemedan etanş perdeli derz**

Pvc perde bir etanş perde oluşturacak şekilde dış tarafa konuyor. Daha çok soğuk bölgelerde uygulanan bir çözümdür. Dekompresyon boşluğu olmayabilir, yerine koymak işçiliği pahalı bir çözüm olduğunu gösteriyor.



şekil 3. 17 : İ ve dış duvar panoları arasında kaynaklı plastik malzemedan etanş perdeli derz

3.1.3 şekilleriyle görev yapan birleşimler (derzler)

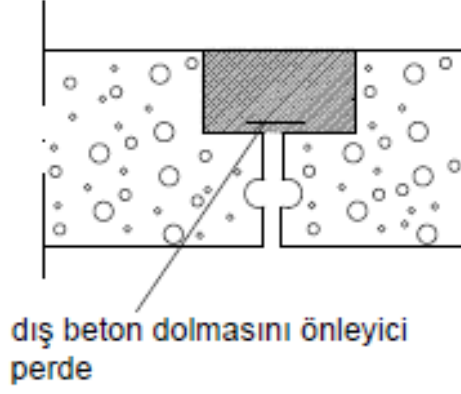
Açık derzler, geometrik derzler

a)Düşey derzler-Birleşimler

Bu tip birleşimlerde düşey derzler yatay kesit vardır.

- **Düz kenarlı derzler**

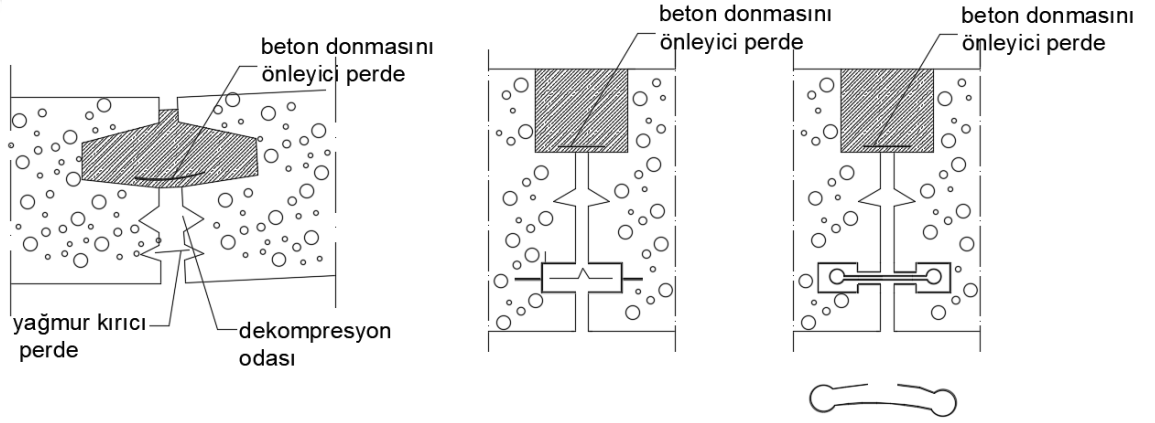
Sadece 1 dekompresyon (alçak basınç)boşluğu var. Uzaklaştırılacak, boşaltılacak su miktarı çok.



Genellikle hiçbir etanşlık malzemesigerektirmez. Havaya karşı etanş değildirler. Birleşim derzinin kalitesipano (kenar)yüzey kalitesive yerleştirme (pano için) toleranslarına bağlıdır. Pano kenarları için kurulma riski üretim sonrasında özen gösterilmesini gerektirmektedir.

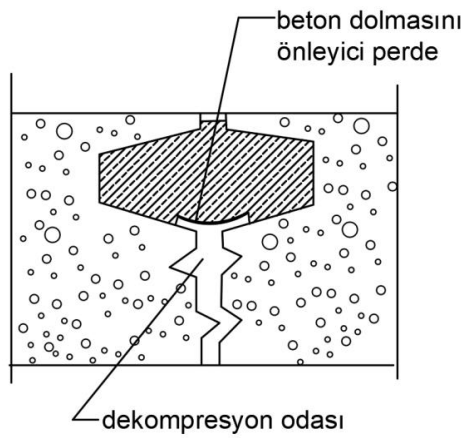
Şekil 3. 18 : Düz kenarlı düşey derz örneği

