

83020

**PREFABRİKE BETONARME YAPI ELEMANLARINDA
KALIP TEKNOLOJİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Turgut AVINCAN
0296Y216

83020

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :11 Ocak 1999

Tezin Savunulduğu Tarih : 4 Şubat 1999

Tez danışmanı : Prof.Dr. Mete TAPAN

Diğer jüri Üyeleri : Prof. Dr. Yıldız SEY
Prof. Dr. Nigan BAYAZIT

İ.C. YÜKSEK LİSANS TEZİ
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ŞUBAT 1999

ÖNSÖZ

Günümüzde tekrarlayan prefabrike betonarme yapı elemanlarıyla yapılan kitlesel üretimlerde mimari ifadede ve ekonomide çok ileri bir düzeye ulaşılmıştır. Bu tez çalışmasında dünyada ve özellikle ülkemizde hızla gelişmekte olan betonarme prefabrike (ön-üretimli) yapı elemanları üretiminde kullanılan kalıp teknolojileri; kalıptan beklener genel özellikler, malzeme türleri, kalıp pozisyonları, kalıp-tolerans ilişkisi ve kalıbın beton yüzeyine etkisi konularına göre açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışmamda beni yönlendirir sayın hocam Prof. Dr. Mete TAPAN'a ve maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Şubat 1999

Turgut AVİNCAN

İÇİNDEKİLER

sayf:

ÖZET.....vii

SUMMARY vii

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Kapsamı ve Amaçlar.....4

1.2 Çalışmanın Yöntemi 4

BÖLÜM 2. YAPIMDA RASYONELLEŞME VE PREFABRİKASYON

KAVRAMLARI

2.1 Yapım Faaliyetinin Tarihsel Gelişimi 5

2.2 Prefabrikasyonun Tanımı 7

2.3 Betonarme Dilinde Yapımın Rasyonelleşmesi.....8

2.3.1 İnsan Gücü ve Makine Gücü Arasındaki Uygun
Dengenin Kurulması 9

2.3.2 Gereç ve Donanımın Çok Kez Tekrarlanarak
Kullanılmasının Sağlanması 1

2.3.3 Her Türlü Gücün Kullanılmasıyla Verimin Arttırılmasıyla
Yapım Süresinin ve Maliyetin Azaltılması 1

2.4 Rasyonelleşme Kavramı İçinde Prefabrikasyon.....1

2.5 Bölümün Sonucu.....1

BÖLÜM 3. PREFABRİKE BETONARME YAPI ELEMANI

KALIPLARI

3.1 Kalıptan Beklenen Özellikler.....	1
3.1.1 Kalıbın Boyutsal Doğruluğu.....	1
3.1.2 Kalıbın Şekli ve Ağırlığı.....	1
3.1.3 Kalıbın Dayanıklılığı.....	1
3.1.3.1 Kalıp Birleşim Detaylarının Basit ve Darbelere Karşı Dayanıklı Olması	1
3.1.3.2 Kalıpların Buhar Kürlemesinden Zarar Görmemesi.....	1
3.1.3.3 Kalıpların Vibrasyona, Beton Basıncına Dayanıklı Olması ve Güvenli Olması.....	1
3.1.4 Kalıpların Rahatlıkla Onarılabilmesi.....	2
3.1.5 Kalıbın Çok Defa Kullanılabilmesi.....	2
3.1.6 Kalıpların Modüler Olması.....	2
3.1.7 Kurma ve Sökme İşlemlerinin Kısa Sürede Gerçekleşmesi.....	2
3.1.8 Kalıpların Çok Yönlü Kullanılabilmesinin Sağlanması.....	2
3.1.9 Vinç Kullanımının Sağlanması.....	2
3.2 Kalıpların Sınıflandırılması	2
3.2.1 Kalıpları Malzemesine Göre Sınıflandırma.....	2
3.2.1.1 Ahşap Kalıplar.....	2
3.2.1.2 Plywood Kalıplar.....	3
3.2.1.2.1 Plastik Yüzeyli Plywood Kalıplar.....	3
3.2.1.3 Cam Elyaf Takviyeli Plastik Kalıplar (grp).....	3
3.2.1.4 Çelik Kalıplar.....	4
3.2.1.5 Alüminyum Kalıplar.....	5
3.2.1.6 Betonarme Kalıplar.....	5

3.2.2 Kalıpları Pozisyonuna Göre Sınıflandırma.....	5'
3.2.2.1 Yatay Kalıplar	5'
3.2.2.1.1 Masa Kalıplar.....	6'
3.2.2.2 Düşey Kalıplar.....	6'
3.2.2.2.1 Bateri Kalıplar	6'
3.3 Bölümün Sonucu.....	6

BÖLÜM 4. PREFABRİKE BETONARME YAPI ELEMANINDA

KALIP - TOLERANS İLİŞKİSİ

4.1 Toleransları Belirlemenin Sebepleri.....	6
4.2 Prefabrike Betonarme Elemanı Üretiminde Hatanın Nedenleri.....	6'
4.2.1 Üretim Sırasında Oluşan Hatalar.....	6'
4.2.1.1 Elemanı Tasarlarken.....	6'
4.2.1.2 Elemanı Üretirken.....	6'
4.2.1.2.1 Kalıp Hataları.....	6
4.2.1.2.2 Beton Rötresi.....	6
4.3 Bölümün sonucu.....	7

BÖLÜM 5. PREFABRİKE BETONARME YAPI ELEMANINDA

KALIBIN BETON YÜZEYİNE ETKİSİ

5.1 Kalıbın Beton Yüzeyine Etkisi.....	7
5.1.1 Ahşap Kalıplar.....	7
5.1.2 Plywood Kalıplar.....	7
5.1.3 Fibre Glass Kalıplar.....	7
5.2 Baskı (Textured) Kalıplar.....	7
5.3 Derin Kabartmalı Kalıplar.....	7
5.4 Kalıcı Kalıplar.....	7

5.5 Kalıp Astarları.....	78
5.5.1 Yutucu Astarlar.....	78
5.5.2 Sert Ahşap Astarlar.....	80
5.5.3 Köpüklü Plastik Astarlar.....	82
5.5.4 Lastik ve Kauçuk Astarlar.....	84
5.6 Bölümün Sonucu.....	88

6. SONUÇLAR.....	89
KAYNAKLAR.....	9
ÖZGEÇMİŞ.....	9

ÖZET

PREFABRİKE BETONARME YAPI ELEMANLARINDA KALIP TEKNOLOJİSİ

Bu çalışmada prefabrike betonarme yapı elemanlarında kullanılan kalıp türleri ülkemizde ve dünyadaki mevcut koşulların ışığı altında açıklanmıştır. İlk olarak yapımda rasyonelleşme ve prefabrikasyon konuları ele alınmış ve özellikle kalıbın yapımda rasyonelleşme konusu içinde önemi vurgulanmıştır. Özellikle konut üretiminin yapı endüstrisi üretkenliği ile bağdaştırılmasının prefabrike yapı elemanı kullanımındaki artış ile sağlanabileceği açıklanmıştır. Bunu söylerken betonarme prefabrike yapı elemanı kullanımındaki artış yalnızca konut üretiminde değil diğer tüm bina türlerinde ve mühendislik yapıları üretiminde sağlandığı takdirde yapı üretiminde en yüksek endüstrileşme seviyesine ulaşılacağı vurgulanmıştır.

Ayrıca yapı elemanlarındaki standardizasyon ve modüler planlama prefabrike eleman kullanımına çok büyük fırsatlar verdiğinin altı çizilmiştir. Bölüm 3' de betonarme prefabrike eleman kalıplarından beklenen genel özellikler açıklanmış ve kalıplar ilk olarak malzemelerine göre sınıflandırılmış daha sonra pozisyonlarına göre de sınıflandırılarak açıklanmıştır.

Çalışmanın son iki bölümünde tolerans konusuna değinilmiş, kalıp hataları ve tolerans ilişkisi ayrıca kalıbın beton yüzeyine etkisine değinilerek kalıp içinde kullanılan, ucuz kullanıldıktan sonra atılabilen ve kalıbın ömrünü uzatan kalıp içi astarları konusu açıklanmıştır.

SUMMARY

The principles and basic methods of design and practice of making formwork for precast products are no different from those for in-situ construction. The differences are in the details of formwork construction due to the improved accuracy required of size, shape and finish and the additional refinements of the casting processes.

While elements of buildings, bridges and other civil engineering constructions have been precast, mainly on the actual site of the works or in a precast yard set up for a particular contract, the large scale use of precast items and the application of factory techniques has not, up to the present time, been widely prefabricated.

However the present housing programme can only be met by a considerable increase in the productivity of the building industry, requiring a vast increase in the use of factory made precast units. This industrialisation of the building process will lead to the increase in use of precast concrete components not only for housing but also for the whole range of building and civil engineering. The introduction of Modular Planning will mean standardisation of building components, giving further opportunity for the use of prefabricated elements.

The following materials are commonly used for moulds: Plywood, steel, aluminium, plastic and resins

Prefabricated products can be classified into two main groups according to demoulding process: immediate or delayed. In immediate demoulding products are demoulded as soon as the compaction process is complete. Table 4.1 indicates the range of products included in this category, and the manufacturing processes involved.

Generally the compaction process involves various applications of compacting force by means of spinning, vibrating, pressing, tamping or combination of any two of these processes. Demoulding involves pushing the unit out so that it is really an extrusion of the unit from the mould which usually takes place as soon as compaction is completed. In some cases green strength may not be high enough for immediate demoulding and part of the mould might remain on the unit for a few hours.

In delayed demoulding products are cast in the conventional way in the moulds. Although there may be very high degree of mechanization in the casting process and placing the concrete itself, the important distinction is that demoulding does not take place until the unit has been allowed to develop a high degree of strength. Delayed methods can be classified into three main groups (a) horizontal (b) vertical (c) special.

Production techniques can be divided into three main groups; (a) production of separate items (b) mass production (c) process production. In separate item productions units are usually not moved about during manufacture; they mature where they are moulded and are completed stage by stage. Mass production technique involves a greater degree of mechanization than separate item production. Process production is the most advanced method of manufacture; successive production stages form a uniform and progressive line which is to great extent automated.

Mould design is one of the most important considerations for efficient precast concrete production. The designer must have a detailed knowledge of methods of manufacture. Vibration, re-use, self location, mould joints, mould movements, mould durability are important factors which should be considered. Obviously the cost of a mould will affect the cost of the product formed therein. Re-use factor must be considered as well as first cost. First cost of a steel mould, for instance is high, but if large number of uses is required, its high re-use potential will compensate for this.

The traditional materials for moulds are timber and steel, the use of timber usually being limited to moulds which will have a relatively small number of uses, while steel is generally used for repetition processes.

Inaccuracy in precast concrete units, and their use in constructing buildings can result from distinct sets of causes.

(a) inherit inaccuracies (deriving from the actual manufacturing process: ie mould inaccuracy and concrete shrinkage), (b) induced inaccuracies (deriving from factors associated with subsequent use of the component: ie inaccuracies in setting out the building grid, and in physical assembly of components in relation to the grid)

The often appalling appearance of exposed concrete surfaces on the structures in our country can be ascribed to two primary factors: atmospheric pollution and the placing of low quality concrete in unsatisfactory formwork. In order to achieve a pleasing concrete surface cooperation between the engineer, architect, formwork designer and the contractor is essential, and particular consideration should be given to the location of the work and the degree of pollution of atmosphere. Rough textured surfaces weather better than smooth, and in sooty areas the effect of light and shade is retained, whereas the colours and texture of finer finishes is soon lost.

In order to obtain the desired finish, it is essential that trial panels are constructed, and the formwork should be designed to repeat the finish of the trial panel. The formwork must be watertight and rigid, and any releasing agents, such as mould oil or other protective coatings with which the formwork is treated, must not attack the concrete.

Erection of formwork is usually carried out in exposed conditions where it is often quite impracticable to avoid contamination and damage. The consequence is that repeated erection and dismantling leads to deterioration of the form face that eventually ends its useful life long before its theoretical re-use potential is exhausted.

Thus in theory a cheap disposable formwork liner should be a viable economic proposition, and in fact absorbent linings already promise to equal if not excel the cheapness of untreated plywood.

Formwork costs should be considerably reduced by the low quality materials needed to back up the linings, and the improved re-use potential of such backing when it is neither exposed directly to concrete nor put out of action by minor damage from handling indicates that more widespread use of the technique is likely in the future. For precasting, use of an expendable lining inside the mould has several advantages such as simplifying mould cleaning, free of blowholes, extending the re-use potential, reduced mould costs, using non-standard units for fair faced finishes, avoiding drying discoloration.



BÖLÜM 1. GİRİŞ

2000 sene önce ahşap Romalılar tarafından kalıcı olmayan yapılarda, sıvı betonu yerleştirme işlemi sırasında destek yapmak için kullanılmıştır. Onların betonu bizim şimdi bildiğimiz betondan oldukça farklı olduğu halde çimento veya kireçli harçla karıştırılmış çakıl taşı içermektedir ve önceden hazırladıkları sökülebilir kalıpların içinde malzemeyi yerleşinceye kadar nasıl tutacaklarını oldukça iyi biliyorlardı. M. E Blake 'in 'Ancient Roman Cons. in İtaly from Prehistoric Period to Augustus ' kitabında dediği gibi geçmişten günümüze kalan belgelerde büyük yapıların ahşap kalıplarla inşa edildiğini söylemektedir.

Buradan da kalıp işçiliğinin yeni bir şey olmadığı anlaşılmaktadır. Beton 20 yy.' da çok yoğun olarak kullanılmaya başlandığından beri ve bu gelişmeye paralel olarak istenen şekillerin üretiminde kullanılan metotların gelişimine de sebep olmuştur. Usta şantiyede ilk olarak Romalıları takip etmiş ve betona şeklini ahşap kalıp içinde vermiştir. Daha sonra yöntem ve uygulamada işçilik, malzeme, mühendis ve mimar maliyetlerinin artmasına rağmen oldukça ilerleme sağlanmıştır. Fakat yakın gelecekte usta marangozu betonun bütün formlarının kullanımındaki artışa paralel olarak buhar kürleriyle desteklenmiş metal endüstrileşmiş kalıp sistemleri beklemektedir.

Geçmişte ve halen kalıp inşaat alanında kurulur, bir kez kullanılır ve sonra parçalanırdı. Fakat günümüz inşaat sektöründe eğilim daha fazla prefabrikasyona, mekanik işlem tarzına ve çok kullanımlı elemanlara doğru yönelmiştir. Kalıp işçiliği maliyeti toplam bina maliyetinin %20-%75'i arasında yer tutar ki sonuçta kalıp üretimindeki her ekonomik davranış yapının kendi tasarımındaki ekonomiklik kadar önemlidir.

Ülkemizde 1950'lerde hızlanan endüstrileşmeye koşut olarak hızlı bir rasyonel üretim sürecine girilmiştir. Çağımız endüstri çağı haline gelmiş, dolayısıyla ürünlerin üretilmesi de kitleleşmiştir. Kitleli üretimlerde kişisel eğilimlerden çok toplumun büyük bir

çoğunluğunun salt faydası düşünülmelidir. Bu bağlamda endüstriyel üretim, sosyo ekonomik değişimler, her konuda rekabetin artması yeni enerji kaynaklarının bulunması, bilgi transferindeki inanılmaz hız, ülkeler arasındaki sıcak savaşların sona ermesi, bilgiye daha fazla önem verilmesi ve zamanın çok değerli bir hale gelmesi yapı üretimini de etkilemiştir. Bu etkileme rasyonelleşme adı altında ulaşılabilecek hedefi öncelikle toplumsallaştırmaya, amaçları bireye değil topluma mal etmeyi ve bu amaçlara uygun ürünler vermeyi günün yapı sanatının birincil ödevi haline getirmiştir. Yapı üretimindeki rasyonelleşme ise endüstrileşmeye koşut olarak eldeki tesisin, malzemenin, işgücünün aynı miktarda yapı üretimini daha az zaman, teknik imkan ve ekonomik harcama ile elde etme anlamı taşımaktadır.

Yapı üretiminde kaliteyi yükseltmek, süreyi kısaltmak, malzeme ve işgücünden tasarruf sağlamak ve dolayısıyla rasyonel üretimin kurallarını uygulamak ve fabrikada üretimin avantajlarından yararlanmak isteniyorsa, endüstriyel üretimin kurallarına uymak gerekir. Bu anlamda günümüzde yapı mühendisliğinin şantiyeden fabrikaya doğru kayma eğilimi vardır. Geleneksel inşaata kaba yapıdan ince yapıya doğru bir uygulama vardır. Fabrikasyon yapıda ise ince işi bitmiş elemanların montajı yapılır. Betonarme yapı elemanlarının üretimi şantiye yerine fabrika koşullarında yapılmakta böylelikle hız, ekonomi ve kalite en üst düzeyde sağlanarak endüstriyel üretim kurallarına uyulmaktadır.

Üniversitelerimizde ve inşaat sektöründe kitlesel üretimlerde kullanılan kalıp teknolojileri bunun için gerekli kaynak sorunu, öte yandan uygulanması gereken yapım teknikleri ve yapım yöntem teknikleri, malzeme seçimi, ekonomik etkinlik konuları hep baş köşededir. Fakat bu konular üzerinde yapılmış olan araştırmalar genelde yetersiz kalmaktadır. Genelde kalıp teknolojisi konusu ülkemizin içinde bulunduğu konut açığı konusuna odaklanmış ve kısır bir döngü içine girmiştir. Fakat buna rağmen konut sorununun çözümü için gösterilen büyük çabalar özellikle büyük kentlerde çözüme hiç ulaşamamıştır. Konut sorununu çözümünde mevcut kaynakların verimli kullanılması açısından kalıp teknolojisi de önemli bir yer tutmaktadır. Uygun bir teknoloji seçimiyle iç içe olan kalıp teknolojisi ve seçimi bir yapının hızlı, ekonomik ve güvenceli üretimini etkileyen başlıca faktörlerden biridir. Bu anlamda teknoloji sözcük anlamıyla, bir işin nasıl, hangi araçlarla, hangi iş akışında, yapıldığını tarif eder. Dolayısıyla kalıp sorunu özellikle toplu üretimlerde ağırlığı en yüksek olan teknolojik bir alt sistemi teşkil etmektedir. Yapı üretiminde istenen

amaca ulaşmak günümüzde artık üretimin programlanmasından, uygulanmasına ve ürünün kullanılmasına kadar ki süreci tüm boyutlarıyla tanımlamak ve bu tanımlanan sürece göre hareket etmek gereğini zorunlu kılmıştır.



1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Yapı üretiminde, gerekli finansman kadar, mevcut kaynakların verimli kullanılması açısından, kalıp teknolojisi de önemli bir yer tutmaktadır. Bu kapsamda özellikle son yıllarda, yapımda rasyonelleşmeyle birlikte her tür yapım işleminde gelişmiş kalıp sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Yapımcılar tarafından özellikle konut üretiminde çeşitli patentlerde prefabrike veya in-situ kalıp sistemleri kullanılmış ve bu sistemlerin kullanımında oldukça ileri bir noktaya varılmıştır.

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de betonarme prefabrike yapı elemanı kalıp sistemleri konusu hakkında pek çok yayın yapılmış ve yapılmaktadır. Bu çalışmada yapı üretiminde rasyonelleşme konusunun bir değerlendirilmesi yapılarak kalıp teknolojisinin rasyonelleşme içindeki yeri ve yapı üretiminde kullanılan prefabrike betonarme yapı elemanı kalıpları ; malzeme türleri, kalıp pozisyonları ve beton dökümü, tolerans ve yüzey uygulamaları kriterlerine göre detaylı bir şekilde açıklanacaktır. Ayrıca betonarme prefabrike yapı elemanı üretiminde kullanılan kalıplardan beklenen genel özelliklerde açıklanarak kitlesel üretimde kaçınılmaz olan yeni betonarme prefabrike yapı elemanı kalıp teknolojilerini ülkemizde ve dünyadaki mevcut koşullar ve yönetmeliklerin ışığı altında tanıtmak amacıyla bu çalışma ele alınmıştır.

1.2 Çalışmanın Yöntemi

Çalışmanın ilk bölümünde amaçlar ve çalışmanın kapsamı açıklanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde, yapımda rasyonelleşme ve prefabrikasyon konuları açıklanmış ve özellikle kalıp teknolojisinin yapımda rasyonelleşme konusu içindeki önemi vurgulanmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise betonarme prefabrike yapı elemanı kalıplarından beklenen genel özellikler açıklanmış ve kullanılan kalıplar, malzeme türlerine ve pozisyonlarına göre sınıflandırılmıştır. Çalışmanın son iki bölümünde prefabrike betonarme yapı elemanı üretiminde kalıp-tolerans ilişkisi ve hatanın nedenleri konularına değinilmiş ve kalıp yüzeyinin betonarme eleman yüzeyine etkisi açıklanmıştır. Çalışmada, her bölümün sonunda o bölümle ilgili elde edilen sonuçlar açıklanmış ve ayrıca çalışmanın son bölümünde ise konunun ülkemizde ele alınış biçimine de değinilerek, bazı sonuç ve önerilere varılmıştır.

BÖLÜM 2. YAPIMDA RASYONELLEŞME VE PREFABRİKASYON KAVRAMLARI

2.1 Yapım Faaliyetinin Tarihsel Gelişimi

Yapım faaliyetinin geçmişi insanlık tarihinin başlangıcına kadar gitmektedir. Barınma içgüdüsünün verdiği ihtiyaç doğrultusunda insanoğlu en azından taşı yerinden kaldırıp bir başka daha uygun yere koyma işlemine yönelmiştir. Doğanın sunduğu geometrik şekillerden insanın yarattığı yeni şekillere, sadece hazırda bulunan malzemenin kullanılmasından geometrisi işlenmiş malzeme kullanımına ve daha sonra hammaddeden insanın kendi ürettiği yapı malzemesinin kullanımına kadar geçen sürekli gelişme çizgisi de tarihin genel oluşumuyla birliktelik gösterir.

Birey insandan kabileye, kableden devlet sistemine geçerken barınma ihtiyacına ek olarak idari binalara topluma hizmet edecek sosyal yapılara, sağlık tesislerine ve ulaşım tesislerine de ihtiyaç duymuştur. Bu gelişim içinde insanoğlu çağdaşlık yolunda sürekli yapım etkinliği üzerinde durma zorunluluğu hissetmiştir ve düşünmüştür. Yüzyılımızda dünyadaki nüfus artışı katlanarak devam etmektedir. Günümüzde toplumsal gelişmelerle birlikte üzerinde en çok düşünülen çözümü en fazla aranmış konu belki de konut sorunudur. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hem toplam nüfus artışı hem de kırsal kesimden kentlere olan göçler bu açığı teknik ve sosyal açıdan evrensel bir hale getirmiştir. Sanayileşmiş ve endüstriyel üretime geçmiş ülkelerde ise dünya savaşları büyük ihtiyaçların kapısını açabilmektedir.

İkinci Dünya Savaşı'nın, sanayileşmiş ve gelişmiş Avrupa kıtası ülkelerini harabeye çevirmiş oluşu bu alandaki en çarpıcı örnektir. Hatta yapımda rasyonelleşmenin tarihsel gelişmesini birincil düzeyde etkilemiş en çarpıcı olaydır. Bu olay özellikle savaş sonrası ortaya çıkan konut açığı sorunun en kısa sürede çözümü ve aynı zamanda ulaşımı sağlayan

köprülerin yapım teknolojisini etkilemiş ve dolayısıyla bina endüstrisini de çok yoğun bir şekilde etkilemiştir.

Her tarihsel dönemde, her devlet ve toplum yapısında yapımı bilinen klasikleşmiş yapıları eskisinden daha süratli, daha az emekle daha ucuza yapabilme uğraşı endüstriyel üretim anlayışıyla birlikte verile gelmiştir. Yapım ekipmanlarının makineleşmenin gelişmesi de bu sürekli arayışın kaçınılmaz bir parçası haline gelmiştir. Günümüzde beton teknolojisinin de gelişimiyle yapı malzemelerine yeni bir boyut eklenmiştir. Betonun ortaya çıkmasıyla bu kez yepyeni bir ekipman malzeme türü olan ‘ kalıp ’ çıkmıştır.

Betonu hazırlamakta ve form vermekte geçici bir unsur olarak kalıp kullanılması gerekmiştir. Çelik ve plastiğin de yapımı kolaylaştırıcı ekipman malzeme olarak kullanılmasıyla yapım faaliyeti yeni boyutlar kazanmaya başlamıştır. Şekil 2.3’ de şemalaştırıldığı gibi, rasyonelleşme yapı sektörünün gelişimi doğrultusunda sürekli bir arayış unsuru olmuştur. Prefabrikasyona gelmeden tarihsel koşulların zorlamasıyla beton teknolojisinde, kaldırma araçları kullanımında, donatı yerleştirme ve kalıp hazırlama işlemlerinde adım adım insan gücü emeğinin verimini yükselten, sürat kazandırıp ucuzluk sağlayan aşamalardan geçilmiştir.

Bu şemayı açıklarsak ‘ Beton, donatılı malzemesiyle kalıp ekipman - malzemesi arasında sökölüp takılma, dolayısıyla rasyonelleşmenin çok tekrarlanma arayış tanımına en fazla yaklaşma şansı tanıyanı ‘kalıp’ tır. Betonarme yapım olayındaki kolaylıklar, ileri gidişler ‘kalıplama’ işlemlerine sıkı sıkıya bağlıdır. Kalıplama işindeki tipleştirme, standartlaştırma, kaldırma araçlarını kalıplama işlemine da seferber ederek bir yerden bir yere taşımayı planlama yanında rasyonelleşme denen olayın güçlü örnekleridir.

Bu ön hatırlatmanın ışığı altında yapı üretiminin en son varacağı düzey endüstriyel üretim biçimidir. Uç amaç olarak ulaşabileceği son nokta ise prefabrikasyondur. [4]

2.2 Prefabrikasyonun Tanımı

Bir yapıyı standart parçalar halinde fabrikada üretip, kullanılacağı yere taşıma ve bir araya getirme teknolojisine, İngilizce’de ‘prefabrication’, Fransızca’da ‘prefabrication’ İtalyanca’da ‘Prefabbricazione’ denir. Bu isimler Latince ön anlamına gelen ‘prea’ ve üretmek anlamına gelen ‘fabricare’ sözcüklerinden türemiştir.

Türkçe’de bu teknolojiye yaygın olarak ‘Prefabrike’ denilmektedir. 1960 yıllarda uzmanlarımız, prefabrike sözcüğüne Türkçe karşılık olarak öneriler getirdiler. Önyapım, öncedenyapım, önüretim bu dönemde ortaya çıkmıştır ve geçen yirmi yılda en yaygın kullanımı ‘Önüretim’ sözcüğü sağlamıştır. Prefabrikasyona karşılık ‘önüretim’ prefabrikeye karşılık ‘önüretimli’ sözcüklerinin kullanımı dilimizde yaygınlaşmıştır. Prefabrikasyon binanın endüstrileşmesi kapsamında daha geniş bir anlatıma göre ‘ bir bütünün parçaları olan standartlaştırılmış elemanların önceden üretimi ve bunu izleyerek gene önceden belirlenmiş bir tasarıma göre bir araya getirilebilmelerini öngören bir üretim ve montaj sistemidir’ şeklinde tanımlanabilir.

Prefabrikasyon İkinci Dünya Savaşı sonrası yıkıntının ortaya çıkardığı yapı gereksinmesini karşılamak amacıyla 1950’ li yıllarda Avrupa ülkelerinde yaygınlaşmıştır. Çok sayıda yapıyı, çok kısa sürede ve belirli bir kalitede üretmek için aranan teknolojik çözümler bu ülkelerde ortaya pek çok yeni uygulama çıkartmıştır. Aradan geçen otuz yılda denenmiş ve uygulanmış yüzlerce teknolojik yöntem vardır. Bu yöntemler genelde kapalı sistemler, açık sistemler, yarı açık sistemler ve vb. şeklinde sınıflandırılmıştır.

Prefabrikasyon endüstrileşmiş bina üretim sistemlerinin bina yapımında varacağı en son noktadır. Bina üretiminde rasyonellik ilkelerinin uygulanmaya başlanmasından sonra bina endüstrisi, prefabrike sistemlere yani ‘önyapım’ lı sistemlere doğru yönelmiştir. [4,12,13]

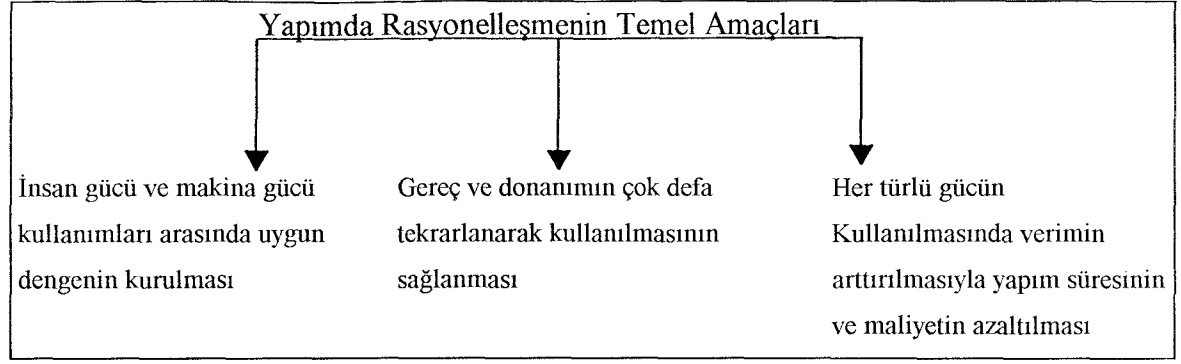
2.3 Betonarme Dilinde Yapımın Rasyonelleşmesi

Bilindiği gibi rasyonelleşme yapı sektörünün gelişme doğrultusunda sürekli bir arayış unsuru olmuştur. Prefabrikasyona tarihsel koşulların zorlamasıyla çok yoğun bir biçimde varmadan önce de beton teknolojisinde, beton teknolojisinde kaldırma araçları kullanımında, donatı yerleştirme ve kalıp hazırlama işlemlerinde adım adım insangücü emeğinin verimini yükselten, sürat kazandırıp ucuzluk sağlayan aşamalardan geçilmiştir. Genel olarak betonarme dilinde yapım işlemlerin sıralanışı;

1. Betonun hazırlanıp dökülmesi.
2. Donatının hazırlanıp yerleştirilmesi.
3. Kalıpların hazırlanıp yerine konulması ve sonra sökülüp yeniden hazırlanıp yeni bir yere konulması.
4. Betonarme taşıyıcı sistemlerin yapım işlemlerinin yapıyı bitirme (ince işçilik) işlemleriyle uyum ve sentezin sağlanması.

