

5. PERDELİ SİSTEMLER

Perdeler, deprem ve rüzgar etkilerinden oluşan yatay yükleri önemli ölçüde taşıyan elemanlardır. Düzlem içi rijitlikleri yüksektir. Özellikle çok katlı binalarda perdelerin bulunmaması durumunda kolon boyutları oldukça büyüyerek, çözüm ekonomik olmaktan uzaklaştığı gibi mimari yönden de olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır.

Perdeli sistemlerde hesap adımları kullanılacak yöntemle göre daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibidir. Bunun yanında Türk Deprem Yönetmeliği ayrıca deprem yüklerinin $\pm\%5$ eksantrik olarak yapıya uygulanmasından sonra, deprem doğrultusunda çalışan perdeler için aşağıda tanımlanan α_M katsayısının hesaplanarak, yapının süneklik düzeyine göre bazı kontrollerin yapılmasını öngörmektedir.

$$\alpha_M = \frac{\text{Perde Taban Momentleri Toplamı}}{\text{Toplam Devrilme Momenti}} \quad (5.1)$$

i. Süneklik düzeyi yüksek sistemlerde Tablo 2.5'de verilen $R=7$ katsayısının kullanılabilmesi için $\alpha_M \leq 0.75$ olmalıdır.

α_M değeri $0.75 < \alpha_M \leq 1.0$ aralığında ise R katsayısı, $R=10-4\alpha_M$ bağıntısı ile düzeltilerek analiz yeniden yapılmalıdır.

ii. Süneklik düzeyi normal sistemlerde $\alpha_M \geq 0.75$ şartı sağlanmalıdır. Bunun sağlanamaması halinde perde kesit alanları artırılarak hesapların yeniden tekrarlanması gerekmektedir.

iii. Süneklik düzeyi karma sistemlerde her bir deprem doğrultusunda mutlaka $\alpha_M \geq 0.40$ olmalıdır. $\alpha_M \geq 2/3$ olması durumunda, Tablo 2.5'de 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.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde, binanın birinci periyodunun ampirik olarak hesaplanmasında kullanılan C_t değeri, Bölüm 3'teki gibi hesaplanabilir.

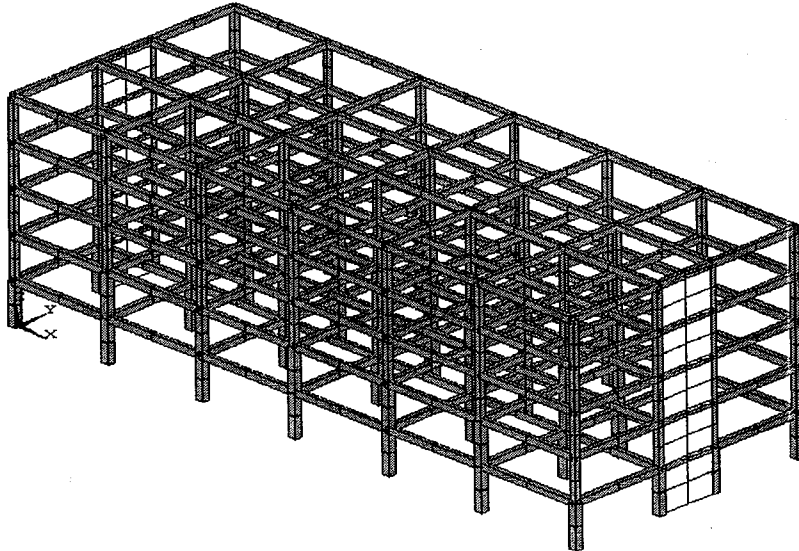
5.1. Perdelerin Modellenmesi

Yapı sistemlerinde bulunan perdeler 2 farklı şekilde modellenebilmektedir. Bunlardan birincisi, uzaysal kabuk elemanlarının kullanılmasıdır. İkinci model ise, daha elemanter olan Geniş Kolon Modelinin kullanılmasıdır (Çakıroğlu ve Çetmeli, 1983; Dündar ve Kıral, 1986). Buna göre perde, kolon ve kiriş elemanlarına indirgenmektedir. Perdenin kat seviyesindeki kısımları, atalet momentleri çok büyük rijit kiriş gibi kabul edilmektedir. Eksen üzerinde alınan kolonun atalet momenti ise, perdenin atalet momentine eşittir. Ayrıca kayma deformasyonlarının etkileri de gözönüne alınmalıdır. Bu modelde, düğüm sayısı uzaysal kabuk modeline kıyasla oldukça azalmaktadır.

