İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BETONARME BİR BİNANIN DAVRANIŞININ ESKİ VE GÜNCEL TASARIM YÖNETMELİKLERİNE GÖRE İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mert ÜSTÜN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BETONARME BİR BİNANIN DAVRANIŞININ ESKİ VE GÜNCEL TASARIM YÖNETMELİKLERİNE GÖRE İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mert ÜSTÜN
(501101038)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tülay AKSU ÖZKUL

HAZİRAN 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501101038 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Mert ÜSTÜN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"BETONARME BİR BİNANIN DAVRANIŞININ ESKİ VE GÜNCEL TASARIM YÖNETMELİKLERİNE GÖRE İNCELENMESİ"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Tülay AKSU ÖZKUL** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Hilmi Luş** .....
Boğaziçi Üniversitesi

Doç. Dr. Kutlu DARILMAZ .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **30 Nisan 2013**
Savunma Tarihi : **04 Haziran 2013**

Aileme ve Merhum Babama,

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması boyunca her zaman değerli vaktini bana ayıran, ilgisini ve desteğini gördüğüm ve hiçbir konuda bana yardımını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Tülay AKSU ÖZKUL'a teşekkürü bir borç bilir, en içten sevgi ve saygılarımı sunarım.

Hayatım boyunca bana maddi ve manevi destekleri olan sevgi ve ilgilerini benden esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ederim. Ayrıca, tez çalışması sırasında kaybettiğim merhum babam Dr.Hasan Uğur Üstün'ü saygıyla ve rahmetle anarım.

Haziran 2013

Mert ÜSTÜN
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xiii**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xv**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xix**
ÖZET ..... **xxi**
SUMMARY ..... **xxv**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Konu 1
1.2 Yapılan Çalışmanın Kapsamı 2
2. BETONARME YAPILARIN TASARIM VE YAPIM KURALLARI YÖNETMELİKLERİ **5**
2.1 Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti Betonarme Şartnamesi/1967'nin Genel İncelenmesi 5
2.1.1 TKİC/1967'deki malzeme bilgisi hakkında genel bilgiler 5
2.1.2 TKİC/1967'deki taşıyıcı eleman boyutlandırılmasında hakkında genel bilgiler 6
2.1.2.1 TKİC/1967'ye göre plak döşemeler 6
2.1.2.2 TKİC/1967'ye göre kirişler 6
2.1.2.3 TKİC/1967'ye göre kolonlar 8
2.1.2.4 TKİC/1967'ye göre perdeler 8
2.2 Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları TS500/Nisan1984' ün Genel İncelenmesi 8
2.2.1 TS500/Nisan1984'teki malzeme bilgisi hakkında genel bilgiler 8
2.2.2 TS500/Nisan1984'teki taşıyıcı eleman boyutlandırılmasında hakkında genel bilgiler 9
2.2.2.1 TS500/Nisan1984'e göre plak döşemeler 10
2.2.2.2 TS500/Nisan1984'e göre kirişler 10
2.2.2.3 TS500/Nisan1984'e göre kolonlar 12
2.2.2.4 TS500/Nisan1984'e göre perdeler 14
2.2.2.5 TS500/Nisan1984'teki kayma dayanımının genel olarak incelenmesi 15
2.3 Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları TS500/Şubat2000' in Genel İncelenmesi 16
2.3.1 TS500/Şubat2000'deki malzemesi bilgisi hakkında genel bilgiler 16
2.3.2 TS500/Şubat2000'deki taşıyıcı eleman boyutlandırılması hakkında genel bilgiler 18
2.3.2.1 TS500/Şubat2000'e göre plak döşemeler 18
2.3.2.2 TS500Şubat2000'e göre kirişler 18
2.3.2.3 TS500/Şubat2000'e göre kolonlar 21
2.3.2.4 TS500/Şubat2000'e göre perdeler 22

2.3.2.5 TS500/Şubat2000'deki kayma dayanımının genel olarak incelenmesi 23
3. DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN GENEL OLARAK İNCELENMESİ . 27
3.1 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1961'in Genel Olarak İncelenmesi 27
3.1.1 1961 Deprem Yönetmeliğindeki proje ve hesap esasları 27
3.1.1.1 1961 Deprem Yönetmeliğindeki statik hesap esasları 28
3.2 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1968'in Genel Olarak İncelenmesi 30
3.2.1 1968 Deprem Yönetmeliğindeki taşıyıcı elemanlar hakkında bilgiler 30
3.2.1.1 1968 Deprem Yönetmeliğine göre plak döşemeler 30
3.2.1.2 1968 Deprem Yönetmeliğine göre kirişler 30
3.2.1.3 1968 Deprem Yönetmeliğine göre kolonlar 30
3.2.1.4 1968 Deprem Yönetmeliğine göre perdeler 31
3.2.2 1968 Deprem Yönetmeliğine göre depreme dayanıklı binalar için tasarım ilkeleri 31
3.3 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1975'in Genel Olarak İncelenmesi 34
3.3.1 1975 Deprem Yönetmeliğindeki taşıyıcı elemanlar hakkında bilgiler 34
3.3.1.1 1975 Deprem Yönetmeliğine göre plak döşemeler 34
3.3.1.2 1975 Deprem Yönetmeliğine göre kirişler 34
3.3.1.3 1975 Deprem Yönetmeliğine göre kolonlar 35
3.3.1.4 1975 Deprem Yönetmeliğine göre perdeler 37
3.3.1 1975 Deprem Yönetmeliğine göre depreme dayanıklı yapı için tasarım ilkeleri 38
3.4 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1997 ile Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 2007'nin Genel Olarak İncelenmesi 42
3.4.1 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre taşıyıcı elemanlar hakkında bilgiler 42
3.4.1.1 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre plak döşemeler 43
3.4.1.2 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre süneklik düzeyi yüksek kirişler 44
3.4.1.3 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre süneklik düzeyi yüksek kolonlar 47
3.4.1.4 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistemlerinde kolon – kiriş birleşim bölgeleri 54
3.4.1.5 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre süneklik düzeyi yüksek perdeler 56
3.4.2 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre düzensiz binalar 62
3.4.2.1 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre planda düzensiz binalar 62
3.4.2.2 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre düşey doğrultuda düzensiz binalar 66
3.4.3 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre depreme dayanıklı yapılar için hesap kuralları 68
3.4.3.1 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre deprem yüklerinin hesabına ilişkin genel kurallar 69
3.4.3.2 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre deprem hesabında kullanılan yöntemler 74

3.4.4 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre etkin göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması ve ikinci mertebe etkileri.....86
3.4.4.1 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre etkin göreli kat göreli kat ötelemelerinin kontrolü.....86
3.4.4.2 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre ikinci mertebe etkileri .87
4. BETONARME BİR YAPININ TASARIMI 89
4.1 Betonarme Yapının Genel Özellikleri 89
4.2 Betonarme Yapının 1961, 1968 ve 1975 Deprem Yönetmeliklerine Göre Depreme Dayanıklı Tasarım Analizleri 94
4.2.1 TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A döşeme kalınlıklarının hesabı 96
4.2.2 TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın deprem hesapları.....98
4.2.2.1 TSDY1961'in 1961 deprem yönetmeliğine göre deprem hesabı 98
4.2.2.2 TSDY1968'in 1968 deprem yönetmeliğine göre deprem hesabı 101
4.2.2.3 TSDY1975-A'nın 1975 deprem yönetmeliğine göre deprem hesabı 104
4.3 Betonarme Bir Yapının 1975, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine Göre Tasarımı 108
4.3.1 TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin deprem hesapları ve zemin kat taşıyıcı elemanlarının betonarme tasarımı 111
4.3.1.1 TSDY1975-B'nin deprem hesapları ve zemin kat taşıyıcı elemanlarının betonarme tasarımı 111
4.3.1.2 TSDY1997 ile TSDY2007'in deprem hesapları ve zemin kat taşıyıcı elemanlarının betonarme tasarımı 128
5. ANALİZ VE TASARIM SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI 171
5.1 TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın Deprem Hesap Sonuçlarının Karşılaştırılması.....171
5.1.1 TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın periyot değerlerinin karşılaştırılması.....172
5.1.2 TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması.....173
5.1.3 TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın kat yer değiştirmelerinin karşılaştırılması.....176
5.2 TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin Deprem Hesap Sonuçlarının Karşılaştırılması.....180
5.2.1 TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin periyot değerlerinin karşılaştırılması.....180
5.2.2 TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması. 182
5.2.3 TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin kat yer değiştirmelerinin karşılaştırılması.....184
5.2.4 TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kat kolon ve perdelerinin metrajlarının karşılaştırılması 188
5.2.5 TSDY1997 ile TSDY2007'nin burulma düzensizliği katsayısı (η_{bi}) değerlerinin karşılaştırılması 190
5.2.6 TSDY1997 ile TSDY2007'nin ikinci mertebe gösterge değeri (θ_i) değerlerinin karşılaştırılması 193
5.3 TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin Deprem Hesap Sonuçlarının Karşılaştırılması 195
5.3.1 TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin bina ağırlıklarının karşılaştırılması 195

5.3.2 TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin periyot değerlerinin karşılaştırılması 196
5.3.3 TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin deprem taban kesme kuvveti ile bina ağırlık oranlarının karşılaştırılması 199
6. SONUÇLAR 203
KAYNAKLAR..... 213
EKLER 215
ÖZGEÇMİŞ..... 269

KISALTMALAR

SAP2000 V14.2	**:**Integrated Software For Structural Analysis & Version 14.2
TKİC/1967	**:**Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti Betonarme Şartnamesi (1967).
TSDY1961	**:**B160 beton sınıfı ve Beton Çeliği I'den oluşturulmuş 1961 Deprem Yönetmeliğine uygun tasarlanmış taşıyıcı sistem.
TSDY1968	**:**B160 beton sınıfı ve Beton Çeliği I'den oluşturulmuş 1968 Deprem Yönetmeliğine uygun tasarlanmış taşıyıcı sistem.
TSDY1975-A	**:**BS14 beton sınıfı ve Beton Çeliği I'den oluşturulmuş 1975 Deprem Yönetmeliğine uygun tasarlanmış taşıyıcı sistem.
TSDY1975-B	**:**BS20 beton sınıfı ve Beton Çeliği III'ten oluşturulmuş 1975 Deprem Yönetmeliğine uygun tasarlanmış taşıyıcı sistem.
TSDY1997	**:**C20 beton sınıfı ve S420 çelik sınıfından oluşturulmuş 1997 Deprem Yönetmeliğine uygun tasarlanmış taşıyıcı sistem.
TSDY2007	**:**C20 beton sınıfı ve S420 çelik sınıfından oluşturulmuş 2007 Deprem Yönetmeliğine uygun tasarlanmış taşıyıcı sistem.
TS498	**:**Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri (1987).
TS500/Nisan1984	**:**Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları (1985).
TS500/Şubat2000	**:**Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları (2000).

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Beton sınıfları ve karekteristik küp dayanımları (TKİC/1967). 5
Çizelge 2.2 : Beton çeliği sınıfları ve özellikleri (TKİC/1967). 6
Çizelge 2.3 : Beton çelik çubukları sınıflandırma ve özellikleri (TS500/Nisan1984). 9
Çizelge 2.4 : Beton sınıfı ve dayanımları (TS500/Nisan1984). 9
Çizelge 2.5 : Beton çelik çubukları sınıflandırma ve özellikleri (TS500/Şubat2000). 17
Çizelge 2.6 : Beton sınıfı ve dayanımları (TS500/Şubat2000). 17
Çizelge 3.1 : Deprem zemin katsayısı (n_1). 29
Çizelge 3.2 : Deprem bölge katsayısı (n_2). 29
Çizelge 3.3 : Deprem bölge katsayısı (C_0) (1968 Deprem Yönetmeliği). 32
Çizelge 3.4 : Deprem zemin katsayısı (α).....32
Çizelge 3.5 : Bina önem katsayısı (β).....32
Çizelge 3.6 : Hareketli yük azaltma katsayısı (n_i) (1968 Deprem Yönetmeliği). 33
Çizelge 3.7 : Kirişlerde minimum boyuna çekme donatısı oranları (1975 Deprem Yönetmeliği).....35
Çizelge 3.8 : Kolonlarda en küçük ve en büyük boyuna donatı oran sınırları (1975 Deprem Yönetmeliği).....36
Çizelge 3.9 : Perde minimum boyuna çekme donatısı oranları (1975 Deprem Yönetmeliği).....37
Çizelge 3.10 : Deprem bölge katsayısı (C_0) (1975 Deprem Yönetmeliği). 39
Çizelge 3.11 : Yapı tipi katsayısı (K). 39
Çizelge 3.12 : Yapı önem katsayısı (I) (1975 Deprem Yönetmeliği). 40
Çizelge 3.13 : Zemin hakim periyodu (T_0).....41
Çizelge 3.14 : Hareketli yük azaltma katsayısı (n_i) (1975 Deprem Yönetmeliği). 41
Çizelge 3.15 : Etkin yer İvmesi katsayısı (A_0).....69
Çizelge 3.16 : Bina önem katsayısı (I). 70
Çizelge 3.17 : Spektrum karakteristik periyotları (T_A ve T_B). 71
Çizelge 3.18 : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R).....73
Çizelge 3.19 : Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin uygulanabileceği binalar. 74
Çizelge 3.20 : Hareketli yük katılım katsayısı (n).....75
Çizelge 4.1 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'daki döşemelerin kalınlıklarının hesabı.....97
Çizelge 4.2 : TSDY1961'in deprem hesabında kullanılan katsayılar. 98
Çizelge 4.3 : TSDY1961'in rüzgâr kuvvetleri (R_{xi} ve R_{yi})'nin hesabı.....99
Çizelge 4.4 : TSDY1961'in kat ağırlıkları ve katlara gelen yatay kuvvetler. 100
Çizelge 4.5 : TSDY1961'in x ve y doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri. 101
Çizelge 4.6 : TSDY1968'in x ve y doğrultusundaki temel periyotları.....101
Çizelge 4.7 : TSDY1968'in ampirik formülle hesaplanan periyot değerlerine göre deprem hesabında kullanılan katsayılar. 102
Çizelge 4.8 : TSDY1968'in modal analiz periyot değerlerine bağlı olan deprem hesabında kullanılan katsayılar.....102

Çizelge 4.9 : TSDY1968'in kat ağırlıkları, katlara gelen deprem yanal kuvvetleri ve burulma momentleri. 103
Çizelge 4.10 : TSDY1968'in x ve y doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri. 104
Çizelge 4.11 : TSDY1975-A'nın x ve y doğrultusundaki temel periyotları. 104
Çizelge 4.12 : TSDY1975-A'nın ampirik formülle hesaplanan periyot değerlerine göre deprem hesabında kullanılan katsayılar. 105
Çizelge 4.13 : TSDY1975-A'nın modal analiz periyot değerlerine bağlı olan deprem hesabında kullanılan katsayılar..... 106
Çizelge 4.14 : TSDY1975-A'nın kat ağırlıkları, katlara gelen deprem yanal kuvvetleri ve burulma momentleri..... 107
Çizelge 4.15 : TSDY1975-A'nın x ve y doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri. ... 107
Çizelge 4.16 : TSDY1975-B'nin genel özellikleri. 111
Çizelge 4.17 : TSDY1975-B'deki döşemelerin kalınlıklarının hesabı. 113
Çizelge 4.18 : TSDY1975-B'deki döşemelerin statik hesap değerleri. 114
Çizelge 4.18 (devam) : TSDY1975-B'deki döşemelerin statik hesap değerleri. 115
Çizelge 4.19 : TSDY1975-B'deki döşemelerin açıklık donatı hesabı. 116
Çizelge 4.19 (devam) : TSDY1975-B'deki döşemelerin açıklık donatı hesabı..... 117
Çizelge 4.20 : TSDY1975-B'deki döşemelerin mesnet donatı hesabı..... 118
Çizelge 4.21 : TSDY1975-B'nin x ve y doğrultularına göre periyotları. 119
Çizelge 4.22 : TSDY1975-B'nin ampirik formülle hesaplanan periyot değerlerine göre deprem hesabında kullanılan katsayılar. 120
Çizelge 4.23 : TSDY1975-B'nin modal analiz periyot değerlerine bağlı olan deprem hesabında kullanılan katsayılar..... 120
Çizelge 4.24 : TSDY1975-B'nin kat ağırlıkları, katlara gelen deprem yanal kuvvetleri ve burulma momentleri..... 121
Çizelge 4.25 : TSDY1975-B'nin eşdeğer deprem yükü halleri..... 122
Çizelge 4.26 : TSDY1975-B'nin zemin kat kolon boyuna ve enine donatıları..... 125
Çizelge 4.27 : TSDY1975-B'nin zemin kat perdelerinin boyuna ve enine donatıları. 127
Çizelge 4.28 : TSDY1997 ile TSDY2007'nin genel özellikleri. 128
Çizelge 4.29 : TSDY1997&TSDY2007'deki döşemelerin kalınlıklarının hesabı. . 130
Çizelge 4.30 : TSDY1997&TSDY2007'deki döşemelerin statik hesap değerleri. . 131
Çizelge 4.30 (devam) : TSDY1997& TSDY2007'deki döşemelerin statik hesap değerleri. 132
Çizelge 4.31 : TSDY1997&TSDY2007'deki döşemelerin açıklık donatı hesabı. .. 133
Çizelge 4.31 (devam) : TSDY1997&TSDY2007'deki döşemelerin açıklık donatı hesabı. 134
Çizelge 4.32 : TSDY1997&TSDY2007'deki döşemelerin mesnet donatı hesabı... 135
Çizelge 4.33 : TSDY1997&TSDY2007'nin birinci doğal titreşim periyot değerleri. 137
Çizelge 4.34 : TSDY1997'nin eşdeğer deprem yükü hesabı. 137
Çizelge 4.35 : TSDY2007'nin eşdeğer deprem yükü hesabı. 138
Çizelge 4.36 : TSDY1997&TSDY2007'nin rijit bodrum katına gelen eşdeğer deprem kuvveti hesabı. 138
Çizelge 4.37 : TSDY1997'nin taşıyıcı sistem davranış katsayısı hesabı. 139
Çizelge 4.38 : TSDY2007'nin taşıyıcı sistem davranış katsayısı hesabı. 139
Çizelge 4.39 : TSDY1997'nin kat ağırlıkları, katlara gelen deprem yanal kuvvetleri ve burulma momentleri. 140
Çizelge 4.40 : TSDY2007'nin kat ağırlıkları, katlara gelen deprem yanal kuvvetleri ve burulma momentleri. 140

Çizelge 4.41 : TSDY1997'nin A1 türü düzensizlik kontrolü. 142
Çizelge 4.42 : TSDY2007'nin A1 türü düzensizlik kontrolü. 143
Çizelge 4.43 : TSDY1997&TSDY2007'nin A2 türü düzensizlik kontrolü. 144
Çizelge 4.44 : TSDY1997&TSDY2007'nin B1 türü düzensizlik durumu kontrolü. 145
Çizelge 4.45 : TSDY1997'nin B2 türü düzensizlik durumu kontrolü.....146
Çizelge 4.46 : TSDY2007'nin B2 türü düzensizlik durumu kontrolü.....147
Çizelge 4.47 : TSDY1997'nin göreli kat ötelenmelerinin kontrolü.....148
Çizelge 4.48 : TSDY2007'nin etkin göreli kat ötelenmelerinin kontrolü. 149
Çizelge 4.49 : TSDY1997'nin x ve y doğrultusundaki ikinci mertebe gösterge değerleri (θ_{ix} ve θ_{iy})'nin hesabı.....150
Çizelge 4.50 : TSDY2007'nin x ve y doğrultusundaki ikinci mertebe gösterge değerleri (θ_{ix} ve θ_{iy})'nin hesabı.....151
Çizelge 4.51 : TSDY1997&TSDY2007'nin serbest titreşim analiz (modal analiz) sonuçları. 152
Çizelge 4.52 : TSDY1997&TSDY2007'nin Mod Birleştirme Yük halleri. 157
Çizelge 4.53 : TSDY1997'nin zemin kat kolon-kiriş birleşim bölgelerinde x ve y doğrultularına göre kolon – kiriş kesme güvenliği hesapları. 161
Çizelge 4.54 : TSDY2007'nin zemin kat kolon-kiriş birleşim bölgelerinde x ve y doğrultularına göre kolon – kiriş kesme güvenliği hesapları. 162
Çizelge 4.55 : TSDY1997'nin zemin kat kolonlarının x ve y doğrultularına göre güçlü kolon - zayıf kiriş hesapları.....163
Çizelge 4.56 : TSDY2007'nin zemin kat kolonlarının x ve y doğrultularına göre güçlü kolon - zayıf kiriş hesapları.....164
Çizelge 4.57 : TSDY1997'nin zemin kat kolon boyuna ve enine donatıları. 165
Çizelge 4.58 : TSDY2007'nin zemin kat kolon boyuna ve enine donatıları. 166
Çizelge 4.59 : TSDY1997&TSDY2007'nin zemin kat perdelerinin uç bölgesindeki boyuna ve enine donatıları.....168
Çizelge 4.60 : TSDY1997'nin zemin kat perdelerinin ilgili doğrultularına göre güçlü perde - zayıf kiriş hesapları.....169
Çizelge 4.61 : TSDY2007'nin zemin kat perdelerinin ilgili doğrultularına göre güçlü perde - zayıf kiriş hesapları.....169
Çizelge 4.62 : TSDY1997&TSDY2007'nin zemin kat perdelerinin başlık ve gövde donatıları.....170
Çizelge 5.1 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın x ve y doğrultularına ait birinci doğal titreşim periyotları. 172
Çizelge 5.2 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975- A'nın x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{tx}). 174
Çizelge 5.3 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975- A'nın y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{ty}). 175
Çizelge 5.4 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri. 176
Çizelge 5.5 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın y doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri. 178
Çizelge 5.6 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin x ve y doğrultularına ait birinci doğal titreşim periyotları. 180
Çizelge 5.7 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (Vt_x).....182
Çizelge 5.8 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{ty}). 183

Çizelge 5.9 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri. 184
Çizelge 5.10 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin y doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri. 186
Çizelge 5.11 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kat kolon ve perde toplam beton metrajı. 188
Çizelge 5.12 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kat kolon ve perde toplam donatı ağırlığı metrajı. 189
Çizelge 5.13 : TSDY1997 ve TSDY2007'nin burulma düzensizliği katsayıları. 191
Çizelge 5.14 : TSDY1997 ve TSDY2007'nin ikinci mertebe gösterge değerleri. 193
Çizelge 5.15 : Taşıyıcı sistemlerin bina ağırlıkları. 195
Çizelge 5.16 : Taşıyıcı sistemlerin x ve y doğrultularına ait doğal titreşim periyotları 197
Çizelge 5.17 : Taşıyıcı sistemlerin deprem taban kesme kuvvetleri (V_x ve V_y) ile bina ağırlığı (W) arasındaki oranları (C_x ve C_y). 200

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Çift taraflı tablalı kiriş enkesiti. (TKİC/1967) 7
Şekil 2.2 : Tek taraflı tablalı kiriş enkesiti (TKİC/1967) 7
Şekil 2.3 : Tablalı kiriş enkesiti (TS500/Nisan1984). 11
Şekil 2.4 : Etriyeli kolon (TS500/Nisan1984). 14
Şekil 2.5 : Kiriş kesit boyutları (TS500/Şubat2000). 19
Şekil 2.6 : Tablalı kiriş enkesiti (TS500/Şubat2000) 20
Şekil 3.1 : Yapı yüksekliğine bağlı katsayı (C_0) 29
Şekil 3.2 : Yapı Dinamik Katsayısı (S)- Yapının Sönümsüz Periyot (T) grafiği..... 40
Şekil 3.3 : Planda döşemenin rijit diyafram (a) olan ve (b) ve (c) olmayan türden yer değiştirmesi 43
Şekil 3.4 : Kirişlerde enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti (V_e)..... 45
Şekil 3.5 : Kirişlerde enine donatı düzen detayı. 46
Şekil 3.6 : Kolonların kirişlerden daha güçlü olma durumu 48
Şekil 3.7 : Kolonun üst ve alt uçlarındaki kesme hesabında kullanılan momentleri ($M_{ü}$ ve M_a)'nın hesabı. 50
Şekil 3.8 : Kolonun enine donatı (etriye + çiroz) düzen detayı. 53
Şekil 3.9 : Kolon – kiriş birleşim bölgesi kesme güvenliği. 55
Şekil 3.10 : Perdelerde boyuna ve enine donatı düzeni. 59
Şekil 3.11 : Perde çerçeveli sistemlerde perde moment grafiği. 60
Şekil 3.12 : Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumu 63
Şekil 3.13 : A2 türü düzensizlik durumları – Döşeme süreksizliği..... 64
Şekil 3.14 : A3 türü düzensizlik durumları – Planda çıkıntılar bulunması..... 65
Şekil 3.15 : A4 türü düzensizlik durumları – Taşıyıcı elemanların eksenlerinin parallel olmaması. 65
Şekil 3.16 : B3 türü düzensizlik durumları – Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği. 68
Şekil 3.17 : Spektral İvme Katsayısı S(T) – Bina doğal tireşim periyodu (T) grafiği. 71
Şekil 3.18 : Katlara gelen eşdeğer deprem yükleri ve taban kesme kuvveti. 79
Şekil 3.19 : Deprem kat kuvvetinin kat düzleminde ±%5 dış merkezlilik halindeki etki ettiği noktalar. 80
Şekil 3.20 : Döşeme boşluğu oldukça fazla olan döşemelerde kat deprem kuvvetlerinin etki ettiği noktalar..... 80
Şekil 3.21 : Binanın birinci foğal titreşim periyodu hesabındaki katlara gelen fiktif yükler. 81
Şekil 4.1 : Taşıyıcı sistemlerin SAP2000 V14.2'deki genel görünümü. 93
Şekil 4.2 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY 1975-A olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerin zemin kat ortak kalıp planı. 95
Şekil 4.3 : TSDY1975-B olarak adlandırılan taşıyıcı sistemin zemin kat kalıp planı. 109

Şekil 4.4 : TSDY1997&TSDY2007 olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerin ortak zemin kat kalıp planı. 110
Şekil 4.5 : TSDY1997'nin x doğrultusundaki azaltılmış ivme spektrumu. 154
Şekil 4.6 : TSDY1997'nin y doğrultusundaki azaltılmış ivme spektrumu. 154
Şekil 4.7 : TSDY2007'nin x doğrultusundaki azaltılmış ivme spektrumu. 155
Şekil 4.8 : TSDY2007'nin x doğrultusundaki azaltılmış ivme spektrumu. 155
Şekil 5.1 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın birinci doğal titreşim periyotları. 172
Şekil 5.2 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975- A'nın x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{tx}). 174
Şekil 5.3 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975- A'nın y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{ty}) 175
Şekil 5.4 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri 177
Şekil 5.5 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın y doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri. 179
Şekil 5.6 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin birinci doğal titreşim periyotları. 181
Şekil 5.7 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet (V_{tx}) değerleri. 182
Şekil 5.8 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet (V_{ty}) değerleri. 183
Şekil 5.9 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri. 185
Şekil 5.10 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin y doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri. 187
Şekil 5.11 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kat kolon ve perde toplam beton hacmi metrajları. 189
Şekil 5.12 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kat kolon ve perde toplam donatı ağırlığı metrajları. 190
Şekil 5.13 : TSDY1997 ve TSDY2007'nin burulma düzensizliği katsayıları. 192
Şekil 5.14 : TSDY1997 ve TSDY2007'nin ikinci mertebe gösterge değerleri. 194
Şekil 5.15 : Taşıyıcı sistemlerin bina ağırlıkları. 196
Şekil 5.16 : Taşıyıcı sistemlerin x ve y doğrultularına ait doğal titreşim periyotları. 198
Şekil 5.17 : Taşıyıcı sistemlerin deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx} ve V_{ty}) ile bina ağırlığı (W) arasındaki oranları (C_x ve C_y). 201

BETONARME BİR BİNANIN DAVRANIŞININ ESKİ VE GÜNCEL TASARIM YÖNETMELİKLERİNE GÖRE İNCELENMESİ

ÖZET

Ülkemizin büyük bir kısmının aktif deprem kuşağı üzerinde yer alması, geçmişten günümüze kadar meydana gelen depremler, çok can kaybına ve yapılarda büyük hasarlara neden olmuştur. Ülkemizde ilk defa depremlere karşı önlem alma amacıyla İtalya'nın kullandığı yönetmelik Türkçeye çevrilerek 1940 yılında "Zelzele Mıntıkaları Muvakkat Yapı Talimatnamesi" hazırlanmış ve yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden kısa bir süre sonra meydana gelen depremler de dikkate alınarak Türkiye geneli için ilk resmi Deprem Bölgesi Haritası çıkarılmıştır. Yaşanan süreçte meydana gelen depremler, mühendislik sismolojisindeki gelişmeler, tektonik ve sismoteknik bulguların kayıt altına alınması gibi durumlara bağlı olarak ülkemiz için çıkarılan Deprem Bölgesi Haritası zaman içerisinde değişimler geçirmiş ve güncellenmiştir. Bu gelişmelerin paralelinde ve depreme dayanıklı yapı tasarımı ihtiyacını karşılamak için 1940 yılında çıkarılan yönetmelikten sonra 1944, 1949, 1953, 1961, 1968, 1975, 1997 ve 2007 yıllarında Deprem Yönetmeliği güncellenerek ve geliştirilerek yürürlüğe girmiştir.