şeklinde açıklayabiliriz.

Prefabrikasyon olayını da özellikle yurdumuzdaki ele alınış biçimiyle yakından ilgilendiren betonarmeye dönük rasyonelleşme çabalarının bir özeti Şekil 2.1’de şemalaştırılarak verilmiştir. Geneldeki bir klasik önemli bir bilginin bu şemaya yansıtış biçimini aşağıdaki gibi açıklarsak ; beton, donatı malzemesiyle kalıp arasında sökülüp takılma, dolayısıyla rasyonelleşmenin çok kez tekrarlanma arayış tanımına en fazla yaklaşma şansı taşıyanı kalıp olgusudur.



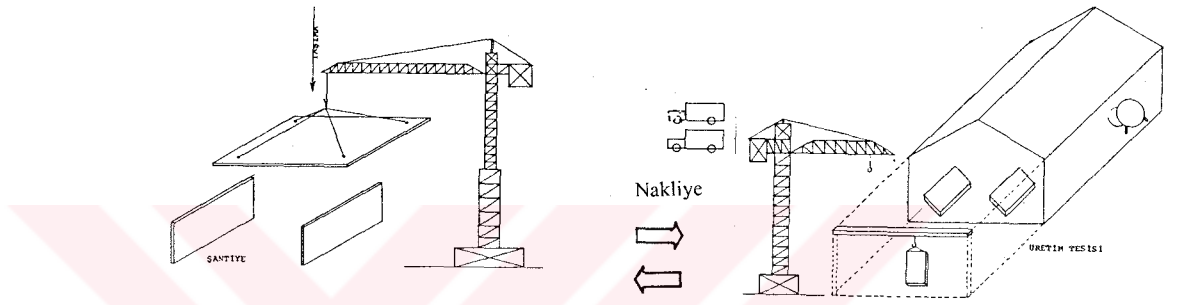
Şekil 2.1

Betonarme yapım olayındaki kolaylıklar, ileri gidişler kalıplama işlemlerine sıkı sıkıya bağlıdır. Kalıplama işindeki tipleştirme, standartlaştırma, kaldırma araçlarını kalıplama işleminde de kullanarak bir yerden bir yere taşımayı planlama yapımında rasyonelleşme denen olayın güçlü örneklerindendir. Günümüzde kalıp optimizasyonu alanında çeşitli ülkelerdeki büyük araştırma-geliştirme çabalarının gerekçesi de budur. Kalıplama işlemlerindeki rasyonelleşme çabaları ülkemizde özellikle in-situ sistemlerde ileri bir noktaya varmış fakat prefabrikasyonda bu noktaya henüz ulaşamamıştır. Prefabrikasyonda ileri bir düzeye ulaşılabilmesi için her şeyden önce kalıplama işlemi dahil yapımın bütünüyle rasyonelleşmesi gerekmektedir. Yapımın rasyonelleşmesinin alt amaçlarına aşağıdaki paragraflarda değinirsek,

2.3.1 İnsan Gücü ve Makine Gücü Kullanımları Arasında Uygun Dengenin Kurulması

Gerektirdiği insan gücü yönünden gerek prefabrikasyonla yapı elemanı hazırlama işlemlerinde gerekse şantiye taşıma ve yerinde montaj işlemlerinde seferber edilecek ‘ mühendis-teknisyen-kalifiye ve düz işçi’ toplam sayısı geleneksel inşaata oranla çok düşüktür. Ancak, nitelikleri yönünden biraz özel beceri, bilgi ve dikkat yoğunluğu gösterebilecek insan gücü sayısı açısından ise geleneksel inşaatakinden daha yüksektir. Buna ek olarak mühendis, imalat yöneticisi, montaj yöneticisi tipi teknik insan gücünün oldukça yoğun teknik, üretim prosesi ve organizasyon bilgileriyle donatılmış olması gerekir yani iş bölümünün yapılmış olması gerekir.

Ülkemizde prefabrikasyonda donanım olayı oldukça ilerlemiş durumdadır. Duyarlı kendiliğinden hareketli çelik kalıplar, vinç, kürlleme santrali ve şebekesi, yüksek kapasiteli beton merkezi, stoklama alanı vinçleri, özel kamyon türleri, şantiyede yeniden montaj vinçleri vb. bulunmaktadır. Böylesine ekipmanların fiyatları oldukça yüksek olduğundan kendilerine ait amortisman değerleri ilk yatırım maliyetine eklenmektedir. Şekil 2.2 Sonuçta rasyonel üretimlerde çalışan kalifiye işçi ve düz işçi sayısının geleneksel üretimlere göre daha az oluşu fakat buna karşın makineleşmedeki ve bilgi ve beceri düzeyindeki artış rasyonel üretimin bir sonucudur.



Şekil 2.2

2.3.2 Gereç ve Donanımın Çok Defa Tekrarlanarak Kullanılmasının Sağlanması

Tekrar edilmekte olan işlemlerde, mümkün oldukça el emeği yerine makinalaşmaya gidilmesi gerekir. Böylece zamandan tasarruf sağlanır ki buda toplam maliyeti olumlu yönde etkiler. Büyük ölçüde makina kullanarak üretilmekte olan ürünlerde; kaynakların sınırlı sayıda ürün türünün üretiminde yoğunlaştırılması sonucu standartlaşmaya gidilir. Standartlaşma çabaları sonucu; artık yerine getirmeleri gereken performansların açıklıkla belirlenmiş olduğu ürünlerin, ‘kullanılan kaynakların en az israfını’ sağlayacak biçimde tasarlanmaları gerekir.

2.3.3 Her Türlü Gücün Kullanılmasında Verimin Arttırılmasıyla Yapım Süresinin ve Maliyetin Azaltılması

Yapım süresi ve maliyet doğrudan ilişkili iki kavramdır. Aralarında doğru orantı vardır. Yapı üretiminde verimin artışı yapımın etkinliğiyle ilgili bir olaydır. Yapıma katılan tüm faktörler nihai amaca yönelirse etkinlik artacaktır. Bu etkinliği arttırabilmek için daha önceki paragraflarda değindiğimiz gibi rasyonel bir üretimde

- İşbölümü yapılması
- İşlemlerin sıraya konması
- kesiksiz sürekli bir üretimin sağlanması
- işlemlerin tekrarının sağlanması
- makinalaşma gidilmesi
- standardizasyona gidilmesi
- tipleşmeye gidilmesi
- kullanılan kaynakların en az israfının sağlanması
- yönetim organizasyonunun yapılması

gerekmektedir. Bunlara ek olarak rasyonelleşme konusunu içine alan alt başlıklarda eklenebilir.

2.4 Rasyonelleşme Kavramı İçinde Prefabrikasyon

Yapım faaliyetinin tarihsel gelişimi içinde prefabrike sistemlerinin oluşumuna değinilmişti. Bir yapıda aranan (aslında projelendirilip üretilen her metada aranan) ortak temel özelliklerin güvenlik ve sağlamlık-malzeme, ekipman ve insan gücü harcamalarının ekonomisi - işleve uygun şekiller içinde göze hoş görüneni seçme unsurları olduğu düşünüldüğünde, yapım operasyonlarının evrimi bu üç temel unsurun ortak kesitinin evrimi biçimde Şekil 2.3'deki gibi şemalaştırılabilir.

Formları benzeştirme ve tipleştirme, günümüzde standartlaştırma ve kalite kontrolü adıyla önemli bir teknik etkenlik alanı oluşturan malzemeye kalite ve kalite sürekliliğini

kazandırma ve insan gücünün ekipman gücüyle dengesini kurma işlemlerinin tümü rasyonelleşmenin alt parçalarıdır. Prefabrikasyon bu alt rasyonelleşme dallarının tümüne birden endüstriyel üretim mantığı çerçevesinin gelmesiyle ortaya çıkmıştır. Ancak endüstriyel dizisel ve kitlesel üretimin bazı ürünleri tek başına işlevi olan ürünler olduğu halde, prefabrikasyonla üretilmiş yapı elemanları tek başına işlevsiz ve anlamsızdır.

Yapım Etkenlerinin Gelişmesi

(Sürekli evrim içinde ve kesintisiz bir rasyonelleşme arayışıyla)



Şekil 2.3

Ortak bir işlev tanımına uygun olarak hazırlanmış diğer elemanlarla bir araya getirilip tümünün montajı yapıldığında bir anlam ve teknik ve yapı anlamında bir kişilik kazanırlar. Burada bir sınai üretimi, mutlak olarak tamamlanması gereken bir yapı elemanları montajı etkinliği ortaya çıkmaktadır. Daha fazlası ince işçilik adıyla bilinen tamamlayıcı operasyonların montaj sonrasında yine yapım alanında yürütülmesi gerekmektedir. Dolayısıyla fabrika yapım alanı, şantiyenin yerini henüz alamamıştır. İnce işçiliği de tümüyle ön yapımda halleden uç çözümlerde bile yapım alanında bu kez çok daha ileri, dikkat ve duyarlılık gerektiren bir montaj etkinliği gerekmektedir.

Prefabrikasyonu en üst düzeyi olarak tanımlatan unsur yapımın sadece burada özetlenen fiziksel parçaları değildir. Örgütlenme ve yönetim anlayışı da bu işin ana parçaları olarak eksenine yerleşmiştir ve geleneksel kavramları alt üst eden bir farklı işleme biçimi ortaya çıkmaktadır. Batı dünyası, İkinci Dünya Savaşının fiziksel tahribatını süratle ortadan kaldırmak üzere konut alanında ön yapımı ortaya koyarken, çeşitli alt üst edici riskleri de göz önüne almıştı. Fakat bu ülkelerde iş yönetimi ve örgütlenme kapasiteleri oldukça yüksek olduğundan dolayı prefabrikasyonu süratle benimsetebilmiştir.

Prefabrikasyon ince teknik ve projelendirme duyarlılığı açısından da ulaşılan nokta en son noktadır. Mimari, taşıyıcı sistem ve mekanik-elektrik tesisat tasarımı bir yapının tümünü tanımlamaktadır. Çeşitli optimizasyon ve rasyonalizasyon ileri ve süratli yapım tekniklerine de, yapının çabuk ve pratik inşa edilebilme özelliği tamamen ön plandadır. Prefabrikasyon teknolojisi tasarımı peşine takıp sürükleyen farklı bir nitelik taşımaktadır. [4,5,6,12,13]

2.5 Bölümün Sonucu

Yapım rasyonelleşmesindeki çeşitli denemeler içinde prefabrikasyon çok ağırlıklı bir konuma sahip hale gelmiştir. Varmış olduğu konumu daha üst seviyelere çıkarabilmek için ilk olarak prefabrikasyon bir üretim sistemi olduğu anlaşılmalı ve kendine özgü bir felsefesi olduğunun kabul edilmesi gerekmektedir. Bu felsefeyi özümlemeden şu veya bu üretim yöntemini seçmek çoğu kez hatalı sonuçlar vermektedir.

Dünyada gelişmiş ülkeler yüksek maliyetli donanımlar üreterek tam otomasyonlu prefabrike üretim tesisleri kurmaktadır. Gelişmiş ülkeler yüksek maliyetli donanımlarını yüksek tutulmuş iş bilgisi (know-how) bedelleriyle birlikte geliştirmekte olan ülkelerin piyasalarına sunmaktadırlar. Geliştirmekte olan ülkeler ise bu donanımları almaya güçleri yetmemekte ve dolayısıyla gelişmemektedirler. Ülkemizde yapım ekipmanlarını yurt dışından getiren firmalarda kendilerine pazar oluşturmakta zorluk çekmektedirler.

Bu anlamda prefabrikasyon salt bir boyutsal koordinasyon veya bazı yapı elemanlarının önceden üretilmeleri veya örneğin pencereler gibi bazı yapı bileşenlerinin veya elemanlarının tiplendirilmesi değil, pazarlama, tasarlama, üretim, işletme gibi endüstriyel üretimin tüm boyutlarını içeren bir üretim yöntemi haline dönüşmesi olgusudur.

Prefabrikasyon ancak bu anlamda ele alındığı zaman çağdaş bir üretim yöntemi niteliği kazanır. Aksi halde prefabrikasyon bir modasal yaklaşım haline gelir ki, bu tür bir davranışta üretim maliyetini arttırmakta ve prefabrikasyon düşüncesini olumsuz etkilemektedir. Prefabrikasyonda formları tipleştirme, benzeştirme, yapı elemanlarında standardizasyona gitme ve insan gücünün ekipman gücüyle dengesini kurarak verimi artırma çalışmaları endüstriyel üretim mantığı çerçevesinde prefabrike üretimin içermesi gereken eylemlerdir.

Sonuçta prefabrike elemanlarla üretim bir modaya uyma eylemi değil, koşulların gerektirdiği bir üretim yöntemi olmalıdır.



BÖLÜM 3. PREFABRİKE BETONARME YAPI ELEMANI KALIPLARI

Betonarme prefabrike elemanlar için kalıp tasarımı ve uygulamasındaki prensipler ve temel metodlar yerinde döküm (in-situ) kalıplardan çok farklı değildir. Aradaki fark istenen prefabrike elemanın ölçüsünün, şeklinin, yüzey dokusunun, betonlama işleminin uygun bir şekilde yapılmasının in-situ tekniklerine göre çok daha hassas olmasıdır.

Yapı elemanları, köprüler ve diğer mühendislik yapılarının prefabrike yapılırken fabrikasyon teknikleri ve prefabrike eleman kullanımı şimdiye kadar yaygın bir şekilde denenmemiştir. Fakat özellikle konut üretiminin yapı endüstrisi üretkenliği ile bağdaştırılması ancak prefabrike yapı elemanı kullanımındaki artış ile sağlanmaktadır. Betonarme prefabrike elemanları kullanımındaki artış yalnızca konut üretiminde değil diğer tüm bina türlerinde ve mühendislik yapıları üretiminde sağlanırsa yapı üretiminde en yüksek endüstrileşme seviyesine ulaşılabilir. Ayrıca yapı elemanlarındaki standardizasyon ve modüler planlama prefabrike eleman kullanımına çok büyük fırsatlar vermektedir.

Şantiyede veya şantiye dışında kurulu prefabrike yapan fabrikalarda elemanlar iklimsel koşullardan etkilenmez ve üretimde toplam kalite kontrolü sağlanabilir. Kalıbın kendisi; yeni malzeme kullanımının, çok hızlı gelişen fabrikasyon tekniklerinin ve betonlama işleminin çok önemli bir kısmını oluşturur. Bu anlamda bu bölümde betonarme prefabrike eleman üretiminde kullanılan kalıplar tanıtılacaktır.

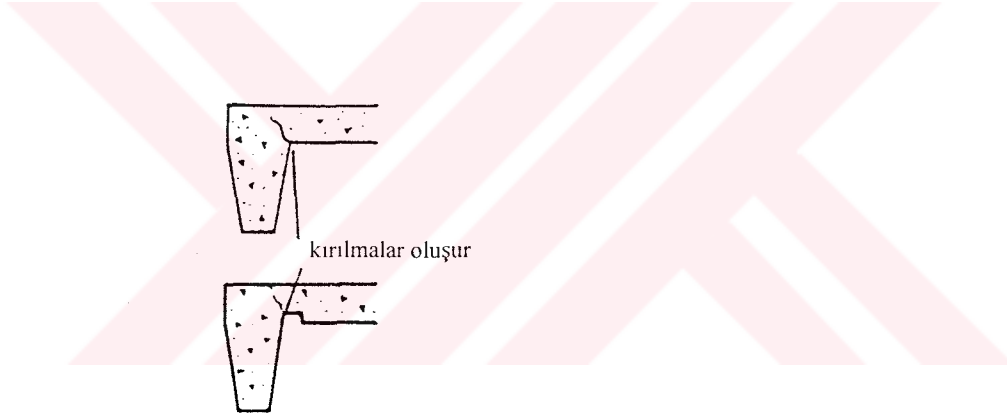
3.1 Kalıptan Beklenen Genel Özellikler

3.1.1 Kalıbın Boyutsal Doğruluğu

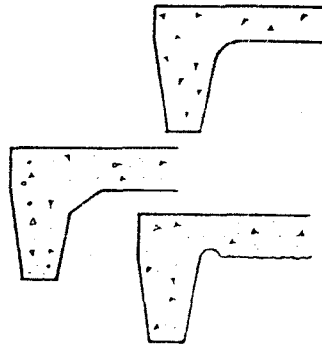
Kalıp tasarımında düşünülecek kritik faktörler; boyutsal ve biçimsel doğruluk, sağlamlık, dayanıklılık, devir hızı(tekrar) ve ekonomikliktir. Özellikle boyutsal doğruluk

prefabrike elemanların yanyana geldiğinde toleranslarına göre boyutsal koordinasyonlarını sağlaması açısından çok önemlidir. Kalıplardan maksimum kullanımı elde etmek ve kalıp maliyetini düşük tutmak için kullanılan malzemenin mümkün olduğu kadar dayanıklı ve uzun ömürlü olması gerekir. Tasarım bu şekilde olursa kalıplar kolayca kurulur ve beton dökümü kalıp içinde eğrilme olmadan gerçekleştirilir.

Yukarıdaki faktörlerle birlikte üretilcek elemanın sayısını ve elemanın istenen yüzey tipini kullanılacak kalıp malzemesini saptar. Ayrıca kalıp köşelerinin ve kenarlarının pahlanması veya yuvarlanması prefabrike elemanın kenarlardan zarar görmesini ve kırılmasını engeller. Keskin köşelerin özellikle prefabrike döşeme panellerinde taşıma esnasında kolayca kırılmalara yol açtığından yapılmaması gerekir. Ayrıca betonarme elemanda uygun beton kalınlığının sağlanması, elemanın taşınması ve elemanlar arası bağlantıların geliştirilebilmesi için oldukça gereklidir. Şekil 3.1,3.2



Şekil 3.1 Şekilde kenarları pahlanmamış kalıptan elde edilen betonarme elemanda oluşan kırılmalar görülmektedir.



Şekil 3.2 Şekilde kalıp kenarları pahlanmış bir kalıptan elde edilen eleman görülmektedir.

3.1.2 Kalıbın Şekli ve Ağırlığı

Kalıbın şekli ve ağırlığı da önemli faktörlerdendir. Kalıp şeklinin detayları prefabrike elemanın maliyetini, kalıbın maliyetini, üretimin kurulmasını, işçiliği, görünümü ve boyutsal toleransları etkiler. İçinde oynar parçaları olmayan kalıplar prefabrike bir elemana en net ve doğru şeklini verirler. Bu kalıplar mükemmel boyutsal doğruluğu ve birörnekleşmeyi sağlarlar. Ayrıca kalıp kurma süresini minimuma indirirler.

Standart olmayan karmaşık şekillerin üretimi istendiğinde fibre glass kalıplar veya vakumlu plastik kalıplar önerilir. Çünkü bu tür şekiller için kurulan kalıplarda çelik kullanımı çok pahalıdır, ahşap ve plywood ‘dan kalıp yapmak ise çok zordur.

Kalıbın ağırlığı da önemlidir. 1 m² beton 25mm kalınlık 35kg çeker ki buda m² başına iki işçini kalıbı taşıyabileceği ve pozisyonuna bırakabileceği maksimum ağırlıktır. Mekanik kaldırma araçları kullanılırsa daha ekonomik taşıma elde edilir ve böylece ağır döşeme elemanları üretilebilir. Hafif beton kullanılması da büyük elemanların ağırlığını azaltmada avantaj sağlar.

3.1.3 Kalıbın Dayanıklılığı

Kalıbın kendisine uygulanan işlemlere karşı dayanıklı olması gerekmektedir. Bu konuyu aşağıda alt başlıklar halinde inceleyebiliriz.

3.1.3.1 Kalıp Birleşim Detaylarının Basit ve Darbelere Karşı Dayanıklı Olması

Birçok sistemler incelendiğinde, kalıp birleşim noktalarının, örneğin kamalı sistemlerde olduğu gibi, çekiç darbeleriyle tesbit edildikleri görülmektedir. Dolayısıyla kalıp bağlantılarının bu anlamdaki darbelere dayanıklı olmaları gerektiği gibi, kalıbın inşa esnasında olabilecek her türlü darbelerden mümkün olduğu kadar zarar görmeyecek dayanımda olmalarıdır. Ayrıca, birleşim noktalarının konstrüksiyonu basit, sabitleştirmenin minimum sayıda işlemle yapılmasına çalışılmalıdır.

Yine üzerinde durulması gerek hususlardan biri de, yukarıda değinildiği gibi kalıp birleşim detaylarında ‘birörnekliliğin’ sağlanabilmesidir. Bu sayede iş hızı, onarım ve kalıpta değişkenlik yönünden yapımçı firmalara önemli avantajlar sağlanabilmektedir.

3.1.3.2 Kalıpların Buhar Kürlemesinden Zarar Görmemesi

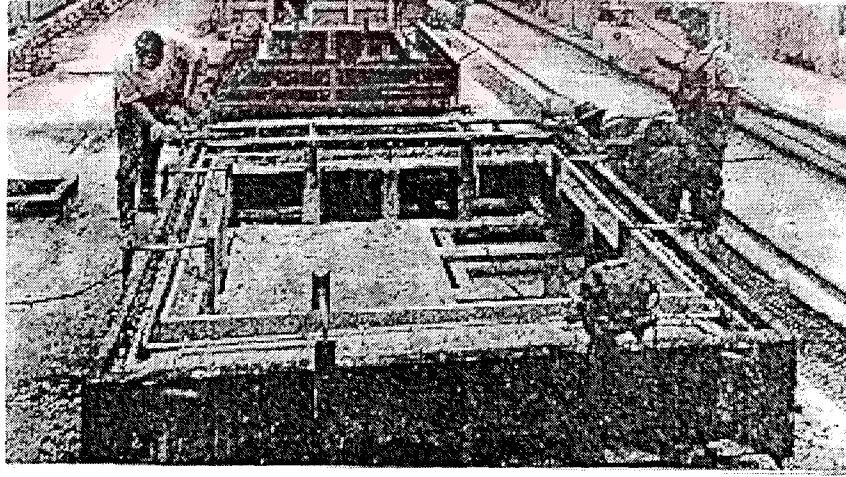
Hızlı üretim sistemlerinde bugün artık kaçınılmaz olan kürlemenin kalıp üzerine yapacağı olumsuz etkileri karşılaması her kalıp sisteminden istenen önemli bir özelliktir. Özellikle kalıp yüzeylerinde kullanılan malzemenin buhar kürlemesi sonucunda zarar görmemesi gerekir. Örneğin plywood ve ahşap gibi malzemelerin kullanılmasında bu sorun ortaya çıkabilmektedir.

3.1.3.3 Kalıpların Vibrasyona, Beton Basıncına Dayanıklı ve Güvenli Olması

Özellikle boyutsal hataların oluşmamasına ve beton dökümüyle kalıplara aktarılan yük neticesinde deformasyonların olmamasına özen gösterilmelidir. Bu nedenle kalıp eleman konstrüksiyonlarının bu amaçla tasarlanması gerekmektedir. Ayrıca, vibrasyondan etkilenmeyecek şekilde bağlantı detaylarının çözümlenmesine de dikkat edilmelidir. Özellikle boyutların anma boyutuna yakın olarak elde edilmesi prefabrike sistemlerle taşıyıcı sistemi gerçekleştiren yapıların veya in-situ sistemlerle taşıyıcı sistemi gerçekleştirilen yapıların prefabrike dolgu elemanlarının montajında daha da önem kazanmaktadır. Başka bir deyişle, prefabrike elemanlardaki boyut hassasiyeti, in-situ üretiminde de gerçekleşmelidir. Betonun yoğunlaştırmak için kullanılan vibratör kalıplarda tahrip ve bozulmalara neden olabilir. Dış vibrasyon esnasında kalıp deformasyonunu engellemek için kalıbın sağlam bir şekilde kurulması gerekir. İç vibrasyonda ise kalıp üzerinde kullanılan katmanların vibratöre teması sırasında dirençli olması gerekir. Şekil 3.3, 3.4



Şekil 3.3 Şekilde iç vibrasyon işlemi görülmektedir.



Şekil 3.4 Şekilde dış vibrasyonu sağlayan vibratörler görülmektedir.

İç vibrasyon ancak üretilecek eleman yeteri kadar büyük ve donatılar arasındaki boşlukların vibratörün geçebileceği genişlikte olduğu zaman uygulanabilir. İç vibrasyonun dışa göre daha yavaş yapılması gereklidir.

Dış vibrasyonda eğer kullanılan kalıplar üzerine konulacak vibrasyon masasından daha büyükse vibratör kalıbın üzerine monte edilir.

3.1.4 Kalıpların Rahatlıkla Onarılabilmesi

Kalıpların bir yerden diğer bir yere taşınmaları esnasında düşürülmeleri veya kalıp elemanlarının önceden düşünülmeyen darbelere karşı karşıya kalmaları gibi nedenlerle kalıplar zarar görebilirler. Bu zararın kolayca ve mümkünse yerinde giderilmesi her kalıp sisteminden beklenen bir niteliktir. Kalıpların değerlendirilmesi yapılırken, özellikle belli bir kullanım sayısından sonra bazı elemanların zarar göreceğini kabul etmek doğaldır. Ancak bu elemanlar daha çok kalıp yüzey elemanları veya bazı rezervuarlar olabilir. Bunun dışında, örneğin kalıpların yere belli bir yükseklikten düşürülmeleri sonucunda meydana gelen deformasyonların kolayca giderilebilmesi, kuşkusuz iş programının sürekliliği açısından önemlidir. Bu nedenle kalıpların rahatlıkla ve yukarıda belirtildiği gibi yerinde ve basit araç ve gereçlerle onarılabilmesi gerekir.

3.1.5 Kalıbın Çok Defa Kullanılabilmesi

Kalıp tekrarının yüksek sayılarda yapılabilmesi için uygulanacak işlemlere ve hareketlere dirençli olması ve eğer kalıbın kendisi yeteri kadar rijit değilse sağlam altlıklar ve kaldırma noktaları önceden hazırlanmalıdır. Bir kalıbın çok defa kullanılabilmesi ve kalıptan çok defa yararlanabilme, kalıbın üç ana unsuruna bağlıdır. Bunlardan biri kalıp yüzeyleri, diğeri kalıp elemanlarının taşıyıcısı ve son olarak da kalıp elemanlarını birbirlerine bağlayan, kenetleyen detay noktalarıdır. Bunlardan birinin aksaması, diğerlerini de etkilediğinden, kalıp seçimi yaparken bu üç noktanın kullanım ömürleri açısından birbirleriyle uyum içinde olmasına çalışılmalıdır. Eğer kalıptaki bir hata giderilmez ise yüksek devirli tekrarlarda çok sayıda hatalı eleman elde edilir. Bu yüzden kalıp tasarımında detaylara çok dikkat edilmelidir ve kalıp imalatının ve kullanımının sürekli denetlenmesi zorunlu kılınmalıdır. Tablo-3.1’de kalıp malzemelerine göre kullanım potansiyeli ve maliyet ilişkisi gösterilmiştir.

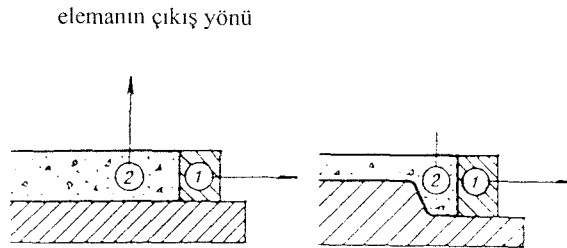
TC YÜKSEK HAKEM KURULU
DOKÜMAN MERKEZİ

Tablo-3.1 Kalıp malzemelerine göre maliyet indeksi göstergesi.

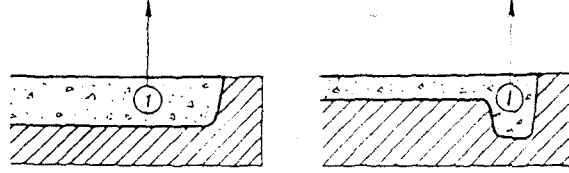
Kalıp Tipi	Kullanım potansiyeli	Maliyet İndeksi
Betonarme	300+	450-600
Grp	100+	600-650
Plastik	20+	100-120
Çelik	300+	500-830
Ahşap	40-50	360-630

Kalıp imalatında kullanılan civatalar, vidalar, mengeneler ve diğer elemanlar kendileri içinde yapılan çizime göre otomatik olarak oturmalıdırlar. Kalıp elemanlarının birbirlerine çivi kullanımı yerine sıkılaştırılabilen civatalarla monte edilmesi önerilir.

