

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

128685

PLANDA DÜZENSİZLİK İÇEREN YAPISAL  
SİSTEMLERİN ANALİZİNDE KULLANILAN PAKET  
PROGRAMLARIN İRDELENMESİ

İnş. Müh. Ahmet TAŞCIOĞLU

TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yrd. Doç. Dr. Sema ALACALI 18.06.2002

Doç. Dr. Mehmet A. ÖZTÜRK 22.06.2002

Prof. İbrahim Eker 24.06.2002

Tez Danışmanı

:Yrd. Doç. Dr. Sema Alacalı

İSTANBUL, 2002

128685

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ .....	iii
ŞEKİL LİSTESİ .....	v
ÇİZELGE LİSTESİ .....	vi
ÖNSÖZ .....	vii
ÖZET .....	viii
ABSTRACT .....	ix
1 GİRİŞ .....	1
2 YAPISAL DÜZENSİZLİKLER .....	3
2.1 Türk Deprem Yönetmeliğinde Yapısal Düzensizlikler (1998 A.B.Y.Y.H.Y).....	3
2.1.1 Planda Düzensizlik Durumları .....	3
2.1.1.1 A1- Burulma Düzensizliği .....	3
2.1.1.2 A2- Döşeme Süreksizlik Düzensizliği .....	5
2.1.1.3 A3- Planda Çıkıntılar Bulunması .....	7
2.1.1.4 A4-Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması .....	8
2.1.2 Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları .....	9
2.1.2.1 B1- Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat).....	9
2.1.2.2 B2- Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) .....	11
2.1.2.3 B3- Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği .....	12
2.2 Yabancı Yönetmeliklerde Yapısal Düzensizlikler .....	13
3 YAPI SİSTEMLERİNİN ANALİZİNDE KULLANILAN PAKET PROGRAMLAR .....	16
3.1 Sta4cad Programı.....	16
3.2 SAP2000 Programı .....	19
4 SİSTEMLERİN ANALİZİ VE SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	23
4.1 A1 Türü Düzensizlik İçeren Yapı Sistemi .....	23
4.2 A2 Türü Düzensizlik İçeren Yapı Sistemi .....	37
4.3 A3 Türü Düzensizlik İçeren Yapı Sistemi .....	50
4.4 A4 Türü Düzensizlik İçeren Yapı Sistemi .....	60
5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	68
KAYNAKLAR.....	70
ÖZGEÇMİŞ.....	71

## SİMGE LİSTESİ

A	Brüt kat alanı
$A_b$	Boşluk alanları toplamı
A(T)	Spektral ivme katsayısı
$A_e$	Herhangi bir kattaki etkili kesme alanı
$A_g$	Göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda çalışan perdelerin en kesit alanı
$A_k$	Göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda kargir dolgu duvarları alanı
$A_o$	Etkin yer ivmesi katsayısı
$A_s$	Donatı alanı [ $\text{cm}^2$ ]
$A_w$	Göz önüne alınan deprem doğrultusunda kolon en kesiti etkili gövde alanı
$a_x$	Planda x yönündeki çıkıntı uzunluğu
$a_y$	Planda y yönündeki çıkıntı uzunluğu
$B_a$	Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
$B_{ax}$	Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
$B_{ay}$	Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
$b_w$	Kiriş genişliği
$D_i$	Eşdeğer deprem yükü yönteminde burulma düzensizliği olan binalar için i'inci katta $\pm$ %5 ek dışmerkezliğe uygulanan büyütme katsayısı
d	Betonarme kesit hesabında esas alınan faydalı yükseklik
$d'$	Donatı merkezinden ölçülen beton örtüsü (paspayı)
$d_i$	Binanın i'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
$F_{ix}$	Eşdeğer deprem yükü yönteminde i'inci kata x yönünde etkiyen eşdeğer deprem yükü
$F_{iy}$	Eşdeğer deprem yükü yönteminde i'inci kata y yönünde etkiyen eşdeğer deprem yükü
$f_{cd}$	Beton tasarım basınç dayanımı
$f_{ctd}$	Beton tasarım aksenal çekme dayanımı
$f_e$	Kütle merkezine etkiyen eşdeğer deprem yükü
$f_{yd}$	Donatı tasarım akma dayanımı
g	Yerçekimi ivmesi ( $9.81 \text{ m/s}^2$ )
$g_i$	Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
$H_i$	Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği) [m]
$H_N$	Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik) [m]
$h_f$	Döşeme kalınlığı [cm]
$h_i$	Binanın i'inci katının kat yüksekliği
I	Bina önem katsayısı
$M_r$	Moment taşıma kapasitesi [tm]
$M_x$	X yönü kolon momenti [tm]
$M_y$	Y yönü kolon momenti [tm]
$m_i$	Binanın i'inci katının kütlesi ( $m_i = w_i / g$ )
N	Kolona gelen normal kuvvet [ton]

$n$	Hareketli yük katılım katsayısı
$q_i$	Binanın $i$ 'inci katındaki toplam hareketli yük
$R$	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$	Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T)$	Spektrum katsayısı
$T$	Bina doğal titreşim periyodu [s]
$T_A, T_B$	Spektrum karakteristik periyotları [s]
$T_1$	Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
$V_{cr}$	Kesitin kesmede çatlama dayanımı
$V_i$	Göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın $i$ 'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
$V_t$	Eşdeğer deprem yükü yönteminde göz önüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
$W$	Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
$W_g$	Zati yüklerin ağırlığı
$W_q$	Hareketli yüklerin ağırlığı
$w_i$	Binanın $i$ 'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
$\beta$	Mod birleştirme yöntemi ile hesaplanan büyüklüklerin alt sınırlarının belirlenmesi için kullanılan katsayı
$\Delta_i$	Binanın $i$ 'inci katındaki görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{max}$	Binanın $i$ 'inci katındaki maksimum görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{min}$	Binanın $i$ 'inci katındaki minimum görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$	Binanın $i$ 'inci katındaki ortalama görelî kat ötelemesi
$\eta_{bi}$	$i$ 'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı
$\eta_{ci}$	$i$ 'inci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı
$\eta_{ki}$	$i$ 'inci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı
$\rho$	Donatı yüzdesi

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Burulma düzensizliği .....	4
Şekil 2.2	Rijitlik merkezi ile kütle merkezi arasındaki eksantrisite (e) nedeni ile yapıda burulma etkilerinin oluşması .....	5
Şekil 2.3	Döşeme süreksizlikleri .....	6
Şekil 2.4	Planda çıkıntılar bulunması .....	8
Şekil 2.5	Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması .....	9
Şekil 2.6	Komşu katlar arası dayanım düzensizliği .....	10
Şekil 2.7	Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği .....	11
Şekil 2.8	Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarındaki süreksizlikler .....	12
Şekil 2.9	Geri çekme düzensizliği için kriterler.....	15
Şekil 4.1	A1 türü düzensizlik durumu için spektrum katsayısı – peryot grafiği .....	24
Şekil 4.2	A1 türü düzensizlik içeren yapının normal kat kalıp planı .....	26
Şekil 4.3	A2 türü düzensizlik durumu için spektrum katsayısı – peryot grafiği .....	38
Şekil 4.4	A2 türü düzensizlik içeren yapının 1. ve 2. kat kalıp planı .....	39
Şekil 4.5	A2 türü düzensizlik içeren yapının normal kat kalıp planı .....	40
Şekil 4.6	A2 türü düzensizlik içeren yapının kesiti .....	41
Şekil 4.7	A3 türü düzensizlik durumu için spektrum katsayısı – peryot grafiği .....	51
Şekil 4.8	A3 türü düzensizlik içeren yapının normal kat kalıp planı .....	52
Şekil 4.9	A4 türü düzensizlik durumu için spektrum katsayısı – peryot grafiği .....	61
Şekil 4.10	A4 türü düzensizlik içeren yapının normal kat kalıp planı .....	62

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 4.1	A1 türü düzensizlik durumu için kolon boyutları .....	23
Çizelge 4.2	A1 türü düzensizlik durumu için kat ağırlık ve kütle bilgileri.....	24
Çizelge 4.3	A1 türü düzensizlik durumu A-A aksı kolon statik değerleri.....	27
Çizelge 4.4	A1 türü düzensizlik durumu 1-1 aksı kolon statik değerleri .....	32
Çizelge 4.5	A2 türü düzensizlik durumu için kolon boyutları .....	37
Çizelge 4.6	A2 türü düzensizlik durumu için kat ağırlık ve kütle bilgileri.....	38
Çizelge 4.7	A2 türü düzensizlik durumu B-B aksı kolon statik değerleri .....	44
Çizelge 4.8	A3 türü düzensizlik durumu için kolon boyutları .....	50
Çizelge 4.9	A3 türü düzensizlik durumu için kat ağırlık ve kütle bilgileri.....	51
Çizelge 4.10	A3 türü düzensizlik durumu C-C aksı kolon statik değerleri .....	55
Çizelge 4.11	A4 türü düzensizlik durumu için kolon boyutları .....	60
Çizelge 4.12	A4 türü düzensizlik durumu için kat ağırlık ve kütle bilgileri.....	61
Çizelge 4.13	A4 türü düzensizlik durumu A-A aksı kolon statik değerleri.....	63



## ÖNSÖZ

Bu çalışmada yapı sistemlerinin analizinde kullanılan paket programların düzensizlikler içeren binalarda ortaya çıkan iç kuvvet sonuçları karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

Çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Sema Alacalı'ya ve benden desteğini esirgemeyen Sayın Öğr. Gör. Dr. Bilge Doran'a teşekkür ederim.

Ayrıca anlayış ve desteği ile zor anlarımda her zaman yanımda olan eşime teşekkür ederim.

Ocak 2002

Ahmet Taşcıoğlu

İnş.Müh.



## ÖZET

Çalışmada, ülkemizde yaygın olarak kullanılmakta olan inşaat mühendisliği yazılımlarından Sta4Cad ve dünya çapında geçerliliği olan SAP2000 programları, planda düzensizlik içeren yapı sistemlerinin analizinde kullanılmış ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

Böyle bir çalışma yapılmasının önemli nedenlerinden biri mühendislik diploması olmadığı halde bu programı kullanarak statik ve betonarme projeler yapan kişiler olması ve yapılan bu projelerin ciddi denetim ve kontrollerden geçmeden uygulanmasından doğan endişedir. Ayrıca bir çok mühendisin de “program böyle hesapladı” diyerek çoğu zaman tek doğru olarak bu hesap sonuçlarına itibar etmesidir.

Bu çalışmada öncelikle yapı sistemlerinde düzensizlik durumlarına değinilmiştir. Deprem Yönetmeliği ve yabancı yönetmeliklerde düzensizliklerle ilgili koşullar ve alınması gereken önlemler özetlenmiştir.

Yapı sistemlerinin analizinde kullanılan paket programlar bölümünde analizde kullanmış olduğumuz programlara değinilmiş ve bu programların yapılarda düzensizlikler bulunması halinde ne tür hesap ve kontroller yaptığı anlatılmıştır.

Sistemlerin analizi ve sonuçların değerlendirilmesi bölümünde ise farklı tipte düzensiz yapı sistemlerinin tamamen aynı veriler dikkate alınarak statik ve dinamik analizi yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Hesaplarda elverişsiz yük kombinasyonlarına girilmeden sadece zati ağırlık, hareketli yükler ve deprem yükleri sonucu oluşan iç kuvvetler (kolonlarda normal kuvvet ve momentler) ayrı ayrı incelenmiştir. Ortaya çıkan değerlerin birbirine oldukça yakın olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: mühendislik yazılımları, deprem yönetmeliği, planda düzensiz yapılar, statik ve dinamik analiz, iç kuvvetler,

## **ABSTRACT**

In this thesis, Sta4Cad -one of the most popular Civil Engineering software in Turkiye- and SAP2000 are used to analyze irregular structural systems. And the results are scrutinized by comparison.

The reason why such study has been done is that there exist some people preparing static and design projects by using the softwares mentioned above without having a degree. So, there is a great deal of anxiety since the projects are not controlled properly. Furthermore, many engineers considering and regarding the calculations of the programs as the only true has been another cause for this study.

First of all, the irregularities in the structural systems are analyzed. Then, the conditions concerning the irregularities of the earthquake regulations are observed and the necessary precautions that should be taken are summarized.

In chapter named “the software packages used in analysis of structural systems”, the software packages are described and what kind of calculations and controls are made in case of this programs finding an irregularity in the structures.

In the chapter named as “the analysis of systems and evaluation of the results” different typed irregular structural systems are statically and dynamically analyzed by using same data and the results are evaluated. Without calculating inconvenient load combinations, only internal forces, dynamic loads, and earthquake loads caused by individual weight (normal forces and moments in coulumns) are analyzed separately. It is seen that the resulting values are quite close to each other.

**Keywords:** Engineering software, rules for structures in seismic regions, irregularity in plan, static and dynamic analysis, internal forces.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde insanlar hayatlarını geçirdikleri ev, işyeri, okul, sosyal amaçlı tesisler gibi binaların daha fazla fonksiyona sahip, estetik ve ekonomik olmasını istemektedirler. Bunun sonucu olarak da çok farklı şekillerde, simetrik olmayan, farklı tip kesite sahip elemanlardan oluşan yapı tipleri ortaya çıkmaktadır.

Depreme karşı davranışındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken binalar düzensiz binalar olarak tanımlanır. Yapılarda düzensizlikler planda ve düşey doğrultuda olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir. (A.B.Y.Y.H.Y, 1998)

Düzensiz binalar depreme maruz kaldıkları zaman davranışlarında olumsuzluklar gösterirler. Bu olumsuzluklar ağır hasara ve hatta göçmelere yol açabilir.

Düzensiz binalarda taşıyıcı sistemin davranışının belirlenmesindeki belirsizliklerden dolayı daha fazla kabullerin yapılması gereklidir, bundan dolayı tasarımından ve yapımından kaçınmak gerekir. Proje mühendisinin kuralı: Deprem altında davranışının ne olacağı kestirilemeyen bina tasarımı yapmamak olmalıdır.

Yapı geometrisi bakımından basit olarak düzenlenen taşıyıcı sistem, hem davranışının belirlenmesindeki kolaylık ve hem de taşıyıcı sistem elemanlarının daha az zorlanması bakımından daima tercih edilmelidir. Ek zorlamaların ortaya çıkmasını önleyerek, depremin taşıyıcı sistemdeki etkisini azaltmak için T, L, U ve H şeklindeki planlardan kaçınılmalıdır. Bu tip geometrilere sahip olan yapılar dilatasyon derzleri ile basit dikdörtgenlere ayrılmalıdır.

Plan geometrisi olabildiğince simetrik olmalıdır. Simetrisi bozuk plan geometrisine sahip yapılarda önemli kat burulmaları oluşabilir. Kat burulmasına maruz kalan yapının deprem yükleri altındaki davranışını önceden tahmin etmek zordur.

Çerçeveler ve perdeler gerek planda gerekse de yapı yüksekliğince katlar arasında yatay rijitlikte simetri bozukluğuna yol açmayacak şekilde yerleştirilmelidir.

Yapı yüksekliğince gerek geometride gerekse de rijitlikte simetri bozukluğu olmamalıdır.

Taşıyıcı sistemin yüksekliği boyunca ve planında yapılacak düzenlemeler taşıyıcı sistemin deprem davranışını çok yakından etkilemektedir. Bu nedenle;

**Planda ;**

- Basit ve düzenli plan geometrileri tercih edilmelidir.
- Olabildiğince simetrik plan geometrileri tercih edilmelidir.

**Yükseklik boyunca ;**

- Yatay kuvvetlere karşı koyan çerçeveler ve perdeler ötelenme rijitliği simetrik olacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Yatay ötelenme rijitliği yükseklik boyunca ani değişiklikler göstermemelidir.

İki asal yönde düşey taşıyıcılar sürekli bir temel sistemi ile birbirlerine bağlanmalıdır. Bir bölümü kaya bir bölümü ise toprak üzerinde olan temellerden kaçınılmalıdır.

Günümüzde her alanda olduğu gibi, yapı sistemlerinin analizinde de bilgisayar teknolojisinden yaygın olarak faydalanılmaktadır. Bu alanda kullanılan bilgisayar programları, tasarım mühendisinin işini oldukça kolaylaştırmaktadır. Bu sayede mühendisler, sistemlerin analizine daha az zaman harcamakta; yapı modellemesi ve farklı modellerin denenmesine gereken önemi verme imkanına sahip olmaktadır.

Yapı analizlerinde bilgisayar programlarının kullanımının artmasıyla ve gün geçtikçe yeni yeni bilgisayar yazılımlarının ortaya çıkmasıyla, tasarım ve statik-betonarme hesaplarla uğraşan çoğu mühendis, sadece program operatörü olma eğilimini göstermiştir. Bunun doğal sonucu olarak da bilgisayarda yapılan analiz sonucu ortaya çıkan verilerin gereği gibi irdelenmeden proje üretimi yaygınlaşmıştır. Bununla beraber dünya genelinde yaygın olarak kullanılan ve sonuçlarına güvenilen yazılımlarda mevcuttur. Ama genel olarak bu tip yazılımlar Türk Deprem Yönetmeliği ve ilgili Türk Standartlarına uygun olmamaktadır.

Ülkemizde de bu tür bilgisayar yazılımları mevcuttur. Bunları hazırlayan Türk mühendisleri meslektaşlarının işini kolaylaştırmak için ellerinden geleni yapmaktadırlar. Hazırladıkları programlar Deprem Yönetmeliği ve TS500'le uyumludur. Bu yazılımlar, gün geçtikçe olgunlaşmakta ve elde edilen sonuçlardaki hassasiyet giderek artmaktadır. Yazılımların geliştirilmesi açısından değişik yönlerinin irdelenmesi ve farklı yazılımlarla karşılaştırılması önemlidir. Karşılaştırma için belli programlar ve belli konular seçilerek bu yönde derinlemesine çalışmalar yapılmalıdır.

## 2. YAPISAL DÜZENSİZLİKLER

Deprem bölgelerinde can ve mal kaybını önlemek için yapıların yeter derecede güvenilir olmaları gerekir. Bu amaçla deprem bölgelerinde yapılacak yapıların tasarlanması, projelendirilmesi ve inşaat aşamasında uygulanacak esasları veren deprem yönetmelikleri hazırlanmış ve yürürlüğe konmuştur.

Söz konusu yönetmelikler özetle şu esasları içermektedir.

- Deprem bölgeleri haritası: Bu harita belirli periyotlarda gözden geçirilir ve kaydedilen gelişmelere paralel olarak yeniden düzenlenir.
- Deprem kuvvetlerinin büyüklüğü hakkında bilgi ve uygulanabilecek hesap metotları: Bunlarda aynı şekilde belirli zamanlarda gözden geçirilerek kaydedilen gelişmeler doğrultusunda yeniden düzenlenebilir.
- Çeşitli yapı tipleri için gerekli ve uygun görülen güvenlik katsayıları.
- Depreme dayanıklılık için inşaat teknikleri: Bunlar çeşitli malzeme ve inşaat metotları için verilirler.

### 2.1 Türk Deprem Yönetmeliğinde Yapısal Düzensizlikler (A.B.Y.Y.H.Y., 1998)

#### 2.1.1 Planda Düzensizlik Durumları

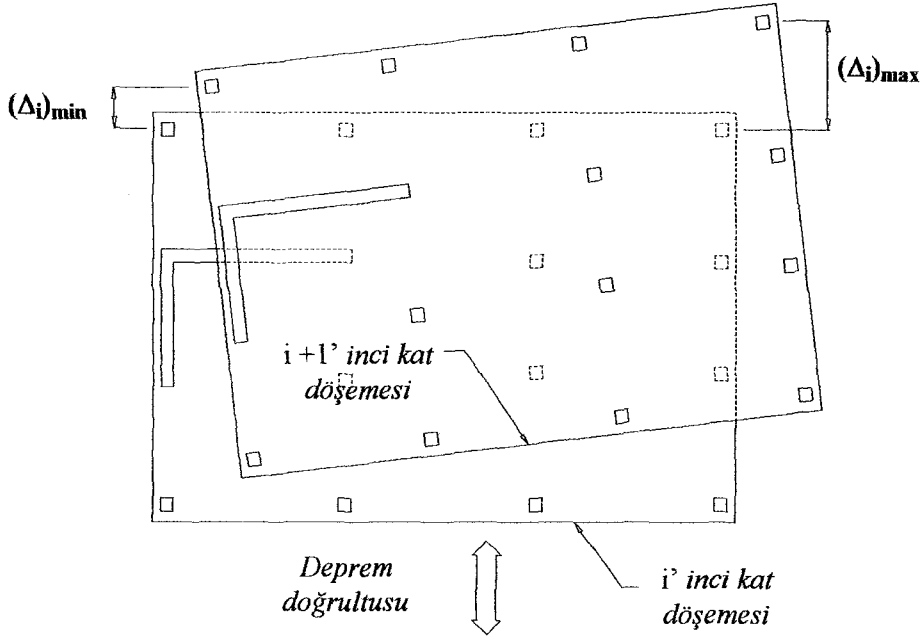
##### 2.1.1.1 A1 - Burulma düzensizliği

Yapının birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği katsayısının 1.2'den büyük olması durumu burulma düzensizliği olarak tanımlanır. (Şekil 2.1). (A.B.Y.Y.H.Y., 1998)

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} = (\Delta_i)_{\max} / \{[(\Delta_i)_{\max} + (\Delta_i)_{\min}] / 2\} > 1.2 \quad (2.1)$$

Bu denklemde,  $\eta_{bi}$  binanın i'inci katında tanımlanan burulma düzensizliği katsayısını,  $(\Delta_i)_{\max}$  binanın i'inci katındaki maksimum görelî kat ötelemesini,  $(\Delta_i)_{\text{ort}}$  binanın i'inci katındaki ortalama görelî kat ötelemesini ifade etmektedir.

Burada kat ortalama yatay yerdeğiştirmesi bina döşemesinin rijit diyafram gibi davrandığı kabul edilerek, en küçük ve en büyük yerdeğiştirmelerin ortalaması olarak alınmıştır.



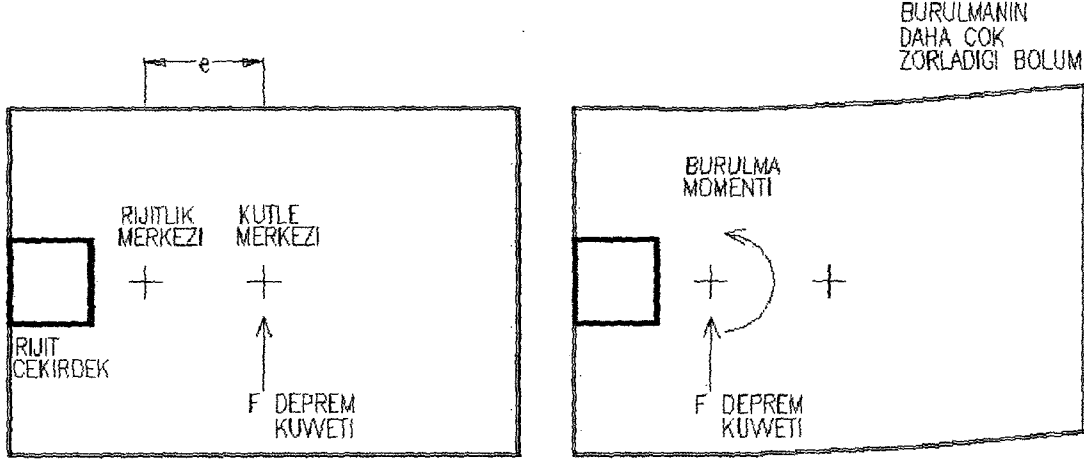
Şekil 2.1 Burulma düzensizliği

Şekil 2.1'den anlaşılacağı gibi, deprem kuvveti altında x ve y yönlerinde ötelenmelerin yanısıra, düşey eksen etrafında kat burulmasından dolayı (t) kadar bir dönme de oluşmuştur. Kat burulmasının söz konusu olduğu durumlarda, analitik yöntemlerle t dönme açısının hesaplanması son derece zordur. Bunun sonucu olarak bilgisayar yöntemleri kullanılarak yapının 3 boyutlu modellenmesi zorunlu olur.

Depremde yapıya gelen kuvvetlerin yapının kütle merkezine etkidiği varsayılmaktadır. Kütle merkezinin bulunması oldukça kolaydır. Kütle merkezi bir çok yapıda, yapının geometrik merkezi olarak alınabilmektedir. Daha hassas olarak hesaplanması istenirse kat döşemesi ağırlığı, kirişlerin ağırlığı, kolonların ağırlığı, bölme duvarların ve diğer sabit ağırlıkların yanısıra kat içinde düzgün yayılı kabul edilen hareketli yük ve diğer yükler dikkate alınır. Bu yüklerin x ve y eksenleri kullanılarak ağırlık merkezi hesaplanır. Bu merkez kütle merkezi olur ve deprem kuvvetlerinin,  $F_{ix}$  ve  $F_{iy}$ , bu merkezden geçen birbirine dik iki eksen doğrultusunda etkidikleri varsayılır.

Rijitlik merkezi ise deprem kuvveti etkisi altında düşey taşıyıcılarda oluşan kesme kuvvetlerinin bileşkesinin geçtiği noktadır. Doğal olarak, deprem yükünün x yönüne paralel etkidiği durumda, düşey taşıyıcılarda oluşan kesme kuvvetlerinin bileşkesi de, deprem yüküne ters yönde ve x eksenine paralel olacaktır (x yönünde rijitlik aksı). Deprem yükünün y yönüne paralel etkidiği durumda da, y eksenine paralel bir rijitlik aksı oluşacaktır. İki rijitlik aksının kesim noktası Rijitlik Merkezi olarak tanımlanır.

Yapıda kütle merkezi ile rijitlik merkezinin farklı olması burulma düzensizliğini ortaya çıkarır. (Şekil 2.2)



Şekil 2.2 Rijitlik merkezi ile kütle merkezi arasındaki eksantrisite (e) nedeni ile yapıda burulma etkilerinin oluşması.

Bina tamamen simetrik olsa bile hesaplarda göz önüne alınan  $\pm\%5$  dışmerkezlikten dolayı burulma düzensizliği katsayısı  $\eta_{bi} > 1.0$  olacaktır. Yapıda ek düzensizlikler bulunması bu oranı daha da artıracaktır. Deprem Yönetmeliği'nde dinamik hesap taşıyıcı sistem davranışının belirlenmesinde daha etkili bir yöntem kabul edildiği için,  $\eta_{bi} > 2.0$  olması durumunda, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde dinamik hesap yapılması zorunlu kılınmıştır. Burulma düzensizliği katsayısının  $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$  olması durumunda ise, katlara etkiyen eşdeğer deprem yükü için kabul edilen  $\pm\%5$  ek dışmerkezliğin

$$D_i = (\eta_{bi}/1.2)^2 \quad (2.2)$$

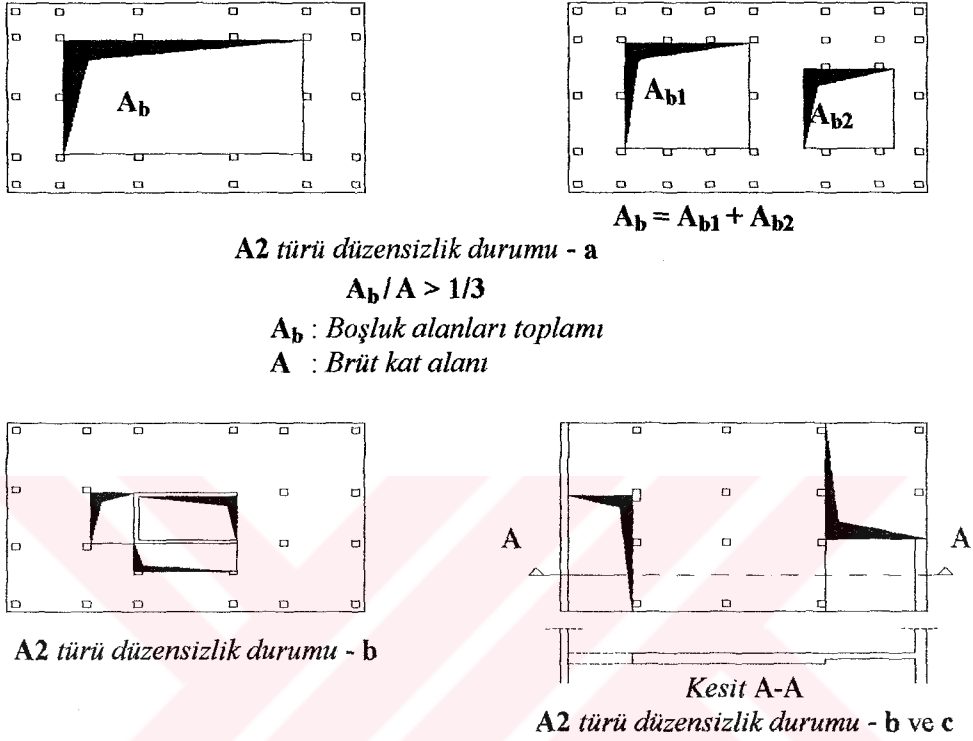
katsayısı ile artırılması öngörülür.  $D_i$ , eşdeğer deprem yükü yönteminde burulma düzensizliği olan binalar için i'inci katta  $\pm\%5$  ek dışmerkezliğe uygulanan büyütme katsayısıdır. Böylelikle yapıdaki burulma düzensizliğinin daha belirgin ortaya çıkması ve taşıyıcı sistemin daha fazla zorlanması söz konusu olurken, böyle bir taşıyıcı sistem düzenlenmesinde çözümlene zorlaştırılarak caydırma yoluna gidilmektedir. (Celep ve Kumbasar, 2000)

#### 2.1.1.2 A2 – Döşeme Süreksizlik Düzensizliği

Herhangi bir kattaki döşemede;

- Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının  $1/3$ 'ünden fazla olması durumu ( $A_b/A > 1/3$ ),

- b) Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,
- c) Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani değişikliklerin bulunması döşeme süreksizlik düzensizliği olarak tanımlanır. (Şekil 2.3) (A.B.Y.Y.H.Y., 1998)



Şekil 2.3 Döşeme süreksizlikleri

Kata etkiyen deprem yüklerini düşey taşıyıcılara aktarmada, döşeme çok önemli rol oynar. Döşemeler bütün düşey taşıyıcıları, kat düzeylerinde birbirine bağlar. Deprem yükü döşeme plağı düzlemine paralel doğrultuda etki yapar ve plağı, çok derin ve ince bir kiriş gibi zorlar. Deprem yükünü kendi düzlemi içinden geçiren döşeme plağı, bu yükü düşey taşıyıcılara aktarır ve düşey taşıyıcılarda kesme kuvvetlerinin oluşmasına neden olur. Bu kesme kuvvetleri ile deprem yükü, her düzeyde dengelenmek zorundadır.

