

47037



**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ YAPILARINDA DEPREM SORUNU

Mimar Murat Taş

**F.B.E. Mimarlık Anabilim Dalı
Mimarlık Yapı Programında Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nafiz ÇAMLİBEL

İSTANBUL, 1995

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	I
ABSTRACT.....	II
GİRİŞ.....	1
1. BÖLÜM ENDÜSTRİ YAPILARINA İLİŞKİN GENEL BİLGİLER	4
1.1. Endüstri yapısının tanımı.....	4
1.2. Türkiye'de ve dünyada endüstri yapılarında uygulanan taşıyıcı sistemlerin tarihsel gelişimi	5
1.2.1. Dünyada endüstri yapılarının evrimi	5
1.2.2. Türkiye'de endüstri yapılarının evrimi	13
1.2.3. Türkiye'de Endüstri Yapılarında Uygulanan Taşıyıcı Sistemler	23
2. BÖLÜM TÜRKİYE DEPREM KOŞULLARINDA YAPI-DEPREM İLİŞKİSİ	42
2.1. Deprem tanımı ve oluşumu	42
2.2. Türkiye'de deprem ve depreme karşı önlem çalışmaları	48
2.3. Zemin özelliklerinin deprem hareketine etkisi	56
2.3.1. Zeminlerde Sıvılaşma	56
2.3.2. Toprak kaymaları	57
2.3.3. Çökme	57
2.4. Zemin - yapı etkileşimi	59
2.5. Yapılara etkiyen deprem kuvvetleri ve yapıların davranışı	59
3. BÖLÜM DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI İLKELERİNİN BELİRLENMESİ	62
3.1. Depreme dayanıklı yapı kavramı	62
3.2. Yapının depreme göre mimari planlanma ilkeleri.....	63
3.2.1. Yapı planı ile ilgili düzenlemeler	64
3.2.2. Yapı yüksekliğinin düzenlenmesi	68

3.3. Depremın endüstri yapıları üzerindeki etkileri.....	71
3.3.1. Endüstri yapılarının depreme karşı davranışları.....	71
3.3.2. Taşıyıcı sistem elemanları-deprem ilişkisi.....	73
3.3.2.1. Kolonlar.....	73
3.3.2.2. Kirişler.....	77
3.3.2.3. Döşemeler.....	78
3.3.3. Detay elemanlarının taşıyıcı sistem elemanları ve deprem ile olan ilişkileri	78
3.4. Depreme dayanıklı endüstri yapısı taşıyıcı sisteminin düzenlenmesi.....	80
3.4.1. Yöresel depremselliğin saptanması.....	81
3.4.2. Zemin cinsine göre tasarım.....	83
3.4.3. Malzeme ve yapım sistemine göre tasarım.....	83
3.4.3.1. Betonarme İskelet Sistem.....	86
3.4.3.2. Çelik İskelet Sistem.....	87
3.4.3.3. Karma (Çelik + Betonarme) Sistem.....	88
4. BÖLÜM BAZI MEVCUT ENDÜSTRİ YAPILARININ DEPREME DAYANIKLILIĞININ İNCELENMESİ.....	89
4.1. Bursa ve çevresinin deprem özellikleri.....	89
4.2. Örneklerin incelenmesi.....	91
4.2.1. Oyak-Renault Otomobil Fabrikası.....	91
4.2.2. Yalova Yapay Elyaf ve İplik Fabrikası.....	99
4.2.3. Eltaf Tekstil.....	103
4.2.4. Dekorsan Dekoratif Boya Fabrikası.....	108
4.2.5. Bısaş İplik Sanayii A.Ş.....	112
4.3. İncelemenin sonucu.....	114
5. BÖLÜM SONUÇ VE ÖNERİLER.....	115
5.1. Türkiye'de yöresel deprem özelliklerine göre endüstri yapısı tasarım kriterleri.....	115
5.1.1. Zemin özelliklerine uygun tasarım.....	115
5.1.2. Uygun mimari ve taşıyıcı sistem seçimi.....	116
5.1.3. Malzeme ve yapım sistemi seçimi.....	116
5.1.4. Detay malzemeleri Taşıyıcı sistem uyumu.....	117
KAYNAKÇA.....	119
ÖZGEÇMİŞ.....	121

ÖZET

Türkiye’de Endüstri Yapıları, deprem kuşağı üzerinde bulunan yerleşim alanlarında yoğunlaşmaktadır. Ayrıca bu yapıların büyük açıklıklı olarak düzenlenmesi mimariye ve taşıyıcı sisteme önem verilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Çalışma bu iki önemli veri üzerinde gelişmiştir.

Endüstri Devrimi ile yeni malzeme ve yapım teknikleri ortaya çıkmıştır. Bunlar günümüze değin büyük gelişmeler göstermiştir. Türkiye’de Endüstri Yapıları’nda çeşitli yapım tekniklerine rastlamak mümkündür.

Birinci bölümde, Dünya’da ve Türkiye’deki endüstri yapılarının gelişimi irdelenmiştir. Bu yapılarda hangi planlama ilkelerine dikkat edildiği örneklenmiştir.

İkinci bölümde, Türkiye’de deprem koşulları incelenmiştir. Deprem zemin ve yapılar üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Deprem etkilerinin sonuçları üzerinde durulmuştur.

Üçüncü bölümde, depreme dayanıklı yapı tasarımı ilkeleri belirlenmiştir. Mimaride alınan planlama kararlarının, taşıyıcı sistem elemanlarına (kolon, kiriş, döşeme) ve detay elemanlarına etkileri incelenmiştir. Bunların doğrultusunda depreme dayanıklı endüstri yapısının yapım kriterleri belirlenmiştir.

Dördüncü bölümde, deprem kuşağı üzerinde bulunan Bursa İli’nde yapılan endüstri yapılarından örnekler incelenmiştir. Bu yapıların deprem bakımından olumlu ve olumsuz yönleri değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak ise, Türkiye’de yöresel deprem özelliklerine göre endüstri yapısı tasarım ve yapım kriterleri belirlenmiştir. Zemin özelliklerine göre uygun taşıyıcı sistem ve mimari seçimi ile buna bağlı olarak malzeme ve yapım sisteminin belirlenmesine çalışılmıştır.

ABSTRACT

Industrial buildings in Turkey are concentrated in residential areas on fault planes. Moreover, wide column span in these buildings reveal the necessity of the importance that should be given to architecture and structure. This study is based on these two important facts.

With the industrial revolution new material and building techniques were developed. These have shown great improvements since then. Various building techniques are seen in industrial structures in Turkey.

In the first chapter evolution of industrial structures in the world and in Turkey are highlighted. Design criteria used in these structures are discussed with samples.

In the second chapter earthquake characteristics in Turkey are studied. The effects of earthquakes on surfaces and structures are discussed as well as the results of these effects.

In the third chapter, earthquake resistant design criteria are specified. The effects of planning decisions in architecture on structural elements (column, beam, slab) and detail elements are studied. Based on these data, design criteria for earthquake resistant industrial buildings are determined.

In the fourth chapter, certain industrial structures in Bursa province, which is on a fault plane, are examined. Positive and negative aspects of these buildings regarding earthquake impact are evaluated.

In conclusion industrial building design criteria are determined based on regional earthquake characteristics in Turkey. It is attempted to deduce an appropriate structural system, based on surface characteristics, and design choices as well as related material and construction systems.

GİRİŞ

Türkiye'de endüstri yapıları, gelişen teknolojiye bağlı olarak, yeni yapım tekniklerinin mimariye uygulandığı en önemli yapılardır. Üretilen yeni malzemeler ve bunların geliştirilmesi sonucu ortaya çıkan strüktür sistemleri, endüstri yapılarında geniş uygulama olanağı bulmuştur. Bu bağlamda yapı taşıyıcı sisteminin, depreme dayanıklılığının, ülkemiz gerçeklerine uygun olarak ele alınmasında ve incelenmesinde büyük yararlar olacağı inancındayım.

Türkiye topraklarının büyük bir bölümünün aktif deprem kuşağı üzerinde yer alması, Türkiye'de yapılmış ve yapılacak her türlü yapının, deprem yükleri altında davranışlarının incelenmesini zorunlu kılmaktadır. Deprem en önemli doğal afetlerden biridir. Deprem büyük can kayıplarına neden olduğu ve ülke ekonomisine büyük kayıplar verdirdiği uzun zamandan beri bilinmektedir. Deprem etkisinin boyutu büyük olmasına karşın, etki süresi ve olma olasılığı azdır. Bu nedenle tasarıma optimum ölçülerde yaklaşılması gereklidir. Deprem etkisinin diğer bir özelliği de, şiddetinin yapının özelliklerine bağlı olmasıdır. Endüstri yapılarında alışlageldiği gibi, taşıyıcı sistemin boyutları arttırılarak depreme karşı bir önlem alınabildiği gibi, sistemin rijitliği de göz önünde bulundurularak deprem etkileri azaltılabilir. Bu nedenle deprem etkisine karşı yapı davranışlarının bilinmesi gereklidir.

Türkiye'de deprem riski yüksek yapılar grubuna giren endüstri yapıları, aynı zamanda ülke ekonomisindeki büyük dalgalanmalardan da olumsuz olarak etkilenmektedir. Nitekim İstanbul, İzmit, Adapazarı, Bursa gibi ülke ekonomisine büyük katkıları olan kentlerimiz Kuzey Anadolu Deprem Kuşağı üzerinde yer almaktadır. Bu durum konuya verilmesi gereken önemi daha da arttırmaktadır.

Depremlerin ülkelerin endüstri bölgelerinde olmaları halinde, üretimin büyük ölçüde düşmesine, işsizlik, bölgesel göçler, yeniden yapılanmak için ek vergilendirmeler, kısa vadeli dış borçlanmalar gibi ülke kalkınmasını önleyecek sosyal olaylar dizisini oluşturmaktadır. Bunların en büyük örnekleri Meksika Depreminde yaşanmıştır. Bu depremde ülke ekonomisinin kaybının 6.5 milyar dolar olduğu saptanmıştır. (Yapı, s:68) Bu nedenle deprem zararı yalnız, depremin fiziksel olarak oluştuğu bölge için değil, tüm ülke düzeyinde meydana getireceği olumsuzluklar ve kalkınma hızının

düşmesi gibi zararları da beraberinde getirmektedir. Yine 1995 yılı içinde yaşanan Japonya - Kobe depreminde; depremden 20 sonra yayınlanan resmi rapora göre 5243 ölü, 6 kayıp ve 26804 yaralı var. Depremde 107388 yapı yıkılmış, maddi zarar 95 milyar dolar tahmin edilmekte, yaşamın normale dönmesi için gerekli süre içinde, ulaşım, işgücü ve üretim kaybı ile fabrikalara hammadde ve parça ulaştırılamaması yüzünden ortaya çıkacak muhtemel zararın 130 milyar doları bulacağı tahmin edilmektedir. Bu rakam 1994 Türkiye bütçesinin üç katı, Japonya 1994 bütçesinin % 9'udur. Bu depremin sonucu olarak Japonların 1995 yılı için belirlenen % 2.8'lik büyüme hızının oldukça düşeceği tahmin edilmektedir. (Bilim ve Teknik, 1995, s:328)

Türkiye'de yapılmış istatistiki bilgilere göre, depremler sonucu her yıl toplam milli gelirimizin yaklaşık 1/130'u kaybolmaktadır. (Yapı, s:68). Bu, bugünkü ekonomik koşullarda hiçte küçümsenecek bir sayı değildir.

Milli gelirdeki bu kaybı en aza indirebilmek için, gerekli önlemlerin alınması ve çağdaş imkanlardan en üst düzeyde yararlanmak amaçlanmalıdır. Türkiye'de inşa edilen endüstri yapılarında seçilen taşıyıcı sistemlerin depreme uygunluğunun tam olarak sağlanamadığı görüşündeyim. Bu nedenle bu çalışmada;

1. Türkiye'de inşa edilecek endüstri yapılarının, taşıyıcı sistemlerinin, yöresel deprem koşulları yönünden araştırılması,
2. Depreme dayanıklı endüstri yapılarında tasarım ve yapım kurallarının saptanması, amaçlanacaktır.

Türkiye'deki endüstri yapılarının büyük bir bölümü tek katlı, büyük açıklıklı, betonarme yapılar, betonarme çelik (karma) yapılar, çelik yapılardır. Bu yapılarda;

1. Yapı tasarımına, depreme dayanıklı taşıyıcı sistem tasarımı olgusununda katılması,
2. Yapı yapılacak arazinin yöresel zemin özelliklerinin bilinmesi, zemin - deprem - yapı etkileşiminin incelenmesi,
3. Deprem emniyeti için, taşıyıcı sistemde malzeme seçimi ve kullanımı,

4. Taşıyıcı olmayan detay elemanlarının, taşıyıcı sistemle olan ilişkisinin incelenmesi, amaçlanacaktır.

Çalışmada tek katlı ve büyük açıklıklı endüstri yapılarında deprem sorunları, mimari planlama düzeyinde ele alınacak ve örnekler üzerinde incelemeler yapılacaktır. Tek katlı endüstri yapılarının incelenmesinin nedenleri ise; çok katlı endüstri yapılarına oranla üstünlüklerinin olmasıdır. Bu üstünlükleri şöyle sıralayabiliriz:

1. Makinelerin ağırlığı ile çok katlı endüstri yapıları aşırı derecede yüklenir.
2. Makinelerin oluşturduğu titreşimi katlı yapılarda yalıtım zor ve pahalıdır.
3. Tek katlı endüstri yapılarında, yalnızca çatının taşınması sözkonusu olduğu için büyük açıklıklar rahatça geçilebilmektedir.
4. Tek katlı yapılarda her iki asal doğrultuda gelişme için büyük esneklik sağlayabilir.
5. Tek katlı yapılarda doğal aydınlatma kolaydır.
6. Tek katlı yapılarda alt yapı ve tesisat işleri daha kolay oluşturulmaktadır.
7. Tek katlı yapılarda insanların ve malzemenin düşey doğrultularda taşınması daha kolay olmaktadır.
8. Yangından korunma katlı yapılarda daha güç ve pahalıdır.

1. BÖLÜM ENDÜSTRİ YAPILARINA İLİŞKİN GENEL BİLGİLER

1.1. Endüstri yapısının tanımı

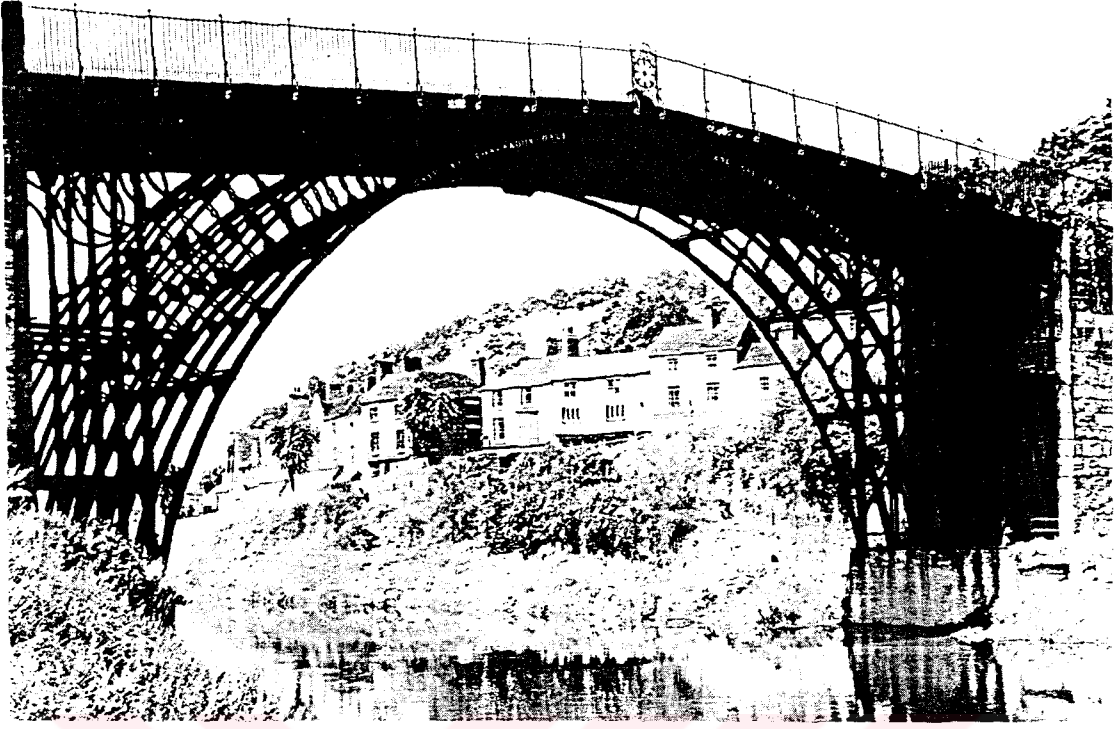
Latince "La industria" sözcüğünden türeyen "Endüstri" sözcüğü genel olarak faaliyet ve etkinlik anlamına gelmektedir. Endüstri, insan emeği ile makine kullanarak hammaddeleri yapılmış eşya haline dönüştürme, iş ve etkinliklerini kapsar.

Endüstri kavramı 18 yüzyılın sonlarına doğru güncellik kazanmıştır. İnsanoğlunun yaşamını kökten etkileyen ve değiştiren yeni buluşların ortaya çıkması ile yeni bir devir doğmuş; makine ve enerjiye dayalı yoğun bir üretim dönemi yaşanmaya başlanmıştır.

Endüstri devriminin gerçekleşmesi ile birlikte strüktürel gelişmeler içerisinde de birtakım yenilikler kendini göstermiştir. Strüktürel gelişmedeki bu değişim, büyük açıklıkların farklı malzemelerle (beton ve çelik) geçilmesi olarak kendini göstermiştir. Bu da eski biçimsel kalıplar içerisinde (köprüler, su kuleleri... vb.) strüktürlerde gerçekleşmiştir. Nitekim ilk dökme demir köprü Coalbrookdale Köprüsü 1779 yılında mimar Pritchard tarafından Shropshire'da yapılmıştır. (Şekil.1.1)

Endüstri yapısı, endüstriyel tüm eylemlerin, işlerin gerçekleştiği mekandır. Ancak endüstri yapısı kavramı, endüstri devrimi olgusu ile ortaya çıkmıştır.

Endüstri yapısını, diğer yapılardan ayıran en önemli özellik, içerisinde ürüne dayalı, yani bir sonuca dayalı eylemlerin gerçekleşmesidir. Bu eylemlerin gerçekleşmesi için de genel olarak, sürekli bir üretim için geniş açıklıklara ihtiyaç duyulmuştur. Çünkü makine kullanımına dayalı seri üretim bunu gerektirmektedir.



Şekil 1.1. Coalbrookdale Köprüsü. 1779.

1.2. Türkiye'de ve dünyada endüstri yapılarında uygulanan taşıyıcı sistemlerin tarihsel gelişimi

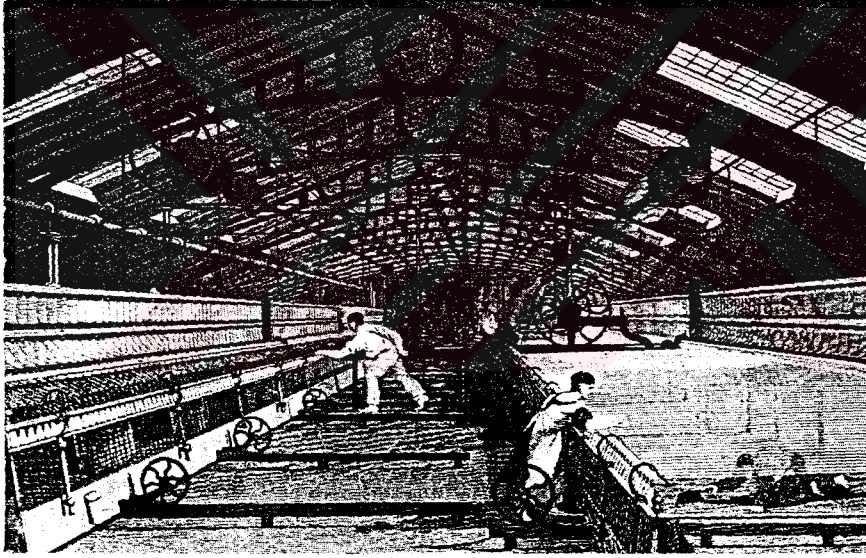
1.2.1. Dünyada endüstri yapılarının evrimi

Üretim olgusunun gerçekleştiği ilk fabrika 1800 yılında ahşap malzeme ile dönemin tekniklerini kullanarak İngiltere'de yapılmıştır.(Şekil.1.2) Bu fabrika, yapısı gereği, geniş açıklıklara, çatıdan doğal ışık almaya, olanak vermemekte idi.

Yine İngiltere'de 1835 yılında ilk dökme demir makaslarla bir fabrika yapılmıştır.(Şekil.1.3). Bu fabrika gerek malzeme kullanımı, gerekse yapım teknikleri bakımından hafiflik, yapım süresinin kısalığı, geçilebilen açıklığın artması ve kesitlerin daha narın çıkması nedeni ile pek çok yönden olumludur. Burada makinelerin kullanım alanından doğan ve seri üretim için en önemli faktör geniş açıklık yapılması gerekliliğidir.

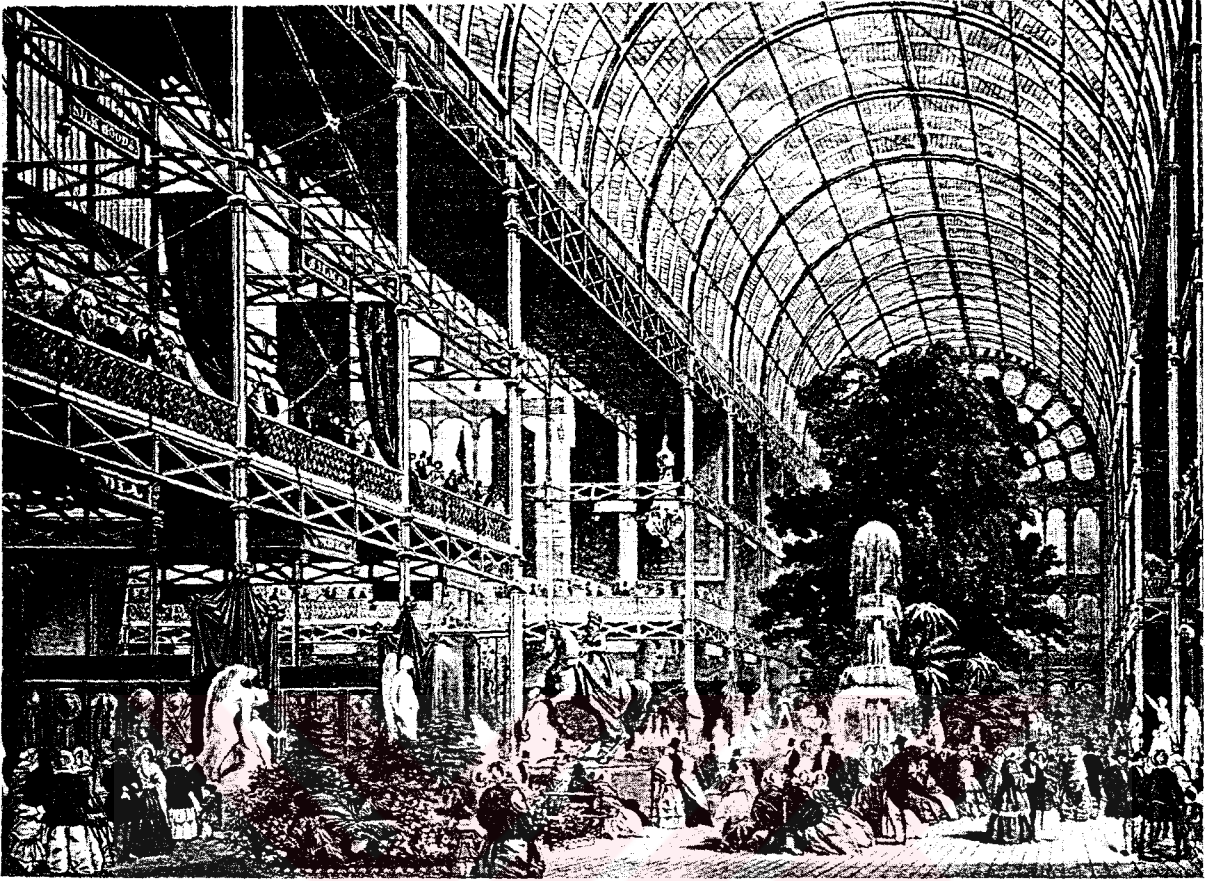


Şekil 1.2. İngiltere’de yapılan ilk fabrika. 1800.



Şekil 1.3. İngiltere’de ilk dökme demir makaslarla yapılan fabrika. 1835.

1851 yılında bugünkü koşullar için bile başarı sayılabilecek süratlilikle, Londra'da Büyük Sanayi Sergisi için, dökme demir ve cam kullanarak 77.200 m² yi kaplayan Crystal Palace yapılmıştır. Yapı sanayiinin gelişiminin simgesi olmuştur. En büyük özelliği, strüktürün boşluklarına cam giydirilmiş olması ve prefabrikasyonun ilk önemli örneği olmasıdır. (Şekil.1.4).

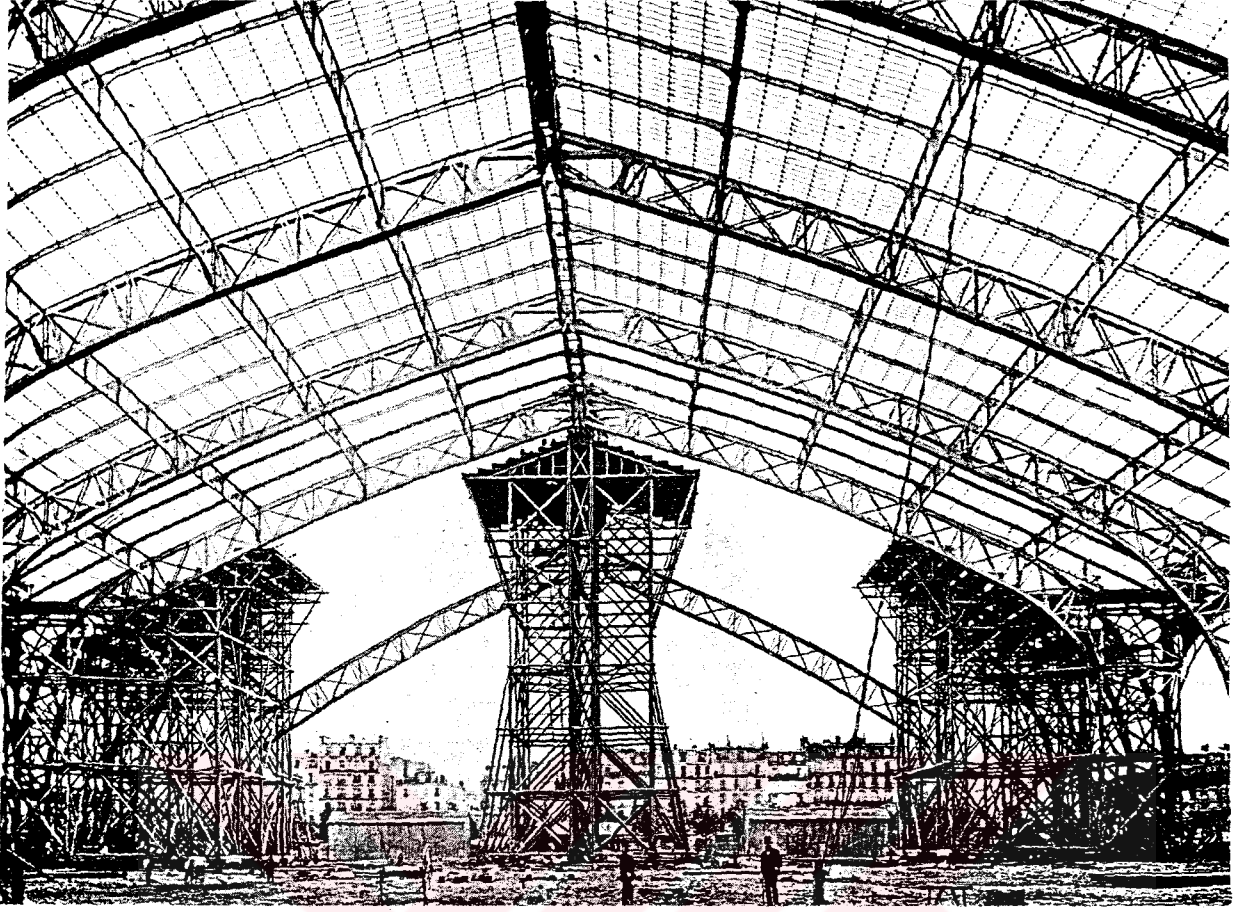


Şekil 1.4. Crystal Palace. 1851 Londra.

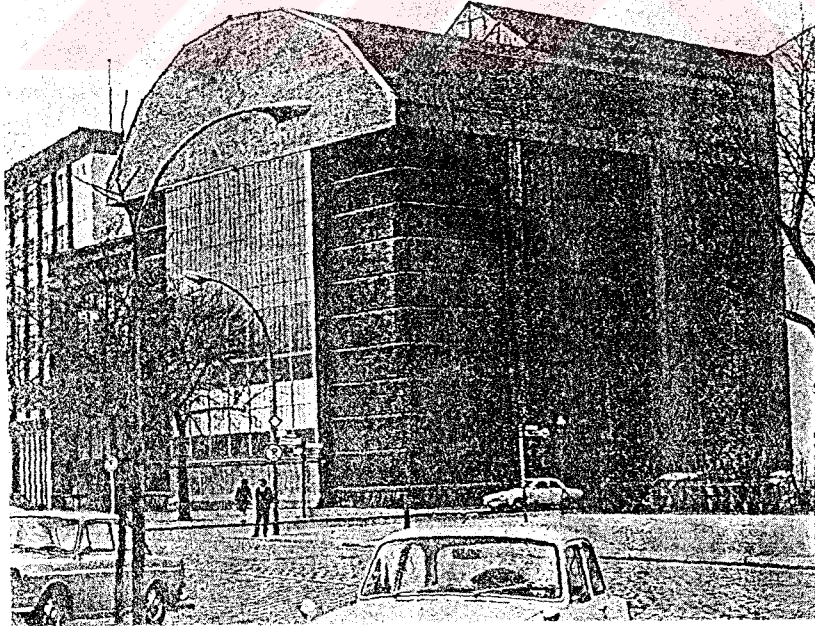
Galleries des Machines 1889'da Paris'te inşaa edilmiş, 115.00 m açıklığı, 420.00 m uzunluğu olan, üç mafsallı çelik makaslarla geçilen bir yapıdır. (Şekil1.5).

Sanayinin öneminin artması, yeni malzeme ve yapım tekniklerinin arayışını da beraberinde getirmiştir. Portland çimentosununda bulunmasıyla birlikte 19. yüzyılın sonlarına doğru betonarme yapı yapımına başlandı.

1908 yılında Berlin'de AEG topluluğunun ilk yapısı olan Turbine Fabrikası, Peter Bahrens tarafından yapılmıştır. Bu yapı Almanya'da yapılan ilk çelik cam yapıdır. (Şekil.1.6).

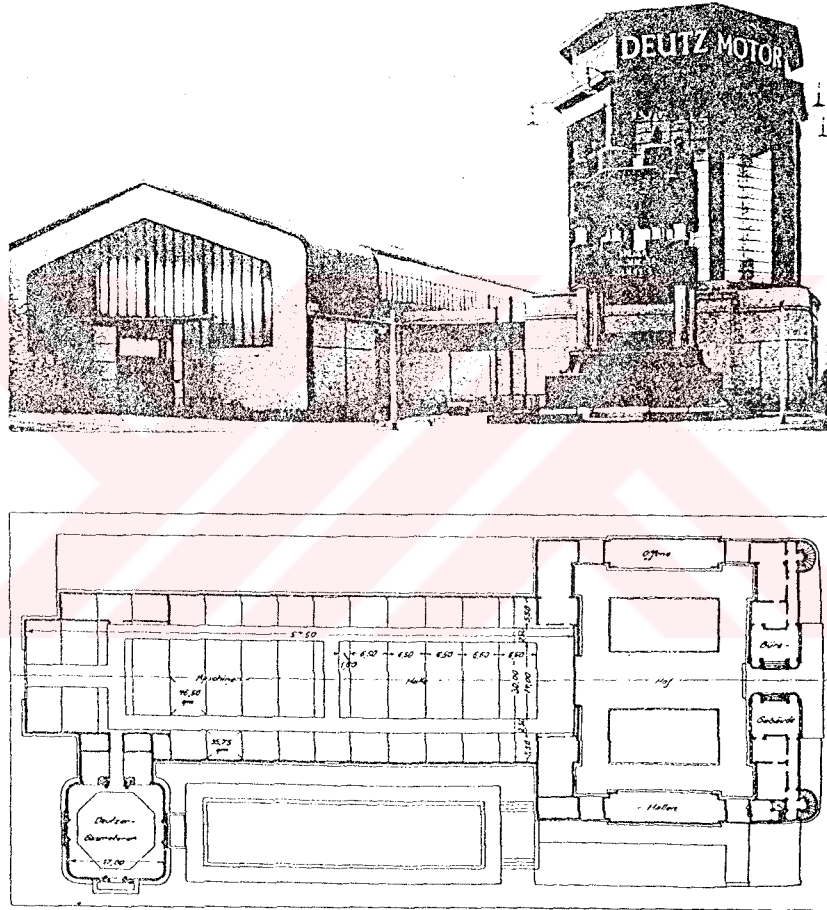


Şekil 1.5. Galeries des Machines. 1889 Paris.



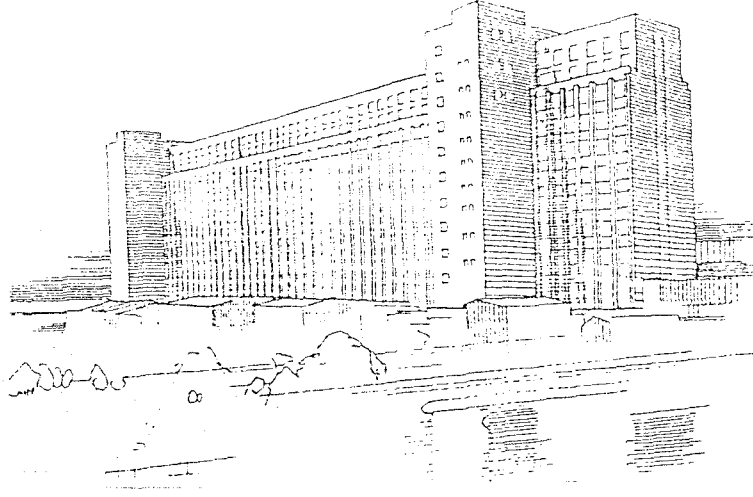
Şekil 1.6. AEG Turbine fabrikası. 1908 Berlin.

Daha sonraları Walter Gropius ve Adolf Mayer 1908-1909 yılları arasında, Almanya'da sadece bir sanayi yapısı olarak değil, herhangi bir yapı olarak çok başarılı sayılabilecek Fagus Ayakkabı Bağı Fabrikasını yapmışlardır.(Şekil.1.7).Yapı çelik ile camın birarada kullanıldığı başarılı örneklerden biridir. Masif ağır görünüşlü duvarlar yerine, daha ince kesitli çelik kolonlar kullanılmış, yeni bir estetik anlayış olarak cam ön plana çıkmıştır. Bu estetik anlayış geniş açıklıklı ve tümüyle şeffaf yapılar düzeni kurarak kendini göstermiştir.

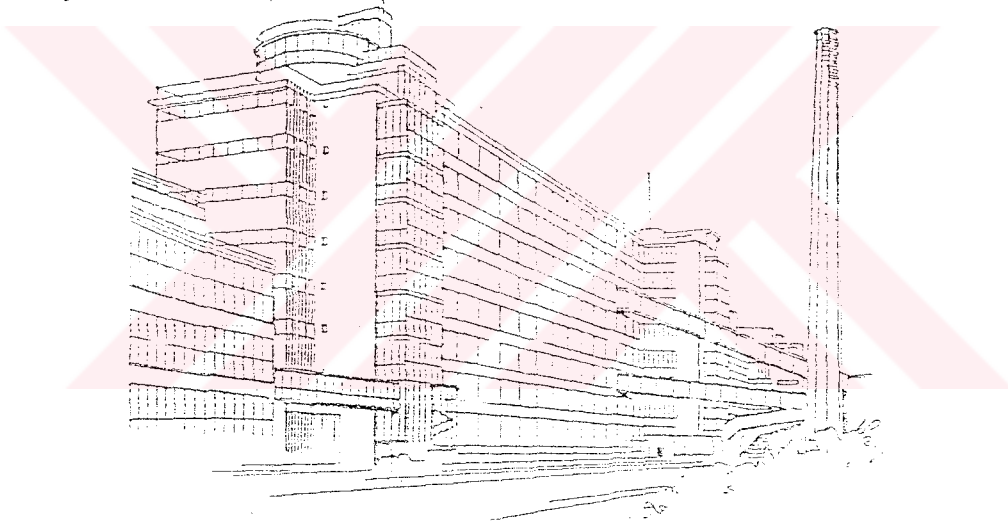


Şekil 1.7. Fagus Ayakkabı bağı fabrikası. 1809-1909 Almanya.

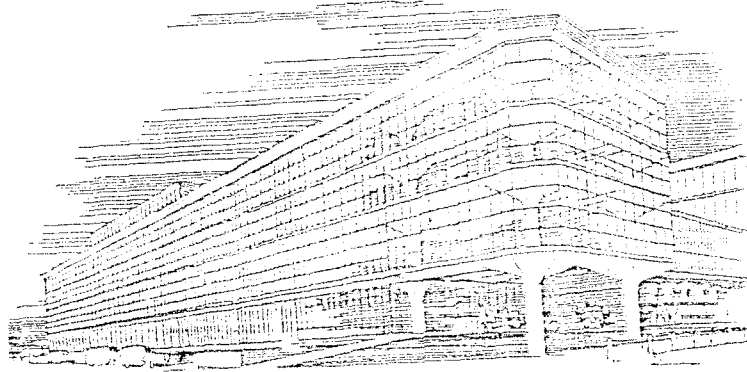
Bu arada kurumların adını simgeleyen yapıtların bulunması endüstri yapılarının tasarımında prestij faktörü nünde göz önüne alınması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Önceleri kentsel konut dokusu içerisinde yer alan endüstri yapıları, alan darlığı ve konut dokusuna uyumu için çok katlı olarak tasarlanmaya başlandı.(Şekil.1.8.,1.9.,1.10.).



Şekil 1.8. Siemens Fabrikası. 1928 Berlin.

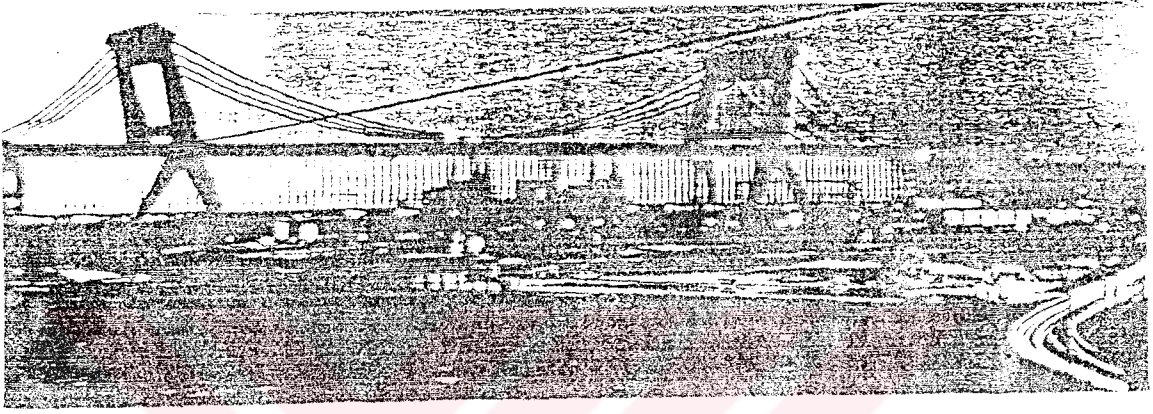


Şekil 1.9. Van Nelle Tütün Fabrikası. 1929 Rotterdam.

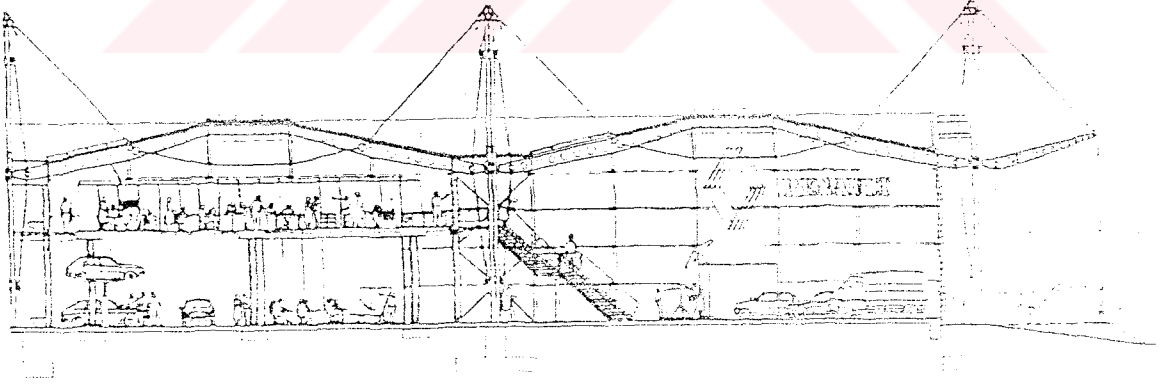


Şekil 1.10. İlaç Fabrikası. 1929 İngiltere.

İkinci dünya savaşı sonrası endüstri yapılarının proğramında, yönetim yapıları önemli bir yer kazanmıştır. Üretilen ürünün pazarlanması ve reklam unsuru ön plana çıktığı için endüstri yapılarında prestij daha da önem kazanmıştır. Gelişen teknolojiye bağlı olarak öngörilmeli beton, çok önemli kazançlar sağlayan uzay kafes sistemler ve asma germe sistemler kullanılmaya başlanmıştır. (Şekil.1.11).



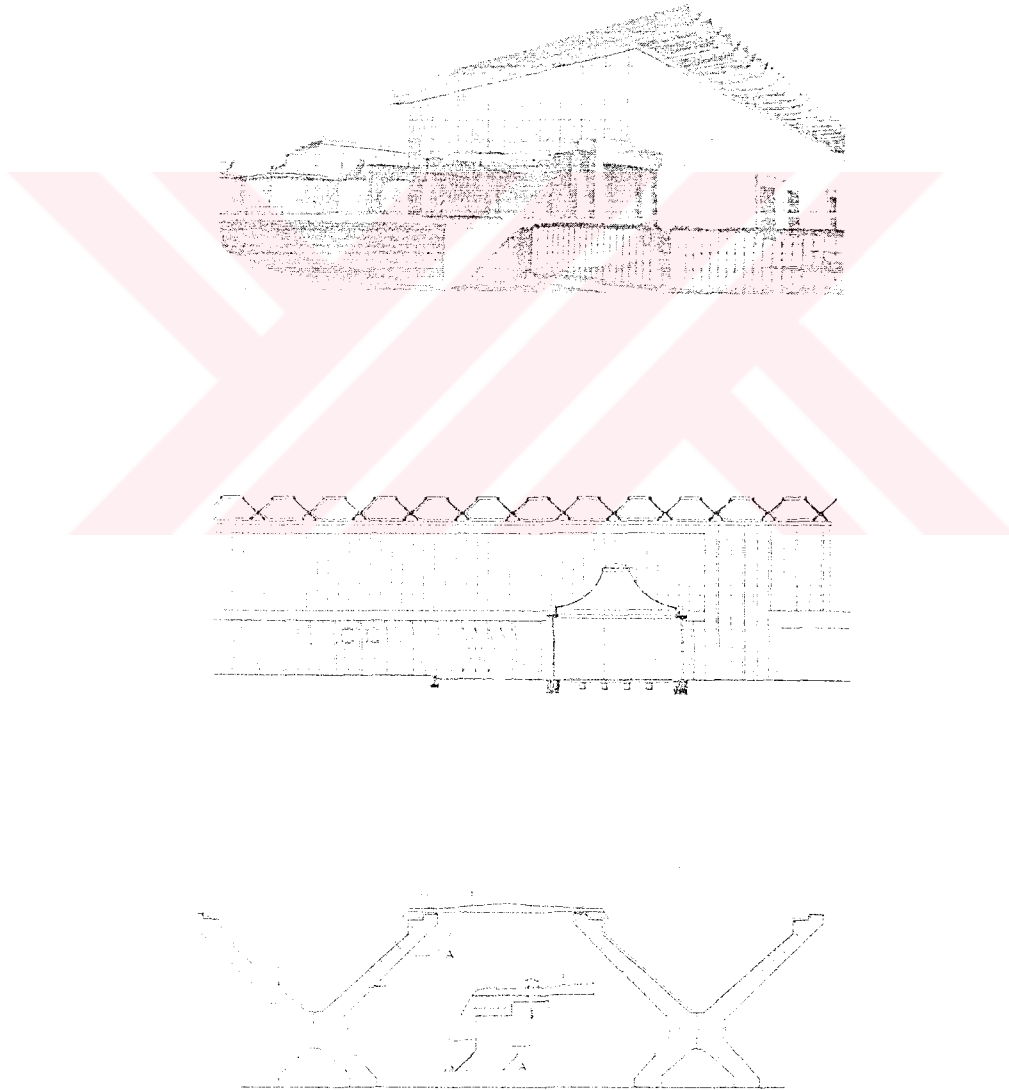
Kağıt Fabrikası. Mantua İtalya.



