

## DEPREM HESABI (ÖZET)

Depreme dayanıklı yapı tasarımında ana ilke,

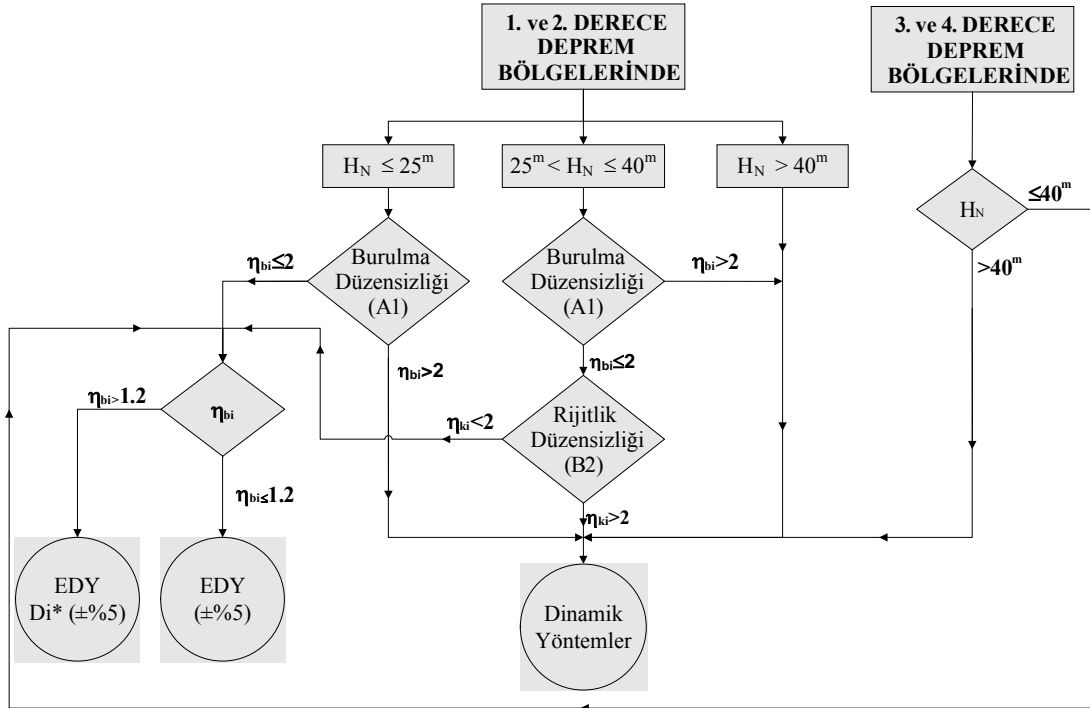
- *Hafif şiddetteki depremlerde*, yapısal ve yapısal olmayan elemanların hasar görmemesi,
- *Orta şiddetteki depremlerde*, yapısal ve yapısal olmayan elemanlardaki hasarın sınırlı ve onarılabilir düzeyde olması,
- *Şiddetli depremlerde*, can güvenliğini sağlamak amacıyla kalıcı yapısal hasar oluşumunun sınırlandırılması olarak ifade edilebilir.

Deprem yönetmeliğine göre yeni binaların tasarımında esas alınacak **tasarım depremi**, şiddetli depreme karşılık gelmekte olup, bina önem katsayısı  $I=1$  olan binalar için **50 yıllık** bir süre içinde **aşılma olasılığı %10** olan depremdir.

### 1. Hesap Yöntemleri

- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi (EDY)
- Dinamik Yöntemler (DY)
  - Mod Birleştirme Yöntemi
  - Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri

Basit yada karmaşık her türlü yapının deprem hesabı dinamik yöntemlerle yapılabilir. Ancak “*Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik*” (DBYBHY’07) yapı yüksekliği ve yapı düzensizliklerine (A → Planda düzensizlik, B → Düşey doğrultuda düzensizlik) bağlı olarak hesaplarda en azından kullanılması zorunlu olan yöntemleri aşağıdaki gibi vermektedir.



Şekil 1 Deprem hesap yönteminin belirlenmesi (DBYBHY’07)

Şekil 1'de verilmiş olan akış şemasında  $H_N$  yapı yüksekliğini,  $\eta_{bi}$  burulma düzensizliği katsayısını,  $\eta_{ki}$  rijitlik düzensizliği katsayısını,  $D_i$  ek dış merkezlik büyültme katsayısını göstermektedir.

## 2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Uygulamada karşılaşılan yapıların büyük çoğunluğu için “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” kullanılabilir.

