

34901



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN
TOPLU KONUTLARDA TAŞIYICI SİSTEM
UYGULAMASINDAKİ FARKLILIKLARIN
ANALİZİ

Mimar M. Selim DALAMAN

F.B.E. Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Nafiz ÇAMLIBEL

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İSTANBUL, 1994

İÇİNDEKİLER :

TEŞEKKÜR		v
ÖZET		vi
SUMMARY		vii
BÖLÜM -1-	GİRİŞ	1
1.1.	Konunun Önemi ve Çalışmanın Amacı	1
1.1.1.	Türkiye'de Konut Arzı ve Gereksinimi	1
1.1.2.	Türkiye'de Konut Sunum Biçimleri	3
1.1.3.	Türkiye'de Toplu Konut Üretiminde Rol Alan Kuruluşlar	3
1.2.	Kapsam ve Yöntem	4
1.2.1.	Türkiye'de Toplu Konut Üretiminde Uygulanan Yapım Sistemlerinin Genel Olarak Tanıtılması	4
1.2.1.1.	Geleneksel Yapım Sistemleri	8
1.2.1.2.	Geliştirilmiş Geleneksel Yapım Sistemleri	8
1.2.1.3.	Prefabrike Yapım Sistemleri	9
BÖLÜM -2-	TÜNEL KALIP YAPIM SİSTEMİ	10
2.1.	Tünel Kalıp Sistemi	10
2.2.	Tünel Kalıp Çeşitleri ve Boyutları	12
2.3.	Tünel Kalıp Sisteminde Kullanılan Elemanlar	14
2.3.1.	Tünel Kalıbı Oluşturan Paneller	14
2.3.2.	Ek Kalıp Elemanları	16
2.3.3.	Çalışma Platformu	16
2.3.4.	Destek Elemanları	17
2.3.4.1.	Bağlantı Lövyeleri	18
2.3.4.2.	Sürme Anahtarları	18
2.3.4.3.	Kelepçe Kilitler	19
2.3.4.4.	Bağlantı Kuşakları	19
2.3.4.5.	Aks Betonunun Dökümünü Sağlayan Elemanlar	19
2.3.5.	Isıtma ve Kırılma Elemanı	20
2.3.5.1.	Kırılma Yöntemleri	20
2.4.	Tünel Kalıp Kurgusu	21
2.5.	Tünel Kalıplarda Yapım Aşaması	23
2.5.1.	Tünel Kalıbın Kurulması	23
2.5.2.	Donatının Yerleştirilmesi	24
2.5.3.	Betonun Dökülmesi	24
2.5.4.	Tünel Kalıbın Sökülmesi	25
2.5.4.1.	Kalıbın Sökülmesi	25
2.5.4.2.	Kalıpları Sökme ve Takma Yöntemleri	26
2.6.	Tünel Kalıp Yapım Sistemi İle Tasarlama İlkeleri	29
2.7.	Tünel Kalıp Yapım Sisteminin Türkiye'de Gelişimi	33
2.8.	Tünel Kalıp Yapım Sistemi İle Tasarlanmış Örnekler	34

BÖLÜM -3-	PREFABRİKE YAPIM SİSTEMLERİ	41
3.1.	Prefabrike Yapım Sistemi	41
3.1.1.	Hücre Sistemler	42
3.1.1.1.	Hücre Sistemin Tanımlanması	42
3.1.1.2.	Hücre Sistemin Strüktürel İncelenmesi	43
3.1.1.3.	Hücre Sistemin Şantiyede Montajı	46
3.1.1.4.	Hücre Birimlerin Düzenlenmesi	47
3.1.1.5.	Hücre Birimden Hücre Konutun Elde Edilmesi	49
3.1.2.	Panel Sistemler	49
3.1.2.1.	Panel Sistemlerin Tanımlanması	49
3.1.2.2.	Panel Sistemlerin Sınıflandırılması	50
3.1.2.2.1.	Küçük ve Orta Boy Prefabrike Panel Yapım Sistemleri	52
3.1.2.2.2.	Büyük Boy Prefabrike Panel Yapım Sistemi	53
3.1.2.2.2.1.	Büyük Panel Sistemleri Oluşturan Elemanlar	56
3.1.2.2.2.1.1.	Temeller	58
3.1.2.2.2.1.2.	Dış Duvarlar	58
3.1.2.2.2.1.3.	İç Duvarlar	60
3.1.2.2.2.1.4.	Döşeme ve Tavan Elemanları	62
3.1.2.2.2.2.	Büyük Panel Sistemlerin Strüktürel İncelenmesi	64
3.1.3.	İskelet Sistemler	70
3.1.3.1.	İskelet Sistemlerin Tanımlanması	70
3.1.3.2.	Prefabrike İskelet Sistemlerin Sınıflandırılması	70
3.1.3.3.	Prefabrike İskelet Sistemin Strüktürel İncelenmesi	72
3.1.4.	Karma Sistemler	73
3.2.	Prefabrike Yapım Sistemlerinin Özellikleri Açısından Karşılaştırılması	75
3.3.	Prefabrike Yapım Sistemlerinin Türkiye'de Gelişimi	75
3.4.	Prefabrike Yapım Sistemleri İle Tasarlanmış Örnekler	78
BÖLÜM -4-	TÜNEL KALIP VE PREFABRİKE YAPIM SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ	88
4.1.	Maliyet Analizi	88
4.1.1.	Sabit Maliyet (Ön Yatırım Maliyeti)	88
4.1.2.	Değişken Maliyet (Üretim Maliyeti)	89
4.2.	Strüktürel Analiz	93
4.2.1.	Sistemlerin Depreme Karşı Mukavemetlerinin İncelenmesi	94
4.2.1.1.	Prefabrike İskelet Sistemler	98
4.2.1.2.	Prefabrike Büyük Panel Sistemler	99
4.2.1.3.	Hücre Sistemler	101
4.2.1.4.	Tünel Kalıp Sistemler	102

SONUÇLAR	103
KAYNAKLAR	105
ÖZGEÇMİŞ	

TEŞEKKÜR :

Bu tez çalışmamdaki değerli katkılarından dolayı, hocalarım Sayın Prof. Dr. Cengiz Bayülgen ve Sayın Doç. Dr. Nafiz Çamlıbel'e, araştırmamla ilgili dökümanların temininde yardımcı olan T.C. Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı Proje ve Araştırma Dairesi'nden Sayın Y.Mim. Pervin Bilgen'e ve Mesa Mesken Sanayii A.Ş.'den Proje Grup Şefi Sayın Y.Mim. Nazan Sağlam'a teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET :

Yurdumuzda hızlı kentleşme ve göç hareketlerinden dolayı büyük kentlerde, özellikle İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa ve Adana'da 1950'li yıllardan beri büyük boyutta konut sorunu ortaya çıkmıştır. Bu sorunu çözebilmek ve konut açığını kapatabilmek amacı ile çeşitli imar yasaları çıkarılmış, gerekli arzı sağlayabilmek için türlü çözümler aranmıştır. Sonunda gelinen nokta toplu konut inşaatlarıdır.

Toplu konut, belirli bir sayının üzerindeki konutun, belirli bir program çerçevesinde toplu olarak üretilmesi şeklinde tanımlanabilir. Toplu konut uygulaması, asgari ölçülerde standartlaşmaya gidilerek yapımda hız kazanma yoluyla konut açığını gidermenin bir yoludur.

Toplu konut inşaatlarında en önemli iki unsur hız ve maliyettir. Yapım hızının yükseltilmesi ve maliyetin düşürülmesi ise ancak yapım sistemlerinin endüstrileşmesi ile mümkün olmaktadır.

Bu tez çalışmasında, toplu konut tasarımı ve üretimi ile ilgilenen araştırmacılar gözetilerek, Türkiye'deki toplu konut olgusunun gelişimi ve buna bağlı olarak ülkemizde kullanılan toplu konut yapım sistemlerinden tünel kalıp ve prefabrike yapım sistemleri ana hatları ile incelenmiş ve ülkemiz koşulları göz önüne alınarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Birinci bölüm olan Giriş bölümünde, tezin amacı ve kapsamı belirlenerek, Türkiye'de toplu konut olgusunun gelişimi ve buna bağlı olarak kullanılan toplu konut yapım sistemleri saptanmış ve genel tanımlamaları yapılmıştır.

İkinci bölümde, Türkiye'de toplu konut uygulamalarında büyük inşaat şirketlerince tercih edilen, gelişmiş geleneksel sistem olan tünel kalıp yapım sistemi ve özellikleri incelenmiş ve bazı örnekler verilmiştir.

Üçüncü bölümde, gelişmiş ülkelerde toplu konut üretiminde çok yoğun olarak kullanılan ve ülkemizde de kullanım yüzdesi her yıl artmakta olan prefabrike yapım sistemleri tanıtılmış ve özellikleri incelenerek çeşitli örnekler verilmiştir.

Dördüncü bölümde ise, tünel kalıp ve prefabrike sistemlerin maliyet ve strüktürel açıdan karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Ayrıca ülkemizin deprem kuşağında yer alışı göz önünde tutularak, her iki sistemde depreme karşı alınması gereken önlemlere değinilmiştir.

Son bölümde tezin kapsamı çerçevesinde sonuçlara varılmış ve konu ile ilgili öneriler getirilmiştir.

SUMMARY :

A considerable housing problem is suffered in Turkey since the 1950's, especially in such big cities as Istanbul, Ankara, Izmir, Bursa and Adana, because of the rapid urbanization and migrations from the rural areas. Various development laws were enacted to solve this problem and to overcome the housing shortages, and many methods were tried to meet the housing demand. The final stage reached for this purpose is mass housing constructions.

Mass housing is defined as building over a certain number of houses with mass production under a certain program. Mass housing is a way to overcome the housing shortage by accelerating to build houses after having realized a minimum standardization.

The most important factors of mass housing constructions are speed and cost. Construction operations can be accelerated and costs can be decreased only by letting construction systems become industrialized.

This thesis reviews the development of the mass housing concept and, in turn, the tunnel form and prefabricated construction systems of the mass housing construction systems applied in Turkey, for researchers involved in the mass housing design and production, and it evaluates them under domestic circumstances.

In Part One (Introduction), the purpose and scope of the thesis are defined, development of the mass housing concept and mass housing construction systems in Turkey are determined and defined in general terms.

In Part Two, the tunnel form construction system, which is the semi-traditional system preferred by most big construction companies for mass housing projects in Turkey, is reviewed, explained and some examples are given.

In Part Three, the prefabricated construction systems, which are intensively used in the developed countries for mass housing projects and are increasingly preferred in our country in the recent years, are introduced and their specialties reviewed with certain examples.

In Part Four, a comparative analysis is conducted for the tunnel form and prefabricated systems in financial and structural terms. Furthermore considering that Turkey is located within the earthquake zone, precautions which should be taken in these two systems against earthquake risks are stated.

In the last part, certain conclusions are reached, and relevant suggestions are stated.

BÖLÜM 1. GİRİŞ :

Konut açığı, sadece ülkemizde değil, diğer dünya devletlerinde de var olan, büyük bir sorundur. Konut sorununun, ilk önce Avrupa'da Endüstri Devrimi sırasında, köylerden şehirlere göç sırasında ortaya çıktığı söylenebilir. Bu durum karşısında devletler konut sorununa müdahale etmişler ve olaya sosyal bir içerik kazandırmışlardır. Ancak konut üretimi, özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yeterli olmamaktadır. Dünya konut açığının %75'den fazlası geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerdeki konut açığıdır. Bunun sebebi, sanayileşmesini bitirmiş ülkelerde düzenli bir yayılma olmasına karşın, sanayileşmesini henüz tamamlamamış ülkelerde endüstri, dolayısı ile iş imkanları belirli alanlara toplanmış ve bu durum köyden kente göçü kaçınılmaz hale getirmiştir.

Konut açığı; yıllık konut üretimi ile konut ihtiyacı arasındaki fark olarak tanımlanabilir.

1.1. Konunun Önemi ve Çalışmanın Amacı :

Bu çalışmanın amacı, geleceğin tasarımcıları ve uygulayıcıları olan mimarlık öğrencilerine, toplu konut projesi çalışmalarında konunun önemini vurgulamak ve bu konuda çalışan tasarımcılara toplu konut inşaatlarına en uygun hızlı ve ekonomik sistemler olan prefabrike ve tünel kalıp yapım teknolojilerinin bir arada karşılaştırılması imkanı verilerek tanıtmaktır.

1.1.1. Türkiye'de Konut Arzı ve Gereksinimi :

Konut sorunu ülkemizde 1950'lerden itibaren yoğun bir şekilde köyden kente göçün başlaması ile görülmeye başlanmıştır. Bu duruma hazırlıksız olan devlet ve inşaat sektörü, konut açığının günümüze kadar katlanarak gelmesine engel olamamıştır. Mevcut açığı karşılamak üzere yapılacak yıllık üretim, mevcut yapılan yıllık üretimin yaklaşık iki katına eşittir. Toplu Konut İdaresi Başkanı Yiğit Gülöksüz'e göre Türkiye'deki konut ihtiyacı yıllık ortalama 400-500 bin konuttur. Oysa şu anda Türkiye'deki konut üretimi

yıllık ortalama 300 bin konuttur. Yani başka bir deyişle Türkiye'nin sadece 1993 senesindeki konut açığı yaklaşık 100-200 bin konut civarındadır. Birde buna önceki senelerden gelen konut açıkları eklenince konunun vehameti ortaya çıkmaktadır.

Bazı görüşlere göre bugün Türkiye'de konut açığı ciddi boyutlara ulaşmamıştır. Ancak bu görüşler gecekonduları, ikincil konutları ve yazlık olarak kullanılan konutları göz önüne alarak savunulmaktadır. Bu nedenle bu görüş gerçeği saptırmakta ve konut ihtiyacını tam olarak yansıtmamaktadır.

Konut üretimini düzenlemede, verimliliğini arttırmada devletin önemli görevleri vardır. İlgili siyasaları saptamak, arsa üretmek, gerekli alt yapıları gerçekleştirmek, arsa kullanımına ilişkin imar kararlarını almak, yasal düzenlemeler yapmak, arsalardan konut yapımında yararlanmak için gerekli denetimi sağlamak, konutla ilgili ölçümleri belirlemek, kaynak yaratmak, geliştirmek, konut üretim etkinliklerini toplum yararını sağlayacak biçimde denetlemek ve doğrudan konut üretimi yapmak, devletin bu konudaki görev ve yetkileri arasındadır (Geray, 1987).

Konut sorununun çapı ve acilliği, genel olarak bir kaç amaca yönelik şekilde formüle edilen bir takım kamu politikalarının oluşturulmasına yol açmıştır (—, 1982).

1980'li yıllardan itibaren, devlet konut sorununa daha yoğun bir şekilde eğilmeye başlamış ve bu konuda bir çok önemli adımlar atmıştır. Özellikle hem 10.7.1981 tarihli 2487 sayılı yasa, hem de 17.3.1984 tarihli 2985 sayılı Toplu Konut Yasası, konut açığını engellemek açısından önemli, fakat yetersiz adımlardır. Örneğin, bu yasa ve yönetmeliklere uygun olarak verilen konut kredileri, konut maliyetlerini karşılayamamaktadır.

Hızla ve katlanarak büyüyen konut açığını kapatmanın tek yolu, konut sektörüne hız ve ekonomiyi kazandıracak gelişmiş yapım sistemlerini kullanmaktır. Toplu konut yasaları, konut inşaatında ileri yapım teknolojilerini zorunlu kılan önemli etkenlerdir. Ancak ileri yapım teknolojileri büyük miktarda bir ön yatırım gerektirdiğinden, bu sistemleri genellikle büyük inşaat şirketleri kullanabilmişlerdir. Zaten bizim gibi konut açığı hızla

büyüyen ülkelerde, geleneksel sistemleri de bir kenara bırakmak doğru bir çözüm olamaz. Önemli olan, konut sektöründe hızlı olduğu kadar sayıca da fazla konut üretmek olduğuna göre, ileri yapım teknolojilerinin yanısıra, geleneksel sistemle üretime devam edilerek açığın kapatılmasına yardımcı olunmalıdır.

1.1.2. Türkiye'de Konut Sunum Biçimleri :

Bir ülkede konut açığı, direkt olarak konut sunum biçimleriyle bağlıdır. Konut sunum biçimleri, o ülkenin sosyo-ekonomik yapısına, inşaat sektörüne, bu konudaki girişimcilerin özelliklerine ve devletin bu konudaki tutumuna göre şekillenir ve zaman içerisinde gelişir.

Türkiye'deki konut sunum biçimlerini, özellikle bu sektörde 80'li yıllardan itibaren oluşan gelişmeyi göz önüne alırsak şu şekilde sıralayabiliriz;

İmarsız Bölgelerde :

- Bireysel gecekondü üretimi
- Yarı örgütlenmiş gecekondü üretimi

İmarlı Bölgelerde :

- Bireysel konut üretimi
- Yapı - satıcı üretim
- Yapı kooperatifi konut üretimi
- Yapı kooperatifi yerel yönetim (belediye) konut üretimi
- Toplu konut şirketleri üretimi

Bu konut sunum biçimlerinden gecekondü üretimi, ülkemizde konut açığını olduğundan daha az göstermektedir. Ancak bu durum tamamen yanıltıcıdır ve halkımızı sağlıklı ve rahat olmayan mekanlarda yaşamaya zorunlu kılmaktadır. Ayrıca yazlık ve ikincil konutların sayısına bakarak, ülkede konut açığının bulunmadığını yada abartıldığı ölçüde olmadığını öne sürmek yanıltıcıdır.

1.1.3. Türkiye'de Toplu Konut Üretiminde Rol Alan Kuruluşlar :

Türkiye'de konut sorunu var olduğu günden, bugüne değin devletin bir konut politikası olmuş ve bu politikalara göre çeşitli çözümler benimsenmiş ve uygulanmıştır. Türkiye'de konut sektöründeki büyük gelişimlere bazı

kamu kuruluşları öncülük etmişlerdir. Özellikle 1980'den sonra çeşitli kamu kuruluşları toplu konut sektöründe çok önemli rol oynamışlardır ve halen oynamaktadırlar.

Bu kamu kuruluşları; Mesken Genel Müdürlüğü, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Yapı İşleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve İskan İşleri Genel Müdürlüğü, finansman kurumları olarak da; T.C. Emlak Kredi Bankası (şimdiki adıyla Emlak Bankası), Sosyal Sigortalar Kurumu (SSK), Ordu Yardımlaşma Kurumu (OYAK) ve Bağkur olarak sayılabilir. Ancak sorunun çözümünde çeşitli özel kuruluşlarda etkin roller üstlendiler. Bunlarda kooperatifler ve özel girişimcilerdir. Bunun dışında yerel idareler (belediyeler) ve diğer bakanlıklara ait birimlerinde, konu hakkında çeşitli girişimleri olmuştur (—a, 1988). Daha sonra 1980'li yılların sonlarında T.C. Başbakanlık Toplu Konut İdaresi kurulmuş ve toplu konut yapımı ile ilgili bütün birimler bir tek çatı altından idare edilmeye çalışılmıştır.

1.2. Kapsam ve Yöntem :

Çalışmanın yöntemi, amaca yönelik olarak gerekli tüm bilgilerin toplanması, değerlendirilmesi ve karşılaştırma yapılarak sonuca varılmasıdır. Çalışmanın kapsamı ise aşağıdaki başlıklar altında toplanmıştır.

1.2.1. Türkiye'de Toplu Konut Üretiminde Uygulanan Yapım Sistemlerinin Tanıtılması :

Türkiye'de konut sektöründe başlangıçtan günümüze emek yoğun teknolojilere ağırlık verilmiştir. Bu yüzden ülkemizde geleneksel sistemler, gelişmiş sistemlere nazaran daha çok kullanılmıştır. Toplu konut inşaatları ilk uygulanmaya başlanıldığında, uygulayıcı firmalar tarafından geleneksel yapımlar ile inşaa ediliyorlardı. Ancak bu yöntem gerekli ihtiyacı karşılayacak kadar hızlı değildi ve maliyeti yüksekti.

İşte bu nedenlerden dolayı, ülkemizde çeşitli konut üretim teknolojileri uygulama alanına sokulmuştur. Bir yandan ağır betonarme panel sistemler, iskelet sistemler, hücre sistemler gibi prefabrikasyon teknolojileri konut üretiminde yer alırken, diğer yandan tünel kalıp gibi yapımı çelik kalıp

teknolojisine dayanan yapım yöntemleri ile konut inşaatı gerçekleştirilmektedir. Genellikle bu teknolojilerin kökeni dış kaynaklıdır. Çok az değişikliklerle veya aynen bu teknolojiler ülkemizde de kullanılmışlardır.

Türkiye'deki toplu konut uygulamaları bir bütün olarak incelendiğinde, araştırmanın bu bölümünde genel bir sınıflama yapılarak, anlatılan yapım sistemlerinin tamamının yoğun bir şekilde kullanılmadığını görmekteyiz. Emlak Bankası'nın Türkiye çapında toplu konut konusunda en büyük finansman kurumu olduğunu göz önüne alarak, 1993 senesinde Emlak Bankası tarafından yaptırılmış olan toplu konutları incelediğimizde yoğun olarak kullanılan yapım sisteminin tünel kalıp yapım sistemi olduğunu görmekteyiz (Liste - 1.1.). Tünel kalıptan sonra toplu konut üretiminde en çok kullanılan yapım sistemleri ise geleneksel sistem ve prefabrike yapım sistemleridir.

Emlak Bankası'ndan sonra en büyük toplu konut yaptırıcısı olan T.C. Başbakanlık Toplu Konut İdaresi'nin kendi mülkiyetinde bulunan toplu konut alanlarına bakıldığı zaman 1988-1992 yılları arasında 16470 adet konut üretimini gerçekleştirdiğini görmekteyiz (Liste - 1.2.).

Bu projelerin dışında Milli Güvenlik Kurulu ve YPK Kararlarına göre Gökçeada (732 konut) ve Bozcaada (182 konut) Projesi kapsamında 914 konutluk projenin uygulamasına başlanılmıştır.

İstanbul - Ataköy ile İzmir - Yahyakaptan Projeleri YPK Kararları ile mülkiyeti ve üzerinde devam eden inşaatları ve yapılmış ihaleleri ile T. Emlak Bankası'ndan Toplu Konut İdaresi'ne verilmiş projelerdir. Bu projeler YPK Kararları doğrultusunda İdare tarafından finanse edilmiştir.

Toplu Konut İdaresi 1992 yılında yeni bir anlayışla konutu olmayan orta ve alt gelir gruplarının ödeme güçlerine uygun olarak satın alabilecekleri, aile büyüklüklerine göre tasarlanmış ve piyasada üretilmeyen Ekonomik Konut üretimi projeleri hazırlamıştır.

Bu modelin ilk uygulamaları Ankara - Eryaman II. Etap Yeşil Konutlar ve Halkalı II. Etap projeleri ile başlatılmıştır.

Emlak Bankası'nın 1993'de Ürettiği Konutlar (LİSTE-1.1)

<u>SIRA NO :</u>	<u>YER :</u>	<u>PROJE ADI :</u>	<u>ETAP :</u>	<u>KONUT SAYISI :</u>	<u>YAPIM SİSTEMİ :</u>
1	İSTANBUL	BAHÇEŞEHİR	----	3956	TÜNEL KALIP
2	İSTANBUL	SİNANOBA	FAZ 1	787	TÜNEL KALIP
3	İSTANBUL	SİNANOBA	FAZ 2-3	1851	TÜNEL KALIP
4	İSTANBUL	MİMAROBA	-1-	386	TÜNEL KALIP
5	İSTANBUL	MİMAROBA	-2-	2464	TÜNEL KALIP
6	İSTANBUL	ATAŞEHİR	İKMAL	834	
7	İSTANBUL	ATAŞEHİR	-1-	2192	TÜNEL KALIP
8	İSTANBUL	ATAŞEHİR	-2-	3180	TÜNEL KALIP
9	İSTANBUL	KOŞUYOLU	----	58	TÜNEL KALIP
10	İSTANBUL	SARIYER	----	200	
11	İSTANBUL	ATAKÖY	11.MAH.	88	TÜNEL KALIP
12	ANKARA	ETLİK	-1-	304	
13	ANKARA	ETLİK	-2-	216	
14	ANKARA	BİLKENT	-1-	928	TÜNEL KALIP
15	ANKARA	BİLKENT	-2-	1100	TÜNEL KALIP
16	ANKARA	SİNCAN - ELVANKENT	1-2	2400	TÜNEL KALIP
17	ANKARA	SİNCAN - ELVANKENT	-3-	1096	TÜNEL KALIP
18	ANKARA	EMEK	----	24	
19	ANKARA	KONUTKENT	-1-	1160	TÜNEL KALIP
20	ANKARA	KONUTKENT	-2-	1643	TÜNEL KALIP
21	ANKARA	ÜMİTKÖY	----	288	TÜNEL KALIP (BAŞLAMADI)
22	İZMİR	GAZİEMİR	-1-	2347	TÜNEL KALIP
23	İZMİR	GAZİEMİR	-2-	1938	TÜNEL KALIP
24	İZMİR	MAVIŞEHİR	----	2872	TÜNEL KALIP
25	İZMİR	BOSTANLI - VENEDİK	----	1072	TÜNEL KALIP
26	İZMİR	GÜZELYALI	----	22	
27	ANTAKYA	ANTAKYA	----	92	GELENEKSEL
28	ADANA	ADANA	-1-	188	GELENEKSEL
29	ADANA	ADANA	-2-	352	GELENEKSEL
30	GÖKÇEADA	GÖKÇEADA	-1-	498	YTONG PREFABRİK + YIĞMA
31	GÖKÇEADA	GÖKÇEADA	-2-	234	YTONG PREFABRİK + YIĞMA
32	BOZCAADA	BOZCAADA	-3-	182	YIĞMA
33	İZMİR	YAHYAKAPTAN	----	484	TÜNEL KALIP

TOPLAM : 35436 KONUT

1926 yılından bu yana Emlak Bankası'nın ürettiği konut sayısı : 74188 konut

T.C. Toplu Konut İdaresi'nin 1988-1992 Yılları Arasında Tamamladığı
Konutların Proje Bazında Büyüklüklerine Göre Dağılımı
(LİSTE-1.2.)

<u>PROJE ADI</u>	<u>KONUT BÜYÜKLÜKLERİ (M²)</u>	<u>KONUT SAYISI</u>	<u>DAĞILIM ORANI (%)</u>
ERYAMAN	60m ² 'ye kadar	392	8.3
	61-80m ² arası	1670	35.2
	81-100m ² arası	2614	55.1
	101-150m ² arası	64	1.4
Toplam		4740	100
HALKALI	60m ² 'ye kadar	217	5.6
	61-80m ² arası	1008	26
	81-100m ² arası	1872	48.3
	101-150m ² arası	723	18.6
	>150m ²	58	1.5
Toplam		3878	100
ATAKÖY	60m ² 'ye kadar	114	3.9
	61-80m ² arası	224	7.6
	81-100m ² arası	188	6.4
	101-150m ² arası	2181	73.9
	>150m ²	243	8.2
Toplam		2950	100
YAHYAKAPTAN	61-80m ² arası	736	15
	81-100m ² arası	4166	85
Toplam		4902	100
	GENEL TOPLAM	16470	

Aşağıdaki yapım sistemlerinin genel tanımlamaları yapılmış olup, toplu konut üretimi için gerekli kriterleri en uygun şekilde sağlayan gelişmiş geleneksel yapım sistemlerinden Tünel Kalıp ve endüstrileşmiş yapım sistemlerinden Prefabrike Yapım Sistemleri sırasıyla Bölüm 2 ve Bölüm 3'de ayrıntılı olarak incelenmiştir.

1.2.1.1. Geleneksel Yapım Sistemleri :

Bu tür yapım sistemlerinde, yapım işleri tümüyle şantiyede geçer ve el işçiliğine dayalı olur. Bazı ufak yapı bileşenleri ile elemanları, tuğla - ahşap gibi gereçler şantiyede biraraya getirilir. Bu sistemlerde bazı yapı makinelerinde kullanılmaktadır.

Geleneksel yapım sistemleri; yığma (tuğla,vb.), betonarme, ahşap iskeletli, metal iskeletli olarak ayrılabilir.

Geleneksel yapım sistemleri ile diğer sistemlere nazaran daha yavaş üretim yapılır, malzeme ve işçilik israfı çok fazladır. Üretim, yerinde yapıldığı için, dış hava koşullarından etkilenme yüzünden süreklilik söz konusu değildir. Ancak ilk yatırım maliyeti çok azdır ve bu sayede küçük sermayeli girişimcilere uygun bir yapım sistemidir.

Yığma yapım sistemi, hiç bir teknik elemana veya kalifiye ustaya gerek duymadan, basit teknikler kullanılarak, kişinin kendi konutunu yapabileceği bir sistemdir. Bu sistem toplu konut uygulamalarında kullanılmamasına rağmen, şehirlerde karşımıza gecekondular olarak çıkmakta ve büyük boyutlarda konut açığını kapatmaktadır. Bu tür bir sistem daha çok deprem bölgelerinde, gerekli donatı eşliğinde uygulanabilir.

Yerinde dökme betonarme yapılar, ülkemizde konut sektöründe en yoğun şekilde kullanılan yapım sistemlerinden biridir. Bu sistemde yapı teknolojisinin getirdiği kolaylıkların bazılarında (betoniyer, kule vinç, iskele ve kalıplarda metal parça kullanımı, vb.) ve yeni yapı malzemelerinden faydalanılabilmektedir. Ancak ülkemizde iyi bir şekilde yapı denetimi sağlanmadığından, bu sistemle yapılan yapılar, sağlıksız ortamlar ve çarpık bir kentleşme yaratmıştır. Ayrıca yine bu sistemle yapılan yapılar, denetimsizlik yüzünden sağlamlıkları tartışılır hale gelmiştir.

1.2.1.2 Geliştirilmiş Geleneksel Yapım Sistemleri :

Geliştirilmiş geleneksel teknikler, "Yerinde Dökme Teknikler" olarak da tanımlanabilir. Beton ve betonarme ağırlıklı bu teknikler, kalıp sistemlerinin geliştirilmesi ile mümkün olmuştur. Kalıp malzemesi, bakımı, kalıp

ömrü, kalıp şekli, kullanılan vinç türü ve sayısı yönündeki gelişmeler, bu teknolojinin gelişmesine etken olmuştur (Okan, 1985).

Bu sistemler, kalıp sistemleri ve hazır yapı bileşenleri kullanılan sistemler olmak üzere ana iki başlık altında toplanabilir. Geliştirilmiş geleneksel sistemler inşaat sürecini ve maliyetini azaltan, yapım işlerinin şantiyede özel kalıp veya yapım teknikleri ile yapıldığı sistemlerdir.

Kalıp sistemlerin sınıflandırılması ;

- Tünel Kalıp
- Kayar Kalıp
- Plak Kaldırma
- Kalıcı (kaybolan) Kalıp
- Filigran Sistemler olarak yapılabilir.

Ülkemizde toplu konut inşaatlarında, geliştirilmiş geleneksel yapım sistemlerinden sırası ile tünel kalıp, plak kaldırma ve hazır yapı bileşenleri kullanılan sistemler günümüzde sıkça uygulanmaktadır.

1.2.1.3. Prefabrike Yapım Sistemleri :

Prefabrike yapım sistemleri, fabrika ve şantiyelerdeki atelyelerde üretilen ve daha sonra yapıyı oluşturmak üzere birbirleriyle monte edilen elemanlarla yapım sistemidir (Sey ve Tapan, 1987).

Yapı elemanlarının fabrikada üretilmesi, konutun tümünün fabrikada üretilmesi yerine, kimi bölümlerinin orada yapılması anlamına gelir. Bunun adı, kısmi prefabrikasyondur. Esasen, yapıda prefabrikasyonun, sistemden sisteme değişmekle birlikte, %50 oranında olması, prefabrikasyondaki başarının, yapının geleneksel bölümüyle uyum içinde bulunmasına bağlı olduğu bilinmektedir (Günerman, 1985).

Prefabrike yapım sistemleri sayesinde hız faktörü artar, maliyet ise düşer. Ayrıca yapı gereçlerinin ve elemanlarının fabrikada imal edilmesi, inşaatın olumsuz hava şartlarından etkilenmesini engelleyeceği gibi, denetiminde kolaylaşmasını sağlar. Ancak bu tür sistemler büyük çaplı ön yatırım gerektirdiğinden, inşaat sektöründe büyük firmaların tekelleşmesine neden olmaktadır.

BÖLÜM 2. TÜNEL KALIP YAPIM SİSTEMİ :

2.1. Tünel Kalıp Yapım Sistemi :

Tünel kalıp sistemi, yapının taşıyıcı duvar ve döşemelerinin çelik veya kontrplak (tutkallı ahşap) kalıplarla, bir seferde ve yerinde tek parça olarak dökülmesine olanak veren bir yapım sistemidir. Çelik çerçeveli kontrplak kalıplar hafif olmasına rağmen kütleme esnasında problem çıkardığından, kullanışlı olmamakta ve üretim yalnız yaz aylarında yapılabildiği için tercih edilmemektedir. Bu nedenle tünel kalıpta genellikle çelik tercih edilmektedir. Bu durumda duvar ve döşemelerde kesin boyut ve düzgün yüzey sağlanmaktadır. Bu sayede sıva gerektirmediğinden iskele kurulma zorunluluğu olmaz. Bu da sisteme zaman kazandırıcı bir unsurdur.

Tünel kalıp çok hızlı bir yapım sistemidir. Geleneksel sistemlerde betonun mukavemet kazanması için gereken 28 günlük süre, bu sistemde kütleme yoluyla 24 saat içinde elde edilir ve ertesi gün kalıplar sökülerek bir üst kata yerleştirilir ve aynı işlemler tekrarlanır.

Kalıpların dört yüzü kapalıdır. Beşinci yüz kalıbın üzerine yerleştirildiği döşemedir. Altıncı yüz ise kalıbın mekana girip çıkabilmesi için boş bırakılır. Daha sonra bu yüz prekast cephe elemanları ile kapatılır.

Bu sistemde cephe elemanları; merdivenler, sahanlıklar, bölme duvarlar, bacalar, vb. gibi yapı parçaları genellikle şantiyede üretilen prefabrik elemanlardır. Temeller, çatı ve bitirme işlemlerinin çoğunluğu geleneksel tekniklerle gerçekleştirilmektedir. Tesisat kanalları, kapı ve pencere kasaları, elektrik boru ve hatları da kalıpların içine önceden yerleştirilebilir.

Tünel kalıp sisteminde nitelikli işçi gereksinimi azdır. Sekiz - dokuz kişilik bir ekip, bir dairenin kalıbının yerleştirilmesi ve betonunun dökülmesini kolaylıkla bir günde tamamlayabilir.

Tüm düşey taşıyıcıların perde olması, yüklerin temellere yaygın ve homojen olarak dağılmasını sağlamaktadır. İki tam tünel kalıp arasında kalan duvarların ankrajları tüm sistemlere düşey yönde bir veya iki ankrajla

sağlanmaktadır. En sondaki duvarlarda ise gene düşey yönde üç ankraj bulunmaktadır. Yatay yöndeki ankraj aralıkları uygulanan sisteme göre 100 ila 137 cm.'dir. Böylece her bir 2 veya 2.50 m. uzunluğundaki temel kalıp birimin iki kere ankraji sağlanmaktadır (Sey ve Tapan, 1985). Bu sistemde tünelin arka yüzünün tünele dik yönde bir perde ile sonuçlanmasının rüzgar ve deprem kuvvetlerine gerekli direnci sağladığı kabul edilmektedir.

Sistemin döküldüğü kalıplar, fabrikalarda otomatik olarak üretildiğinden yapımda büyük ölçüde düzenli bir kalite olanağı sağlanmaktadır (Şekil-2.1.). Kalıplar genellikle iyi bakıldıklarında en az 500 kez, dahada itina gösterilirse 1000 kereye yakın kullanma olanağı ortaya çıkabilmektedir.



Şekil-2.1. Mesa Tünel Kalıp Fabrikası (Ankara)

Sistem klasik anlamda iş ve kalıp iskelesi gerektirmemektedir. Bu sistemin kendine özgü ve son derece pratik iskeleleri bulunmakta ve zaman bakımından kayıplar en aza indirgenmektedir (Paçacı, 1985).

Kalıplar kreynerler sayesinde rahatlıkla monte edilmekte ve daha sonra çıkartılarak bir üst kata taşınmaktadır. Kule vinçler sadece kalıplarda değil, donatının, betonun, prefabrike elemanların ve diğer bütün ince malzemelerin taşınmasında kolaylık sağlar.

Kalıpların montajı için döşemede 10-12 cm. yüksekliğinde sokl elemanları (duvar başlangıcı) yapılır. Sokllar ya döşeme ile birlikte dökülür

veya döşeme bittikten sonra yapılır. Soklların dökümünde özel kalıplar veya hazır haçvari sokl elemanları kullanılır (Sey ve Tapan, 1985).

Tünel kalıp sisteminin rantabl olabilmesi için alt sınır 100 konut birimidir. Yılda 8 adet tünel kalıp takımı ile $100m^2$ 'lik 1000 konut üretilebilir.

2.2. Tünel Kalıp Çeşitleri ve Boyutları :

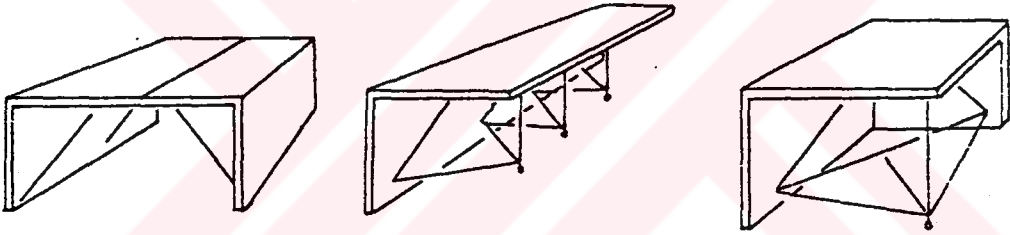
Tünel kalıp çeşitlerini temel olarak iki grupta toplayabiliriz;

A- Tam Tünel Kalıplar

B- Yarım Tünel Kalıplar

Tam tünel kalıplar; iki kenarı kapalı ve üç kenarı kapalı olmak üzere ikiye ayrılırlar (Şekil-2.2.).

Yarım tünel kalıplar ise; köşe tünel kalıplar ve konsollu tünel kalıplar olmak üzere ikiye ayrılırlar (Şekil-2.2.).