Kendi düzlemine paralel yüklenen döşeme plağı, deprem yükü altında ihmal edilecek kadar küçük eğilme sehimi oluşturur; ancak bütün düşey taşıyıcıları beraber sürükleyerek ötelenmelerini sağlar. Başka bir deyişle, döşeme rijit kütle hareketi göstererek ötelenir. Döşemenin deprem yüklerini düşey taşıyıcılara aktarmasına diyafram görevi adı verilir. Etkin bir diyafram görevi için döşeme kendi düzlemi içinde etkiyen deprem yükü altında çok küçük sehim yapmalıdır. Bunun sağlanması için döşemenin düzlem içi eğilme rijitliği büyük olmalıdır. Döşeme boşluklarının ise bu rijitliği azalttığı açıktır.

Diyaframı özetleyecek olursak; düşey taşıyıcıları kat düzeyinde birbirine bağlar, kendi düzlemleri içinde sonsuz rijit kabul edilir, kat düzeyinde, düşey taşıyıcıların eşit ötelenme yapmasını sağlar.

Diyafram depremin oluşturduğu eylemsizlik kuvvetlerini düşey taşıyıcılara dağıtmaktadır. Her düşey taşıyıcı kendi ötelenme rijitliğiyle orantılı olarak, toplam deprem kuvvetinden pay alır. Bu dağıtımda diyafram içinde önemli kesme kuvvetleri ve momentler oluşabilir. Döşemede delikler ve keskin köşeler , oluşan kesme kuvvetlerine ve momentlere karşı direnci zayıflatabilir.

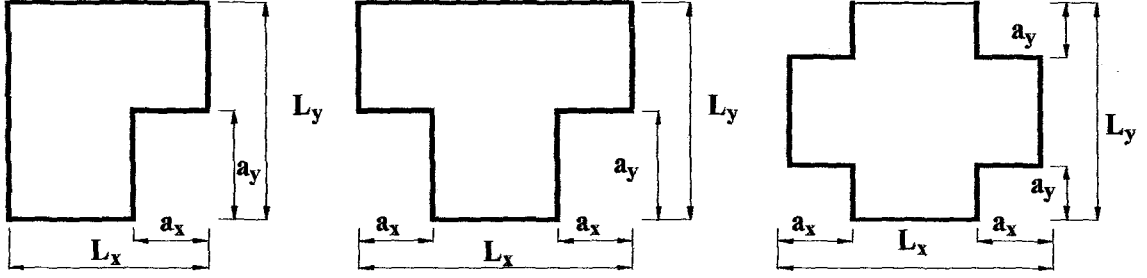
Ayrıca, deprem yükleri altındaki döşeme plağı, kesme kuvvetleri ve momente maruzdur. Söz konusu kesme kuvvetleri ve momentler altında, döşeme plağında kesme kırılması veya moment kırılması oluşmamalıdır.

Keskin köşelerde döşemede olabilecek keskin köşelerden başlayan çatlaklar, sonsuz rijit diyafram kabulünü geçersiz kılabilir. Döşemeden kuvvet aktarımı küçük bir uzunlukta oluşur. Bu bağlantı yeterli olmazsa, perdenin yatay yük taşıma etkinliği büyük ölçüde kaybolur. Perde ancak döşeme - perde bağlantı uzunluğunun yatay kuvvet aktarma kapasitesi kadar yatay yük taşıyabilir.

Bu düzensizliğin bulunduğu binalarda, kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini, kolon ve perde gibi düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarabildiği gösterilmelidir. Deprem yönetmeliğinde bir hesap ayrıntısı verilmemiş olup, hesap kabulleri ve çözümleme yönteminin proje mühendisi tarafından seçilmesi gerekmektedir. Doğal olarak bu tür düzensizliğin önlenmesine gayret edilmelidir. Ancak kaçınılmaz durumlarda boşluklu döşemeyi küçük parçalara ayırarak ve rijit diyafram kabulünü terk edip, döşemelerin kendi düzlemi içindeki eğilmesini de içeren bir çözüm yolu izlenebilir. Kat deprem yükünün de bu parçalara yayılı verilmesiyle, bu kolon ve perdelerine iletilmesi sırasında ortaya çıkacak ek gerilmeler belirlenerek, gerektiğinde döşemede kalınlık veya donatı artırılması yönüne gidilebilir. (Celep ve Kumbasar, 2000)

### 2.1.1.3 A3 - Planda Çıkıntılar Bulunması

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu planda çıkıntı düzensizliği olarak tanımlanır. (Şekil 2.4). (A.B.Y.Y.H.Y.,1998)



A3 türü düzensizlik durumu:

$$a_x > 0.2 L_x \text{ ve aynı zamanda } a_y > 0.2 L_y$$

Şekil 2.4 Planda çıkıntılar bulunması

A3 türü düzensizliğin ortaya çıkarabileceği olumsuz durumlar; burulma momentinden dolayı düşey taşıyıcılarda ek kesme kuvvetlerine yol açar. Döşeme uçlarında eğilme momenti donatısı gereklidir. Kenar kiriş içindeki düz donatı döşemenin eğilme donatısı olarak düşünülebilir.

Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, A2 ve A3 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiği hesapla doğrulanmalıdır. (A.B.Y.Y.H.Y., 1998)

#### 2.1.1.4 A4 - Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması, taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması düzensizliği olarak tanımlanır. (Şekil 2.5).

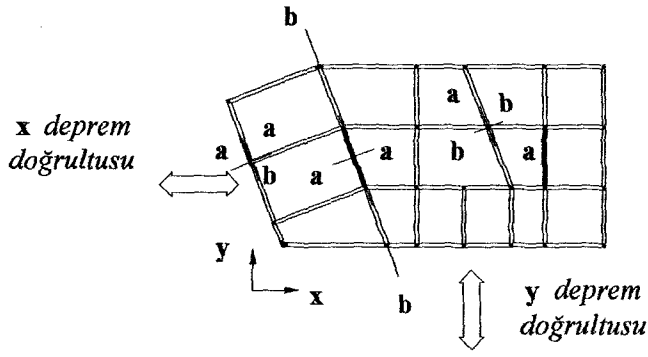
A4 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda, taşıyıcı sistem elemanlarının asal eksen doğrultularındaki iç kuvvet büyüklükleri

$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0.30 B_{ay} \quad , \quad B_a = \pm 0.30 B_{ax} \pm B_{ay} \quad (2.3)$$

denklemleriyle elde edilecektir. (A.B.Y.Y.H.Y., 1998)

Bu denklemde:  $B_a$  taşıyıcı sistem elemanın  $a$  asal eksen doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğünü,  $B_{ax}$  taşıyıcı sistem elemanın  $a$  asal eksen doğrultusunda,  $x$  doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğünü,  $B_{ay}$  taşıyıcı sistem elemanın  $a$  asal eksen doğrultusunda,  $x$ 'e dik  $y$  doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğünü ifade etmektedir.

Yukarıdaki işlemler,  $a$  eksenini ve buna dik  $b$  eksenini için,  $x$  ve  $y$  deprem doğrultuları ve yönleri göz önüne alınarak en elverişsiz sonucu verecek şekilde yapılmalıdır.



Şekil 2.5 Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması

## 2.1.2 Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

### 2.1.2.1 B1 - Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)

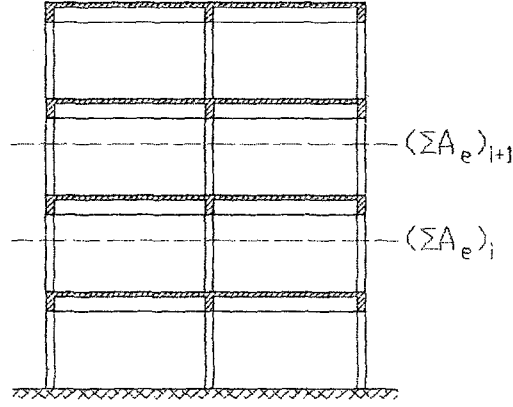
Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı  $\eta_{ci}$ 'nin 0.80'den küçük olması durumu komşu katlar arası dayanım düzensizliği olarak tanımlanır. (Şekil 2.6)

$$\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80 \quad (2.4)$$

(2.4) bağıntısında ifade edilen herhangi bir kattaki etkili kesme alanı  $\sum A_e$ ;

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k \quad (2.5)$$

olarak tanımlanır. (A.B.Y.Y.H.Y.,1998) Burada,  $A_w$  göz önüne alınan deprem doğrultusunda kolon en kesiti etkili gövde alanı,  $A_g$  göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda çalışan perdelerin en kesit alanı,  $A_k$  göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda kargir dolgu duvarları alanıdır.



$$\sum A_e = \text{kolon} + \text{perde} + 0.15 \times \text{duvar} \\ \text{kesit alanı}$$

$$\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80$$

Şekil 2.6 Komşu katlar arası dayanım düzensizliği

B1 türü düzensizliğinin bulunduğu binalarda, göz önüne alınan i'inci kattaki dolgu duvarı alanlarının toplamı bir üst kattakine göre fazla ise,  $\eta_{ci}$ 'nin hesabında dolgu duvarları göz önüne alınmayacaktır.  $0.60 \leq (\eta_{ci})_{\min} < 0.80$  aralığında verilen taşıyıcı sistem davranış katsayısı,  $1.25 (\eta_{ci})_{\min}$  değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanacaktır. Ancak hiçbir zaman  $\eta_{ci} < 0.60$  olmayacaktır. Aksi durumda, zayıf katın dayanımı ve rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. Bu tür düzensizliği olan binalarda ayrıca "kolon sarılma bölgesine konulan enine donatı, kolon orta bölgesinde de aynen devam ettirilecektir" koşulu uygulanacaktır. (A.B.Y.Y.H.Y.,1998)

Herhangi bir kata etkiyen deprem kuvveti, söz konusu kattaki düşey taşıyıcılar arasında paylaşılır ve yatay kuvvetlerin dengesi sağlanır. Betonarme binalarda düşey taşıyıcılar kolonlar ve perde duvarlardır. Dolgu duvarlar ise, salt ölü yük olarak alınır ve yatay yük taşıdığı kabul edilmez.

Oysa gerçek hiç böyle değildir. Çerçeve boşluklarını dolduran dolgu duvarlar, yatay deprem yükü altında şekil değiştiren çerçeveye reaksiyonlar uygulayarak, deprem yükünün karşılanmasına katkıda bulunurlar.

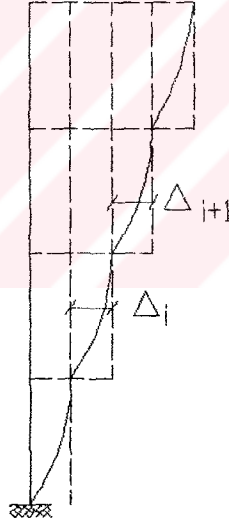
Ancak yatay deprem yükü altında oluşan eğik asal çekme ve eğik asal basınç kuvvetlerine karşı, dolgu duvarın dayanımı yüksek değildir. Bu gerçeği yansıtmak için dolgu duvarların etkili kesme alanının %15 etkinlikle deprem kuvvetinin taşınmasına katıldığı kabul edilmektedir. Betonarme taşıyıcı elemanların hesabında, dolgu duvarların hiç deprem kuvveti taşımadıkları kabul edilir. (Atımtay, 2000)

### 2.1.2.2 B2 - Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı  $\eta_{ki}$  'nin 1.5 den fazla olması durumu komşu katlar arası rijitlik düzensizliği olarak tanımlanır. (Şekil 2.7)

$$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5 \quad (2.6)$$

Görelî kat ötelemelerinin hesabında %5 ek dışmerkezlik de göz önüne alınmalıdır. (A.B.Y.Y.H.Y.,1998). Yapılarda deprem etkileri alt katlara doğru artar. Buna uygun olarak bina yüksekliği boyunca kat yatay rijitliklerinin artması sağlanmalıdır. Bu suretle kat görelî ötelemelerinin yakın değerlerde ve alt katlarda üste göre daha büyük olması beklenir. Bu tür özelliği bulunmayan binalarda alt kat üste göre daha yumuşak, kolay yerdeğiştirebilir olup, bu durum deprem hasarının alt katlarda yoğunlaşmasına ikinci mertebe etkilerin büyümesine ve bunun sonucu olarak taşıyıcı sistemin ağır hasar görmesine sebep olur.



$$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5$$

Şekil 2.7 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

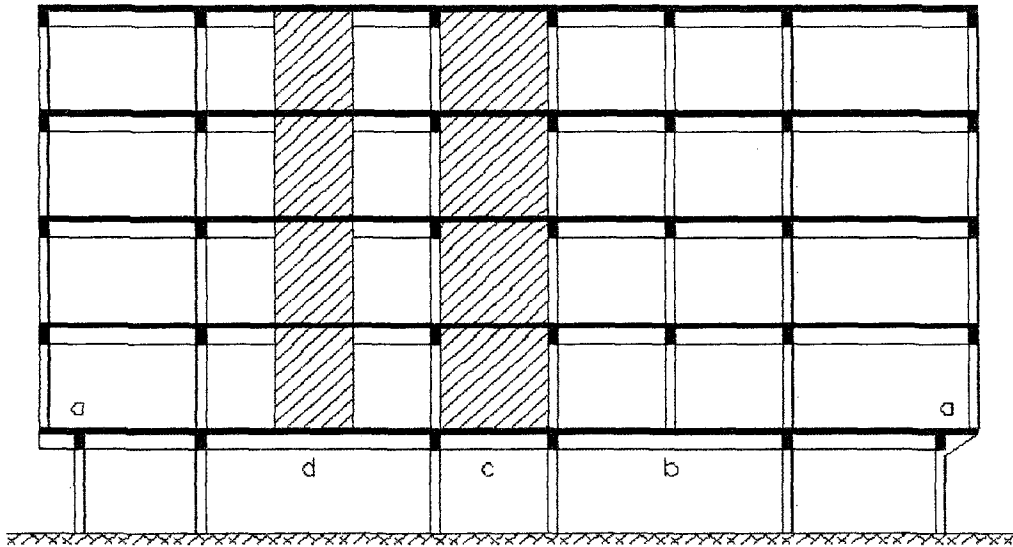
A1 ve B2 türü düzensizlikler, deprem hesabında kullanılacak yöntemin seçiminde etken olan düzensizliklerdir. Deprem Yönetmeliği'nde dinamik hesap, taşıyıcı sistemin davranışının belirlenmesinde daha etkili bir yöntem kabul edildiği için, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde inşa edilen ve toplam yüksekliği  $25m < H_N < 60m$  olan bu tür düzensizliğe sahip binalar için dinamik hesap yapılması zorunlu kılınmıştır. Bina yüksekliğinin 60m den büyük olması durumunda ise, bu tür düzensizliğe bakılmaksızın dinamik hesap yapılması öngörülmüştür. (Celep ve Kumbasar, 2000)

### 2.1.2.3 B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon ve perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara veya kirişlere oturtulması bu düzensizliği oluşturur. (Şekil 2.8)

B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalara ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir:

- Bütün deprem bölgelerinde, kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.
- Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılacaktır.
- Üst kattaki perdenin her iki ucundan altta kolonlara oturtulması durumunda, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 arttırılacaktır. Bu tür düzensizliğin bulunduğu betonarme binalarda ayrıca “kolon sarılma bölgesine konulan donatı kolon orta bölgesinde de aynen devam ettirilecektir” koşulu uygulanacaktır.
- Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez. (A.B.Y.Y.H.Y.,1998)



Şekil 2.8 Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarındaki süreksizlikler

Bu uygulamaların düşey ve yatay deprem ivmeleri altında ve zayıf kat - yumuşak kat oluşturmaları bakımından son derece sakıncalı olduğu görülmektedir.

## 2.2 Yabancı Yönetmeliklerde Yapısal Düzensizlikler

Diğer deprem yönetmeliklerinde de planda ve düşey doğrultuda düzensizlikler içeren yapı sistemlerinden kaçınılması hususu önemle vurgulanmaktadır. Bu konuda caydırıcı kısıtlamaların getirildiği görülmektedir.

Eğer bina düşey eksenlerde yaklaşık geometriye sahip değil ve yatay konsollar önemli boyutlardaysa veya kütle ve rijitlik oranları bitişik katlarda önemli oranlarda değişmekteyse, düşeyde düzensiz taşıyıcı sistemi olan yapı olduğu belirtilmiştir. Bu türden düzensiz yapılar için yatay yük hesabında, modal çözümleme periyodu 0.4s'den büyük bütün modlar veya en az ilk üç mod, bina üç kattan az ise kat adedi kadar modun göz önüne alınması gerektiği, düşey deprem durumu için konsolda ilave konsol kesme kuvveti hesaplanması öngörülmektedir. Düşeyde düzensiz taşıyıcı sistemi olan yapılar için, bazı ülkelerin yönetmeliklerinde verilen koşullar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

**Peru Yönetmeliği**, düzensiz yapılarda düşey deprem kuvvetinin deprem bölgesine bağlı olarak konsol ağırlığının 0.20 ila 0.30 katı olarak kabul edilmesini ve düşey deprem kuvvetinin bir yöndeki yatay deprem kuvvetiyle birlikte ele alınmasını öngörmektedir.

**Venezuela Yönetmeliği**, her bir kat için iki öteleme ve bir burulma olmak üzere toplam üç mod için hesap yapılmasını öngörmektedir.

**Yeni Zelanda ve Endonezya Yönetmelikleri**, çözümün üç boyutlu olarak yapılmasını önermektedir.

**İran Yönetmeliği**, düzensiz binaların yüksekliğinin 18 metreyi veya beş katı aşması durumunda eşdeğer statik yöntem kullanımını uygun görmektedir. Düşeyde düzensiz yapılarda ise dinamik analiz yapılmasını öngörmektedir.

**Çin Yönetmeliği**, yatay deprem yükünün 2/3'ünün düşey deprem yükü alınarak çözümleme yapılmasını öngörmektedir.

**Mısır Yönetmeliği**, beş kattan fazla düzensiz binaların burulma titreşimlerine göre de üç boyutlu olarak çözülmesini istemektedir.

**Hindistan Yönetmeliği** modal çözümler yapılmasını istemektedir.

**Yugoslavya Yönetmeliği** ise deprem katsayısı parametrelerinden süneklik katsayısı değerini 1.0 dan 2.0 a çıkarılmasını öngörmektedir. (Güney,1997)

**Eurocode 8** de ise 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 H, I, T gibi bölünmüş şekilleri içermez. Herhangi bir yöndeki planda gerilmeler oluşturacak köşelerin veya girintilerin uzunluklarının aynı yöndeki toplam uzunluğun % 25'inin aşması durumunda yapı planda düzensiz olarak adlandırılmaktadır. Dikkat edileceği gibi burada 1998 A.B.Y.Y.H.Y' de bulunan her iki yönde % 20 sınırının aşılması şartının yerine sadece bir yönde % 25 sınırının aşılması binayı planda düzensiz yapabilmektedir.

Planda düzenli yapıların döşemelerinin rijitliğinin düşey taşıyıcı elemanların rijitliği ile karşılaştırıldığında yeterince büyük olduğu, buna bağlı olarak döşemenin rijit diyafram davranışı içerisinde olduğu kabul edilmektedir.

% 5 eksantirisite ile verilen deprem yükleri dolayısı ile herhangi bir katta deprem yönü doğrultusunda maksimum yerdeğiştirme değerinin ortalama kat yerdeğiştirme değerinin %20'den fazla olması durumunda söz konusu yapının planda düzensiz olduğu varsayılmaktadır.

Taşıyıcı sistemin plandaki ve düşey kesitteki durumu incelenerek düzensizlik durumuna karar verilebilir.

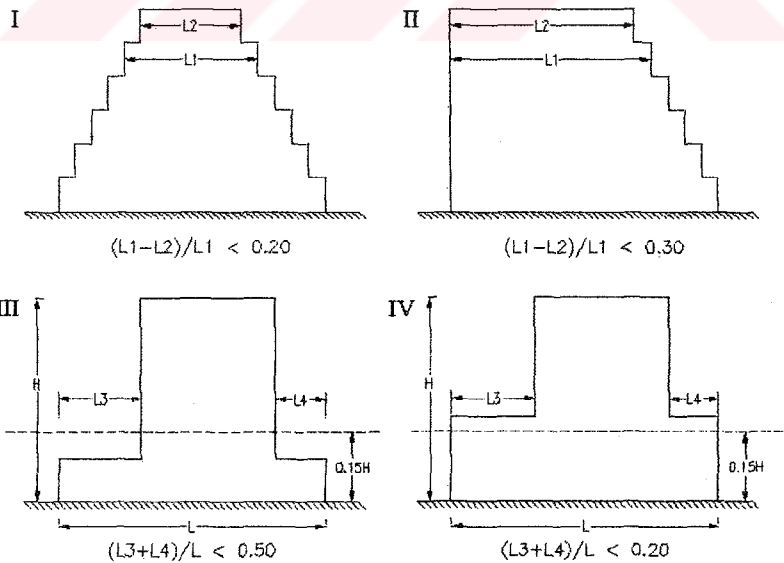
#### **Planda düzensizlikler:**

- a) Taşıyıcı sistem planında, kütle ve rijitlik dağılımının yaklaşık olarak simetrik bulunduğu kabul edilebileceği iki dik eksen takımının mevcut olmadığı durumlar Taşıyıcı Sistem Düzensizliği olarak adlandırılır.
- b) Bina planda toplu bir durumda olmayıp H, I ve T gibi şekillere sahipse ve planda her iki doğrultudaki çıkıntılar veya girintiler ilgili dış boyutun %25 ini geçiyorsa Planda Girinti ve Çıkıntı Düzensizliği söz konusudur.
- c) Döşemenin düzlem içi rijitliği yeterli derecede büyük olmayıp, kat kesme kuvvetinin kolon ve perdelerle dağılımında, döşemenin düzlem içi şekil değiştirme etkisinin ihmal edilemeyecek düzeyde olduğu durumlar Döşeme Süreksizliği Düzensizliği olarak adlandırılır.

- d)  $\pm 5\%$  lik dışmerkezlikle etkiyen deprem kuvveti etkisinde her katta en büyük relatif kat yerdeğiştirmesinin oranı 1.20 den büyük olduğu durumlar Burulma Düzensizliği olarak adlandırılır.

### Düşeyde düzensizlikler:

- a) Yatay yük taşıyan düşey elemanların, binada yapılan geri çekilmeler dışında , temelden üst kata kadar devam etmediği durumlar Süreksizlik Düzensizliği olarak adlandırılır.
- b) Binada temelden yukarı doğru kat yanal rijitliği ve kütlesi ani bir değişiklik göstermekte veya azalmaktaysa Rijitlik Düzensizliği söz konusudur.
- c) Çerçevesel binalarda mevcut kat dayanımının hesabın gerektirdiği kat dayanımına oranı, alt ve üst katlara göre çok farklı ise bu durum Dayanım Düzensizliği olarak adlandırılır
- d) Binada aksel simetriyi koruyan geri çekmelerin  $\%20$  den büyük olduğu durumlar (I), aksel simetriyi korumayan geri çekmeler  $\%10$  dan daha büyük oranda olduğu durumlar veya toplam geriye çekmenin  $\%30$  dan fazla olduğu durumlar (II), tek bir geri çekmenin olduğu binalarda, geri çekme tabandan itibaren bina yüksekliğinin  $\%15$ 'inin altında ise bu geri çekmenin  $\%50$  den büyük olduğu durumlar (III), geri çekme tabandan itibaren bina yüksekliğinin  $\%15$ 'inin üstünde ise bu geri çekmenin  $\%20$  den büyük olduğu durumlar (IV) Geri Çekme Düzensizliği olarak adlandırılır. (Şekil 2.9). (Eurocode 8)



Şekil 2.9 Geri çekme düzensizliği için kriterler

### 3. YAPI SİSTEMLERİNİN ANALİZİNDE KULLANILAN PAKET PROGRAMLAR

#### 3.1 Sta4cad Programı

Sta4 programı; çok katlı betonarme yapıların statik, deprem, rüzgar ve betonarme analizini entegre olarak yapan bir paket programdır. Program yardımıyla statik ve betonarme analizler, standart ve yönetmelikleri esas alacak şekilde yapılabilmektedir. Şartnamelerin değişmesi veya enternasyonel standartların uygulanması durumunda, parametrelerin bir çoğu kullanıcı tarafından opsiyonel olarak değiştirilebilmektedir.

Statik hesaplama metodu olarak Stiffness Method kullanılmaktadır. Üç boyutlu (3d) olarak çalışan 9.0 Versiyonu'nda; kat planının dx, dy ve qz deplasmanlarının bulunmasında, yapı denge denklemleri yatay yöndeki plakların sonsuz rijitliği kabulü ile kurulmaktadır. Bu nedenle katlarda qz, dx, dy deplasmanları, eleman uç noktalarında ise dz, qx, qy deplasmanları kabulü ile, tüm yapının denge denklemleri kurulmaktadır. Yapı bilgilerinin aplikasyon planı olarak girildiği programda yapısal modelleme otomatik olarak yapılmakta ve eleman rijitlikleri dikkate alınarak denge denklemleri bir defada kurulup sistem çözülmektedir. Ayrıca yapının statik hesaplarında, yapı-zemin davranışını dikkate alabilmesi sayesinde, zemin çökme ve dönmelerinin rijit üst yapıdaki etkilerini saptayarak gerçek tesirleri bulmaktadır. Statik çözümlerin üç boyutlu (3d) olması nedeniyle, ızgara kirişleri veya plandaki geometrisi bozuk kirişleri sonlu elemanlar olarak çözebilmekte ve sonuçlarını tek bir kiriş olarak değerlendirmektedir.

Program çözümlerini, yapıdaki en elverişsiz yük kombinasyonlarını dikkate alan 16 adet yükleme tipi ile yapmaktadır. Bunlar; 7 adet düşey yük kombinasyonu (ölü, hareketli, damalı, bant kombinasyonları), 4 adet deprem veya dinamik analiz kombinasyonu (x ve y yönünde, yapı ağırlık merkezinin  $\pm 5\%$  dışmerkezlik etkisi dikkate alınarak), 4 adet rüzgar kombinasyonu (x ve y yönünde, yapı ağırlık merkezinin  $\pm 5\%$  dışmerkezlik etkisi dikkate alınarak) ve 1 adet zemin etkilerinin statik olarak yapı tarafından taşınması ile ilgili kombinasyonlardır.

Yapı modellemesi, eleman rijitliklerinin bulunması ve döşeme yük dağılımlarının vektörel olması nedeniyle, geometrileri bozuk yapılarda çok büyük hassasiyetle ölçü, yükler ve eleman ilişkisinin belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Yapılarda en çok kullanılan eleman tipleri dikkate alınmıştır. Kirişlerin; düzgün, prizmatik, guseli ve değişken kesitli olması veya geniş perdelerle oturması gibi etkilerin rijitlik ve yük matrisinde dikkate alınması mümkün olmaktadır.

Kolonlarda; dikdörtgen, prizmatik, daire kolonlar ve düzgün olmayan geometriye sahip (poligon ) kolonlar ayrı ayrı tiplenmiştir. Kolon statik hesap rijitliklerinde, perde kontrolü ve kayma deformasyonları dikkate alınarak stiffness değerleri düzenlenmektedir. Döşemelerde; düzgün olmayan geometriye sahip, çok parçalı dikdörtgenlerden oluşan ve asmolen döşeme tiplerini dikkate almaktadır. Temeller; yapı ile birlikte çözülebildiği gibi, ayrı olarak da hesaplanabilmekte, zemin davranışını dikkate alan sonlu giriş teorisi (Winkler Hipotezi) ile çözülmektedir.

Anılan program ile deprem hesapları; Deprem Yönetmeliği'ne göre (Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi) yapılabildiği gibi, mod süperpozisyonu ile modal analiz de yapılabilmektedir. Dinamik zemin hız spektrumları, bölgelere göre program kütüphanesinde mevcut olup, istenirse kullanıcı tarafından değiştirilebilmekte veya yeni spektrum değerleri girilebilmektedir.

Betonarme kesit hesapları; TS 500'e uygun olarak, Emniyet Gerilmesi veya Taşıma Gücü Yöntemi'ne göre yapılabilmektedir. Taşıma gücü deprem, sehim ve düktilite koşullarına göre değerlendirilmektedir.

Ayrıca program ile kolon ve kat burkulmaları dikkate alınarak, kolon moment büyütme faktörü ile betonarme hesaplamaları yapılmaktadır.

Yazılımcılıkta; programın teorik esaslarının bilimsel temellere dayandırılması kadar önemli olan diğer bir konu da veri girişinin kolaylığıdır. Veri girişinin hızlı, hata yapma olasılığı az olan bir editör yardımı ile yapılması ve girilen veri ile orantılı olarak kat planının grafik ekranda izlenebilmesi büyük bir kullanım kolaylığı sağlamaktadır.

Sta4 programının bilgi girişi kat aplikasyon prensibi ile hazırlanmıştır. Her katın veri girişi ayrıdır. Katlar arasında, kat içindeki ve simetrik yapılardaki benzer bilgiler kolayca kopyalanabilmekte, çok az bilgi girişi ile yapının tümü kısa sürede oluşturulabilmektedir. Tamamen grafik ortamda, mouse yardımı ile girilen bilgiler, grafik olarak izlenebilmekte, asgari klavye kullanımı sağlayan kullanıcı menüsü ve hazır bilgi tuşlarından faydalanılabilmektedir. Bütün tuşların kontrol edilebilmesinin mümkün olması sayesinde bilgi geçişleri büyük bir kolaylıkla yapılabilmektedir.

Sonuçların değerlendirilmesi, optimizasyon ve eleman donatı düzenlemesi grafik ekran sayesinde görsel olarak izlenebilmektedir. Çizimler; verilerin kat planı prensibi ile girilmesinden dolayı otomatik olarak alınabilmektedir. Çizimlerde interaktif olarak bilgi düzenlemesi yapılabilmekte, ayrıca programın otomatik olarak ürettiği çizimler üzerinde

düzeltilme, silme, ölçülendirme ve eklemeler çizim editörü kullanılarak kolayca yapılabilmektedir.

Günümüzde; bilgisayar teknolojilerinden faydalanılarak, gerek zamandan gerekse ülke ekonomisi için ölü yatırım olarak kabul edilen betonarme yapılarda ekonomi sağlanabilmektedir. Statik ve betonarme hesapları bilgisayar tarafından yapıldığı için, mühendisin esas zaman harcaması gereken yapı modellemesi ön plana çıkmaktadır. Yapı modellemesi her ne kadar tecrübeye dayansa da, amacına uygun ve sağlam teorik esaslara dayanan bilgisayar programları ile farklı yapı modellemelerinin denenebilmesi kolaylaşmıştır.

Sta4 programı; konut, işhanları gibi ortogonal ve nonortogonal yapılar ve arakatlı, kademeli altyapısı olan yapılar için düzenlenmiştir. Düşey eğik elemanlar gözönüne alınmamıştır. Sta4 programı 1976'dan 2000'e kadar uygulama ile geliştirilerek hazırlanmış, teorik esasları uluslararası bilimsel teorilere dayanan, kullanımı oldukça pratik bir programdır. Yazılımına Fortran IV ile başlanmış, Pds+Assembler dili ile geliştirilmiş, 9.0 versiyonu tamamen Windows uyumlu hazırlanmıştır. (Amasralı, 2000)

Sta4Cad programı yapısal düzensizlikleri otomatik olarak incelemekte ve Deprem Raporu adı altında analiz sonuçlarının değerlendirilmesine yer vermektedir. Bu sayede elde edilen sonuçlar doğrultusunda kullanıcı gerekli önlemleri alabilir.

