

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Türkiye'deki Mevcut Prefabrikasyon  
Tesislerinin Etütü

Erdogan Dedaoglu

Yüksek Lisans Tezi

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE'DEKİ MEVCUT PREFABRİKASYON TESİSLERİNİN  
ETÜDÜ ve RASYONEL ÇALIŞMA ESASLARININ BELİRLENMESİ**

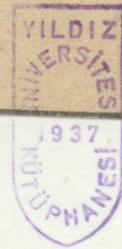
**( YÜKSEK LİSANS TEZİ )**

**Tezi Hazırlayan  
Erdoğan DEDEOĞLU  
İnşaat Mühendisi**

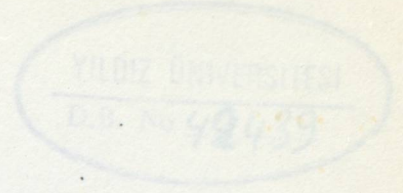
**İstanbul - 1986**

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ  
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 150  
Alındığı Yer : Fen Bil. Ens. 68  
Tarih : 8.12.1986  
Fatura :  
Fiatı : 1250 TL.  
Ayniyat No : 1/32  
Kayıt No : 44619  
UDC :  
Ek :



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSÜ



*Comp.*

TÜRKİYE'DEKİ MEVCUT PREFABRİKASYON TESİSLERİNİN  
ETÜDÜ VE RASYONEL ÇALIŞMA ESASLARININ BELİRLENMESİ  
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Tezi Hazırlayan  
Erdoğan Dedeoğlu  
İnşaat Mühendisi

Tezi Yöneten  
Prof. Dr. Hüseyin Celasun

Istanbul 1986



Darf

Birçok Avrupa ülkesi arasında büyük gelişme gösteren prefabrik yapılar türü, son yıllarda da ülkemizde gelişmeye başlamasına rağmen, şu anda istenilen düzeye ulaşmamıştır. Bunun sebebi bu alandaki kaynakların yetersiz olması, bu

Bu tez çalışmamı yöneten ve önerilerinden yararlandığım Sayın Hocam Prof. Dr. Hüseyin Celasun'a ve tez çalışmamla ilgili konularda yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Asım Güralp'a teşekkürü borç bilirim. Saygılarımla.

gündeki sistemler gerçekleştirilmekte, ülkemizde bu sistemlere göre faaliyet gösteren firmalardan bazıları hakkında bilgi verilmektedir ayrıca bu yapı türünde ülkemizde gelişmesi ve bu tür sistemlerin rasmenel çalışması için gerekli öneriler sunulmaktadır.

#### ÖZET

Birçok Avrupa ülkesi arasında büyük gelişme gösteren prefabrik yapım türü, son yıllarda da ülkemizde gelişmeye başlamasına rağmen, şu anda istenilen düzeye ulaşamamıştır. Bunun sebebi bu alandaki kaynakların yetersiz olması, bu yapım türü eğitiminin eğitim kurumlarında istenilen yeri alamaması ve bu yapım türünün şu ana kadar devlet tarafından yeteri kadar desteklenmemesidir.

Bu tez çalışmasında prefabrik yapım türü içindeki sistemler karşılaştırılmakta, ülkemizde bu sistemlere göre faaliyet gösteren firmalardan bazıları hakkında bilgi verilmekte ayrıca bu yapım türünün ülkemizde gelişmesi ve bu tesislerin rasyonel çalışması için gerekli öneriler sunulmaktadır.

1. GİRİŞ	1
1.1-Yapı Üretiminin Endüstrileştirilmesinde Gelişimin Nedenleri	1
1.2-Yapı üretiminde endüstrileşme Düzeyi	2
2. ENJELİYİLEŞMİŞ YAPIM YÖNTEMLERİ	3
2.1-Geleneksel Yapım sürecinin mekanelleştirilmesi	3
2.2-Yapının Çarpak (Prefabrik)Bileşenlerden oluşturulması	4
2.3-Yapı Üretimi -Prefabrikasyon- Malzeme İlişkisi	5
3. PREFABRİK ELEMANLARIN SINIFLANDIRILMASI	7
3.1-İnşaatın Yapıldığı Yer Bakımından	7
3.2-Prefabrik elemanların Ağırlık ve Boyutları bakımından	7
3.3-Çarpak elemanların boyutlarından	8

## SUMMARY

Compared with European countries, our country is still young in prefabricated structure. Among the people and construction companies, this type of structure is not that much common because of the lack of the support from the government side.

This study shows that the types of prefabricated structures in our country and compares the production of the prefabricated elements of the different factories. Data are gathered from these factories and their rational functioning in production has been surveyed.

3.4-İnşaatın Yapıldığı Yer Bakımından	19
3.4.1-İnşaatın Yapıldığı Yer Bakımından	19
3.4.2-İnşaatın Yapıldığı Yer Bakımından	23
3.4.3-İnşaatın Yapıldığı Yer Bakımından	23
3.4.4-İnşaatın Yapıldığı Yer Bakımından	26
3.4.5-İnşaatın Yapıldığı Yer Bakımından	26
3.4.6-İnşaatın Yapıldığı Yer Bakımından	29

# İÇİNDEKİLER

	SAYFA
I. GİRİŞ	1
1.1-Yapı Üretimini Endüstrileştirilmesinde Geçikmenin Nedenleri	1
1.2-Yapı üretiminde Endüstrileşme Düzeyi	2
2. ENDÜSTRİLEŞMİŞ YAPIM YÖNTEMLERİ	3
2.1-Geleneksel Yapım Sürecinin Rasyonelleştirilmesi	3
2.2-Yapının Onyapım (Prefabriğe) Bileşenlerden Oluşturulması	4
2.3-Yapı Üretimi -Prefabrikasyon- Malzeme İlişkisi	5
3. PREFABRİKE SİSTEMLERİN SINIFLANDIRILMASI	7
3.1-İmalatın Yapıldığı Yer Bakımından	7
3.2-Prefabrik Elemanların Ağırlık ve Boyutları Bakımından	7
3.3-Taşıyıcı Sistem Bakımından	8
3.4-Prefabriğe Sistemlerin Üretim ve Pazarlama Bakımından Sınıflandırılması	8
3.4.1-Kapalı Prefabriğe Sistem	9
3.4.2-Yarı Kapalı Prefabriğe Sistem	11
3.4.3-Açık Prefabriğe Sistem	12
3.5-Prefabrikasyona Yönelmenin Getireceği Fayda ve Sakıncalar	14
3.5.1-Ülke Açısından İnceleme	14
3.5.2-Mal Sahibi ve Kullanıcı Açısından İnceleme	16
3.5.3-Üretime Emegi İle Katkıda Bulunanlar Açısından İnceleme	17
3.5.4-Üretici Kuruluşlar Açısından İnceleme	17
4. PREFABRİKASYONDA MEVCUT SİSTEMLER VE BU SİSTEMLERİN ÖZELLİKLERİ	19
4.1-İskelet Sistem	19
4.1.1-Kolonlar	23
4.1.2-Kirişler (vinç kirişleri)	23
4.1.3-Kirişler	26
4.1.4-Çerçeve Parçaları	26
4.1.5-İskelet Sistemde Bağlantılar	29

4.2-Panel (Yüzeysel Taşıyıcılarla Kurulan) Sistem	33
4.2.1-Döşemeler	35
4.2.2-İç Duvarlar	38
4.2.3-Özel Elemanlar	39
4.2.4-Panel Sistem Elemanlarının Bağlanması	39
4.3-Hücre Sistem	41
5. TÜRKİYE'DEKİ MEVCUT PREFABRİK TESİSLER	45
5.1-Afaprefabrik Prefabrike Beton Sanayi ve T.A.Ş.	45
5.2-Betontaş Beton Sanayi ve T.A.Ş.	53
5.3-Betoya Beton Toprak Yapı Sanayi ve T.A.Ş.	59
5.4-Eston Eskişehir Beton Sanayi ve T.A.Ş.	65
5.5-Oyak-Kutlutaş İstanbul Prefabrike Eleman Sanayi ve T.A.Ş.	74
5.5.1-Yatay Elemanlar	75
5.5.2-Düşey Elemanlar	75
5.5.3-Birleşim Noktaları	84
5.6-Yübetaş Yüksel Beton Sanayi ve T.A.Ş.	84
6. RASYONEL ÇALIŞMA ESASLARI	91
6.1-Prefabrikasyonun Tanıtılması ve Teşviki	91
6.2-Prefabrikasyonda Boyut Hatalarından Dolayı Meydana Gelen Problemler ve Bunların En Aza İndirilmesi	93
6.3-Prefabrikasyonda Standartizasyonun Sağlanması	96
6.3.1-Standartizasyonun Faydaları	97
6.4-Prefabrikasyonda Birim Fiyat Sorunu	98
6.5-Prefabrikasyonda Tasarlama	99
7. SONUÇ	101
KAYNAKLAR	104
ÖZGEÇMİŞ	105

## 1- GİRİŞ

Yapıda endüstrileşme, ham maddelerden bitmiş ürüne (yani yapıya) geçiş sürecinde, malzeme, emek ve zamanın en rasyonel (yani en az ve en iyi biçimde) kullanımını sağlamak üzere alınacak tedbirlerin tamamını kapsar.

Amaç, az işgücü ile kısa sürede, çok kaliteli ve ucuz bir yapı üretimini gerçekleştirmektir. Bu amaca erişmek için, yapım sürecinin çeşitli aşamalarında, endüstriyel teknik yöntemlerin kullanımı gerekmektedir.

Endüstriyel üretimin özelliklerinden olan standardizasyon, seri üretim, makineleşme ile birlikte, bilimsel organizasyon ve işletmecilik anlayışlarının bina yapım sektörüne de girmesi ile sağlanacak avantajlar,

- 1.2- YAPI - Üretimde verim ve süreklilik,
- Malzeme ve işgücünden en iyi şekilde faydalanma
- Mevsimlik duraklamaların azalması
- Şantiyedeki yapım sürelerinde azalma şeklinde sıralanabilir.

Yapıda endüstrileşmeye iten nedenler ise, bir taraftan talebin çokluğuna, diğer taraftan ise, maliyeti indirme, kaliteyi düzeltme ve yapıda sürat kazanma isteklerine bağlanabilir.

### 1.1- YAPI ÜRETİMİNİN ENDÜSTRİLEŞTİRİLMESİNDE GECİKMENİN NEDENLERİ

Yapı üretiminin tarihsel gelişimi incelendiğinde, diğer endüstrilere oranla gelişmekte geç kaldığı görülür. Bunun genel nedenleri aşağıda belirtilmiştir.

- Yapı sanatının binlerce yıllık bir geçmişi ve adeta "Kanun" niteliğinde kuralları ve gelenekleri vardır. Yapı sanatı "usta-çırak" ilişkisi ve "uygulama-tecrübe" kuralları içinde gelişmektedir.

- Her yapı, çevre koşulları ile çok yakından ilişkilidir. Çevre koşulları olarak, yapının temel ve zemin özelliklerinden, kentsel mekân içindeki konumuna kadar çeşitli etkenler sayılabilir.

- Her yapıda, insanlık, fonksiyonel olma niteliğinin yanı sıra, estetik özelliklerde arar.

- Yapı endüstrisinin ürünleri, diğer endüstrilerin ürünlerine göre geometrik bakımdan daha büyük ve fiziksel bakımdan daha ağırdır.

Bu nedenlerden dolayı "yapı üretimi" diğer üretimler gibi (otomobil, uçak, elektronik vb.) gibi hızla endüstrileşmemiştir. Fakat yapı üretimindeki gelişimler yavaş da olsa daima endüstrileştirme çabaları doğrultusunda olmuştur.

## 1.2- YAPI ÜRETİMİNDE ENDÜSTRİLEŞME DÜZEYİ

Günümüzde uygulanan yapım yöntemlerinin herbiri az çok endüstrileşmiştir.

- Tek katlı yığma yapıların,
- Çok katlı, geleneksel betonarme yapıların,
- Yalnız taşıyıcı sistemi önyapım bileşenlerden oluşan,
- Hem taşıyıcı, hem de bölücü elemanları önyapım olan,
- Ayrıca, önyapım hazır-bitmiş hücre birimlerini kapsayan veya,
- tamamen önyapım hücre veya dilimlerden oluşan yapıların endüstrileşme düzeyi farklılıklar gösterecektir.

Ancak, yapımın endüstrileşmesi sadece bir yapıdaki fabrika ürünü eleman sayısını arttırmak değildir. Geleneksel yapım sistemlerinde de, gelişmiş yöntem ve teknolojilerin araç ve gereçlerin kullanımı ile, endüstrileşme düzeyini yükseltmek mümkündür.

## 2- ENDUSTRİLEŞMİŞ YAPIM YÖNTEMLERİ

Bu yöntemler:

- a) Geleneksel yapım sürecinin rasyonelleştirilmesi (geleneksel yapımın geliştirilmesi),
- b) Yapının önyapım bileşenlerinden oluşturulması (yani prefabrike yapım) olmak üzere iki grupta toplanabilir.

### 2.1- GELENEKSEL YAPIM SÜRECİNİN RASYONELLEŞTİRİLMESİ:

Bu sürecin ve yatırımların en ince ayrıntılarına kadar, bilimsel yöntemlerle organizasyon ve planlanmasının yanı sıra; yapımda gelişmiş malzeme, teknoloji ve araçların kullanımını öngörür.

- Nervürlü donatı çeliği, öngerme çeliği, betonarme hasırı,
- Hazır beton ve sıvalar,
- Kalıpsız beton dökümünü sağlayan çeşitli yarı-bitmiş döşeme ve duvar plakları,
- Önyapım küçük ve orta boyda yapı bileşenleri (doğrama, lento, söve, eşik, denizlik, cephe ve bölme panoları, merdiven basamak ve kolları, tesisat üniteleri vb.) gibi gelişmiş malzemelerin yanı sıra
- Çeşitli boylarda yüzeysel, modüler kalıpların,
- Tünel kalıpların,
- Tırmanan, kayar, gezer kalıpların veya,
- Zeminde dökülüp kaldırılan döşemelerin kullanıldığı yapım yöntemlerinin seçimi ile ve el işçiliğini azaltan veya kolaylaştıran teçhizat ve araçların yardımı ile geleneksel yapım sürecine büyük üretkenlik ve hız kazandırılabilir.

Ayrıca, geleneksel projelendirme sürecinden farklı olarak mimar,

- Bir ekip çalışmasının içine girebilirse
- Boyutların standardizasyonu ve modüler planlama gibi yöntemlerle, yapı bileşenlerini en sade biçimlerde dizayn edebilir ve en az sayıya indirebilirse,

- Bazı tip plan, ünite veya detayların kullanımı gibi önlemlerle, yapım sırasında bazı işlem ve teknolojilerin tekrarını sağlayabilirse, uygulamanın rasyonelleşmesini kolaylaştırmış ve böylece, yapımın endüstrileşme düzeyini arttırmada katkıda bulunmuş olur.

## 2.2- YAPININ ÖNYAPIM (PRAFABRIKE) BİLEŞENLERDEN OLUŞTURULMASI:

Yapım sürecine ve organizasyonuna büyük değişiklikler getiren bir yapım yöntemidir. Amacı:

- Şantiyedeki işlemlerin büyük bir kısmını fabrika veya atölyelere aktarmak,
- Yapım işlerinde mevsimlere bağımlılığı azaltmak,
- Çeşitli işlemlerin paralel yürütülmesini,
- İşgücü, malzeme ve zaman tasarrufunu,
- Daha iyi bir kalite kontrolünü sağlamaktır.

Prefabrikasyon, bina bölümlerinin büyük bir kısmının veya tümünün atölye veya fabrikada, endüstriyel yöntemlerle üretilmesini öngören bir yapım sistemidir. Buna göre en önemli özelliği yapım sürecindeki işlemlerin,

- Fabrikada üretim ve
- Şantiyede montaj şeklindeki ayrımıdır.

Bir yapıda önyapım bileşen veya ünitelerin kullanım oranı arttıkça, yani, işlemlerin fabrikada üretim yönü ağır bastıkça, yapımın endüstrileşme düzeyi de yükselir. Yani bir bakıma, prefabrike yapıda endüstrileşme derecesini, fabrika işçiliği/şantiye işçiliği oranı belirler. Ayrıca fabrikada üretilen elemanların bitmişlik dereceside bu oranı önemli bir şekilde etkiler.

Hazır bitmiş bileşenlerin yapıda kullanılma oranı (prefabrike yapıda) % 20 - % 95 arasında değişebilir. Şantiye çalışmaları henüz tam olarak yok edilemediğinden günümüzde % 100 bir prefabrikasyona veya tam bir endüstriyel yapıya varılmış sayılamaz. Bu önemli bir özelliktir.

## 2.3- YAPI ÜRETİMİ - PREFABRİKASYON - MALZEME İLİŞKİSİ

Yapı üretiminin endüstrileştirilmesinde malzeme özellikleri önemli bir etkindir. Yapı üretiminde, endüstrileştirilmeye uygun malzeme nitelikleri şöyle sıralanabilir: Malzemeler,

- Kendi ağırlığından doğan ve yapının işlevi gereği üzerine gelecek yükleri emniyetle taşıyabilmeli ve geniş alanları ekonomik olarak örtebilmelidir.
- Mümkün olduğunca yüksek mukavemetli ve hafif olmalıdır.
- Atmosfer etkilerine, ısı değişikliklerine dirençli olmalı, fiziksel ve kimyasal özelliklerini çok uzun süreler koruyabilmelidir.
- Bakıma gereksinim göstermemelidir.
- Hacımsal sabitliği ve yangın direnci olmalıdır.
- Kolayca kesilebilme, şekillendirilebilme, birbirine ekleme nitelikleri olmalıdır.
- Isı yalıtımı olmalı, su geçirimsiz olmalıdır.

Bugün, mimar ve mühendislerin elinde yukarıdaki niteliklerde bir malzeme yoktur. Günümüzde genel olarak üç tip yapı malzemesi kullanılmaktadır: Ahşap, Çelik, Beton

= Ahşap, hafif ve alan örtücü bir malzemedir. Fakat hacımsal sabitliği yoktur. Yük taşımada mukavemeti sınırlıdır. Üstelik taşıyıcılık nitelikleri doğaya bağlıdır, insan eli ile iyileştirilmesi çok sınırlıdır. Yangına direnci yoktur. Atmosfer etkilerinden çok çabuk etkilenebilir.

= Çelik, ideal bir malzeme olmasına rağmen en olumsuz yanı, ekonomik ve rasyonel olarak alan örtücü niteliklere sahip olmamasıdır. Yangından ve atmosfer etkilerinden etkilenir.

Birbirinden çok farklı olmasına rağmen bazı benzerlikleri olan ahşap ve çelik, yapı üretiminde prefabrikasyon fikrine yatkın olarak kullanılmaktadır.

Bu iki malzeme topluca üretilmekte ve önceden stok edilebilmektedir. Hazır elemanlar, kolayca birbirine eklenmekte ve "endüstriyel" üretime örnek olacak biçimde inşa edilebilmektedirler. Fakat çeliğin kullanıldığı yapılarda alan örtücü olarak başka malzemelere ihtiyaç duyulması yangına ve atmosfer etkilerine karşı çok özel önlemlerin alınması gerekmektedir. Ahşap yapılar ise mukavemet yönünden istenileni verememekte ve yangın ve atmosfer etkilerine karşı tedbir gerektirmektedir. Bu iki malzemenin kullanıldığı yapılar devamlı bakım gerektirmektedir.

Bunların dışında yapı üretiminde en uygun malzemenin betonarme olduğu görülmektedir. Gerek yük taşıma, gerekse alan örtücü özellikleri istenen düzeydedir. Betonarme üretimi yoğun üretime çok elverişlidir, kolaylıkla şekil verilebilir. Yangına dirençlidir. Uzun ömürlüdür, bakım istemez. Hacımsal sabitliği vardır, suhnet değişimlerinden çok etkilenmez. Bunlara karşın, ağır bir malzemedir. Bağlantıları ahşap ve çeliğe nisbetle zor oluşturulur.

Betonun ağırlığından gelen dezavantaj, beton üretiminde geliştirilen teknolojiler ve öngerilme uygulaması ile elden geldiğince azaltılmaktadır. Şöyle ki

- 1950'lerde  $300 \text{ kg/cm}^2$  lik beton mukavemeti yüksek beton mukavemeti olarak nitelendirilmekteydi. Bugün, dünya teknolojisi  $600 \text{ kg/cm}^2$  lik beton üretimini endüstriyel olarak yapabilmektedir.

- Yüksek mukavemetli çeliklerin kopma mukavemetleri dün  $15000 \text{ kg/cm}^2$  idi, bugün  $20000 \text{ kg/cm}^2$  dir. Yarın için dahada artacağını düşünmek hayal değildir.

- Kablolü-öngerilimli beton köprülerin bugün 400 m açıklığa kadar çelik köprülerden ekonomik olduğu ispatlanmıştır. Yakın gelecekte bu açıklık daha da artacaktır.

Betonun bu gelişimi, bugünkü ihtiyaçlara yeteri ölçüde cevap verebilmesine karşılık ilerki yıllar içinde aynı gelişimi ve performansı sağlayabilecek mi sorusuna karşılıkta 20-30 yıl daha aynı gelişmeyi ve ihtiyaçlara cevap vermeyi sağlayacaktır denilebilir. Bundan sonraki aşamada ideal malzemenin bilinmesiyle sorunların çözüleceği aşikardır.

### 3- PREFABRİKE SİSTEMLERİN SINIFLANDIRILMASI

#### 3.1- İMALATIN YAPILDIĞI YER BAKIMINDAN

- a- Şantiye üretimi, sabit kalıplı üretim veya üstü açık veya örtülü
- b- Fabrika üretimi, bu üretim sabit üretim veya hareket band üretimi olabilir.

#### 3.2- PREFABRİK ELEMANLARIN AĞIRLIK VE BOYUTLARI BAKIMINDAN:

- Eleman ağırlığı büyük eşit 500 kg ise ağır prefabrikasyon,
- Eleman ağırlığı eşittir 30-500 kg ise orta ağırlıkta bir prefabrikasyon,
- Eleman ağırlığı küçük eşit 30 kg ise hafif prefabrikasyon söz konusudur.

Bu gruplandırmayı, elemanların  $m^3$  ağırlığına göre de yapmak mümkündür. Şöyle ki,  $m^3$  ağırlığı 1000 kg'dan hafif elemanlarla (ahşap, plastik, metal esaslı olanlarla) hafif prefabrike sistemlerin;  $m^3$  ağırlığı 1000 kg'dan fazla olanlarla ise (beton esaslı) ağır prefabrike sistemlerin oluşturulduğu kabul edilebilir.

Prefabrike elemanların boyutları açısından bakıldığında, yüzeyleri  $1,5 m^2$  ye kadar olanlar küçük boy ;  $2,5 m^2$  ye kadar olanlar orta boy;  $5 m^2$  den daha büyük yüzeyliler ise büyük boy eleman olarak sayılabilir.

### 3.3- TAŞIYICI SİSTEM BAKIMINDAN :

Buna göre prefabrike sistemlerde,

- Doğrusal bileşenli iskelet sistemler,
- Yüzeysel taşıyıcılarla kurulan sistemler, (ponel sistem),
- Taşıyıcı hücrelerden oluşturulan sistemler
- Karma sistemler (ponel + iskelet; hücre + panel; hücre + iskelet) gibi gruplandırma yapılabilir.

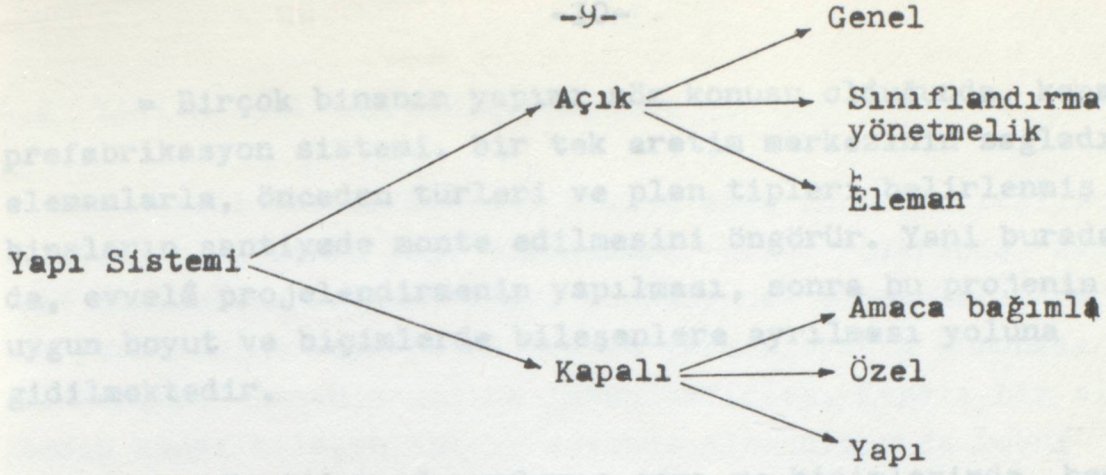
### 3.4- PREFABRİKE SİSTEMLERİN ÜRETİM VE PAZARLAMA BAKIMINDAN SINIFLANDIRILMASI:

Üretim ve pazarlama bakımından sınıflandırmayı şöyle yapabiliriz;

- 1- Kapalı sistemler,
- 2- Yarı kapalı sistemler
- 3- Açık sistemler

Endüstrileştirilmiş yapı üretiminde yapı sistemi, yapının tümünde bulunan elemanları sınıflandıran yönetmeliğin kapsamına göre belirlenir. Bu yönetmelik genel olarak tanınan ve değişik firmalardan satın alınabilen elemanlardan ibaretse bu yapı sistemine "açık sistem" diyoruz. Eğer sınıflandırma, genel olarak üretilmeyen elemanları içeren özel ve sisteme özgü bir yönetmeliğe göreyse buna "kapalı sistem" diyoruz. "Açık" ve "kapalı" terimlerini daha da açıklığa kavuşturmak için şöyle de söylenebilir: Açık sistemler değişik yapıların parçaları olabilecek elemanların endüstrileşmiş üretimidir, kapalı sistemler ise bilirli bir yapı için eleman üretimidir. Tam açık veya tam kapalı olarak üretilmeyen yani her iki sistemin belli özelliklerini içeren sistemle yapılan üretimde yarı kapalı prefabrike sistem olarak tanımlıyabiliriz.

Açık ve kapalı yapı sistemlerinin farklı özellikleri şu şekilde gösterilebilir:



#### 4.1 KAPALI PREFABRİKE SİSTEM:

- Sadece tek bir binanın ısmarlama prefabrike elemanlarla yapımı söz konusu olabilir. Bu durumda, bir defaya mahsus dizayn edilen bileşenlerin üretim, montaj ve bağlantıları için özel yöntem ve detaylamalar geliştirilir. Bu durum kendi içinde kapalı bir uygulama olmasına rağmen daha çok bir rasyonelleştirme olarak kabul edilebilir.

Büyük ölçekte bir seri üretimin getireceği avantajları taşımayan bu yapım yönteminin seçimi şu nedenlerle;

- Yapıda tekrar eden eleman sayısının fazlalığı, şantiye veya fabrikadaki önyapımı avantajlı kılıyorsa, (yani, işgücü, kalıp tasarrufu sayesinde maliyet azalması sağlıyorsa),

- Elemanların yapımı için endüstriyel teknik ve hassasiyet gerekiyorsa (özel panolar, öngerilmeli beton elemanları gibi)

- Elemanların önceden üretiminin, yapım süresini kısaltmak bakımından getireceği avantaj önemli ise,

- Önyapım, çok karmaşık ve pahalı kalıp iskelelerinden tasarrufu sağlıyorsa,

- Yapının sonradan tevsiine, veya kullanımında olabilecek değişmelere olanak sağlanması önemli ise,

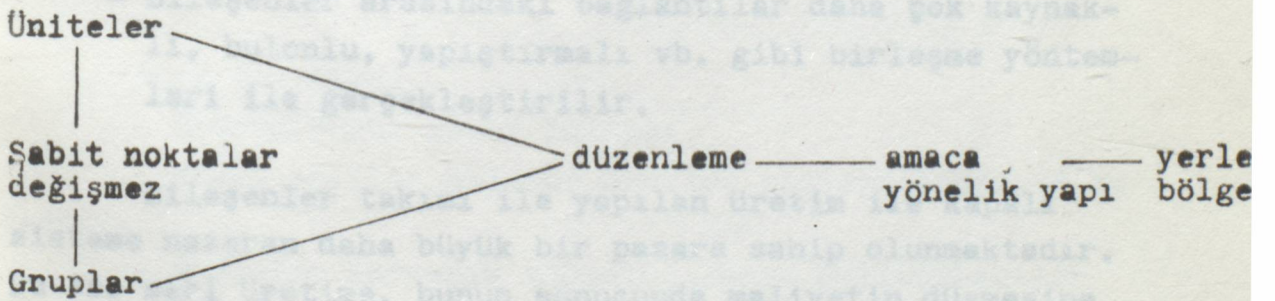
- Şayet önyapım elemanların kullanımı, çok önemli bir estetik sonuca ulaşımı sağlıyorsa olabilir.

4.2 = Birçok binanın yapımı söz konusu olduğunda, kapalı prefabrikasyon sistemi, bir tek üretim merkezinin sağladığı elemanlarla, önceden türleri ve plan tipleri belirlenmiş binaların şantiyede monte edilmesini öngörür. Yani burada da, evvelâ projelendirmenin yapılması, sonra bu projenin uygun boyut ve biçimlerde bileşenlere ayrılması yoluna gidilmektedir.

Hem üretilen elemanların sayı ve biçimlerinde, hem de plan tiplerinde yapılan kısıtlamalar, üretime süreklilik ve hız kazandırır, üretim garantisini artırır. Üretilen bileşenlerin hem boyutsal hem de teknik koordinasyonunu, üretici kuruluşun projelendirme bölümü gerçekleştirir. Maliyetin düşürülmesi amacı ile, gittikçe daha büyük bölümlerin tipleştirilmesine gidilmektedir. Böylece detaylama ve uygulama daha basitleştirilmektedir.

Hem taşıma, hemde bölme görevlerini yüklenebilen, kaplama, doğrama ve tesisat özelliklerini de kapsayan, tam olarak bitmiş bir bileşenin, ancak kapalı bir sistemle üretilebileceği açıktır.

Sistemin ekonomi, üretim ve detaylama açısından bazı avantajlarına karşılık, ancak büyük çapta ismarlama projelerde rantablolması ve bunun yanı sıra tasarımda yarattığı kısıtlamalar ile mimariye getirdiği sınırlamalar önemli sakıncalarını oluşturmaktadır.



ŞEKİL 1. Kapalı sistemle büyükçe unitelerin düzenlenmesi.

### 3.4.2 YARI KAPALI PREFABRIKE SİSTEM:

Belli bir fonksiyona hizmet eden (örneğin taşıyıcı sistemi oluşturan) yapı elemanları, kendi içlerinde "kapalı" olmalarına rağmen, diğer fonksiyonel elemanların yerinde yapılmasına veya başka üretim merkezlerinin sundukları elemanlarla tamamlanmasına imkan verirler. Kapalı bir sistemin kendi bileşen takımı dışında elemanları da kabul edebilecek şekilde aralanabilmesi için, farklı üreticilerin boyutsal ve teknik koordinasyonu gerçekleştirecek anlaşmalar yapmaları gerekecektir.

Kapalı sisteme esneklik kazandıran bir başka yolda, tek bir üreticinin, kendi şartlarına uyacak şekilde biçimlendirilmiş olan ve çeşitli binaların yapımına olanak sağlayan "bileşenler takımını" geliştirmesidir.

Bileşenler takımı genellikle yalnız taşıyıcı sistemi, bazen de dış kabuğu ve tüm diğer elemanları kapsarlar. Bileşenler takımında bileşenler,

- Birçok bina türüne uyabilecek şekilde tipleştirilmiştir.
- Bunlar, biçimleri aynı kalmak şartıyla, birçok bodüler boyutlarda olabilirler.
- Müdüler koordinasyon kurallarına göre, kesme, kırma işlemleri olmasızın birbirleriyle birleştirilebilir ve biraraya getirilebilirler.
- Bileşenler arasındaki bağlantılar daha çok kaynaklı, bulonlu, yapıştırırmalı vb. gibi birleşme yöntemleri ile gerçekleştirilir.

Bileşenler takımı ile yapılan üretim ile kapalı sisteme nazaran daha büyük bir pazara sahip olunmaktadır. Bu ise seri üretime, bunun sonucunda maliyetin düşmesine sebep olur. Buna nazaran üretim ekonomisi ve detaylandırma kolaylığı bakımından, tam kapalı bir sistem kadar avantajlı değildir.

Buna rağmen getirdiği daha geniş tasarım olanakları nedeni ile günümüzde gittikçe daha yaygın bir uygulama alanı bulmaktadır.

#### 4.3 AÇIK PREFABRİKE SİSTEM:

Açık sistemde amaç, her türlü binanın, piyasada bulunabilen ve birbirlerinden bağımsız üreticilerin ürettiği elemanların biraraya getirilmesi ile inşa edilebilmesidir. Bu sistemde, üretici kuruluş, ürünlerinin kullanılacağı yapıları önceden bilmek zorunluluğunda değildir.

Açık endüstrileşmeyi gerçekleştirmek amacı ile yapılan çalışmalar, şu şekilde sürdürülmektedir.

- Bileşenler takımlarının daha da açılması, birbiri içinde eritilmesi, birlikte kullanılabilmesi,

- Belli bir bileşenler takımına girmeyen, çeşitli müteşebbisler tarafından bağımsız olarak üretilen bileşenlerin, her türlü yapıda, birbirleriyle ve diğer bileşenler takımlarıyla birlikte kullanılabilme imkanları düşünülmektedir.

Açık sistem bileşenleri, daha önceden etüd edilip dizaylanmış olup, ya stokta mevcuttur, ya da kolaylıkla üretilip teslim edilebilirler. Özellikleri kataloglarda tanıtılmıştır.

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 da olanak verilmesi,
- Kullanıcıya ve tasarımcıya büyük seçim ve tasarım özgürlüğü sunulması, önemli avantajlar getirmektedir.

Açık sistemin gerçekleştirilmesi için,

- Bileşenlerin iyi etüd edilerek, boyutlarının, esnekliği kısıtlamayacak ölçüde standartlaştırılması, etkin bir modüler koordinasyona gidilmesi ve tolerans büyüklüklerinin saptanması gereği vardır.

- Birleşim noktaları esasları anlaşması yapılmalı; birleşim tekniği ve bağlantı noktalarının geometrik dizayn, mekanik, fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmelidir.

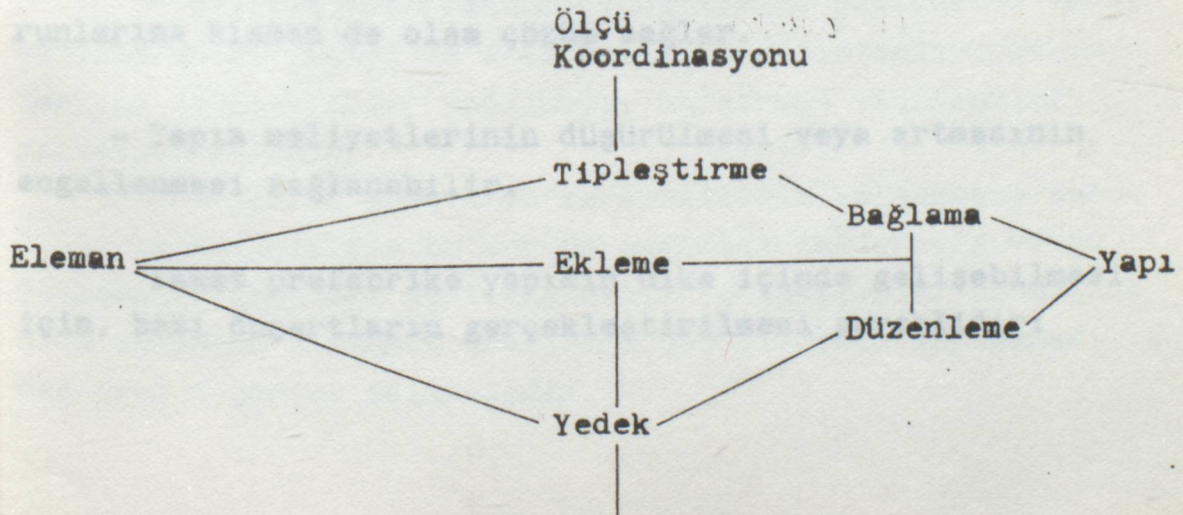
- Kalite anlaşmalarına ihtiyaç vardır.

Üretilen bileşenler, şu şartları gerçekleştirebilmelidir.

- Bileşenler çeşitli maksatlara uygun olmalı,
- Çeşitli bina türlerinde uygulanabilmeli,
- Çeşitli açıklık ve yükseklikleri geçebilmeli,
- Başka bileşenlerle bir arada uygulanabilir ve değiş, tokuş özelliğine sahip olmalı;
- Çeşitli konumlara ve birleşimlere olanak vererek biçimsel ve işlevsel değişiklikler getirebilmelidir.