Tam Tünel Kalıp

Yarım Tünel Kalıp

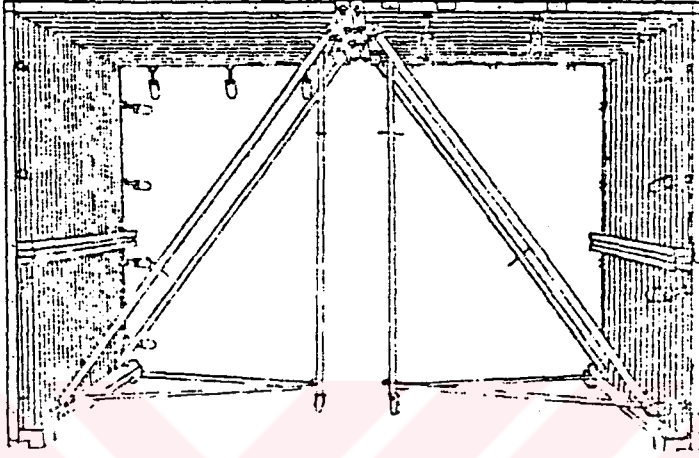
Köşe Tünel Kalıp

Şekil-2.2.

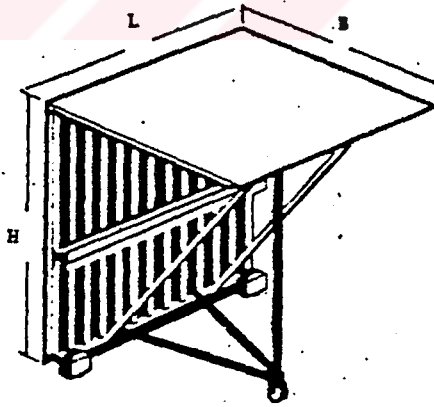
Tünel kalıp sisteminde yarım tünel kalıplar, tam tünel kalıplara nazaran daha esnek olduklarından daha çok tercih edilirler. İki yarım tünel elemanı birleşerek bir üniteyi oluşturur (Şekil-2.3.). Böylece değişik hacim boyutları kolaylıkla elde edilebilir.

Tünel kalıpların ağırlığı yaklaşık $62kg/m^2$ 'dir. Bu ağırlık tüm ekipmanın yüklenmesiyle $70kg/m^2$ 'yi bulmaktadır (Eser, 1982). Standart tünel kalıp boyutları; H-yükseklik: 2.30m'den 3m'ye kadardır, L-uzunluk: 2.50m-1.25m-0.625m'dir. Vincin kapasitesine göre bu elemanlar 12.5m uzunluğa kadar birleştirilerek kullanılabilir. B-genişlik:tünel kalıp sisteminde iki yarım tünelin yanyana getirilmesi suretiyle elde edilerek kullanılan 3M aks sistemi yani

30cm ve onun katlarına göre ayarlanmıştır. Buna göre bir yarım kalıbın genişliği 1.05, 1.35, 1.65, 1.95, 2.25, 2.55, 2.85m'dir. Bu yedi çeşit genişlik ve 28 değişik kombinasyonla 2.10 ile 5.70m arasında açıklıklar için standart tünel kalıplar elde edilebilmektedir. Bu boyutlar dışında kalan istekler özel kalıplar üretilerek karşılanır (Mesa, 1994) (Şekil-2.4.).



Şekil-2.3. İki Yarım Tünel Kalıbının Birleşmesiyle Oluşmuş Tünel Kalıp Elemanı



Şekil-2.4. Tünel Kalıp Boyutları

Bazı özel durumlarda standart dışında tünel kalıp üretmek yerine, tünel kalıba ek kalıp elemanları ilave edilerek bu esneklik sağlanır. Ancak ka-

lup çeşidini çoğaltmak direkt olarak maliyeti etkileyeceğinden genelde 3M modülasyon sistemi olan 30cm'in katları kullanılır.

2.3. Tünel Kalıp Sisteminde Kullanılan Elemanlar :

Tünel kalıp elemanları beş ana başlık altında toplanabilir (Şekil-2.5);

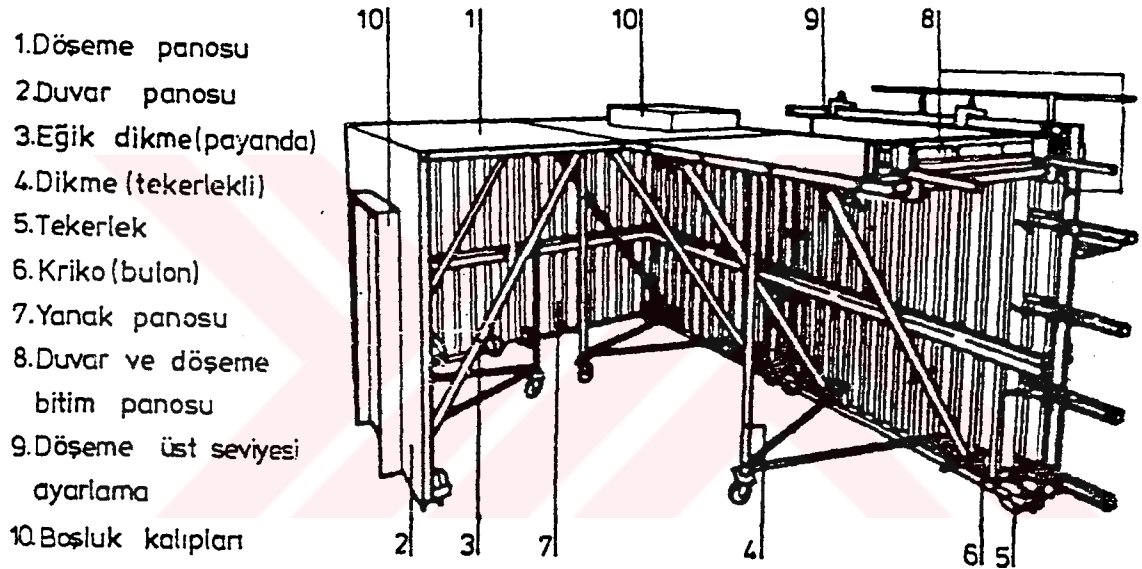
2.3.1. Tünel Kalıbı Oluşturan Paneller

2.3.2. Ek Kalıp Elemanları

2.3.3. Çalışma Platformu

2.3.4. Destek Elemanları (dikme, kriko, tekerlek, vb)

2.3.5. Isıtma ve Kürleme Elemanı



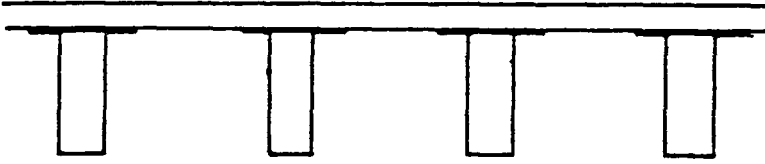
Şekil-2.5. Tünel Kalıp Ekipmanını Oluşturan Elemanlar

2.3.1. Tünel Kalıbı Oluşturan Paneller :

Tünel kalıp sisteminde temel eleman, genelde 3mm'lik sactan yapılan bir dikey ve bir yatay panelden oluşan yarım tüneldir. İki yarım tünel elemanı birleşerek bir üniteyi oluşturur. Beton dökümü, bu ünitenin üst ve yan yüzlerine yapılır (Şekil-2.6.). Sac yüzey, üzerinde dolaşıldığından ve beton yükünden dolayı gerekli rijitliği sağlayamaz. Bu nedenle sac panellerin alt yüzeyleri (kalıbın iç tarafı) çelik nervürlerden yapılmaktadır (Şekil-2.7.). Kalıbın üzerine dökülen beton döşemeyi, yan yüze dökülen betonlar ise betonarme duvarları oluşturur.



Şekil-2.6. Kalıbın Yan Yüzeyine Beton Dökümü



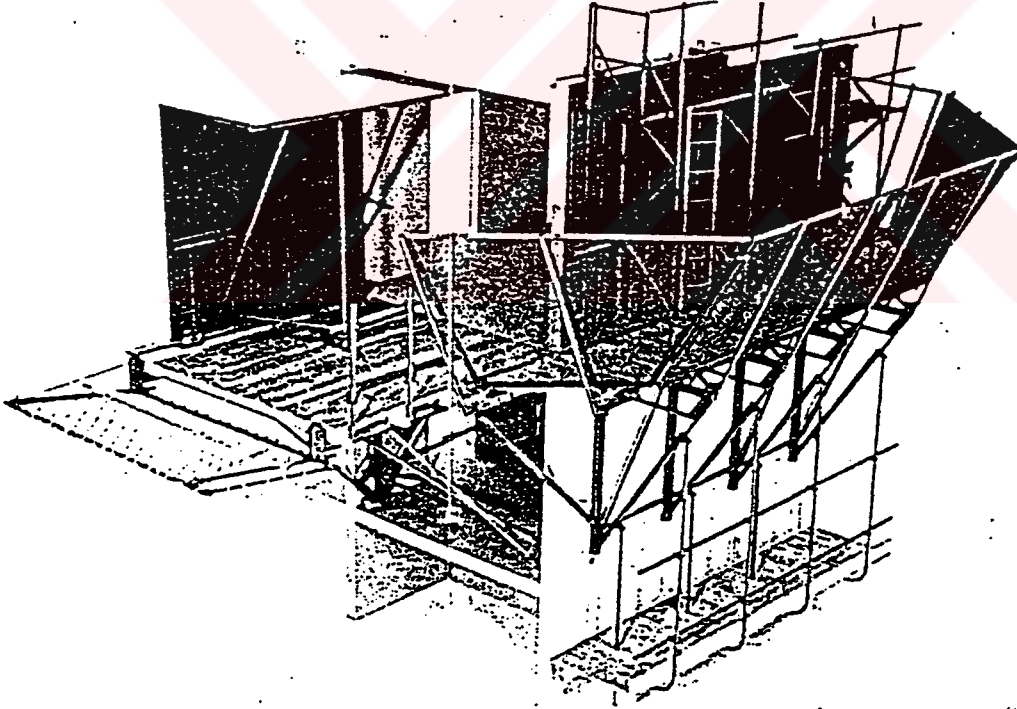
Şekil-2.7. Tünel Kalıp Nervürlü Konstrüksiyonu

2.3.2. Ek Kalıp Elemanları :

Duvar ve döşeme üzerinde kapı, pencere, tesisat, vb için boşluk bırakılmak istendiğinde bu kısımlara betonu durduran Rezervasyon kalıpları (boşluk kalıpları) takılır (Şekil-2.9.). Ayrıca döşeme ve perde alınlarını oluşturmak veya çeşitli konsollar yapmak için de ek kalıp elemanları kullanılır.

2.3.3. Çalışma Platformu :

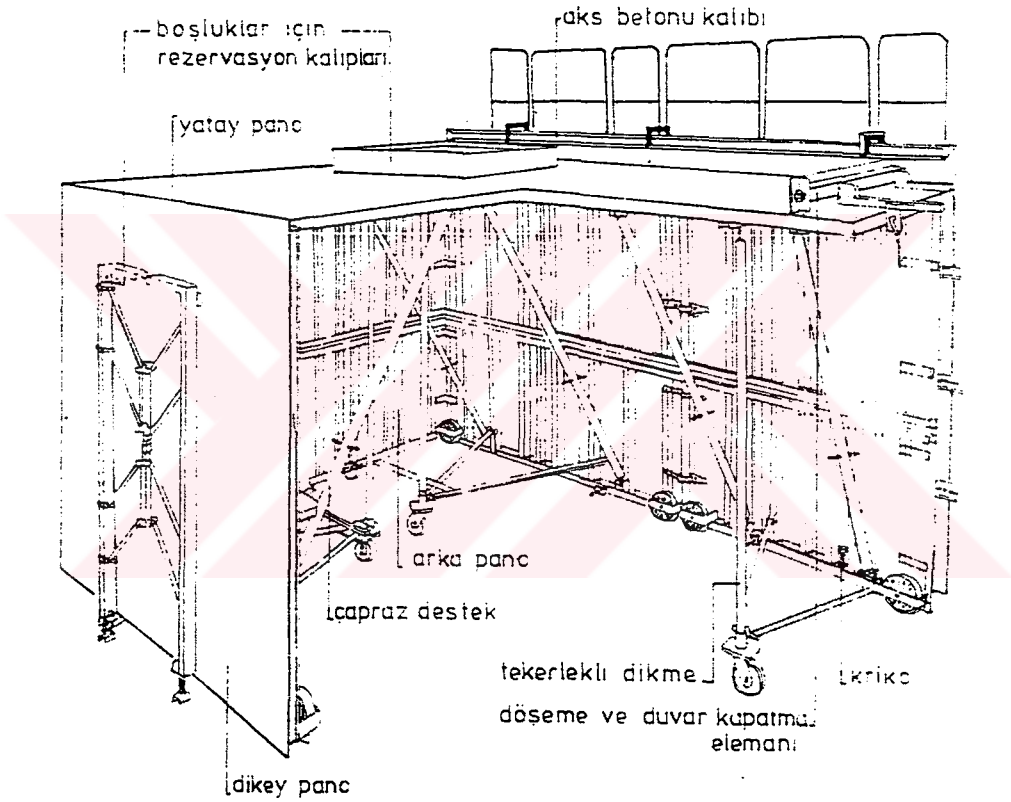
Betonun prizini almasından sonra, yarım tünel kalıpların dışarı çekilirken çıkartıldıkları yan platformlara çalışma platformu denilmektedir. Aynı zamanda çalışma iskelesi olarak da kullanılan bu platformların standart boyutu 3m'dir. 100m²'lik bir yapı alanı için gerekli olan platformu kurmak için beş kişi yeterlidir. Çalışma platformları derinliği 5m'ye kadar olan kalıplar için kullanımı elverişlidir (Şekil-2.8.).



Şekil-2.8. Çalışma Platformu ve İşçi Koruganları

2.3.4. Destek Elemanları :

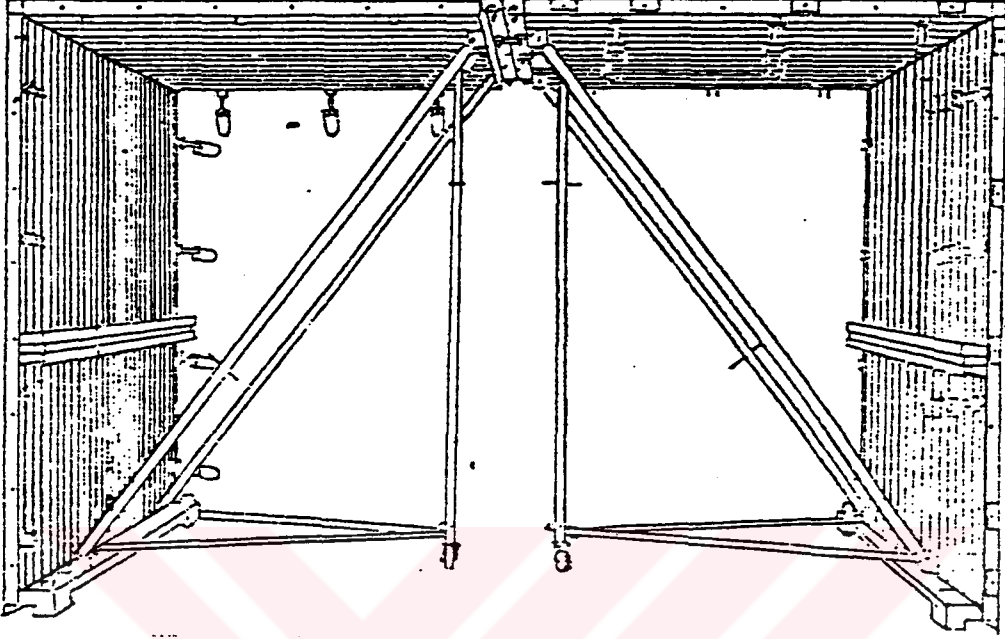
Destek elemanları, beton dökümü sırasında tünel kalıp üzerine gelecek yükü almak amacıyla konulan ayarlı dikme ve ayarlı çaprazlardır. Ayrıca altları tekerlekli ayarlı dikmelerin rijitliğini sağlayabilmek için üçgen atkılar, düşey panellerin rijitliğini sağlayabilmek için yatay atkılar vardır. Bunların dışında kalıbın yatay hareketini sağlayabilmek için, ayarlı dikmelerin ve düşey panellerin alt uçlarında tekerlekler, kalıbın son dengelemesini yapmak için krikolar mevcuttur (Şekil-2.9.).



Şekil-2.9. Tünel Kalıp Destek Elemanları

Ayarlı dikmeler yardımıyla kalıp terazilendirilirken, ayarlı çaprazlar ile kalıbın dengesi sağlanır. İşlem tamamlandıktan sonra bu dikmeler boşaltılıp perde kalıbına bağlanırlar. Daha sonra, perde panellerinin altlarında bulunan krikolar yardımı ile kalıbın son dengelenmesi yapılır. Bu dengelenmenin yapılabilmesi için düşey panelin tekerleği ile döşemenin üstü arasında en az 25mm en çok 70mm'lik bir açıklık gereklidir. Üçgen bağlantılar

(çapraz destek) ise, tekerlekli ayarlı dikmeleri düşey panellere bağlayarak gereken rijitliği sağlarlar (Şekil-2.10.).



Şekil-2.10. Tünel Kalıp Üçgen Atkıları

Tünel kalıbı oluşturan bütün elemanları bir arada tutmaya yarayan kilit sistemi; bağlantı lövyeleri, sürme anahtarlar, kelepçe kilitler ve bağlantı kuşaklarıyla birlikte gerektiği kadar somun, pul, civata ve bulonun kullanılmasıyla oluşturulur. Bu parçaları sırasıyla inceleyecek olursak;

2.3.4.1. Bağlantı Lövyeleri :

Bunlar iki yarım tünelin döşemeyi oluşturan panellerini birleştirmek için kullanılır. Bağlantı lövyeleri ile birleşimde iki yarım tünel kalıp elemanının arasına ek bir parça konulmaz.

2.3.4.2. Sürme Anahtarları :

Bu parçalar da, bağlantı lövyeleri gibi iki yarım tünelin döşeme panellerinin birleştirilmesinde kullanılır. Sürme anahtarlar üç şekilde kullanılabilirler;

- Ek parçasız bağlantı

- Kalıp boyutunda değişiklik yapılmadan ek parçalı bağlantı
- Kalıp boyutundaki değişiklik nedeniyle ek kalıp parçalı bağlantı.

2.3.4.3. Kelepçe Kilitler :

Döşeme ve perde alınları için kullanılan ek kalıp elemanları bu parça ile ana tünel kalıba kilitlenir. Bunlar, ayrıca bir kaç yarım tünel kalıbın derinlemesine yanyana konması durumunda da birbirlerine sabitleştirmek için kullanılırlar.

2.3.4.4. Bağlantı Kuşakları :

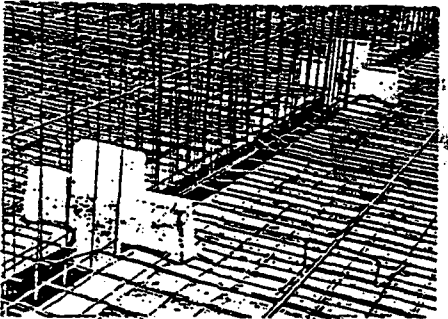
Perde panellerinin dikeyliğini ve dolaylı olarak perde duvarlarının kalınlığını ve sabitliğini sağlamak için bağlantı kuşakları kullanılır. Temel bileşeni çapı 24mm olan vida kesitli bir çubuktur. İki ucunda ayarı sağlayan birer plakaya kaynaklı kelebek ve somun vardır. Bu çubuk sayesinde iki tünel kalıp birbirine bağlanabilmekte ve üzerindeki kelebek ve somunun sıkılması ile duvar kalınlıkları ayarlanabilmektedir. Bağlantı kuşaklarının sayısı yükseklik boyunca üç noktada, derinlik doğrultusunda da uzunluğa bağlı olarak saptanır.

2.3.4.5. Aks Betonunun Dökümünü Sağlayan Elemanlar :

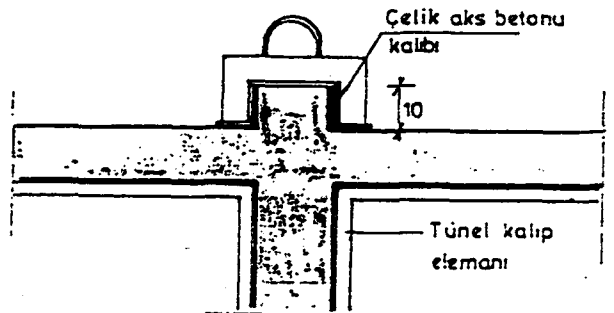
Aks betonları, tünel kalıpların bir üst betondaki konumlarını bulabilmelerine yarar. Bu elemanların dökümünde genellikle iki yöntem kullanılır. Bunlar aks betonu dökümünde kullanılan ayakların kalıcı betonarme veya dökümden sonra çıkartılan sac ayaklar olmasıdır.

Aks betonunun dökümünde, HUNNEBECK betonarme kalıcı ayaklarla (Şekil-2.11.), OUTINORD ise sac ayaklarla (Şekil-2.12.) bu dökümü gerçekleştirmektedir.

Şekil-2.11. Betonarme Kalıcı Ayaklar



Şekil-2.12. Sac Ayaklar



2.3.5. Isıtma ve Kürleme Elemanı :

Bu eleman beton dökümü sırasında ertimi arttırır ve işin hızlı yapılmasını sağlar. Kürleme sonucunda 24 saat içinde beton, yeterli mukavemeti sağladığı için kalıplar bu süre sonunda sökülerek bir üst katta kullanılabilir hale gelmektedir. Kürleme esnasında ısının, yavaş yavaş veya ani olarak verilmesi betonun mukavemeti üzerinde farklı etkiler yaratır. Örneğin ani ve yüksek ısıda içsel dayanım azalır. Isı şokunun önlenmesi için, ısı artışının saatte 20°C 'den fazla arttırılmaması gerekmektedir. Yavaş ısı artışı ile 100°C'nin üzerinde kür yaptırılabilir. Normal uygulamalarda ısı emdirme ve dinlendirme 8-18 saat olabilir. Soğutma, priz aldırılan elemanın et kalınlığının az veya çok olmasına bağlıdır. Dakikada 0.25 ile 5°C arasındaki soğutma hızları normaldir (Eser, 1982).

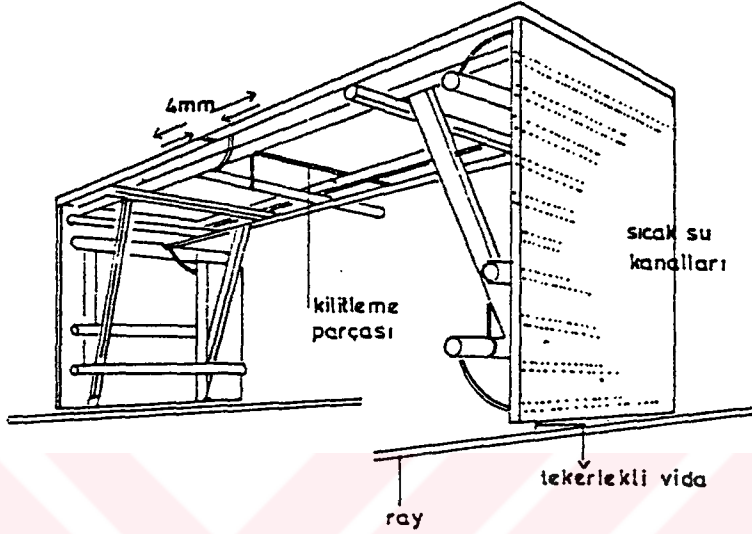
2.3.5.1. Kürleme Yöntemleri :

Ülkemizde oldukça ilkel bir yöntemle uygulanan sistemde, hacmin içi ısıtılmakta ve dolaylı yoldan beton kuru yapılmaktadır. Hacimlerin içlerine yerleştirilen bütangaz sobalarıyla yaz aylarında 5 saat, kış aylarında ise 8 saat süreyle 50°C ısıtma yeterli görülmektedir. Kürlemeye başlayabilmek için üst döşeme ile ön ve arka hacimlerin yalıtım platformlarıyla kapatılması gerekmektedir. OYAK-KUTLUTAŞ firması ise kürleme işleminde mazotla lokal ısıtma aparatları kullanmaktadır. Bu yöntemde elde edilen ısı 65°C'dir.

Yurdumuzda uygulanmayan bir kürleme yöntemi ise buharla yapılanaıdır. Buhar kürünün uygulandığı "Sectra" yönteminde, besleyici ve dönüş borularından oluşan tesisata 13 saat 45°C sıcak su verilir. Sıcak su kalıp yüzeyinde dolaşarak betonu, normal dökülen bir betonun 6 gün sonundaki dayanımına eriştirir (Şekil-2.13.).

"Tracoba 4" yönteminde ise, şantiyede kurulan bir kazan ile dökülen betona buhar kürü uygulanır. Beton döşeme üzerine asbestli çimento plaklarla kaplanmış geçici hasır bir çatı örtüsü konur. Arada kalan boşluktan buhar geçirilir. Tünellerin ağzı ısı kaybını önlemek için katranlı bez örtüyle kapatılır. Betonun sıcaklığı saatte 10-12°C arttırılır. Betonun ulaştığı en yüksek sıcaklık yüzeyden 2cm derinlikte 55°C'tir. Isıtma süresi 3-5 saat

sürer, soğuma hızı ise yaklaşık saate 10°C 'tır. Bu yöntemle 24 saatte bir devre tamamlanmaktadır.



Şekil-2.13. Kalıbın Sıcak Su Kanalları İle Isıtılması

Son yıllarda yeni bir yöntem olarak, kızıl ötesi ışınlar veren aygıtlar kullanılmaya başlanmıştır. Bu cins ışın, hacmin içinde ışınları yutma derecesinde ısı doğmasına neden olmaktadır.

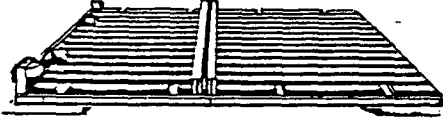
Kürleme, beton dökümünden sonra soğuk havada bir önlem olarak, normal havada priz hızını arttırmak ve kalıbın çabuk sökülmesini sağlamak amacı ile yapılır. Betonun ana maddelerinde soğuktan korunması gerekmektedir. Bunun için beton suyu ısıtılarak betoniye verilebilir. Kum ve çakıl depoları sıcak buharla ısıtılabilir. Betoniyer ile betonun döküleceği yer arasındaki uzaklık kısa tutularak, ısı kaybı en aza indirilebilir. Priz hızlandırıcı olarak uygulanan diğer bir yöntem de beton içine konulan katkı maddeleridir.

2.4. Tünel Kalıp Kurgusu :

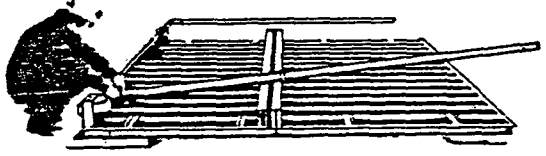
Tünel kalıp kurulurken, ilk olarak duvar paneli, yüksekliği yönünde konulan iki yastık üzerine yatay olarak yerleştirilir (Şekil-2.14,1.).

İkinci işlem olarak duvar panelinin taban kısmına çapraz (eğik) dikme tesbit edilir (Şekil-2.14,2).

1



2

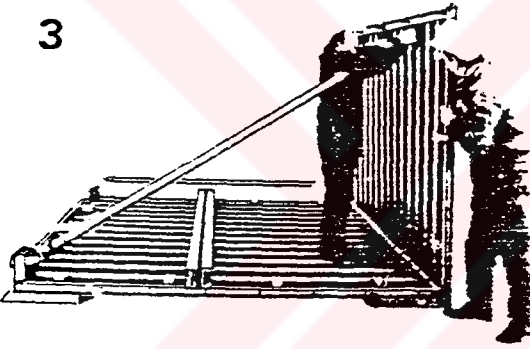


Şekil-2.14. 1,2.

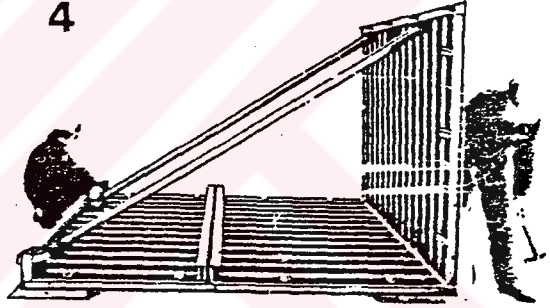
Yatay döşeme paneli duvar panelindeki yeri olan uçtaki kısma dikilir ve çaprazla bağlanır (Şekil-2.14,3).

İkinci çapraz dikme de yerine yerleştirilerek döşeme paneline bağlanır. Düşey ve yatay paneller birbirlerine geçirilir (Şekil-2.14,4).

3



4



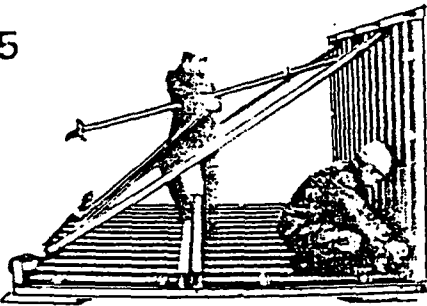
Şekil-2.14. 3,4.

Bundan sonra her iki pano birbirlerine bulonlanır. Ayarlı dikme ve üçgenleme parçaları yerlerine takılır (Şekil-2.14,5).

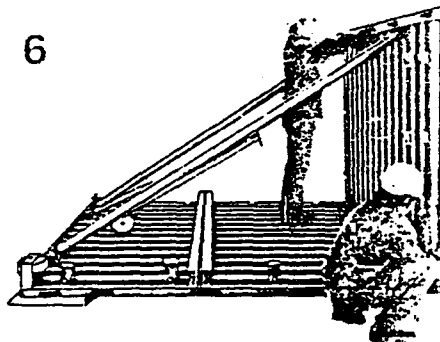
Altıncı işlem olarak birleştirme aksesuarları (kilit tertibatı, pano kelepçeleri, tesbit parçaları, vb) yerlerine takılırlar (Şekil-2.14,6).

Şekil-2.14. 5,6.

5



6

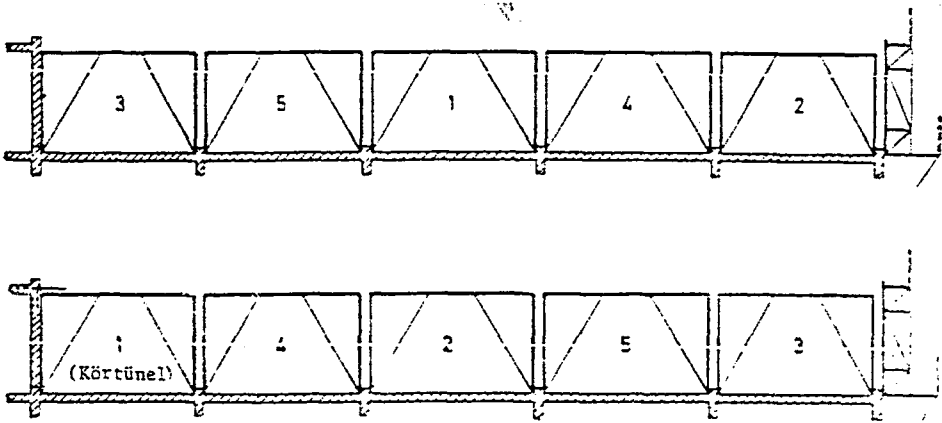


2.5. Tünel Kalıplarda Yapım Aşaması :

2.5.1. Tünel Kalıbın Kurulması :

2.4. Başlığı altında tünel kalıbın kurulma aşamasını incelemiştik. Yerde montajı tamamlanan kalıbın yüzeyi temizlenerek, üzerine kalıp yağı sürülür. İki yarım elemandan oluşan tünel kalıp, bir önceki döşeme üzerinde oluşturulan aks betonundan yararlanılarak yerine yerleştirilir.

Her kat çok sayıda çalışma dilimlerine bölünür. Bu nedenle en son çalışma diliminin en son duvarının betonlanması için son bir kalıba gerek duyulmaktadır. Bazen döşeme donatısının bir sonraki çalışma dilimine sarktığı durumlarda, daha sonraki bir kalıp tüneline (körtünel) kullanmak yararlıdır. Bu durumda bunu izleyen çalışma diliminde aynı kalıp yerinde kalacağından gereksiz bir işlem yapılmamış olmaktadır. Kalıp birimlerinin yerleştirilmesinde Şekil-2.15.'teki sıra izlenmelidir. Planlama sırasında boşluk ve tesisatla ilgili kalıp veya elemanlar o şekilde düşünülmelidir ki, ilk monte edilen 1,2 ve 3 numaralı kalıp birimleriyle yerleştirilebilsinler. Eğer bunlar dördüncü ve beşinci kalıplar üzerine yerleştirilirse, bu tesisat elemanlarının kalıplar söküldükten sonra ara mesnetlerle tutturulmaları gerekmekte ve işçilik masrafları artmaktadır. Dört ve beşinci kalıp elemanlarının temizlenmesi ve yağlanması kısmen vinçte asılı iken yapılmaktadır (Sey ve Tapan, 1985).



Şekil-2.15. Tünel Kalıplarının Kurulma Sırası

2.5.2. Donatının Yerleştirilmesi :

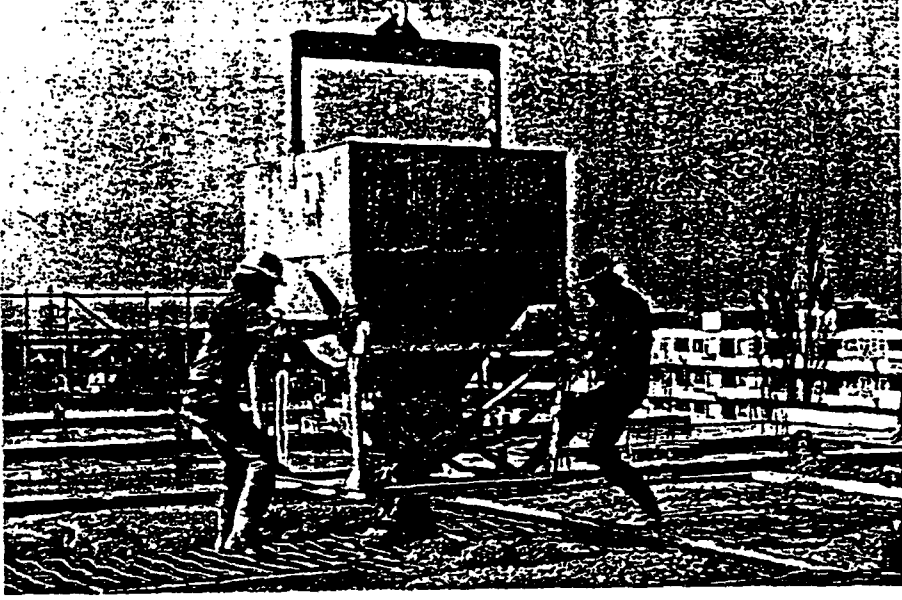
Demir donatı (hasır çelik levhalar) (Şekil-2.16.) ve elektrik tesisatı tünel kalıba önceden tasarlandığı biçimde yerleştirilir. Duvarlar ve döşemelerde su tesisatı, ısıtma, havalandırma gibi unsurların, pencere ve kalıpların gerektirdiği boşluklar, tünel kalıp üzerine yerleştirilen rezervasyon kalıpları ile sağlanır. Bunlar tamamlandıktan sonra dış kalıp yerleştirilir ve tünel kalıp ile birleştirilir.



Şekil-2.16. Çelik Hasır Uygulamaları ve Yalıtım Panolarının Kapatılması

2.5.3. Betonun Dökülmesi :

Duvar ve döşemelerin betonu bütün halinde ve bir seferde dökülür. Oluşturulan hacim koruyucu perdelerle kapatılır (Şekil-2.16.) ve gerekirse betonun prizine yardımcı olmak amacı ile ısıtılır (kürleme yapılır). $100m^2$ lik konut alanına beton dökümü 3-4 saatte tamamlanmaktadır ($35-40m^3$ beton). Betonarme betonu olarak normal B 225 betonu kullanılmaktadır (Şekil-2.17.).



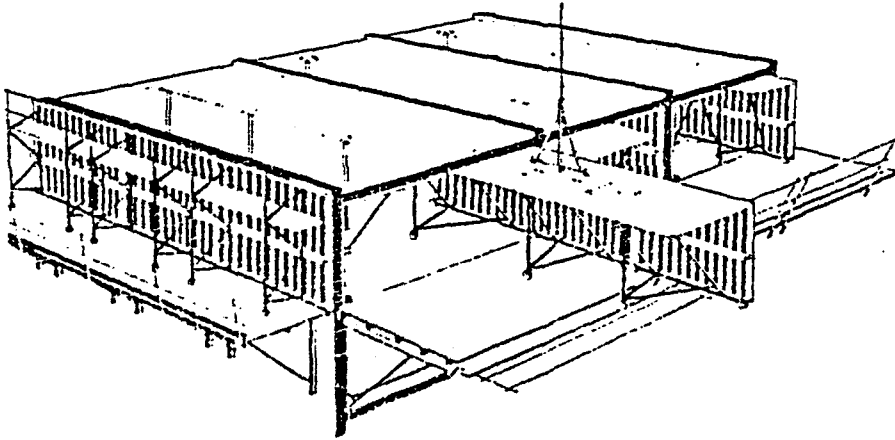
Şekil-2.17. Betonun Dökülmesi

2.5.4. Tünel Kalıbın Sökülmesi :

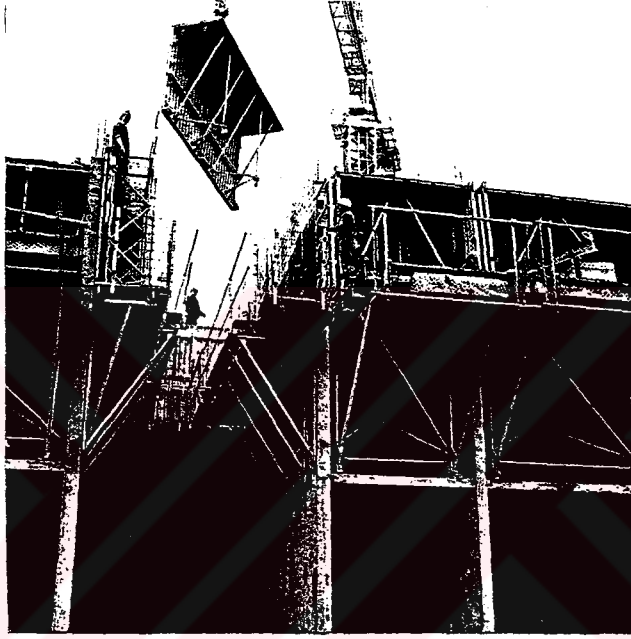
2.5.4.1. Kalıbın Sökülmesi :

Beton dökümünün ertesi günü, gece boyunca kapatılan koruyucu perdeler açılır, dış kalıplar sökülür ve daha sonra yarım tünel ünitelerinden bir tanesi krikkolar indirilmek suretiyle tekerleklerin üzerine bastırılır ve dışarıya doğru çekilir (Şekil-2.18.).