Renault Center. Swidon İngiltere 1983.

Şekil 1.11.

Endüstri yapılarının büyük, geniş açıklıklı, komplike yapılar olması bu yapıların kurulurken, zaman ve yapım kolaylığında göz önüne alınması gerekliliğinin de doğurmuştur. Böylece prefabrikasyon; yani şantiyede önceden üretim önem kazanmıştır. Bu yeni yapım sistemlerinin de beraberinde getirmiştir. Gerektiğinde tümüyle betonarme, Betonarme kolon, çelik kiriş, ya da tamamıyla çelik yapılar yapılmaya başlanmıştır. Bu alanda pek çok fabrika binası yapılmıştır. Hepsi de ön üretimini yapan firmaların kendi geliştirdikleri kolon ve kiriş elemanları sayesinde yapılmıştır. (Şekil.1.12).



Şekil 1.12. Çorap Fabrikası. Castiglione İtalya.

1.2.2. Türkiye'de endüstri yapılarının evrimi

Türkiye'de cumhuriyetin ilanı, siyasi, ekonomik, endüstriyel pekçok değişime neden olduğu için Türkiye'deki endüstri yapılarının evrimini cumhuriyet öncesi ve cumhuriyet sonrası olarak iki grupta incelemek yerinde olacaktır:

Cumhuriyet öncesi (1800-1923) Endüstri Yapıları:

Cumhuriyet öncesi, ülke yönetiminin padişah tarafından yapılması nedeniyle Türkiye'de devlet eliyle zorunlu olarak yapılan birkaç tersane ve askeri fabrika dışında pek endüstri yapısı yapılmamaktaydı. Bunun nedeni ise Avrupa'daki endüstri devriminin etkilerinin Türkiye'de çok geç hissedilmesidir.

1831 yılında Mimar Krikor Balyan tarafından İstanbul'da yapılan Matbaa-i Amire Türkiye'nin ilk endüstri yapısı sayılabilir.

1833 yılında yine Mimar Krikor Balyan Türkiye'nin en eski dokuma fabrikası olan Feshane Fabrika-i Hümayun'u İstanbul Defterdar'da yapmıştır.

1839 yılında Sultan II. Mahmut İstanbul Beykoz'da bir deri fabrikası olan Askeri Derbağ Fabrikalarını kurduştur.

1843 yılında Darphane-i Amire, İstanbul Sarayı, Mimar Krikor Balyan.

1845-46 - Hereke Fabrika-i Hümayunu, İstanbul, Hereke, Mimarı: Garabet Balyan.

1858 - Paşa Limanı Dakik Fabrikası, İstanbul Paşabahçe, İstanbul'un en eski ikinci değirmeni.

1884 - Tütün Fabrikası, İstanbul.

1894 - Çini Fabrika-i Hümayunu, İstanbul, Yıldız. Mimarı: Raimando D'Aranco.

1900 - Hasköy Tersanesi Bakım Onarım Atölyesi. Kagir duvarlar taşıyıcı olarak düşünülmüş; 12.50m açıklık 2.50 m'de bir 15-20cm aralıklı iki I-profil ile geçilmiştir. 1000 m² kapalı alan bu yöntemle kapatılmıştır. Bu yapıda doğal ışık düşünülmüş ve

buna uygun bir ahşap çatı sistemi kullanılmış ayrıca çatı kaplaması olarak kiremit kullanılmıştır.

Cumhuriyet (1923) Sonrası Endüstri Yapıları:

Cumhuriyet sonrası yapılan ilk endüstri yapıları devlet eliyle yapılan şeker ve dokuma fabrikalarıdır. İlk dönemlerde ağır sanayiye pek önem verilememiştir.

1932 - Ziraat Haşarat Laboratuvarı, Adana. Mimarı: Mimar Ferit.

1932-38 - Tahıl Siloları, Ankara, Sivas, Konya ve Samsun.

1934 - Mezbaha Binası, Tokat, Zile, Erbaa, Niksar. Tasarım: Bayındırlık Bakanlığı Yapı İşleri Dairesi.

1934 -Elektrik İşleri Deposu (SATİE): İstanbul, Fındıklı. Mimarı: Sedat Hakkı Eldem.

1934-35 - Sümerbank Kayseri Pamuklu Sanayii Müessesesi. Türk-Sovyet ortaklığı ile yapılmıştır.

1935-37 - Sümerbank Nazilli Basma Sanayii Müessesesi

1935-38 - Sümerbank Merinos Yünlü Sanayii Müessesesi, Bursa

1937-39 - Paşabahçe Rakı ve İspirto Fabrikası. Mimarı:Muallim Ahsen Yapaner.

1937 - İzmir Tütün Bakım ve İşletme Evi Proje-uygulama: İnhisarlar İnşaat Fen Heyeti. Mimarı: Dr.Frahlich. Zemin 5 katlı betonarme iskelet yapı.

1939 - Sivas Çimento Fabrikası 1940 - İnhisarlar Umum Müdürlüğü, Ankara Depo ve İmalathanesi.

1950 - Akev Tütün Deposu. Betonarme iskelet yapı. 3600 m² üzerine 4 katlı.

1950 - İpekçilik Kollektif Şirketi Dokuma fabrikası, Bursa. Yapı 1000 m² üzerine 2 katlı betonarme iskelet sistemle yapılmıştır. Çatı doğal ışık nedeni ile şed çatı olarak düşünülmüştür.

1954 - Haydarpaşa Silosu. Betonarme olarak kayar kalıpla yapılan ilk yapıdır.

1963-64-Chrysler sanayii Anonim Şirketi, Çayırova Tesisleri. Mimarı:Doğan Tekeli-Sami Sisa. Yapı 13.00/13.00 m aks aralığı ile çelik iskelet strüktürle yapılmıştır. Çatı kaplaması olarak eternit kullanılmıştır.(Şekil 1.13)

1966-67-Northern Electric Telekomünüasyon A.Ş. Yapı Ümraniye'de 7200 m² alan üzerine yapılmıştır. 12.00/12.00 m aks aralıklı ön üretimli betonarme kolonlar çelik kirişlerle geçilmiştir.(Şekil 1.14.)

1968 - Çelik Halat ve Tel Sanayii A.Ş. İmalata dayalı ağır sanayi yapısı olan bu yapı 10.000 m² kapalı alana sahiptir. Çelik kolonlar 18.00 m çelik çatı makası ile geçilmiş, 6.00 m çelik makasla bağlanmıştır. Çatı kaplaması olarak şeffaf eternitler kullanılmıştır.

1968 - İstanbul Oluklu Mukavva Fabrikası. Mimarı: Doğan Tekeli-Sami Sisa. Prekast betonarme kolonlar 10.00 m açıklık H kesitli prekast kiriş 15.00 m açıklık çelik makaslarla geçilmiştir. Çatı örtüsü tek katlı oluklu eternittir. 11.000 m² kapalı alana sahiptir.(Şekil 1.15.)

1970 - Arçelik Çayırova Tesisleri, Mimarı: Aydın Boysan. 50.000 m² kapalı alana sahiptir. 10.00/20.00 m aks aralıkları, kolonlar betonarme olmak üzere 20.00 m lik istikamet normal çelik makaslarla geçilmiş, 10.00 m açıklık ise makaslardan iki tarafa konsol çıkan 5.00 m'lik üçgen çelik papyonlarla kapatılmış, bunları aralıkları 2.50 m'lik ytong teçhizatla kapatılmıştır

1969-70- Aksa Karamürsel Tesisleri, Mimarı:Yılmaz Gedik - Eren Balak. 26.460 m² kapalı alana sahiptir. 26.00 m açıklık 2.50 m yüksekliğindeki şed makaslarla geçilmiştir. Makaslar 6.00 m aks aralıklı çıplak betonarme kolonlara oturmaktadır.Şeffaf eternit ytong plakalar ve eternit ile örtülmüştür.

1970 - Atlas Copco Fabrikası, Mimarı:Doğan Tekeli Sami Sisa. 21.000 m² kapalı alana sahiptir.10.00/20.00 m aks aralığı, 20.00 m istikametinde çelik makasla, 10.00 m'lik açıklık borudan yapılmış üçgen kesitli uzay kirişlerle geçilmiştir.Çatıda m² de 15 kg çelik kullanılmıştır. (Şekil 1.16).

1970-72 - Bisaş Bursa İplik Sanayii A.Ş. Mimarı: Aydın Boysan. 30.000 m² kapalı alan, 6.50/15.00 m aks aralıkları, betonarme kolonlarla, betonarme sürekli katlanmış plaklarla geçilmiştir.(Şekil 1.17.)

1971 - Dosan Konserve Tesisi, Mimarı:Aydın Boysan. 9.000 m² kapalı alan 17.50/8.75 m aks aralıkları, betonarme kolonlarla, betonarme kirişlerle geçilmiş, çatı kirişleri çelik borudan yapılmıştır.

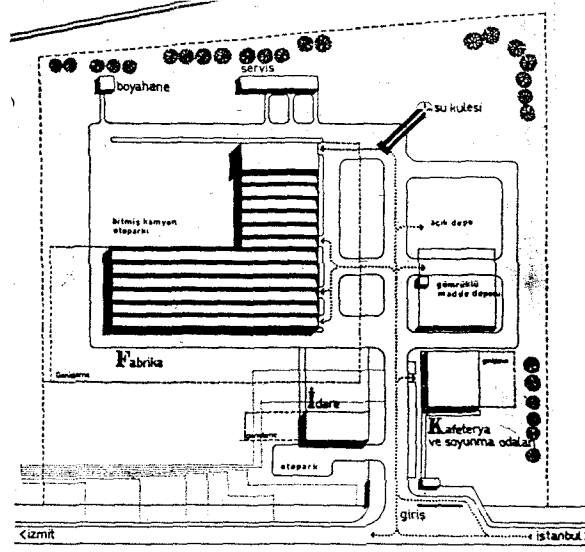
1971-72 - Oyak Renault Otomobil Fabrikası, Bursa. Mimarı:Doğan Tekeli - Sami Sisa. 50.500 m² kapalı alana sahiptir.Çelik kolonlar, 12.00 m geçen normal çelik makaslar ve bunları üstüne oturan 20.00 m'yi geçen üçgen mekan kirişleri mevcuttur.(Şekil 1.18.).

1975 - Bozöyük Halıser Fabrikası, Mimarı:Metin Erözü. 58.000 m² kapalı alana sahiptir. 12.00/12.00 m aks aralığı, 60/60 cm kolonlar tarafından ve mantar döşeme plağı tarafından taşınmaktadır.

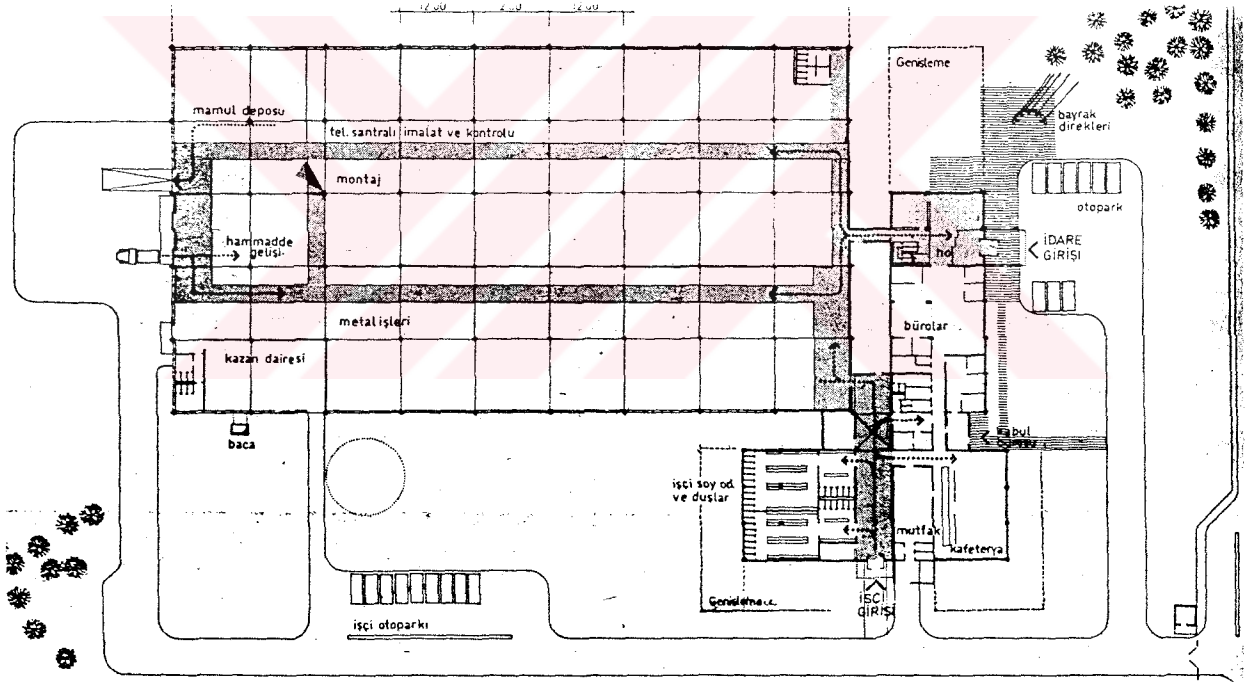
1976-80 - İmes Sanayii Sitesi, Mimarı:Yapı Merkezi İnşaat ve Sanayii A.Ş. 240.000 m² alan üzerine kurulmuştur. Aks aralıkları 7.00/10.60 m'dir. Türkiye'nin öngerilmeli prefabrike betonarme iskelet sistemlerinin örneklerindendir.

1988 - Mopisan A.Ş. Mimarı:Eston-Eskişehir Beton Sanayii ve Ticaret A.Ş. Tek katlı, öngerilmeli prefabrike betonarme iskelet yapı 6.00/7.50 m aks aralığı ile 3.000 m² alan üzerine kurulmuştur.

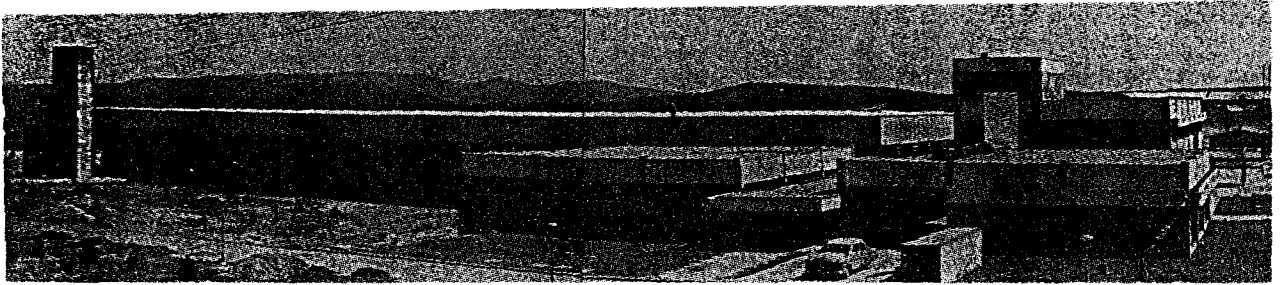
1990 - Doğuş Tekstil, Mimarı:Gök İnşaat. 6.00/15.00 m aks aralığı ile 10.000 m²'lik alan üzerine kurulmuştur. Atcost prefabrike betonarme çerçeve sistem kullanılmıştır.



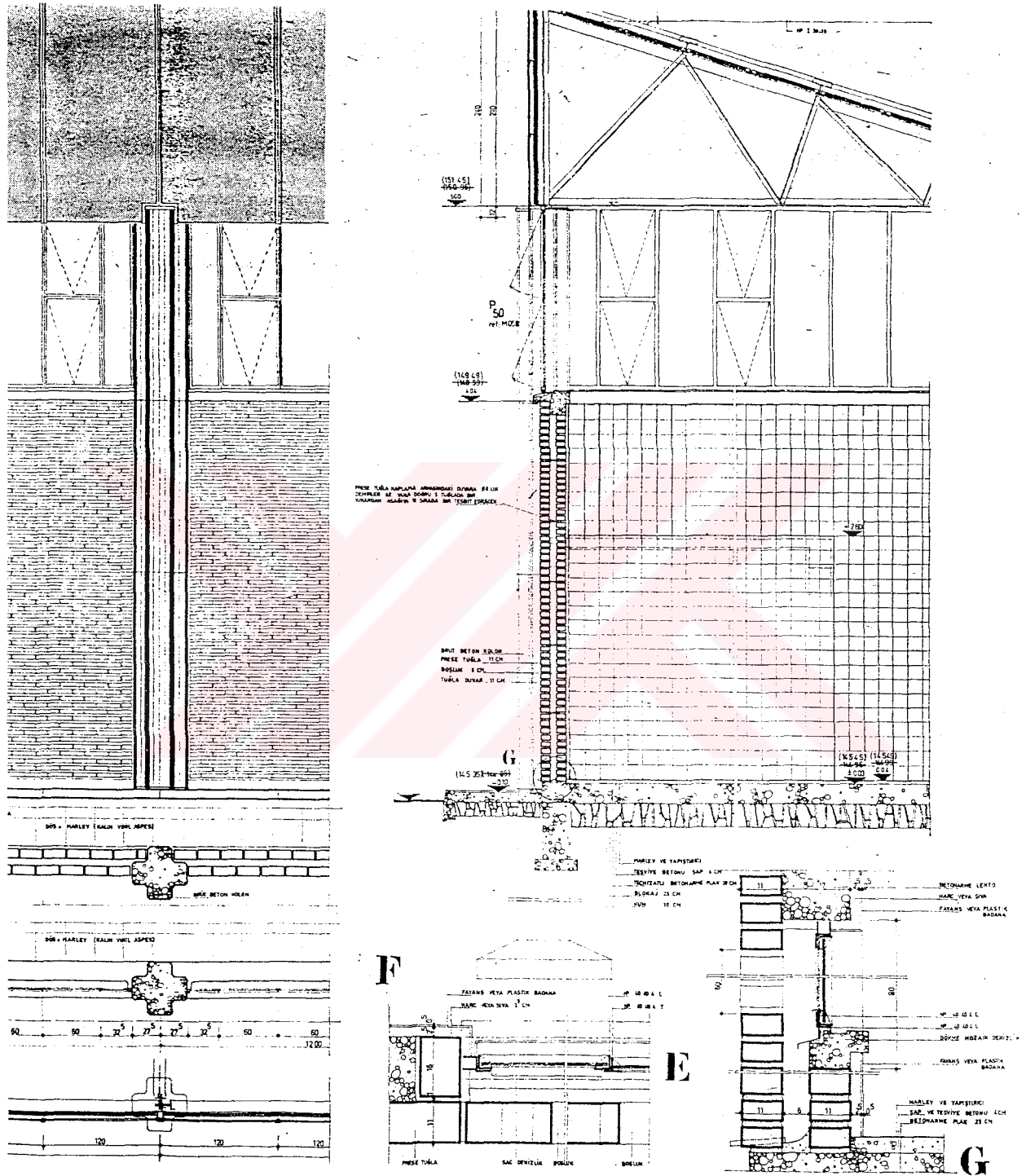
Şekil 1.13. Chrysler Kamyon montaj fabrikası. Tuzla. Genel Yerleşim Planı.



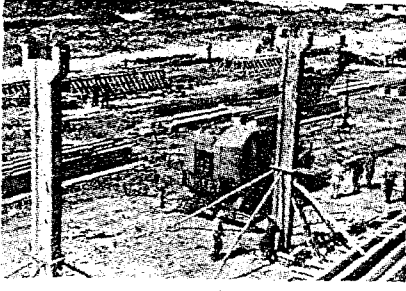
Northern Elektrik Genel Yerleşim Planı.



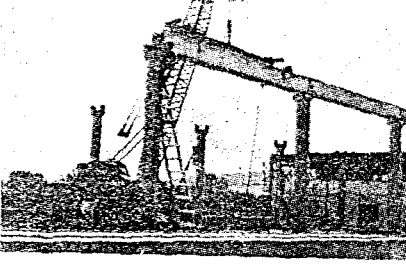
Şekil 1.14a. Northern Elektrik Genel Görünüşü.



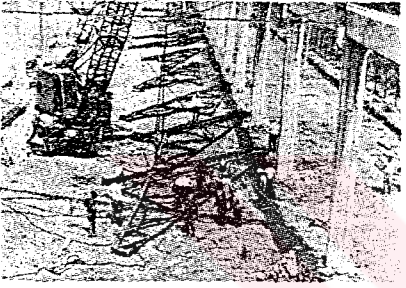
Oluklu Mukavva Fabrikası Prekast kolonların montajı.



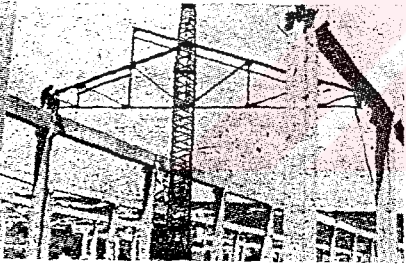
Prekast kirişlerin montajı.



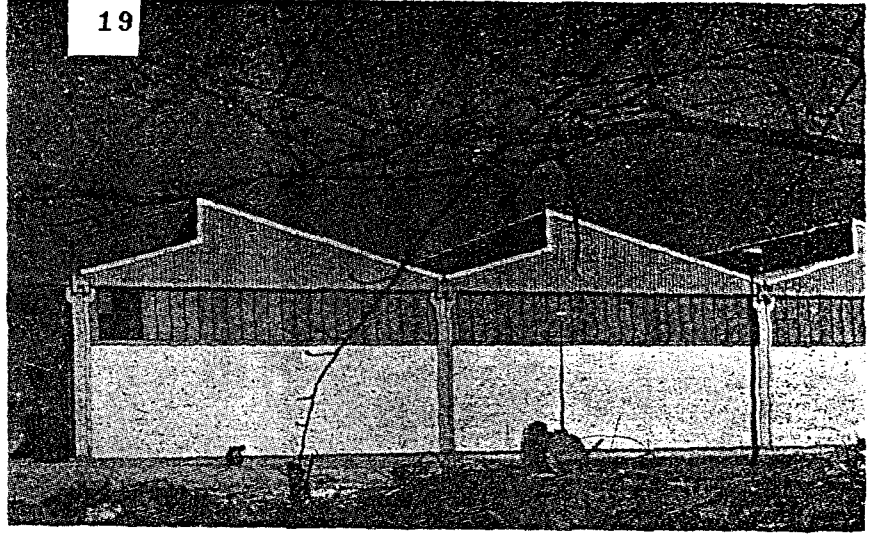
Çelik Kafes kirişlerin hazırlanması.



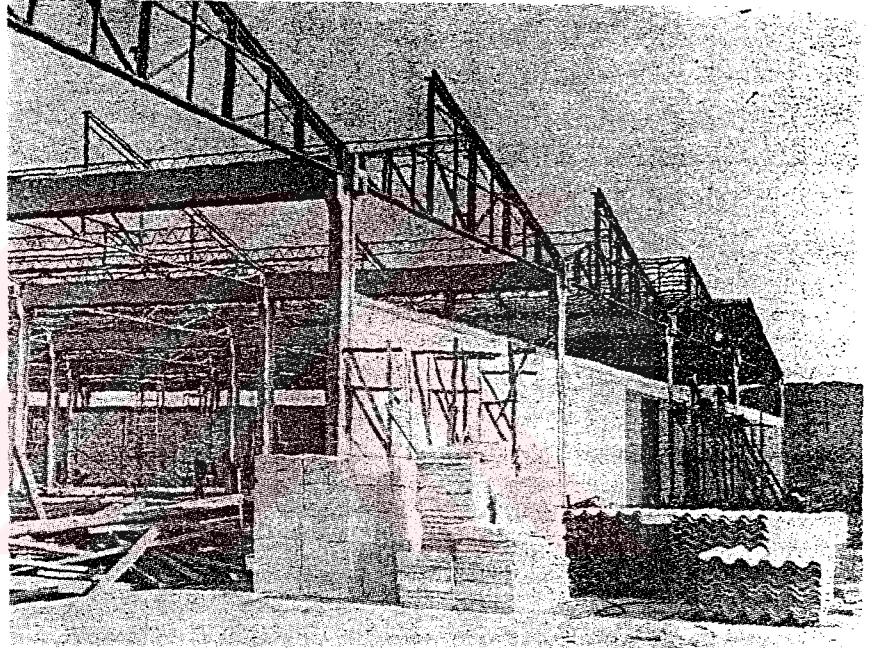
Çelik Kafes kirişlerin montajı.



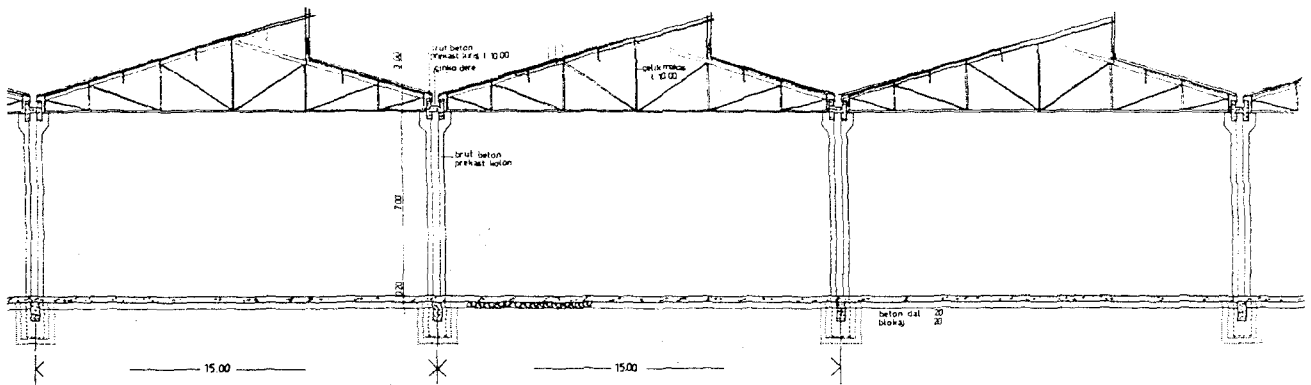
19



Genel Görünüş

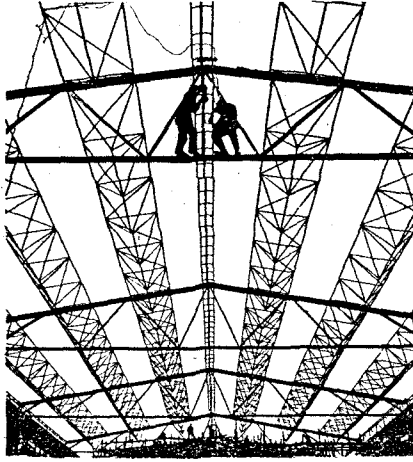


İnşaattan Genel Görünüş

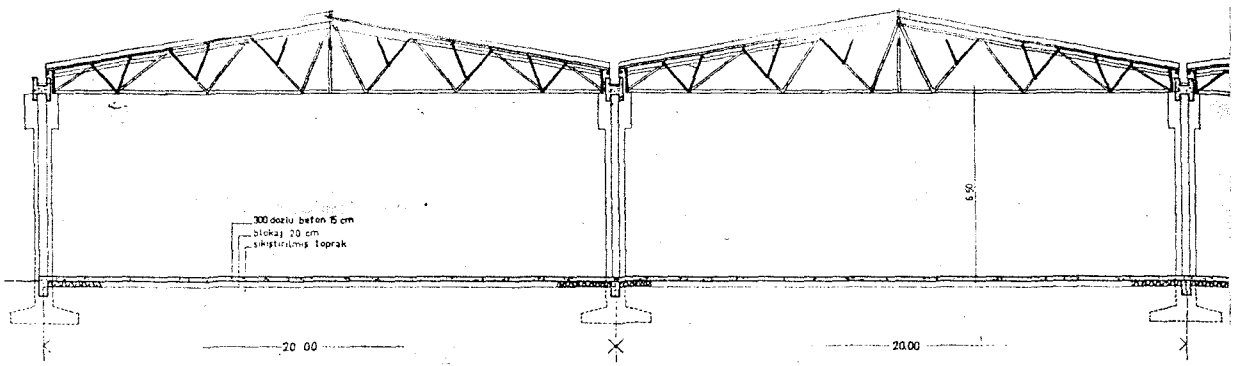


Sistem Kesiti

Sekil 1.15. Oluklu Mukavva fabrikası

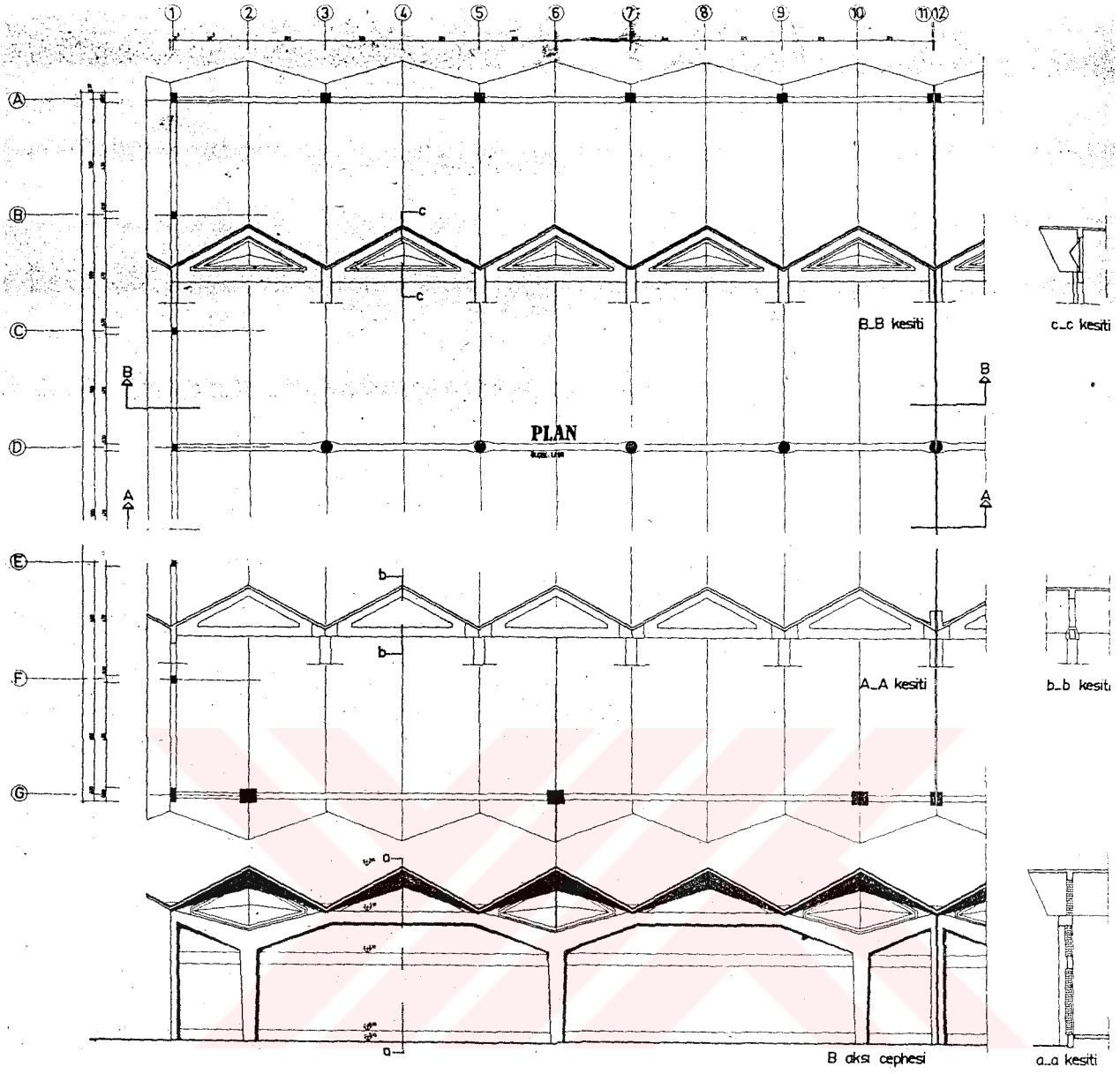


Uzay Kiriş Uygulamasından Görünüş.

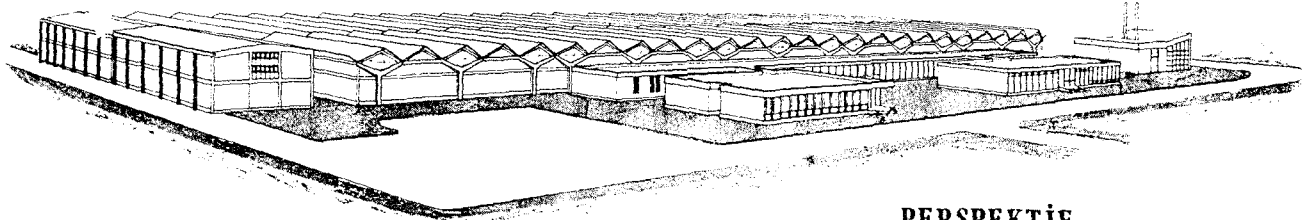


Sistem Detayı.

Şekil 1.16. Atlas Copco Kopresör Fabrikası.

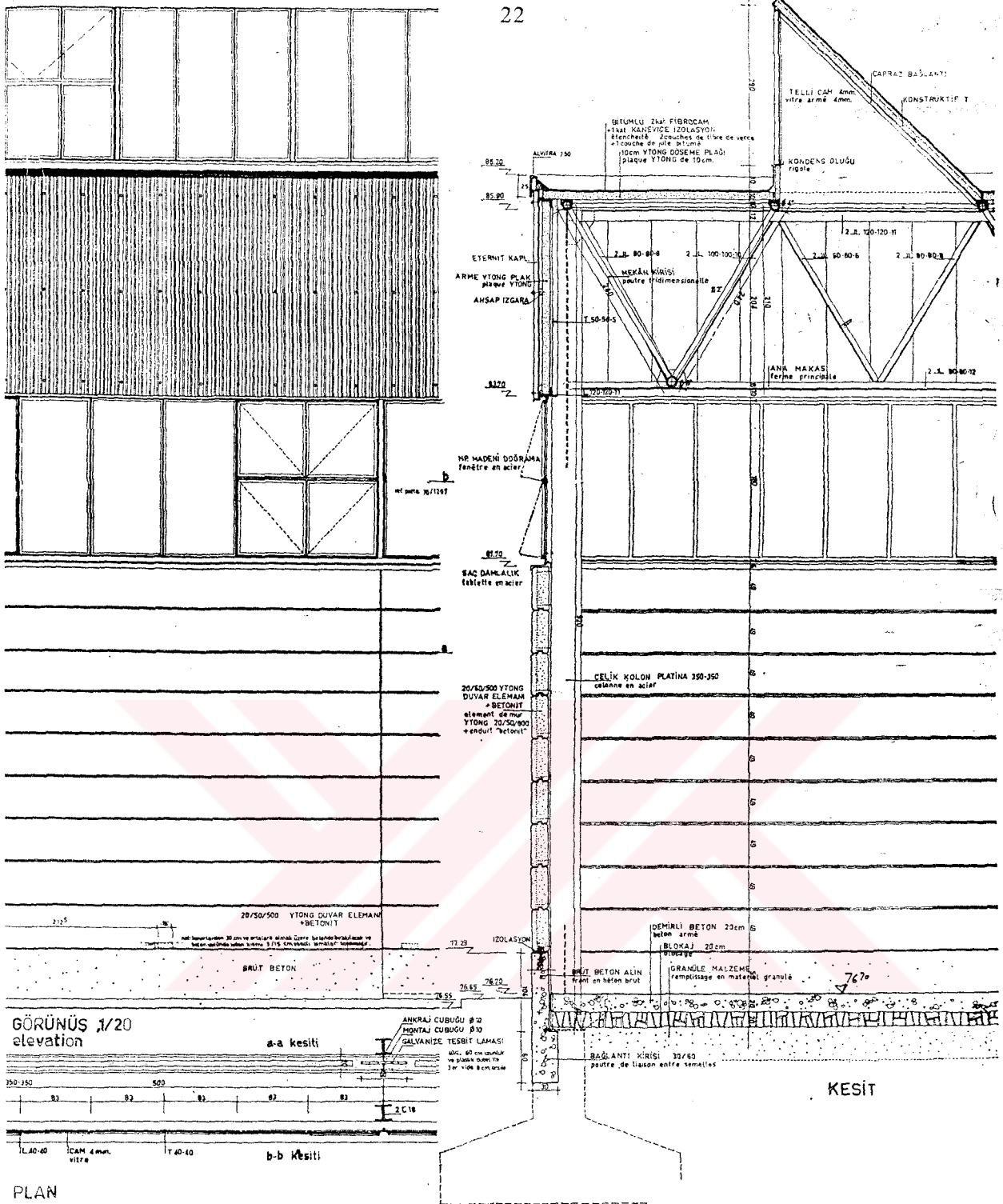


Sistem Detayı



PERSPEKTİF

Şekil 1.17. Bisas Bursa İplik Sanayi A.Ş.



Şekil 1.18. Oyak-Renault Fabrikası. Bursa. Sistem Detayı ve Strüktür Sistem Maket Fotoğrafı.

1.2.3. Türkiye’de Endüstri Yapılarında Uygulanan Taşıyıcı Sistemler

Tek katlı endüstri yapılarında uygulanan taşıyıcı sistemler kullanılan malzemelere ve yapım tekniklerine göre çeşitlilik gösterirler. Burada dünyada uygulanan, ancak Türkiye’de henüz uygulama olanağı bulamayan taşıyıcı sistemlerinde tanıtımı yapılacaktır. Çünkü Türkiye’de çoğu teknolojiye olduğu gibi, endüstri yapılarında da taşıyıcı sistemlerin uygulanabilirlik etütleri çoğu kez maliyet faktörü ile sınırlı kalmaktadır. Oysa;

- a. Deprem, kar yağışı ve rüzgar gibi yöresel çevre faktörleri
- b. Gerekli açıklık, kimyasal gazların strüktüre yapacağı korozyon etkisi, hareketli vinç kullanımı, aydınlatma vb. doğal faktörler
- c. Kolon-temel, kolon-kiriş bağlantı noktaları, rijitlik, esneklik vb. statik faktörler
- d. Önüretimli taşıyıcı sistem elemanlarının üretim, nakliye, depolama, montaj vb. yapım teknolojisi faktörü
- e. Yangın riskine göre güvenlik faktörü

gibi faktörler de gözardı edilmemeli, bu beş faktörün, en önemlilerden biri olan maliyet faktörü ile ilişkisi tam olarak kurulmalıdır. Türkiye’de endüstri yapılarında taşıyıcı sistem seçimi yapılırken, yukarıda saydığımız faktörlerin düşünülmesi gerektiğini vurgulayarak, bu faktörlerin imkan tanıdığı taşıyıcı sistemlerin Türkiye’de de uygulanabileceğini düşünerek bu sistemleri tanıtmanın doğru olacağına inanıyorum.

Taşıyıcı sistemleri, malzeme (betonarme, çelik, karma) ve yapım teknolojisi (yerinde yapım, prefabrik) çeşitliliği düşünülerek yapım sistemlerine göre sınıflandırabiliriz. Türkiye’de uygulama olanağı bulan ve teknolojik gelişme ile uygulama olanağı bulabilecek taşıyıcı sistemler üzerinde daha da çok durulacaktır.

Yapım sistemine göre taşıyıcı sistemler:

1. İskelet Taşıyıcı Sistemler.

Kolon, kiriş ve döşeme ile yapı yüklerini zemine ileten sistemlerdir. Taşıma özelliğine göre sistemde kolon- perdeye, kolon+kiriş-çerçeveye dönüşebilir, döşeme her zaman olmayabilir. Sistem tamamen betonarme ve tamamen çelik malzemeden yapılabildiği gibi, kolonlar betonarmeden, kirişler çelik malzemeden ve döşemelerde betonarme ya da çelik malzemeden; yerinde yapım ve prefabrike (önyapım) yapım teknolojisi ile yapılabilir. Bu sistemde duvarlar bölme elemanı olarak kullanılır.

Türkiye’de endüstri yapılarında önüretimli betonarme, çelik ve karma malzemeden yapılan elemanlarla kurulan iskelet sistemler geniş uygulama olanağı bulmuştur. Bunların kuruluş şemaları ve geçebilecekleri açıklıklar Şekil 1.19.’da gösterilmiştir. (AYAYDIN, 1989)

Sistemin önyapımlı olarak sonradan birleştirilmesinin sakıncaları vardır. Yüklerin aktarılması bakımından yerinde yapılan sistemde elemanlar monolitik olarak bağlandığından deprem yükleri gibi yatay yükler karşısındaki stabilite sorunları çözülebilmektedir. Ancak önyapımlı elemanlarla oluşturulan sistemde her iki doğrultudaki yük analizlerinin iyi yapılması ve bağlantı noktalarının iyi detaylandırılması önem taşımaktadır. Burada genellikle şu önlemler alınmaktadır:

- Cephede ana taşıyıcılara dik doğrultuda kolonları üstte bağlayacak bağ kirişleri, cephe kirişleri ya da çatı kirişleri oluşturulmalıdır.
- Çatı düzlemi içinde ise sistemi rijitleştirmek için çatı aşıkları dizisi yapılmalı hatta bunlar ana kirişlere kaynaklanmalıdır.

Deprem bölgelerinde taşıyıcı sistem için elastik özelliği fazla, sünek, aşırı kırılğan olmayan, çekmeye karşı özellikli malzemeler kullanımına gidilmelidir. bunun için çeliğin çekme gücünden yararlanmalıdır. Karbon miktarı az St1 çeliği kullanılmalıdır.

İskelet taşıyıcı sistemler üç değişik biçimde şekillenebilir:

1.a.Dolu gövdeli İskelet Taşıyıcı Sistemler

1.b.Kafes Kirşli İskelet Taşıyıcı Sistemler

1.c.Kemer Kirişli İskelet Taşıyıcı Sistemler

1.a.Dolu Gövdeli İskelet Taşıyıcı Sistemler:

Çelik ve betonarme malzemeden yapılabilirler. Çeliğin işçiliği, bakımı ve maliyeti betonarmeye oranla daha fazladır. Yangına karşı çelik malzeme dayanıksızdır. Betonarmenin boşluklu olarak yapılmasının zorluğu dolu gövdeli kirişlerde betonarmenin kullanımını arttırmıştır. Dolu gövdeli sistemin tipeştirilmiş örnekleri Şekil 1.20.'de gösterilmiştir. (AYAYDIN, 1989)

1.b.Kafes Kirişli İskelet Taşıyıcı Sistemler:

Türkiye'de çelik malzemeden üretilen kafes kirişli iskelet taşıyıcı sistemler sık kullanılmaktadır. Çelik profillerle oluşturulan çatı makasları belirli tiplerde oluşturulmaktadır. Bunun yanı sıra kafes kirişler betonarmeden de yapılmaktadır. Ancak betonarme kafes kirişler Türkiye'de pek uygulama olanağı bulamamıştır.

Kirişlerin boşluklu olmalarını hafiflik, boşluklardan tesisat geçirilmesi gibi kolaylıklar sağlar.

Kirişler paralel başlıklı olarak yapılabilirdiği gibi, çatı eğimi verilmek istendiğinde, eğimli olarak da yapılabilir. Kafes kiriş örnekleri Şekil 1.21.'de gösterilmiştir.

1.c.Kemer Kirişli İskelet Taşıyıcı Sistemler:

Kemer kirişin imalatı, nakliyesi, montajı zor ve pahalı olduğundan 30-50 m açıklıklar için düşünüldüğünde ekonomik olabilir. Bu kirişler mekan yüksekliğini arttırmamak, imalat, nakliye ve montaj kolaylığı için basık kemer biçiminde üretilirler. Kemerin üzeni noktaları bir gergi elemanı ile birbirine bağlanır. Kemer kirişli iskelet sistem örnekleri Şekil 1.22.'de verilmiştir.