### 2.1 Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Belirlenmesi ( $V_i$ )

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen *Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü* (taban kesme kuvveti)  $V_i$ , aşağıda verilen (1) denklem ile belirlenir.

$$V_i = \frac{W A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 A_0 I W \quad (1)$$

(1) denkleminde,  $W$  binanın deprem hesabına katılan toplam ağırlığını,  $A(T_1)$  birinci doğal titreşim periyoduna karşı gelen spektral ivme katsayısını,  $R_a(T_1)$  deprem yükü azaltma katsayısını,  $A_0$  etkin yer ivmesi katsayısını,  $I$  bina önem katsayısını göstermektedir.

#### 2.1.1 Binanın Deprem Hesabına Katılan Toplam Ağırlığının ( $W$ ) Belirlenmesi

Binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak olan toplam ağırlığı, aşağıda verilen (2) denklemi kullanılarak belirlenebilir.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad , \quad w_i = g_i + n q_i \quad (2)$$

(2) denkleminde,  $N$  kat sayısı,  $w_i$  binanın  $i$ .katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı,  $g_i$   $i$ . kat sabit yükleri toplamını,  $q_i$   $i$ .kat hareketli yükleri toplamını,  $n$  ise hareketli yük katılım katsayısını göstermektedir ve Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Hareketli yük katılım katsayısı (DBYBHY'07)

<i>Binanın Kullanım Amacı</i>	<i>n</i>
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

#### 2.1.2 Spektral İvme Katsayısı ( $A(T)$ )

Göz önüne alınan deprem doğrultusu için birinci doğal titreşim periyodu  $T_1$ 'e karşı gelen deprem yüklerinin belirlenmesinde esas alınacak spektral ivme katsayısı,  $A(T_1)$ , aşağıdaki (3) denklemi yardımıyla hesaplanabilir.

$$A(T_1) = A_0 I S(T_1) \quad (3)$$

(3) denleminde,  $A_0$  etkin yer ivmesi katsayısını,  $I$  bina önem katsayısını,  $S(T)$  spektrum katsayısını göstermektedir.

### 2.1.3 Etkin Yer İvmesi Katsayısı ( $A_0$ )

Spektral ivme katsayısının belirleneceği (3) denleminde yer alan etkin yer ivmesi katsayısı,  $A_0$ , Tablo 2'de tanımlanmıştır.

**Tablo 2.** Etkin yer ivme katsayısı ( $A_0$ ) (DBYBHY'07)

<i>Deprem Bölgesi</i>	<i><math>A_0</math></i>
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

### 2.1.4 Bina Önem Katsayısı ( $I$ )

(3) denleminde yer alan bina önem katsayısı,  $I$ , Tablo 3'te tanımlanmıştır.

**Tablo 3.** Bina önem katsayısı ( $I$ ) (DBYBHY'07)

<i>Binanın Kullanım Amacı veya Türü</i>	<i>Bina Önem Katsayısı (<math>I</math>)</i>
<b><u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u></b> a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
<b><u>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u></b> a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
<b><u>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u></b> Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
<b><u>4. Diğer binalar</u></b> Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

### 2.1.5 Spektrum Katsayısı $S(T)$

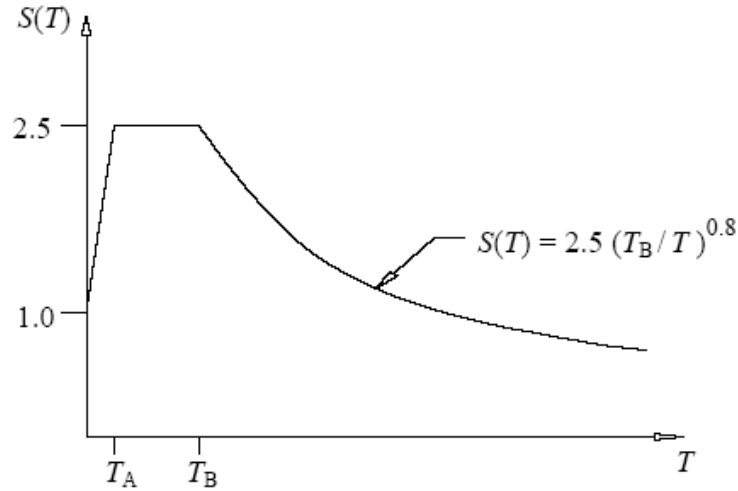
Spektrum katsayısı  $S(T)$ , yerel zemin koşulları ve binanın doğal titreşim periyodu  $T$ 'ye bağlı olarak (4) denkleminle hesaplanabilir.

