

**1997 TÜRKİYE DEPREM YÖNETMELİĞİNDE
VERİLEN İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİ İLE İLGİLİ
KOŞULUN İRDELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Abdullah SAKIZ
(501031001)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Mayıs 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 15 Haziran 2006**

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. Konuralp GİRGİN

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Günay ÖZMEN

Doç.Dr. Oğuz Cem ÇELİK

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Günümüzde teknolojik gelişmeler neticesinde daha yüksek yapılar inşa edilebilmektedir. Ekonomik olması açısından yüksek dayanımlı betonun kullanılmasıyla betonarme elemanların kesitleri küçülmektedir. Böylece daha narin yapılar oluşturulduğundan ikinci mertebe etkilerin önemi artmaktadır.

1997 Türkiye Deprem Yönetmeliğinde rölatif kat yerdeğiştirmelerinin yanı sıra ikinci mertebe etkileri ile ilgili bir koşul vardır. Bu koşulun, taşıyıcı sistemin her katı için uygulanması ve herhangi bir katta sağlanmaması durumunda sistem rijitliğinin yeterli ölçüde arttırılması gerektiğı belirtilmektedir.

Bu tez çalışmasında 1997 Deprem Yönetmeliğindeki ikinci mertebe etkileri ile ilgili bölüm irdelenmiştir. Prototipi verilen bir yapı sistemi için deprem bölgesi ve zemin sınıfına bağılı olarak çözümler yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ayrıca EUROCODE 8’de ikinci mertebe etkileriyle ilgili olarak 1997 Deprem Yönetmeliğindeki benzer koşul görülmüş ve bu yönetmeliğe uygun olarak ikinci mertebe gösterge değerleri hesaplanmış, elde edilen sonuçlar irdelenmiştir.

Bu çalışmanın hazırlanmasında vermiş olduğı destek ve fedakarlıklarından ötürü tez danışmanım ve değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Konuralp GİRĞİN’e ve değerli fikirlerinden yararlandığımız Sayın Prof. Dr. Günay ÖZMEN’e sonsuz teşekkürlerimi sunar, göstermiş oldukları sabır ve özveriden dolayı aileme teşekkür ederim.

Mayıs, 2006

Abdullah SAKIZ

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	ix
SEMBOL LİSTESİ	x
ÖZET	xi
SUMMARY	xiii
1. 1997 TÜRKİYE DEPREM YÖNETMELİĞİNDEKİ YERDEĞİŞTİRME KISITLAMALARI VE İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİ	1
1.1. Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması	1
1.2. İkinci Mertebe Etkileri	1
2. TDY 1997'DEKİ İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİNİN ÖRNEK BİR YAPI ÜZERİNDE İNCELENMESİ	3
2.1. Seçilen Örnek Yapının Tanıtılması	3
2.2. Başlangıç Kolon Kesitleri İçin TDY 1997'ye Göre İkinci Mertebe Etkilerinin İncelenmesi	5
2.2.1. Birinci derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre çözüm	5
2.2.2. Birinci derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre çözüm	10
2.2.3. Birinci derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre çözüm	14
2.2.4. Birinci derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre çözüm	18
2.3. Maksimum Rölatif Kat Deplasmanlarını Elde Edecek Şekilde Boyutlandırılmış Olan Kolon Kesitleri İçin TDY 1997'ye Göre İkinci Mertebe Etkilerinin İncelenmesi	23
2.3.1. Birinci derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre çözüm	23
2.3.2. Birinci derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre çözüm	28
2.3.3. Birinci derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre çözüm	33
2.3.4. Birinci derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre çözüm	38
3. EUROCODE 8'DE VERİLEN İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİ İLE İLGİLİ BÖLÜMÜN İNCELENMESİ	44
3.1. Eurocode 8'e Göre İkinci Mertebe Etkilerinin Hesabı	44
3.2. Başlangıç Kolon Kesitleri İçin Eurocode 8'e Göre İkinci Mertebe Etkilerinin İncelenmesi	45
3.2.1. Birinci derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfı için Eurocode 8'e göre ikinci mertebe gösterge değeri Θ_i 'nin incelenmesi	45
3.2.2. Üçüncü derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfı için Eurocode 8'e göre ikinci mertebe gösterge değeri Θ_i 'nin incelenmesi	46
3.2.3. Dördüncü derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfı için Eurocode 8'e göre ikinci mertebe gösterge değeri Θ_i 'nin incelenmesi	47

4. SONUÇLAR	49
KAYNAKLAR	51
ÖZGEÇMİŞ	52

KISALTMALAR

TDY 1997	: Türkiye Deprem Yönetmeliği 1997 (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998 Değişiklikleri ile Birlikte)
TEC 1997	: Turkey Earthquake Code 1997
RC	: Reinforced Concrete

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 Başlangıç kolon kesitleri.....	4
Tablo 2.2 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri hesabı.....	6
Tablo 2.3 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri.....	6
Tablo 2.4 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre, X yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	7
Tablo 2.5 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre, Y yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	7
Tablo 2.6 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre, X yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	8
Tablo 2.7 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre, Y yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	8
Tablo 2.8 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri hesabı.....	10
Tablo 2.9 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri.....	11
Tablo 2.10 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre, X yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	11
Tablo 2.11 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre, Y yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	11
Tablo 2.12 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre, X yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	12
Tablo 2.13 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre, Y yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	12
Tablo 2.14 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri hesabı.....	14
Tablo 2.15 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri.....	15
Tablo 2.16 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre, X yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	15
Tablo 2.17 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre, Y yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	15
Tablo 2.18 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre, X yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	16
Tablo 2.19 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre, Y yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	16
Tablo 2.20 Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri hesabı.....	18

Tablo 2.21	Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri.....	19
Tablo 2.22	Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre, X yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	19
Tablo 2.23	Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre, Y yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	19
Tablo 2.24	Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre, X yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	20
Tablo 2.25	Başlangıç kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre, Y yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	20
Tablo 2.26	1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfı için değiştirilmiş kolon kesitleri.....	23
Tablo 2.27	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri hesabı.....	24
Tablo 2.28	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri.....	24
Tablo 2.29	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre, X yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	25
Tablo 2.30	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre, Y yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	25
Tablo 2.31	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre, X yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	26
Tablo 2.32	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre, Y yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	26
Tablo 2.33	1. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfı için değiştirilmiş kolon kesitleri.....	28
Tablo 2.34	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri hesabı.....	29
Tablo 2.35	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri.....	29
Tablo 2.36	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre, X yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	30
Tablo 2.37	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre, Y yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	30
Tablo 2.38	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre, X yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	31
Tablo 2.39	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre, Y yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	31
Tablo 2.40	1. derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfı için değiştirilmiş kolon kesitleri.....	33
Tablo 2.41	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri hesabı.....	34
Tablo 2.42	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri.....	34
Tablo 2.43	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre, X yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	35
Tablo 2.44	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre, Y yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	35
Tablo 2.45	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre, X yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	36

Tablo 2.46	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre, Y yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	36
Tablo 2.47	1. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfı için değiştirilmiş kolon kesitleri.....	38
Tablo 2.48	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri hesabı.....	39
Tablo 2.49	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre eşdeğer deprem yükleri.....	39
Tablo 2.50	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre, X yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	40
Tablo 2.51	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre, Y yönü için kat ötelemeleri kontrolü.....	40
Tablo 2.52	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre, X yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	41
Tablo 2.53	Değiştirilmiş kolon kesitleri için 1. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre, Y yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	41
Tablo 3.1	Başlangıç kolon kesitleri için, Eurocode 8'e göre, 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfı, X yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	45
Tablo 3.2	Başlangıç kolon kesitleri için, Eurocode 8'e göre, 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfı, Y yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	46
Tablo 3.3	Başlangıç kolon kesitleri için, Eurocode 8'e göre, 3. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfı, X yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	46
Tablo 3.4	Başlangıç kolon kesitleri için, Eurocode 8'e göre, 3. derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfı, Y yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	47
Tablo 3.5	Başlangıç kolon kesitleri için, Eurocode 8'e göre, 4. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfı, X yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	47
Tablo 3.6	Başlangıç kolon kesitleri için, Eurocode 8'e göre, 4. derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfı, Y yönü için Θ_i değerlerinin hesabı.....	48

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1 : Kat planı	4
Şekil 2.2 : Başlangıç kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre, X yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	9
Şekil 2.3 : Başlangıç kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre, Y yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	9
Şekil 2.4 : Başlangıç kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre, X yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	13
Şekil 2.5 : Başlangıç kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre, Y yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	13
Şekil 2.6 : Başlangıç kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre, X yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	17
Şekil 2.7 : Başlangıç kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre, Y yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	17
Şekil 2.8 : Başlangıç kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre, X yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	21
Şekil 2.9 : Başlangıç kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre, Y yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	21
Şekil 2.10 : Değiştirilmiş kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre, X yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	27
Şekil 2.11 : Değiştirilmiş kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfına göre, Y yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	27
Şekil 2.12 : Değiştirilmiş kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre, X yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	32
Şekil 2.13 : Değiştirilmiş kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z3 zemin sınıfına göre, Y yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	32
Şekil 2.14 : Değiştirilmiş kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre, X yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	37
Şekil 2.15 : Değiştirilmiş kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına göre, Y yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	37
Şekil 2.16 : Değiştirilmiş kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre, X yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	42
Şekil 2.17 : Değiştirilmiş kolon kesitleri için, 1.derece deprem bölgesi ve Z1 zemin sınıfına göre, Y yönü için katlara göre Θ_i 'nin değişimi.....	42

SEMBOL LİSTESİ

$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
d_i	: Binanın i 'nci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
F_i	: Eşdeğer deprem yükü yönteminde i 'nci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
H_i	: Binanın i 'nci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği
H_N	: Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği
h_i	: Binanın i 'nci katının kat yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
N	: Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$	: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
T	: Bina doğal titreşim periyodu
T_1	: Binanın birinci doğal titreşim periyodu
T_A, T_B	: Spektrum karakteristik periyotları
V_i	: Göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın i 'nci 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_i	: Binanın i 'nci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
w_i^-	: Binanın i 'nci katı ile birlikte üst katlarının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
Δ_i	: Binanın i 'nci katındaki görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{\max}$	: Binanın i 'nci katındaki maksimum görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	: Binanın i 'nci katındaki ortalama görelî kat ötelemesi
ΔF_N	: Binanın N 'nci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
Θ_i	: i 'nci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

1997 TÜRKİYE DEPREM YÖNETMELİĞİNDE VERİLEN İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİ İLE İLGİLİ KOŞULUN İRDELENMESİ

ÖZET

Bu çalışmada 1997 Deprem Yönetmeliğinin (6.10) bölümü altında verilen ikinci mertebe etkileri ile ilgili olan (6.10.2) maddesi irdelenmektedir.

1997 Deprem Yönetmeliği Bölüm (6.10.1)'de yerdeğiştirme kısıtlamaları;

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R$$

şeklinde (6.19) ve (6.20) denklemleriyle verilmektedir. Aynı bölümden (6.10.2) kısmında ikinci mertebe etkilerinin kontrolü amacıyla

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \cdot \sum_{j=1}^N w_j}{V_i \cdot h_i} \leq 0,12$$

denklem (6.21) verilmiştir. Bu çalışma (6.21) koşulunun irdelenmesi amacıyla yapılmıştır.

Üç ana bölümden oluşan çalışmada 1., 2., 3. ve 4. derece deprem bölgeleri ve Z1, Z2, Z3 ve Z4 zemin sınıfları için, seçilen örnek bir bina üzerinde, deprem yüklemeleri doğrultusunda ikinci mertebe gösterge değerleri Θ_i 'ler elde edilmiş ve Θ_i 'nin katlara göre değişimi grafiklerle gösterilmiştir. Birinci bölümde, verilen yapı tipi için, başlangıç kolon kesitleri esas alınarak, 4 farklı deprem bölgesi ve 4 farklı zemin sınıfı için toplam 16 adet deprem yüklemesi yapılmıştır. Bunun sonucunda ikinci mertebe gösterge değerleri Θ_i 'lerin yönetmelikte verilen sınır değer olan 0,12'nin altında çıktığı görülmüştür.

İkinci bölümde ise; deneme-yanılma yöntemiyle, her kat için kolon kesitleri küçültülerek, rölatif kat ötelemelerinin yönetmelikte verilen maksimum sınıra ulaşılmasına çalışılmıştır. Yine her deprem bölgesi ve zemin sınıfı için deprem yüklerini temsil eden statik yatay yükler yapıya etkitilmiş ve (6.21) formülü ile verilen Θ_i değerleri hesaplanmıştır. Bu bölümde Θ_i değerleri 0,12 sınır değerinden küçük kalmakla birlikte alt katlarda hesaplanan Θ_i değerlerinde artışlar olduğu görülmüştür. Bunun nedeni, kolon kesitlerinin küçülmesi nedeniyle yapının narinleşmesi ve yapı periyotlarının artmasıdır. Bunun doğal sonucu olarak yapıya etkiyen deprem yüklerinin azalması ile kat kesme kuvvetleri de azalmıştır. Ayrıca kat kesme kuvvetlerinin azalmasına rağmen görelî kat ötelemelerinin artması Θ_i değerlerinin büyümesine neden olmuştur.

Üçüncü bölümde ise 1997 Deprem Yönetmeliğinin (6.10.2) koşulu ile benzer olan EUROCODE 8'deki (4.4.2.2) koşulu için de hesap yapılmıştır. 1997 Deprem Yönetmeliğinden farklı olarak, deplasmanlar, deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ ile arttırılmıştır. Yapılan hesaplamalarda Θ_1 değerlerinin EUROCODE 8'de sınır değer olarak verilen 0.10 değerini aştığı görülmüştür.

THE INVESTIGATION OF THE INTER STOREY DRIFT SENSITIVITY COEFFICIENTS THROUGH THE TURKEY EARTHQUAKE CODE 1997

SUMMARY

In this study the inter storey drift sensitivity coefficients Θ_i are investigated according to the Turkey Earthquake Code 1997 (TEC 1997) and also EUROCODE 8.

The displacement restrictions in TEC 1997 are given following expressions.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R$$

The inter storey drift sensitivity coefficients Θ_i must be checked according to the following formulae given in code. If any of the Θ_i value exceeds the upper limit, rigidity of the structure must be increased.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \cdot \sum_{j=i}^N w_j}{V_i \cdot h_i} \leq 0,12$$

where $(\Delta_i)_{\text{ort}}$ is average relative displacement for the storey i , w_j is the weight of i^{th} storey, V_i is the i^{th} storey shear force, h_i is the height of the i^{th} storey.

For this purpose, ten stories RC building is selected for the investigation of Θ_i coefficients. The variations of these coefficients are calculated for the four different types of earthquake zones and soil groups defined in TEC 1997 through the sample building. The variations of Θ_i coefficients were investigated with respect to the height of the building and Θ_i coefficients were compared with maximum value of Θ_i given in TEC 1997.

In this study, 16 analysis cases with respect to four different types of earthquake zones and soil groups are considered for initial column dimensions. It is seen that the values of inter storey drift sensitivity coefficients Θ_i are less than anticipated maximum value Θ_i given in TEC 1997 for all cases.

In order to obtain the maximum relative storey displacements given in TEC 1997, column dimensions were reduced by using the trial-error method. Thus, the variations of Θ_i coefficients were investigated under the extreme conditions. It is seen again that all the Θ_i values satisfies the maximum value in TEC 1997.

The similar control for the second-order effects exists in EUROCODE 8. The procedure explained above is used to obtain Θ_i values according to EUROCODE 8. The structural behavior factor R is not be considered in the determination of th

equivalent static lateral loads corresponding to earthquake loads, thus Θ_i values exceed the maximum value given in EUROCODE 8.

It is shown that the all inter storey drift sensitivity coefficients Θ_i are on the safe side for the all cases considered in this study, according to the TEC 1997. On the contrary, since the Θ_i values exceed upper limit of these values given in EUROCODE 8, second-order analysis must be performed through this code.

1. 1997 TÜRKİYE DEPREM YÖNETMELİĞİNDEKİ (TDY 1997) YERDEĞİŞTİRME KISITLAMALARI VE İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİ

Bu bölümde deprem yönetmeliğindeki [1] yerdeğıştirmelerin sınırlandırılması ve ikinci mertebe etkileri ile ilgili koşullar verilmiştir.

1.1 Göreli Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması

1.1.1 - Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğıştirme farkını ifade eden göreli kat ötelemesi, Δ_i değeri;

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (1.1)$$

bağıntısı ile elde edilir. Denklem (1.1)'de verilen d_i ve d_{i-1} , binanın i 'inci ve $(i-1)$ 'inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında hesaptan elde edilen yatay yerdeğıştirmeleri göstermektedir.

1.1.2 - Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i 'inci katındaki kolon veya perdelerde, denklem (1.1) ile hesaplanan göreli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\Delta_i)_{\max}$ 'ın denklem (1.2)'de verilen koşulu sağlaması gerektiği ve bu

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R \quad (1.2)$$

koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması halinde taşıyıcı sistem rijitliğinin arttırılarak deprem hesabının tekrarlanması gerektiği belirtilmiştir.

