

BİNALARDA DÜŞEY DEPREM ETKİSİNİN ZAMAN TANIM ALANINDA HESAP YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

Elif DOĞAN , Muzaffer ELMAS

Özet – Yapılarda taşıyıcı sistemin tasarlanmasında, yapının kullanım ömrü boyunca etkileneceği düşey yüklerin yanında deprem yüklerinin de güvenli bir şekilde karşılanması temel unsurlardan biridir. Ülkemizde ve dünyada meydana gelen depremler dikkate alındığında, deprem sırasında yeryüzünde yatay yerdeğiştirmeler yanında düşey yerdeğiştirmelerin de olduğu görülmektedir. Yapılan incelemelerde düşey deprem ivmesinin genellikle yatay deprem ivmesinin %33.3 - %50 si mertebesinde olduğu görülmüştür, [1]. Bu nedenle önemli durumlarda yüksek yapıların tasarımında düşey dinamik karakteristiklerin hesaplanması gerekli hale gelmektedir. Bu çalışmada, taşıyıcı sistem düşey elemanları süreksizlik gösteren veya büyük konsolları olan bir dizi örnek betonarme yapı üzerinde 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi ivme kayıtları kullanılarak Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi ile düşey deprem etkisi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler – Düşey Deprem Etkisi, Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi, 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi İvme Kayıtları

Abstract – In design of bearing systems of buildings, one of the basic principle is to cover the seismic loads safely besides the vertical self loads which the buildings are to be exposed. Taking into consideration of earthquakes appearing in Turkey and all over the World, it is seen that during earthquakes vertical displacements occur with horizontal displacements. Researches indicate us that the ratio of vertical earthquake acceleration to horizontal earthquake acceleration is %33.3 - %50, [1]. Thus, it is necessary to calculate the vertical dynamic characteristics of high rised structures in important cases. In this paper, the vertical earthquake effects on sample reinforced concrete buildings which have discontinuous vertical bearing system elements or include large consoles, are investigated with Time History Analysis by using 17th August 1999 Marmara Earthquake acceleration records.

Key Words – Vertical Earthquake Effect, Time History Analysis, 17 August 1999 Marmara Earthquake Ground Acceleration Records.

E. Doğan, SA.Ü. Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Esentepe / SAKARYA

I. TEMEL İLKELER

Ülkemizde, yerleşim bölgelerinin önemli bir bölümünün yüksek deprem riski taşıyan aktif bir deprem kuşağı üzerinde bulunması, depreme karşı yeteri kadar güvenli ve bunun yanında ekonomik koşulları da gözardı etmeyen yapı tasarımını mühendislik açısından önemli kılmaktadır. Depreme dayanıklı ve ekonomik yapı tasarımının gerçekçi bir yaklaşımla sağlanabilmesi için;

- Yapıların ömürleri süresince maruz kalabilecekleri depremlerin gerçekçi bir şekilde tahmin edilmesi,
- Bu deprem etkileri altında yapılardan beklenen davranışın, güvenlik ve ekonomi koşullarını birarada optimum düzeyde sağlayacak şekilde belirlenmesi,
- Boyutlandırılan yapı sistemlerinin deprem etkileri altında gerçek davranışlarının izlenerek göçme güvenliklerinin bulunmasına olanak sağlayan ileri hesap yöntemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir.

Depreme dayanıklı yapı tasarımında, yapının fonksiyonuna devam etmesinin sağlanması, hasarların sınırlandırılması ve can kayıplarının önlenmesi şeklinde olmak üzere değişik düzeyde korunma ilkeleri söz konusudur.

a) Kullanılabilirlik sınır durumu:

Bölgede sık olarak ortaya çıkan küçük şiddetteki depremlerin yapının fonksiyonuna herhangi bir olumsuz etki yapmaması, onarıma gerek gösteren hasarın meydana gelmemesi istenir.

b) Hasar kontrolü sınır durumu:

Bu ikinci sınır durumu, ekonomik olarak onarılıp güçlendirilebilecek durum ile onarım güçlendirilmesi ekonomik olarak mümkün olmayan durumu birbirinden ayırır.

c) Göçme kontrolü sınır durumu:

Meydana gelmesi muhtemel depremde yapı içindikilerin hayatının korunması bu sınır durumu tanımlar. Ender olarak meydana gelecek şiddetli depremlerde, yapıda onarılamayacak hasarın meydana gelmesi kaçınılmazdır. Ancak, bu durumda da yapının tamamen göçmesinin önlenmesi gerekir. Büyük depremlerde yapı dayanım

$$\Delta \dot{u}(t) = \frac{3\Delta \Delta(t)}{\Delta t} - 3\dot{u}(t) - \frac{\ddot{u}(t)\Delta t}{2} \quad (2.8)$$

elde edilir. Bu sonuçlar 2.2 denklemindeki artımlara ait

hareket denkleminde yerine yazılması ile yer değiştirme vektöründeki artım $\{\Delta u(t)\}$ için,

$$\{\Delta F^*(t)\} = \{\Delta F(t)\} + [M] \left(6 \frac{\{\dot{u}(t)\}}{\Delta t} + 3\ddot{u}(t) \right) + [C(t)] \left(3\dot{u}(t) + \{\ddot{u}(t)\} \frac{\Delta t}{2} \right) \quad (2.11)$$

Sayısal çözümlerde $u(t)$ ve $\dot{u}(t)$ değerleri, başlangıç şartları olarak veya bir önceki adımın sonuçları olarak bellidir. Yük vektörü, sönüm ve rijitlik matrisleri belirli olduğuna göre, karşı gelen ivme vektörü 2.1 denkleminde,

$$\{\ddot{u}(t)\} = \left(\{F(t)\} - [C(t)]\{\dot{u}(t)\} - [K(t)]\{u(t)\} \right) [M]^{-1} \quad (2.12)$$

şeklinde bulunur. Daha sonra 2.10 ifadesinden $[K^*(t)]$ etkili rijitlik matrisi, 2.11 ifadesinden $\{\Delta F^*(t)\}$ etkili yük artım vektörü ve 2.9 ifadesinden yer değiştirmelerde meydana gelen $\{\Delta u(t)\}$ artım vektörü hesap edilir. Hızlarda meydana gelen artım ise 2.8 ifadesinden bulunur.

Sonuç olarak göz önüne alınan adım sonrası hız ve yer değiştirme değerleri için,

$$\dot{u}(t + \Delta t) = \dot{u}(t) + \Delta \ddot{v}(t + \Delta t) \quad (2.13)$$

$$u(t + \Delta t) = u(t) + \Delta u(t + \Delta t) \quad (2.14)$$

bağıntıları elde edilir, [1], [3].

III. ÖRNEK BETONARME BİNALARDA DÜŞEY DEPREM ETKİSİNİN İNCELENMESİ

III.1 Yapıların Modellenmesinde Yapılan Kabuller

İncelenen bütün binalar planda iki asal eksenine göre de simetrik olup her iki doğrultuda 3.0m uzunluğunda üç açıklık mevcuttur. Zemin kat yüksekliği 5.0m, üstteki diğer katların yükseklikleri ise 3.0m'dir.

Malzeme: Beton C20

Beton Elastisite Modülü $E_c = 2800000 \text{ t/m}^2$, [4].

Beton Birim Hacim Ağırlığı: 2.5 t/m^3

Döşeme Plak kalınlığı: 10cm

Kolon Boyutları: 50cm * 50cm (Zemin Kat)

40cm * 40cm (Üst Katlar)

Kiriş Boyutları: Gövde Kalınlığı $b_w = 25\text{cm}$

Kesit Yüksekliği $h = 50\text{cm}$

$$[K^*(t)]\{\Delta u(t)\} = \{\Delta F^*(t)\} \quad (2.9)$$

bağıntısı elde edilir. Etkili rijitlik matrisi $[K^*(t)]$ ve etkili yük artım vektörünün $\{\Delta F^*(t)\}$ açık ifadeleri aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$[K^*(t)] = [K(t)] + 3 \frac{[C(t)]}{\Delta t} + 6 \frac{[M]}{(\Delta t)^2} \quad (2.10)$$

Kiriş Tabla Genişliği: $b = b_w + 0.2l_p$ (Simetrik Tablalı)

$b = b_w + 0.1l_p$ (Kenar Kirişler), [4].

