

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇOK KATLI YÜKSEK YAPILARDA BETONARME
ÇELİK ve KOMPOZİT TAŞIYICI SİSTEMLİ YAPILARIN
EKONOMİK YÖNDEN KARŞILAŞTIRILMASI**

İnşaat Müh. Metin KIRMIZITAŞ

**F.B.E İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. A. Zafer ÖZTÜRK

İstanbul-2008

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	iii
KISALTMA LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT.....	x
1. ÇOK KATLI YAPILARIN GELİŞİMİ VE TARİHÇESİ.....	1
2. ÇOK KATLI YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM TASARIMI VE YAPIDA ETKİLİ OLAN YÜKLER.....	5
2.1 Taşıyıcı Sistem Tasarımı	5
2.2 Çok Katlı Yapılarda Taşıyıcı Sistem Tasarımı.....	6
2.3 Çok Katlı Yapı Tasarımında Etkili Olan Yükler.....	8
2.3.1 Düşey Yükler.....	8
2.3.1.1. Sabit Yükler.....	8
2.3.1.2 Hareketli Yükler	9
2.3.1.3 Montaj Yükleri	9
2.3.2 Isı Değişimi, Kar Ve Yağmur Yükleri	9
2.3.3 Rüzgâr Yükleri	10
2.3.3.1 Rüzgâr Hızı	10
2.3.3.2 Rüzgâr Basıncı	11
2.3.3.3 Türbülans Etkisi	12
2.3.4 Deprem Yükleri.....	13
3. ÇOK KATLI YÜKSEK YAPILARDA YATAY YÜKLERİ TAŞIYAN SİSTEMLER.....	16
3.1 Çerçeve Sistemler.....	17
3.2 Perde Duvarlı Sistemler	21
3.3 Çerçeve Ve Perde Duvarlı Sistemler.....	22
3.4 Yatay Kafesli Kirişli Çerçeve Ve Çekirdekli Sistemler.....	23
3.5 Çekirdekli Sistemler	24
3.6 Tübüler Sistemler	26
3.7 Hibrid (Kompozit) Sistemler.....	28
3.7.1 Betonarme Çekirdek Veya Perde Duvarlı Kompozit Çelik Çerçeveler	29
3.7.2 Betonarme Podyum Ve Üstte Çelik Çerçeveli Kompozit Yapı Sistemi	29
3.7.3 Betonarme Tüplü Kompozit Yapı Sistemi	30
3.7.4 Askılı Kompozit Yapı Sistemleri	30

4.	ÇOK KATLI YÜKSEK YAPILARDA DÖŞEME SİSTEMLERİ	32
4.1	Betonarme Döşeme Sistemleri	32
4.1.1	Kirişli Döşemeler	32
4.1.2	Perdelere Oturan Döşemeler	33
4.1.3	Dişli Döşemeler.....	33
4.1.4	Tablalı Kirişli Döşemeler	34
4.1.5	Kirişsiz Döşemeler (Mantar Döşemeler).....	34
4.1.6	Ön Germeli Ve Son Germeli Döşemeler.....	35
4.2	Çelik Döşeme Sistemleri.....	35
4.2.1	Tek Yönde Kiriş Sistemi	36
4.2.2	İki Yönde Kiriş Sistemi.....	36
4.2.3	Üçlü Kiriş Sistemi	37
4.3	Kompozit Döşeme Sistemleri.....	37
5.	ÇOK KATLI YÜKSEK YAPILARDA BETONERME, ÇELİK VE KOMPOZİT SİSTEMLERİN EKONOMİK AÇIDAN KARŞILAŞTIRMASI.....	40
5.1	Yapı Genel Bilgileri	41
6.	MALİYET ANALİZİ	42
6.1	Maliyeti Etkileyen Unsurlar	42
6.2	Birim Fiyat Tarifleri Ve Maliyet Hesabı	45
7.	SONUÇLAR.....	47
	KAYNAKLAR.....	50
	EK 1- SİSTEMİN BETONERME ANALİZİ VE ÇİZİMLER.....	51
	EK 2- SİSTEMİN ÇELİK ANALİZİ VE ÇİZİMLER.....	66
	EK 3- SİSTEMİN KOMPOZİT ANALİZİ VE ÇİZİMLER.....	97
	ÖZGEÇMİŞ	127

SİMGE LİSTESİ

A_s	Basınç donatısı kesit alanı
A_c	Gövde kesiti beton alanı Kirişlerde gövde kesiti beton alanı Kolonlarda tüm kesit beton alanı
A_o	Etriye çubuğu kesit alan
A_s	Çekme donatısı kesit alanı Eğilme donatısı alanı
A_{sw}	Kesme donatısı toplam kesit alanı
C	En dış donatı ağırlık merkezinden ölçülen net beton örtüsü tarafsız eksen derinliği
C_c	Net beton örtüsü
e_x	X doğrultusundaki dış merkezlik
e_y	Y doğrultusundaki dış merkezlik
E_c	Beton elastisite modülü
E_s	Donatı elastisite modülü
EI	Eğilme rijitliği
f_{cd}	Beton tasarım basınç dayanımı
f_{ck}	Beton karakteristik basınç dayanımı
f_{cm}	Beton ortalama basınç dayanımı
f_{ctd}	Beton tasarım eksenel çekme dayanımı
f_{ctk}	Beton karakteristik eksenel çekme dayanımı
f_{yd}	Boyuna donatı tasarım akma dayanımı
f_{yk}	Boyuna donatı karakteristik akma dayanımı
f_{ywd}	Enine donatı tasarım akma dayanımı
F	Kuvvet
G	Kayma modülü
h	Döşeme kalınlığı Eleman yüksekliği Kiriş toplam yüksekliği
I	Atalet momenti
M_d	Tasarım eğilme momenti
M_{max}	Elemandaki en büyük eğilme momenti
N_d	Tasarım eksenel kuvveti
P	Döşeme yayılı yükü
Q	Hareketli yük etkisi
S	Etriye aralığı
V	Kesme kuvveti
V_{cr}	Kesitin kesmede çatlama dayanımı
V_d	Tasarım kesme kuvveti
W	Rüzgar etkisi
ϕ	Boyuna donatı çapı
p	Kirişte çekme donatısı oram
p_t	Kolonlarda toplam boyuna donatı oram
P_{max}	Kirişte maksimum donatı oram
P_{min}	Minimum donatı oram
σ_s	Donatı gerilmesi

$A(T)$	Spektral İvme Katsayısı
A_o	Etkin Yer İvmesi Katsayısı
A_{wj}	Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında kullanılan eşdeğer alan [m^2] Binanın temel üstündeki ilk katında j'inci perdenin brüt en kesit alanı [m^2]
B_a	Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
B_{ax}	Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_{ay}	Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_b	Mod Birleştirme Yönteminde mod katkılarının birleştirilmesi ile bulunan herhangi bir büyüklük
B_d	BB büyüklüğüne ait büyütülmüş değer
C_t	Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde birinci doğal titreşim periyodunun yaklaşık olarak belirlenmesinde kullanılan katsayı
D_i	Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde burulma düzensizliği olan binalar için i'inci katta $\pm$ %5 ek dışmerkezliğe uygulanan büyütme katsayısı
d_{fi}	Binanın i'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
d_i	Binanın i'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
F_{fi}	Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etkiyen fiktif yük
F_i	Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yüğü
f_e	Mekanik ve elektrik donanımının kütle merkezine etkiyen eşdeğer deprem yüğü
g	Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s^2)
g_i	Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
H_i	Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği (Bodrum Katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği) [m]
H_N	Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik) [m]
h_i	Binanın i'inci katının kat yüksekliği
I	Bina Önem Katsayısı
l_{wj}	Binanın temel üstündeki ilk katında j'inci perdenin, gözönüne alınan deprem doğrultusunda çalışan uzunluğu [m]
M_r	r'inci doğal titreşim moduna ait modal kütle
M_{XR}	Gözönüne alınan x deprem doğrultusunda binanın r'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
M_{YR}	Gözönüne alınan y deprem doğrultusunda binanın r'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
m_i	Binanın i'inci katının kütlesi ($m_i = w_i / g$)
m_{e_i}	Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalışması durumunda, binanın i'inci katının kaydırılmamış kütle merkezinden geçen düşey eksene göre kütle eylemsizlik momenti
N	Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)
n	Hareketli Yük Katılım Katsayısı
q_i	Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
R	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$R_a(T)$	Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

Rnç	Tablo 6.5'te deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi normal çerçeveler tarafından taşındığı durum için tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
Ryp	Tablo 6.5'te deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek perdeler tarafından taşındığı durum için tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
S(T)	Spektrum Katsayısı
Spa(Tr)	r'inci doğal titreşim modu için ivme spektrumu ordinatı [m/s ²]
T	Bina doğal titreşim periyodu [s]
Ti	Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
Ti A	Binanın amprik bağıntı ile hesaplanan birinci doğal titreşim periyodu [s]
Ta,TB	Spektrum Karakteristik Periyotları [s]
Tr, Ts	Binanın r'inci ve s'inci doğal titreşim periyotları [s]
Vi (*)	Gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın Finci katına etki eden kat kesme kuvveti
Vt	Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yüğü (taban kesme kuvveti)
VtB	Mod Birleştirme Yönteminde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yüğü (taban kesme kuvveti)
W	Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
we	Mekanik veya elektrik donanımın ağırlığı
w ;	Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
Y	Mod Birleştirme Yönteminde hesaba katılan yeterli doğal titreşim modu sayısı
á	Deprem derzi boşluklarının hesabında kullanılan katsayı
á M (*)	Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen eğilme momentleri toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentine oranı (Perde tabanındaki eğilme momentlerinin hesabında, perdeler düzlemi içinde saplanan kirişlerin uçlarında depremden meydana gelen kesme kuvvetlerinin katkısı da gözönüne alınabilir.)
(â)	Mod Birleştirme Yöntemi ile hesaplanan büyüklüklerin alt sınırlarının belirlenmesi için kullanılan katsayı
Δ i	Binanın i'inci katındaki görelî kat ötelemesi
Δ i)max	Binanın i'inci katındaki maksimum görelî kat ötelemesi
(Δ i)ort	Binanın i'inci katındaki ortalama görelî kat ötelemesi
Δ FN	Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yüğü
ç) bi	i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
ç) ci	i'inci katta tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı
ç) ki	i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı
Ö xir	Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, r'inci mod şeklinin i'inci katta x eksenî doğrultusundaki yatay bileşeni
Ö yir	Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, r'inci mod şeklinin i'inci katta y eksenî doğrultusundaki yatay bileşeni
Ö è ir	Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, r'inci mod şeklinin i'inci katta düşey eksen etrafındaki dönme bileşeni
è i	i'inci katta tanımlanan ikinci Mertebe Gösterge Değeri

KISALTMA LİSTESİ

TS500	Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları
TS498	Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap
Değerleri	
ABYYHY07	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
TS648	Çelik Yapıların Yapım ve Hesap Kuralları
TS4561	Çelik Yapıların Plastik Teoriye Göre Hesap Kuralları
TS3357	Çelik Yapılarda Kaynaklı Birleşimlerin Hesap ve Yapım Kuralları

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 : Woolworth Tower Binası New York 1913.....	3
Şekil 1.2 : Plastik dizayn yöntemiyle inşa edilmiş bir apartman Toronto	4
Şekil 2.1 : Üç değişik yükseklik için rüzgar hızı kaydı	10
Şekil 2.2 : Çeşitli pürüzlülükteki yüzeylerde ortalama rüzgar hızı profili	11
Şekil 2.3 : Rüzgar basıncının yapıda meydana getirdiği hareket.....	11
Şekil 2.4 : Türbülans ve Venturi Etkisi	12
Şekil 2.5 : Girdapların oluşumu.....	12
Şekil 2.6 : Deprem etkisinden dolayı yapıda meydana gelen zorlanmalar.....	13
Şekil 2.7 : Yapıda kat adedince oluşan titreşim modları	14
Şekil 2.8 : İvme spektrum değerleri.....	14
Şekil 2.9 : Deprem kuvvetlerinin katlara dağıtılması	15
Şekil 3.1 : Çelik çerçevelerde rijitleştirme şekilleri.....	18
Şekil 3.2 : Çelik çerçeve tipleri.....	18
Şekil 3.3 : Çerçeve yapı sistemleri	19
Şekil 3.4 : Perde duvarlı bir sistem	20
Şekil 3.5 : Cephe çekirdekli bir sistem	21
Şekil 3.6 : Yatay yük altındaki yatay kafesli sistemin davranışı	22
Şekil 3.7 : Perde ve çekirdeklerin yerleştirilmesi	23
Şekil 3.8 : Çekirdeklerin burulması	23
Şekil 3.9 : Merkezi çekirdekli sistemler	24
Şekil 3.10 : Tüp sistemlerin sınıflandırılması.....	25
Şekil 3.11 Bu güne kadar uygulanmış tüp sistem örnekleri	26
Şekil 3.12 Betonarme çekirdek ve perde duvarlı çerçeve.Knights of Colombus	26
Şekil 3.13 Betonarme podyumlu kompozit yapı örneği.Pavillon Suisse Paris.....	28
Şekil 3.14 Askılı kompozit sistem örnekleri	29
Şekil 4.1 : Tek yönlü, kirişlere oturan döşeme	31
Şekil 4.2 : Dişli Döşeme Örnekleri.....	32
Şekil 4.3 : Mantar Başlıklı Döşeme.....	33
Şekil 4.4 : Tek yönde kiriş sistemi.....	34
Şekil 4.5 : İki yönde kiriş sistemi	34
Şekil 4.6 : Üç yönde kiriş sistemi.....	35
Şekil 4.7 : Kompozit döşeme şekilleri	36
Şekil 4.8 : Kompozit döşemelerin oluşturulması.....	36
Şekil 4.9 : Döşeme profilleri.....	37
Şekil 4.10 : Döşeme örneği	38

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında çok katlı yüksek yapıların taşıyıcı sistemlerinin ekonomik yönden incelenmesi konusu incelenmiştir. Yapılan çalışmada öncelikle çok katlı yüksek yapıların tarihi gelişimi, avantajları ve taşıyıcı sistemlerinin maruz kaldığı yükleme durumları incelenmiştir.

Tez çalışmasının ileriki aşamalarında betonarme, çelik ve kompozit taşıyıcı sistemlerin tasarım prensipleri açıklanmış ve literatürlerden faydalanılarak ekonomik boyutlandırılmalarının gereği taşıyıcı sistem tasarımları incelenmiştir.

Çalışmamızın sonraki aşamasında tez çalışmasına konu olan betonarme, çelik ve kompozit taşıyıcı sisteme sahip bir yapının statik ve dinamik analizi tezin ön aşamalarında anlatılan ekonomik sistem tasarımı prensiplerinden faydalanılarak bilgisayar destekli çözüm yoluna gidilmiş ve aynı özelliklere sahip yapının betonarme, çelik ve kompozit sisteme göre analizleri bilgisayar programlarından yararlanılarak yapılmış ve ekonomik olarak maliyetleri hesaplanmıştır.

Son bölümde taşıyıcı sistemleri betonarme, çelik ve kompozit sistemlere göre ekonomik biçimde tasarlanmış olan yapının önceki bölümlerde hesaplanan maliyetleri karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve bundan çıkan mühendislik sonuçları yorumlanmış ve teze konu olan ekonomik değerlerden çıkarılan sonuç sunulmuştur.

Bu tez çalışması sırasında bana yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Prof. A. Zafer ÖZTURK beye teşekkürlerimi sunar ayrıca çalışmalarında yardımını esirgemeyen arkadaşlarım ve aileme teşekkür ederim.

ÖZET

Günümüzde çok katlı yüksek yapılar sosyal yaşamın ve iş hayatının vazgeçilmez bir parçası olmuşlardır. Bu sebeple inşaat mühendisliği alanında çok katlı yüksek yapılar sıklıkla karşılan Projeler arasında yerini almaktadır.

Özellikle bu yapıların projelendirilmesi aşamasında yapıya etkiyen yükler, yapım kriterleri ve yapının kullanılabilirliği büyük önem kazanmaktadır. Bu nedenle taşıyıcı sistemin tespiti, taşıyıcı sistem elemanlarının dizaynı ve birleşim şekilleri tespitinde maksimum ekonomi ve güvenilirlik sağlanmalı ve yapı bu kriterler göz önünde bulundurularak dizayn edilmelidir. Şüphesiz ki günümüz ekonomik şartlarında tasarımın ekonomikliği yapının güvenilirliği ve kullanılabilirliği ile birlikte ön planda tutulmalı ve taşıyıcı sistem ekonomik, uygulanabilir ve fiyat performansı açısından seri imalata izin verecek standartlar göz önünde bulundurularak seçilmelidir. Taşıyıcı sistemin tasarımında inşaat süresi nin de göz önüne alınması gerekmekte ve taşıyıcı sistemin ekonomik değeriyle birlikte değerlendirilmelidir

Çok katlı yüksek yapılarda taşıyıcı sistemlerin sınıflandırılması aşağıdaki şekilde özetlenebilir :

- **Malzeme :**
Betonarme, Çelik, Kompozit,
- **Yerçekimi kuvvetlerine dayanıklı sistemler:**
Döşeme iskeleti, Kolonlar, Kirişler, Temeller,
- **Yatay yüklere dayanıklı sistemler:**
Perde duvarlar, Çerçeveler, Kafesler, Diyaframalar,
- **Yatay yükün büyüklüğü ve tipi:**
Rüzgar, Deprem(Sismik),
- **Mukavemet ve servis gereksinimleri:**
Hız (akselerasyon), Ötelenme, Düktilite,

Çok katlı yüksek yapılarda kullanılan taşıyıcı sistemlerden bazıları aşağıda gösterilmiştir.

- Çerçeve sistemler
- Perde duvarlı sistemler
- Çerçeve ve perde duvarlı sistemler
- Çekirdekli sistemler
- Tübüler sistemler
- Kompozit sistemler

Yapının ekonomik biçimde tasarımı; yukarıda anlatılan kriterlerin yanında yapının yapılacağı zemin durumuna, yapının kat adedine, yapının yüksekliğinin taban alanına oranına, yapım kriterlerine, bölgesel yönetmeliklere, işgücü maliyetine, malzeme temini kriterlerine ve mekanik sistem kriterlerine bağlıdır. Taşıyıcı sistem bu kriterler göz önünde bulundurularak tasarlanmalıdır.

Yapılan bu tez çalışmasında yukarıda anlatılan kriterler göz önünde bulundurularak standart yüklere maruz büro olarak tasarlanmış bir yapı betonarme,çelik ve kompozit sistem olarak tasarlanmış ve statik dinamik analizleri yapılarak maliyetleri kıyaslanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yüksek yapılar, betonarme, çelik,kompozit, taşıyıcı sistem.

ABSTRACT

In nowadays tall buildings take important place in our social business life's. So that reason in civil engineering tall buildings are the most encountered projects in this field.

Especially in the planning of the tall buildings, loads that effects the tall buildings, construction criterians and the usefulness of the buildings take importance. For that reason in the demonstration of tall buildings, design of system elements, and in the fixing conditions the system must be in the maximum economic condition and reliability.

But certainly for the economic conditions of these days and the rules of engineering the economy of the desing must be seizing with the reliability and usefulness of the building and the construction of the system must be selected to be applied and give chance for serial production. Also construction time must be easily available in the desing of construction system.

Classification for tall buildings construction system can be summarized like defined below;

- **Material**
Reinforced concrete, steel, composite material
- **Systems that resist to gravity forces**
Floors, columns, cages, foundations
- **Systems that resists horizontal forces**
Shear walls, frames, cages, diaphragms
- **The type and magnitude of the horizontal forces**
Wind, Earthquake (seismic)
- **Resistance and service needs**
Speed (acceleration), translation, ductility

Some of the construction systems that are in tall buildings summarized below;

- Frame systems
- Shear wall systems
- Frame and shear wall systems
- Tubular systems
- Nucleus systems
- Composite systems

For the economically design of the construction system ground formation, floor number, Height/foundation area of the building, construction criteria, regional rules, worker cost, and Providing of materials are also important. So the construction system must be designed for these criteria's. In this thesis, a building designed for use as a Office building and static and composite systems and results of the cost of the buildings is compare

Keywords : Tall buildings, concrete, steel, composite, construction system.

1. ÇOK KATLI YAPILARIN GELİŞİMİ ve TARİHÇESİ

Tarihin başlangıcından itibaren insanlar tabiat şartlarına karşı ve yaşamının gereği olarak barınma ve korunma ihtiyacı duymuş ve bunun gereği olarak günümüze dek çeşitli yapılar aracılığı ile bu ihtiyaçlarını giderme yoluna gitmişlerdir. Endüstri devrimin başlangıcına kadar barınma ve korunma ihtiyaçları genellikle az katlı yapılar ile karşılanmasına rağmen endüstri devriminin gelişmesi ve bundan dolayı çeliğin yüksek fırınlarda üretimi ve yeni yapı malzemelerinin gelişmesi ile az katlı olarak gelişmiş olan yapılar 18. yüzyıl başlangıcı itibari ile çok katlı olarak gelişme göstermeye başlamıştır. Genellikle 10 kattan başlayan çok katlı yüksek yapıların, günümüzde 100 katın üzerindeki örneklerine rastlamak mümkündür.

Çok katlı yüksek yapıların gelişme nedenleri çok olmakla birlikte bunlar arasında en önemlileri arasında; 1900'lü yıllardan sonra başlayan hızlı şehirleşme ve şehirlerin nüfus yoğunluğundaki hızlı artıştan dolayı şehirlerde ekonomik çözüm olarak çok katlı yüksek yapı uygulamasına gidilmesidir. Böylece şehirlerde alanların daha ekonomik kullanılması sağlanmıştır. Toplu konut düşüncesinin gelişmesi ile çok katlı yüksek yapı uygulamaları daha sık görülmeye başlanmıştır. Yapı malzemelerinin gelişimi ve yapım teknolojisindeki gelişmelerde çok katlı yüksek yapılardaki kat artışına olanak sağlamış ve kat adetleri bu gelişmelerin artışı sonucunda kısa sürede hızlı bir artış sergilenmiştir. Bunlarla birlikte şehirlerdeki nüfus yoğunluğu, yapım alanlarının azalması ve yüksek arsa fiyatlarına karşı yüksek yapılar doğal olarak en uygun çözüm olmuştur.

19. yüzyıl başlarında yapı malzemelerindeki gelişmeler ve inşaat malzemesi olarak dökme demir ve çeliğin seri üretiminin yapılması ile çelik çerçeve sistemli yapılarda büyük gelişme sağlanmıştır. Böylece yapı kat adetlerinde artış ve büyük açıklıkları geçme olanağı sağlanmıştır. Çelik çerçeveli yapıların ilk uygulamalarında çelik çerçeveler ile birlikte cephelerde yığma duvarlar kullanılmıştır. İleriki yıllarda yüksek yapılara ihtiyacın artması ve kısa sürede yapıların tamamlanması amacı ile taşıyıcı duvarların yapılması terkedilmiş ve yapı bütünü ile çelik çerçeveler ile yapılmaya başlanmıştır. Bu gelişmelerle birlikte düşey sirkülasyon elemanı asansör geliştirilmiştir ve ilk olarak 1851 yılında New York'ta bir otelde kullanılmıştır.

1851 yılında Londra'da inşa edilen Crystal Place binasında, çift korniyerli başlıklar, levhalardan kesilen şeritler ve perçinli birleşimlerle oluşturulan demir kafes kirişler kullanılmıştır.

1854 yılında New York şehrinde inşa edilen Harper&Bros. Basın evinde 18 cm derinliğe sahip dövme demirden yapılmış I profiller kullanılmıştır.

1865 yılında demir üreticilerinin test makinelerini kullanıma sunması ile malzemelerin çekme, basınç, ve eğilme mukavemetleri deneysel olarak ölçülmeye başlanmıştır ve çok katlı bina yapımında güvenilirlik sağlanmıştır.

1883'te 11 katlı Hone Insurance Binası'nda çerçeve sistemi geliştirilmiş ve bu yapı dünyanın ilk gökdeleni olarak kabul edilmiştir. Taş cephe duvarlarının kendini taşıdığı bu yapı çelik kirişlerin yapının iç kısmında kullanıldığı ilk örnektir.

1889'da II. Leiter Binası'da taşıyıcı duvarların kullanılmadığı ilk gerçek iskelet yapıdır. 1895 de Chicago'da Reliance Binası'da çelik çerçeve sistemde cephede ilk olarak hafif yüzeyler ve cam kullanılmıştır. 60 mt. Yükseklikte olan binada yatay rijitlik ince çelik bir çerçeve tarafından sağlanmaktadır. Çelik iskeletin rüzgar yükleri altında yatay stabilitesini arttırmak için, diyagonal bağlantıları cephe çerçevesinde kullanılmış ve böylece düşey kafes kiriş ve perde duvar kavramı ortaya çıkmıştır.

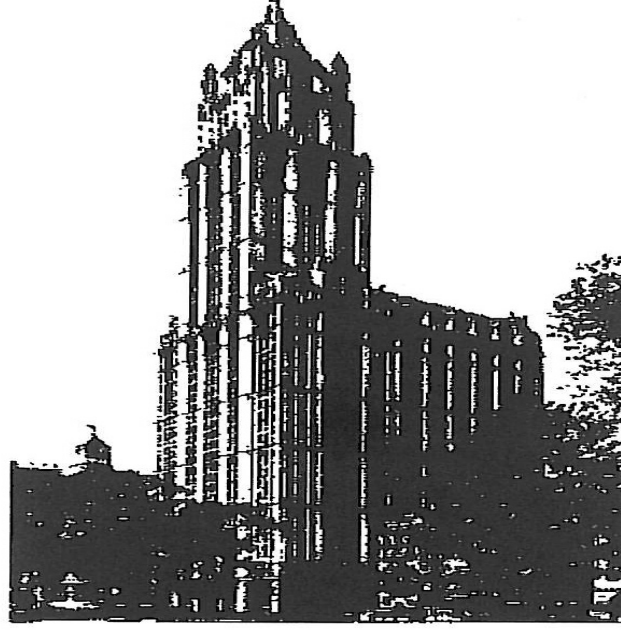
19.yy sonlarında çelik yapı malzemesi, dökme demirden yapılmış kolon ve kirişlerin yerine geçmiştir. Çelik malzemenin tercih edilme nedeni, çelik çerçeve profillerinin dökme demirden yapılanlardan %15 daha ekonomik olmasından kaynaklanmıştır.

Çelik çerçevelerde, geniş kolon açıklıkları kullanılabilmekte ve bina çevresi yalıtımlı cephe giydirmeleriyle kaplanabilmektedir.

1920'lerin sonunda New York şehrinde çok katlı yapılar hızla artmıştır. Bu dönemde yapılan yapıların en önemli örneklerinden birisi, 1913 yılında tamamlanan 237 metre yüksekliğindeki 58 katlı Woolworth binasıdır. Vierendeel çerçeveleri kullanılarak yapılan ve Şekil 1.1'de görülen bu binanın yüksekliğinin fazla olması dolayısı ile yanal yüklere karşı K- tipi destekler, oynar destekler ve tek diyagonal destekler kullanılmıştır. Yapıda kullanılan elektrikli asansörler, 180 mt/dk hızla yükleme ve taşıma yapılabilmektedir.

1930'lu yıllarda yapılan 30 katlı Gulf Oil Building binası ve 75 katlı Chrysler Building Binası, Vierendeel çerçevelerinin özellikleri kullanılarak inşa edilmiştir. 1931 yılında, 381 metre yüksekliğinde 102 katlı Empire State binasının tamamlanmasıyla, bu

tip çerçevelerin çalışma şekli ve ekonomik avantajları daha iyi anlaşılmıştır. Yüksek yapılardaki hızlı gelişme II. Dünya Savaşının başlamasıyla azalmıştır.



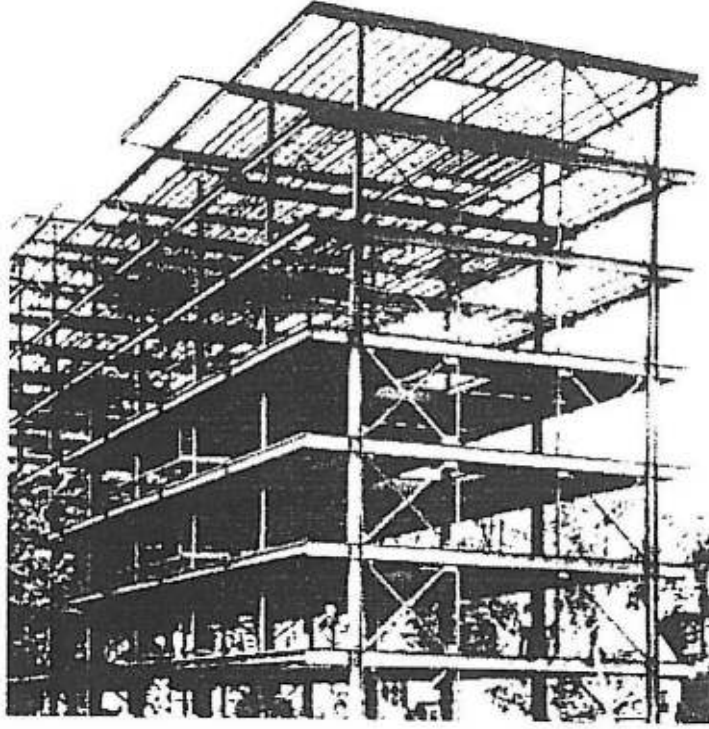
Şekil 1.1 : Woolworth Tower Binası New York 1913.(Tall, 1964)

1930 ve 1950 yılları arasında, çok katlı çelik yapılar gittikçe narinleştirilmiştir. Kolon ve kirişleri yangından korumak için beton örtü kullanılmış ve betonarme plakaları ağır tuğla kemerlerin yerini almıştır. Yapıların dik akslarla oluşturulması, moment ve kesme kuvveti hesaplarını kolaylaştırılmıştır ve çerçeve hareketi daha kolay açıklanabilmektedir.

Plastik hesap yönteminin 1950’li yıllarda geliştirilmesi, yapı davranışının daha iyi yorumlanmasını sağlamıştır. Plastik dizaynın tekniğinin kaynaklı birleşimlere uygulanmasına örnek olarak Toronto’daki 8 katlı apartman binası verilebilir.

1950’li yıllarda çıkan yüksek mukavemetli bulonlar, şantiye koşullarında montajı yapılan bağlantılar için birinci derecede tercih edilen birleşim araçları haline gelmiştir.

1950 ve 1960 yılları arasında geniş açıklıklı çerçeveler , diyagonal destekler ve döşemeler için Narin betonarme plakalar bu yıllarda yaygın biçimde kullanılmıştır.



Şekil 1.2 : Plastik dizayn yöntemiyle inşaa edilmiş bir apartman Toronto.(Tall, 1964)

1960'lı yıllarda, yatay kafesli çerçeve-kafes etkileşimli sistemleri, çerçeveli tüpler ve modüler tüplü sistemler gibi üç boyutlu sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler kullanılarak 110 kata kadar, yanal yüklere karşı dayanıklı ve ekonomik binalar uygulanmıştır.

1972 yılında New York'ta inşa edilen World Trade Center ve iki yıl sonra Chicago'da gerçekleştirilen 442 metre yüksekliğindeki Sears Tower binası, tüp sistemli yapılara örnek olarak gösterilebilir.

Yüksek yapıların kat sayıları artması ile birlikte, yanal yüklere karşı yüksek dayanımlı yapı sistemleri oluşturma ihtiyacı da artmıştır. Bunun için çeşitli rijitlendirme yöntemleri denenmiştir. Buna tipik örnek olarak Chicago'daki John Hancock Center binası 100 katlı olan bu binanın yatay yük taşıma kapasitesini arttırmak için yapının cepheleri X diyagonalleri ve düşey kafes kirişler yapılarak diyagonalli tüp sistemi elde edilmiştir.

Ülkemizde çok katlı yapıların 1950'li yıllarda gündeme geldiği görülür. Bunun en önemli faktörlerinden birisi ülkemizin önemli bir deprem kuşağında yer

almasından kaynaklanmıştır. Fakat zamanla artan ihtiyacı karşılamak ve arsa değerlerinin yükselmesi ve gelişen yapı teknolojisinin sonucu olarak ülkemizde de yüksek yapıların yapımı hızlanmıştır.

Ülkemizde 1970’li yıllara kadar 25 katı geçmeyen binalar yapılmıştır. Bunların başlıca örnekleri arasında Ankara’daki 13 katlı Ulus İş hanı, 24 katlı Kızılay Emek İş hanı, 20 katlı Stad Oteli 23 katlı Ceylan-Intercontinental Oteli gösterilebilir.

1975 ile 1985 yılları arasında yüksek yapıların kat adetlerinde artış gözlenmiş olup ankara deki 29 katlı Türkiye İş Bankası, İstanbul’da 28 katlı Harbiye Orduevi gösterilebilir.

1985 sonrası yapılan binalarda yükseklik olarak büyük bir artış görülmektedir. 26 katlı Maya-Akar İş merkezi, 24 ve 39 katlı iki bloktan oluşan Sabancı İş Merkezi gösterilebilir.

Türkiye’nin en yüksek binası ise İstanbul deki İş Bankası binası’dır.

2. ÇOK KATLI YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM TASARIMI ve YAPIDA ETKİLİ OLAN YÜKLER

2.1 Taşıyıcı Sistem Tasarımı

Taşıyıcı sistem tasarımında amaç, işlevsel ve estetik istekleri karşılayabilecek güvenilirliğin ve ekonominin ön planda tutulduğu ideal sistemin tasarlanmasıdır. Bu şartları sağlamak bilimsel araştırma ve çözümleri gerektiren yeni yapım tekniklerini ve yapı türlerinin geliştirilmesini gerektirir. Böylece mühendislik ve ekonomi, daha gelişmiş yapıların ortaya çıkmasında etkili olmaktadır. Taşıyıcı sistem tasarımının temel ilkeleri aşağıda belirtilen adımlardan oluşmaktadır.

- Yapı tipinin ve konumunun seçimi,
- Yapıda oranların ve malzemenin seçimi,
- Yapıda yüklerin belirlenmesi,
- Yapının taşıyıcı elemanlardaki iç kuvvetlerin belirlenmesi,
- İşletme koşullarında yapı performansının kontrolü,
- Son gözden geçirme ve düzeltmeler,

2.2 Çok Katlı Yapılarda Taşıyıcı Sistem Tasarımı.

Çok katlı yapılar düşey yüklerin yanı sıra rüzgar ve depremden dolayı meydana gelen yatay yükleri de taşımaktadır. Yapı yüksekliğinin artmasıyla yapıya tesir eden yüklerin değerleri de artmaktadır. Bu nedenle çok katlı yüksek yapılarda yatay yüklere

karşı yeterli rijitlik sağlanmalıdır.

Çok katlı yapıların taşıyıcı sistemleri, yatay kullanım alanlarını içeren döşeme sistemleri ile bunları taşıyan ve yapıyı saran düşey taşıyıcı kolon veya duvar sistemlerinden oluşmaktadır.

Çok katlı yapıların planlanmasında aşağıdaki etmenlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

- Genel ekonomik etkenler,
- Zemin koşulları,
- Yapının geometrik formu ve yükseklik / genişlik değeri,
- Fabrikasyon ve yapım,
- Mekanik donanım sistemleri,
- Yangından korunma,
- Yerel koşullar,
- Yerel malzeme fiyatları ve olanaklar,

Planlama aşamasında ilk olarak ekonomik nedenler etken olmaktadır. Ekonomik etkenler sadece yapım maliyeti olarak değil, yapı tamamladıktan sonraki işletme giderleriyle birlikte değerlendirilmelidir. Yapım ve işletme giderleri yapının yüksekliği ile doğru orantılı olarak artış göstermektedir. Yüksekliğin artması ile arsadan ve idare masraflarından kazanılanlar bunları karşılamalıdır.

Yapının üzerine oturacağı zemin, tasarım için önemli olan bir diğer etkendir. Sistem yükleri toplayarak zemine aktarmaktadır. Bu nedenle yapının taşıyıcı sisteminin tipi, zeminin jeolojik yapısına büyük ölçüde uygun seçilmelidir. Çürük zeminlerde beton yerine hafif çelik sistemler tercih etmek uygun olabilir.

Taşıyıcı sistemin rijitliği yapının geometrik formuna, katların sayısına, sistemin türüne, elemanların ve bağlantılarının rijitliğine ve yükseklik / genişlik oranına bağlıdır. Yüksek bir yapıda alt kattan başlayarak üst kata doğru ağırlık ve rijitlikle uyumlu bir azalma olmalıdır.

Taşıyıcı sistemin seçiminde yapım sistemi de önemli olmaktadır. Bazı durumlarda seçim aşamasında en önemli etken durumuna gelebilir. Bu etken işçiliği azaltır, yapım süresini kısaltır.

Yapım maliyetlerinin 1/3'ünü, mekanik ve sıhhi donanım sistemleri oluşturmaktadır. Bundan dolayı bu sistemlerin yapıdaki yeri önem kazanmaktadır. Bunları mümkün olduğunca bir çekirdekte toplanması genellikle kolay ve maliyeti düşük olan bir çözümdür.

Çok katlı yapılarda yangın sorunu ve çözümü önemli problemlerden birisidir. Özellikle çelik yapılarda taşıyıcı sistemin yangından korunması için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Bölgesel yönetmelik ve şartnameler yapım ve sistem seçiminde önemli etkenlerdendir. Kat adet sınırlamaları ve döşeme yükseklik şartları taşıyıcı sistem tasarımında önemli rol oynamaktadır.

Yapının gerçekleştirileceği yerin, yapı malzemesi kaynağına yakın bir mesafede bulunması durumunda normal şartlar altında pahalı olan sistemler daha ekonomik sınırlara ulaşabilir. Bu nedenle sistem tasarımı sırasında bu etkende göz önünde bulundurulmalıdır.

2.3 Çok Katlı Yapı Tasarımında Etkili Olan Yükler.

Yapıda etkiyen yükler ya doğrudan doğa kuvvetleri veya yada insan tarafından oluşturulur. Yüksek yapılara etkiyen yükler ise; yerçekimi, meteorolojik ve sismik kuvvetler tarafından meydana gelir. Yerçekimi dolayısı ile yapı üzerinde sabit ve hareketli yükler ile montaj yükleri gibi düşey yükler oluşmaktadır. Meteorolojik kuvvetler; zamana ve bölgelere bağlı olarak değişen rüzgar, ısı, yağmur, kar ve buz yükleridir. Sismik kuvvetler ise deprem ve toprak kayması gibi yer hareketleri sebebiyle meydana gelmektedir.

Yapının yükler karşısındaki davranışlarını etkileyen faktörler; yapının ağırlığı, boyutu, şekli ve yapıda kullanılan inşaat malzemeleridir. Güvenli ve konforlu yapı tasarımı için, tasarımcının kuvvetleri ve yük etkilerini çok iyi bilmesi gerekmektedir. Aşağıda yapıya etkiyen yükler açıklamaları ile birlikte izah edilmiştir.

2.3.1 Düşey Yükler

Düşey yükler; yapı elemanları, döşeme kaplamaları ve sabit dekoratif inşaat malzemeleri, eşyalar ve insanların ağırlıklarından oluşmaktadır. Ülkemizde TSE tarafından hazırlanan TS 498' de bu yüklerin bir çoğu tarif edilmiştir.

2.3.1.1 Sabit Yükler

Sabit yükler ; yapının taşıyıcı elemanlarının, döşeme ve tavan kaplamalarının, sabit bölme duvarlarının, cephe kaplamalarının, tesisat sistemlerinden dolayı yapı ağırlıkları olup, statik ve dinamik yükler şeklinde sınıflandırılır.

Sabit yükler yapıyı oluşturan malzeme ve eşya ağırlıklarıdır. Dinamik yükler ise zamana, mevsimlere veya yapı içindeki mekanların fonksiyonuna bağlı olarak değişmekte olan geçici yüklerdir.

2.3.1.2 Hareketli Yükler

Hareketli yükler; yapı içinde bulunan insan ve eşyaların ağırlıklarından dolayı oluşan yüklerdir. Bu yükler taşıyıcı sistemin bir parçası olmayıp; insan, mobilya, hareketli bölmeler, mekanik aletler, arabalar, endüstri makineleri gibi sabit ve geçici yklemelerdir. Hareketli yükler; araba, asansör, ve makine yükleri gibi dinamik karakterli, insanların ve eşyaların hareketleri gibi sabit hızlı veya patlama ve çarpma gibi darbe etkili olabilmektedir.

2.3.1.3 Montaj Yükleri.

Taşıyıcı elemanları, genellikle sabit ve hareketli yüklere göre tasarlansa da, yapının imalat ve montajı sırasında tasarım yüklerinin çok üstünde yük etkisinde kalabilmektedirler.

Yapının montajı esnasında kullanılan bağlantılar destekler yapıda ek yüklemeler oluşturmaktadır. Ayrıca yapının inşası sırasında yığılan ağır alet ve malzemeler de büyük tekil yükler meydana getirebilmektedir.

2.3.2 Isı Değişimi, Kar ve Yağmur Yükleri.

Isı değişimi, kar ve yağmur yükleri meteorolojik yükler olarak isimlendirilmektedir ve coğrafi bölgelere bağlı olarak şiddetleri ve yapılara etki biçimleri değişmektedir.

Kar yükleri, çatılarda ve teraslarda kar yığılması olabilecek yerlerde göz önüne alınmalıdır. Şartnamelerde belirtilen kar yükleri,zeminde oluşan maksimum kar ykseklіğine bağlı olarak saptanır ve genellikle gerçek değerlerden daha fazla alınmaktadır. Şartnamelerde atı eğitimine bağlı olarak, yük değerlerinde belirli oranlarda azaltmalar yapılmaktadır.

Yağmur yükleri, düz çatılarda oluklar tıkandığı zaman, suların

birikmesiyle oluşmaktadır. Yağmur yükleri hesapta dikkate alınmasa da tasarımda göz önüne alınmalıdır..