2.Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler:

Yüzeysel taşıyıcı sistemler 15.00 m açıklıktan sonra ekonomik olmaya başlar. Açıklık 100.00 m'ye kadar çıkabilir. Yüzeysel taşıyıcılar, kuvvetler yüzey doğrultusuna paralel

geldiği zaman olumlu sonuç verirler. Bu nedenle çeşitli biçimde yapılmaktadırlar. Şekil 1.23. Bunlar:

2.a.Düz Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler

2.b.Katlanmış plaklar

2.c.Kabuklar (Eğrisel yüzeyli taşıyıcılar)

2.a.Düz Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler:

Düz yüzeysel taşıyıcı sistemler, dolu kesitli düz plaklar, kaset plaklar ve nervürlü U, TT, T kesitli olarak yapılabilirler.

Deprem bölgelerinde plaklar kesinlikle bağlama kirişine oturtulmalıdır. Düzlem plaklar ile çatı eğimli, rijit bağlantılı çerçeve sistemler de yapılabilir. Şekil 1.24.

2.b.Katlanmış Plaklar:

Açıklık arttıkça ekonomik olmaktan çıkan düzlem plaklar katlanarak, katlanmış plakları oluşturur. Katlanmış plaklar önüretimli olarak üretilebildiği gibi yerinde de üretilebilirler. Katlanmış plak örnekleri Şekil 1.25.'te görülmektedir.

2.c.Kabuklar:

Kesitlerinin az olması nedeniyle malzeme tasarrufu, hafiflik ve ekonomi sağlarlar. Kabukların sonsuz biçimsel mekan özelliği vardır. Kabuk sistemler Türkiye'de küçük ölçeklerde de olsa uygulanmıştır.

Kabuklar tek ve çift eğrilikli olarak yapılabilirler. Bunların çeşitli örnekleri Şekil 1.26.'da görülmektedir.

3.Uzay Kafes Taşıyıcı Sistemler:

Genellikle çelik malzemelerden üretilen bu sistem, basit çekmeye çalışan doğrusal çubuklarla, çok yönlü bir mekan organizasyonu sağlar. Uzay kafes taşıyıcı sistemler, çok geniş açıklıkları geçebilirler. Aynı açıklığı geçen diğer sistemlere oranla malzeme

tasarrufu, imalat ve montaj süresinin kısalığı, tesisat bağlantılarının kolaylığı gibi avantajları vardır. Düğüm noktaları prefabrik veya kaynaklı olarak üretilebilirler. Düğüm noktalarının çeşitliliği sayesinde pekçok değişik sistemlerde üretilmektedir. Biçimsel bakımdan üç değişik gruba ayrılır:

3.a.Düz Yüzeysel Uzay Kafes Taşıyıcı Sistemler:

Bu sistemlerin geometrik biçimlenişleri Şekil 1.27.'de verimiştir.

3.b.Tonozsal Uzay Kafes Taşıyıcı Sistemler:

Oluşum ilkeleri ve geometrik biçimleri Şekil 1.28.'de verilmiştir.

3.c.Kubbesel Uzay Kafes Taşıyıcı Sistemler:

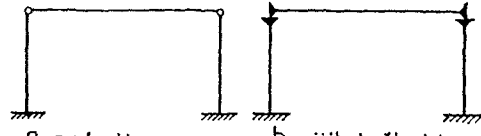
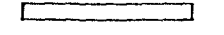
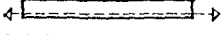
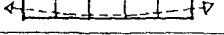
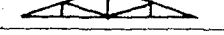
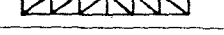
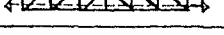
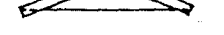
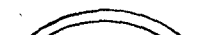
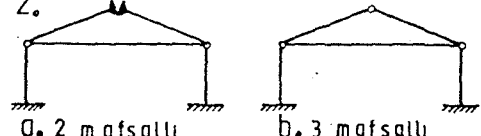
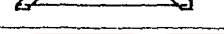
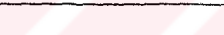
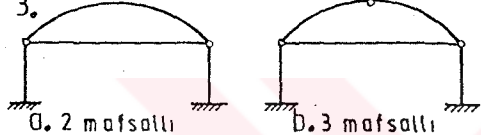
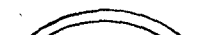
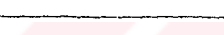
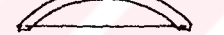
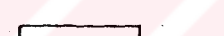
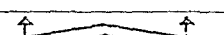
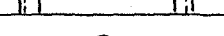
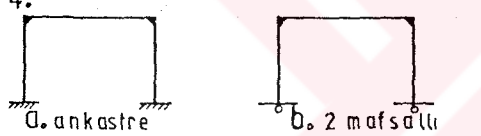
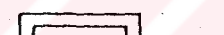
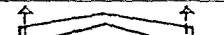
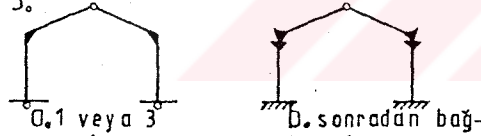
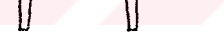
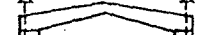
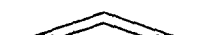
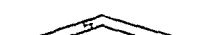
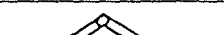
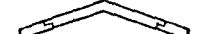
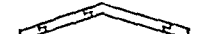
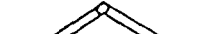
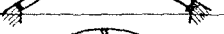
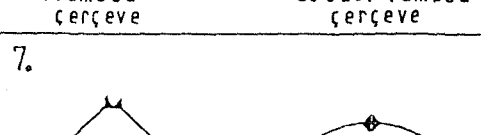
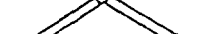
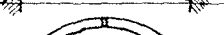
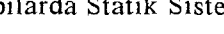
Türkiye dışında endüstri yapılarında büyük uygulama olanakları bulmuşlardır. Geometrik biçimlenişleri Şekil 1.29.'da verilmiştir.

4.Asma-Germe Taşıyıcı Sistemler:

Asma-germe taşıyıcı sistemler yapım tekniği bakımından Türkiye'de endüstri yapılarında uygulama olanağı bulamamıştır. Çok kısa sürede kurulabilen asma-germe taşıyıcı sistemler 40-300 m arasında ekonomik olmaktadır.

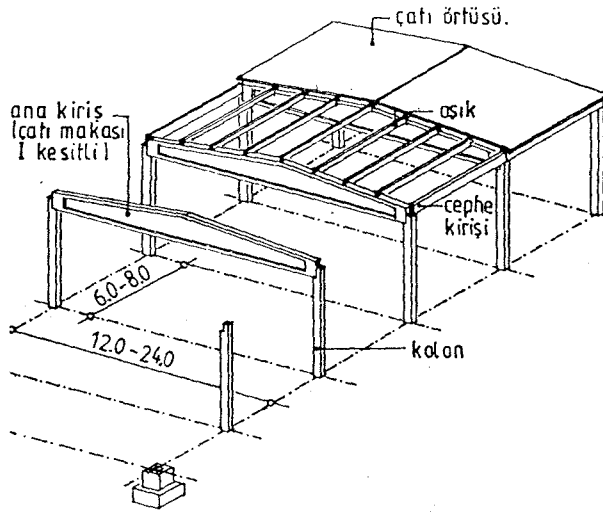
Asma-germe taşıyıcı sistemler genel ilke ve biçimlenişleri bakımından kablolu sistemler ve çadır sistemler olarak gruplanırlar. Bu sistemlerin biçimleniş örnekleri Şekil 1.30.'da verilmiştir.

Önyapım iskelet elemanlı yapılarda statik sistemler - açıklıklar

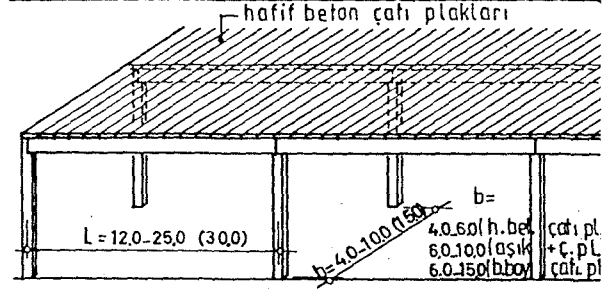
Statik sistem	açıklık geçen ana taşıyıcı eleman	açıklıklar (metre)									
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1.											
2.											
3.											
4.											
5.											
6.											
7.											

Şekil 1.19. Önyapım İskelet Elemanlı Yapılarda Statik Sistemler-Açıklıklar.

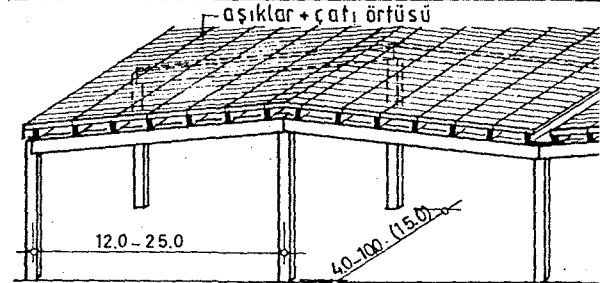
Eğimli başlıklı -dolu gövdeli, kirişler + aşıklar + çatı örtüsü ile teşkil edilen bir yapı sistemi. (Hochtief firması)



Dolu gövdeli kirişli sistemler. 1.

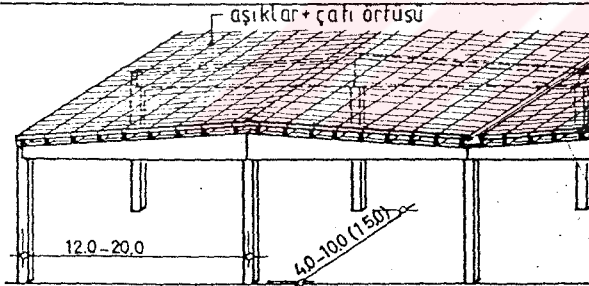


a. Paralel başlıklı kirişlerin doğrudan kolonlara oturtulması.

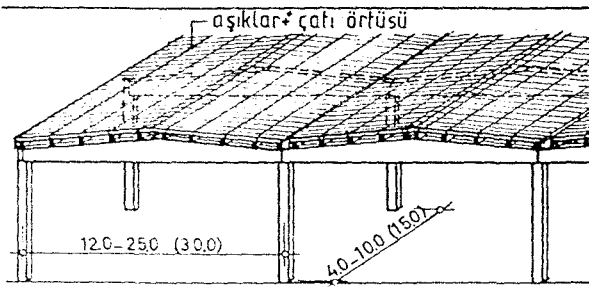


b. Paralel başlıklı kirişlerin kolonlara eğimli olarak oturtulması.

Dolu gövdeli kirişli sistemler. 2.

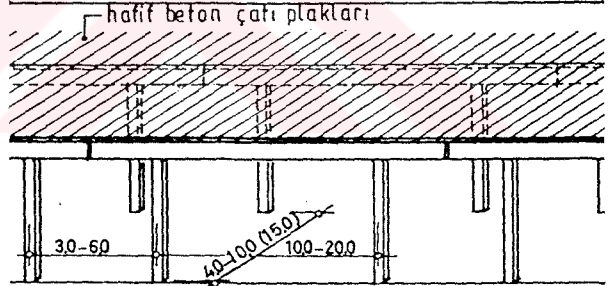


a. Kirişin üst başlığının tek eğimli yapılması.

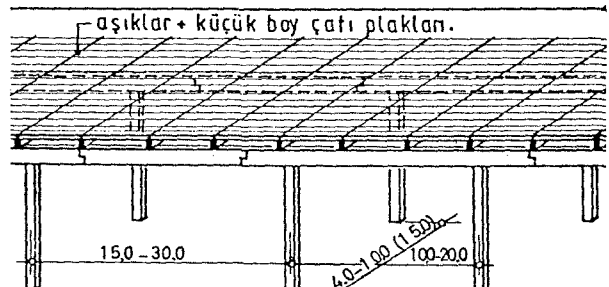


b. Kirişlerin üst başlığının çift eğimli yapılması.

Dolu gövdeli kirişli sistemler. 3.

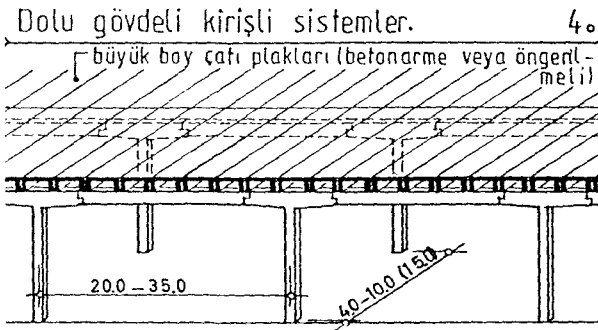


a. Çıkmalı kirişlerin yan yana getirilmesi.

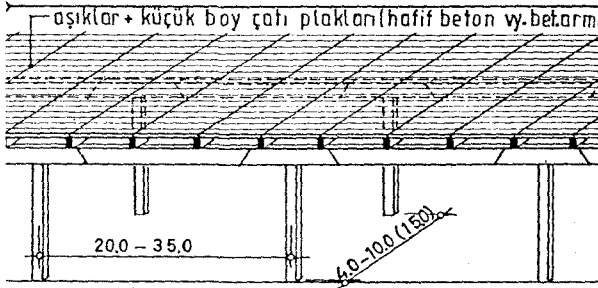


b. Çıkmalı kiriş aralarına düz kiriş oturtulması.

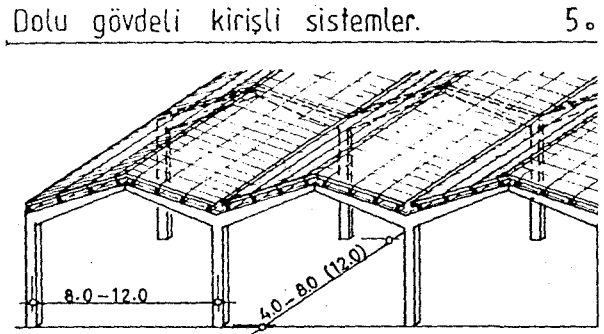
Şekil 1.20a. Dolu Gövdeli Kirişli Sistemler.



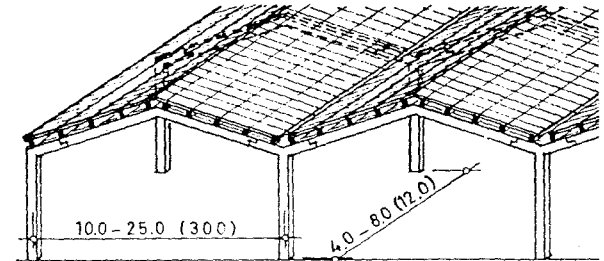
a. Kirişlerin T kolonlara oturtulması.



b. T kolonların 2 bölümden oluşturulması.

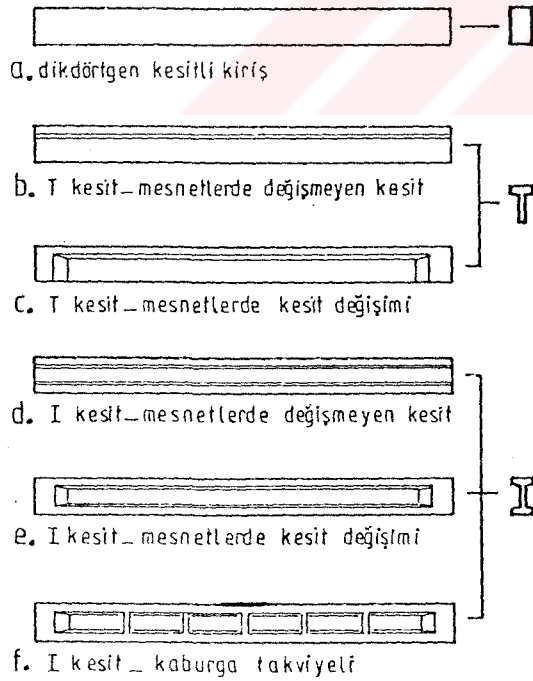


a. Y kolonlarla tek veya 3 mafsallı çerçevelerin teşkili.

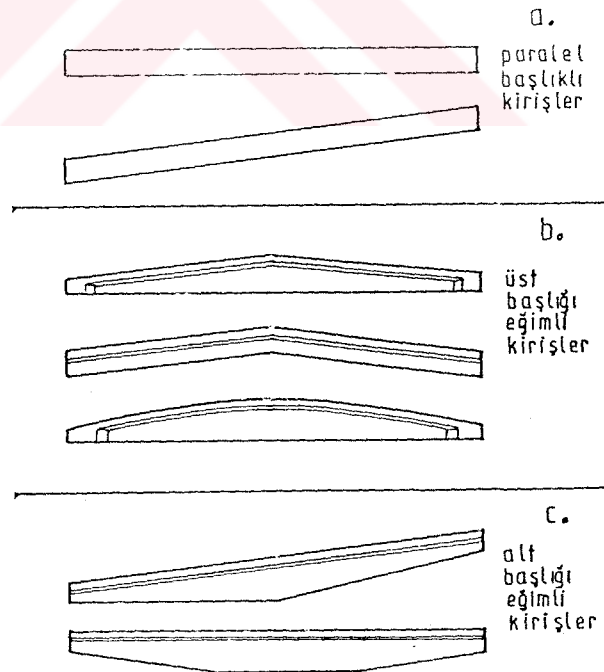


b. Momentin "0" olduğu noktalarda eklenen çerçeve bölümleri ile "Lamda" sistem teşkili.

Paralel başlıklı kiriş çeşitleri

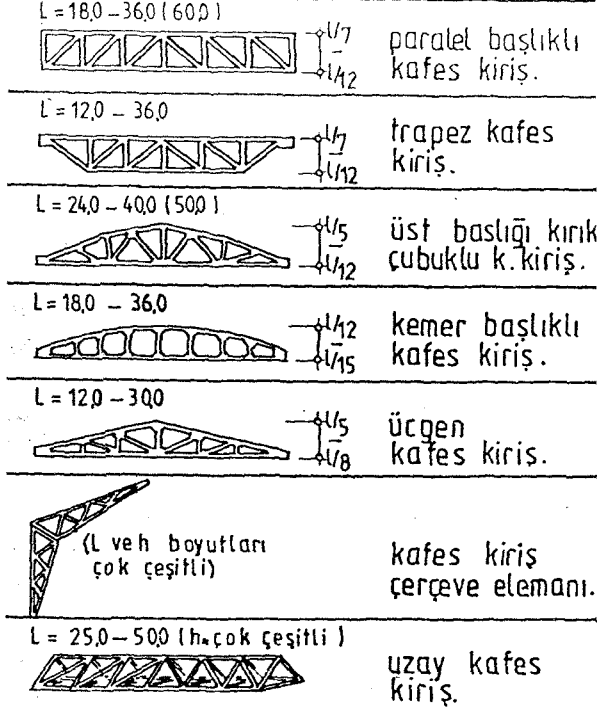


Dolu gövdeli taşıyıcı kiriş çeşitleri

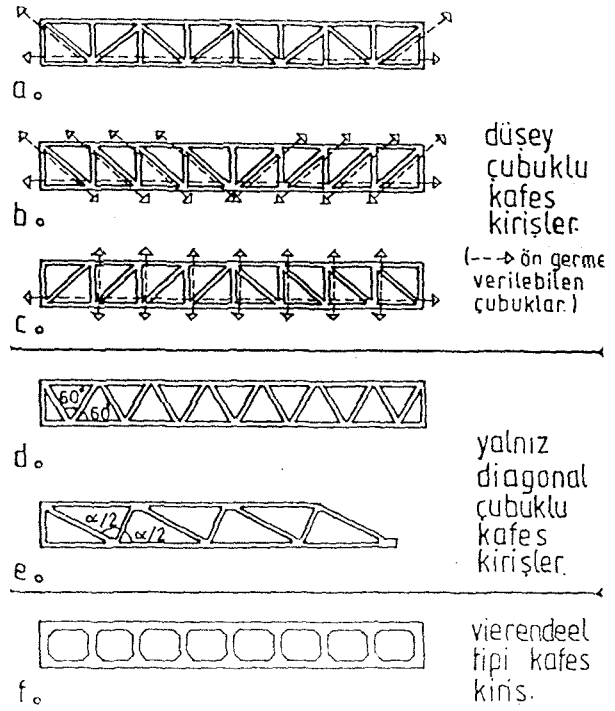


Şekil 1.20b. Dolu Gövdeli Kirişli Sistemler.

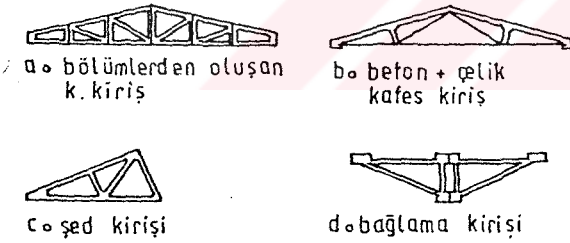
Betonarme kafes kiriş çeşitleri.



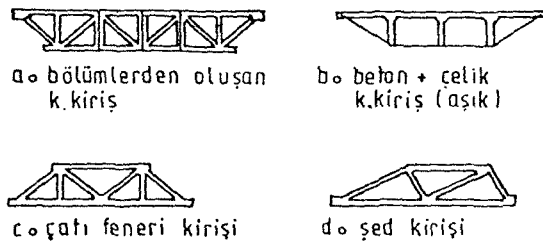
Paralel başlıklı kafes kiriş tipleri.



Kafes kirişler — bazı örnekler.

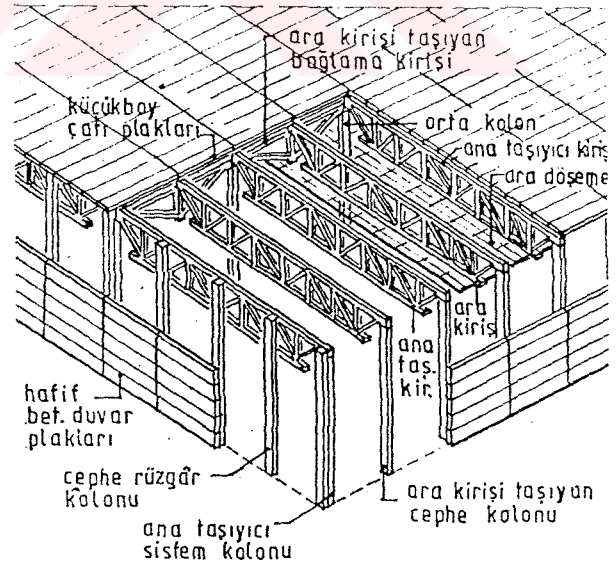


Üçgen kafes kirişlerden örnekler.



Trapez kafes kirişlerden örnekler.

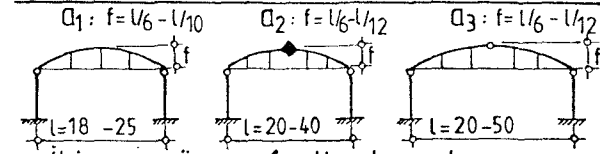
Kafes kirişli bir sistem kuruluşu.



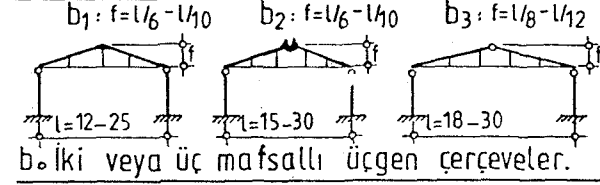
Tesisat katlı $12,0 \times 24,0$ modüllü, düz çatılı, kafes kirişli bir sistem.

Şekil 1.21. Kafes Kirişli Sistemler

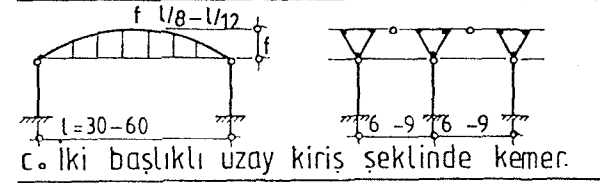
I Kolonlara mafsallı oturan kemer sistemler.



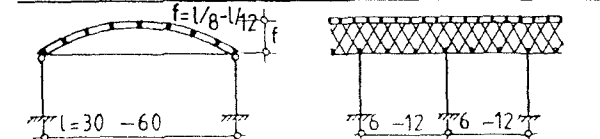
a. İki veya üç mafsallı kemerler.



b. İki veya üç mafsallı üçgen çerçeveler.

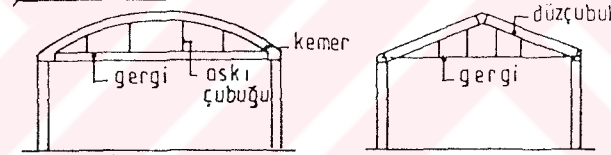


c. İki başlıklı uzay kiriş şeklinde kemer.

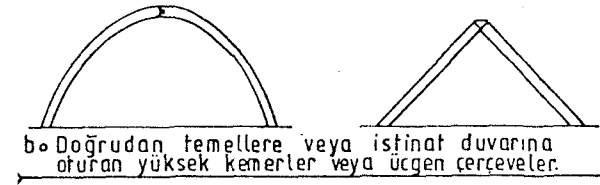


d. Kesişen kemerlerin oluşturduğu uzay sistem

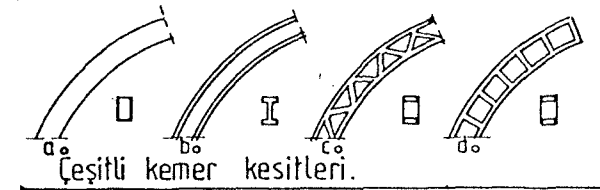
Kemer ve gergi çeşitleri.



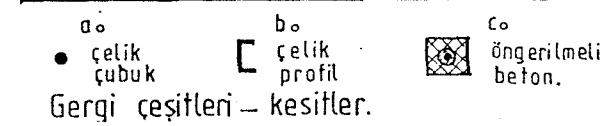
a. Kolonlara oturan basık kemer veya üçgen çerçeveler.



b. Doğrudan temellere veya istinat duvarına oturan yüksek kemerler veya üçgen çerçeveler.

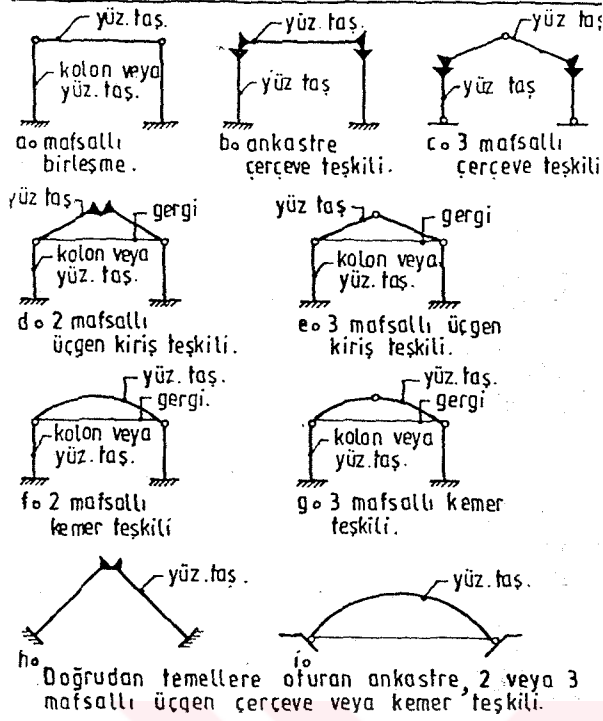


Çeşitli kemer kesitleri.



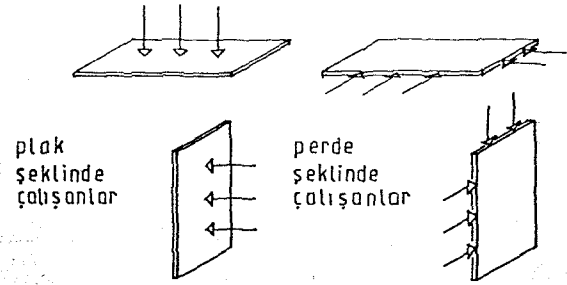
Şekil 1.22. Kemer Kirişli İskelet Taşıyıcı Sistemler.

Yüzeysel taşıyıcılar – Statik sistemler.

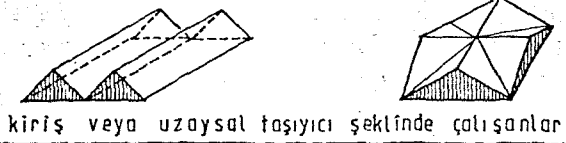


Yüzeysel taşıyıcılar

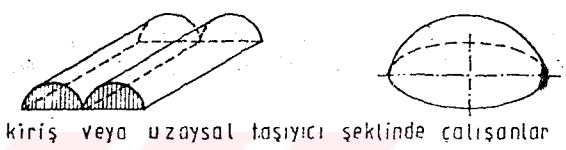
1. düzlemsel taşıyıcılar



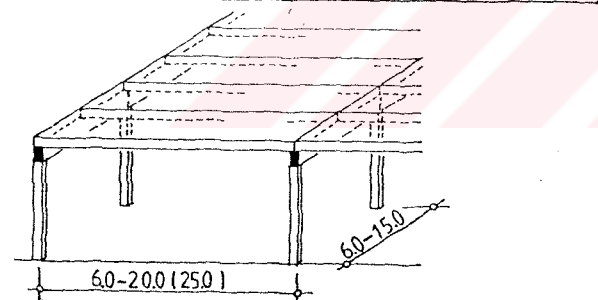
2. katlanmış plaklar



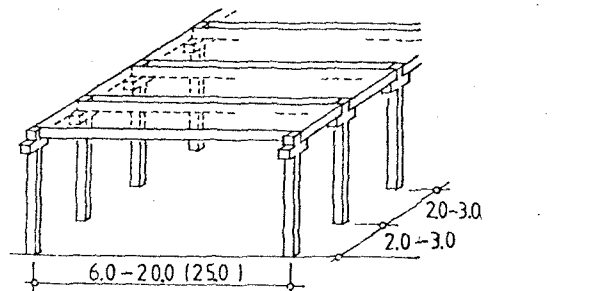
3. kabuklar



Yüzeysel plak taşıyıcılarla kurulan düz çatılı sistemler.

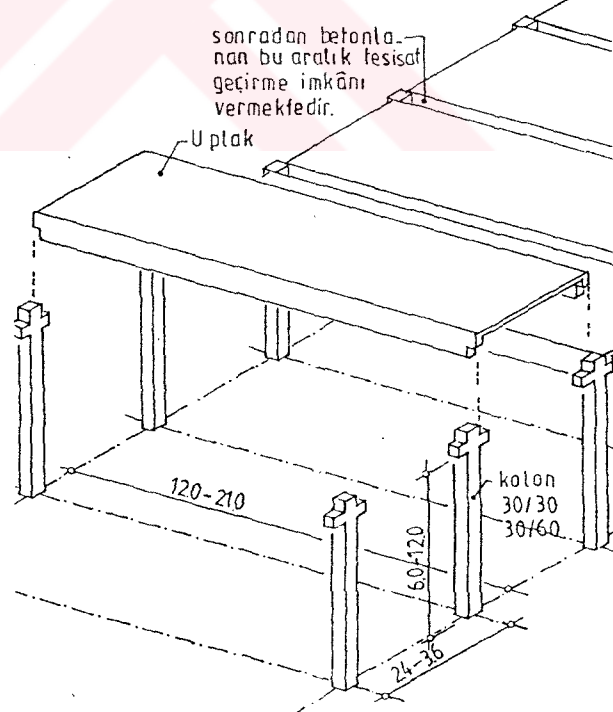


Kolon + kirişlere oturan yüzeysel taşıyıcılar



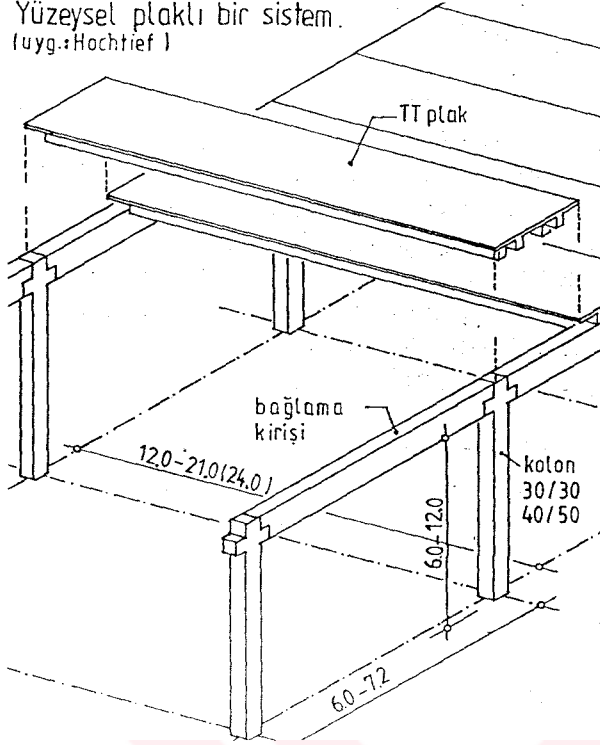
Doğrudan kolonlara oturan yüzeysel plak taş

Yüzeysel plaklı bir sistem (uyg.: Hochtief)

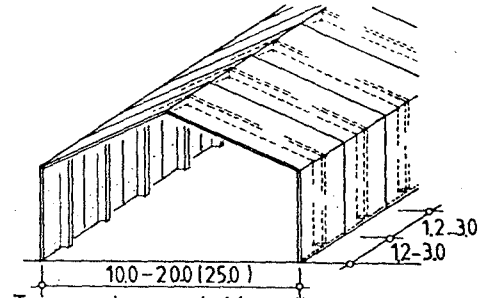


Şekil 1.23. Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler.

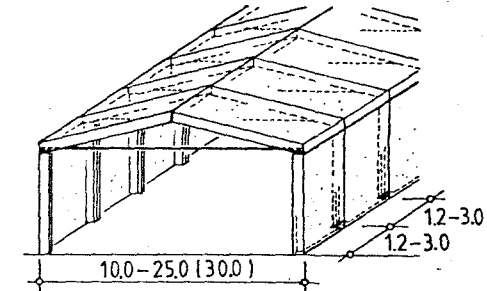
Yüzeysel plaklı bir sistem.
(uyg.: Hochtief)



Yüzeysel plak taşıyıcılarla kurulan eğimli çatılı sistemler. 1.

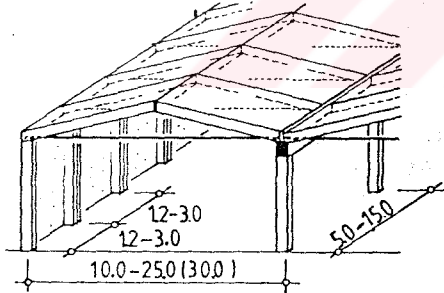


Taşıyıcı duvar plakları ile rijit bağlantılı çerçeve sistem.



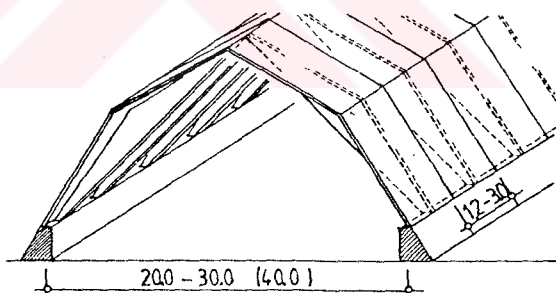
Taşıyıcı duvarlara mafsallı oturan gergili sistem.

Yüzeysel plak taşıyıcılarla kurulan eğimli çatılı sistemler 2.

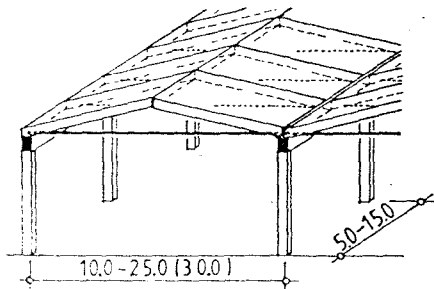


Taş. duvar ve kirişlere oturan gergili sistem.

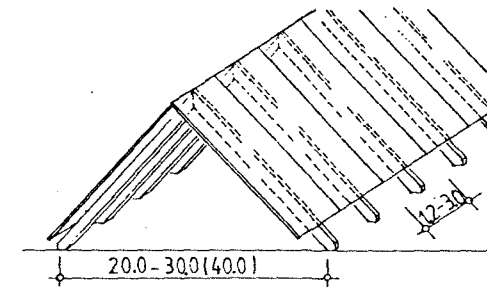
Yüzeysel plak taşıyıcılarla kurulan eğimli çatılı sistemler. 3.



İstinat duvarlarına oturan üçgen çerçeve sistem.



Kolon + kirişlere oturan gergili sistem.



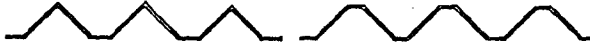
Doğrudan temellere oturan üçgen çerçeve sistem.

Şekil 1.24. Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler.

Katlanmış plaklarda çeşitli enkesitler.



"V" tipi, çift plaklı katlanmış plaklar.



"U" tipi, yatay plaklı katlanmış plaklar.



Ters "U" ve karma kesitli, tonoz biçimli katlanmış plaklar.

Şed çatı için geliştirilen bazı katlanmış plaklar.



"Z" tipi plaklar.



Kesik "U" tipi plaklar.

Katlanmış plak çeşitleri.

Uzun dikdörtgen planlı katlanmış plaklar.

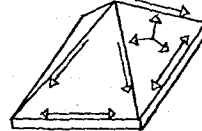


Pizmatik katlanmış plaklar.

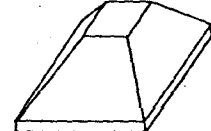


Çapraz katlanmış plaklar.

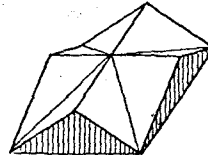
Kare-çokgen veya dairesel planlı katlanmış plaklar.



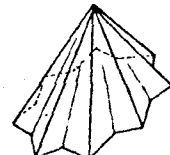
Piramidal.



Yarı prizmatik.



Kesismeli.



İşinsal katlanmış.

Katlanmış plaklarda mesnet teşkili 1

Üst tempanlı katl. plaklar



a. özel kiriş teşkili



b. kiriş + ek eleman

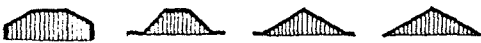


c. kolon + gergi kirişi



d. çatallı başlı kolon

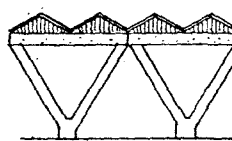
alt tempanlı katl. plaklar



a. kiriş + kolonlar



c. doğrudan kolonlara oturtma



b. kiriş + özel kolonlar

Katlanmış plaklarda mesnet teşkili 2

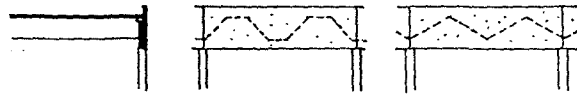
tempansız katl. plaklar



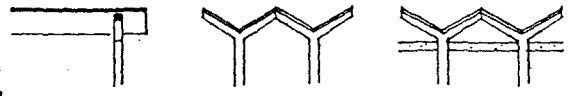
a. kiriş + ek eleman veya kiriş + pekiştirilmiş plak



b. özel biçimlendirilmiş kiriş ile mesnet teşkili



c. yüksek mesnet kirişi ile yapılan çözüm



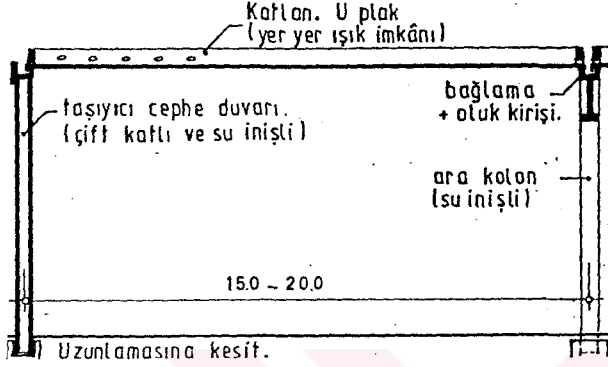
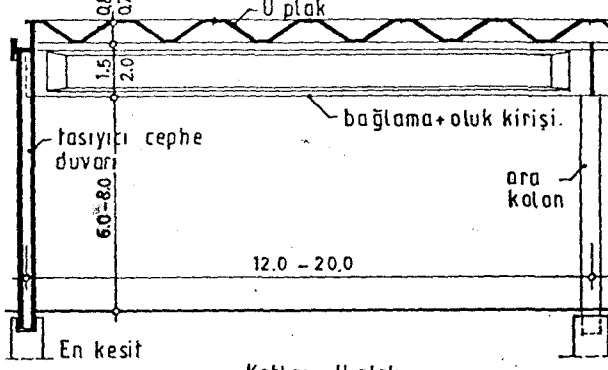
d. Y kolon veya Y kolon + gergi kirişi



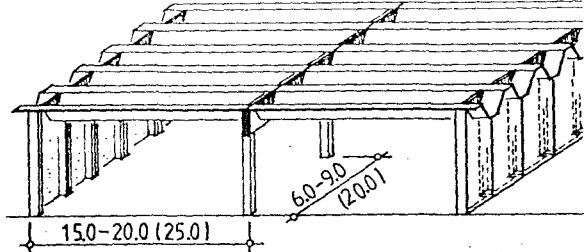
e. T kolon veya T kolon + gergi kirişi

Şekil 1.25a. Katlanmış Plaklar.

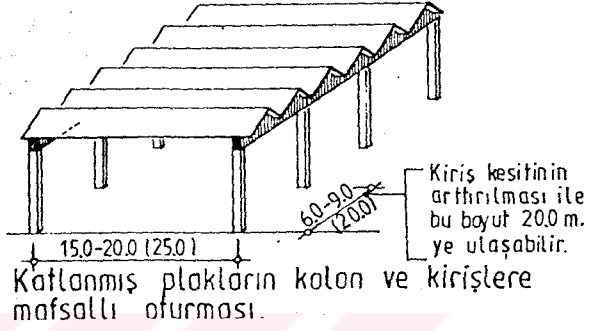
Katlanmış plaklı bir sistemden birbirine dik 2 kesit



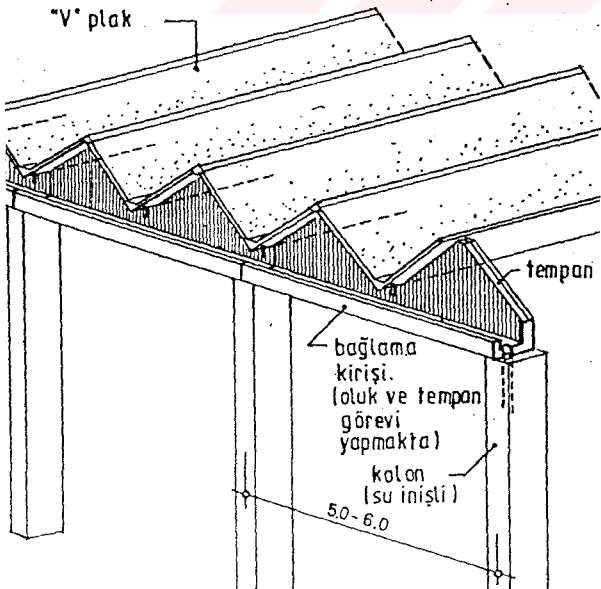
Katlanmış plaklarla kurulabilen çeşitli sistemler.



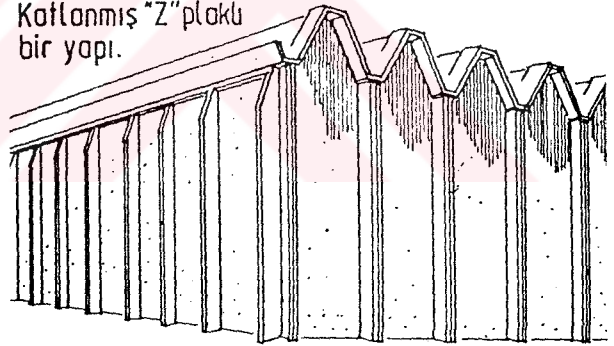
Birkaç açıklıklı yapıda katlanmış plakların taşıyıcı duvar ve iskelet elemanlarına mafsalı oturması.