l_p : Kirişlerde moment sıfır noktaları

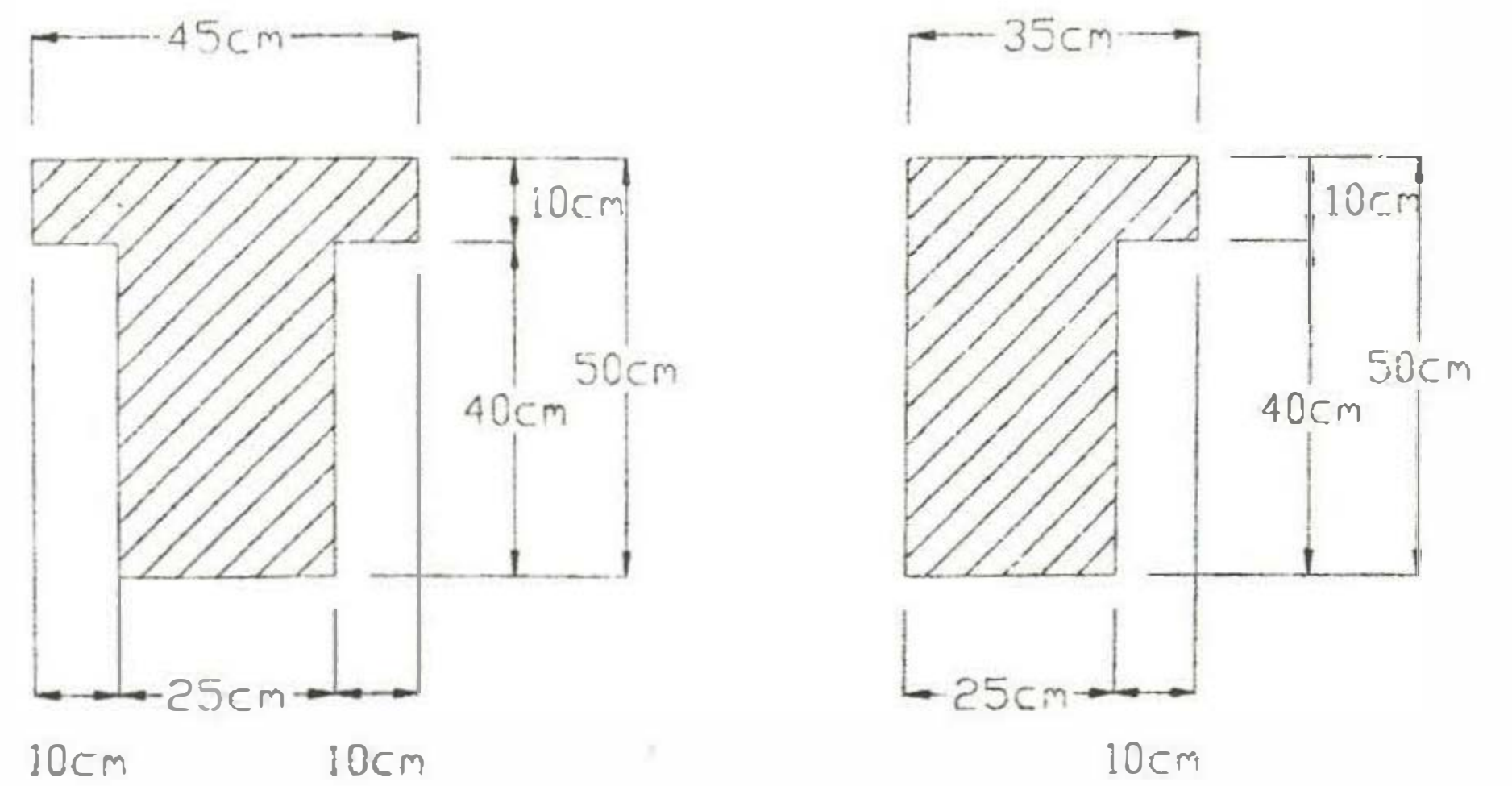
arasındaki mesafe (Ortalama olarak sürekli kiriş iç açıklıkları için kabul edilen değer alınır)

$$l_p = 0.6 * l = 0.6 * 300 = 180\text{cm}$$

Kiriş tablaları bütün açıklık boyunca çalışmadığından (momentin negatif olduğu bölgelerde) ve deprem davranışı sırasında çatlamalardan dolayı kiriş rijitliklerinin azalması nedeniyle, yapısal analiz için kiriş atalet momentleri hesaplanırken uygun bir yaklaşımla tabla genişliklerinin yarısı alınabilir. Ancak kesitin betonarme hesabı yapılırken tabla genişliğinin tamamı gözönüne alınmalıdır.

$$0.2l_p = 0.2 * 180 = 36\text{cm}, \text{ yarısı} = 18 \approx 20\text{cm}$$

$$0.1l_p = 0.1 * 180 = 18\text{cm}, \text{ yarısı} = 9 \approx 10\text{cm}$$



Orta Kiriş Kesiti

Kenar Kiriş Kesiti

Şekil 1. Kiriş Kesitleri

Yükler:

- Normal Kat Döşemesi

Zati Yükler: Plak öz ağırlığı: $0.10m \cdot 2.5 t/m^3 = 0.250 t/m^2$

Kaplama+sıva: $0.150 t/m^2$

Toplam Zati: $g=0.250+0.150=0.400 t/m^2$

Hareketli Yük: $q=0.200 t/m^2$

- Çatı Katı Döşemesi

Zati Yükler: Plak öz ağırlığı: $0.10m \cdot 2.5 t/m^3 = 0.250 t/m^2$

Ahşap Çatı+sıva: $0.125 t/m^2$

Toplam Zati: $g=0.250+0.125=0.375 t/m^2$

Hareketli Yük (Kar Yüğü): $q=0.100 t/m^2$

Döşeme açıklıkları birbirlerine eşit oldukları için döşeme yükleri kirişlere üçgen yayılı yükler olarak aktarılmaktadır. Bu yükler ilave olarak normal kat kirişleri üzerinde yarım tuğla duvar olduğu düşünülürse;

Yarım tuğla duvar m^2 ağırlığı: $0.250 t/m^2$

$g_{duvar}=0.250 \cdot h_{duvar}=0.250 \cdot (3.0-0.50)=0.625 t/m$

Kirişlerin ve kolonların kendi özağırlıkları Sap2000 Yapısal Analiz Programı tarafından otomatik olarak hesaba katılmıştır.

Yatay ve düşey deprem titreşimleri altında incelenen örnek yapılarda, kütlelerin kat döşemeleri seviyelerinde yeteri kadar parçaya bölünerek kiriş uç ve orta noktalarında toplandığı varsayılmıştır. Kirişlerin ve kolonların kendi kütleleri yine Sap2000 programı tarafından hesaba katılmıştır. Kütieler hesaplanırken hareketli yükler ABYYHY [5]'te verilen azaltma katsayısı ile azaltılmıştır. Döşemelerin kendi düzlemleri içinde sonsuz rijit olduğu düşünülerek katların yatayda rijit diyafram hareketi yaptığı varsayılmıştır.

Yapılarda düşey deprem etkisinin incelenmesinde Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi ile yapılan dinamik analizlerde 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi ivme kayıtları kullanılmıştır.

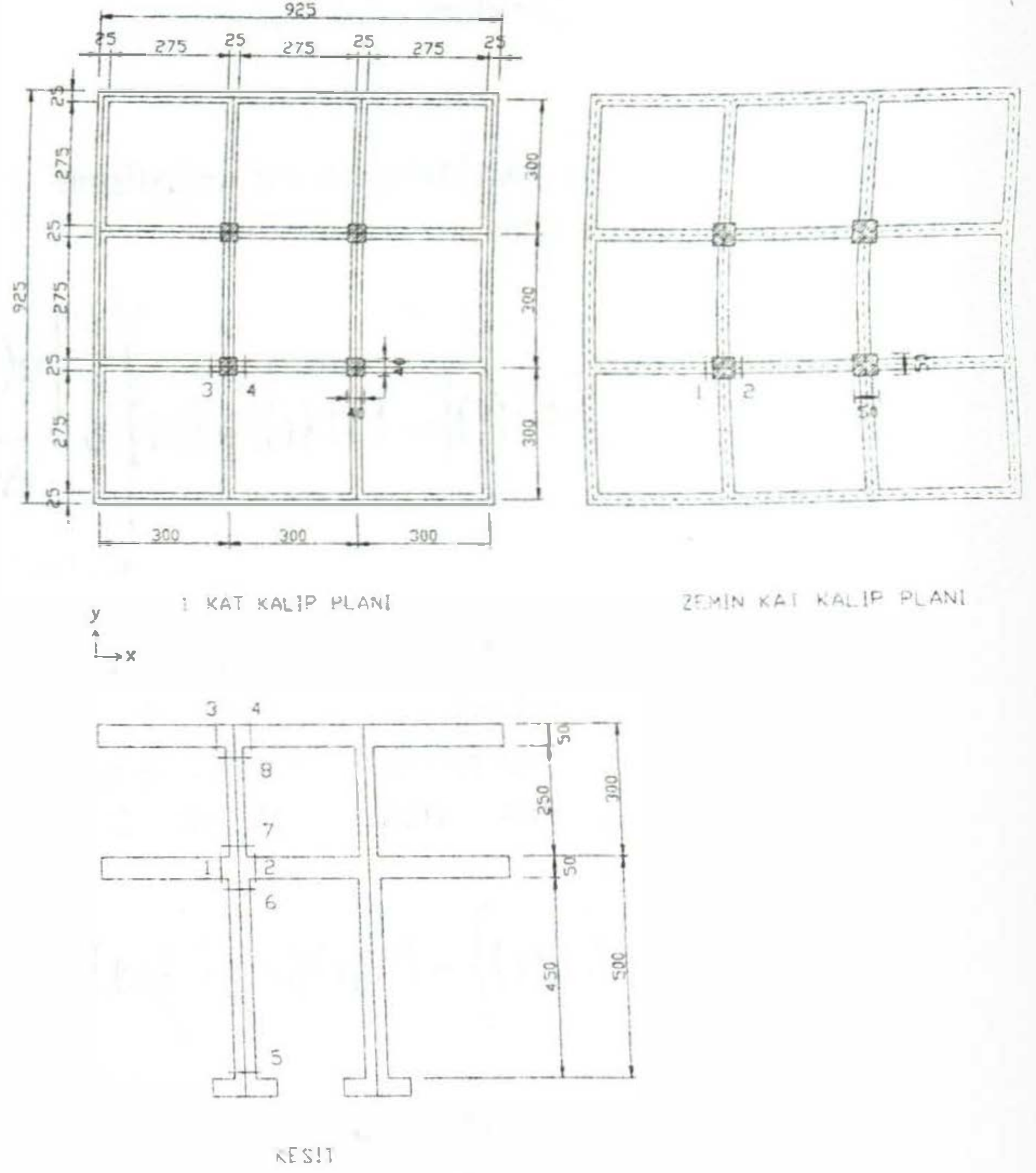
x doğrultusunda doğu - batı ivme kaydı,
y doğrultusunda kuzey - güney ivme kaydı,
z, düşey doğrultuda ise doğu - batı ivme kaydının 0.65 katı gözönüne alınmıştır.