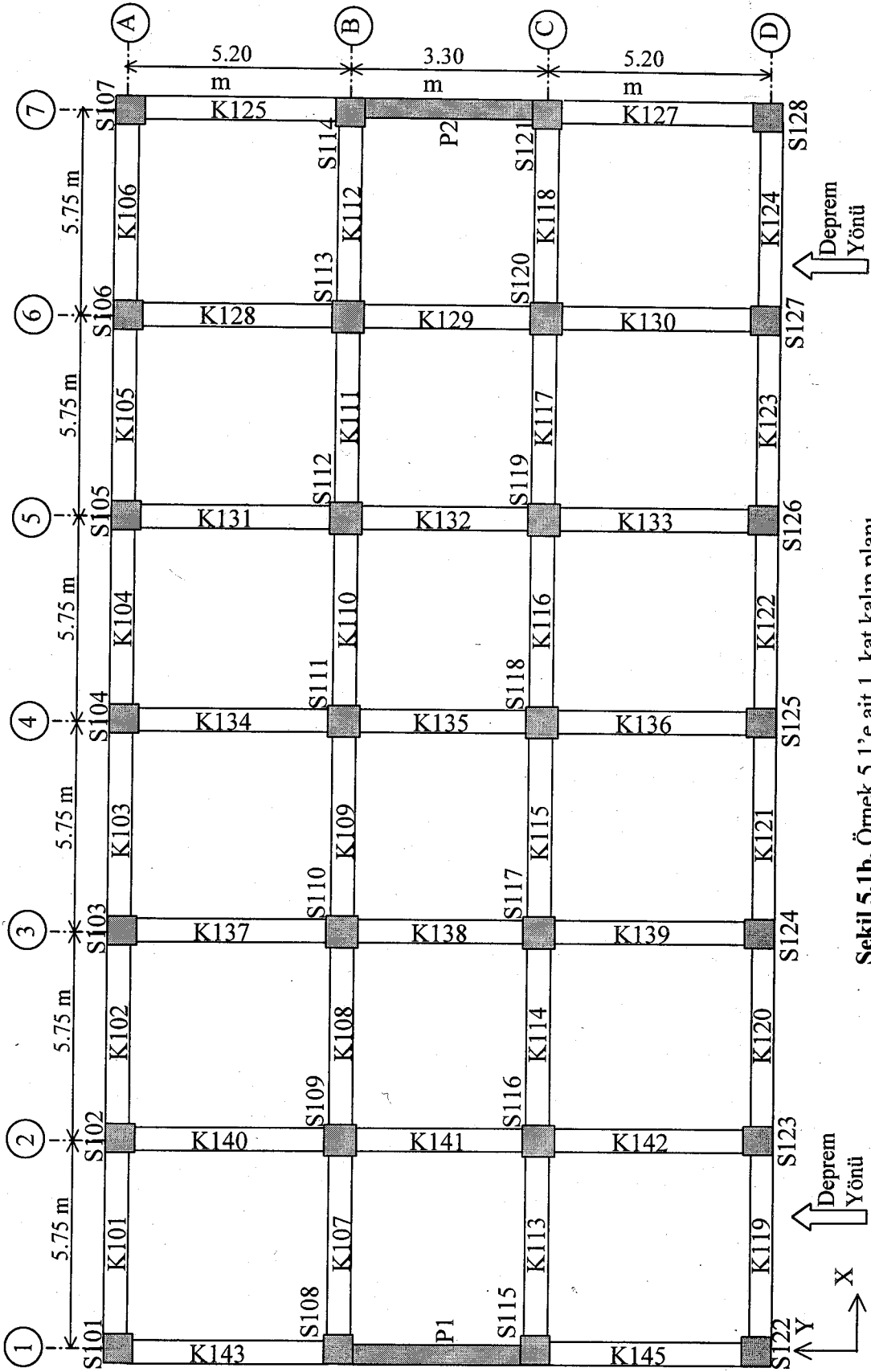
5.2. Perdeli Sistemlere Ait Sayısal Uygulamalar

5.2.1. Örnek 5.1

Bölüm 3'de incelenen Örnek 3.2'ye ait yapının yatay rijitliğini arttırmak üzere, bu örnekte yapıya iki adet perde simetrik olarak ilave edilip Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile çözülmektedir.



Şekil 5.1a. Örnek 5.1'e ait yapının perspektif görünüşü



Şekil 5.1b. Örnek 5.1'e ait 1. kat kalıp planı

Perde et kalınlıkları 25 cm alınmıştır. Perdeler sistemin rijitliğini arttırdığı için burada taşıyıcı sistem davranış katsayısı başlangıçta $R=7$ alınmaktadır (Tablo 2.5).