- Dekompresyon(alçak basınç)odalı birleşim-derz



Şekil 3. 19 : Dekompresyon odalı birleşim

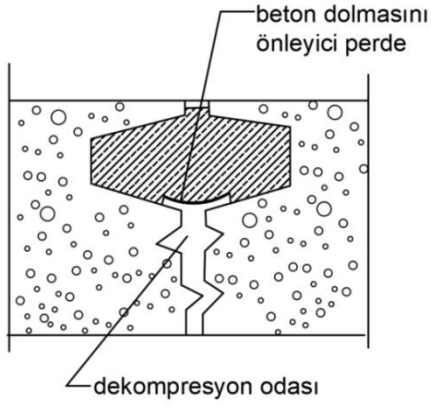
- Zigzaglı derz



Dekompresyon oda boşluğundan başka uzaklaştırılacak su miktarı en az olacak şekilde bir zigzag kenar profil oluşturulmaktadır.

Şekil 3. 20 : zigzaglı derz örneği

- **Kanalıklı derz**



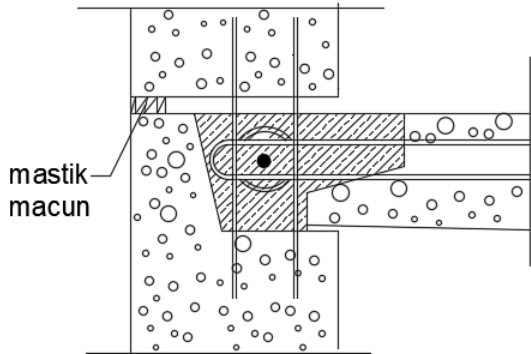
Dekompresyon odalarından başka, birde kenar profilde eğimli kanalıklar vardır.

Şekil 3. 21 : Kanalıklı derz

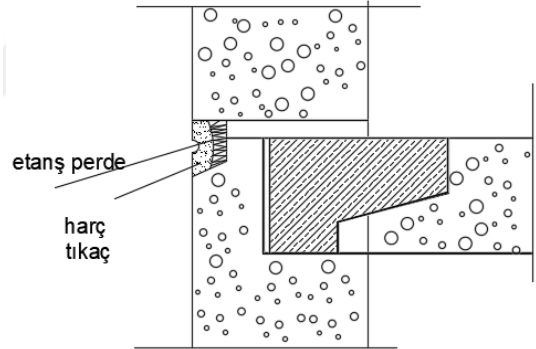
b) Yatay derzler-Birleşimler

Bu birleşimlerde yatay derzler düşey kesit varır.

- **Uc uca derzler**

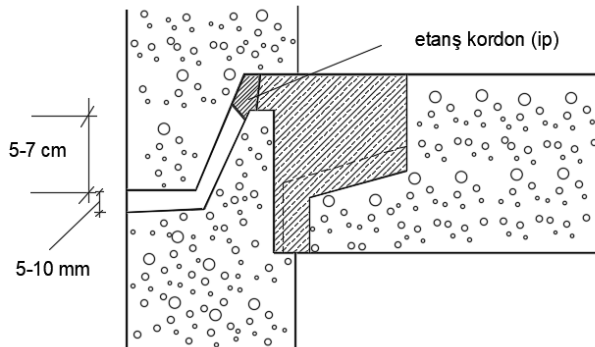


Etanş perdeli



Şekil 3. 22 : Uc uca ve etanş perdeli derz örnekleri

- **Şekilleriyle görev yapan**



Minimum 5-7 cm bir örtme gerekir.