Hesaplar elastik teoriye göre yapıldığından, ivme kayıtlarının g/R katı (g: Yerçekimi İvmesi, R: Yapı Davranış Katsayısı) yapıya etkilmiştir.

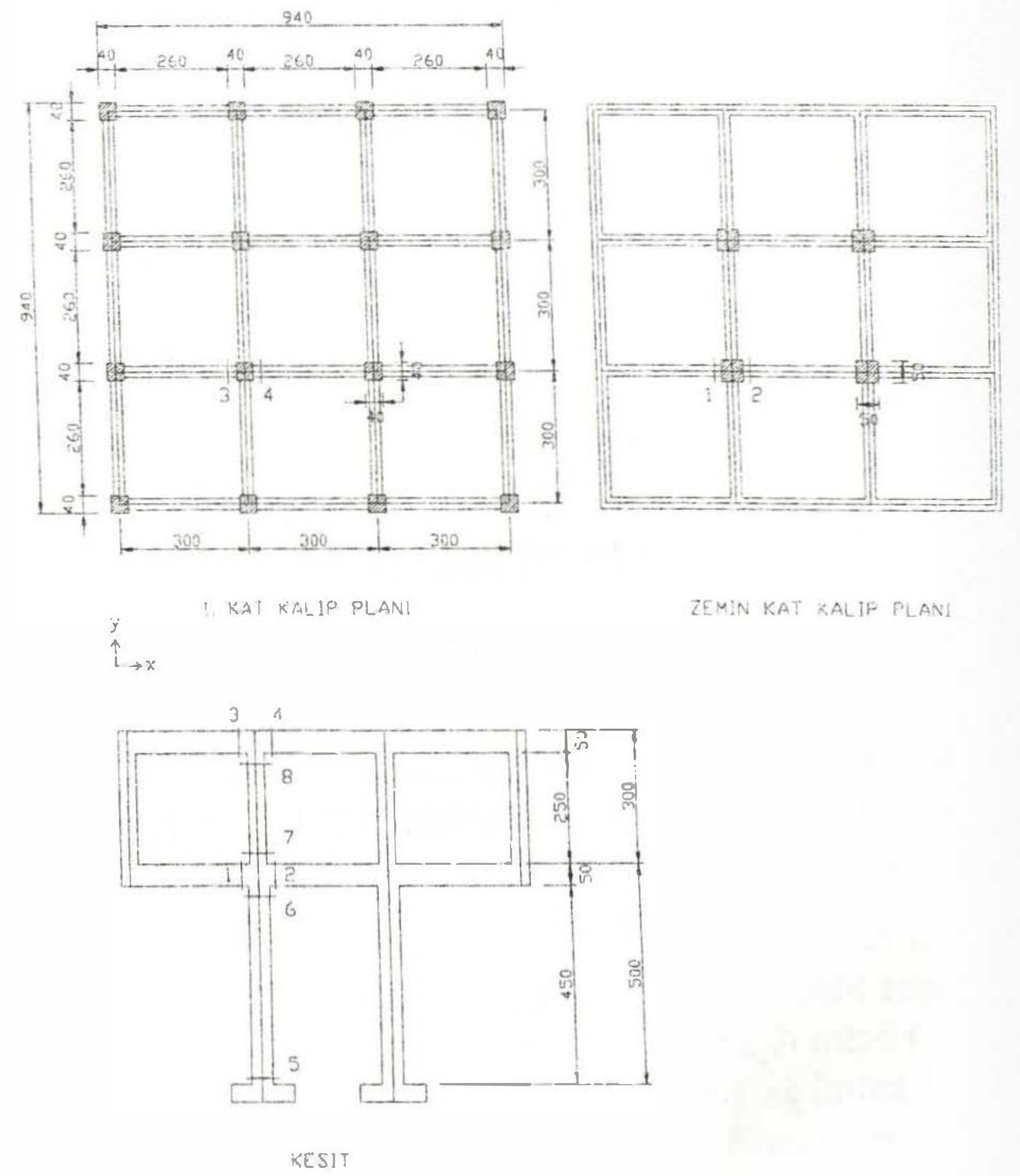
Dinamik hesapta, modal sönüm oranı bütün titreşim modları için 0.05 alınmış ve hesaba katılan sebest titreşim modu sayısı, her bir doğrultu için etkin kütle oranı %90'ın üzerinde olacak şekilde belirlenmiştir.

Her bir yapı için bir statik analiz (zati ve hareketli yükler altında çözüm) ve iki dinamik analiz yapılmıştır. Dinamik analizlerin ilkinde dış yük olarak yatay ivme kayıtları etkilmiş; ikincisinde ise bunlara düşeyde, doğu - batı ivme kaydının 0.65 katı ilave edilmiştir. Analizler sonucunda elde edilen kesit tesirleri karşılaştırılmıştır.