A1 burulma düzensizliği için, yapılan analiz sonucu elde edilen göreceli kat ötelemelerini her katta ve her iki deprem doğrultusu için dikkate alarak kıyaslama yapar ve  $\eta_{bi}$  burulma düzensizliği katsayısının hangi değerde olduğunu belirler. Buradan elde edilen  $\eta_{bi}$ 'nin değerine göre hesaplara devam edilir veya gerekli düzenlemeler yapılarak analiz tekrarlanır.  $\eta_{bi} < 1.2$  ise analizi tekrarlamaya gerek yoktur.  $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$  ise  $\pm\%5$  ek dışmerkezlilik  $D_i = (\eta_{bi}/1.2)^2$  katsayısıyla çarpılarak büyütülür ve analiz tekrarlanır. Program  $D_i$  katsayısını da hesaplamaktadır.  $\eta_{bi} > 2$  ise hesap yöntemi değiştirilerek analiz tekrarlanmalıdır.

A2 ve A3 düzensizlikleri için programın Deprem Raporu bölümünde herhangi bir bilgi yer almamaktadır. Deprem Yönetmeliği'nde de bu düzensizlikler için yapılması gereken bir hesap yöntemi belirtilmemiştir. Bu düzensizliklerin olduğu yapıların analizinde gereken önlemi almak Sta4Cad programına bağlı kalmaksızın proje mühendisine düşmektedir.

A4 düzensizliğinin bulunduğu yapılarda (bunun tespiti de program tarafından yapılmaktadır) elemanların asal eksen doğrultularındaki iç kuvvetleri (2.3) eşitliği kullanılarak hesaplanmaktadır.

B1 düzensizliği de programın Deprem Raporu bölümünde irdelenmektedir. Her kat için  $A_w$ ,  $A_{gx}$ ,  $A_{gy}$  değerlerini hesaplayarak binada B1 düzensizliği olup olmadığını belirtir.  $A_k$  kargir dolgu duvar alanları bu hesapta gözönüne alınmamaktadır. Bunun nedeni programa sadece taşıyıcı elemanlar ve bunların yüklerinin giriş bilgisi olarak veriliyor olmasıdır. Dolgu duvarları ilgili elemanlara (kiriş veya perde) yayılı yük olarak verilebilmektedir.

B2 düzensizliğinde de A1 düzensizliğinde olduğu gibi görelî kat ötelemelerini her katta ve her iki deprem doğrultusu için dikkate alarak kıyaslama yapar ve  $\eta_{ki}$  rijitlik düzensizliği katsayısının değerini belirler.  $\eta_{ki} < 1.5$  durumunda hesaplara devam edilir.  $\eta_{ki} > 1.5$  hesap yöntemi değiştirilerek analiz tekrarlanır.

B3 düzensizliğiyle ilgili olarak programın deprem raporu bölümünde herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Buna karşılık elemanların statik sonuçları kısmında, ilgili elemanların iç kuvvet değerlerini %50 arttırmaktadır. Deprem Yönetmeliği'nde izin verilmeyen (konsol kiriş veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna kolon oturtulması durumu ve perdelerin kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulması durumu) B3 düzensizliği durumlarıyla ilgili ayırımı program yapamamaktadır.

### 3.2 SAP2000 Programı

SAP2000 yazılımı, 25 yıldır SAP (Structural Analysis Program) serisi olarak bilinen yazılımların sürümüdür. Bu sürümde ilk olarak programın tamamı Microsoft Windows 95/98/NT/2000 ortamına taşınmıştır. Bu ortamda çalışmak, çok güçlü grafik iletişim ortamı ile kullanma kolaylığı ve üretim hızı açısından erişilmez olanaklar sağlamıştır.

Yapı modelinin üç boyutlu olarak hazırlanması, değiştirilmesi, problemin çözümü, boyutlama ve optimizasyon tamamen Win 95/98/NT/2000 ekranında ve mouse yardımıyla doğrudan iletişimle yapılır. Sonuçların grafik olarak görüntülenmesi ve basılması kolaydır. Yapının gerçek davranışına uygun olarak bütün yükleme tipleri ve zaman tanım alanında hesapta hareketli yerdeğiştirmeyi görüntülemek (animasyon) olanaklıdır. SAP2000, modelin üretimi, değiştirilmesi, analizde dizayn açısından ileri bir düzeyde yeni bir yazılım neslini vurgulamaktadır. Analitik, nümerik teknikler ve çözüm algoritmalarındaki en son gelişmeleri içermektedir.

SAP2000 in bu sürümü, aynı grafik tabanında olmak üzere üç ayrı paket halinde hazırlanmıştır: SAP2000 Standard, SAP2000 Plus ve SAP2000 Nonlinear. Bunlardan bazıları; simetrik olan veya olmayan en genel şekilli binaların hesabı, hızlı denklem çözümü, kuvvet ve deplasman yükü, prizmatik olmayan çubuk (Frame) elemanı, yüksek kesinlikte kabuk-plak

(Shell) elemanı, Eigen ve Ritz dinamik analizi, çarpık yapılar için çok sayıda koordinat sistemleri, çok sayıda yeni ve farklı bağımlılık (constraints) seçenekleri, ayrı olarak tanımlanmış sonlu eleman modellerinin birleştirilmesi veya parçalanması, yay rijitliği, aynı işlemde çok sayıda yük durumlarının, yük kombinasyonlarının ve zarflarının bulunması. (dinamik analiz dahil)

SAP2000 Plus programı sınırsız düğüm noktası analiz gücündedir. İşletme sisteminde sağlanmış tüm belleğin istendiği bölümünde veya tamamında çalışır. Win 95/98/NT/2000 in tüm gücünü kullanabilir. Ayrıca köprü analizi, sonlu eleman tiplerinin tamamı ve zaman tanım alanında (Time History) hesap seçeneklerini içerir. Çok sayıda taban tahrikli yer hareketi etkileri birlikte hesaba katılabilir.

SAP2000 Nonlinear'da ise Plus daki bütün özelliklere ek olarak statik itme (Pushover) analizi ve dinamik nonlinear analiz olanakları da vardır. Pushover analizi (Frame) plastik mafsallı elemanı kullanmaktadır. Lineer olmayan ve dinamik (Nonlinear Link Element) bağ elemanı ve plastik mafsallı elemanı ile boşluklar (Gap), sadece çekme alan elemanlar (Hook), taban izolatörleri, damperler, plastik mafsallar v.b. çok sayıda modelleme olanakları yaratılmıştır. Lineer olmayan bağ elemanı ile her türden yapı modelinin gerçek davranışını bulmak olanaklıdır. Örnek olarak; sadece çekme alan çaprazlardan üç boyutlu yapılarda plastik mafsallara, köprülerde elastomer mesnetlerden tabandan izolatörlü hastane binalarına kadar.

Üç program paketi de güçlü ve tam diyaloglu olarak çalışan betonarme ve çelik modüllerini içerirler. Çelik Frame elemanları için boyutlama ve iteratif olarak profil seçimi ile optimizasyon sağlanmaktadır. Betonarme Frame elemanları için de gerekli donatı hesabı yapılmaktadır. Elemanlar dizayn düşüncesiyle gruplandırılabilir. Eleman üzerine mouse ile bir kere tıkladığında detaylı dizayn bilgisi yeni bir pencerede görüntülenir. SAP2000 en son A.B.D, Avrupa Yönetmeliklerini (Eurocodes EC2 - Betonarme ve EC3-Çelik) destekler ve Türk Yönetmeliklerine uyumludur.

SAP2000 Standard şu özellikleri içerir:

2 ve 3 boyutlu Kiriş / Kolon / Kafes elemanı (Frame)

3-Boyutlu Kabuk Elemanı (Shell)

Yay Elemanı (Spring)

İkinci mertebe teorisine göre (P-Delta) statik veya dinamik analiz

Çelik ve Betonarme Dizaynı

Statik ve mod birleştirme (Response Spectrum) yöntemine göre analiz

1500 düğüm noktası kapasiteli

SAP2000 Plus ile SAP2000 Standard'daki özelliklere ek olarak çok sayıda düğüm noktası ve ayrıca aşağıdaki analiz olanakları:

Plane Elemanı

Asolid Elemanı

Solid Elemanı

Dinamik Zaman Tanım Alanında Hesap (Time History)

Köprü Analizi

SAP2000 Nonlinear ile SAP2000 Standard ve SAP2000 Plus'daki özellikler ve ayrıca aşağıdaki nonlinear analiz olanakları:

Çubuk (Frame) Plastik Mafsal Elemanı

Nonlinear Link Elemanı

Wilson FNA Yöntemi

İtme (Pushover) Analizi (Başer, 2000)

SAP2000 programı analizi yapılan binanın içerdiği yapısal düzensizliklerle ilgili olarak herhangi bir bilgiyi doğrudan vermemektedir. Analizi yapılan binaya ait bütün düzensizliklerin kontrolü kullanıcı tarafından yapılmak durumundadır.

A1 ve B2 düzensizliklerinin kontrolü için her katta ve her iki deprem doğrultusunda deprem yüklerine göre hesaplanan nokta deplasmanlarının maksimum ve minimumları bulunarak  $\eta_{bi}$  burulma düzensizliği katsayısı ve  $\eta_{ki}$  rijitlik düzensizliği katsayısının hangi değerde olduğu incelenmelidir. Bunun için her kattaki nokta deplasmanları gözden geçirilerek  $(\Delta_i)_{max}$  ve  $(\Delta_i)_{min}$  değerleri hesaplanmalıdır.

A2 ve A3 düzensizliklerinin kontrolü için yapının plan geometrisi incelenmelidir. Eğer yapıda bu düzensizlikler varsa döşemelerin deprem kuvvetlerini taşıyıcı sistemin düşey elemanlarına güvenle aktardığı gösterilmelidir.

A4 türü düzensizlik kontrolü oldukça basittir. Herhangi bir hesaplama gerek duyulmadan sadece plan geometrisine bakılarak yapının bu tür bir düzensizlik içerdiği anlaşılabilir. A4 düzensizliği bulunan yapıların iç kuvvet büyüklükleri (2.3) eşitliği ile elde edilmelidir.

B1 düzensizliğinin kontrolü için kolon ve perde alanları hesaplanarak etkili kesme alanı  $\Sigma A_e$  değeri bulunur ve gerekli kıyaslama yapılır.

B3 düzensizlinin kontrolü için yapının düşey doğrultudaki durumu incelenmelidir. Bu tür düzensizliğin bulunduğu yapılarda ilgili elemanların iç kuvvet değerleri %50 arttırılır.

Bunların dışında İdestatik, Probina, Etabs, Staad gibi statik hesaplarda kullanılan bilgisayar yazılımları da mevcuttur. Bu çalışmada incelenen yapı sistemlerinin analizinde Sta4cad ve Sap2000 programları karşılaştırıldığı için diğer programlarla ilgili bilgilere burada yer verilmemiştir.



#### 4. SİSTEMLERİN ANALİZİ VE SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde incelenen yapılara ait genel bilgiler, kat kalıp planları ve gerekli durumlarda bina düşey kesitleri verilmiş olup ardından her iki programla yapılan analizler sonucu kolonlarda zati yük, hareketli yük ve her iki doğrultudaki deprem yüklerinden dolayı oluşan normal kuvvet ve her iki yöndeki deprem momentleri tablo haline getirilmiştir.

##### 4.1 A1 Türü Düzensizlik Durumu İçeren Yapı Sistemi

Aşağıdaki bilgiler her iki programda da aynı şekilde kabul edilmiştir.

##### Bina Genel Bilgileri:

Kat Sayısı	: 10
Kat Yükseklikleri	: 3 m
Etkin Yer İvme Katsayısı ( $A_0$ )	: 0,4
Deprem Bölgesi	: 1
Bina Davranış Katsayısı (R)	: 7
Bina Önem Katsayısı (I)	: 1
Spektrum Karakteristik Periyotları ( $T_A, T_B$ )	: 0,10 – 0,30 sn
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (n)	: 0,3
Beton Sınıfı	: BS 20
Çelik Sınıfı	: BÇ III

##### Kolon boyutları:

Çizelge 4.1 A1 türü düzensizlik durumu için kolon boyutları

	A2 – C2	B1	Diğer bütün kolonlar
1. – 5. Katlar:	200x25	25x200	50x50
6. – 8. Katlar:	200x25	25x200	40x40
9. – 10. Katlar:	200x25	25x200	35x35

##### Kiriş boyutları ve kiriş yükleri:

Tüm kiriş boyutları (25/60)

1. – 9. Katlarda  $g=0.325$  t/m (Zati ağırlık hariç)

10. Katta  $g=0.125$  t/m (Zati ağırlık hariç)

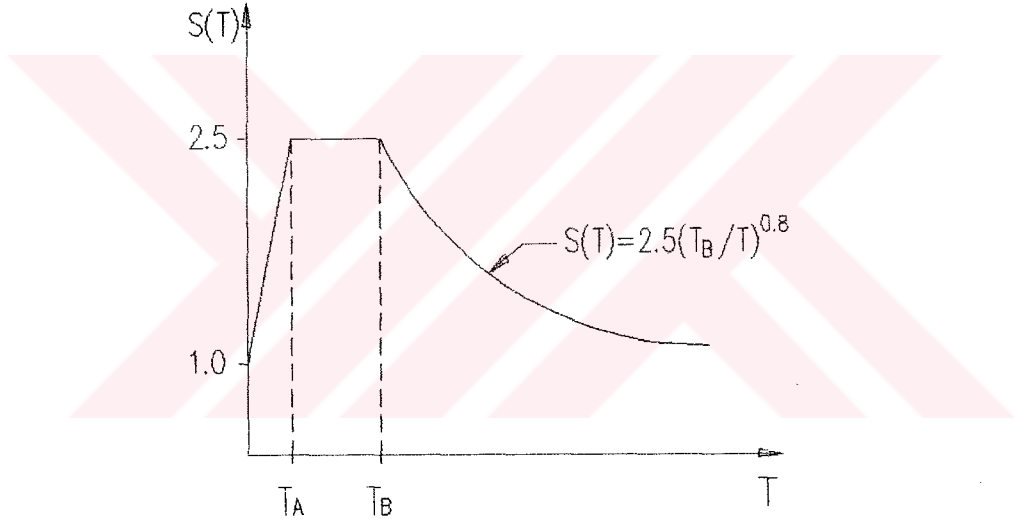
##### Döşeme kalınlığı ve döşeme yükleri:

1. – 9. Katlarda  $h_f=12$  cm  $g=0.5$  t/m<sup>2</sup>  $q=0.2$  t/m<sup>2</sup>

10. Katta  $h_f=12$  cm  $g=0.5$  t/m<sup>2</sup>  $q=0.15$  t/m<sup>2</sup>

### İvme Spektrum Bilgileri:

T (sn)	$S_T$ (m/sn <sup>2</sup> )	T (sn)	$S_T$ (m/sn <sup>2</sup> )
0.0	1.000	0.1	2.500
0.3	2.500	0.4	1.986
0.5	1.661	0.6	1.436
0.7	1.269	0.8	1.141
0.9	1.038	1.0	0.954
1.1	0.884	1.2	0.825
1.3	0.774	1.4	0.729
1.5	0.700	2.0	0.700



Şekil 4.1 A1 türü düzensizlik durumu için spektrum katsayısı – periyot grafiği

### Kat ağırlık ve kütle bilgileri:

Çizelge 4.2 A1 türü düzensizlik durumu için kat ağırlık ve kütle bilgileri

Kat No	$W_g$	$W_q$	$W=W_g+nxW_q$	$m=W/g$	$I_z$
1	167,87	28,81	176,513	17,99	472,61
2	167,87	28,81	176,513	17,99	472,61
3	167,87	28,81	176,513	17,99	472,61
4	167,87	28,81	176,513	17,99	472,61
5	167,87	28,81	176,513	17,99	472,61
6	157,54	28,19	165,997	16,92	444,50
7	157,54	28,19	165,997	16,92	444,50
8	157,54	28,19	165,997	16,92	444,50
9	153,76	28,36	162,268	16,54	434,52
10	135,38	21,67	141,881	14,46	379,88

$W_g$  zati ağırlık ,  $W_q$  hareketli yüklerin ağırlığı ,  $W$  kat toplam ağırlığı (ton),  $n$  hareketli yük katılım katsayısı,  $m$  kütle,  $g$  yerçekimi ivmesi ( $9.81 \text{ m/s}^2$ )  $I_z$  kütle atalet momentidir.

Yukarıdaki bilgiler her iki programda da giriş bilgileri olarak verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda Sta4cad programının deprem raporu bölümünde görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği katsayısı ile ilgili olarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

X yönünde

1. katta  $(\Delta_i)_{\max}=0.001093 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\min}=0.000811 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\text{ort}}=0.000952 \text{ m}$  ve  $\eta_{bi}=1.15$ ,
  2. katta  $(\Delta_i)_{\max}=0.001593 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\min}=0.001227 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\text{ort}}=0.001410 \text{ m}$  ve  $\eta_{bi}=1.13$  dir.
- $\eta_{bi}$  değeri X yönü için 1.2 den küçüktür.

Y yönünde

1. katta  $(\Delta_i)_{\max}=0.001628 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\min}=0.000525 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\text{ort}}=0.001076 \text{ m}$  ve  $\eta_{bi}=1.51$ ,
2. katta  $(\Delta_i)_{\max}=0.002251 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\min}=0.000858 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\text{ort}}=0.001555 \text{ m}$  ve  $\eta_{bi}=1.45$  dir.

Görüldüğü gibi incelenen katlarda  $\eta_{bi}$  değeri 1.2 den büyük olduğu için yapıda burulma düzensizliği vardır.

Sap2000 programıyla yapılan analiz sonucunda da elde edilen görelî kat ötelemeleri ve  $\eta_{bi}$  burulma düzensizliği katsayısı ile ilgili olarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

X yönünde

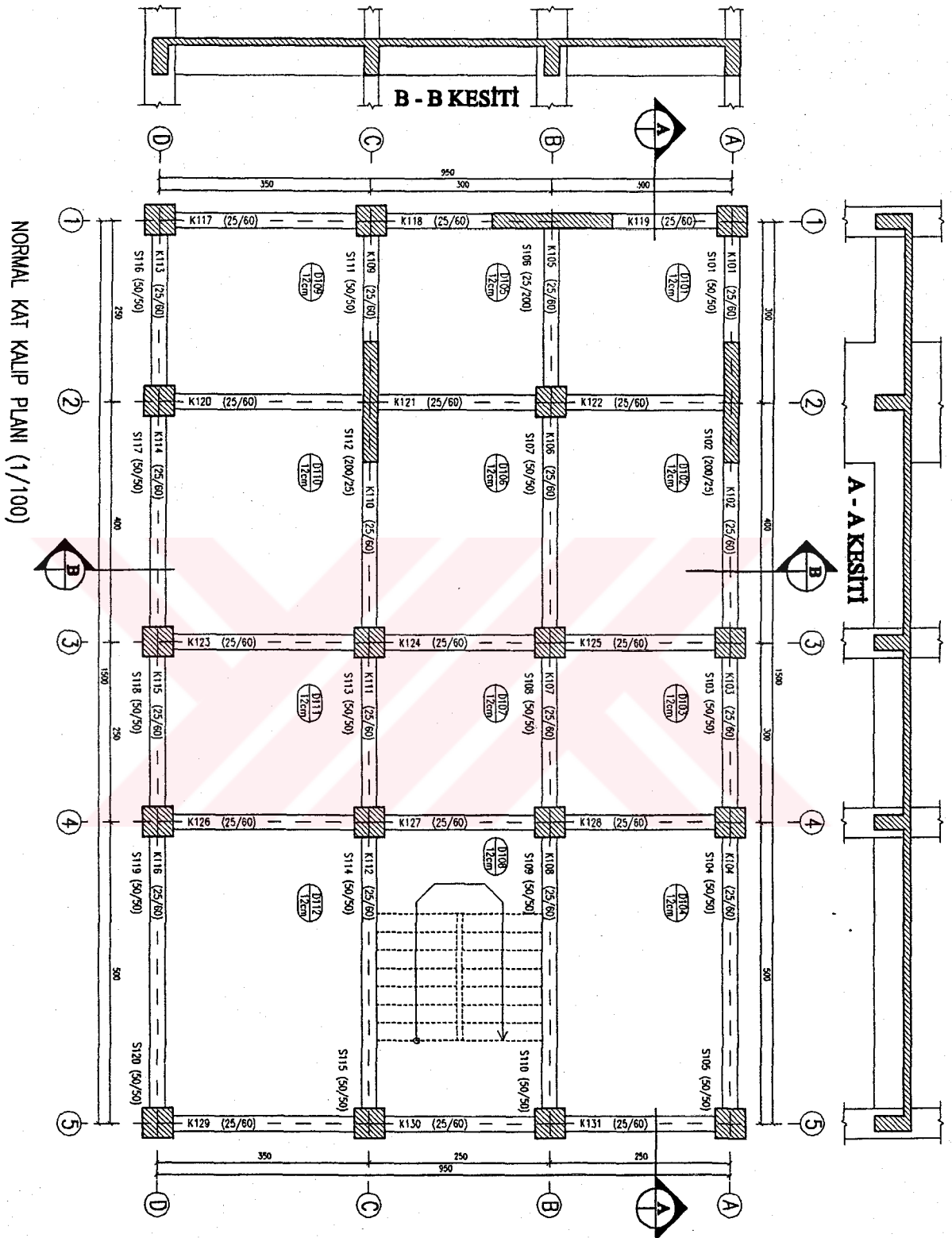
1. katta  $(\Delta_i)_{\max}=0.0010230 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\min}=0.0008214 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\text{ort}}=0.0009222 \text{ m}$  ve  $\eta_{bi}=1.11$ ,
  2. katta  $(\Delta_i)_{\max}=0.0026630 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\min}=0.0021910 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\text{ort}}=0.0024270 \text{ m}$  ve  $\eta_{bi}=1.10$  dur.
- $\eta_{bi}$  değeri X yönü için 1.2 den küçüktür.

Y yönünde

1. katta  $(\Delta_i)_{\max}=0.0018220 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\min}=0.0006434 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\text{ort}}=0.0012327 \text{ m}$  ve  $\eta_{bi}=1.48$ ,
2. katta  $(\Delta_i)_{\max}=0.0043640 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\min}=0.0016690 \text{ m}$ ,  $(\Delta_i)_{\text{ort}}=0.0030165 \text{ m}$  ve  $\eta_{bi}=1.45$  dir.

Görüldüğü gibi incelenen katlarda  $\eta_{bi}$  değeri 1.2 den büyük olduğu için yapıda burulma düzensizliği vardır.  $\eta_{bi}$  katsayısının x veya y yönünde herhangi bir katta 1.2 den büyük olması halinde yapıda burulma düzensizliği söz konusu olduğu için diğer katların incelenmesine gerek duyulmamıştır.

Yapının her iki programla yapılan analizi sonucu elde edilen görelî kat ötelemeleri kullanılarak hesaplanan  $\eta_{bi}$  burulma düzensizlik katsayısı 1.2 den büyük olduğu için incelenen yapıda A1 Burulma Düzensizliği vardır.



Şekil 4.2 A1 türü düzensizlik durumu içeren yapının normal kat kalıp planı

Çizelge 4.3 A1 türü düzensizlik durumu A-A aksı kolon statik değerleri

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
1	S101	N	38,02	43,59	4,28	4,02	-55,01	-68,08	48,43	47,97
	Alt	Mx	-0,04	-0,05	0,00	0,00	-5,93	-6,06	2,53	2,65
	Üst	Mx	-0,29	0,30	-0,06	0,06	-3,13	-4,43	1,50	2,05
	Alt	My	-0,08	0,09	-0,02	0,01	-1,21	-2,26	4,40	4,83
	Üst	My	-0,26	-0,27	-0,05	-0,05	-0,56	-1,58	2,35	3,66
2	S102	N	100,96	115,62	14,89	14,54	1,78	-12,41	46,17	44,09
	Alt	Mx	1,78	1,80	0,46	0,46	-100,24	-97,41	42,51	42,07
	Üst	Mx	-2,75	2,91	-0,68	0,69	14,83	9,49	1,69	3,17
	Alt	My	-0,15	0,22	-0,04	0,05	-0,23	0,96	2,72	3,06
	Üst	My	-0,34	-0,47	-0,09	-0,12	-0,16	0,67	1,79	2,13
3	S103	N	67,40	74,05	11,29	10,99	11,17	12,94	38,66	30,35
	Alt	Mx	0,09	0,09	0,02	0,02	-6,64	-6,49	2,94	2,88
	Üst	Mx	-0,03	-0,01	0,00	0,00	-4,65	-5,34	2,38	2,52
	Alt	My	-0,24	0,27	-0,07	0,07	0,48	1,42	8,62	7,42
	Üst	My	-0,60	-0,64	-0,16	-0,16	0,24	0,83	4,44	4,13
4	S104	N	78,01	85,80	13,60	13,50	21,00	14,08	45,51	37,94
	Alt	Mx	-0,16	-0,19	-0,03	-0,03	-6,26	-5,83	2,74	2,59
	Üst	Mx	-0,56	0,58	-0,12	0,12	-3,83	-3,95	1,96	1,91
	Alt	My	-0,23	0,26	-0,07	0,07	1,30	1,46	10,49	9,08
	Üst	My	-0,58	-0,62	-0,16	-0,16	0,79	0,81	5,46	5,08
5	S105	N	65,83	70,07	10,35	9,91	30,70	18,72	53,48	48,93
	Alt	Mx	0,59	0,63	0,13	0,13	-5,26	-4,80	2,35	2,15
	Üst	Mx	1,04	-1,15	0,22	-0,22	-1,70	-1,76	1,12	0,99
	Alt	My	-0,17	0,19	-0,04	0,04	2,53	2,02	13,45	12,00
	Üst	My	-0,43	-0,46	-0,09	-0,09	1,43	1,17	6,84	6,78
6	S201	N	34,15	39,25	3,93	3,68	-45,66	-55,33	39,98	38,49
	Üst	Mx	-0,46	0,47	-0,10	-0,08	-5,46	-6,47	1,52	2,66
	Alt	Mx	-0,32	-0,31	-0,06	0,06	-6,48	-7,24	1,73	2,85
	Üst	My	-0,42	-0,43	-0,09	0,08	-0,55	2,00	3,58	5,14
	Alt	My	-0,35	0,34	-0,07	-0,05	-0,74	2,26	4,26	5,62
7	S202	N	91,67	104,73	13,60	13,27	-0,89	-10,49	43,16	40,65
	Üst	Mx	-3,00	3,21	-0,72	0,74	-10,09	-18,86	5,85	9,24
	Alt	Mx	0,92	1,08	0,26	0,31	-43,36	-46,73	8,91	15,88
	Üst	My	-0,57	-0,78	-0,15	-0,20	-0,29	0,95	2,36	2,83
	Alt	My	-0,51	0,71	-0,14	0,18	-0,30	1,02	2,58	3,03
8	S203	N	60,76	66,77	10,29	10,03	10,08	11,61	32,55	25,67
	Üst	Mx	-0,08	0,02	-0,01	0,00	-8,81	-8,68	3,43	3,62
	Alt	Mx	0,09	0,15	0,03	0,04	-9,49	-9,02	3,46	3,64
	Üst	My	-1,06	-1,02	-0,30	-0,27	-0,09	1,22	5,77	5,05
	Alt	My	-0,97	0,91	-0,27	0,24	-0,10	1,30	6,41	5,43
9	S204	N	69,87	76,84	12,29	12,20	18,19	12,35	38,24	32,05
	Üst	Mx	-0,65	0,63	-0,12	0,12	-7,28	-6,40	2,68	2,65
	Alt	Mx	-0,62	-0,60	-0,12	-0,11	-8,02	-6,87	2,73	2,70
	Üst	My	-1,01	-0,99	-0,29	-0,27	0,68	1,00	6,77	6,03
	Alt	My	-0,93	0,89	-0,27	0,24	0,65	1,08	7,45	6,42
10	S205	N	59,60	63,33	9,50	9,09	26,72	16,38	44,70	41,17
	Üst	Mx	1,64	-1,63	0,35	-0,33	-3,44	-2,94	1,33	1,26
	Alt	Mx	1,85	1,81	0,40	0,36	-4,28	-3,53	1,35	1,33
	Üst	My	-0,74	-0,74	-0,17	-0,16	1,35	1,32	8,02	7,85
	Alt	My	-0,68	0,66	-0,15	0,13	1,33	1,38	8,72	8,29

