03

ISSN 1019-1011
Ç.Ü.MÜH.MİM.FAK.DERGİSİ Haziran / Aralık 1999 Ç.Ü.J.FAC.ENG.ARCH.
CİLT 14 SAYI 1-2 June / December VOL. 14 NO.1-2

ÇOK KATLI YAPILARIN YENİ DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE ANALİZİ VE YAPI DÜZENSİZLİKLERİNİN İRDELENMESİ

Fatih AYDINALEV ve Beytullah TEMEL
Ç.Ü., İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : *Bu çalışmada, Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY-98) incelenmekte ve getirdiği rijit diyafram, planda ve düşeyde düzensizlikler, göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri gibi yeni kavramlar irdelenmektedir. Ayrıca Eşdeğer Deprem Yükü ve Mod Birleştirme Yöntemi ile bulunan sonuçlar karşılaştırılmaktadır. Diğer bir karşılaştırma statik Rayleigh oranı ve serbest titreşim analizinden bulunan temel periyotlar arasında yapılmıştır. Bu çalışmada perdelerin elemanter geniş kolon olarak modellenmesi sonuçları da karşılaştırılmaktadır. Tüm uygulamalar genel amaçlı SAP90 programı ile çözülmektedir.*

ANALYSIS AND INVESTIGATION OF STRUCTURAL IRREGULARITIES OF MULTISTORY STRUCTURES ACCORDING TO THE NEW TURKISH EARTHQUAKE CODE

ABSTRACT : *In this work, the New Turkish Earthquake Code is studied and the new concepts such as rigid diaphragm floor model, structural irregularities in the plane and in the elevations, relative drift of the stories and second order effects are investigated. The results obtained by the method of equivalent earthquake storey loads and mode superposition spectrum analysis are compared. Another comparison is also made between the results due to statical Rayleigh ratio and free vibration analysis for the computation of first fundamental period of the building. All the examples are solved with the aid of general purpose SAP90 computer program.*

1. GİRİŞ

Deprem, yer kabuğunun bir titreşimi olduğu için, yapıların mesnetlerinde zamana bağlı bir yerdeğiştirme hareketi doğurarak dinamik bir etki oluşturur. Deprem önlenmesi mümkün olmayan bir afet olduğundan, gerekli yapı analizleri yapılıp bu analizler neticesinde belirli bir dayanıma sahip taşıyıcı bir sistem tasarlamak gerekir. Deprem etkisi bulunan ülkelerde, depreme dayanıklı yapı projelendirmesi ve yapım esasları bu konu ile ilgili yönetmeliklerle düzenlenmiştir.

1 Ocak 1998 tarihinde yürürlüğe giren Yeni Deprem Yönetmeliği şu ana ilkeler doğrultusunda değerlendirilmelidir; hafif şiddetli depremlerde bina hasar görmeyecek, orta şiddetli depremlerde hasar onarılabilir düzeyde kalacak ve şiddetli depremlerde bina kısmen veya tamamen göçmeyecek.

Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY-98), eski yönetmeliğe göre olumlu değişiklikler içermektedir. Bunlar, döşemelerin rijit diyafram olarak modellenmesi, planda ve düşeyde düzensizlikler, göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri gibi kavramlardır. Bunun yanında "Eşdeğer Deprem Yükü" yöntemine ilave olarak "Mod Birleştirme" ile "Zaman Tanım Alanında Hesap" yöntemlerine yer verilmekte ve tüm bu yöntemlerde üç boyutlu analiz yapılması zorunluluğu getirilmektedir. Depreme dayanıklı yapı tasarımında genel eğilim sünek taşıyıcı sistemlerin teşvik edilmesi şeklindedir. Yeni Yönetmelikte yer alan "Güçlü kolon-Zayıf kiriş" kavramı yönetmeliğin önemli bir getirisidir. Analiz yöntemi olarak, "Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi"ne ek olarak, "Mod Birleştirme Yöntemi" de standart bir yöntem olarak hatta "Zaman tanım alanında hesap yöntemleri" de kullanılacak yöntemler olarak belirlenmesi bu yönetmelikle sağlanmıştır.

2. EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ

Kiriş, kolon ve perdelerden oluşan betonarme iskelet yapılarda etkiyen deprem yükleri genellikle yapıya döşemeleri seviyesinde etkiyen yatay yükler olarak kabul edilir. Yatay yüklerin binanın asal doğrultularında ayrı ayrı etkidiği kabul edilerek, taşıyıcı sistemlerin elemanlarında kesit tesirleri bulunur.