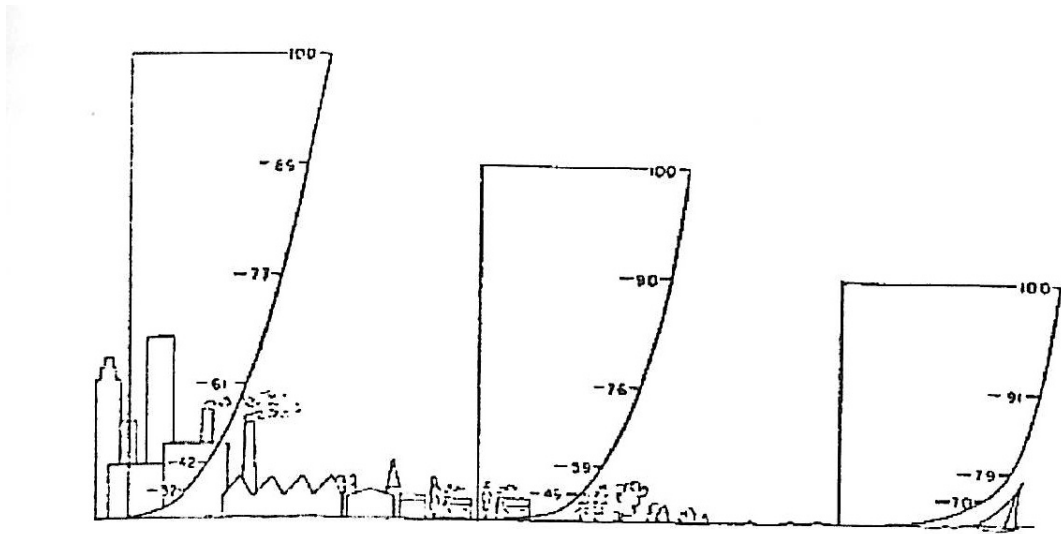
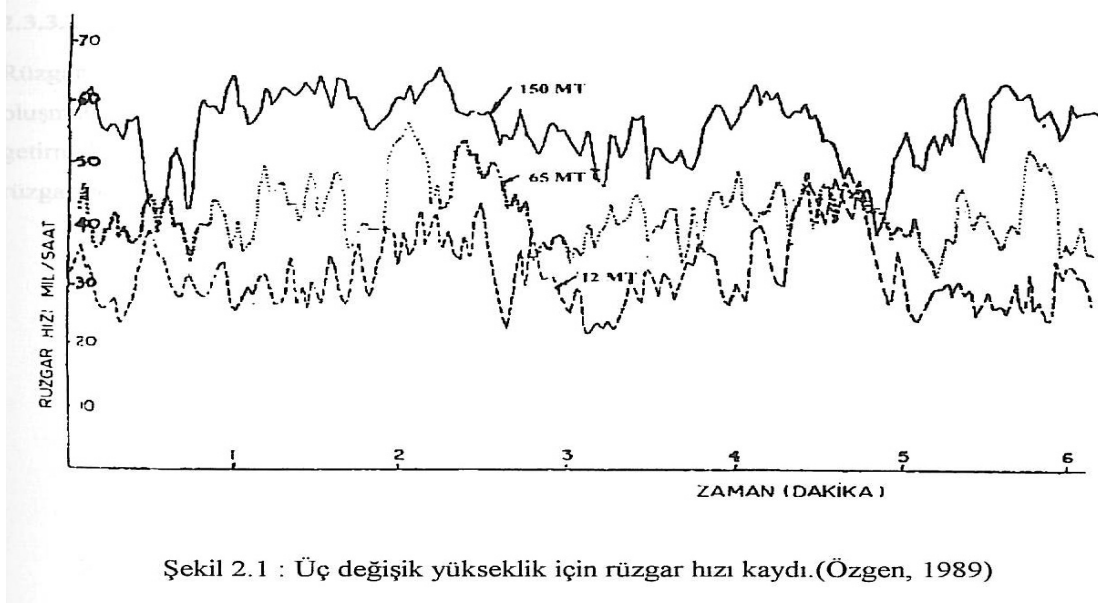
Yapı cephelerinde ve yapının dış etkilere maruz kalan taşıyıcı elemanlarında, iç ve dış bölgelerdeki ısı farklılıkları dolayısıyla, yapıdaki gelişme ve büzülmelerden dolayı iç gerilmeler ve burkulmalar oluşmaktadır. Isı etkisiyle kolonlarda eğilmeler ve farklı hareketler oluşmakta bunun yanında döşemeler, duvarlar ve çatı bölgelerde hasarlar gözlenebilmektedir.

2.3.3 Rüzgar Yükleri.

Çok katlı yapıların ilk örneklerinde taşıyıcı duvarlar kullanıldığından ve bunların ağırlığının fazla olmasından dolayı rüzgar yükleri yapının taşıyıcı sistemini olumsuz yönde etkileyecek boyutlarda değildi. Fakat çerçeve sistemlerin tasarlanması ve yapı ağırlığındaki büyük azalmalar rüzgar etkisini özellikle çok katlı yüksek yapılarda önemli mertebelere ulaştırmıştır. Yapıdaki rüzgar etkisi dinamik etkili bir yük olup ; yapı etrafındaki yeryüzü şekline pürüzlülüğüne, taşıyıcı sistemin şekline, komşu yapıların dizilme şekli gibi çevresel faktörler nedeni ile değişmektedir. Bunlar gibi nedenlerle yapıyı etkileyen rüzgar hızını, doğrultusunu ve davranışını değiştirmektedir.

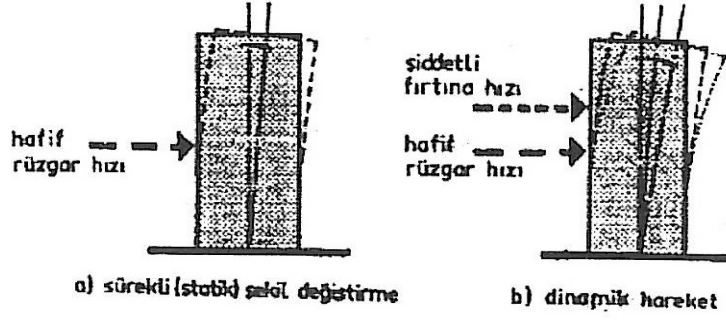
2.3.3.1 Rüzgar Hızı.

Çok katlı yüksek yapıların rüzgar yüklerinin belirlenmesi aşamasında, yapı yüksekliğine bağlı ortalama bir rüzgar hızı ve rüzgarın dinamik karakterini taşıyan değişken şiddetli fırtına hızları bileşenleri kullanılmaktadır. Bu durum 150 metre yüksekliğindeki bir anten direğinin üç farklı seviyesinden alınan rüzgar hızı kayıtlarında, Şekil 2.1 ‘de gösterilmiştir.Hafif rüzgar hızı Şekil 2.2 ‘de gösterildiği gibi yüksekliğe bağlı olarak artmaktadır.Hızdaki artışın oranı arazinin pürüzlülüğü’ne bağlı olarak değişir.



2.3.3.2 Rüzgar Basıncı.

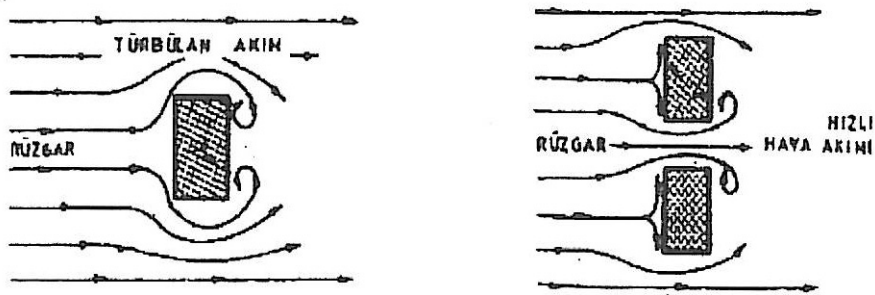
Rüzgar basıncı, hafif rüzgar hızı ve şiddetli fırtına hızı bileşenlerinin etkileriyle oluşmaktadır. Şekilde görüldüğü gibi hafif rüzgar hızları, sürekli yer değiştirme meydana getirmektedir. Değişken şiddetli fırtına hızlarında ise ivmelenme ve titreşimler oluşmakta, yapı rüzgar yönünde sallanmaktadır.



Şekil 2.3 : Rüzgar basıncının yapıda meydana getirdiği hareket. (Yamantürk, 1993)

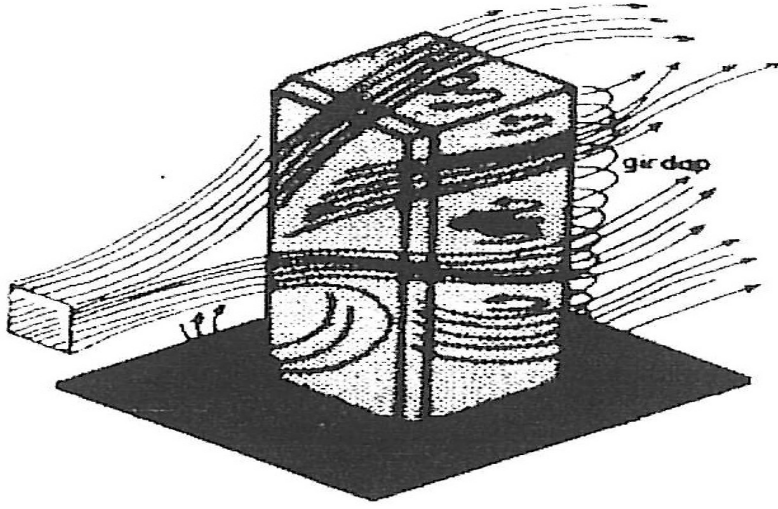
2.3.3.3 Türbülans Etkisi.

Hareket halindeki hava kümesi yapı ile karşılaştığında, yapı çevresinden geçerek arka cephede, şekil 2.4 'de görüldüğü şekilde türbülans oluşturmaktadır. Şekil 2.4 'de görünen Venturi etkisi ise, hava akımı yüksek iki bina arasındaki dar aralıktan geçerek türbülansı meydana getirmektedir.



Şekil 2.4 : Türbülans ve Venturi etkisi. (Yamantürk, 1993)

Girdaplar, yapının cephelerinde, yukarı doğru dairesel hava hareketi oluşturan yüksek hızlı Hava akımlarıdır. Şekil 2.5 'de görülen bu girdaplar, rüzgarın alçak basınç bölgelerinde Oluşturduğu dairesel hava akımlarıdır.



Şekil 2.5 : Girdapların oluşumu. (Yamantürk, 1993)

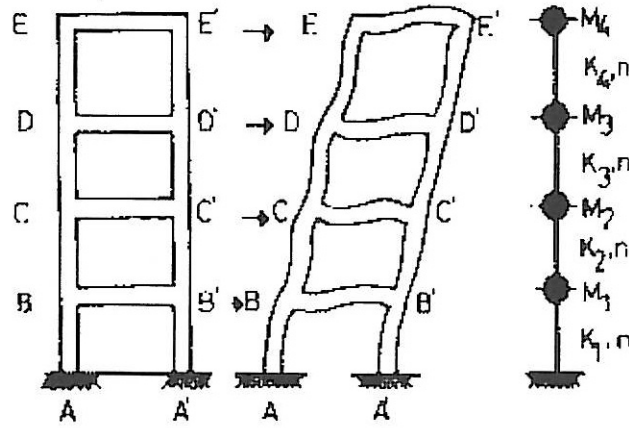
Genel kural olarak yapının yükseklik / genişlik oranı dörtten küçük ve yapı yüksekliği 120 metreden az ise, yapı dizaynında türbülans etkisi dikkate alınmaz.

Yapıların rüzgar hareketlerine göre tasarımında insan faktörü önem kazanmaktadır. Rüzgar basıncı taşıyıcı sistemi olumsuz etkilemese bile, yapı konforunun dikkate alınması gerekmektedir. Yapının yatay salınımı insanların kullanabileceği sınırlara göre azaltılarak, yapılarda meydana gelen hareketler, pencere kenarlarında duyulan rüzgar sesleri, emme veya basınç yüzünden camların kırılması gibi kötü etkiler önlenmeye çalışılmalıdır.

2.3.4 Deprem Yükleri.

Depremler, yerkabuğunda meydana gelen gerilme yığılmalarının ve biriken deformasyon enerjisinin, fay hatlarında oluşan ani kaymalarla serbest kalması sonucu ortaya çıkan sismik dalga hareketleridir. Deprem dalgaları yapılarda kütlelerine bağlı olarak yatay kuvvetler meydana getirmektedir..

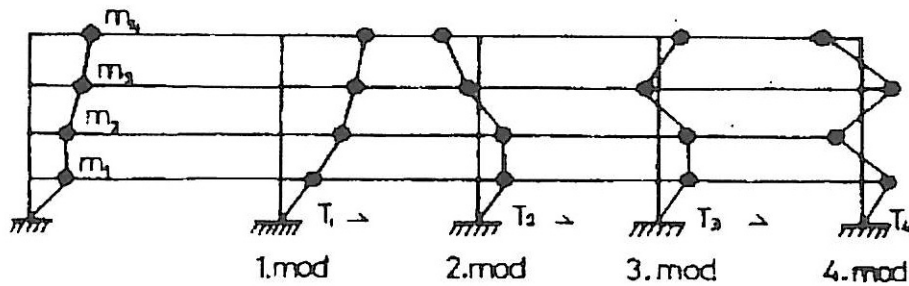
Deprem boyutu Richter ölçeğiyle, şiddeti düzenlenmiş Mercalli ölçeğiyle belirtilmektedir. Depremi oluşturduğu merkezin yeryüzü dik olan noktasına episentr denilmektedir. Ve deprem dalgalarını merkez noktasına ifade etmektedir.



Şekil 2.6 : Deprem etkisinden dolayı yapıda meydana gelen zorlanmalar.(Çamlıbel, 1994)

Çok katlı yüksek yapıların tasarımında, deprem yükleri ve yapının bu yüklere karşı gösterdiği tepkinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Deprem kuvvetleri yapıyı, temellerden başlayarak yatay ve düşey doğrultuda titreşim yapmaya zorlamaktadır. Bu durumda yapıda ek olarak deplasmanlar ve dönmeler oluşmaktadır.

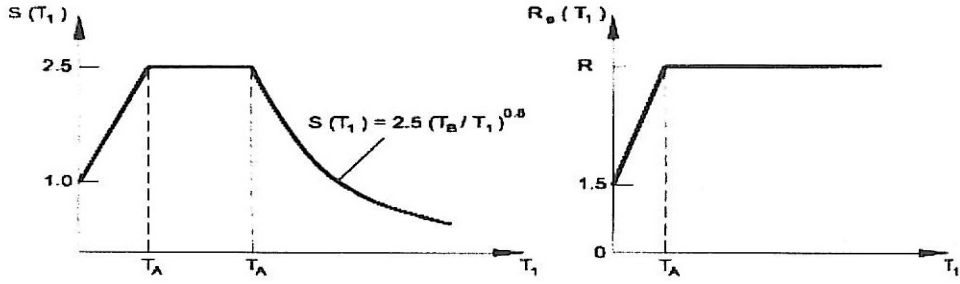
Deprem esnasında zemin ve yapı ayrı titreşmektedir. Deprem hareketi sırasında, her kattaki kütlelerin, yay gibi çalışan kolonlara bağlanarak, yatay kuvvet etkisi altında titreştiği varsayılmaktadır. Şekil 2.7’de görüldüğü gibi yapıda, kat adedi kadar farklı titreşim modu yani titreşim şekli bulunmaktadır ve kat adedi kadar da periyot bulunmaktadır.



Şekil 2.7 : Yapıda kat adedince oluşan titreşim modları. (Çamlıbel,1994)

İvme spektrumları, sistemlerin titreşim periyotları ile bu periyotlara karşı gelen maksimum ivme değerlerini gösteren şekillerdir. Yönetmeliklerde, zemin durumu ve yapının birinci modda ki titreşim periyotuna göre spektrum eğrileri belirlenmektedir.

Şekilde 2.8 ‘de görülen bu eğrilerden yararlanarak spektrum katsayısı bulunmaktadır.

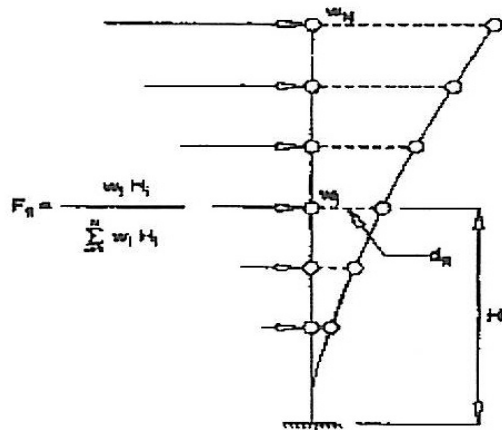


Şekil 2.8 : İvme spektrum değerleri.(ABYYHY 97,1997)

Yapıların deprem yüklerine karşı hesabına eşdeğer statik kesme kuvveti yöntemi veya dinamik analiz metodu kullanılmaktadır.

Eşdeğer deprem kuvveti yönteminde yapıya, ağırlığına bağlı kesme kuvveti etki ettiği varsayılmaktadır. Bu yöntemde taşıyıcı sistem davranış katsayısına bağlı bir eşdeğer kesme kuvveti etkidiği varsayılmaktadır. Bu katsayı binanın toplam ağırlığına, deprem bölgelerine göre değişen etkin yer ivmesi katsayısına, binanın birinci modda ki doğal titreşim periyoduna, ivme spektrum periyoduna ve sünekliliğe bağlıdır.

Yapıya etkileyen toplam kesme, kuvveti Şekil 2.9 ‘da görüldüğü gibi rijitlikleri oranında Çerçevelere ve katlara dağılmaktadır. Bu yüklerin hesaplanması ile ilgili ABYYHY ‘de detaylı bilgi mevcut dur.



Şekil 2.9 : Deprem kuvvetlerinin katlara dağıtılması. (ABYYHY 97, 1997)

3. ÇOK KATLI YÜKSEK YAPILARDA YATAY YÜKLERİ TAŞIYAN SİSTEMLER

Yatay yüklerin aktarılmasında başlıca üç sistem uygulanmaktadır, bunlar ;

- Perde duvarları,
- Tüpler
- Çerçeveler,

olmak üzere üç ana grupta toplanmaktadırlar. Bu sistemler yatay yüklerle birlikte düşey yükleri de taşımakta ve sistem bir bütün olarak ele alınmaktadır.

Çerçeveler kolon ve kirişlerin rijit bağlanmalarıyla oluşturulan en basit taşıyıcı sistemlerdir.

Perde duvarlar dolu yada kafes şeklinde oluşturulmaktadır. Duvarlar ya tek düşey düzlem elemanları, ya da çeşitli şekillerde birleştirilerek, çekirdekler şeklinde düzenlenir.

Tüpler, yüksek yapıya ilişkin cephe çerçevelerinin bir “delikli tüp” şeklinde tasarlanması ve yapılması ile elde edilen çok daha etkin sistemlerdir. Tüp sistemleri, her kat düzeyinde ana taşıyıcı kirişler ve kolon tipi elemanlardan oluşmuştur ve aralarda pencere boşlukları bulunmaktadır. Bu sayede, üzerine gelen yatay düşey yükleri, bünyesinde bulundurduğu tüm strüktürel elemanlarıyla birlikte, üç boyutlu bir bütün şeklinde çalışarak zemine aktarırlar.

Bütün bu sistemler ele alındığında çok katlı yapılarda yatay yükü taşıyan eleman tipleri yukarıdaki gibi gruplara ayrılarak incelenebilir. Bu tanımlar ışığında çok katlı yapılarda taşıyıcı sistemleri

- Çerçeve sistemler,
- Perde duvarlı ve çerçeve, perdeli sistemler,
- Çekirdekli sistemler,
- Tübüler sistemler,

şeklinde gruplandırmak mümkündür. Bunların yanında yeni olmamakla birlikte, yapı ve yapılm sistemleri yeni uygulamaya başlanmıştır. Bunlar ;

- Yüksek kirişli sistemler,
- Çok katlı asma sistemler,
- Pnömatik sistemler,
- Hibrid (Kompozit) sistemler'dir.

3.1 Çerçeve Sistemler.

Çok katlı yapılarda çerçeve sistemler, birbirine rijit bağlantılarla bağlanmış düşey kolon ve yatay kirişlerden oluşmaktadır. Betonarme ve çelik malzemenin kullanıldığı bu sistemlerin yatay yüklere karşı sağlamlığı bağlantı noktalarının rijitliğine bağlıdır. Çerçeveler düşeydeki konumlarına göre iki alt bölümde incelenebilirler.

- Düzlemsel çerçeveler,
- Uzaysal Çerçeveler,

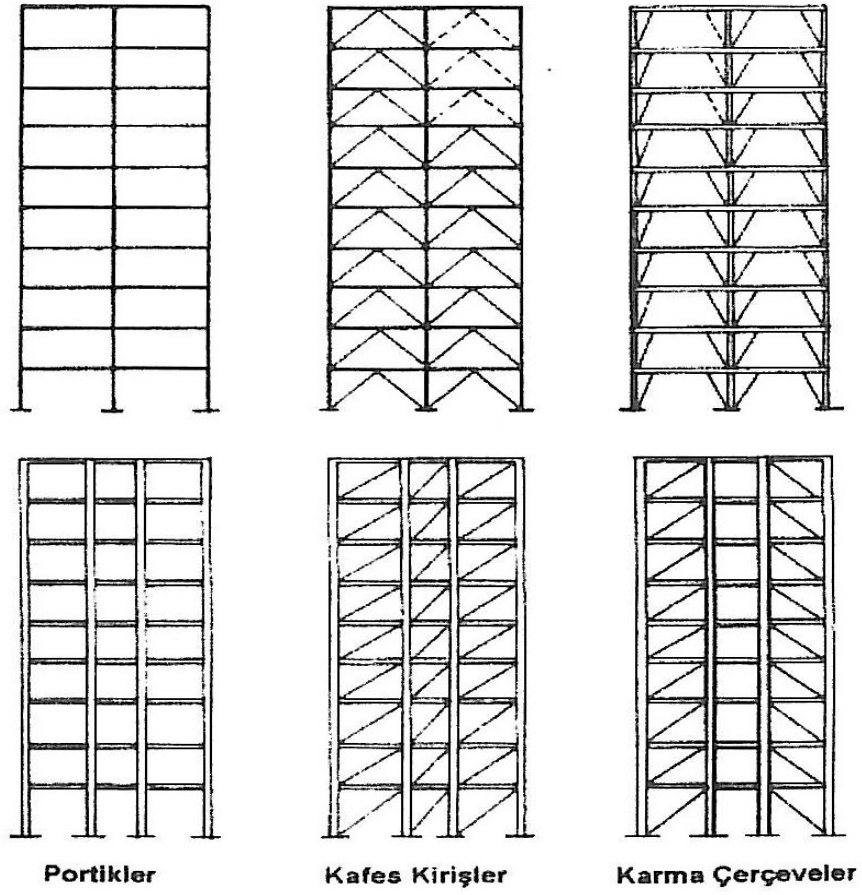
Düzlemsel çerçeveler, aynı düşey düzlem içindeki kolon ve kirişlerden oluşan sistemlerdir. Kiriş ve kolonlar, düşey ve yatay yükleri birlikte taşırlar. Yatay konumdaki kat kiriş ve döşemeleri, düşey yük momentlerine ek olarak, yatay yüklerden oluşan momentleri de aktarırlar. Kolonlar ise düşey yüklerden oluşan normal kuvvetler ve genellikle küçük olan düşey yük momentlerinin yanı sıra yatay kuvvetlerin doğurduğu momentleri de iletirler. Rijit çerçeve, yatay yüklere kolon ve kirişlerin eğilmesiyle karşı koyar. Bu nedenle çerçevelerin taşıma gücü, çerçeveyi oluşturan kiriş ve kolonların mukavemetine bağlıdır.

Birbirine paralel olan ve yatay kirişlerle birleştirilen çok sayıdaki düzlemsel çerçeveden oluşan sistemler, çok katlı yapılarda kullanım alanı oldukça geniş alanı olan uzay çerçeve tipini oluştururlar. Uzay çerçeveler, düzlem çerçevelere göre daha yüksek dereceden hiperstatik ve daha rijit sistemlerdir.

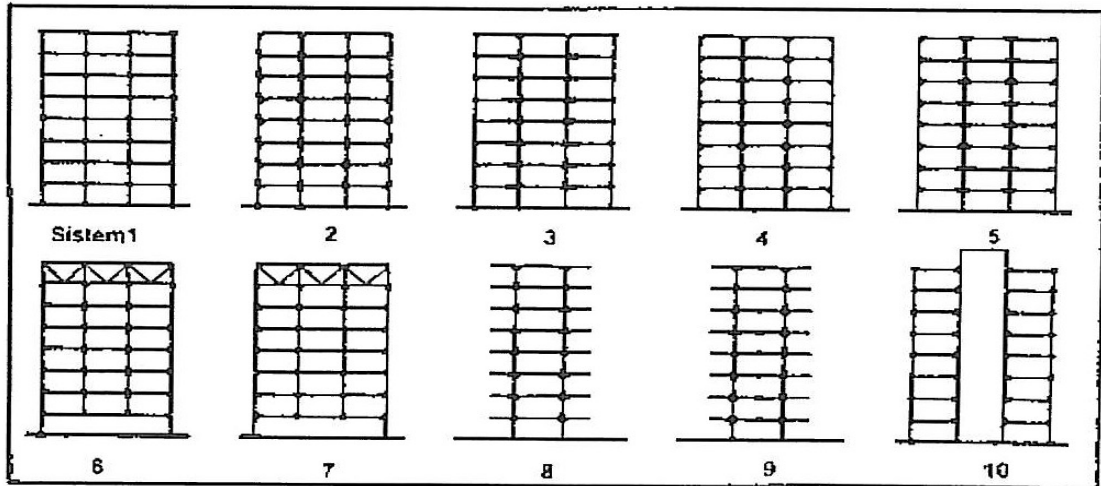
Çerçeveler tek başlarına ancak kat adedi az olan yapılarda ekonomik olarak uygulanabilmektedirler. Yapı yüksekliği arttıkça, kolon ve kiriş boyutları da hızla büyümeye başlar ve bu durumda ekonomik olmaktan çıkmaktadır.

Çelik çerçeve iskelet sistemlerin rijitleştirilmesi ve sistemin tümünün stabilitesinin sağlanması, dolu betonarme ya da kafes kiriş türü çelik perde elemanlarıyla yapılır. Bu durumda kafes perdeler, bina içindeki bazı bölmelerde, örneğin çekirdekte düzenlenir ve çerçeve – perde karma sistemler ortaya çıkar.

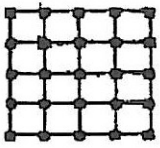
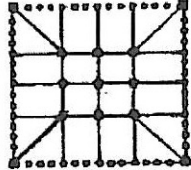
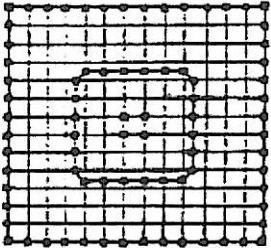
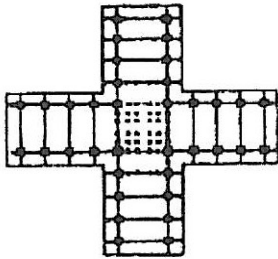
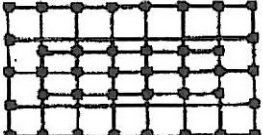
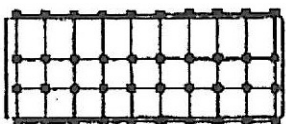
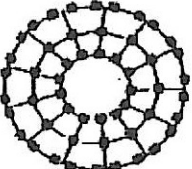
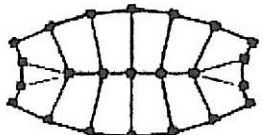
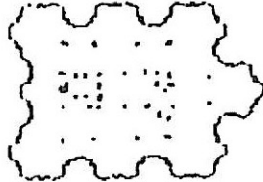
Yüksek yapılarda çelik çerçevelerin elemanlarla rijitleştirilmesi için iç kullanım alanlarında esnekliği sınırlamaktadır. Buna karşılık rijitleştirmenin cephe çerçevelerinde yapılması çözümüne gidilebilmektedir.



Şekil 3.1 : Çelik çerçevelerde rijitleştirme şekilleri.(Özgen, 1989)



Şekil 3.2 : Çelik çerçeve tipleri. (Özgen,1989)

 a. İki doğrultulu çerçeve (Gas Binası, 28 kat)	 b. Dışta tüp, içte çekirdek (Boston Company Binası, 41 kat)
 c. İçte veya dışta tüp (Osaka Kakussu Binası, 32 kat)	 d. İki aks üzerinde çerçeve (Washington Plaza Hotel)
 e. İç kolonları farklı aralıklı çerçeve (Dresser Kulesi, 40 kat)	 f. Paralel çerçeve (Chase Manhattan Bank Binası, 60 kat)
 g. Dışta ve içte dairesel tüp (Royal Company Binası, 41 kat)	 h. Eğrisel ızgara üzerinde çerçeve (One Chemung Canal Plaza)
 i. Radyal ızgara üzerinde çerçeve (Kaiser Center, 27 kat)	 j. Düzensiz kolonlar (Morningside House, 20 kat)

Şekil 3.3 : Çerçevesel yapı sistemleri.(Schueller, 1977)

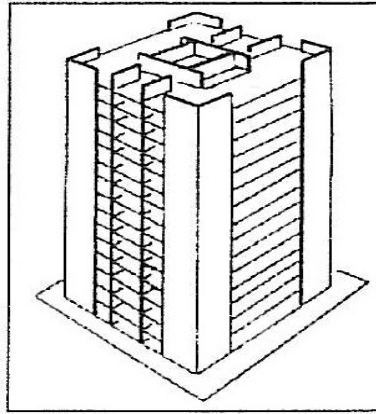
3.2 Perde Duvarlı Sistemler

Belirli bir yapı yüksekliğine ulaşıldıktan sonra çerçeve sistemler yatay yüklerin taşınmasında yetersiz kalmaktadır. Bu durumda yapı içinde yapılacak bölmelerin sabit olanlarından hem düşey hem de yatay yüklere karşı koyacak şekilde düzenlenerek perde duvarlar oluşturulur. Burada kullanılan perdeler düzlem duvarları,

asansör, merdiven, ve iç çekirdek duvarlarını kapsamaktadır. Perde duvarlar, yapıya sismik ve rüzgar kuvvetlerine karşı çerçeve sistemlere göre daha fazla rijitlik sağlamaktadırlar ve düşey konsollar şeklinde davranan düşey düzlemsel diyaframlardır.

Betonarme perde duvarlı sistemlerin konstrüksiyon açısından avantajları;

- Merkezi servis çekirdeğindeki perde duvarları kayar kalıp ya da tırmanır kalıp teknolojileri ile etkin bir şekilde uygulanabilirler.
- Yüksek dayanımlı beton ile duvar kalınlığının minimuma inmesi sağlanmıştır, ve bu da kat alanının verimli kullanımı ile sonuçlanmıştır.
- Günümüzde kullanılan pompalama teknolojisi, yüksek dayanımlı betonun belli yükseklik üzerine pompalanmasına imkan sağlamıştır.
- Çelik konstrüksiyonun karmaşık olan kaynaklı ve soğuk birleşimlerinin getirdiği problemler mevcut değildir. Bunun yanında perde duvarlı sistemlerinde getirdiği bazı dezavantajlarda bulunmaktadır. Bunlar ;
- Yapı yüksekliği boyunca perde duvarlar üzerinde açılan boşluklar, bu duvarların Burulma ve eğilme rijitliğini büyük ölçüde etkilemektedir.
- Yapım süresi çelik konstrüksiyona göre uzundur.
- Düşey betonarme elemanların ek ağırlıkları çelik bir sisteme göre temellerde maliyet açısından artışa neden olmaktadır.



Şekil 3.4 : Perde duvarlı bir sistem.(Smith, 1991)

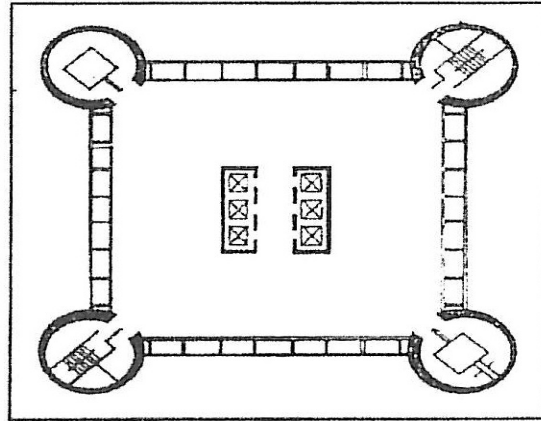
3.3 Çerçeve ve Perde Duvarlı Sistemler.

Yatay yük olarak deprem ve rüzgar etkisi göz önüne alınan durumlarda 30 katın üzerindeki yapılarda rijit çerçeve sistemi tek başına uygulanamamaktadır. Bu nedenle yapı içinde yatay yükleri karşılayacak perde duvarlar düzenlenir. Bu perde duvarlar betonarme ve ya çelik kafes sistemi şeklinde düzenlenebilmektedir. Bu perde duvarlar merdiven kovaları ve asansör shaftları etrafında düzenlenerek düşey bir çekirdek oluşturacak şekilde düzenlenip yapının yatay rijitliğini yapı yüksekliği boyunca oldukça artırmakta ve yatay yüklerin büyük çoğunluğunu karşılayarak çerçeve eleman

boyutlarının küçülmesi sağlanmakta ve büyük ekonomi sağlanmış olmaktadır. Perdeli ve çerçeveli sistemler genellikle 40-60 kat arasındaki yükseklik için uygun olmakla beraber deprem etkisi göz önüne alındığında bu kat adedi büyük ölçüde azalma göstermektedir. Ülkemizde ve dünyada kullanılan sistemler arasında en yaygın olarak kullanılan sistemler bu tip sistemlerdir.

Perde duvarlı ve çerçeveli sistemler konstrüksiyon açısından üç kısma ayrılmaktadır:

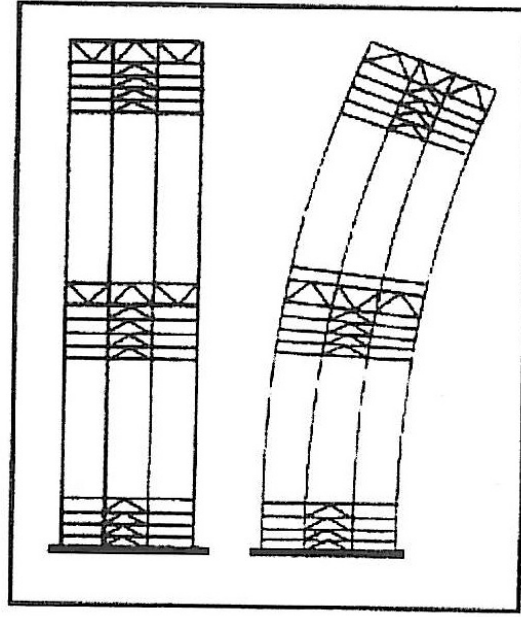
- **Yatay yük dayanımlı perde duvarlar:** Bu sistemlerde perde duvarları veya çekirdekler tüm yatay yükleri alırken döşeme ve kolonlar düşey yükleri taşımaktadırlar.
- **Yatay yük dayanımlı, cephede perde duvarları:** Bu sistemde delikli şeklindeki cephe duvarları yatay stabilizeyi büyük oranda sağlamaktadır.
- **Yatay yük dayanımlı cephe çekirdekleri :** Bu sistemlerde, yapıya dayanıklılık ve rijitlik kazandırmak için cepheye bir dizi çekirdek yerleştirilmektedir.



Şekil 3.5 : Cephe çekirdekli bir sistem. (Guise, 1991)

3.4 Yatay Kafes Kirişli Çerçeve ve Çekirdekli Sistemler.

Sadece düşey bir kafes kirişin bulunduğu çerçeve sistemler 40 kat üzerindeki yapılar için uygun olmamaktadır. Bu sistemde yeterli rijitlik ve sağlamlık için çaprazlama elemanlarıyla fazla malzeme kullanmak gerekmektedir. Taşıyıcı sistemin rijitliğini çerçeveyi çekirdeğe bağlayan yatay kafes kirişler kullanılarak yaklaşık %30 oranda artırılabilir. Bu kafes kirişler çekirdeğe rijit, dış kolonlara basit olarak bağlanır. Bu sayede çekirdek tüm yatay kesme kuvvetlerini karşılarken, yatay kafes kirişler de düşey kesme kuvvetlerini çekirdekten dış çerçeveye iletirler. Çok katlı yüksek yapıların tasarımında ekonomik ve güvenilirlik açısından bu sistemler yaygınca uygulanmaktadır.



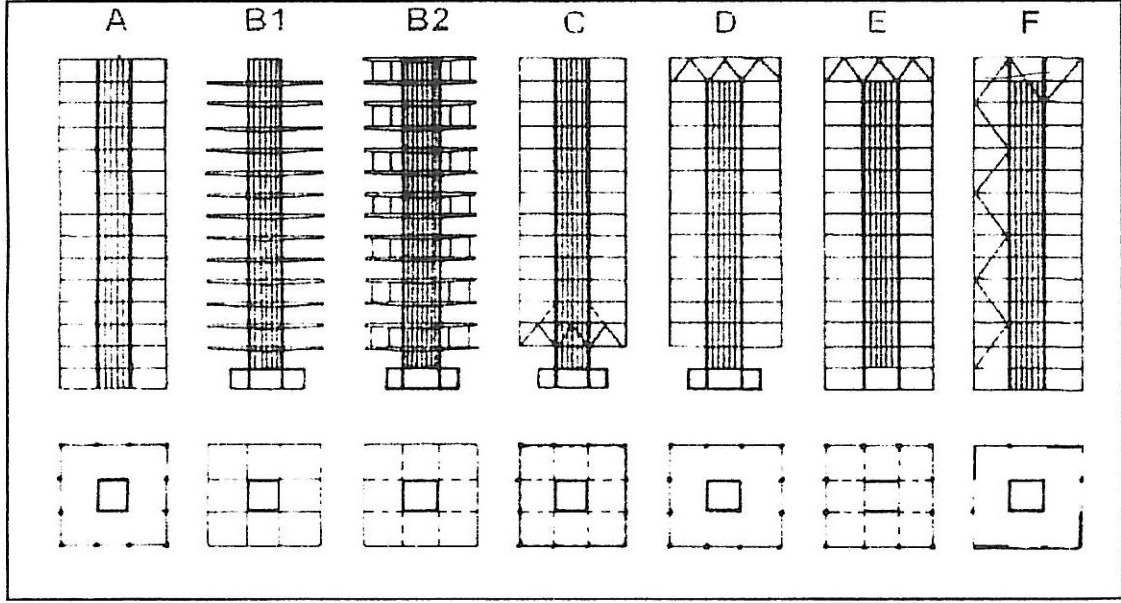
Şekil 3.6 :Yatay yük altındaki yatay kafesli sistemin davranışı.(Smith, 1991)

Yatay kafes kirişli sistemlerin avantajları:

- Çekirdekteki devrilme momentleri, her bir yatay kafes kirişinin çekirdekle kesiştiği noktada uygulandığı karşıt moment ile azaltılabilir.
- Kolonlarda ve temel sisteminde artan basınç gerilmeleri bütünüyle azaltılabilir.
- Dıştaki çerçeve daha ekonomik olarak basit kiriş ve kolonlarla, rijit çerçeve tipi bağlantılara gerek kalmadan oluşturulabilir.

3.5 Çekirdekli Sistemler.

Çekirdekler perdelerden oluşan düşey taşıyıcı elemanlardır ve iki doğrultuda rijitleştirilmiş perde davranışı göstermektedirler. Perde ve çekirdeklerin planda simetrik ve asimetrik yerleştirilmelerine göre çalışma şekilleri değişiklik göstermektedir. Aşağıdaki şekilde de görüldüğü üzere simetrik yerleştirmede yatay yüklerin bileşkesi rijitlik merkezinden geçmektedir ve yapıda burulma etkileri minimuma indirilmiş olmaktadır. Çekirdeklerin asimetrik yerleştirilmeleri durumunda ise yatay yüklerin bileşkesi katların rijitlik merkezinden geçmez ve bir dış merkezlilik doğar. Bunun sonucu eğilme ve kayma etkileri ve burulmalar oluşmaktadır. Bu durumda perdeler yerleştirilmeleri sonucu doğacak bu gerilmeleri de karşılamaktadırlar.



Şekil 3.9 : Merkezi çekirdekli sistemler.(Özgen, 1989)

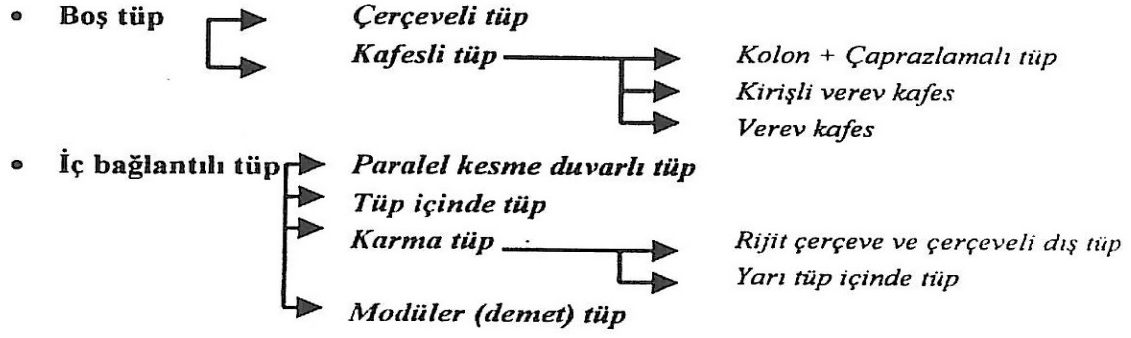
3.6 Tübüler Sistemler.

Bu tip taşıyıcı sistemler birbirine yakın dikdörtgen veya boru tipi dış kolonların dizilmesi sonucu oluşturulur.Yapı çevresini oluşturan tüpün duvarları, yüksek ana kirişlerle bağlanmıştır.Böylece bu sık kolon ve kat kirişlerinin birleşmesiyle oluşturulan çerçevelerden meydana gelen bir taşıyıcı sistem elde edilmektedir.Tübüler sistemlerde, dıştaki sık aralıklarla yerleştirilen kolon ve kirişler aynı zamanda cephe kaplamasının maliyetini de azaltmaktadır.

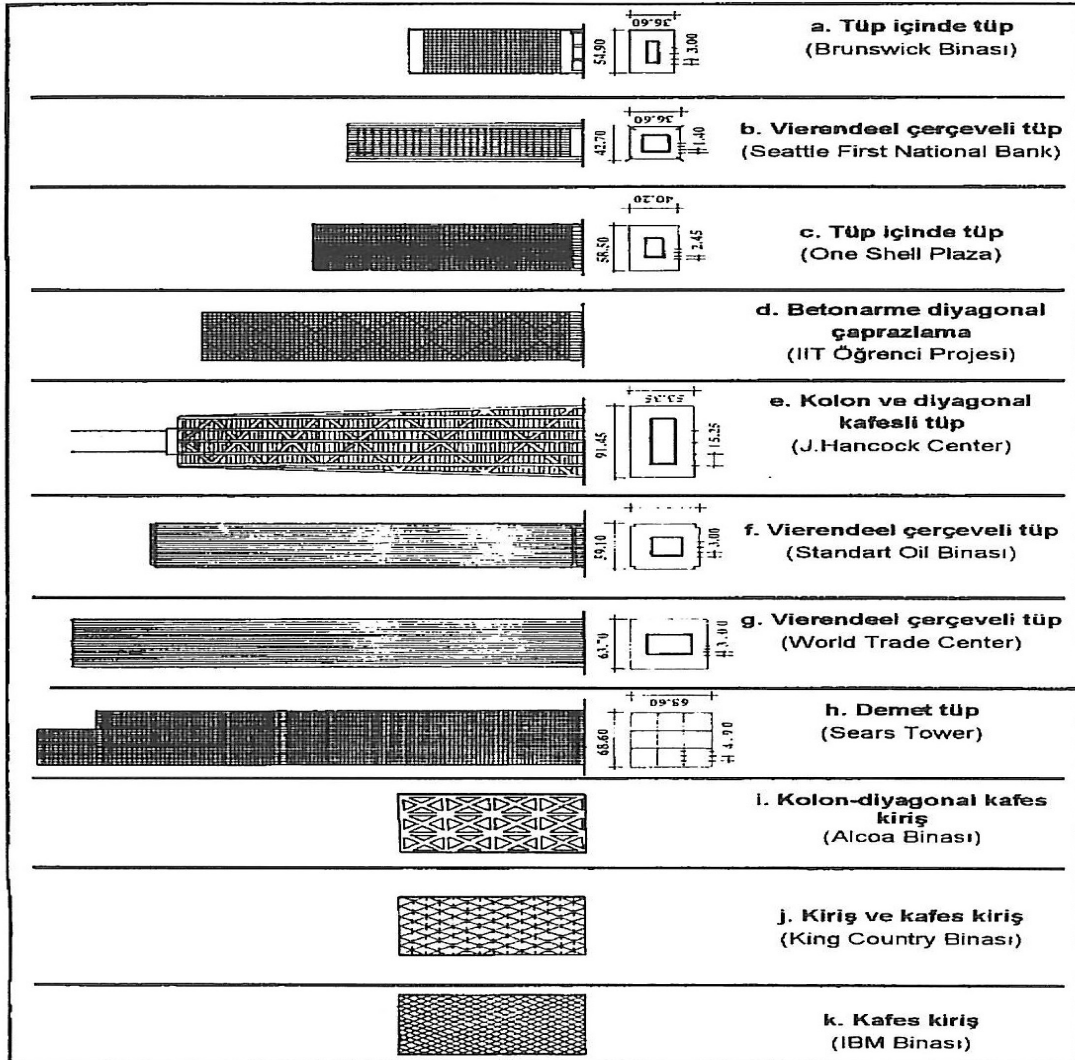
Tübüler sistemlerde yatay yüklere karşı iki farklı çalışma şekli oluşmaktadır.