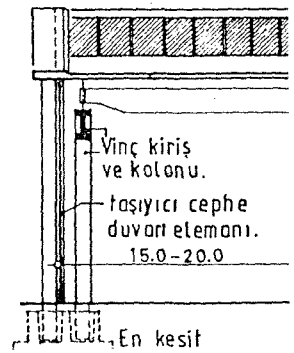
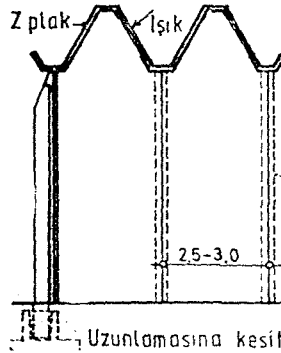
Katlanmış "V" plaklı bir sistem.



Katlanmış "Z" plaklı bir yapı.

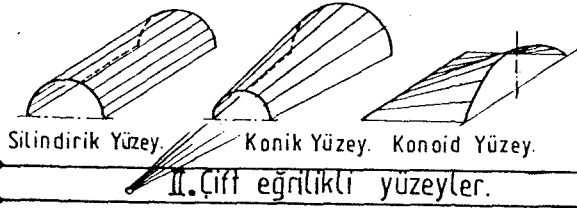


Görünüş.

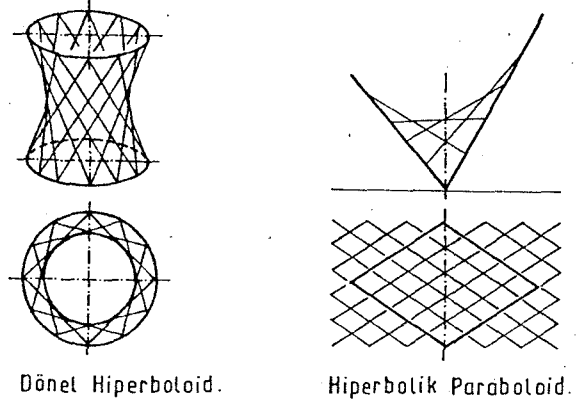


Şekil 1.25b. Katlanmış Plaklar.

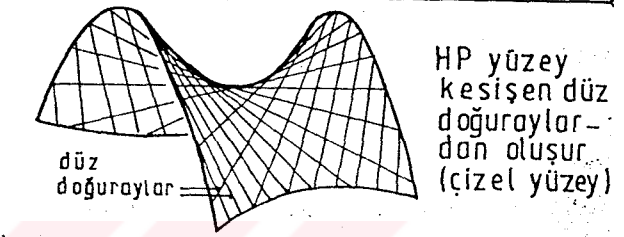
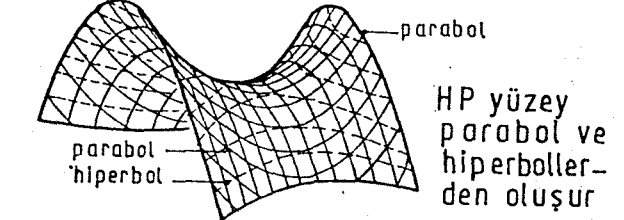
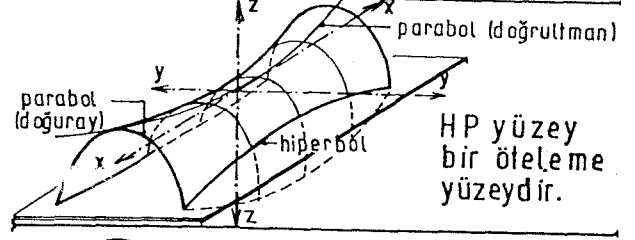
Doğruların hareketi ile oluşan yüzeyler.
I. Tek eğrilikli yüzeyler.



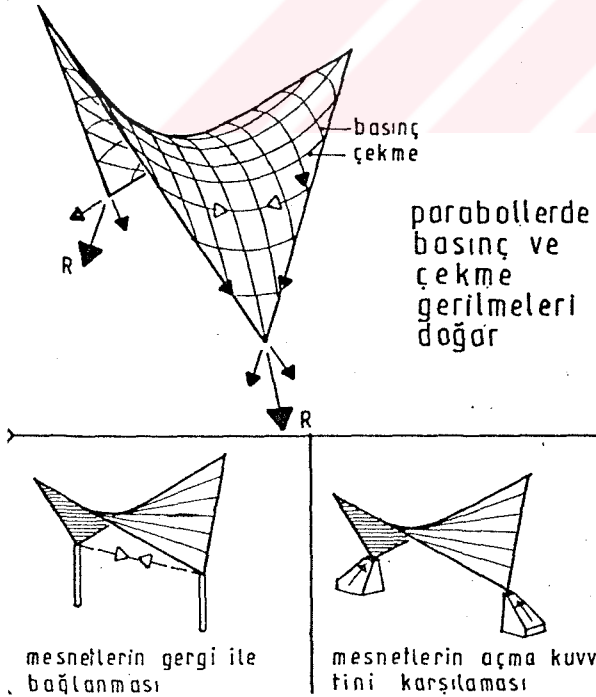
II. Çift eğrilikli yüzeyler.



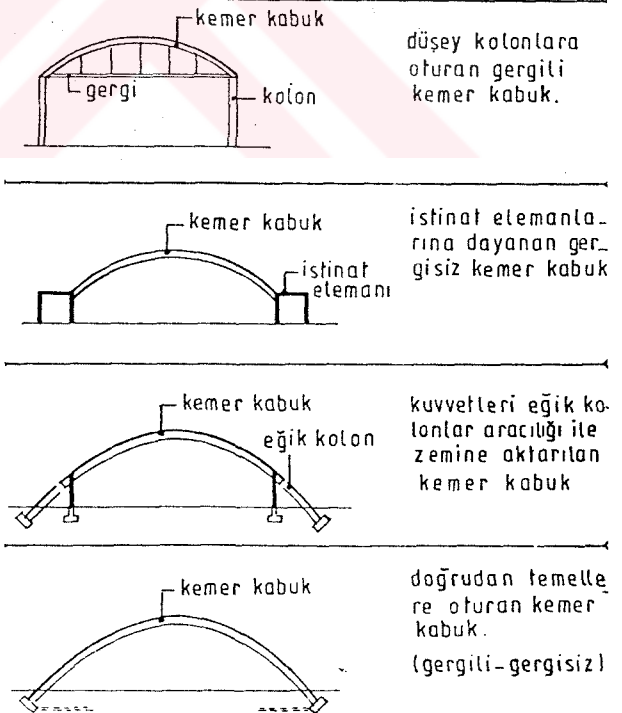
HP yüzeyin oluşum şekilleri



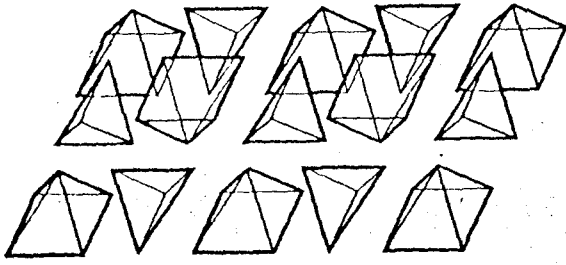
Düz kenarlı HP kabukta kuvvet dağılımı ve mesnetlendirme



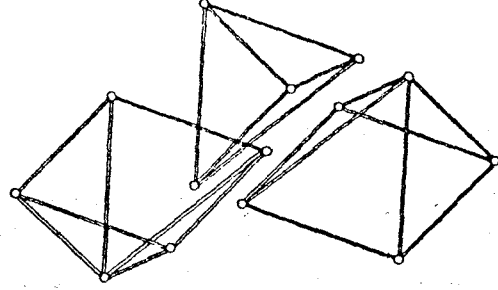
Kemer kabuklarda mesnet çeşitleri.



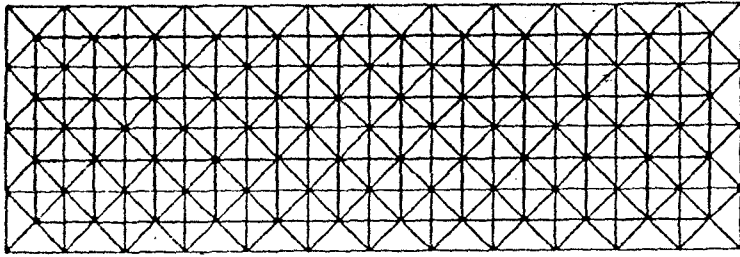
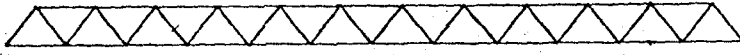
Şekil 1.26. Kabuklar.



SİSTEMİN TEMEL BİRİMLERİ

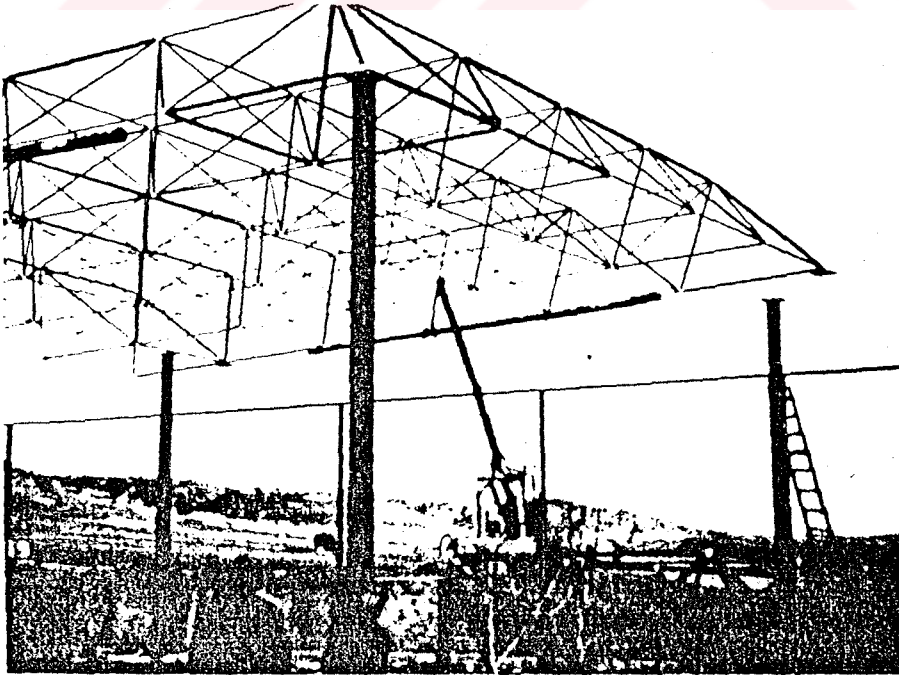
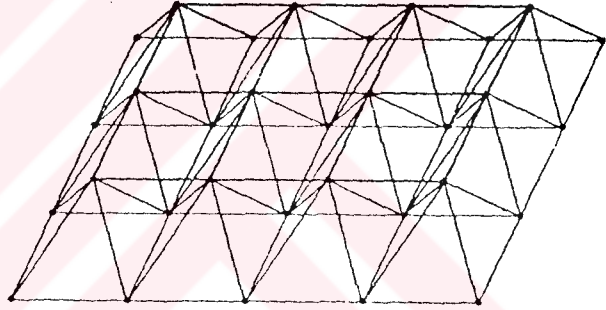
BİRİMLERİN
KOMBİNASYONU

KESİT

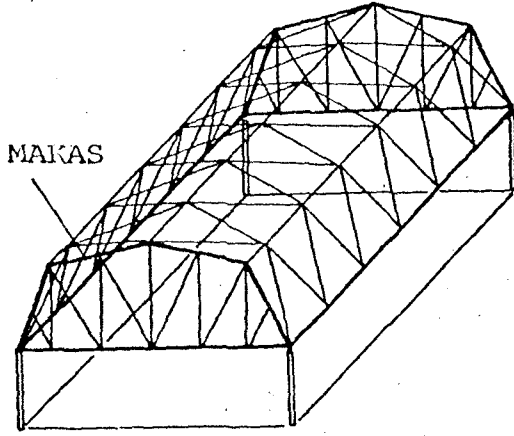


PLAN

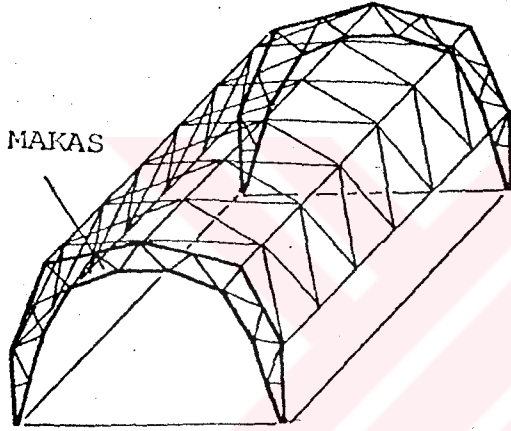
PERSPEKTİF



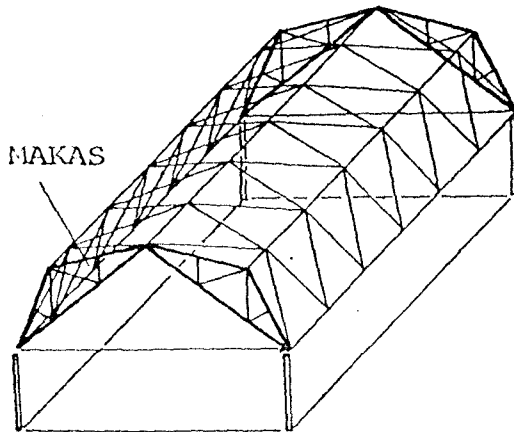
Şekil 1.27. Düz Yüzeysel Uzay Kafes Sistem Örneği.



DESTEKLENEN ÇELİK MAKASLAR

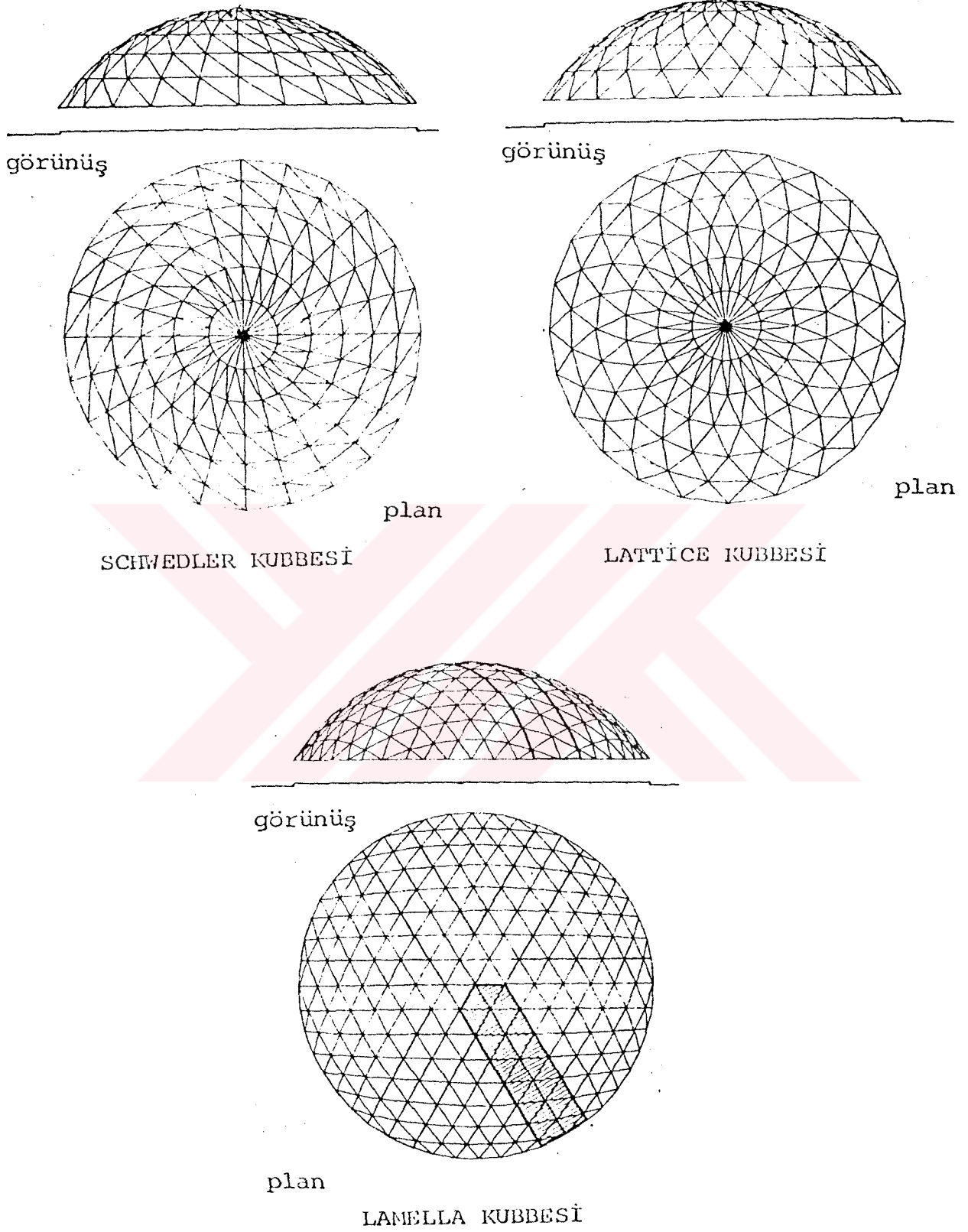


ÇELİK MAKASLARIN TEMELE OTUR-
MASI



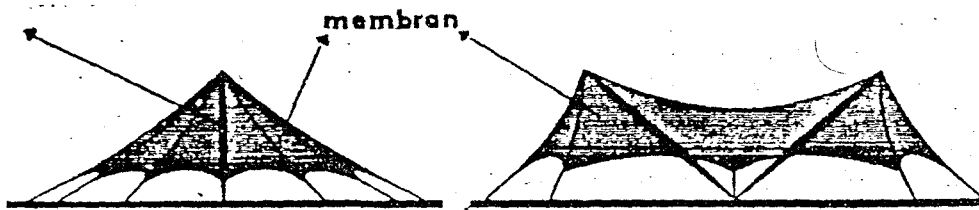
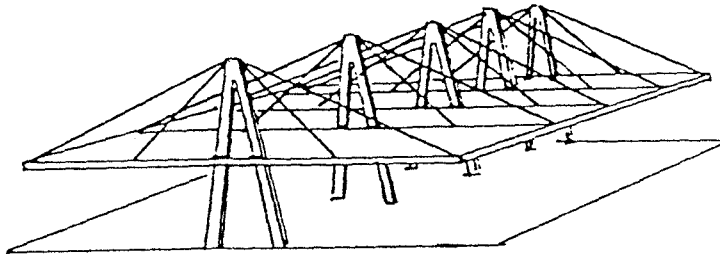
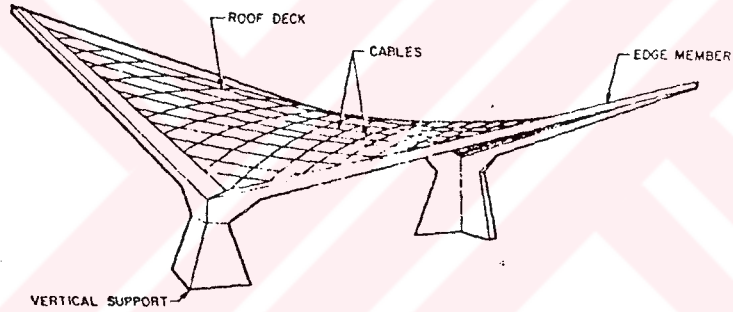
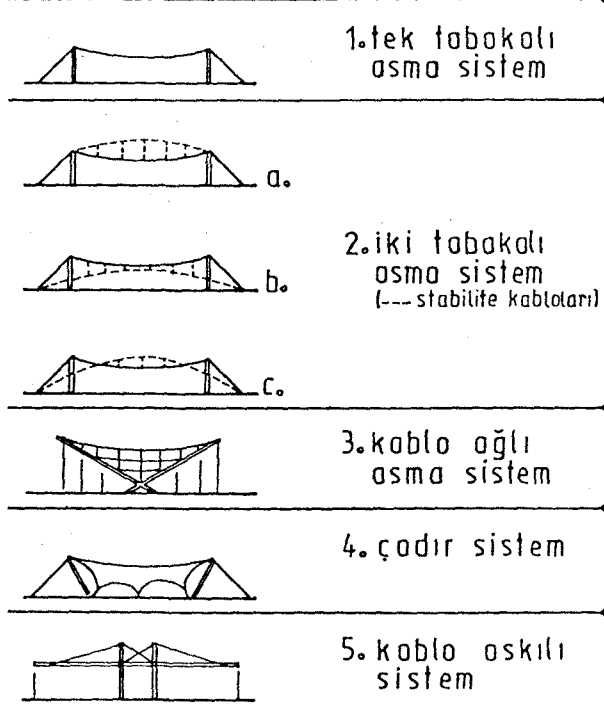
ÜÇ YÜKSEKLİKTEKİ ÇERÇEVENİN
DESTEKLENEREK TEMELE OTUR-
MASI

Şekil 1.28. Tonozsal Uzay Kafes Sistem Örnekleri.



Şekil 1.29. Kubbesel Uzay Kafes Sistem Örnekleri.

asma sistem şemoları



Şekil 1.30. Asma-germe Taşıyıcı Sistemler.

2. BÖLÜM TÜRKİYE DEPREM KOŞULLARINDA YAPI-DEPREM İLİŞKİSİ

Endüstri yapılarının taşıyıcı sistemlerinin depreme dayanıklılığını araştırmak için deprem hareketini tanımak, Türkiye deprem özelliklerini bilmek ve konuyu bu gerçekler üzerinde incelemek yerinde olacaktır. Ülkemizde deprem konusuna duyulan ilgi, ne yazık ki; bir deprem olayı meydana geldiği zaman gündeme gelmekte ve artmaktadır. Fakat bu konuda önceden bir takım bilgilerin bilinmesi ve uygulamada bunların yapılması büyük felaketlerin doğmasını önleyecektir. Deprem etkisinde bir diğer önemli konuda, zemin özelliklerinin bilinmesi ve çalışmaların, gerek mimari tasarım, gerek statik hesaplar, gerek de uygulamada bu hususlara dikkat edilmesidir.

2.1. Deprem tanımı ve oluşumu

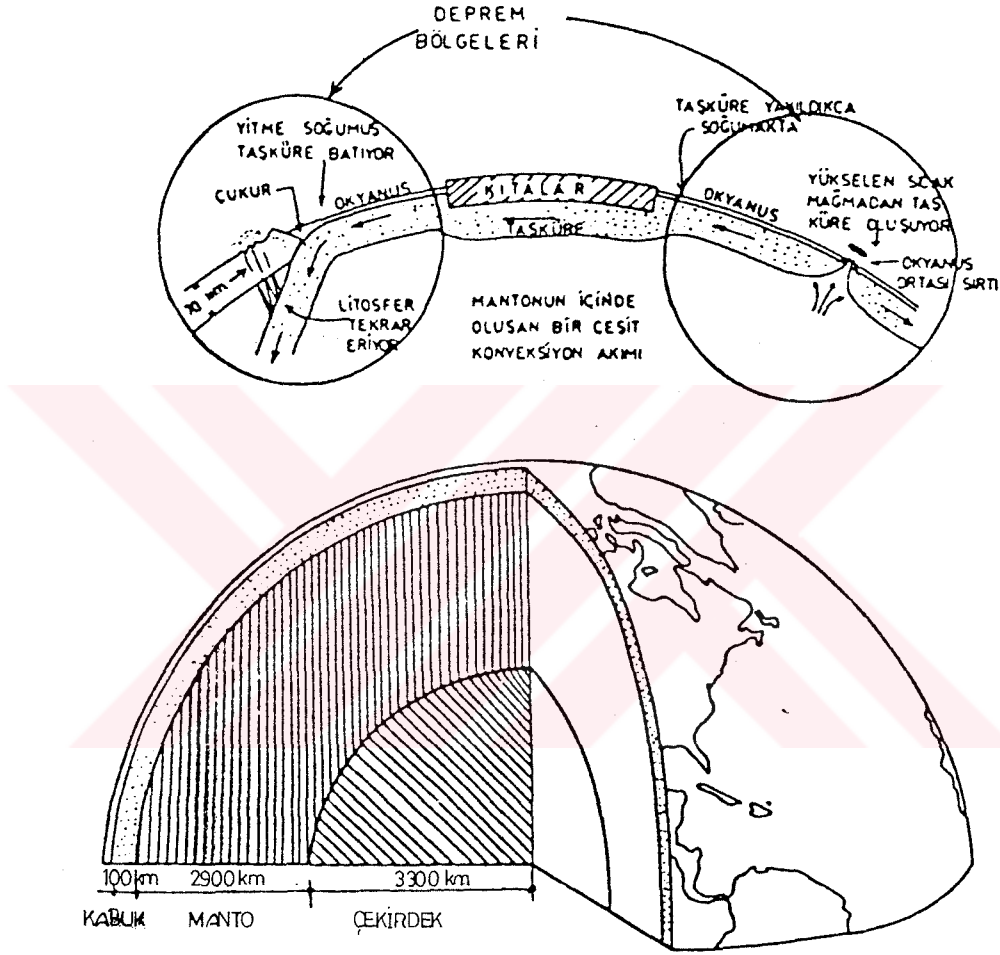
Deprem, yerkabuğunun sahip olduğu çeşitli katmanlarda biriken enerjinin, belirli bir seviyeye geldiğinde serbest hale gelmesi; yerkabuğunda soğuma veya çapıtli sebeplerden dolayı meydana gelen ani yer değiştirmenin bir merkezden başlayıp yayılması ve yerkabuğunun sarsılması olayıdır. Yerkabuğundaki bu sarsılma fay hattı dediğimiz çizgisel bölgeler üzerinde görülür. Sarsılma olayı ani olarak başladığı için, şok dalgaları oluşur. Bu şok dalgaları geçtikleri fay hattı (fay çizgisi) üzerindeki bütün yapıları salları ve etkiler. Tapılan çalışmalar sonucunda deprem dalgalarının yeryüzüne yayılışlarını inceleyen ve bunları fiziksel yöntemlerle kaydeden sismoloji bilim dalı doğmuştur.

Depremler oluş mekanizmalarına göre; çöküntü depremleri, volkanik depremler ve tektonik depremler olmak üzere üç gruba ayrılır:

Çöküntü Depremleri: Yeryüzünün yakın derinliklerindeki boşlukların çevresinde oluşan depremlerdir. Burada çökmeler meydana gelir ve depremi oluşturur. Bunlar yerel depremlerdir. Bu depremler sonucu büyük hasarlar meydana gelmez.

Volkanik Depremler: Yanardağların etkin olduğu çevrelerde, çökmeler sonucu oluşan depremlerdir. (Pompei şehir depremi).

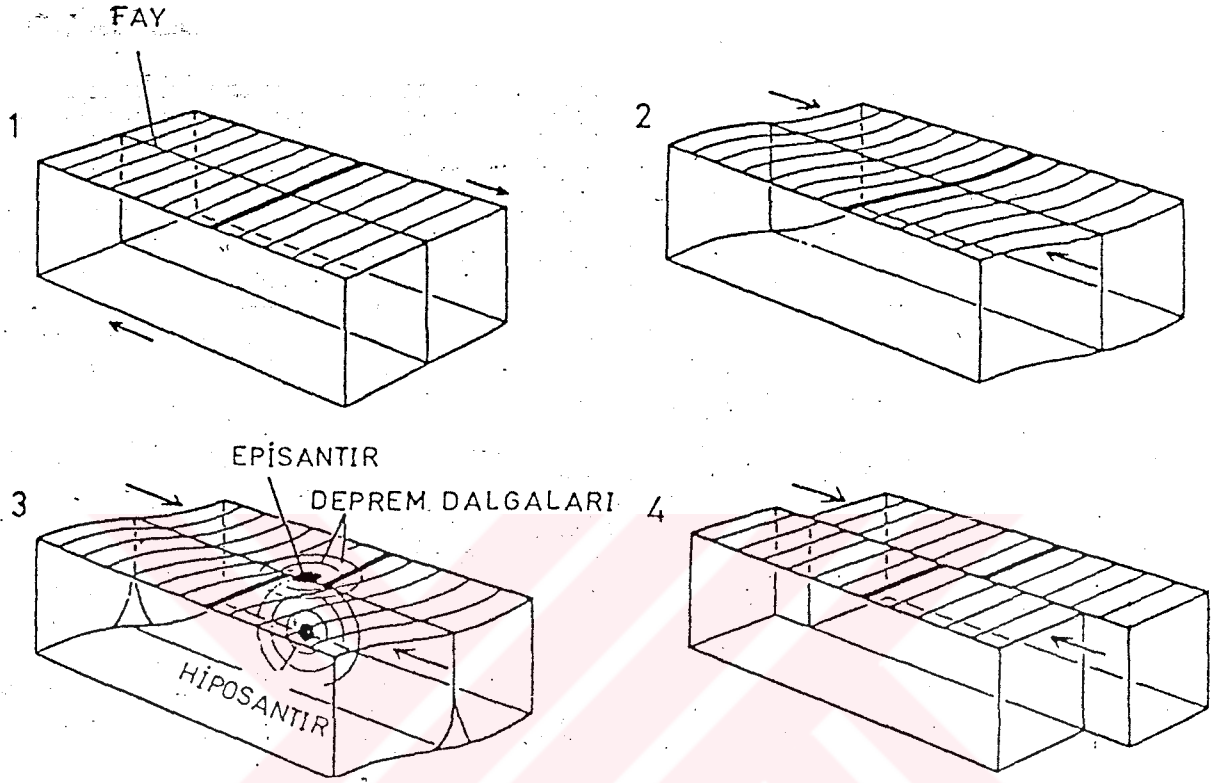
Tektonik Depremler: Bütün dünyada ve Türkiye'de meydana gelen depremlerin çoğu tektonik depremlerdir. Dünya (yerküre) merkezinde, yarıçapı 3300 km kalınlığında hala kızgın ve erimiş küre çekirdeği, bu çekirdeğin üzerinde 2900 km kalınlığında pelte kıvamında olan manto tabakası ve en üstte 100 km kalınlığında taş küreden oluşmaktadır. Şekil 2.1.



Şekil 2.1. Dünyanın iç yapısı yer kabuğu ve deprem oluşumu.

Birçok yerinden kırılmış olan taşküre, pelte kıvamındaki manto tabakasının üzerinde devamlı hareket etmektedir. bu hareketler esnasında taşküreyi oluşturan plakaların birbirini itmesi, birbirinin altına girmesi veya üstüne çıkması sonucu sıkışma ve gerilmeler oluşmaktadır. Bu gerilmeler belirli bir düzeye geldiği ortamın dayanma gücünü aşmakta ve böylece kırılarak ya da önceden varolan fay kırıkları boyunca

kayarak tektonik depremi oluşturmaktadır. Şekil 2.2. de yerbloğunun tektonik kuvvetler altında kırılması ve fay hattı oluşum şemaları görülmektedir.

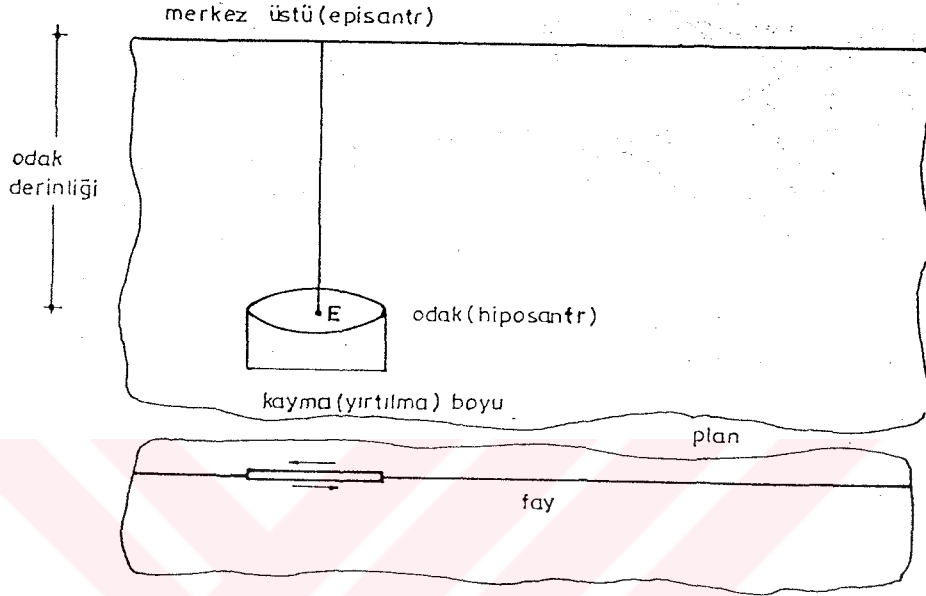


Şekil 2.2. Tektonik kuvvetler altında yerbloğunun kırılması ve fay hattı oluşum aşamaları.

Depremler sırasında oluşan kırıklıklara fay denilmektedir. Bu fayların boyu depremin büyüklüğü ile logaritmik olarak orantılıdır. Fay kırıklıkları zaman zaman yüzlerce kilometreyi aşmaktadır. Fay kırıklığı ise anlık olmamakta, kırılma zaman içinde ortalama 2-3 km/sn hızla olmaktadır. Bu fay hatları çoğu zaman yeryüzünden kolayca algılanabilmektedir. Bölge ve şehir planlamasında önemli fakat riskli bir veri oluşturmaktadır. Ne yazık ki, ülkemizde fay hatlarının geçtiği yerler genelde vadi oldukları için tren yolu, enerji nakil hatları, karayolları gibi ulaşım ağları, ekonomik olması nedeni ile bu hatlar üzerinden geçirilmektedir. Olası bir depremde bu ulaşım ağlarının büyük zararlar göreceği düşünülmelidir.

Yerkürenin içinde depremin meydana geldiği noktaya focus ya da hiposantr denir. Deprem meydana gelir gelmez, hiposantr etrafındaki kütle her doğrultuda bir düzlem

boyunca hareket eder ve elastik deprem dalgaları meydana gelir. İç merkezden başlayarak enerjiyi bir noktadan ileten dalgaların yeryüzünü kestiği noktalarda deprem meydana gelir. Dalgaların yeryüzünü kestiği bu noktaya episantr denir. Şekil 2.3.



Şekil 2.3. Basitleştirilmiş bir deprem hareketine ait büyüklükler.

Deprem dalgaları özel deprem kaydedicilerle (sismograflarla) kaydedilir. Bu kayıtlar incelenerek dalga hızları ve titreşim doğrultuları belirlenir. Deprem dalgaları yerkürenin yapısal özelliklerine bağlı olarak değişik şekillerde yayılırlar. Başlıca üç tür deprem dalgası vardır:

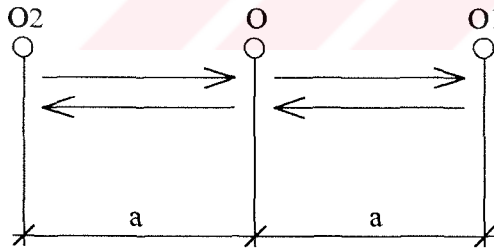
Yüzey doğrultusu boyunca etkiyen dalgalara boyuna (longitunal) dalgalar denir. Bu dalgalar ses dalgaları gibi yayılır. Bu dalgalar yerkabuğundan geçerken her bir zerreinin titreşim doğrultusu ile dalgaların yayılma doğrultusu aynıdır. Depremden sonra rasathaneye ilk gelen dalgalar olduğu için undae primae (P) dalgaları diye adlandırılır. Yayılma hızları 8 km/sn dir. Katı-sıvı-gaz ortamlarda da yayılabilirler. Bu dalgaları yeryüzüne çıktığı noktalara antipod noktaları adı verilir. Antipod noktasına gelen dalgalar yerküre yüzeyine yayılır.

Yerküre içindeki titreşimlere dik doğrultuda hareket eden dalgalara enine (transversal) dalgalar denir. Enine dalgalar rasathaneye boyuna dalgalardan sonra gelen ikinci dalgalar oldukları için bunlara undae secundae (S) dalgaları denir. Bunlar sadece katı maddelerden geçerler.

P ve S dalgalarının yeryüzüne çıkması ile oluşan dalgalara ise yüzeysel dalgalar denir. Bu dalgaların peryotları büyük olduğu için undae longae (L) dalgaları adı verilir. Bu dalgaların Rayleigh ve Love dalgaları adında iki çeşidi vardır. Yapıların yıkılmasına en çok bu dalgalar sebep olur. Şekil 2.4.

Depremi gerçek şiddeti depremi oluşturan enerjinin şiddetidir. Bu enerjiyi belirlemek için Amerikalı Jeofizikçi Richter tarafından sismolojide yeni bir terim yaratılmış ve tanımı yapılmıştır. Bu tanımı yapılmış terime "Magnitüt" adı verilmiştir. (ÇAMLİBEL, 1994)

Bugün depremin şiddeti için Richter ölçeği kullanılmaktadır. Magnitüt depremin olduğu yerde açığa çıkan toplam enerji miktarını ifade eder. Magnitüt episantir noktasından 100 km uzaklıktaki bir zemindeki maksimum genliğin 10 tabanına göre logaritmasıdır.



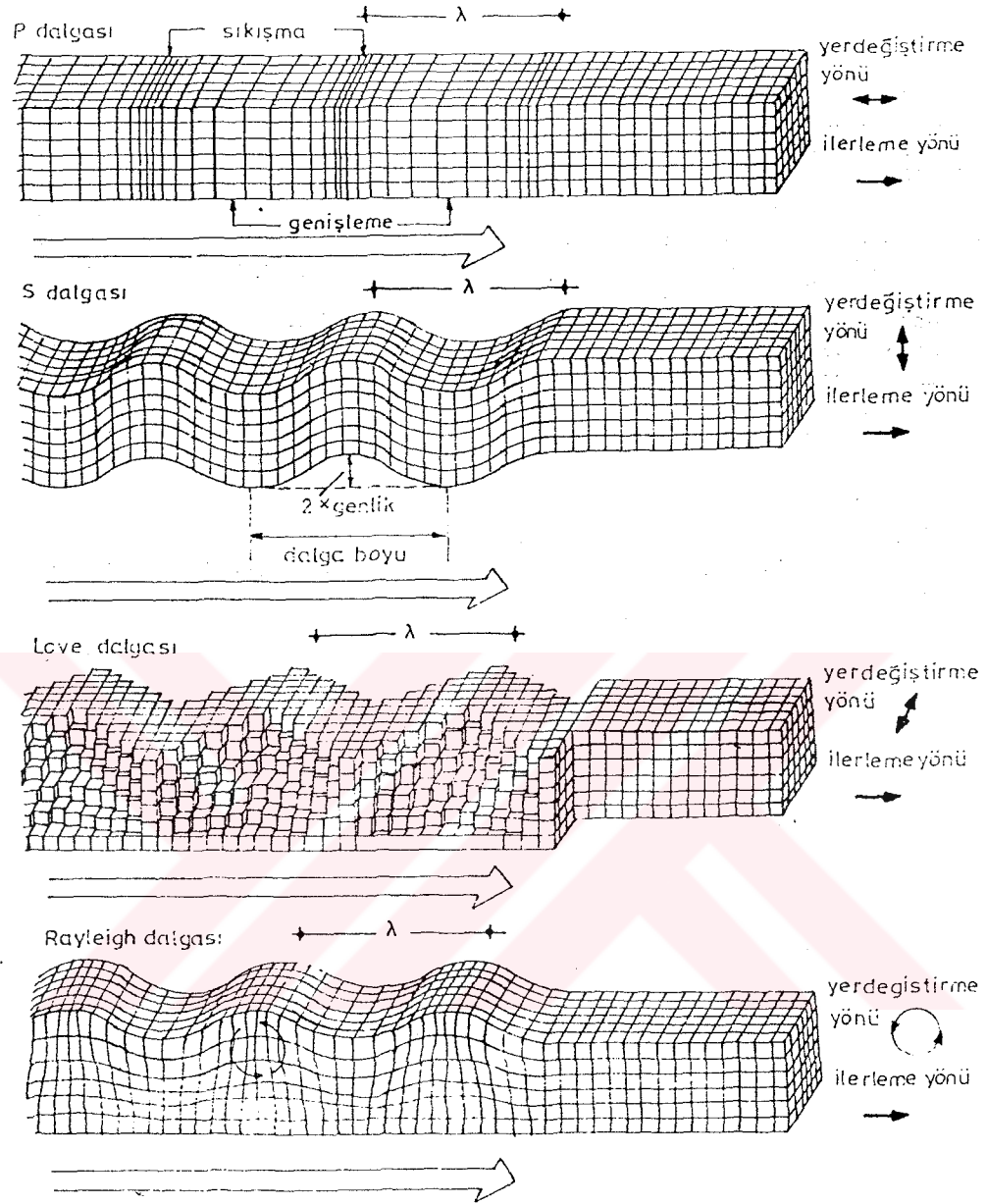
$$a = 10^x \rightarrow \text{Richter ölçeği}$$

$$\log a = x \cdot \log 10$$

$$x = \log a$$

Depremi büyüklüğü ise oluşan faydaki kayma ve yırtılmanın boyuna ve depremin süresine bağlıdır.

Şiddet değerlendirmesi; depremin insanlarca hissedilmesi, yapılar üzerindeki etkileri gözönüne alınarak yapılır. Depremi aynı şiddette hissedildiği yerler birleştirilerek eşşiddet eğrileri dediğimiz eğriler çizilir. Şiddet cetveline göre depreme I'den XII'ye kadar şiddet değerleri verilir. Türkiye'de sıklıkla MSK (Medvedev-Sponhauer-Karnik) ve MM (Modifiye-Merkalli) şiddet cetvelleri kullanılır. Buna göre özetleyecek olursak;



Şekil 2.4. Depremlerden oluşan sismik dalgaları türleri ve yer içinde yayılma özellikleri.

I. Derece: Yalnız duyarlı aletler algılar.

II. Derece: Özellikle üst katlarda, dinlenmekte olan kimselerce hissedilir. Hassas biçimde asılı olan cisimler sallanabilir.

III. Derece: Bina içinde hissedilir. Fakat deprem olup olmadığı her zaman anlaşılmaz. Duran otomobiller yanından kamyon geçmiş gibi sallanır.

IV. Derece: Bina içinde çoğunluk ve dışarıda az kimse tarafından hissedilir. Gece bazı kimseler uyanır, kap-kacak, kapı-pencere sallanır.

V. Derece: Hemen herkes hisseder, bazı tabaklar, sıvalar, pencereler kırılır ve uzun cisimler oynar.

VI. Derece: Herkes hisseder, birçoğu korkup dışarı fırlar, bacalar, sıvalar düşer, hafif hasarlar olur.

VII. Derece: Herkes dışarı kaçar. Yapıda sağlamlığına bağlı olarak değişen hasarlar oluşur. Otomobil sürücüleri algılar.

VIII. Derece: Duvarlar çerçevelerinden ayrılıp dışarı fırlar, anıtlar, bacalar duvarlar devrilir. Kum ve çamur fişkirir.

IX. Derece: Yapılar temelinden ayrılır, çatlar, eğilir. Zemin ve yeraltı boruları çatlar.

X. Derece: Kargir ve çerçeve yapıların çoğu tahrip olur. Zemin çatlar, raylar eğilir. Toprak kaymaları olur.

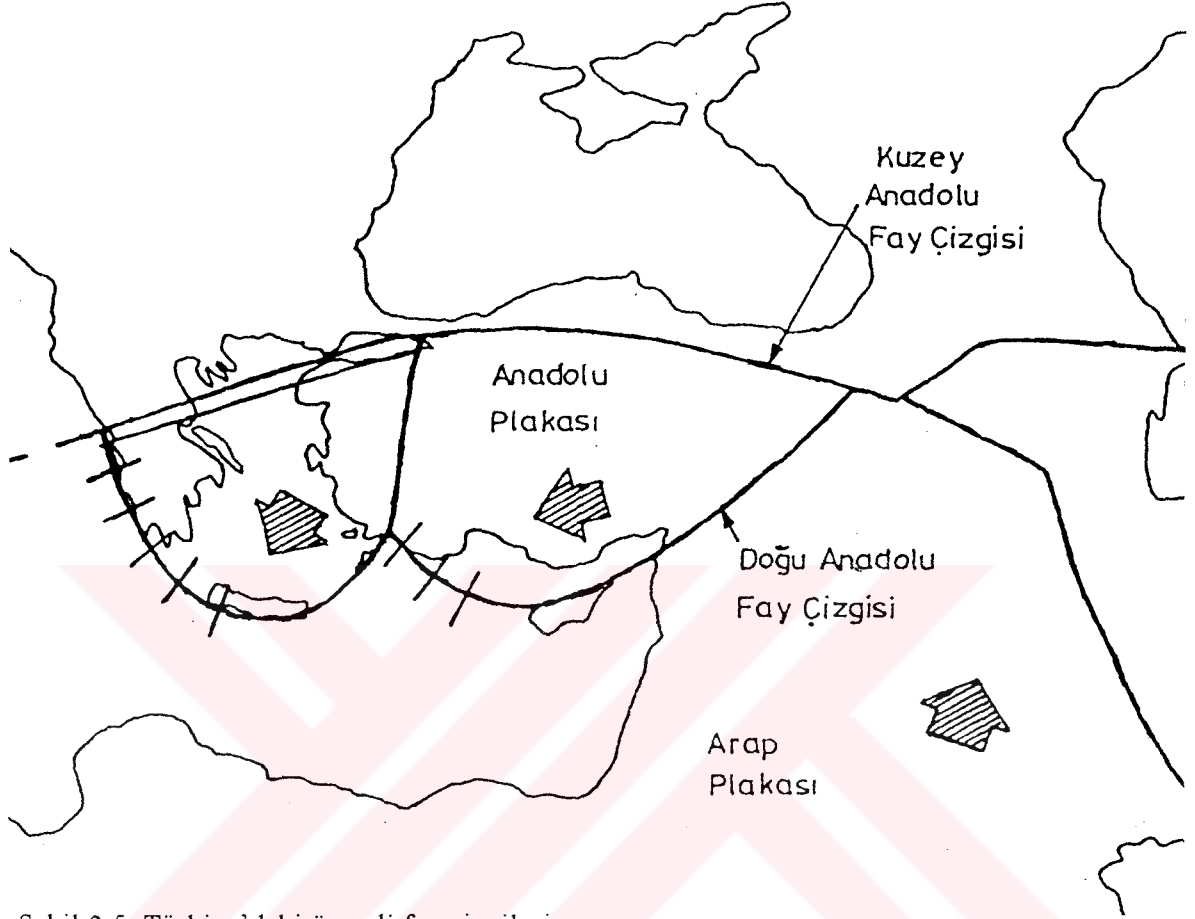
XI. Derece: Yeni tip yapılar ayakta kalabilir, köprüler tahrip olur. Yeraltı boruları kırılır, toprak kayar, raylar bükülür.

