

# Betonarmede Prefabrikasyon

Yazan :  
Hüsameddin GÜZ  
Y. Müh.

Halen çok taammüm etmiş olan betonarmede prefabrikasyon, başlangıçta ağır bir seyir takip etmiştir. Bunun sebebini beton imalatı tekniğindeki bugünkü inkişaf durumuna ve betonarme yapıların son elli sene içinde telkin ettiği emniyete atfetmek lâzım gelir.

Prefabrikasyonun beton kalitesi, seri imalat, kalıp malzeme ve işçiliğinde ekonomi gibi aşikâr avantajlarına rağmen yakın zamana kadar inşaatçılar bu hususta cesaretsiz davranmışlarsa da laboratuvar tecrübeleri, şantiyedeki beton işçilik kalitesinin yükselmesi ve betonarme yapıların zamanla zelzele v.s. gibi tesirlere bilfiil iyi karşı koymuş olması yavaş yavaş prefabrikasyonun standartlaşmasına yol açmıştır. Bu yazımızda betonarmede prefabrikasyonun tatbik şekil ve sahalarını gözden geçirmek istiyoruz.

İlkel gerilmeli beton inşaatda prefabrikasyondan da istifade edilmektedir. Bu takdirde prefabrikasyonun temin ettiği faydelere ilkel gerilmeli betonun avantajları da inzimam eder.

Prefabrikasyonu üç noktadan mütalâa etmek kabildir :

- A. — Prefabrike eleman tipi.
- B. — İnşaat tipi.
- C. — Prefabrikasyonun mevzii şartlara göre, yani muhtelif memleketlerdeki tatbik şekilleri.

- A. — Prefabrike eleman tipi :
  - I. — Konvansiyonel prefabrikasyon :
    - a) Basit çerçeve elemanları: Kiriş, kolon v.s.
    - b) Duvar panoları: Duvar, tavan, cidar elemanları.
    - c) Rijit çerçeveler.
  - II. — İncekabuk prefabrikasyon :
    - a) Takviyeli panolar.
    - b) Kesitinin içi boş çerçeveler.
    - c) Hücreli çerçeve sistemi elemanları.

- B. — İnşaat tipi :
  - I. — Bina inşaatı :
    - a) Endüstri binaları gibi binalar: Kat adedi az, fakat örtülen saha geniş.
    - b) Yüksek binalar: Çok katlı binalar.
    - c) Ufak mesken inşaatı.
  - II. — Köprü, iskele gibi sivil mühendislik yapıları :
    - a) Üst yapıda prefabrikasyon.
    - b) Alt yapıda prefabrikasyon.

III. — Yukarıdaki tasnifin dışında kalan prefabrikasyon :

- a) Boru, keson elemanları.
- b) Patentli silo v.s. gibi inşaat sistemleri.

C. — Prefabrikasyonun mevzii şartlara göre tatbik şekilleri :

- a) Avrupa.
- b) Amerika.
- c) Rusya.

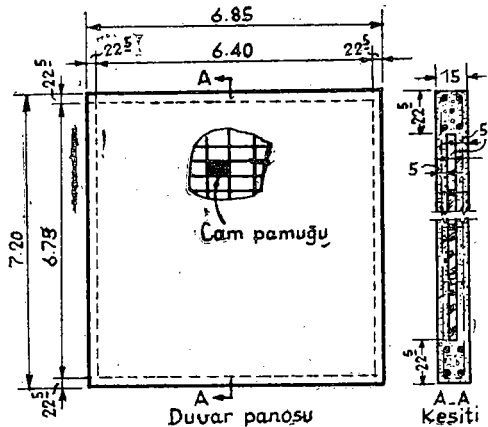
Aşağıda bu sınıflandırmanın ifade ettiği hususlar umumi olarak gözden geçirildikten sonra tatbikata ait misalleri (B — İnşaat tipi) ne göre sıralandıracağız. Tatbikatta böyle kesin hudutlu bir ayırma kabil olamayacağı için prefabrikasyonu inşaat tiplerine göre etüt ederken aynı zamanda prefabrike eleman tipleri ve muhtelif memleketlerde tatbik edilen prefabrikasyon şekilleri de gözden geçirilmiş olacaktır.

## A. I. — Konvansiyonel prefabrikasyon:

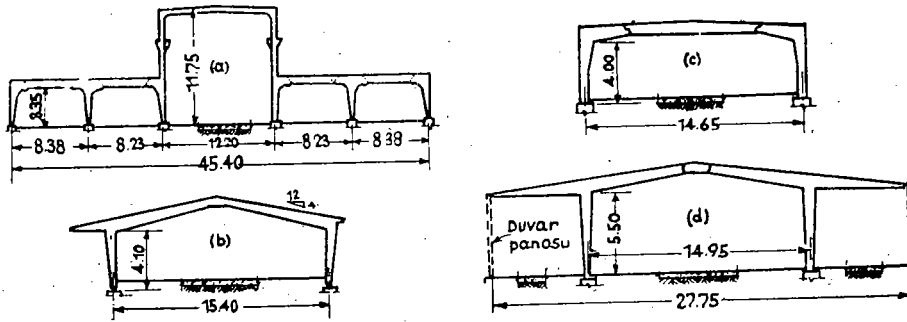
Konvansiyonel prefabrikasyonda kalınlıklar adı betonarme inşaat kalınlıkları mertebesinde olduğundan kalıp işçiliği ve montaj işlerinde kullanılan makine ve teçhizat da basittir.

a) Basit çerçeve elemanları: Kiriş ve kolon gibi basit çerçeve elemanları dolu dikdörtgen kesitli olup bunların imalatı yerine göre şantiye veya fabrikada yapılır. Boy ve ağırlıkları montaj kolaylık ve imkânlarına göre ayarlanır. Kullanıldıkları yerler birleşme yerlerinde momente karşı çalışmayan yapı sistemleridir. Bugün için prodüksiyon hacmi nispeten mahdud olup istikbalde prodüksiyonun artış ihtimali de zayıftır.

b) Duvar panoları: Duvar panoları prefabrikasyonuna rağbet çoktur. Bu gibi panolar bilhassa tek katlı endüstri binalarında çok kullanılır. Çelik ve ahşapla



Şekil 1. — Sandviç Pano



**Şekil 2. — Tipik prefabrike rijit çerçeveler.**

kompozit olarak da kullanılabilir. Umumiyetle santiye-  
de muhtelif boyda imaj edilir. Kalınlıkları 10 ilâ 25 cm  
dir. Teçhizatın tertibi hususiyet arzetmez. En büyük  
avantaj kalıpta basitliktir. Umumiyetle plâkaların dö-  
küleceği platform binanın taban döşemesidir. Prefabri-  
ke panoların bir kenarı montaj hattı boyunca tertiple-  
nir ve panoları dikmekle bitmiş inşaattaki pozisyona  
getirmek kabildir. Bu şekilde montaj işçiliği asgariye  
indirilmiş olur. Dolu panolara kıyasen daha pahalı ol-  
makla beraber ortası boşluklu (sandviç panolar) çok  
taammüm etmiştir. İzolasyon hassası mükemmeldir.  
Şekil (1) buna ait tipik bir misaldir.

c) Rijit çerçeveler: Rijit çerçeveleri prefabrikte olarak yapmak kabildir. Basit inşaat elemanları kullanılması mahzuru ortadan kaldırmak için ek yerlerini çerçevenin düğüm noktalarına rastlatmak cihetine gidilir. Bu şekilde kesit, kalınlık gerilme dağılımına uyacak şekilde değişir. Şekil (2) de buna ait tipik misaller verilmiştir. Şantiye ekyerleri kesik hatla gösterilmiştir. Bu ekyerlerinde teçhizat birbirine kaynatılır ve ek yeri de yüksek dozlu harçla sıkılarak doldurulur.