1.2 İkinci Mertebe Etkileri

Taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça, ikinci mertebe etkilerinin 1.2.1'e göre göz önüne alınabileceği belirtilmiştir.

1.2.1 – Göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, ikinci mertebe gösterge değeri, Θ_i 'nin denklem (1.3) ile verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe

etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirileceği ifade edilmektedir.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \cdot \sum_{j=i}^N w_j}{V_i \cdot h_i} \leq 0,12 \quad (1.3)$$

Burada $(\Delta_i)_{\text{ort}}$, i'inci kattaki kolon ve perdelerle hesaplanan görece kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değeri olarak 1.1.1'e göre bulunacaktır.

1.2.2 – Denklem (1.3)'teki koşulun herhangi bir katta sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde artırılarak deprem hesabının tekrarlanması gerektiği belirtilmektedir.

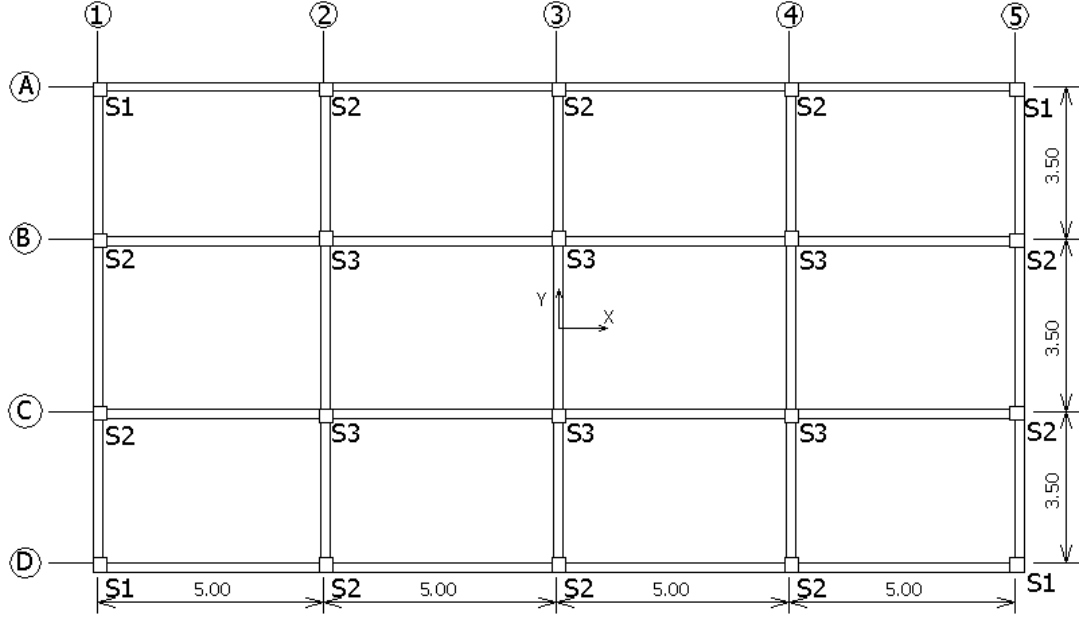
2. TDY 1997’DEKİ İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİNİN ÖRNEK BİR YAPI ÜZERİNDE İNCELENMESİ

2.1 SEÇİLEN ÖRNEK YAPININ TANITILMASI

TDY 1997’deki ikinci mertebe etkilerinin incelenmesi amacıyla örnek bir betonarme yapı seçilmiştir. Bu yapı, bir doğrultuda 4, diğer doğrultuda 3 açıklıklıdır. En alt katta 4 m., diğer katlarda ise 3 m.’lik kat yüksekliklerine sahip olup toplam 10 katlıdır. Yapının kat planı şekil 2.1’de görülmektedir. Yapı ile ilgili diğer özellikler ise aşağıda verilmektedir.

- Toplam bina yüksekliği : 31.00 m
- Sabit yük : 8.0 kN/m^2
- Hareketli yük : 2.0 kN/m^2 (Çatıda 1.0 kN/m^2)
- Yapı önem katsayısı : 1.0
- Süneklik düzeyi : Yüksek ($R=8$)
- Hareketli yük katılım katsayısı (n) : 0.30
- Beton sınıfı : C25
- Döşeme kalınlığı (h_f) : 12 cm
- Kiriş boyutları : 25x60 cm (Kiriş boyutları hiçbir durumda değiştirilmemiştir.)
- Dış duvarlar : Tam delikli tuğla (4.2 kN/m^2)
- İç duvarlar : Yarım delikli tuğla (2.5 kN/m^2)

Hesap yükü değerleri için TS 498 [4]’den yararlanılmıştır. Binanın yapısal çözümlemesinde ise TS 500 [3]’deki ilkeler esas alınmıştır.



Şekil 2.1: Kat planı

Başlangıç kolon kesitleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2. 1: Başlangıç Kolon Kesitleri

Kat	S1	S2	S3
10	30x30	30x30	30x30
9	30x30	30x30	30x30
8	30x30	30x30	35x35
7	30x30	35x35	40x40
6	30x30	35x35	45x45
5	35x35	40x40	45x45
4	35x35	40x40	50x50
3	35x35	45x45	50x50
2	40x40	45x45	55x55
1	40x40	45x45	60x60

2.2 BAŞLANGIÇ KOLON KESİTLERİ İÇİN TDY 1997'YE GÖRE İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde başlangıç kolon kesitleri esas alınmak suretiyle 4 farklı deprem bölgesi ve 4 farklı zemin gurubu için, X ve Y yönlerine göre ikinci merteye gösterge değerleri (Θ_i)'ler bulunacaktır. Deprem hesabında, deprem yüklerini temsil eden statik yatay yüklerin yapıya etkitildiği eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılmıştır.

2.2.1 Birinci Derece Deprem Bölgesi ve Z4 Zemin Sınıfına Göre Çözüm

2.2.1.1 TDY 1997'ye Göre Eşdeğer Deprem Yüklerinin Bulunması

$$I=1,0$$

$$A_0=0,4$$

$$\text{Yerel Zemin Sınıfı: Z4 } (T_A=0,2 ; T_B=0,9)$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=1,00579 \text{ (Y yönü)}$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=1,00342 \text{ (X yönü)}$$

$$\text{X ve Y yönlerindeki periyotlar birbirine çok yakın olduğundan } V_{tx}=V_{ty}=V_t \text{ alındı.}$$

$$T>T_A \text{ olduğundan } R_a(T)=R=8$$

$$T>T_B \text{ olduğundan } S(T)=2,5*(T_B/T)^{0,8}$$

$$S(T)=2,292$$

$$A(T)=A_0*I*S(T)=0,917$$

$$W_{\text{toplam}}=2850*9+2787=28437 \text{ kN}$$

$$V_t=W*A(T_1)/R_a(T_1) \geq 0,10*A_0*I*W$$

$$V_t=3258,4 \text{ kN} \geq 1137 \text{ kN}$$

$$H_N>25\text{m olduğundan } \Delta F_N=0,07*T_1*V_t \leq 0,2*V_t$$

$$\Delta F_N=228,9 \text{ kN} \leq 651,7 \text{ kN}$$

$$V_t=\Delta F_N + \sum F_i$$

$$F_i=(V_t-\Delta F_N)*[(w_i*H_i)/\sum(w_i*H_i)]$$

$$F_i=3029,5*[(w_i*H_i)/\sum(w_i*H_i)]$$

Tablo 2.2: Eşdeğer Deprem Yükleri Hesabı

H_i (m)	w_i (kN)	$w_i * H_i$	$(w_i * H_i) / \sum (w_i * H_i)$		
31	2787	86397	0,1739	526,9	F_{10}
28	2850	79800	0,1606	486,6	F_9
25	2850	71250	0,1434	434,5	F_8
22	2850	62700	0,1262	382,4	F_7
19	2850	54150	0,1090	330,2	F_6
16	2850	45600	0,0918	278,1	F_5
13	2850	37050	0,0746	225,9	F_4
10	2850	28500	0,0574	173,8	F_3
7	2850	19950	0,0402	121,7	F_2
4	2850	11400	0,0229	69,5	F_1

$F_{10}=526,9+228,9=755,7$ kN şeklinde düzeltilecek. Buna göre son durumda eşdeğer deprem yükleri Tablo 2.3’de gösterilmiştir.

Tablo 2.3:Eşdeğer Deprem Yükleri

Kat	F_i	V_i (kN)
10	755,7	755,7
9	486,6	1242,4
8	434,5	1676,8
7	382,4	2059,2
6	330,2	2389,4
5	278,1	2667,5
4	225,9	2893,4
3	173,8	3067,2
2	121,7	3188,9
1	69,5	3258,4

2.2.1.2 TDY 1997’ye Göre Kat Ötelemeleri Kontrolü

Bu bölümde, her kat için X ve Y yönlerine göre rölatif kat ötelemeleri bulunarak 1997 deprem yönetmeliğindeki $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,02/R$ üst sınırın aşılp aşılmadığı kontrol edilmiştir. $R=8$ olduğundan $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,0025$ sağlanmalıdır.

Tablo 2.4: X yönü için kat ötelemeleri, göreceli kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i$ değerleri

kat	kat ötelemeleri(m)		göreceli kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
10	d_{10}	0,08256	Δ_{10}	0,00608	0,00203
9	d_9	0,07648	Δ_9	0,00948	0,00316
8	d_8	0,06700	Δ_8	0,01038	0,00346
7	d_7	0,05662	Δ_7	0,00882	0,00294
6	d_6	0,04780	Δ_6	0,00873	0,00291
5	d_5	0,03907	Δ_5	0,00814	0,00271
4	d_4	0,03093	Δ_4	0,00787	0,00262
3	d_3	0,02306	Δ_3	0,00742	0,00247
2	d_2	0,01564	Δ_2	0,00702	0,00234
1	d_1	0,00862	Δ_1	0,00862	0,00216

Tablo 2.5: Y yönü için kat ötelemeleri, göreceli kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i$ değerleri

kat	kat ötelemeleri(m)		göreceli kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
10	d_{10}	0,08648	Δ_{10}	0,00716	0,00239
9	d_9	0,07932	Δ_9	0,01044	0,00348
8	d_8	0,06888	Δ_8	0,01119	0,00373
7	d_7	0,05769	Δ_7	0,00950	0,00317
6	d_6	0,04819	Δ_6	0,00921	0,00307
5	d_5	0,03898	Δ_5	0,00848	0,00283
4	d_4	0,03050	Δ_4	0,00799	0,00266
3	d_3	0,02251	Δ_3	0,00739	0,00246
2	d_2	0,01512	Δ_2	0,00675	0,00225
1	d_1	0,00837	Δ_1	0,00837	0,00209

Yukarıdaki deplasman değerleri, yapının analizi için kullanılan SAP 2000 Nonlinear [6] programından okunmuştur. Tablo 2.4 ve Tablo 2.5'e göre her iki yön için de rölatif kat deplasmanlarının yönetmelik üst sınırını aştığı görülmektedir. Fakat başlangıç kolon kesitleriyle devam edileceği için herhangi bir düzeltme yapılmamıştır. Bölüm 2.3'de kolon kesitleri değiştirilmiş ve yönetmeliğin rölatif kat deplasmanları ile ilgili olan bu sınırı aşmayan en küçük kolon kesitleriyle çözüm yapılmıştır.

2.2.1.3 TDY 1997 Bölüm (6.10.2)'ye Göre İkinci Mertebe Gösterge Değeri (Θ_i) 'nin Hesabı

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \cdot \sum_{j=i}^N w_j}{V_i \cdot h_i} \leq 0,12$$

Tablo 2.6: X yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

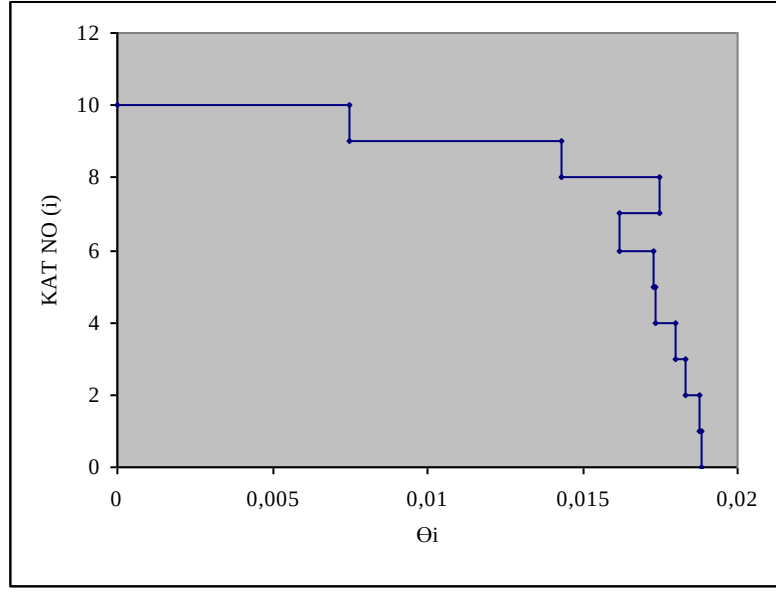
kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i \cdot h_i$	$w_i^-(kN)$	$(\Delta_i)_{ort} \cdot w_i^-$	Θ_i
10	3	2787	755,72	0,00608	2267,17	2787	16,94496	0,00747
9	3	2850	1242,35	0,00948	3727,05	5637	53,43876	0,01434
8	3	2850	1676,84	0,01038	5030,52	8487	88,09506	0,01751
7	3	2850	2059,19	0,00882	6177,57	11337	99,99234	0,01619
6	3	2850	2389,40	0,00873	7168,20	14187	123,85251	0,01728
5	3	2850	2667,47	0,00814	8002,42	17037	138,68118	0,01733
4	3	2850	2893,41	0,00787	8680,23	19887	156,51069	0,01803
3	3	2850	3067,20	0,00742	9201,61	22737	168,70854	0,01833
2	3	2850	3188,86	0,00702	9566,58	25587	179,62074	0,01878
1	4	2850	3258,38	0,00862	13033,52	28437	245,12694	0,01881

Tablo 2.7: Y yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i \cdot h_i$	$w_i^-(kN)$	$(\Delta_i)_{ort} \cdot w_i^-$	Θ_i
10	3	2787	755,72	0,00716	2267,17	2787	19,95492	0,00880
9	3	2850	1242,35	0,01044	3727,05	5637	58,85028	0,01579
8	3	2850	1676,84	0,01119	5030,52	8487	94,96953	0,01888
7	3	2850	2059,19	0,00950	6177,57	11337	107,70150	0,01743
6	3	2850	2389,40	0,00921	7168,20	14187	130,66227	0,01823
5	3	2850	2667,47	0,00848	8002,42	17037	144,47376	0,01805
4	3	2850	2893,41	0,00799	8680,23	19887	158,89713	0,01831
3	3	2850	3067,20	0,00739	9201,61	22737	168,02643	0,01826
2	3	2850	3188,86	0,00675	9566,58	25587	172,71225	0,01805
1	4	2850	3258,38	0,00837	13033,52	28437	238,01769	0,01826

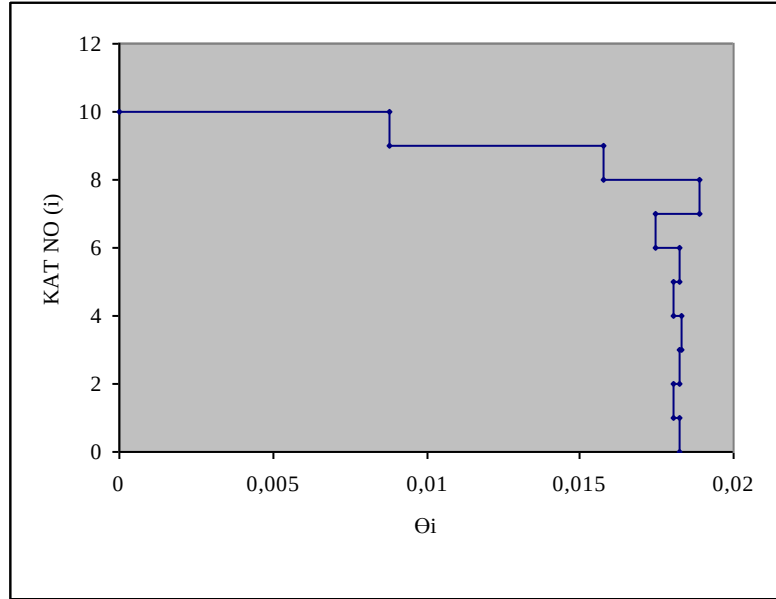
Θ_i	kat
------------	-----

0,00747	10
0,01434	9
0,01751	8
0,01619	7
0,01728	6
0,01733	5
0,01803	4
0,01833	3
0,01878	2
0,01881	1



Şekil 2.2: X yönü için katlara göre ikinci mertebe gösterge değeri (Θ_i)'nin değişimi

Θ_i	kat
0,00880	10
0,01579	9
0,01888	8
0,01743	7
0,01823	6
0,01805	5
0,01831	4
0,01826	3
0,01805	2
0,01826	1



Şekil 2.3: Y yönü için katlara göre ikinci mertebe gösterge değeri (Θ_i)'nin değişimi

TDY 1997 Bölüm (6.10.2)'deki (6.21) denklemine göre ikinci mertebe gösterge değerleri Θ_i 'ler hesaplanmış ve yönetmeliğin verdiği üst sınır olan 0.12 değerinden küçük oldukları görülmüştür.