- Yatay yüklere paralel iki cephe duvarı yaklaşık olarak çerçeve davranışı göstermekte bu çerçevelerin kiriş ve kolonlarının eğilmesiyle yatay yük karşılanmaktadır.
- Yatay yüklere karşı yapı tümüyle bir konsol tüp davranışı göstermektedir.Burada dış kolonlar sistemi, rijit diyaframlanmış boş bir borunun parçası olarak düşünülmektedir.

Tübüler sistemlerde dış cephe duvarları yatay yüklerin çoğunu ya da tümünü karşıladığından içteki rüzgar bağlantısı ve perdeler gerek kalmamaktadır.



Şekil 3.10 : Tüp sistemlerin sınıflandırılması.(Schueller, 1977)



Şekil 3.11 : Bu güne kadar uygulanmış tüp sistem örnekleri.(Sev, 1997)

3.7 Hibrid (Kompozit) Sistemler.

Yüksek yapılar geleneksel olarak, sırasıyla moment dayanımlı çerçeve, perde

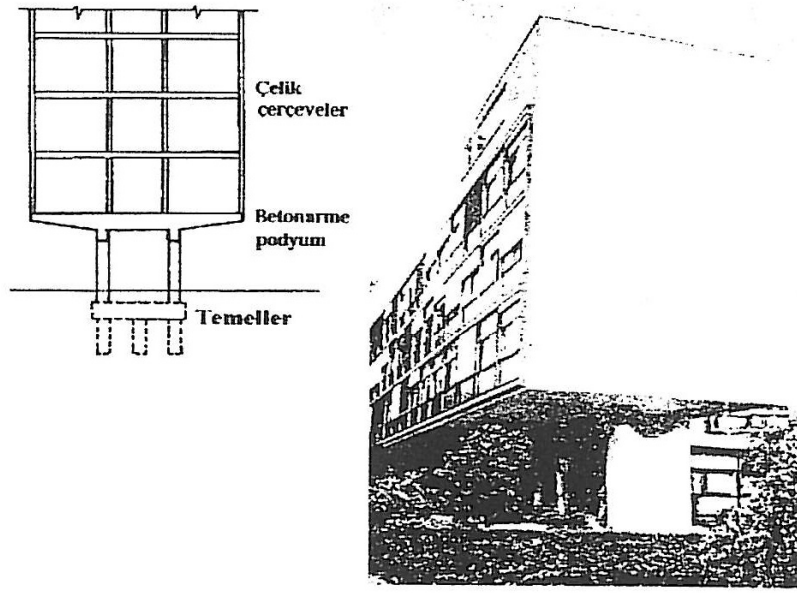
duvarlı ve çerçevesi t p şeklinde gelişme göstermiş olan yatay yüke dayanıklı sistemler tarafından taşınmak üzere tasarlanmış konstr ksiyonlardır.Fakat gelişen bilgisayar teknolojisi kompozit sistemlerin hesaplanmalarını kolay hale getirmiş ve bu sistemlerde uygulama alanı bulmuşlardır. Kompozit sistemlerde genellikle yatay yüklere karşı betonarme perdeler kullanılmakta ve yapının yatay yükleri Vierendeel kirişleri yardımıyla yatay yükü taşıyan çekirdek veya perdelere aktarılmalıdır. Bu sayede yapıda belirli bir ekonomi sağlanmış olmaktadır. Kompozit yapılarda  elik yapıların hafifliği, hızlı inşa edilebilmesi ve mukavemetinin yüksekliliği gibi avantajlarıyla birlikte  elik malzemenin maliyeti ve işçiliğinin zor olması dezavantajlarının betonarme  elik kompozit sistemler kullanılması suretiyle optimize edilmesi sağlanabilmektedir.

3.7.1 Betonarme  ekirdek veya Perde Duvarlı Kompozit  elik  er eveseler.

Bu kompozit yapı tipinde bina cephesinde veya yapının çekirdek bölgesinde betonarme perdeler kullanılmaktadır.Diğer  er eveseler ise  elik profillerden yapılmaktadır.Bu yapı sisteminde betonarme kolonlar veya betonarme çekirdek yanal yükleri taşımakta ve yangına dayanıklılık sağlamaktadır. elik  er eveseler ise düşey yüklerin taşınmasında kullanılır.

3.7.2 Betonarme Podyum ve üst  elik  er eveseli Kompozit Yapı Sistemi.

Bu tip taşıyıcı sistemde temeller, bodrum, zemin kat, ve birinci kattaki podyum adı verilen derin döşeme platformu betonarmeden inşa edilmektedir.üst kısımda ise  elik  er eveseler kullanılmaktadır.Bu tip sistemler zemin durumu kötü olan bölgelerde yapılmakta olup düşey yükler podyum tarafından zemine aktarılmaktadır.



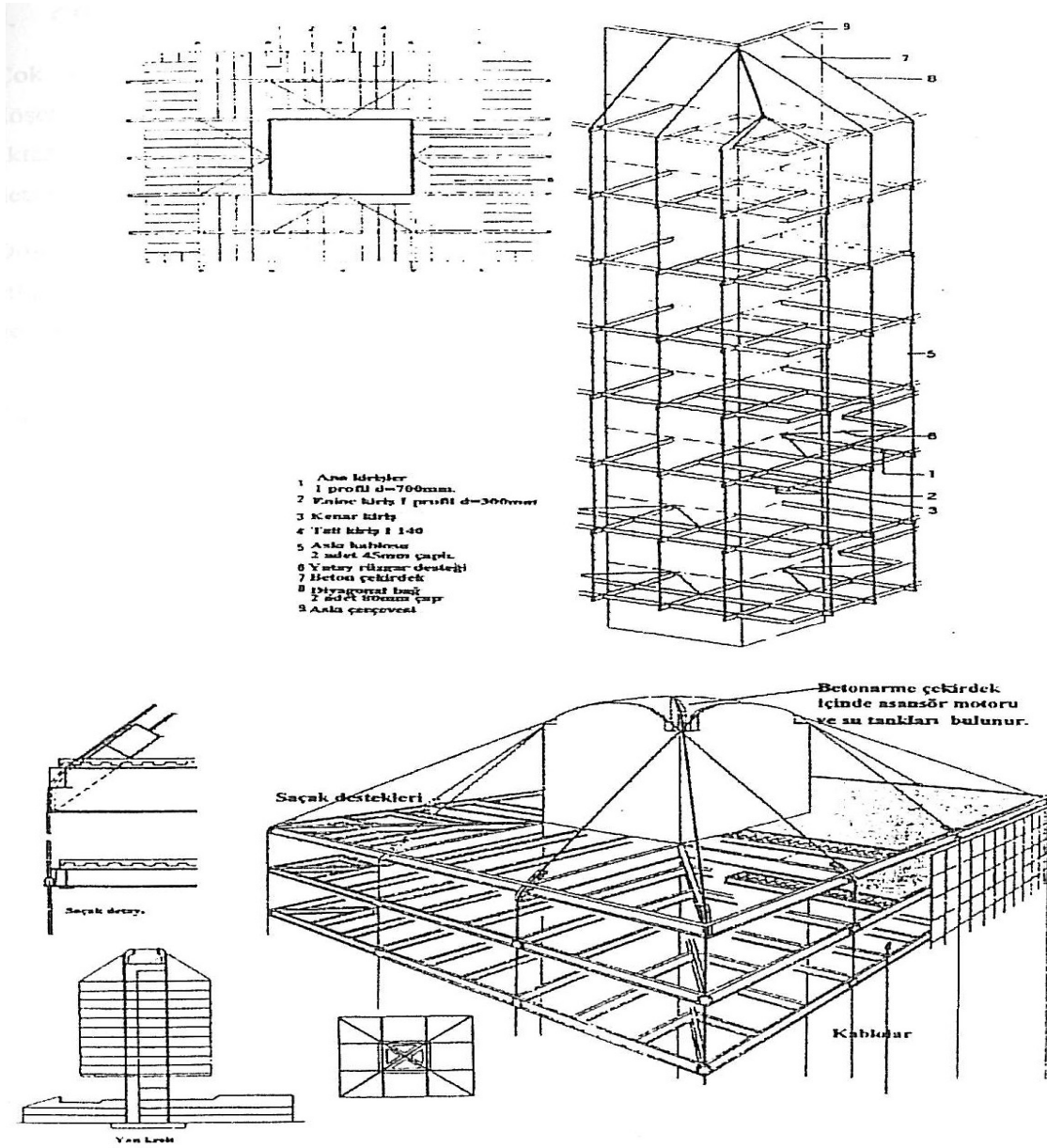
Şekil 3.13 : Betonarme podyumlu kompozit yapı örneği.Pavillon Suisse,Paris.(Blanc, 1993)

3.7.3 Betonarme Tüplü Kompozit Yapı Sistemi.

Bu tip taşıyıcı sistemde betonarme tüp yapı sistemi tüm cephe boyunca uygulanmakta olup iç kısımda çelik çerçeveler kullanılmaktadır.Betonarme tüp tüm yanal kuvvetleri alarak zemine aktarmakta olup düşey yükler çelik çerçeveler tarafından taşınmaktadır.

3.7.4 Askılı Kompozit Yapı Sistemleri.

Bu tip yapı sistemlerinde betonarme çekirdek ve etrafında çelik çerçeveler kullanılır. Bina cephesindeki çelik, çerçeveler, kablolar yardımıyla betonarme çekirdeğe asılmaktadır.



Şekil 3.14 : Askılı kompozit sistem örnekleri.(Blanc, 1993)

4.ÇOK KATLI YÜKSEK YAPILARDA DÖŞEME SİSTEMLERİ

Çok katlı yüksek yapılarda yatay düzlem elemanları, kiriş ve plaklardan oluşan kat döşemeleridir.Döşemeler yalnızca katlardaki yükleri, düşey düzlemlerdeki yapı elemanlarına aktarmakla kalmayıp, yatay yüklerin zemine aktarılmasında, düzlemleri içindeki yüklerin iletilmesinde sonsuz rijit elemanlar olarak “diyafram” görevi de yapmaktadırlar.

Döşeme sistemlerinin uygun olarak seçimi yapının taşıyıcı sistemini önemli ölçüde etkilemektedir.Bu tercih rüzgar ve düşey kuvvetlerin akış yönünü belirleyerek yapı iskeletinin geometrisini biçimlendirir.

4.1 Betonarme Döşeme Sistemleri.

Betonarme yapılarda döşeme sistemleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır.

- **Kiriş Döşemeler;**

Tek doğrultuda çalışan, kirişlere oturan döşemeler,
İki doğrultuda çalışan, kirişlere oturan döşemeler,

- **Perdelere oturan döşemeler; plak+taşıyıcı duvar,**

- **Dişli döşemeler;**

Nervürlü döşemeler,
Kaset döşemeler,
Tablalı kirişli döşemeler,

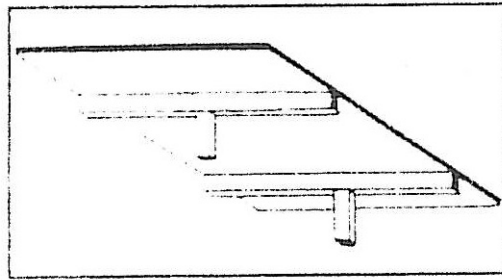
- **Kirişsiz / Mantar döşemeler,**

- **Ön germeli ve son germeli döşemeler,**

4.1.1 Kirişli Döşemeler.

Kirişli döşemeler tek doğrultuda çalışan ve iki doğrultuda çalışan kirişlere döşemeler şeklinde iki gruba ayrılmaktadırlar. Tek doğrultuda çalışan yerinde imal edilen betonarme döşemeler, 6 mt açıklığa kadar yaklaşık 18-20 cm kalınlık gerektirmektedirler ve bu sınırlar dahilinde ekonomik kullanılabilirler.

İki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler az ve orta yükseklikte yapılarda çok kullanılmakla birlikte, yüksek yapılarda özel durumlarda kullanılır. 10-15 cm kalınlıktaki



Şekil 4.1 : Tek yönlü, kirişlere oturan döşeme. (Sev, 1997)

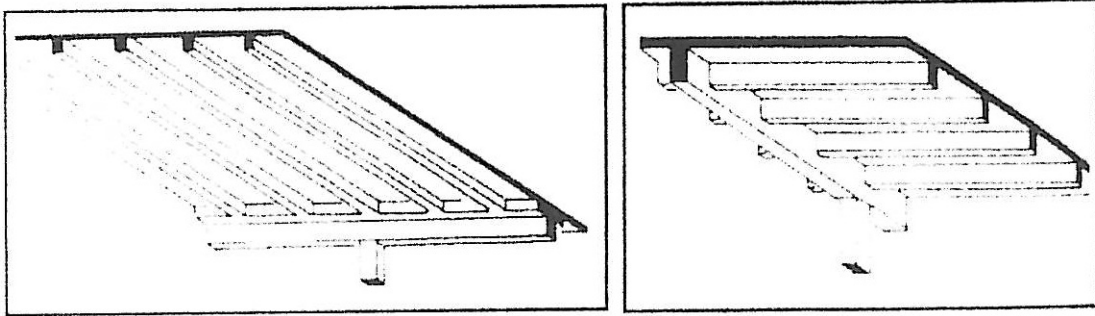
Plaklar, her iki doğrultuda 3-6 mt açıklığındaki kirişler tarafından taşınmaktadırlar. Bu tip döşeme sistemleri konutlarda, bürolarda ve ticari yapılarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

4.1.2 Perdelere Oturan Döşemeler.

Bu sistemdeki döşemeler doğrudan betonarme perdelere oturan sürekli plaklardır. Açıklıklar genellikle 4.5-7.5 mt arasında, kalınlıkları ise 15-20 cm arasında olabilmektedir. Bu sistem özellikle çok katlı konutlarda, kiriş olmaksızın minimum kat yüksekliği ve düz tavan sağladığı için kullanılabilir. Plak ve taşıyıcı perde duvarların birlikte kullanıldığı yüksek yapılarda gerekli donatı konulmak sureti ile döşemeler yatay yükler altında sistemde bir kiriş gibi etkili olabilmektedir.

4.1.3 Dişli Döşemeler.

Bu tip döşemelerde açıklıkların 7-10 mt arasında olduğu ve kat döşemesi yüksekliğinin sınırlı tutulması gerektiği durumlarda uygulanmaktadır. Döşeme kalınlığı genellikle 30-40 cm arasında seçilir. Dişlerin serbest aralıkları en çok 70 cm; tabla kalınlığı en az 7 cm'dir. Böylece dişli döşemeler, sık kirişler ve bunların üzerindeki plaktan oluşmaktadırlar.



Şekil 4.2 : Dişli Döşeme Örnekleri. (Sev, 1997)

Açıklıkların büyümesi durumunda dişler iki yönde düzenlenerek kaset döşeme oluşturulur. Basit kaset döşemelerinde açıklık yaklaşık 10 mt'ye kadar çıkabilmektedir. Ön gerilme uygulandığında ise bu açıklıklar 15 mt'ye kadar ulaşmaktadır.

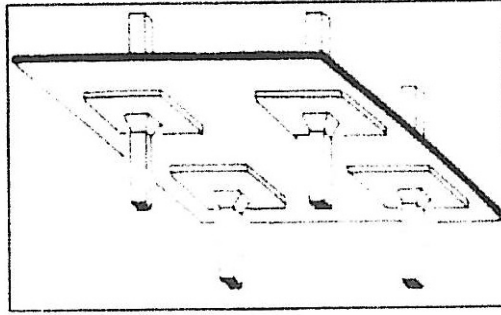
4.1.4 Tablalı Kirişli Döşemeler.

Bu sistemde 14 mt'ye kadar açıklıklar geçilebilmektedir. Kiriş yüksekliği 30-80 cm arasında değişir. Tablalı kirişlerin gövdeleri ön yapımlı olarak hazırlanmakta, tabla ise ya tümüyle yerinde döküm olmakta, ya da 4-5 cm kalınlığında ön yapımlı betonarme bir kalıp üzerine yerinde döküm ile tamamlanmaktadır.

Tablalı kirişli döşemeli binalarda, çekirdek ve dış çeper arasında döşemelerin çalışma doğrultuları değiştirilerek, zararlı gerilme yığılmalarının olabildiğince önüne geçilmelidir.

4.1.5 Kirişsiz Döşemeler (Mantar Döşemeler) .

Kirişsiz döşemeler genellikle eşit açıklıklı, düzgün sıralanmış, kare veya dairesel kesitli kolonlar üzerine oturtulan ve onlara eğilmeye dayanıklı olarak bağlanan betonarme plakların oluşturduğu taşıyıcı sistemlerdir. Döşeme kalınlığı en az 15 cm ve açıklığı her yönde 4.5- 7.5 mt mertebesindedir. Ön gerilme ile açıklıkları %50 oranında büyütmek mümkündür. Kolon başlarına başlık yapılması açıklıkların artırılmasına olanak verir.



Şekil 4.3 : Mantar Başlıklı Döşeme. (Sev, 1997)

4.1.6 Ön Germeli ve Son Germeli Döşemeler.

Genellikle geniş açıklıkların istendiği durumlarda bu sistemler kullanılmaktadır. Ön germeli kirişler vasıtasıyla yüksekliği fazla olmayan bir döşeme sistemi elde etmek mümkün olmaktadır. Kolonların uygun ölçülerde düzenli bir form oluşturduğu döşemelerde, ön germe yöntemi çökmelere kontrol ederken, döşeme yüksekliğini azaltma açısından oldukça etkili olmaktadır. Prekast ön gerilmeli döşeme elemanları genellikle üzerlerindeki ince yerinde dökme beton tabakası ile birbirlerine bağlanarak kompozit bir sistem oluştururlar. Son germeli döşeme sistemleri yuvaların içinde 12.7 veya 15.2 mm yüksek dayanımlı çelik kablolar ile uygulanmaktadır. Yuvalar, her bir kablonun yağlanıp, plastikler içinde zarflandığı durumlarda bağlanmadan yada basınç uygulamasının ardından sulu çimento harcı ile doldurulmuş dört köşe metal kutular içine dörtlü veya beşli kablolar halinde bağlanarak uygulanmaktadır. En yaygın uygulanan son germeli döşeme sistemleri:

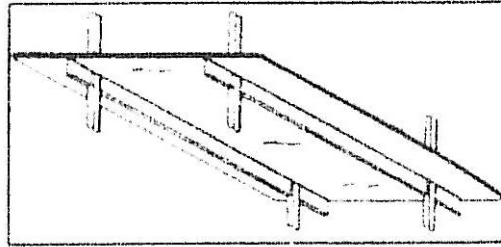
- Son germeli düz plak döşemeler,
- Son germeli döşeme plakalarını taşıyan son germeli kirişler,
- Betonarme döşeme plakalarını taşıyan son germeli kirişlerdir.

4.2 Çelik Döşeme Sistemleri.

Çelik döşeme sistemleri bir çok birleşim, kiriş ve kuşaklar içeren bir çerçeveye oturtulmuş, bir döşeme tablası ile karakterize edilebilir. Döşemelerin kalınlığı 10-18 cm arasında değişebilmektedir ve metal bir tabliyenin üzerine oturtulur, değişik kesitlere sahip olabilmektedir. Döşemenin ağırlığı çelik çerçevenin ağırlık ve maliyetine yansımaktadır. Bu nedenle daha küçük açıklıklı, dolayısıyla daha az kalınlıkta döşeme sistemleri tercih edilebilir.

4.2.1 Tek Yönde Kiriş Sistemleri.

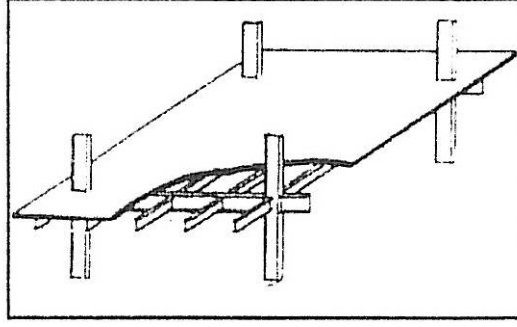
Bu sistemde dikdörtgen bir ızgaraya bağlı kolonlar, bir dizi büyük açıklık geçen kirişi taşımaktadırlar. Döşeme bu dikdörtgenin kısa kenarı doğrultusundaki açıklığı geçmektedir. Diğer doğrultuda ise yalnızca bağ kirişi bulunmaktadır.



Şekil 4.4 : Tek yönde kiriş sistemi. (Sev,1997)

4.2.2 İki Yönde Kiriş Sistemi.

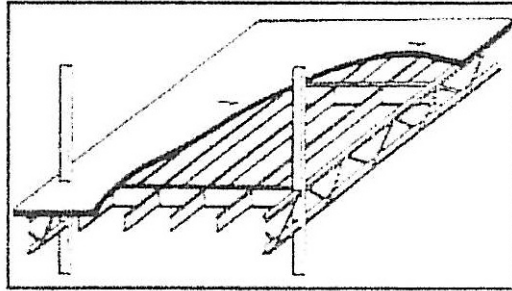
Kiriş açıklıklarının birbirine dik iki yönde olduğu döşeme sistemlerinde iki yönlü çerçeve oluşturacak, şekilde kiriş ve kuşaklar kullanılmaktadır. Döşeme bu iki yöndeki kirişlerin arasına geçmektedir. Toplam yüksekliği azaltmak için küçük açıklığı geçen kiriş yüksekliği fazla, büyük açıklık geçen kiriş yüksekliği ise daha az tutulabilir.



Şekil 4.5 : İki yönde kiriş sistemi. (Sev, 1997)

4.2.3 Üçlü Kiriş Sistemleri.

Kolon açıklıklarının fazla olduğu yapılarda üç yönde kiriş sistemi uygulanmaktadır. Diğerlerinden yüksekliği fazla olan bir kafes kiriş, ikinci ve üçüncü yönlerdeki kirişleri taşır. Bu kiriş sayesinde diğer iki yöndeki kirişlerin yüksekliği daha az olabilir. Böylece döşeme bunların arasındaki küçük açıklığı geçer.

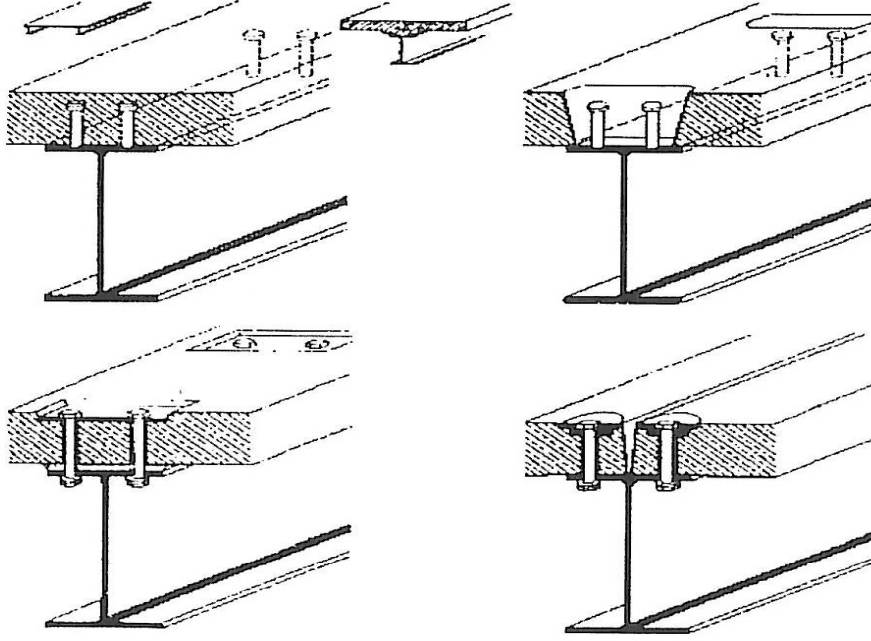


Şekil 4.6 : Üç yönde kiriş sistemi. (Sev, 1997)

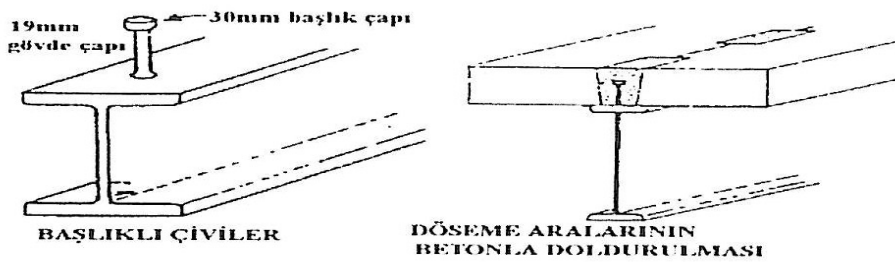
4.3 Kompozit Döşeme Sistemleri.

Kompozit döşeme sistemleri, çelik profillerle betonarme kesitin beraber çalıştığı T kirişler oluşturmaya yönelik bir taşıyıcı sistem düzenlemesidir. Çelik gövde betonarme tablanın birleşimi profil üzerine kaynatılan bağlayıcılar ve bulonlar vasıtasıyla sağlanmaktadır. Kompozit döşeme sistemleri, malzeme kullanımındaki ekonomikliği, ön yapım sayesinde iş gücünden tasarruf, hızlı konstrüksiyon, basit ve sık tekrarlanan bağlantı detayları, strüktürel yüksekliğin azlığı, iç

mekanda temiz ve kullanışlı tavan yüzeyleri sağlanması ve deprem kuşağındaki bölgeler için daha hafif bina kütleleri oluşturmaları açısından oldukça avantajlıdır. Kompozit döşeme sistemlerinde döşeme elemanı, düz betonarme döşeme, prekast beton kaplama elemanlarıyla ya da üzeri yerinde dökme betonarme ile örtülen döşeme panelleri ile kompozit ya da kompozit olmayan bir şekilde çelik tabliyeler oluşturulabilmektedir.



Şekil 4.7 : Kompozit döşeme şekilleri. (Özgen, 1989)



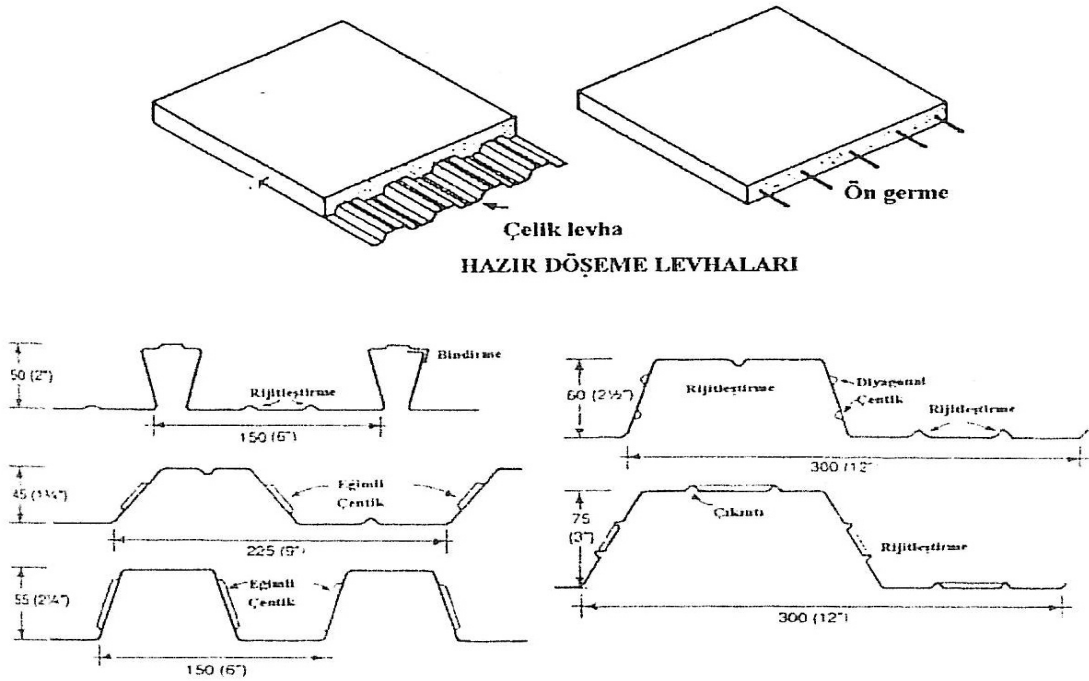
Şekil 4.8 : Kompozit döşemelerin oluşturulması. (Blanc, 1993)

Döşeme ve kiriş elemanlarının kompozit biçimde çalışması için kiriş uçlarına 19 mm çapında başlıklı çiviler kaynaklanmakta ve üzerleri betonla örtülmektedir. Kesme kuvvetini aktaran bu çiviler, kiriş ve döşeme elemanları arasında yük alış verişini sağlayacak rijitlikte olmalıdırlar.

Ön gerilmeli döşemelerin yerleştirilmesi sırasında kiriş üzerine kesikli veya devamlı

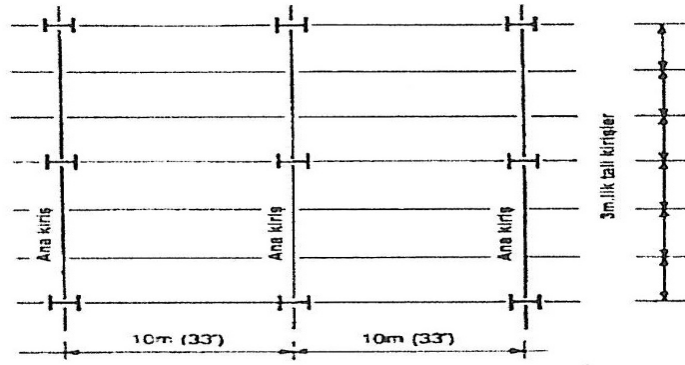
boşluklar bırakılmalı ve daha sonra bu boşlukların betonla doldurulması suretiyle kiriş ve döşemelerin kompozit davranış gösterecek biçimde birleştirilmesi sağlanmalıdır.

Diğer bir kompozit döşeme sistemi de çelik levhaların üzerine beton dökülmesiyle oluşturulan kompozit bileşim şeklidir. Kompozit çelik levhalı döşemeler, tek doğrultuda çalışan, uygun şekil verilmiş çelik profil levhalar üzerine çelik hasır çubuklar konulması ve beton dökülmesiyle oluşturulur. Bu tip döşemelerde, beton kalınlığı 65-120 mm ve uygulanabilir maksimum döşeme açıklığı 3.5 mt civarındadır. Bu tip döşemeler tekyönde çalışmakta olup profil kesitine paralel yöndeki döşeme açıklığı sehimleri azaltmak ve ekonomik bir yapı biçimi oluşturmak amacıyla sınırlandırılmaktadır.



Şekil 4.9 : Döşeme profilleri. (Blanc, 1993)

Çelik profil levhalardan yapılmış döşemelerde açıklıklar, kullanılacak profil tipine ve yüklemelerin şiddetine bağlıdır. Profil kesitine dik yöndeki açıklık 3 mt ile sınırlandırılmış olup Şekil 4.10'daki örnekte görüldüğü üzere profil doğrultusunda 10 m. açıklık elde edilebilmektedir. Çelik levha üzerindeki betonun çatlamaması ve levha ile birlikte çalışması içinde çelik çubuklar kullanılmalıdır.



Şekil 4.10 : Döşeme örneği. (Blanc, 1993)

5. ÇOK KATLI YÜKSEK YAPILARDA BETONARME, ÇELİK KOMPOZİT SİSTEMLERİN KONOMİK AÇIDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Hazırlanan bu tez çalışmasının özet bölümün 'de anlatıldığı üzere tezin asıl konusu çok katlı yüksek yapılarda betonarme, çelik ve kompozit sistemlerin ekonomik açıdan karşılaştırılması amacını içermektedir. Bu karşılaştırmaya ön bilgi içermesi amacıyla tezin ilk dört bölümünde çok katlı yüksek yapıların tarihçesi, taşıyıcı sistem tasarımı hakkındaki genel prensipler, taşıyıcı sistemlerin sınıflandırılması, çok katlı yapıların maruz kaldığı yük durumları özet biçimde anlatılmıştır. Bu bölümde ise tez çalışmasına esas olan karşılaştırma için x yönünde 4'er metre Y yönünde 7'şar metre aks aralığına sahip toplam 26x18 metre boyutlarında ve 36 metre toplam yüksekliğe sahip büro olarak tasarlanmış bir yapının çözümü ele alınmıştır. Yapının 1.derece deprem bölgesinde olduğu kabul edilmiş, ve ABYYHY 2007'de depreme karşı dayanıklı tasarım kuralları gereği gerekli katsayılar ileriki bölümdeki proje raporlarında sunulmuştur. Yapının betonarme, çelik sistem, kompozit sistemde çözümü yapılmış olup EK 1-2-3'de sırasıyla sunulmuştur. Yapının betonarme çözümünde yatay yüklere karşı rijitliği yüksek olan betonarme perdeler ve çekirdek yapılmış ve sistem deprem yüklerine maruz bırakılarak boyutlandırılmıştır. Yapının çelik sistem olarak çözümünde yapının yatay rijitliğini sağlamak amacıyla bina cephesinde ve bina içinde rijitliği yüksek olan çelik çerçeveli diyagonal bağlantı kullanılmıştır. Yapının kompozit sistem olarak çözümünde ise yatay yüklere karşı rijitliği yüksek olan betonarme perdeler kullanılmış düşey yükler ise

elik ereveler vasıtasıyla taşınmıştır.

Yapıların hesapları ile ilgili bilgiler ve katsayılar hesap raporlarında detaylı şekilde sunulmuştur.Yapının betonarme tasarımında ve statik ve dinamik analizinde Türk mühendislerince yaygın biçimde kullanılan STA4-CAD yapıların bilgisayar destekli betonarme tasarım programı kullanılmıştır. elik ve kompozit sistemlerin çözümünde ise SAP2000 statik ve dinamik analiz programı kullanılmıştır.Betonarme, elik ve kompozit sistemlerin çözümünde düzensizlik kontrolleri ABYYHY 2007'e göre hesaplanmış ve hesaplarda gerekli iterasyonlar yapılmış olup raporlarda en son bulunan değerlere yer verilmiştir. Bölüm 6'da betonarme, elik ve kompozit sistem olarak dizayn edilmiş olan yapının maliyet analizi yapılmıştır. Bölüm 7'de ise maliyet sonucu ve öneriler sunulmuştur.

5.1 Yapı Genel Bilgileri.

PROJE İSMİ¹ :12 KATLI İş MERKEZİ
PROJESİ
KAT ADEDİ : 12
X yönü aks sayısı : 7
Y yönü aks sayısı : 4
ZEMİN EMNİYET GERİLMESİ (t/m²) : 200
ZEMİN YATAK KATSAYISI (t/m³³⁰⁰⁰) .
BETON YOğUNLUğU (t/m³^{.0}) .
Zemin gerilmesi hareketli yük azaltma değeri
Zemin gerilmesi deprem azaltması .
Zemin gerilmesi rüzgar azaltması . : .25

BETON ve ÇELİK MALZEME BİLGİLERİ	Kiriş\Ko	Döşeme	Temel
Beton dayanım gerilmesi	250	250	250
(kg/cm ²) elik akma gerilmesi	4200	4200	4200

MALZEME: BETON :BS 25 ÇELİK :S 420

Karşılaştırılması yapılacak olan yapı İş Merkezi olarak dizayn edilmiş olup Zemin + 11 kattan oluşmaktadır. Tüm katlar 3'er metredir.Bina yüksekliği toplam .36 metre olup taban alanı 18X26=468 M2 'dır.Toplam yapı kullanım alanı 5616M2'dir.Yapının betonarme

hesabında ve çelik, kompozit sistem döşeme ve temel hesaplarında BS25 betonu ve BÇ III çeliği kullanılmıştır.Yapının çelik hesabında ST 37 yapısal çelik kullanılmıştır. Yapının temelleri betonarme çözümde radye olarak yapılmış olup çelik ve kompozit çözümlerde düz radye olarak sonlu elemanlar yöntemiyle hesaplanmıştır. Çelik ve kompozit sistem çözümlerinde birleşimler kaynak olarak hesaplanmış

6.MALİYET ANALİZİ

6.1) Maliyeti Etkileyen Unsurlar

Yapı elemanlarının statik ve dinamik etkilere maruz kalarak boyutlandırılmasından sonra İş Merkezi olarak dizayn edilmiş binanın yapı maliyetini etki eden unsurlar aşağıdan sıralanmıştır. Bu unsurların bazıları yapı maliyetine direkt etki ederken bazılarının etkisi göz önünde bulundurulmamıştır.

- a-) Betonarme Betonu BS.25
- b-) Nervürlü inşaat demiri
- c-) Rendeli düz yüzeyli kalıp yapılması
- d-) Her türlü çelik konstrüksiyon profili ve bağlantı elemanları
- e-) Yapının yangına karşı korunması
- f-) Vinçler
- g-) Kompresörler
- h-) İmalatla ilgili her türlü işçilikler

Yapı metrajları tezin ekinde her yapı gurubunun statik çözümleri ek olarak verilmiştir. Aşağıda genel yapı metrajları sunulmuştur.

Betonarme Yapı

Toplam BS 25 betonu	: 2559,58 m3
Toplam betonarme kalıbı	: 12031,34 m2
Toplam kalıp iskelesi	: 16754,58 m3
Toplam BÇ III demiri	: 198.789 Ton

Celik Yapı

Toplam BS 25 betonu	: 1110,932 m3
Toplam betonarme kalıbı	: 5788,80 m2

Toplam kalıp iskelesi	: 16286,40 m3
Toplam BÇ III demiri	: 88,57 Ton
Toplam Yapısal Çelik	: 326,81 Ton
Toplam boyama	: 1360,00 m2
Toplam kompozit panel	: 5616 m2

Kompozit Yapı

Toplam BS 25 betonu	: 1784,932 m3
Toplam betonarme kalıbı	: 11706,72 m2
Toplam kalıp iskelesi	: 16286,40 m3
Toplam BÇ III demiri	: 223,7 Ton
Toplam Yapısal Çelik	: 112,37 Ton
Toplam boyama	: 958,00 m2
Toplam kompozit panel	: 5616 m2

Yapının birim m2'si için gerekli malzeme miktarları da aşağıda sunulmuştur.

Betonarme Yapı

Toplam BS 25 betonu	: 2559,58 m3 / 5616 m2 = 0,456 m3/m2
Toplam betonarme kalıbı	: 12031,34 m2 / 5616 m2 = 2,14 m2/m2
Toplam kalıp iskelesi	: 16754,58 m3 / 5616 m2 = 2,98 m3/m3
Toplam BÇ III demiri	: 198.789 Ton / 5616 m2 = 35,40 kg/m2

Çelik Yapı

Toplam BS 25 betonu	: 1110,932 m3 / 5616 m2 = 0,198 m3/m2
Toplam betonarme kalıbı	: 5788,80 m2 / 5616 m2 = 1,03 m2/m2
Toplam kalıp iskelesi	: 16286,40 m3 / 5616 m2 = 2,98 m3/m2
Toplam BÇ III demiri	: 88,57 Ton / 5616 m2 = 15,81 kg/m2
Toplam Yapısal Çelik	: 326,81 Ton / 5616 m2 = 58,19 kg/m2

Toplam boyama : 1360,00 m² / 5616 m² = 0,24 m²/m²

Toplam kompozit panel : 5616,00 m² / 5616 m² = 1,00 m²/m²

Kompozit Yapı

Toplam BS 25 betonu : 1784,932 m³ / 5616 m² = 0,318 m³/m²

Toplam betonarme kalıbı : 11706,72 m² / 5616 m² = 2,08 m²/m²

Toplam kalıp iskelesi : 16286,40 m³ / 5616 m² = 2,98 m³/m²

Toplam BÇ III demiri : 112,37 Ton / 5616 m² = 20,08 kg /m²

Toplam Yapısal Çelik : 167,06 Ton / 5616 m² = 29,75 kg/m²

Toplam boyama : 958,00 m² / 5616 m² = 0,17 m²/m²

Toplam kompozit panel : 5616,00 m² /5616 m² = 1,00 m²/m²

Burada metrajlandırılmış olan malzeme miktarları proje ölçülerine göre hesaplanmış olup gerçeğe yakın olup bir maliyet analizi için şantiye çalışması esnasında ortaya çıkacak kayıplar ve metraj safhasında dikkat çekmeyen fakat toplamda maliyete ciddi etkileri olan imalat kalemlerinin de etkisi göz önüne alındığından demir miktarlarında % 10 kayıp olacağı , yapısal çelik miktarında katlardaki yatay stabilite bağlantıları , bağ levhaları , bayrak levhaları kayma kamaları , kompozit döşeme rot ve levhaları , berkitmeler , kesim ve imalat kayıpları göz önünde alındığından % 15 oranında da yapısal çelik metrajını artırmak yerinden olacaktır.

Fiyatların güncelliğini korunması amacıyla fiyatlar dolara endekslenmiş ve yapı maliyetleri dolar cinsinden sabitlenmiştir.

Fiyatlar T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın Birim Fiyat tariflerinden alınmıştır.

6.2) Birim Fiyat Tarifleri ve Maliyet Hesabı

16.059 : BS25 Beton

Satın alınan ve pompa ile dökülen fabrikasyon hazır beton :

2008 B.F : 98,79 YTL -82,33 \$

21.011 : Kalıp

Düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı :

2008 B.F : 13,60 YTL -11,33 \$

21.054 : Kalıp İskelesi

Ahşap kalıp iskelesi (en yüksek 4 m) :

2008 B.F : 2.34 YTL -1,95 \$

23.014 : STIII Çeliği

Q8-12 mm ince nervürlü çeliğin bükülüp döşenmesi :

2008 B.F : 1.451,56 YTL -1.209,63 \$

23.015 : STIII Çeliği

Q14-28 mm ince nervürlü çeliğin bükülüp döşenmesi :

2008 B.F : 1.373,75 YTL -1.144,79 \$

23.101 : Yapısal çelik konstrüksiyon

Her çeşit profil ve çelik saçlarla karkas inşaat yapılması , ve yerine tespiti :

2008 B.F : 3.340,06 YTL -2.783,38 \$

25.137 : Boyama yapılması

Demir , madeni imalatı korozyona karşı 2 kat boyama :

2008 B.F : 7,35 YTL -6,13 \$

Y.F.A : Kompozit panel

1 mm kalınlığındaki trapez kompozit panelin montaj dahil fiyatıdır :

2008 B.F : 25,00 YTL -20,83 \$

SNBF.20/B Yapısal çelik nakli

Herçeşit profil demir nakli (Karabük-Rumeli Yakası) :

2008 B.F : 76,83 YTL -64,03 \$

SNBF.21/B Nervürlü çelik nakli

Herçeşit B.A düz ve nervürlü nakli (İzmir -Rumeli Yakası) :

2008 B.F : 114,50 YTL -95,42 \$

SNBF.29 Beton nakli

Hazır beton nakli :

2008 B.F : 15,12 YTL -12,60 \$

Aşağıda hazırlanan tablo 6.1 ‘de yapının yukarıdan anlatılan birim fiyat tariflerine göre maliyet analizleri hazırlanmıştır.Aşağıdaki tablodan görüldüğü gibi konstrüktif sistem olarak en ekonomik betonarme sistem olmuş daha sonra kompozit sistem ve çelik sistem olduğu görülmüştür. Bölüm 7 ‘ de sonuçların detaylı değerlendirilmesi yapılmıştır

Tablo 6.1 Yapı Maliyet Tablosu (1\$ = 1,20 YTL olarak alınmıştır.)

Konstrüksiyon	Toplam yapı maliyeti	Birim m2 maliyeti
	800.901,29 YTL	142,61 YTL
BETONARME SİSTEM	667.417,74 \$	118,84 \$
	1.645.940,79YTL	293,08 YTL
ÇELİK SİSTEM	1.371.617,32\$	244,23 \$
	1.292.414,21 YTL	230,13 YTL
KOMPOZİT SİSTEM	1.077.011,84 \$	191,78 \$

7.SONUÇLAR

Önceki bölümlerde anlatıldığı üzere bir yapının taşıyıcı sistemin seçilmesi ve tasarlanması aşamasında en önemli etkenlerden birisi sistemin maliyeti olduğu vurgulanmıştır.Fakat bazı durumlarda yapının mimarisi gereği maliyet ikinci aşamada değerlendirilip ekonomi göz ardı edilmek sureti ile maliyeti daha yüksek olan taşıyıcı sistemlerde seçilebilmektedir. Bu tez çalışmasında betonarme, çelik ve kompozit taşıyıcı sistemli yapıların ekonomik olarak değerlendirilmesi yapılmış ve sonuç olarak en ekonomik yapı sistemi ülkemiz şartlarında betonarme sistem olarak gözlenmiştir.