Şekil 3. 23 : Şekilleriyle görev yapan yatay derz örneği

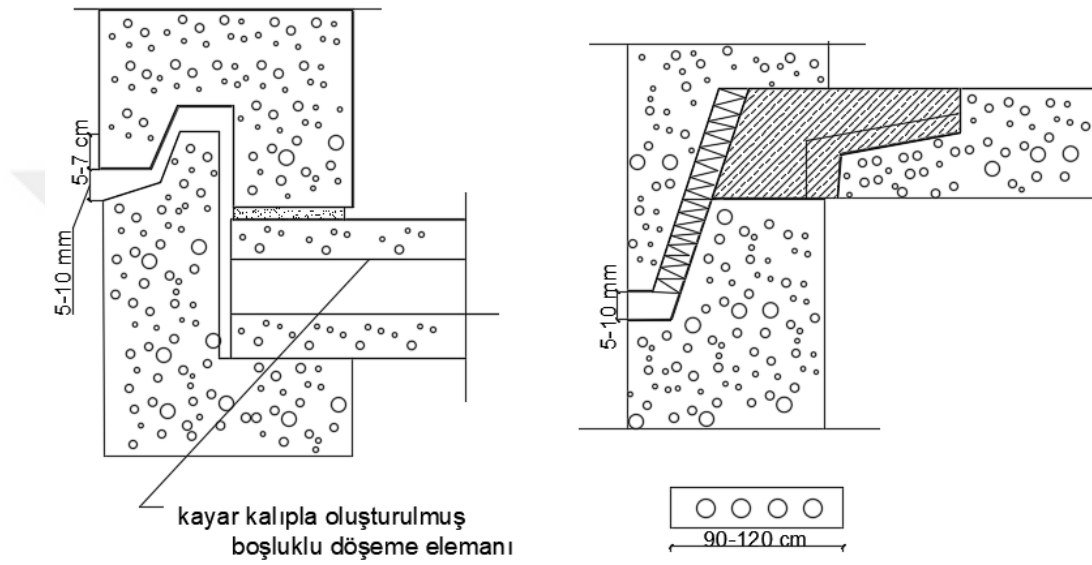
-Taşıyıcılık performansı

-Stabilite

-Mukavemet

-Koruyuculuk performansı

-Su –Isı-Ses



Şekil 3. 24 : Kayar kalıpla oluşturulmuş boşluklu döşeme elemanının yatay derz örneği

Derzde kapilarite sorunlarını önlemek bakımından 5-10 mm olmalıdır. Mutlaka gerekmemekle birlikte bir etanş(geçirimsiz) kordon kullanılması yaygındır.

4. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkelerdeki demografik değişimler geleneksel sistemleri yeterli kılmaz ve endüstrileşmiş üretime geçişi doğurur. Endüstrileşmiş üretimin sağladığı avantajlar: produktivitenin yükselmesi, maliyeti belirgin derecede düşürmesi, kalitenin artması ve mal teslimi işleminin piyasanın talebiyle uyum içinde olmasıdır. Amaç sürekli büyük ölçekte üretime geçilmesi üretkenliği arttırmaya yönelik teknik ve ekonomik çözümlerin yaygın bir şekilde uygulanmasıdır. Buradan endüstriyel üretim sistemlerinin geleneksel sistemlerden farklı olarak rasyonalizasyon, mekanizasyon, seri üretim, standartlaşma ve prefabrikasyon kavramlarını ortaya koyar.

Prefabrikasyon “bir bütünün parçası olan standartlaştırılmış elemanların önceden üretimi ve bunu takiben yine önceden tespit edilmiş bir plana göre bir araya getirilmeleri öngören bir üretim ve inşa sistemidir” olarak tanımlanmaktadır. Bize sunduğu avantajları düşük toplam maliyet, hızlı yapım ve yüksek kalitedir. Bu avantajlardan faydalanabilmek için ülke düzeyinde ve proje düzeyinde bazı koşulların gerçekleşmesi gerekir.

Endüstrileşmenin temel özelliklerini şöyle sıralayabiliriz: iş bölümü, işlemlerin sıralanması, kesintisiz ve sürekli üretim, tekrar ve işlemlerde uzmanlaşma, makinalaşma, standartlaştırma, kaynakların en az israfı, yönetsel işlevlerin yerine getirilmesi.

En önemli özelliklerden biri olan standartlaşmadır. Ürün türlerinin sayısını sınırlı tutmak kaynakları sınırlı sayıda ürün türünde yoğunlaştırmak ve böylece üründe standartlaşmayı sağlamak gerekir. Böylece produktivite artar. Standartlar süreci, nesneyi, çevreyi ve soyut olguları kapsar. Standartlaşmada boyutsal koordinasyon ve modüler koordinasyon vardır.

Endüstrileşmiş üretimde sınırlı sayıda olan modellerin büyük seriler halinde produktivite yani yüksek endüstrileşme düzeyine ulaşarak üretilir.