#### A. II. — İnce kabuk prefabrikasyon :

a) Takviyeli panolar: Taşıyıcı sistem olarak kullanılan ince kabuk prefabrikasyonda esas eleman takviyeli panolardır. Arzu edilen profil ve şekil verilebilir. Yerine göre birinci veya ikinci derece taşıyıcı sistem olarak kullanılır. Şekil (3).

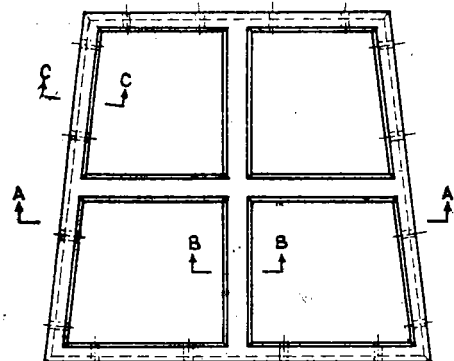
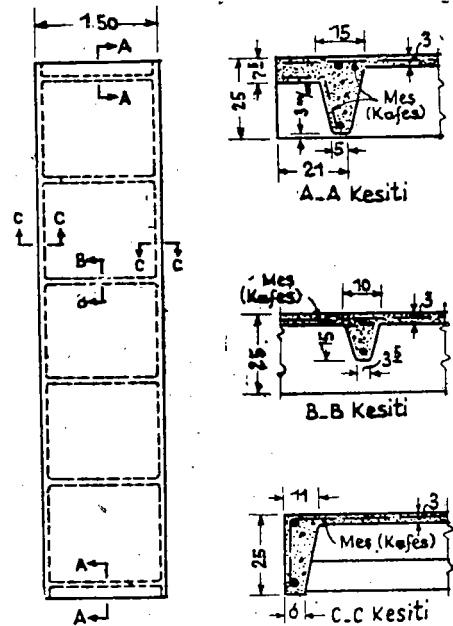
İmalât için şantiyede beton, çelik veya plâstik kalıp kullanılır. Montaj vakum vinçleriyle yapılır. Umumiyetle Amerikada müteahhitler 1,50 m. genişliği ekonomik bulmaktalarsa da 3,00 m genişliğin avantajlı olduğu haller de olabilir. 7,50 x 7,50 m. ebada kadar gidildiği de vakidir. Poligon şekli verilerek seri halinde sığınak inşaatında kullanılabilir. Şekil (4) ve Şekil (5) de çerçeve şekilleri kırık hat ve eğri olan takviyeli kabuk cımanları tipleri görülmektedir.

b) İçi boş kesitli çerçeveler: İçi boş kesitli çerçevelerin imalı güçlüklü arzeder. Ayrıca kesit sabit kalmayıp değişiyorsa kalıp ve imal işçiliği daha da güçtür. Uzunluk istikametindeki simetri eksenine nazaran iki benzer parça imal suretine gidilerek bu güçlüklü bertaraf edilir. Gün geçtikçe bu sisteme rağbet artmaktadır. Boylamasına iki parçadan teşkil edilmeye netice itibarıyla, kesit

bir çift takviyeli ince kabuk elemanla teşkil edilmiş sisteme müncer olmaktadır. Şekil (6).

c) Hücreli çerçeve sistemi :

Hücreler dipleri boş ince cidarlı kutular şeklinde-

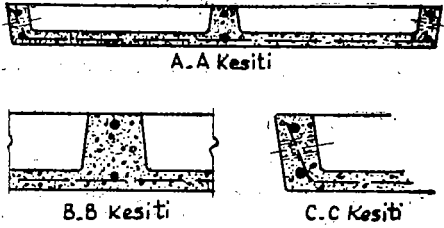


Şekil 3. — Takviyeli ince kabuk çatı elemanı

dir. Yanyana tertibedilerek arzu edilen inşai mukavemet ve hafiflik temin edilir.

Yukarıdaki sınıflandırmanın dışında kalan ve fabrikada imal edilen hafif malzemeden mamul betonarme kalaslar, dolu veya içi boş mertekler, U demiri şeklinde döşeme elemanları da vardır. Bunlar mevzii ihtiyaçlara göre fabrikada imal edilir ve piyasa rekabeti dolayısıyla kabul olan azami hassasiyetin temin edilmesi zaruridir.

Neticce itibariyle ince kabuk tipindeki prefabrikasyon sayesinde hemen hemen yarı yarıya beton v.s. malzemeden tasarruf sağlanmaktadır. Ölü yükün yüzde eli azalması sayesinde kesitler de küçülmekte, malzemeden tasarrufa ilâvten temele intikal eden yükler de küçülmektedir.



Şekil 4. — Trapez şeklinde takviyeli panolar.

Betonarmede prefabrikasyonun ana hatlarını gözden geçirmiş bulunuyoruz. Ancak imalat tekniğine ve prefabrikasyon hususiyetlerine nüfuz edebilmek için prefabrikasyonun fiilen tatbik şekillerine ait misalleri ele alacağız. Bu misallerde yukarıda da izah ettiğimiz gibi inşaat tipine göre tasnif takip edilecektir; zira bu şekilde prefabrikasyonun kullanıldığı yere göre tercih edilen tipler ve mevzii şartların tesiri de bu arada mülââ edilmiş olacaktır.

Yerimizin darlığı dolayısı ile bu sayımızda vereceğimiz misaller, tek katlı fakat geniş saha kaplıyan binalara [B. I. Bina inşaatı (a)] ait tipik misallere münhasır kalmaktadır.

Tek katlı geniş saha kaplıyan binalarda betonarme prefabrikasyona misal olarak Amerikada Deniz ve Hava kuvvetlerine ait inşaatlar ile Havanada bir boya fabrikası inşaatını ele alacağız.