XII. Derece: Hemen herşey harap olur. Toprak yüzeyinde dalgalanmalar görülür. Cisimler havaya fırlar.

2.2. Türkiye'de deprem ve depreme karşı önlem çalışmaları

Türkiye'de meydana gelen depremlerin başında tektonik depremler gelmektedir. Yerküresi içinde enerji birikmesinden doğan zorlamalar ve bunların kütle gerilmelerini aşması durumunda kırılmalar görülür. Kırılma olayı sonucu bu bölgeler üzerinde fay hattı dediğimiz hareketli kütleler meydana gelir. Türkiye'de Van - Erzincan - Adapazarı

- İzmit körfezi boyunca uzanan " Kuzey Anadolu Deprem kuşağı", üzerinde zaman zaman enerjinin serbest hale geçmesi depremleri oluşturmaktadır. Şekil 2.5.



Şekil 2.5. Türkiye'deki önemli fay çizgileri.

Türkiye, Kuzey Hindistan - Afganistan - İran - Yunanistan - Yugoslavya - İtalya - Kuzey Afrika - İspanya'dan geçen "Akdeniz deprem kuşağı" üzerinde bulunmaktadır. Bu deprem kuşağına "Alpid Kuşağı" adı verilir.

Türkiye'de sık sık orta şiddette deprem sarsılmaları etkisinde kalmaktadır. Genellikle Doğu Anadolu, Batı Anadolu aktif fay kanadında meydana gelen depremlerin nedeni, yer kabuğunun farklı soğuma vb. çeşitli nedenlerden dolayı elasto-plastik şekil değiştirme sonucu meydana gelen fay hareketleridir. (Çamlıbel,1994)

Türkiye'de depreme yönelik ilk araştırma, 1938 Kırşehir depreminden sonra yapılmıştır. Fakat çok önemli ve başarılı çalışmalar 26 Aralık 1939 Erzincan depreminden sonra

Bayındırlık Bakanlığı tarafından yürütülmüştür. Bakanlık Yapı İşleri ve İmar Reisliği'nin ciddi tutumu sayesinde 1940 yılından başlamak üzere yabancı ülkelerin deprem yönetmelikleri dilimize çevrilmiş, inşaat halindeki önemli yapıların hesapları yanal kuvvetlere göre yeniden gözden geçirilmiş, 1944 yılına kadar çeşitli deprem yönetmelikleri, tamir esasları, deprem haritası, ayrıca "yer sarsıntılarında evvel ve sonra alınacak tedbirler" adına 4623 sayılı yasa çıkarılmıştır. Nihayet 1948'de " Birinci Türk Yapı Kongresi" düzenlenmiş, bu kongrede ileri sürülen esaslarada uyularak 1949 yılında "Türkiye Yer Sarsıntıları Bölge Yönetmeliği" yayınlanmıştır. Çalışmaların 1939-49 yılları arasındaki başarısı hiçbir ülkede eşine erişilememiş bir başarıdır.

Türkiye, bugün çeşitli yönleri ve bilim kadrolarıyla, hem teorik, hem pratik yönden deprem mühendisliğiyle uğraşan kuruluşlarımız Bakanlık Deprem Araştırma Dairesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Orta Doğu Teknik üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesidir.

Tarihsel gelişme yönünden ilk olarak İ.T.Ü.'de 1951 yılında, insan hayatını korumak üzere depreme dayanıklı bina türlerinin geliştirilmesi diye anlatılan "İTÜ Sismoloji Enstitüsü" kurulmuştur.

İkinci olarak, deprem konusunda önemli devlet katkısı, 1958 yılında deprem afetinden sorumlu olmak üzere İmar ve İskan Bakanlığı kurulmuştur. Bu bakanlık bünyesinde ilk olarak afetlerle ilgili bir genel müdürlük, daha sonra 1965'te, depremle ilgili bir genel müdürlük, 1971'den itibaren bir Deprem Araştırma Enstitüsü kurulmuş, böylece doğrudan bakanlığa bağlı özerk bir enstitü kurulmuştur.

ODTÜ'de 1967 yılında Ford Vakfı'ndan parasal yardım sağlanarak uluslararası "Deprem Mühendisliği ve Mühendislik Sismolojisi Enstitüsü"nün kurulmasına çalışılmışsa da bir sonuca varılamamıştır.

Boğaziçi Üniversitesi'nde ise 1967 yılında "Deprem Mühendisliği Araştırma Enstitüsü" kurulmuştur.

Depremler en basit şekliyle, hele hele ülkenin sanayileşmiş bölgelerinde oldukları zaman, sanayinin tamamen durmasına sebep olarak ülke kalkınmasını durdurabilen bir olaydır. Türkiye'de son zamanlarda sanayileşmiş alanlarda, Adapazarı'nı hariç tutarsak, İstanbul, İzmit, İzmir, Ankara, Bursa gibi yerlerde, büyük bir deprem olayı, büyük bir

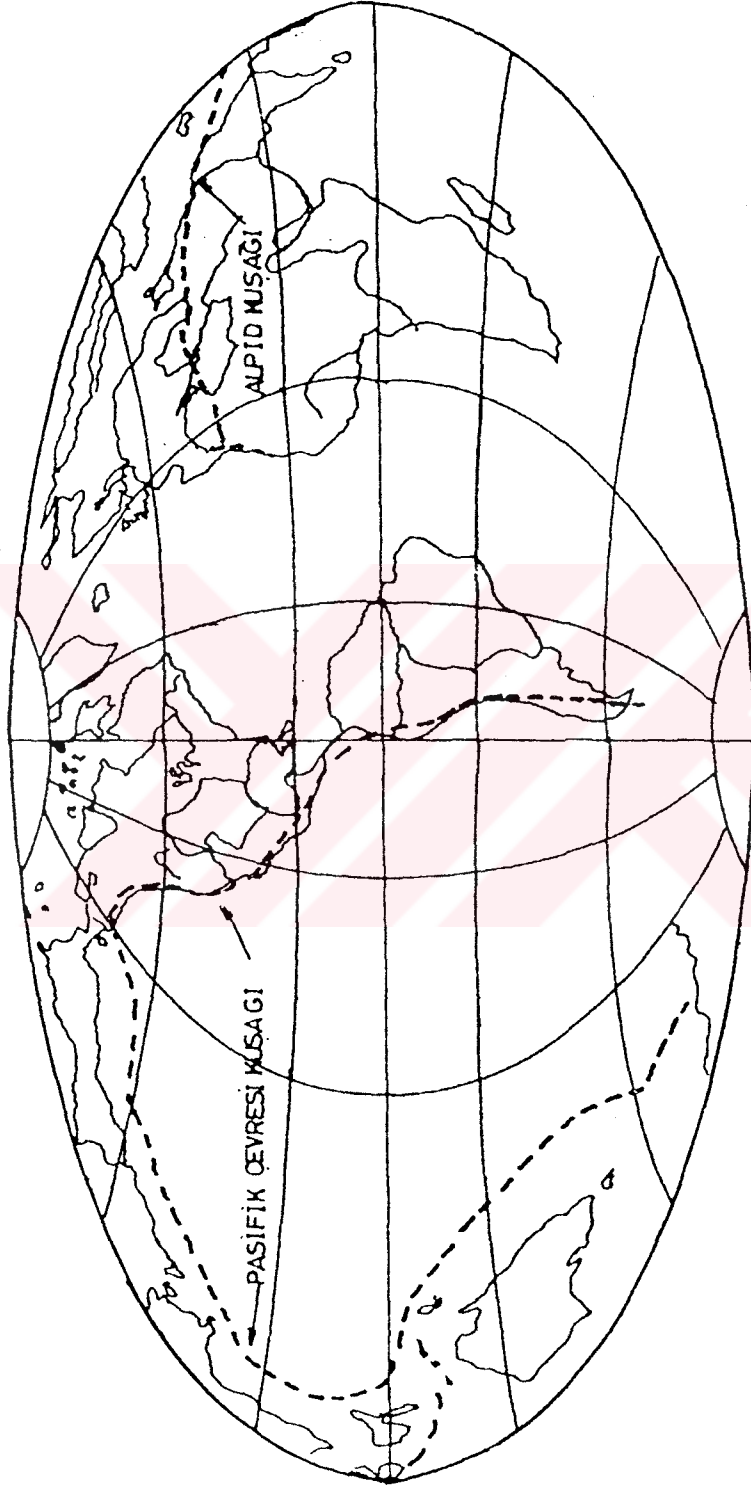
şans eseri yaşanmadı. Ama Türkiye'de meydana gelen deprem olaylarından toplam milli gelirimizden büyük kayıplar verdiğimiz unutulmamalıdır. Sonuçta depremlerin ülke kalkınmasını durduran veya engelleyen boyutları asla göz ardı edilmemelidir.

Türkiye'de büyük sanayi kuruluşlarının % 98'i deprem bölgesinde bulunmaktadır. Fakat daha da önemlisi % 74'ü çok tehlikeli bölgelerde yer almaktadır. Sanayi kuruluşlarının yer seçiminde deprem faktöründe göz önünde bulundurulmalıdır. Bu yer seçimlerine ışık tutması amacıyla deprem haritalarımız olması yanında, daha detaylı bölgesel haritalar yapılmalı, mikroölçekli çalışmalara yer verilmelidir. Çünkü bir yerleşim yerinde çok çeşitli zemin durumları ile karşılaşılabilir. Örneğin 28 Mart 1970 Gediz depreminde Bursa'da o sırada inşa edilmekte olan Fiat-Tofaş Otomobil fabrikasında yapımı bitmiş tek katlı betonarme karkas binalarda meydana gelen büyük hasar gösterilebilir. Bu depremde Bursa kenti içinde pek önemli bir hasar olmazken, hasar meydana gelen bölgenin 140 m kalınlığında bir alüvyon tabakası üzerinde yer alması hasara neden olmuştur. Yıkılan binaların tasarımı ve yapımı detaylı olarak incelenmiş, fakat yönetmeliklere aykırı bir uygulamayla karşılaşılmamıştır. Bu hasarın nedeni zemin durumunun iyi bilinmemesi nedeniyle zemin ve yapı hakim periyotunun çakışması ile rezonans durumunun oluşmasıdır.

Türkiye, depremselliği en yüksek ülkelerden biridir. Bu depremsellik, Türkiye'nin üzerinde yer aldığı Alp-Himalaya (Alpid) deprem kuşağının tektonik etkinliğinin bir sonucudur. (EYİDOĞAN, 1986) Şekil 2.6.

Türkiye deprem bölgeleri sismik aktivite bakımından önemli özellikler gösterir. Çanakkale'den güney Marmara - Gönen - İzmit - Sakarya - Bolu - Kurşunlu - Tosya - Merzifon - Amasya Tokat - Erzincan - Erzurum çizgisini izleyen "Kuzey Anadolu Kuşağı", büyük ve yıkıcı depremlerin oluştuğu önemli bir bölgedir.

Anadolu'nun batı kıyılarında Edremit - Balıkesir - Bergama - Soma - Akhisar - İzmir - Manisa - Alaşehir - Kuşadası - Aydın - Sarayköy - Denizli - Dinar - Burdur - Isparta deprem bölgelerinde, Kuzey Anadolu Kuşağından değişik karakterde depremler oluşur.



Şekil 2.6. Dünyanın Önemli Deprem Kuşakları.

Güney-batı kıyılarımızda Bodrum - Muğla - Fethiye bölgesi önemli deprem riskleri etkisinde olup, buralarda derin odaklı depremler meydana gelmektedir. Ayrıca Maraş - Hatay arası da önemli bir deprem bölgesidir.

Maraş - Malatya - Elazığ - Bingöl - Bitlis yayı iki önemli deprem kuşağını birleştiren yörelerdir. Bunlardan başka Kırşehir - Yozgat ve Kayseri - Niğde bölgeleri, daha az aktif olmakla birlikte, çevresine göre önemli deprem bölgesidir. (ÇAMLİBEL, 1994)

Depremin zararlarını en aza indirmek konusunda, sağlam yapıların yapılması, zemin özelliklerinin iyi bilinmesi dışında; sismik-mikro bölgelendirme, mikro-deprem araştırmaları, sismo-tektonik incelemelerin yapılması gerekmektedir.

Geliştirilmiş bir sismo-tektonik harita ve katalogda bulunması gereken minimum bilgiler şöyle olmalıdır:

- a. Tarihsel ve aletsel dönemin önemli depremleri
- b. Diri faylar ve hareket özellikleri
- c. Deprem odak mekanizma çözümleri, kayma vektörleri ve gerilme dağılımları
- d. Deprem kaynak parametrelerinin ayrıntılı dökümü
- e. Şiddet dağılımları ve sönüm özellikleri
- f. İvme değerleri ve ivmenin uzaklıkla sönümü
- g. Zemin geoteknik özellikleri
- h. Deprem riski (EYİDOĞAN, 1986)

Türkiye'nin tektonik yapısı dört ana gruba ayrılır:

1. Kuzey ve kuzey-batı Anadolu dizileri ya da pontidler

2.İç Anadolu dizileri ya da Anatolidler

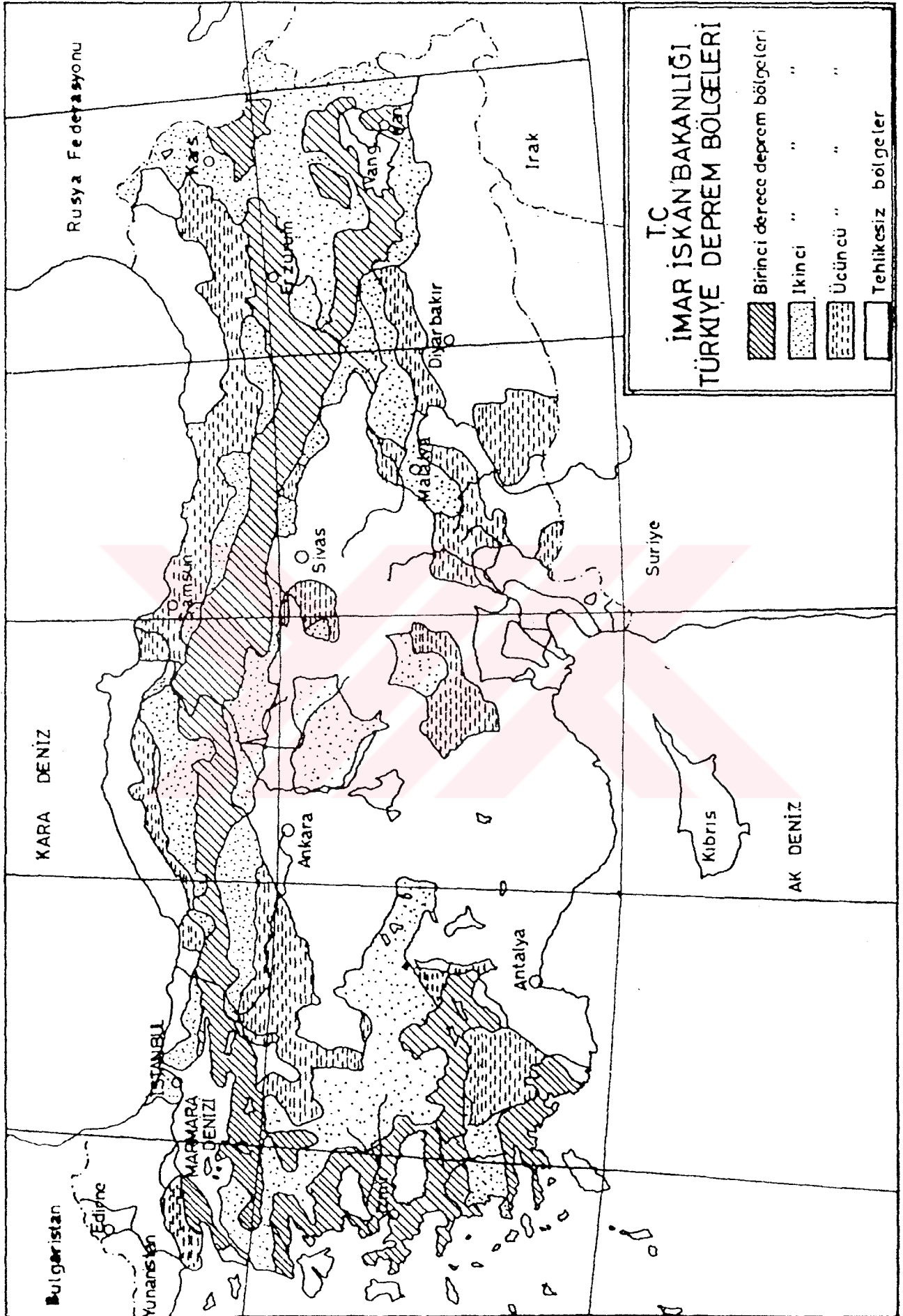
3.Güney ve güney-anadolu dizileri ya da toridler

4.Güney-doğu Anadolu dizileri ya da kenar kıvrımları

Bu tektonik yapı deprem riski yönünden pek çok bölgenin oluşmasına neden olmuştur. Buna göre I., II., III., IV. ve tehlikesiz deprem bölgeleri vardır. Şekil 2.7.

Her bölge taşıdığı sismik risk faktörü yönünden değerlendirilmeli, genel yerleşim durumu, arazi kullanımı, yapısal sağlamlık vb. tedbirler buna göre belirlendirilmelidir.

Sonuç olarak, depremle ilgili çalışmalar, ülkenin kalkınma planı ile başlamalı, genel yerleşme planları ve ve bunun yanında mikroölçekte detaylı yerleşim alanlarının planları yapılmalı ve daha sonra yapısal aşamalara gelinmelidir.



Şekil 2.7. Türkiye Deprem Bölgeleri.

2.3. Zemin özelliklerinin deprem hareketine etkisi

Deprem zararlarının en önemli nedenlerinden biride, zemin periyotu ile yapı periyotunun çakışması ile rezonans durumunun oluşmasıdır. Zemin periyotları zemin cinslerine göre farklılık gösterir. Bir deprem ülkesi olan Türkiye’de zemin periyotlarının tesbiti için yapı yapılmadan önce zemin araştırması şarttır. Yapı periyotları ise yapının rijitliği, eni boyu ve yüksekliği ile ilgilidir. Bu nedenle rezonans oluşmaması için her iki faktöründe taşıyıcı sistem tasarımında göz önüne alınması gerekmektedir.

Deprem sırasında açığa çıkan şok dalgaları yeryüzünde ilerlerken geçtiği zemin tabakalarında birtakım değişikliklere neden olurlar. Bu değişikliklere, zemin cinslerinin de büyük etkisi vardır. Zemin tabakalarındaki bu değişim deprem hareketinin ve etkisinin değişimine neden olur. Deprem yolaçtığı bu dinamik olaylar dizisini şöyle sıralayabiliriz:

2.3.1. Zeminlerde Sıvılaşma

Depremlerin yapılarda açtığı en büyük hasarlar zeminlerin sıvılaşması sonucu ortaya çıkar. Bu durumlarda zemin üzerindeki yapılar önemli ölçüde zemin içine bataabilmekte veya zemine gömülü yapılar yüzerek zemin yüzüne çıkabilmektedir. (Şekil 2.8.)

Zemin sıvılaşmasının ana nedeni; suya doymuş kum tabakası deprem titreşimine uğradığı zaman sıkışmaya ve hacmini azaltmaya eğilim göstermekte, ancak eğer drenaj yoksa hacim azalması eğilimi boşluk suyu basıncının artması sonucunu doğurmakta, boşluk suyu basıncındaki bu artış ortalama çavra basıncına eşit olacak mertebeyle ulaştığı zaman efektif gerilmeler sıfır olmakta, kumtabakası mukavemetini tamamen kaybetmekte ve sıvılaşmış duruma gelmektedir. Sıvılaşma ortamdaki tekrarlı yükler altında oluşan kayma gerilmeleri çok küçük değerlere varana kadar devam etmektedir. Örneğin şevler düzleşir, yapılarda aşırı oturmalar oluşur, yeraltı depo ve tankları yüzer. Sıvılaşmanın ardından gevşek zeminlerde bir sertleşme olduğu gözlenmiştir.

Sıvılaşma üzerine laboratuvarında yapılan deneylerde; sıvılaşmanın titreşimli gerilmelerin şiddeti (ve çevre basıncına oranı), titreşim sayısı, kumun boşluk oranı (relatif sıkılığı), başlangıç gerilme durumu gibi birçok faktörlerden etkilendiğini ortaya koymuştur. (ÖZAYDIN,1982)

2.3.2. Toprak kaymaları

Depremler sırasında titreşimlerin, zeminlerde neden olduğu sıkışmalar sonucu zemin yüzünde oluşan olaylardan biri de toprak kaymalarıdır.

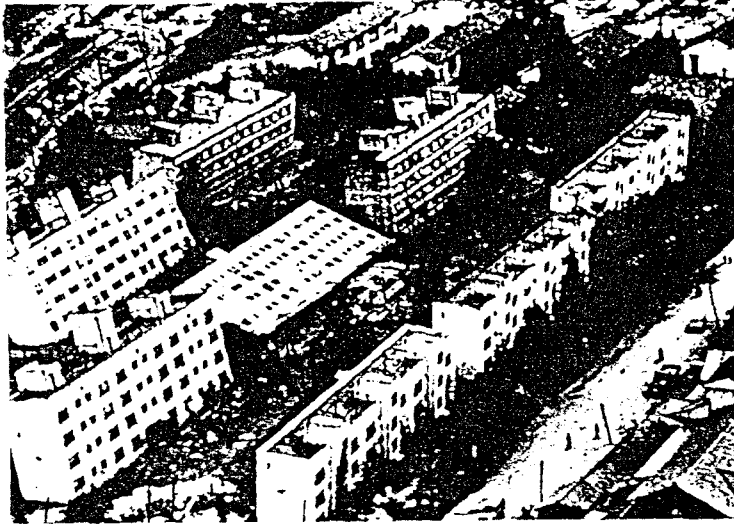
Toprak kaymaları, suya doymuş tabakalarda titreşimli yükler altında meydana gelen boşluk suyu basıncının, sürekli tekrar eden ve uzun zaman sönümlenmeyen kayma gerilmelerinin genellikle yamaçlarda oluşması sonucu meydana gelir. Sıvılaştıran toprağın büyük konsolidasyon oturmaları yapması ile toprak kaymaları oluşur. (Şekil 2.9). Toprak kaymaları büyük ölçekli yerleşim bölgeleri üzerinde olduğu zaman çok dramatik sonuçlara neden olmaktadır.

2.3.3. Çökme

Suya doymuş olmayan zeminlerde, boşluklar su ile dolu olmadığından, oturmalar, danelerin sabit düşey basınç altında birbirlerine yaklaşmaları ile ani, farklı kompaksiyon oturmaları sonucu çökme oluşur. Zemin içindeki basınç gerilmeleri, çevre basıncına eşit seviyeye geldiğinde akıcılık olmadığı için ani olarak sıfırlanarak kırılmalar, çökmeler meydana getirir. (Şekil 2.10).

Sonuç olarak yapı yapılmadan önce yapılan zemin incelemelerine göre bu faktörler gözönüne alınmalı ve şu tedbirler alınmalıdır:

1. Sıvılaşmaya neden olabilecek zeminlerde taşıyıcı sistem rijit olarak tasarlanacak, drenaj gibi zemin suyunu yapıdan uzaklaştıracak yapısal çözümlere gidilmelidir.
2. Toprak kaymalarına neden olabilecek zeminlerde, yamaçlarda yapılacak yapıların mimari ve taşıyıcı sistem tasarımı çok iyi yapılmalı, toprağı tutacak istinat duvarları yapılmalı, mümkünse yamaçlarda yapı yapımından kaçınılmalıdır.
3. Çökmelere neden olabilecek zeminlerde, zemin cinsi sert olduğu için esnek yapı yapılmalı, özellikle taşıyıcı sistemde sünek, esneyebilen, çekme gerilmeleri alabilen malzemeler kullanılmalıdır.



Sekil 2.8.1964 Niigata, Japonya depreminde zemin sıvılaşması nedeni ile yapıların durumu



Sekil 2.9.1984 Morgan Hill, California depreminde oluşan toprak kaymaları



Sekil 2.10.1985 Meksika depreminde oluşan cökmeler

2.4. Zemin - yapı etkileşimi

Deprem hareketi sırasında, zemin ve yapı birlikte hareket ederler. Bu sırada birbirlerinin hareketini de etkilerler. Zeminde oluşan titreşimler yapıda da titreşime neden olur. Yapıdaki bu titreşimler atalet kuvvetleri ile yapıyı olumsuz etkiler. Zemin yapının davranışını değişik şekilde etkiler:

1. Yapının altındaki zemin, ana kayadaki deprem etkisini değiştirerek yapıya verir. Bu, bazı durumlarda etkinin büyümesi sonucunu doğurur.
2. Zeminin etkisiyle, yapının peryodu gibi yapının dinamik özellikleri değişir.
3. Yapıdaki titreşim enerjisinin önemli bir kısmı, zemine mesnetlenmenin rijit olmaması, zemindeki sönüm ve yayılma etkisiyle söner.
4. Yapının üzerinde bulunduğu zeminin etkisiyle deprem sırasında yukarıda bahsettiğimiz farklı oturmalar meydana gelebilir. (CELEP,KUMBASAR,1993)

2.5. Yapılara etkiyen deprem kuvvetleri ve yapıların davranışı

Depremlerde oluşan yer hareketlerinin yatay ve düşey hareketleri yapıya da yansır. Düşey hareketler, yapı düşey yüklere karşı dayanıklı olarak yapıldığı için, önemli deformasyonlar yapamazlar ve ihmal edilir. Fakat yatay hareketler kolonlarda kesme etkisi yaratarak, yapıda önemli deplasmanlara neden olurlar. Bu nedenle yapılar, yalnız yatay deprem kuvvetlerine karşı dayanıklı olarak tasarlanır ve boyutlandırılır. Ancak düşey yükler yapının tam alt noktasından gelirse, yani depremin episantr noktası yapının tam üzerinde ise hasar çok büyük olur, yapı tamamen yıkılır. Eğer yapı tek katlı ve rijit ise yapının hareketi yer hareketine yakındır. Bu durumda;

F = Yapıya etkiyen atalet kuvveti

W = Yapının ağırlığı

g = Yerçekimi ivmesi

a = Deprem hareketinin ivmesi ise;

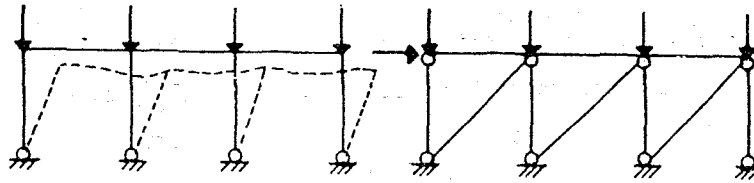
$$F = m \cdot a \quad m = W/g$$

$$F = a \cdot W/g \quad \text{olur.}$$

Rijit olmayan esnek yapılarda(örneğin çelik yapılarda), yapının herbir noktasının hareketinin ivmesi ile zeminin ivmesi farklıdır. Bu durumda yapıda oluşan atalet kuvvetleri de farklıdır. Bu nedenle, bu tür yapılarda yapı hareketinin gözönüne alınması gereklidir. Deprem kuvvetlerinin elde edilmesinde iki yöntem uygulanır:

1. Yapının titreşim özellikleri gözönüne alınmaz. Yer hareketinin maksimum ivmesi (a_{max}) ile ilgili katsayı yapının her katınağırlığı ile çarpılarak deprem kuvvetleri bulunur. Bu yöntem statik yöntem adı verilir.
2. Yapı taşıyıcı sisteminin titreşim özellikleri gözönüne alınır. Yani yapının deprem süresince deforme olmuş şekline göre deprem kuvvetleri bulunur. Bu yöntem dinamik yöntem denir.

Yapının tek katlı olması halindeki durum Şekil 2.11. de gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Tek katlı yapının yatay yük etkisindeki davranışı.

Yapılarda deprem yüklerinden dolayı deplasmanlar oluşur. Bu deplasmanlar kat yüksekliğinin yaklaşık 1/500' ünü geçtiği zaman yapıda hasar meydana gelebilir. Projelendirme bu esaslara göre yapılır. Yapı betonarme perdeler ve diagonalli düşey çerçevelerle rijitleştirilmelidir.

Deprem süresince yapıya sismik enerji yükleme ile yapı titreşir. Bu enerji ya depo edilmekte ya da açığa çıkmaktadır. Bu arada sönüm ve iç sürtünme gibi nedenlerle bir kısım enerji de yutulmaktadır. Enerji ne kadar çok yutulursa yapı hareketleri ve yapıya etkiyen kuvvetler az olacaktır. Malzemenin plastik deformasyon yaparak bu enerjileri yutması istenir. Bu ise yapıda iç sürtünmenin ve sönümün fazla olması anlamına gelir. Yapıda plastik deformasyonlar sonucu hasar kaçınılmazdır. Özellikle iskelet sistem yapılarında bölme duvarları şiddetli depremlerde deformasyona uyamayarak yıkılır. Böylece taşıyıcı sistemde zarar oluşmadan, plastik deformasyon ve sürtünme kuvvetleri oluşarak enerjiyi yutarlar. (ÇAMLİBEL, 1994)



3. BÖLÜM DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI İLKELERİNİN BELİRLENMESİ

3.1. Depreme dayanıklı yapı kavramı

Depreme dayanıklı yapı üretiminin iki aşaması depreme dayanıklı tasarım ve depreme dayanıklı inşaatıdır. Bu iki aşamada da denetimin yapılması zorunludur.

Depreme dayanıklı yapı kavramının ana amacı, dinamik bir yer hareketi olan depremin yapıda oluşturduğu yatay eylemsizlik kuvvetlerinin, yapıda en az hasar oluşturacak biçimde, uygun ve sürekli bir yatay yük taşıyıcı sistemi aracılığı ile güvenli olarak yapı temeline aktarılabilmesidir. Deprem sırasında olması beklenen yapısal davranışlar ise şöyledir:

1. Sık olarak oluşabilecek düşük şiddetli depremlerde, yapı davranışı doğrusal elastik sınırlar içinde kalmalıdır.
2. Orta sıklıkta oluşabilecek orta şiddetli depremlerde sınırlı hasar olabileceği kabul edilebilir, ancak hasar onarılabilecek ölçüde olmalıdır.
3. Seyrek oluşabilecek çok şiddetli depremlerde ise binanın, önemli ölçüde yapısal hasar görse bile, tümü ile göçmesi ve can kaybına neden olması önlenmelidir.

Ancak nükleer santraller gibi fonksiyonu gereği önemli yapılarda en şiddetli depremlerde bile elastik bölgede kalması ve çatlamaması düşünülmelidir.

Deprem yönetmelikleri çerçevesinde "çok şiddetli deprem", belirli bir zaman dilimi içinde ilgili coğrafi enlem bölgesi için öngörülen belirli bir şiddetteki depremin, belirli bir olasılıkla oluşabileceği esasına dayanır. Çok şiddetli deprem etkisi altında yapının göçmeksizin ayakta kalabilmesi, yapıda belirli bir dayanımın bulunması ile birlikte önemli ölçüde bir enerji yutabilme kapasitesinin yani sünekliğinin sağlanmış olmasına bağlıdır.

Yapının dayanım özelliği iki ana ögeden oluşur. Birincisi yapıda kullanılan yapı malzemesinin (beton, donatı çeliği, yapı çeliği vb.) dayanımıdır. İkinci dayanım özelliği ise taşıyıcı sistem elemanlarının uygun olarak boyutlandırılmasıdır.

Depreme dayanıklı davranış için betonarme taşıyıcı sistemlerde hem betonun hem de donatı çeliğinin belirli bir kalitenin altında olmaması gerekir. Özellikle birinci ve ikinci deprem bölgelerinde C 20 betonundan daha düşük kalitede beton kullanılmamalıdır. Ancak kullanılan donatı çeliğinin kalitesi de iyi olursa kaliteli beton bir anlam ifade eder. Yapı çeliği olarak akma derecesi yüksek, yumuşak St 1 çeliği kullanılmalıdır. Kolon-kiriş birleşme bölgelerinde yeterli etriye ve fret türü donatılar kullanılmalıdır. (AYDINOĞLU,1995)

Çok şiddetli depremlerde yapının sünek davranarak enerji yutması gerekliliği de unutulmamalıdır. Yapının enerji yutması genellikle ara bölme duvarları ve dolgu duvarlarında oluşur. Bu duvarlarda hasar oluşsa bile taşıyıcı sistem ayakta kaldığı için onarım kolaydır.

3.2. Yapının depreme göre mimari planlanma ilkeleri

Depreme dayanıklı tasarımı temel ilkesi bu amacı sağlayacak düzenli taşıyıcı sistemlerin seçilmesidir. Düzenli taşıyıcı sistem seçimi ise öncelikle mimari tasarımla ilgilidir. Gerek planda gerekse düşey doğrultuda mimarın , basit ve sürekli taşıyıcı sistemlerin kullanılabilmesine olanak verecek biçimde düzenlenmesi, depreme dayanıklı yapısal tasarımın ilk koşuludur. Bu nedenle depreme dayanıklı yapı tasarımı, sadece yapı mühendisleri tarafından değil, mimarın verdiği planlamalar doğrultusunda mimar ve yapı mühendislerinin ortak çalışmaları sonucu oluşur. (AYDINOĞLU, 1995)

Yapılan araştırmalar deprem dayanımının büyük ölçüde mimari tasarım aşamasında oluştuğunu göstermektedir. Çünkü bina geometrisi mimari tasarım aşamasında şekillenmektedir. Bu aşamada deprem davranışına ters düşen bir biçimin seçimi büyük bir kayıptır. Deprem davranışına uygun olmayan bir geometri ile oluşan yapıyı, taşıyıcı sistem üzerinde durarak iyileştirmek zor, pahalı ve hatta kimi zaman olanaksızdır. Bu bağlamda mimarların depreme dayanıklı yapı kavramı konusunda bilgilerinin az olması nedeni ile, yapı mühendisleri tarafından yanlış yönlendirilebilmektedir.

Deprem dayanımı konusunda ileri sürülen temel ilkeler yaratıcılığı kısıtlıyor gibi gözükse de, bu ilkelerin uygulandığı Japonya, A.B.D. gibi ülkelerde yapılan yapılarda yaratıcı mimarının yok edildiğini söylemek mümkün değildir. Yapıda aranan ilk koşulun can güvenliği olduğu düşünülürse, deprem dayanımı konusunda mimarının önemi daha da anlaşılmaktadır.

3.2.1. Yapı planı ile ilgili düzenlemeler

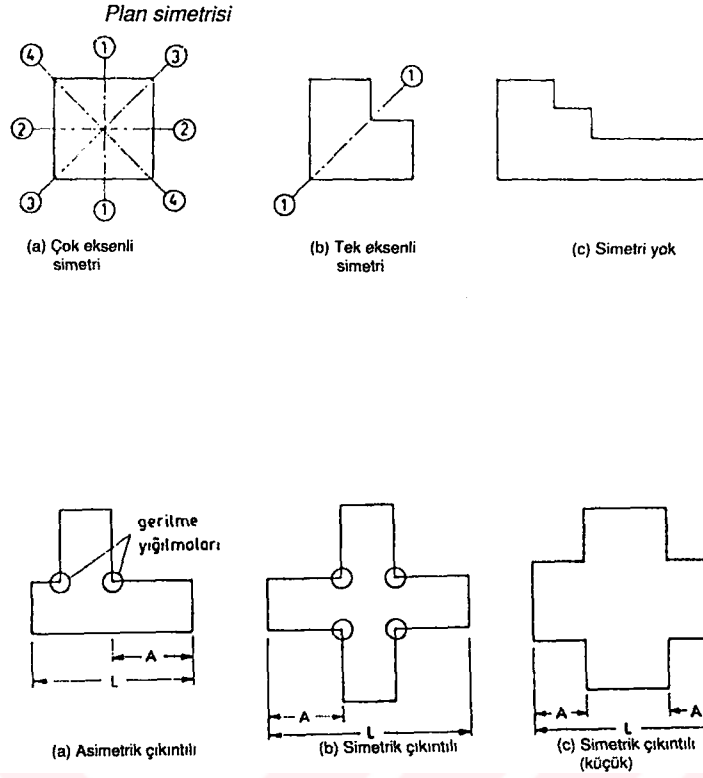
Yapıda ilk önce ilke olarak bütün kat planlarının her iki doğrultuda da simetrik olarak düzenlenmesi benimsenmiştir. Ancak depremlerden edinilen deneyimler simetrik düzenlemenin de birtakım kuralları olduğu gerçeğini ortaya koymuştur.

Yapıyı planda simetrik olarak düzenlemenin asıl nedeni ise, deprem sırasında anormal burkulma etkilerinin oluşmasını önlemek ve bu sayede yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezinin birbirine çok yakın hatta çakışmış olarak çözümleyebilmek içindir. Şekil 3.1.



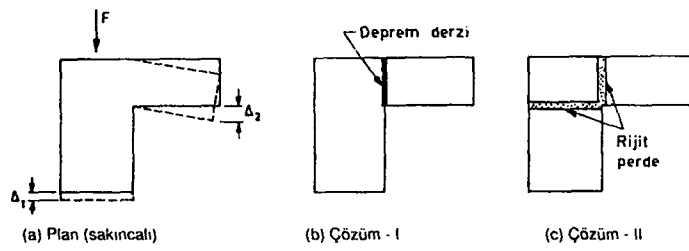
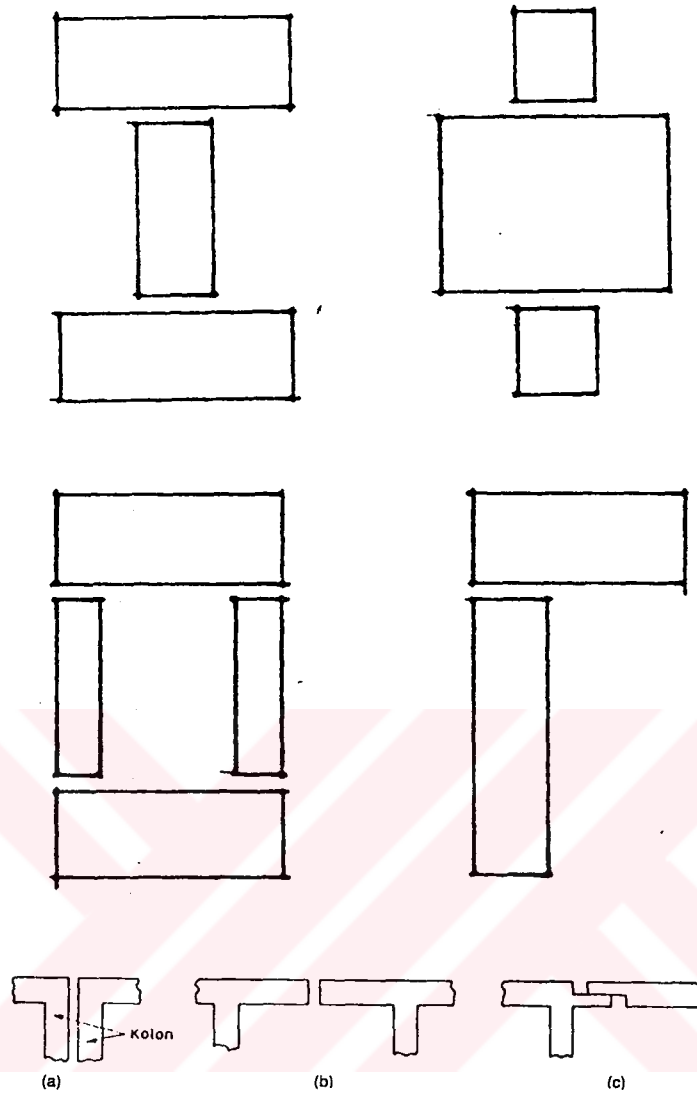
Şekil 3.1.

Yapının kütle merkezi yapının genel geometrisi ile ilgilidir. Plan olarak simetrik düzenlenen yapılar düzenli yapılar olarak adlandırılır. Simetrik olarak düzenlenen, fakat oranları bakımından atalet kuvvetlerine karşı koyamayan düzensiz yapılar da vardır. Planda yapılan çıkıntıların (A), toplam yapı boyuna (L) oranı $A/L < 0.15-0.20$ olmalıdır. Şekil 3.2.



Şekil 3.2.

Mimari tasarımda bu kurala uymayan çıkıntılardan kaçınılmalıdır. Bu sağlanamadığı takdirde bina derz ile ikiye ayrılmalıdır. Derz büyüklüğü depremde yapıların birbirine çarpmasını önleyecek büyüklükte olmalıdır. Derzler; yan yana çift kolonla sağlanabildiği gibi, çift kolon istenilmeyen durumlarda kiriş ve döşemelerde bindirmeler yaparak derzleme yapılabilir. İkinci bir önlem olarak gerilmelerin olduğu köşeler rijitlendirilerek güçlendirilmelidir. Şekil 3.3.

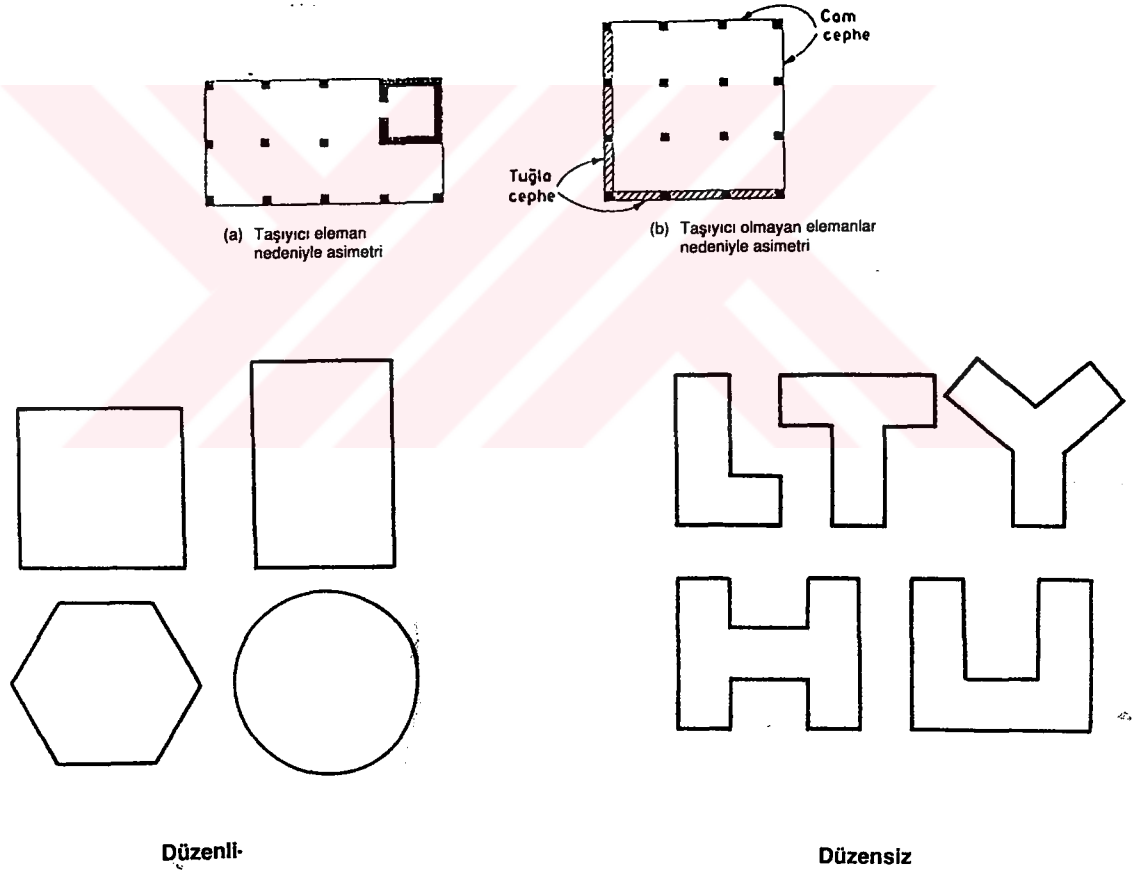


Şekil 3.3.