III.2 Örnek Binalar ve Elde Edilen Sonuçlar



Şekil 1. Örnek Yapı - 1 Plan ve Kesit



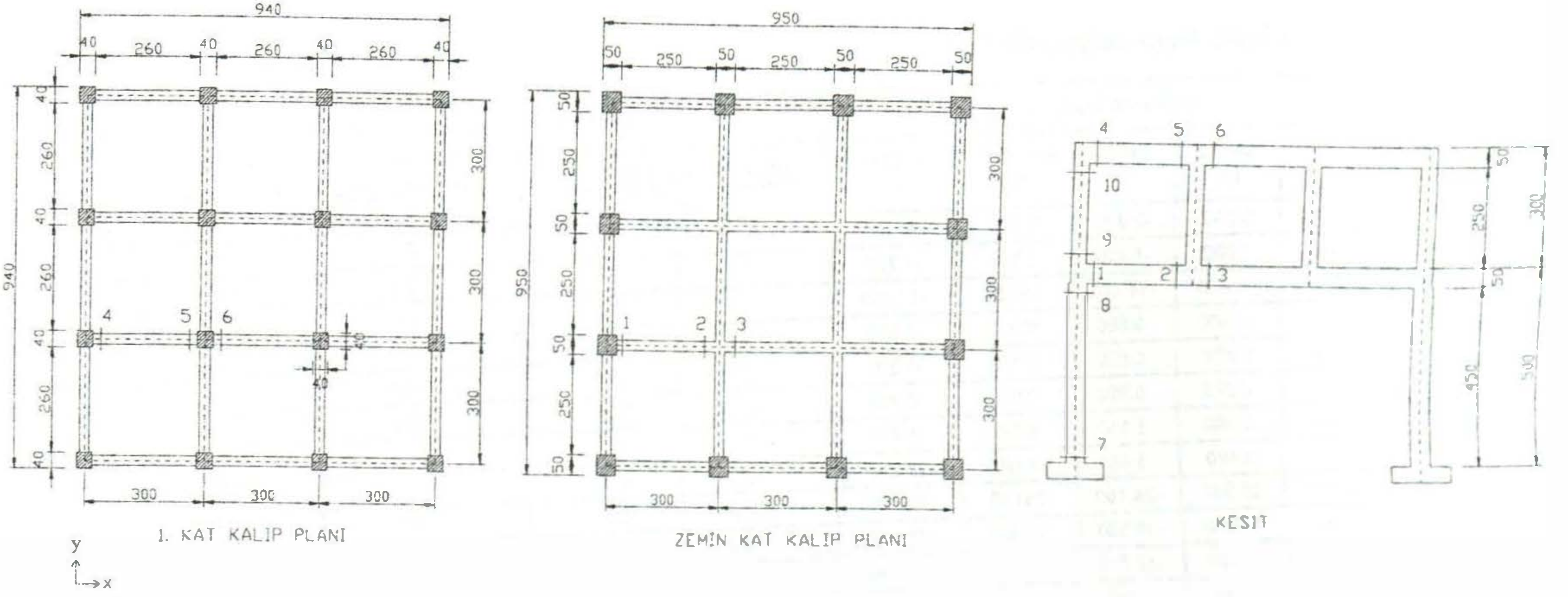
Şekil 2. Örnek Yapı - 2 Plan ve Kesit

Tablo 1. Örnek Yapı – 1 Kesit Tesiri Değişim Oranları

Kesit	Kesit Tesiri	Yükleme Durumu					Kesit Tesiri Değişim Oranları (%)			
		G+Q	Ex+Ey (+)	Ex+Ey (-)	Ex+Ey+Ez (+)	Ex+Ey+Ez (-)	$\frac{[(Ex+Ey+Ez)-(Ex+Ey)]*100}{(Ex+Ey)}$		$\frac{[(G+Q+Ex+Ey+Ez)-(G+Q+Ex+Ey)]*100}{(G+Q+Ex+Ey)}$	
1	M	-26.130	3.330	-2.330	2.810	-2.340	-15.6	0.4	2.3	0.0
	V	12.020	1.030	-1.410	1.040	-1.220	1.0	-13.5	0.1	1.8
2	M	-7.040	15.850	-14.480	15.930	-14.440	0.5	-0.3	0.9	-0.2
	V	-2.830	10.400	-9.590	10.410	-9.570	0.1	-0.2	0.1	-0.2
3	M	-13.380	0.876	-0.629	1.170	-1.320	33.6	109.9	-2.4	4.9
	V	6.350	0.276	-0.380	0.535	-0.465	93.6	22.5	3.9	-1.4
4	M	-5.020	5.260	-5.150	5.310	-4.940	1.0	-4.1	20.8	-2.1
	V	-1.610	3.460	-3.410	3.460	-3.390	0.0	-0.6	0.0	-0.4
5	N	-49.940	25.840	-24.180	25.830	-24.030	0.0	-0.6	0.0	-0.2
	Mx	4.940	17.970	-16.330	17.900	-16.350	-0.4	0.1	-0.3	0.2
	My	4.940	15.020	-12.710	15.230	-12.730	1.4	0.2	1.1	0.3
	Vx	3.000	5.990	-5.450	5.950	-5.460	-0.7	0.2	-0.4	0.4
	Vy	3.000	4.960	-4.200	5.080	-4.210	2.4	0.2	1.5	0.8
6	N	-46.820	25.840	-24.180	25.830	-24.030	0.0	-0.6	0.0	-0.2
	Mx	-10.090	10.910	-12.140	10.970	-11.840	0.5	-2.5	7.3	-1.3
	My	-10.090	8.280	-9.770	8.340	-10.190	0.7	4.3	-3.3	2.1
	Vx	3.000	5.990	-5.450	5.950	-5.460	-0.7	0.2	-0.4	0.4
	Vy	3.000	4.960	-4.200	5.080	-4.210	2.4	0.2	1.5	0.8
7	N	-17.120	5.940	-5.830	6.200	-5.810	4.4	-0.3	-2.3	-0.1
	Mx	9.210	2.640	-2.680	2.420	-3.040	-8.3	13.4	-1.9	-5.5
	My	9.210	2.110	-2.040	2.280	-2.420	8.1	18.6	1.5	-5.3
	Vx	5.840	2.490	-2.490	2.420	-2.740	-2.8	10.0	-0.8	-7.5
	Vy	5.840	2.030	-1.730	2.120	-1.980	4.4	14.5	1.1	-6.1
8	N	-15.920	5.940	-5.830	6.200	-5.810	4.4	-0.3	-2.6	-0.1
	Mx	-8.320	4.810	-4.970	5.160	-4.870	7.3	-2.0	-10.0	-0.8
	My	-8.320	3.270	-4.050	3.580	-4.100	9.5	1.2	-6.1	0.4
	Vx	5.640	2.490	-2.490	2.420	-2.740	-2.8	10.0	-0.8	-7.5
	Vy	5.840	2.030	-1.730	2.120	-1.980	4.4	14.5	1.1	-6.1

Tablo 2. Örnek Yapı – 2 Kesit Tesiri Değişim Oranları

Kesit	Kesit Tesiri	Yükleme Durumu					Kesit Tesiri Değişim Oranları (%)			
		G+Q	Ex+Ey (+)	Ex+Ey (-)	Ex+Ey+Ez (+)	Ex+Ey+Ez (-)	$\frac{[(Ex+Ey+Ez)-(Ex+Ey)]*100}{(Ex+Ey)}$		$\frac{[(G+Q+Ex+Ey+Ez)-(G+Q+Ex+Ey)]*100}{(G+Q+Ex+Ey)}$	
1	M	-15.610	2.240	-2.270	2.460	-1.940	9.8	-14.5	-1.6	-1.8
	V	11.340	1.180	-1.390	1.060	-1.500	-10.2	7.9	-1.0	-1.1
2	M	-1.910	0.401	-0.304	-0.418	-0.338	-204.1	11.3	54.3	1.5
	V	0.000	9.500	-8.740	9.510	-8.710	0.1	-0.3	0.1	-0.3
3	M	-12.110	4.360	-4.190	4.300	-4.120	-1.4	-1.7	0.8	-0.4
	V	8.820	1.980	-2.070	1.970	-2.050	-0.5	-1.0	-0.1	0.3
4	M	-5.020	6.620	-6.370	6.600	-6.220	-0.3	-2.4	-1.3	-1.3
	V	-1.610	4.230	-4.180	4.230	-4.150	0.0	-0.7	0.0	-0.5
5	N	-53.540	28.290	-26.430	27.990	-26.210	-1.1	-0.8	1.2	-0.3
	Mx	2.520	19.160	-17.440	19.170	-17.530	0.1	0.5	0.0	0.6
	My	2.520	15.840	-13.890	15.840	-13.900	0.0	0.1	0.0	0.1
	Vx	1.530	6.550	-5.970	6.560	-6.020	0.2	0.8	0.1	1.1
	Vy	1.530	5.360	-4.760	5.360	-4.770	0.0	0.2	0.0	0.3
6	N	-50.420	28.290	-26.430	27.990	-26.210	-1.1	-0.8	1.4	-0.3
	Mx	-5.140	12.420	-13.620	12.590	-13.650	1.4	0.2	2.3	0.2
	My	-5.140	9.900	-10.960	9.930	-10.970	0.3	0.1	0.6	0.1
	Vx	1.530	6.550	-5.970	6.560	-6.020	0.2	0.8	0.1	1.1
	Vy	1.530	5.360	-4.760	5.360	-4.770	0.0	0.2	0.0	0.3
7	N	-22.070	11.010	-10.340	10.980	-10.250	-0.3	-0.9	0.3	-0.3
	Mx	5.890	1.090	-1.200	1.240	-1.300	13.8	8.3	2.1	-2.1
	My	5.890	0.976	-1.430	1.140	-1.680	16.9	17.5	2.4	-5.6
	Vx	4.200	1.180	-1.230	1.040	-1.310	-11.9	6.5	-2.6	-2.7
	Vy	4.200	1.030	-1.220	1.130	-1.400	9.7	14.8	1.9	-6.0
8	N	-20.870	11.010	-10.340	10.980	-10.250	-0.3	-0.9	0.3	-0.3
	Mx	-6.720	2.490	-2.590	2.710	-2.350	8.8	-9.3	-5.2	-2.6
	My	-6.720	2.280	-2.120	2.520	-2.300	10.5	8.5	-5.4	2.0
	Vx	4.200	1.180	-1.230	1.040	-1.310	-11.9	6.5	-2.6	-2.7
	Vy	4.200	1.030	-1.220	1.130	-1.400	9.7	14.8	1.9	-6.0