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
11	S301	N	29,95	34,46	3,49	3,27	-35,42	-42,74	31,56	29,69
	Üst	Mx	-0,55	0,56	-0,12	0,10	-5,40	-6,08	1,10	2,53
	Alt	Mx	-0,39	-0,40	-0,08	-0,06	-5,76	-6,45	1,16	2,58
	Üst	My	-0,49	-0,51	-0,11	-0,09	-0,24	-1,75	3,41	4,91
	Alt	My	-0,39	0,41	-0,09	0,07	-0,30	-1,83	3,70	5,15
12	S302	N	82,20	93,74	12,25	11,96	-3,18	-9,79	38,76	35,81
	Üst	Mx	-2,99	3,21	-0,71	0,72	-16,50	-24,71	5,89	10,31
	Alt	Mx	0,69	0,87	0,20	0,26	-24,69	-28,90	4,68	9,86
	Üst	My	-0,68	-0,92	-0,19	-0,24	-0,30	-0,95	2,41	2,78
	Alt	My	-0,62	0,84	-0,17	0,22	-0,30	-0,96	2,52	2,85
13	S303	N	53,68	59,02	9,17	8,96	9,09	10,21	26,02	20,84
	Üst	Mx	-0,15	0,04	-0,02	0,00	-9,66	-9,37	3,55	3,78
	Alt	Mx	-0,02	0,08	0,01	0,03	-9,82	-9,45	3,47	3,73
	Üst	My	-1,25	-1,21	-0,36	-0,32	-0,25	-1,34	5,69	4,92
	Alt	My	-1,12	1,07	-0,32	0,29	-0,24	-1,33	5,87	4,96
14	S304	N	61,67	67,83	10,92	10,86	14,75	10,18	30,78	26,20
	Üst	Mx	-0,45	0,47	-0,07	0,08	-8,03	-7,00	2,74	2,79
	Alt	Mx	-0,35	-0,38	-0,05	-0,06	-8,20	-7,07	2,68	2,73
	Üst	My	-1,19	-1,18	-0,36	-0,33	0,59	0,97	6,54	5,77
	Alt	My	-1,07	1,04	-0,32	0,29	0,57	0,98	6,72	5,78
15	S305	N	52,92	56,15	8,54	8,16	22,26	13,81	35,76	33,53
	Üst	Mx	1,76	-1,77	0,39	-0,36	-3,98	-3,34	1,38	1,35
	Alt	Mx	1,79	1,80	0,39	0,37	-4,18	-3,46	1,34	1,32
	Üst	My	-0,87	-0,88	-0,21	-0,19	1,19	1,24	7,67	7,41
	Alt	My	-0,77	0,78	-0,19	0,17	1,16	1,22	7,83	7,36
16	S401	N	25,46	29,29	3,00	2,80	-26,57	-32,92	24,53	23,00
	Üst	Mx	-0,62	0,66	-0,13	0,11	-4,59	-5,05	0,74	2,25
	Alt	Mx	-0,50	-0,51	-0,10	-0,08	-4,85	-5,31	0,74	2,30
	Üst	My	-0,55	-0,59	-0,12	-0,11	0,01	1,43	2,82	4,26
	Alt	My	-0,48	0,51	-0,11	0,09	0,01	1,47	3,09	4,45
17	S402	N	72,64	82,75	10,87	10,61	-4,44	-9,62	33,71	30,33
	Üst	Mx	-2,90	3,11	-0,67	0,67	-17,63	-24,44	7,24	10,20
	Alt	Mx	0,25	0,45	0,09	0,17	-17,25	-22,45	3,41	8,15
	Üst	My	-0,77	-1,02	-0,21	-0,27	-0,28	-0,87	2,30	2,63
	Alt	My	-0,72	0,96	-0,20	0,25	-0,28	-0,87	2,34	2,63
18	S403	N	46,35	50,98	7,98	7,81	8,27	9,10	19,97	16,30
	Üst	Mx	-0,19	0,05	-0,02	0,00	-9,37	-9,13	3,46	3,67
	Alt	Mx	-0,07	0,06	0,00	0,03	-9,52	-9,22	3,41	3,64
	Üst	My	-1,39	-1,35	-0,40	-0,36	-0,30	-1,32	5,27	4,54
	Alt	My	-1,32	1,26	-0,38	0,34	-0,31	-1,32	5,29	4,47
19	S404	N	53,38	58,73	9,51	9,47	11,35	7,91	24,01	20,95
	Üst	Mx	-0,31	0,34	-0,03	0,04	-7,90	-6,95	2,70	2,76
	Alt	Mx	-0,26	-0,28	-0,02	-0,03	-7,97	-6,95	2,62	2,70
	Üst	My	-1,32	-1,31	-0,40	-0,37	0,54	0,89	6,00	5,25
	Alt	My	-1,26	1,23	-0,38	0,35	0,51	0,87	5,97	5,13
20	S405	N	45,93	48,66	7,49	7,16	17,89	11,31	27,68	26,75
	Üst	Mx	1,83	-1,85	0,41	-0,38	-3,85	-3,25	1,36	1,32
	Alt	Mx	1,96	1,96	0,44	0,41	-3,91	-3,25	1,27	1,25
	Üst	My	-0,96	-0,98	-0,24	-0,22	1,09	1,11	7,05	
	Alt	My	-0,91	0,92	-0,22	0,20	1,01	1,07	6,91	

TC. YÖNEKÖRÜK MÜDÜRLÜĞÜ  
DOKÜMANASYON MENKUL

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
21	S501	N	20,56	23,58	2,42	2,24	-19,20	-25,26	18,90	17,95
	Üst	Mx	-0,93	0,97	-0,19	0,16	-4,77	-5,02	0,31	2,44
	Alt	Mx	-0,71	-0,73	-0,14	-0,12	-4,54	-4,74	0,28	2,25
	Üst	My	-0,82	-0,89	-0,18	-0,15	0,24	1,48	3,04	4,44
	Alt	My	-0,66	0,70	-0,14	0,12	0,24	1,39	3,02	4,16
22	S502	N	63,17	71,95	9,47	9,26	-4,79	-9,15	28,24	24,53
	Üst	Mx	-3,57	3,68	-0,84	0,80	-4,75	-15,49	-1,40	2,09
	Alt	Mx	-0,30	-0,15	-0,04	0,04	-13,67	-20,50	0,37	2,30
	Üst	My	-0,80	-1,06	-0,23	-0,29	-0,25	-0,72	1,91	9,23
	Alt	My	-0,77	1,03	-0,22	0,28	-0,25	-0,77	2,12	7,54
23	S503	N	38,70	42,57	6,70	6,57	7,88	8,48	14,30	11,97
	Üst	Mx	-0,20	0,00	-0,03	-0,01	-10,49	-10,06	3,62	4,01
	Alt	Mx	-0,11	0,06	0,00	0,03	-9,92	-9,46	3,36	3,73
	Üst	My	-1,84	-1,79	-0,53	-0,49	-0,57	-1,51	4,91	4,13
	Alt	My	-1,61	1,53	-0,47	0,42	-0,48	-1,40	4,90	4,12
24	S504	N	45,03	49,57	8,05	8,05	7,91	5,49	18,03	16,31
	Üst	Mx	-0,28	0,34	-0,01	0,03	-8,73	-7,58	2,71	2,92
	Alt	Mx	-0,17	-0,22	0,01	-0,01	-8,32	-7,20	2,53	2,77
	Üst	My	-1,76	-1,74	-0,53	-0,50	0,35	0,83	5,36	4,56
	Alt	My	-1,54	1,49	-0,47	0,43	0,37	0,82	5,33	4,59
25	S505	N	38,61	40,84	6,35	6,07	13,74	8,89	20,53	20,76
	Üst	Mx	2,49	-2,51	0,56	-0,52	-4,26	-3,53	1,26	1,30
	Alt	Mx	2,28	2,25	0,51	0,47	-4,05	-3,33	1,14	1,24
	Üst	My	-1,29	-1,31	-0,32	-0,30	0,76	0,94	6,04	5,60
	Alt	My	-1,12	1,12	-0,28	0,25	0,76	0,94	5,96	5,66
26	S601	N	15,52	17,70	1,84	1,68	-12,58	-18,16	13,28	12,81
	Üst	Mx	-0,47	0,45	-0,10	0,08	-3,18	-3,11	0,36	1,54
	Alt	Mx	-0,41	-0,40	-0,08	-0,06	-3,05	-3,00	0,40	1,46
	Üst	My	-0,42	-0,41	-0,09	-0,07	0,13	0,94	2,58	2,74
	Alt	My	-0,38	0,38	-0,08	0,06	0,08	0,91	2,57	2,62
27	S602	N	53,80	61,27	8,08	7,91	-4,92	-8,59	22,89	19,31
	Üst	Mx	-3,03	2,89	-0,71	0,63	-18,39	-23,19	7,17	11,74
	Alt	Mx	0,22	0,32	0,11	0,17	-25,29	-31,18	8,56	16,72
	Üst	My	-0,94	-1,22	-0,26	-0,32	-0,21	-0,83	2,65	2,83
	Alt	My	-0,83	1,10	-0,24	0,30	-0,21	-0,89	2,84	3,04
28	S603	N	31,05	34,12	5,42	5,34	6,70	7,09	9,73	8,39
	Üst	Mx	-0,16	0,04	-0,02	0,00	-6,21	-5,73	2,31	2,61
	Alt	Mx	-0,07	0,04	0,00	0,02	-5,90	-5,42	2,16	2,47
	Üst	My	-1,17	-1,12	-0,34	-0,30	-0,16	-0,97	4,04	3,60
	Alt	My	-1,02	0,95	-0,30	0,26	-0,11	-0,91	4,03	3,62
29	S604	N	36,75	40,49	6,62	6,64	5,33	3,76	12,85	12,08
	Üst	Mx	-0,13	0,17	0,00	0,00	-5,18	-4,41	1,75	1,98
	Alt	Mx	-0,07	-0,10	0,01	0,01	-4,95	-4,21	1,66	1,90
	Üst	My	-1,11	-1,08	-0,34	-0,31	0,50	0,68	4,53	4,26
	Alt	My	-0,97	0,91	-0,30	0,26	0,51	0,69	4,53	4,32
30	S605	N	31,30	33,05	5,21	4,99	10,04	6,66	14,47	15,38
	Üst	Mx	1,73	-1,70	0,39	-0,36	-3,03	-2,52	1,03	1,16
	Alt	Mx	1,57	1,49	0,36	0,31	-2,87	-2,38	0,97	1,13
	Üst	My	-0,83	-0,82	-0,21	-0,19	0,93	0,91	5,34	5,56
	Alt	My	-0,71	0,69	-0,18	0,16	0,94	0,93	5,34	5,66

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
31	S701	N	11,77	13,38	1,38	1,25	-7,07	-12,13	7,98	8,12
	Üst	Mx	-0,46	0,44	-0,10	0,08	-2,93	-2,83	0,01	1,47
	Alt	Mx	-0,44	-0,42	-0,10	-0,07	-2,99	-2,95	0,02	1,51
	Üst	My	-0,39	-0,37	-0,09	-0,07	0,29	0,87	2,50	2,52
	Alt	My	-0,38	0,36	-0,09	0,06	0,30	0,91	2,57	2,61
32	S702	N	43,55	49,57	6,52	6,39	-4,83	-7,76	17,61	14,61
	Üst	Mx	-2,96	2,88	-0,69	0,62	-20,48	-24,02	5,82	11,20
	Alt	Mx	-0,39	-0,33	-0,06	0,00	-9,39	-18,08	-0,71	8,73
	Üst	My	-1,07	-1,39	-0,29	-0,36	-0,19	-0,76	2,48	2,53
	Alt	My	-1,01	1,32	-0,28	0,34	-0,18	-0,74	2,41	2,41
33	S703	N	24,41	26,82	4,27	4,20	4,68	4,94	6,36	5,59
	Üst	Mx	-0,30	0,16	-0,04	0,02	-6,26	-5,74	2,24	2,60
	Alt	Mx	-0,23	-0,09	-0,03	0,00	-6,30	-5,79	2,23	2,60
	Üst	My	-1,37	-1,31	-0,40	-0,35	-0,27	-1,01	3,76	3,33
	Alt	My	-1,34	1,27	-0,39	0,34	-0,29	-1,01	3,70	3,25
34	S704	N	29,10	32,07	5,23	5,25	3,73	2,77	8,41	8,15
	Üst	Mx	-0,08	0,13	0,02	0,00	-5,28	-4,50	1,67	1,99
	Alt	Mx	-0,07	-0,13	0,02	0,00	-5,24	-4,46	1,64	1,95
	Üst	My	-1,29	-1,25	-0,39	-0,36	0,37	0,64	4,09	3,85
	Alt	My	-1,26	1,21	-0,39	0,35	0,35	0,64	4,00	3,76
35	S705	N	24,77	26,14	4,13	3,95	6,91	4,66	9,46	10,48
	Üst	Mx	1,95	-1,90	0,45	-0,40	-3,04	-2,53	0,93	1,11
	Alt	Mx	2,02	1,95	0,46	0,41	-3,00	-2,49	0,89	1,07
	Üst	My	-0,96	-0,94	-0,24	-0,22	0,72	0,82	4,70	4,97
	Alt	My	-0,94	0,91	-0,24	0,21	0,67	0,81	4,55	4,85
36	S801	N	8,18	9,26	0,93	0,83	-2,99	-7,35	4,01	4,78
	Üst	Mx	-0,47	0,43	-0,11	0,08	-2,35	-2,34	-0,28	1,41
	Alt	Mx	-0,42	-0,40	-0,10	-0,07	-2,24	-2,33	-0,28	1,39
	Üst	My	-0,38	-0,35	-0,10	-0,07	0,46	0,80	2,20	2,08
	Alt	My	-0,35	0,32	-0,09	0,06	0,46	0,80	2,12	2,06
37	S802	N	32,85	37,39	4,88	4,79	-4,23	-6,37	12,14	9,90
	Üst	Mx	-3,29	3,18	-0,77	0,69	-16,51	-18,97	0,61	7,56
	Alt	Mx	-0,71	-0,61	-0,14	-0,07	-3,43	-13,54	-1,33	7,52
	Üst	My	-1,15	-1,51	-0,31	-0,38	-0,15	-0,64	2,09	2,02
	Alt	My	-1,11	1,45	-0,30	0,37	-0,14	-0,63	2,06	1,99
38	S803	N	17,63	19,41	3,07	3,01	3,36	3,46	3,24	3,03
	Üst	Mx	-0,39	0,23	-0,06	0,03	-5,83	-5,40	2,10	2,49
	Alt	Mx	-0,34	-0,19	-0,05	-0,02	-5,67	-5,30	2,04	2,42
	Üst	My	-1,59	-1,52	-0,46	-0,41	-0,34	-1,00	3,31	2,90
	Alt	My	-1,49	1,40	-0,43	0,38	-0,32	-0,96	3,16	2,77
39	S804	N	21,45	23,65	3,83	3,84	2,09	1,66	4,71	4,82
	Üst	Mx	-0,05	0,13	0,03	0,01	-4,96	-4,31	1,54	1,90
	Alt	Mx	-0,01	-0,09	0,04	0,01	-4,80	-4,17	1,49	1,84
	Üst	My	-1,49	-1,44	-0,45	-0,41	0,26	0,58	3,49	3,28
	Alt	My	-1,40	1,33	-0,43	0,38	0,25	0,57	3,33	3,14
40	S805	N	17,96	18,96	2,97	2,86	4,13	2,84	5,24	6,20
	Üst	Mx	2,29	-2,21	0,52	-0,47	-2,90	-2,43	0,83	1,04
	Alt	Mx	2,16	2,07	0,50	0,44	-2,66	-2,23	0,78	0,97
	Üst	My	-1,11	-1,09	-0,28	-0,25	0,53	0,71	3,91	4,21
	Alt	My	-1,04	1,01	-0,26	0,23	0,50	0,69	3,71	4,05

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
41	S901	N	4,84	5,46	0,54	0,46	-0,50	-3,86	1,14	2,46
	Üst	Mx	-0,26	0,23	-0,06	0,04	-1,13	-1,20	-0,17	0,88
	Alt	Mx	-0,25	-0,22	-0,06	-0,04	-1,09	-1,21	-0,17	0,88
	Üst	My	-0,21	-0,18	-0,06	-0,04	0,34	0,46	1,25	1,04
	Alt	My	-0,21	0,18	-0,06	0,03	0,35	0,47	1,23	1,04
42	S902	N	21,86	24,85	3,18	3,12	-3,19	-4,51	7,24	5,80
	Üst	Mx	-2,49	2,32	-0,57	0,49	-19,77	-21,56	9,24	13,83
	Alt	Mx	-0,34	-0,22	-0,05	0,02	-2,34	-10,64	3,04	8,69
	Üst	My	-1,17	-1,54	-0,31	-0,38	-0,07	-0,57	2,09	2,06
	Alt	My	-1,15	1,51	-0,31	0,38	-0,06	-0,55	1,99	1,95
43	S903	N	11,01	12,16	1,90	1,87	2,13	2,08	1,08	1,27
	Üst	Mx	-0,28	0,17	-0,04	0,02	-3,30	-3,07	1,35	1,56
	Alt	Mx	-0,24	-0,14	-0,03	-0,01	-3,23	-3,02	1,32	1,54
	Üst	My	-1,09	-1,06	-0,31	-0,28	-0,13	-0,63	2,21	2,05
	Alt	My	-1,05	0,99	-0,30	0,27	-0,14	-0,61	2,11	1,94
44	S904	N	13,81	15,24	2,44	2,44	0,90	0,82	1,94	2,19
	Üst	Mx	-0,03	0,07	0,02	-0,01	-2,81	-2,53	1,00	1,24
	Alt	Mx	-0,01	-0,05	0,03	0,01	-2,74	-2,43	0,97	1,20
	Üst	My	-1,03	-1,00	-0,31	-0,29	0,25	0,42	2,40	2,40
	Alt	My	-0,99	0,94	-0,30	0,27	0,24	0,40	2,27	2,28
45	S905	N	11,27	11,91	1,85	1,79	1,99	1,40	2,11	2,82
	Üst	Mx	1,63	-1,59	0,38	-0,34	-1,71	-1,52	0,60	0,76
	Alt	Mx	1,59	1,52	0,37	0,32	-1,60	-1,39	0,57	0,71
	Üst	My	-0,77	-0,75	-0,20	-0,18	0,45	0,56	2,81	3,19
	Alt	My	-0,74	0,71	-0,19	0,17	0,42	0,54	2,65	3,03
46	S1001	N	2,07	2,35	0,19	0,17	0,28	1,56	-0,13	1,09
	Üst	Mx	-0,27	0,21	-0,07	0,04	-0,61	-0,79	-0,63	0,64
	Alt	Mx	-0,25	-0,21	-0,06	-0,04	-0,57	-0,79	-0,58	0,64
	Üst	My	-0,23	-0,16	-0,07	-0,03	0,56	0,52	0,83	0,83
	Alt	My	-0,21	0,16	-0,06	0,03	0,53	0,50	0,78	0,80
47	S1002	N	10,48	11,76	1,42	1,37	-1,65	-2,20	2,98	2,34
	Üst	Mx	-2,98	2,67	-0,63	0,52	-8,50	-9,50	0,27	5,51
	Alt	Mx	-1,05	-0,89	-0,22	-0,14	6,52	7,92	-7,26	8,12
	Üst	My	-1,61	-2,19	-0,41	-0,51	-0,06	-0,43	1,60	1,38
	Alt	My	-1,38	1,85	-0,36	0,44	-0,06	-0,33	1,25	1,03
48	S1003	N	4,87	5,42	0,79	0,77	1,04	1,02	-0,03	0,39
	Üst	Mx	-0,33	0,20	-0,05	0,02	-3,02	-2,72	1,12	1,28
	Alt	Mx	-0,31	-0,18	-0,04	-0,02	-2,91	-2,65	1,08	1,25
	Üst	My	-1,39	-1,32	-0,39	-0,34	-0,29	-0,64	1,47	1,34
	Alt	My	-1,28	1,21	-0,36	0,32	-0,28	-0,59	1,31	1,19
49	S1004	N	6,41	7,11	1,06	1,06	0,18	0,25	0,35	0,53
	Üst	Mx	-0,06	0,11	0,03	-0,01	-2,54	-2,26	0,77	1,01
	Alt	Mx	-0,04	-0,08	0,03	0,01	-2,42	-2,16	0,73	0,96
	Üst	My	-1,29	-1,23	-0,38	-0,34	0,04	0,31	1,40	1,44
	Alt	My	-1,20	1,13	-0,36	0,32	0,02	0,29	1,23	1,27
50	S1005	N	4,98	5,28	0,77	0,75	0,59	0,43	0,34	0,68
	Üst	Mx	2,24	-2,10	0,50	-0,44	-1,71	-1,46	0,45	0,63
	Alt	Mx	2,03	1,89	0,46	0,40	-1,49	-1,27	0,38	0,54
	Üst	My	-0,98	-0,91	-0,25	-0,21	0,12	0,36	1,49	1,86
	Alt	My	-0,91	0,85	-0,23	0,20	0,08	0,33	1,26	1,64

Çizelge 4.4 A1 türü düzensizlik durumu 1-1 aksı kolon statik değerleri

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
1	SI01	N	38,02	43,59	4,28	4,02	-55,01	-68,08	48,43	47,97
	Alt	Mx	-0,04	-0,05	0,00	0,00	-5,93	-6,06	2,53	2,65
	Üst	Mx	-0,29	0,30	-0,06	0,06	-3,13	-4,43	1,50	2,05
	Alt	My	-0,08	0,09	-0,02	0,01	-1,21	-2,26	4,40	4,83
	Üst	My	-0,26	-0,27	-0,05	-0,05	-0,56	-1,58	2,35	3,66
2	SI06	N	91,09	104,93	12,54	12,15	-64,82	-68,74	9,55	13,31
	Alt	Mx	-0,11	0,17	-0,03	0,04	-2,84	-3,18	0,25	0,63
	Üst	Mx	-0,31	-0,43	-0,08	-0,10	-1,78	-2,10	0,16	0,42
	Alt	My	0,76	-0,79	0,18	-0,21	-21,83	-38,07	74,94	77,04
	Üst	My	-1,10	-1,21	-0,27	-0,31	0,05	2,22	-7,00	4,79
3	SI11	N	53,43	60,39	7,96	7,89	-51,14	-46,45	-23,16	34,23
	Alt	Mx	-0,08	-0,10	-0,03	-0,03	-7,74	-7,15	-1,34	2,30
	Üst	Mx	-0,40	0,41	-0,11	0,11	-4,59	-5,50	-0,83	1,73
	Alt	My	-0,09	0,09	-0,01	0,01	-1,61	-2,79	5,06	5,35
	Üst	My	-0,28	-0,26	-0,05	-0,05	-1,42	-2,67	3,74	4,74
4	SI16	N	51,09	55,48	6,95	6,63	-40,02	-31,13	-37,03	33,93
	Alt	Mx	-0,09	-0,11	-0,01	-0,01	-7,88	-6,52	-3,50	4,03
	Üst	Mx	-0,42	0,43	-0,09	0,08	-3,50	-3,36	-1,97	2,34
	Alt	My	0,26	-0,28	0,05	-0,05	-1,15	-1,90	4,07	4,00
	Üst	My	0,46	0,51	0,09	0,09	-0,44	-0,80	1,64	1,88
5	S201	N	34,15	39,25	3,93	3,68	-45,66	-55,33	39,98	38,49
	Üst	Mx	-0,46	0,47	-0,10	-0,08	-5,46	-6,47	1,52	2,66
	Alt	Mx	-0,32	-0,31	-0,06	0,06	-6,48	-7,24	1,73	2,85
	Üst	My	-0,42	-0,43	-0,09	0,08	-0,55	-2,00	3,58	5,14
	Alt	My	-0,35	0,34	-0,07	-0,05	-0,74	-2,26	4,26	5,62
6	S206	N	82,75	95,11	11,48	11,12	-59,26	-62,93	9,30	12,25
	Üst	Mx	-0,54	-0,72	-0,14	-0,18	-2,69	-3,10	0,23	0,63
	Alt	Mx	-0,44	0,60	-0,11	0,15	-3,05	-3,43	0,25	0,69
	Üst	My	-1,49	-1,70	-0,37	-0,41	-4,29	-10,39	7,49	18,21
	Alt	My	0,68	-0,80	0,15	-0,20	-7,41	-17,63	28,70	36,68
7	S211	N	47,61	53,84	7,17	7,11	-42,00	-37,56	-18,87	26,96
	Üst	Mx	-0,70	0,69	-0,20	0,19	-7,44	-8,02	-0,51	2,08
	Alt	Mx	-0,52	-0,48	-0,16	-0,13	-8,49	-8,74	-0,58	2,26
	Üst	My	-0,36	-0,30	-0,06	-0,05	-2,37	-4,03	6,25	7,04
	Alt	My	-0,33	0,27	-0,05	0,04	-2,40	-4,07	6,80	7,38
8	S216	N	46,07	50,01	6,37	6,08	-34,33	-26,63	-32,06	29,52
	Üst	Mx	-0,68	0,66	-0,14	0,12	-5,45	-4,80	-1,87	2,62
	Alt	Mx	-0,52	-0,49	-0,10	-0,08	-6,45	-5,51	-1,88	2,73
	Üst	My	0,74	0,77	0,16	0,15	-0,54	-1,09	2,78	2,87
	Alt	My	0,83	-0,84	0,18	-0,16	-0,64	-1,24	3,30	3,19
9	S301	N	29,95	34,46	3,49	3,27	-35,42	-42,74	31,56	29,69
	Üst	Mx	-0,55	0,56	-0,12	0,10	-5,40	-6,08	1,10	2,53
	Alt	Mx	-0,39	-0,40	-0,08	-0,06	-5,76	-6,45	1,16	2,58
	Üst	My	-0,49	-0,51	-0,11	-0,09	-0,24	-1,75	3,41	4,91
	Alt	My	-0,39	0,41	-0,09	0,07	-0,30	-1,83	3,70	5,15
10	S306	N	74,09	85,00	10,33	10,00	-51,57	-54,90	8,51	10,79
	Üst	Mx	-0,65	-0,85	-0,17	-0,22	-2,79	-3,06	0,23	0,62
	Alt	Mx	-0,56	0,74	-0,15	0,19	-2,94	-3,18	0,23	0,64
	Üst	My	-1,53	-1,75	-0,38	-0,42	-4,79	-11,63	10,25	21,06
	Alt	My	0,54	-0,60	0,12	-0,16	-4,06	-11,42	17,04	24,29

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
11	S311	N	41,73	47,20	6,34	6,28	-32,29	-28,78	-14,90	20,44
	Üst	Mx	-0,87	0,87	-0,26	0,24	-7,32	-7,75	-0,16	1,83
	Alt	Mx	-0,68	-0,66	-0,21	-0,19	-7,66	-8,07	-0,19	1,87
	Üst	My	-0,27	-0,21	-0,03	-0,03	-2,49	-4,13	6,43	7,15
	Alt	My	-0,22	0,16	-0,02	0,02	-2,45	-4,14	6,64	7,31
12	S316	N	40,68	44,15	5,71	5,45	-27,76	-21,62	-26,64	24,78
	Üst	Mx	-0,75	0,74	-0,16	0,14	-5,49	-4,81	-1,66	2,40
	Alt	Mx	-0,59	-0,57	-0,12	-0,10	-5,76	-4,98	-1,62	2,35
	Üst	My	0,81	0,88	0,18	0,18	-0,45	-1,12	3,08	3,21
	Alt	My	0,84	-0,90	0,19	-0,18	-0,45	-1,13	3,27	3,28
13	S401	N	25,46	29,29	3,00	2,80	-26,57	-32,92	24,53	23,00
	Üst	Mx	-0,62	0,66	-0,13	0,11	-4,59	-5,05	0,74	2,25
	Alt	Mx	-0,50	-0,51	-0,10	-0,08	-4,85	-5,31	0,74	2,30
	Üst	My	-0,55	-0,59	-0,12	-0,11	0,01	1,43	2,82	4,26
	Alt	My	-0,48	0,51	-0,11	0,09	0,01	1,47	3,09	4,45
14	S406	N	65,32	74,85	9,14	8,85	-43,28	-46,22	7,39	9,21
	Üst	Mx	-0,73	-0,94	-0,20	-0,25	-2,58	-2,76	0,20	0,56
	Alt	Mx	-0,66	0,86	-0,18	0,22	-2,64	-2,79	0,20	0,56
	Üst	My	-1,51	-1,74	-0,37	-0,41	-4,86	-10,88	10,32	20,18
	Alt	My	0,27	-0,28	0,05	-0,09	-3,03	-9,39	12,53	19,70
15	S411	N	35,67	40,33	5,45	5,40	-24,02	-21,81	11,82	15,85
	Üst	Mx	-1,01	1,03	-0,30	0,28	-6,35	-6,70	0,05	1,54
	Alt	Mx	-0,87	-0,86	-0,26	-0,24	-6,60	-6,96	0,04	1,56
	Üst	My	-0,20	-0,10	-0,01	-0,01	-2,36	-3,86	6,00	6,69
	Alt	My	-0,16	0,08	-0,01	0,00	-2,36	-3,91	6,23	6,86
16	S416	N	35,08	38,06	4,98	4,76	-21,55	-16,96	21,43	20,21
	Üst	Mx	-0,80	0,79	-0,18	0,15	-4,94	-4,32	-1,53	2,11
	Alt	Mx	-0,68	-0,66	-0,15	-0,12	-5,00	-4,33	-1,42	2,00
	Üst	My	0,86	0,95	0,20	0,20	-0,36	-1,06	2,98	3,19
	Alt	My	0,92	-1,00	0,21	-0,21	-0,32	-1,03	3,09	3,20
17	S501	N	20,56	23,58	2,42	2,24	-19,20	-25,26	18,90	17,95
	Üst	Mx	-0,93	0,97	-0,19	0,16	-4,77	-5,02	0,31	2,44
	Alt	Mx	-0,71	-0,73	-0,14	-0,12	-4,54	-4,74	0,28	2,25
	Üst	My	-0,82	-0,89	-0,18	-0,15	0,24	1,48	3,04	4,44
	Alt	My	-0,66	0,70	-0,14	0,12	0,24	1,39	3,02	4,16
18	S506	N	56,60	64,87	7,92	7,67	-34,93	-37,51	6,04	7,58
	Üst	Mx	-0,77	-0,98	-0,22	-0,26	-2,18	-2,20	0,16	0,45
	Alt	Mx	-0,72	0,93	-0,20	0,25	-2,32	-2,38	0,16	0,49
	Üst	My	-1,96	-2,14	-0,50	-0,51	-1,70	-6,67	-5,39	12,47
	Alt	My	-0,07	0,13	-0,03	0,01	-2,13	-8,71	10,38	17,34
19	S511	N	29,30	33,05	4,49	4,44	-17,18	-16,17	9,71	12,72
	Üst	Mx	-1,51	1,52	-0,43	0,40	-6,61	-6,99	0,42	1,62
	Alt	Mx	-1,21	-1,19	-0,35	-0,32	-6,23	-6,52	0,37	1,49
	Üst	My	-0,11	0,02	0,01	0,01	-2,52	-4,11	6,77	7,13
	Alt	My	-0,08	-0,02	0,01	-0,02	-2,36	-3,87	6,52	6,77
20	S516	N	29,26	31,73	4,20	4,02	-15,82	-12,66	16,44	15,79
	Üst	Mx	-1,03	1,00	-0,23	0,19	-4,73	-4,12	1,09	1,69
	Alt	Mx	-0,83	-0,79	-0,18	-0,15	-4,61	-4,03	1,05	1,70
	Üst	My	1,14	1,23	0,27	0,27	-0,19	-1,05	3,26	3,43
	Alt	My	1,07	-1,14	0,25	-0,24	-0,19	-1,03	3,29	3,28