Yapı sisteminin bilgisayar ortamında çözülmesi ve grafiklerin oluşturulmasında [7] ve [8] numaralı kaynaklardan yararlanılmıştır.

2.2.2 Birinci Derece Deprem Bölgesi ve Z3 Zemin Sınıfına Göre Çözüm

2.2.1.1 TDY 1997'ye Göre Eşdeğer Deprem Yüklerinin Bulunması

$$I=1,0$$

$$A_0=0,4$$

$$\text{Yerel Zemin Sınıfı: Z3} \quad (T_A=0,15 ; T_B=0,6)$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=1,00579 \text{ (Y yönü)}$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=1,00342 \text{ (X yönü)}$$

X ve Y yönlerindeki periyotlar birbirine çok yakın olduğundan $V_{tx}=V_{ty}=V_t$ alındı.

$$T > T_A \text{ olduğundan } R_a(T)=R=8$$

$$T > T_B \text{ olduğundan } S(T)=2,5 \cdot (T_B/T)^{0,8}$$

$$S(T)=1,657$$

$$A(T)=A_0 \cdot I \cdot S(T)=0,663$$

$$W_{\text{toplam}}=2850 \cdot 9 + 2787 = 28437 \text{ kN}$$

$$V_t = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0,10 \cdot A_0 \cdot I \cdot W$$

$$V_t = 2355,7 \text{ kN} \geq 1137 \text{ kN}$$

$$H_N > 25 \text{ m olduğundan } \Delta F_N = 0,07 \cdot T_1 \cdot V_t \leq 0,2 \cdot V_t$$

$$\Delta F_N = 165,5 \text{ kN} \leq 471,1 \text{ kN}$$

$$V_t = \Delta F_N + \sum F_i$$

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \cdot [(w_i \cdot H_i) / \sum (w_i \cdot H_i)]$$

$$F_i = 2190,3 \cdot [(w_i \cdot H_i) / \sum (w_i \cdot H_i)]$$

Tablo 2.8: Eşdeğer Deprem Yükleri Hesabı

H_i (m)	w_i (kN)	$w_i \cdot H_i$	$(w_i \cdot H_i) / \sum (w_i \cdot H_i)$		
31	2787	86397	0,1739	380,9	F_{10}
28	2850	79800	0,1606	351,8	F_9
25	2850	71250	0,1434	314,1	F_8
22	2850	62700	0,1262	276,4	F_7
19	2850	54150	0,1090	238,7	F_6
16	2850	45600	0,0918	201,0	F_5
13	2850	37050	0,0746	163,3	F_4
10	2850	28500	0,0574	125,7	F_3
7	2850	19950	0,0402	88,0	F_2
4	2850	11400	0,0229	50,3	F_1

$F_{10}=380,9+165,5=546,4 \text{ kN}$ şeklinde düzeltilecek. Buna göre son durumda eşdeğer deprem yükleri Tablo 2.9'da gösterilmiştir.

Tablo 2.9: Eşdeğer Deprem Yükleri

Kat	F_i	$V_i(kN)$
10	546,4	546,4
9	351,8	898,2
8	314,1	1212,3
7	276,4	1488,8
6	238,7	1727,5
5	201,0	1928,5
4	163,3	2091,9
3	125,7	2217,5
2	88,0	2305,5
1	50,3	2355,7

2.2.2.2 TDY 1997'ye Göre Kat Ötelemeleri Kontrolü

Bu bölümde, her kat için X ve Y yönlerine göre rölatif kat ötelemeleri bulunarak 1997 deprem yönetmeliğindeki $(\Delta_i)_{max}/h_i \leq 0,02/R$ üst sınırın aşılp aşılmadığı kontrol edilmiştir. $R=8$ olduğundan $(\Delta_i)_{max}/h_i \leq 0,0025$ sağlanmalıdır.

Tablo 2.10: X yönü için kat ötelemeleri, görel kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{max}/h_i$ değerleri

kat	kat ötelemeleri(m)		görel kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{max}/h_i$
10	d_{10}	0,05969	Δ_{10}	0,00440	0,00147
9	d_9	0,05529	Δ_9	0,00685	0,00228
8	d_8	0,04844	Δ_8	0,00751	0,00250
7	d_7	0,04093	Δ_7	0,00637	0,00212
6	d_6	0,03456	Δ_6	0,00632	0,00211
5	d_5	0,02824	Δ_5	0,00588	0,00196
4	d_4	0,02236	Δ_4	0,00569	0,00190
3	d_3	0,01667	Δ_3	0,00536	0,00179
2	d_2	0,01131	Δ_2	0,00508	0,00169
1	d_1	0,00623	Δ_1	0,00623	0,00156

Tablo 2.11: Y yönü için kat ötelemeleri, görel kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{max}/h_i$ değerleri

kat	kat ötelemeleri(m)		görel kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{max}/h_i$
10	d_{10}	0,06252	Δ_{10}	0,00517	0,00172
9	d_9	0,05735	Δ_9	0,00755	0,00252
8	d_8	0,04980	Δ_8	0,00809	0,00270
7	d_7	0,04171	Δ_7	0,00687	0,00229
6	d_6	0,03484	Δ_6	0,00666	0,00222
5	d_5	0,02818	Δ_5	0,00613	0,00204
4	d_4	0,02205	Δ_4	0,00578	0,00193
3	d_3	0,01627	Δ_3	0,00534	0,00178
2	d_2	0,01093	Δ_2	0,00488	0,00163
1	d_1	0,00605	Δ_1	0,00605	0,00151

Tablo 2.10 ve 2.11'e göre her iki yön için de rölatif kat deplasmanlarının yönetmelik üst sınırını aştığı görülmektedir

2.2.2.3 TDY 1997 Bölüm (6.10.2)'ye Göre İkinci Mertebe Gösterge Değeri (Θ_i)'nin Hesabı

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \cdot \sum_{j=i}^N w_j}{V_i \cdot h_i} \leq 0,12$$

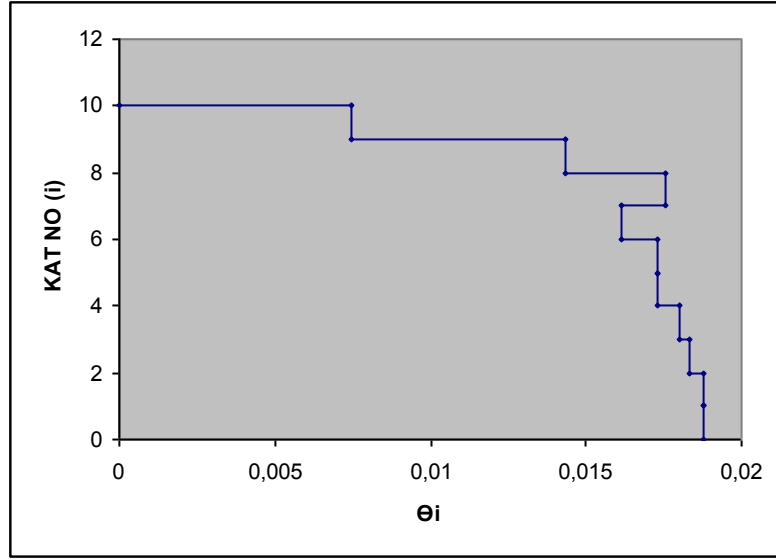
Tablo 2.12: X yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i \cdot h_i$	w_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort} \cdot w_i$	Θ_i
10	3	2787	546,37	0,00440	1639,12	2787	12,26280	0,00748
9	3	2850	898,20	0,00685	2694,59	5637	38,61345	0,01433
8	3	2850	1212,32	0,00751	3636,97	8487	63,73737	0,01752
7	3	2850	1488,76	0,00637	4466,27	11337	72,21669	0,01617
6	3	2850	1727,49	0,00632	5182,48	14187	89,66184	0,01730
5	3	2850	1928,53	0,00588	5785,60	17037	100,17756	0,01731
4	3	2850	2091,88	0,00569	6275,64	19887	113,15703	0,01803
3	3	2850	2217,53	0,00536	6652,59	22737	121,87032	0,01832
2	3	2850	2305,49	0,00508	6916,46	25587	129,98196	0,01879
1	4	2850	2355,75	0,00623	9422,99	28437	177,16251	0,01880

Tablo 2.13: Y yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

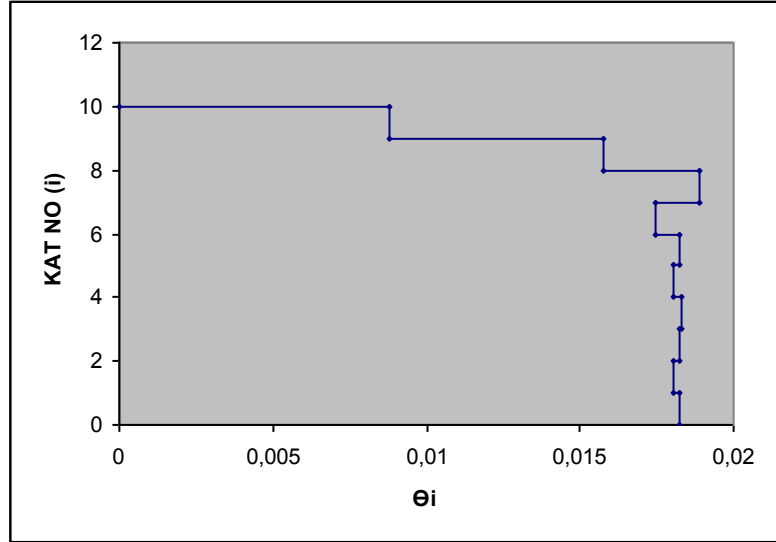
kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i \cdot h_i$	w_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort} \cdot w_i$	Θ_i
10	3	2787	546,37	0,00517	1639,12	2787	14,40879	0,00879
9	3	2850	898,20	0,00755	2694,59	5637	42,55935	0,01579
8	3	2850	1212,32	0,00809	3636,97	8487	68,65983	0,01888
7	3	2850	1488,76	0,00687	4466,27	11337	77,88519	0,01744
6	3	2850	1727,49	0,00666	5182,48	14187	94,48542	0,01823
5	3	2850	1928,53	0,00613	5785,60	17037	104,43681	0,01805
4	3	2850	2091,88	0,00578	6275,64	19887	114,94686	0,01832
3	3	2850	2217,53	0,00534	6652,59	22737	121,41558	0,01825
2	3	2850	2305,49	0,00488	6916,46	25587	124,86456	0,01805
1	4	2850	2355,75	0,00605	9422,99	28437	172,04385	0,01826

Θ_i	kat
0,00748	10
0,01433	9
0,01752	8
0,01617	7
0,01730	6
0,01731	5
0,01803	4
0,01832	3
0,01879	2
0,01880	1



Şekil 2.4: X yönü için katlara göre ikinci mertebe gösterge değeri (Θ_i)'nin değişimi

Θ_i	kat
0,00879	10
0,01579	9
0,01888	8
0,01744	7
0,01823	6
0,01805	5
0,01832	4
0,01825	3
0,01805	2
0,01826	1



Şekil 2.5: Y yönü için katlara göre ikinci mertebe gösterge değeri (Θ_i)'nin değişimi

TDY 1997 Bölüm (6.10.2)'deki (6.21) denklemine göre ikinci mertebe gösterge değerleri Θ_i 'ler hesaplanmış ve yönetmeliğin verdiği üst sınır olan 0.12 değerinden küçük oldukları görülmüştür.

2.2.3 Birinci Derece Deprem Bölgesi ve Z2 Zemin Sınıfına Göre Çözüm

2.2.3.1 TDY 1997'ye Göre Eşdeğer Deprem Yüklerinin Bulunması

$$I=1,0$$

$$A_0=0,4$$

$$\text{Yerel Zemin Sınıfı: Z2} \quad (T_A=0,15 ; T_B=0,4)$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=1,00579 \text{ (Y yönü)}$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=1,00342 \text{ (X yönü)}$$

X ve Y yönlerindeki periyotlar birbirine çok yakın olduğundan $V_{tx}=V_{ty}=V_t$ alındı.

$$T > T_A \text{ olduğundan } R_a(T)=R=8$$

$$T > T_B \text{ olduğundan } S(T)=2,5 \cdot (T_B/T)^{0,8}$$

$$S(T)=1,198$$

$$A(T)=A_0 \cdot I \cdot S(T)=0,479$$

$$W_{\text{toplam}}=2850 \cdot 9 + 2787 = 28437 \text{ kN}$$

$$V_t = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0,10 \cdot A_0 \cdot I \cdot W$$

$$V_t = 1703,2 \text{ kN} \geq 1137 \text{ kN}$$

$$H_N > 25 \text{ m olduğundan } \Delta F_N = 0,07 \cdot T_1 \cdot V_t \leq 0,2 \cdot V_t$$

$$\Delta F_N = 119,6 \text{ kN} \leq 340,6 \text{ kN}$$

$$V_t = \Delta F_N + \sum F_i$$

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \cdot [(w_i \cdot H_i) / \sum (w_i \cdot H_i)]$$

$$F_i = 1583,5 \cdot [(w_i \cdot H_i) / \sum (w_i \cdot H_i)]$$

Tablo 2.14: Eşdeğer Deprem Yükleri Hesabı

H_i (m)	w_i (kN)	$w_i \cdot H_i$	$(w_i \cdot H_i) / \sum (w_i \cdot H_i)$		
31	2787	86397	0,1739	275,4	F_{10}
28	2850	79800	0,1606	254,4	F_9
25	2850	71250	0,1434	227,1	F_8
22	2850	62700	0,1262	199,9	F_7
19	2850	54150	0,1090	172,6	F_6
16	2850	45600	0,0918	145,3	F_5
13	2850	37050	0,0746	118,1	F_4
10	2850	28500	0,0574	90,8	F_3
7	2850	19950	0,0402	63,6	F_2
4	2850	11400	0,0229	36,3	F_1

$F_{10}=275,4+119,6=395,0$ kN şeklinde düzeltilecek. Buna göre son durumda eşdeğer deprem yükleri Tablo 2.15'de gösterilmiştir.

Tablo 2.15: Eşdeğer Deprem Yükleri

Kat	F_i	$V_i(kN)$
10	395,0	395,0
9	254,4	649,4
8	227,1	876,5
7	199,9	1076,3
6	172,6	1248,9
5	145,3	1394,3
4	118,1	1512,4
3	90,8	1603,2
2	63,6	1666,8
1	36,3	1703,2

2.2.3.2 TDY 1997'ye Göre Kat Ötelemeleri Kontrolü

Bu bölümde, her kat için X ve Y yönlerine göre rölatif kat ötelemeleri bulunarak 1997 deprem yönetmeliğindeki $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,02/R$ üst sınırın aşılp aşılmadığı kontrol edilmiştir. $R=8$ olduğundan $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,0025$ sağlanmalıdır.

Tablo 2.16: X yönü için kat ötelemeleri, görelî kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i$ değerleri

kat	kat ötelemeleri(m)		görelî kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
10	d_{10}	0,04316	Δ_{10}	0,00318	0,00106
9	d_9	0,03998	Δ_9	0,00496	0,00165
8	d_8	0,03502	Δ_8	0,00543	0,00181
7	d_7	0,02959	Δ_7	0,00461	0,00154
6	d_6	0,02498	Δ_6	0,00456	0,00152
5	d_5	0,02042	Δ_5	0,00425	0,00142
4	d_4	0,01617	Δ_4	0,00411	0,00137
3	d_3	0,01206	Δ_3	0,00388	0,00129
2	d_2	0,00818	Δ_2	0,00367	0,00122
1	d_1	0,00451	Δ_1	0,00451	0,00113

Tablo 2.17: Y yönü için kat ötelemeleri, görelî kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i$ değerleri

kat	kat ötelemeleri(m)		görelî kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
10	d_{10}	0,04520	Δ_{10}	0,00374	0,00125
9	d_9	0,04146	Δ_9	0,00546	0,00182
8	d_8	0,03600	Δ_8	0,00585	0,00195
7	d_7	0,03015	Δ_7	0,00496	0,00165
6	d_6	0,02519	Δ_6	0,00481	0,00160
5	d_5	0,02038	Δ_5	0,00444	0,00148
4	d_4	0,01594	Δ_4	0,00417	0,00139
3	d_3	0,01177	Δ_3	0,00387	0,00129
2	d_2	0,00790	Δ_2	0,00353	0,00118
1	d_1	0,00437	Δ_1	0,00437	0,00109

Tablo 2.16 ve 2.17'ye göre her iki yön için de rölatif kat deplasmanlarının yönetmelik üst sınırını aşmadığı görülmektedir.

