

## BODRURLU YAPILARIN DEPREM HESABINDA KAT AĞIRLIKLARININ VE KAT SAYILARININ DEĞİŞİMİNİN KOLON UÇ MOMENTLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Adil Altındal, Serkan Tanrıverdi

**Özet-** Bu çalışmada, rijit bodrumlu yapıların kat ağırlıkları ve sayılarının değişiminin deprem hesabında perdesiz akslardaki kolon iç kuvvetleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik' te yer alan bodrum katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri ve iç kuvvetlerin hesabında izlenen yol araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler-** Rijit bodrumlu yapılar, bodrumlu yapıların deprem hesabı, perdeli çerçevesi sistemler.

**Abstract-** This study examines the effect of floor weight's and floor number's variations in rigid basement constructions upon internal forces of shellless axles in seismic enumeration. The enumeration approach of equivalent seismic loads and internal forces occurring on the basements accepted in Regulations About Constructions in Calamity Zones (1997), is also researched.

**Key Words-** Rigid basement constructions, enumeration, shell-framed systems.

### I. GİRİŞ

Günümüzde hızla artan yapılaşma paralelinde arsa fiyatlarının artması, bina yüksekliklerinin ve bodrum sayılarının artmasını gündeme getirmiştir. Ülkemizde Adapazarı gibi 1. Derece deprem bölgelerinde rijitliği yüksek bodrum katlarının inşası daha da çok önem kazanmaktadır.

Bodrum katlardaki toprak itkisini karşılamak üzere bina çevresine yapılan betonarme perdeler, bodrum katların rijitliğini arttırmaktadır. Rijitliği daha az olan üst katların oluşturduğu yüksek periyotlu modlar ve bu katlara gelen dinamik kuvvetlere nazaran daha rijit olan bodrumları

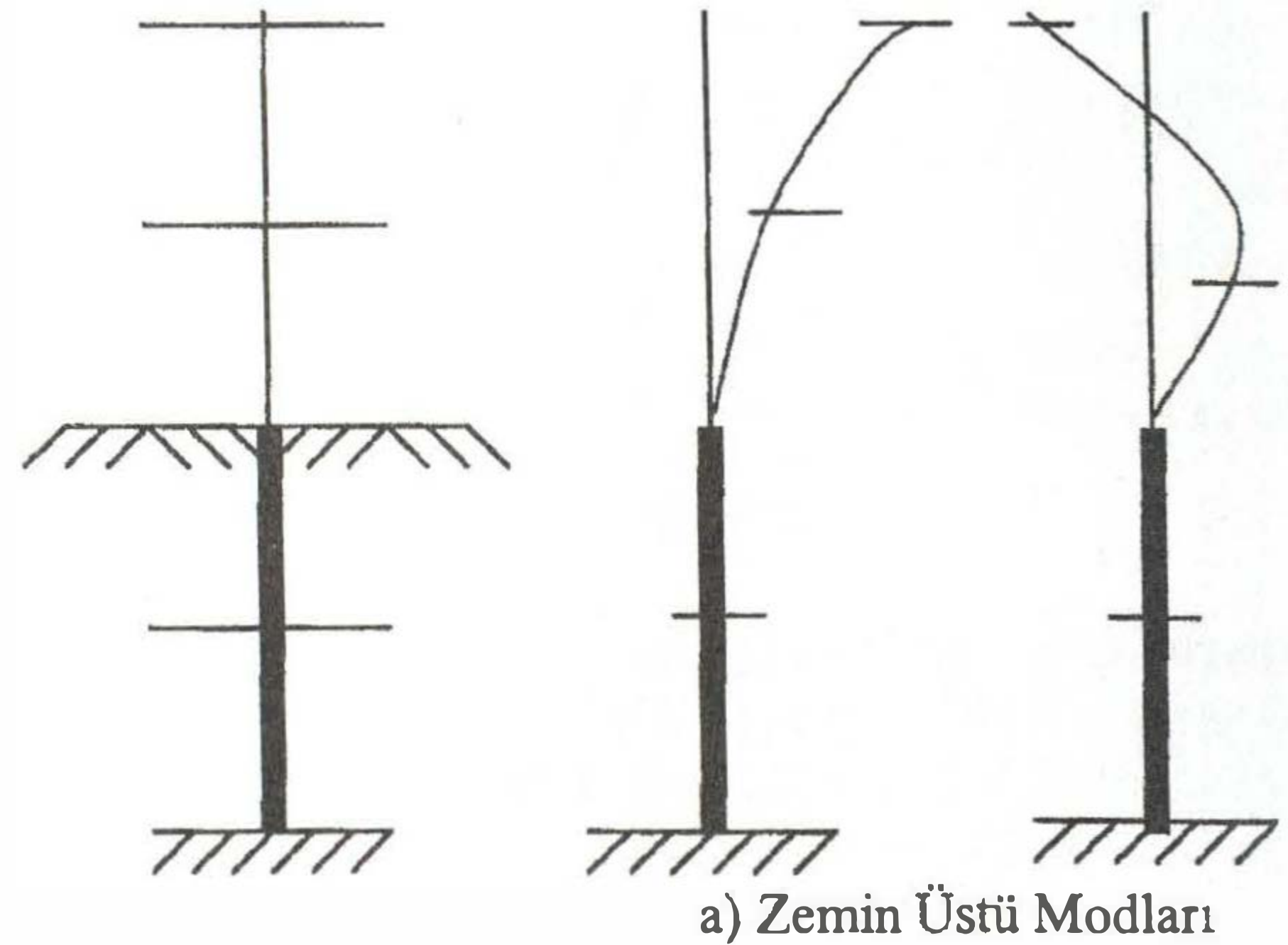
A. Altındal, S. Tanrıverdi; Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü- Sakarya

