

BETON ESASLI, BÜYÜK BOYUTLU PREFABRİKE PANELLERİN
FABRİKADA ÜRETİMİ VE ÜRETİM SORUNLARI

39734

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Can Tuna Adoran

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Haziran 1994

Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Haziran 1994

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Oktay CANSUN

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. İmer Sunguroğlu

Doç. Dr. Ertan Ökan

HAZİRAN 1994

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasındaki amaç, ülkemizde de oldukça yaygın bir kullanım alanı bulan, beton esaslı malzemelerle üretilen büyük boyutlu panellerin fabrikada üretim sorunlarına (üretimin her aşamasında) bir açıklık getirmektir.

Konuyla ilgili olarak çeşitli teknik yayınlar, önceden yapılmış çalışmalar, kitaplar, dergiler vb. literatür araştırılması yapılmış ve bunun yanısıra, fabrikada üretim şartlarında karşılaşılan zorlukların yerinde görülmesi, bilgi alınması ve belirlenmesi için bazı fabrikalarda (Ytong, Kutlutaş, Afa, Gök) ve her ne kadar da tünel kalıp sistemiyle üretim yapılsa da cephe panellerinin pano olması nedeniyle Sadri Şener Evleri inşaatında araştırmalar yapılmış ve üretim safhaları incelenmiştir.

Tüm bu araştırmalar sırasında bana yardımcı olan ve birtakım nedenlerden dolayı zorluk çıkartmayan fabrika ve şantiye yetkililerine ve en önemlisi benden yardımını esirgemeyen ve destek olan değerli tez danışmanım Sn. Doç. Dr. Oktay Cansun 'a teşekkürü bir borç bilirim.

Can Tuna Adoran

Haziran 1994

İÇİNDEKİLER :

Önsöz	ii
İçindekiler	iii
Şekiller	v
Tablolar	vii
Özet	viii
Summary	ix
BÖLÜM 1 : GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 : YAPIMIN ENDÜSTRİLEŞMESİ	3
2.1. Yapımda endüstrileşmenin tanımı , avantajları , neden ve koşulları	3
2.1.1. Endüstrileşmiş yapım yöntemleri	6
2.1.2. Yapı üretiminde endüstrileşme düzeyi	8
2.1.3. Endüstrileşmiş sistemlerin üretim ve pazarlama bakımından sınıflandırılması	11
2.1.4. Yapımın endüstrileşmesinde standartlaşma ve toleranslar	16
2.2. Endüstrileşmiş yapımda beton esaslı prefabrikasyonun avantajları ve sakıncaları	21
2.3. Endüstrileşmiş yapımın Türkiye ' deki yeri ve konumu	22
BÖLÜM 3 : BETON ESASLI , BÜYÜK BOYUTLU PREFABRİKE PANELLERDE ÜRETİM GİRDİLERİ	25
3.1. Malzemeler	26
3.1.1. Beton	27
3.1.1.a. Çimento.	30
3.1.1.b. Agregası	33
3.1.1.c. Su.	35
3.1.1.d. Katkı maddeleri.	36
3.1.2. Beton çelikleri ve hasır çelikler	40
3.1.3. Özel malzemeler	42
3.2. Üretimde kullanılan araç girdileri	57
3.2.1. Kalıplar	43
3.2.1.1. Kalıp yüzeyleri	50
3.2.1.2. Kalıp yüzeyi cinsi ve kalıp yağları arasındaki ilişki	53
3.2.1.3. Kalıplara etki eden yükler	54
3.2.1.4. Kalıp alma süreleri	56
3.2.2. Üretimde kullanılan diğer araçlar	57
3.3. İşgücü	57
BÖLÜM 4 : BETON ESASLI , BÜYÜK BOYUTLU PREFABRİKE ELEMANLARIN ÜRETİMİ, FABRİKADA ÜRETİM EVRELERİ VE ÜRETİMDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR	59
4.1. Üretim yeri	59

4.2. Üretim yöntemleri , avantaj ve sakıncaları .	65
4.3. Üretim evreleri ve üretimde karşılaşılan sorunlar.	77
4.3.a. İşlem merkezi 1 ; BETON SANTRALI .	78
4.3.a.1. Beton karşımı için gerekli malzemelerin hazırlanması ..	80
4.3.a.2. Beton karşımına girecek malzeme miktarlarının saptanması .	80
4.3.a.3. Karıştırma .	83
4.3.a.4. Katkı maddelerinin eklenmesi .	84
4.3.a.5. Betonun kalıba iletilmesi .	85
4.3.b. İşlem merkezi 2 ; DONATI HAZIRLAMA ATELYESİ .	88
4.3.b.1. Hasır çeliğin hazırlanması .	88
4.3.b.2. Donatının temizlenmesi .	89
4.3.b.3. Pas paylarının yerleştirilmesi .	89
4.3.b.4. Donatının kalıba iletilmesi .	90
4.3.c. İşlem merkezi 3 ; ÜRETİM HOLÜ .	90
4.3.c.1. Kalıpların hazırlanması .	91
4.3.c.2. Yüzey kaplama malzemesinin yerleştirilmesi .	93
4.3.c.3. Donatının yerleştirilmesi .	94
4.3.c.4. Aksesuarların yerleştirilmesi .	95
4.3.c.5. Kalıpların kapatılması .	106
4.3.c.6. Beton dökümü .	106
4.3.c.7. Beton yerine yerleştirme (vibrasyon) yöntemleri.	107
4.3.c.8. Beton yüzeylerinin düzgünleştirilmesi .	110
4.3.c.9. Kırılma (ısıtma işlemi) .	111
4.3.c.10. Yüzey bitirme işlemleri .	117
4.3.c.11. Prefabrike elemanların kalıptan çıkarılması .	120
4.3.c.12. Prefabrike elemanlarda , kalıptan çıkarıldıktan sonra yüzey oluşturma işlemleri.	122
4.3.c.13. Hasarlı elemanların tamir işlemleri .	124
BÖLÜM 5 : SONUÇ .	125
KAYNAKLAR .	129
ÖZGEÇMİŞ .	132

ŞEKİLLER :

- 2-1. Prefabrike Sistemlere Yönelme Nedenleri.
- 2-2. Endüstrileşme Düzeyinin Gelişimi.
- 2-3. Elemanlarda Ölçü Toleranslarının Temel İlkeleri.
- 2-4. Hazır Beton Elemanlarda Kabul Edilebilir Toleranslar.
- 3-1. Büyük Boyutlu Duvar Panelli Bir Yapının Kuruluş Perspektifi.
- 3-2. Beton Kanşımını Oluşturan Bileşenler ve Oranları.
- 3-3. Normal Agregalı Betonda Yük Taşıma Mekanizması.
- 3-4. Hafif Agregalı Betonda Yük Taşıma Mekanizması.
- 3-5. Kum ve Çakıl İçin Öngörülen Granülometri Eğrileri.
- 3-6. Çeşitli Donatı Demirleri.
- 3-7. Panellerde Kullanılan Donatı Izgara ve Hasırları.
- 3-8. Alt Vibratörü, Devrilebilen Masa (Yatay) Kalıp.
- 3-9. Mekanik Esaslı Kalıp Kaldıraçları (CSEPEL).
- 3-10. Hidrolik Kaldıraçlı Masa Kalıp (SYSTEM-COIGNET).
- 3-11. İç Duvar ve Döşeme Panellerinin Düşey (Bateri) Kalıplarda Üretimi.
- 3-12. Başka Bir Bateri Kalıp (SOMMER).
- 4-1. Bir Gezici Şantiye Fabrikasından Perspektif.
- 4-2. Bir Gezici Fabrika Şeması.
- 4-3. Üretim Alanının Günlük ve Senelik Üretim Kapasitesiyle İlişisini Gösteren "Bernzott" Grafiği.
- 4-4. Yardımcı Alanların Ana Üretim Atelyesine Göre, Paralel Düzenlendiği, Beton Esaslı Prefabrike Paneller Üreten Bir Fabrika Şeması.
- 4-5. Yardımcı ve Depolama Alanlarının Ana Üretim Atelyesine Göre Uzunlamasına Düzenlendiği, Senelik Kapasitesi 15.000 m³ Olan Bir Fabrika Şeması.
- 4-6. Yardımcı ve Depolama Alanlarının Ana Üretim Atelyesine Dik Doğrultuda Düzenlendiği ve Senelik Kapasitesi 15.000 m³ Olan Bir Fabrika Şeması.
- 4-7. Hareketli Kalıp Yöntemine Göre Çatı Elemanları Üreten Bir Fabrikasının İşleyiş Şeması.
- 4-8. Büyük Boyutlu Paneller Üreten "Band Sistemli" Bir Fabrika.
- 4-9. Büyük Boyutlu Paneller Üreten "Band Sistemli" Başka Bir Fabrika.
- 4-10. Titreşen Merdaneli Bandlı Fabrika.
- 4-11. Beton Üretimi.
- 4-12. Otomatik Beton Santrali.
- 4-13. Betonun Taşınması ve Kalıba Dökülmesi.
- 4-14. Beton İletiminde Kullanılan Konsol Kollu Bir Beton Arabası.
- 4-15. Köprü Vinçler.
- 4-16. Normal Donatılı Hazır Elemanların Üretim Evreleri.
- 4-17. Mischek Sisteminde İç Duvar ve Cephe Panellerine Konan Donatı.
- 4-18. Taşıyıcı İç Duvar Panellerinde Uygulanabilen Çeşitli Demir Donatı Örnekleri.
- 4-19. Beton İç Panellere Kapı Yerleştirilmesi.
- 4-20. Dış Cephe Panellerine Pencere Yerleştirilmesi.
- 4-21. Elektrik Tesisatının Döşenmesi.
- 4-22. Aydınlatma Gereçlerinin Elemanlara Yerleştirilmesi İçin Olanaklar.
- 4-23. Isıtma Tesisatı.
- 4-24. İki Parçalı Tesisat Duvarı.
- 4-25. Uzay Hücreler.
- 4-26. Üretim Sırasında Elemana Tesbit Edilen Kaldırma Halkaları.
- 4-27. Eleman İçinde Üretim Sırasında Birakılan Dişli Borucuklara Sonradan Vidalanabilen Halkalar.
- 4-28. Sonradan Takılabilen, Özel Patentli, Küre Başlı Kaldırma Halkası.

- 4-29. Dış Kabuğu Serbestçe Hareket Edebilen Sandviç Cephe Panellerinde, Dış Kabuğun İç Kabuğa Ana ve Tali Bağlantılarla Asılması.
- 4-30. Sandviç Cephe Panellerinde, İki Kabuk Arasında Yapılabilen "Frimesa" Tipi Bağlantı.
- 4-31. Dış Kabuğu Serbestçe Hareket Edebilen Sandviç Cephe Panellerinde, Dış Kabuğun İç Kabuğa, Eşit Dağıtılmış Ana ve Tali Bağlantı Elemanlarıyla Asılması.
- 4-32. Betonun Sıkıştırılması (Vibrasyon Şekilleri).
- 4-33. Buhar Kürü İçin Kullanılan Kapak Çeşitleri.
- 4-34. Buhar Kürü Çukur Çeşitleri.
- 4-35. Buhar Kürü Hücreleri ve Tüneli.
- 4-36. Beton Yüzeylerinin İşlenebilme Çeşitleri.



TABLÖLAR :

- 2-1. Panel Uzunlukları ve Genişlikleri İçin Toleranslar.
- 2-2. Panel Kalınlıkları İçin Toleranslar.
- 3-1. Beton Sınıfları ve Dayanımları.
- 3-2. Türk Standartlarına Göre Çimento Dayanımları.
- 3-3. Kum ve Çakılların Tane Büyüklüklerine Göre Ayrılması.
- 3-4. 1m.³ Beton İçin Gerekli Su Miktarı (kg/m³).
- 3-5. Priz Süreleri Bakımından Bağlayıcı Maddelerin Sınıflandırılması.
- 3-6. Priz Sürelerini Değiştirmede Yaygın Olarak Kullanılan ve Yüzdeleri Verilen Katkı Maddeleri.
- 3-7. Beton Çelikleri ve Özellikleri.
- 3-8. Almanya 'da Kalıp Yağı Kullanımında Yağ Miktarları ve İnceltirme Oranları.
- 3-9. Alman Normları 'na Göre Düşey Yüklere Göre Yük Değerleri.



ÖZET

Bu çalışmada beton esaslı, büyük boyutlu prefabrike panellerin kalite ve ömründe önemli bir etken olan, fabrikada üretim şartları ve üretim aşamaları sırasında karşılaşılan zorluklar ve sorunlar incelenmiştir.

Tezin hazırlanması sırasında yararlanılan, çeşitli kaynak ve literatürlerden başka, Ytong, Kutlutaş, Afa ve Gök İnşaat Fabrikaları ve Sadri Şener Evleri inşaatında yerinde incelemeler yapılmış, üretim aşamaları ve üretim aşamaları sırasında karşılaşılan zorluklar ve sorunlar hakkında yetkili kişi ve çalışanlardan bilgi alınmıştır.

Tezin ilk bölümünde, girişte kısaca konuyla ilgili tanımlara yer verildikten sonra, ikinci bölümde yapının endüstrileşmesine (tezin konusu olan beton esaslı büyük boyutlu panel sistemlerin de bir endüstrileşmiş yapım sistemi olduğu için) yer verilmiş ve bu konuda çeşitli literatürlerden bir derleme yapılmış ve bu arada da endüstrileşmiş yapının Türkiye'deki yerine de kısaca değinilmiştir. Üçüncü bölümde panellerin üretiminde kullanılan ve panel kalitesinde etkin rol oynayan tüm malzeme ve elemanlar araştırılmış ve incelenmiştir. Dördüncü bölümde ise panellerin üretimi ve üretim aşamaları ele alınmıştır. Sonuç bölümünde ise elde edilen verilerden yola çıkılarak, üretimde aksaklıkların doğabileceği aşamalarda izlenebilecek öneriler verilmeye çalışılmıştır.

Tüm bu çalışmanın yapılması sırasında, gezilen fabrikalardan elde edilen bilgi ve görüşlerden de faydalanılmış, yerinde tesbit ve konuya daha iyi açıklama getirmek amacıyla uygun görülen yerlerden fotoğraflar çekilmiştir.

SUMMARY

CONCRETE LARGE PANEL PRODUCTION IN FACTORY AND PRODUCTION PROBLEMS

In this procedure, the factory production of large panels from concrete, which have found a popular use field in our country and the difficulties faced in the stage of production and problems. Along with various literature investigations have been mentioned for factories (Ytong, Kutlutaş, Afa, Gök) and in the shipyard of Sadri Şener houses, an investigation has been made in site and information has been taken from authorities.

In the first part of the thesis some definitions have been given along with a short instruction.

However in the second part because of the presence of industrial production systems in prefabric panel systems, the production industrialization has been examined :

As a result of structure sector industrialization, prefabric systems are a structure type, exposed to view.

Industrialization in structure, from finished product to raw material, namely within the structure transition process, tool, labour and to obtain the most rational use of these times all the precautions to be taken are on the verge of embracement.

However prefabrication being an industrial production system, present staff or to establish production components ; to bring the shipyard workers within the possible measurements to the factory working position and is a construction built with the assemblage of the present staff on production site.

Briefly, it can be accepted that the aim of prefabrication is to complete the production in the factory and to place it in it's arranged area in the shipyard. As seen in other industrial branches the main target of fabrication is briefly to rationalize.

Rationalisation in structure is to present establishment tools, better, labour-power, quality and to produce quill a lot of amounts of construction or to produce the same amount of construction faster but with less expenditure. To reach this purpose, industrial technic and the usage methods in the stages of production process, is necessary. The advantages to be gained with rationalisation instructre can be generalized follows :

- Profit and continuity of production.
- To benefit in the best way from tools and labour work.
- To reduce seasonal stand stills.
- To reduce production period in the shipyard.

In industrial production the reasons of why prefabrication has inclined towards technology, depends on three basic closely related advantages.

- Low total cost (production+maintenance+administration cost)
- Fast production
- High quality

It is possible to gather the industrial production methods in two groups :

- The rationalism of the traditional production process (extended traditional production)
- Formation of the structure from ready components(prefabric structure).

In the rationalism of traditional production process ; while the production time in shipyard is being restricted, production speed, source use, developed technology and equipment use are all tried to be included in the production. In the method of this production ; the newness in, mould system, concrete enumeration technics, equipment systems and tools are used.

To constitute the production with present components ; all the elements which are making up the structure or all finished structure that are produced before and moulded later, to reduce production, period to minimum fabrication process and this is a production system that has brought the biggest organization differences. It is possible to group the purposes as follows :

- To draw the structure procedures outside the shipyard.
- To reduce seasonal dependence while production.
- To carry out the procedures parallel to each other.
- To economize tools, Labourwork and time.
- To procure a better quality control.

Industrial systems can be grouped as follows in respect to production and marketing :

- Closed
- Half Closed
- Open Systems

These topics are mentioned in detail in the thesis.

In industrialized production the standards and tolerances have a separate importance ; with standardization in production;It is aimed to bring the standards to render

the consciousness of the consumer and producer, also the results gained after long efforts from scientific and technological levels to be easily understood and practiced.

On the other hand tolerance is a value to define, the dimensions of the staff at the end of production or to define the acceptable forms wanted in the project or the proportion to acceptable deviation. But yet still in our country, the standard has been developed concerning mistakes about concrete founded prefabric panel dimensions and tolerances.

Concrete founded prefabrication, long lasting, fast, quality and along with this to provide construction stability, the strength of knots, problems in calculation and details, the need of experiments in calculation, the transfer of present staff and problems in mounting has a few disadvantages.

Especially in the last, industrial production systems are quite popular in our country. But in our days, because of economical problems and therefore because of no investment the speed of industrial production has been cut down, traditional production has become more preferred.

In the third part of the thesis, after a short instruction about panels the input used in producing concrete founded panel systems :

- Material input (concrete, concrete steel, special materials used panel production)
- The input of materials used in productions (moulds and other materials used in production) and
- Labour work,

have been mentioned. The concrete used in the production of concrete founded panels, has brought a clearness to the conception of heavy, light and normal concrete. Besides while the concrete topic is mentioned, socket, relay hydration, heat of hydration or contribution materials used to change some specialities here has also been classified and investigated.

Other than these the moulds that are very important in panel production have been investigated in details. Moulds are the first to come in the tools used for the production of concrete prefabric panel. They are the staff used to benefit in gaining dimensional and formal characteristics. According to the situation of mould production used in the production of present staff. We can separate them in two groups, they are as follows :

- Horizontal and
- Vertical Moulds

The choice of moulds can be indicated according to the staffs quality (single or a lot of stages etc.)

- Horizontal Moulds ; In the present staff production, horizontally situated moulds which could either be stationary or moving, are made generally from a sheet of iron or steel. On top of a production table, with the joining of various side profiles which can give a possibility of different dimensional and types of staffs. With these kinds of production for

moulds in production, the establishment of equipment and needs and stabilization is much simpler according to vertical moulds. The production of empty and staff with a chest of drawers has a possibility of gaining different surface texture for alot concrete enumeration of layers and stages.

- Vertical Moulds ; They are moulds made from a sheet of iron or steel where the concrete enumeration is made vertically. They are the most developed battery moulds. They are systems made up of indipendent vertical moulds where more than one (genarally 8-16 cells), mouds which are one by one perpendicular and adjacent to each other. In vertical moulds there is no possibilty of alot of stage production and because of this a surface texture can't be formed. The stabilization of equiment and needs are very difficult. In these type of moulds, because of the pour of concrete from an height, there is a danger of accumulation of the agregation in the separation and mixture of the concrete. Staffs with emptiness and chest of drawers cannot be produced. In spite of the negative direction of vertical moulds they have positive sides such as being close to the end and gaining qualified products (in the lower limit or at exact measurment of tolerance).

In the production of the prefabricated elements, various materials (such as wood, processed wood, steel, aluminum, polyester etc.) can be used as the inner surface of the mould.

In the fourth Section of the thesis, production of the concrete based, large size prefabricated elements in factories, the stages of this process, and the problem faced through these stages are discussed.

There are two types of panel production :

- In the worksite
- In parmanent workshops.

There are also two types of production in the worksite :

- Production of large size elements, where transportation and interim storage would create problems;and
- Production in open-top or top-covered workshops set up in the work-site.

Production in the open-top or top-covered workshops set up in worksite is a proper method when the permanent work shop is far from the site of construction, or when the transportation is either impossible, or the volume of production is large enough to meet the additional cost of transportation.

Production in permanent workshops gives the possibility of better installation of machinery, also better quality control. The most important reason of the production in this type of workshop is the permanence of the work capacity. The negative aspects of this system is the high cost of selling it up and its operation, the amortization, which would take few years, working in full capacity. In general, the permanent workshops consist of three sections : The main production area, auxiliary sections, and storage are.

In the permanent workshops the production of prefabricate delements are of two kinds :

- a- Production in fixed molds,
- b- Production in mobile molds.

a- Depending on the instruments used in the operation, there are three kinds of factories producing in fixed molds :

- Those where in the production and storage operations cranes with mobile bridge are used.
- Those where in the production process cranes with moving bridges are used, whereas in the storage tower cranes are employed.
- Those factories the roof of which can be opened up, and where in the production process tower cranes are used, but the supply of concrete is achieved by forklifts.

b- Factories using mobile molds (with conveyor system) are also divided into three :

- Integrated units
- Conveyor fed factories
- Conveyor fed vibrating roller installations.

The production process in the permanent factories consist of three centers :

- Concrete mixing center
- Molds and accessories center
- Production hall.

- Operations in the concrete mixing center : The supply of the needed material for concrete (that is to say the purchasing, grouping, and the storage of these items) all sort of measuring operations related to these items ; mixing there of, and conveying the mixture to the moulds.

- Operations in the moulds and accessories center : The supply and the preparation of the steel which will be used in the panels, cleaning of the accessories, conveying the accessories to the moulds, either by man power, or, if they are too heavy, by cranes etc.

- Operations in the production hall : As it can be understood by the name, this is where the molds are prepared, surface covering materials, and the accessories are placed, and the concrete is poured. After the concrete is poured, by using various vibrators, the concrete is pressed down and its resistance is increased. When using horizontal moulds, the upper surface needs to be improved. There are several methods to do so. If there is any defect, they would try to revise it. If this is not possible the product can be saved to be used in other and less demanding constructions.

In the fifth and the last section of the thesis, production of large size, concrete-based panels and the problems to be faced in their production and the way to get rid of these problems are planned.

1. BÖLÜM

GİRİŞ

İnsanlar biyolojik ve toplumsal yapıları dolayısıyla çeşitli gereksinimler duyarlar ve bunları gerçekleştirebilmek için bazı eylemlerde bulunurlar. Üretim olarak adlandırılan bu eylemler, öncelikle yaşamak için yapılması zorunlu temel ihtiyaçlara yönelmiştir. Bunlardan birisi de barınma gereksinmesidir. Üretim eylemi, işgücü, hammadde ve sermaye gibi sınırlı bir kaynak takımının istenen bir mal veya hizmeti elde edecek şekilde bir araya getirilmesi ve işletilmesi olarak tanımlanabilir. Üretim, gelişigüzel bir eylem değil gereksinme karşılamak amacıyla fiziksel çevreyi düzenlemek için yürütülen örgütlü bir çabadır [1].

Yapılar yüksek teknoloji ile olduğu gibi, bazen geleneksel metodlar, yöresel malzeme ve vasıfsız işçi ile de üretilebilir. Önemli olan bu çeşitli teknoloji düzeyleri arasından ihtiyaca en uygun olanı seçebilmektir [2].

Değişik yapı teknolojilerine bugünkü anlamıyla "fabrikasyon yapı", 1930 'lu yıllarda eklendi [3].

Özellikle XX . yüzyılın ilk çeyreğinden beri ekonomik ve sosyal koşullar yapı endüstrisini etkilemiş ve dolayısıyla yapı teknolojisinde gelişmelere neden olmuş ve prefabrike elemanlarla yapım günümüzde birçok ülkelerde uygulanan bir yapı metodu haline gelmiştir [4].

Fabrikasyon yapı ; yapıyı meydana getiren elemanların fabrikada üretilmesi, şantiyeye taşınması ve yapıyı meydana getirecek şekilde monte edilmesi şeklinde tanımlanabilir [5]. Bu yapıya "montaj yapı" veya "prefabrike yapı" da denilir.

Beton esaslı, prefabrike büyük boyutlu panel sistemler de montaj yapıyı oluşturmada kullanılan sistemlerden biridir.

Taşıyıcı duvar ve döşeme bileşenleriyle kurulan bu sistemlerde amaç ; taşıma, koruma (dış etkenlerden) ve bölme görevlerinin aynı eleman tarafından yüklenilmesidir. Böylelikle eleman türlerinde ve bağlantı sayısında büyük bir azalma olabilmekte ; bunun

sonucunda, üretim ve montaj maliyetleri oldukça düşmektedir. Ayrıca, ağır beton bölme duvarları ucuza mal olmakta, ses yalıtımı, yangına direnç açılarından çok olumlu sonuçlar getirmektedir.

Beton esaslı, prefabrike büyük boyutlu panellerin, sabit fabrikalarda yapılan üretimi, makinalaşmaya ve iyi bir kalite kontrolüne olanak verir. Ancak, tesis masrafını amorti etmesi, tam kapasiteyle çalışmasına bağlı olarak , birkaç senede gerçekleşebilir [6].

Fabrikasyon yapının sağlaması gereken yüksek kalite, kısa üretim süresi, sabit ve düşük maliyet avantajlarının sağlanabilmesi, tümüyle fabrikadaki üretimin rasyonalizasyonuna bağlıdır. Burada da üretimin ve üretim yönteminin önemi ortaya çıkmaktadır.

Bu araştırmada prefabrike panel üretimi yapan dört fabrikada (Ytong, Kutlutaş, Afa, Gök) ve Sadri Şener Evleri (Çorlu) 'nde yerinde inceleme yapılmış ve fabrika yönetici ve mühendislerinden üretim, fabrika işleyişi, karşılaştıkları sorunlar hakkında görüşülmüştür. Tüm bunların yanı sıra prefabrike yapımda özellikle döşemelerde, ağırlıklı kullanımı olan öngerme tekniği hakkında da bilgi alınmıştır.

2. BÖLÜM

YAPIMIN ENDÜSTRİLEŞMESİ

Hazır prefabrike betonarme sistemler, yapı sektöründeki endüstrileşmenin bir sonucu olarak ortaya çıkmış bir yapım türüdür. Bu nedenle, yapımda endüstrileşme ve önyapım, hazır kavramları üzerinde durulmuş, olumlu ve sakıncalı yönleri belirtilmiş , Türkiye ' deki yeri ve konumuna değinilmiştir .

2 . 1 . Yapımda Endüstrileşmenin Tanımı, Amacı, Avantajları ve Nedenleri ve Koşulları .

Yapımda endüstrileşme, hammaddelerden bitmiş ürüne yani yapıya geçiş sürecinde, malzeme, emek ve zamanın en rasyonel kullanımını sağlamak üzere alınacak önlemlerin tümünü kapsar.

Endüstrileşmiş bir yapım sistemi olan prefabrikasyon ise ; hazır elemanlar veya bileşenlerle yapı kurma ; şantiye çalışmalarının olanak ölçüsünde fabrika çalışması haline getirilmesi ve hazır yapı elemanlarının yapı yerinde montajıyla yapılan inşaattır [7] . Eski çağlarda kilin kalıplara dökülerek tuğla şeklinde kullanılması prefabrikasyonun en ilkel şeklidir. Prefabrikasyon kavramında süreklilik ve seri yapım söz konusudur.

Prefabrikasyonun amacı kısaca, yapıyı fabrikada tamamlayıp şantiyedeki yerine yerleştirmek olarak kabul edilebilir [8] .

Fabrikasyon yapının ana hedefi, diğer endüstri dallarında da görüldüğü gibi kısaca rasyonelleşmektir [9] .

Yapıda rasyonelleşmek ; mevcut tesis, malzeme, işgücüyle daha kaliteli ve çok miktarda yapı üretmek veya aynı miktar yapı üretimini daha az harcama ile daha hızlı bir şekilde üretmek demektir [10] . Bu amaca varabilmek için, yapım süreci aşamalarında, endüstriyel teknik ve yöntemlerin kullanımı gereklidir.

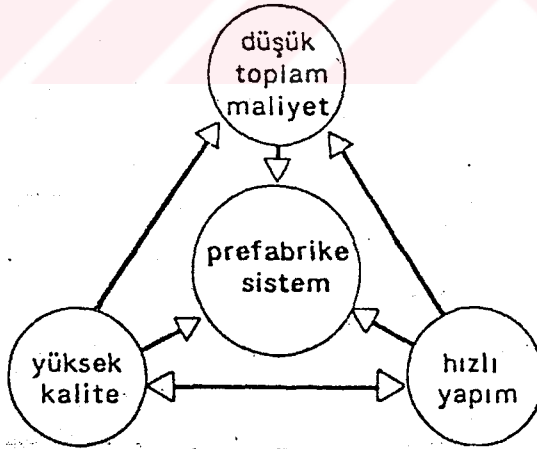
Endüstriyel üretimin özelliklerinden olan standardizasyon, seri üretim, makinalaşmayla birlikte, bilimsel organizasyon ve işletmecilik anlayışlarının bina yapım sektörüne de girmesi ile sağlanacak avantajlar ;

- . Üretimde verim ve süreklilik,
- . Malzeme ve işgücünden en iyi şekilde faydalanma,
- . Mevsimlik duraklamalarda azalma,
- . Şantiyedeki yapım sürelerinde azalma

şeklinde sıralanabilir [6] .

Endüstrileşmiş yapımda, önceden üretilen elemanların yapı yerinde birleştirilmesine (montajına) dayanan prefabrikasyon teknolojilerine yönelme nedenleri, birbirleriyle etkileşim içerisinde olan 3 temel avantaja dayanır [11] (Şekil 2-1) .

1. Düşük toplam maliyet (yapım + bakım + işletme maliyeti)
2. Hızlı yapım
3. Yüksek kalite.



Şekil 2-1. Prefabrike Sistemlere Yönelme Nedenleri.

1. Maliyet düşüşlerini sağlayan etkenler :

- . Kalıpların çok kez kullanılabilmesi,
- . İskelenin kısmen veya tümüyle ortadan kaldırılması,

- . Makinalaşma ve işlem tekrarları sayesinde iş verimliliğinin sağlanması,
- . Daha ince kesitli , boşluklu veya öngerilmeli olarak üretilen elemanlar nedeniyle yapının hafiflemesi ve malzemedan tasarruf edilmesi,
- . Kırma, alıştırma, düzeltme işlemlerinden doğan malzeme firelerinin işçilik artışlarının en aza inmesi.

2 . Yapım sürecine hız kazandıran etkenler :

- . Eleman üretiminin şantiye işlerine paralel olarak sürdürülebilmesi,
- . Üretimin mevsimsel duraklamalardan etkilenmemesi,
- . Betonun sertleşmesini çabuklaştıran yöntemler sayesinde, fabrikadaki üretim sürelerinin kısılması,
- . Şantiyede, betonun sertleşmesi ve yeterli dayanım kazanması için gerekli olan bekleme sürelerinin en aza inmiş olması,
- . Makinalaşma ve etkin bir organizasyon sayesinde, iş veriminin artırılmış, malzeme ve ekip beklemelerinin önlenmiş olması.

3. Kalite artışına neden olabilen etkenler ise :

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

şeklinde özetlenebilir.

Prefabrikasyon teknolojilerinin yukarıda sıralanmış olan avantajlarından yararlanılabilmesi için, ülke ve proje düzeyinde bazı koşulların gerçekleşmesi gerekmektedir. Bunlar :

Ülke düzeyinde ;

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

Proje düzeyinde ise ;

- . Tekrar eden eleman sayısının kitlesel üretim için yeterli olması,
- . Etkin bir boyutsal düzenleme ile, eleman tip sayısının en aza indirilmesi,
- . Eleman biçim ve boyutlarının saptanması sırasında, "üretim, taşıma, montaj evrelerinde rasyonelliğin sağlanması " ilkesinin ön planda tutulması,
- . Statik-konstrüktif sorunların, büyük maliyet artışları getirmeyecek şekilde çözümlenmesi,
- . Kesin projeye geçilmeden, tüm detayların tamamlanmış olması,
- . Yapım süreci içerisinde, malzeme, ekip ve sürelerin, planlama, koordinasyon ve denetiminin, çağdaş yöntemlere uygun bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

2.1.1. Endüstrileşmiş Yapım Yöntemleri .

Endüstrileşmiş yapım yöntemleri iki grupta toplanabilir :

1. Geleneksel yapım sürecinin rasyonelleştirilmesi (geliştirilmiş geleneksel yapım)
2. Yapımın hazır bileşenlerden oluşturulması (prefabrike yapım).

1. Geleneksel Yapım Sürecinin Rasyonelleştirilmesi ; endüstrileşme yolunda atılmış ilk adımdır. Burada önemli olan, şantiyedeki üretim süresini kısaltırken üretim hızını artırmak veya kaynak kullanımını rasyonelize edebilmek için yapımda gelişmiş malzeme, teknoloji ve araç kullanımını üretime dahil etmektir [1]. Bu amaçla uygulanan yeni teknikler dört grupta toplanabilir. Bunlar :

. **Kalıp sistemindeki yenilikler ;** özellikle günümüzde ağırlık kazanan betonarme yapılarda kullanılan kalıp ve kalıp sistemlerinin rasyonelleştirilmesine yöneliktir.

. **Beton döküm tekniklerindeki yenilikler** ; beton priz süresini kısaltmaya yönelik, katkı maddeleri ve çeşitli kürleme tekniklerini içeren yeniliklerdir.

. **Donatı sistemlerindeki yenilikler** ; betonarme yapılarda kullanılan donatıların yapım süresi ve adedini azaltmaya yönelik çalışmalardır.

. **Malzemelerdeki yenilikler** ; hafif betonlar, plastikler, metaller ve metal alaşımları, yerel malzemelerin geliştirilmesiyle oluşturulmuş beton türü malzemelerdir [1-s:19]. Tüm bunlarla birlikte ;

Çeşitli donatı malzemeleri, öngerme çelikleri, hazır beton ve sıvalar, kalıpsız beton dökümü sağlayan çeşitli plak ve kirişler, hazır küçük ve orta boy yapı bileşenleri (lento, söve, denizlik, eşik vb.), modüler, üç boyutlu (tünel), tırmanan, kayar, vb. modern teknoloji kalıplarının kullanımı, el işçiliğini azaltan veya kolaylaştıran araç ve gereç kullanımını içeren yapım yöntemlerinin seçimiyle geleneksel yapım sürecine büyük üretkenlik ve hız kazandırılabilir [6].

2. Yapının Hazır Bileşenlerden Oluşturulması ; yapıyı oluşturan bütün elemanların veya bitmiş tüm yapının önceden üretilip sonra yerine monte edilmesiyle, üretim süresinin en aza çekilmeye çalışıldığı, yapım süreç ve organizasyonuna büyük farklılıklar getiren bir yapım yöntemidir [1], [6]. Amacı :

- . şantiye işlemlerini yapı yeri dışına çekmek
- . yapım sırasında mevsimlere bağımlılığı azaltmak
- . işlemlerin paralel yürütülmesi
- . malzeme , işgücü ve zaman tasarrufunu
- . daha iyi bir kalite kontrolü

sağlamaktır .

Binayı büyük boyutlu hazır prefabrike elemanlardan oluşacak şekilde parçalarken bazı birtakım koşul ve özelliklere dikkat edilmesi gerekir. Bu koşullar ;

Taşıma ve montaj koşulları üretimde birtakım boyut sınırları koymaktadır. Eleman boyutlarının, taşıma, stoklama ve yapım yönteminde bulunan fizik kökenli faktörlere bağlı olarak saptanması zorunludur.

Diğer yandan, kaldırma araç ve gereçlerinin kapasiteleri ve taşıma sınırları da elemanların maksimum boyut ve ağırlıklarının saptanmasında önemli etkindir.

Yapının, üretim, taşıma, depolama, kaldırma ve montaj işlemlerinin ortaya koyduğu sınırlar içinde boyut ve ağırlıkları belirlenmiş parçalara bölünmesi sonucunda çeşitli yapım sistemleri ortaya çıkmıştır. Bunlar, pano, iskelet ve hücre sistemleridir [1].

2.1.2. Yapı Üretiminde Endüstrileşme Düzeyi .

Yapı üretiminde endüstrileşme düzeyi kavramını açıklamadan önce, endüstrileşmenin tanımını yapmaya gerek vardır.

Endüstrileşme ; herhangi bir üretim kesiminde girişimci/kullanıcıların yerini , piyasaya hazır mal veya hizmet sunmak amacıyla profesyonel girişimcilerin alarak, sürekli ve büyük ölçülerde üretime geçilmesi ve bu amaçla üretimin rasyonelleştirilmesine veya bunu sağlayabilmek için belirli teknik ve ekonomik çözümlerin aranması, uygulanmaya başlanmasıdır [1].

Endüstrileşmenin ilk ortak olguları şunlardır [8] :

- . Projelerin, planların, inşaat işlemlerinin organizasyon ve rasyonelizasyonu
- . İnşaat endüstrisi ile aracı ve tamamlayıcı etkenler arasında işbirliği
- . Prefabrike elemanların üretiminde kullanılan malzemelerin elde edilebilirliği
- . Mekanizasyon
- . İdari ve resmi işlemlerin çabukluğu.

Yukarıda sayılan maddelerin sağlanmasıyla endüstrileşme yolunda ilk ve en önemli adım atılmış sayılabilir. Gelişmiş ülkelerde, tüm bunların elde edilebildiği hiç şüphesiz ki daha kolay olacaktır. Gelişmiş ülke endüstrileşmiş ülke anlamına gelmektedir. Bu ülkelerde, sanayi sektöründe veya tarım sektöründe olsun, minimum işçilik, maksimum mekanizasyon ve standartlaşmış ürün kavramları üretimde etkindir. Gelişmiş , endüstrileşmiş birçok ülkede yapı sektörünün diğer sektörlerle oranla daha az geliştiği, buna karşın henüz gelişmekte olan ülkelerdeyse tam tersine, daha ileri bina yapım yöntemleri uygulandığı görülmektedir [12].

Genelde, uygulanan üretim tekniğinin mekanizasyon ve otomasyon düzeylerine göre, endüstrileşmişlik düzeyleri de saptanmış olacaktır.

Endüstrileşmenin ilkesi, el emeğinin mekanizasyonuna, sürekli ve kesintisiz bir üretime, sabit, belli bir ritme ve yüksek derecede bir tekrarlama dayanmaktadır.

Genelde endüstrileşmenin fabrikada üretim yapılmasıyla eş anlamda olduğu ve şantiyedeki çalışmanın endüstrileşmiş olamayacağı iddia edilir. Başka bir deyişle üretim yeri esas alınmıştır. Fakat bu yanlış bir kanıdır. Bir üretimin, endüstrileşmiş bir üretim olabilmesi için, ölçüt yer değil, uygulanan teknoloji olmalıdır.

Aynı şekilde, endüstrileşme dizi üretimle de karıştırılmaktadır. Dizi, bir endüstriyel teknolojinin uygulanması için şarttır, amacı makina amorti etmektir fakat bu da endüstrileşme için yeterli şart değildir.

Rasyonalizasyon da çoğu kez endüstrileşme için şart ve hatta eş anlamda kabul edilmiştir. Bu görüş de kısmen yanlıştır. Üretimi rasyonalize etmek, yüksek prodüktivite ve yüksek rantabiliteyi kazanabilecek şekilde el emeği ve makina çalışma süresini azaltmak amacıyla üretim metodlarının incelenmesi demektir. Kısaca, rasyonalizasyon kavramı endüstrileşmeden tümüyle bağımsızdır.

Endüstrileşme kavramının temelinde geleneksel el emeği kullanmada, belli bir işin yapılmasında uzmanlaşmış kişiler, işçiler tarafından kullanılan makineler ve hatta otomatik makineler yardımıyla üretme işlemi yatmaktadır.

Endüstriyel üretimde makina kullanımı vazgeçilmez şarttır. Mekanizasyon düzeyi endüstrileşmiş üretilimin gelişmişlik düzeyini doğrudan etkiler.

Üretim teknolojisinin gelişmişlik düzeyine bağlı olarak, normal olarak endüstrileşme düzeyi de yükselecektir. İleri teknoloji, yüksek endüstrileşmişlik düzeyi demektir. Ürün söz konusu olduğunda, "bitmişlik" ve "endüstrileşmişlik düzeyi" eş anlamlı kabul edilmelidir. Bir yapıyı oluşturmak için kullanılacak "ürünler" yani yapı parçaları şantiyede hiçbir başka işlem gerektirmeyecek şekilde fabrikada üretim bandından çıkıyorlarsa, yani "bitmiş" olarak çıkıyorlarsa, endüstrileşmişlik düzeyleri de o kadar yüksek olacaktır.

Tümüyle otomatize, yani çok ileri bir endüstriyel üretim teknolojisi uygulayan bir fabrikanın ürünü olan bir hazır pano eğer şantiyede sıva, hatta sadece boyama işlemi

gerektiriyorsa bile bitmiş sayılmaz. Şantiyede yapılacak işlem, (yapıyı oluşturacak hazır parçaların montaj işlemi) tek olmalıdır.

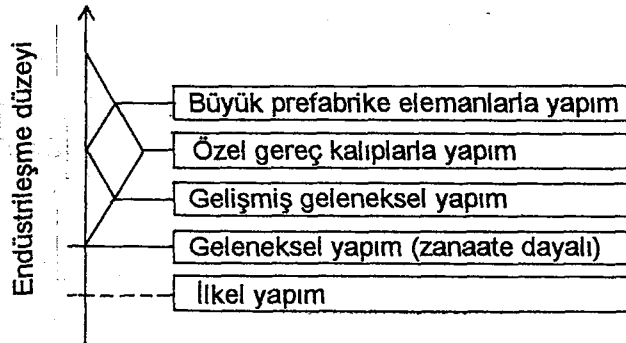
Yukanda sözü geçen ömekte, endüstriyel ürün bina parçasıdır. Fakat sonuçta elde edilen ürün binanın kendisidir. O halde en üst düzeyde bir bitmişlik ve dolayısıyla endüstrileşmişlik, sadece binanın tamamı bitmiş olarak üretim bandından çıkarsa elde edilebilecektir.

Günümüzde uygulanan yapım yöntemlerinin hepsi az çok endüstrileşmiştir. Ancak yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı tam anlamıyla bir endüstriyel yapı üretimi henüz gerçekleştirilememiştir [6].

Üretim sonuçlarıncaya kadar çeşitli bitmişlik veya endüstrileşmişlik düzeyleri söz konusudur. Tek katlı yığma yapıların, günümüzde daha çok uygulama alanı bulan betonarme yapıların, hazır elemanların kullanıldığı, önyapım hücreler gibi çeşitli yapım sistemlerinin kullanıldığı yapıların endüstrileşme düzeylerinin de farklılıklar göstermesi normaldir.

Yapının endüstrileşmesi, sadece bir yapıdaki fabrika ürünü eleman sayısını arttırmak değil, geleneksel yapım sistemlerinde de, gelişmiş yöntem ve teknolojilerin, araç ve gereçlerin kullanımı ile endüstrileşme düzeyini yükseltmektir.

Prof. Dr. Bohdan Lewicky bir yapının endüstrileşme düzeyini "endüstriyel biçimde yapılan iş miktarının, binanın gerçekleştirilmesi için gerekli toplam iş miktarına oranı" şeklinde tanımlamakta ve çeşitli yapım yöntemlerine bağlı olarak bu düzeyin gelişimini şöyle özetlemektedir [12] (Şekil 2-2) :



Şekil 2- 2. Endüstrileşme Düzeyinin Gelişimi .

Lewicky teknik literatürde, yapım tekniğindeki gelişmenin üç aşamasına karşılık gelen üç endüstrileşme düzeyi gözlemlendiğini eklemektedir :

. **Birinci düzey** : Döşemeler, dam-çatı elemanları, lentolar, merdivenler, vs. yapı elemanları önceden üretilir ve geleneksel yöntemle duvarları yapılmış binalardaki yerlerine konurlar.

. **İkinci düzey** : Duvarlar büyük prefabrike elemanlar halinde üretilirler. Bunların dış kaplamaları bitmiştir ve döşemeler büyük boyutlu prefabrike plaklar şeklindedir. İç kaplamalar ve birçok ince yapı işleri geleneksel biçimde yapılır.

. **Üçüncü düzey** : Duvar elemanlarının iç ve dış kaplamaları fabrikada üretim sırasında bitmiştir. Döşemeler hazır elemanlardır. Montajdan sonra sadece döşeme kaplamalarını ve boya işlerini yapmak kalır.

2.1.3. Endüstrileşmiş Sistemlerin Üretim ve Pazarlama Bakımından Sınıflandırılması .

Prefabrike sistemler, üretim ve pazarlama bakımından ele alındığında [6],

1. Kapalı sistemler
2. Yarı kapalı sistemler
3. Açık sistemler

olarak gruplandırılabilirler.

. Kapalı Prefabrike Sistemler :

Kapalı sistemler ve kapalı üretim ilk defa 1950 ' lerde yapı endüstrisinde etkili olmuşlardır. Bu tip endüstrileşmede hareket noktası "bitmiş ürünün" yani binanın tiptleştirilmesine dayanır [1].

Dolayısıyla çeşitli fonksiyonlar için "tip" binaların tasarım ve üretimi ile örneğin tip okullar, tip apartman blokları ortaya çıkacaktır. Başka bir deyişle, yapı endüstrisi belirli tip binalar elde edilebilmesi için özel yapı parçaları üretecektir [13].

İşte bu şekilde belli bir yapı grubunun parçalarının, elemanlarının sadece bu yapı grubu için fabrikada özel şekilde hazırlanmasına dayanan prefabrikasyona kapalı prefabrikasyon adı verilir [7].