2.2.3.3 TDY 1997 Bölüm (6.10.2)'ye Göre İkinci Mertebe Gösterge Değeri (Θ_i)'nin Hesabı

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \cdot \sum_{j=i}^N w_j}{V_i \cdot h_i} \leq 0,12$$

Tablo 2.18: X yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

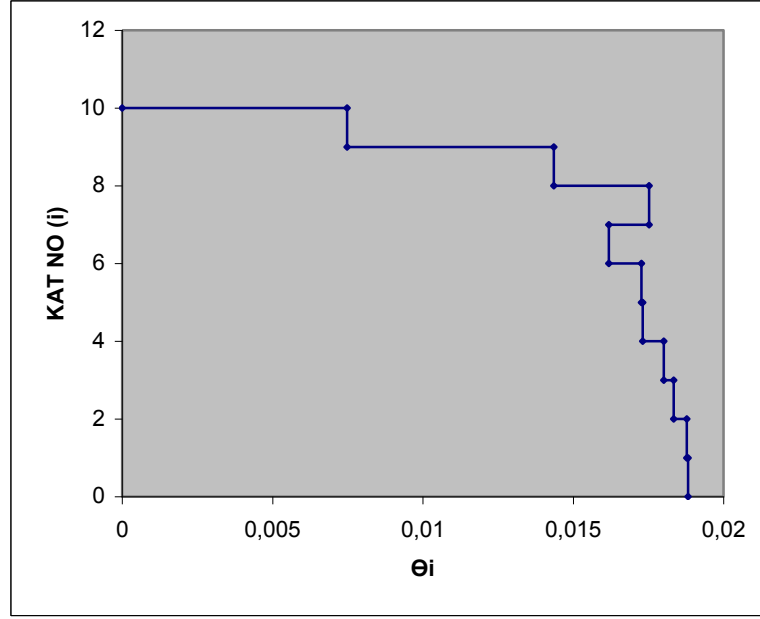
kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i \cdot h_i$	w_i^- (kN)	$(\Delta_i)_{ort} \cdot w_i^-$	Θ_i
10	3	2787	395,02	0,00318	1185,05	2787	8,86266	0,00748
9	3	2850	649,38	0,00496	1948,14	5637	27,95952	0,01435
8	3	2850	876,49	0,00543	2629,46	8487	46,08441	0,01753
7	3	2850	1076,34	0,00461	3229,03	11337	52,26357	0,01619
6	3	2850	1248,94	0,00456	3746,83	14187	64,69272	0,01727
5	3	2850	1394,29	0,00425	4182,88	17037	72,40725	0,01731
4	3	2850	1512,39	0,00411	4537,17	19887	81,73557	0,01801
3	3	2850	1603,23	0,00388	4809,70	22737	88,21956	0,01834
2	3	2850	1666,82	0,00367	5000,47	25587	93,90429	0,01878
1	4	2850	1703,16	0,00451	6812,64	28437	128,25087	0,01883

Tablo 2.19: Y yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i \cdot h_i$	w_i^- (kN)	$(\Delta_i)_{ort} \cdot w_i^-$	Θ_i
10	3	2787	395,02	0,00374	1185,05	2787	10,42338	0,00880
9	3	2850	649,38	0,00546	1948,14	5637	30,77802	0,01580
8	3	2850	876,49	0,00585	2629,46	8487	49,64895	0,01888
7	3	2850	1076,34	0,00496	3229,03	11337	56,23152	0,01741
6	3	2850	1248,94	0,00481	3746,83	14187	68,23947	0,01821
5	3	2850	1394,29	0,00444	4182,88	17037	75,64428	0,01808
4	3	2850	1512,39	0,00417	4537,17	19887	82,92879	0,01828
3	3	2850	1603,23	0,00387	4809,70	22737	87,99219	0,01829
2	3	2850	1666,82	0,00353	5000,47	25587	90,32211	0,01806
1	4	2850	1703,16	0,00437	6812,64	28437	124,26969	0,01824

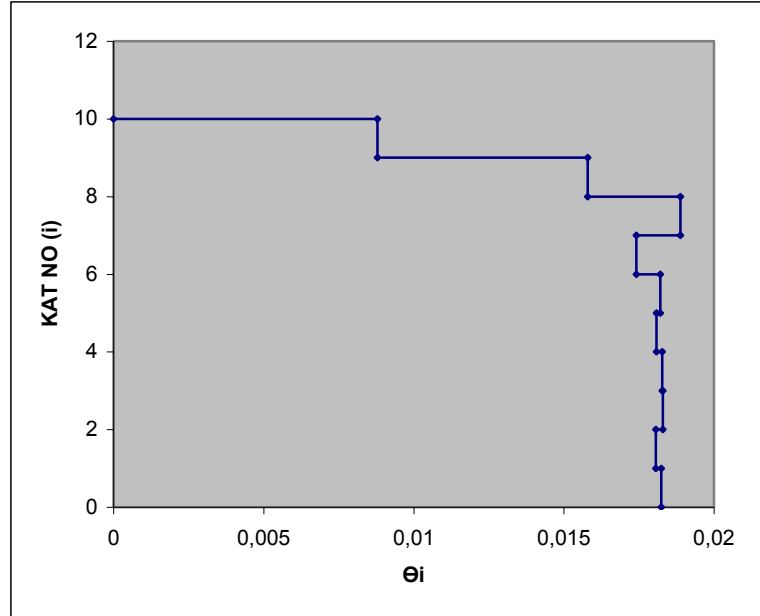
Θ_i	kat
------------	-----

0,00748	10
0,01435	9
0,01753	8
0,01619	7
0,01727	6
0,01731	5
0,01801	4
0,01834	3
0,01878	2
0,01883	1



Şekil 2.6: X yönü için katlara göre ikinci mertebe gösterge değeri (Θ_i)'nin değişimi

Θ_i	kat
0,00880	10
0,01580	9
0,01888	8
0,01741	7
0,01821	6
0,01808	5
0,01828	4
0,01829	3
0,01806	2
0,01824	1



Şekil 2.7: Y yönü için katlara göre ikinci mertebe gösterge değeri (Θ_i)'nin değişimi

TDY 1997 Bölüm (6.10.2)'deki (6.21) denkleminde göre ikinci mertebe gösterge değerleri Θ_i 'ler hesaplanmış ve yönetmeliğin verdiği üst sınır olan 0.12 değerinden küçük oldukları görülmüştür.

2.2.4 Birinci Derece Deprem Bölgesi ve Z1 Zemin Sınıfına Göre Çözüm

2.2.4.1 TDY 1997'ye Göre Eşdeğer Deprem Yüklerinin Bulunması

$$I=1,0$$

$$A_0=0,4$$

$$\text{Yerel Zemin Sınıfı: Z1} \quad (T_A=0,10 ; T_B=0,40)$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=1,00579 \text{ (Y yönü)}$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=1,00342 \text{ (X yönü)}$$

X ve Y yönlerindeki periyotlar birbirine çok yakın olduğundan $V_{tx}=V_{ty}=V_t$ alındı.

$$T > T_A \text{ olduğundan } R_a(T)=R=8$$

$$T > T_B \text{ olduğundan } S(T)=2,5 \cdot (T_B/T)^{0,8}$$

$$S(T)=0,952$$

$$A(T)=A_0 \cdot I \cdot S(T)=0,381$$

$$W_{\text{toplam}}=2850 \cdot 9 + 2787 = 28437 \text{ kN}$$

$$V_t = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0,10 \cdot A_0 \cdot I \cdot W$$

$$V_t = 1353,0 \text{ kN} \geq 1137 \text{ kN}$$

$$H_N > 25 \text{ m olduğundan } \Delta F_N = 0,07 \cdot T_1 \cdot V_t \leq 0,2 \cdot V_t$$

$$\Delta F_N = 95,0 \text{ kN} \leq 270,6 \text{ kN}$$

$$V_t = \Delta F_N + \sum F_i$$

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \cdot [(w_i \cdot H_i) / \sum (w_i \cdot H_i)]$$

$$F_i = 1258,0 \cdot [(w_i \cdot H_i) / \sum (w_i \cdot H_i)]$$

Tablo 2.20: Eşdeğer Deprem Yükleri Hesabı

H_i (m)	w_i (kN)	$w_i \cdot H_i$	$(w_i \cdot H_i) / \sum (w_i \cdot H_i)$		
31	2787	86397	0,1739	218,8	F_{10}
28	2850	79800	0,1606	202,1	F_9
25	2850	71250	0,1434	180,4	F_8
22	2850	62700	0,1262	158,8	F_7
19	2850	54150	0,1090	137,1	F_6
16	2850	45600	0,0918	115,5	F_5
13	2850	37050	0,0746	93,8	F_4
10	2850	28500	0,0574	72,2	F_3
7	2850	19950	0,0402	50,5	F_2
4	2850	11400	0,0229	28,9	F_1

$F_{10}=218,8+95,0=313,8 \text{ kN}$ şeklinde düzeltilecek. Buna göre son durumda eşdeğer deprem yükleri Tablo 2.21'de gösterilmiştir.

Tablo 2.21: Eşdeğer Deprem Yükleri

Kat	F_i	$V_i(kN)$
10	313,8	313,8
9	202,1	515,9
8	180,4	696,3
7	158,8	855,1
6	137,1	992,2
5	115,5	1107,7
4	93,8	1201,5
3	72,2	1273,6
2	50,5	1324,2
1	28,9	1353,0

2.2.4.2 TDY 1997'ye Göre Kat Ötelemeleri Kontrolü

Bu bölümde, her kat için X ve Y yönlerine göre rölatif kat ötelemeleri bulunarak 1997 deprem yönetmeliğindeki $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,02/R$ üst sınırın aşılp aşılmadığı kontrol edilmiştir. $R=8$ olduğundan $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,0025$ sağlanmalıdır.

Tablo 2.22: X yönü için kat ötelemeleri, görelî kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i$ değerleri

kat	kat ötelemeleri(m)		görelî kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
10	d_{10}	0,03428	Δ_{10}	0,00252	0,00084
9	d_9	0,03176	Δ_9	0,00394	0,00131
8	d_8	0,02782	Δ_8	0,00431	0,00144
7	d_7	0,02351	Δ_7	0,00366	0,00122
6	d_6	0,01985	Δ_6	0,00363	0,00121
5	d_5	0,01622	Δ_5	0,00338	0,00113
4	d_4	0,01284	Δ_4	0,00326	0,00109
3	d_3	0,00958	Δ_3	0,00308	0,00103
2	d_2	0,00650	Δ_2	0,00292	0,00097
1	d_1	0,00358	Δ_1	0,00358	0,00090

Tablo 2.23: Y yönü için kat ötelemeleri, görelî kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i$ değerleri

kat	kat ötelemeleri(m)		görelî kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
10	d_{10}	0,03591	Δ_{10}	0,00297	0,00099
9	d_9	0,03294	Δ_9	0,00434	0,00145
8	d_8	0,02860	Δ_8	0,00464	0,00155
7	d_7	0,02396	Δ_7	0,00395	0,00132
6	d_6	0,02001	Δ_6	0,00382	0,00127
5	d_5	0,01619	Δ_5	0,00352	0,00117
4	d_4	0,01267	Δ_4	0,00332	0,00111
3	d_3	0,00935	Δ_3	0,00307	0,00102
2	d_2	0,00628	Δ_2	0,00281	0,00094
1	d_1	0,00347	Δ_1	0,00347	0,00087

Tablo 2.22 ve 2.23'e göre her iki yön için de rölatif kat deplasmanlarının yönetmelik üst sınırını aşmadığı görülmektedir.

2.2.4.3 TDY 1997 Bölüm (6.10.2)'ye Göre İkinci Mertebe Gösterge Değeri (Θ_i)'nin Hesabı

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \cdot \sum_{j=i}^N w_j}{V_i \cdot h_i} \leq 0,12$$

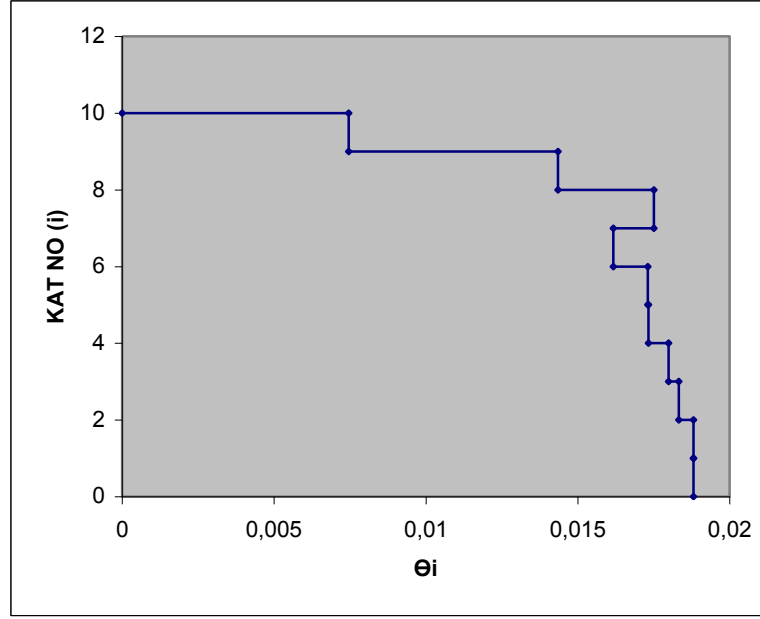
Tablo 2.24: X yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i \cdot h_i$	$w_i^-(kN)$	$(\Delta_i)_{ort} \cdot w_i^-$	Θ_i
10	3	2787	313,81	0,00252	941,43	2787	7,02324	0,00746
9	3	2850	515,88	0,00394	1547,63	5637	22,20978	0,01435
8	3	2850	696,30	0,00431	2088,89	8487	36,57897	0,01751
7	3	2850	855,07	0,00366	2565,20	11337	41,49342	0,01618
6	3	2850	992,18	0,00363	2976,55	14187	51,49881	0,01730
5	3	2850	1107,65	0,00338	3322,96	17037	57,58506	0,01733
4	3	2850	1201,47	0,00326	3604,41	19887	64,83162	0,01799
3	3	2850	1273,64	0,00308	3820,91	22737	70,02996	0,01833
2	3	2850	1324,15	0,00292	3972,46	25587	74,71404	0,01881
1	4	2850	1353,02	0,00358	5412,08	28437	101,80446	0,01881

Tablo 2.25: Y yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

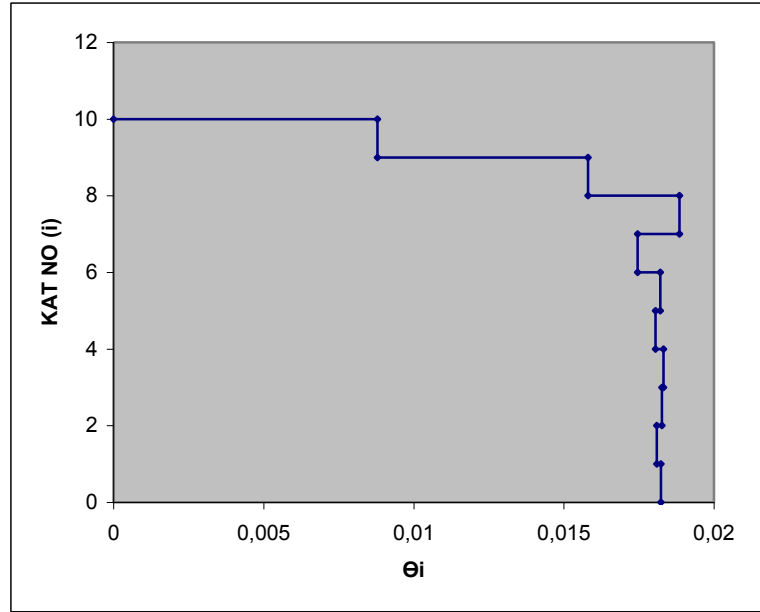
kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i \cdot h_i$	$w_i^-(kN)$	$(\Delta_i)_{ort} \cdot w_i^-$	Θ_i
10	3	2787	313,81	0,00297	941,43	2787	8,27739	0,00879
9	3	2850	515,88	0,00434	1547,63	5637	24,46458	0,01581
8	3	2850	696,30	0,00464	2088,89	8487	39,37968	0,01885
7	3	2850	855,07	0,00395	2565,20	11337	44,78115	0,01746
6	3	2850	992,18	0,00382	2976,55	14187	54,19434	0,01821
5	3	2850	1107,65	0,00352	3322,96	17037	59,97024	0,01805
4	3	2850	1201,47	0,00332	3604,41	19887	66,02484	0,01832
3	3	2850	1273,64	0,00307	3820,91	22737	69,80259	0,01827
2	3	2850	1324,15	0,00281	3972,46	25587	71,89947	0,01810
1	4	2850	1353,02	0,00347	5412,08	28437	98,67639	0,01823

Θ_i	kat
0,00746	10
0,01435	9
0,01751	8
0,01618	7
0,01730	6
0,01733	5
0,01799	4
0,01833	3
0,01881	2
0,01881	1



Şekil 2.8: X yönü için katlara göre ikinci mertebe gösterge değeri (Θ_i)'nin değişimi

Θ_i	kat
0,00879	10
0,01581	9
0,01885	8
0,01746	7
0,01821	6
0,01805	5
0,01832	4
0,01827	3
0,01810	2
0,01823	1



Şekil 2.9: Y yönü için katlara göre ikinci mertebe gösterge değeri (Θ_i)'nin değişimi

TDY 1997 Bölüm (6.10.2)'deki (6.21) denklemine göre ikinci mertebe gösterge değerleri Θ_i 'ler hesaplanmış ve yönetmeliğin verdiği üst sınır olan 0.12 değerinden küçük oldukları görülmüştür.