$$\begin{aligned}
 S(T) &= 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\
 S(T) &= 2.5 & (T_A < T \leq T_B) \\
 S(T) &= 2.5 \left( \frac{T_B}{T} \right)^{0.8} & (0 \leq T \leq T_A)
 \end{aligned} \tag{4}$$

Spektrum karakteristik periyotları  $T_A$  ve  $T_B$ , yerel zemin sınıflarına göre Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Spektrum karakteristik periyotları (DBYBHY'07)

	$T_A$ (saniye)	$T_B$ (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90



**Şekil 2** Normalize edilmiş elastik tasarım spektrumu (DBYBHY'07)

#### 2.1.6 Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R_d(T)$

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak üzere spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri,  $R_d(T)$  deprem yüğü azaltma katsayısına bölünecektir.  $R_d(T)$ , yapı davranış katsayısı  $R$  ve doğal titreşim periyodu  $T$ 'ye bağlı olarak aşağıdaki (5) denklemi yardımıyla belirlenebilir.

$$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5) \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (5)$$

$$R_a(T) = R \quad (T_A < T)$$

(5) denlemindeki taşıyıcı sistem davranış katsayısı R, Tablo 5'te tanımlanmaktadır.

**Tablo 5.** Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) (DBYBHY'07)

<i>BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ</i>	<i>Süneklik Düzeyi Normal Sistemler</i>	<i>Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler</i>
<b>(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR</b>		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar .....	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar..	4	7

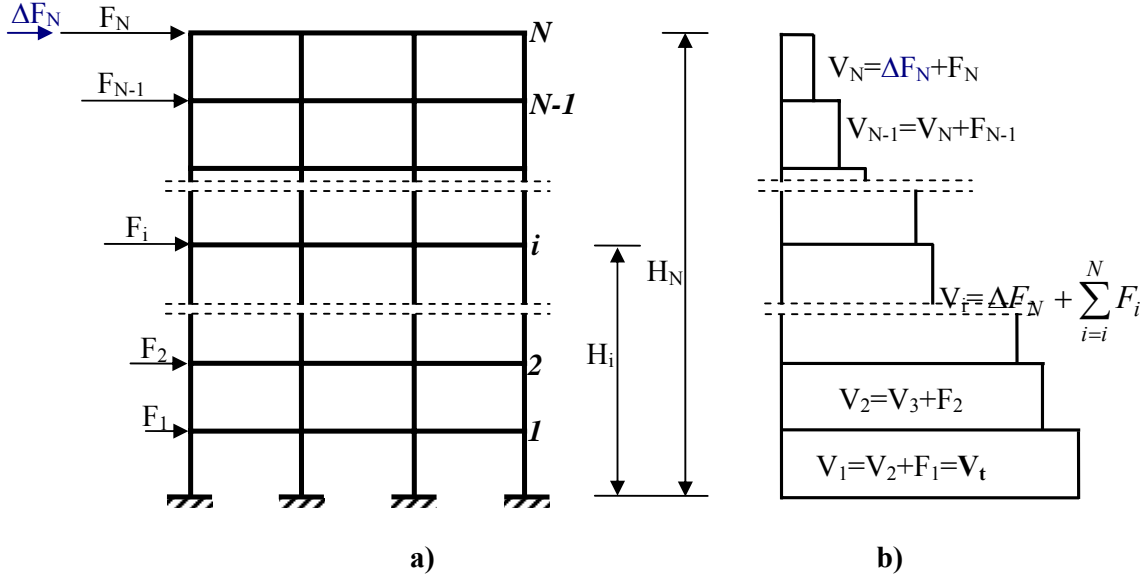
## 2.2 Katlara Etkiye Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi (F<sub>i</sub>)

Toplam eşdeğer deprem yükü bina katlarına aşağıda verilen (6) denklemi yardımıyla dağıtılabilir.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (6)$$

Yukarıdaki (6) denkleminde, V<sub>t</sub> (1) denkleminle belirlenecek olan toplam eşdeğer deprem yükünü, ΔF<sub>N</sub> ise bina N.katına etkiyen *ek eşdeğer deprem yükünü* göstermektedir. Sadece bina tepesine (N. Kata) etkileyecek olan bu yük, aşağıdaki (7) bağıntısı yardımıyla hesaplanabilir.

$$\Delta F_N = 0.0075 N V_t \quad (7)$$



Şekil 3 a) Toplam eşdeğer deprem yükünün bina katlarına dağıtılması b) kat kesme kuvvetleri