Şekil-2.18. Yarım Tünel Kalıbın Dışarı Çıkartılması



Bu esnada ünitenin diğer yarısı döşemeyi desteklemeye devam eder. Çıkartılan diğer ünitenin yerine, döşemeyi desteklemek için ayarlı çelik dikmeler yerleştirilir. Bu işlem gerçekleştirildikten sonra diğer yarım tünelde sökülerek dışarıya çıkartılır ve kreyinler yardımıyla bir üst kata yerleştirilir (Şekil-2.19.). Kapı, pencere ve diğer bütün boşluklar için bırakılan rezarvasyon kalıpları tünel kalıbın sökülmesinden sonra yerlerinden çıkartılır (MESA, 1994) (Paçacı, 1985). 100m²'lik bir konut için kullanılan tünel kalıplarının sökülmesi 3 kişilik bir ekip tarafından 5 saatte tamamlanır.



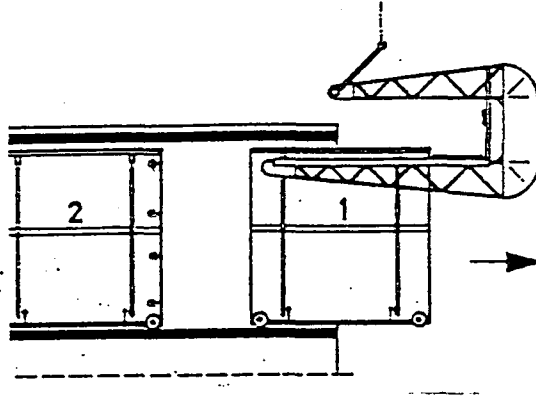
Şekil-2.19. Tünel Kalıbın Bir Üst Kata Taşınması

2.5.4.2. Kalıpları Sökme ve Takma Yöntemleri :

Tünel kalıplar, genelde yerlerine üç şekilde sökülüp takılırlar.

Bunlar;

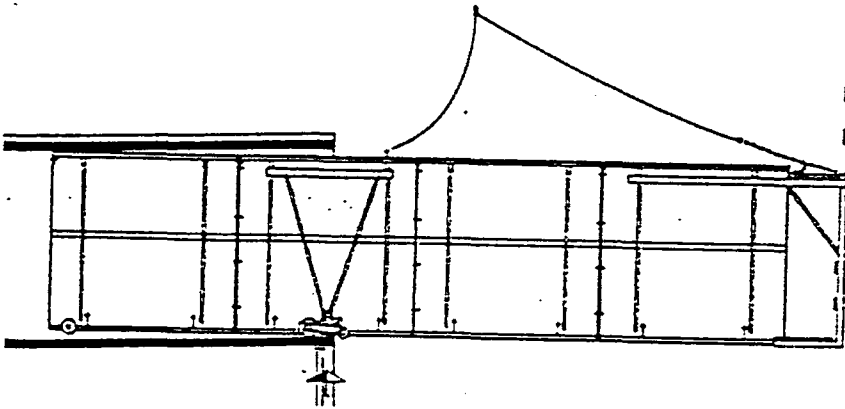
- Tam tünel kalıplar genellikle özel taşıma çatalları ile taşınırlar. Bu çatalların taşıma kapasitesine göre bir seferde iki veya en çok üç tam kalıp yerine yerleştirilebilir. Bu sistemde montaj iskelesi kullanılmaz. Yalnız bu sistemle yarım tünel kalıp kaldırılamadığından ülkemizde pek kullanılmamaktadır (Şekil-2.20.).



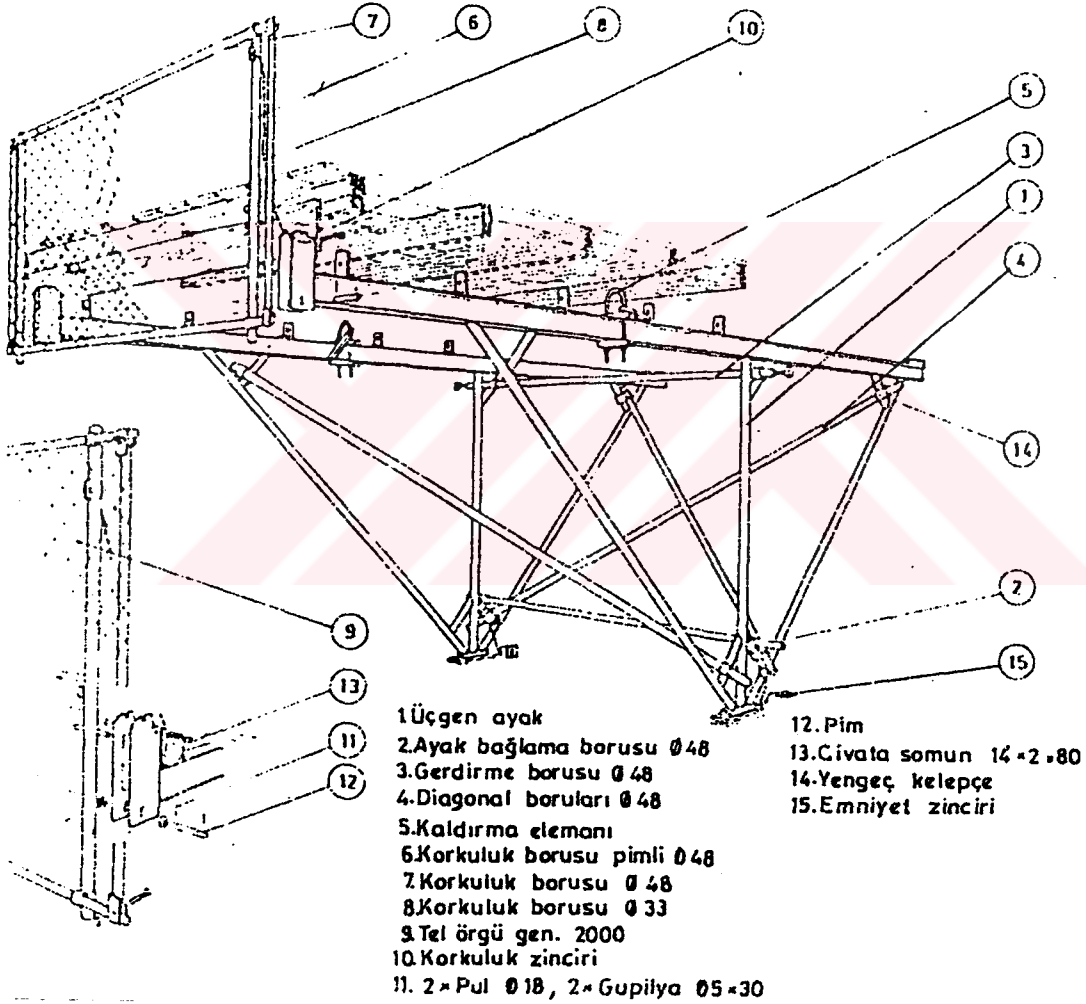
Şekil-2.20. Tam Tünel Kalıbın Özel Taşıma Çatalı İle Sökülüp Takılması

- Tam tünel kalıpların sökülüp takılmasında kullanılan bir diğer sistem de kalıpların askı elemanları yardımıyla taşınması yoludur. Her biri 100m^2 kalıp alanlı üç ile beş standart tam tünel birimi birlikte taşınabilmektedir. Kullanılacak vinçler minimum 7-8ton kapasiteli olmalıdır. Kalıp elemanlarının vince bağlanmaları iki aşamada gerçekleşmektedir. Birinci aşamada kalıplar binadan 1-1.5m dışarıya çekilir ve iki noktadan asılırlar. Elemanların ağırlık merkezi boşluğa geldiğinde elemanlar iki noktadan daha asılarak, tüm kalıbın ağırlığı vince yüklenir. Bu işlem sırasında elemanın havada yatay hareket ettirilmesi için gerekli ayarlar yapılır. Böylece iskeleye gerek duyulmadan kalıplar sökülüp takılabilir. Bu sistem, bir çok durumda diğerlerine nazaran montaj maliyetini azaltmaktadır. Aynı zamanda kalıp birimleri bir arada dışarda monte edilip getirildiğinden, tek tek birimlerle yapılan inşaatlarda ortaya çıkan ayarlama sorunlarından kaçınılmış olunmaktadır (Şekil-2.21.) (Sey ve Tapan, 1985).

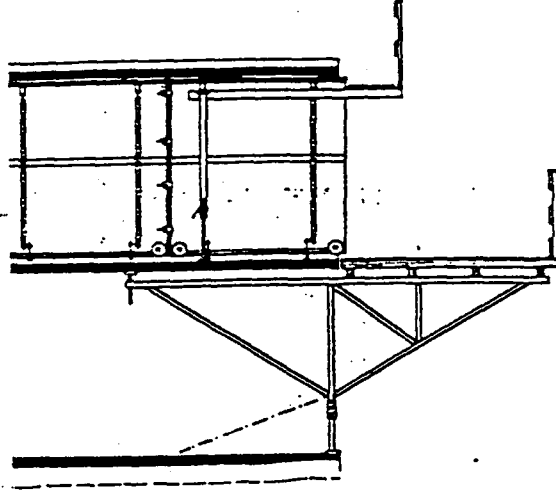
Şekil-2.21. Tam Tünel Kalıbın Askı Elemanı İle Sökülüp Takılması



- Yarım tünel kalıplar, üstünde kalıp elemanlarının hareket etmesine olanak sağlayan raylar veya platform elemanlarıyla sökülüp takılırlar. 2.5.4.İ. Kalıbın Sökülmesi başlığı altında anlatılan yarım tünel kalıplar söküldükten sonra iskele üzerinde kaydırılır ve özel araçlarla kreynlere bağlanarak bir üst kata yerleştirilir ve diğer yarım tünel kalıpla birleştirilir. Yurdumuzda Mesa firması, Outinord lisansı ile yarım tünel kalıp ürettiğinden, bu söküm yöntemi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Büyük kalıp birimleri kullanıldığında ek olarak özel kaldırma parçalarına gerek vardır (Şekil-2.22,23.).



Şekil-2.22. Tünel Kalıp Çıkarma İskelesi



Şekil-2.23. Yarım Tünel Kalıbın Platformda Sökülüp Takılması

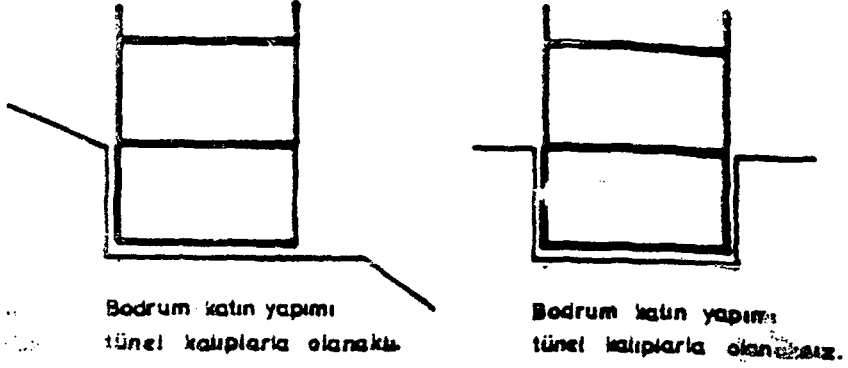
2.6. Tünel Kalıp Yapım Sistemi İle Tasarlama İlkeleri :

Tünel kalıplarının kullanılmasında beklenen faydaların elde edilebilmesi için tasarım sırasında belirli bazı kurallara uymak gereklidir. Bu kuralları sıralayacak olursak;

- Rasyonel kalıp kullanımını sağlamak için, planda girinti ve çıkıntıların olmaması gerekir.
- Statik açıdan binadaki ana taşıyıcı duvarları oluşturan tünel duvarlarının eşit açıklıklarla yerleştirilmesi gerekir.
- Mekan organizasyonları kalıp boyutları dikkate alınarak yapılmalıdır.
- Mekanların dik açılı olması tercih edilmektedir. Ancak aksi örneklerde mevcuttur.
- Mekan yükseklikleri eşit olmalıdır. Aynı katta kot farkı veya düşük döşeme uygulanmamaktadır. Kat yüksekliğinde kot farkı oluşturmak istendiğinde kalıba ek mekanizma montajı gerekir. Bu da işçilik ve montaj maliyetlerini artırır. Düşük döşeme de uygulamadan kaçınılması gereken bir döşeme

türüdür. Bazı firmalar kalıplarında yaptıkları değişikliklerle düşük döşemeye imkan sağlamışlarsa da pek uygulanmamaktadır.

- Tünel kalıbın çıkartılabilmesi için duvarların arasının en az bir yönde açık olması zorunludur.
- Tasarım esnasında kalıpların ankraj aralıkları dikkate alınmalıdır.
- Taşıyıcı duvarlar binanın dar kenarına paralel yerleştirilmelidir. Bu duvarların arasındaki açıklık eşit olursa, çalışma ritmi düzenli ve kalıp tipi sayısı az olur.
- Büyük boyutlu projelerde, binaların yerleşimi ve kat sayısı belirlenirken vinçlerin konumu ve çalışma çapları dikkate alınmalıdır.
- Tünel kalıp yapım sisteminde, istenirse, cephe elemanı tünel duvarlarına dik olmayabilir. Tünel duvarlarına dik cephe elemanları girintili, çıkıntılı düzenlenebilir. Yalnız bu tip uygulamalar kalıp sayısını arttıracığından ve uygulama zorluğu çıkartacağından, zaman ve maliyet kaybı gözönüne alınarak ülkemizde konut sektöründe uygulanmamaktadır.
- Belli modüller tekrarlanarak kullanılırsa çözüm rasyonel olur. Genelde modüller 3M sistemi adı verilen 30cm ve katlarına göre ayarlanır. Büyük boyutlu ve tekrarlanılarak yapılan üretimlerde, tünel kalıpları birden fazla kullanma olanağı bulunduğundan, kalıp çeşidi fazlalığı amorti edilebilir.
- Her firma tünel kalıp boyutlarını farklı olarak belirlemiştir. Kullanıcı, ilk aşamada seçme özgürlüğüne sahiptir. Tünel kalıp boyutları 2.2. Tünel Kalıp Çeşitleri ve Boyutları başlığı altında verilmiştir. Üretilecek ek parçalarla da farklı açıklıklar elde edilebilir. Mekan derinliklerini etkileyen en önemli faktör kalıbın taşıyıcılığıdır. Çelik taşıyıcılı sac kalıplar (Bkz. 2.3.1. Tünel Kalıbı Oluşturan Paneller) bu konuda en esnek çözümleri sağlayabilirler.
- Bodrum katlarının yapımı yapı çukurunun kesitine bağlıdır. Kalıp sökümü mümkün ise tünel kalıp kullanılır, yoksa geleneksel sistemde yapılırlar (Şekil-2.24.).



Şekil-2.24. Arazi Kesitine Göre Bodrum Katın Yapımı

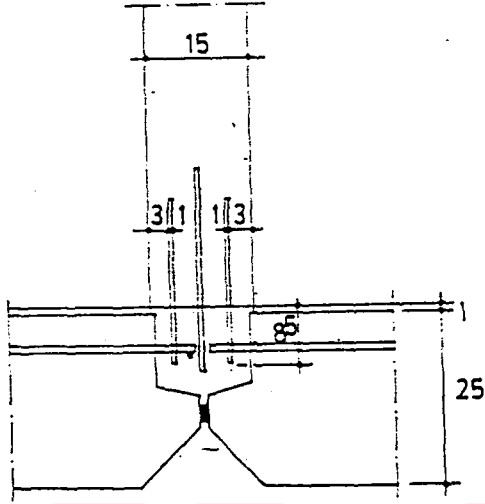
- Temeller, zeminin özelliğine göre mütemadi veya radye-jeneral olarak yapılırlar (Şekil-2.25.).



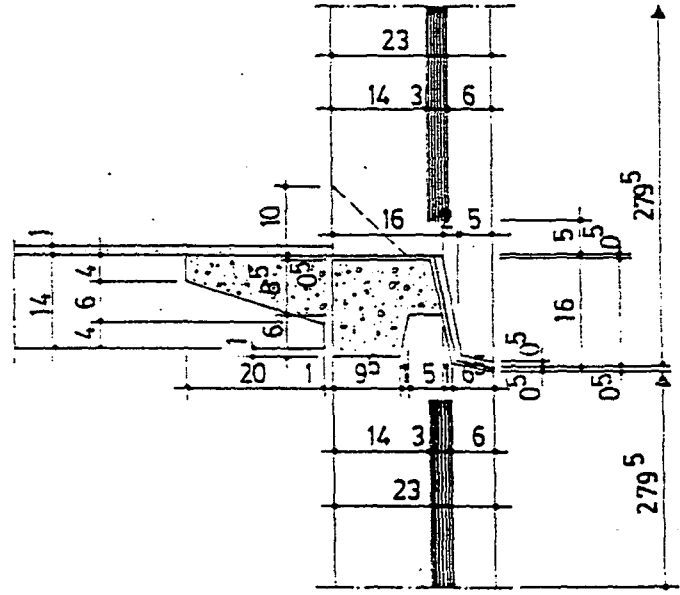
Şekil-2.25. Temel Kalıbı

- Tünel kalıp sisteminde $70m^2$ ile $150m^2$ arası yapı alanı ve 3m'den 6m'ye kadar açıklıklar ekonomiktir ve günlük rotasyon için uygundur. Açıklıklar büyüdükçe döşeme kalınlıkları artmakta, bununla beraber kalıpta ağırlaşmaktadır. Cephede kullanılan prefabrike panolar döşemeyle Şekil-2.26.'da gösterildiği gibi birleştirilir.

- Ortalama $100m^2$ 'lik bir konut inşaatının, bir günde tamamlanabilmesi için 10-12 parça kalıp gereklidir.

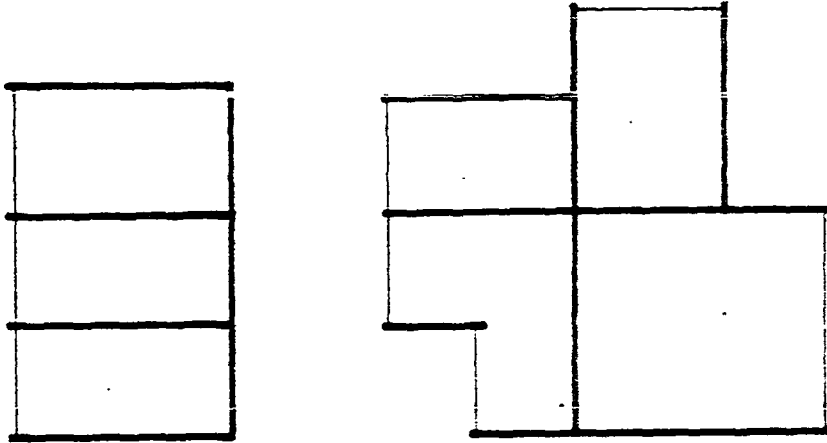


Şekil-2.26.1. Prefabrike Cephe Panoları ve Perde Duvar Birleşimi



Şekil-2.26.2. Prefabrike Cephe Panoları ve Döşeme Plağı Birleşimi

- Yüksek bloklarda perde duvarların tasarımı, yapının rijitliği, rüzgar ve deprem yükleri gözönüne alınarak iki yönde yapılmalıdır. Betonarme perde duvar kalınlıkları hiçbir zaman 20cm'in altında yapılmaz (Şekil-2.27.). Döşemeler ise genelde 16cm yapılır.



Şekil-2.27. Perde Duvarların Tasarımı

- Genelde Türkiye'de, tünel kalıp sistemiyle yapılan rasyonel uygulamalar 6-18 kat arasındadır.

- Tünel kalıpla üretilcek bir binada, tüm kararlar üretim başlamadan önce alınmalıdır. Özellikle duvarlar üzerinde bırakılacak boşlukların (rezarvasyonlar) nceden çok hassas bir şekilde belirlenmesi ve projeye apliedilmesi gerekmektedir. Kapı, pencere ve tesisat için bırakılan bu rezarvasyon boşlukları kalıbın cinsine göre çeşitli ereve ve plastik tıkaçların kalıba monte edilmesi ile oluşturulmaktadır. Özellikle elik kalıplarda bu iş oldukça zaman alan bir montaj işlemine gerektirmektedir. Rezarvasyon miktarının çok olması, inşaat süresini etkileyen ve işçiliği arttıran etmenlerden biri olarak görülmektedir.

- Bu sistemde yalıtım sorunları kalıp kurma aşamasında veya duvarlar bittikten sonra halledilmektedir. Kalıp kurma aşamasında, beton dökülmeden önce kalıbın içine izolasyon panelleri monte edilir. Bu durumda betonla birleşik bir eleman elde edilir. Diğer yöntem ise duvar kalıptan çıktıktan sonra izolasyon elemanının duvara yapıştırılmasıdır. Fakat bu yöntemde duvar yüzeyinde farklı bir katman oluşacağından ek işçilik gerektirir. Bu nedenle pek tercih edilmez.

- Tünel kalıpla üretimde tasarım ve yapım aşamaları birlikte yürümez. Üretim başlamak için, tasarımla ilgili her sorunun zmlenmiş olması gerekir. Belirlenen hatanın tamiri rtimin belirli ritmini bozar ve hızını yavaşlatır.

- Bu sistemde mimar, mühendis, mteahit ve kalıpcılar planlamanın başından itibaren birlikte çalışırlarsa üretim başladıktan sonra tasarıma, ölçmeye ve uygulamaya ait en kk bir hata dahi olmayacaktır. Hata veya karar değişiklikleri uygulama veya ekonomik bakımdan büyük sorunlar doğurur.

2.7. Tünel Kalıp Yapım Sisteminin Türkiye'de Gelişimi :

Türkiye'deki konut açığının durmadan büyümesi, 1970'li yılların sonlarından ve 1980'li yılların başından itibaren, konut sektöründe toplu konut olgusunu geliştirmiş ve bununla bereber teknolojik yapım sistemlerinin kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu dönemde başta Mesa olmak üzere

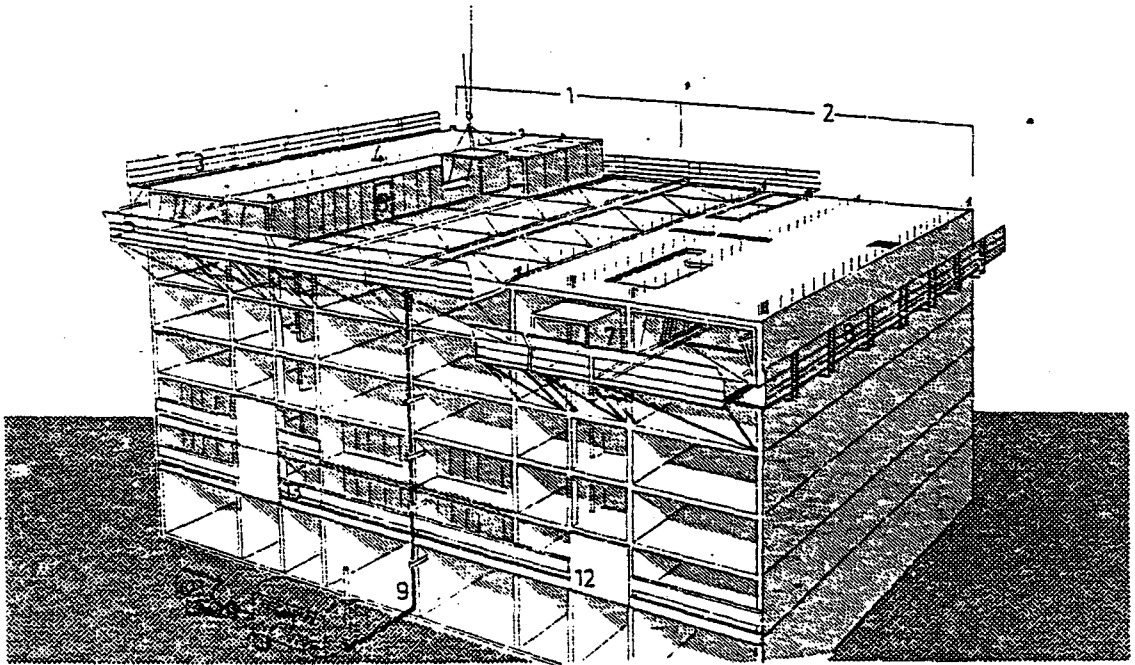
Prekonsa ve Oyak-Kutlutaş gibi inşaat şirketleri tünel kalıp yapım sistemine yönelmişlerdir.

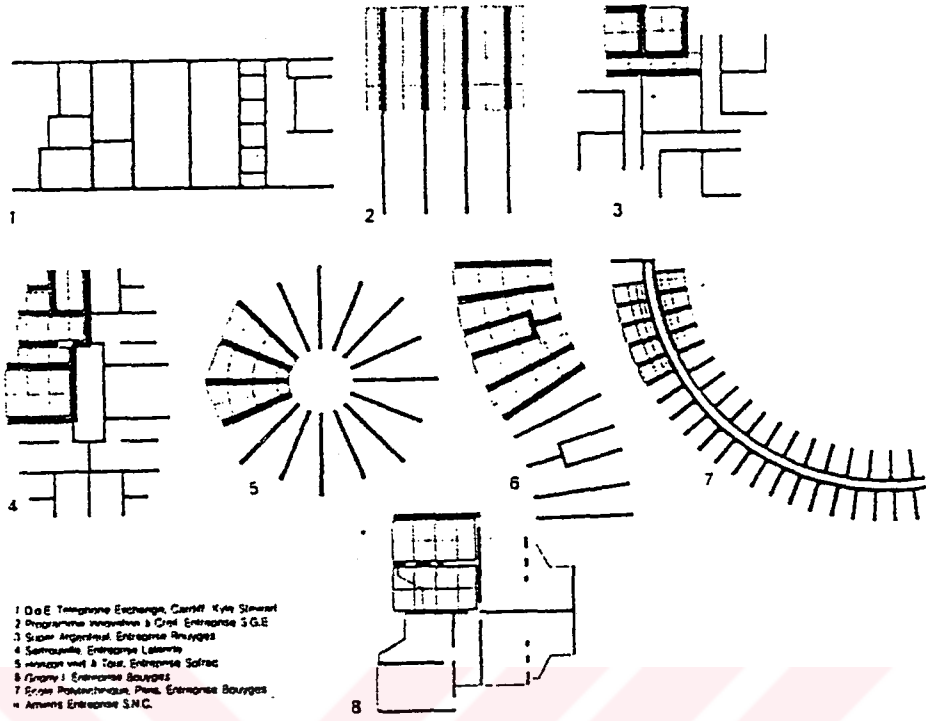
Mesa firması 1978 yılından itibaren tünel kalıp teknolojisini kullanmaya başlamış, 1981 yılında tünel kalıp teknolojisinin gerektirdiği kalıp, iskele ve diğer yapı elemanlarını üretmek üzere bu teknolojinin sahibi ve en yaygın uygulayıcısı Fransız Outinord firması ile ortaklık kurmuş ve senelik 10000m²'lik bir kapasite ile fabrika açmıştır. Fabrikanın açılmasından sonra Mesa Türkiye'deki en büyük tünel kalıp uygulayıcısı olmuştur. Ayrıca bu fabrikanın ürünleri yurt içinde ve yurt dışında başka firmalar tarafından da kullanılmaktadır. Mesa firmasının şu anda yıllık üretim kapasitesi 100m²'lik 1000 konuttur.

2.8. Tünel Kalıp Yapım Sistemi İle Tasarlanmış Örnekler :

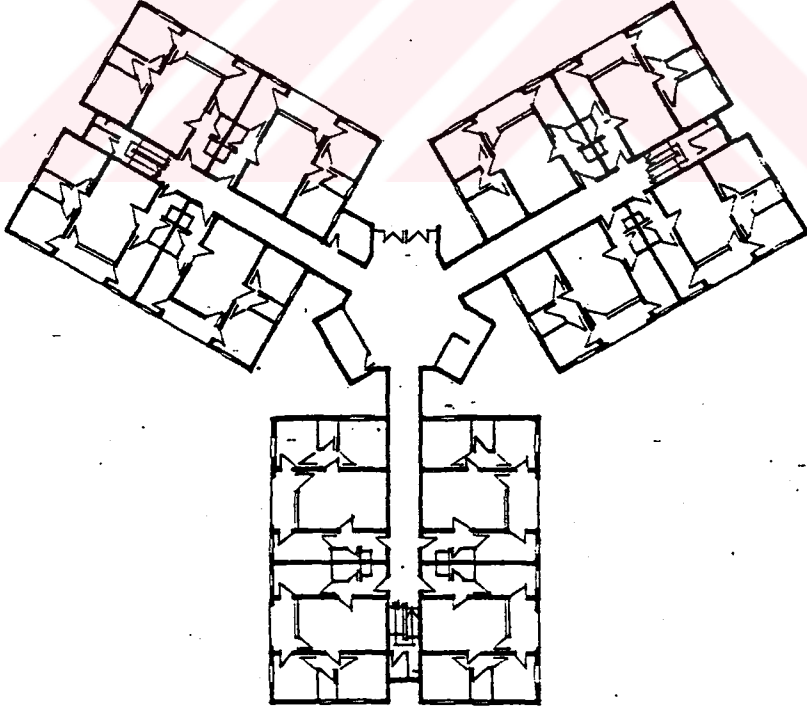
Şekil-2.28. Tünel Kalıp Uygulaması İle Gerçekleştirilen Bir Konut Blok'una Değın Açıklayıcı Bilgi

- | | |
|---|---|
| 1- Kalıp yerleştirme dönemi | 7- Sökülmüş tünel kalıp elemanı |
| 2- Rayların yerleştirilmesi | 8- Dış duvar kalıbı için iş iskelesi |
| 3- Dış duvar kalıbının yerleştirilmesi | 9- Düşey ısıtma borusu |
| 4- Betonlamaya hazır tünel kalıp | 10- Isıtıcı |
| 5- Tünel kalıp elemanlarının sökülmesi için iş iskelesi | 11- Akaryakıt tankı |
| 6- Kalıp boşluğunun bırakılması | 12- Prefabrike cephe panosu montajı |
| | 13- Prefabrike balkon parapeti montajı. |

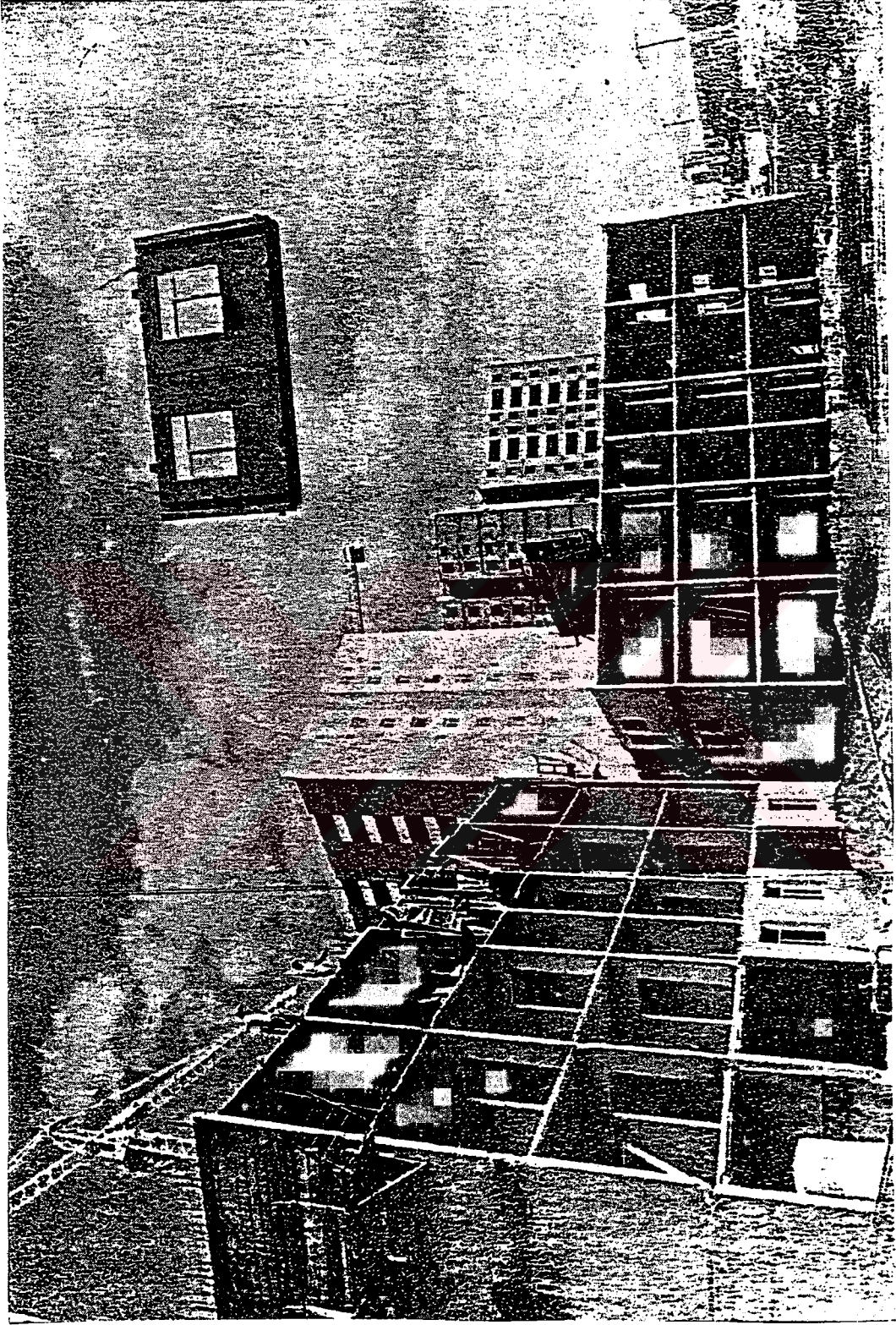




Şekil-2.29. Tünel Kalıplarla Çeşitli Tasarlama Biçimleri

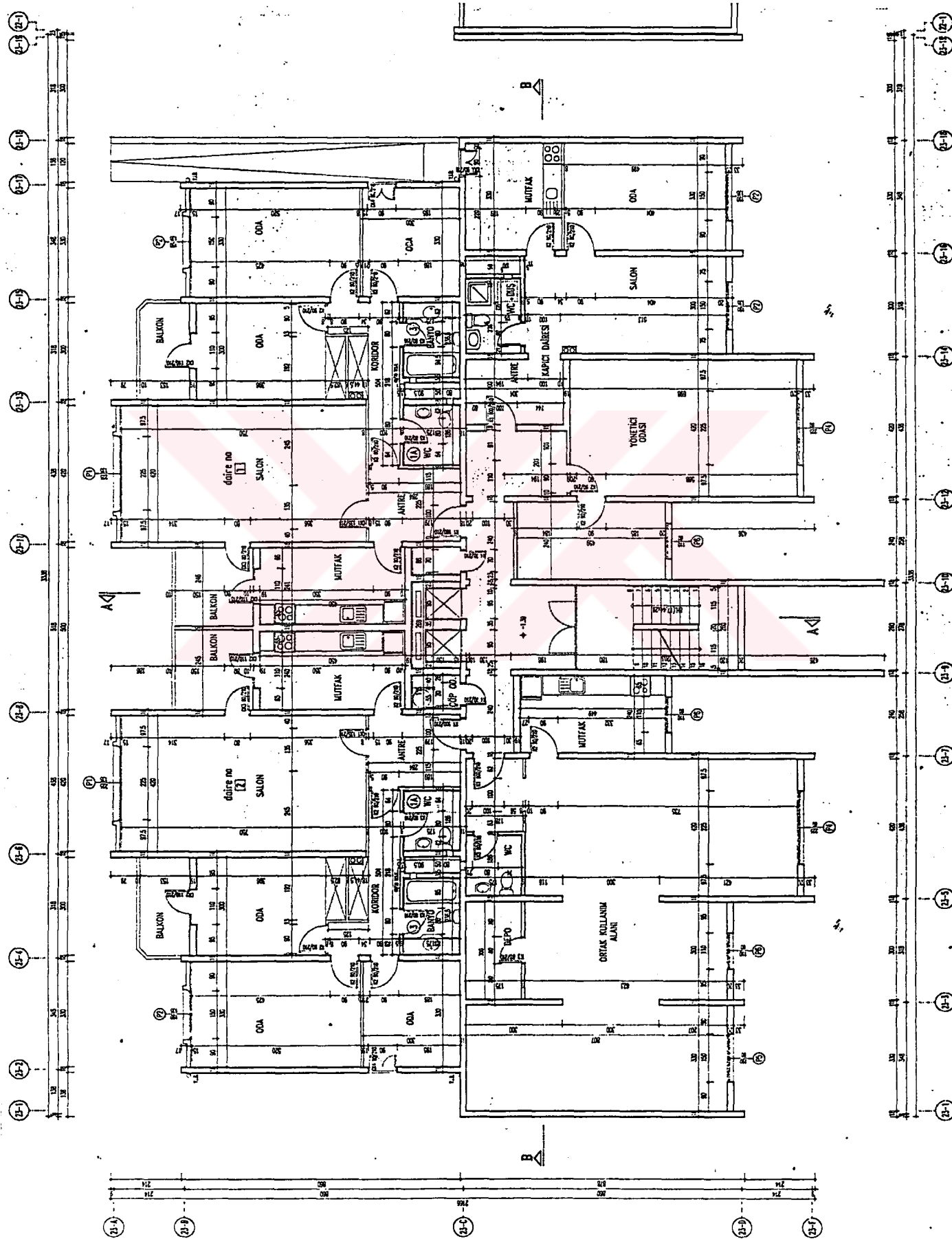


Şekil-2.30. Ankara - Balgat Türk-İş Blokları Planı

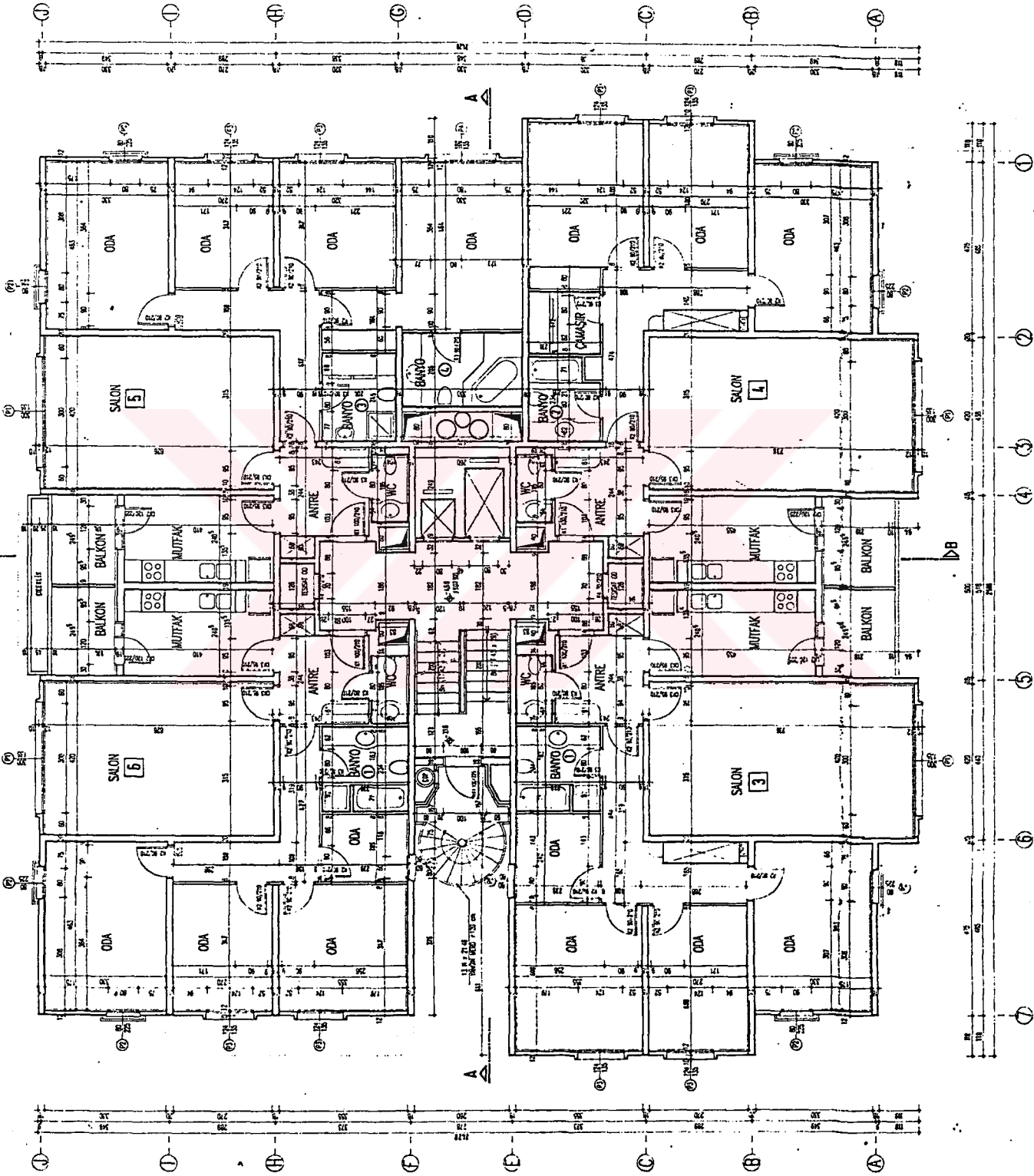


Şekil-2.31. Ankara - Balgat Türk-İş Blokları Uygulamalarında Prekast Cephe Elemanlarının Yerleştirilmesi