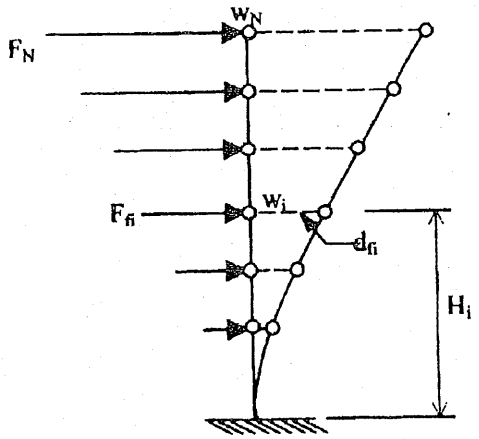
2.1. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin Hesap Adımları

Adım 1: Döşemeler rijit diyafram olarak kabul edilmiş ise master noktası kütle merkezinde seçilir.

Adım 2: Katlara etkiyen fiktif yükler hesaplanır (F_{fi}).

$$F_{fi} = \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^{N} (w_j H_j)} \qquad (1)$$

H_i, binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliğidir.



Şekil 1. Fiktif yükler ve yerdeğiştirmeler

Adım 3: Bulunan fiktif yükler (F_{fi}), seçilen deprem doğrultusunda, yapının kat kütle merkezlerine etkitilerek üç boyutlu statik analiz yapılır ve kuvvet doğrultusundaki deplasmanlar (d_{fi}) bulunur.

Adım 4: Binanın birinci doğal titreşim periyodu, (T_1) hesaplanır.

Yönetmelikte, T_1'in hesabı için iki yol önerilmektedir.

a) Ampirik yöntemle T_1'in hesabı:

Birinci ve ikinci deprem bölgelerinden temel üstünde ölçülen toplam bina yüksekliğinin $H_N \leq 25$ m olması durumunda, aynı zamanda üçüncü ve dördüncü deprem bölgelerinde, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin uygulandığı tüm binalarda, birinci doğal titreşim periyodu,

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t H_N^{3/4} \tag{2}$$

bağıntısı ile hesaplanır (TDY-98, denklem 6.11). Bu bağıntıda görülen C_t katsayısı, bina taşıyıcı sistemine bağlı olarak TDY-98'de aşağıdaki şekilde belirtilmiştir:

i. Deprem yüklerinin tamamının betonarme perdelerle taşındığı binalarda C_t,

$$C_t = 0.075 / A_t^{1/2} \leq 0.05 \tag{3}$$

formülü ile hesaplanacaktır (TDY-98, denklem 6.12). Bu ifadede A_t değeri,

$$A_t = \sum_j A_{wj}\left[0.2 + \left(l_{wj} / H_N\right)^2\right] \tag{4}$$

ile verilmektedir. Burada,

A_{wj}: Binanın temel üstündeki ilk katında j'inci perdenin bürüt enkesit alanı [m^2],

l_{wj} : Binanın temel üstündeki ilk katında j'inci perdenin deprem doğrultusunda çalışan uzunluğudur.

Ayrıca, $l_{wj}/H_N \leq 0.9$ koşulu sağlanmalıdır.

ii. Taşıyıcı sistemi sadece betonarme çerçevelerden veya dışmerkez çelik çaprazlı perdelerden oluşan binalarda C_t=0.07, taşıyıcı sistemi sadece çelik çerçevelerden oluşan binalarda C_t= 0.08, diğer tüm binalarda ise C_t= 0.05 alınacaktır.

b) Rayleigh oranı ile T_1'in hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^{N} \left(m_i d_{fi}^2 \right)}{\sum_{i=1}^{N} \left(F_{fi} d_{fi} \right)} \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (5)$$

bağıntısı ile hesaplanır (TDY-98, denklem 6.13). Bu bağıntıda,

m_i= Binanın i'inci katının kütlesini ($m_i=w_i/g$),

d_{fi}= Binanın i'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirmeyi,

N= Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısını göstermektedir.

Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin uygulandığı tüm binaların birinci doğal titreşim periyodu Rayleigh oranı ile hesaplanabilir. Bunun yanında birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, temel üstünden ölçülen toplam bina yüksekliğinin H_N>25 m olması durumunda, T_1'in Rayleigh oranı ile hesaplanması zorunludur.

Yönetmelik, Ampirik Yöntemle bulunan periyodun T_{1A}>1.0 s olması durumunda, Rayleigh oranı ile elde edilen periyodun en büyük değeri, T_{1A}'nın 1.30 katından daha fazla olmamasını isteyerek, Rayleigh oranı için sınırlandırma getirmektedir.

Adım 5: Toplam Eşdeğer Deprem Yükü (taban kesme kuvveti) hesaplanır (TDY-98, denklem 6.4).