Kat	$w_i$ (kN)	$H_i$ (m)	$w_i \cdot H_i$	$\frac{V_t - \Delta F_N}{\sum_{j=1}^N w_j \cdot H_j}$	$F_i = \frac{V_t - \Delta F_N}{\sum_{j=1}^N w_j \cdot H_j} \cdot (w_i \cdot H_i)$	$V_i$ (kN)
5						$\Delta F_N + F_N$
4						
3						
2						
1						
Z						

### 2.3 Binaların Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Hesaplanması ( $T_1$ )

Göz önüne alınan deprem doğrultusu için birinci doğal titreşim periyodu  $T_1$ , daha kesin bir hesap yapılmadıkça kabul edilebilir bir yaklaşıklıkla aşağıdaki (8) bağıntısı yardımıyla belirlenebilir.

$$T_1 = 2\pi \left( \frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right)^{1/2} \quad (8)$$

(8) bağıntısında,  $m_i$  binanın i.katının kütesini ( $m_i = w_i/g$ ),  $F_{fi}$  birinci doğal titreşim periyodu hesabında i. kata etkileyen fiktif (hayali) yükü,  $d_{fi}$  binanın i.katında  $F_{fi}$  fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirmeyi göstermektedir.

### 3. Betonarme Çerçevelerden Oluşan Yapılarda Deprem Hesabı

- Kesin Yöntemler: Deplasman yöntemleri (3D analiz)
- Yaklaşık Yöntemler: D değerleri metodu (Muto yöntemi)

#### 3.1 D Değerleri Metodu (Muto Yöntemi)

##### 3.1.1 Kabuller

- Deprem kuvvetleri yapıya katlar seviyesinde yatay olara etkimektedir.
- Kat döşemeleri kendi düzlemleri içinde sonsuz rijittir.
- Malzeme lineer elastiktir.
- *Yapıda burulma etkisi oluşmamaktadır.*

##### 3.1.2 $v_{ij}$ kolon kesme kuvvetlerinin hesabı

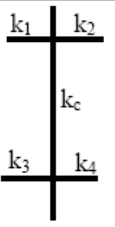

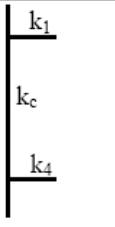
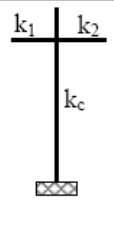
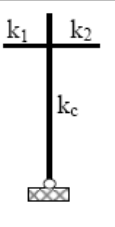
Yapıda burulma olmadığı ve katların kendi düzlemleri içinde sonsuz rijit olduğu kabul edildiği için, bir kattaki tüm kolonlar aynı yatay yerdeğiştirmeyi yapacaklarından hareketle, i.katta j.kolona gelen yatay kesme kuvveti  $v_{ij}$ , aşağıda verilmiş olan (9) bağıntısı yardımı ile belirlenebilir.

$$v_{ij} = V_i \frac{D_{ij}}{\sum_{j=1}^m D_{ij}} \quad (9)$$

(9) bağıntısında, m j.kattaki toplam kolon sayısını,  $D_{ij}$  i.katta j. kolonun yatay izafi rijitliğini göstermektedir.  $D_{ij}$  aşağıda verilmiş olan (10) bağıntısı yardımıyla hesaplanabilir. (10) bağıntısında verilmiş olan düzeltme katsayısı a, Tablo 6'da tanımlanmıştır.

$$D_{ij} = a \frac{I_{ij}}{h_i} \quad (10)$$

**Tablo 6.** Düzeltme katsayısı (a)

Normal ve enüst katlarda			Temel kolonlarında	
				
$\bar{k} = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + k_4}{2k_c}$	$\bar{k} = \frac{k_1 + k_3 + k_4}{2k_c}$	$\bar{k} = \frac{k_1 + k_4}{2k_c}$	$\bar{k} = \frac{k_1 + k_2}{k_c}$	
a	Kat kolonları	Temele ankastre bağlı kolonlar	Temele mafsallı bağlı kolonlar	
	$a = \frac{\bar{k}}{2 + \bar{k}}$	$a = \frac{0.5 + \bar{k}}{2 + \bar{k}}$	$a = \frac{0.5\bar{k}}{1 + 2\bar{k}}$	

Düzeltilme kasayısı  $a$ 'nın tanımlandığı Tablo 6'da,  $k_c$  kolon redörünü ( $I_c/h_i$ ),  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  ve  $k_4$  ise kiriş redörlerini ( $I_{kiriş}/\ell_{kiriş}$ ) göstermektedir.

$i$ .katta  $i+1$  döşemesinin  $i$ .kat döşemesine göre yatay yer değiştirmesi  $\delta_i$ , kolonlara gelen yatay kesme kuvveti ile doğru orantılı, kolonun yatay rijitliği ile ters orantılıdır.  $i$ .kattaki tüm kolonlar aynı yatay yerdeğiştirmeyi yapacakları kabulüyle,  $\delta_i$  aşağıda verilen (11) bağıntısı yardımıyla belirlenebilir.