ele aldığımızda, en küçük periyotlu modların etkileri de önemli mertebelerde olmakta ve bodrum katlara da hesaba katılması gereken büyüklükte dinamik kuvvetler etki etmektedir. Bunun için rijit bodrumlu yapıların dinamik davranışını daha yakından incelemek gerekmektedir.

Ülkemizde bu konuyu düzenleyen esaslar Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik 'te mevcuttur. Bu çalışmada rijitliği yüksek olan bodrum katlarındaki perdesiz akslardaki kolonların davranışını kat adetleri ve rijitliklerin değişimine göre iç kuvvetlerin değişimini inceleyeceğiz.

### II. RİJİT BODRURLU YAPILARIN DİNAMİK HESABI

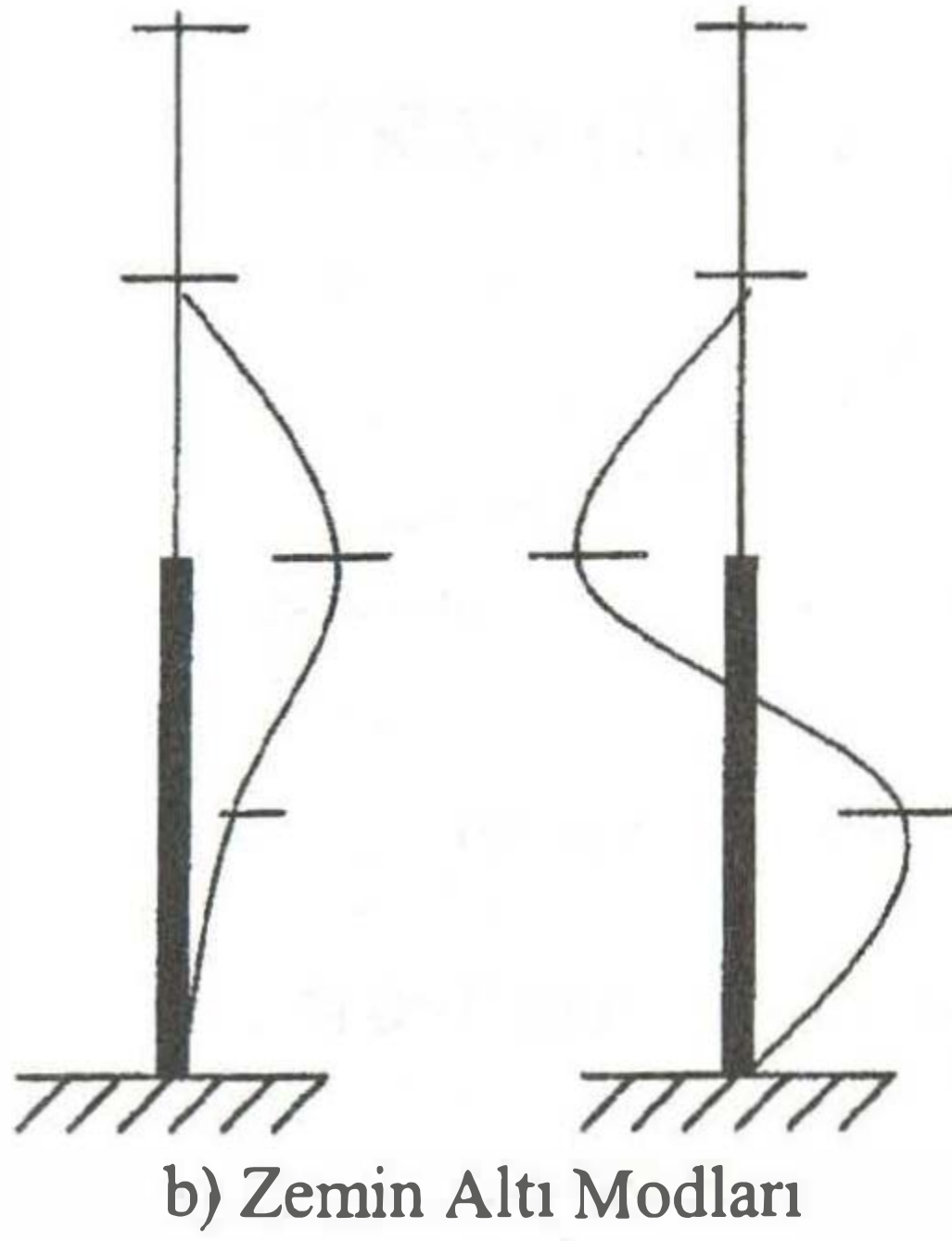
Rijit bodrum katlar ve rijitliği daha az olan üst katların mod 'larını inceleyelim. Bu tür sistemle in özel modları, zemin üstü ve zemin altı olmak üzere iki ruba ayrılabilir. Yapının zemin altı ve zemin üstündeki rijitliklerinin çok farklı olması sebebiyle, zemin üstüne ait özel modların bodrum katlardaki yerdeğiştirmeleri ve dolayısıyla dinamik kuvvetleri sıfı a çok yakın olacaktır. Bunun ibi, zemin altı modlarının, zemin üstü katlardaki yerdeğiştirmeleri ve dolayısıyla dinamik kuvvetleri de sıfıra yakın değerler alacaktır (Şekil 1).