#### 1. — Deniz Kuvvetleri Eğitim Merkezi:

Örtülen alan 45.000 m<sup>2</sup> olup herbiri 600 m<sup>2</sup> lik 76 barakadır. İlk keşif mukayesesinde Quonset tipi saç barakalarla aynı maliyette olmakla beraber betonarme inşaatın daha kunt ve uzun ömürlü olması dolayısıyla tercih edilmiştir.

**Kullanılan prefabrike eleman tipleri:** Binalar üç kısımdan müteşekkildir :

1. — Prefabrike çatı plâkları: İnce kabuk tipinden.
2. — Prefabrike duvar panoları.
3. — Betonarme gerçeveler (Ara mesafe: 6,00 m).  
Yerinde dökme beton.

#### 1. — Çatı plâkları:

Yekûnen 5803 adet prefabrike plâk kullanılmıştır.

Plâkların ebadı: 3,40 × 6,10 m, sıhanı 32 mm dir. Çepegevre 15 × 20 cm lik bir kiriş ve enine istikamette 1,10 m aralıkla 6 × 10 cm kayıtlarla takviye edilmiştir.

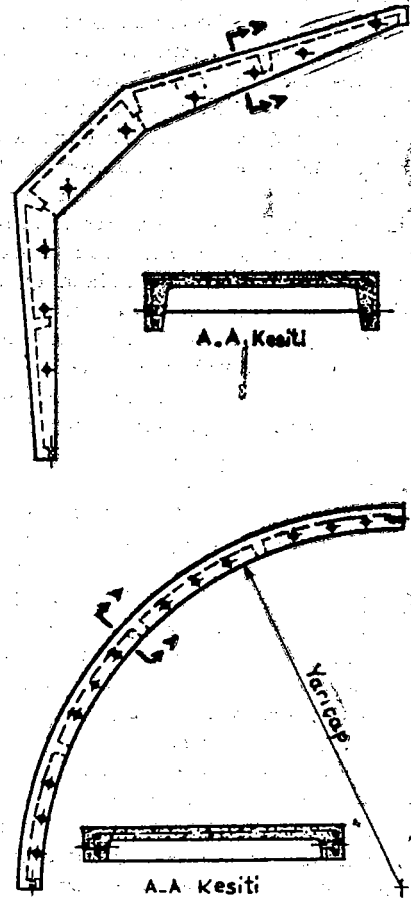
**Kalıp:** Tava şeklinde 60 tane madeni kalıp kullanılmış olup kalıbın dikey yüzleri mafsallıdır.

**Beton imali:** Beton döküldükten sonra plâklar 7 saat buharla muamele edilerek bu müddet sonunda hesap mukavemeti olan 280 kg/cm<sup>2</sup> mukavemetin % 60'ı elde edilmiş olmaktadır.

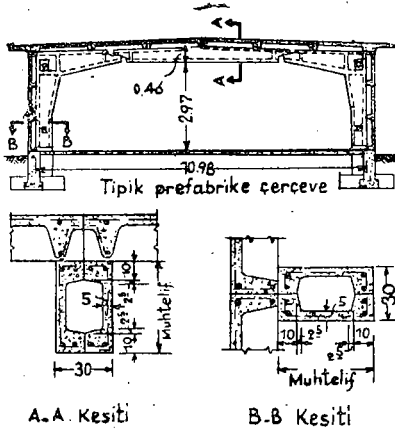
**Tahmil tahliye:** Tahmil tahliye için vakum vinci kullanılır. Bu şekilde gayrı müsait yüklemeler önlenmiş olur. Zira kaldırma kuvveti münferit noktalara münhasır kalmaz, plâkın bütün sathına yayılmış olur. Vakum 0,70 - 0,85 kg/cm<sup>2</sup> mertebesindedir.

**İmalât safhaları:** 1. — Madeni kalıpla betonun il-tisakını önlemek için kimyasal madde tatbiki.

2. — Teczizat ve meş (kafes) lerin bağlanması. Takviye kirişlerinde betonarme demiri bulunur, meşler her iki istikamette 5 cm aralıkla kaynaklı Ø 2.5 mm teczizattan müteşekkildir. Bu safhada elektrik borusu v.s. gibi tesisat ile hususi ankraj parçaları da yerleştirilir.



Şekil 5. — Takviyeli eğri kabuk elemanlar.



Şekil 6. — İçi boş kesitli kabuk çerçeve elemanları

3. — Kalıbın kontrolü: Gönyesinde olup olmadığı kontrol edilir ve hususi kamalarla ayarlanır.

4. — Beton dökme: Agreganın ebadı azamı 13 mm dir. Betoniyerden gelen beton, yer çekimi ile (şüt) kalıbın ortasına dökülür ve elle yayılır.

5. — Vibrasyon: Frekans 10.000 dir. Ayrıca vibrasyonlu cetvel plâkın üst yüzünü sıyrarak tesviye eder.

6. — Perdah: Tahta mala tatbik edilir. Harç yüzü çıkınca çadır bezinden bir band eklemesine plâk yüzüne sürttürülerek gayet muntazam bir satıh elde edilir. Vakum vincinin iyi çalışması bakımından bu mühim bir operasyondur.

7. — Betonun muamelesi: Perdah işini müteakip derhal betonun serbest yüzüne terkinde balmumu bulunan bir madde püskürtülür ve bu şekilde betonun bün-yevî rutubetini muhafaza etmesi sağlanır. İki saat beledikten sonra kalıpların üzerine plâstik zarf geçirilir. Zarfın içine 7 saat müddetle buhar verilir. Bundan sonra plâklar 5 x 15 cm lik dikmeler üzerinde 5 noktadan istinatlı olarak 10 gün müddetle stokta bekletilir.

#### Duvar panoları:

Yükseklik: 3,50 m. Uzunluk: 5,85 m. Kalınlık: 12,5 cm.

Beton malzemesi .kesafeti 1600 kg/m<sup>3</sup> olan hafif agregadır. Beton imal edilirken yüzde 4 nispetinde hava sürükleyici madde kullanılmıştır. Binaların klimatizasyon tesisatı ile ısıtılması duvarlarına hafif betondan yapılmasını zaruri kılmıştır.

Kalp, 125 x 75 x 9 mm köşebentlerle teşkil edilmiştir. Köşebentin 125 mm lik kanadında delikler vardır. Yatak duvar perde teşhizatı bu deliklerden 25 cm dışarıya doğru uzatılır.

Teşhizat: Ø 12 mm lik betonarme demiridir. Her iki istikamette 45 cm aralıkla panonun tam ortasına bağlanmıştır.

İmalât: Çatı plâklarına kıyasat basittir. Bina taban döşemesi, imalât platformu olarak kullanılır. Bina dahiline gelen yüz, alta isabet eder, dış yüz ahşap mala perdahlıdır.