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.1\, A_0 I W \qquad (6)$$

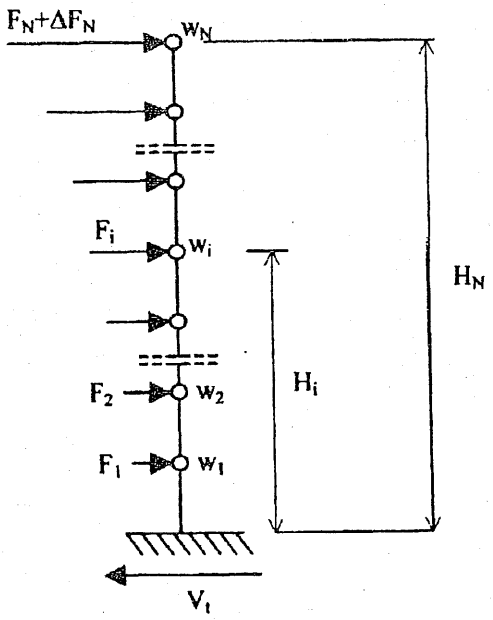
Adım 6: Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanacaktır (TDY-98, denklem 6.9).

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^{N} (w_j H_j)} \qquad (7)$$

Burada ΔF_N yapının en üst katına ek olarak uygulanacak yatay yüktür (Şekil 2) ve T_1'e bağlı olarak,

$$\Delta F_N = 0.07 T_1 V_t \leq 0.2 V_t \qquad (8)$$

şeklinde hesaplanmaktadır (TDY-98, denklem 6.8).



Şekil 2. Kat hizalarına etkiyen eşdeğer deprem yükleri

Böylece Adım 5'de hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen yatay kuvvetlerin toplamı olarak,

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^{N} F_i \qquad (9)$$

bağıntısı ile ifade edilebilir (TDY-98, denklem 6.7).

Temel üstünden ölçülen toplam bina yüksekliğinin $H_N \leq 25$ m olması durumunda $\Delta F_N=0$ alınacaktır.

Adım 7: Eşdeğer deprem yükleri (F_i), yapıya her iki deprem doğrultusunda ±%5 eksantrisite ile uygulanarak üç boyutlu statik analiz yapılır ve kat deplasmanları ile iç kuvvetler bulunur (Şekil 2).

Adım 8: A1 burulma düzensizliği ve B2 yumuşak kat kontrolleri yapılır. Yapılan kontrollerde,

1. ve 2. derece deprem bölgelerinde rijitlik düzensizliği, $\eta_{ki}>1.5$ ise dinamik analiz yapılması zorunludur. Burulma düzensizliği, $\eta_{bi}>2$ ise dinamik analiz yapılması zorunludur. $1.2<\eta_{bi}$ 2 ise eksantrisite değerleri her iki doğrultu için $D_i=(\eta_{bi}/1.2)^2$ katsayısı ile çarpılarak büyütülmeli ve analiz 7'inci adımdan itibaren tekrarlanmalıdır.

Adım 9: Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü yapılır.

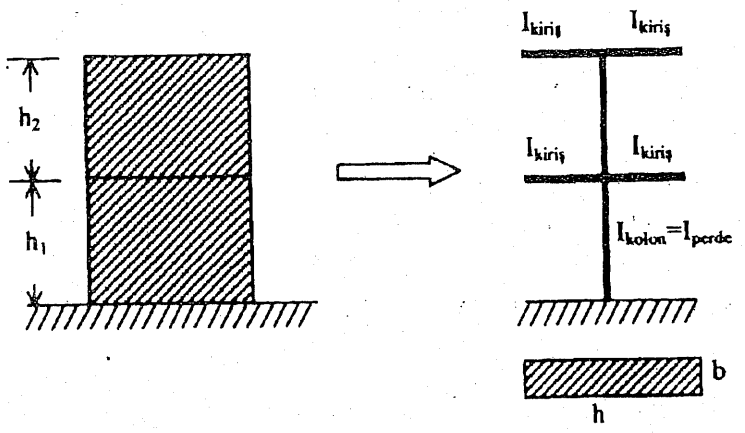
3. PERDELİ SİSTEMLER

Perdeler, deprem ve rüzgar etkilerinden oluşan yatay yükleri önemli ölçüde taşıyan elemanlardır. Özellikle çok katlı binalarda perdelerin bulunmaması durumunda kolon boyutları oldukça büyüyerek çözüm ekonomik olmaktan uzaklaştığı gibi mimari yönden de olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır. Perdeli sistemlerin çözümlerinde yukarıda anlatılan hesap adımları izlenir. Bunun yanında, Türk Deprem Yönetmeliği ayrıca deprem yüklerinin ±%5 eksantrik olarak yapıya uygulanmasından sonra, deprem doğrultusunda çalışan perdeler için aşağıda tanımlanan α_M katsayısı hesaplanarak, yapının süneklik düzeyine göre bazı kontrollerin yapılmasını öngörmektedir.