Bu çalışmada 1961 Deprem Yönetmeliğinden önce çıkarılan deprem yönetmeliklerinde betonarme yapı tasarımı hakkında fazla bilgi olmayışından dolayı 1961, 1968, 1975, 1997 ve 2007 yıllarında çıkarılan deprem yönetmeliklerindeki hesap esasları ve gelişmeler incelenmiştir. Söz konusu yönetmelikler çerçevesinde kat yüksekliği 2.8 m olan ve 1 bodrum, 1 zemin ve 9 normal kattan oluşan toplam 11 katlı betonarme bir yapı ele alınmıştır. Bu yapının taşıyıcı sistemi perde + çerçeveli sistem olarak seçilmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde, Türkiye'nin deprem tarihçesi, ülkemizde geçmişten günümüze kadar deprem yönetmeliklerden ve yapılan çalışmanın kapsamından bahsedilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, betonarme bir yapının döşeme, kiriş, kolon ve perde elemanlarının boyutlandırılmasında deprem yönetmelikleri ile beraber kullanılan TKİC/1967, TS500/Nisan1984 ve TS500/Şubat2000 şartnamelerinde yer alan malzeme özellikleri ve betonarme eleman boyutlandırılmasında kullanılan esaslar genel olarak incelenmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, 1961, 1968, 1975, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde yer alan deprem hesaplarına ilişkin bilgiler, betonarme eleman boyutlandırılmasında kullanılan esaslar incelenmiştir. Ayrıca, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde yer alan düzensizliklerden bahsedilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, 1961, 1968, 1975, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinin birbiriyle karşılaştırılması için betonarme bir yapı üzerinde aşağıda belirtilen sayısal incelemeler yapılmıştır.

Sayısal incelemelerin ilk kısmında, ele alınan betonarme yapı 1961, 1968 ve 1975 Deprem Yönetmeliklerine göre sırasıyla TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A olarak isimlendirilmiş ve üç adet taşıyıcı sistem oluşturulmuştur. Oluşturulan üç taşıyıcı sistemde BS14 (TKİC/1967'ye göre B16) sınıfı beton ve Beton çeliği I kullanılmıştır. Bu üç taşıyıcı sistemin bütün döşeme, kiriş, kolon ve perde enkesit özellikleri birbiriyle aynıdır. Yapının zati ağırlıklar ile TS498'den alınan hareketli yüklerden oluşan arttırılmış düşey yükler altında söz konusu üç taşıyıcı sistemin kolon ön boyutlandırılması yapılmıştır. Kolon ön boyutlandırılması yapılan TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın döşemeler hariç perde + çerçeve taşıyıcı sistemler halinde, SAP2000 V14.2 programında modellemeleri yapılmıştır. TSDY1961'in deprem hesabına bağlı olarak hesaplanan x ve y doğrultusundaki katlara gelen kuvvetler, taşıyıcı sistemin SAP2000 V14.2'deki modelindeki her katının geometrik merkezine tekil kuvvetler halinde etki ettirilmiş ve deprem analizi yapılmıştır. Yapılan deprem analizi sonucunda TSDY1961'in katlarında oluşan x ve y doğrultularındaki minimum ve maksimum kat deplasmanları elde edilmiştir. TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın SAP2000 V14.2'deki modellerinin dinamik analizleri yapılmıştır. Yapılan dinamik analizler sonucunda bu modellerin x ve y doğrultularına ait birinci doğal titreşim periyotları hesaplanmıştır. Bu periyotlara bağlı olarak TSDY1968 ve TSDY1975-A için ilgili yönetmelik koşullarına göre x ve y doğrultularına ait deprem taban kesme kuvvetleri elde edilmiştir. Elde edilen taban kesme kuvvetleri, ilgili taşıyıcı sistemin Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile katlara gelen kesme kuvvetleri ve bu kuvvetlerden oluşan burulma momentleri hesaplanmıştır. Hesaplanan deprem kuvvetleri ile burulma momentleri, ilgili taşıyıcı sistemin SAP2000 V14.2'deki modelinde her katının geometrik merkezlerine tekil kuvvetler ve momentler halinde etki ettirilmiş ve deprem analizi yapılmıştır. Her iki taşıyıcı sistemin deprem analizleri sonucunda, her iki taşıyıcı sistemin x ve y doğrultularındaki minimum ve maksimum kat deplasmanları elde edilmiştir.

Sayısal incelemelerin ikinci kısmında, aynı betonarme yapının 1975, 1997 ve 2007 yönetmeliklerine uygun sırasıyla TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 olarak isimlendirilmiş 3 adet taşıyıcı sistem oluşturulmuştur. Oluşturulan üç taşıyıcı sistemde C20 (TS500/Nisan1984'e göre BS20) sınıfı beton ve S420 donatı çeliği kullanılmıştır. Bu kısımda ilgili yönetmeliklerdeki betonarme tasarım koşullarını karşılaştırmak için söz konusu üç taşıyıcı sistemin zemin kat bütün taşıyıcı elemanlarının betonarme tasarımları yapılmıştır. İlgili deprem yönetmeliklerinden 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinin tasarım açısından birbirine göre çok fazla fark yoktur. Bu yüzden TSDY1997 ile TSDY2007'nin bütün döşeme, kiriş, kolon ve perde enkesit özellikleri aynıdır. 1975 Deprem Yönetmeliğindeki farklı tasarım koşullarından dolayı TSDY1975-B'in taşıyıcı elemanlarının enkesit özellikleri, diğer iki taşıyıcı sistemin taşıyıcı elemanlarının enkesit özelliklerinden farklıdır. TSDY1975-B ve TSDY1997 ile TSDY2007 aynı olmak üzere, ölü ve TS498'deki alınan hareketli yüklerden oluşan arttırılmış düşey yükler altında, iki adet kolon ön boyutlandırılmaları yapılmıştır. Kolon ön boyutlandırılması yapılan TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin döşemeler hariç perde + çerçeve taşıyıcı sistemler halinde, SAP2000 V14.2 programında modellemeleri ve dinamik analizleri yapılmıştır. Yapılan dinamik analizler sonucunda bu modellerin x ve y doğrultularına ait birinci doğal titreşim periyotları hesaplanmıştır. Bu periyotlara bağlı olarak TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 için ilgili yönetmelik koşullarına göre x ve y doğrultularına ait deprem taban kesme kuvvetleri elde edilmiştir. Elde edilen taban kesme kuvvetleri, ilgili taşıyıcı sistemin Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile katlara gelen kesme kuvvetleri ve bu kuvvetlerden oluşan burulma momentleri

hesaplanmıştır. Hesaplanan deprem kuvvetleri ile burulma momentleri, ilgili taşıyıcı sistemin SAP2000 V14.2'deki modelinde her katının geometrik merkezlerine tekil kuvvetler ve momentler halinde etki ettirilmiş ve deprem analizi yapılmıştır. Bu analizlere ilave olarak, TSDY1997 ile TSDY2007'nin SAP2000 V14.2'deki modellerine x ve y doğrultularına göre spektral ivme ve periyot değerleri tanımlanarak Mod Birleştirme Yöntemi ile deprem hesapları yapılmıştır. Ayrıca, TSDY1997 ve TSDY2007'nin hesapları ilgili yönetmeliklerin hesap esasları doğrultusunda bu iki taşıyıcı sistemin düzensizlik kontrolleri, ikinci mertebe etkileri ve kat ötelemeleri kontrolleri yapılmıştır. 1975 Deprem Yönetmeliğine göre analizlerde kullanılan TSDY1975-B'nin boyutlandırılması ve tasarımında, TS500/Nisan1984 şartnamesi kullanılmıştır. 1997 Deprem Yönetmeliğine göre oluşturulan TSDY1997 ile 2007 Deprem Yönetmeliğine göre oluşturulan TSDY2007'nin boyutlandırılması ve tasarımında, TS500/Şubat2000 şartnamesi kullanılmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde, TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 taşıyıcı sistemlerinin çözümlemesinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda kat deplasmanları, kat ağırlıkları, zemin kat düşey taşıyıcı eleman beton ve donatı metraj sonuçları karşılaştırılmıştır. Ayrıca TSDY1997 ile TSDY2007 taşıyıcı sistemlerinde, her katın x ve y doğrultusu için A1 türü düzensizlik (burulma düzensizliği) durumu için hesaplanan burulma düzensizlik katsayı değerleri (η_{bix} ve η_{biy}) ile ikinci mertebe gösterge değerleri (θ_{ix} ve θ_{iy})'nin sonuçları karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın altıncı bölümünde yapılan analizler, tasarımlar ve karşılaştırmalara bakılarak yorumlar yapılmıştır.

INVESTIGATION OF REINFORCED CONCRETE BUILDING'S BEHAVIOR ACCORDING TO FORMER AND CURRENT DESIGN CODES

SUMMARY

A large part of the country takes place on an active seismic zone, earthquakes which have occurred in the past to the present caused many loss of lives and considerable damage to the buildings. For taking measure against the earthquakes, Italian seismic code had been translated into Turkish in 1940 for the first time and come into force under the name of "Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi". The earthquakes that occured shortly after the entry into force of regulation, are taken into account. The first official seismic zone map for Turkey has been created. The seismic zone map has been modified and updated in time depending on some situations such as the earthquakes that occured in the process, the developments in engineering sysmology, tectonic and seismotectonic recording of findings. In parallel with these developments, in order to meet the needs of earthquake resistant design of structures, the specification which is published in 1940 has been updated and improved in 1944, 1949, 1953, 1961, 1968, 1975, 1997, 2007.

In this study, due to the lack of knowledge about the design of reinforced concrete structures issued before 1961 seismic codes, the calculation guidelines and developments has been investigated on seismic codes only published in 1961, 1968, 1975, 1997, 2007. The reinforced concrete building which has eleven floors (one rigid floor, one ground floor and nine typical floor) that each one of them's height is 2.8 m was studied in accordance with these seismic codes. There were 6 load-bearing systems, which were called as TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 and TSDY2007, made for this study. All these load-bearing systems which were chosen as shear wall-framed system were named in accordance with relevant seismic codes

In the first part of this study, history of Turkey's earthquakes, the seismic codes that have been published in Turkey so far and concept of this study were explained.

In the second part of this study, the general principles of the material properties and being used for designing of reinforced concrete structural elements that were investigated in TKİC/1967, TS500/February2000 and TS500/April1984 regulations which are used for designs of a reinforced concrete building's slabs, beams, columns and shear walls with the seismic codes.

In the third part of this study, knowledges related to the earthquake calculations in 1961, 1968, 1975, 1997 and 2007 Turkish Seismic Codes and the principles used in designing of reinforced concrete structural elements were examined. Also the structural irregularities which take place in 1997 and 2007 Seismic Codes were mentioned.

In the forth part of this study, the numerical analyses were carried out on structure of reinforced concrete in order to make a comparison of 1961, 1968, 1975, 1997 and 2007 Seismic Codes.

In the first part of numerical analyses, three load-bearing systems were made from the reinforced concrete building which is handled in this study. Each one of these load-bearing systems is suitable with 1961, 1968 and 1975 Seismic Codes respectively. The three load-bearing systems were named as TSDY1961, TSDY1968 and TSDY1975. As before explained that the three load-bearing systems were chosen as shear wall-framed system. Their class of concrete was chosen as BS14 (B16 according to TKİC/1967) and their class of reinforced concrete steel was chosen as BÇI. The cross-sectional properties of slabs, beams, columns and shear walls that belong to the three load-bearing systems are as same each other. The design gravity loads, which included increased self-weight loads and live loads taken from TS498, were created to predesign each one of the coloumns that belongs to the three load-bearing systems. Every column of the three load-bearing systems were predesigned under the effects of the design gravity loads for each one of the three load-bearing systems in common. The three load-bearing systems, which were modeled in SAP2000 V14.2 programme one by one were named as TSDY1961, TSDY1968 and TSDY1975-A.The three load-bearing systems' models in SAP2000 V14.2 were formed by beams, columns and shear walls. The slabs and foundations of all the three bearing-load systems weren't modelled in all the three load-bearing systems' models in SAP2000 V14.2. All the beams and columns of the three load-bearing systems' models were in form of frame element and all the shear walls of the three load-bearing systems' models were in form of shell element in SAP2000 V14.2 programme. All joints at a story level in all the three models were constrained to move as a planar diaphragm in order to prevent in plane membrane deformations. Mass and mass moments of inertia each one of the three load-bearing systems' stories was assigned on the geometrically center on the each story level's plane of the three models. There were calculated lateral forces on the story levels that depending on earthquake calculations of the load-bearing system is named as TSDY1961 in the x and y direction. These lateral forces were assigned to every the geometrically center on the each story level's plane of this load-bearing system's model in SAP2000 V14.2 programme. Then, this load-bearing system's earthquake calculations were done on its model in SAP2000 V14.2 programme. After these calculations, the minimum and maximum story displacements in the x and y directions were obtained for the load-bearing system is named as TSDY1961. The dynamic analysis results each one of the load-bearing systems are named as TSDY1968 and TSDY1975-A was obtained by being done modal analysis on their models in SAP2000 V14.2 programme. Every the load-bearing systems' earthquake base shear force in the x and y directions to related both of their seismic codes which was calculated by using the first periods along the x and y directions of the three load-bearing systems in each one of the dynamic analysis results of their models. Then each one of the three load-bearing systems' story level forces in the x and y directions was obtained by Equivalent Seismic Load Method, which explained in the both of their seismic codes from the three load-bearing systems' base shear forces. These forces and torsional moments that caused by the these forces were assigned to every the geometrically center on the each story level's plane of both systems' models in SAP2000 V14.2 programme. After being assigned the forces and moments, TSDY1968 and TSDY1975-A load-bearing systems' earthquake calculations were done on each one of their models in SAP2000 V14.2 programme. Then, the minimum and maximum story displacements in the x and y directions of each one the three load-bearing systems' were obtained by analysing on their models in SAP2000 V14.2 programme.

In the second part of numerical analyses, three load-bearing systems were made from the reinforced concrete building which is handled in this study. Each one of these

load-bearing systems is suitable with 1975, 1997 and 2007 Seismic Codes respectively. The three load-bearing systems were named as TSDY1975-B, TSDY1997 and TSDY2007. As before explained that the three load-bearing systems were chosen as shear wall-framed system. Their class of concrete was chosen as C20 (BS20 according to TS500/April1984) and their class of reinforced concrete steel was chosen as S420. Every the three load-bearing systems' all the structural element on the ground floor was made reinforced concrete calculations and designs in order to indicate differences between 1975, 1997 and 2007 Seismic Codes with regulations that related to the three load-bearing systems are named as TSDY1975-B, TSDY1997 and TSDY2007. There is no much differences in 1997 and 2007 Seismic Codes each other in terms of design that's why all the slabs, beams, columns and shear walls' cross-sectional properties of the load-bearing systems are named as TSDY1997 and TSDY2007 are chosen as same each other. 1975 Seismic Code has different knowledges about reinforced concretes elements' design according to 1997 and 2007 Seismic Codes, so all the slabs, beams, columns and shear walls' cross-sectional properties of the load-bearing system is named as TSDY1975-B are chosen different according to all structural elements cross-sectional properties of the load-bearing systems are named as TSDY1997 and TSDY2007. The design gravity loads, which included increased self-weight loads and live loads taken from TS498, were created to predesign each one of the coloumns that belongs to load-bearing systems are named as TSDY1975-B, TSDY1997 and TSDY2007. Every column of the three load-bearing systems was predesigned under the effects of the design gravity loads for load-bearing systems are named as TSDY1997 and TSDY2007 in common. Every column of the load-bearing systems was predesigned under the effects of the design gravity loads for load-bearing system is named as TSDY1975-B too. These load-bearing systems, which were modeled in SAP2000 V14.2 programme one by one were named as TSDY1975-B, TSDY1997 and TSDY2007. The three load-bearing systems' models in SAP2000 V14.2 were formed by beams, columns and shear walls. The slabs and foundations of all these bearing-load systems weren't modelled in all these load-bearing systems' models in SAP2000 V14.2 programme that's why all the dead and live loads were assigned on each frames and shear forces in the models of the three load-bearing systems are named as TSDY1975, TSDY1997 and TSDY2007. All joints at a story level in all the three models were constrained to move as a planar diaphragm in order to prevent in plane membrane deformations. Mass and mass moments of inertia each one of these load-bearing systems' stories were assigned on the geometrically center on the each story level's plane of these models. The dynamic analysis result of each one of the load-bearing systems are named as TSDY1975-B, TSDY1997 and TSDY2007 was obtained by being done modal analysis on each one of their models in SAP2000 V14.2 programme. Every the three load-bearing systems' earthquake base shear force in the x and y directions to related both of their seismic codes which was calculated by using the first periods along the x and y directions of these load-bearing systems in each one of the dynamic analysis results of their models. Then each one of the three load-bearing systems' story level lateral forces in the x and y directions was obtained by Equivalent Seismic Load Method, which explained in the both of their seismic codes from these load-bearing systems' base shear forces. These forces and torsional moments that caused by the these forces were assigned to every the geometrically center on the each story level's plane of every system's model in SAP2000 V14.2 programme. After being assigned the forces and moments, TSDY1975-B, TSDY1997 and TSDY2007 load-bearing systems' earthquake calculations were done on each one of their models in SAP2000 V14.2 programme. In addition to these analyses, another the earthquake calculations of the three load-bearing systems are

named as TSDY1997 and TSDY2007 were done by Mode Superposition Method is related to each one of their seismic codes. For the earthquake calculations of these load-bearing systems according to Mode Superposition Method, the spectral acceraliton and period values along the x and y directions were defined on the models of these load-bearing systems' in SAP2000 programme for the earthquake calculations with Mode Superposition Method. After all these earthquake analyses of the three load-bearing systems are named as TSDY1975-B, TDY1997 and TSDY2007, minimum and maximum story displacements in the x and y directions of the three load-bearing systems are named as TSDY1975-B, TSDY1997 and TSDY2007 depending on their earthquakes calculations were obtained. In addition to all these process all irregularity controls about the x and y directions, the indications of second-order results about the x and y directions and story displacements in the x and y directions controls of the two load-bearing systems are named as TSDY1997 and TSDY2007 were checked too. Each one of TSDY1975-B, TSDY1997 and TSDY2007 load-bearing systems' all the structural elements on the ground floor was made reinforced concrete calculations and designs. Firstly, all the structural elements on the ground floor of the load-bearing system is named as TSDY1975-B were made reinforced concrete calculations and designs according to 1975 Seismic Code and TS500/April1984 regulation. Secondly, all the structural elements on the ground floor of the load-bearing system is named as TSDY1997 were made reinforced concrete calculations and designs according to 1997 Seismic Code and TS500/February2000 regulation. Finally, all the structural elements on the ground floor of the load-bearing system is named as TSDY2007 were made reinforced concrete calculations and designs according to 2007 Seismic Code and TS500/February2000 regulation.

In the fifth part of this study, the earthquakes analyses' results of the six load-bearing systems are named as TSDY1961,TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 and TSDY2007 were compared with each other in each part of numerical analyses. In the first group TSDY1961, TSDY1968 and TSDY1975-A load-bearing systems' first period results along the x and y directions are depending on modal analyses and formula in the seismic codes, earthquake base shear forces and story displacements in the x and y directions, were compared with each other. In the second group TSDY1975-B, TSDY1997 and TSDY2007 load-bearing systems' first period results along the x and y directions depending on modal analyses and formula in the seismic codes, earthquake base shear forces, story displacements in the x and y directions and quantities of concrete volumes and reinforced concrete steel weigths of the columns and shear walls on these load-bearing systems' ground floor were compared with each other. In addition to the second group, the torsinal irregularity control results about the x and y directions (η_{bix} and η_{biy}) and the indications of second-order results about the x and y directions (θ_{ix} and θ_{iy}) of the two load-bearing systems are named as TSDY1997 and TSDY2007 were compared with each other. In the last group first period results along the x and y directions depending on modal analyses, the ratios that earthquake base shear forces in the x and y directions divided by each weigth and weigth of all these load-bearing systems that are metioned in this study were compared with each other too.

In the sixth part of this study, the author commented on this study by depending on the analyses, designs and comparisons that were done in this study.

1. GİRİŞ

1.1 Konu

Deprem, aktif deprem kuşağı üzerinde bulunan ülkemizde tarih boyunca kendini asla unutturmamış, çok can ve mal kayıplarına neden olmuştur. 26 Aralık 1939 tarihinde meydana gelen Erzincan Depreminin etkilerinden sonra ülke yönetimi olarak ilk defa depremlere karşı önlem alma ihtiyacı gündeme gelmiştir. Amerika Birleşik Devletleri, İtalya ve Yunanistan gibi ülkelerde yapılan çalışmalar incelenmiş bu konuda ülkemizde bir ilk olarak İtalya'da kullanılan "Zelzele Mıntıkalarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi" 1940 yılında yürürlüğe girmiştir. 20 Nisan 1942 Niksar-Erbaa, 20 Haziran 1943 Adapazarı-Hendek, 26 Kasım 1943 Tosya-Lâdik ve 1 Şubat 1944 Bolu-Gerede depremlerinin ard arda oluşması, çok can ve mal kayıplarının oluşmasından sonra 1944 yılında "Yer Sarsıntısından Evvel ve Sonra Alınacak Tedbirler Hakkında Kanun" çıkarılıp, yürürlüğe girmiştir. Bu kanun ülkemizin deprem riskinin belirlenmesi ve zararlarının azaltılması konusunda ilk yasal düzenlemedir. Kanun gereğince Bayındırlık ve İskân Bakanlığı ile Milli Eğitim Bakanlığı eldeki mevcut bilgi ve verilerden yararlanarak 1945 yılında ilk resmi Deprem Bölgesi Haritasını hazırlamıştır. Mühendislik sismolojisindeki gelişmeler, tektonik ve sismotektonik bulguların ve deprem kayıtlarının artması gibi nedenlere bağlı olarak bu harita sırasıyla 1947, 1963, 1972 ve 1996 yıllarında yenilenerek Bakanlar Kurulu kararları ile yürürlüğe girmiştir. Bu gelişmelere bağlı olarak 1940 yılında çıkarılan "Zelzele Mıntıkalarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi"nden sonra şu ana kadar zaman içinde 1947, 1949, 1953, 1961, 1968, 1975, 1997 ve 2007 yıllarında dünyadaki gelişmelere ve ülke ihtiyaçlarına bağlı olarak Deprem Yönetmelikleri güncellenerek yürürlüğe girmiştir.

Ülkemizde şu ana kadar uygulanan 9 adet yönetmelik aşağıda kronolojik sırada belirtilmiştir:

1. Zelzele Mıntıkalarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi 1940.

2. Zelzele Mıntıkalarında Muvakkat Yapı Talimatnamesi 1944.

3. Türkiye Yer Sarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği 1949.

4. Yer Sarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Hakkında Yönetmelik 1953.

5. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1961 (1961 Deprem Yönetmeliği).

6. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1968 (1968 Deprem Yönetmeliği).

7. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1975 (1975 Deprem Yönetmeliği).

8. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1997 (1997 Deprem Yönetmeliği).

9. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 2007 (2007 Deprem Yönetmeliği).

Afet Yönetmeliği adıyla çıkan yönetmeliklerde deprem konusu daha hakim olmuştur. Bu yüzden çalışmada, afet yönetmeliklerinden deprem yönetmeliği diye söz edilmiştir [1,2].

1.2 Yapılan Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışmada, 1961 Deprem Yönetmeliğinden önceki deprem yönetmeliklerinde betonarme yapı tasarımı hakkında fazla bilgi olmadığı için bu yönetmelikleri dikkate alınmamış ve herhangi bir sayısal inceleme yapılmamıştır.

1961, 1968, 1975, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine ve betonarme şartnamelere bağlı olarak her katın yüksekliği 2.8 m, taşıyıcı sistemi perde + çerçeve sistem ve 11 katlı olan betonarme bir yapıda, deprem yönetmeliklerini incelemek için çeşitli taşıyıcı sistemler oluşturulmuştur. Bu taşıyıcı sistemler üzerinde, üçerli grup halinde sayısal incelemeler yapılmıştır.

Sayısal incelemelerin ilk kısmında, 1961 ve 1968 Deprem Yönetmelikleri ile Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti Betonarme Şartnamesi/1967 ve 1975 Deprem Yönetmeliği ile TS500/Nisan1984'e göre aynı malzeme özellikleri kullanılarak TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A olarak adlandırılan üç adet taşıyıcı sistem oluşturulmuştur. Bu üç taşıyıcı sistemin kolon ön boyutlandırılması ortak olarak yapılmıştır. TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın SAP2000 V14.2

programında modellemeleri yapılmıştır. Programda bu modellemeler üzerinde dinamik analizler ve her bir Deprem Yönetmeliği için Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile deprem analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak yapıya gelen kuvvetler ve yapıda oluşan kat ötelenmeleri gibi sonuçlar elde edilmiştir.

Sayısal incelemelerin ikinci kısmında, 1975 Deprem Yönetmeliği ile TS500/Nisan1984'e ve 1997 ve 2007 Deprem Yönetmelikleri ile TS500/Şubat2000'e göre aynı malzeme özellikleri kullanılarak TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 olarak adlandırılan üç adet taşıyıcı sistem oluşturulmuştur. TSDY1975-B ve TSDY1997 ile TSDY2007 için aynı olmak üzere iki adet kolon ön boyutlandırması yapılmıştır. Söz konusu üç taşıyıcı sistemin SAP2000 V14.2 programında modellemeleri yapılmış ve her bir model üzerinde dinamik analizler yapılmıştır. Bu dinamik analizlere bağlı olarak, her taşıyıcı sistemin ilgili oldukları yönetmeliklere göre Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile deprem analizleri yapılmıştır. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile yapılan deprem analizlerinin sonuçlarına bağlı olarak yapıya gelen kuvvetler, yapıda oluşan kat ötelemeleri ve yapıdaki bazı elemanlarda oluşan iç tesirler elde edilmiştir. Ayrıca TSDY1997'nin 1997 Deprem Yönetmeliğine ve TSDY2007'nin 2007 Deprem Yönetmeliğine göre düzensizlik kontrolleri, ikinci mertebe etkileri ve deplasman sınırlandırılması gibi tahkikleri yanında Mod Birleştirme Yöntemi ile de deprem analizleri yapılmıştır. TSDY1997 ile TSDY2007'nin SAP2000 V14.2'deki modellerine x ve y doğrultularında göre spektral ivme ve periyot değerleri tanımlanarak, Mod Birleştirme Yöntemi her iki modele uygulanmıştır.

Sayısal incelemelerin ikinci kısmından elde edilen veriler ışığında TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin katındaki bütün döşemeler, kirişler, kolonlar ve perdelerin ilgili deprem yönetmeliğine ve betonarme şartnamesine göre betonarme tasarımları yapılmıştır.

Taşıyıcı sistemler (TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007)'nin üzerinde yapılan sayısal incelemelerden elde edilen sonuçlara bakarak kat deplasmanları, kat ağırlıkları, zemin kat düşey taşıyıcı elemanlarının beton ve donatı metraj sonuçları çıkarılmıştır. Ayrıca sadece TSDY1997 ile TSDY2007'in her katının x ve y doğrultusu için A1 türü düzensizlik (burulma düzensizliği) durumu için hesaplanan burulma düzensizlik katsayısı

değerleri (η_{bix} ve η_{biy}) ile ikinci mertebe gösterge değerleri (θ_{ix} ve θ_{iy}) karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın son bölümünde yapılan çalışmalara ve karşılaştırmalara bakılarak yorumlar yapılmış, önerilerde bulunulmuştur.

2. BETONARME YAPILARIN TASARIM VE YAPIM KURALLARI YÖNETMELİKLERİ

Bu bölümde, taşıyıcı sistem elemanlarının tasarımında kullanılan hesap kurallarını içeren betonarme şartnameler incelenmiştir.

2.1 Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti Betonarme Şartnamesi/1967'nin Genel İncelenmesi

Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti Betonarme Şartnamesinin 1953 ve 1967 yıllarındaki basımlarında herhangi bir fark yoktur. Bu yüzden 1961 ve 1968 Deprem Yönetmeliklerine göre oluşturulan TSDY1961 ve TSDY1968'in taşıyıcı elemanlarının malzeme ve enkesit özelliklerinin belirlenmesinde, TKİC/1967 ortak olarak kullanılmıştır.

2.1.1 TKİC/1967'deki malzeme bilgisi hakkında genel bilgiler

Yapılarda kullanılmasına izin verilen beton ve donatı çeliğinin sınıfları ile karekteristik dayanımları ve fiziksel özellikleri, Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2'de verilmiştir [3,4].

Çizelge 2.1 : Beton sınıfları ve karekteristik küp dayanımları (TKİC/1967).

Beton Sınıfı	**W_b (28 Günlük Minimum Küp Dayanımları)**	
	Kg/cm^2	**N/mm^2**
B120	120	12
B160	160	16
B225	225	22.5
B300	300	30

Beton sınıflarının kullanılacağı yerlerle ilgili aşağıdaki şartlar belirtilmiştir [3]:

1. B120 sınıfı beton, küçük basit ve statikçe belirli yapı elemanlarında kullanılabilir.

2. B160 ve B225 sınıfı betonlar, yer üstü ve yer altı betonarme yapıların mühim bir kısmında kullanılır.

3. B300 sınıfı beton, özel ve inşasının önemi dikkat isteyen yapılarda kullanılır.

Çizelge 2.2 : Beton çeliği sınıfları ve özellikleri (TKİC/1967).

Beton Çeliği Sınıfı	Beton Çeliği Çapı (mm)	Minimum Akma Limiti (Kg/cm^2)	Çekme Mukavemeti (Kg/cm^2)	Minimum Kırılma Uzaması %
I	-	2200	3400-5000	16
IIa	≤18	3600	5000-6200	20
	>18	3400	5000-6400	18
IIb	≤18	3600	≥5000	14
	>18	3400	≥5000	14
IIIa	≤18	4200	≥5000	18
	>18	4000	≥5000	18
IIIb	≤18	4200	≥5000	8
	>18	4000	≥5000	8
IVa	-	5000	-	16
IVb	-	5000	-	8

2.1.2 TKİC/1967'deki taşıyıcı eleman boyutlandırılmasında hakkında genel bilgiler

Çalışma kapsamında, TSDY1961 ile TSDY1968'in sadece deprem analizleri yapılmıştır. Bu yüzden burada taşıyıcı sistem elemanlarının sadece enkesit özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir.

2.1.2.1 TKİC/1967'ye göre plak döşemeler

Çalışmada incelenen betonarme yapıda tüm döşemeler, plak döşemedir. Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti Betonarme Şartnamesi/1967'ye göre tek doğrultuda ve çift doğrultuda çalışan döşeme kalınlığı (plak kalınlığı) minimum 7 cm'dir [3].