Farklı amaçlar ve fonksiyonlar için kullanılacak yapılarda tesisat, ince yapı ve mimari düzenlemede değişik isteklerin dikkate alınması gerekir. Bu yüzden yapı sistemi çoğunlukla amaca bağlı olarak kapalı sisteme dönüşür. Kapalı sistemlerin tipik örnekleri , tip planları olan veya olmayan konut yapılarıdır.

Hedef, tüm yapının veya biraraya getirilerek tüm bir yerleşme veya yapı kompleksi ortaya çıkaracak yapı ünitelerinin tipleştirilmesi olmalıdır. Tipleştirilen ünite ne kadar büyükse, yapı da o kadar çabuk bitirilebilir, olgunlaştırılabilir ve tüm ayrıntıları ile çözülebilir [14].

Sadece tek bir binanın ısıtılma prefabrike elemanlarla yapımı söz konusu olduğunda kullanılan bir sistemdir. Sadece o yapı için özel yöntem ve detaylar geliştirilir. Bu kendi içinde kapalı bir uygulamadır. Modüler bir planlama ile, üretimi daha da kolaylaştırmak ve eleman tip sayısını azaltmak mümkündür [6].

Büyük ölçekte bir seri üretimin getireceği avantajları taşımayan bu yapım yönteminin seçimi aşağıdaki nedenlerle olabilir :

- . Yapıda tekrar eden eleman sayısının fazlalığı, şantiye ve fabrikadaki ön yapımı avantajlı kılıyorsa
- . Elemanların yapımı için endüstriyel teknik ve hassasiyet gerekiyorsa ; (özel cephe panoları, öngerilmeli beton elemanlar gibi)
- . Elemanların önceden üretiminin, yapım süresini kısaltmak bakımından getireceği avantaj çok önemli ise
- . Önyapım, çok karmaşık ve pahalı kalıp iskelelerinden tasarruf sağlıyorsa (büyük açıklıklı, kubbeli veya kemerli yapılar gibi)
- . Yapının sonradan tevsiine, kullanımında olabilecek değişimlere olanak sağlanması önemli ise,
- . Şayet önyapım elemanların kullanımı, çok önemli bir estetik sonuca ulaşımı sağlıyorsa.

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

Birçok binanın yapımı söz konusu olduğunda, kapalı prefabrikasyon sistemi, birtek üretim merkezinin sağladığı elemanlarla, önceden türleri ve plan tipleri belirlenmiş binaların şantiyede monte edilmesini öngörür.

Kendi aralarında boyutsal ve teknik açıdan uyumlu olan prefabrike elemanlar (bileşenler takımı), belirli bir proje için üretilirler ve piyasada serbestçe satılmazlar.

Genellikle tek bir yüklenici firma ve genelde de üretici kuruluşun kendisi, ürettiği elemanların sayı ve biçimlerinde, hem de plan tiplerinde yapılan kısıtlamalarla, üretime süreklilik ve hız kazandırır, üretim garantisini artırır.

Sistemin ekonomi, üretim ve detaylama açısından bazı avantajlarına karşın, ancak büyük çapta ismarlama, projelerde rantabl olması ve bunun yanı sıra tasarımda yarattığı kısıtlamalar ile mimariye getirdiği tekdüzelik, önemli sakıncalarını oluşturmakta ve büyük eleştirilere uğramasına neden olmaktadır. Bu sakıncaların büyük bir bölümünün giderilmesi amacı ile, kapalı sistemlerin aralanması, yani yarı kapalı sistemlere yönelme olanakları araştırılmaktadır.

. Yarı Kapalı Prefabrike Sistemler :

Yapının tamamının değil de parçalarından bir kısmının fabrikada üretildiği fabrikasyon türüdür [7].

Yarı kapalı sistemlerde, belli bir fonksiyona hizmet eden yapı elemanları, kendi içlerinde "kapalı" olmalarına rağmen, diğer fonksiyonel elemanların yerinde yapılmasına veya başka üretim merkezlerinin piyasaya sundukları bileşenlerle tamamlanmasına imkan verirler [6].

Bu sistemde farklı üreticilerin kendi aralarında, boyutsal ve teknik koordinasyonu gerçekleştirecek anlaşmalar yapmaları gerekir.

Kapalı sisteme esneklik kazandıran bir başka yol da, tek bir üreticinin, kendi üretimine uyacak şekilde biçimlendirilmiş olan ve çeşitli binaların yapımına olanak veren bir "bileşenler takımı", yani bir "mekano" yu geliştirmesidir [7].

Mekanolar genellikle yalnız taşıyıcı strüktürü, bazen de dış kabuğu ve tüm diğer elemanları kapsarlar. Mekanolarda bileşenler ;

- . Birçok bina türüne uyabilecek şekilde tipleştirilmişlerdir, bitmişlik dereceleri azdır
- . Biçimleri aynı kalmak şartıyla birçok modüler boyutlarda olabilirler.
- . Modüler koordinasyon kurallarına göre, kesme, kırma işlemleri olmaksızın birbirleriyle birleştirilebilir ve biraraya getirilebilirler.
- . Bileşenler arasındaki bağlantılar daha çok "kuru" yöntemlerle gerçekleştirilir.

Mekanoların bir başka avantajı ise, üreticinin, çeşitli projeler için ürün satışı yaptığı için daha büyük bir pazar bulmasıdır. Bu da seri üretime, onun sonucunda da, maliyetin düşmesine ve daha modern ve mekanize bir tesis için gerekli yatırımların yapılmasına yol açabilecektir.

Yarı kapalı sistemler, geniş tasarım imkanları ve esneklikleri nedeniyle , günümüzde gittikçe daha yaygın uygulama imkanı bulmaktadırlar.

. Açık Prefabrike Sistemler (Bileşenler Sistemi) :

Endüstrileşmiş yapı üretiminde yapı sistemi, yapının tamamında bulunan elemanları sınıflandıran yönetmeliğin kapsamına göre belirlenir. Açık prefabrike sistem, bu yönetmeliğin genel olarak tanınan ve farklı firmalardan satın alınabilen elemanlardan oluştuğu yapı sistemine verilen isimdir [14].

Açık sistem birçok firma tarafından üretilen ve birbirleriyle değiştirilebilir hazır yapı elemanı üretimine dayanır [1].

Açık sistemde amaç, her türlü binanın, piyasada bulunabilen ve birbirlerinden bağımsız üreticilerin ürettiği elemanların (katalog bileşenlerinin) biraraya getirilmesiyle inşaa edilebilmesidir. Bu sistemde üretici kuruluş, ürünlerinin kullanılacağı yapıları önceden bilmek zorunluluğunda değildir [6].

Son senelerde, Danimarka, Finlandiya gibi ülkelerde ulusal mekanolar geliştirilmiştir, birçok ülkelerde de buna yönelik araştırmalara devam edilmektedir.

Açık sistemden beklenen avantajlar şunlardır [1] ;

- . Hazır parçalar için piyasa kütle sürümü sağlanabilir,
- . Çeşitli seçim olanakları ve büyük kombinezon olasılıkları sayesinde önemli ölçüde esnek bir tasarım gerçekleştirilebilir.

Açık sistemlerin önemli özellikleri ;

- . Değişik bileşenlerin biraraya getirilebilmesi,
- . Çeşitli kombinezonlara olanak sağlanması,
- . Bileşenlerin, birbirlerinin yerine konabilir olması (değiştirilebilirlik),
- . Yapıda kullanıcı isteklerine uygun plan ve iç düzenleme değişikliklerinin yapılabilmesi (esneklik) ilkeleridir.

Açık sistem bileşen özellikleri kataloglarda tanıtılmışlardır.

Açık sistemde ; ürünün büyük pazar bulması, büyük seriler halinde üretime gidilebilmesi ve bu sayede gelişmiş, karmaşık teknolojilerin kullanılabilir olması, üretimde uzmanlaşmanın sağlanması, küçük çapta uygulamalara da olanak verilmesi, kullanıcıya ve tasarımcıya büyük seçim ve tasarım özgürlüğü sunulması , önemli avantajlar getirmektedir.

Üretilen bileşenler, aşağıdaki şartları gerçekleştirebilmelidir :

- . Bileşenler çeşitli amaçlara uygun olmalı, farklı yapı kısımlarında kullanılabilmeli,
- . Farklı bina türlerinde uygulanabilmeli,
- . Çeşitli açıklık ve yükseklikleri geçebilmeli,
- . Başka bileşenlerle biraraya getirilebilir, birbiriyle değiştirilebilir olmalı,
- . Farklı konumlara ve birleşimlere olanak vererek, biçimsel ve işlevsel değişiklikler getirebilmelidir.

Tüm bu şartların ve anlaşmaların gerçekleşmesi oldukça zordur ve ülke çapında bir örgütlenmeyi gerektirir. Bu nedenle, açık prefabrikasyon henüz tam olarak

uygulanamamaktadır. Ancak birçok ülkede, çeşitli üretici ve araştırmacı kuruluşların bu yönde yoğun çalışmalar yaptıkları görülmektedir.

2.1.4. Yapımın Endüstrileşmesinde Standartlaşma ve Toleranslar .

Üretimde Standartlaşma :

Tüketiciyi ve üreticiyi pratik düzeyde bilgilendirmek, bilimsel ve teknolojik düzeyde uzun çabalarla elde edilen sonuçları rahat anlaşılır ve kolayca uygulanabilir bir düzeye getirmek, endüstriyel üretimin en önemli sorun ve çabasını oluşturmaktadır. Ortaya çıkan eserler, standartlardır [15].

Doğal olarak endüstriyel yapı üretiminde de benzer ihtiyaçlar doğmuş, bazı ülkelerde ve uluslararası kuruluşlarda standart çalışmaları yapılmış ve yapılmaktadır. Bu çalışmaların yeterli düzeyde olduklarını ve herkes tarafından uygulanabilir bir seviyeye vardıklarını söyleyemeyiz. Ülkemizde de durum pek farklı değildir ve endüstriyel yapılaşmada ülkemizin yeni olmasına bağlanabilir. Bununla birlikte gelişmiş bazı ülkelerde de durum farklı değildir.

ISO-STACO (1), üretimde standartlaşmanın amaçlarını dört başlık altında toplamaktadır [16].

1. Ticaret ve üretimde, insan gücü, hammadde ve enerji birimleri ile ölçülen, genel ekonominin geliştirilmesi,
2. Ürün ve hizmetlerin, ihtiyaçlara uygunluğunun ve bunun kontrolünün sağlanması ; kalite düzeyi aracılığıyla kullanıcı çıkarlarının korunması,
3. İnsan güvenliği, sağlığı ve genel olarak uygun hayat şartlarının sağlanması,
4. İlgili bütün taraflar arasında, ifade ve haberleşme olanaklarının sağlanması.

Üretimde bir standartlaşma getirilmesiyle, üretici, tüketici ve genel ekonomi de büyük yararlar elde edecektir. (Bu çalışmada esas konu üretim olduğu için , standartlaşmanın, sadece üreticiye olan faydalarına değinilmiştir).

(1) ISO-STACO : International Organization for Standardization / Standing Committee for The Study of Scientific Principles of Standardization (Uluslararası Standartlaştırma Örgütü / Standartlaştırmanın Bilimsel İlkelerini İnceleme Komitesi).

Üretimde standartlaştırmanın üreticiye sağladığı faydalar [17] :

- . Üretimin rasyonel biçimde örgütlenmesi,
- . Teknik dökümantasyonun sağlanması,
- . İşlemlerde tekrar ve uzmanlaşmanın sağlanması, üretkenliğin artması, iş eğitiminin kolaylaşması, kayıp ve artıkların en az düzeye indirilmesi,
- . Üretimin artması,
- . Ölü stokların azalması,
- . Maliyetin azalması,
- . Yasal olmayan rekabetin yok olması,
- . İletişimin geliştirilmesi ve sadeleştirilmesi,
- . Seri üretime yönelirken, kalitenin yükseltilmesi ve ortalama maliyetin düşürülmesi

olarak sıralanabilir.

Tarihi gelişimi içinde ve günümüzde standartlaştırma, genelde ve temelde , ekonomik olmayı ve düzen kurmayı amaçlamaktadır. Standartlaştırma olgusu, günümüzün yapım eylemlerinde, belli başlı iki amaç çerçevesinde oluşmaktadır denilebilir ;

1. Yapı endüstrisinin olanaklarından en etkin şekilde yararlanmak,
2. Kullanıcının özel ve toplumun genel yararlarını korumak.

Endüstri devrimiyle beraber bugünkü anlamını kazanmış olan standartlaştırma , herhangi bir üretim sürecinin endüstrileşmesi için gerekli şartlar arasında yer almaktadır ve yapım endüstrisinin gelişmesini sağlayacak araçlardan en önemlisidir.

Seri üretim standartlaştırma eylemleriyle güçlendirildiğinde, yapım alanına büyük ekonomik yararlar sağlanmış olmaktadır [16].

Üretimde Tolerans :

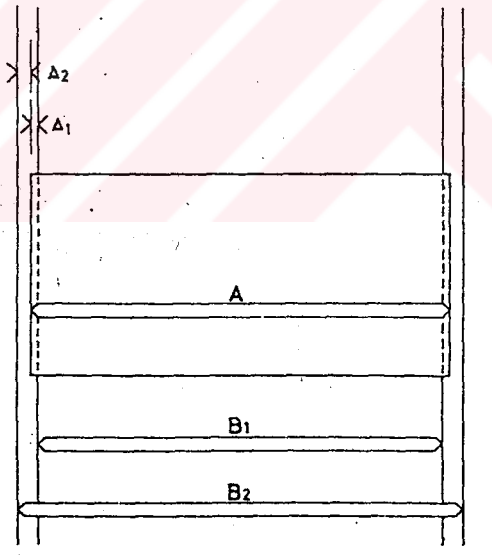
Tolerans ; Elemanların üretim sonu boyutlarının veya şekillerinin kabul edilmiş nominal (projede, şartnamede öngörülen), teorik şekil veya boyutlara oranla kabul edilebilir sapmalarını tanımlayan değerdir [18].

Sapma ; boyutun ölçülen fiili değeri ile nominal değeri arasındaki farktır. Sapma negatif (fiili boyut<nominal boyut) veya pozitif (fiili boyut>nominal boyut) olabilir [19].

Boyut değişimlerinin belirli toleranslarla sınırlanması, yapısal stabilite, yapılabirlik, estetik görünüm, ekonomik ve yasal nedenlerle gereklidir. Toleranslar, genellikle kabul edilebilen uygun sınırlar içinde kalmalı, ne kalitenin gerektirdiğinden daha gevşek kalıp , stabilite ve estetiğe zarar vermeli, ne de gerektiğinden daha sıkı olup, maliyeti arttırmalıdır.

Çeşitli elemanlar için toleranslar belirlenip, bunların sağlanması için gerekli tasarım detayları oluşturulunca, üretim bu toleranslara uyacak biçimde organize edilmeli ve üretimde bu uygunluğun sağlandığı kontrol edilmelidir. Boyut toleranslarına ağırlık veren ciddi bir kalite kontrol programı, üretimin ayrılmaz parçasıdır.

Hazır prefabrik elemanlar montaj aşamasında biraraya geldiklerinde, birleşim noktalarında projede öngörülen boyutlardan farklı boyutlarla karşılaşmaktadır. İşte bu tasarım boyutları ve gerçek boyutlar arasındaki bu farklar ; üretim, depolama, montaj sırasında ve montajdan sonra çeşitli etkenler tarafından meydana gelmektedir [6].



Şekil 2-3. Elemanlarda Ölçü Toleranslarının Temel İlkeleri :

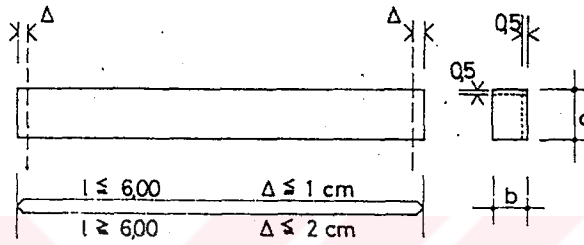
A = Proje ölçüsü, çizimlerde verilen ölçü.

B1 veya B2 = Yapı ölçüsü, yapıda yerindeki ölçü.

A1 veya A2 = Proje ölçüsü (A) ile Yapı ölçüsü B1veya B2 arasındaki fark kabul edilebilecek ölçü farkı = Tolerans.

Üretim sırasında meydana gelen boyutsal sapmaların nedenleri :

- . Kalıbın yapımında, ölçülendirme ve kalıp elemanlarının sıkıştırılmasındaki hatalar,
- . Kalıbın zamanla aşınması, deformasyona uğraması, gevşemesi veya betonun işlenmesi sırasında oluşan deformasyonlar,
- . Kalıpların iyi temizlenememesi,
- . Üretimde el işçiliği oranının fazla olması,
- . Betonun su-çimento oranında, sıkıştırılması ve sertleşirken oluşan hatalar,
- . Kalıptan prizini almamış, sertleşmemiş betonun çıkarılmasıyla betonun yayılması,
- . Öngerme elemanlarda kambur (ters sehim) oluşması,
- . Elemanların ölçülmesi sırasında oluşan ölçme hataları.



Şekil 2- 4. Hazır Beton Elemanlarda Kabul Edilebilir Toleranslar.

Toleranslar, elemanların kabul edilmesi için önerilen, yol gösterici özellikte sınırlardır, bu sınırları aşan elemanların reddedilmesi için koyulan sınırlar değildir.

Toleranslara uyan eleman kabul edilmelidir. Toleranslara uymayan eleman, aşağıdaki koşullardan herhangi biri sağlanıyorsa, yine kabul edilmelidir :

- a. Toleransların aşılması, elemanın yapısal bütünlüğünü veya mimari performansını etkilemiyorsa,
- b. Eleman, yapısal veya mimari önlemlerle tolerans sınırları içine çekilebiliyorsa,
- c. Elemanın kullanıldığı yapı, aranan tüm yapısal ve mimari koşulları sağlayacak biçimde değiştirilebiliyorsa.

Toleranslar hazırlanırken dikkate alınması gereken başlıca faktörler aşağıdaki gibidir :

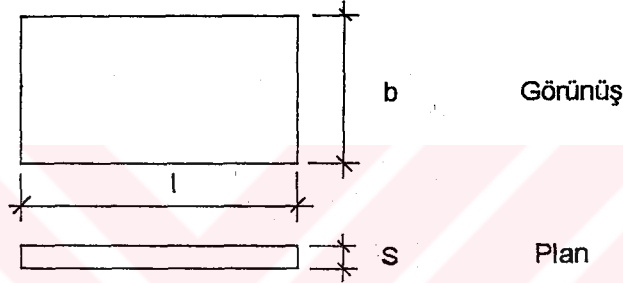
1. Genel Boyutlar : Eleman boyutlarını etkileyen faktörler ; kalıp türü, öngerilme ve ölçme teknikleridir.

Kalıplar genelde üç türdür ; rijit, yarı rijit, esnek. Rijit kalıplarda hassasiyet daha yüksektir, yarı rijit ve esnek kalıplarda hassasiyeti ayarlamak daha zordur.

Öngerilmeli elemanların üretiminde de, eleman boyları kısalmakta, ayrıca elemanda bir eğrilik oluşarak uç kısımların dönmesine neden olmaktadır. Bu etkiler elemanların tasarımı aşamasında dikkate alınmalıdır.

Eleman boyutlarının ölçülmesinde genelde metal şerit metre kullanılmakta ve boyutlar attıkça hata payı da artmaktadır.

Paneller için tolerans değerleri [20] :



Tablo 2-1. Panel Uzunlukları ve Genişlikleri İçin Toleranslar.

Tablo 2-2. Panel kalınlıkları İçin Toleranslar.

Hassasiyet Grubu	l uzunlukları ve b genişlikleri için toleranslar	
	4 m. ye kadar	10 m. ve yukarısı
A	±8	±15
B	±5	±10

Hassasiyet Grubu	S Kalınlıkları için toleranslar	
	0.1 mm. ye kadar	3 cm.
A	±5	±10
B	±5	± 5

2. Boşluklar : Elemanların üretimi sırasında, elemanda varsa doğrama, tesisat vb. boşlukların boyut ve konumları için toleranslar öngörülmalıdır.

3. Yataydan Kaçmalar : Kalıp boyutlarında ve eleman genişliğinde toleranslardan veya yanal eksantrisiteli öngerilme uygulanmasından kaynaklanan bu tür kaçmalar, tasarım ve üretim aşamasında dikkate alınmalı ve belirli sınırlar içine çekilmesine çalışılmalıdır.

4. Öngerilme Donatısının Konumu : Öngerilmeli elemanların üretiminde kullanılan teller veya demetlerin çapı, germe babalarının delik çaplarından genelde küçüktür. Çaplar arasındaki fark ne kadar azsa öngerilme donatısının konumu o kadar hassas olarak belirlenir.

5. Kambur ve Kambur Farkı : Elemanların kamburu (ters sehim) tasarıma, zamana bağlı etkilere, öngerilme donatısının konum toleransına, kür yöntemine, stoklama koşullarına bağlı olarak değişir. Elemanın kamburu öngörülen değerden çok farklıysa, bunun nedeni ve elemanın performansı üzerindeki etkisi saptanmalıdır.

6. Ürün Toleransları : Bazı prefabrike eleman türleri için öngörülen toleranslardır. Bu tolerans değerleri, yol gösterici nitelikte olup, her proje için ayrı ayrı irdelenmelidir.

2.2. Endüstrileşmiş Yapımda Beton Esaslı Prefabrikasyonun Avantajları ve Sakıncaları .

Beton malzeme kullanılarak yapılan prefabrikasyonun avantajları aşağıdaki gibidir [6] :

- . Bu tür bir uygulama, kalıp, iskele malzemesi ve işçiliğinden tasarruf sağlar. Geleneksel yapımda 3-5 kez kullanılan ahşap kalıbın yerini, fabrikada 50-60 kez veya daha da fazla kullanılan metal kalıplar almıştır.
- . Önyapımda kullanılan düzgün kalıplar, seri üretimin yanısıra, kaliteli ve kontrollü bir üretim sağlar.
- . Donatı kontrolü, sıkıştırma, sertleştirme vb. işlemler en iyi şartlar altında yapılabilmektedir.
- . Bileşenlere, statığe en uygun kesitlerin verilebilmesiyle beton tasarrufu ve ölü yükün azalması sonucunda, çelik tasarrufu sağlanır.
- . Öngerme tekniklerinin kullanılmasıyla beton ve çelik tasarrufu daha da artmakta ve en ince kesitlere imkan vermektedir.
- . Öngerme uygulamasıyla, betonda oluşabilecek çatlakların da önüne geçilebilir.
- . Montaj zamanına kadar betonun rötresi tamamlanmış olacağından, rötrede doğacak deformasyonların önüne geçilmiş olmaktadır.
- . Kurumuş montaja hazır elemanların bitirme çalışmalarına imkan verir.
- . Montaj sonrasında bina hemen kullanılabilir.
- . Şantiyede hazır elemanların montajında beton kullanımı en az düzeyde olup montaj "kuru" bağlantılarla gerçekleştirilebilmektedir.

- . Bağlantı türü, gerekirse elemanların demontajı ve yeniden kullanılması veya binanın büyütülmesine imkan verecek şekilde seçilebilmektedir.
- . Bina içinde olabilecek patlamalarda yalnızca bir bölümün zarar görüp, diğer bölümlerin sağlam kalması mümkün olabilmektedir.

Hazır betonarme elemanlarla gerçekleştirilen prefabrikasyonun getirdiği bazı sorunlar ise şöyle özetlenebilir :

- . Hazır betonarme bileşenlerle kurulan sistemlerde geleneksel monolitik konstrüksiyonun stabilitesini sağlamak güçtür.
- . Düğüm noktalarının, özellikle büyük yatay kuvvetlere göre hesaplanması ve detaylandırılması sorunlar yaratmakta, bina yükseldikçe bu sorunlar da artmaktadır.
- . Statik hesaplarla birlikte deneylerin yapılması da gereklidir.
- . Beton elemanlardaki ağırlık sorunu ve bununla ilgili nakliye, montaj zorlukları nedeniyle hazır betonarme elemanlı sistemler, bütün olumlu yanlarına rağmen çelik sistemlerle her zaman rekabet edememektedir.

Fakat günümüzde çeliğin pahalı olması, bakım sorunları gibi zorluklara karşın, hazır beton elemanlar, uygulanan öngerme yöntem ve teknikleriyle, betonun çok ince kesitlerde üretilebilmesi nedenlerinden dolayı, gittikçe artan bir uygulama alanı bulmaktadır.

2.3. Endüstrileşmiş Yapımın Türkiye'deki Yeri ve Konumu .

Yurdumuzda prefabrike eleman üretecek nitelikli fabrikalar vardır. Bu fabrikalar, üretim biçimleri ve teknolojileri birbirleri ile ilişkisiz olarak iş hayatına girmişlerdir. Piyasa mekanizması organize olmadığından büyük konut açığı bulunmasına rağmen tesisler uzun süre düşük kapasite ile çalışmış veya durmuştur. Toplu konut yasası, "Prefabrik Birliği" nin kuruluşu ve 1985 yılında devlet eliyle ihaleye çıkartılan yatak kapasitesi oldukça yüksek öğrenci yurdu projeleri, yapı elemanı üreten fabrikaları harekete geçirmiştir.

Türkiye' nin en önemli sorunlarından biri konut sorunudur ve Türkiye 'nin en büyük alanlarından biri de yine konuttur. Büyük yatırımlar yapıldığı, çok para sarfedildiği halde yeterince kaliteli konutlar yapılamamıştır.

Genel inşaat yatırımlarının sadece %5 'i bugün prefabrikasyon teknolojilerinden yararlanılarak yapılmaktadır. Konut sektörüne gelindiğinde bu rakam %1.5 'a iniyor. Oysa, tesis kapasiteleri bu rakamların çok üstüne çıkmaya elverişlidir [21].

1980 'li yılların başında inşaat sektörünün, gayri safi milli hasıla içerisindeki payı, biraz daha yükselmiş ve %6 'ya varmıştır. Son on yılda, inşaat sektörünün büyüme hızının, ekonominin genel büyüme hızından daha yavaş olduğu gözlenmektedir.

1986 yılından sonra inşaat sektöründe belirgin bir gerileme, duraklama görülmüştür. Devlet İstatistik Enstitüsü 'nün yaptığı çeşitli tahminlere göre, 1988 yılında %6 civarında bir gerilemeden sonra, 1989 yılında bu eğilim devam etmiş, 1990 'da büyüme hızı sıfır olmuştur. 1991 yılında yine durumda bir değişiklik olmamış, 1992 yılının ilk altı aylık rakamlarına göre, bir önceki yıla göre bir hızlanma görülmüştür.

Kamu yatırımlarının, özellikle kamu inşaat yatırımlarının azalması sonucu , kamunun, inşaat yatırımları içerisindeki payı da, son altı yedi yıl içerisinde %62 'den %44 dolaylarına gerilemiştir [21].

Türkiye 'deki inşaat sektörünün büyüme hızını belirleyen konut yatırımları olmaktadır. Fakat konut yatırımlarında, endüstrileşmiş yani prefabrike yapımdan yeterince faydalanılamamaktadır. Bunda en büyük etken ülkemiz koşullarında inşaatın yavaş gitmesini gerektiren, zorunlu kılan finansmanın yavaş akmasıdır. Bu durumda prefabrikasyonun en büyük özelliklerinden biri sayılabilecek, zaman kazandırma, malzemeden tasarruf etme vb. özelliklerin önemi ortadan kalkmaktadır [22].

Çözüm, konutta prefabrikasyonu engelleyen koşulları ortadan kaldırmak, ya da bir başka deyişle, konutta prefabrikasyonu ekonomik kılan koşulları yaratmaktır. Bunlar :

- Kaliteli yapılar üretilmesi için, ülkemizde uygulanabilecek bir "denetim, sorumluluk ve sigorta sistemi" oluşturulması.
- Sektörde, haksız rekabete yol açan, kaçak işçi çalıştırılmasını engelleyebilecek denetim sistemlerinin uygulanması.
- Kaçak yapılaşmanın, imar planı ve kat sayısı değişikliklerinin önlenmesi için gerekli sistemlerin kurulması ve arsa üretimine önem verilmesi.
- Geleneksel inşaat koşullarına yaklaşılarak rekabet şansını artırmak.
- Prefabrike üretim yapan firmanın inşaatın her safhasında kendini yükümlü sayması.

Tüm bunların dışında, artık yurdumuzda, endüstrileşmiş yapının en akılcı, en ekonomik, en kaliteli ve en hızlı çözüm olduğu artık anlaşılmıştır [23]. Türkiye Prefabrik Birliği 'de artık, tanıtma aşamasından, şartname ve standart hazırlıklarına yardımcı olma aşamasına geçmektedir. Kadro yetiştirilmesi açısından eğitim kurumlarına uygulama örneklerini ve bu alandaki birikimleri aktararak yardımcı olmak, uygulama ve araştırma arasında bir köprü görevi görme aşamasına geçilmiştir.

Ülkemizin modernleşmesinde böyle bir teknolojiye yararlanmak hem zorunlu , hem kaçınılmazdır. Türkiye Prefabrik Birliği 'nin de bu sürecin hızlandırılmasında büyük bir katkısı olduğu inkar edilemez.



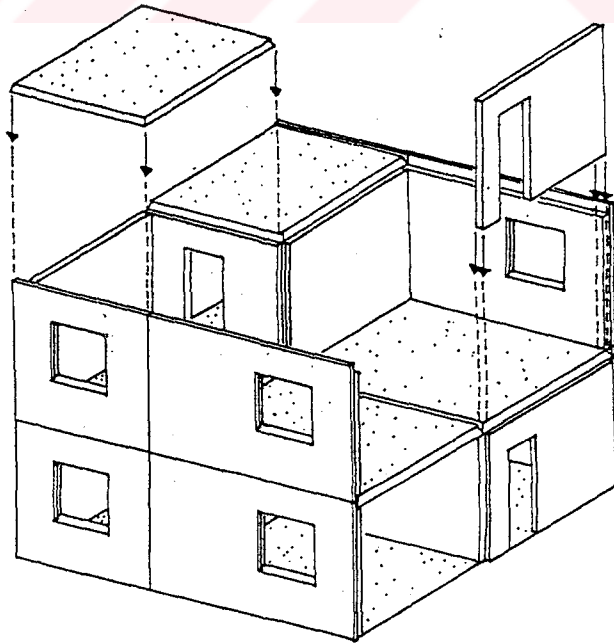
3. BÖLÜM

BETON ESASLI , BÜYÜK BOYUTLU PREFABRİKE PANELLERDE ÜRETİM GİRDİLERİ

Çağdaş yapım sistemlerinden olan beton esaslı, büyük boyutlu panel sistemler günümüzde oldukça yaygın bir uygulama alanı bulmuşlardır. Panel sistemlerde yapıyı oluşturan sistem elemanları, düşey paneller yani duvarlar ve yatay elemanlar yani döşeme elemanlarıdır [1].

Bu sistemde hem taşıyıcı, hem de dolgu elemanları panellerdir. Küçük ve büyük paneller olmak üzere iki çeşidi vardır. Tezin konusu büyük boyutlu paneller olduğu için sadece bu konu ele alınacaktır.

Büyük boyutlu panel sistemlerle yapımda hacmi sınırlayan duvar, döşeme ve tavan elemanları birer elemandan (panelden) ibarettir. Buna karşın küçük panellerle yapımda bir hacmi sınırlayan eleman sayısı birden fazladır (şekil 3-1) [4].



Şekil 3-1. Büyük Boyutlu Duvar Panelli Bir Yapının Kuruluş Perspektifi.

Prefabrike yapının ekonomik olabilmesi için derz sayısının olabildiğince az olması gereklidir. Bu da büyük boyutlu panel sistemleri küçük boyutlu panel sistemlere göre avantajlı kılan özelliklerden biridir. Avrupa 'da, özellikle okul ve konut yapılarında en çok uygulanan büyük boyutlu panel sistemlerdir.

Paneller yapıdaki işlevlerine göre üç kısma ayrılırlar :

- . Taşıyıcı paneller
- . Taşıyıcı olmayan, bölücü paneller
- . Özel işlevli paneller.

Bina yapımındaki ve strüktüründeki önemi, yapı içinde diğer elemanlara göre kullanım oranının fazlalığı ve yine yapı içinde yüklendiği fonksiyonların çeşitliliği (taşıyıcı, bölücü, dış etkenlere karşı koruyucu) nedeniyle birden çok işlev ve eylemi yerine getirdiği için tez konusu olarak ele alınan konu "taşıyıcı, dolu gövdeli, beton" büyük boyutlu panel sistemlerdir.

Bu sistemde, sistemi oluşturan panellerin üretiminin gerçekleştirilmesinde, ana etken kullanılan malzemelerdir. Panel üretiminde, üretim kalite ve hızını etkileyen; panellerin üretiminde kullanılan betondan başlayarak, kullanılan kalıplar, donatı malzemeleri, çeşitli makina ve araçlar, vb. çok çeşitli üretim girdileri vardır. Bu girdilerin öneminden dolayı öncelikle incelenmelerinde yarar vardır.

Beton esaslı panel üretiminde başlıca üç büyük ve önemli girdi vardır. Bunlar şöyle sıralanabilir :

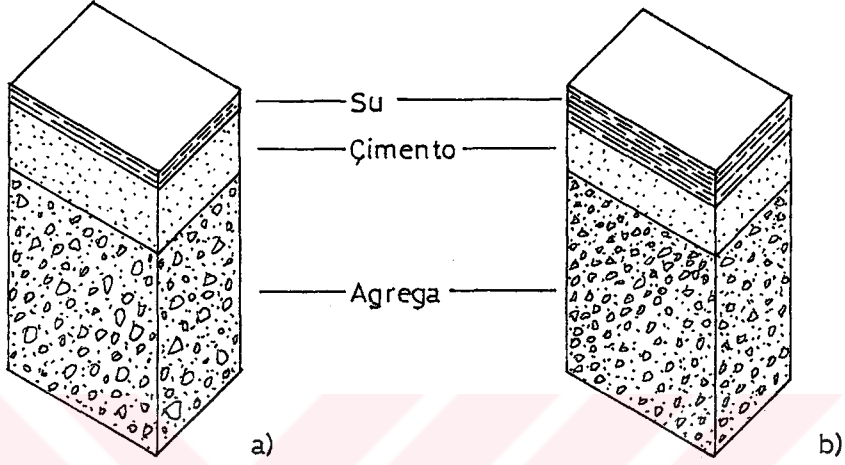
1. Malzeme,
2. Üretimde kullanılan araç ve gereçler,
3. İşgücü.

3.1. Malzemeler .

Beton esaslı panel sistemlerde hiç şüphesizki en büyük ve en önemli malzeme girdisi betondur. Ana dolgu maddesi olan betondan sonra gelen ikinci önemdeki malzeme ise beton dayanımını ve mukavemetini sağlayan, beton çelikleri ve hasır çeliklerdir. Sonuncu olarak da, üretimde kullanılan özel malzemeleri (ısı tutucular, aksesuarlar, kalıp yağları vb.) söyleyebiliriz.

3.1.1. Beton .

Çimento, agrega, su ve bazen de katkı maddeleri eklenmesiyle, karıştırılarak, harman edilerek yapılmış ve oranları dikkatle ayarlanmış bir karışımı istenen şekil ve boyutta kalıplar içerisine boşluksuz bir şekilde yerleştirmek ve uygun bakım şartları altında sertleştirmek yolu ile elde edilen malzemeye beton denir [24].



Şekil 3- 2. Beton Karışımını Oluşturan Bileşenler ve Oranları.
a) Mukavemeti yüksek (yoğun) beton karışımı.
b) Yumuşak (işlenebilir) beton karışımı.

Yoğunluğuna göre betonu, ağır, normal ve hafif beton olmak üzere üçe ayırabiliriz. Bu betonları birbirinden ayıran en büyük fark, birim ağırlıklarının farklı olmasıdır [25].

Birim ağırlıkları 2,8 kg/lt. nin üstünde olanlara **ağır beton** 2,8-2,0 kg/lt. arasında olanlara **normal beton**, 2,0 kg/lt. nin altında olanlara ise **hafif beton** adı verilir.

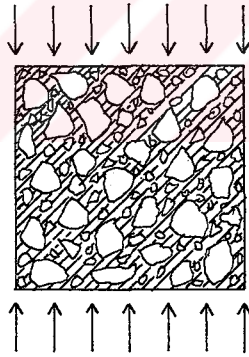
Ağır beton ; özel bir beton çeşidi olup, ağır agrega ile üretilen bu betonların yoğunlukları da çok yüksektir. Bu betonlarda ağır olmasının yanında aranılan diğer şart, çatlama yapmamasıdır. Yeteri derecede kalınlıkta üretilen bu beton, yük taşıma açısından gerekli mukavemette olacağından orta sınıfta bir beton sınıfında üretilir. Hidratasyon ısısı yüksek olmayan çimento ve ağır agrega olarak da ; barit, demir cevheri, demir kırpıntıları, magnetit, limonit, hematit, kurşun veya krom cürufu, çelik kırpıntıları, serpantin ve asbest lifleri kullanılmaktadır. Tüm bunlar kırılıp, parçalanarak ufalanır ve elenerek dane gruplarına ayrılır ve sonra da ideal granülometriyi verecek şekilde uygun oran ve miktarlarda karıştırılarak ağır beton üretilir.

Hafif beton ; çimento hamurunda gaz kabarcıklarının oluşturulmasıyla elde edilen selüler (boşluklu) beton ile perlit, vermikülit, ahşap veya asbest lifleri, strofor vb. malzemelerin kullanımı ile elde edilen beton da hafif betondur. Hafif beton taşıyıcı olmaktan çok, dolgu, bölme veya yalıtım amacı ile kullanılırlar [26].

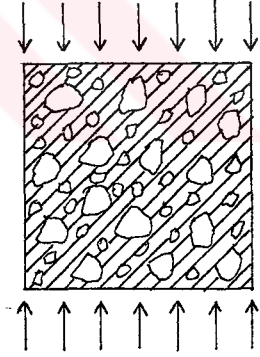
Ağırlığının az, ısı yalıtımının yüksek, mukavemetinin normal betonlardan biraz daha düşük ve yanmaz bir malzeme oluşu hafif betonların en büyük özellikleridir. Birim ağırlıkları 2,0 kg/lt. nin altındadır. Birim ağırlığının küçük olması ısı iletkenlik katsayısının küçülmesini ve ses yutuculuğunun artmasını sağlar [25].

Normal beton ; birim ağırlığı 2,8-2,0 kg/lt. arasında olan betondur. Donatısız veya donatılı olarak kullanılan strüktürel (taşıyıcı) beton, ait olduğu strüktür elemanının taşıyıcılığına, esas itibariyle, basınca çalışarak katkıda bulunur.

Betonun taşıyıcılığının en yüksek değerine, daha büyük boyutlu agregalar arasındaki boşlukların giderek daha küçük daneler tarafından ve yükü birbirlerine doğrudan aktaracak şekilde sıkıca doldurulması halinde ulaşılır (şekil 3-3). Geri kalan daha da küçük boşlukları dolduran çimento hamuru, zaten agrega tarafından büyük ölçüde sağlanmış olan dayanım ile bunun kararlılığına katkıda bulunur ve geçirimsizliğini artırır [27].



**Şekil 3- 3. Normal Agregalı Betonda
Yük Taşıma Mekanizması.**



**Şekil 3- 4. Hafif Agregalı Betonda
Yük Taşıma Mekanizması.**

Hafif agregalı betonun dayanımı, katılaştırmış çimento hamuruna göre daha düşüktür. Bu durumda, yükün agrega dokusu içinde bir daneden diğerine geçmesi yerine, sünger gibi boşlukları bulunan katılaştırmış çimento hamuru tarafından karşılanması durumu mevcuttur (şekil 3-4). Bu nedenle, agregaların büyük boyutlu olanlarının arasını orta büyüklükte danelerle doldurmak yerine, taşıyıcılığı yüksek olan doğal kum ve çimento hamuru karışımı ile doldurarak süngerimsi yapıyı güçlendirmek daha iyi bir yoldur.

Beton eskiden beri dayanıma göre sınıflandırılmıştır. Beton, daha önce Alman Yönetmeliğine uygun olarak, 28 günlük en az basınç dayanımı esas alınarak, B160, B225, B300 olarak sınıflandırılıyordu. Yeni TS-500 de CEB ye paralel olarak, 28 günlük silindir dayanımı temel alınarak sınıflandırılmaktadır. Sözü edilen dayanım, en az dayanım değil, "karakteristik" dayanımdır. Karakteristik dayanım, o dayanımdan düşük değerlerin elde edilmesi belirli bir olasılıkla mümkün olan dayanıklılıktır (TS-500 de bu olasılık %10 dur). Yeni beton sınıfları C veya BS olarak tanımlanmaktadır. Örneğin, C20 veya BS20, 28 günlük karakteristik silindir dayanımı 20 N/mm², yani 200 kgf/cm² olan betondur. Tablo 3-1 de TS-500 de öngörülen beton sınıfları ve her sınıf için öngörülen karakteristik silindir basınç dayanımı, eşdeğer küp dayanımı, çekme dayanımı ve elastisite modülü verilmiştir. Bu tabloda, BS25 e kadar olan betonlar, normal dayanımlı, diğerleri de yüksek dayanımlı beton olarak adlandırılmıştır [28].

Tablo 3-1. Beton Sınıfları ve Dayanımları.

Beton Sınıfları		Basınç Dayanımı (silindir) f_{ck} MPa (kgf/cm ²)	Kopma Dayanımı (Eksenel) f_{ctk} MPa (kgf/cm ²)	Elastisite Modülü E_c E_{c28} MPa (kgf/cm ²)
CEB	TS-500			
C12	BS12	12 (120)	1.2 (12)	25250 (252500)
C16	BS16	16 (160)	1.4 (14)	27000 (270000)
C20	BS20	20 (200)	1.6 (16)	28500 (285000)
C25	BS25	25 (250)	1.8 (18)	30230 (302500)
C30	BS30	30 (300)	1.9 (19)	31800 (318000)
C35	BS35	35 (350)	2.1 (21)	33200 (332000)
C40	BS40	40 (400)	2.2 (22)	34550 (345500)
C45	BS45	45 (450)	2.3 (23)	35800 (358000)
C50	BS50	50 (500)	2.5 (25)	36950 (369500)

Maksimum agreganın çapı 25 mm. ye düşürülürse, dayanım %10 artar. Bunun nedeni hem agreganın zayıflığını, hem de çimento hamurunun dokusunda oluşturduğu boşluğun azalmasıdır [27].

Mukavemet beton için dayanıklılıktan sonra gelen en önemli özelliktir. Basınç mukavemeti, betonun ezilme ve sıkışmaya karşı gösterdiği dirençtir. Eğilme mukavemeti ise, eğilme ve eğilmeden dolayı oluşan çekme gerilimlerine karşı dayanma gücüdür. Beton mukavemeti, herşeyden önce karışım harcının mukavemeti demektir. Bunun dışında harç ile agrega taneleri arasındaki yapışmanın mukavemeti de beton mukavemetini etkileyen bir faktördür [29].

Akışkan beton, sertleşmiş beton mukavemeti ve yoğunluk arasında doğrudan bir ilişki vardır. Sertleşmemiş betonda akışkanlık ölçüsü, karışımın işlenebilirliği olarak adlandırılabilir. İşlenebilirlik, agrega boyutlarının ölçüleri, şekilleri vb. parça karakteristikleriyle etkilenir. Bu yüzden kullanılacak beton karışımı işlenebilirliği, dikkatli bir agrega seçimiyle artırılabilir [30].

Beton üretiminde kullanılan malzemeler ; çimento, agrega, su ve katkı maddeleridir.

3.1.1.a. Çimento .

Günümüzde oldukça yaygın bir kullanım alanı bulan çimento, ilk defa Joseph Aspdin adında Leeds 'li bir inşaatçı tarafından geliştirilmiş ve 1824 'de patenti de alınarak üretime başlanmıştır [30].

Çimentonun temel maddesi kil ve kalkerdir. Çimento, bu maddeleri belli oranlarda (gerekli analizler sonucu) karıştırılıp yüksek sıcaklıkta pişirmek ve öğütmek suretiyle elde edilir. Kalkerin tümü eriyerek kil ile birleşmekte ve özelliği çok yüksek bir bağlayıcı madde elde edilmektedir. Fırından pişme sonucunda çıkan bu maddeye, klinker adı verilir. Klinkerin bağlayıcılık özelliğini kazanması için çok ince öğütülmesi gerekir [25].

Çimentonun değişik özelliklere sahip çeşitli türleri vardır [31]. Bunlar ;

- . Portland Çimentosu ; yapılarda en çok kullanılan çimento türüdür. Normal Portland Çimentosu (NPÇ350), yüksek mukavemetli Portland Çimentosu (YPÇ500), ilk mukavemeti yüksek Portland Çimentosu (İPÇ600), beyaz Portland Çimentosu (BPÇ350), sülfatlara dayanıklı Portland Çimentosu, düşük ısıli Portland Çimentosu gibi türleri vardır. Bunlar dışında ayrıca,
- . Yüksek fırın çimentoları

- . Traslı çimentolar
- . Alüminli çimentolar
- . Puzolanlı çimentolar
- . Su geçirimsiz çimentolar
- . Özel çimentolardır.

Tablo 3- 2. Türk Standartlarına Göre Çimento Dayanımları [28].

Çimento Türü		Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)			Çekme Dayanımı (kgf/cm ²)		
		3 gün	7 gün	28 gün	3 gün	7 gün	28 gün
Portland Çimentosu	NPÇ 350	-	300	350	-	22	28
	YPÇ 500	300	400	500	23	27	30
	IPÇ 600	400	500	600	25	30	35
Yüksek Fırın Curuf Çimen- tosu	NDPÇ 350	-	300	350	-	22	28
	NYPÇ 350	-	300	350	-	22	28
Traslı Çi- mento	TÇ	-	300	350	-	22	28

Çimentonun bağlayıcı maddelerinin suyla yapmış oldukları kimyasal reaksiyona **hidratasyon** denir [25].