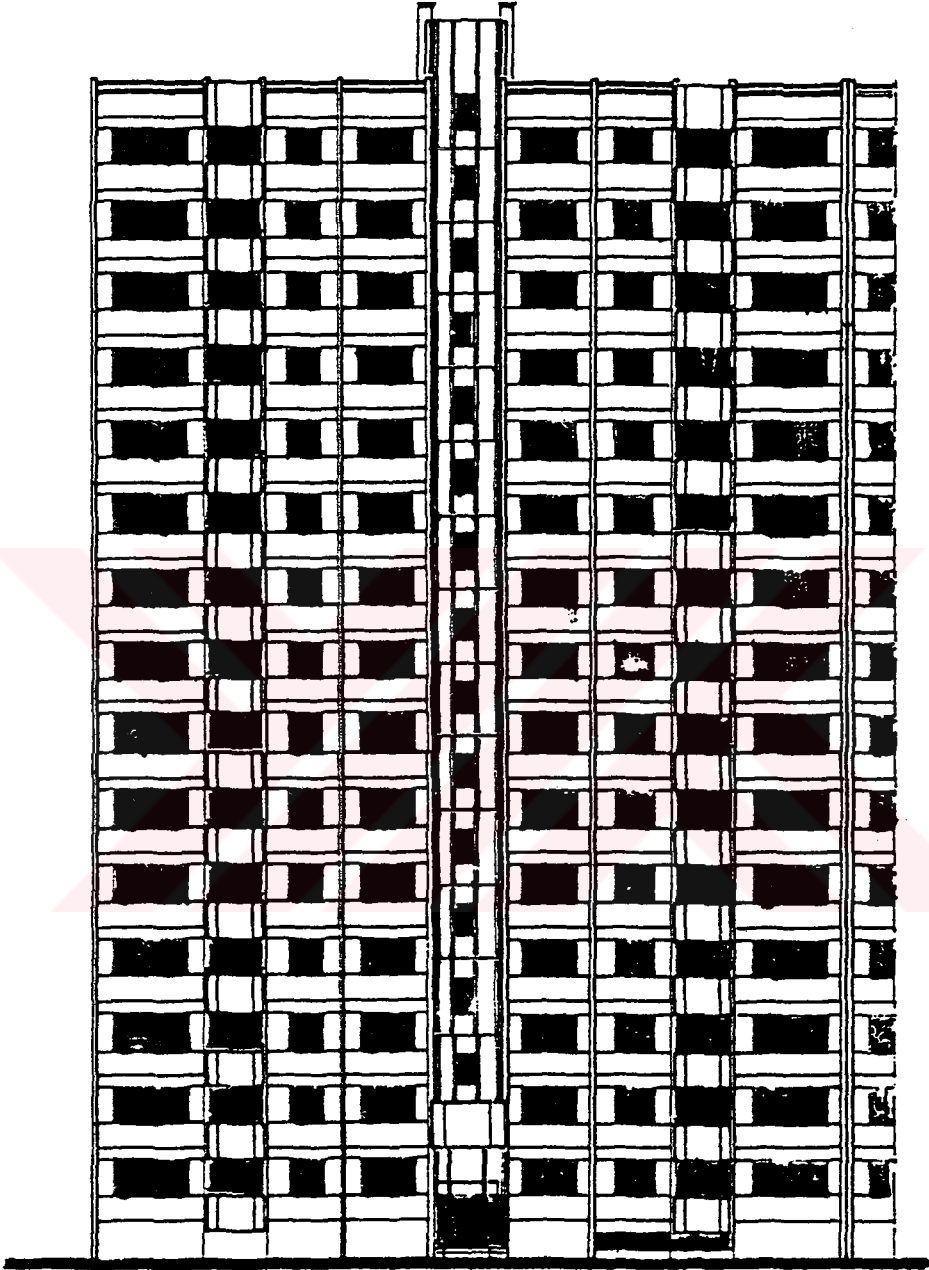
Şekil-2.32. MESA, Bahçeşehir B-Blok 1. Bodrum Kat Planı



Şekil-2.33. MESA, Ankara Koru Sitesi Blok 2 (Nilüfer Blok) 2. Bodrum
Kat Planı



Şekil-2.35. İstanbul - Ataköy 9.Kısım A-Blok Giriş Cephesi



BÖLÜM 3. PREFABRİKE YAPIM SİSTEMLERİ :

3.1. Prefabrike Yapım Sistemi :

Kentbilim Terimleri sözlüğüne göre (Keleş, 1980), prefabrikasyon (önyapım), "Bir yapıyı oluşturan belli başlı parçaların, yapı öğelerinin, tümünün yada bir bölümünün daha önce üretimlikte işlenerek yapım alanına getirilmesini ve orada birleştirilerek konutun kurulmasını öngören yapım yöntemi"dir (s.90). Belli parçalarının tümü yada bir bölümü daha önce üretimlikte işlenip yapım alanına getirilen ve orada birleştirilerek kurulan konuta ise, "Kurma konut (prefabrike konut)" adı verilmektedir (s.84)(Keleş, 1986).

Prefabrike sistemler çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Bunlar;

- Yapı bileşenlerine göre yapılan sınıflandırma:

* Hafif Prefabrikasyon

* Ağır Prefabrikasyon

diye ikiye ayrılır. Hafif prefabrikasyon genelde geçici yapılarda uygulanan bir sistemdir (Günerman, 1986). Hafif prefabrikasyonda döşemeler, duvarlar ve benzeri yapı parçaları, birim boyda çeşitli elemanlarla yapılırken, ağır prefabrikasyonda bu elemanlar doğrudan duvarlar, döşemeler ve giderek mekanların kendisi olabilmektedir (Okan, 1985).

- Üretimin yapıldığı yerin konumuna göre sınıflandırma:

* Fabrikada Üretim

* Şantiyede Üretim

- Üretim ve pazarlama açısından sınıflandırma:

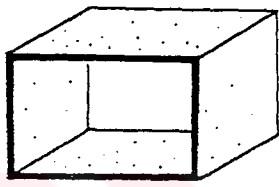
* Açık Sistemler; yapı elemanlarının, herbiri üzerinde uzmanlaşmış üreticiler tarafından ayrı ayrı ve seri bir şekilde üretilerek yapıyı meydana getirmek üzere birleştirilmesidir.

* Yarı Kapalı Sistemler; taşıyıcı strüktürün kapalı, diğer elemanların yerinde yapılması veya başka bir üretici tarafından sağlanmasıdır.

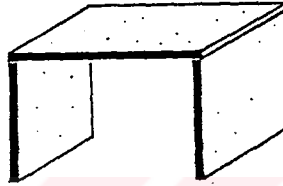
* Kapalı Sistemler; yapı elemanlarının bütününün tek bir üretici tarafından üretilip, şantiyeye gönderilerek yapının meydana getirilmesidir.

- Geometrik ve strüktürel açıdan prefabrike sistemler dört ana grupta toplanır (Şekil-3.1.):

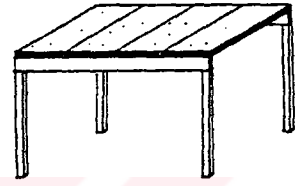
- * Hücre Sistemler
- * Panel Sistemler
- * İskelet Sistemler
- * Karma Sistemler



Hücre Sistemler



Panel Sistemler



İskelet Sistemler

Şekil-3.1. Prefabrike Sistemlerin Sınıflandırılması

3.1.1. Hücre Sistemler :

3.1.1.1. Hücre Sistemin Tanımlanması :

Hücre sistemler, kaba ve ince inşaatın birlikte fabrikada tamamlanması ile üretilirler. Sistemi oluşturan elemanlar hücrelerden oluşur. Kapalı ve açık olmak üzere iki türlü hücre sistemi vardır.

Bu sistemlerde, döşeme kaplamalarından, boya ve badana işlerine, pencere, kapı ve camların montajından, tesisat işlerinin tamamlanmasına kadar bina toplam imalat oranı olarak %85-90'ı fabrikalarda üretilmektedir. Bu nedenle hücre sistemlerde fabrikadan şantiyeye taşınan mal değeri, toplam değer %90'ı oranında iken, panel sistemde bu oran %30'dur. Bu nedenle iktisadi taşıma mesafesi 3 misli artmıştır.

Hücre sistemde inşaat süresi, prefabrikasyon derecesinin yüksek olması nedeni ile, konvansiyonele nazaran 1.5 yıl, diğer teknolojik sistemlere nazaran 6-12 ay daha kısadır. Yeterli yatırım halinde bu daha da kısalmaktadır.

Ayrıca erken bitirme, erken kullanımın getirdiği avantajlar düşünülürse 200-250km'lik taşıma mesafesi içinde kalan inşaatlarda, konvansiyonele göre %30'a varan ekonomi sağlanabilir (Evis, 1986).

Kapalı hücre sistemlerde mekan tek bir hücreyle meydana gelir. Bitmiş ince iş için çok uygundur. Açık hücre sistemlerde mekanı oluşturan hücre sayısı birden fazladır ve mekanı çevreleyen yüzeylerden bazıları açıktır. Bu sistemin parçaları şantiyede biraraya getirilir.

Kapalı ve açık hücrelerin dışında; asansör boşluğu, mutfak ve banyo gibi yapı birimlerinin sadece küçük hücrelerden yapılıp, yapının geri kalanlarının iskelet veya panel sistemden de yapıldığı görülmektedir.

Hücre yapım sistemlerinde tek yönlü modül ızgara uygulanır. Bu durum plan tasarımını kısıtlamaktadır. Ayrıca montaj ve taşıma güçlükleri sistemin dezavantajlarıdır.

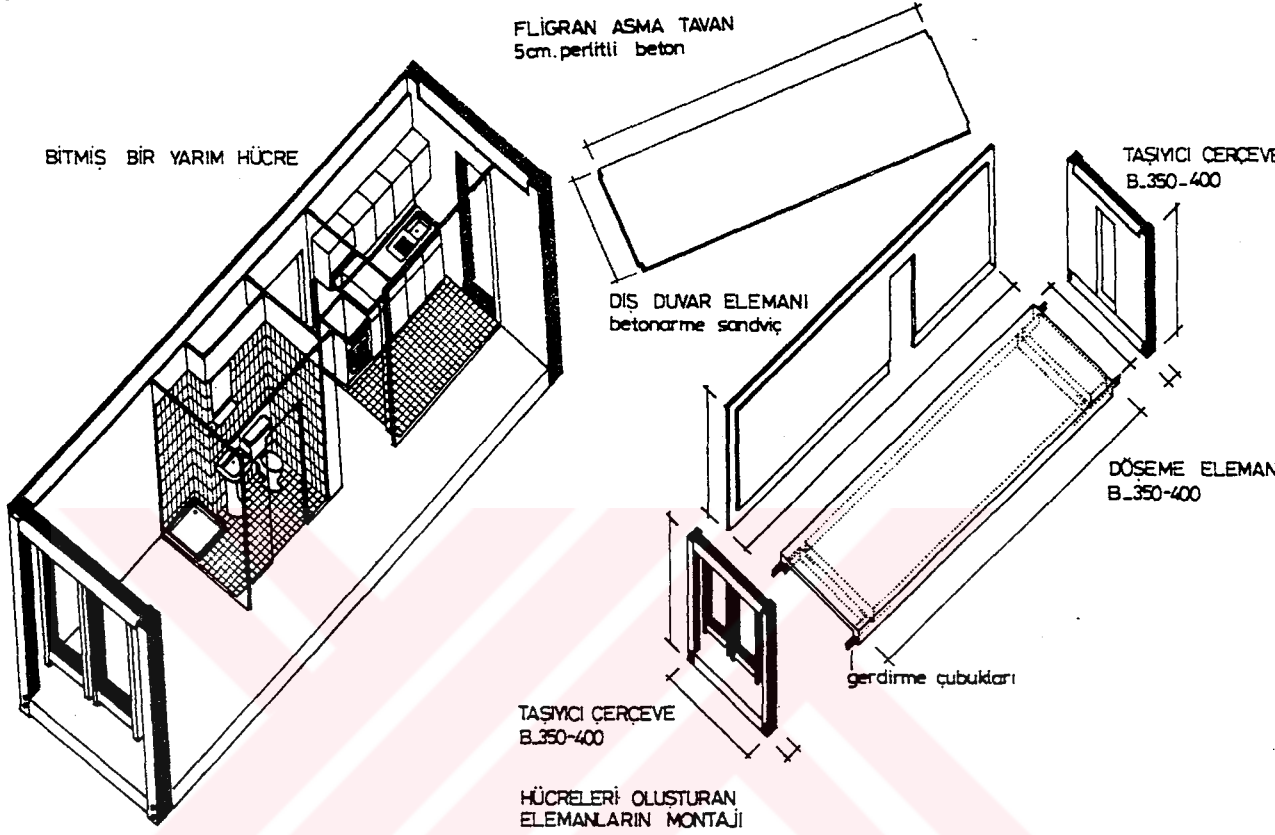
3.1.1.2. Hücre Sistemin Strüktürel İncelenmesi :

Bu sistemde plan, hücre birim esasına göre tasarlanır. Montaj aşamasında, yatayda biraraya gelen her dört hücrenin özel köşe detayları ile oluşturdukları dikey boşluklara montaj demiri gönderilir ve hücrelerin çıkıntı demirleri montaj demirleriyle bağlanarak bu boşluklara yerinde beton dökülür. Köşe boşluklarına döküm yapılan katın hücreleri böylece rijitleştirildikten sonra üst katın hücreleri sınırlanır ve gene aynı işlemler yapılır. Hücre sistemlerle yapımda, hücrelerin birleştirilmesinin diğer bir yoluda, hücrelerin oluşturulan iskelet taşıyıcı sisteme yüklenmeleridir. Bu sistemlerde hücreler farklı boyutlarda olabilir, bu da yapıya estetik değer katmaktadır (Kulaksızoğlu, 1973).

Hücre birimlerinin üretiminde, çeşitli inşaat metodları ve yapı malzemeleri düşünülebilir. Bu metodların her biri için çeşitli deneyimler söz konusudur. Hücre sistemler veya yüksek yoğunluklu beton için, Batı Almanya, Danimarka, Hollanda, Sovyetler Birliği ve ABD'de üretim patentleri alınmıştır (Krapfenbauer, 1985).

Türkiye'de hücre sistemin üreticisi olan Yübetaş'ın hücre boyutları; 3.10m yükseklikte, 2.80m genişlikte ve 9.60m uzunluktadır. İç hacimlerin

ebatları hücre boyutları ile kısıtlı değildir. Hücrelerin boyuna veya enine yönde birleştirilmesi ile istenilen genişlikte mekanlar elde edilebilir. Bölme duvarları taşıyıcı olmadıkları için hücre içinde istenilen yere konulabilir (Şekil-3.2.).

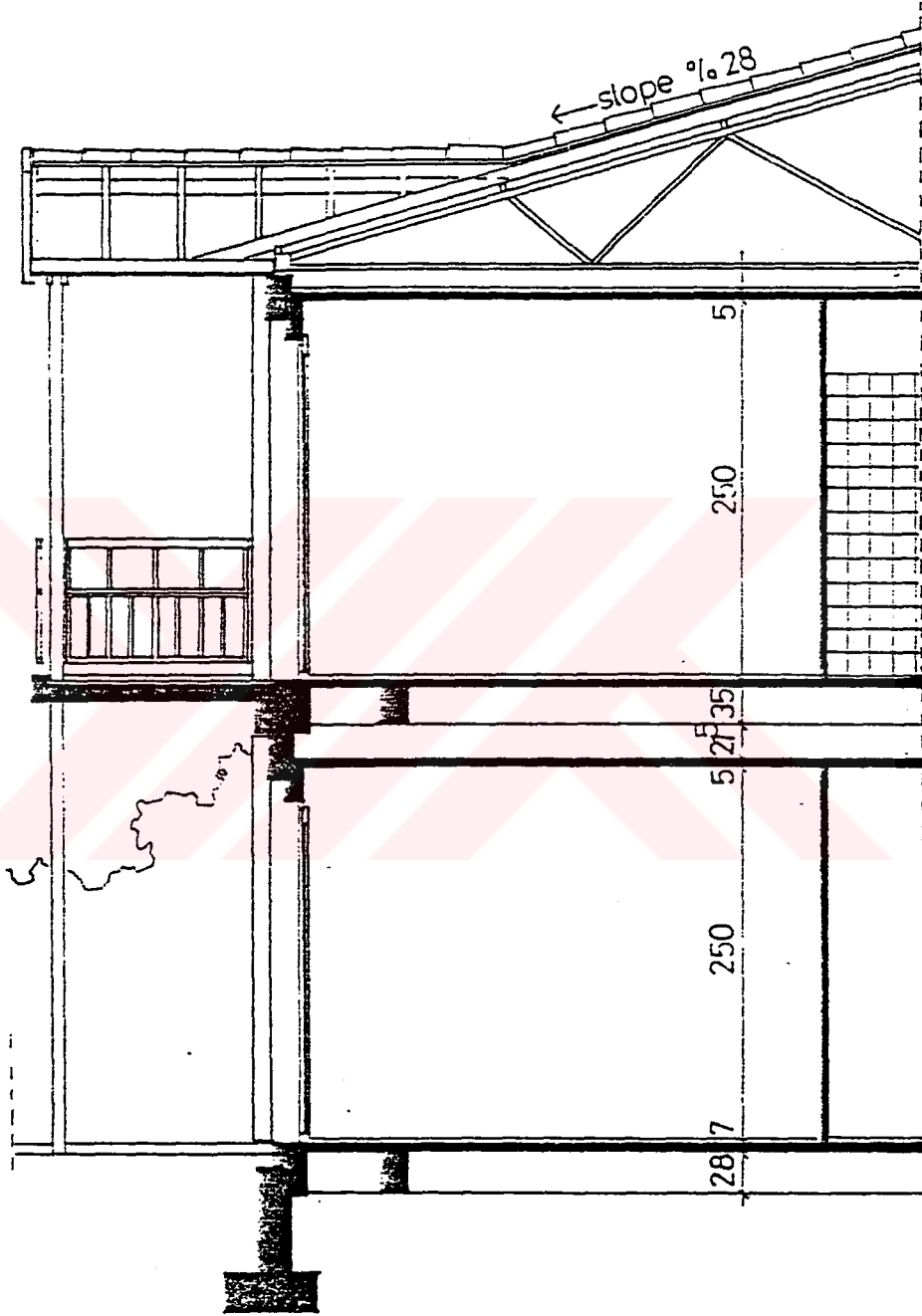


Şekil-3.2. Yübetaş Hücre Sistemi

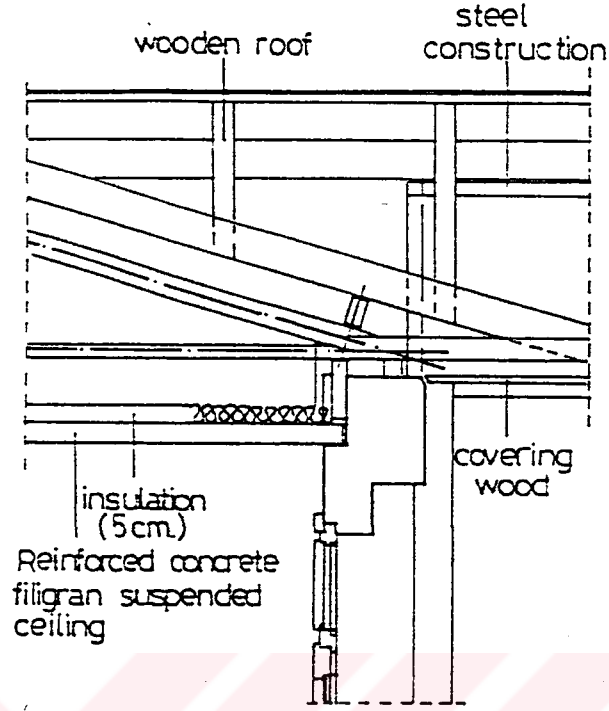
Yübetaş hücresinin yük aktaran elemanları döşeme, iki baştaki kolon çerçeveler ve tavan fligranıdır. Döşeme elemanı iki ön gerilmeli kenar kirişi, iki başta enleme kirişleri ve 7cm kalınlıkta döşeme plağından oluşmaktadır (Şekil-3.3.3.). Taşıyıcı konstrüksiyon B.350-400 evsafında yüksek mukavemetli betonarme betonu ile imal edilmektedir. Taşıyıcı olmayan iç ve dış duvarlar hasır çelikle donatılmış betondan yapılmaktadır. İç duvarlar 7cm, dış duvarlar 14cm kalınlıktadır. Kat sayısı kreyn kapasitelerinden dolayı 5 katı geçmez.

Bina dış duvarlarının ısı yalıtımı için, dış duvarlar ve cepheler sandviç şeklinde yapılarak, araya gerekli kalınlıkta strapor konulmaktadır. Bu şekilde bir izolasyon soğuşu duvarın ortasında tutması nedeni ile ideal bir ısı tecrididir.

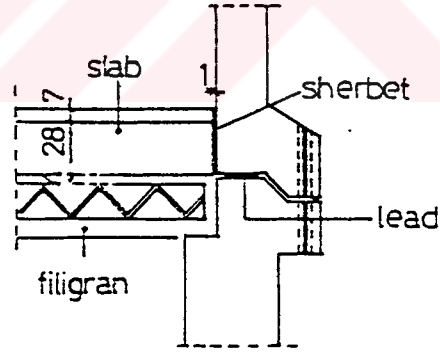
Bu sistemin hücrelerini yatay ve düşey düzlemde birbirine bağlayan ek yeri teşkilleriinde, monolitik bir yapı oluşturabilecek kadar yüksek yük taşıma gücü bulunmaktadır (Evis, 1986).



Şekil-3.3.1. Yübetaş Tarafından Gümbüldür'de Hücre Sistemle Yapılmış Olan Konutun Kesiti



Şekil-3.3.2. Yübetaş, Ahşap Çatı Detayı 1/20



Şekil-3.3.3. Yübetaş, İki Hücrenin Ankrajla Birleştirilmesi

3.1.1.3. Hücre Sistemin Şantiyede Montajı :

Hücreler ambalajlanmış halde TIR'larla şantiyeye gönderilir. Bir hücrenin ağırlığı ortalama 25ton'dur. Hücre montajında hassas bir şekilde manevra yapabilen 90-140ton kapasiteli vinçler ve tecrübeli montaj ekibi kullanılmaktadır. Vinç operatörü dahil 4 kişiden oluşan bir ekip günde 15 hücre

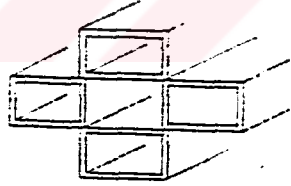
monte edebilmektedir. Hücrelerin şantiyede birbirlerine bağlanması için hücre imali esnasında hücre kenarlarına çeşitli ankraj elemanları yerleştirilmiş bulunmaktadır (Evis, 1986).

Hücrelerin uzun mesafelere taşınması mümkün olmasına rağmen maliyeti arttırıcı bir unsurdur. Buna rağmen Türkiye'de Aydın-Söke'deki Yübe-taş fabrikasına doğudan 1850km olan Gürbulak hudut kapısı, güneyde 1700 km mesafedeki Habur hudut kapısı binaları bu sistemle yapılmıştır.

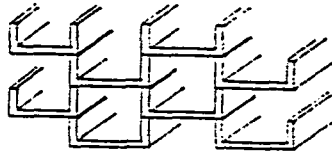
3.1.1.4. Hücre Birimlerin Düzenlenmesi :

Her bir birim, kendine özgü duvar ve zemine sahip olursa, inşaat ağır ve pahalı olur. Ağır prefabrikasyon denilen, tümüyle prefabrike konut birimlerinin geleneksel yapılara oranla %90 çalışma saatinden tasarruf ettiği iddia edilir.

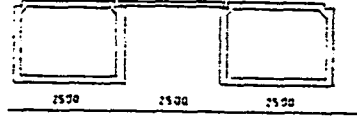
Döşeme plaklarının ve duvarların tekrarlanmadığı bir diğer çözüm Şekil-3.4.'de gösterilmektedir. "U" biçimli parçalar üçüncü bir metod olarak kullanılır, ki bunlar bütün bir hücrenin yarısı ağırlığındadır (Şekil-3.5.). Gene çift duvardan kaçınılan dördüncü bir çözüm Şekil-3.6.'da gösterilmektedir (Haas, 1983).



Şekil-3.4. Döşeme Plak ve Duvarlarının Tekrarlanmadığı Bir Çözüm

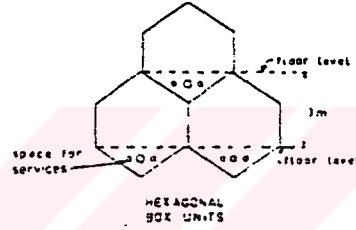


Şekil-3.5. "U" Biçimli Parçalar Kullanmak Suretiyle Bütün Bir Hücrenin Yarı Ağırlığının Sağlanması

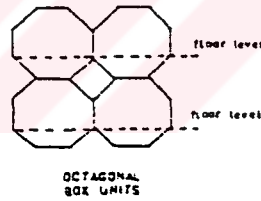


Şekil-3.6. Çift Duvardan Kaçınılan Bir Çözüm

Hücre sistemlerle altıgen ve sekizgen biçimlerde sağlanabilir (Şekil-3.7,8). Burada döşeme plakları dikey duvarların alt kısmındaki bitimlerinde- dir. Sekizgen bölümde zemin katın altındaki alan rahatlıkla kullanılmaya el- veriştir. Birimler arasındaki irtibat, birimlerin sonundaki ve belirlenen ze- min kattaki geçitler ve koridorlarla sağlanır.



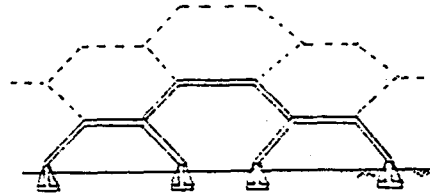
Şekil-3.7. Altıgen Hücre Birimi



Şekil-3.8. Sekizgen Hücre Birimi

Başka bir seçkin uygulama ise İsrail'de geliştirilmiştir (Şekil-3.9.). Bu yöntemde beşik birimler doğrudan doğruya prefabrik temel elemanlarının üzerine yerleştirilir (Haas,1983).

Şekil-3.9. Beşik Birimler



3.1.1.5. Hücre Birimden Hücre Konutun Elde Edilmesi :

İlk aşamada, en kk yaşam birimi olarak kabul edilen $27m^2$ 'lik tek hücre, fabrikada ince imalatı ve tesisatı tamamlanmış ve kullanıma hazır halde nakledilerek önceden hazırlanacak prefabrik temeller üzerine bir vinçle monte edilmektedir. Bina çatısı, elik makaslar üzerine eternit örtülü olarak dşnlmştir.

İkinci aşamada, ikinci $27m^2$ 'lik hücre, daha önceki hücrenin yanına monte edilerek, sadece hücrelerin birbirleriyle baēlantıları yapılmaktadır. Bir elik makas ilavesiyle çatı sistemi bir modül daha büyütülmektedir.

nc aşamada, iki hücrenin üzerine iki hücre daha monte edilerek dublex bir konut elde edilmektedir. Konutlar arasındaki baēlantı, sactan üretilmiş bir hazır merdivenin montajı suretiyle saēlanacaktır. Daha önce yapılmış olan çatı, baēlantı noktalarından kaldırılarak üst kat hücrelerinin üzerine oturtulacaktır.

Bu suretle ilk etapta brüt $27m^2$ 'lik konut, ikinci etapta $54m^2$ 'lik konut ve üçüncü etapta brüt $108m^2$ 'lik dublex bir konut elde edilmesi mümkün olmaktadır. Konutların üç aşamalı olarak projelendirilmesinde ve tefrişinde, ekonomik, fonksiyonel ve kullanıcı ihtiyacına cevap verebilecek nitelikte yapı oluşturulması amaçlanmıştır (Evis, 1986).

3.1.2. Panel Sistemler :

3.1.2.1. Panel Sistemlerin Tanımlanması :

Döşeme ve duvar elemanları hacimi sınırlayan alanlar byklēnde veya ondan daha kk olan panellerle oluşan sistemlerdir (Sey ve Tapan, 1987).

Taşıyıcı duvar ve döşeme bileşenleriyle kurulan bu sistemde amaç, bölme, yalıtma ve taşıma görevlerinin aynı eleman tarafından yklenilmesidir. Böylelikle eleman türlerinde ve baēlantı sayısında büyük bir azalma olabilmekte, bunun sonucunda, üretim ve montaj maliyetleri oldukça düşmektedir. Ayrıca aēır beton bölme duvarları ucuza malolmakta, ses yalıtımı

ve yangına direnç açılarından çok olumlu sonuçlar getirmektedir (Ayaydın, 1987)

Toplu konut yapımında hızlı ve kaliteli üretim çok önemli olduğundan, dünya konut sektöründe panel sistemler oldukça tercih edilen bir yapım sistemidir. Yapı elemanlarının tamamen fabrikasyon olması, hatta modül panel yerine, mekan boyutunda döşeme ve duvar imal edildiğinde montaj süresinin ve maliyetinin düşmesi, bu sistemi toplu konutlar için vazgeçilmez bir yapım sistemi haline getirmiştir.

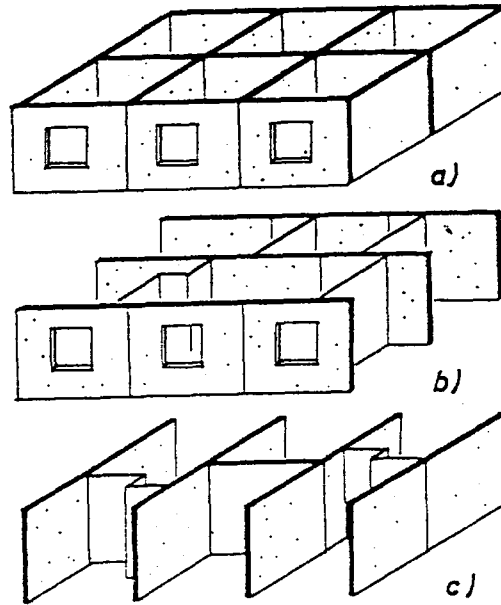
Ayrıca panel sistemler, depreme dayanıklılıklarını Japonya, Rusya, Çin ve Balkan ülkelerinde yapılan ağır panel sistemlerin, gerçekleşen depremlere karşı gösterdikleri mukavemetle kanıtlamışlardır. Bu sonuç, bizim gibi deprem kuşağında bulunan bir ülke için dikkate değerdir.

3.1.2.2. Panel Sistemlerin Sınıflandırılması :

Panel sistemler strüktürün gerçekleştirilişi açısından üç sınıfa ayrılmaktadırlar (Şekil-3.10.).

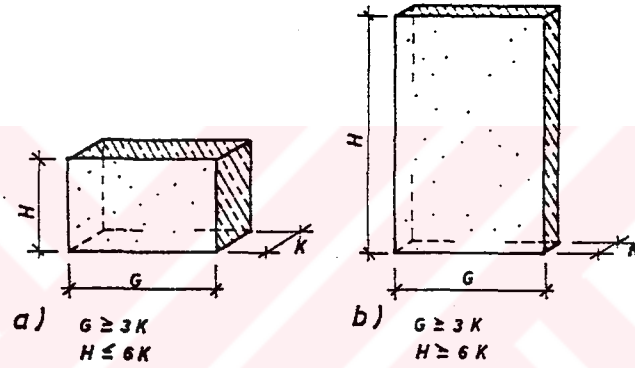
- a) Her iki yönde bütün duvarları taşıyıcı olan "çapraz" sistemler
- b) Sadece uzun yönde taşıyıcı duvarları "boylamasına" olan sistemler
- c) Sadece kısa yönde taşıyıcı duvarları "enlemesine" olan sistemler

Şekil-3.10. Taşıyıcı Duvarlara Göre Sınıflandırma



Bu ayırıma bağlı olarak sadece uzun yönde taşıyıcı duvarları olan sistemlerde döşemeler, kısa yönde (ve tek yönde) çalışmakta, uzun yön duvarları bunlara mesnet teşkil etmektedirler. Sadece kısa yönde taşıyıcı duvarlı sistemlerde ise bu çalışmanın tam tersi olmaktadır. Her iki yönde bütün duvarları taşıyıcı olan sistemlerde ise döşemeler her iki yönde çalışmakta, bütün kenarlarından mesnetlenmektedirler (Şener, 1981).

Bu sistemdeki en yaygın sınıflandırma, duvar bileşenlerinin biçimi ve boyutlarına göre yapılanıdır. Kat yüksekliğinin 1/2'si veya 1/3'ü yüksekliğinde olan duvar bileşenlerine "büyük boy duvar bloku", kat yüksekliğinde olanlara ise "duvar panosu" veya "paneli" denilmektedir (Şekil-3.11).



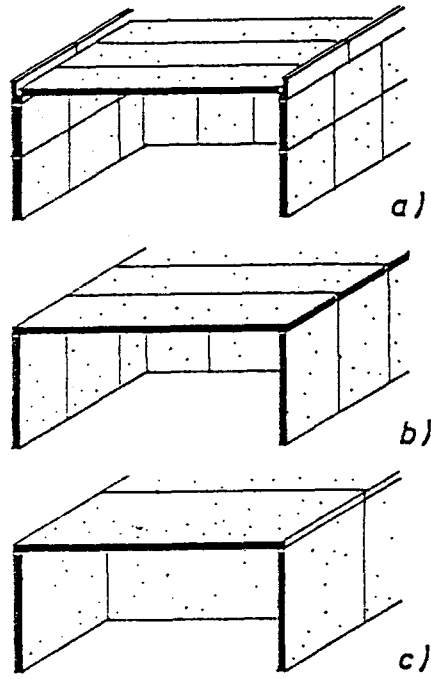
Şekil-3.11. Blok ve Panel Arasındaki Boyutsal Fark

Panellerin genişliklerine göre yapılan sınıflandırmada ise;

- Panel genişliği 30-80cm olan panellere "dar veya küçük panel sistemler"
- Panel genişliği 100-180cm olan panellere "orta boy panel sistemler"
- Panel genişliği 200cm'den geniş olan panellere "büyük panel sistemler" denilir (Şekil-3.12.).

