

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PLANDA DÜZENSİZ BİNALARIN DEPREM ETKİSİ
ALTINDA DOĞRUSAL DAVRANIŞLARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Serkan COŞKUN

66870

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28 Haziran 1997

Tezin Savunulduğu Tarih : 4 Ağustos 1997

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Kadir GÜLER

Diğer Jüri Üyeleri; Prof. Dr. Melike ALTAN

Prof. Dr. Metin AYDOĞAN

AĞUSTOS 1997

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmanın birinci bölümü planda düzensiz binalar , 1996 Depreme Dayanıklı yapı Yönetmeliği hakkında ve Eurocode 8’de bulunan dinamik analiz yöntemleri hakkında genel bilgi vermektedir . İkinci bölümünde planda düzensiz yapıların deprem etkisindeki davranışları incelenmiştir .Üçüncü bölümde L - planlı ve + şekilli planda düzensiz binaların deprem etkisindeki davranışları değişik durumlar için S.A.P.90 bilgisayar programında analiz edilmiştir.

Çalışmalarımın her aşamasında yakın ilgi ve değerli yardımlarından dolayı Doç. Dr. Kadir Güler’e , lisans ve yüksek lisans öğrenimimdeki tüm hocalarıma , Dizayn Grup çalışanlarına ve bana her zaman destek olan aileme teşekkürlerimi sunarım .

24.7. 1997

İnş. Müh. Serkan Coşkun

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
SEMBOL LİSTESİ	V
ŞEKİL LİSTESİ	VI
TABLO LİSTESİ	IX
ÖZET	X
SUMMARY	XI
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 1996 Depreme Dayanıklı Yapı Yönetmeliği'nde planda düzensiz binalar hakkında genel ilke ve kurallar	1
1.2 Planda düzensiz binalar	2
1.2.1 Burulma düzensizliği	2
1.2.2 Döşeme süreksizlikleri	3
1.2.3 Planda çıkıntılar bulunması	5
1.2.4 Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması	5
1.3 Gözönüne alınacak yerdeğiştirme bileşenleri ve tasarım deprem yüklerinin etkiye noktaları	6

	<u>Sayfa No</u>
1.4 Eurocode 8 ‘ de planda düzensizlik	7
1.5 Eurocode 8 ‘de bulunan dinamik analizler	8
1.6 Yapıların deprem yükü etkisindeki davranışı ve Türk Depreme Dayanıklı Yapı Şartnamelerinin incelenmesi	10
BÖLÜM 2 PLANDA DÜZENSİZ YAPILARIN DEPREM ETKİSİNDEKİ DAVRANIŞLARI	12
2.1 Düzenli yapılar hakkında bilgi	12
2.2 L , T , H veya bunların kombinasyonlarını içeren yapılar	14
2.3 Plan çevresi boyunca rijitlik ve dayanımda değişiklikler gösteren sistemler	20
2.4 Taşıyıcı eleman eksenleri paralel olmayan sistemler	24
BÖLÜM 3 ASİMETRİK PLANLI SİSTEMLERİN DEPREM ETKİSİNDEKİ DOĞRUSAL Davranışının İncelenmesi	27
3.1 İncelenen asimetrik planlı bina hakkında bilgi	27
3.2 Deprem yükünün bulunması ve dağıtılması	27
3.3 Yatay yükün düğüm noktalarına dağıtılması	32
3.4 Döşeme yükünün kirişlere dağıtılması	33
3.5 Düşey yüklerin düğüm noktalarına dağıtılması	36
3.6 + şekilli planlı binanın deprem davranışının incelenmesi	46
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR	58

SEMBOL LİSTESİ

Ab, Ak	: Boşluk alanları toplamı ve brüt kat alanı
Ao	: Etkin yer ivme katsayısı
Bax, Bay	: X ve y yönlerindeki iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri
$[C]$	: Sönüm matrisi
C	: Rijitlik merkezi
Di	: Dışmerkezlik büyütme katsayısı
Hi	: İ. katın temel üst kotundan yüksekliği
Hn	: Ek tasarım deprem yükü
$[K]$	: Rijitlik matrisi
n	: Hareketli yük azaltma katsayısı
$n\Delta_i$	: Burulma düzensizliği katsayısı
I	: Bina önem katsayısı
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
Ra	: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
Ta, Tb	: Spektrum karakteristik periyotları
Tg	: Deprem hareketinin hakim periyodu
W, Wi	: Bina toplam ağırlığı ve i. katın ağırlığı
$z(t)$	: Yer hareketi ivmesi
$\Delta i \max, \Delta i \min$	: İ. kattaki maksimum ve minimum yanıl kat ötelemesi

ŞEKİL LİSTESİ

		<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1	Burulma düzensizliği	2
Şekil 1.2	Döşeme süreksizlikleri	3
Şekil 1.3	Döşeme süreksizlikleri	4
Şekil 1.4	Döşeme süreksizlikleri	4
Şekil 1.5	Planda çıkıntılar bulunması	5
Şekil 1.6	Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması	6
Şekil 1.7	Tasarım deprem yüklerinin etkime noktaları	7
Şekil 1.8	Spektral ivme-zaman grafiği	9
Şekil 2.1	Düzenli yapılar	12
Şekil 2.2	Yatay yük taşıyıcı elemanların yerleştirilmesi	13
Şekil 2.3	L , T , H , + şeklinde planlı veya bunların kombinasyonlarını içeren şekillerde planlı yapılar	14
Şekil 2.4	L planlı ve ayrılmış binalar	15
Şekil 2.5	Pervane şeklinde planlı bina	16
Şekil 2.6	Anchorage , Alaska , 1994 , L planlı okul binasının kesişim bölgesindeki hasar	17
Şekil 2.7	L planlı binanın kesişim bölgesindeki gerilmenin aktarılarak azaltılması	19

Şekil 2.8	Değişik şekillerde boşluklu I profillerinin gerilme dağılımlarındaki farklılıklar	19
Şekil 2.9	Burulma davranışı	20
Şekil 2.10	Perdeler arasında meydana getirilen boşluğun burulma etkisi	21
Şekil 2.11	J.C. Penney binası 1. ve 4. kat planları , Anchorage , Alaska	22
Şekil 2.12	Hafif ağırlıklı çerçeve sistem	22
Şekil 2.13	Açık kenara yerleştirilen rijit perdeler	23
Şekil 2.14	Rijitlik çoğaltıcı çelik kirişlerin kullanılması	23
Şekil 2.15	Rijit diyaframı olan küçük yapı	24
Şekil 2.16	Burulma etkilerine açık üçgene benzer planlı bina planı ve görünüşü	25
Şekil 2.17	1985 , Mexico City , Üçgene benzer planlı yapı	25
Şekil 2.18	İtalya , Milan , Pirelli binasının ilk kat planı	26
Şekil 3.1	Spektrum katsayısı - periyot grafiği	29
Şekil 3.2	İncelenen L - planlı yapının 1. kat planı	30
Şekil 3.3	İncelenen L - planlı yapının A-A boykesiti	31
Şekil 3.4	Yatay yükün düğüm noktalarına dağıtılması	33
Şekil 3.5	Döşeme yükünün kirişlere dağıtılması	33
Şekil 3.6	Düşey yüklerin düğüm noktalarına dağıtılması	36
Şekil 3.7	İncelenen L-planlı binanın plak sistem deprem davranışı	38
Şekil 3.8	İncelenen L-planlı binanın 1. mod deprem davranışı	38

Şekil 3.9	Dinamik yöntemde K22 kirişinin eğilme momentinin deprem süresince değişimi	39
Şekil 3.10	İncelenen L-planlı 8 katlı binanın çubuk sistem deprem davranışı	43
Şekil 3.11	İncelenen L-planlı 16 katlı binanın çubuk sistem deprem davranışı	44
Şekil 3.12	+ şekilli planlı binanın 1. kat planı	46
Şekil 3.13	+ şekilli planlı binanın C - C enkesiti	47
Şekil 3.14	+ şekilli planlı binanın yatay yüklerinin dağıtılması	49
Şekil 3.15	+ şekilli planlı 8 katlı binanın yatay yükler etkisinde davranışı	50
Şekil 3.16	+ şekilli planlı 16 katlı binanın yatay yükler etkisindeki davranışı	51
Şekil 3.17	Dinamik hesapta kullanılan Erzincan depreminin x yönündeki spektral ıyeme - periyot grafiği	54

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1	L-planlı sistemin çubuk sistem düşey yük altındaki eleman iç kuvvetleri	40
Tablo 3.2	L-planlı binanın çubuk sistem yatay yük altındaki eleman iç kuvvetleri	41
Tablo 3.3	L-planlı binanın plak sistem düşey yük altındaki eleman iç kuvvetleri	41
Tablo 3.4	L-planlı binanın plak sistem yatay yük altındaki eleman iç kuvvetleri	42
Tablo 3.5	L-planlı binanın dinamik yöntemde yatay yük altındaki eleman iç kuvvetleri	42
Tablo 3.6	L-planlı 8 katlı binanın 1. kat elemanlarının iç kuvvet değerleri	46
Tablo 3.7	L-planlı 16 katlı binanın 1.kat elemanlarının iç kuvvet değerleri	46
Tablo 3.8	+planlı 4 katlı binanın 2. kat elemanlarının iç kuvvet değerleri	53
Tablo 3.9	+planlı 8 katlı binanın 6.kat elemanlarının iç kuvvet değerleri	53
Tablo 3.10	+planlı 16 katlı binanın 11. kat elemanlarının iç kuvvet değerleri	54
Tablo 3.11	+planlı 16 katlı binanın 11. kat elemanlarının dinamik hesap iç kuvvet değerleri	54

ÖZET

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmanın birinci bölümü planda düzensiz binalar hakkında bilgi vermektedir . 1996 Depreme Dayanıklı Yapı Yönetmeliği'ne ve Eurocode 8 'e göre planda düzensizlik durumları şekillerle gösterilmiş ve alınacak önlemler belirtilmiştir .Ayrıca Eurocode 8 'de bulunan dinamik analiz yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir . Yapıların deprem yükü etkisindeki davranışı ve Türk Depreme Dayanıklı Yapı Şartnameleri incelenmiştir .

İkinci bölümde planda düzensiz yapıların deprem etkisindeki davranışları incelenmiştir . Düzenli yapılar hakkında bilgi verilmiş L , T , H , + veya bunların kombinasyonlarını içeren yapılar ve plan çevresi boyunca rijitlik ve dayanımda değişiklikler gösteren sistemler ve taşıyıcı eleman eksenleri paralel olmayan sistemler incelenmiştir .

Üçüncü bölümde , L - planlı bir bina 4 katlı çubuk sistem , plak sistem olarak depremli ve depremsiz haller için ayrı ayrı S.A.P.90 bilgisayar programında analiz edilmiş ve 4 katlı durum için Erzincan Depremi spektral ivme-zaman kayıtlarının kullanıldığı dinamik yöntem kullanılmıştır . Aynı bina 8 katlı ve 16 katlı çubuk sistem olarak ayrıca analiz edilmiştir . + şekilli planlı ayrı bir bina 4 katlı , 8 katlı ve 16 katlı olarak S.A.P.90 bilgisayar programında analiz edilmiş ve 16 katlı durum Erzincan Depremi için dinamik hesap yapılarak ayrıca incelenmiştir .

SUMMARY

LINEAR BEHAVIOURS OF IRREGULAR BUILDINGS IN PLAN UNDER EARTHQUAKE EXCITATION

In the first part of the study , information about regularity in plan is given .

In Eurocode 8 , a building is called regular in plan if it is approximately symmetrical in plan with respect to two orthogonal directions , in what concerns the lateral stiffness and the mass distribution .

The plan configuration is compact , i.e. it does not present divided shapes as e.g. + , I , X etc . The total dimension of re-entrant corners or recesses in one direction does not exceed 25 % of the overall external plan dimension of the building in the corresponding direction..

The in-plane stiffness of the floors is large enough in comparison with the lateral stiffness of the vertical structural elements , so that a rigid floor diaphragm behaviour may be assumed .

Under the seismic force distribution applied with 5 % accidental eccentricity at any storey maximum displacement in the direction of the seismic forces does not exceed the average storey displacement more than 20 % .

The reentrant corner is the common characteristic of overall building configurations that, in plan, assume the shape of an L, T, H, +, or a combination of these shapes.

There are two related problems created by these shapes. The first is that they tend to produce variations of rigidity, and hence differential motions, between different parts of the building, resulting in a local stress concentration at the "notch" of the reentrant corner. In Figure 1, if the ground motion occurs with a north-south emphasis at the L-shaped building shown, the wing oriented north-south will, purely for geometrical reasons, tend to be stiffer than the wing oriented east-west. The north-south wing, if it were a separate building, would tend to deflect less than the east-west wing, but the two wings are tied together and attempt to move differentially at their notch, pulling and pushing each other.

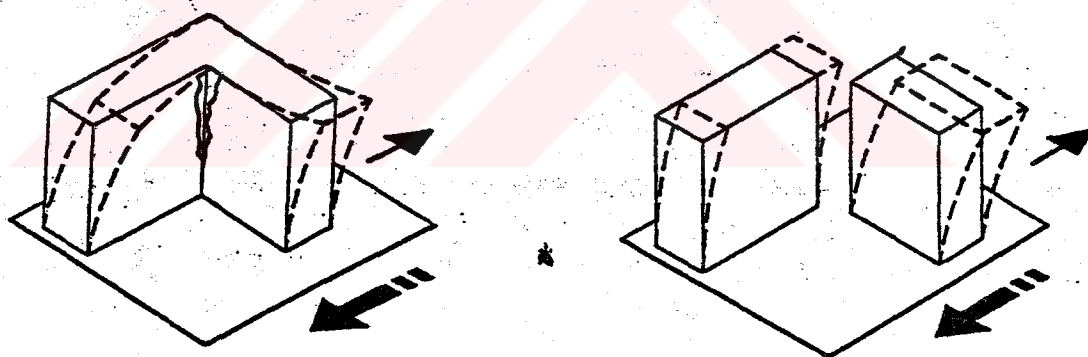


Figure 1 The L-shaped building and separated buildings

The second problem is torsion. This is because the center of mass and the center of rigidity in this form can not geometrically coincide for all possible earthquake directions.

There are two basic alternative solutions to this problem : to separate the building structurally into simple shapes , or to tie the building together strongly at the lines of stress concentration and locate resistant elements to reduce torsion .

Wide variations in strength and stiffness around a building perimeter that provides seismic resistance is an another problem . The centers of mass and resistance will not coincide , and torsional forces will tend to cause the building to rotate around the center of resistance as seen in Figure 2 .

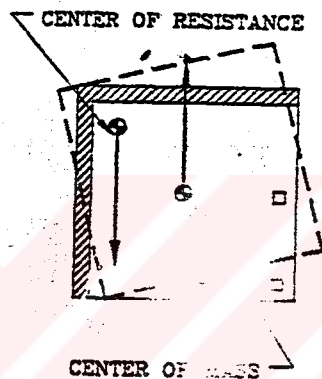
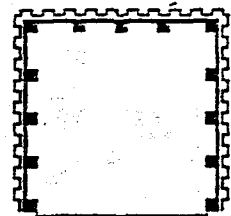


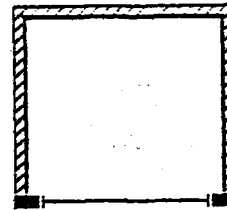
Figure 2 Torsional response

The first approach is to design a frame structure with approximately equal strength and stiffness entire perimeter . The opaque portions of the perimeter can be constructed structural cladding that will not affect the seismic performance of the frame . A second approach is to increase the stiffness of the open facades by adding shear walls at or near the open face . A third solution is to use a very strong moment-resisting or braced frame at the open front , which approaches the solid walls in stiffness . This is , however , a good solution for wood frame structures as a long steel frame can never approach a long concrete wall in stiffness . Finally , the possibility of torsion may be

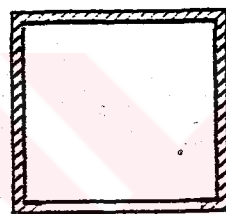
accepted and the structure designed to resist it . This solution will only apply to small structures with stiff diaphragms , which can act as a unity as seen in Figure 3 .



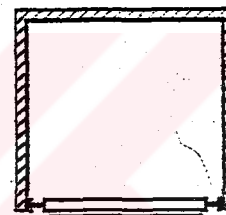
LIGHT WEIGHT FRAME



STIFF WALLS AT OPEN FACE



STIFF DIAPHRAGM
SMALL STRUCTURE



STEEL MR FRAME

Figure 3 Solutions to open front design

The vertical load-resisting elements are not parallel to or symmetric about the major orthogonal axes of lateral-force-resisting system . This condition results in a high probability of torsional forces under ground motion , because the centers of mass and resistance can not coincide for all directions of ground motion . Moreover , the narrower portions of the building will tend to be more flexible than the wider ones , which will increase the tendency to torsion as seen in Figure 4 .

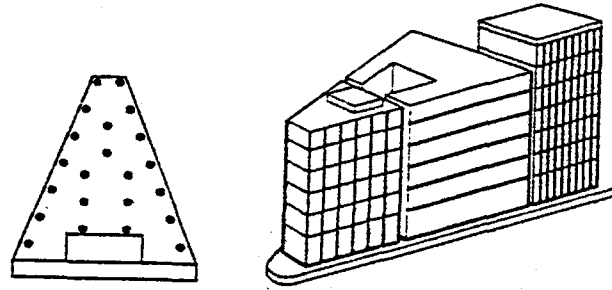


Figure 4 Wedge-shaped plan : invitation to torsion

Particular care must be exercised to reduce the effects of torsion . In general , opaque walls should be designed as frames clad in lightweight materials , to reduce the stiffness discrepancy between these walls and the rest of the structure .

In the third part of the study , L-shaped and +-shaped two buildings which are irregular in plan are computed by S.A.P.90 program . The earthquake behaviour of four - storey , eight-storey and sixteen -storey buildings are investigated when lateral force is given to master joints . Systems with or without slabs are computed .Also dynamic analysis is computed by using Erzincan spectral acceleration -period input .We see that the best way to examine a structure at earthquake excitation is by using dynamic analysis. It is more clear in the behaviour of eight-storey and sixteen storey buildings . Stress concentration at the notch of the reentrant corners is seen.

BÖLÜM 1 GİRİŞ

1.1 1996 DEPREME DAYANIKLI YAPI YÖNETMELİĞİNDE PLANDA DÜZENSİZ BİNALAR HAKKINDA GENEL İLKE VE KURALLAR

Bir bütün olarak yatay yükleri taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde , yatay yüklerin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik , kararlılık ve dayanım bulunmalıdır . Bu bağlamda , döşeme sistemlerinin ve diğer yatay elemanların , deprem kuvvetlerini yatay yük taşıyıcı düşey sistem elemanlarına güvenli bir şekilde aktarabilecek yeterlikte rijitlik ve dayanıma sahip olması esastır.

Mümkün olabildiği ölçüde , düzensiz binaların kullanılmasından kaçınılmalıdır . Taşıyıcı sistem planda ana eksenlere göre olabildiğince simetrik veya simetriğe yakın düzenlenmelidir . Depremde binaya aktarılan titreşim enerjisinin önemli bir bölümünün taşıyıcı sistemin sünek davranışı ile yutulması için sünek tasarım ilkelerine uyulmalıdır .

Depreme karşı davranışları bakımından binalar , düzenli ve düzensiz olarak sınıflandırılmıştır . Düzensiz binalar , planda düzensiz ve düşey doğrultuda düzensiz binalar olarak ikiye ayrılır .