Yüzyıllar içerisinde insanoğlunun ihtiyaçları değişim ve gelişim göstererek prefabrikasyonu meydana getirmiştir. Endüstri devrimiyle beraber dökme demir,

çelik, beton gibi malzemelerin ortaya çıkmasıyla endüstrileşme başlamış olup ikinci dünya savaşından sonra prefabrikasyon metodları yaygınlaşmıştır. Prefabrikasyonun ortaya çıkmasında en önemli etkenler; ekonomik, sosyal ve teknik faktörlerdir. Prefabrike sistemler zaman içerisinde gelişim göstererek belli bir seviyeye ulaşmasına rağmen Türkiye’de çok fazla yaygınlaşmamıştır. Bu çalışmada beton bünyeli prefabrike panel sistemlerin tanıtımı ve panel sistemlerin düğüm noktalarının tasarım sorunları ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir.

Prefabrike sistemlerde; üretimin yapıldığı yer açısından, yapım sistemleri açısından, panoların ağırlıkları açısından, kalıpların üretim sırasındaki pozisyonuna göre, taşıyıcı sistem biçimlenişi açısından, üretim ve pazarlama açısından olmak üzere 6 şekilde sınıflandırılma yapılmaktadır.

Yapım sistemleri arasında sınıflandırdığımızda tam endüstrileşmiş sistemler, kısmen endüstrileşmiş sistemler ve gelişmiş geleneksel sistemler olarak ayrılırlar. Kalıpların üretim sırasındaki pozisyonlarına göre yatay ve düşey üretim olarak sınıflandırabiliriz. Yatay üretim düşey üretime göre daha avantajlıdır. Yatay üretimde bileşen boyutlarında değişiklik yapılabilir. Bu kalıpların yan yüzlerinin iki yönde hareket edebilirken ve boyut çeşitliliğine imkân verirken (esnek kalıp)düşey (batarya) kalıplarında bu olanak yoktur. Yatay yöntemle bileşenlerin üzerine çeşitli bileşenler üretilebilirken düşey üretimde bu söz konusu değildir. Yatay kalıplarla üretim bu gibi özelliklerden dolayı daha avantajlıdır.

Bu çalışmada ağırlıklı olarak prefabrike panel sistemler incelenirse de iskelet sistemlerde değinilmiştir.

Taşıyıcı sistem bakımından prefabrike sistemler; iskelet hücre ve panel sistem olarak üçe ayrılmaktadır. İskelet sistem daha büyük açıklık geçilen yapılarda uygulanmaktadır. Yapıyı kolon kiriş gibi tek boyutlu strüktürel parçalara ayıran sistemdir. Sistemde taşıma ve bölme işlevleri ayrı elemanlar tarafından üstlenilir. Tek katlı iskelet sistemi ve çok katlı iskelet sistemi olmak üzere iki çeşittir. tek katlı iskelet sistemler kolon kiriş ve çerçevelerden oluşur. Daha çok endüstri yapılarında yaygındır. Çift katlı iskelet sistemler ise kolon- kirişlerle oluşturulan sistemler ve çerçevelerle oluşturulan sistemler olmak üzere ikiye ayrılır. Kirişsiz iskelet sistemler ise kolon kirişlerle mekânsal esneklik sağlanamadığından dolayı mantar başlıklı

kolonlarla yapılır. İskelet sistemde rijit ve mafsalı bağlantılara ait düğüm noktaları çizilmiştir.

Endüstrileşmiş sistemlerin ana konusu olan panel sistemler ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Hem mekânı bölme, hem de taşıyıcılık görevlerini birlikte yüklenen düzlemsel strüktürel elemanlara panel denir. Paneller farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Malzeme türlerine göre, imalat yaklaşımına göre, imalatında kullanılan tekniklere göre, büyüklüklerine göre, ağırlıklarına göre, taşıyıcılıklarına göre, konstrüksiyonlarına göre olarak sınıflandırılabilirler. Panel sistemleri; koruyuculuk performansı(boyutları, beton kalitesi, su geçirimsizliği vb.) ve statik performansı (mukavemeti, dayanıklılığı) olmak üzere iki açıdan ele alabiliriz.

Büyük panel elemanlar kullanmada amaç eleman sayısını minimum indirmektir. Bu nedenle hacim boyutlarında seçilmişlerdir. Buda maliyeti düşürür. Panel sistemler tek katlı ve çok katlı panel sistemler olmak üzere iki gruba ayrılır. Çok katlı panel sistemler ise kendi içinde büyük boyutlu orta boyutlu ve küçük boyutlu panel sistemler olarak üçe ayrılır.