Aşağıda bu karşılaştırmadan çıkan sonuçlar yer almaktadır;

7.1) Yapının betonarme olarak dizayn edilmesi sonucundan birim m² maliyeti 118,84 \$ olarak hesaplanmış olup bu değer çelik sistem için 244,23 \$ ve kompozit sistem için 191,78 \$ olan maliyetler karşılaştırdığından betonarme sistem çelik sisteme göre % 105,51 oranında , kompozit sisteme oranla ise % 61,38 oranında daha ekonomik olduğu sonucuna varılmıştır.

7.2) Betonarme sistemler ülkemizden yaygın olarak kullanılmakta olup betonarme konusunda yetişmiş teknik ve iş gücü yüksek olduğundan betonarme sistem değerlendirilen diğer sistemlere göre uygulanabilirlik açısından daha avantajlıdır.

7.3) Bu sonuçlar değerlendirilmesi esnasında betonarme sistemin ekonomik olduğu çok açık olmakla beraber değerlendirilen sistemlerden diğerlerinin de deprem davranışlarında konstrüktif üstünlükleri , yapı ağırlığının düşüklüğü nedeni ile taşıma gücü düşük zeminlerden daha ekonomik olarak yapılması gibi özelliklerinin de göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

7.4) Ülkemizin etkin bir deprem kuşağından yer alması dolayısıyla çelik ve kompozit sistemlerin deprem davranışlarındaki faydalarından yararlanması gerekmektedir.

7.5) Tez çalışması sırasında ele alınan 12 katlı sistemin benzeri sistemler ülkemizde genellikle betonarme yapılmakla beraber ülkemizden henüz örnekleri bulunmayan 50-60 kat üzerindeki yapıların dünyadaki bir çok örneklerinin çelik ve kompozit sistem olarak yapıldığı göz önüne alınmalıdır.

7.6) Çelik ve kompozit sistemlerin betonarme sisteme göre daha hızlı montajı sağlamakta olup çelik ve kompozit sistemlerden yapının ekonomik olarak hayata geçişi hızlanabilmektedir. Ve böylece bazı durumlardan çelik sistemler daha avantajlı olabilmektedirler.

KAYNAKLAR

ABYYHY , (2007), "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik", İMO, İzmir

Arda, T. S., Yardımcı, N., (2000), "Çelik Yapıda Karma Elemanların Plastik Hesabı", Birsan Yayınevi, İstanbul

Beadle, L.S., Rice, D.B., (1995), "Structural Systems For Tali Buildings", Mc Gram Hill, New York

Blanc, A., Mc Evoy, M., Plank, R., (1993), "Architecture and Construction in Steel" , E&FN Spon, London

Celep,Z., Kumbasar, N., (1998), "Betonarme Yapılar", Beta Yayınevi, İstanbul

Celep,Z., Kumbasar, N., (2000), "Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasannu", Beta Yayınevi, İstanbul

Christiansen, J.V., (1973), "Structures en Betonarme Coule en Place", System de Structures Commission, Paris

Çakıroğlu, A., (1979), "Yatay Yükleri Taşıyan Yapı Elemanları", İTÜ İnşaat Fakültesi Yayınlan, İstanbul

Çamlıbel, N., (1994), "Depreme Dayanıklı Yapıların Tasarım İlkeleri", YTÜ Mimarlık Fakültesi "Baskı İşçiliği, İstanbul

Duman, N., Özgen, K., (1973), "Çelik Yapılar", İTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınlan, İstanbul

Ersen N., (2000), "Çelik Yapılar ve Çözümlemiş Problemler", Birsan Yayınevi, İstanbul

Frischmann, W.W., Prabhu, S.S., (1967), "Planning Concepts Using Shear Walls", Pergamon Press, London

Guise, D., (1985), "Design and Technology in Architecture", John Wiley & Sons, New York

Karaduman, M., (1999), "Çelik Yapılar", Nobel Yayın Dağıtım, Ankara

Odabaşı, Y., (1997), "Ahşap ve Çelik Yapı Elemanları",Beta Yayınevi, İstanbul

Özgen, A., Sev, A., (2000), "Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler", Birsan Yayınevi, İstanbul

Özgen, A., (1989), "Yüksek Yapılarda Tübüler Taşıyıcı Sistemlerin Kullanılması", Yüksek Yapılar Sempozyumu, İstanbul

Özden K., Kumbasar N., (1993), "Betonarme Yüksek Binalar", İTÜ Matbaası, İstanbul

Öztürk, Z., (2002), "Çelik Yapılar", Birsan Yayınevi, İstanbul

Schueller, W., (1977), "High Rise Building Structures", John Wiley&Sons, Çeviri;Ö.G.Özşen, E.F. Yamantürk, (1993) "Yüksek Yapı Taşıyıcı Sistemleri", YTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul

Sev, A., (1997), "Türkiye'de Gerçekleştirilen Yüksek Konut Binalarında Perdeli Sistem Uygulama Örneklerinin İncelenmesi", Y.Lisans Tezi, MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü,

İstanbulSmith, B.S., Coull, A., (1991), "Tali Building Structures Analysis and Design", John Wiley&Sons, New York

Tali, L., Beedle, L.S., Galambos, T.V., (1964), "Structural Steel Design", The Ronald Press Company, New York

Taranath, B.S., (1990), "Steel, Concrete and Composite Design of Tall Buildings", McGraw Hill, New York

Taranath B.S., (1988), "Structural Analysis and Design of Tall Buildings", McGraw Hill, New York

TS 500, (2000), "Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları", TSE, Ankara

TS 498, "Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri", TSE, Ankara

TS 648, (1980), "Çelik Yapıların Yapım ve Hesap Kuralları", TSE, Ankara

TS 4561, (1985), "Çelik Yapıların Plastik Teoriye Göre Hesap Kuralları", TSE, Ankara

TS 3357, (1979), "Çelik Yapılarda Kaynaklı Birleşimlerin Hesap ve Yapım Kuralları", TSE, Ankara

Tuncay, N., (1999), "Çok Katlı Çelik Yapılarda Ekonomik Taşıyıcı Sistem Tasarımı", Y.T.Ü Fen B., Y.Lisans Tezi, İstanbul

Uluğ, N., Odabaşı, Y., (1966), "Ahşap ve Çelik İnşaat Hesapları", An Kitabevi, İstanbul

YAKLAŞIK MALİYET TABLOSU

BETONARME PROJE İMALAT İCMALİ

Sıra No	Poz No	Tanım	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	16.059	BS.25 BETON 300 HAZIR BETON	M3	2559,58	98,79	252.860,91
2	21.011	BETONARME KALIP YAPILMASI	M2	12031,34	13,60	163.628,22
3	21.054	AHŞAP KALIP İSKELESİ (EN YÜKSEK 4 M)	M3	16754,58	2,34	39.205,72
4	23.014	ø 8-12 MM İNCE NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	107,746	1.451,56	156.399,78
5	23.015	ø 14-28 MM KALIN NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	91,043	1.373,75	125.070,32
6	SNBF.21/B	NERVÜRLÜ ÇELİK NAKLI (İZMİR) (RUMELİ Y.)	TON	218,668	114,50	25.037,49
7	SNBF.29	HAZIR BETON NAKLIYESİ	M3	2559,58	15,12	38.700,85
Toplam						800.901,29

METRAJ CETVELİ

BETONARME PROJE İMALAT METRAJLARI

16.059	BS.25 BETON 300 HAZIR BETON					M3
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı
	RADYE TEMEL				791,69	791,69
	BODRUM KAT				78,53	78,53
					85,67	85,67
	ZEMİN KAT/1.KAT	2			90,75	181,52
		2			43,24	86,48
	2./3./4./5./6. NORMAL KATLAR	5			47,2	236
	2./3./4./5./6. NORMAL KATLAR	5			90,85	454,25
	7./8./9. NORMAL KATLAR	3			45,26	138,78
	7./8./9. NORMAL KATLAR	3			90,54	271,62
	10./11.12. NORMAL KATLAR	3			44,64	133,92
	10./11.12. NORMAL KATLAR	1			91,12	91,12
					0	
					Toplam	2.559,58
21.011	BETONARME KALIP YAPILMASI					M2
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı
	RADYE TEMEL	2		(29+21)	1,3	130
	BODRUM KAT				520,95	520,95
					561,95	561,95
	ZEMİN KAT/1.KAT	2			600,13	1200,26
		2			330,6	661,2
	2./3./4./5./6. NORMAL KATLAR	5			600,73	3003,65
	2./3./4./5./6. NORMAL KATLAR	5			327	1635
	7./8./9. NORMAL KATLAR	3			321,4	964,2
	7./8./9. NORMAL KATLAR	3			601	1803
	10./11.12. NORMAL KATLAR	3			316,2	948,6
	10./11.12. NORMAL KATLAR	1			602,53	602,53
					0	
					Toplam	12.031,34
21.054	AHŞAP KALIP İSKELESİ (EN YÜKSEK 4 M)					M3
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı
	BODRUM KAT İÇİN	2	2,85	(29+18)	2,85	714,78
	NORMAL KATLAR İÇİN	12	18	26	2,85	15005,6
	NORMAL KATLAR İÇİN	12			2,85	34,2
					Toplam	16.754,58
23.014	ø 8-12 MM İNCE NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ					TON
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı
	RADYE TEMEL			1/1000	1614,8	1,615
	BODRUM KAT			1/1000	3189,4	3,189
				1/1000	7461,39	7,461
	ZEMİN KAT/1.KAT	2		1/1000	3234,4	6,469
		2		1/1000	5167,49	10,335
	2./3./4./5./6. NORMAL KATLAR	5		1/1000	4820,29	24,101
	2./3./4./5./6. NORMAL KATLAR	5		1/1000	3235	16,175
	7./8./9. NORMAL KATLAR	3		1/1000	4352,7	13,058
	7./8./9. NORMAL KATLAR	3		1/1000	3233,49	9,7
	10./11.12. NORMAL KATLAR	3		1/1000	4136,39	12,409
	10./11.12. NORMAL KATLAR	1		1/1000	3234,2	3,234
					Toplam	107,75

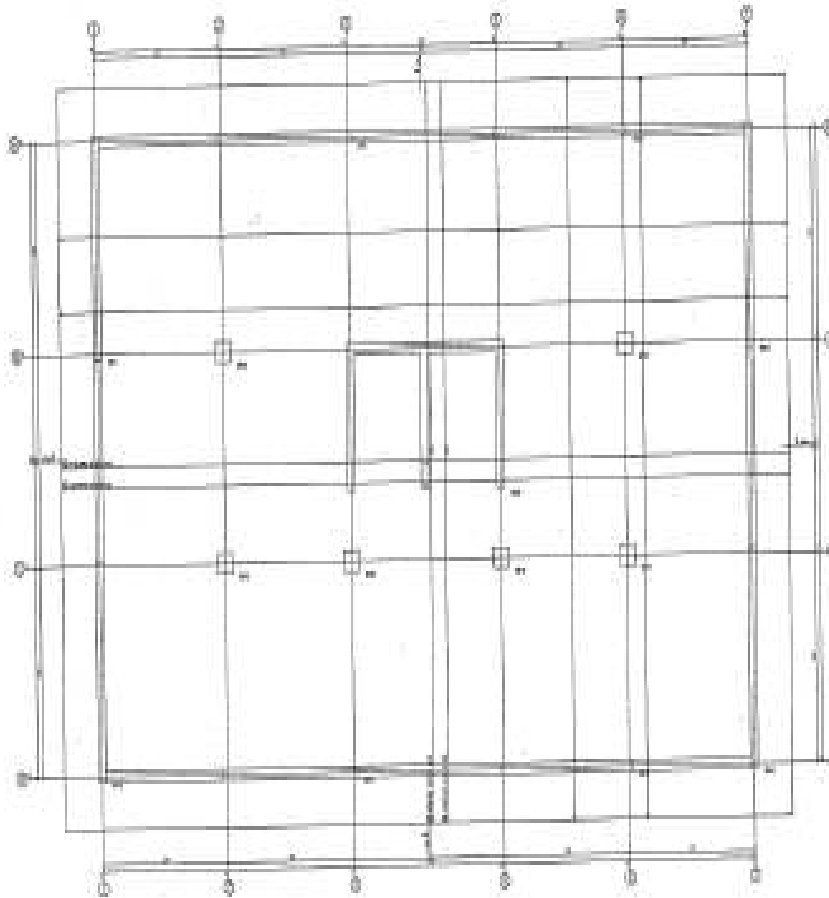
METRAJ CETVELİ

BETONARME PROJE İMALAT METRAJLARI

23.015 ø 14-28 MM KALIN NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ

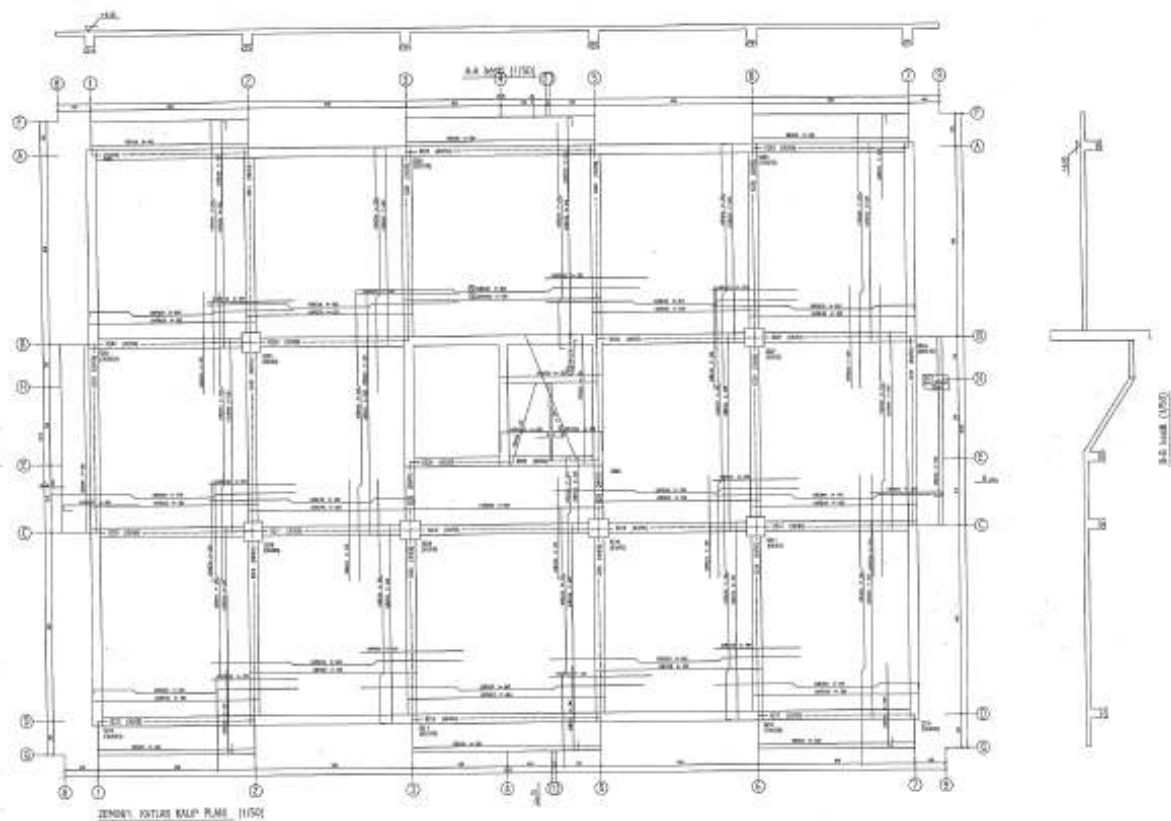
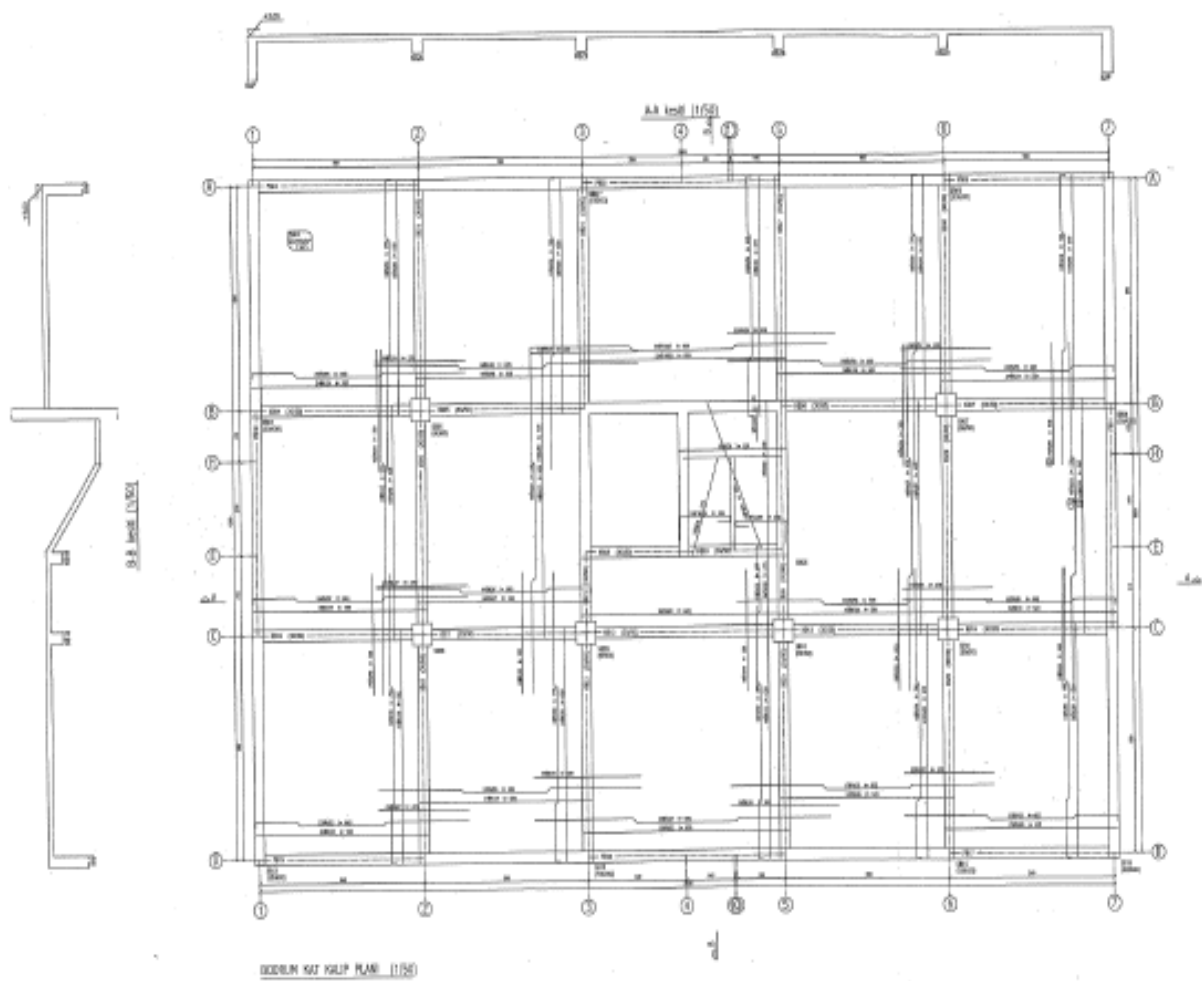
TON

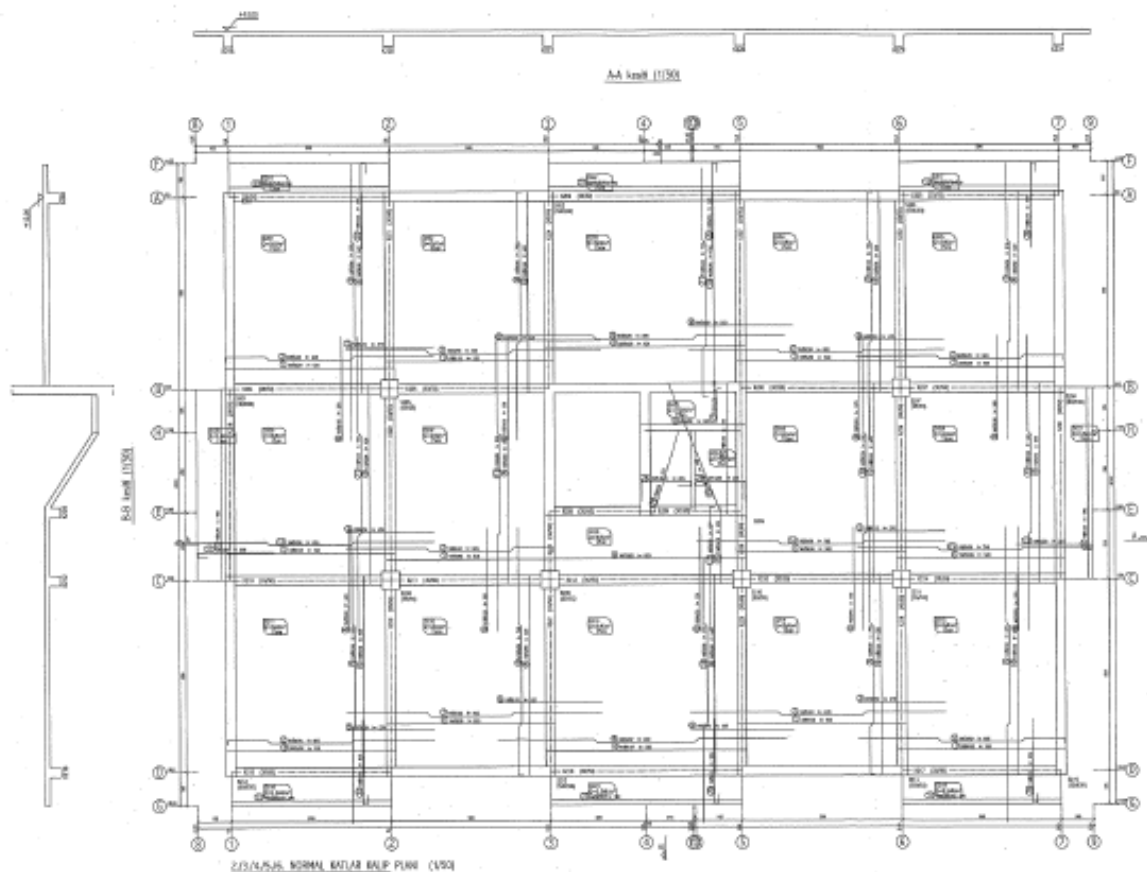
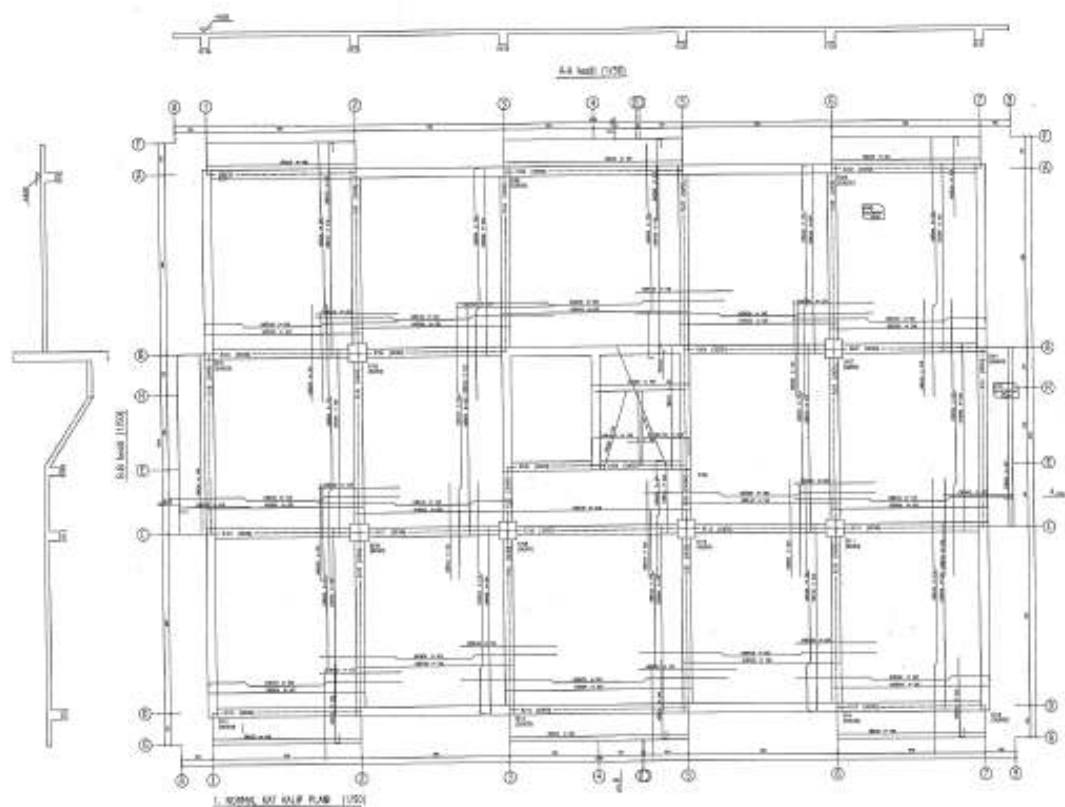
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı
	RADYE TEMEL			1/1000	62218,3	62,218
	BODRUM KAT			1/1000	3827,7	3,828
	ZEMİN KAT/1.KAT	2		1/1000	2680,3	5,361
	2./3./4./5./6. NORMAL KATLAR	5		1/1000	2169,4	10,847
	7./8./9. NORMAL KATLAR	3		1/1000	1576	4,728
	10./11.12. NORMAL KATLAR	3		1/1000	1353,5	4,061
	Toplam					91,04

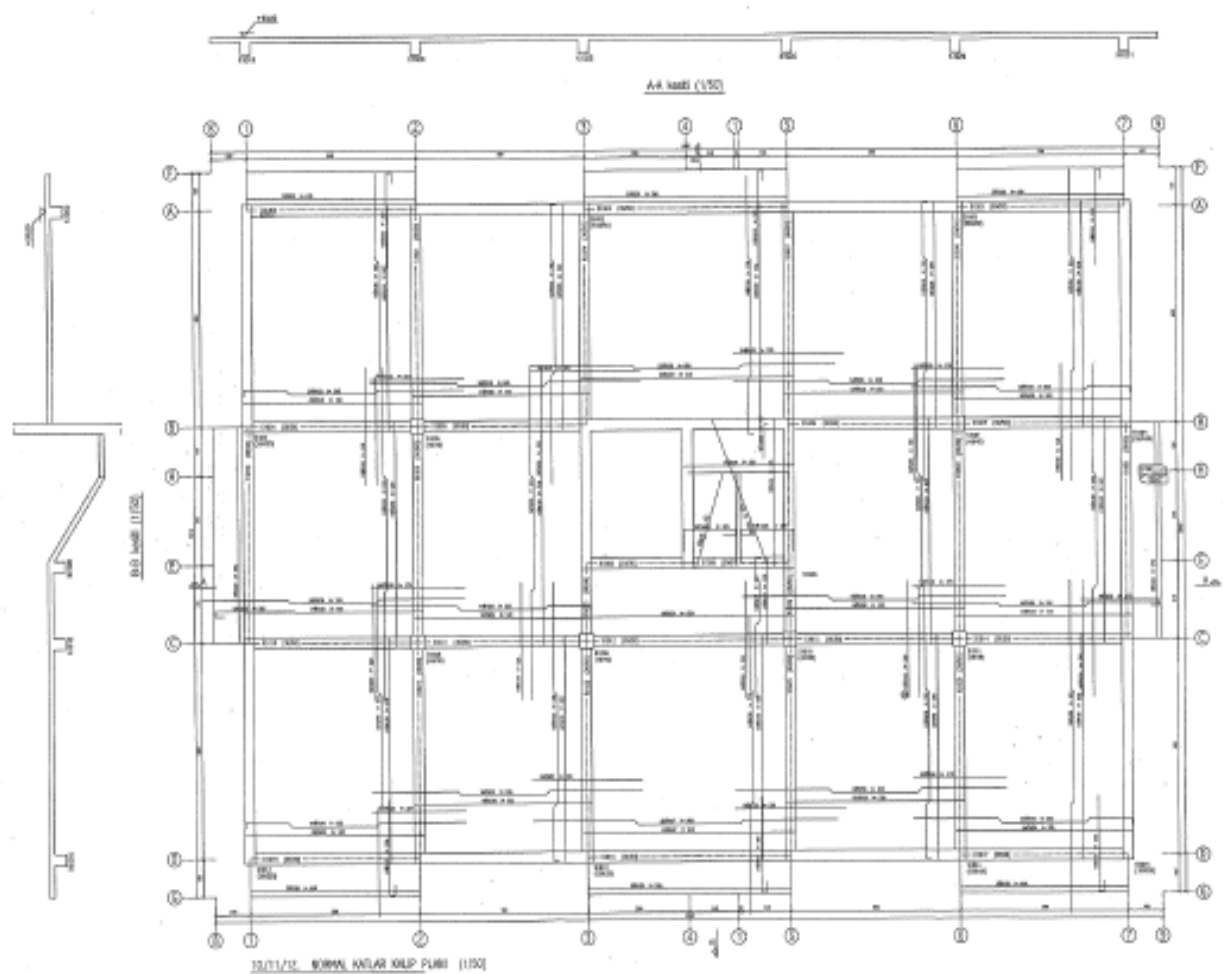
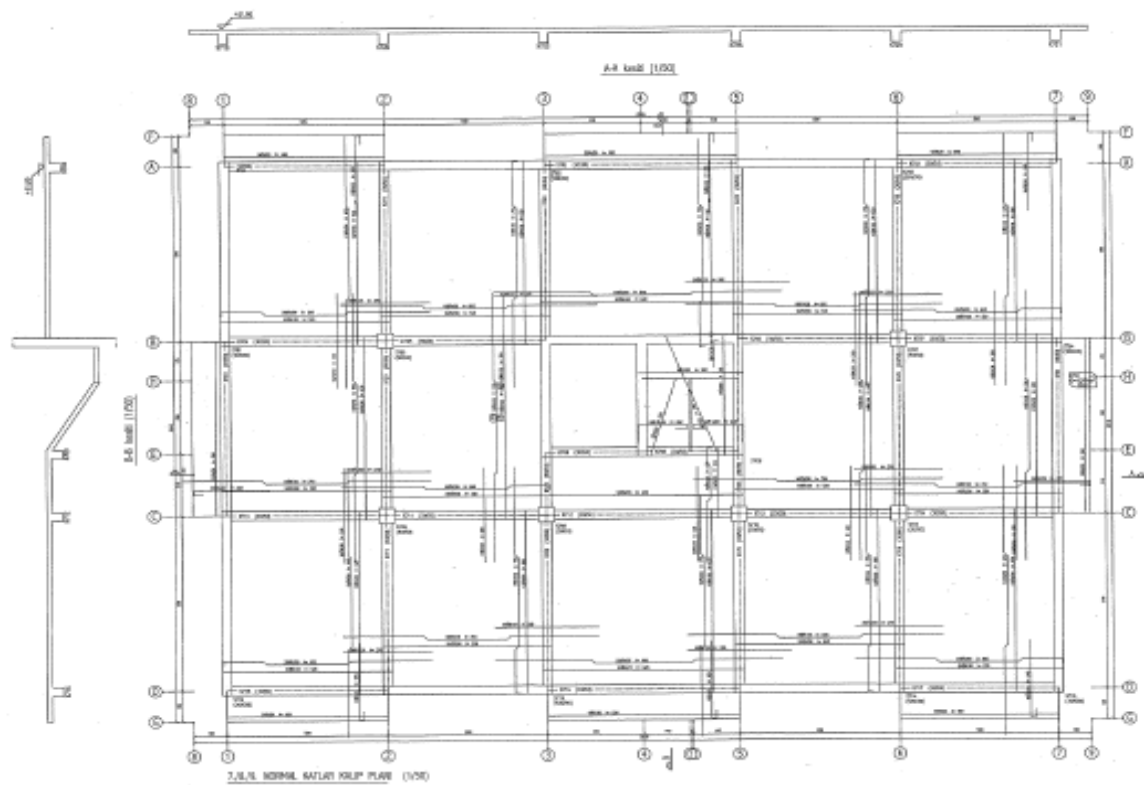


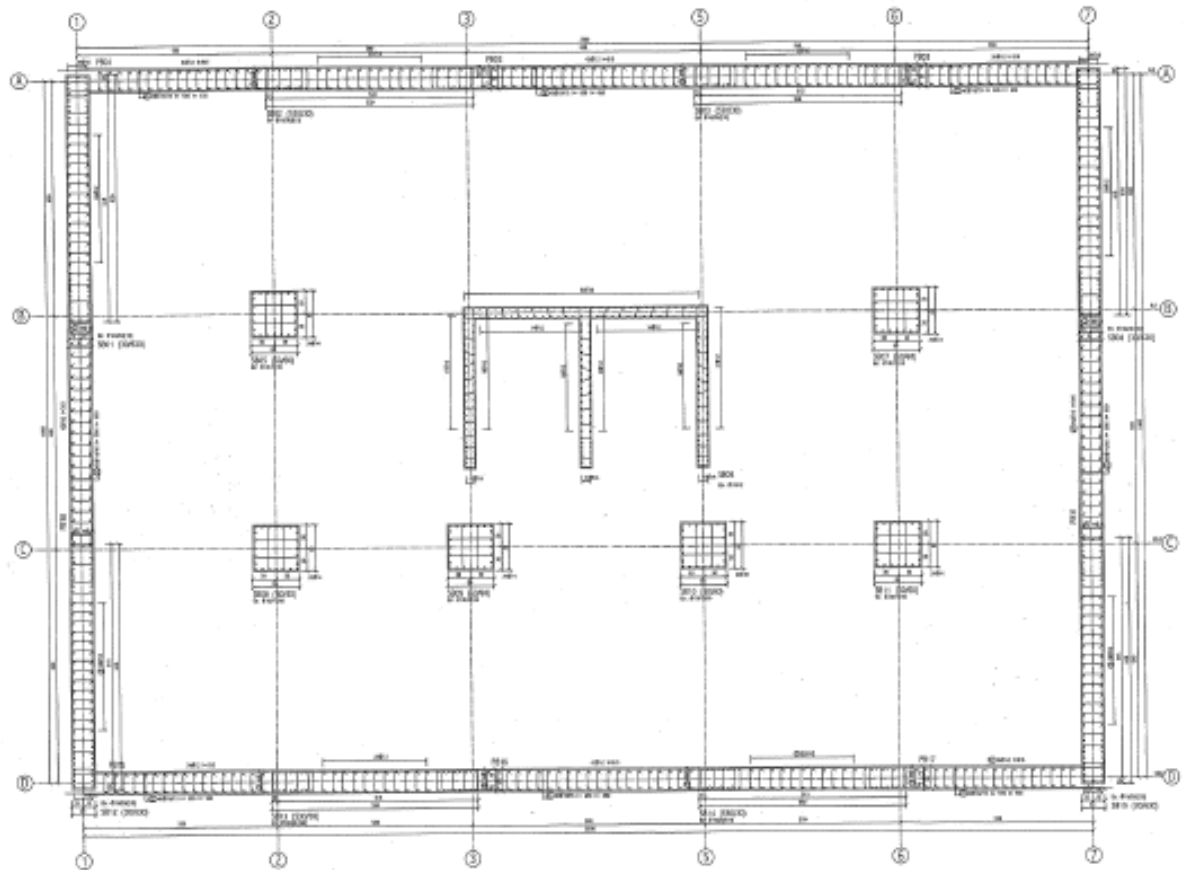
000 000 000 000 000 000
000 000 000 000 000 000



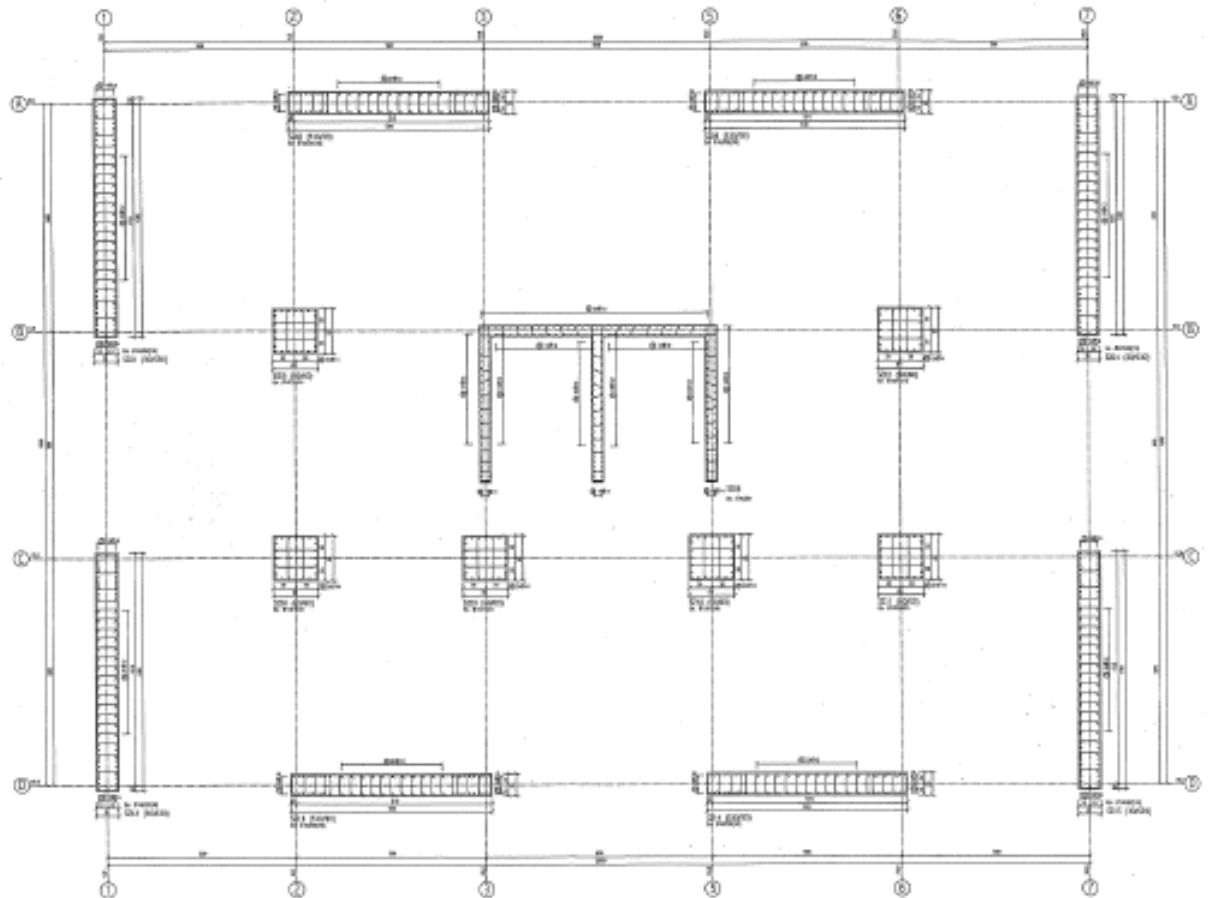




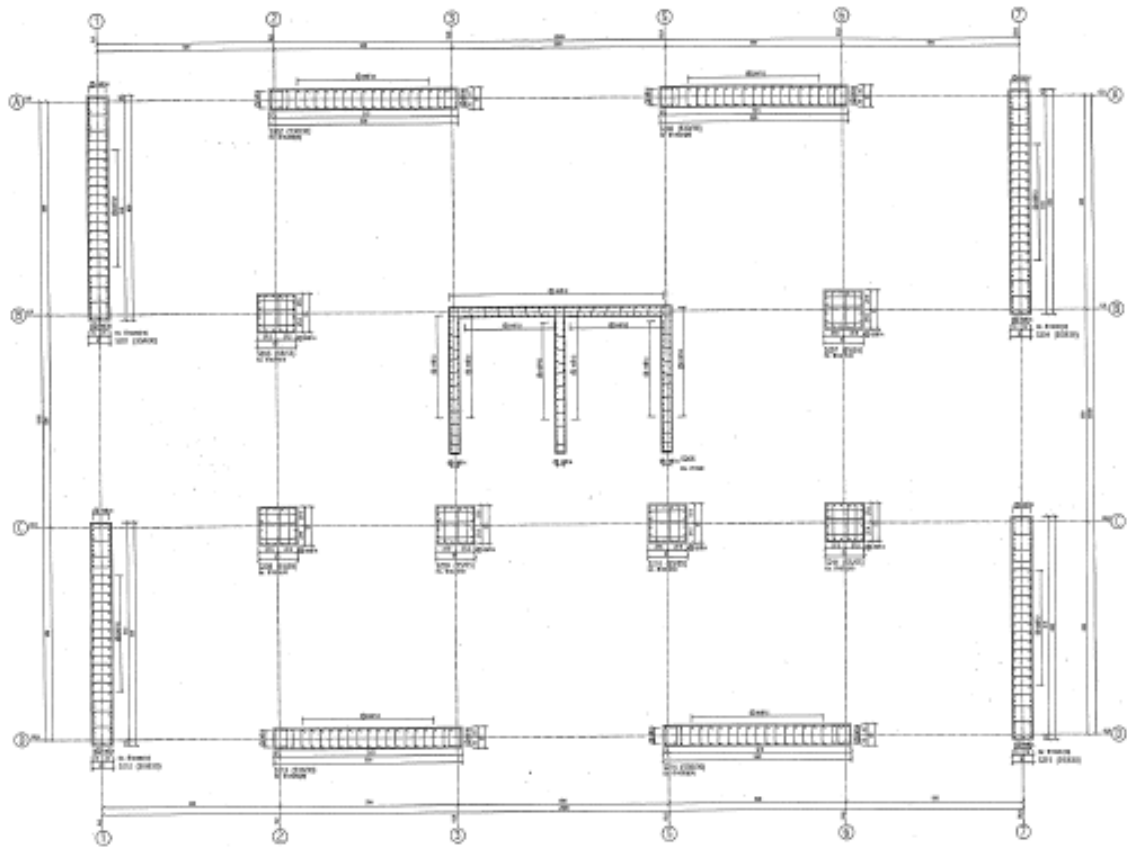




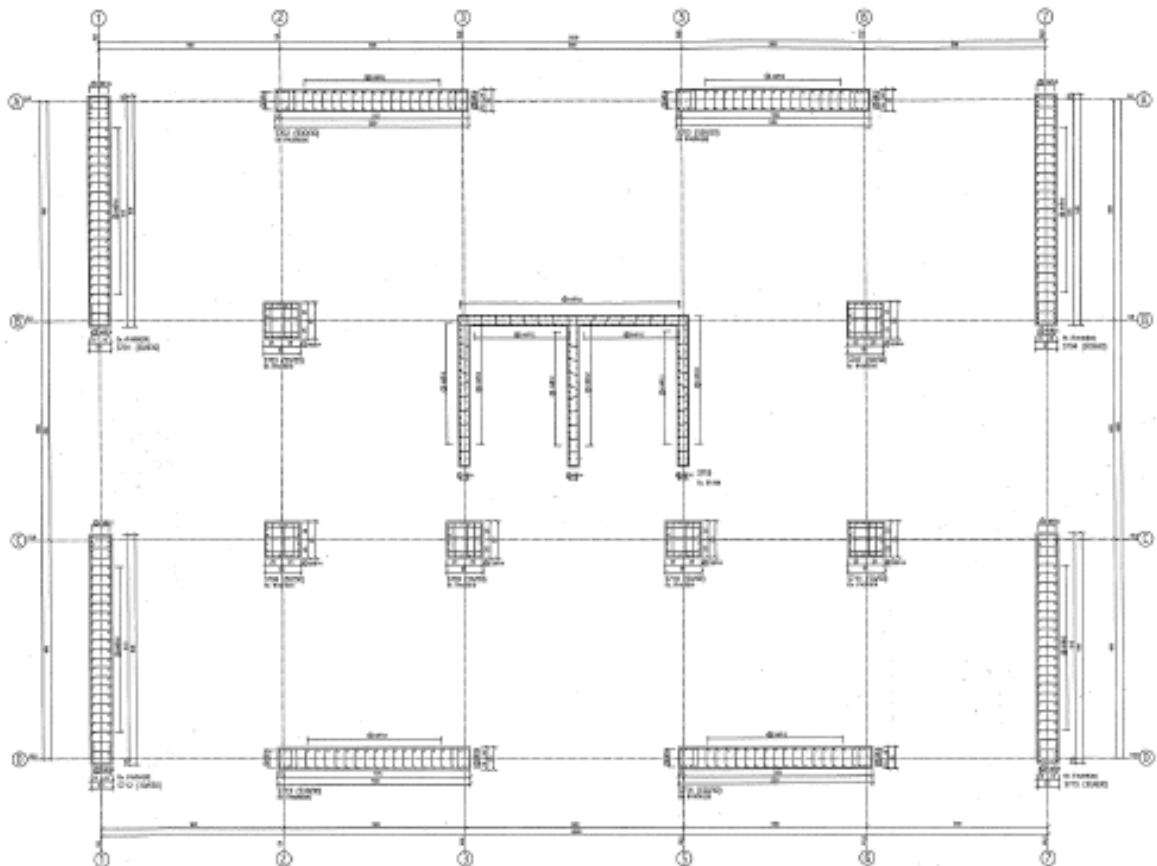
BODRUM KAT KOLON AYLAKLARI PLANI (1/50)



ZEMİN KAT/BAKLAR KOLON AYLAKLARI PLANI (1/50)



2./T.A./S./S. NORMAL SATUR KOLON PLANI (1/50)



7./S./S. NORMAL SATUR KOLON APLASYON PLANI (1/50)

SİSTEM ÖZELLİKLERİ

Kat Adedi = 12
Kat Yüksekliği = 3 m
Yapı boyutu = 26 m x 18 m = 468 m²

Deprem bölgesi = 1 ($A_0 = 0,4$)
Yapı önem katsayısı {I} = 1
Hareketli Yük Katılım Katsayısı {n} = 0,3
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı {R} = 6

Zemin Gurubu = Z2 ($T_A = 0,15$ $T_B = 0,40$)
 $\sigma_{z,em} = 20 \text{ t/m}^2$
 $\sigma_{k,o} = 3000 \text{ t/m}^3$

Çelik = ST44 ($\sigma_H = 1650 \text{ kg/m}^2$; $\sigma_{H2} = 1890 \text{ kg/m}^2$; $\sigma_{HD} = 2190 \text{ kg/m}^2$)
Beton = BS30 (C30)
Demir = BÇIII (S420)

YÜK ANALİZİ

NORMAL KATLAR

Çelik Zati = SAP2000 tarafından otomatik olarak alınır.