$$\alpha_M = \frac{\text{Perde Taban Momentleri Toplamı}}{\text{Toplam Devrilme Momenti}} \qquad (10)$$

Süneklik düzeyi yüksek sistemlerde R=7 katsayısının kullanılabilmesi için α_M 0.75 olmalıdır. α_M değeri $0.75<\alpha_M$ 1.0 aralığında ise R katsayısı, $R=10-4\alpha_M$ bağıntısı ile düzeltilerek analiz yeniden yapılmalıdır. Süneklik düzeyi normal sistemlerde α_M 0.75 şartı sağlanmalıdır. Bunun sağlanamaması halinde perde kesit alanları artırılarak hesapların yeniden tekrarlanması gerekir. Süneklik düzeyi karma sistemlerde her bir deprem doğrultusunda mutlaka α_M 0.40 olmalıdır. α_M 2/3 olması durumunda, deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek perde tarafından taşındığı durum için verilen R katsayısı ($R=R_{YP}$), taşıyıcı sistemin tümü için kullanılabilir. $0.4>\alpha_M>2/3$ aralığında, her iki deprem doğrultusunda taşıyıcı sistemin tümü için
$R=R_{NÇ} + 1.5\alpha_M (R_{YP} - R_{NÇ})$ bağıntısı uygulanacaktır.

Geniş Kolon Modeli:



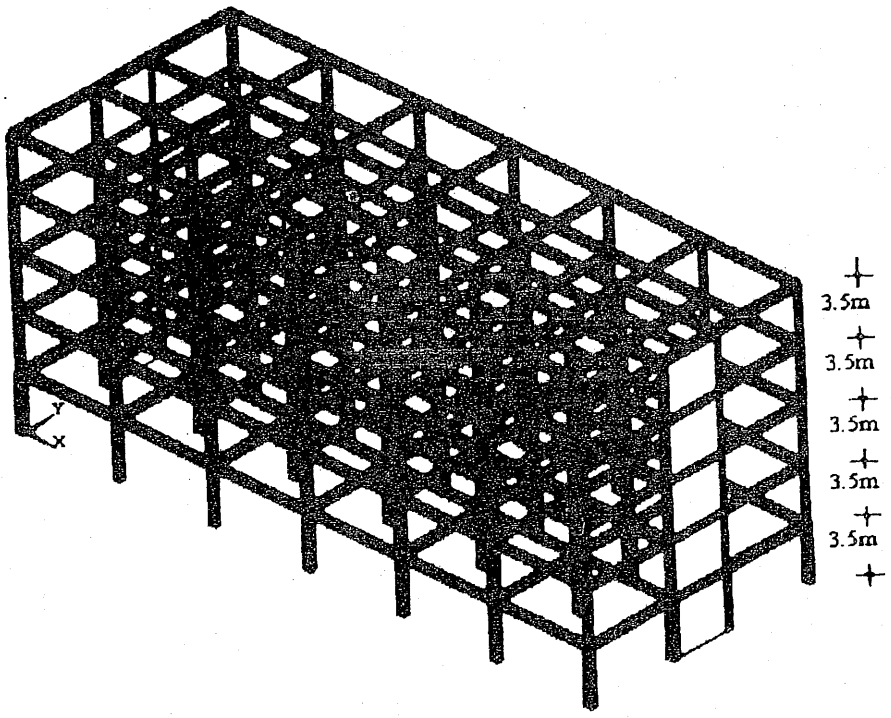
Şekil 3. Geniş kolon perde modeli

Perdenin geniş kolon olarak modeli Şekil 3'de görülmektedir. Buna göre perde, kolon ve kiriş elemanlarına indirgenmektedir. Perdenin kat seviyesindeki kısımları için

eşdeğer kiriş atalet momentleri hesaplanırken, yüksekliği kat ortasından diğer kat ortasına ve genişliğide perde kalınlığı kadar alınarak hesaplanmaktadır. Eksen üzerinde alınan eşdeğer kolonun atalet momenti ise, perdenin atalet momentine eşittir.

Örnek 1.

Aşağıda görülen, sağ ve sol uçtaki akslarında iki adet simetrik perde bulunan 5 katlı yapı Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile SAP90 programı yardımıyla çözülmektedir. Perdeler, geniş kolon modeli ile modellenmektedir.