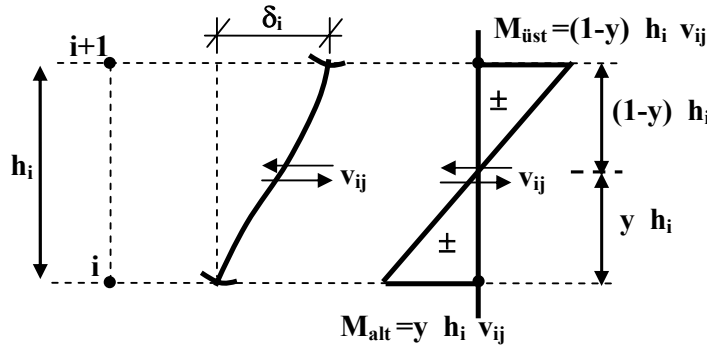
$$\delta_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^m \overline{D_{ij}}} \quad , \quad \overline{D_{ij}} = \frac{12E_c}{h_i^2} D_{ij} \quad (11)$$

### 3.1.3 Kolon Deprem Momentlerinin hesabı

Göz önüne alınan deprem doğrultusu için  $i$ . katta  $j$ . kolonun üst ve alt uçlarında oluşan kolon uç momentleri, moment sıfır noktasının yerini gösteren  $y$  katsayısına bağlı olarak (12) bağıntısıyla hesaplanabilir.

$$M_{üst} = (1 - y) h_i v_{ij} \quad (12)$$

$$M_{alt} = y h_i v_{ij}$$



Şekil 4 Kolon deprem momentlerinin hesabı

Şekil 4'ten de görüleceği gibi moment sıfır noktasının kolonun alt ucuna olan uzaklığının kat yüksekliğine oranını gösteren  $y$  katsayısı aşağıda verilen (13) bağıntısı yardımıyla belirlenebilir.

$$y = y_0 + y_1 + y_2 + y_3 \quad (13)$$

(13) bağıntısında,  $y_0$  yatay yüklerin düşeyde üçgen yayılı dağılışı olması durumunda düzgün geometri ve rijitliğe sahip bir çerçevede standart büküm noktası yüksekliği katsayısını,  $y_1$  kolona alttan ve üstten birleşen kiriş rijitliklerinin farklı olması halinde düzeltme terimini,  $y_2$  üst kat kolonunun hesaplanan kat kolonlarına göre farklı yükseklikte olmasının etkisini hesaba katan düzeltme terimi (en üst katta  $y_2=0$ ),  $y_3$  alt kat kolonunun hesaplanan kat kolonlarına göre farklı yükseklikte olmasının etkisini hesaba katan düzeltme terimini (en alt katta  $y_3=0$ ) göstermektedir. Söz konusu katsayılar sırasıyla Tablo 7, 8 ve 9'da tanımlanmıştır.