Bu olayın iki önemli karakteri vardır. Birisi yavaş bir seyir gösterir uzun zamanda meydana gelerek seneler sürer, diğer reaksiyon ise, çimento daneleri çok ince toz haline getirildikten hemen sonra başlayabilir. Çimentonun öğütülmemişken hiçbir bağlayıcılık özelliği yoktur. Öğütüldükten sonra danelerin belirli bir kısmının 24 mikrondan küçük olması gereklidir. Daneler inceleştikçe çimentonun mukavemeti artar. Hidratasyon olayının devam etmesiyle mukavemetteki artış da devam eder. Hidratasyon olayı için gerekli suyun olmaması durumunda, mukavemetteki artış da durur.

Hidratasyon sırasında bütün çimento bileşenlerinden ısı açığa çıkmakla (**hidratasyon ısısı**) beraber, bunun miktarları, reaksiyon hızı yüksek olan bileşenlerde daha da önem kazanmaktadır [24].

Hidratasyon olayının gelişerek belirli bir düzeye varması ile bağlayıcı maddenin palstikliğinde önemli bir azalma meydana gelerek, şekil verilmeye karşı önemli bir direnç (**katılaşma**) göstermeye başlar. Bu olayın başlama anına priz başlangıcı denir.

Priz, çimento hamurunun plastik deformasyon yapma özelliğini kaybetmesi demektir. Çimento hamuru tamamen plastikliğini yitirdiği anda priz de sona ermiş olur [25].

Katılaşma beton karışımının dışından başlar. Katılaşma hızı, çimento parçacıklarının boyutlarıyla ters orantılıdır. Çabuk katılaşan Portland çimentosunun ince taneli olması bu yüzdendir. Katılaşan çimento, kumla çakılı birbirine bağlar. Bu bağlama, çimentonun yapışma (aderans) ve tanecikleri arasında moleküler çekim (kohezyon) özelliklerinin fazla olmasındandır [32].

Priz başlangıcı 1 saatten fazla, priz sonu ise 10 saatten az olmamalıdır. Yani sertleşme ne çok erken başlamalı ne de çok geç sona ermelidir.

Çimentonun hidratasyonu sırasında, karışım bünyesinde önemli değişimler meydana gelir. Çimento hamurunun hacminde belirli bir azalmayla ortaya çıkan bu olaya **rötre** denir. Rötre, üç şekilde kendini gösterir [25].

- a) **Bünyesel rötre** ; hidrate ürünün mutlak hacmi, kendisini oluşturan toz çimento+suyun hacminden küçüktür.
- b) **Plastik rötre** ; suyla karıştırıldıktan sonra çimento hamuru üzerinde suyun toplanması olayıdır.
- c) **Priz bittikten sonra meydana gelen rötre** ; buna klasik veya kuruma rötresi de denir. Önemli olan da bu, priz bittikten sonra meydana gelen rötredir.

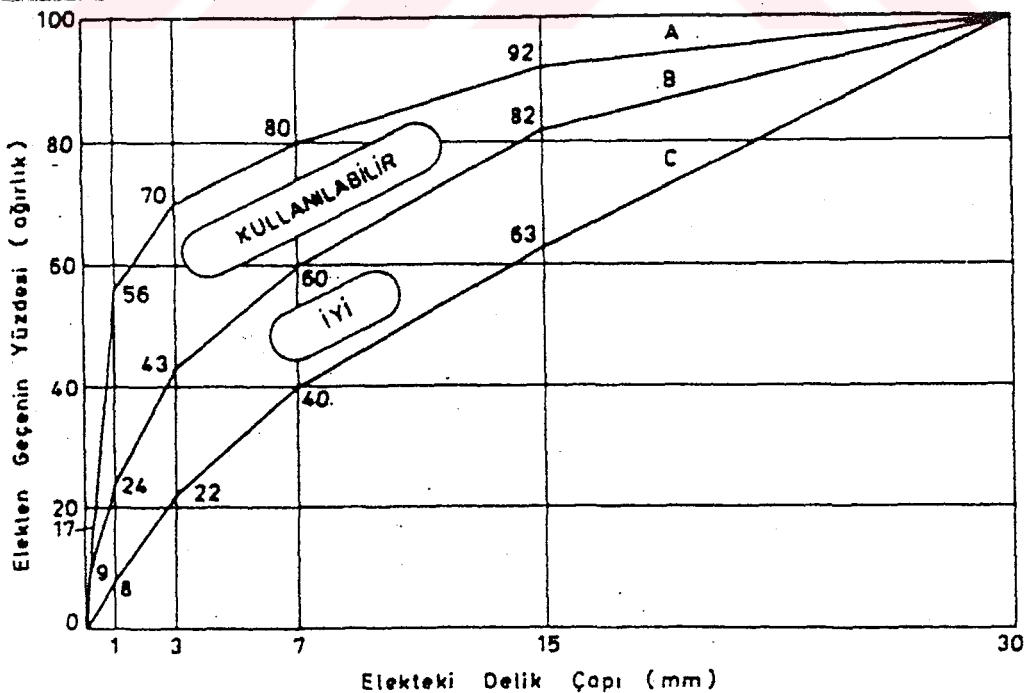
Rötre, çimento miktarı ile artar. Hızı giderek azalmasına rağmen, rötre zaman içinde devam eder. Kullanılan çimento çeşidi, ortam şartları, beton bileşimi ve agrega türü rötreyi etkileyen faktörlerdir.

3.1.1.b. Agregada .

Agrega, betonun %70-80 'ini oluşturan mineral kökenli, çeşitli boyutlara sahip kum, çakıl veya kırma taş karışımına verilen genel isimdir. Genellikle 0-7 mm. arasında olan agrega kum, 7-70 mm. arasında olan ise çakıl olarak adlandırılır. Agregada esas olarak bir dolgu malzemesidir ve en önemli fonksiyonu betondaki hacim değişikliklerini azaltmaktır. Su ve çimentodan oluşan karışım hamuru, büyük hacim değişiklikleri gösterir. Karşıma agreganın girmesiyle, hem bu hacim değişikliği azalır ve hem de çimentoya göre daha ucuz olduğundan ekonomi sağlar. Betonun işlenebilirlik özelliğinin kaybolmaması için agreganın granülometrisine önem verilmelidir [28].

İyi kalitede ve kullanılabilir kıvamda beton üretilebilmesi için kullanılan kum ve çakıldaki çeşitli dane çaplarının karışım içinde belirli oranlarda bulunması gereklidir. Başka bir deyişle, kum ve çakıl karışımının granülometrik bileşimi belli sınırlar içinde kalmalıdır. Granülometrik bileşim, çeşitli delik çaplarına sahip bir elek dizisi ile saptanır. Granülometri eğrileri, her bir elekten geçen malzeme ağırlığının toplam ağırlığa oranının, elek delik çapının bir fonksiyonu olarak çizilmesi ile elde edilir.

Şekil 3-5 'de kum ve çakıl için öngörülen granülometri eğrileri gösterilmiştir. Kum ve çakıl için en iyi değerler B ve C eğrileri arasında kalan değerlerdir. Eldeki malzeme A ve C eğrileri dışına taşmamalıdır.



Şekil 3- 5. Kum ve Çakıl İçin Öngörülen Granülometri Eğrileri [28].

Genelde granülometri eğrisi ne kadar yukarı çıkarsa, karışımındaki kum miktarı o kadar çok demektir. Eğri aşağıya doğru inip, C eğrisine yaklaştıkça, iri danelerin miktarı arttığından betonun işlenmesi zorlaşır.

Agrega ne kadar sağlam seçilirse, beton da o oranda sağlam olur. Agregada içerisinde organik maddeler, kil, mil ve diğer yabancı maddeler bulunmamalıdır. Bu maddelerin agrega içinde bulunması beton mukavemetini azaltır. Ayrıca agregaların temiz olması da gereklidir. Yüzeydeki toz ve çamurlu maddeler aderansı zayıflatıkları için bu gibi maddeler de agregadan yıkanarak uzaklaştırılmalıdır veya yaş olarak ince elekten elenip yıkanarak çöktürülmeli ve bu şekilde temizlenmelidir.

Beton agregalarını dane boyutlarına göre iki gruba ayırmak mümkündür [25] :

- . TS 706 'ya göre bu gruplandırma, ince agregalar boyutları 4 mm. göz açıklıklı kare delikli elekten geçen agregadır.
- . Boyutları 4 mm. göz açıklıklı kare delikli elek üzerinde kalan agregalara da iri agregalar denir.

Tablo 3- 3. Kum ve Çakılın Tane Büyüklüklerine Göre Ayrılması [32].

Malzeme (doğal, kırma)	Boyut mm	Üstünde kaldığı eleğin delik çapı	Geçtiği (mm)
Kum	İnce	0 - 1	1
	Orta	1 - 3	3
	İri	3 - 7	7
Çakıl	İnce	7 - 15	15
	Orta	15 - 30	30
	İri	30 - 70	70

Bu ince ve kaba agregalar kırma taş olarak da adlandırılırlar. Bunun yanında kum ve çakılları da tabii agrega olarak adlandırabiliriz.

Eski sınıflandırma yöntemine göre, eski DIN 1045 elek serisi üzerinde, 7 mm. elek numarasının altındakiler ince, üzerindkiler ise iri agrega sınıfına girer. Her iki sınıflandırma da kullanılmaktadır.

Kum ve çakıl doğal olarak elde edilir. Bunlar derelerden, nehir, sel yataklarından, deniz ve göl kıyılarından ya da eski jeolojik devirlerde su altında iken sonradan suyun çekilmesi ile üstü başka tabakalarla örtülmüş yerlerde açılan ocaklardan çıkarılırlar.

Kırma taşlar ise doğal taş bloklarının konkasör denilen aletlerle parçalanması sonunda elde edilir. Bundan da anlaşılacağı üzere kırma taş yapay iri agregadır. Piyasadaki duruma göre, 0-7 mm. 'lik grup 1 no, 7-15 mm. 'lik grup 2 no ve 15-30 mm. veya 14-70 mm. 'lik grup 3 no. lu mıcır adı altında satılmaktadır. Arta kalan çok ince toz malzemeye ise **filler** adı verilir.

Betona katılacak çimento miktarının belirlenmesinde agreganın etkisi, tanelerin yüzey alanıyla belirlenir. Yüzey alanı küçüldükçe çimento miktarı da azalacağından tanelerin küp veya küre biçiminde olmasına özen gösterilmelidir [32].

Taşıma gücü yüksek ve sıklığı fazla bir beton elde edebilmek için tanenin boyutları arasındaki fark küçük olmalıdır. Yuvarlak çakılla üretilen betonda gerilme dağılışı dengelidir. Köşeli çakıllarla taşıma gücü yüksek beton elde edilir. Ne var ki bu durumda, su-çimento oranı, yuvarlak çakılla göre daha yüksek olur.

3.1.1.c. Su .

Betonun hacmen yaklaşık %75 'ini agrega oluşturur, geri kalan kısmını çimento hamuru, su ve hava boşluğu oluşturur. Suyun, beton içinde agrega tanelerini ıslatarak betona işlenebilme özelliği kazandırmak ve çimento hidratasyonunu sağlayarak karışımın sertleşmesini gerçekleştirmek gibi iki önemli görevi vardır. Karışımın su/çimento oranı doğrusal olup, değer azaldıkça mukavemet artar. Suyun fazlası sonradan buharlaşarak betonu terkeder ve yerini betonun mukavemetinin düşmesine neden olan boşluğa bırakır.

Taze betondaki su miktarı beton kıvamından da anlaşılabilir. Kıvam için, beton karışımının ıslaklık derecesi de denilebilir. Kıvam kontrolü ile hem betonun işlenilebilirliği, hem de su / çimento oranı saptanabilir [29].

Yaklaşık olarak 1/2 ölçek su ve 1 ölçek çimentoyla işlenebilir yumuşak bir karışım elde edilebilir [30].

İçmeye elverişli, kirlenmemiş olmak şartıyla do ada varolan tüm sular, beton karma suyu olarak kullanılabilirler. İçinde erimiş olarak en çok 15 gr/lt ve yüzer olarak en çok 2 gr/lt SO_3 bulunan sularla, kömür ocakları hariç ocak suları beton yo urma suyu olarak kullanılabilirler. Suda organik maddelerle, endüstri artıkları hiçbir şekilde olmamalıdır. Bir suyun betona zararlı olması, kirlı görünüşünden çok asitli olmasından (ph 'ının 7 'den küçük olması istenir) ileri gelir. Bu yüzden, beton karışımında kullanılacak suların mutlaka analiz edilmesi gereklidir [31].

Tablo 3- 4. 1 m³ Beton İçin Gerekli Su Miktarı (kg/m³)

Çökme (mm)	1 m ³ Beton İçin Gerekli Suyun Ağırlığı, kg						
	Maksimum Agrega Çapı						
	10 mm	12.5 mm	20 mm	25 mm	40 mm	50 mm	70 mm
20-50	205	200	185	180	160	155	145
75-100	225	215	200	195	175	170	160
150-175	240	230	210	205	185	180	170

Bunlardan başka, içinde etkili karbonik asit, amonyum tuzları, serbest klor, organik maddeler ve madeni ya lar bulunan sular, karma suyu olarak kullanılmamalıdır [32].

Ayrıca beton karışımlarında deniz suyu kullanımı, mukavemeti düşürdü ü, donatılı betonlarda paslanmayı kolaylaştırdı ı, bu su karışımıyla üretilen elemanlarda sonradan lekelenmelere neden oldu u ve görünüşü bozdukları için sakıncalıdır [29].

3.1.1.d. Katkı Maddeleri .

Çimento harcı ve betonlar karılırken bunlara belirli bazı özellikler kazandırmak veya bazı özelliklerini düzeltmek, de işirmek için karışımlara eklenen kimyasal maddelere katkı adı verilir.

Katkının miktarı genelde çok azdır ve çimento ağırlığına oranla yüzde (%) olarak belirtilir. Katkılan kullanmadan önce yararlanma derecesi, diğer özellikler üzerindeki etkisi, kullanılma ekonomikliği araştırılmalıdır [31].

Günümüzde piyasada çok çeşitli katkı maddeleri vardır ve bunlar betonun hemen hemen bütün özelliklerine etki edebilmektedir. Hangi özellik ve özellikler değiştirilmek isteniyorsa o doğrultuda katkı maddesi seçilir. Betonun bazı özelliklerini iyileştirmek için kullanılan katkı maddeleri başka özelliklerini bozabilir. Bu nedenle katkı maddesi seçilirken çok dikkatli olunmalı ve isteğe en uygun katkı maddesi kullanılmalıdır. Katkı maddeleri genelde toz ve sıvı şeklinde satılır [29].

Beton harmanında, en yaygın olarak kullanılan katkı maddelerini beş grup içinde toplamak mümkündür [28], [29]. Bunlar :

a) Betonun içerdiği havayı etkileyen, değiştiren katkılar ; betonda çok sayıda çapları 0,01-0,20 mm. arasında değişen küçük hava kabarcıkları oluşturarak, betonu hafifletir, işlenmeyi kolaylaştırır ve donma-çözölmeye dayanımı artırır.

Nötrale edilebilen ve suda eriyen tabii reçineler, sülfatlı maddeler, iç yağları vb. birçok maddeler bu işte kullanılabilmektedir. Aşağıdaki gibi üç gruba ayırmak mümkündür :

- . Hava veren katkılar
- . Hava ve köpüğü azaltıcı katkılar
- . Köpük veren katkılar

Taze haldeyken deformasyon yeteneği, kohezyon artmakta, ayrışma ve su kasma önlenmektedir. Sertleşmiş haldeyken mukavemette belli bir azalma olmakla birlikte, su emme azalmakta ve donma dayanımı önemli ölçüde artmaktadır.

b) Prizi etkileyen katkı maddeleri ; prizi çabuklaştıran ve geciktiren olmak üzere ikiye ayrılırlar.

- . Priz hızlandırıcı katkılar
- . Priz geciktirici katkılar

Çimento içinde bulunmaları hidratasyon ve sertleşmenin daha çabuk veya daha geç olmasına yol açan maddelerdir. Bunların başında (sertleşmeyi hızlandıran) CaCl_2 gelir. CaCl_2 %2 oranında yoğurma suyunda eritilerek, betona karıştırılmasıyla, maksimum

mukavemetin 1-3 günde elde edilmesini sağlar ve ayrıca soğukta beton dökülebilmeye olanak verir. Fazla kullanılması rötrein artmasına, ani sertleşmeye ve donatının korozyonuna (CaCl_2 sebebiyle) neden olabilir. Bu yüzden olabildiğince kloruz hızlandırıcılar kullanılmalı ve bu maddelerin kullanım prospektüslerine kesinlikle uyulmalıdır.

Tablo 3- 5. Priz Süreleri Bakımından Bağlayıcı Maddelerin Sınıflandırılması [25].

Bağlayıcı madde	Priz başlangıç süresi	Priz sona sona erme süresi	Bu sınıftaki bağlayıcı madde
Çabuk priz yapan	8 dak.	15 dak.	Doğal çimentolar
Yarı yavaş priz yapan	8-30 dak.	3 saat	Doğal çimentolar
Yavaş priz yapan	1-4 saat	4-10 saat	Portland, alüminli, letiye çimentoları
Çok yavaş priz yapan	6 saat	48 saat	Su kireci

Tablo 3- 6. Priz Sürelerini Değiştirmede Yaygın Olarak Kullanılan ve Yüzdeleri Verilen Katkı Maddeleri.

Katkı maddesi	Prizi geciktiren maddeler	Prizi hızlandıran maddeler
Alçı taşı	% 2 - 4	-
Alçı	% 1 - 2	% 3 den çok
CaCl_2	% 0,5 den az	% 0,5 den çok
NaCl	% 1,5 dan az	% 3 den çok
Na_2CO_3	zayıf konsantrasyonda	% 10 dan büyük
ZnO	zayıf konsantrasyonda	-
NaOH	-	çabuklaştırır
Şeker	zayıf konsantrasyonda	-
Kireç	zayıf konsantrasyonda geciktirir.	-

Prizi geciktiren katkı maddeleri ise, çimento enjeksiyonlarında ve sıcakta beton dökme işlerinde kullanılırlar. Çimentoya eklenen alçı dışında bu katkıları, nişasta ve sellüloz

ürünleri, şeker ve hidroksil gruplu asit veya tuzlar gruplarına giren maddelerdir. En çok bilinen şekerdir, fazla kullanıldığında sertleşmeyi sonsuz olarak geciktirebilir.

c) Bağlayıcı katkı maddeleri ; betonun işlenebilme özelliğini ve geçirimsizliğini artırır, su kusmayı önler. Bu tip katkı maddelerinin kullanımıyla su miktarı azaltılabilir ve dolayısıyla dayanım artırılabilir. Fakat bu maddelerden bazıları prizi geciktirebilir.

d) İşlenebilirliği (plastikliği), betonun akıcılığını etkileyen katkı maddeleri ;

. Su azaltıcı katkılar ; olarak dispersiyon ve ıslatma maddeleri kullanılır. Bunlar, akışkanlığı artırır, dolayısıyla betona karıştırılacak su miktarının azaltılmasına olanak vereceğinden, mukavemetin artmasını da sağlar. Buna karşın sertleşmeyi de bir miktar geciktirebilir. En çok bilineni, kalsiyum-ligno-sülfonat (kağıt fabrikası artığı) bileşimindedir.

Atıl tozlar ise, işlenebilme özelliğini düzeltmek, su kusmayı ve çözülmeyi önlemekte kullanılırlar. Bentonit kili, diatomit %3-5, kül, silis tozu, ince kum, sönmüş kireç, talk, taş unu bu amaçla kullanılan maddelerdir. Bunlar dışında,

- . Hava veren katkılar
- . Hem su azaltıcı hem de hava veren katkılar
- . Suyu koruyan katkılar da vardır.

e) Fiziksel etkilere karşı dayanıklılığı arttıran katkı maddeleri ;

. Donmaya karşı mukavemeti arttıran katkılar

. Suya dayanıklılık sağlayan katkılar

. Geçirgenliği azaltan ve suyu kabul etmeyen itici katkılar ; kalsiyum ile suda erimez bileşim yapan sabunlar, kalsiyum ve amonyum stearatlarıdır.

f) Genleşme sağlayan katkı maddeleri ; betonun priz aşamasında büzülme yerine genleşmesini sağlarlar. Çok ince öğütülmüş alüminyum tozu %0.005-0.02 oranında eklendiğinde, hidroksitler ile reaksiyon yaparak hidrojen gazı kabarcıkları çıkmasına ve taze beton hacminin genişlemesine yol açar. Demir tozuyla birlikte oksitleyici maddelerin kullanılması da aynı işlevi görür. Bu tür katkı maddeleri derzlerin doldurulmasında ve onarım işlerinde çok kullanışlıdır.

g) Beton ve harçların rengini değiştiren katkılar ; daha çok çimento boyalarıdır. Bunlar beton harmanına eklenerek kullanılan mineral oksitlerdir. Diğer boyalar beton mukavemetine zarar verir ve güneşte zamanla renkleri solar, bazıları da çimentonun etkisiyle bozulurlar.

Çimento boyaları, ilkönce çimento ile kuru kuruya karıştırılır, sonra kuru agrega boyalı çimento ile karıştırılır ve karışıma sonra su eklenir. Eklenecek boya miktarı çimentonun %10 'undan fazla olmamalıdır, aksi halde beton mukavemeti düşecektir. Karıştırma işlemi, Ball-Mail (bilyalı değirmenler) tipi araçlar yardımıyla yapılır.

Koyu renkli elemanların betonunda normal Portland çimentosu kullanılabilir. Fakat çok açık renkli ürünlerin betonunda beyaz çimento kullanmak zorunludur. Renk veren mineral oksitler :

Sarı	: Sarı oksit.
Gri	: Manganez karası
Kahverengi	: Yanmış amber, kahverengi demir oksit
Mavi	: Ültramarin (çivit mavisi)
Yeşil	: Yeşil krom oksit, yeşilimsi mavi ultramarin
Pembe veya kırmızı	: Kırmızı demir oksit
Çikolata	: Manganez karası, siyah demir oksit, siyah bakır oksit (bu oksitlerden biriyle kırmızı demir oksit beraber karıştırılır)
Siyah	: Manganez karası.

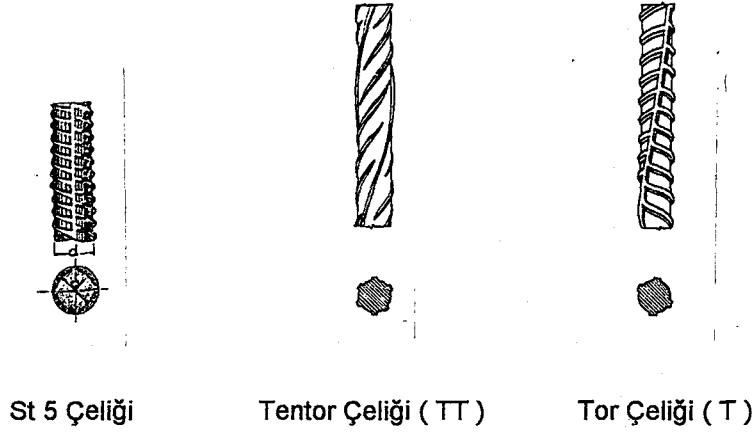
Bütün bu katkı maddelerinden başka ; mekanik, kimyasal etkilere karşı dayanıklılığı arttıran, alkali-agrega reaksiyonunu etkileyen ve zararlı kimyasal etkileri azaltan çeşitli katkı maddeleri de vardır.

3.1.2. Beton Çelikleri ve Hasır Çelikler .

Betonarme donatı olarak genelde düz yüzeyli veya nervürlü yani üstünde girinti ve çıkıntıları bulunan, yuvarlak kesitli çelik çubuklar kullanılır. Şekil 3-6 da çeşitli donatı demirleri görülmektedir.

Betonarme donatısı olarak kullanılan beton çelik çubuklarının çapları 6 mm. den başlayarak ikişer milimetre farkla 40 mm. ye kadar yükselir. 45 ve 50 mm. çaplı çubuklar da vardır. En uzun çubuk boyu yaklaşık 14 m. kadardır. Beton çeliğinin özgül ağırlığı 7850 kg/m³ kabul edilir [31].

Beton eliklerinin kalitesi akma sınırı, kopma mukavemeti, kopma birim uzaması, yumuşaklık ve bükülebilme ve kısmen de yorulma mukavemetine bağlıdır. Bunların yanısıra aderans özelliği de önemli bir etkindir.



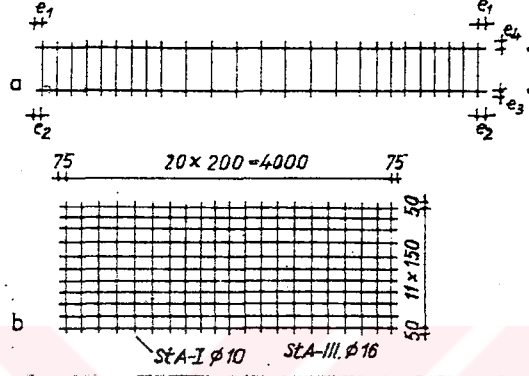
Şekil 3- 6. Çeşitli Donatı elikleri [32].

Tablo 3- 7. Beton elikleri ve Özellikleri [32].

B..	Adı	ap ϕ (mm)	Minimum Akma Sınırı (kg/cm ²)	ekme Mukavemeti (kg/cm ²)	Minimum Kopma Uzaması (%)
I	Beton eliği I	-	2200	3400-5000	18
IIa	Beton eliği II (Doğal Sertlikte	≤ 18 > 18	3600 3400	5000-6200 5000-6400	20 18
IIb	Özel beton eliği II (Soğukta işlenmiş)	≤ 18 > 18	3600 3400	≥ 5000	14
IIIa	Beton eliği III (doğal sertlikte)	≤ 18 > 18	4200 4000	≥ 5000	18
IIIb	Özel beton eliği III (Soğukta işlenmiş)	≤ 18 > 18	4200 4000	≥ 4850 ≥ 4650	8
IVa	Beton eliği IV (Doğal sertlikte)	-	5000	-	16
IVb	Özel beton eliği IV (Soğukta işlenmiş)	-	5000	-	8

Yüksek mukavemetli çeliklerin kullanılması çelik sarfını, dolayısıyla yapı maliyetini azaltır.

Hasır çelikler betonarme şartnamesinde BÇ IVb olarak tanımlanmışlardır. Boyuna ve enine çubuklar 4-12 mm. çapındadırlar. Bu çubukların çap ve aralıkları değişik ölçülerde (statik projeye göre) düzenlenerek çeşitli amaçlar için kullanılabilen hasırlar üretilir. Hasır üretiminde kullanılan çubuklar, düz yüzeyli veya nervürlü olabilir [33].



Şekil 3- 7. Panellerde Kullanılan Donatı Izgara ve Hasırları.

Çelik hasırlar taşıma için gabari düşünülerek genelde 2.45 m. genişlikte ve 5-12 m. uzunlukta üretilirler bunun yanısıra günümüzde sipariş üzerine özel üretim yapan firmalar da vardır.

3.1.3. Özel Malzemeler .

Prefabrike panel üretiminde kullanılan birtakım özel malzemeler vardır. Bunların büyük çoğunluğu üretim aşamasında kullanılır.

Panel üretiminde kullanılan özel malzemeler olarak ; özellikle cephe paneli üretiminde kullanılan ısı tutucu malzemeler (çoğunlukla strofor), su geçirimsizliğini sağlayan plastik eleman veya mastikler, panel bağlantı elemanları, montaj ve tesisat aksesuarları vb. sayılabilir. Bunlara tezin ileriki aşamalarında yer verilecektir.

3.2. Üretimde Kullanılan Araç Girdileri .

Panel üretiminde, üretimin başlangıç safhasından (üretimde kullanılacak betonun üretimi) son safhasına kadar (panellerin depo alanına taşınması, stoklanması, ve şantiyeye nakli) pek çok araca gerek vardır. Bu araçların başında, aşağı yukarı tüm üretim aşamalarının içinde gerçekleştiği, kalıpların yer alması da çok normaldir. Kalıpların dışında üretimin çeşitli evrelerinde kullanılması gereken araçlar da vardır. Bunlara, yeri geldikçe değinelecektir.

3.2.1. Kalıplar .

Beton esaslı, prefabrike panel üretiminde kullanılan araçların başında, elemanlara boyutsal ve biçimsel özellikleri kazandırdığı için kalıplar gelmektedir.

Kalıpların başlıca görevleri, beton veya betonarme yapı kısımlarına gereken boyut ve şekil verme, betonun ağırlığını ve hidrostatik basınçlarını alma, beton dökme ve yerleştirme dolayısıyla gelecek darbe ve titreşim etkilerine dayanma, gerektiğinde çalışma ve iletim döşemesi olarak da kullanılabilme şeklinde özetlenebilir [34].

Prefabrike panel üretiminde kullanılan rasyonel bir kalıp konstrüksiyonunun, genel olarak aşağıdaki özellikleri sağlaması gerekir [35], [36].

- . Betona şekil vermek ve istenilen beton yüzeyini oluşturmak
- . Betondan ve beton dökümünden dolayı ortaya çıkan yükleri almak ve taşımak
- . Kalıbın hareketi, vibrasyon, açılıp kapanması sırasında mekanik ve diğer zorlamalara, bozulmalara karşı yeterli rijitlikte ve uzun ömürlü olmak
- . Çok kullanılabilen birimlerdeki kalıp bölümleri için yeteri derecede stabil olmak ve özel isteklere cevap vermek (çok yönlü kullanım)
- . Kalıp yüzeyi, rijitleştirme ve birleştirme elemanlarının önceden hazırlanabilme olanağını, birleşim detaylarının basit ve darbelere karşı dayanıklı olması ve büyük yüzeyli kalıp elemanlarının meydana getirilmesini sağlamak
- . Kalıpların kürleme aşamasında zarar görmeyecek bir malzemedan yapılması veya kaplanmış olması
- . Standart boyut ve taşıma kapasitesinde olması, kolaylıkla onarılabilmesi
- . Kalıp kurma ve sökme işlemlerinde (az bulon veya kama kullanımı), kısa sürede çalışma ve birbirini izleyen işlem sıralarının şaşmaması.

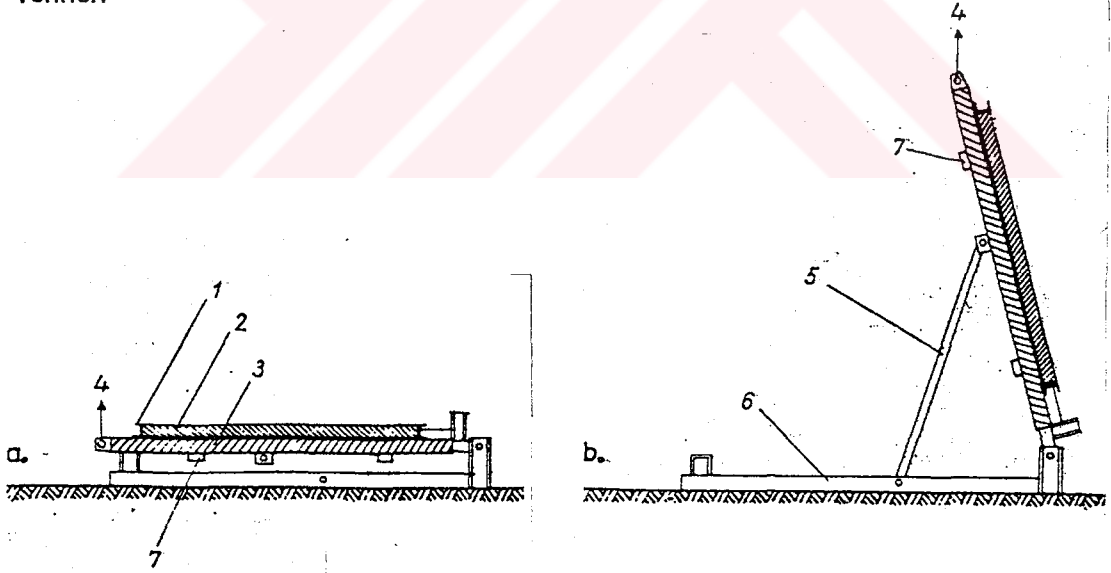
Tüm şartları sağlayan kalıp hemen hemen yok gibidir. Bazı kalıplar bu şartların bir kısmını sağlarlar.

Hazır beton elemanların üretiminde kullanılan kalıplar (fabrikada üretim şartlarında), üretim konumlarına göre ikiye ayrılır :

- 1) Yatay kalıplar
- 2) Düşey kalıplar.

Kalıp seçiminde üretilecek olan elemanın niteliği, kalıp tipinin seçiminde en önemli etkindir. Sandviç bir elemanın, panelin (taşıyıcı, ısı yalıtımı ve örtü tabakası) üretimi söz konusuysa, bu tip bir üretimin rahat bir şekilde ve sorunsuz olarak yapılabilmesi için tabii ki, yatay kalıpların tercih edilmesi daha doğru olacaktır.

1) Yatay Kalıplar : Hazır eleman üretiminde kullanılan, yatay konumlu, sabit veya hareketli de olabilen çoğunlukla çelikten yapılan kalıplardır. Bir üretim masası üzerinde, çeşitli kenar profillerinin birleşimiyle, farklı boyut ve tipte elemanların üretilmesine olanak verirler.



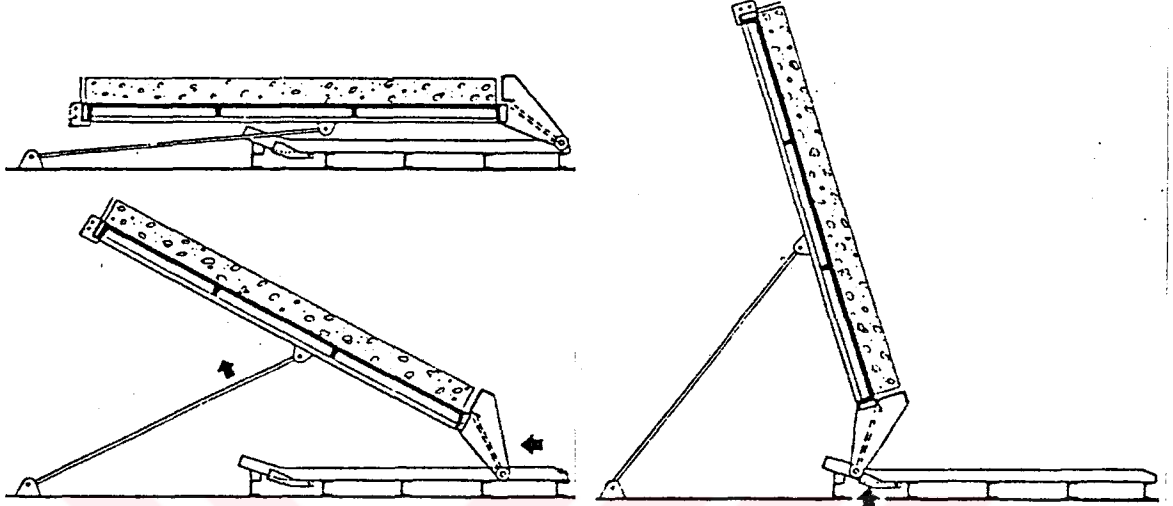
Şekil 3- 8. Alt Vibratörlü, Devrilebilen Masa (Yatay) Kalıp [6].

a) Kalıbın betonlama sırasında durumu.

b) Elemanın kalıptan çıkarılabilmesi için kalıbın kaldırılması.

1. yan kalıp, 2. hazır eleman, 3. çelik profilden çerçeve, 4. vincin tutması için halka, 5. destek, 6. çelik profillerden oluşturulmuş alt taban, 7. dış vibratör (yanda).

Yatay kalıplar çok basit olabilecekleri gibi, karmaşık, komplike sistemler, makinalar şeklinde de olabilir. Basit olan yatay kalıplar, sadece beton dökümü ve üretilecek elemana bir form verme amacıyla kullanılır, gerek üretim ve gerekse başka bir aşamada işlemlerin gerçekleştirilmesinde herhangi bir kolaylık getirmezler.

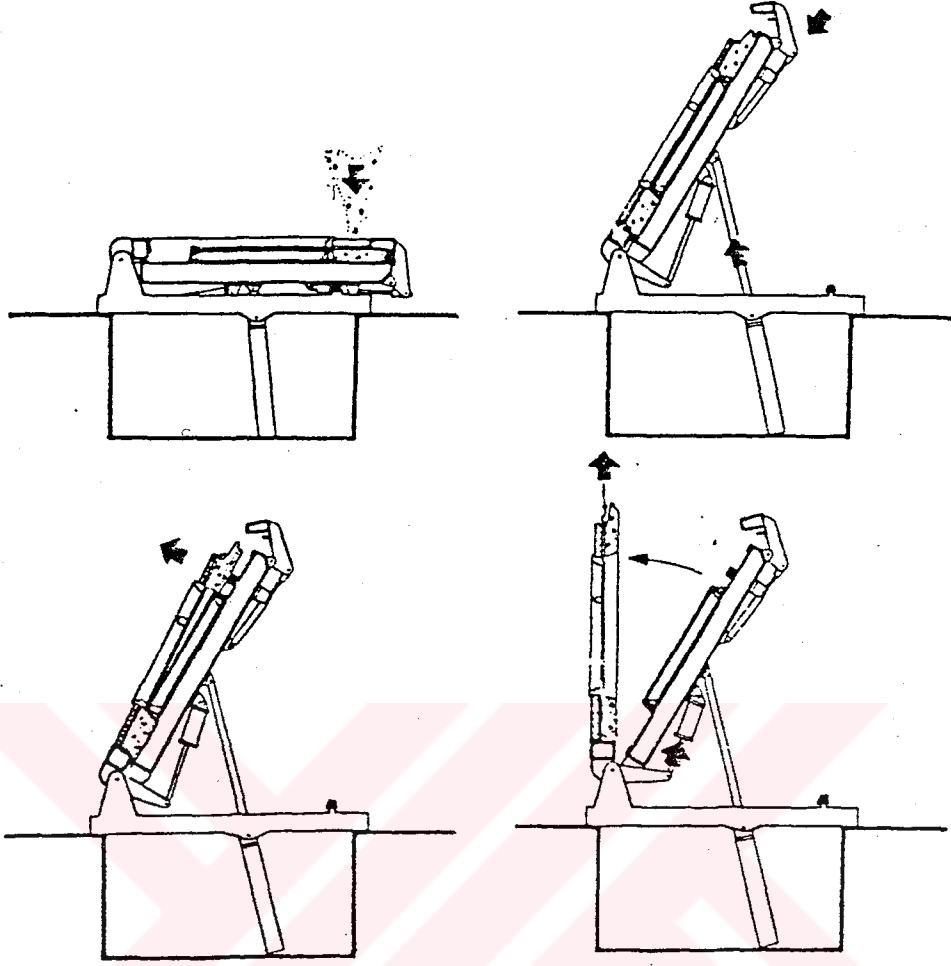


Şekil 3- 9. Mekanik Esaslı Kalıp Kaldıraçları (CSEPEL).

Gelişmiş yatay kalıplarda amaç sadece beton dökümü değildir. Beton dökümünün yanısıra kürlleme işlemine de olanak verecek şekilde ; ya buhar veya sıcak havanın geçmesine izin verecek şekilde çift cidarlı ya da, taban veya üst yüzeyinde birtakım rezistans veya borular gibi düzeneklere sahiptir, kendi üzerinde vibratörleri vardır veya bağlantıyerleri öngörülmüştür.

Bu tip kalıplar beton dökümü, donatıların, aksesuarların yerleştirilmesi vb. ara işlemler aşamasında, beton prizini alıncaya kadar yatay konumlu olarak işlevlerini gerçekleştirirler. Tüm bu aşamalardan sonra sıra üretilen elemanın kalıptan alınmasına, çıkarılmasına geldiğinde, (gelişmiş yatay kalıplarda) kalıpların altında konumlanan hidrolik veya mekanik kaldırıcılar yardımıyla, elemanın rahat bir şekilde kalıptan çıkarılmasına olanak vermek amacıyla, kalıplar düşeye yakın bir konuma (80-85°) getirilebilirler. Basit yatay kalıplarda ise, kalıplar vinçler yardımıyla üstlerinde bulunan özel halkalardan tutularak kaldırılırlar (Şekil 3-8).

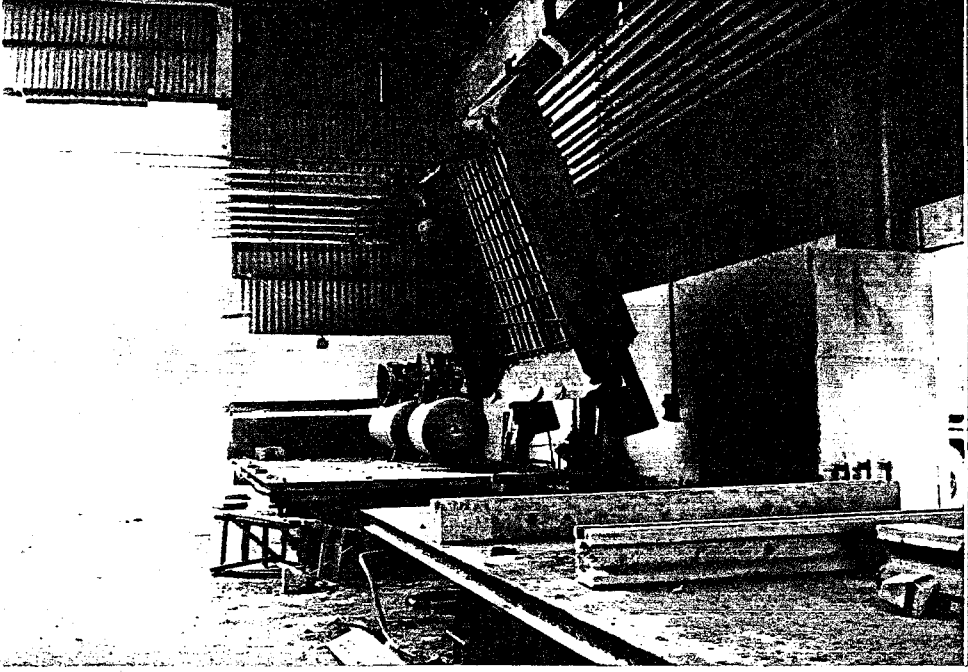
Bazı yatay kalıplar ise, kalıp konumu değişmemekle birlikte, elemanın kalıptan rahat bir şekilde alınmasına olanak vermek amacıyla ; kalıp ve üretilen eleman arasına hava veya su enjeksiyonu yapılmasını sağlayan sistemlere sahiptir [34].



Şekil 3- 10. Hidrolik Kaldıraçlı Masa Kalıp (SYSTEM-COIGNET).

Yatay kalıplar ;

- . Kalıp yan kenar profillerinin bir veya iki doğrultuda hareket ettirilmesiyle çok yönlü olarak, farklı ölçü ve boyutta eleman üretiminde kullanılabilirler.
- . Yatay konumda oldukları için donatıların, aksesuarların, vb. üretimde kullanılan elemanların yerleştirilmesi ve sabitlenmesi daha kolaydır.
- . İç kenar profilleriyle boşluklu (pencere, kapı boşluğu) ve kalıp tabanındaki girinti ve çıkıntılarla konsol elemanların üretilmesine olanak verir.
- . Üretim sırasında istenilen yüzey dokusunun elde edilmesi (kademeli beton dökümü) daha kolaydır.
- . Cephe panelleri gibi çok tabakalı (taşıyıcı, ısı yalıtımı ve koruyucu tabaka) eleman üretimi için daha uygundur.

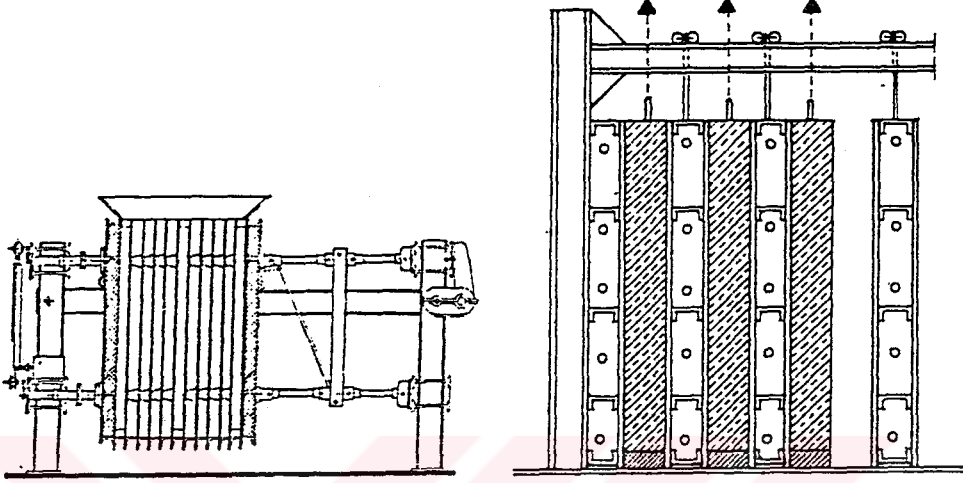


Boruların içinden sıcak su buharı geçirilmesiyle, kürleme işlemine de olanak veren brandayla  rt lm   bir kalıp masası (Kutluta ).



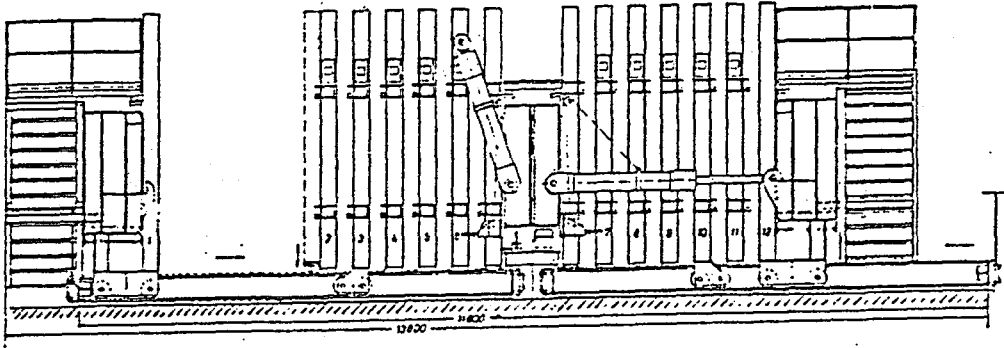
 ıkıntılı ve pencere boşluklu dış cephe elemanı üretilmesinde kullanılan bir yatay kalıp (Gök In aat).