1.2 PLANDA DÜZENSİZ BİNALAR

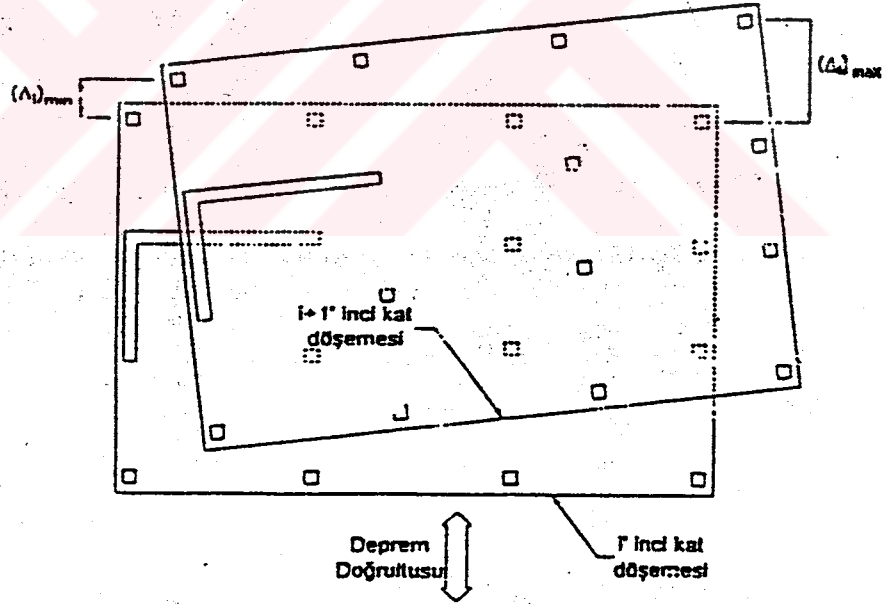
1.2.1 Burulma Düzensizliği

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için , herhangi bir katta , en büyük göreceli kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısının 1.2 den büyük olması durumudur .

Döşemelerin kendi düzlemleri içerisinde rijit diyafram çalışmaları durumunda

$$(\Delta_i)_{ort} = 1/2 ((\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}) \quad [1.1]$$

$$\text{Burulma Düzensizlik Katsayısı : } n\Delta_i = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort} \quad [1.2]$$



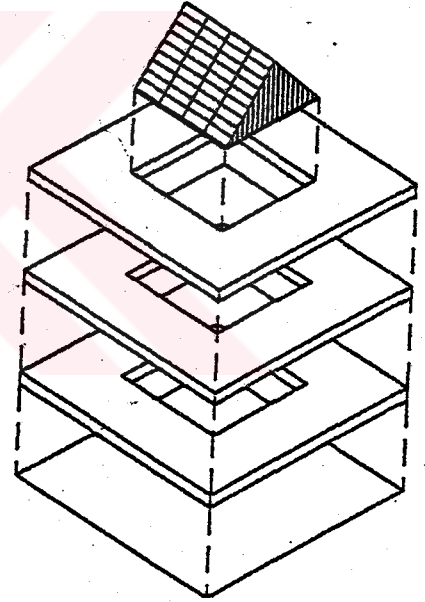
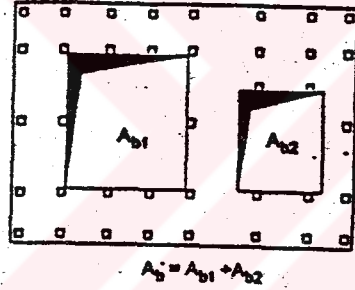
Şekil 1.1 Burulma düzensizlik katsayısının bulunuşu

$1.2 < n\Delta i < 2.0$ koşulunu sağlaması durumunda herhangi bir i. katta uygulanan %5 dışmerkezlilik D_i katsayısı ile çarpılarak büyültülecek ve sistemin hesabı tekrarlanacaktır .

$$D_i = (n \Delta i / 1.2)^2 \quad \{1.3\}$$

1.2.2 Döşeme Süreksizlikleri

1.2.2.1 Merdiven ve asansör boşlukları dahil , boşluk alanlarının toplamının kat brüt alanının 1 / 3 ünden fazla olması durumu



$$A_b / A_k = 1 / 3$$

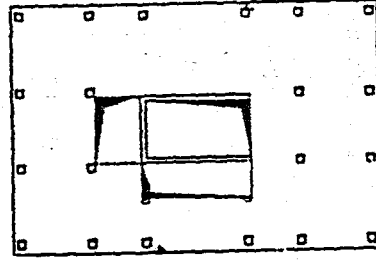
A_b : Boşluk alanları toplamı

A_k : Brüt kat alanı

Şekil 1.2

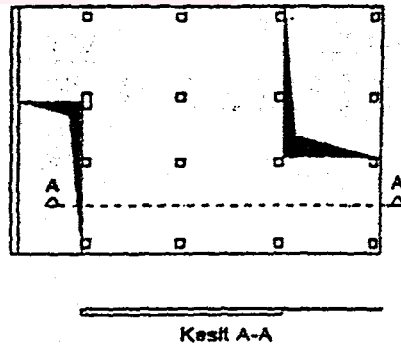
Döşeme süreksizlikleri

1.2.2.2 Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarabilmesini güçleştiren ya da olanaksız kılan döşeme boşluklarının bulunması durumu



Şekil 1.3 Döşeme süreksizlikleri

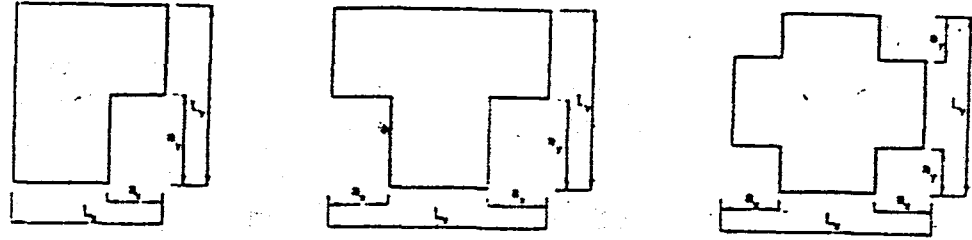
1.2.2.3 Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu .



Şekil 1.4 Döşeme süreksizlikleri

1.2.3 Planda çıkıntılar bulunması :

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de , binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının % 20 sinden daha büyük olması durumudur .



$$a_x > 0.2 L_x , \quad a_y > 0.2 L_y$$

Şekil 1.5 Planda çıkıntılar bulunması

1.2.4 Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması :

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin , gözönüne alınan birbirine dik deprem doğrultularına paralel olmaması durumudur .

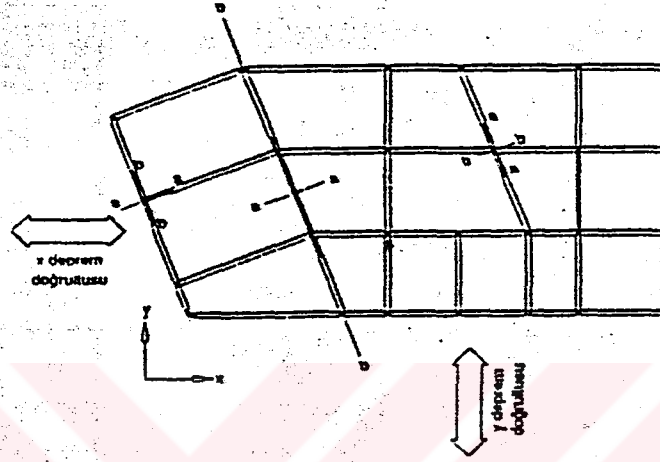
Elemanların asal eksen doğrultularındaki iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri :

$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0.3 B_{ay}$$

$$B_a = \pm 0.3 B_{ax} \pm B_{ay}$$

(1.4)

Birleştirme işlemleri , a ekseni ve buna dik b ekseni için . x ve y deprem doğrultuları ve deprem yönleri gözönüne alınarak en elverişsiz sonucu verecek şekilde yapılacaktır .

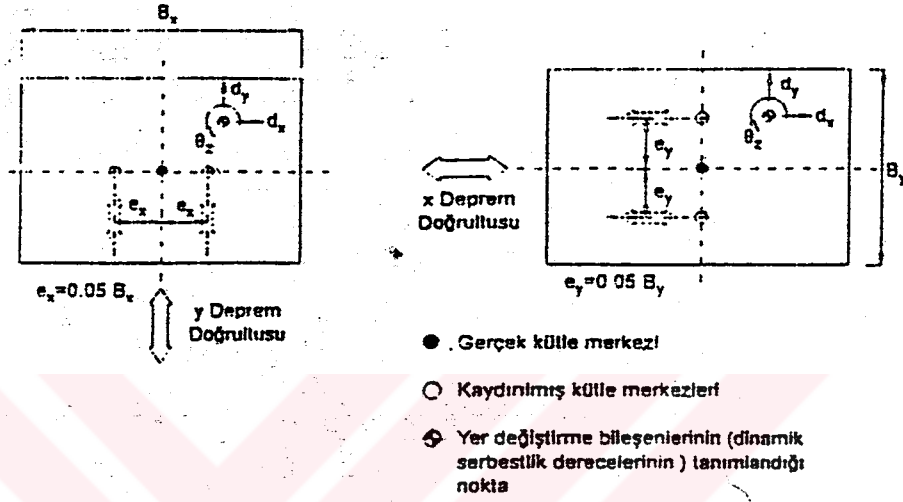


Şekil 1.6 Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması

1.3 GÖZÖNÜNE ALINACAK YERDEĞİŞTİRME BİLEŞENLERİ VE TASARIM DEPREM YÜKLERİNİN ETKİME NOKTALARI

Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda , her katta iki yatay yerdeğiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme , statik yerdeğiştirme bileşenleri olarak gözönüne alınacaktır . Tasarım deprem yükleri , kaydırılmış kütle merkezlerine etki ettirilecektir . Kaydırılmış kütle merkezleri , gerçek kütle merkezinin

gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyunun $+ \%5$ i ve $-\ \%5$ i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalardır. [1]



Şekil 1.7 Tasarım deprem yüklerinin etkime noktaları

1.4 EUROCODE 8 · DE PLANDA DÜZENSİZLİK TANIMI

EC 8 · de planda düzenli yapılar , iki asal eksen doğrultusunda simetrik veya simetriğe yakın yapılar olarak belirtilmekte ve bu özelliğin kütle dağılımındaki önemi vurgulanmaktadır .

Plan düzenlemesi basittir ve örnek olarak + , I , X gibi bölünmüş şekilleri içermez . Herhangi bir yöndeki , planda gerilme yoğunlaşması oluşturacak köşelerin veya girintilerin uzunluklarının , aynı yöndeki toplam uzunluğun % 25'ini aşması durumunda yapı planda düzensiz olarak adlandırılmaktadır . Dikkat edileceği gibi , burada 1996 Deprem Dayanıklı Yapı Yönetmeliğinde bulunan her iki yönde % 20 sınırın aşılması şartının yerine sadece bir yönde % 25 sınırının aşılması binayı planda düzensiz yapabilmektedir .

Planda düzenli yapıların döşemelerinin rijitliği düşey taşıyıcı elemanların rijitliği ile karşılaştırıldığında yeterince büyüktür . Buna bağlı olarak döşemenin rijit diyafram davranışı içerisinde olduğu kabul edilebilir .

% 5 eksantrisite ile verilen deprem yükleri dolayısı ile herhangi bir katta deprem yönü doğrultusunda maksimum yerdeğiştirme değeri ortalama kat yerdeğiştirme değerini % 20 'den fazla olursa bu yapı planda düzensizdir. [2]

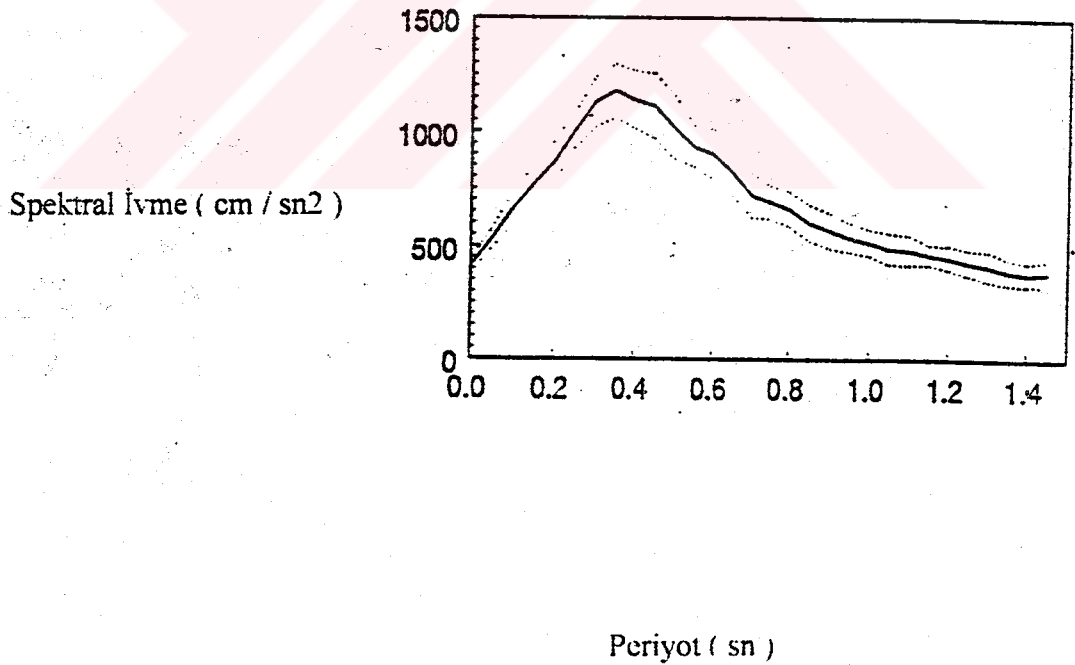
1.5 EUROCODE 8 ' DE ÖNGÖRÜLEN DİNAMİK ÇÖZÜMLELER

EC8 , deprem yükü altındaki yapıların dinamik davranışını 3 değişik yol ile analiz eder . Bunlar spektral analiz , stokastik analiz ve adım-adım integrasyon içeren dinamik analizlerdir .

Spektral analizi bütün ülkelerin şartnamelerinde yeralır ve mühendisler tarafından iyi bilinir . Bu metodta iki eksik bulunmaktadır . Bunlar bu yöntemi doğrusal davranmayan yapılara uygulamadaki zorluk ve deprem hareketi sırasında oluşan değişik modların hesaba doğru şekilde katılamamasıdır .

Stokastik analiz metodu ve adım-adım integrasyon metodunu çok serbestlik dereceli sistemlerde ve doğrusal davranmayan yapılarda kullanmaya bir engel yoktur. Bu yöntemlerde bilgisayar gücünün harcanması daha önem kazanır. Stokastik dinamiğin doğru bir şekilde kullanılması belirli bir miktar integral hesabı gerektirir. Kullanılan integrallerin sayıları , kullanılan mod sayılarının karesi ile artar.

Adım-adım analiz daha fazla bilgisayar gücünün kullanılmasına neden olur. Çünkü yapay deprem ivme kayıtları oluşturulur . Her ivme kaydı için hareketin diferansiyel denklemlerinin sayısal çözümleri yapılır . Ayrıca dizayn amaçlı ilgili statik büyüklükleri değerlendirmek zordur . Bu problemlerden dolayı , adım-adım analiz çok özgün problemlerde veya stokastik yöntem ile elde edilen sonuçların karşılaştırılmasında kullanılır . [3]



Şekil 1.8 Spektal ivme - zaman grafiği

1.6 YAPILARIN DEPREM YÜKÜ ETKİSİNDEKİ DAVRANIŞI VE TÜRK DEPREME DAYANIKLI YAPI ŞARTNAMESİİNİN İNCELENMESİ

Yapılara depremde ağırlığının belli bir yüzdesi olan ve yapının dinamik özelliklerine bağlı bir yük gelir . Yapının iki asal yönünde etkiyen yanal bileşenler yapı ağırlığının % 10 - 20 'si arasındadır . Ancak tasarım kuvveti gerçek bir depremde oluşan ve yapıya gelen kuvvetten 5 - 6 kez daha küçüktür . Yapı bu şiddetli depremin enerjisini kalıcı şekildeğiştirme yaparak tüketecektir .

Yapı , küçük deprem enerjisini doğrusal olarak çatlamadan tüketmelidir . Ağırlığının % 10 'u civarında bir yatay yüke doğrusal olarak dayandığının gösterilmesi yapının küçük deprem enerjisini doğrusal olarak tüketmesini sağlar . Çok şiddetli depremin enerjisi ise kalıcı şekildeğiştirme ile doğrusal olmayan bir biçimde tüketilecektir . O zaman yapıya doğrusal olmayan enerji tüketme gücü , kopmadan şekildeğiştirme yapabilme , sağlanmalıdır . Bu güç donatının kopmadan önce % 10 -15 kadar uzaması ve pekleşmesi ile sağlanır . Bunun için de etriye sıklaştırması , boyuna donatıların yeterli yer ve boyda ankrajı , elemanların boyutlandırılması kuralları getirilmiştir .

Bir başka kural ise kalıcı şekildeğiştirme ile enerji tüketilirken yapının fazla yanal ötelenme ile yıkılmaması için yanal ötelenmelerin kısıtlanması ve yapının yıkılmasına neden olacak mafsallaşma mekanizmasının kolon uçları yerine yıkılma için daha çok enerji gerektiren kirişlerde olmasının sağlanmasıdır . Bunun için düğüm noktalarında kolonların toplam moment taşıma güçlerinin aynı doğrultuda saptanan kirişlerin moment taşıma güçlerinden büyük olması kuralı vardır .

Depreme dayanıklı yapı yönetmelikleri , belli bir zaman aralığı içinde geçerli olan yapılarda depreme dayanım sağlayan ya da sağlayacağı sanılan ayrıntı ve genel yaklaşımların toplamıdır . Bir anlamda teknolojinin düzeyinin göstergesidir .

1996 Yönetmeliği'ndeki farklılık , yapı hesaplarında elle hesap yerine bilgisayarla hesap dönemine geçilmesinden en büyük ölçüde yararlanma üzerinedir . Hesaplar , bilgisayarın verdiği olanakla çok ayrıntılı ve birkaç kez tekrarlanacak

biçimde yapılsın istenmektedir .Tipik bir örnek , periyot hesabının bir ampirik denklem yerine , bilgisayarda yapının dinamik analizi ile çözülmesidir .

1996 yönetmeliğinden önce kullanılan yönetmeliklere göre yapılmış yapılar incelenirse , bütün betonarme yapılarda beton dayanımı proje dayanımının çok altındadır . Donatılar projelerine göre % 25 - 50 kadar eksik konmuş olsa da 1975 Depreme Dayanıklı Yapı Yönetmeliğine göre hesaplanmış kamu ve özel yapıları , çok iyi davranmışlardır . Daha eski tarihli yönetmeliklere göre yapılmış kamu ve özel yapıların deprem davranışları yetersiz ve olumsuzdur .