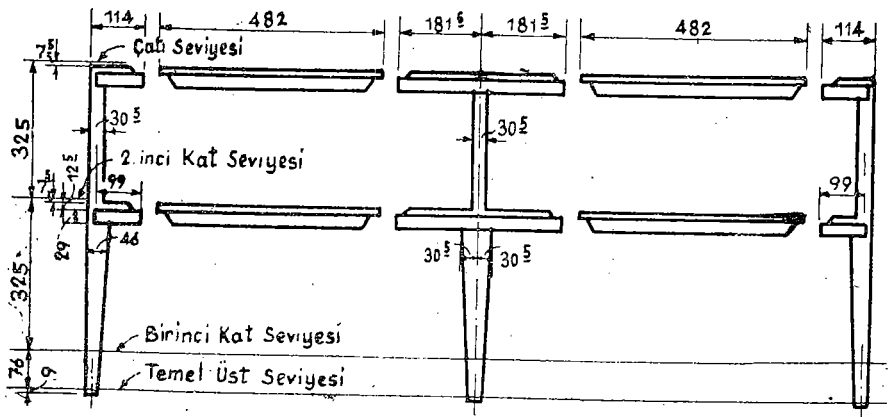
2. — Hava Üssü - (Asor Adalarında). Şekil (7) ve (8).

İki sistem arasında mukayese yapılmıştır. Birinci sistem taşıyıcı çelik çerçeve üzerine oturan prefabrike plâklardır. Diğerinde, taşıyıcı sistem de prefabrike betonarmedir. İkinci sistem % 21 daha ucuz olduğu için tercih edilmiştir.

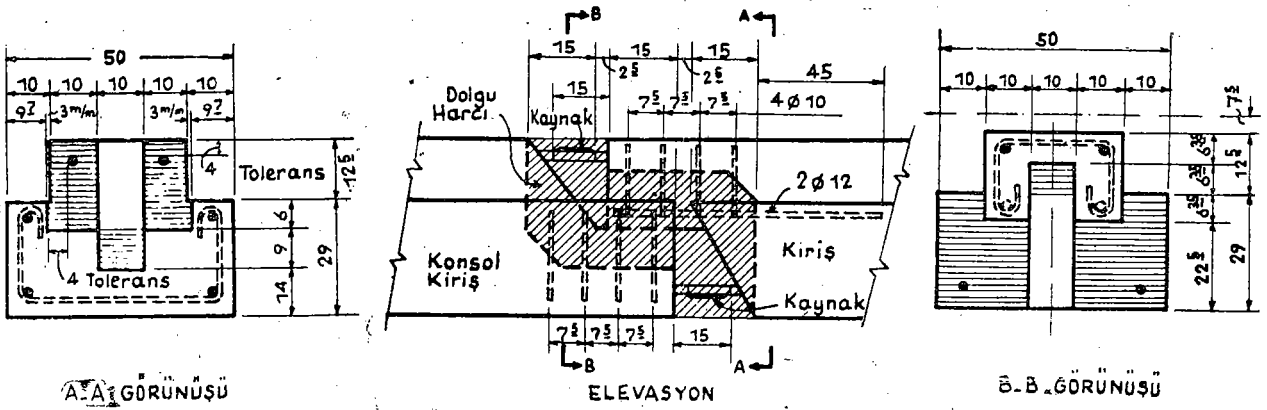
Prefabrikasyonun tercihine âmil olan hususlar: Çok defa kullanılması kabil basit kalıp ve 12,5 cm kalınlıkta prefabrike duvar elemanlarıdır.

Şekil (7) de görüldüğü gibi rijit çerçeve iki tip prefabrike elemandan müteşekkildir. Birinci tip eleman her kat döşeme seviyesinde konsol çıkıntılı prefabrike kolon, diğeri bu konsollara oturan prefabrike krişlerdir. Ekyerleri takriben çerçeve moment sıfır noktalarına isabet eder. Bu kesitte iki elemanın teşhizatı birbirine kaynak edilir, sonra şekil (8) de görüldüğü gibi betonla sıkılanarak doldurulur.

Montaj işinin ekonomik olması için kolon ayakları mafsallı olarak tasavvur edilmiştir. Bundan dolayı da



Şekil 7. — İki tip prefabrike elemanla teşkil edilen çerçeve.



**Şekil 8. — Tipik kırış ekyeri, iki elemandan müteşekkil prefabrike çerçeve için.**

bütün ufki yükler her çerçevenin kolon ve kirişleri tarafından alınmaktadır. Zلزله muntakası olduğu için kolon konsolları ile kirişlerin ekyeri en kritik noktadır.

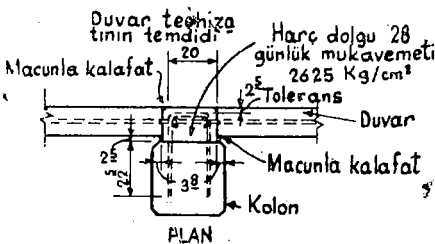
Çatı ve döşeme plâkaları basit kiriş gibi hesaplanmıştır. (Ölü yük ve inşaat hareketli yüküne göre.) ve fakat montajdan sonra mütemadi kiriş olarak çalıştırılmıştır (çatı ve kaplaması izolasyon ve hareketli yüküne göre). Duvar panoları zemine oturan kiriş gibi hesaplanmıştır. Şekil (9) da duvar panoları ile kolonların birleşmesi ve şekil (10) da da kolon mafsalı görülmektedir. Kolon temelleri münferit sömellerdir. Yapının tamamen monolitik olarak çalışması temin edilmiştir ve böylece ağır ve reverzibl yüklerle karşı koyabilecek kabiliyettedir.

3. — Deniz kuvvetleri ikmal depoları. Albany (B. Amerika).

Net 306.000 m<sup>2</sup> saha kaplıyan 17 adet depo binası.

Teknik çârelere baş vurularak teknik emniyetten fedakârlık etmeden rijit çerçevelerin yan kalıpları beton döküldükten iki saat, iskele dikme ve payandalarını da 24 saat sonra almak, en uygun sureti hal olarak bulunmuştur.