2) **Düşey Kalıplar** : Üretimin, yani beton dökümünün düşey olarak yapıldığı genelde çelikten yapılan kalıplardır. Düşey kalıpların en gelişmişleri bateri kalıp veya batarya olarak adlandırılan kalıplardır.



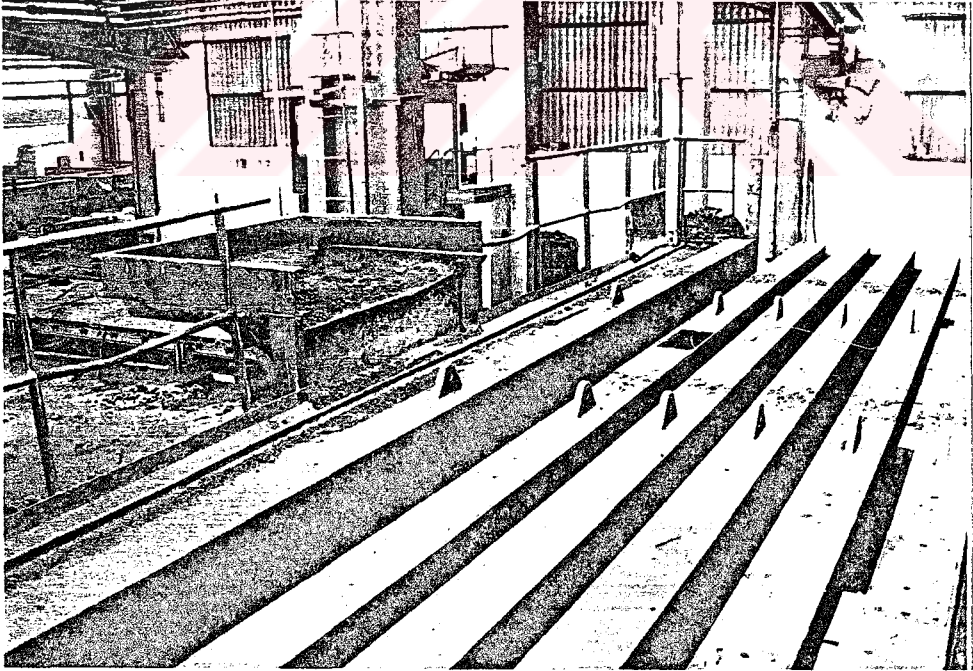
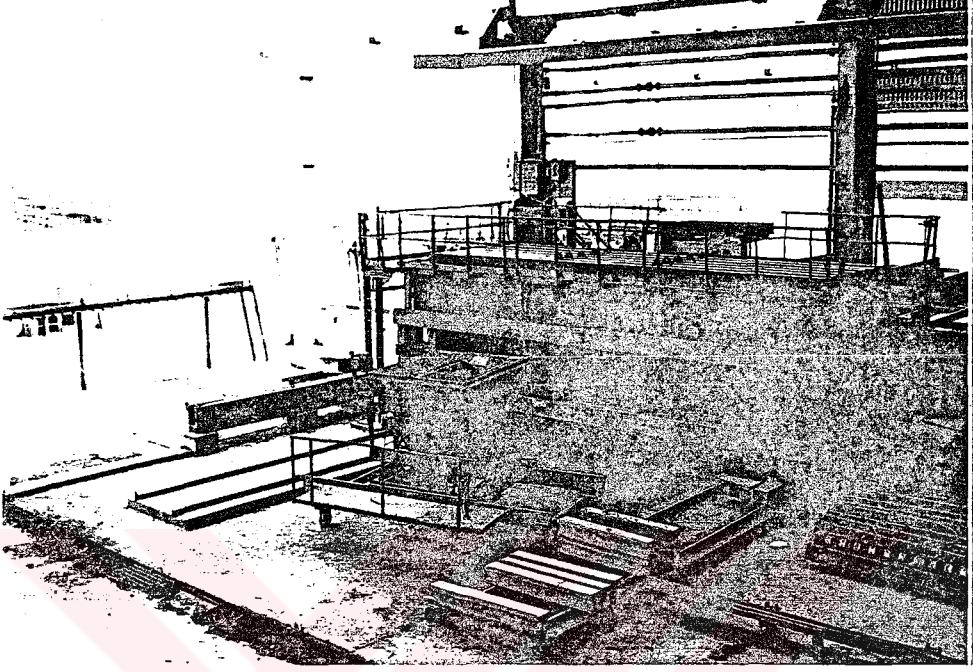
Şekil 3- 11. İç Duvar ve Döşeme Panellerinin Düşey (Bateri) Kalıplarda Üretimi.

Bateri kalıplar, dik ve birbirine bitişik, yanyana duran birden fazla, bağımsız düşey kalıplardan oluşan sistemlerdir. Hazır döşeme plağı ve boşluksuz duvar elemanı üretiminde kullanılan, beton dökümü sırasında kapalı, elemanın kalıptan çıkarılışı sırasında alttaki raylar üzerinde kayarak açılan kalıplar şeklindedir.



Şekil 3- 12. Başka Bir Bateri Kalıp (SOMMER).

Bateri kalıplarda hücre sayısı genelde 8-16 dır. Fakat bu kesin bir sayı değildir, ÷lkelere ve üretimin yapıldığı fabrikanın üretim kapasitesine göre, bu hücre sayısı farklılıklar gösterir (İsveç 'te 24 hücreli bateri kalıpların kullanılması gibi) [37].



Kutlutaş 'da kullanılan bateri kalıpların uzaktan ve üstten görünüşü.

Bateri (batarya) kalıplar ;

- . Birden fazla, çok katmanlı eleman üretimi yapılamaz.
- . Üretilcek elemanlarda beton dökümü sırasında farklı yüzey dokusu oluşturulamaz.
- . Donatının, aksesuarların vb. elemanların sabitlenmesi daha zordur ve vibrasyon sırasında, (bu elemanların iyi bağlanmaması durumunda) bunların düşme tehlikesi vardır.
- . Beton yüksekte döküldüğü için, betonun ayrışma, agregaların bir yerde yığılması ve granülometrinin bozulma tehlikesi vardır.
- . Betonun düşey konumlu kalıplarda dip kısımlara akmasına engel oluşturduğu için boşluklu (pencere, kapı boşluğu) ve konsol eleman üretilemez.
- . Bateri kalıplarda sadece düzgün, düzlemsel ve eşit boyutlu elemanların üretilmesi mümkündür.
- . Bateri kalıplarda üretilen elemanlar iki yüzey de kalıpla temas halinde olduğu için daha düzgün ve bitmiş yüzeylere sahiptirler.
- . Üretilen elemanlarda istenilen boyutlar tolerans alt sınırlarında olabilir hatta tam projede öngörülen boyut ve ölçülerde de elde edilebilir.
- . Bateri kalıplarda üretimi yapılmış elemanlar, yatay kalıplarla üretilen elemanlarla kıyaslandığında daha yüksek bir kaliteye sahip oldukları gözlemlenmiştir. Fakat bateri kalıpların tüm bu olumlu yanlarına rağmen daha az esnek olmaları, rantabiliteyi karşılayabilmeleri amacıyla daha büyük üretim dizileri gerektirirler.

3.2.1.1. Kalıp Yüzeyleri .

Kalıp yüzeyi, kalıbın beton ile doğrudan temasta olan kısmıdır. Kalıp yüzeyi taze, yeni dökülmüş betonu istenilen özellikte ve yüzeyde tutmaya yardımcı olur. Bu nedenle betonlama sırasında meydana gelen kuvvetleri, önemli bir şekil değiştirme olmadan taşıyıcı konstrüksiyona aktarması gerekir [35]. Bu nedenle bir kalıp yüzeyi ;

- . Betonla uyumlu, betonun prizini alması sırasında oluşan kimyasal reaksiyondan etkilenmeyecek ve etkilemeyecek bir malzemeden yapılmalıdır.
- . Geçirimsiz olmalı, betonun akması sonucu ; üretilen malzemede bozukluklara ve kalite düşüklüğüne yol açmamalıdır.
- . Esnek, üretilcek elemanda istenen ölçülere getirilebilir ve şekil verilebilir olmalıdır.
- . Yük altında, hesap edilen deformasyon sınırlarını aşmamalıdır.

- . Elemanın kalıptan alınmasının kolay olması ve yeni döküm için kalıbın kolayca temizlenebilmesi için, betona yapışma kabiliyeti az olmalıdır.
- . Ekonomik, uzun ömürlü olmalı, malzeme ve işçilik için ek bir maliyet getirmemelidir.

Kalıp seçiminde de olduğu gibi, kalıp yüzeyi seçiminde de tüm bu şartları sağlayan bir kalıp yüzeyi yoktur. Üretim aşamasında bir amaç için uygun olan kalıp yüzeyi bir diğer amaç için uygun olmayabilir. Bu durumda, kalıp yüzey özelliklerinin olumlu ve olumsuz yanları gözönüne alınarak bir karara varılmalıdır.

Kalıp yüzeyleri birçok farklı malzemelerden yapılabilmektedir ve bu kalıp yüzeylerini çeşitli özellikleri bakımından sınıflandırma olanağı vardır ;

Malzeme bakımından ;

- 1) Ahşap kalıp yüzeyleri
- 2) İşlenmiş ahşap kalıp yüzeyleri
- 3) Metal kalıp yüzeyleri
- 4) Diğer malzemelerden yapılmış kalıp yüzeyleri

Üretilecek eleman

yüzeyinin özelliklerine göre ;

- 1) Normal beton için kalıp yüzeyleri
- 2) Çıplak (brüt) beton için kalıp yüzeyleri
- 3) Özel kalıp yüzeyleri
- 4) Emici kalıp yüzeyleri
- 5) Su atıcı kalıp yüzeyleri

Kullanış sayılarına ba lı olarak ;

- 1) Bir kere kullanılan kalıp yüzeyleri
- 2) Çok kere kullanılan kalıp yüzeyleri
- 3) Yüksek kullanımlı kalıp yüzeyleri

Farklı kalıp malzemeleri ve kullanım sayıları (ömürleri) şöyledir [2].

- . Adi ahşap kalıplar 40-80
- . Kontratabla kalıp 80-120
- . Saç kaplı ahşap kalıp 80-150
- . Polyester kalıp 80-400
- . Demontabl çelik kalıp 500-900
- . Demontabl olmayan çelik kalıp 800-1200 kez.

Tillman 'a göre ise malzeme türüne göre kalıp kullanılabilirlik sayısı [38].

- . Tabii ahşap 15
- . İyileştirilmiş ahşap 30
- . Çelik levha (kalınlık 2-3 mm.)150
- . Çelik levha (kalınlık 3 mm. den fazla) 250
- . Sentetik malzeme (reçineli kontrplak) 50
- . Sentetik malzeme (polyester levha) 100 kezdir.

Konunun aşağıdaki gelişmelerinde yukarıda sayılan maddelerden sadece, Türkiye'de hazır eleman üretiminde ; dayanıklılık, uzun ömür ve yaygın kullanımı nedeniyle tercih edilen metal kalıplar ve metal kalıp yüzeylerine ele alınacaktır.

Çelik Kalıp Yüzeyleri : Çelik ahşaba göre 14 kat daha fazla dayanıklı, 20-30 kere daha büyük elastisite modülüne sahip olmakla beraber 12 kere daha ağırdır. Çelik nem etkilerinde şekil değiştirmez, kullanım sayıları çok fazladır. Çelik kalıplar kullanılırken, çeliğin ahşaba göre 40 kez daha az ısı direncine sahip olduğu unutulmamalıdır [35].

Ayrıca, çelik kalıplar büyük serilerin üretimine olanak verir. Aynı kalıpta farklı kenar profilleri kullanımıyla, çeşitli değişiklikler yapılarak, farklı kesit ve şekillerde elemanların üretimine olanak verirler. Betonla aderansları zayıf olduğu için dökümden sonra elemanın kalıptan alınması ve kalıbın temizlenmesi sorun yaratmaz [39].

Çelik kalıplarda üretilen elemanlarda bitmişlik düzeyi, diğer kalıplarda üretilen elemanlardan daha yüksektir ve eleman ölçüleri projedeki ölçülere çok yakın ve hatta tam ölçülerde olarak üretilebilir. Ancak çelik kalıplar emici olmadıkları için üretilen eleman yüzeyinde hava delikleri vardır fakat eleman yüzeyleri pürüzsüzdür. Çelik kalıpların en büyük olumsuz yanı, paslanmaya karşı (özellikle depolamada) koruma gerektirmesi olup, konuya özellikle önem verilmelidir.

Çelik, ahşap ve diğer malzemelerle uyumlu olmadığı için çelik kalıplar kapalı bir sistem oluştururlar ve kalıp yüzeyi, taşıyıcı konstrüksiyon ve ek parçaların birbirleriyle uyumlu olmalarını gerektirirler.

Çelik kalıplarda kullanım sayıları, yani ömürleri uzun olduğu için konstrüksiyonları çok sağlam olmalıdır. Kalıp yüzeyi olarak 2-5 mm. kalınlıkta çelik levhalar kullanılır. Bu

levhaların kenarları L veya U profillerle burkulmaya karşı kuvvetlendirilir. Pano ve levhalar şeklindeki elemanlar birbirleriyle kamalar, cıvatalar veya mandallarla bağlanırlar. Standart boyutları 1.50x0.5 m. ile 5.10x3 m. arasında olabilir. Gereksinime göre bu standart elemanlardan, daha küçük boyutlu elemanlar üretilmesinde de faydalanılır.

Pano şeklinde olan saç kalıp yüzeyleri de 1,2 mm. kalınlığındaki saçtan oluşturulurlar. Bu çeşit kalıp yüzeyleri daha çok eğrisel elemanların kalıplanması işlemlerinde kullanılırlar.

Nervürlü çatı ve döşeme elemanlarının üretilmesinde kullanılan çelik kalıplar, kaburgalarla rijitleştirilmiş bükme saçtandır. Uzun öngerme yatakları şeklinde de yapılabilen bu tür kalıplar, nervür yüksekliğinde değişiklik olanağı verebildiği gibi, aynı kalıpla, "U" ve "T" kesitli döşeme plakları da üretilir [6].

Sertleşen elemanın kalıptan rahatlıkla çıkarılabilmesi için, nervürlerin yan yüzleri 1/12-1/20 kadar eğimli yapılır.

Duvar ve nervürsüz döşeme plakları ise, yatay olarak, sabit veya devrilebilen masa kalıplarda veya düşey olarak, 2 veya en çok 12 elemanlık batı kalıplarda üretilirler.

Alüminyum Kalıp Yüzeyleri : Alüminyum, alkaliye karşı hassas bir metal olduğu için kalıp yüzeyi malzemesi olarak ancak silisyum, magnezyum ve çinko ile alaşımlı olarak kullanılabilir. Fiziksel özellikler açısından ahşap ile çelik arasındadır. Alüminyum yüzeyinde kısa sürede bir oksit tabakası oluştuğu için çelik gibi pastan korunmasına gerek yoktur.

Alüminyum az ağırlıklı, hafif bir metal olduğu için, dar çalışma alanlarında kalıp malzemesi olarak, çelik kalıplara göre daha çok tercih edilirler.

3.2.1.2. Kalıp Yüzeyi Cinsi ve Kalıp Yağları Arasındaki İlişki .

Kalıp yağlarının, kalıpların sökölmesinde çok önemli etkileri olduğu bilindiğinden Almanya 'da, kullanılan kalıp yağlarının, kalıp cinsine göre dozaj ve inceltirme dereceleri belirlenmiştir.

Kalıpların yağlanmasında normalde, piyasada çok bulunan bir mineral yağı, balmumu karışımı kullanılmaktadır. Normalin iki katı kalıp yağı miktarı yüksek dozaja denk

gelmektedir ve bunun inceltilmesi durumunda da üreticinin tavsiyesine göre kalıp yağına su katılmaktadır [34].

Çelik kalıplarda bu tür kalıp yağlarından başka, eski makina yağları (çürük yağlar) da kullanılmaktadır. Kalıp yağları, kalıbın betonla temas eden yüzeyini, kalıbın betona aderansını küçültücü bir madde ile kaplamak şeklinde işlev görür.

Yağ, sabun, lake kontrplak gibi malzemeler de aderans küçültücü olarak kullanılabilir.

Almanya 'da kalıp yağı kullanımında, kalıp yüzü m². si için yağ miktarı ve inceltirme oranı için pratik değerler aşağıdaki tabloda gösterildiği gibidir. (m². ye gram olarak inceltirilmiş kalıp yağı, inceltilmemiş makina yağı miktarları, yağ/su oranı hacim olarak, parantez içinde gösterilmiştir) :

Tablo 3- 8. Almanya 'da Kalıp Yağı Kullanımında, Yağ Miktarları ve İnceltirme Oranları.

Kalıp yüzü cinsi	Kalıp yağı		
	Normal doz	Yüksek doz	Eski makina yağı
Üst yüzü özel tabakalı kontrplak kalıplar	30 (1/6)	30 (1/3)	—
Rendelenmiş yüzeyli kalıplar : Fabrikada emprenye edilmiş	50 (1/6)	50 (1/3)	—
Fabrikada emprenye edilmemiş	—	100 (1/3)	—
Çelik kalıp	40 (1/2)	40 (1/1)	40 (1/0)

3.2.1.3. Kalıplara Etki Eden Yükler .

Gerek kalıp yüzeyi gerekse taşıyıcı ve takviye elemanları taze betondan oluşan düşey ve yatay kuvvetleri almalı, bunun yanısıra ayrıca betonlama sırasındaki ek yükleri de taşımaları, hesaplama sehimi şartı da kontrol edilmelidir . Sehimi şartı, çoğu kez kesitlerin, taşıma kapasitesinden daha fazla olmasını ister . Örneğin kalıp elemanları vibratörle sıkıştırmaya uygun olmalı, rijit olmalı, betonlama, sıkıştırma ve ilave sıkıştırmalardaki şekil değişimlere güvenle karşı koymalıdır .

Kalıp yüzeylerine, taşıyıcı ve takviye elemanlarına yatay ve düşey yükler etki eder. Yatay ve yataya yakın eğimli kalıp yüzeyleri için beton ağırlığı daha önemli olduğu halde düşey ve eğimli kalıp yüzeyleri için beton basıncı çok daha önemlidir [35].

Kalıplara etkiyen düşey yüklerde, betonlama sırasındaki diğer yük etkilerini de gözönüne almak için ilave bir yük düşünülür. Bu yükün şiddeti betonun taşınma şekline ve kullanılan beton kovanın hacmine bağlıdır. Bu ilave yüklerin Alman Normlarındaki değerleri Tablo 3-9 da gösterilmiştir (DIN 1055, DIN 4420).

Kalıplara etkiyen yatay yükler olarak, betonun kalıp basıncı yanında, eğik mesnetlerin çekme kuvvetleri, kaldırma araçlarının mesnet reaksiyonları ve benzerleri dikkate alınmalıdır.

Tablo 3- 9. Alman Normlarına göre düşey yüklere göre ilave yük değerleri.

Betonun taşınma şekli	İlave yük kN/m ²
Taşıma bandı, asansör, elarabası	≥ 1.5
Vinç kovası veya diğer taşıma gereçleri (kova hacmine bağlı olarak)	
250 lt.	≥ 2.5
500 lt.	≥ 5.0
1000 lt.	≥ 10.00
1500 lt.	≥ 15.0

Düşey bir kalıp yüzeyine sıvı betonun basınç etkisi (kalıp basıncı) birçok faktöre göre değişir. Bunlar ; betonun akıcılığı, priz çabukluğu veya hızı, çimento dozajı, granülometri, sıcaklık derecesi, cidar etkisi ve sürtünme katsayısı, kalıbı doldurma veya beton döküm hızı, betonun vibrasyonu, donatı etkileri vb. dir.

Kalıp içindeki betonda priz başlar başlamaz basınç da azalmaya başlar ve normal priz süresi olan 8-12 saat içinde sıfıra kadar düşer. Çimento dozajı ne kadar fazla olursa, en

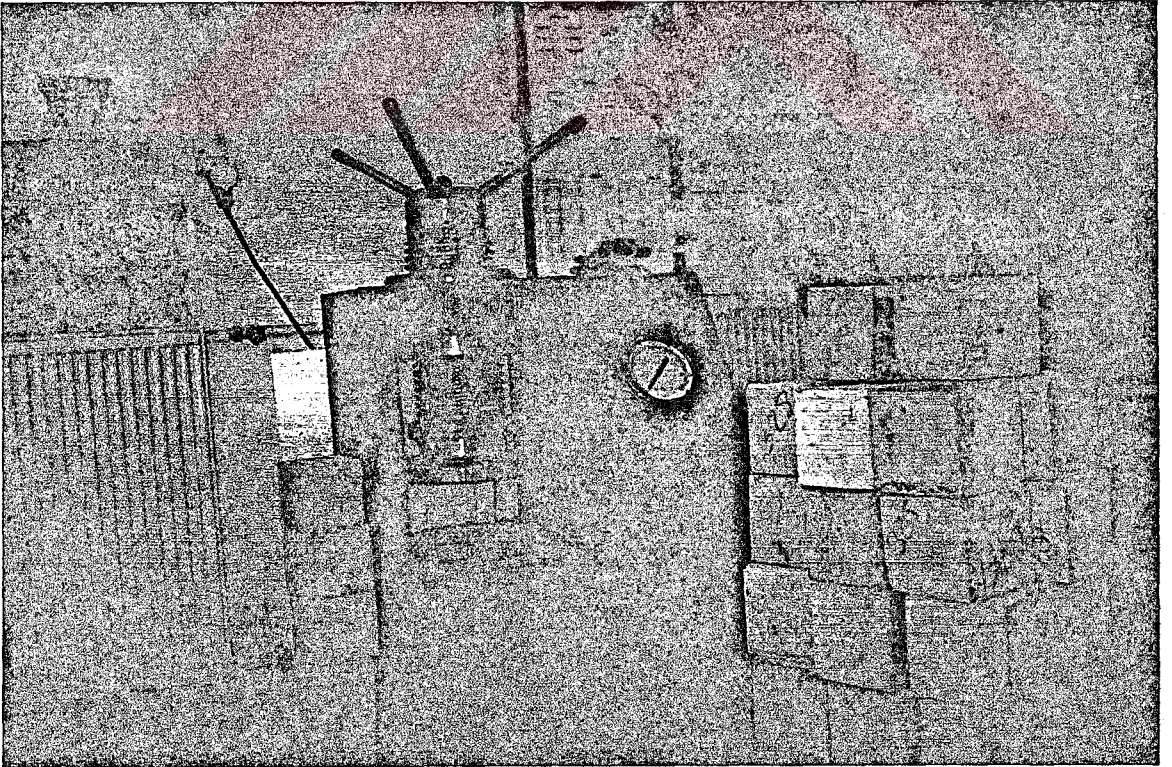
büyük hidrostatik basınca o derece yaklaşılır. Normal çimentolar için, sıcaklık artması ile en büyük basınç değerinin küçüldüğü saptanmıştır [34].

Dikkate alınacak en önemli değer basıncın en büyük değeridir. Çünkü bu basınç altında kalıp en büyük deformasyonunu yapar ve bunun sonucu beton yüzeyinde düzeltilmesi güç bozukluklar meydana gelebilir.

3.2.1.4. Kalıp Alma Süreleri .

Üretilen beton elemanlar, belli bir mukavemet değerini kazandıktan sonra yani eleman, üzerine etki eden tüm yükleri yeteri güvende taşıyabilecek mukavemete eriştiğinde, kalıplardan alınabilirler. Kalıp alınmasına karar verecek kişi sorumlu teknik elemandır [34].

Üretilen elemanlar kalıptan zamanından önce alınırsa düşey depolama sırasında deformasyon yapma olasılığı artar. Eleman kendi ağırlığı nedeniyle bir yönde kısalırken diğer yönde uzar ve yine kalıptan yeni çıkarılmış bir eleman belli bir süre dinlendirilmeden uzun mesafeye taşınırsa deformasyon daha da artar [40].



Elemanın mukavemeti deney kübünün sertleşme kontrolü yapılarak veya Schmith Çekici kullanılarak yapılabilir (yukandaki fotoğrafta Gök İnşaatta, deney küplerinin

kınılmasında kullanılan alet görülmektedir). Kalıp alma süresi, her üretim için farklılıklar gösterebilir. Bu farklılıklar, beton karışımında kullanılan katkı maddeleri, vibrasyon, kürlenme vb. pek çok etkene bağlıdır. Tüm bu etkenler dikkate alınmadan, üretilen elemanlar kalıplarından alınmamalıdır.

3.2.2. Üretimde Kullanılan Diğer Araçlar .

Prefabrike büyük boyutlu panel üretiminde, yatay ve düşey kalıplar dışında daha pek çok araç-gereç ve makina kullanılır. Üretim sırası izlendiğinde ;

. **Beton Santralında Kullanılan Araçlar :** Agregada elde etmede kullanılan ; kırıcılar, agrega, kum yıkama ve elemesinde kullanılan ; titreşimli elekler, kum yıkama helezonları, agrega ve çimentonun iletiminde kullanılan ; gezer köprülü kreynler, bandlı iletim tesisleri, iletim helezonları, titreşimli iletim olukları, elevatörler, agrega ve su miktarının belirlenmesinde kullanılan tartılar, malzeme dağılım üniteleri ; vinçler, köprü vinçler (kirişlerdeki raylara veya zemindeki raylara tesbit edilmiş), dekoviller, beton karışımının hazırlanmasında kullanılan araçlar ; konkasörler, elekler, yıkama makinaları, malaksörler, betoniyerler.

. **Üretim Aşamasında Kullanılan Araçlar :** Kalıplar, kalıp kaldıraçları, donatı hazırlamada kullanılan araçlar, beton iletiminde kullanılan araçlar ; forkliftler, şaryolar, beton kovaları. Vibratörler, çeşitli aksesuarlar, kürlenmede kullanılan araç ve gereçler, köprü vinçler, kule kreynler, yüzey bitirme işlemlerinde, kalıpların temizlenmesinde kullanılan araç ve gereçler.

. **Üretim Aşamasından Sonraki Aşamalarda Kullanılan Araçlar :** Elemanları kalıptan almada kullanılan ; çeşitli çelik halat ve askı bandları, traversler, bakım ve onarım işlerinde kullanılan araç ve gereçler, depo alanına taşıma işlerinde kullanılan ; vinçler, kreynler (bu aşamalara tez konusu dışında kaldığı için montaj aşaması dahil edilmemiştir).

3.3. İşgücü .

Hazır eleman üretiminde, üretim teknolojisi ve uygulanan teknikler ne kadar gelişmiş olursa olsun, vazgeçilmez ve yokluğunda üretimin yapılamayacağı en önemli faktör işgücüdür. Üretimin otomasyona bağlanamadığı şartlarda (yatırım maliyetlerinin artmasının

istenmemesi, üretim alanının yetersiz, sınırlı olması vb.) işgücünün önemi daha da artmaktadır. Makina, gelişmiş araç ve gereçlerin kullanımı ve otomasyon sayesinde azaltılabilecek teknik , uzman eleman ve işçi sayısı bu şartlarda azaltılamamakta ve bu sayı üretim maliyetlerini de etkileyecek maksimum düzeylere erişebilmektedir.

İşgücünün sayısını bilinçli bir şekilde indirmek veya yükseltmek o ülkenin iş yerlerine ve sosyo-ekonomik verilere bağlı olan bir faktördür. Bu faktör, Almanya, Fransa, İngiltere vs. gibi insan emeği karşılığının minumum hayat standardına göre ödenmesi gereken endüstri ülkelerinde, büyük meblağlar tutan işgücünün sayısını olabildiğince indirmeye zorlamıştır [4].

Üretim aşamasında kullanmak amacıyla, alınması düşünülen işçide genelde kalifiye eleman olma durumu (tabii ki tecrübeli olmak tercih nedeni olacaktır) aranmamakta, normal bir inşaat tecrübesi yeterli olabilmektedir. Üretimde çalışacak işçi, sadece üretimin belirli safhalarında yer alacağı için çoğu zaman kendi bilgi ve tecrübesi yeterli olmakta, aksi durumda ise kısa bir süre içinde kendi eksiklerini, orada çalışan kıdemli usta, ustabaşı , teknik personel ve diğer çalışanlar yardımıyla kapatabilmektedir.

Gerek üretimde gerekse üretim sonrası aşamalarda, bir sorunun doğmasına engel olmak veya meydana gelen bir sorunu çözümlenmekte yetkili ve söz sahibi fabrika şefi, üretim, montaj sorumlusu mimar ve mühendislere büyük bir iş düşmektedir.

4.BÖLÜM

BETON ESASLI, BÜYÜK BOYUTLU PREFABRİKE ELEMANLARIN ÜRETİMİ, FABRİKADA ÜRETİM EVRELERİ VE ÜRETİMDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR

4.1. Üretim Yeri .

Prefabrike panel üretimi, şantiyede veya belli yerlerde kurulmuş sabit fabrikalarda yapılabilir. Şantiyedeki üretim tez konusu dışında kaldığı için konuya, sadece açıklık getirmek amacıyla kısaca değinilecektir.

1) Şantiyede Yapılan Üretim : Şantiyede gerçekleştirilen üretim, iki şekilde olabilir [6] :

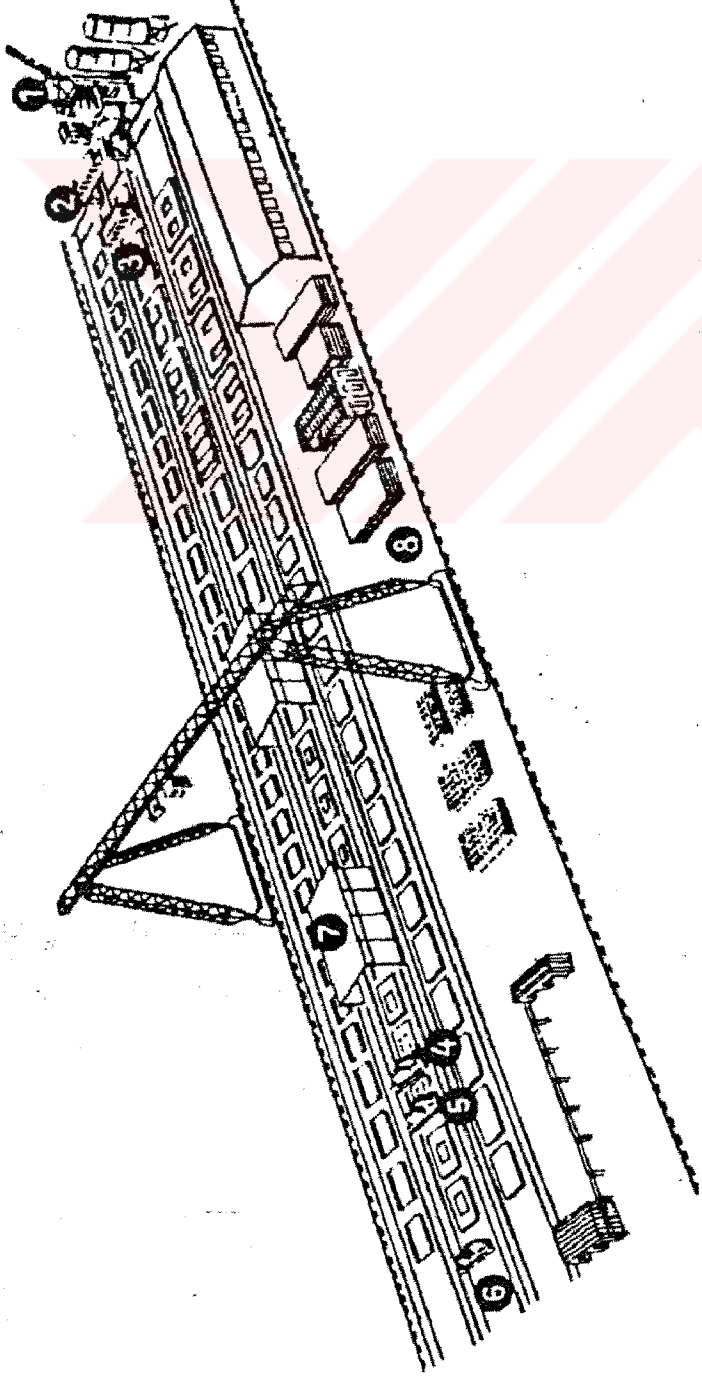
a) Üretilcek elemanlar, monte edilecek zemin üstünde üretilebilirler.

Bu gibi bir uygulama daha çok, nakliye ve ara depolamanın sorun olduğu veya olabileceği çok büyük boyutlu kiriş, döşeme plağı, kabuk veya katlanmış plakların üretiminde doğrudan montaja olanak veren durumlarda uygulanan bir yöntemdir.

Bu tür bir üretimde amaç, seri üretim değil sadece, kolay ve uygun şartlarda üretimdir. Bu yöntemde en büyük sorun kaldırma ve montaj aşamalarının zorluğudur.

b) Elemanlar, şantiyede kurulan, üstü açık veya kapalı bir geçici fabrikada üretilebilir.

Yapının yapılacağı yerin üretim yapılacak fabrikaya çok uzak olması, taşımanın olanaksız ve üretim serisinin, taşımanın getireceği ek maliyeti karşılayabilecek miktarda, fazla olduğu durumlarda uygulanan bir yöntemdir. Bazı durumlarda üretim sadece bir yapı grubu için yapılabilir. Üretim ve montajdan sonra fabrika tümüyle sökülüp, başka yerlerde başka amaçlar için değerlendirilebilir. Bu tür fabrikalar **geçici fabrika** olarak adlandırılır.

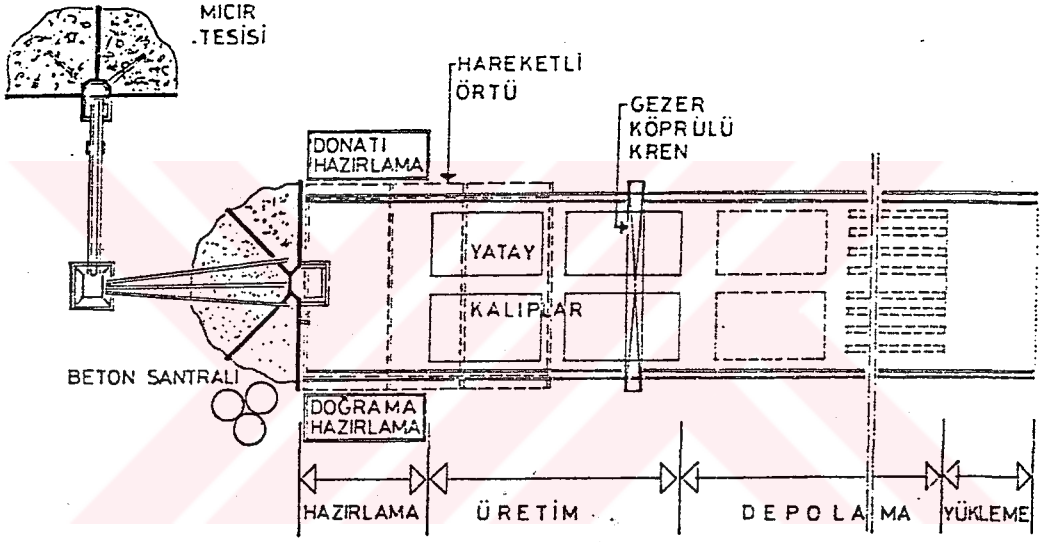


Şekil 4.1 - Bir gezici şantiye fabrikasından perspektif (Sistem Arbau).

1. beton üretimi
2. hareketli betonyer
3. beton dağıtıcı araba
4. vibratörler
5. perdah makinaları
6. perdah makinaları
7. hareketli buhar kürü kapakları
8. malzeme ve elmanların depolanması .

Üretim bittikten sonra fabrika sökülüp başka bir şantiyeye de götürülebilir. Bu tip mekanizasyon oranı az olan ve kolayca taşınabilen fabrikalara da **gezici fabrika** denilmektedir.

Bu yöntemde iklim faktörü de çok büyük bir rol oynar. Üretimin yapılacağı yerdeki sıcaklığın $+5^{\circ}\text{C}$ altında olması durumunda geçici fabrikanın en azından yan duvarlarının olma zorunluluğu vardır.



Şekil 4- 2. Bir Gezici Fabrika Şeması.

Bu şekilde bir üretimin getireceği avantajlar yanında sistemin, B450 ve B600 gibi beton kalitelerinin çok zor elde edilebilmesi gibi dezavantajları da vardır.

2) Sabit Fabrikalarda Yapılan Üretim : Makinalaşma ve iyi bir kalite kontrolüne olanak verir. Sabit fabrikalarda yapılan üretimin en önemli nedeni, iş kapasitesinin sürekliliğidir. Fakat kuruluş ve işletme masraflarının çok yüksek olması nedeniyle, tam kapasiteyle çalışmayla tesis masrafları 5-6 senede amorti edilebilir.

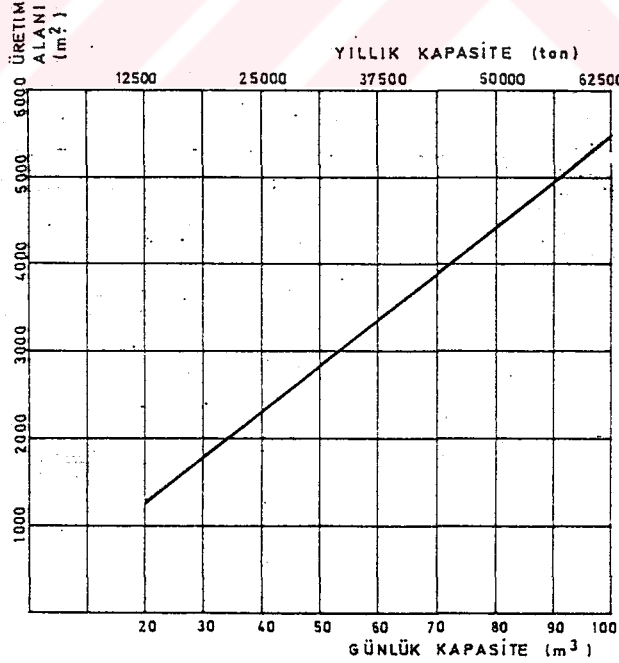
Üretim merkezinin üstünün kapalı veya açık olmasında etken iklimsel nedenlerdir. Üretim merkezleri genelde üç bölümdür :

- a) Ana üretim alanı
- b) Yardımcı kısımlar
- c) Depolama yerleri.

a) **Ana üretim alanı** ; fabrikada esas üretim aşamalarının gerçekleştiği, genelde 80-150 m. uzunlukta, 12-20 m. eninde ve 9-10 m. yükseklikte olan, bazen de bu alanların birkaç tanesinin yanyana geldiği yerdir. Fabrikada ana üretim alanlarında elemanların beton dökümünde, kalıptan alma işleri vb. işler için 10-15 Mp. lik köprü kreyinler bulunur. Ana üretim alanının büyüklüğü, öngerme yataklarının sayısına, uzunluğuna ve yıllık üretim kapasitesine bağlıdır.

Yıllık üretim kapasitesine göre tesis büyüklükleri (m³. beton eleman) :

- . Küçük tesis 3.000-10.000 m³.
- . Orta büyüklükte tesis 10.000-40.000 m³.
- . Büyük tesis 40.000 m³. den fazla.



Şekil 4- 3. Üretim Alanının Günlük ve Senelik Üretim Kapasitesiyle İlişkisini Gösteren "Bernzott" Grafiği [6].

Bernzott Grafiği, üretim kapasitesine bağlı olarak gerekli üretim alanını belirleme olanağı verir. Grafikteki örnek üretimin %40 'ının öngerilmeli, %60 'ının normal donatılı beton elemanlara göre düzenlendiği fabrikalar için hazırlanmıştır. Alanın %30-40 'ı sirkülasyona ayrılmıştır.

b) Yardımcı kısımlar ; beton hazırlama yeri, donatı hazırlık yeri, demir atelyesi, marangozhane, elektrik atelyesi, buhar üretim yeri, araç-gereç deposu, laboratuvar, idari bölümler şeklinde sıralanabilir. Bu kısımların büyüklükleri fabrikanın üretim kapasitesiyle orantılıdır. Yerleşmeleri, ana üretim atelyesine paralel veya daha iyi sonuç veren, dik olarak yapılabilir.

c) Depolama alanı ; genelde iki aylık bir üretimi kapsayacak kadar, ana üretim alanının 2-3 katı ve hatta fazlası büyüklükte, elemanların yatay ve düşey olarak istiflenmesine olanak verecek nitelikte yerlerdir. Küçük fabrikalarda genelde, fabrika içinde bir yerde yer alır ve içerdeki köprü vinç depolama amaçlı olarak da kullanılır. Daha büyük fabrikalarda ise ana üretim alanının dışında ve dik olarak düzenlenir ve bu kısımda ayrı bir ayaklı köprü veya ayaklı köprü vinç depolama amaçlı kullanılır.



Gök İnşaat 'ta boşluklu, öngerilmeli döşeme elemanlarının fabrika alanında yatay depolanması.

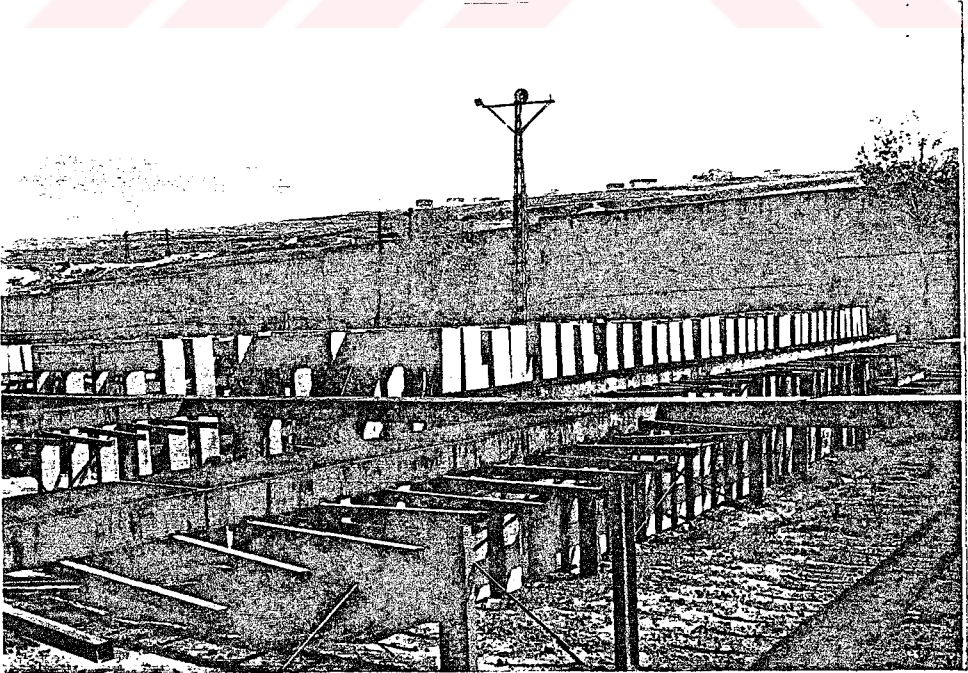
Depolama alanının yüzey kaplamasının, elemanların hasar görmemesi ve rahat bir depolama için asfalt veya betonla düzgünleştirilmesi gerekmektedir [41].

Fabrika alanında depolamada, elemanların yapıda görev aldığı, çalıştığı şekle göre depolanmasına dikkat edilmesiyle (düşey elemanlar yani duvarlar düşey, yatay elemanlar yani döşemeler yatay olarak) elemanların deformasyona uğrama olasılığı azalacaktır.

Depolama sırasında montaj sırasının takip edilmesiyle, sonradan elemanların şantiyeye naklinde bir sorun çıkmaması sağlanmış olacaktır.

Üretilen döşeme (yatay) elemanları fabrika içindeki depolama alanlarında aralarına ahşap takozlar konularak yatay olarak üstüste depolanırlar. Üstüste yatay depolamada elemanların yük dağılımının olabildiğince eşit olmasını sağlamak ve bu şekilde meydana gelebilecek bir deformasyonun önüne geçebilmek amacıyla sadece eşit büyüklükteki elemanlar üstüste depolanmalıdır.

Farklı eleman tip sayısı belirlenerek, depolama alanında gereksinen yer boyutunun saptanmasıyla, değişik tip ve ölçülerdeki elemanlar ayrı gruplar halinde depolanarak, depolama alanında hem bir düzen sağlanmış ve hem de elemanlara ulaşım daha kolaylaştırılmış olacaktır.



Duvar, yani düşey elemanlar depolama alanlarında, birbirlerine değmeyecek ve aralarında hava sirkülasyonu olacak şekilde hazırlanmış demir konstrüksiyonlar arasında

düşey olarak depolanırlar. Bu tür depolamada da, farklı tipteki elemanlar yine farklı gruplar halinde depolanır.

Depolama sırasında gösterilecek dikkat ve özenle, elemanların işçilik ve malzeme maliyetlerinin yükselmesine neden olabilecek zarar ve hasarların meydana gelmesi önlenmiş olacaktır.

4.2. Üretim Yöntemleri, Avantaj ve Sakıncaları .

Hazır beton elemanların üretiminde kullanılan yöntemler ikiye ayrılır :

a) Sabit Kalıplarla Üretim : Bu yöntemde kalıplar sabittir ; üretim hep aynı yerde gerçekleştirilir, tek bir ekip veya uzman, hareketli ekipler, sırasıyla bütün işlemleri yaparlar ve çoğunlukla kalıplar ortadaki servis geçidinin iki yanında dizilmişlerdir [6].