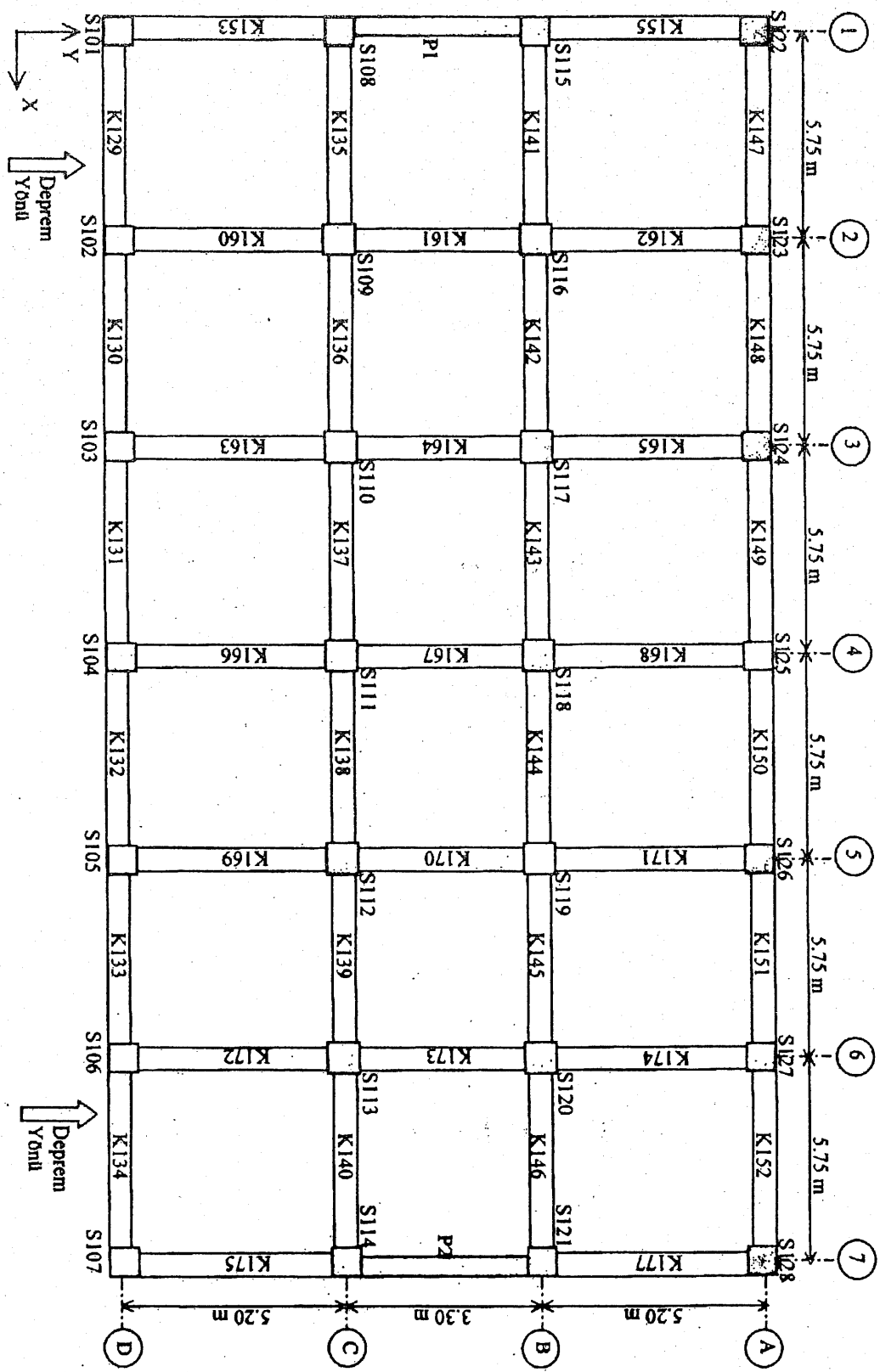


Şekil 4. Örnek 1'e ait yapının perspektif görünüşü

Sabit yükler : $G_1 = 528.6$ ton
$G_2 = 528.6$ ton
$G_3 = 528.6$ ton
$G_4 = 528.6$ ton
$G_5 = 309.0$ ton

Hareketli yükler : $Q = 236.6$ ton
$Q_{çatı} = 119.6$ ton

Kiriş boyutları: Tüm katlarda, h=50 cm ve b=30 cm olarak alınmıştır.