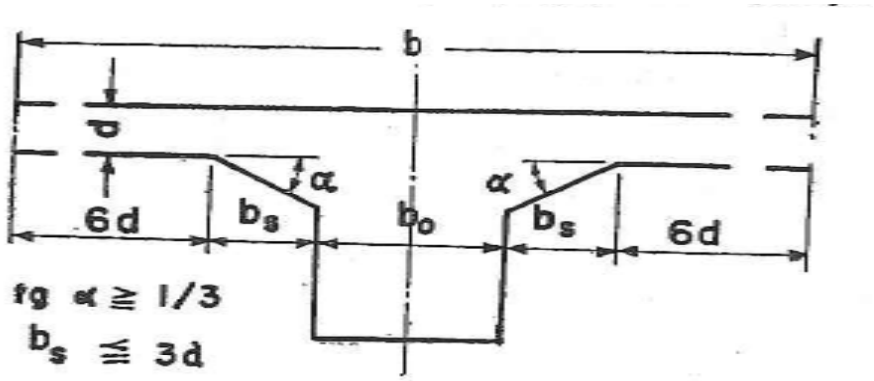
2.1.2.2 TKİC/1967'ye göre kirişler

Hiperstatik elemanların hesaplarında kirişler tablalı kesit olarak ele alınır. Ele alınan tablalı kesitler çift taraflı ve tek taraflı kesitler olarak belirtilmiştir (Şekil 2.1 ve Şekil

2.2). Her iki durum için tablalı kirişler için etkili tabla genişliği hesapları çalışma kapsamında verilmiştir.

Şekil 2.1'ye göre çift taraflı tablalı kirişlerde etkili tabla genişliği, Denklem (2.1)' e göre hesaplanır [3].

$$b=6d+2b_s+b_o \quad \textbf{(2.1)}$$

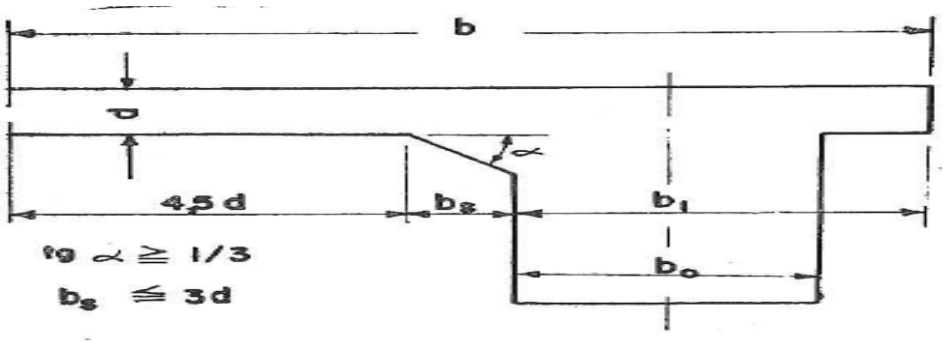


Şekil 2.1 : Çift taraflı tablalı kiriş enkesiti. (TKİC/1967)

Şekil 2.2'ye göre tek taraflı tablalı kirişlerde etkili tabla genişliği, Denklem (2.2)'ye göre hesaplanır [3].

$$b=2.25d+2b_s+b_o \quad \textbf{(2.2)}$$

Denklem (2.2)'ye göre etkili tabla genişliği, değeri serbest diş aralarının yarısı + b_1 değerinden büyük olmamak şartı aranır [3].



Şekil 2.2 : Tek taraflı tablalı kiriş enkesiti (TKİC/1967)

Şekil 2.1, Şekil 2.2, Denklem (2.1) ve Denklem (2.2) 'de, b kiriş etkili tabla genişliği, b_o kiriş genişliği, d döşeme kalınlığı ve b_s kirişteki guse uzunluğudur.

2.1.2.3 TKİC/1967'ye göre kolonlar

Kolonlar, basınca çalışan elemanlar olarak tarif edilmektedir. Kolon en küçük boyutu 20 cm'den küçük kolonlar hususi olarak (pencere kolonları gibi) tasarlanabilir [3].

2.1.2.4 TKİC/1967'ye göre perdeler

Perde elemanı tarifi yoktur.

1961 ve 1968 Deprem Yönetmeliklerine göre oluşturulan TSDY1961 ile TSDY1968 olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerin herhangi bir taşıyıcı elemanında betonarme tasarım yapılmamıştır. Bu yüzden TKİC/1967'de yer alan taşıyıcı elemanların boyutlandırılmasında kullanılan Emniyet Gerilmeleri Yöntemi hakkındaki kurallara ve denklemlere yer verilmemiştir.

2.2 Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları TS500/Nisan1984' ün Genel İncelenmesi

1975 Deprem Yönetmeliğine göre oluşturulan TSDY1975-A ve TSDY1975-B'nin taşıyıcı elemanlarının malzeme ve enkesit özelliklerinin belirlenmesinde, TS500/Nisan1984 kullanılmıştır. Ayrıca TSDY1975-B'nin zemin katındaki bütün taşıyıcı elemanların betonarme hesaplarında, TS500/Nisan1984 dikkate alınmıştır.

2.2.1 TS500/Nisan1984'teki malzeme bilgisi hakkında genel bilgiler

Yapılarda kullanılmasına izin verilen beton ve donatı çeliğinin sınıfları ile karakteristik dayanımları ve fiziksel diğer özellikleri Çizelge 2.3 ve Çizelge 2.4'te verilmiştir [5].

Çizelge 2.3'te BS14, BS16, BS20 ve BS25 normal beton, diğerleri yüksek dayanımlı beton olarak tanımlanır [5].

Çizelge 2.3'te TS500/Nisan1984'e göre hesaplarda kullanılacak malzeme hesap dayanımı, karakteristik malzeme dayanımı belirli bir malzeme katsayısına bölünerek elde edilir. Beton için malzeme katsayısı (γ_{mc}), yerinde döküm betonlarda 1.5, ön döküm betonlarda 1.4 ve beton dökümü iyi kontrol edilmemiş olan yerlerde 1.7 olarak; beton çeliği malzeme katsayısı (γ_{ms}) ise1.15 olarak alınır [5].

Çizelge 2.3 : Beton çelik çubukları sınıflandırma ve özellikleri (TS500/Nisan1984).

ÜRÜN		**Beton Çelik Çubukları**			
TÜRLER		**-**			
TİPLER		**Düz (D)**		**Nervürlü(N) Profil (P)**	
		Doğal Sertlikte (a)		**Soğukta İşlem Görmüş (b)**	
SINIFLAR	SEMBOL	I(a)	III (a)	III (b)	
1. Φ, anma çapı (mm)		5 - 28	5 - 28	5 – 12	14 - 28
2. f_{yk}, minimum akma sınırı (N/mm^2)		220	420	420	
3. $f_{ymax,}$ maksimum akma sınırı (N/mm^2)		320	570	-	
4. $f_{su,}$ minimum çekme dayanımı (N/mm^2)		340	500	500	
5. Minimum birim kopma uzaması (%)		18	12	10	

Beton donatı çeliğinin Elastisite Modülü $2x10^5$MPa'dır [5].

Çizelge 2.4 : Beton sınıfı ve dayanımları (TS500/Nisan1984).

Beton Sınıfı	**f_{ck}, silindir basınç dayanımı (N/mm^2)**	**Eşdeğer Küp Basınç Dayanımı (N/mm^2)**	**f_{ctk}, karakteristik çekme dayanımı (N/mm^2)**	**E_c , 28 günlük Elastisite Modülü (N/mm^2)**
BS14 (C14)	14	16	1,3	26150
BS16 (C16)	16	20	1,4	27000
BS20 (C20)	20	25	1,6	28500
BS25 (C25)	25	30	1,8	30250
BS30 (C30)	30	35	1,9	31800
BS35 (C35)	35	40	2,1	33200
BS40 (C40)	40	45	2,2	34550
BS45 (C45)	45	50	2,3	35800
BS50 (C50)	50	55	2,5	36950

2.2.2 TS500/Nisan1984'teki taşıyıcı eleman boyutlandırılmasında hakkında genel bilgiler

TS500/Nisan1984'te ülkemizde yapılacak yapıların tasarımında, taşıyıcı elemanların boyutlandırılmasında Emniyet Gerilmeleri Yöntemi terk edilmiş ve Taşıma Gücü Yöntemi kullanılması zorunlu hale gelmiştir. TS500/Nisan1984 ile 1975 Deprem Yönetmeliğine göre boyutları seçilen TSDY1975-B'nin, Eşdeğer Deprem Yükü

Yöntemi ile hesaplanan deprem kuvvetleri ve düşey yüklerle beraber yapılan yük birleşimlerden elde edilen iç kuvvetlere göre betonarme tasarımları yapılmıştır.

2.2.2.1 TS500/Nisan1984'e göre plak döşemeler

Çalışmada incelenen betonarme yapıdaki tüm döşemeler çift doğrultuda çalışan plak döşemelerdir. Minimum plak döşeme kalınlığı (h_f), Denklem (2.3) ile belirlenen değerden ve 8 cm'den az olamaz [5].

$$h_f \geq \frac{l_{yn}(800+\beta f_{yd})}{36000+5000m(1+\alpha_p)} \qquad \textbf{(2.3)}$$

Denklem (2.3)'te, l_{yn} uzun kenar doğrultusunda serbest açıklık (mm, cm), f_{yd} donatı çeliğinin tasarım akma dayanımı (N/mm^2, kg/cm^2), α_p sürekli olan kenarların toplam uzunluğunun döşeme çevresi uzunluğuna oranı, β boyutsuz katsayı (0.7, 0.07) ve m uzun kenarın kısa kenara oranıdır.

Çift doğrultuda çalışan plak döşemelerin iki yöndeki donatı oranın toplamı, Beton Çeliği I sınıfı için 0.004, Beton Çeliği III sınıfı için 0.0035 ve Beton Çeliği IV sınıfı için 0.003 ten az olamaz. Donatı aralığı ise döşeme kalınlığının 1.5 katından ve kısa doğrultuda 20 cm'den, uzun doğrultuda 25 cm'den fazla olmamalıdır [5].

TS500/Nisan1984 yer alan diğer döşeme tipleri hakkında hesap ve konstrüktif esaslar verilmemiştir.

2.2.2.2 TS500/Nisan1984'e göre kirişler

Kirişlerin basit eğilme altında çalışan elemanlar olduğu varsayımı ile tasarımı yapılır.

Kirişler, hiperstatik elemanların hesaplarında tablalı kesit olarak ele alınır. Tablalı kesitlerin boyutlandırılmasında, yapısal çözümleme ve şekil değiştirme için gerekli eylemsizlik momentinin bulunmasında göz önüne alınacak simetrik ve simetrik olmayan kesitlerde (Şekil 2.3) etkili tabla genişliği, aşağıdaki gibi hesaplanır [5,6].

$$\text{Simetrik kesitlerde } b=b_w+\frac{1}{5}l_p \qquad \textbf{(2.4)}$$

$$\text{Simetrik olmayan kesitlerde } b=b_1+\frac{1}{10}l_p \qquad \textbf{(2.5)}$$

$$l_p=\propto l \qquad \textbf{(2.6)}$$

Ancak, kesit gövdesinin dışına taşan tabla genişliği kesitin her bir yanında tabla kalınlığının 6 katından ve komşu kiriş gövde yüzüne olan uzaklığın yarısından fazla olamaz ($\leq 6h_f$ veya $1/2\ a_n$) [5,6].

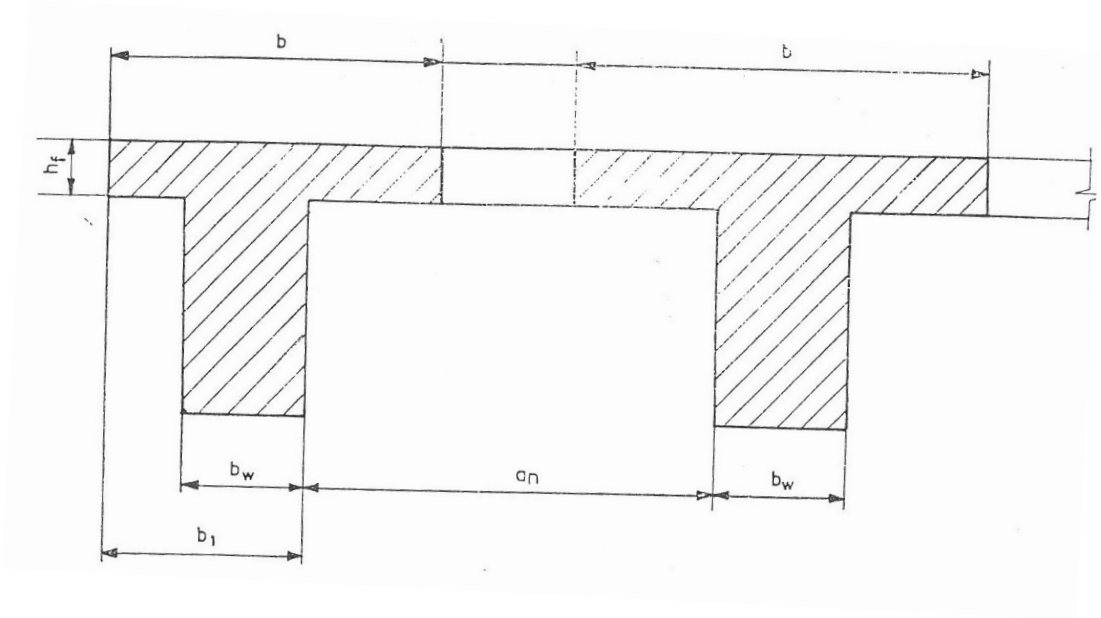
Denklem (2.4), Denklem (2.5) ve Denklem (2.6) ve Şekil 2.3'te, b_w kiriş genişliği, b etkili tabla genişliği, h_f döşeme kalınlığı, b_1 kirişin dış merkezlilik doğrultusundaki boyutu, a_n parelel kirişler arasındaki net uzaklık, α boyutsuz katsayı, l_b iki moment sıfır noktası arasındaki uzaklık ve l kirişin hesap açıklığıdır. Daha kesin yapılamadığı durumlarda α katsayısı için aşağıdaki değerler kullanabilir [5,6].

1.Tek açıklı, tek momentli kirişlerde α=1'dir.

2.Sürekli kirişlerde kenar açıklıkta α=0.8'dir.

3.Sürekli kirişlerde orta açıklıkta α=0.6'dır.

4.Konsol kirişlerde α=0.5'tir.



Şekil 2.3 : Tablalı kiriş enkesiti (TS500/Nisan1984).

Kirişlerin betonarme hesabı yapılırken çekme donatısı yüzdesi (ρ), Denklem (2.7) ile hesaplanır. Aynı zamanda bu değer, Denklem (2.8) ile hesaplanan değerden küçük olamaz [5].

$$\rho = \frac{A_s}{b_w d} \qquad \textbf{(2.7)}$$

Denklem (2.7)'deki ρ çekme donatısı oranı, A_s çekme donatısı alanı, d kirişin faydalı yüksekliği ve b_w kirişin genişliğidir.

$$\rho_{min}=\frac{1.15\lambda}{f_{yk}} \quad \textbf{(2.8)}$$

Denklem (2.8)'deki ρ_{min} minimum çekme donatısı oranı, f_{yk} çekme donatısı akma dayanımı (N/mm^2, kg/cm^2) ve λ boyutsuz katsayıdır (1.2, 12).

Sağlanan donatı oranının hesaplanan gerekli donatı alanından en az %30 fazla olması durumunda Denklem (2.8)'e uyulmayabilir. Ancak bu gibi durumlarda, Beton Çeliği I sınıfı için $\rho \geq 0.0025$, Beton Çeliği III ve Beton Çeliği IV sınıfı için $\rho \geq 0.015$ koşuluna mutlaka uyulmalıdır [5].

Kirişlerde basınç donatı çapı, en az Φ12 olmalıdır. 60 cm'den daha derin kirişlerde çekme donatısının %8'i kadar gövde donatısı bulundurulmalıdır ve her 30 cm yükseklik için bir çift gövde donatısı bulundurulmalıdır. Bu gövde donatısının çapı en az Φ10 olmalıdır [5].

Kirişlerde kayma donatısı olarak etriye, açıklık boyunca bulundurulmalıdır. Zorunlu en az etriye alanı, Denklem (2.9) ve Denklem (2.10)'da belirlenmiştir [5]:

$$\min\rho_{wo}=\frac{A_o}{sb_w}=0.15\frac{f_{ctd}}{f_{ywd}}\left(1+1.15\left(\frac{T}{Vb_w}\right)\right) \quad \textbf{(2.9)}$$

$$A_{sw}=nA_o \quad \textbf{(2.10)}$$

Denklem (2.9) ve Denklem (2.10)'da ρ_o etriye oranı, A_o kayma donatısının enkesit alanı, ρ_{wo} kayma donatısı oranı, s etriye aralığı, b_w kiriş genişliği, f_{ctd} beton çekme tasarım dayanımı, f_{wyd} kayma donatısının tasarım akma dayanımı, T kiriş burulma momenti, V hesap kesme kuvveti ve A_{sw} yatay gövde donatı alanıdır.

Çalışma kapsamında incelenen betonarme yapıda burulmaya maruz herhangi bir kiriş bulunmadığı (T=0) için TS500/Nisan1984'te bulunan burulmayla ilgili ayrıntılı formüllere bu çalışmada yer verilmemiştir.

2.2.2.3 TS500/Nisan1984'e göre kolonlar

Kolonların eğilme ve eksenel basınç altında çalışan elemanlar olduğu varsayımı ile tasarımı yapılır. Yapısal çözümlemelerde elde edilen momentler, Denklem (2.11)'e

göre verilen en küçük dış merkezliğe göre hesaplanan momentlerden az olmamalıdır. Ayrıca, kolonlarda hesap eksenel yükü, Denklem (2.12)'de belirtilen şartı sağlamalıdır. Çalışma kapsamında incelenen yapıda, kolonlarda kayma donatısı olarak sadece etriye kullanılmıştır [5].

Etriyeli kolonlarda ve perdelerde $e \geq 0.1h$ veya $e \geq 2.5$ cm **(2.11)**

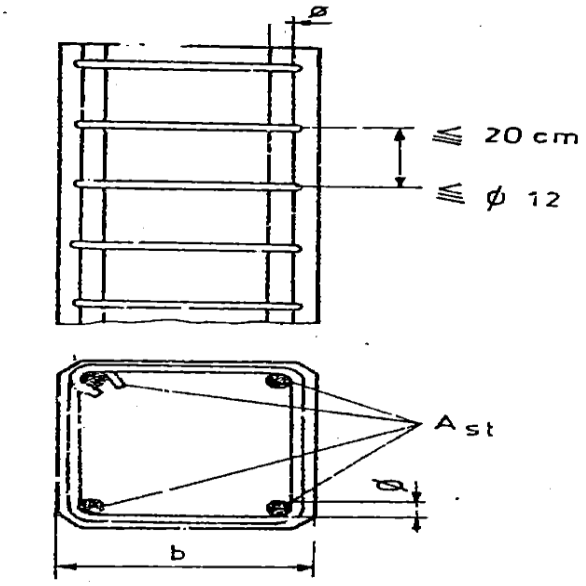
Denklem (2.11)'de e dış merkezlilik, h kolon veya perde enkesitinin eğilme yönündeki boyutudur.

$$N_d \leq 0.6 f_{ck} A_s \quad \textbf{(2.12)}$$

Denklem (2.12)'de N_d kolon tasarım eksenel kuvveti, f_{ck} beton karakteristik dayanımı ve A_s kolon brüt enkesit alanıdır.

Kolonların en küçük enkesit boyutları 25 cm olmalıdır. Ancak I,T ve L kesitli kolonlarda en küçük boyut 20 cm olabilir [5].

Kolonların boyuna donatı yüzdesi 0.008'den az olmamalıdır. Basit etriyeli kolonların enkesitinde en az 4Φ14 donatı miktarı olmalıdır. Beton alanın statikçe gerekenden büyük olduğu durumlarda, en az donatı oranı statikçe gerekli enkesite göre hesaplanabilir. Statikçe gerekli enkesit alanı, boyuna donatı yüzdesi 0.008 olacak şekilde hesaplanan alanı olarak tanımlanır. Ancak, statikçe gerekli kesit temel alınarak azaltılan boyuna donatı yüzdesi hiçbir zaman 0.004'ten az olmamalıdır. Kolonlardaki boyuna donatılar, uzunluk boyunca etriyelerle sarılmalıdır. Etriyenin çubuk çapı, boyuna donatı çapının 1/3'ünden ve etriye aralığı 20 cm'den az olmalıdır (Şekil 2.4) [5].



Şekil 2.4 : Etriyeli kolon (TS500/Nisan1984).

2.2.2.4 TS500/Nisan1984'e göre perdeler

Perdelerin kalınlığı 15 cm'den az olmamalıdır. Perdelerin gövde donatısını oluşturan yatay ve düşey çubuklardan, perdelerin her iki yüzünde oluşturulan bir ağ düzenlenmelidir. Bu ağı oluşturan hem düşey hem de yatay çubukların her iki beton yüzüne yakın olanlarının kesitlerinin toplamı o yüzdeki perde brüt alanın 0.0025'inden az olmamalıdır. Perdede bulunan hem düşey hem de yatay çubukların aralığı, perde derinliğinin 1/3'ünden, perde kalınlığından ve 30 cm'den fazla olmamalıdır. Perdelerin her iki yüzündeki donatı aralığı ağları $1m^2$ perde yüzeyinde en az 4 adet çengel donatı ile kavratılarak karşılıklı bağlanmalıdır [5].

Perdelerin eğilme ve eksenel basınç altında çalışan düşey elemanlar olduğu varsayımı ile tasarım yapılır. Her perde elemanı için yapısal çözümlemelerde elde edilen momentler, Denklem (2.11)'e göre verilen en küçük dış merkezliğe göre hesaplanan momentlerden az olmamalıdır [5].

Kalınlığı h, yüksekliği 1 olan perdelerin kesme dayanımı hesaplanırken faydalı yükseklik d, basınç yüzünden çekme bileşkesine olan uzaklık olarak alınacak ancak hiçbir zaman 0.8h'den büyük olmayacaktır. Herhangi bir perdenin tabanından h/2 uzaklığına kadar olan bölgesindeki hesap kesme kuvveti (V_d), perdenin kayma donatısı hesabında kullanılır. Aşağıdaki hesap sonuçlarına bakılarak da herhangi bir perde için kayma donatısı hesabı yapılır [5].

1.$V_d \leq V_{cr}/2$ olduğu durumlarda kayma donatısı hesabına gerek yoktur.

2.$V_d > V_{cr}$ olduğu durumlarda düşey donatı alanı, Denklem (2.15)'e göre hesaplanmalıdır.

3.$V_d > V_{cr}/2$ olduğu durumlarda düşey donatı alanı kadar yatay donatı alanı bulundurulmalı ve perdeler için diğer tasarım koşullarına uyulmalıdır.

Perdelerde hesaplanan kesme kuvvetinin Denklem (2.13)'teki değeri geçmesine izin verilemez [5].

$$V_r = 0.2 f_{cd} b d \qquad \textbf{(2.13)}$$

Denklem (2.13)'te V_r kesme kuvveti altındaki elemanın taşıma gücü, f_{cd} beton tasarım basınç dayanımı, b perde genişliği ve d perde faydalı yüksekliğidir.

2.2.2.5 TS500/Nisan1984'teki kayma dayanımının genel olarak incelenmesi

Döşeme ve temeller dışında, eğilme ve kesmeye çalışan tüm elemanlarda açıklık boyunca, Denklem (2.9)'da belirtilen minimum etriye alanı bulundurulmalıdır. Kayma donatısı etriye, pilye ve hasır donatıdan oluşabilir. Ama çalışma kapsamında incelenen yapıda taşıyıcı elemanlarında pilye ve hasır donatı kullanılmamıştır. Bu yüzden pilye ve hasır donatıyı içeren kayma hesapları hakkındaki esaslara çalışma içeriğinde yer verilmemiştir.

Betonarme taşıyıcı elemanlarda hesaplanan kesme kuvveti (V_d), kesitin eğik çatlama dayanımı (V_{cr})'den az ise kayma donatısı hesabına gerek yoktur ancak daha önce belirtildiği gibi Denklem (2.9)'da verilen minimum etriyenin bulundurulması zorunludur. Betonarme taşıyıcı elemanda kesitin eğik çatlama dayanımı (V_{cr}), Denklem (2.14)'e göre hesaplanır [5].

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d \qquad \textbf{(2.14)}$$

Denklem (2.14)'te V_{cr} kesitin eğik çatlama dayanımı, f_{ctd} beton çekme tasarım dayanımı, b_w ilgili elemanın genişliği ve d ilgili elemanın faydalı yüksekliğidir.

Hesaplanan kesme kuvveti, eğik çatlama dayanımından fazla ise ($V_d > V_{cr}$) kayma donatısı hesabı yapılarak V_r'nin V_d'ye eşit ve daha fazla olduğu gösterilmelidir. Denklem (2.15), Denklem (2.15a) ve Denklem (2.15b)'ye göre kesit dayanımı, beton ve kayma donatısı katkılarının toplamından oluşur [5].

$$V_r = V_w + V_c \quad \textbf{(2.15)}$$

$$V_w = \frac{A_{sw}}{s} df_{ywd}(\sin\alpha + \cos\alpha) \quad \textbf{(2.15a)}$$

$$V_c = 0.8V_{cr} \quad \textbf{(2.15b)}$$

Denklem (2.15), Denklem (2.15a) ve Denklem (2.15b)'deki V_r kesme kuvveti altındaki elemanın taşıma gücü, V_w kayma donatısının taşıma gücü, V_c betonun kesme dayanımı, A_{sw} yatay gövde donatı alanı, f_{wyd} kayma donatısının tasarım akma dayanımı, d ilgili elemanın faydalı yüksekliği, s kayma donatısının ilgili elemanın eksenine göre paralel aralığı ve α kayma donatısının ilgili elemanın eksenine göre eğimidir.

2.3 Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları TS500/Şubat2000' in Genel İncelenmesi

1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre oluşturulan TSDY1997 ve TSDY2007'nin taşıyıcı elemanlarının malzeme ve enkesit özelliklerinin belirlenmesinde TS500/Şubat2000 kullanılmıştır. Ayrıca her iki taşıyıcı sistemin zemin katındaki bütün taşıyıcı elemanlarının betonarme hesaplarında, TS500/Şubat2000 dikkate alınmıştır.

2.3.1 TS500/Şubat2000'deki malzemesi bilgisi hakkında genel bilgiler

Yapılarda kullanılmasına izin verilen beton ve donatı çeliğinin sınıfları ile karakteristik dayanımları ve fiziksel özellikleri Çizelge 2.5 ve Çizelge 2.6'de verilmiştir [6].

Çizelge 2.5 : Beton çelik çubukları sınıflandırma ve özellikleri (TS500/Şubat2000).

Mekanik Özellikler	**Donatı Çubukları**			
	Doğal Sertlikte			**Soğukta İşlem Görmüş**
	S220a	**S420a**	**S500a**	**S420b**
f_{yk}, minimum akma dayanımı (MPa)	220	420	500	420
f_{su}, minimum kopma dayanımı (MPa)	340	500	550	550
$\Phi \leq 32$ ε_{su}, minimum kopma uzaması (%)	18	12	12	10
$32 < \Phi \leq 50$ ε_{su}, minimum kopma uzaması (%)	18	10	10	10

Donatı çeliğinin Elastisite Modülü $2x10^5$MPa'dır ve beton donatısı olarak kullanılacak çelikler TS 708'e uygun olmalıdır [6].

Çizelge 2.6 : Beton sınıfı ve dayanımları (TS500/Şubat2000).

Beton Sınıfı	**f_{ck}, silindir basınç dayanımı (N/mm^2)**	**Eşdeğer küp basınç dayanımı (N/mm^2)**	**f_{ctk}, karakteristik çekme dayanımı (N/mm^2)**	**E_c , 28 günlük Elastisite Modülü (N/mm^2)**
C14	14	16	1,4	27000
C16	16	20	1,5	27500
C20	20	25	1,6	28000
C25	25	30	1,8	30000
C30	30	37	1,9	32000
C35	35	45	2,1	33000
C40	40	50	2,2	34000
C45	45	55	2,3	36000
C50	50	60	2,5	37000

Hesaplarda kullanılacak malzeme hesap dayanımı, karakteristik malzeme dayanımını belirli bir malzeme katsayısına bölerek elde edilir. Beton için malzeme katsayısı (γ_{mc}), yerinde döküm betonlarda 1.5, ön döküm betonlarda 1.4 ve beton dökümü iyi kontrol edilmemiş olan yerlerde 1.7 olarak; beton çeliği malzeme katsayısı (γ_{ms}) ise 1.15 olarak alınır [6].

2.3.2 TS500/Şubat2000'deki taşıyıcı eleman boyutlandırılması hakkında genel bilgiler

1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre oluşturulan TSDY1997 ve TSDY2007'nin Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen deprem kuvvetleri ile düşey yükler göz önüne alınarak oluşturulmuştur. Oluşturulan yük birleşimlerine bağlı olarak, her iki taşıyıcı sistemin zemin katındaki bütün taşıyıcı elemanlarının betonarme hesapları yapılmıştır.

2.3.2.1 TS500/Şubat2000'e göre plak döşemeler

Çalışmada incelenen betonarme yapıda tüm döşemeler, çift doğrultuda çalışan plak döşemelerdir. Minimum plak döşeme kalınlığı (h), Denklem (2.16) ile belirlenen değerden ve 8 cm den az olamaz [6].

$$h \geq \frac{l_{sn}}{15+\frac{20}{m}}\left(1+\frac{\alpha}{4}\right) \qquad \textbf{(2.16)}$$

Denklem (2.16)'te, h minimum plak döşeme kalınlığı, l_{sn} döşemenin kısa kenar doğrultusunda serbest açıklığı , α sürekli olan kenarların toplam uzunluğunun döşeme çevresi uzunluğuna oranı ve m uzun kenarın kısa kenara oranıdır.

İki doğrultuda çalışan kirişli plak döşemelerde, her bir doğrultuda 0,0015'den az olmamak koşuluyla, iki doğrultudaki donatı oranlarının toplamı, S220 için 0,004, S420 ve S500 için 0,0035'den az olamaz. Donatı aralığı ise döşeme kalınlığının 1,5 katından ve kısa doğrultuda 20 cm, uzun doğrultuda 25 cm'den fazla olamaz [6].