1996 Yönetmeliğinde daha gerçekçi bir spektrum katsayısı denklemi verilmekte , ancak bunun sonucu yatay hesap yükleri yapı tipine göre 1975 Yönetmeliğine göre % 50 - 70 kadar artmaktadır . Oysa 1975 Yönetmeliğinin yatay yük düzeylerinin yeterliliği 1992 Erzincan ve 1995 Dinar depremlerinde gözlenmiştir

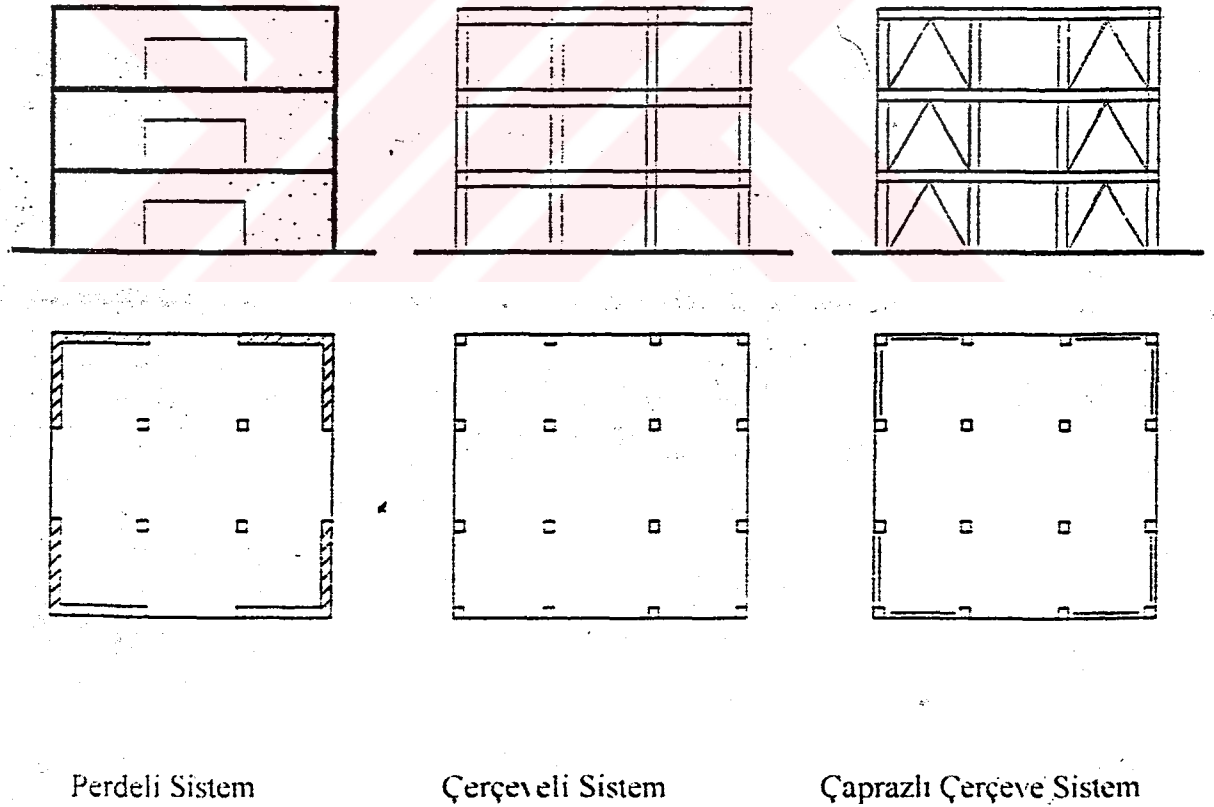
Bu yönetmelikte , yapıların sünek ya da sünek olmayan olarak ayrımını belirleyen : düğüm noktalarında kolon momentleri toplamının kiriş momentleri toplamından % 20 daha çok olması kuralıdır . Bu kurala uymayan yapının yatay yük katsayısı çerçevesi - perdeli yapılarda % 15' den % 25' e çıkmaktadır . Sünek davranış , donatı ile ilgilidir . Mafsallaşmanın kirişte olması ise yapının yıkılma mekanizması ile ilgilidir . Yapıda yatay yüklerin büyük bir bölümünü yüklenen perde duvarlar varsa , yatay ötelenmeler kısıtlanacak , kolon-kiriş düğüm noktaları zorlanmayacak , kiriş-kolon birleşimlerinde mafsallaşma ya olmayacak ya da sınırlı bir düzeyde kalacaktır .

Yapı periyodunun yalnızca taşıyıcı sistemin rijitliğinden gidilerek hesaplanması ve dolgu duvarların rijitliğe katkısının , periyodu % 20 artırmak olarak kabulü her zaman geçerli olmayabilir . Yapılan ölçümlerde salt çerçevesi yapının periyodu , bitmiş yapının periyodunun iki katı kadar olabilmektedir . Yapıların periyodu yapıya gelen yük düzeyi ile ilgilidir . Başlangıçta düşük bir yükleme düzeyindeki yapı periyodu , yapıda deprem süresince oluşan hasar ile hızla büyümektedir . Bu yönetmelikteki yöntemle bulunacak periyot , yapının deprem başlangıcındaki gerçek periyodundan daha uzun olacak ve kullanılan spektrum eğrisi ile hesaplarda kabul edilen yatay yük katsayısı daha küçük olacaktır . [5]

BÖLÜM 2 PLANDA DÜZENSİZ YAPILARIN DEPREM ETKİSİNDEKİ DAVRANIŞLARI

2.1 DÜZENLİ YAPILAR HAKKINDA BİLGİ

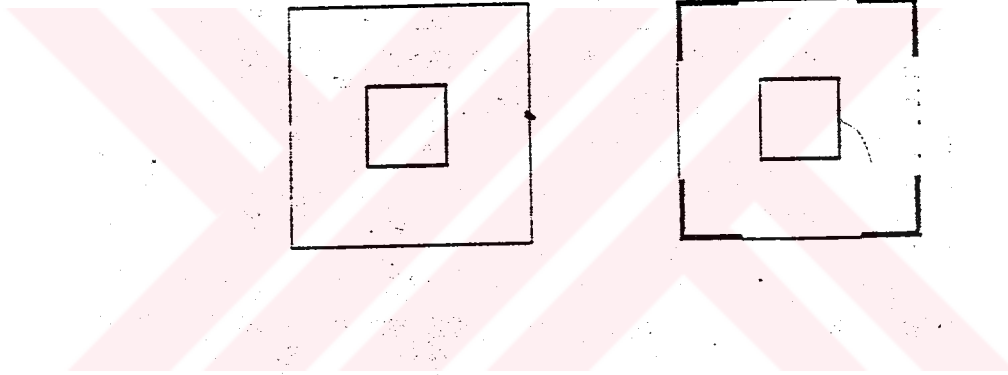
Deprem yer hareketleri etkisinde , binanın alacağı deprem yükü binanın toplam ağırlığı ile yakından ilgilidir . Deprem yüklerinin dağılımını yapı taşıyıcı sistemini oluştururken tasarlayabilir deprem davranışı iyi bir yapı , düzenli bir yapı , elde edebiliriz . [4, 6-14]



Şekil 2.1 Düzenli yapılar

Şekil 2.1 'de gösterilen yapılar şu özellikleri bulundurmaktadırlar .

- * Yükseklik ve plan uzunluğu arasında düşük oran
- * Dengeli dayanım
- * Simetrik plan
- * Perde yerleşimi ve çaprazların yardımıyla maksimum burulma mukavemeti
- * Direk yük aktarımı
- * Üniform döşeme kalınlıkları
- * Kısa açıklıklar
- * Katlar arasında üniform plan ve yükseklik özelliklerinin bulunması

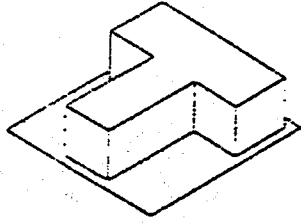


Şekil 2.2 Yatay yük taşıyıcı elemanların yerleştirilmesi

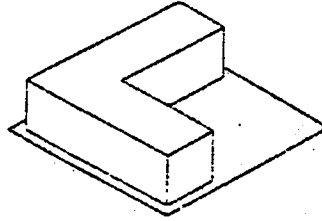
Şekil 2.2 'de her iki sistemin simetrik olması ve aynı miktarda perde bulundurmasına karşı perdelerin yerleştiriliş şekilleri farklıdır . Sağ tarafta bulunan binadaki perdelerin devirme ve burulma momentlerine karşı koyan daha büyük manivela kolları vardır .

Burulmaya karşı koymada , simetrik planlı sistemin , burulma merkezi sistemin geometrik merkezinde veya yakınında bulunmuyorsa , perdelerin konumu bu merkezden uzaklaştıkça , bu perdelerin manivela kolları büyür ve buna bağlı olarak daha büyük karşı koyan moment elde edilebilir

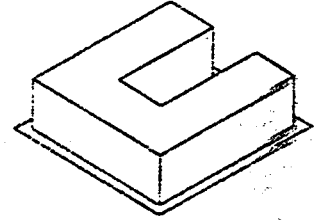
2.2 L, T, H, + VEYA BUNLARIN KOMBİNASYONLARINI İÇEREN YAPILAR



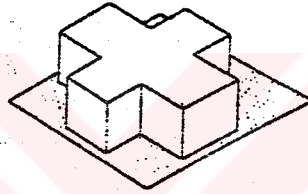
T Şekilli Plan



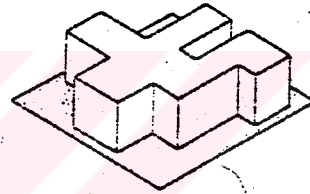
L Şekilli Plan



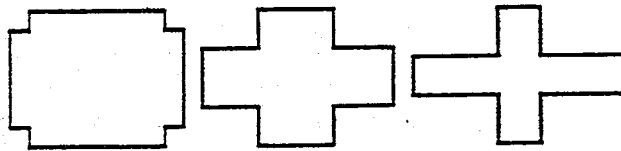
U Şekilli Plan



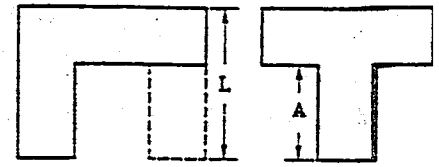
+ Şekilli Plan



Diğer Değişik Şekilli Plan

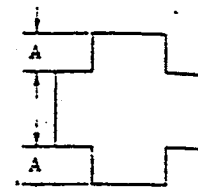


Plandaki Girintilerin Kademeleri



$$A/L > 0.15-0.20$$

$$A/L > 0.15-0.20$$

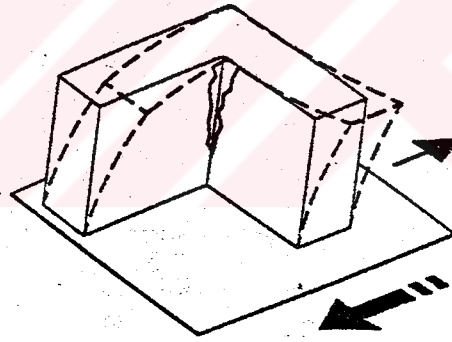
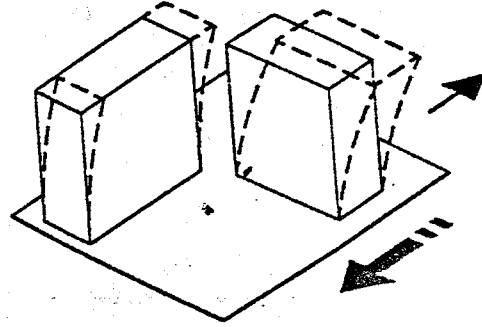


$$A/L > 0.15-0.20$$

Şekil 2.3 L, T, H, + şeklinde planlı veya bunların kombinasyonlarını içeren şekillerde planlı yapılar

Şekil 2.3 ' de gösterilen planlı binalarda iki ana problem bulunur :

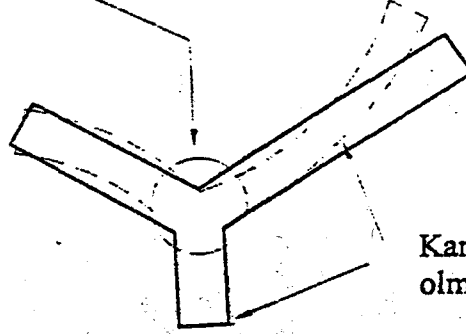
Birinci problem , bu sistemler rijitliklerinde değişiklikler oluşturma eğilimi içerisindedirler . Sistemin farklı bölümlerindeki farklı hareketler sistemin köşelerinde gerilme yoğunlaşmasına neden olur .



Şekil 2.4 L planlı ve ayrılmış binalar

Şekil 2.4 ' deki sistemde eğer yer hareketi kuzey-güney yönünde etkirse , doğu-batı yönünde yerleştirilmiş yapıdan daha rijit davranacaktır. L planlı sistemde kuzey-güney yönünde yerleştirilmiş kanat doğu-batı yönündeki kanattan daha az bir yerdeğiştirme yapacak ve bu iki kanat birbirine bağlı olduğu için birleşim yerinde birbirlerini zorlayacaklardır .

Gerilme yoğunlaşması
görülen bölge



Kanatların eşit
olmayan yerdeğiřtirmeleri

Şekil 2.5 Pervane şeklinde planlı bina

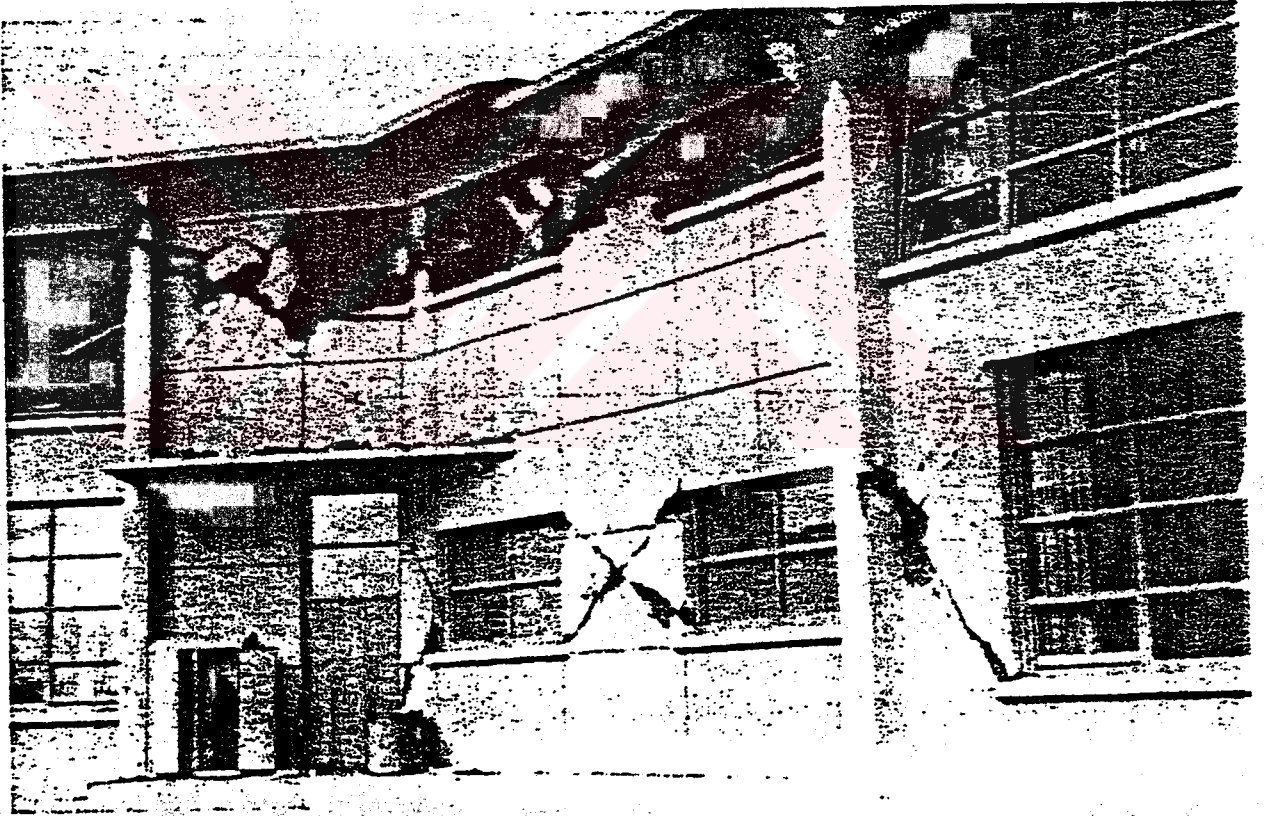
Pervane şeklinde planı bulunan binanın kanatlarında meydana gelen birbirine eşit olmayan yerdeğiştirmeler nedeni ile birleşim bölgesinde gerilme yoğunlaşması olur .

İkinci problem ise burulmadır . Bu sistemlerde bütün deprem yönleri için kütle ve rijitlik merkezleri geometrik olarak çakışmazlar . Bunun sonucunda burulma olur ve sistem şeklinde doğada oluşan değişikliklere benzer şekilde değişiklikler yapmak ister . Binanın büyüklüğünü de doğada oluşan değişiklikler ve deprem doğrultusu etkisi altında değiştirmeye çalışır .

Sistemin köşelerinde oluşan gerilme yoğunlaşması ile burulma etkşileri yakından ilgilidir . Deprem yüklerinin büyüklüğü ve problemin önemi aşağıdaki etkenlere bağlıdır .

- * Binanın kütlesi
- * Binanın yapı sistemi
- * Kanat kısımların uzunlukları ve görünüş katsayıları
- * Kanat kısımların yükseklikleri ve bunların yükseklik/alçaklık oranları

Bu şekilde oluşturulan yapılarda depremde büyük hasarlar görülmekte ve bunlar deprem mühendisleri tarafından incelenmektedir . Bu tür yapıların deprem davranışının kötülüğü 1920 'lerde ilk defa deprem mühendisleri tarafından farkedildi . 1923 Kanto , 1925 Santa Barbara , 1964 Alaska ve 1985 Meksika depremlerinde bu şekilde oluşturulmuş binalarda büyük hasarlar gözlemlendi ve rapor edildi .



Şekil 2.6

Anchorage , Alaska , 1964 , L planlı okul binasının kesişim bölgesindeki hasar

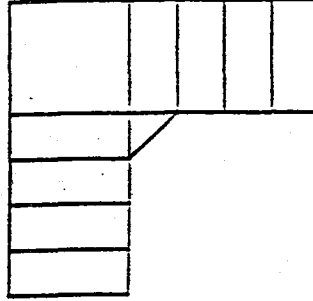
Bu problem için iki ana çözüm bulunmaktadır . Bunlar , binayı yapısal olarak iki ayrı şekile ayırmak veya binanın gerilme yoğunlaşması görülen kısımlarını güçlendirerek bağlamak ve burulma etkilerini azaltıcı karşı koyan elemanlar yerleştirmektir .

Eğer binayı derzler ile ayırmak istiyorsak bu derzlerin dizaynı ve inşası doğru bir şekilde yapılmalıdır . Yapısal olarak ayrılmış binanın her bir bölümü yatay ve düşey yüklere kendi başına karşı koyabilmelidir . Derz yapılırken ayrılan bölümlerin yapacakları maksimum yerdeğiştirmeler hesaplanmalıdır . En elverişsiz hal her iki bölümünde birbirlerine doğru yerdeğiştirme yapmaları haldir . Derzlerin açıklığı bu her iki yerdeğiştirmenin toplam uzunluğundan daha büyük olmalıdır .

Yüksek binalarda her iki bölümün oluşturduğu toplam yerdeğiştirme büyüklüğü çok büyük olmakta ve bu mimari açıdan sakıncalar doğurmaktadır . Bu sakıncaların başında ateş ve duman iletimi gelmektedir . Las Vegas ' ta bulunan Grand Hotel T şeklinde inşaa edilmiştir ve bina derzler ile ikiye ayrılmıştır . Derzlerin açıklıkları yaklaşık olarak 0.3 metredir .Bu derzlerden 1983 yılında çıkan bir yangında duman iletimi olmuş ve bunun sonucu olarak üst katlarda bulunan birçok kişi dumandan boğularak hayatlarını kaybetmişlerdir .