Şekil 5. Örnek 1'e ait yapının 1. kat kalıp planı

Kolon boyutları:

1. kat:

Kolon No	Boyut (X×Y)
A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 B1, B7, C1, C7 D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7	400 mm × 400 mm
B2, B3, B4, B5, B6 C2, C3, C4, C5, C6	450 mm × 450 mm

2. kat:

Kolon No	Boyut (X×Y)
A2, A3, A4, A5, A6 B2, B3, B4, B5, B6 C2, C3, C4, C5, C6 D2, D3, D4, D5, D6	400 mm × 400 mm
A1, A7, B1, B7 C1, C7, D1, D7	300 mm × 300 mm

3. kat:

Kolon No	Boyut (X×Y)
A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 B1, B7, C1, C7 D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7	300 mm × 300 mm
B2, B3, B4, B5, B6 C2, C3, C4, C5, C6	400 mm × 400 mm

4. ve 5. katın tüm kolonları : 300 mm × 300 mm

Taşıyıcı sistem türü: Yerinde dökme betonarme çerçeveli sistem,
Bina önem katsayısı: I=1, 1. derece deprem bölgesi, Yerel Zemin Sınıfı: Z2,
Etkin Yer İvmesi Katsayısı: A_o=0.4, Hareketli yük katılım katsayısı: n = 0.3
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı başlangıçta, R = 7 alınmıştır.
Perde et kalınlıkları 25 cm dir.
Kat ağırlıkları, $w_i = G_i + n \times Q_i$ formülü ile hesaplanmaktadır.

Çizelge 1. Örnek 1'e ait kat ağırlıklarının hesabı

Kat No	G_i(ton)	Q_i(ton)	w_i(ton)
5	309.0	119.6	344.88
4 - 3 - 2 - 1	528.6	236.6	599.58

Çizelge 2. Örnek.1'e ait katlara etkiyen fiktif yükler

Kat No	w_i(ton)	H_i(m)	w_iH_i(ton m)	F_{fi}(ton)
5	344.88	17.50	6035.40	0.2234
4	599.58	14.00	8394.12	0.3107
3	599.58	10.50	6295.59	0.2330
2	599.58	7.00	4197.06	0.1553
1	599.58	3.50	2098.53	0.0777
	Σw_i=2743.20		Σw_jH_j=27020.70	ΣF_{fi}=1.0

Çizelge 3. Örnek.1'e ait yapının Rayleigh oranı ile birinci doğal titreşim peryodunun hesabı

Kat No	$m_i(w_i/g)$ (ton s^2/m)	F_{ri} (ton)	d_{fi} (m)	$m_id_{fi}^2$ (ton s^2m)	$F_{fi}d_{fi}$ (ton m)
5	35.156	0.2234	0.0000654	0.0000001502	0.0000146040
4	61.119	0.3107	0.0000489	0.0000001466	0.0000152180
3	61.119	0.2330	0.0000322	0.0000000633	0.0000075003
2	61.119	0.1553	0.0000166	0.0000000168	0.0000025795
1	61.119	0.0777	0.0000049	0.0000000015	0.0000003839
				$\Sigma=3.7854\times10^{-7}$	$\Sigma=4.0286\times10^{-5}$

$$T_1 = 2\pi\left[\frac{3.7854\times10^{-7}}{4.0286\times10^{-5}}\right]^{\frac{1}{2}} = 0.609 \text{ s}$$

Çizelge 4. Örnek.1'e ait yapının Rayleigh oranı ve modal analiz ile bulunan birinci doğal titreşim peryotlarının karşılaştırılması ve bunların ANSYS ile kıyaslaması

	Rayleigh Oranı	**Modal Analiz**
SAP90	0.609 s	0.609 s
ANSYS	0.636 s	0.636 s

Yerel zemin sınıfı Z2 olduğundan, Spektrum karakteristik periyotları, T_A=0.15 s ve T_B=0.40 s dir.

$T_1>T_B$ olduğundan dolayı, $S(T_1)=2.5(0.4/0.609)^{0.8}=1.78663$

$T_1>T_A$ olduğundan, $R_a(T_1)=R=7$ alınmaktadır.

Spektral İvme Katsayısı: $A(T_1)=0.4\times1\times1.78663=0.71465$

Taban Kesme Kuvveti : $V_t=2743.2\times0.71465/7 = 280.06$ ton

$V_t>0.1\times0.4\times2743.2 = 109.79$ ton olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. Örnek.1'e ait yapının eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	**F_i(ton)**
5	62.5657
4	87.0151
3	65.2543
2	43.4935
1	21.7608

$H_N<25$ m olduğundan $\Delta F_N=0$ dır. Bulunan bu deprem yükleri yapıya +%5 eksantrisite ile uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 6. Örnek.1 için α_M hesabı

	Geniş Kolon
Mperde1	925.4732 ton-m
Mperde2	1158.828 ton-m
ΣMperde	2084.301 ton-m
ΣMdev	3378.899 ton-m
α_M	0.62

α_M=0.62<0.75 olduğu için ilk başta seçilen R değeri kullanılabilir.