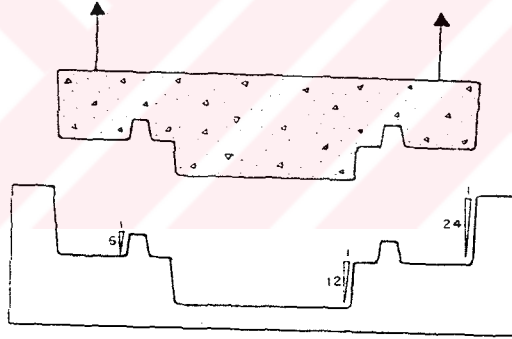
Oyma yüzeyli dekoratif cephe panelleri üretiminde kullanılan kalıpların maliyeti tasarımı ve kullanılan malzemenin fazlalığı nedeniyle yüksektir. Bu tür kalıplar kutu şeklindedir ve kalıbın bütün bölümleri betonlama, kurlama ve taşıma işlemi sırasında kalıpta kalır. Bu tür kalıpların inşa edilmeleri basit, döküm sırasında ve sonra beton basıncına karşı dayanımı yüksek ve diğer kalıplardaki gibi her döküm sonrasında yan başlıkları kaybetmediği için ekonomiktir. Şekil 3.5- 3.9



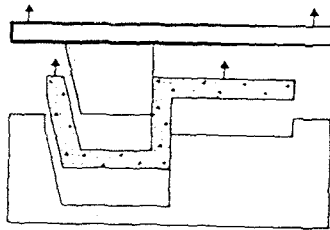
Şekil 3.5 Şekilde kalıptaki yan başlıkların ve elemanın çıkış yönü görülmektedir.



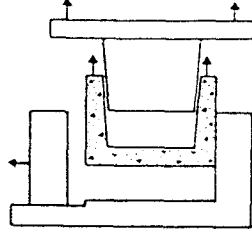
Şekil 3.6 Şekilde elemanın çıkış yönü görülmektedir.



Şekil 3.7 Şekilde elemanın çıkış yönü görülmektedir.



Şekil 3.8 Şekilde bir kolon etrafında dönen prefabrike eleman için hazırlanmış kalıp görülmektedir.



Şekil 3.9

3.1.6 Kalıpların Modüler Olması

Kalıp elemanlarının modüler olmasının en önemli yararı, farklı büyüklükteki modüler ölçülerle geliştirilmiş planların ekonomik olarak ve hızlı bir biçimde prefabrikasyonla inşa edilebilmeleridir. Kalıp kaybının olmaması, ayrıca kalıp elemanlarının konbinezonunda bir boyutsal düzenin olması hem üretimde hem tasarımda belli bir disiplin sağlar. Kalıp sistemlerinin x ve y yönlerinde modüler bir biçimde büyüyebilmesi veya küçülebilmesi, mimari çözümde tanımlanmış bir değişkenlik getirir. Bu da özellikle inşaat maliyetlerinin önceden saptanmasında bazı kolaylıklar getirmektedir. Ayrıca kalıp elemanlarının modüler olması, bunların birbirleriyle kenetlenmelerindeki bağlantı detaylarının da birörnek olmasını gerektirmektedir. Detaylardaki birörneklik iş gücünde rasyonel olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Şekil 3.10-15

3.1.7 Kurma ve Sökme İşlemlerinin Kısa Sürelerde Gerçekleşmesi

Üretim hızında en önemli etkenlerden biri olan kalıp kurma ve sökme işlemleri betonarme prefabrike elemanların kalıp teknolojisinde önemli rol oynar. Amaç, kalıpların en kısa süreler içinde kurulup, yine en kısa süre içinde sökülebilmeleridir. Üretimle ilgili ritmuslarda kalıp sökme ve kurma işlemlerinin süresi ne kadar az olursa, kalıp set sayısı da o oranda azalmakta, dolayısıyla kalıpla ilgili ilk yatırım maliyetleri de düşmektedir. Bu nedenle kalıp elemanlarının olanak dahilinde büyük alanlar oluşturması ve bu alanları oluşturan birbirleriyle kenetlenmiş kalıp eleman setlerinin bir işlemle bir yerden diğer bir yere aktarılabilmesi arzu edilmektedir. Ayrıca sökme işlemlerinde, kalıp yüzeyinin beton

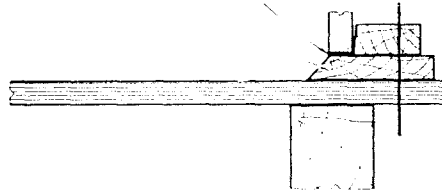
yüzeyinden rahatlıkla kurtulabilmesinin sağlanabilmesi kalıp teknolojisi yönünden olumlu bir özellik olduğunu burada belirtmekte yarar vardır. Yine insan gücünü bu işlemlerde minimuma indirmeyi amaçlamak gerekmektedir.



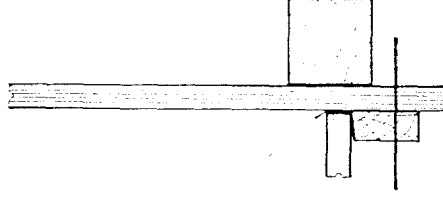
Şekil 3.10 Şekilde kalıp içinde oluşan detay görülmektedir.



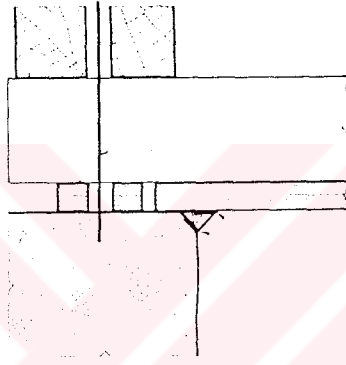
Şekil 3.11 Şekilde kalıp içinde oluşan detay görülmektedir.



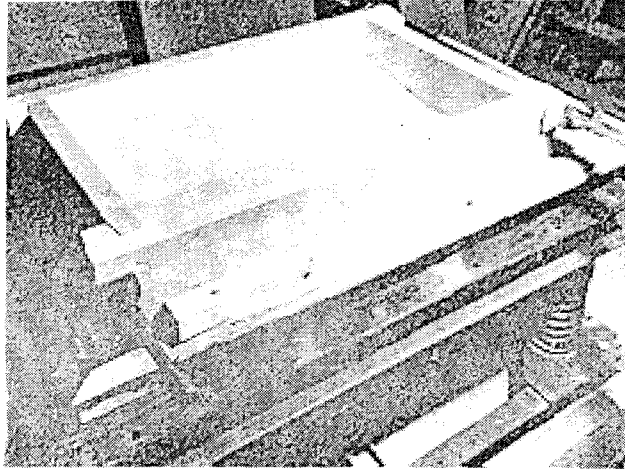
Şekil 3.12



Şekil 3.13



Şekil 3.14



Şekil 3.15

3.1.8 Kalıpların Çok Yönlü Kullanımının Sağlanabilmesi

Özellikle kalıp elemanlarının betonarme prefabrike elemanların üretiminde farklı statik ve mimari tasarım çözümlerde kullanılmalarının söz konusu olduğu durumlarda önem kazanan bu özellik, kalıpların çeşitli vesilelerle kullanılabilmesine olanak vermektedir. Örneğin bir duvar paneli kalıbı gerektiğin döşeme paneli üretiminde veya döşeme panelinin duvar paneli üretiminde kullanılabilmesi.

3.1.9 Vinç Kullanımının Sağlanması

Amaç bir vinçten en rasyonel biçimde yararlanabilmektir. Kalıp elemanlarının eşit ağırlıkta olması, kalıpların vinçle bir yerden diğer bir yere yerleştirilmesinde, olanak dahilinde büyük alanların elde edilmesi amaçlanmalıdır. Şekil 3.16. [1,2,7,8]



Şekil 3.16 Şekilde cephe paneli üretiminde vinç kullanımı görülmektedir.

3.2 Kalıpların Sınıflandırılması

3.2.1 Kalıpların Malzemesine Göre Sınıflandırma

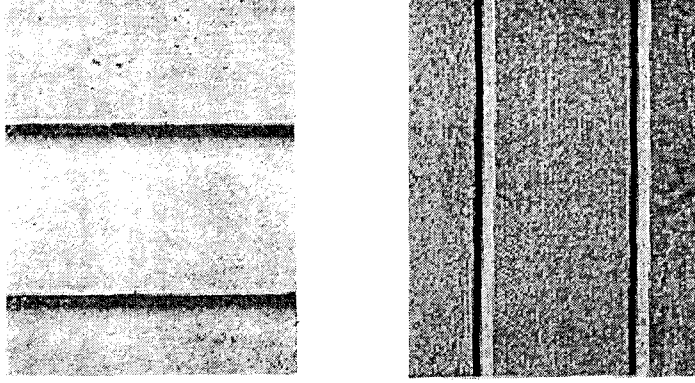
3.2.1.1 Ahşap Kalıplar

Günümüzde prefabrike betonarme eleman kalıpları yapmak için geçmişten bugüne en yaygın olarak kullanılan malzemelerden biri doğal ahşaptır. Bu kalıplar doğal kereste den veya plywood, sert ahşap gibi insan yapımı suni plakalar halinde olabilmektedir. Bu ahşap kalıplar elde edilmek istenen beton yüzeyinin ve kullanılacak ahşabın kalitesine ve tipine bağlı olarak oluşturulur. şekil 3.17-23 de kereste kalıplar kullanılarak farklı dokuda yüzeyler elde edilmiştir.

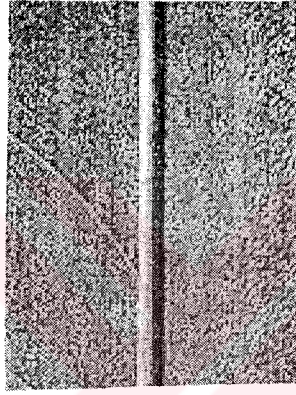
Ahşap kalıpların maliyetini kalıp şeklinin karmaşıklığı, fabrikasyon ve kullanım sayısı etkiler. Eğer kalıp şekli karmaşıksa kalıpta yapılan tamir ve zarar görmüş kalıp tahtalarının çıkarma işlemi sıklaşır. Ahşap kalıpların kullanım potansiyeli kalıp şeklinin karmaşıklığına, tasarımına , imalatına, malzemesine, yağlama işlemine, taşıma ve bakımına bağlıdır.

Ahşap yapı olarak atmosferik koşullardan ve sudan etkilenecek büzülme ve genleşmeler yapmaktadır. Buna ek olarak ahşap kalıp yüzeyleri taşıma, betonlama ve kalıp söküm işlemlerinden kolayca zarar görmektedirler. Bu etkenlere karşı son yıllarda kalıp yüzeyine sürülen plastik katmanlar bu problemin boyutunu azaltmıştır. Genelde Ahşap kalıp kullanımı az tekrar gerektiren üretimlerde ön plana çıkmaktadır. Ahşap kalıplar 40-50 kez kullanıldıktan sonra yeni üretim için yenilenmelidir.

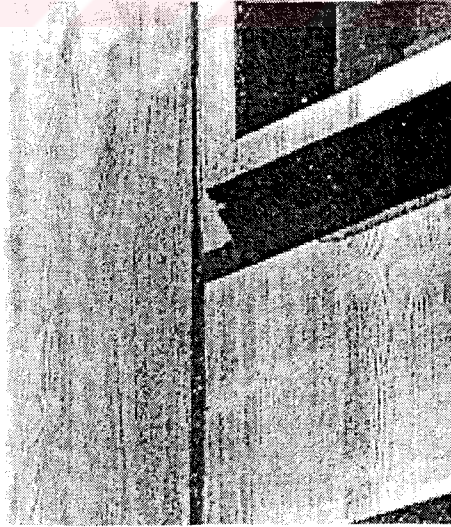
Ahşap kalıplar büzülme engellemenin için inşa edildikten sonra üzerlerine su püskürtmesi yapılabilir fakat bu ahşapta bozulmalara yol açacağından uygun su geçirimsiz bir kalıp yağı kullanmak daha uygundur. Kalıp kenarlarında ve montaj yerlerinde poliüretan köpükler kullanılarak açık olan yerler kapatılır. Ahşap kalıp işçiliği usta marangozlar gerektirdiği için genelde kullanılacak ahşabın kalitesi ve sağlamlığı tecrübeli ahşap ustaları tarafından belirlenir.



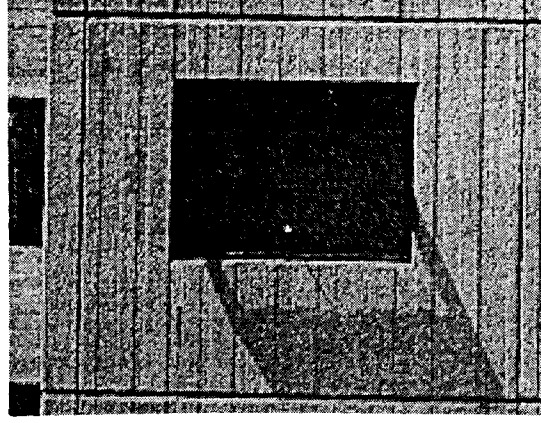
Şekil 3.17 Şekilde ahşap kalıptan elde edilen yüzeyler görülmektedir.



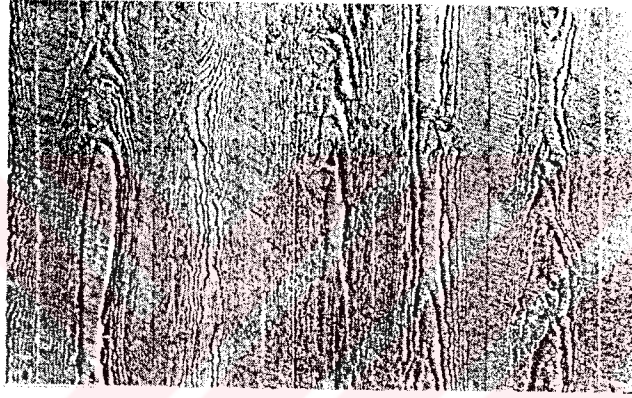
Şekil 3.18



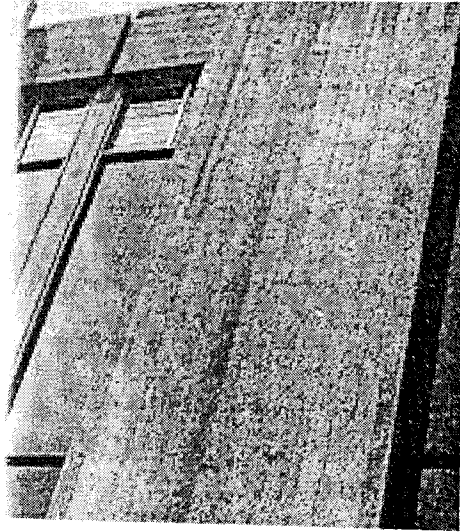
Şekil 3.19



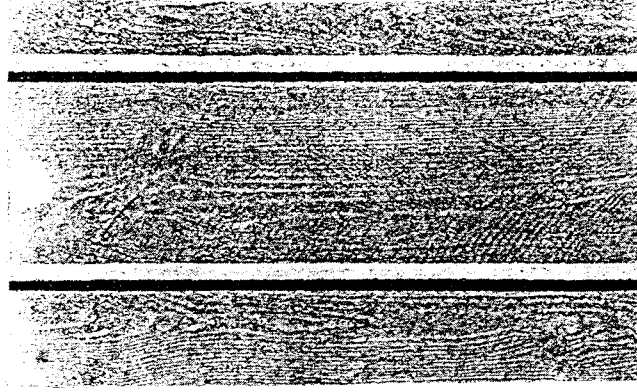
Şekil 3.20



Şekil 3.21



Şekil 3.22



Şekil 3.23

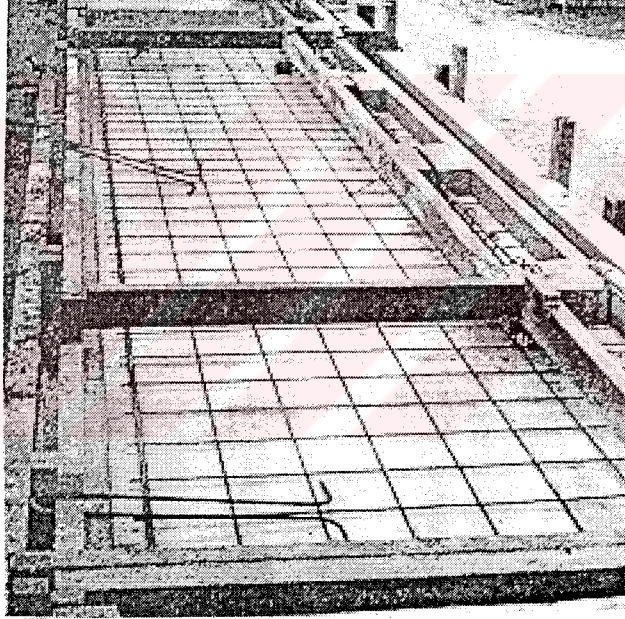
3.2.1.2 Plywood Kalıplar

İlk maliyetleri düşünürsek genelde ahşap çerçeveli plywood kullanımı diğer bütün malzemelerden daha ucuzdur. Plywood tabakaları genelde istenen ölçülerde ve oranlarda elde edilebilirler. Beton üzerinde plywood kalıp izleri bırakmaz dolayısıyla pürüzsüz bir yüzey elde etmek istendiğinde uygun bir kalıp türüdür. Buda betonun uygulama sonrası sıvasız direkt olarak boyanmasını sağlar. Beton döküm işçiliği için plywood kalıplarda genellikle poliüretan boya ile uygulanır ve kullanım sayısı 30 ile 50 arasındadır. Bu sayı in-situ sistemlerde 7 ile 10 arasında kalmaktadır. Plywood kalıplarda kalıbın sürekli kullanımıyla rutubetlenmeden dolayı oluşan deformasyon ahşap kalıplarda olduğu kadar büyük boyutlu değildir ve önlenabilir. Ayrıca büyük yatırımlar yapıp kitlesel üretim için sağlam ve kalıcı kalıplar yapımına geçmeden önce plywood kalıplar prototip olarak da kullanılabilirler. Bazı durumlarda ise çelik biteri kalıplarda her kompartmanın bir yüzüne plywood döşenir ve böylece tesisatlar için gerekli aksam yerleştirilebilir.

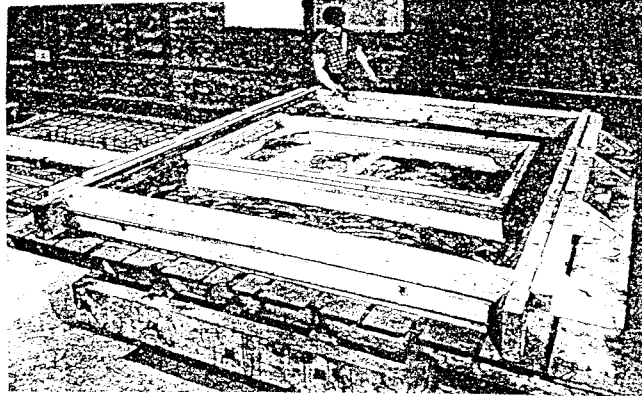
Plywood kalıplarda kalıp köşeleri ve kenarları betondaki su kaybının önlenmesi için iyi bir şekilde kaplama tabakalarıyla kapatılmalıdır. Sıkıştırılabilen vidalar için açılan deliklerde macunlanmalıdır. Kalıp köşelerinin çivilenmesi sağlamlık açısından çok önemlidir fakat sayısının mümkün olduğu kadar az tutulması gerekir. Diğer montaj işlemleri üretilcek elemanı istenen toleranslar içinde tutmak için yapılması gerekmektedir. Kalıbın ön ve arka

yüzeylerindeki delikler köpüklü plastik bantlarla kapatılıp sıfırlanmalıdır. Böylelikle betonarme eleman kalıptan çıkartıldıktan sonra yüzeyi pürüzsüz bir şekilde elde edilir.

Her kullanımdan sonra paneller temizlenmeli, onarılmalı ve yağlanmalıdır. Kalıp depolanacağı zaman zeminden yukarı bir seviyede ahşap kadronlar üzerine konmalı ve üzeri örtülmelidir. Plywood kenarları üzerine konmamalı ve kalıplar sırt sırta veya yüz yüze gelecek şekilde taşınmalı ve depolanmalıdır. Kalıbın tekrar sayısını arttırmak için yukarıdakilere ek olarak inşaat alanında yüksekten zemine düşürülmemeli ve beton dökümünde kalıp üzerindeki yük dağılımı eşit olarak yapılmalıdır. Şekil 3.24-27



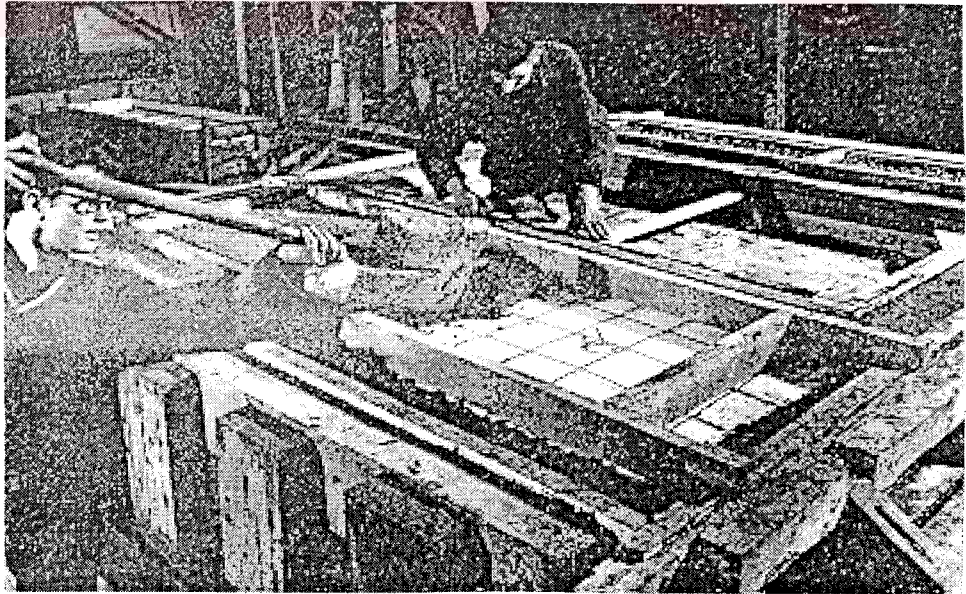
Şekil 3.24 Şekilde cephe paneli üretiminde kullanılan plywood kalıbı görülmektedir.



Şekil 3.25 Şekilde pencere boşluğu ayarlanmış cephe paneli görülmektedir.

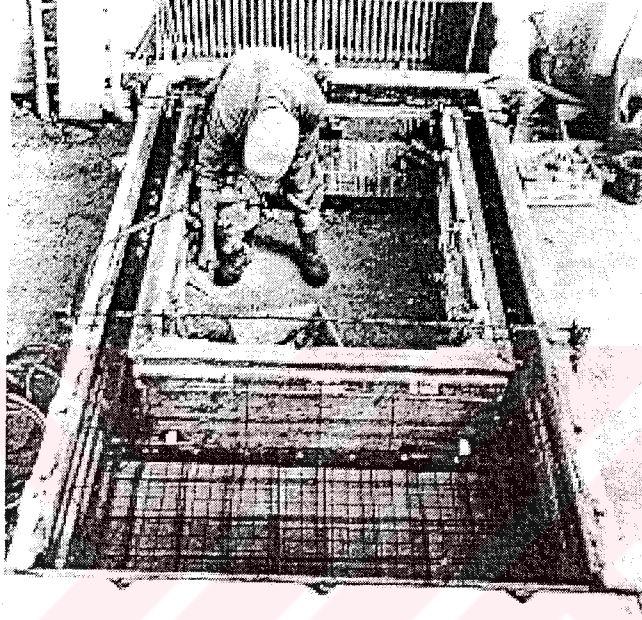


Şekil 3.26 Şekilde plywood kalıbı içine donatı yerleştirilme işlemi görülmektedir.

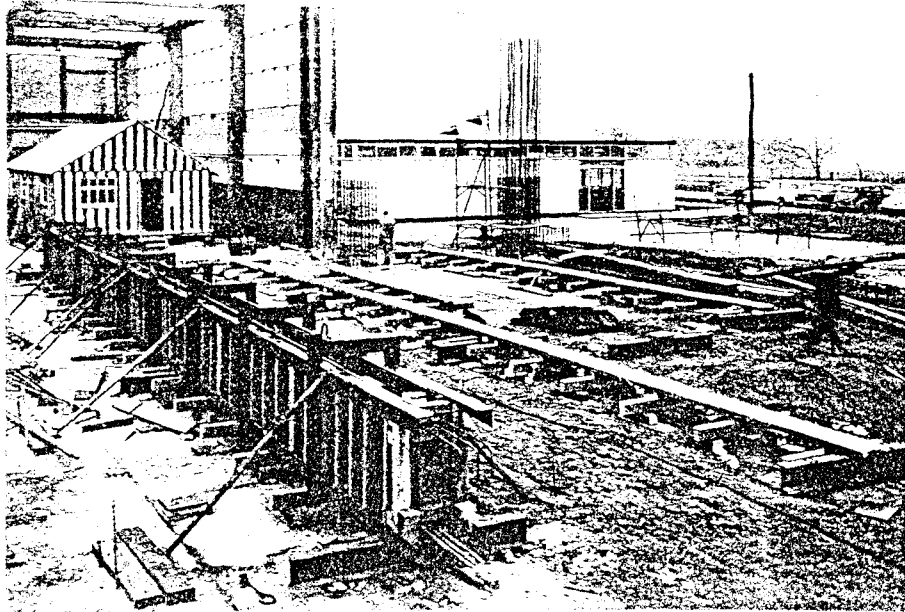


Şekil 3.27 Şekilde demir donatısı ve ısı yalıtımı konmuş plywood kalıbı içine beton dökümü görülmektedir.

Şantiyede yapılan az sayıda eleman üretiminde, yüksek kalitede yüzey elde edilmek istenmiyorsa işlenmiş kereste kalıplarda kullanılabilir. Şekil 3.28 Fabrikada üretilen cephe paneli için hazırlanan plywood kalıbı göstermektedir. Şekil 3.29 hafif betonlu şantiye üretimli prefabrike kiriş için büyük plywood kalıbı göstermektedir.



Şekil 3.28 Cephe paneli için hazırlanan plywood kalıbı görülmektedir.



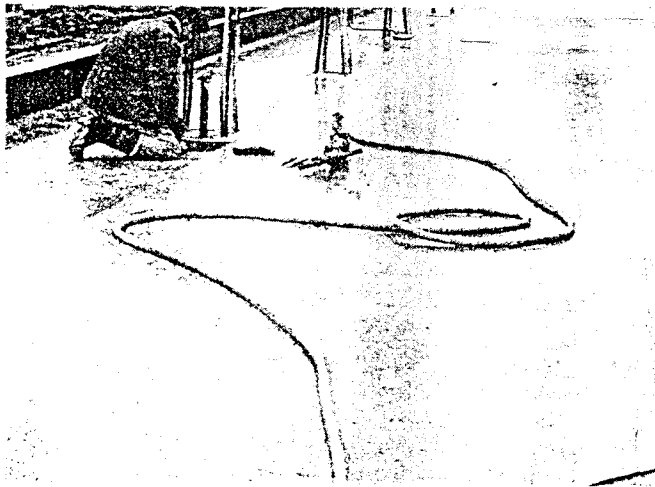
Şekil 3.29 Şekilde taşıyıcı kiriş için hazırlanan plywood kalıbı görülmektedir.

Plywood tabakaları doğal ahşaba göre daha az yutucudur ve dökümden sonra açık renkli bir beton yüzeyi elde edilir.

3.2.1.2.1 Plastik Yüzeyli Plywood Kalıplar

Kalıp içindeki plywood tabakaları dayanımı arttırmak ve kalıp içindeki oynamaları azaltmak için bazen özel yüzey uygulamalarına tabi tutulur. Bu tür uygulamaların en yaygın şekli imalat sırasında plywood tahtası üzerine fenol reçineli su geçirimsiz film uygulamasıdır. Daha gelişmiş kaplama tabakaları epoxy reçineler veya daha güncel olan fibre-glass uygulamasıdır. Bu tür uygulamalar plywood maliyetini artırır fakat kalıbın daha fazla tekrarlanarak kullanılmasını sağlar ve ayrıca kalıp yağı kullanılmasına gerek kalmadan seri üretim yapılabilir.