Üretim ve pazarlama açısından prefabrike sistemleri sınıflandırdığımızda kapalı yarı kapalı ve açık sistem olarak üçe ayırırız. Kapalı sistem bitmiş bir ürünün standardizasyonuna dayanır. Tamamı fabrikada üretilir. Yarı kapalı sistemlerde yapının parçalarının bir kısmının fabrikada üretildiği sistemlerdir. Açık sistemde ise elemanların daha önceden üretip stokta bekletilir veya kısa sürede üretilip teslim edilebilir niteliktedir.

Prefabrike üretimde malzeme seçimi beton büyük boyutlu panolar da iki şekilde yapılır: ağır prefabrikasyonda malzeme ve hafif prefabrikasyonda malzemeolarak. Beton büyük boyutlu panolar ağır prefabrikasyonda en yaygın kullanılan yapı parçalarıdır.Özellikle konut üretiminde iskelet sistemlerin pano sistemlerle rekabet edememesinin nedeni; bölücülük ve taşıyıcılık görevlerinin ayrı elemanlara yüklenmesidir. İnşaat sektöründe Fransız kökenli ve İskandinav kökenli sistemler kullanılmaktadır. Hafif prefabrikasyonda metal, plastik, ahşap malzemeler kullanılır. Yapının tümünün hazır bileşenlerle yapılması durumunda beton, statik, akustik ve termik gereklerin tümüne “çelik, alüminyum, plastik” gibi diğer malzemelere göre daha iyi cevap verir. Diğer endüstrileşmiş sistemlere göre daha az tipte bileşen içerir. Birleşim noktaları iyi çözüldüğünde sistem uygun bir rijitliğe sahip olur.

Beton panel yapım sistemlerinde endüstrileşme oranı düzeyiyüksektir. Bileşenleri tamamen bitmiş olarak üretmek mümkündür.

Panel sistem temeller, döşeme panelleri, duvar panelleri ve özel işlevli panellerden oluşur. Bu bileşenlerin üretim süreci fabrikada veya şantiyede olur. Panel sistemi oluşturan bileşenler üretilir depolanır ve taşınır.

Bu tezde asıl irdelenen konu panel sistemlerin düğüm noktalarıdır. Yapılarda daha sonradan ortaya çıkabilecek statik, yapı fiziği ve estetik açıdan olumsuz sonuçların önüne geçmek için, birleşim noktalarının oluşturulmasında presizyonlu bir çalışma gereklidir.

B.A hazır panolarla yapı üretiminde, birçok Batı Avrupa, Doğu Avrupa ve Güney Amerika ülkelerinde özellikle konut sektöründe ağır betonarme panolarla üretim çok yaygın olmamasına rağmen Türkiye’de bu sistemin kullanımı çok sınırlıdır.

Ağır panolu prefabrikasyon uzun süreden beri tünel kalıplarla yapı üretimi ile rekabet halindedir. Aslında her iki teknolojiye kalıplara beton dökümünü kapsar. Tek fark döküm işlemini fabrikada veya şantiyede yapılmasıdır. Bu iki yapı üretimi sistemi arasındaki rekabet ülkemizde tünel kalıp sisteminin kazanımıyla ülkemiz dışında ise bu özellikle konut üretiminde galip gelen ağır panolu sistemdir. Her iki sistemi endüstriyel üretim uyum kriterlerini bağlamında karşılaştırsak; üretimsizlik, kısa sürede üretim, alt bileşenlerinin entegrasyonu, düşük maliyet, yüksek endüstrileşmişlik ve bitmişlik düzeyi, üretilmesizlik, standartlaşma, şantiye işlemlerinin minimize alınması ve sadece montaj işlemine indirgenmesini etkenlerden etkilenmemesi vb. kriterleri çerçevesinde prefabrike sistemlerin şantiyede üretime dayanan tünel kalıp sistemlerine üstünlüğü ortadan bu tespit bağlamında ülkemizde özellikle konut üretiminde ağır panolu sistem uygulamalarını örneğin tünel kalıplarla üretilen binaların cephelerinde prefabrike iskeletli endüstri binalarının bölücü duvarlarda kullanılması gibi çok kısıtlı bir uygulama alanı bulmasının nedeninin sorgulanmasının gerekmektedir.

Bu durumda ilk akla gelen istihdam sorunu gibi gözükmektedir. Şantiyede çok çeşit iş, dolayısıyla çok çeşitli meslekten işçiye ihtiyaç söz konusudur.