Profabrikasyon 1,50 × 5,55 m ebadında 45.000 adet çatı ve sundurma plâkı için tatbik edilmiş, gayet iyi netice elde edilmiştir. İmalât kapasitesi bir iş gününde 272 adet plâktır. İki kreynle günlük âzami montaj kapasitesi 250 plâk olup bu şekilde bir günde örtülen saha 2000 m<sup>2</sup> dir. Her depo 60 m genişlikte ve 313 m uzunluktadır. Yükseklik 6,55 m dir. Esas taşıyıcı sis-



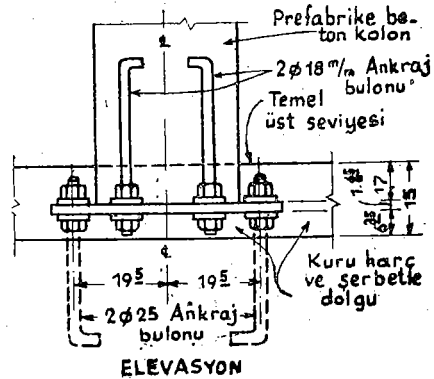
Şekil 9. — Duvarla kolon birleşme yeri detayı

tem yerinde dökme betonarme rijit çerçevedir. Çerçeve aralığı 5,60 m dir. Çerçeve kolonları bina genişliğini üçe böler. Orta açıklık 21.5 m, kenar açıklıklar 19.80 m dir. Çerçeveler birbirlerine bina uzunluk istikametine bağlantı kirişleriyle merbuttur. Kolon hizasında yükseklik gabarisi 6.55 m, tam bina orta ekseninde 7,62 m dir. Kiriş yüksekliği 0.71 m dir. Çatı 1.50 m genişlikte ve 5.60 m uzunlukta prefabrike ince kabuk plâklarla teşkil edilmiştir. Prefabrike plâklar çerçevelere oturur. Binaları fırdolayı çevreleyen sundurma da çelik konstrüksiyonun taşıdığı 5.60 m uzunlukta prefabrike plâklarla teşkil edilmiştir. Maliyet demiryolu makasları v.s. müstemilât dahil ilk 10 depo için 1952 rayıcı, m<sup>2</sup> ye 65 dolardır; ikinci parti 7 bina için 63 dolara düşmüştür.

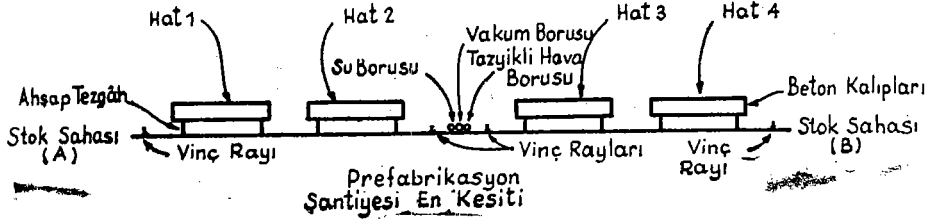
**İşin programlanması :**

Her binada 330 münferit sömel, 54 benzer rijit çerçeve (herbirinde 30 m<sup>3</sup> beton), 2640 çatı ve sundurma plâkı vardır. İnşaat müddeti 450 takvim günüdür. Aşağıdaki iş programı tatbik edilmiştir :

(1) 128 günde ikmal edilmek üzere her iş günün-  
de komple 3 rijit çerçeve yapılacak (Her ay 16 iş günü  
çalışmak suretiyle 8 ayda).



Şekil 10. — Kolon - Temel mafsal detayı.



Şekil 11. — 132 adet kalıp için şantiye tertibi.

(2) 140 günde ikmal edilmek üzere günde 132 çatı ve sundurma plâkının imalı (Her ay 16 iş günü çalışmak suretiyle 9 ayda).

#### Rijit çerçevelerin kalıbı :

Üç çerçevelik bir grubun kalıbı yekpare düşünülmüş ve kalıp ray üzerinde seyyar yapılmıştır.

Çabuk sertleşen çimento kullanmak ve vakum usulü tatbiki suretiyle çerçeve betonunun 24 saat içinde hesap mukavemetinin % 75 ini kazanması temin edilmiş (suhunet 7° C altına düşmemek şartıyla) ve böylece dikme ve payandaları beton döküldükten 24 saat sonra almak kabül olmuştur.

Ameliyeler 4 günlük devri çalışma sistemine bağlanmıştır. 4 günlük devre sonunda beşinci gün, yine birinci gün yapılan işler tekrarlanmıştır.

#### Prefabrike çatı ve sundurma plâkları :

Plâkların ebadı: Çatı plâkları: 1.50 × 5.65 m.

Sundurma plâkları: 1.30 × 5.65 m Şekil (12).

Boyuna istikamette kenar takviye kirişleri 20 cm yükseklikte ve 7.5 cm genişliktedir. Yük, 32 mm kalınlıktaki plâktan 5 adet enine kayıt vasıtasıyla kenar takviye kirişlerine intikal eder. Orta enine kirişler 15 cm yükseklikte ve 5 cm genişliktedir. Kenar enine kirişler 15 cm yükseklikte, fakat 7.5 cm genişliktedir. Plâkların kalıptan alınma işini kolaylaştırmak için dikey yüzler 1/6 şevlidir. Her kırışte esas teçhizat olarak

bir adet Ø 22 mm betonarme demiri ve meş (kafes), bulunur. Meşler, her iki istikamette 10 cm aralıkla 5 mm lik demirle teşkil edilmiştir.

#### Bir plâka giden malzeme miktarı :

Beton: 0,50 m³. B. A. demiri: 45 kg. Meş (kafes): Takriben 30 kg (kaynaklı).

Sehim : Plâklara sehim verilmemiştir.

Kalıpların imalinde prefabrikasyonun icabettirdiği aşağıdaki hususlar gözönünde bulundurulmuştur:

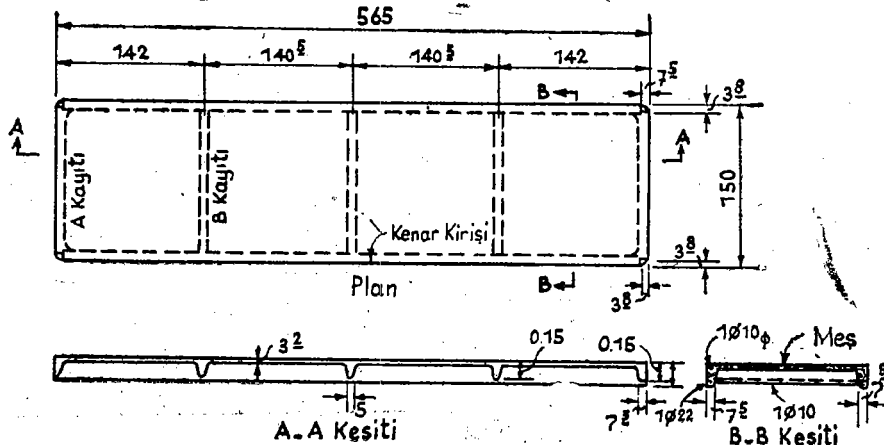
1. — Miktar : Devri bir çalışma şekli tatbik edebilmek için beton imalinde ve plâkların stoka naklinde vakum usulü kullanılmıştır. Her kalıp günde bir defa olmak üzere 140 defa kullanılacaktır.

2. — Malzeme : Kalıp konsepsiyonu kereste, çelik, plâstik ve beton gibi malzemenin mükerrer 140 kullanma esnasında ebatlarda hatâ tevhit etmeyecek, yesarileşmeyecek, gönyesinden kaçmıyacak, eğilmeyecek, bakım ve tashih işi asgarî olacak şekilde düşünülmüştür.