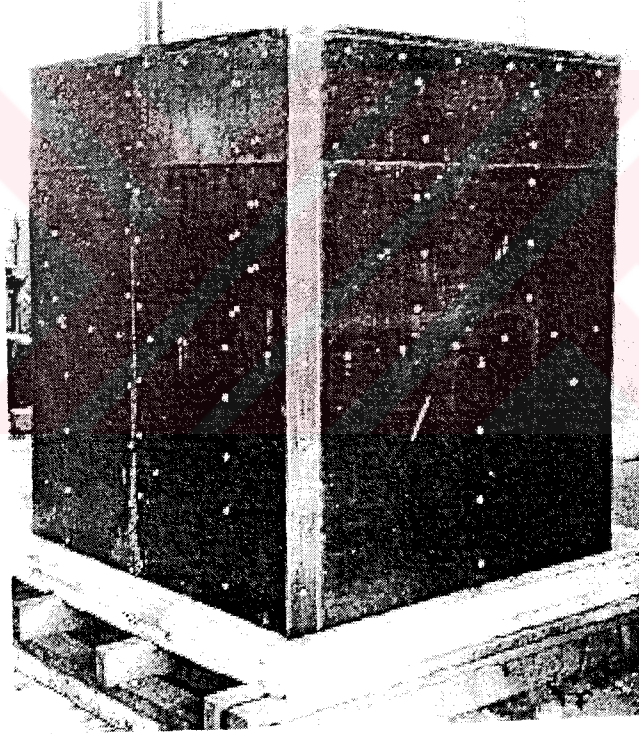
Plastik yüzeyli plywood kalıplarda yüksek kalitede yüzeyler ve maksimum kullanım elde etmek için kalıp kenarlarının neme karşı bantlanarak veya macunlanarak korunması gerekir. Aksi halde özellikle şantiye sahasındaki kalıp kesiminde kalıp üzerindeki film zarar görür ve kalıp içine bu kenarlardan su girerek tahribat yapar. Bu tahribat beton yüzeyinde de görülür. Plastik yüzeyli plywood kalıpların yüzeyi herhangi bir zedelenmeye uğradığı zaman bunun tamiri oldukça zordur. Bu yüzden panellerin kullanımdan hemen sonra tamiri yapılmalı ve temizlenmelidir. Depolama esnasında ise panellerin yerden yukarı bir seviyede ahşap takozlar üzerine konmalı ve üzeri örtülmelidir. Şekil 3.30-32



Şekil 3.30 Şekilde plastik yüzeyli plywood kalıbı görülmektedir.



Şekil 3.31

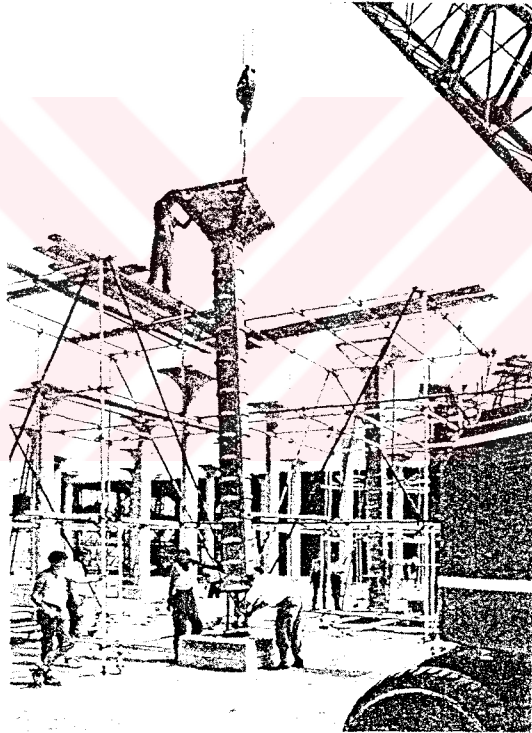


Şekil 3.32

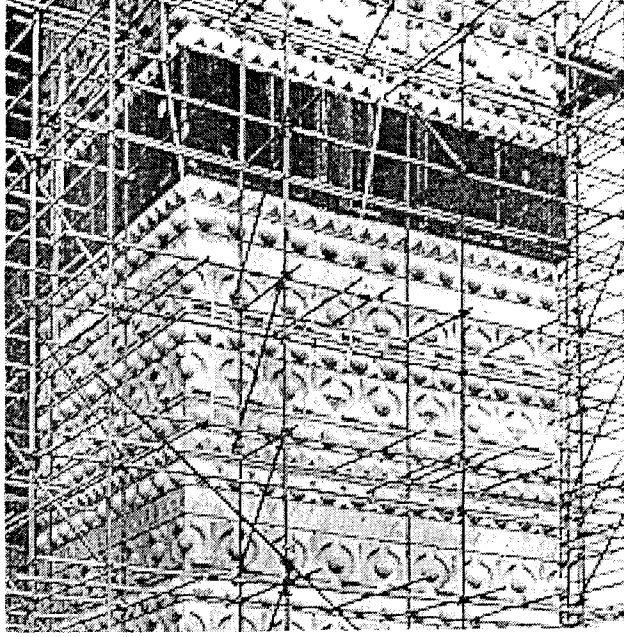
3.2.1.3 Cam Elyaf Takviyeli Plastik Kalıplar

Cam elyaf takviyeli plastik kalıplar en çok standart olmayan karmaşık şekiller ve kesitlere sahip elemanların üretiminde kullanılır. Kalıplar ilk olarak kısımlar halinde inşa edilir ve sonra birleştirilirler. Birleşimler daha sonra reçine macunla kapatılır böylece kalıp birleşimlerinde pürüzsüz yüzeyler elde edilir.

Bu tür kalıpları çelik veya plywood’ dan yapmak çok pahalıdır ve işçiliği zordur. Cam elyaf takviyeli plastik kalıplar (grp) değişik şekillerde kalıp haline getirilebilen aynı zamanda yüksek kalitede beton yüzeyi elde etmeye imkan veren tek kalıp türüdür. Grp’ nin bir başka avantajı ise modüler ve tekrarlı kullanıma uygun olmasıdır. Kalıp tekrarı bazı durumlarda limitsizdir. Şekil 3.33-34. Kalıp yüzeyinde kullanılacak kabartmalı katmanlar önceden elde edilebilir standart katmanlar olabilir veya uzman firmalar kendi tasarımlarını yapabilirler.

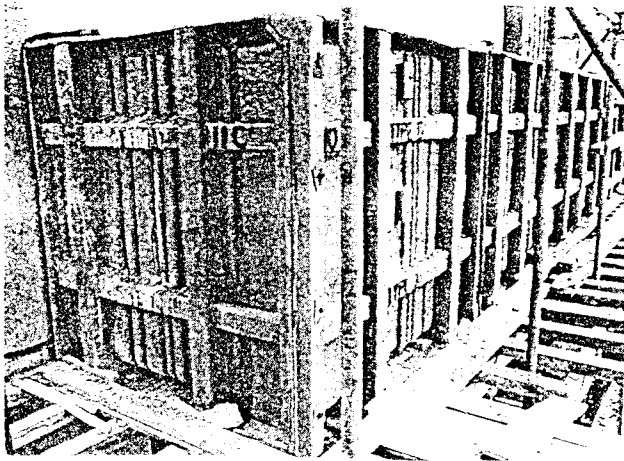


Şekil 3.33 Şekilde cam elyafli plastik kalıbın betonarme kolon üretiminde kullanılması görülmektedir.

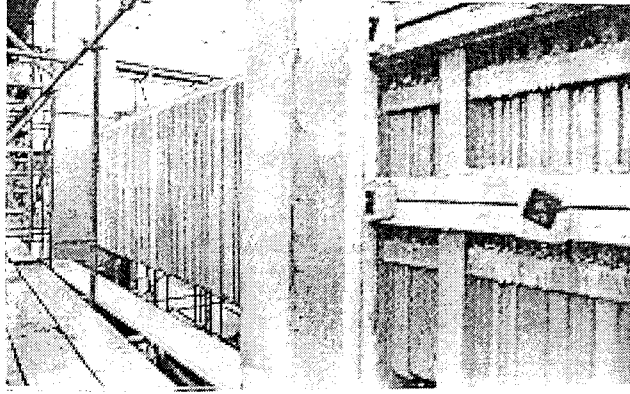


Şekil 3.34 Şekilde grp kalıpla elde edilmiş bir bina cephesi görülmektedir.

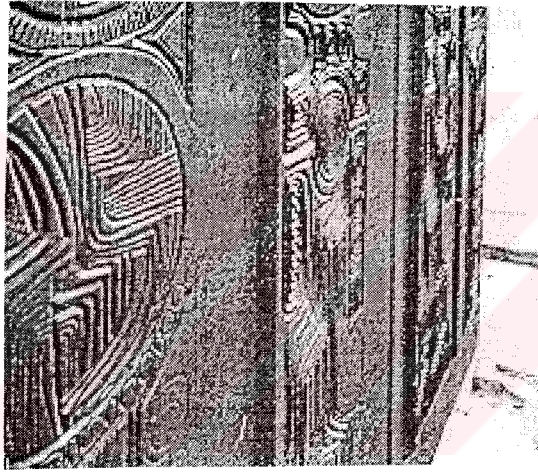
Grp kalıpların başlangıç maliyeti yüksek olsa bile sağlamlığı ve kullanım sayısının fazlalığı maliyeti sonraki aşamalarda oldukça düşürür. Grp kalıpların kullanım sayısı 100' den fazladır. Fibre glass kalıplar kullanılırken beton basıncına dayanımı arttırmak için ahşap latalar, payandalar ve alüminyum profiller kullanılarak sağlamlaştırma işlemi yapılır. Şekil 3.35-38



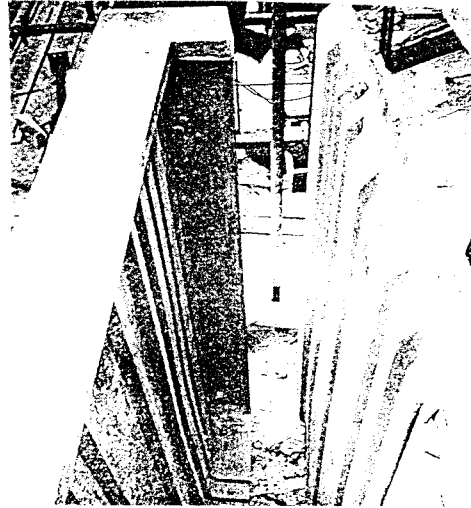
Şekil 3.35 Şekilde 32 mm grp kalıbın çelik profillerle desteklenmesi görülmektedir.



Şekil 3.36 Şekilde 32 mm grp kalıptan elde edilmiş yüzey görülmektedir.



Şekil 3.37 Şekilde 6 mm grp kalıptan elde edilen dekoratif yüzey görülmektedir.



Şekil 3.38 Şekilde fibre glass kalıptan elde edilmiş yüzey görülmektedir.

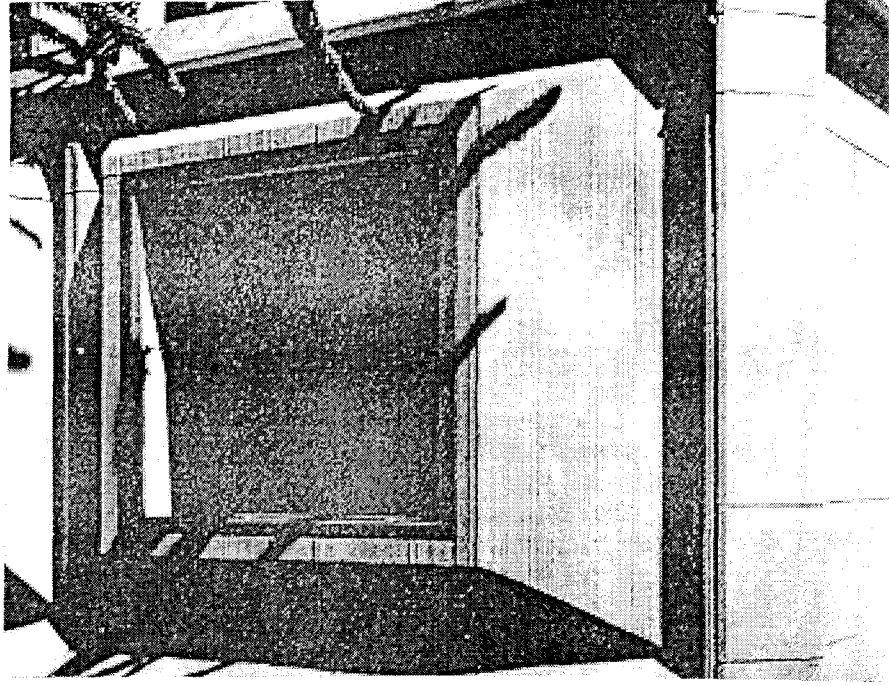
Bu sağlamlaştırma genelde 3 faktör için yapılır;

1. Kalıpta beton dökümü sırasında oluşan kırılma, bükülme ve çarpıklık gibi tahrifatları önlemek
2. Kalıp kenarlarını korumak
3. Kalıp üzerindeki yük dağılımını sağlamak

Grp kalıp kullanılarak elde edilmiş betonarme prefabrike betonarme elemandan en iyi yüzey elde edebilmek için kalıbın en az 48 saat sökülmemesi gerekir. Şekil 3.39-41. 48 saat sonra beton herhangi bir çarpmaya karşı koyabilecek direnci elde eder etmez kalıptan çıkartılmalıdır. Daha sonra kalıbın yüzeyi nemli veya yağlı bir bezle silinmeli ve kalmış beton parçaları ahşap bir cisimle çıkartılmalıdır.



Şekil 3.39 Şekilde beton dökümüne hazır 32 mm grp kalıp görülmektedir.



Şekil 3.40 Şekilde Fibre glass kalıptan elde edilmiş cephe paneli görülmektedir.



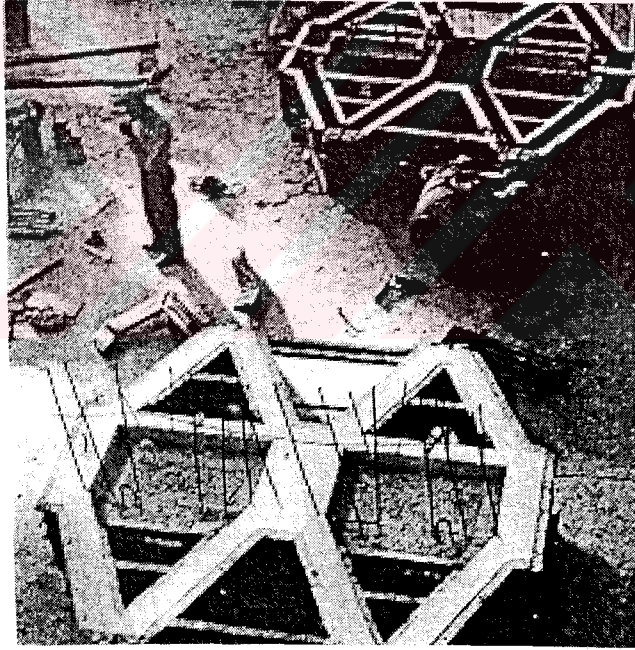
Şekil 3.41 Şekilde fibre glass kalıp görülmektedir.

Plastik kalıplar en yaygın olarak tek eleman üretiminde kullanılmaktadır. Bu teknikte üretilecek elemanlar üretim işlemi sırasında hareket ettirilmez ; kalıplandıkları yerde bırakılırlar ve kısım kısım tamamlanırlar. Bu da çok çeşitli beton döküm işlemlerinin ve yoğunlaştırma işlemlerinin kalıptan kalıba taşınması anlamına gelmektedir Şekil 3.42 Bu

yöntem açıkça görülüyor ki en az gelişmiş üretim tekniğidir ve işi ekonomik amaçlardan dolayı in-situ sistemlerden prefabrike üretim tekniklerine aktarmada en çok hatayı verir.

Tek eleman üretimi sırasında üretimin farklı aşamalarında mekanizasyon artırılarak ve işlemleri daha küçük adımlara bölerek üretim hızı artırılabilir. Bu sayede baştan sona tek bir kişinin yapacağı iş tek eleman üretim karakterini değiştirmeden kısımlara ayrılarak daha hızlı ve başarılı bir hale getirilir.

Bu iş bölümü tekniği üretime başlamadan önce tanımlanarak üretim ekibine belli bir iş planı doğrultusunda verilirse daha başarılı bir üretim imkanı elde edilir. Tek eleman üretiminde ilk yatırım maliyeti diğer otomasyona uğramış üretim tekniklerine göre yüksek değildir. Ayrıca üretimin tekrarının ve hızının önemi toplu üretimle karşılaştırılınca çok önemli bir faktör olmadığı görülür. [1]



Şekil 3.42 Şekilde tek eleman üretimi görülmektedir. Üretim ekibi kalıptan kalıba hareket ederek aşamalı bir şekilde üretimi yapmaktadır.

3.2.1.4 Çelik Kalıplar

Bu tür kalıpların kullanım potansiyeli çok yüksektir (300' den başlar ve kullanım itinasına ve onarımına göre de artış gösterir). Özel bir tasarım doğrultusunda bir eleman için çelik kalıp yapılabilmesi o elemanın çok kez tekrarlanacak şekilde üretilip

üretilmeyeceğine bağlıdır. Aksi halde sadece bir veya birkaç tekrardan oluşan bir betonarme eleman için çelik kalıp yapılması çok maliyetli bir iştir. Çelik kalıplar tekrarlayan eleman üretimi için çok uygundur fakat tekrar çabukluğu ve devri yeterli hızda olması gerekir Şekil 3.43-45

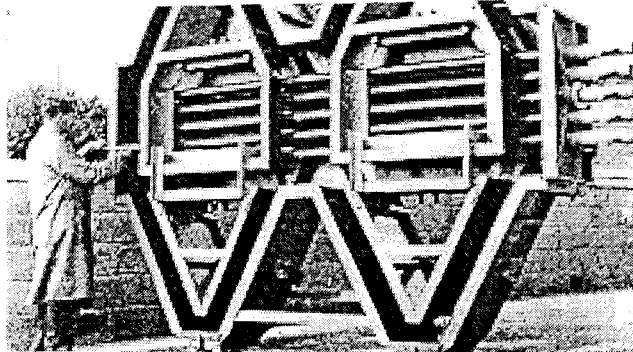
Çelik kalıp kullanımının avantajlarına bakarsak:

1. Kalıbın eskime süresinin uzun oluşu ; çelik kalıplar genelde eskimeden kullanım dışı kalırlar
2. Boyutsal doğruluk ; çelik kalıplarla elde edilen ürünlerde diğer kalıplara göre boyutsal doğruluk en yüksektir.
3. Elde edilen beton yüzeyi kalitesi yüksektir.
4. Dış etkilere karşı dayanıklıdır

Ancak mimar çelik kalıbın kullanımını kabul etmeden önce bazı dezavantajları da göz önünde bulundurmalıdır. Bunlar,

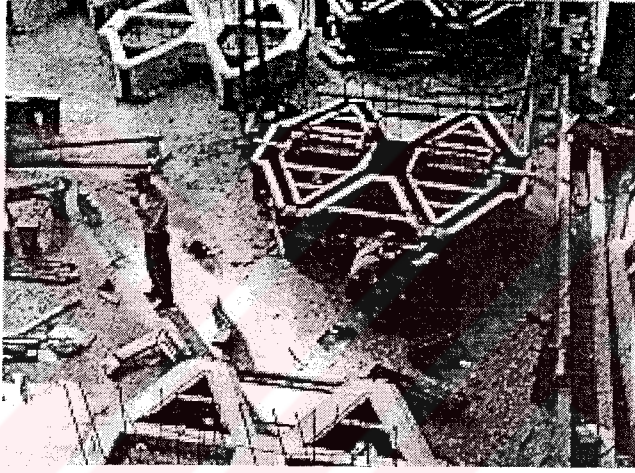
1. Esnekliğinin az oluşu . Kalıbın uzunluğunun azaltılması işlemi bile oldukça karmaşık ve zordur.
2. Özel şekillerin ve profillerin şekillendirilmesi zor ve pahalıdır. Çelik tasarımda rijitlik ister ve kaynaklanmış çelik kalıp sürekli bir şekil bozukluğuna yol açabilir.
3. Taşıma problemi. Çelik kalıpların ağırlığı diğer kalıplara göre oldukça fazladır.
4. Kullanım sayısının diğer kalıplara göre çok daha fazla olmasının yanında bazı çelik kalıpların yapımı normal çalışma koşulları altında 6 hafta sürebilir.

Çelik kalıpların maliyeti kalıp şeklinin karmaşıklığına bağlı olarak ahşap kökenli kalıplara göre başlangıçta 3 veya 4 katı kadardır.

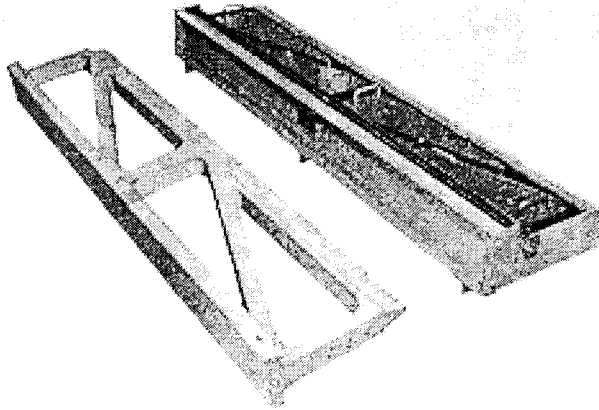


Şekil 3.43 Şekilde cephe paneli için hazırlanan çelik kalıp görülmektedir.

Çelik kalıplar kullanılarak üretilecek eleman eğer hafifse kullanılacak sac en fazla 3mm kalınlığında olmalıdır ve sacın preslenmesiyle hafif çerçeveli kalıp oluşturulur. Büyük prefabrike elemanlar için ağır çerçeveli en fazla 6mm kalınlığında sac preslenir. Kirişler veya benzer elemanlar için çelik kalıpların boyu 30m'den daha fazla olabilir. Bu durumda buhar kürü sırasında oluşacak genleşmelere karşı toleranslar dikkate alınmalıdır



Şekil 3.44 Şekilde tek eleman üretimi için kullanılan çelik kalıp görülmektedir.

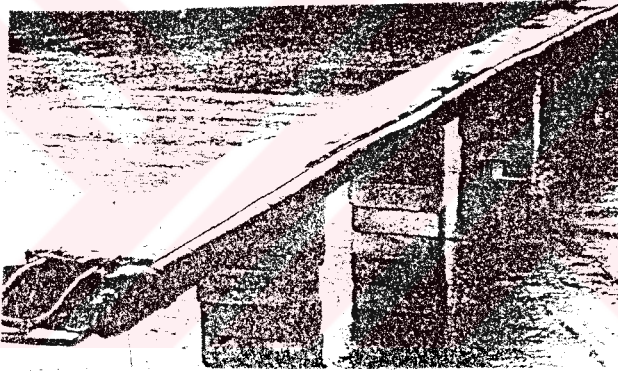


Şekil 3.45 Şekilde çelik kalıptan elde edilmiş betonarme eleman görülmektedir.

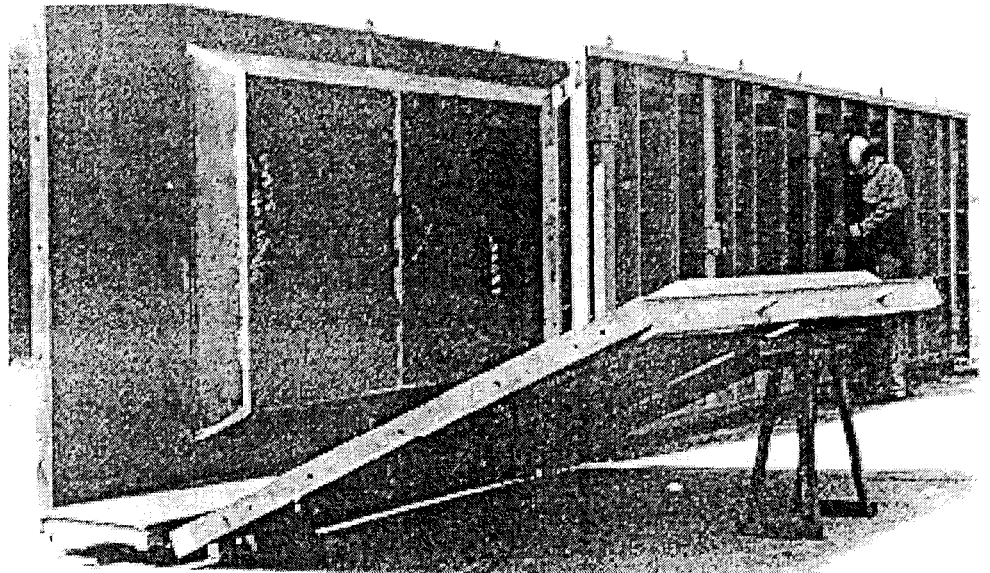
Çelik kalıp üzerinde paslanmayı önlemek için kullanılan boyalar bir süre sonra kalıp üzerinde kabuk bağlamaya başladığı için uygulanması önerilmez.

Prefabrike elemanın taşıma esnasında ve kaldırmada kalıp köşelerine ve panel profillerine zarar vermemesine dikkat edilir. Aynı dikkat çelik kalıbı taşıırken de gösterilmelidir. Çelik kalıplarda dış vibrasyon yapılmamalıdır çünkü bu kürlenme sırasında beton yüzeyinde lekeler oluşmasına sebep olur.

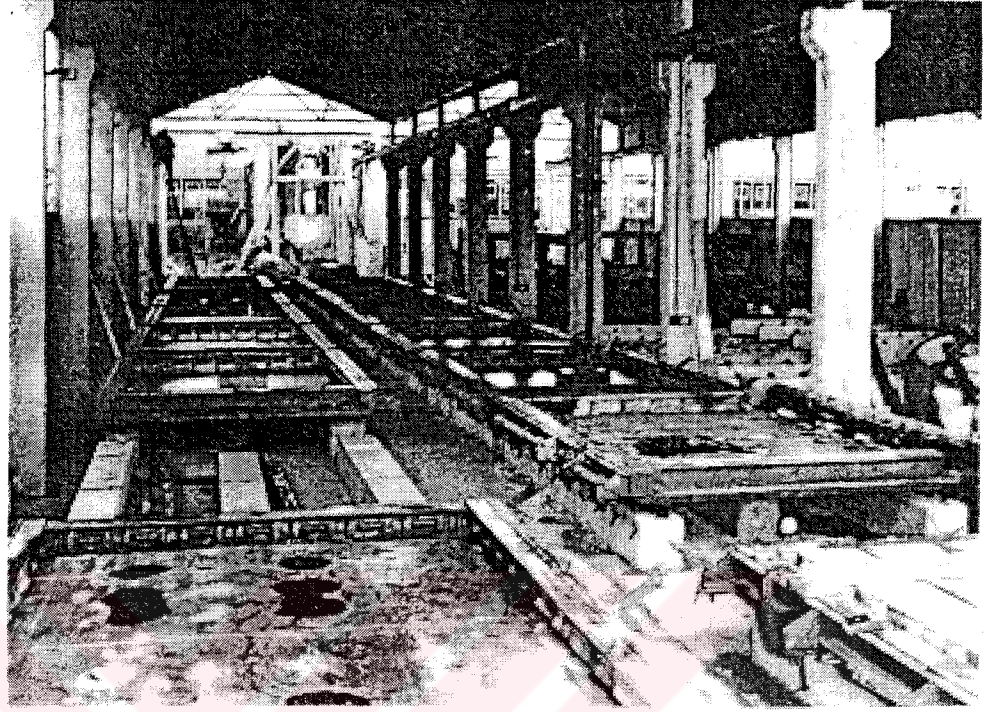
Soğuk havalarda çelik kalıplarda ısı kaybı fazladır. Bu yüzden çelik kalıplar kürlenme işlemi için gerekli istenen sıcaklığa erişilebilmek için plastik örtülerle sarılır. Sıcak havalarda ise çelik kalıplar kolay ısındığı için güneş ışınlarına maruz bırakılmamalı ve beton dökümü yapılmadan kalıp su ile yıkanarak soğutulmalıdır. Bunu yaparken kalıbın içinde fazla su kalmamış olması gerekir. Şekil 3.46-50



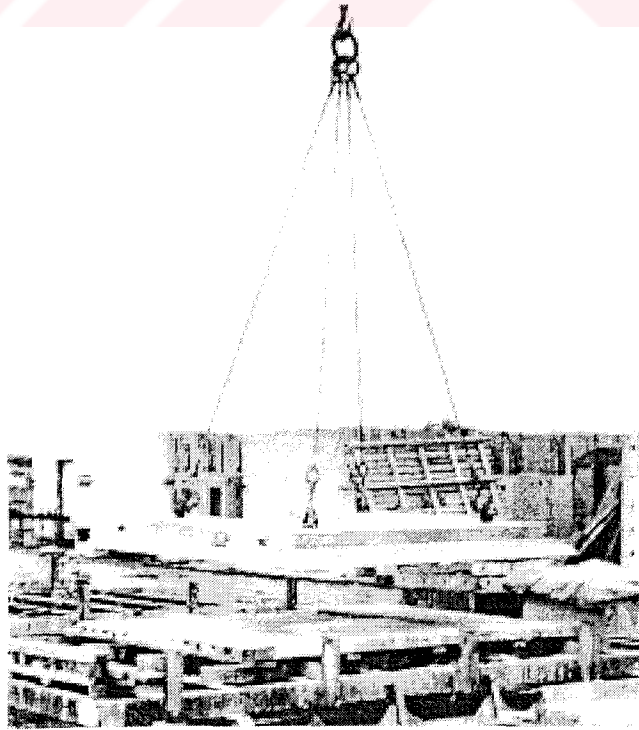
Şekil 3.46 Şekilde betonarme kiriş için kullanılan çelik kalıp kullanımı görülmektedir.