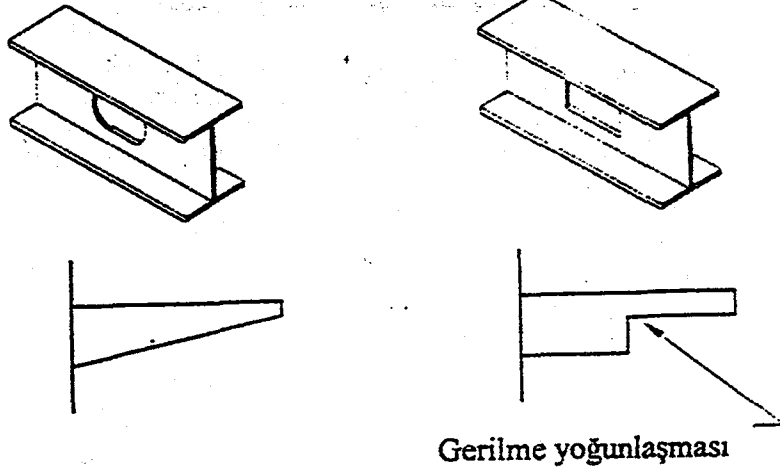
Sistemin ayrı bölümlerini bağlamak , güçlendirmek istiyorsak sistemdeki kesişme alanlarında yük iletimi sağlayacak elemanlar yerleştirebiliriz . Fakat bu kirişlere benzeyen elemanların herhangi bir eleman ile bölünmeden doğrudan yükü iletmeleri sağlanmalıdır . Bu görevde perdelerin kullanılması daha olumlu sonuçlar vermektedir .

Sistemin kanat kısımlarının boş uçları en fazla burulma etkilerine maruz kaldığından bu bölümlere direnç gösteren elemanların konması arzu edilir .



Şekil 2.7 L planlı binanın kesişim bölgesindeki gerilmenin aktarılarak azaltılması

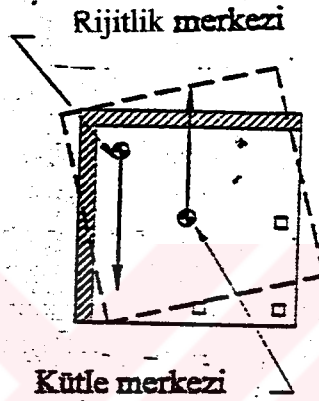
Gerilme yoğunlaşması beklenen köşelerde Şekil 2.7 'de görüldüğü gibi dik açılı köşelerin yerine yuvarlaklaştırılmış köşelerin kullanılması gerilme yoğunlaşmasını azaltır .



Şekil 2.8 Değişik şekillerde boşluklu I profillerinin gerilme dağılımlarındaki farklılıklar

Bu yaklaşım Şekil 2.8 'deki I demir profillerindeki duruma benzemektedir . Bilindiği gibi I profil içerisine dikdörtgen delik yerine yuvarlaklaştırılmış bir delik açılması daha az gerilme yoğunlaşması problemi doğurur .

2.3 PLAN ÇEVRESİ BOYUNCA RÜJİTLİK VE DAYANIMDA DEĞİŞİKLİKLER GÖSTEREN SİSTEMLER

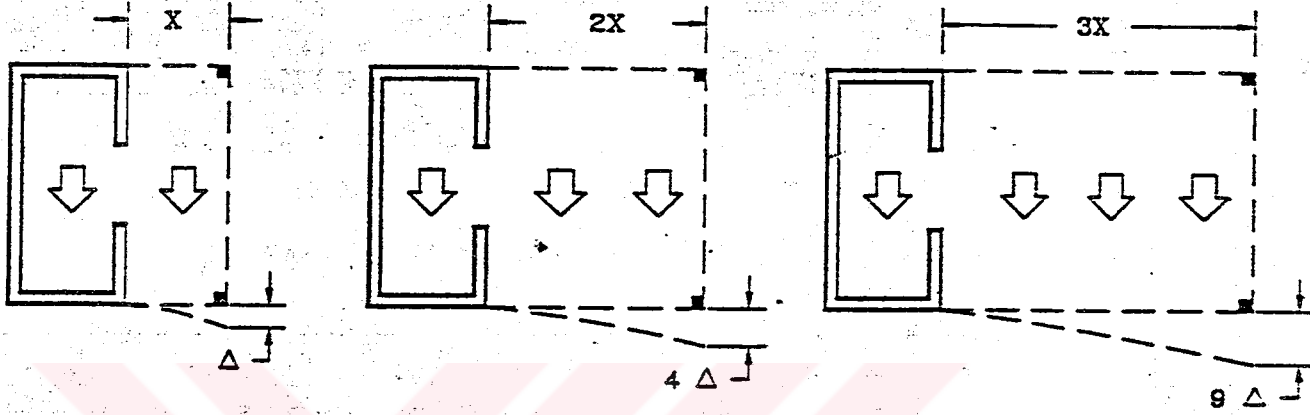


Şekil 2.9 Burulma davranışı

Yatay kuvvetler etkisinde olan bir sistemin rijitlik ve dayanımında büyük farklılıkların etkileri incelenmiştir . Bu problem geometrik olarak simetrik ve basit planlı fakat deprem davranışı düzensiz projelendirilmiş binalarda karşımıza çıkabilir. Eğer sistemin çevresinde gerilme ve rijitlik arasında büyük farklılıklar varsa , kütle ve rijitlik merkezleri çakışmayacaklardır . Buna bağlı olarak burulma kuvvetleri sistemi rijitlik merkezi etrafında döndürmek isteyeceklerdir . Bu etki Şekil 2.8 'de gösterilmektedir .

Şekil 2.9 ' de perdelerin yerleştirilmeleri bakımından birbirine benzeyen üç bina planı gösterilmektedir .Üç perde burulma etkileri oluşturan bir boş bölüm oluşturacak şekilde birleştirilmiştir . Eğer binalardaki perdelerin boyutları aynı ise

ve yalnızca kesme kuvvetleri nedeni ile şekildeğiştirmelerin olduğu varsayılırsa , sistemin boş ucunda burulmadan dolayı oluşan yerdeğiştirme , sistemin x ile gösterilen uzunluğunun karesi ile orantılı olacaktır .

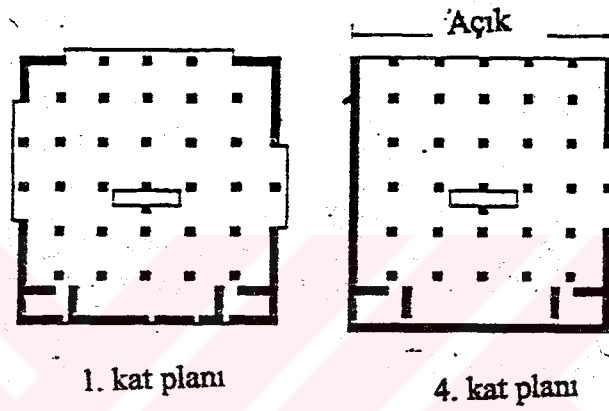


Şekil 2.10 Perdeler arasında meydana gelen boşluğun burulma etkisi

İncelenen sistemler günlük hayatta özellikle yangın istasyonlarında karşımıza çıkmaktadır . Bu binalar çevre duvarlarında yangın araçlarının geçişini sağlayacak büyük kapı boşlukları bulundurur . Ayrıca deprem yüklerinin çevre duvarlar ile karşılandığı sanayi yapılarında ve ambarlarda genellikle büyük kapı açıklıkları ve pencere boşlukları bulunur . Bu boşluklar sistemin çevresinde deprem dayanımında belirgin değişikliklere neden olur .

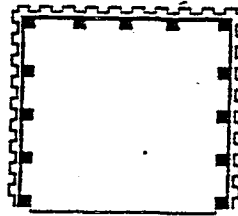
Bu probleme örnek teşkil eden bir olay Alaska Anchorage ' da J.C. Penney iş merkezinde meydana gelmiştir . Alaska 1964 depreminde bina o kadar hasar görmüştür ki sonradan yıkılması gerekmiştir . Bina 5 katlı olup ve binanın dış cephesindeki duvarlar yerinde dökme beton , beton blok ve ağır fakat fazla yük

taşıyamayan prefabrike beton taşıyıcı olmayan panellerden oluşmaktaydı . Şekil 2.10 ' da birinci ve dördüncü katlarının planı verilen binanın ilk katının çevresinin dört kenarı da perdeler ile çevrili idi . Üst katlarda ise kuzeye bakan kenarda perdeler bulunmuyordu ve sistem U planlı bir sisteme dönüşüyordu . Bu bölüm doğu - batı yönlü bir deprem kuvveti geldiğinde büyük burulma kuvvetleri oluşturmuş ve binada büyük hasara neden olmuştur .



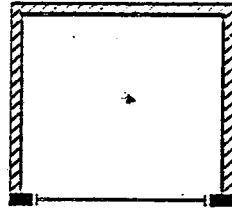
Şekil 2. 11 J.C. Penney Binası , Anchorage , Alaska

Bu problemin çözümü için burulmayı azaltıcı önlemler alınmalı ve bina çevresindeki dayanım dengelenmelidir .



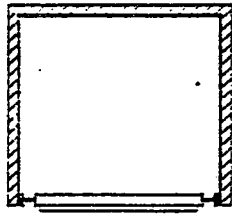
Şekil 2.12 Hafif ağırlıklı çerçeve sistem

İlk önlem sistem çevresi boyunca eski haline eşit rijitlik ve dayanımı olan bir çerçeve sistemi oluşturmaktır . Şekil 2.11 - de görüldüğü gibi binanın ısıık geçirimeyen bölümleri taşıyıcı olmayan hafif duvarlar yada çerçevenin deprem davranışını değıştirmeyecek , çerçeveden izole edilmiş betonarme veya kagir bölümler ile sağlanabilir .



Şekil 2.13 Açık kenara yerleştirilen rijit perdeler

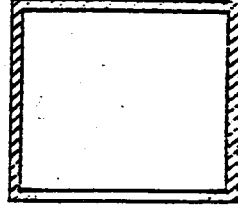
İkinci yaklaşım ise açık kenarın rijitliğini , açık kenara veya bu kenarın yanına perdeler ekleyerek yükseltmektir . Şekil 2.12 'de gösterilen bu çözüm , binanın dizayn şartları ile yakından ilgilidir .



Şekil 2.14 Rijitlik çoğaltıcı çelik kirişlerin kullanılması

Üçüncü yaklaşım ise rijitlik bakımında perdeye yaklaşan çok güçlü çelik kirişlerin kullanılmasıdır . Bunu yapmak binanın ön yüzünün boyutuna bağlıdır . Uzun bir çelik kiriş hiçbir zaman uzun bir perdenin rijitliğine yaklaşamaz . Bu

nedenle , bu çözüm ahşap evler için daha iyi bir çözümdür . Ahşap evlerin zemin katında garaj için bırakılmış boşluk bu çelik kirişlerin yardımı ile diğer ahşap kenarlar ile eşit rijitlikli bir kenar haline getirilebilir . Çünkü uzun çelik kirişler rijitlik bakımından ahşap duvarlar ile aynı seviyeye getirilebilir .



Şekil 2.15 Rijit diyaframı olan küçük yapı

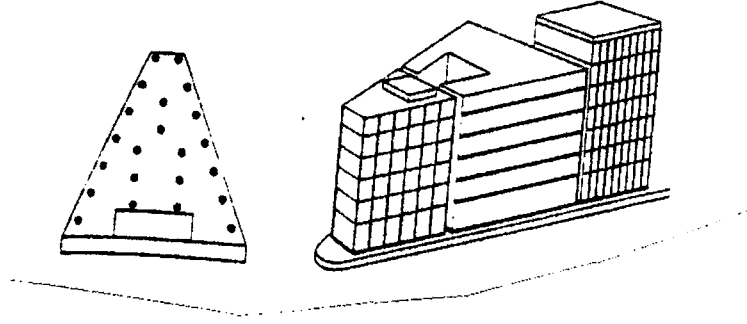
Dördüncü yaklaşım ise burulma etkilerini kabul edip yapının bu burulmaya göre dizayn edilmesidir . Bu yaklaşım sonucu bir bütün olarak davranan , rijit diyafram olarak çalışan döşemesi bulunan küçük yapılar projelendirilebilir .

2.4 TAŞIYICI ELEMAN EKSENLERİ PARALEL OLMAYAN SİSTEMLER

Yatay yük taşıyıcı elemanlar ana ortogonal akslara paralel veya simetrik değilse sistemde burulma kuvvetleri oluşur . Çünkü kütle merkezi ve rijitlik merkezi deprem yer hareketlerinin her yönü ile hiçbir zaman çakışmazlar . Buna ek olarak , sistemin dar bölümleri , sistemin geniş bölümlerinden daha az rijit davranacaklardır ve bu da burulmaya eğilimi artıracaktır .

Bu problem çevre duvarların rijitlik ve dayanımındaki değişiklikler ile daha da zor bir hal almaktadır . Bu tür yapılar , genellikle Şekil 2.16 da gösterilen şekilde üçgene benzer yapılardır ve kesişimlerinde keskin uçlar oluştururlar . Bu durum ,

genellikle , rijit ana perdeler ile yola bakan daha açık ve daha az rijit kenar duvarların kombinasyonunu oluşturur ki bu da burulma etkilerini çoğaltır .



Şekil 2.16 Burulma etkilerine açık üçgene benzer planlı bina planı ve görünüşü



Şekil 2.16 1985 , Mexico City , üçgene benzer planlı yapı

Meksika’da , Mexico City’ de yoğun nüfus ve şehir yerleşme planı nedeni ile bu şekilde birçok bina yapılmış ve içerisinde Şekil 2.17’de görülen bina gibi birçok bina 1985 depreminde çok kötü deprem davranışı göstermişlerdir . Özellikle Şekil 2.16’da gösterilen üçgen planın keskin ucunun karşısına rijit perdeler konmuş binalarda büyük dönmeler , burulmalar meydana gelmiştir .

Bu probleme çözüm olarak , genelde , ışık geçirmeyen perdeli kenarlar , cepheleri hafif malzeme ile giydirilmeli çerçeve sistemler ile değiştirilmelidir . Böylece bu perdeler ile yapının diğer bölümleri arasındaki rijitlik farkı azalacaktır .



Şekil 2.18 İtalya , Milan , Pirelli binasının ilk kat planı

Şekil 2.18’de ilk katının planı görülen Milan Pirelli binası tasarladığı binalarındaki simetri ve bütünlük ile bilinen Mimar Gio Ponti tarafından çizilmiştir . Yatay yük olarak etkiyen rüzgar yüklerini karşılamak amacı ile keskin uçlu bölümlere toplam dört tane rijit kutu sistemler perdeler ile oluşturulmuştur . Fakat bu perdeler rüzgar yükünü güvenli olarak taşıyamamışlardır . Bu nedenle binanın orta kısmına , alt katlarda perde , üst katlarda kolonlardan oluşan dört yatay yük taşıyan elemanın eklenmesi gerekmiştir . Sistemdeki sekiz yatay yük taşıyıcı elemanında birbirine eşit rijitlikleri vardır ve bu bir bütün olarak çalışmayı sağlar .

BÖLÜM 3 ASİMETRİK PLANLI SİSTEMLERİN DEPREM ETKİSİNDEKİ DOĞRUSAL DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

2.1 İNCELENEN ASİMETRİK PLANLI BİNA HAKKINDA BİLGİ

İncelenen L-planlı 4 katlı binada zemin kat yüksekliği 4 metre diğer katların yüksekliği 3 metredir . Çatı katında döşeme ağırlığı 0.4 t / m^2 , hareketli yük ise 0.075 t / m^2 alınmıştır . Ara katta döşeme ağırlığı 0.447 t / m^2 , hareketli yük 0.2 t / m^2 alınmıştır . Döşeme kalınlığı 0.15 metredir . Kat alanı 110.5 m^2 ' dir . Kiriş ve duvar uzunlukları toplamı her kat için 76 m alınmıştır . Her katta kolon ve perdelerin enkesit alanları toplamı 1.375 m dir . Beton birim hacim ağırlığı 2.5 t / m^3 alınmıştır . (TS 498)

2.2 DEPREM YÜKÜNÜN BULUNMASI VE DAĞITILMASI

Ara Katlar :

$$\text{Döşeme yükü} = 110.5 * 0.447 = 49.39 \text{ t}$$

$$\text{Kiriş zati yükü} = 76 * 0.281 = 21.356 \text{ t}$$

$$\text{Duvar zati yükü} = 0.72 * 76 = 54.72 \text{ t}$$

$$\text{Kolon yükü} = (3 - 0.60) * 2.5 * 1.375 = 8.25 \text{ t}$$

$$\text{Toplam sabit yük} = 133.716 \text{ t}$$

$$\text{Hareketli yük} = 110.5 * 0.2 = 22.1 \text{ t}$$

$$\text{Toplam hareketli yük} = 22.1 * 0.3 = 6.63 \text{ t}$$

$$\text{Toplam düşey yük} = 140.346 \text{ t}$$

Çatı Kat :

$$\text{Döşeme yükü} = 110.5 * 0.4 = 44.2 \text{ t}$$

$$\text{Kiriş zati yükü} = 76 * 0.281 = 21.356 \text{ t}$$

$$\text{Duvar yükü} = 0.27 * 76 = 20.52 \text{ t}$$

$$\text{Kolon yükü} = (3 - 0.60) * 2.5 * 1.375 / 2 = 4.125 \text{ t}$$

$$\text{Toplam sabit yük} = 90.2 \text{ t}$$

$$\text{Hareketli yük} = 110.5 * 0.075 = 8.287 \text{ t}$$

$$\text{Toplam hareketli yük} = 8.287 * 0.3 = 2.486 \text{ t}$$

$$\text{Toplam düşey yük} = 92.69 \text{ t}$$

$$W = W_{\text{sabit}} + W_{\text{hareketli}} * n \quad [3.1]$$

Binanın toplam yükü Formül 3.1 'de verildiği gibi binanın sabit yük değeri ile hareketli yükünün yük azaltma katsayısı ile çarpılmış değerinin toplamına eşittir . Hareketli yük azaltma katsayısı , n , konut için 0.3 alınmıştır . (Afet ölçelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik , 1996)

$$V_t = W * A * T_1 / R_a \quad [3.2]$$

$$A(T) = A_o * I * S(T) \quad [3.3]$$

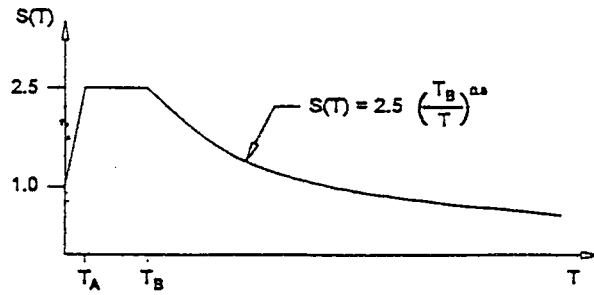
Binaya gelecek toplam yatay kuvvet Formül 3.2 ' de verilmiştir . Burada W binanın toplam ağırlığı , A ise formül 3.3 'de verilen A_o etkin yer ivme katsayısı , bina önem katsayısı I , ve spektrum katsayısı S (T) 'nin çarpımına eşittir . T₁ , binanın birinci modunun periyodu , R_a ise taşıyıcı sistemin davranışına bağlı deprem yükü azaltma katsayısıdır .