Belirtilen bu şartların ve anlaşmaların gerçekleşmesi oldukça güçtür ve ülke çapında bir örgütlenmeyi gerektirmektedir. Bu nedenle açık prefabrikasyon henüz tam olarak uygulanamamaktadır.

Şekil 2. Açık sistemlerin özelliklerini gösteren grafik.



Bazı ülkelerde ulusal bileşenler takımı geliştirilmiştir. Birçok ülkede de bu yönde çalışmalar sürdürülmektedir.

- Değişik bileşenlerin bir araya getirilebilmesi;
- Çeşitli kombinezonlara olanak sağlanması;
- Bileşenlerin, birbirlerinin yerine konabilir olması,
- Yapıda kullanıcı isteklerine uygun plan ve iç düzenleme değişikliklerinin yapılabilmesi (yani esneklik) gibi ilkeler, açık sistemlerin önemli özellikleridir.

### 3.5. PREFABRİKASYONA YÖNELMENİN GETİRECEĞİ FAYDA VE SAKINCALAR

Böyle bir incelemede, kanunun, ülke, mal sahibi ve kullanıcı ile bu endüstriye emeği geçenler ile üretici kuruluşlar bakımından incelenmesi gerekir.

#### 5.1 ÜLKE AÇISINDAN İNCELEME

Prefabrikasyona yönelmenin getirebileceği yararları şu şekilde sıralıyabiliriz:

- Ülke içi göçler, gecekondular, büyük konut veya okul binaları açığı gibi sorunlar, yapıların önyapım yöntemleri ile üretimi yoluyla, daha kısa sürelerde çözümlenebilir.

- Afet yörelerinde uygulanabilecek, uygun prefabrik sistemlerin geliştirilmesi, acil durumlarda yapım sorunlarına kısmen de olsa çözüm sağlar.

- Yapım maliyetlerinin düşürülmesi veya artmasının engellenmesi sağlanabilir.

Fakat prefabrike yapımın ülke içinde gelişebilmesi için, bazı önşartların gerçekleştirilmesi gereklidir:

- Geleneksel ve diğer endüstrileşme yöntemleri ile karşılaştırmaların yapılıp, prefabrikasyonun uygunluğu saptanmış olmalı;

- Kitle halinde yapı üretimine olanak sağlayan, ülke çapında bir planlama yapılmalı;

- Üretim serilerinin gerektirdiği talebin mevcudiyeti araştırılmalı;

- Kapalı sistemlere yönelinecekse, uygulanacak tip planların, çeşitli bölgelerin yaşama şartlarına uygunluğu etüd edilmiş olmalı;

- Seçilmek istenen prefabrike sistemlerin, sistem kuruluşu, bileşen ve bağlantıların teşkili ile malzeme bakımından

-o- Çeşitli iklim bölgelerine uygunluğu,

-o- Kalite uygunluğu, ısı, ses, su yalıtımının yeterli olup olmadığı

-o- Yörelere göre depreme dayanıklılığı,

-o- Yöresel malzeme ve işçilik şartlarına uygunluğu etüd edilmiş olmalı;

- Ülkenin yol ve trafik şartlarının, hazır elemanların çeşitli bölgelere ulaştırılmasına uygun olup olmadığı araştırılmalı;

- Ülkedeki genel endüstri durumu ve yan endüstrilerin durumu incelenmeli;

- Ulusal bileşenler takımının kurulabilmesi ve zamanla açık sisteme yönelinmesi doğrultularında araştırmalar yapılmalı;

- Mahalli küçük ticaret erbabını korumak ve işçi kuruluşlarının tepkisini azaltmak üzere önlemler alınmalı;

- Çeşitli imar kanunu, yönetmelik, şatname ve ihale şekillerinde, kapalı ve açık prefabrike sistemlere imkan tanıyan değişiklikler yapılmalı; bu konuda standartlar geliştirilmelidir.

- Bilimsel araştırma merkezlerinin ve öğretim kuruluşlarının özellikle bu konuya eğilmesi sağlanmalı ve bu çalışmalar devletçe desteklenmeli; bu çalışmalar sonucunda elde edilecek bilimsel araştırma sonuçlarının toplanması ve dağıtımını organize edilmelidir.

Özet olarak, ülke açısından hangi türde bir endüstrileşmenin en uygun olabileceğinin saptanması, ülke çapında dönük bir planlama ve örgütlenme ile gerçekleştirilebilir.

Bununla beraber, yeni yapım sistemlerinin bir ülkede gelişebilmesi için, gerekli yasal temellerin tamamlanmış olması gerekmektedir.

### 3.5.2 MAL SAHİBİ VE KULLANICI AÇISINDAN İNCELEME

Mal sahibi; kamu kuruluşu, özel kuruluş, kooperatif, özel şahıs olabilir. Mal sahibi, yapıyı kullanma veya işletme (konut, okul, fabrika, gibi...); satma veya kiralama (konut, işyerleri gibi) amaçları için yaptırabilir.

Prefabrike sistemlerle gerçekleştirilen bir yapının mal sahibine ve kullanıcıya sağlayabileceği faydalar şöyle sıralanabilir:

- Yapım maliyetinin önceden hesaplanabilir olması; tahmin edilen maliyeti ile gerçekleşen maliyet arasında çok büyük fark bulunmaması;
- Endüstrileşme oranının fazlalığı nedeniyle, yapı kalitesinin daha kontrollü ve daha iyi olabilmesi;
- Gerekiyorsa, yapıyı ilerde büyütme olanağını sağlayan veya, iç fonksiyonlardaki değişikliklere uyabilecek esneklikte olan bir sistemin seçimine gidilebilmesi;

Buna karşın:

- Yeni denenen bir sistemde, iyi çözümlenmemiş detaylama denenmemiş malzeme nedeniyle, zamanla, yapı fiziki, eskime, yıpranma, bakım, depreme dayanıksızlık sorunlarının çıkması veya çıkabileceği kuşkusu;
- Yapının, seri üretilmiş elemanların kullanımı ile, veya, tip planlara göre yapılması sonucunda özel bir görünüşe sahip olmaması, bazı prefabrikasyon türlerinin getirebileceği sakinler arasında sayılabilir.

### 5.3 ÜRETİME EMEĞİ İLE KATKIDA BULUNANLAR AÇISINDAN İNCELEME

- Gerek şantiye, gerekse üretim merkezindeki işçilik basitleşmiş, vasıfsız işçilerin kolay öğrenebileceği ve çok yorucu olmayan işlemler haline dönüşmüş, kötü çalışma koşulları düzelmiştir. (Açık havada, iskele üzerinde çalışma vb. gibi)

- İşçi mevsimlerden bağımsız, devamlı bir iş imkanı bulur; böylece, geleneksel inşaatta çalışan işçiye nazaran, daha güvenli bir çalışma ortamına ve diğer endüstri işçileri ile aynı haklara kavuşmuş olur. Bu ise inşaat işçisinin hayat seviyesini yükseltir.

Bununla beraber,

- İşçi istihdamı azalacağından, inşaat işçisinin işsizlik sorunu ile karşılaşma tehlikesi vardır.

- Aynı işlemleri devamlı yapmaktan doğan bıkkıncılık hissi, bu endüstri dalında da zaman zaman görülecektir.

- Özellikle teknik personelin bir uzmanlık eğitimi görmesi gerekecektir.

### 5.4 ÜRETİCİ KURULUŞLAR AÇISINDAN İNCELEME

Prefabrikasyon konusunda yatırıma geçmek isteyen yatırımcıya, bazı önemli sorunlar ve güçlüklerle karşı karşıyadır.

- Kuruluş ve işletme için büyük yatırım gereklidir. Yatırım miktarı makineleşme derecesi ile orantılıdır.

- Kanununun etüd, araştırma-geliştirme safhası oldukça uzun ve külfetlidir.

- Üretici, pazarlama sorunları ve sürekli pazar bulma endişesi ile karşı karşıyadır.

- Fabrikanın duraklamadan çalışması ve işçiye devamlı iş temini için, asgâri bir iş hacmi ve devamlı bir iş talebi garantisi olmalı; ayrıca anortisman şartlarının edüdü iyi yapılmalıdır.

4- PREFAB - Üretici, kendi bünyesindeki ekiplerin organizasyonunun yanı sıra kendi bünyesi dışındaki ekiplerin de koordinasyonunu yapma zorunluğundadır.

5- Kendi ekibini yetiştirmeli ve iş bilen bir işçi kadrosunu fazla değişikliğe uğratmadan elde tutabilmelidir.

6- Geliştirilen bileşenlerin boyut ve biçimlerinin üretici tarafından araştırılmalı;

7- Sistemin (ince yapım, tesisat gibi) başka alt sistemlerle ilişkisi detaylandırılmış olmalı; gerekiyorsa, piyasadaki başka ürünleri kabul edebilmesi için gerekli çalışmalar yapılmalı;

8- Bileşenler tipleştirilirken, en uygun tip sayısı ve üretimin rantabl olabilmesi için gerekli seri büyüklükleri saptanmalı

9- Stoklamanın hangi bileşen tipinden ve ne miktarda yapılması gerektiği hesaplanmalıdır.

10- Yapım sırasında, montaj işlemleri ile devamlı ilgi kurulması ve yeterli koordinasyonun sağlanması lâzımdır.

11- Üretim merkezinin hizmet alanı kısıtlıdır; bu alanının genişliği, üretim ünitesinin kuruluş biçimine bileşenlerin boyut ve ağırlıkları ile ülkenin yol şebekesinin durumuna bağlıdır. Bu durum, üreticinin ülke çapında bir pazar bulmasını engeller.

12- Ham madde ikmalinin zaman zaman aksaması, yan endüstrilerin eksikliği veya iyi işlememesi, üretim sürecine çok zarar verebilir.

13- Malzeme israfının minimuma indirilmesi ve üründe sağlanan yüksek kalitenin yanı sıra maliyetin de düşmesi, üreticinin piyasada serbest rekabete girmesini kolaylaştıracak gibi, ülke bakımından da önemli bir kazanç teşkil edecektir.

- Prefabrikasyon en uygun sistemdir.

- Çabuk kurulur, montajı basittir ve fazla işçilik gerektirmez.

- Kasa yapım süreci nedeniyle tercih edilir.

#### 4- PREFABRİKASYONDA MEVCUT SİSTEMLER VE BU SİSTEMLERİN ÖZELLİKLERİ

Prefabrikasyonda ve Türkiye de kullanılan mevcut sistemleri üç grupta toplayabiliriz. Bunlar:

- İskelet sistem,
- Panel (Yüzeysel taşıyıcılarla kurulan sistem) sistem,
- Hücre Sistem.

##### 4.1- İSKELET SİSTEM

Prefabrike elemanlarla kurulan iskelet yapıların statik sistemleri, taşıyıcı eleman türleri ve bu elemanlarla geçilebilen açıklıklar incelendiğinde, büyük bir çeşitlilik göze çarpar. (Tablo-1-). Geçilebilen açıklıkların, 5-50 m arasında değiştiği görülür. Burada statik sistemin seçimi büyük rol oynar.

Statik sistemin seçimi yapılırken şu etkenler göz önünde bulundurulur. Bunlar:

- Zemin şartları,
- Geçilmesi istenen açıklıklar,
- Yapının yüksekliği
- Vinç, deprem gibi yatay kuvvetlerin mevcudiyeti,
- Mevcut imalat, nakliye, montaj ve işçilik durumu,
- Tesisat sorunları
- Tabii aydınlatma
- Yapının tevsii imkanlarınının aranması sistem seçimini etkileyen faktörlerdir.

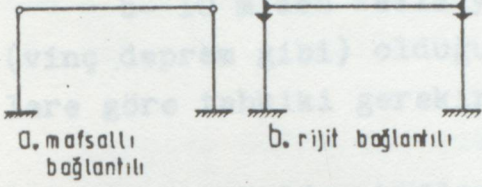
a-Ankastre kolonlara oturan sabit mafsallı kirişlerle kurulan sistemler, (Tablo 1. Şekil 1 a)

- Prefabrikasyona en uygun sistemidir.
- Çabuk kurulur, montajı basittir ve fazla işçilik gerektirmez
- Kısa yapım süresi nedeniyle tercih edilir.

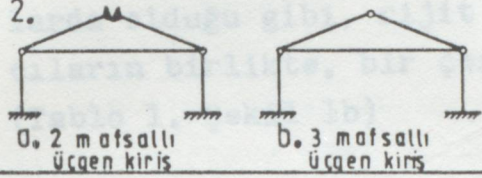
Buna göre;

Statik sistem

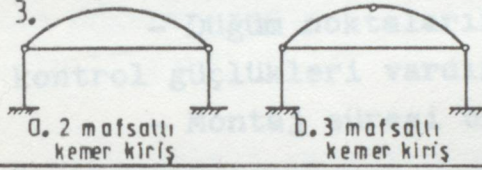
1.



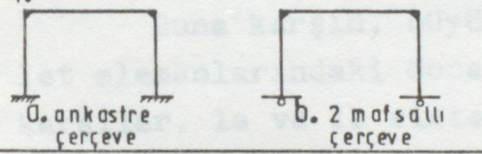
2.



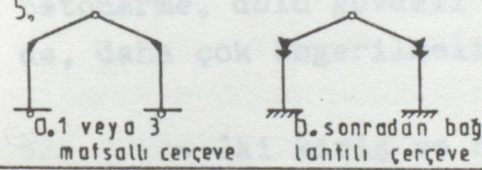
3.



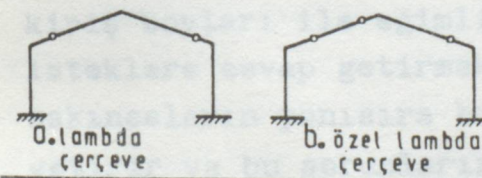
4.



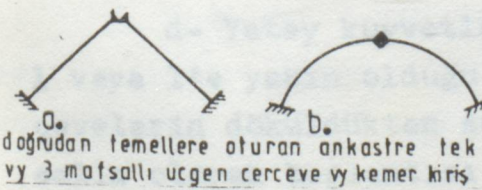
5.



6.



7.



Tablo 1 İskelet sistemde statik sistemler

Buna göre;

- Pahalı temeller ve iyi bir zemin gerektirir,  
- Ankastrelilik momentinin zemine aktarılması, farklı oturumlar meydana gelir.

- Ankastrelilikten dolayı kolon kesitleri artar.

b- 10 m'den fazla yüksekler, büyük yatay kuvvetler (vinç deprem gibi) olduğu zaman, bağlantıların bu kuvvetlere göre tahkiki gerekir.

Aksi halde, bağlantılar, geleneksel konstrüksiyonlarda olduğu gibi, rijit yapılarak, düşey ve yatay taşıyıcıların birlikte, bir çerçeve gibi çalışması sağlanır.

(Tablo 1. Şekil 1b)

- Düğüm noktalarının rijit olarak teşkili, yapım ve kontrol güçlükleri vardır.

- Montaj süresi uzundur.

Buna karşın, büyük yatay kuvvetler olduğunda iskelet elemanlarındaki donatı tasarrufu, montaj işçiliğini karşılar. la ve lb sistemlerinde 15 m açıklığa kadar, betonarme, dolu gövdeli kirişler; 12-25 m'lik açıklıklarda, daha çok öngerilmeli dolu gövdeli kirişler kullanılır.

c- İki kiriş ve bir gergi elemanı ile meydana getirilen üçgen kirişler (Tablo 1, Şekil 2a ve 2b), küçük kiriş boyları ile eğimli çatı, büyük açıklık geçme gibi isteklere cevap getirmekle beraber, gerginin oluşturduğu sakıncaların yanısıra bazı montaj sorunlarını da beraber getirir ve bu sorunların çözümlenmesi gerekir.

d- Yatay kuvvetlerin fazla olduğu veya l/h oranının 1 veya 1'e yakın olduğu yapılarda, tek parça halinde çerçevelerin döküldükten sonra temellere ankestre veya mafsalı olarak bağlantısı yapılabilir. (Tablo 1, Şekil 4a-4b)

Çerçeve elemanlar; genellikle şantiyede, yerde, yatık olarak üstüste; veya düşey olarak, batarya kalıplarında, birkaçı, birkaçı birden dökülüp, sonradan kaldırma suretiyle yerlerine götürülür.

Kaldırma ve montaj işlemleri zor olduğundan, ancak küçük açıklıklar için uygun bir sistemdir.

e- Çerçeve tek parça halinde dökülüp kaldırılamadığı zaman, tek veya üç mafsallı çerçeve çözümlerine gidilir. (Tablo 1, Şekil 5a). Bu sistemler l/h oranınının l'e yakın olduğu dik çatılı yapılarda kullanılır.

Çerçeve bölümleri genellikle şantiyede dökülür. Montaj sırasında, orta mafsallı bağlantısı, hareketli bir iş iskelesi gerektirir.

40 m'ye varan büyük açıklıklarda ve eğimli çatılı yapılarda çerçeve dört bölüm halinde dökülüp, köşeler sonradan öngerme yöntemi ile, rijit olarak bağlanabilir. (Tablo 1, Şekil 5b).

f- Eğimli çatılı yapılarda, momentin "0" olduğu noktalarda mafsallı bağlantılar yapılarak, "lambda" sistem denilen üç bölümlü çerçeve yapımına gidilebilir. (Tablo 1 Şekil 6a)

Malzeme tasarrufu sağlayan bu sistemde, mafsallı bağlantılarının yatay kuvvetler göz önünde bulundurularak tahkik edilmesi gerekir.

Dört elemandan kurulu, özel lambda sistemler, daha büyük açıklıklar için uygulanmaktadır. Montajı daha güç olan bu yapılardaki bağlantılar, yatay kuvvetlerin fazla olduğu bölgelerde sorunlar getirir. (Tablo 1-Şekil 6b)

g- Doğrudan temellere oturtulan üçgen çerçeveler ve kemer kirişler, büyük açıklık geçme olanağını sağlamakta fakat imalât, kaldırma ve montaj sorunları yaratmaktadır.

İskelet sistem elemanları, kolonlar, kirişler, vinç kirişleri ve çerçeve parçalarından oluşmaktadır.

#### 4.1.1 KOLONLAR

Kolonlar genellikle endüstri yapılarında dahi betonarmeden uygulanırlar. Vinç kirişi taşımalarına veya serbest durmalarına göre farklıdırlar. 10 m yüksekliğe ve çok fazla olmayan vinç yüklerinde dikdörtgen kesitler; vinç kirişlerinin oturmaları için en uygun biçimlerdir. (Şekil 3)

Yüksek endüstri yapılarında kolon kesiti çift "T" olur veya kolonlar kirişle beraber çerçeve biçiminde birleştirilir. Yahut uzun kolonlar oluşturulur. Bu durumda iki "U" kesit farklı biçimler de birleştirilerek istenen kolon teşkil edilir. Buna göre her ikiside dışarı dönük olabileceği gibi, tesisatları kolon içinden geçirmek amacıyla içi boş kesit de oluşturulur. Vinç kirişi de ayrı bir kolon üzerine oturtulur.

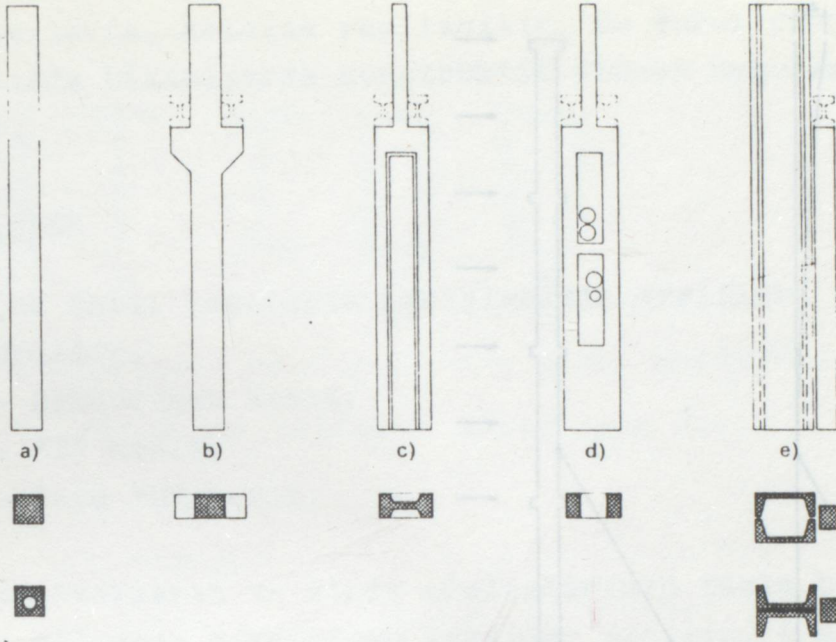
Çok katlı yapılarda, en iyi bağlantı olanakları sağladıkları için, kolonlarda kare kesitler öncelikle uygulanır. Kolonun tek kat veya çok kat yüksekliğinde yapılmasına montaj, üretim ve taşıma sorunları gözönünde tutularak karar verilir. Taşıyıcı ve rijitleştirici çekirdeği olan yapılarda, kolonlar çekirdekle bağlanıp, kolonun montajı daha fazla sürer. (Şekil 5)

Yapıya daha esnek bir karakter vermek için genellikle kolonların çevresine mesnet yerleştirilir. Böylece kirişler her iki yönden de kolona bağlanabilirler.

#### 4.1.2 VINÇ KİRİŞLERİ

Vinç kirişleri, çatı kirişleriyle aynı konstrüktif çözümleri gerektiriler. Büyük açıklıklarda vinç kirişleri çelik kafes kirişlerden yapılır. Bunun dışında dolu gödeli taşıyıcılarda kullanılır. (Şekil 6)

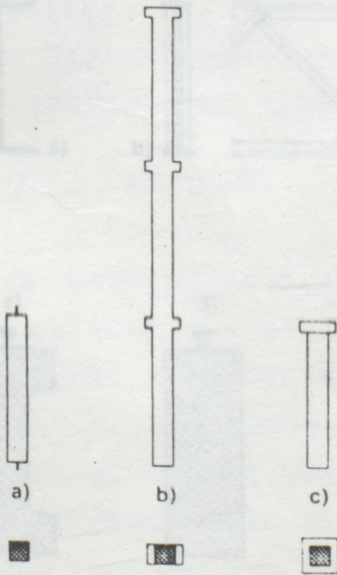
Vinç kirişi aynı zamanda çatı kirişi görevi de yapıyorsa bu durumda ortaya değişik durumlar çıkar. Bu çözümde kirişin alt başlığı vinç kirişi, üst başlığı da ana taşıyıcıdır.



Şekil 3

İskelet sistemae kolon şekilleri

- a) Dörtgen veya boşluklu kolon
- b) Vinç kolonu
- c) 1 kesitli vinç kolonu
- d) tesisat geçişleri için boşluklu kolon
- e) Birkaç parçadan oluşturulan kolon



Şekil 4 Çok katlı yapı kolon türleri

- a) mafsallı
- b) konsollu
- c) Çepeçevre konsollu

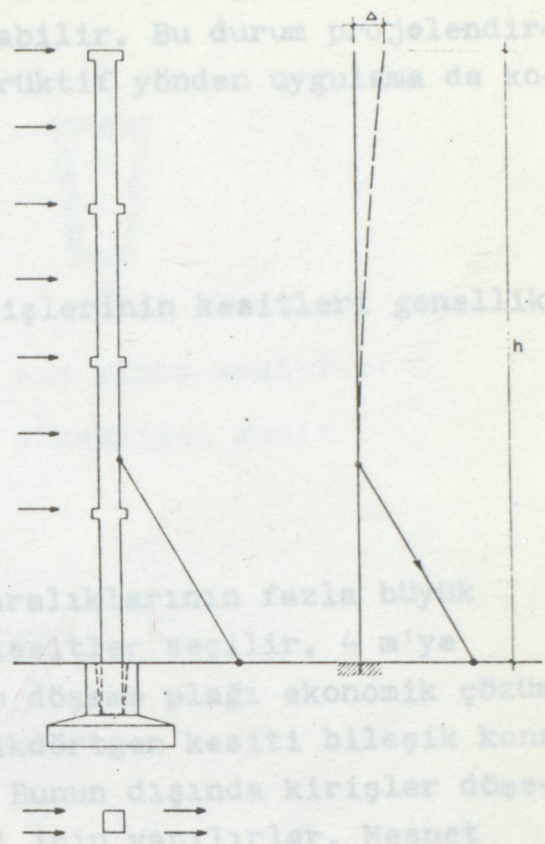
Endüstride sık sık asma vinçler kullanılır. Asma vinçlerin çatı, konstrüksiyonuna asılması çelik veya betonarme çatılarda, kolayca yapılabilir. Bu durum projelendirme sırasında biliniyorsa konstrüktif yönden uygulama da kolay olur.

### 1.3 KIRIŞLAR

Çok katlı yapıların kirişlerinin kesitleri genellikle şu türdedir.

- Dikdörtgen kesit,
- "T" kesit,
- Ters "U" kesit.

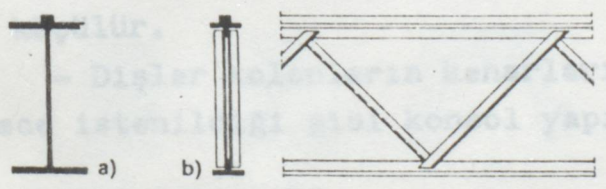
Ayıklıkların ve kiriş aralıklarının fazla büyük olmadığı hallerde dikdörtgen kesitleri tercih edilir. 4 m'ye kadar kiriş aralıklarında dolu döşeme tabakası ekonomik çözüm yoludur. Döşeme ile kirişin dikdörtgen kesiti bileşik konstrüksiyon meydana getirirler. Bunun dışında kirişler döşeme elemanlarının mesnetlenmesi için yapılır. Mesnet konsolu değişik türlerde yapılır.



Şekil 5 Yüksek kolonların montaj esnasında elastik durumu

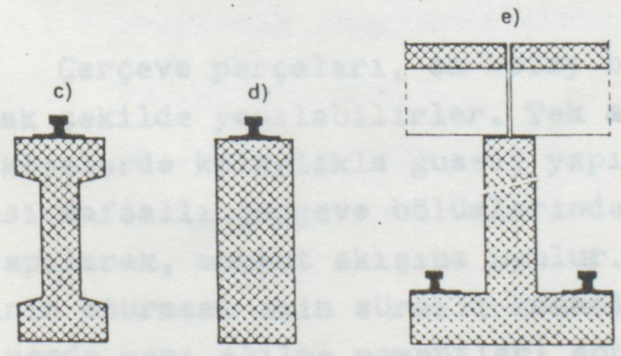
İki dişi olan ters "U" kesiti çok katlı yapılarda genellikle iki nedenle tercih edilir:

- Kiriş geniş olduğundan döşeme elemanlarının sıkışması kolaydır.
- Dişler kirişin altından geçebilirler ve böylece istenilen açıklık yapılabilir.



### 1.4 ÇERÇEVE PARÇELERİ

Çerçeve parçeleri, çerçeve içinde moment alışverişine uyacak şekilde yapılabilirler. Tek açıklıklı çerçevede kirişlerde kesit değişimi yapılabilir. (Şekil 9) Ortasız çerçevelerde, kiriş değişken kesitli yapılarak, kesit değişimi yapılabilir.



Şekil 6 Vinç kirişleri

Endüstride sık sık asma vinçler kullanılır. Asma vinçlerin çatı, konstrüksiyonuna asılması çelik veya betonarme çatılarda, kolayca yapılabilir. Bu durum projelendirme sırasında biliniyorsa konstrüktif yönden uygulama da kolay olur.

### 1.3 KİRİŞLER

Çok katlı yapıların kirişlerinin kesitleri genellikle şu türdedir.

- Dikdörtgen kesit,
- "T" kesit,
- Ters "U" kesit.

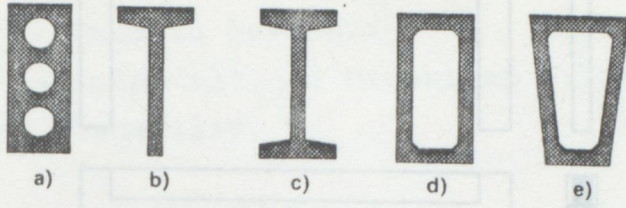
Açıklıkların ve kiriş aralıklarının fazla büyük olmadığı hallerde dikdörtgen kesitler seçilir. 4 m'ye kadar kiriş aralıklarında dolu döşeme plağı ekonomik çözüm yoludur. Döşeme ile kirişin dikdörtgen kesiti bileşik konstrüksiyon meydana getirirler. Bunun dışında kirişler döşeme elemanlarının mesnetlenmesi için yapılırlar. Mesnet konsolu değişik türlerde yapılabilir.

İki dişi olan ters "U" kesiti çok katlı yapılarda öncelikle iki nedenle planlanır:

- Kiriş geniş olduğundan döşeme elemanlarının açıklığı küçülür.
- Dişler kolonların kenarlarından geçebilirler ve böylece istenildiği gibi konsol yapılabilir.

### 1.4 ÇERÇEVE PARÇALARI

Çerçeve parçaları, en kolay biçimde moment akışına uyacak şekilde yapılabilirler. Tek açıklıklı çerçevede kiriş köşelerde kolaylıkla guseli yapılabilir. (Şekil 9) Ortası mafsallı çerçeve bölümlerinde, kiriş değişken kesitli yapılarak, moment akışına uyulur. Ayrıca, döşeme elemanlarının oturması için sürekli konsol da varsa, tam istenilen yerde yani eğilme momentleri sonucu basınç gerilmelerinin en yüksek olduğu yerde, kesitin altı daha geniş yapılır. Bunun uygulamaya getirdiği bir diğer fayda da açıklık ortasında tesisat için oldukça büyük bir yerin serbest



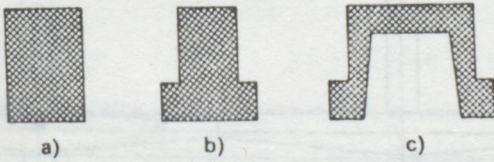
Şekil 7 Prefabrik yapılarda ana kiriş kesitleri

a) Yuvarlak boşluklu dikdörtgen kesit

b) T kesit

c) I kesit

d) ve e) kutu kesitler



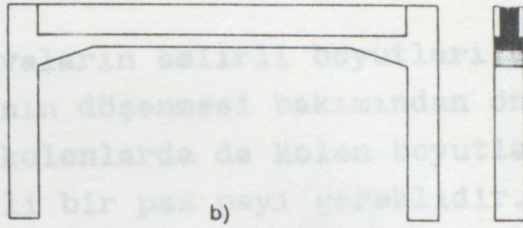
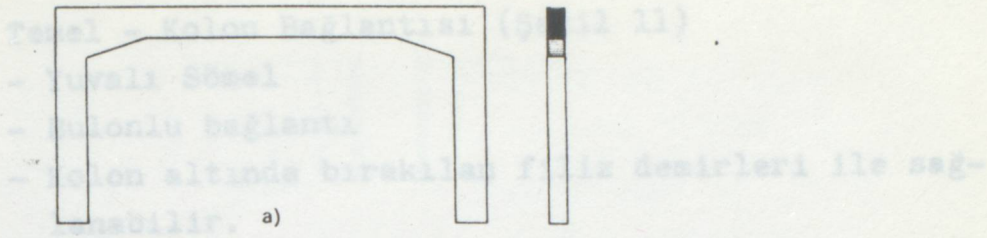
Şekil 8 Prefabrik yapılarda kirişler

a) Dörtgen kesit

b) konsollu T kesit

c) kaset kesit

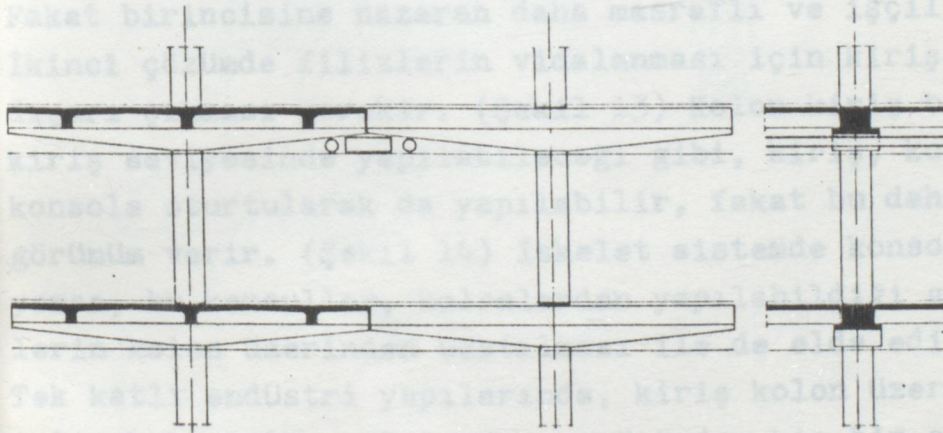
5 İSKELET SİSTEMDE BAĞLANTILAR



Şekil 9 tek açıklıklı çerçeveler

a) Çerçeve kirişi dörtgen şeklinde

b) Çerçeve kirişi konsollu



Şekil 10 T çerçeve. Açıklık ortasında tesisat geçişi kolaylığı mevcuttur.

## 1.1.5 İSKELET SİSTEMDE BAĞLANTILAR

### Temel - Kolon Bağlantısı (Şekil 11)

- Yuvalı Sömel
- Bulonlu bağlantı
- Kolon altında bırakılan filiz demirleri ile sağlanabilir.

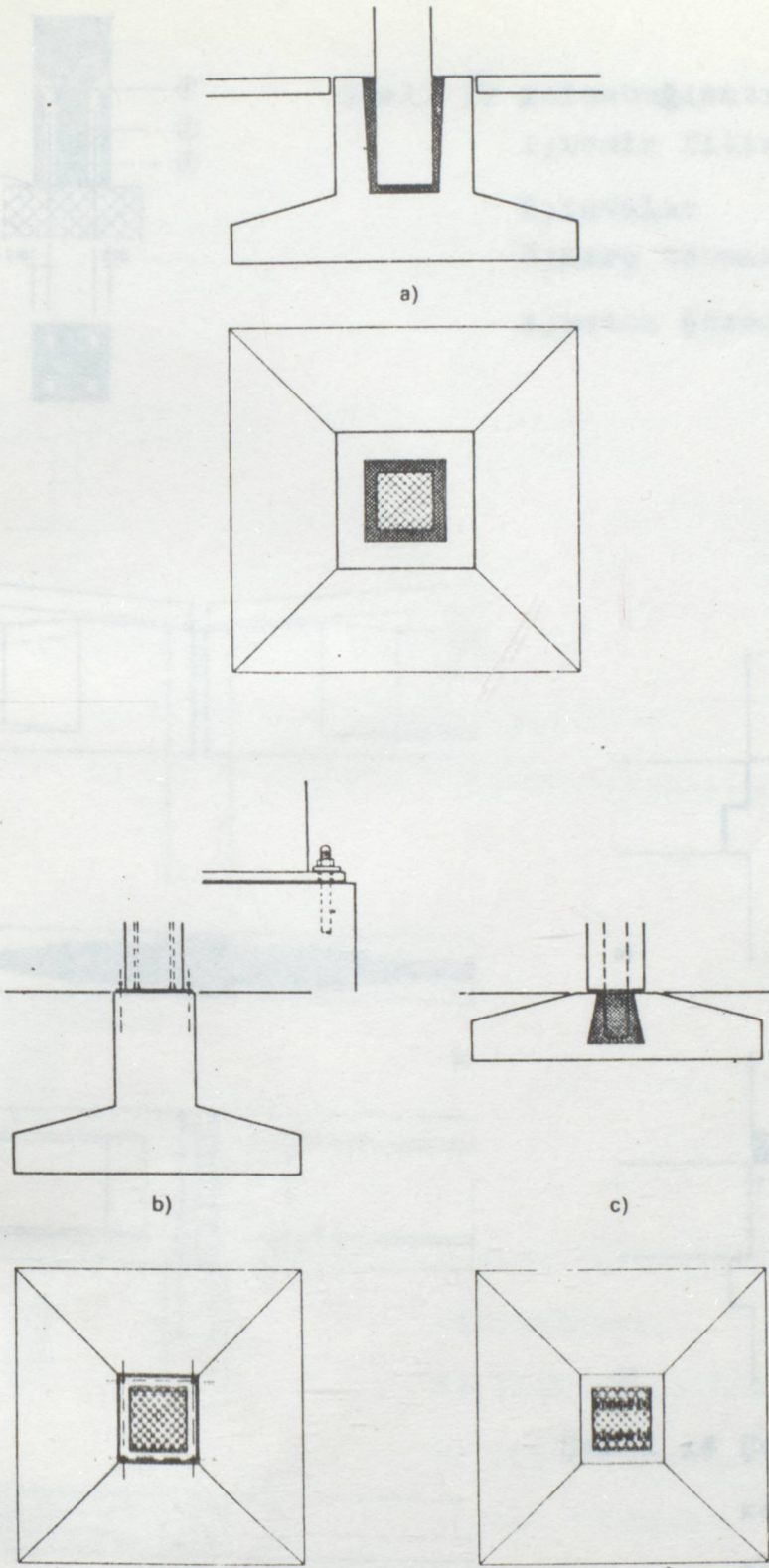
Yuvaların belirli boyutları olması ve bunun kablo kanallarının döşenmesi bakımından önemi büyüktür. Bulonla bağlanan kolonlarda da kolon boyutları dışında gene beton dan belirli bir pas payı gereklidir. Kolondan filiz bırakarak ve yerinde beton dökerek, aynı zamanda, yerinde dökülmüş beton döşeme ile çok fazla yük etkisinde olmayan kolonlar arasındaki bağlantı da sağlanır. (Şekil 12:)

### Kolon - Kiriş bağlantısı mafsalı niteliktedir.

Kirişler, kolon başındaki bir çatalın içine oturtularak veya kolonlardan bırakılan filizlere, yuvaların geçmesi ile bağlanabilirler. Bunlardan birincisi güzel bir görüntü vermez fakat ikinci çözüm güzel ve doyurucu bir görünüm verir. Fakat birincisine nazaran daha masraflı ve işçilik ister. İkinci çözümde filizlerin vidalanması için kiriş üzerinden dışarı çıkması gerekir. (Şekil 13) Kolon kiriş bağlantısı kiriş seviyesinde yapılabileceği gibi, kiriş, kolondaki bir konsola oturtularak da yapılabilir, fakat bu daha çirkin bir görünüm verir. (Şekil 14) İskelet sistemde konsol isteniyorsa, bu konsollar, kolonlardan yapılabildiği gibi kirişlerin kolon üzerinden uzatılması ile de elde edilebilir. Tek katlı endüstri yapılarında, kiriş kolon üzerinden uzatılarak konsol yapılır. Yapım yönünden hiç bir sorun ortaya çıkmaz. (Şekil 15)

Döşeme elemanları kirişlere üç biçimde mesnetlendirilebilirler. (Şekil 16)

- Dolu plak kesitiyle, dikdörtgen kesit üzerinde basit oturma,

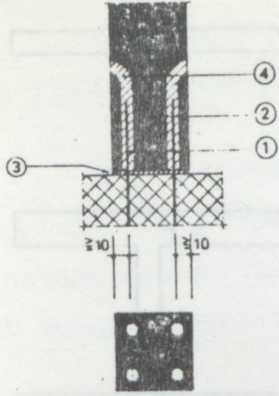


Şekil I I Temel kolon bağlantıları.

a) Yuvalı

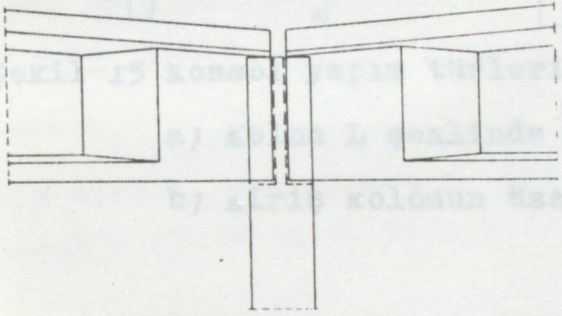
b) Bulonlu

c) Demir filizli

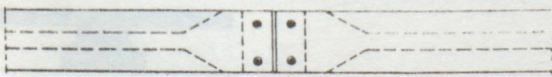
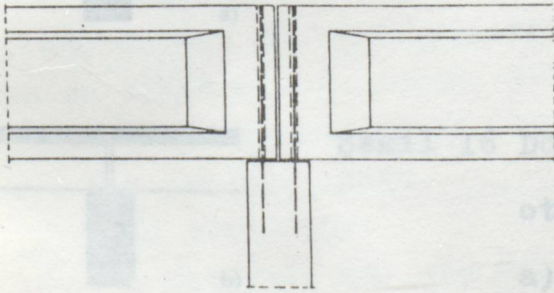


Şekil 12 kolonbağlantısı.