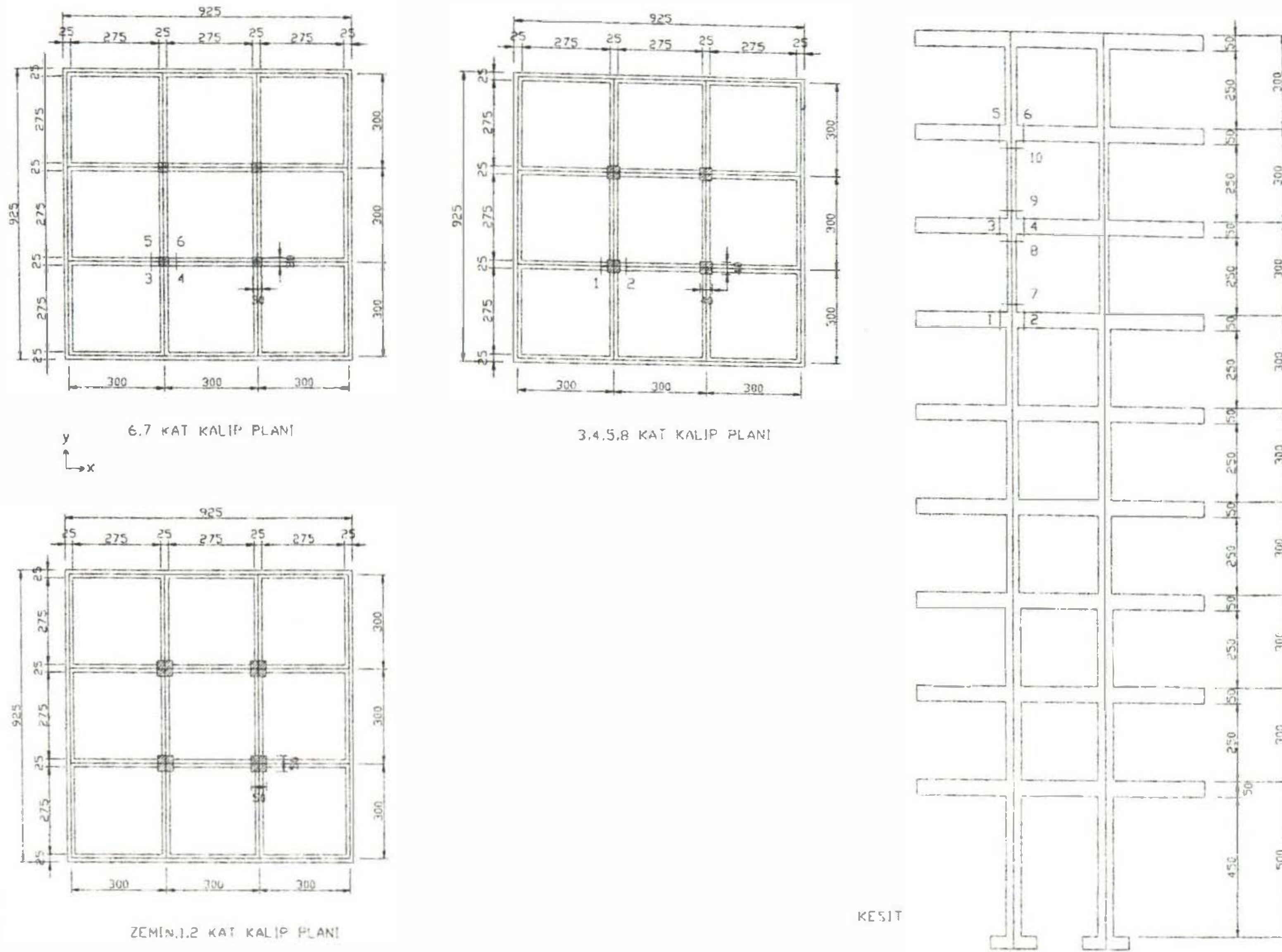
Şekil 3. Örnek Yapı – 3 Plan ve Kesit

Tablo 3. Örnek Yapı – 3 Kesit Tesiri Değişim Oranları

Kesit	Kesit Tesiri	Yükleme Durumu					Kesit Tesiri Değişim Oranları (%)			
		G+Q	Ex+Ey (+)	Ex+Ey (-)	Ex+Ey+Ez (+)	Ex+Ey+Ez (-)	$\frac{[(Ex+Ey+Ez)-(Ex+Ey)]*100}{(Ex+Ey)}$	$\frac{[(G+Q+Ex+Ey+Ez)-(G+Q+Ex+Ey)]*100}{(G+Q+Ex+Ey)}$		
1	M	-9.740	4.110	-3.520	4.440	-3.620	8.0	2.8	-5.9	0.8
	V	-8.150	1.940	-1.640	2.190	-1.720	12.9	4.9	-4.0	0.8
2	M	6.200	1.440	-1.730	1.540	-1.960	6.9	13.3	1.3	-5.1
	V	-2.480	1.960	-1.670	2.070	-1.710	5.6	2.4	-21.2	1.0
3	M	1.130	1.220	-1.010	1.200	-0.996	-1.6	-1.4	-0.9	11.4
	V	-2.830	0.784	-0.676	0.817	-0.695	4.2	2.8	-1.6	0.5
4	M	-6.460	0.810	-0.680	1.030	-0.796	27.2	17.0	-3.9	1.6
	V	-5.790	0.475	-0.404	0.666	-0.506	40.4	25.3	-3.6	1.7
5	M	6.060	0.533	-0.618	0.648	-0.846	21.6	36.9	1.7	-4.2
	V	-2.560	0.477	-0.405	0.585	-0.457	22.5	12.8	-5.1	1.7
6	M	1.340	1.970	-1.660	1.940	-1.650	-1.5	-0.6	-0.9	-3.1
	V	-1.610	1.290	-1.110	1.310	-1.120	1.6	0.9	-6.3	0.4
7	N	-24.610	2.670	-2.310	3.440	-2.710	28.8	17.3	-3.5	1.5
	Mx	-2.120	6.900	-5.970	6.940	-5.990	0.6	0.3	0.8	0.2
	My	-0.081	9.110	-10.150	9.110	-10.150	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vx	-1.290	2.280	-1.990	2.310	-2.000	1.3	0.5	3.0	0.3
	Vy	-0.049	3.350	-3.730	3.350	-3.730	0.0	0.0	0.0	0.0
8	N	-21.480	2.670	-2.310	3.440	-2.710	28.8	17.3	-4.1	1.7
	Mx	4.340	3.960	-4.540	4.000	-4.690	1.0	3.3	0.5	75.0
	My	0.165	8.490	-7.620	8.490	-7.620	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vx	-1.290	2.280	-1.990	2.310	-2.000	1.3	0.5	3.0	0.3
	Vy	-0.049	3.350	-3.730	3.350	-3.730	0.0	0.0	0.0	0.0
9	N	-9.100	0.473	-0.402	0.779	-0.573	64.6	42.6	-3.5	1.8
	Mx	-5.160	0.416	-0.554	0.383	-0.472	-7.7	-14.8	0.7	-1.4
	My	-0.198	1.220	-1.400	1.220	-1.400	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vx	-3.740	0.152	-0.166	0.254	-0.222	66.4	33.3	-2.8	1.4
	Vy	-0.144	1.070	-1.220	1.070	-1.220	0.0	0.0	0.0	0.0
10	N	-7.900	0.473	-0.402	0.779	-0.573	64.6	42.6	-4.1	2.1
	Mx	6.070	0.668	-0.802	0.778	-1.010	16.5	26.0	1.6	-4.0
	My	0.235	2.250	-1.990	2.250	-1.990	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vx	-3.740	0.152	-0.166	0.254	-0.222	66.4	33.3	-2.8	1.4
	Vy	-0.144	1.070	-1.220	1.070	-1.220	0.0	0.0	0.0	0.0

Örnek Yapı – 4'te kolon kesitleri, diğer yapılara göre farklılık göstermektedir. Kolon kesitleri;