Kat ağırlıklarının hesabı : $w_i = G_i + n \times Q_i$

Çizelge 5.1. Örnek 5.1'e ait kat ağırlıkları

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

Çizelge 5.2. Örnek 5.1'e ait katlara etkiyen fiktif yükler

Kat No	w_i (ton)	H_i (m)	$w_i H_i$ (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

$$\sum w_i = 2743.20$$

$$\sum w_i H_i = 27020.70$$

$$\sum F_{fi} = 1.0$$

Çizelge 5.3. Örnek 5.1'e ait Rayleigh oranı ile T_1 'in 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 ² m)	$F_{fi} d_{fi}$ (ton m)
5	35.156	0.2234	0.0000691	0.0000001680	0.0000544143
4	61.119	0.3107	0.0000521	0.0000001657	0.0000161774
3	61.119	0.2330	0.0000344	0.0000000723	0.0000080122
2	61.119	0.1553	0.0000180	0.0000000199	0.0000028017
1	61.119	0.0777	0.0000057	0.0000000019	0.0000004388

$$\sum = 4.278 \times 10^{-7}$$

$$\sum = 4.28715 \times 10^{-5}$$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{4.278 \times 10^{-7}}{4.28715 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.628 \text{ s}$$

Çizelge 5.4. Örnek 5.1'e ait Rayleigh oranı ile modal analiz karşılaştırılması

Rayleigh Oranı	Modal Analiz
0.628 s	0.628 s

Yerel zemin sınıfı Z2 olduğundan, Spektrum karakteristik periyotları $T_A=0.15$ s ve $T_B=0.40$ s dir (Tablo 2.4). Denklem (2.16) incelendiğinde, $T_1 > T_B$ olduğu görülür. O halde Spektrum Katsayısı:

$$S(T_1) = 2.5(0.4/0.628)^{0.8} = 1.743$$

olmaktadır. $T_1 > T_A$ olduğundan denklem (2.17)'ye göre Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı, $R_a(T_1) = R = 7$ alınacaktır.

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0=0.40$

Bina Önem Katsayısı, $I=1$

Spektral İvme Katsayısı (denklem 2.15):

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 1.743 = 0.69734$$

Taban Kesme Kuvveti (denklem 2.12):

$$V_t = 2743.2 \times 0.69734 / 7 = 273.278 \text{ ton}$$

Ayrıca,

$$V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2743.2 = 109.73 \text{ ton olduğu görülmektedir (denklem 3.5).}$$

Çizelge 5.5. Örnek 5.1'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
5	61.0399
4	84.8952
3	63.6714
2	42.4476
1	21.2238

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

Çizelge 5.6. Örnek 5.1'e ait α_M 'nin hesabı

Mperde1	902.266 ton-m
Mperde2	1140.169 ton-m
Σ Mperde	2042.435 ton-m
Σ Mdev	3296.699 ton-m

α_M değeri denklem (5.1) kullanılarak bulunur:

$$\alpha_M = \frac{2042.435}{3296.699} = 0.62 < 0.75$$

olduğu görülür. Böylece ilk başta seçilen R değeri kullanılabilir.

Çizelge 5.7. Örnek 5.1'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	0.02121	0.01660	0.00526	0.00410	0.00468	1.12
4	0.01594	0.01251	0.00542	0.00424	0.00483	1.12
3	0.01052	0.00826	0.00501	0.00393	0.00447	1.12
2	0.00551	0.00433	0.00379	0.00299	0.00339	1.12
1	0.00172	0.00134	0.00172	0.00134	0.00153	1.12

Bütün katlarda $\eta_{bi} < 1.2$ olduğundan binada Burulma Düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 5.8. Örnek 5.1'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
5	0.02121	0.00526	3.5	0.001503
4	0.01594	0.00542	3.5	0.001549
3	0.01052	0.00501	3.5	0.001432
2	0.00551	0.00379	3.5	0.001082
1	0.00172	0.00172	3.5	0.000492

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035 \text{ ve } (\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.02/R = 0.0029$$

Çizelge 5.9. Örnek 5.1'e ait ikinci mertebeye etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
5	344.88	344.88	0.00468	61.0399	3.5	0.00755
4	599.58	944.46	0.00483	145.9351	3.5	0.00894
3	599.58	1544.04	0.00447	209.6065	3.5	0.00941
2	599.58	2143.62	0.00339	252.0541	3.5	0.00823
1	599.58	2743.20	0.00153	273.2779	3.5	0.00440

$$\theta_i \leq 0.12$$

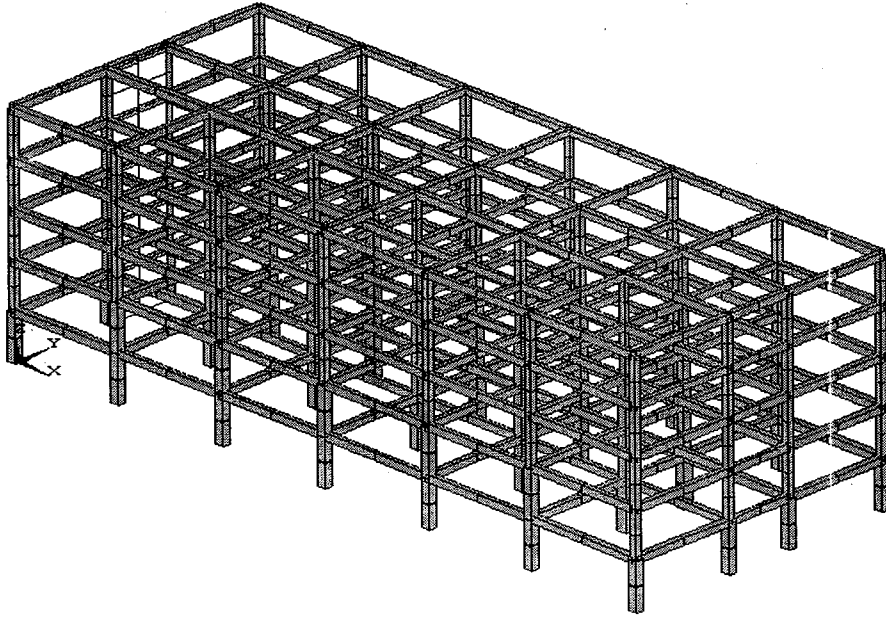
olduğundan, hem görelî kat ötelemesi bakımından hem de ikinci mertebeye etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