a) Zemin Üstü Modları

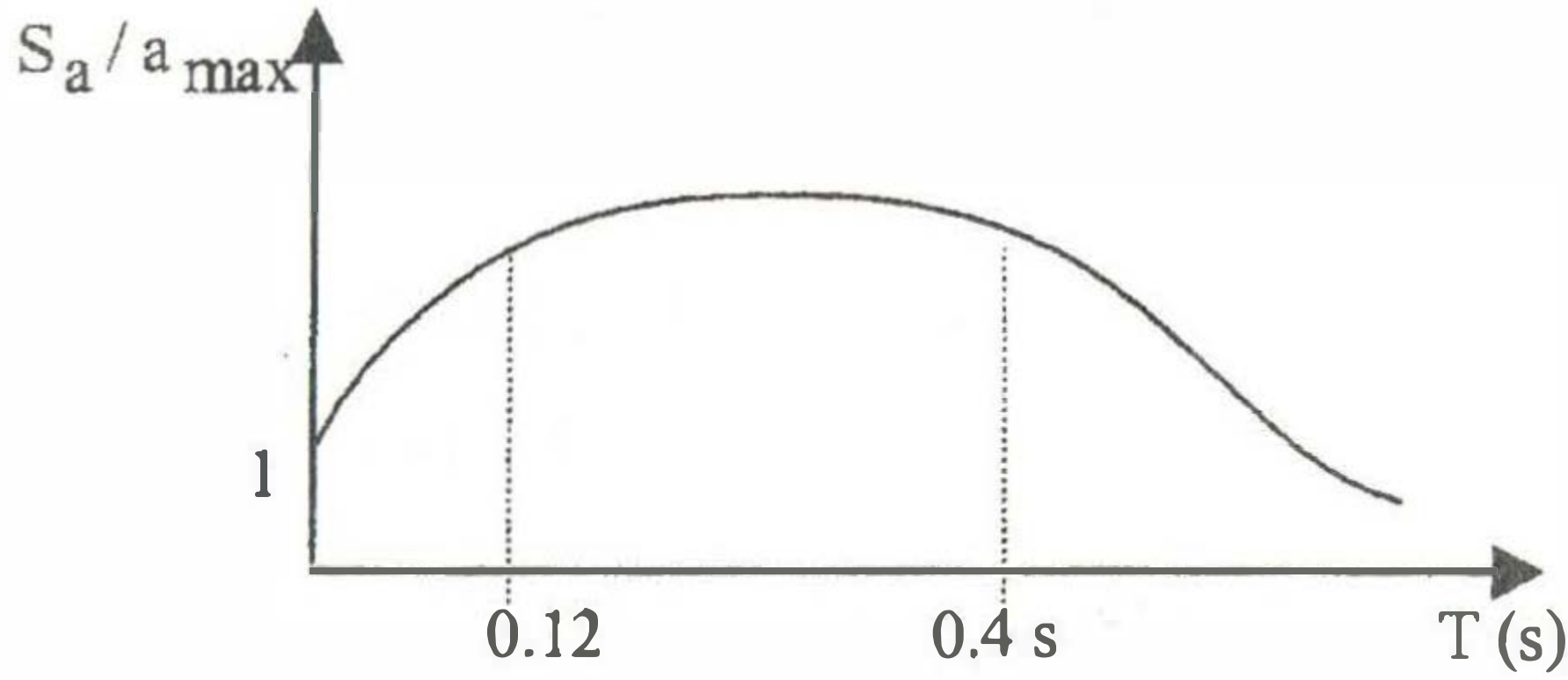
Şekil 1 : Rijit Bodrumlu Yapıda Zemin Altı ve Zemin Üstü Modları





Şekil 1 : Rijit Bodrumlu Yapıda Zemin Altı ve Zemin Üstü Modları (devamı)

Bu özellik sayısal uygulamalarda da görülmektedir. Bodrum katların çok rijit olmaları sebebiyle zemin altına ait özel modlarının T periyotları sıfıra çok yakın olacaklarından, spektrum diyagramlarındaki ivme spektrum değerleri de her mod için,  $a_{max}$  maksimum zemin ivmesine çok yakın olacaklardır [1] (Şekil 2).



Şekil 2: İvme Spektrum Diyagramı

Ayrıca bu modlara ait titreşim fonksiyonları da rijitliklerin büyüklükleri sebebiyle, temelin titreşim fonksiyonuyla aynı olacaklarından, her moda ait maksimum ivmeler aynı anda meydana geleceklerdir. Bundan dolayı zemin altındaki modlar için bodrum katlara ait  $P/S_a$  değerlerinin cebirsel toplamları almabilecektir. Zemin altı özel modlarına ait  $P/S_a$  değerlerinin cebirsel toplamları ilgili katlardaki kütlelere eşittir. O halde bodrum katlara etkiyen dinamik kuvvetler her katın kütlelerinin  $a_{max}$  ile çarpılmasına eşit olacaktır.