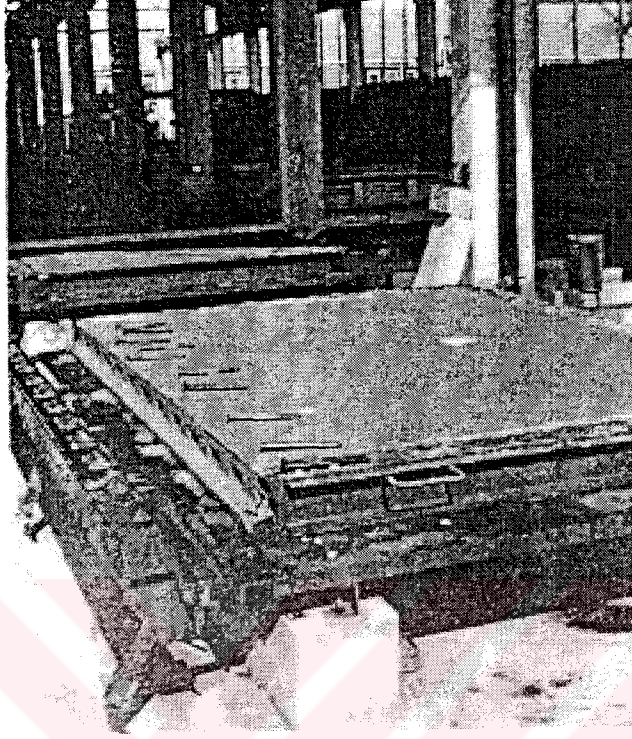
Şekil 3.47 Şekilde cephe paneli üretimi için kullanılan çelik kalıp görülmektedir.



Şekil 3.48 Şekilde betonarme prefabrike eleman üretimi yapan bir fabrikada kullanılan çelik kalıplar kullanılmaktadır.

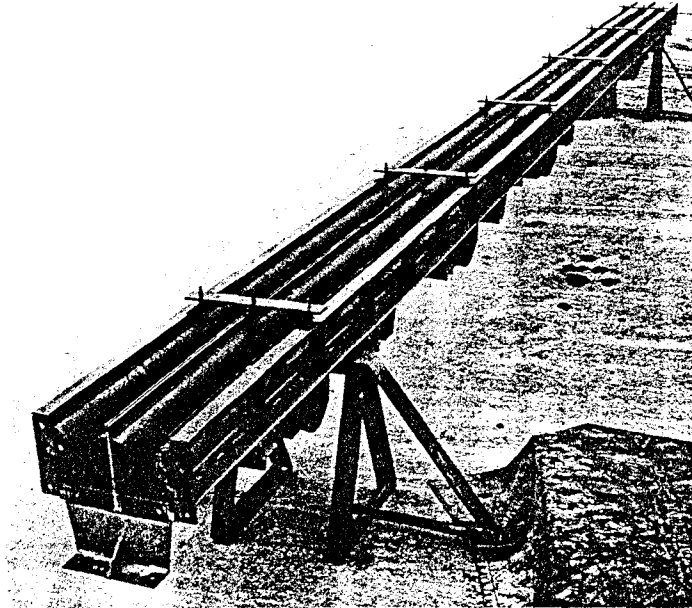


Şekil 3.49 Şekilde çelik kalıpla elde edilmiş bir betonarme eleman görülmektedir.

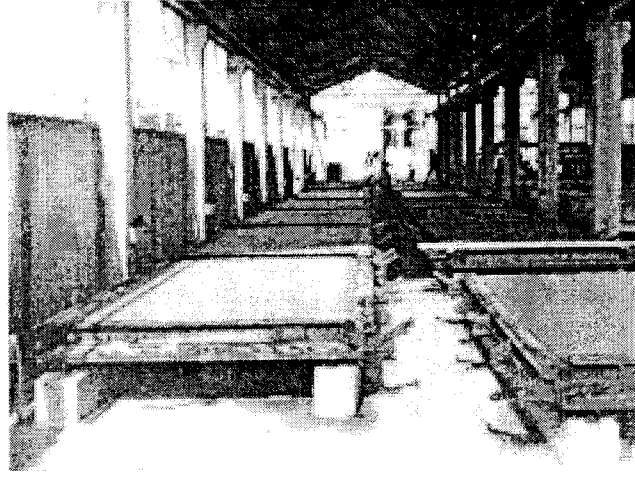


Şekil 3.50 Şekilde çelik kalıp görülmektedir.

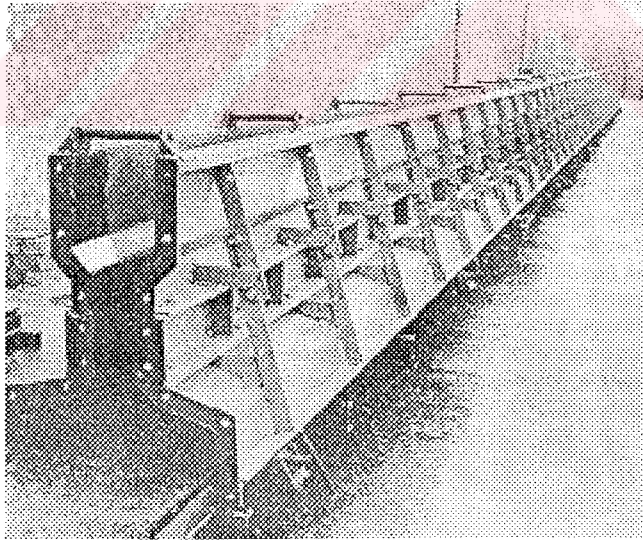
Çelik kalıplar kullanılarak yapılan ve toplu üretim sistemi olan Jespersen Sistemi'nde otomasyonlu fabrika üretim hattı koşulları altında çok doğru ve düzgün üretim yapılabilmektedir Şekil 3.52



Şekil 3.52



Şekil 3.53



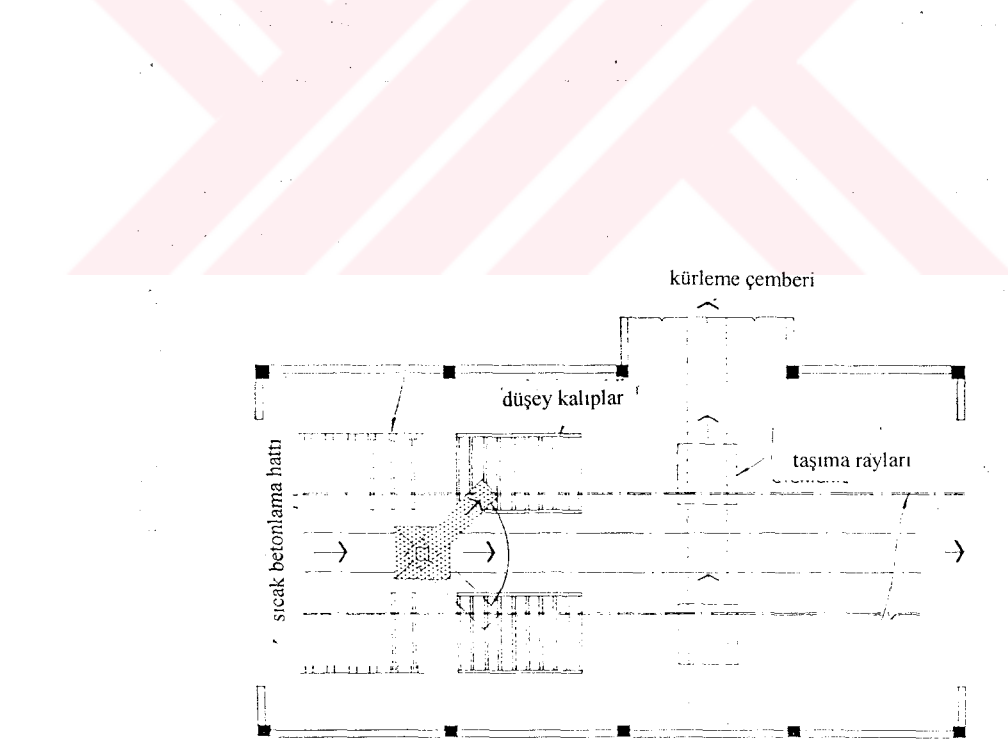
Şekil 3.54 Şekilde öngerilmeli betonarme kiriş üretiminde kullanılan çelik kalıp görülmektedir.

Çelik kalıp en yaygın olarak toplu üretimlerde kullanılmaktadır. Bu üretim tekniği bir önceki tekniğe göre çok yüksek derecede mekanizasyon içermektedir. Dolayısıyla ilk

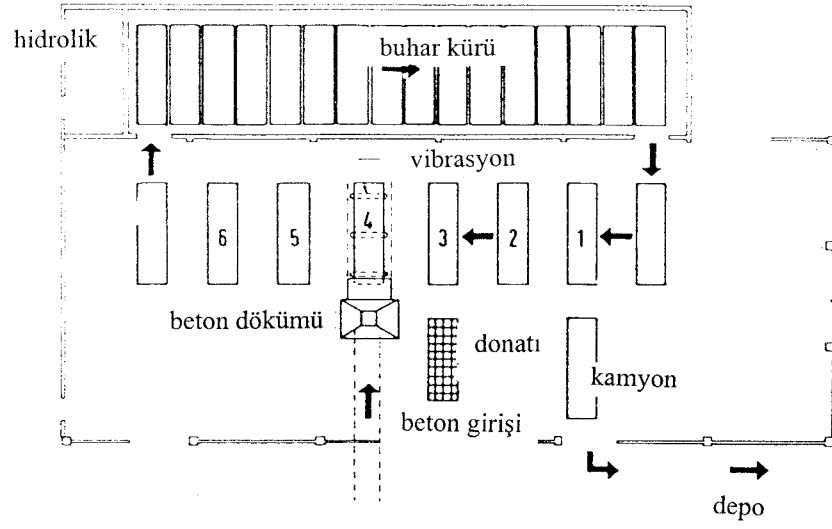
yatırım maliyeti oldukça yüksektir ve üretimin sürekliliği yerine getirilmesi gereken önemli bir faktördür. Toplu üretimlerde beton dökümü ve yoğunlaştırma ünitelerinin yeri çoğunlukla sabitlenmiştir ve bu ünitelerde üretilen betonarme elemanlar makineden makineye doğru taşınırlar. Toplu üretim tekniği; büyük ölçekli üretimlerde, benzer elemanların üretiminde veya sonradan birleşerek tek bir eleman haline gelebilen standart elemanların üretiminde en çok kullanılır.

Toplu üretimi kullanmak isteyen tasarımcının ve üreticinin en önemli prensibi tasarımın ve üretimin karmaşık aşamalarını organize ederek işlemleri standartlaştırmak, pahalı inalat makinelerini sürekli ve verimli kullanılmasını sağlamak ve işleri basite indirgeyerek daha az uzmanlaşmayı sağlamaktır.[1]

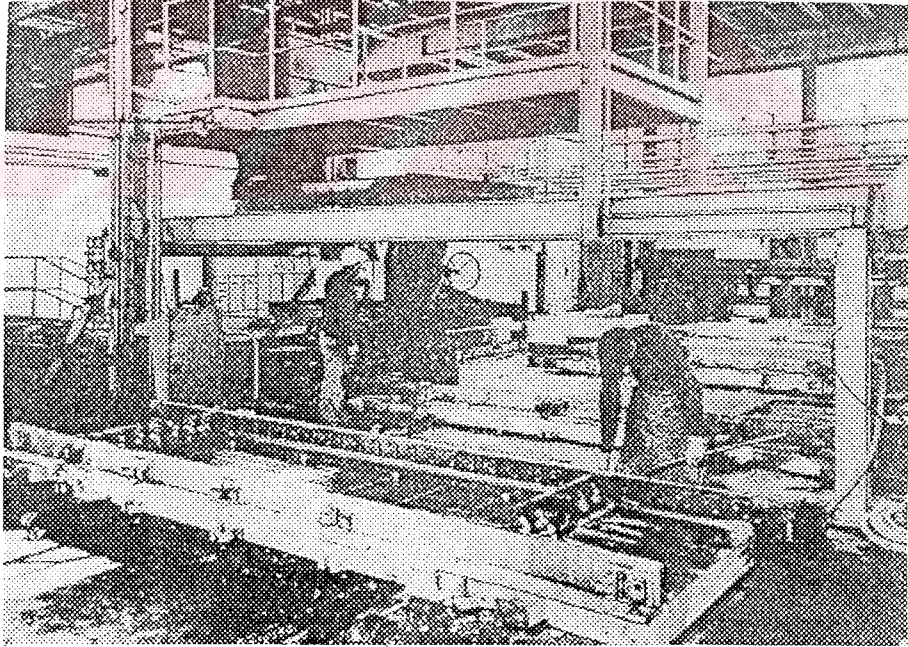
Şekil 3.55- 3.58 'de Toplu üretim yapan bir betonarme prefabrike eleman üretim fabrikasındaki işlemler görülmektedir.



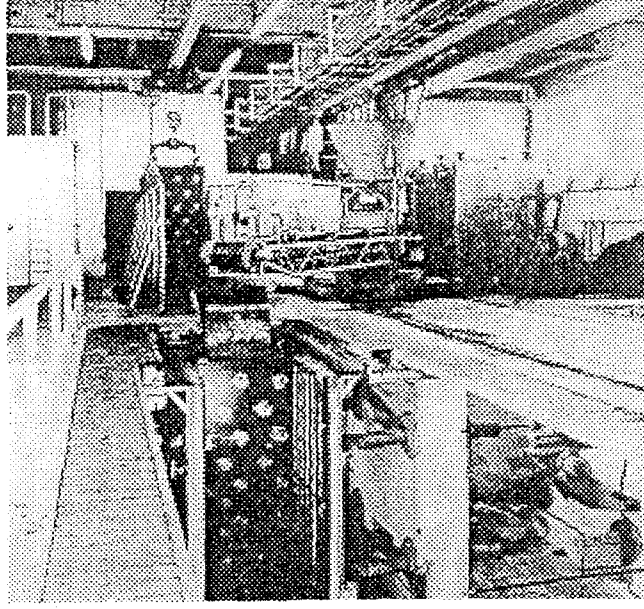
Şekil 3.55 Şekilde toplu üretim yapan bir fabrikanın biteri kalıplarla duvar paneli üretim planı görülmektedir. Standartlaşmış işlemler sonucu üretim sürekli hale gelmektedir.



Şekil 3.56 Şekilde toplu üretim yapan otomasyona uğramış bir fabrikanın planı görülmektedir.



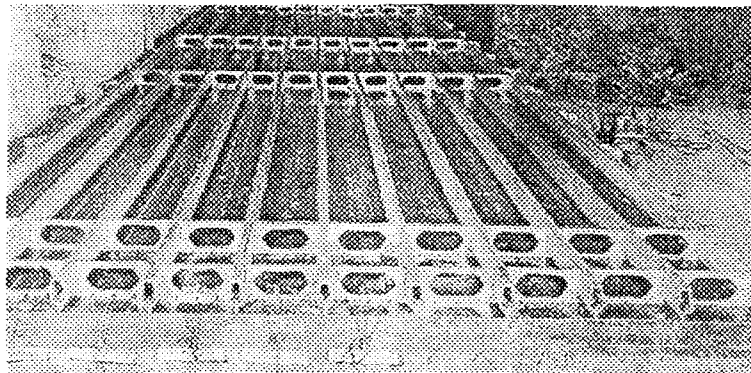
Şekil 3.57 Şekilde Jespersen toplu üretim sisteminde prefabrike döşeme paneli üretimi görülmektedir.



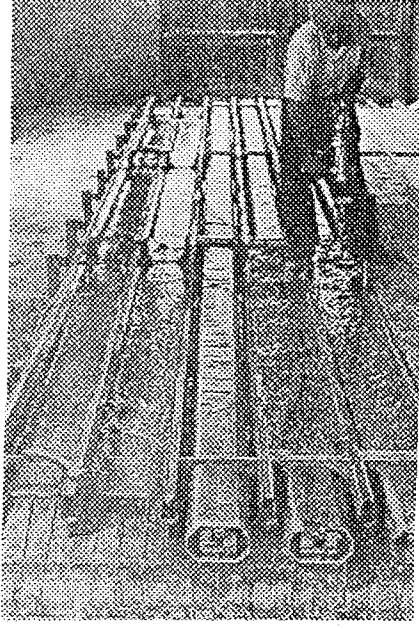
Şekil 3.58 Şekilde Jerpersen toplu üretim sisteminde prefabrike duvar paneli üretimi görülmektedir.

3.2.1.5 Alüminyum Kalıplar

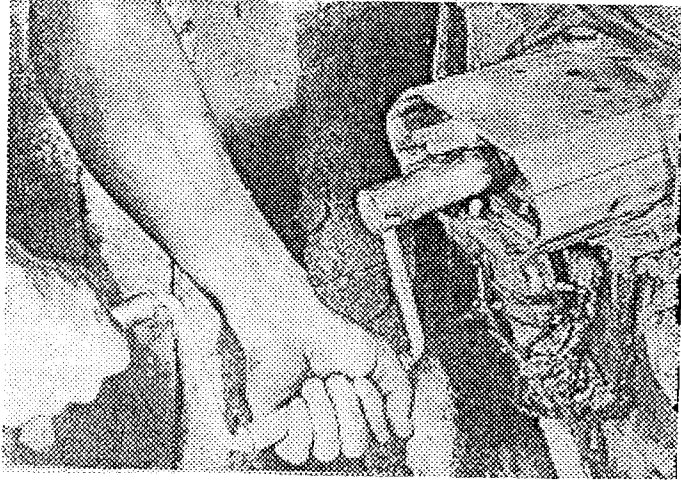
Alüminyum kalıplarla yapılan üretimlerde boyutsal doğruluğu çok yüksek olan yapı elemanları üretilebilmektedir. Bu tür kalıplar özellikle prefabrike betonarme boşluklu döşeme panelleri üretiminde kullanılır. Döşeme kalıplarında kalıbın yan formları parçalı alüminyum profillerdir ve kalıbın merkezinde sökölme işlemini sağlayan alüminyumdan yapılmış mekanizması vardır. Bu mekanizma sayesinde üretilecek elemanın kalınlığı istenen ölçüye göre ayarlanabilir. Şekil 3.57-60. Beton dökümünden önce mekanizma yüzeyi yağlı kağıtla sarılır.



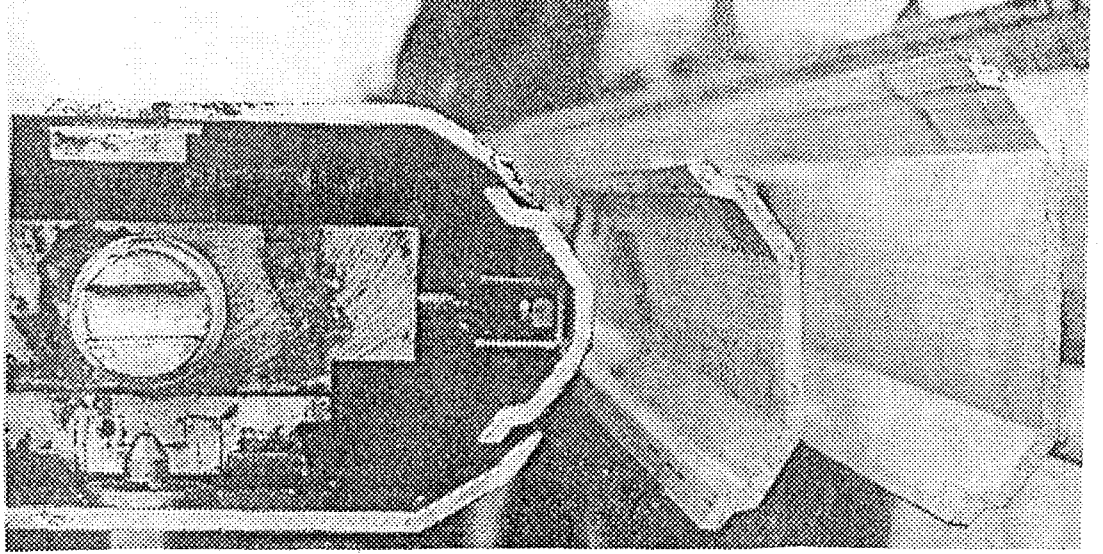
Şekil 3.57 Şekilde döşeme paneli için hazırlanan alüminyum kalıp görülmektedir.



Şekil 3.58 Şekilde alüminyum kalıba beton döküm işlemi görülmektedir.



Şekil 3.59 Şekilde alüminyum mekanizmanın çevrilmesiyle kalıp betondan çıkartılır.



Şekil 3.60 Şekilde farklı kalınlıkta döşeme elde etmek için kullanılan alüminyum profiller görülmektedir.

3.2.1.6 Betonarme Kalıplar

Betonun kalıp malzemesi olarak kullanımı sıvanın kalıp içinde kullanılmasıyla geliştirilmiştir. Bu işlemden sonra betonun bitmiş yüzeyinden ayrılır. Beton kalıplar genelde ağır yapı elemanlarının ucuz ve etkili bir şekilde üretilmesi için kullanılır.

Kısa sürede üretilmesi istenen profilli yüzeyleri olan betonarme elemanlar için beton kalıp kullanımı tekrarın çok artmasıyla maliyeti oldukça düşürür.

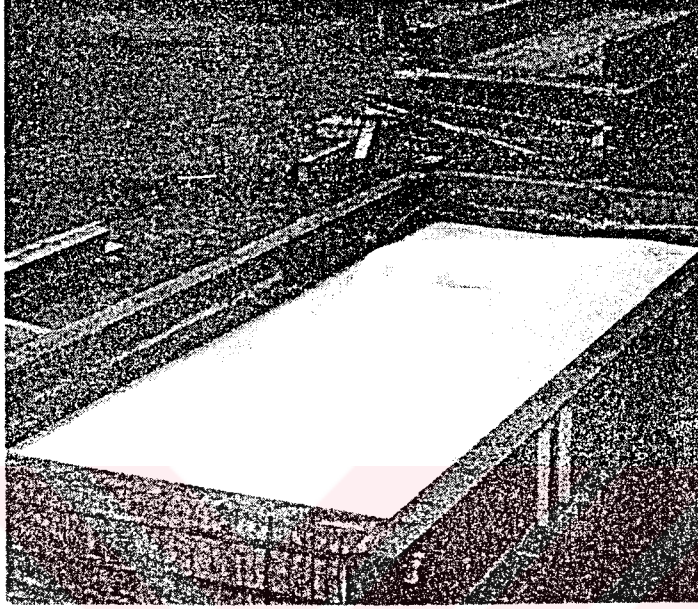
Beton kalıpların yapımında kullanılan betonun kalitesinin en az üretilen elemanın beton kalitesi kadar iyi olması gerekir.

Beton kalıplar ağırlıkları çok fazla olduğu için genelde küçük kalıplardır fakat kompozit olanlar istenen ölçüde üretilirler şekil 3.61. Bu kalıpların kaba şekli istenen herhangi bir malzemeyle verilebilir (ahşap, çelik vb.) fakat son şekli kaliteli bir beton ile düzgün dağılım yapılarak sağlanır.

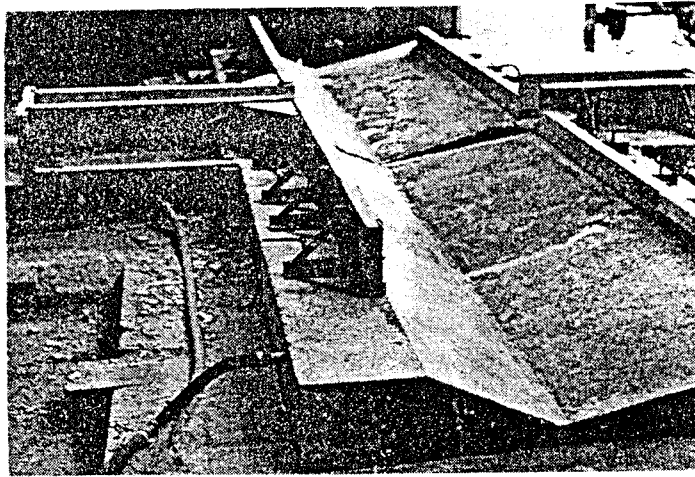
Beton kalıpların dez avantajlarından bir tanesi parlaklığıdır. Diğerleri ise kalıbın yapım süresinin uzun olması ve iş bittikten sonra kullanım dışı kalmasıdır. şekil 3.62-64.



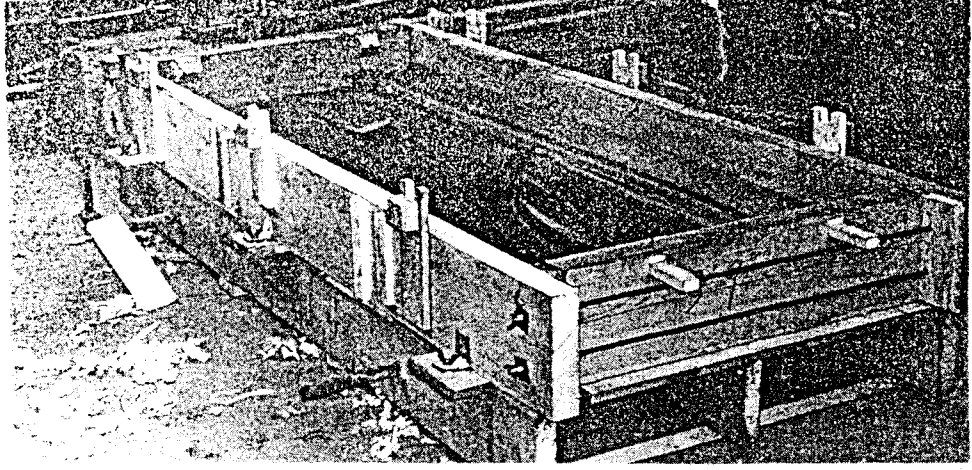
Şekil 3.61 Şekilde cephe paneli için kullanılan betonarme kalıp görülmektedir.



Şekil 3.62



Şekil 3.63 Şekilde buhar kürüyle desteklenmiş bir başka betonarme kalıp görülmektedir.

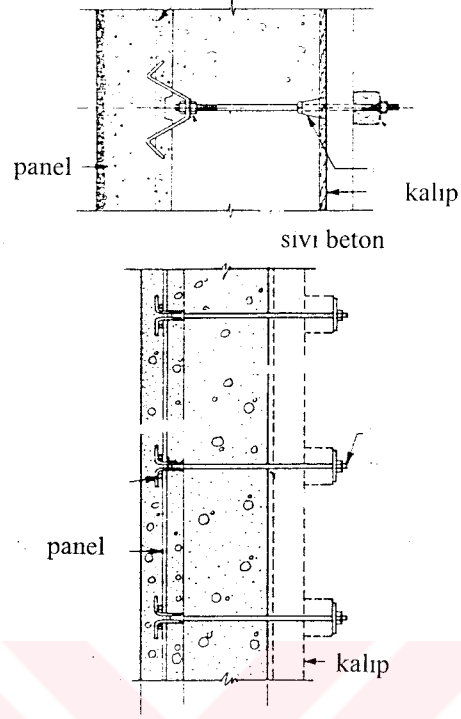


Şekil 3.64

Betonarme kalıplar diğer yapı elemanları ile birleşebilen kalıcı kompozit kalıplar olarak da kullanılabilirler. Bu sistem taşıyıcı cephe panellerinde mimari ve strüktürel fonksiyonları bütünleştirebilmek için uygundur. Betonarme kalıcı kalıplar binanın taşıyıcı sisteminin bir parçası olduğundan kullanılan beton maliyetini oldukça azaltır ve ayrıca demir donatı tasarrufu sağlar.

Prefabrike betonarme yapı elemanlarını kalıp olarak kullanırken avantaj sağlayabilmek için mimar, mühendis ve üreticinin tasarım aşamasında birlikte çalışma fırsatını elde etmesi gerekir.

Yüzey bitimleri, biçimler, kullanım sayısı, modülerlik, yapı sistemi, nakliye ve montaj işlemleri projenin başarılı olarak bitirilebilmesi için düşünülmesi gereken önemli kriterlerdir. Betonarme cephe panelleri kalıcı kalıp olarak kullanıldıklarında betonarme panellerin beton dökümü sırasında yeterliği sağlamlığı elde edebilmek için nasıl destekleneceği önceden saptanması gerekir. Şekil 3.65 'de kalıp bağlantılarının nasıl yapılacağı iki örnekle gösterilmiştir. Şekil 3.66 Kolon yapımı için beton kalıbın beton dökümüne kadar geçici olarak desteklenmesi ve hidrostatik basınca karşı kolonun etrafının çelik bantlarla sarılması görülmektedir.



Şekil 3.65 Şekilde kalıp bağlantı detayları gösterilmektedir.



Şekil 3.66 Şekilde betonarme kalıpların yatay destekle desteklenmesi görülmektedir.