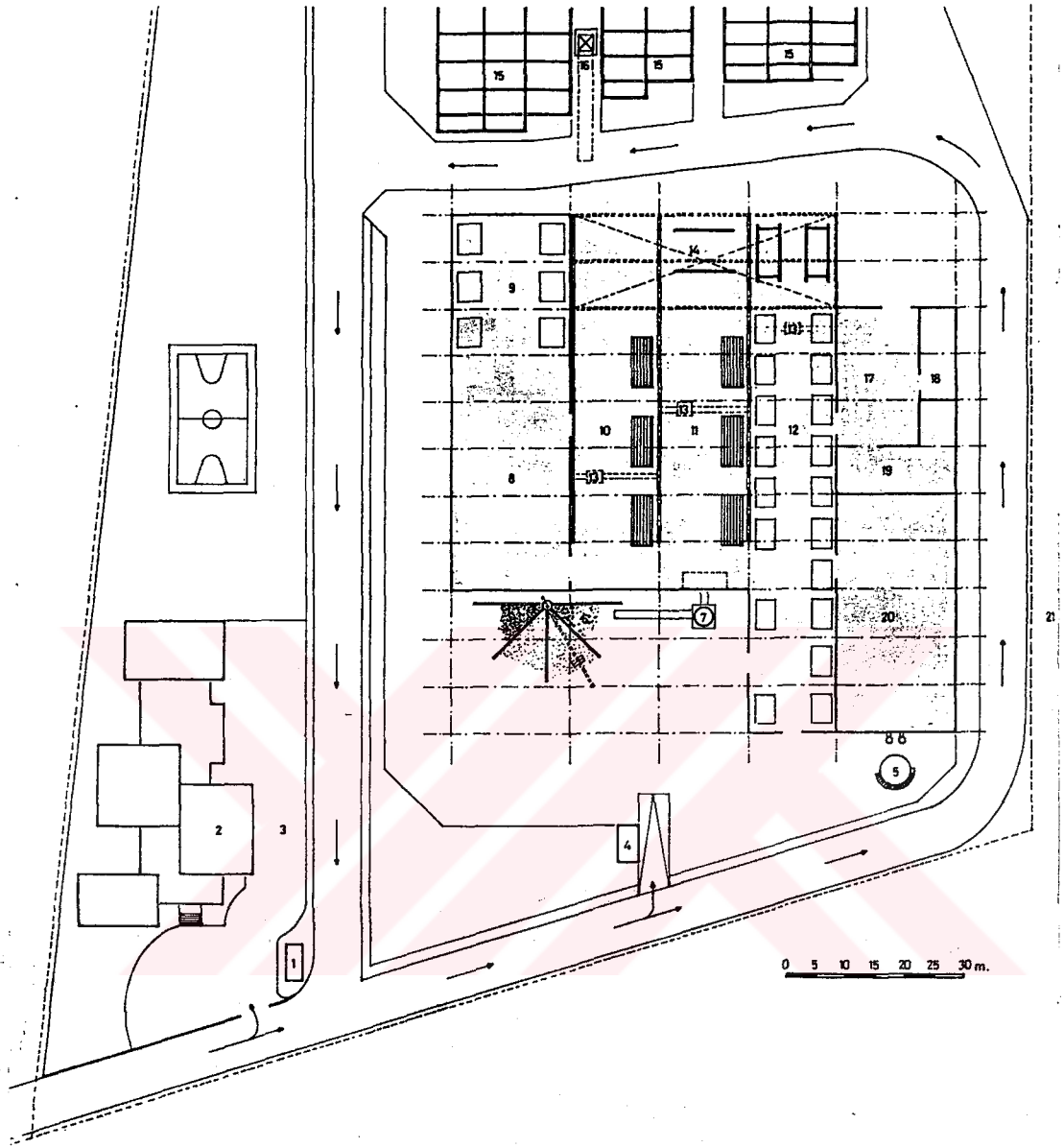
Sabit kalıplarla üretim yapılan fabrikalarda, ekiplerin yer değiştirmelerinin yanında, malzemelerin, kaplamaların ve bitmiş ürünlerin de dolaşımı söz konusudur. Bu yüzden bu tip üretimin yapıldığı fabrikalarda, taşıma araç ve gereçlerine daha çok iş düşmektedir.

Sabit kalıplarla üretim yapılan fabrikalar, beton ve elemanların üretim işlemleri ve kullanılan araçlara göre üç ayrı grupta incelenebilir [42].

1) Fabrika ve depolama alanını kapsayan gezer köprülü kreynlerle ; beton veya beton esaslı elemanların manütansiyon (kalıptan çıkarma, ince işler, bitirme ve depolama alanına taşıma işlemleri) ve betonun kalıplara taşınması işlemlerinin yapıldığı tip fabrikalar.

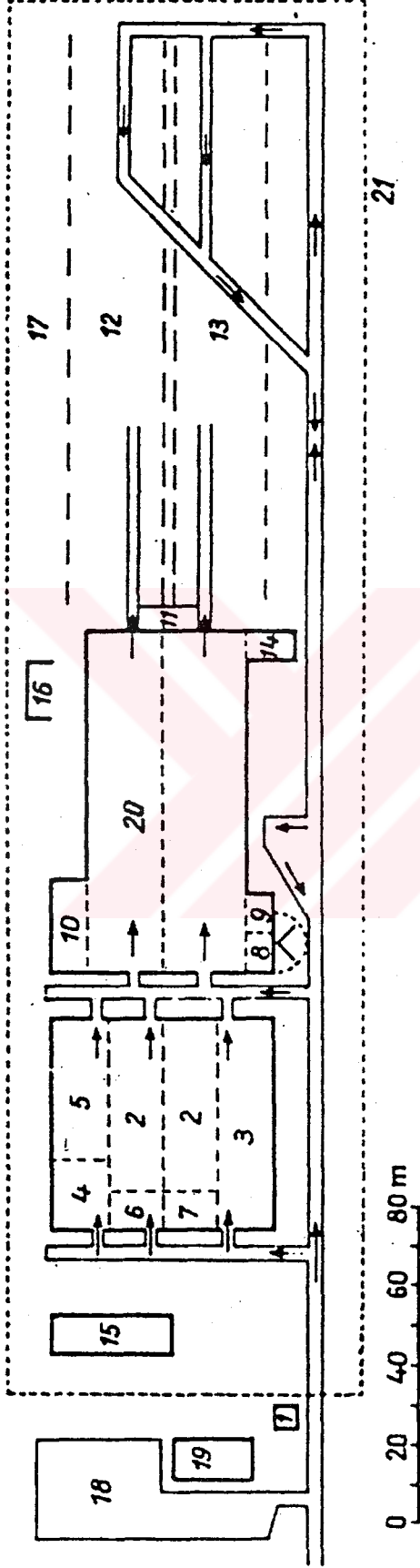
2) Gezer köprü kreynler aracılığıyla ; elemanların kalıptan alma, ince işler vb. fabrika içinde gerçekleştirilebilen işlerin yapıldığı ve depolama alanına ise, kule kreynlerle taşındığı tip fabrikalar.

3) Elemanların tüm manütansiyon işlemlerinin kule kreynler yardımıyla ve beton iletiminin bağımsız hareketli arabalar yani, forkliftler aracılığıyla gerçekleştirildiği, açılabilir çatılı fabrikalar.



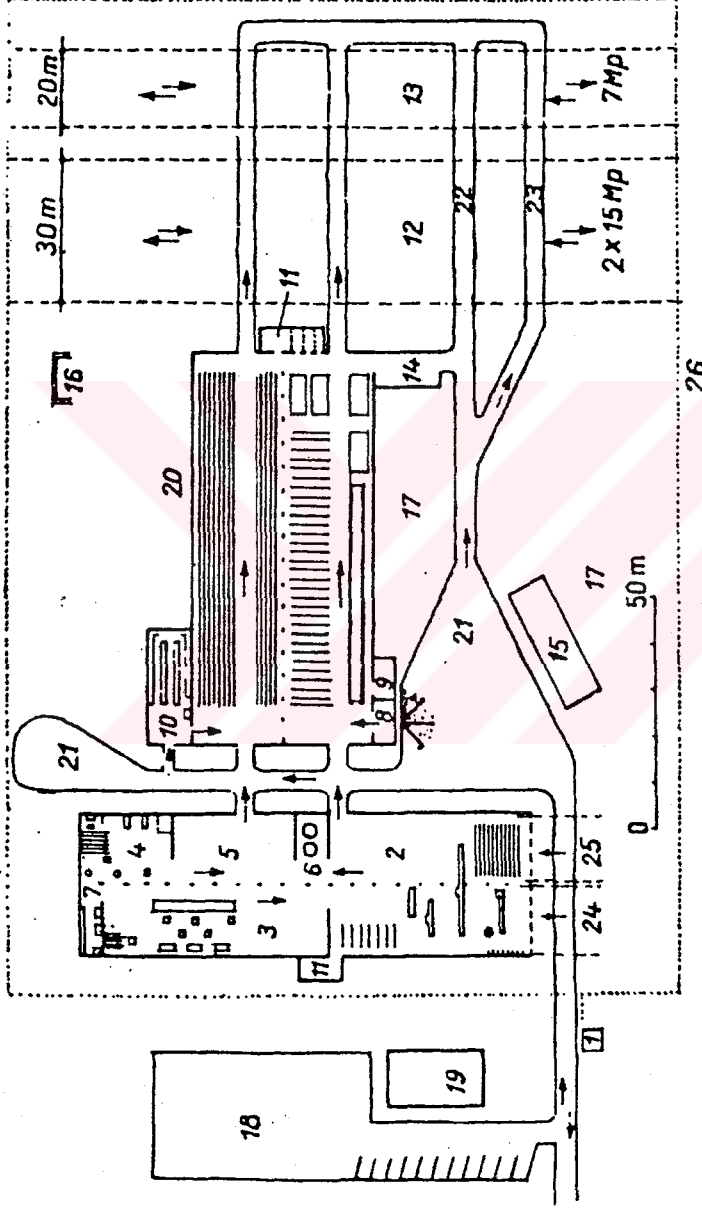
Şekil 4- 4. Yardımcı alanların ana üretim atelyesine göre paralel düzenlendiği, beton esaslı prefabrike paneller üreten bir fabrika şeması (Kutlutaş Endüstriyel Konut San. ve Tic. A.Ş.).

- | | |
|---|--|
| 1 . kapıcı | 10 . düşey üretim (bateri kalıplar) |
| 2 . yönetim binaları | 11 . düşey üretim (bateri kalıplar) |
| 3 . otopark | 12 . yatay (panel) üretimi , kürleme |
| 4 . mal giriş kontrol | 13 . kreynler |
| 5 . yakıt deposu | 14 . yardımcı işler (açık kısım) |
| 6 . kum , agrega deposu , vinç , hareketli bant . | 15 . depolama alanları (açık) |
| 7 . beton üretimi | 16 . vinç |
| 8 . yardımcı işler | 17 . ahşap işleri |
| 9 . donatı hazırlama atelyesi | 18 . elektrik üretimi , jeneratör |
| | 19 . ustabaşının yeri |
| | 20 . yemekhane , tuvaletler |



Şekil 4- 5. Yardımcı ve depolama alanlarının ana üretim atelyesine göre uzunlamasına düzenlendiği , senelik kapasitesi 15.000 m³ olan bir fabrika şeması .

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1 . kapıcı | 12 . öngerilmeli elemanların depolanması |
| 2 . donatı hazırlama | 13 . betonarme elemanların depolanması |
| 3 . ahşap kalıp atelyesi | 14 . yıkama beton yüzeylerin yapımı |
| 4 . demir işleri | 15 . yardımcı işler |
| 5 . çelik kalıp yapımı | 16 . yardımcı işler |
| 6 . öngerme donatı deposu | 17 . boş alan |
| 7 . elektrik atelyesi | 18 . otopark |
| 8 . beton hazırlama tesisi | 19 . idare |
| 9 . laboratuvar | 20 . ana üretim atelyesi |
| 10 . depo | 21 . çit (fabrika sınırı) . |
| 11 . ustabaşının yeri ve wc 'ler | |



Şekil 4-6. Yardımcı ve depolama alanlarının ana üretim atelyesine dik doğrultuda düzenlendiği ve senelik kapasitesi 15.000 m³ olan bir fabrika şeması .

- | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| 1 . kapıcı | 10 . depo | 19 . idare |
| 2 . donatı hazırlama | 11 . ustabaşının yeri ve wc 'ler | 20 . ana üretim atelyesi |
| 3 . ahşap kalıp atelyesi | 12 . uzun elemanların depolanma alanı | 21 . manevra alanı |
| 4 . demir atelyesi | 13 . kısa elemanların depolanma alanı | 22 . yükleme yolu |
| 5 . çelik kalıp yapımı | 14 . yıkama beton yüzeylerin yapımı | 23 . dönüş yolu |
| 6 . öngerme donatı deposu | 15 . yardımcı işler | 24 . 2 Mp. lik kreyn |
| 7 . elektrik atelyesi | 16 . yardımcı işler | 25 . 7 Mp. lik kreyn |
| 8 . beton hazırlama tesisi | 17 . boş alan | 26 . çit (fabrika sınırı) . |
| 9 . laboratuvar | 18 . otopark | |

Kalıplar, ayrıntı, batarya veya bir öngerme yatağı şeklinde olabilir. Kalıp boyut ve biçimlerinde, kalıp boyutları içinde kalmak koşuluyla, herhangi bir sınırlama yoktur, çok çeşitli boyutlarda eleman üretilir. Kalıp elemanlarının değişkenlik oranı yüksektir.

Bu tip üretimde işlemler arasında zamansal bir sınırlama yoktur. Bir elemanın üretilmesiyle ilgili işlemler, birtakım üretim gruplarına (işgücü ve kalıp donatısına) bağlı kalmakta, diğer üretim gruplarına katılmamaktadır. Böylece, üretim programı kolayca gerçekleştirilebilmektedir.

Şantiye ve fabrikada gerçekleştirilen üretim için uygun olan bu yöntemde, yatırım maliyetleri hareketli (band) üretimine oranla daha az olduğu için, küçük üretim serileri açısından da rentabl olabilmektedir [6].

Sabit üretimin daha gelişmiş ve makinalaşmış şekli, beton dökme, düzeltme, sıkıştırma gibi işlemlerin (boşluklu döşeme elemanlarının üretimi gibi) tek bir karmaşık ve hareketli bir üretim makinasıyla gerçekleştirilmesi şeklindedir.

Genelde

- . Sabit kalıplarla üretim senelik 200 ünitelik elemandan (panel) küçük seriler için
- . Makinalaşma düzeyi yükseltilmiş sabit kalıplarla üretim senelik 200 ünitelik elemandan fazla seriler için
- . Hareketli kalıplarla (band) üretim senelik 2000 ve 2000 'den fazla ünitelik eleman serileri

için uygun olmaktadır. Fakat yine de üretim yöntemine karar vermeden önce mutlaka bir rentabilite araştırılması yapılmalıdır.

b) Hareketli Kalıplarla Üretim (Band Üretimi) : Üretilmesi amaçlanan tip elemanların uzun bir süre üretilmeleri gerekiyorsa bu tür bir üretime gidilmesi tercih edilmelidir. Zaman, bu tür üretimde en önemli faktördür.

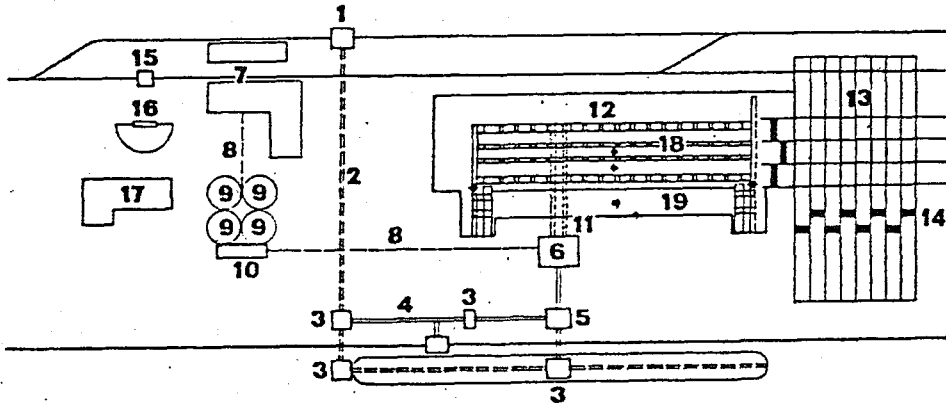
Hareketli kalıplarla yapılacak üretimde, beton bir merkezde üretilir, işleri yapacak ekip ve araçlar sabittir, kalıplar belirli süre aralıkları içinde, iş sırasına göre yer değiştirir, beton dökümü ise, kalıpların üretim merkezine gelmeleri ile gerçekleştirilir.

Hareketli kalıplarla üretim yapan fabrikalar üç gruba ayrılır [42] :

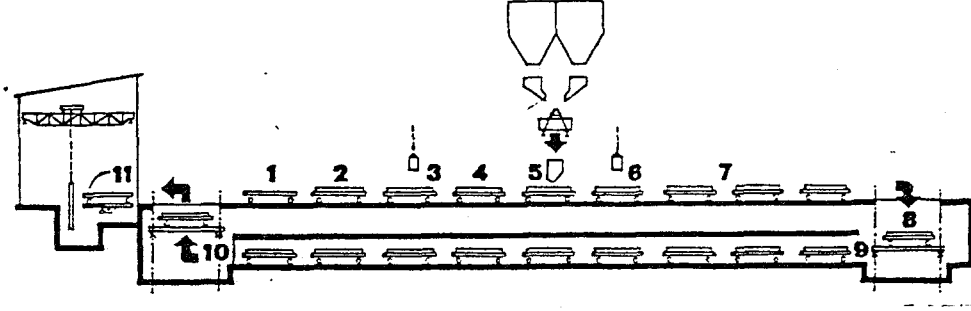
1) Toplu sistem fabrikalar (Aggregat-System) ; bu yöntemde, kalıplar işlemlerin gerçekleştirileceği bölümlere kreyner veya bir band aracılığıyla taşınır. Bandın hareketi, hafif bir eğim ve merdaneler yardımıyla olmakta ve bu şekilde taşıma işlemi ucuz bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

Kalıpların kreyner aracılığıyla taşınması, taşıma sırasında kalıpların deformasyona uğramasına neden oldukları için, beton esaslı büyük boyutlu prefabrike panel üretimi için uygun olmamaktadır. Kalıpların deformasyonuna engel olmak amacıyla kalıp et kalınlıklarının artırılması ise, kalıp ağırlığını ve dolayısıyla kalıpların taşınmasında kullanılan kreyner vb. araçların taşıma ve kaldırma kapasitesinin yükselmesini gerektirdiğinden, ekonomik olmaktan uzaklaşmaktadırlar. Betonarme büyük boyutlu prefabrike panellerin üretiminde en uygun olan, kalıpların bandlar aracılığıyla, yerinden kaldırılmadan, deformasyona uğrama tehlikesi olmaksızın taşınmasıdır.

2) Bandlı fabrikalar ; bu tür fabrikalarda, elemanların üretimi önceden programlanarak belirli zaman dilimlerine ayrılmışlardır. Kalıplar, ray üzerinde hareket edebilen tekerlekli bir şasi üzerine yerleştirilmişlerdir. Band yolu üstünde, önlerinden kalıpların ardarda geçtiği ve işlemleri gerçekleştirecek uzman ekiplerin bulunduğu işlem noktaları bulunmaktadır. Bu işlem noktaları genelde kendilerine doğrudan bağlantılı atelyeler tarafından beslenirler.



Şekil 4- 8. Büyük Boyutlu Paneller Üreten "Band Sistemli" Bir Fabrika (Ljuberezki, Sovyetler Birliği) 1. agrega dağıtma deposu, 2. yeraltı konveyör hattı, 3. agrega aktarma durağı, 4. diyagonal band konveyör tüneli, 5. ön ısıtma haznesi, 6. beton ve harç karıştırma tesisi, 7. çimento dağıtım deposu, 8. yeraltı çimento boru hattı, 9. çimento siloları, 10. çimento yükleme durağı, 11. beton ve harç konveyörleri, 12. ana üretim holü, 13. depo, 14. gezer köprülü kreyner (8 adet), 15. yakıt dağıtımı, 16. yakıt artıkları, 17. buhar tesisi, 18. konveyörler (2 adet geniş, 2 adet dar), 19. buhar kürü tüneli.



Şekil 4- 9. Büyük Boyutlu Paneller Üreten "Band Sistemli" Başka Bir Fabrika.

1. kalıpların temizlenmesi, 2. kalıpların kurulması, 3. yüzey bitirme malzemelerinin yerleştirilmesi, 4. donatının ve tesisatın yerleştirilmesi, 5. beton dökümü, 6. mala perdahı, 7. kürleme başlangıcı, 8. kürleme tüneline indirme, 9. buhar kürü, 10. kürleme tüneline alma, 11. üretilen panelin devrilerek kaldırılması ve depolama alanına taşınması.

İşlem noktalarının sayısı, üretilecek prefabrike elemanların tasarım özelliklerine (çok tabakalı ve tek tabakalı paneller vb.) bağlı olarak farklılıklar göstermektedir.

Bandlı fabrikalarda kalıplar, betonlama işlemi bittikten sonra genelde bir kürleme işlemi tüneline geçerler. Kürleme işlemi tüneli çıkışında, kalıp açma işlemi noktasında elemanlar kalıplarından alındıktan sonra, kalıp temizleme işlemi noktasına giderler.

Üretim bandı genelde, kısa kenarlarında aktarma duraklarının yer aldığı uzun bir dikdörtgen şeklindedir. Kürleme tüneli uzun kenarın tümü veya büyük bir kısmını kapsar. Kürleme işlemi tüneli, üretim işlemlerinin yapıldığı bölümün altında da olabilmektedir. Kürleme tüneline uzunluğu, kürleme işlemi sürecine ve üretim hızına bağlı olarak farklı büyüklüklerde olabilmektedir.

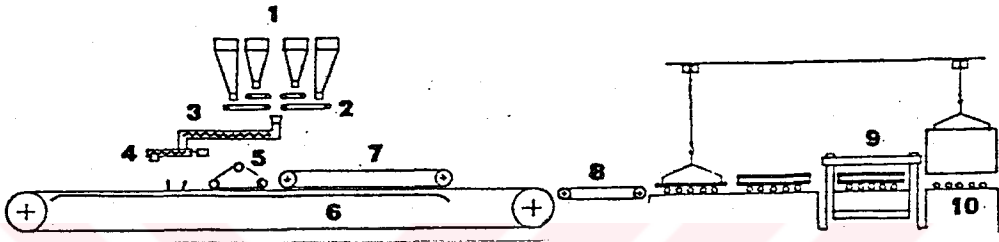
3) Titreşen merdaneli bandlı fabrikalar ; üretim yöntemleri içinde en modern yöntem olan bu yöntem, Sovyetler Birliği 'nde geliştirilmiştir. Bu tür fabrikalarda, mekanizasyon ve otomatizasyon düzeyi çok yüksektir.

Merdaneler üzerinde en fazla 3.20 m. eninde paneller üretilebilir. Vibrasyon işlemi de yine merdaneler üzerinde gerçekleştirilir. Bundan sonra kürleme tüneline 98-100°C lik buhar kürü uygulanır. Elemanların kürleme tüneline geçiş süresi, kalınlığa bağlı olarak 2-

4 saat arasında değişir. Geçiş hızı ise, 15-60 m/h kadardır. Priz süresinin son bulmasından sonra üretilen beton eleman istenilen boyutlarda kesilerek üretim işlemi tamamlanır.

Bu tür fabrikalarda, tek veya çok tabakalı elemanlar üretilebildiği gibi, donatılı ve kaset elemanlar da üretilebilmektedir.

Hareketli kalıplarla yapılan üretimde sürekli üretim yapılması rantabilitenin sağlanabilmesi için zorunludur. Bunu gerçekleştirebilmek için, üretim aşamasındaki her bir işlem uygun zaman dilimlerinde, aralıklarda bitirilebilmelidir [6].



Şekil 4-10. Titreşen Merdaneli Bandlı Fabrika - Koslow (Sovyetler Birliği).

1. malzemenin bir seferde hazırlanması, 2. konveyör, 3. ön karıştırıcı, 4. beton karıştırıcı, 5. basınç tesisatı, 6. metal merdane tesisatı, 7. örtü ile kapatılmış buhar kuru bölümü, 8. iki hızlı, merdaneli konveyör, 9. hidrolik pres, 10. üretim işlemi tamamlanan elemanların, devrilerek kaldırılması.

Band üretiminde kalıplar, güdümlü veya otomatik olarak ; vinç, zincir, raylı masa veya hareketli bandlar üzerinde üretim yolu (band) boyunca hareketlidir. Bir işlemin belirli bir zaman sonunda bitiminden sonra, band hareket ederek kalıbı ikinci işlemin yapılacağı yere veya kişilerin önüne getirir ve bu bandın hareket ve durmaları son işleme kadar sürer. Son işlemden sonra da üretilen elemanlar vinç veya kreynler aracılığıyla kalıplarından alınarak depolama alanlarına götürülürler. Üretim bandının uzunluğu, kalıpların boyutuna ve işlem sayısına göre belirlenir.

Bu yöntemde, üretim sürecinin çok iyi planlanması ve belirlenen üretim temposuna uyulma zorunluluğu vardır. Fabrika üretimine uygun olan bu yöntemde, önyatırım maliyetleri fazladır, standartlaşma ve tipleşmeye yönelmeyle büyük üretim serilerine olanak tanır.

Üretimde kullanılan kalıpların en az bir doğrultudaki boyutları sınırlıdır.

Band üretimi, büyük seriler halinde, tipleştirilmiş duvar ve döşeme elemanlarının üretildiği fabrikalarda uygulanan bir yöntemdir. Fakat çoğu kez, bu çeşit fabrikalarda bile, üretimin aksamadan yürüebilmesi, üretim hızının ve sürekliliğinin düşmesine engel olmak amacıyla, bazen hareketli kalıplarla birlikte sabit kalıplarla da üretime gerek duyulmaktadır.

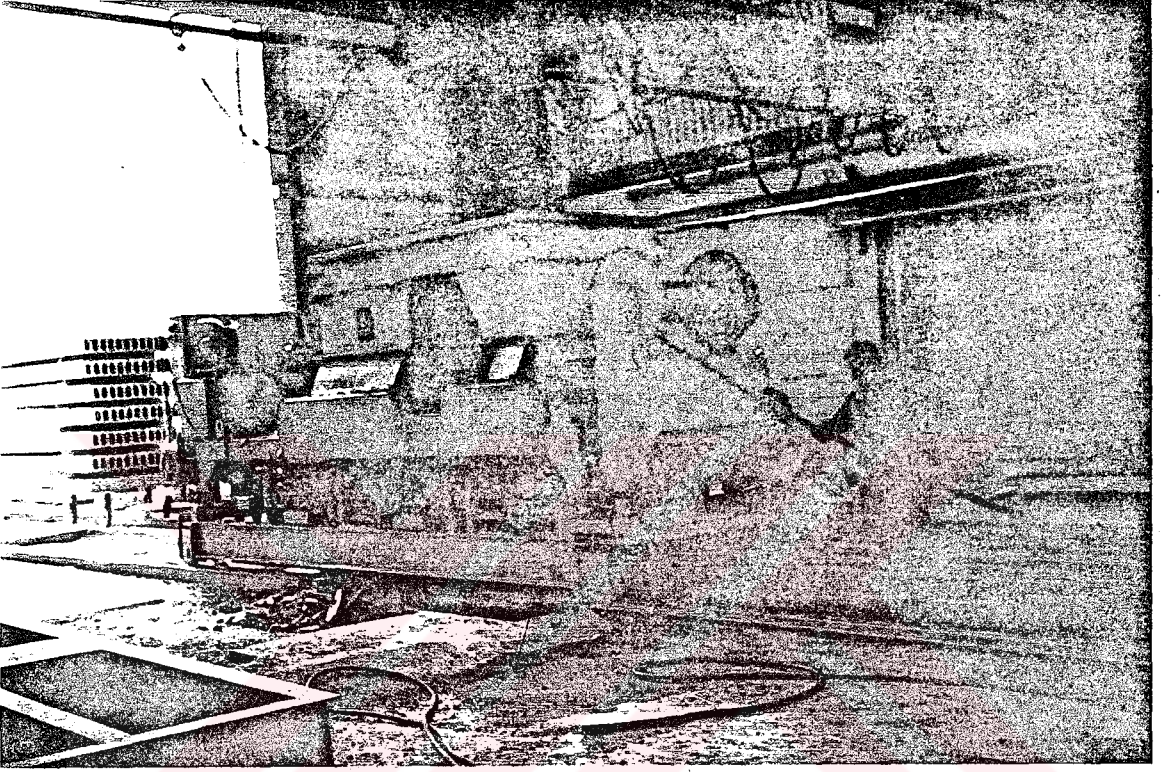
Bazı fabrikalarda ise, donatı koyma, beton dökme, sıkıştırma vb. birtakım işler sabit kalıplar yöntemiyle yapılırken, sertleştirme gibi bazı işlemlerde hareketli kalıplar kullanılarak daha olumlu sonuçlar veren karma sistemlere gidilmektedir.

Panel Üreten Fabrikalarda Uygulanan Germe (Öngerme) Teknikleri : Gerçekte, elemanların gerilme işlemi panel üretimiyle doğrudan ilişkili değildir. Tezde ele alınan konu panel sistemler ve çok katlı yapılardır. Öngerme yöntemleriyle üretilmiş elemanlar ise, ki bunlar genelde küçük parçalı, yani mekan boyutunda olmayan, endüstrileşme düzeyi daha düşük ve çoğunlukla fabrika yapıları gibi büyük açıklık geçilmesi gereken yerlerde kullanılan döşeme, kiriş vb. elemanlardır. Fakat bunun yanısıra, panel üretimi yapan fabrikalarda germe işlemlerine de yer verildiği ve bu işlemler için ayrı bir üretim atelyesi ayrıldığı görülmüştür.



Yukandaki fotoğrafta öngermeli, boşluklu döşeme elemanlarının üretiminin yapıldığı bir öngerme atelyesi görülmektedir (Gök İnşaat).

Bu atelyelerde genelde uygulanan atelye boyunca uzanan bir öngerme yatağı üzerinde ilerleyerek, hem beton döküm ve hem de betonun sıkıştırılma işlemini yapan komplike araçlar kullanılmaktadır. Bu nedenle kısa da olsa, bilgi vermek amacıyla konuya değinmekte yarar vardır.



Öngermeli boşluklu döşeme elemanı üretiminde kullanılan araç (Gök İnşaat).

Büyük açıklıklarda, açıklığı geçen betonarme elemanların enkesitleri artmakta, bu da ölü yüklerin dolayısıyla yine enkesitlerin ve maliyetin artmasına neden olmaktadır.

Öngerme ; Kiriş ve kiriş gibi çalışan elemanların çekme bölgesindeki betonun mukavemete katkısı bulunmaması ve ölü yükü artırması, çekme gerilmesinden dolayı bu bölgede çatlaklar oluşması nedeniyle, daha sonra oluşacak çekme gerilmelerini karşılamak amacıyla, elemana basınç gerilmesi verilmesidir [6].

Öngerme işlemi genelde, sert çelikten donatıların yerleştirilmesi, gerilmesi ve bu gerginliğin, sertleşmiş betona aktarılmasının sağlanması şeklinde uygulanır ve iki yolu vardır:

1) Germe İşlemi, Betonlamadan Önce Yapılır (Pre-Tensioning) : Bu yöntem, "önçekmeli", "önceden germeli" veya "önceden kaynaşmalı" öngerme yöntemi denilebilir.

Fabrikalarda, ankraj (gerdirme) ayakları veya kalıplar dayanak alınarak donatı gerildikten sonra beton dökülür (bazı sosyalist ülkelerde geliştirilen bir yöntem ise, donatının ısıtma yoluyla gerdirilmesidir), beton sertleşip mukavemet kazandıktan sonra donatının dayanaklardan ba ıntısı kesilir. Serbest kalan donatı kısalma ı isterken betonu sıkar, betona aderans yoluyla basınç gerilmeleri aktarır.

Öngermede genelde uygulanan, 60-120 m. lik uzun öngerme yataklarında birkaç elemanın üretilmesidir. Bununla birlikte hazır elemanlara tek tek de öngerilme verilebilmektedir. Üretimden sonra elemanlar istenen boylarda kesilerek depolama alanlarına taşınır.

Genelde öngerme donatısı olarak, yüksek dirençli çelik teller veya tellerden oluşan halatlar kullanılır. Bu donatıların gerilme işlemi genelde, germe presleriyle tellerin tek tek gerilmesi şeklinde olur.



Öngerilmeli tel veya halatların gerilmesinde kullanılan germe pres (Gök İnşaat).

2) Germe İşlemi Betonlama Bittikten Sonra Yapılır (Post-Tensioning) : Bu işleme "art çekmeli", "sonradan germeli" veya "sonradan kaynaşmalı" öngerme yöntemi denilebilir.

Sabit ankraj ayakları gerektirmediği için şantiye üretimi için daha uygun olan bu yöntemde, beton dökülmeden önce içlerinde çubuk, halat veya kablo şeklindeki öngerme donatısı bulunan tüpler veya saç kılıflar, moment diyagramına en uygun yörüngelere göre kalıbın içine yerleştirilirler, beton dökülüp yeterince mukavemet kazandıktan sonra, beton eleman dayanak alınarak, veremler yardımıyla öngerme donatısı gerilip eleman uçlarına ankre edilir. Böylece germe kuvveti basınç gerilmeleri şeklinde elemanı etkiler. Küçük elemanlarda, öngerme donatısı, eleman içinde bırakılan kanal veya kılıflardan, betonlama yapıldıktan sonra da geçirilebilir.

Bu yöntemde gerilme verildikten sonra, germe donatısının korozyondan korunması ve germe kuvvetinin aderansla da yayılabilmesi için, öngerme donatısı ile kılıf arasına basınçlı ince çimento harcı püskürtülür ve yer yer havalıklar aracılığıyla, hava boşlukları önlenerek, enjeksiyon harcının durumu kontrol edilir.

Donatıların ankrajında kullanılan pek çok ankraj sistemleri vardır. Fakat, ankraj elemanlarının pahalı olması, iş hızının düşük, fabrikadaki kontrol güvenliğinin tam olarak sağlanma zorluğu ve seri üretime çok uygun olmaması, bu yöntemin sakıncalıdır.

4.3. Üretim Evreleri ve Üretimde Karşılaşılan Sorunlar .

Prefabrike yapılarda, işçiliğin %60-80'inin elemanların üretimine gittiği düşünülecek olursa, üretimin rasyonelleştirilmesinin ne denli önemli olduğu anlaşılır. Üretimde prensip ; en az işçilikle, en çabuk ve en kaliteli üretimi gerçekleştirmek olmalıdır.

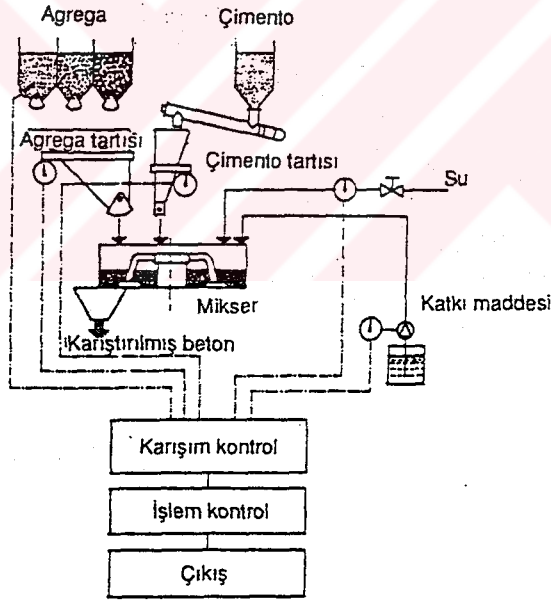
İşlemlerde makinalaşmayı arttırmak, (örneğin ; otomatik beton karma, beton dökme, yüzey düzeltme araçları, devrilebilen kalıplar kullanmak) işçiliği azaltır, üretimi çabuklaştırır, yani prodüktiviteyi artırır. Yapay sertleştirme, imalat evrelerine büyük bir hız getirir. Ancak makinalaşma yatırım demektir ; yatırımın rantabl olabilmesi için de , elemanlarda boyutsal ve biçimsel tipleşme ve standartlaşmaya gidilmeli, büyük üretim serileri sağlanmalıdır [6].

Hazır elemanların üretilmesi için gerçekleştirilen çeşitli işlemlerin, işlemlerin gerçekleştirildiği yerler yani işlem merkezleri ele alınarak incelenmesi olasıdır. Bu işlem merkezleri ;

- . Beton santrali
- . Donatı hazırlama atelyesi
- . Üretim holüdü.

4.3.a. İşlem Merkezi 1 ; BETON SANTRALI .

Beton esaslı, prefabrike elemanların üretiminde ana malzeme olan beton ve beton üretimi işlemleri beton santrallerinde gerçekleştirilir (şekil 4-11). Beton santralleri, otomasyon düzeyi yüksek, tam otomatik makineler şeklinde de olabilir (şekil 4-12). Beton santrallerinde gerçekleştirilen işlemler ;

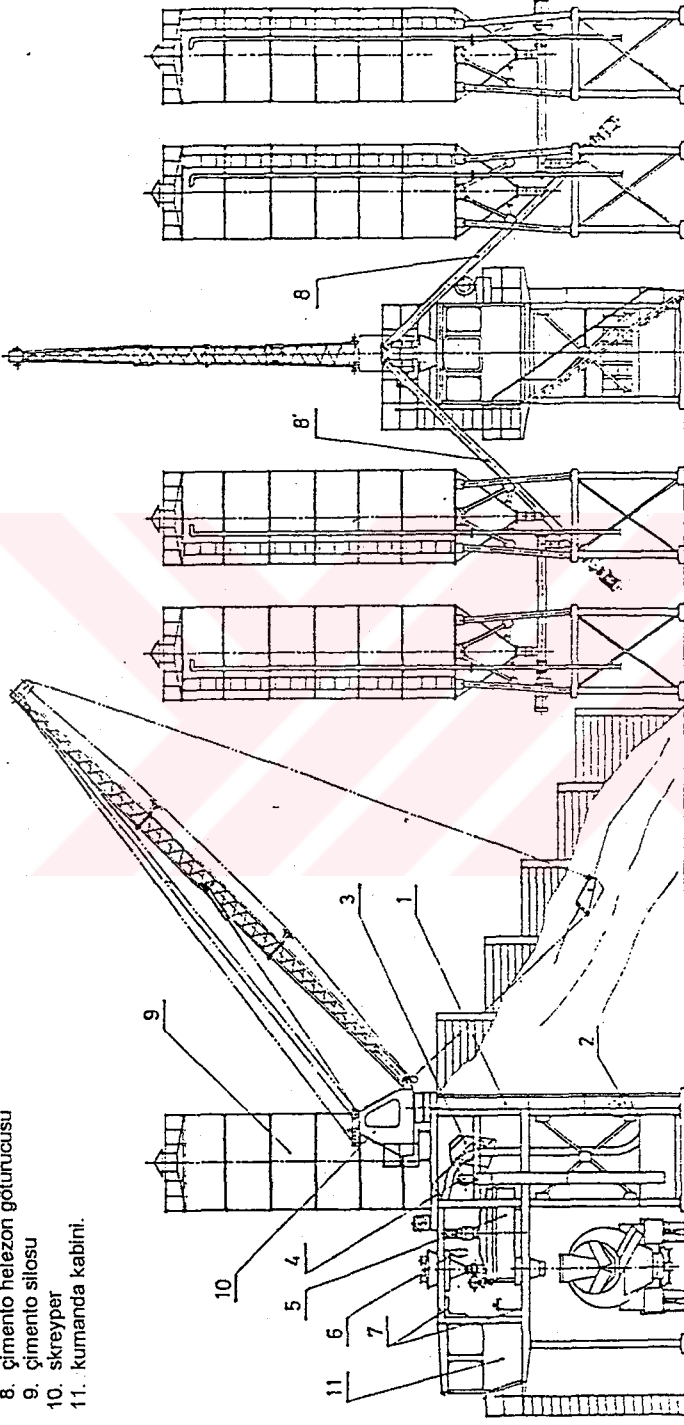


Şekil 4- 11. Beton Üretimi.

- . Beton karışımı için gerekli malzemelerin hazırlanması,
- . Beton karışımına girecek malzeme miktarlarının saptanması,
- . Beton karışımına girecek malzemelerin karıştırılması .

1. yıldız duvan
2. yıldız boşaltma kapakları
3. yükleme vinci
4. kadranlı agrega kantarı
5. düşey millî cebri (zorunlu) karıştırıcı
6. kadranlı çimento kantarı
7. su donanımı
8. çimento helezon götürücüsü
9. çimento silosu
10. skreyper
11. kumanda kabini.

MFD - 50 OTOMATİK BETON SANTRALİ



TEKNİK DEĞERLER :

Kapasite	: 50 m ³ /h
Beton verimi	: 42 m ³ /h
Kuru karışım hacmi	: 1000 lt.
Agrega cesidi	: 5
Skreyper kapasitesi	: 40 m ³ /h

Cimento helezonu taşıma kapasitesi	: 30 t/h
Su sayacı kapasitesi	: 30 m ³ /h
İşletme voltajı	: 380 V
Toplam güç	: 70 kW
Toplam ağırlık	: 15 t (stiller hariç)

Boy	: 900m.
En	: 4,75m.
Yükseklik	: 7,50m.

Skreyper hariç

Şekil 4-12. Otomatik Beton Santrali (MFD - 50).

4.3.a.1. Beton Karışımı İçin Gerekli Malzemelerin Hazırlanması .

Hazır elemanlarda B225, B300, B450 ve B600 'lük betonlar kullanılır. B450 ve B600 'lük beton kalitelerini şantiyedeki beton üretiminde gerçekleştirmek oldukça güçtür. Oysa fabrika üretimi buna kolaylıkla olanak verir.

Gelişmiş fabrikalarda beton üretimi, yüksek düzeyde bir otomasyona erişmiştir. Çeşitli karışım programları yapılarak, istenen doz ve granülometri, otomatik olarak elde edilebilir [6].

Bu aşamada beton üretimi için gerekli malzemelerin sağlanması, bunların fabrikaya nakli ve depolanması işlemleri gerçekleştirilir ;

- . Uygun agreganın bulunması, betona girecek oranlarına bağlı olarak satın alınması ve fabrikaya taşınması gereklidir. Fabrikaya getirilen agregası silolarda depolanır.
- . Çimentonun satın alınması, fabrikaya nakli ve fabrikada özel taşıyıcılar ile çimento silolarına getirilip depolanması işlemleri yapılır.
- . Hazırlık aşamasında gerçekleştirilen işlemlerden biri de beton üretimi için uygun suyun sağlanması, analiz edilmesi ve su depolarında depolanmasıdır.
- . Karşıma girecek katkı maddelerinin temini.

4.3.a.2. Beton Karışımına Girecek Malzeme Miktarlarının Saptanması .

Belli kalitede sürekli beton üretebilmek için, beton karışım malzemesinin hassas olarak ölçülmesi gerekir. Hesaplarda bulunan sonuca göre deneme karışımı yapılarak yeterli işlenebilirlik özelliğini sağlayacak şekilde 1m³ betona giren malzemelerin gerçek miktarları bulunmuş ve beton üretim aşamasına gelinmiş durumdadır. İlk aşama beton üretiminde kullanılacak malzemelerin, depolandıkları yerden üretim sahasına getirilerek , miktarlarının saptanması yani ölçülmesidir. Karışımı meydana getiren agregası, çimento ve su, istenilen oranlar sağlanacak şekilde ölçülürler.

Ağırlık ölçülmesinde tartı hassasiyeti ;

Çimento $\pm$ %1

Su $\pm$ %1

Agrega $\pm$ %3
Katkı maddesi $\pm$ %3 olmalıdır.

Çimentonun Ölçülmesi : Çimentonun ölçülmesinde, mümkün olduğunca az hata ile doğru ölçüm yapılabilmesi için tartılacak çimento miktarına uygun olan özel bir çimento baskülü kullanılır. Çimento baskülleri, çimento silolarının altına takılabileceği gibi silonun yan tarafına da bağlanabilmektedir. Çimento, basküle silodan bir iletim helezonu ile verilebilir.

Beton, çelik donatıyı paslanmaya karşı korumakla da yükümlü olduğundan , bileşimde yeterli yoğunlukta bir beton elde edilebilmesi için, gerekli miktarda çimento bulunmalıdır. Bu da dozajla ilgilidir.

Dozaj ; yerine dökülmüş ve sıkıştırılmış 1m^3 beton bileşiminde bulunan çimento miktarını ağırlıkça belirten ve kg/m^3 birimiyle adlandırılan bir değerdir.

Agreganın Ölçülmesi : Kumla iyi kalitede harç ve kum-çakıl karışımıyla iyi kalitede beton yapılabilmesi için çeşitli çaplardaki danelerin karışım içinde belirli oranlarda bulunması gereklidir, yani kumun ya da çakıl karışımının granülometrik bileşimi belirli sınırlar içinde kalmalıdır.

Agrega ölçme düzeninin işlevi, her karışım için, çeşitli dane büyüklüklerindeki gruplardan belirli miktarları ölçmektir. Kaç grup dane varsa o kadar ölçme silosu gereklidir.

Betonda kullanılacak en büyük agregası çapı prefabrike elemanın kalınlığının $1/5$ 'ini aşmamalıdır [31].

Suyun Ölçülmesi : Karşıma giren su miktarı, hem betonun kıvamı ve dolayısıyla işlenebilme özelliği, hem de mukavemetini etkiler. Beton karışımında kullanılması düşünülen suyun, içilebilir nitelikte olması karışım için yeterli sayılabilir.

Betonda kullanılan malzemelerin suyla karıştırılmasının iki nedeni vardır. Bunlar, ilk olarak malzemelerin yerleşmesi, karışması ve sertleşmesine imkan veren çimentoyla reaksiyona girmesini sağlamak ve ikinci olarak da, yoğun ve betonun yerleşmesine olanak sağlayacak derecede plastik karışımın yağlayıcı, akıcı olarak davranmasını sağlamaktır [30].