10 cm beton	= 0,01 x 2500	= 250 kg/m ²
Kaplama (1 cm fayans)	= 0,01 x 2200	= 22 kg/m ²
Kaplama harcı (2 cm)	= 0,02 x 2200	= 44 kg/m ²
Tesviye betonu (3 cm)	= 0,03 x 2000	= 60 kg/m ²
Siva (2 cm)	= 0,02 x 2200	= 44 kg/m ²
Zati Yük (G)		= 420 kg/m ²

Hareketli Yük (Q) = 350 kg/m²

ÇATI KATI

Çelik Zati = SAP2000 tarafından otomatik olarak alınır.

10 cm beton	= 0,01 x 2500	= 250 kg/m ²
Şap (5 cm)	= 0,05 x 2000	= 100 kg/m ²
Siva (2 cm)	= 0,02 x 2200	= 44 kg/m ²
Kaplama (Su izolasyonu)	=	18 kg/m ²
Zati Yük (G)		= 410 kg/m ²

Hareketli Yük (Q) = 150 kg/m²
Kar Yüğü (KAR) = 75 kg/m²

DEPREM YÜKÜ HESABI

$$A_0 = 0,4$$

$$I = 1$$

$$R = 6$$

SAP2000 de modal analiz sonucu sistemin periyodu $T = 1,43$ sn bulundu.

$$T > T_B = 0,4 \rightarrow S(T) = 2,5 \times (0,4 / 1,43)^{0,8} = 0,9$$

$$\text{Deprem katsayısı} = (0,4 \times 1 \times 0,9) / 6 = 0,06$$

Not : SAP2000 programı tarafından yukarıdaki deprem katsayısı ve %5 eksantrisite dikkate alınarak deprem kuvvetleri otomatik olarak hesaplanır.

RÜZGAR YÜKÜ HESABI

$$\begin{array}{ll} 0 - 8 \text{ m arası (1.2.3. } & \text{Katlar)} \rightarrow q_R = 50 \text{ kg/m}^2 \\ 9 - 20 \text{ m arası (4.5.6.7. } & \text{Katlar)} \rightarrow q_R = 80 \text{ kg/m}^2 \\ 21 - 100 \text{ m arası (8.9.10.11.12. } & \text{Katlar)} \rightarrow q_R = 110 \text{ kg/m}^2 \end{array}$$

$$\text{Rüzgâr Yüğü (W)} = C_f \times 80$$

$$\text{Aerodinamik yük katsayısı} = C_f$$

$$C_f (\text{Basınç yüzeylerinde}) = 0,8$$

$$C_f (\text{Emme yüzeylerinde}) = -0,4$$

KOMPOZİT KİRİŞ HESABI

PROFİL = IPE160

çelik ağırlık	beton	g/bm	q/bm	L (cm)	E çelik	E beton	alfa	alfa	ARA (cm)
22,75	24,55	0,559	0,559	800	2100	318	1	0,4	100
10 cm	15 cm	8,2 cm	8,2 cm	0,74 cm	0,74 cm	0,5 cm	0,05 cm	0,25 cm	0,25 cm

Z=63,330 ton

y=3,60602857

hacm

hacm

z=6,8077208

b=7,6716033

yg=18,3400033

te=3442,5242

88888

18,3400033 cm < 2,00 cm

Kayma elemanı tahkiki

Z= 53,339

Obam= 259,00

H= 53,339

Kayma Elemanı Olarak

Stud kullanılacak

h= 7,9

d= 1,587

Oran= 4,73

α= 1

H1u= 6,50

H1u= 3,85

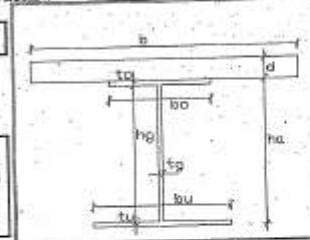
H seçilen= 3,85

αh= 17

Stud aralığı (cm)= 36,3

KESİTİN TAŞIYABİLECEĞİ MAX. MOMENT

160x63,33x8	bly=nd
M2= 1043,45	M1= 858,49
D2= 140	
D2= -65,951	
Fed= -15,7566	
ya= -1,52153	
b1) ya<=to	b2) ya>to
M21= 1043,45	M22= -3142
	Dab= 33,374
	Dag= -226,7
	Fag= -15,75
	yaq= -31,51



Kirişe oluşan moment

M= 3,039

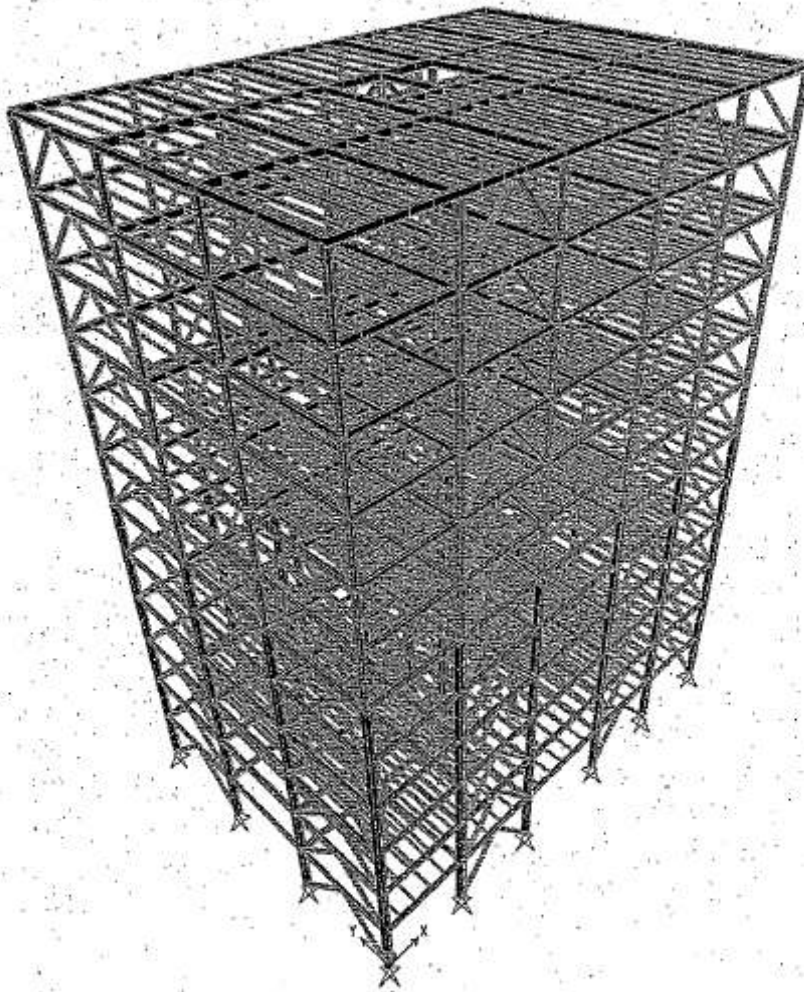
Emniyet katsayısı= 0,9 > 2 uygundur

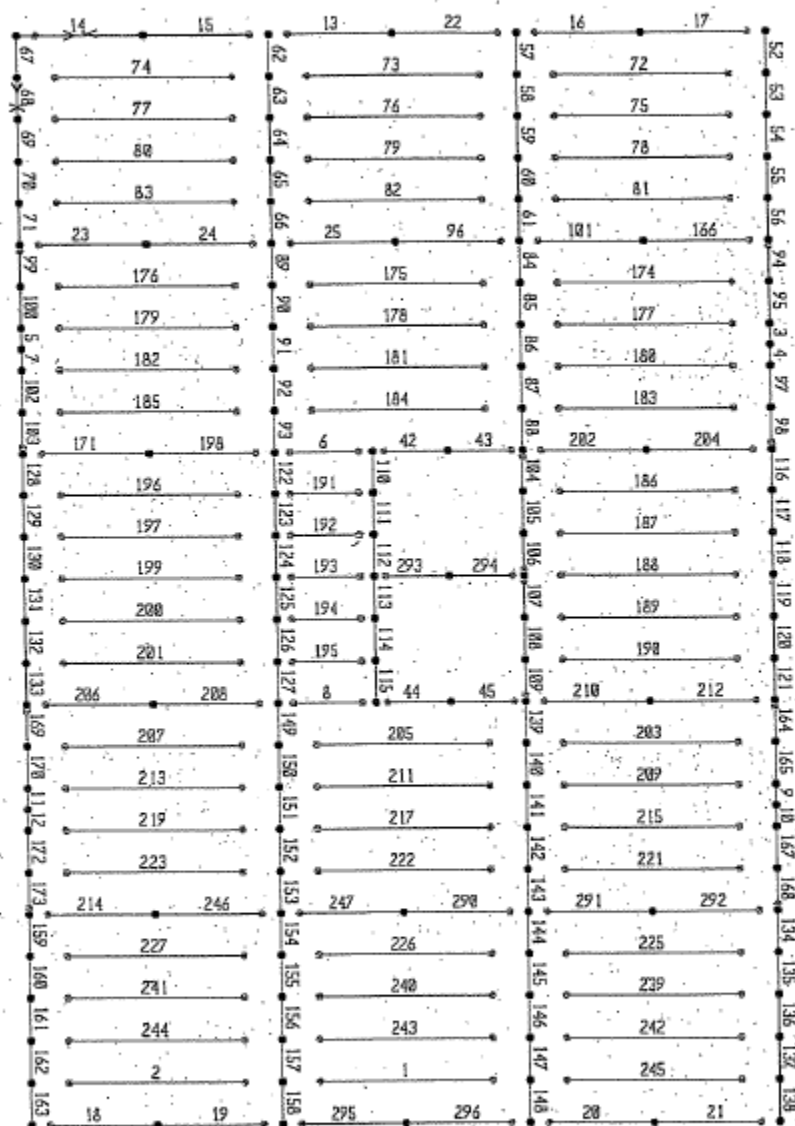
YÜK TANIMLAMALARI

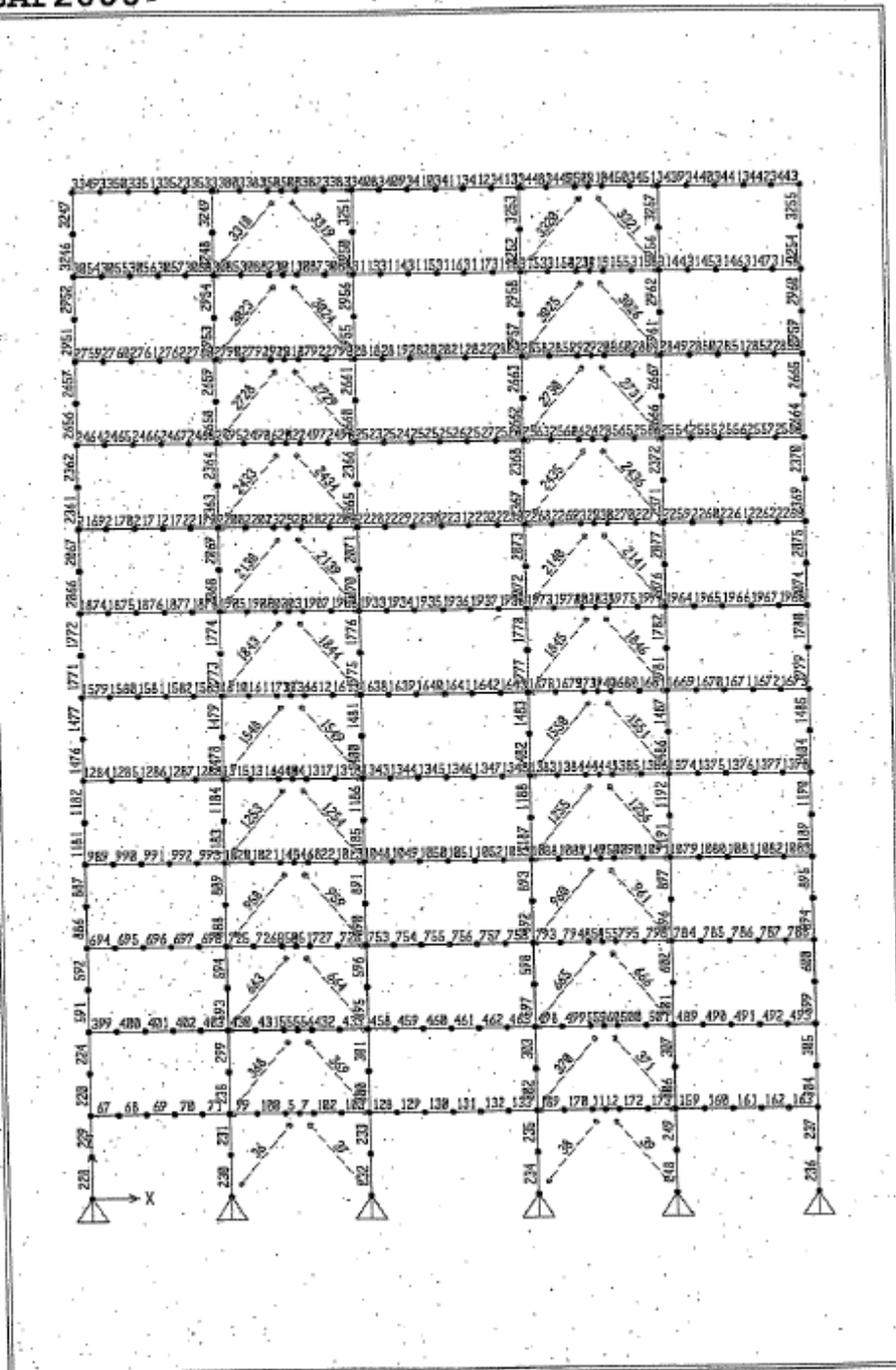
YÜK	AÇIKLAMA
G	Zati Yük
KAR	Kar Yüğü
Q	Hareketli Yük
EXP	Deprem Yüğü ' +X yönü'
EXN	Deprem Yüğü ' -X yönü'
EYP	Deprem Yüğü ' +Y yönü'
EYN	Deprem Yüğü ' -Y yönü'
WXP	Rüzgar Yüğü ' +X yönü'
WXN	Rüzgar Yüğü ' -X yönü'
WYP	Rüzgar Yüğü ' +Y yönü'
WYN	Rüzgar Yüğü ' -Y yönü'

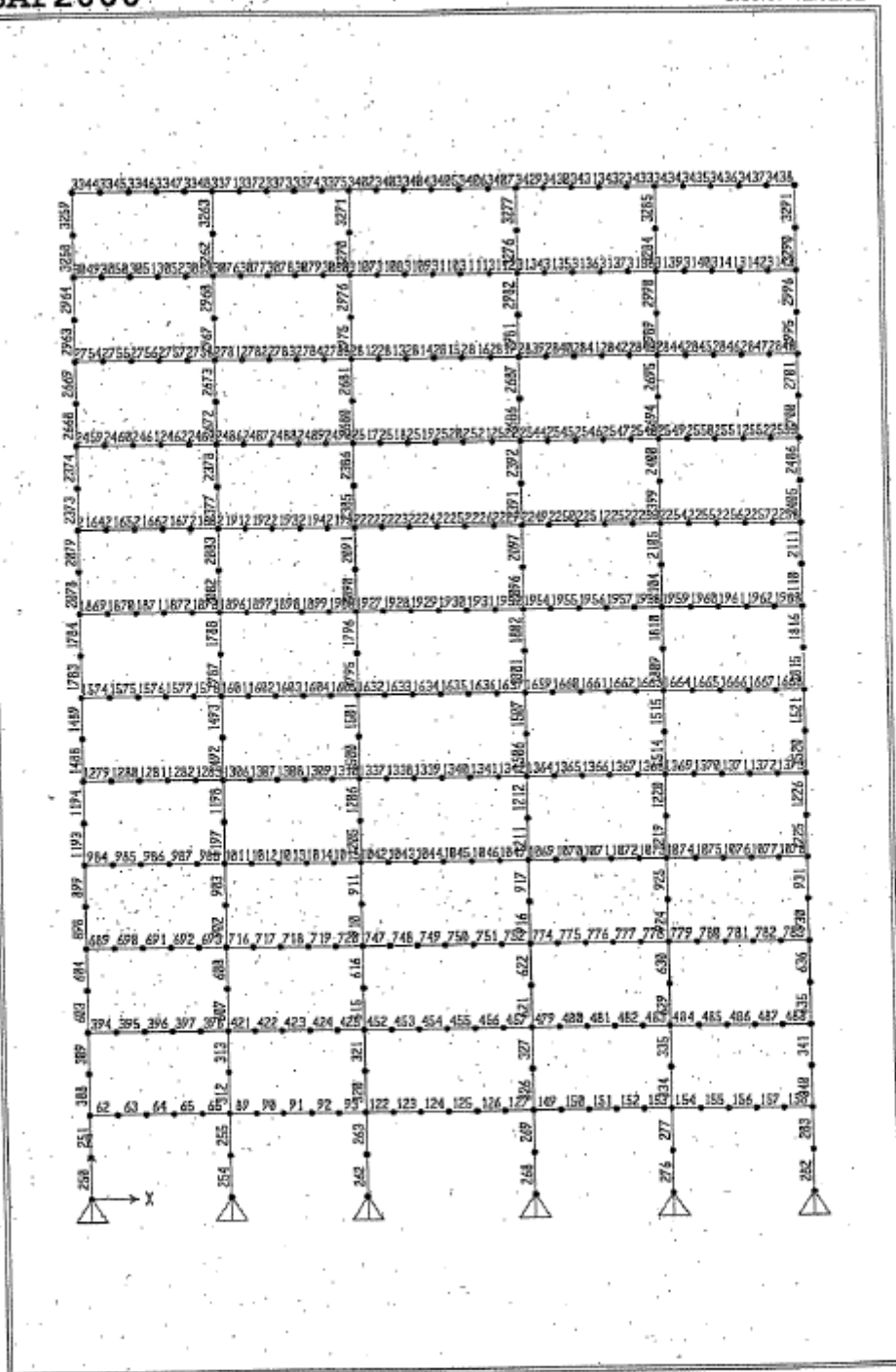
YÜKLEME KOMBİNASYONLARI

COMB1	G
COMB2	G+EXP
COMB3	G+EXN
COMB4	G+EYP
COMB5	G+EYN
COMB6	G+WXP
COMB7	G+WXN
COMB8	G+WYP
COMB9	G+WYN
COMB10	G+Q
COMB11	G+Q+EXP
COMB12	G+Q+EXN
COMB13	G+Q+EYP
COMB14	G+Q+EYN
COMB15	G+Q+WXP
COMB16	G+Q+WXN
COMB17	G+Q+WYP
COMB18	G+Q+WYN
COMB19	G+KAR
COMB20	G+KAR+EXP
COMB21	G+KAR+EXN
COMB22	G+KAR+EYP
COMB23	G+KAR+EYN
COMB24	G+KAR+WXP
COMB25	G+KAR+WXN
COMB26	G+KAR+WYP
COMB27	G+KAR+WYN
COMB28	G+Q+KAR
COMB29	G+Q+KAR+EXP
COMB30	G+Q+KAR+EXN
COMB31	G+Q+KAR+EYP
COMB32	G+Q+KAR+EYN
COMB33	G+Q+KAR+WXP
COMB34	G+Q+KAR+WXN
COMB35	G+Q+KAR+WYP
COMB36	G+Q+KAR+WYN

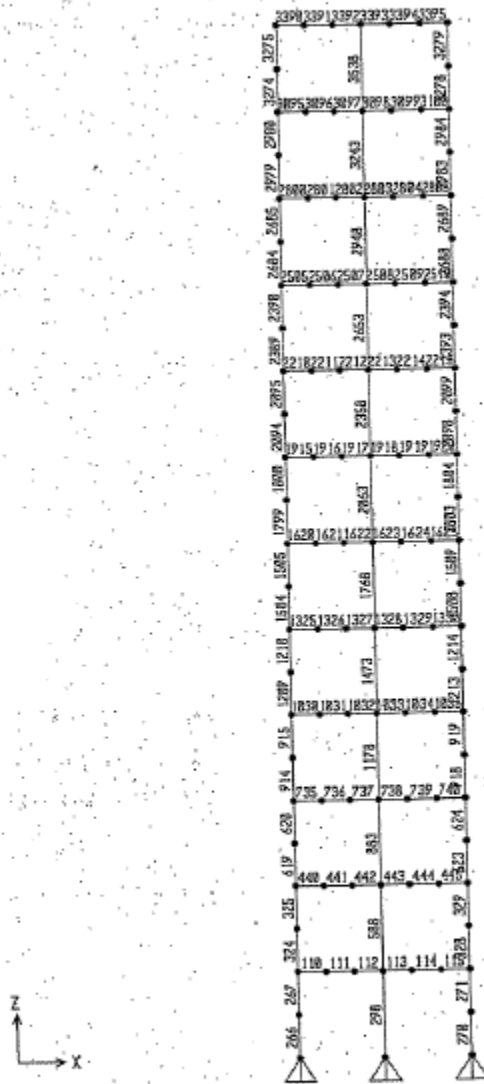


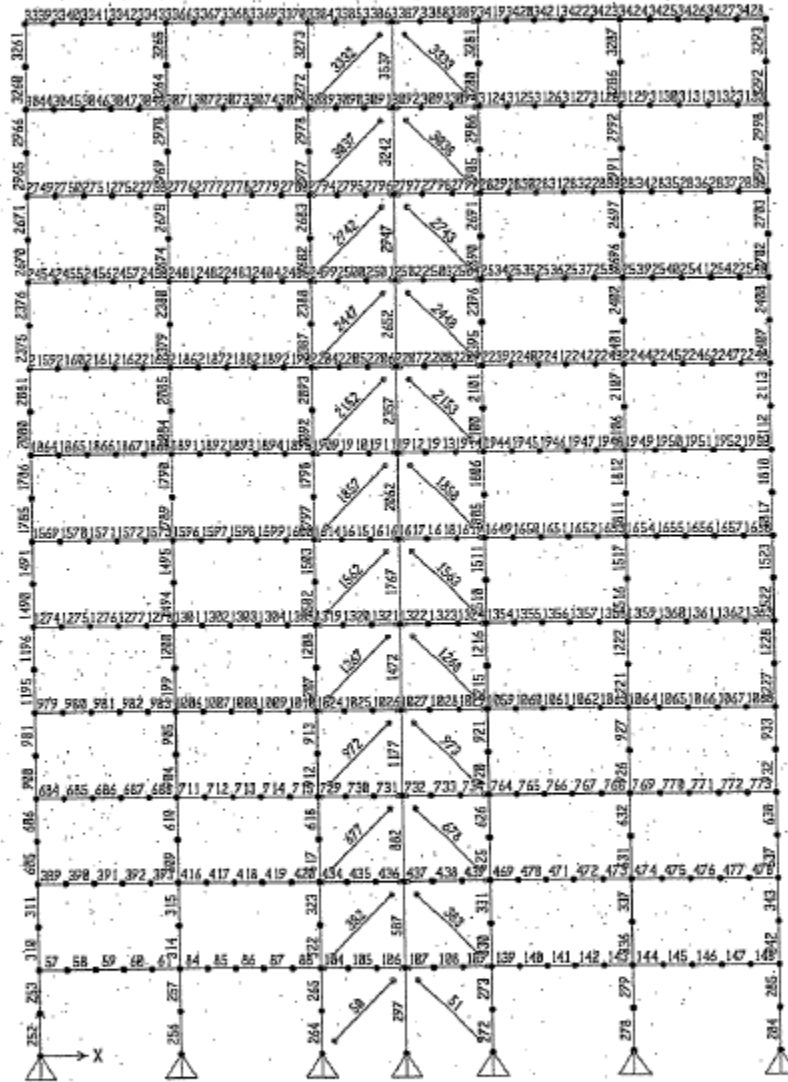


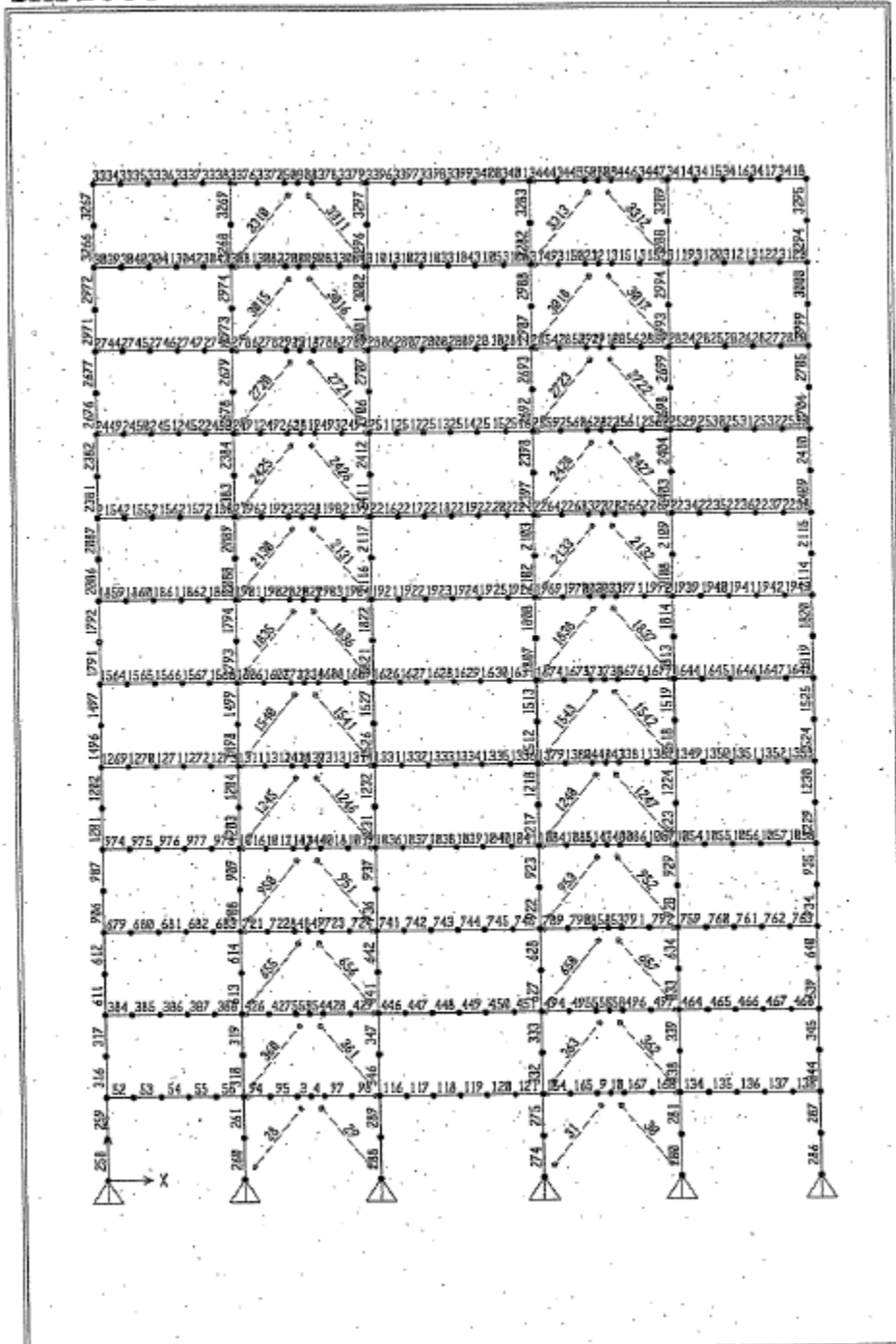


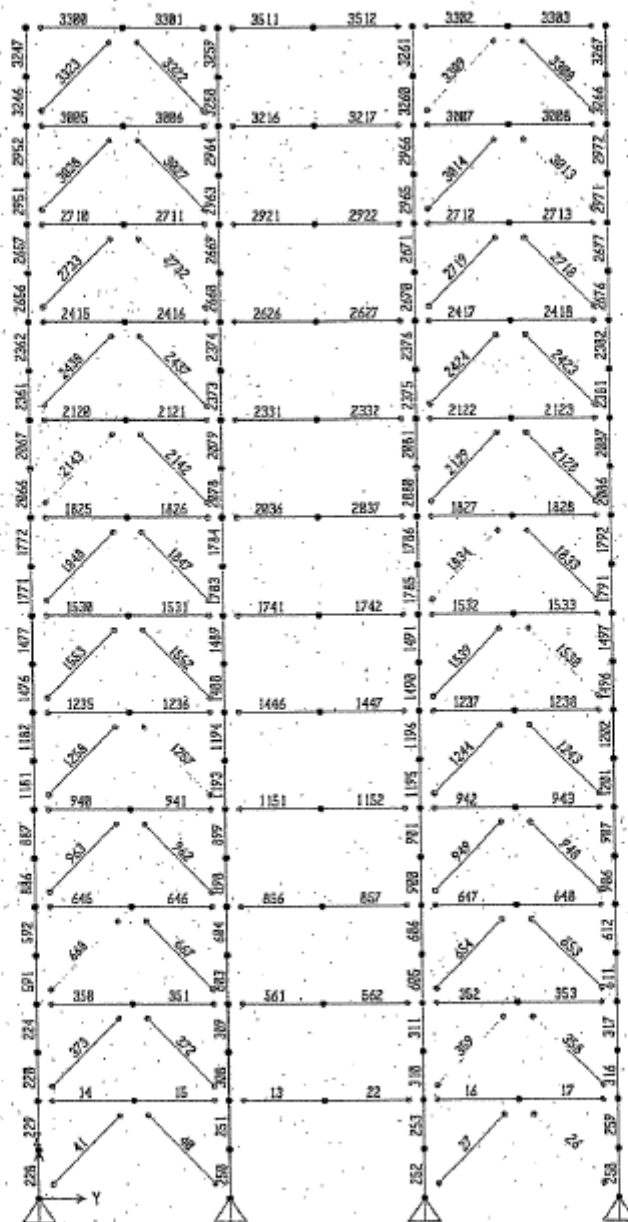


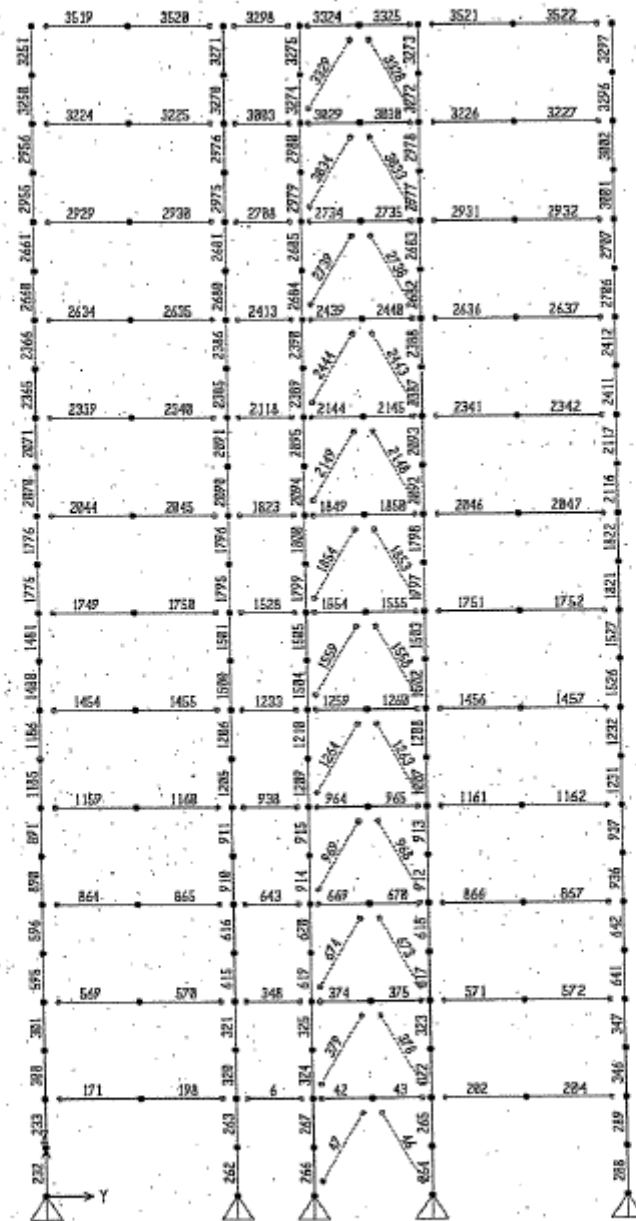
SAP2000 v9.0.3 - File:CELIK YAPI - X-Z Plane @ Y=600 - Kgf, cm, C Units

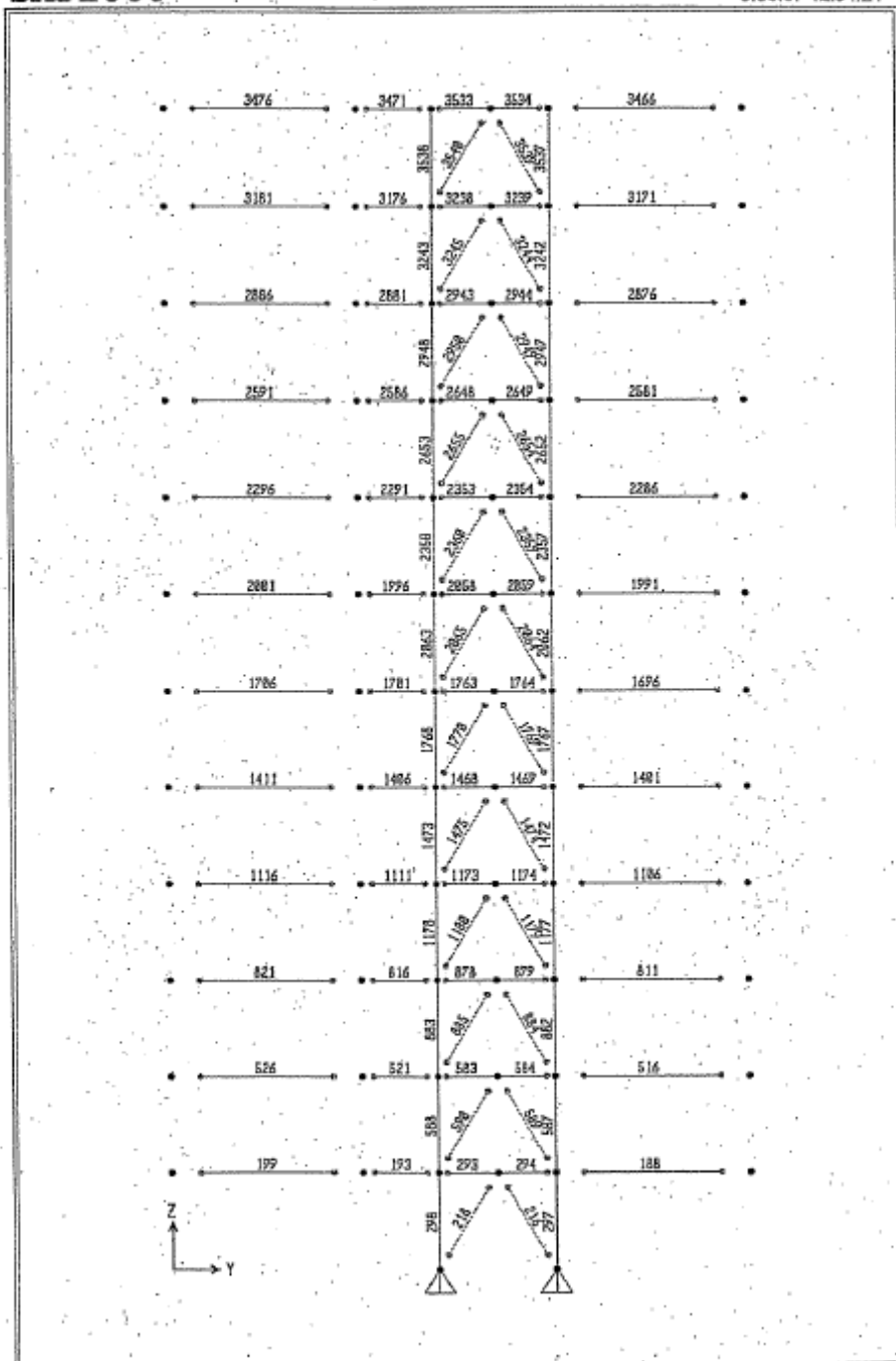


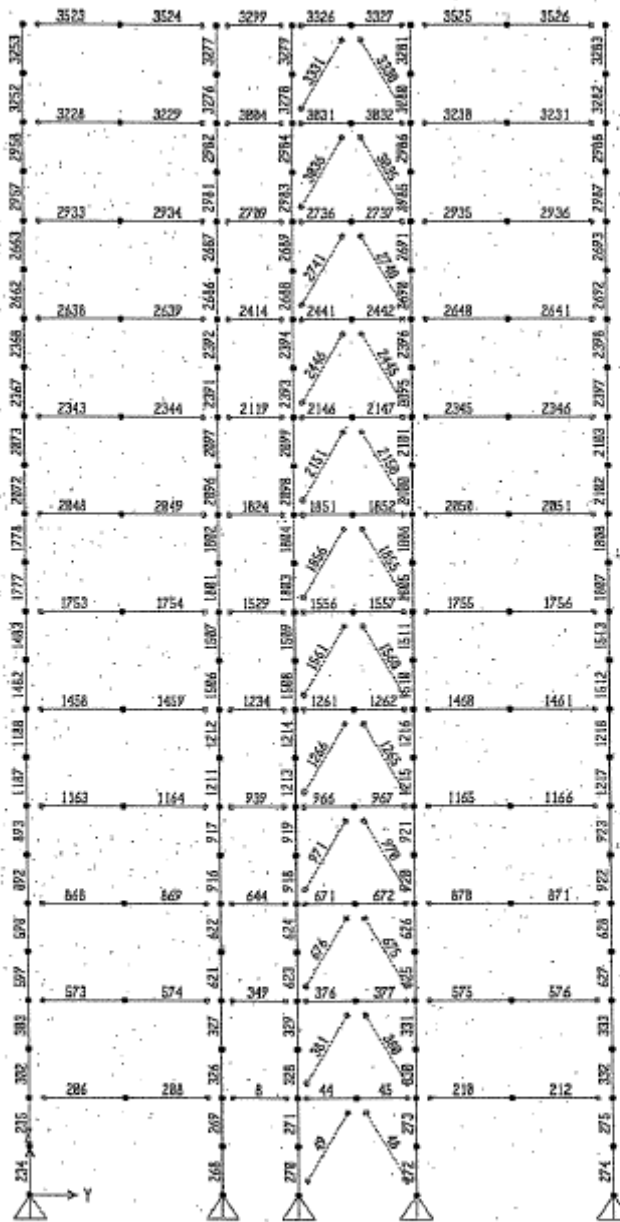


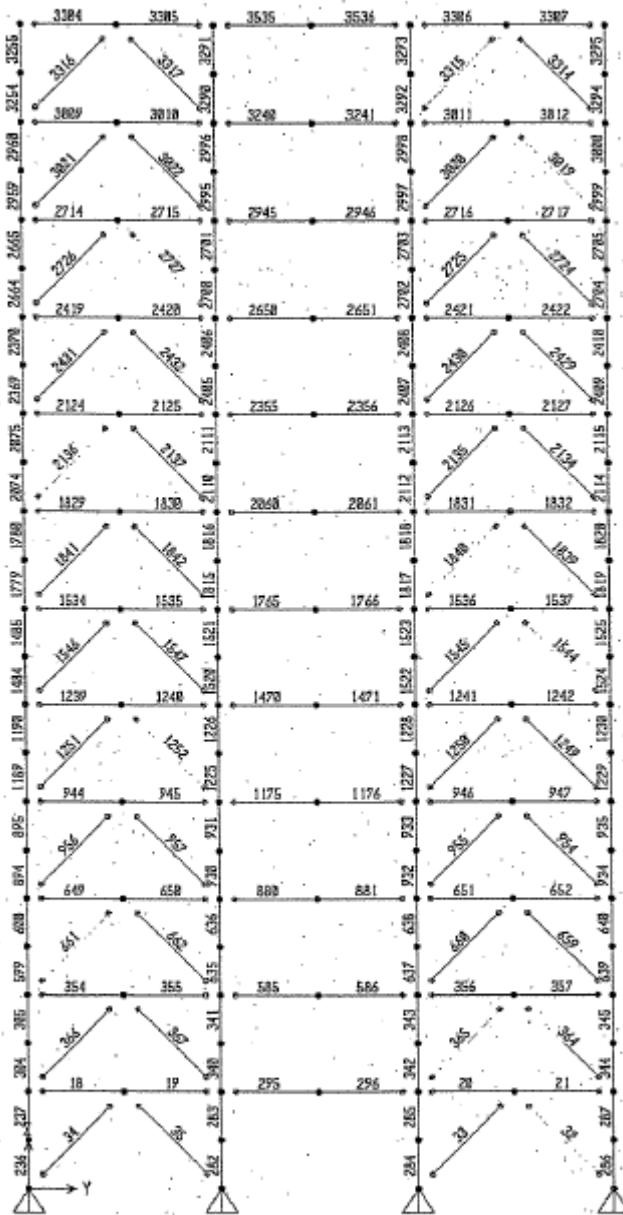












ÇELİK YAPI METRAJİ

ÇELİK KONSTRUKSIYON METRAJİ				
PROFİL	MALZEME	TOPLAM BOY (metre)	BİRİM AĞIRLIK (kg/m)	TOPLAM AĞIRLIK (ton)
HEA160	St 44	951,64	30,4	28,93
HEA180	St 44	90,3	35,5	3,21
HEB240	St 44	476	83,2	39,60
HEB340	St 44	532	134	71,29
IPE160	St 44	4197,4	15,8	66,32
IPE300	St 44	1991	42,2	84,02
IPE360	St 44	585,7	57,1	33,44
GENEL TOPLAM				326,91 ton

DEMİR METRAJİ		
MALZEME	MAHAL	MIKTAR (ton)
BÇIII	Temel	35,3

BETON METRAJİ		
MALZEME	MAHAL	MIKTAR (m³)
C30	Temel	392

YAKLAŞIK MALİYET TABLOSU

ÇELİK PROJE İMALAT İCMALİ

Sıra No	Poz.No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	16.059	BS.25 BETON 300 HAZIR BETON	M3	1110,932	98,79	109.748,97
2	21.011	BETONARME KALIP YAPILMASI	M2	5788,8	13,60	78.727,68
3	21.054	AHŞAP KALIP İSKELESİ (EN YÜKSEK 4 M)	M3	16286,4	2,34	38.110,18
4	23.014	ø 8-12 MM İNCE NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	17,973	1.451,56	26.088,89
5	23.015	ø 14-28 MM KALIN NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	70,6	1.373,75	96.985,75
6	23.101	DEMİR KARKAS (ÇERÇEVE) İNŞAAT YAPILIP YERİNE TESBİTİ	TON	326,81	3.340,06	1.091.565,01
7	25.137	DEMİR, MADENİ İMALATI KOROZYONA KARŞI 2KAT BOYAMA	M2	1360	7,35	9.996,00
8	SNBF.20/B	HERÇEŞİT B.A. DÜZ VE NERVÜRLÜ VE PROFİL DEMİR NAKLİ(KARABÜK,RUMELİ)	TON	343,151	76,83	26.364,29
9	SNBF.21/B	NERVÜRLÜ ÇELİK NAKLİ (İZMİR) (RUMELİ Y.)	TON	97,43	114,50	11.155,74
10	SNBF.29	HAZIR BETON NAKLİYESİ	M3	1110,932	15,12	16.797,29
11	Y.F.A	KOMPOZİT PANEL	M2	5616,000	25,00	140.400,00
Toplam						1.645.940,79

METRAJ CETVELİ

ÇELİK PROJE METRAJLARI

16.059	BS.25 BETON 300 HAZIR BETON						M3
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı	
	İCMALDE				392		392
	KAT BETONU	12		599,11	0,1		718,932
						Toplam	1.110,93
21.011	BETONARME KALIP YAPILMASI						M2
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı	
	TEMEL İÇİN	2		(28+20)	0,7		67,2
	KAT İÇİN	12	26	18			5616
	KENARLAR İÇİN	2*12	0,1	(26+18)			105,6
						Toplam	5.788,80
21.054	AHŞAP KALIP İSKELESİ (EN YÜKSEK 4 M)						M3
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı	
	KATLAR İÇİN	12	26	18	2,9		16286,4
						Toplam	16.286,40
23.014	ø 8-12 MM İNCE NERVÖRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ						TON
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı	
	KAT DÖŞEME BETONU İÇİN		0,0025	599,11			17,973
						Toplam	17,97
23.015	ø 14-28 MM KALIN NERVÖRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ						TON
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı	
	İCMALDE TEMEL İÇİN		35,3				35,3
	İCMALDE TEMEL İÇİN		35,3				35,3
						Toplam	70,60
23.101	DEMİR KARKAS (ÇERÇEVE) İNŞAAT YAPILIP YERİNE TESBİTİ						TON
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı	
	PROFİL METRAJİ EKLI LISTEDEN				328,81		328,81
						Toplam	328,81
Y.F.A	KOMPOZİT PANEL DÖŞENMESİ						M2
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı	
	PROFİL METRAJİ EKLI LISTEDEN	12	26	18			5616
						Toplam	5.616,00

NAKLİYE METRAJİ

ÇELİK PROJE NAKLİYE METRAJİ

B.A. ve Profil Demiri

Poz No	Tanımı	Birimi	İmalat İnz. Mik.	Birim Miktar	Katsayı	Azı
23.101	DEMİR KARKAS (ÇERÇEVE) İNŞAAT YAPILIP YERİNE TESBİTİ	TON	328,81	1,05	1	343,151
					Toplam	343,151

Nervörlü Çelik

Poz No	Tanımı	Birimi	İmalat İnz. Mik.	Birim Miktar	Katsayı	Azı
23.014	ø 8-12 MM İNCE NERVÖRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	17,973	1,1	1	19,77
23.015	ø 14-28 MM KALIN NERVÖRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	70,6	1,1	1	77,66
					Toplam	97,430

Hazır Beton Nakliyesi

Poz No	Tanımı	Birimi	İmalat İnz. Mik.	Birim Miktar	Katsayı	Azı
16.059	BS.25 BETON 300 HAZIR BETON	M3	1110,932	1	1	1110,932
					Toplam	1110,932

KOMPOZİT YAPI HESAP VE ÇİZİMLER

SİSTEM ÖZELLİKLERİ

Kat Adedi = 12
Kat Yüksekliği = 3 m
Yapı boyutu = 26 m x 18 m = 468 m²

Deprem bölgesi = 1 ($A_0 = 0,4$)
Yapı önem katsayısı {I} = 1
Hareketli Yük Katılım Katsayısı {n} = 0,3
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı {R} = 6

Zemin Gurubu = Z2 ($T_A = 0,15$ $T_B = 0,40$)

$\sigma_{z,em} = 20 \text{ t/m}^2$

$\sigma_{k,o} = 3000 \text{ t/m}^3$

Çelik = ST44 ($\sigma_H = 1650 \text{ kg/m}^2$; $\sigma_{HZ} = 1890 \text{ kg/m}^2$; $\sigma_{HD} = 2190 \text{ kg/m}^2$)

Beton = BS30 (C30)

Demir = BÇIII (S420).