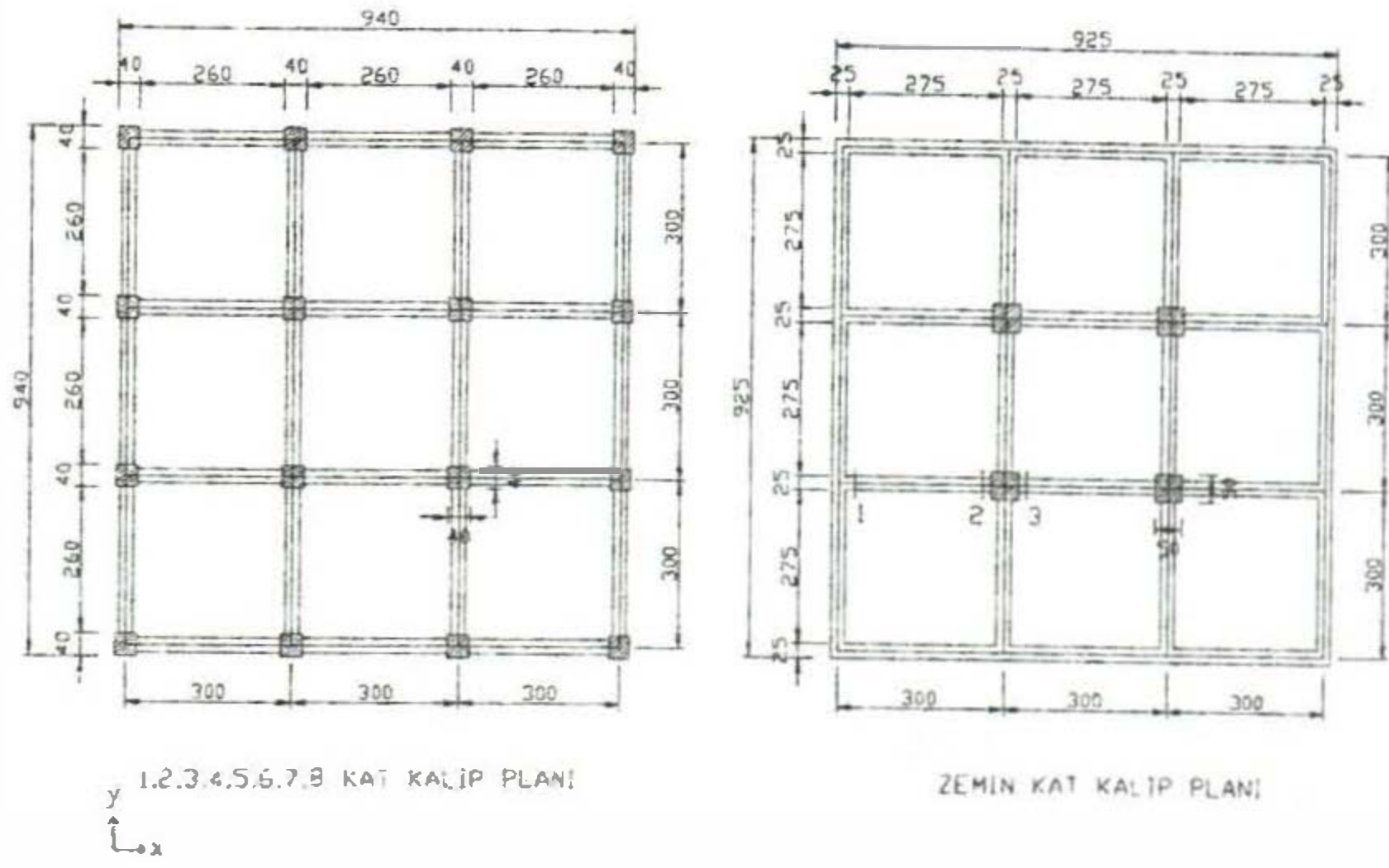
Zemin, 1 ve 2. Katlarda : 50cm * 50cm
3, 4, 5 ve 8. Katlarda : 40cm * 40cm
6 ve 7. Katlarda : 30cm * 30cm



Şekil 4. Örnek Yapı – 4 Plan ve Kesit

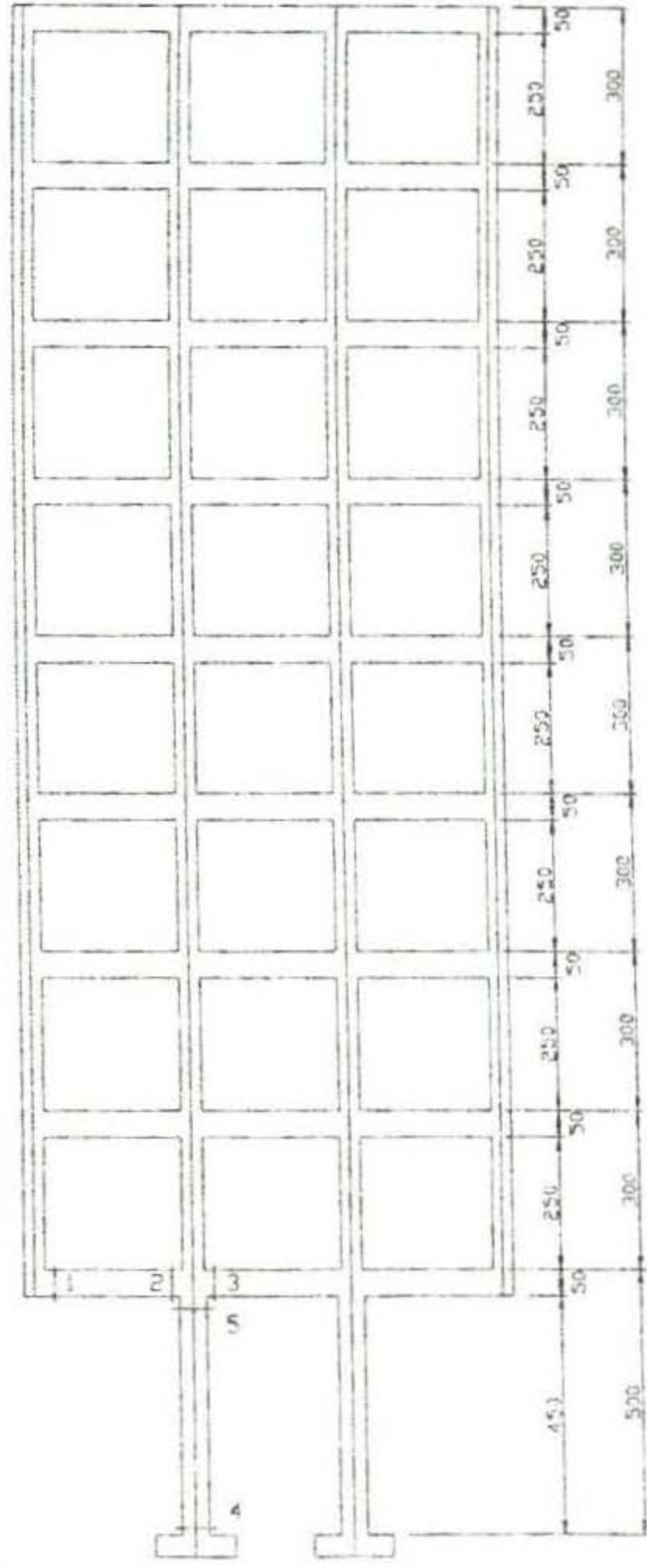
Tablo 4. Örnek Yapı – 4 Kesit Tesiri Değişim Oranları

Kesit	Kesit Tesiri	Yükleme Durumu					Kesit Tesiri Değişim Oranları (%)			
		G+Q	Ex+Ey (+)	Ex+Ey (-)	Ex+Ey+Ez (+)	Ex+Ey+Ez (-)	$\frac{[(Ex+Ey+Ez)-(Ex+Ey)]*100}{(Ex+Ey)}$		$\frac{[(G+Q+Ex+Ey+Ez)-(G+Q+Ex+Ey)]*100}{(G+Q+Ex+Ey)}$	
1	M	-26.010	2.390	-2.070	3.230	-3.220	35.1	55.6	-3.6	4.1
	V	12.020	0.916	-0.964	1.290	-1.380	40.8	43.2	2.9	-3.8
2	M	-8.870	25.440	-18.450	25.790	-18.540	1.4	0.5	2.1	0.3
	V	-2.830	17.010	-12.250	17.020	-12.250	0.1	0.0	0.1	0.0
3	M	-25.730	2.000	-2.130	3.670	-3.710	83.5	74.2	-7.0	5.7
	V	12.020	0.920	-0.836	1.530	-1.530	66.3	83.0	4.7	-6.2
4	M	-13.160	20.530	-16.960	21.210	-17.080	3.3	0.7	9.2	0.4
	V	-2.830	13.750	-11.270	13.760	-11.270	0.1	0.0	0.1	0.0
5	M	-25.990	0.654	-0.647	1.490	-1.290	127.8	99.4	-3.3	2.4
	V	12.020	0.764	-0.682	1.340	-1.490	75.4	118.5	4.5	-7.1
6	M	-9.160	11.840	-10.360	12.040	-10.480	1.7	1.2	7.5	0.6
	V	-2.830	7.860	-6.910	7.860	-6.920	0.0	0.1	0.0	0.1
7	N	-77.870	34.930	-26.590	33.000	-27.210	-5.5	2.3	4.5	0.6
	Mx	5.170	12.430	-9.640	12.200	-9.580	-1.9	-0.6	-1.3	-1.3
	My	5.170	8.030	-10.130	7.980	-10.480	-0.6	3.5	-0.4	7.1
	Vx	3.740	8.320	-6.390	8.150	-6.350	-2.0	-0.6	-1.4	-1.5
	Vy	3.740	5.360	-6.760	5.370	-7.040	0.2	4.1	0.1	9.3
8	N	-77.190	34.930	-26.590	33.000	-27.210	-5.5	2.3	4.6	0.6
	Mx	-6.050	9.540	-12.540	9.470	-12.260	-0.7	-2.2	-2.0	-1.5
	My	-6.050	10.150	-8.040	10.650	-8.170	4.9	1.6	12.2	0.9
	Vx	3.740	8.320	-6.390	8.150	-6.350	-2.0	-0.6	-1.4	-1.5
	Vy	3.740	5.360	-6.760	5.370	-7.040	0.2	4.1	0.1	9.3
9	N	-47.490	16.080	-11.900	15.400	-12.230	-4.2	2.8	2.2	0.6
	Mx	6.100	8.510	-7.410	8.520	-7.340	0.1	-0.9	0.1	-5.3
	My	6.100	6.120	-7.360	6.640	-7.910	8.5	7.5	4.3	43.7
	Vx	3.800	5.850	-5.070	5.820	-5.020	-0.5	-1.0	-0.3	-3.9
	Vy	3.800	4.190	-5.040	4.530	-5.370	8.1	6.5	4.3	26.6
10	N	-46.820	16.080	-11.900	15.400	-12.230	-4.2	2.8	2.2	0.6
	Mx	-5.290	7.800	-9.030	7.730	-8.940	-0.9	-1.0	-2.8	-0.6
	My	-5.290	7.770	-6.450	8.210	-6.950	5.7	7.8	17.7	4.3
	Vx	3.800	5.850	-5.070	5.820	-5.020	-0.5	-1.0	-0.3	-3.9
	Vy	3.800	4.190	-5.040	4.530	-5.370	8.1	6.5	4.3	26.6