Eğer yeterli ölçüde su konulmazsa beton çok kuru olur, bundan dolayı işlenebilmesi güçleşir, bazı kısımlarda çakıllar toplanır ve toplam çimentonun prizine yeterli nem bulunmayabilir, böylece betonun mukavemeti azalır. Yaklaşık 1/4 hacim su ve 1 hacim çimento yeteri derecede sağlam ve yoğun bir beton karışımı için uygundur. İşlenebilir nitelikte bir beton karışımı için ise, yaklaşık 1/2 hacim su 1 hacim çimento önerilebilir .

Eğer su miktarı gereğinden fazlaysa, fazla olan su buharlaştığında geride boşluklu bir beton kalır ve rötre olayı büyük ölçüde artar. Bu tür betonlar donatılara yeteri derecede bağlanamadıkları gibi mukavemetleri de az olur [31].

Karşıma girecek su miktarı, su ölçme düzeni ile % +3 'den küçük bir hata oranıyla ölçülebilmektedir.

İki tip su ölçme düzeni vardır :

- . Hazneli su ölçme düzeni.
- . Sayaçlı su ölçme düzeni.

Beton karışım oranının, ağırlık cinsinden

Çimento / kum-çakıl / su

şeklinde belirtilmesi en doğru yoldur. Bu oranın hacimlerle belirtilmesi halinde, aynı karıştırma oranı için, kum ve çakılın çeşitli nem derecelerine göre, 1m³ betondaki malzeme miktarları %30 kadar farkedebilir. Buna karşılık karışım oranı ağırlık cinsinden belirtildiğinde, nem derecesine göre bu fark ancak %3 kadardır ve 1m³ beton elde etmek için gereken malzeme miktarı daha kesin olarak bulunabilir [31].

Agrega, çimento ve su istenilen oranları sağlayacak şekilde tartıldıktan sonra belirli oranlardaki malzeme, çeşitli karıştırıcı makinalar aracılığıyla karıştırılır. Amaç, karışımın homojen olmasını sağlamaktır.

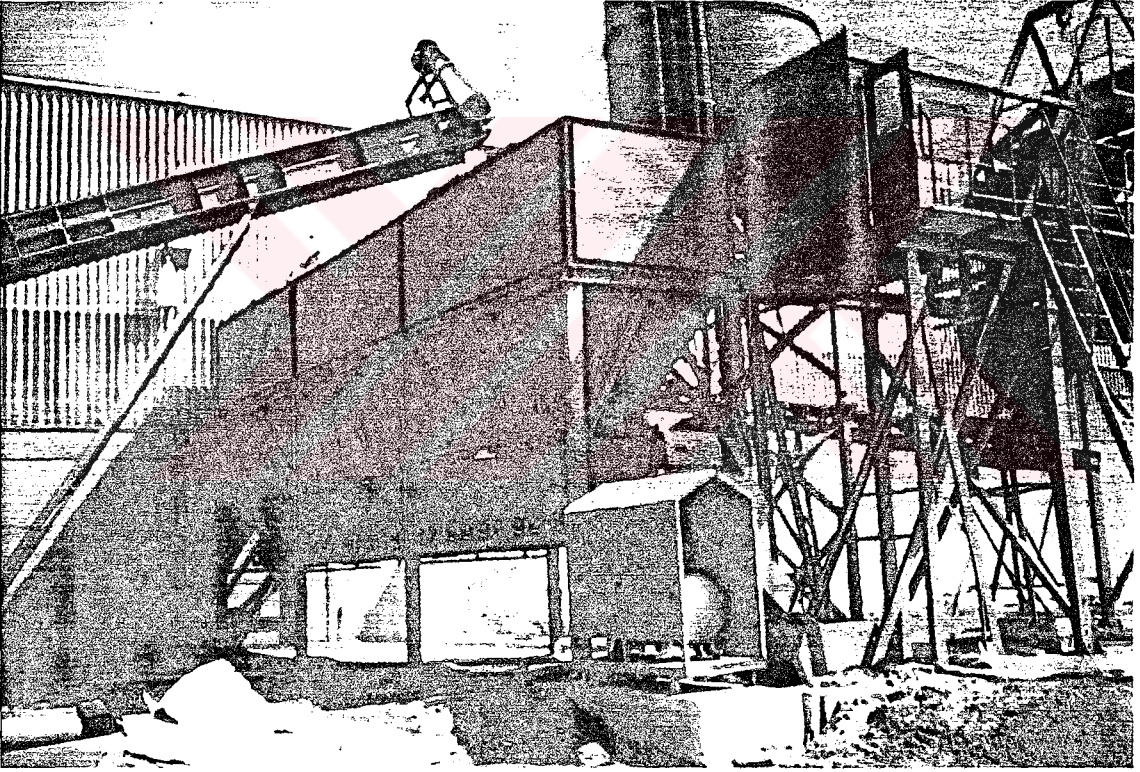
Tam otomatik, yeni teknolojik olanaklarla donatılmış beton üretim tesislerinde karışım istenilen betonun niteliğine göre otomatik olarak hazırlanır.

4.3.a.3. Karıştırma .

Beton içindeki bütün malzemelerin, karşım içinde homojen bir şekilde dağılmasını sağlamak için, yeterli düzgün görünüm alıncaya kadar karıştırılması gerekir. İyi karışmış bir betonun her yerinde, birim ağırlık, kıvam, hava ve agrega miktarı aynıdır [25].

Bileşimi belirlenen betonun kırılması, betonun mukavemetindeki en önemli etkenlerden biridir.

Beton karıştırma işlemi beton santrallerinde, malaksörlerle ve betonyerlerle yapılır. Bu tür karmada beton çok kısa sürede hazırlanır ve daha homojen olur.



Yukandaki fotoğrafta Afa 'da beton üretiminde kullanılan beton santrali görülmektedir.

Yüksek kaliteli betonlar elde etmek için betonyere ilk olarak ısıtılmış ve suyu süzölmüş orta ve iri çakıl konulmalı sonra sırasıyla çimento, kum , ince çakıl ve su eklenmelidir [43].

Çalışma prensibi bakımından betoniyerler ; serbest düşmeli ve cebri (zorunlu) karıştırılmalı olmak üzere ikiye ayrılırlar. Serbest düşmeli betoniyerlerde karışım, malzeme yatay eksenli, dönen bir tambur içindeki kanat veya ceplerle yükseltilip düşürülerek sağlanır. Bu betoniyerlerde tambur ; devrilerek, boşaltma olukları içine sürülerek veya ters yönde döndürülerek boşaltma sağlar. Kapasiteleri düşük olmaları yanında, kuru kıvamlı betonlar için bu betoniyerler pek elverişli değildir.

Genellikle tambur hacmine göre 250, 350, 500, 600 lt. lik olarak tanımlanırlar.

Cebri karıştırılmalı betoniyerler de yatay ve düşey eksenli olarak iki tiptir. Bunlara malaksör adı da verilmektedir. Yatay eksenli karıştırıcılar üstü açık bir tekne ile dönen bir veya iki mil üzerine sabitlenmiş çapalardan mevcuttur. Düşey eksenli karıştırıcılarda, kapalı bir kazan ile düşey eksenli bir mile bağlı kollara tutturulmuş çapaların birbirine ters yönde hareketi ile karıştırma ve boşaltma sağlanır. Bu tip karıştırıcılara turbo-pan adı verilmekte ve yatay eksenlilere göre daha etkin bir karıştırma sağlanmaktadır.

Bütün bu betoniyerlerde beton döküldükten ve iş bittikten sonra kanat ve kazanlar su ile iyice temizlenip yağlanmalıdır. Aşınan kürekleri değiştirilerek randımanın düşmesine izin verilmemeli , kapasiteleri üzerinde yüklenmemeli ve gereğinden hızlı çalıştırılmamalıdır [25].

Karıştırma süresi, taze betonun, harmanın her yerinde uniform yapı kazanabilmesi ve bu uniform yapının harman değişikçe değişmez olarak kalabilmesi için gerekli karıştırma zamanı olarak belirlenir. Bu süre dakikada 10-20 devir yapan betoniyerler için genelde 1-3 dakikadır [43].

Modern ve yüksek verimli beton santrallerinde tartı ve yükleme zamandan kazanmak için genellikle kum ve iri agrega grupları tartı ile bir kovada, çimento ve su da kendi tartı kapları içinde biriktirilerek, betoniyer kazanına hazır tartılmış olarak kısa sürede boşaltılır. Bu ilk biriktirme karışım kaplarına harmanlayıcı denir.

4.3.a.4. Katkı Maddelerinin Eklenmesi .

Karıştırma işlemi yapılırken betona bazı yeni özellikler kazandırmak veya istenmeyen birtakım özelliklerini (uzun priz alma süresi, vb.) gidermek amacıyla çeşitli katkı maddeleri eklenir. Bu katkı maddeleri karıştırma işlemi sırasında veya hemen önce

karışıma katılarak kullanılan toz veya sıvı maddelerdir. Dozları çimento ağırlığının % si cinsinden belirtilir.

Bu maddelerin eldeki çimento ile uygunluk sağlayıp sağlayamayacağı laboratuvarlarda yapılacak deneylerle belirlenmelidir.

Bu maddeler betonda istenen özelliklerin sağlanması amacıyla başka çözüm (beton bileşimi ve üretim kompozisyonlarında) bulunamadığında kullanılmalı ve ilaç gibi yan etkilerinin bulunduğu akıldan çıkarılmamalıdır [5]. Katkı maddeleri 3. bölümde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

4.3.a.5. Betonun Kalıba İletilmesi .

Betoniyerden çıkan taze beton, döküm yerine bir taşıma aracı ile taşınır. Bu taşıma sırasında betonun homojenliğini kaybetmemesine dikkat edilmeli, iri daneler ayrışmamalı , su/çimento oranı ve hava miktarı değişmemelidir. Taşıma sırasında oluşabilecek ani sarsıntı ve darbelerden kaçınılmalıdır [8].

Betonun kalıba iletilmesi yatay ve düşey yönde olur. İletim mesafesinin mümkün olduğu kadar kısa olması en uygundur.

Betonun boşaltılmasına dikkat edilmelidir. 1,5-2m. den serbest bırakılan beton homojenliğini tamamen kaybeder, çakıllar ana kütlede ayrışır [43].

Betonun kalıba iletilmesinde kullanılan iletim tesislerini genel olarak üç başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar ;

1. Beton tulum balar ; betoniyerde hazır bulunan betonu çekip beton kovalarına boşaltan düşey sistemlerdir.

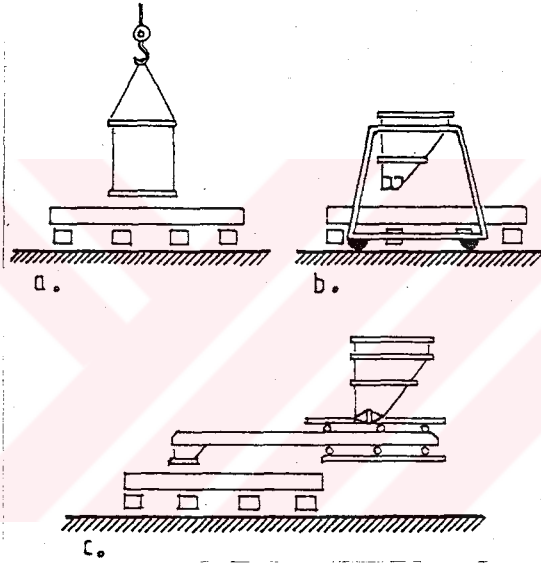
2. Hava basınçlı beton iletim tesisleri (pompalar) ; beton dökülecek yerin yeterince geniş olmaması durumunda kullanılmalıdır. Bu durumda beton granülometresine ayrı bir önem verilmeli, betonda iri agregalar bulunmamasına dikkat edilmelidir ve çimento dozajı 300 'den az olmamalıdır.

3. Diğer beton iletim araç ve tesisleri .

- İletim Araçları :

. Dekoviller ; uzun mesafeli taşımalarda kullanılmamalıdır.

. Kova (pota) ve kreynler ; birçok yapı için uygun bir iletim sistemidir. Beton tek etapta kalıba yerleştirilir. Kreyn başına üç kova kullanılarak iş verimi artırılabilir. Kova hacimleri 0,25 - 0,30 m³. olmalıdır [25]. İki çeşittir ; gezer köprülü kreynle taşınan beton kovaları, kule kreynlerle taşınan beton kovaları.



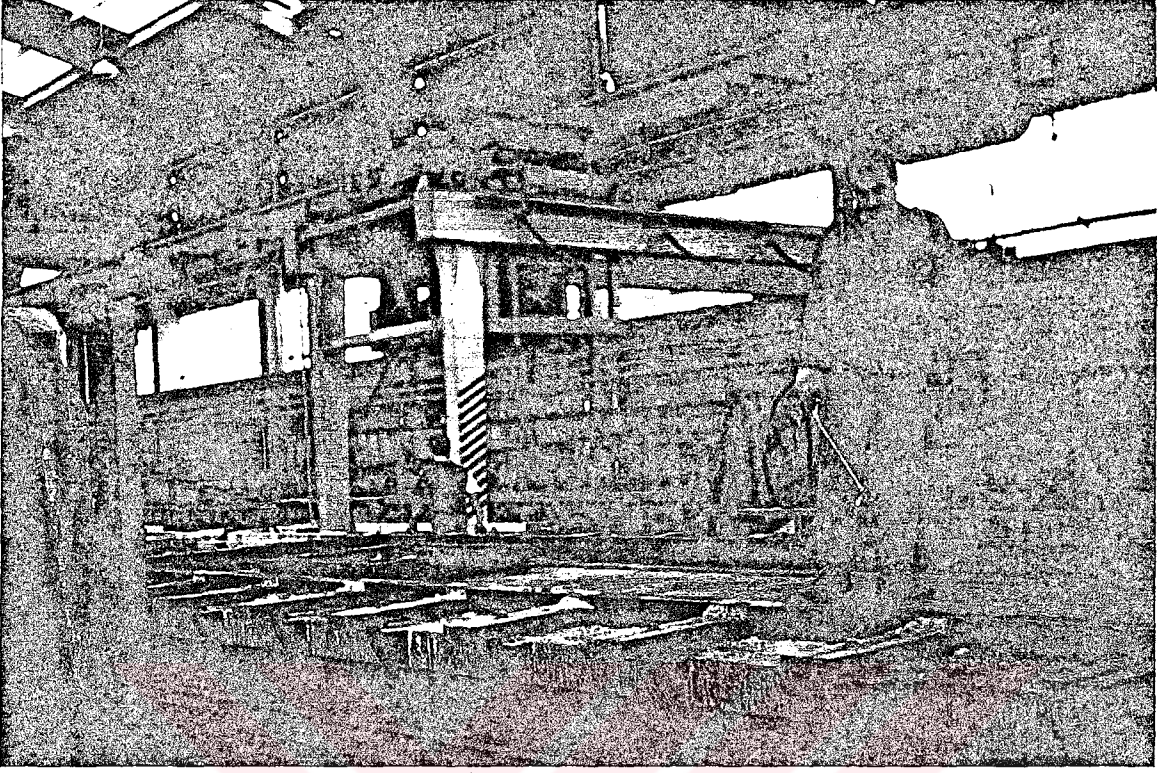
Şekil 4- 13. Betonun Taşınması ve Kalıba Dökülmesi.

- a. hareketli potalarla
- b. beton arabaları ile
- c. hareketli band ile

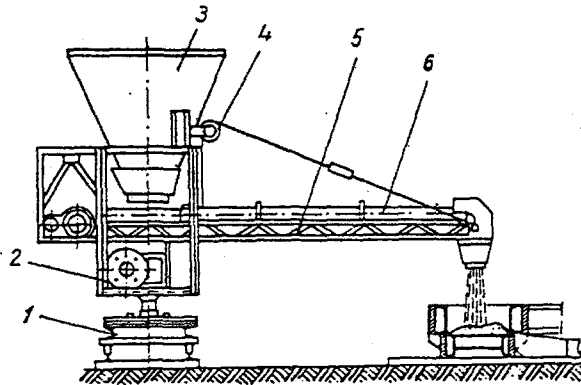
Kreynler ; ulaşım mesafesi sabit olan döner kreynler, ulaşım mesafesi sabit olmayan döner kreynler, köprü (sabit, gezer) ve kablolu kreynler olmak üzere dörde ayrılabilir. (Arka sayfada Gök İnşaat 'ta kalıplara beton dökümünde kullanılan ayaklı köprü kreyn görülmektedir).

- İletim Tesisleri :

Genelde her yönde ve sürekli olarak çalışırlar. Bu yüzden bunlara sürekli ileticiler de denir [44]. Bunlar da iletimin özelliğine göre iki kısma ayrılır.

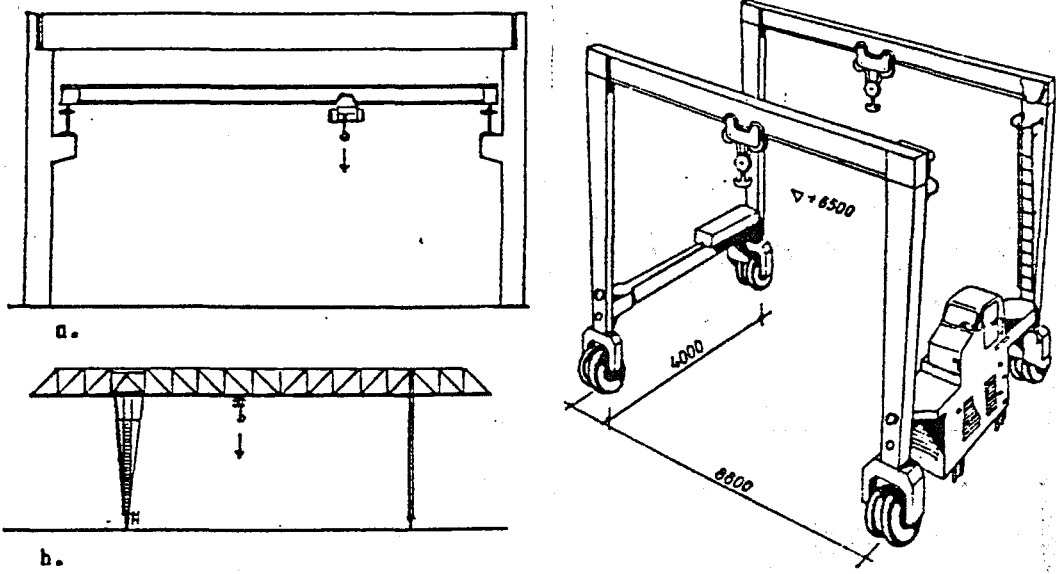


. Kısa ve orta mesafeler için kullanılan ileticiler ; bu kısma vinçler, iletim helezonları , titreşimli iletim olukları, beton arabaları, elevatörler, sabit bantlı ileticiler, portatif bantlı ileticiler dahildir. Betonun taşınmasında kullanılan oluklar, metal veya metal kaplamalı olarak yapılmalıdır [25]. Eğimleri $1/2 - 1/3$ arasında olmalı, ucunda betonu en az 60 cm . lik düşey bir boruya yöneltecek çarpma levhası bulunmalıdır. Uzun olukların, betonun kuruması, kıvam kaybı gibi hava şartlarına bağlı istenmeyen durumlara yol açmaması için üstünün kapalı olması zorunludur.



Şekil 4- 14. Beton İletiminde Kullanılan Konsol Kollu Bir Beton Arabası.

1. döndürme düzeneği, 2. motor, 3. küçük silo, 4. yükseklik ayarı,
5. beton oluğun taşıyıcı alt konstrüksiyonu, 6. beton dökme oluğu .



Şekil 4- 15. Köprü Vinçler.

- a. kirişlere tesbit edilmiş raylar üzerinde hareket eden köprü vinç
- b. ayaklı köprü vinç (zemin üzerindeki raylar üzerinde hareket eden)
- c. Çekoslovakya 'da geliştirilen, lastik tekerlekli köprü vinç.

. Uzak mesafeler için kullanılan ileticiler ; ray üstünde yürüyen çeşitli iletim araçlarıdır. Dekoviller, zincirle çekilen dekoviller, hava hatları ve eğik düzlem tesisleri bu tip ileticilerdendir.

4.3.b. İşlem Merkezi 2 ; DONATI HAZIRLAMA ATELYESİ .

4.3.b.1. Hasır Çeliğin Hazırlanması .

Donatı ve hasır çeliğin hazırlanması işlemi, mümkün olduğunca rasyonelleştirilmeye çalışılmalıdır. Çoğu kez kaynaklı ızgara veya hasır donatı kullanılır, işçiliği azaltmak için , hasırlar bükülerek de kullanılabilir [6].

Panellerde donatı olarak kullanılan hasır çelikler hazır olarak alınabileceği gibi fabrikada da üretilirler.

Hasır çeliğin hazır olarak alınması halinde ; donatı hazırlama atelyesinde, hasır çelikler eldeki statik ve mimari projeye göre ölçülür ve kesilirler.

Hasır elikler fabrikada hazırlanacaksa ; üretim safhasında donatıyı oluşturacak olan elik çubuklar doğrultulur, kesilir ve bükme işlemeleri yapılır. Donatının kaynaklanması ve bükülmesi gibi işlemler mekanik araçlarla yapıldığından, işçilikten tasarruf edilmiş olup , işlemler hız kazanabilir [6].

Eşit çaplı elik çubuklardan, statik projede belirtilen aralıklarla birbirine paralel olarak düzenlenmiş bir tabaka hazırlanır. Sonra bu tabakaya dik doğrultuda bir ikinci tabaka daha hazırlanır ve bu iki tabakanın düğüm noktaları birbirlerine nokta kaynağı veya özel kelepçelerle kayma olmayacak şekilde bağlanır.

Düğüm noktalarının kaynakla bağlanması durumunda, hasır donatı elik çubukları düz yüzeyli veya nervürlü olabilir.

Düğüm noktalarının özel kelepçelerle bağlanması durumunda ise, nervürlü çubukların kullanılması donatının güvenilir bir şekilde birbirine bağlanabilmesi için gereklidir [45].

4.3.b.2. Donatının Temizlenmesi .

Betonarme elemanların donatı demirleri bağlanıp kalıplara konmadan önce, demir yüzeylerinde olabilecek yağ, pas, vs. pislikler temizlenmelidir.

Donatıların paslanması önemli bir yapım sorunu oluşturabilir. Kızıl bir görünüme sahip olan pas (pasın başlangıç safhası) beton ve demirin birbirini sıkıca tutmasını sağladığı yani aderansı artırdığı için faydalıdır. Fakat ilerlemiş bir paslanma, kabuklanma başladığında, betonla çeliğin bağını keseceği için aderansın da yok olmasına neden olacaktır. Bu durumda paslı donatıların tel fırça ile fırçalanarak temizlenmesi veya elik çubukların silis kumunda çekilerek pasın giderilmesine çalışılmalıdır [43].

Aynı şekilde, çamurlu, topraklı veya yağlanmış çubukların da aderansı hemen hemen hiç olamayacağı için bu durumdaki donatıların da iyice temizlenmesi gereklidir.

4.3.b.3. Pas Paylarının Yerleştirilmesi .

Prefabrik panellerde donatı yerleştirilirken, donatının kalıba değmesini engellemek amacıyla, donatı beton takozlar üzerine oturtulup bağlanır. Bunda amaç, pas payı

bırakılmadığında donatının kalıp yüzeyinde kalıp, kalıp açıldıktan sonra donatının gözükmemesine ve dolayısıyla açıkta kalan donatının paslanmasına engel olmaktadır.

Panel sistemlerde (cephe paneli üretiminde), cephe panosu donatısı arasına yer yer bağlanan (yalıtım tabakasının bağlantısını ve koruyucu iç kabuğun donatı demirlerini bağlamak amacıyla) firkete demirleri de pano iç kısım donatısına otomatikman pas payı sağlamış olur.

4.3.b.4. Donatının Kalıba İletilmesi .

Statik projelerine göre bütünüyle veya kısım kısım hazırlanmış olan donatı elle veya ağırlığın fazla olması durumlarında kaldırma araçları (gezer köprülü kreyn, forklift vb.) yardımıyla kalıba yerleştirilir [6].

4.3.c. İşlem Merkezi 3 ; ÜRETİM HOLÜ .

Panel sistemi prefabrike elemanların üretiminde aşağıdaki işlemler gerçekleştirilmektedir :

- . Kalıpların hazırlanması
- . Yüzey kaplama malzemesinin yerleştirilmesi
- . Donatının yerleştirilmesi
- . Aksesuarların yerleştirilmesi
- . Kalıp elemanlarının birleştirilmesi
- . Beton dökümü
- . Betonun yerine yerleştirme ve yerine yerleştirme şekilleri (vibrasyon yöntemleri)
- . Beton yüzeylerinin düzgünleştirilmesi
- . Kurlama (ısıtma işlemi)
- . Yüzey bitirme işlemleri
- . Prefabrike elemanların kalıptan çıkarılması
- . Prefabrike elemanlarda, kalıptan çıkarıldıktan sonra yüzey oluşturma işlemleri
- . Hasarlı elemanların tamir işlemleri.

4.3.c.1. Kalıpların Hazırlanması .

Prefabrik panel üretiminde kalıpların hazırlanması aşamasında, aşağıdaki işlemler gerçekleştirilir ;

- . Kalıpların temizlenmesi
- . Ayarlanması
- . Yağlanması
- . Kalıbın beton dökülecek konuma getirilmesi .

. **Kalıpların Temizlenmesi** : Bitmiş bir prefabrik elemanın kalıptan çıkarılmasıyla boşalan kalıpların iç yüzeylerinde kalan beton artık ve parçacıklarının bir sonraki döküm kalitesini bozmaması ve dökümü yapılan elemanların kalıptan rahatlıkla ayrılabilmesi için (kalıp yüzeyinin düzgün ve pürüzsüz olması zorunluluğu) özenli bir şekilde kalıp temizliğinin yapılması gereklidir [6].

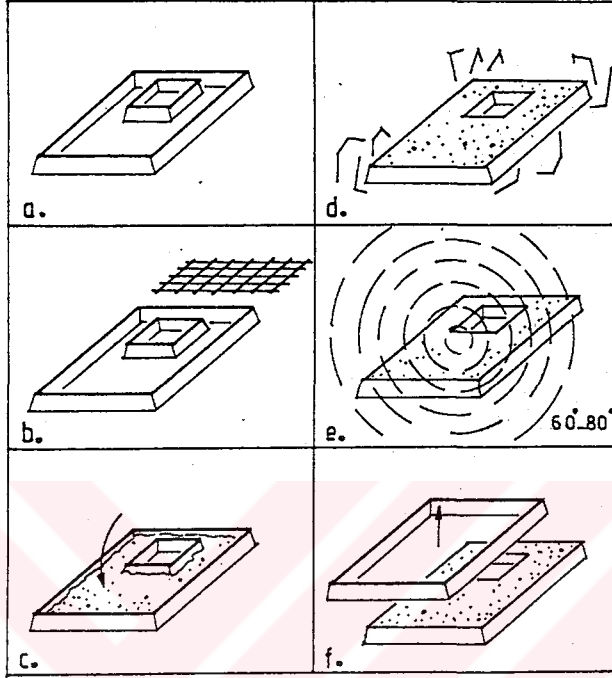
Temizleme işlemi, basınçlı su püskürtme, çekiç ve sert kıllı fırçalar yardımıyla gerçekleştirilir.

. **Kalıpların Ayarlanması** : Kalıplar belirli bir kullanımdan sonra hassasiyetlerini kaybederler ve üretilen elemanların boyutlarında birtakım sapmalara neden olurlar. Bu yüzden belirli aralıklarla kalıp ölçülerinin kontrol edilmesi ve gerektiğinde kalıpların tekrar ayarlanması ve ölçülendirilmesi gereklidir. Bu olay sağlıklı bir üretim, üretim sonrası montaj aşamasında ortaya çıkabilecek aksaklıkların önüne geçebilmek ve montaj maliyetinin yükselmesine engel olmak açısından zorunludur.

Aynı boyutlara sahip elemanların yer aldığı bir üretim serisinin sonunda, yeni bir üretim serisine başlamadan önce kalıp ölçülerinin yeni üretim serisindeki elemanların boyutlarına göre düzeltilmesi ve ayarlanması gerekmektedir.

Yatay kalıplarda, kalıp yan yüzleri bir veya iki yönde hareket ettirilerek, kalıp ölçüleri üretilen elemanın boyutlarına getirilir. Sonra kalıp yan kenarları eldeki mimari projeye göre iş masalarında birleştirilip, bulon, kama veya pimler yoluyla sabitlenip, sıkıştırılırlar.

Bateri kalıplarda ise, kalıp elemanları arasındaki uzaklık üretilcek olan elemanda istenen kalınlık ölçüsü kadar ayarlanır ve kalıp yanları stopper adı verilen, betonun dışarıya akmasını engelleyen kalıp yan elemanlarıyla, dikine duran kalıp elemanlarına monte edilir (kalıpların yağlanmasından sonra).



Şekil 4-16. Normal Donatılı Hazır Elemanların Üretim Evreleri.

- a. kalıbın temizlenip hazırlanması
- b. donatı ve çelik aksamın yerleştirilmesi
- c. betonun kalıba dökülmesi
- d. betonun vibrasyonla sıkıştırılması
- e. ısıtma yolu ile, sertleşmenin hızlandırılması
- f. kalıp yanlarının alınması ve elemanın kalıptan çıkarılması.

Bu tip işlemlerin büyük bir kısmı mekanize olamadığından , işçilik ve denetim üretimin kalitesi yönünden büyük bir önem taşır . Kalıp ölçülerinin çok sık değiştirilmemesine (üretilcek olan eleman serisinin küçüklüğü nedeniyle) dikkat gösterilmesiyle de kalıp ve işçilik maliyetlerinin yükselmesinin önüne geçilmiş olunacaktır .

Kalıpların Yağlanması : Kalıpların yağlanmasındaki amaç, betonun kalıba yapışmasını engellemek yani betonun kalıba olan aderansını zayıflatmaktır. Bu işlemle beton dökümü sonrasında kalıp temizliği de daha kolaylaşacaktır.

Yağlama işlemi, fırça ile veya birtakım pompalı püskürtme araçlarıyla gerçekleştirilir. Yağlama işleminde özel kalıp yağları kullanılabileceği gibi bazı firmalar

ekonomik olması nedeniyle kendi hazırladıkları birtakım özel karışımları (yanmış makina yağı , fuel-oil / gaz karışımı) tercih etmektedir. Kullanılacak olan kalıp yağının içeriğinde su ve betona zarar verebilecek herhangi bir maddenin olmamasına dikkat edilmelidir.

. **Kalıpların Beton Dökülecek Konuma Getirilmesi :** Yatay kalıplarda üretimi tamamlanan prefabrik eleman kalıptan alındıktan sonra bir diğer elemanın üretimi için kalıplar son aldıkları düşey veya düşeye yakın konumdan tekrar yatay duruma getirilir (şekil 3-9, şekil 3-10).

Bu işlemin yapılmasında kalıba bağlı olan mekanik ve hidrolik sistemlerden yararlanılır.

4.3.c.2. Yüzey Kaplama Malzemesinin Yerleştirilmesi .

Üretim sırasında bir yüzey kaplaması kullanılmak isteniyorsa, beton dökümünden önce, kalıplar hazırlandıktan sonra kullanılması düşünülen yüzey kaplama malzemesi kalıp içine yerleştirilir.

Malzeme seçiminde esas, yüzeyde olması istenen dokunun hangi malzemeye, ne kadar ekonomik ve sorunsuz olarak kullanılabileceğidir. Kalıp içerisinde kauçuk, ahşap veya metal elemanlar kullanılarak çok değişik doku ve röliefler elde edilebilir [6].

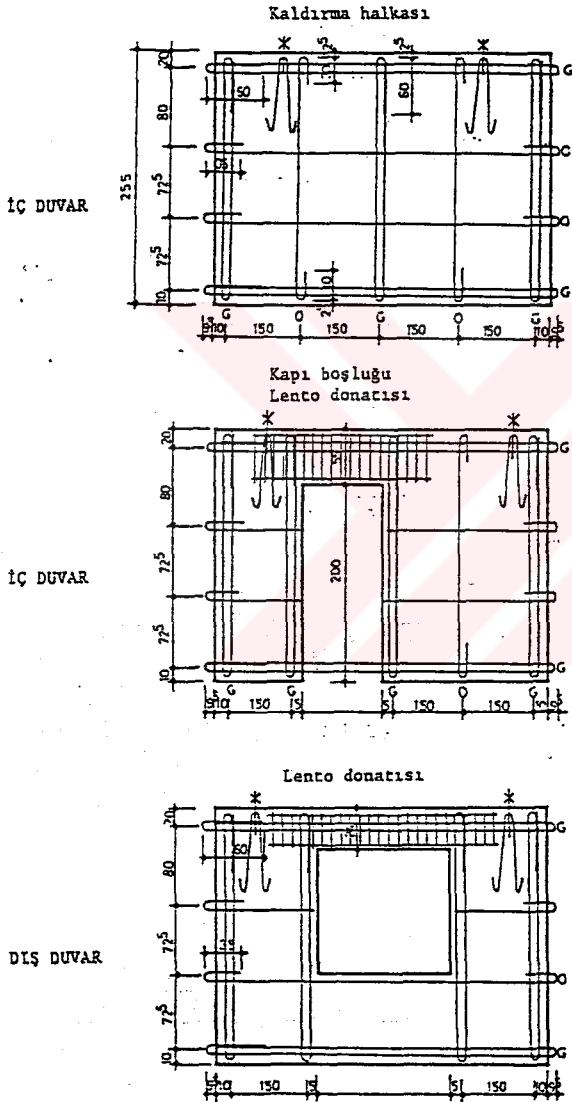
Üretim sırasında kaplanacak yüzey altta kalıyorsa, kalıp zemininde mozaik, seramik, agrega gibi küçük boyutlu malzemeler kullanılabilir. Bu malzemeler beton dökümü sırasında özel önlemler almadan , rahatça betona yapışır.

Kaplanacak yüzey üretim sırasında üstte kalıyorsa, çakıl, mermer parçaları gibi malzemeler, yaş betona batınlarak yüzey kaplama işlemi gerçekleştirilir. Cephe elemanlarında genellikle dış yüzey altta kalacak şekilde beton dökümü yapılmaktadır.

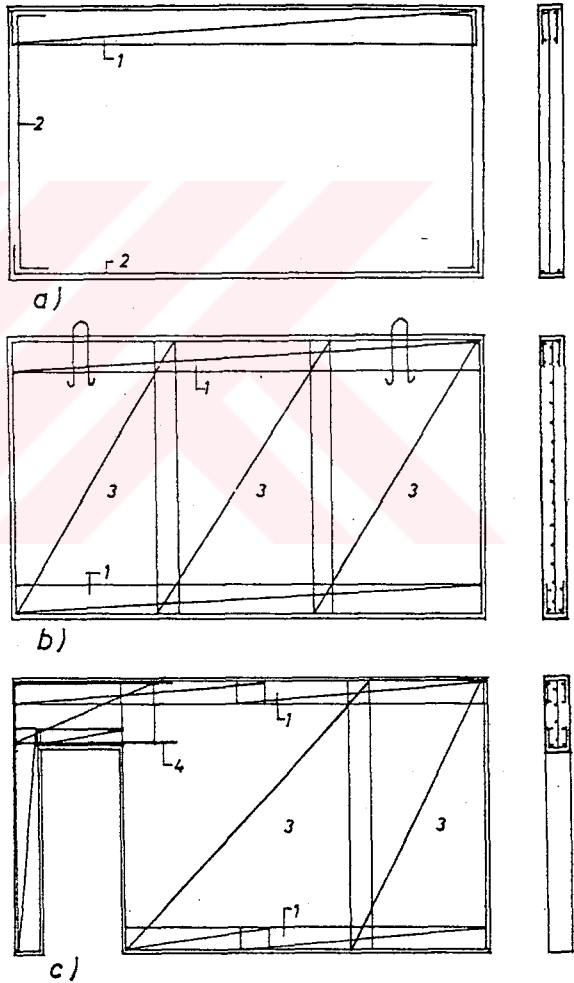
Farklı yüzey dokuları elde edebilmek için kalıp içine konabilecek biçim verici yüzey kaplama malzemeleri ; ahşap, lastik, plastik, reçine, poliüretan köpük vb.

4.3.c.3. Donatıların Yerleştirilmesi .

Donatı hazırlama atelyesinde hazırlanan donatılar, elle veya ağırsa vinç, forklift gibi araçlar yardımıyla yerleştirilecek olan kalıba getirilir ve pas payı için kullanılan malzeme (beton takozcuklar, galvanizli madeni elemanlar, plastik parçalar) üzerine bırakılır. Bazı firmalar ise, donatıyı bir pas payı malzemesi üstüne sabitlemektense birtakım özel metal parçalarla donatıyı geçici bir süre (beton prizini alıncaya kadar) sabitleyip daha sonra bu geçici montaj parçalarını almayı daha uygun görmektedir.



Şekil 4-17. Mischek Sisteminde İç Duvar ve Cephe panellerine Konan Donatı.



Şekil 4-18. Taşıyıcı İç Duvar Panellerinde Uygulanabilen Çeşitli Demir Donatı Örnekleri.
a.sadece kenarda yapılan donatı,
b. ve c. hasır donatılı çözümler,
1. bükme hasır donatı, 2. çubuk donatı, 3. düz hasır donatı, 4. ilave lento donatısı.

4.3.c.4. Aksesuarların Yerleştirilmesi .

Beton esalı prefabrike panel sistemlerin üretiminde, aksesuarların yerleştirilme işlemleri konstrüksiyon kapsamındadır. Yani bu işlemler, üretim sırasında kalıplara beton dökülmeden önce yapılmalıdır [14]. Panel sistemlerde kullanılan aksesuarlar içinde ;

- . Kapı ve pencere aksesuarları
- . Döşeme kaplama veya örtü aksesuarları
- . Tesisat aksesuarları
- . Montaj aksesuarları
- . Prefabrik elemanların kaldırılmasında ve taşınmasında kullanılan aksesuarlar

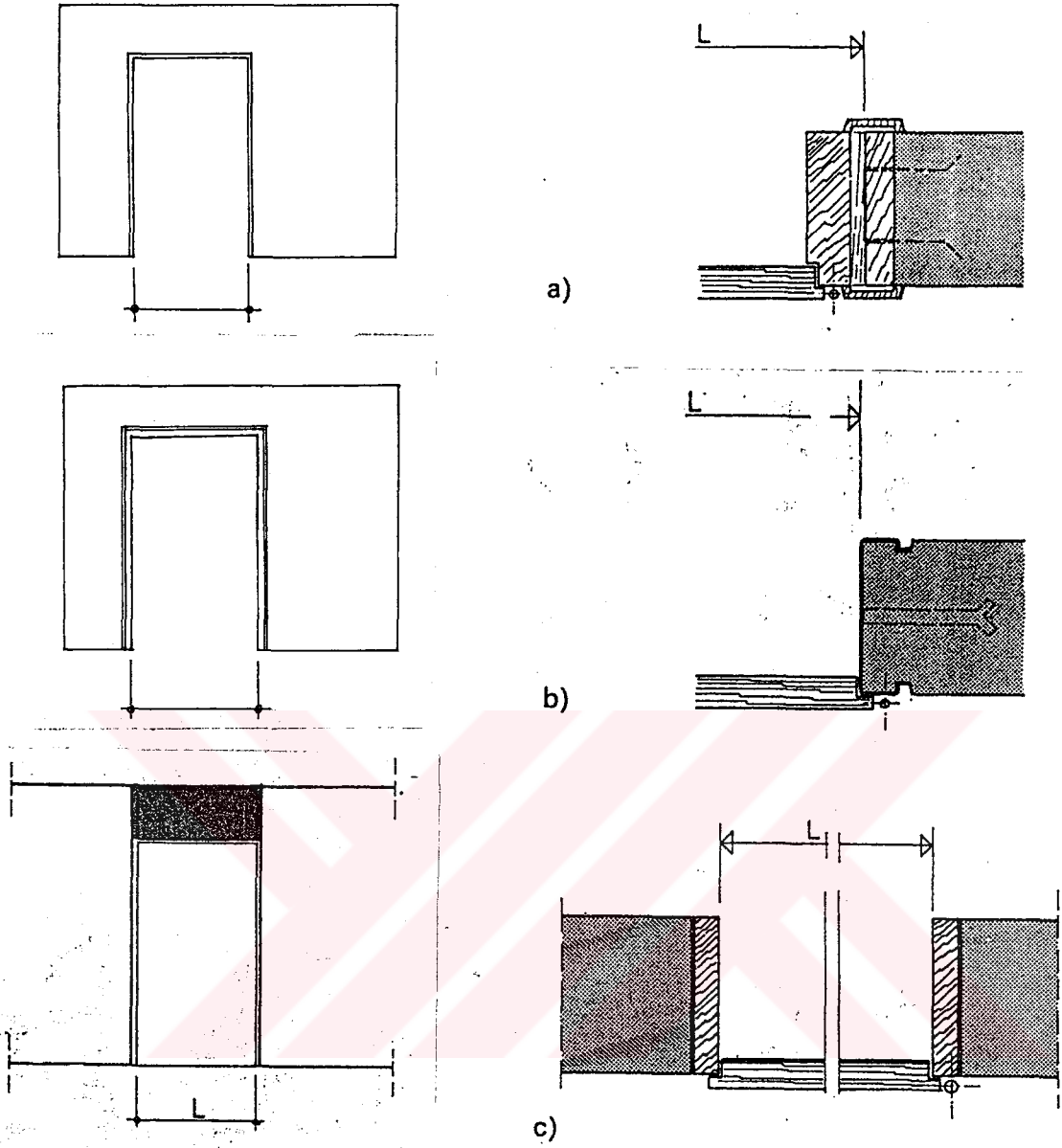
sayılabilir.

. Kapı ve pencere aksesuarları :

Üretilecek elemanda kapı, pencere gibi boşluklar varsa kalıp içerisinde bu boşlukları oluşturmada kullanılan ve birtakım özel kenar profillerine de sahip olabilen elemanlar kullanılır. Pencere ve kapı kasaları fabrikadaki dış etkenlere daha dayanıklı oluşları (çarpma, vurma, vb.) nedeniyle genelde metalden yapılmaktadırlar. Kapı ve kasa aksesuarları iki şekilde elemanlara takılır ;

- . Üretim sırasında veya
- . Üretimden sonra.

Beton iç duvarlarda ahşap veya çelik kapı kasaları düşey kalıba yerleştirilip betona ankre edilir, kapı kanadı şantiyede (yapıda) takılır [14]. Kasaların, duvar kesitini aşmamasına dikkat edilmesiyle montaj biraz daha kolaylaştırılabilir. Asıl kapı kasalarını tutturmak üzere betona çelik kasalar yerine ahşap çerçeveler (kör kasa) de ankre edilebilir (üretimden sonra). Bu durumda kasa ve kapı kanatları yapıda monte edilir. Genelde kasaların betona tutturulmasında ahşap takozlar kullanılır. Bunlardan başka bir diğer çözüm ise, hazır kapıyı lentosuyla birlikte duvarların arasına yerleştirmektir. Bu çözüm tüm konstrüksiyonu kapsadığı ve dolayısıyla birbirine alıştınlan eleman sayısını azalttığı için daha uygundur. Tüm kanatlar ise özellikle kapı kanatları, büyük yüzey oluşturdıkları ve zedelenme olasılıkları daha fazla olduğu için üretimden sonra takılmalıdır.

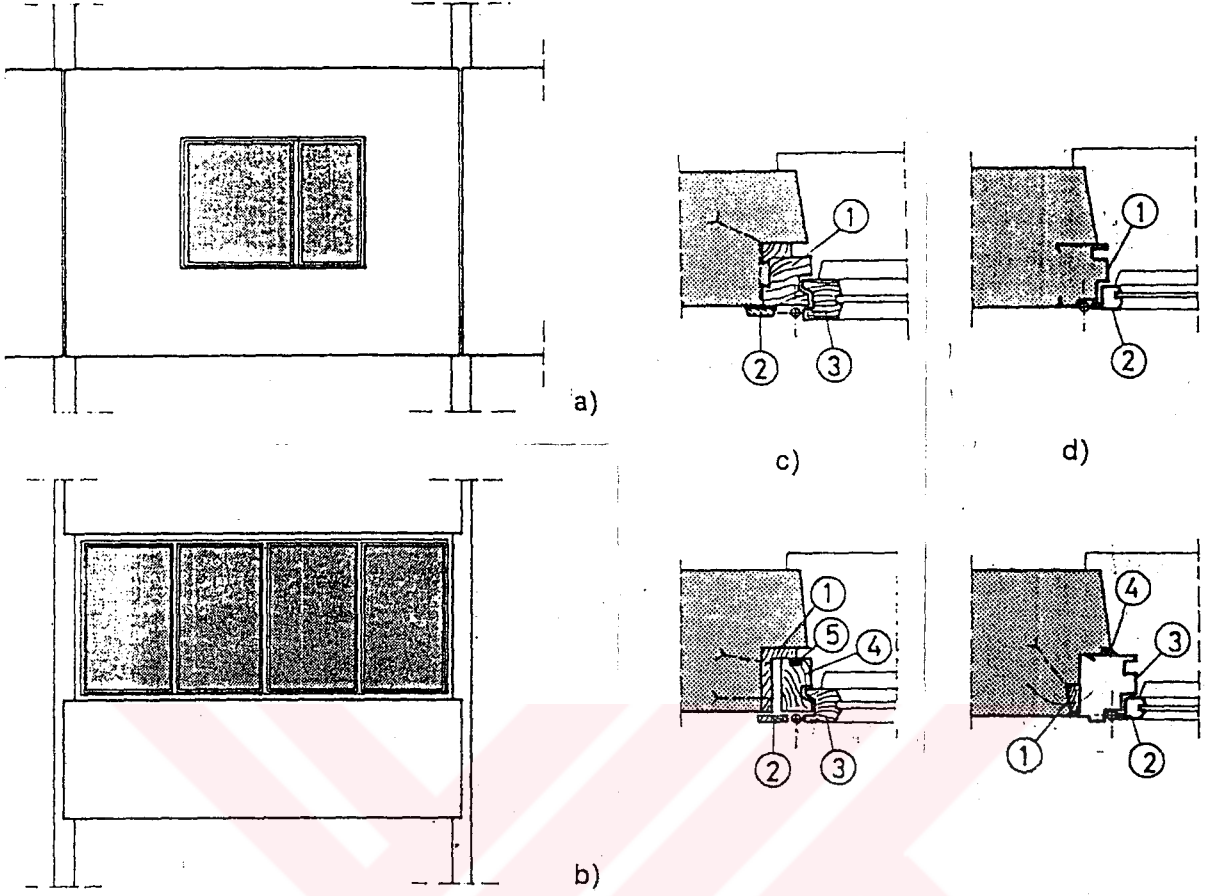


Şekil 4-19. Beton İç Panellere Kapı Yerleştirilmesi.