Tablo 7. Yatay yükün üçgen yayılı dağılışı durumunda  $y_0$  katsayısı

Kat adedi	Kat No	$\bar{k}$														
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	
1	1	0.80	0.75	0.70	0.65	0.65	0.60	0.60	0.60	0.60	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	
2	2	0.50	0.45	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	
2	1	1.00	0.85	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65	0.60	0.60	0.55	0.55	0.55	0.55	
	3	0.25	0.25	0.25	0.30	0.30	0.35	0.35	0.35	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.50	
3	2	0.60	0.50	0.50	0.50	0.50	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	
	1	1.15	0.90	0.80	0.75	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	
4	4	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.30	0.35	0.35	0.35	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	
	3	0.35	0.35	0.35	0.40	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	
	2	0.70	0.60	0.55	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	1	1.20	0.95	0.85	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65	0.55	0.55	0.55	
5	5	-0.05	0.10	0.20	0.25	0.30	0.30	0.35	0.35	0.35	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	
	4	0.20	0.25	0.35	0.35	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	
	3	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	
	2	0.75	0.60	0.55	0.55	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	1	1.30	1.00	0.85	0.80	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	
6	6	-0.15	0.05	0.15	0.20	0.25	0.30	0.30	0.35	0.35	0.35	0.40	0.45	0.45	0.45	
	5	0.10	0.25	0.30	0.35	0.35	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	
	4	0.30	0.35	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	
	3	0.50	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	2	0.80	0.65	0.55	0.55	0.55	0.55	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	1	1.30	1.00	0.85	0.80	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	
7	7	-0.20	0.05	0.15	0.20	0.25	0.30	0.30	0.35	0.35	0.35	0.45	0.45	0.45	0.45	
	6	0.05	0.20	0.30	0.35	0.35	0.40	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	
	5	0.20	0.30	0.35	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	
	4	0.35	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	
	3	0.55	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	2	0.80	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	1	1.30	1.00	0.90	0.80	0.75	0.70	0.70	0.70	0.65	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	
8	8	-0.20	0.05	0.15	0.20	0.25	0.30	0.30	0.35	0.35	0.35	0.45	0.45	0.45	0.45	
	7	0.00	0.20	0.30	0.35	0.35	0.40	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	
	6	0.15	0.30	0.35	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	
	5	0.30	0.35	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	
	4	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	3	0.60	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	2	0.85	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	1	1.30	1.00	0.90	0.80	0.75	0.70	0.70	0.70	0.65	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	
9	9	-0.25	0.00	0.15	0.20	0.25	0.30	0.30	0.35	0.35	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	
	8	0.00	0.20	0.30	0.35	0.35	0.40	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	
	7	0.15	0.30	0.35	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	
	6	0.25	0.35	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	5	0.35	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	4	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	3	0.60	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	2	0.85	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	1	1.30	1.00	0.90	0.80	0.75	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	
10	10	-0.25	0.00	0.15	0.20	0.25	0.30	0.30	0.35	0.35	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	
	9	-0.05	0.20	0.30	0.35	0.35	0.40	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	
	8	0.10	0.30	0.35	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	
	7	0.20	0.35	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	6	0.30	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	5	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	4	0.50	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	3	0.60	0.55	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	2	0.85	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	1	1.35	1.00	0.90	0.80	0.75	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	

**Tablo 8.** Kolonların alt ve üst katta bağlandıkları kirişlerin rijitliklerinin farklı olmasının etkisini hesaba katan  $y_1$  düzeltme katsayısı

$\alpha_1$	$\bar{k}$													
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
0.4	0.55	0.40	0.30	0.25	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15	0.05	0.05	0.05	0.05
0.5	0.45	0.30	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05
0.6	0.30	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00
0.7	0.20	0.15	0.10	0.10	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00
0.8	0.15	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.9	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

$$K_{bo} = K_{b1} + K_{b2}$$

$$K_{bu} = K_{b3} + K_{b4}$$

$$\alpha_1 = K_{bo} / K_{bu}$$

En alt kat için  $y_1=0$  alınacaktır.

$K_{bo} > K_{bu}$  ise  $\alpha_1 = K_{bu} / K_{bo}$  olarak hesaplanacak ve bulunan  $y_1$  değeri (-) işareti ile gözönüne alınacaktır.

**Tablo 9.** Sırasıyla üst ve alt kolonunun hesaplanan kat kolonlarına göre farklı yükseklikte olmasının etkisini hesaba katan  $y_2$  ve  $y_3$  düzeltme katsayıları

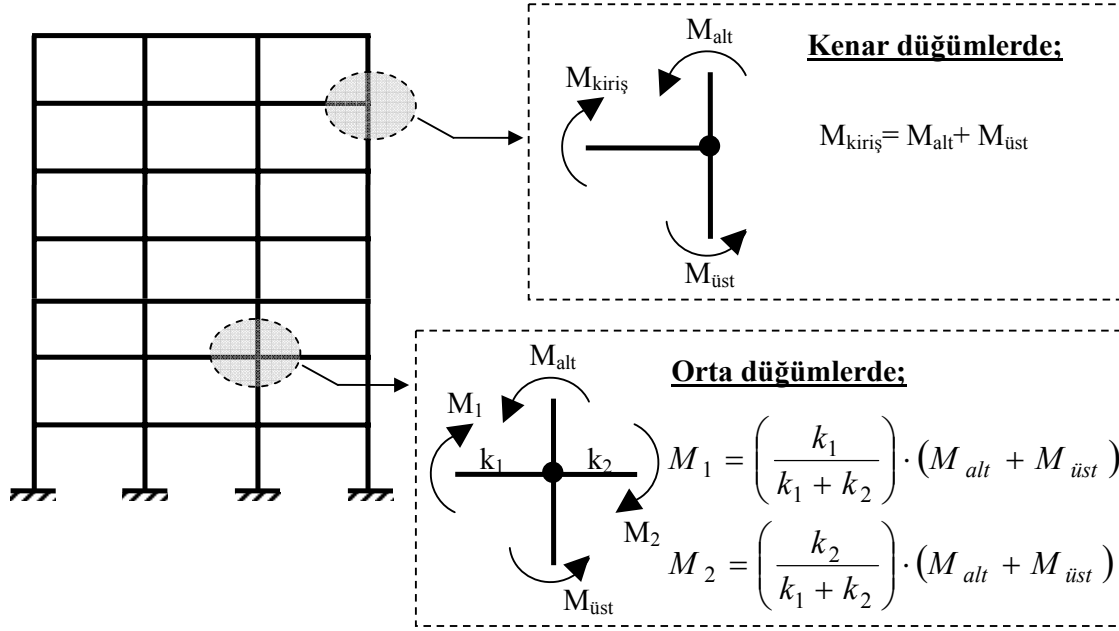
$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\bar{k}$													
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
2.0		0.25	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00
1.8		0.20	0.15	0.10	0.10	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00
1.6	0.4	0.15	0.10	0.10	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
1.4	0.6	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.2	0.8	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.8	1.2	-0.05	-0.05	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.6	1.4	-0.10	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.4	1.6	-0.15	-0.10	-0.10	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.8	-0.20	-0.15	-0.10	-0.10	-0.10	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	0.00	0.00	0.00
	2.0	-0.25	-0.15	-0.15	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	0.00	0.00