3.2.2 Kalıpları Pozisyonuna Göre Sınıflandırma

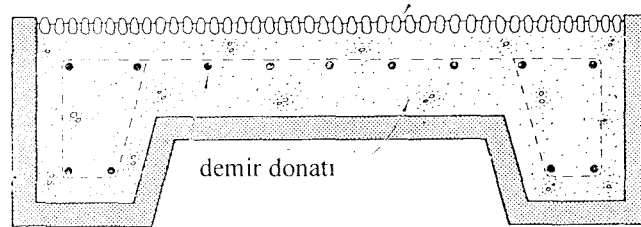
Betonarme prefabrike eleman üretiminde kullanılan kalıplar malzemelerine göre yukarıda açıklandığı gibi oldukça çeşitlidir. Fakat kalıplar pozisyonlarına göre genelde iki şekilde görülmektedir. (a) Zemine paralel inşa edilen kalıplar (Yatay kalıplar) (b) Zemine dik inşa edilen kalıplar (Düşey kalıplar)

3.2.2.1 Yatay kalıplar

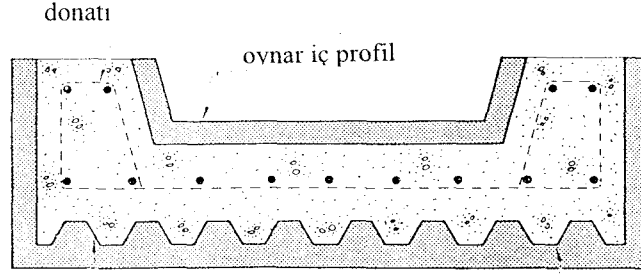
Özellikle dış sandviç panellerinin ve döşeme panellerinin en pratik şekilde üretimi yatay kalıp kullanımıyla sağlanmaktadır. Bunun sebebi yatay kalıplara üretim işlemi sırasında izolasyon, donatı ve benzer elemanların yerleştirilmesi işleminde kolaylık ve uygunluk gibi avantajların olmasıdır. Ayrıca yatay kalıp kullanımıyla özellikle dış cephe panellerinde plastik etkisi yüksek farklı karakterlerde cephe yüzeyleri de elde edilebilmektedir. Şekil 3.69-70

Yatay kalıplar kullanarak prefabrike betonarme yapı elemanı elde etme yatay beton döküm teknikleri ile uzun bir süredir başarılı bir şekilde ve günümüzün gelişmiş betonarme prefabrike eleman üretim teknikleriyle yapılmaktadır. Burada beton dökümü düşey olarak gerçekleşmektedir fakat kalıp yatay pozisyonunda olduğu için ismini yatay beton dökümü olarak almıştır.

Yatay beton dökümü iki şekilde olmaktadır : (a) elemanın yüzü üst tarafa gelecek şekilde; burada elemanın yüzey uygulaması en son olarak yapılır. Veya (b) elemanın yüzü alt tarafa gelecek şekilde; elemanın yüzeyi kalıp yatağında oluşturulur fakat yüzey uygulaması kalıp söküldükten sonra yapılır. Şekil 3.67-68



Şekil 3.67 Şekilde elemanın yüzü üst tarafa gelecek şekilde yapılmış beton dökümü görülmektedir.



Şekil 3.68 Şekilde elemanın yüzeyi kalıp yatağında oluşturulmuştur.

Yatay kalıpları yan olarak kaldırıp betonarme elemanın söküm işleminin yapılması şart olsa bile beton dökümü işlemi yatay pozisyonundaki en geniş eleman yüzeyinde başlar ve ilk olarak kalıp zemine paralel bir şekilde kurulur. Daha sonra kalıptan çıkarma işlemi yere dik bir açıda gerçekleştirilir. Bunun sebebi düşey olarak yapılan kaldırma işlemi imalat sırasında işçilikten, betonarme elemandaki zorlanmalardan ve kullanılan donatı miktarından tasarruf sağladığı ve üretim hızını arttırdığı içindir.

Fabrikasyon üretimlerde bir prekast elemanı yoğunlaştırma ve katılaştırma işlemleri genelde, betonu elemanın kalıptan çıkarılabilmesi için ve diğer işleme aktarılması için gerekli ve yeterli sertliğe eriştirir. Bu ham olan sertlik düzeyi yüksek değildir fakat üretimin diğer aşamalarında elemanın şeklini koruyabilmesi için yeterlidir.

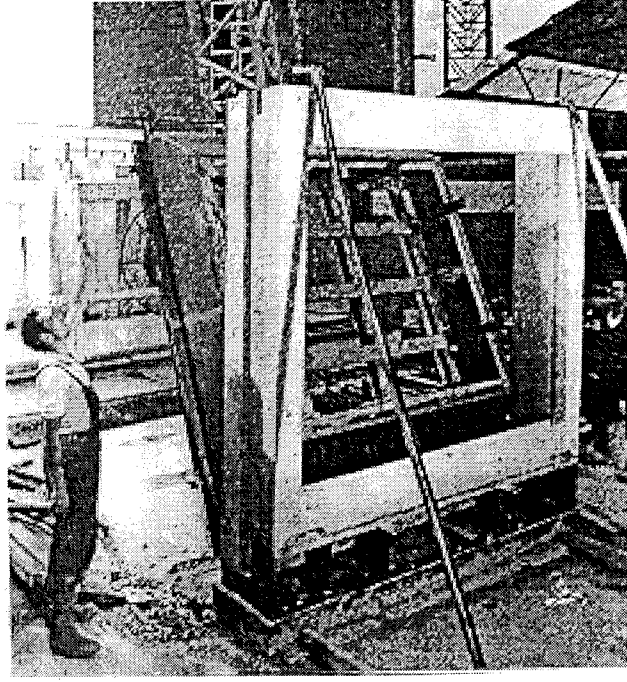
Fakat bazı durumlarda özellikle toplu üretimlerde betonarme elemanın sertliği kalıptan çıkarma işlemi için yeterli olmayabilir. Bu durumda çıkarma işlemi betonarme eleman sertleşmeye başlar başlamaz kalıptan dışarı itilmesiyle gerçekleştirilir veya kalıbın bir kısmı bir kaç saat elemanın üzerinde bırakılır. Bu durumlar Tablo 3.2' de gösterilmiştir. Özellikle bekletmeden kalıptan çıkarma işlemi için gerekli özel tekniklerin uygulanması (katkı maddeleri , süper akışkanlaştırıcılar gibi) betonun kalitesiyle ilgilidir.

Fabrikasyona uğramamış tek eleman üretiminde kalıplara beton döküm işlemi geleneksel yolla yapılır. Bu yöntemlerde betonun yerleştirilmesi için yüksek mekanizasyon gerekse bile yukarıdaki yöntemden önemli farklılığı beton kalıp içinde tam olarak priz hale geçmeden kalıbın sökölmemesidir. Bu geciktirerek kalıptan çıkarma işleminde beton harcın içine bazı katkı maddeleri atılarak veya buhar, sıcak hava üfleme gibi kürlenme işlemleriyle üretim hızı arttırılmaya çalışılır.

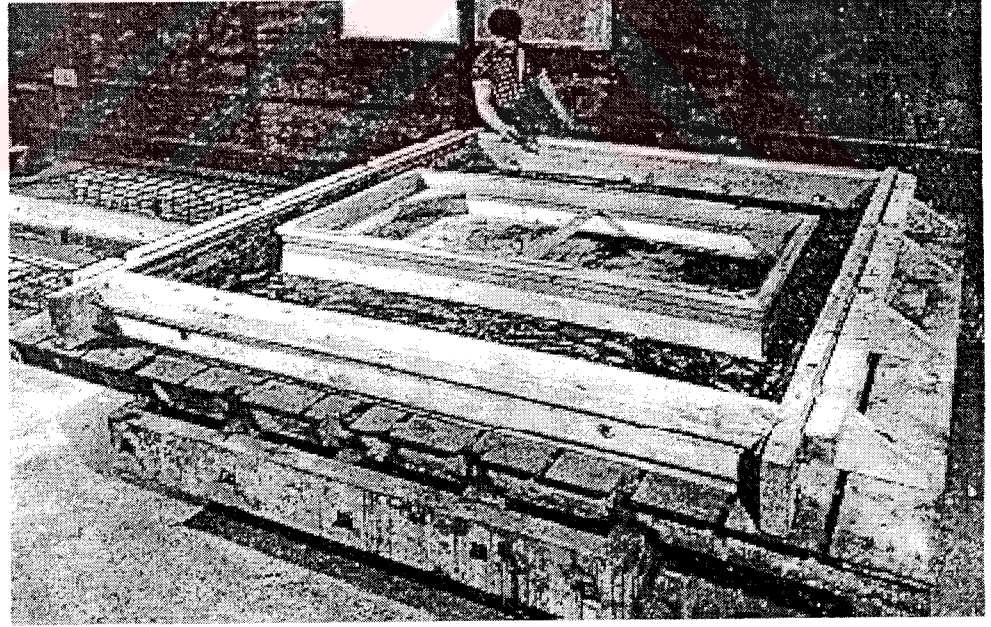
Hangi teknik kullanılırsa kullanılsın, beton dökümü ve kalıp sökümü işlemleri arasındaki bekleme süresi birkaç saatten ibarettir. Bu gecikme süresi farklı tipte beton yüzeyi elde etme imkanı tanır.

Tablo 3.2 Farklı yapı elemanlarına göre yapılan işlemler ve istenen özellikler gösterilmektedir.

Ürün tipi	Kullanım Yeri	Yoğunlaştırma Yöntemi	Kalıptan Çıkarma Yöntemi	İstenen Özellikler
Taşıyıcı Kazıklar	Liman iskelesi temel kazıkları	1 Döndürme 2 Vibrasyon ve sıkıştırma	1 Geciktirerek donmaya dayanım 2 Bekletmeden	Klorit sülfat
Döşeme Panelleri	Yapılar	Vibrasyon ve sıkıştırma	Bekletmeden	Boyutsal doğruluk Pürüzsüz yüzey
Duvar Panelleri	Dış Cephe İç bölme Duvarları	Vibrasyon ve sıkıştırma	1 Bekletmeden 2 Geciktirerek	Boyutsal doğ. Pürüzsüz yüz.
Briket	Dış cephe İç bölme duvar Yapılar Dış hacimler	Basınç ve vibrasyon	Bekletmeden	Boyutsal doğ. Dayanıklılık
Kaldırım Taşı	İç ve dış Mekan uygulaması	Presleme	Bekletmeden	Donmaya Dayanım.
Boru	Dış uygulama	1 Döndürme 2 Basınç ve vibrasyon	1 Geciktirerek 2 Bekletmeden	Asitli atık ve Donmaya dayanım Yalıtım
Aydınlatma Direkleri	Dış uygulama	1 Döndürme 2 Vibrasyon ve Döndürme	1 Geciktirerek	Dış etkilere, Donmaya dayanıklılık



Şekil 3.69 Şekilde yatay olarak elde edilmiş boşluklu bir cephe panelinin düşey pozisyonda kalıp söküm işlemi görülmektedir.



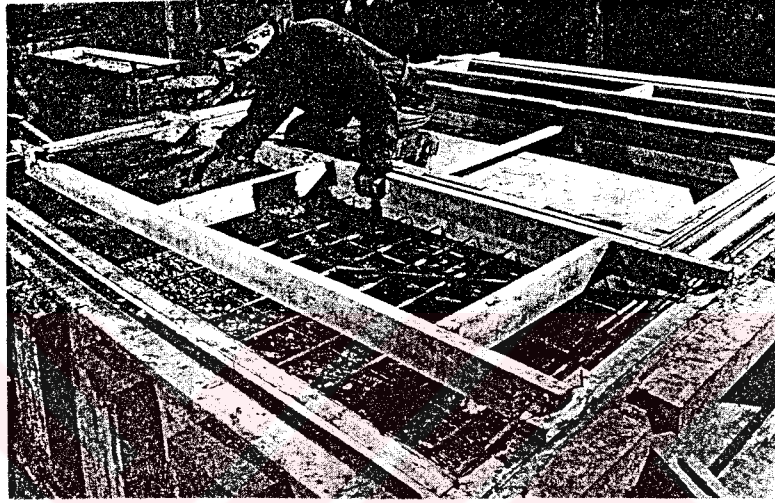
Şekil 3.70 Şekilde yatay pozisyonda cephe panelinin üretilmesi görülmektedir.

Yatay kalıplar genelde masa kalıp olarak isimlendirilirler.

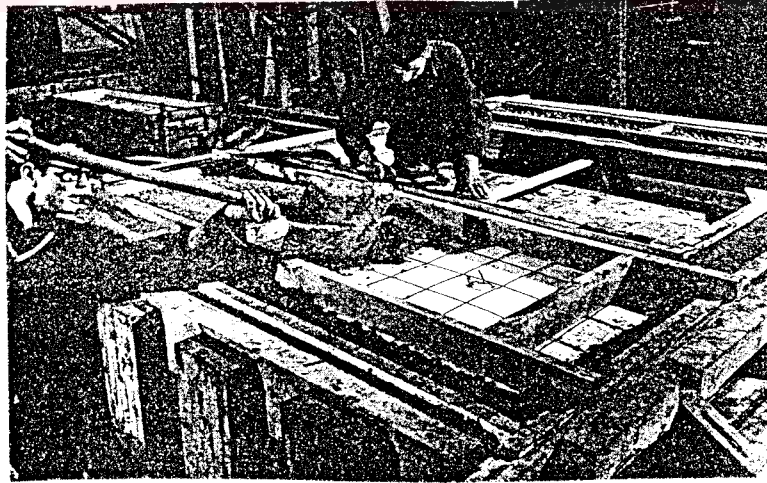
3.2.2.1.1 Masa Kalıplar

Dış sandviç panelleri ve döşeme panelleri genelde en pratik bir biçimde üretimi masa kalıp kullanımıyla olmaktadır. Masa kalıplarda donatı, izolasyon ve benzeri elemanların yerleştirilmesinde büyük kolaylıklar sağlar.

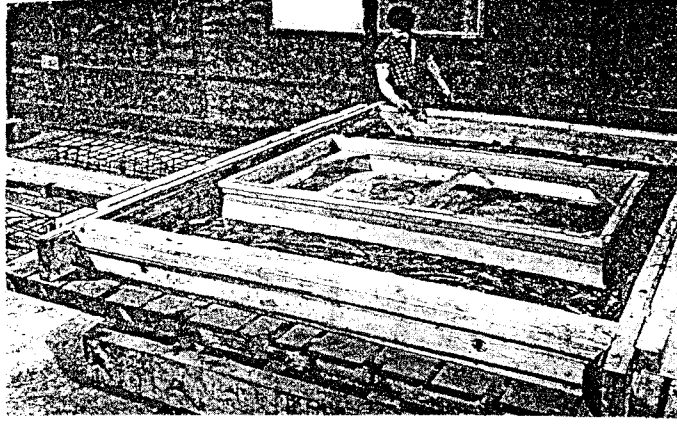
Aşağıda masa kalıplara ait bazı kesit ve görünüşler gösterilmiştir.



Şekil 3.71 Şekilde yatay kalıp kullanımıyla duvar paneli elde edilme işlemi görülmektedir.



Şekil 3.72 Şekilde yatay kalıpta harç döküm işlemi görülmektedir.



Şekil 3.73 Şekilde yatay kalıp kullanılarak elde edilen döşeme paneli görülmektedir.



Şekil 3.74

3.2.2.2 Düşey Kalıplar

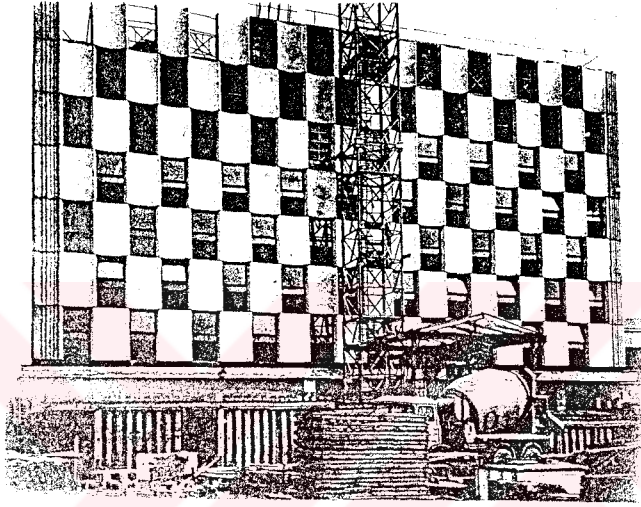
Düşey kalıplar özellikle her iki tarafında düz ve pürüzsüz yüzeyleri olan duvar üretiminde büyük avantajlar sağlar. Fakat düşey kalıpların içine donatı, izolasyon ve benzer elemanların yerleştirilmesi zordur.

Düşey kalıplarda yapılan beton dökümü her iki yüzünde düzgün yüzeyler isteyen iç duvar paneli imalatlarında büyük avantajlar sağlar Şekil 3.74-76. Bunlar,

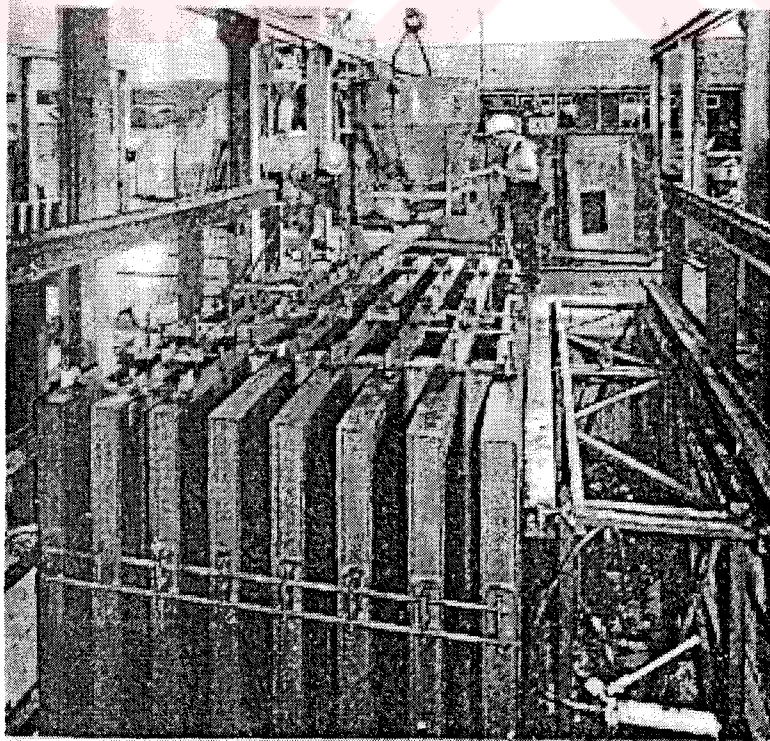
1. Duvarın her iki tarafı tamamıyla kalıba karşı geldiği için düzgün ve pürüzsüz duvar yüzeyleri elde edilir ve sadece kalıbın üst kısmındaki dar beton yüzeyde sıvayla düzeltme işlemi yapılır.
2. Panel yüzeyinde düşey oluk yapımını kolaylaştırır.
3. Duvar kalınlığının istenen ölçüde hassas bir şekilde ayarlanabilmesini sağlar.

4. İşçilik daha basittir.
5. Kaldırma ve taşıma kolaylığı vardır.
6. Isı kürü tekniklerinin uygulanması yatay döküme göre daha etkilidir.

Bu yöntemde dezavantaj olarak betonu yoğunlaştırma işleminin ve gerekli demir donatının ve izolasyon malzemelerinin yerleştirilme zorluğudur.



Şekil 3.75

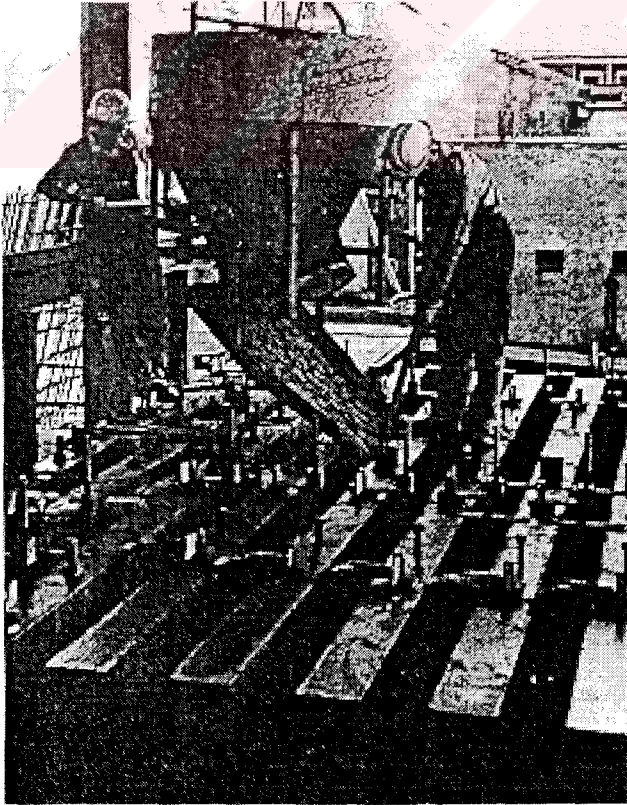


Şekil 3.76

3.2.2.2.1 Bateria kalıplar

Bateria kalıplar 1960 'ların başında BRS (Building Research Station) tarafından geliştirilmiştir. Temelde iki yatay üretilmiş düzgün betonarme panelin daha sonra düşey pozisyona getirilmesi ve arada üçüncü bir duvarın üretimi için boşluk bırakılma işlemidir. Daha sonra bu üç panelde birbirinden ayrılarak diğer duvarlar için kalıp teşkil ederler ve bu işlem sırasıyla tekrar eder. Böylece düşey bateria kalıplar en başta üretilmiş iki panelden elde edilmiş olur.

Bazı zel sistemlerde düşey elik kalıplar çeşitli krleme teknikleriyle birlikte bateria kalıpların arasında bulunur, böylece duvarın her iki tarafında farklı tiplerde yüzeyler elde edilebilir. Genelde düşey elik kalıplarda bateria kalıplar olarak adlandırılır. şekil 3.76. Chevron kalıplarda L şekilli duvar üniteleri bateria kalıp konseptinde üretilabilmektedir.[1]



şekil 3.77 şekilde duvar üretiminde kullanılan bateria kalıplar görülmektedir.

3.3 Bölümün Sonucu

Betonarme prefabrike eleman üretiminde kullanılan kalıpların dizaynı çeşitli mühendislik dallarının ortak bir ürünü haline gelmiştir. Özellikle prefabrikasyon işlemlerinde kullanılan kalıp sistemlerinin literatür izlendiğinde zaman içinde geliştiğini bir anlamda deneme yanılma yoluyla son hallerini aldıklarını ve mükemmelleştiklerini görmekteyiz.

Kalıp bağlantı detaylarının, malzemenin ve kalıpla ilgili her türlü donanımın uygulamalarda elde edilen deneyimlerle değiştiğini ve konuyla ilgili endüstrilerin sürekli olarak kendilerini yenilediklerini görmekteyiz. Bu anlamda betonarme prefabrike eleman üretiminde kullanılan kalıplardan beklenen genel özellikler (kalıbın dayanıklılığı, çok defa kullanılabilmesi, modülerliği, boyutsal doğruluğu v.b) geçen zaman içinde sürekli ilerleme kaydetmekte ve bu ilerleme sayesinde betonarme prefabrike eleman üretimi gerçek özelliğine kavuşmaktadırlar. Bu gerçek özellikler istenen prefabrike elemanın ölçüsünün, şeklinin, boyutsal doğruluğunun, yüzey dokusunun ve beton kalitesinin geleneksel sistemlerle üretime göre daha detaylı bir hassasiyet gerektirmesiyle anlam bulmaktadır.

Ayrıca bu bölümde değinilmiş olan toplu üretim tekniklerinin verimli olarak kullanılabilmesi için tasarımcının ve üreticinin duvar, döşeme, kiriş, kolon gibi yapı elemanlarının üretimde kullanacağı kalıplarda ve yapı elemanlarında daha önceki bölümlerde ve paragraflarda açıklandığı gibi standartlaşmaya, tipleşmeye, birörnekleşmeye gitmesi gerekir. Aksi halde eğer geleneksel bir şekilde tasarımı yaparak bunu daha sonra yapı elemanları olarak parçalara ayırıp her bir eleman için farklı bir kalıp yapılarak prefabrikasyona gidilirse maliyeti çok fazlaya neden olan hatalara sebep olunur.

Bu bölümün bir başka sonucu olarak üretici firmaların büyük yatırımlar yaparak üretime geçmeden önce kalıp sistemi seçimi ve üretim sistemi ile ilgili konuların ekonomik, teknik, mimari yönlerini etraflıca etüd etmek her üretici firmanın başlıca görevi olmalıdır. Bu etüdü yaparken ülkenin çalışma koşulları, pazarlama koşulları, onarım olanakları, malzeme kaynakları da dikkate alınmalıdır. Bu anlamda kalıbın, ülkenin çıkarları doğrultusunda minimum girdilerle maksimum yararı sağlaması hepimizin amacı olmalıdır.

BÖLÜM 4. PREFABRİKE BETONARME YAPI ELEMANINDA KALIP - TOLERANS İLİŞKİSİ

Prefabrike betonarme elemanlar tasarlanırken ve üretilirken toleranslar göz ardı edilmemelidir. Toleranslar; betonarme prefabrike elemanların uymak zorunda olduğu gerçek boyut ve şekil sınırlarını belirler.

Boyut hatalarının zarar getirmeyecek büyüklükler içinde kalması için ‘hata sınırı’ yani toleranslar belirlenmelidir. Aşağıda hangi sebeplerden dolayı toleransların belirleneceği ve hatanın nedenleri açıklanmıştır. Toleransları belirlemenin en önemli nedenlerinden biri elemanların boyut hatalarını azaltarak elemanlar arasındaki boyutsal koordinasyonu ve montaj sonrası uyumu arttırmaktır.

4.1 Toleransları Belirlemenin Sebepleri

Toleranslar ‘hata sınırı’ aşağıdaki sebeplerden dolayı belirlenmelidir;

1. Strüktürel: Boyutsal kontrole hassas olan faktörleri hesaba katarak strüktürel tasarımın yapılması. Örneğin farklı yükleme durumu, donatı yerleştirilmesi, öngerilmeli donatı, montaj ankrajı gibi.
2. Uygulama imkanı: Birleşimlerin performanslarının kontrol altında tutulması.
3. Görünüş: Bina bittikten sonra çıkan hataların kontrol altında tutulması ve minimuma indirgenmesi.
4. Maliyet: Kolay montaj ve hızlı bir üretimle birlikte boyutsal doğruluğu yüksek betonarme prefabrike elemanlar üretmek için.

4.2 Prefabrike Betonarme Eleman Üretiminde Hatanın Nedenleri

Betonarme prefabrike elemanların üretiminde ve bina yapımı sırasında oluşan hatalar genelde iki sebepten dolayı olmaktadır.

- (a) Üretim işlemi sırasında oluşan hatalar (üretim toleransı); kalıp hataları, betonun rötne yapması
- (b) Prefabrike elemanın kullanımından doğan hatalar (uygulama toleransı); binanın grid sisteminin kuruluşundaki hatalar ve bu gride bağlı elemanların montajındaki hatalar.

Hata; ölçüm tekniği, bilgi düzeyi, atmosfer şartları, kullanılan malzemenin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı, tesadüfi olarak da ortaya çıkabilir. Eleman ve yapıdaki boyut, form, yüzey, konum hataları uzunluk ölçüsü mm ile birimlendirilir. Yapının ,

1. Stabilesini
2. Fonksiyonlarını
3. Görünüşünü etkileyen boyut hataları

büyüdüğü takdirde eleman kullanılmaz hale gelebilir veya kullanılabilmesi için ilave malzeme, işçilik ve süre gerekir. Hassas üretim istendiği takdirde de daha fazla zaman ve işçiliğe ihtiyaç vardır. Her iki yönde de maliyet artışı olur.

4.2.1 Üretim Sırasında Oluşan Hatalar

Toleranslar, betonarme prefabrike elemanı tasarlarken ve üretirken aşağıdaki iki aşamada yapılacak dikkatli analizlerle belirlenir.

4.2.1.1 Elemanı Tasarlarken

Elemanı tasarlarken estetik, teknik veya fonksiyondan gelen avantajları, elemanları mükemmel boyutsal doğrulukta üretmenin ve montajını yapmanın yüksek maliyetine karşı

daha ön plana çıkarmak gerekmektedir. Bir başka deyişle maliyeti düşük tutmak için toleransların mevcut durumun izin verdiği hassasiyette olması gerekir.

4.2.1.2 Elemanı Üretirken

Elemanı üretirken üretim toleransları da hesaba katılmalıdır. Bunlar üretim işlemi sırasında oluşan hatalardan saptanır. Bu hatalar;

4.2.1.2.1 Kalıp Hataları

Bu hatalar kalıbın kullanım sırasında hatalı kurulmasından veya kalıbın ilk üretiminin hatalı olmasından dolayı kaynaklanır. Kalıplar başlangıç doğruluğu olarak $+0 - 1\text{mm}$ alınır. Bu 1mm 'lik hata kabul edilebilir demektir. Her beton dökümünden sonra kurulan kalıplarda $+0 - 3\text{ mm}$ doğruluk oranı oldukça gerçekçidir. Şekil 5.1 Betonarme prefabrike elemanın en az hatayla üretilmesi yapılacak işe gösterilen hassasiyete bağlıdır. Bu da sıklıkla yapılan kalıp şekil ve ölçüsünün kontrolüyle olur. Bu konuyla ilgili önemli ölçüler Şekil 5.2'de gösterilmiştir. Ayrıca daha önceki bölümlerde açıklanan kalıp türleriyle üretilen elemanların boyutsal doğruluğunun farklılaştığı ve bu farklılaşmanın kalıbın malzemesiyle de ilişkili olduğu hatırlanmalıdır.

Elemanı üretirken yapılacak tolerans hesabında ilk olarak her bir betonarme prefabrike elemanın ölçüsüne ve tipine uygun üretim toleransı t ve temel ölçü B alınır.