Ayrıca montajı gerçekleştirecek vincin kapasitesine göre yapılan gruplandırma;

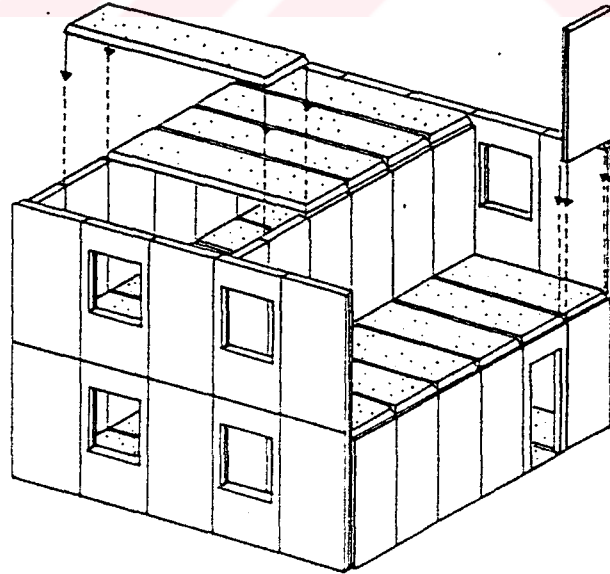
- Ağırlığı 0.5ton ve 1.5ton arası olan büyük bloklu ve dar panelli yapılar
- Ağırlığı 2-5ton arası olan orta ve büyük boy panelli yapılar
- Ağırlığı 7 ile 10ton arası olan orta ve büyük boy panelli yapılarıdır (Ayaydın, 1987).



Şekil-3.12. Panel Genişliklerine Göre Yapılan Sınıflandırma

3.1.2.2.1. Küçük ve Orta Boy Prefabrike Panel Yapım Sistemleri :

Elemanların bir boyutunun oda boyutunda, diğerinin ise küçük olması halidir. Hacmi sınırlayan düşey ve yatay alanlar çok sayıda yapı elemanlarından oluşmaktadır (Sey ve Tapan, 1987) (Şekil-3.13.).



Şekil-3.13. Küçük ve Orta Boy Panelli Sistemlerin Kuruluş Perspektifi

Küçük panel sistemler, taşınması kolay olan, hafif agregadan üretilen, mekan büyüklüğünde olmayan, duvar ve tavanda genellikle fugalar oluşturan, duvar ve döşeme panellerinde oluşmaktadır (—a, 1988) (Kulaksızoğlu, 1973).

Küçük veya orta boy prefabrike paneller, genellikle bir veya iki katlı yapılarda kullanılırlar. Malzeme olarak beton, ahşap, hafif alçı ve plastik malzeme kullanılabilir.

Küçük panel sistemler modüler koordinasyon olmadan uygulanamazlar. İnce yapı işlemleri çoğunlukla şantiyede bitirilir. Çeşitli yapı türlerinde geniş montaj donatımı olmadan kullanılabilir. Elektrik tesisatı çoğu kez döşemeden dağıtılır, diğer tesisat için özel bileşenler kullanılır. Dış duvarlarda genellikle taşıyıcı olmayan parapet kullanılır. Ayrıca bu sistemlerde tasarım hürriyeti artmakta, kat planlarında esneklik sağlanmakta, tip boyutu sayısı azalmakta, birleşim noktaları sayısı artmakta, montaj kolay olmakla birlikte montaj gerekliliği doğmakta, ince yapı kalitesi büyük panel yapım sistemlerine göre azalmaktadır (Eser, 1982).

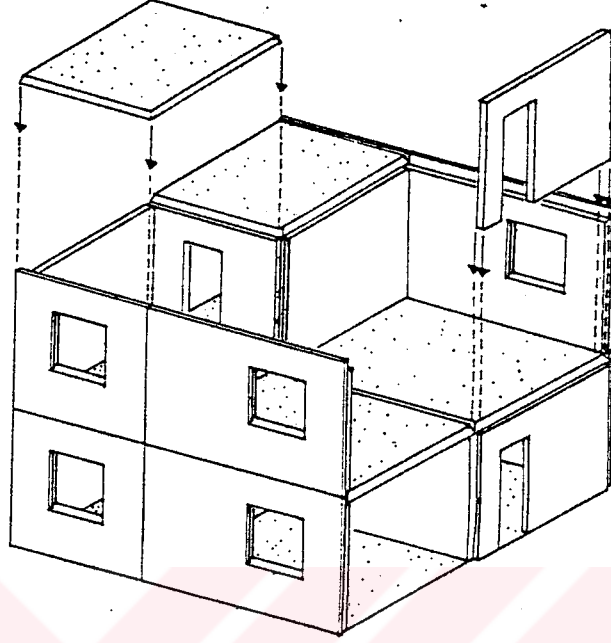
Bu sistem daha çok tek veya iki katlı yapılarda, afet bölgelerinde ya da küçük ve özellikle orta boy duvar ve döşeme panellerinin "yerinde dökme perdeli" çok katlı yapıların taşıyıcı olmayan cephelerinde veya döşemelerde kullanılmaktadır.

3.1.2.2.2. Büyük Boy Prefabrike Panel Yapım Sistemi :

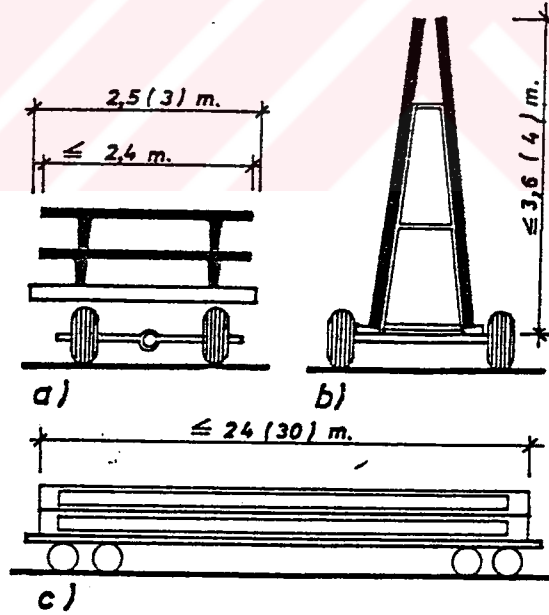
Sistem elemanlarının boyutları, hacmi sınırlayan bir yapı elemanının boyutlarına eşit olan sistemlerdir. Bazı sistemlerde eleman boyutu hacmi sınırlayan elemanın büyük bir bölümüne eşit olabilmektedir (Sey ve Tapan, 1987) (Şekil-3.14.).

Büyük panel sistemlerde, düşey ve yatay elemanlar tamamen büyük betonarme paneller olduğundan yekpare parçalar halinde yapı yerine getirilirler. Ancak taşıma esnasında trafik kuralları göz önüne alındığından, panel yatay taşınacaksa genişliği 2.5m'yi geçemez, buna karşılık uzunluk normalde 6m'ye kadar, istenirse 7-9m'ye kadar yapılabilir (Şekil-3.15.). Büyük panel

sistemler, küçük panel sistemlere nazaran planlamada daha özgürdür. Kat planları modül ızgarasından bağımsızdır.



Şekil-3.14. Büyük Boy Panelli Sistemlerin Kuruluş Perspektifi



Şekil-3.15. Panellerin Taşınma Şekilleri a) Yatay b) Düşey c) Uzunlamasına

Ayaydın'a göre bu sistemin avantajları şöyle sıralanabilir;

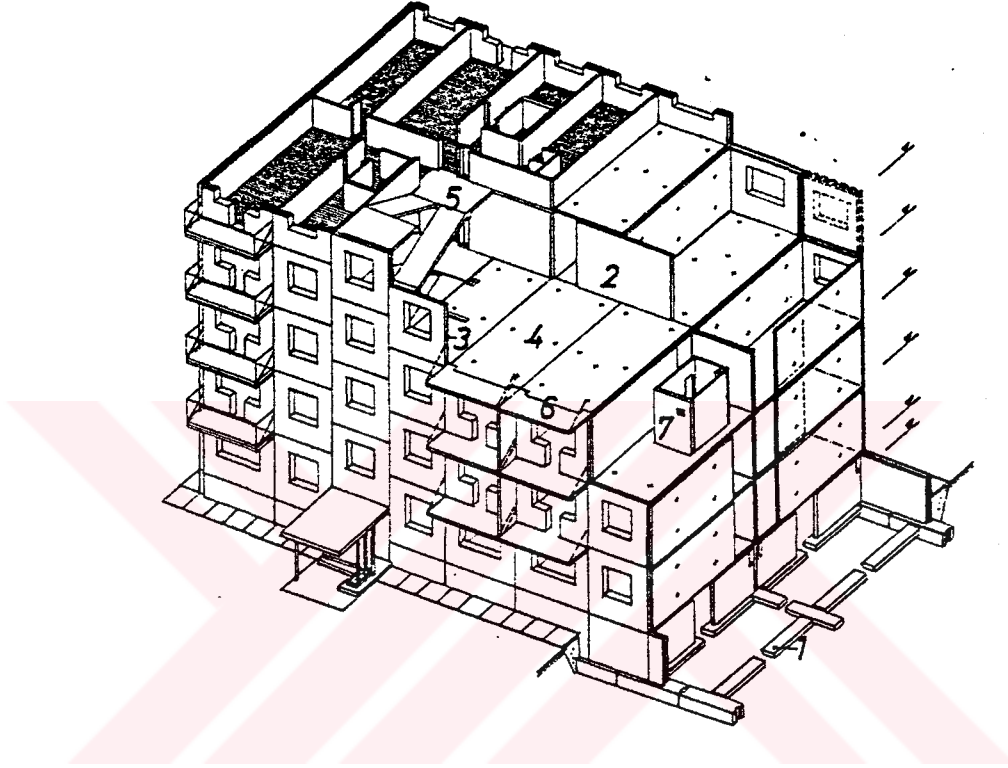
- Bileşenlerin "bitmişlik düzeyi" yüksektir. Tesisat geçirme ve ince yapı işlemlerinin büyük bir kısmı fabrikada tamamlanabilir. Bunun sonucunda şantiyedeki yapım süresi kısalmır.
- Bağlantı sayısının azlığı da yapım süresini kısaltır, stabiliteyi arttırır ve "içte görünen fuga" sorununa çözüm getirir.
- Uygun taşıyıcı duvar düzenlemeleri ve bağlantılarla, bu tür sistemler, yeterli stabiliteye sahip olup 16 hatta 22 katlı yapıların uygulanmasına olanak verir.
- Ağır bileşenler ses yalıtımı açısından en uygun çözümü getirir.
- Gelişmiş cephe panelleri sayesinde yapının "ısı köprü"süz bir ısı yalıtımı ile "bohçalanması" mümkündür.
- Genellikle tasarım sürecinde "yeğlenmiş boyutlar" kullanılır. Modüler çalışma gereği yoktur.

Bunlara karşın sistemin dezavantajları ise;

- Bileşenlerin bitmişlik düzeylerinin yüksekliği, büyüklük ve ağırlıkları gelişmiş üretim, taşıma ve kaldırma araçlarını gerektirir. Bu nedenle "önyatırım" ve bunun sonucunda "amortisman süresi" fazladır.
- Bu sistemler belli projeler için tiplendirilmiş bileşenlerin üretimine dayanmaktadır (kapalı prefabrike sistemler). Üretimin rantabl hale gelebilmesi için aynı planın çok kez tekrarı gerekmekte, bu da her zaman mümkün olamamaktadır.
- Bağlantıları etkileyen kuvvetlerin fazlalığı (dış kuvvetler, büyük elemanların deformasyonları ...) bu noktaların detaylandırılması, uygulanması ve kontrolünde azami dikkati gerektirir. Ayrıca müsaade edilen ölçü sapmalarındaki kısıtlamalar nedeniyle, hem imalat hem de montaj sırasında büyük özen gösterilmelidir.
- Tasarım, imalat ve uygulamanın her evresinde "uzmanlaşma" gereği vardır.
- Maliyetin düşmesi için amaçlanan "çok sayıda aynı tip büyük boy bileşenle planlama" ilkesinin "tasarımda esneklik" isteği ile çelişmekte olduğu söylenebilir (Ayaydın, 1987).

3.1.2.2.2.1. Büyük Panel Sistemleri Oluşturan Elemanlar :

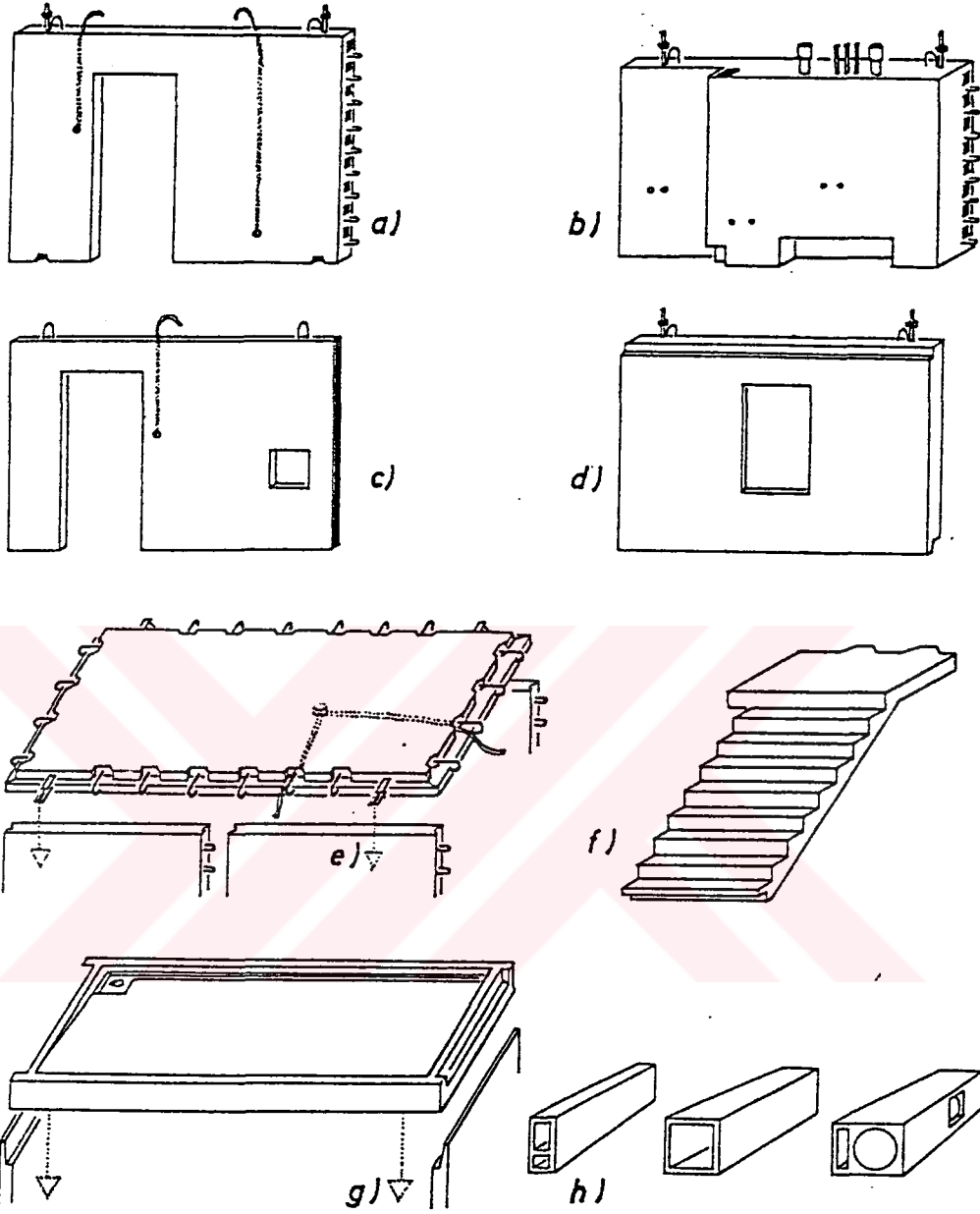
Büyük panel sistemleri oluşturan elemanları iki grupta toplayabiliriz;
 - Birinci grup yapının taşıyıcı strüktürünü ve dış kabuğunu oluşturan temeller, duvarlar ve döşemelerdir (Şekil-3.16.).



Şekil-3.16. Büyük Boy Panel Sistemini Oluşturan Başlıca Elemanlar

- 1- Temeller 2- İç Duvarlar 3- Dış Duvarlar 4- Döşeme
 5- Merdiven 6- Balkon 7- Tesisat Bileşenleri

- İkinci grup ise yapıyı tamamlayan diğer elemanlar olan bölme duvarları, merdiven, balkon, çatı, doğrama, baca, tesisat bileşenleri vb'dir (Şekil-3.17.).



Şekil-3.17. Oyak-Kutlutaş (Türkiye)'de Üretilen Bileşenler
 a) Taşıyıcı İç Duvar b) Taşıyıcı Tesisat Duvarı c) Bölücü İç Duvar
 d) Taşıyan veya Taşınan Cephe Paneli e) Döşeme f) Merdiven
 g) Loggia (tek yüzü açık olan balkon) h) Baca Bileşenleri

3.1.2.2.2.1.1. Temeller :

Temeller genellikle yerinde dökülen monolitik "mütemadi" veya "radye jeneral" temeller olarak uygulanırlar. Prefabrike yapılmamalarının nedenleri;

- Zemin ve yükleme şartlarındaki farklılıklar standartlaşmayı önlemekte,
- Ögelerin biçim ve ağırlıkları taşıma sorunları getirmekte,
- Taşıyıcı duvar perdeli yapıların "farklı oturmalara duyarlı" oluşu nedeniyle, hazır temel bileşenlerinin tasmanları önleyebilecek şekilde birleştirilmeleri oldukça güç olmaktadır (Ayaydın, 1987).

3.1.2.2.2.1.2. Dış Duvarlar :

Dış duvarların tasarlama ilkeleri, binanın kat sayısına veya yüksekliğine, kaçınıcı derece deprem ve rüzgar bölgesinde olduğuna göre belirlenir.

Dış duvar konstrüksiyonları üç şekilde yapılabilmektedir. Bunlar;

- a) Dolu hafif beton diyaftram
- b) Beton ve yalıtım katmanı ile çok katmanlı duvar
- c) Betondan asmolen dolgululu duvar (Koncz,1979) (Şekil-3.18.).

Katmanlı duvar kesiti, en az 15cm kalınlıkta uygun şekilde donatılmış betonarme betonu ve en az 3cm kalınlıkta yalıtım tabakası olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Kesitin toplamı 24cm'yi geçmemek üzere, bu iki katmanın değişik ölçüleri Türkiye'de Betonsan AŞ. tarafından kullanılmaktadır. Kesit beton kalitesi Bn.150'den Bn.350'ye kadar değişebilmekte, donatı açısından çeşitli vasıfta beton çeliklerinden yararlanılmaktadır.

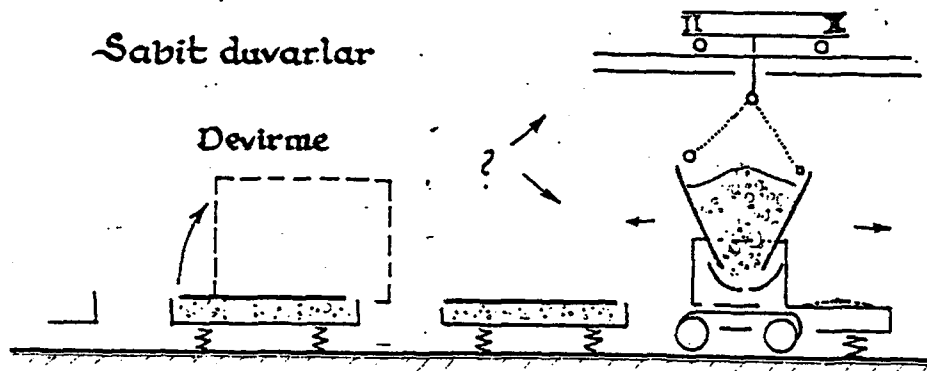
Dış duvarlar, genellikle fabrikada kalıp vagonları üretim hattında, bazende "yatar masa"larda üretilmektedirler (Şekil-3.19). Bu üretim yerlerinde 24cm kalınlığa ve 636cm uzunluğa kadar, 270cm'den 320cm'ye kadar kat yüksekliği sağlayabilecek dış duvarlar üretilmektedir (Şener, 1981).

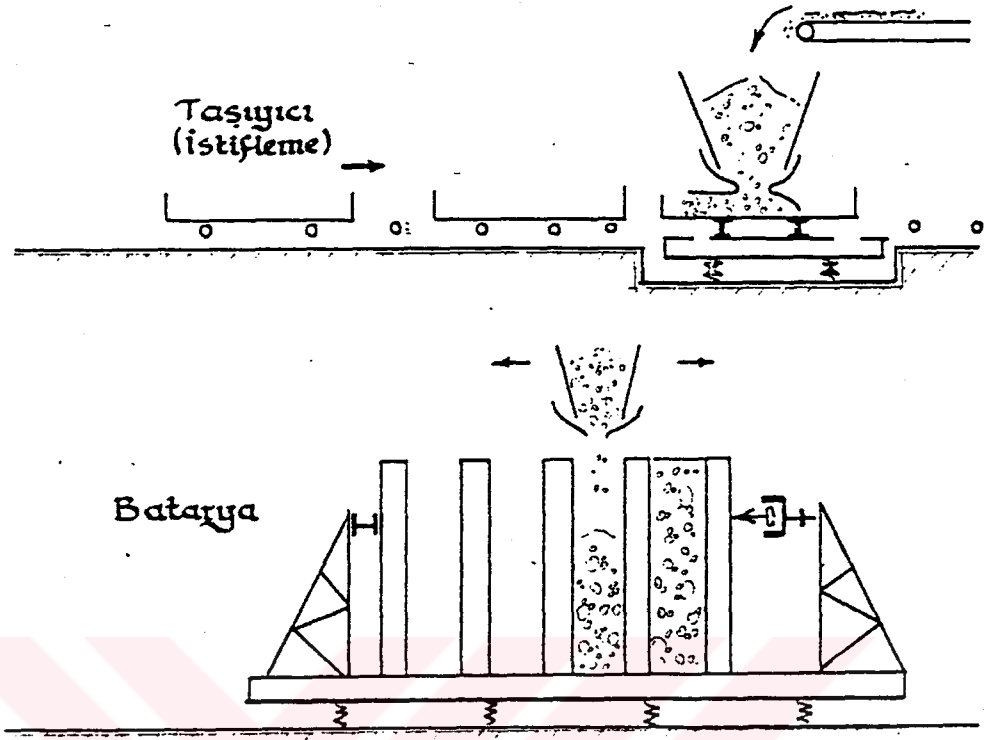
Şekil-3.18. Dış Duvar Konstrüksiyonları

- a) Dolu hafif beton diyafram b) Beton ve yalıtım katmanı ile çok katmanlı duvar c) Betondan asmolen dolgulu duvar

Isı yalıtımı	orta	iyi	orta
Ses yalıtımı	yeterli	iyi	orta
Kalınlık cm	≥ 20	$d_1 \geq 7$ $d_2 \geq 10$ $d_3 \geq 4$	≥ 25
Uzunluk max. cm	~ 900	~ 900	~ 600
Yükseklik max. cm	~ 330	~ 330	~ 300

Şekil-3.19. İmalatta Kullanılan Yatay ve Batarya Halinde Düşey Kalıp Şemaları





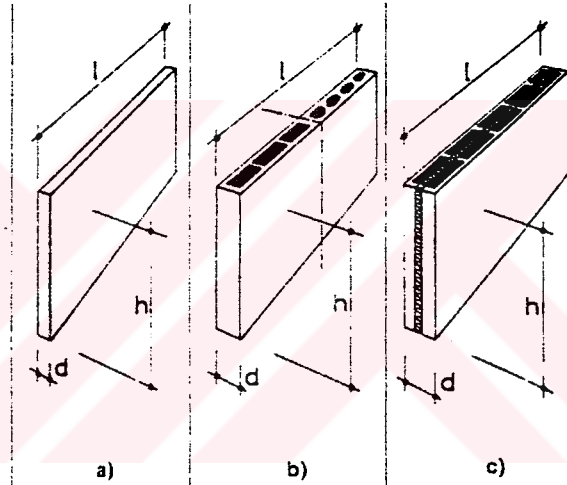
Yukarıda Şekil-3.19.'da görülen yatay kalıplar iki çeşit olabilmektedir. İlkinde kalıp sabit beton hareketli, ikincisinde ise kalıp hareketli beton dökümü sabit yapılabilmektedir. Her iki halde de sıkıştırma vibrasyonla yapılmaktadır. Üçüncü tip kalıp ise, dikey, batarya şeklindedir. Bu sistemde kalıplar açılarak donanım, borular, elektrik tesisatı yerleştirilerek kapanır ve beton dökülerek vibre edilir. Bu üç sistemde uygulamada kullanılmaktadır.

3.1.2.2.2.1.3. İç Duvarlar :

İç duvarlar taşıyıcı veya bölücü olarak kullanılabilirler. Taşıyıcı iç duvarlar Bn.150 ile Bn.350 kalitesi arasında değişebilen betondan en az 12cm kalınlıkta olarak üretilmektedir. Bu kesit 24cm'e kadar çıkartılabilir. Taşıyıcı olmayan duvarların kalınlığı ise en az 7cm olmalıdır. Bu boyutta kalıptan çıkarırken, taşırken ve montaj yaparken büyük deplasmanlar yapmayacak şekilde büyük uzunluklarda üretilebilirler.

Taşıyıcı iç duvarlar fabrikada kalıp vagonlarında üretim hattında, batarya kalıplarda veya yatar masalarda üretilebilmektedir. Maximum üretim

boyutları batarya kalıpları ve kalıp vagonları üretimi için 624cm uzunluk ve 320cm kat yüksekliğini sağlayacak yüksekliktedir. Genişlikler üretim şekli ve yatay taşımadan dolayı 240cm'den az yapılır. Yatar masalarda 12m uzunluğa kadar üretmek mümkündür, ancak ulaşım problemi çıkabilir. Genelde iç duvarlarda çelik saç kapı kasaları kullanılmaktadır. Dolu iç duvarlar 16cm kalınlıkta yeterli ses korunumu verirler. Kesitleri boşluklu duvarlar, daha kalın olsalar da yeterli ses yalıtımını sağlamazlar. Kalınlık arttıkça, konutun faydalı alanı küçülür. En çok Rusya'da uygulanan çift kabuklu ara duvarlarda ise, kabuklar merdane yöntemiyle üretilir ve aralarına yalıtım katmanı yerleştirildikten sonra birleştirilir. Bu bakımdan ses yalıtımları iyidir. İki parçadan oluşması üretim yönteminin yeterli nitelikte yüzey vermemesi açısından sakıncalıdır (Konez, 1979) (Şener, 1981) (Şekil-3.20.).



Ses yalıtımı	yeterli	yeterli	iyi
Kalınlık cm	7-20	20-30	~ 30
Uzunluk max. cm	~ 900	~ 900	~ 600
Yükseklik max. cm	~ 330	~ 330	~ 300

Şekil-3.20. İç Duvar Çeşitleri

a) Dolu duvarlar b) Kesitleri boşluklu duvar c) Çift kabuklu duvarlar

3.1.2.2.2.1.4. Döşeme ve Tavan Elemanları :

Döşeme kesitleri üç ana tipte toplanmaktadır;

- a) Dolu beton plaklar
- b) Boşluklu plaklar (yuvarlak, dörtgen, vb)
- c) Nervürlü plaklar (Şekil-3.21.).

Ses yalıtımı	Yeterli	kaplama ile	kaplama ile	kaplama ile
Kalınlık (cm)	14-20	20-25	20-40	15-30
En (cm)	400	120-250	120-250	120-250

Şekil-3.21. Döşeme Kesidi Çeşitleri

- a) Dolu plaklar
- b ve c) Yuvarlak ve dörtgen boşluklu plaklar
- d) Nervürlü plaklar

Döşeme elemanları, mesnetlenme, ıslak veya kuru oturma, donatı çalışma yönü ve çeşitleri, boşluk tiplerine göre de daha detaylı sınıflandırılabilir.

Dolu plaklar kılıcına üretilebilir. Bu yüzden iki yüzünde temiz çıkar. O zaman da döşeme örtüsü derhal kaplanabilir. Dolu plaklarda ses yalıtımına gelince, ağır olduğundan havadan yayılan sesleri oldukça iyi yalıtır. Cisimden yayılan sesler için, ayrıca döşeme kaplamasında veya kaplamanın uygulamasında önlem alınmalıdır. Dolu kesitli betonarme plak üretiminin kolaylığı, kalınlığının azlığı, düz bir tavan yüzeyi sağlaması ve tesisatın ankastre olabilmesi gibi olumlu yönleriyle büyük boy panelli sistemlerde en

yaygın uygulanan döşeme türüdür. Ağırlığı, fazla malzeme gerektirmesi ve geçebileceği açıklıkların sınırlı olması gibi sakıncaları da vardır.

Boşluklu döşemeler malzeme tasarrufu, ölü ağırlığın azaltılması ve büyük açıklıkların geçilebilmesi açısından sağladığı avantajlar nedeniyle git-tikçe daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Yalnız 3.1.2.2.2. Büyük Panel Sistemlerin Strüktürel İncelenmesi başlığı altında anlatılan Tedrici Çökme "Progresiv Çökme" Sorunu açısından, boşluklu döşemelerin sadece tek yön-de çalışabilme ve bu yönde mesnetlere yük aktarabilme özellikleri, progresiv çökme konusunun içerdiği yükler ve deprem bölgeleri yönünden önemli bir dezavantaj olarak gözükmektedir. Bunun yanısıra sık derzler, bağlantı ve ta-vanda fugaların görünümü sorunları ile oldukça pahalı bir üretim teknolojisi ve pahalı tesisler gerektirmesi sakınca olarak sayılabilir.

Nervürlü döşemeler, özellikle bölme duvarlarının yapımında bağlantı ve estetik sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Bunlar 6m'den büyük açıklıklar gerektiren okul vb. gibi yapılar için uygun olabilmektedir.

Bugün Türkiye'de Betonsan tarafından, her üç boyutta büyük değişim olanağı sağlayan dolu kesitli betonarme döşemeler uygulanmaktadır. En az Bn.250 kalitesinde betondan ve her iki yönde çalışabilecek şekilde St, IV hasır çelik donatılı olarak üretilen bu döşemeler, her iki yöndeki iç ve dış duvarları taşıyıcı olan Betonsan sisteminde genellikle dört kenardan, bir mekanın iki döşemeyle geçildiği durumlarda da en az üç kenardan mesnet-lenmektedirler.

Uygulan sistemde "ıslak" oturma ve basit mesnet tanımları geçerli-dir. Islak oturma ile döşemelerin duvarlar üzerine çimento harcı sürülerek oturtulması kastedilmektedir.

Döşeme elemanları fabrikalarda kalıp vagonlarında üretim hattında, batarya kalıplarında, yatar masalarda veya sabit masalarda üretilmektedir. En az 13cm olmak üzere 16cm'ye kadar döşeme kalınlığı uygulanmaktadır. Maximum üretim boyutları 315x624cm (kalıp vagonlarında, bataryalarda ve yatar masalarda) 370x370cm (sabit masalarda) olmuştur (Koncz, 1979) (Şe-ner, 1981).

3.1.2.2.2.2. Büyük Panel Sistemlerin Strüktürel İncelenmesi :

Büyük panel sistemlerin strüktürleri taşıyıcı duvar panelleri, karkas paneller ve döşeme panelleri ile şekillenir. Esas amaç düşey ve yatay taşıyıcı panellerin, yatay kuvvetlere karşı stabil olmasını sağlayacak şekilde mimari planda eşit ve doğru şekilde yerleştirilmesidir.

Bir prefabrike yapıda iki tür stabilite söz konusudur;

- * Elemanların tek tek stabilitesi (Bileşen Stabilitesi)
- * Tüm yapının stabilitesi (Uzaysal Stabilite).

* Bileşen Stabilitesi; elemanın; imalat yerinden yerleştirilinceye kadar geçirdiği evreler sırasında ve son durumda, kendisini etkileyebilecek iç ve dış kuvvetleri, zararlı deformasyonlara uğramadan karşılayabilmesini öngörür. Yerleştirilen elemanın bundan sonraki stabilitesi, kendi iç kuruluşu dışında, diğer yapı elemanları ile ilişkisine bağlıdır.

Kendilerini etkileyen düşey yüklerin fazlalığı, taşıyıcı duvar panellerinde "burkulma"ya (flambaja) neden olabilir. Buna karşı alınabilecek önlemler:

- Kalınlaştırma,
- Malzeme ve donatıda değişiklik yapma,
- Kenarları destekleme şeklindedir.

Yatay kuvvetlerin fazlalığı, duvarda "devrilme" veya "eğilme"ye (sehime) yol açabilir. Bu durumda alınabilecek önlemler:

- Kenarların desteklenmesi,
- Hatıl bağlantılarının yapılması,
- Malzemenin özünde değişikliğe gidilmesi şeklinde özetlenebilir.

Döşemelerde düşey kuvvetler altında oluşan sehim;

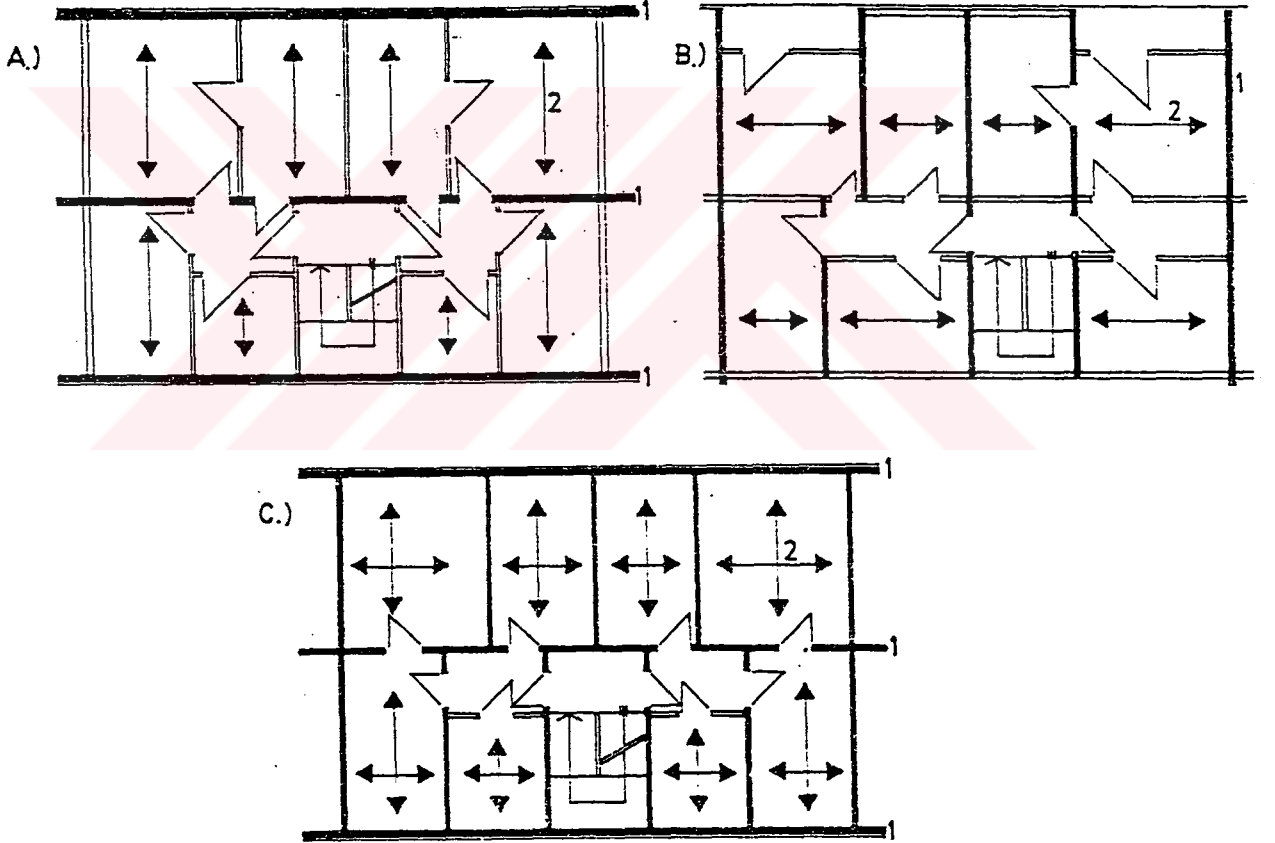
- Açıklığın azaltılması,
- Konstrüktif yüksekliğin arttırılması,
- Malzemede, donatıda ve mesnet durumunda değişiklik yapılması suretiyle önlenir.

Yatay kuvvetler çok ince bir döşemede "burkulma"ya neden olabilir. Buna karşı "kalınlaştırma" suretiyle önlem alınabilir (Ayaydın, 1987).

* Yapının uzaysal stabilitesi, yapıyı etkileyen iç ve dış kuvvetlerin, zararlı deformasyonlara yol açmadan karşılanabilmelerini öngörür.

Büyük prefabrike panel sistemlerde hesap zorlukları nedeniyle düşey kuvvetlerin sürekli perde duvarlar tarafından temellere iletildiği kabul edilir ve döşemelerin rijit olduğu kabul edilerek, onlardan gelen yatay kuvvetlerin perde duvarlara dağılımı hesaplanır.

Binaya etkileyen yatay kuvvetler rüzgar, deprem ve patlama kuvvetleridir. Yapının bu kuvvetlere karşı davranışı taşıyıcı duvarların düzenleniş şekline göre değişir (Ayaydın, 1987). Büyük panel sistemlerde taşıyıcı duvarlar Şekil-3.22.'de gösterildiği gibi üç şekilde düzenlenebilir.