- a. ahşap kasa, beton dökümünde yerleştirilir, kanat sonradan takılır.
- b. beton dökümünde yerleştirilen çelik kasa, beton yüzeyinin dışına çıkmamalıdır.
- c. duvar elemanları ayrı, kapı yüksekliği tavana kadar.

Pencerelerde de yine benzer yöntemler uygulanabilir. Fakat pencerelerdeki güneşlik kutusu, güneşlik (stor) ve iç denizlik gibi kısımlar nedeniyle iş biraz daha zordur. Duvar konstrüksiyonunun pencereyi çepeçevre sarması halinde, pencere üretim sırasında elemana yerleştirilebilir.

Yapıda duvarın yalnız parapet görevinde olduğu durumlardaysa, pencereler sonradan (şantiyede) parapetler arasına monte edilir.



Şekil 4-20. Dış Cephe Panellerine Pencere Yerleştirilmesi.

a. beton eleman pencereyi çepeçevre sarar.

b. beton eleman yalnız parapettir.

c. ahşap çerçeve (1) beton dökümünde yerleştirilir, ön kaplama (2) ve pencere kasaları (3) ve (4) ile dolgu sonradan takılır.

.. Döşeme Kaplama veya Örtü Aksesuarları :

Prefabrik panellerde döşeme kaplama veya örtülerinin uygulanması yapı süresini olumlu veya olumsuz etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Yüzen şaplar endüstrileşmiş yapım sistemleri için uygun olmayan bir kaplama türüdür. Onun yerine döşeme kaplaması olarak darbeye karşı ses yalıtımını aynı derecede sağlayabilen, doğrudan döşeme plakları üstüne serilen, halı, muşamba ve benzer diğer yumuşak örtüler kullanılabilir.

Eğer mekan döşemesini tek bir eleman oluşturuyorsa, bu çeşit bir kaplama fabrikada yapılabilir. Durum bu şekilde değilse, büyük hareketler yapabilecek elemanlarla, küçük deformasyonlar yapabilecek elemanlar arasında uyumlu bir çalışma olamaz [14].

Aynı şekilde öngerilmeli döşeme plaklarının kullanıldığı prefabrik bir yapı döşemesinde de ters sehim dolayısıyla bu tip bir döşeme kaplamasının doğrudan kullanılması imkansızdır. Bu durumu düzeltebilmek için, öngerilmeli döşeme elemanları üzerine donatılı bir tesviye şapı yapılır.

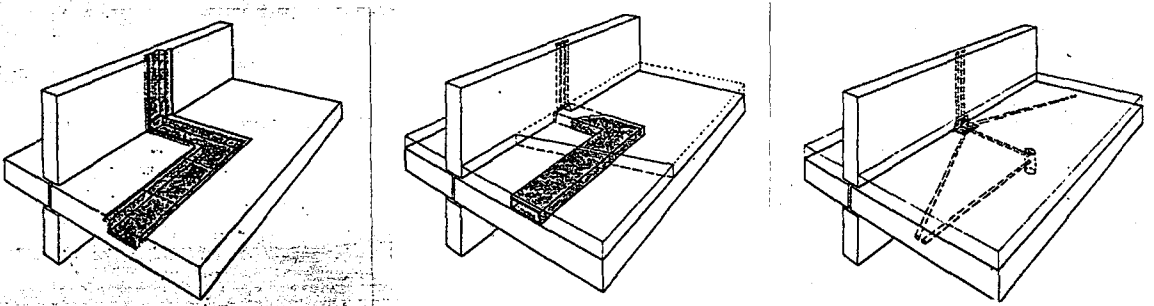
. Tesisat Aksesuarları :

Prefabrike panel sistem üretiminde yer alan tesisatlar, diğer yapılardaki gibi ; elektrik, ısıtma, pis su, temiz su, sıcak ve soğuk hava tesisat ve kanallardır.

Kaba yapı üretiminde, tüm bu tesisat aksesuarları üç şekilde yerleştirilebilir ;

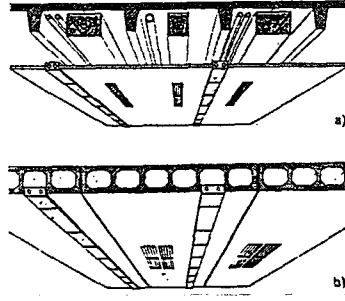
- Tesisatlar kaba konstrüksiyondan tümüyle ayrılır
- Kirişler ve döşeme elemanlarında delikler açılarak, konstrüksiyonda, tesisatlara da yer verilir
- Özel kalıplarla, tesisatlar da kaba konstrüksiyon kapsamına alınır.

Elektrik Tesisatı : Genellikle tesisat işlemlerinin en basit kısmıdır. Kaplamalar sonradan yerleştirilecekse konstrüksiyon dışında bırakılabilir. Bu düzen şantiyedeki işçiliği artırır, fakat fabrikadaki işçiliği de azaltır.



Şekil 4- 21. Elektrik Tesisatının Döşenmesi.

- elemanlarda kanallar bırakılır.
- tesisat, döşeme kaplamasında bırakılan kanallara yerleştirilir.
- tesisat, fabrikada üretim sırasında betona gömülür ve belirli noktalarda toplanır.

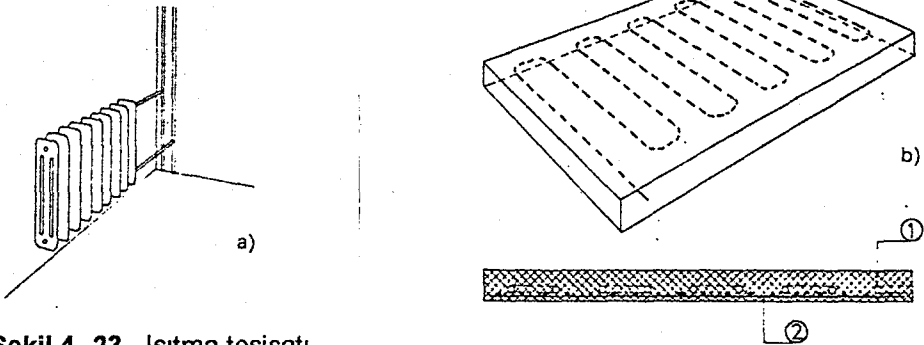


Şekil 4- 22. Aydınlatma Gereçlerinin Elemanlara Yerleştirilmesi İçin Olanaklar.
a. aydınlatma gereçleri asma tavana yerleştirilir.
b. aydınlatma gereçleri döşeme elemanına yerleştirilir.

Elektrik tesisatının döşeme ve duvarlara gömülmesi işçiliğin en önemli ve büyük kısmıdır. Tesisatların üretimde elemanlara yerleştirilmemesiyle elde edilen zaman tasarrufuyla, üretim büyük ölçüde artırılabilir.

Genelde prefabrik panel üretiminde uygulanan, üretim sırasında boruların betona gömülmesi ve üretimden sonra yapıda elektrik kablolarının bu boruların içerisinden geçirilmesidir. Son zamanlarda yapılan üretimlerde, üretim sırasında kablolar da borulardan geçirilmekte yapıya ise sadece bağlantı işleri bırakılmaktadır. Mekan boyutlu döşeme elemanlarının kullanıldığı yapılarda, elektrik tesisatı sorun olmamakta fakat, küçük boyutlu döşeme elemanlarıyla örtülen bir mekanda sorun yaratmaktadır. Böyle durumlarda ise, ya tesisat eleman dışında tutulmalı ya da daha çok bağlantı noktası bırakılmasına dikkat edilmelidir.

Isıtma : Isıtma tesisatı ender olarak ve özel durumlarda üretim sırasında yerleştirilir. Bu gibi durumlarda borular üretim sırasında döşeme elemanları içerisine (döşeme ısıtması) gömülür.

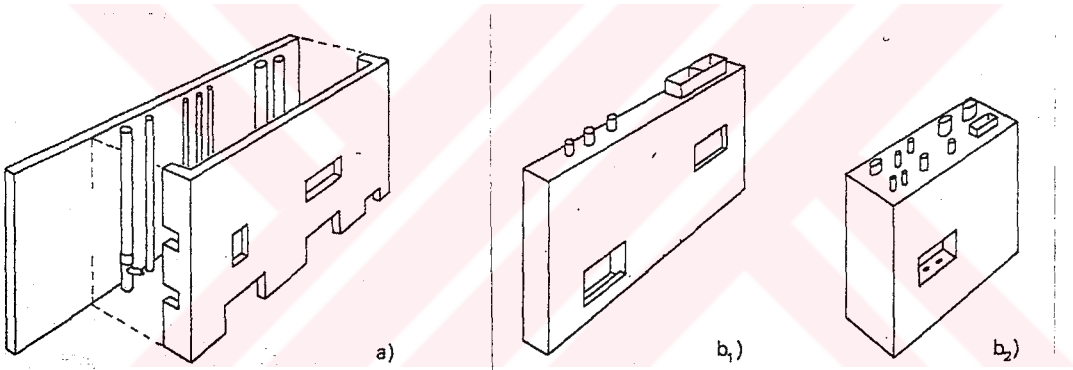


Şekil 4- 23. Isıtma tesisatı,
a. geleneksel biçimde radyatörlerle
b. döşemeye yerleştirilen borularla çözülebilir.

Isıtma tesisatı, elektrikle ısıtma olan yapılarda, tesisatın döşemeye yerleştirilmesi şeklinde daha ekonomik olabilmektedir. Bunların dışında kalorifer boruları ve radyatörler yapıya sonradan monte edilirler. Kalorifer borularının duvar içlerine gömülmesi düşünülürse, duvarlarda boruların geçmesine uygun yuvalar bırakılmalıdır. Borular kaplamaların içerisine yerleştirilerek, ısıtma tesisatı tümüyle konstrüksiyondan ayrı da tutulabilir [14].

Pis ve Temiz Su Tesisatları : Daha çok konut yapılarında önem kazanmaktadır. Pis ve temiz su tesisatları yapıda ;

1. Tesisat duvarı
2. Tesisat bloğu veya
3. Uzak hücre olarak düzenlenebilir.



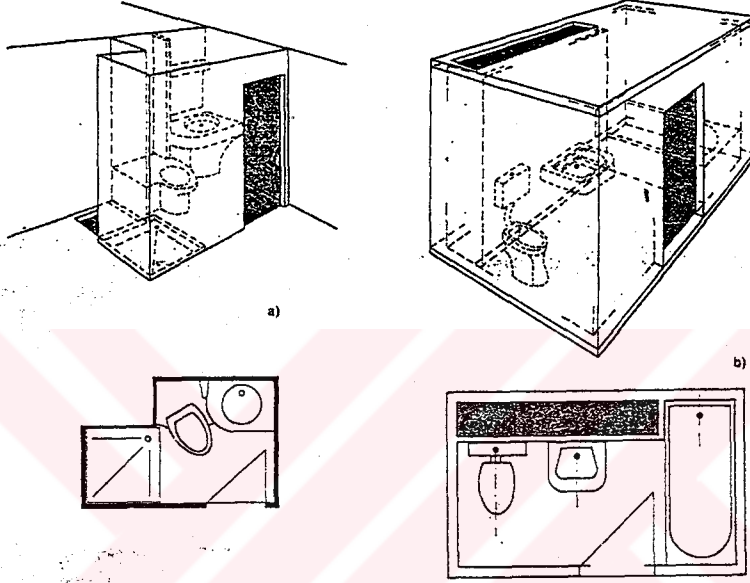
Şekil 4- 24. a. İki parçalı tesisat duvarı ile,
b. Havalandırmalı veya havalandırmasız tesisat bloğu ile,
c. Uzak hücre ile tesisat çözümleri.

1. Tesisat duvarı ; endüstriyel bir çözümdür. Elemanlarda yuvalar bırakılarak, boruların sonradan geleneksel biçimde bu yuvalardan geçirilmesi şeklinde uygulanır. Tesisat duvarının ön koşulu, ıslak hacimlerin yanyana getirilmesidir (şekil 4-24).

2. Tesisat bloğu ; boru hatları olabildiğince en küçük bölümde toplanır. Bu şekilde tüm tesisat plastik veya beton gibi uygun bir malzemeden hazırlanan blok içine

yerleştirilir. Tesisat blokları konstrüksiyon sistemine bağlı değildir, bu yüzden ayrı fabrikalarda da üretilebilirler.

3. Uzay hücre ; tüm boru hatlarını ve tesisatla ilgili tüm gereçleri kapsar. Taşıyıcı uzay hücreler betondan yapılır. Fabrikalarda, kaplama malzemeleriyle de kaplanmış olarak kullanılmaya hazır olarak üretilirler.



Şekil 4- 25. Uzay Hücreler.

- a. plastikten dökme ufak uzay hücre
- b. betondan, taşıyıcı uzay hücre.

Sıcak ve Soğuk Hava Tesisat ve Kanalları : Konuttan daha çok, gelişmiş, komplike yapılarda (büyük yönetim yapıları, büro binaları, mağazalar, üniversite yapıları, endüstri yapıları vb.) kullanılırlar ve tesisatın en önemli bölümünü oluştururlar [14]. Uygulama yöntemleri üç grupta toplanabilir ;

1. En basit yol klima tesisatının tümüyle konstrüksiyon dışında tutulmasıdır. Bu durumda döşeme ile asma tavan arasında kanalların geçebileceği bir boşluğa yer verilmelidir. Faydası, kanalların konstrüksiyon gözetilmeden kaba yapıdan bağımsız yerleştirilebilmesidir.

2. Tesisatların kaba yapı içinden geçirileceği durumlarda, elemanlarda her iki yönde de gerekli olan yuva ve delikler açılmalıdır. Boşluklu döşemelerde tesisat hatları, bir

yönde elemanların altından, diğer yönde ise, yuva ve delikler açılarak (yönlendirilmiş konstrüksiyonlar) yerleştirilebilir.

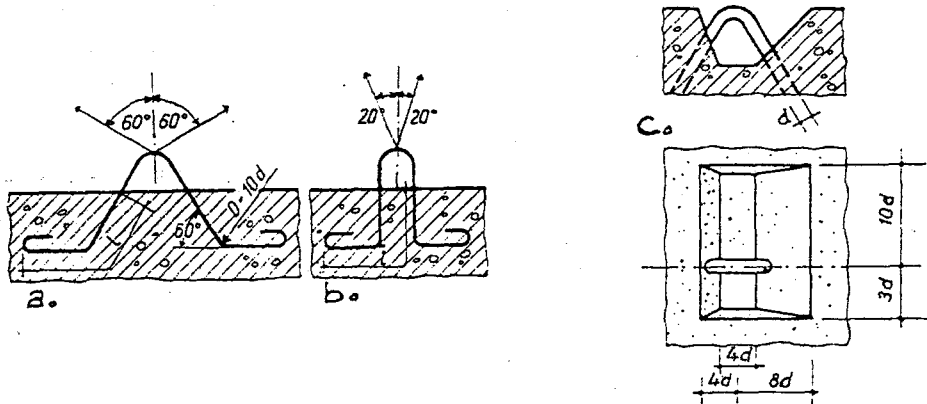
3. Elemanları klima kanallarını içine alabilecek şekilde biçimlendirip boyutlandırmak. Bu sistemlerde, döşeme elemanları, ana taşıyıcılar ve kolonlar, kanalları ve giriş çıkış deliklerini içeren kutu kesitlere sahiptir.

. Montaj Aksesuarları :

Montaj aşamasında gerekli olan aksam ve aksesuarlar beton dökümü öncesinde , kalıp içerisine yerleştirilirler. Bunlar ; kaynaklı birleşimler için metal plaka ve tablalar , bulonlu kuru birleşimler için bulonlar, bulon yatakları, farklı tip ve türlerde çeşitli ankraj lama ve elemanlarıdır. Metal montaj elemanları kalıp içine daha önceden konan donatılara kaynatılır.

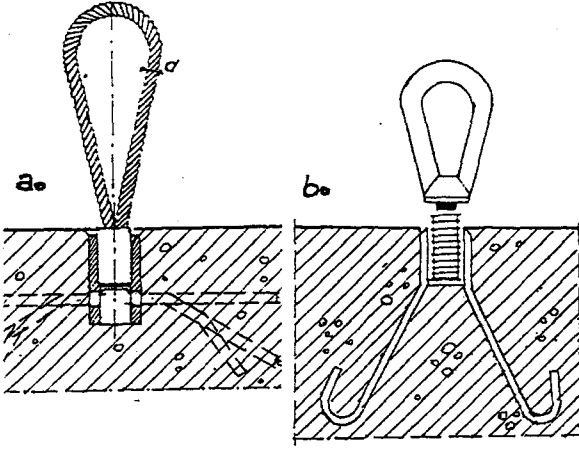
. Prefabrik Elemanların Kaldırılması ve Taşınmasında Kullanılan Aksesuarlar:

Elemanların kaldırılma ve taşınmasında en yaygın uygulama, elemanların üretim sırasında veya sonradan tesbit edilen halkalar aracılığıyla kalıptan çıkarılmasıdır (şekil 4-26) [6]. Bu işlemin gerçekleştirilmesinde kullanılan aksesuarlar (kaldırma, taşıma halkaları, içi dişli boru parçaları) üretim sırasında kalıp içine yerleştirilen donatılara kaynaklanır veya etrilyelerle bağlanır (şekil 4-27). Kaldırma halkaları iyi cins, kırılganlığı az olan, yumuşak çelikten yapılmalıdır.

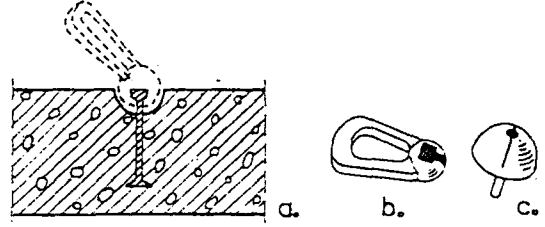


Şekil 4- 26. Üretim Sırasında Elemana Tesbit Edilen Kaldırma Halkaları.

- a. eğik kaldırmaya da olanak veren çıkıntılı halka
- b. eksenel kaldırma için çıkıntılı halka
- c. gömülü halka (kesit ve plan).



Şekil 4- 27. Eleman İçinde Üretim Sırasında Bırakılan Dişli Borucuklara Sonradan Vidalanabilen Halkalar.
a. çelik halat halka
b. sert çelik halka.



Şekil 4- 28. Sonradan takılabilen, özel patentli, küre başlı kaldırma halkası (Deha sistem-Alman). a. halkanın, elemana gömülü ankraj elemanına takılması
b. küre başlı halka, c. geçici olarak betonlama sırasında eleman içinde bırakılan küre biçiminde kauçuk parçalar.

Elemanlarda kaldırma halkası sayısı ; eleman boyut, büyüklük ve ağırlığına göre tesbit edilir. Bir elemanda 2, 4, hatta daha fazla sayıda olabilir.

Donatı hesabı ve kaldırma nokta yerlerinin saptanmasında, elemanın boyutları , ağırlığı, kalıptan çıkarma, kaldırma, indirme, nakliye ve montaj sırasında meydana gelebilecek ek gerilmeler dikkate alınmalıdır. Taşıma halkaları ;

1. Üretim sırasında elemana ankre edilip çıkıntılı olarak bırakılır. Sonradan çıkıntılı kısım kesilir veya kaynakla yakılarak düzeltilir (şekil 4-26.a-b).

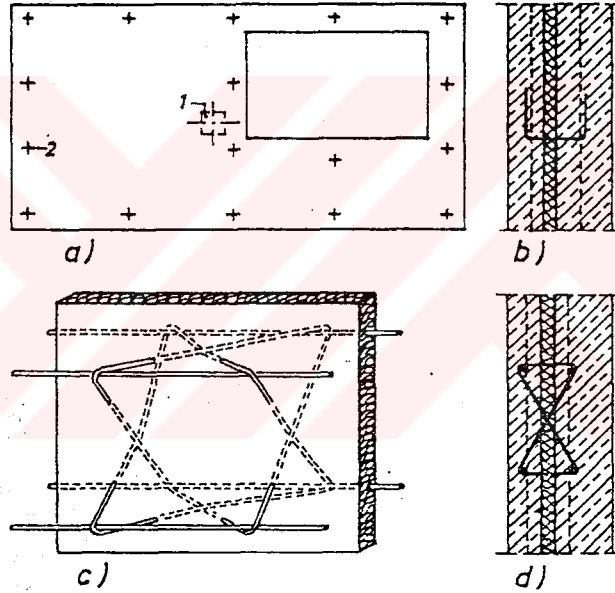
2. Sonradan üzeri betonlanmak üzere girinti içinde, gömük bırakılır (şekil 4-26.c).

3. Üretim sırasında elemana gömük ve donatılara kaynaklı olarak içi dişli borucuklar bırakılır ve sonradan bunlara sert çelik veya çelik halat halkalar vidalanarak taşıma işlemi gerçekleştirilir (şekil 4-27). Üretim sırasında borucukların içi tıkanmaması için macunla , montajdan sonra ise betonla doldurulmak suretiyle kapatılır. Bu yöntem pahalı olmasına karşın montaj işçiliğini azalttığı içi tercih edilen bir yöntemdir.

Tüm bu yöntemlerin yanısıra, çeşitli patentlere göre yapılmış farklı (eğik kaldırmaya da imkan veren küre başlı halkalar vb.) özel halka türleri de vardır (şekil 4-28).

. Sandviç Panellerdeki Dış ve İç Kabuğun Birbirlerine Bağlantısını Sağlayan Aksesuarlar :

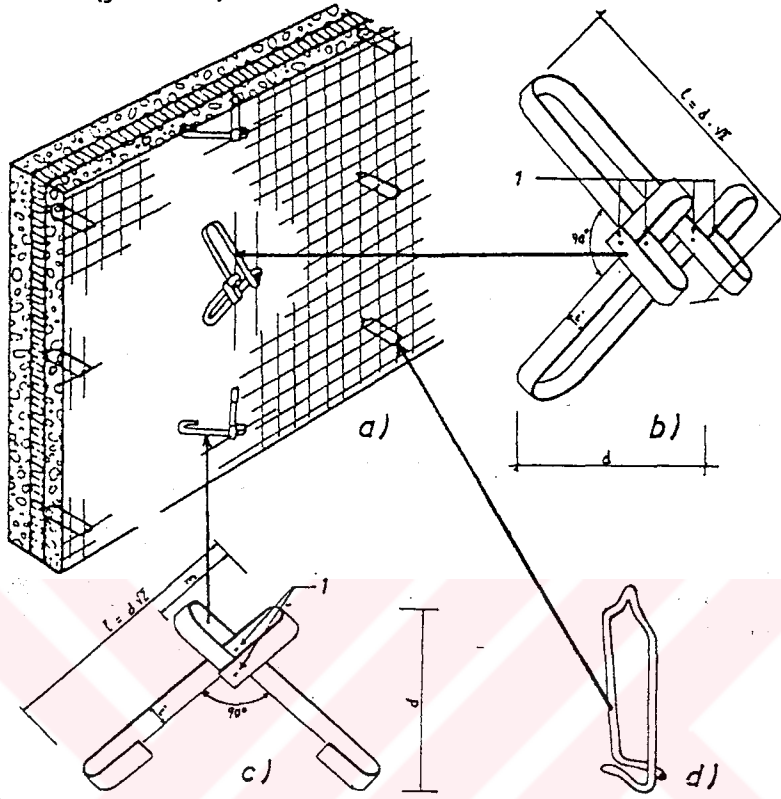
Cephe panellerindeki dış ve iç kabuğun birbirlerine, özel paslanmaz çelikten ankraj elemanları ile bağlanması ; kabukların serbestçe genişip daralma olanağına kavuşmasını sağladığından, ısı köprüsü ve rijit bağlantı oluşturmadiğından ve dolayısıyla çatlaklara neden olmadığı için, kabukların donatılı beton nervürlerle bağlanmasından daha iyi sonuç vermektedir [6].



Şekil 4- 29. Dış Kabuğu Serbestçe Hareket Edebilen Sandviç Cephe Panellerinde Dış Kabuğun İç Kabuğa Ana ve Tali Bağlantılarla Asılması. a. bağlantıların dağılımı, b. tali bağlantıdan kesit, c. ve d. ana bağlantıdan perspektif ve kesit. 1. ana bağlantı, 2. tali bağlantı.

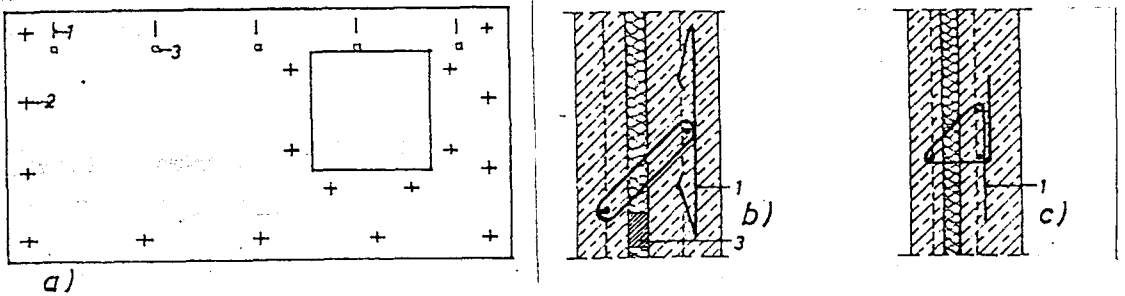
Bağlantı aksesuarlarıyla dış kabuğun asılması, iç kabuğa ek bir yük getirir. Bu nedenle bağlantı türleri, kesitleri ve yerleri iyi hesaplanıp belirlenmelidir. Bağlantı çözümlerinden bir tanesi, panelin ağırlık merkezine yakın olan bölgesine 1 veya 2 adet özel biçimli, üç boyutlu ana ankrajın yerleştirilmesiyle dış kabuğun ağırlığını iç kabuğa aktarmaktır. Ayrıca, eşit aralıklarla, m² de 2-4 tane olmak üzere, 3 mm. kalınlığındaki ince tel ankrajlar "mesafe tutucu" olarak düzenlenmektedir (şekil 4-29).

Bu çözüme yakın bir diğer çözüm, ağırlık merkezindeki ana ankrajların yanısıra, üst ve alt bölgelerde iki adet burulmayı önleyici bağlantıyı ve yer yer mesafe tutucu ince tel elemanları gerektirir (şekil 4-30).



Şekil 4- 30. Sandviç Cephe Panellerinde, İki Kabuk Arasında Yapılabilen "Frimeda" Tipi Bağlantı.

- a. bağlantı noktalarını gösteren perspektif
- b. ana bağlantı
- c. diğer bir bağlantı
- d. tali, mesafe tutucu bağlantı (1. donatıyla kaynaklama noktaları).



Şekil 4- 31. Dış Kabuğu Serbestçe Hareket Edebilen Sandviç Cephe Panellerinde, Dış Kabuğun İç Kabuğa, Eşit Dağıtılmış Ana ve Tali Bağlantı Elemanları ile Asılması.

- a. bağlantıların dağılımı
- b. ve c. iki farklı ana bağlantı türü
- 1. ana bağlantılar, 2. tali bağlantılar, 3. sert plastik takoz.

Üçüncü çözüm ise, ana bağlantıların belirli aralıklarla panelin üst kısmında yer almasını öngörür. Bu yöntemde her bir elemana gelen yüklerin azalması nedeniyle, daha basit ankrajlar uygulanabilmektedir. Asma kuvvetinin aktarılması sırasında oluşan yatay bileşen ya sert plastik takozlarla, ya da ankrajın özel biçimi ile karşılanmakta ve yine ayrıca, mesafe tutucu tali bağlantılar da kullanılmaktadır (şekil 4-31).

4.3.c.5. Kalıp Elemanlarının Birleştirilmesi .

Kalıpların kurulma ve sökülme işlemleri, üretim hızında çok büyük rol oynayan etkenlerden biridir. Amaç, kalıpların olabildiğince kısa bir süre içinde kurulup yani kapatılıp, yine kısa bir süre içinde sökülebilmesidir. Bu süre ne kadar asgariye indirilirse, kalıp set sayısı o kadar azaltılabilir ve dolayısıyla kalıpla ilgili ilk yatırım maliyetini azımsanmayacak bir derecede düşürür. Bu nedenle kalıp elemanlarının mümkün olduğunca büyük parçalardan oluşmasında fayda vardır [36].

Yatay kalıplar temizleme işleminin hemen ardından kapatılabilirler. Bateria kalıplar ise ancak donatı ve gerekli tüm aksesuarlar yerleştirildikten sonra kapatılabilirler.

Kalıpların kapatılma işleminde bulon ve pimlerden yararlanılır. Bu işlemde pimler, pratik oluşları ve kısa sürede kalıpların bağlantısına olanak verdikleri için daha çok tercih edilmektedir [18].

4.3.c.6. Beton Dökümü .

Betonun karıştırılmaya başlanması, dökülmesi ve sıkışmasının tamamlanması arasında geçen süre olabildiğince kısa olmalıdır. Karıştırıcıdan çıkan betonla kalıplara yerleştirilen beton arasında kıvam farkı olmamasına ve dolayısıyla bunu sağlamak için de kıvam homojenliğinin sürekli kontrol edilmesine dikkat edilmeli, ayrışma olmamasına çalışılmalıdır [25].

Beton santralinde yukarıdaki işlemler gözönüne alınarak hazırlanan beton, üretim holüne getirilerek kalıba döküm işlemi yapılabilir.

Sabit kalıplı üretimde, betonun karıştırıcıdan alınması ve kalıba dökülmesi işlemi ;

- . Köprü veya tek raylı asma vincin taşıdığı potalar
- . Raylı arabalar
- . Ulaşım bandları
- . Çok amaçlı üretim makinaları

aracılığıyla gerçekleştirilir [6].

Hareketli kalıpla üretimde ise, hazırlanan beton karışımı doğrudan karıştırıcıdan alınıp kalıba dökülebilir.

Yatay kalıplarda beton dökümü herhangi bir sorun yaratmamakla birlikte düşey kalıplarda durum aynı değildir. Bateria kalıplarda beton dökümü yüksekten yapıldığı için betondaki agreganın ayrışma sorunu vardır. Beton dökülürken, karışım kalıp yüzeylerine çarptırılmamalı, kalıbın orta kısmına boşaltılmalıdır.

Eğer bu duruma dikkat edilmezse, betondaki agregata ana kütleden ayrılarak dibe çökecek ve betonun kalite ve mukavemetinin düşmesine neden olacaktır. Bu gibi olumsuz durumların önüne geçebilmek için beton dökümünde, özel beton kovaları veya beton pompaları kullanılmalıdır.

4.3.c.7. Betonun Yerine Yerleştirme (Vibrasyon) Yöntemleri .

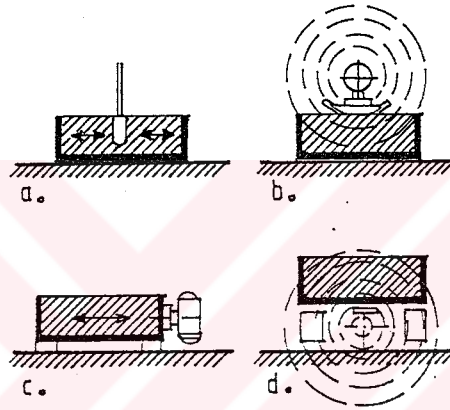
Betonun yerine yerleştirilmesi yani sıkıştırılması, betonun istenen mukavemeti kazanabilmesi dolayısıyla beton kalitesinin yükselmesi, donatının arada boşluk kalmayacak şekilde beton ile sarılıp, kaynaşabilmesini sağlayabilmek için gerekli bir işlemdir. Vibratörler, vibrasyon işleminin uygulanmasında, koyu kıvamlı betonu oluşturdıkları titreşimlerle akıcı duruma getirerek kalıbın boşluksuz doldurulmasında kullanılan araçlardır. Sıkıştırmanın faydalı olabilmesi için [25] ;

- . Beton bileşimi sıkıştırma yöntemine uygun hesaplanmış olmalı
- . Sıkıştırma işlemi dıştan içe doğru yapılmalı
- . Sıkıştırma işlemi, priz başlamadan bitirilmiş olmalıdır.

Vibrasyonun yararları ise şunlardır :

- . Betonun mukavemeti artar,
- . Beton ve donatının aderansı artar,
- . Priz süresi kısalır,
- . Su geçirimsizliği artar (gözeneksiz yüzey).

Betonun sıkıştırılma aşamasında, sıkıştırmanın homojen dağılmasına ve donatı ile kalıpların vibratörden etkilenecek bozulmamasına özen gösterilmelidir.



Şekil 4- 32. Betonun Sıkıştırılması (Vibrasyon Şekilleri).

Bu vibratörler ;

- Kalıp içinde (daldırma ile)
- Üretilcek elemanın üst yüzeyinde
- Kalıbın yanlarında veya
- Kalıp tabanının altında

düzenlenebilir.

. **Daldırma vibratörler** ; çok kontrollü bir sıkıştırma sağlayamadıklarından dolayı yardımcı vibratör olarak diğer vibratör türleriyle birlikte kullanılmasında yarar vardır[6].

Çapları 4-20 cm. arasında silindirik bir metal kap içinde bulunan bu vibratörler, doğrudan doğruya betonun içine sokularak titreştirilirler. Vibratör beton içinde 5-15 sn. süreyle tutulmalıdır. Burada vibratör beton içinde olduğundan, titreşim önemli bir kayba uğramadan betona iletilmektedir, bu bakımdan diğer vibratörlere göre daha etkilidir. Vibratör yüzeye dik daldırılmalı ve yüzey homojen bir görünüm alınca ve beton yüzeyine su birikmeye başladığı ana kadar vibrasyon işlemine devam edilmelidir. Ayrışmaya neden olacağından fazla vibrasyondan kaçınılmalıdır [25].

. **Üretilcek elemanın üst yüzeyinde (satıhta) kullanılan vibratörler** ; bu tipler daha çok nervürlü döşeme, duvar panoları, katlanmış plak ve kabuk üretiminde kullanılan, beton dökümü, düzeltme ve vibrasyon işlemlerini de yapabilen, ray üzerinde hareketli üretim ve perdah makinalarıdır [6]. Makinanın alt yüzü, üretilcek elemanın şekline uygun olarak şekillendirilmiştir. Yatırım masrafı fazla olduğu için büyük serili üretimlerin yapıldığı fabrikalarda tercih edilen bu makinalar uzun ömür yatakları için de çok uygun olmaktadır.

Yüzey vibratörlerinin daha basit türleri de vardır. Düz ve kalınlığı fazla olmayan (15-25 cm. derinliğe kadar) betonların sıkıştırılmasında kullanılırlar. Bu durumda vibratörler yalnız betonun yüzeyi ile temas halindedir. Yüzey vibratörleri gereğinden fazla tutulduğunda ince malzemenin yüzeye toplanmasına neden oldukları için zararlıdır ve bu da yine daldırma vibratörlerde olduğu gibi yüzeyin sulanmaya başlamasından anlaşılmaktadır[25].

. **Kalıp yanlarında kullanılan vibratörler** ; daha çok kiriş üretiminde tercih edilen ve kalıp yanlarına belirli aralıklarla tesbit edilerek kullanılan vibratörlerdir. Bu durumda, kalıp zemine bir ızgara aracılığıyla oturtularak vibratörlerin etkisi artırılır[6].

. **Kalıp tabanının altında kullanılan vibratörler** ; hem sabit kalıplarda ve hem de hareketli band üretiminde; duvar ve döşeme panolarının üretimi için kullanılan, devrilebilen masa kalıplarda, nervürlü döşeme elemanlarının ve yüzeysel taşıyıcıların üretiminde uygulanmaktadır. Bu tip vibratörlerin sabit veya ray üzerinde hareket edebilen türleri de vardır.

Kalıp yanı ve tabanının altına bağlı vibratörlerin kullanıldığı kalıpların, titreşime dayanıklı olmasına dikkat edilmelidir. Dış kalıp vibratörleri, en büyük dane büyüklüğü fazla olan betonlarda ve donatılı dar kesitli beton elemanların üretiminde daha çok tercih edilirler[25].

Belirli aralıklarla kaldırılıp düşürülen, şok masaları şeklindeki kalıplarda da, (özellikle duvar panolarında) tümüyle gözeneksiz beton yüzeyler elde edilebilmiştir. Fakat bu yöntem hem pahalı ve hem de sağlığa zararlı olacak kadar gürültülü olduğu için az kullanılmaktadır.

Beton esaslı prefabrike panel üretiminde, vibrasyon işleminde daha çok kalıp üzerinde sabit vibratörler kullanılmaktadır.

4.3.c.8. Beton Yüzeylerinin Düzgünleştirilmesi .

Kalıplardaki betona vibrasyon işleminden sonra, düzgün hale getirilmek için düzeltme, perdah işlemi yapılır. Bu işlem ya elle veya özel perdah makinaları yardımıyla yapılır [6].



Yukandaki fotoğrafta, bir duvar panelinin metal bir mastarla yüzey düzeltme (perdah) işleminin uygulanışı görülmektedir (Afa).

Elle yüzey düzeltme işlemi ; üretim sırasında daha henüz beton ıslakken, prizini almamışken, kalıp üstünde kalan yaş yüzeyler, süpürge, fırça, mala, çelik plaka, metal veya ahşap taramalar vb. çeşitli yardımcı elemanlarla tarama veya yüzeyin mastarlaştırılması şeklinde düzgünleştirme işlemi gerçekleştirilir.

Makineyle yüzey düzeltme işleminde ; özel perdah makinaları kullanılır. Bu tip makinalar, tek bir sabit perdah makinası olabileceği gibi, beton dökümü, vibrasyon ve yüzey düzeltme işlemlerinin tümünü yapabilecek kapasitede, hareketli, komplike araçlar da olabilir.



Bir fabrikanın öngerme atelyesinde üretilen döşeme elemanının fırçalar yardımıyla yüzey düzeltme işleminin yapılışı görülmektedir (Gök İnşaat).

4.3.c.9. Kürleme İşlemi (Isıl İşlem) .

Beton esaslı, prefabrike panel üretiminde beton elemanların priz süresini kısaltmak amacıyla ; çabuk sertleşen beton kullanımı, beton karışımına katkı maddelerinin eklenmesi, su-çimento oranının düşürülmesi dışında, kürleme işlemi de uygulanabilir [6].

Kürleme ; beton elemanların kalıp kullanım evrelerini kısaltmak amacıyla ısıtma yoluyla elemanın sertleştirilme işlemidir.

Betonun dona dayanıklılığı, mukavemeti, su geçirimsizliği, aşınma direnci ve hacim sabitliği gibi özelliklerindeki gelişmeler, ancak betonun uygun bir şekilde kürlenmesi yoluyla mümkündür [25].

Betonun sertleşmesini hızlandırma işlemleri, tesisin ve kalıpların rantabilitesi için gereklidir.

Kalıpların devir hızının artması, aynı sayıdaki kalıplarla daha fazla hazır eleman üretilmesine olanak verecek ve bu şekilde donatılmış alanların azaltılması sağlanmış olacak ve en önemlisi üretim maliyetleri doğrudan ve olumlu yönde etkilenecektir [45].

Normal çimento kullanılan prefabrike elemanlarda ve öngerilmeli betonlarda, kalıp kullanım evrelerini kısaltmak amacıyla, ısıtma yoluyla (ısıl işlem) yapay sertleştirme yapmak, en etkili ve güvenceli yoldur. Özel uygulama şekilleri oldukça çeşitli olmakla beraber ısıl işlem, "çimentonun hidratasyon reaksiyonunu, sıcaklığını artırarak hızlandırmaya" dayanmaktadır. Bu şekilde beton sertliğinin %80 'ine 10-16 saat sonra erişebilmektedir.

Isıl işlemin yani kürlemenin genelde dört safhası vardır :

1. **Ön priz safhası** ; Bu safhada reaksiyonlar normal sıcaklıkta başlar. Betonun yerine konması ve sıcaklığın yapay olarak arttırılmaya başlaması sırasındaki süredir.
2. **Sıcaklıktaki Yükselme** ; d°/h (saatte derece, santigrad) olarak hızı ve süresi ile tanımlanmıştır.
3. **Sabit Sıcaklık Düzeyi** ; Sıcaklığı ve süresi ile tanımlanır.
4. **Soğuma** ; d°/h olarak hızı ve süresi ile tanımlanır.

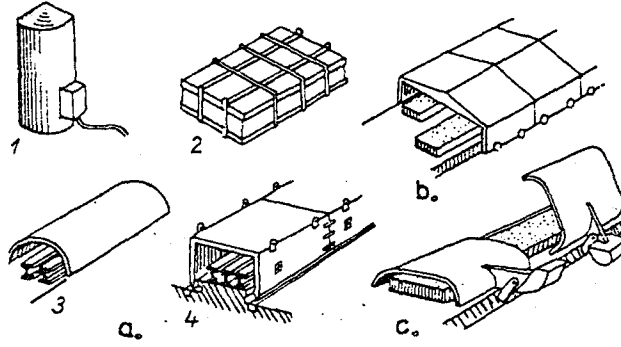
Tabiki pratikte safhalar her zaman çimentonun hidratasyon sıcaklığının düzensizliği vb. nedenlerle, bu kadar belirgin bir şekilde ayrılmış değildir ve hatta aralarında bazıları olmayabilir de.

Küre başlama zamanı kesin olmamakla birlikte, genelde uygulanan, yüzey suyu kayboluncaya kadar olan süredir. Beton yüzeyinde kuruma belirtileri başlamadan kürleme işlemine başlanılmalıdır [25].

Kürleme süresi ve şiddeti, beton hazır elemanın kalınlığına, dış hava şartlarına, örtü malzemesinin ısı yalıtım katsayısına bağlıdır [1].

Genelde, ısıtma yöntemleri tesisin kapasitesine ve ülkede mevcut enerji türüne göre seçilir. Ülkemizde en çok, buhar kürü yöntemi uygulanmaktadır. Bu aşamada

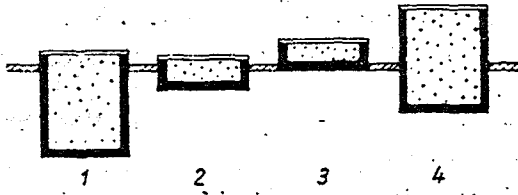
sıcaklığın dağılmasını engellemek ve elemanı ısı kaybı olmaksızın kürelemeye tabi tutabilmek için elemanların üstünün örtülmesi gerekir. Elemanların örtülmesi, brandalarla olabildiği gibi, çeşitli kapaklar da kullanılabilir (şekil 4-33) [6].



Şekil 4- 33. Buhar Kürü İçin Kullanılan Kapak Çeşitleri.

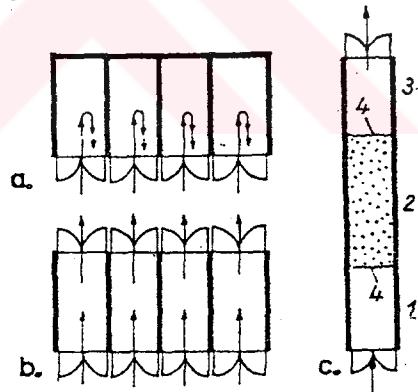
- a. demontabl kapaklar ; 1. öngerilmeli borular için, 2. bateri kalıplar için, 3. ve 4. öngerme yatakları için.
b. ray üzerinde hareketli kapaklar
c. sabit kapaklar:

Hareketli kalıplarla yapılan üretimlerde ise, kalıplar çukur, hücre veya tünel şeklindeki buhar kürü tesislerine götürülür (şekil 4-34, şekil 4-35).



Şekil 4- 34. Buhar Kürü Çukur Çeşitleri.

1. ve 2. zeminin altında, 3. zemin üzerinde, 4. yarı gömülü olarak düzenlenen çukurlar.



Şekil 4- 35. Buhar Kürü Hücreleri ve Tüneli.

- a. tek kapılı hücreler
b. iki kapılı hücreler
c. buhar tüneli ; 1. ön ısıtma, 2. buhar verme, 3. soğutma bölgesi, 4. hava perdeleri veya sürme kapaklar.

Çeşitli ısıl işlem metodları vardır [45]. Bunlar :

- . Konveksiyon yoluyla ısı iletimi

- . Kondüksiyon yoluyla ısı iletimi
- . Işınlama yoluyla ısı iletilmesidir.

Konveksiyon Yoluyla Isı İletimi :

Bu yöntemde üretimde kullanılacak beton, (sıcak hava, bir mazot brülörünün üflediği sıcak hava ve duman gibi) ısıtılmış bir ortamda bulunur. Atmosfer bir duman buhar karışımı olduğunda, beton yüzeyinde kondanse olan buharın bıraktığı ısı, konveksiyonla iletilen ısıya eklenmiş olur. Bu tip ısı alışverişine örnek olarak, fırınlama tünelleri ve ısıtım işlem sırasında ürünleri örten ve genelde çan formunda, gerilmiş brandaya benzer örtü gereçler (çeşitli muşamba, plastik örtüler, sert plastik kapaklar vb.) verilebilir.

Buhar kürü en etkili ve genelde en çok uygulanan yöntemlerden biridir. Sıcak buhar, betonlamadan 1-4 saat sonra verilir ve 6-16 saat, 50-70°C sıcaklıkta tutulur [6].