TS500/Şubat2000'de yer alan diğer döşeme tipleri hakkında hesap ve konstrüktif esaslar verilmemiştir.

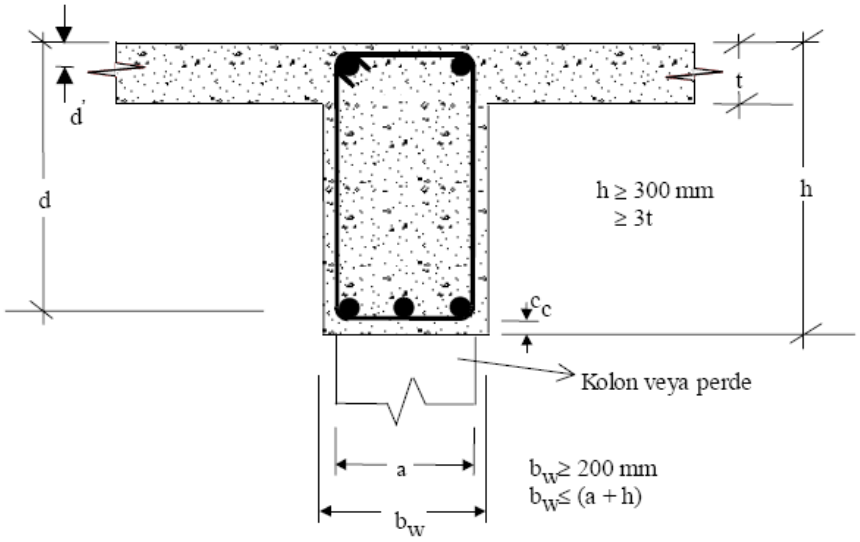
2.3.2.2 TS500Şubat2000'e göre kirişler

Hesap eksenel basınç değeri (N_d), Denklem (2.17) koşulunu sağlayacak şekilde, kiriş eğilme elemanı olarak tanımlanır [6].

$$N_d \leq 0.1 f_{ck} A_c \qquad \textbf{(2.17)}$$

Denklem (2.17)'de N_d hesap eksenel basınç kuvveti, f_{ck} beton karakteristik basınç dayanımı, b_w ilgili elemanın genişliği ve A_c elemanın tüm kesit beton alanıdır.

Kiriş toplam yüksekliği, 30 cm'den ve döşeme kalınlığının üç katından daha küçük olamaz. Kiriş gövde genişliği 20 cm'den az, kiriş toplam yüksekliği ile kolon genişliği toplamından fazla olamaz [6].



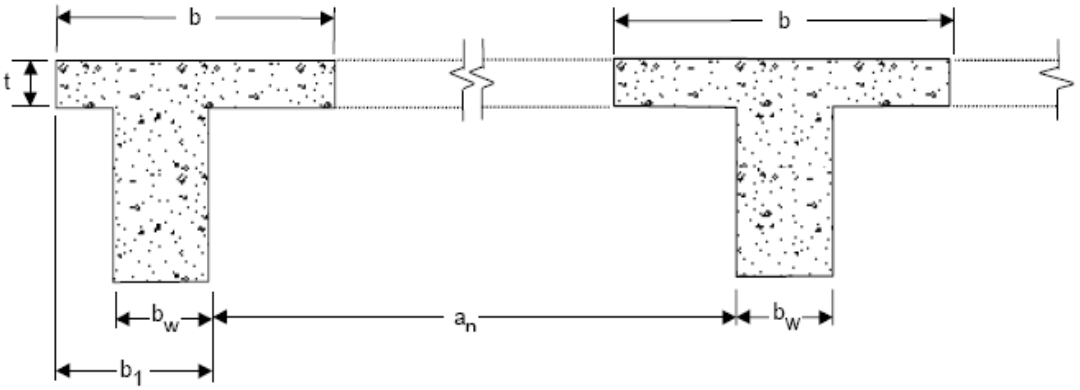
Şekil 2.5 : Kiriş kesit boyutları (TS500/Şubat2000).

Şekil 2.5'te b_w kiriş gövde genişliği, a mesnet genişliği, c_c net beton örtüsü, h kiriş toplam yüksekliği, d kiriş faydalı yüksekliği, d' basınç donatısı merkezinden ölçülen beton örtüsü ve t tabla kalınlığıdır.

Kirişlerde net beton örtüsü (c_c) (Şekil 2.5), özel yapılar dışında, dıştaki elemanlarda 2.5 cm'den, içteki elemanlardan 2.0 cm'den az olmamalıdır. Elverişsiz çevre koşulları durumunda ve daha fazla yangın güvenliği gerektiren durumlarda bu değerler arttırılmalıdır[6].

Kirişlerde sıra içinde veya sıralar arasında donatı çubukları arasında kalan net aralık, 2.0 cm'den ve donatı çapından ve en büyük agrega boyutunun 4/3 ünden az olmamalıdır [6].

Kirişler, hiperstatik elemanların hesaplarında tablalı kesit olarak ele alınır. Tablalı kesitlerin boyutlandırılmasında, yapısal çözümleme ve şekil değiştirme için gerekli eylemsizlik momentinin bulunmasında göz önüne alınacak simetrik ve simetrik olmayan kesitlerde (Şekil 2.6) etkili tabla genişliği, (2.4) ile ve simetrik olmayan kesitlerde tabla genişliği Denklem (2.5) ile hesaplanır [5,6].



Şekil 2.6 : Tablalı kiriş enkesiti (TS500/Şubat2000)

Şekil 2.6'daki b_w kiriş genişliği, b etkili tabla genişliği, t döşeme kalınlığı, b_1 kirişin dış merkezlilik doğrultusundaki boyutu ve a_n parelel kirişler arasındaki net uzaklıktır.

Kirişlerin betonarme hesabı yapılırken çekme donatısı (ρ), Denklem (2.18)'deki değerden az olamaz [6].

$$\rho=\frac{A_s}{b_w d}\geq\rho_{min}=0.8\frac{f_{ctd}}{f_{yd}} \qquad \textbf{(2.18)}$$

Denklem (2.18)'deki ρ çekme donatısı oranı, A_s çekme donatısı kesit alanı, b_w kiriş genişliği, d ilgili elemanın faydalı yüksekliği, ρ_{min} minimum donatı oranı, f_{ctd} beton tasarım eksenel çekme dayanım ve f_{yk} boyuna donatı tasarım akma dayanımıdır.

Kirişlerde çekme ve basınç donatı oranları farkı, Denklem (2.19) 'deki gibi dengeli donatı oranı (ρ_b)'nin 0,85 katından fazla olamaz [6].

$$\rho-\rho^{l}\leq 0.85\ \rho_b \qquad \textbf{(2.19)}$$

Denklem (2.19)'da ρ kirişte çekme donatısı oranı, ρ^{l} kirişte basınç donatısı oranı ve ρ_b kirişte dengeli donatı oranıdır.

Kirişlerde boyuna donatı olarak Φ12'den küçük çaplı çubuklar kullanılamaz [6].

Gövde yüksekliği 60 cm'den büyük olan kirişlerde, en az Denklem (2.20) ile belirlenen miktar kadar gövde donatısı bulundurulur. Bu donatı, gövdenin iki yüzünde eşit olarak, en az Φ10 çubuklardan ve çubuk aralığı 30 cm'i geçmeyecek biçimde düzenlenir [6].

$$A_{sl}=0.001b_w d \quad \textbf{(2.20)}$$

Denklem (2.20)'de A_{sl} kirişte gövde donatısı oranı, b_w kiriş genişliği ve h kiriş toplam yüksekliğidir.

Etriye aralığı kiriş faydalı yüksekliğinin yarısından fazla olamaz ($s \leq d/2$). Ayrıca, tasarım kesme kuvveti (V_d), kesitin kesme dayanımı (V_{cr})'ten üç katından fazla olan durumlarda, etriye aralığı yukarıda verilen değerin yarısını aşamaz ($s \leq d/4$). Çerçeve kirişlerinin uçlarında, kiriş derinliğinin iki katı kadar olan bölgede, etriye aralığı (s), aşağıdaki sınır değerleri aşamaz [6].

a.Kiriş minimum boyuna donatı (Φ_l)'nin sekiz katı ($8\ \Phi_l$).

b.15 cm.

c.Kiriş faydalı yüksekliği (d)'nin dörtte biri (d/4).

2.3.2.3 TS500/Şubat2000'e göre kolonlar

Kolonların eğilme ve eksenel basınç altında çalışan elemanlar olduğu varsayımı ile tasarımı yapılır [6].

Yapısal çözümlemelerde elde edilen momentler, Denklem (2.21)'e göre verilen en küçük dış merkezliğe göre hesaplanan momentlerden az olmamalıdır. Ayrıca kolonlarda hesap eksenel yükü, Denklem (2.22)'de belirtilen şartı sağlamalıdır [6].

$$\text{Kolonlarda ve perdelerde } e_{min}=15mm+0.03h \quad \textbf{(2.21)}$$

Denklem (2.21)'de e_{min} minimum dış merkezlilik, h kolon veya perde enkesitinin eğilme yönündeki boyutudur.

$$N_d \leq 0.9 f_{cd} A_s \quad \textbf{(2.22)}$$

Denklem (2.22)'de N_d hesap eksenel basınç kuvveti, f_{cd} beton tasarım basınç dayanımı ve A_s çekme donatısı kesit alanıdır.

Dikdörtgen kesitli kolonlarda kesit genişliği 25 cm'den az olamaz. Ancak, I, T ve L kesitli kolonlarda en küçük kalınlık 20 cm, kutu kesitli kolonlarda ise en küçük et kalınlığı 12 cm olabilir. Daire kesitli kolonlarda kolon çapı 30 cm'den az olamaz.

Kolonlarda net beton örtüsü, dıştaki elemanlarda 2.5 cm'den, içteki elemanlarda 2.0 cm'den az olamaz [6].

Kolonlarda minimum toplam boyuna donatı oranı, Denklem (2.23)'e göre hesaplanır. Ancak gerekli donatının en az 1.3 katının sağlanması koşuluyla bu sınır 0.005 değerine kadar azaltılabilir [6].

$$\rho_t = \frac{A_{st}}{A_c} \geq 0.01 \qquad \textbf{(2.23)}$$

Denklem (2.23)'te ρ_t kolonlarda toplam boyuna donatı oranı, A_{st} kolon boyuna donatı oranının kesit alanı ve A_c elemanın tüm kesit beton alanıdır.

Kolon boyuna donatısı, kolon yüksekliği boyunca enine donatı ile sarılır. Enine donatı çubuk çapı, en büyük boyuna donatı çapının üçte birinden az olamaz. Enine donatı aralığı da en küçük boyuna çubuk çapının 12 katından ve 20 cm'den fazla olamaz. Dikdörtgen kesitli kolonlarda, etriye veya aynı aralıkta çirozla tutulmuş olan boyuna donatı çubukları arasındaki uzaklık 30 cm'den fazla olamaz [6].

2.3.2.4 TS500/Şubat2000'e göre perdeler

TS500/Şubat2000'ye göre perdeler, planda uzun kenarın kısa kenara (kalınlığa) oranı en az 7.0 olan düşey taşıyıcı elemanlardır. Betonarme duvarların kalınlığı 15 cm'den az olamaz [6].

Perdelerin tasarımı, eksenel basınç ve eğilme altında çalışan betonarme elemanlar (kolonlar gibi) varsayımı yapılır [6].

Perdelerin her bir yüzünde yatay ve düşey çubuklardan oluşan donatı ağları düzenlenir. Hesapların daha fazla donatı gerektirmediği durumlarda, perdeye yerleştirilecek olan düşey ve yatay donatılar bu bölümde belirtilen değerlerden daha az olamaz [6].

Perdenin iki yüzündeki düşey donatı alanlarının toplamı, duvar tüm kesiti (A_g)'nin 0.0015'inden az olamaz. Ayrıca, iki yüzdeki yatay donatı alanlarının toplamı da aynı değerden az olamaz [6].

Düşey ve yatay donatı aralıkları, duvar kalınlığının 1.5 katından ve 30 cm den fazla olamaz [6].

Perdenin iki yüzündeki donatı ağları, 1 m^2 perde duvar yüzeyinde en az dört tane çiroz ile karşılıklı olarak bağlanmalıdır [6].

2.3.2.5 TS500/Şubat2000'deki kayma dayanımının genel olarak incelenmesi

Kayma donatısı, etriye, pilye ve hasır donatıdan oluşabilir. Çalışma kapsamında incelenen yapıda herhangi döşemeler hariç herhangi bir taşıyıcı elemanda pilye ve hasır kullanılmamıştır. Ayrıca 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre taşıyıcı elemanların kesme kuvvetine göre tasarımında pilye dikkate alınmadığından pilye ve hasır donatıları içeren kayma hesapları hakkında herhangi bir bilgiçalışma içeriğinde yer verilmemiştir.

Betonarme taşıyıcı elemanlarda hesaplanan kesme kuvveti (V_d), kesitin eğik çatlama dayanımı (V_{cr})'den az ise kayma donatısı hesabına gerek yoktur. Ancak Denklem (2.27)'de belirtilen minimum etriyenin bulundurulması zorunludur. Betonarme taşıyıcı elemanda kesitin eğik çatlama dayanımı (V_{cr}), Denklem (2.24)'e göre hesaplanır [6].

$$V_{cr}=0.65 f_{ctd} b_w d\left(1+\gamma \frac{N_d}{A_c}\right) \qquad \textbf{(2.24)}$$

Denklem (2.24)'te V_{cr} kesitin eğik çatlama dayanımı, f_{ctd} beton çekme tasarım dayanımı, b_w ilgili elemanın genişliği, d ilgili elemanın faydalı yüksekliği, N_d hesap eksenel basınç kuvveti ve A_c elemanın tüm kesit beton alanıdır.

Denkle (2.24)'te, eksenel basınç durumunda γ=0,07, eksenel çekme durumunda ise γ=−0,3 alınacaktır. Güvenilir bir yöntem kullanılarak ve gövde beton kesit alanı temel alınarak hesaplanan eksenel çekme gerilmesi, 0,5MPa'dan küçükse, γ = 0 alınabilir.

Kesme güvenliği için Denklem (2.25)'deki koşulu sağlanmalıdır [6].

$$V_r \geq V_d \qquad \textbf{(2.25)}$$

Denklem (2.25)'teki V_r betonarme kesitin kesme dayanımı ve V_d betonarme kesitin tasarım kesme kuvvetidir.

Betonarme kesitin kesme dayanımı (V_r), beton katkısı (V_c) ve kesme donatısı katkısı (V_w)'nin toplanması ile elde edilir (Denklem (2.26)).Betonarme kesitin kesme

dayanımında etriye katkısı (V_w), Denklem (2.26a)'ya göre hesaplanır. Betonarme kesitin kesme dayanımında beton katkısı (V_c), Denklem (2.26b)'ye göre hesaplanır [6].

Deprem durumunda, eleman uçlarında (sargı bölgelerinde) Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1997'de verilen beton katkıları (V_c) değerleri kullanılmalıdır [6].

$$V_r=V_w+V_c \tag{2.26}$$

$$V_w=\frac{A_{sw}}{s}df_{ywd} \tag{2.26a}$$

$$V_c=0.8V_{cr} \tag{2.26b}$$

Denklem (2.26), Denklem (2.26a) ve Denklem (2.26b)'deki V_r kesme kuvveti altındaki elemanın taşıma gücü, V_w kayma donatısının taşıma gücü, V_c betonun kesme dayanımı, A_{sw} yatay gövde donatı alanı, f_{wyd} kayma donatısının tasarım akma dayanımı, d ilgili elemanın faydalı yüksekliği ve s kayma donatısının ilgili elemanın eksenine göre paralel aralığıdır.

Tasarım kesme kuvveti eğik çatlama dayanımına eşit veya ondan az ($V_d \leq V_{cr}$) ise kesme donatısı hesabına gerek yoktur. Ancak bu durumda, Denklem (2.27)'ye göre hesaplanan minimum etriyenin bulundurulması zorunludur [6].

$$\frac{A_{sw}}{s}\geq 0.3\frac{f_{ctd}}{f_{ywd}}b_w \tag{2.27}$$

$$V_d<0.22f_{ctd}b_wd \tag{2.28}$$

Denklem (2.27) ve Denklem (2.28)'da A_{sw} kesme donatısı kesme alanı, s etriye aralığı, f_{ctd} beton tasarım eksenel çekme dayanımı, f_{ywd} enine donatı tasarım akma dayanımı, b_w betonarme kesitin genişliği ve V_d hesap kesme kuvvetidir.

Yüksek asal basınç gerilmeleri nedeni ile gövde betonunun ezilmesini önlemek amacıyla, hesap kesme kuvveti (V_d), Denklem (2.28) ile sınırlanmıştır. Bu koşul sağlanamazsa, kiriş kesit boyutları büyütülmelidir [6].

Mesnetlenmenin kiriş alt yüzünden daha yukarıda düzenlendiği durumlarda ve diğer bir kirişe oturan kirişlerde, kesme kuvvetini kiriş üstüne taşıyan askı donatısı düzenlenmelidir [6].

TS500/Şubat2000'de yer alan "Narinlik Etkisi" gibi bölümler, ayrıntılı konular olduğu için bu çalışmada bu bölümlere yer verilmemiştir.

3. DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN GENEL OLARAK İNCELENMESİ

Çalışmanın bu bölümünde, 1961, 1968, 1975, 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerinin her birindeki taşıyıcı elemanlar için tasarım kuralları ve deprem hesap yöntemleri hakkında genel incelemeler yapılmış ve açıklamalar verilmiştir.

3.1 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1961'in Genel Olarak İncelenmesi

1961 Deprem Yönetmeliğine göre betonarme taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların tasarımı ve boyutlandırılması hakkında ayrıntılı kurallar yer almamaktadır.

1961 Deprem Yönetmeliğinin Proje ve Hesap Esasları bölümünde deprem kuvvetlerinin hesap yöntemlerine aşağıda yer verilmiştir.

3.1.1 1961 Deprem Yönetmeliğindeki proje ve hesap esasları

Yapılarda deprem etkileri neticesinde oluşabilecek burulmalar mümkün olduğu kadar azaltılmalıdır. Mimari ve inşaat projelerinin düzenlenmesinde, esas taşıyıcı kısımların yapının eksenlerine göre simetrik olmasına önem verilmelidir.

Burada kastedilen simetri, sadece şekil bakımından olmayıp kütle ve rijitlikler bakımından da olmalıdır [7].

Yapı yatay kesitleri mümkün olduğu kadar basit ve tercihen kapalı bir dikdörtgen veya kare şeklinde olmalıdır [7].

Değişik zamanlarda veya aynı zamanda, fakat değişik yapı sistemleriyle veya değişik türden zeminler üzerinde birbirlerine kısmen veya tamamen bitişik olarak yapılan dikdörtgen şeklindeki binalar veya yatay kesitleri L, U, E, H veya T şeklinde olan yapılar birbirlerinden, en az 3 cm aralıkta, dilatasyon derzleri ile uygun boyutta dikdörtgen bloklara ayrılmalıdırlar [7].

3.1.1.1 1961 Deprem Yönetmeliğindeki statik hesap esasları

Yapılar normal düşey etkilerden başka yatay deprem etkilerine göre de tahkik edilirler [7].

Yapının deprem etkilerinin, yapının birbirine dik iki ekseni doğrultusunda etki ettiği, fakat her iki doğrultuda aynı zamanda etki etmediği kabul edilmelidir [7].

Yapıya tesir eden yatay deprem kuvveti Denklem (3.1)'e göre hesaplanır. Yapının her parçasının Denklem (3.1)'e göre hesaplanan deprem kuvvetinin tesirlerine dayanım göstermesi gerekir [7].

$$H=C(G+nP) \tag{3.1}$$

Denklem (3.1)'de H yapıya etki eden yatay deprem kuvveti, C deprem katsayısı, G parçaya, kendi sikleti dâhil, tesir eden ölü yüklerin toplamı, n hareketli yük katsayısı ve P parçaya tesir eden hareketli yüklerin toplamıdır [7].

Denklem (3.1)'teki hareketli yük katsayısı (n)'nin yapı kullanım amacına göre değeri belirlenir.

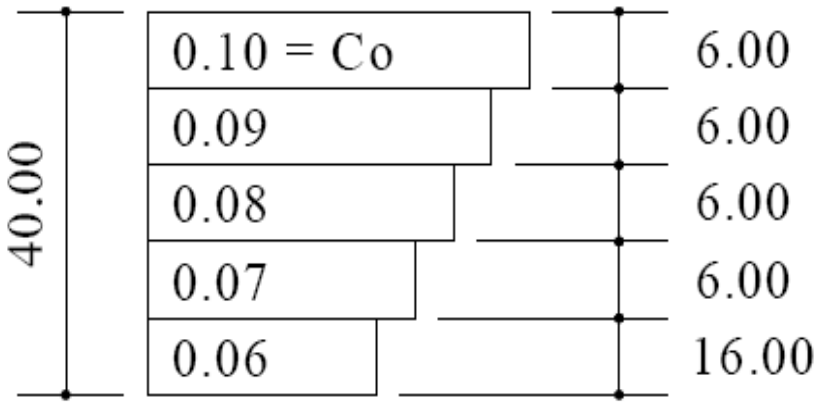
1.Sinema, tiyatro, okul, kahvehane, fabrika gibi umumi toplantı ve işyeri olarak kullanılan yapılar için n=1'dir.

2.Diğer yapılar için n=0.5'tir.

Denklem (3.1)'deki deprem katsayısı (C), Denklem (3.1a)'e göre hesaplanır [7].

$$C=C_0 n_1 n_2 \tag{3.1a}$$

Denklem (3.1a)'daki C_0 yapı yüksekliğine bağlı katsayı, n_1 deprem zemin katsayısı ve n_2 deprem bölge katsayısıdır. Yapı yüksekliğine bağlı katsayı (C_0) Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Deprem zemin katsayısı (n_1) değerleri Çizelge 3.1'te ve deprem bölge katsayısı (n_2) değerleri Çizelge 3.2'te verilmiştir [4,7].



Şekil 3.1 : Yapı yüksekliğine bağlı katsayı (C_0)

Yapı yüksekliğine bağlı C_o, 40.00 m'den sonra her 3.00 m'de 0.01 değeri kadar arttırılır.

Çizelge 3.1 : Deprem zemin katsayısı (n_1).

Zemin Cinsi	**n_1 çarpanı**	
	Yapı Tipleri	
	Çelik	**Betonarme**
I	0.6	0.8
II	0.8	0.9
III	1.0	1.0

Zemin cinsleri aşağıdaki gibi belirtilmiştir [7]:

1.Sert ve yekpare kayalık zeminler.

2.Kum, çakıl, sert kumlu kil gibi sağlam ve sıkışık zeminler. Çatlaklı ve kolayca tabakalara ayrılan kayalar.

3.Yukarıdaki sağlam zeminler haricinde daha az sağlam bilumum zeminler.

Çizelge 3.2 : Deprem bölge katsayısı (n_2).

Yer Sarsıntı Bölgesi	**n_2 çarpanı**
1. derece	1.0
2. derece	0.6

Yapının depreme karşı hesabında ya tam rüzgârın yarı şiddetinde bir kuvvetin aynı zamanda yapıya etki ettiği kabul edilmeli veya deprem kuvveti yerine tam rüzgâr

şiddetindeki bir kuvvetin etkisi dikkate alınmalıdır. Nihai hesap bu iki yükleme durumundan hangisi daha elverişsiz etkiler doğurmuşsa ona göre yapılmalıdır [7].

3.2 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1968'in Genel Olarak İncelenmesi

1968 Deprem Yönetmeliğine göre taşıyıcı elemanlar hakkında bilgiler, kurallar ve depreme dayanıklı bina tasarımı için hesap esaslarına bu bölümde yer verilmiştir.

3.2.1 1968 Deprem Yönetmeliğindeki taşıyıcı elemanlar hakkında bilgiler

1968 Deprem Yönetmeliğine göre oluşturulan TSDY1968'de bulunan döşemeler, kirişler, kolonlar ve perdeler hakkında bilgiler verilmiştir.

3.2.1.1 1968 Deprem Yönetmeliğine göre plak döşemeler

Betonarme döşemelerin kalınlığı en az 10 cm, çatıların oturduğu döşemelerde ise en az 8 cm olmalıdır [8].

Konsol plakların kalınlıkları, serbest açıklığın 1/12'den az olamaz [8].

1968 Deprem Yönetmeliğinde yer alan diğer döşeme tipleri hakkında hesap ve konstrüktif esaslar verilmemiştir.

3.2.1.2 1968 Deprem Yönetmeliğine göre kirişler

Kirişler en az 15×30 cm kesitinde olacak şekilde ve yükseklikleri kendilerine bağlı plak döşeme kalınlığının üç katından daha fazla olmalıdır [8].

Kirişlerin boyuna donatı oranı en az % 0.25 olmalıdır. Ayrıca, gerekli etriye donatısı konulmalıdır [8].

Kirişlerin kolonlara birleşiminde guse yapılması yararlı bir durumdur [8].

3.2.1.3 1968 Deprem Yönetmeliğine göre kolonlar

Kolonlar bodrum katından başlayarak yukarıya doğru, birbirinin üstüne gelecek şekilde düzenlenecektir. Bütün kolonlar, planda mümkün olduğu kadar her iki doğrultuda bir doğru üzerine getirilmelidir [8].

Kolonların en küçük kenarı 24 cm'den ve kat yüksekliğinin 1/20'sinden daha küçük olamaz [8].

3.2.1.4 1968 Deprem Yönetmeliğine göre perdeler

Betonarme perdelerin kalınlığı en az 20 cm ve kat yüksekliğinin 1/25'inden az olamaz. Bu perdelerde kullanılacak teçhizat (donatı), yatay ve düşey yönde ve ayrı ayrı her iki yüzde beton kesitinin binde iki buçuğundan (0.0025)'inden az olamaz. Demir aralıkları, perde kalınlığından fazla olamaz [8].

Betonarme perdeler, bodrum katından çatı katına kadar üst üstte gelecek şekilde tasarlanmalıdır [8].

3.2.2 1968 Deprem Yönetmeliğine göre depreme dayanıklı binalar için tasarım ilkeleri

Yapıda deprem etkisi ile meydana gelen tesirler, binaların döşemeleri seviyesinde uygulanan yatay kuvvetlere göre hesaplanır. Yatay kuvvetlerin birbirine dik iki esas eksen doğrultusunda etki ettiği, fakat her iki doğrultuda aynı zamanda etki etmediği kabul edilmelidir [8].

Bu ilkelere uymayan binaların veya diğer yapıların depreme dayanıklı yapı tasarımında benzer genel esaslar ve teorik metodlar veya deneysel sonuçlar uygulanacaktır [8].

Depremden dolayı binaya aktarılan toplam deprem kuvveti (F), Denklem (3.2)'e göre hesaplanır [8].

$$F=CW \tag{3.2}$$

Denklem (3.2)'teki F depremden dolayı binaya aktarılan toplam deprem kuvveti, C deprem katsayısı ve W bina ağırlığıdır.

Denklem (3.3)'teki deprem katsayısı (C), Denklem (3.4)'e göre hesaplanır [8].

$$C = C_0\alpha\beta\gamma \tag{3.3}$$

Denklem (3.3)'teki C deprem katsayısı, C_0 deprem bölge katsayısı, α deprem zemin katsayısı, β bina önem katsayısı ve γ bina dinamik katsayısıdır. Deprem bölge katsayısı (C_0) değerleri Çizelge 3.3'te, deprem zemin bölge katsayısı (α) değerleri Çizelge 3.4'te ve bina önem katsayısı (β) değerleri Çizelge 3.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 : Deprem bölge katsayısı (C_0) (1968 Deprem Yönetmeliği).

Deprem Bölgesi	**C_0**
1	0.06
2	0.04
3	0.02

Çizelge 3.4 : Deprem zemin katsayısı (α).

Zemin Türleri	**α**
1- Sert ve yekpare kayalık zeminler	0.8
2- Kum, çakıl, sert kumlu kil gibi sağlam ve sıkışık zeminler, çatlak ve kolayca tabakalara ayrılan kayalar	1.0
3- Suyu havi gevşek ve yukarıdaki sağlam zeminler haricindeki daha az sağlam bilumum zeminler	1.2

Çizelge 3.5 : Bina önem katsayısı (β).

Bina veya Yapı Türleri	**β**
Bir deprem süresince veya hemen sonra kullanılması zorunlu binalar (PTT binaları, itfaiye binaları, kuvvet santralleri, radyo evi, pompa istasyonları, hastaneler gibi)	1.5
Önemli veya değerli malları saklayan binalar (Müzeler gibi)	
Halkın çok yığıldığı binalar (Okullar, stadyumlar, tiyatrolar, sinemalar, ibadethaneler, tren istasyonları gibi)	
Halkın az yığıldığı binalar. (Özel ikametgâh, apartmanlar, oteller, iş yerleri, lokantalar, sanayi binaları gibi)	1.0

Bina dinamik katsayısı (γ) binada meydana gelen deprem kuvvetlerinin bağlı olduğu önemli faktörlerden biri olan bina temel periyodu (T)' ye (en uzun periyodu) Denklem (3.3a) ve Denklem (3.3b)'deki gibi bağlıdır [8].

$$T \leq 0.5 \text{ s için } \gamma = 1 \qquad \textbf{(3.3a)}$$

$$T > 0.5 \text{ s için } \gamma = 0.5/T \qquad \textbf{(3.3b)}$$

Bina dinamik katsayısı (γ), değeri hiçbir zaman 0.3'ten küçük bir değer alınamaz [8].

Deneysel veya güvenilir teknik verilere göre hesabı yapılmadıkça bina temel periyodu (T), Denklem (3.3)'e göre hesaplanır [8].

$$T=\frac{0.09H}{\sqrt{D}} \tag{3.4}$$

Denklem (3.4)'te T bina temel periyodu, H binanın temel tabanından olan yüksekliği (m) ve D binaya etkileyen yanal kuvvetlerin doğrultusuna paralel doğrultuda bina genişliğidir (m).