Zemin üstüne ait özel modlara gelince, bunlardan en az üç tane olmak üzere  $T > 0,40$  s olanlarının hesaba katılmasının yeterli olduğu görülmektedir. Zemin üstüne ait  $P/S_a$  değerleri her moda ait T periyodu ile sönüm oranına bağlı  $S_a$  ivme spektrum değerleri ile çarpılıp her moda ait dinamik kuvvetler elde edilir.

Yapının elastoplastik davranışını gözönünde tutmak için zemin üstüne ait P yükleri, her moda ait sistemin davranış katsayılarıyla çarpılır. Bodrum katlara ait  $m_i a_{max}$  kuvvetleri ise, periyotların çok küçük olmaları sebebiyle, 1 ile 1/1,5 ile çarpılır.

Böylece bulunan her moda göre sistemin ayrı ayrı statik hesapları yapılarak iç kuvvetler bulunur. Depremden meydana gelen bir iç kuvveti tayin etmek için, genellikle periyotların birbirlerinden farklı olması sebebiyle (%10), her moda ait iç kuvvetlerin karelerinin toplamının karekökünden yararlanılır.

$$F \cong \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \quad (1)$$

Bodrumların tam rijit olmaları yerine yarı rijit olmaları halinde, yukarıda açıklanan yöntemin geliştirilmesi gerekmektedir. Özellikle çevre perdelerinin kayma şekil değiştirmeleri gözönünde tutulunca bu durum ortaya çıkabilir. Yarı rijit bodrumlu yapılarda gene zemin üstüne ait modlardan en az üç tane olmak üzere  $T > 0,40$  sn olanları hesaba katılır. Zemin altına ait özel modların ise hepsi gözönünde tutulmalıdır. Bu halde zemin altı modlarına ait periyotlar ile zemin üstü modlarına ait periyotlar birbirine yakın olacağından, depremden meydana gelen bodrum kattaki herhangi bir iç kuvveti hesaplarırken, her moda ait iç kuvvetlerin karelerinin toplamının karekökü yerine, modların karşılıklı etkisini de göz önünde tutan aşağıdaki süperpozisyon denkleminde yararlanmak gerekir [1].

$$F^2 = \sum_i F_i^2 + \sum_i \sum_{j \neq i} \frac{F_i F_j}{1 + \varepsilon_{ij}} \quad (2)$$

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\omega_i - \omega_j}{v_i \omega_i + v_j \omega_j} \quad (3)$$

$$\omega_k = \frac{2\pi}{T_k} \quad (4)$$

Burada  $v_k$  k moduna ait sönüm katsayısıdır.

### III. RİJİT BODRUMLU YAPILARIN DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE DİNAMİK HESABI

#### III.1. Yerel Zemin Sınıfının Belirlenmesi

Deprem yönetmeliği Tablo 12.1 den zemin grubu, verilen tanımlara göre seçilir. Daha sonra Tablo 12.2 den En üst tabaka kalınlığına göre Yerel Zemin Sınıfı seçilir [2].



### III.2. Spektrum Karakteristik Periyotlarının Belirlenmesi

Deprem yönetmeliği Tablo 6.4 ten Spektrum Karakteristik Periyotları TA ve TB belirlenir.

### III.3. Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi

Binanın birinci doğal titreşim periyodu aşağıdaki yaklaşık bağıntı ile hesaplanabilir [2].

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t H_N^{3/4} \quad (5)$$

Bağıntıdaki  $H_N$  değeri bina yüksekliğidir.  $C_t$  değeri bina taşıyıcı sistemine bağlı olarak aşağıda tanımlanmıştır.

- a) Deprem yüklerinin tamamının betonarme perdelerle taşındığı binalarda  $C_t$  değeri aşağıdaki gibi hesaplanacaktır.

$$C_t = 0.075/A_t^{1/2} \leq 0.05 \quad (6)$$

$A_t$  eşdeğer alanı aşağıdaki bağıntıda verilmiştir. Bağıntıdaki  $l_{wj}/H_N$  oranının en büyük değeri 0.9 olarak gözönüne alınacaktır.

$$A_t = \sum_j A_{wj} [0.2 + (l_{wj}/H_N)^2] \quad (7)$$

- b) Taşıyıcı sistemi sadece betonarme çerçevelerden veya dış merkez çaprazlı çelik perdelerden oluşan binalarda  $C_t=0.07$ , taşıyıcı sistemi sadece çelik çerçevelerden oluşan binalarda  $C_t=0.08$ , diğer tüm binalarda  $C_t=0.05$  alınır.