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
21	S601	N	15,52	17,70	1,84	1,68	-12,58	-18,16	13,28	12,81
	Üst	Mx	-0,47	0,45	-0,10	0,08	-3,18	-3,11	0,36	1,54
	Alt	Mx	-0,41	-0,40	-0,08	-0,06	-3,05	-3,00	0,40	1,46
	Üst	My	-0,42	-0,41	-0,09	-0,07	0,13	0,94	2,58	2,74
	Alt	My	-0,38	0,38	-0,08	0,06	0,08	0,91	2,57	2,62
22	S606	N	48,11	55,20	6,73	6,52	-27,26	-29,60	4,91	6,11
	Üst	Mx	-0,85	-1,05	-0,23	-0,27	-2,57	-2,59	0,17	0,52
	Alt	Mx	-0,75	0,95	-0,21	0,25	-2,68	-2,76	0,17	0,55
	Üst	My	-1,70	-1,75	-0,42	-0,40	-4,67	-10,40	12,39	18,98
	Alt	My	0,43	-0,46	0,10	-0,13	-4,90	-13,81	27,42	25,88
23	S611	N	22,62	25,38	3,50	3,44	-11,05	-11,09	7,21	9,18
	Üst	Mx	-0,79	0,73	-0,24	0,20	-4,51	-4,46	0,04	1,16
	Alt	Mx	-0,71	-0,67	-0,21	-0,18	-4,30	-4,23	-0,02	1,12
	Üst	My	-0,12	-0,05	0,00	0,00	-1,51	-2,37	4,51	4,01
	Alt	My	-0,05	-0,03	0,01	-0,01	-1,39	-2,23	4,39	3,84
24	S616	N	23,53	25,53	3,43	3,29	-11,00	-9,08	12,06	11,84
	Üst	Mx	-0,61	0,57	-0,13	0,11	-3,43	-2,85	1,15	1,82
	Alt	Mx	-0,50	-0,45	-0,11	-0,08	-3,36	-2,82	1,14	1,87
	Üst	My	0,75	0,80	0,18	0,18	-0,13	-0,70	2,46	2,25
	Alt	My	0,70	-0,72	0,17	-0,16	-0,15	-0,70	2,52	2,16
25	S701	N	11,77	13,38	1,38	1,25	-7,07	-12,13	7,98	8,12
	Üst	Mx	-0,46	0,44	-0,10	0,08	-2,93	-2,83	0,01	1,47
	Alt	Mx	-0,44	-0,42	-0,10	-0,07	-2,99	-2,95	0,02	1,51
	Üst	My	-0,39	-0,37	-0,09	-0,07	0,29	0,87	2,50	2,52
	Alt	My	-0,38	0,36	-0,09	0,06	0,30	0,91	2,57	2,61
26	S706	N	38,88	44,62	5,42	5,25	-20,14	-22,13	3,91	4,71
	Üst	Mx	-0,95	-1,19	-0,26	-0,30	-2,29	-2,29	0,15	0,47
	Alt	Mx	-0,88	1,11	-0,24	0,28	-2,22	-2,23	0,14	0,46
	Üst	My	-1,61	-1,75	-0,39	-0,40	-4,54	-10,58	15,01	19,20
	Alt	My	0,21	-0,18	0,02	-0,04	-1,48	-8,28	10,47	13,55
27	S711	N	17,29	19,36	2,66	2,61	-6,05	-7,06	4,24	5,79
	Üst	Mx	-0,80	0,72	-0,25	0,21	-4,18	-4,23	0,30	1,10
	Alt	Mx	-0,78	-0,70	-0,25	-0,21	-4,24	-4,35	0,29	1,14
	Üst	My	-0,19	-0,11	-0,01	0,00	-1,51	-2,35	4,56	3,83
	Alt	My	-0,16	0,08	0,00	0,00	-1,52	-2,39	4,63	3,91
28	S716	N	18,58	20,16	2,71	2,60	-7,21	-6,19	8,50	8,37
	Üst	Mx	-0,71	0,66	-0,16	0,13	-3,14	-2,67	-0,90	1,63
	Alt	Mx	-0,67	-0,61	-0,15	-0,11	-3,07	-2,65	-0,83	1,58
	Üst	My	0,84	0,91	0,20	0,20	-0,08	-0,70	2,48	2,24
	Alt	My	0,87	-0,93	0,21	-0,20	-0,04	-0,68	2,46	2,19
29	S801	N	8,18	9,26	0,93	0,83	-2,99	-7,35	4,01	4,78
	Üst	Mx	-0,47	0,43	-0,11	0,08	-2,35	-2,34	0,28	1,41
	Alt	Mx	-0,42	-0,40	-0,10	-0,07	-2,24	-2,33	0,28	1,39
	Üst	My	-0,38	-0,35	-0,10	-0,07	0,46	0,80	2,20	2,08
	Alt	My	-0,35	0,32	-0,09	0,06	0,46	0,80	2,12	2,06
30	S806	N	29,17	33,44	4,03	3,88	-13,34	-14,86	2,83	3,26
	Üst	Mx	-1,01	-1,27	-0,27	-0,32	-1,82	-1,83	0,12	0,39
	Alt	Mx	-0,96	1,21	-0,26	0,30	-1,73	-1,79	0,11	0,38
	Üst	My	-1,66	-1,83	-0,42	-0,43	-3,35	-8,34	10,13	15,00
	Alt	My	-0,06	0,07	-0,05	0,02	-0,52	-6,45	5,21	8,45

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
31	S811	N	12,32	13,80	1,88	1,83	-2,33	-3,90	2,24	3,64
	Üst	Mx	-0,82	0,72	-0,27	0,23	-3,47	-3,71	0,47	1,07
	Alt	Mx	-0,76	-0,68	-0,25	-0,21	-3,33	-3,65	0,46	1,05
	Üst	My	-0,23	-0,14	-0,01	-0,01	-1,39	-2,17	4,26	3,36
	Alt	My	-0,20	0,11	-0,01	0,00	-1,36	-2,15	4,18	3,35
32	S816	N	13,45	14,59	1,95	1,87	-3,94	-3,59	5,21	5,15
	Üst	Mx	-0,79	0,74	-0,18	0,14	-2,59	-2,32	0,67	1,38
	Alt	Mx	-0,72	-0,67	-0,16	-0,13	-2,41	-2,21	0,64	1,34
	Üst	My	0,95	1,03	0,24	0,23	-0,01	-0,65	2,40	2,11
	Alt	My	0,92	-0,99	0,23	-0,22	0,01	-0,61	2,29	1,97
33	S901	N	4,84	5,46	0,54	0,46	-0,50	-3,86	1,14	2,46
	Üst	Mx	-0,26	0,23	-0,06	0,04	-1,13	-1,20	0,17	0,88
	Alt	Mx	-0,25	-0,22	-0,06	-0,04	-1,09	-1,21	0,17	0,88
	Üst	My	-0,21	-0,18	-0,06	-0,04	0,34	0,46	1,25	1,04
	Alt	My	-0,21	0,18	-0,06	0,03	0,35	0,47	1,23	1,04
34	S906	N	19,32	22,08	2,61	2,49	-7,63	-8,59	1,79	1,96
	Üst	Mx	-0,99	-1,28	-0,26	-0,30	-1,52	-1,60	0,10	0,35
	Alt	Mx	-0,96	-0,23	-0,25	0,30	-1,39	-1,49	0,09	0,33
	Üst	My	-1,22	-1,23	-0,31	-0,29	-4,30	-9,86	18,68	17,17
	Alt	My	0,12	1,21	0,00	-0,05	-0,57	-5,39	6,85	6,89
35	S911	N	7,54	8,45	1,14	1,10	-0,06	-1,94	0,65	2,11
	Üst	Mx	-0,47	0,40	-0,16	0,13	-1,83	-2,03	0,23	0,73
	Alt	Mx	-0,46	-0,39	-0,16	-0,13	-1,78	-2,02	0,22	0,73
	Üst	My	-0,17	-0,11	-0,01	0,00	-0,76	-1,20	2,47	1,77
	Alt	My	-0,15	0,08	0,00	0,00	-0,76	-1,20	2,45	1,78
36	S916	N	8,43	9,14	1,22	1,16	-1,64	-1,67	2,58	2,58
	Üst	Mx	-0,51	0,48	-0,11	0,09	-1,47	-1,36	0,60	1,12
	Alt	Mx	-0,47	-0,44	-0,10	-0,08	-1,36	-1,27	0,57	1,07
	Üst	My	0,68	0,73	0,17	0,16	0,00	0,40	1,58	1,29
	Alt	My	0,66	-0,70	0,16	-0,16	0,03	0,37	1,48	1,19
37	SI001	N	2,07	2,35	0,19	0,17	0,28	1,56	0,13	1,09
	Üst	Mx	-0,27	0,21	-0,07	0,04	-0,61	-0,79	0,63	0,64
	Alt	Mx	-0,25	-0,21	-0,06	-0,04	-0,57	-0,79	0,58	0,64
	Üst	My	-0,23	-0,16	-0,07	-0,03	0,56	0,52	0,83	0,83
	Alt	My	-0,21	0,16	-0,06	0,03	0,53	0,50	0,78	0,80
38	SI006	N	9,22	10,37	1,16	1,07	-3,14	-3,51	0,84	0,82
	Üst	Mx	-1,27	-1,64	-0,33	-0,38	-0,98	-1,05	0,06	0,25
	Alt	Mx	-1,10	1,41	-0,28	0,33	-0,75	-0,82	0,04	0,20
	Üst	My	-1,13	-1,07	-0,31	-0,26	-1,54	-4,64	7,39	6,12
	Alt	My	-0,23	0,13	-0,07	0,03	1,79	3,30	6,43	6,78
39	SI011	N	3,35	3,79	0,46	0,44	0,66	0,97	0,00	1,03
	Üst	Mx	-0,50	0,38	-0,18	0,13	-1,12	-1,43	0,55	0,70
	Alt	Mx	-0,47	-0,38	-0,17	-0,13	-1,07	-1,43	0,51	0,68
	Üst	My	-0,21	-0,15	-0,01	0,00	-0,66	-0,98	2,05	1,31
	Alt	My	-0,19	0,13	-0,01	0,00	-0,64	-0,97	1,99	1,32
40	SI016	N	3,78	4,09	0,51	0,49	-0,40	-0,51	0,77	0,80
	Üst	Mx	-0,60	0,55	-0,13	0,10	-0,84	-0,89	0,16	0,64
	Alt	Mx	-0,55	-0,52	-0,12	-0,09	-0,73	-0,81	0,12	0,58
	Üst	My	0,86	0,89	0,21	0,20	0,11	0,34	1,48	1,18
	Alt	My	0,80	-0,83	0,20	-0,18	0,11	0,30	1,33	1,05

Yukarıdaki çizelgede; N kolona gelen normal kuvveti,  $M_x$  ve  $M_y$  x ve y yönü kolon momentlerini, GGG zati yükleri, QQQ hareketli yükleri, DepX ve DepY deprem yüklerini ifade etmektedir.



## 4.2 A2 Türü Düzensizlik Durumu İçeren Yapı Sistemi

Aşağıdaki bilgiler her iki programda da aynı şekilde kabul edilmiştir.

### Bina Genel Bilgileri:

Kat Sayısı	: 10
Kat Yükseklikleri	: 3 m
Etkin Yer İvme Katsayısı ( $A_0$ )	: 0,4
Deprem Bölgesi	: 1
Bina Davranış Katsayısı (R)	: 7
Bina Önem Katsayısı (I)	: 1
Spektrum Karakteristik Periyotları ( $T_A, T_B$ )	: 0,10 – 0,30 sn
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (n)	: 0,3
Beton Sınıfı	: BS 20
Çelik Sınıfı	: BÇ III

### Kolon boyutları:

Çizelge 4.5 A2 türü düzensizlik durumuna ait kolon boyutları:

	A1,A5,E1,E5	B1,B5,D1,D5	B2,B4,D2,D4	C3	A2,A4,E2,E4	A3,B3,D3,E3	C1,C2,C4,C5
1.-2. Katlar	50x50	35x35	40x40	R=65	50x30	65x30	30x60
3. Kat	50x50	35x35	40x40	R=65	50x30	60x30	30x60
4.-10. Katlar	50x50	35x35	40x40	R=60	50x30	50x30	30x50

### Kiriş boyutları ve kiriş yükleri:

Tüm kiriş boyutları (25/60)

$g=0.6$  t/m (Zati ağırlık hariç)

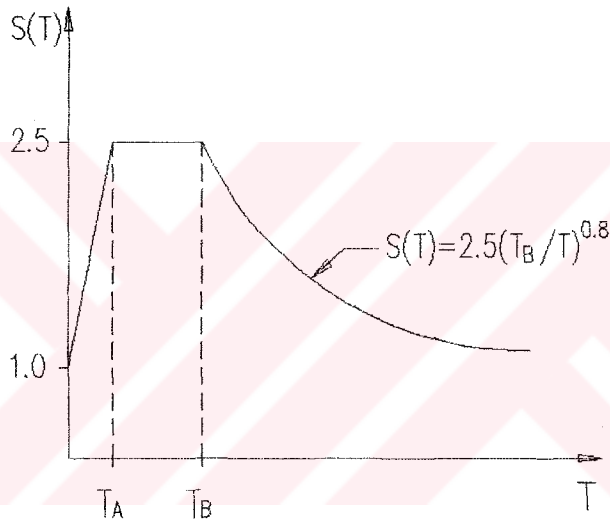
### Döşeme kalınlığı ve döşeme yükleri:

1. – 9. Katlarda  $h_f=12$  cm  $g= 0.511$  t/m<sup>2</sup>  $q=0.2$  t/m<sup>2</sup>

10. Katta  $h_f=12$  cm  $g= 0.45$  t/m<sup>2</sup>  $q=0.15$  t/m<sup>2</sup>

**İvme Spektrum Bilgileri:**

T (sn)	$S_T$ (m/sn <sup>2</sup> )	T (sn)	$S_T$ (m/sn <sup>2</sup> )
0.0	1.000	0.1	2.500
0.3	2.500	0.4	1.986
0.5	1.661	0.6	1.436
0.7	1.269	0.8	1.141
0.9	1.038	1.0	0.954
1.1	0.884	1.2	0.825
1.3	0.774	1.4	0.729
1.5	0.700	2.0	0.700



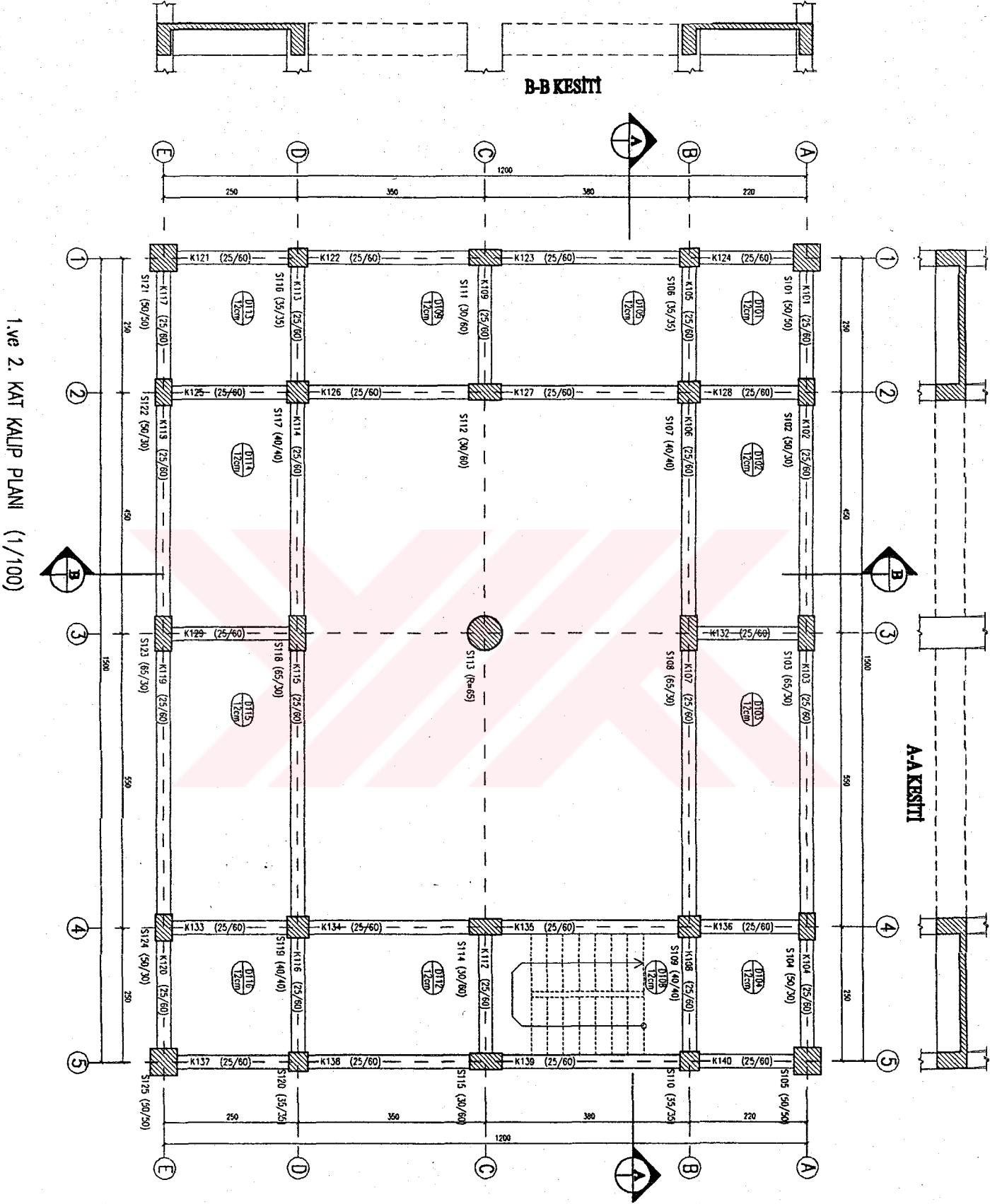
Şekil 4.3 A2 türü düzensizlik durumu için spektrum katsayısı – periyot grafiği

**Kat Ağırlık ve Kütle Bilgileri:**

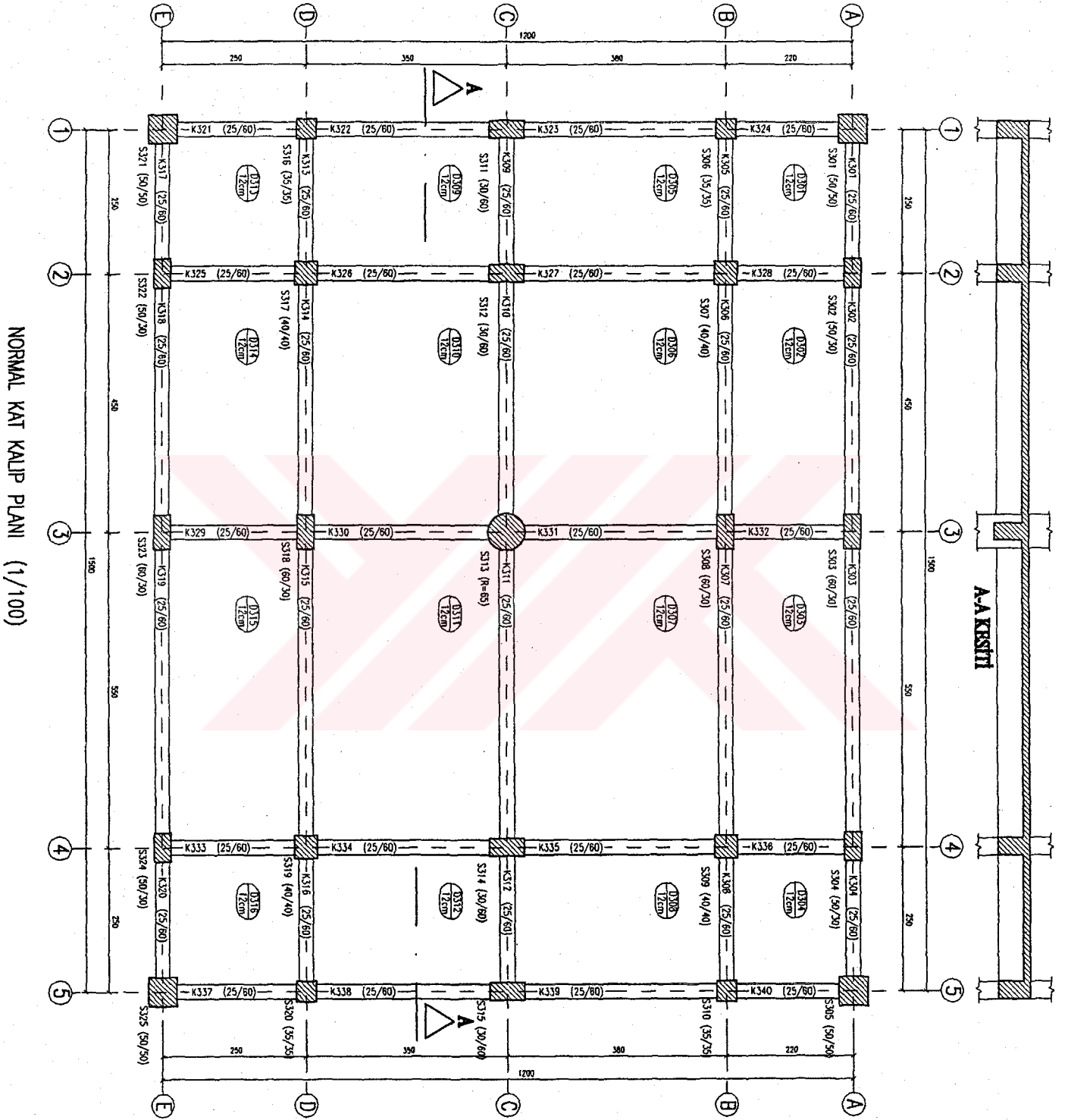
Çizelge 4.6 A2 türü düzensizlik durumuna ait kat ağırlık ve kütle bilgileri

Kat No	$W_g$	$W_q$	$W=W_g+n \times W_q$	$m=W/g$	$I_z$
1	180,62	21,28	187,00	19,06	819,35
2	180,62	21,28	187,00	19,06	819,35
3	228,67	35,87	239,43	24,41	750,61
4	227,47	35,93	238,25	24,29	746,92
5	227,47	35,93	238,25	24,29	746,92
6	227,47	35,93	238,25	24,29	746,92
7	227,47	35,93	238,25	24,29	746,92
8	227,47	35,93	238,25	24,29	746,92
9	227,47	35,93	238,25	24,29	746,92
10	217,82	26,94	225,90	23,03	707,86

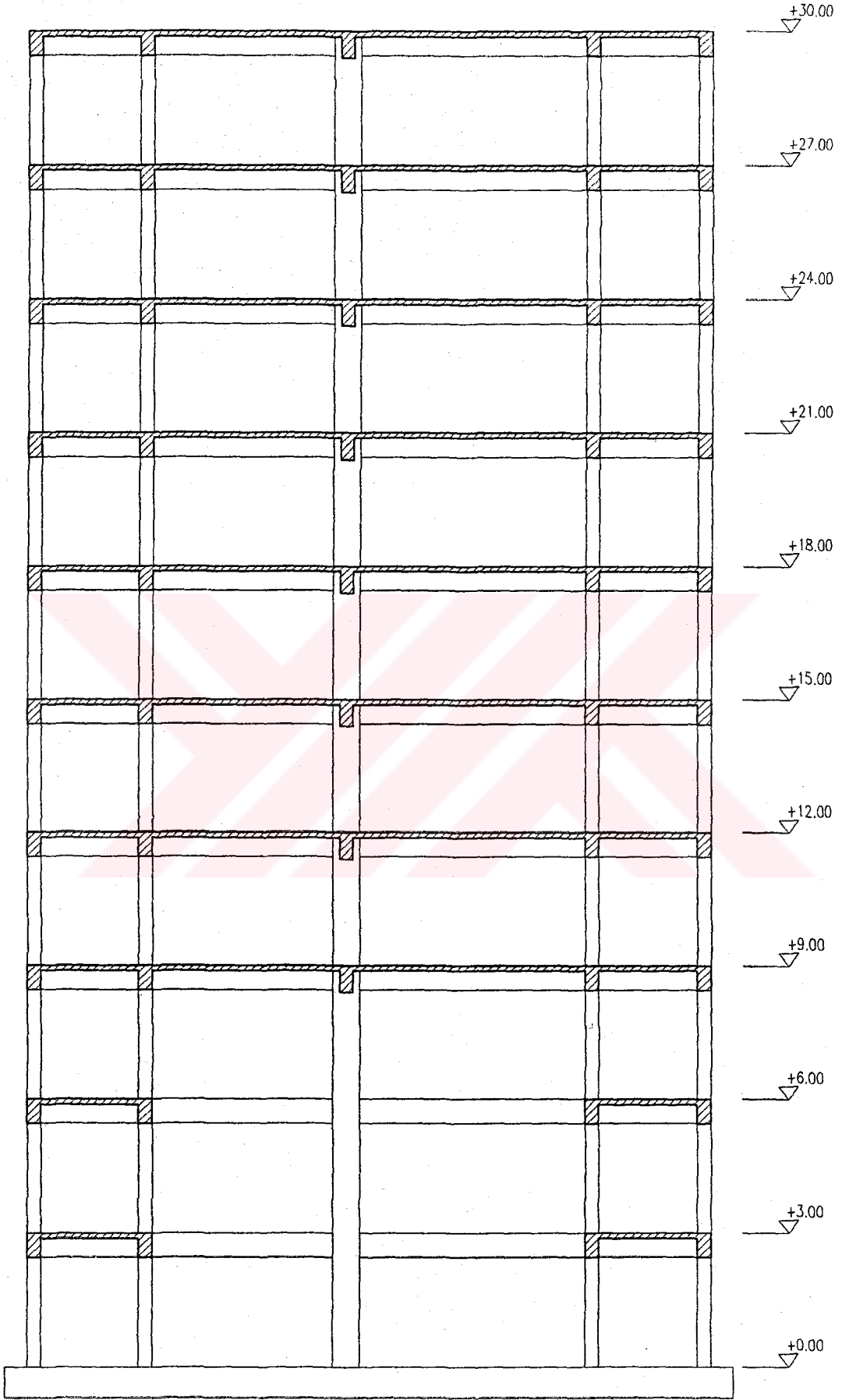
$W_g$  zati ağırlık ,  $W_q$  hareketli yüklerin ağırlığı ,  $W$  kat toplam ağırlığı (ton),  $n$  hareketli yük katılım katsayısı,  $m$  kütle,  $g$  yerçekimi ivmesi ( $9.81 \text{ m/s}^2$ )  $I_z$  kütle atalet momentidir.



Şekil 4.4 A2 türü düzensizlik durumu içeren yapının 1.ve 2. kat kalıp planı



Şekil 4.5 A2 türü düzensizlik durumu içeren yapının normal kat kalıp planı



Şekil 4.6 A2 türü düzensizlik durumu içeren yapının kesiti

**Yapıda A2 düzensizliğinin kontrolü;**

$$\text{Brüt kat alanı } A=15*12=180 \text{ m}^2$$

$$\text{Boşluk alanı } A_b=(4.5+5.5)*(3.5+3.8)=73 \text{ m}^2 \text{ (1. ve 2. katta)}$$

$A_b/A = 73/180 = 0.41 > 0.33$  olduğu için yapı A2 düzensizliği içermektedir.

AB ve 24 aksları arasında kalan döşemeler için (D102 ve D103) deprem yüklerinin düşey taşıyıcılara güvenle aktarılabilirdiğinin tahkiki:

Döşeme kalınlığı  $h_f=12 \text{ cm}$

$$g=0.511 \text{ t/m}^2 \quad q=0.200 \text{ t/m}^2$$

$$w_i=g+n*q = 0.511+0.3*0.200=0.561 \text{ t/m}^2$$

$$W=(10*7.3)*0.561=41 \text{ ton}$$

$S_{(T)}=2.5$  (hesap sonucuna bakılmaksızın maksimum değer alınmıştır)

$$V_t=A_0*I*S_{(T)}*W/R=0.4*1.0*2.5*41/8=5.12 \text{ ton}$$

Toplam deprem yükü  $f_E$  döşeme boyunca yayılıdır.

$$f_E=5.12/10=0.512 \text{ t/m}^2 \text{ (D102 ve D103 döşemelerine 2 aksı ile 4 aksı arasında)}$$

$$V_E=0.512*(10/2)=2.56 \text{ ton (reaksiyon)}$$

$$V_\alpha=0.8*(0.65*f_{ctd})*b_w*d=0.8*0.65*10*12*220=13728 \text{ kgf}=13.7 \text{ ton}$$

$V_\alpha > V_E$  Eğik asal çekme çatlağı oluşmayacaktır.

$$M_E=q*l^2/8=0.512*10^2/8=6.4 \text{ tm (döşeme açıklık ortası momenti)}$$

$$I=b*h^3/12=0.12*2.2^3/12=0.106 \text{ m}^4 \text{ (döşeme atalet momenti)}$$

$$\sigma_b=M*y/I=6.4*(2.2/2)/0.106=66.41 \text{ t/m}^2 < f_{ctd}=100 \text{ t/m}^2$$

Döşemede eğilme çatlaması oluşmayacaktır.

İmalat kusurları veya başka nedenlerden dolayı betonun çekme dayanımı yer yer değişkenlik gösterebilir. Döşemede bundan dolayı oluşabilecek eğilme çatlamasını döşeme kenarındaki kirişlerin karşılayabilir olması gerekir.

Kiriş boyutları 25x60 cm  $d=56 \text{ cm}$  donatı yüzdesi  $\rho=0.008$

$$A_s = \rho * b_w * d = 0.008 * 25 * 56 = 11.2 \text{ cm}^2 \text{ (Donatı alanı)}$$

$$\text{Döşemenin moment taşıma kapasitesi } M_r = A_s * f_{yd} * z = 11.2 * 3.65 * (0.875 * 220) = 7869 \text{ tcm} \\ = 78.69 \text{ tm}$$

$$78.69 \text{ tm} > 6.4 \text{ tm}, M_r > M_E$$

Atımtay (2000)'deki yöntem esas alınarak yapılan hesap sonucu döşemelerin kendi düzlemleri içinde üzerine gelen deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarabildiği görülmektedir.