Yukarıda başlangıç kolon kesitleri esas alınmak suretiyle, 1.derece deprem bölgesi için Z4, Z3, Z2 ve Z1 zemin grupları için elde edilen sonuçlar verilmiştir. Bunların dışında 2., 3. ve 4. derece deprem bölgelerinin her biri için Z4, Z3, Z2 ve Z1 zemin sınıflarına göre analizler tekrarlanmış ve sonuçta elde edilen Θ_i değerlerinin hiçbirinin yönetmeliğin verdiği üst sınır olan 0.12 değerini aşmadıkları görülmüştür.

2.3 MAKSİMUM RÖLATİF KAT DEPLASMANLARINI ELDE EDECEK ŞEKİLDE BOYUTLANDIRILMIŞ OLAN KOLON KESİTLERİ İÇİN TDY 1997'YE GÖRE İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde, TDY 1997'de verilen $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,02/R$ koşuluna göre, rölatif kat deplasmanlarının maksimum değere ulaşmaları durumunu(sınırı aşmayacak şekilde) sağlayacak kolon kesitleri deneme-yanılma yöntemiyle bulunmuştur. Böylece değiştirilen kolon kesitleriyle ikinci mertebe etkileri irdelenmiştir.

Bu çalışmanın hiçbir bölümünde kesit hesabı yapılmamıştır ve kiriş boyutlarında hiçbir değişiklik yoktur.

2.3.1 Birinci Derece Deprem Bölgesi ve Z4 Zemin Sınıfına Göre Çözüm

Tablo 2.26: Kolon Kesitleri

Kat	Başlangıç Kolon Kesitleri			Değiştirilmiş Kolon Kesitleri		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
10	30x30	30x30	30x30	35x35	35x35	35x35
9	30x30	30x30	30x30	35x35	35x35	35x35
8	30x30	30x30	35x35	35x35	35x35	45x45
7	30x30	35x35	40x40	35x35	40x40	50x50
6	30x30	35x35	45x45	35x35	40x40	55x55
5	35x35	40x40	45x45	40x40	45x45	55x55
4	35x35	40x40	50x50	40x40	45x45	55x55
3	35x35	45x45	50x50	40x40	50x50	55x55
2	40x40	45x45	55x55	40x40	50x50	55x55
1	40x40	45x45	60x60	40x40	50x50	55x55

2.3.1.1 TDY 1997'ye Göre Eşdeğer Deprem Yüklerinin Bulunması

$$I=1,0$$

$$A_0=0,4$$

$$\text{Yerel Zemin Sınıfı: Z4} \quad (T_A=0,20 ; T_B=0,90)$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=0,89034 \text{ (Y yönü)}$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=0,89675 \text{ (X yönü)}$$

$$\text{X ve Y yönlerindeki periyotlar birbirine çok yakın olduğundan } V_{tx}=V_{ty}=V_t \text{ alındı.}$$

$$T>T_A \text{ olduğundan } R_a(T)=R=8$$

$$T_A>T>T_B \text{ olduğundan } S(T)=2,5$$

$$A(T)=A_0 \cdot I \cdot S(T)=1,000$$

$$W_{\text{toplama}}=2850 \cdot 9+2787=28437 \text{ kN}$$

$$V_t=W \cdot A(T_1)/R_a(T_1) \geq 0,10 \cdot A_0 \cdot I \cdot W$$

$$V_t=3554,6 \text{ kN} \geq 1137 \text{ kN}$$

$$H_N > 25 \text{ m olduğundan } \Delta F_N = 0,07 \cdot T_1 \cdot V_t \leq 0,2 \cdot V_t$$

$$\Delta F_N = 223,1 \text{ kN} \leq 710,9 \text{ kN}$$

$$V_t = \Delta F_N + \sum F_i$$

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \cdot [(w_i \cdot H_i) / \sum (w_i \cdot H_i)]$$

$$F_i = 3331,5 \cdot [(w_i \cdot H_i) / \sum (w_i \cdot H_i)]$$

Tablo 2.27: Eşdeğer Deprem Yükleri Hesabı

H_i (m)	w_i (kN)	$w_i \cdot H_i$	$(w_i \cdot H_i) / \sum (w_i \cdot H_i)$		
31	2787	86397	0,1739	579,4	F_{10}
28	2850	79800	0,1606	535,1	F_9
25	2850	71250	0,1434	477,8	F_8
22	2850	62700	0,1262	420,5	F_7
19	2850	54150	0,1090	363,1	F_6
16	2850	45600	0,0918	305,8	F_5
13	2850	37050	0,0746	248,5	F_4
10	2850	28500	0,0574	191,1	F_3
7	2850	19950	0,0402	133,8	F_2
4	2850	11400	0,0229	76,4	F_1

$F_{10}=579,4+223,1=802,5$ kN şeklinde düzeltililecek. Buna göre son durumda eşdeğer deprem yükleri Tablo 2.28’de gösterilmiştir.

Tablo 2.28: Eşdeğer Deprem Yükleri

Kat	F_i	V_i (kN)
10	802,5	802,5
9	535,1	1337,6
8	477,8	1815,4
7	420,5	2235,9
6	363,1	2599,0
5	305,8	2904,8
4	248,5	3153,3
3	191,1	3344,4
2	133,8	3478,2
1	76,4	3554,6

2.3.1.2 TDY 1997’ye Göre Kat Ötelemeleri Kontrolü

Bu bölümde, her kat için X ve Y yönlerine göre rölatif kat ötelemeleri bulunarak 1997 deprem yönetmeliğindeki $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,02/R$ üst sınırın aşılp aşılmadığı kontrol edilmiştir. $R=8$ olduğundan $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,0025$ sağlanmalıdır.

Tablo 2.29: X yönü için kat ötelemeleri, görelî kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i$ değerleri

kat	kat ötelemeleri(m)		görelî kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
10	d_{10}	0,06699	Δ_{10}	0,00418	0,00139
9	d_9	0,06281	Δ_9	0,00650	0,00217
8	d_8	0,05631	Δ_8	0,00657	0,00219
7	d_7	0,04974	Δ_7	0,00637	0,00212
6	d_6	0,04337	Δ_6	0,00666	0,00222
5	d_5	0,03671	Δ_5	0,00656	0,00219
4	d_4	0,03015	Δ_4	0,00698	0,00233
3	d_3	0,02317	Δ_3	0,00676	0,00225
2	d_2	0,01641	Δ_2	0,00706	0,00235
1	d_1	0,00935	Δ_1	0,00935	0,00234

Tablo 2.30: Y yönü için kat ötelemeleri, görelî kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i$ değerleri

kat	kat ötelemeleri(m)		görelî kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
10	d_{10}	0,06967	Δ_{10}	0,00511	0,00170
9	d_9	0,06456	Δ_9	0,00730	0,00243
8	d_8	0,05726	Δ_8	0,00720	0,00240
7	d_7	0,05006	Δ_7	0,00686	0,00229
6	d_6	0,04320	Δ_6	0,00698	0,00233
5	d_5	0,03622	Δ_5	0,00675	0,00225
4	d_4	0,02947	Δ_4	0,00700	0,00233
3	d_3	0,02247	Δ_3	0,00664	0,00221
2	d_2	0,01583	Δ_2	0,00674	0,00225
1	d_1	0,00909	Δ_1	0,00909	0,00227

Yukarıdaki deplasman değerleri, yapının analizi için kullanılan SAP 2000 Nonlinear programından okunmuştur. Tablo 2.29 ve Tablo 2.30’a göre her iki yön için de rölatif kat deplasmanlarının yönetmelik üst sınırını aşmadığı görülmektedir.

2.3.1.3 TDY 1997 Bölüm (6.10.2)’ye Göre İkinci Mertebe Gösterge Değeri (Θ_i) ’nin Hesabı

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \cdot \sum_{j=1}^N w_j}{V_i \cdot h_i} \leq 0,12$$

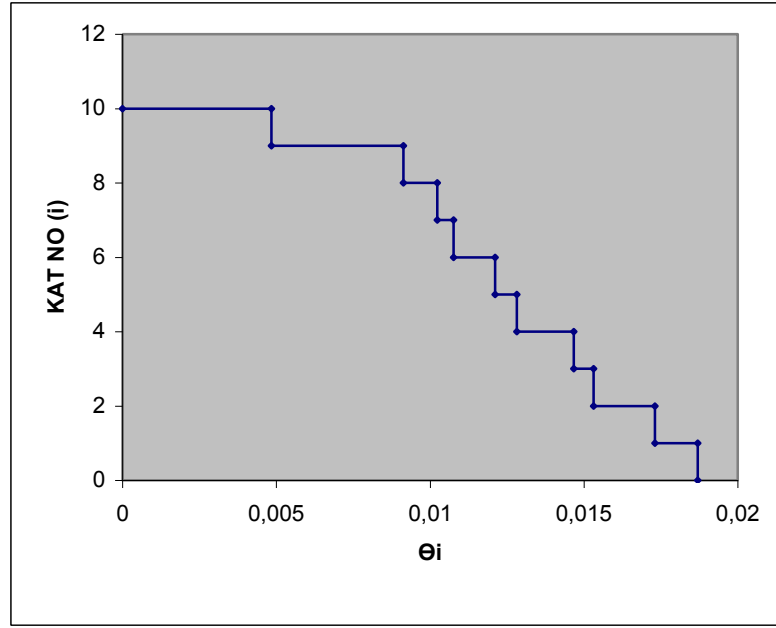
Tablo 2.31: X yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i * h_i$	$w_i^-(kN)$	$(\Delta_i)_{ort} * w_i^-$	Θ_i
10	3	2787	802,51	0,00418	2407,52	2787	11,64966	0,00484
9	3	2850	1337,64	0,00650	4012,92	5637	36,64050	0,00913
8	3	2850	1815,44	0,00657	5446,32	8487	55,75959	0,01024
7	3	2850	2235,90	0,00637	6707,70	11337	72,21669	0,01077
6	3	2850	2599,03	0,00666	7797,08	14187	94,48542	0,01212
5	3	2850	2904,82	0,00656	8714,46	17037	111,76272	0,01282
4	3	2850	3153,27	0,00698	9459,82	19887	138,81126	0,01467
3	3	2850	3344,39	0,00676	10033,18	22737	153,70212	0,01532
2	3	2850	3478,18	0,00706	10434,53	25587	180,64422	0,01731
1	4	2850	3554,63	0,00935	14218,50	28437	265,88595	0,01870

Tablo 2.32: Y yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

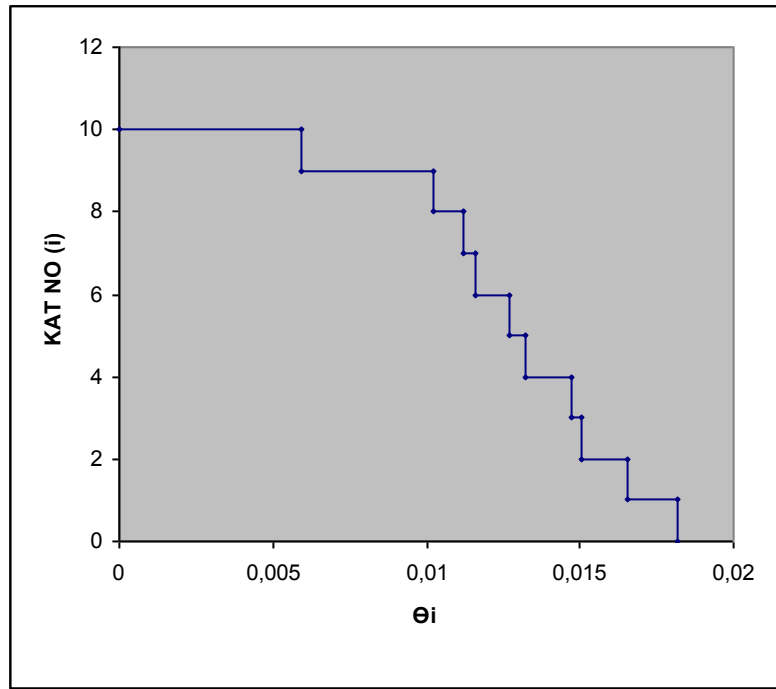
kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i * h_i$	$w_i^-(kN)$	$(\Delta_i)_{ort} * w_i^-$	Θ_i
10	3	2787	802,51	0,00511	2407,52	2787	14,24157	0,00592
9	3	2850	1337,64	0,00730	4012,92	5637	41,15010	0,01025
8	3	2850	1815,44	0,00720	5446,32	8487	61,10640	0,01122
7	3	2850	2235,90	0,00686	6707,70	11337	77,77182	0,01159
6	3	2850	2599,03	0,00698	7797,08	14187	99,02526	0,01270
5	3	2850	2904,82	0,00675	8714,46	17037	114,99975	0,01320
4	3	2850	3153,27	0,00700	9459,82	19887	139,20900	0,01472
3	3	2850	3344,39	0,00664	10033,18	22737	150,97368	0,01505
2	3	2850	3478,18	0,00674	10434,53	25587	172,45638	0,01653
1	4	2850	3554,63	0,00909	14218,50	28437	258,49233	0,01818

Θ_i	kat
0,00484	10
0,00913	9
0,01024	8
0,01077	7
0,01212	6
0,01282	5
0,01467	4
0,01532	3
0,01731	2
0,01870	1



Şekil 2.10: X yönü için katlara göre ikinci merteye gösterge değeri (Θ_i)'nin değişimi

Θ_i	kat
0,00592	10
0,01025	9
0,01122	8
0,01159	7
0,01270	6
0,01320	5
0,01472	4
0,01505	3
0,01653	2
0,01818	1



Şekil 2.11: Y yönü için katlara göre ikinci merteye gösterge değeri (Θ_i)'nin değişimi

TDY 1997 Bölüm (6.10.2)'deki (6.21) denklemine göre ikinci merteye gösterge değerleri Θ_i 'ler hesaplanmış ve yönetmeliğin verdiği üst sınır olan 0.12 değerinden küçük oldukları görülmüştür.

2.3.2 Birinci Derece Deprem Bölgesi ve Z3 Zemin Sınıfına Göre Çözüm

Tablo 2.33: Kolon Kesitleri

Kat	Başlangıç Kolon Kesitleri			Değiştirilmiş Kolon Kesitleri		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
10	30x30	30x30	30x30	30x30	30x30	30x30
9	30x30	30x30	30x30	30x30	30x30	30x30
8	30x30	30x30	35x35	30x30	30x30	40x40
7	30x30	35x35	40x40	30x30	35x35	40x40
6	30x30	35x35	45x45	30x30	35x35	40x40
5	35x35	40x40	45x45	35x35	35x35	40x40
4	35x35	40x40	50x50	35x35	35x35	45x45
3	35x35	45x45	50x50	35x35	35x35	45x45
2	40x40	45x45	55x55	40x40	35x35	45x45
1	40x40	45x45	60x60	40x40	35x35	50x50

2.3.2.1 TDY 1997'ye Göre Eşdeğer Deprem Yüklerinin Bulunması

$$I=1,0$$

$$A_0=0,4$$

$$\text{Yerel Zemin Sınıfı: Z3} \quad (T_A=0,15 ; T_B=0,60)$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=1,16218 \text{ (Y yönü)}$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=1,14994 \text{ (X yönü)}$$

X ve Y yönlerindeki periyotlar birbirine çok yakın olduğundan $V_{tx}=V_{ty}=V_t$ alındı.

$$T>T_A \text{ olduğundan } R_a(T)=R=8$$

$$T>T_B \text{ olduğundan } S(T)=2,5*(T_B/T)^{0,8}$$

$$S(T)=1,486$$

$$A(T)=A_0*I*S(T)=0,594$$

$$W_{\text{toplam}}=2850*9+2787=28437 \text{ kN}$$

$$V_t=W*A(T_1)/R_a(T_1) \geq 0,10*A_0*I*W$$

$$V_t=2112,4 \text{ kN} \geq 1137 \text{ kN}$$

$$H_N>25\text{m olduğundan } \Delta F_N=0,07*T_1*V_t \leq 0,2*V_t$$

$$\Delta F_N=170,0 \text{ kN} \leq 422,5 \text{ kN}$$

$$V_t=\Delta F_N + \sum F_i$$

$$F_i=(V_t-\Delta F_N)*[(w_i*H_i)/\sum(w_i*H_i)]$$

$$F_i=1942,4*[(w_i*H_i)/\sum(w_i*H_i)]$$

Tablo 2.34: Eşdeğer Deprem Yükleri Hesabı

H_i (m)	w_i (kN)	$w_i * H_i$	$(w_i * H_i) / \sum (w_i * H_i)$		
31	2787	86397	0,1739	337,8	F_{10}
28	2850	79800	0,1606	312,0	F_9
25	2850	71250	0,1434	278,6	F_8
22	2850	62700	0,1262	245,1	F_7
19	2850	54150	0,1090	211,7	F_6
16	2850	45600	0,0918	178,3	F_5
13	2850	37050	0,0746	144,9	F_4
10	2850	28500	0,0574	111,4	F_3
7	2850	19950	0,0402	78,0	F_2
4	2850	11400	0,0229	44,6	F_1

$F_{10}=337,8+170,0=507,8$ kN şeklinde düzeltilecek. Buna göre son durumda eşdeğer deprem yükleri Tablo 2.35’de gösterilmiştir.