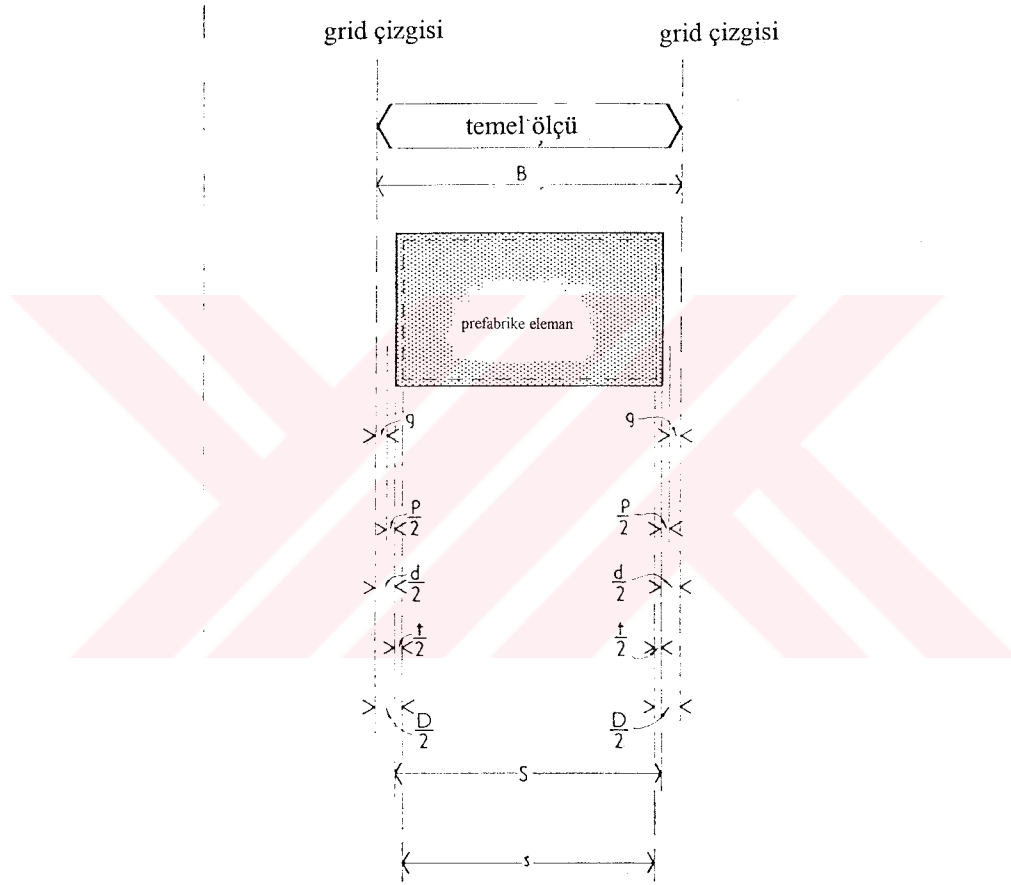
İkinci olarak prekast elemana ısıl genleşmeler ve birleşimler için gerekli boşluk g ve pozisyon toleransı p (kendisi için ayrılan yere montajı için gerekli hata payı) saptanır. Daha sonra aşağıdaki hesaplamalar yapılarak oluşacak max. ve min. hata sınırları bulunur.

1. Elemanın min. ölçüsü $s = B - (2g + p + t)$
2. Elemanın max. ölçüsü $S = B + (2g + p)$

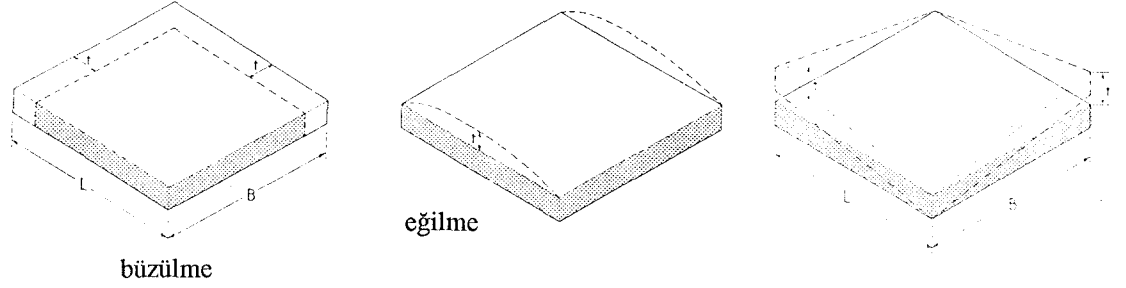
Üçüncü olarak çıkan değerlerin uygunluğu kontrol edilir. Eğer uygun değilse yukarıda verilen bütün değerlerin tekrar gözden geçirilmesi gerekir.

4.2.1.2.2 Beton Rötresi

R tre, su/ imento karışımına agrega tipine ve karışımında kullanılan  imento kalitesine bağlı olarak %0.11 ile %0.01 arasında değişir. Genellikle iyi bir uygulamayla %0.01'i geçmez. (Buda elemanın her 10 m'de 1mm'lik büzülmesi demektir)



şekil 4.1 şekilde prefabrike elemanın ölüsünün temel  l i ile ilişkisi gösterilmiştir. şekilde toleranslar için gösterilen boşlukların  l leri anlaşılabilmesi için abartılmıştır.



Şekil 4.2 Eğer çok yüksek doğrulukta eleman üretilmek isteniyorsa gösterilecek hassasiyet max. düzeyde tutulmalıdır. Şekil sapmaları için sıklıkla yapılacak ölçümleri göstermektedir. L uzunluğu, B genişliği, t toleransı göstermektedir.

4.3 Bölümün Sonucu

Bir yapı, üretim sırasında yapılan ve oluşan (fiziksel ve kimyasal) etkenlerle ve yapımdan sonra yüklenmeler ve çekilmelerle projeye göre bazı boyut farklılıkları gösterir. Boyut farklılıkları teknik, ekonomik ve estetik problemler ortaya çıkaracak kadar büyük ise planı, uygulayıcı ve işveren arasında hukuki problemler başlar. Bu problemlerin çözülmesi için önceden hazırlanmış objektif kurallar ve standartlar olmalıdır.

Bu standartlar, fabrikada üretilen elemanlardaki boyut hatasını, yapının fonksiyonlarına, taşıyıcılığına ve ekonomikliğine etkili yapı hatası teşkil etmeyecek şekilde sınırlamalıdır. Konulacak olan sınırlamalar bir yandan taraflar arasında objektif hukuki ortamı sağlayabilmeli diğer yandan gerçekçi ve kullanıldığı teknolojiye uygun olmalıdır. Öngörülen standartlar ne olursa olsun üretim aşamasında kalıpta yapılan boyutsal kontrol ölçümleri prefabrike betonarme elemanın en doğru şekilde ve anma boyutunda elde edilmesini sağlayacaktır.

BÖLÜM 5. PREFABRİKE BETONARME YAPI ELEMANINDA KALIBIN BETON YÜZEYİNE ETKİSİ

Kullanılan kalıp malzemelerinin çeşitliliğinden dolayı elde edilen beton yüzeylerinin kalitesi ve karakteri değişmektedir. Bir önceki bölümlerde kullanılan kalıp türlerine göre elde edilen yüzeyler pürüzlü veya pürüzsüz düzgün yüzeyler olarak nitelendirilmişti. Bu bölümde ise betonarme prefabrike yapı elemanı üretiminde kalıp içinde kullanılan kalıp astarları ile elde edilen renk, form, doku ve yüzeyde oluşan atmosferik kirlenme faktörlerine bağlı olarak incelenecektir.

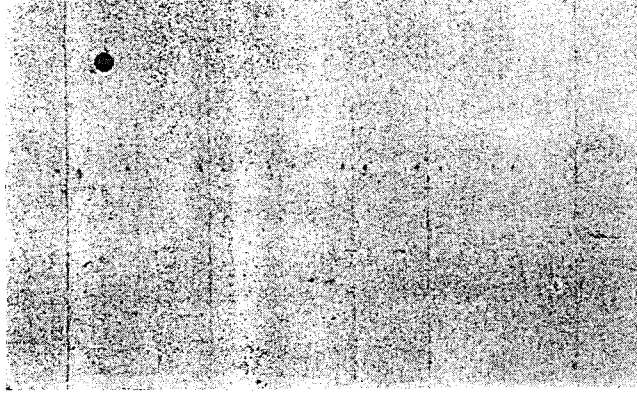
5.1 Kalıbın Beton Yüzeyine Etkisi

Prefabrike betonarme yapı elemanı üretiminde kullanılan kalıplar Bölüm-3' de açıklanmıştı. Bu açıklama doğrultusunda kullanılan kalıp türüne göre elde edilen yüzey kalitesi farklılaşmaktadır. Bu kalıplar genelde ahşap, plywood, fibre glass, çelik, alüminyum, betonarme kalıplar olarak karşımıza çıkmaktadır.

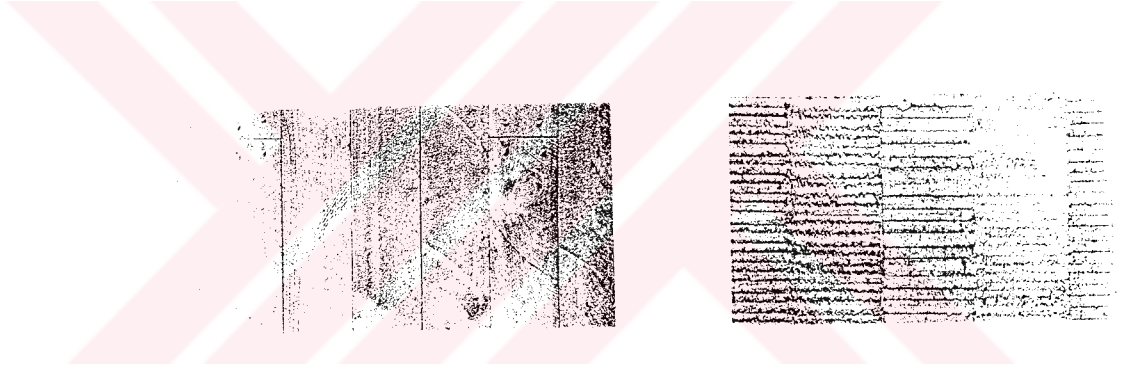
Bu kalıpların bazılarına kısaca değinirsek;

5.1.1 Ahşap Kalıplar

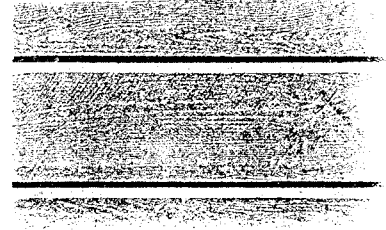
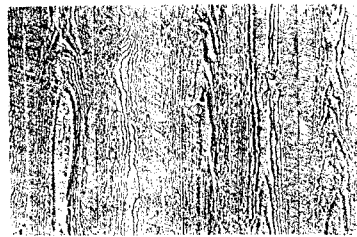
Ahşap kalıplar kullanarak beton yüzeyinde farklı şekiller elde edilebilmektedir. Özellikle beton yüzeyinde ahşabın doğal dokusu elde edilmek istendiğinde ahşap kalıplar kullanılmaktadır. Şekil 5.1-5.3



Şekil 5.1 Düz ve pürüzsüz ahşaptan elde edilen yüzey.



Şekil 5.2 Solda düz testere ile kesilmiş ahşaptan elde edilen yüzey, sağda ise yuvarlak testere ile kesilmiş ahşaptan elde edilen yüzey görülmektedir.



Şekil 5.3 Sağda yapay kabartılı ahşaptan elde edilen yüzey. Solda ise girintili ahşaptan elde edilen yüzey görülmektedir.

5.1.2 Plywood Kalıplar

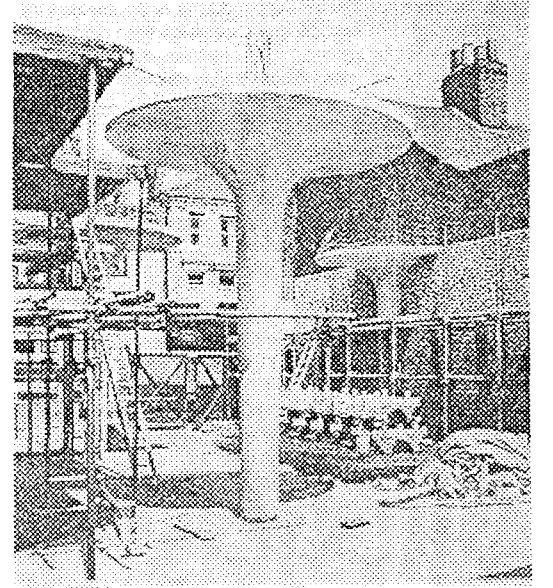
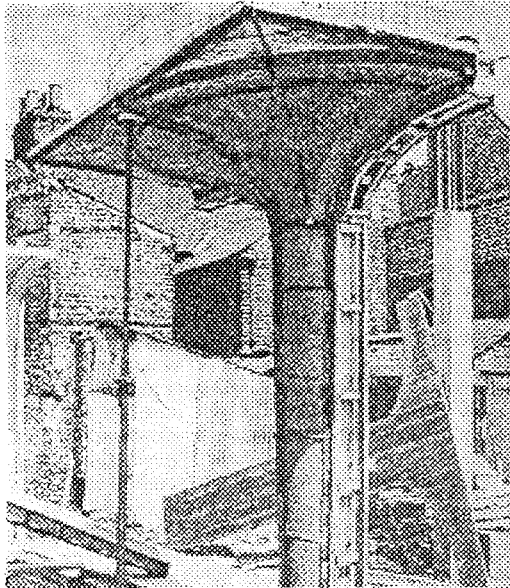
Düz ve pürüzsüz yüzeyler elde edilmek istendiğinde kullanılan plywood kalıplar gelişmiş ve endüstrileşmiş bir kalıp türüdür. Şekil 5.4



Şekil 5.4

5.1.3 Fibre Glass Kalıplar

Bu tür kalıplarla elde edilen yüzeyler oldukça pürüzsüzdür ve bu kalıplarla plastik etkisi yüksek, kıvrımlı betonarme elemanlar üretilebilmektedir. Şekil 5.5 [1,2]



Şekil 5.5 Solda kolon için kullanılan fibre-glass kalıbı. Sağda ise bu kalıptan elde edilen bir kolon görülmektedir.

5.2 Baskı (Textured) Kalıplar

Kalıbın iç yüzüne serilen yivli (oluklu) kauçuk, plastik hasır, yivli alüminyum levha veya kabartmalı örtülerle beton yüzeyinde mimari anlamda çekici yüzeyler elde edilebilir. Aynı şekilde kalıbın iç yüzüne yayılan sert ahşap plakalarla baskı yüzeylerde elde edilebilir. Bu konuyla ilgili detaylı açıklamalar kalıp astarları konusunda yapılacaktır. Şekil 5.6 [2]

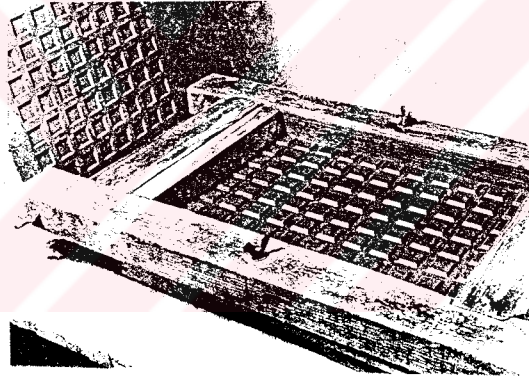


Şekil 5.6 Solda Termoplastik kalıpla elde edilen baskı yüzey. Sağda ise yapay ahşaptan elde edilen baskı yüzey görülmektedir.

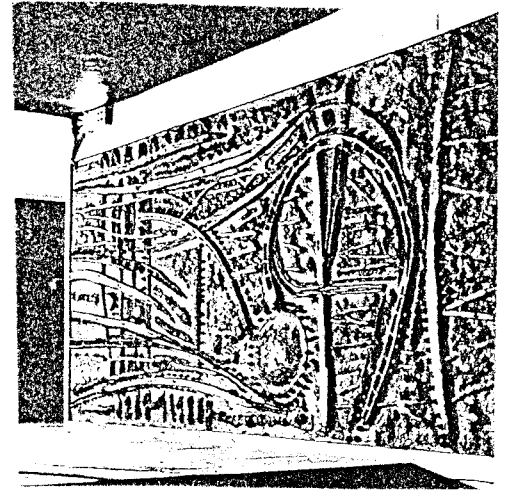
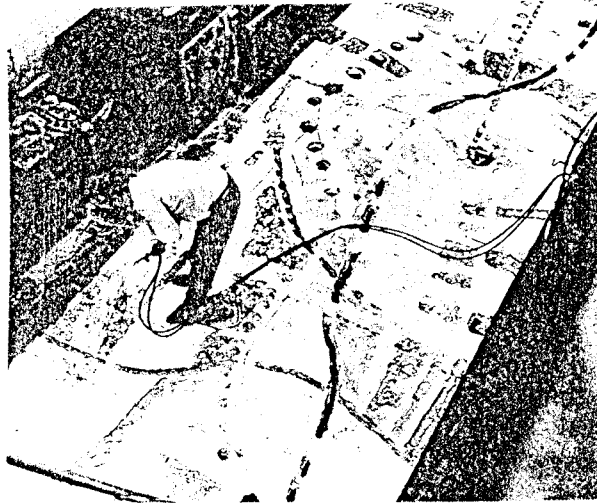
5.3 Derin Kabartmalı Kalıplar

Derin olarak şekillendirilmiş bir yüzey elde etmek için kalıp tabanına ahşap, plwood, fibre glass veya polyesterden şekillendirilmiş kabartmalar konduktan sonra beton dökümü yapılır. Polyester son zamanlarda en çok kullanılan bir malzeme haline gelmiştir. İlk kullanım şekline karşın, bu malzeme kalıp astarı olarak kullanılmaktadır ve beton basıncı altında bozulmamaktadır.

Polyester parçaları istenen ölçüde ve şekilde kesilip yapıştırılabilir veya yüzeyi yakılarak dekoratif yüzeyler elde edilebilir. Ayrıca polyester kalıplar herhangi bir özel beton karışımı veya vibrasyon tekniği gerektirmeden hava baloncuklarının betondan dışarı çıkmasına olanak vererek düzgün, parlak ve lekesiz yüzeyler verir. Şekil 5.7-5.8.[2]



Şekil 5.7 Sağda kalıbın içine yerleştirilmiş polyester şekiller. Solda ise bu yöntemle elde edilmiş derin kabartmalı yüzeyler görülmektedir.



Şekil 5.8 Solda polyester katmanının oksijenle yakılarak plastik etkisi yüksek yüzey elde etme işlemi. Sağda ise yandaki yöntemle elde edilmiş yüzey görülmektedir.

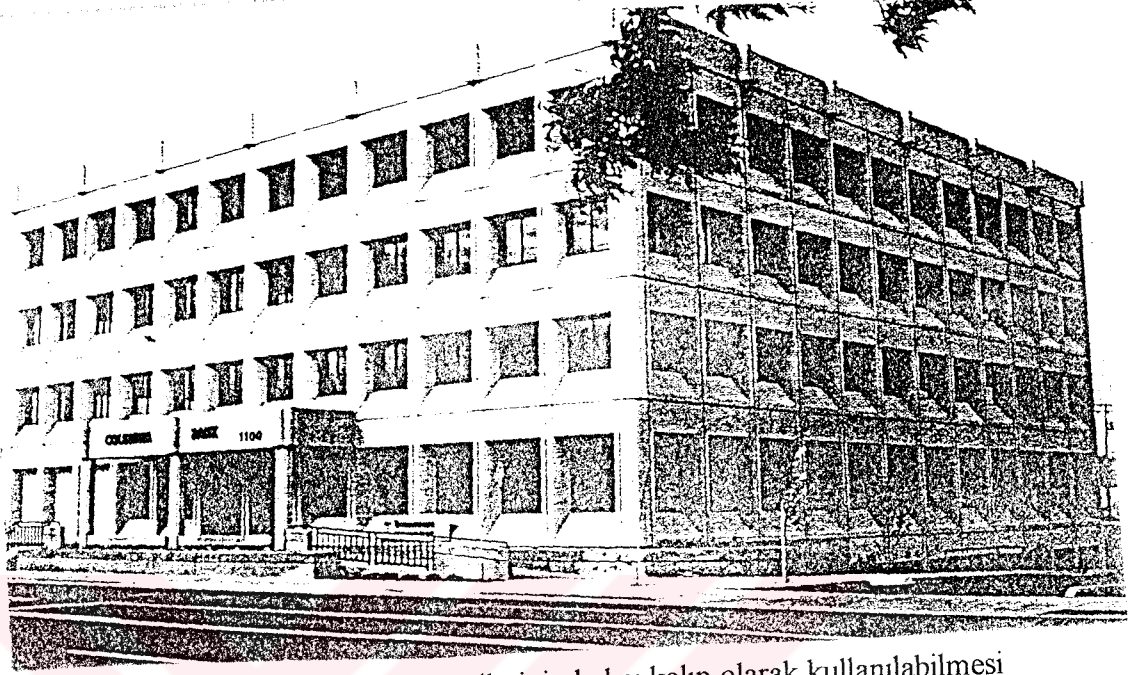
5.4 Kalıcı kalıplar

Kalıcı kalıpların taşıyıcı özellikleri dışında özellikle bina cephe panellerinde estetik kaygılardan dolayı kullanımı artmıştır. Daha önceki bölümlerden bilindiği gibi kalıp maliyetinin bina betonarme maliyeti içinde büyük yer tuttuğu ve bu maliyetin kalıcı kalıplar kullanılarak büyük ölçüde düşürülebildiği bir gerçektir. Tasarlanmış olan betonarme prefabrike elemanlar inşaat sırasında kalıcı kalıp olarak da kullanılarak kalıp işçiliğinden ve maliyetinden oldukça tasarruf sağlanabilir.

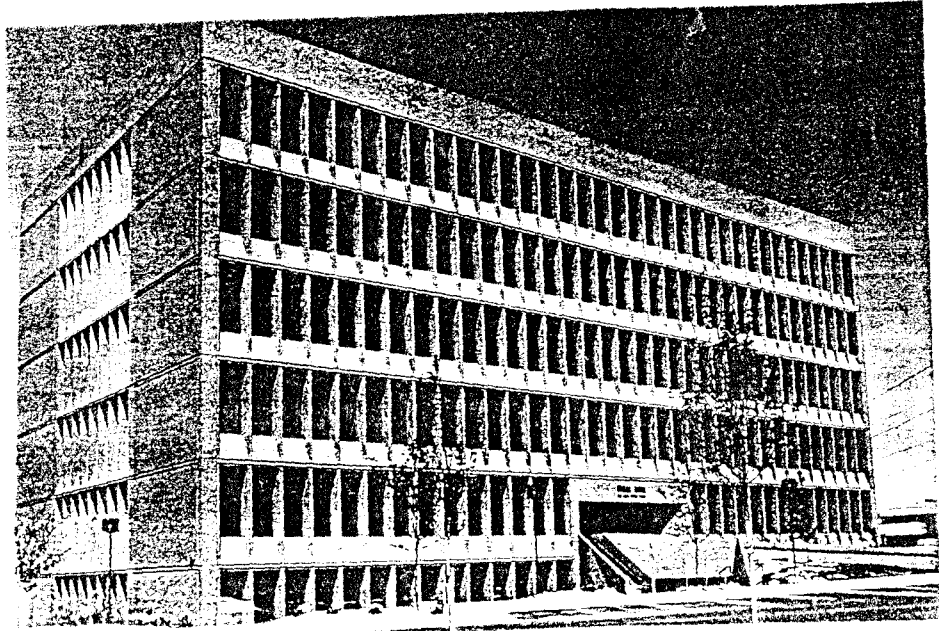
Kalıcı kalıplarda yüzey uygulamaları bu bölümde diğer paragrafta uygulanan tekniklerden farklı değildir. Fakat in-situ sistemlerde kalıcı kalıplar kullanıldığında kalıbın ön yüzü fabrika üretilmiş betonarme eleman olduğu için istenen şekiller ve yüzey dokuları şantiye işlemleri gerektirmeden kalıp tasarrufu sağlanarak elde edilebilmektedir. Şekil 5.9-11.[1,3]



Şekil 5.9 Şekilde cephe panelinin kalıcı kalıp olarak da kullanılabilmesi görülmektedir.



Şekil 5.10 Şekilde bina cephe panellerinin kalıcı kalıp olarak kullanılabilmesi görülmektedir.



Şekil 5.11

5.5 Kalıp Astarları

5.5.1 Yutucu Astarlar

Kalıp kullanımı sırasında çoğu kez beton dökümü, kalıbın sökülmesi ve tekrar kalıbın kurulması işlemi kalıbı hasara uğratmakta ve böylece kalıbın teorik kullanım ömrü potansiyeli normalden daha çabuk tükenmektedir.

Bundan dolayı ucuz, kullanıldıktan sonra atılabilir kalıp astarları kalıbın kullanım ömrü potansiyelini arttıran elemanlar olarak kullanılabilir Şekil 5.12-13. Prefabrikasyonda kalıp içinde uzayabilir astarlar kullanmanın bazı avantajları vardır. Bunlar;

1. Kalıp temizleme işini basitleştirecek ve pürüzsüz bir beton yüzeyi verecektir.
2. Kullanıldıktan sonra atılabilen kalıp astarları sayesinde kalıp sökümü, kurulması ve beton dökümü işlemi sırasında oluşan zararlar önlenerek kalıbın ömrü uzatılır.
3. Kullanılan astar sayesinde kalıp malzemelerinde düşük kalitede malzeme kullanılarak maliyet düşürülür.
4. Kalıp birleşimlerinde de astarlar kullanılarak köşelerde istenen kalite elde edilebilir.
5. Bütün astarlar beton dökümü işleminden sonra aynı anda çıkartılabilir.

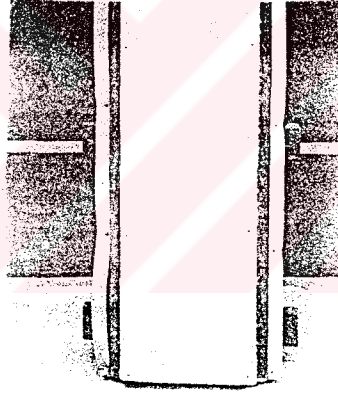
Bu tip astarları kullanmanın bazı sakıncaları da olabilir. Kullanımı sınırlayan faktörlerden biri kırılganlıktır. Bu durumda yutuculuğu fazla olan izolasyon katmanlarının verdiği sonuç tatmin edici değildir. Beton yüzeyinde kabuklaşma ve delikler oluştururlar. Ayrıca astarın fazla yutuculuğu yüzünden beton dökümü sırasında farklı basınçların uygulanması sonucu beton yüzeyinde renk farklılaşmaları oluşur.

Yukarıdaki faktörler değerlendirildikten sonra astar kullanılıp kullanılmayacağına karar verilmelidir. Amaç olarak pürüzsüz yüzeyler elde etmek istendiğinde, yutucu astarların maliyeti kalıp temizliği işçiliğinin min. inmesi, kalıp kullanım ömrünün artması ve beton

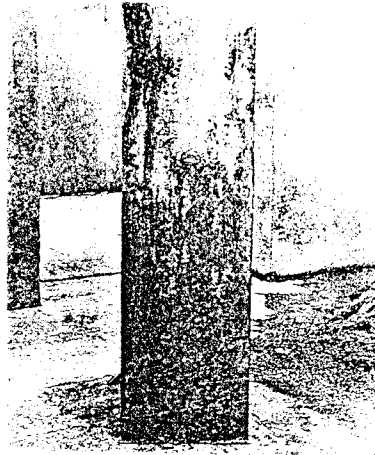
yüzeyinde ek işlemler gerektirmemesi nedeniyle önemli bir faktör olmaktan çıkar. Şekil 5.14

Yüksek yutuculu astar olarak örneğin yumuşak ahşap, sert ahşap, kalın kraft yaprağı gibi malzemeler kullanılabilir. Yutucu astarlarda ilk kullanımdan önce uygun bir kalıp yağıyla yağlanması gerekmektedir. Astarın yutuculuğu üzerine uygulanmış kalıp yağı miktarına bağlı olarak değişir ve koyu beton rengi astar söküldükten sonra beton eleman üzerinde en az yağlı bölgelerde oluşur.

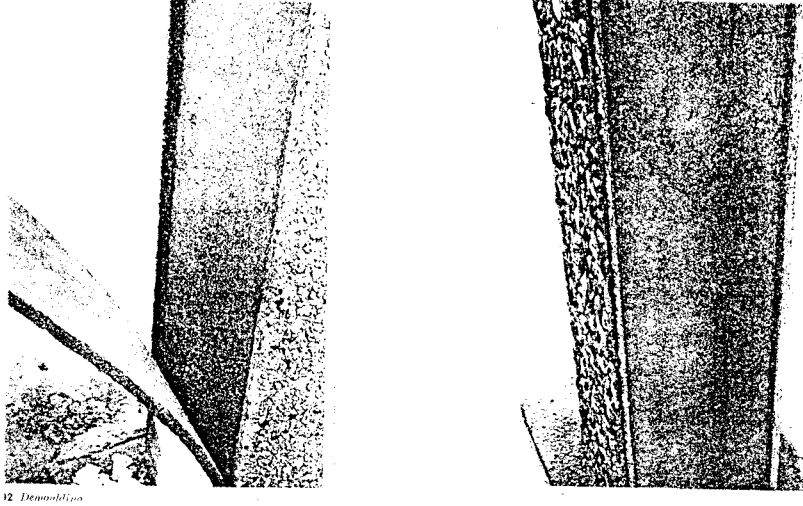
Astar yüzeyindeki gözeneklerin iyi bir şekilde kapatılması için yağlama işlemi ilk kullanım yapılmadan birkaç gün önce yapılmalıdır. Ayrıca her kullanımdan öncede yağlama işlemi yapılmalıdır. Kalıp içine beton dökümü yapılırken acele edilmemeli ve vibrasyonla birlikte yapılmalıdır. Aksi halde astarda kırılmalar oluşur.[1]



Şekil 5.12 Kalıp içinde oluşan detay.