Çizelge 4.7 A2 türü düzensizlik durumu B-B aksı kolon statik değerleri

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
1	S106	N	52,67	57,55	6,90	6,64	-21,41	-23,16	2,04	7,19
	Üst	Mx	-0,26	0,27	-0,06	0,06	-2,44	-2,78	0,20	0,13
	Alt	Mx	-0,12	-0,13	-0,03	-0,03	-3,16	-3,43	0,20	0,08
	Üst	My	-0,29	-0,28	-0,05	-0,05	-0,32	-0,06	3,78	4,44
	Alt	My	-0,14	0,14	-0,02	0,02	-0,32	-0,06	3,89	4,44
2	S107	N	84,56	95,37	12,64	13,06	1,45	2,87	1,46	2,01
	Üst	Mx	-0,33	0,35	-0,06	0,06	-4,87	-5,42	0,30	0,12
	Alt	Mx	-0,14	-0,15	-0,03	-0,03	-5,69	-6,16	0,32	0,10
	Üst	My	-0,32	-0,31	-0,06	-0,06	-0,35	-0,14	5,42	6,10
	Alt	My	-0,15	0,15	-0,03	0,03	-0,36	-0,10	6,22	6,83
3	S108	N	110,87	132,90	18,31	20,19	4,88	6,22	3,81	6,73
	Üst	Mx	-0,44	-0,48	-0,07	-0,08	-7,19	-7,81	0,37	0,08
	Alt	Mx	-0,16	0,17	-0,03	0,03	-13,77	-14,74	0,72	0,17
	Üst	My	-0,02	-0,08	-0,02	-0,03	-0,02	-0,01	3,51	3,76
	Alt	My	-0,01	0,04	-0,01	0,02	-0,02	-0,01	4,36	4,53
4	S109	N	90,19	101,90	13,74	14,35	-5,35	-7,58	2,24	2,04
	Üst	Mx	0,62	-0,64	0,10	-0,10	-4,65	-5,20	0,18	0,05
	Alt	Mx	0,31	0,33	0,05	0,05	-5,59	-6,05	0,26	0,05
	Üst	My	-0,33	-0,33	-0,07	-0,07	0,37	0,11	6,11	6,22
	Alt	My	-0,16	0,16	-0,03	0,03	0,37	0,15	7,02	6,97
5	S110	N	54,52	59,31	7,32	7,04	20,60	22,25	5,19	7,86
	Üst	Mx	0,28	-0,28	0,06	-0,07	-2,44	-4,59	0,04	0,03
	Alt	Mx	0,14	0,14	0,03	0,03	-3,16	-4,58	0,12	0,08
	Üst	My	-0,29	-0,29	-0,05	-0,05	0,32	0,06	4,57	2,78
	Alt	My	-0,14	0,15	-0,02	0,02	0,33	0,06	4,68	3,43
6	S206	N	47,29	51,48	6,25	5,97	-17,33	-18,77	1,17	2,59
	Üst	Mx	-0,62	-0,56	-0,14	0,13	-3,17	-3,48	0,31	0,07
	Alt	Mx	-0,55	0,49	-0,13	-0,11	-3,34	-3,64	0,30	0,07
	Üst	My	-0,62	0,58	-0,11	-0,09	-0,44	-0,22	5,24	5,79
	Alt	My	-0,56	-0,49	-0,10	0,08	-0,45	-0,20	5,41	5,94
7	S207	N	75,83	85,54	11,58	11,93	-0,21	-1,24	3,22	2,26
	Üst	Mx	-0,75	0,73	-0,15	-0,13	-6,65	-7,81	0,43	0,18
	Alt	Mx	-0,66	-0,61	-0,13	0,11	-6,93	-8,00	0,43	0,20
	Üst	My	-0,72	-0,64	-0,16	0,14	-0,54	-0,26	7,27	7,05
	Alt	My	-0,64	0,54	-0,13	0,11	-0,53	-0,23	7,51	7,29
8	S208	N	101,63	123,12	17,30	19,20	3,76	5,13	3,31	3,59
	Üst	Mx	-0,64	-0,64	-0,10	-0,10	-9,30	-9,97	0,41	0,08
	Alt	Mx	-0,68	0,66	-0,11	0,10	-9,46	-10,23	0,42	0,08
	Üst	My	-0,19	-0,35	-0,09	-0,11	-0,02	-0,01	4,39	4,52
	Alt	My	-0,12	0,23	-0,07	0,08	-0,02	-0,01	4,61	4,73
9	S209	N	80,66	91,24	12,59	13,12	-2,54	-4,62	3,93	2,39
	Üst	Mx	1,19	-1,14	0,21	-0,19	-6,28	-6,71	0,15	0,13
	Alt	Mx	1,13	1,05	0,20	0,17	-6,56	-6,96	0,18	0,11
	Üst	My	-0,76	-0,68	-0,17	-0,15	0,57	0,28	8,16	7,94
	Alt	My	-0,67	0,57	-0,15	0,12	0,56	0,25	8,43	8,14
10	S210	N	49,23	53,36	6,67	6,38	16,41	17,72	0,84	3,03
	Üst	Mx	0,71	-0,66	0,16	-0,15	-3,14	-3,45	0,05	0,18
	Alt	Mx	0,61	0,55	0,14	0,12	-3,33	-3,63	0,02	0,16
	Üst	My	-0,62	-0,56	-0,11	-0,09	0,45	0,06	6,34	5,96
	Alt	My	-0,56	0,49	-0,10	0,08	0,46	0,07	6,53	6,12

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
11	S306	N	42,12	45,74	5,59	5,31	-13,21	-14,51	2,84	0,99
	Üst	Mx	-0,84	0,77	-0,19	0,17	-2,74	-5,13	0,33	0,26
	Alt	Mx	-0,78	-0,71	-0,18	-0,15	-2,84	-5,24	0,33	0,26
	Üst	My	-0,81	-0,74	-0,15	-0,12	-0,40	-0,06	4,58	3,11
	Alt	My	-0,76	0,68	-0,14	0,11	-0,41	-0,06	4,67	3,18
12	S307	N	68,34	76,79	10,78	11,03	-1,77	-1,06	4,50	2,86
	Üst	Mx	-1,22	1,21	-0,30	0,27	-6,23	-6,61	0,48	0,27
	Alt	Mx	-1,06	-1,01	-0,24	-0,21	-6,27	-6,67	0,47	0,25
	Üst	My	-1,10	-1,02	-0,28	-0,25	-0,61	-0,35	6,54	6,95
	Alt	My	-0,98	0,87	-0,24	0,20	-0,59	-0,32	6,55	7,04
13	S308	N	92,85	114,03	16,46	18,40	2,59	4,03	10,59	9,89
	Üst	Mx	-0,95	-0,99	-0,22	-0,22	-10,01	-9,95	0,52	0,10
	Alt	Mx	-0,72	0,75	-0,15	0,14	-8,86	-9,72	0,45	0,10
	Üst	My	-0,55	-0,62	-0,21	-0,20	-0,04	-0,03	4,79	5,07
	Alt	My	-0,42	0,55	-0,17	0,17	-0,03	-0,02	4,26	4,52
14	S309	N	72,70	82,00	11,78	12,18	0,11	1,84	5,07	2,95
	Üst	Mx	1,86	-1,83	0,44	-0,41	-5,92	-6,30	0,08	0,19
	Alt	Mx	1,61	1,53	0,36	0,31	-5,94	-6,34	0,10	0,17
	Üst	My	-1,18	-1,10	-0,31	-0,28	0,63	0,37	7,36	7,09
	Alt	My	-1,04	0,93	-0,26	0,22	0,61	0,34	7,40	7,18
15	S310	N	43,96	47,52	5,97	5,68	12,27	13,44	1,65	0,93
	Üst	Mx	0,96	-0,89	0,22	-0,19	-2,69	-3,05	0,12	0,22
	Alt	Mx	0,92	0,84	0,21	0,19	-2,79	-3,13	0,10	0,21
	Üst	My	-0,81	-0,73	-0,15	-0,12	0,41	0,06	5,66	5,32
	Alt	My	-0,76	0,67	-0,14	0,11	0,42	0,06	5,76	5,42
16	S406	N	37,24	40,39	4,98	4,72	-9,93	-11,05	3,68	2,68
	Üst	Mx	-1,03	0,95	-0,24	0,21	-2,52	-2,81	0,34	0,28
	Alt	Mx	-0,98	-0,88	-0,22	-0,19	-2,55	-2,84	0,34	0,28
	Üst	My	-1,02	-0,93	-0,19	-0,15	-0,39	-0,06	4,22	4,79
	Alt	My	-0,96	0,86	-0,18	0,14	-0,39	-0,06	4,29	4,87
17	S407	N	59,85	66,66	9,33	9,45	-2,64	-2,19	4,87	3,51
	Üst	Mx	-1,71	1,57	-0,43	0,36	-5,90	-6,22	0,54	0,33
	Alt	Mx	-1,59	-1,47	-0,40	-0,34	-6,01	-6,26	0,53	0,32
	Üst	My	-1,52	-1,39	-0,40	-0,34	-0,68	-0,42	6,19	6,56
	Alt	My	-1,40	1,27	-0,37	0,31	-0,66	-0,40	6,28	6,65
18	S408	N	78,97	99,94	13,82	15,94	1,73	3,17	9,48	9,27
	Üst	Mx	-0,85	-1,15	-0,21	-0,26	-7,50	-9,97	0,45	0,14
	Alt	Mx	-0,80	1,13	-0,20	0,25	-7,19	-9,69	0,42	0,14
	Üst	My	-0,69	-0,75	-0,26	-0,27	-0,05	-0,05	4,51	5,42
	Alt	My	-0,65	0,72	-0,25	0,26	-0,05	-0,05	4,52	5,48
19	S409	N	63,20	70,85	10,08	10,36	1,80	1,14	5,30	3,55
	Üst	Mx	2,43	-2,29	0,62	-0,54	-5,71	-5,94	0,04	0,22
	Alt	Mx	2,33	2,22	0,59	0,52	-5,78	-5,96	0,05	0,21
	Üst	My	-1,63	-1,51	-0,44	-0,38	0,68	0,43	7,02	6,71
	Alt	My	-1,51	1,38	-0,41	0,35	0,67	0,41	7,12	6,80
20	S410	N	39,06	42,16	5,37	5,10	9,03	10,04	3,16	2,59
	Üst	Mx	1,19	-1,12	0,27	-0,25	-2,44	-2,73	0,13	0,23
	Alt	Mx	1,13	1,04	0,26	0,23	-2,48	-2,76	0,13	0,23
	Üst	My	-1,03	-0,92	-0,19	-0,15	0,40	0,05	5,31	5,00
	Alt	My	-0,96	0,85	-0,18	0,14	0,40	0,05	5,39	5,08

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
21	S506	N	32,14	34,84	4,31	4,08	-7,03	-8,11	4,30	4,30
	Üst	Mx	-1,20	-1,11	-0,28	0,24	-2,21	-2,49	0,32	0,26
	Alt	Mx	-1,15	1,05	-0,27	-0,23	-2,22	-2,49	0,32	0,27
	Üst	My	-1,23	1,11	-0,22	-0,18	-0,36	-0,05	3,81	4,31
	Alt	My	-1,18	-1,05	-0,22	0,17	-0,36	-0,05	3,83	4,33
22	S507	N	51,26	56,79	7,90	7,95	-3,46	-2,96	5,16	4,30
	Üst	Mx	-2,07	1,81	-0,52	0,42	-5,35	-5,69	0,55	0,34
	Alt	Mx	-1,97	-1,72	-0,49	-0,40	-5,34	-5,69	0,54	0,33
	Üst	My	-1,86	-1,69	-0,48	-0,41	-0,68	-0,45	5,62	5,92
	Alt	My	-1,78	1,60	-0,46	0,39	-0,68	-0,44	5,61	5,90
23	S508	N	66,29	85,71	11,44	13,52	1,19	2,38	7,72	8,06
	Üst	Mx	-0,94	-1,20	-0,23	-0,28	-7,42	-9,54	0,45	0,14
	Alt	Mx	-0,91	1,15	-0,22	0,27	-7,36	-9,13	0,44	0,13
	Üst	My	-0,83	-0,84	-0,31	-0,30	-0,04	-0,06	4,16	4,92
	Alt	My	-0,80	0,81	-0,30	0,29	-0,04	-0,05	4,18	4,93
24	S509	N	53,82	60,15	8,46	8,67	3,05	2,35	5,51	4,32
	Üst	Mx	2,79	-2,54	0,70	-0,59	-5,23	-5,45	0,02	0,23
	Alt	Mx	2,71	2,46	0,68	0,58	-5,22	-5,44	0,02	0,23
	Üst	My	-2,02	-1,86	-0,53	-0,46	0,68	0,45	6,35	6,06
	Alt	My	-1,92	1,75	-0,50	0,43	0,67	0,45	6,34	6,04
25	S510	N	33,83	36,47	4,68	4,43	6,28	7,24	4,40	4,35
	Üst	Mx	1,40	-1,33	0,33	-0,29	-2,13	-2,39	0,15	0,23
	Alt	Mx	1,35	1,27	0,32	0,28	-2,14	-2,39	0,15	0,23
	Üst	My	-1,24	-1,11	-0,23	-0,18	0,36	0,05	4,81	4,50
	Alt	My	-1,18	1,05	-0,22	0,17	0,36	0,05	4,83	4,53
26	S606	N	26,91	29,15	3,61	3,41	4,60	-5,63	4,37	5,05
	Üst	Mx	-1,33	-1,26	-0,31	0,27	-1,92	-2,17	0,29	0,24
	Alt	Mx	-1,29	1,21	-0,30	-0,26	-1,89	-2,14	0,29	0,25
	Üst	My	-1,39	1,23	-0,25	-0,21	-0,33	-0,05	3,43	3,85
	Alt	My	-1,35	-1,19	-0,25	0,20	-0,33	-0,05	3,43	3,86
27	S607	N	42,70	47,15	6,50	6,51	-3,75	-3,32	4,96	4,53
	Üst	Mx	-2,36	2,01	-0,58	-0,46	-4,83	-5,12	0,52	0,32
	Alt	Mx	-2,28	-1,94	-0,56	0,44	-4,81	-5,09	0,52	0,33
	Üst	My	-2,13	-1,93	-0,54	0,46	-0,66	-0,45	5,09	5,32
	Alt	My	-2,06	1,86	-0,52	-0,45	-0,66	-0,45	5,07	5,29
28	S608	N	54,40	71,43	9,26	11,15	0,73	1,68	6,21	6,82
	Üst	Mx	-0,99	-1,25	-0,24	-0,29	-6,94	-8,98	0,43	0,14
	Alt	Mx	-0,96	1,21	-0,23	0,28	-6,82	-8,47	0,42	0,13
	Üst	My	-0,94	-0,92	-0,36	-0,34	-0,04	-0,06	3,76	4,43
	Alt	My	-0,91	0,89	-0,35	0,33	-0,04	-0,06	3,77	4,43
29	S609	N	44,66	49,82	6,92	7,08	3,69	3,22	5,23	4,55
	Üst	Mx	3,08	-2,75	0,76	-0,64	-4,77	-4,93	-0,04	0,22
	Alt	Mx	3,01	2,69	0,75	0,63	-4,73	-4,89	-0,05	0,23
	Üst	My	-2,31	-2,13	-0,60	-0,52	0,65	0,44	5,74	5,44
	Alt	My	-2,24	2,04	-0,58	0,50	0,65	0,44	5,71	5,41
30	S610	N	28,38	30,57	3,93	3,71	3,97	4,96	4,84	5,19
	Üst	Mx	1,57	-1,49	0,37	-0,33	-1,85	-2,07	-0,15	0,21
	Alt	Mx	1,53	1,44	0,36	0,32	-1,82	-2,05	-0,16	0,22
	Üst	My	-1,41	-1,26	-0,26	-0,21	0,33	0,05	4,34	4,03
	Alt	My	-1,36	1,21	-0,25	0,20	0,33	0,05	4,35	4,04

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
31	S706	N	21,57	23,37	2,87	2,71	-2,57	-3,58	4,16	5,19
	Üst	Mx	-1,43	1,33	-0,34	0,29	-1,62	-1,84	0,25	0,21
	Alt	Mx	-1,40	-1,30	-0,33	-0,29	-1,57	-1,79	0,25	0,22
	Üst	My	-1,52	-1,38	-0,28	-0,23	-0,29	-0,04	3,00	3,35
	Alt	My	-1,49	1,34	-0,27	0,22	-0,29	-0,05	3,00	3,35
32	S707	N	34,21	37,68	5,13	5,13	-3,68	-3,31	4,49	4,35
	Üst	Mx	-2,58	2,16	-0,63	0,50	-4,23	-4,47	0,48	0,30
	Alt	Mx	-2,52	-2,11	-0,62	-0,49	-4,18	-4,42	0,48	0,30
	Üst	My	-2,34	-2,12	-0,59	-0,50	-0,61	-0,42	4,48	4,65
	Alt	My	-2,29	2,06	-0,57	0,49	-0,61	-0,43	4,43	4,59
33	S708	N	43,06	57,15	7,20	8,81	0,35	1,08	4,82	5,52
	Üst	Mx	-1,02	-0,99	-0,24	-0,30	-6,35	-8,23	0,40	0,14
	Alt	Mx	-1,00	0,97	-0,24	0,29	-6,20	-7,60	0,39	0,13
	Üst	My	-1,03	-1,28	-0,39	-0,37	-0,04	-0,06	3,32	3,88
	Alt	My	-1,01	1,26	-0,38	0,36	-0,04	-0,06	3,32	3,87
34	S709	N	35,72	39,78	5,44	5,56	3,88	3,56	4,68	4,37
	Üst	Mx	3,31	-2,92	0,81	-0,68	-4,23	-4,34	-0,06	0,21
	Alt	Mx	3,26	2,87	0,80	0,67	-4,16	-4,28	-0,07	0,22
	Üst	My	-2,54	-2,34	-0,65	-0,57	0,59	0,41	5,04	4,76
	Alt	My	-2,49	2,28	-0,64	0,55	0,59	0,42	4,98	4,69
35	S710	N	22,76	24,52	3,13	2,96	2,08	3,15	4,87	5,38
	Üst	Mx	1,70	1,61	0,40	0,36	-1,55	-1,75	0,14	0,18
	Alt	Mx	1,67	1,57	0,39	0,35	-1,50	-1,70	0,15	0,19
	Üst	My	-1,54	-1,38	-0,28	-0,23	0,28	0,04	3,80	3,50
	Alt	My	-1,51	1,34	-0,28	0,22	0,28	0,05	3,80	3,51
36	S806	N	16,16	17,51	2,12	1,99	-0,98	-1,97	3,70	4,79
	Üst	Mx	-1,51	1,41	-0,35	0,31	-1,26	-1,48	0,20	0,17
	Alt	Mx	-1,49	-1,38	-0,35	-0,31	-1,19	-1,42	0,20	0,18
	Üst	My	-1,62	-1,47	-0,29	-0,24	-0,24	-0,04	2,48	2,75
	Alt	My	-1,60	1,44	-0,29	0,24	-0,24	-0,04	2,47	2,75
37	S807	N	25,81	28,36	3,79	3,77	-3,28	-2,94	3,78	3,80
	Üst	Mx	-2,76	2,29	-0,67	-0,53	-3,52	-3,73	0,42	0,26
	Alt	Mx	-2,71	-2,25	-0,66	0,52	-3,43	-3,65	0,42	0,27
	Üst	My	-2,50	-2,27	-0,62	0,53	-0,54	-0,39	3,74	3,86
	Alt	My	-2,46	2,22	-0,61	-0,52	-0,54	-0,40	3,66	3,77
38	S808	N	32,11	42,91	5,23	6,50	0,07	0,59	3,53	4,20
	Üst	Mx	-1,05	-1,05	-0,25	-0,30	-5,61	-7,33	0,36	0,12
	Alt	Mx	-1,04	1,03	-0,25	0,30	-5,40	-6,50	0,34	0,11
	Üst	My	-1,10	-1,32	-0,41	-0,39	-0,03	-0,06	2,77	3,22
	Alt	My	-1,09	1,30	-0,41	0,39	-0,03	-0,06	2,76	3,19
39	S809	N	26,97	29,99	4,01	4,10	3,65	3,39	3,92	3,81
	Üst	Mx	3,49	-3,06	0,85	-0,71	-3,56	-3,65	0,06	0,18
	Alt	Mx	3,45	3,02	0,85	0,70	-3,46	-3,56	0,08	0,19
	Üst	My	-2,72	-2,51	-0,69	-0,60	0,52	0,38	4,19	3,94
	Alt	My	-2,68	2,46	-0,68	0,59	0,52	0,39	4,10	3,85
40	S810	N	17,03	18,35	2,31	2,17	0,61	1,84	4,51	4,99
	Üst	Mx	1,80	-1,71	0,42	-0,38	-1,21	-1,39	0,12	0,16
	Alt	Mx	1,78	1,68	0,42	0,37	-1,14	-1,34	0,14	0,17
	Üst	My	-1,64	-1,47	-0,30	-0,24	0,23	0,04	3,15	2,88
	Alt	My	-1,62	1,44	-0,30	0,24	0,23	0,04	3,13	2,88

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
41	S906	N	10,67	11,61	1,34	1,25	0,06	0,97	2,93	3,81
	Üst	Mx	-1,57	1,46	-0,37	0,32	-0,81	-1,03	0,15	0,14
	Alt	Mx	-1,56	-1,45	-0,36	-0,32	-0,72	-0,95	0,15	0,15
	Üst	My	-1,70	-1,54	-0,31	-0,25	-0,18	-0,04	1,80	2,00
	Alt	My	-1,67	1,52	-0,30	0,25	-0,18	-0,04	1,78	2,00
42	S907	N	17,50	19,17	2,47	2,45	-2,54	-2,23	2,82	2,87
	Üst	Mx	-2,87	2,37	-0,69	-0,55	-2,60	-2,78	0,34	0,22
	Alt	Mx	-2,84	-2,35	-0,69	0,54	-2,49	-2,67	0,34	0,23
	Üst	My	-2,59	-2,35	-0,64	0,54	-0,44	-0,35	2,77	2,86
	Alt	My	-2,57	2,33	-0,64	-0,54	-0,45	-0,36	2,67	2,75
43	S908	N	21,42	28,69	3,32	4,21	-0,11	-0,26	2,32	2,83
	Üst	Mx	-1,03	-1,09	-0,25	-0,29	-4,56	-6,03	0,29	0,10
	Alt	Mx	-1,04	1,08	-0,25	0,30	-4,33	-5,01	0,28	0,09
	Üst	My	-1,15	-1,27	-0,43	-0,41	-0,03	-0,06	2,06	2,40
	Alt	My	-1,14	1,30	-0,43	0,41	-0,03	-0,06	2,04	2,36
44	S909	N	18,38	20,40	2,61	2,69	2,96	2,73	2,91	2,88
	Üst	Mx	3,56	-3,11	0,87	-0,72	-2,70	-2,75	0,08	0,16
	Alt	Mx	3,56	3,11	0,87	0,72	-2,57	-2,62	0,09	0,17
	Üst	My	-2,82	-2,61	-0,71	-0,62	0,42	0,33	3,08	2,92
	Alt	My	-2,80	2,58	-0,71	0,62	0,43	0,34	2,96	2,81
45	S910	N	11,19	12,09	1,46	1,36	-0,32	-1,14	3,69	3,98
	Üst	Mx	1,87	-1,78	0,43	-0,39	-0,77	-0,96	0,11	0,13
	Alt	Mx	1,86	1,76	0,43	0,39	-0,68	-0,88	0,13	0,14
	Üst	My	-1,72	-1,54	-0,32	-0,25	0,16	0,04	2,30	2,10
	Alt	My	-1,70	1,52	-0,31	0,25	0,16	0,04	2,28	2,10
46	S1006	N	5,27	5,81	0,57	0,52	0,34	0,52	1,49	1,93
	Üst	Mx	-1,80	1,64	-0,41	0,36	-0,12	-0,41	0,10	0,13
	Alt	Mx	-1,70	-1,55	-0,39	-0,34	-0,07	-0,36	0,10	0,12
	Üst	My	-1,87	-1,67	-0,33	-0,27	-0,10	-0,04	0,97	1,07
	Alt	My	-1,81	1,62	-0,32	0,26	-0,10	-0,04	0,94	1,05
47	S1007	N	9,45	10,18	1,20	1,16	-1,27	-1,12	1,44	1,47
	Üst	Mx	-3,30	-2,71	-0,78	-0,62	-1,44	-1,53	0,28	0,21
	Alt	Mx	-3,12	2,54	-0,74	0,59	-1,32	-1,41	0,27	0,20
	Üst	My	-3,00	2,66	-0,72	0,60	-0,38	-0,35	1,59	1,60
	Alt	My	-2,84	-2,51	-0,69	-0,57	-0,37	-0,33	1,47	1,46
48	S1008	N	11,04	14,58	1,47	1,95	-0,16	-0,16	1,08	1,35
	Üst	Mx	-1,35	-1,91	-0,29	-0,41	-3,93	-5,23	0,27	0,11
	Alt	Mx	-1,19	1,48	-0,27	0,33	-3,35	-3,50	0,23	0,08
	Üst	My	-1,24	-1,21	-0,46	-0,45	-0,03	-0,06	1,21	1,38
	Alt	My	-1,21	1,16	-0,45	0,43	-0,03	-0,06	1,19	1,33
49	S1009	N	10,20	11,15	1,29	1,34	1,61	1,49	1,48	1,47
	Üst	Mx	4,25	-3,69	0,99	-0,83	-1,65	-1,61	0,14	0,17
	Alt	Mx	3,97	3,41	0,94	0,78	-1,49	-1,44	0,14	0,17
	Üst	My	-3,27	-3,00	-0,80	-0,71	0,36	0,33	1,72	1,62
	Alt	My	-3,09	2,82	-0,77	0,67	0,34	0,32	1,58	1,49
50	S1010	N	5,35	5,85	0,61	0,54	-0,50	-0,71	1,93	2,02
	Üst	Mx	2,14	-2,00	0,49	-0,44	-0,06	-0,38	0,14	0,13
	Alt	Mx	2,04	1,91	0,47	0,42	-0,02	-0,35	0,15	0,13
	Üst	My	-1,90	-1,67	-0,34	-0,27	0,08	0,05	1,28	1,13
	Alt	My	-1,84	1,62	-0,33	0,26	0,08	0,04	1,24	1,11

Yukarıdaki çizelgede; N kolona gelen normal kuvveti,  $M_x$  ve  $M_y$  x ve y yönü kolon momentlerini, GGG zati yükleri, QQQ hareketli yükleri, DepX ve DepY deprem yüklerini ifade etmektedir.



### 4.3 A3 Türü Düzensizlik Durumu İçeren Yapı Sistemi

Aşağıdaki bilgiler her iki programda da aynı şekilde kabul edilmiştir.

#### Bina Genel Bilgileri:

Kat Sayısı	: 10
Kat Yükseklikleri	: 3 m
Etkin Yer İvme Katsayısı ( $A_0$ )	: 0,4
Deprem Bölgesi	: 1
Bina Davranış Katsayısı (R)	: 7
Bina Önem Katsayısı (I)	: 1
Spektrum Karakteristik Periyotları ( $T_A, T_B$ )	: 0,10 – 0,30 sn
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (n)	: 0,3
Beton Sınıfı	: BS 20
Çelik Sınıfı	: BÇ III

#### Kolon boyutları:

Çizelge 4.8 A3 türü düzensizlik durumu için kolon boyutları:

	A1,A1,A3,A4 E1,E1,E3,E4	B1,B4,C1,C4 D1,D4	B2,B3,C2,C3 D2,D3
1.-5. Katlar	60x60	55x55	65x65
6.-8. Katlar	55x55	50x50	60x60
9. Kat	55x55	50x50	55x55
10. Kat	50x50	45x45	55x55

#### Kiriş boyutları ve kiriş yükleri:

Tüm kiriş boyutları (25/60)

$g=0.6$  t/m (Zati ağırlık hariç)

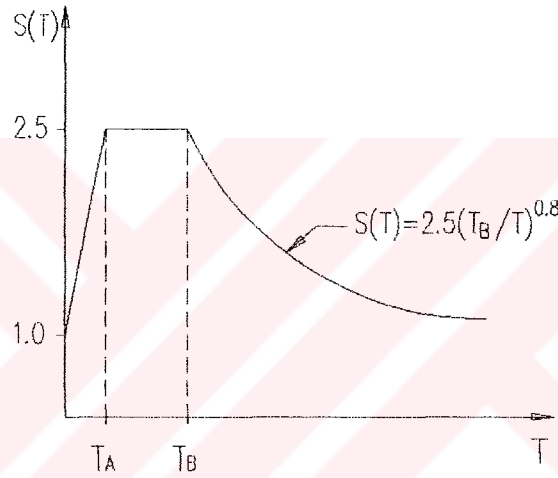
#### Döşeme kalınlığı ve döşeme yükleri:

1. – 9. Katlarda  $h_f=12$  cm  $g=0.511$  t/m<sup>2</sup>  $q=0.2$  t/m<sup>2</sup>

10. Katta  $h_f=12$  cm  $g=0.45$  t/m<sup>2</sup>  $q=0.15$  t/m<sup>2</sup>

**İvme Spektrum Bilgileri:**

T (sn)	$S_T$ (m/sn <sup>2</sup> )	T (sn)	$S_T$ (m/sn <sup>2</sup> )
0.0	1.000	0.1	2.500
0.3	2.500	0.4	1.986
0.5	1.661	0.6	1.436
0.7	1.269	0.8	1.141
0.9	1.038	1.0	0.954
1.1	0.884	1.2	0.825
1.3	0.774	1.4	0.729
1.5	0.700	2.0	0.700



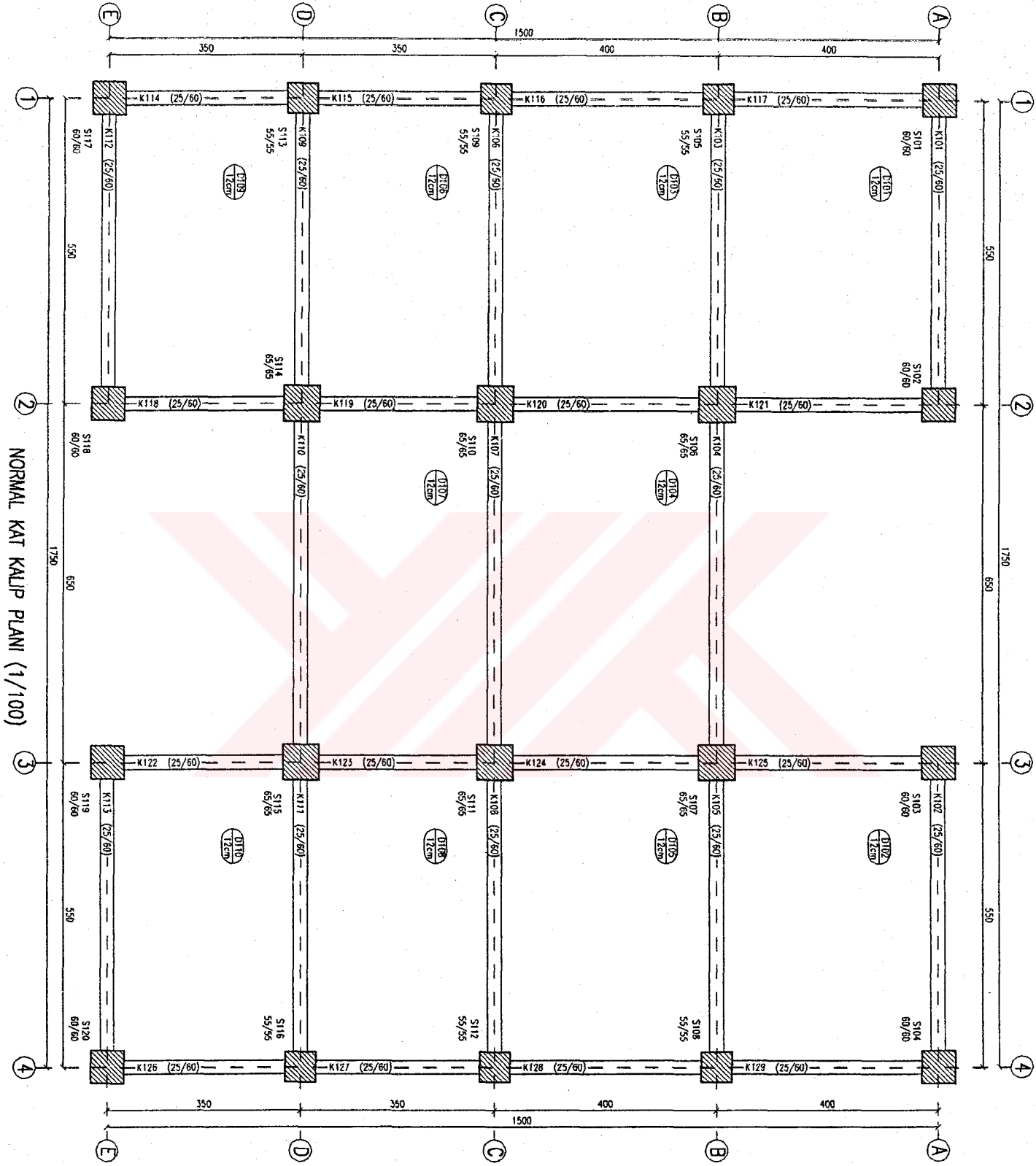
Şekil 4.7 A3 türü düzensizlik durumu için spektrum katsayısı – peryot grafiği

**Kat ağırlık ve kütle bilgileri:**

Çizelge 4.9 A3 türü düzensizlik durumu için kat ağırlık ve kütle bilgileri

Kat No	$W_g$	$W_q$	$W=W_g+nxW_q$	$m=W/g$	$I_z$
1	268,02	42,72	280,84	28,63	1319,50
2	268,02	42,72	280,84	28,63	1319,50
3	268,02	42,72	280,84	28,63	1319,50
4	268,02	42,72	280,84	28,63	1319,50
5	268,02	42,72	280,84	28,63	1319,50
6	260,33	42,93	273,21	27,85	1283,67
7	260,33	42,93	273,21	27,85	1283,67
8	260,33	42,93	273,21	27,85	1283,67
9	258,55	43,01	271,45	27,67	1275,42
10	203,05	31,87	212,61	21,67	998,95

$W_g$  zati ağırlık ,  $W_q$  hareketli yüklerin ağırlığı ,  $W$  kat toplam ağırlığı (ton),  $n$  hareketli yük katılım katsayısı,  $m$  kütle,  $g$  yerçekimi ivmesi (9.81 m/s<sup>2</sup>)  $I_z$  kütle atalet momentidir.