Tablo 2.35: Eşdeğer Deprem Yükleri

Kat	F_i	V_i (kN)
10	507,8	507,8
9	312,0	819,8
8	278,6	1098,4
7	245,1	1343,5
6	211,7	1555,3
5	178,3	1733,5
4	144,9	1878,4
3	111,4	1989,8
2	78,0	2067,8
1	44,6	2112,4

2.3.2.2 TDY 1997’ye Göre Kat Ötelemeleri Kontrolü

Bu bölümde, her kat için X ve Y yönlerine göre rölatif kat ötelemeleri bulunarak 1997 deprem yönetmeliğindeki $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,02/R$ üst sınırın aşılp aşılmadığı kontrol edilmiştir. $R=8$ olduğundan $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,0025$ sağlanmalıdır.

Tablo 2.36: X yönü için kat ötelemeleri, göreli kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i$ değerleri

kat	kat ötelemeleri(m)		göreli kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
10	d_{10}	0,06590	Δ_{10}	0,00417	0,00139
9	d_9	0,06173	Δ_9	0,00634	0,00211
8	d_8	0,05539	Δ_8	0,00574	0,00191
7	d_7	0,04965	Δ_7	0,00586	0,00195
6	d_6	0,04379	Δ_6	0,00664	0,00221
5	d_5	0,03715	Δ_5	0,00700	0,00233
4	d_4	0,03015	Δ_4	0,00658	0,00219
3	d_3	0,02357	Δ_3	0,00689	0,00230
2	d_2	0,01668	Δ_2	0,00698	0,00233
1	d_1	0,00970	Δ_1	0,00970	0,00243

Tablo 2.37: Y yönü için kat ötelemeleri, göreli kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i$ değerleri

kat	kat ötelemeleri(m)		göreli kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
10	d_{10}	0,07019	Δ_{10}	0,00508	0,00169
9	d_9	0,06511	Δ_9	0,00717	0,00239
8	d_8	0,05794	Δ_8	0,00649	0,00216
7	d_7	0,05145	Δ_7	0,00654	0,00218
6	d_6	0,04491	Δ_6	0,00723	0,00241
5	d_5	0,03768	Δ_5	0,00743	0,00248
4	d_4	0,03025	Δ_4	0,00685	0,00228
3	d_3	0,02340	Δ_3	0,00701	0,00234
2	d_2	0,01639	Δ_2	0,00685	0,00228
1	d_1	0,00954	Δ_1	0,00954	0,00239

Tablo 2.36 ve Tablo 2.37'ye göre her iki yön için de rölatif kat deplasmanlarının yönetmelik üst sınırını aşmadığı görülmektedir.

2.3.2.3 TDY 1997 Bölüm (6.10.2)'ye Göre İkinci Mertebe Gösterge Değeri (Θ_i) 'nin Hesabı

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \cdot \sum_{j=i}^N w_j}{V_i \cdot h_i} \leq 0,12$$

Tablo 2.38: X Yönü İçin İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

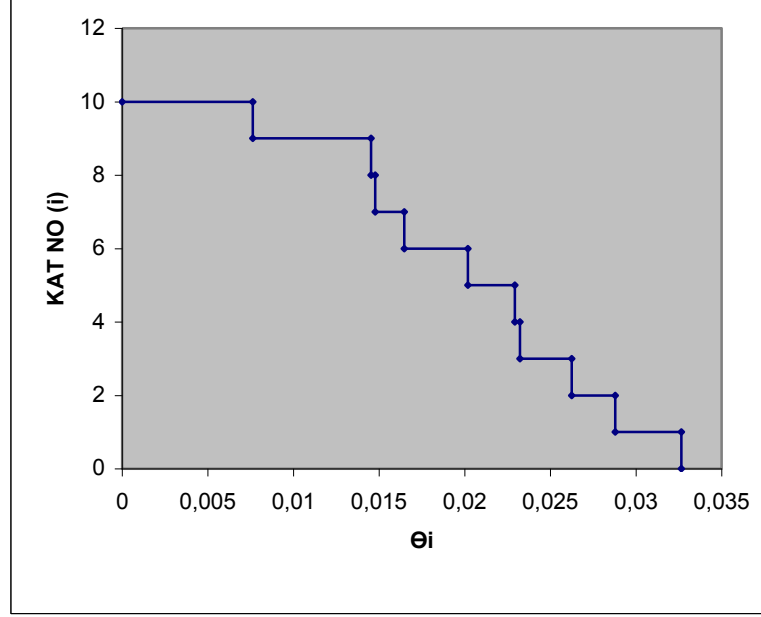
kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i \cdot h_i$	w_i^- (kN)	$(\Delta_i)_{ort} \cdot w_i^-$	Θ_i
10	3	2787	507,83	0,00417	1523,49	2787	11,62179	0,00763
9	3	2850	819,83	0,00634	2459,48	5637	35,73858	0,01453
8	3	2850	1098,40	0,00574	3295,19	8487	48,71538	0,01478
7	3	2850	1343,54	0,00586	4030,62	11337	66,43482	0,01648
6	3	2850	1555,25	0,00664	4665,76	14187	94,20168	0,02019
5	3	2850	1733,54	0,00700	5200,61	17037	119,25900	0,02293
4	3	2850	1878,39	0,00658	5635,18	19887	130,85646	0,02322
3	3	2850	1989,82	0,00689	5969,47	22737	156,65793	0,02624
2	3	2850	2067,82	0,00698	6203,46	25587	178,59726	0,02879
1	4	2850	2112,39	0,00970	8449,57	28437	275,83890	0,03265

Tablo 2.39: Y Yönü İçin İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i \cdot h_i$	w_i^- (kN)	$(\Delta_i)_{ort} \cdot w_i^-$	Θ_i
10	3	2787	507,83	0,00508	1523,49	2787	14,15796	0,00929
9	3	2850	819,83	0,00717	2459,48	5637	40,41729	0,01643
8	3	2850	1098,40	0,00649	3295,19	8487	55,08063	0,01672
7	3	2850	1343,54	0,00654	4030,62	11337	74,14398	0,01840
6	3	2850	1555,25	0,00723	4665,76	14187	102,57201	0,02198
5	3	2850	1733,54	0,00743	5200,61	17037	126,58491	0,02434
4	3	2850	1878,39	0,00685	5635,18	19887	136,22595	0,02417
3	3	2850	1989,82	0,00701	5969,47	22737	159,38637	0,02670
2	3	2850	2067,82	0,00685	6203,46	25587	175,27095	0,02825
1	4	2850	2112,39	0,00954	8449,57	28437	271,28898	0,03211

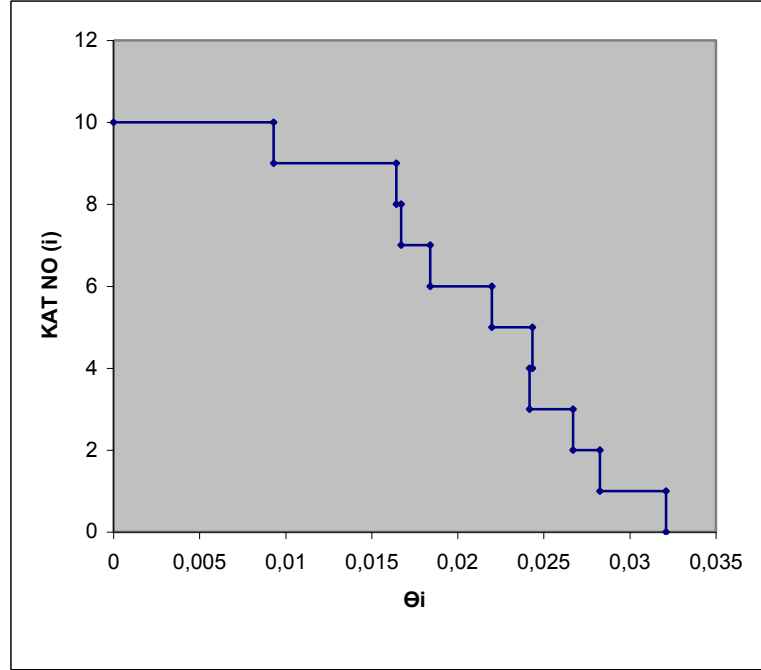
Θ_i	kat
------------	-----

0,00763	10
0,01453	9
0,01478	8
0,01648	7
0,02019	6
0,02293	5
0,02322	4
0,02624	3
0,02879	2
0,03265	1



Şekil 2.12: X yönü için katlara göre ikinci mertbe gösterge değeri (Θ_i)’nin değişimi

Θ_i	kat
0,00929	10
0,01643	9
0,01672	8
0,01840	7
0,02198	6
0,02434	5
0,02417	4
0,02670	3
0,02825	2
0,03211	1



Şekil 2.13: Y yönü için katlara göre ikinci mertbe gösterge değeri (Θ_i)’nin değişimi

TDY 1997 Bölüm (6.10.2)’deki (6.21) denklemine göre ikinci mertbe gösterge değerleri Θ_i ’ler hesaplanmış ve yönetmeliğin verdiği üst sınır olan 0.12 değerinden küçük oldukları görülmüştür.

2.3.3 Birinci Derece Deprem Bölgesi ve Z2 Zemin Sınıfına Göre Çözüm

Tablo 2.40: Kolon Kesitleri

Kat	Başlangıç Kolon Kesitleri			Değiştirilmiş Kolon Kesitleri		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
10	30x30	30x30	30x30	30x30	30x30	30x30
9	30x30	30x30	30x30	30x30	30x30	30x30
8	30x30	30x30	35x35	30x30	30x30	30x30
7	30x30	35x35	40x40	30x30	30x30	30x30
6	30x30	35x35	45x45	30x30	30x30	35x35
5	35x35	40x40	45x45	30x30	30x30	35x35
4	35x35	40x40	50x50	30x30	30x30	35x35
3	35x35	45x45	50x50	30x30	30x30	35x35
2	40x40	45x45	55x55	30x30	30x30	35x35
1	40x40	45x45	60x60	30x30	30x30	45x45

2.3.3.1 TDY 1997'ye Göre Eşdeğer Deprem Yüklerinin Bulunması

$$I=1,0$$

$$A_0=0,4$$

$$\text{Yerel Zemin Sınıfı: Z2} \quad (T_A=0,15 ; T_B=0,40)$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=1,48355 \text{ (Y yönü)}$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=1,45920 \text{ (X yönü)}$$

X ve Y yönlerindeki periyotlar birbirine çok yakın olduğundan $V_{tx}=V_{ty}=V_t$ alındı.

$$T>T_A \text{ olduğundan } R_a(T)=R=8$$

$$T>T_B \text{ olduğundan } S(T)=2,5*(T_B/T)^{0,8}$$

$$S(T)=0,888$$

$$A(T)=A_0*I*S(T)=0,355$$

$$W_{\text{toplam}}=2850*9+2787=28437 \text{ kN}$$

$$V_t=W*A(T_1)/R_a(T_1) \geq 0,10*A_0*I*W$$

$$V_t=1262,3 \text{ kN} \geq 1137 \text{ kN}$$

$$H_N>25\text{m olduğundan } \Delta F_N=0,07*T_1*V_t \leq 0,2*V_t$$

$$\Delta F_N=128,9 \text{ kN} \leq 252,5 \text{ kN}$$

$$V_t=\Delta F_N + \sum F_i$$

$$F_i=(V_t-\Delta F_N)*[(w_i*H_i)/\sum(w_i*H_i)]$$

$$F_i=1133,3*[(w_i*H_i)/\sum(w_i*H_i)]$$

Tablo 2.41: Eşdeğer Deprem Yükleri Hesabı

H_i (m)	w_i (kN)	$w_i * H_i$	$(w_i * H_i) / \sum (w_i * H_i)$		
31	2787	86397	0,1739	197,1	F_{10}
28	2850	79800	0,1606	182,0	F_9
25	2850	71250	0,1434	162,5	F_8
22	2850	62700	0,1262	143,0	F_7
19	2850	54150	0,1090	123,5	F_6
16	2850	45600	0,0918	104,0	F_5
13	2850	37050	0,0746	84,5	F_4
10	2850	28500	0,0574	65,0	F_3
7	2850	19950	0,0402	45,5	F_2
4	2850	11400	0,0229	26,0	F_1

$F_{10}=197,1+128,9=326,0$ kN şeklinde düzeltilecek. Buna göre son durumda eşdeğer deprem yükleri Tablo 2.42’de gösterilmiştir.

Tablo 2.42: Eşdeğer Deprem Yükleri

Kat	F_i	V_i (kN)
10	326,0	326,0
9	182,0	508,1
8	162,5	670,6
7	143,0	813,7
6	123,5	937,2
5	104,0	1041,2
4	84,5	1125,7
3	65,0	1190,7
2	45,5	1236,3
1	26,0	1262,3

2.3.3.2 TDY 1997’ye Göre Kat Ötelemeleri Kontrolü

Bu bölümde, her kat için X ve Y yönlerine göre rölatif kat ötelemeleri bulunarak 1997 deprem yönetmeliğindeki $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,02/R$ üst sınırın aşılp aşılmadığı kontrol edilmiştir. $R=8$ olduğundan $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,0025$ sağlanmalıdır.

Tablo 2.43: X yönü için kat ötelemeleri, görelî kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i$ değerleri

kat	kat ötelemeleri(m)		görelî kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
10	d_{10}	0,06129	Δ_{10}	0,00281	0,00094
9	d_9	0,05848	Δ_9	0,00412	0,00137
8	d_8	0,05436	Δ_8	0,00525	0,00175
7	d_7	0,04911	Δ_7	0,00621	0,00207
6	d_6	0,04290	Δ_6	0,00587	0,00196
5	d_5	0,03703	Δ_5	0,00642	0,00214
4	d_4	0,03061	Δ_4	0,00686	0,00229
3	d_3	0,02375	Δ_3	0,00716	0,00239
2	d_2	0,01659	Δ_2	0,00744	0,00248
1	d_1	0,00915	Δ_1	0,00915	0,00229

Tablo 2.44: Y yönü için kat ötelemeleri, görelî kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i$ değerleri

kat	kat ötelemeleri(m)		görelî kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
10	d_{10}	0,06561	Δ_{10}	0,00358	0,00119
9	d_9	0,06203	Δ_9	0,00484	0,00161
8	d_8	0,05719	Δ_8	0,00593	0,00198
7	d_7	0,05126	Δ_7	0,00683	0,00228
6	d_6	0,04443	Δ_6	0,00641	0,00214
5	d_5	0,03802	Δ_5	0,00687	0,00229
4	d_4	0,03115	Δ_4	0,00721	0,00240
3	d_3	0,02394	Δ_3	0,00737	0,00246
2	d_2	0,01657	Δ_2	0,00748	0,00249
1	d_1	0,00909	Δ_1	0,00909	0,00227

Tablo 2.43 ve 2.44'e göre her iki yön için de rölâtif kat deplasmanlarının yönetmelik üst sınırını aşmadığı görülmektedir.