Türkiye’de birçok sektöre endüstriyel üretim tekniklerini uygulamakta ve Batı ile rekabet etmektedir. Ancak inşaat sektörünün hala geleneksel ve tünel kalıp sistemleri

gibi geliştirilmiş geleneksel diyebileceğimiz yapı üretim sistemlerinde ısrarcı olmasının ve sorgulanması gereği bulunmaktadır.



KAYNAKÇA

- Adoran, C. T. (1994, haziran 30). *Beton esaslı büyük boyutlu prefabrike panellerin fabrikada üretimi ve üretim sorunları(Yüksek Lisans Tezi)* . İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri enstitüsü, İstanbul.
- Aksoy, M. Ö. (1994, temmuz 1). *Prefabrike konut üretiminde kullanılan beton bünyeli panoların üretim depolama taşıma ve montaj süreçlerinde boyutlarına gelen kısıtlamaların incelenmesi(Yüksek Lisans Tezi)* . İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri enstitüsü, İstanbul.
- Aminullah Amani, A. Q. (2018). Türkiye'de Prefabrik Yapı Sektörünün Hızlı Gelişimi . *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(3) , 487-494. Bursa, Türkiye.
- Ayazoğlu, İ. (2003, ocak). *Prefabrike panel sistemlerle konut üretiminde mimari tasarım sorunları(Yüksek Lisans Tezi)* . İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri enstitüsü, İstanbul.
- Aydın, T. S. (1995, ekim 20). Betonarme çok katlı prefabrike iskelet sistemler ve düğüm noktaları. *(Yüksek Lisans Tezi)* . İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Baykal, A. G. (1984, haziran 11). Mekan boyutlu beton panellerle prefabrikasyonda karşılaşılan sorunlar. *(Yüksek Lisans Tezi)* . İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Cansun, M. O. (tarih yok). Beton esaslı endüstrileşmiş yapıların hesap ve uygulamaları için tavsiyeler.
- Dartan, B. Ö. (1979). Endüstrileşmiş yapı sistemlerinde yapı bileşenlerinin taşıyıcı strüktür tip ve biçimlerinin üretiminden montaja kadar geçen süreç içerisinde incelenmesi çalışmaları. *Yüksek Lisans tezi(Yüksek Lisans Tezi)* . İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Eser, D. L. (1960). *Prefabrikasyon (Ana Hatları)* (Cilt B). İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İstanbul: Teknik Yayınlar.
- <http://www.prefab.org.tr/tr/prefabrikasyonun-ozellikleri/sayfa/43.aspx>. (tarih yok). Türkiye Prefabrik Birliği. adresinden alınmıştır
- Kargılı, F. (2005, aralık 30). *Prefabrike betonarme panolu yapıların teşkili tasarımı ve maliyet analizi(Yüksek Lisans Tezi)* . İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Koca, S. (2010, Temmuz). *Prefabrike Beton Endüstrisinde Atık yönetimi ve Geri Dönüşüm Olanakları(Yüksek Lisans Tezi)* . Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Öğretmen, M., Karahan, O., Yalın, O., & İşçioğlu, Y. (2008, Mayıs). *İnşaat sektöründe prefabrik yapıların üretim süreçlerinin iyileştirilmesi ve planlanması*(Bitirme ödevi) . İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İstanbul.

Özdemir, A. (1986, haziran). *Beton esaslı prefabrike panel sistem tanıtımı*(Yüksek Lisans Tezi) . İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri enstitüsü, İstanbul.