$A_0 = 0.3$ (Deprem bölgesi 2)

$I = 1$ (Konut)

$R = 7$ (Deprem yükünün çerçeveler ile boşluksuz ve veya bağ kirişli perdeler tarafından rijitlikleri oranında taşındığı binalar .)

S.A.P. 90 programında modal analizde kullanılan kullanılması gereken katsayı , $(A_0 * I / R) = 0.3 * 9.81 / 7 = 0.42$ bulunmuştur . Binanın yapı periyodunu bulmak için S.A.P 90 bilgisayar programında modal süperpozisyon yöntemi kullanılmıştır . Bu yöntemde kullanılan $S (T)$ - T diyagramı değerleri Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikten (1996) alınmıştır . Spektrum karakteristik periyotları zemin sınıfı 2 için $T_A = 0.15$ sn . ve $T_B = 0.40$ sn seçilmiştir .



Şekil 3.1 Spektrum katsayısı - periyot grafiği

Binamızın 1.mod periyodu SAP90 programı sonuçlarından $T1 = 0.65$ sn .
bulunmuştur .

$$S(T1) = 2.5 * (0.40 / 0.65)^{0.8} = 1.655$$

$$A(T1) = 0.30 * 1 * 1.655 = 0.496$$

$$V(T1) = 526.859 * 0.496 / 7 = 37.33 \text{ t}$$

Binamızın yüksekliği 25 metreden küçüktür ve toplam eşdeğer deprem yükü
Formül 3.4 'teki gibi bina katlarına dağıtılacaktır .

$$F_i = V_t * ((W_i H_i) / \sum_{i=1}^n (W_i H_i)) \quad (3.4)$$

Formül 2.4 'te , F_i , her kata gelen yatay kuvveti , W_i , her katın ağırlığını ,
 H_i , bu katların temel üst kotu seviyesinden olan yüksekliklerini gösterir .

$$\text{Çatı katında : } F_{\text{çatı}} = ((92.69 * 13) / (92.69 * 13 + 140.35 * 10 + 140.35 * 7 + 4 * 153.469)) * 37.33 = 10.7 \text{ t}$$

$$\text{Ara kat1 : } F_1 = (140.35 * 10 / 4204.796) * 37.33 = 12.46 \text{ t}$$

$$\text{Ara kat2 : } F_2 = (140.35 * 7 / 4204.796) * 37.33 = 8.72 \text{ t}$$

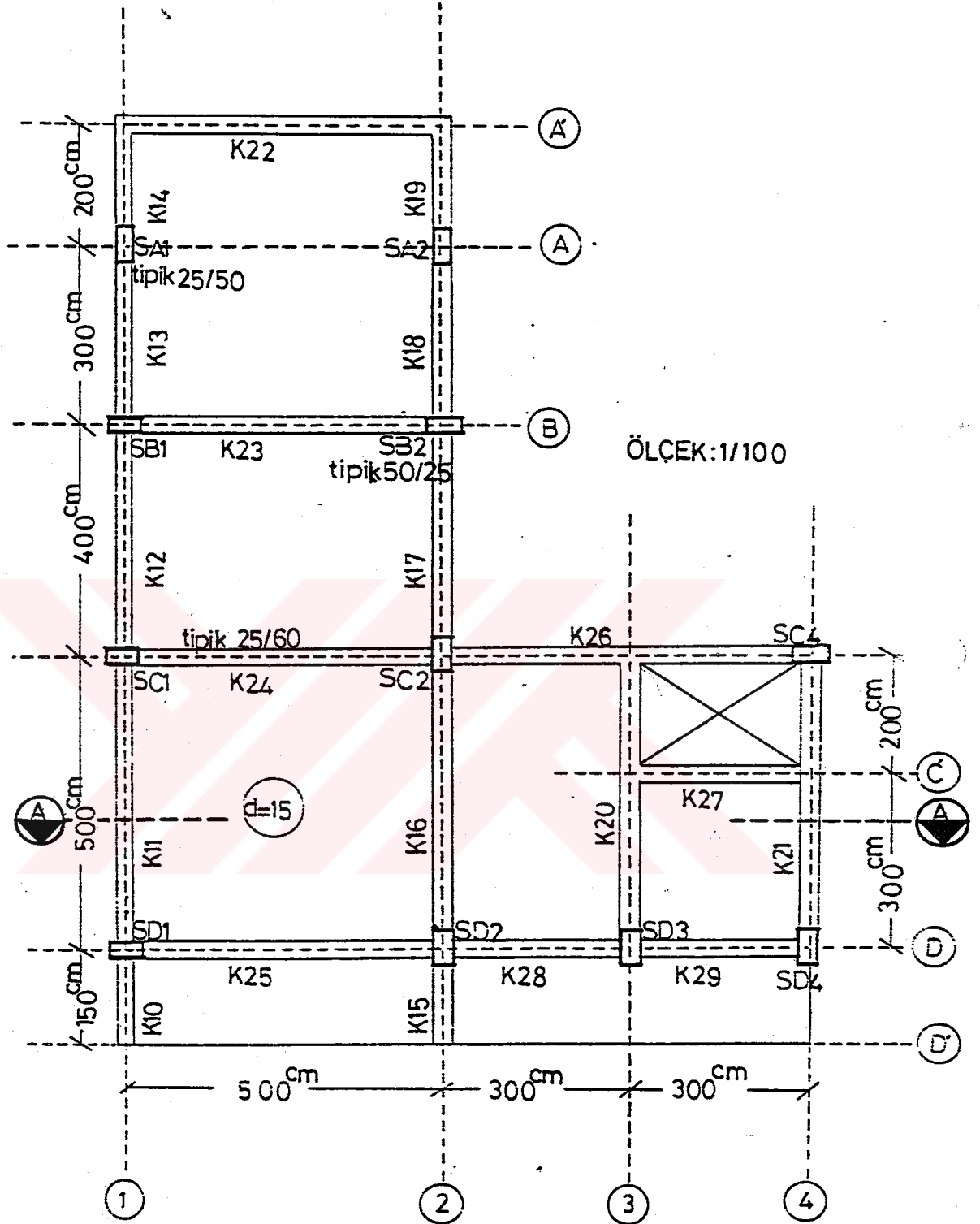
$$\text{Alt katta : } F_{\text{alt}} = (4 * 153.69 / 4204.796) * 37.33 = 5.46 \text{ t}$$

2.3 YATAY YÜKÜN DÜĞÜM NOKTALARINA DAĞITILMASI

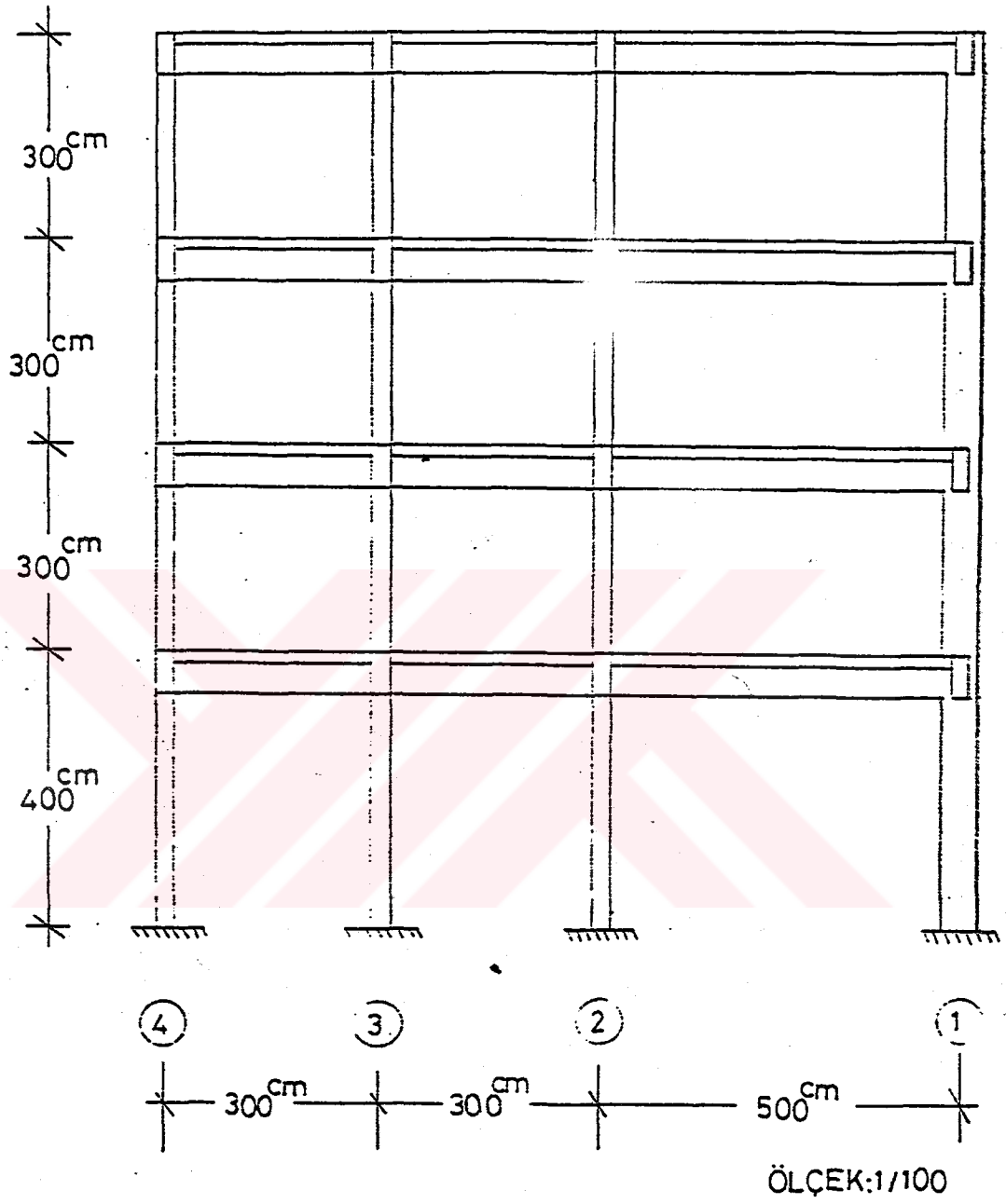
Binamızın SAP90 programı modelinde her katta düğüm noktası sayısı , n ,
11 tanedir .Yatay yükler , her katta düğüm noktalarına eşit şekilde dağıtılmıştır .

$$\text{Çatı katında} = 10.7 / 11 = 0.97 \text{ t}$$

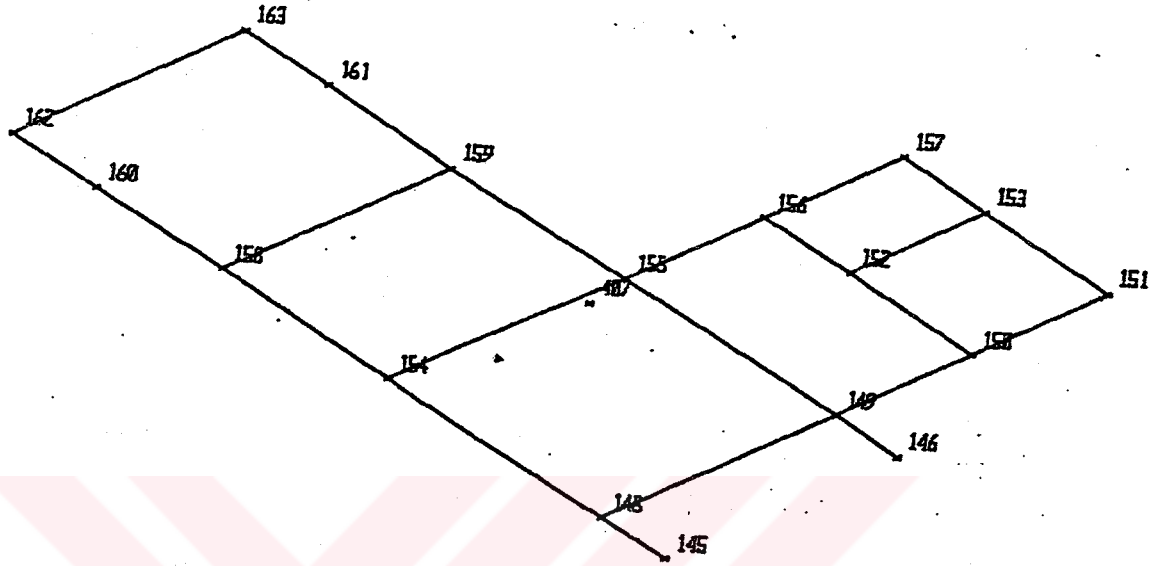
$$\text{Ara kat1} = 12.46 / 11 = 1.13 \text{ t}$$



Şekil 3.2 İncelenen L - planlı yapının 1. kat planı



Şekil 3.3. İncelenen L - planlı yapının A-A boykesiti



Şekil 3.4 Yatay yükün düğüm noktalarına dağıtılması

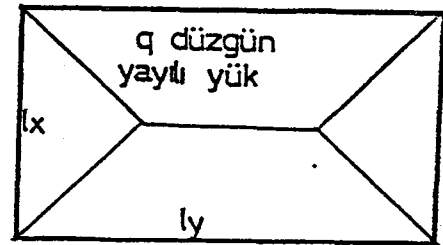
3.4 DÖŞEME YÜKÜNÜN KIRIŞLARA DAĞITILMASI

Döşemelerden kirişlere yük aktarılmasında aşağıdaki düzgün yayılı yük dağılımları kullanılmıştır .

Kısa açıklıkta $q \cdot l_x / 3$

Uzun açıklıkta $q \cdot l_x (1 / 2 - 1 / (6 m^2))$

$m = l_y / l_x$



Şekil 3.5 Döşeme yükünün kirişlere dağıtılması

$$K27 = q * 3 / 3$$

$$K13, K18 = q * 5 * 3 / (3 * 5) = q$$

$$K24, K23 = q * 5 / 3 + 4 * q * (0.5 - 1 / (6 * (1.25)^2)) = 3.24 q$$

$$K17, K12 = 4 * q / 3 = 1.33 q$$

$$K11 = 5 * q / 3 = 1.67 q$$

$$K16 = 5 * q / 3 + 3 * q * (0.5 - 1 / (6 * (5 / 3)^2)) = 2.99 q$$

$$K25 = 5 * q / 3 + 1.5 * q * (0.5 - 1 / (6 * (5 / 1.5)^2)) = 2.39 q$$

$$K10 = 1.5 * q / 3 = 0.5 q$$

$$K15, K21, K26 (sol) = 3 * q / 3 = q$$

$$K28, K29 = 3 * q / 3 + 1.5 * q / 2 * (0.5 - 1 / (6 * (6 / 1.5)^2))$$

$$K20 (alt) = (3 * q * (0.5 - 1 / (6 * (5 / 3)^2)) + 3 * q / 3) * 3 / 5 + q * 3 / 3 \\ = 1.792 q$$

$$K20 (üst) = (3 * q * (0.5 - 1 / (6 * (5 / 3)^2)) + 3 * q / 3) * 2 / 5 q = 0.528 q$$

$$K14, K19 = 5 * q / 3 * 2 / 5 = 0.67 q$$

$$K22 = 5 * q / 3 = 1.67 q$$

Alt kattaki kirişlere gelen sabit yük , $q = 0.447 \text{ t/m}^2$

$$\text{duvar} + \text{kiriş} + \text{kolon} = 0.87 + 0.28 + 0.13 = 1.28 \text{ t/m}$$

$$K11, K22 = 1.67 * 0.447 + 1.28 = 1.972 \text{ t/m}$$

$$K27 = 0.447 + 1.28 = 1.673 \text{ t/m}$$

$$K13, K18 = 0.447 * 1.002 + 1.28 = 1.674 \text{ t/m}$$

$$K14, K19 = 0.447 * 0.67 + 1.28 = 1.525 \text{ t/m}$$

$$K24, K23 = 0.447 * 3.24 + 1.28 = 2.674 \text{ t/m}$$

$$K12, K17 = 0.447 * 1.33 + 1.28 = 1.82 \text{ t/m}$$

$$K16 = 2.99 * 0.447 + 1.28 = 2.563 \text{ t/m}$$

$$K25 = 0.447 * 2.39 + 1.28 = 2.294 \text{ t/m}$$

$$K10 = 0.447 * 0.5 + 1.28 = 1.45 \text{ t/m}$$

$$K26 (\text{ sol }), K15, K21 = 0.447 + 1.28 = 1.673 \text{ t/m}$$

$$K28, K29 = 1.37 * 0.447 + 1.28 = 1.838 \text{ t/m}$$

$$K20 (\text{ alt }) = 0.447 * 1.792 + 1.28 = 2.027 \text{ t/m}$$

$$K20 (\text{ üst }) = 0.447 * 0.528 + 1.28 = 1.462 \text{ t/m}$$

Alt kattaki kirişlere gelen hareketli yük ; $q = 0.2 \text{ t/m}^2$

$$K24, K23 = 0.2 * 3.24 = 0.648 \text{ t/m}$$

$$K16 = 0.2 * 2.99 = 0.598 \text{ t/m}$$

$$K25 = 2.39 * 0.2 = 0.478 \text{ t/m}$$

$$K10 = 0.5 * 0.2 = 0.1 \text{ t/m}$$

$$K26 (\text{ sol }), K15, K21 (\text{ alt }) = 0.2 \text{ t/m}$$

$$K28, K29 = 1.37 * 0.2 = 0.274 \text{ t/m}$$

$$K20 (\text{ alt }) = 1.792 * 0.2 = 0.358 \text{ t/m}$$

$$K20 (\text{ üst }) = 0.528 * 0.2 = 0.106 \text{ t/m}$$

$$K14, K19 = 0.2 * 0.67 = 0.134 \text{ t/m}$$

$$K12, K17 = 0.2 * 1.33 = 0.266 \text{ t/m}$$

$$K11, K22 = 0.2 * 1.67 = 0.334 \text{ t/m}$$

$$K27 = 0.2 \text{ t/m}$$

$$K13, K18 = 0.2 * 1.002 = 0.2 \text{ t/m}$$

Ara katların kirişlerine gelen sabit yük 0.447 t/m^2 , hareketli yük 0.2 t/m^2 dir.

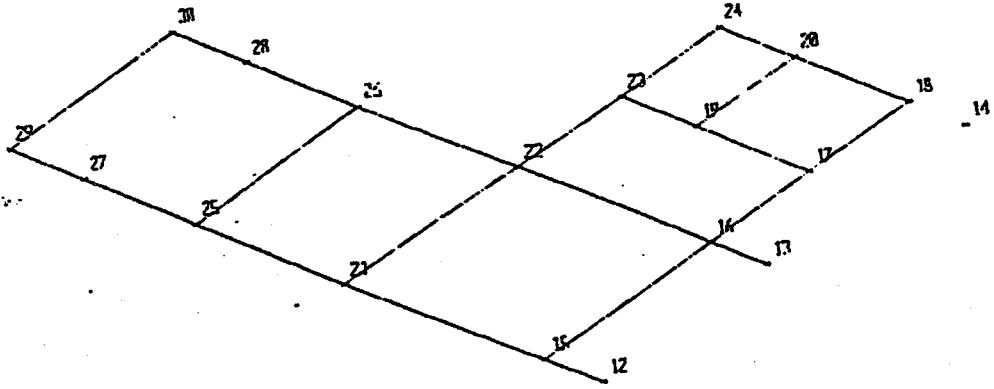
$$\text{Duvar} + \text{kiriş} + \text{kolon yükü} = 0.72 + 0.28 + 0.11 = 1.11 \text{ t/m}$$

Çatı katı kirişlerine gelen sabit yük 0.4 t/m^2 , hareketli yük 0.075 t/m^2 dir.

$$\text{Duvar} + \text{kiriş} + \text{kolon yükü} = 0.27 + 0.28 + 0.06 = 0.61 \text{ t/m}$$

Bu değerler kullanılarak , alt katta yapılan hesaplar diğer katlar için devam ettirilir .