Sonuçlar incelendiğinde, perde mevcudiyetinin Örnek 3.2'deki perdesiz sisteme göre, düzensizlikleri azalttığı görülmektedir.

Ayrıca, bu örnek perdeler geniş kolon modeli ile ele alınarak çözülmüş olup, sonuçların (periyot, perde taban momentleri, eşdeğer kat deprem yükleri, kat deplasmanları) birbirine yakın olduğu görülmüştür.

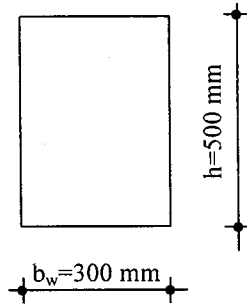
5.2.2. Örnek 5.2

Burada bir önceki örnekte çözülen binada, perdelerden bir tanesi kaldırılarak Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile analiz yapılmıştır.



Şekil 5.2a. Örnek 5.2'ye ait yapının perspektif görünüşü

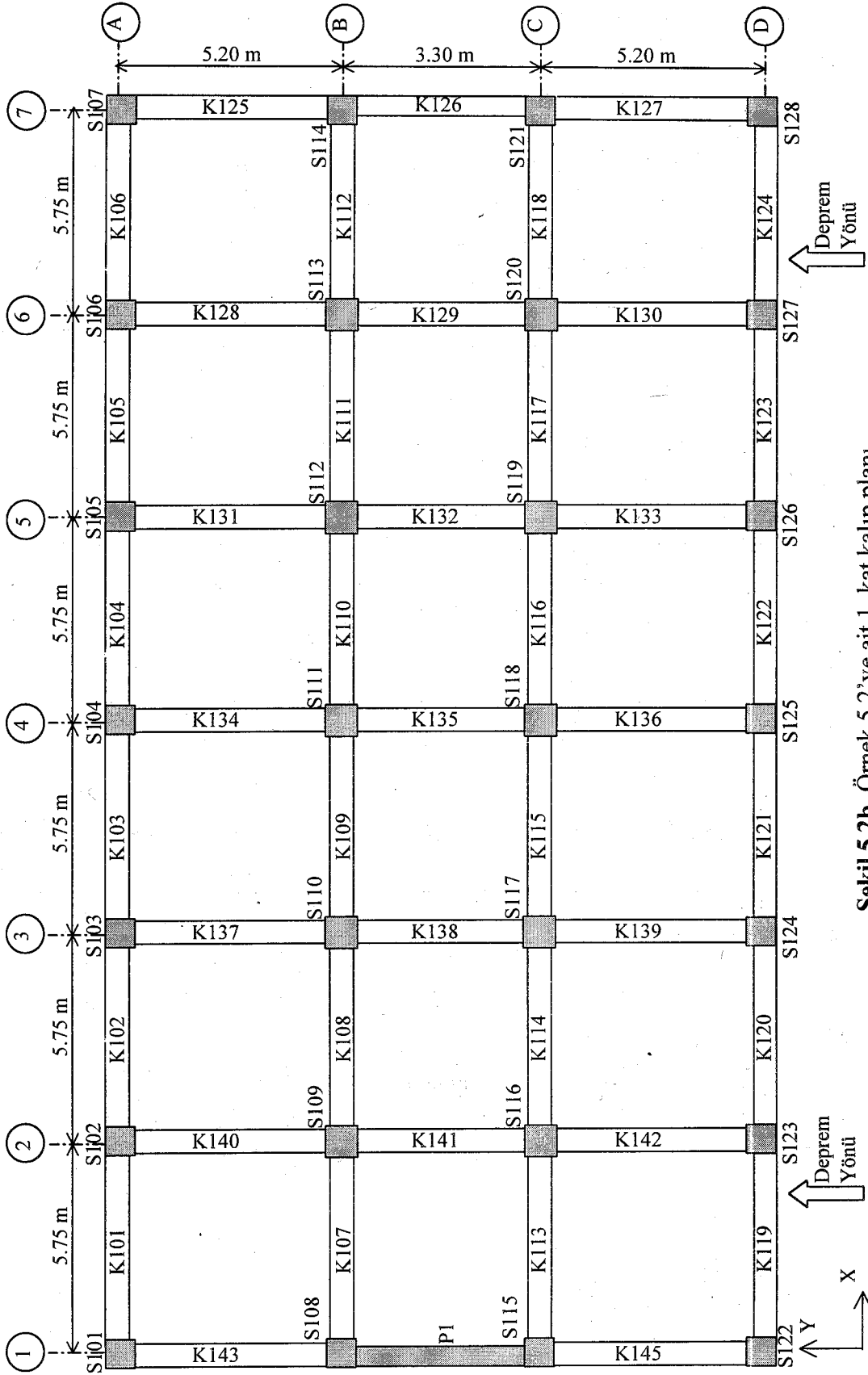
Kiriş boyutları :



Tüm katlarda aynı kiriş kesiti kullanılmıştır.