2.3.3.3 TDY 1997 Bölüm (6.10.2)'ye Göre İkinci Mertebe Gösterge Değeri (Θ_i) 'nin Hesabı

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \cdot \sum_{j=1}^N w_j}{V_i \cdot h_i} \leq 0,12$$

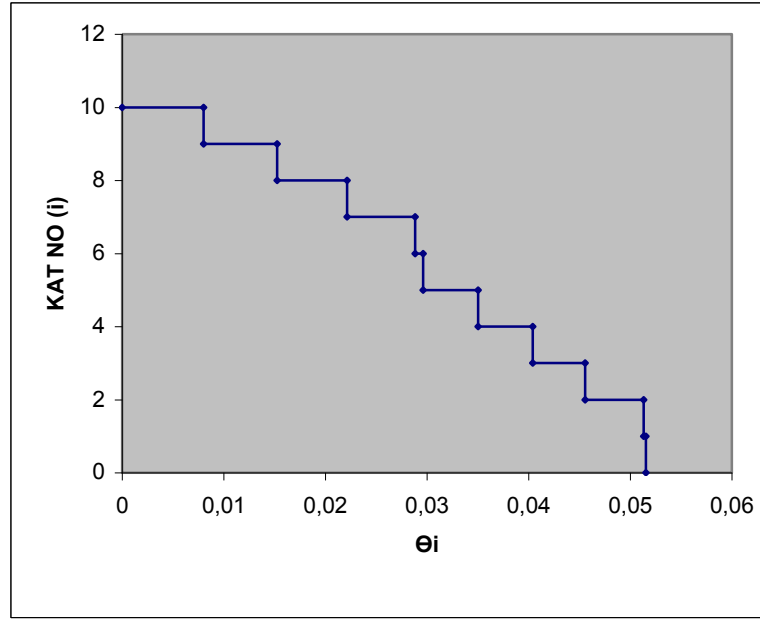
Tablo 2.45: X Yönü İçin İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i * h_i$	$w_i^-(kN)$	$(\Delta_i)_{ort} * w_i^-$	Θ_i
10	3	2787	326,03	0,00281	978,08	2787	7,83147	0,00801
9	3	2850	508,07	0,00412	1524,22	5637	23,22444	0,01524
8	3	2850	670,61	0,00525	2011,84	8487	44,55675	0,02215
7	3	2850	813,65	0,00621	2440,95	11337	70,40277	0,02884
6	3	2850	937,18	0,00587	2811,54	14187	83,27769	0,02962
5	3	2850	1041,21	0,00642	3123,62	17037	109,37754	0,03502
4	3	2850	1125,73	0,00686	3377,19	19887	136,42482	0,04040
3	3	2850	1190,75	0,00716	3572,24	22737	162,79692	0,04557
2	3	2850	1236,26	0,00744	3708,77	25587	190,36728	0,05133
1	4	2850	1262,26	0,00915	5049,05	28437	260,19855	0,05153

Tablo 2.46: Y Yönü İçin İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

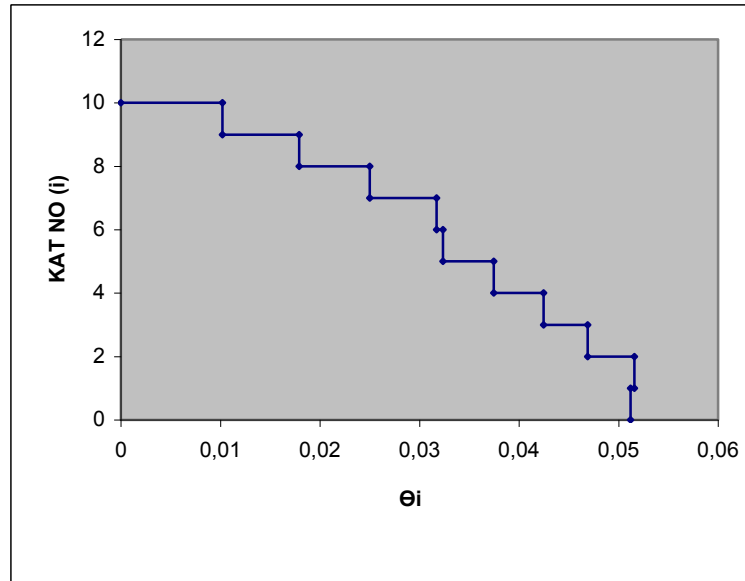
kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i * h_i$	$w_i^-(kN)$	$(\Delta_i)_{ort} * w_i^-$	Θ_i
10	3	2787	326,03	0,00358	978,08	2787	9,97746	0,01020
9	3	2850	508,07	0,00484	1524,22	5637	27,28308	0,01790
8	3	2850	670,61	0,00593	2011,84	8487	50,32791	0,02502
7	3	2850	813,65	0,00683	2440,95	11337	77,43171	0,03172
6	3	2850	937,18	0,00641	2811,54	14187	90,93867	0,03234
5	3	2850	1041,21	0,00687	3123,62	17037	117,04419	0,03747
4	3	2850	1125,73	0,00721	3377,19	19887	143,38527	0,04246
3	3	2850	1190,75	0,00737	3572,24	22737	167,57169	0,04691
2	3	2850	1236,26	0,00748	3708,77	25587	191,39076	0,05160
1	4	2850	1262,26	0,00909	5049,05	28437	258,49233	0,05120

Θ_i	kat
0,00801	10
0,01524	9
0,02215	8
0,02884	7
0,02962	6
0,03502	5
0,04040	4
0,04557	3
0,05133	2
0,05153	1



Şekil 2.14: X yönü için katlara göre ikinci mertebe gösterge değeri (Θ_i)'nin değişimi

Θ_i	kat
0,01020	10
0,01790	9
0,02502	8
0,03172	7
0,03234	6
0,03747	5
0,04246	4
0,04691	3
0,05160	2
0,05120	1



Şekil 2.15: Y yönü için katlara göre ikinci mertebe gösterge değeri (Θ_i)'nin değişimi

TDY 1997 Bölüm (6.10.2)'deki (6.21) denklemine göre ikinci mertebe gösterge değerleri Θ_i 'ler hesaplanmış ve yönetmeliğin verdiği üst sınır olan 0.12 değerinden küçük oldukları görülmüştür.

2.3.4 Birinci Derece Deprem Bölgesi ve Z1 Zemin Sınıfına Göre Çözüm

Tablo 2.47: Kolon Kesitleri

Kat	Başlangıç Kolon Kesitleri			Değiştirilmiş Kolon Kesitleri		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
10	30x30	30x30	30x30	30x30	30x30	30x30
9	30x30	30x30	30x30	30x30	30x30	30x30
8	30x30	30x30	35x35	30x30	30x30	30x30
7	30x30	35x35	40x40	30x30	30x30	30x30
6	30x30	35x35	45x45	30x30	30x30	30x30
5	35x35	40x40	45x45	30x30	35x35	30x30
4	35x35	40x40	50x50	30x30	35x35	30x30
3	35x35	45x45	50x50	30x30	35x35	30x30
2	40x40	45x45	55x55	30x30	35x35	35x35
1	40x40	45x45	60x60	30x30	35x35	40x40

2.3.4.1 TDY 1997'ye Göre Eşdeğer Deprem Yüklerinin Bulunması

$$I=1,0$$

$$A_0=0,4$$

$$\text{Yerel Zemin Sınıfı: Z1} \quad (T_A=0,10 ; T_B=0,30)$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=1,46144(\text{Y yönü})$$

$$\text{Yapının 1. doğal titreşim periyodu } T_1=1,43840(\text{X yönü})$$

X ve Y yönlerindeki periyotlar birbirine çok yakın olduğundan $V_{tx}=V_{ty}=V_t$ alındı.

$$T>T_A \text{ olduğundan } R_a(T)=R=8$$

$$T>T_B \text{ olduğundan } S(T)=2,5*(T_B/T)^{0,8}$$

$$S(T)=0,7134$$

$$A(T)=A_0*I*S(T)=0,285$$

$$W_{\text{toplam}}=2850*9+2787=28437 \text{ kN}$$

$$V_t=W*A(T_1)/R_a(T_1) \geq 0,10*A_0*I*W$$

$$V_t=1014,3 \text{ kN} \leq 1137,5 \text{ kN olduğundan } V_t=1137,5 \text{ kN alınacaktır.}$$

$$H_N>25\text{m olduğundan } \Delta F_N=0,07*T_1*V_t \leq 0,2*V_t$$

$$\Delta F_N=102,1 \text{ kN} \leq 202,9 \text{ kN}$$

$$V_t=\Delta F_N + \sum F_i$$

$$F_i=(V_t-\Delta F_N)*[(w_i*H_i)/\sum(w_i*H_i)]$$

$$F_i=1035,3*[(w_i*H_i)/\sum(w_i*H_i)]$$

Tablo 2.48: Eşdeğer Deprem Yükleri Hesabı

H_i (m)	w_i (kN)	$w_i * H_i$	$(w_i * H_i) / \sum (w_i * H_i)$		
31	2787	86397	0,1739	180,1	F_{10}
28	2850	79800	0,1606	166,3	F_9
25	2850	71250	0,1434	148,5	F_8
22	2850	62700	0,1262	130,7	F_7
19	2850	54150	0,1090	112,9	F_6
16	2850	45600	0,0918	95,0	F_5
13	2850	37050	0,0746	77,2	F_4
10	2850	28500	0,0574	59,4	F_3
7	2850	19950	0,0402	41,6	F_2
4	2850	11400	0,0229	23,8	F_1

$F_{10}=180,1+102,1=282,2$ kN şeklinde düzeltilecek. Buna göre son durumda eşdeğer deprem yükleri Tablo 2.49’da gösterilmiştir.

Tablo 2.49: Eşdeğer Deprem Yükleri

Kat	F_i	V_i (kN)
10	282,2	282,2
9	166,3	448,5
8	148,5	597,0
7	130,7	727,7
6	112,9	840,5
5	95,0	935,5
4	77,2	1012,7
3	59,4	1072,1
2	41,6	1113,7
1	23,8	1137,5

2.3.4.2 TDY 1997’ye Göre Kat Ötelemeleri Kontrolü

Bu bölümde, her kat için X ve Y yönlerine göre rölatif kat ötelemeleri bulunarak 1997 deprem yönetmeliğindeki $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,02/R$ üst sınırın aşılp aşılmadığı kontrol edilmiştir. $R=8$ olduğundan $(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0,0025$ sağlanmalıdır.

Tablo 2.50: X yönü için kat ötelemeleri, görelî kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i$ değeri

kat	kat ötelemeleri(m)		görelî kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
10	d_{10}	0,05392	Δ_{10}	0,00243	0,00081
9	d_9	0,05149	Δ_9	0,00362	0,00121
8	d_8	0,04787	Δ_8	0,00465	0,00155
7	d_7	0,04322	Δ_7	0,00555	0,00185
6	d_6	0,03767	Δ_6	0,00631	0,00210
5	d_5	0,03136	Δ_5	0,00545	0,00182
4	d_4	0,02591	Δ_4	0,00583	0,00194
3	d_3	0,02008	Δ_3	0,00605	0,00202
2	d_2	0,01403	Δ_2	0,00542	0,00181
1	d_1	0,00861	Δ_1	0,00861	0,00215

Tablo 2.51: Y yönü için kat ötelemeleri, görelî kat ötelemeleri ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i$ değeri

kat	kat ötelemeleri(m)		görelî kat ötelemeleri(m)		$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
10	d_{10}	0,05740	Δ_{10}	0,00302	0,00101
9	d_9	0,05438	Δ_9	0,00417	0,00139
8	d_8	0,05021	Δ_8	0,00516	0,00172
7	d_7	0,04505	Δ_7	0,00602	0,00201
6	d_6	0,03903	Δ_6	0,00672	0,00224
5	d_5	0,03231	Δ_5	0,00584	0,00195
4	d_4	0,02647	Δ_4	0,00616	0,00205
3	d_3	0,02031	Δ_3	0,00627	0,00209
2	d_2	0,01404	Δ_2	0,00547	0,00182
1	d_1	0,00857	Δ_1	0,00857	0,00214

Tablo 2.50 ve 2.51'e göre her iki yön için de rölâtif kat deplasmanlarının yönetmelik üst sınırını aşmadığı görülmektedir.

2.3.4.3 TDY 1997 Bölüm (6.10.2)'ye Göre İkinci Mertebe Gösterge Değeri (Θ_i) 'nin Hesabı

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \cdot \sum_{j=1}^N w_j}{V_i \cdot h_i} \leq 0,12$$

Tablo 2.52: X Yönü İçin İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

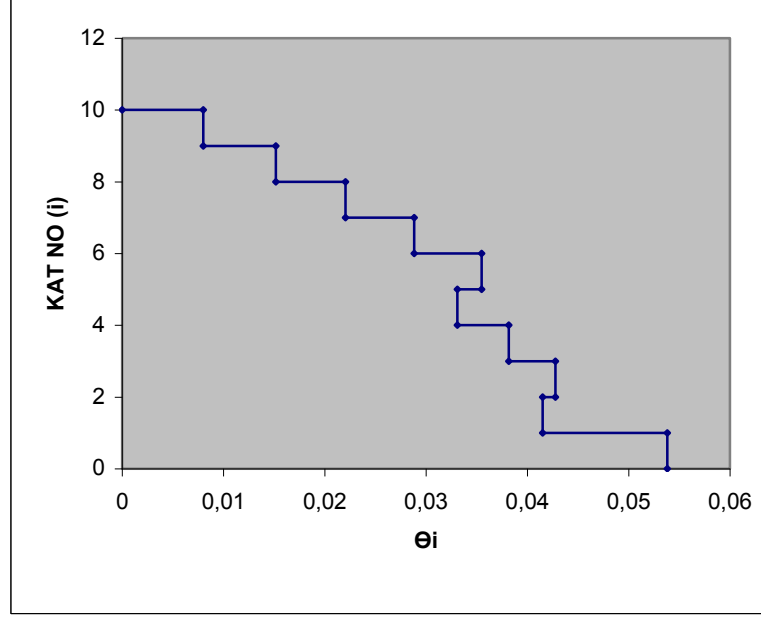
kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i \cdot h_i$	w_i^- (kN)	$(\Delta_i)_{ort} \cdot w_i^-$	Θ_i
10	3	2787	282,19	0,00243	846,56	2787	6,77241	0,00800
9	3	2850	448,49	0,00362	1345,48	5637	20,40594	0,01517
8	3	2850	596,98	0,00465	1790,95	8487	39,46455	0,02204
7	3	2850	727,65	0,00555	2182,96	11337	62,92035	0,02882
6	3	2850	840,50	0,00631	2521,51	14187	89,51997	0,03550
5	3	2850	935,54	0,00545	2806,61	17037	92,85165	0,03308
4	3	2850	1012,75	0,00583	3038,25	19887	115,94121	0,03816
3	3	2850	1072,15	0,00605	3216,44	22737	137,55885	0,04277
2	3	2850	1113,72	0,00542	3341,17	25587	138,68154	0,04151
1	4	2850	1137,48	0,00861	4549,92	28437	244,84257	0,05381

Tablo 2.53: Y Yönü İçin İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

kat	h_i (m)	w_i (kN)	V_i (kN)	$(\Delta_i)_{ort}$ (m)	$V_i \cdot h_i$	w_i^- (kN)	$(\Delta_i)_{ort} \cdot w_i^-$	Θ_i
10	3	2787	282,19	0,00302	846,56	2787	8,41674	0,00994
9	3	2850	448,49	0,00417	1345,48	5637	23,50629	0,01747
8	3	2850	596,98	0,00516	1790,95	8487	43,79292	0,02445
7	3	2850	727,65	0,00602	2182,96	11337	68,24874	0,03126
6	3	2850	840,50	0,00672	2521,51	14187	95,33664	0,03781
5	3	2850	935,54	0,00584	2806,61	17037	99,49608	0,03545
4	3	2850	1012,75	0,00616	3038,25	19887	122,50392	0,04032
3	3	2850	1072,15	0,00627	3216,44	22737	142,56099	0,04432
2	3	2850	1113,72	0,00547	3341,17	25587	139,96089	0,04189
1	4	2850	1137,48	0,00857	4549,92	28437	243,70509	0,05356

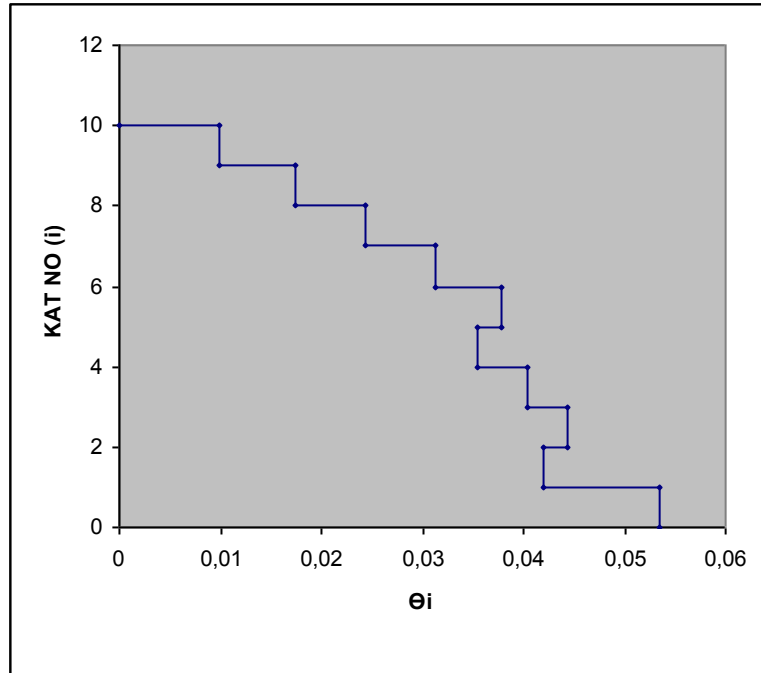
Θ_i	kat
------------	-----

0,00800	10
0,01517	9
0,02204	8
0,02882	7
0,03550	6
0,03308	5
0,03816	4
0,04277	3
0,04151	2
0,05381	1



Şekil 2.16: X yönü için katlara göre ikinci mertbe gösterge değeri (Θ_i)'nin değişimi

Θ_i	kat
0,00994	10
0,01747	9
0,02445	8
0,03126	7
0,03781	6
0,03545	5
0,04032	4
0,04432	3
0,04189	2
0,05356	1



Şekil 2.17: Y yönü için katlara göre ikinci mertbe gösterge değeri (Θ_i)'nin değişimi

TDY 1997 Bölüm (6.10.2)'deki (6.21) denklemine göre ikinci mertbe gösterge değerleri Θ_i 'ler hesaplanmış ve yönetmeliğin verdiği üst sınır olan 0.12 değerinden küçük oldukları görülmüştür.