Toplam deprem yatay kuvvetinin hesabında göz önüne alınacak kat ağırlığı (W), Denklem (3.5)'e göre hesaplanır [8].

$$W_i = G_i + n_i P_i \tag{3.5}$$

Denklem (3.5)'teki W_i i'nci kattaki kat ağırlığı, G_i i'nci kattaki zati yüklerin toplamı, n_i i'nci kattaki hareketli yük katsayısı ve P_i i'nci kattaki hareketli yükler toplamıdır. Hareketli yük azaltma katsayısı (n_i) değerleri, Çizelge 3.6'ta verilmiştir [4,8].

Çizelge 3.6 : Hareketli yük azaltma katsayısı (n_i) (1968 Deprem Yönetmeliği).

Yapı Türü	**n_i**
Sinema, tiyatro, okul, stadyum, depo ve antrepo gibi binalar	1.0
Sağlık yapıları, idare yapıları, otel, apartman ve ikametgâh gibi	0.5

Toplam yatay kuvvet (F), bina yüksekliğince Denklem (3.6)'ya göre dağıtılır [8].

$$F_i=F\frac{W_iH_i}{\sum W_iH_i} \tag{3.6}$$

Denklem (3.6)'daki F_i i'nci kata gelen yatay kuvvet, F toplam yatay kuvvet, W_i i'nci kattaki kat ağırlığı ve H_i i'inci katın bina temel tabanından yüksekliğidir.

Deprem kuvvetleri ile rüzgâr yükünün yapıya aynı zamanda tesir etmediği kabul edilecektir. Herhangi bir yapı elemanı için hesaplarda, deprem veya rüzgârdan elverişsiz olanı göz önüne alınmalıdır [8].

3.3 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1975'in Genel Olarak İncelenmesi

1975 Deprem Yönetmeliğine göre taşıyıcı elemanlar hakkında bilgiler, kurallar ve depreme dayanıklı bina tasarımı için hesap esaslarına bu bölümde yer verilmiştir.

3.3.1 1975 Deprem Yönetmeliğindeki taşıyıcı elemanlar hakkında bilgiler

1975 Deprem Yönetmeliğine göre oluşturulan TSDY1975-A ve TSDY1975-B'de bulunan döşemeler, kirişler, kolonlar ve perdeler hakkında bilgiler verilmiştir.

3.3.1.1 1975 Deprem Yönetmeliğine göre plak döşemeler

Normal kat betonarme döşemelerin kalınlığı en az 10 cm çatı döşemelerinin ise en az 8 cm olacaktır [9].

Basit döşeme deliklerinin dörtkenarı boyunca altta ve üstte en az 1Φ12'lik donatı bulunmalı ve bu donatı her iki doğrultuda delik nedeniyle kesilen donatıdan az olamaz. Yatay yükler etkisi altında döşemenin normal çekme ve basınç kuvvetlerini diğer elemanlara emniyetle aktarabilmesi için ayrıca deliklerin her köşesine 45° lik bir açı yapacak biçimde altta ve üstte en az 1Φ12 yer değiştirilmelidir. Bu çubukların uzunluğu ankraj boyunun iki katından az olmamalıdır [9].

1975 Deprem Yönetmeliğinde yer alan diğer döşeme tipleri hakkında hesap ve konstrüktif esaslar verilmemiştir.

3.3.1.2 1975 Deprem Yönetmeliğine göre kirişler

Çerçeve kirişleri en az 20/30 cm/cm kesitinde olacak ve gövde genişliği saplandıkları kolonun genişliğine kiriş yüksekliğinin 1.5 katını eklemekle bulunan değeri geçmeyecektir. Bu koşulun sağlanmadığı durumlarda kesin bir hesap yapılmadıkça genişliğin bu değerden fazlası rijitlik ve kesit hesaplarında göz önüne alınamaz.

Kirişlerdeki minimum boyuna donatı yüzdeleri (ρ_{min}), kullanılan beton çeliği sınıfına göre Çizelge 3.7'de yer verilmiştir [9].

Çizelge 3.7 : Kirişlerde minimum boyuna çekme donatısı oranları (1975 Deprem Yönetmeliği).

Donatı Cinsi	Kiriş Minimum Boyuna Donatı Oranı (ρ_{min})
Beton Çeliği I	0.005
Beton Çeliği II	0.004
Beton Çeliği III	0.003

1975 Deprem Yönetmeliği çıktığı dönemde TKİC/1967 şartnamesi yürürlükteydi. Bu yüzden Çizelge 3.7'de verilen "Donatı Cinsi" adlandırılmaları, TKİC/1967'deki değerlere uygun verilmiştir.

Açıklıklarda kirişler elden geldikçe tek donatılı kesit olarak boyutlandırılmalıdır. Zorunlu olduğu durumlarda basınç donatısı kullanılabilir. Ancak, basınç donatısı yüzdesi 0.01'den ve çekme donatısının % 50'sinden fazla olamaz. Tek donatılı olarak boyutlandırılan kesitlerin basınç yüzünde minimum 2Φ12 donatı bulundurulmalıdır [9].

Etriye aralığı kirişin genişliğinin ve kiriş yüksekliğinin yarısını geçemez. Kolon yüzünden birinci etriye alan uzaklık 5 cm aşmamalıdır [9].

3.3.1.3 1975 Deprem Yönetmeliğine göre kolonlar

Kolonlar, bodrum katından başlayarak yukarı doğru birbiri üzerine gelecek şekilde yerleştirilecektir. Bu olanaklar yok ise hesaplar yapı taşıyıcı sisteminin düzensiz olduğu göz önüne alınarak yapılacaktır. Tüm kolonlar öncelikle planda, aksları boyunca aynı düzlem içine gelecek şekilde düzenlenmelidir [9].

Kolonların en küçük boyutu 25 cm'den ya da kat yüksekliğinin 1/20'sinden küçük, geniş kenarın dar kenara oranı 3'den daha büyük olamaz. Yuvarlak kolonlarda çap en az 30 cm olmalıdır [9].

Kolonlardaki boyuna donatı oranının beton sınıflarına göre en küçük ve en büyük değerleri Çizelge 3.8'de verilmiştir [4,9].

Çizelge 3.8 : Kolonlarda en küçük ve en büyük boyuna donatı oran sınırları (1975 Deprem Yönetmeliği).

Beton Sınıfı	Kolon Boyuna Donatı Oran Sınırları	
	Minimum Boyuna Donatı Oranı (ρ_{min})	Maksimum Boyuna Donatı Oranı (ρ_{mak})
B160	0.01	0.030
B225		0.035
B300		0.040

1975 Deprem Yönetmeliği çıktığı dönemde TKİC/1967 şartnamesi yürürlükteydi. Bu yüzden Çizelge 3.8'de verilen "Beton Sınıfı" adlandırılmaları, TKİC/1967'deki değerlere uygun verilmiştir.

Kolonlar enine donatı aralığı bakımından, kolon sarılma bölgesi, kolon orta bölgesi ve kolon-kiriş düğüm bölgesi olmak üzere üç kısımda incelenir [9].

- **Kolon sarılma bölgesi**

Her kolonun alt ve üst uçlarında, betonun sıkıca çemberleşmesini sağlamak ve böylece normal, kayma ve eğilme gerilmeleri altında gevrek bir şekilde, aniden kırılmasını önlemek amacıyla kolon sarılma bölgeleri bulunmalıdır. Bu bölgelerin uzunluğu, döşeme üst kotundan ve kolona bağlanan en derin kirişin alt yüzeyinden başlayarak, kolon enkesitinin büyük boyutu (dairesel kesitlerde kolon çapı), kolon serbest yüksekliğinin 1/6 sı veya 45 cm'den az olamaz.

- **Kolon orta bölgesi**

Kolon orta bölgesindeki etriye alanı, statik yükler ve deprem kuvvetleri altında meydana gelebilecek en büyük hesap kesme kuvvetini taşıyabilecek güçte olmalıdır.

Bu bölgedeki etriye aralıkları, kolon uzun kenarının yarısından, 20 cm'den ya da en küçük boyuna donatı çapının 12 katından fazla olamaz. Boyuna donatı eki, öncelikle kolon orta bölgesinde ve betonarme kurallarına uygun olarak yapılmalıdır.

- **Kolon - kiriş birleşim bölgeleri**

Kolonların kirişlerle olan birleşim bölgeleri burada mevcut olabilecek en büyük kesme kuvvetine göre etriyelerle donatılmalıdır. Kolon-kiriş birleşim bölgelerinde

birim boya düşen etriye miktarı, kolon orta bölgesinde birim boya düşen etriye miktarından az olamaz.

3.3.1.4 1975 Deprem Yönetmeliğine göre perdeler

Perdeler, yatay yükler altında meydana gelecek momentleri, eksenel kuvvetleri ve kesme kuvvetlerini taşıyabilecek şekilde tasarlanmalıdır [9].

Perde, planda uzun kenarının kalınlığına oranı en az beş olan düşey taşıyıcı elemanlardır. Betonarme taşıyıcı perde kalınlığı kat yüksekliğinin ve perde genişliğinin 1/20'sinden ya da 15 cm'den az olamaz [9].

Güvenilirliği hesapla gösterilemiyor ise bu minimum kalınlık 10 m perde yüksekliği için alınmalı, daha yüksek yerlerde aşağı doğru her 6 m ek yükseklik için minimum kalınlık ortalama 2 cm arttırılmalıdır [9].

Perdenin minimum donatı alanı, perde brüt enkesit alanının, yatay donatı için 0.0025, düşey donatı için 0.0020'den az olamaz. Donatı aralığı perde kalınlığının 1.5 katı ve 30 cm den fazla olamaz. Kolon tanımı ile perde tanımı arasında kalan düşey taşıyıcı elemanların minimum koşulları yerine getirilmelidir [9].

Betonarme perde enkesitin her iki ucunda perdenin plandaki büyük boyutunun %10 u boyutundaki bölgelerde düşey donatı aralığı yarıya indirilecektir. Betonarme perde uç bölgelerindeki donatı alanlarının statikçe gerekli kesite oranları kullanılan beton çeliği sınıfına göre minimum değerleri, Çizelge 3.9'da gösterilmiştir [9].

Çizelge 3.9 : Perde minimum boyuna çekme donatısı oranları (1975 Deprem Yönetmeliği).

Donatı Cinsi	Perde Uç Bölge Minimum Boyuna Donatı Oranı
Beton Çeliği I	0.005
Beton Çeliği II	0.004
Beton Çeliği III	0.003

Perdelerde bulunan boşlukların her kenarının iki yüzüne 2Φ16'lık donatı yerleştirilmelidir. Büyük boşlukların bulunması halinde, boşluklar göz önüne alınarak hesap yapılacak ve her iki kenardaki demirlerin toplam alanı, boşluk nedeni ile kesilen demirlerin alanından az olamaz. Ayrıca, bu boşluk köşesine her yüzde yatay düzlemde 45°'lik açı meydana getiren en az 2Φ16'lık donatı konulmalıdır [9].

3.3.1 1975 Deprem Yönetmeliğine göre depreme dayanıklı yapı için tasarım ilkeleri

Depremden meydana gelen etkiler yapıya döşemeleri düzeyinde etkiyen yatay statik yükler olarak alınır. Uygulamada yatay yüklerin binanın öncelikle birbirine dik iki doğrultusunda ayrı ayrı etkidiği varsayılmalıdır. Bu yükler tüm düşey taşıyıcı elemanlara dağıtılmalıdır. Asal eksenleri hesap yapılan doğrultulara paralel olmayan elemanlarda, farklı bir doğrultu için daha elverişsiz iç kuvvetler doğabileceği göz önünde tutulmalıdır [9].

Kesit hesaplarında deprem etkileri ile rüzgâr yükünün yapıya aynı zamanda etkimediği düşünülecek ve herhangi bir yapı elemanının boyutlandırılmasında depremli veya rüzgârlı durumdan daha elverişsiz olanı göz önünde tutulacaktır.

Yapıların depreme dayanıklı olarak boyutlandırılmasında kullanılacak statik eşdeğer yatay yüklerin toplamı (F), Denklem (3.7)'ye göre hesaplanır [9].

$$F=CW \tag{3.7}$$

Denklem (3.7)'deki F yapıların depreme dayanıklı olarak boyutlandırılmasında kullanılacak statik eşdeğer yatay yüklerin toplamı, C deprem katsayısı ve W bina ağırlığıdır. Deprem katsayısı (C), Denklem (3.8)'e göre hesaplanır [9].

$$C = C_0\, K.S.I \tag{3.8}$$

Denklem (3.8)'teki C deprem katsayısı, C_0 deprem bölge katsayısı, K yapı tipi katsayısı, S yapı dinamik katsayısı ve I yapı önem katsayısıdır. Deprem bölge katsayısı (C_0) değerleri Çizelge 3.10'da, yapı tipi katsayısı (K) değerleri Çizelge 3.11'te, yapı önem katsayısı (I) değerleri Çizelge 3.12'de verilmiştir. Yapı dinamik katsayısını (S) ifade eden grafik Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Yapı dinamik katsayısı (S), Denklem(3.9)'a göre hesaplanır ve maksimum 1.0 değeri alınır [9].

Deprem katsayısı (C), hiçbir zaman deprem bölge katsayısı (C_o)'ın yarısından daha küçük alınamaz [9].

$$S=\frac{1}{|0.8+T-T_0|} \tag{3.9}$$

Denklem (3.9)'daki S yapı dinamik katsayısı (spektrum katsayısı), T saniye cinsinden yapının birinci normal moduna ait doğal periyodu ve T_0 zeminin hâkim periyodudur. Zeminin hâkim periyot (T_0) değerleri, Çizelge 3.13'te verilmiştir.

Deneysel veya güvenilir teknik verilere göre hesabı yapılmadıkça bina temel periyodu (T), Denklem (3.9a) veya Denklem (3.9b)'ye göre hesaplanır [9].

$$T=\frac{0.09H}{\sqrt{D}} \qquad \textbf{(3.9a)}$$

$$T=(0.07\sim0.1)N \qquad \textbf{(3.9b)}$$

Denklem (3.9a) ve Denklem (3.9b)'deki T bina temel periyodu, H binanın temel tabanından olan yüksekliği (m), D binayı etkileyen yatay kuvvetlerin doğrultusuna paralel doğrultuda bina genişliği (m) ve N bina temel düzeyi üstündeki kat adedidir.

Çizelge 3.10 : Deprem bölge katsayısı (C_0) (1975 Deprem Yönetmeliği).

Deprem Bölgesi	**C_0**
1	0.10
2	0.08
3	0.06
4	0.03

Çizelge 3.11 : Yapı tipi katsayısı (K).

Yapı Tipi		**K**
Aşağıda tanımı ayrıca yapılmamış tüm taşıyıcı sistemler		1
Tüm perde duvarlı kutu sistemler		1.33
Çerçeveleri yatay yüklerin tamamını taşıyabilen çerçece taşıyıcı sistemler		
Düktil Çerçeveler	a	0.6
	b	0.8
	c	1
Düktil olmayan çerçeveler	a	1.2
	b	1.5
	c	1.5
Diyagonelli çelik kafes çerçeveler	a	1.33
	b	1.5
	c	1.6
Düktil çerçeveleri ile yatay yüklerin en az % 25'ini taşıyabilen perde duvarlı sistemler	a	0.8
	b	1.00
	c	1.20
Yığma binalar		1.5
Bağımsız zemin üstü hazneleri		3.00
Binalardan başka yapılar, bacalar, kuleler		2.0

Çizelge 3.11'de gösterilen dolgu duvar tipleri aşağıdaki gibi sembollerle gösterilmiştir [9].

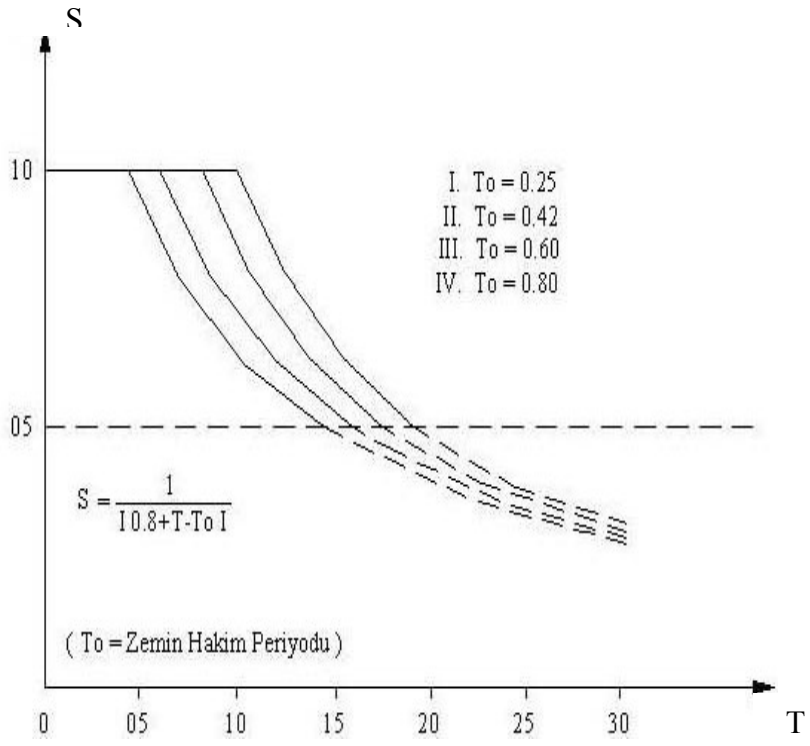
a.Betonarme ya da yatay ve düşey donatılı yığma bölme duvarlı

b.Donatısız yığma bölme duvarlı

c.Hafif ve az bölme duvarlı ya da prefabrike beton bölme duvarlar

Çizelge 3.12 : Yapı önem katsayısı (I) (1975 Deprem Yönetmeliği).

Yapı Cinsi	**I**
a) Bir deprem süresince ya da hemen sonra kullanılması zorunlu yapılar (PTT, itfaiye ve radyo evi yapıları, kuvvet santralleri, pompa istasyonları, hastaneler, istasyon ve terminaller, rafineriler v.b.) b) Bir deprem süresince ya da hemen sonra kullanılması zorunlu yapılar (PTT, itfaiye ve radyo evi yapıları, kuvvet santralleri, pompa istasyonları, hastaneler, istasyon ve terminaller, rafineriler v.b.) c)Halkın çok yığıldığı yapılar (Okullar, spor tesisleri, tiyatrolar, sinema ve konser salonları, ibadet mahalleri, v.b.)	1.5
d) Halkın az yığıldığı yapılar (Özel konutlar, Oteller, işyerleri, lokantalar, endüstri yapıları v.b.)	1



Şekil 3.2 : Yapı Dinamik Katsayısı (S)- Yapının Sönümsüz Periyot (T) grafiği

Çizelge 3.13 : Zemin hakim periyodu (T_0)

Zemin Cinsi		Zemin Hâkim Periyodu T_o (s)	T_o ortalama (s)
I	a	0.20	0.25
	b	0.25	
	c	0.30	
II	a	0.35	0.42
	b	0.40	
	c	0.50	
III	a	0.55	0.6
	b	0.60	
	c	0.65	
IV	a	0.75	0.8
	b	0.80	
	c	0.90	

Toplam deprem yatay kuvvetinin hesabında göz önüne alınacak kat ağırlığı (W), Denklem (3.10)'a göre hesaplanır [9]:

$$W_i = G_i + n_i Q_i \tag{3.10}$$

Denklem (3.10)'daki W_i i'nci kattaki kat ağırlığı, G_i i'nci kattaki sabit yüklerin toplamı, n_i i'nci kattaki hareketli yük katsayısı ve Q_i i'nci kattaki hareketli yükler toplamıdır. Hareketli yük azaltma katsayısı (n_i) değerleri, Çizelge 3.14'te verilmiştir:

Çizelge 3.14 : Hareketli yük azaltma katsayısı (n_i) (1975 Deprem Yönetmeliği).

Yapı Türü	n_i
Depolar, antrepolar v.b.	0.8
Okullar, öğrenci yurtları, spor tesisleri, sinema ve konser salonları, tiyatrolar, garaj, lokanta, mağaza v.b.	0.6
Özel konutlar, oteller, hastaneler, iş yerleri v.b.	0.3

Denklem (3.7)' ye göre yapıların depreme dayanıklı olarak boyutlandırılmasında kullanılacak statik eşdeğer yatay yüklerin toplamı (F), yapının kat seviyelerine gelecek yatay kuvvetler (Fi) şeklinde Denklem (3.11)'e göre dağıtılır ve katlara gelen yatay kuvvetler hesaplanır [9]:

$$F_i=(F-F_t)\frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i} \tag{3.11}$$

Denklem (3.11)'deki F_i i'nci kata gelen yatay kuvvet, F toplam yatay kuvvet, F_t yapının en üst katına uygulanacak münferit kuvvet, W_i i'nci kattaki kat ağırlığı ve H_i

i'inci katın bina temel tabanından yüksekliğidir. Yapının en üst katına uygulanacak münferit kuvvet (F_t), Denklem (3.12)'e göre hesaplanır [9]:

$$F_t=0.004F\left(\frac{H}{D}\right)^2 \quad \textbf{(3.12)}$$

Denklem (3.12)'deki F_t yapının en üst katına uygulanacak münferit kuvvet, H binanın temel tabanından olan yüksekliği ve D binayı etkileyen yatay kuvvetlerin doğrultusuna paralel doğrultuda bina genişliğidir.

Yapının en üst katına uygulanacak münferit kuvvet (F_t), hiçbir zaman 0.15F'ten büyük alınamaz ayrıca $(H/D)\leq 3$ ise sıfır alınabilir [9].

1975 Deprem Yönetmeliğine göre binalar, her iki doğrultuda her hangi bir katın kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında hesapla bulunan dış merkezliliğe, yatay yük doğrultusuna dik doğrultudaki en büyük bina boyutunun %5'i eklenerek bulunacak burulma momentlerine göre irdelenmelidir.

TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A ve TSDY1975-B olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerin herhangi bir taşıyıcı elemanında, Emniyet Gerilmeleri Yöntemi ile betonarme hesabı ve tasarımı yapılmamıştır. Bu yüzden 1961, 1968 ve 1975 Deprem Yönetmeliklerindeki Emniyet Gerilmeleri Yöntemi hakkında kurallara ve hükümlere çalışma kapsamında yer verilmemiştir.

3.4 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1997 ile Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 2007'nin Genel Olarak İncelenmesi

Çalışma kapsamında incelenen 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde ortak çok kurallar, hükümler ve hesaplamalar bulunmaktadır. Bu yüzden her iki yönetmelik, bu bölümde ortak olarak ele alınmıştır.

3.4.1 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre taşıyıcı elemanlar hakkında bilgiler

İlgili oldukları 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre adlandırılan olarak TSDY1997 ile TSDY2007 taşıyıcı sistemlerde yer alan döşemeler, kirişler, kolonlar ve perde duvarlar hakkında bilgiler verilmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen betonarme yapının 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre tasarımında kirişlerin, kolonların ve perdelerin hepsinin süneklik düzeyi yüksek elemanlar olduğu varsayımı ile yapılmıştır. Bu yüzden 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerindeki kirişler, kolonlar ve perdeler için sadece süneklik düzeyi yüksek olanlar hakkında teorik bilgiler verilmiştir.

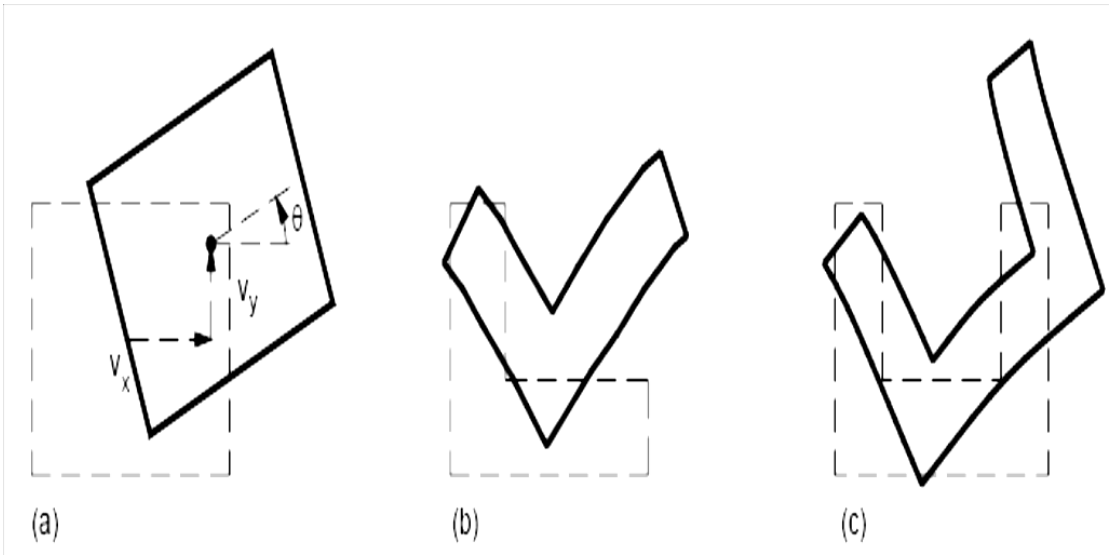
3.4.1.1 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre plak döşemeler

Döşemeler, katlardaki kütlelere etkiyen deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle dağıtılmasını sağlayacak rijitlik ve dayanıma sahip olmalıdır.

Çalışma kapsamında incelenen betonarme yapıdaki bütün döşemeler, çift doğrultuda çalışan plak döşemelerdir. Bu tür döşemelerin minimum kalınlığı TS500/Nisan1984 veya TS500/Şubat2000'e göre belirlenir [10,11].

Döşemelerin kesme dayanımlarında her iki deprem yönetmeliğinden süneklik düzeyi yüksek perdeler için verilen koşullara (Perde kesitlerinin kesme dayanımı koşullu hariç) uyulmalıdır [10,11].

1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre boşluksuz yeterli kalınlığa sahip döşemeler düzlemi içinde rijit hareket ettiği kabul edilir ve düzlem içi hareketleri iki yöndeki yatay yer değiştirme (v_x,v_y döşemenin geometrik merkezinin x ve y doğrultusunda yer değiştirmesi) ve düşey eksen etrafındaki dönme (θ döşemenin geometrik merkezinin etrafında dönmesi) ile yaptığı varsayılır (Şekil 3.3) [12].



Şekil 3.3 : Planda döşemenin rijit diyafram (a) olan ve (b) ve (c) olmayan türden yer değiştirmesi

3.4.1.2 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre süneklik düzeyi yüksek kirişler

- **Enkesit Koşulları**

Kiriş gövde genişliği en az 25 cm olmalıdır. Gövde genişliği, kiriş yüksekliği ile kirişin birleştiği kolonun kirişe dik genişliğinin toplamını geçmemelidir.

Kiriş yüksekliği, döşeme kalınlığının 3 katından ve 30 cm'den daha az, kiriş gövde genişliğinin 3.5 katından daha fazla olmamalıdır [10,11].

Kiriş yüksekliği, serbest açıklığın 1/4'ünden daha fazla olmamalıdır. Aksi durumda kiriş gövdesinin her iki yüzüne, kiriş yüksekliği boyunca gövde donatısı konulmalıdır. Toplam gövde donatısı alanı, sağ veya sol mesnet kesitlerinde üst ve alt boyuna donatı alanları toplamının en büyüğünün %30'undan daha az olamaz [10,11].

Kiriş olarak boyutlandırılıp donatılacak taşıyıcı sistem elemanlarında, tasarım eksenel basınç kuvveti (N_d)' nin Denklem (3.13)'ü sağlaması gerekiyor. Aksi halde her iki yönetmeliğe göre Denklem (3.13)'ü sağlamayan kirişler, kolon olarak tasarlanmalıdır [10,11].

$$N_d \leq 0.1 A_c f_{ck} \tag{3.13}$$

Denklem (3.13)'teki N_d kiriş tasarım eksenel basınç kuvveti, A_c kiriş brüt enkesit alanı ve f_{ck} beton karekteristik silindir basınç dayanımıdır.

- **Boyuna donatı koşulları**

Kiriş mesnetlerinde çekme donatılarının minimum oranı için Denklem (3.14)'e uyulmalıdır [10,11].

$$\rho \geq 0.8 f_{ctd}/f_{yk} \tag{3.14}$$

Denklem (3.14)'teki ρ kiriş mesnedinde üstteki veya alttaki çekme donatısı oranı, f_{ctd} betonun tasarım çekme dayanımı ve f_{yk} boyuna donatının karekteristik dayanımıdır.

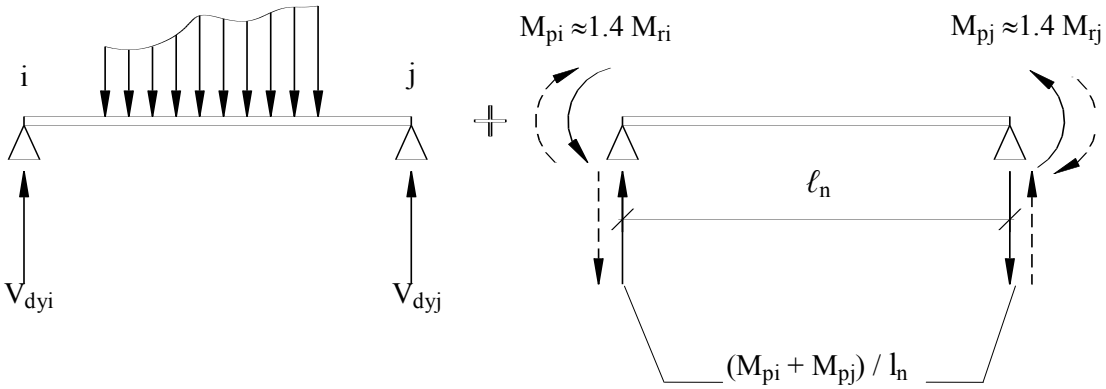
Boyuna donatıların çapı 12 mm'den az olamaz. Kirişin alt ve üstünde en az iki donatı çubuğu, kiriş açıklığı boyunca sürekli olarak bulunmalıdır [10,11].

Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistemlerde, kiriş mesnedindeki alt donatı, aynı mesnetteki üst donatının %50'sinden daha az olamaz. Ancak, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde bu oran %30'a indirilebilir

Açıklık ve mesnetlerdeki çekme donatısı oranı TS500/Nisan1984 veya TS500/Şubat2000'de verilen maksimum değerden ve %2'den fazla olamaz [10,11].