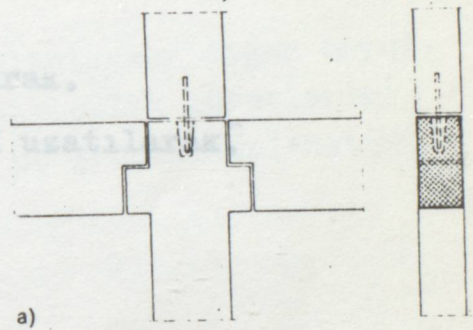
- 1)Demir filiz
- 2,yuvalar
- 3)Harç tabakası
- 4)Beton şerbet dökümü



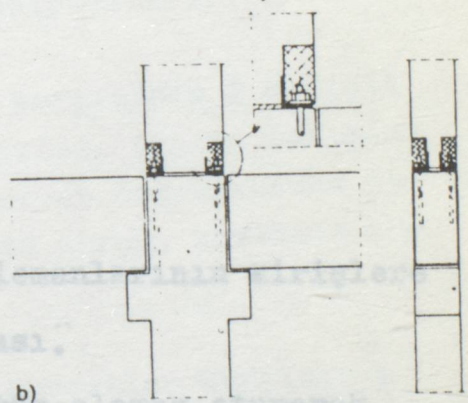
b)



Şekil 13 kolon \_ kiriş bağlantısı.

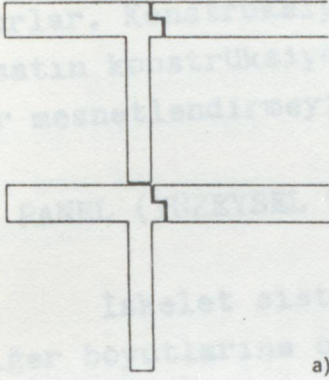


a)

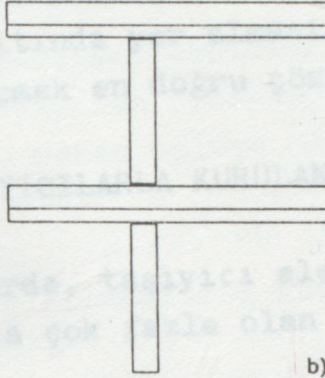


b)

Şekil 14 Çok katlı yapılarda kolon-kiriş bağlantısı.



a)

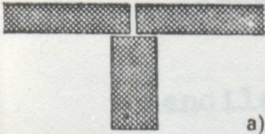


b)

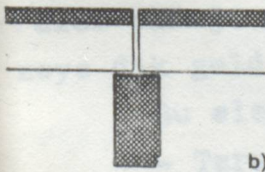
Şekil 15 Konsol yapım türleri.

a) Kolon L şeklinde yapılarak.

b) kiriş kolonun üzerinden uzatılarak.



a)



b)



c)

Şekil 16 Döşeme elemanlarının kirişlere oturtulması.

a) Plak tüm olarak oturarak.

b) Döşeme elemanı tüm kesiti ile oturarak.

c) Döşeme elemanında oluşturulan diş ile yarım bindirme.

- Döşeme elemanları tüm yükseklikleriyle kirişe otururlar;
- Kirişte konsol, döşeme elemanında dış açarak yapılan yarım bindirme.

Son durumda döşeme elemanı ile kiriş aynı düzeyde olurlar. Konstrüksiyon yüksekliğinin düşük tutulması ve tesisatın konstrüksiyon altında yer alması istendiğinde bu tür mesnetlendirmeyi seçmek en doğru çözümdür.

#### 4.2 PANEL (YÜZEYSEL TAŞIYICILARLA KURULAN) SİSTEM

İskelet sistemlerde, taşıyıcı elemanlar uzunlukları diğer boyutlarına oranla çok fazla olan kolona, kiriş gibi çubuksu bileşenlerdir.

Yüzeysel taşıyıcılarda ise, kalınlıklar diğer boyutlara oranla, çok küçüktür. Hem de taşıyıcılık görevlerini birlikte yüklenen bu yapı elemanları üç grupta toplanabilir.

- Düz yüzeysel taşıyıcılar,
- Katlanmış plaklar,
- Kabuklar (eğrisel yüzeyli taşıyıcılar).

Kendilerine etkiyen kuvvetler karşısında 2 değişik direnç durumu gösteren yüzeysel taşıyıcılar, taşıma bakımından en etkin olduğu durum, yüzeyin kuvvet doğrultusuna paralel olduğu zamandır, en zayıf olduğu durum, kuvvetin yüzeye dik geldiği andır.

Bu elemanlar:

- Tarafsız düzleme dik gelen kuvvetler karşısında "plak" şeklinde,
- Düzleme paralel kuvvetler karşısında "perde" şeklinde çalışır.

Yüzeyin boyutları büyüdükçe veya yüzeye dik gelen kuvvetler arttıkça plak kalınlığını arttırmak veya başka tedbirlerin alınması gerekir.

Yüzeysel taşıyıcıların tasarımındaki esas amaç, bu elemanlara gelen kuvvetlerin, katlama, bükme gibi yöntem-

lerle yönlendirilmesini ve bütün yüzeye eşit olarak dağılımını sağlayacak en uygun biçimin bulunmasıdır. Bu amacın gerçekleşebilmesi için, bu elemanların kuruluşunda kullanılan malzemenin homojen ve izotrop olması yani her noktasında ve her doğrultuda aynı fiziksel davranışı göstermesi gerekir.

Betonarmenin bu şartları taşıdığı kabul edilebilir. Ayrıca betonarme olarak yapılan yüzeysel taşıyıcılarda betonun hem taşıyıcı, hem de mekan bölücü özelliğinden faydalanılır.

Yüzeysel taşıyıcı elemanlarla kurulan sistemlerde şu avantajlar sağlanır.

- Yapıyı teşkil eden bileşenlerin ve bağlantıların sayısı azalır; böylece montaj ve yapım büyük hız kazanır.

- Aynı elemanların hem duvar, hem de çatıda kullanılabilmesi ile, eleman tipleri en az sayıya indirgenir, imalat kolaylaşır ve rantabl hale gelir.

- Elemanların ağırlıklarının aynı veya birbirine yakın olması, montaj sırasında aynı vinç türünün tam kapasiteyle kullanımını sağlar.

Buna karşın:

- Hesapların çok daha karmaşık olması, hatta bazı durumlarda, model üzerinde deney yapma zorunluluğunu doğurur,

- Kalıp yapımındaki güçlükler,

- İmalatın büyük dikkat ve titizlikle yapılma gereği,

- İstifleme ve nakliye sırasında çıkabilecek sorunlar, bu tür elemanların getirdiği sakıncalar arasında sayılabilir.

Önyapım yüzeysel taşıyıcılarla kurulan yapıların statik sistemleri, iskelet elemanlı sistemlerde olduğu gibidir.

Statik sistemler şu şekilde sıralanabilir:

- Temellere ankastre olan duvar plaklarına veya kolonlara serbestçe oturan yüzeysel taşıyıcılarla kurulan sistemler,

- Temellere ankastre olan veya mafsallı olarak bağlanan ve çeşitli bölümlerin sonradan rijit olarak birleştirilmesi suretiyle meydana getirilen çerçeve sistemler.

a- Birinci gruba giren sistemlerde, elemanların imalatı, montajı ve bağlantıları çok daha kolay olmaktadır.

Mesnetlere serbestçe oturan çatı elemanları:

- Basit bir giriş gibi çalışan yüzeysel taşıyıcılar, (Tablo 2)

- İki yüzeysel taşıyıcının gergi elemanları ile birlikte oluşturduğu, iki veya üç mafsallı üçgen çerçeveler (Tablo 2, d ve e)

- İki veya üç mafsallı kemerler, (Tablo 2, f ve g) olarak düzenlenebilir.

b- Yüzeysel taşıyıcıların sonradan, bir çerçeve oluşturacak şekilde birleştirilmesi, çok büyük açıklık ve yüksekliklerde veya yatay kuvvetlerin çok büyük olduğu durumlarda rantabl olabilecek bir çözümdür. (Tablo 2, b ve c )

Doğrudan temellere oturtulan üçgen çerçeve veya kemer şeklindeki uygulamalar (Tablo 2, h ve i) ise daha çok, özel olarak biçimlendirilmiş bileşenlerle kurulan büyük açıklıklı yapılarda söz konusu olmaktadır.

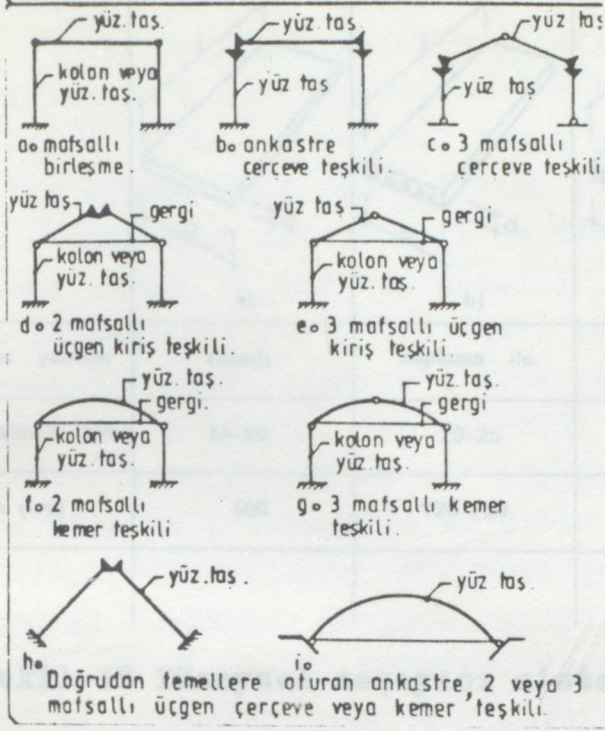
Panel sistemin elemanları dört sınıfta toplanabilir. (Şekil 17) Döşemeler, iç duvarlar, dış duvarlar ve özel elemanlar. Merdivenler, asansör kovaları ve parapetler özel elemanlar olarak söylenebilir.

## 2.1 DÖŞEMELER:

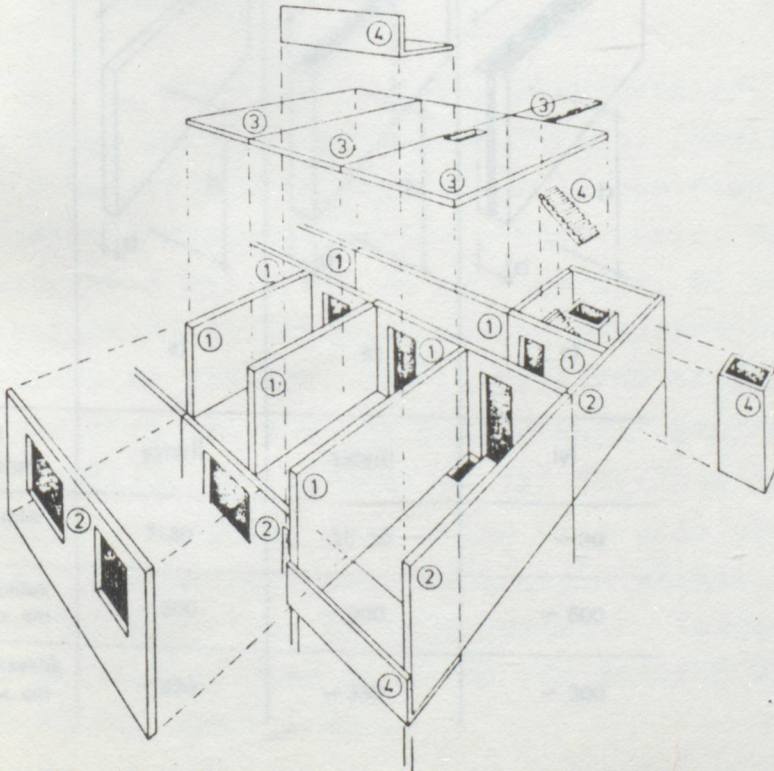
Döşeme kesitleri üç ana tipte toplanır. (Şekil 18)

- Dolu plaklar,

Yüzeysel taşıyıcılar – Statik sistemler.

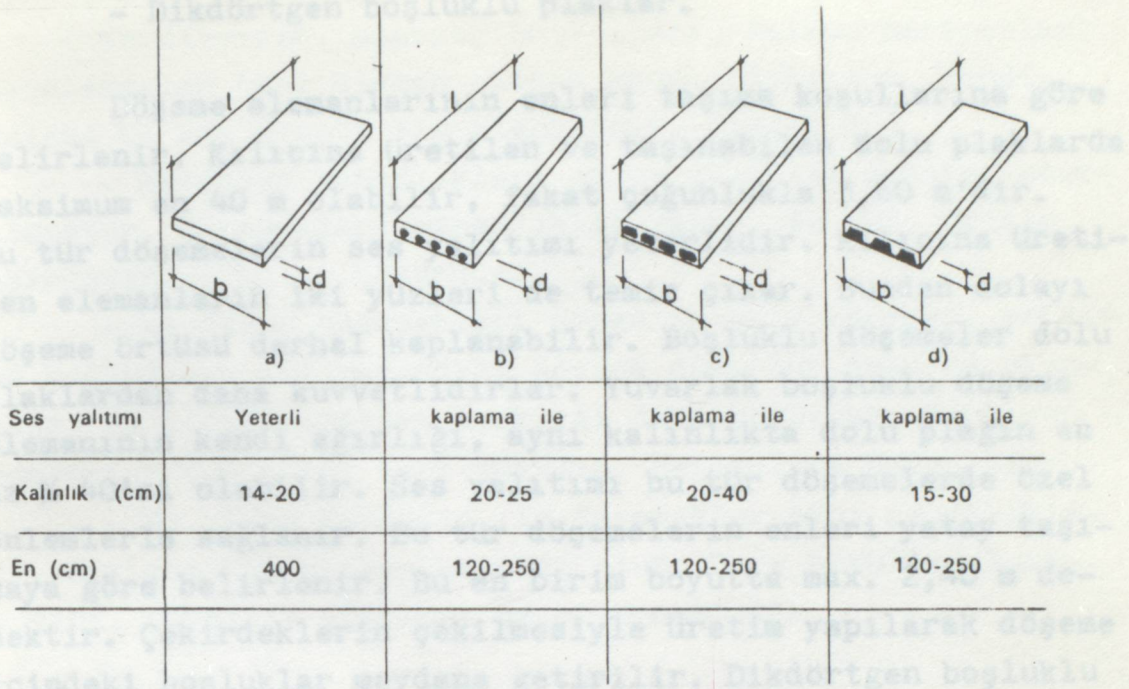


Tablo 2 Yüzeysel taşıyıcı sistemde statik sistemler.

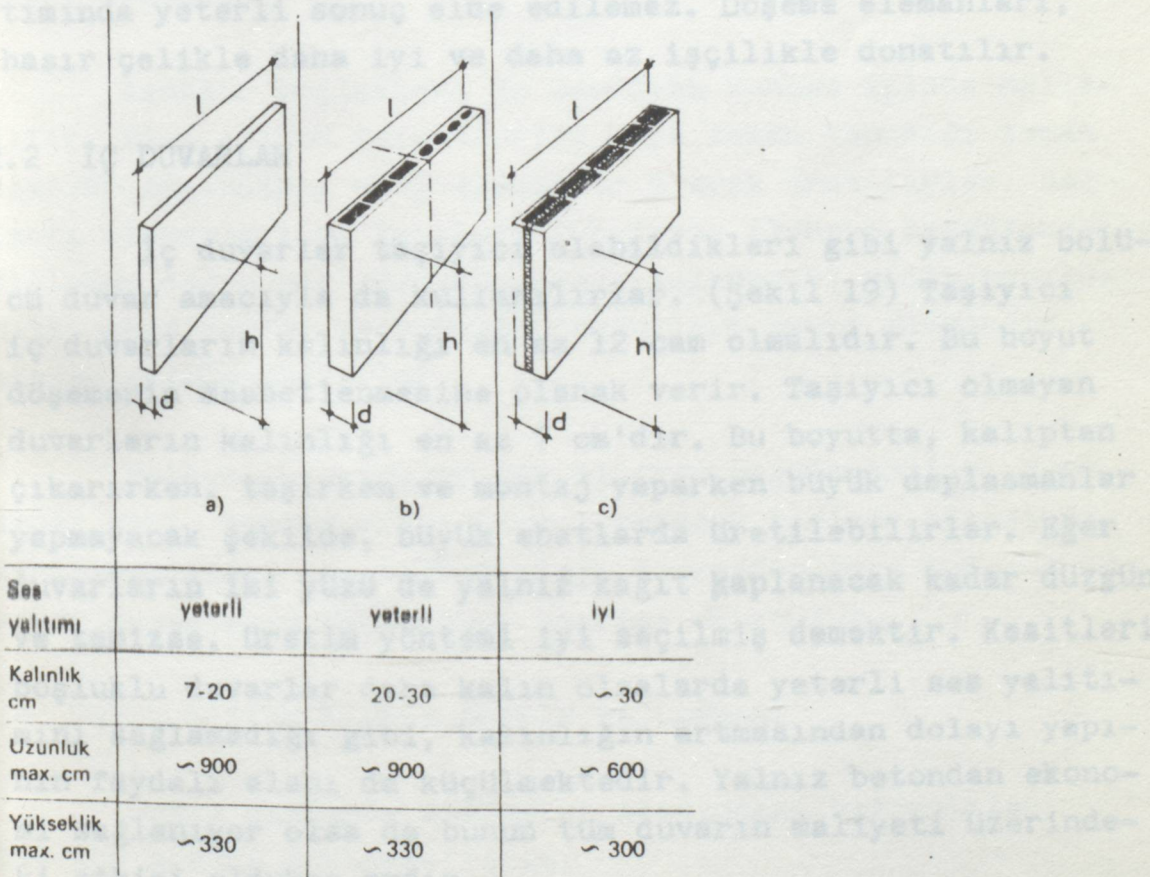


Şekil 17 Yüzeysel taşıyıcı sistemde eleman türleri.

- 1) İç duvarlar 2) Dış duvarlar 3) Döşeme elemanları 4) Özel elemanlar



Şekil 18 Yüzeysel taşıyıcı sistemde döşeme elemanları.



Şekil 19 Yüzeysel taşıyıcı sistemde iç duvar elemanları.

- Yuvarlak boşluklu plaklar,
- Dikdörtgen boşluklu plaklar.

Döşeme elemanlarının enleri taşıma koşullarına göre belirlenir. Kılıcına üretilen ve taşınabilen dolu plaklarda maksimum en 40 m olabilir, fakat çoğunlukla 3,60 m'dir. Bu tür döşemelerin ses yalıtımı yeterlidir. Kılıcına üretilen elemanların iki yüzleri de temiz çıkar. Bundan dolayı döşeme örtüsü derhal kaplanabilir. Boşluklu döşemeler dolu plaklardan daha kuvvetlidirler. Yuvarlak boşluklu döşeme elemanının kendi ağırlığı, aynı kalınlıkta dolu plağın en az % 40'si olabilir. Ses yalıtımı bu tür döşemelerde özel önlemlerle sağlanır. Bu tür döşemelerin enleri yatay taşımaya göre belirlenir. Bu en birim boyutta max. 2,40 m demektir. Çekirdeklerin çekilmesiyle üretim yapılarak döşeme içindeki boşluklar meydana getirilir. Dikdörtgen boşluklu döşemelerde yuvarlak boşluklu döşemeler gibidir. Tek ayrılık, bu elemanlar daha da hafiftir. Bunun sonucu ses yalıtımında yeterli sonuç elde edilemez. Döşeme elemanları, hasır çelikle daha iyi ve daha az işçilikle donatılır.

## .2.2 İÇ DUVARLAR

İç duvarlar taşıyıcı olabildikleri gibi yalnız bölücü duvar amacıyla da kullanılırlar. (Şekil 19) Taşıyıcı iç duvarların kalınlığı en az 12 cm olmalıdır. Bu boyut döşemenin mesnetlenmesine olanak verir. Taşıyıcı olmayan duvarların kalınlığı en az 7 cm'dir. Bu boyutta, kalıptan çıkarırken, taşırken ve montaj yaparken büyük deplasmanlar yapmayacak şekilde, büyük ebatlarda üretilebilirler. Eğer duvarların iki yüzü de yalnız kağıt kaplanacak kadar düzgün ve temizse, üretim yöntemi iyi seçilmiş demektir. Kesitleri boşluklu duvarlar daha kalın olsalarda yeterli ses yalıtımını sağlamadığı gibi, kalınlığın artmasından dolayı yapının faydalı alanı da küçülmektedir. Yalnız betondan ekonomi sağlanıyor olsa da bunun tüm duvarın maliyeti üzerindeki etkisi oldukça azdır.

## 2.3 ÖZEL ELEMANLAR

Merdivenler, asansör boşlukları, balkon parapetleri vb. elemanlar özel eleman olarak kabul edilirler. Merdivenleri üç ana grupta ele alabiliriz. (Şekil 20)

- Merdiven sahanlıkları enine duvarlar arasına oturtulmuştur. Basamakları sahanlıklar taşır. Bu tip, üretim bakımından en kolay çözümdür.

- Merdiven basamakları sahanlıklarla beraber, merdiven boşluğunun iki başındaki boyuna duvarlar arasına oturtulur. Bu tipte merdiven açıklığı daha büyüktür. Merdiven geometrisinden gelen ters bükülme, çatlaklara neden olur.

- Bu tipte sahanlık ile basamaklar aynı genişliktedir. Böylece tüm elemanlar aynı olur. Ters bükülme olmadığı gibi, sahanlık plakları da bölünmemiştir.

Eğer merdiven basamakları yapı sahasına son kaplamaları yapılmış olarak gelirse o zaman merdiven uygulaması doğru demektir.

Asansör boşlukları da merdiven konusu içinde halledilir. Plan çözümü gerektirdiği veya imkan tanıdığı zaman asansör boşlukları uzay elemanlar olarak üretilirler. Bağlantı elemanları ve kapıları fabrikada elemana betonlanabildiğinden doğru bir çözümdür. Yapı geleneksel yolla yapılsa bile, merdivenler ve asansör boşlukları hazır elemanlar olarak uygulanabilirler.

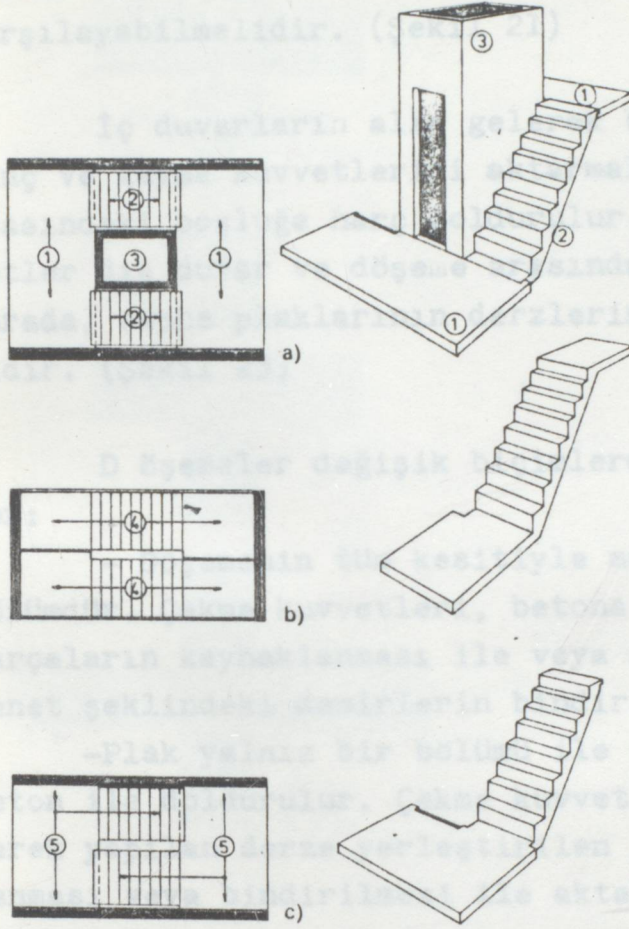
Balkon ve çıkmalar iki biçimde uygulanabilir. Bunlardan biri, balkon plağı konsol yapacak biçimde dışarı taşırılır, diğeri ise balkon plağı döşemeden ayrı tutulur ve enine duvarların konsolları üzerine oturtulur.

## 2.4 PANEL SİSTEM ELEMANLARININ BAĞLANMASI

Panel sistemde elemanlar arasındaki bağlantıları iki ana grupta toplayabiliriz.

- Döşemenin iç ve dış duvara mesnetlenmesi
- İç ve dış duvarların alın bağlantıları.

Döşemeler, iç duvarlar üzerine, güvenli bir mesnet ile oturtulmalıdır. Minimum oturma payı 5 cm olmalıdır. Bu bağlantı çekme ve basınç kuvvetlerini aktarabilmelidir. Ayrıca döşeme ile duvar arasındaki dikey kuvvetleri de karşılayabilmelidir.



Şekil 20 Yüzeysel taşıyıcı sistemde merdivenin oluşturulması.

Duvar elemanları arasındaki yatay bağlantı da dört duvar arasında kalan boşlukta çelik donatı yerleştirerek faydalıdır.

### 3. HÜCRE SİSTEMİ

Uzay hücreler de, iskelet sistemli yapılar ve panel sistemli yapıları meydana getiren elemanlardan oluştuğundan, prensipte yeni konstrüktif sorunlar çıkarmazlar. En basit sorun, uzay hücrelerin kendi aralarında bağlanmalarını gerektirir.

Döşemeler, iç duvarlar üzerine, güvenli bir mesnet ile oturtulmalıdırlar. Minimum oturma payı 5 cm olmalıdır. Bu bağlantı çekme ve basınç kuvvetlerini aktarabilmelidir. Ayrıca döşeme ile duvar arasındaki düşey kuvvetleri de karşılayabilmelidir. (Şekil 21)

İç duvarların alın gelerek birleştikleri nokta basınç ve kayma kuvvetlerini aktarmalıdır. Duvar elemanları arasındaki boşluğa harç doldurulur. (Şekil 22) Aynı kuvvetler dış duvar ve döşeme arasında da iletilebilmelidir. Burada, cephe plaklarının derzlerinin iyi yapımı da önemlidir. (Şekil 23)

Döşemeler değişik biçimlerde mesnetlendirilebilirler:

- Döşemenin tüm kesitiyle mesnete oturması en basit çözümdür. Çekme kuvvetleri, betona ankre edilmiş çelik parçaların kaynaklanması ile veya filiz olarak çıkarılan kenet şeklindeki demirlerin bindirilmeleriyle karşılanır.

-Plak yalnız bir bölümü ile oturur. Derz sonradan beton ile doldurulur. Çekme kuvvetleri, yerinde beton dökülerek yapılan derze yerleştirilen çelik donatının kaynaklanması veya bindirilmesi ile aktarılır.

Şekil 22 İç duvarların üstüörtüğü

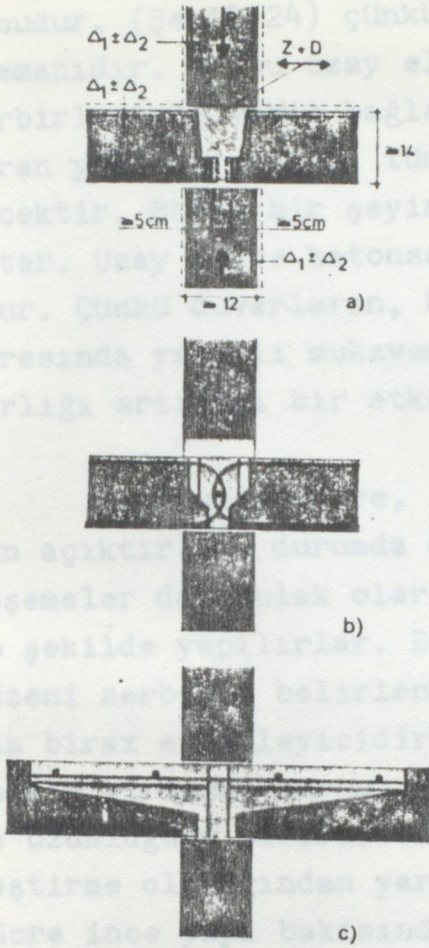
Bu bağlantı da önemli olan, köşelere pah veya yumuşak bir gereç ile destek yapılmasıdır. Aksi takdirde burulma sonucu köşelerde beton çatlamasına neden olunur. Elemanlar aynı zamanda pim, kenet yolu ile duvar elemanlarına bağlanabilirler.

Duvar elemanları arasındaki yatay bağlantı da dört duvar arasında kalan boşluğa çelik donatı yerleştirmek faydalıdır.

Şekil 23 Döşeme elemanı ile dış duvar birleşimi.

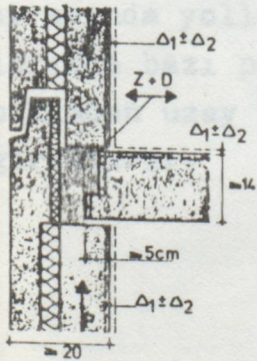
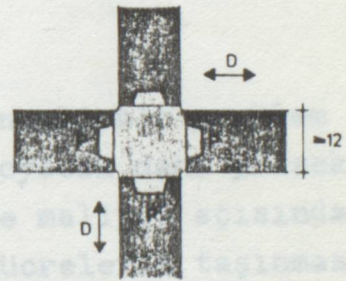
### 1.3 HÜCRE SİSTEM

Uzay hücreler de, iskelet sistemli yapılar ve panel sistemli yapıları meydana getiren elemanlardan oluştuğundan, prensipte yeni konstraktif sorunlar çıkarmazlar. En önemli sorun, uzay hücrelerin kendi aralarında bağlanmalarını çözümlenektir.



Şekil 21 Döşeme ve iç duvar bağlantısı.

Şekil 22 İç duvarların oluşturduğu derzle birleşme.



Şekil 23 Döşeme elemanı ile dış duvar birleşimi.

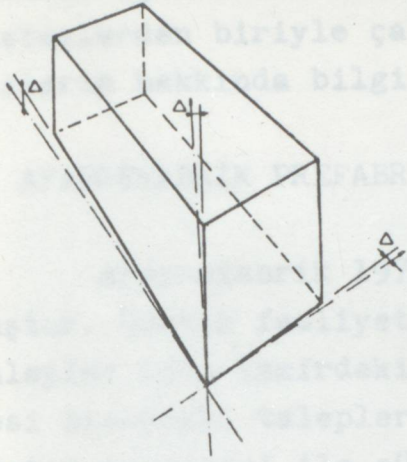
Taşıyıcı uzay hücreleri üstüste uygulamak bir tolerans sorunudur. (Şekil 24) çünkü yerleştirilecek olan bir uzay elemanıdır. ve bu uzay elemandaki uzay kapatıcı elemanlar birbirleriyle sabit bağlanmışlardır. Burada elemanı oluşturan parçalar değil, tüm sistem kaldırılarak yerleştirilecektir. Böyle bir şeyin gerçekleşmeside büyük toleranslar ister. Uzay hücre betonsa elemanlar montaj için çok ağır olur. Çünkü duvarların, kalıptan çıkarma, taşıma ve montaj sırasında yeterli mukavemet göstermesi gerekir. Bu ise ağırlığı artırıcı bir etkidir.

Açık uzay hücre, iki alın tarafından kapalı, yanlarından açıktır. Bu durumda döşeme açıklıkları büyüdüğünden, döşemeler dolu plak olarak değil "TT" kesitli-kaset plaklar vb şekilde yapılırlar. Buna karşılık oda genişliği ve plan düzeni serbetçe belirlenebilir. Bu ise ince işler bakımından biraz engelleyicidir, çünkü her uzay hücre genişliğinde bir birleşme sorunu ortaya çıkmaktadır. Ancak uzay hücre uzunluğunu sınırlı tutup, uzay hücreleri yan yana yerleştirme olanağından yararlanmak mümkündür. Kapalı uzay hücre ince yapı bakımından en uygundur. Kapalı uzay hücre her tarafından sınırlıdır. Bunun sonucunda oda büyüklüğü belirlidir. Bunu sınırlayan faktörde taşıma olanaklıdır.

Uzay hücrelerin taşıma sorunu önemli bir problem olduğu gibi, bunları kaldırıp yerine koyacak daha yüksek kapasiteli kaldırıcıların gerekmesi ise maliyet açısından diğer bir problemi teşkil eder. Uzay hücrelerin taşınması sırasında yollardaki bozukluklar bakımından bağlantı yerlerinde bazı problemlerin meydana gelmesi mümkündür. Bu bakımdan uzay hücrelerin nakli yüksek kapasiteli yollar gerektirir.

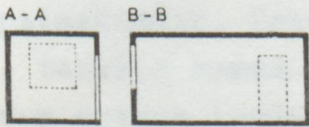
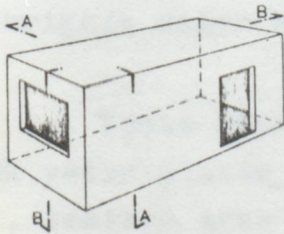
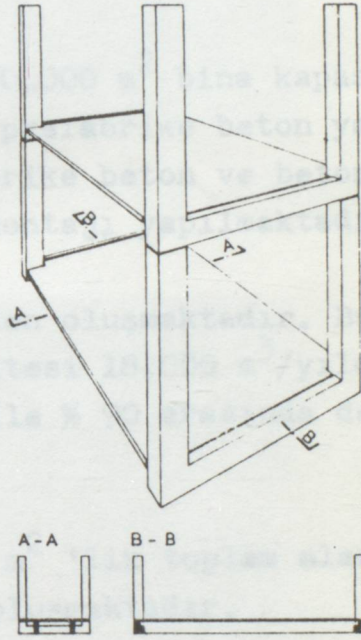
Şekil 24 hücre sisteminin bir

elemanında kesitler.