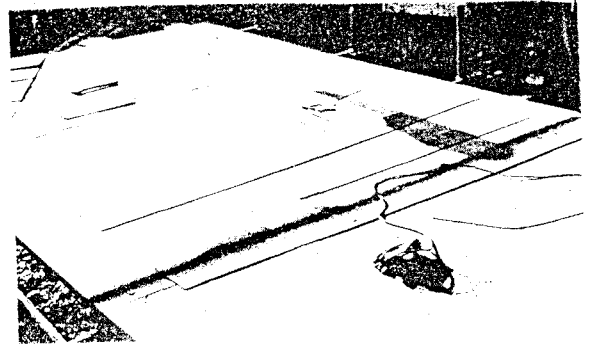
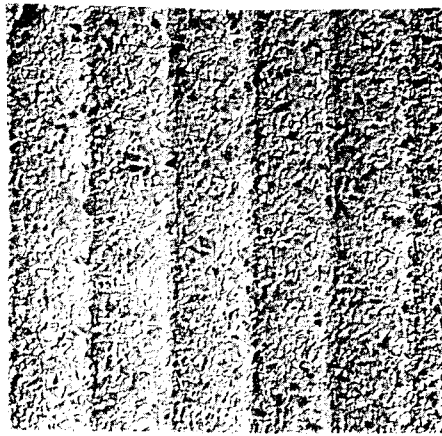
Şekil 5.13 Solda kalıp içine yerleştirilmiş yutucu bir astar. Sağda ise yutucu astarın kullanım sonrası yüzeyindeki farklılaşma görülmektedir.



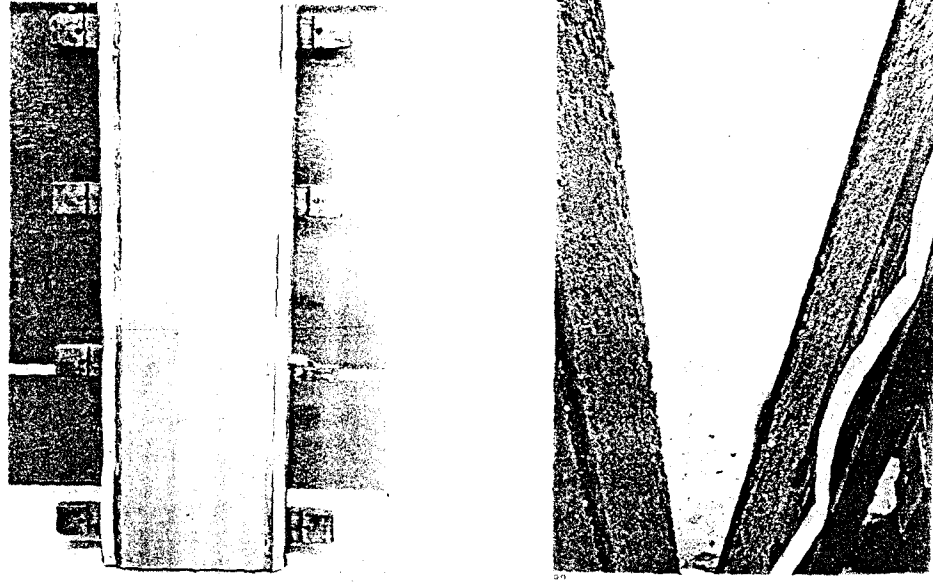
Şekil 5.14 Astarın sökülmesi ve yutucu astarla elde edilmiş bir yüzey.

5.5.2 Sert Ahşap Astarlar

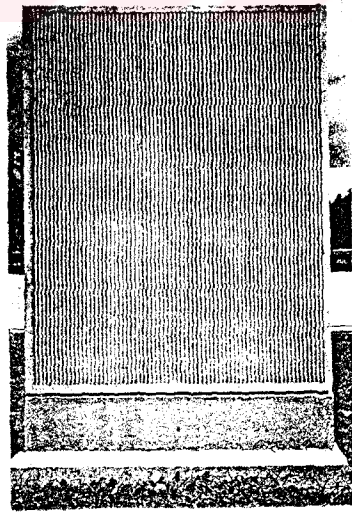
Yutucu astarlar kısmında saydığımız hemen hemen tüm avantajlar ve dez avantajlar sert ahşap astarlar için de geçerlidir. Bu tip astarlar profili olarak kalıp yüzeyine uygulanabilir ve böylelikle farklı tipte beton yüzeyleri elde edilebilir. Şekil 5.15-17.[1]



Şekil 5.15 Solda ahşap astar kullanarak elde edilmiş bir yüzey. Sağda ise ahşap astarın kalıp içine uygulanışı görülmektedir.



Şekil 5.16 Solda sert ahşap astarla elde edilmiş bir yüzey. Sağda ise kalıp içinde oluşan detay görülmektedir.



Şekil 5.17 Solda sert ahşabın kalıp içine uygulanması. Sağda ise sert ahşabın sökümü görülmektedir.

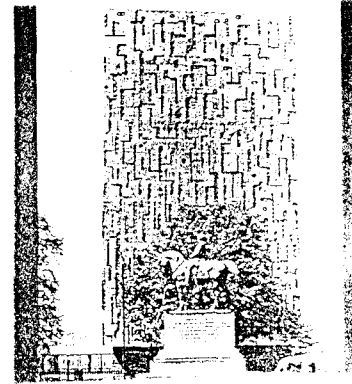
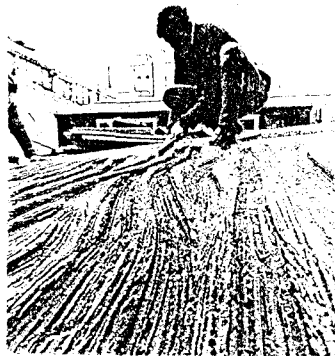
5.5.3 Köpüklü Plastik Astarlar

Tekrarlı bir şekilde kullanılmayan ve derin kabartmalı yüzey elde edilmek istenildiğinde bu tür malzemeler en uygun astar olarak kullanılabilir. Tasarımcı ve üretici açısından düşük maliyetli ve kimyasal, ısısal ve mekanik işlemler uygulanarak her türlü şekilde işlenebilir bir malzemedir.

Köpüklü plastik astarların maliyeti istenen yüzey kalitesine, yapılacak şeklin derinliğine ve karmaşıklığına bağlıdır. Ayrıca beton dökümü ve taşıma işlemi bu tip astarlarda oldukça zor olmaktadır.

Köpüklü poliüretan ve plastik malzemeler her istenen formda üretilebildiği için plastik etkisi yüksek bir yüzey elde edilmek istendiğinde ilk akla gelen malzeme olmaktadır. Şekil 5.18-19. Bu tür astarlarda beton yüzeyinde renk değişikliği olmaz ve kalıp sökümünü kolaylaştırmak için ek bir kimyasal malzeme gerektirmez. Bu tip kalıpları veya astarları kullanmanın belki de en büyük avantajı beton yüzeydeki atmosfer etkilerinden dolayı oluşan kirliliği ve bozulmayı en aza indirmesi. Şekil 5.20-21

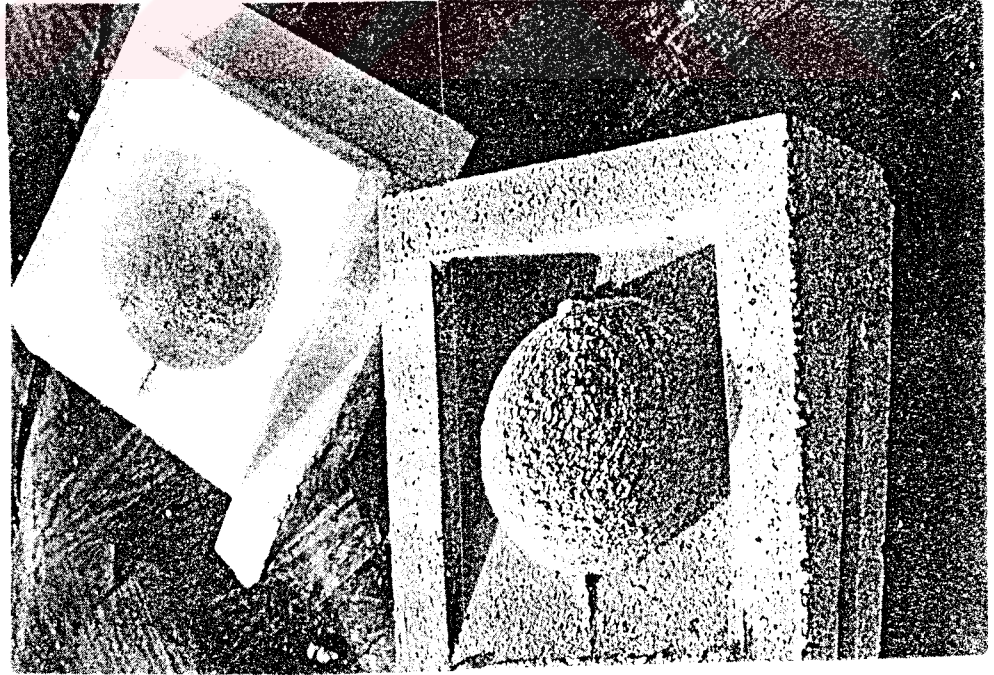
Bu tip astarlarda beton dökümü ve yoğunlaştırma işlemi sırasında çabuk zarar gören bir malzeme olduğu için gerekli özen gösterilmelidir. Aksi halde iç vibrasyon sırasında vibratör astarı yakabilir. Ancak özellikle heykelsi kabartmalarda yoğunlaştırmayı tam olarak yapmak gerekir. Özel durumlarda kalıp sökücü sıvılar kullanılabilir. Fakat bu sıvıların malzemeye zarar veren kimyasal maddeleri içermemesi gerekmektedir.[1]



Şekil 5.18 Solda 45mm derinlikte poliüretan kalıp. Sağda ise poliüretan kalıpla elde edilmiş bir heykel görülmektedir.



Şekil 5.19 Plastik astarlarla her türlü şekil yapılabilir. Tasarımcının atölyesi.



Şekil 5.20 Sağda poliüretan bir kalıp. Solda yüzey uygulaması görülmektedir.



Şekil 5.21 Köpüklü plastik astarla elde edilmiş bir yüzey.

5.5.4 Lastik ve Kauçuk Astarlar

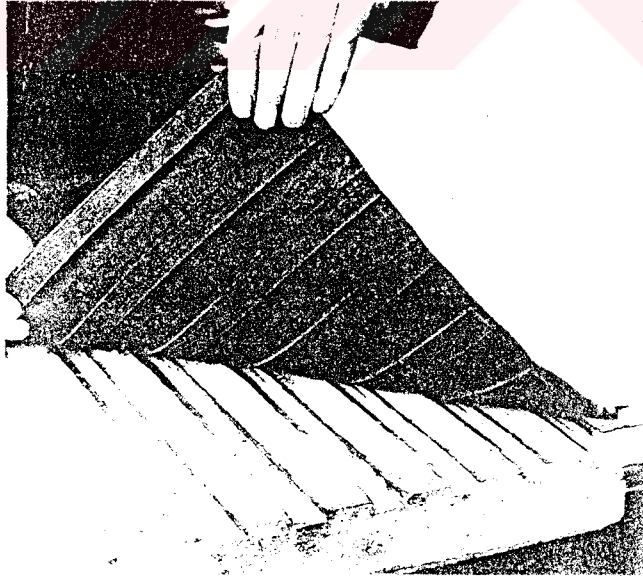
Geleneksel kalıp içinde kullanılan kauçuk astarlarla beton yüzeyinde yivler oluşturulur bu yivlere daha sonra anahtar taşların yerleştirilmesini sağlar. Şekil 5.22-23. Bu tip yüzeyler beton ile uygulanacak yüzey malzemesi arasında çok iyi tutuculuk sağlar. İn-situ betonda yüzeye dekoratif bir doku vermek için kullanılan kauçuk astarlar prefabrike betona göre maliyetleri yüksek ve az çeşitlilikte olduğu için kullanımı fazla yaygınlaşmamıştır.

Kauçuk yaprak astarlar kullanılarak profilli veya desenli beton yüzeyleri renk farklılaşması olmadan elde edilebilir. Normalde profilin derinliği kullanılan kauçuğun kalınlığına bağlıdır ve 13mm'den kalın kauçuklar genelde kullanılmaz. Çok karmaşık şekilli astarlar beton yüzeyinde dağılmaya sebep olacağından kullanılmamalıdır. Genelde kauçuk astarların boyutları üretici firmalar tarafından sınırlandırılmıştır. Fakat istenildiğinde parçalar yanyana getirilerek daha büyük yüzeyler elde edilebilir. Şekil 5.24

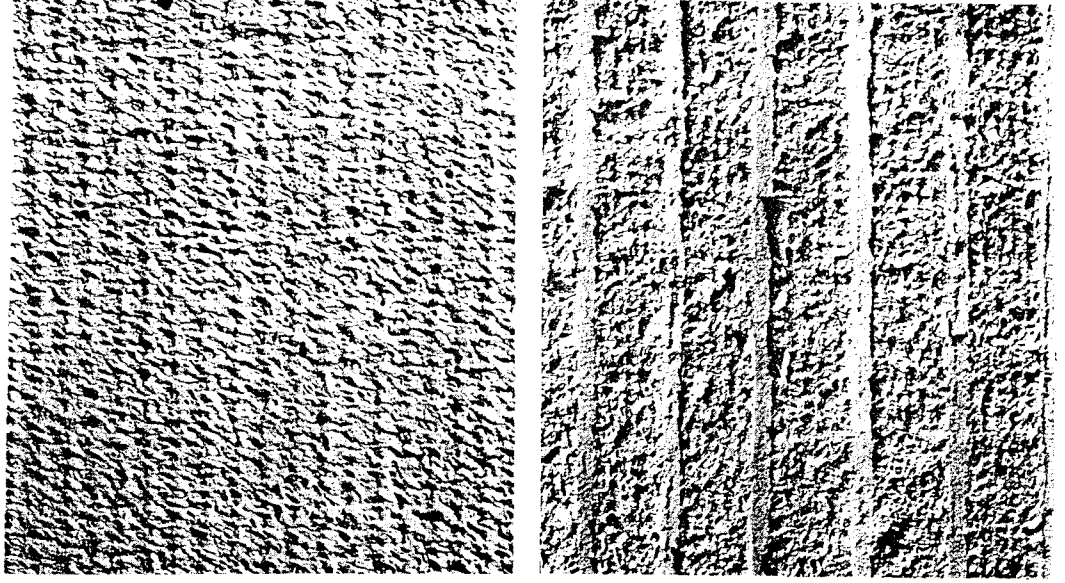
İnce kauçuk astarlar kalıp yüzeyine ufak çiviler çakılarak stabil hale getirilebilir. Fakat bu işlem sırasında kauçuğun yırtılmaması gerekir. Kalın kauçuk astarlar ise kalıp yüzeyine uygun bir yapıştırıcı türüyle yapıştırılmalıdır.



Şekil 5.22 Anahtar taşların yivlere yerleştirilmesi.



Şekil 5.23 Kauçuk astarın beton yüzeyden çıkartılması.

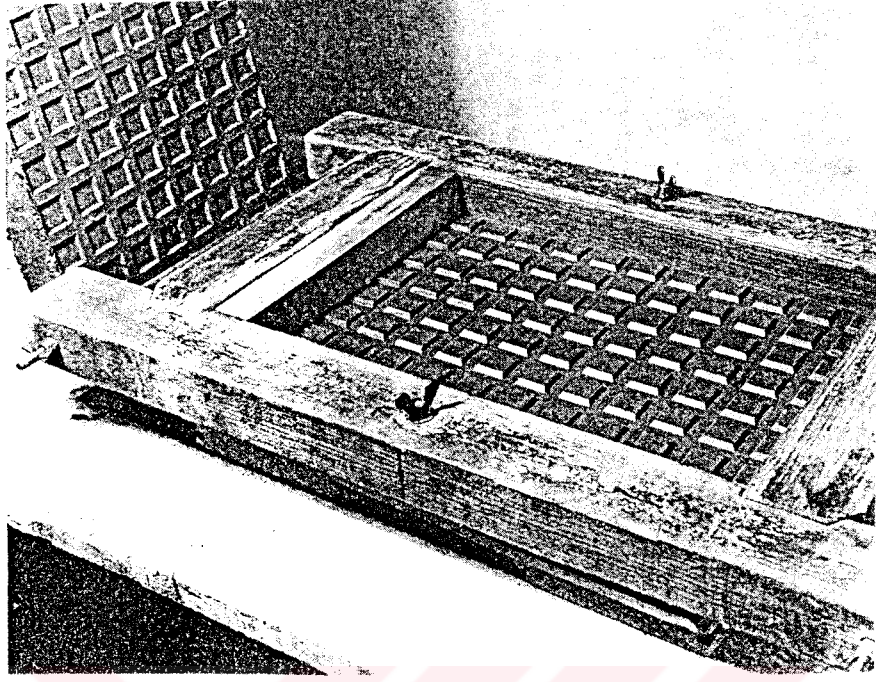


Şekil 5.24 Sağda nervürlü astar uygulaması. Solda ise bir başka kauçuk astar görülmektedir.

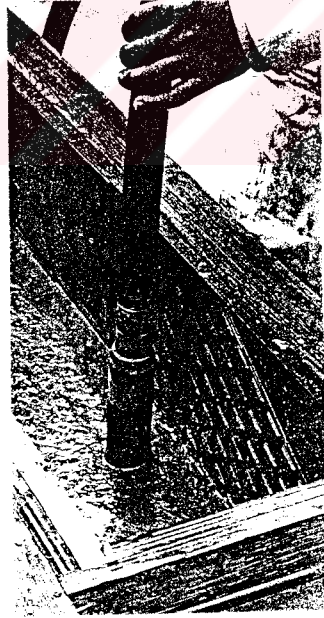
Kauçuğun beton yüzeyinde sökülmesi işlemi için mineral yağlar kesinlikle kullanılmamalıdır. Aksi halde kauçuk özelliğini kaybeder. Bu işlem için kullanılacak kalıp yağı hayvansal veya bitkisel kökenli olmalıdır. Kastor yağı veya lanolin bu işlem için uygundur. Her durumda astarın sökülmesi için en az 48 saat beklenmelidir.

Kauçuk kullanıldıktan sonra depolanırken rulo yapılmalı veya düz bir şekilde yere serilmelidir. Depo alanının sıcaklığının normal düzeyde olması ve kauçuğun güneş ışınlarına maruz kalmaması gerekir. Aksi halde kauçuk astarın kullanım ömrü azalır. Uygun bir bakımla kauçuk astarlar en az 30 kez kullanılabilirler. Astar yüzeyinde fazla yağ kullanılması kauçuk üzerinde delinmelere yol açabileceğinden sürülen yağ miktarı normal miktarda olmalıdır.[1]

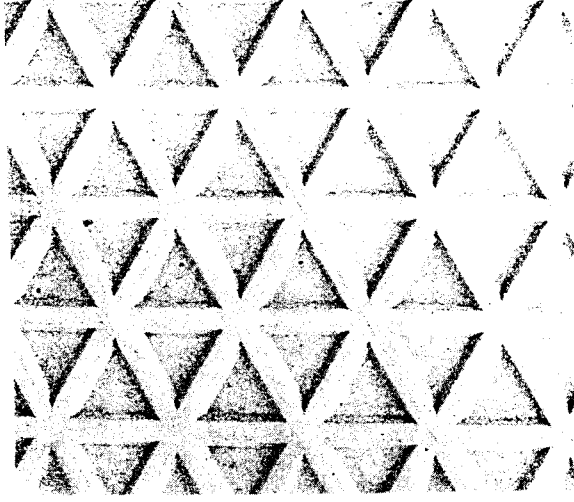
İç vibrasyon ile birlikte astar kullanımı en iyi sonucu vermektedir. Fakat kullanım sırasında astara zarar verilmemelidir. Kauçuk astar en geç 7 gün içinde betondan sökülmelidir. Genelde söküm işlemi sırasında kalıba çakılı kauçuk kalıbı iterek beton yüzeyinde kalır. Bu durumda astarın yavaşça betondan soyulması gerekir. Eğer astar kalıp yüzeyinde kalırsa çıkartma işlemi kalıbı yukarıdan aşağıya doğru betondan ayırarak yapılması gerekir. Şekil 5.25-27



Şekil 5.25 Solda bitmiş prefabrike eleman sağda ise kullanılan kalıp görülmektedir.



Şekil 5.26 Kauçuk astar kalıp içindeyken iç vibrasyonun yapılması.



Şekil 5.27 Kalıptan çıkartılmış elemanın yüzeyi.

5.6 Bölümün Sonucu

Üretici firmalar, ürünlerini mimarlara tanıtabilmek için ilk olarak örnek prefabrike betonarme elemanlar üretirler ve bu elemanlarla farklı tiplerde yüzey uygulamaları yaparlar. Bu elemanlardaki yüzey farklılıkları mimarların isteği doğrultusunda çeşitli teknikler uygulanarak yapılabilmektedir. Bu çeşitlilik hem üretici firmanın kataloğunu geliştirmesini sağlamakta hem de tüketiciye özellikle cephe tasarımlarında farklı imkanlar tanımaktadır.

İstenen bir beton yüzeyi elde edebilmek için mühendis, mimar, kalıp tasarımcısı ve üreticinin işbirliği yapması ve çalışmanın yapılacağı yerin ve atmosferik kirlilik düzeyinin ölçümlerinin yapılması gerekmektedir. Örneğin hava kirliliği yüksek olan bölgelerde derin kabartmalı yüzeyler pürüzsüz yüzeylere göre daha fazla avantajlar sunmaktadır.

Burada daha önemli olan nokta kalıp kurma ve sökme işlemlerinin basite indirgenerek betonarme elemanın yüzeyine zarar vermeden kolayca yapılabilmesidir. Ayrıca kalıbın su geçirimsiz ve sağlam olması ve kullanılan söküm işini kolaylaştıran kalıp yağlarının ve benzer malzemelerin betonarme elemanın yüzeyine yapışmaması gerekmektedir.

6. SONUÇLAR

Kalıp sistemi in-situ ve prefabrike yapı üretiminin temel unsurlarından birini teşkil etmektedir. Betonarme prefabrike yapı üretiminde kullanılan kalıpların tasarımında ve uygulamasında in-situ yapımdan farkı üretilecek ürünün şekil ve ölçüsünün, yüzey kalitesinin ve beton kalitesinin oldukça gelişmiş bir hassasiyette olmasıdır.

Günümüzde, şantiyede veya fabrikada üretilen prefabrike betonarme yapı elemanlarının yapı üretiminde kullanılması oldukça yaygın bir hale gelmesine rağmen henüz istenen seviyeye ulaşamamıştır. Özellikle günümüz konut sorununun çözümü için bina endüstrisinin üretkenliğini arttırabilmek, fabrikada üretilmiş betonarme prefabrike yapı elemanlarının kullanımındaki artış ile sağlanabilmektedir.

Bu bir anlamda yapım işleminin sadece konutlarda değil diğer bütün yapı türlerinde endüstrileşmesi anlamına gelmektedir. Özellikle modüler planlamanın anlaşılmasıyla yapı elemanlarının standartlaşacağı ve bu sayede yapı üretiminde betonarme prefabrike yapı elemanı kullanımının oldukça yaygınlaşacağı ve tasarımlarda çok çeşitli fırsatların elde edileceği açıkça görülmektedir.

Betonarme prefabrike yapı elemanı üreten fabrikalarda (şantiyede veya başka bir yerde) yapı elemanları hava ve iklimsel koşullardan etkilenmeden ve üretimin her aşamasında tam kontrol imkanı sağlanarak üretilmektedirler. Burada kalıbın tasarımı, yeni kalıp malzemelerinin kullanımı, gelişen fabrika üretim yöntemleri betonarme prefabrike eleman üretiminin önemli bir kısmını teşkil etmektedir.

Ülkemizde son birkaç yılda hızlı endüstrileşmenin sonucu endüstri binalarının üretiminde bir dizi prefabrikasyon uygulamalarını görmekteyiz. Betonarme prefabrike elemanlar üretimi için kurulan tesislerin sayıları ülkemizde hızla artmaktadır.

Ancak ülkemizde kitlesel üretimde süreklilik, nakliye sorunları ve malzeme sorunları vardır. Ayrıca tasarlama, sistem ilişkisi gibi mimari sorunlar bilgi eksikliğinden dolayı çözülememiş ve prefabrike sistemlerin kullanımını olumsuz yönde etkilemiştir. Başka bir taraftan ise üretici firmalar arasında gerekli minimum kalitenin ve elemanlar arasında standardizasyonun sağlanamamış olması ve bilgili veya bilgisiz herkesin üretici firma haline gelmeye çalışması betonarme prefabrike eleman üretiminde kaliteyi düşüren bir başka olumsuz etkidir. Burada özellikle üretici firmaların yapı elemanı üretiminde kalıp sisteminin temel unsurlarından birini teşkil ettiği bilmesi gerekmektedir. Bu bilinç doğrultusunda hangi kalıp türünden nasıl bir performans ve fayda elde edileceği ve kalıp kullanımında ve seçiminde hangi hususlara dikkat edilmesinin gerektiği bu tez çalışmasında açıklanmıştır.

Bu açıklama doğrultusunda betonarme prefabrike yapı elemanı üreten firmaların büyük yatırımlar yaparak üretime geçmeden önce üretimde kullanacağı kalıp sistemi seçimi ile ilgili konunun ekonomik, teknik, mimari yönlerini etraflıca etüd etmesi her üretici firmanın başlıca görevi olmalıdır. Bu amaca, prefabrikasyonda veya in-situ sistemlerde ülkenin menfaatleri doğrultusunda, minimum kalıp girdileriyle maksimum yararının sağlanmasıyla en yüksek düzeyde ulaşılabilir.

Sonuçta prefabrike betonarme eleman üretimi bir moda uyma eyleminden çok koşulların gerektirdiği, kalite standardının sağlandığı, teknik ekonomik ve mimari yönlerin etraflıca etüd edildiği bir üretim yöntemi olmalıdır. Koşulların doğru olarak belirlenmesi ve değerlendirilmesi prefabrikasyon için şarttır. Aksi taktirde prefabrikasyondan bekleneni elde edemediğimiz gibi, bu tür bir üretim yöntemi yarardan çok zarar getirir.

KAYNAKLAR

- [1] **GAGE, Michael.** ,1970. Guide to Exposed Concrete Finishes. The Architectural PressThe Cement & Cocrete Association, London printed by Spottiswoode.Ballantyne Co.& Ltd.
- [2] **SNOW, Frederick.**, 1965. Formwork for Modern Structures .Chapman and Hall Ltd. printed by BAS Printers Limited, Wallop, Hampshire.
- [3] **PCI.**, 1989. Architectural Precast Concrete. Printed by Precast/Prestressed Concrete Institute, Chicago, Illinois 60604 USA.
- [4] **KARAESMEN, Erhan.**, 1986 . Yapımda Rasyonelleşme. Yapı Dergisi Sayı:53.
- [5] **SEY, Yıldız.** , 1986 . Prefabrike Sistemlerde Ekonomik Etkinlik Sorunu. Yapı Dergisi Sayı:53.
- [6] **TAPAN, Mete.** , 1985. Toplu Konut Üretiminde Betonarme Prefabrike Sistemlerle Sistemlerle Tasarlama. Yön-Mat Matbaası.
- [7] **TAPAN, Mete.** , 28 Ocak 1988. Uygun Kalıp Teknolojisi Seçimi Üzerine. YEM. Kalıp ve Hazır Beton Teknikleri Bildirileri, İstanbul.
- [8] **UYSAL, Cihat.** ,28 Ocak 1988. Standart Kalıp ve İskele . YEM. Kalıp ve Hazır Beton Teknikleri Bildirileri, İstanbul.
- [9] **İŞİK, Bilge.**, Ekim 1987 .Betonarme Hazır Yapı Elemanında Boyut Toleransı. Yapı Dergisi Sayı:69

[10] **IŞIK, Bilge.**, 1986 .Prefabrikasyonda Boyut Hatalarının Getirdiği Problemler . Yapı Dergisi Sayı:53

[11] **CİLASON, Necat.** , 1986 . Prefabrikasyonda Beton. Yapı Dergisi Sayı: 62

[12] **ÜLGÜRAY, Metin.**, 1986 . Prefabrikasyon, Prefabrik, Prefabrike, Önüretim. Yapı Dergisi Sayı:62

[13] **KULAKSIZOĞLU, Erol.**, 1986. Prefabrikasyonda Mimari Tasarım. Yapı Dergisi No:53

[14] **TAPAN, Mete.**, 1986 . Niçin Prefabrikasyon. Yapı Dergisi No:53

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI
DOKÜMAN YÖNETİMİ VE KÜTÜPHANE BİRLİĞİ**

ÖZGEÇMİŞ

Turgut Avincan 1973 Yılında İstanbul'da doğdu. Orta öğrenimini İstanbul Bahçelievler Lisesinde tamamladı.1995 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık bölümünden mezun oldu. Çeşitli mimarlık ve inşaat firmalarında çalıştı. T.P.B' nin 1994 yılında açmış olduğu prefabrike sistemlerle konut tasarımı yarışmasında birincilik ödülü aldı. A.B.D' de 20'den fazla eyalette bulundu. İsviçre'de Cenevre, Bern, Neuschaetel, Lozan kentlerinde kentsel doku incelemesi yaptı.