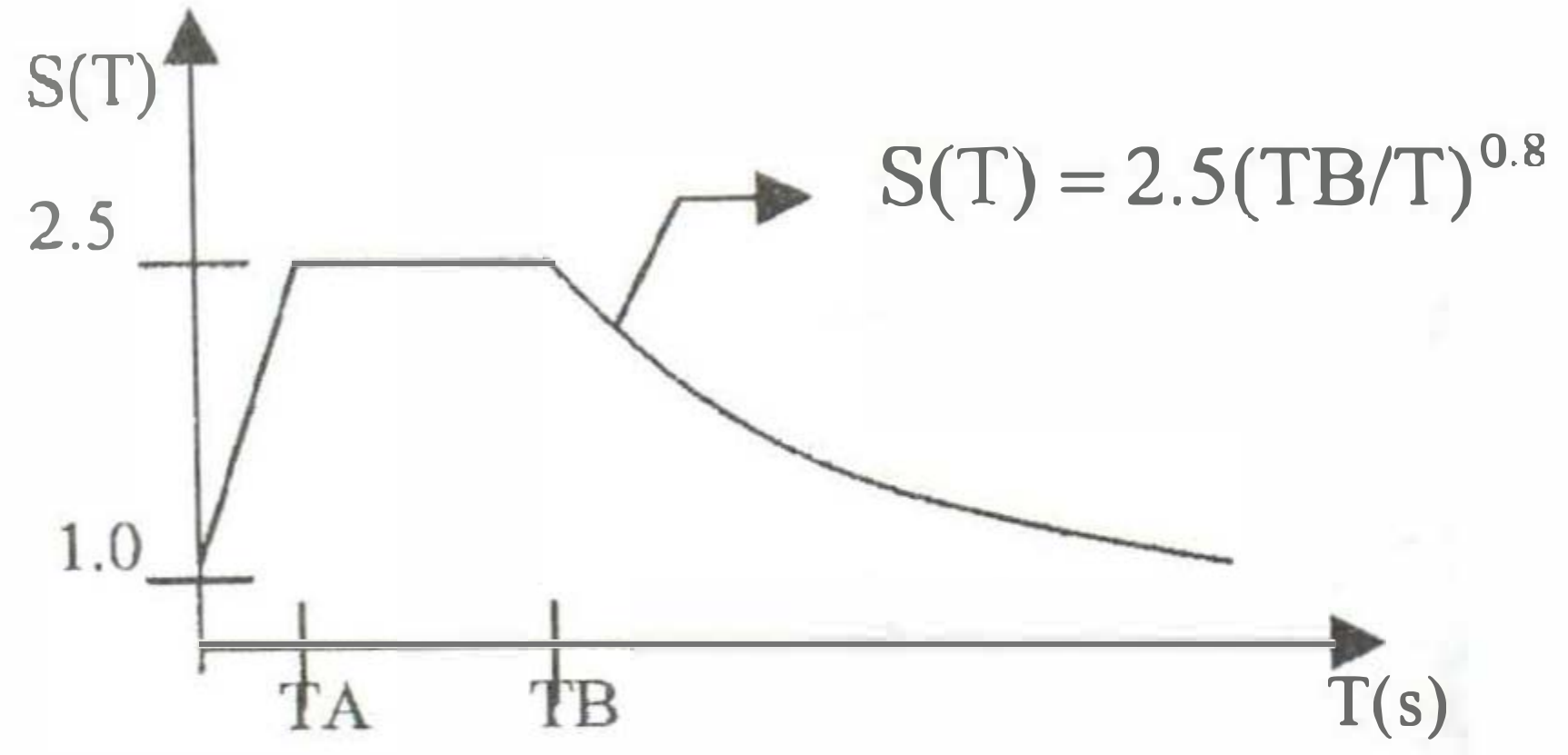
### III.4. Spektrum Katsayısı Hesabı S(T)

Deprem Yönetmeliğindeki Spektrum Katsayısı S(T), yerel zemin koşullarına ve bina doğal titreşim periyodu T ye bağlı olarak aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır.

$$S(T) = 1 + 1.5 T / TA \quad (0 \leq T \leq TA) \quad (8a)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (TA < T \leq TB) \quad (8b)$$

$$S(T) = 2.5(TB/T)^{0.8} \quad (T > TB) \quad (8c)$$



Şekil 3: Özel Tasarım İvme Spektrumları

$T \leq 0.05$  olan rijit bodrum katlarında  $T=0$  alınır. Bu durumda  $S(T)=1$  alınır.

### III.5. Taşıyıcı Sistemin Davranış Katsayısı R

Taşıyıcı Sistemin Davranış Katsayısı R Deprem Yönetmeliğinde süneklik düzeyine ve bina taşıyıcı sisteminin özelliklerine göre Tablo 6.5 te verilmiştir.

### III.6. Deprem Yükü Azaltma Katsayısı Ra(T)

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını gözönüne almak üzere, spektral ivme katsayısına A(T) göre bulunacak elastik deprem yükleri, Deprem Yönetmeliğinde yer alan ve aşağıda tanımlanan Deprem Yükü Azaltma Katsayısı Ra(T) 'ye bölünecektir.

$$Ra(T) = 1.5 + (R - 1.5)T/TA \quad (0 \leq T \leq TA) \quad (9a)$$

$$Ra(T) = R \quad (T > TA) \quad (9b)$$

### III.7. Etkin Yer İvmesi Katsayısı Ao

Deprem Yönetmeliği Tablo 6.2 'de Etkin yer ivmesi katsayısı Ao deprem bölgelerine göre tanımlanmıştır.