Hareketli kalıp üretiminde kalıplar, çukur, hücre veya tünel şeklindeki buhar kürü tesislerinden geçirilerek kürleme işlemi yapılır. Isıtma veya soğutma işlemlerinin ani olmaması, yavaş yavaş yapılması, betonun basınç mukavemetinin düşük olmasını önlemek açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu yöntem kısa sürede kalıpların açılmasını gerektiren üretim yöntemlerinde tercih edilen ısıtım işlemi şeklindedir.

Kondüksiyon Yoluyla Isı İletimi :

Bu yöntemde kalıp ısıtılmıştır ve temasta olduğu beton yüzeyine ısıyı iletir [46]. Yatay kalıplarda, ısıtıcı yüzeyler kalıp tabanında ve kalıp yanlarında yer alırlar ve tek yüzlerinden ısıtılırlar. Düşey kalıplarda ise elemanlar çoğunlukla iki yüzlerinden de ısıtılırlar. Kalıpların ısıtılması çeşitli şekillerde olabilmektedir :

- a) Çift cidarlı kalıplarda, kalıp yüzeyleri arasında alçak basınçlı buhar dolaştırılarak,
- b) Kalıbın dibinde kaynaklı serpantinler içinde yüksek basınçlı buhar, sıcak su veya yağ dolaştırılarak,
- c) Kalıbın dibine yerleştirilebilecek elektrik rezistansları yoluyla.

Isı, serpantinler ve rezistanslar yoluyla yapılan ısı iletiminde kalıpların dibinden yayılan ısınlama şeklinde de yayılabilir. Sabit ve bateri kalıplarda ısı işlem aşamasında çoğunlukla bu yöntem tercih edilir. Bu yöntem yatırım açısından daha pahalı bir yoldur ve burada da suyun buharlaşmasını önlemek için, kalıpların üzeri yine kapak veya örtülerle örtülür.

Işınlama Yoluyla Isı İletimi :

Bu yöntemde beton yüzeyi üzerine kızıl ötesi ışınlar (enfraruj ışınları) yoluyla ısı iletilir. Işınlama panoları kalıp tabanına yerleştirilen serpantinler içinde dolaşan orta sıcaklıkta (140-180°C) bir sıvı veya elektrik rezistansları yoluyla beslenir.

Bu yöntemde ısı iletimi, beton yüzeyinin birkaç milimetre içerisinde oluşan ısı'nın kondüksiyon yoluyla betonun içine yayılması şeklinde de açıklanabilir. Ancak çok pahalı bir yöntem olduğu için ender olarak uygulanır.

Betonun priz süresinin kısaltılmasında uygulanabilecek en basit yol ; taze betonun, (beton içindeki agrega, karışım suyunun veya tüm beton karışımının ısıtılarak) sıcaklığının korunması ve ısı kaybının önüne geçebilmek amacıyla da kalıpların üstünün örtülmesidir. Fabrikada olduğu kadar şantiyelerdeki üretimlerde de tercih edilen bu yöntem, soğuk havalarda beton dökülmesinde ortaya çıkan sorunlara karşı da iyi bir çözüm getirmektedir.

Bir başka yöntem ise, beton içindeki donatıya akım verilmesi ve ankraj blokları ile topraklanması sonucu, ısı'nın betona iletilmesidir. Fakat bu teknik pratikte ve özellikle de ağır prefabrikasyonda pek kullanılmamaktadır. Bunun yanısıra, kalıba donatı dışında birtakım dirençler yerleştirilmesi ve bunlardan alçak gerilimli elektrik akımı geçirilmesi ise oldukça sık kullanılan bir yöntemdir. Bu teknikle kalıp 50-80°C 'ye kadar ısıtılabilir [39].

Öte yandan beton eleman elektriksel dirence sahip bir elektrolit olarak kabul edildiğinde, iki iletken cidar arasında akım verilmesi şekliyle de ısı iletimi sağlanabilir. Bu yöntemin olumsuz yanları, eleman donatısının iletken cidarlara paralel olması zorunluluğu ve hazır elemanlardaki yüzey kaplamalarının kalite düşüklüğüdür.

Kürleme işlemlerinin olumsuz yanları da vardır. Doğal olarak sertleşmiş bir betonla kıyaslandığında, ısıtma işlemi uygulanmış bir beton uzun sürede daha düşük bir basınç mukavemeti gösterir [45].

Bu mukavemet kaybı, kürleme sıcaklığı ne kadar yüksek olursa, sıcaklık ne kadar hızlı bir şekilde yükselirse, ön priz süresi ne kadar kısa olursa, o kadar büyüktür. Beton mukavemeti üzerinde, beton içindeki hava ve su dilatasyonunun etkisi büyüktür. Bu nedenle şiddetli ve kısa süreli bir kürlemenin olumsuz sonuçları çok plastik kıvamlı bir beton için, havalı bir beton için ve hemen kalıbı alınan bir beton için çok daha belirgin olacaktır.

Kürleme işlemi yapılmış bir betonda, adi betona oranla daha büyük bir oranda gözeneklilik meydana getiren de su ve hava dilatasyonudur.

Mukavemet kaybı kürleme işleminin yapıldığı ortamın nem miktarına da bağlıdır. Beton düşük sıcaklıktaki bir ortamdan çok nemli bir ortama girerse, hacimdeki buharın düşük sıcaklıktaki beton bünyesindeki suya eklenmesi nedeniyle, elemanın mukavemeti ve performansı olumsuz yönde etkilenir. Ayrıca nemli ortamda bulunan daha sertleşmemiş beton eleman üzerine kürleme işleminin yapıldığı yerde, kondanmış olan buhardan oluşan su damlacıklarının düşmesiyle, sonradan yüzeyde tamir işlemleri gerektirebilecek hasarlar meydana gelebilir. Bu durumun tam aksine kürleme işleminin bitiminden sonra beton elemanın nemlendirilmesi mukavemet kaybına olumlu yönde yardımcı olmaktadır.

Kürleme işleminin randımanı ve beton mukavemeti üzerine etkileri bütün çimento cinsleri (tavsiye edilen trikalsik alüminat yönünden zengin çimentolar) için aynı değildir. Bunun yanı sıra maden köpükleri ve uçucu küller, az mukavemet kaybı ve beton elemanın plastikliğini artırma etkileri nedeniyle olumlu sonuçlar getirmektedir.

Kürleme işlemi uygulanmış beton elemanlar genelde daha az üretim rötresi yaparlar, daha az akıcı olup aderansları da daha zayıftır.

Sadece kalıbın tek tarafından yapılan ısıtma işlem metodlarında beton bünyesinde yüksek sıcaklık ve basınç farkları oluşmaktadır. Kürleme sırasında oluşacak çok hızlı sıcaklık yükselmeleri su ve buhar kaybına ve bu da beton elemanda bozulmalara yol açacaktır.

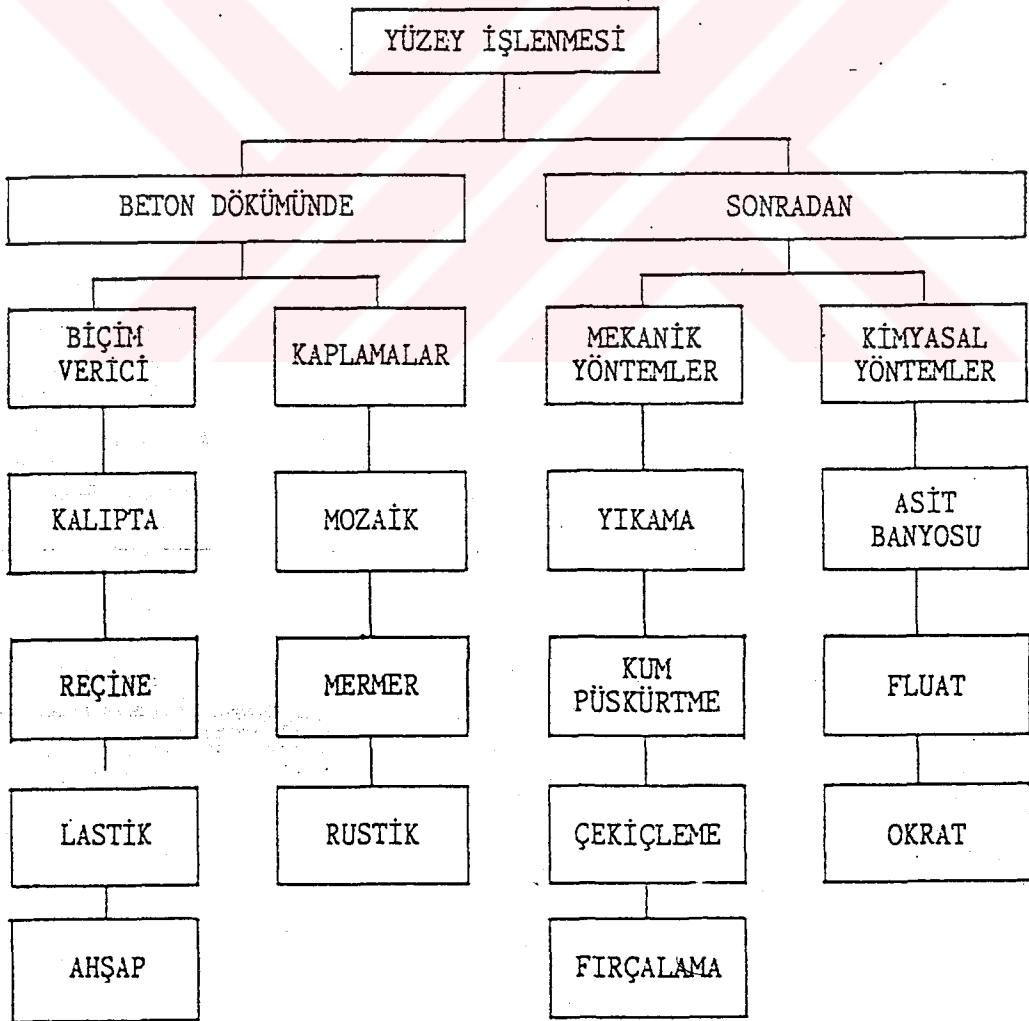
Betonun kızılötesi işlemlerle kürlenmesi, diğer kürleme yöntemlerinin yarattığı birtakım dezavantajları ortadan kaldırmaktadır. Özellikle ışın yayıcılar betona yakın

olduklarında, yüzeyde erişilen yüksek sıcaklık ve çok hızlı sıcaklık değişimleri olumsuz sonuçlar vermemektedir.

Beton elemanların kalıptan çıkarıldıktan hemen sonra soğuk havada depolanmaları, beton yüzeyinin büzülmesi ve mikro çatlakların oluştuğu ısı şoklarına neden olmaktadır. Bunun önüne geçebilmek için elemanlar kalıplardan çıkarıldıktan sonra ılık ve nemli bir ortamda bir süre depolanmalıdır.

4.3.c.10. Yüzey Bitirme İşlemleri (eleman kalıptan alınmadan önce).

Koruma, kirlenmeyi önleme ve estetik açılardan, beton elemanların yüzeylerine üretim sırasında veya sonradan bazı işlemler yapılır [14]. Esasta iki farklı yüzey oluşturma şekli vardır :



Şekil 4- 36. Beton Yüzeylerinin İşlenebilme Çeşitleri.

1. Kalıp içinde (elemanın beton dökümü aşamasında oluşturulan yüzey)
2. Sonradan işlenerek oluşturulan yüzeyler.

Kalıp içinde yapılan, yüzey kaplama malzemesiyle yüzey oluşturma işlemine 4.4.c.2. no 'lu konuda ayrıntılarıyla yer verilmiştir. Burada sadece sonradan işlenerek oluşturulan yüzeylere açıklık getirilecektir.

Çoğu zaman, kalıp içinde biçimlendirilmiş yüzeyler sonradan tekrar mekanik yöntemlerle işlenirler. Beton dökümünden sonra yüzey oluşturma üç yolla olmaktadır :

a) Mekanik İşlemlerle Yüzey Oluşturma :

Sertleşmiş beton hazır eleman yüzeylerine kalıptan çıkarıldıktan sonra uygulanan yüzey oluşturma yöntemlerinin (bu konu daha sonra 4.4.c.12. no 'lu konuda ele alınacaktır) kısaca başlıkları ;

- Yıkama yöntemi
- Kum püskürtme
- Çekiçleme, traşlama, yontma vb. taş işleme yöntemleridir.

Üretimde dış yüzün genelde üstte olması durumunda (beton henüz yaşken ve kalıplardan çıkarılmadan önce) ise,

- Süpürge veya fırça ile işleme
- Çelik plaka veya boru ile perdahlama
- Sert araçlarla işleme yöntemleridir.

- **Süpürge ve fırça ile yüzey işleme** ; bu yöntemde beton hazır eleman, kullanılacak olan yüzey oluşturma malzemesinin yumuşaklığı nedeniyle, henüz prizini almadan daha yaşken hemen işlem (süpürge, fırça gibi malzemelerle yüzeylerin taranması veya mastarlanması) yapılmalıdır [6]. Bir gecikme durumunda bu işlemin uygulanma olasılığı kalmayacaktır. Bu olasılığı azaltmak için elemanın betonlanması sırasında eleman üst katmanında priz geciktirici maddelerin kullanılması iyi sonuç vermektedir.

Tel fırça kullanarak da bir yüzey oluşturma işlemi yapılabilir. Eleman kalıbının alt kısmına bir agrega tabakası serilmişse, bu tabaka eleman prizini aldıktan sonra tel fırçaların kullanıldığı makinaların kullanımıyla, agregaların arasındaki çimento tabakası alınıp,

agregalar yüzeyde daha belirgin hale getirilebilir. Betonun sertlik durumuna göre fırçadaki tel boyu ayarlanır (yumuşak betonda daha uzun boylu tellerin olduğu fırçalar, biraz daha sertleşmiş betonda daha kısa telli fırçalar).

- **Çelik plaka, boru ve sert araçlarla yüzey işleme** ; bu yöntemde ise betonun hızlı sertleşmesi büyük bir sorun yaratmamaktadır. Fakat bu yöntemde de betonun çok fazla sertleşmeden yüzey işlemlerinin bitirilmiş olması gerekmektedir.

Bu tip işlemlerle en ucuz şekilde, işlenmiş yüzeyli elemanlar üretilebilir [14]. İç yüzey altta kaldığı, kalıpla temas halinde olduğu için herhangi bir işlem gerektirmez ve doğrudan kağıtla bile kaplanabilir.

b) Kimyasal İşlemlerle Yüzey Oluşturma :

Kimyasal işlemlerle yüzey oluşturulması çok yaygın bir yöntem değildir.

- Asit uygulaması
- Okrasyon
- Fluat uygulaması

- **Asit uygulamasında** ; hazır beton elemanlar asit banyosuna daldırılır. Bu yöntemde banyoda kalma süresi, yüzeyin farklı derinliklerde etkileneceğini ve istenen dokunun oluşmasını sağlar. Asit eleman yüzeyindeki beton parçalarını yiyerek yüzeyde çekiçlenmiş gibi bir görüntü oluşturur.

- **Okrasyon ve fluat uygulaması** ; dış duvar yüzeylerinin dış şartlara dayanıklılığını arttıran ve varsa yüzeydeki renk tonlarının kuvvetlenmesini, canlanmasını sağlayan özel önlemlerdir [14].

Bateri kalıplarda üretilen beton elemanların, iki yüzleri de kalıpla temasta olduğu için herhangi bir yüzey bitirme işlemi gerektirmezler.

Yatay kalıplarda ise durum aynı değildir. Bu şekilde üretilen elemanın sadece bir yüzü kalıpla temastadır ve bu yüzey bir işlem gerektirmez. Fakat diğer yüzün üretimden sonra işlenmesi gereklidir. Yatay kalıplarda cephe paneli üretiminde, genelde dış yüzey, kalıbın altında kalmakta ve bu yüzeye bir işlem yapılmamaktadır fakat ender olsa da bu durumun tam tersi de olabilmektedir. Yani dışa gelecek kısım, kalıbın üst kısmında da

olabilmektedir. Bu durumda istenilen yüzey dokusunu elde etmek amacıyla dış yüzeyin işlenmesi ve perdahlanması gerekir [39].

c) Beton Yüzeylere Yapılan Kaplamalarla Yüzey Oluşturulması :

Beton yüzeylere uygulanan kaplamalar oldukça çeşitlidir. Bunlar üretim aşaması ve üretim sonrasında uygulanabilirler.

Üretim aşamasında yani betonun kalıba dökülmesinden önce uygulanan yüzey kaplama malzemelerine, 4.4.c.2. no 'lu konuda değinilmiştir. Burada sadece üretim aşamasından sonra uygulanan yüzey kaplama işlemlerine açıklık getirilecektir.

Üretim aşamasından (beton dökümünden) sonra, sertleşmiş, prizini almış beton eleman yüzeylerine uygulanan kaplamalar ; sürme, püskürtme şeklinde uygulanan, saydam veya renkli plastik boyalar, özel bir yapıştırıcı üzerine püskürtülen ince, kuru taneler, lifler şeklinde kaplamalar ve çeşitli sıvalardır.

Plastik film ve boya gibi malzemelerin beton eleman yüzeylerinde uygulanmasıyla su geçirimsizlik yönünden de avantaj sağlanmış olur. Püskürtme ve sürme sıvalar da oldukça çeşitlidir ve daha çok üretim sırasında üstte kalan, pek düzgün yüzeyi olmayan beton elemanlarda yüzey kaplaması olarak tercih edilirler [6].

4.3.c.11. Prefabrike Elemanların Kalıptan Çıkarılması .

Hazır beton elemanların kalıplarının sökülmesi, 4 saat üretim işlemleri ve 4 saat kürieme işlemleri olmak üzere 8 saati geçmemelidir aksi durumda çöküntü, yanılma ve çatlama tehlikesi başgösterir. Bu süre aşıldığında elemanın kalıptan sökülme işlemi güçleşmekte ve zorlamadan dolayı kalıpta onarılabilen veya onarılamayan, kullanım ömrünü etkileyen hasarlar meydana gelebilmektedir [45].

Prefabrike eleman üretiminde, üretim hızında da etkin olan kalıp kurma ve sökme işlemleri kalıp teknolojisi seçiminde de önemli bir rol oynar. Amaç, kalıpların olanaklar dahilinde en kısa sürelerde kurulup, sökülebilesidir. Bu süre ne kadar kısa olabilirse, gerekli olan kalıp set sayısı da o oranda az olacağı için ilk yatırım maliyetleri de düşecektir [36].

Hazır elemanların kalıptan çıkarılış şekilleri, kalıbın hem yapım, hem de işletme maliyetini etkileyebilmektedir [46]. Buna göre ;

- . Beton elemanların kalıptan çıkarılma işlemi mümkün olduğunca herhangi bir ek işlem gerektirmeden, doğrudan olmalıdır.
- . Kalıp olabildiğince az parçalı, sökülüp, takılma işlemleri sırasında zorluk çıkarmayacak şekilde olmalı, ufak, düz bir kısmının açılmasıyla elemanın kalıp içinden rahatça alınmasına olanak verecek şekilde olmalıdır.

Sertleşmiş, prizini almış beton elemanların kalıptan çıkarılma işlemi, kullanılan kalıpların ve üretilen elemanların cinsine göre farklılıklar göstermektedir.

Yatay kalıplarda üretilen, depolanmaya hazır elemanlar belli bir mukavemete erişip, prizlerini aldıktan sonra, kalıp yan profilleri açılır. Kalıplar altlarında bulunan hidrolik kaldıncılar yardımıyla, düşeye yakın bir konuma (80-85°) kadar (elemanın rahatça kalıptan kurtulmasını sağlamak için) kaldırılırlar [6]. Daha sonra üretim sırasında bırakılan kaldırma aksesuarları (elemanda bırakılan delikler, halkalar, çelik boru vb.) aracılığıyla ve nervür gibi çıkıntılı elemanlarda ise kancalar yoluyla vinçler tarafından kalıplardan alınırlar.

Bateri kalıplarda ise, elemanlar belli bir mukavemet değerini kazandıktan sonra kalıplar rayları üzerinde kaydırılarak açılırlar ve elemanlar vinçlerle yukarı doğru çekilerek kalıptan alınırlar.

Üretilen nervürlü bir elemansa (geniş ve hareketli yüzey), eleman kalıptan hidrolik presler yardımıyla veya su basıncının kullanıldığı sistemlerde, nervürlü elemanlar köşelerinden, alttan itilerek kalıptan çıkarılabilirler.

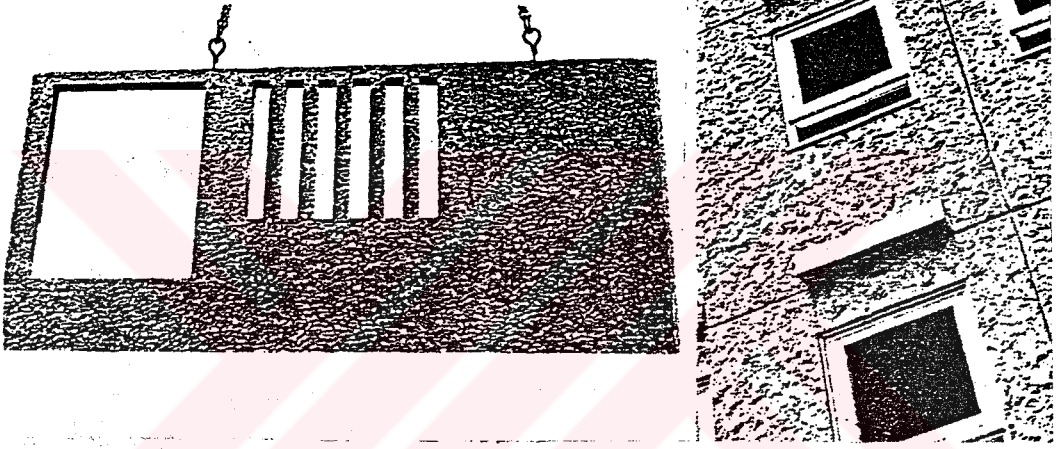
Öngerilmeli elemanlar ise özel bir düzeneğe gerektirmezler. Bu tip elemanlarda oluşan ters sehim nedeniyle eleman kendiliğinden kalıptan kalkar.

Vakum yönteminin kullanıldığı fabrikalarda, elemanlar yine vakum ile çeşitli vantuzlu düzenekle kaldırılırlar.

4.3.c.12. Prefabrike Elemanlarda, Kalıptan Çıkarıldıktan Sonra Yüzey Oluşturma İşlemleri .

Beton hazır elemanlar, kalıptan çıkarıldıktan sonra, oldukları durumda kullanılabilecekleri gibi, birtakım işlemlerle yüzey dokusu da verilebilir ve yüzeyler işlenebilir. Bunlar :

- **Yıkama yöntemi** ; bu yöntem genellikle dış yüzeyin altta olduğu üretimde uygulanır. Bu durumda genelde, beton kanşımı kalıba dökülmeden önce kalıp içersine sonradan yüzeyde görölmesi istenen malzeme örneğin, iri taneli agregalar serilmiş ve beton sonradan kalıba dökülmüştür.



Yıkama yöntemiyle doku verilmiş paneller.

Beton hazır elemanın prizi tamamlanmadan önce, basınçlı su ve tel fırçalar yardımıyla yüzeyde kullanılan malzeme arasındaki fazla betonlar alınarak alttaki kaplama malzemesi ön plana çıkarılabilir ve yüzeye istenen doku verilebilir. Burada istenen sonuca daha rahat bir şekilde erişebilmek için suya bazı asitler de katılabilir. Hazır elemanın yüzey katmanındaki kanşıma priz geciktirici maddelerin katılmasıyla bu işlem daha da kolaylaştırılabilir.

- **Kum püskürtme** ; ince pürtlüklü, düzgün bir doku verir fakat yıkama yönteminden daha pahalı bir yöntemdir. Bu yöntemde beton hazır elemanın dış yüzeyinde özel bir kaplama malzemesinin olmasına gerek yoktur doğrudan beton yüzeye uygulanabilir. Bazı ülkelerde bu yöntem özel giysilerle uygulanmasına karşın, sağlığa sakıncalı bulunduğundan yasaklanmıştır.



Kum püskürtme yoluyla yüzey oluşturulması.

- Çekiçleme, traşlama, yontma vb. taş işleme yöntemleri ; ile de beton hazır eleman yüzeyleri işlenebilir, yüzeye istenen doku verilebilir. Bu yöntemde çekiçleme işlemi elle yapılabilirdiği gibi özel birtakım makineler de kullanılabilir.

Bu tip bir işlemde geçirilecek beton elemanlardaki agrega boyutlarının 3-6mm arasında olması gereklidir. Beton elemanın yüzeyinde eğer daha büyük boyutlu daneler kullanılırsa, çekiçleme, traşlama gibi işlemler sırasında yüzeyden iri danelerin kopma ve düşmesiyle görünüşte bozukluklar meydana gelecektir.

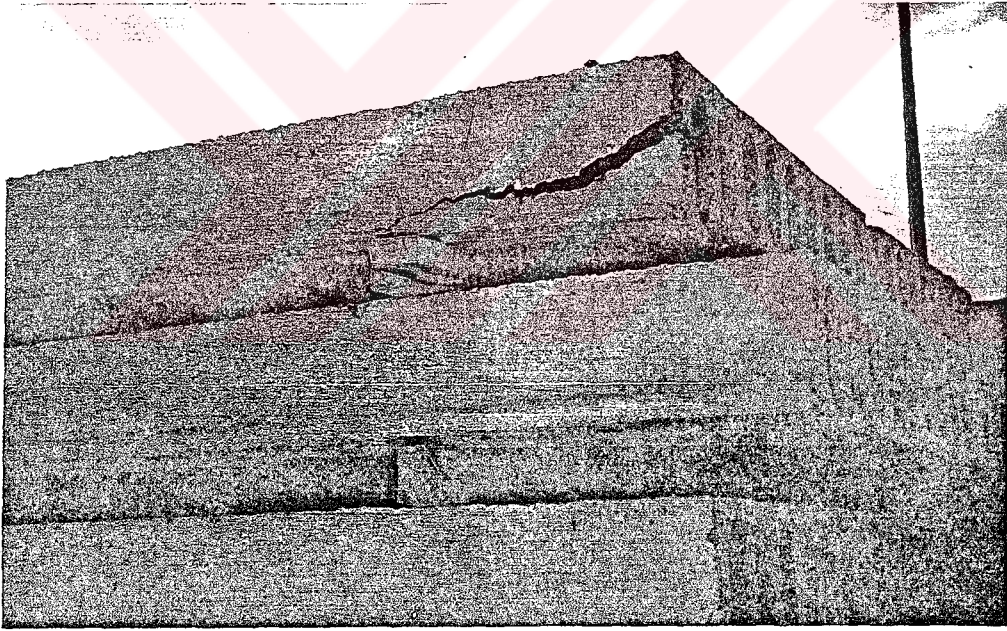
Çekiçleme yönteminde, sivri, yuvarlak uçlu, yarattıkları titreşimle beton elemanların yüzeyinde düzensiz çentikler meydana getiren makineler (bir çeşit vibratör) kullanılır. Makinanın beton eleman yüzeyindeki hareketiyle, kaba çukurların olduğu bir yüzey elde edilir. Makinanın eleman yüzeyindeki basıncıyla, çukur derinliklerinin ayar olanağı vardır [30].

Taşlama ve yontma gibi taş işleme yöntemlerinde de kullanılan işlemler ile yüzey oluşturmada ise makineler kullanılmakta ve yüzeyde yine priz geciktirici maddeler kullanılmasıyla işlem sırasında herhangi bir sorun çıkma olasılığı en aza indirilmiş olmaktadır. Elle çekiçlenmiş ve parlatılmış elemanların maliyetleri de oldukça yüksek olmaktadır [6].

Bazı durumlarda ise, yüzey oluşturma aşamasında karma yöntemler (beton dökümünden önce ve sonra) uygulanır. Örneğin ; kalıp içerisine sık aralıklarla ahşap çiteler döşenip beton döküldükten ve sertleşmenin ardından kalıplar açıldıktan sonra oluşan nervürcükleri, çıkıntıları çekişlemek yoluyla da birtakım farklı dokulara sahip yüzeyler elde edilebilir.

4.3.c.13. Hasarlı Elemanların Tamir İşlemleri .

Üretim sırasında veya sonradan ; elemanların kalıplardan çıkarılması, taşınması sırasında biryerlere çarpılması, düşürülmesi vb. çeşitli ihmal ve dikkatsizlik sonucunda, elemanlarda bazı hasarlar meydana gelebilmektedir. Bu hasarlar belli bir mukavemet derecesini geçmedikleri ve güvenlik açısından bir sakınca doğurmadıkları sürece önemli değildirler.



Bu şekilde hasar görmüş elemanlar fabrika içindeki depolanma alanlarına gitmeden önce, fabrika içerisinde yan işlemlerin yapıldığı kısımlarda elden geçirilir, tamir ve tadil işlemleri yapılır.

Tüm bunların yanı sıra, üretim aşamasında meydana gelebilecek birtakım hatalar ve beklenmeyen sonuçlardan dolayı, elemanlarda olması beklenen emniyet, basınç gerilmelerinde performans düşüklüğü, kalitesizlik gibi güvenlik açısından sakıncalı olan bir durum söz konusu olduğunda eleman çürüğe ayrılır veya daha düşük hesap değerleri gerektiren bir projede kullanılmak üzere yine depolanma alanlarına gönderilir.

5. BÖLÜM

SONUÇ

"Beton esaslı, büyük boyutlu panellerin fabrikada üretimi ve üretim sorunları" adlı bu çalışmadan elde edilen verilerden çıkarılabilecek sonuçlar bu bölümde özetlenmiştir. Çalışma kapsamında beton ve beton esaslı malzemelerden üretilen panellerin fabrikada üretimine ve üretim aşamaları sırasında karşılaşılan sorunlara değinilmiştir. Buna göre :

- . Panellerin üretim yerinden başlandığında ; sabit fabrikalarda yapılacak üretimlerde, tesis masrafının kısa sürede amorti edilebilmesi için, uzun süreli ve kapasitesi yüksek, büyük çapta bir üretim yapma zorunluluğu vardır. Yıllık olarak beton eleman üretimi (m^3 olarak) :
 - Küçük tesislerde 3.000 - 10.000 m^3
 - Orta büyüklükte tesislerde 10.000 - 40.000 m^3
 - Büyük tesislerde 40.000 m^3 den fazla olmalıdır.
- . Üretim yeri yani fabrika alanı ihtiyacı karşılayabilecek (ana üretim alanı, yardımcı kısımlar, depolama alanları) düzey ve büyüklükte olmalıdır.
 - Ana üretim alanı ; 80 - 150 m uzunlukta, 12 - 20 m. eninde, 9 - 10 m. yükseklikte ve gerektiğinde birkaç tanesinin biraraya gelerek genişleyebilme olanağı olmalı,
 - Depolama alanı ; ana üretim alanının en az 2-3 katı olmalı ve 2 aylık üretimi kapsayabilecek büyüklükte olmalı.
- . Yatırım maliyetinin az, zamanın sorun olmadığı, küçük üretim serileri için (yıllık 200 ünitelik elemandan küçük seriler) sabit kalıplarla üretim tercih edilmelidir. Yıllık 200 ünitelik elemandan fazla seriler için, makinalaşma düzeyi yükseltilmiş sabit kalıplarla üretim yapılmalıdır.
- . Yüksek yatırım maliyetinin sorun yaratmayacağı, üretimin daha kısa sürede gerçekleşmesinin zorunlu olduğu, uzun süreli ve büyük üretim serileri için (yıllık 2000 ve 2000 den fazla ünitelik eleman serileri) iyi bir iş programıyla birlikte ve

aynı zamanda rantabilitenin de sağlanabilmesi amacıyla hareketli kalıplarla üretim tercih edilmelidir.

- . Yüksek kaliteli (B450, B600 vb.) beton elemanlar üretimi için fabrika şartlarında, bir üretimin yapılması zorunluluğu vardır.
- . Elemanların sağlam ve kaliteli olabilmesi için, üretimde kullanılacak beton karışımının granülometrisine, karışım içerisindeki çimento, agrega, su ve katkı maddeleri miktarları ve niteliklerine dikkat edilmelidir.
- . Eleman üretiminde kullanılacak betonun mukavemet ve kalitesinde bir azalma olmaması için betonun kalıplara iletilmesi ve döküm aşamasında (özellikle düşey kalıplarda) beton kalıp yanlarına çarptırılmamalı, dökümde özel beton kovaları ve pompaları kullanılmalı ve böylelikle beton karışımında oluşabilecek ayrışma ve çökme engellenmelidir.
- . Büyük açıklıkların ince kesitli elemanlarla geçilebilmesinde, öngerme yöntemlerinden faydalanılarak beton ve çelik tasarrufu sağlanmalıdır.
- . Yüksek mukavemetli beton çeliklerinin kullanımıyla, çelik ve dolayısıyla yapı maliyeti azalacaktır.
- . Üretilecek eleman kalıplarında kullanılacak donatıların temizliğine dikkat edilmeli, fazla bir paslanma, kir veya çamur gibi aderansı zayıflatabilecek maddeler temizlenmelidir.
- . Kalıp ve kalıp yüzey malzemesinde uzun ömürlü ve sağlam, kolayca deformasyona uğramayan, betonla uyumlu, priz sırasında oluşan kimyasal reaksiyondan etkilenmeyen ve etkilemeyecek, geçirimsiz, betona yapışma yeteneği az malzemeler tercih edilmelidir. Kalıp ve kalıp yüzey malzemesi olarak en çok tercih edilen, çelik için kullanım ömürleri aşağıdaki gibidir :
 - 2-3 mm. lik çelik levha 150 kez
 - 3 mm. den fazla kalınlıkta çelik levha 250 kez
 - Demontabl çelik kalıp 500-900 kez
 - Demontabl olmayan çelik kalıp 800-1200 kez
- . Birden fazla tabakalı, farklı bir yüzey kaplaması istenilen, boşluklu veya konsol elemanların üretiminde yatay kalıplar tercih edilmeli.

- . Tek tabakalı, boşluksuz, konsol olmayan, farklı yüzey dokusunun gerekmediği, gerçek ölçülerde veya tolerans alt sınırlarında, bitmiş çok yakın, birden fazla elemanın üretilmesinde düşey (bateri veya batarya) kalıplar tercih edilmelidir. (Bateri kalıplarda bir seferde 8-24 hücreye kadar eleman üretilmektedir).
- . Kalıplar, kütleme işlemine de olanak verecek şekilde (kütleme yöntemine bağımlı olarak) çift cidarlı, rezistanslı veya kütlemede kullanılan sıcak su buharı veya yağların içinden geçtiği boru düzeneklerine sahip olmalı veya bağlantılarına olanak vermelidir.
- . Yatay kalıplarda, üretilen elemanların kalıptan alınmasını kolaylaştırmak için, kalıplar hidrolik veya mekanik düzeneklerle konum (düşey veya düşeye yakın) değiştirebilmeli.
- . Donatılar kalıplara yerleştirilirken, eleman donatılarında paslanma ve mukavemette azalma olmaması için yeteri derecede pas payları bırakılmalıdır.
- . Kalıpların beton dökümüne hazırlanması (kalıpların temizlenmesi, yağlanması, ayarlanması, beton dökülecek konuma getirilmesi) aşamasında, özellikle yağlamaya özen gösterilmelidir.
- . Aksesuarların (doğrama, döşeme kaplama, örtü malzemeleri, tesisat, montaj, kaldırma, taşıma aksesuarları) takılması aşamasında iyi bir işçilikle sonradan sorunların çıkmasına engel olunmalıdır.
- . Kalıp elemanlarının birleştirilmesini sağlayan, montaj elemanların sayısının az ve vibrasyon etkilerine karşı dayanıklı olması, mümkün olduğunca tek tip ve basit olmasının sağlanmasıyla üretim hızı olumlu yönde büyük ölçüde artırılabilir.
- . Üretimde kullanılacak betonun karıştırılmaya başlanması, dökme ve sıkıştırma işlemleri arasındaki sürenin olabildiğince kısa tutulmasıyla, betonda oluşabilecek kıvam farkı ve ayrışmanın önüne geçilmelidir.
- . Aderans ve mukavemetin artırılması ve gözeneksiz eleman üretimi amacıyla uygulanan vibrasyon işlemi homojen bir şekilde ve yüzey suyu belirinceye kadar olmalı, bu sürenin aşılmasına, karışım içerisinde yığılma ve çökme, dolayısıyla eleman mukavemetinin düşmemesine özen gösterilmelidir.

- . Kalıplara (yatay kalıplar) beton dökümünden sonra yüzey düzgünleştirme işleminin beton sertleşmeye başlamadan önce yapılma zorunluluğu vardır.
- . Üretilcek elemanlarda sertleştirmeyi hızlandırarak, tesis ve kalıpların rantabilitesini arttırmak amacıyla yapılan kürleme işlemlerinin süre ve şiddetinin belirlenmesinde ; kullanılan çimento cinsi (kürleme için tavsiye edilen trikalsik alüminat yönünden zengin çimentolar), elemanların kalınlığı, ortam şartları, kalıp örtü malzemesinin ısı yalıtım katsayısı dikkate alınmalıdır.
- . Üretilen elemanlar kalıplarından alındıktan hemen sonra soğuk havada depolanmamalıdır. Aksi durumda eleman yüzeylerinde büzülme ve mikro çatlakların oluşmasına neden olacak ısıl şoklar meydana gelecektir. Bunun önüne geçebilmek için kalıptan çıkarılan elemanlar bir süre ılık ve nemli bir ortamda tutulmalıdır.
- . Elemanların kalıptan çıkarılması, 4 saat üretim aşaması ve 4 saat de kürleme işlemi olmak üzere 8 saat içinde gerçekleştirilmelidir. Geç kalındığında, sökme işlemi güçleşmekte ve kalıpların kullanım ömrünü de etkileyen zararlar görülmektedir. Erken sökme ise, elemanların deformasyona uğramasına ve mukavemetin düşmesine neden olmaktadır.

KAYNAKLAR :

- [1] DERS NOTLARI., Çağdaş Yapım Sistemleri, İ.T.Ü. 1986-1987 Kitap yayın no:13.
- [2] ÖZEN, O.Y., Bina Yapımında Endüstrileşme ve Türkiye Açısından İrdelenmesi, YAE, Yayın no:a51, Ankara, 1981.
- [3] KONCZ, T., Handbuch Der Fertigteilbauweise, Bauverlag, 1973.
- [4] TAPAN, M., Betonun Prefabrike Yapımda Doğurduğu Ana Problemlere Toplu Bir Bakış, İ.T.Ü. İstanbul, 1970.
- [5] KULAKSIZOĞLU, E., Endüstrileşmiş Binada Planlama Araştırması, İ.T.Ü. 1980.
- [6] AYAYDIN, Y., Büyük Açıklıklı Prefabrike Betonarme Yapılar, 2. Baskı, İstanbul, 1989.
- [7] İnşaat Malzemeleri ve Uygulamaları, Sayı:76, Mart 1994.
- [8] BALCI, A., Yapı Endüstri Dergisi, Prefabrikasyon Özel sayısı:4.
- [9] MEYER, B., Vorfertigung, Vulkan, 1964.
- [10] WEBER, H., Endüstrileşmiş Yapı Ders notu, Tu Hannover, 1981.
- [11] AYAYDIN, Y., Betonarme Çok Katlı Prefabrike İskelet Sistemler.Sistemlerin Tanıtımı, Cilt 1, İstanbul, 1992.
- [12] CANSUN, O., Yapı Üretiminde Endüstrileşme Düzeyi Kavramı, Yapı, Sayı:69, Ekim 1986.
- [13] CANSUN, O., Beton Bünyeli Hazır Elemanlarla Yapı Üretiminde Açık Sisteme Geçiş Koşulları, Dizayn Konstrüksiyon, Sayı:89, Yıl:8, 1993.
- [14] KONCZ,T., Prefabrikasyona Giriş, Endüstrileşmiş Yapı Üretimi, İstanbul, 1979.
- [15] IŞIK, B., Betonarme Hazır Yapı Elemanlarında Boyut Toleransı, Yem, 1985.

- [16] UMUR,C., Yapı bileşenlerinin Kalitesini Belirlemeyi Amaçlayan Bir Standartlaştırma Yaklaşımı, Doktora Tezi, İTÜ, 1980.
- [17] DENGİZ, N., Yapımda Standartlaştırma, İstanbul, 1986.
- [18] LEWICKY, B., Building With Large Prefabricates, Institute for Building Research, Warsaw, Amsterdam, London, New-York, 1966.
- [19] TÜRKİYE PREFABRİK BİRLİĞİ., Prefabrike Yapı Elemanlarında Tolerans Yönetmeliği (11).
- [20] BİLGE, İ., Yapı, Prefabrikasyonda Boyut Hatalarının Getirdiği Problemler, Sayı:61, 1985.
- [21] HASOL, D., / AKGÜÇ, Ö., Prefabrikasyon Paneli, Konut Sektöründe Prefabrikasyonun Yeri, Ankara, Kasım 1992.
- [22] ACAR, M. Ş., Beton Prefabrikasyon, Sayı:28, Yıl:7, Ekim 1993.
- [23] GÜNERMAN, H., 1. Prefabrikasyon Sempozyumu, Prefabrikasyonun Ekonomisi ve Gelişimi Bildiriler, 1986.
- [24] KOCATAŞKIN, F., Beton Teknolojisi, Yapı Malzemesi Ders Notları, İTÜ, İstanbul, 1972.
- [25] YILMAZ, K., Yapı Malzemesi ve Beton Teknolojisi, İTÜ, Sakarya, 1988.
- [26] AYTUN, A., Hafif Agregalı Betonun Strüktürlerde Kullanımı, Yae Bülteni 20, Bahar 1985.
- [27] AYTUN, A., Hafif Agregalı Betonun Strüktürlerde Kullanımı, Yae Bülteni 21, Yaz 1985.
- [28] ERSOY, U., Betonarme, Temel İlkeler ve Taşıma Gücü Hesabı, Cilt 1, Ankara, 1985.
- [29] ÖZSÖYLEV, T., Hazır Beton ve Ekipmanları.
- [30] BARRY, R., The Construction of Buildings, Vol. 4, Third Edition, Great Britain, 1986.
- [31] AKA, İ. / KESKİNEL, F. / ARDA, T.S., Betonarmeye Giriş, 4. Baskı, İstanbul, 1976.
- [32] GÜNDÜZ, A., Betonarme, 1. Baskı, Mart 1978.

- [33] AKA, İ., Yüksek Mukavemetli Beton Çelikleri, İTÜ, İstanbul, 1964.
- [34] YÜKSEL, B., İnşaat İskele ve Kalıplan, İTÜ, İstanbul, 1964.
- [35] ALTAN, M., Betonarme Elemanlarda Kalıp, İTÜ, İstanbul, 1992.
- [36] TAPAN, M., Prefabrike Birliği, "Bildiriler" Kalıp ve Hazır Beton Teknikleri, 1988.
- [37] SEBESTYEN, G., Large Panel Buildings, Publishing House of Hungarian Academy of Sciences, Budapest, 1965.
- [38] TILLTMAN., Toleranzen im Stahlbetonfertigteilen, (Formen, Grössen, Kosten), Rudolf Müller, Köln, 1977.
- [39] KONCZ, T., Manual of Precast Concrete Construction System Building With Large Panels, Vol. 3, Berlin, 1970.
- [40] ANON., Kraftschüssige Verbindungen im Fertigteilbau, Betonverlag, 1978.
- [41] TAPAN, M., Prefabrike Elemanlarla Tasarlama Yöntemleri, M.M.L.S. Yayınlanmamış Ders Notları.
- [42] SEBESTYEN, G., Die Grosstafelbauweise im Wohnungsbau, Werner, 1969.
- [43] AKMAN, S., Yapı Malzemesi Ders Notları, İTÜ, İstanbul, 1977.
- [44] FEIHL, H., Yapı Makinaları, Zemin Dışı ve İçi Yapı İşleri İçin Makina Bilgisi, İTÜ, İstanbul, 1950.
- [45] CANSUN, O., Beton Bünyeli Panolarla Prefabrikasyonda Prizin Hızlandırılması, Dizayn Konstrüksiyon, Sayı:24, Mart 1987.
- [46] AYAYDIN, Y., Betonarme Çok Katlı Prefabrike İskelet Sistemler, Değerlendirme Önerileri, Cilt 2, İstanbul, 1992

ÖZGEÇMİŞ

16 Şubat 1968 ' de İstanbul ' da doğan Can Tuna ADORAN ilk , orta ve liseyi İstanbul ' da Özel Şişli Lisesi ' nde okudu ve 1985 ' de buradan mezun oldu . 1991 yılında YTÜ ' den Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünden mezun oldu . Mimarlık eğitimindeki büro stajını Demirkaya Mühendislik ' de (Beyoğlu) , şantiye stajını Emek İnşaat ' ın Yaşlılar Yurdu (Etiler) inşaatında yaptı . Bir süre daha Demirkaya Mühendislik ' de ve Suadiye ' de bir mimarlık bürosunda çalıştı . 1992 ' de İTÜ Yüksek Lisans Sınavı ' nı kazandı ve master hazırlık programını bitirdi . Derslerden arta kalan zamanlarda Çınar Mimarlık Dekorasyon Bürosu ' nda (Teşvikiye) ev , büro ve dükkan dekorasyon işlerinde çalıştı .Yüksek Lisans ' da proje konusu olarak , daha önce betonarme karkas sistemde tasarlanmış bir projeyi , beton esaslı , prefabrike panel sisteme uyarlanması konusunda Doç. Dr. Oktay CANSUN eşliğinde bir çalışma yaptı . Mimark Lim . Şti . ' nde (Maçka) işe girdi ve Maya Center 'da (Esentepe) White & Case hukuk bürosu , Accessoire Diffusion (Maçka) ayakkabı mağazası dekorasyon işlerinde şantiye şefliği yaptı , Osman Çarmıklı Köşkü (Bebek) uygulama projesi çizim işlerinde çalıştı .