Şekil 24 Hücre sistemde ölçü hataları üç boyutta oluşur.

Şekil 25 Hücre sistemde birim eleman parçaları.



a)

Şekil 26 Hücre sistem birim elemanında kesitler.

## 5. TÜRKİYEDEKİ MEVCUT PREFABRİK TESİSLERİ

Ülkemizdeki mevcut prefabrik tesisleri daha önceki bölümde açıklanan iskelet sistem, panel sistem ve hücre sistemlerden biriyle çalışmaktadırlar. Bu bölümde bu tesislerin hakkında bilgi verilecektir.

### 1. AFAPREFABRİK PREFABRİKE BETON SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.

Afaprefabrik 1979 yılında İzmir-Kemalpaşa da kurulmuştur. Üretim faaliyetlerini, genellikle Ege Bölgesindeki talepler için İzmirdeki merkez üretim tesisinde, Ege Bölgesi dışındaki talepler için iş mahallerinde kurduğu seyyar üretim tesisleri ile sürdürmektedir.

Merkez üretim tesisi yılda 100.000 m<sup>2</sup> bina kapasitesindedir. Bu tesislerde öngörülenli prefabrike beton yapı elemanları yanında, her türlü prefabrike beton ve betonarme elemanlar üretilmekte, nakil ve montajı yapılmaktadır.

Merkez üretim tesisi iki holden oluşmaktadır. Bu iki holün toplam beton üretimi kapasitesi 18.000 m<sup>3</sup>/yıldır. Bu tesisde kapasite kullanımı % 75 ile % 90 arasında değişmektedir.

Merkez üretim tesisi, 40.000 m<sup>2</sup> 'lik toplam alan üzerine 3500 m<sup>2</sup> lik kapalı sahadan oluşmaktadır.

Üretilen yapının çeşitine göre üretimin % 60-80 i fabrikada diğer kısım ise şantiyede tamamlanmaktadır.

Tesis kapalı sistem de çalışmakta olup, ileriye dönük yatırımlarda genişleme imkanına sahiptir. Beton üretimi, tesisin arka kısmındaki otomatik beton santrali ile yapılmaktadır. Beton santralının üretim tesisine uzak olması, tesisin hemen yanında kurulu olmaması dezavantaj bir durum ortaya koymaktadır. Bu durum betonun kalıplara getirilmesi sırasında vakit kaybına sebep olmaktadır.

Beton üretiminde, betonun mukavemetini artırıcı, prizini hızlandırıcı her hangi bir katkı malzemesi kulla-



Şekil 27. Afaprefabrik tesislerinin genel görünüşü.



Şekil 28. Afaprefabrik tesisleri içindeki beton santralinden görünüş.

ılmaktadır.

Beton, kalıplara döküldükten sonra 7 ile 12 saat arasında değişen buhar kürüne tabii tutulmaktadır.

Merkez üretim tesisindeki 1. hâl sanayi yapıları imalinde, 2. hâl, 4 veya 5 katlı, 60-80-100 m<sup>2</sup> lik konutların imali için kullanılmaktadır.

Burada öngörilmeli eleman olarak 24 m. açıklığa kadar üretim yapılabilir. Çatı makası köprü kirişi olarak üretilen elemanlarda açıklık 14 m yi bulmaktadır. Üretilen elemanların şantiyede birleşimleri kaynakla yapılmakta olup düğüm noktalarında rijitleme betonu dökülmektedir.

Elemanların yapının yapılacağı yere nakli, taşeron nakliyecilerle karayoluyla yapılmaktadır. Montaj ise firma tarafından yerine getirilmektedir.

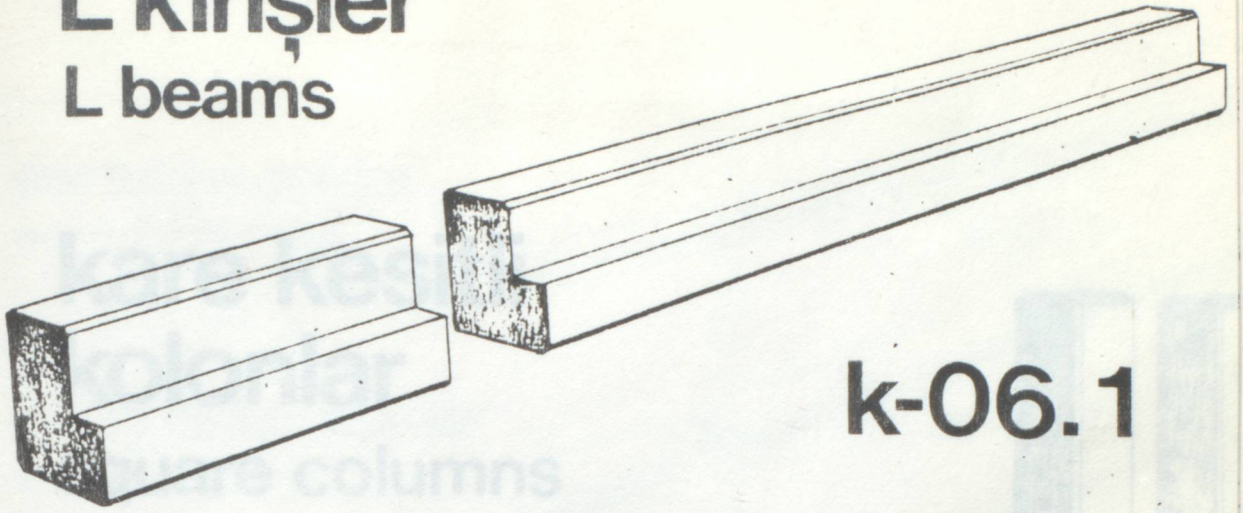
Tesisdeki kalıpların bakımı tesise ait atölyede yapılmaktadır. Yeni kalıplara ihtiyaç duyulması durumunda bu kalıplar bu atölyede yapılabildiği gibi taşaronlarada yaptırılabilirler.

Tesislerde kalite kontrolü, tesisin içinde bulunan laboratuarda yapılmaktadır. Tesiste, 28 günlük küp mukavemeti 550 kg/cm<sup>2</sup> ye kadar ulaşan beton yapılabilir.

Tesislerde üretilen elemanlar şunlardır:

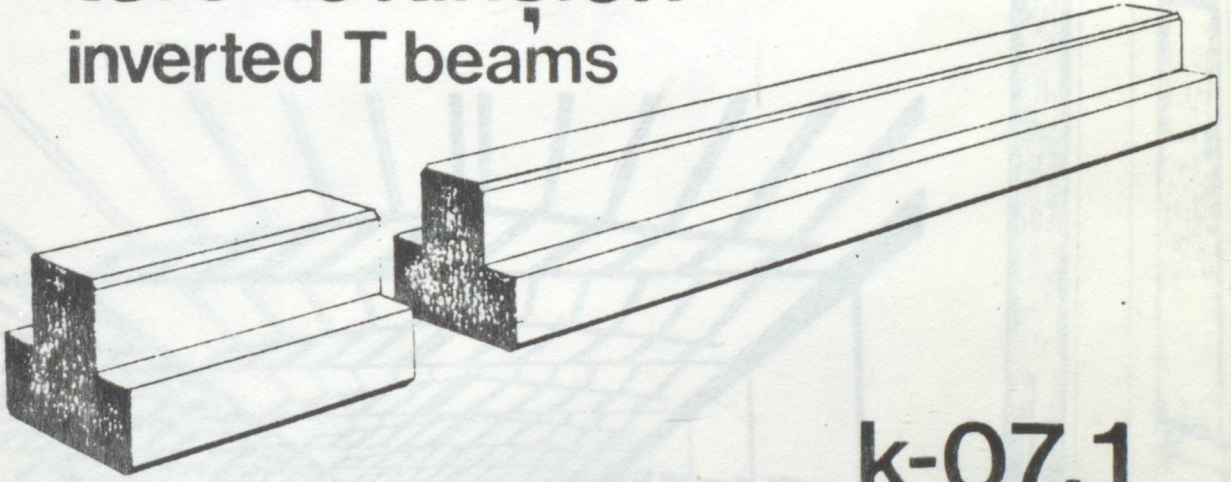
- Çift-T çatı ve döşeme elemanları
- L kirişleri
- Ters-T kirişleri ve T kirişleri
- Kompoze kirişler
- Kolonlar
- I kesitli trapez kirişler
- AASHO tip kirişleri
- Dikdörtgen kesitler
- Tek-T Aşık
- Prefabrike somel pabucu ve istinat duvarları

**L kirişler**  
**L beams**



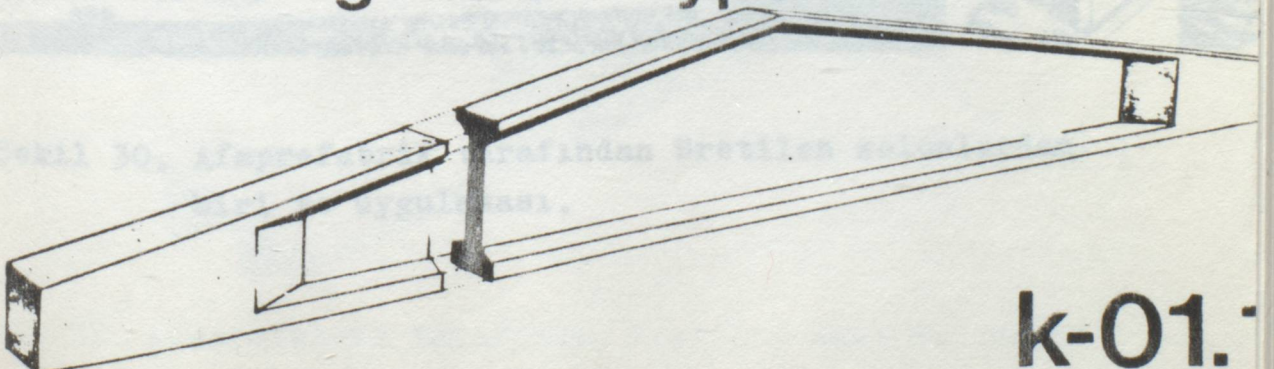
**k-06.1**

**ters-te kirişleri**  
**inverted T beams**



**k-07.1**

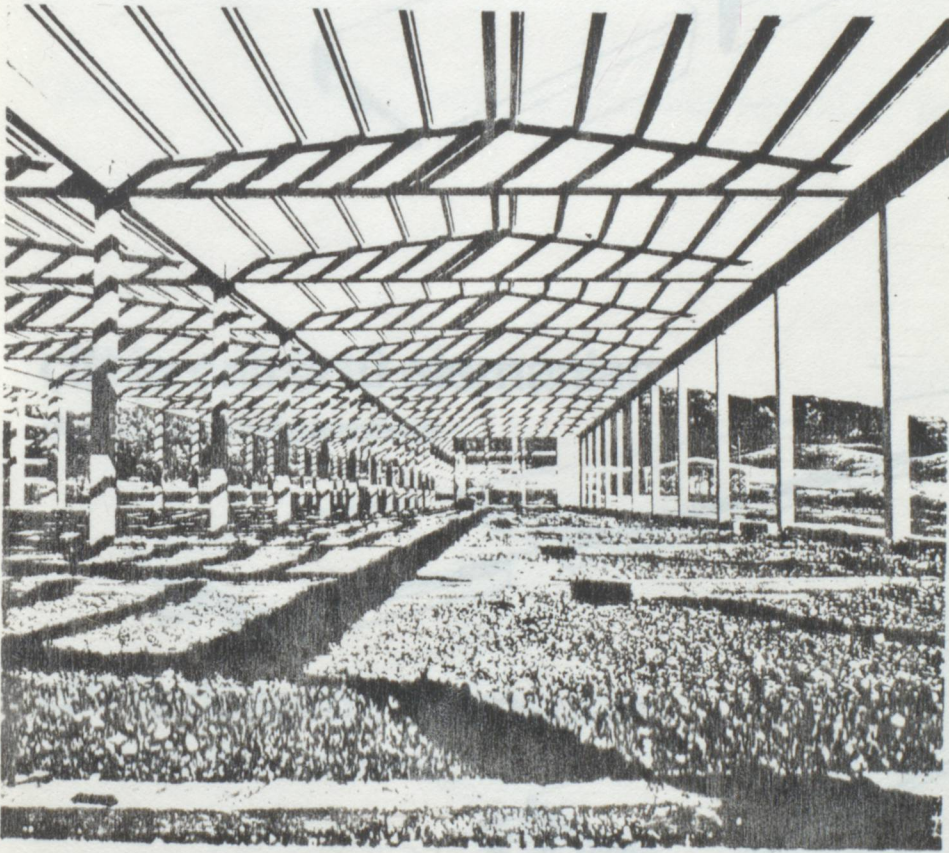
**I kirişi tip 1**  
**I section girders type 1**



**k-01.**

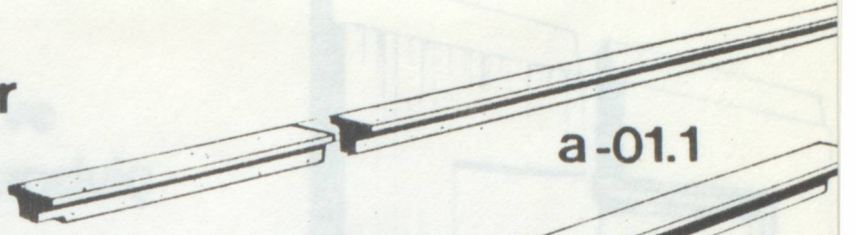
**kare kesitli  
kolonlar**  
square columns

**s-01.1,n**

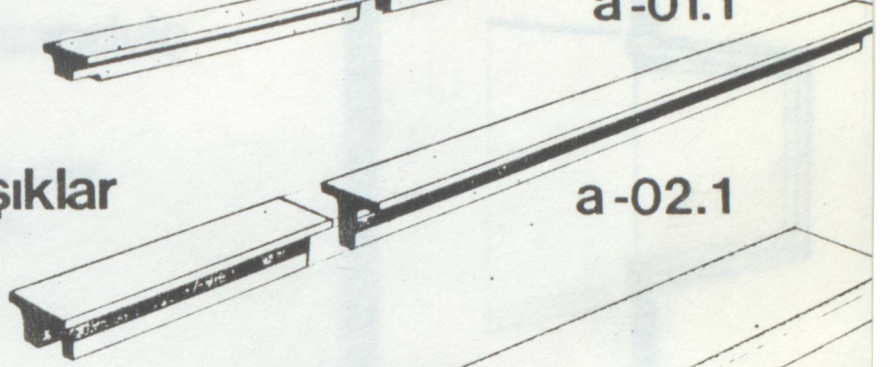


Şekil 30. Afaprefabrik tarafından üretilen kolonlardan biri ve uygulaması.

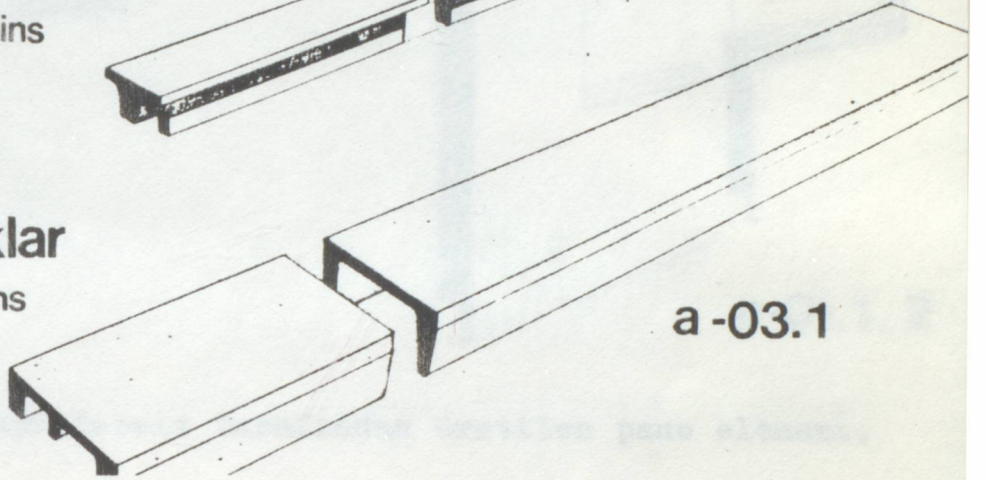
**dar tablalı aşıklar**  
narrow flange purlins



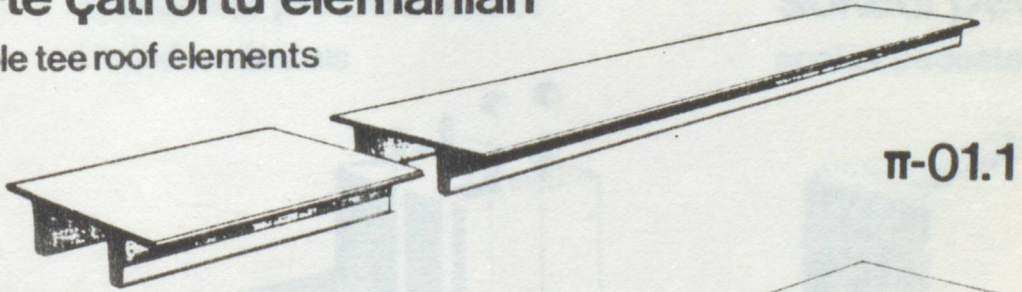
**geniş tablalı aşıklar**  
wide flange purlins



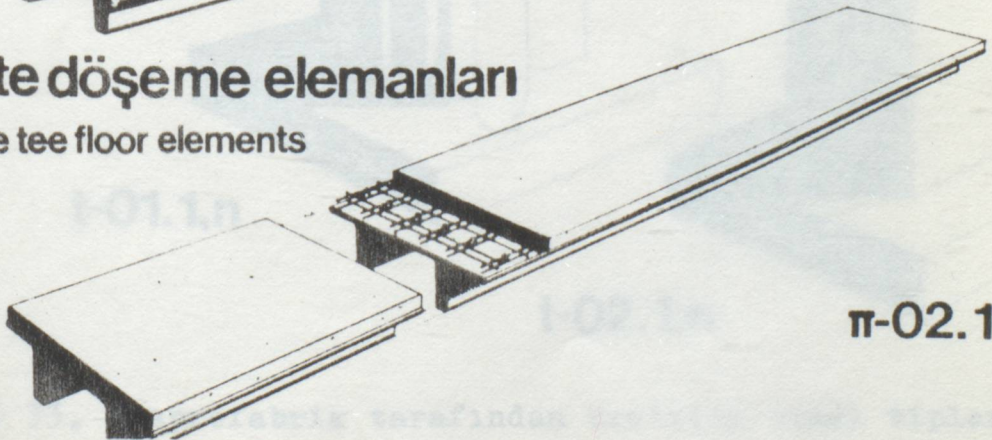
**ters U aşıklar**  
Inverted Upurlins



**çift-te çatı örtü elemanları**  
double tee roof elements



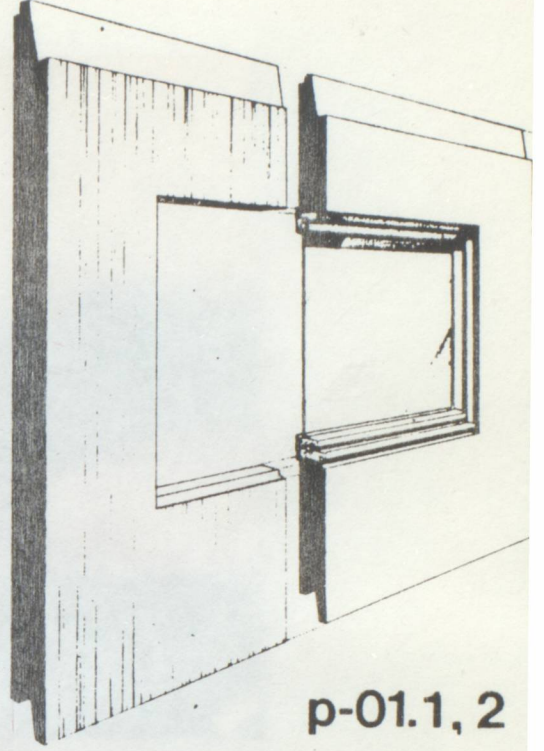
**çift-te döşeme elemanları**  
double tee floor elements



Şekil 3I. Afaprefabrik tarafından üretilen aşık ve döşeme elemanları.

**betonarme ve  
perlit özlü sandviç  
panolar**

r.c flat or perlite core  
sandwich panels

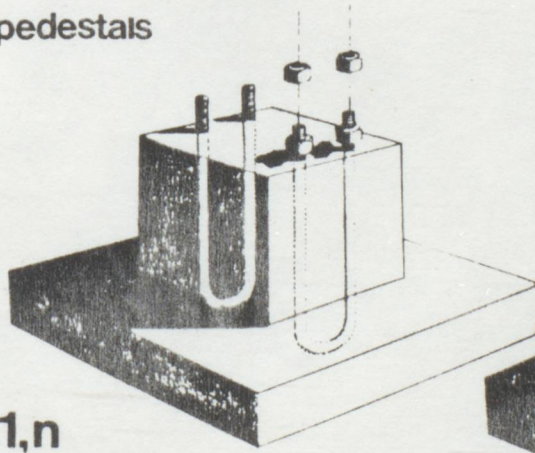


p-01.1, 2

Şekil 32. Afaprefabrik tarafından üretilen pano elemanı.

**bulonlu pedestaller**

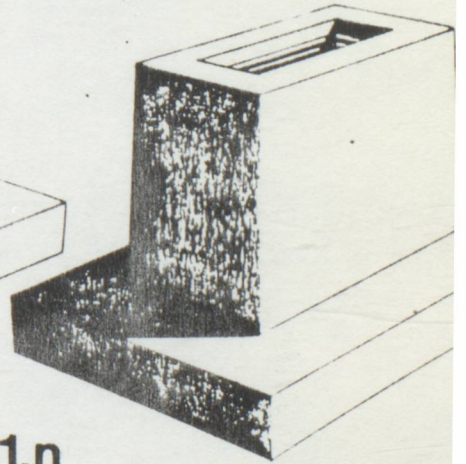
bolted pedestals



t-01.1,n

**soketli pedestaller**

socket pedestals



t-02.1,n

Şekil 33. Afaprefabrik tarafından üretilen temel tipleri.



Şekil 34. Afaprefabrik stok sahasında stoklanmış elemanlar.

## 5.2. BETONTAŞ BETON SANAYİİ T.A.Ş.

Betontaş Beton Sanayii T.A.Ş. 1955 yılında, Alman işbirliği ile, Türkiye'de ilk defa santrifüj beton teknolojisini uygulayarak beton direk ve beton mamulleri üretmek amacıyla İzmir'de çalışmalarına başlamıştır.

Betontaş yaklaşık 10.000 m<sup>2</sup> kapalı sahadan oluşan üretim tesislerinde kapalı sistemde çalışmaktadır. Üretimin fabrikada gerçekleşme oranı yapının veya üretilen beton mamullerinin cinsine göre % 60-100 arasında değişmektedir. Üretim tesislerinde teknik eleman dahil 250 kişi çalışmaktadır.

Üretim tesislerinde beton ihtiyacı otomatik beton santrali ile sağlanmaktadır. Beton üretiminde beton yalnız granülometri karışımı ile yapılmakta, prizi hızlandırıcı ve mukavemeti artırıcı katkı malzemesi kullanılmamaktadır.

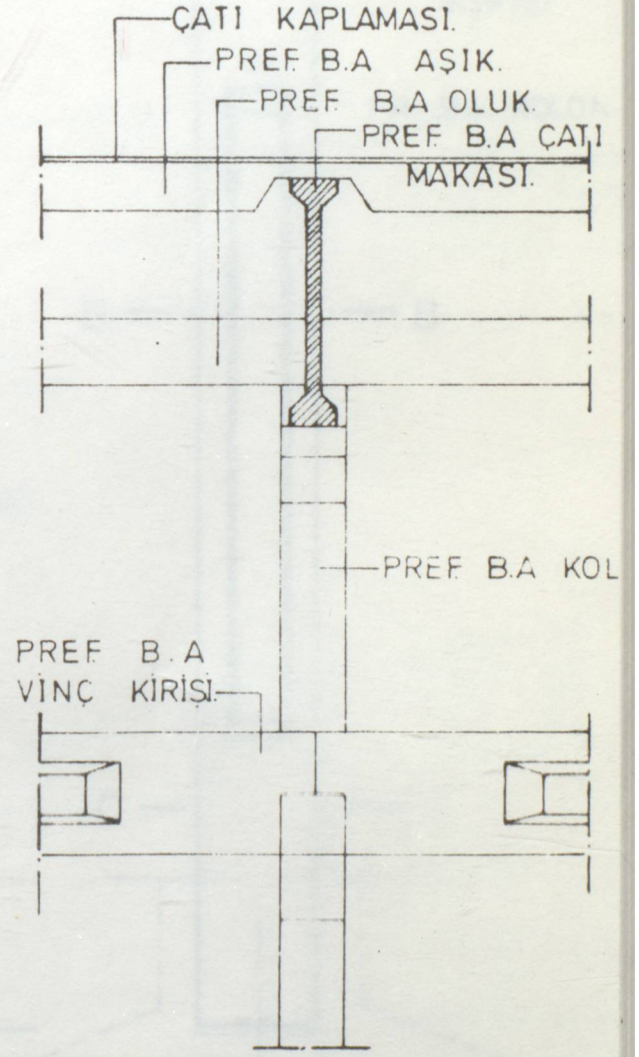
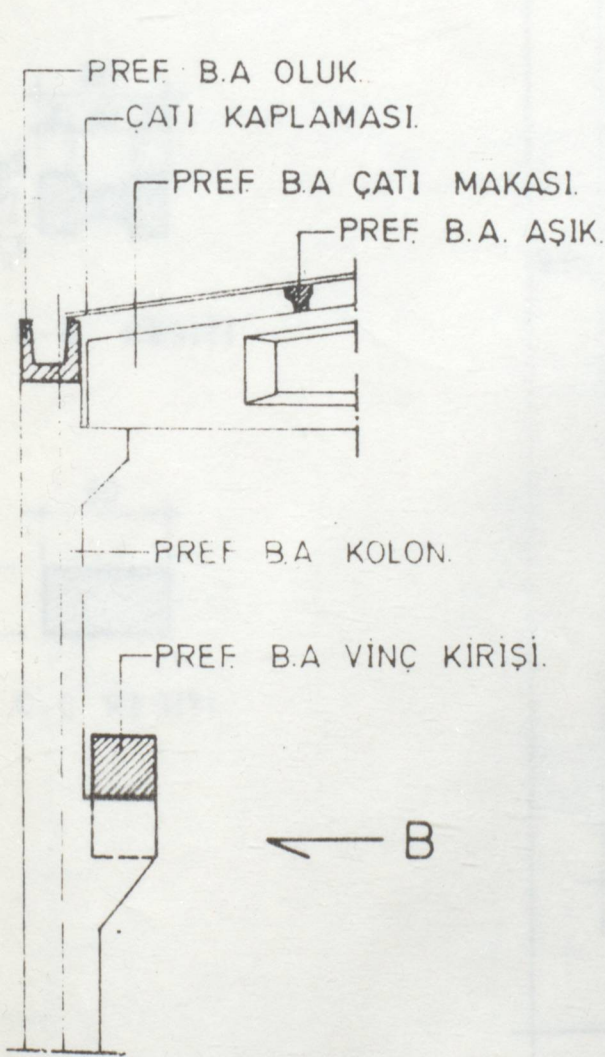
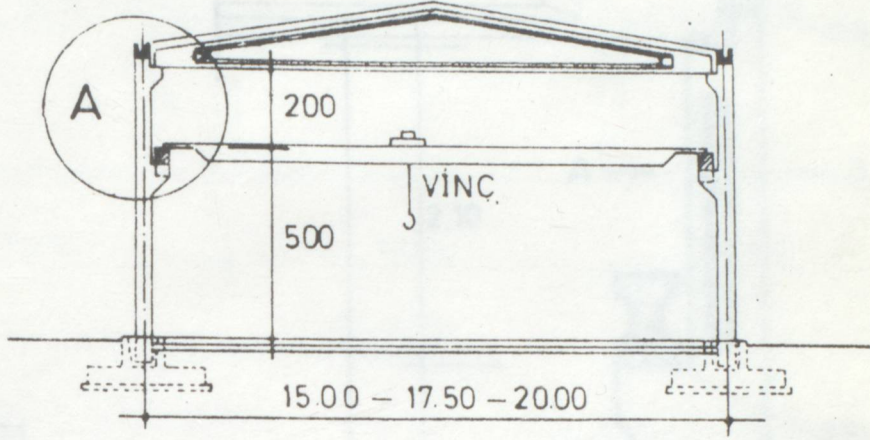
Üretim tesisleri yılda 20.000 adet santrifüj betonarme eleman üretebilecek kapasitededir. Kapasite kullanımı % 80'dir. Diğer elemanların çokluğu nedeniyle yıllık kapasite ihtiyaca göre değişmektedir.

Tesisin ileriye dönük yatırımlarda genişleme imkanı mevcut olup, bu tür çalışmalar araştırılmaktadır. Tesisdeki kalıpların bakımı ve ihtiyaç duyulan sac ve ahşap kalıpların yapılması, tesis içindeki atölyede yapılmaktadır.

Üretilen malzemenin kalite kontrolü tesis içindeki laboratuvarında yapılmaktadır. Burada küp ve silindir numuneler üzerinde deneyler yapılmaktadır.

Üretilen elemanlar için gerekli malzeme çevreden karşılanmakta olup, bundan dolayı bir sorun bulunmamaktadır.

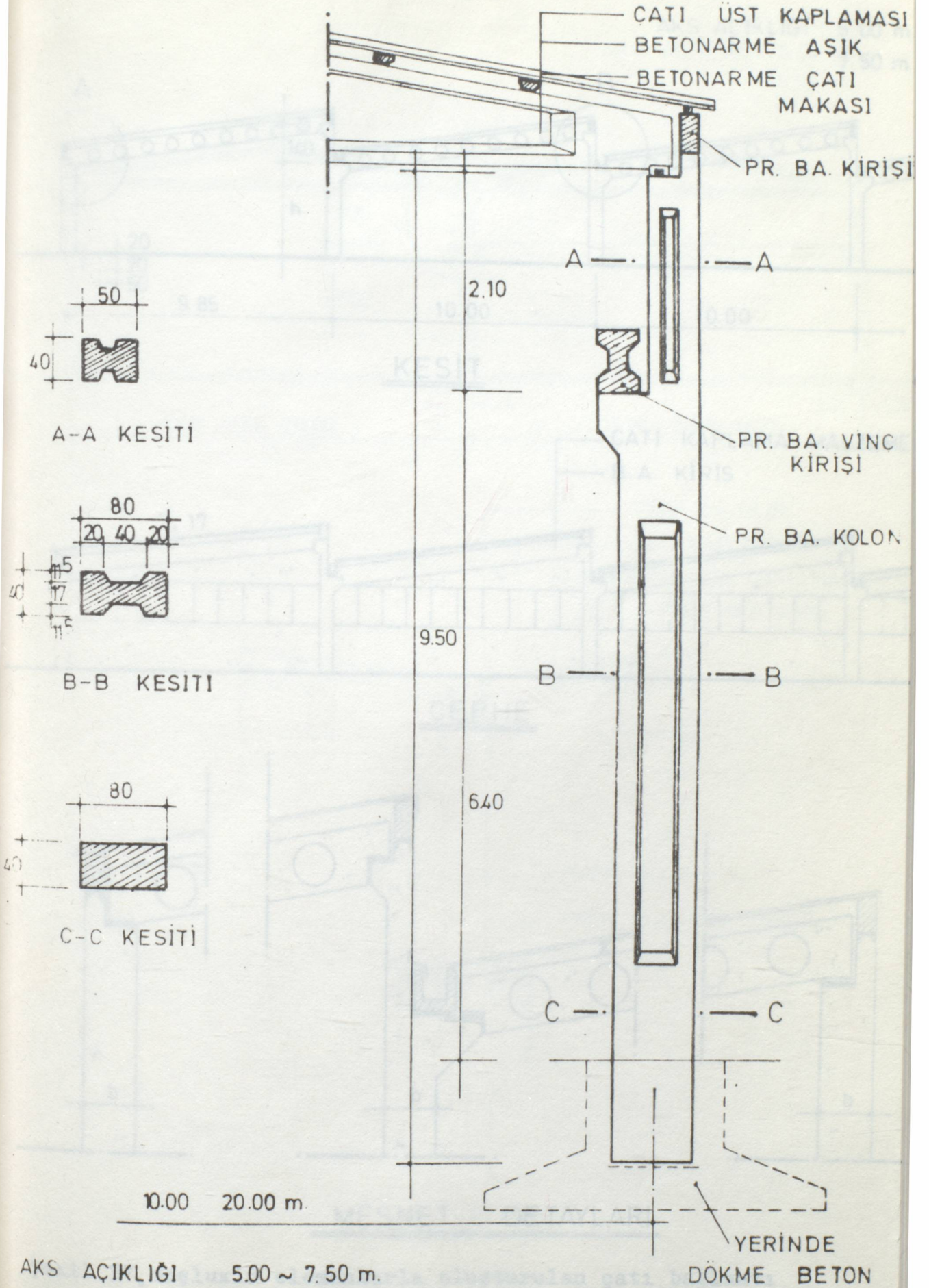
AKS AÇIKLIĞI 5.00 m.  
7.50 m.



A DETAYI

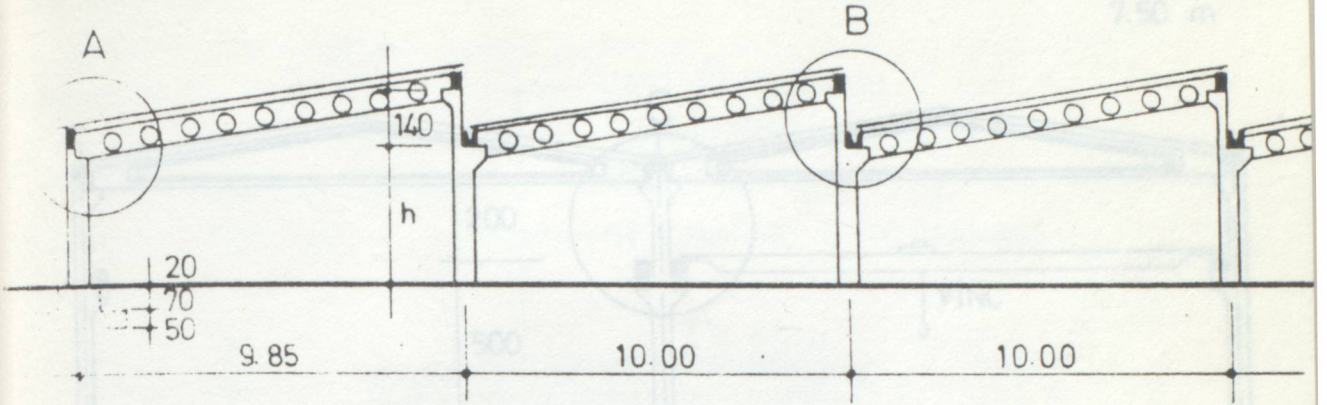
B GÖRÜNÜSÜ

Şekil 35. beton taş tarafından yapılan sanayi yapısında bağlantı detayları.