Çizelge 7. Örnek 1'e ait A1 burulma düzensizliği kontrolü

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0.02023	0.01602	0.00510	0.00403	0.00457	1.118
4	0.01513	0.01199	0.00522	0.00413	0.00467	1.117
3	0.00991	0.00787	0.00482	0.00382	0.00432	1.116
2	0.00509	0.00405	0.00358	0.00285	0.00322	1.114
1	0.00150	0.00120	0.00150	0.00120	0.00135	1.112

η_{bi}<1.2 koşulu sağlandığından yapının burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 8. Örnek.1'e ait yapının göreli kat ötelemeleri kontrolü

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{max}$	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$
5	0.02023	0.00510	3.5	0.001458
4	0.01513	0.00522	3.5	0.001491
3	0.00991	0.00482	3.5	0.001378
2	0.00509	0.00358	3.5	0.001024
1	0.00150	0.00150	3.5	0.000429

$(\Delta_i)_{max}/h_i \leq 0.0035$ ve $(\Delta_i)_{max}/h_i \leq 0.02/R=0.0029$ koşulları sağlandığından yapıda göreli kat ötelemesi düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 9. Örnek.1'e ait yapının ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^{N} w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	344.88	344.88	0.00457	62.5657	3.5	0.00719
4	599.58	944.46	0.00467	149.5808	3.5	0.00843
3	599.58	1544.04	0.00432	214.8351	3.5	0.00888
2	599.58	2143.62	0.00322	258.3286	3.5	0.00762
1	599.58	2743.20	0.00135	280.0894	3.5	0.00378

θ_i<0.12 olduğundan yapının ikinci mertebe etkilerinin kontrolü sağlanmıştır.

Örnek 2.

Burada, Örnek 1'de çözülen binadaki simetrik olarak 1. ve 7. akslara yerleştirilmiş perdelerden birinin kaldırılması durumu için gerekli irdelemeler yapılmıştır.

Çizelge 10. Örnek 2'ye ait yapının Rayleigh oranı ile birinci doğal titreşim peryodunun hesabı

Kat No	$m_i(w_i/g)$ (ton s^2/m)	F_{fi} (ton)	d_{fi} (m)	$m_i d_{fi}^2$ (ton s^2m)	$F_{fi}d_{fi}$ (ton m)
5	35.156	0.2234	0.0001475	0.0000007649	0.0000329520
4	61.119	0.3107	0.0001280	0.0000010014	0.0000397700
3	61.119	0.2330	0.0000913	0.0000005091	0.0000212660
2	61.119	0.1553	0.0000548	0.0000001834	0.0000085073
1	61.119	0.0777	0.0000198	0.0000000241	0.0000015416
				$\Sigma=2.48284\times10^{-6}$	$\Sigma=1.0404\times10^{-4}$

$$T_1 = 2\pi\left[\frac{2.48284\times10^{-6}}{1.04040\times10^{-4}}\right]^{\frac{1}{2}} = 0.9702 \text{ s}$$

Çizelge 11. Örnek 2'ye ait yapının Rayleigh oranı ve modal analiz ile bulunan birinci doğal titreşim peryotlarının karşılaştırılması ve bunların ANSYS ile kıyaslaması

	Rayleigh Oranı	**Modal Analiz**
SAP90	0.9702 s	1.0830 s
ANSYS	0.9873 s	1.0550 s

Yerel zemin sınıfı Z2 olduğundan, Spektrum karakteristik periyotları T_A=0.15 s ve T_B=0.40 s dir.

$T_1>T_B$ olduğu için $S(T_1)=2.5(0.4/0.9702)^{0.8}=1.2308$

$T_1>T_A$ olarak bulunduğundan $R_a(T_1)=R=7$ olmaktadır.

Spektral İvme Katsayısı : $A(T_1)=0.4\times1\times1.2308=0.4923$

Taban Kesme Kuvveti:

$V_t=2743.2\times0.4923/7 = 192.926$ ton

$V_t>0.1\times0.4\times2743.2 = 109.73$ ton olduğu görülür.