### III.8. Bina Önem Katsayısı ( I )

Bina önem katsayısı I Deprem Yönetmeliği Tablo 6.3 'te bina kullanım amacı veya türüne göre verilmiştir.

### III.9. Spektral İvme Katsayısı A(T)

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak %5 sönüm oranı için elastik Tasarım İvme Spektrumu 'nun yerçekimi ivmesi g 'ye bölünmesine karşı gelen Spektral İvme Katsayısı, A(T), Deprem Yönetmeliğinde aşağıdaki bağıntı ile verilmiştir.

$$A(T) = Ao I S(T) \quad (10)$$



### III.10. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

#### III.10.1. Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Belirlenmesi

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (taban kesme kuvveti)  $V_t$ , aşağıdaki bağıntı ile verilmiştir [2].

$$V_t = W A(T_1)/R_a(T_1) \geq 0.10 A_0 I W \quad (11)$$

$W$ , binanın toplam ağırlığı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanacaktır.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (12)$$

$w_i$ , kat ağırlıkları ise aşağıdaki bağıntı ile hesaplanacaktır.

$$w_i = g_i + n q_i \quad (13)$$

Hareketli Yük Katılım Katsayısı,  $n$  değerleri, Deprem Yönetmeliği Tablo 6.7 'de verilmiştir. Kar yüklerinin % 30 'u sabit yük olarak alınacaktır. Endüstri binalarında; sabit ekipman ağırlıkları için  $n=1$  alınacak, ancak vinç kaldırma yükleri kat ağırlıklarının hesabında gözönüne alınmayacaktır.

#### III.10.2. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüğü Belirlenmesi

Hesaplanan toplam eşdeğer deprem yüğü  $V_t$ , bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak aşağıdaki bağıntı ile ifade edilir.

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (14)$$

$H_N > 25$  m için binanın  $N$  'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yüğü  $\Delta F_N$  'in değeri, binanın birinci doğal titreşim periyodu  $T_1$  'e bağlı olarak, aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$H_N \leq 25$  m için  $\Delta F_N = 0$  alınacaktır.

$$\Delta F_N = 0.07 T_1 V_t \leq 0.2 V_t \quad (15)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün  $\Delta F_N$  dışında geri kalan kısmı,  $N$  'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına aşağıdaki bağıntı ile dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad (16)$$

#### III.10.3. Bodrum Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüğü Belirlenmesi ve İç Kuvvetlerin Hesabı

Yukarıda da belirtildiği üzere 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 hesaplanacaktır.

Üstteki katlara etkiyen toplam eşdeğer deprem yükünün ve eşdeğer kat deprem yüklerinin belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri gözönüne alınmaksızın Tablo 6.5 'ten seçilen  $R$  katsayısı kullanılacak ve sadece üstteki katların ağırlıkları hesaba katılacaktır. Bu durumda ilgili tüm tanım ve bağıntılarda temel üst kotu yerine zemin katın kotu gözönüne alınacaktır. Binanın birinci doğal titreşim periyodunun hesabında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıkları kullanılacaktır.

Rijit bodrum katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabında, sadece bodrum kat ağırlıkları gözönüne alınacak ve bu katlar için hesap üstteki katlardan bağımsız olarak yapılacaktır. Binanın bu bölümünde doğal titreşim periyodu hesaplanmaksızın Spektrum Katsayısı olarak  $S(T) = 1$  alınabilir. Her bir bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükünün hesabında, bulunan spektral ivme değeri  $A(T)$  ile bu katın ağırlığı  $w_i$  doğrudan çarpılacak ve elde edilen elastik yükler,  $R_a(T) = 1,5$  katsayısına bölünerek azaltılacaktır.

Üstteki katlardaki iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, sadece yukarıda tanımlanan taşıyıcı sistemin bodrum üstündeki katların tümünün hesabından elde edilen büyüklüklerdir.

Bodrum katlardaki iç kuvvetler ise, üst katların periyotları ile bodrum katların periyotları birbirinden farklı olduğundan, üst katlardaki deprem yüklerine göre bodrum katlarda bulunan iç kuvvetlerin karesi ile sadece bodrum katların hesabından elde edilen iç kuvvetlerin karelerinin toplamının karekökü olarak elde edilecektir [2] [3].

### IV. UYGULAMALAR

Uygulamamızda kat yüksekliği sabit ve  $h_{\text{kat}} = 2.88$  m dir. Döşeme sabit yükü =  $4.95 \text{ kN/m}^2$  ve döşeme hareketli yükü =  $2.00 \text{ kN/m}^2$ , Bina kullanım amacı eğitim tesisidir. Kirişler 30/60 cm, aks araları 4 m ve 4 açıklıklı bir model seçilmiştir. Çevre köşe perdeleri 120/20 cm alınmıştır. Döşeme kalınlığı = 12 cm alınmıştır. Yapının



denizden yüksekliği=250 m, zemin Grubu: B, deprem Bölgesi: 1. derece alınmıştır. En üst tabaka kalınlığı 10 m süneklik düzeyi yüksek ,yerel zemin sınıfı : Z1 olarak alınmıştır. Spektrum Karakteristikleri, TA=0.10 TB=0.30 s olmaktadır.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemindeki hesap adımları kullanılarak yukarıdaki veriler çerçevesinde farklı kolon boyutları 30\*30 cm, 40\*40 cm ve 50\*50 cm ve farklı kat adetleri alınarak 5+1b, 4+1b, 3+1b, 2+1b, 1+1b ve kat yükseklikleri sabit olmak üzere kolon uç momentleri bulunmuştur. Burada b, bodrum katı göstermektedir.