Yukarıda, maksimum rölatif kat deplasmanlarını elde edecek şekilde boyutlandırılmış olan kolon kesitlerine göre, 1.derece deprem bölgesi için Z4, Z3, Z2 ve Z1 zemin gruplarına göre elde edilen sonuçlar verilmiştir. Bunların dışında 2., 3. ve 4. derece deprem bölgelerinin her biri için Z4, Z3, Z2 ve Z1 zemin sınıflarına göre analizler tekrarlanmış ve sonuçta elde edilen Θ_i değerlerinin hiçbirinin yönetmeliğin verdiği üst sınır olan 0.12 değerini aşmadıkları görülmüştür.

3. EUROCODE 8'DE VERİLEN İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİ İLE İLGİLİ BÖLÜMÜN İNCELENMESİ

3.1 EUROCODE 8'E [2] GÖRE İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİNİN HESABI

Eurocode 8'deki bölüm (4.4.2.2)'ye göre aşağıdaki koşulun tüm katlar için sağlanması durumunda, ikinci mertebe etkileri için ayrıca bir hesaba gerek olmadığı belirtilmektedir:

$$\theta = \frac{P_{\text{tot}} \cdot d_r}{V_{\text{tot}} \cdot h} \leq 0,10 \quad (3.1)$$

burada;

θ : ikinci mertebe gösterge değeri;

P_{tot} : katın kendisiyle birlikte üst katlarının toplam ağırlığı;

V_{tot} : kat kesme kuvveti;

h : kat yüksekliği;

d_r : rölatif kat deplasmanı (arttırılmış deplasmanlara göre bulunan)

olarak verilmektedir. Ancak d_r 'nin hesabı için bölüm (4.3.4)'e göre arttırılmış kat ötelemelerinin bulunması gerekmektedir. Buna göre;

$$d_s = q_d \cdot d_e \quad (3.2)$$

denklemleri verilmektedir. Burada;

d_s : arttırılmış kat ötelemesi;

q_d : davranış katsayısı;

d_e : analiz sonucu bulunmuş deplasman

şeklinde verilmektedir. Bu denklemden de anlaşılacağı gibi Eurocode 8'e göre hesap yapılırken, deplasmanlar, taşıyıcı sistem davranış katsayısı nisbetinde arttırılmaktadır. Yani, deprem hesabının başında, taban kesme kuvvetini bulurken kullanılan deprem yükü azaltma katsayısı, burada arttırıcı rol oynamaktadır. (TDY

1997’ye göre $T > T_A$ için “deprem yükü azaltma katsayısı $[R_a(T)]$ ” = “taşıyıcı sistem davranış katsayısı $[R]$ ”).

Ayrıca Eurocode 8’de ikinci merteye gösterge değeri Θ_i için üst sınır 0,12 değil 0,10 olarak verilmektedir.

Aşağıda, Eurocode 8’e göre ikinci merteye etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılan çözümler için, daha önce Bölüm 2.1’de özellikleri verilen örnek bina aynen kullanılmıştır.

3.2 BAŞLANGIÇ KOLON KESİTLERİ İÇİN EUROCODE 8’E GÖRE İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde 1. derece deprem bölgesi ($A_o=0,4$), Z4 zemin grubu; 3. derece deprem bölgesi ($A_o=0,2$), Z3 zemin grubu ve 4. derece deprem bölgesi ($A_o=0,1$), Z1 zemin grubu için, başlangıç kolon kesitleriyle elde edilen çözümler gösterilmiştir.

3.2.1 Birinci Derece Deprem Bölgesi ve Z4 Zemin Sınıfı İçin Eurocode 8 Bölüm (4.4.2.2)’ye Göre İkinci Merteye Gösterge Değeri (Θ_i)’nin Hesabı

$$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h} \leq 0,10 \quad d_r = [(\Delta_i)_{ort} \cdot R]$$

Tablo 3.1: X yönü için İkinci Merteye Gösterge Değerleri (Θ_i)

kat	h(m)	w_i (kN)	V_{tot} (kN)	d_r (m)	$V_{tot} \cdot h$	P_{tot} (kN)	$P_{tot} \cdot d_r$	Θ
10	3	2787	755,72	0,04864	2267,17	2787	135,55968	0,05979
9	3	2850	1242,35	0,07584	3727,05	5637	427,51008	0,11470
8	3	2850	1676,84	0,08304	5030,52	8487	704,76048	0,14010
7	3	2850	2059,19	0,07056	6177,57	11337	799,93872	0,12949
6	3	2850	2389,40	0,06984	7168,20	14187	990,82008	0,13822
5	3	2850	2667,47	0,06512	8002,42	17037	1109,44944	0,13864
4	3	2850	2893,41	0,06296	8680,23	19887	1252,08552	0,14425
3	3	2850	3067,20	0,05936	9201,61	22737	1349,66832	0,14668
2	3	2850	3188,86	0,05616	9566,58	25587	1436,96592	0,15021
1	4	2850	3258,38	0,06896	13033,52	28437	1961,01552	0,15046

Tablo 3.2: Y yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

kat	h(m)	w _i (kN)	V _{tot} (kN)	d _r (m)	V _{tot} *h	P _{tot} (kN)	P _{tot} *d _r	Θ
10	3	2787	755,72	0,05728	2267,17	2787	159,63936	0,07041
9	3	2850	1242,35	0,08352	3727,05	5637	470,80224	0,12632
8	3	2850	1676,84	0,08952	5030,52	8487	759,75624	0,15103
7	3	2850	2059,19	0,07600	6177,57	11337	861,61200	0,13947
6	3	2850	2389,40	0,07368	7168,20	14187	1045,29816	0,14582
5	3	2850	2667,47	0,06784	8002,42	17037	1155,79008	0,14443
4	3	2850	2893,41	0,06392	8680,23	19887	1271,17704	0,14645
3	3	2850	3067,20	0,05912	9201,61	22737	1344,21144	0,14608
2	3	2850	3188,86	0,05400	9566,58	25587	1381,69800	0,14443
1	4	2850	3258,38	0,06696	13033,52	28437	1904,14152	0,14610

Eurocode 8'e göre ikinci mertebe gösterge değerleri Θ_i 'ler hesaplanmış ve üst sınır olarak verilen 0.10 değerinden büyük oldukları görülmüştür.

3.2.2 Üçüncü Derece Deprem Bölgesi ve Z3 Zemin Sınıfı İçin Eurocode 8 Bölüm (4.4.2.2)'ye Göre İkinci Mertebe Gösterge Değeri (Θ_i)'nin Hesabı

$$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h} \leq 0,10 \quad d_r = [(\Delta_i)_{ort} \cdot R]$$

Tablo 3.3: X yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

kat	H(m)	w _i (kN)	V _{tot} (kN)	d _r (m)	V _{tot} *h	P _{tot} (kN)	P _{tot} *d _r	Θ
10	3	2787	273,19	0,01760	819,56	2787	49,05120	0,05985
9	3	2850	449,10	0,02740	1347,29	5637	154,45380	0,11464
8	3	2850	606,16	0,03004	1818,49	8487	254,94948	0,14020
7	3	2850	744,38	0,02548	2233,13	11337	288,86676	0,12935
6	3	2850	863,75	0,02528	2591,24	14187	358,64736	0,13841
5	3	2850	964,27	0,02352	2892,80	17037	400,71024	0,13852
4	3	2850	1045,94	0,02276	3137,82	19887	452,62812	0,14425
3	3	2850	1108,77	0,02144	3326,30	22737	487,48128	0,14655
2	3	2850	1152,74	0,02032	3458,23	25587	519,92784	0,15035
1	4	2850	1177,87	0,02492	4711,49	28437	708,65004	0,15041

Tablo 3.4: Y yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

Kat	h(m)	w _i (kN)	V _{tot} (kN)	d _r (m)	V _{tot} *h	P _{tot} (kN)	P _{tot} *d _r	Θ
10	3	2787	273,19	0,02068	819,56	2787	57,63516	0,07032
9	3	2850	449,10	0,03020	1347,29	5637	170,23740	0,12636
8	3	2850	606,16	0,03236	1818,49	8487	274,63932	0,15103
7	3	2850	744,38	0,02748	2233,13	11337	311,54076	0,13951
6	3	2850	863,75	0,02664	2591,24	14187	377,94168	0,14585
5	3	2850	964,27	0,02452	2892,80	17037	417,74724	0,14441
4	3	2850	1045,94	0,02312	3137,82	19887	459,78744	0,14653
3	3	2850	1108,77	0,02136	3326,30	22737	485,66232	0,14601
2	3	2850	1152,74	0,01952	3458,23	25587	499,45824	0,14443
1	4	2850	1177,87	0,02420	4711,49	28437	688,17540	0,14606

Eurocode 8'e göre ikinci mertebe gösterge değerleri Θ_i 'ler hesaplanmış ve üst sınır olarak verilen 0.10 değerinden büyük oldukları görülmüştür.

3.2.3 Dördüncü Derece Deprem Bölgesi ve Z1 Zemin Sınıfı İçin Eurocode 8 Bölüm (4.4.2.2)'ye Göre İkinci Mertebe Gösterge Değeri (Θ_i)'nin Hesabı

$$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h} \leq 0,10$$

$$d_r = [(\Delta_i)_{ort} \cdot R]$$

Tablo 3.5: X yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

Kat	H(m)	w _i (kN)	V _{tot} (kN)	d _r (m)	V _{tot} *h	P _{tot} (kN)	P _{tot} *d _r	Θ
10	3	2787	78,45	0,00504	235,36	2787	14,04648	0,05968
9	3	2850	128,97	0,00788	386,91	5637	44,41956	0,11481
8	3	2850	174,07	0,00862	522,22	8487	73,15794	0,14009
7	3	2850	213,77	0,00732	641,30	11337	82,98684	0,12940
6	3	2850	248,05	0,00726	744,14	14187	102,99762	0,13841
5	3	2850	276,91	0,00676	830,74	17037	115,17012	0,13864
4	3	2850	300,37	0,00652	901,10	19887	129,66324	0,14389
3	3	2850	318,41	0,00616	955,23	22737	140,05992	0,14662
2	3	2850	331,04	0,00584	993,12	25587	149,42808	0,15046
1	4	2850	338,26	0,00716	1353,02	28437	203,60892	0,15048

Tablo 3.6: Y yönü için İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (Θ_i)

Kat	h(m)	w_i (kN)	V_{tot} (kN)	d_r (m)	$V_{tot} \cdot h$	P_{tot} (kN)	$P_{tot} \cdot d_r$	Θ
10	3	2787	78,45	0,00594	235,36	2787	16,55478	0,07034
9	3	2850	128,97	0,00868	386,91	5637	48,92916	0,12646
8	3	2850	174,07	0,00928	522,22	8487	78,75936	0,15082
7	3	2850	213,77	0,00790	641,30	11337	89,56230	0,13966
6	3	2850	248,05	0,00764	744,14	14187	108,38868	0,14566
5	3	2850	276,91	0,00704	830,74	17037	119,94048	0,14438
4	3	2850	300,37	0,00664	901,10	19887	132,04968	0,14654
3	3	2850	318,41	0,00614	955,23	22737	139,60518	0,14615
2	3	2850	331,04	0,00562	993,12	25587	143,79894	0,14480
1	4	2850	338,26	0,00694	1353,02	28437	197,35278	0,14586

Eurocode 8'e göre ikinci mertebe gösterge değerleri Θ_i 'ler hesaplanmış ve üst sınır olarak verilen 0.10 değerinden büyük oldukları görülmüştür.

4. SONUÇLAR

Bu yüksek lisans tez çalışması, TDY 1997’de verilen ikinci mertebe etkileri ile ilgili koşulun incelenmesi amacıyla hazırlanmıştır. Prototipi verilen betonarme bir yapı için yaklaşık olarak 64 farklı deprem yüklemesi yapılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

1) Verilen başlangıç kolon kesitleri için 1., 2., 3. ve 4. derece deprem bölgeleri için Z1, Z2, Z3 ve Z4 zemin sınıflarına göre toplam 16 adet analiz yapılmıştır. Elde edilen kat deplasmanlarından, TDY 1997’de bölüm (6.10.2)’de verilen ikinci mertebe etkileri ile ilgili koşul incelenmiştir. İkinci mertebe gösterge değerlerinin 1., 2., 3. ve 4. derece deprem bölgeleri ve Z1, Z2, Z3, Z4 zemin sınıfları için 1997 TDY’de verilen üst sınır olan 0,12 değerini aşmadığı görülmüştür.

2) Başlangıç kolon kesitleri için elde edilen ikinci mertebe gösterge değerleri, her durum için hemen hemen aynı değerleri vermektedir (En fazla % 0.4’lük bir sapma görülmüştür). Buradan, farklı deprem bölgesi ya da zemin sınıfları için elde edilen taban kesme kuvvetinin, ikinci mertebe gösterge değerinin değişimine etki eden bir faktör olmadığı sonucu çıkarılmaktadır.

3) Maksimum rölatif kat deplasmanlarını elde edecek şekilde, her bir deprem bölgesi ve zemin sınıfı için ayrı ayrı, deneme-yanılma yöntemiyle kolon kesitleri değiştirilmiş ve ikinci mertebe gösterge değerleri (Θ_i)’ler hesaplanmıştır. Yapılan analizler sonucunda özellikle alt katlara doğru ciddi artışlar görülse de, hiçbir durum için ikinci mertebe gösterge değeri, üst limiti olan 0.12 değerine ulaşamamıştır.

4) Kolon kesitlerinin küçültülmesiyle birlikte ikinci mertebe gösterge değerleri olan Θ_i ’lerin arttığı görülmüştür. Buna göre, taşıyıcı sistem rijitliğinin, ikinci mertebe etkileri üzerinde etkili başlıca faktör olduğu sonucuna varılmaktadır.

5) TDY 1997’deki ikinci mertebe etkileri ile ilgili koşulun benzeri Eurocode 8’de de bulunmaktadır. Eurocode 8’e göre göz önüne alınan üç farklı özel durum için ikinci mertebe gösterge değerleri hesaplanmıştır. Eurocode 8’deki hesap metodunda deplasmanlar taşıyıcı sistem davranış katsayısıyla çarpılarak arttırıldığı için daha

büyük Θ_i değerleri elde edilmektedir. Hesaplamalar sonucunda, göz önüne alınan deprem bölgesi ve zemin sınıfları için, Θ_i değerleri Eurocode 8’de üst sınır olarak verilen 0.10 değerini aşmaktadır. Böylece, Eurocode 8’e göre yapılan çözümün TDY 1997’ye göre daha emniyetli yönde olduğu görülmüştür.

6) İkinci mertebe gösterge değerleri olan Θ_i ’lerin yönetmelikte verilen sınırı aşmamasının nedenlerinden biri de yine yönetmelikte verilen görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılmasıyla ilgili olan $(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R$ koşuludur, [5].

7) Süneklik düzeyinin düşük olması elde edilen sonuçları değiştirmeyecektir. Çünkü, böyle bir durumda değişen parametre taban kesme kuvveti olduğundan ve yapılan hesaplar da lineer olduğundan kat kesme kuvvetleriyle deplasmanlar aynı oranda artacaktır. Böylece ikinci mertebe gösterge değerleri olan Θ_i ’lerde değişim olmayacaktır.

8) Bu çalışmada betonarme yapı sistemleri için elde edilen sonuçların çelik yapılar için de aynen geçerli olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, 1998. *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara.
- [2] **Eurocode 8**, 2003. Design of Structures for Earthquake Resistance, *European Committee for Standardisation*, Brussels.
- [3] **TS-500**, 2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [4] **TS-498**, 1997.Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [5] **Özmen G.**, 2000. Yeni Deprem Yönetmeliği ve İkinci Mertebe Etkileri, *İstanbul Bülten, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi*, Yıl:11, Sayı:47-48.
- [6] **SAP 2000 Nonlinear**, Structural Analysis Program, Computers and Engineering.
- [7] **Özmen G., Orakdöğen E., Darılmaz K.**, 2002. Örneklerle Sap 2000, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- [8] **Özmen G.**, 2002. İnşaat Mühendisleri İçin Excel Uygulamaları, Birsan Yayınevi, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Abdullah SAKIZ, 1980 yılında Erzincan’da doğmuştur. İlk öğrenimini Erzincan’da tamamlamıştır. 1991 yılında Erzincan Anadolu Lisesi’nde başladığı orta öğrenimini ise 1992 depremi sonrasında İstanbul’da sırasıyla Burak Bora Anadolu Lisesi ve Fatih Fen Lisesi’nde tamamlamıştır. 1998 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünde lisans öğrenimine başlamış ve 2003 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Yapı Anabilim Dalı, Yapı Mühendisliği bölümünde yüksek lisans öğrenimine başlamıştır.