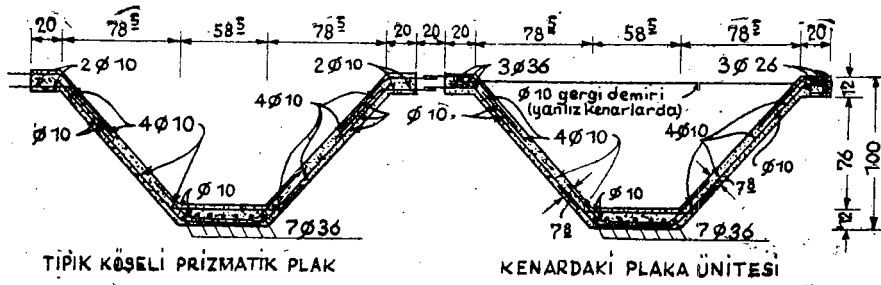
3. — Maliyet : Kalıp başına işçilik ve malzeme maliyeti 300 dolar olup kalıp m² sine 26.1 dolar isabet eder.

132 kalıpla yüzü ölçüsü 1530 m² olan plâk dökülmüştür. 18480 plâk için 286200 m² tutar. Kalıbın m² si başına maliyet 0,145 dolardır. 153000 m² lik çatı alanının m² başına maliyeti 0,255 dolardır.

Beton imalat platformu çimento - toprak stabilize



Şekil 12. — 5,60 × 1,5 ebadında 32 mm kalınlığında tipik çatı plâkası.



Şekil 13. — Prefabrike köşeli prizmatik plâka ev kesiti. 22 m. açıklık ve 2.40 m konsol.

olarak yapılmış ve 100.000 dolara mal olmuştur. Bunun maliyete tesiri m<sup>2</sup> başına 0.645 dolardır.

#### İmalât :

1. — Kalıp sökme: Yan kalıplar, sökülme esnasında betonla iltisak ve yesarileşme olmaması için rijit olarak yapılmıştır.

Kolay sökülebilecek, eğrilmeyecek, bakımı kolay olacak ve toleransları geçen hata olmayacak ve çok defa kullanılabilir. Montajda kaçıklık yapmayacaktır.

2. — Plâkların kalıptan alınarak depolanması.

Bu operasyon için bom uzunluğu 16 metre olan 4 tonluk kreyn kullanılmıştır. Vakumla kaldırma levhası plâk uzunluğundadır. Kaldırma kabloları yüklenip aynı zamanda plâkın kalıbındaki hususi hücrelere kompresörle tazyikli hava basılışında prefabrike plâkının kalıptan ayrılması temin olunur. Kaldırma levhası üzerinde emniyet kilitleri herhangi bir ihtimalle plâkın düşmemesini garantiler. Günde 132 plâkayı kalıptan alıp depoya nakletmek için geçen zaman tedricen 4 1/2 ilâ 5 saate kadar düşürülebilmektedir.

3. — Kalıpların temizlenmesi, tekrar hazırlanması, iltisaka karşı hususi madde tatbiki.

Tazyikli hava ile beton çapakları ve tozlar temizlenir. Kalıp dikey cidarları pimlerle tesbit edilir ve bunu müteakip iltisaka mani olmak için kalıp yağlanır.

4. — Teçhizatın yerleştirilmesi:

Teçhizat kafes halinde hazırlanır; bu iş için el presinden istifade edilir ve teçhizat kafesi kalıbın içine yerleştirilir.

5. — Beton dökme :

Betonun 28 günlük mukavemeti 280 kg/cm<sup>2</sup> dir. Agrega ebadı azami 12 mm dir.

Portland çimentosu dozajı: 435 kg/m<sup>3</sup>

Veznen oranlar: 1 : 1.95 : 2.39

Su, çimento oranı: 0.475 litre/kg

Slump: 10 - 15 cm

Vakum usulü tatbik edilmiştir.

#### Silindir kırılma mukavemetleri

| Betonun yaşı (gün) | Normal beton           | Vakum tatbik edilerek yapılan beton |
|--------------------|------------------------|-------------------------------------|
| 1                  | 17 kg/cm <sup>2</sup>  | 58 kg/cm <sup>2</sup>               |
| 3                  | 57 kg/cm <sup>2</sup>  | 143 kg/cm <sup>2</sup>              |
| 7                  | 137 kg/cm <sup>2</sup> | 273 kg/cm <sup>2</sup>              |
| 28                 | 209 kg/cm <sup>2</sup> | 355 kg/cm <sup>2</sup>              |

Silindir nümunesi hergün alınmıştır. Beton tartı usulü esasına göre imal edilmiştir. İki adet betoniyerli kamyonla nakledilen beton yer çekimi ile kalıp ortasına dökülmüş ve elle kalıba yayılmıştır. Bir harman üç plâk imaline kifayet etmektedir. Günde 71 m<sup>3</sup> beton dökme işi 5 ilâ 5 1/2 saat sürmüştür.

6. — Vibrasyon, tesviye ve vakum tatbiki:

Tek silindirli motorla muharrik 3.90 m uzunlukta vibratörlü cetvelle tesviye edilerek fazla beton sıyrılmıştır.

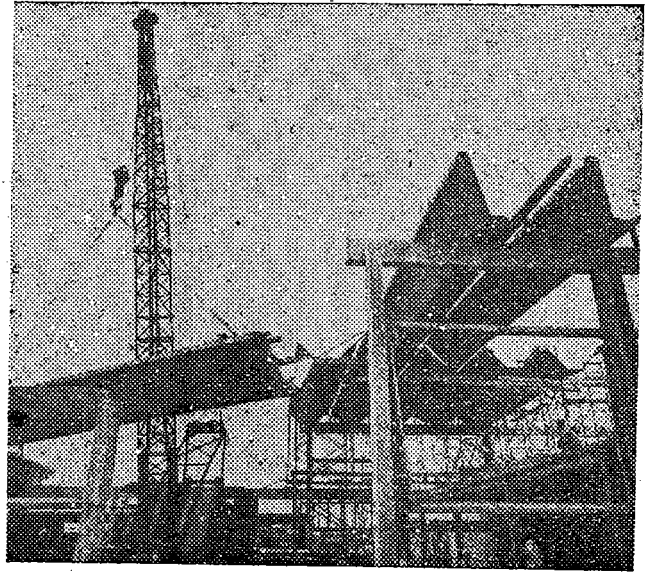
Sıyırma ameliyesini müteakip vakum panoları vasıtasıyla vakum tatbik edilir. Bu ameliye takriben beş dakika sürer.

7. — Betonun bakımı için hernekadar şartnameler su veya mambran macun tervig etmekte ise de hava ile temasta olan beton yüzüne balmumlu reçine tipinde bir macun tatbik edilmiştir.