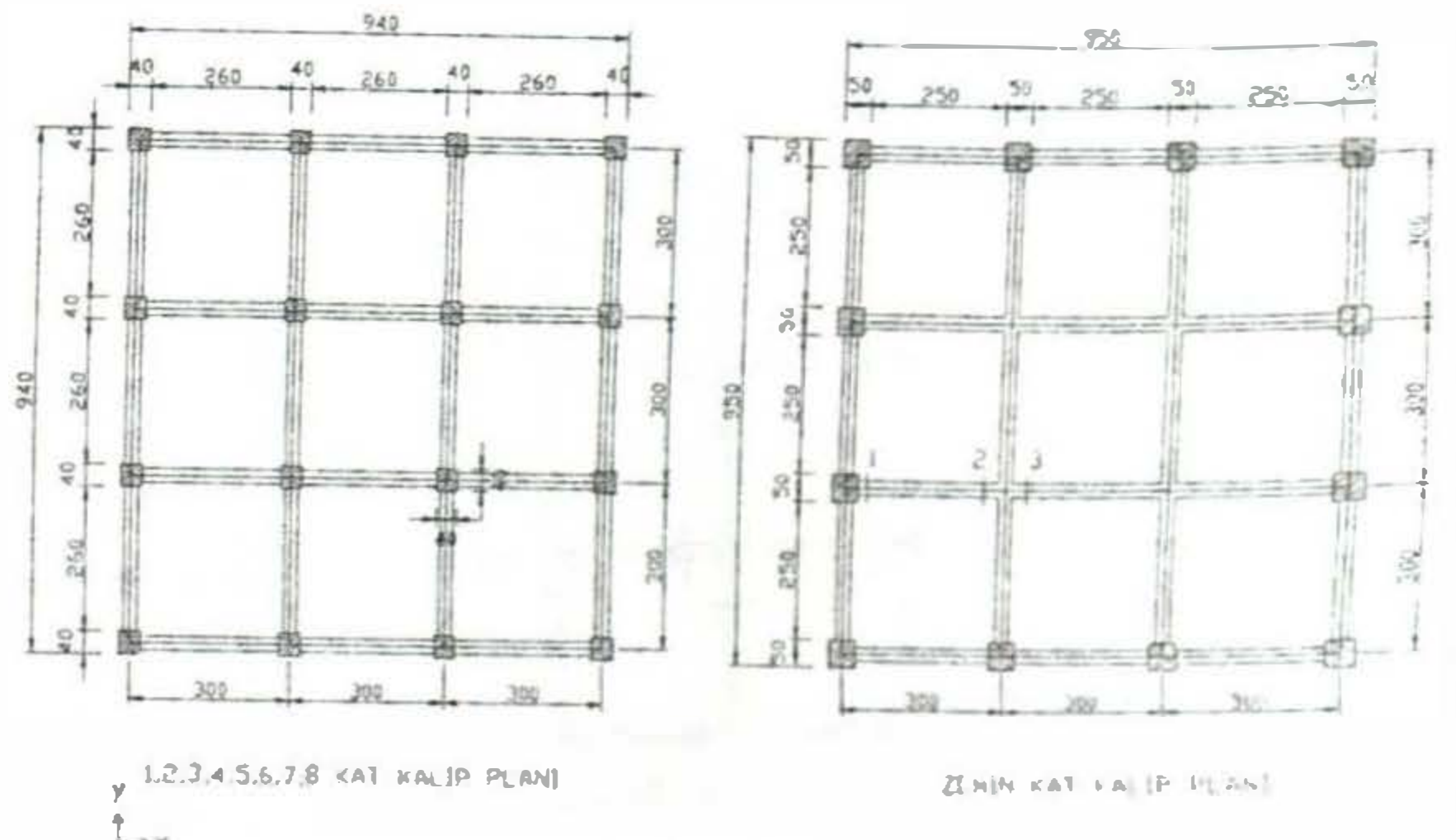
1.2.3.4.5.6.7.8 KAT KALIP PLANI

ZEMİN KAT KALIP PLANI



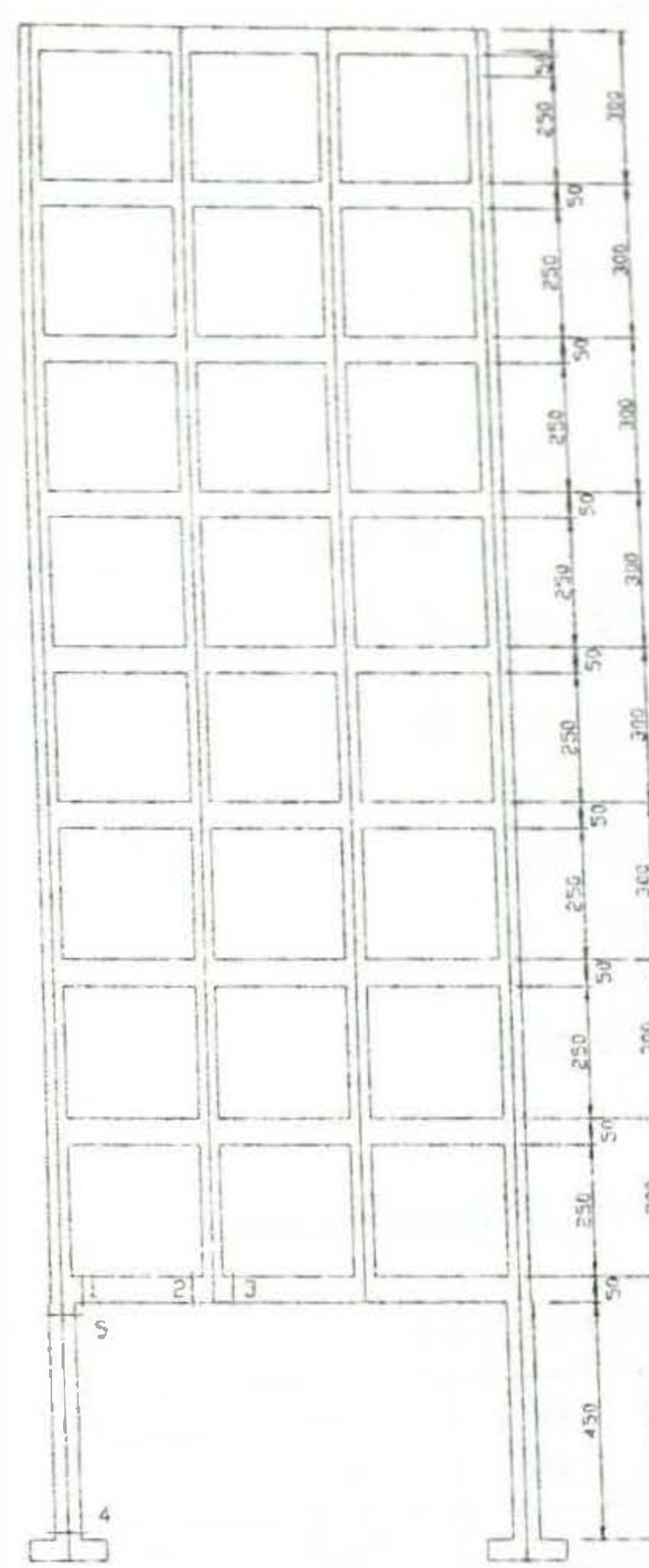
KESİT

Şekil 5. Örnek Yapı -- 5 Plan ve Kesit



1.2.3.4.5.6.7.8 KAT KALIP PLANI

ZEMİN KAT KALIP PLANI



KESİT

Şekil 6. Örnek Yapı -- 6 Plan ve Kesit

Tablo 5. Örnek Yapı -- 5 Kesit Tesiri Değişim Oranları

Kesit	Kesit Tesiri	Yükleme Durumu					Kesit Tesiri Değişim Oranları (%)			
		G+Q	Ex+Ey (+)	Ex+Ey (-)	Ex+Ey+Ez (+)	Ex+Ey+Ez (-)	$\frac{[(Ex+Ey+Ez)-(Ex+Ey)]*100}{(Ex+Ey)}$	$\frac{[(G+Q+Ex+Ey+Ez)-(G+Q+Ex+Ey)]*100}{(G+Q+Ex+Ey)}$		
1	M	19.380	9.190	-6.660	8.820	-7.640	-4.0	14.7	-1.3	-7.7
	V	13.270	8.110	-7.200	7.730	-7.970	-4.7	10.7	-1.8	-12.7
2	M	-28.920	15.020	-15.180	16.490	-14.470	9.8	-4.7	-10.6	-1.6
	V	18.930	8.140	-7.230	7.720	-8.110	-5.2	12.2	-1.6	-7.5
3	M	-7.360	41.480	-41.790	41.310	-41.850	-0.4	0.1	-0.5	0.1
	V	-2.830	27.840	-29.070	27.830	-29.070	0.0	0.0	0.0	0.0
4	N	-295.040	186.860	-189.060	190.550	-188.630	2.0	-0.2	-3.4	-0.1
	Mx	5.220	47.050	-52.210	47.060	-52.110	0.0	-0.2	0.0	-0.2
	My	5.220	40.970	-37.640	41.050	-37.880	0.2	0.6	0.2	0.7
	Vx	3.180	15.310	-17.510	15.310	-17.430	0.0	-0.5	0.0	-0.6
	Vy	3.180	13.700	-12.180	13.730	-12.330	0.2	1.2	0.2	1.7
5	N	-291.920	186.860	-189.060	190.550	-188.630	2.0	-0.2	-3.5	-0.1
	Mx	-10.670	35.340	-29.480	35.030	-29.510	-0.9	0.1	-1.3	0.1
	My	-10.670	24.280	-27.640	24.070	-27.660	-0.9	0.1	-1.5	0.1
	Vx	3.180	15.310	-17.510	15.310	-17.430	0.0	-0.5	0.0	-0.6
	Vy	3.180	13.700	-12.180	13.730	-12.330	0.2	1.2	0.2	1.7

Tablo 6. Örnek Yapı – 6 Kesit Tesiri Değişim Oranları

Kesit	Kesit Tesiri	Yükleme Durumu					Kesit Tesiri Değişim Oranları (%)			
		G+Q	Ex+Ey (+)	Ex+Ey (-)	Ex+Ey+Ez (+)	Ex+Ey+Ez (-)	$\frac{[(Ex+Ey+Ez)-(Ex+Ey)]*100}{(Ex+Ey)}$	$\frac{[(G+Q+Ex+Ey+Ez)-(G+Q+Ex+Ey)]*100}{(G+Q+Ex+Ey)}$		
1	M	-14.530	13.610	-16.330	13.740	-16.510	1.0	1.1	-14.1	0.6
	V	-11.230	7.080	-8.460	7.170	-8.580	1.3	1.4	-2.2	0.6
2	M	10.670	9.060	-7.640	9.210	-7.750	1.7	1.4	0.8	-3.6
	V	-5.570	7.080	-8.470	7.160	-8.560	1.1	1.1	5.3	0.6
3	M	2.980	4.040	-4.960	4.010	-4.910	-0.7	-1.0	-0.4	-2.5
	V	-2.830	2.710	-3.280	2.730	-3.300	0.7	0.6	-16.7	0.3
4	N	-114.210	31.850	-39.430	32.810	-40.220	3.0	2.0	-1.2	0.5
	Mx	-3.510	17.520	-21.250	17.550	-21.300	0.2	0.2	0.2	0.2
	My	-0.231	31.860	-20.490	31.860	-20.490	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vx	-2.130	5.630	-6.810	5.640	-6.840	0.2	0.4	0.3	0.3
	Vy	-0.140	11.450	-7.360	11.450	-7.360	0.0	0.0	0.0	0.0
5	N	-111.090	31.850	-39.430	32.810	-40.220	3.0	2.0	-1.2	0.5
	Mx	7.170	12.820	-10.620	12.900	-10.660	0.6	0.4	0.4	1.2
	My	0.471	16.300	-25.380	16.300	-25.390	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vx	-2.130	5.630	-6.810	5.640	-6.840	0.2	0.4	0.3	0.3
	Vy	-0.140	11.450	-7.360	11.450	-7.360	0.0	0.0	0.0	0.0