Şekil 4.8 A3 türü düzensizlik durumu içeren yapının normal kat kalıp planı

**Yapıda A3 düzensizliğinin kontrolü;**

$$a_x=6.5 \text{ m}, L_x=17.5 \text{ m}, 0.2 * L_x=3.5 \text{ m}$$

$$a_x > 0.2 * L_x$$

$$a_{y1}=4.0 \text{ m}, a_{y2}=3.5 \text{ m}, \Sigma a_y=7.5 \text{ m}, L_y=15 \text{ m}, 0.2 * L_y=3.0 \text{ m}$$

$$a_y > 0.2 * L_y$$

Yapıda A3 düzensizliği bulunmaktadır.

AB ve 34 aksları arasında kalan döşeme için (D102) deprem yüklerinin düşey taşıyıcılara güvenle aktarılabilirdiğinin tahkiki:

Döşeme kalınlığı  $h_f=12 \text{ cm}$

$$g=0.511 \text{ t/m}^2 \quad q=0.200 \text{ t/m}^2$$

$$w_i=g+n*q = 0.511+0.3*0.200=0.561 \text{ t/m}^2$$

$$W=(5.5*4)*0.561=12.34 \text{ ton}$$

$$V_t=A_0 * I * S_{(T)} * W/R=0.4*1.0*2.5*12.34/8=1.54 \text{ ton (B-B aksında)}$$

$$M=1,54*(4/2)=3.08 \text{ tm}$$

$$I=0.12*5.5^3/12=1.66 \text{ m}^4$$

Döşemedeki eğilme gerilmesi

$$\sigma_b=M*y/I= 3.08*(4/2)/1.66=3.71 \text{ t/m}^2 < f_{ctd}=100 \text{ t/m}^2$$

Döşemede eğilme çatlama oluşmayacaktır.

Kenar kirişlerinde (K125 ve K129) boyutlar 25x60 cm,  $d=56 \text{ cm}$  ve donatı yüzdesi  $\rho=0.01$

$$A_s=\rho * b_w * d=0.01*25*56=14 \text{ cm}^2$$

Döşemenin moment taşıma kapasitesi

$$M_r=A_s * f_{yd} * z=14*3.65*(550*0.875)=24591 \text{ tcm}=245.91 \text{ tm} > 3.08 \text{ tm}$$

$$M_r > M_E$$

Kesme kuvveti altında döşemede eğik asal çekme çatlağı oluşmamalıdır. (TS 500)

$$V_{cr}=0.8*(0.65*f_{ctd})*b_w*d= 0.8*0.65*0.01*12*550= 34.32 \text{ ton} > 1.54 \text{ ton}$$

$V_{\alpha} > V_E$  döşemede eğik asal çekme çatlağı oluşmayacaktır.

Atımtay (2000)'deki yöntem esas alınarak yapılan hesap sonucu döşemelerin üzerine gelen deprem yükünü düşey taşıyıcılara güvenle aktarabildiği görülmektedir.



Çizelge 4.10 A3 türü düzensizlik durumu C-C aksı kolon statik değerleri

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
1	S109	N	117,50	130,81	19,48	19,28	-33,77	-29,62	4,42	6,56
	Üst	Mx	-2,20	2,48	-0,57	0,59	-3,18	-2,82	-0,01	0,00
	Alt	Mx	-1,02	-1,16	-0,26	-0,28	-11,43	-11,51	-0,04	0,00
	Üst	My	0,22	0,23	0,05	0,05	-0,56	-0,74	6,07	7,69
	Alt	My	0,06	-0,07	0,01	-0,01	-0,99	-1,21	10,66	12,53
2	S110	N	196,92	222,82	37,93	39,08	4,78	6,51	8,57	9,69
	Üst	Mx	-0,83	0,93	-0,23	0,25	-6,08	-5,13	0,02	0,00
	Alt	Mx	-0,38	-0,42	-0,10	-0,11	-21,91	-22,03	0,08	0,00
	Üst	My	0,40	0,43	0,11	0,12	-0,27	-0,36	9,48	10,27
	Alt	My	0,11	-0,13	0,03	-0,04	-0,64	-0,78	20,76	21,94
3	S111	N	196,93	222,82	37,90	39,08	-4,78	-6,51	9,36	9,69
	Üst	Mx	0,83	-0,93	0,23	-0,25	-6,08	-5,13	0,03	0,00
	Alt	Mx	0,38	0,42	0,11	0,11	-21,91	-22,03	0,08	0,00
	Üst	My	0,40	0,43	0,11	0,12	0,27	0,36	10,38	10,27
	Alt	My	0,11	-0,13	0,03	-0,04	0,64	0,78	22,81	21,94
4	S112	N	117,55	130,81	19,42	19,28	33,77	29,62	6,00	6,56
	Üst	Mx	2,20	-2,48	0,56	-0,59	-3,18	-2,82	0,02	0,00
	Alt	Mx	1,03	1,16	0,26	0,28	-11,43	-11,51	0,05	0,00
	Üst	My	0,22	0,23	0,05	0,05	0,56	0,74	7,86	7,69
	Alt	My	0,06	-0,07	0,01	-0,01	0,99	1,21	13,78	12,53
5	S209	N	105,32	117,36	17,49	17,33	-29,47	-26,02	3,69	5,42
	Üst	Mx	-3,19	3,25	-0,83	0,79	-6,78	-6,41	0,01	0,00
	Alt	Mx	-3,42	-3,46	-0,88	-0,83	-8,52	-8,26	0,01	0,00
	Üst	My	0,33	0,32	0,07	0,07	-0,96	-1,19	9,64	11,53
	Alt	My	0,29	-0,27	0,06	-0,05	-1,03	-1,26	10,37	12,21
6	S210	N	175,09	198,75	33,54	34,69	3,90	5,43	6,75	7,97
	Üst	Mx	-1,35	1,33	-0,38	0,35	-13,33	-12,20	0,02	0,00
	Alt	Mx	-1,37	-1,34	-0,38	-0,36	-16,66	-15,81	0,03	0,00
	Üst	My	0,60	0,59	0,17	0,17	-0,44	-0,58	14,90	15,48
	Alt	My	0,52	-0,49	0,15	-0,14	-0,51	-0,65	16,57	16,97
7	S211	N	175,11	198,75	33,52	34,69	-3,90	-5,43	7,37	7,97
	Üst	Mx	1,35	-1,33	0,38	-0,35	-13,33	-12,20	0,05	0,00
	Alt	Mx	1,36	1,34	0,38	0,36	-16,66	-15,81	0,06	0,00
	Üst	My	0,60	0,59	0,17	0,17	0,44	0,58	16,42	15,48
	Alt	My	0,52	-0,49	0,15	-0,14	0,51	0,65	18,29	16,97
8	S212	N	105,35	117,36	17,45	17,33	29,47	26,02	5,02	5,42
	Üst	Mx	3,19	-3,25	0,83	-0,79	-6,78	-6,41	0,03	0,00
	Alt	Mx	3,42	3,46	0,88	0,83	-8,52	-8,26	0,03	0,00
	Üst	My	0,33	0,32	0,07	0,07	0,96	1,19	12,74	11,53
	Alt	My	0,29	-0,27	0,06	-0,05	1,03	1,26	13,70	12,21
9	S309	N	93,04	103,83	15,47	15,36	-24,31	-21,73	2,89	4,19
	Üst	Mx	-3,15	3,25	-0,83	0,79	-7,21	-6,98	0,00	0,00
	Alt	Mx	-3,04	-3,16	-0,80	-0,77	-7,28	-6,93	0,00	0,00
	Üst	My	0,34	0,33	0,07	0,07	-0,98	-1,21	9,78	11,62
	Alt	My	0,28	-0,27	0,06	-0,06	-0,97	-1,19	9,73	11,45
10	S310	N	153,93	175,24	29,38	30,49	2,90	4,23	4,80	6,16
	Üst	Mx	-1,42	1,41	-0,41	0,38	-14,38	-13,42	0,02	0,00
	Alt	Mx	-1,38	-1,36	-0,39	-0,37	-14,45	-13,30	0,02	0,00
	Üst	My	0,64	0,63	0,18	0,19	-0,43	-0,59	15,13	15,65
	Alt	My	0,53	-0,51	0,15	-0,15	-0,43	-0,58	15,01	15,24

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
11	S311	N	153,94	175,24	29,36	30,49	-2,90	-4,23	5,22	6,16
	Üst	Mx	1,42	-1,41	0,41	-0,38	-14,38	-13,42	0,05	0,00
	Alt	Mx	1,38	1,36	0,39	0,37	-14,45	-13,30	0,05	0,00
	Üst	My	0,64	0,63	0,18	0,19	0,43	0,59	16,66	15,65
	Alt	My	0,52	-0,51	0,15	-0,15	0,43	0,58	16,52	15,24
12	S312	N	93,06	103,83	15,44	15,36	24,31	21,73	3,95	4,19
	Üst	Mx	3,15	-3,25	0,82	-0,79	-7,21	-6,98	0,03	0,00
	Alt	Mx	3,04	3,16	0,79	0,77	-7,28	-6,93	0,03	0,00
	Üst	My	0,34	0,33	0,07	0,07	0,98	1,21	12,98	11,62
	Alt	My	0,28	-0,27	0,06	-0,06	0,97	1,19	12,90	11,45
13	S409	N	80,80	90,32	13,46	13,39	-19,32	-17,52	2,21	3,10
	Üst	Mx	-3,22	3,30	-0,85	0,81	-6,85	-6,68	0,00	0,00
	Alt	Mx	-3,25	-3,32	-0,86	-0,81	-6,48	-6,14	0,00	0,00
	Üst	My	0,36	0,35	0,07	0,08	-0,94	-1,16	9,32	10,69
	Alt	My	0,32	-0,30	0,06	-0,06	-0,91	-1,12	9,13	10,99
14	S410	N	133,22	152,16	25,38	26,43	1,99	3,14	3,07	4,60
	Üst	Mx	-1,52	1,50	-0,44	0,41	-13,91	-13,03	0,01	0,01
	Alt	Mx	-1,50	-1,47	-0,43	-0,40	-13,14	-11,94	0,01	0,00
	Üst	My	0,69	0,67	0,20	0,20	-0,38	-0,56	14,41	14,79
	Alt	My	0,61	-0,58	0,18	-0,17	-0,37	-0,53	13,90	14,05
15	S411	N	133,23	152,16	25,36	26,43	-1,99	-3,14	3,32	4,60
	Üst	Mx	1,52	-1,50	0,44	-0,41	-13,91	-13,03	0,04	0,00
	Alt	Mx	1,50	1,47	0,43	0,40	-13,14	-11,94	0,04	0,00
	Üst	My	0,69	0,67	0,20	0,20	0,38	0,56	15,84	14,79
	Alt	My	0,61	-0,58	0,18	-0,17	0,37	0,53	15,27	14,05
16	S412	N	80,81	90,32	13,44	13,39	19,32	17,52	3,01	3,10
	Üst	Mx	3,22	-3,30	0,85	-0,81	-6,85	-6,68	0,03	0,00
	Alt	Mx	3,25	3,32	0,86	0,81	-6,48	-6,14	0,03	0,00
	Üst	My	0,36	0,35	0,07	0,08	0,94	1,16	12,40	10,99
	Alt	My	0,32	-0,30	0,06	-0,06	0,91	1,12	12,13	10,69
17	S509	N	68,57	76,83	11,45	11,42	-14,72	-13,59	1,65	2,17
	Üst	Mx	-3,68	3,77	-0,98	0,93	-6,43	-6,27	0,00	0,01
	Alt	Mx	-3,46	-3,51	-0,92	-0,86	-5,84	-5,52	0,00	0,01
	Üst	My	0,41	0,40	0,09	0,09	-0,91	-1,12	8,99	10,55
	Alt	My	0,36	-0,34	0,07	-0,07	-0,87	-1,07	8,60	10,06
18	S510	N	112,95	129,49	21,53	22,50	1,19	2,20	1,57	3,28
	Üst	Mx	-1,74	1,70	-0,51	0,46	-13,13	-12,21	0,01	0,01
	Alt	Mx	-1,66	-1,60	-0,48	-0,44	-12,02	10,82	0,01	0,01
	Üst	My	0,80	0,77	0,23	0,23	-0,33	-0,53	13,51	13,75
	Alt	My	0,70	-0,66	0,20	-0,20	-0,32	-0,50	12,82	12,97
19	S511	N	112,96	129,49	21,51	22,50	-1,19	-2,20	1,68	3,28
	Üst	Mx	1,74	-1,70	0,51	-0,46	-13,13	-12,21	0,03	0,01
	Alt	Mx	1,66	1,60	0,48	0,44	-12,02	-10,82	0,03	0,01
	Üst	My	0,80	0,77	0,23	0,23	0,33	0,53	14,82	13,76
	Alt	My	0,70	-0,66	0,20	-0,20	0,32	0,50	14,05	12,97
20	S512	N	68,58	76,83	11,43	11,42	14,72	13,60	2,25	2,17
	Üst	Mx	3,68	-3,77	0,98	-0,93	-6,43	-6,27	0,02	0,01
	Alt	Mx	3,46	3,51	0,92	0,86	-5,84	-5,52	0,02	0,01
	Üst	My	0,41	0,40	0,09	0,09	0,91	1,12	12,00	10,55
	Alt	My	0,36	-0,34	0,07	-0,07	0,87	1,07	11,46	10,06

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
21	S609	N	56,38	63,37	9,44	9,45	-10,61	-10,02	1,22	1,45
	Üst	Mx	-3,13	3,21	-0,84	0,79	-5,52	-5,38	0,01	0,01
	Alt	Mx	-2,96	-2,98	-0,79	-0,74	-4,98	-4,74	0,01	0,00
	Üst	My	0,37	0,34	0,08	0,08	-0,73	-0,92	7,30	8,67
	Alt	My	0,34	-0,30	0,07	-0,06	-0,71	-0,88	7,08	8,28
22	S610	N	92,87	106,98	17,75	18,62	0,56	1,45	0,33	2,20
	Üst	Mx	-1,52	1,48	-0,45	0,41	-11,77	-10,95	0,02	0,01
	Alt	Mx	-1,45	-1,39	-0,43	-0,38	-10,68	-9,66	0,02	0,01
	Üst	My	0,67	0,69	0,19	0,21	-0,30	-0,48	12,00	12,60
	Alt	My	0,63	-0,60	0,18	-0,18	-0,28	-0,46	11,57	11,88
23	S611	N	92,88	106,98	17,73	18,62	-0,56	-1,45	0,33	2,20
	Üst	Mx	1,52	-1,48	0,45	-0,41	-11,77	-10,95	0,02	0,01
	Alt	Mx	1,45	1,39	0,43	0,38	-10,68	-9,66	0,02	0,01
	Üst	My	0,67	0,69	0,19	0,21	0,30	0,48	13,15	12,60
	Alt	My	0,63	-0,60	0,18	-0,18	0,28	0,46	12,67	11,88
24	S612	N	56,38	63,37	9,43	9,45	10,61	10,02	1,67	1,45
	Üst	Mx	3,13	-3,21	0,84	-0,79	-5,52	-8,67	0,01	0,01
	Alt	Mx	2,96	2,98	0,79	0,74	-4,98	-8,28	0,01	0,01
	Üst	My	0,37	0,34	0,08	0,08	0,73	0,92	9,71	5,38
	Alt	My	0,34	-0,30	0,07	-0,06	0,71	0,88	9,40	4,74
25	S709	N	44,54	50,33	7,44	7,49	-7,03	-6,86	0,62	0,91
	Üst	Mx	-3,32	3,38	-0,89	0,84	-4,94	-4,82	0,01	0,01
	Alt	Mx	-3,33	-3,40	-0,89	-0,84	-4,37	-4,13	0,01	0,01
	Üst	My	0,42	0,37	0,09	0,08	-0,67	-0,85	6,63	7,88
	Alt	My	0,41	-0,35	0,08	-0,08	-0,64	-0,82	6,33	7,55
26	S710	N	73,32	85,04	13,96	14,79	0,10	0,91	0,11	1,35
	Üst	Mx	-1,59	1,54	-0,47	0,43	-10,56	-9,80	0,02	0,01
	Alt	Mx	-1,60	-1,54	-0,47	-0,43	-9,39	-8,34	0,02	0,01
	Üst	My	0,70	0,74	0,20	0,22	-0,26	-0,44	10,71	11,29
	Alt	My	0,67	-0,70	0,19	-0,21	-0,23	-0,41	9,91	10,43
27	S711	N	73,33	85,04	13,94	14,79	-0,10	-0,91	0,15	1,35
	Üst	Mx	1,59	-1,54	0,47	-0,43	-10,56	-9,80	0,01	0,01
	Alt	Mx	1,60	1,54	0,47	0,43	-9,39	-8,34	0,00	0,01
	Üst	My	0,70	0,74	0,20	0,22	0,26	0,44	11,71	11,29
	Alt	My	0,67	-0,70	0,19	-0,21	0,23	0,41	10,81	10,43
28	S712	N	44,53	50,33	7,43	7,49	7,03	6,86	0,85	0,91
	Üst	Mx	3,32	-3,38	0,89	-0,84	-4,94	-4,82	0,00	0,01
	Alt	Mx	3,33	3,40	0,90	0,84	-4,37	-4,13	0,00	0,01
	Üst	My	0,42	0,37	0,09	0,08	0,67	0,85	8,83	7,88
	Alt	My	0,41	-0,35	0,08	-0,08	0,64	0,82	8,43	7,55
29	S809	N	32,71	37,30	5,44	5,53	-4,05	-4,15	0,16	0,52
	Üst	Mx	-3,29	3,37	-0,89	0,84	-4,01	-3,96	0,01	0,01
	Alt	Mx	-3,30	-3,37	-0,89	-0,84	-3,36	-3,21	0,01	0,01
	Üst	My	0,43	0,38	0,09	0,08	-0,57	-0,73	5,53	6,65
	Alt	My	0,42	-0,37	0,09	-0,08	-0,53	-0,69	5,18	6,26
30	S810	N	54,06	63,38	10,26	11,04	-0,22	-0,56	0,37	0,75
	Üst	Mx	-1,79	1,75	-0,54	0,49	-9,48	-8,72	0,02	0,01
	Alt	Mx	-1,70	-1,63	-0,51	-0,45	-7,78	-6,78	0,02	0,01
	Üst	My	0,79	0,82	0,22	0,25	-0,20	-0,40	9,41	9,99
	Alt	My	0,72	-0,75	0,21	-0,23	-0,17	-0,35	8,19	8,67

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
31	S811	N	54,08	63,38	10,24	11,04	0,22	0,56	0,43	0,75
	Üst	Mx	1,79	-1,75	0,54	-0,49	-9,48	-8,72	0,01	0,01
	Alt	Mx	1,70	1,63	0,51	0,45	-7,78	-6,78	0,01	0,01
	Üst	My	0,79	0,82	0,22	0,25	0,20	0,40	10,26	9,99
	Alt	My	0,72	-0,75	0,21	-0,23	0,17	0,35	8,90	8,67
32	S812	N	32,70	37,30	5,43	5,53	4,05	4,15	0,23	0,52
	Üst	Mx	3,29	-3,37	0,89	-0,84	-4,01	-3,96	0,01	0,01
	Alt	Mx	3,30	3,37	0,89	0,84	-3,36	-3,21	0,01	0,01
	Üst	My	0,43	0,38	0,09	0,08	0,57	0,73	7,39	6,65
	Alt	My	0,42	-0,37	0,09	-0,08	0,53	0,69	6,92	6,26
33	S909	N	20,92	24,31	3,45	3,57	-1,80	-2,01	0,11	0,28
	Üst	Mx	-3,50	3,50	-0,95	0,88	-3,34	-3,34	0,01	0,01
	Alt	Mx	-3,41	-3,43	-0,92	-0,86	-2,44	-2,37	0,01	0,01
	Üst	My	0,48	0,42	0,10	0,09	-0,46	-0,61	4,67	5,63
	Alt	My	0,46	-0,41	0,10	-0,09	-0,41	-0,55	4,16	5,03
34	S910	N	34,81	41,72	6,56	7,30	-0,39	-0,40	0,45	0,46
	Üst	Mx	-1,56	1,50	-0,46	0,41	-6,46	-5,99	0,02	0,00
	Alt	Mx	-1,48	-1,41	-0,44	-0,39	-5,01	-4,32	0,01	0,00
	Üst	My	0,64	0,66	0,19	0,20	-0,10	-0,25	6,09	6,48
	Alt	My	0,62	-0,64	0,18	-0,20	-0,07	-0,21	5,12	5,39
35	S911	N	34,83	41,72	6,54	7,30	0,39	0,40	0,50	0,46
	Üst	Mx	1,56	-1,50	0,46	-0,41	-6,46	-5,99	0,01	0,00
	Alt	Mx	1,48	1,41	0,44	0,39	-5,01	-4,32	0,02	0,00
	Üst	My	0,64	0,66	0,19	0,20	0,10	0,25	6,57	6,48
	Alt	My	0,62	-0,64	0,18	-0,20	0,07	0,21	5,50	5,39
36	S912	N	20,92	24,31	3,44	3,57	1,80	2,01	0,14	0,28
	Üst	Mx	3,50	-3,50	0,95	-0,88	-3,34	-3,34	0,02	0,00
	Alt	Mx	3,41	3,43	0,92	0,86	-2,44	-2,37	0,02	0,01
	Üst	My	0,48	0,42	0,10	0,09	0,46	0,61	6,18	5,63
	Alt	My	0,46	-0,41	0,10	-0,09	0,41	0,55	5,52	5,03
37	S1009	N	9,07	11,23	1,44	1,60	-0,45	-0,60	0,16	0,17
	Üst	Mx	-3,81	4,36	-1,00	1,07	-1,46	-1,64	0,01	0,01
	Alt	Mx	-3,21	-3,32	-0,85	-0,82	-0,76	-0,83	0,01	0,00
	Üst	My	0,46	0,43	0,10	0,09	-0,27	-0,37	2,56	2,96
	Alt	My	0,40	-0,37	0,08	-0,08	-0,22	-0,30	2,05	2,37
38	S1010	N	15,93	20,49	2,86	3,58	-0,39	-0,33	0,29	0,27
	Üst	Mx	-1,76	1,74	-0,53	0,50	-4,92	-4,36	0,01	0,01
	Alt	Mx	-1,72	-1,66	-0,51	-0,46	-3,41	-2,69	0,01	0,01
	Üst	My	0,94	1,03	0,26	0,31	-0,04	-0,22	4,69	4,87
	Alt	My	0,81	-0,86	0,23	-0,26	-0,01	-0,17	3,60	3,62
39	S1011	N	15,94	20,49	2,87	3,58	0,39	0,33	0,32	0,27
	Üst	Mx	1,76	-1,74	0,53	-0,50	-4,92	-4,36	0,03	0,01
	Alt	Mx	1,72	1,66	0,51	0,46	-3,41	-2,69	0,03	0,01
	Üst	My	0,94	1,03	0,26	0,31	0,04	0,22	5,03	4,87
	Alt	My	0,81	-0,86	0,23	-0,26	0,01	0,17	3,85	3,62
40	S1012	N	9,07	11,23	1,44	1,60	0,45	0,60	0,21	0,17
	Üst	Mx	3,81	-4,36	1,00	-1,07	-1,46	-1,64	0,03	0,01
	Alt	Mx	3,21	3,32	0,85	0,82	-0,76	-0,83	0,03	0,00
	Üst	My	0,45	0,43	0,09	0,09	0,27	0,37	3,49	2,96
	Alt	My	0,40	-0,37	0,08	-0,08	0,22	0,30	2,81	2,37

Yukarıdaki çizelgede; N kolona gelen normal kuvveti,  $M_x$  ve  $M_y$  x ve y yönü kolon momentlerini, GGG zati yükleri, QQQ hareketli yükleri, DepX ve DepY deprem yüklerini ifade etmektedir.



#### 4.4 A4 Türü Düzensizlik Durumu İçeren Yapı Sistemi

Aşağıdaki bilgiler her iki programda da aynı şekilde kabul edilmiştir.

##### Bina Genel Bilgileri:

Kat Sayısı	: 10
Kat Yükseklikleri	: 3 m
Etkin Yer İvme Katsayısı ( $A_0$ )	: 0.4
Deprem Bölgesi	: 1
Bina Davranış Katsayısı (R)	: 7
Bina Önem Katsayısı (I)	: 1
Spektrum Karakteristik Periyotları ( $T_A, T_B$ )	: 0.10 – 0.30 sn
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (n)	: 0.3
Beton Sınıfı	: BS 20
Çelik Sınıfı	: BÇ III

##### Kolon boyutları:

Çizelge 4.11 A4 türü düzensizlik durumu için kolon boyutları

	B2 – C2	B3 – C3	Diğer bütün kolonlar
1. – 5. Katlar:	40x70	25x200	60x60
6. – 8. Katlar:	40x60	25x200	55x55
9. – 10. Katlar:	40x50	25x200	50x50

##### Kiriş boyutları ve kiriş yükleri:

Tüm kiriş boyutları (25/60)

1. – 9. Katlarda  $g=0.6$  t/m (Zati ağırlık hariç)

10. Katta  $g=0.25$  t/m (Zati ağırlık hariç)

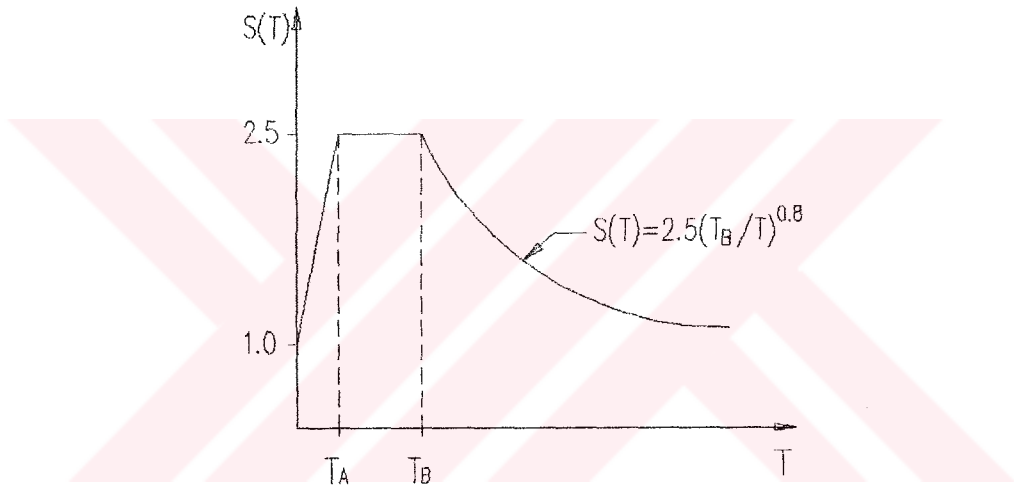
##### Döşeme kalınlığı ve döşeme yükleri:

1. – 9. Katlarda  $h_f=12$  cm  $g=0.511$  t/m<sup>2</sup>  $q=0.2$  t/m<sup>2</sup>

10. Katta  $h_f=12$  cm  $g=0.448$  t/m<sup>2</sup>  $q=0.15$  t/m<sup>2</sup>

**İvme Spektrum Bilgileri:**

T (sn)	S <sub>T</sub> (m/sn <sup>2</sup> )	T (sn)	S <sub>T</sub> (m/sn <sup>2</sup> )
0.0	1.000	0.1	2.500
0.3	2.500	0.4	1.986
0.5	1.661	0.6	1.436
0.7	1.269	0.8	1.141
0.9	1.038	1.0	0.954
1.1	0.884	1.2	0.825
1.3	0.774	1.4	0.729
1.5	0.700	2.0	0.700



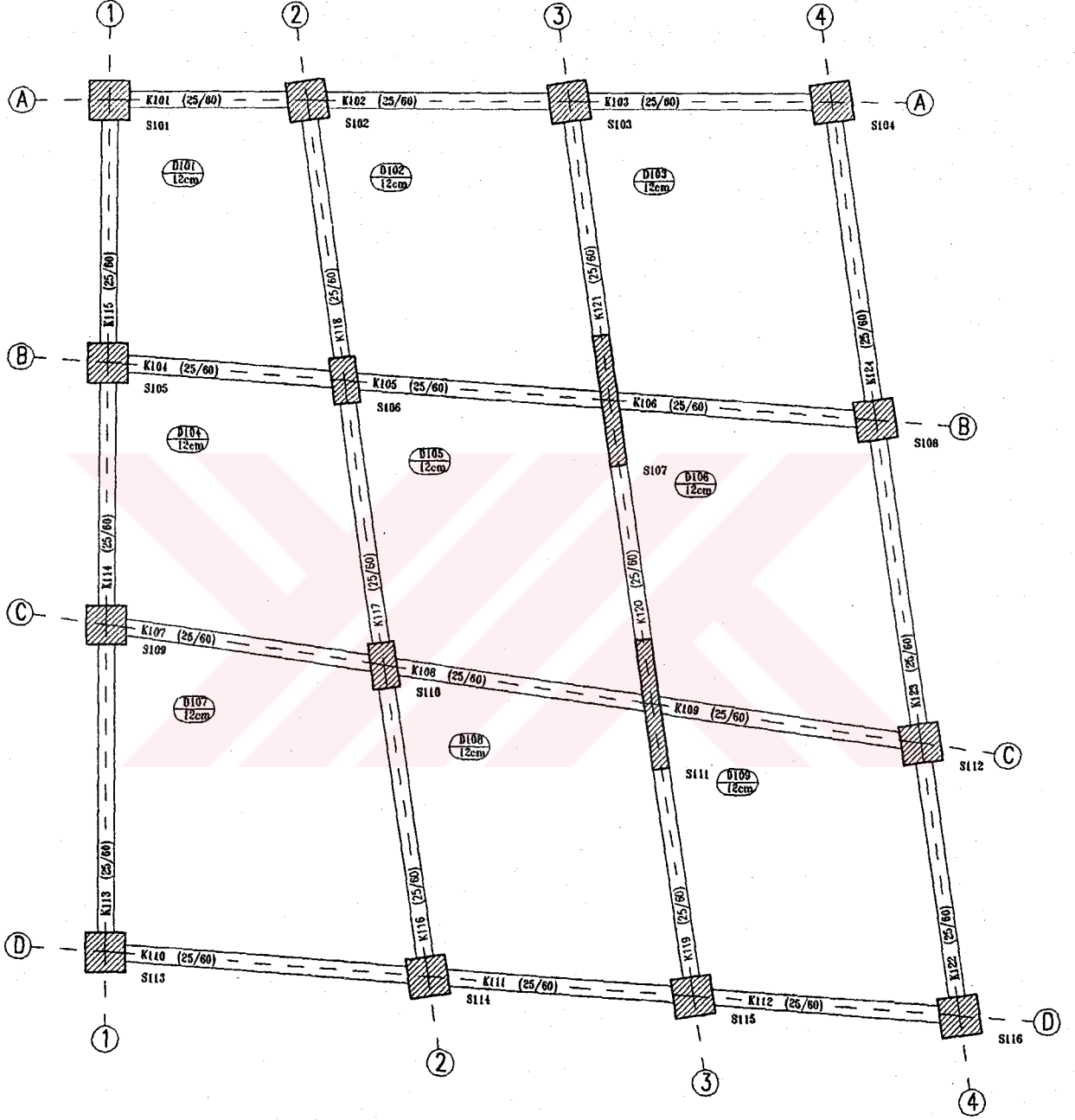
Şekil 4.9 A4 türü düzensizlik durumu için spektrum katsayısı – periyot grafiği

**Kat ağırlık ve kütle bilgileri:**

Çizelge 4.12 A4 türü düzensizlik durumu için kat ağırlık ve kütle bilgileri

Kat No	W <sub>g</sub>	W <sub>q</sub>	W=W <sub>g</sub> +n <sub>x</sub> W <sub>q</sub>	m=W/g	I <sub>z</sub>
1	185,11	32,35	194,82	19,86	541,29
2	185,11	32,35	194,82	19,86	541,29
3	185,11	32,35	194,82	19,86	541,29
4	185,11	32,35	194,82	19,86	541,29
5	185,11	32,35	194,82	19,86	541,29
6	179,95	32,40	189,67	19,33	527,00
7	179,95	32,40	189,67	19,33	527,00
8	179,95	32,40	189,67	19,33	527,00
9	175,55	32,43	185,28	18,89	514,80
10	153,50	24,23	160,77	16,39	446,70

W<sub>g</sub> zati ağırlık , W<sub>q</sub> hareketli yüklerin ağırlığı , W kat toplam ağırlığı (ton), n hareketli yük katılım katsayısı, m kütle, g yerçekimi ivmesi (9.81 m/s<sup>2</sup>) I<sub>z</sub> kütle atalet momentidir.