$y_2$  için  $\alpha_2 = h_o/h$   
 $y_3$  için  $\alpha_3 = h_u/h$

En üst kat için  $y_2=0$   
En alt kat için  $y_3=0$

### 3.1.4 Kiriş Deprem Momentlerinin hesabı

Kat çerçevelerinde herhangi bir düğüm noktasında kolon deprem momentleri, düğümüne birleşen deprem doğrultusundaki kirişlerin rijitlikleri oranında aldıkları momentler ile dengelenir. Bu bağlamda, kiriş deprem momentleri, kenar düğüm noktalarında kolon üst ve alt deprem momentleri toplanarak, orta düğüm nokatalarına ise kolon alt ve üst uç momentleri toplamının kiriş redörleri ile orantılı olarak dağıtılmasıyla hesaplanabilir. Şekil 5'te kenar ve orta düğüm noktaları için kiriş deprem momentlerinin belirlenmesi gösterilmiştir.

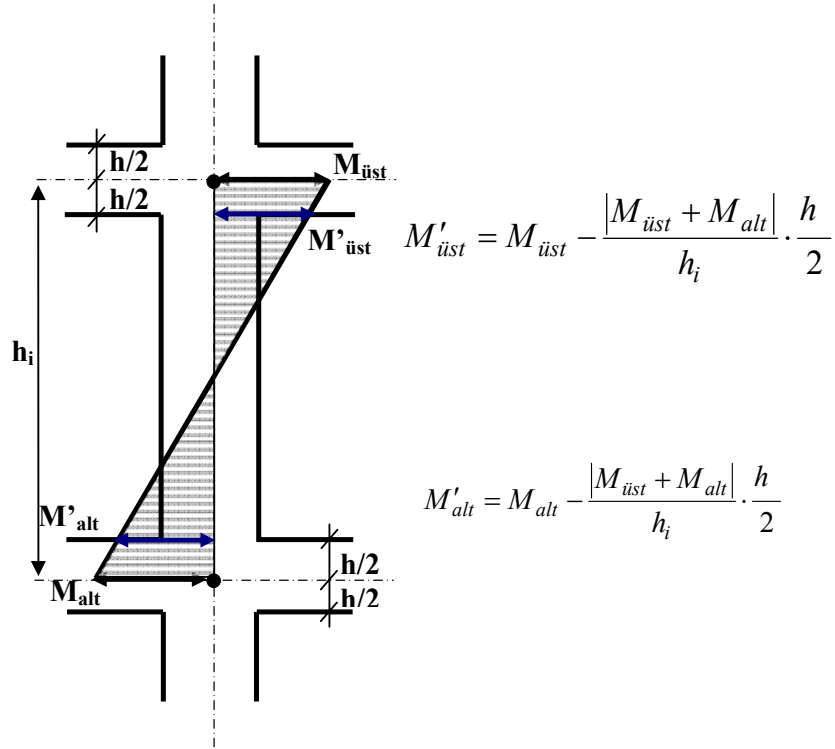


Şekil 5 Kiriş deprem momentlerinin hesaplanması

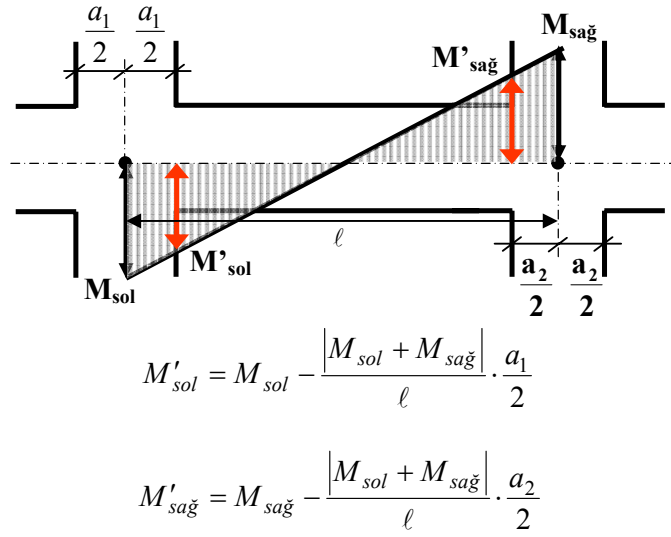
Göz önüne alınan deprem doğrultusunda oluşan kiriş kesme kuvvetleri, kiriş uç eğilme momentleri toplamının kiriş açıklığına bölünmesiyle hesaplanır.

### 3.1.5 Kolon ve Kiriş Deprem Momentlerinin düzeltilmesi

Göz önüne alınan deprem doğrultusu için belirlenmiş olan kolon ve kiriş deprem momentlerinin, betonarme hesap yapılacak kesitlerdeki değerlerinin belirlenmesi (düzeltilmesi) Şekil 6 ve 7'de gösterilmiştir.



Şekil 6 KOLON deprem momentlerinin düzeltilmesi



Şekil 7 Kiriş deprem momentlerinin düzeltilmesi

#### 4. Deprem Hesabında Yapılması İstenenler:

- Tüm yapı kolonları için X ve Y doğrultusunda deprem hesabı
- B-B ve 1-1 çerçeveleri için eğilme momenti, kesme kuvveti ve normal kuvvet ( $M_E$ ,  $V_E$ ,  $N_E$ ) diyagramlarının çizimi (düzeltmeler aynı diyagram üzerinde parantez içinde gösterilmelidir).