Perdah işi biter bitmez betonun yüzünü korumak için bu macun püskürtülmüştür.

8. — Etrafa saçılan fazla betonun temizlenmesi :

Sıyırma ve perdah ameliyesi esnasında kalıbın üstüne dökülen beton her akşam temizlenir. Beton dökme



Şekil 14. — 9,40 m lik kolonların üstüne köşeli prizmatik plâkaların montajı.

ameliyesi 6 saati geçmediği için 8 saat mesaiyi doldurmak için geri kalan zaman zarfında işçiler bu temizlik işini yaparlar.

9. — Alet ve edevatın yıkanması ve temizlenmesi :

Aynı işler muttasıl hergün yapıldığı için alet ve edevatın iyi durumda muhafazası ehemmiyetlidir. En son vakum levhası kazınır ve bütün makine, alet ve edevat yıkanır. Stokta plâkaların 6 tanesi üstüste istif edilir. Saatte üç sefer yaparak bir kamyon günde 140 plâka nakleder.

Tolerans 10 mm olduğu için plâkaların yerlerine montajında müşkülâta rastlanılmamıştır.

Prefabrikasyonun, geniş sahaların kaplanmasında kullanılmasına ait tipik bir misal, Havanada (Küba) bir boya fabrikası inşaatıdır. Fabrika binasının boyu 102 m olup meyilli bir arazi üzerindedir. Bu meyilden mamûl maddelerin çıkışa doğru aktığı istikamet olarak istifade edilmiştir. Bina iki kademelidir. Kademeler arası irtifa farkı: 3.60 m dir. Bina'nın üstü açıklığı 24 m olan prefabrika köşeli prizmatik plâkla örtülmüştür. Çatı serbest yüksekliği 4.50 m dir. Çatı, boyuna istikamette 30 x 60 cm ebadında prefabrika mütemadî kirişe oturur. Mütemadî kirişi 5.50 m aralıkla 30 x 70 cm lik kolonlar taşır.

Zemin yumuşak kildir ve kabili tecvîz taşıma gücü 1.25 kg/cm<sup>2</sup> dir. Temel seviyesindeki 30 x 110 cm lik kirişler kolon yükünün % 15 ini mücavir temele intikal ettirir ve tasmanın 15 mm i tecavüz etmesi önlenmiştir. Sömel, kolon kaidesi ve istinat duvarı inşaatı yerinde dökme betondur. Projenin iraesinde rol oynamış olan iki mühim husus vardır. Bunlardan birincisi, fabrika dahilinde makinelerin tertibi ve manipülasyon için tam hareket serbestisinin temini için çatıyı taşıyan ara kolon bulunmaması ve diğeri de yangın halinde yangın tesirinin asgariye indirilmesidir.

Köşeli prizmatik plâk en uygun taşıyıcı sistem olarak tâyin edilmiştir. Bu tip çatı prefabrikasyona da elverişlidir. Köşeli prizmatik sistemle ilgili olarak zikredilmeğe değer diğer hususlar şunlardır:

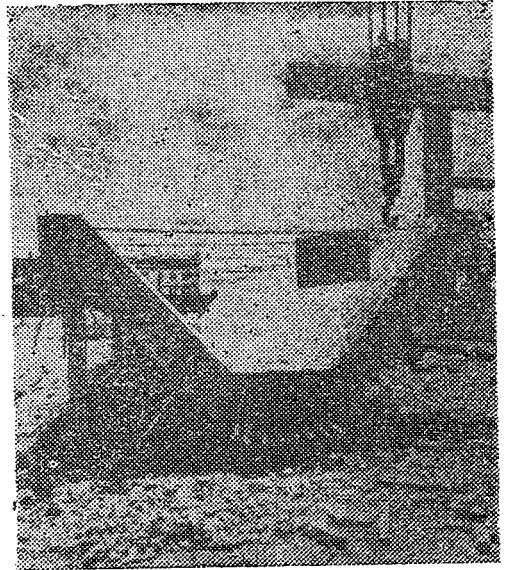
1. — Konsol çatının estetik karakteristiğinin islahı.
2. — Konsolla güneşten masun tutulan alanın ucuza mal edilmesi,
3. — Akustik şartların ıslahı: a) Ses dalgasının çarpma sahını büyütür, b) Mukabil meyilli sathlarla ses dalgalarını kırarak.
4. — İçeri intikal eden hararetin güneş ışınlarına maruz sathların bir kısmının mail olması dolayısıyla azalması.
5. — Meyilli sathlardan dolayı izolasyon içinde ekonomi.
6. — Çatının serbestçe genişlemesi veya büzülmesi temin edildiği için suhnet farkı dolayısıyla kıl çatı-lıklarının bertaraf edilmesi.

**Köşeli prizmatik sistem:**

Köşeli prizmatik sistemin hesabı, kırılma mukavemeti hesap usulüne göre yapılmıştır. Bu da ACI - 57

şartnamesinden hemen hemen farksızdır. Normal betonarme demiri ve 210 kg/cm<sup>2</sup> mukavemetli beton kullanılmıştır. Beton dökme işini kolaylaştırmak için azami ebadı 15 mm olan çakıl kullanılmıştır. Ölü yükler için emniyet emsali 1.5, hareketli yükler için 2.0 dir. Mecmu yük altında çelik 1400 kg/cm<sup>2</sup> çalıştırılmış ve öğilmede emniyet gerilmesi üst üste 1.66 olmuştur.

Hareketli yük : 150 kg/m<sup>2</sup>. Şekil (13) de köşeli prizmatik plâkın enkesiti görülmektedir. Meyilli yüzler 8 cm, yatay kısmın kalınlığı 12 cm dir. Yatay kısmın kalın olması sayesinde hem prefabrikasyon esnasında elemanlar üst üste dökülerek aynı zamanda birbirlerine kalıplık vazifesi görmüş ve tazyik muntıkasında gerilme durumunu ıslah etmekten başka esas teşhizatın iyi örtülmesini de temin etmiştir.



Şekil 15. — Üst üste dökülmüş, aralarında hususi macunla iltisaka mani olunmuş plâkaların görünüşü.

Meyilli yüzler ufukla 48.3 derece yapar. Bu açı her aralığa iki ünite koymak suretiyle taşıyıcı kolon ara mesafesi ile 1.00 m olan prizmatik plâk yüksekliğine göre muayyendir. Serbest açıklık 22.00 m dir. Yekûn uzunluk 27.85 m dir. Konsol uzunluğu: 2.40 m dir. 45° açı altında konsol uçları mail olarak kesiktir. Çatı mahya hattından itibaren her iki istikamete % 2 akıntıyı haizdir. Parabolik sehmi karşılamak üzere orta ekseninde 8 cm ters sehim verilmiştir. İnşaat bittikten sonra ölçülen sehim 3.5 cm olup hesabın verdiği elâstik ve plâstik sehimin yekûnunun yarısından azdır.