Örnek betonarme binalara yalnız yatay ivme kayıtları dikkat edilerek yapılan dinamik analiz sonuçları ile yatay ivme kayıtlarına ilave olarak düşey doğrultuda da ivme kayıtlarını etkilenmesi durumunda elde edilen kesit tesiri oranlarının karşılaştırılmasıyla oluşturulan tablolar incelenirse;

Büyük konsolları olan Örnek Yapı-1'de düşey deprem etkisiyle kesit tesirlerindeki artış özellikle konsol kirişlerin kolonlara bağlandıkları kesitlerde görülmektedir. Zemin katta %15 mertebesinde bir artış görülürken birinci kat konsol kirişinde büyük sapmalar olmaktadır. Birinci kat kolon kesitlerinde ise %10 mertebesinde bir artış söz konusudur. Ancak kombinasyonlara zati ve hareketli yükler de katılırsa değer artışları genellikle %5'in altında kalmaktadır.

Zemin kat konsol kirişlerine birinci kat kenar kolonlarının oturduğu Örnek Yapı-2'de değer artışları yine zemin kat konsol kirişi ve konsolların bağlandığı birinci kat kolon kesitlerinde göze çarpmaktadır. Bu değerler yalnız depremli kombinasyonlarda %10-%15 mertebesinde iken; zati, hareketli ve depremli yük kombinasyonlarında %5'in altında kalmaktadır.

Üstteki 8 katın kenar kolonlarının zemin kat konsol kirişine oturduğu Örnek Yapı-5'te zemin kat konsol kirişinin iki ucunda da %5-%15 mertebesinde bir değişim söz konusudur. Bu üç yapıda da zemin kat kolonlarında önemli bir değişim olmamaktadır.

Örnek Yapı-1'in kat adedinin arttırılması, 6. ve 7. katların kolon kesitlerinin narinleştirilmesi sonucu elde edilen Örnek Yapı-4'te narin kolonlara bağlanan konsol kirişlerde yalnız depremli kombinasyonlarda %40-%100 mertebesinde artışlar görülürken, bu değerler zati, hareketli ve depremli

yük kombinasyonlarında genellikle %5'in altında kalmaktadır.

- Birinci kat orta kolonlarının zemin kat kirişlerine oturduğu Örnek Yapı-3'te zemin kat kenar kolonlarına bağlanan kirişlerde %10, birinci kat kenar kolonlarına bağlanan kirişlerde ise %20-%40 oranında artışlar meydana gelmektedir. Zemin kat kolonlarında özellikle eksenel yüklerde %20-%30'luk bir artış olurken, birinci kat kolonlarında eksenel yüklerin yanında momentlerde ve kesme kuvvetlerinde de daha büyük artışlar görülmektedir. Zati, hareketli ve depremli yük kombinasyonlarında bu değerler %5'in altındadır.
- Üstteki 8 katın orta kolonlarının zemin kat kirişlerine oturduğu Örnek Yapı-6'da ise önemli bir değişim görülmemektedir.

KAYNAKLAR

- [1]. Celep, Z., Kumbasar, N., *Yapı Dinamiği ve Deprem Mühendisliğine Giriş*, Sema Matbaacılık, İstanbul. 241 (1996)
- [2]. Celep, Z., Kumbasar, N., *Betonarme Yapılar*, Sema Matbaacılık, İstanbul. 669-679 (1996)
- [3]. Çağlar, N., *Yapay Sinir Ağları İle Binaların Dinamik Analizi*, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kasım 2001.
- [4]. TS 500, *Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 11-19 (2000)
- [5]. *Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik*, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi. 17-18