- **Enine donatı koşulları**

Kirişlerde enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti (V_e), depremin soldan sağa veya sağdan sola etkimesi durumları için ayrı ayrı ve elverişsiz sonuç verecek şekilde Denklem (3.15)'e göre hesaplanır (Şekil 3.4) [10,11].



Şekil 3.4 : Kirişlerde enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti (V_e)

$$V_e = V_{dy} \pm \left(\frac{M_{pi}+M_{pj}}{l_n}\right) \qquad \textbf{(3.15)}$$

Şekil 3.4 ve Denklem (3.15)'teki V_e kirişlerde enine donatı hesabında esas alınacak kesme kuvveti, V_{dy} kirişin herhangi bir kesitinde düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti, M_{ri} ve M_{rj} kirişin i ve j uçlarında eğilme momenti kapasiteleri, M_{pi} ve M_{pj} kirişin i ve j uçlarındaki betonun ve çeliğin pekleşmesine bağlı moment kapasitesi ve l_n kirişin kolon veya perde yüzleri arasında kalan serbest açıklığıdır.

Kirişlerde enine belirlenmesinde hesabına esas alınacak kesme kuvveti (V_e) hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı (V_c), TS500/Nisan1984 veya TS500/Şubat2000'e göre hesaplanır. Kiriş sarılma bölgelerindeki enine donatının hesabında, sadece deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetinin depremli durumdaki

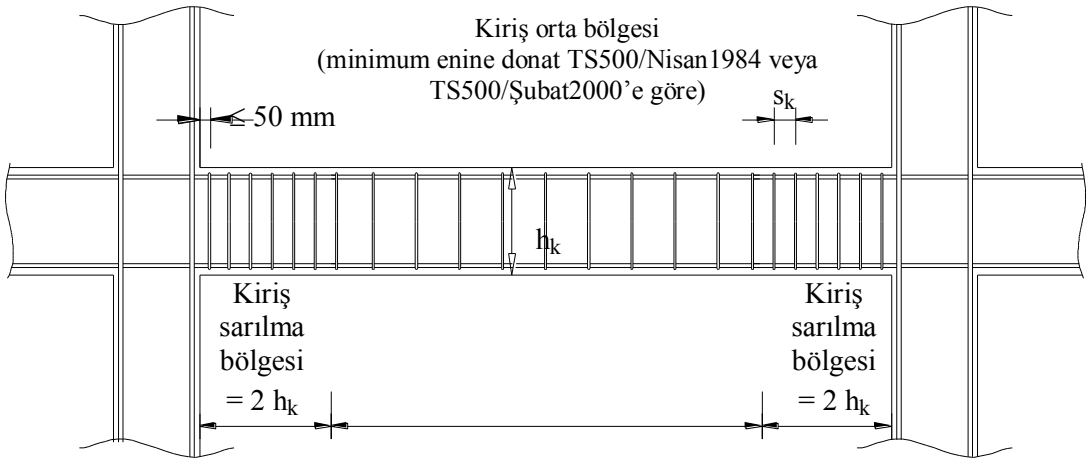
toplam kesme kuvvetinin yarısından daha büyük olması halinde betonun kesme dayanımına katkısı (V_c) alınmayacaktır. Hiçbir durumda pilyelerin kesme dayanımına katkıları gözönüne alınamaz [10,11].

Kirişlerde enine belirlenmesinde hesabına esas alınacak kesme kuvveti (V_e) değeri, Denklem (3.16)'daki koşulları sağlamalıdır. Aksi halde kiriş boyutları arttırılıp deprem hesapları tekrar yapılmalıdır [10,11].

$$V_e \leq V_r$$
$$V_e \leq 0.22 b_w d f_{cd} \qquad \textbf{(3.16)}$$

Denklem (3.16)'daki V_e kirişlerde enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti V_r kirişin kesme dayanımı, b_w kirişin genişliği, d kirişin faydalı yüksekliği ve f_{cd} betonun tasarım basınç dayanımıdır.

Sarılma bölgesinde (kiriş mesnetlerinde kolon yüzünden itibaren kiriş derinliğinin iki katı kadar uzunluktaki bölgede) ilk etriyenin kolon yüzüne uzaklığı en çok 50 mm olmalıdır. Etriye aralıkları kiriş yüksekliğinin 1/4'ünü, en küçük boyuna donatı çapının 8 katını ve 15 cm'yi aşmamalıdır. Sarılma bölgesi dışında, TS500/Nisan1984 veya TS500/Şubat2000'de verilen minimum enine donatı koşullarına uyulmalıdır [10,11].



$s_k \leq h_k / 4$
$s_k \leq 8\phi$ (ϕ = en küçük boyuna donatı çapı)
$s_k \leq 150$ mm

Şekil 3.5 : Kirişlerde enine donatı düzen detayı.

Şekil 3.5'te h_k kiriş yüksekliği ve s_k sarılma bölgesinde enine donatı aralığıdır.

3.4.1.3 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre süneklik düzeyi yüksek kolonlar

- **Enkesit koşulları**

Dikdörtgen kesitli kolonların en küçük boyutu 250 mm'den ve enkesit alanı 75000 mm^2 den daha az olamaz. Dairesel kolonların çapı en az 300 mm olmalıdır [10,11].

Kolonun brüt enkesit alanı (A_c) ile düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü (N_{dm}), Denklem (3.17)'deki koşulu sağlamalıdır [10,11].

$$A_c \geq N_{dm} / (0.50\ f_{ck}) \qquad \textbf{(3.17)}$$

Denklem (3.17)'deki A_c kolonun brüt enkesit alanı N_{dm} kolondaki düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü ve f_{ck} betonun karakteristik silindir basınç dayanımıdır.

- **Boyuna donatı koşulları**

Kolonlarda boyuna donatı brüt alanı kesitin %1'inden az, %4'ünden fazla olamaz. En az donatı, dikdörtgen kesitli kolonlarda 4Φ16 veya 6Φ14, dairesel kolonlarda ise 6Φ14 olmalıdır [10,11].

- **Enine donatı koşulları**

Kolonlarda kesme hesabı yapılmadan önce her bir kolon için 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre güçlü kolon - zayıf kiriş kontrolü, Denklem (3.18)'e göre yapılmalıdır (Şekil 3.6). 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon - kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki kesitlerindeki taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olmalıdır [10,11].

$$(M_{ra} + M_{rü}) \geq 1.2\ (M_{ri} + M_{rj}) \qquad \textbf{(3.18)}$$

Şekil 3.6 ve Denklem (3.18)'deki M_{ra} ve $M_{rü}$ kolonun alt ve üst uçlarındaki taşıma gücü eğilme momentleri ve M_{ri} ve M_{rj} kirişin i ve j uçlarında eğilme momenti kapasiteleridir.

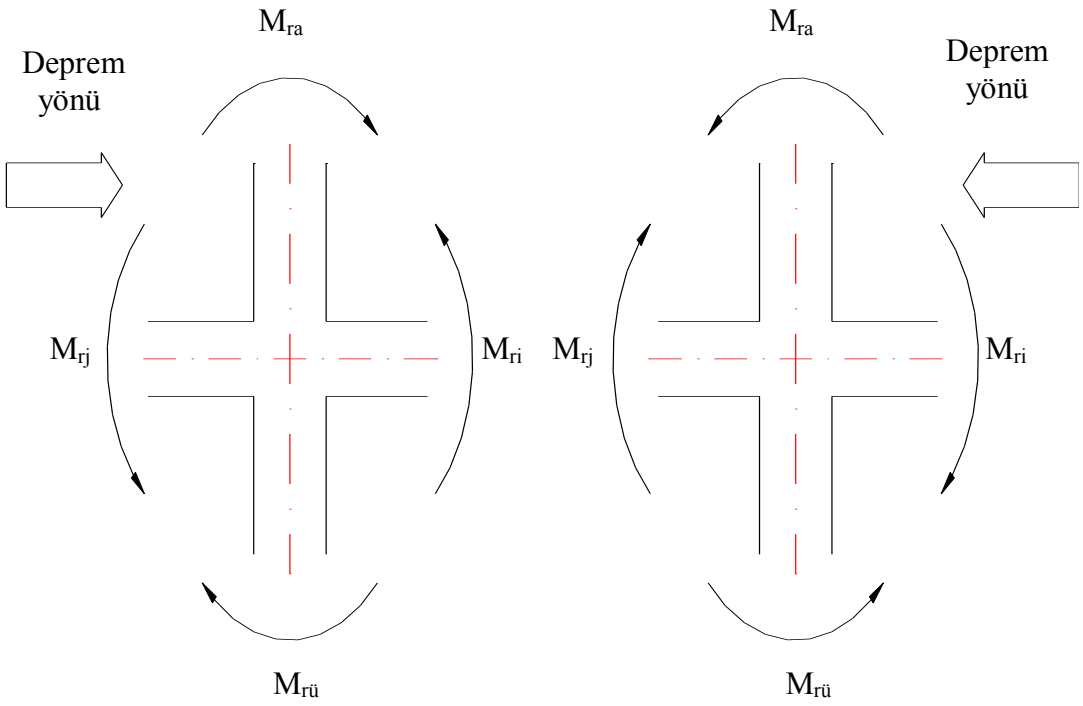
Denklem (3.18) şartı için her bir deprem doğrultusunda ve depremin her iki yönü için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanmalıdır. Kolon taşıma gücü momentlerinin (M_{ra} ve $M_{rü}$) hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en küçük yapan eksenel kuvvet (N_d) değerleri gözönüne alınmalıdır [10,11].

Güçlü kolon ve zayıf kiriş koşulu için özel durumlar aşağıdaki gibi belirtilmiştir [10,11].

(a) Düğüm noktasına birleşen kolonların her ikisinde de $N_d \leq 0.10\ A_c\ f_{ck}$ olması durumunda bu koşul aranmayabilir (N_d kolonun yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel kuvveti, A_c kolonun brüt enkesit alanı ve f_{ck} beton kareteristik basınç dayanımıdır).

(b) Tek katlı binalarda ve çok katlı binaların kolonları üst kata devam etmeyen düğüm noktalarında bu koşulun sağlanıp sağlanmadığına bakılmamalıdır.

(c) Kirişlerin saplandığı perdenin zayıf doğrultuda kolon gibi çalışması durumunda bu koşulun sağlanıp sağlanmadığına bakılmamalıdır.



Şekil 3.6 : Kolonların kirişlerden daha güçlü olma durumu

1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde yer alan güçlü kolon – zayıf kiriş şartını sağlamayan kolonlar ile ilgili bilgiler, bu çalışma kapsamına dâhil edilmemiş betonarme hesaplamalarda kullanılmamıştır. Bu yüzden sadece güçlü kolon – zayıf kiriş şartını sağlayan kolonlar hakkında enine donatı hesabı bilgileri verilmiştir.

Denklem (3.18)'i sağlayan kolonlarda enine donatı hesabında kullanılacak kesme kuvveti (V_e), Denklem (3.19)'a göre hesaplanır [10,11]:

$$V_e = \frac{M_a + M_{ü}}{l_n} \qquad \textbf{(3.19)}$$

Denklem (3.19)'daki M_a ve $M_{ü}$ kolonun serbest yüksekliğinin alt ve üst uçlarındaki kolon kesme kuvvetinin hesabında alınan momentler ve l_n kolonun kirişler arasında arasında kalan serbest yüksekliğidir.

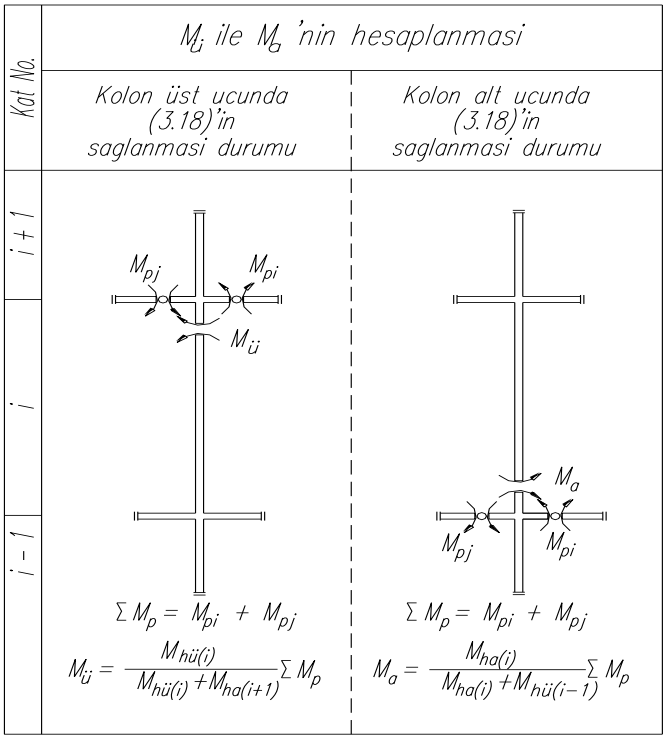
Kolonun serbest yüksekliğinin alt ve üst uçlarındaki kolon kesme kuvvetinin hesabında alınan momentleri (M_a ve $M_{ü}$)'nün hesaplanması için düğüm noktasında birleşen kirişlerin uçlarındaki moment kapasitelerinin toplamı, Denklem (3.20)'ye göre hesaplanmalıdır.

$$\sum M_p = M_{pi} + M_{pj} \qquad \textbf{(3.20)}$$

Denklem (3.20)'deki $\sum M_p$ kolonların kiriş uçlarındaki pekleşmeli taşıma gücü momentlerinin toplamı, M_{pi} kirişin sol ucu i'deki kolon yüzünde beton ve çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesi ve M_{pj} kirişin sağ ucu j'deki kolon yüzünde beton ve çeliğin göz alınarak hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesidir. Daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda, $M_{pi} \cong 1.4Mri$ ve $M_{pj} \cong 1.4Mrj$ alınabilir (M_{ri} ve M_{rj}: kirişin i ve j uçlarında eğilme momenti kapasiteleridir) [10,11].

Kolonların kiriş uçlarındaki pekleşmeli taşıma gücü momentlerinin toplamı ($\sum M_p$), kolonların düğüm noktasına birleşen uçlarında 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerindeki deprem hesaplarına göre bulunan momentler oranında (kolonların düğüm noktasına birleşen uçlarında eğilme rijitlikleri oranında [13]) kolonlara dağıtılır. Dağıtım sonucunda ilgili kolonun alt veya üst ucunda yer alan moment, Denklem (3.19)'daki kolonun serbest yüksekliğinin alt veya üst ucundaki kolon kesme kuvvetinin hesabında alınan momentleri (M_a veya $M_{ü}$), gözönüne alınmalıdır. Depremin her iki yönü için Denklem (3.19), ayrı ayrı uygulanmalıdır.

Elde edilen kiriş uçlarındaki pekleşmeli taşıma gücü momentlerinin toplamı ($\sum M_p$)'nin en büyük değeri dağıtımda esas alınır (Şekil 3.6) [10,11].



Şekil 3.7 : Kolonun üst ve alt uçlarındaki kesme hesabında kullanılan momentleri ($M_ü$ ve M_a)'nın hesabı.

Şekil 3.7'deki $\sum M_p$ kolonların kiriş uçlarındaki pekleşmeli taşıma gücü momentlerinin toplamı, M_{pi} kirişin sol ucu i'deki kolon yüzünde beton ve çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesi, M_{pj} kirişin sağ ucu j'deki kolon yüzünde beton ve çeliğin göz alınarak hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesi, M_a ve $M_ü$ kolonun serbest yüksekliğinin alt ve üst uçlarındaki kolon kesme kuvvetinin hesabında alınan moment, $M_{hü(i)}$ ve $M_{ha(i)}$ i'nci kat kolonundaki alt ve üst yük birleşimlerine göre momentleridir.

Yük birleşimlerinden hesaplanan kesme kuvveti ile Denklem (3.19)'dan hesaplanan kesme kuvveti (V_e) değerlerinden büyük olanı tasarımda kullanılır [10,11].

Denklem (3.19)'a göre hesaplanan kolonlarda enine donatı hesabında kullanılacak tasarım kesme kuvveti (V_e), Denklem (3.21)'deki koşulları sağlamalıdır. Aksi halde, kolon boyutları arttırılıp deprem hesapları tekrar yapılmalıdır [10,11].

$$V_e \leq V_r$$
$$V_e \leq 0.22 A_w f_{cd} \quad \textbf{(3.21)}$$

Denklem (3.21)'deki V_e kolonlarda enine donatı hesabında kullanılacak kesme kuvveti, V_r kolonun kesme dayanımı, A_w kolon enkesiti etkin gövde alanı (depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntılarının alanı hariç) ve f_{cd} betonun tasarım basınç dayanımıdır.

Kolon enine donatısı hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı(V_c), TS500/Nisan1984 veya TS500/Şubat2000'e göre belirlenir. Ancak, kolon sarılma bölgelerindeki enine donatının hesabında, sadece deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetinin depremli durumundaki toplam kesme kuvvetinin yarısından daha büyük olması durumunda betonun kesme dayanımına katkısı (V_c) sıfır alınır. Ayrıca $N_d \leq 0.05\ A_c\ f_{ck}$ koşulunun sağlanması halinde, betonun kesme dayanımına katkısı (V_c) sıfır alınır [10,11].

Her bir kolonun alt ve üst uçlarında özel sarılma bölgeleri oluşturulacaktır. Sarılma bölgelerinin her birinin uzunluğu, döşeme üst kotundan yukarıya doğru veya kolona bağlanan en derin kirişin alt yüzünden başlayarak aşağıya doğru ölçülmek üzere, kolon kesitinin büyük boyutundan (dairesel kesitlerde kolon çapından), kolon serbest yüksekliğinin 1/6'sından ve 50 cm'den az olamaz. Konsol kolonlarda sarılma bölgesi kolon alt ucunda oluşturulacak ve uzunluğu kolon büyük boyutunun 2 katından az olamaz. Sarılma bölgelerinde kullanılacak enine donatıya ilişkin koşullar aşağıda maddeler halinde verilmiştir. Bu donatılar temelin içinde de, 30 cm'den ve en büyük boyuna donatı çapının 25 katından az olmayan bir yükseklik boyunca devam ettirilmelidir. Ancak, çanak temellere mesnetlenen kolonlarda, sarılma bölgesindeki enine donatı çanak yüksekliği boyunca devam ettirilmelidir (Şekil 3.7) [10,11].

(a) Sarılma bölgelerinde Φ8'den küçük çaplı enine donatı kullanılmayacaktır. Bu bölgede**,** boyuna doğrultudaki etriye ve çiroz aralığı en küçük enkesit boyutunun 1/3'ünden ve 10 cm'den daha fazla, 5 cm'den daha az olamaz. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık (a), etriye çapının 25 katından fazla olamaz.

(b) Etriyeli kolonlarda $N_d > 0.20 A_c f_{ck}$ olması durumunda sarılma bölgelerindeki minimum toplam enine donatı alanı, Denklem (3.22) ve Denklem (3.23)'ten elde

edilen sonuçlardan en elverişsiz olanı seçilerek tasarımda kullanılmalıdır. Bu hesapta kolonun çekirdek boyutu (b_k), her iki doğrultu için ayrı ayrı göz önüne alınır. (N_d kolonun yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel kuvveti, A_c kolonun brüt enkesit alanı ve f_{ck} beton karakteristik basınç dayanımıdır).

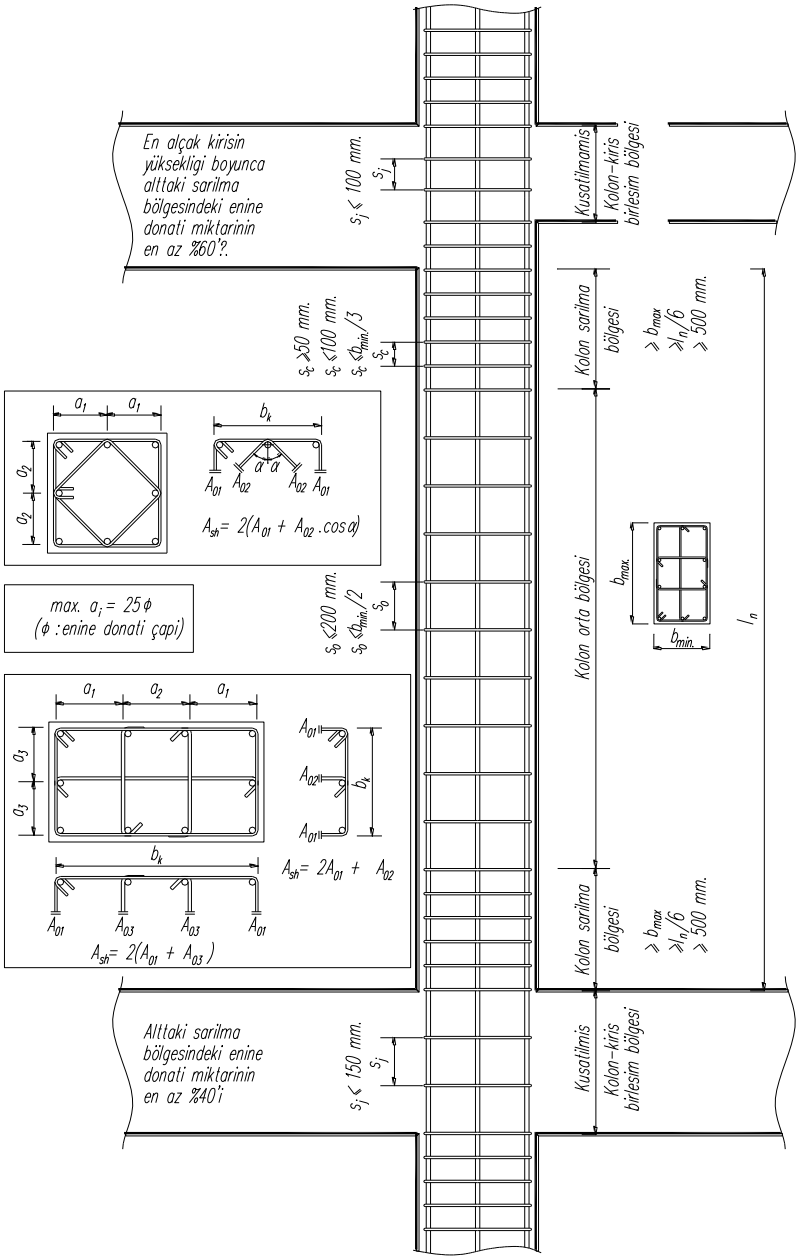
$$A_{sh} \geq 0.3 s b_k [(A_c/A_{ck})-1](f_{ck}/f_{ywk}) \quad \textbf{(3.22)}$$

$$A_{sh} \geq 0.075 s b_k (f_{ck}/f_{ywk}) \quad \textbf{(3.23)}$$

Denklem (3.22) ve Denklem (3.23)'deki A_{sh} s enine donatı aralığına karşı gelen yükseklik boyunca, kolonda veya perde uç bölgesindeki tüm etriye kollarının ve çirozların enkesit alanı değerleri gözönüne alınan b_k'ya dik doğrultudaki izdüşümlerinin toplamı, s enine donatı aralığı, b_k Birbirine dik yatay doğrultuların her biri için kolon veya perde uç bölgesi çekirdeğinin enkesit boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık), A_c kolonun veya perde uç bölgesinin brüt enkesit alanı A_{ck} sargı donatısının dışından dışına alınan ölçü içinde kalan çekirdek beton alanı, f_{ck} betonun karakteristik silindir basınç dayanımı ve f_{ywk} enine donatının karakteristik akma dayanımıdır.

Kolon orta bölgesi, kolonun alt ve üst uçlarında tanımlanan sarılma bölgeleri arasında kalan bölgedir. Kolon orta bölgesinde Φ8'den küçük çaplı enine donatı kullanılmayacaktır. Kolon boyunca etriye, çiroz veya spiral aralığı, en küçük enkesit boyutunun yarısından ve 20 cm'den daha fazla olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık (a), etriye çapının 25 katından daha fazla olmaz [10,11] (Şekil 3.7).

Çalışma kapsamında incelenen betonarme yapıda kolonların kesmeye karşı tasarımında, enine donatı olarak etriye kullanılmıştır. Bu yüzden 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde yer alan spiral donatılı kolonlar ile ilgili kurallar ve hükümler çalışma kapsamına dâhil edilmemiştir.



Şekil 3.8 : Kolonun enine donatı (etriye + çiroz) düzen detayı.

Şekil 3.8'deki A_0 enine donatı en kesit alanı, A_{sh} s enine donatı aralığına karşı gelen yükseklik boyunca kolonda veya perde uç bölgesindeki tüm etriye kollarının ve çirozların enkesit alanı değerlerinin gözönüne alınan b_k'ya dik doğrultudaki izdüşümlerinin toplamı, s enine donatı aralığı, a kolonda etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık, b_k birbirine dik yatay doğrultuların her biri için kolon çekirdeğinin enkesit boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık), b_{max} kolon enkesitindeki en büyük uzunluk, s_c kolon sarılma bölgesinde

enine donatı aralığı, l_n kolonun kirişler arasında kalan serbest yüksekliği, s_j birleşim yerindeki enine donatı aralığı ve s_o kolon orta bölgesindeki enine donatı aralığıdır.

3.4.1.4 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistemlerinde kolon – kiriş birleşim bölgeleri

- **Kuşatılmış ve kuşatılmamış birleşimler**

Süneklik düzeyi yüksek kolon ve kirişlerin oluşturduğu çerçeve sistemlerinde kolon-kiriş birleşimleri, aşağıda tanımlandığı üzere, iki sınıfa ayrılır [10,11].

1. Kuşatılmış birleşimler

2. Kuşatılmamış birleşimler

Kuşatılmış birleşim, kirişlerin kolona dört taraftan birleşmesi ve her bir kirişin genişliğinin birleştiği kolon genişliğinin 3/4'ünden daha az olmaması durumunda kolon - kiriş birleşimine denir.

Kuşatılmamış birleşim, kuşatılmış birleşim şartını sağlamayan kolon – kiriş birleşimine denir.

Kolon – kiriş birleşim bölgelerinde kesme güvenliği

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda kolon-kiriş birleşim bölgelerindeki kesme kuvveti (V_e), Denklem (3.24) ile hesaplanır (Şekil 3.9) [10,11].

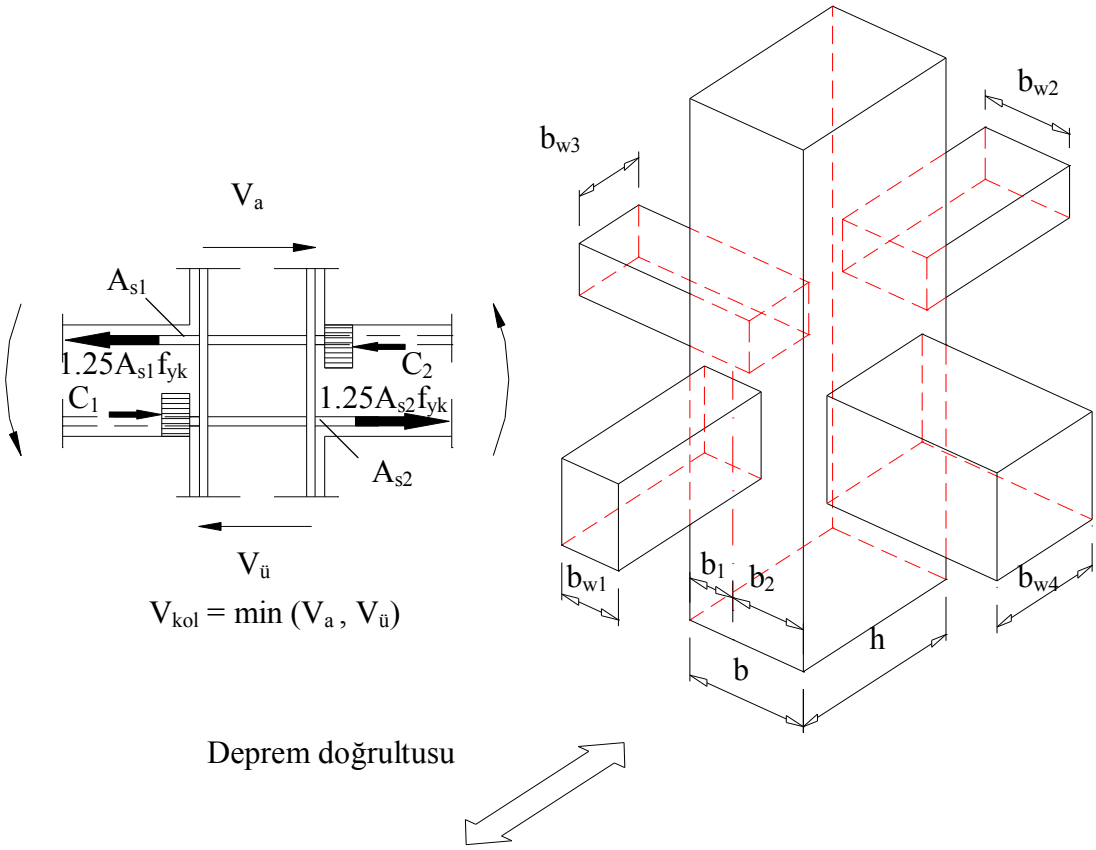
$$V_e=1.25f_{yk}(A_{s1}+A_{s2})-V_{kol} \quad \textbf{(3.24)}$$

Denklem (3.24)'teki V_e kolon enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti, f_{yk} boyuna donatının karakteristik akma dayanımı, A_{s1} kolon-kiriş düğüm noktasının bir tarafında kirişin negatif momentini karşılamak için üste konulan çekme donatısının toplam alanı, A_{s2} kolon-kiriş düğüm noktasının A_{s1}'e göre öbür tarafında kirişin pozitif momentini karşılamak için alta konulan çekme donatısının toplam alanı ve V_{kol} düğüm noktasının üstünde ve altında deprem hesabına göre hesaplanan kolon kesme kuvvetlerinden küçük olanıdır.

Kirişin kolona sadece bir taraftan saplandığı ve öbür tarafta devam etmediği durumlar için $A_{s2} = 0$ alınır [10,11].