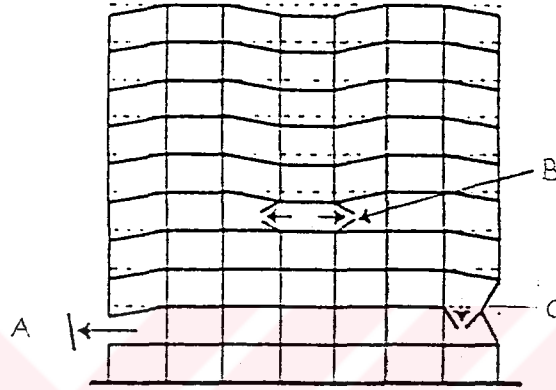


Şekil-3.22. Panel Sistemlerde Taşıyıcı Duvarların Düzenlenmesi

(1- Taşıyıcı duvarlar 2- Döşemelerin çalışma yönü)

- A) Sadece uzun yönde taşıyıcı duvarlar B) Sadece kısa yönde taşıyıcı duvarlar C) Her iki yönde taşıyıcı duvarlar

Büyük prefabrike panel sistemle yapılan yapılar, tedrici çökme "progresiv çökme" olarak bilinen, yapının yavaş yavaş çökmesi olayına maruz kalabilirler. Tedrici çökme, bir yapı bileşeninin diğer bileşenleri desteksiz bırakarak yapının tedrici çökmesine yol açmasıdır (Hartland, 1975). Bu olayın esas nedeni bileşenler arasındaki yetersiz süreklilik veya yetersiz taşıma alanının, yapının bütününe stabilitesini bozmasıdır (Şekil-3.23.).



Şekil-3.23. Bir Büyük Panel Yapının Tedrici Çöküşü

- a) Görülmeyen yatay güçlerle harekete geçirilen yan duvar
- b) Görülmeyen yatay güçlerle kırılan dahili taşıyıcı duvarlar
- c) Görülmeyen dikey güçlerle kırılan döşeme plakları

Tedrici çökme sorunu ilk defa 1968 senesinde İngiltere'de Londra'da meydana gelen meşhur Ronan Point kazasından sonra gündeme gelmiştir. Ronan Point kazasında binanın 18. katında meydana gelen gaz patlaması sonucunda binanın bir kısmı tamamen çökmüştür (Şekil-3.24,25).

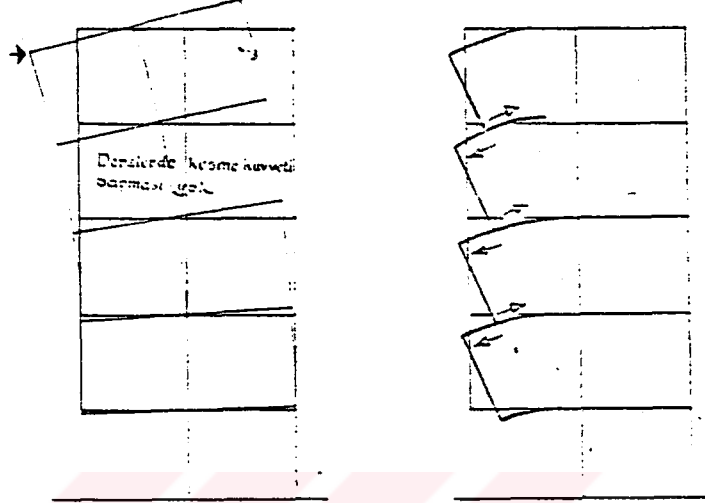
Şekil-3.24. Ronan Point Binasının Patlamadan Sonraki Görünüşü



Şekil-3.25. Binanın En Üst Noktasının, Patlamadan Hemen Sonra
Henüz Bütün Panellerin Binayı Kırılıp Terketmeden Önceki Hali



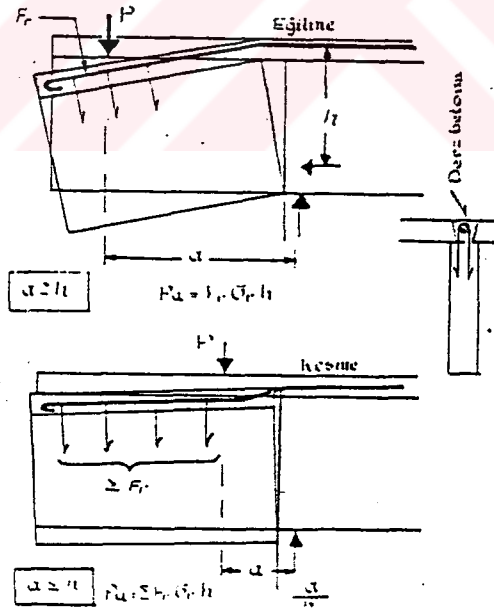
Ronan Point kazasından sonra binanın yapımcısı Larsen-Nielsen firması ve bu sistemle çalışan diğer firmalar, ilgili kuvvet dağılımları ve oluşan bu kuvvetlere karşı konsol çalışmalarını yeniden ele alarak gerekli tedbirleri kullanmaya başlamışlardır (Şekil-26,27).



Şekil-3.26.

Döşemeye mesnetlenmiş
(derzlerde kesme kuvveti
sapması yok)

Tek konsollar



Şekil-3.27. Donatının Eğilme ve Kesme Kuvvetleri Karşısındaki Davranışları

3.1.3. İskelet Sistemler :

3.1.3.1. İskelet Sistemlerin Tanımlanması :

Yapının tüm yüklerinin kolon, kiriş ve döşeme elemanlarıyla iletilmesidir. İskelet sistemlerde hacmi sınırlayan elemanlarla, yapıdaki taşıyıcılık unsuru olan eleman grupları birbirlerinden ayrılmış olup, yapıdaki yükler bir iskelet vasıtasıyla zemine aktarılmaktadır (Sey ve Tapan, 1987).

Sinha'ya göre iskelet sistemin felsefesi, bir çok çeşit konutlar için açık ve prefabrik çerçeve uygulayarak mimarlara monotonluğu önleme şansı verir. Sinha iskelet sistemleri kısmi ve bütün iskelet sistemler olarak ikiye ayırır (Sinha, 1985).

Eğer yapım sistemi bütün iskeletse kolonlar binanın dış duvar çerçevesinde ve içerisinde boyuna eksen doğrultusunda kirişlerle birbirlerine bağlanır. Bir binanın kısmi çerçevesi boyuna eksen doğrultusunda yerleştirilmiş kolonlardan ve bir ucu kolona dik olarak ankastre edilmiş ve diğer ucu taşıyıcı duvar panellerine dayanmış olan kirişlerden meydana gelir.

Tamamı iskelet sistemle yapılmış yapılarda, boşluklar taşıyıcı olmayan duvar panelleriyle kapatılmaktadır. Duvar panelleri iskelet sistemin hiç bir bileşenini ve tavanı desteklemez.

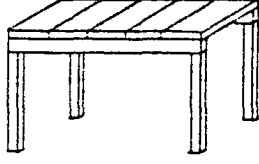
3.1.3.2. Prefabrike İskelet Sistemlerin Sınıflandırılması :

Prefabrike iskelet sistemler (özellikle çok katlı yapılar için) incelendiğinde, sistemin uygulamasına, eleman şekillerine ve eleman bağlantılarına göre 100'den fazla türü bulunmaktadır.

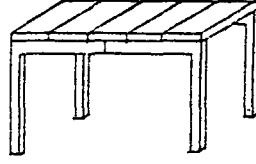
Buna göre prefabrike iskelet sistemler üç ana grupta toplanmaktadır (Paschen ve Wolff, 1975) (Şekil-3.28):

- * Kolon - Kirişli
- * Çerçeve Bölümlü
- * Kolon - Döşemeli

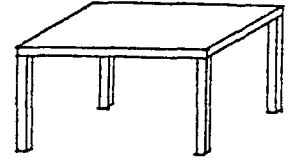
1. KOLON - KİRİŞLİ



2. ÇERÇEVE BÖLÜMLÜ



3. KOLON - DÖŞEMELİ



Şekil-3.28. Prefabrike İskelet Sistemler Ana Gruplar

Bu üç grup kendi içlerinde alt gruplara ayrılmaktadırlar. İskelet sistemlerin sayısal çokluğu nedeniyle bu araştırmada, iskelet sistemlerin avantajları ve dezavantajları Şekil-3.29.'de incelenmiştir.

Şekil-3.29. İskelet Sistemlerin Sınıflandırılarak Avantaj ve Dezavantajlarının Belirlenmesi

ANA SİSTEM	AVANTAJ VE SAKINCALAR	ALT SİSTEM GRUBU	AVANTAJ VE SAKINCALAR
1. KOLON - KİRİŞLİ SİSTEMLER	(+) •Üretim, taşıma, montaj kolaylıkları (-) •Eleman ve tip sayısı fazlalığı •Bağlantı sayısı fazlalığı •Yapısal yükseklik fazlalığı	1.1 ANA KİRİŞLİ SİSTEMLER	(+) •Tipleştirilebilen elemanlar •Tipleştirilebilen, denemiş bağlantılar •Kiriş ve düğüm nokta geometrisine dayanan, çeşitli tasarımların özellikleri (-) •Düğüm noktasında çok sayıda elemanın biraraya gelmesi
		1.2 TALI KİRİŞLİ SİSTEMLER	(+) •Kolay üretilen, hafif elemanlar •2 doğrultulu ızgarada yapısal yükseklikte azalma ve bölme duvar düzenleme kolaylı. (-) •Bağlantı sayısı fazlalığı •Montaj süresi uzunluğu
2. ÇERÇEVE BÖLÜMLÜ SİSTEMLER	(+) •Eleman ve tip sayısı azlığı •Monolitik özellikli düğüm noktaları •Kirişlerde mütemadilik sağl. •Kolay giriş-kiriş bağlantıları •Yanal stabilite kurma kolaylı. •Konsol çıkma kolaylığı (-) •Çerçeve bölümlerinde, üretim, depolama, taşıma, kaldırma sorunları	2.1 PORTAL ÇERÇ. SİST.	(+) •Yanal stabiliteyi sağlama kolaylığı (-) •Büyük üretim ve taşıma külfeti
		2.2 "H" ÇERÇ. SİST.	
		2.3 "T" ÇERÇ. SİST.	(+) •Üretim, taşıma daha az külfetli (-) •Stabilitenin kurulması daha güç
		2.4 "LAMBDA" ÇERÇ. SİS.	

ANA SİSTEM	AVANTAJ VE SAKINCALAR	ALT SİSTEM GRUBU	AVANTAJ VE SAKINCALAR
3. KOLON - DÖŞEMELİ SİSTEMLER	(+) ●Eleman ve tip sayısı azlığı ●Bağlantı tip ve sayısı azlığı ●Yapısal yükseklik azlığı ●Sarkan giriş olmaması ●Bölme duvar düzenleme kolaylığı ●2 doğrultuda eşit tasarım koşulları (-) ●Döşemenin bölünme güçlükleri ●Külfetli kolon-döşeme bağı. ●Yanal stabiliteyi kurma güçlükleri	3.1 KOLON MODÜLÜ BOYUTLU DÖŞEMELİ SİSTEMLER	(+) ●Eleman ve tip sayısı en az ●Bağlantı sayısı en az (-) ●Döşemede taşıma güçlükleri ●Kolon-döşeme ağırlık farkı ●Kolon-döşeme bağlantı güçlükleri
		3.2 DÖŞEME BÖLÜMLÜ (MANTAR BENZERİ) SİSTEMLER	(+) ●Taşınabilen döşeme bölümleri ●Büyük açıklıklar ●Uygun konumlu döşeme bağı. (-) ●Külfetli kolon-döşeme bağı.
		3.3 KAT ALANI BOYUTLU (KALDIRMA) DÖŞEMELİ SİSTEMLER	(+) ●Döşemede mütemadilik ●Kalıptan tasarruf (-) ●Özel uzmanlık gereksinimi ●Döşeme-kolon bağı. güçl. ●Şantiye teknolojisi özelliği

3.1.3.3. Prefabrike İskelet Sistemin Strüktürel İncelenmesi :

İskelet sistemlerde genellikle 5-6 katlı bina yüksekliği geçilmemekte, giriş açıklıkları ise sosyal binalarda 7-8m, konutlarda 5-6m yapılmaktadır. Elemanlar fabrikada üretilmekte, karayolundan taşınmakta ve montaj kule vinçlerle yapılmaktadır.

Sistemlerin %70'i Kolon-Kirişli gruptan olup, strüktürel elemanların üretim, taşıma ve kaldırılmasında sağlanmış olan kolaylıklar, bu sistemlerin yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlamıştır.

Çerçeve Bölümlü sistemler, plan geometrileri ve tasarım özellikleri açısından, kolon-kiriş sisteme çok benzemesine rağmen, çerçeve bölümlerinden kaynaklanan üretim, taşıma ve kaldırma güçlükleri nedeniyle yaygınlık kazanamamıştır.

Kolon-Döşemeli sistemlerde ise taşıma ve kaldırmanın zor olması, detaylandırılmada, bağlantılarda ve yanal stabilitenin kurulmasında çıkan zorluklar bu sistemin sorunlarıdır (Ayaydın, 1992).

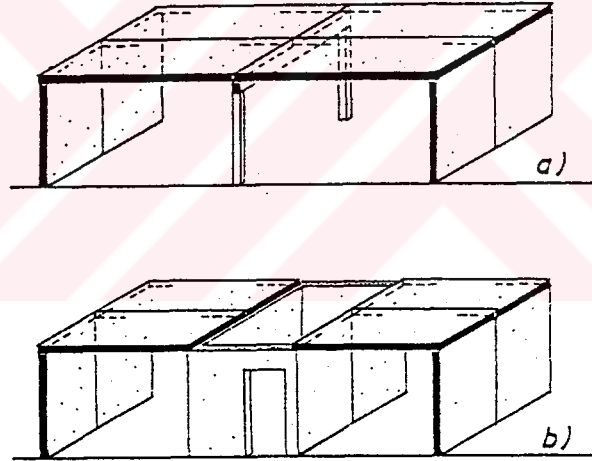
3.1.4. Karma Sistemler :

Konut üretiminde, önceki bölümlerde değinilen prefabrike sistemlerin, bazı durumlarda birlikte kullanıldığı ve birlikte üretim yapıldığı görülmektedir.

Geleneksel ve endüstriyel yapım sistemlerinin birlikte uygulandığı karma yapım sistemlerinde, büyük panel - yerinde dökme beton, iskelet - yerinde döküm beton, iskelet - dolgu gibi çözümler uygulanmaktadır (— a, 1988).

Tasarım esnekliğini arttırmak veya şantiyedeki yapımı hızlandırmak için yapılan karma prefabrike sistemler (Şekil-3.30.);

- Prefabrike duvar perdeli + prefabrike iskelet elemanlı
- Prefabrike duvar perdeli + prefabrike tesisat hücreli sistemler olarak uygulanır.

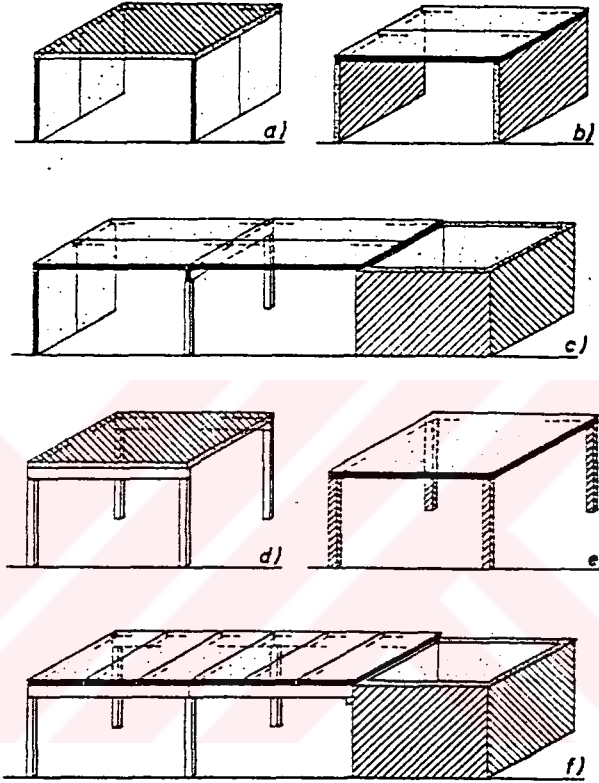


Şekil-3.30. Karma Prefabrike Sistemler: a) Panel + İskelet b) Panel + Hücre

Panel + İskelet sistemler; kısmen düşey paneller, kısmen çubuk elemanlarla oluşturulan bir sistemdir. Bu sistemler, panellerin iskelet elemanlarına oturtulması veya bir uçlarından cephe panolarına, diğer uçlarından ise gene iskelet elemanlarına taşınması suretiyle oluşturulabilir. Az eleman gerektirmesi, her iki doğrultuda da büyük açıklıklara olanak tanınması, çatı elemanlarının hem taşıma hemde yüzey kurma görevini yüklenmesi bu sistemin avantajlarındandır. Buna karşın, büyük panellerin çoğu kez iskelet elemanlara oranla daha pahalıya mal olması, en büyük dezavantajıdır. Panel

+ Hücre sistemler ise taşıyıcı sistemin kısmen hücre, kısmen panel elemanlarla oluşturulduğu sistemlerdir (Sey ve Tapan, 1987) (Ayaydın, 1987).

Ayrıca, bağlantı sorunlarına çözüm getirmek veya stabiliteyi arttırmak amacı ile "karma teknolojilere" dayalı yapısal kuruluşlarda sık sık uygulanmaktadır (Ayaydın, 1987) (Şekil-3.31.).



Şekil-3.31. Karma Teknolojili Sistemler

(yerinde dökme beton bölümler taralı olarak gösterilmiştir)

- a) Prefabrike duvar elemanları + yarı prefabrike veya yerinde dökme döşeme
- b) Yerinde dökme duvarlar + yarı prefabrike veya tam prefabrike döşeme elemanları
- c) Prefabrike duvar ve döşeme elemanları + yerinde dökme çekirdek
- d) Prefabrik kolon ve kirişler + yerinde dökme döşeme
- e) Yerinde dökme kolonlar + prefabrik döşeme elemanları
- f) Prefabrik iskelet ve döşeme elemanları + yerinde dökme çekirdek bölümü ile kurulan yapılarda olduğu gibi.

3.2. Prefabrike Yapım Sistemlerinin Özellikleri Açısından Karşılaştırılması :

Prefabrike sistemler olan İskelet, Panel ve Hücre sistemler "teknolojik" ve "tasarım-pazarlama" özelliklerine göre karşılaştırılarak "iyi" (+), "orta" (\pm) ve "zayıf" (-) olarak değerlendirilmiş ve buna göre Şekil-3.32.'de ki tablo hazırlanmıştır (Ayaydın, 1992).

TEKNOLOJİK ÖZELLİKLER	PREFABRİKE SİSTEMLER			TASARIM VE PAZARLANMA ÖZELLİKLERİ	PREFABRİKE SİSTEMLER		
	İSKELET	PANEL	HÜCRE		İSKELET	PANEL	HÜCRE
ÜRETİM KOLAYLIĞI	+	+	-	MEKANSAL ORGANİZASYON KOLAYLIĞI	+	\pm vy -	\pm vy -
ELEMAN SAYISI AZLIĞI	-	\pm	+	CEPHE DÜZENLEME KOLAYLIĞI	+	\pm vy -	\pm vy -
FARKLI TİP SAYISI AZLIĞI	-	+	+vy \pm	BÜYÜK AÇIKLIK GEÇEBİLME KOLAYLIĞI	+	- vy \pm	-
TAŞIMA KOLAYLIĞI	+	\pm	-	ÇOK AMAÇLI MEKANO OLUŞTURMA KOLAYLIĞI	+	- vy \pm	-
KALDIRMA KOLAYLIĞI	+	+	-	FARKLI ÜRÜNLERE AÇILMA KOLAYLIĞI	+	- vy \pm	- vy \pm
BAĞLANTI SAYISI AZLIĞI	-	\pm	+				
YAPIM SÜRESİ AZLIĞI	-	\pm	+				
BİTMİŞLİK DÜZEYİ YÜKSEKLİĞİ	-	\pm	+				

Şekil-3.32. Prefabrike Sistemlerin Karşılaştırılması

3.3. Prefabrike Yapım Sistemlerinin Türkiye'de Gelişimi :

Prefabrike sistemlerin dünyada ortaya çıkışı 19.yy başlarına rastlar. Ancak bu dönemde yoğun bir uygulama yapılmamıştır. Bu sistemler İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra dünyada ve özellikle Avrupa'da çok yoğun bir şekilde kullanılmıştır.

1960-70 seneleri arasında gelişmiş ülkeler prefabrikasyon teknolojilerini geliştirdiler. 1991 bulgularına göre, inşaat sektöründe prefabrikasyon ABD'de %45, Batı Avrupa'da %50 ve Doğu Bloku ülkelerinde %80 dolaylarında idi (Tezcan, 1991).

Türkiye'de ilk prefabrikasyon uygulamaları 1960'lı yıllarda tek katlı endüstriyel yapılarda görülmektedir. 1980'lerin başında toplu konut uygulamalarının artması ve bu uygulamalarda yüksek üretim tekniklerinin tercih

edilmesi, prefabrike yapım sistemlerinin konut sektöründe yoğun olarak kullanılmaya başlamasını sağlamıştır.

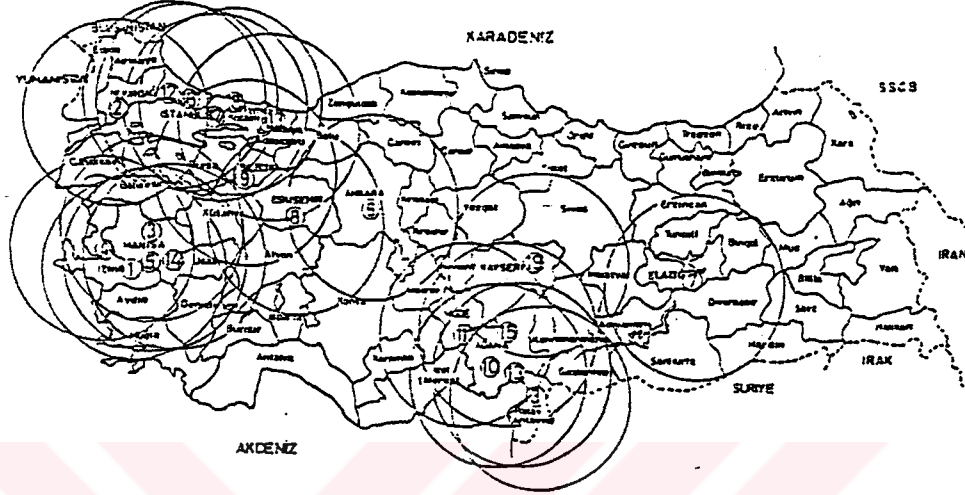


Şekil-3.33. Büyük Beton Panel Üreten Bir Fabrikadan Görünüş

İnşaat sektöründeki bazı kuruluşlar, yeni inşaat alanlarında özellikle konut yapımı ve prefabrikasyon alt sektörünün sorunlarının çözümü için birlikte hareket etmeyi düşündüler. Bu görüşle Prefabrikasyon Birliği'nin ilk fikri temelleri ortaya çıktı. 16 Aralık 1984'de, Prefabrikasyon Birliği Ankara'da 21 kuruluşun katılımı ile kuruldu (——b, 1988).

Her kuruluşun aşağı yukarı 200km çapındaki bir alana hizmet verebileceği kabul edilirse, Prefabrikasyon Birliği üyelerinin yerleri ve faaliyet alanları Şekil-3.34'de gösterilmektedir.

Türkiye'de prefabrik inşaatın pazar payını bulmak için, bir yılda Türkiye'de üretilen betonarme hacmi ile prefabrik olarak üretilen betonun hacmini karşılaştırmak gerekir.



Şekil-3.34. Prefabrikasyon Birliği Üyelerinin Faaliyet Alanları

Tezcan'ın verilerine göre (1991), 1990'da Türkiye'de betonarme üretimi 25milyon m³ ve toplam inşaat alanı 59.992m²'dir.

Öte yandan 1990'da Prefabrikasyon Birliği üyeleri tarafından üretilen prefabrik betonarme elemanlarının miktarı 900bin m³'tür. Oysa diğer kuruluşlar tarafından üretilen miktar 350bin m³'tür. Bu arada, 1990'da üretilmiş olan toplam prefabrik elemanların miktarı, aşağı yukarı 1.25milyon m³'tür (Tezcan, 1991).

Bu kapsamda Türkiye'de toplam inşaat sektöründe prefabrik inşaatın payı %5'tir ($1.25/25=0.05$).

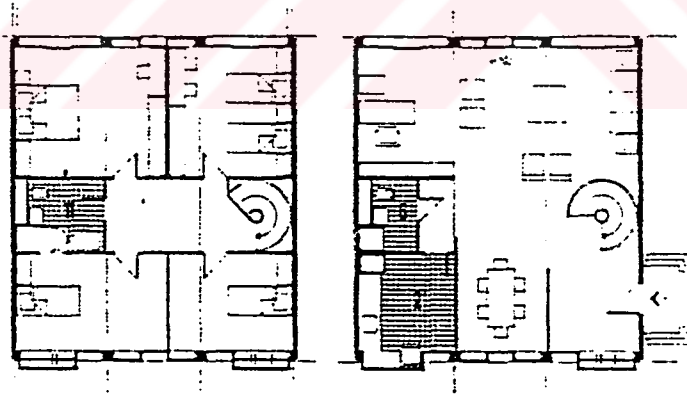
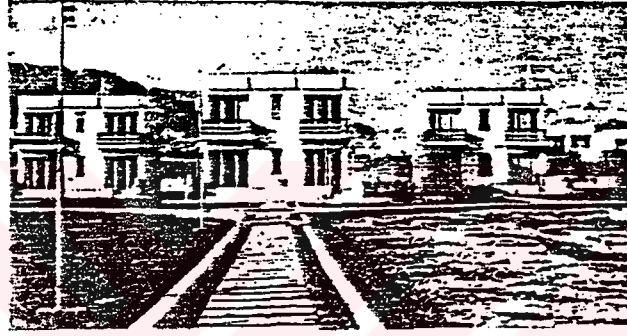
Bulgulara göre konut için 1990'da 1.5trilyon TL harcanmıştır, ki bu GSMH'nin %5.3'ünü oluşturur ve aşağı yukarı 43.6milyon m² konut inşaa edilmiştir.

Diğer yandan prefabrik teknoloji ile konut yapımı aşağı yukarı 1.5milyon m²'dir (1.142.164m² üye olmayanların + 305.995m² üyelerin üretimi).

Bu kapsamda konut için bir yıllık (1990) pazarlama oranı %3.4' (1.5/43.6) tür ki, yetersizdir.

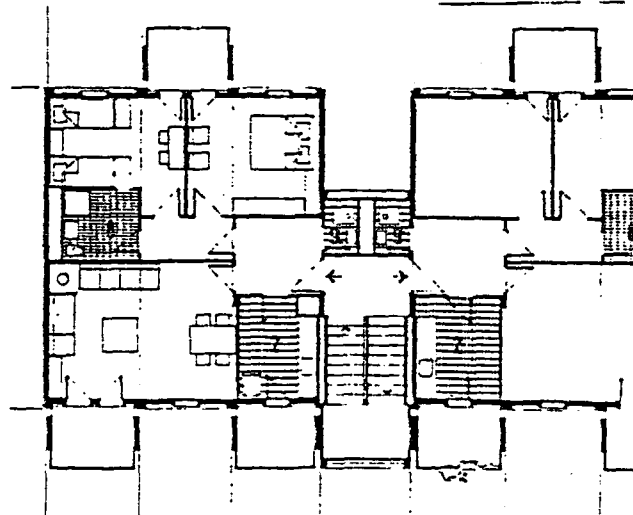
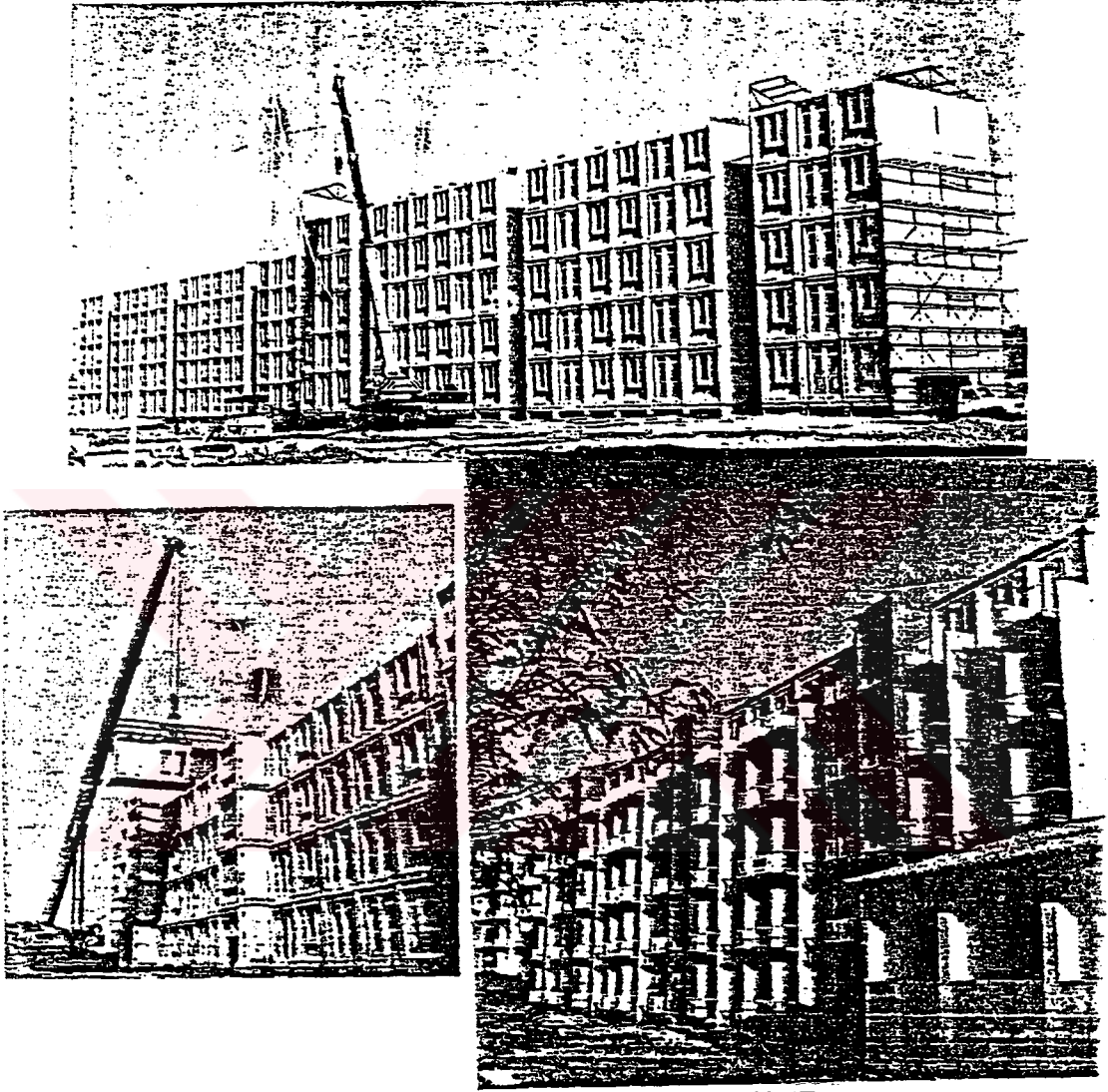
Sonuç olarak prefabrikasyonun pazar payını arttırmak için, konut yapımının pazarlama payını yükseltmek gereklidir.

3.4. Prefabrike Yapım Sistemleri İle Tasarlanmış Örnekler :



Şekil-3.35. Yübetaş Tarafından Hücre Sistemle Yapılmış Olan Mardin Çimento Sanayi Çalışanları İçin Yapılmış 7 Dublex Ev, İnşaat Alanı 1736m²

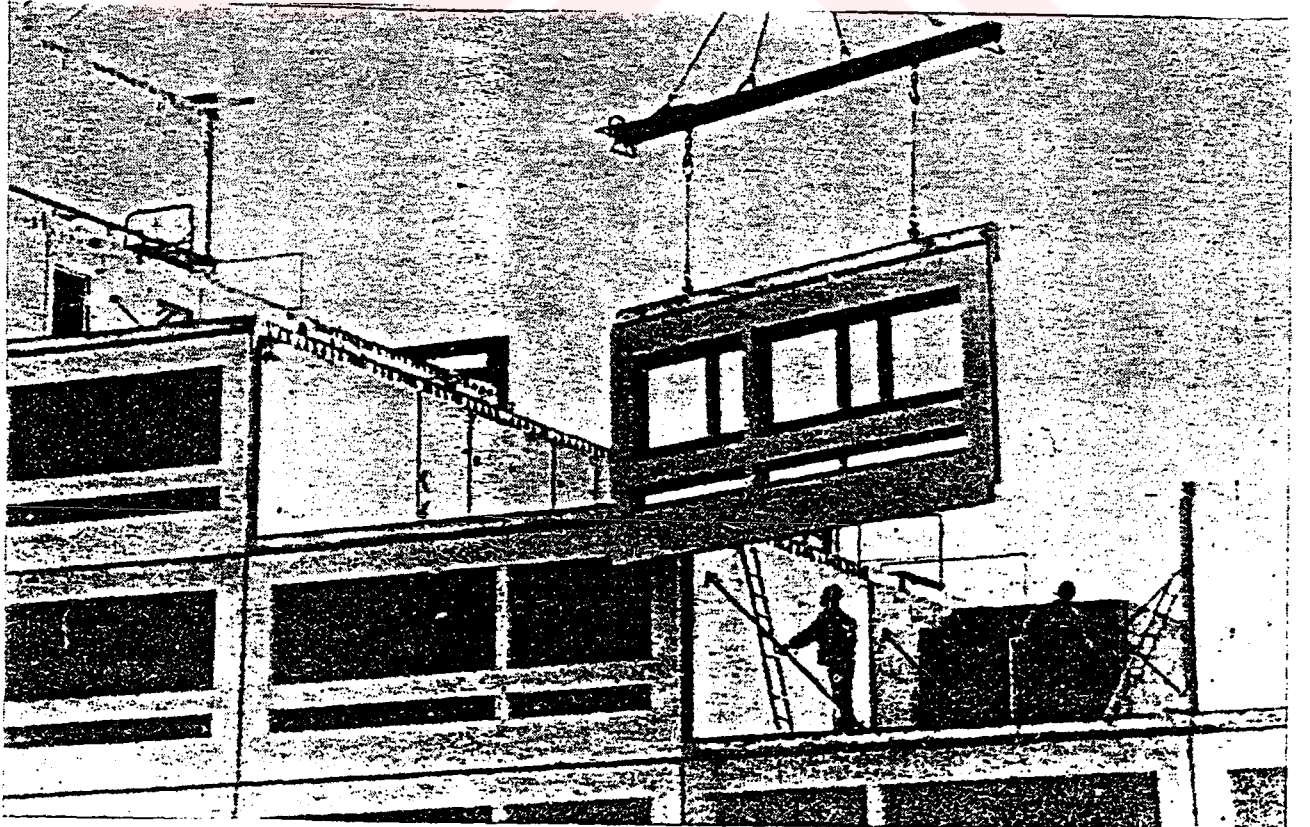
Şekil-3.36. Yübetaş Tarafından Hücre Sistemle Yapılmış Olan Ankara'daki Milli Savunma Bakanlığı Çalışanları İçin 2020 Konut, 13 Adet 5 Katlı Blok, İnşaat Alanı 41.000m², 1140 Hücre Ünite Kullanılmış ve 21 Ayda Tamamlanmıştır.



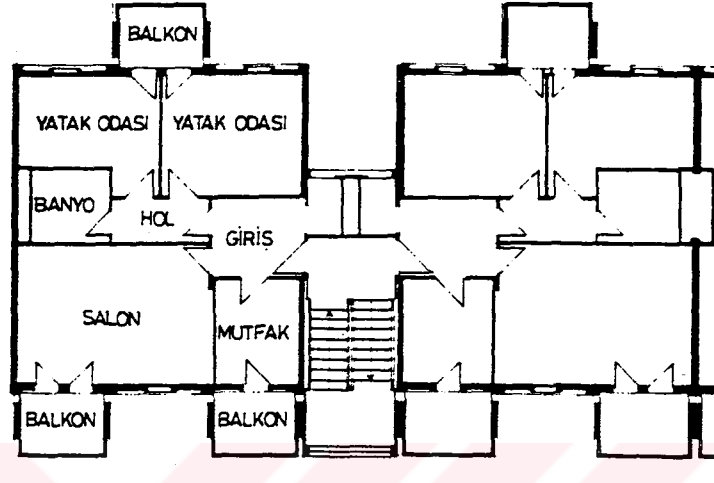
Şekil-3.37. Panel Sistem İle Yapılan Bir Apatman İnşaatı



Şekil-3.38. Panel Sistemle Yapılan Bir İnşaatın Görünüşü



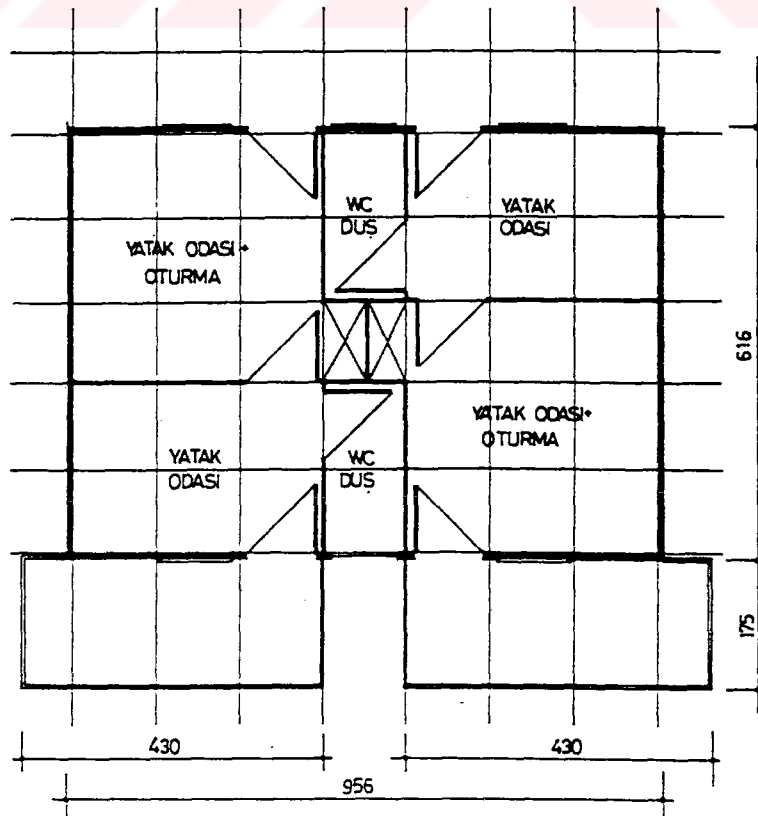
Şekil-3.39. Yübetaş, Hücre Sistemle Örnek Konut Tasarımı
 Bir Doğrultudaki Açıklık (960cm) Sabittir. Diğer Doğrultuda Bir Sınırlama
 Yoktur. Ayrıca 960cm Olan Açıklık Doğrütusunda Arada Kolon Kullanılarak
 2 x 960cm Açıklık Geçilebilmektedir. Maksimum Kat Sayısı 5 Kattır.