Bodrum üstü katlar için ayrı hesap yapılmış ve üst katlar hesabından bulunan eşdeğer deprem yüklerinden bodrum kattaki kolon uç momentlerine geçilmiştir. Bodrum kat için ayrı hesap yapılmış ve Deprem Yönetmeliğindeki bodrum katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin belirlenmesi hesap adımları izlenmiştir. Buna göre, üst katlardan dolayı bulduğumuz kolon uç momentleri ile bodrum kat hesabından bulduğumuz kolon uç momentlerinin karelerinin toplamının karekökü bodrum kattaki esas kolon uç momentleri olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

Uygulamamızda bulduğumuz iç kuvvetlerin oranlarını inceleyelim. Tablo 1 'de verilen oranlar, birinci sütunda esas uç momentlerinin, üst katlardan dolayı bodrum kattaki kolon uç momentlerine oranları, ikinci sütunda esas uç momentlerinin bodrum kat hesabından bulduğumuz uç momentlerine oranları ve üçüncü sütun ise bodrum kat hesabından bulduğumuz uç momentlerin üst katlardan dolayı bodrum kattaki uç momentlerine oranlarını göstermektedir.

## V.SONUÇLAR

Bu çalışmada bodrum katlara etkiyen deprem yüklerinin üst katlara oranla daha rijit olan bodrum katlardaki, kolonların uç momentlerine etkisi, kat adetlerinin ve kolon boyutlarının değişimine göre incelendi. Kolon boyutları değiştirildiğinde kat ağırlıklarının değişimi, rijitliklerin değişimi, kat kesme kuvvetlerinin, kolon kesme kuvvetlerinin ve kolon uç momentlerinin değişimi Tablo 2 'de verilmişti. Buna karşın kolon uç momentleri oranları incelendiğinde (Tablo 1), kat sayıları sabit olmak üzere, kolon boyutları değişimine dolayısıyla Tablo 2 'deki değişkenlere rağmen, oranların değişmediği görülmektedir. Oranların değişmemesi farklı verilerle çalışılacak örneklerde de hesap kolaylığı sağlaması açısından önemlidir.

Tablo 1: Kolon uç momentleri oranları

Mo ve Mu oranları (Mo ve Mu oranları birbirlerine eşittir.)				
Kat adedi	Kolon boyutları cm*cm	$\frac{Mo(c)}{Mo(a)}$	$\frac{Mo(c)}{Mo(b)}$	$\frac{Mo(b)}{Mo(a)}$
		5+1b.	30*30	1,16
5+1b.	40*40	1,16	1,99	0,58
5+1b.	50*50	1,16	1,99	0,58
4+1b.	30*30	1,18	1,87	0,63
4+1b.	40*40	1,18	1,87	0,63
4+1b.	50*50	1,18	1,87	0,63
3+1b.	30*30	1,22	1,74	0,70
3+1b.	40*40	1,22	1,74	0,70
3+1b.	50*50	1,22	1,74	0,70
2+1b.	30*30	1,37	1,47	0,93
2+1b.	40*40	1,37	1,47	0,93
2+1b.	50*50	1,37	1,47	0,93
1+1b.	30*30	2,12	1,13	1,87
1+1b.	40*40	2,12	1,13	1,87
1+1b.	50*50	2,12	1,13	1,87

## KAYNAKLAR

- [1] Çakıroğlu, Adnan. "Rijit Bodrumlu Yapıların Deprem Hesabı Seminer Notları", İTÜ, İstanbul, 1988.
- [2] "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik", Ankara, Eylül, 1997.
- [3] Taşel, Alper. "23 Katlı Bir Betonarme Yapının Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Projelendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1995.



Tablo 2: Farklı Kat Sayılarındaki ve Farklı Kolon Boyutlarındaki Bodrumlu Yapıların Deprem Hesabı ve Kolon Uç Momentleri