Herhangi bir birleşim bölgesinde Denklem (3.24) ile hesaplanan kesme kuvveti (V_e), gözönüne alınan deprem doğrultusunda hiçbir zaman aşağıda verilen sınırları

aşmamalıdır (Şekil 3.9). Bu sınırların aşılması durumunda, kolon ve/veya kiriş kesit boyutları büyültülerek deprem hesabı tekrarlanmalıdır [10,11].



b_{w1} ve $b_{w2} \geq b$ olması durumunda $b_j = b$

b_{w1} ve $b_{w2} < b$ olması durumunda

$b_j = 2 \min (b_1, b_2)$

$b_j \leq (b_{w1} + h)$ ($b_{w1} < b_{w2}$ için)

<u>Kuşatılmış birleşim koşulları</u>

b_{w1} ve $b_{w2} \geq 3/4\ b$

b_{w3} ve $b_{w4} \geq 3/4\ h$

Şekil 3.9 : Kolon – kiriş birleşim bölgesi kesme güvenliği.

Şekil 3.9'daki V_a ve $V_ü$ kolon düğüm noktasında üst ve alt katlardaki kolon deprem kesme kuvvetleri, b_w kiriş genişliği, b kolon genişliği ve h kolonun gözönüne alınan deprem doğrultusundaki enkesit boyutudur.

Birleşim bölgesinde hesaplanan kesme kuvveti (V_e), kuşatılmış birleşimler için Denklem (3.24a)'daki ve kuşatılmamış birleşimler için Denklem (3.24b)'de verilen şartı sağlamak zorundadır [10,11].

$$V_e \leq 0.6 b_j h f_{cd} \qquad \textbf{(3.24a)}$$

$$V_e \leq 0.45 b_j h f_{cd} \quad \textbf{(3.24b)}$$

Denklem (3.24a) ve Denklem (3.24b)'deki V_e kolon enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti, b_j göz önüne alınan deprem doğrultusunda, birleşim bölgesine saplanan kirişin kolonla aynı genişlikte olması veya kolonun her iki yanından da taşması durumunda kolon genişliği, aksi durumda kirişin düşey orta ekseninden itibaren kolon kenarlarına olan uzaklıklardan küçük olanının iki katı (kiriş genişliği ile birleşimin derinliğinin toplamını aşamaz), h kolonun göz önüne alınan deprem doğrultusundaki enkesit boyutu ve f_{cd} betonun tasarım basınç dayanımıdır.

Kolon-kiriş birleşim bölgesindeki minimum enine donatı koşulları birleşim türlerine göre aşağıda verilmiştir [10,11].

(a) Kuşatılmış birleşimlerde, alttaki kolonun sarılma bölgesi için bulunan enine donatı miktarının en az %40'ı birleşim bölgesi boyunca kullanılacaktır. Ancak, enine donatının çapı 8 mm'den az olmayacak ve aralığı 15cm'yi aşmamalıdır.

(b) Kuşatılmamış birleşimlerde, alttaki kolonun sarılma bölgesi için bulunan enine donatı miktarının en az %60'ı birleşim bölgesi boyunca kullanılacaktır. Ancak bu durumda, enine donatının çapı 8 mm'den az olmayacak ve aralığı 10cm'yi aşmamalıdır.

3.4.1.5 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre süneklik düzeyi yüksek perdeler

Çalışma kapsamında incelenen betonarme yapının taşıyıcı sistemi, perde + çerçevedir. 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde perdeler için hükümler ve kurallar aşağıda verilmiştir.

- **Enkesit koşulları**

Perdeler, planda uzun kenarının kalınlığına oranı en az yedi olan düşey taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Gövde bölgesindeki perde kalınlığı, 2007 Deprem Yönetmeliğine göre kat yüksekliğinin 1/20'sinden ve 20 cm'den; 1997 Deprem Yönetmeliğine göre kat yüksekliğinin 1/15'sinden ve 20 cm'den az olamaz [10,11].

- **Perde uç bölgeleri ve kritik perde yüksekliği**

1997 Deprem Yönetmeliğine göre kritik perde yüksekliği (H_{cr}) boyunca perde uç bölge kalınlığı, kat yüksekliğinin 1/12'sinden az olamaz [10]. 2007 Deprem

Yönetmeliğine göre kritik perde yüksekliği (H_{cr}) boyunca perde uç bölge kalınlığı, perde uç bölgelerindeki perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/15'inden ve 20 cm'den az olamaz [11]. $H_w/l_w>2.0$ olan perdelerin planda her iki ucunda perde uç bölgeleri oluşturulmalıdır (Şekil 3.10). Perde uç bölgeleri, perde uç bölgesinin kendi kalınlığı içinde oluşturulabileceği gibi, perdeye birleşen diğer bir perdenin içinde de düzenlenebilir. Temel üstünden veya perdenin plandaki uzunluğunun %20'den daha fazla küçüldüğü seviyeden itibaren kritik perde yüksekliği (H_{cr}), $2l_w$ değerini aşmamak üzere, Denklem (3.25)'te verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak biçimde belirlenmelidir [10,11].

$$H_{cr} \geq l_w$$
$$H_{cr} \geq H_w/6 \qquad \textbf{(3.25)}$$

Denklem (3.25)'teki H_{cr} kritik perde yüksekliği, l_w perdenin plandaki uzunluğu ve H_w temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliğidir.

Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, H_w ve H_{cr} büyüklükleri zemin kat döşemesinden itibaren yukarıya doğru gözönüne alınmalıdır. Bu tür binalarda kritik perde yüksekliği, en az zemin katın altındaki ilk bodrum katının yüksekliği boyunca aşağıya doğru ayrıca uzatılmalıdır [10,11].

Dikdörtgen kesitli perdelerde, yukarıda tanımlanan kritik perde yüksekliği boyunca uç bölgelerinin her birinin plandaki uzunluğu, perdenin plandaki toplam uzunluğunun %20'sinden ve perde kalınlığının iki katından daha az olmamalıdır. Kritik perde yüksekliğinin üstünde kalan perde kesimi boyunca ise, perde uç bölgelerinin her birinin plandaki uzunluğu, perdenin plandaki toplam uzunluğunun %10'undan ve perde kalınlığından az olamaz (Şekil 3.10). Perde uç bölgelerinin, perdeye birleşen diğer bir perdenin veya perdenin ucunda genişletilmiş bir kesitin içinde düzenlenmesi durumunda; her bir perde uç bölgesinin enkesit alanı, en az dikdörtgen kesitli perdeler için tanımlanan alana eşit olmamalıdır [10,11].

- **Perde gövde donatısı koşulları**

Perdenin her iki yüzündeki gövde donatılarının toplam enkesit alanı, düşey ve yatay donatıların her biri için, perde uç bölgelerinin arasında kalan perde gövdesi brüt enkesit alanının 0.0025'inden az olamaz. H_w / $l_w \leq 2.0$ olması durumunda perde gövdesi, perdenin tüm kesiti olarak gözönüne alınacaktır. Perde gövdesinde boyuna ve enine donatı aralığı 25 cm'den fazla olamaz (Şekil 3.10) [10,11].

Uç bölgeleri dışında, perde gövdelerinin her iki yüzündeki donatı ağları, beher metrekare perde yüzünde en az 4 adet özel deprem çirozu ile karşılıklı olarak bağlanmalıdır. Perdelerde, kritik perde yüksekliği boyunca, uç bölgeleri dışındaki beher metrekare perde yüzünde en az 10 adet özel deprem çirozu kullanılmalıdır. Çirozların çapı, en az yatay donatının çapı kadar olmalıdır [10,11].

- **Perde uç bölgelerinde donatı koşulları**

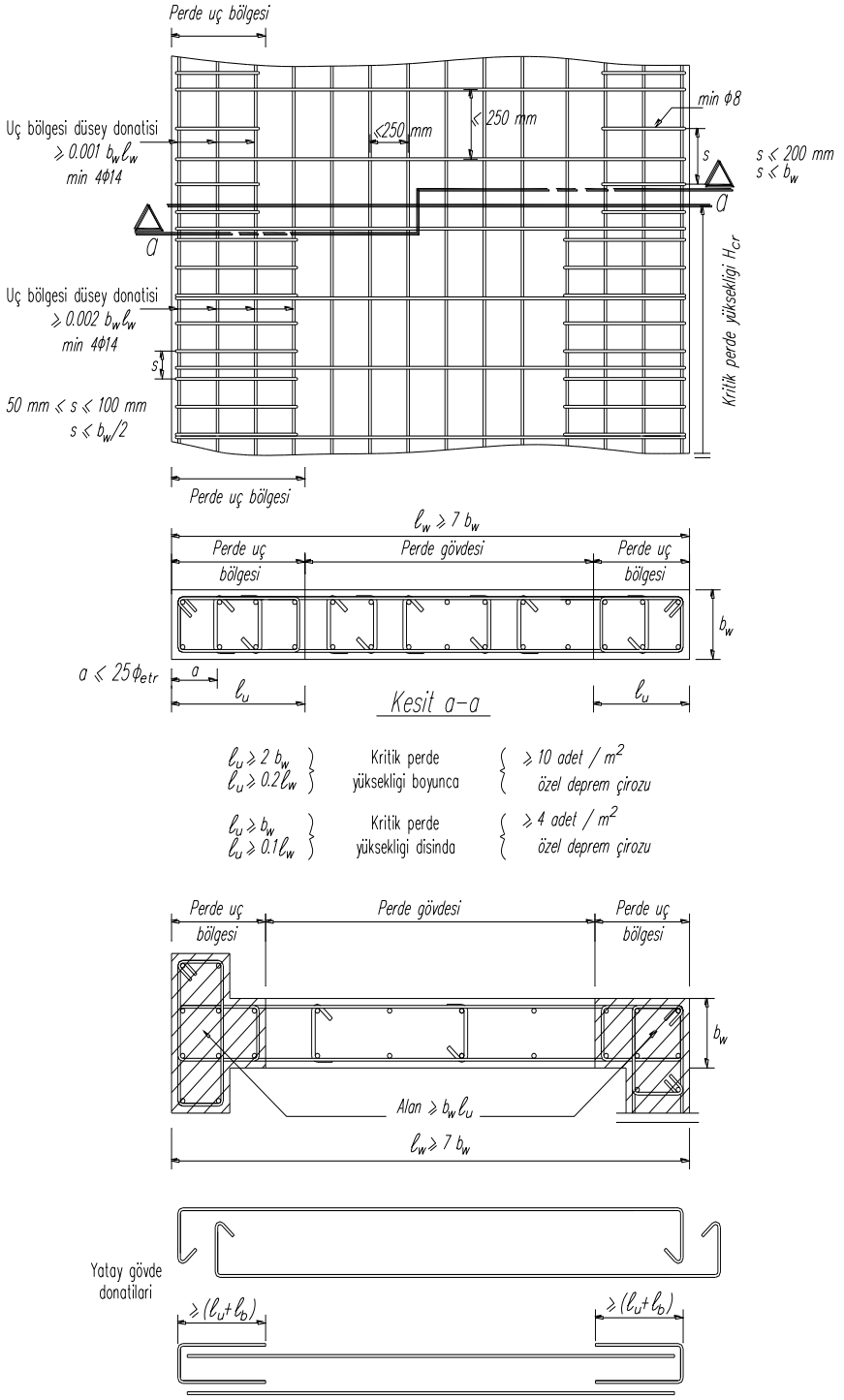
Perde uç bölgelerinin her birinde, düşey donatı toplam alanının perde brüt enkesit alanına oranı 0.001'den az olamaz. Perdelerde, kritik perde yüksekliği boyunca bu oran 0.002'ye çıkarılmalıdır. Perde uç bölgelerinin her birinde düşey donatı miktarı 4Φ14'ten az olamaz. Perde uç bölgelerindeki düşey donatılar, aşağıdaki kurallara uyularak, kolonlarda olduğu gibi etriyeler ve/veya çirozlardan oluşan enine donatılarla sarılmalıdır [10,11].

(a) Uç bölgelerinde kullanılacak enine donatının çapı 8 mm'den az olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık(a) , etriye ve çiroz çapının 25 katından fazla olamaz.

(b) Perdelerde, kritik perde yüksekliği boyunca, perde uç bölgelerine enine donatı koşulu kısmında, kolonların sarılma bölgeleri için verilen Denklem (3.19) ile belirlenen donatının en az 2/3'ü olmalıdır. Düşey doğrultuda etriye ve/veya çiroz aralığı perde kalınlığının yarısından ve 10 cm'den daha fazla, 5 cm'den daha az olamaz (Şekil 3.10). Bu donatılar, temelin içinde de en az perde kalınlığının iki katı kadar bir yükseklik boyunca devam ettirilmelidir.

(c) Kritik perde yüksekliğinin dışında kalan perde uç bölgelerinde düşey doğrultudaki etriye ve/veya çiroz aralığı, perde kalınlığından ve 20 cm'den daha fazla olamaz (Şekil 3.10).

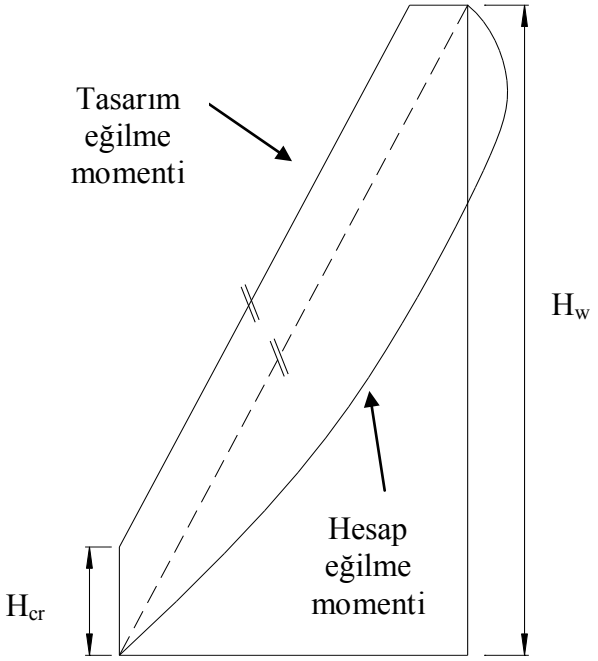
Şekil 3.10'daki b_w perde genişliği, l_w perde uzunluğu, l_u perdenin plandaki uç bölge uzunluğu, l_b TS500/Nisan1984 ve TS500/Şubat2000'de çekme donatısı için kenetlenme boyu ve s perde uç bölgesindeki etriye aralığıdır.



Şekil 3.10 : Perdelerde boyuna ve enine donatı düzeni.

- **Perde tasarım eğilme momentleri**

$H_w/l_w>2.0$ koşulunu sağlayan perdelerde tasarıma esas eğilme momentleri, perde kritik perde yüksekliği boyunca sabit bir değer olarak, perde tabanında tasarımda kullanılan yük bileşimlerine göre hesaplanan eğilme momentine eşit alınmalıdır. Kritik perde yüksekliğinin sona erdiği kesitin üstünde ise, yük bileşimlerine göre perdenin tabanında ve tepesinde hesaplanan momentleri birleştiren doğruya paralel olan doğrusal moment diyagramı uygulanmalıdır (Şekil 3.11). Çevresinde rijit perdeler bulunan bodrumlu binalarda sabit perde momenti, kritik perde yüksekliği boyunca gözönüne alınmalıdır. Hw/lw≤2.0 olan perdelerin bütün kesitlerinde tasarım eğilme momentleri, yük bileşimlerine göre hesaplanan eğilme momentlerine eşit alınmalıdır [10,11].



Şekil 3.11 : Perde çerçeveli sistemlerde perde moment grafiği.

Şekil 3.11'deki H_{cr} kritik perde yüksekliği ve H_w temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliğidir.

- **Perdelerde kesme güvenliği**

Bu konuda 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre hesaplamalar açısından farklılıklar olduğu için bu konuda, her iki yönetmelikte yer alan bölümler, çalışma kapsamında belirtilmiştir.

1997 Deprem Yönetmeliğine göre perde enine donatısının hesabında yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti (V_d) esas alınmalıdır. Perde kesitlerinin kesme dayanımı (V_r),

Denklem (3.26)'ya göre hesaplanır. Perde kesitlerinin kesme dayanımı (V_r), Denklem (3.27)'deki koşulları sağlamalıdır. Aksi takdirde kesit boyuları değiştirilip deprem hesapları tekrar yapılmalıdır.

$$V_r=A_{ch}(0.65f_{ctd}+\rho_{sh}f_{yd}) \quad \textbf{(3.26)}$$

$$V_d \leq V_r \text{ ve } V_d \leq 0.22A_{ch}f_{cd} \quad \textbf{(3.27)}$$

Denklem (3.26) ve Denklem (3.27)'deki V_d perde enine donatısının hesabında yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti, V_r perde kesitlerinin kesme dayanımı, A_{ch} boşluksuz perdenin döşemenin parçasının brüt enkesit alanı, f_{ctd} betonun çekme tasarım dayanımı, ρ_{sh} perdede yatay gövde donatılarının hacimsel oranı [$(\rho_{sh})_{min} = 0.0025$] ve f_{yd} boyuna donatının tasarım akma dayanımıdır.

1997 Deprem Yönetmeliğine göre temele bağlantı düzeyinde ve üst katlarda yapılacak inşaat derzlerinde, aktarılan kesme kuvveti için TS500/Nisan1984'te tanımlanan sürtünme kesmesi hesabı mutlaka yapılmalıdır [10].

2007 Deprem Yönetmeliğine göre $H_w/l_w>2.0$ koşulunu sağlayan perdelerde, gözönüne alınan herhangi bir kesitte enine donatı hesabında esas alınacak tasarım kesme kuvveti (V_e), Denklem (3.28)'e göre hesaplanır [11].

$$V_e=\beta_v \frac{(M_p)_t}{(M_d)_t} V_d \quad \textbf{(3.28)}$$

Denklem (3.28)'deki β_v dinamik büyütme katsayısı (perde çerçeveli sistemlerde 1.5 değerini alır.), $(M_p)_t$ perdenin taban kesitinde beton ve çeliğin pekleşmesine bağlı olarak hesaplanan moment kapasitesi, $(M_d)_t$ perdenin taban kesitinde yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan taban momenti ve V_d yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvvetidir. Perdenin taban kesitinde pekleşme momenti $(M_p)_t$, kesin hesap yapılmadıkça perdenin taban kesitinde beton ve çeliğe bağlı olarak hesaplanan taşıma gücü momenti $(M_r)_t$'nin 1.25 katı değeri alınır [11].

Yük birleşimlerinden hesaplanan kesme kuvveti ile Denklem (3.28**)** ile hesaplanan kesme kuvveti (V_e) arasında büyük olanı tasarımda kullanılır [11].

$H_w/l_w \leq 2.0$ olan perdeler, perdelerin bütün kesitlerinde tasarım kesme kuvvetleri, yük birleşimlerinden elde edilen kesme kuvvetlerine eşit olur [11].

3.4.2 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre düzensiz binalar

Ülkemizde düzensiz bina tanımı şimdiye kadar uygulanmış deprem yönetmeliklerinden sadece 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde bulunmaktadır.

Depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken düzensiz binaların tanımlanması ile ilgili olarak, planda ve düşey doğrultuda düzensizlik meydana getiren durumlar ve bunlarla ilgili koşullar aşağıda verilmiştir.

1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre düzensiz binalara ilişkin koşullar, aşağıda belirtilmiştir [10,11].

(a) A1 ve B2 türü düzensizlikler, deprem hesap yönteminin seçiminde etken olan düzensizliklerdir.

(b) A2 ve A3 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiği hesapla doğrulanmalıdır.

(c) B1 türü düzensizliğinin bulunduğu binalarda, göz önüne alınan i'inci kattaki dolgu duvarı alanlarının toplamı bir üst kattakine göre fazla ise, dayanım düzensizliği katsayısı (η_{ci})'nin hesabında dolgu duvarları göz önüne alınmayacaktır. $0.60 \leq (\eta_{ci})_{min} < 0.80$ aralığında taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $1.25\ (\eta_{ci})_{min}$ değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanmalıdır. Ancak hiçbir zaman dayanım düzensizliği katsayısı (η_{ci}) < 0.60 olmamalıdır. Aksi durumda zayıf katın dayanımı ve rijitliği arttırılarak deprem hesabı tekrarlanmalıdır.

3.4.2.1 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre planda düzensiz binalar

Planda düzensizlik durumları aşağıdaki sıralanmıştır:

1) A1 türü düzensizlik durumu - Burulma Düzensizliği.

2) A2 türü düzensizlik durumu - Döşeme Süreksizlikleri.

3) A3 türü düzensizlik durumu - Planda Çıkıntılar Bulunması.

4) A4 türü düzensizlik durumu - Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması

Yukarıda bahsedilen düzensizlik durumlarından sadece A4 tür düzensizlik durumu (Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması) 2007 Deprem Yönetmeliğinde bulunmayıp sadece 1997 Deprem Yönetmeliğinde mevcuttur.

- **A1 türü düzensizlik durumu– burulma düzensizliği**

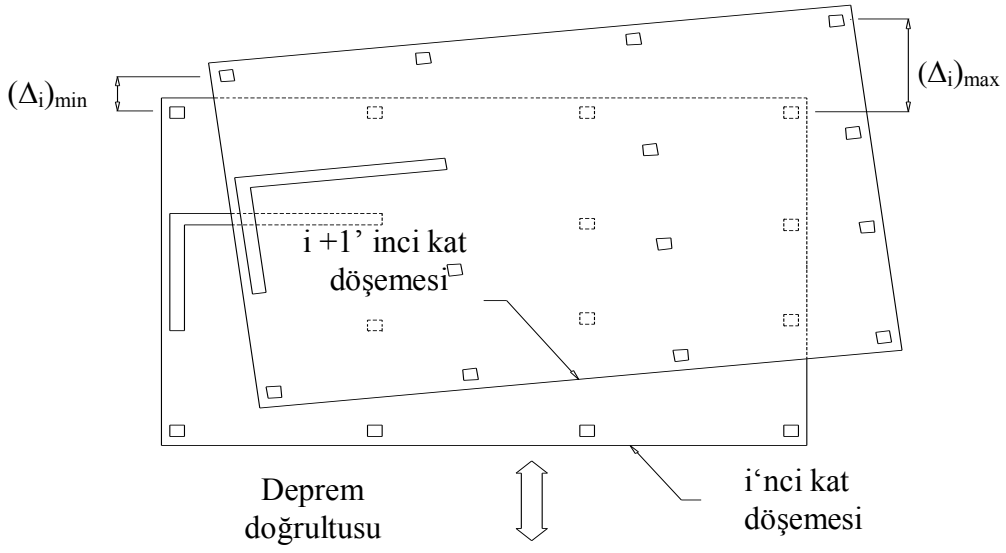
Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük göreli kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama göreli ötelemeye oranını Denklem (3.29) ifade eden burulma düzensizliği katsayısı (η_{bi}) 'nin 1.2'den büyük olması durumudur [10,11].

Göreli kat ötelemelerinin hesabı, ± %5 ek dışmerkezlik etkileri de göz önüne alınarak Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine göre yapılır (Şekil 3.12) [10,11].

$$\eta_{bi}=\frac{(\Delta_i)_{max}}{(\Delta_i)_{ort}}>1.2 \qquad \textbf{(3.29)}$$

$$(\Delta_i)_{ort}=1/2[(\Delta_i)_{max}+(\Delta_i)_{min}] \qquad \textbf{(3.29a)}$$

Denklem (3.29) ve Denklem (3.29a)'daki η_{bi} i.nci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı, $(\Delta_i)_{max}$ binanın i'inci katındaki maksimum azaltılmış göreli kat ötelemesi, $(\Delta_i)_{min}$ binanın i'inci katındaki minimum azaltılmış göreli kat ötelemesi ve $(\Delta_i)_{ort}$ binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış göreli kat ötelemesidir.



Şekil 3.12 : Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumu

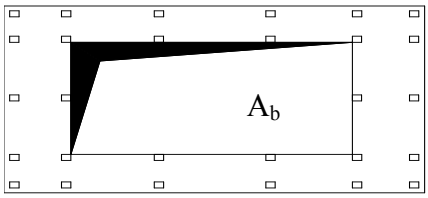
- **A2 türü düzensizlik durumu – döşeme süreksizlikleri**

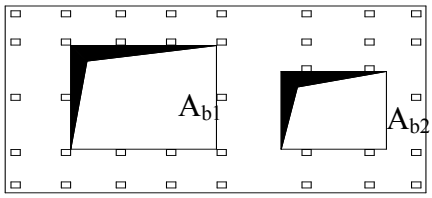
Herhangi bir kattaki döşemede aşağıdaki durumlardan en az birinin olması durumudur (Şekil 3.13) [10,11]:

I – Merdiven ve asansör boşlukları dâhil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması.

II – Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması.

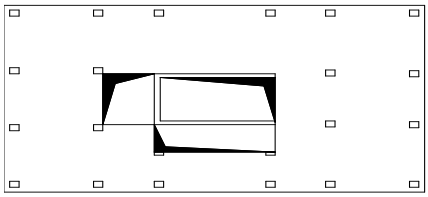
III – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması.



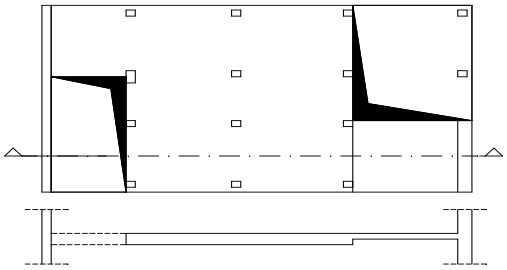


$A_b = A_{b1} + A_{b2}$

I - A2 türü düzensizlik durumu (A_b / A > 1/3)
A_b: Boşluk alanları toplamı
A: Brüt kat alanı



Kesit A-A
II - A2 türü düzensizlik durumu

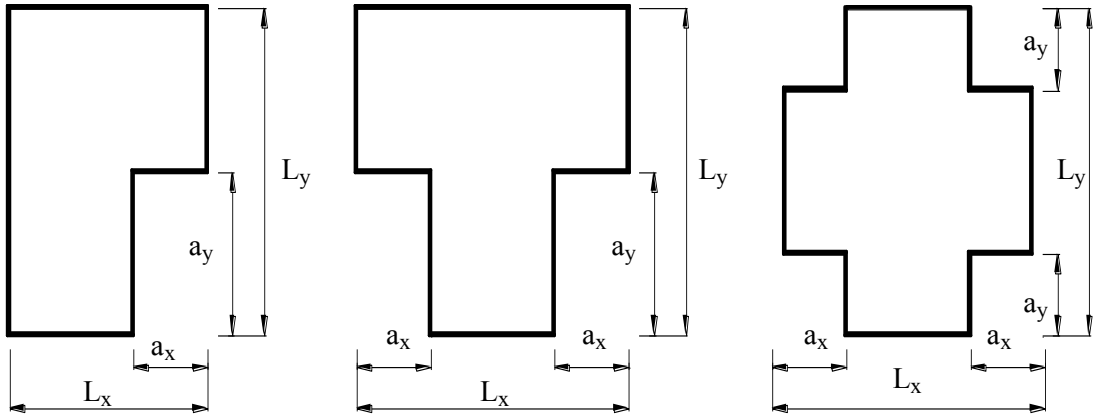


Kesit A-A
II ve III - A2 türü düzensizlik durumu

Şekil 3.13 : A2 türü düzensizlik durumları – Döşeme süreksizliği

- **A3 türü düzensizlik durumu – planda çıkıntılar bulunması**

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumudur (Şekil 3.14) [10,11].

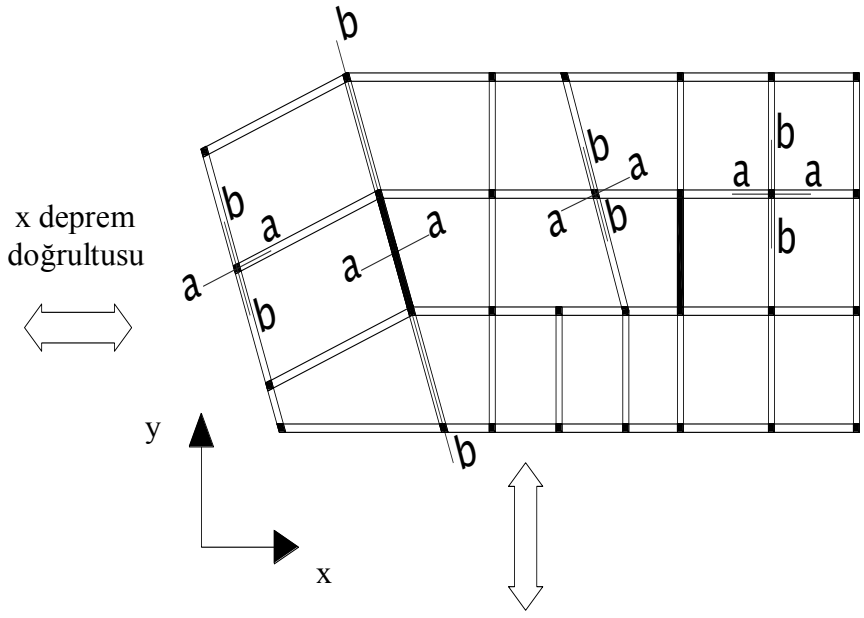


$a_x > 0.2\ L_x$ ve aynı zamanda $a_y > 0.2\ L_y$

Şekil 3.14 : A3 türü düzensizlik durumları – Planda çıkıntılar bulunması

- **A4 türü düzensizlik durumu - taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması**

Bu tür düzensizlik durumu, sadece 1997 Deprem Yönetmeliğinde mevcuttur. Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumudur (Şekil 3.15) [10]



Şekil 3.15 : A4 türü düzensizlik durumları – Taşıyıcı elemanların eksenlerinin parallel olmaması durumu.

A4 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda, taşıyıcı sistem elemanlarının asal eksen doğrultularındaki iç kuvvet büyüklükleri, Denklem (3.30) ve Denklem (3.31)'e göre bulunur [10].