YÜK ANALİZİ

NORMAL KATLAR

Çelik ve Betonarme perde zati = SAP2000 tarafından otomatik olarak alınır.

10 cm beton	= 0,01 x 2500	= 250 kg/m ²
Kaplama (1 cm fayans)	= 0,01 x 2200	= 22 kg/m ²
Kaplama harcı (2 cm)	= 0,02 x 2200	= 44 kg/m ²
Tesviye betonu (3 cm)	= 0,03 x 2000	= 60 kg/m ²
Sıva (2 cm)	= 0,02 x 2200	= 44 kg/m ²
Zati Yük (G)		= 420 kg/m ²

Hareketli Yük (Q) = 350 kg/m²

ÇATI KATI

Çelik ve Betonarme perde zati = SAP2000 tarafından otomatik olarak alınır.

10 cm beton	= 0,01 x 2500	= 250 kg/m ²
Şap (5 cm)	= 0,05 x 2000	= 100 kg/m ²
Sıva (2 cm)	= 0,02 x 2200	= 44 kg/m ²
Kaplama (Su izolasyonu)	=	16 kg/m ²
Zati Yük (G)		= 410 kg/m ²

Hareketli Yük (Q) = 150 kg/m²

Kar Yüğü (KAR) = 75 kg/m²

DEPREM YÜKÜ HESABI

$A_0 = 0,4$
 $I = 1$
 $R = 6$

SAP2000 de modal analiz sonucu sistemin periyodu $T = 0,9$ sn bulundu.

$$T > T_B = 0,4 \rightarrow S(T) = 2,5 \times (0,4 / 0,9)^{0,8} = 1,3$$

$$\text{Deprem katsayısı} = (0,4 \times 1 \times 1,3) / 6 = 0,086$$

Not : SAP2000 programı tarafından yukarıdaki deprem katsayısı ve %5 eksantrisite dikkate alınarak deprem kuvvetleri otomatik olarak hesaplanır.

RÜZGAR YÜKÜ HESABI

0 - 8 m arası (1.2.3. Katlar) $\rightarrow q_R = 50 \text{ kg/m}^2$
9 - 20 m arası (4.5.6.7. Katlar) $\rightarrow q_R = 80 \text{ kg/m}^2$
21 - 100 m arası (8.9.10.11.12. Katlar) $\rightarrow q_R = 110 \text{ kg/m}^2$

Rüzgar Yüğü (W) = $C_f \times 80$
Aerodinamik yük katsayısı = C_f

C_f (Basınç yüzeylerinde) = 0,8
 C_f (Emme yüzeylerinde) = -0,4

KOMPOZİT KİRİŞ HESABI

PROFİL = IPE160

çelik akma	beton	g(t/m)	-q(t/m)	L (cm)	E çelik	E beton	alfa	alfa b	ARA (cm)
σ=2,75	σ=0,35	0,588	0,580	600	2100	318	1	0,4	100
10 cm	16 cm	8,2 cm	-8,2 cm	0,74 cm	0,74 cm	0,5 cm	100 cm	20 cm	100 cm

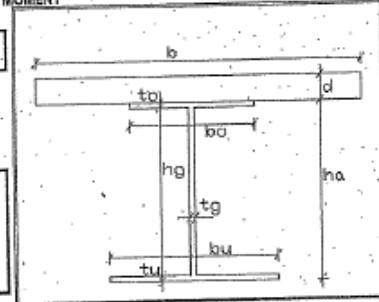
Z=53,339 ton
y=8,80922857
ha=8
hu=8

n=8,60377358
b*=7,5714286
yy=18,34888
lx=3443,8242

SEHİM
100,00 cm < 2,00 cm

KESİTİN TAŞIYABİLECEĞİ MAX. MOMENT

My=1043,45	My=858,49
a)y>d	b)y<=d
M2= 1043,45	M1= 858,49
Db= 140	
Da= -86,861	
Fed= -16,7565	
ya= -1,92153	
b1) ya<=to	b2) ya>to
M21= 1043,45	M22= -3142
	Dab= 33,374
	Dag= -228,7
	Fag= -15,76
	yag= -31,51



Kayma elemanı tahkiki
Z= 53,339
Dbmx= 259,00
H= 53,339

Kayma Elemanı Olarak
Stud kullanılacak
h= 7,5
d= 1,587
Oran= 4,73
α= 1
H1u= 8,50
H1u= 3,68
H seçilen= 3,68
nH= 17
Stud aralığı (cm)= 35,3

Kiriste oluşan moment
M= 3,039

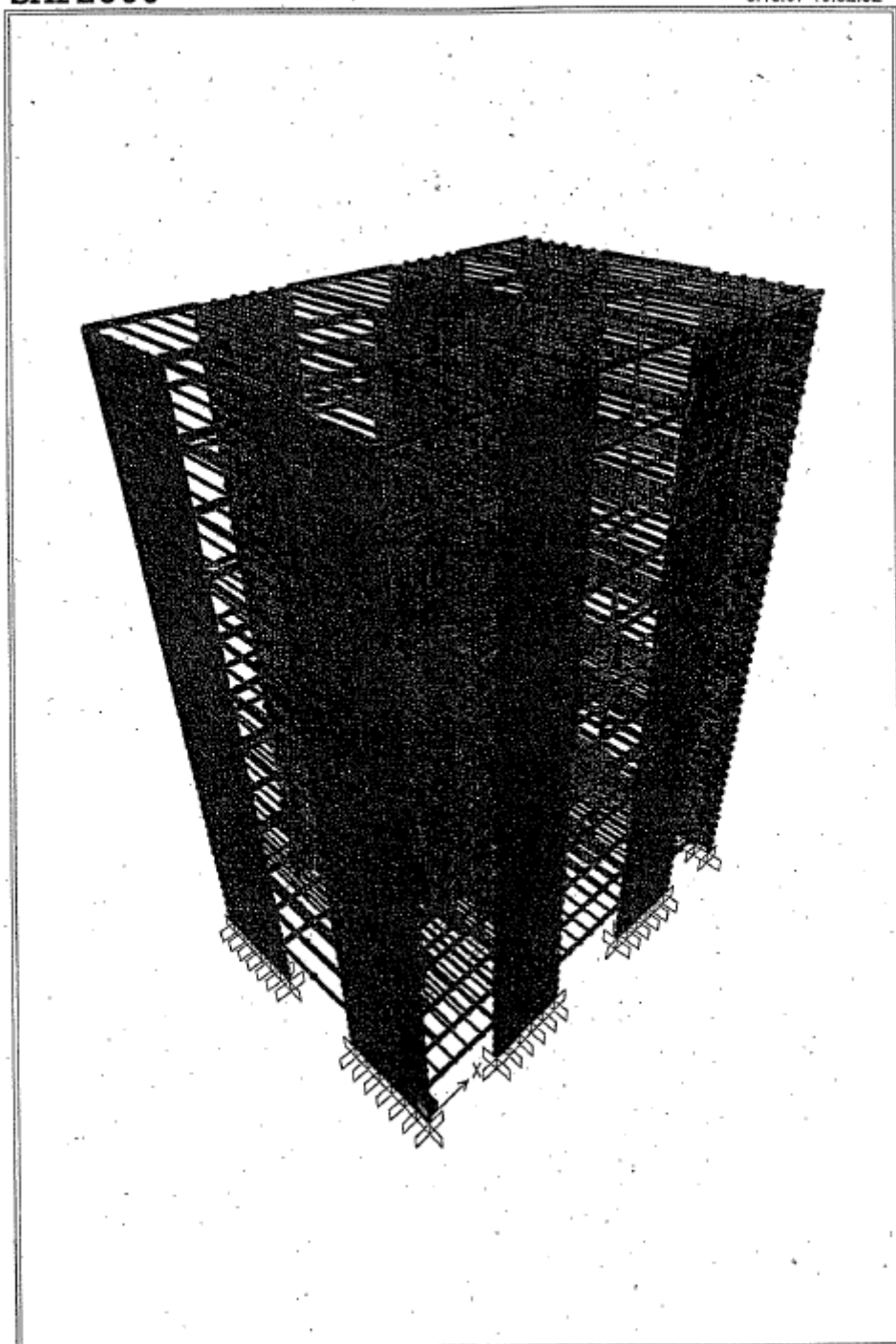
Emniyet katsayısı= 2,03 > 2 uydurul

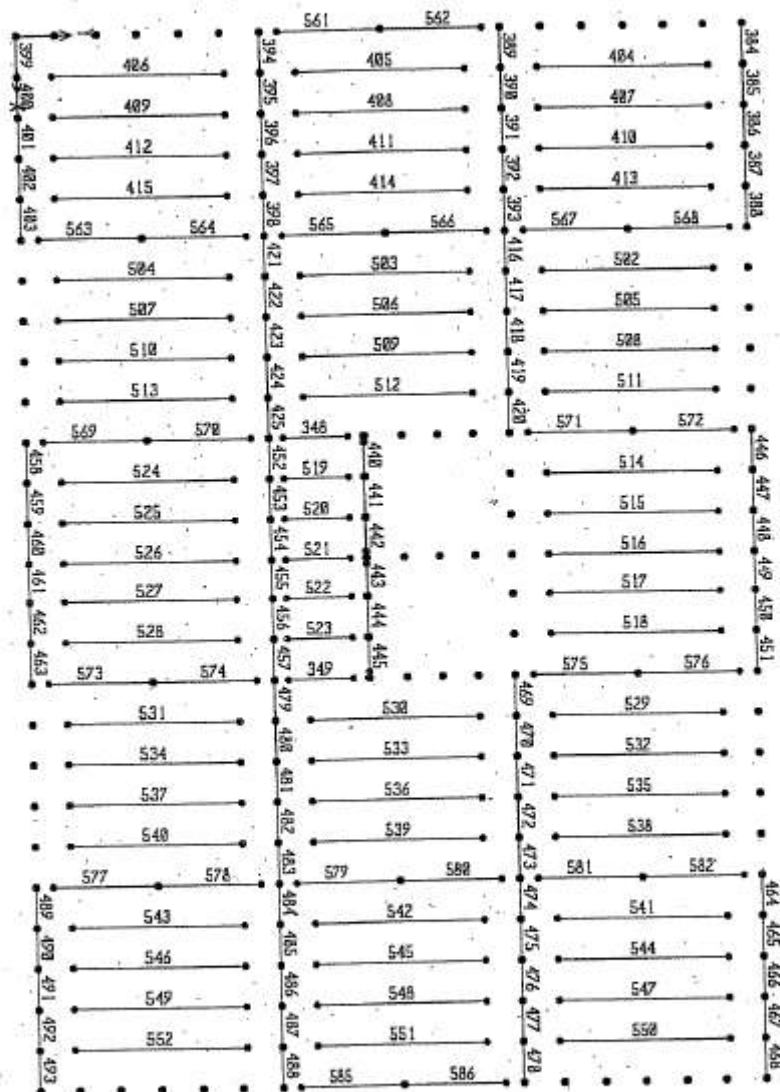
YÜK TANIMLAMALARI

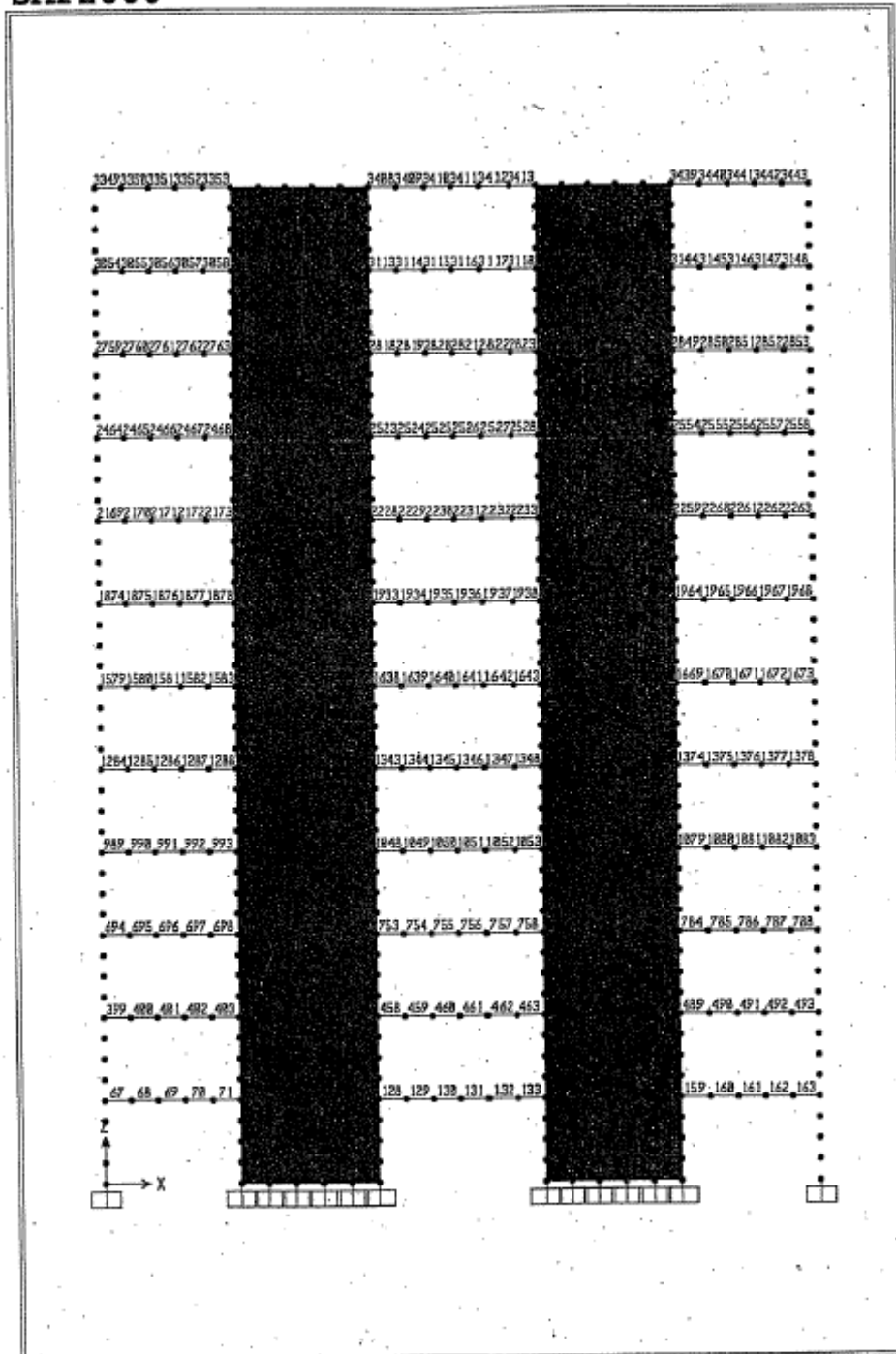
YÜK	AÇIKLAMA
G	Zati Yük
KAR	Kar Yükü
Q	Hareketli Yük
EXP	Deprem Yükü ' +X yönü'
EXN	Deprem Yükü ' -X yönü'
EYP	Deprem Yükü ' +Y yönü'
EYN	Deprem Yükü ' -Y yönü'
WXP	Rüzgar Yükü ' +X yönü'
WXN	Rüzgar Yükü ' -X yönü'
WYP	Rüzgar Yükü ' +Y yönü'
WYN	Rüzgar Yükü ' -Y yönü'

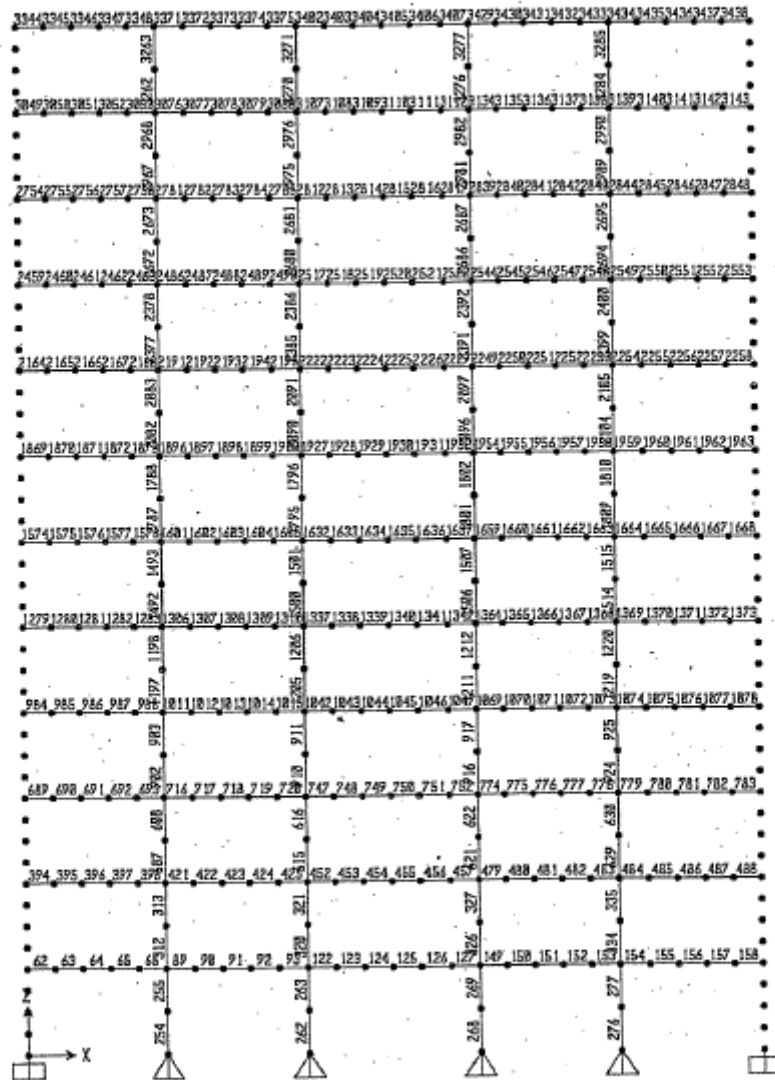
YÜKLEME KOMBİNASYONLARI

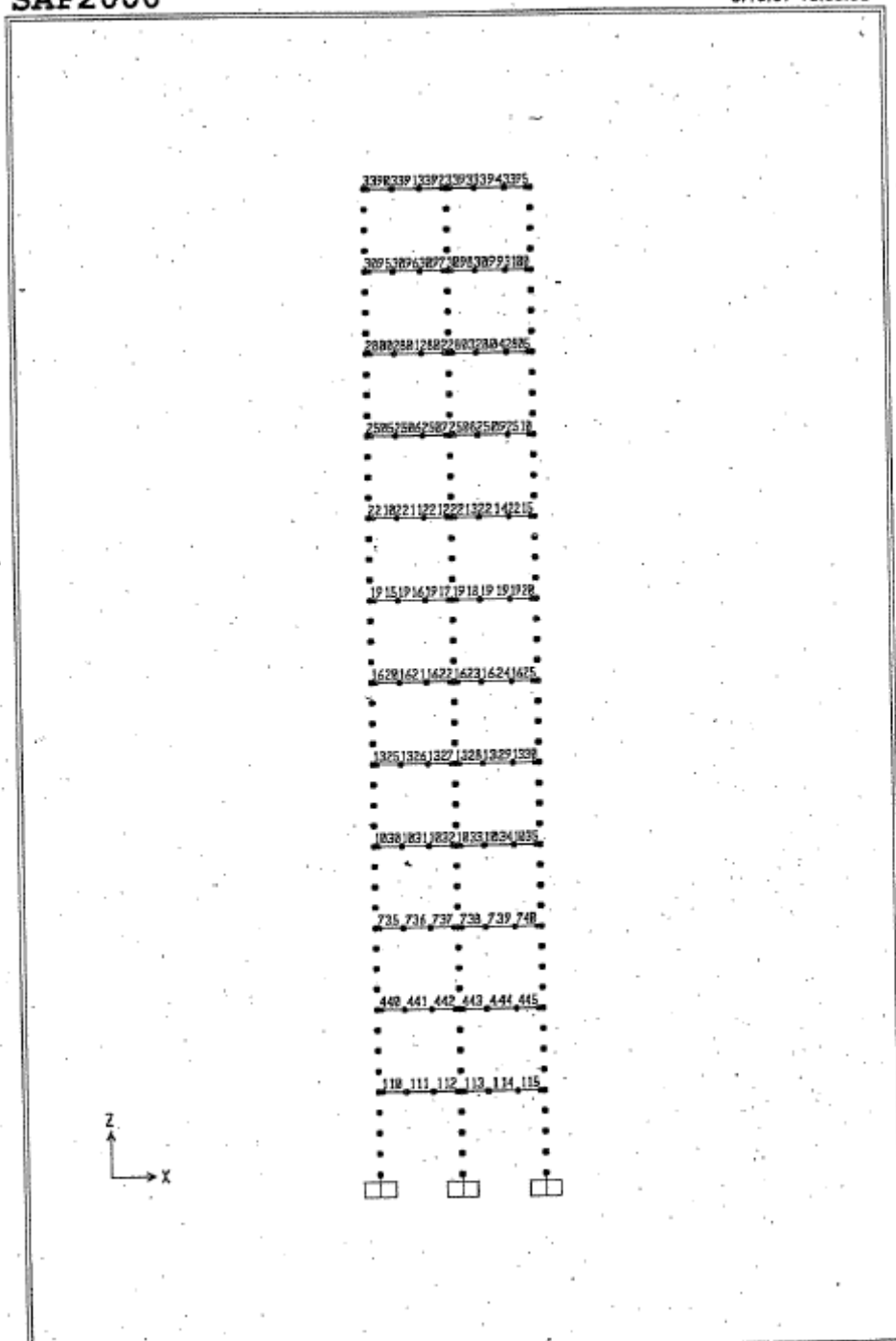
COMB1	G
COMB2	G+EXP
COMB3	G+EXN
COMB4	G+EYP
COMB5	G+EYN
COMB6	G+WXP
COMB7	G+WXN
COMB8	G+WYP
COMB9	G+WYN
COMB10	G+Q
COMB11	G+Q+EXP
COMB12	G+Q+EXN
COMB13	G+Q+EYP
COMB14	G+Q+EYN
COMB15	G+Q+WXP
COMB16	G+Q+WXN
COMB17	G+Q+WYP
COMB18	G+Q+WYN
COMB19	G+KAR
COMB20	G+KAR+EXP
COMB21	G+KAR+EXN
COMB22	G+KAR+EYP
COMB23	G+KAR+EYN
COMB24	G+KAR+WXP
COMB25	G+KAR+WXN
COMB26	G+KAR+WYP
COMB27	G+KAR+WYN
COMB28	G+Q+KAR
COMB29	G+Q+KAR+EXP
COMB30	G+Q+KAR+EXN
COMB31	G+Q+KAR+EYP
COMB32	G+Q+KAR+EYN
COMB33	G+Q+KAR+WXP
COMB34	G+Q+KAR+WXN
COMB35	G+Q+KAR+WYP
COMB36	G+Q+KAR+WYN

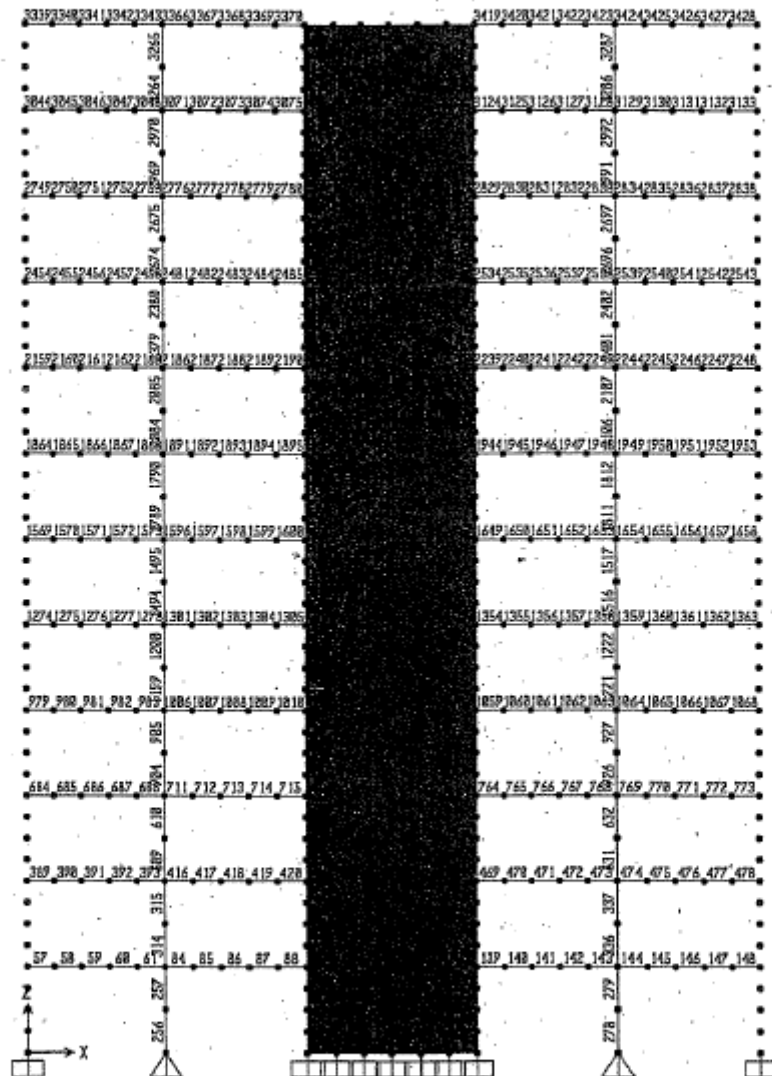


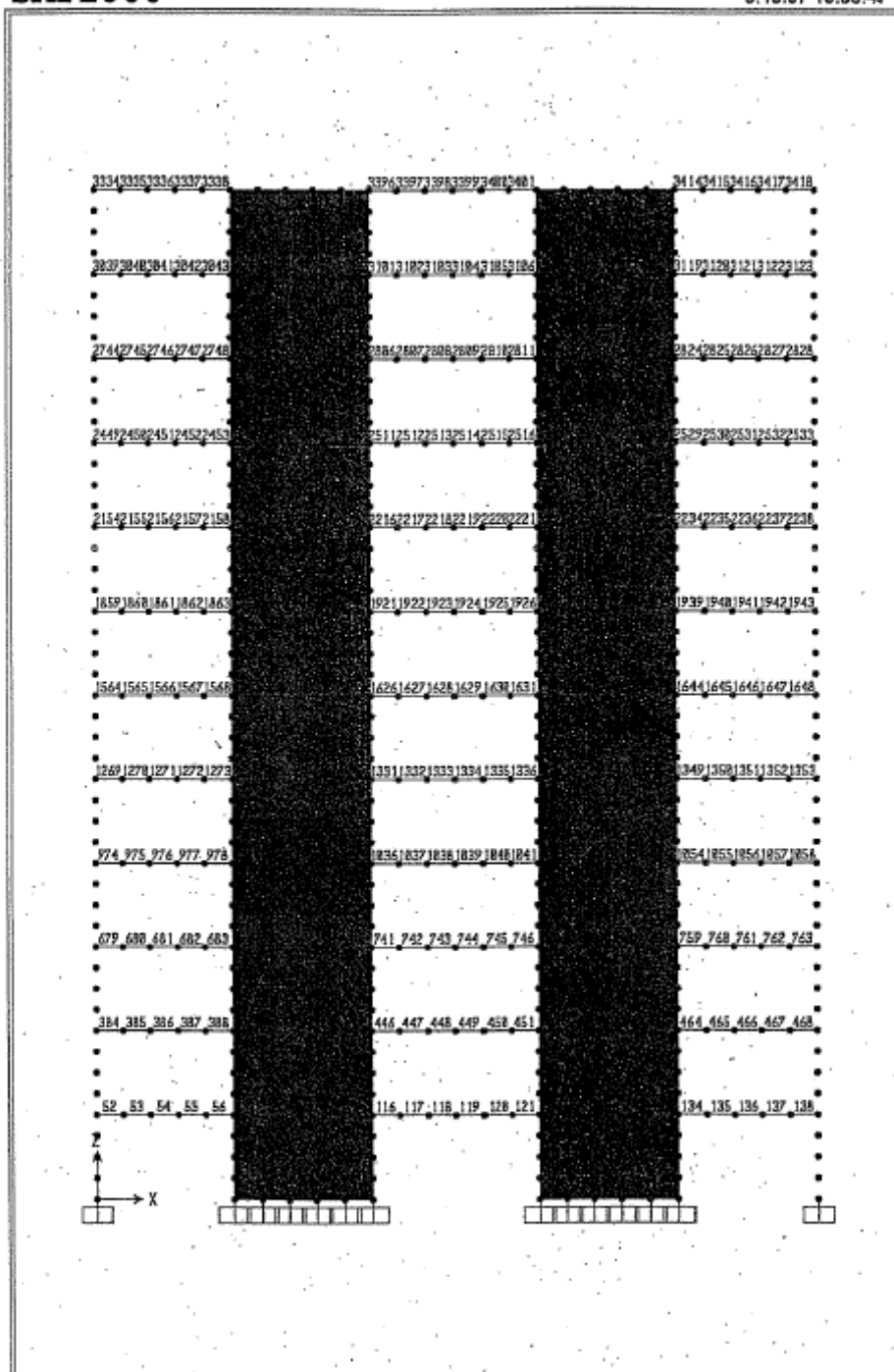


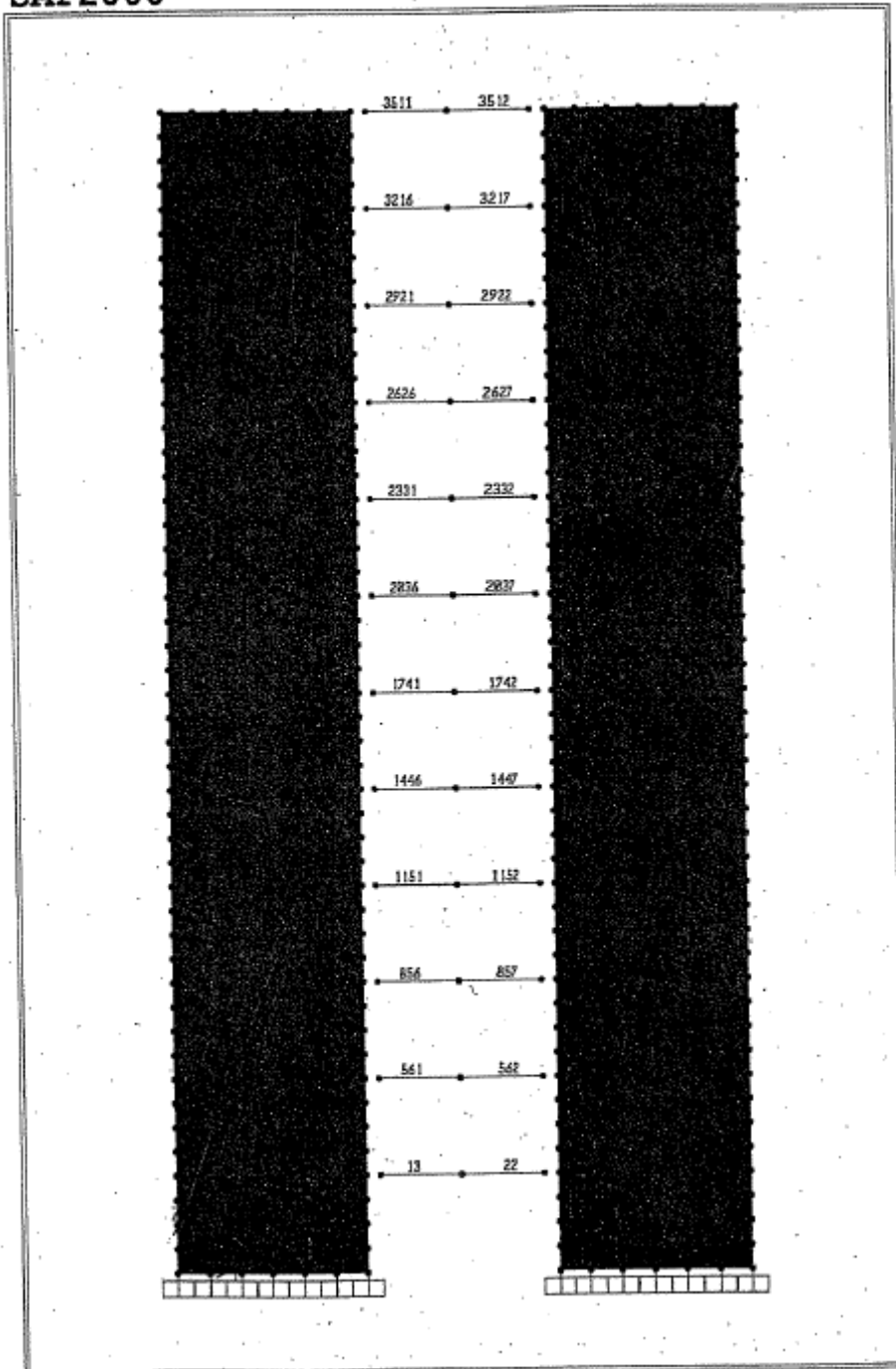


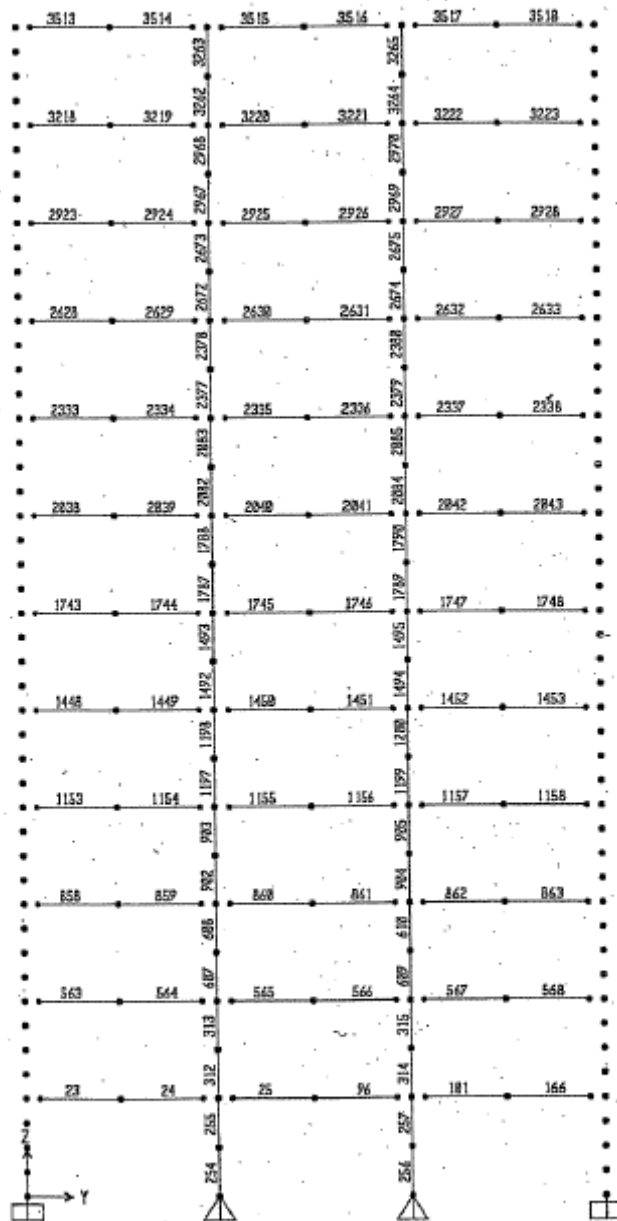










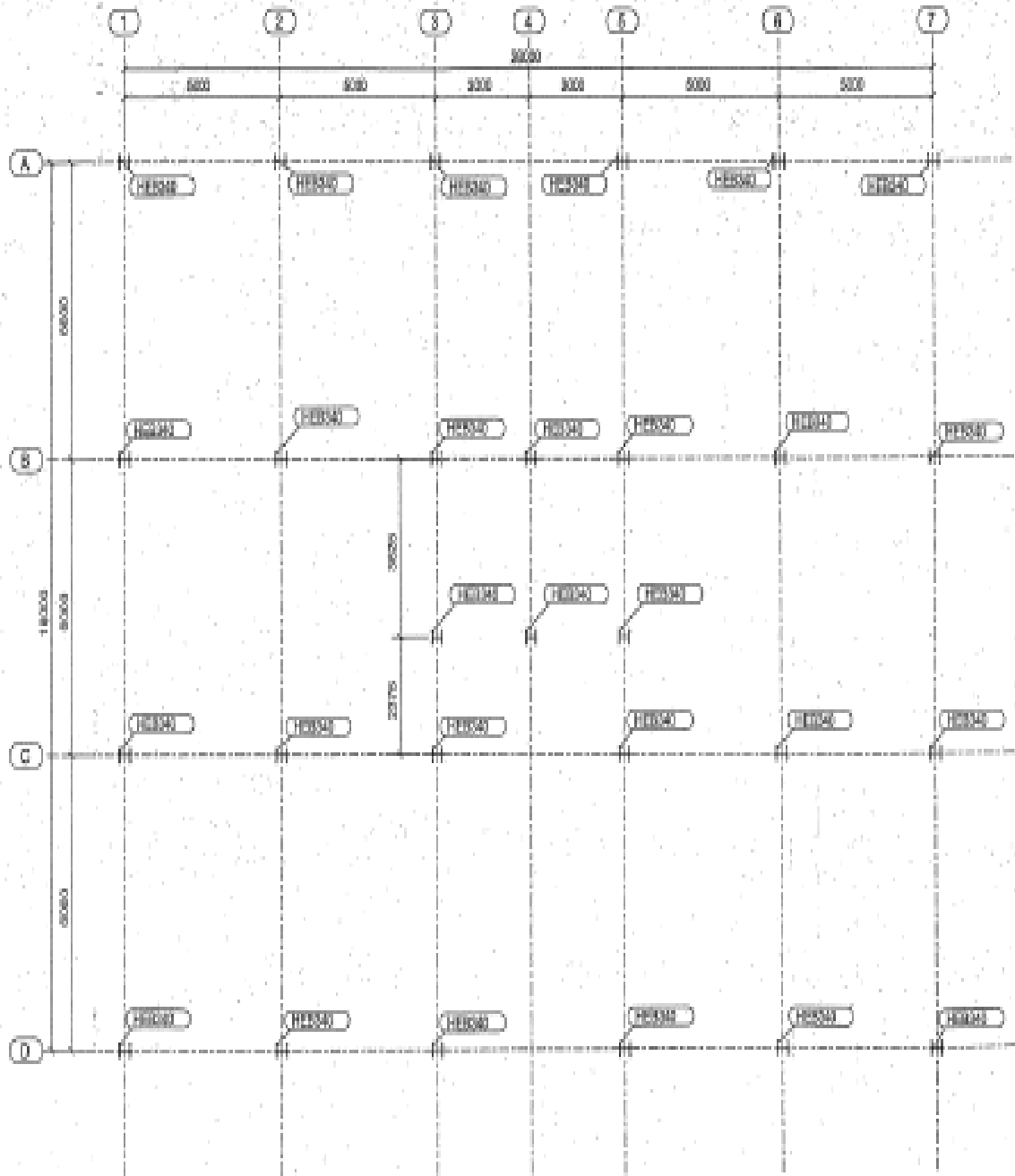


KOMPOZİT YAPI METRAJİ

ÇELİK KONSTRÜKSİYON METRAJİ				
PROFİL	MALZEME	TOPLAM BOY (mct.e)	BİRİM AĞIRLIK (kg/m)	TOPLAM AĞIRLIK (ton)
HEB240	St 44	102	83,2	8,49
HEB340	St 44	114	134	15,28
IPE160	St 44	4179	15,8	66,03
IPE270	St 44	1318	36,1	47,58
IPE360	St 44	520	57,1	29,69
GENEL TOPLAM				167,06 ton