3.5 DÜŞEY YÜKLERİN DÜĞÜM NOKTALARINA DAĞITILMASI



Şekil 3.6 Düşey yüklerin düğüm noktalarına dağıtılması

Binamızın bilgisayar modelinde kullanılan düğüm noktalarına etkiyen yükler, bu noktalara komşu kirişlerin birim uzunluk yükleri ile bu kirişlerin uzunluklarının yarısı çarpılarak bulunur .

Alt Katta :

$$12 = 1.5 * 1.938 / 2 = 1.45 \text{ t}$$

$$13 = 1.5 * 1.873 / 2 = 1.4 \text{ t}$$

$$15 = 1.5 * 1.938 / 2 + 2.5 * 2.306 + 2.5 * 2.772 = 14.15 \text{ t}$$

$$16 = 1.5 * 1.873 / 2 + 2.5 * 2.772 + 1.5 * 2.112 + 2.5 * 3.161 = 19.41 \text{ t}$$

$$17 = 1.5 * (2.112 + 2.112 + 2.385) = 9.91 \text{ t}$$

$$18 = 1.5 * (1.873 + 2.112) = 5.98 \text{ t}$$

$$19 = 1.568 + 1.5 * (2.385 + 1.873) = 7.96 \text{ t}$$

$$20 = 1.5 * (1.873 + 1.873) + 1.28 = 6.9 \text{ t}$$

$$21 = 2.5 * (2.306 + 3.32) + 2 * 2.09 = 18.25 \text{ t}$$

$$22 = 2 * 2.09 + 2.5 * (3.32 + 3.16) + 1.5 * 1.873 = 23.19 \text{ t}$$

$$23 = 1.5 * (1.873 + 1.28) + 1.568 = 6.3 \text{ t}$$

$$24 = 1.5 * 1.28 + 1.28 = 3.2 \text{ t}$$

$$25 , 26 = 1.5 * 1.874 + 2 * 2.09 + 2.5 * 3.32 = 15.29 \text{ t}$$

$$27 , 28 = 1.66 + 1.5 * 1.874 = 4.47 \text{ t}$$

$$29 , 30 = 1.66 + 2.5 * 2.31 = 7.44 \text{ t}$$

Diğer katların hesapları aynı şekilde yapılır .

Asimetrik planlı binanın davranışı , S.A.P. 90 bilgisayar programında , çubuk sistem ve plak sistemde depremli ve depremsiz hal için ayrı ayrı incelenmiştir . Bu yöntemlerde , hesaplanan deprem yükleri kolon kiriş birleşim düğüm noktalarına % 5 eksantrisine ile verilmiştir .

Sistemimizin depremdeki davranışı S.A.P. 90 bilgisayar programının zaman artımı (time-history) yöntemi ile , Erzincan Depremi spektral ivme - zaman kayıtları kullanılarak ayrıca incelenmiştir . Bu yöntemde , deprem yer hareketlerinin yatay yönlerdeki etkisinin yanında düşey yöndeki etkisi de hesaplara katılabilmekte ve buna bağlı olarak gerçeğe daha yakın sonuçlar bulunmaktadır .

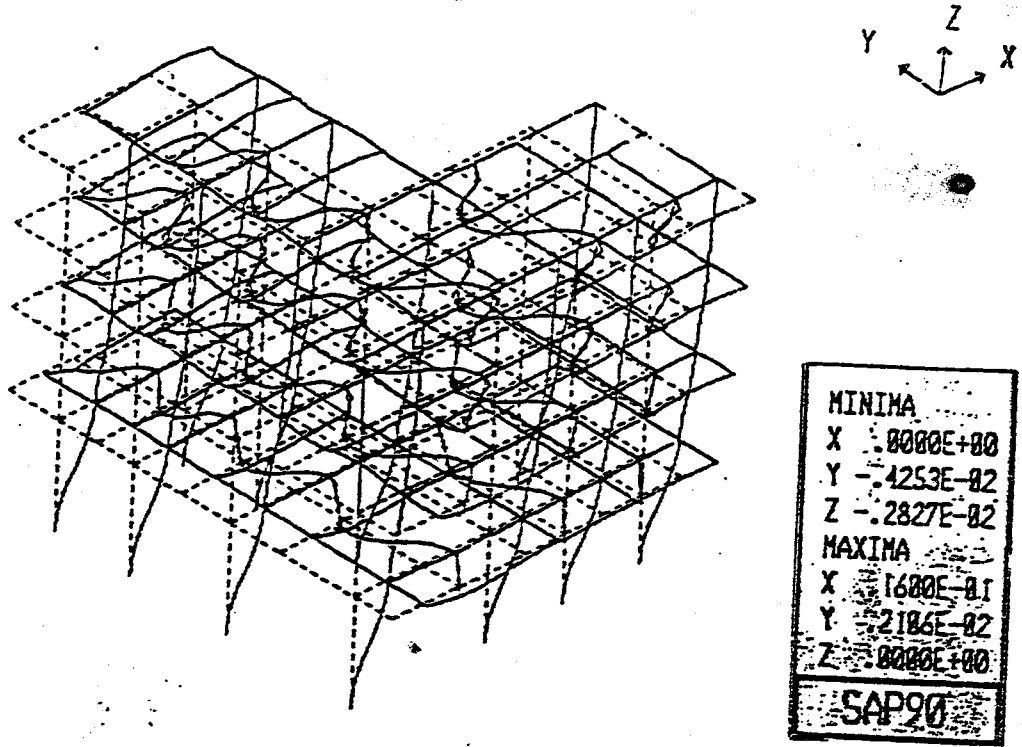
Sistemimiz Eurocode 8 'de verilen

$$0.30 E_{dx} + 0.30 E_{dy} + E_{dz}$$

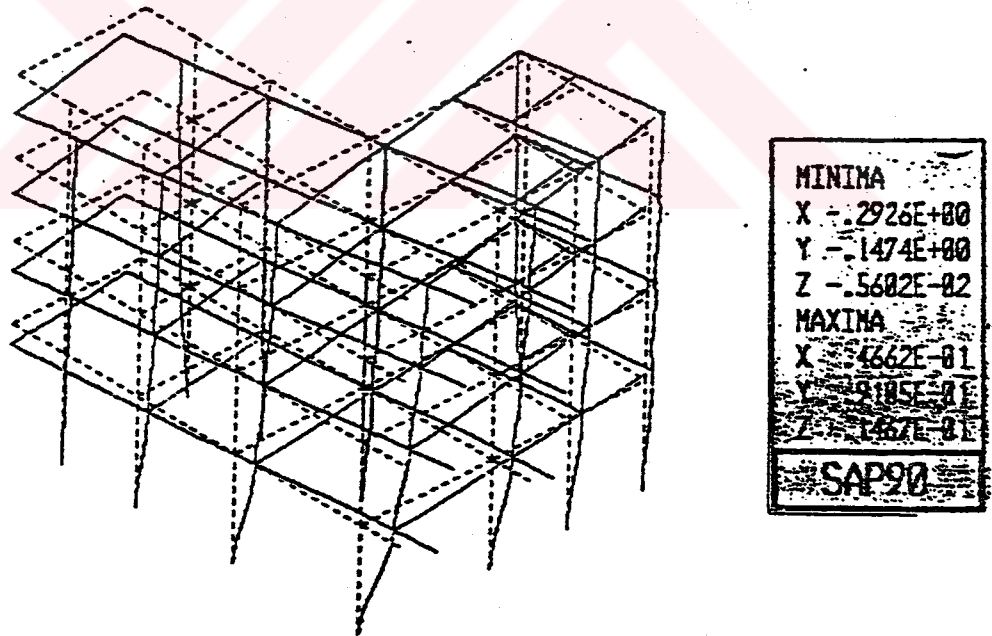
$$E_{dx} + 0.30 E_{dy} + 0.30 E_{dz} \quad (3.5)$$

$$0.30 E_{dx} + E_{dy} + 0.30 E_{dz}$$

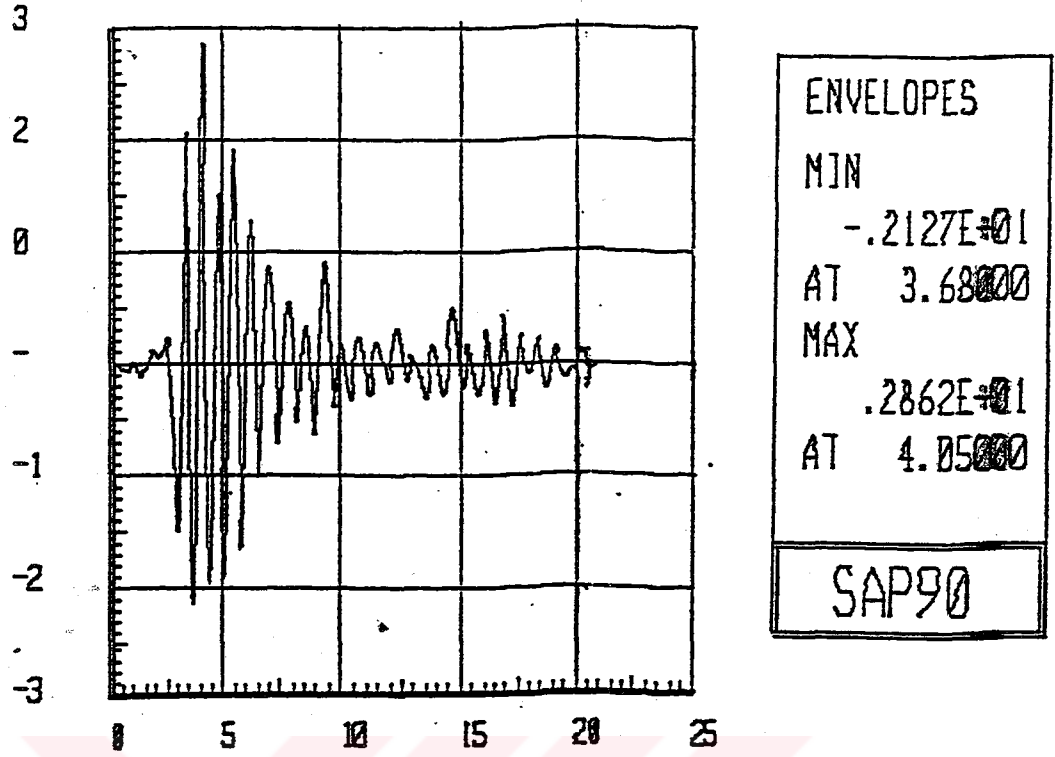
kombinasyonlarından en elverişsiz durum için çözüm yapılmıştır .(3.5)' te sırası ile x , y ve z yönlerindeki E_{dx} , E_{dy} ve E_{dz} deprem yer hareketlerinin hangi oranlarda kullanılması gerektiğini gösterilmektedir .



Şekil 3.7 İncelenen L-planlı binanın plak sistem deprem davranışı



Şekil 3.8 İncelenen L-planlı sistemin 1. mod deprem davranışı



Şekil 3.9

Dinamik yöntemde K22 kirişinin eğilme momentinin deprem süresince değişimi

ÇUBUK SİSTEM	GÜÇLÜ DÜZLEM			ZAYIF DÜZLEM	
	N (N)	V (N)	M (Nm)	V (N)	M (Nm)
1.4 G + 1.6 Q					
SD1 KOLONU	746.4	6.9	19.8	0	1.4
SA1 KOLONU	731.4	7.4	25	1.5	3.6
SC2 KOLONU	1354.3	11.1	23.8	0.2	0.6
K22 KIRIŞI	1.3	82.5	95.8	0.1	1.1
K16 KIRIŞI	1.1	89.1	66.2	1.7	4.6
K14 KIRIŞI	0.1	129.5	212.1	1.3	1.9

Tablo 3.1

L-planlı sistemin çubuk sistem düşey yük altındaki eleman iç kuvvetleri

ÇUBUK SİSTEM	GÜÇLÜ DÜZLEM			ZAYIF DÜZLEM	
G + Q + E	N (N)	V (N)	M (Nm)	V (N)	M (Nm)
SD1 KOLONU	433.7	48.7	115.7	0.2	1.5
SA1 KOLONU	479.2	10.6	27.2	4.4	16.3
SC2 KOLONU	979.5	19.9	40.2	7.1	15.1
K22 KIRIŞI	0.9	64.9	68.2	0.4	1.6
K16 KIRIŞI	0.2	62.8	46.4	3.7	3.7
K14 KIRIŞI	0.4	83.6	134.6	5.9	2.6

Tablo 3.2

L-planlı binanın çubuk sistem yatay yük altındaki eleman iç kuvvetleri

PLAK SİSTEM	GÜÇLÜ DÜZLEM			ZAYIF DÜZLEM	
1.4 G + 1.6 Q	N (N)	V (N)	M (Nm)	V (N)	M (Nm)
SD1 KOLONU	704	4	10.2	1.3	4.2
SA1 KOLONU	769.5	4.3	12.5	3.4	9.3
SC2 KOLONU	1297.7	2.3	5.74	1.5	4
K22 KIRIŞI	4.5	57.4	86	0.1	2.7
K16 KIRIŞI	3.8	85.2	84.1	1.6	4.1
K14 KIRIŞI	0.1	103.7	166.6	4.5	6.2

Tablo 3.3

L-planlı binanın plak sistem düşey yük altındaki eleman iç kuvvetleri

PLAK SİSTEM	GÜÇLÜ DÜZLEM			ZAYIF DÜZLEM	
G + Q + E	N (N)	V (N)	M (Nm)	V (N)	M (Nm)
SD1 KOLONU	411.3	11.5	25.1	5	12.9
SA1 KOLONU	501.9	36.8	105	0.2	2.1
SC2 KOLONU	911.4	56.9	122.3	0.2	1.1
K22 KIRIŞI	3	47.6	61.3	7.4	20.2
K16 KIRIŞI	10.7	58.3	57.3	7.2	7.9
K14 KIRIŞI	7.4	65.2	102.4	8	23.4

Tablo 3.4

L-planlı binanın plak sistem yatay yük altındaki eleman iç kuvvetleri

DİNAMİK YÖNTEM	GÜÇLÜ DÜZLEM			ZAYIF DÜZLEM	
Ex + 0.3 Ey	T (Nm)	V (N)	M (Nm)	V (N)	M (Nm)
SD1 KOLONU	23	89.9	202.6	10.4	21.6
SA1 KOLONU	23.1	34.8	76.2	17.8	44.1
SC2 KOLONU	2.2	31.5	63.7	19.6	41.1
K22 KIRIŞI	1.6	11.4	28.6	2.8	7.1
K16 KIRIŞI	1.1	15.9	44.8	3.9	10.1
K14 KIRIŞI	28.6	11.6	22.5	5.2	7

Tablo 3.5

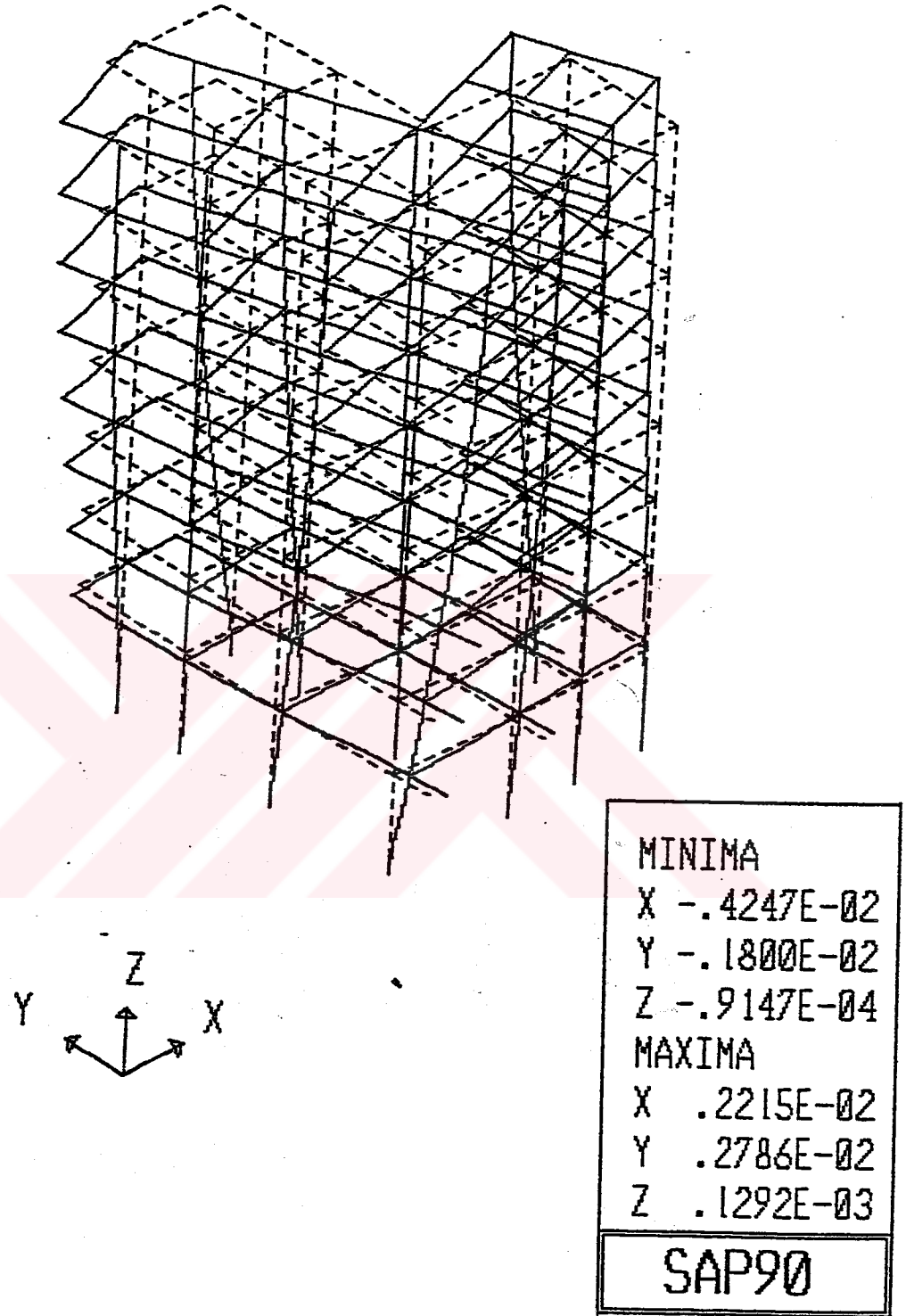
L-planlı binanın dinamik yöntemde yatay yük altındaki eleman iç kuvvetleri

İncelenen L-planlı sistemde , Erzincan depremi ivme kayıtlarının kullanıldığı dinamik yöntemde deprem düşey yönü etkisi , sistem elemanlarının içkuvvet değerlerinde önemli bir değişiklik meydana getirmemiştir .

İncelenen L-planlı 4 katlı binada plak sistem , çubuk sistem ve dinamik yöntem değerlerinin birbirine yakın olmakla beraber zaman zaman değişiklikler gösterdiği görülmüş ve sonuç olarak en elverişsiz durumu gösteren ve burulma etkilerinin ön plana çıktığı dinamik yöntemin , binaların deprem davranışlarının incelenmesinde kullanılması tavsiye edilmektedir .