Perde et kalınlığı= 25 cm

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı başlangıçta $R = 7$ alınacaktır (Tablo 2.5).



Şekil 5.2b. Örnek 5.2'ye ait 1. kat kalıp planı

Kat ağırlıklarının hesabı : $w_i = G_i + n \times Q_i$

Çizelge 5.10. Örnek 5.2'ye ait kat ağırlıkları

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

Çizelge 5.11. Örnek 5.2'ye ait katlara etkiyen fiktif yükler

Kat No	w_i (ton)	H_i (m)	$w_i H_i$ (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
$\sum w_i = 2743.20$		$\sum w_j H_j = 27020.70$		$\sum F_{fi} = 1.0$

Çizelge 5.12. Örnek 5.2'ye ait Rayleigh oranı ile T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i(w_i/g)$ (ton sn ² /m)	F_{fi} (ton)	d_{fi} (m)	$m_i d_{fi}^2$ (ton sn ² m)	$F_{fi} d_{fi}$ (ton m)
5	35.156	0.2234	0.0001518	0.0000008103	0.0000339105
4	61.119	0.3107	0.0001321	0.0000010658	0.0000410233
3	61.119	0.2330	0.0000944	0.0000005445	0.0000219903
2	61.119	0.1553	0.0000568	0.0000001973	0.0000088241
1	61.119	0.0777	0.0000205	0.0000000258	0.0000015944
				$\Sigma = 2.6436 \times 10^{-6}$	$\Sigma = 1.0734 \times 10^{-4}$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{2.6436 \times 10^{-6}}{1.0734 \times 10^{-4}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.986 \text{ s}$$

Çizelge 5.13. Örnek 5.2'ye ait Rayleigh oranı ile modal analiz karşılaştırılması

Rayleigh Oranı	Modal Analiz
0.986 s	1.105 s

Yerel zemin sınıfı Z2 olduğundan, Spektrum karakteristik periyotları $T_A=0.15$ s ve $T_B=0.40$ s dir (Tablo 2.4). Denklem (2.16) incelendiğinde, $T_1 > T_B$ olduğu görülür. O halde Spektrum Katsayısı:

$$S(T_1) = 2.5(0.4/0.986)^{0.8} = 1.2147$$

olmaktadır. $T_1 > T_A$ olduğundan denklem (2.17)'ye göre Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R_a(T_1) = R = 7$ alınacaktır.

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0=0.40$

Bina Önem Katsayısı, $I=1$

Spektral İvme Katsayısı (denklem 2.15):

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 1.2147 = 0.485888$$

Taban Kesme Kuvveti (denklem 2.12):

$$V_t = 2743.2 \times 0.485888 / 7 = 190.412 \text{ ton}$$

Ayrıca, $V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2743.2 = 109.73$ ton olduğu görülmektedir (denklem 3.5).

Çizelge 5.14. Örnek 5.2'ye ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
5	42.5309
4	59.1526
3	44.3645
2	29.5763
1	14.7882

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

Çizelge 5.15. Örnek 5.2'ye ait α_M 'nin hesabı

Mperde1	406.3800. ton-m
ΣM_{perde}	406.3800. ton-m
ΣM_{dev}	2297.047 ton-m

α_M değeri, denklem (5.1) yardımıyla,

$$\alpha_M = \frac{406.3800}{2297.047} = 0.18 < 0.75$$

olarak bulunur. Böylece ilk başta seçilen R değeri kullanılabilir.

Çizelge 5.16. Örnek 5.2'ye 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	0.05383	0.00778	0.00576	0.00199	0.00388	1.49
4	0.04806	0.00579	0.01321	0.00203	0.00762	1.73
3	0.03485	0.00376	0.01349	0.00181	0.00765	1.76
2	0.02136	0.00195	0.01353	0.00134	0.00744	1.81
1	0.00783	0.00060	0.00783	0.00060	0.00422	1.85

Bütün katlarda $\eta_{bi} > 1.2$ olduğundan binada Burulma Düzensizliği bulunmaktadır.

Çizelge 5.17. Örnek 5.2'ye ait görel kat ötelemeleri kontrolü

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{max}$	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$
5	0.05383	0.00576	3.5	0.001646
4	0.04806	0.01321	3.5	0.003775
3	0.03485	0.01349	3.5	0.003856
2	0.02136	0.01353	3.5	0.003865
1	0.00783	0.00783	3.5	0.002236

$(\Delta_i)_{\max}/h_i > 0.0035$ ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i > 0.02/R = 0.0029$ sınır değerleri incelendiğinde, Göreli kat ötelemeleri bakımından binada düzensizlik vardır.