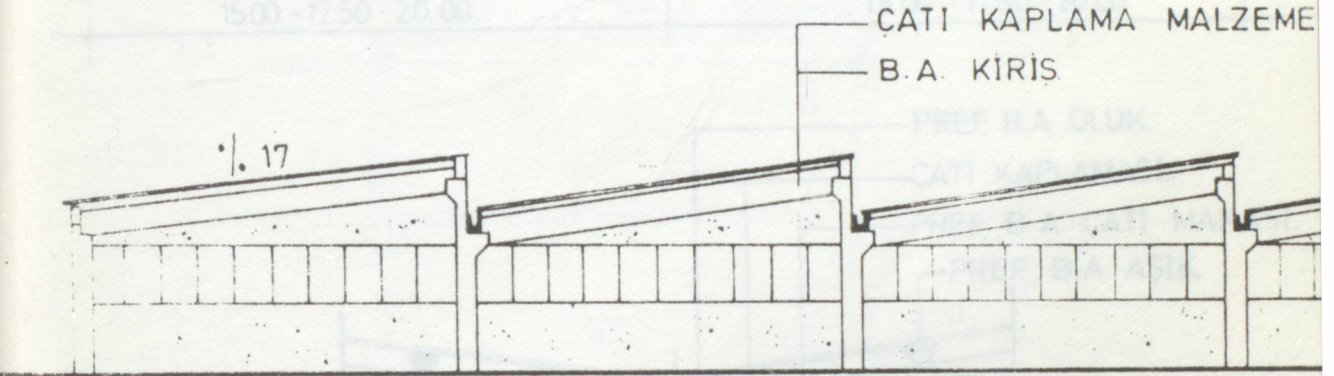
Şekil 36. Beton taş tarafından yapılan sanayi yapısında

AKS AÇIKLIĞI: 5.00 m  
7.50 m

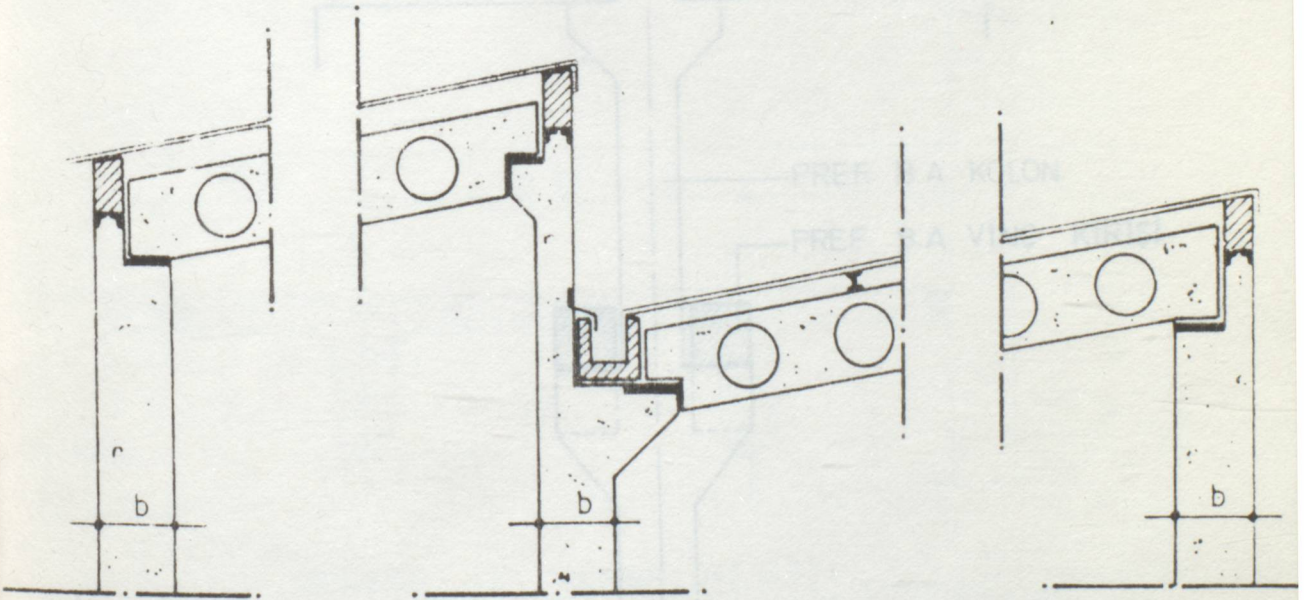


KESİT

ÇATI KAPLAMA MALZEME  
B. A. KİRİŞ



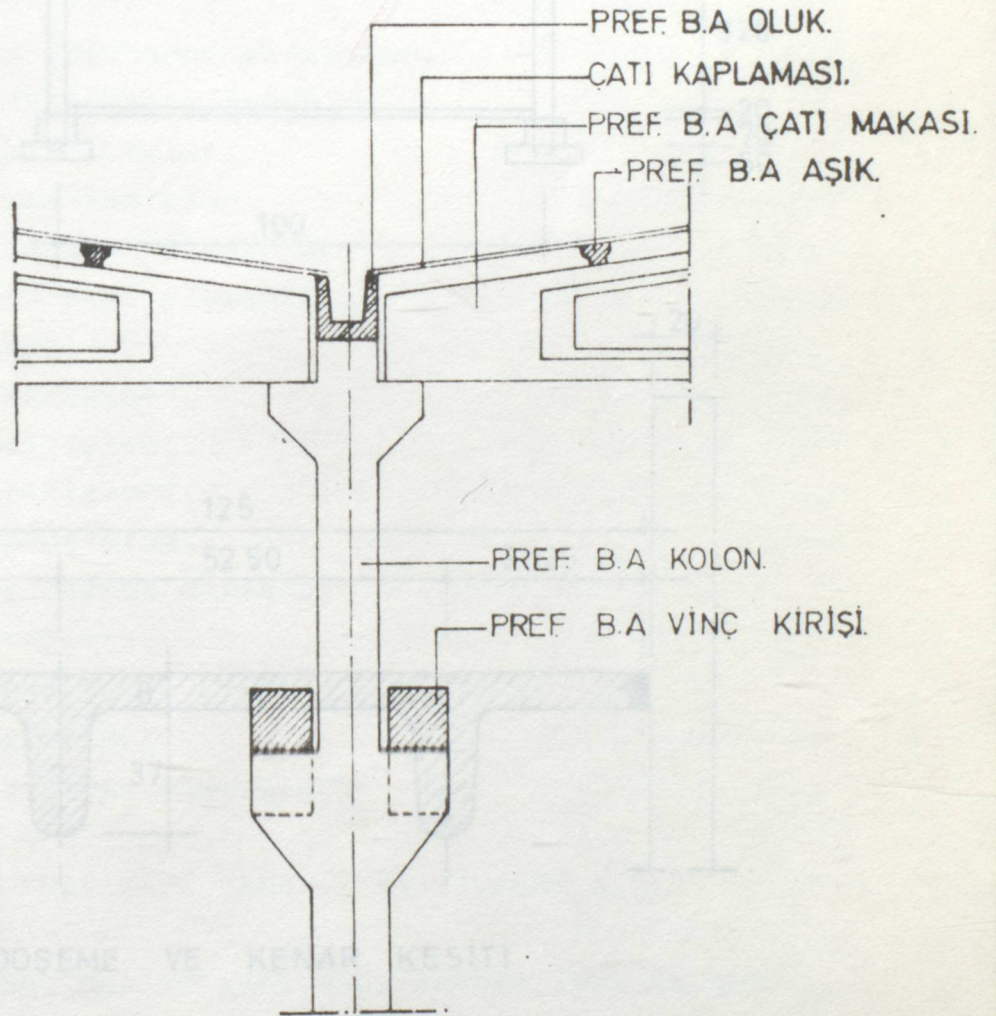
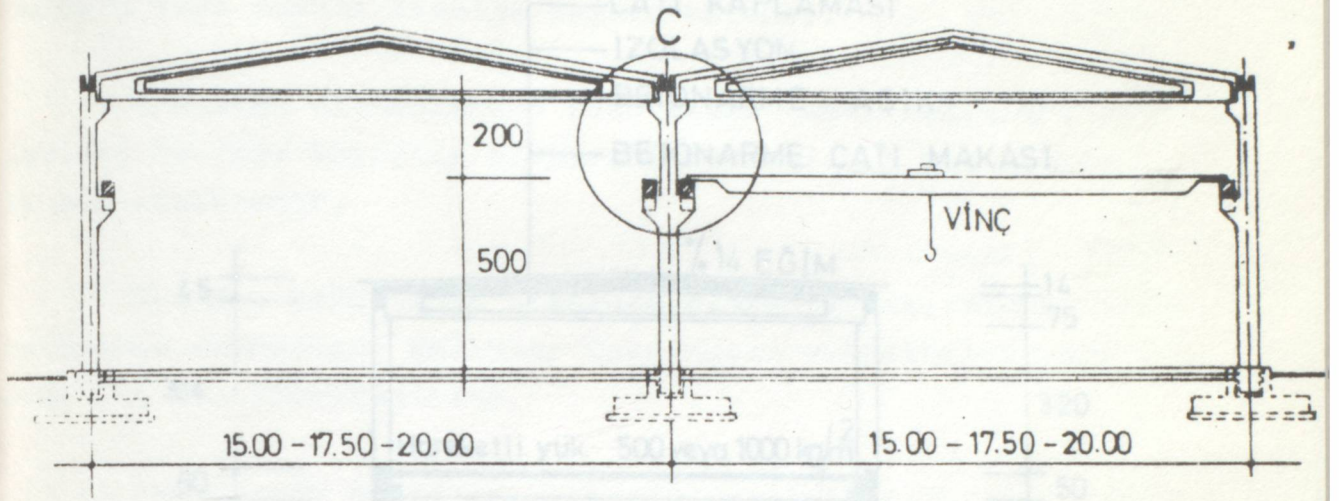
CEPHE



MESNET DETAYLARI

Şekil 37. Boşluklu elemanlarla oluşturulan çatı bağlantı detayları.

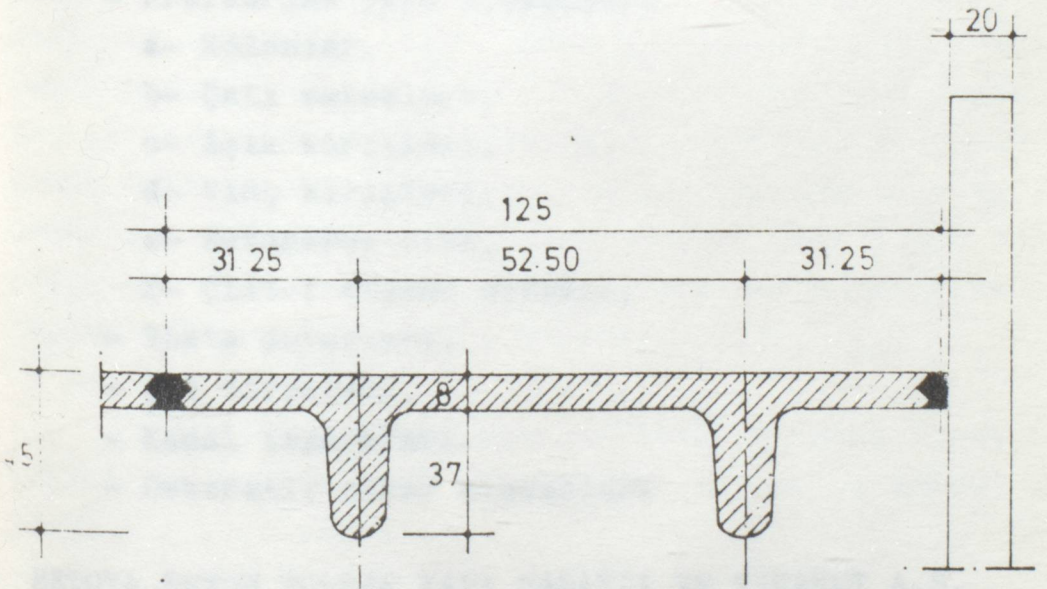
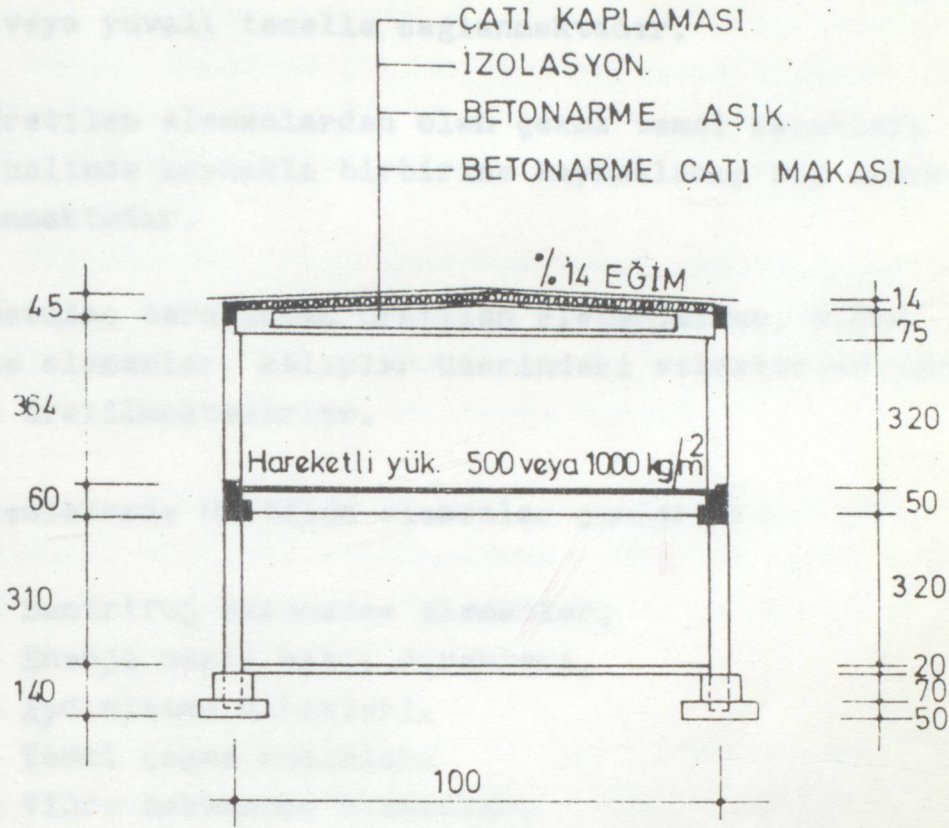
AKS AÇIKLIĞI 5.00 m  
7.50 m



C DETAYI

Şekil 38. Sanayi yapısında çatı makası, vinç kirişi, kolon bağlantı detayı.

AKS AÇIKLIĞI 500 m.  
7.50 m.



DÖŞEME VE KENAR KESİTİ

Şekil 39. Sanayi yapısında döşeme bağlantı detayı.

Üretilen elemanların şantiye yerine nakli taşıyan firmalar ile karayolundan yapılmaktadır. Elemanların şantiyede birleşimleri kaynakla yapılmakta olup temel bağlantısı, önceden hazırlanan temel üzerine yapının çeşitine göre bulonlu veya yuvalı temelle sağlanmaktadır.

Üretilen elemanlardan olan çakma temel kazıkları ihtiyaç halinde kaynakla birbirine kaynaklanıp boy uzaması sağlanmaktadır.

Betotaş tarafından üretilen elemanlardan, vibre betonarme elemanlar, kalıplar üzerindeki vibratörler yardımı ile üretilmektedirler.

Tesislerde üretilen elemanlar şunlardır:

- 1 - Santrifuj betonarme elemanlar,
  - Enerji nakil hattı direkleri,
  - Aydınlatma direkleri,
  - Temel çakma kazıkları
- 2 - Vibre betonarme elemanlar,
  - Prefabrike yapı elemanları
    - a- Kolonlar,
    - b- Çatı makasları,
    - c- Aşık kirişleri,
    - d- Vinç kirişleri,
    - e- Betonarme oluk,
    - f- Çift-T döşeme elemanı,
  - İhata duvarları,
  - Çit direkleri,
  - Kanal ızgaraları
  - Dekoratif duvar elemanları

### 5.3 BETOYA BETON TOPRAK YAPI SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.

Çalışma alanı Ege Bölgesi olan Betoya 1978 de prefabrik üretime başladı. Yaklaşık 6500 m<sup>2</sup> olan kapalı sahalı üretim merkezinde kapalı sistemde çalışmaktadır. Üretimin fabrikada gerçekleşme oranı % 30-100 arasında değişmektedir. Bu oran üretilen elemanın ve yapının cinsine göre değişmektedir. Tesislerde kapasite kullanımı % 90 a kadar

çıkabilmektedir. Tesisin kapasitesi üretilen elemanlara ve ihtiyaçlara göre değişkenlik göstermektedir.

Tesislerin genişleme durumu mevcut olup bu yönde çalışmalar devam etmektedir. Betoya tarafından seçilen kolon, kiriş, döşemesi prefabrik olan konut tipinde çalışmalar yapılmakta olup, 500 konut/yıl kapasiteye göre tesislerde çalışma yapılmaktadır.

Tesislerde, beton ihtiyacı beton santralından sağlanmaktadır. Betonda katkı malzemesi kullanılmamakta olup, beton karışımını oluşturan malzeme çevreden sağlanmaktadır. Ayrıca kum eleme, yıkama tesisleri mevcuttur.

Kalıpların bakımı ve yeni kalıpların yapılması tesis içindeki atölyede yapılmaktadır. Çalışma alanı 200 km içinde olan tesislerde elemanların nakli karayoluyla taşarolar tarafından yapılmaktadır.

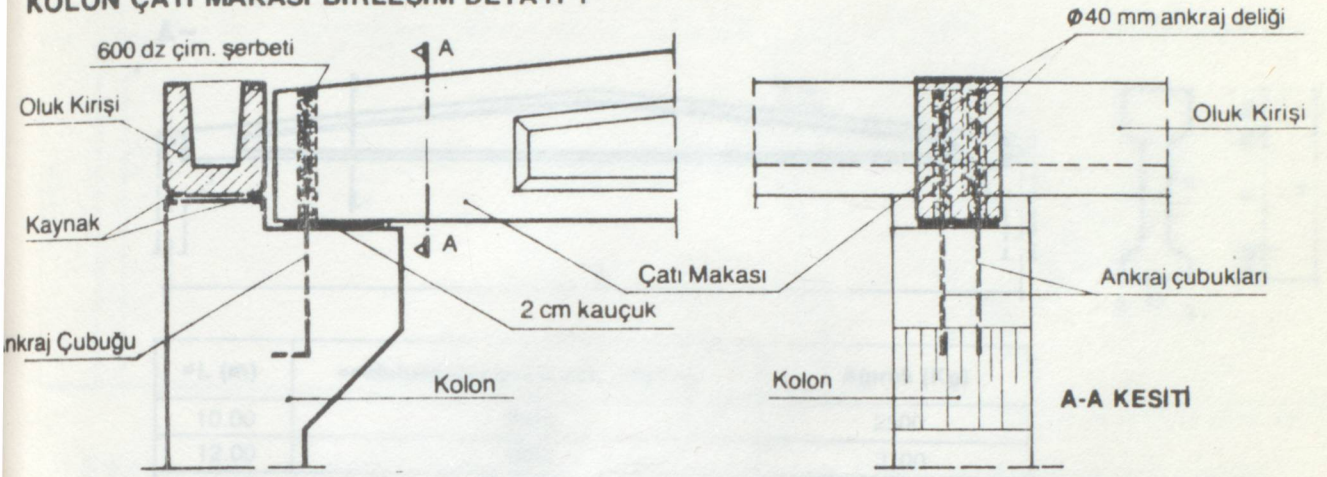
Üretilen elemanların % 90 nında B350 kullanılmakta olup beton sınıfı, direklerde B400, öngerilmeli köprü kirişlerinde B450-B500 dür. Öngerilmeli olarak üretilen elemanlarda Freysinnet öngerilmesi uygulanmaktadır. Üretimde kalıp vibrasyonu yapılmakta olup, gerekli durumlarda dalgıç vibratörü de kullanılmaktadır. Üretimde 3-12 saat arasında değişen buhar kürü uygulaması yapılmakta olup, bunun sonucunda üretilen elemanın özelliğine göre 3 ile 7 günlük mukavemet daha kazandırılıyor. Bunun sonucunda elemana toplam mukavemetin % 90 ı kazandırılıyor.

Üretilen elemanların şantiyede montajı firma tarafından yapılmakta olup birleşimler kaynak ve ankraj bağlantı ile yapılmaktadır.

Tesislerde öngerilme uygulama makineleri dışında yurtdışına bağımlılık yoktur. Bu tesislerde öngerilmesiz 20 m açıklığa kadar, öngerilmeli 25 m açıklığa kadar eleman üretilmektedir.

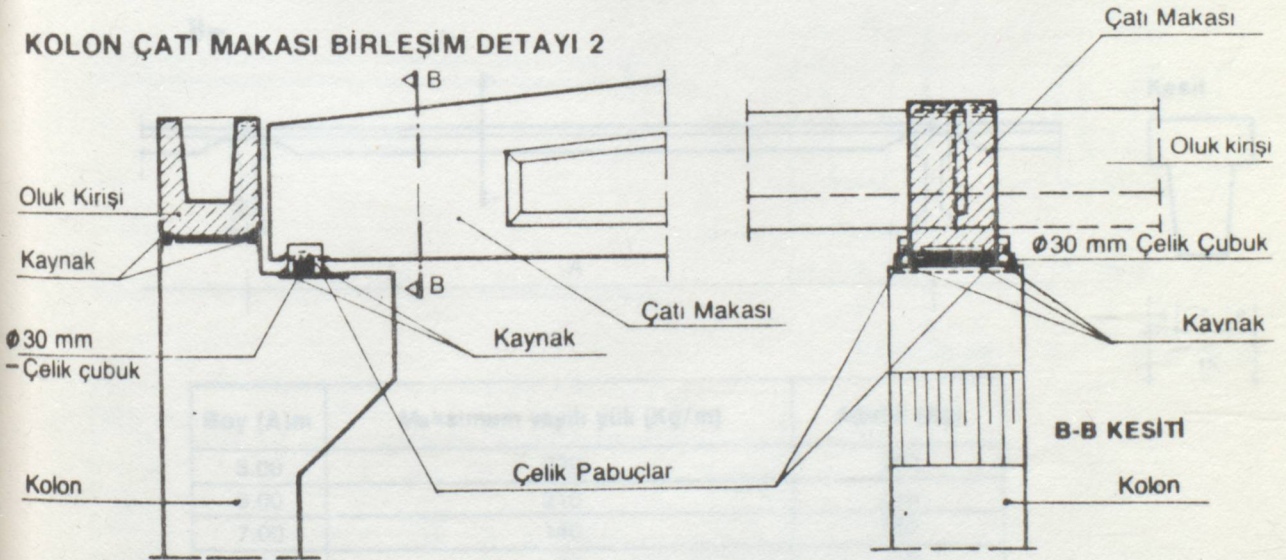
Şekil 40. Betoya tarafından yapılan ankraj çubuklu bağlantı.

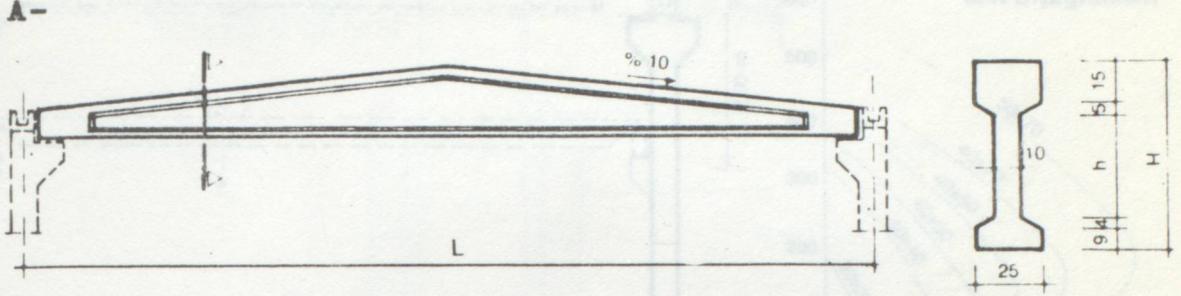
KOLON ÇATI MAKASI BİRLEŞİM DETAYI 1



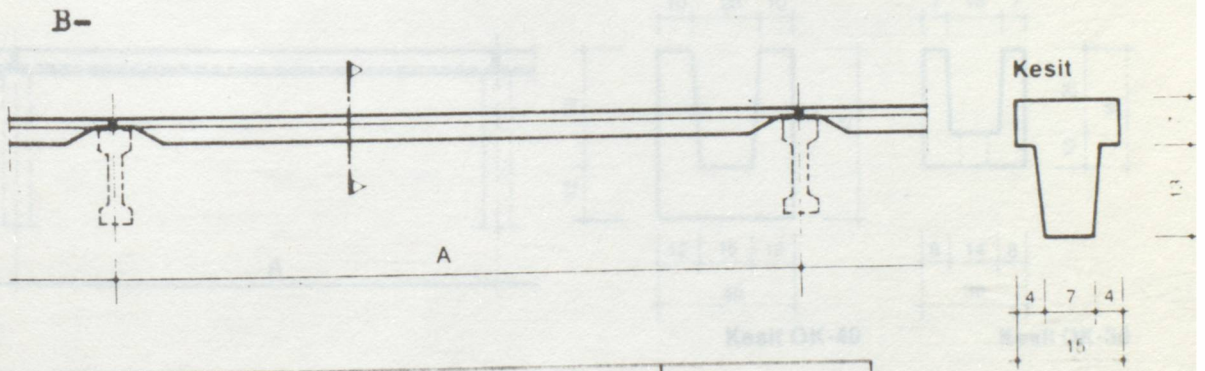
Şekil 41. Betoya tarafından yapılan kaynaklı bağlantı detayı.

KOLON ÇATI MAKASI BİRLEŞİM DETAYI 2



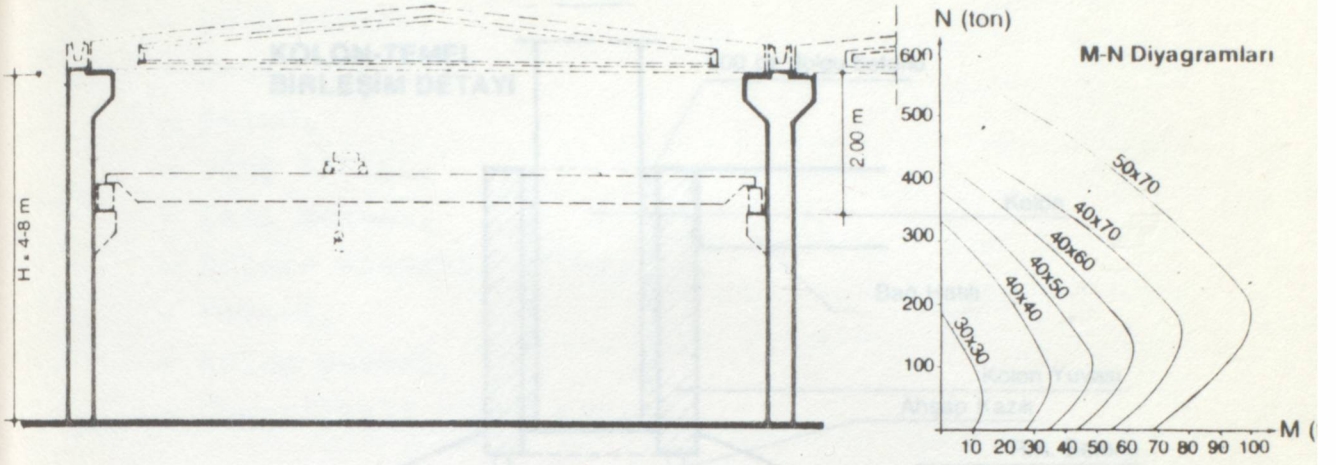


*L (m)	**Maksimum yayılı yük (Kg/m)	Ağırlık (Kg)
10.00	2550	2500
12.00	1880	3100
14.00	1450	3800
16.00	1140	4600
18.00	900	5350
20.00	730	6250



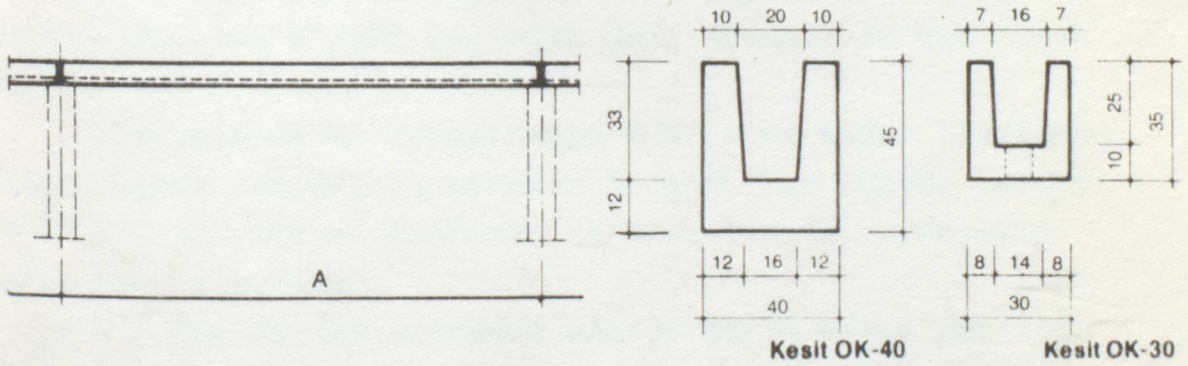
Boy (A)m	Maksimum yayılı yük (Kg/m)	Ağırlık (Kg)
5.00	320	260
6.00	210	310
7.00	140	360
8.00	90	410

Şekil 42. Betoya tarafından üretilen A-Çatı makası B-kiriş elemanları özelliklerini gösteren tablolar.



Şekil 43. Sanayi yapısında kolonun emniyetle taşıyabileceği moment ve normal kuvveti gösteren diyagram.

Şekil 45. Beton tarafından gerçekleştirilen kolon temel bağlantı detayı.



Boy (A) m	OK-30		OK-40	
	Mak Yuk Kg/m	Ağırlık Kg	Mak Yuk Kg/m	Ağırlık Kg
5.00	440	850	1100	1500
6.00	250	1020	670	1800
7.00	140	1190	415	2100
8.00	65	1360	245	2400

Şekil 44. Oluk kirişi özelliklerini gösteren tablo.

Betoya tarafından üretilen elemanlar şunlardır:

- Açık kirişi,

- Dük kirişi,

- Kat döşeme,

- Kolon,

- Yığılma kirişi,

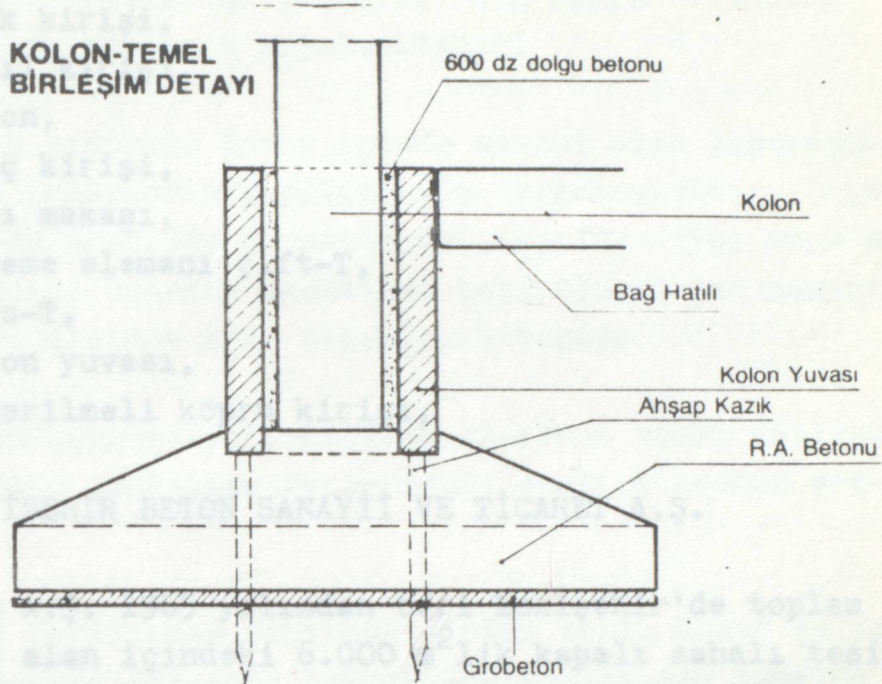
- Çatı makası,

- Döşeme elemanı (T-T),

- İstif-T,

- Kolon yuvası,

- Öngerilmeli kolon kirişi.



Şekil 45. Betoya tarafından gerçekleştirilen kolon temel bağlantı detayı.

- 45.000 ton/yıl beton direk ve ek-parga elemanları,

- 30.000 ton/yıl çeşitli hazır yapı elemanları,

- 200.000 m<sup>2</sup>/yıl boşluklu çatı elemanı ve kat döşeme.

Tesislerde bu kapasitenin % 60'üne kadar çıkılmaktadır.

İnşaat sektöründe varılan birimlerle bugüne kadar:

- 1.000.000 m<sup>2</sup> üzerinde çeşitli tip ve büyüklükte

kapalı yapı alanları

- 3.000 km<sup>2</sup>'nin üzerinde enerji nakil hattı gerçekleştirilmiştir.

Tesisin genişleme ihtiyacı mevcut olup, kapalı sistemde çalışmaktadır. Tesisin ihtiyacı duyulan beton,

beton üretimi tarafından karşılanmaktadır. Tesislerdeki

kalıpların bakımı ve ihtiyacı duyulan yeni kalıplar, tesis

tarafından üretilmektedir. Üretilen elemanlar sentetik

malzemelerle üretilmektedir. Üretilen elemanlar, tesis

Betoya tarafından üretilen elemanlar şunlardır:

- Aşık kirişi,
- Oluk kirişi,
- Hatıl kirişi,
- Kolon,
- Vinç kirişi,
- Çatı makası,
- Döşeme elemanı çift-T,
- Ters-T,
- Kolon yuvası,
- Öngerilmeli köprü kirişi,

#### 5.4 ESTON ESKİŞEHİR BETON SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.

ESTON A.Ş. 1965 yılından beri Eskişehir'de toplam 33.000 m<sup>2</sup>lik alan içindeki 6.000 m<sup>2</sup>lik kapalı sahali tesislerinde inşaat alanında faaliyet göstermektedir. Eskişehir'deki merkez tesislerden ayrı olarak Gaziantep'deki tesislerinde aynı dal üzerinde faaliyet göstermektedir. Her iki tesisin çeşitli elemanlara göre kapasitesi şu şekildedir:

- 45.000 ton/yıl Beton direk ve ek-parça elemanları,
- 50.000 ton/yıl çeşitli hazır yapı elemanları,
- 200.000 m<sup>2</sup>/yıl boşluklu çatı elemanı ve kat döşemesi.

Tesislerde bu kapasitenin % 80 nine kadar çıkılmaktadır. İnşaat sektöründe verilen hizmetlerle bugüne kadar;

- 1.000.000 m<sup>2</sup> üzerinde çeşitli tip ve büyüklükte kapalı yapı alanları
- 3.000 km'nin üzerinde enerji nakil hattı gerçekleştirilmiştir.

Tesisin genişleme imkanı mevcut olup, kapalı sistemde çalışma yapmaktadır. Tesiste ihtiyaç duyulan beton, beton santrali tarafından karşılanmaktadır. Tesislerdeki kalıpların bakımı ve ihtiyaç duyulan yeni kalıplar, tesis içindeki atölyede yapılmaktadır. Üretilen elemanlar şantiyelere karayolu ile taşaronlar tarafından yapılmaktadır.

Elemanların birleşimleri kaynak ile yapılmaktadır. Ayrıca birleşim elemanlarında bırakılan filizlerin birleşim yerlerinde yuvalarına geçmelerinden sonra betonlama yapılmasıyla da birleşim yapılmaktadır.

Kalite kontrolü tesis içinde mevcut olan laboratuvarlarda çeşitli deneylerin yapılmasıyla sağlanmaktadır. Öngerilmeli olarak üretilen elemanlarda Freysinnet tipi öngerme uygulanmaktadır. Öngerme aksamı ve boşluklu eleman makinası (extauder) dışında dışa bağımlılık yoktur.

Üretim için gerekli malzeme çevreden temin edilmektedir. Üretimin fabrikada gerçekleşme oranı % 40-100 arasındadır.

ESTON tarafından yapılmakta olan toplu konut çalışmalarında seçilen sistemin teknik özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Klasik olarak inşa edilen temeller üzerine oturan prefabrik karkas sistem, kat boyu devam eden ve kat hizalarında kirişlerle mafsallı olarak birleşenler kolonlar ile, kirişlere oturan ve tek yönlü çalışan öngerilmeli boşluklu döşeme elemanları ve yatay deprem itkilerini alan yeterli sayıdaki perde elemanlarından teşkil edilmektedir.

- Merdiven ve sahanlıklar, hava bacaları, daire ara bölmesi ve balkon gibi diğer hazır yapı elemanları sıva ve kaplama gerektirmeyecek şekilde üretilmektedir.

- Her türlü geleneksel yapı malzemesinin sistem içerisinde uyumlu olarak kullanılması mümkündür.

ESTON tarafından üretilmekte olan ve kullanılan öngerilmeli boşluklu elemanlar, çelik sacdan pistler üzerinde, öngerilim çeliği ile donatılmış olarak, boşluklu eleman makinası (extruder) ile üretilmektedir. Öngerilmeli betonun gerektirdiği yüksek beton kalitesi, tam otomatik rutubet kontrol cihazı ile donatılmış bir beton santrali ile sağlanmaktadır. Pist üzerindeki sürekli döküm, plâkların istenen boylarda kesimine olanak vermektedir. Plâklar, standart 120 cm ve 60 cm genişlikte dökülebilmektedir.

Bu iki standart genişliğin modüler katlanmasıyla çeşitli aks aralıkları geçilebilmektedir.

Boşluklu eleman makinasının 1 metre/dakika üretim hızı tek vardiyada 360 m<sup>2</sup> döşeme elemanı üretimi sağlamaktadır.

Boşluklu plâklar 12-24 cm kalınlıklar arasında dökülebilmektedir. 12-16 cm kalınlıktaki öngerilimli boşluklu elemanlar, sanayi yapılarında çatı plağı ve duvar panosu olarak kullanılmaktadır. 20-24 cm kalınlıktaki boşluklu elemanlar, taşıma gücü, ses ve ısı yalıtımı üstünlüğü dolayısıyla, konut ve diğer çok katlı yapılarda döşeme elemanı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, kısa boy boşluklu plâklar kanal, argar ve fosseptik kapağı olarak da kullanılabilir.

Öngerilimli boşluklu elemanların uygulama esaslarını da şöyle sıralıyabiliriz.