Dinamik yöntemlerde gerçeğe daha yakın sonuçlar elde etmek ve yapılarımızı en az hasar görecektir şekilde dizayn etmek istiyorsak inşaat yaptığımız bölgelerin ivme kayıtlarını kullanmalıyız . Bunun gerçekleşebilmesi için ise deprem ivme kayıt alma sistemlerimizi deprem kuşağında bulunan yurdumuzun bütün illerine yaymalı ve önemli binalarda özellikle devlet yapılarında ivme kayıt cihazlarının bulundurulmasını sağlamalıyız .

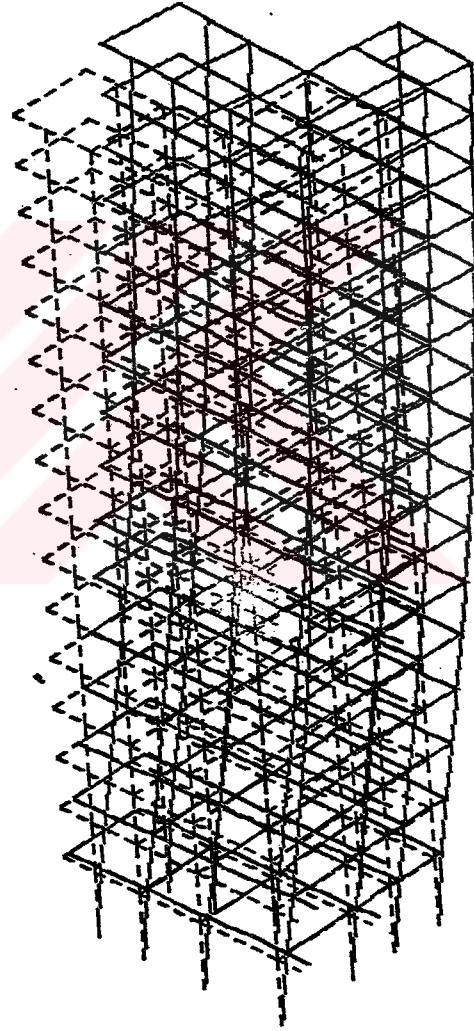
L - planlı binamızın davranışını daha iyi gözlemlemek amacı ile bina aynı plana sadık kalınarak 8 katlı durum için bir daha analiz edilmiştir . Kolon boyutları 25 / 50 den 50 / 70 'e çıkartılmış , 25 / 60 'lık kirişler ise 50 / 70 'lik kirişler haline getirilmiştir . Yapının bina 1. mod periyodu S.A.P. Ritz metoduna göre 0.61 sn. olarak bulunmuş ve deprem yükleri bu değere bağlı olarak daha önce gösterilen şekilde katlara dağıtılmıştır . Binanın yüksekliği 25 metredir . Alt katta , ara katlarda ve çatı katında sabit ve hareketli yükler aynı alınmıştır . Bina Şekil 3.10 'da görüldüğü gibi çubuk sistem olarak çözülmüştür



Şekil 3.10 İncelenen L-planlı 8 katlı binanın çubuk sistem deprem davranışı

L-planlı bina dinamik yöntemin gerekliliğini araştırmak için 8 katlı binadaki plana sadık kalarak aynı 50 / 70 'lik kolonlar ve 50 / 70 'lik kirişler kullanarak , A , B ve 4 akslarında bulunan kolonlar 50 / 200 'lik perdeler ile değiştirilerek S.A.P. 90 programında analiz edilmiş ve Ritz metodunda bina 1. mod periyodu 1.28 sn. bulunmuştur . Deprem yükleri bu değere bağlı olarak yine aynı şekilde katlara dağıtılmıştır . Binanın yüksekliği 49 metredir ve Şekil 3.11 'de görüldüğü gibi çubuk sistem kullanılmıştır .

MINIMA		
X	.	0000E+00
Y	-.5027E-	03
Z	-.9681E-	03
MAXIMA		
X	.	31
Y	.52E-	02
Z	.2246E-	02
SAP90		



Şekil 3.11 İncelenen L-planlı 16 katlı binanın çubuk sistem deprem davranışı

ÇUBUK SİSTEM		GÜÇLÜ DÜZLEM			ZAYIF DÜZLEM	
G + Q + E		N (N)	V (N)	M (Nm)	V (N)	M (Nm)
SD1 KOLONU		621.4	135.3	335.1	7	3.6
SA2 KOLONU		310.3	52	158	1.8	4.3
SC2 KOLONU		120.2	105.7	223.8	3.3	8.4
K11 KİRİŞİ		0	7.9	22.9	0	0
K16 KİRİŞİ		0	3.5	10.8	0	0
K26 KİRİŞİ		0	95.8	227.2	0	2

Tablo 3.6

L - planlı 8 katlı binanın 1. kat elemanlarının iç kuvvet değerleri

ÇUBUK SİSTEM		GÜÇLÜ DÜZLEM			ZAYIF DÜZLEM	
G + Q + E		N (N)	V (N)	M (Nm)	V (N)	M (Nm)
SD1 KOLONU		1253.2	13.6	29	119	322.2
SA2 KOLONU		907	10	55.6	41.9	222.5
SC2 KOLONU		19.1	3.2	9.8	88.9	191.1
K11 KİRİŞİ		0	9.5	28.8	0	0
K16 KİRİŞİ		0	2.9	8.7	0	0
K26 KİRİŞİ		0	125.2	285.7	0	2

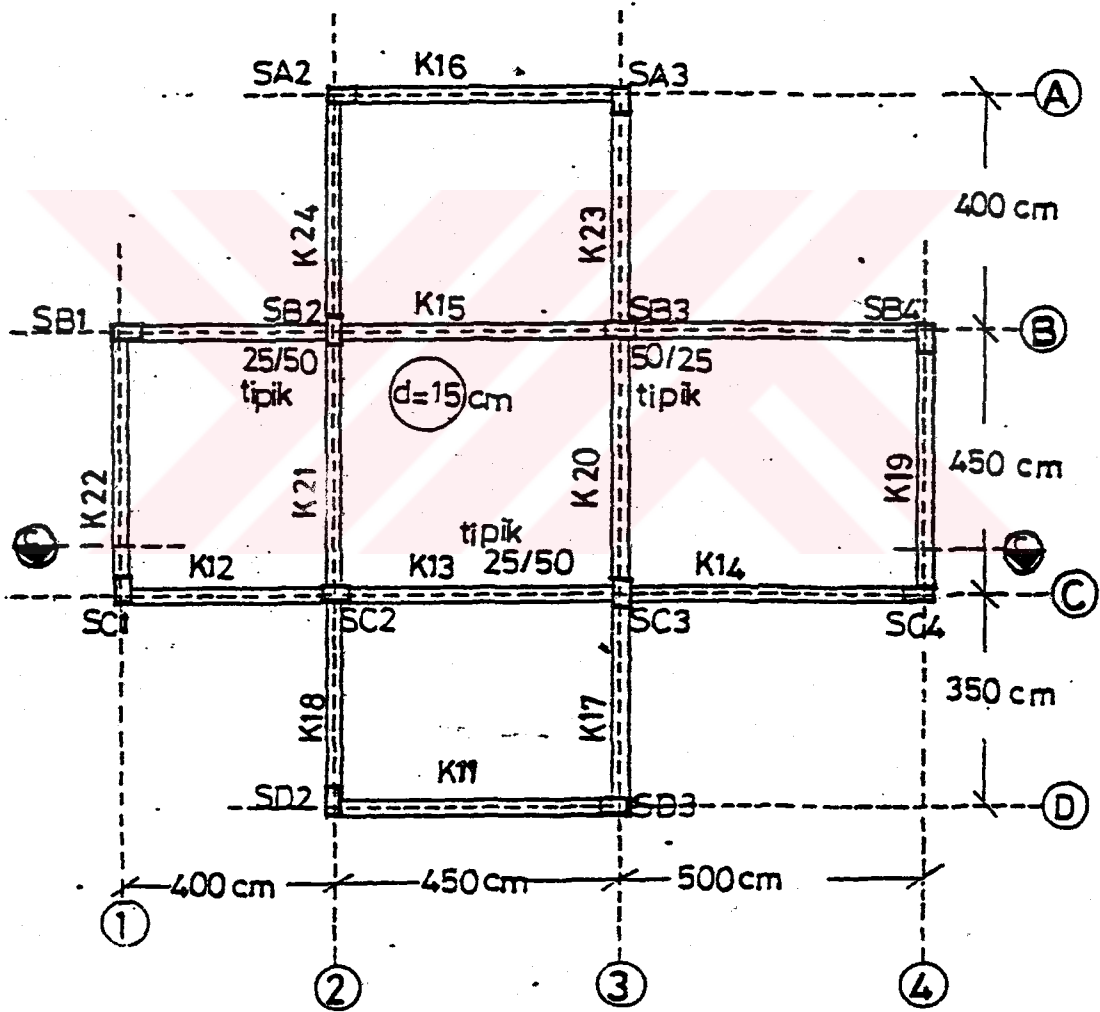
Tablo 3.7

L - planlı 16 katlı binanın 1. kat elemanlarının iç kuvvet değerleri

3.6 + ŞEKLİLİ PLANLI BİNANIN DEPREM DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

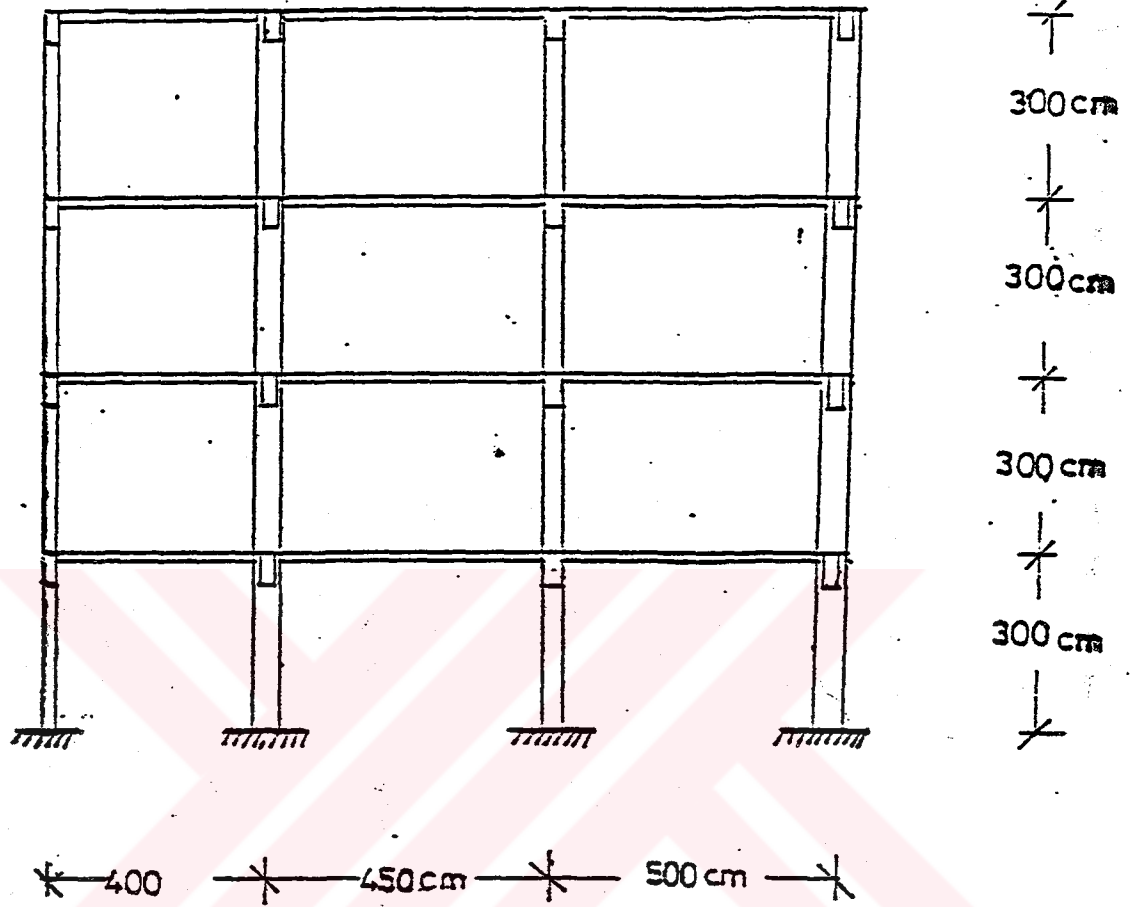
İncelenen bina 4 katlı ve 12 metre yüksekliğindedir . Her katın yüksekliği 3 metredir . Döşeme kalınlığı 0.15 metredir . Şekil 3.12 'de 1. katının kat planı verilen binada çatı katı ve alt katlarda sabit ve hareketli yükler bölüm 3.5 'de incelenen bina ile aynıdır .

ÖLÇEK : 1 / 125



Şekil 3.12 + şekilli planlı binanın 1. kat planı

ÖLÇEK 1 / 12



Şekil 3.13 + şekilli planlı binanın C - C enkesiti

Şekil 3.13 'te C - C enkesiti verilen + şekilli binanın her katı için toplam kat alanı 94.5 metrekare , duvar veya kiriş uzunlukları toplamı 69 metredir . Çan katın ve alt katların hesap ağırlıkları hesaplanırsa :

Alt. kat :

$$\text{Döşeme yükü} = 94.5 \cdot 0.447 = 42.24 \text{ t}$$

$$\text{Kiriş zati yükü} = 69 \cdot 0.281 = 19.39 \text{ t}$$

$$\text{Duvar yükü} = 69 \cdot 0.72 = 49.68 \text{ t}$$

$$\text{Kolon yükü} = (3.0 - 0.60) * 2.5 * 1.375 = 8.25 \text{ t}$$

$$\text{Toplam sabit yükü} = 119.56 \text{ t}$$

$$\text{Hareketli yük} = 94.5 * 0.2 = 18.9 \text{ t}$$

$$\text{Toplam hareketli yük} = 0.3 * 18.9 = 5.67 \text{ t}$$

$$\text{Toplam düşey yük} = 125.23 \text{ t}$$

Çatı kat :

$$\text{Döşeme yükü} = 94.5 * 0.4 = 37.8 \text{ t}$$

$$\text{Kiriş zati yükü} = 39 \text{ t}$$

$$\text{Duvar yükü} = 0.27 * 69 = 18.63 \text{ t}$$

$$\text{Kolon yükü} = (3.0 - 0.60) * 2.5 * 1.375 / 2 = 4.13 \text{ t}$$

$$\text{Toplam sabit yük} = 79.95 \text{ t}$$

$$\text{Hareketli yük} = 94.5 * 0.075 = 7.09 \text{ t}$$

$$\text{Toplam hareketli yük} = 0.3 * 7.09 = 2.13 \text{ t}$$

$$\text{Toplam düşey yük} = 82.08 \text{ t}$$

Binanın periyodu S.A.P.90 programında Ritz Metodu ile 0.39 sn. bulundu .

Bu değere göre yatay yükler aşağıda bulunmuştur .

$$S(T1) = 2.5 * (0.40 / 0.39) 0.8 = 2.56$$

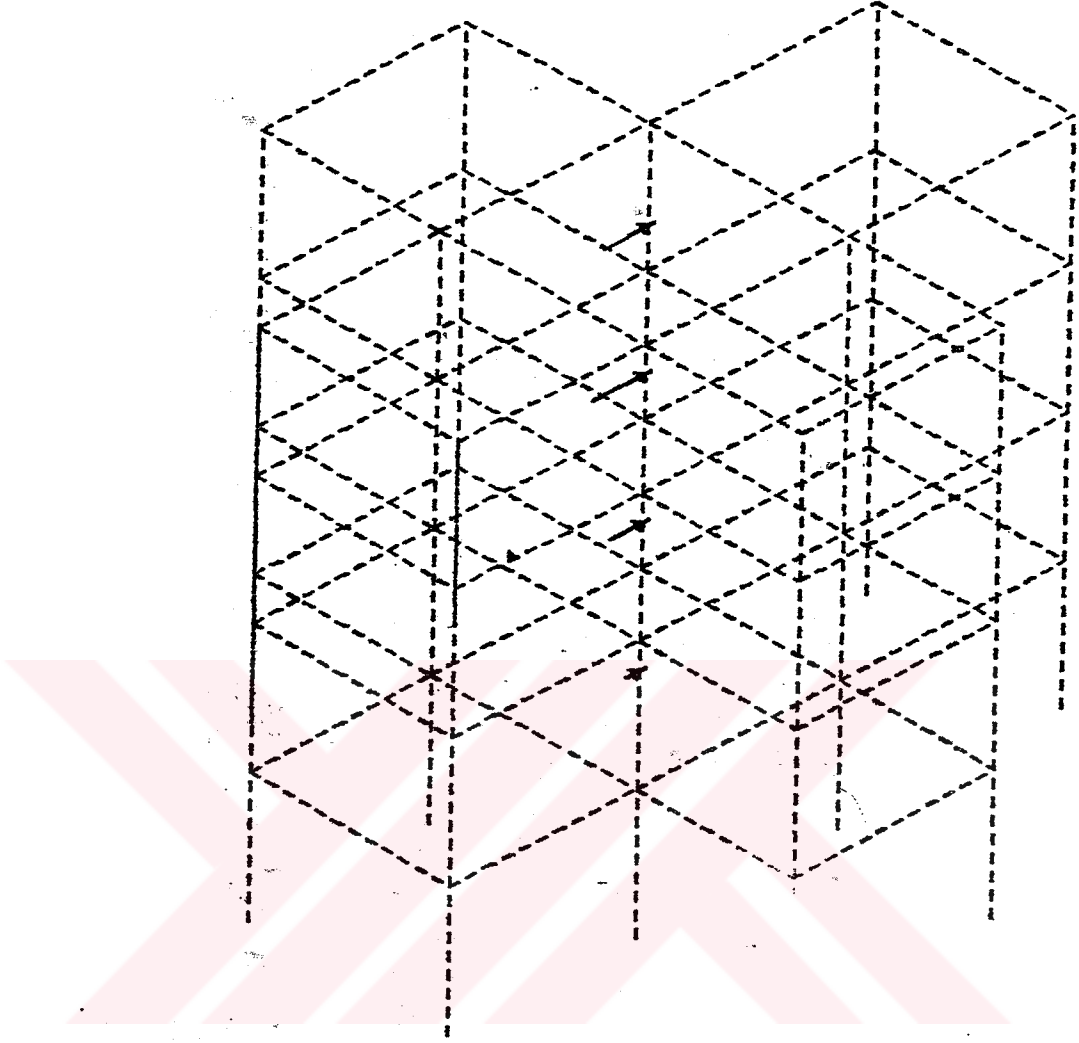
$$A(T1) = 0.3 * 1 * 2.56 = 0.768$$

$$V(T1) = 457.77 * 0.768 / 8 = 43.95 \text{ t}$$

Bulunan toplam yatay yük katlara dağıtılır . Yükler master düğüm

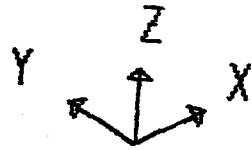
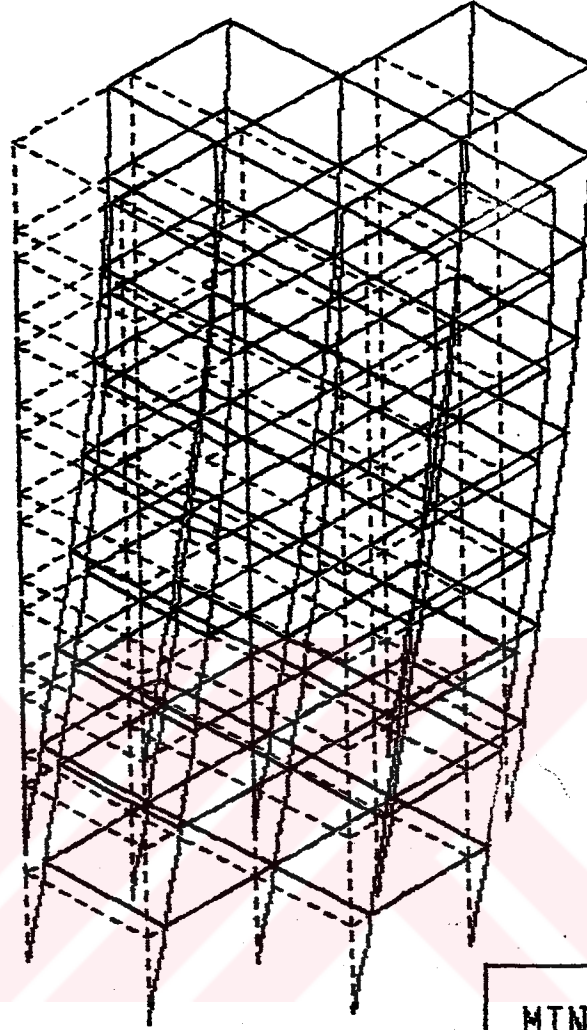
noktalarına etki ettirilir . Bu noktaların koordinatları $X=6.57 \text{ m}$, $Y=5.89 \text{ m}$ 'dir .