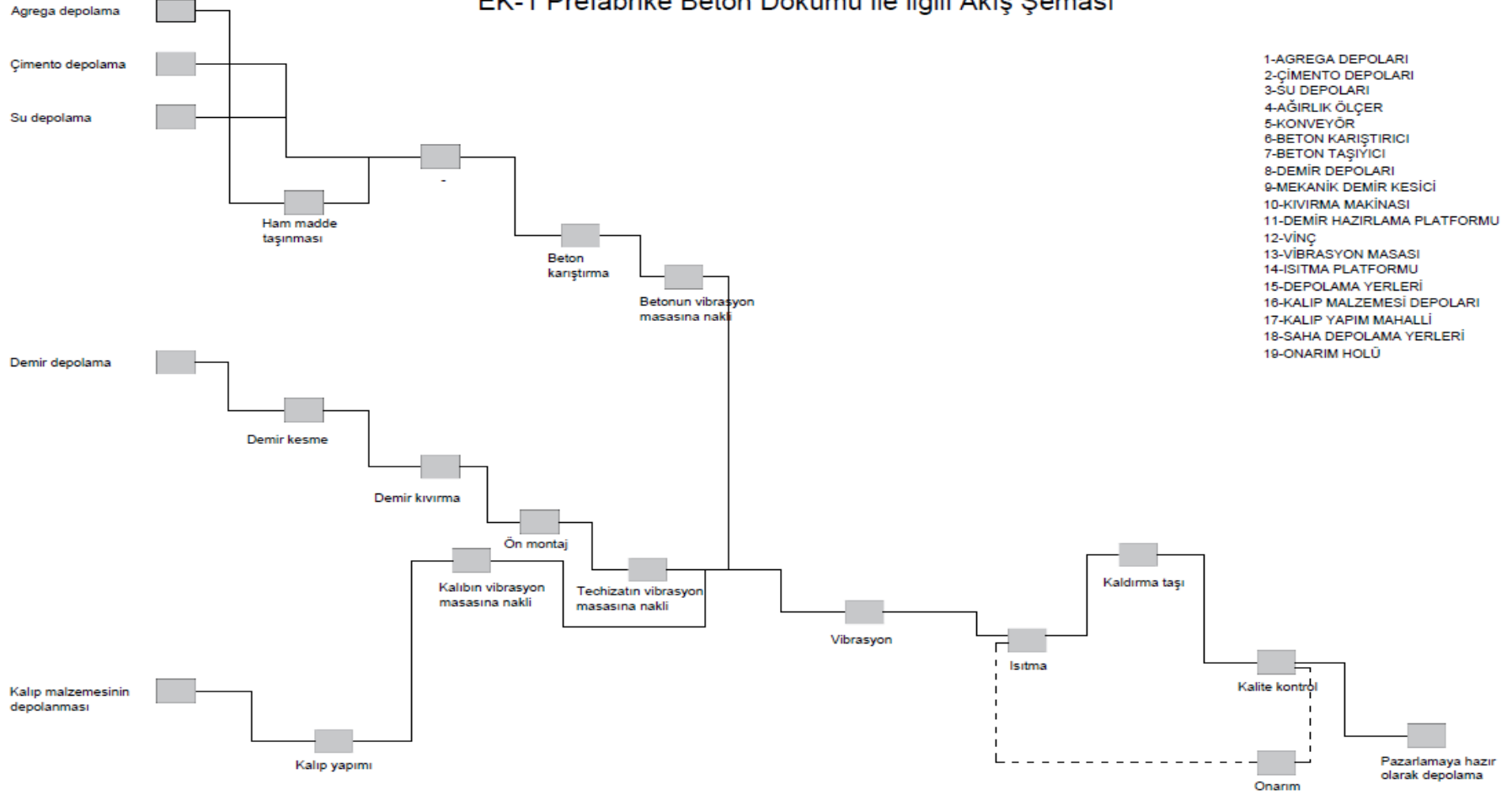
Sağlam, B. A. (2009, haziran). *Büyük açıklıklı yapılarda prefabrike betonarme, çelik ve tutkallı tabakalanmış ahşap dolu gövdeli kirişlerin karşılaştırılması ve bir örnek üzerinden irdelenmesi*(Yüksek Lisans Tezi) . İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Türkiye Prefabrik Birliği. <http://www.prefab.org.tr/tr/prefabrikasyonun-ozellikleri/sayfa/43.aspx>.



EKLER

EK-1 Prefabrike Beton Dökümü ile ilgili Akış Şeması



ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Beyza Kahveci

Doğum Yeri : Büyükçekmece

Medeni Hali : Bekar

E-posta: beyzakahveci3461@gmail.com

Eğitim

Lise: Büyükçekmece Anadolu Lisesi , (2008-2012)

Lisans: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mimarlık Bölümü (2012- 2016)

Yüksek Lisans: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mimarlık Bölümü (2016-2019)

Doktora : -

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce, orta

İş Deneyimi

Temmuz/2014- Ağustos/2014: Stajyer DİN Mimarlık –B.çekmece/İstanbul

Haziran/2015 - Ağustos/2015: Stajyer Beyazlar İnşaat – B.çekmece/ İstanbul

24 Ekim 2016-... :Mimar, Şantiye Şefi Osmanoğulları İnşaat– B.çekmece/ İstanbul