- Öngerilimli boşluklu elemanlar, yaklaşık 1 cm yastık harcı kullanılarak, yığma yapılarda duvar üzerinde 10 cm karkas yapılarda betonarme yada çelik kiriş üzerinde 7,5 cm mesnetlenir.

- Kesitteki boyuna boşluklardan, elektrik, havalandırma ve ısıtma tesisatı boruları geçirilmek üzere yararlanılır.

- Stoklama takozları,

a) Basit kiriş gibi normal eğilmeye çalışan boşluklu elemanlarda, eleman uçlarından 50 cm içeride kalacak şekilde;

b) Üstte donatısı bulunan yada konsol çalışacak boşluklu elemanlarda, eleman uçlarından L/6 mesafesi kadar içeride kalacak şekilde yerleştirilmelidir.

- Basit kiriş gibi normal eğilmeye çalışan öngerilimli boşluklu elemanların kaldırılması ve montajı sırasında, kaldırma aparatları mümkün olduğunca uçlara yakın yerde bulunmalıdır.

- Kompozit çalıştırılacak elemanlar için (yıkılmış, elenmiş ve  $d_{max}=10$  mm olan) kum çakıl/çimento/su oranı 3/1, 5/1 olan en az 3,5 cm kalınlığında yerinde dökme beton kullanılmalıdır.

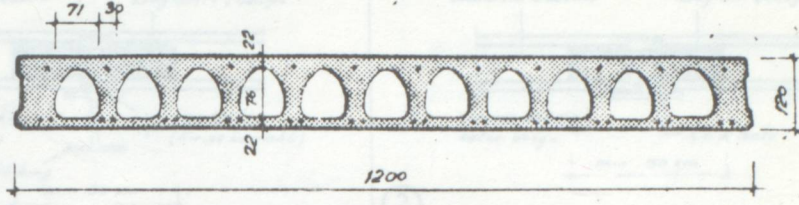
- Döşeme elemanları ana dolgu malzemesi olarak ( $d_{max}=5$  mm ) kum/çimento/oranı 3/1 ve deneysel çökme değeri en çok 50 mm olan beton kullanılmalıdır.

- Öngerilimli boşluklu elemanlarda delikler, projesine göre dairesel veya dikdörtgen kesitli olabilir. Üretim sırasında açılması uygundur. Ancak şantiyede de 15 cm çapa kadar açılabilir.

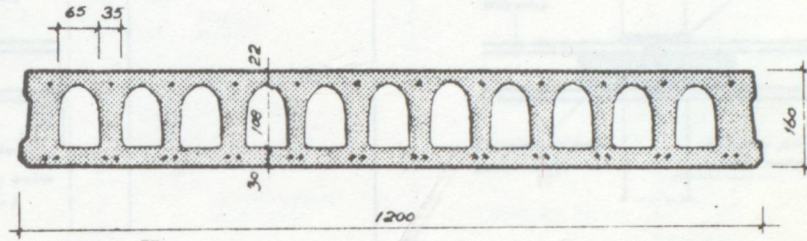
ESTON A.Ş. tarafından üretilen elemanları şu şekilde belirtebiliriz:

- Öngerilmeli ve öngerilmesiz kirişler,
- Düz ve profil kesitli kolonlar,
- Aşık, dere kirişi gibi çatı elemanları,
- Öngerilmeli boşluklu çatı kaplamaları ve döşeme elemanları,
- Yalıtımlı veya dolu kesitli cephe ve bölme panoları,
- Çakma temel kazıkları,
- Santrfüj betonarme direkler ve ek-parça elemanları üretilen bu elemanlar ile:
- Katlı konut ve işyerleri,
- Endüstri yapıları,
- depolar,
- Trafa binaları,
- Enerji nakil hatları gerçekleştirilmektedir.

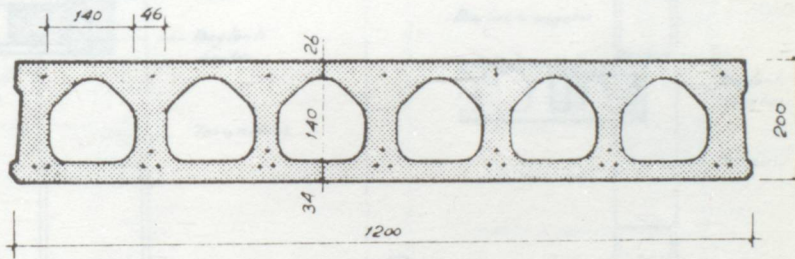
BE 12



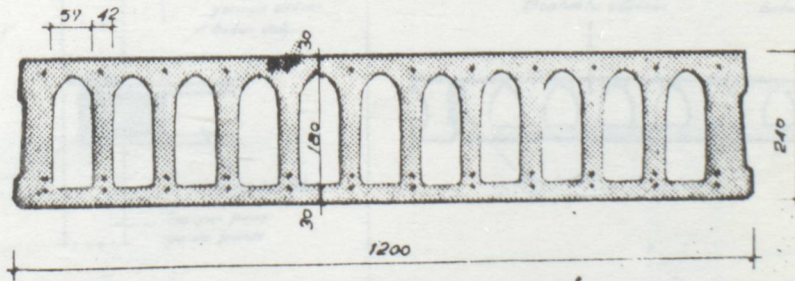
BE 16



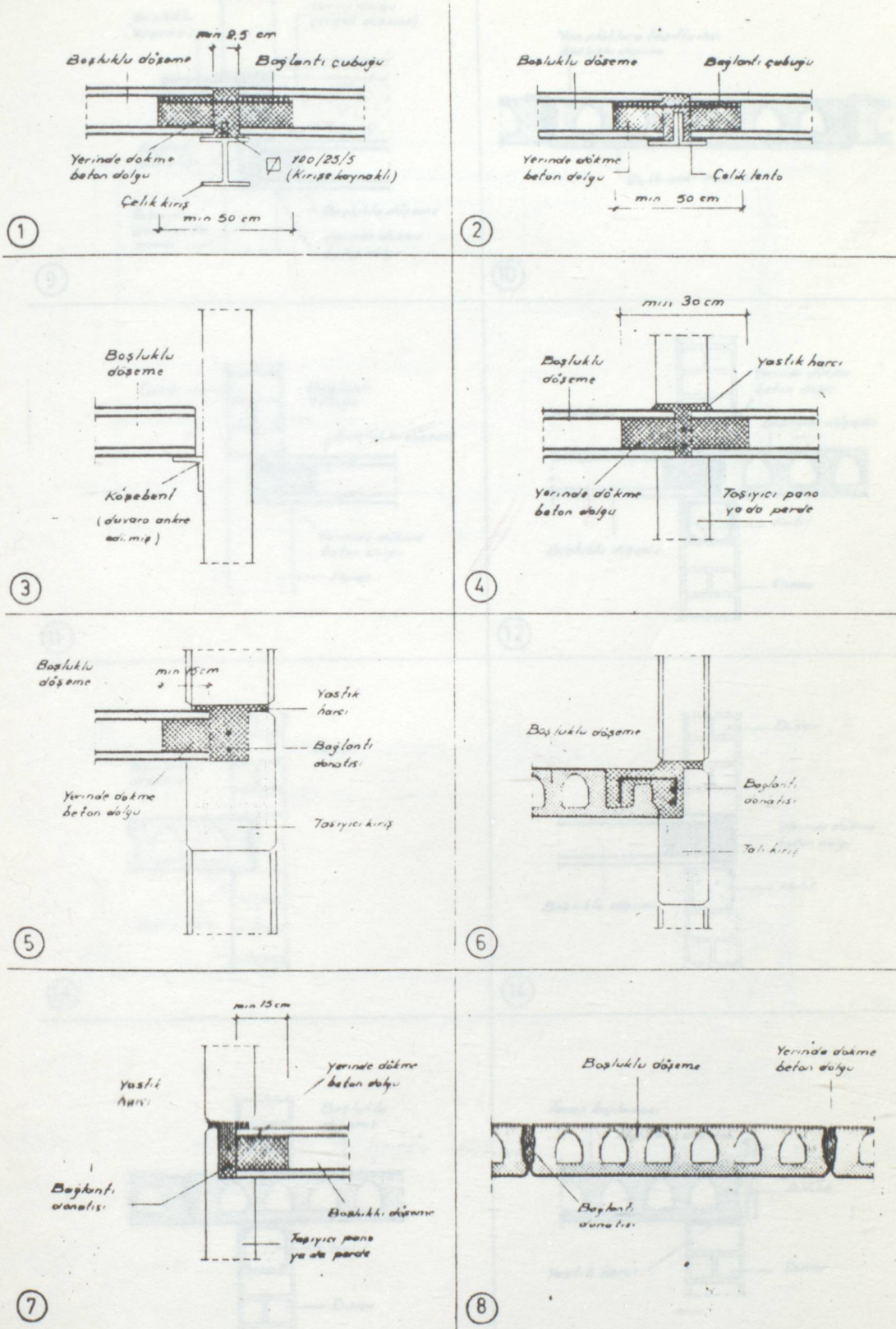
BE 20



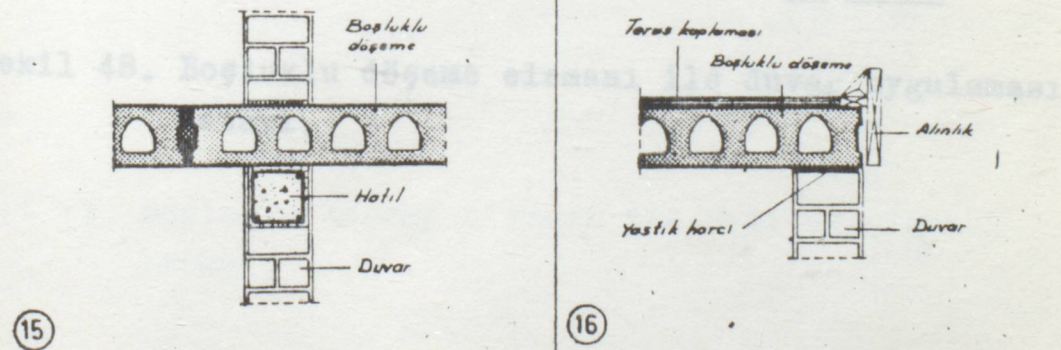
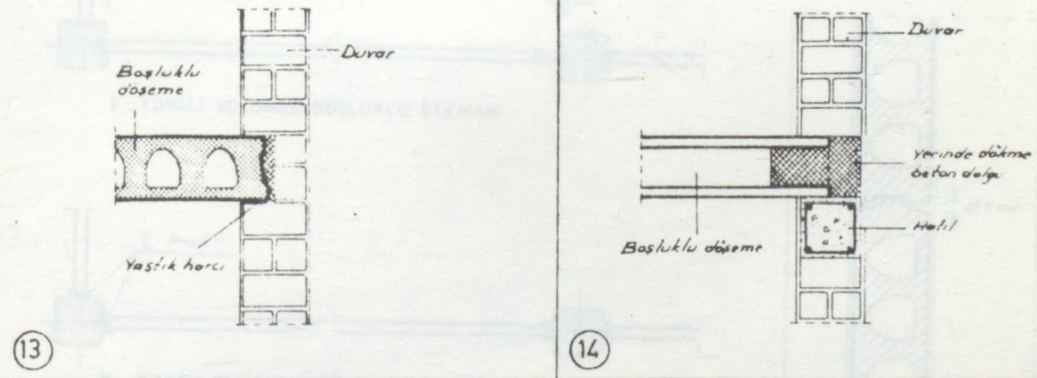
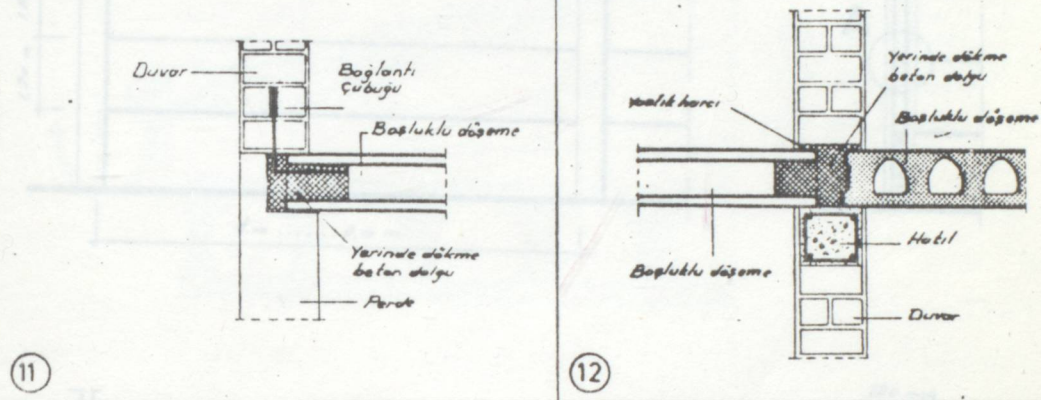
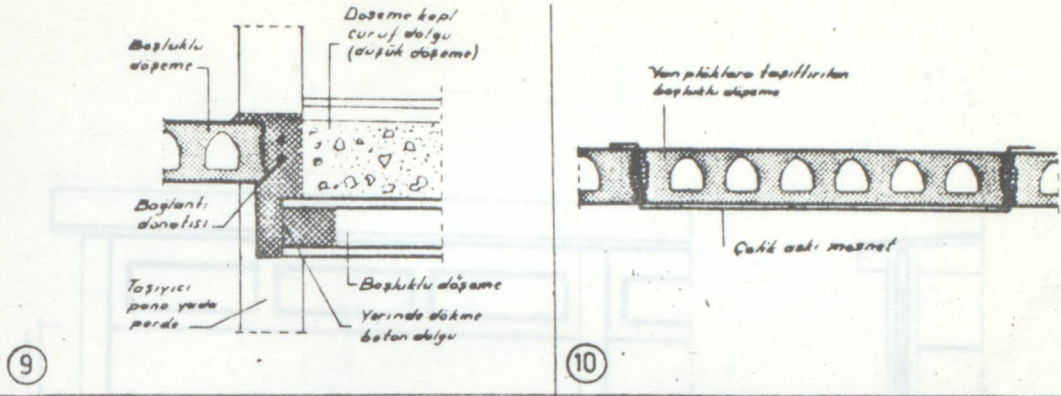
BE 24



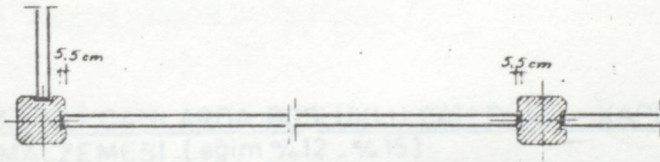
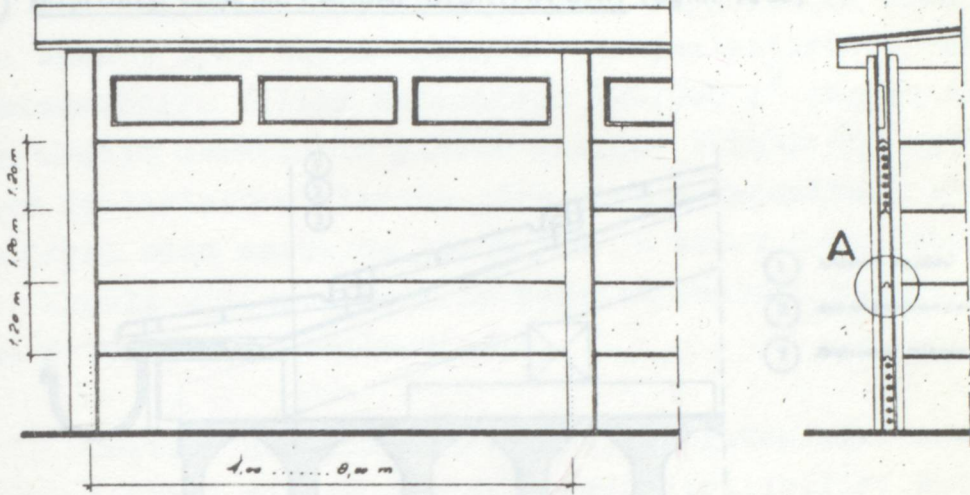
Şekil 46 . Eston tarafından üretilen boşluklu eleman tipleri.



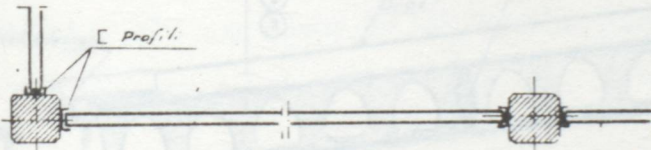
Şekil 47. a, Boşluklu döşeme elemanları ile uygulama detayları.



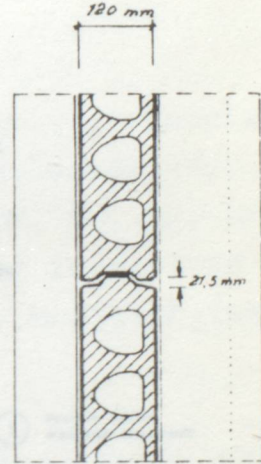
Şekil 47. b. Boşluklu döşeme elemanları ile uygulama detayları.



I - YUVALI KOLONDA BOŞLUKLU ELEMAN



II - PROFİL TAKYİYELİ DÜZ KOLONDA BOŞLUKLU ELEMAN



A DETAYI

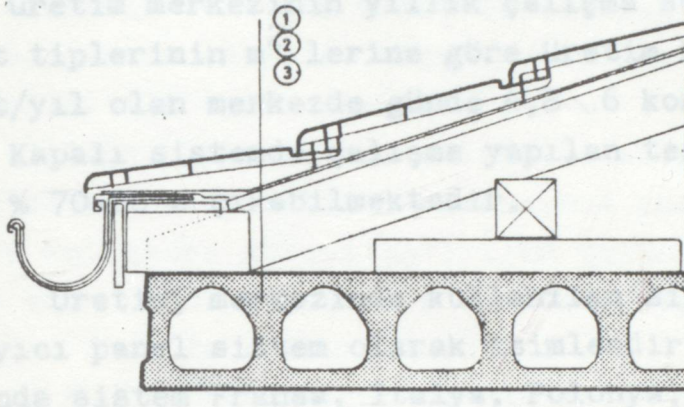
Şekil 48. Boşluklu döşeme elemanı ile duvar uygulaması detayı.

Şekil 48. Boşluklu döşeme elemanı ile duvar uygulaması detayı.

5.5 OYAK-KUTLUKTAŞ İSTANBUL PREFABRİKE ELEMAN SANAYİ VE T.A.Ş.

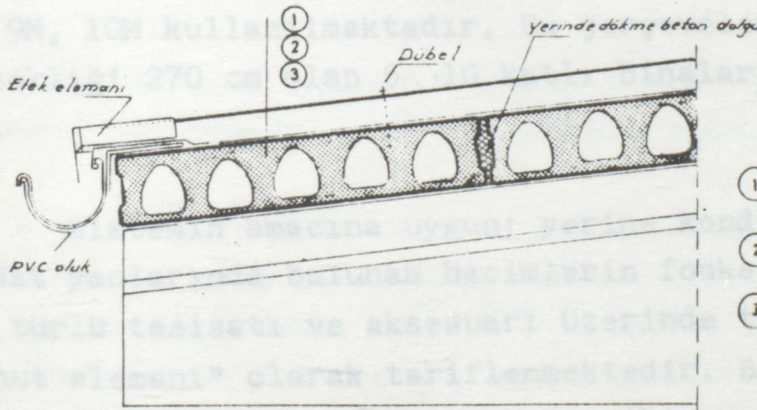
Oyak Kutluktaş Grubunun İstanbul Haranidere"yapı elemanları üretim merkezi", prefabrike panel sistemiyle konut yapısını gerçekleştirecek betonarme "konut elemanları" üretmek amacıyla kurulmuştur. Fransız "Balency" sistemi olan tesis aynı anda 5 ayrı tipin üretimini gerçekleştirecek şekilde planlanmıştır. Yıllık kapasitesi 120,000 m<sup>2</sup> inşaat alanı olan üretim merkezinin yıllık çalışma süresi 250 gündür. Konut tiplerinin üretimine göre kapasitesi 1200-1500 konut/yıl olan tesisin kapasitesi 1200-1500 konut/yıldır. Kapalı sistemde yapılmıştır. Bu tesisin kullanılması % 70'e kadar düşmektedir.

① BOŞLUKLU DÖŞEME • AHŞAP OTURTMA ÇATI (eğim %0.33)



- ① KIREMIT ÖRTÜSÜ
- ② AHŞAP OTURTMA ÇATI
- ③ BOŞLUKLU DÖŞEME

② EĞİMLİ ÇATILARDA BOŞLUKLU ÇATI PLÂĞI • KAPLAMA MALZEMESİ (eğim %12 - %15)



- ① BOŞLUKLU LEYHA KAPLAMA MALZEMESİ
- ② BOŞLUKLU ÇATI PLÂĞI
- ③ TAŞIYICI KIBIŞ

Şekil 49. Boşluklu döşeme elemanı ile çatı uygulaması detayı.

## 5.5 OYAK-KUTLUTAŞ İSTANBUL PREFABRİKE ELEMAN SANAYİ VE T.A.Ş

Oyak Kutlutaş Grubunun İstanbul Haramidere "yapı elemanları üretim merkezi", prefabrike panel sistemiyle konut yapımını gerçekleştirecek betonarme "konut elemanları" üretmek amacıyla kurulmuştur. Fransız "Balency" sistemi kullanılarak 30 ayrı tip konut yapabilecek olan tesis aynı anda 5 ayrı tipin üretimini gerçekleştirecek şekilde planlanmıştır. Yıllık kapasitesi 120.000 m<sup>2</sup> inşaat alanı olan üretim merkezinin yıllık çalışma süresi 250 gündür. Konut tiplerinin m<sup>2</sup> lerine göre üretim kapasitesi 1200-1500 konut/yıl olan merkezde günde 4,8~6 konut üretilebilmektedir. Kapalı sistemde çalışma yapılan tesisin kapasite kullanımını % 70-80'e çıkabilmektedir.

Üretim, merkezinde kullanılan sistem ağır prefabrike taşıyıcı panel sistem olarak isimlendirilebilir. Aynı patent altında sistem Fransa, İtalya, Polonya, İngiltere, İrlanda, Belçika ve bizimle aynı deprem kuşağında bulunan Yugoslavya'da uygulanmaktadır.

Üretim merkezinde üretilen elemanları, prefabrikasyonun gereği olarak modüler koordinasyon uygulanmaktadır. Modül 6 m = 60 cm olup, ana modül olarak 3M, 4M, 5M, 6M, 7M, 8M, 9M, 10M kullanılmaktadır. Bu çerçeveler içerisinde kat yüksekliği 270 cm olan 5~10 katlı binalar üretilebilmektedir.

Sistemin amacına uygun; yerine kondığında ön arka ve alt-üst yanlarında bulunan hacimlerin fonksiyonlarına göre her türlü tesisatı ve aksesuarı üzerinde taşıyan panolar "konut elemanı" olarak tariflenmektedir. Bu elemanları yatay ve düşey elemanlar olmak üzere ikiye ayırabiliriz.

### 5.5.1 YATAY ELEMANLAR:

Bina üzerinde, montaj sonrası normal kullanım sırasında yatay durumda olan bütün elemanlara denilmektedir.

a) DÖŞEMELER: En büyüğü 3.00 x 5.40 m<sup>2</sup> olan 16 cm kalınlığındaki temel yatay elemanlardır. Planlama gereği alt ve üstünde bulunan hacimlere göre her türlü baca ve kalorifer tesisat deliği ile elektrik tesisatı için gerekli sorti, elektrik borusunu üzerinde taşıyan bu elemanlar montaj sırasında çevrelerindeki duvarlara dört adet I profili yardımı ile oturtulmaktadır.

b) BALKONLAR: 130 cm eninde ve maksimum 600 cm uzunluğunda elemanlardır. Üretim sırasında yüzey eğimi, süzgeç ve yüzey kaplaması gerçekleştirilen balkon döşemesi elemanları uzun yönde çalışmakta ve montaj sırasında iki taraftan yan duvarlara oturtulmaktadır.

c) MERDİVENLER: Plânlamadan gelen fonksiyonuma göre tek yada iki kollu, bir yada iki sahanlık alacak şekilde üretilen ve yüzey kaplaması fabrikada hazırlanan yatay elemanlardır. Montaj sırasında çevredeki duvar ve döşemelere oturtulmaktadır.

### 5.5.2 DÜŞEY ELEMANLAR:

Bina üzerinde montaj sonrası, normal kullanım sırasında düşey durumda olan bütün elemanlara denilmektedir.

a) İÇ TAŞIYICILAR: 258 cm yükseklikte ve 16 cm kalınlıkta ve projeden gelen fonksiyonuna göre uzunluğu değişen, içinde saç kasalı kapı ve iç pencere boşluğu, elektrik tesisatı için kasa, buat, elektrik borusu ve diğer montaj aksesuarları olan düşey taşıyıcı elemanlardır. Montaj her elemanın alt ve üstünde bulunan  $\emptyset$  30 bulon ve bunlara ait yuvaların bağlantısı yardımı ile gerçekleştirilmektedir.

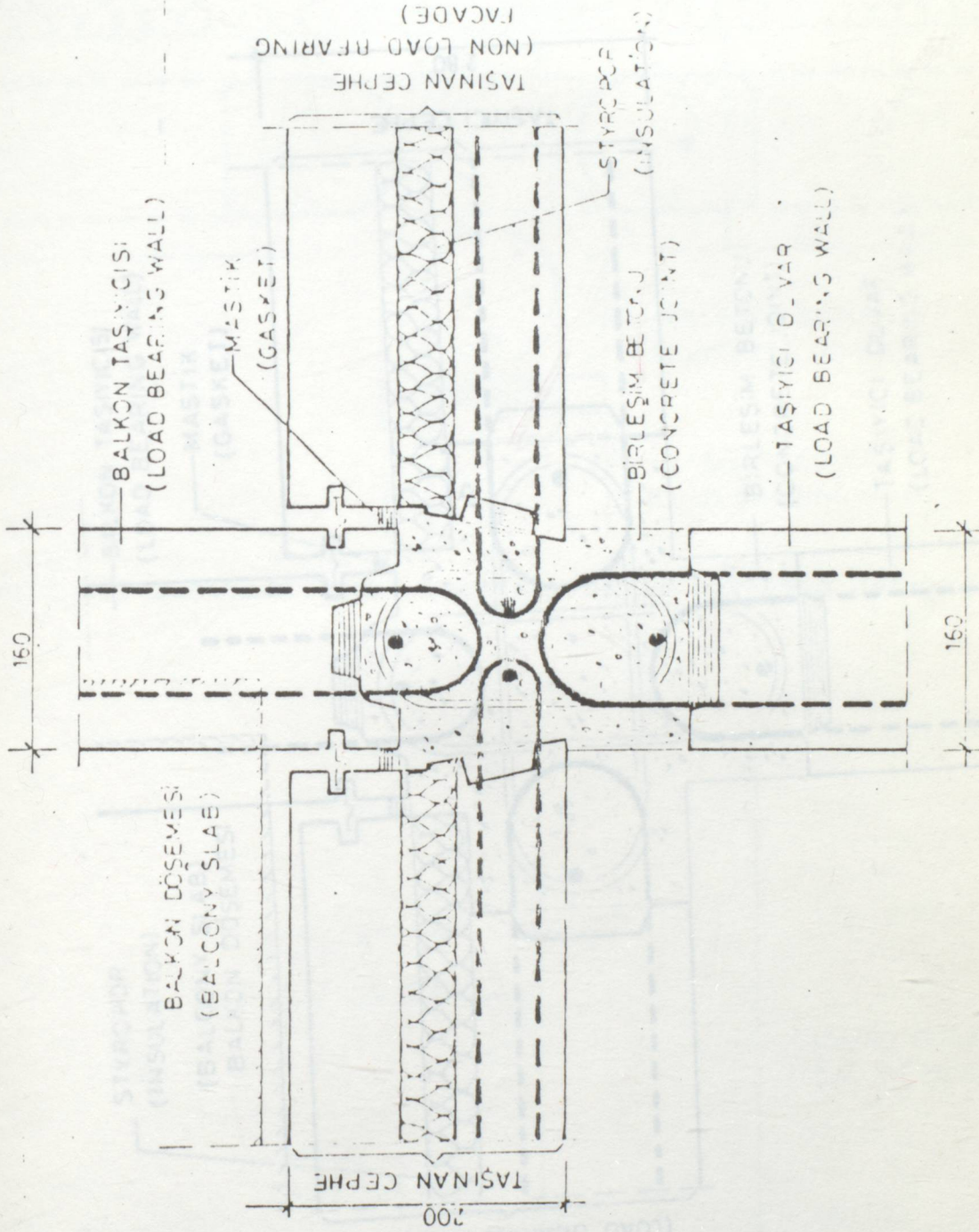
b) İÇ BÖLÜCÜLER: 250 cm yükseklikte 8cm kalınlıkta ve projeden gelen fonksiyonuna göre uzunluğu değişen, içinde saç kasalı kapı iç pencere boşluğu, elektrik tesisatı için kasa, buat, elektrik borusu ve diğer montaj aksesuarları olan düşey elektrik borusu ve diğer montaj aksesuarları olan düşey bölücü elemalardır. Montaj elemanın ahşap ya da alüminyum takozlar yardımı ile döşeme üzerine oturtulmasıyla gerçekleştirilmektedir.

c) TEKNİK BLOK: 258 cm yükseklikte 32 cm kalınlıkta projeden gelen fonksiyonuna göre uzunluğu değişen, içinde bütün sıhhi tesisat ve diğer montaj aksesuarları olan taşıyıcı düşey elemanlardır. Montaj her elemanın alt ve üstünde bulunan  $\emptyset$  30 bulon ve bunlara ait yuvaların bağlantısı yardımı ile gerçekleştirilmektedir.

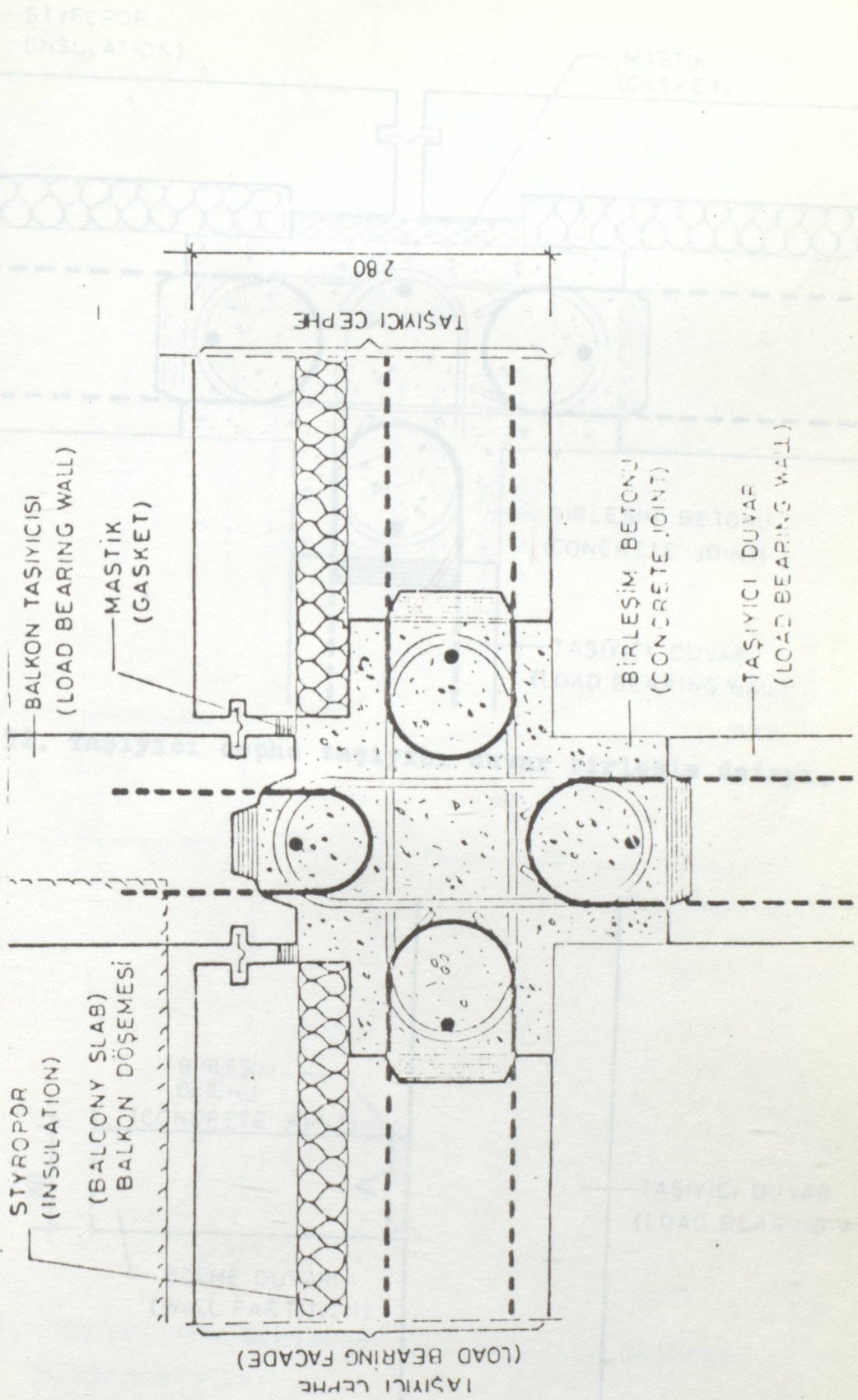
d) BACALAR: 258 cm yüksekliğinde shunt duman bacası, hava bacası yada çöp bacası olmak üzere üç ayrı tiptedir. Döşemelerde bırakılmış deliklerin üzerlerine oturtulmak suretiyle montaj yapılmaktadır.

e) TAŞINAN CEPHELER: 270 cm yüksekliğinde 8 cm beton + 4 cm stropar +8 cm beton olmak üzere 20 cm kalınlığında üzerinde ahşap kapı yada penceresi ve montaj için diğer aksesuarları bulunan ve yan taraflarına gelen iç taşıyıcı duvarlar tarafından taşınan sandviç cephe elemanlarıdır. Projesi gereğince brüt beton, wash beton yada betebe, seramik vs. gibi kaplama yapılabilen bu elemanlar alt ve üstlerinde bulunan  $\emptyset$  30 bulonlar ve bunlara ait yuvaların bağlantısı ile monte edilmektedirler.

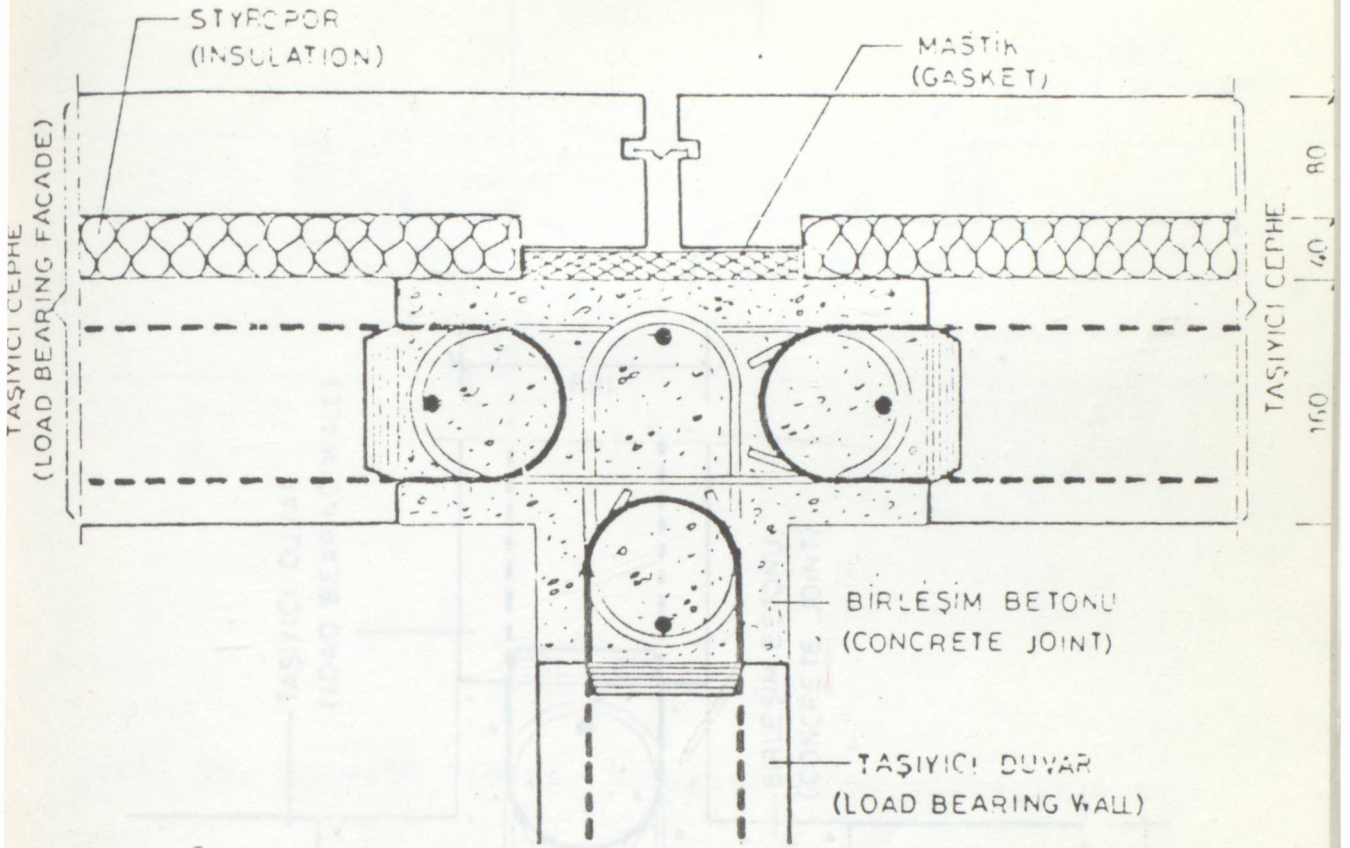
f) TAŞIYICI CEPHELER: 270 cm yüksekliğinde 16cm beton+4cm stropor +8cm beton olmak üzere toplam 28 cm kalınlığında, üzerinde ahşap kapı yada penceresi ve montaj için diğer aksesuarları olan brüt beton, wash beton yada herhangi bir kaplama yapılmış taşıyıcı düşey elemanlarıdır. Elemanların alt ve üstlerinde bulunan  $\emptyset$  30 luk bulon ve bunlara ait yuvaların bağlantısı yardımıyla montaj yapılmaktadır.