#### 5. Deprem Hesabında İzlenmesi Gereken Hesap Adımları

- a) Kat ağırlıkları ve toplam yapı ağırlığı belirlenmelidir (kat ağırlıkları, kolon ön boyut hesabında belirlenmiş olan kolon yükleri (G, Q) ve benzer kolon sayıları da göz önünde bulundurulup (2) bağıntısı yardımıyla hesaplanacaktır).

Göz önüne alınan deprem doğrultusu için,

- b) Tüm katlarda kolon redörleri belirlenmelidir ( $k_c=I_c/h$ )
- c) Kolon D değerlerinin belirlenmelidir ( $D=a \cdot k_c$ ).
- d) Binanın birinci doğal titreşim periyodu (11 ve 8) bağıntıları yardımıyla belirlenmelidir ( $T_1$  'in belirlenmesinde, toplam taban kesme kuvveti ( $V_t$ ) başlangıçta 1000 kN olarak alınabilir ( $\Delta F_N=0$ ).  $V_t$  2.2 bölümünde açıkladığı gibi tüm katlara dağıtılarak, fiktif kat yükleri belirlenebilir).

a, b, c ve d adımlarına yönelik uygulama için “Periyot Hesabı” örneğine bakılabilir (<http://www.yildiz.edu.tr/~caydemir/betprj/periyotthesabi.pdf>)

- e) Toplam eşdeğer deprem yükü  $V_t$  (1) bağıntısı yardımıyla belirlenmelidir.
- f)  $V_t$ , 2.2 bölümündeki açıklamalar esas alınarak tüm katlara dağıtılacak ve 3. bölümde verilen açıklamalara göre kolon alt ve üst uç deprem momentleri belirlenecektir. (Kolon deprem momentlerinin hesabı, hesap çizelgesinde gösterilmelidir. <http://www.yildiz.edu.tr/~caydemir/betprj/dht.pdf> )
- g) 3.1.4 bölümünde verilen açıklamalar yardımıyla kiriş deprem momentleri belirlenmelidir.
- h) 3.1.5 bölümündeki açıklamalar yardımıyla kolon ve kiriş deprem momentleri düzeltilmelidir.

**Not:** Deprem hesabı ile ilgili hazırlanmış olan “*Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımında Genel İlkeler*” isimli açıklama dosyasına erişmek için aşağıda verilmiş olan adresleri kullanabilirsiniz.

<http://www.yildiz.edu.tr/~bhanci/belgeler/ddytgi.pdf>

<http://www.yildiz.edu.tr/~caydemir/betprj/ddyt.pdf>