Çizelge 5.18. Örnek 5.2'ye ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat No	w_i	$\sum_{j=1}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
5	344.88	344.88	0.00388	42.5309	3.5	0.00898
4	599.58	944.46	0.00762	101.683	3.5	0.02022
3	599.58	1544.04	0.00765	146.048	3.5	0.02312
2	599.58	2143.62	0.00744	175.624	3.5	0.02593
1	599.58	2743.20	0.00422	190.412	3.5	0.01735

Tüm katlarda $\theta_i < 0.12$ olduğundan ikinci mertebe etkileri sınır değerleri aşmamaktadır.

Perdelerin simetrik yerleştirilmemesinin, düzensizlikleri arttırdığı görülmektedir. Bu bakımdan ek burulma momentinin oluşmaması ve kat rölatif yerdeğiştirmelerinin azaltılması açısından perdeler planda simetrik yerleştirilmelidir. Simetrinin sağlanmasıyla rijitlik merkezi planda simetri merkezine yaklaşmaktadır.

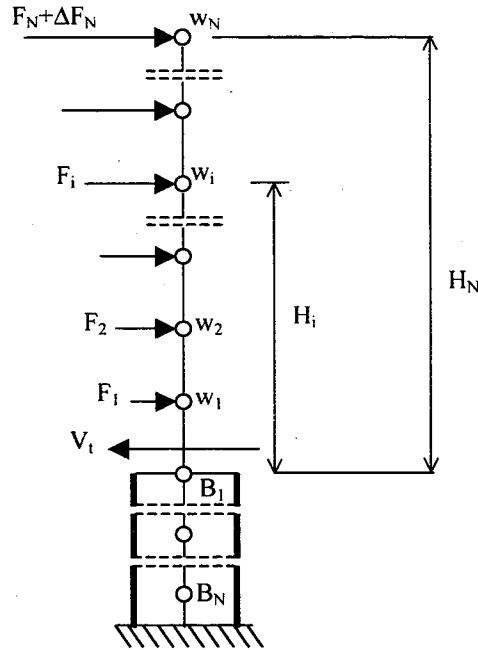
5.3. Çepeçevre Bodrum Perdesi

Yeni deprem yönetmeliğine göre, bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, bodrum katlarına ve üstteki katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Bu tip binaların eşdeğer deprem yükü yöntemi ile analizi, üç adımda yapılacaktır.

Adım 1 : Bu adımda eşdeğer deprem kat yüklerinin belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri gözönüne alınmaksızın Bölüm 3'de anlatılan Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi kullanılacak ve sadece üstteki katların ağırlıkları

hesaba katılacaktır. Bu durumda, ilgili bütün tanım ve bağıntılarda temel üst kotu yerine, zemin katın kotu gözönüne alınacaktır. Rayleigh oranı ile birinci doğal titreşim periyodunun hesabında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıkları kullanılacaktır.

Hesaplanan eşdeğer deprem yükleri Şekil 5.3'te görüldüğü gibi, bodrum katlarını da içeren tüm sistem üzerine uygulanarak analiz gerçekleştirilecektir.



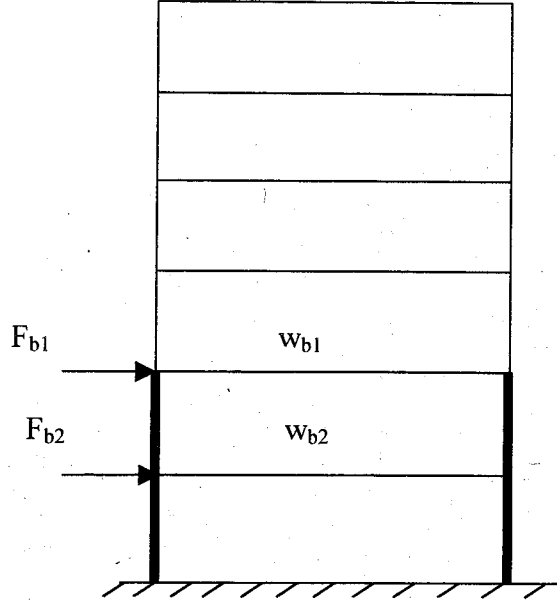
Şekil 5.3. Normal kat deprem yükleri

Adım 2 : Rijit bodrum katlarına etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanır. Burada sadece bodrum kat ağırlıkları gözönüne alınacak ve bu katlar için hesap üstteki katların ağırlıkları gözönüne alınmaksızın yapılacaktır.