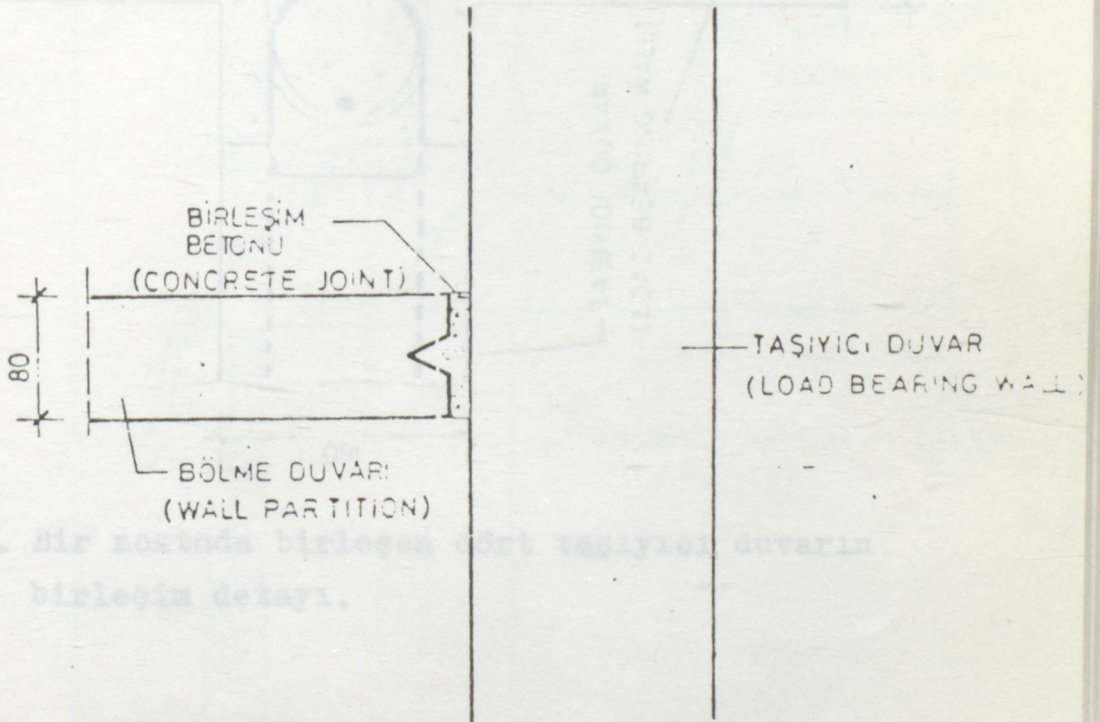
Şekil 50. Uyak - kutlutaş tarafından kullanılan panel sistemde taşınan cephe taşıyıcı duvar birleşim detayı.



Şekil 5I. Taşıyıcı cephe taşıyıcı duvar birleşim detayı.

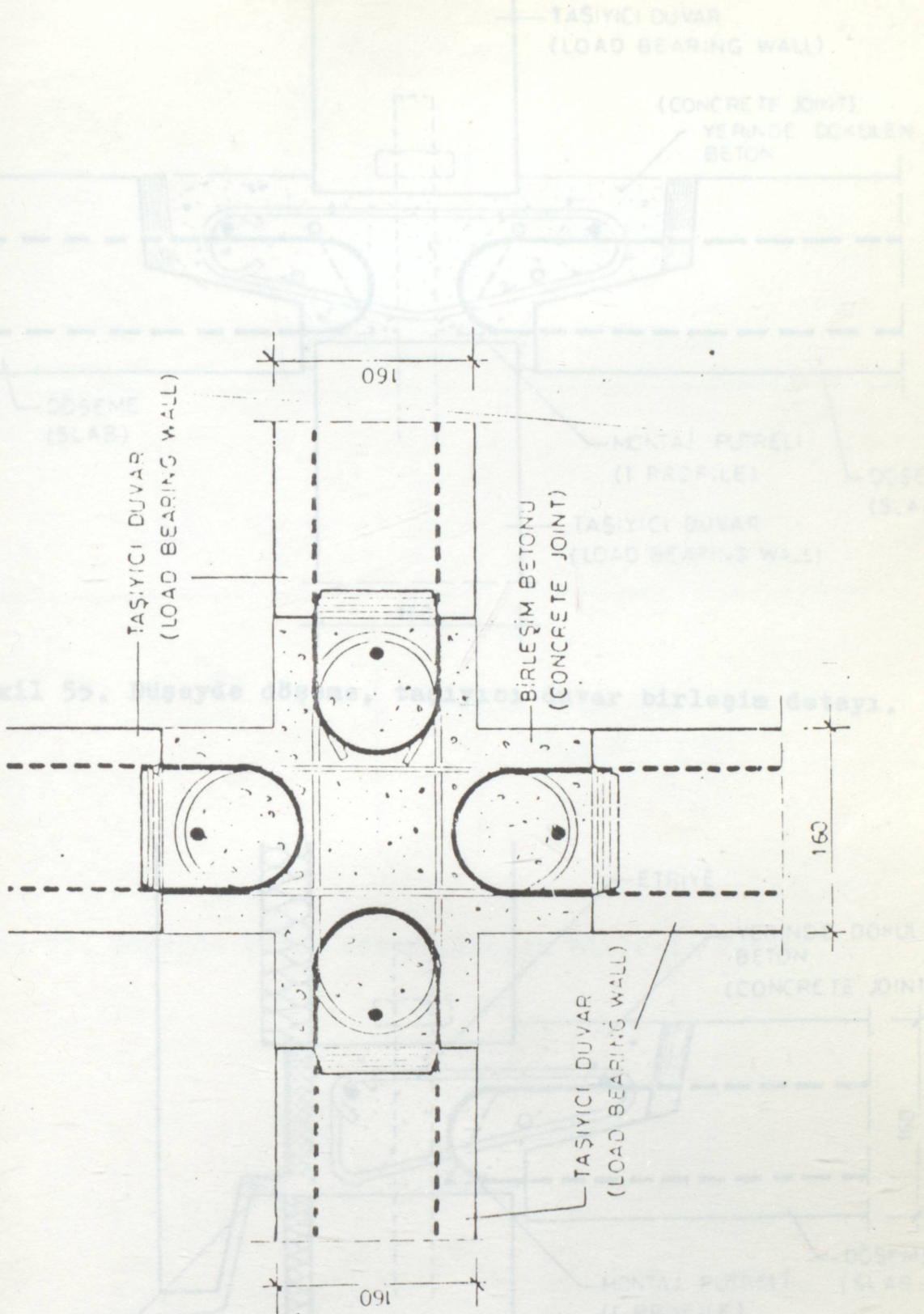


Şekil 52. Taşıyıcı cephe taşıyıcı duvar birleşim detayı.

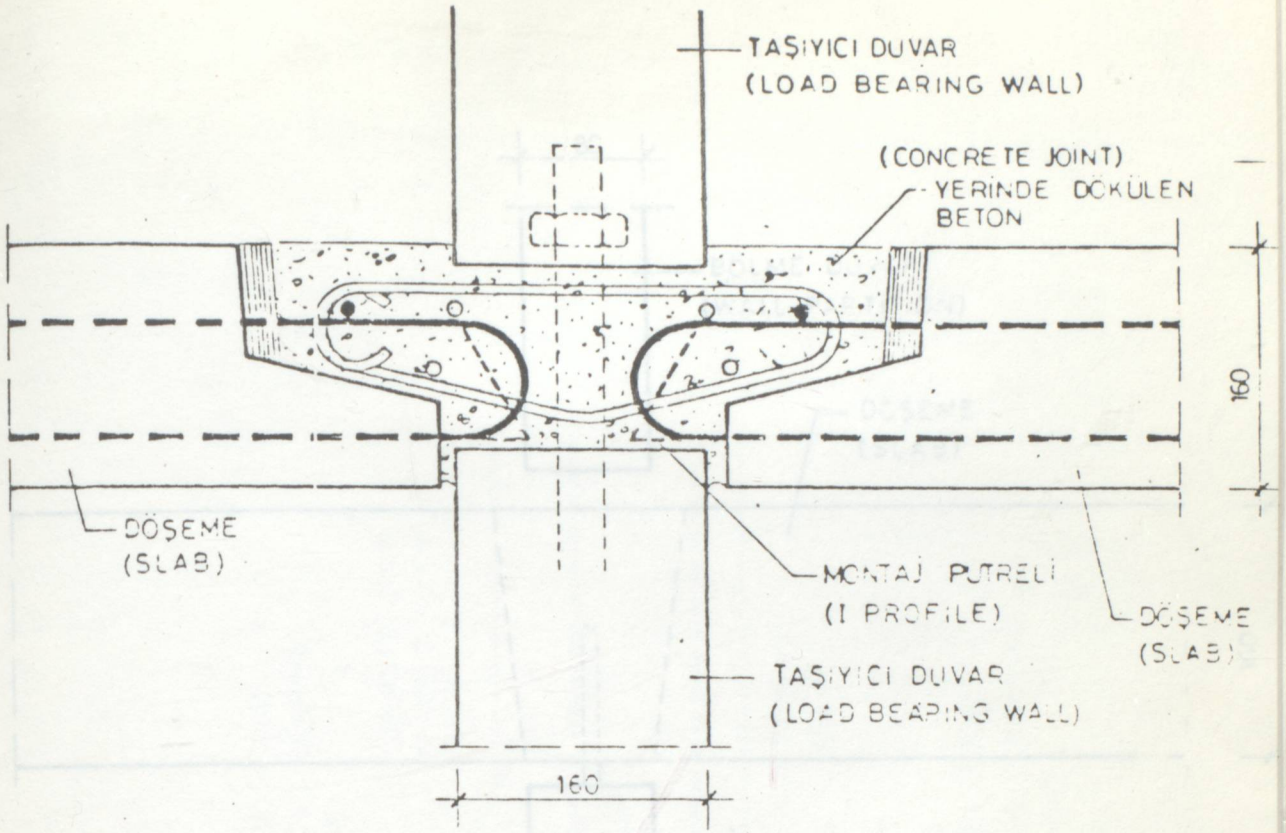


Şekil 53. Bir noktada birleşen dört taşıyıcı duvarın birleşim detayı.

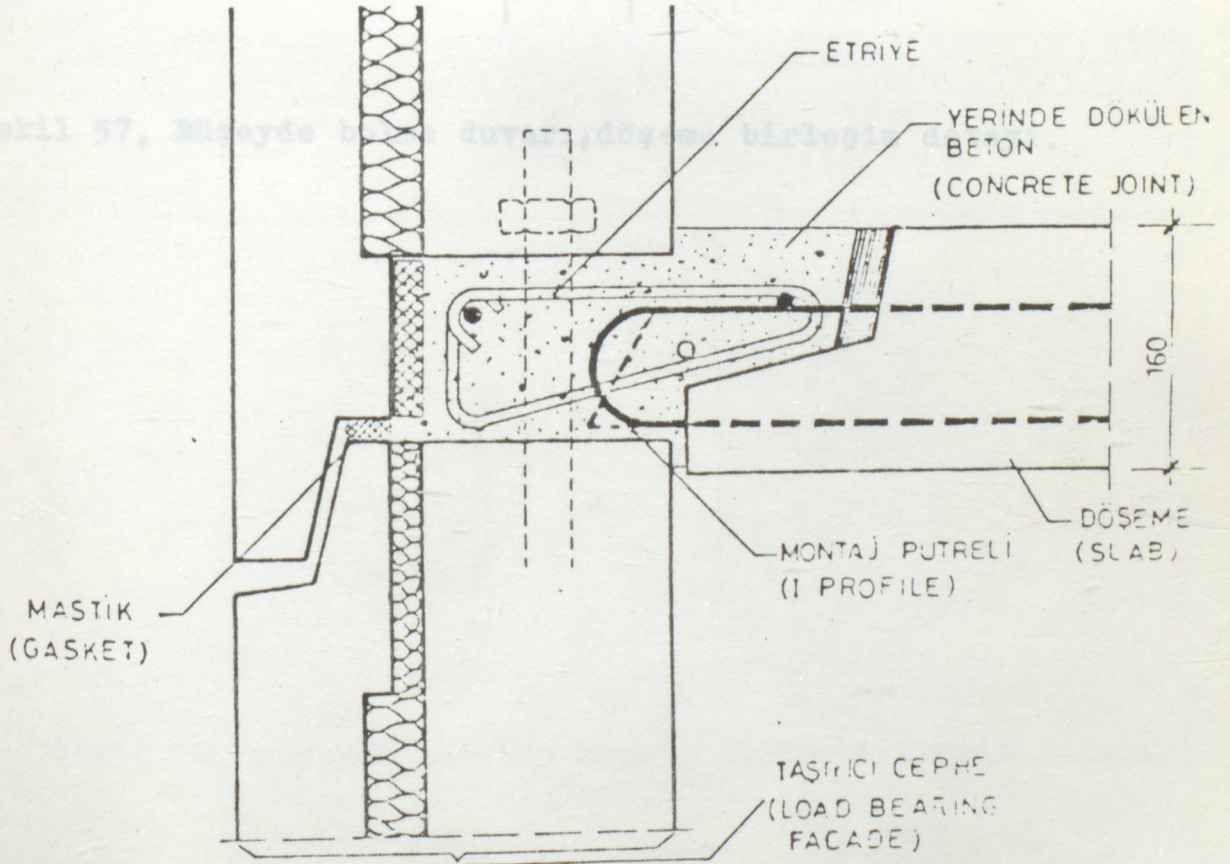
Şekil 54. Taşıyıcı duvar, bölme duvarı birleşim detayı.



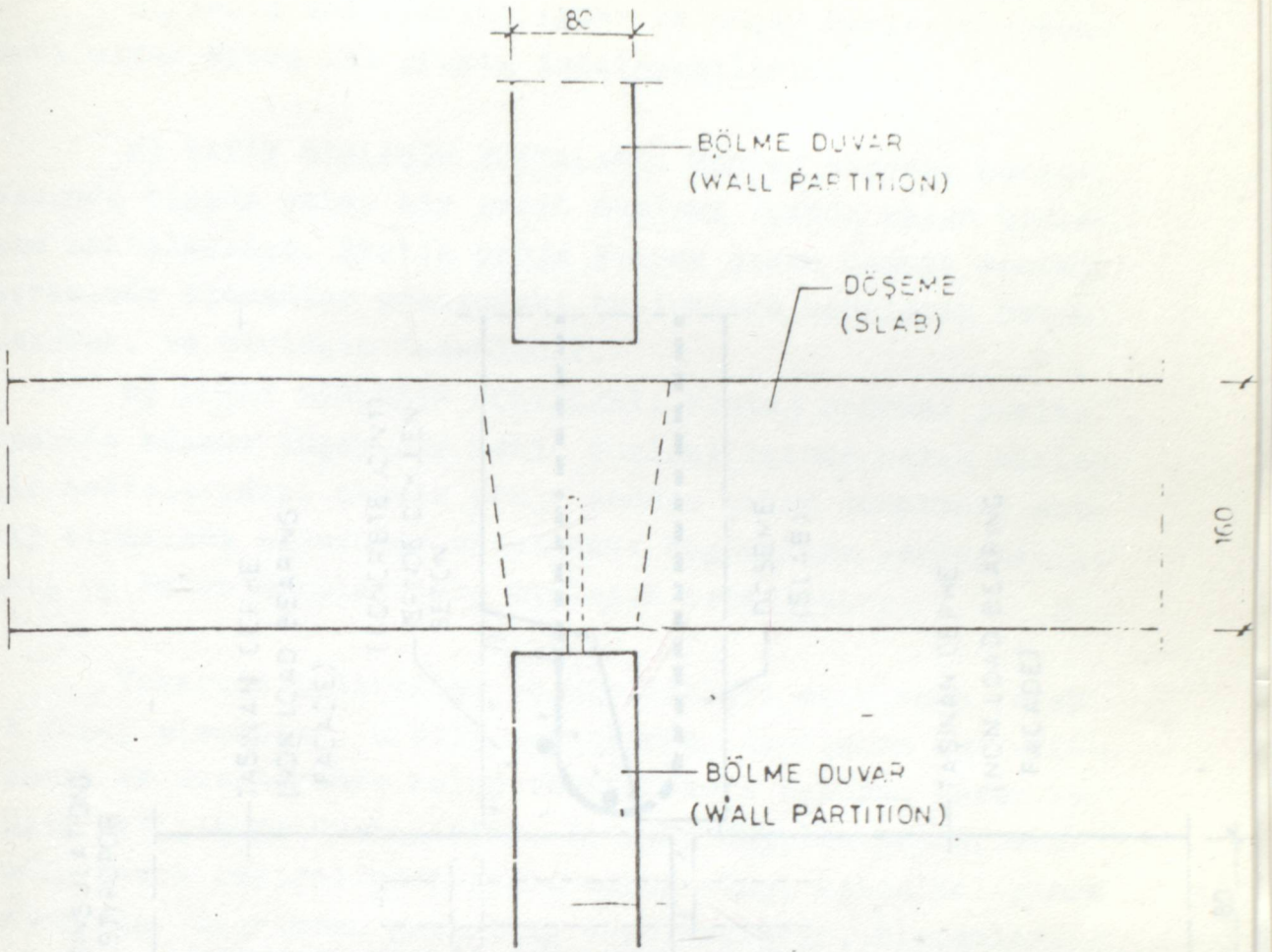
Şekil 54. Bir noktada birleşen dört taşıyıcı duvarın birleşim detayı.



Şekil 55. Düşeyde döşeme, taşıyıcı duvar birleşim detayı.



Şekil 56. Düşeyde taşıyıcı cephe, döşeme birleşim detayı.



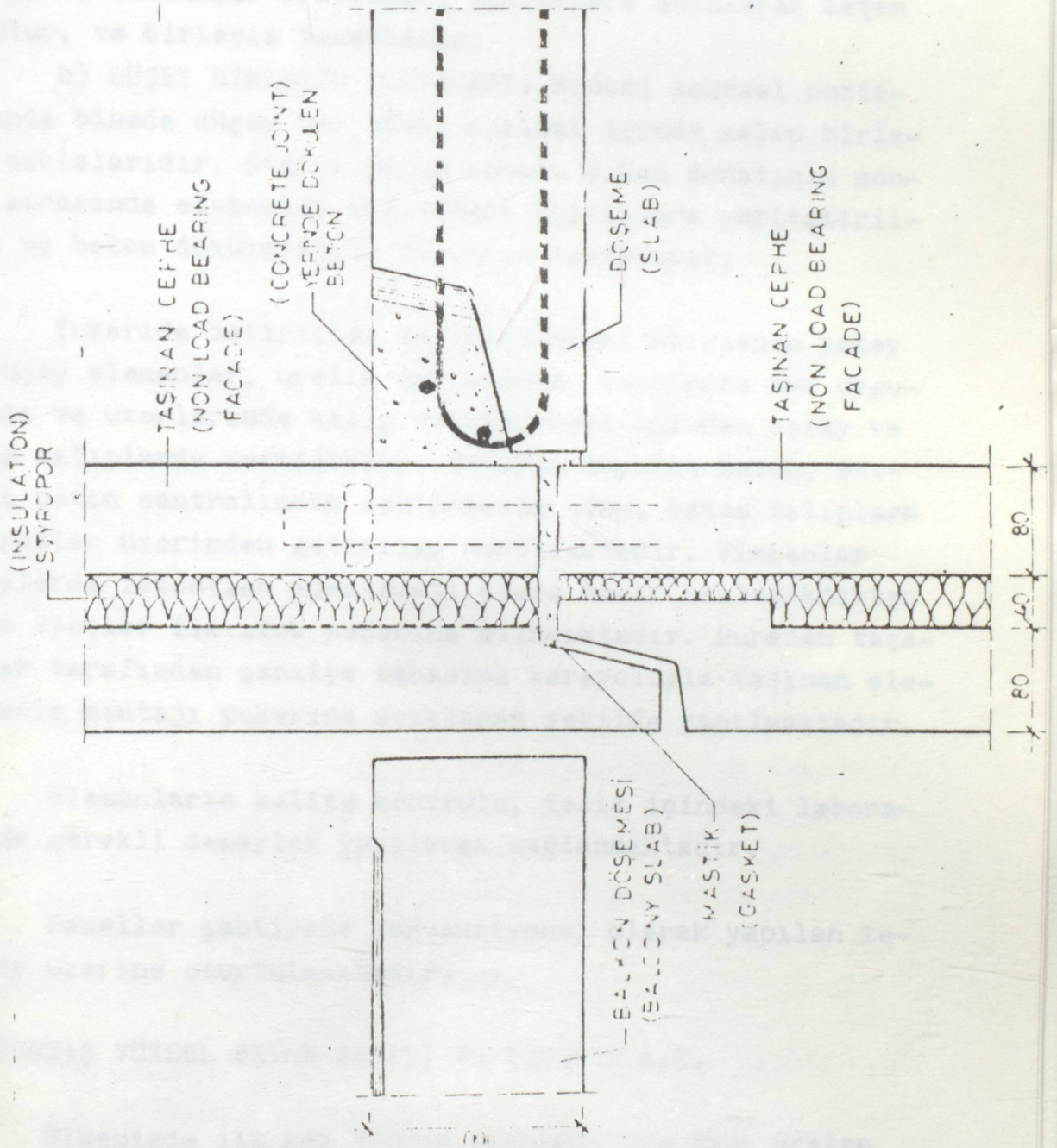
Şekil 57. Düşeyde bölme duvarı, döşeme birleşim detayı.

Şekil 58. Düşeyde taşınan cephe, döşeme birleşim detayı.

BİRLİK HİSSELERİ

Birleşim noktalarını yatay ve düşey hareketler için...

6) YATAY BİRLİK HİSSELERİ... Yatay hareket için...



Şekil 58. Düşeyde taşınan cephe, döşeme birleşim detayı.

### 5.5.3 BİRLEŞİM NOKTALARI:

Birleşim noktalarını yatay ve düşey birleşim noktaları olmak üzere iki grupta inceleyebiliriz.

a) YATAY BİRLEŞİM NOKTALARI: Montaj sonrası pozisyonunda binada yatay bir kesit düzlemi içinde kalan birleşim noktalarıdır. Statik proje sonucu çıkan donatı montaj sırasında elemanlar arasındaki boşluklara konularak beton dökülür, ve birleşim tamamlanır.

b) DÜŞEY BİRLEŞİM NOKTALARI: Montaj sonrası pozisyonunda binada düşey bir kesit düzlemi içinde kalan birleşim noktalarıdır. Statik proje sonucu çıkan donatının montaj sırasında elemanlar arasındaki boşluklara yerleştirilmesi ve beton dökülmesiyle birleşim tamamlanır.

Yukarıda belirtilen ve özellikleri açıklanan yatay ve düşey elemanlar, üretim merkezinde, kendinden kür uygulamalı ve üzerlerinde kalıp vibratörleri bulunan yatay ve düşey kalıplarda üretilirler. İhtiyaç duyulan beton, otomatik beton santralından sağlanmakta olup, beton kalıplara monoraylar üzerinden getirilip dökülmektedir. Elemanlar kalıplarda istenilen mukavemeti alana kadar bekletildikten sonra vinçler ile stok sanasına alınmaktadır. Buradan taşaronlar tarafından şantiye sahasına karayoluyla taşınan elemanların montajı yukarıda açıklanan şekilde yapılmaktadır.

Elemanların kalite kontrolü, tesis içindeki laboratuvarında gerekli deneyler yapılarak sağlanmaktadır.

Paneller şantiyede konvansiyonel olarak yapılan temeller üzerine oturtulmaktadır.

### 5.6 YÜBETAŞ YÜKSEL BETON SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

Ülkemizde ilk kez "hücre sistemi" ile yapı üreten kuruluş olan YÜBETAŞ'ın sermayesi 1.800.000.000 TL'dir. Aydın göke'deki 126.000 m<sup>2</sup> açık, 35.000 m<sup>2</sup> kapalı alanda faaliyet göstermektedir. Üretime başladığı yıl 1981 olup kapalı sistemde çalışmaktadır.

YÜBETAŞ tarafından uygulanan hücre sistemi ile tek veya çok katlı çeşitli tipte konutlar, afet evleri, idari ve sosyal binalar, okul, otel ve benzeri yapılar yapılabilir. İçinde önceden konulan öngerme kılıfından geçirilen öngerme donatısı bir çerçeve kolonuna ankre yapılır.

Diğer Fabrikanın üretim kapasitesi 90.000 m<sup>2</sup> yapı alanına eşdeğerde yılda 1000 konuttur. Kapasite kullanımı % 80 olan tesislerde teknik elemanlar dahil 300 kişi çalışmaktadır. ve tüm sistem üstten iligrah sasma tavanla bağlanarak hücre ince isalata hazır hale getirilir.

Döşeme ve kolon çerçeveler yüksek mukavemetli B350 400 betonarme betonu olup döşeme kirişleri öngerilimlidir.

Elektrik ve ısıtma tesisatı, doğrama, cam takılması, döşeme kap. İnce inşaat fabrikada yapılarak hücreler kullanıma hazır durumda şantiye sahasına taşınmaktadır. Üretilen yapıların, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü'nden, 1. derece deprem bölgesinde çok katlı uygulamabilirliğine dair onay belgesi mevcuttur.

Tesislerde hücrelerin üretimini şöyle özetleyebiliriz. Çevreden sağlanan malzeme ile beton ve perlit sant-rallarında otomatik olarak hazırlanan beton ve perlit betonu, çelik kalıplara monoraylarla getirilip beton yayıcılar aracılığı ile dökülmekte ve vibre edilmektedir.

Beton dökümü yapılan kalıplar, kür tünellerinde 8 saat süre ile kür uygulamasına tabi tutulur. Kür sıcaklığı 60°-80° C olmaktadır. Prizini alan elemanlar özel devinme masaları ve vinçler aracılığı ile çelik kalıplardan alınır ve stoklanır. Kür uygulaması yapılan tüneller 12 araba alabilmektedir. Bu arabalardan kolon arabası 2 kolon, döşeme arabası 1 döşeme alabilmektedir. ve yapılması, tesis

İçindeki atölyede yapılırken, kalite kontrolü ise laboratu-arda Kalıpların boşalmasıyla yeniden beton dökümüne hazırlanması 1 saatte olmaktadır.

Bu şekilde yapılan yapıların fabrikada gerçekleştirilme oranı % 80-90 arasında değişmektedir.

Stoklanan elemanlardan döşeme ve çerçeve elemanları hareketli bantlar üzerinde birleştirilir. Bu birleştirmede sonradan öngerme sistemi uygulanır. Bunun için, döşeme elemanı kirişi içinde önceden konulan öngerme kılıfından geçirilen öngerme donatısı bir çerçeve kolonuna ankre yapılır. Diğer çerçeve kolonundan öngerme uygulanarak ankrajlanır. Bundan sonra kılıf içine beton şerbeti dökülerek öngerme işlemi tamamlanır. Daha sonra iç ve dış duvarlar monte edilir. ve tüm sistem üstten fligran asma tavanla bağlanarak hücre ince imalata hazır hale getirilir.

Hücre ince imalat holüne alınarak sıhhi tesisat, elektrik ve ısıtma tesisatı, doğrama, cam takılması, döşeme kaplaması yapılması, boya vb. işlemlerin yapılması sonunda stok alanına alınır. Son kontrolü yapılan hücreler, bardör hattında vinç aracılığı ile treylerlere yüklenir. ve özel ambalajı ile kaplanarak şantiye alanına gönderilir.

Şantiye yerinde, önceden hazırlanmış temeller üzerine özel vinçler yardımıyla konulduktan sonra kaynakla hücrelerin bağlantısı yapılır. Diğer hücrelerde vinçler yardımı ile birbiri üstüne konularak kaynaklama yapılarak yapı tamamlanır.

Tamamlanarak nakil durumuna gelmiş hücrelerin ağırlıkları 20 ile 35 ton arasında değişmektedir. Son kat hücreleri çatılı olarak imal edilmekte bunların ağırlığı ise 40 tonu bulmaktadır. Hücreler, genişliği 280 cm, boyu 960 cm, yüksekliği 310 cm olarak üretilmektedir.

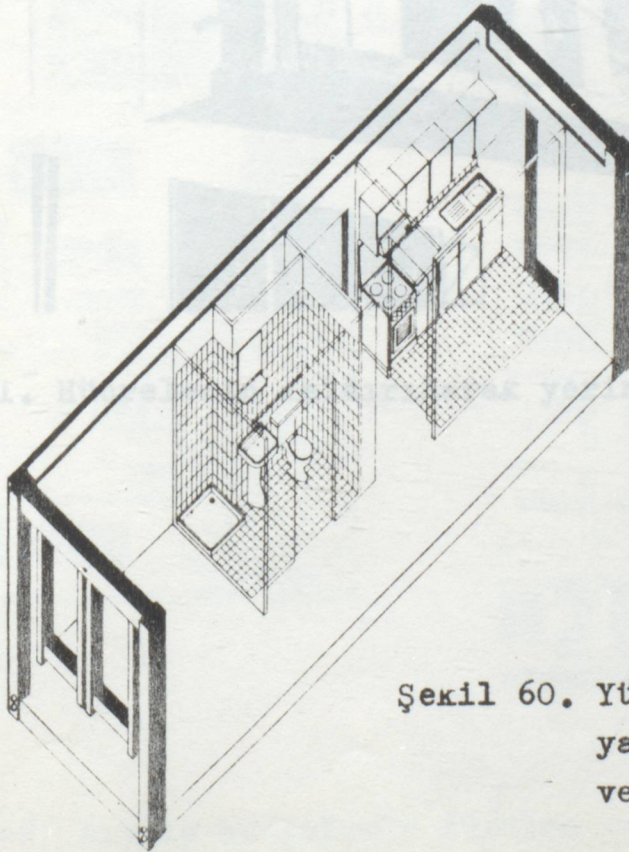
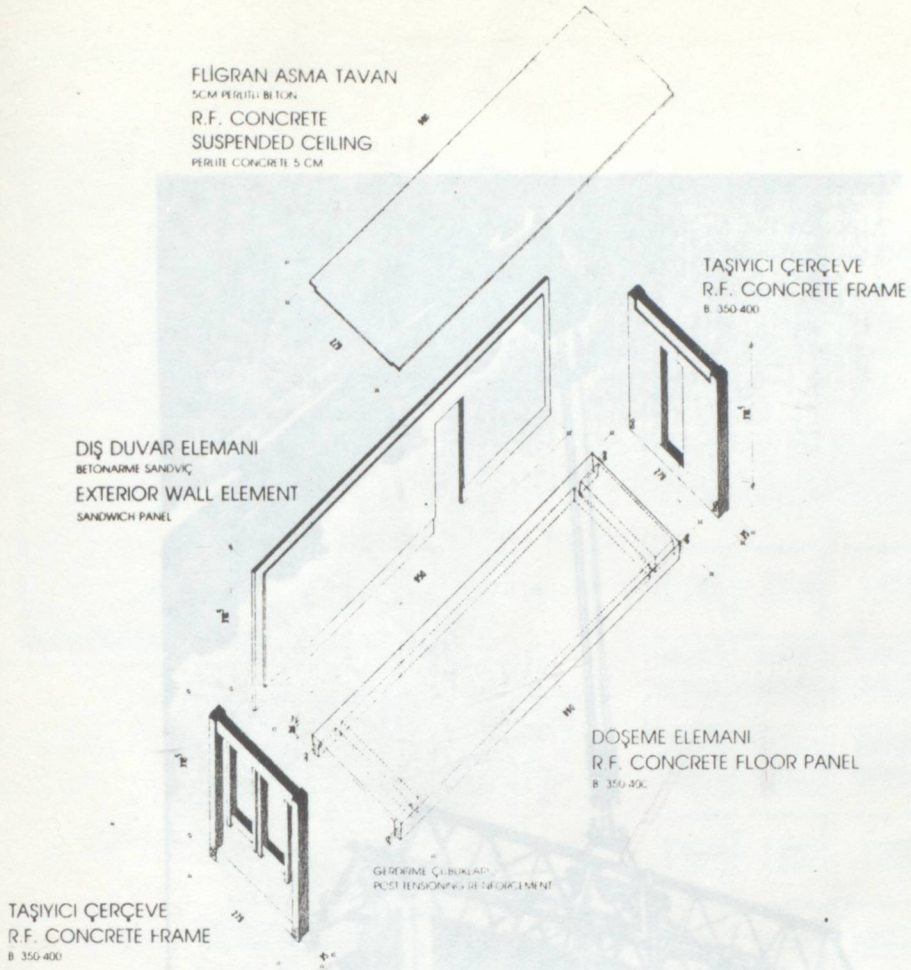
Tesislerde kalıpların bakımı ve yapılması, tesis içindeki atölyede yapılmakta, kalite kontrolü ise laboratuvarlarda gerekli deneyler yapılarak sağlanmaktadır.

Bu şekilde yapılan yapıların fabrikada gerçekleşme oranı % 80-90 arasında değişmektedir.

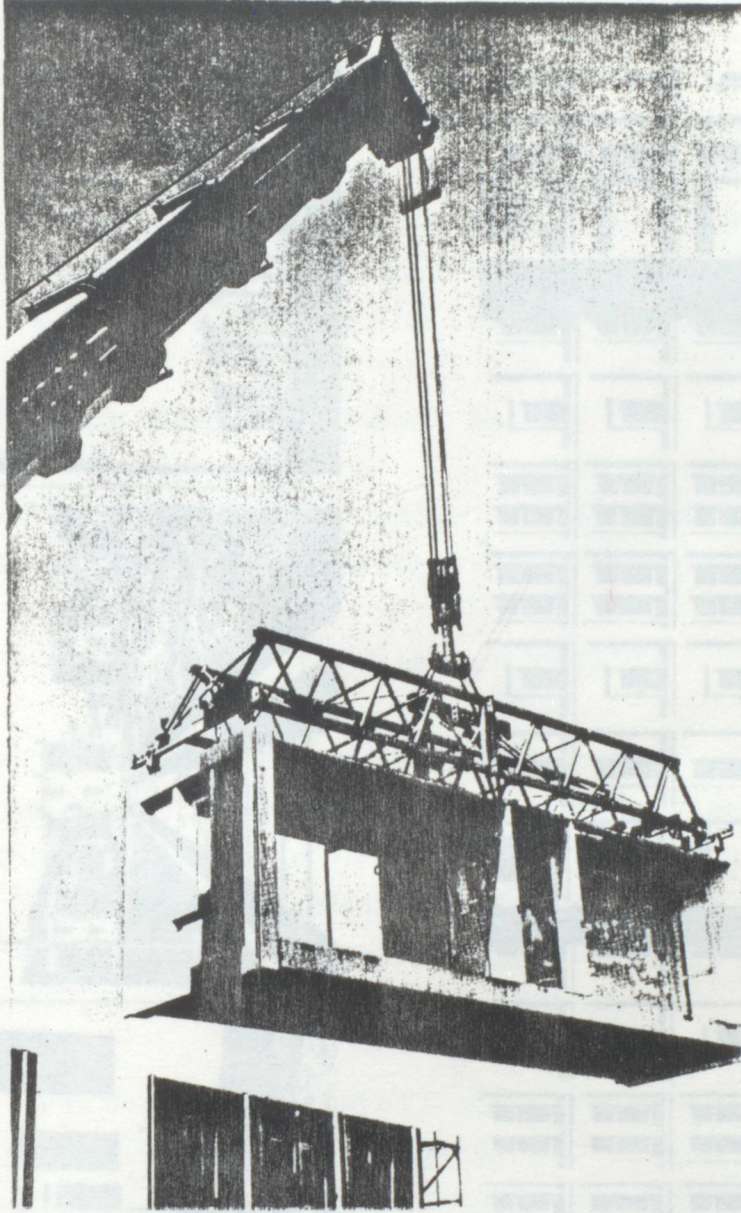


Şekil 59. Yübetaş tesislerinden genel görünüş.