**Prefabrike imalât şekli :**

İlk önce betonun yerinde dökülmesi düşünülmüş ise de maliyet dolayısıyla derhal sarfınazar edilmiştir. Prefabrikasyon işi iyice etüd edilmiştir. Bir plâk ünitesi 22 ton ağırlığında olduğundan bomu en az 24 m uzunlukta olan ağır kreyne ihtiyaç olacağı anlaşılmıştır. Bunun için bir ünitenin orta yerinden yarım uzun-

## YENİLİKLER

lukta iki parça olarak yapılması cihetine gidilmiştir. Bu takdirde sıkletin 11 tona düşmesinden başka montaj nakliyesi esnasındaki yükleme durumu da çok müstaitleşmiştir.

### Kalıp :

Kalıp kontrplaktan yapılmıştır. Kalıp işi, mail kısımların kalıpları beton döküldükten 48 saat sonra tekrar kullanılmak üzere sökülecek şekilde tertiplenmiştir. Yalnız altta 62 cm lik ufki kısmın kalıbı yerinde kahr. Her kalıp bir sonra dökülene kalıplık vazifesi görür. Bu şekilde altı ünite üst üste dökülebilir. Zemin taşıma kabiliyeti daha fazlasını mümkün kılmamıştır.

Üste ikinci ünite dökülmeden önce alt ünitenin betonu 24 saat bakıma tâbi tutulur. Ancak 5 günde mukavemetini aldıktan sonra plâklar stoka nakledilir.

Beton dökme 20 iş gününde; 30 iş gününde de plâk ünitelerinin montajı ve iskelenin alınması sürmüştür.

Manütasyon için her ünite 4 halka ile mücehhezdir. Açıklık ortasında 18 mm lik demirler birbirine kaynak edilmiş ve ek yerleri betonla doldurulmuştur. Ek yeri dolgu betonunun mukavemeti 280 kg/cm<sup>2</sup> dir. Ortadaki ek yerlerinin iskelesi 7 gün sonra alınmıştır.

Miktarlar : 40000 m<sup>2</sup> köşeli prizmatik plâk dökmek

için sarfedilen kontrplâk yalnız 1000 m<sup>2</sup> dir. Kalıp ke-restesinden başka iskeleden de çok tasarruf temin edilmiştir. 22 m açıklık için muadil döşeme kalınlığı 12 cm dir. Bu şekilde örtülen alan 2500 m<sup>2</sup> dir.

385 m<sup>2</sup> beton ve 65 ton demir kullanılmıştır. İzolasyon dahil çatı m<sup>2</sup> sinin maliyet bedeli 17.6 dolardır. Bu şekilde taşıma kabiliyeti düşük bir zemine hafif bir çatı sistemiyle problem halledilmiştir.

Diğer prefabrikasyon tatbikatı ve geniş sahaların örtülmesiyle ilgili ve Rusyada yapılan araştırmalarla standardlaştırılan prefabrikasyon sistemlerinden bahsetmeyi gelecek sayılarımıza bırakıyoruz.

### BİBLİYOGRAFYA

Civil Engineering, August 1953. Arsham Amiriki-an: "Promising future predicted for precast thin - shell construction"

Civil Engineering, April 1957. Marvin E. Warner, David P. Billington: "Precast concrete"

Civil Engineering, August 1954. John A. Dominy, Charles C. Zollman, Henon Pearce: "Fast precasting schedule for record - size Marine Corps Warehouses"

# Kapido OZALIT FOTOKOPİ

## TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ

Sayın Yüksek Mühendis, Mimar ve Müteahhitlerin her türlü Ozalit, Foto - kopi işleri için Almanya'dan getirttiği modern makinalarla seri ve temiz işçilikle hizmetinizdedir.

Adres : Atatürk Buvarı (Büyük Sinema Karşısı) Tuna Çarşısı

No: 90/8 - Yenışehir — ANKARA

# DSİ Umum Müdürlüğünden

Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü tarafından Erzincan Vilâyetine takriben 30 km. mesafede bulunan Girlevik Hidroelektrik Santralına aşağıda belirtilen malzeme istekliler arasında aranılan şartları haiz olanlardan fiyat ve teklif isteme usulü ile ihaleye çıkarılacaktır :

Bu iş için gerekli döviz idare tarafından temin edilecektir.

İhale suretiyle satın alınacak malzeme: Girlevik Hidroelektrik santral: 3 ü üitesine ait:

1 — Hidrolik Türbin:

- Tip - Yatık milli Francis
- Net düşü : 151,3 m.
- Devir adedi : 1000 devir/dakika
- Takat : 1470 HP (asgari)
- Debi : 866 litre/Saniye

2 — Senkron Generatör :

- Tip - Üç fazlı alternatör
- Yukarıda karakteristiği verilen turbine akupile olarak
- Takat : 1250 KVH
- Güç faktörü : 0.8
- Frekans : 50 Hz.
- Devir adedi : 1000 devir/dakika
- Kutup gerilimi: 6600 Volt

3 — Güç Transformatörü :

- Tip - Açık hava tipi, tabii soğutmalı, üç fazlı
- Takat - 1250 KVA
- Sargı tipi : Üçgen/Yıldız +
- Frekans : 50 HZ.
- Tahvil oranı: 6300/ + %5 33000 volt

4 — Güç Transformatörü :

- Tip - Açık hava tipi, tabii soğutmalı, üç

fazlı

- Takat : 1600 KVA
- Tahvil oranı : 33000 + % 5/6300 volt
- Sargı tipi : Yıldız/Yıldız
- Frekans: 50 Hz.

5 — Kuranportör sistemi :

Girlevik Santralı ile 1 ve 2 numaralı muhavvile merkezlerinin aralarında konuşabilmelerini temin için yüksek frekanslı Courant - porteur telefon malzemesi ve teferruatı.

6 — Yukarıda beş kalem olarak gösterilen malzeme, mevcut ünitelerle ve kendi aralarında müştereken çalışabilmelerini sağlayacak her türlü elektriki malzeme ve cihazlar.

7 — Bu malzemelerin işletmeye açılabilmesi için lüzumlu her türlü inşaat işleri.

- I) Kaç senedenberi yukarıdaki malzemeye mümasil malzemeyi imâl ettiklerini,
- II) Şimdiye kadar imâl ettikleri bu tip malzemenin kapasitelerini ve nerelerde kullanıldıklarını gösterir katalog, resim, fotoğraf v.s. belgeleri havi bir dilekçe ile 2/Mayıs/1960 Pazartesi günü saat 17.00'ye kadar Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü Barajlar ve Hidroelektrik Santraller Dairesi Reisliğine (Bestekâr sokak No. 36) müracaatları lazımdır.

Umum Müdürlük taliplerin durumlarını inceliyerek ehil gördüklerine teklif dosyalarını gönderecektir.

(5407)