ÖRNEK TİP KONUT PROJESİ

Şekil-3.40. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü,
 Küçük Panel Sistemle Örnek Konut Tasarımı

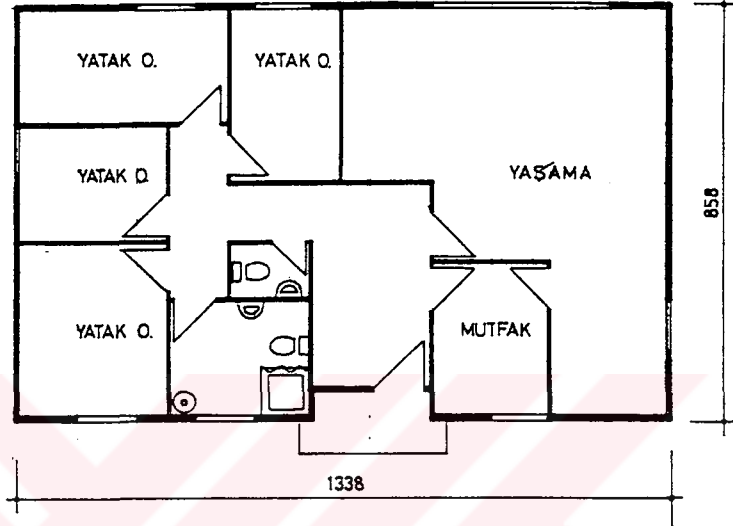
Mekan Boyutları Bir Doğrultuda Makas Açıklığına Bağlıdır.
 Diğer Doğrultuda 1.20m'nin Katları Olarak İstenen Boyutlarda
 Mekanlar Elde Edilebilir. Maksimum Kat Sayısı 1 Kattır.



ÖRNEK TİP KONUT PROJESİ

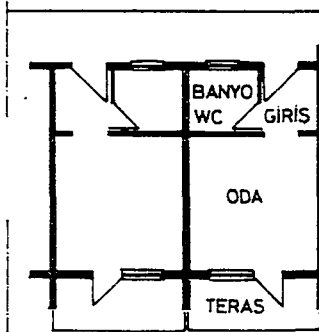
Şekil-3.41. Tepe Prefabrik Konut İmalat ve Ticaret Ltd.,
Küçük Panel Sistemle Örnek Konut Tasarımı

Sistemde Çatı Makasları Dış Duvarlara Oturmaktadır. Mekan Maksimum Boyutlu Bir Doğrultuda 10m, Diğer Doğrultuda Sınırsızdır. Zemin ve Tavan Arasında Mekan İstenildiği Gibi Bölünebilir. Tasarlama Modülü 1.20m, Maksimum Kat Yüksekliği 2 Kattır.

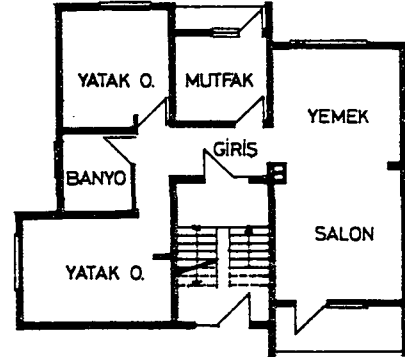


ÖRNEK TİP KONUT PROJESİ

Şekil-3.42. Türk Ytong A.Ş., Küçük Panel Sistemle Örnek Konut Tasarımı
Döşeme ve Çatı Elemanlarının Maksimum Boyutu Mekan Açıklığını
Dolayısıyla İç Mekan Organizasyonunu Etkilemektedir.
Maksimum Açıklık 6m, Maksimum Kat Sayısı 2 Kattır.

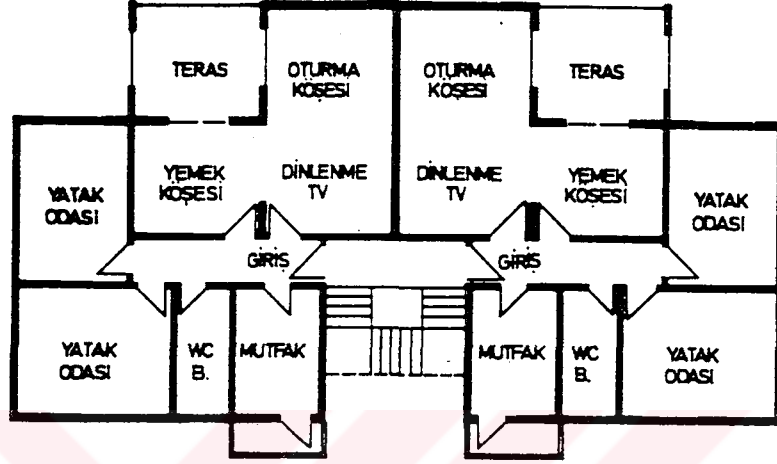


ÖRNEK TİP KONUT PROJESİ 1



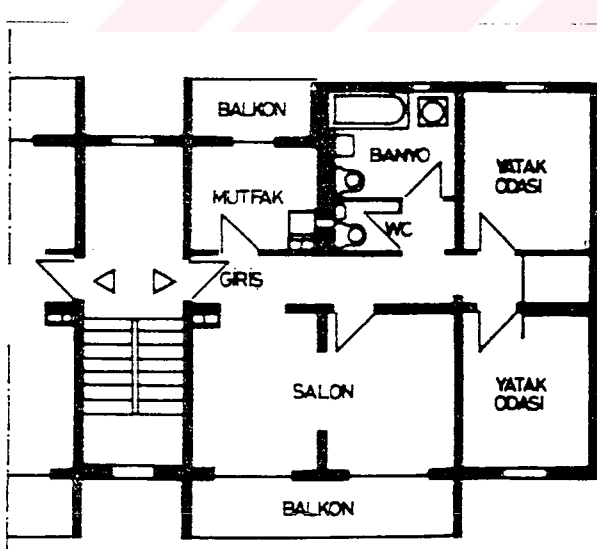
ÖRNEK TİP KONUT PROJESİ 2

Şekil-3.43. Betonsan, Büyük Panel Sistemle Örnek Konut Tasarımı. Sistemin Uygulanmasından Kaynaklanan Herhangi Bir Zorunluluk ve Biçimlenme İlkesi yoktur. Sistemin Modülü 6cm Olduğundan İstenilen Boyutlarda Elemanlar Üretilabilmektedir. Maksimum Açıklık 624cm, Maksimum Kat Sayısı 10 kattır.

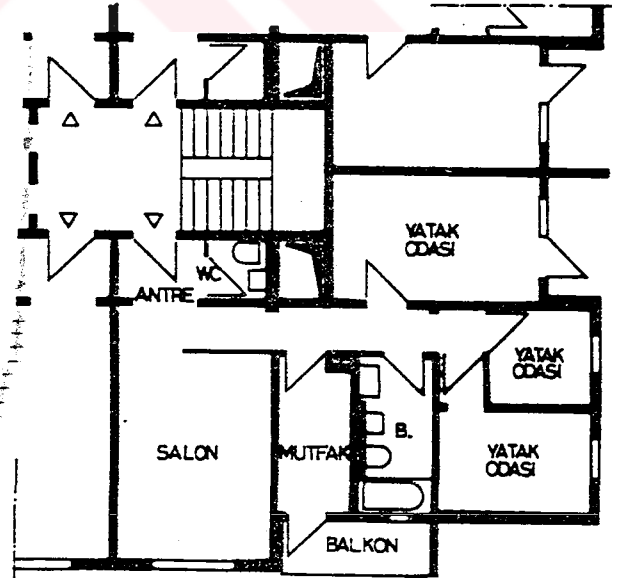


ÖRNEK TİP KONUT PROJESİ

Şekil-3.44. Oyak-Kutlutaş, Büyük Panel Sistemle Örnek Konut Tasarımı. Maksimum Açıklık 5.40m, Tasarlama Modülü 60cm'dir.



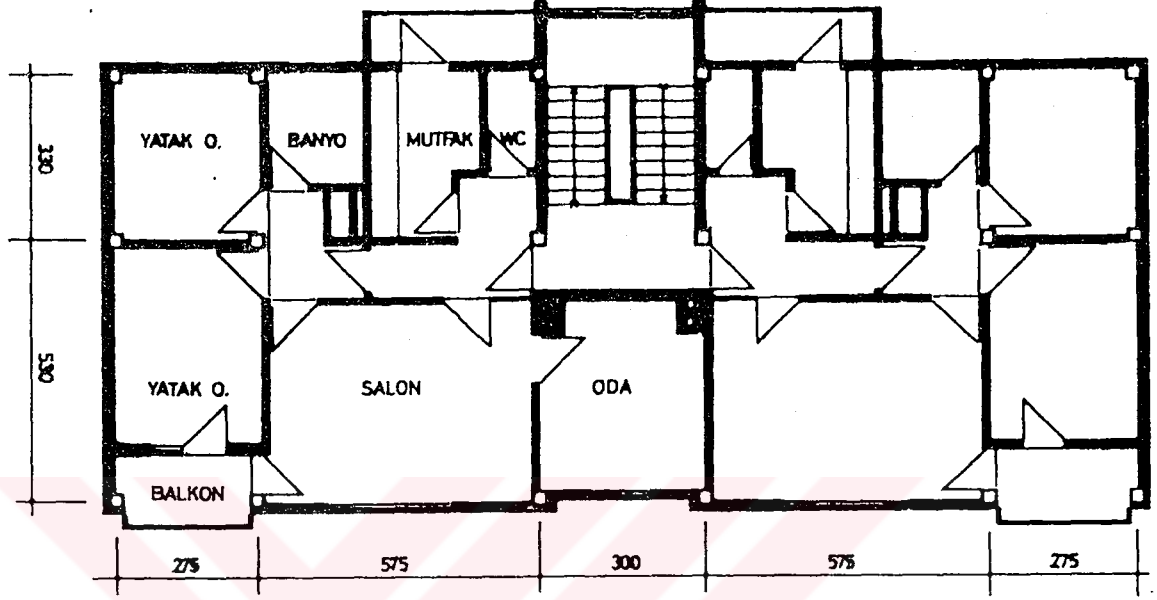
ÖRNEK TİP KONUT PROJESİ 1



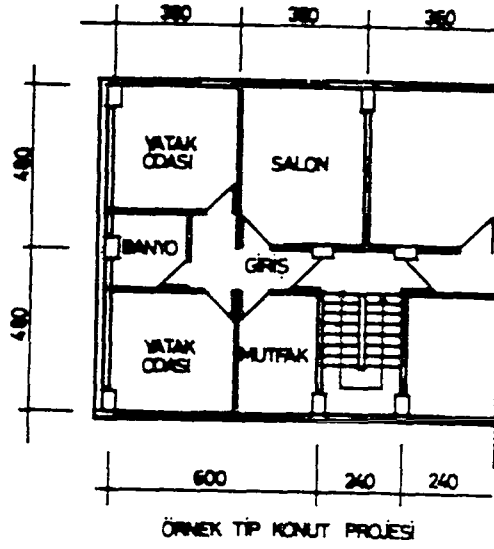
ÖRNEK TİP KONUT PROJESİ 2

Şekil-3.45. Doğan Dölcel, Prefabrike Betonarme İskelet Sistemle Örnek Konut Tasarımı

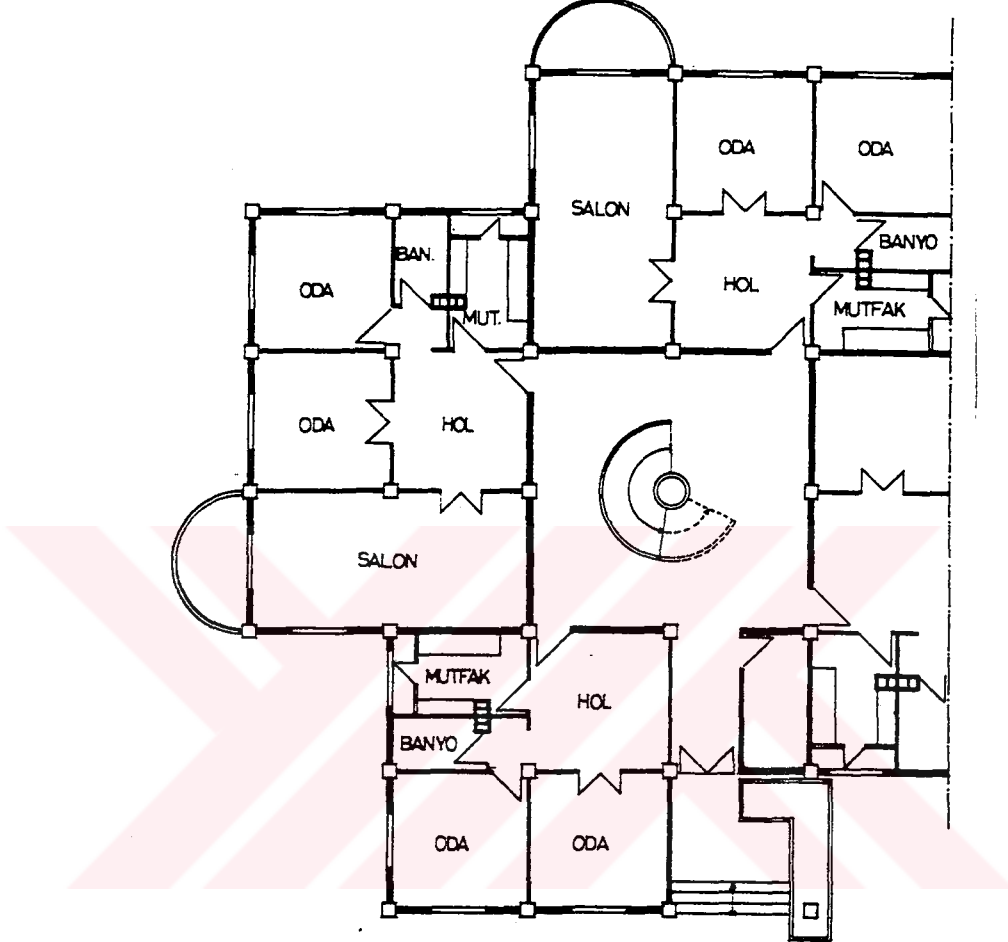
Taşıyıcı Sistem Aks Açıklığına Bağlı Olarak Mekanlar Biçimlenmektedir.
Konutlarda Maksimum Açıklık 6.5m, Maksimum Kat Sayısı 6 Kattır.



Şekil-3.46. Yapı Merkezi Araştırma-Proje-Uygulama, Prefabrike Betonarme İskelet Sistemle Örnek Konut Tasarımı Mekan Biçimlenmesi Taşıyıcı Sistem Aks Açıklığına Bağlı Olarak Değişmektedir. Maksimum Açıklık 7-12m, Maksimum Kat Sayısı 5 Kattır.



Şekil-3.47. Veziroğlu İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş.,
 Prefabrike Betonarme İskelet Sistemle Örnek Konut Tasarımı
 Konutlarda Maksimum Açıklık 4.0m, Maksimum Kat Sayısı 3 Kattır.



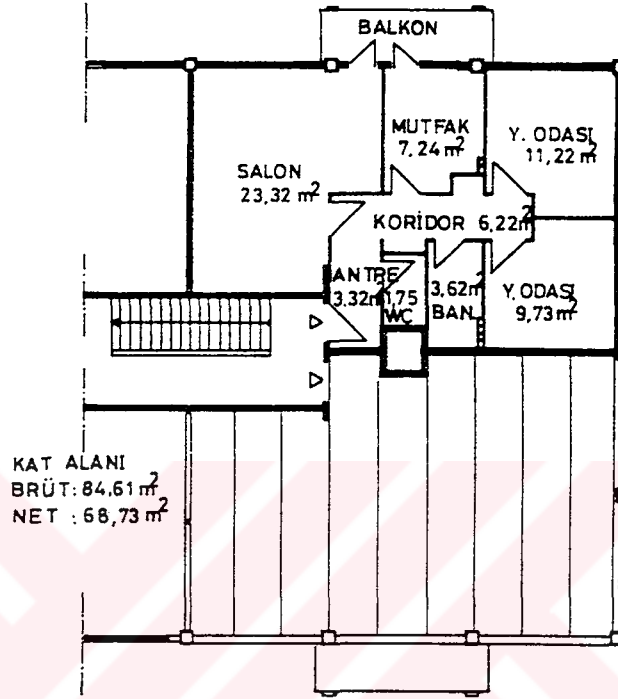
ÖRNEK TİP KONUT PROJESİ

Şekil-3.48. Prefabrike Sistemle Yapılan Binalarda Cephe Örnekleri

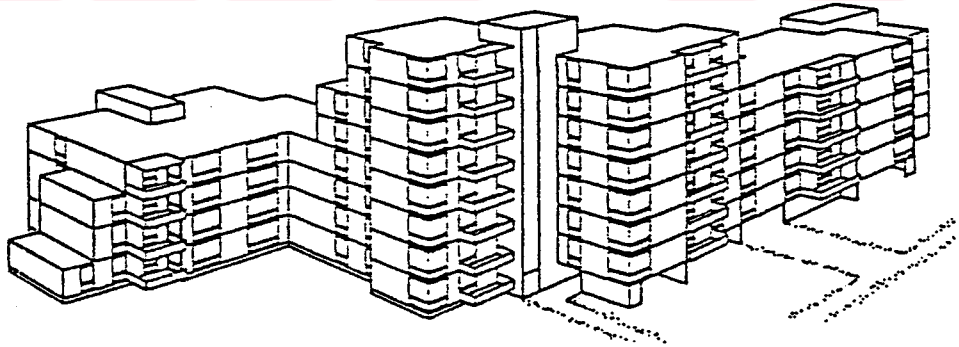


Şekil-3.50. ESTON, Prefabrike Betonarme İskelet + Panel Sistemle
Örnek Konut Tasarımı

Maksimum Açıklık 10m (döşeme elemanına bağlı olarak), Maksimum
Kat Sayısı 5 Kattır. Tasarlama Modülü 60cm ve 120 cm'dir.



Şekil-3.51. Farklı Yükseklikteki Blokların Bir Araya Getirilmesi



BÖLÜM 4. TÜNEL KALIP VE PREFABRİKE YAPIM SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ :

Toplu konut üretimindeki en önemli unsurlar; üretimin hızı, maliyeti ve miktarıdır. Bu istenilen değerleri elde edebilmek için, toplu konut uygulamalarında yapım yöntemi olarak tünel kalıp veya prefabrike sistemlerin uygulanmasının ne denli önemli olduğu Birinci bölümde vurgulanmıştı. Ancak bu iki yapım sisteminin kendilerine göre bazı avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu özellikleri maliyet ve strüktürel açıdan incelemek mümkündür.

4.1. Maliyet Analizi :

Toplu konut uygulamalarında aranılan özellik, düşük maliyetle elde edilebilecek en yüksek hızdır. Bunun için yapı sektöründe ve uygulamalarında standardizasyonu sağlamak şarttır. Standartların üreticiler arasında sağlanması, prefabrike sistemlerde açık sistemin uygulamasını gündeme getirir ki, bu da prefabrike yapım sistemlerinin konut sektöründe daha yoğun bir şekilde kullanılmasını sağlar.

Konut sektöründe, tünel kalıp ve prefabrike sistemlerin uygulanabilmesi için gerekli ölçü standartlarının sağlandığı gibi, kalite ve performans standartlarında sağlanması gerekir. Standartların belirli bir alt tabanı ve üst tavanı vardır. Üst tavan yapılabilecek harcamaların maximum düzeyini gösterirken, alt taban yaşam kalitesi düzeyini gösterir ki, bu düzey hiç bir zaman için çok düşük tutulmamalıdır.

Maliyetleri; sabit maliyet ve değişken maliyet olmak üzere iki grupta inceleyebiliriz.

4.1.1. Sabit Maliyet (Ön Yatırım Maliyeti) :

Sabit maliyetler, her bir yapım sistemi için farklı olan ve üretilecek konut sayısındaki değişimlerden etkilenmeyecek harcamalardır. Ancak üretimde, önceden planlanan gelişimin üzerinde bir ölçekte üretim söz konusu olması halinde, sabit maliyetlerde de artış olacaktır. Sabit maliyetler, tünel

kalıp ve prefabrike yapım sistemleri için, üretim yerleri (fabrikalar) ve makinelerdir (Şekil-4.1.).

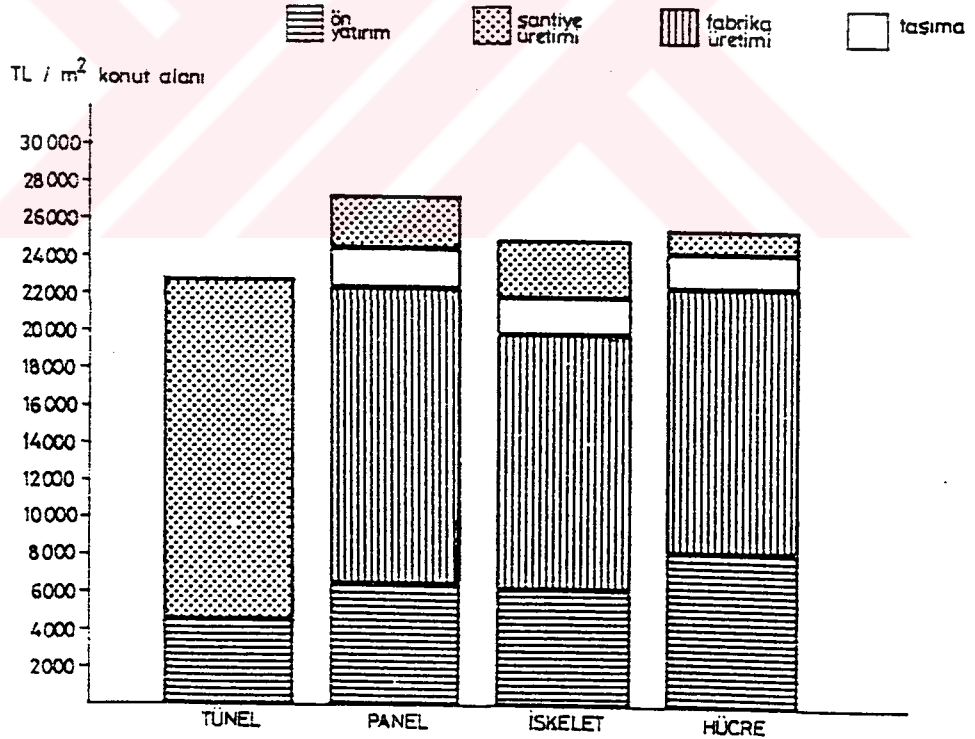
4.1.2. Değişken Maliyet (Üretim Maliyeti) :

Üretilecek konut sayısındaki değişikliklerden, doğrudan doğruya etkilenen harcamalara değişken maliyet denir.

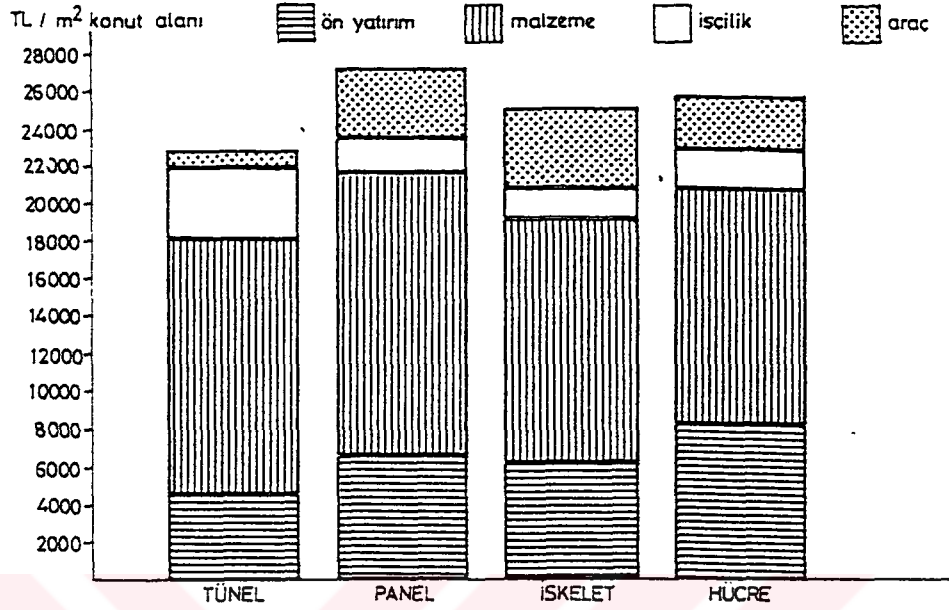
Değişken maliyetler, tünel kalıp yapım sistemi için; kalıp malzemesi ve sayısı, işçilik, kreyn ve diğer araçlar, şantiye üretimi, vb. maliyetleridir.

Prefabrik yapım sistemlerinde, tünel kalıptan farklı olarak taşıma (ulaştırma) maliyetide vardır.

Şekil-4.1'de görülen maliyet grafiği sistemler için ön yatırım, şantiye üretimi, fabrika üretimi ve taşıma giderleri, Şekil-4.2'de görülen maliyet grafiği ise ön yatırım, malzeme, işçilik ve araç giderleri göz önüne alınarak hazırlanmıştır.



Şekil-4.1. Maliyet Grafiği

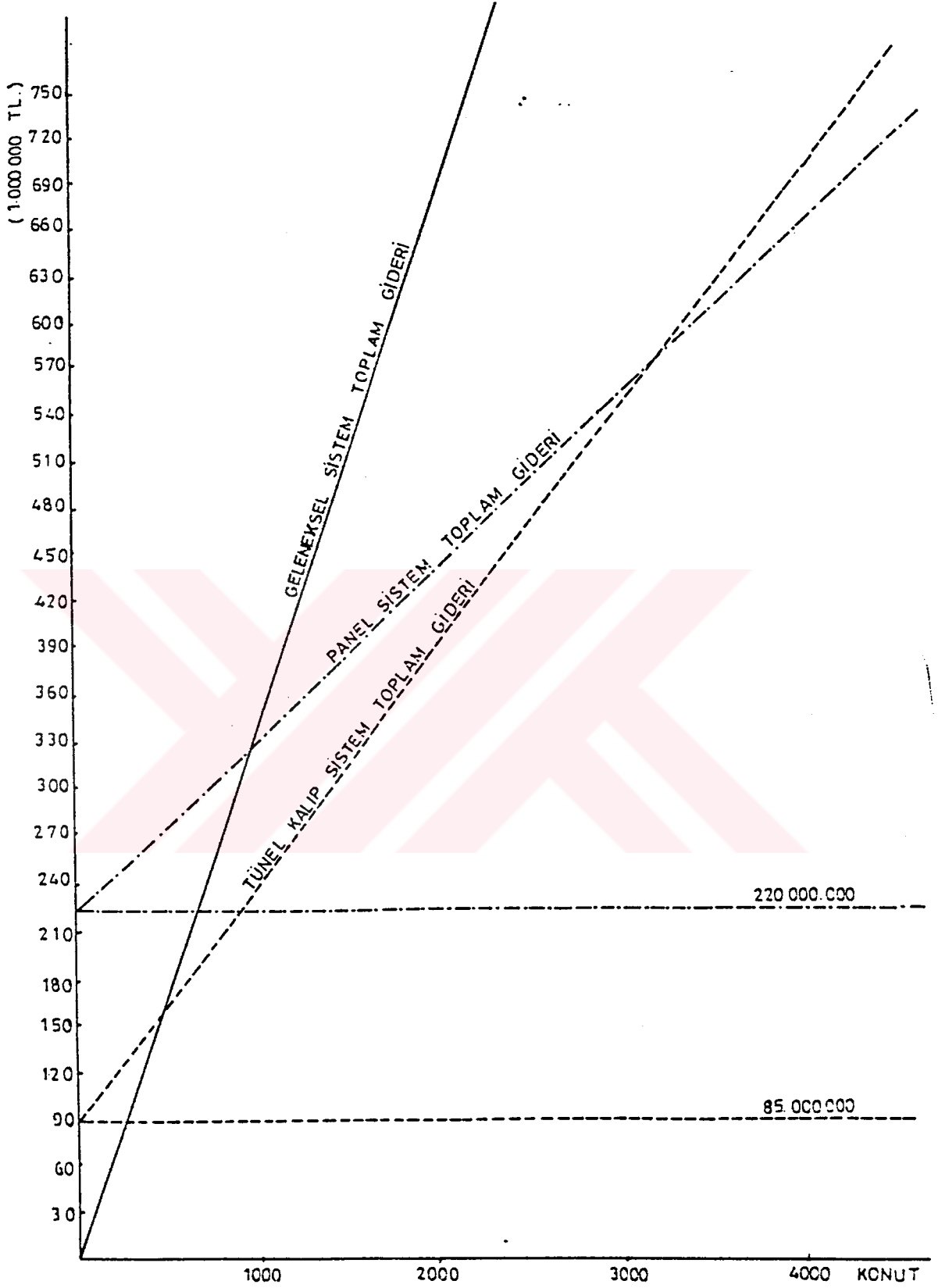


Şekil-4.2. Maliyet Grafiği

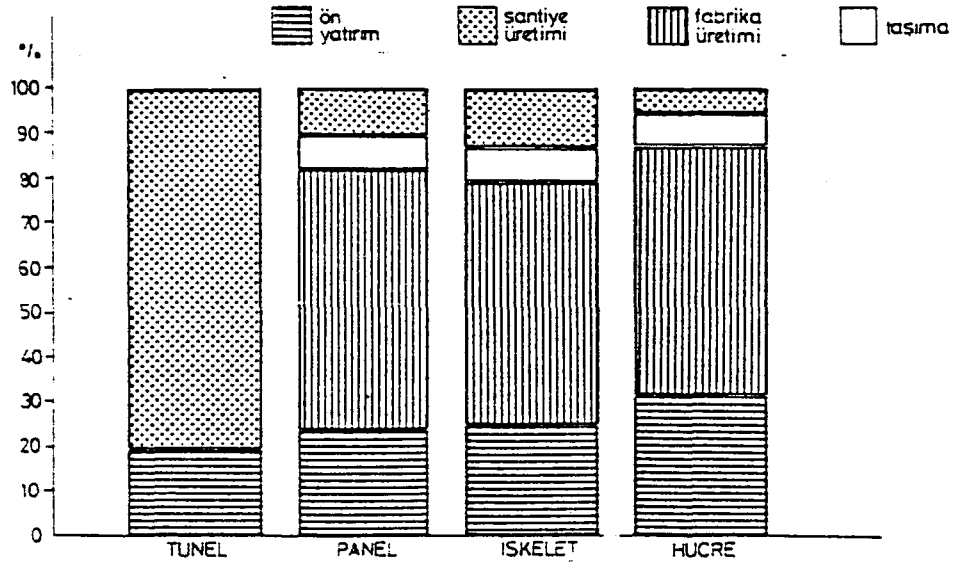
Yıllık 1000 konut kapasiteli bir üretimde tünel kalıp yapım sistemi prefabrike yapım sistemlerine oranla Şekil-4.1. ve Şekil-4.2'den de anlaşılacağı gibi daha ekonomik olmaktadır. Ancak bu incelemenin yıllık 1000 konutluk bir üretim için olduğu unutulmamalıdır. Prefabrike yapım sistemleri, yıllık 3500 konutluk üretimden itibaren tünel kalıp sisteminden daha ekonomik olmaktadır (Şekil-4.3.). Bu rakam Ankara Büyükşehir Belediyesi ve Kent-Koop'un ortak girişimi ile 1.8.1979 yılında başlayan Batıkent Projesi için yaptırılan araştırmalar sonucunda ortaya çıkmıştır.

Maliyetin üretim süreci aşamalarına göre dağılımı yüzde olarak Şekil-4.4'de, girdi maliyetlerinin ilk maliyet içindeki payları ise Şekil-4.5'de gösterilmektedir.

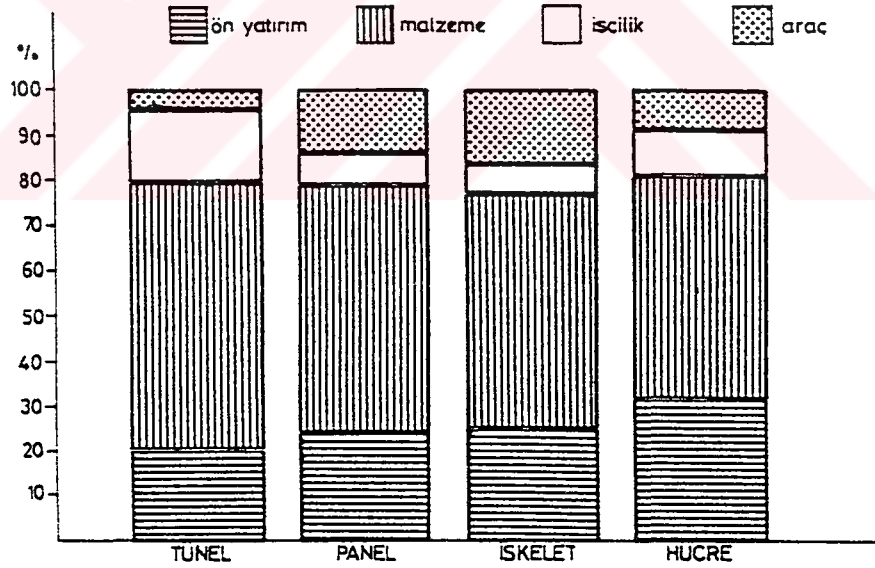
Şekil-4.1, Şekil-4.2, Şekil-4.4 ve Şekil-4.5'de görülen değerlendirmeler, 1000 konut/yıl kapasiteli sistemler için 1985 Birim Fiyatları ve Rayiçleri esas alınarak hazırlanmıştır. Prefabrike sistemlerde fabrika ile şantiye uzaklığı 50km olarak kabul edilmiştir (Sey ve Tapan, 1987).



Şekil-4.3. Batıkent Uygulamasında Kullanılması Düşünülen Üç Sistemin Maliyet Açısından Karşılaştırılması



Şekil-4.4. M² Konut Maliyetinin Üretim Aşamalarına Göre Analizi



Şekil-4.5. M² Konut Maliyetinin Girdilere Göre Analizi

4.2. Strüktürel Analiz :

• Üretim ve montaj açısından iki sistem karşılaştırdığında, prefabrike yapı sistemleri fabrikalarda iklim koşullarından etkilenmeden 12 ay sürebilmekte ve montaj şantiyede iklim koşullarından çok fazla etkilenmeden yapılabilmektedir. Bunun sebebi elemanlar arasına dökülen beton miktarının çok az ve korunmasının kolay olmasıdır. Oysa tünel kalıplar yerinde dökme sistemler olduğu için don olayından korunması gerekir. Bunun için dış ülkelerde tünel kalıpların poliüretanla kaplanması, sıcak beton imali, tünel hacimlerinin izolasyonu gibi yöntemler uygulanmaktadır. Türkiye'de ise genellikle tünellerin önü plastik perde ile örtülüp, hacim içinde soba yakılarak beton dondan korunmaya çalışılmaktadır. Ancak en çok konut sorunu yaşanan ve çok sert bir kışı olan illerimizden biri olan Ankara'da bile elektrik kesintileri hariç tünel kalıpla 250 iş günü çalışmak mümkündür. Montaj sırasında her iki sistem içinde en büyük problem rüzgardır. Şekil-4.6'da yapım sistemlerinin montaj hızlarına ilişkin alt ve üst sınır değerleri verilmektedir.

SİSTEMLER :	
Tünel Kalıp	Kullanılan sistem türüne, kalıp büyüklüğüne ve plan geometrisine bağlı olarak bir vinç ve bir kalıp ekibiyle 24-48 saatlik periyodlarla çalışılır. Ortalama 200 - 400m ² konut alanı/gün.
Hücre	1 vinç ve 4 kişilik montaj ekibiyle: 100m ² 'lik 2-3 konut/gün
Büyük Panel	1 vinç ve 4-6 kişilik montaj ekibiyle: 100m ² 'lik 1-2 konut/gün, 25-50 panel/gün
İskelet	1 vinç ve 4-6 kişilik montaj ekibiyle: 100m ² 'lik 1-1.5 konut/gün

Şekil-4.6. Yapım Sistemlerinin 24 Saatteki Hızları

- Tünel kalıp sistemlerde, 30cm ve katları tasarlama modülü olarak kullanılır. Prefabrike sistemlerde ise tasarlama modülü çeşitlilik göstermekle beraber genelde 60cm veya 30cm'nin katları kullanılır.
- Her iki sistemde kreyner yardımıyla yapıldıklarından ya düz arazilerde, ya da az eğimli arazilerde uygulanabilmektedirler. Eğimli arazilerde

kreyinlerin verimliliği azalmakta ve birden fazla yapı inşasına hizmet edememektedirler.