Yapı planı simetrik olarak düzenlenen yapıda, düşey taşıyıcıların bilinçsiz yerleştirilmesi ile simetri bozulabilir. Düşey taşıyıcıların konumu yapıların rijitlik merkezini oluşturur.

Rijitlik merkezi ile kütle merkezinin çakışmaması durumunda yapıya gelen deprem kuvvetleri yapıyı düşey bir eksen etrafında dönmeye zorlar.

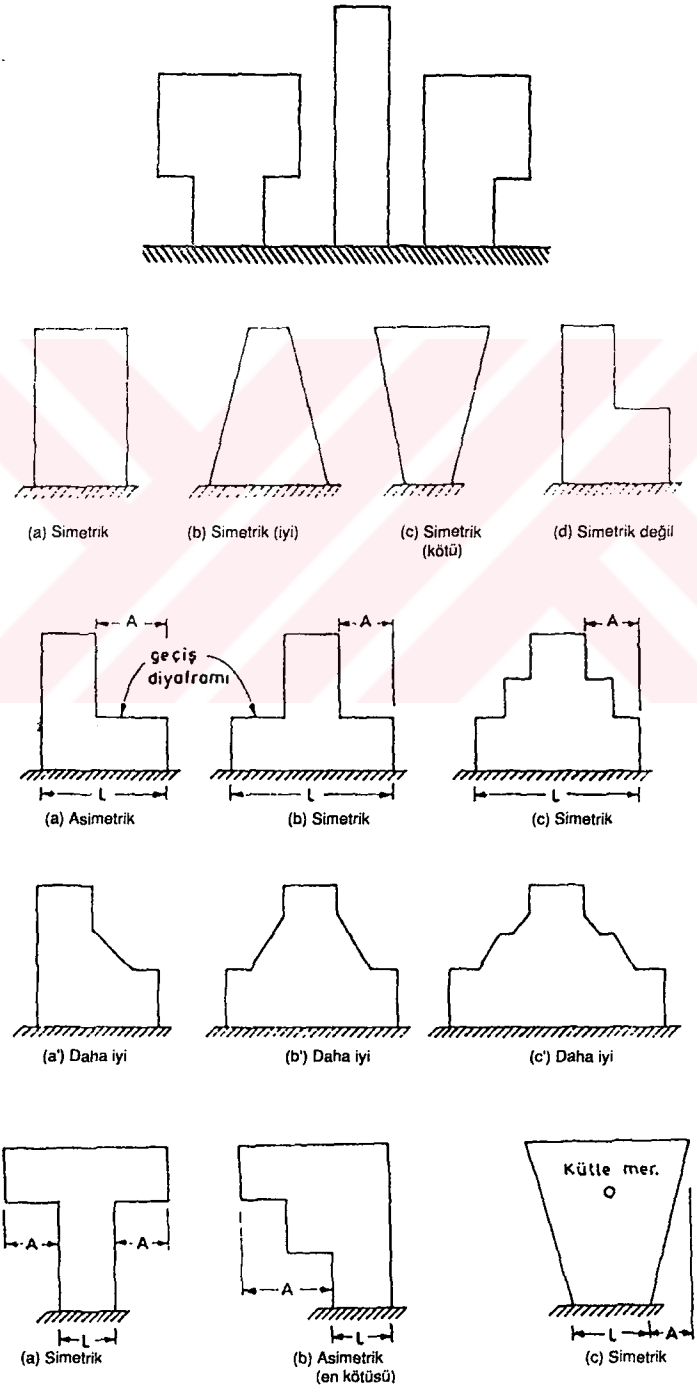
Yapı planının ve taşıyıcı sisteminin simetrik olarak düzenlenmesi durumunda, döşemede anormal yüklemeler olması ya da döşemede boşlukların bulunması halinde de taşıyıcı sistem görevini yapamayarak burulma etkileri oluşur. Planda deprem açısından düzenli ve düzensiz yapılara ait örnekler Şekil 3.4. te verilmiştir.



Şekil 3.4.

3.2.2. Yapı yüksekliğinin düzenlenmesi

Yapı planda düzenli olarak tasarlandıktan sonra üçüncü boyutta da taşıyıcı sistemin düşey rijitliğinin sağlanması gerekir. Mimari tasarım her iki doğrultuda da (planda ve düşeyde) deprem kuvvetlerine karşı koyabilecek düzenlemelere açık olmalı ve bu doğrultuda gelişmelidir. Planda olduğu gibi düşeyde de alt kotlardan başlayarak üst kotlara doğru uyumlu bir ağırlık ve rijitlik azalması olmalıdır. Şekil 3.5.

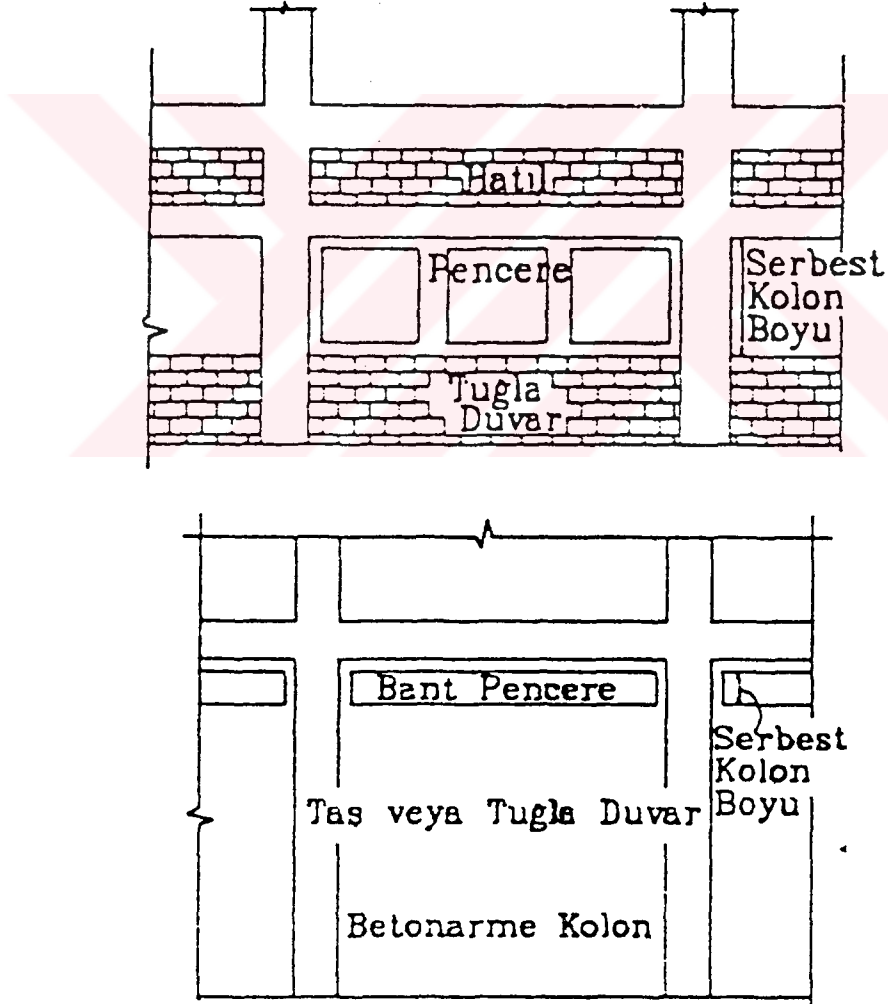


Şekil 3.5.

Yapının narinliği adını verdiğimiz Y¼kseklik / En, Y¼kseklik / Boy oranlarının b¼y¼k olmaları halinde yapıda b¼y¼k devrilme momentleri oluşacağı gibi, depremde de kolonlara b¼y¼k eksenel y¼kler gelmesine neden olur.

Taşıyıcı sistem tasarımında b¼lme duvarlarının da yapının rijitliği bakımından ¼nemi b¼y¼kt¼r. B¼lme duvarlarındaki d¼zensizlik taşıyıcı sisteminde d¼zenini bozarak depremde burulma etkilerinin doğmasına neden olur.

Mimaride dikkat edilmesi gereken bir hususta yapının bazı noktalarında bant pencereleri, merdiven sahanlıkları vb. nedenlerden dolayı ağığa ¼ıkan kısa kolonlardır. Kısa kolonlar diğer kolonlara oranla yer değiştirebilmek i¼in b¼y¼k kesme kuvvetleri almaya zorlanır. şekil 3.6.



şekil 3.6. Kısa kolon davranışı.

3.3. Depremın endüstri yapıları üzerindeki etkileri

Endüstri yapısının yapılacağı çevrenin jeolojik durumu yapıyı pekçok yönden etkilemektedir. Türkiye'de endüstrinin yoğun olduğu bölgeler Birinci derece deprem kuşağı üzerindedir.

Deprem etkisi yapıya yatay kuvvet olarak etki yapmaktadır. Bu yatay kuvvet etkisinde kolonlar ve kirişler eğilmeye zorlanır. Deprem etkisine ve şiddetine göre, deprem bölgesinin derecesine göre taşıyıcı sistemin seçilen malzemesinin kesitleri belirlenir.

3.3.1. Endüstri yapılarının depreme karşı davranışları

Tek katlı endüstri yapıları hafif yapılar oldukları için, yapının rijitliği kütle ile değil strüktürle sağlanmalıdır. Yapının hafifliği oluşabilecek atalet kuvvetleri açısından istenen bir durumdur. Çünkü kütle hafif olursa depremde yapıda oluşabilecek atalet kuvvetleri küçük çıkar. Yapının strüktürünün rijit yapılması pekçok durumla sağlanabilir:

1. Mimari planda ve düşeyde düzenli olarak çözümlenmelidir.
2. Statik açıdan deprem etkisine uymayan hiperstatik çerçeveler yerine izostatik sistemler kullanılmalıdır.
3. Oluşturulan çerçeveler diğer doğrultuda çeşitli kirişler, dolgu duvarları ve çaprazlamalarla desteklenmelidir.

Depreme dayanıklı Endüstri Yapısı tasarımıındaki en kritik noktalar mimarinin düzenli olması, taşıyıcı sistem malzemesinin seçimi, yapım sistemi ve malzemenin davranış özelliğine göre kolon-temel, kolon-kiriş bağlantı detaylarının oluşturulmasıdır. Yapının yapılacağı yerin zemin özelliklerinin de bilinmesi gerekir.

Tek katlı endüstri yapıları, mimari planlama olarak tek eksen üzerinde gelişen ince uzun yapılardır. Bu nedenle yapıları belirli aralıklarla dilatasyon derzleri ile ayırmak gerekmektedir. Ancak deprem sırasında çarpışma nedeniyle darbe etkisi olmaması için özenle detaylandırılmalıdır. Yapı planı simetrik olarak düzenlenmeli, taşıyıcı sistem

ağırlık merkezi ve rijitlik merkezi üst üste gelecek şekilde kurulmalı, genel mimari düzenleme kurallarına dikkat edilmelidir.

Çerçevelerden oluşan yapılara , deprem etkisini önlemek amacı ile çerçevelere dik kirişler, dolgu duvarları ve çaprazlamalar yapılmalıdır. Burulma momentlerinin kirişlerde değil, özellikle kolonlarda olması sağlanmalıdır. Çünkü kirişler genelde, yapı tek katlı olduğu için çatı makası olarak düzenlenmekte ve geniş açıklık geçmektedir. Açıklık geniş olduğu için açıklık momentlerine ilave olarak deprem etkisinin yol açacağı burulma momentleri istenmeyen bir durumdur.

Endüstri yapılarının deprem etkisine maruz kaldığı ilk noktaları temelleridir. Deprem yapıyı maksimum derecede temelde etkiler. Yapı tüm ağırlığı ile deprem etkisine karşı koyar. Bu nedenle temel detaylarının en sağlam noktalar olması gerektiği açıktır. Temeller genellikle ankastre temel olarak düzenlenmelidir. Yapının yapılacağı zemin özelliklerine göre temelin derinliği ve zemine yükün yayılacağı yüzeyin büyüklüğü belirlenmelidir. Zeminin cinsi ve taşıma gücü iyi bilinmelidir.

Değişik seviyelerde düzenlenen temeller, deprem titreşimlerini üst yapıya farklı zamanlarda ileteceğinden titreşimlerin simetrik ve üniform olmaması sebebi ile yapıda hasarlar oluşturacağından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Temelde kademe zorunlu ise bodrum katların çevresi perde yapıp tavanı ve döşemesi rijit bir kutu kesit oluşturmaktadır. Bu sayede oluşacak titreşimler absorbe edilerek üst yapıya ulaşması engellenebilir.

Temeller ayrı olarak düzenlenmek yerine bağ kirişleri ile bağlanmalı, mümkünse radye sisteme gidilmelidir.

Diğer bir kritik nokta kolon-kiriş, kolon-döşeme birleşim detaylarıdır. Bu noktalar yapı malzeme ve yapım sisteminin özelliğine göre sabit mesnet, kayıcı mesnet ya da mafsallı olarak düzenlenmelidir.

Yerinde dökme betonarme sistemlerde sabit mesnet yapılması kaçınılmazdır. Bu sistemlerde yapı düktilitesi rahatlıkla sağlanabilir.

Prefabrike ve karma sistemlerde bağlantı noktaları gerektiği gibi rahatlıkla çözümlenebilmektedir. İstenen sünekliğin sağlanması ve yatay ötelenmenin azaltılması gerekmektedir.

3.3.2. Taşıyıcı sistem elemanları-deprem ilişkisi

Yapı mimarisi şartlara uygun olarak tasarlanırken, yapının davranış özelliklerine bağlı olarak taşıyıcı sisteminde düşünülmesi gerek

ir. Depreme dayanıklılığın ön şartı olan dayanıklılık, rijitlik, süneklik ve düktilite gibi durumlar taşıyıcı sistem elemanları ile oluşturulacak öğelerdir.

3.3.2.1.Kolonlar

Eksenel basınca ya da eksantrik basınca çalışan doğrusal çubuklardır. Kolonun eksenel yükü ne kadar az olursa düktilitesi o derece yüksek olmaktadır. Eksenel yükleri az olan kolonlar depremde büyük eğilme momentleri taşıyabilir. Kolonun uzun kenar / kısa kenar oranı 2.5'tan büyük olması durumunda eleman perde davranışı gösterir. Depremlerde yapıya gelen enerji, yapının rijit ek yerlerinin mafsallaşması ile tüketilir. Çok sayıda kolonu olan yapı, mafsallaşma noktası fazla olacağından tercih sebebidir. Özellikle iç aks kolonlarına, deprem nedeniyle oluşan yatay yüklerin gelmesi, normalde büyük düşey yük alan bu kolonların tehlikeli duruma gelmesine neden olur. Kolon aksları arasının fazla olması özellikle dış aks kolonlarında büyük eğilme gerilmeleri oluşturur. Kiriş akslarının şaşırtmalı olması ve bu kirişlerin aynı kolona bağlanması sonucu, düşey yüklerin gerektirdiğinden daha geniş boyutlu kolon gerektirir. Böyle bir kolon rijit olacağından depremde büyük yatay yükler etkisinde kalır. Bu durum yapılarda özenle ele alınmalıdır.

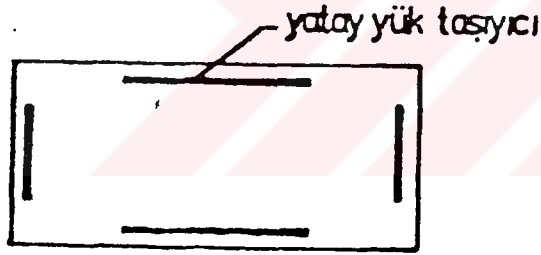
Türkiye'de afet bölgelerinde yapılan yapılar için belirlenen minimum kolon boyutu 25 cm iken; deprem açısından Türkiye ile aynı durumda bulunan Japonya ve Amerika'da minimum kolon boyutu 30 cm dir.

Yapılara ışık almak amacıyla açılan bant pencerelerinde, kolonun pencere olan bölümünün rijitliği, duvar olan bölümündeki rijitliğinden çok fazladır. Bu nedenle yatay yükler etkisi altındaki yapıdaki yatay ötelenme kolonun pencere bölümünü oluşturan

kısa bir bölümünde oluşacaktır. Buna kısa kolon davranışı denmektedir. Kısa kolon davranışına neden olan diğer durumlar ise; kolona bağlanan kat kirişlerinin derin olması, kolonlarda guse yapılması, pencere üstü hatılları, bant pencereleri veya taşıyıcı olmayan dolgu duvarlarda kolonun boyunun kısılmasına neden olur. Tasarımda bu duruma neden olan planlamalardan kaçınılmalıdır.

Kolon yerine perde kullanılan taşıyıcı sistemlerde, yapılar hafif ve orta şiddetli depremlerde yatay kuvvetlere elastik olarak karşı koyarak ötelemeyi önlemektedir. Bu nedenle rijit ve sünek sayılan perde duvarları deprem bölgelerinde yapılacak yapıların tasarımında kullanılmalıdır. Ancak perde ile oluşturulan taşıyıcı sistemlerde şu hususlara dikkat edilmelidir:

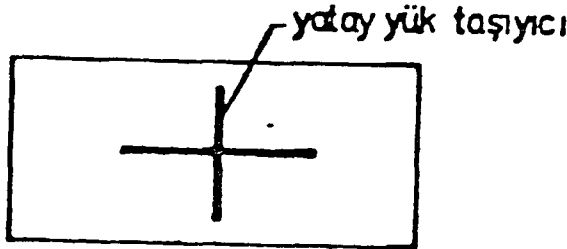
1. Sistemin aks çizgileri birbirini kesmeyen en az üç perde ile oluşturulmalıdır. Binanın burulma dayanımını arttırmak için perdeler olabildiğince yapının dış çevresine yakın ve yapı kenarlarına paralel olarak yerleştirilmelidir. Şekil 3.8.



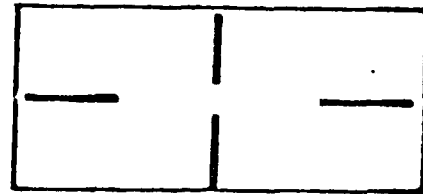
a) Stabil , iyi



b) Stabil , o kadar iyi değil



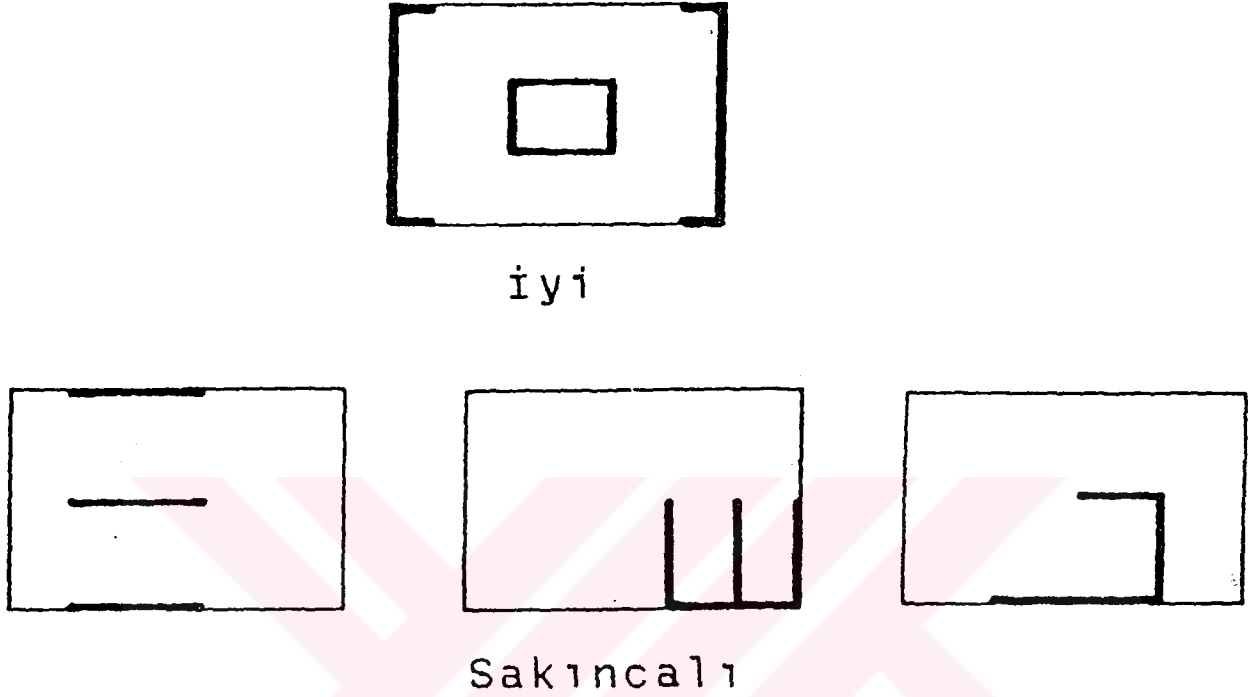
c) labil



d) labil

Şekil 3.8.

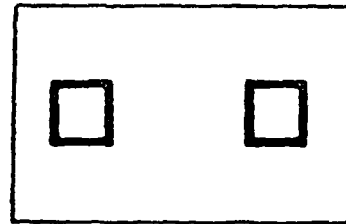
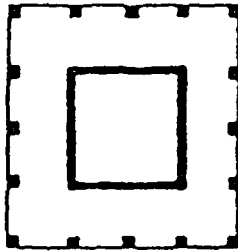
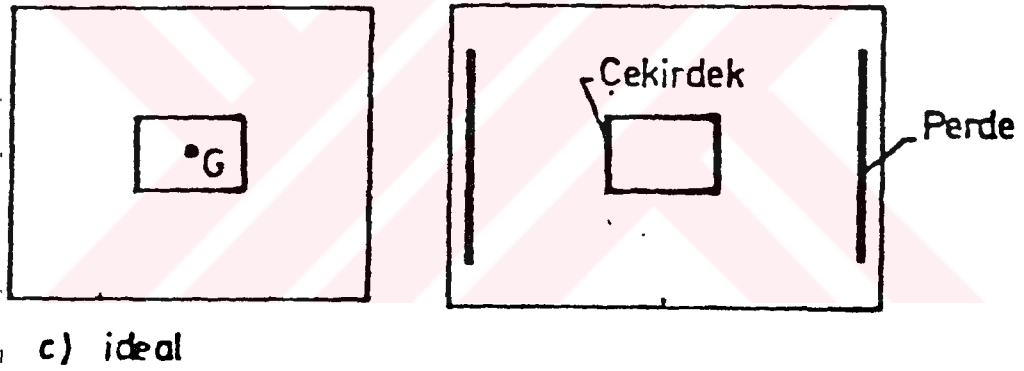
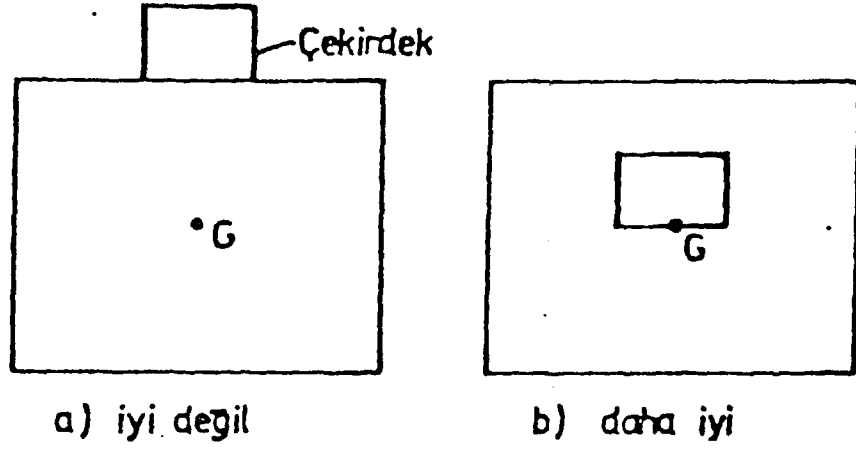
2. Perdeler planda düzenli şekilde yerleştirilmeli, belirli bölgelerde yoğunlaştırılmamalıdır. Çünkü perdelerin yoğunlaştığı bölgelerde burulma titreşimleri engellenememektedir. Şekil 3.9.



Şekil 3.9.

3. Perde genişlikleri yönetmelikte verilen minimum ölçülerden küçük olmamalı, her iki doğrultuda da kirişlerle birbirine bağlanmalıdır.
4. Perdelerin her bir yöndeki toplam alanları A_p , yapının tabanındaki alanı A_d ve kat adedi n olmak üzere $A_p / A_d > 0.0015.n$ bağıntısı kurulabilir.
5. Kiriş genişliği kiriş yüksekliğinin iki katından daha fazla olan dişli döşemelerde yapı yüksekliğinin, açıklığın 1/15'inden az olması halinde ve kirişsiz döşeme ile yapılan yapılarda, yapı yüksekliğinin temelden 8 m'yi aşması durumunda deprem etkilerini karşılamak üzere her iki doğrultuda deprem perdeleri yapılmalıdır.
6. Taşıyıcı sistemi çekirdek ile desteklenen yapılarda, çekirdek mümkün olduğunca yapının kütle merkezine yakın olmalı, çekirdeği burulma etkilerinden kurtarmak için

kenarlarda birbirine paralel en az iki adet perde ile desteklenmeli, çekirdek düşey ekseni boyunca simetrik olmalıdır. Şekil 3.10.



Şekil 3.10.

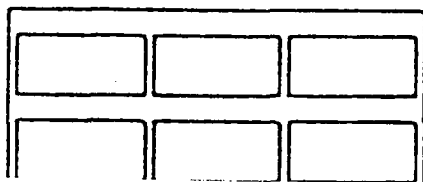
3.3.2.2.Kirişler

İskelet sistemlerde kirişler kolonları birbirine bağlayan yatay elemanlardır. Dolu veya boşluklu gövdeli olarak yapılabilirler. Kiriş yüksekliğinin büyük olması deprem açısından yararlıdır. Yükseklikleri küçük ya da yatık kirişler, esnek duvarlar, yatay deprem kuvvetleri altında büyük ötelenme yaparak, yapının yıkılmasına neden olabilir.

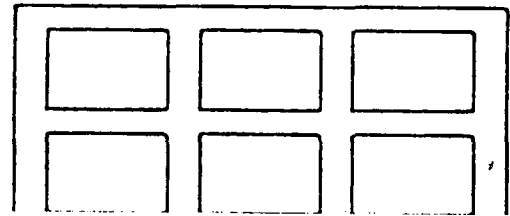
Tek katlı endüstri yapılarında kolonları birbirine bağlayan kirişler çatı kirişi olarak yapılmaktadır. Kirişler betonarmeden dolu veya boşluklu olarak yerinde dökme ya da prefabrike olarak yapılabilirdiği gibi, çelik malzemeden çatı makası olarak dolu gövdeli, boşluklu ya da çubuklarla oluşturulabilir.

Kirişlerde mafsallaşma düktilite ve enerji yutulmasının gerçekleşmesi; betonarme de, kullanılan beton ve donatı çeliğinin kalitesi, kirişlerdeki donatı kurallarına uyulması, gerek yerinde dökme, gerekse prefabrike yapılarda kolon-kiriş bileşim noktalarındaki detaylara dikkat edilmesi, çelikte ise yine kullanılan çeliğin kalitesine bağlı olarak akıcılığı, malzemenin birleşim bölgelerindeki işçilik, kolon-kiriş ve kolon-temel bağlantı noktalarındaki detay özelliklerine dikkat edilmesine bağlıdır.

Tek katlı endüstri yapılarında geniş açıklıkları geçmek için kullanılan kirişler açıklığın büyük olması sebebi ile oldukça fazla açıklık momentleri etkisinde kalmaktadır. Deprem sırasında yapıya etkiyen yatay kuvvetler kirişlerde açıklık momentlerine ilave olarak büyük burulma momentlerine maruz kalır. Burulmanın kirişlerde oluşmasını önlemek amacı ile zayıf kiriş-kuvvetli kolon ilkesi benimsenmiştir. Şekil 3.11. Ancak zayıf kirişten kasıt, açıklığa bağlı olarak kendi ağırlığını, üzerine gelen çatı elemanlarının ağırlığını taşıyabilecek güçte olmalıdır.



Sakıncalı



İyi

Şekil 3.11.

Tek katlı endüstri yapılarında fonksiyon gereği kurulan gezer vinçler genellikle kolonlara guse yapılarak bu guseler arasında yapılan vinç kirişleri üzerine oturtulmaktadır. Ancak kolonlarda oluşturulan guseler ve vinç kirişleri kısa kolon etkisi yapacağından tercih edilmemeli, vinçler kolon bitiminde, kolonları diğer yönde birbirine bağlayan cephe kirişine oturtulmalıdır.

3.3.2.3.Döşemeler

Yapı taşıyıcı sisteminden kaynaklanan modülasyon ızgarasını örten yatay elemanlardır. Kirişli ya da kirişsiz olarak düzenlenebilirler. Kirişsiz olarak düzenlenenler daha esnek olduklarından deprem kuvvetleri altında büyük yatay ötelenmelere neden olurlar. Asmolenli ve kirişsiz tasarlanan yapılar normal plak döşemeli yapılara oranla % 20 daha ağır yapılardır. Yapıya etkiyen deprem yükü yapı ağırlığı ile bağlantılı olduğundan, ağırlık arttıkça yük artacaktır. Bu da yıkımı kolaylaştıracağından bu sistemlere gidilmemelidir.

Tek katlı endüstri yapılarında diğer bir uygulama ise sistemin çatı döşemesi ile geçilmesidir. Kolon ve kirişlerden oluşturulan çerçevelere çatı eğimi verilerek, çatı kirişlerine dik doğrultuda üzerine gelecek kaplama malzemesinin özelliğine göre belirli aralıklarda ara aşık kirişleri yerleştirilir. Bu aşıklara oturtulan ızgara da seçilen kaplama malzemesi ile örtülür. Çatı üzerindeki ara aşıklar yatay yüklere karşı dayanıklılık verilmek üzere çatı yüzeyinde çaprazlamalarla bağlanırlar.

Döşemelerde oluşturulan boşluklar, yatay yük etkisinde normal döşemeden farklı çalışacağı için, burulmaların oluşacağı köşe noktalarında takviye edilmelidir

3.3.3. Detay elemanlarının taşıyıcı sistem elemanları ve deprem ile olan ilişkileri

Yapıya etkiyen deprem kuvvetleri yapı taşıyıcı sistemini etkilediği gibi, taşıyıcı olmayan detay elemanlarını da etkilemektedir. Bu nedenle detay elemanlarını da deprem açısından incelemek gereklidir:

1. Bölme duvarları: Çerçeve aralarında olmayan ve döşeme üstüne oturan bölme duvarları depremde rahatlıkla devrilerek can kaybına neden olmaktadır. Bunlar çerçeve içinde ise daha zor yıkılırlar. Bu nedenle bölme duvarları belirli aralıklarda yatayda hatıllarla bağlanarak stabiliteleri arttırılmalıdır.

Taşıyıcı olmayan bölme duvarlarının yapı rijitliğine önemli katkıları vardır. Bölmelerdeki düzensizlik taşıyıcı sistem düzenini bozup depremde burulma etkileri doğmasına neden olabilir.

Dolgu ve bölme duvarlarına ilişkin yönetmelik kayıtlarına özenle dikkat edilmeli, tasarım ve özellikle yapım aşamasında detaylarda denetim yapılmalıdır.

Duvarlar konusunda önemli bir hususta duvar kaplamalarıdır. Deprem sırasında yapıdaki aşırı ötelenmeler kaplama malzemelerinin tesbit edildikleri yerden koparak düşmelerine, can ve mal kaybına neden olmaktadır. Deprem bölgelerinde yapılan yapılarda bu detaylara dikkat edilmelidir.

2. Çatı Örtü Elemanları: Tek katlı endüstri yapılarında geniş açıklıklar nedeniyle kullanılan çatı örtü elemanları özellik göstermektedir. Genellikle kurulan çerçeve sistemler üzerine değişik şekillerde ve kaplama malzemesinin özelliğine göre belirlenen değişik aralıklarda yerleştirilen çatı aşıkları üzerine oturtulur.

Deprem sırasında yapının yaptığı yatay ötelenmeler bu çatı sistemini de önemli ölçüde etkiler. Ötelenmeler sırasında malzemenin bu ötelenmeye karşı koymadan davranması beklenir. Bu nedenle örtü malzemelerinin bağlantı noktalarının hareketli bağlantılar olması gerekmektedir. İkinci bir tedbir olarak çatı düzlemi içinde aşık kirişlerini birbirine bağlayacak çaprazlamalar yapılmalıdır.

3. Diğer Detay Elemanları: Bu başlık altında değişik yapı elemanlarının, deprem sırasındaki yapı davranışına etkilerini incelemekte yarar vardır.

Asma tavanların bağlandığı yerlerdeki bağlantı detaylarının iyi olmaması tavan içindeki hareketli elemanların hareket esnasında serbest kalarak düşmelerine neden olabilir.

Pencere camları da yatay ötelenmeler sırasında zorlanmaya maruz kalmaktadır. Ani kırılmaları ve hasarı önlemek amacı ile pencere camları kasalara kayacak şekilde takılmalıdır. Böylece kasa deforme olsa bile cam sıkışmayacağından kırılmalar önlenebilir. Özellikle metal pencere kasaları daha rijit olduğundan bu detaylara daha çok dikkat edilmelidir.

Türkiye'de bulunan kaliteli malzeme ve işçilik sorunu detay elemanlarına da yansımaktadır. Özellikle detay elemanlarının kalitesi ve montajı sırasındaki kaliteli işçilik bu malzemelerin doğru uygulanması bakımından gereklidir. Detaylardaki işçilik hataları deprem gibi doğal afetlerde yapılarda onarılamaz ağır hasarlara sebebiyet vermektedir. Bu durumda işçiler iyi eğitilmeli ya da işinde uzmanlaşmış kişiler tercih edilmelidir. Yapımda işçilik faktörü özenle denetlenmelidir.

3.4. Depreme dayanıklı endüstri yapısı taşıyıcı sisteminin düzenlenmesi

Depreme dayanıklı yapı kavramı, iyi bir mimari planlamanın önemli bir parçası olmakla beraber, sadece yatay kuvvetlere dayanabilen yapı yapmak değildir. İyi tasarlanmış bir yapıda sağlamlık, rijitlik, enerji yutma gücü, süneklik, düktilite ve dayanıklılık özelliklerinin iyi bir oranda düşünülmesi ve kararların verilmesi gerekir. Böylece yapının sık olan orta şiddetteki depremlerde önemli bir hasar görmemesi, şiddetli depremlerde ise kendi stabilitesini koruyarak içindeki insanlara ve eşyalara zarar vermemesi sağlanabilir. (PAKSOY, 1993).

Türkiye'de deprem nedeniyle oluşan yapı hasarları incelendiğinde yapıların belirli parametrelere uygun yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Türkiye sanayileşme alanında büyük hedefleri olan bir ülke olarak, endüstri yapılarına büyük önem vermelidir. Endüstri yapısı denildiğinde ilk akla gelen taşıyıcı sistemi olmalıdır. Depreme dayanıklı taşıyıcı sistem düzenleme üzerine verdiğimiz genel bilgilerden sonra endüstri yapısı taşıyıcı sisteminde ne gibi planlama ve tasarlama tedbirleri almamız gerektiğini incelemekte yarar olacağına inanıyorum.

3.4.1. Yöresel depremselliğin saptanması

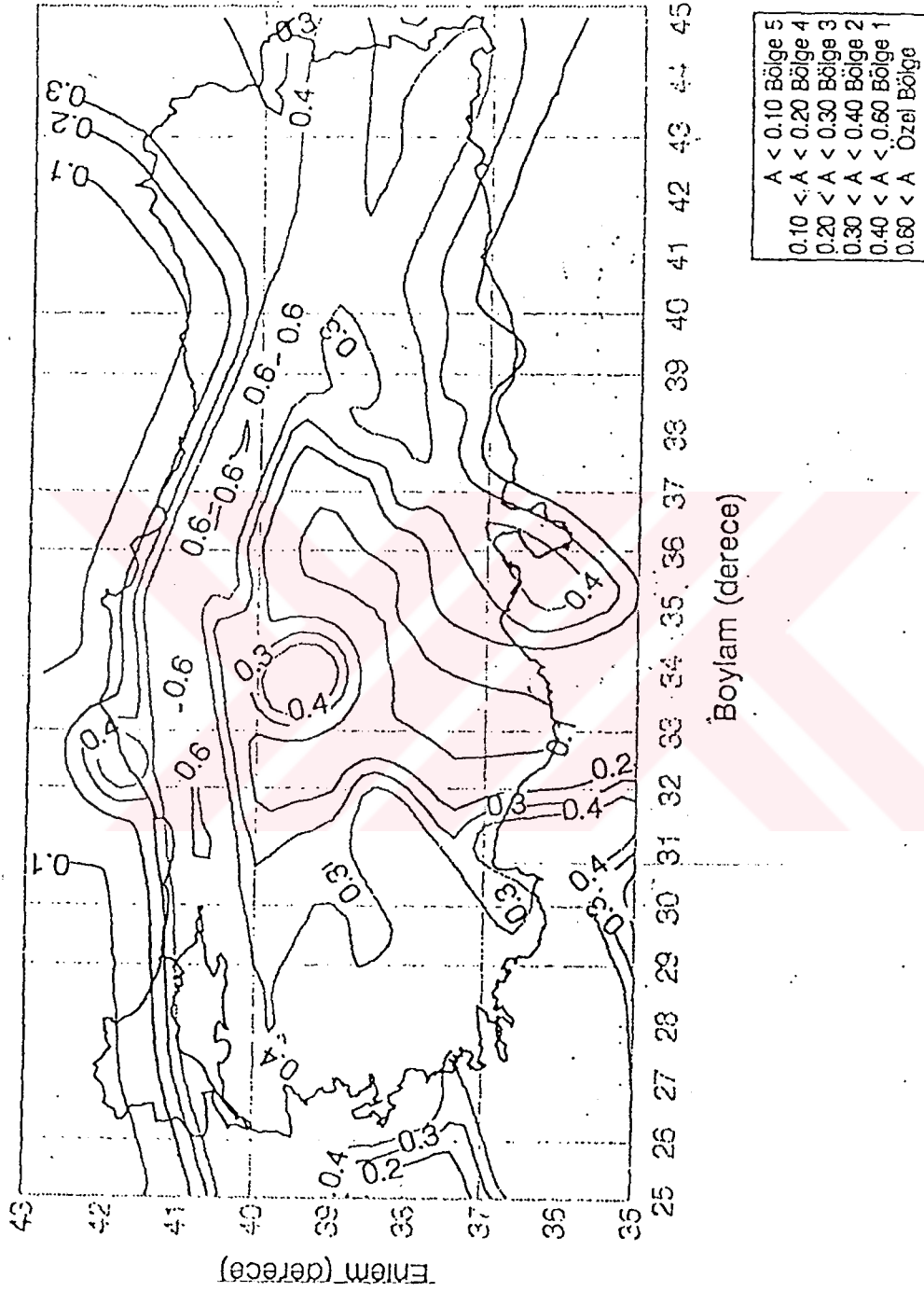
Türkiye'de belirli aralıklarda düzenlenen kalkınma planları ülke coğrafyasına göre dağılım göstermektedir. Sanayi bölgeleri olması beklenen bölgeler belirlenmekte ve belirli hedefler konmaktadır.

Türkiye depremselliği yüksek bir ülkedir. Gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerine önemli darbeler indirebilen deprem afeti, birçok sosyal sorunu da beraberinde getirmektedir. Depremlerin neden olduğu zararlar, gelişmiş ülkelere oranla az gelişmiş ülkelerde 100 kat fazla olabilmektedir. Bu sonucun nedenlerinin başında bölgelerin deprem özelliklerine bakılmaksızın yapılan kalkınma planları gelmektedir.

Türkiye'de sanayi bölgeleri olarak belirlenen ve bugünkü durumda Türkiye sanayisinin tamamına yakını (% 92'si) önemli deprem kuşakları üzerinde bulunmaktadır. Adapazarı, İzmit, İstanbul, Bursa gibi...

Büyük ölçekte, Türkiye genelinde depremsellik saptanmış olmasına rağmen, bu bölgeler kendi içinde çok yakın yörelerde değişkenlik gösterebilmektedir. Özellikle sanayi bölgesi olarak kalkınması beklenen bölgelerimizde, İmar planları hazırlanırken, sanayinin kurulacağı yerin depremselliği iyi saptanmalıdır. Yerleşim alanları içinde mikrozonlama dediğimiz deprem bölgelendirmeleri yapılmalıdır. Jeolojik deneyler yapılmalı, uzmanlardan raporlar alınmalı, ve imar planlarında yerleşim düzenleri uzman kişilerin görüşü alınarak belirlenmelidir. Bu faktör depreme dayanıklı yapı bağlamında belirlenmesi gerekli ilk husus olduğu için önemi büyüktür. Durumun tesbit edilmemesi ya da yanlış bölgelendirmeler yapılması bu aşamada büyük kayıp olacaktır.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından uygulamaya konulacak deprem bölgeleri haritası Şekil 3.12. de görülmektedir. Burada özel bölge olarak tanımlanan bölge, sanayileşmenin yoğun olduğu bölgeler olarak, üzerine yapılacak endüstri yapıları için özel bir tasarım ve hesap gerekmektedir.



Şekil 3.12

3.4.2. Zemin cinsine göre tasarım

Zemin durumu yapının deprem sırasındaki davranışlarından dolayı önem kazanmaktadır. Yapının taşıyıcı sistem olarak belirli davranışları vardır. Zemin özelliklerine bağlı olarak yapının bu belirlenen davranışlardan birini yapması gerekir.

Yapı taşıyıcı sistemi hafif, sünek, söndürmeli, esnek ve rijit olarak tasarlanabilir.

Endüstri yapıları tek katlı oldukları için genelde hafif yapılardır. İlke olarak sert zeminde esnek, yumuşak zeminde ise rijit yapı yapımı benimsenmelidir. Yapı depremde, üzerinde bulunan etki durumuna göre tepki gösterir. Sert bir deprem hareketine karşı yapının göstereceği sert tepki yapının kolayca yıkılmasına neden olur.

Sert zeminlerde, yapılardaki birleşim bölgelerinde mafsallaşmaların olduğu esnek taşıyıcı sistem çözümlerine gidilmelidir. Bunun yanı sıra yapının deprem kuvvetlerini bünyesinde söndürmesi ve sünek bir davranış içinde olması beklenir. Yapının enerji yutma ve sünek davranış özellikleri taşıyıcı sistem de değişik biçimlerde sağlanır. Kullanılan malzemenin özelliği ve uygulanan detaylarla bu yapılabilir.

Yumuşak zeminlerde, özellikle toprak kaymaları ve sıvılaşma olabilecek zeminlerde yapının bütün davranması istenerek rijit yapı yapımına gidilir. Hareketli, yumuşak bir zeminde esnek yapı yapılması yapı yıkımını kolaylaştırır.