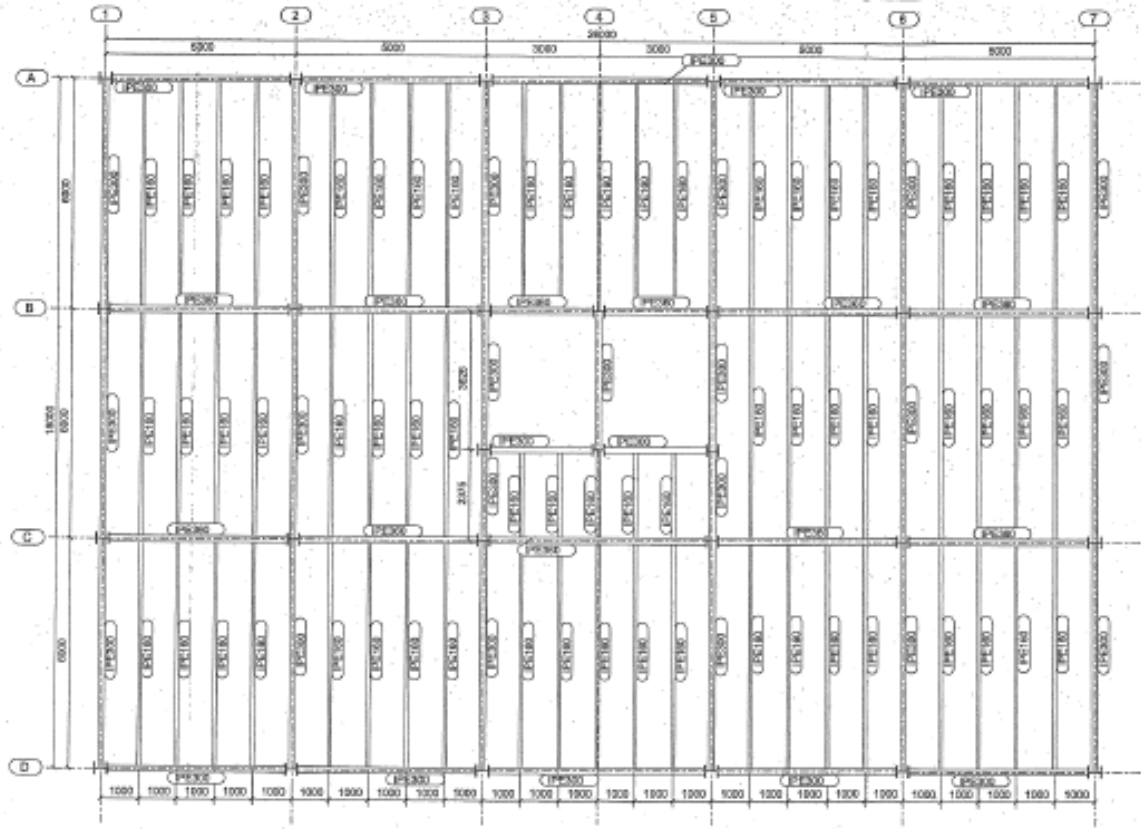
DEMİR METRAJİ		
MALZEME	YERİ	MİKTAR (ton)
BÇIII	Temel	33,7
BÇIII	Perde	60,7

BETON METRAJİ		
MALZEME	YERİ	MİKTAR (m ³)
C30	Temel	392
C30	Perde	674



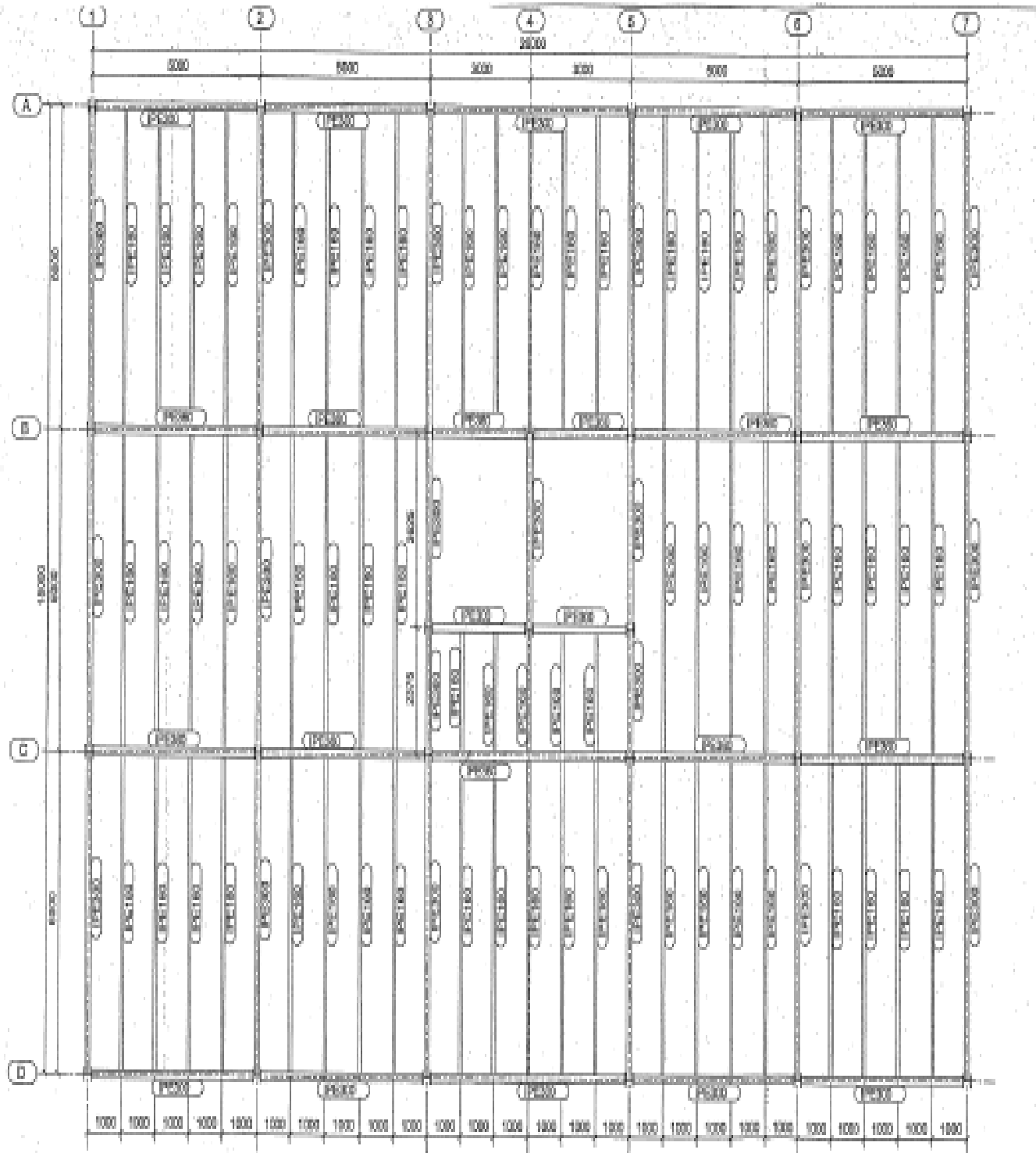
KOLON APLİKASYON PLANI

ÖLÇEK: 1/100



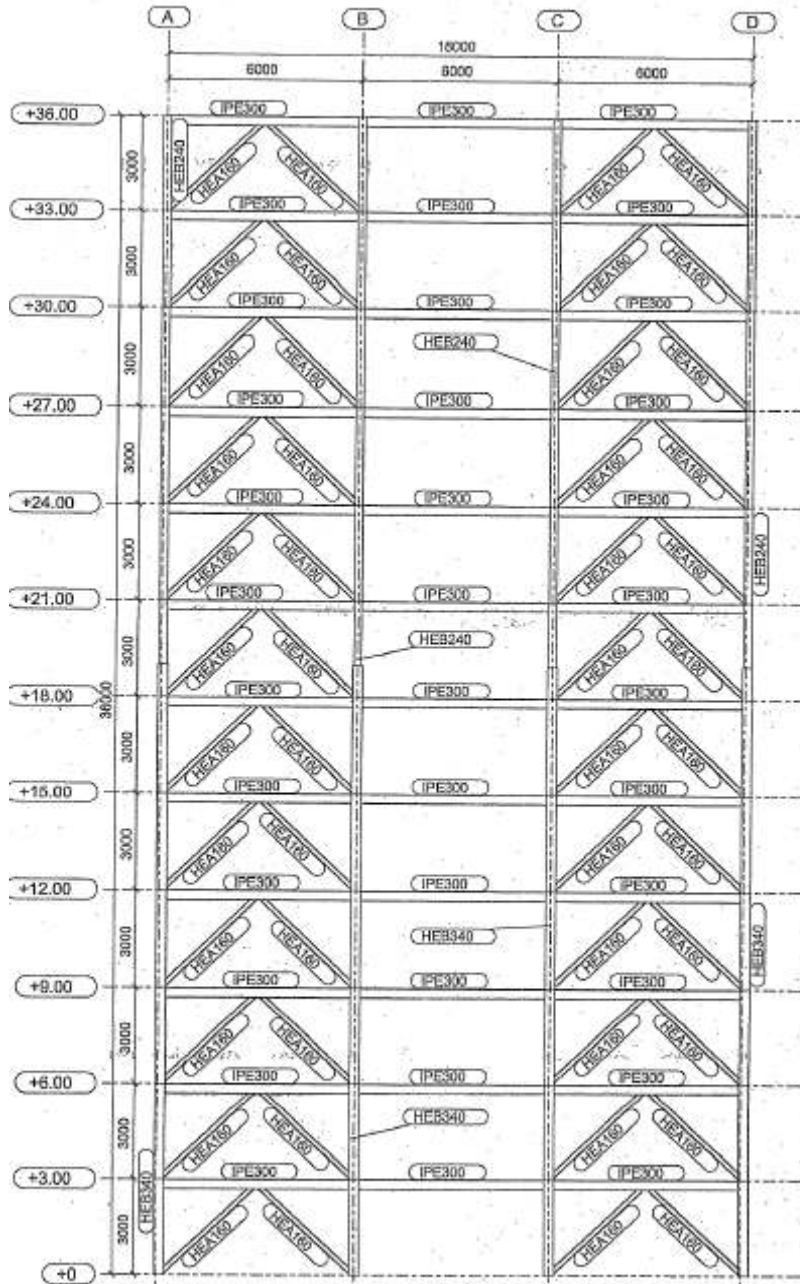
1.2.3.4.5.6. KAT PLANLARI

ÖLÇEK : 1/80



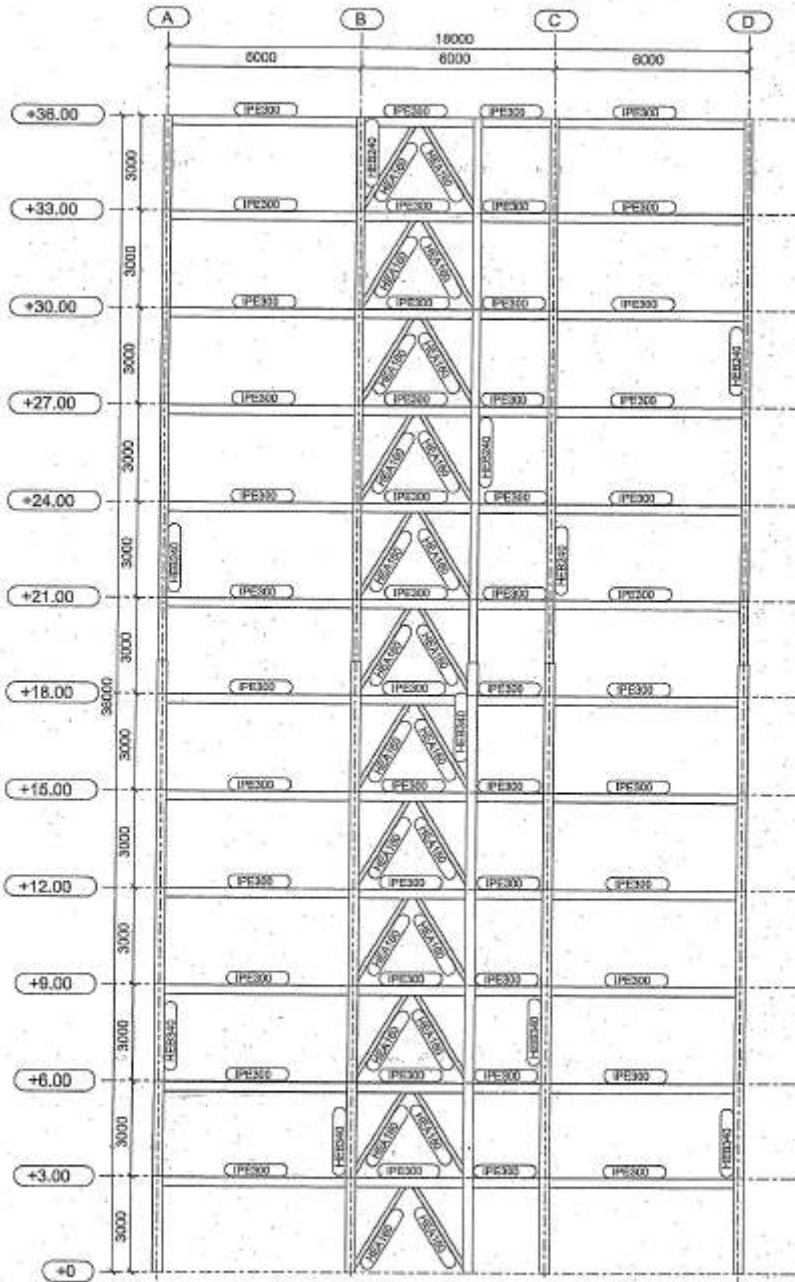
7.8.9.10.11.12. KAT PLANLARI

ÖLÇEK: 1/50

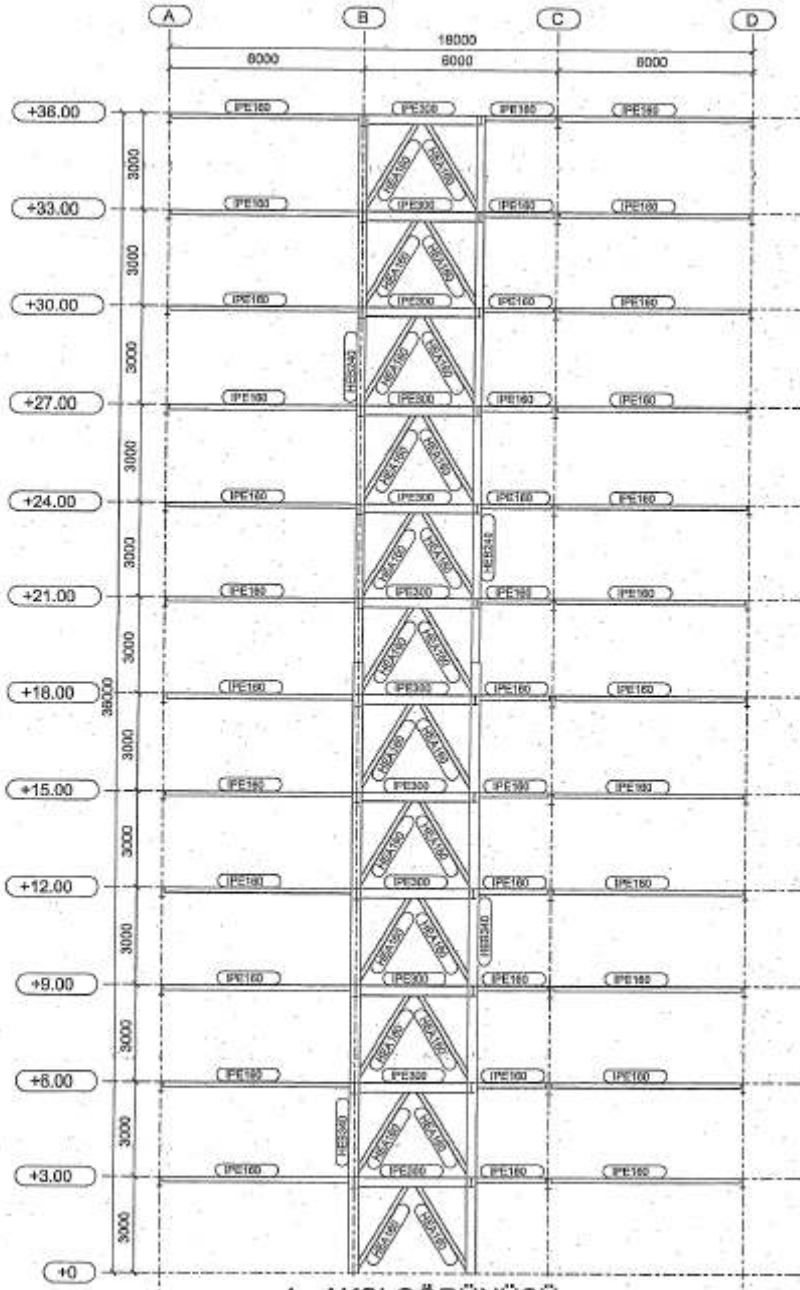


1- AKSI GÖRÜNÜŞÜ

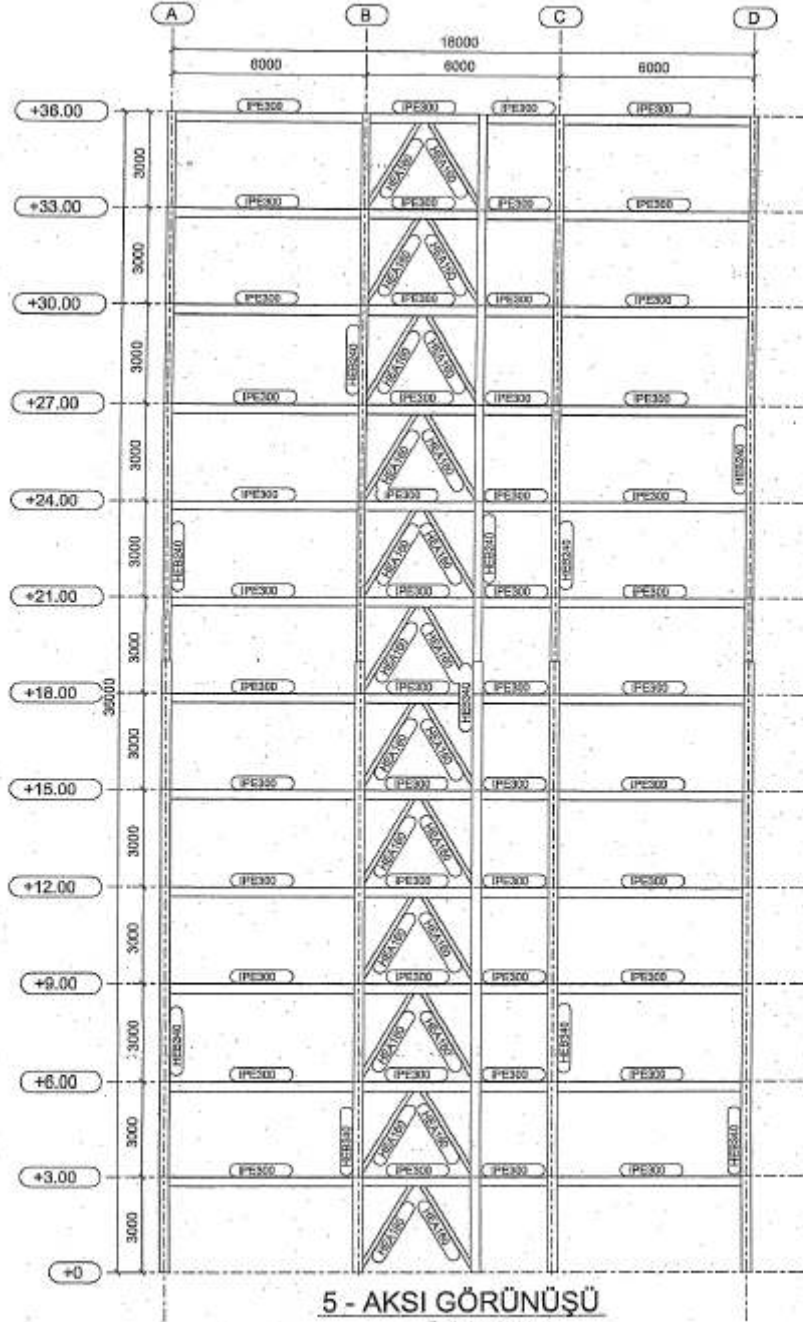
ÖLÇEK : 1/125



3 - AKSI GÖRÜNÜŞÜ
ÖLÇEK : 1/125

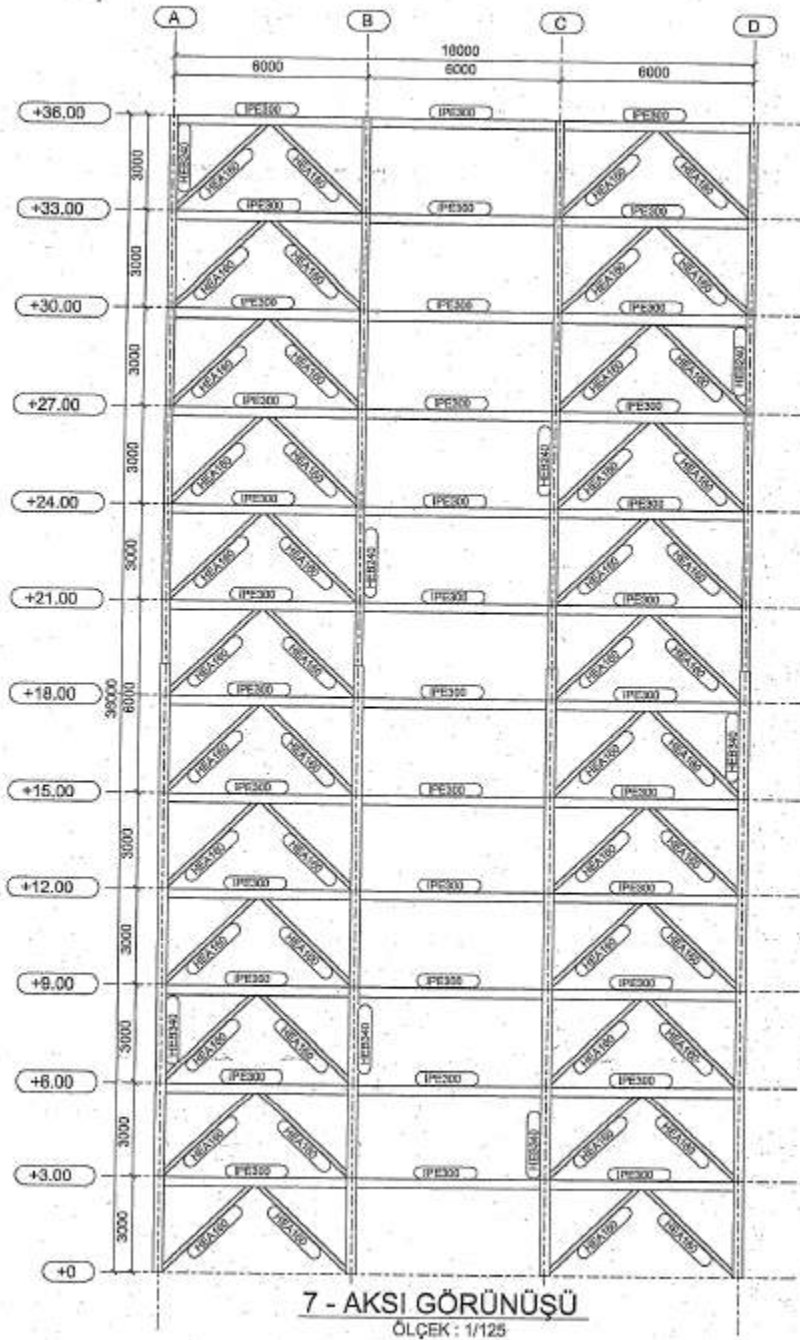


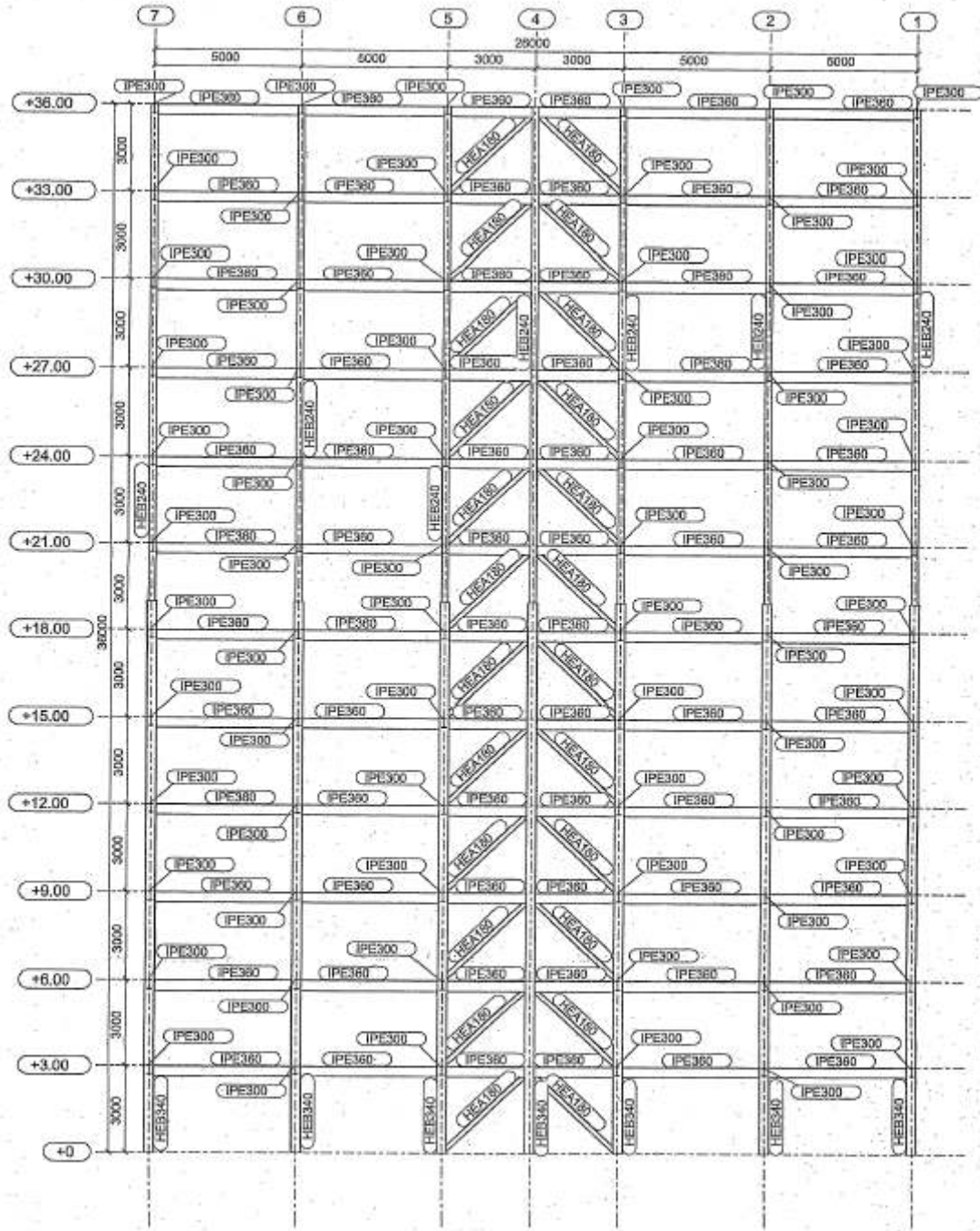
4 - AKSI GÖRÜNÜŞÜ
ÖLÇEK : 1/125



5 - AKSI GÖRÜNÜŞÜ

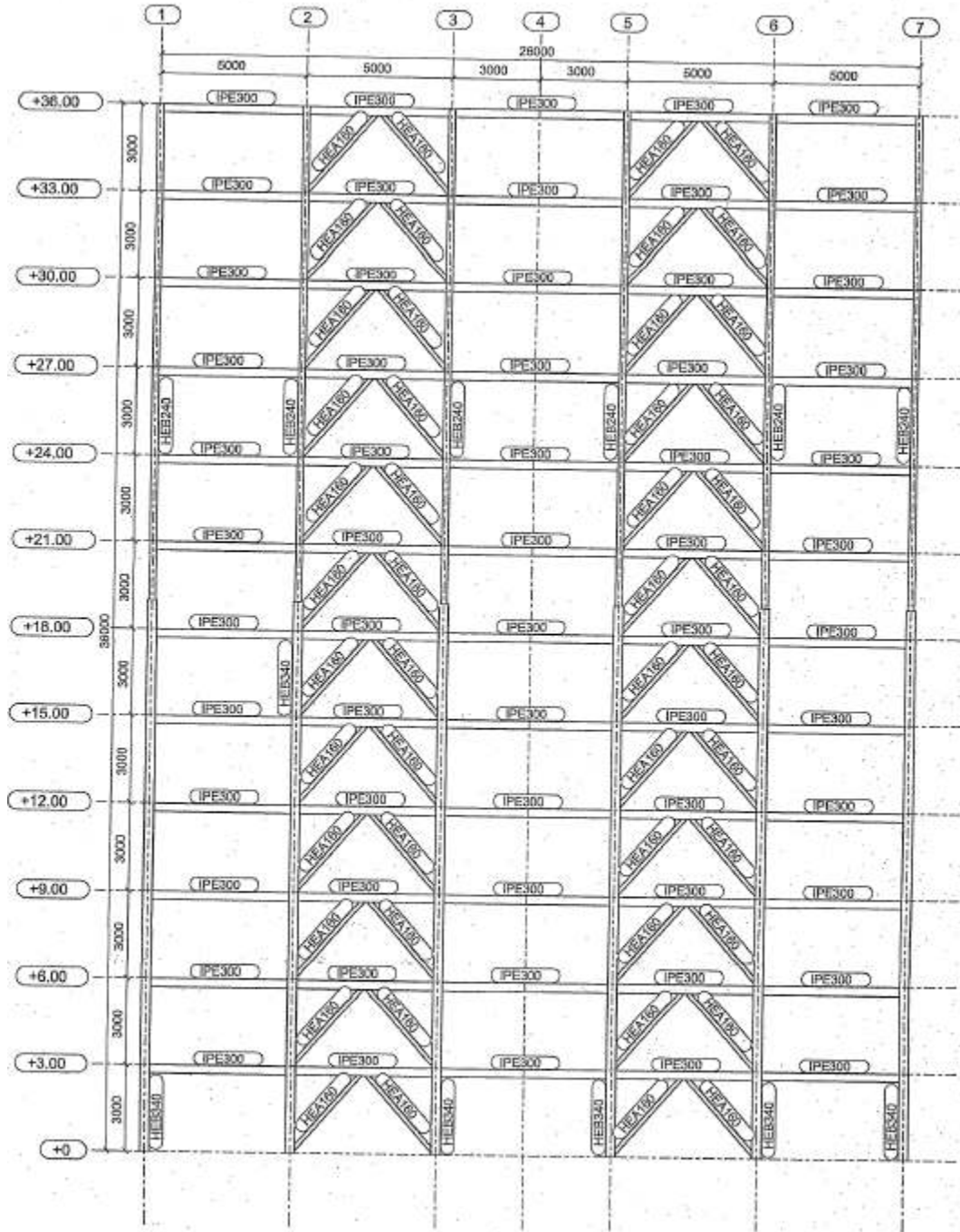
ÖLÇEK : 1/125





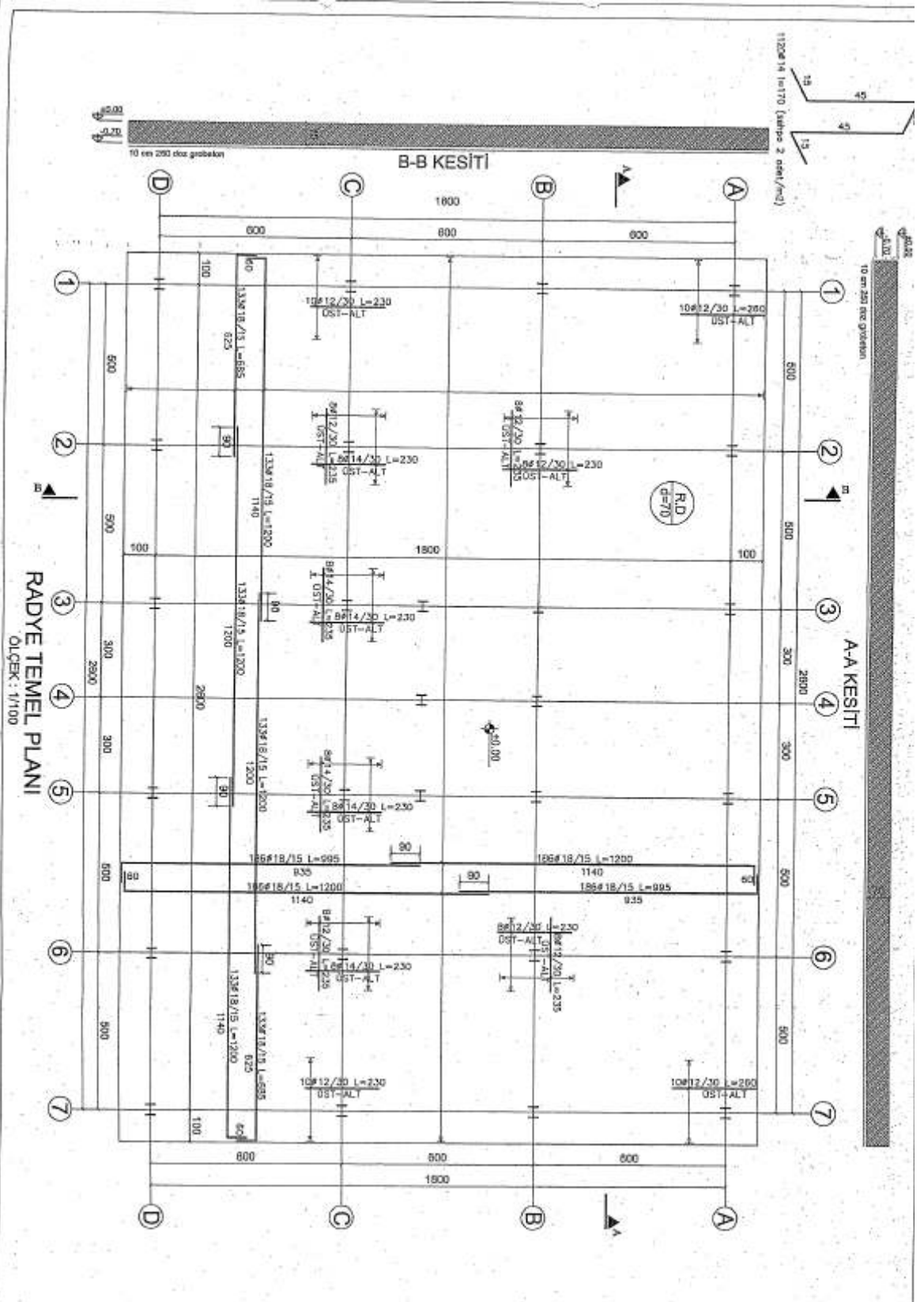
B - AKSI GORUNUSU

ÖLÇEK : 1/125



D - AKSI GORUNUSU

ÖLÇEK : 1/125



YAKLAŞIK MALİYET TABLOSU

KOMPOZİT SİSTEM İMALAT İCMALI

Sıra No	Poz No	Tanım	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Tutar
1	16.059	BS.25 BETON 300 HAZIR BETON	M3	1784,932	98,79	176.333,43
2	21.011	BETONARME KALIP YAPILMASI	M2	11706,72	13,60	159.211,39
3	21.054	AHŞAP KALIP İSKELESİ (EN YÜKSEK 4 M)	M3	16286,4	2,34	38.110,16
4	23.014	ø 8-12 MM İNCE NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	95,733	1.451,56	98.898,79
5	23.015	ø 14-28 MM KALIN NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	56,64	1.373,75	77.869,20
6	23.101	DEMİR KARKAS (ÇERÇEVE) İNŞAAT YAPILIP YERİNE TESBİTİ	TON	167,06	3.340,08	557.990,42
7	25.137	DEMİR, MADENİ İMALATI KORUZYONA KARŞI 2KAT BOYAMA	M2	908	7,35	7.041,30
8	SNBF.20B	HERÇESİT S.A. DÜZ VE NERVÜRLÜ VE PROFİL DEMİR NAKLİ(KARABÖK, RUMELİ)	TON	175,413	76,43	13.476,98
9	SNBF.21B	NERVÜRLÜ ÇELİK NAKLİ (ZMİR) (RUMELİ Y.)	TON	123,61	114,50	14.153,36
10	SNBF.28	HAZIR BETON NAKLİYESİ	M3	1754,932	15,12	26.566,17
11	Y.F.A	KOMPOZİT PANEL YAPILMASI		5616	25,00	140.400,00
Toplam						1.260.414,21

METRAJ CETVELİ

KOMPOZİT PROJE İMALAT METRAJLARI

16.059	BS.25 BETON 300 HAZIR BETON						M3
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı	
	KOMPOZİT YAPI İÇMALİNDE TEMEL İÇİN				392	392	
	KOMPOZİT PANEL İÇMALİNDE PERDE İÇİN				674	674	
	DÖŞEMELER İÇİN	12		599,11	0,1	718,932	
					Toplam	1.784,93	
21.011	BETONARME KALIP YAPILMASI						M2
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı	
	TEMEL İÇİN	2		(28+20)	0,7	67,2	
	KAT DÖŞEMESİ İÇİN	12	18	26		5816	
	KENARLAR	12*2		(26+18)	0,1	105,6	
	PERDELER 2/3 AKS ARASI	2*2*12*2		(5+0.3)	2,9	1475,52	
	A-B ARASI PERDELER	2*2*12*2		(6.3+0.3)	2,9	1837,44	
	ASANSÖR PERDELERİ	3*2*12*2		(3.93+0.3)	3	1827,36	
	ASANSÖR PERDELERİ	2*2*12*2		2,7	3	777,6	
					Toplam	11.706,72	
21.054	AHŞAP KALIP İSKELESİ (EN YÜKSEK 4 M)						M3
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı	
	KAT DÖŞEMELERİ İÇİN	12	18	26	2,9	16286,4	
					Toplam	16.286,40	
23.014	ø 8-12 MM İNCE NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ						TON
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı	
	TEMEL İÇİN	0,4		33,7		13,48	
	PERDELER İÇİN	0,4		60,7		24,28	
	KAT BETONU İÇİN	12		599,11	0,0025	17,973	
					Toplam	55,73	
23.015	ø 14-28 MM KALIN NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ						TON
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı	
	TEMEL İÇİN	0,6		33,7		20,22	
	PERDELER İÇİN	0,6		60,7		36,42	
					Toplam	56,64	
23.101	DEMİR KARKAS (ÇERÇEVE) İNŞAAT YAPILIP YERİNE TESBİTİ						TON
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı	
	KOMPOZİT SİSTEM PROFİL METRAJINDA				167,06	167,06	
					Toplam	167,06	
Y.F.A	KOMPOZİT PANEL YAPILMASI						
Mahal	Açıklama	Adet	En	Boy	Yükseklik	Azı	
	YAPI ALANI İÇİN	12	26	18		5616	
					Toplam	5.616,00	

NAKLİYE METRAJİ

KOMPOZİT SİSTEM NAKLİYE METRAJİ

B.A. ve Profil Demiri

Ton

Poz No	Tanımı	Birimi	İmalat İnz. Mik.	Birim Miktar	Katsayı	Azı
23.101	DEMİR KARKAS (ÇERÇEVE) İNŞAAT YAPILIP YERİNE TESBİTİ	TON	167,06	1,05	1	175,413
Toplam						175,413

Nervürlü Çelik

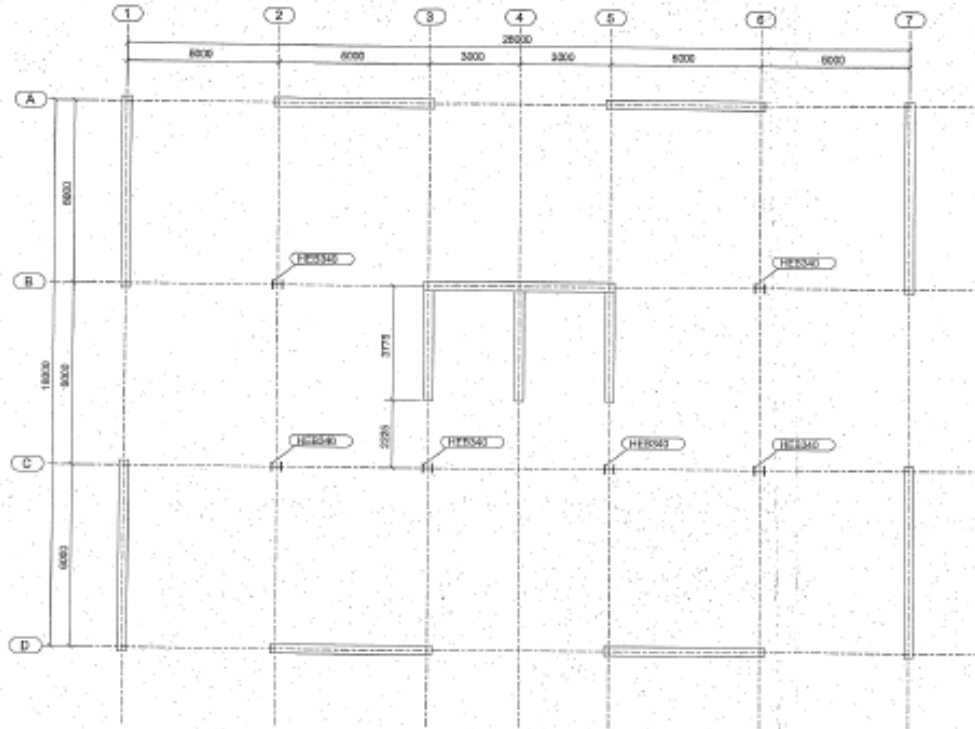
Ton

Poz No	Tanımı	Birimi	İmalat İnz. Mik.	Birim Miktar	Katsayı	Azı
23.014	ø 8-12 MM İNCE NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	55,733	1,1	1	61,306
23.015	ø 14-28 MM KALIN NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	56,64	1,1	1	62,304
Toplam						123,610