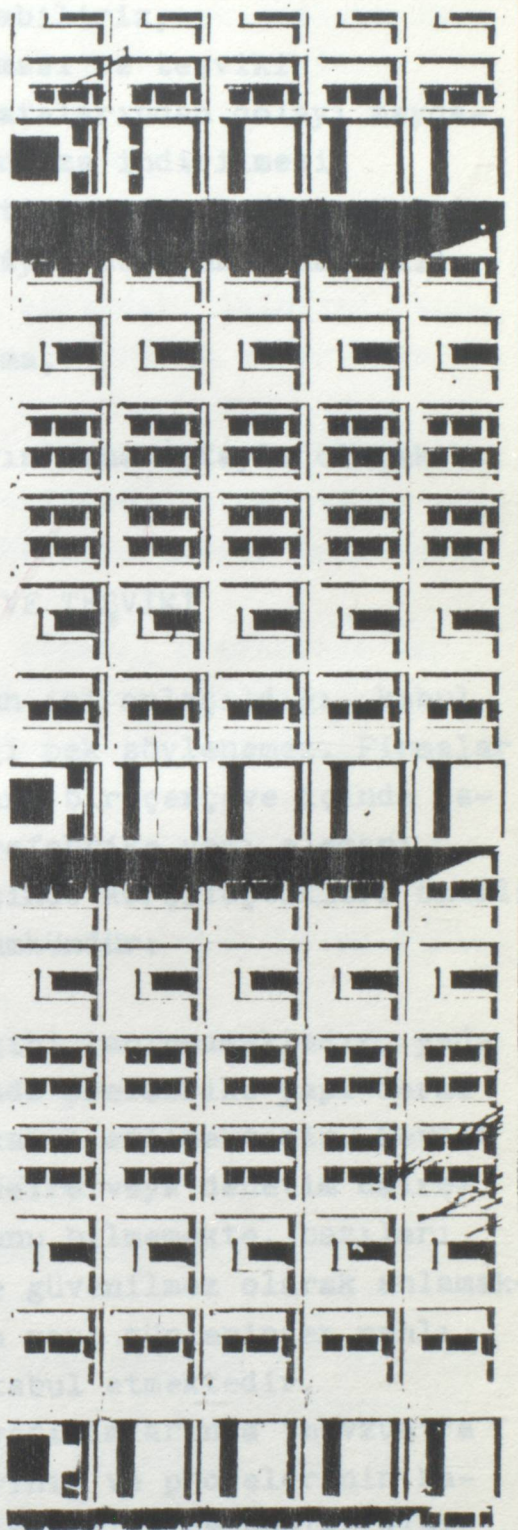
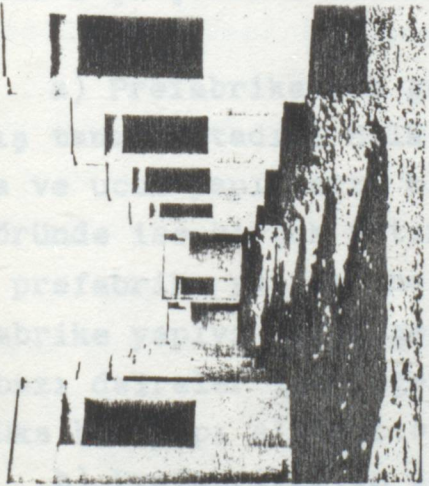
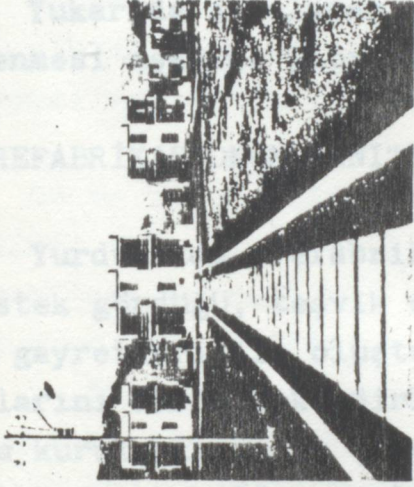
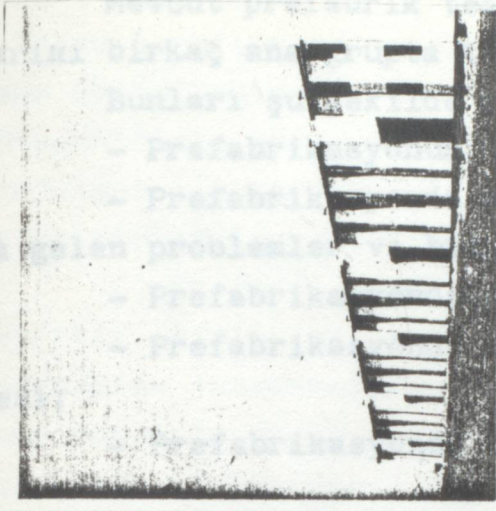
Şekil 60. Yübetaş tesislerinden yapılan ve bitirilen tesisler ve bitirilen tesisler.



Şekil 60. Yübetaş tarafından yapılan hücre elemanları ve bitmiş hücre.



Şekil 61. Hücrelerin kaldırılarak yerine konulması.



Şekil 62. Bitmiş hücrelerle kurulan motel ve konutlardan görüntü.

## 6. RASYONEL ÇALIŞMA ESASLARI

Mevcut prefabrik tesislerinin rasyonel çalışma esaslarını birkaç ana grupta toplamak mümkündür.

Bunları şu şekilde sıralayabiliriz,

- Prefabrikasyonun tanıtılması ve teşviki
- Prefabrikasyonda boyut hatalarından dolayı meydana gelen problemler ve bunların en aza indirilmesi,
- Prefabrikasyonda standartizasyonun sağlanması,
- Prefabrikasyonda birim fiyat sorununun halledilmesi;
- Prefabrikasyonda tasarlama,

Yukarıda sıralanan esasların daha detaylı olarak incelenmesi aşağıda yapılmıştır.

### 6.1. PREFABRİKASYONUN TANITILMASI VE TEŞVİKİ

Yurdumuzda prefabrikasyonun iyi anlaşıldığı, kabul ve destek gördüğü, teşvik edildiği pek söylenemez. Firmalar kendi gayretleri ile oluşturdukları bir çerçeve içinde çalışmalarını sürdürmektedirler. Prefabrike yapı elemanı üreten kuruluşların bu çerçeve içinde karşılaştıkları önemli sorunları şu şekilde sıralamak mümkündür:

a) Prefabrikasyon gereği gibi tanınmamaktadır, yada yanlış tanınmaktadır. Halk arasında prefabrike yapı derme çatma ve ucuz yapı tarzı olarak kabul edilmektedir. Devlet sektöründe ise birçok yatırıncı daire veya denetim daireleri prefabrike yapının ne olduğunu bilmemekte, bazıları prefabrike yapıyı hafif geçici ve güvenilmez olarak anlamakta, bazı daireler ise diğer bütün yapı türlerinden pahlı ve lüks bir yapı sistemi olarak kabul etmektedir.

b) Prefabrikasyon devlet yatırımlarında "mevzuat"a henüz girmemiştir. İhale dosyalarının ve projelerinin hazırlanması safhalarında, elde raiç analiz ve bunlar gibi

dayanaklar bulunmadığından prefabrike olarak imal edilmesi mümkün olan pek çok yapı konvansiyonel sistemle ihale edilmekte, uygulamada iş ya bu şekilde sürdürülerek zaman ve malzeme israfına sebep olunmakta veya işin prefabrike sisteme dönüştürülmesi keyfiyeti kontrolluk teşkilatları ve müteahhitlere yüklenerek alelacele hazırlanan revizyon projeleri ile ve yöntemi belli olmayan analizlerle fiyat belirlenerek iş prefabrikasyona dönüştürülmektedir.

C) Prefabrikasyondan korkulmaktadır; bu korku iki çeşittir, birincisi, halk ve ihale mercilerinin yapının dayanımına inanmamalarından doğan korkudur; ikincisi, konvansiyonel iş yapan müteahhitlerin işlerinin ellerinden alınacağı korkusudur.

d) Prefabrike yapı ve yapı elemanı üreten kuruluşların, piyasa şartlarının aşırı zorlaması ve kalitesiz konvansiyonel yapımcıların haksız rekabetine maruz kalmaları.

Bu ve bunun gibi sorunları çözmek, prefabrike yapı sistemini, daha emekleme devresinde iken doğru istikamete yöneltebilmek ve sağlıklı bir gelişmeye kavuşturabilmek için şunlar yapılabilir;

1- Prefabrike alanında çalışma yapan kuruluşların kendi aralarında dayanışmayı sağlamak ve sorunlarının çözümü için prefabrikeciler birliğinin kurulması ve bu birliğin aktif çalışması sağlanmalıdır.

2- Gerek münferit olarak, gerekse birlik vasıtasıyla prefabrikecilerin sorunlarını ve tanıtılmalarını halka ve resmi kuruluşlara daha iyi bir şekilde anlatabilme amacı ile girişimlerini artırmaları gereklidir.

3- Konvansiyonel iş yapan müteahhitlerle müsbet bir yaklaşım içinde ilişki kurulmalıdır.

4- Devlet ihalelerinde doğrudan doğruya yer alabilmek için "mevzuat" engellerini aşmak için girişimlerde bulunulması ve öncelikle Bayındırlık Bakanlığı raiç ve analizlerine bu yapı şeklinin sokulması gereklidir.

5- Şartlar ne olursa olsun kalite ve teknik gerekliliklerden fedakarlık edilmemesi, hatta bir oto kontrol sisteminin getirilmesi ve geliştirilmesi sağlanmalıdır.

6- Proje firmaları ile ilişki kurularak, birçok projenin daha hazırlama safhasında, bu çağdaş ve rasyonel tekniğe yönlendirilmesi sağlanmalıdır.

## 6.2 PREFABRİKASYONDA BOYUT HATALARINDAN DOLAYI MEYDANA GELEN PROBLEMLER VE BUNLARIN EN AZA İNDİRİLMESİ

Yapıda geometrik doğruluk hiç bir zaman sağlanamaz. Projede belirlenen boyut ile üretimden sonra ölçüm sonucu elde edilen değerler arasındaki hata yapıyı şu şekilde etkiler.

- Stabilitayı etkileyen hatalar:

Boyut ve yer sapmaları sonucunda yükün ağırlık merkezinden kaçması ve yüksek gerilmelerin ortaya çıkması ile yeni deformasyonların, çatlakların oluşması.

- Fonksiyonu etkileyen hatalar:

Yataylık, düşeylik hataları: Ölçü, mekan formu, duvar boşluğu, yüzey pürüzlülüğü, yüzey peçliği.

- Görünüşü etkileyen hatalar:

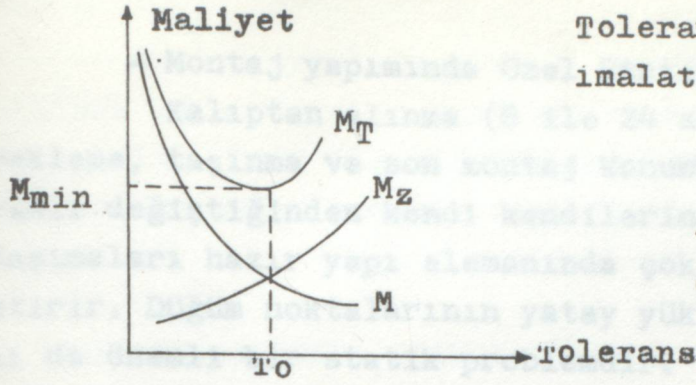
Elemanların ve mekanların büyüklük form ve yön hataları: Fuga boşluklarındaki farklılaşma, yapının bütünlüğünü ve görünüşünü etkiler.

- Montajı, derzlerin görevini etkileyen hatalar:

Konstruktif amaçla yapılan derzlerde olduğu gibi, montaj derzlerinde hesap belirlenmelidir. Derzin genişliği, fiziksel, konstruktif, montaj tekniğine uygun ve estetik açıdan değerlendirilmiş olmalıdır.

Yapıyı fonksiyon, stabilite, görünüş, montajı aksatma yoluyla doğrudan etkileyen hata; malzeme, işçilik ve zaman kaybına sebep olur; sonuçta maliyet arttırır.

Hatanın kabul edilir sınırlarını belirleyen değere "tolerans" denilir. Hata mertebesinin, küçük tutulması ise elemanların ve üretimin daha itinalı yapılması diğer bir değişle daha fazla işçilik ve zaman faktörü ile maliyetin yükselmesi demektir. Bu durumda yapılması gereken; küçük tolerans veya büyük hata arasında optimum maliyeti sağlayan hata mertebesi veya toleransın belirlenmesidir.



Toleransa bağılı olarak zarar ve imalat maliyeti arasındaki bağıntı.

$M_T$  : Toplam maliyet

$M_Z$  : zarar M: maliyet

$T_0$  : optimum tolerans

Hatanın en aza indirilmesinde çalışma prensiplerini şu şekilde belirtebiliriz:

- Düzen Prensibi

Montaj yapımı için gayet köklü montaj ve imalat tekniği bilgisi ve ayrıca sistemli bir planlama gereklidir.

- Listeleme ve kodlama Prensibi

Çok sayıda parça, yapı elemanı ve uygulama arasında koordinasyonu sağlamak için uygun kodlama ve listeleme sistemi kurulmalıdır.

- Aplikasyon Planları

Montaj yapımda aplikasyon planları iki türdür:

- Statik aplikasyonu

- Parça aplikasyonu

Aplikasyon planları aynı zamanda montaj tarifleridir. Bu planlarda bağlantı noktalarının takviyesi, eleman yönü, bağlantı noktası, doldurma tarifleri ve montaj sırası açıklanmalıdır.

- İmalat Çizimleri

Birim boyuttan hareket ederek kalıp, donatı, taşıma elemanları ve toleranslar belirlenmeli, çizim 1/1 ve 1/20 ölçeklerinde milimetrik boyutlandırılarak yapılmalıdır.

- Kalıp

Üretim sayısı ve hassasiyet derecesine göre ahşap metal, plastik, karma ve beton gibi türlerden seçim yapılabilir.

- Düğüm Noktalarının çözümü

Montaj yapımın kalitesini, imalat ve montajın yanı sıra montaj yapı mantığında iyi çözülmüş ve toleransları

düşünülmüş düğüm noktaları belirler.

- Montaj yapımında Özel Statik Problemler

Kalıptan alınma (8 ile 24 saat arasında) depoda bekleme, taşınma ve son montaj konumu ile pozisyonları devamlı değiştiğinden kendi kendilerini ve diğer elemanları taşımaları hazır yapı elemanında çok yönlü statik problem getirir. Düğüm noktalarının yatay yükler karşısında davranışı da önemli bir statik problemdir. Bu problemlerin düşünülmesi ve çözümlenmeleri gerekir.

- Denetleme

Hazır yapı elemanları ile yapımda hata, montaj sırasında görüldüğünden, önceden bütün çizim ve bilgiler birbirini takip ederek kontrol sistemi ile gözden geçirilme-  
lidir.

- Malzeme Kararları

Çok çeşitli malzemelerin ve bunların karışımından sonra ortaya çıkan yeni malzemenin fiziksel ve kimyasal özellikleri, birbirlerine karışımlarının oranı hakkında idarecinin bilgili olması lazımdır.

- İmalat Kararları

Hatayı tolerans sınırı içinde tutmak için kalifiye işçilik, uygun imalat yöntemi, iyi seçilmiş kalıp türlerini proje sırasında gözönüne alacak bilgi düzeyi gerekmektedir.

- Depolama - Taşıma Kararları

Yapı elemanı ara durumda, son duruma göre farklı statik pozisyonda olduğu için, taze betonun deformasyona uğramaması; taşıma ve depolama şartlarının önceden belirlenmesi ve tarif edilmesiyle sağlanır. Taşımada, elemanın nerelerden kaldırılacağı, hangi hareketleri yapacağı, depolamada ise nerelerden ve ne kadar yükleneceği bilinmelidir ve önemlidir.

- Montaj Kararı

Aplikasyon planlarında bulunan montaj tariflerine, ölçülere ve hareket tipine göre montajın belirlenen tolerans

sınırları içinde yürütülmesi gerekir.

Ayrıca uygulama sonrası meydana gelen ısı farklılıkları veya rötreler genellikle hesaplanabilir veya tahmin edilebilir. Onun dışında tolerans payı konstrüktif gerekliliklere de belirlenmeli, hassasiyet grubuna karar verilmelidir.

### 6.3 PREFABRİKASYONDA STANDARTİZASYONUN SAĞLANMASI

Prefabrikasyonun gelişmesine etki yapan faktörlerin en önemlilerinden biri şüphesiz standartizasyonun sağlanmasıdır. Ülkemizde mevcut standartlar bugün için yeterli değildir. Mevcut standartlar şunlardır,

- Elektrik Tesisleri için Beton Direkler TS 997
- Basıncsız Beton ve Betonarme Borular TS 821
- Çakma Kazıklar, Tasarım, Yapım ve Uygulama Kuralları TS 3169
- Beton Bordür Taşları TS 436

Bu standartlardan yalnız beton direk standardı şu anda tam işlerlik içindedir. Çünkü 1983 yılında zorunlu standart olarak ilan edilmiş ve devlet ihalelerinde bu standartta uygunluk belgesi aranmaya başlanmıştır. Diğer standartlar uygulama zorunluluğu bulunmadığından şu an için kağıt üzerinde kalmaya muhkum olmuşlardır.

Bir standartı uygulanabilir hale getirmek için öncelikle onu zorunlu standart kapsamına sokmak gerekmektedir. Üretim ve kullanım şartları açısından uygunluğu üretici ve kullanıcılar tarafından bilahare gerekli revizyonlar yaptırılarak sağlanmalıdır.

Prefabrik yapı elemanlarında standartizasyon öncelikle hesap ve yapım kuralları açısından sağlanmalıdır. Bunun dışında tip eleman veya tip yapı kavramları ile boksörsel çeşitlemeler getiren bir standart geliştirilebilir.

Tip eleman kavramına en uygun elemanlar olarak çit direği, çakma temel kazığı, kutu menfez gibi elemanları

sayabiliriz. Bugün her üretici firma bu elemanları kendi yönünden tipleştirmiş ve standart elemanlar olarak görmeye başlamıştır. Ancak gerçek standartizasyon firmalar arasındaki farklılıklarında ortadan kaldıracak nitelikte olacaktır.

Tip yapı kavramını ise iki yönlü değerlendirmek gerekir. Prefabrike sanayi yapıları ve prefabrike konutlar.

Sanayi yapıları açısından konuya bakıldığında, çok izel istekler dışında esasen talep edilen yapılar fazla çeşitlemeler getirmemektedir. Açıklıklar 12-20 m yükseklikler 4-8 m arasında değişmektedir. Bu yapılarda ayrıca 5-10 ton kapasiteli gezer köprü vinç çalıştırmak sözkonusudur.

Prefabrike konutlarda ise çeşitleme daha azdır. Oda sayısı veya konut alanı birinci derece tip belirleyicisidir. Bu konuda halkımızın genel talebi 80-100 m<sup>2</sup> yani 2-3 odalı konutlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Ayrıca kat adedi ile bir katta bulunacak birim konut adedi bir tip faktörüdür.

### 6.3.1 STANDARTİZASYONUN FAYDALARI

Üretilen bir prefabrike yapı elemanının veya bir ürünle gerçekleştirilen bir prefabrike yapının belirli bir standarta sahip olması şu faydaları sağlar.

1- Statik ve Betonarme hesapları açısından belirsizlikler veya tereddütler ortadan kalkacaktır. Kişilere göre değişen çeşitli kabuller yerine ortada uyulması gereken net esaslar bulunacaktır.

2- Her iş veya her talep için ayrı bir kalıp yapıp bunları daha sonra hiç kullanamamak yerine standart kalıplarla çalışmak ve kalıplardan maksimum istifadeyi sağlamak mümkün olacaktır.

3- Üretimin sipariş alındıktan sonra yapılması yerine stoğa çalışmak mümkün olacaktır. Böylece talebin anında karşılanması ve aynı zamanda tesislerin tam kapasiteye yakın çalışmaları sağlanacaktır.

4- Müşteri açısından fiyat kıyaslaması yapmak daha kolay olacaktır.

5- Teklif aşamasında uzun çalışmalar ve uzun bekleme-ler olmayacaktır.

6- Yapılan çeşitli proje hizmetleri eskisine nazaran azalacak, bunun yerine araştırma-geliştirme konuları ağırlık kazanacaktır.

7- Standartizasyonla birim maliyet azalacağından prefabrike yapı elemanını daha ucuza üretmek sağlanacaktır.

Prefabrikasyonda rasyonel çalışmayı sağlayacak bir standartizasyonun hazırlanması ancak devlet, üniversite ve üretici firmaların katılacağı ortak bir çalışma grubu ile sağlanabilir.

#### 6.4 PREFABRİKASYONDA BİRİM FİYAT SORUNU

Prefabrikasyonun gelişmesini engelleyen sorunlardan olan birim fiyat sorununun halledilmesi bu alanda önemli bir engelin ortadan kalmasını sağlayacaktır. Bugün için Bayındırlık Bakanlığı birim fiyatları içinde prefabrike betonarme yapı elemanları birim fiyatları yoktur. Buna rağmen çeşitli nedenlerle inşa ettirecekleri yapıyı, prefabrike yapı elemanlarıyla teşkil etmeyi düşünen idareler, bu yapının ihalesini özel birim fiyat oluşturarak ihaleye çıkarabiliyorlar.

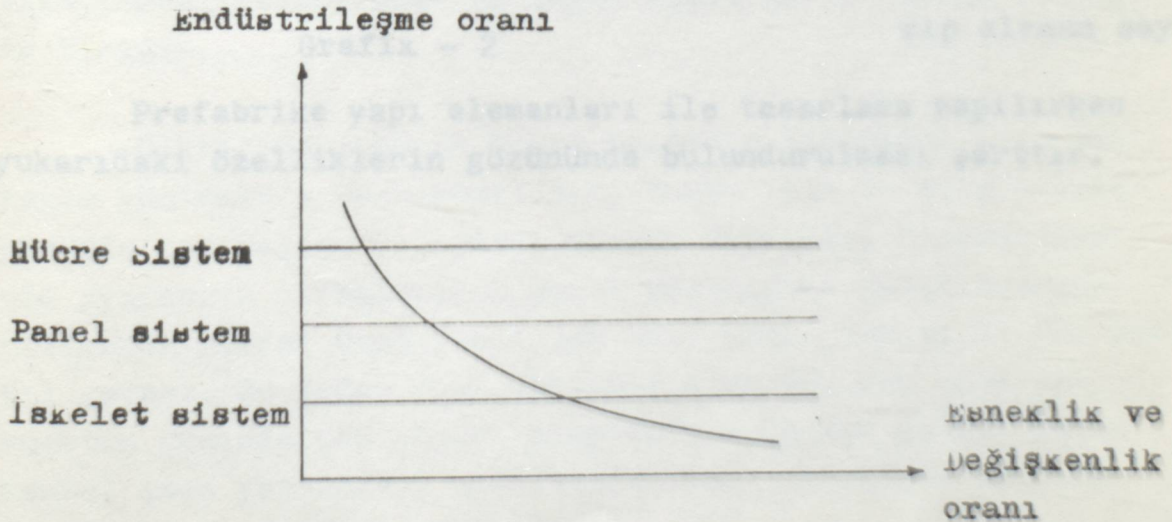
Toplam değer ve yaygınlıkları açısından en büyük yatırımlar Kamu Sektörü tarafından yapıldığı için, prefabrik betonarme yapı elemanları birim fiyatları Bayındırlık Bakanlığı birim fiyatları içersinde yer aldığı takdirde prefabrik yapı uygulaması kesinlikle yaygınlaşacaktır. Bu gelişmenin özel sektör yatırımlarını da aynı yönde etkileyeceği açıktır.

Prefabrike yapı elemanlarının birim fiyat ve tariflerinin belirlenmesiyle üretici kuruluşlar daha geniş bir iş imkanı bulabilecekler, bunun yanı sıra belirli bir işe teklif verirken veya alınan bir işin uygulanması sırasında standart değerlendirme ölçüsü bulunması nedeniyle daha rahat ve güvenli bir çalışma ortamı içinde çalışacaklardır.

## 6.5 PREFABRİKASYONDA TASARLAMA

Prefabrike sistemlerle tasarlamayı doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen temel tasarım ilkeleri endüstrileşmenin temel ilkelerinden farklı değildir. Standartizasyon ve tipleşme ilkeleri bu ilkelerin başında gelir. Bunun yanısıra esneklik ve değişkenlik, tip eleman sayısı tasarlamayı etkileyen faktörlerdir. Prefabrike sistemlerin taşıyıcı elemanları, tasarımı kaçınılmaz bir biçimde etkilemekte ve bir sistemin fonksiyonel gereksinimleri karşılanmakta verimliliğini büyük bir oranda etkilemektedir.

Prefabrike sistemleri taşıyıcı özelliklerine göre iskelet, panel ve hücre sistemler olarak sınıflandırmaktayız. Bu sistemleri esneklik ve değişkenlik oranına göre sıraladığımızda iskelet sistemlerin en yüksek esneklik ve değişkenlik oranına sahip olduğunu söyleyebiliriz. İskelet sistemleri panel ve daha sonrada hücre sistemler takip ederler. Ancak, bu sistemleri bir sistemin endüstrileşme oranı, üretim merkezinden çıkıştaki bitmişlik derecesi ve montajın minimum işçilik ve sürede yapılabilmesi gibi özellikleri yönünden değerlendirip, aynı zamanda bu sistemlerin taşıyıcı sistem özelliklerine bağlı olarak beliren esneklik ve değişkenlik oranıyla karşılaştıırırsak, aşağıdaki grafiği elde ederiz. (G1)

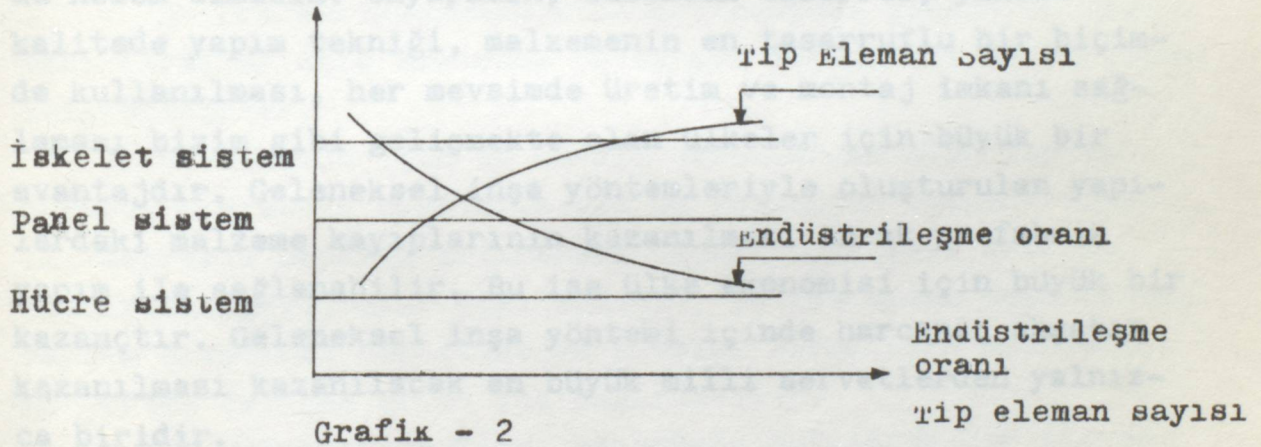


Grafik - I

## 7. SONUÇ

Yapıda rasyonelleşme çalışmaları içinde prefabrik yapının önemli bir yeri vardır. Blok bir sanayileşme olayı ve kendi özelliğine sahip bir yeni kurallar dizisi yaratmıştır. Blok görünüş esneklik sorununda beraberinde getirmesine karşılık taşıyıcı yapı sistemi analizine ve tasarımına yer vermiştir.

Bir sistemin endüstrileşme oranı yükseldikçe, örneğin konut üretiminde, konut birimi başına düşen değişik tip eleman sayısı da azalmaktadır. Grafik - 2 de de görüldüğü gibi, bir sistemin endüstrileşme oranı yükseldikçe, tip eleman sayısı azalmakta, dolayısıyla esneklik ve değişkenlik oranı da azalmaktadır. Aynı zamanda bir sistemin endüstrileşme oranı azaldıkça, tip eleman sayısı fazlalaşmakta ve esneklik ve değişkenlik oranı da artmaktadır. Buradan da görüldüğü üzere "Endüstrileşme oranı" ile "Tip eleman sayısı" özellikleri birbirine rakip özelliklerdir.



Prefabriğe yapı elemanları ile tasarlama yapılırken yukarıdaki özelliklerin gözünde bulundurulması şarttır.

Yapı yöntemleri uygulanabilir. Bugün için bu eğilim çevre ile tek başına kârsizdir. Ülkemizdeki tüm prefabrik firmalarının konut üretimi kabul ederek prefabrik olarak üretilebilecek maksimum konut sayısı 12.000 adet/yıl geçmez. Bu rakam ülke ihtiyacı olan 400.000 adet/yıl konutun yanında çok küçük kalmaktadır. Bundan dolayı gelecekteki inşaat yöntemleri geliştirilirken öncelikli olarak verimliliği ve desteklenmelidir.

## 7. SONUÇ

Yapımda rasyonelleşme çalışmaları içinde prefabrik yapımın önemli bir yeri vardır. Blok bir sanayileşme olayı ve kendi özelliğine sahip bir yeni kurallar dizisi yaratmıştır. Blok görünüş esneklik sorununda beraberinde getirmesine karşılık taşıyıcı yapı sistemi analizine ve tasarımına yeni boyutlar ve klasik ötesi sistemlerin sürekli yaratılabileceği düşüncesini getirmiştir. Firma ve sektörler açısından bakıldığında yönetim ve örgütlenme düzenlemesine kaynaklık etme unsurunda beraberinde getirmiştir.

Önyapıma karşı olanların ortaya attığı bir başka görüş, önemli bir istihdam kaynağı olan inşaat sektöründe önyapıma geçildiğinde işsizliğe sebep olma görüşüdür. Bu görüşü kabul etmek gelişmeyi ve ilerlemeyi reddetmek demektir. Sanayide, tarımda meydana getirilen makineleşme yani insanın yapacağı görevleri makineye bırakma inşaat sektöründe neden olmasın. Önyapımın, zamandan tasarruf, yüksek kalitede yapım tekniği, malzemenin en tasarruflu bir biçimde kullanılması, her mevsimde üretim ve montaj imkanı sağlaması bizim gibi gelişmekte olan ülkeler için büyük bir avantajdır. Geleneksel inşa yöntemleriyle oluşturulan yapılardaki malzeme kayıplarının kazanılması ancak prefabrik yapım ile sağlanabilir. Bu ise ülke ekonomisi için büyük bir kazançtır. Geleneksel inşa yöntemi içinde harcanan ahşabın kazanılması kazanılacak en büyük milli servetlerden yalnızca biridir.

Ülkemizdeki büyük konut açığının kapanması için tüm yapım yöntemleri uygulanmalıdır. Bugün için bu açığın önyapım ile tek başına kapanması mümkün değildir. Ülkemizdeki tüm prefabrik firmalarının konut ürettiğini kabul edersek prefabrik olarak üretilebilecek max. konut sayısı 12.000 adet/yıl geçmez. Bu rakam ülke ihtiyacı olan 400.000 adet/yıl konutun yanında çok küçük kalmaktadır. Bundan dolayı geleneksel inşa yöntemleri geliştirilirken önyapımda ağırlık verilmeli ve desteklenmelidir.

Öğrenci yurt sorunu ve organize sanayi siteleri sorunlarını çözmek için uygulanan ve bu alanlarda başarılı bir şekilde kullanılan prefabrik neden konut sorunumuzu çözmek için kullanılmasın.

Günümüz ihtiyaçlarının karşılanması için kullanılacak önyapımda rasyonelleşmeyi sağlamak en önemli görevdir. Önyapımda rasyonelleşmeyi sağlayacak tedbirleri şu şekilde sıralayabiliriz:

1- Prefabrik dersi üniversitelerimizde henüz tam olarak uygulanmamakta yalnızca birkaç üniversitede uygulanmaktadır. Prefabrik dersi üniversitelerimize konularak etkin bir şekilde uygulanmalıdır.

2- Üniversiteler ile üretici firmalar arasında devamlı bir ilişki kurulmalı ortak çalışma sağlanmalıdır. Bugün için en büyük eksikliklerimizden biri olan bu özellik diğer sanayi dallarında olduğu gibi prefabrik içinde bir ihtiyaçtır.

3- Prefabrikasyonda standartizasyona gidilerek üretici firmalar açık sistemde çalışmaya zorlanmalı ve bu alana itilmelidirler.

4- Ülkemiz için en önemli sorunlardan olan deprem sorunu, prefabrik uygulamasında da gözönünde bulundurulmalı, depremin meydana getireceği olumsuz etkileri ortadan kaldıracak çalışmalar yapılmalıdır. Bu ise ancak üniversite, Deprem Araştırma Enstitüsü ve üretici firmaların katılacağı bir ortak çalışma grubu ile sağlanabilir.

5- Ülkemiz koşulları gözönünde tutularak bir sistem geliştirilmeli ve bu sistem ile çalışma sağlanmalıdır. Kanaatimce ülkemiz koşullarına uyan sistem bugün için büyük panel sistemdir.

6- Prefabrik, devlet tarafından mevzuata konulmalı ve yurt sorununun çözümlenmesinde olduğu gibi bazı ihalelerde prefabriki istemeli ve bunu koşul olarak koymalıdır.

7- Prefabrik henüz tam olarak tanınmamaktadır. Bunun tanıtılması en büyük ihtiyaçtır ve mutlaka sağlanmalıdır.

8- Prefabrik yapı elemanlarının şantiye yerine taşınmasında büyük dezavantaj oluşturan ağırlık sorununun çözümlenmesi için araştırmalar yapılmalı, perlit veya perlit gibi malzemelerin bazı prefabrik yapı elemanlarında kullanılması sağlanmalıdır.

9- Yeni teknolojik uygulamalar takip edilmeli bu alandaki gelişmeler prefabrikde de uygulanmalıdır.

10- Prefabrik yapım birim fiatları oluşturularak bu alandaki eksiklik giderilmelidir.

11- Üretici firmalar, sorunlarını etkin bir şekilde ortaya koymak için bir birlik oluşturmalı ve bu birliği aktif bir şekilde çalıştırmalıdır.

12- Prefabrik yapımın geliştirilmesi yanında kısmi prefabrikasyon (şantiyede prefabrikasyon) yapım yöntemleri de geliştirilmelidir. Şantiyede modüler kalıp sistemi geliştirilerek inşaatın hızlandırılması sağlanabilir. (Tünel kalıp sistemi gibi)

13- Üretici firmalar üretime ağırlık vermeli, üretilen elemanların nakli ve montajında kiralama yöntemi geliştirilmelidir.

14- Üretici firmalar bu alandaki bilgili ve deneyimli kişilerin bilgilerinden istifade etmelidirler.

Yukarıda saydığımız tedbirlerin alınması halinde prefabrik yapıda rasyonelleşmenin sağlanacağı ve bunun ülke ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli bir yer alacağı açıktır.

▲AYNAKLAR

-- Prefabrike Ders Notları

Prof. Dr. Hüseyin Celasun, 1984-1985

-- Prefabrikasyon'a Giriş "Endüstrileştirilmiş Yapı Üretimi"

Dr. Ing. T. Koncz Çeviri: Yapı Merkezi-Istanbul, 1979

-- Büyük Açıklıklı Prefabrike Betonarme Yapılar

Prof. Mimar Yükselen Ayaydın, 1981

-- Prefabrikasyon Ana Hatları

Sedat Gürel İ.T.U. Mim. Fak. Yapı Araştırma  
Kurumu Yayınları, 1960

-- Yapı Merkezi Dergileri

Sayı 53, Sayı 61 1984/I, 1985/3

-- Dökümanlarından Yararlanılan Firmalar --

- Afaprefabrik Prefabrike Beton Sanayi ve T.A.Ş.
- Betontaş Beton Sanayi ve T.A.Ş.
- Betoya Beton Toprak Yapı Sanayi ve T.A.Ş.
- Eston Eskişehir Beton Sanayi ve T.A.Ş.
- Oyak-kutlutaş İstanbul Prefabrike Eleman Sanayi ve T.A.Ş.
- Yübetaş Yüksel Beton Sanayi ve T.A.Ş.

### ÖZGEÇMİŞ

1962 yılında Trabzon'un Of ilçesinde doğdum. İlkokul öğretimime burada başladım. İlkokulu Üsküdar Avni Başman İlkokulunda, orta ve lise öğretimimi Üsküdar Lisesinde tamamladım ve buradan 1979 da mezun oldum. Aynı yıl İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünü kazandım. Buradan 1983 yaz yarıyılında mezun oldum. Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünün 1984 Şubat ayında açmış olduğu yüksek lisans imtihanını kazanarak yapı dalında yüksek lisansa başladım.