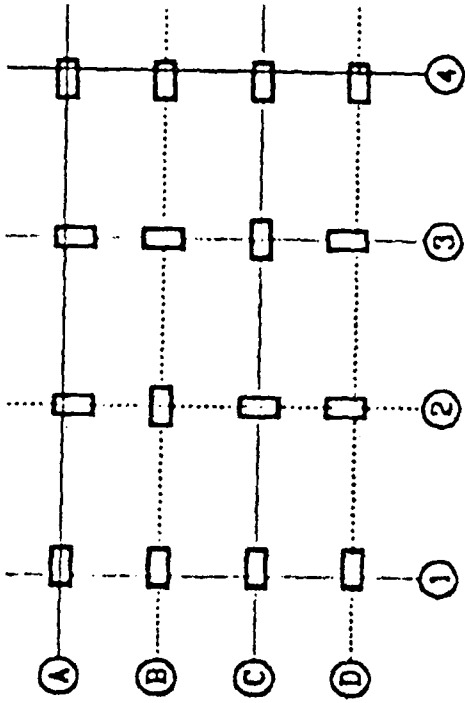
3.4.3. Malzeme ve yapım sistemine göre tasarım

Türkiye'de endüstri yapılarının yapılacağı yerin depremselliği ve zeminin jeolojik durumu taşıyıcı sistemde kullanılacak malzemenin seçimini önemli ölçüde etkiler. Taşıyıcı sistem malzemesinin seçiminden sonra, genellikle tek katlı endüstri yapılarında kullanılan çerçeveli iskelet taşıyıcı sistemlerde şu noktalara dikkat edilmelidir:

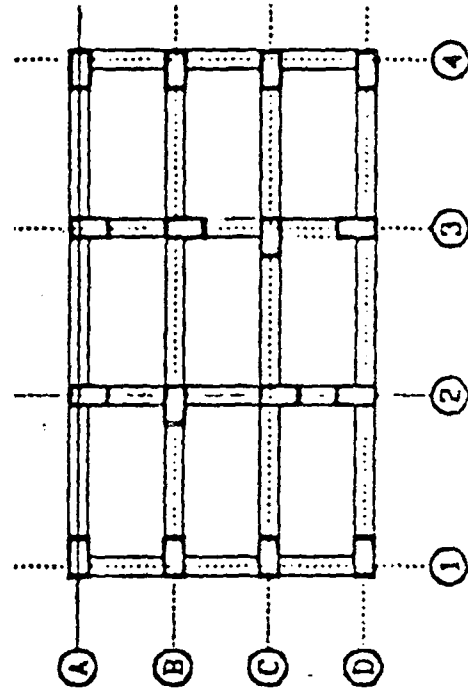
1. Kolonların bir aks sistemine yerleştirilmesine özen gösterilmelidir. Rastgele yerleştirilen kolonlar üzerlerine etkiyen kuvvetleri diğer elemanlara rasyonel bir biçimde dağıtamayacağından aşırı zorlanmalara neden olabilir. Aks aralıklarının olabildiğince eşit düzenlenmesi, yapının ekonomik olmasının sağlar. Şekil 3.13.

2. Kolonlar planda olabildiğince cephelere dik yerleştirilmelidir. Bu sayede kolonlar yatay etkileri daha iyi iletir, yapı eksantiresini önler ve ikinci derece moment oluşumunu yani burulmayı önler. Şekil 3.14.
3. Her iki doğrultuda da rijitlikler arasında fark olmaması için kolonların yarısı bir doğrultuda, diğer yarısında diğer doğrultuda yerleştirilmesi gerekir. Şekil 3.15.
4. Kolonlar her iki doğrultuda yük iletecek şekilde kirişlerle bağlanmalıdır. Kolon ve kiriş boyutları yönetmeliklerdeki minimum ölçülerden az olmamalıdır. Şekil 3.16.
5. Çerçevelerin oluşturulmasında sürekli kolon ve kirişe dikkat edilmelidir. Çerçeveler diğer doğrultuda da birbirine kirişlerle bağlanmalıdır. (PAKSOY, 1993).

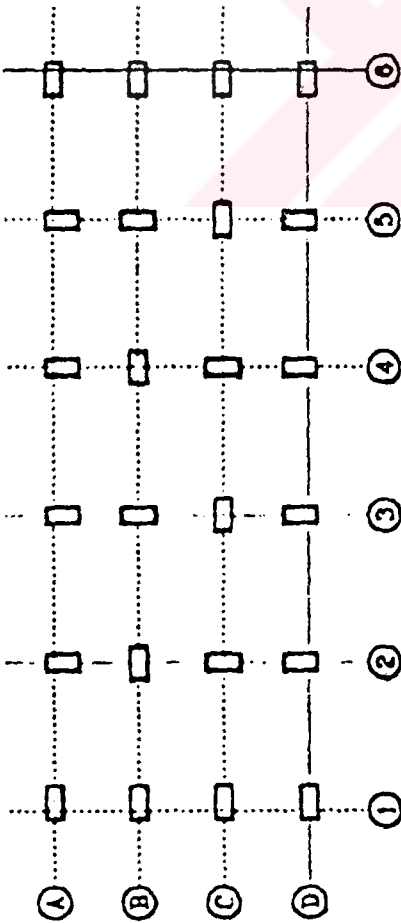
Taşıyıcı sistemde seçilen malzeme ve yapım sistemlerini deprem etkileri yönünden karşılaştırarak inceleyelim:



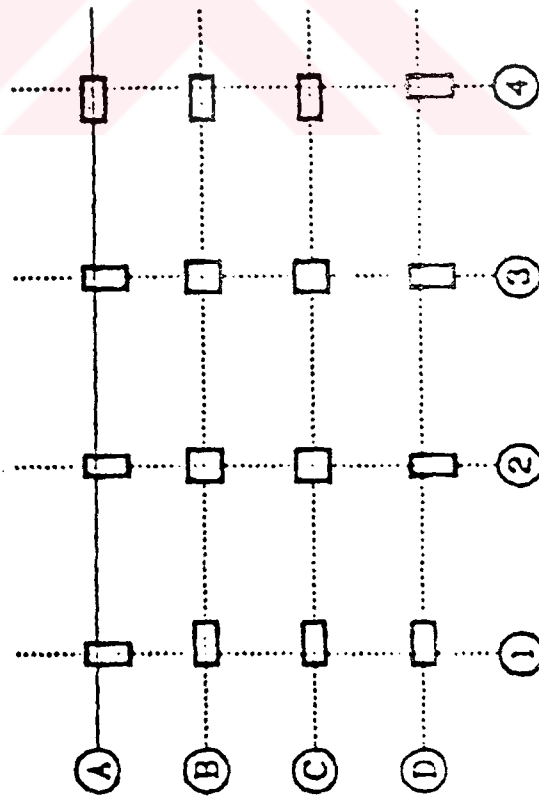
Şekil 3.15



Şekil 3.16



Şekil 3.13



Şekil 3.14

3.4.3.1. Betonarme İskelet Sistem

Türkiye'de betonarme malzeme Cumhuriyet döneminde, iskelet olarak yerinde dökme yapım tekniğinde (klasik sistem) yapılmıştır. Endüstri yapılarında geniş açıklıkların geçilmesi klasik sistemin en büyük dezavantajıydı. Ayrıca klasik sistemin yapım süresinin uzun oluşu maliyeti arttırmaktadır.

1970'li yılların başında Türkiye'de betonarme, prefabrik olarak yapılmaya başlandı. Önceden şantiyede üretilen kolonlar temellere ankastre olarak bağlanmakta, kirişlerde kolon başlarında oluşturulan mesnetlere iki uçtan mafsallı ya da bir uçtan mafsallı, bir uçtan kayıcı olarak bağlanmaktadır. Burada maliyeti etkileyen bir faktör prefabrike elemanların taşınmasında büyük kaldırma makinelerine ihtiyaç duyulmasıdır. Geniş açıklıkları geçme sorunu ise öngerme yolu ile aşılmıştır. Bu kez sorun olarak fabrikada üretilen büyük elemanların, şantiyeye taşınması çıkmaktadır.

Yapının depremde maruz kaldığı yatay kuvvetler yapıda zorlanmalara neden olur. Bu zorlanmaların, elastiklik sınırları içinde kalması istenir. Betonarmenin elastiklik modülü diğer malzemelere göre daha düşüktür. Bu nedenle zemin cinsine göre rijit yapı yapılması gereken durumlarda betonarme tercih edilmeli, esnek yapı yapılmasını gerektiren durumlarda betonarme yapılması zorunlu ise; yapıda kullanılan donatı çeliğinin akıcı olmasına ve beton kalitesine önem verilmelidir.

Prefabrike sistemde kolonlar, yerinde dökme sistemle yapılan temellere en az 65 cm sokulması ve ankastrelik momentlerini alabilmesi gerekir.

Bazı endüstri yapılarında deprem, vinç gibi yatay kuvvetler çok fazla olduğu zaman eğilme momentinin kolonlara da aktarılması sistemin emniyeti için gereklidir. Bu durumda rijit bağlantı yapımına gidilmelidir.

Türkiye'de değişik firmalar, çeşitli teknolojilerde yapı elemanları üretmektedir. Ancak bunların yöre şartlarına göre analizi genellikle yapılmamaktadır. Yörenin deprem koşullarına göre sistemin revize edilip uygulanabilirliğinin araştırılması gerekir.

3.4.3.2.Çelik İskelet Sistem

Türkiye'de çelik malzeme ilk olarak endüstri yapılarında kullanılmaya başlanmıştır. 1970'li yıllardan sonra Türkiye'de endüstri yapılarında çelik strüktür büyük kullanım olanakları bulmuştur.

Çelik iskelet sistemlerde üretilen elemanların şantiyeye taşınması büyük sorunlar çıkarmamaktadır. Çelik malzemenin kesitlerinin az olması ve birim malzeme ağırlığının betonarmeye oranla az olması taşıyıcı sistemde büyük olanaklar sağlamaktadır.

Çelik malzemeli elemanların korozyon etkisine karşı hassas oluşu, nem oranı yüksek bölgelerde kullanılmasında sakıncalar yaratmaktadır. Ayrıca ısı farklarının büyük olduğu bölgelerde çelik malzemenin kullanılması olumlu değildir.

Çelik malzemenin en büyük dezavantajı, yüksek sıcaklıkta bünyesinde akmalar ve eğilmeler oluşmasıdır. Önlenemeyen bu eğilmeler yapının kolayca yıkılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle yangın riski yüksek olan endüstri yapılarında çelik malzeme kullanımı sakıncalıdır.

Yapıya gelen yanal deprem kuvvetleri yapıdaki çelik taşıyıcıları eğilmeye zorlar. Çeliğinelastiklik modülünün büyük oluşu taşıyıcı elemanlarda büyük hasarlar oluşmamasına neden olur.

Çelik taşıyıcı sistemlerin endüstri yapılarında tercih edilmesinin en büyük nedeni, fonksiyon gereği geniş açıklıkların minimum kesitlerde geçilebilmesidir.

Çelik taşıyıcı sistemlerde temeller; yerinde dökme betonarme olarak üretilmektedir. Çelik kolonlar bu temellere ankastre olarak bağlanmaktadır. Ancak yanal deprem kuvvetlerine karşı kayıcı olarak bağlanan detaylar da vardır. Kolon-temel ve kolon-kiriş bağlantıları sistemin yatay yüklere karşı dayanıklılığının sağlanması için mafsallı olarak tasarlanmalıdır.

Türkiye'de gelişen teknolojiler çeliğin kullanım kolaylıkları sayesinde uzay kafes taşıyıcı sistemlerini ortaya çıkarmıştır. Bu sistemler günümüz ekonomik şartlarında pahalı sistemlerdir. Uygulanabilirlik koşullarının iyi araştırılması sonucu kullanılabilecek sistemlerdir. Ancak Türkiye'de çelik işçiliğinin zor ve pahalı oluşu

elik iskelet sistemlerin kullanılması kısıtlamaktadır. Ayrıca eliğin yangına karşı dayanıklı hale gelebilmesi için, çeşitli ısıya dayanıklı malzemelerle kaplanması maliyeti arttırmaktadır.

3.4.3.3.Karma (elik + Betonarme) Sistem

Endüstri yapılarının taşıyıcı sistem tasarımında gözönüne alınan en önemli faktör ekonomidir.

Düşey taşıyıcı elemanların (kolonlar) betonarme, yatay taşıyıcı elemanların (kirişler) elik olarak yapılmasının ekonomik olması nedeniyle Karma sistemler Türkiye'de büyük uygulama olanakları bulmuşlardır.

Karma sistemlerde depreme karşı alınacak önlemlerin ekonomikliği düşey taşıyıcılarda maksimum, yatay taşıyıcılarda minimum olması, maliyet artışlarını optimum düzeyde tutmaktadır.

Türkiye şartlarında düşey taşıyıcılar ve bağ kirişlerinin prefabrike betonarme elemanlardan, yatay taşıyıcıların ise, geniş açıklıkları ekonomik olarak geçen makas kirişler veya uzay kafes sistemler olarak tasarlanması fonksiyonu karşılayan en ekonomik karma çözümlerdir.

Karma sistemlerde birleşim noktaları kayıcı olarak düzenlenerek deprem kuvveti karşısında deformasyon yapabilmesi, enerji yutması ve yapının minimum zarar görerek en kısa sürede üretime devam etmesine olanak verir. (AKGÜN, 1992)

4. BÖLÜM BAZI MEVCUT ENDÜSTRİ YAPILARININ DEPREME DAYANIKLILIĞININ İNCELENMESİ

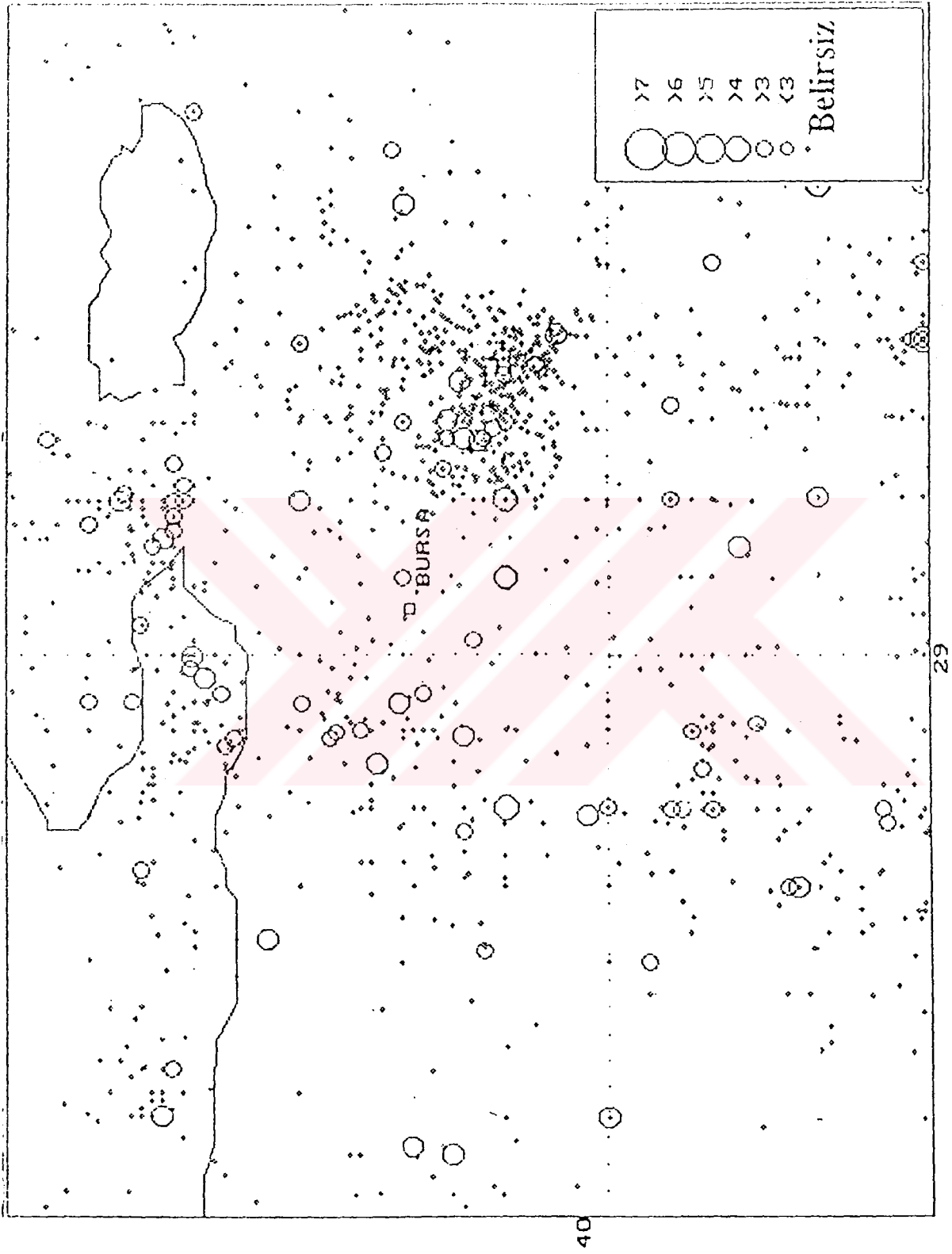
Depremselliği yüksek bir ülke olan Türkiye'de, sanayi alanında büyük gelişmeler gösteren Bursa İli 1. Derece Deprem Kuşağı üzerinde yer almaktadır. Sanayinin gelişimi deprem riskini ve depremden sonra olabilecek tehlikelerin büyüklüğünü arttırmaktadır. Bu nedenle deprem olgusu üzerinde önemle durulması gereken bir konu olmaktadır.

4.1. Bursa ve çevresinin deprem özellikleri

Bursa ve çevresi Türkiye'nin belli başlı fay zonlarından biri olan sağ yönlü doğrultu atılımlı Kuzey Anadolu Fayı'nın Batı Anadolu'ya uzandığı kollardan birisinin üzerindedir. Ayrıca bu bölge Batı Anadolu genişleme tektoniği olarak adlandırılan tektonik rejimin etkisiyle kuzey-güney yönlü açılma ve grobenleşme tektoniğinin de etkisindedir.

Deprem mekanizması verileri kullanarak Marmara Bölgesi'nin yerkabuğu deformasyonlarının yıllık değerleri hesaplanmıştır. Buna göre Marmara Bölgesi yılda 7.00 mm.'lik bir hızla kuzey- güney yönünde açılmakta, 10.00 mm.'lik bir hızla sıkışmakta ve 20.00 mm.'lik bir hızla da sağ yönlü yerkabuğu hareketleriyle deforme olmaktadır. Bursa ve yöresini etkileyen bu aktif tektonik yapı, bu bölgede kırıklı bir yapı oluşturması nedeniyle jeotermal oluşumlara ve çok sayıda depremin çıkmasına neden olmaktadır.

Bursa 1. derece deprem bölgesidir. Şekil 4.1.'de 33-1990 yılları arasında Bursa ve çevresinde olmuş deprem yerlerinin haritası görülmektedir. Bursa'da en önemli hasar yapan deprem bugünkü verilere göre 7.0-7.5 büyüklüğünde olup X şeklinde hasar oluşturan çok sayıda ön ve art sarsıntısı olan 16 Şubat 1855 depremidir.



Şekil 4.1.

Yeni oluşturulan deprem bölgeleri haritasına göre Bursa ve çevresinde bir büyük deprem sırasında beklenen yer hareketi ivmesi sert zemin için 0.4 - 0.6 g arasındadır. Ancak Bursa'da yerleşim ve özellikle sanayi bölgelerinin gevşek zemin özelliği taşıyan Kuvaterner ve Neojen yaşlı tortul toprak yapısı üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bursa ovasını kaplayan alüvyon yer yer 250 m. kalınlığa ulaşmaktadır. Alüvyon üzerindeki yapılar büyük bir deprem sırasında öngörülen ivme değerlerinden daha büyük ivmeler etkisinde kalabilir.(TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ SEMPOZYUMU, 1995)

4.2. Örneklerin incelenmesi

Bursa ve çevresinde yapılan Endüstri Yapıları genellikle prefabrike sistemlerle üretilmektedir. Yapılan araştırmalar, Bursa'daki Prefabrike Endüstri Yapısı yapan firmaların Depreme dayanıklı yapı konusunda bir araştırma ve çalışma yapmadığını ortaya çıkarmıştır. İncelenen örneklerde mimari ve taşıyıcı sistem tanıtımı yapılırken, yapılardaki; planlama ve tasarım sorunları da belirlenmeye çalışılacaktır.

4.2.1. Oyak-Renault Otomobil Fabrikası

Ordu Yardımlaşma Kurumu (OYAK), 1971-74 tarihleri arasında Yapı ve Kredi Bankası A.Ş. - Fransız Renault Fabrikaları ortaklığı ile Bursa-Mudanya yolunun 10.km.'sinde, 50.500 m lik bir alan üzerine kurulmuştur. Şekil 4.2.

Yerleşim düzeni olarak arazi içerisinde merkezi bir konumda idare ve sosyal bina yerleştirilmiştir. Şekil 4.3.

İçerisinde her noktadan idare, soyunma odaları, revir ve kafeteryanın yer aldığı sosyal binaya 3-4 dakikalık bir süre içerisinde ulaşılabilir. Şekil 4.4. Tesisin yapısal ve strüktürel özellikleri ise şöyledir:

Temel, yerinde yapım betonarme ayaklar 30/60 cm. bağ_kirişleriyle bağlanarak oluşturulmuştur.

Strüktür, Şekil 4.5.'teki maket fotoğrafında görüldüğü gibi 2.40 m. aralıkla yerleştirilen ve 20.00 m.'yi geçen üçgen mekan kirişleriyle, 12.00 m.'yi geçen aynı yükseklikteki normal çelik makaslardan oluşmaktadır. Üçgen kirişlerin her düğüm noktasının 500 kg.

asılı yük taşıyabilecek şekilde tasarlanmalarına rağmen, bu kirişleri oluşturan borulara, normal çelik profiller kaynatılarak, gerektiğinde çok daha büyük yükler taşıyabileceği de düşünülmüştür. Böylece her 4.80 / 2.40 m. aralıkta bir mesnet noktası bulunduğu için büyük bir esneklik ve kolaylık sağlanmıştır. (TEKELİ, SİSA, 1994)

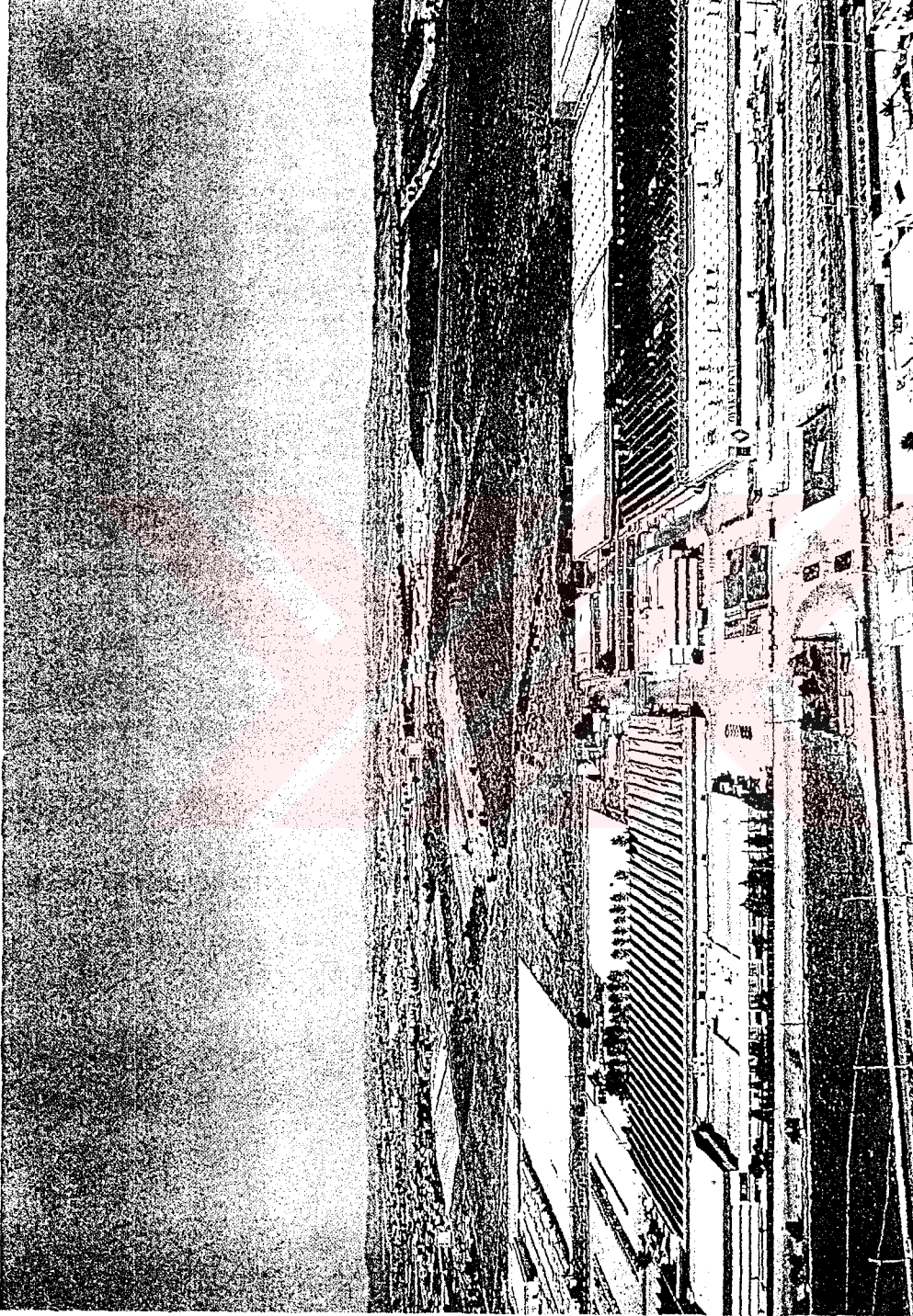
Bu strüktür her türlü servis hatlarının (kuvvet, basınçlı hava, su vb.) dağıtımını kolaylaştırmış, gerek bu tesisatın gerekse aydınlatma elemanları, kaynak köprüleri, monoraylar gibi ekipmanın istenen noktaya asılabilmesi bakımından klasik çatılara göre önemli ekonomi sağlamıştır. Şekil 4.6. a. ve b.

Kolonlar 35 / 35 cm. çelik platinalardan oluşmaktadır. Zemin döşemesi 20 cm. demirli beton, ışıklıklar arası yatay çatı yüzeyi hafif beton ytuong çatı plakları ile örtülmüş, su yalıtımı bu plaklar üzerine yapılmıştır.

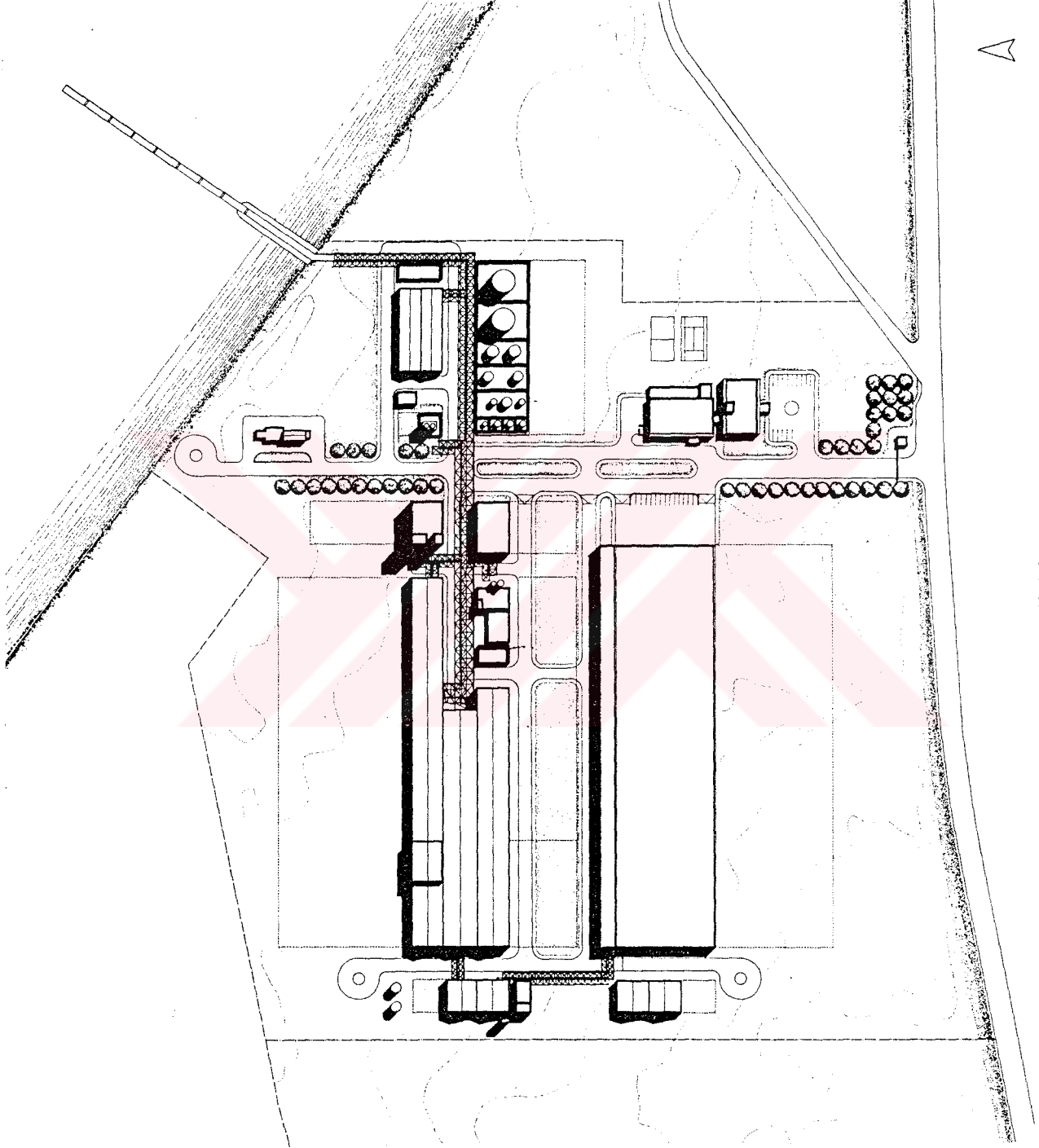
Dış duvarlar ytuong elemanından oluşmaktadır. Pencere doğramalarından çatıya kadar olan alın, ahşap ızgara üzeri eternit ile kapatılmıştır. Şekil 4.7. a. ve b.

Kapılar ve pencereler madeni doğramadır. Şed pencerelerinde telli cam kullanılmıştır. Sistem detayı Şekil 1.18. de görülmektedir.

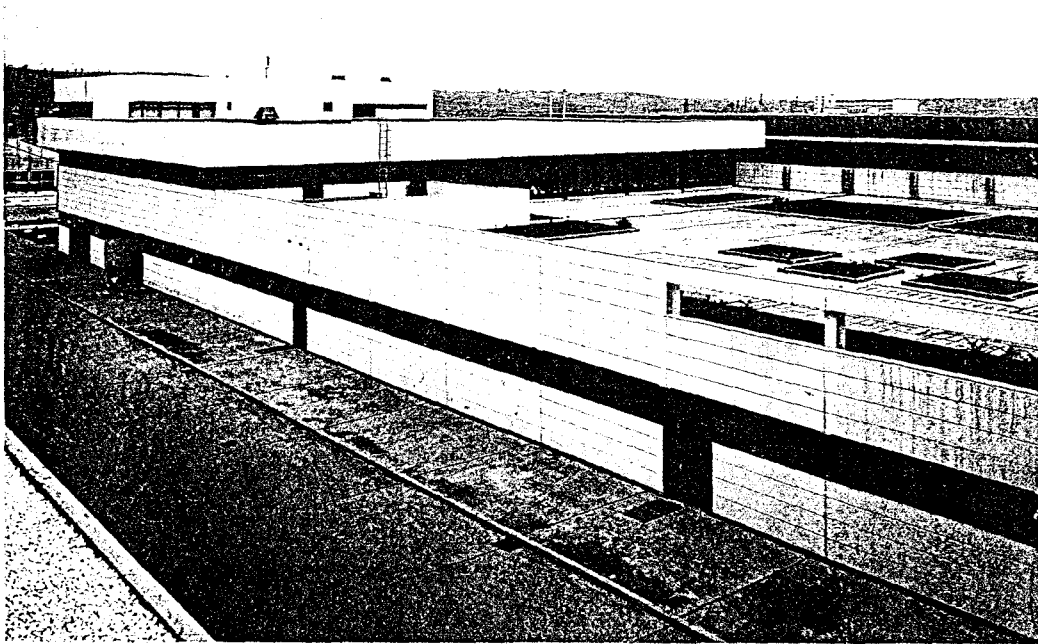
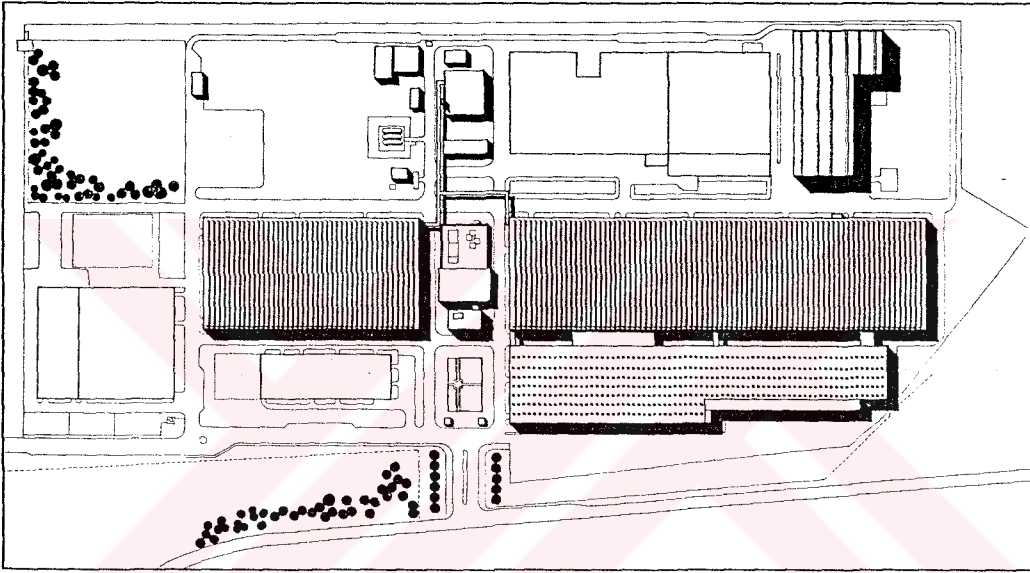
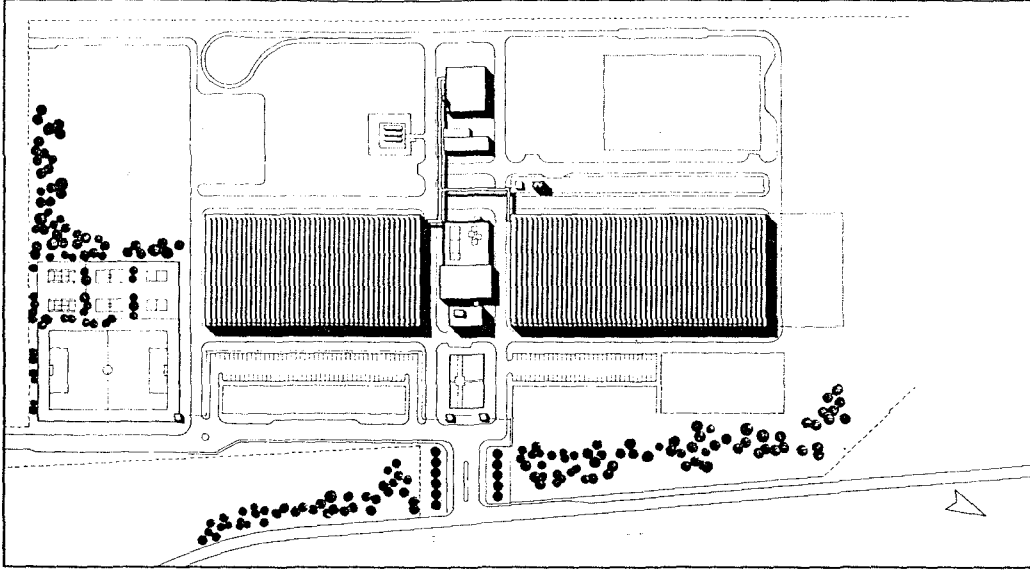
Deprem etkileri bakımından sistemin çelik iskelet sistem seçilmesi doğrudur. Kolonlar her iki yönde de olumlu olarak kirişlerle bağlanmıştır. Ancak kolonlar arasına düzenlenen bant pencereler deprem sırasında kısa kolon etkisi yapabilir. Doğramaların metal olması bağlantılarının hareketli olmasını gerektirir. Tesis uzunlamasına geliştiği için belirli aralıklarla dilatasyonlarla bölünmelidir.



Şekil 4.2.

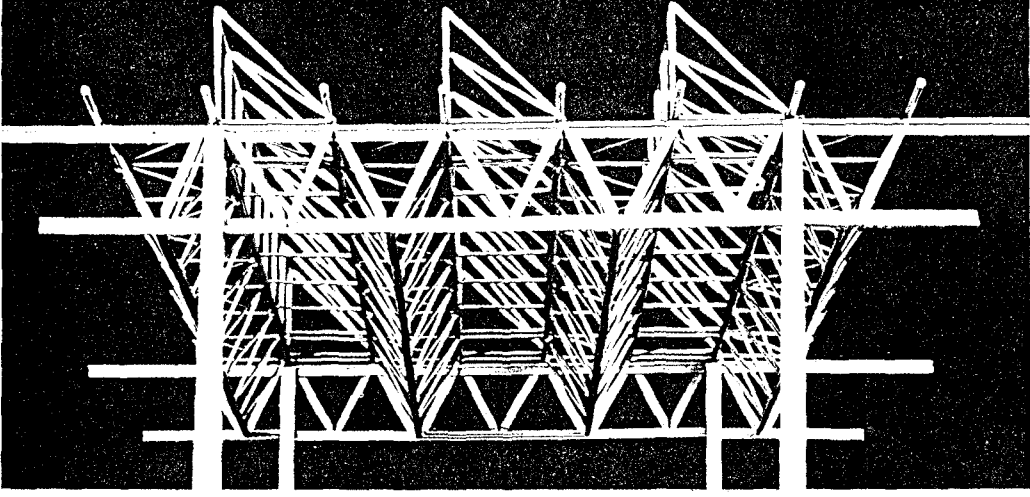


Şekil 4.3.

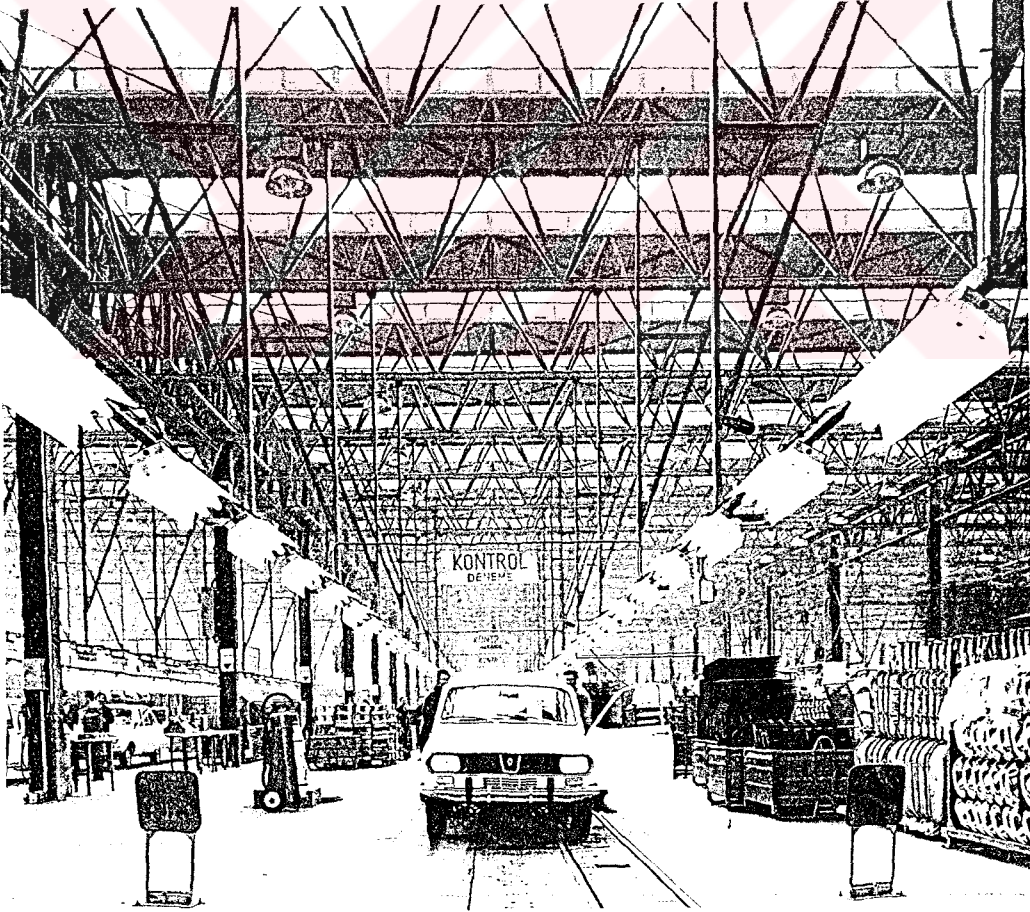


üstte; 1972 yılında projelendirilen yerleşim plan, ortada; 1992 yılındaki yerleşim planı

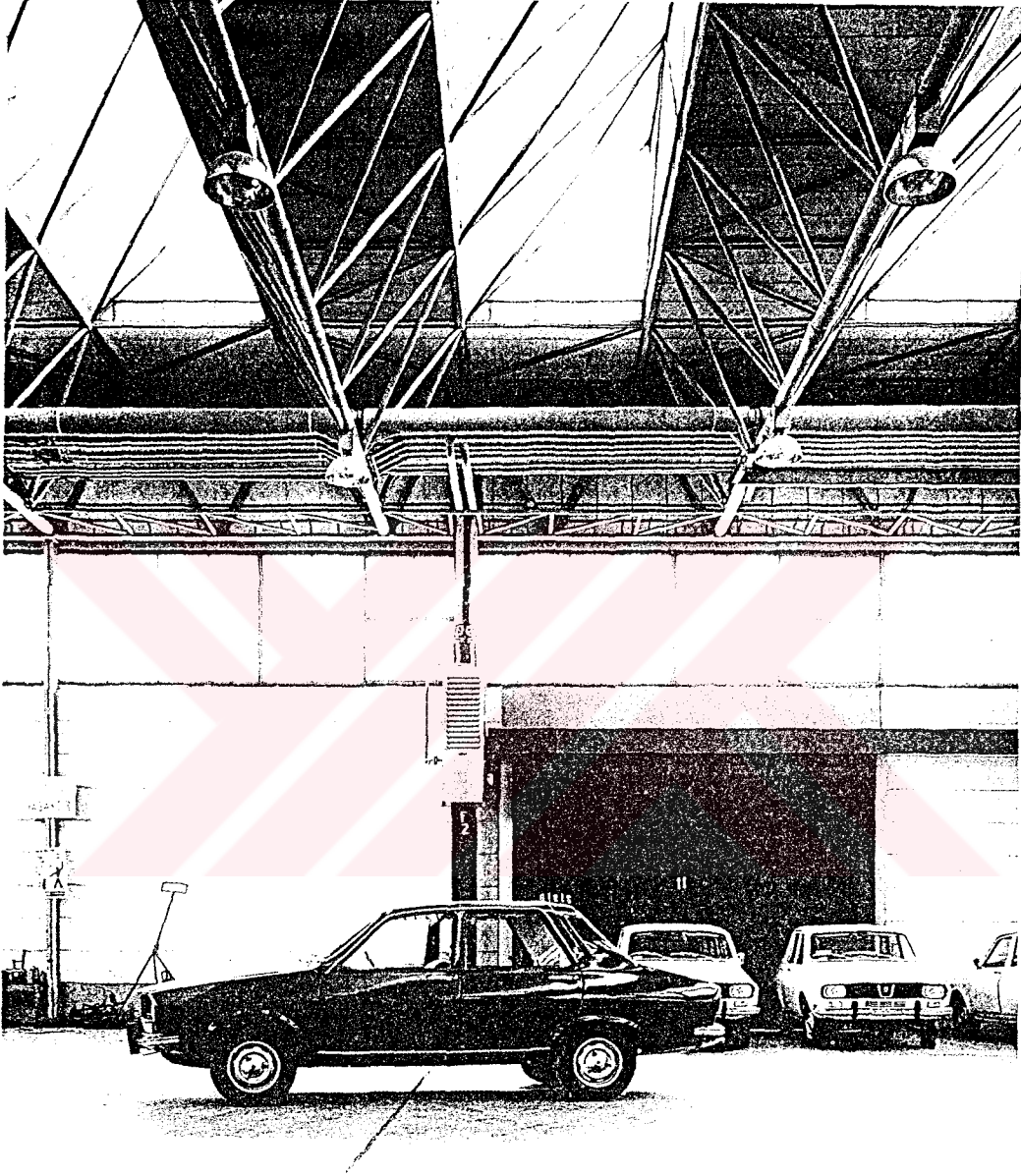
Şekil 4.4.



Şekil 4.5.



Şekil 4.6a.



Şekil 4.6b.



Şekil 4.7a.



Şekil 4.7b.