NORMAL KAT KALIP PLANI (1/100)

Şekil 4.10 A4 türü düzensizlik durumu içeren yapının normal kat kalıp planı

Planda da görüldüğü gibi akslardan bazıları x ve y eksenlerine paralel değildir ve bunun sonucu olarak da yapıda A4 düzensizliği bulunmaktadır.

Çizelge 4.13 A4 türü düzensizlik durumu A-A aksı kolon statik değerleri

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
1	S101	N	77,60	82,34	10,44	9,56	-52,91	-52,85	33,29	48,19
	Üst	Mx	-0,52	0,57	-0,10	0,10	-4,89	-4,85	0,28	1,25
	Alt	Mx	-0,21	-0,23	-0,04	-0,04	-15,21	-12,85	0,99	7,90
	Üst	My	-0,89	-0,90	-0,17	-0,16	-0,54	-0,62	2,32	3,67
	Alt	My	-0,36	0,36	-0,07	0,06	-1,47	-4,91	11,08	9,85
2	S102	N	95,97	105,01	15,26	14,74	6,28	19,16	39,98	24,68
	Üst	Mx	-0,57	0,60	-0,14	0,13	-8,70	-8,25	0,06	0,93
	Alt	Mx	-0,24	-0,24	-0,06	-0,05	-16,96	-14,42	0,89	7,98
	Üst	My	-1,38	-1,46	-0,38	-0,37	-0,70	-0,58	2,38	6,33
	Alt	My	-0,58	0,62	-0,16	0,16	-0,60	-5,56	11,15	11,07
3	S103	N	101,11	114,07	16,72	16,86	7,25	22,74	50,85	28,50
	Üst	Mx	-0,04	0,07	0,00	0,01	-7,96	-7,32	0,01	0,91
	Alt	Mx	0,01	0,00	0,00	0,00	-16,62	-13,99	0,86	8,86
	Üst	My	-1,12	-1,55	-0,32	-0,40	-0,47	-0,67	3,06	5,63
	Alt	My	-0,46	0,66	-0,14	0,17	0,77	6,94	11,51	10,75
4	S104	N	86,07	92,92	12,46	11,92	44,82	38,58	38,80	32,79
	Üst	Mx	0,66	-0,76	0,13	-0,14	-4,06	-3,76	0,02	2,92
	Alt	Mx	0,33	0,38	0,07	0,07	-14,83	-12,35	0,85	9,50
	Üst	My	-1,29	-1,33	-0,27	-0,26	-0,38	-0,67	1,15	0,84
	Alt	My	-0,54	0,57	-0,11	0,11	2,08	8,54	10,68	10,19
5	S201	N	70,82	74,95	9,72	8,87	-43,81	-44,60	29,40	41,40
	Üst	Mx	-0,91	0,93	-0,19	0,17	-7,14	-7,11	0,53	3,54
	Alt	Mx	-0,86	-0,81	-0,17	-0,14	-8,55	-8,22	0,68	5,39
	Üst	My	-1,36	-1,25	-0,27	-0,23	-0,49	-2,15	5,14	5,49
	Alt	My	-1,35	1,23	-0,27	0,22	-0,36	-3,62	7,07	6,42
6	S202	N	86,13	94,04	13,76	13,25	3,24	16,68	35,14	22,06
	Üst	Mx	-1,06	1,02	-0,26	0,23	-13,23	-12,10	0,11	3,50
	Alt	Mx	-0,98	-0,88	-0,24	-0,19	-14,78	-13,22	0,29	5,67
	Üst	My	-2,19	-2,05	-0,61	-0,52	-0,58	-2,46	5,58	9,45
	Alt	My	-2,18	2,04	-0,60	0,52	-0,26	-4,19	7,69	10,37
7	S203	N	90,71	101,94	15,09	15,10	7,46	20,46	44,76	25,58
	Üst	Mx	0,04	-0,03	0,02	-0,01	-12,30	-10,99	0,09	3,98
	Alt	Mx	0,03	0,02	0,01	0,01	-13,71	-11,99	0,24	6,52
	Üst	My	-1,70	-2,02	-0,51	-0,54	0,13	3,08	7,30	8,61
	Alt	My	-1,71	2,09	-0,50	0,55	0,65	5,13	9,58	9,44
8	S204	N	77,79	83,93	11,39	10,87	38,84	33,67	34,87	28,87
	Üst	Mx	1,02	-1,10	0,21	-0,21	-6,10	-5,84	0,12	4,65
	Alt	Mx	1,10	1,17	0,23	0,22	-7,36	-6,81	0,23	5,48
	Üst	My	-1,85	-1,73	-0,39	-0,34	0,52	3,34	4,37	4,07
	Alt	My	-1,92	1,77	-0,40	0,34	1,29	5,77	6,97	7,03
9	S301	N	63,46	67,02	8,86	8,06	-34,34	-35,75	24,58	33,85
	Üst	Mx	-1,09	1,11	-0,24	0,22	-6,92	-6,84	0,45	4,31
	Alt	Mx	-1,01	-0,98	-0,22	-0,19	-7,05	-6,78	0,47	4,63
	Üst	My	-1,50	-1,38	-0,31	-0,26	-0,29	-2,79	5,82	5,38
	Alt	My	-1,37	1,28	-0,28	0,24	-0,13	-3,18	6,22	5,35
10	S302	N	76,21	83,09	12,23	11,75	0,59	14,13	29,15	18,91
	Üst	Mx	-1,29	1,25	-0,33	0,28	-12,95	-11,86	0,07	4,47
	Alt	Mx	-1,20	-1,11	-0,30	-0,25	-13,04	-11,84	0,03	4,94
	Üst	My	-2,44	-2,25	-0,68	-0,58	-0,37	-3,26	6,40	9,40
	Alt	My	-2,26	2,10	-0,63	0,54	-0,22	-3,73	6,86	9,40

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
11	S303	N	80,25	89,92	13,41	13,36	6,99	17,45	37,05	21,78
	Üst	Mx	0,14	-0,17	0,04	-0,04	-12,41	-11,09	0,04	5,20
	Alt	Mx	0,14	0,18	0,04	0,05	-12,40	-10,96	0,04	5,80
	Üst	My	-1,83	-2,07	-0,56	-0,55	0,38	4,07	8,43	8,81
	Alt	My	-1,68	1,94	-0,52	0,52	0,54	4,59	8,94	8,73
12	S304	N	69,20	74,63	10,23	9,75	32,08	28,18	29,76	24,27
	Üst	Mx	1,10	-1,24	0,24	-0,24	-6,28	-5,96	0,17	4,83
	Alt	Mx	1,06	1,21	0,23	0,24	-6,32	-5,82	0,15	4,75
	Üst	My	-1,87	-1,76	-0,40	-0,34	0,81	4,44	5,50	5,42
	Alt	My	-1,73	1,64	-0,37	0,32	0,95	5,00	6,13	6,10
13	S401	N	55,67	58,69	7,88	7,15	-25,90	-27,66	19,70	26,78
	Üst	Mx	-1,25	1,27	-0,28	0,25	-6,30	-6,19	0,41	4,32
	Alt	Mx	-1,21	-1,18	-0,27	-0,23	-5,97	-5,83	0,40	4,02
	Üst	My	-1,64	-1,50	-0,35	-0,29	-0,16	-2,87	5,70	4,89
	Alt	My	-1,58	1,45	-0,33	0,28	-0,01	-2,74	5,46	4,59
14	S402	N	66,25	72,15	10,68	10,26	-1,33	-11,84	23,17	15,72
	Üst	Mx	-1,50	1,45	-0,39	0,33	-12,05	-11,00	0,14	4,58
	Alt	Mx	-1,44	-1,34	-0,37	-0,30	-11,87	-10,78	0,15	4,32
	Üst	My	-2,68	-2,43	-0,75	-0,62	-0,27	3,40	6,29	8,75
	Alt	My	-2,60	2,36	-0,73	0,61	-0,19	3,26	6,06	8,58
15	S403	N	69,75	77,98	11,71	11,63	6,20	14,32	29,34	17,87
	Üst	Mx	0,20	-0,27	0,06	-0,07	-11,81	-10,53	0,08	5,35
	Alt	Mx	0,19	0,28	0,06	0,07	-11,55	-10,22	0,04	5,09
	Üst	My	-1,97	-2,13	-0,61	-0,57	0,43	4,22	8,23	8,39
	Alt	My	-1,91	2,09	-0,59	0,56	0,44	4,04	8,10	8,15
16	S404	N	60,41	65,11	9,01	8,58	25,57	22,88	24,44	19,68
	Üst	Mx	1,18	-1,35	0,27	-0,27	-5,97	-5,65	0,27	4,60
	Alt	Mx	1,19	1,36	0,27	0,27	-5,56	-5,20	0,21	4,25
	Üst	My	-1,94	-1,81	-0,42	-0,35	0,86	4,63	5,56	5,64
	Alt	My	-1,91	1,76	-0,41	0,34	0,77	4,36	5,34	5,31
17	S501	N	47,48	49,99	6,80	6,17	-18,60	-20,49	15,07	20,39
	Üst	Mx	-1,52	1,53	-0,35	0,31	-5,40	-5,37	0,31	4,06
	Alt	Mx	-1,41	-1,39	-0,33	-0,28	-5,02	-4,99	0,27	3,57
	Üst	My	-1,94	-1,78	-0,42	-0,35	0,06	2,76	5,35	4,25
	Alt	My	-1,78	1,62	-0,38	0,31	0,10	2,40	4,81	3,95
18	S502	N	56,25	61,22	9,11	8,75	-2,54	-9,78	17,56	12,66
	Üst	Mx	-1,82	1,74	-0,47	0,39	-11,30	-10,33	0,30	4,41
	Alt	Mx	-1,70	-1,59	-0,44	-0,36	-10,77	-9,82	0,32	3,88
	Üst	My	-3,17	-2,87	-0,89	-0,74	-0,14	-3,34	5,96	8,26
	Alt	My	-2,93	2,62	-0,82	0,67	-0,15	-2,91	5,41	7,85
19	S503	N	59,18	66,10	9,98	9,91	5,20	11,33	22,17	14,15
	Üst	Mx	0,28	-0,40	0,08	-0,10	-11,32	-10,12	0,03	5,29
	Alt	Mx	0,26	0,37	0,07	0,09	-10,73	-9,53	0,02	4,62
	Üst	My	-2,37	-2,47	-0,74	-0,67	0,44	4,20	8,22	8,09
	Alt	My	-2,16	2,25	-0,68	0,61	0,35	3,65	7,49	7,63
20	S504	N	51,41	55,37	7,73	7,36	19,56	17,91	19,28	15,34
	Üst	Mx	1,39	-1,62	0,32	-0,33	-5,34	5,09	0,31	4,17
	Alt	Mx	1,31	1,51	0,30	0,31	-4,90	-4,64	0,23	3,82
	Üst	My	-2,22	-2,07	-0,49	-0,41	0,83	-4,54	5,43	5,54
	Alt	My	-2,05	1,89	-0,45	0,37	0,65	-3,93	4,82	4,80

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
21	S601	N	39,10	41,11	5,68	5,14	-12,38	-14,36	10,92	14,81
	Üst	Mx	-1,42	1,41	-0,33	0,29	-4,81	-4,64	0,24	3,48
	Alt	Mx	-1,33	-1,28	-0,31	-0,26	-4,41	-4,32	0,19	3,01
	Üst	My	-1,79	-1,63	-0,39	-0,32	-0,05	-2,30	4,55	3,68
	Alt	My	-1,65	1,48	-0,36	0,29	-0,02	-1,93	4,01	3,41
22	S602	N	46,23	50,29	7,54	7,25	-3,24	-7,98	12,61	9,88
	Üst	Mx	-1,66	1,57	-0,43	0,36	-9,42	-8,46	0,26	3,72
	Alt	Mx	-1,56	-1,44	-0,41	-0,33	-8,92	-8,03	0,29	3,19
	Üst	My	-2,89	-2,59	-0,81	-0,67	-0,15	-2,77	4,99	6,76
	Alt	My	-2,68	2,37	-0,75	0,61	-0,18	-2,34	4,43	6,41
23	S603	N	48,56	54,25	8,24	8,19	4,23	8,57	15,74	10,71
	Üst	Mx	0,27	-0,37	0,08	-0,09	-9,64	-8,49	0,12	4,56
	Alt	Mx	0,24	0,34	0,07	0,08	-9,08	-7,99	0,04	3,87
	Üst	My	-2,05	-2,18	-0,65	-0,59	0,29	3,60	6,55	6,78
	Alt	My	-1,95	2,01	-0,61	0,55	0,21	3,04	6,06	6,38
24	S604	N	42,31	45,53	6,43	6,12	14,15	13,36	14,50	11,37
	Üst	Mx	1,26	-1,45	0,29	-0,30	-4,96	-4,60	0,36	3,74
	Alt	Mx	1,17	1,35	0,27	0,28	-4,50	-4,21	0,28	3,43
	Üst	My	-2,02	-1,86	-0,45	-0,37	0,72	3,91	4,72	4,76
	Alt	My	-1,87	1,69	-0,41	0,33	0,53	3,29	4,08	4,00
25	S701	N	30,96	32,56	4,50	4,08	-7,28	-9,26	7,37	10,03
	Üst	Mx	-1,54	1,53	-0,36	0,32	-4,08	-3,13	0,13	3,17
	Alt	Mx	-1,54	-1,50	-0,36	-0,31	-3,42	-2,58	0,09	2,77
	Üst	My	-1,89	-1,72	-0,42	-0,34	0,03	2,06	4,05	3,99
	Alt	My	-1,90	1,72	-0,42	0,34	0,13	1,67	3,41	3,49
26	S702	N	36,59	39,80	5,94	5,74	-3,50	-6,39	8,44	7,44
	Üst	Mx	-1,82	1,72	-0,48	0,39	-8,29	-7,48	0,37	3,40
	Alt	Mx	-1,80	-1,67	-0,47	-0,38	-7,86	-7,14	0,42	2,81
	Üst	My	-3,05	-2,72	-0,86	-0,70	-0,10	-2,52	4,47	6,00
	Alt	My	-3,06	2,74	-0,86	0,71	-0,10	-2,06	3,82	5,74
27	S703	N	38,42	42,88	6,50	6,48	3,35	6,12	10,48	7,62
	Üst	Mx	0,33	-0,44	0,09	-0,11	-8,65	-7,65	0,09	4,17
	Alt	Mx	0,33	0,44	0,09	0,11	-8,20	-7,26	0,04	3,53
	Üst	My	-2,06	-2,20	-0,66	-0,61	0,24	3,29	5,76	6,14
	Alt	My	-2,08	2,24	-0,66	0,62	0,14	2,76	5,15	5,83
28	S704	N	33,53	36,06	5,10	4,86	9,46	9,28	10,26	7,86
	Üst	Mx	1,31	-1,54	0,31	-0,32	-4,40	-4,10	0,35	3,35
	Alt	Mx	1,34	1,57	0,32	0,33	-3,69	-3,50	0,29	2,89
	Üst	My	-2,07	-1,91	-0,46	-0,38	0,65	3,61	4,35	4,39
	Alt	My	-2,10	1,93	-0,47	0,38	0,43	2,92	3,61	3,58
29	S801	N	22,53	23,74	3,25	2,96	-3,35	-5,15	4,33	5,97
	Üst	Mx	-1,80	1,74	-0,43	0,36	-3,07	-3,13	0,04	2,50
	Alt	Mx	-1,68	-1,62	-0,40	-0,34	-2,40	-2,61	0,02	2,10
	Üst	My	-2,22	-2,01	-0,49	-0,40	0,16	1,74	3,36	2,66
	Alt	My	-2,05	1,84	-0,45	0,37	0,20	1,28	2,59	2,05
30	S802	N	26,92	29,31	4,34	4,23	-3,22	-4,80	4,93	5,18
	Üst	Mx	-2,06	1,93	-0,54	0,44	-7,02	-6,36	0,46	2,97
	Alt	Mx	-1,96	-1,82	-0,52	-0,42	-6,32	-5,79	0,47	2,28
	Üst	My	-3,53	-3,16	-0,99	-0,81	-0,03	-2,19	3,75	5,15
	Alt	My	-3,29	2,90	-0,93	0,75	-0,07	-1,62	2,94	4,70

			Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
	Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
31	S803	N	28,32	31,59	4,77	4,78	2,43	4,01	6,21	4,92
	Üst	Mx	0,42	-0,54	0,11	-0,13	-7,62	-6,72	0,10	3,76
	Alt	Mx	0,38	0,51	0,10	0,12	-6,84	-6,04	0,05	2,89
	Üst	My	-2,38	-2,53	-0,76	-0,70	0,18	2,93	5,05	5,42
	Alt	My	-2,20	2,32	-0,71	0,64	0,05	2,21	4,14	4,89
32	S804	N	24,59	26,44	3,73	3,56	5,52	5,71	6,52	4,84
	Üst	Mx	1,56	-1,81	0,37	-0,38	-3,63	-3,41	0,42	2,82
	Alt	Mx	1,44	1,67	0,34	0,35	-2,87	-2,75	0,34	2,31
	Üst	My	-2,41	-2,21	-0,54	-0,44	0,55	3,19	3,81	3,91
	Alt	My	-2,22	2,02	-0,50	0,40	0,30	2,36	2,83	2,92
33	S901	N	14,16	14,97	2,02	1,85	-0,68	-2,29	2,05	2,89
	Üst	Mx	-1,36	1,41	-0,32	0,30	-2,28	-2,29	0,09	1,81
	Alt	Mx	-1,36	-1,36	-0,32	-0,28	-1,57	-1,75	0,05	1,37
	Üst	My	-1,65	-1,57	-0,37	-0,32	0,03	1,16	2,26	1,93
	Alt	My	-1,68	1,53	-0,37	0,31	0,12	0,79	1,64	1,38
34	S902	N	17,29	18,84	2,75	2,73	-2,55	-3,27	2,29	3,24
	Üst	Mx	-1,61	1,57	-0,42	0,36	-4,54	-4,18	0,21	3,37
	Alt	Mx	-1,58	-1,50	-0,41	-0,34	-4,05	-3,71	0,27	3,01
	Üst	My	-2,60	-2,41	-0,74	-0,62	-0,06	-1,45	2,42	2,07
	Alt	My	-2,63	2,37	-0,74	0,61	-0,07	-1,00	1,81	1,49
35	S903	N	18,22	20,31	3,04	3,09	1,59	2,31	3,03	2,72
	Üst	Mx	0,27	-0,41	0,07	-0,09	-5,05	-4,57	0,18	2,60
	Alt	Mx	0,28	0,38	0,07	0,09	-4,55	-4,02	0,13	1,93
	Üst	My	-1,74	-1,90	-0,57	-0,53	0,05	1,99	3,32	3,67
	Alt	My	-1,76	1,89	-0,57	0,52	-0,04	1,45	2,67	3,24
36	S904	N	15,70	16,85	2,37	2,27	2,48	2,84	3,49	2,46
	Üst	Mx	1,10	-1,37	0,26	-0,29	-2,77	-2,61	0,39	2,75
	Alt	Mx	1,13	1,33	0,27	0,28	-2,05	-1,93	0,36	1,93
	Üst	My	-1,80	-1,69	-0,41	-0,34	0,40	2,26	2,59	2,12
	Alt	My	-1,81	1,67	-0,41	0,34	0,17	1,57	1,82	1,59
37	S1001	N	6,24	6,60	0,81	0,75	0,28	0,77	0,63	0,94
	Üst	Mx	-2,04	1,96	-0,48	0,40	-0,27	-0,88	0,16	0,75
	Alt	Mx	-1,71	-1,67	-0,40	-0,35	0,22	0,70	0,19	0,58
	Üst	My	-2,67	-2,49	-0,58	-0,49	0,39	0,91	1,32	1,40
	Alt	My	-2,20	2,00	-0,48	0,40	0,39	0,59	0,70	0,84
38	S1002	N	7,99	8,74	1,17	1,22	-1,39	-1,58	0,74	1,47
	Üst	Mx	-2,02	1,91	-0,53	0,44	-2,56	-2,43	0,56	2,11
	Alt	Mx	-1,83	-1,74	-0,48	-0,40	-1,93	-1,95	0,54	1,73
	Üst	My	-4,11	-3,94	-1,09	-1,02	0,13	1,21	1,55	1,69
	Alt	My	-3,43	3,14	-0,93	0,81	0,10	0,75	0,90	1,03
39	S1003	N	8,44	9,42	1,30	1,39	0,84	1,00	0,98	1,09
	Üst	Mx	0,52	-0,63	0,14	-0,15	-3,59	-3,21	0,04	2,55
	Alt	Mx	0,44	0,54	0,11	0,13	-2,74	-2,53	0,04	1,60
	Üst	My	-2,87	-3,15	-0,89	-0,89	0,05	1,92	2,85	2,69
	Alt	My	-2,36	2,50	-0,75	0,70	-0,06	1,20	2,03	2,15
40	S1004	N	7,12	7,62	1,00	0,97	0,68	0,91	1,28	0,86
	Üst	Mx	1,88	-2,18	0,43	-0,45	-1,39	-1,34	0,54	1,18
	Alt	Mx	1,56	1,79	0,36	0,37	-0,63	-0,74	0,33	0,73
	Üst	My	-3,03	-2,83	-0,66	-0,56	0,24	1,92	2,19	2,42
	Alt	My	-2,49	2,25	-0,55	0,45	0,06	1,16	1,39	1,49

Yukarıdaki çizelgede; N kolona gelen normal kuvveti,  $M_x$  ve  $M_y$  x ve y yönü kolon momentlerini, GGG zati yükleri, QQQ hareketli yükleri, DepX ve DepY deprem yüklerini ifade etmektedir.



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Her taşıyıcı sistemden, kendi ağırlığı başta olmak üzere, etkiyen yükleri karşılayarak bunları üzerine kurulduğu zemine güvenli bir şekilde iletmesi beklenir. Bir yapının, güvenli olması yanında, ekonomik, kullanım amacına uygun, çevre ile uyumlu ve estetik olma koşulları da göz önünde tutulmalıdır. Taşıyıcı sistem tasarımı yapılırken bu koşulların gerçekleştirilmesine çalışılmalıdır. Buna rağmen bir takım zorunluluklar nedeniyle Deprem Yönetmeliğinde düzensiz binalar olarak tanımlanan, tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken yapı sistemleriyle de karşılaşmaktadır. Yapılarda düzensizlikler planda ve düşey doğrultuda olmak üzere iki ana başlık altında toplanır. Deprem yönetmeliğinde bu tür düzensizlikler içeren yapı sistemlerinin çözümü zorlaştırılarak düzenli binaların yapılması yoluna gidilmektedir.

Yapı sistemlerinin analizinde bilgisayar yazılımlarından yaygın olarak faydalanılmakta olduğu günümüzde bu alanda yapılmış olan paket programlar inşaat mühendislerinin işini oldukça kolaylaştırmaktadır. Genel olarak statik ve dinamik hesap yapan bu paket programlar gerçeğe yakın sonuçlar vermekte ve tasarım mühendislerine yol gösterme bakımından önemli bir görevi üstlenmektedir.

Bu çalışmada yapılan analizlerden yola çıkarak bir yapı sisteminin farklı analiz programlarıyla çözülmesi sonucunda her iki programla bulunan değerler incelenmiştir. Her iki programda da aynı kabuller yapılmıştır. Kolonlarda zati ağırlık, hareketli yükler ve deprem yükleri sonucu oluşan normal kuvvet ve moment değerleri karşılaştırılmıştır. Basit bir örnek üzerinde inceleme yapacak olursak; A1 türü düzensizlik içeren yapıda S101 kolonuna ait betonarme hesabını göz önüne alalım.

		Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
Kolon		GGG	GGG	QQQ	QQQ	DepX	DEPX	DepY	DEPY
S101	N	38,02	43,59	4,28	4,02	-55,01	-68,08	48,43	47,97
Alt	Mx	-0,04	-0,05	0,00	0,00	-5,93	-6,06	2,53	2,65
Alt	My	-0,08	0,09	-0,02	0,01	-1,21	-2,26	4,40	4,83

Yukarıdaki statik hesap sonuçlarına göre elverişsiz yük kombinasyonlarına bakalım.

		Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000	Sta4cad	Sap2000
Kolon		1.4G+1.6Q		G+Q+E		G+Q-E		0.9G+E		0.9G-E	
S101	N	60,08	67,46	-12,71	-20,47	97,31	115,69	-20,79	-28,85	89,23	107,31
Alt	Mx	-0,06	-0,08	-5,97	-6,12	5,89	6,00	-5,97	-6,11	5,89	6,01
Alt	My	-0,14	0,15	-1,31	-2,15	1,11	2,37	-1,28	-2,18	1,14	2,34

Her iki program sonuçlarına göre en elverişsiz yük kombinasyonunun G+Q-E olduğu görülmektedir ve betonarme hesabında bu değerler dikkate alınmıştır.

Sta4cad ve SAP2000 programları ile elde edilen iç kuvvet değerleri sırasıyla

$N=97.31$  ton,  $M_x=5.89$  tm,  $M_y=1.11$  tm ve  $N=115.69$  ton,  $M_x=6.00$  tm,  $M_y=2.37$  tm dir.

Sözkonusu iç kuvvet değerlerine göre yapılan betonarme hesabı sonucunda 50x50 cm boyutundaki S101 kolonunda, BS20 betonu ve StIII çeliği kullanılarak gerekli olan donatı alanı her iki programda da  $A_{sx}=A'_{sx}=6.25$  cm<sup>2</sup> ve  $A_{sy}=A'_{sy}=6.25$  cm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.

Yapılan incelemelerden Sap2000 ve Sta4Cad programları kullanılarak planda düzensizlikler içeren yapı sistemlerinin analizinden elde edilen sonuçların birbirine yakın düzeyde olduğu kabul edilebilir.

Bununla beraber yukarıda adı geçen programların dikkate almadığı bazı durumlarda söz konusudur. Örneğin narin kolonlarla ilgili olarak programlar herhangi bir uyarı vermemekte ve bunun sonucu olarak da gereken önlemi almamaktadır. Burada insiyatif tamamen tasarım mühendisinin elinde olup programlara güvenmeli ama tedbiri de hiçbir zaman elden bırakmamalıdır.

**KAYNAKLAR**

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, (1998), Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.

Amasralı, S., (2000), Sta4cad Kullanım Klavuzu (yayımlanmamış)

Atımtay, E., (2000), Açıklamalar ve Örneklerle Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, (Betonarme Yapılar) Bizim Büro Yayın Dağıtım, Ankara.

Bayülke, N., (1998), Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir.

Başer, S., (2000), SAP2000 Kullanım Klavuzu (yayımlanmamış)

Celep, Z. ve Kumbasar, N., (1998), Betonarme Yapılar, Sema Matbaacılık, İstanbul.

Celep, Z. ve Kumbasar, N., (2000), Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul.

Earthquake Resistant Design of Structures Eurocode 8, (1993), Brussels .

Güney, D., (1997), Taşıyıcı Sistemi Düşeyde Düzensiz Binaların Statik ve Dinamik Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış)

SAP2000, Computers & Engineering, USA.

TS 500, (2000), Betonarme Yapılar ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi 01.09.1974

Doğum yeri Kayseri

Lise 1986-1991 Nuh Mehmet Küçükçalık Anadolu Lisesi  
1991-1992 Kayseri Lisesi

Lisans 1993-1998 Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fak.  
İnşaat Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 1999-2002 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Müh. Anabilim Dalı, Yapı Programı

**Çalıştığı kurum**

2000- Devam ediyor MTK Mühendislik & Müşavirlik