Binanın bu bölümünde, titreşim periyodu hesaplanmaksızın Spektrum Katsayısı $S(T)=1$ ve Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R_a(T)=1.5$ alınacaktır. Böylece bodrum kat hizalarına etkiyen kuvvetler,

$$F_{bi} = A_o I w_{bi} / 1.5 \quad (5.2)$$

bağıntısıyla hesaplanacaktır (Şekil 5.4).



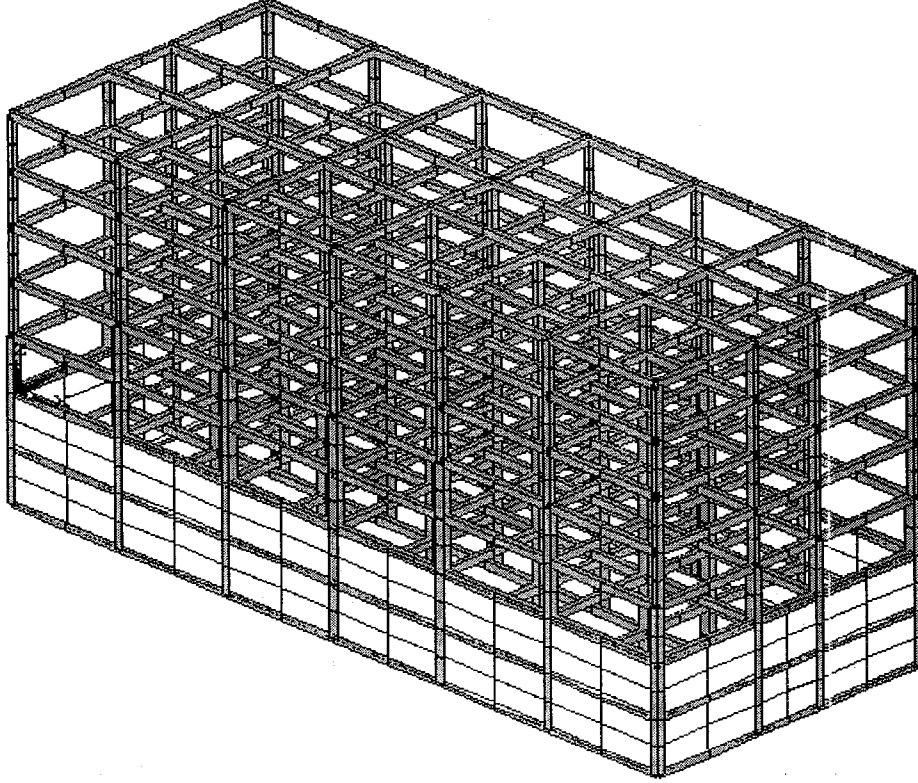
Şekil 5.4. Bodrum kat deprem yükleri

Hesaplanan bu yükler, $\pm 5\%$ eksantrik olarak bodrum katlarına uygulanacak ve Şekil 5.4'de görüldüğü gibi tüm sistemin analizi yapılacaktır.

Adım 3 : Normal katlara ait iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri, Adım 1'de tanımlanan taşıyıcı sistemin tümünün hesabından elde edilen büyüklüklerdir. Bodrum katlara ait iç kuvvetler ise, 1. ve 2. adımlarda tanımlanan deprem yüklerine göre bodrum katlarında elde edilen iç kuvvetlerin karelerinin toplamının karekökü alınarak hesaplanacaktır.

5.3.1. Örnek 5.3

Burada örnekte, Örnek 3.2'deki binaya, betonarme çevre perdeli 2 bodrum kat ilave edilmiştir.



Şekil 5.5. Örnek 5.3'e ait yapının perspektif görünüşü

1. ve 2. bodrum kat kolon boyutları:

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

Bodrum perde et kalınlıkları 25 cm alınmıştır. Ayrıca, bodrum katlarının yükseklikleri normal katlarla aynı olup 3.5 m seçilmiştir.

Adım 1 :

Çizelge 5.19. Örnek 5.3'e ait kat ağırlıklarının hesabı

Kat No	G _i (ton)	Q _i (ton)	w _i (ton)
5	309.0	119.6	344.88
4	528.6	236.6	599.58
3	528.6	236.6	599.58
2	528.6	236.6	599.58
1	528.6	236.6	599.58

Çizelge 5.20. Örnek 5.3'e ait katlara etkiyen fiktif yükler

Kat No	w _i (ton)	H _i (m)	w _i H _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
$\Sigma w_i=2743.20$		$\Sigma w_i H_i=27020.70$		$\Sigma F_{fi}=1.0$

Çizelge 5.21. Örnek 5.3'e ait Rayleigh oranı ile T₁'in 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 ² m)	F _{fi} d _{fi} (ton m)
5	35.156	0.2234	0.0002073	0.0000015112	0.0000463100
4	61.119	0.3107	0.0001837	0.0000020620	0.0000570610
3	61.119	0.2330	0.0001328	0.0000010775	0.0000309354
2	61.119	0.1553	0.0000835	0.0000004259	0.0000129662
1	61.119	0.0777	0.0000342	0.0000000717	0.0000026599
				$\Sigma=5.1483 \times 10^{-6}$	$\Sigma=1.4993 \times 10^{-4}$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{5.1483 \times 10^{-6}}{1.4993 \times 10^{-4}} \right]^{\frac{1}{2}} = 1.164 \text{ s}$$