4.2.2. Yalova Yapay Elyaf ve İplik Fabrikası

Fabrika 1973-74 yıllarında Yalova Karamürsel karayolunun Yalova'ya 13 km. uzaklıkta, kıyı şeridi üzerine inşa edilmiştir. Arsanın bir kısmında üretim, diğer tarafında ise sosyal tesis ve rekreasyon alanları yer almaktadır. Yapay elyaf kule ve siloları ile kimya tesisi niteliğindeki yapılarda; iplik ise kendine özgü teknolojisi ile, iyi yalıtılmış, klimatize edilmiş bir başka yapıda üretilmektedir.

Üretim yapıları, tümüyle bu yapılar için özel olarak tasarlanmış prefabrike betonarme elemanlarla inşa edilmiştir. Bu tesisteki iplik fabrikasında kullanılan taşıyıcı sistem özgün bir tasarımıdır. 19.00 m. açıklığı geçen U kirişler aynı zamanda klima kanalları olarak kullanılmaktadır. (TEKELİ, SİSA, 1994)

İplik fabrikasının strüktürel ve yapısal diğer özellikleri ise şöyledir:

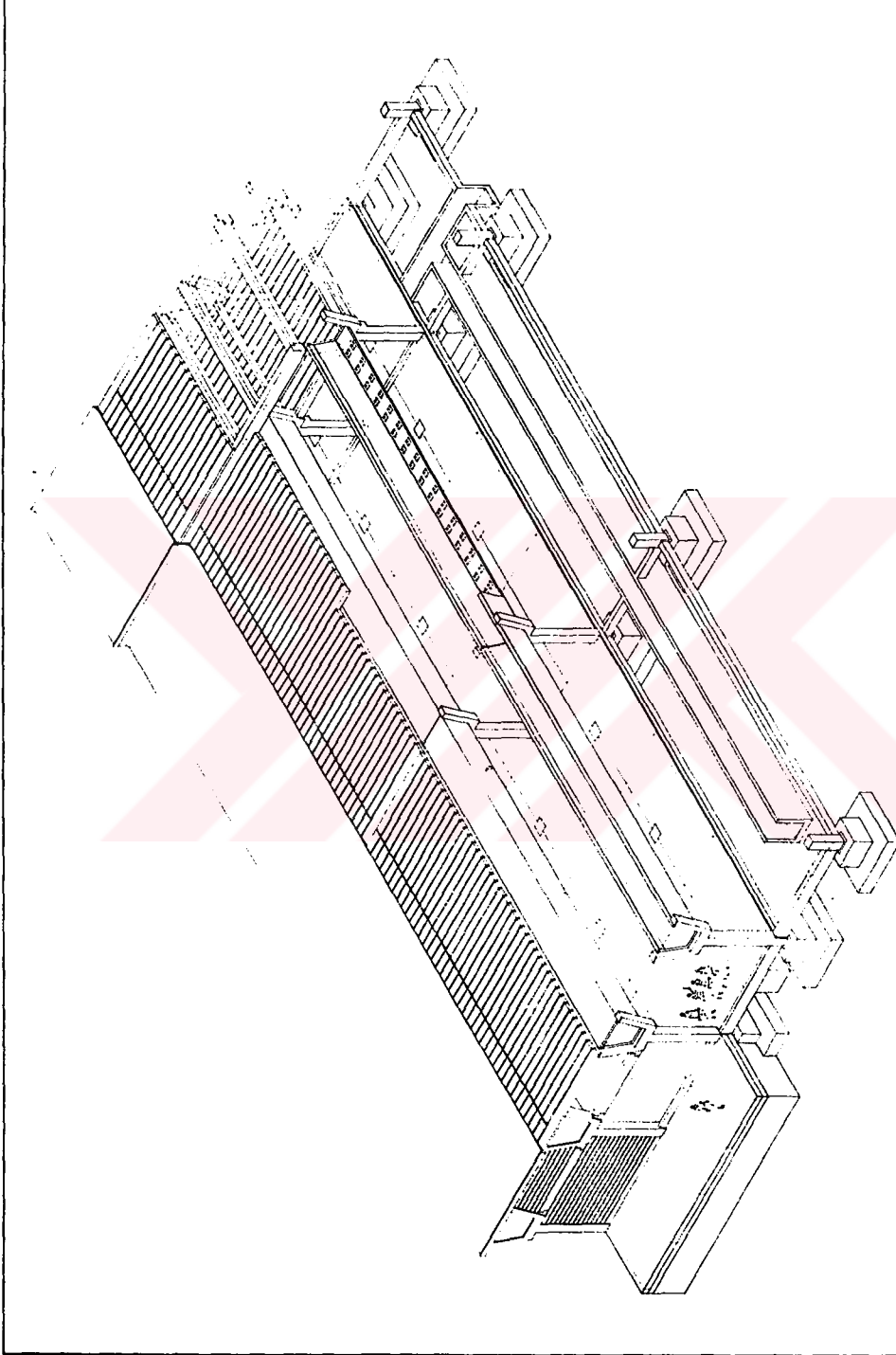
Temel, prefabrike betonarme soketler şeklindedir.

Strüktür, tek doğrultuda U kirişler yerleştirilecek şekilde düzenlenmiş prefabrike betonarme kolonlara yerleştirilen, 19.00 m. açıklık geçen yine U şeklindeki prefabrike betonarme kırşlerden oluşmuştur. Şekil 4.8. ve 4.9.

Kolonlar, 40/40 cm. kalınlığında normal betonarme kolonlara U şeklinde bir başlık ilave edilerek elde edilmiştir.

Kirişler, U şeklinde 19.00 m. uzunluğunda, klima kanalı olarak kullanılması amacıyla üzerinde belirli aralıklarda boşluklar bırakılan prefabrike betonarme elemanlardır. Şekil 4.10. Döşeme, prefabrike özel döşeme elemanlarının üzeri hasır çelikli betonla kaplanarak oluşturulmuştur. Dış duvarlar özel y tong tuğla ile örülerek çıplak bırakılmıştır. Şekil 4.11.

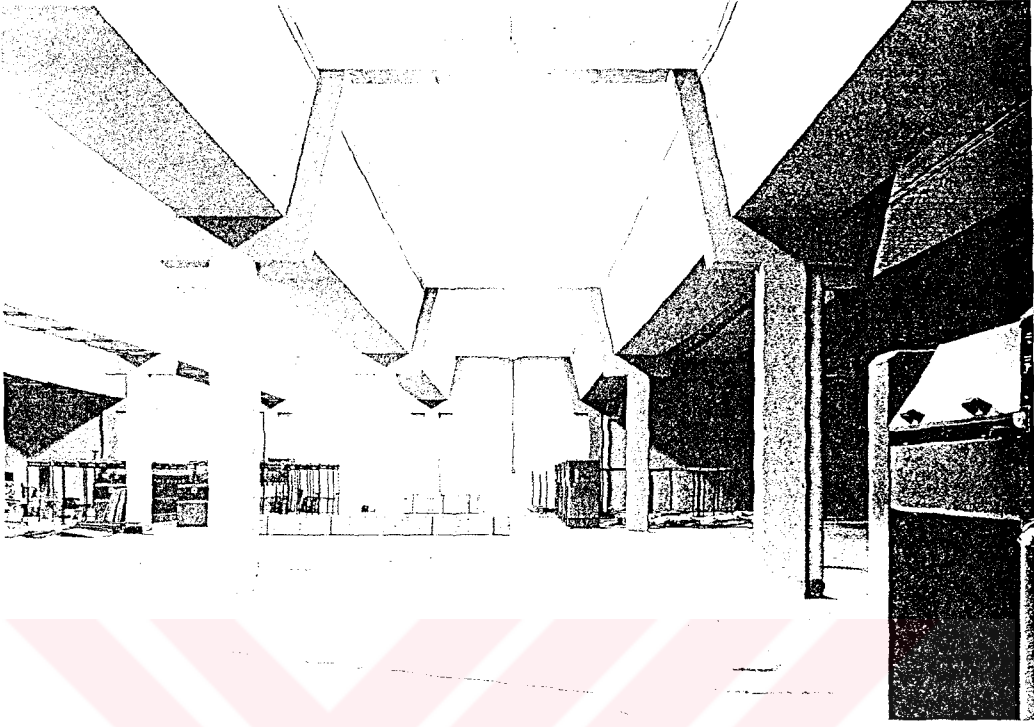
Deprem etkileri bakımından kolonların tek doğrultuda bağlanması olumsuzdur. Döşemelerin prefabrike elemanlardan oluşması yatay ötelenme sırasında burularak yıkılmaya neden olacaktır. Temel sisteminde prefabrike olması kolon-temel bağlantılarının rijit olmasını gerektirir. Ayrıca temeller kıyı şeridindeki bu yapıda münferit düzenlenmiştir. Bu da zemin yüzeyinde yapıyı zayıf kılmaktadır.



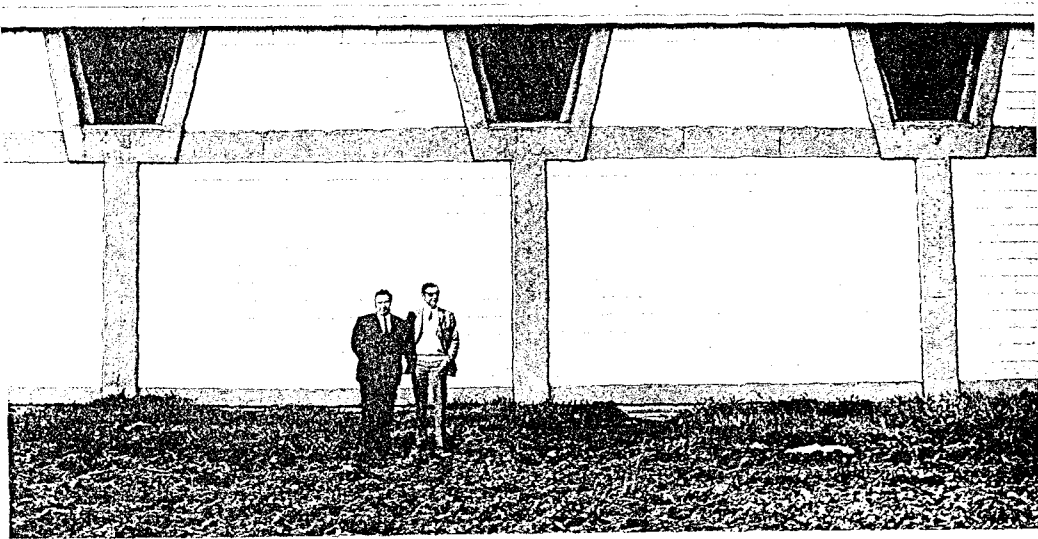
Şekil 4.8.



Şekil 4.9.



Şekil 4.10



Şekil 4.11.

4.2.3. Eltaf Tekstil

Eltaf Tekstil 1994 yılında Bursa Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi'nde kurulmuştur. Yapı idare binası dahil olmak üzere 2200 m² kat alanında iki katlı olarak, toplam 4400 m² lik alana sahiptir.

Yapının bir kısmı iki katlı idare binası olarak tasarlanmıştır. Zemin katında yükleme-boşaltma, kalite kontrol ve sevkiyat ile ilgili bölümler yer alan yapının birinci katının tamamını işletme salonu kaplamıştır. Yan yana 7.50 m. aralıkla 20.00 m.'yi geçen prefabrik betonarme makaslarla düzenlenmiştir.

Temel, yerinde yapım betonarme soketlere, yapının uzun kenarı boyunca 25/50 cm.'lik bağ kirişlerinin bağlanmasıyla oluşturulmuştur.

Yapının zemin katında 7.50/10.00 m. aralıklara yerleştirilen 25/25 cm. kolonlardan çıkan guselere prefabrik kirişler oturtulmuştur. 1. kat döşemesi prefabrik boşluklu döşeme üzeri 5 cm. kalınlığında hasır çelikli betonla geçilmiştir. Zemin kat yüksekliği 4.50 m. dir. Yapının 1. katında kolonlar 7.50/20.00 m. aralıkla düzenlenmiştir. Bu kolonlara 20.00 m. açıklığı geçebilecek prefabrik betonarme makaslar yerleştirilmiştir. Kolon-kiriş birleşimleri, kirişlerde bırakılan boşlukların kolonlarda bırakılan filizlere oturtulması suretiyle mafsallı olarak yapılmıştır. 1. kat minimum yüksekliği 3.00 m. dir. Toplam yükseklik 9.50 m.dir.

Betonarme kirişlerle oluşturulan çatı strüktürü makasların üzerine 1.00 m. aralıkla yerleştirilen çatı aşıkları üzeri alüminyum kaplama ile örtülmüştür. Gizli dereler özel prefabrik alın kirişleri ile oluşturulmuştur.

Dış duvarlar özel prefabrik cephe elemanı ile oluşturulmuş; iç bölme duvarları boşluklu tuğla duvardan yapılmıştır. Kapı ve pencereler metal doğramadır.

Deprem etkileri yönünden 1. kat döşemesinin oturması için kolonlarda oluşturulan guseler kat yüksekliklerinin farklı olması nedeniyle kısa kolon etkisi yapar. Boşluklu döşeme elemanı ile oluşturulan 1.kat döşemesi yatay ötelenme ile kırılır ve yıkılır. Merdivenin ara sahanlığı kolonların ortasına oturduğu için yine kolonlarda kısa kolon davranışı oluşturur.

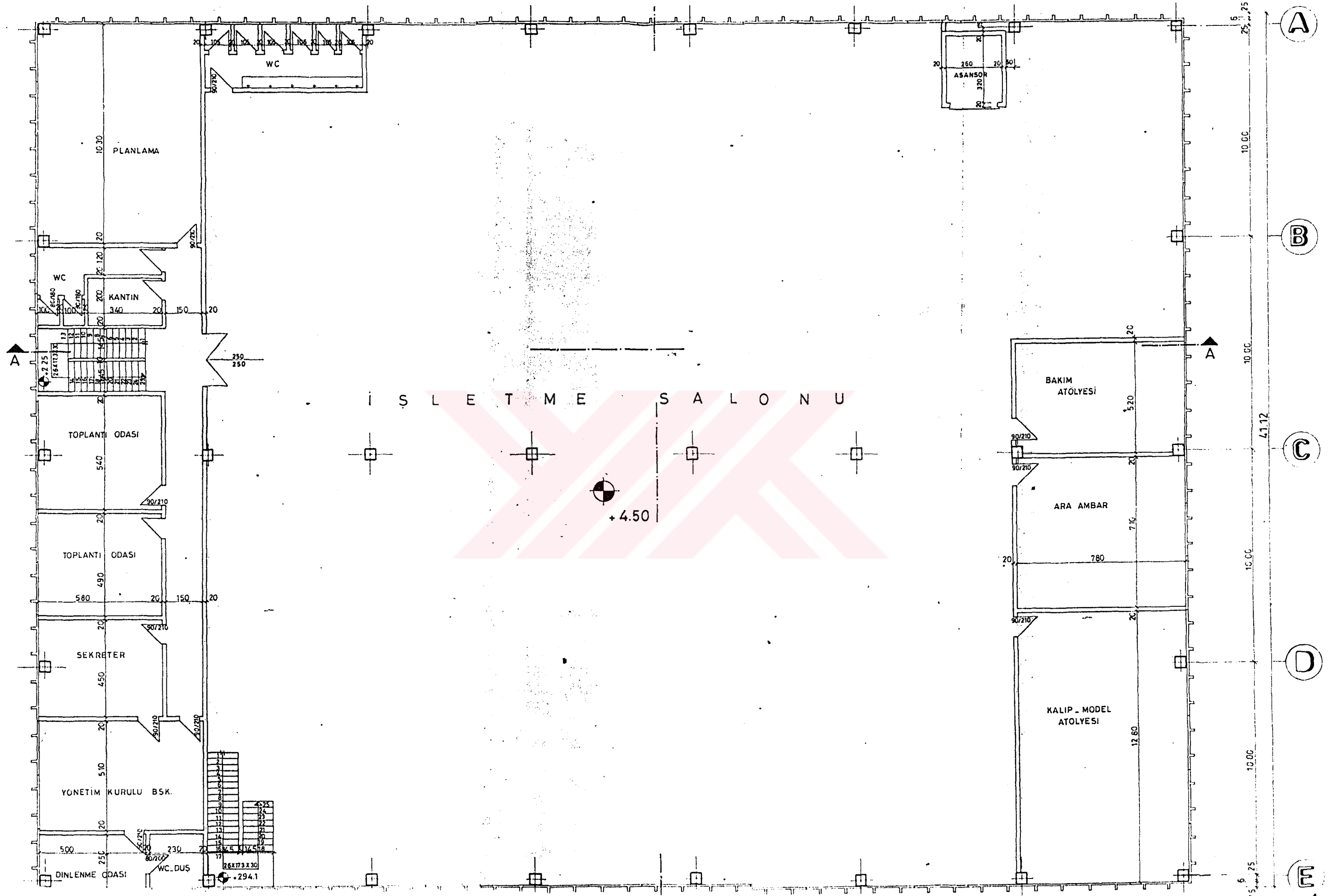
Temelde bağ kirişlerinin tek yönde oluşturulmuş olması yapının zemine bağlantısının zayıf olmasına neden olur.

Yapının yapılacağı zeminin özellikleri etüt edildikten sonra yapım sistemi, malzeme seçilmeli ve bağlantı noktalarının detayları yapı rijitliği için belirlenmelidir.

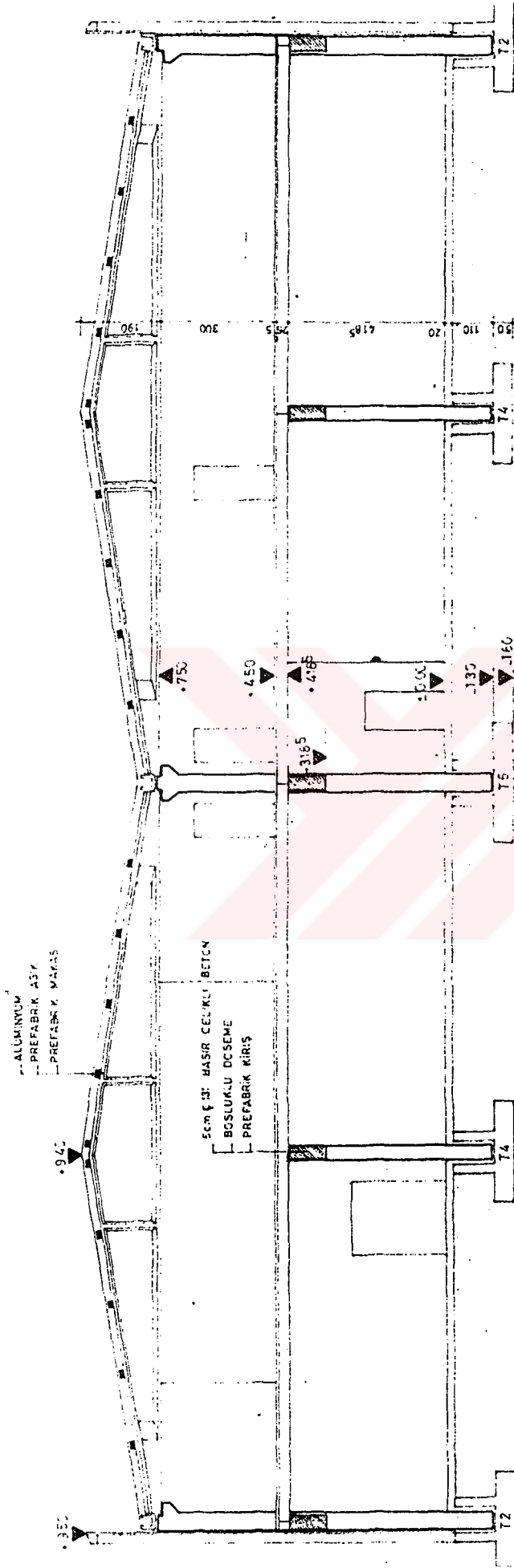
Dış cephe elemanı depremde kolon gibi davranarak yatay ötelenme ile pencere doğramalarını sıkıştırarak zorlanmasına neden olur.

Eltaf Tekstil ile ilgili çizimler Şekil 4.12., 4.13. ve 4.14. te verilmiştir.

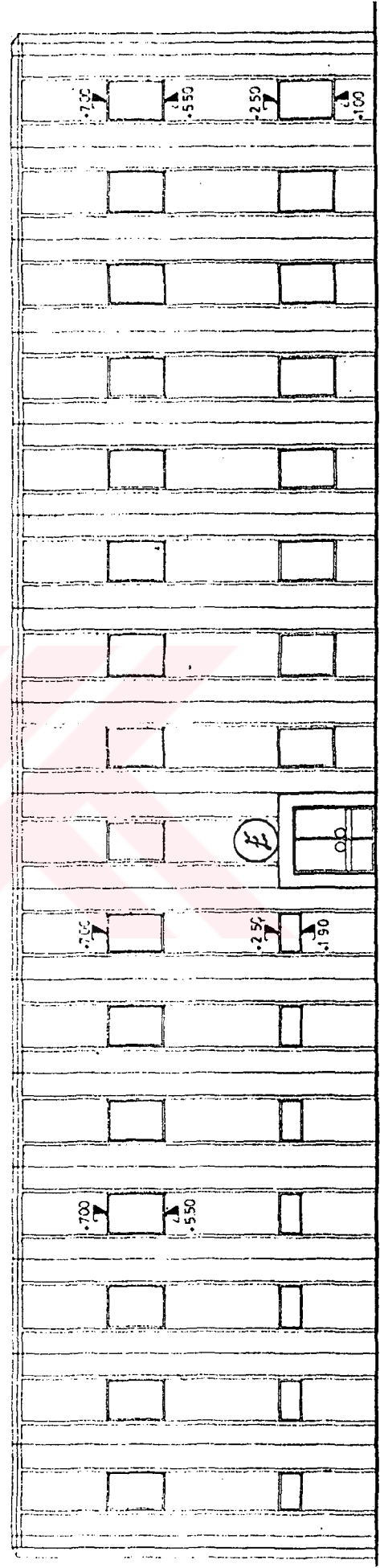




Şekil 4.13. Eltaf Tekstil 1. Kat Planı.



KESİT



GÖRÜNÜŞ

Şekil 4.14.

4.2.4. Dekorsan Dekoratif Boya Fabrikası

Bu tesis Bursa'nın İnegöl İlçesi'nde 1995 yılında Remaş PB Prefabrik A.Ş. tarafından projelendirilmiş ve uygulanmıştır. Yapı içte ve dışta drenaj sistemine sahiptir. Tek katlı olan yapıda toplam yükseklik 7.70 m. dir.

Temel, yerinde dökme betonarmedir.

Strüktür, 2x7.50/15.00 m. aralıkla yerleştirilen kolonlardan çıkan guselere, yine prefabrik betonarme 15.30 m. uzunluğunda kirişler yerleştirmek suretiyle oluşturulmuştur. Çerçeveler diğer yönden birbirine bağlanmamıştır.

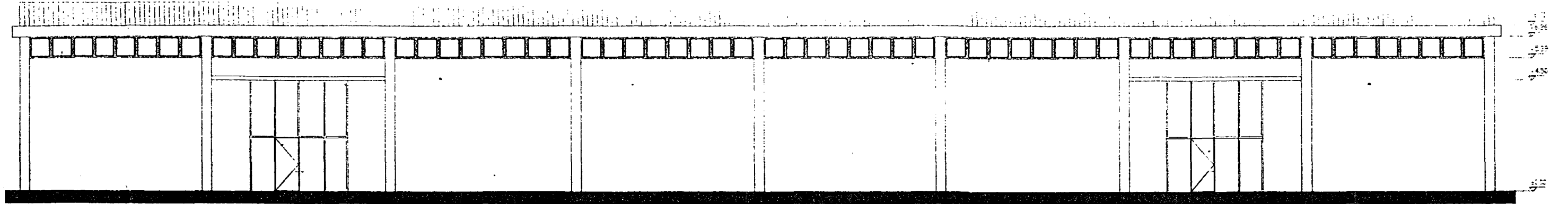
Kolonlar, 40/40 cm. kalınlığında 6.00 m. kotunda guseleri bulunan toplam 6.30 m. yükseklikte elemanlardır. Kirişler üzerinde bırakılan boşluklara, kolonlarda bırakılan filizler yerleştirilmek suretiyle kolon-kiriş birleşimi yapılmaktadır. Kirişler maksimum 1.40 m. yüksekliğinde E.C.K. kirişleridir.

Zemin döşemesi, yerinde dökme betonarmedir. Dış duvarlar özel prefabrik cephe elemanları ile oluşturulmuştur.

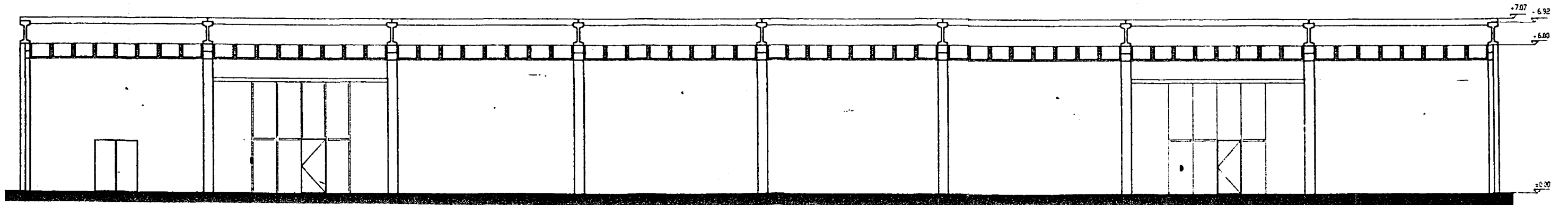
Çatı kaplaması olarak 75 cm. aralıkla yerleştirilen betonarme aşık üzeri eternit uygulanmıştır. Oluklar 45 cm. yüksekliğinde özel prefabrik elemanlardır. Şekil 4.15., Şekil 4.16., Şekil 4.17.

Deprem etkileri bakımından kolonlar tek doğrultuda bağlandığı için sistem diğer yönde zayıftır. Bant pencereleri kolondan kolona uygulandığı için deprem sırasında kolonların pencere boşluğu olan bölümünde kısa kolon etkisi oluşabilir. Bunu önlemek için pencereler kolonlardan bir ara duvar ile ötelenmelidir. Kapı üzerinde atılan kirişlerde kolonların ortasına gelerek kısa kolon etkisi yapmaktadır.

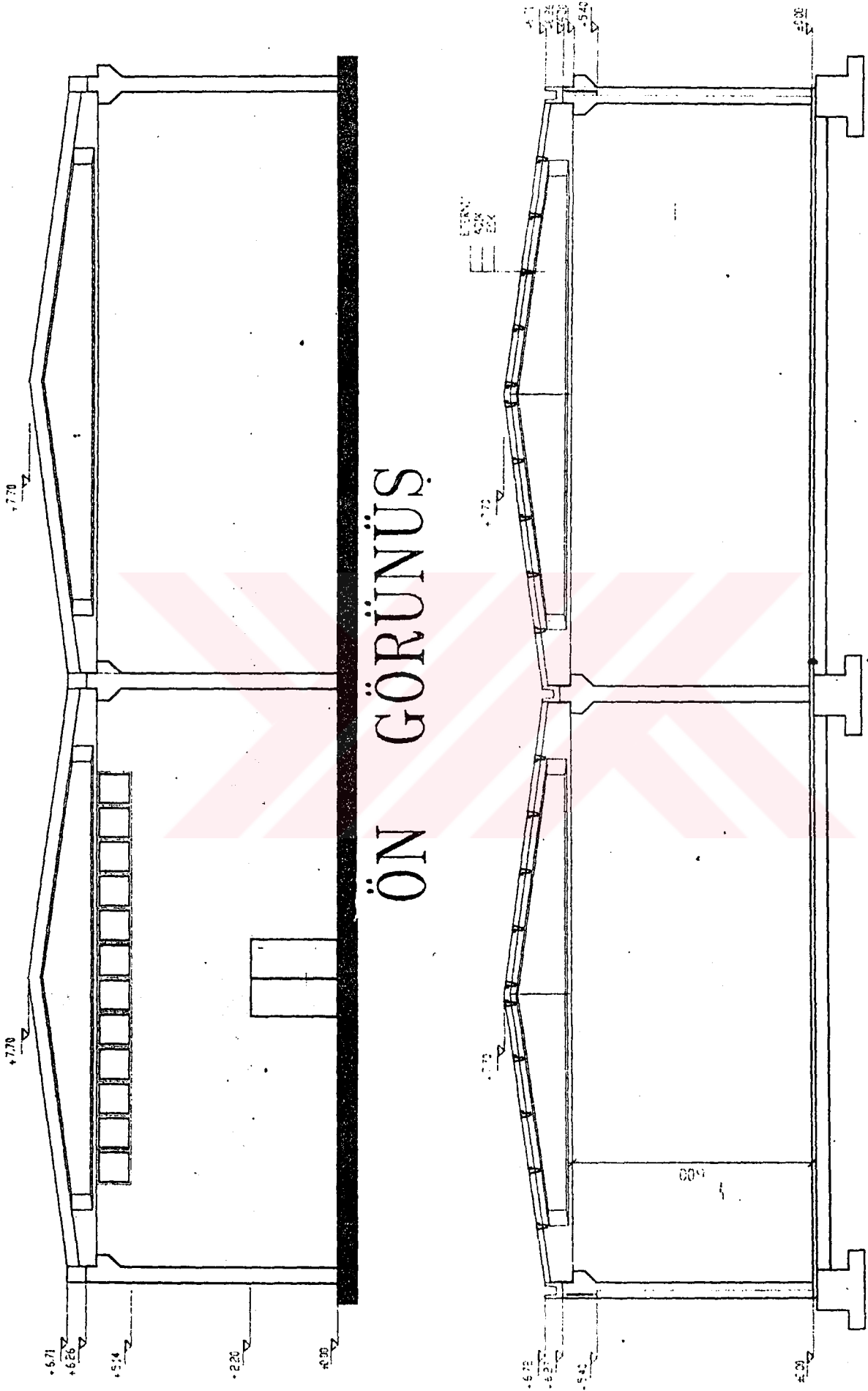
Şekil 4.15. Dekorsan Kat Planı.



YAN GÖRÜNÜŞ



Şekil 4.16. Dekorsan Görünüşler.



KESİT

Şekil 4.17.

4.2.5. Bisaş İplik Sanayii A.Ş.

Yapı 1970'te ve 1972'de olmak üzere iki kademede tamalanmıştır. Şekil 4.18.

İmalat bloklarının çatıları, 6.50/15.00 m. akslardaki betonarme kolonlara oturan betonarme sürekli katlanmış plak şeklindeki yüzeysel taşıyıcılarla örtülmüştür. Sistem 30.000 m yi örtmektedir. Ön cephede 6.50 m. açıklık yerine 13.00 m.lik çerçeveler tertiplenmiş ve katlanmış plak bunlara oturtulmuştur. 15.00 m. açıklık için katlanmış plak kalınlığının 12 cm. seçilmesi sistemi ekonomik hale getirmiştir. Sistem detayı Şekil 1.17. de verilmiştir.

Yapıda çatı örtüsü olarak eternit kullanılmıştır. Eternit ile betonarme plak arasına ısı yalıtımı için cam yünü ve mantar kullanılmıştır.

Yapı 30.00 m.'de bir dilatasyonlar ile ayrılmıştır. Şekil 4.19. a. ve b. Deprem etkileri bakımından strüktürün katlanmış plak çözülmesi sistemin her iki doğrultudaki rijitliği bakımından yararlıdır. Yapının dilatasyonla bölünmesi olumlu, ancak dilatasyon aralığının çarpışmayı önleyecek miktarda olması gerekir.

4.3. İncelemenin sonucu

İncelenen yapılarda deprem açısından büyük planlama ve tasarım problemlerine rastlanmamıştır. Ancak çeşitli detay çözümlerine dikkat edilmelidir:

a)Sıkça rastlanılan, cephede kolondan kolona bant pencere yapımından kaçınılmalıdır.

b)Kolon boyunu ortadan bölen guse, kapı ve pencere hatılı vs. detaylardan kaçınılmalıdır.

c)Yapı yapılmadan önce zemin özellikleri etüt edilmelidir.

d)Kolon-temel ve kolon-kiriş birleşim bölgeleri yapı rijitliğine uygun tasarlanmalı ve doğru uygulanmalıdır.

e)Dilatasyonlarla ayrılan yapıların derz aralıklarının yeterli miktarda bırakılmasına özen gösterilmelidir.

f)Bursa ve çevresinin gevşek zemin özelliği taşıması rijit yapı yapımını gerektirmektedir. Ancak bunun yanı sıra mikrobölgelendirme çalışmalarının yapılması gerekir.

g)Yapıların her aşamada gerekli denetiminin hassasiyetle yapılması gereklidir.

5. BÖLÜM SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Türkiye'de yöresel deprem özelliklerine göre endüstri yapısı tasarım kriterleri

Hızlı bir şehirleşme ve sanayileşme süreci yaşayan Türkiye'de birtakım sektörlerin belirli üretim bölgelerinde yoğunlaşmasıyla deprem riski her geçen gün biraz daha artmaktadır. Yeni oluşturulan deprem bölgeleri haritasına göre belirlenen deprem sırasındaki zemin ivmesi, gevşek zemin özelliği taşıyan bölgelerde, belirlenen ivme değerlerini aşırı miktarda aşmaktadır. Nüfusu ve sanayisi hızla gelişen bölgelerimizde deprem olgusu daha fazla üzerinde durulması gereken bir konudur. Bu bölgelerde yerleşime açılan alanlar için jeolojik, jeofizik ve jeoteknik incelemeler mutlaka yapılmalıdır. Zemine göre beklenen zemin ivmesinin tahmini, uzaklıkla sönüm oranları ve yerinde sismik etüd sonuçları istenmelidir. Ayrıca çevrenin mikro-bölgelendirme çalışmaları da yapılmalıdır. Yer seçimi ve zemin çalışmalarında alınan sonuçların, imar ve planlamaya yönelik, yönetmelik ve şartnamelerde yer alması gerekir.

Yöresel deprem özelliklerine göre Depreme Dayanıklı Endüstri Yapısı tasarım kriterleri şunlar olmalıdır:

5.1.1. Zemin özelliklerine uygun tasarım

Deprem-zemin-yapı etkileşimi gözönüne alınarak deprem kuvvetlerinin zeminde oluşturduğu etkiler ve bunlara karşı yapıların göstereceği davranış türleri belirlenmelidir. Bu durum karşısında;

Örneğin; gevşek zeminlerde rijit endüstri yapısı yapımına gidilmelidir. Taşıyıcı sistemde kolon-temel, kolon-kiriş bağlantıları rijit çözümlere imkan verecek şekilde tasarlanmalıdır. Özellikle prefabrike sistemlerde bu detaylara özen gösterilmelidir.

Ayrıca sert zeminlerde ise esnek yapı çözümlerine gidilmesi yerinde olur. Taşıyıcı sistemde bağlantı noktalarındaki detaylar yapının esneyerek bünyesinde enerjiyi sönümletmesine imkan verecek şekilde tasarlanmalıdır. Yapının süneklik koşullarına uyması gerekmektedir.

5.1.2. Uygun mimari ve taşıyıcı sistem seçimi

Yapıya gelen deprem etkilerini zemine güvenli bir şekilde iletebilmek için düzenli bir taşıyıcı sistemin seçilmesi gereklidir. Tek katlı endüstri yapılarının fonksiyon gereği büyük açıklıklı olarak düzenlenmesi taşıyıcı sistem seçimini sınırlamaktadır. Taşıyıcı sistemdeki yatay ve düşey elemanların üzerlerine gelen yatay deprem kuvvetlerini yapı bünyesine zarar vermeden zemine iletmesi gerekir. Bu nedenle mimarinin yatayda ve düşeyde olmak üzere her iki ana doğrultuda basit ve simetrik olarak düzenlenmesi, taşıyıcı sisteminde bu simetriye uygun olarak tasarlanması gerekir. Tasarımın başlangıcında alınan bu kararların doğruluğu statik çözümlerin kolay yapılması için büyük önem taşımaktadır. Aksi halde sistem sürekli olarak aşırı ve anormal zorlanmalar etkisinde kalacaktır.

5.1.3. Malzeme ve yapım sistemi seçimi

Zemin cinsine uygun davranış gösteren mimari ve taşıyıcı sistem ile beraber malzeme ve yapım sisteminin de zemin durumuna ve deprem özelliklerine uygun seçilmesi gerekir.

Rijit yapı yapılması istenen durumlarda yapıda monolitik bir davranış oluşturacak ve elastisite modülü düşük olan betonarme gibi malzemeler seçilmelidir. Yapı dayanıklılığını arttırmak için dayanıklı malzemeler kullanılmalı ve taşıyıcı sistem elemanlarının yeterli boyutlarda tasarlanması gerekir. Betonarme malzemenin imkan tanıdığı ve fonksiyon gereği büyük açıklıkların geçilmesi için betonarme çerçeve sistemler tasarlanmalıdır. Üretim süresinin kısalığı ve montaj kolaylığı için betonarme sistemlerin prefabrike olarak üretilmesi yoluna gidilir. Prefabrike sistemlerde bağlantı noktalarının sistem rijitliğine uyum sağlayacak biçimde düzenlenmelidir.

Esnek yapı yapımını gerektiren zeminlerde ise betonarme çerçeve sistemlerde bağlantı noktalarının mafsallı çözülmesi yerinde olur. Beton çeliğinin akma sınırının yüksek tutulması gerekir. Eğer istenen esneklik bu sistemlerle sağlanamazsa, kullanılan malzemenin elastisite modülünün yüksek olması gerektiği için çelik malzeme tercih edilmelidir. Çelik malzemeden üretilen çerçeve sistemlerde bağlantı noktalarının mafsallı olarak düzenlenmesi durumunda ana taşıyıcı sistemin esnekliği en üst düzeyde olabilir.

Depreme dayanıklı yapı yapımında ilke olarak kuvvetli kolon- zayıf kiriş ilkesi benimsenmelidir. Kolonlar betonarme malzeme, kirişler çelik malzemeden üretilen karma sistemlerde ise;

- Betonarme kolonlar çelik kolonlara göre daha ekonomiktir.
- Betonarme kolonlarla yapı rijitliği çelik kolonlu sisteme oranla daha kolay sağlanabilir.
- Çelik kirişler ise betonarme kirişlere oranla daha hafif ve ekonomiktir.
- Çelik kirişler düşey yüklere ilave olarak ta depremin oluşturduğu atalet kuvvetlerini kolonlara iletebilmelidir.

Ayrıca yapım sistemi ne olursa olsun deprem bölgelerinde kirişsiz döşeme yapımından kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistem için kullanılacak betonarme betonu ve donatı çeliğinin; çelik sistemde ise yapı çeliğinin standartlara uygun olması kesinlikle aranmalı ve denetlenmelidir.

5.1.4. Detay malzemeleri Taşıyıcı sistem uyumu

Tek katlı endüstri yapılarında detay elemanlarının özellikleri kısaca aşağıdaki gibi olmalıdır:

- Çatı yüzeyini örten çatı örtü malzemelerinin elastisite modülü büyük olmalıdır. Bu malzemelerin bağlantıları hareket edebilecek şekilde düzenlenmelidir.
- Taşıyıcı sistemin rijitliğini artırıcı nitelikteki bölme duvarları standartlara uygun yapılmalıdır.
- Cepheden ışık almak için yapılan bant pencerelerinde kısa kolon etkisini kaldırmak için pencereler ile kolonlar arasına duvar örülmelidir.
- Taşıyıcı sistem elemanlarının bağlantı noktaları deprem kuvvetlerine uygun detaylandırılmalıdır.

- Deprem derzi yapılan yapılarda derzleme aralığı yeterli olmalı, doğru detaylandırılmalı ve iki yapının birbirine çarpması önlenmelidir. Gerekirse yapıların arasında bir geçiş bölümü tasarlanmalıdır.
- Endüstri yapılarındaki vinç kirişleri kolon ortasında yapılan guselere değil, kısa kolon etkisi oluşmaması için kolon bitimine bağlanmalıdır.
- Parapet, baca vs. düşey çıkıntılar, kaplamalar ve asma tavanlar detaylarına uygun yapılmalıdır.

Türkiye'de Endüstri Yapıları'nda kullanılan taşıyıcı sistemler ve yapım teknikleri; Türkiye deprem koşullarına göre analiz edilmeli ve doğru çözümler üretilmelidir. Yabancı ülkelerden getirilen yapım teknikleri Türkiye'de aynen uygulanmamalıdır. Bunun için Türkiye deprem şartları ve zemin koşulları gözönünde bulundurularak Türkiye'de Depreme Dayanıklı Endüstri Yapıları için gerek mimari ve taşıyıcı sistem konusunda, gerekse detay elemanlarının kullanımı için yönetmelikler düzenlenmelidir.

KAYNAKÇA

- 1.AKGÜN, Engin. "Türkiye'deki Endüstri Yapılarının Strüktürel gelişimi ve irdelenmesi". Yüksek Lisans tezi, Y.Ü. İstanbul, 1992.
- 2.AYAYDIN, Yükselen. "Büyük Açıklıklı Prekabrike Betonarme Yapılar".İstanbul. 1989.
- 3.BAYÜLGEN, Cengiz. "Çağdaş Strüktür Sistemleri". Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi. İstanbul, 1989.
- 4.BAYÜLKE, Nejat. "Depremler ve Depreme Dayanıklı Betonarme Yapılar". İstanbul,1989.
- 5.BENEVOLO, Leonardo. "History Of Modern Architecture". Volume one, The tradition of modern architecture.
- 6.BENEVOLO, Leonardo . "History Of Modern Architecture". Volume two, Yhe modern movement, America, 1977.
- 7.CELEP, Zekai; KUMBASAR, Nahit. "Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı". İstanbul, 1993.
- 8.ÇAMLİBEL, Nafiz. "Mimarlıkta Taşıyıcı Sistemlerde Tasarım Sorunları". Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1994.
- 9.ÇAMLİBEL, Nafiz. "Depreme Dayanıklı Yapıların Tasarım İlkeleri". Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul,1994.
- 10.DOWRICK, J.David. "Earthquake Resistant Design". Second Edition 1987, by John Wiley & Sons Ltd.
- 11.GIEDION, Sighfried. "Space, Time And Architecture". America, 1976.
- 12.GÖÇER, Orhan. "Afet Bölgeleri ve Uygulanacak Önlemler". İstanbul, 1983.
- 13.HASOL, Doğan. "Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü". Y.E.M., 1990.

- 14.LAGORIC, J.Henry. "Earthquakes". 1989, by John Wiley & Sons Ltd.
- 15.ÖZAL, Muammer. "Türkiye’de Endüstri Yapılarının Planlamasında Taşıyıcı Sistem Seçimi ve İrdelenmesi Üzerine Bir Araştırma". Y.Lisans tezi, Y.Ü., İstanbul, 1986.
- 16.ÖZAYDIN, Kutay. "Zemin Dinamiği". Deprem Mühendisliği Türk Milli Komitesi Yayınları No:1, İ.T.Ü., İstanbul,1982.
- 17.PAKSOY, Şükrü. "Prefabrike Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Birleşim Noktalarındaki Deprem Sorununun İncelenmesi". Y Lisans tezi, Y.T.Ü., İstanbul, 1993.
- 18.TEKELİ Doğan; SİSA, Sami. "Projeler, Yapılar". Y.E.M. Yayınları, İstanbul, 1994.
- 19.TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ. "Hazır Beton". Yıl:1, Sayı:5.
- 20.TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ. "Bölgemizde Deprem ve Depreme Dayanıklı Yapı Üretimi Sempozyumu". Bursa, 1995.
- 21.VELİOĞLU, Ümit. "Endüstri Yapılarında Mimari Planlama İlkeleri ve Ülkemizdeki Başlıca Örneklerin Bu İlkeler Açısından İrdelenmesi". Y.Lisans tezi, Y.T.Ü., İstanbul, 1992.
- 22.Y.E.M. "Deprem". Panel/Seminer Bildiriler. İstanbul, 13 Mart 1986.

ÖZGEÇMİŞ

Murat Taş 15/10/1971 yılında Kayseri’de doğdu. İlköğrenimini Kayseri Ahmet Baldöktü İlkokulu’nda, Orta ve Lise öğrenimini Kayseri Fevzi Çakmak Lisesi’nde tamamladı.

1989 yılında İstanbul Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü’nde yükseköğrenimine başladı. 1993 yılında bu okuldan Mimar olarak mezun oldu. Aynı yıl Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı Mimari Yapı programında yüksek lisans öğrenimine başladı.

Okul yıllarında Kayseri ve İstanbul’da Çeşitli mimari bürolarda çalışan Mimar Murat Taş 08/08/1994 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Yapı Bilgisi Bilim Dalı’nda Araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Halen aynı görevine devam etmektedir.

Haziran,1995