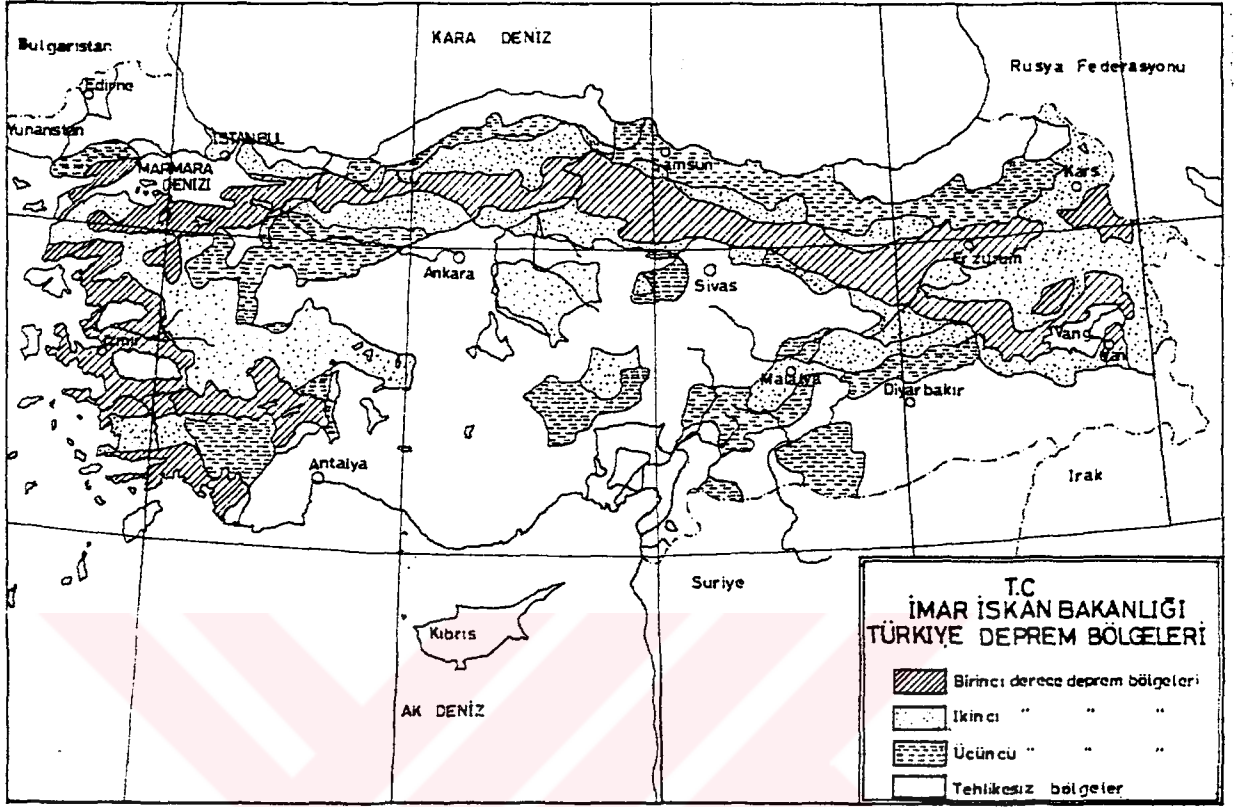
- Tünel kalıp sistemlerde kullanılan vinçlerle, prefabrike yapım sistemlerinde kullanılan vinçler arasında pek bir fark yoktur. Tek fark tünel kalıp sistemlerde kreyinler kalıpların sökülmesinde, takılmasında ve de prekast elemanların yerleştirilmesinde, prefabrik sistemlerde ise sadece prefabrik elemanların yerleştirilmesinde kullanılmasıdır.
- Prefabrik sistemlerde statiji yönünden lazım olmasa bile, taşıma için elemanlara teçhizat koyma zorunluluğu vardır. Oysa tünel kalıplarda teçhizat olarak kullanılan hasır çeliklerle yüksek katlı inşaatlarda prefabrik sistemlere oranla daha az teçhizat yeterli olmaktadır.
- Prefabrike sistemler fabrikada imal edildiğinden hızlı, düzgün ve kaliteli bir üretim söz konusudur. Tünel kalıplarla yapılan inşaatlarda da çelik kalıp kullanıldığı için aynı şekilde hızlı, düzgün ve kaliteli üretimden söz edilebilir.
- Tünel kalıpla yapımda bütün yapı işleri şantiye içerisinde gerçekleşmektedir. Prefabrike sistemlerde ise esas üretim yapılan yer fabrika olduğu için, şantiyenin fabrikaya olan uzaklığı ve ulaşım-taşıma güçlükleri mesafe arttıkça problem olmakta ve maliyeti arttırmaktadır.

4.2.1. Sistemlerin Depreme Karşı Mukavemetlerinin İncelenmesi :

Türkiye'nin yüz ölçümünün %90'ı, nüfusunun da %92'si deprem bölgelerinde bulunmaktadır. Bu veriler, Türkiye'de deprem etkilerini göz önüne almadan yapı yapmanın ne kadar yanlış olacağını göstermektedir.

Bu bölümde, öncelikle depreme dayanıklı yapı tasarımı hakkında genel bilgiler verilmiş, daha sonra prefabrike ve tünel kalıp yapım sistemlerinde alınması gereken özel önlemlere değinilmiştir.

Depreme dayanıklı yapı tasarlanırken, hangi yapım sistemi kullanılacak olursa olsun, öncelikle mimar plan tasarımını deprem etkilerini göz önüne alarak yapmalıdır. Yapının genel biçimi ve yapının planı, deprem etkileri açısından belirleyici rol oynar.

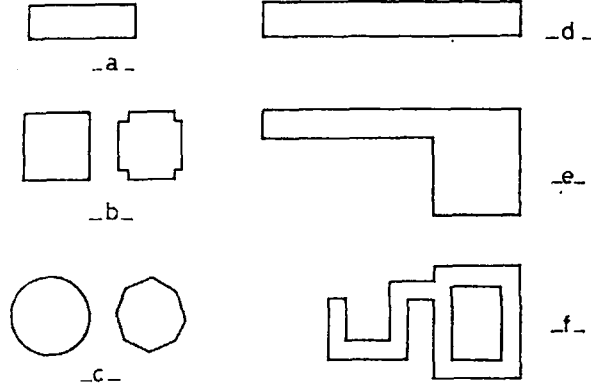


Şekil-4.7. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası

Taşıyıcı olmayan bileşenlerin, diğer mimari istekleri sağlamak koşulu ile mümkün olduğunca hafif yapılması ve sistemin davranışını etkilemeyecek şekilde yerleştirilmesi yapıya gelecek deprem yüklerinin ve şiddetli bir depremde oluşması beklenen hasarın azalmasını sağlar.

Mimari plan formu, deprem kuvvetlerinin yapıya etkiye şeklini belirlediği için dikkat edilmesi gereken bir husustur. Plan formunun basit ve simetrik olması bakımından sakıncalı ve iyi yapı biçimleri Şekil-4.8.'de gösterilmektedir. Deprem açısından en uygun biçim, planı kare, daire olan yapılardır (Şekil-4.8. a,b,c). Bunlar simetrik olduklarından her yönde aynı oranda deprem kuvveti etkisindedir. Aynı zamanda simetrik olduklarından her yöndeki dirençleri aynıdır. Dairesel yapı planı en ideali olmakla birlikte analizi güçtür. Fazla uzun olmamak koşuluyla dikdörtgen yapı planı da basitlik ve simetri açısından uygundur. L, T, H gibi planlı yapılarda deprem sırasında kesinlikle burulma etkileri meydana gelir. Çünkü bu yapılarda rijitlik merkezi ile kütle merkezi aynı noktada olmadığından düşey taşıyıcı

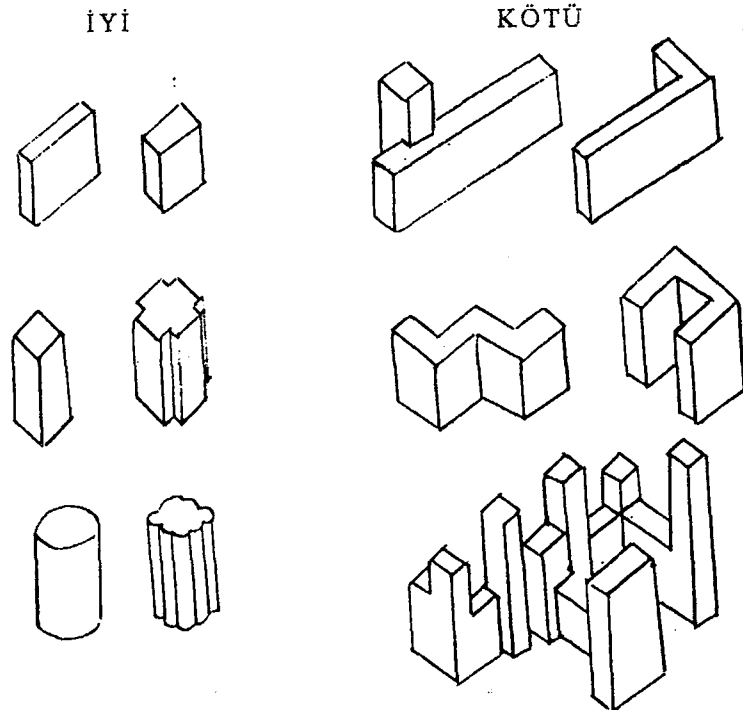
elemanlar burulma etkisinde kalacaklardır (Şekil-4.8.d,e,f). L, T, H gibi konumları olan yapılarda, uzantı boylarının büyük olmaması gerekir (Çamlıbel, 1994).



Şekil-4.8. Düzgün ve Düzgün Olmayan Planlı Yapılar

Yapıda alt kattan başlayarak üst kata doğru ağırlık ve rijitlikte uyumlu bir azalma olmalıdır. Aynı yapının bölümleri arasında büyük yükseklik farkları olması sakıncalıdır. Şekil-4.9'da verilen yapılar üzerinde kule gibi asıl yapıdan daha küçük ve yüksek bölümlerinin depremde ana yapıdan farklı davranış gösterdikleri ve daha büyük yatay kuvvetler aldıkları bilinmektedir. Yapının yükseklik/genişlik oranlarının 3-4'den fazla olması yapı için taşıyıcı sistem tasarımında güçlükler çıkarabilir (Çamlıbel, 1994).

Şekil-4.9. Deprem Açısından Sakıncalı ve Sakıncasız Yapı Konumları

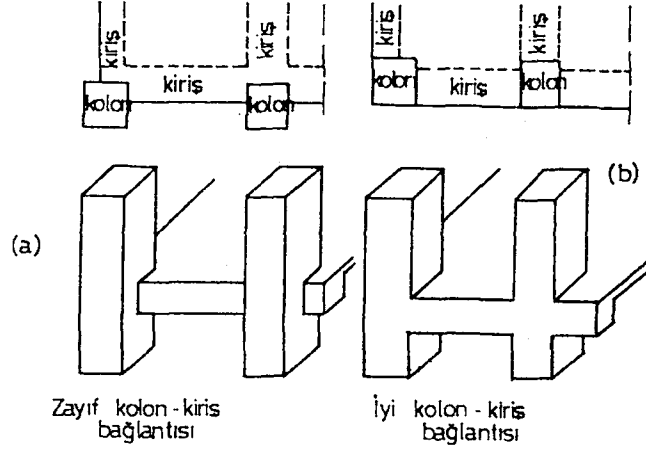


Türkiye'nin deprem kuşağında bulunması, yapı teknolojisini yurt dışından aldığı için bazı sorunlar yaratmaktadır. Örneğin, gelişmiş Orta ve Kuzey Avrupa ülkelerinde strüktür statik tasarımının da hayli gelişmiş olmasına karşın, deprem önemli bir etken sayılmamaktadır. Zayıf ve çok seyrek rastlanan depremlerin strüktürdeki etkileri, usulen yapılmış olan rüzgar hesabı ile kapsanabilmektedir. Bu gibi ülkelerin bazı önerilerinde, statik rüzgar kuvvetinin biraz yüksekçe tutulması ile ülkemiz depremlerine karşı da güvenlik sağlandığı kabulüne rastlanmıştır. Halbuki deprem kuvvetleri arasında 10-15 katına varan pek büyük farklar olduğu gibi, bu kuvvetlerin dinamik niteliğine göre yapılacak hesap da farklılık göstermektedir. Belirtilen ülkelerden incelemeye dayanmaksızın aktarılan bir teknoloji olan asmolon döşeme içeren binaların 1967 Adapazarı depreminde uğradıkları ağır hasar, bunun bir örneğidir (Aytun, 1981).

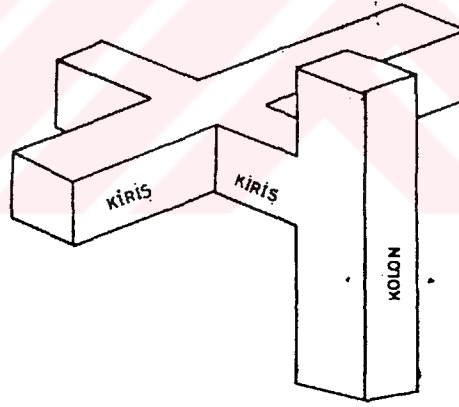
Deprem kuvvetleri açısından bir diğer önemli nokta da, kolon - kiriş birleşim yerleridir. Kolon - kiriş birleşim yerlerinde, depremlerde büyük kesme kuvvetleri oluşabilir. Eğer birleşim yerine yeterli sayıda ve biçimde kiriş saplanıyorsa, birleşim yerinin kesme kuvveti taşıma gücü, saplanan kirişlerin sağlayacağı yan destekleme yardımı ile artacaktır. Bu durum özellikle dış aks ve köşe kolonlarında daha kritik durumlar meydana getirir. Çünkü buralarda kolona her yönden saplanan kiriş yoktur. Bu nedenle kolon etriyelerini birleşim yerinde de devam ettirmek gerekir. Birleşim yerine konulan etriyeler buranın kesme kuvveti taşıma gücünü arttırırlar. Şekil-4.10' da gösterilen ve kirişlerin kolonlara eksantrik bir şekilde bağlandığı kolon kiriş birleşim şekli deprem açısından sakıncalıdır. Ayrıca böyle bir birleşimde kiriş ile kolon arasında kesme kuvveti iletim alanı da küçüldüğünden başka bir sakıncalı durum ortaya çıkar. Şekil-4.11'deki gibi yüksek eksantrisiteli bir kolon kiriş bağıntısı da yukarıda sayılan nedenler ile çok sakıncalıdır (Çamlıbel, 1994).

Deprem etkisinin en aza indirgenebilmesi için, öncelikle yapı ister prefabrike sistemle, ister tünel kalıp sistemle yapılsın, taşıyıcı sistemin düzenli kurulması şarttır. Çünkü taşıyıcı sistemi düzensiz yapılar ne kadar iyi hesaplanmış olursa olsun deprem etkileri karşısında fazla hasar alırlar.

Prefabrike sistemlerde iyi kontrol edilemeyen birleşim detayları, yapıda beklenenden fazla hasar oluşmasına neden olur.



Şekil-4.10. Kolon Kiriş Bağlantıları



Şekil-4.11. Deprem Açısından Çok Sakıncalı Kolon - Kiriş Birleşim Yeri

Toplu konut üretimlerinde kullanılacak prefabrike ve tünel kalıp yapım sistemlerinde depreme karşı alınacak tedbirler, genel kurallar dışında her sistem için değişik şartların yerine getirilmesini gerektirir. En önemli kural bütün sistemlerin monolitik davranmasını sağlamaktır.

4.2.1.1. Prefabrike İskelet Sistemlerin İncelenmesi :

Prefabrike elemanlar taşıma, kalıp, montaj ve betonlamadaki zorluklardan dolayı genelde tek boyutlu olarak kullanılırlar. Bu sistemde kolon - kiriş birleşimi işyerinde yapılır. Düğüm noktalarının rijit ve sistemin monolitik olabilmesi için, düğüm noktasında birleşen kolon ve kirişlerin sürekli olması sağlanmalı ve kolon eksenini ile kiriş eksenini arasındaki aralık ile kolon eksenleri aralığının en aza indirilmesine çalışılmalıdır.

Deprem yükleri, eğer prefabrike kolonlar sadece düşey yükleri taşıyacak şekilde iki ucu mafsallı olarak yapılıyorsa, prefabrik veya yerinde dökme bölme duvarları tarafından taşınır.

İskelet sistemlerde taşıyıcı sistem elemanları kuvvetli kolon - zayıf kiriş ilkesine göre projelendirilmesi, yapıda plastikleşmesi yapı güvenliğini tehlikeye sokmayan ve kolona göre tamiri daha kolay olan kirişlerde meydana gelmesini sağlar. Bu durumun tam tersi zayıf kolon - kuvvetli kiriş uygulamasında orta şiddetli bir depremde bile yapı kullanım dışı kalabilir (Çılı, 1987).

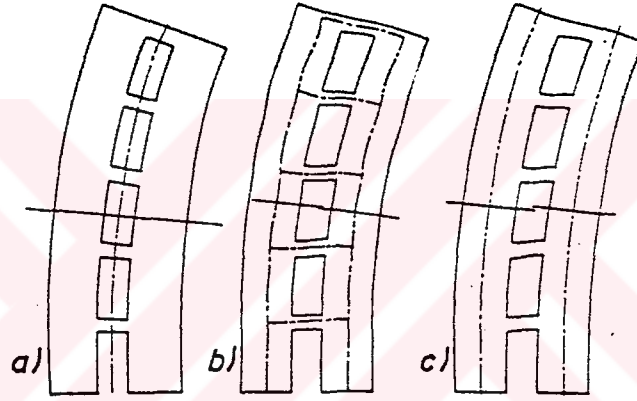
4.2.1.2. Prefabrike Büyük Panel Sistemler :

Prefabrike büyük panel sistemlerde düşey birleşimlerin kesme kuvveti, yatay birleşimlerin ise hem kesme kuvveti hem de eğilme momenti taşıyacak şekilde oluşturulması gerekir. Şiddetli bir depremde plastikleşmenin, yapının kritik bölgeleri olan, yatay ve düşey birleşimlerden mümkün olduğunca uzakta olması için birleşimlerin gereğinden daha sağlam yapılması istenilen bir özelliktir. Gerçekten pek çok büyük panel yapıda bunu sağlamak mümkün olamamakta ve geçmiş depremlerde plastikleşmenin yatay ve düşey birleşimlerde olduğu görülmektedir.

Deprem yükleri altında monolitik davranışı sağlanamayan büyük panel sistemlerin, kuvvetli yatay birleşim - zayıf düşey birleşim ilkesine göre projelendirilmesi uygundur. Bu ilkeye göre projelendirilmiş yapılarda deprem sırasında yapıya iletilen enerjinin çok büyük bir oranı düşey birleşimlerde yutulacağı için, bu birleşimin kararlı bir davranış gösterecek şekilde

detaylandırılması gerekir. Kuvvetli düşey birleşim - zayıf yatay birleşimden kesinlikle kaçınılmalıdır (Çılı, 1987).

Prefabrike büyük panel sistemin duvar perdelerinde delikler (doğrama boşlukları) varsa, ki genelde vardır, delikler küçükse perdedeki gerilme durumuna etkileri önemsizdir (—, 1978). Delikler büyük olduğunda, hesaplar daha karmaşık olup, perdeler ya çok katlı bir çerçeve olarak ele alınır, ya da boşlukların yanlarındaki duvar dilimlerinin birbirlerinden bağımsız perdeler oluşturduğu kabul edilir (Şekil-4.12.) (Ayaydın, 1987). Ayrıca deliklerin belli bir düzende olması istenilir. Delikler arasındaki bağ kirişler depremde yapıya iletilen enerjinin yutulmasında aktif rol alırlar (Çılı, 1987).

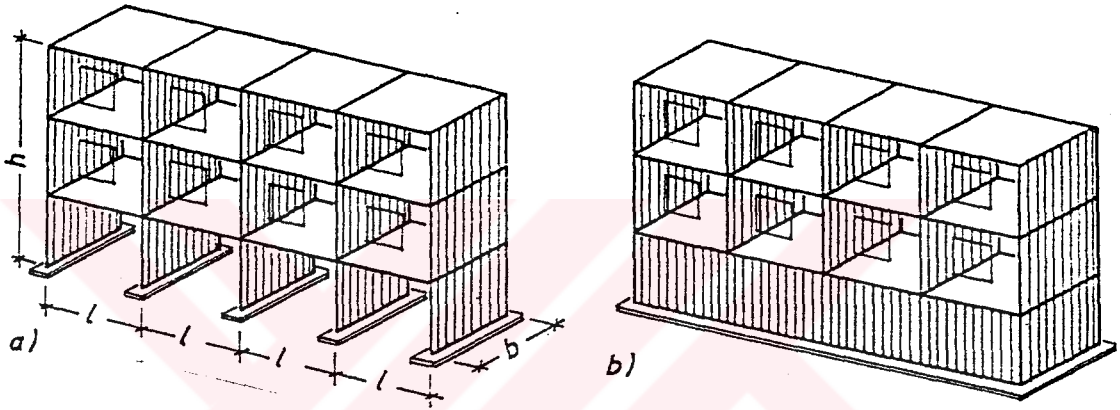


Şekil-4.12. Boşluklu Bir Perdenin Statik Hesaplarda Kabul Edilme Şekilleri.
a) Boşluklu homojen bir konsol perde olarak b) çok katlı bir çerçeve olarak
c) Birbirlerinden bağımsız perde olarak

Döşeme elemanlarının diyafram etkisi yaparak panellere projede öngörülen oranlarda deprem kuvveti iletebilmesi için şu koşullar sağlanmalıdır (Çılı, 1987);

- Döşemeler yatay olmalıdır,
- Döşeme elemanları arasındaki birleşimler kesme kuvveti aktarabilecek şekilde düzenlenmelidir,
- Döşeme elemanları ile deprem yüklerini taşıması düşünülen düşey elemanlar arasındaki bağlantının yeterli mukavemeti ve rijitliği bulunmalıdır,
- Kenar döşeme elemanları, deprem yükleri altında oluşabilecek çekme etkilerine karşı güvenli derecede donatılmalıdır.

Prefabrike büyük panel sistemlerde, temellerin genelde rijit bir çerçeve veya kutu oluşturması (mütemadi veya radye jeneral temeller, yerinde dökme bodrum) tercih edilir. Bu durumda taşıyıcı duvarların bu çerçeve veya kutuya rijit olarak ankastre edilmiş konsol perdeler olduğu varsayılır. Pek tercih edilmemekle birlikte, düşey perdeler farklı temellere oturtuluyorsa, bu durumda, duvarlar zemine elastik olarak ankastre edilmiş konsol perdeler gibi deforme olur ve hesaplarda zemin elastikiyeti de göz önünde tutulur (Şekil-4.13.) (Ayaydın, 1987).



Şekil-4.13. Enlemesine Taşıyıcı Duvar Perdeli "Açık" Taşıyıcı Sistemlerde, Perde - Zemin İlişkileri.

a) Perdelerin zemine elastiki olarak ankastre olması

b) Perdelerin rijit bir temel veya bodrum bölümüne ankastre olması.

4.2.1.3. Hücre Sistemler :

Hücre sistemlerde, hücreleri yatay ve düşey düzlemde birbirine bağlayan ek yeri teşkilllerinde, monolitik bir yapı oluşturabilecek kadar yüksek yük taşıma gücü bulunmaktadır. Kolon - kiriş düğüm noktalarının monolitik yani moment aktarıcı olarak teşkil edilmesi, birinci ve ikinci deprem bölgelerinde uygulanan prefabrik binalar için gerekmektedir (Evis, 1986). Hücre sistemin monolitik özelliği dışında prefabrike büyük panellerden pek bir

farkı olmadığı için, bir üst bölümde bahsedilen özellikler, hücre sistemler içinde geçerlidir.

4.2.1.4. Tünel Kalıp Sistemler :

Tünel kalıp sistemlerde, taşıyıcı duvarların ve döşemelerin bütün halinde ve tek işlemle dökülmesi sonucu, tek parça (monolitik) bir yapı elde edilmektedir. Monolitik yapı sistemi, deprem bölgeleri için en elverişli sistemlerden biridir.

Tünel kalıp sistemle yapılan, özellikle dar kenarlı dikdörtgen yapılar- da, taşıyıcı duvarlar dar kenara paralel bir şekilde yerleştirilmektedir. Bu durum deprem kuvvetlerine karşı büyük sakinca doğurduğundan, sistem yö- nüne dik (uzun kenara paralel) betonarme perde duvar yapılması, deprem yüklerini karşılayabilmek açısından zorunludur.

Tünel kalıp sistemlerin deprem yükleri altında sünek bir davranış gösterebilmesi için delikli perdelerde bağ kirişlerine, dolu perdelerde zemin kat seviyelerine donatı yerleştirilmesinde özel itina gösterilmelidir.

Bu özelliklerin dışında prefabrike büyük panel sistemlerin özellikleri tünel kalıp sistemlerde de geçerlidir.

SONUÇLAR :

- Ülkemizdeki mevcut konut açığına her yıl 100-200bin konut daha eklenmesi, toplu konut üretimini ve üretim yöntemlerini daha önemli bir konuma getirmektedir.
- Geçmişten günümüze kadar, Türkiye'de emek-yoğun ağırlıklı geleneksel sistemler konut sektöründe kullanılmış ve kullanılmaktadır. Ancak bu sistemlerin üretimi yavaşlattığı ve maliyeti arttırdığı bilinen bir gerçektir. Ayrıca bugüne kadar konut sorununa bir çözüm olamamıştır. Konut sorunu ancak yarı geleneksel tünel kalıp veya endüstrileşmiş prefabrike sistemlerin yoğun bir şekilde kullanılmasıyla çözülebilir.
- Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, kaynak sağlanması büyük bir sorun teşkil etmektedir. Ancak gelişmiş yapım sistemlerinin ülkemizde yaygın bir şekilde kullanılabilmesi için gerekli kaynaklar ve organizasyonlar sağlanmak zorundadır. Oysa çıkarılan 2487 ve 2985 sayılı toplu konut yasaları ve toplu konut üretimi için ayrılan kaynaklar, gerekli ihtiyacı karşılayabilmek açısından yetersizdir.
- Tünel kalıp ve prefabrike yapım sistemlerini uygulayan firmaların sayısı yeterli değildir. Mevcut firmaların yıllık üretim kapasiteleri, finansman kaynaklarının sınırlı olmasından dolayı oldukça düşüktür. Bu durum konut yapım sektöründe endüstrileşmiş sistemlerin yaygın bir şekilde kullanılmasını sınırlamaktadır.
- Konut sektöründe ve konut açığının kapatılmasında büyük rolü olan yapı kooperatifleri, genelde geleneksel sistemlerle yapı yapmakta ve endüstrileşmiş konut üretimi yapan firmalarla çalışmamaktadırlar. Bu durum konut inşaatı açısından zaman kaybına neden olmaktadır.
- Gelişmekte olan ülkelerde, geleneksel yapım sistemleri işsizliğe karşı bir çözüm olarak görülmektedir. Ancak endüstrileşmiş sistemlerde de fabrika üretimi olduğu için şantiye sahasından fabrika sahasına bir işgücü kaydırılması yapılabilir.

- Prefabrike veya tünel kalıp yapım sistemleriyle geleneksel sistemlere oranla eşit kaynaklarla, eşit sürede daha çok sayıda ve daha ucuz konutlar elde edilebilmektedir. Endüstrileşmiş sistemlerde, fabrika büyüklüğü ve ürün sayısı arttıkça maliyet düşmektedir.
- Günümüzde endüstrileşmiş sistemlerin, ülkemizde hızla yaygınlaşmamasının en büyük sebebi, bu tür yapım sistemlerinin 200-300 konutluk ölçülerde kullanılması ve bu durumun pek de rantabl olmamasıdır. Oysa bir an önce gerekli kaynak akışı sağlanarak, üretim kapasiteleri arttırılmalı ve bu sistemler, 5.000-10.000 konutluk uygulamalarda rantabl bir şekilde kullanılmalıdır.
- Endüstrileşmiş yapım sistemlerinin geniş bir şekilde kullanılabilmesi için öncelikle yapı sektöründe bir standardizasyonun sağlanması şarttır.
- Tasarlama sürecinde mimarın, kullanacağı sistemi ve uygulayıcı firmaların standartlarını tanıması, yapım aşamasında çıkacak problemlerin önceden halledilmesi anlamına gelir. Bu bağlamda mimar, mühendis ve üretici firmalar birlikte çalışmalıdırlar.
- Tünel kalıp ve prefabrike yapım sistemleri karşılaştırıldıklarında kendilerine göre avantajları ve dezavantajları olan sistemlerdir. Bu durum yapılacak konut miktarına, üretim yerine uzaklığına, zemin şartlarına ve benzeri şartlara göre değişmektedir. Bu yüzden tasarımcı her iki sistemde iyi tanımalı ve bütün kriterleri göz önünde tutarak, en uygun sistem seçimini yapmalıdır.
- Unutulmaması gereken en önemli husus, bu dış kaynaklı yapım sistemlerini kullanırken ülke şartlarına adapte edilmesidir. Depreme karşı gerekli tedbirler alınmalı ve kullanıcı gereksinimleri tasarlama esnasında göz önünde tutulmalıdır.

KAYNAKLAR :

- 1- AKTAN, S., "Yerinde Dökümle Yapım Teknikleri Tünel Kalıp Yöntemi", İTÜ Mim. Fak. Y.Lisans Tezi, Haziran 1980.
- 2- AYAYDIN, Y., "Taşıyıcı Duvar Perdeli Prefabrike Yapılar", Yılmaz Ofset Matbaası, İstanbul 1987
- 3- AYAYDIN, Y., "Büyük Açıklıklı Prefabrike Betonarme Yapılar", Kurtiş Matbaası, İstanbul 1989 (2.baskı).
- 4- AYAYDIN, Y., "Betonarme Çok Katlı Prefabrike İskelet Sistemler, Cilt 1, Sistemlerin Tanıtımı", Kurtiş Matbaası, İstanbul 1992.
- 5- AYTUN, A., "Konut Yapım Sistemlerini Strüktürel Uygunluk Açısından Değerlendirme Yöntemi", TÜBİTAK YAE, "Sanayileşmiş Konut Yapım Sistemleri Değerlendirme Yöntemleri, 9-10 Aralık 1981 Ankara", Ankara, Haziran 1982, s.135-149.
- 6- BAYAZIT, N., "Konut Projelerini İrdeleme Ölçütleri Olarak Toplu Konut Standartları", TÜBİTAK YAE, Yayın no:d5-Durum Saptaması, "Dar Gelirlilere Konut Sempozyumu, 26-27 Mayıs 1986 ODTÜ, Ankara", Ağustos 1986, s.67-80.
- 7- ÇAMLIBEL, N., "Depreme Dayanıklı Yapıların Tasarım İlkeleri", YTÜ Mimarlık Fakültesi, Üniversite Yayın No:288, İstanbul 1994.
- 8- ÇILI, F., "Yapı Sistemlerinin Deprem Yüklerine Karşı Mukavemetiyle İlgili Rapor", Rapor 2, TÜBİTAK YAE, Yayın no:U6, "Toplu Konut Üretiminde Uygulanan Yapım Sistemlerinin Analizi ve Değerlendirilmesi", Ankara, Mayıs 1987.
- 9- ÇİÇEK, A., "Tünel Kalıp Yapım Sistemi İle Konut Tasarımı", Y.Ü. Mim. Fak. Y. Lisans Tezi, İstanbul 1985.
- 10- ESER, L., "Ön Yapım Endüstrileşmiş Yapı 4", İTÜ İstanbul 1982.
- 11- EVİS, N., "Hücre Yapım Teknolojisiyle Konut Üretimi", TÜBİTAK YAE, Yayın no:d5-Durum Saptaması, "Dar Gelirlilere Konut Sempozyumu, 26-27 Mayıs 1986 ODTÜ, Ankara", Ağustos 1986, s.165-177.
- 12- GERAY, C., "Dünya Konut Yılında Türkiye Sempozyumu, Toplumsal, Ekonomik Boyutlarıyla Toplu Konut Uygulamaları", TMMOB İnşaat Müh. Odası İzmir Şubesi, Ekim 1987.

- 13- GÜNERMAN, H., "Türk Yapı Sektöründe Prefabrike Sistemin Devreye Girmesi ve Konut Gereksinmesinin Karşılanması Olanakları", Türk Ytong Sanayi A.Ş. ve Marmara Üniversitesi, Konut Sorunu ve Çözüm Yolları, İstanbul 1985, s.259-279.
- 14- GÜNERMAN, H., "Prefabrikasyonun Türkiye'deki Gelişimi ve 1985 Uygulamaları", 1.Prefabrikasyon Sempozyumu, Prefabrikasyonun Ekonomisi ve Gelişimi Bildiriler, Bildiri No:3, 18 Ocak 1986, s.23-29
- 15- HAAS, A.M., "Principles of Prefabricated Design", Precast Concrete Design and Applications, 1983, Applied Science Publishers, Chapter II.
- 16- HARTLAND, R.A., "Design of Precast Concrete : an Introduction to Practical Design, 1975, Wiley, New York.
- 17- KELEŞ, R., "Kentbilim Terimleri Sözlüğü", TDK, Ankara 1980.
- 18- KELEŞ, R., "Konut Sektöründe Prefabrikasyon", 1. Prefabrikasyon Sempozyumu, Prefabrikasyonun Ekonomisi ve Gelişimi Bildiriler, Bildiri No:2, 18 Ocak 1986, s.13-22.
- 19- KONCZ, T., "Prefabrikasyona Giriş, Endüstrileşmiş Yapı Üretimi", Çeviri, Yapı Merkezi, İstanbul 1979.
- 20- KRAPPENBAUER, R.J., "Planning and Execution with Prefabricated Parts in Industrialized Residential Building", Housing Science, 1985, Vol.9, No.4, s.271-282.
- 21- KULAKSIZOĞLU, E., "Mimarlık Alanında Çağdaş İnşaat Sistemleri Gelişimi ve İlgili Tasarım Olanakları", İTÜ Mim.Fak., İstanbul 1973.
- 22- KULAKSIZOĞLU, E., "Türkiye'de Binanın Endüstrileşmesinde Gelişim ve Sorunlar", Yapı Dergisi, sayı:53, Ocak 1984.
- 23- KULAKSIZOĞLU, E., "Mevcut Konut Teknolojilerinin Olumlu Olumsuz Yanları", Tebliğ, İstanbul 1988.
- 24- MESA, Mesa Firma Katalog ve Broşürleri, 1994.
- 25- OKAN, A., "Prefabrikasyonda Standartlaşma ve Panel Sistemin Avantajları", Türkiye'de Prefabrikasyon Semineri, Bildiriler, YEM, 14 Mart 1985.
- 26- PAÇACI, O., "Konut Üretiminde Tünel Kalıp Teknolojisi", Türkiye'de Prefabrikasyon Semineri, Bildiriler, YEM, 14 Mart 1985.
- 27- PASCHEN, H. ve WOLFF, H., "Entwerfen und Konstruieren mit Betonfertigteilen", Werner Verlag, Düsseldorf 1975.

- 28- RUSSELL, B., "Building Systems, Industrialization, and Architecture", London; New York: Wiley, 1981.
- 29- SELÇUK, S.Y., "Konut Yapımında Yeni Teknolojiler", Bilim ve Teknik sayı:144, Kasım 1979.
- 30- SEY, Y. ve TAPAN, M., "Bina Yapımında Tünel Kalıplar", Yapı Dergisi sayı:62, 1985.
- 31- SEY, Y. ve TAPAN, M., "Toplu Konut Üretiminde Uygun Yapım Sistemi (Teknoloji)", TÜBİTAK, Yapı Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No:h118, Ankara Şubat 1986.
- 32- SEY, Y. ve TAPAN, M., "Toplu Konut Üretiminde Uygulanan Yapım Sistemlerinin Analizi ve Değerlendirilmesi", TÜBİTAK YAE, Yayın No:U6, Ankara Mayıs 1987.
- 33- SEY, Y. ve TAPAN, M., "Toplu Konut Üretiminde Türkiye'de ve Yabancı Ülkelerde Uygulanan Yapım Sistemleri Tanıtma Kataloğu", TÜBİTAK YAE, Yayın No:U7, Eylül 1987.
- 34- SINHA, I.B., "Prefabricated Concrete Skeleton System for Residential Buildings", Housing Science, 1985, Vol.9 No.2, s.163-174.
- 35- ŞENER, E., "Çağdaş Yapı Üretim Sistemleri (Prefabrikasyon Yöntemleri) Açısından Betonsan A.Ş. Yaklaşımı", TÜBİTAK YAE, Yayın No:d4-Durum Saptaması, "Çağdaş Yapım Sistemleri Seri Konferansları", Derleyenler Baytin, D. ve Tokman, B., Aralık 1981, s.137-148.
- 36- TAPAN, M., "Ülkemizdeki Konut Teknolojisi - Değerlendirmeler", Mimarlık Dergisi, 1988/1.
- 37- TEZCAN, S., "Türk Prefabrikasyon Sektörünün Teknolojik Açıdan Bugünkü Durumu", 6.Prefabrikasyon Sempozyumu Konuşması, Ankara 8 Kasım 1991.
- 38- TEZCAN, S., "Türk Prefabrikasyon Sektörünün Teknolojik Açıdan Bugünkü Durumu", Prefabrik Birliği, No.21, s.10-11.
- 39- TUĞYAN, D., PİŞİRİCİ, E. ve DEMİRKAN, H., "Toplu Konut Üretiminde Kullanılan Yapım Sistemlerinin Ülke İhtiyaç ve Şartlarına Uygunluğu", TÜBİTAK YAE, Rapor No:h121, Ankara Şubat 1986.

- 40- TÜBİTAK YAE, "Çağdaş Yapım Sistemleri Seri Konferansları",
Derleyenler : Baytin, D. ve Tokman, B., Yayın No:d4-Durum
Saptaması, Aralık 1981
- 41- TÜBİTAK YAE, "Sanayileşmiş Konut Yapım Sistemleri
Değerlendirme Yöntemleri", Atatürk'ün Doğumunun 100.Yılı Anısına
Düzenlenen Kollokyum'da Sunulan Bildiriler - Tartışmalar, 9-10
Aralık 1981, Ankara Haziran 1982.
- 42- —, 1978, "Binaların Yatay Kuvvetler Karşısında Davranışı", ACI /
Amerikan Beton Enstitüsü 442. Komite Raporu,
Çeviri : YORULMAZ, M., İTÜ Mimarlık Fakültesi.
- 43- —, 1982, "1982 Yılında Konut Sektörü - Dünyada, Türkiye'de
Kentleşme, Konut Sorunu ve Toplu Konut - Konut İstatistikleri -
Konut Kaynakçası", Kent-Koop Yayınları. Ankara 1982.
- 44- —a, 1988, "6. Beş Yıllık Kalkınma Planı Ön Raporu" Türkiye'de
Uygulanabilir Konut İnşaat Teknolojileri Özel İhtisas Komisyonu,
Ankara, Ağustos 1988
- 45- —b, 1988, "Türk Prefabrikasyon Endüstrisine Toplu Bakış", TPB
Yayınları, Ankara

ÖZGEÇMİŞ :

Doğum Tarihi : 26 Haziran 1970

Doğum Yeri : İstanbul

Tahsil Hayatı : İlköğretim : 1. ve 2. sınıflar Özel Dost İlkokulu
3, 4 ve 5. sınıflar Şişli 19 Mayıs İlkokulu

Orta ve Lise : Etiler Lisesi

Üniversite : 1987-92 Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

Yüksek Lisans : 1992- Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı Yapı Bölümü