Katlara gelen yükler sırası ile aşağıdan yukarıya 5.11 t , 10.21 t , 15.32 t ve 13.4 tondur .



Şekil 3.14 + şekilli planlı binanın yatay yüklerinin dağıtılması

Sistem ayrıca 8 katlı olarak çözülmüş ve 25 / 50 cm. boyutlarındaki kolonlar ve kirişler 30 / 50 cm. boyutlarında kiriş ve kolonlara dönüştürülmüştür . Buna göre yapılan S.A.P.90 bilgisayar programında 24 metre yüksekliğindeki binanın 1. mod periyodu 0.69 sn. bulunmuştur . Sistem 16 katlı olarak çözülmüş ve 70 / 120 cm 'lik perdeler kullanılmıştır . 48 metre yüksekliğindeki binada 70 / 80 cm . boyutlarında kirişler kullanılmıştır . Şekil 3.16 'da yatay yükler etkisindeki davranışı görülen binanın 1. mod periyodu 0.69 sn. bulunmuştur .



MINIMA

X .0000E+00

Y -.8497E-04

Z -.9313E-04

MAXIMA

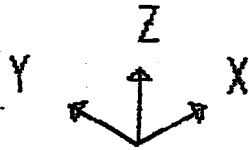
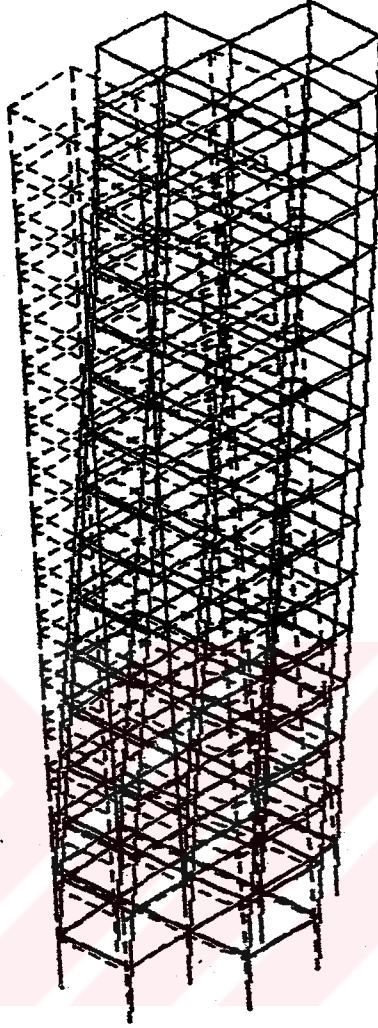
X .1092E-01

Y .8497E-04

Z .1093E-03

SAP90

Şekil 3.15 + şekilli planlı 8 katlı binanın yatay yükler etkisinde davranışı



MINIMA	
X	.0000E+00
Y	-.3769E-03
Z	-.1239E-02
MAXIMA	
X	.1668E-01
Y	.2671E-03
Z	.1269E-02

SAP90

Şekil 3.16

Şekil 3.16 + şekilli planlı 16 katlı binanın yatay yükler etkisinde davranışı

ÇUBUK SİSTEM		GÜÇLÜ DÜZLEM			ZAYIF DÜZLEM		
G + Q + E		N (N)	V (N)	M (Nm)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
K16 KIRIŞI		0	0.6	1.5	0	0	0
K13 KIRIŞI		0	6.7	16.3	0	0	1
K20 KIRIŞI		0	0.1	0.3	0	0	74
SA3 KOLONU		1.4	0.2	0.3	14.2	21.3	0
SB4 KOLONU		9.9	0.7	1	12.1	18.3	0
SC3 KOLONU		2.4	0.2	0.3	12.4	18.7	0

Tablo 3.8

+ - planlı 4 katlı binanın 2. kat elemanlarının iç kuvvet değerleri

ÇUBUK SİSTEM		GÜÇLÜ DÜZLEM			ZAYIF DÜZLEM		
G + Q + E		N (N)	V (N)	M (Nm)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
K16 KIRIŞI		0	0	0.1	0	0	2
K13 KIRIŞI		0	2.3	5.7	0	0	0
K20 KIRIŞI		0	0.2	0.4	0	0	26
SA3 KOLONU		0.9	0.2	0.3	10.8	16.1	0
SB4 KOLONU		0.5	0.4	0.6	8.9	13.6	0
SC3 KOLONU		0.2	0.1	0.2	9.2	14	0

Tablo 3.9

+ - planlı 8 katlı binanın 6. kat elemanlarının iç kuvvet değerleri

ÇUBUK SİSTEM		GÜÇLÜ DÜZLEM			ZAYIF DÜZLEM		
G + Q + E		N (N)	V (N)	M (Nm)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
K16 KIRIŞI		0	7.1	171.4	0	0	29
K13 KIRIŞI		0	76.7	212	0	0	38
K20 KIRIŞI		0	4.7	24.5	0	0	97
SA3 KOLONU		5.7	33.7	51.5	39.5	63.2	1
SB4 KOLONU		229.8	2.2	3.3	84.1	130.1	1
SC3 KOLONU		74.9	37.6	56.7	169.2	254.81	0

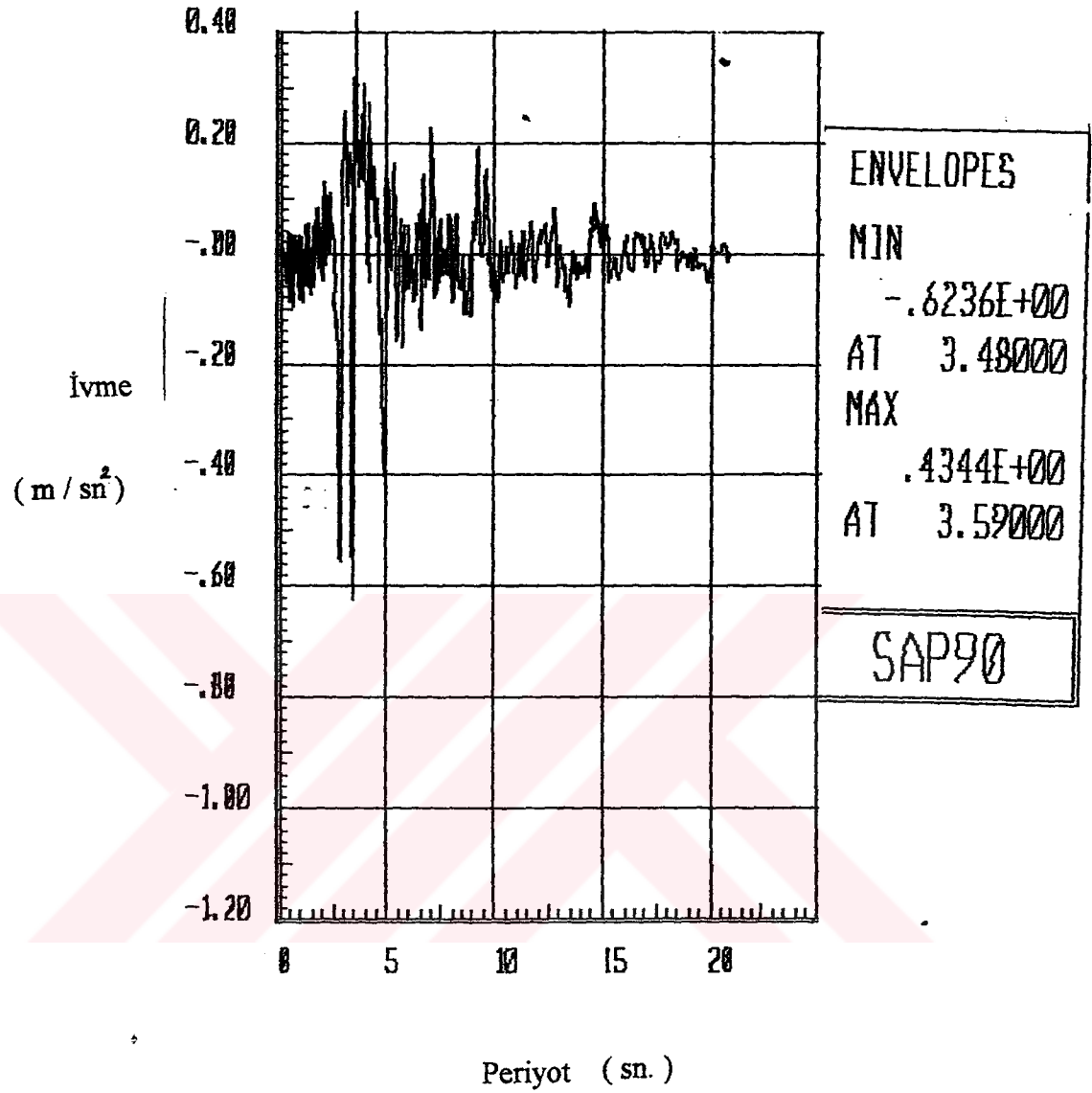
Tablo 3.10

+ - planlı 16 katlı binanın 11. kat elemanlarının iç kuvvet değerleri

ÇUBUK SİSTEM		GÜÇLÜ DÜZLEM			ZAYIF DÜZLEM		
G + Q + E		N (N)	V (N)	M (Nm)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
K16 KIRIŞI		14	25.6	931.4	391.7	57.6	341.2
K13 KIRIŞI		16.5	9.9	1185	423.5	22.8	219.4
K20 KIRIŞI		37.5	7.1	154.2	61.8	38	513
SA3 KOLONU		596.7	177.5	359.8	239	274.1	86.6
SB4 KOLONU		1741	53.9	698.1	464.7	148.8	87.8
SC3 KOLONU		474.3	393.1	602.5	393.1	1666	86.9

Tablo 3.11

+ - planlı 16 katlı binanın 11. kat elemanlarının dinamik analiz iç kuvvet değerleri.



Şekil 3.17 Dinamik hesapta kullanılan Erzincan depreminin x yönündeki
ivme - periyot grafiği

Şekil 3.17 'de görülen Erzincan depreminin x yönü ivme - periyot grafiği
SAP90 bilgisayar programında üç boyutlu çubuk sistemde yapılan dinamik
analizlerde kullanılmıştır . Ayrıca y ve z yönlerinde de ivme kayıtları kullanılmış ve
bu binanın gerçeğe daha yakın bir deprem davranışı göstermesine yardımcı olmuştur.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1) Depreme dayanıklı yapı , yalnızca daha iyi hesap yöntemleri ile sağlanmamaktadır . Yapılarımızda deprem hasarının büyük olması çoğunlukla yapının ve uygulamanın kalitesizliğinden kaynaklanmaktadır . Çabamız , proje dayanımında betonu gerçekleştirmek , donatıların projede istenilen miktar , biçim ve yerde konulmasını sağlamak olmalıdır . Bu da tamamen Yapı Denetimi ile mümkün olacaktır . İnşaat Mühendisleri olarak Odamız ile birlikte proje denetimini yaygınlaştırırken , uygulama denetimini de kabul ettirip yaygınlaştırmalıyız .

2) Asimetrik planlı binada plak sistem , çubuk sistem ve dinamik yöntem analizleri sonuçları birbirlerine yakın olmakla beraber zaman zaman değişiklikler gösterdiği görülmüştür . En elverişsiz durumu gösteren ve burulma etkilerinin ön plana çıktığı dinamik yöntemin , binaların deprem davranışlarının incelenmesinde kullanılması tavsiye edilmektedir .

3) Dinamik yöntemde gerçeğe daha yakın sonuçlar elde etmek ve hesaplarımızı en az hasar görecektir şekilde dizayn etmek istiyorsak inşaat yaptığımız bölgelerin ivme kayıtlarını kullanmalıyız . Bunun gerçekleştirilmesi için deprem kayıt alma sistemlerimizin deprem kuşağında bulunan yurdumuzun bütün illerine yayılması ve önemli yapılarda özellikle devlet yapılarında ivme kayıt cihazlarının bulundurulması gerekmektedir .

4) Asimetrik planlı sistemlerde , gerilme yığılmalarına ve özellikle konsol , kirişlerde burulma momentlerine dikkat edilerek eleman dizaynlarında önlemler alınmalıdır . Burulma etkilerinin gözlemlendiği bölgelerde 135 ° lik etriyelerin kullanılması her iki yönde kuvvete karşı koyma bakımından daha güvenli olmaktadır .

5) 1996 Depreme Dayanıklı Yapı Yönetmeliği'nde birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde temel üst kotundan itibaren ölçülen toplam yüksekliği 25 metreden fazla olan binalarda eşdeğer deprem yükü yöntemi yerine dinamik yöntemlerin kullanılması gereklidir . İncelenen binalardaki deprem davranışı olarak dinamik yöntemle bulunan sonuçlar özellikle 8 ve 16 katlı binalar için eşdeğer deprem yükü yönteminde bulunan değerlerden daha büyük olduğu gibi ayrıca daha üniform bir dağılım içerisinde ve daha gerçeğe uygun olmaktadır .

6) L-planlı binalar deprem yerhareketine maruz kaldıklarında rijitliklerinde değişiklikler oluşturma eğilimi içerisinde dirler ve kütle ve rijitlik merkezleri geometrik olarak çakışmadıklarından burulma meydana gelir . Bu etkileri en aza indirmek için binayı yapısal olarak iki ayrı şekle ayırmalı veya binanın gerilme yoğunlaşması görülen kısımlarını güçlendirerek bağlamalı ve burulma etkilerini azaltıcı karşı koyan elemanlar yerleştirilmelidir .

7) Plan çevresi boyunca rijitlik ve dayanımda değişiklikler gösteren sistemlerde ilk önlem olarak sistem çevresi boyunca eski haline eşit rijitlik ve dayanımı olan bir çerçeve sistemi oluşturulabilir . İkinci yaklaşım ise açık kenarın rijitliğini , açık kenara veya bu kenarın yanına perdeler ekleyerek yükseltmektir . üçüncü yaklaşım ise rijitlik

bakımından perdeye yaklaşan çok güçlü çelik kirişlerin kullanılmasıdır . Bir başka yaklaşım ise burulma etkilerini kabul edip yapının burulmaya karşı rijit diyafram olarak çalışan döşemesi bulunan küçük yapılar projelendirmektir .

8) Taşıyıcı eleman eksenleri paralel olmayan sistemlerde kütle merkezi ile rijitlik merkezi çakışmadığından burulma kuvvetleri oluşur . Bu problem çevre duvarlarının rijitlik ve dayanımındaki değişiklikler ile daha da zor bir hal almaktadır . Bu probleme çözüm olarak , ı ışık geçirmeyen perdeli kenarlar , cepheleri hafif malzeme ile giydirmeli çerçeve sistemler ile değiştirilmelidir . Böylece bu perdeler ile yapının diğer bölümleri arasındaki rijitlik farkı azalacaktır .



KAYNAKLAR

- 1) AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK ,
İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi yayın No: 22 , (1996)
- 2) EARTHQUAKE RESISTANT DESIGN OF STRUCTURES , EUROCODE 8 ,
(1993)
- 3) DYNAMICS OF STRUCTURES UNDER SEISMIC INPUT MOTION
EUROCODE 8 , J. Engr. Mech. Div. Am. Soc. Civ. Engrs. , Vol. 85 , No. EM 3 ,(1959)
- 4) Shah , H.C. , Zsutty , T.C. and Padilla , L. , THE PURPOSE AND EFFECTS OF
EARTHQUAKE CODES , Internal Study report No1 , The John A. Blume Earthquake
Engineering Center , Stanford University , (1977)
- 5) İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI BÜLTENİ , Türkiye’de Depreme Dayanıklı
Yönetmeliklerin Gelişimi , İnş. Yük. Müh. Nejat Bayülke (Mart 1997)
- 6) Reitherman , R.K. , FRANK LLOYD WRIGHT’S IMPERIAL HOTEL : A SEISMIC
RE-EVALUATION , Proc. Seventh World Conference on Earthquake Engineering ,
İstanbul , (1980)
- 7) Dowrick , D.J. , EARTHQUAKE RESISTANT DESIGN , John Wailey and Sons ,
London , (1977)

- 8) Natio , T. , EARTHQUAKE-PROOF CONSTRUCTION , Bull Seismic Soc. , Am.
17 , No 2 , (June 1977)

- 9) Degenkolb , H. , SEISMIC DESIGN ; STRUCTRAL CONCEPTS , Summer
Seismic Institute for Architectural Faculty , AIA Research Corp. , Washington , (1997)

- 10) Zeris , C.A. , Mahin , S.A. , and Bertero , V.V. , ANALYSISI OF THE SEISMIC
BEHAVIOR OF THE IMPERIAL COUNTY SERVICES BUILDING , Proc. Third U.S.
National Conference on Earthquake Engineering , El Cerrito , C.A.,Earthquake
Engineering Research Inst. , (1986)

- 11) International Conference of Building Officials (ICBO) , 1958 UNIFORM
BUILDING CODE (UBC) , Whittier , CA , (1958)

- 12) Sozen , M.A. , EARTHQUAKE RESISTANT DESIGN , Proceedings from the
1978 Summer Seismic Institute for Architectural Faculty , AIA Research Corp. , (1979)

- 13) Clough R.W.and Penzien J. , DYNAMICS OF STRUCTURES , McGraw-Hill ,
New York , (1984)

- 14) Newmark N.M. A METHOD OF COMPUTATION FOR STRUCTURAL
DYNAMICS , J. Engn. Mech. Div. Am. Soc. Civ. Engrs , Vol. 85 , No. EM 3 , (1959)

ÖZGEÇMİŞ

Serkan Coşkun , 1973 yılında İstanbul 'da doğmuştur . Orta öğrenimini İstanbul Özel Ortadoğu Lisesi 'nde bitirdikten sonra 1991 yılında İ .T .Ü . İnşaat Mühendisliği Bölümüne girmiş ve 1995 yılında lisans öğrenimini tamamlayarak İ .T .Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yapı Mühendisliği Programında yüksek lisans öğrenimine başlamıştır . Bir yıldır Dizayn Grup Limited Şirketi 'nde , statik proje grubunda , inşaat mühendisi olarak çalışmaktadır .