ÜST KATLARIN HESABINDAN GELEN BODRUM KAT KOLON UÇ MOMENTLERİ																	
Kat Sayısı	Kolon Boyutları	C <sub>t</sub>	T1	S(T)	R	Ao	I	A(T)	W <sub>kat</sub>	W <sub>bina</sub>	H <sub>N</sub>	D	V <sub>t(bodrum)</sub>	V <sub>kolon</sub>	y	ÜST KATLARDAN Mo(a)	Mu(a)
5+1b	30*30	0,07	0,5175	1,61	7	0,4	1,4	0,9	241,96	1210	14,4	2,03	155,82	30,10	0,55	39,01	47,67
5+1b	40*40	0,07	0,5175	1,61	7	0,4	1,4	0,9	251,31	1257	14,4	5,11	161,84	29,62	0,56	37,54	47,77
5+1b	50*50	0,07	0,5175	1,61	7	0,4	1,4	0,9	263,55	1318	14,4	9,58	169,73	30,18	0,64	31,29	55,63
4+1b	30*30	0,07	0,4377	1,84	7	0,4	1,4	1,03	241,96	967,8	11,5	2,03	142,47	27,52	0,55	35,66	43,59
4+1b	40*40	0,07	0,4377	1,84	7	0,4	1,4	1,03	251,31	1005	11,5	5,11	147,97	27,08	0,56	34,32	43,68
4+1b	50*50	0,07	0,4377	1,84	7	0,4	1,4	1,03	263,55	1054	11,5	9,58	155,18	27,60	0,64	28,61	50,87
3+1b	30*30	0,07	0,3528	2,21	7	0,4	1,4	1,24	241,96	725,9	8,64	2,03	128,34	24,79	0,55	32,13	39,26
3+1b	40*40	0,07	0,3528	2,21	7	0,4	1,4	1,24	251,31	753,9	8,64	5,11	133,29	24,40	0,56	30,91	39,35
3+1b	50*50	0,07	0,3528	2,21	7	0,4	1,4	1,24	263,55	790,7	8,64	9,58	139,79	24,86	0,64	25,77	45,82
2+1b	30*30	0,07	0,2603	2,5	7	0,4	1,4	1,4	241,96	483,9	5,76	2,03	96,78	18,69	0,55	24,23	29,61
2+1b	40*40	0,07	0,2603	2,5	7	0,4	1,4	1,4	251,31	502,6	5,76	5,11	100,52	18,40	0,56	23,31	29,67
2+1b	50*50	0,07	0,2603	2,5	7	0,4	1,4	1,4	263,55	527,1	5,76	9,58	105,42	18,75	0,64	19,44	34,56
1+1b	30*30	0,07	0,1548	2,5	7	0,4	1,4	1,4	241,96	242	2,88	2,03	48,39	9,35	0,55	12,11	14,81
1+1b	40*40	0,07	0,1548	2,5	7	0,4	1,4	1,4	251,31	251,3	2,88	5,11	50,26	9,20	0,56	11,66	14,84
1+1b	50*50	0,07	0,1548	2,5	7	0,4	1,4	1,4	263,55	263,6	2,88	9,58	52,71	9,37	0,64	9,72	17,28
BODRUM KAT HESABI VE KOLON UÇ MOMENTLERİ																	
Kat Sayısı	Kolon Boyutları	A(T)	W <sub>bod</sub>	H <sub>N</sub>	Ra(T)	Ao	I	D	V <sub>t(bodrum)</sub>	V <sub>kolon</sub>	y	BODRUM KATTAN Mo(b) Mu(b)		Mo (c)	Mu (c)	Mo(c)= ( Mo(a) <sup>2</sup> + Mo(b) <sup>2</sup> Mu(c)= ( Mu(a) <sup>2</sup> + Mu(b) <sup>2</sup>	
5+1b	30*30	0,56	241,96	2,88	1,50	0,40	1,40	2,03	90,33	17,45	0,55	22,61	27,64	45,09	55,11		
5+1b	40*40	0,56	251,31	2,88	1,50	0,40	1,40	5,11	93,82	17,17	0,56	21,76	27,69	43,39	55,22		
5+1b	50*50	0,56	263,55	2,88	1,50	0,40	1,40	9,58	98,39	17,50	0,64	18,14	32,25	36,17	64,31		
4+1b	30*30	0,56	241,96	2,88	1,50	0,40	1,40	2,03	90,33	17,45	0,55	22,61	27,64	42,23	51,61		
4+1b	40*40	0,56	251,31	2,88	1,50	0,40	1,40	5,11	93,82	17,17	0,56	21,76	27,69	40,64	51,72		
4+1b	50*50	0,56	263,55	2,88	1,50	0,40	1,40	9,58	98,39	17,50	0,64	18,14	32,25	33,88	60,23		
3+1b	30*30	0,56	241,96	2,88	1,50	0,40	1,40	2,03	90,33	17,45	0,55	22,61	27,64	39,29	48,02		
3+1b	40*40	0,56	251,31	2,88	1,50	0,40	1,40	5,11	93,82	17,17	0,56	21,76	27,69	37,80	48,11		
3+1b	50*50	0,56	263,55	2,88	1,50	0,40	1,40	9,58	98,39	17,50	0,64	18,14	32,25	31,52	56,03		
2+1b	30*30	0,56	241,96	2,88	1,50	0,40	1,40	2,03	90,33	17,45	0,55	22,61	27,64	33,14	40,50		
2+1b	40*40	0,56	251,31	2,88	1,50	0,40	1,40	5,11	93,82	17,17	0,56	21,76	27,69	31,89	40,59		
2+1b	50*50	0,56	263,55	2,88	1,50	0,40	1,40	9,58	98,39	17,50	0,64	18,14	32,25	26,59	47,27		
1+1b	30*30	0,56	241,96	2,88	1,50	0,40	1,40	2,03	90,33	17,45	0,55	22,61	27,64	25,65	31,35		
1+1b	40*40	0,56	251,31	2,88	1,50	0,40	1,40	5,11	93,82	17,17	0,56	21,76	27,69	24,69	31,42		
1+1b	50*50	0,56	263,55	2,88	1,50	0,40	1,40	9,58	98,39	17,50	0,64	18,14	32,25	20,58	36,59		