Çizelge 5.22. Örnek 5.3'e ait Rayleigh oranı ile modal analiz karşılaştırılması

Rayleigh Oranı	Modal Analiz
1.164 s	1.164 s

$H_N < 25$ m olduğundan, T_1 ampirik yöntemle de hesaplanabilir;

$$T_{1A} = C_t H_N^{3/4} = 0.075 \times (24.5)^{3/4} \cong 0.83 \text{ s}$$

$T_{1A} < 1$ s olduğundan, hesaplarda Rayleigh oranı ile bulunan periyot aynen kullanılmıştır.

Yapı Davranış Katsayısı, $R=8$ alınacaktır. Yerel zemin sınıfı Z2 olduğundan, Spektrum karakteristik periyotları $T_A=0.15$ s ve $T_B=0.40$ s dir (Tablo 2.4). Denklem (2.16) incelendiğinde, $T_1 > T_B$ olduğu görülür. O halde Spektrum Katsayısı:

$$S(T_1) = 2.5(0.4/1.164)^{0.8} = 1.0635$$

olmaktadır. $T_1 > T_A$ olduğundan denklem (2.17)'ye göre Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R_a(T_1) = R = 8$ alınacaktır.

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0=0.40$

Bina Önem Katsayısı, $I=1$

Spektral İvme Katsayısı (denklem 2.15):

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 1.0635 = 0.4254$$

Taban Kesme Kuvveti (denklem 2.12):

$$V_t = 2743.2 \times 0.4254 / 8 = 148.87 \text{ ton}$$

Ayrıca, $V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2743.2 = 109.73$ ton olduğu görülmektedir (denklem 3.5).

Çizelge 5.23. Örnek 5.3'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
5	32.5816
4	45.3150
3	33.9862
2	22.6575
1	11.3287

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

Çizelge 5.24. Örnek 5.3'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	0.03643	0.02406	0.00408	0.00282	0.00345	1.18
4	0.03235	0.02124	0.00882	0.00603	0.00743	1.19
3	0.02353	0.01520	0.00883	0.00555	0.00719	1.23
2	0.01471	0.00965	0.00878	0.00558	0.00718	1.22
1	0.00593	0.00407	0.00593	0.00656	0.00500	1.19

η_{bi} değerleri 1.2'ye yakın olduğundan eksantrisite değerleri artırılarak yeniden hesap yapılmamıştır.

Çizelge 5.25. Örnek 5.3'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{max}$	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$
5	0.03643	0.00408	3.5	0.001166
4	0.03235	0.00882	3.5	0.002519
3	0.02353	0.00883	3.5	0.002522
2	0.01471	0.00878	3.5	0.002508
1	0.00593	0.00593	3.5	0.001693

$(\Delta_i)_{max}/h_i \leq 0.0035$ ve $(\Delta_i)_{max}/h_i \leq 0.02/R = 0.0025$ değerlerine bakıldığında görel kat ötelemeleri, sınır değerlere çok yakın olduğundan yeniden hesap yapılmamıştır.

Çizelge 5.26. Örnek 5.3'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat No	w_i	$\sum_{j=1}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	344.88	344.88	0.00345	32.5816	3.5	0.01043
4	599.58	944.46	0.00743	77.8966	3.5	0.02572
3	599.58	1544.04	0.00719	111.883	3.5	0.02835
2	599.58	2143.62	0.00718	134.540	3.5	0.03269
1	599.58	2743.20	0.00500	145.869	3.5	0.02684

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

Çizelge 5.27. Örnek 5.3'e ait kolon kesit tesirleri

Kolon	Adım 1 $M_{ALT}(\text{ton-m})$
1.Kat 1D	7.543
2.Kat 3C	11.10

Adım 2 :

Bodrum katlarına etkiyen eşdeğer deprem yükleri binanın birinci periyodu hesaplanmaksızın denklem (5.2) ile aşağıdaki gibi bulunur.

$$F_{B1} = 0.40 \times 1 \times 599.8 / 1.5 = 159.9 \text{ ton}$$

$$F_{B2} = 0.40 \times 1 \times 599.8 / 1.5 = 159.9 \text{ ton}$$

Çizelge 5.28. Örnek 5.3'e ait perde kesit tesirleri

Perde (Taban)	Adım 1 $M_{ALT}(\text{ton-m})$	Adım 2 $M_{ALT}(\text{ton-m})$	Adım 3 $[(\text{Adım1})^2 + (\text{Adım2})^2]^{1/2}$ $M_{ALT}(\text{ton-m})$
1C-1D	56.697 (60.82)	110.870 (117.6)	124.526 (132.4)
7B-7C	29.708 (26.47)	62.430 (55.78)	69.138 (61.7)

Parantez içindeki değerler ETABS programı ile bulunmuştur.