Hazır Beton Nakliyesi

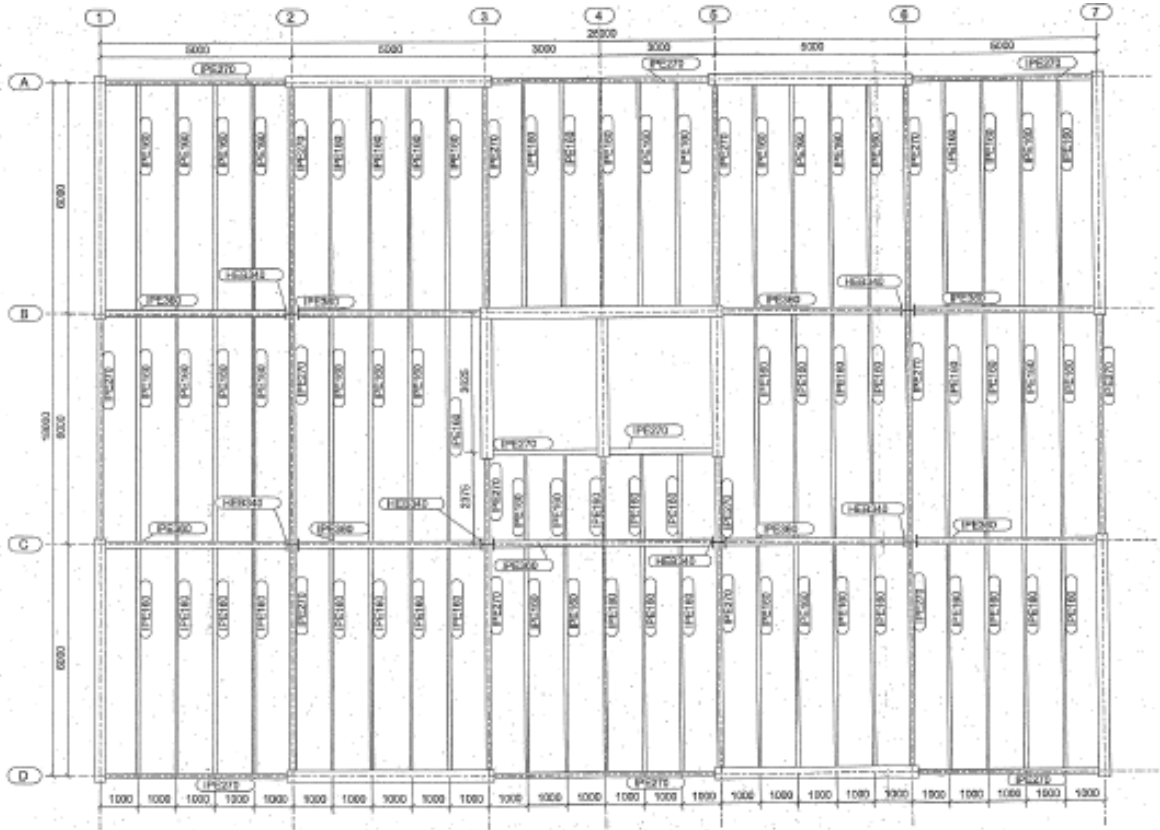
M3

Poz No	Tanımı	Birimi	İmalat İnz. Mik.	Birim Miktar	Katsayı	Azı
16.059	BS.25 BETON 300 HAZIR BETON	M3	1784,932	1	1	1784,932
Toplam						1784,932

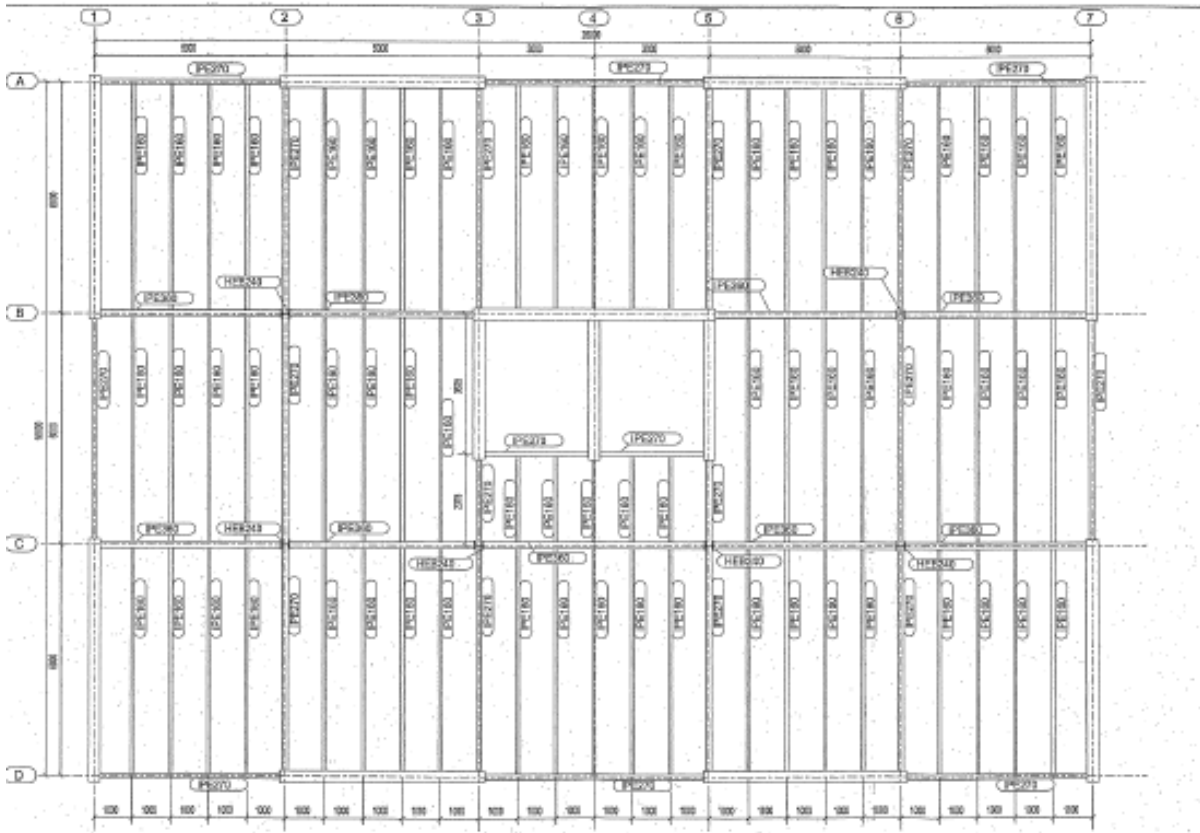


KOLON APLİKASYON PLANI

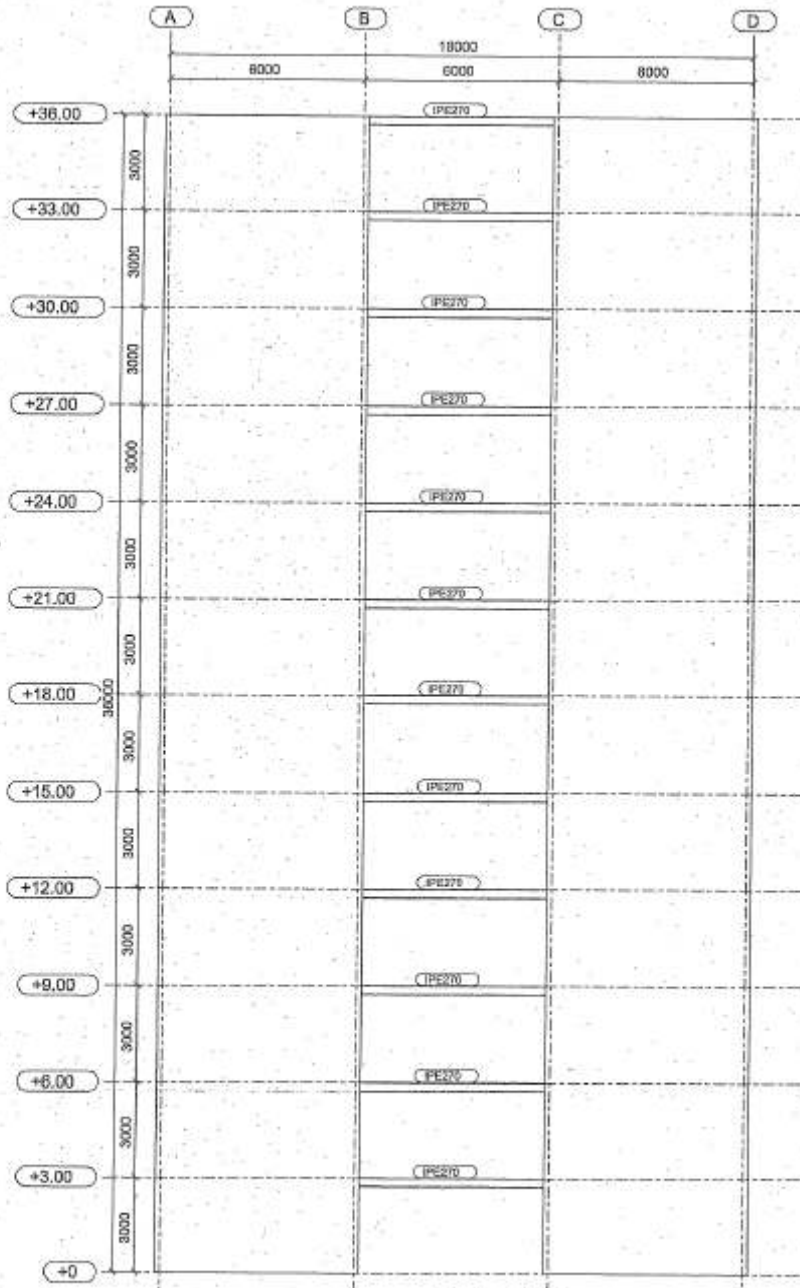
ÖLÇEK : 1/100



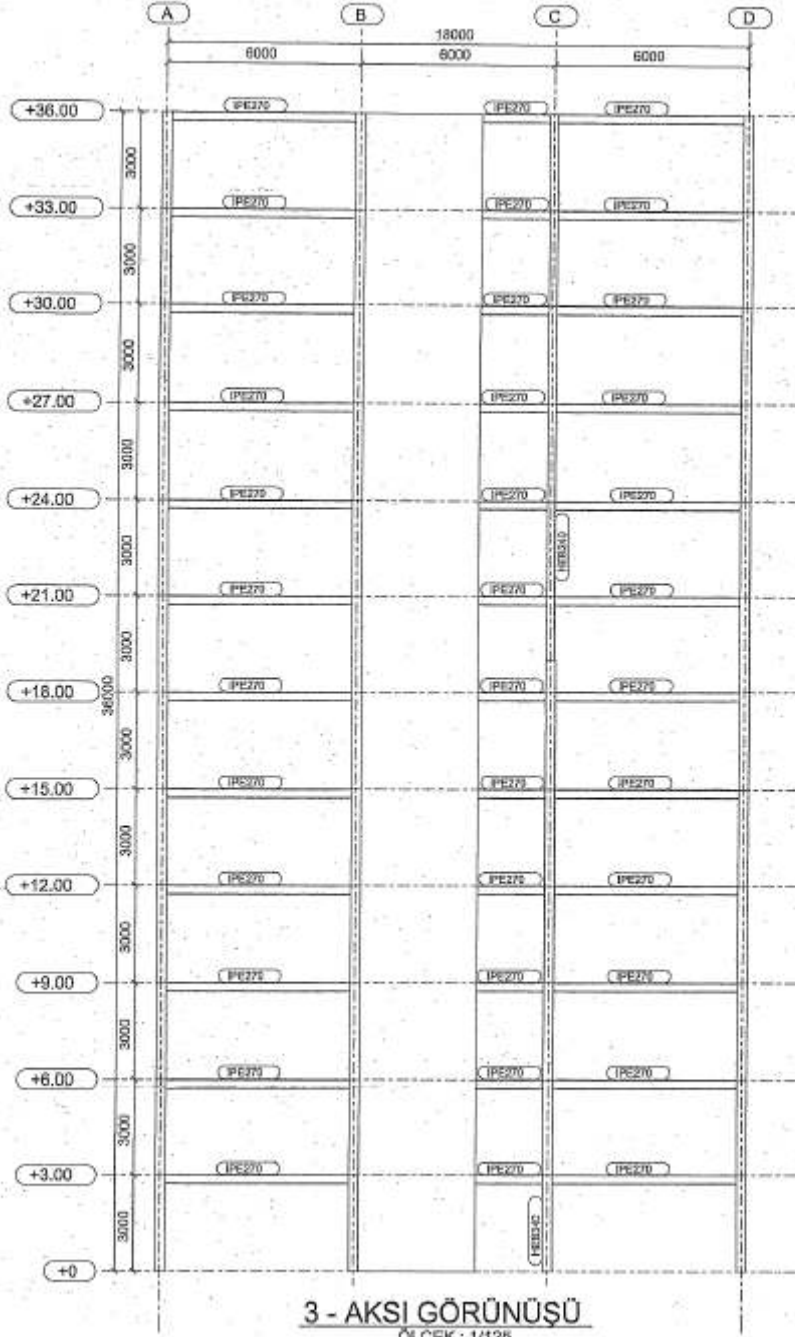
1.2.3.4.5.6. KAT PLANLARI
ÖLÇEK : 1/80

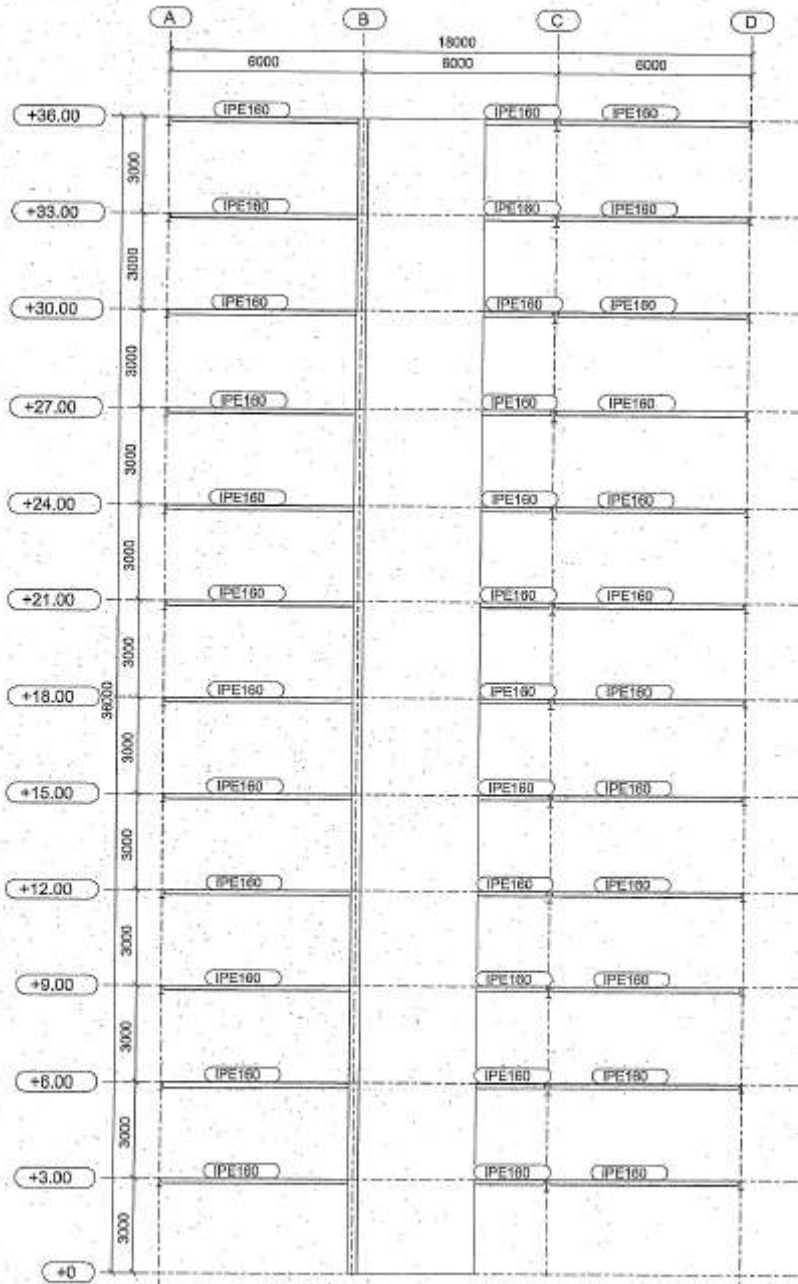


7.8.9.10.11.12. KAT PLANLARI
ÖLÇEK : 1/80

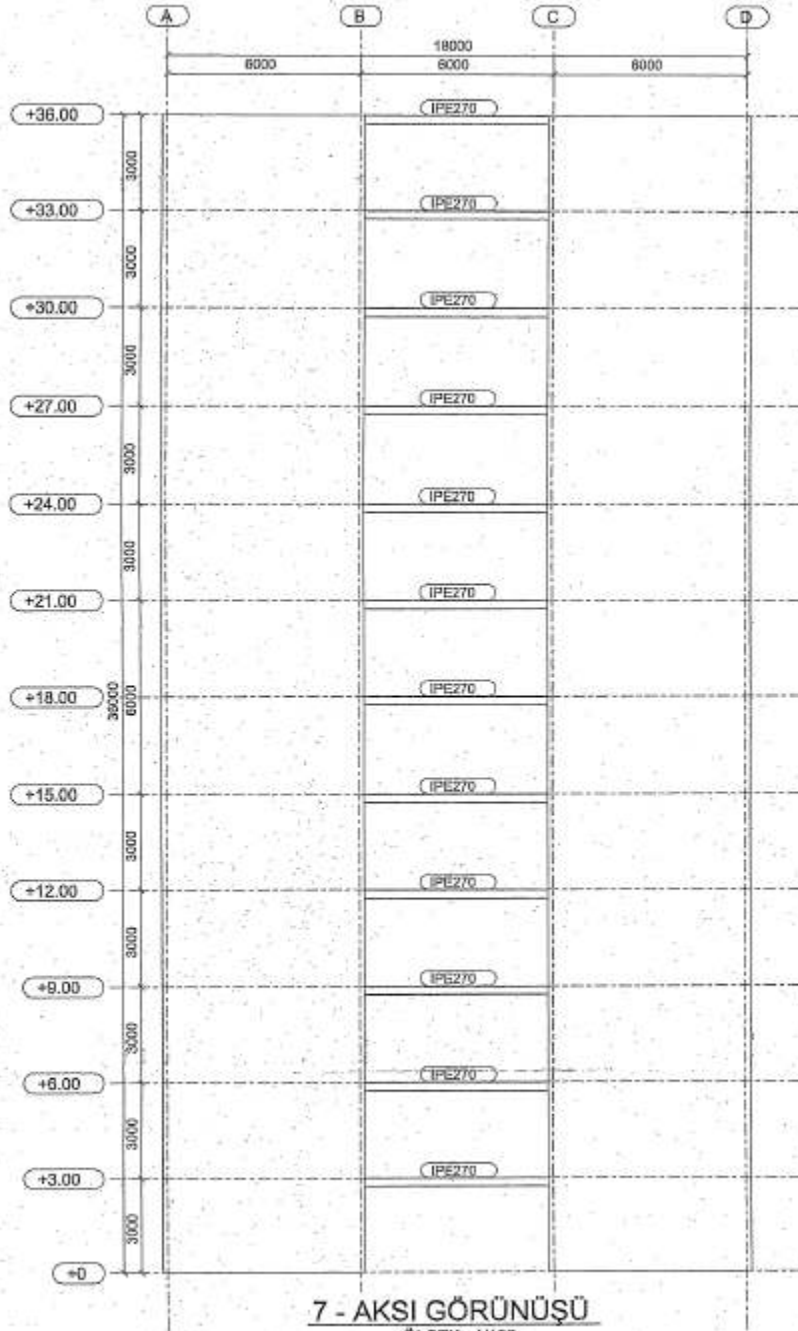


1- AKSI GÖRÜNÜŞÜ
ÖLÇEK : 1/125

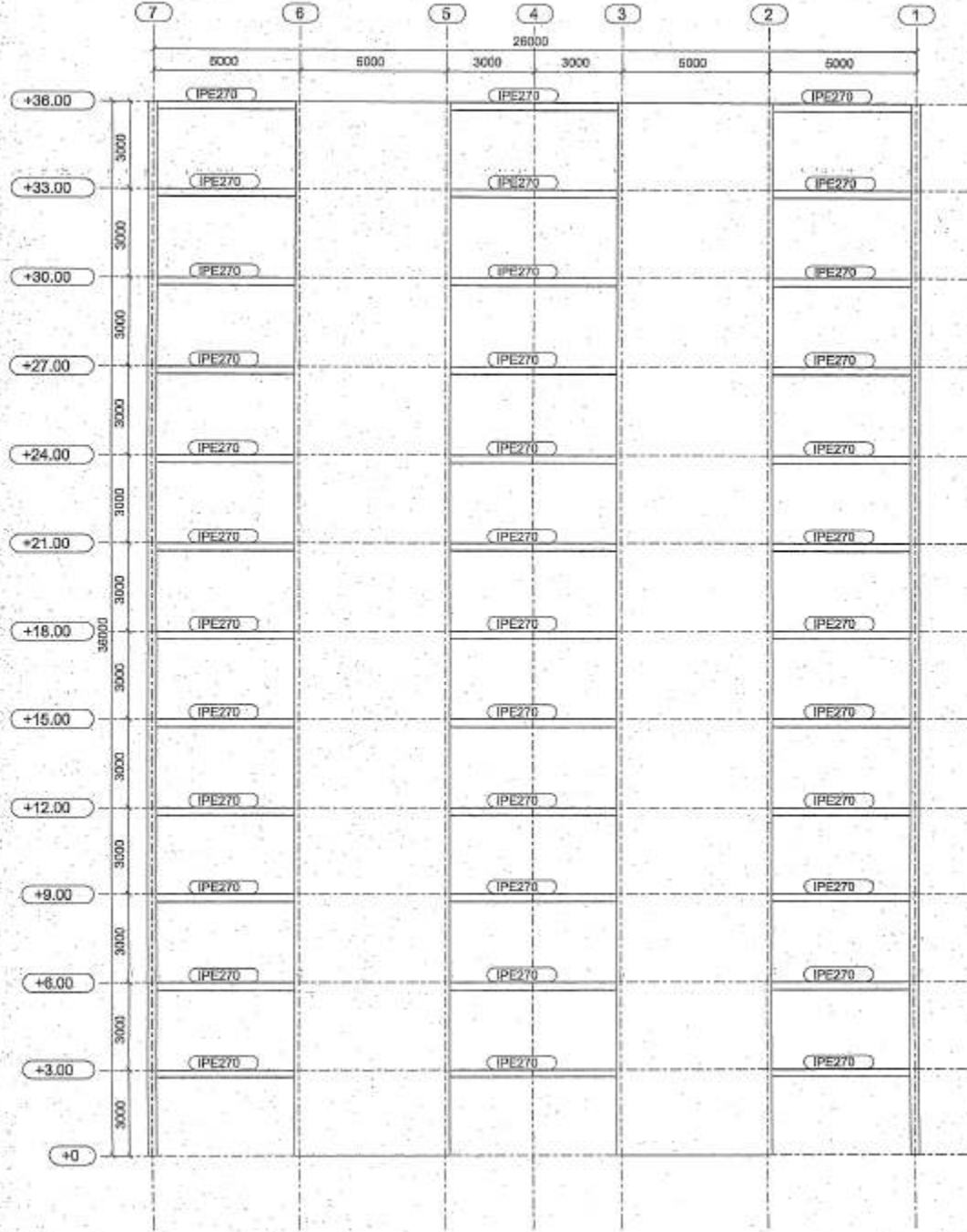




4 - AKSI GÖRÜNÜŞÜ
ÖLÇEK : 1/125

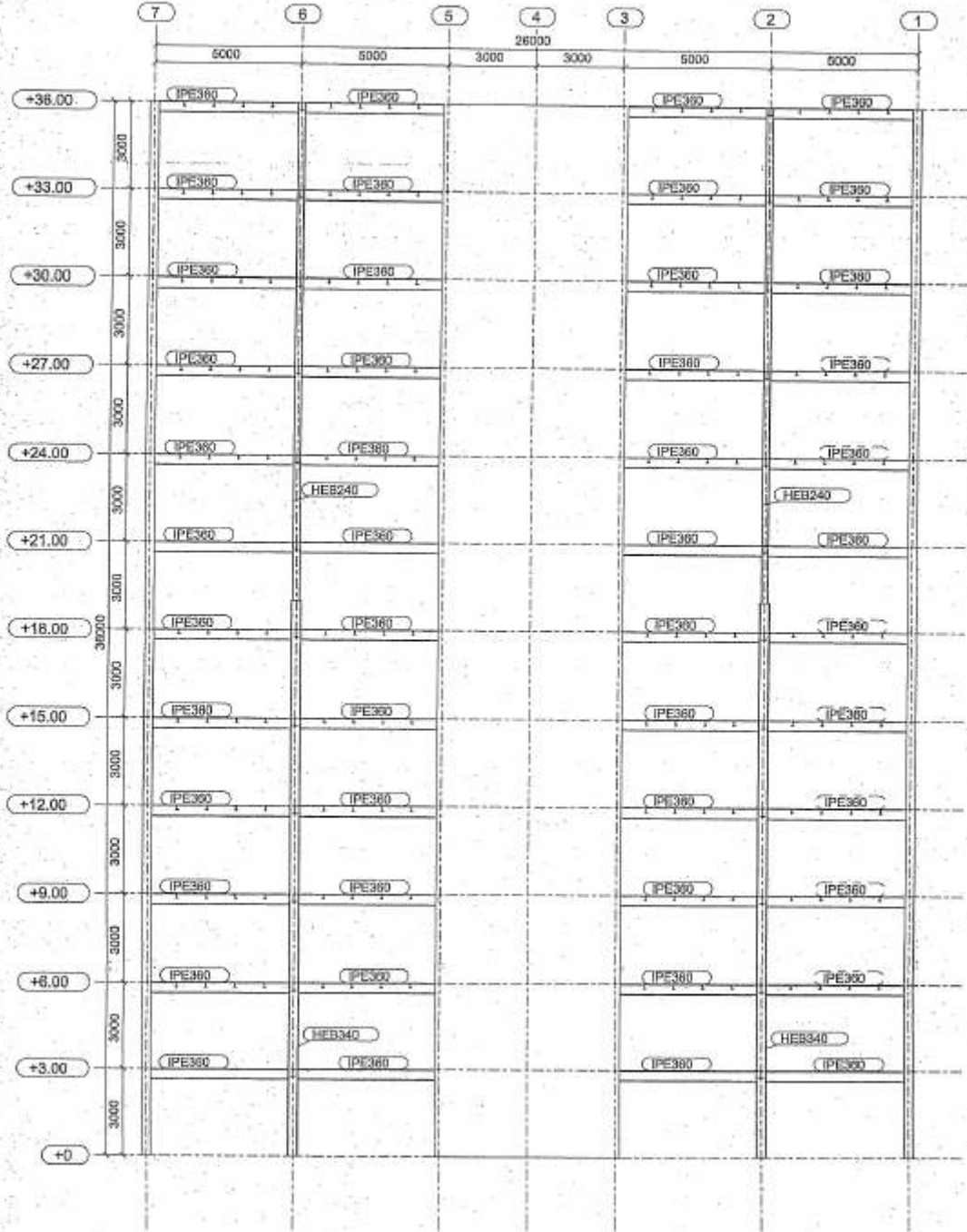


7 - AKSI GÖRÜNÜŞÜ
ÖLÇEK : 1/125



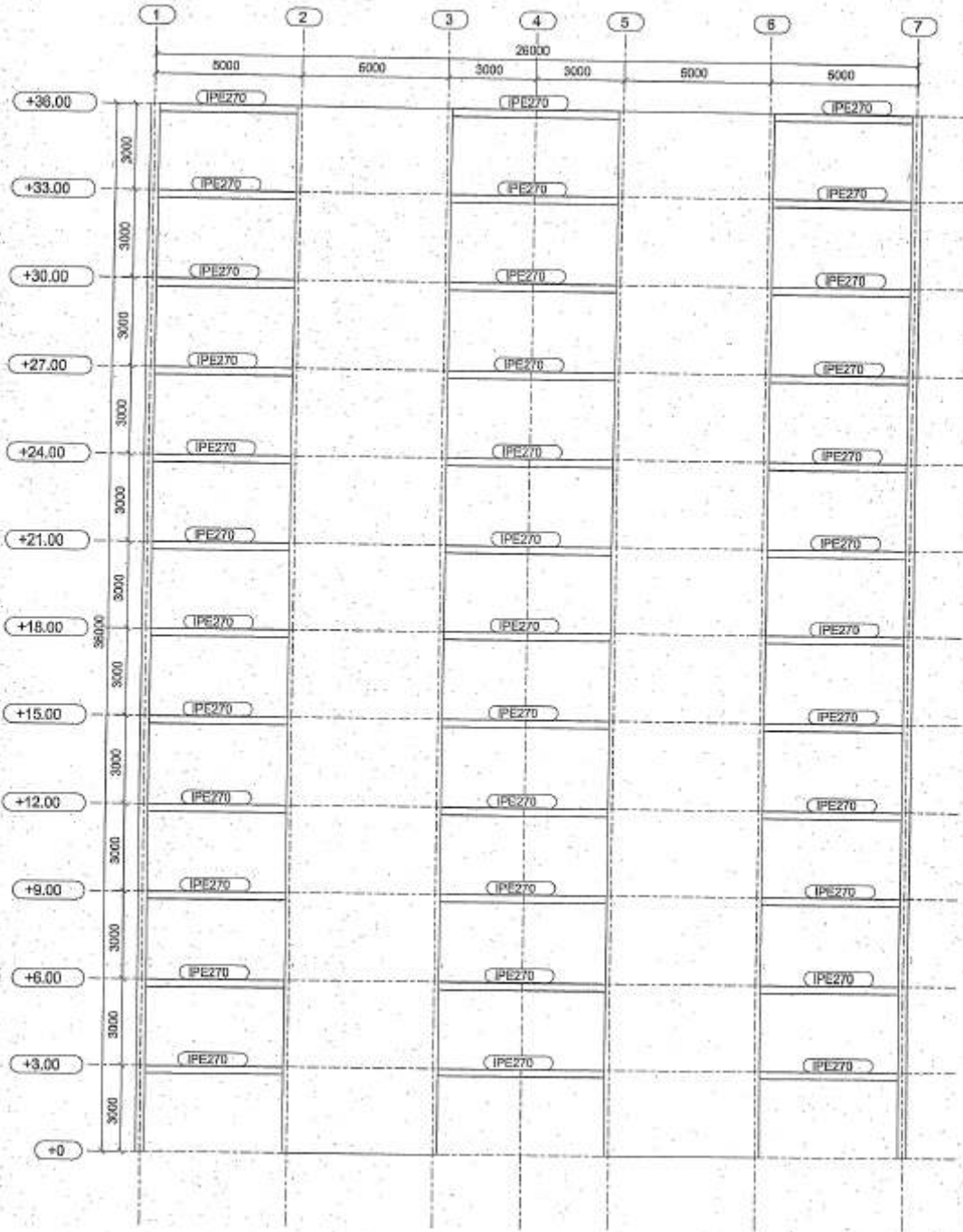
A - AKSI GÖRÜNÜŞÜ

ÖLÇEK : 1/125



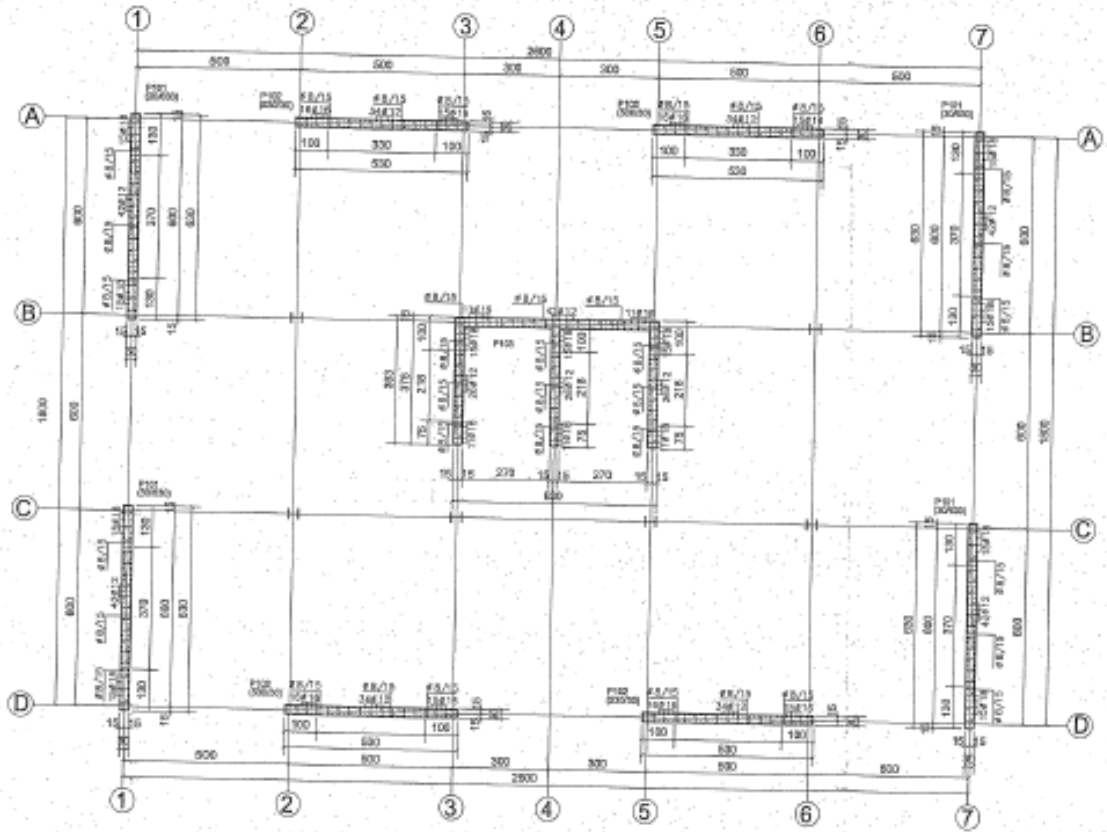
B - AKSI GÖRÜNÜŞÜ

ÖLÇEK : 1/125



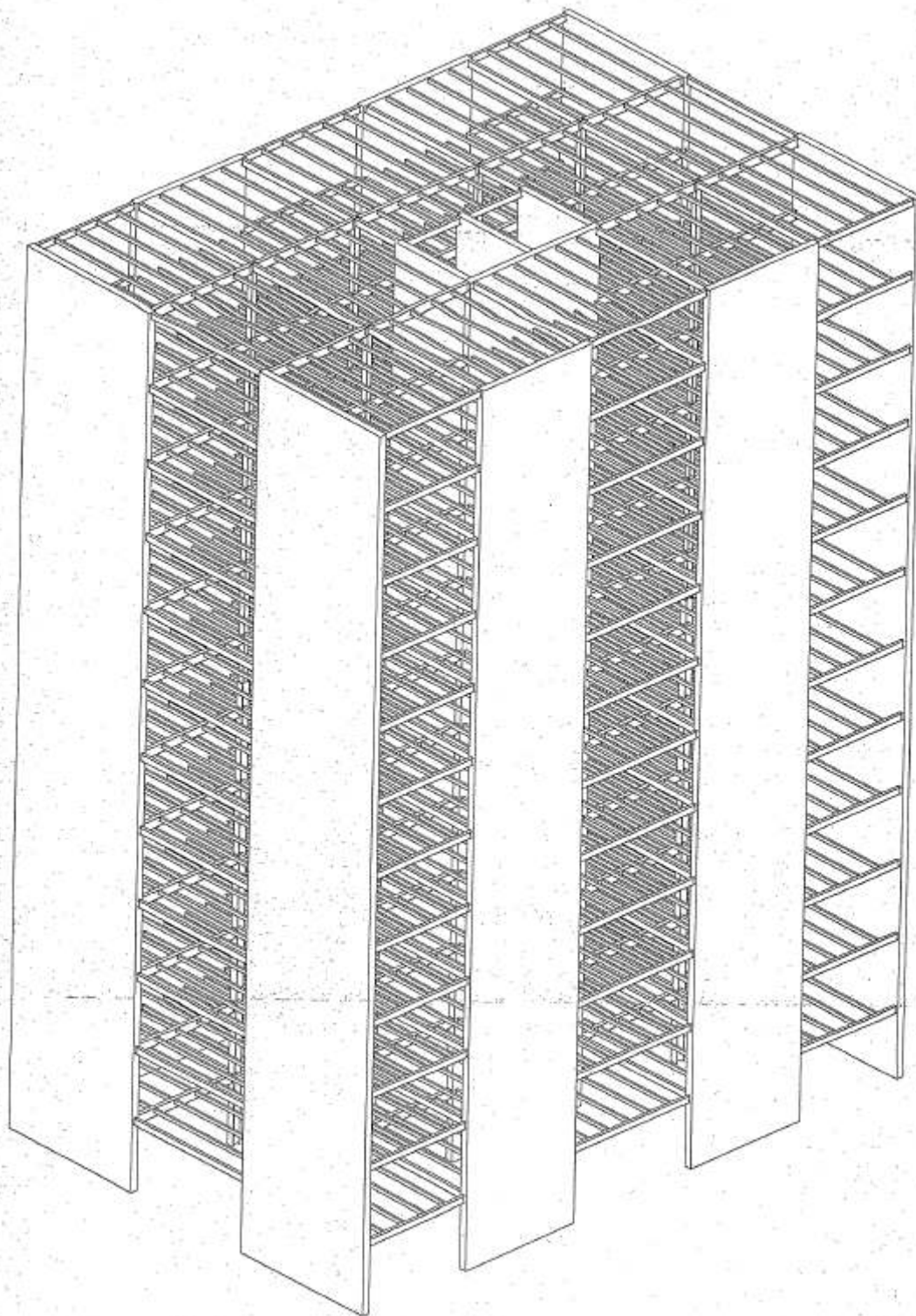
D - AKSI GÖRÜNÜŞÜ

ÖLÇEK: 1/125

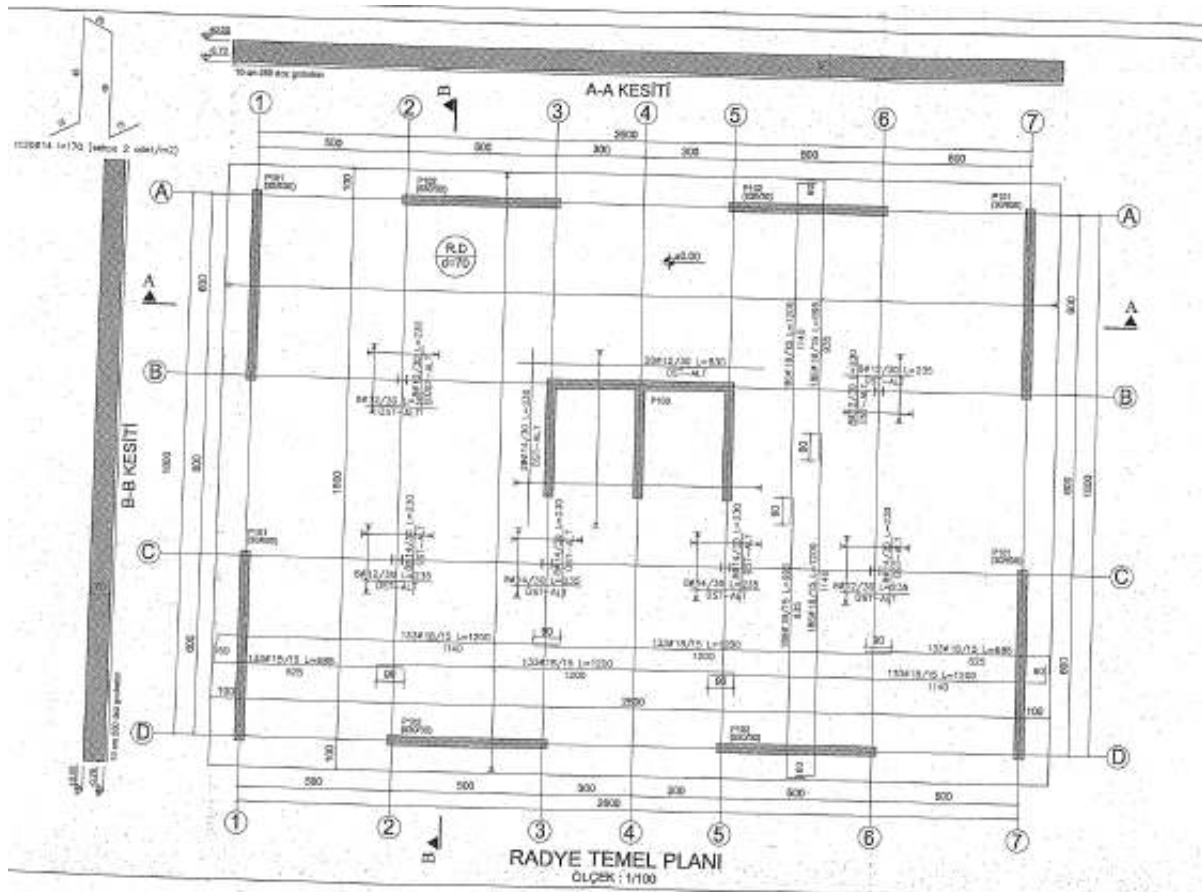


PERDE APLİKASYON PLANI

ÖLÇEK: 1/100



AKSONOMETRIK PERSPEKTIF



ÖZGEÇMİŞ

DOĞUM TARİHİ :15.03.1978
DOĞUM YERİ :MUŞ

EĞİTİM:

1984–1989 BEŞEYLÜL İ.Ö.O
1989–1992 ATATÜRK İLKOKULU
1992–1995 ATAŞEHİR LİSESİ
1995–1999 YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

MESLEKİ DENEYİM:

1999–2001 Bağcılar Olimpik Kapalı Spor Salonu İnş. (Kesin Hesap Mühendisi)
Çukurova İnşaat Tes. Tic.

2001–2002 Kayseri Şehir Merkezi Pis Su Hattının Yenilenmesi (Şantiye Şefi)
Çukurova+Nitel Ortak Girişimi

2002–2002 Pendik Zübeyde Hanım İ.O.O. (Şantiye Şefi)
Aygün İnşaat Tes. Tic.-Raif Aygün

2002–2005 Tuzla Kültür Merkezi Tamamlama İnş. (Şantiye Şefi)
Aygün İnşaat Tes. Tic.-Raif Aygün

2005–2005 Gaziosmanpaşa Genel Lise İnşaatı İşi (Şantiye Şefi)
Aygün İnşaat Tes. Tic.-Raif Aygün

2005–2005 Silivri Hacı Salih Ölçer İnşaatı İşi (Şantiye Şefi)
Aygün İnşaat Tes. Tic.-Raif Aygün

2005–2006 26. Ve 29. Grup 4 Adet İ.Ö.O. İnşaatı İşi (Şantiye Şefi)
Hüseyin Nuri Akyıldız+May Yapı Ortak Girişimi

2005–2007 Tuzla-Pendik-Kartal-Kadıköy İlçelerinde Okul Bahçelerine 20 Adet Spor Salonu
Yapılması İşi (Genel Koordinatör)
Hüseyin Nuri Akyıldız+May Yapı Ortak Girişimi

2006–2007 Küçükçekmece Halkalı Spor Tesisleri İnşaatı (Proje Müdürü)
Hüseyin Nuri Akyıldız

2006–2007 Eyüp Hükümet Konağı İnşaatı (Proje Müdürü)
Hüseyin Nuri Akyıldız

2006–2007 O.S.B. Laboratuar Binası (Genel Koordinatör)
Teksen İnşaat

2007–2008 Başakşehir 216 Ad. Hareket Alarm İskân Tesisi İnş. İşi (Genel Koordinatör)
May Yapı