Çizelge 12. Örnek.2'ye ait yapının eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i(ton)
5	43.0996
4	59.9420
3	44.9517
2	29.9614
1	14.9903

Bu deprem yükleri yapının master noktalarına +%5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 13. Örnek 2 için α_M hesabı

Mperdel	352.7231 ton-m
ΣMperde	352.7231 ton-m
ΣMdev	2327.619 ton-m
α_M	0.15

$\alpha_M = 0.15 < 0.75$ olduğundan, ilk başta seçilen R değeri kullanılabilir.

Çizelge 14. Örnek 2'ye ait yapının A1 burulma düzensizliği kontrolü

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0.03443	0.00508	0.00199	0.00119	0.00159	1.25
4	0.03243	0.03895	0.05792	0.00124	0.00351	1.65
3	0.02664	0.00266	0.00821	0.00121	0.00471	1.74
2	0.01843	0.00145	0.01099	0.00987	0.00599	1.84
1	0.00744	0.00047	0.00744	0.00047	0.00395	1.88

$\eta_{bi} > 1.2$ olduğundan **yapıda burulma düzensizliği** vardır.

Çizelge 15. Örnek.2'ye ait yapının göreli kat ötelemeleri kontrolü

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{max}$	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$
5	0.03443	0.00199	3.5	0.000571
4	0.03243	0.05792	3.5	0.001655
3	0.02664	0.00821	3.5	0.002345
2	0.01843	0.01099	3.5	0.003139
1	0.00744	0.00744	3.5	0.002126

$(\Delta_i)_{max}/h_i>0.02/R=0.0029$ olduğundan **yapıda göreli kat ötelemeleri düzensizliği** vardır.

Çizelge 16. Örnek.2'ye ait yapının ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^{N} w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	344.88	344.88	0.00159	43.0996	3.5	0.003643
4	599.58	944.46	0.00351	103.0416	3.5	0.009204
3	599.58	1544.04	0.00471	147.9933	3.5	0.014031
2	599.58	2143.62	0.00599	177.9546	3.5	0.020607
1	599.58	2743.20	0.00395	192.945	3.5	0.016060

Tüm katlarda $\theta_i<0.12$ olduğundan, yapının ikinci mertebe etkileri sınır değeri aşmamaktadır.

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Perdeleri geniş kolon kabulü ile modellenen simetrik yerleştirilmiş iki tarafı perdeli ve tek tarafı perdeli binaların analizi sonucunda diyebiliriz ki;

Perdelerin simetrik yerleştirilmemesinin, yapı düzensizliklerini arttırdığı gözlenmektedir. Bu bakımdan ek burulma momentinin oluşmaması ve göreli kat deplasmanlarının azaltılması açısından perdeler planda simetrik yerleştirilmelidir. Simetrinin sağlanmasıyla rijitlik merkezi planda simetri merkezine yaklaşmaktadır.

Deprem yönüne göre, simetrik yapılarda statik olarak Rayleigh oranı kullanılarak bulunan temel periyodun, serbest titreşim ile bulunan temel periyotlarla aynı olduğu görülmektedir. Rijitlik bakımından simetrinin bozulduğu durumlarda, bu periyot

değerleri birbirinden bir miktar ayrılmaktadır.

Bu çalışmanın bir amacı da, SAP90 programı ile elde edilen irdeleme sonuçları ile ANSYS programı irdeleme sonuçlarını kıyaslamaktır.

5. KAYNAKLAR

1. *Aydınoğlu,N., "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik ile İlgili Eğitim Programı", İnşaat Mühendisleri Odası, Bölüm-6 Hesap Kuralları, Ankara, 1997.*

2. *Celep,Z., Kumbasar,N., "Betonarme Yapılar", Sema Matbaacılık, 888 s., İstanbul, 1998.*

3. *Çakıroğlu,A., Çetmeli,E., "Yapı Statiği Cilt II", Matbaa Teknisyenleri Basımevi, 411 s., İstanbul, 1983.*

4. *Dündar,C., Kıral,E., Tanrıkulu,K., Tokgöz,S, "Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Bina Analiz ve Tasarımı", Çakmak Ofset (TMMOB), 102 s., Adana,1998.*

5. *Dündar,C., Kıral,E., "Perdeli Yapı Sistemlerinin Bilgisayar ile Hesabı", Özgün Matbaacılık, 195 s., Ankara,1986.*

6. *İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik", İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 85s., İzmir, 1998.*

7. *Özmen,G., Pala,S., Orakdöğen,G., Gülay, "Yeni Türkiye Deprem Yönetmeliğinin Spektrum Katsayısı Bakımından Değerlendirilmesi", Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, (385), s:13-16, 1996.*

8. *Özdemir Kılıçlar,E., "Yeni TDY-98'in ANSYS ile İrdelenmesi", Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması, Ç.Ü., 235 s., Adana,1999.*