$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0.30\, B_{ay} \quad \textbf{(3.30)}$$

$$B_a = \pm B_{ay} \pm 0.30\, B_{ax} \quad \textbf{(3.31)}$$

Denklem (3.30) ve Denklem (3.31)'deki B_{ax} taşıyıcı sistem elemanının a asal ekseni doğrultusunda x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü ve B_{ay} taşıyıcı sistem elemanının a asal ekseni doğrultusunda y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü ve B_a taşıyıcı sistem elemanının a asal ekseni doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğüdür.

3.4.2.2 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre düşey doğrultuda düzensiz binalar

Düşey doğrultuda düzensizlik durumları aşağıda sıralanmıştır.

1) B1 türü düzensizlik durumu – Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat).

2) B2 türü düzensizlik durumu - Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat).

3) B3 türü düzensizlik durumu - Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği.

- **B1 türü düzensizlik durumu – komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)**

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı (η_{ci})'nin 0.80'den küçük olması durumudur (Denklem (3.32)) [10,11].

$$\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80 \quad \textbf{(3.32)}$$

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k \quad \textbf{(3.32a)}$$

Denklem (3.32) ve Denklem (3.32a)'daki η_{ci} dayanım düzensizliği katsayısı, ΣA_e herhangi bir katta gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı, ΣA_g herhangi bir katta gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı, ΣA_k herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanlarının (kapı ve pencere boşlukları hariç) toplamı ve ΣA_w herhangi bir katta, kolon enkesiti etkin gövde alanları kolon enkesiti etkin gövde alanlarının toplamıdır.

- **B2 türü düzensizlik durumu – komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)**

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama göreli kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama göreli kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı (η_{ki})'nin 1997 Deprem Yönetmeliğine göre 1.5'ten; 2007 Deprem Yönetmeliğine göre ise 2.0'dan fazla olması durumudur .[10,11]

$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{ort} > 1.5 \text{ (1997 Dep. Yön.); } 2.0 \text{ (2007 Dep. Yön.)} \quad \textbf{(3.33)}$$

$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{ort} > 2.0 \text{ (2007 Dep. Yön.)} \quad \textbf{(3.34)}$$

Denklem (3.33) ve Denklem (3.34)'teki η_{ki} i'inci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı, Δ_i binanın i'inci katındaki azaltılmış göreli kat ötelemesi ve h_i binanın i'inci katının kat yüksekliğidir.

- **B3 türü düzensizlik durumu – taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği**

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumudur (Şekil 3.16) [10,11].

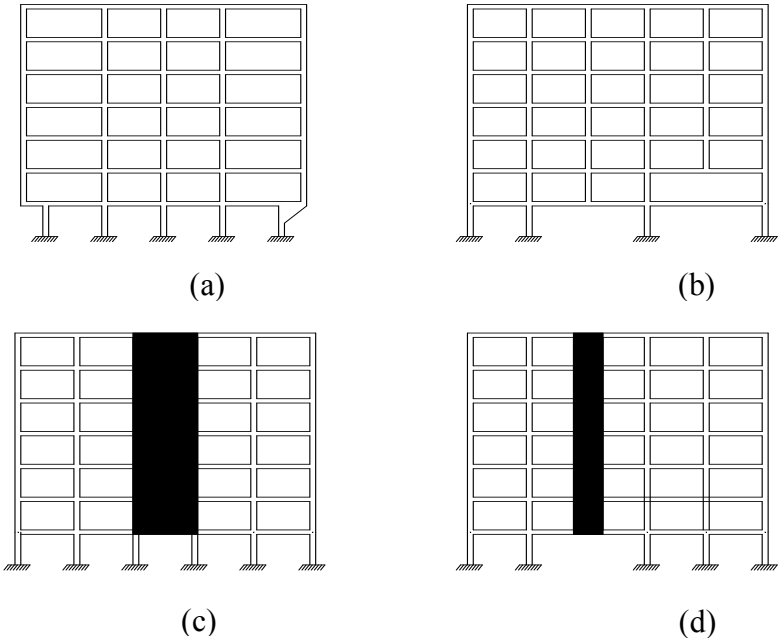
B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalara ilişkin koşullar, bütün deprem bölgelerinde uygulanmak üzere, aşağıda belirtilmiştir (Şekil 3.16) [10,11].

(a) Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilemez.

(b) Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılır.

(c) Üst katlardaki perdenin altta kolonlara oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

(d) Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.



Şekil 3.16 : B3 türü düzensizlik durumları – Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği.

3.4.3 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre depreme dayanıklı yapılar için hesap kuralları

1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde bulunan yapıların deprem hesabını ve taşıyıcı sistemin tasarımını etkileyen tanımlamalar ve kurallar mevcuttur. Çalışma içeriğinde bu tanımlamalardan ve kurallardan sadece çalışma kapsamında incelenen betonarme yapıyı ilgilendiren kısımlardan bahsedilmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen betonarme yapıda, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre deprem yükü hesap analizlerinde, bu yönetmeliklerde yer alan deprem hesap yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi üzerine çalışılmıştır. Ayrıca incelenen betonarme yapının 1997 ve 2007

Deprem Yönetmeliklerine göre zemin kat taşıyıcı elemanlarının boyutlandırılmasında Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmıştır.

1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre deprem hesap yükü yöntemlerinden olan Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri çalışma içeriğine dâhil edilmemiştir.

3.4.3.1 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre deprem yüklerinin hesabına ilişkin genel kurallar

1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerindeki elastik deprem yüklerinin oluşturulmasında, elastik deprem yüklerinin tanımlanması (spektral ivme katsayısı) ve elastik deprem yüklerinin azaltılması (deprem yükü azaltma katsayısı) etkenlerdir.

- **Elastik deprem yüklerinin tanımlanması (spektral ivme katsayısı)**

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan spektral ivme katsayısı A(T), Denklem (3.35) ile hesaplanır. %5 sönüm oranı için tanımlanan elastik ivme spektrumu'nun ordinatı olan elastik spektral ivme $S_{ae}(T)$, Denklem (3.36)'ya göre hesaplanır [10,11]. Yalnız elastik spektral ivme $S_{ae}(T)$ tanımı, 1997 Deprem Yönetmeliğinde yer almamaktadır.

$$A(T)=A_o I S(T) \tag{3.35}$$

$$S_{ae}(T)=A(T)g \tag{3.36}$$

Denklem (3.35) ve Denklem (3.36)'daki A(T) spektral ivme katsayısı, A_0 etkin yer ivmesi katsayısı (Çizelge 3.15), I Bina Önem Katsayısı (Çizelge 3.16), S(T) spektrum katsayısı (Şekil 3.17), $S_{ae}(T)$ elastik spektral ivme ve g yer çekimi ivmesidir.

Çizelge 3.15 : Etkin yer İvmesi katsayısı (A_0).

Deprem Bölgesi	Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_o)
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Çizelge 3.16 : Bina önem katsayısı (I).

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

Denklem (3.35)'te yer alan spektral ivme katsayısı S(T), yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu (T)'ye bağlı olarak Denklem (3.35a), Denklem (3.35b) ve Denklem (3.35c)'ye göre hesaplanır (Şekil 3.12) [10,11].

$$(0 \leq T \leq T_A) \text{ için } S(T) = 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} \qquad \textbf{(3.35a)}$$

$$(T_A \leq T \leq T_B) \text{ için } S(T) = 2.5 \qquad \textbf{(3. 35b)}$$

$$(T_B < T) \text{ için } S(T) = 2.5 \left(\frac{T_B}{T}\right)^{0.8} \qquad \textbf{(3. 35c)}$$

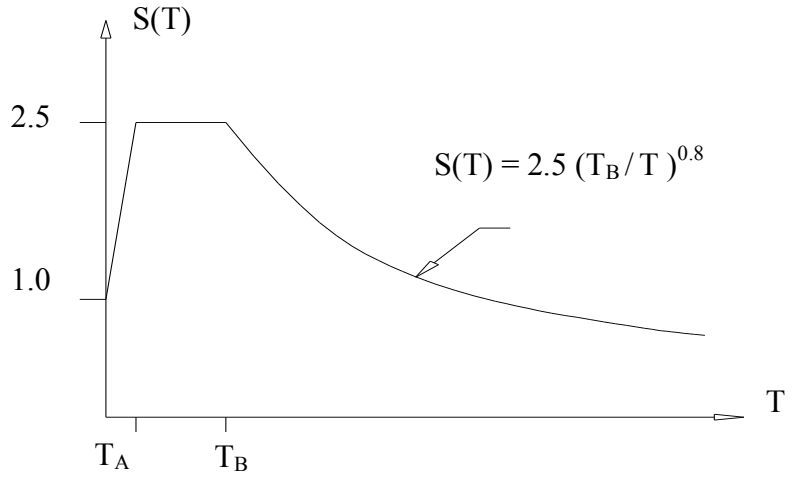
Denklem (3.35a), Denklem (3.35b) ve Denklem (3.35c)'deki T bina doğal titreşim periyodu, T_A ve T_B spektrum karakteristik periyotları (Çizelge 3.17) ve S(T) spektral ivme katsayısıdır.

Çizelge 3.17 : Spektrum karakteristik periyotları (T_A ve T_B).

1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre Yerel Zemin Sınıfları	T_A (saniye)	T_B (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

Herhangi bir zemin, zemin sınıfı olarak 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde belirtilen koşulların yerine getirilmemesi durumunda, Z4 yerel zemin sınıfı için tanımlanan spektrum karakteristik periyotları kullanılmalıdır [10,11].

Gerekli durumlarda elastik tasarım ivme spektrumu, yerel deprem ve zemin koşulları göz önüne alınarak yapılacak özel araştırmalarla da belirlenebilir. Ancak, bu şekilde belirlenecek ivme spektrumu ordinatlarına karşı gelen spektral ivme katsayısı A(T)'leri, tüm periyotlar için, Çizelge 3.17'de verilen ilgili karakteristik periyotlar göz önüne alınarak Denklem (3.35)'ten bulunan değerlerden hiçbir zaman küçük olamaz [10,11].



Şekil 3.17 : Spektral İvme Katsayısı S(T) – Bina doğal tireşim periyodu (T) grafiği.

- **Elastik deprem yüklerinin azaltılması (Deprem yükü azaltma katsayısı)**

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak üzere spektral ivme katsayısı S(T)'ye göre bulunacak elastik deprem yükleri, deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$'ye bölünmelidir. Deprem yükü azaltma Katsayısı $R_a(T)$, çeşitli taşıyıcı sistemler için Çizelge 3.18'de tanımlanan taşıyıcı sistem davranış katsayısına (R)'ye ve doğal titreşim periyodu (T)'ye bağlı olarak Denklem (3.37) veya Denklem (3.38) ile belirlenir [10,11].

$$(0 \leq T \leq T_A) \text{ için } R_a(T) = 1 + (R-1.5)\frac{T}{T_A} \quad \textbf{(3.37)}$$

$$(T_A < T) \text{ için } R_a(T) = R \quad \textbf{(3.38)}$$

Denklem (3.37) ve Denklem (3.38)'deki $R_a(T)$ deprem yükü azaltma katsayısı, R taşıyıcı sistem davranış katsayısı (Çizelge 3.18), T bina doğal titreşim periyodu, T_A ve T_B spektrum karakteristik periyotlarıdır (Çizelge 3.17).

Çalışma kapsamında incelenen betonarme yapının taşıyıcı sistemi, Çizelge 3.18'deki yerinde dökme betonarme yapılarından deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar sınıfına girmektedir. Yani taşıyıcı sistemi katsayısı (R) değeri, 7'dir.

1997 Deprem Yönetmeliğine göre perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen eğilme momentinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen devrilme momentinin %75'inden daha fazla olmaz.

Yukaridaki koşulun sağlanamaması durumunda taşıyıcı sistem katsayısı (R), Denklem (3.39a)'ya göre tekrar hesaplanır ve taşıyıcı sistem üzerinde, deprem analizleri tekrar yapılır [10].

$$R = 10 - 4\alpha_m \quad \textbf{(3.39a)}$$

Denklem (3.39a)'daki R taşıyıcı sistem davranış katsayısı (Çizelge 3.18) ve α_m süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen eğilme momentinin toplamının binanın tümü için tabanda meydana gelen devrilme momentine oranıdır.

2007 Deprem Yönetmeliğine göre perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75'inden daha fazla olmaz.

Yukaridaki koşulun koşulun sağlanamaması durumunda taşıyıcı sistem katsayısı (R), Denklem (3.39b)'ye göre tekrar hesaplanır ve taşıyıcı sistem üzerinde, deprem analizleri tekrar yapılır [10].

$$R = 10 - 4\alpha_s \quad \textbf{(3.39b)}$$

Denklem (3.39b)'deki R taşıyıcı sistem davranış katsayısı (Çizelge 3.18) ve α_m süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetinin toplamının binanın tümü için tabanda meydana gelen kesme kuvvetine oranıdır.

Çizelge 3.18 : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R).

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	***Süneklik Düzeyi Normal Sistemler***	***Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler***
(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar..	4	7
(2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3	7
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	3
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrike binalar..	—	5
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	6
(3) ÇELİK BİNALAR		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	4
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	5
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	7
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	6
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	5	6
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	8
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	7

3.4.3.2 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre deprem hesabında kullanılan yöntemler

1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre deprem hesabı 3 farklı şekilde yapılmaktadır:

1. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi

2. Mod Birleştirme Yöntemi

3. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

Çalışma kapsamında incelenen betonarme taşıyıcı sistemin deprem analizlerinde ve zemin kat taşıyıcı eleman betonarme hesaplarında, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde bulunan Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmıştır Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi kullanılmamıştır.

- **Eşdeğer deprem yükü yöntemi**

Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin uygulanabileceği binalar, Çizelge 3.19'da özetlenmiştir. Çizelge 3.19'un kapsamına girmeyen binaların deprem hesabında, Mod Birleşitirme Yöntemi veya Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi kullanılır [10,11].

Çizelge 3.19 : Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin uygulanabileceği binalar.

Deprem Bölgesi	**Bina Türü**	**Toplam Yükseklik (H_N) Sınırı**
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısı (η_{bi})'nin ≤ 2.0 koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq 25$ m
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısı (η_{bi})'nin ≤ 2.0 koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$H_N \leq 40$ m
3, 4	Tüm binalar	$H_N \leq 40$ m

1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (V_t) Denklem (3.40) ile belirlenir [10,11].

$$V_t = \frac{WA(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.1A_0IW \qquad \textbf{(3.40)}$$

Denklem (3.40)'taki V_t toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), W binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı, $A(T_1)$ ilgili deprem doğrultusundaki 1. doğal periyoduna bağlı spektral ivme katsayısı, $R_a(T_1)$ ilgili deprem doğrultusundaki doğal periyoduna bağlı deprem yükü azaltma katsayısı A_0 etkin yer ivmesi ve I bina önem katsayısıdır.

Denklem (3.40)'ta binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı (W) Denklem (3.41)'e göre hesaplanır [10,11].

$$W = \sum_{i=1}^{N} w_i \qquad \textbf{(3.41)}$$

$$w_i = g_i + nq_i \qquad \textbf{(3.41a)}$$

Denklem (3.41) ve Denklem (3.41a)'daki W binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı, w_i i'inci katın kat ağırlığı, g_i binanın i'inci katındaki toplam sabit yük, n hareketli yük katılım katsayısı (Çizelge 3.20) ve q_i binanın i'inci katındaki toplam hareketli yüktür.

Çizelge 3.20 : Hareketli yük katılım katsayısı (n).

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

Katlara etkiyen Eşdeğer Deprem Yükü (F_i)'lerinin toplamı, toplam eşdeğer deprem yükü (V_t) olarak Denklem (3.42)'deki gibi ifade edilir [10,11] (Şekil 3.18a):

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^{N} F_i \qquad \textbf{(3.42)}$$

Denklem (3.42)'deki V_t toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), ΔF_N binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ve F_i eşdeğer deprem yükü yönteminde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yüküdür.

Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü (ΔF_N)'nin hesabında, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde farklılık vardır. Bu yüzden Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü (ΔF_N)'nin hesabı, her iki deprem yönetmeliği için ayrı ayrı verilmiştir.

1997 Deprem Yönetmeliğine göre Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminde binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü (ΔF_N)'nin hesabı Denklem (3.42a) veya Denklem (3.42b)'deki koşula bağlıdır [10].

$$H_N \geq 25 \text{ m için } \Delta F_N = 0.07 T_1 V_t \leq 0.2 V_t \quad \textbf{(3.42a)}$$

$$H_N < 25 \text{ m için } \Delta F_N = 0 \text{ alınabilir.} \quad \textbf{(3.42b)}$$

2007 Deprem Yönetmeliğine göre Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminde binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü (ΔF_N)'nin hesabı Denklem (3.42c)'deki gibidir [11]:

$$\Delta F_N = 0.075 N V_t \quad \textbf{(3.42c)}$$

Denklem (3.42a), Denklem(3.42b) ve Denklem(3.42c)'deki H_N binanın temel üstünden itibaren toplam yüksekliği (bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam yüksekliği), ΔF_N binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü, T_1 ilgili deprem doğrultusundaki binanın birinci doğal periyodu, V_t toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) ve N binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısıdır (bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam katsayısıdır).

Toplam eşdeğer deprem yükünün binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü (ΔF_N) dışında geri kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere bina katlarına Denklem (3.43) ile dağıtılır [10,11].

$$F_i=(V_t-\Delta F_N)+\frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^{N} w_j H_j} \quad \textbf{(3.43)}$$

Denklem (3.43)'teki Fi Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü, Vt toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), ΔFN binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü, wi i'inci katın kat ağırlığı ve Hi binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliğidir (bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliğidir).

Çalışma kapsamında incelenen betonarme yapıda bir adet bodrum kat mevcuttur. 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde belirtildiği gibi 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 hesaplanır [10,11].

Bu tarz binaların Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine göre bodrum ve üst katlara gelen deprem kuvvetlerinin hesap adımları ve koşulları, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde farklılıklar göstermektedir. Bu yüzden bu hesap adımları ve koşulları hakkında her iki deprem yönetmeliğinde yer alan bilgiler ayrı ayrı verilmiştir.

1997 Deprem Yönetmeliğine göre bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, bodrum katlarına ve üstteki katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, aşağıda belirtildiği üzere ayrı ayrı hesaplanır [10].

(a) Üstteki katlara etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (V_t)'nin ve eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)'nin belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri göz önüne alınmaksızın Çizelge 18'ten seçilen taşıyıcı davranış katsayısı (R) kullanılır ve sadece üstteki katların ağırlıkları hesaba katılır. Bu durumda ilgili bütün tanım ve bağıntılarda temel üst kotu yerine zemin katın kotu göz önüne alınacaktır. Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıkları kullanılır (Şekil 3.18b).

(b) Rijit bodrum katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabında, sadece bodrum kat ağırlıkları göz önüne alınacak ve bu katlar için hesap üstteki katlardan bağımsız olarak yapılacaktır. Binanın bu bölümünde doğal titreşim periyodu hesaplanmaksızın spektrum katsayısı S(T) = 1 alınır. Her bir bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükünün hesabı (F_{bk})'da, spektral ivme katsayısı A(T) ile bu katın ağırlığı (w_{bk}) doğrudan çarpılır ve elde edilen elastik yükler, deprem yükü azaltma katsayısı Ra(T) = 1.5 sayısına bölünerek azaltılır (Şekil 3.18c).

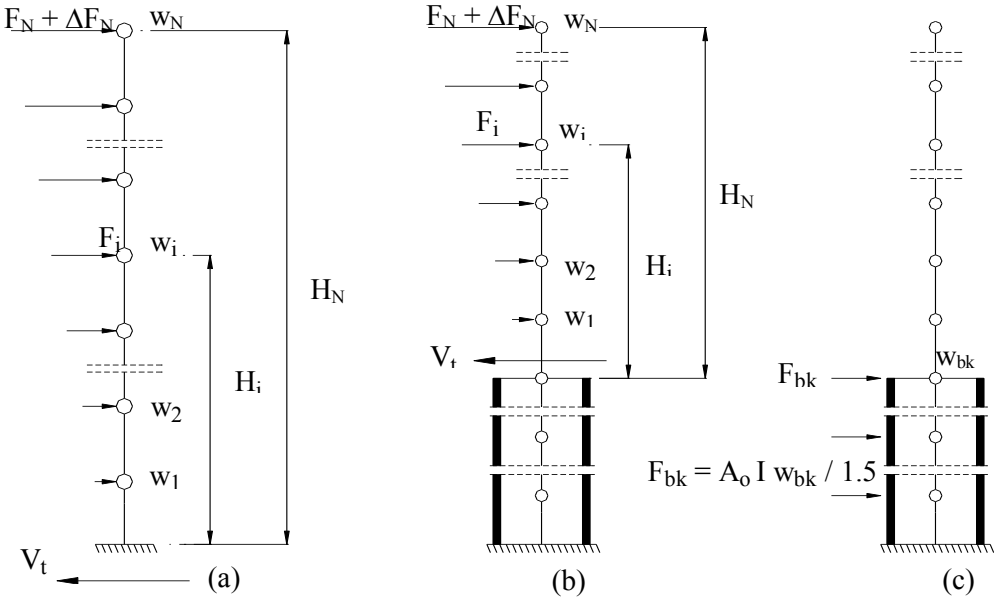
(c) Üstteki katlardaki iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri, sadece yukarıdaki paragrafa göre taşıyıcı sistemin tümünün hesabından elde edilen büyüklüklerdir. Bodrum katlarındaki iç kuvvetler ise, yukarıdaki (a) ve (b) paragraflarında tanımlanan deprem yüklerine göre bodrum katlarında elde edilen iç kuvvetlerin karelerinin toplamının karekökü olarak elde edilir.

2007 Deprem Yönetmeliğine göre bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, bodrum katlarına ve üstteki katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, aşağıda belirtildiği üzere ayrı ayrı hesaplanır. Bu yükler üst ve alt katların birleşiminden oluşan taşıyıcı sisteme birlikte uygulanır [11]:

(a) Üstteki katlara etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (Vt)'nin ve eşdeğer kat deprem yükleri (Fi)'nin belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri göz önüne alınmaksızın Çizelge 18'ten seçilen taşıyıcı davranış katsayısı (R) kullanılır ve sadece üstteki katların ağırlıkları hesaba katılır. Bu durumda ilgili bütün tanım ve bağıntılarda temel üst kotu yerine zemin katın kotu göz önüne alınacaktır. Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıkları kullanılır (Şekil 3.18b).

(b) Rijit bodrum katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabında, sadece bodrum kat ağırlıkları göz önüne alınacak ve bu katlar için hesap üstteki katlardan bağımsız olarak yapılacaktır. Binanın bu bölümünde doğal titreşim periyodu hesaplanmaksızın spektrum katsayısı S(T) = 1 alınır. Her bir bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükünün hesabı (F_{bk})'da, spektral ivme katsayısı A(T) ile bu katın ağırlığı (w_{bk}) doğrudan çarpılır ve elde edilen elastik yükler, deprem yükü azaltma katsayısı olarak $R_a(T)$ = 1.5 sayısına bölünerek azaltılır (Şekil 3.18c).

(c) Üstteki katlardan bodrum katlarına geçişte yer alan ve çok rijit bodrum perdeleri ile çevrelenen zemin kat döşeme sisteminin kendi düzlemi içindeki dayanımı, bu hesapta elde edilen iç kuvvetlere göre kontrol edilecektir.



Şekil 3.18 : Katlara gelen eşdeğer deprem yükleri ve taban kesme kuvveti.

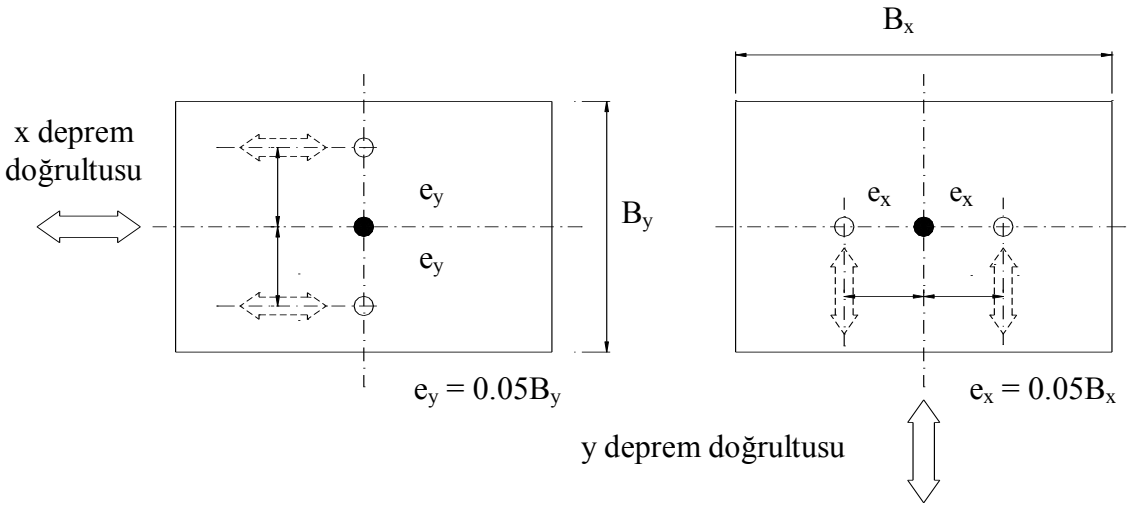
1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre göz önüne alınacak yer değiştirme bileşenleri ve deprem yüklerinin etkime noktaları aşağıdaki durumlar ve haller için ayrı ayrı belirtilmiştir [10,11].

1.Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yer değiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme bağımsız yer değiştirme bileşenleri olarak göz önüne alınacaktır. Her katta eşdeğer deprem yükleri, ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi amacı ile göz önüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve –%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara ve ayrıca kat kütle merkezine uygulanır (Şekil 3.19).

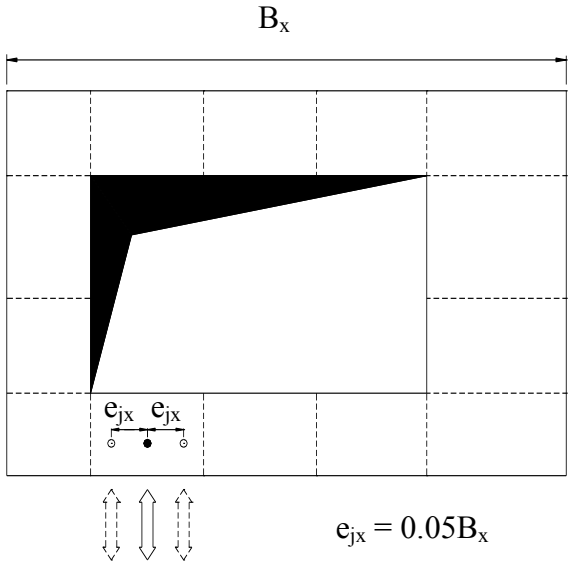
2.A2 türü düzensizliğin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin yatay düzlemdeki şekil değiştirmelerinin göz önüne alınmasını sağlayacak yeterlikte bağımsız statik yer değiştirme bileşeni hesapta göz önüne alınmalıdır. Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelere etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve –%5'i kadar kaydırılacaktır (Şekil 3.20).

3.Binanın herhangi bir i'inci katında A1 türü düzensizliğin bulunması durumunda, $1.2 < \eta_{bi} \leq 2.0$ olmak koşulu ile bu katta uygulanan ±%5 ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için Denklem (3.44)'te verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmelidir.

$$D_i=(\frac{\eta_{bi}}{1.2})^2 \qquad \textbf{(3.44)}$$



Şekil 3.19 : Deprem kat kuvvetinin kat düzleminde ±%5 dış merkezlilik halindeki etki ettiği noktalar.



Şekil 3.20 : Döşeme boşluğu oldukça fazla olan döşemelerde kat deprem kuvvetlerinin etki ettiği noktalar.

Binanın birinci doğal titreşim periyodu (T_1), 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin uygulandığı tüm binaların

birinci doğal titreşim periyodu (T_1), Denklem (3.45)'e göre hesaplanabilir ve bu değerden büyük alınamaz [10,11].

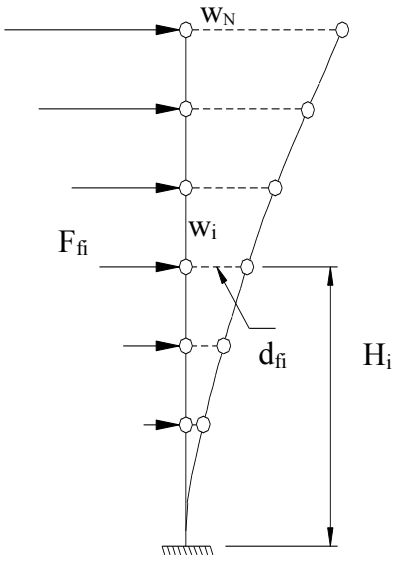
$$T_1(s)=2\pi\sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^{N} m_i d_{fi}^{\,2}}{\sum_{i=1}^{N} F_{fi} d_{fi}}\right)} \qquad \textbf{(3.45)}$$

Denklem (3.45)'teki T_1 binanın birinci doğal titreşim peridyodu, m_i binanın i'inci katının kütlesi, d_{fi} binanın i'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme ve F_{fi} birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etkiyen fiktif yüktür.

Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etkiyen fiktif yük F_{fi}, Denklem (3.43)'teki ($V_t - \Delta F_N$) yerine herhangi bir değer (örneğin birim değer) konularak (3.45a)'daki gibi elde edilir (Şekil 3.21) [10,11].

$$F_{fi}=\frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^{N} w_j H_j} \qquad \textbf{(3.45a)}$$

Denklem (3.45a)'daki F_{fi} birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etkiyen fiktif yük, w_i binanın i'inci katının kat ağırlığı ve H_i binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliğidir (bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliğidir).



Şekil 3.21 : Binanın birinci foğal titreşim periyodu hesabındaki katlara gelen fiktif yükler.

2007 Deprem Yönetmeliğine göre Denklem (3.45) ile hesaplanan birinci doğal titreşim periyodu (T_1) ile hesaplanan değerden bağımsız olarak bodrum kat(lar) hariç kat sayısı N > 13 olan binalarda doğal periyot, 0.1N'den daha büyük alınmaz [11].

Çalışma kapsamında incelenen betonarme binanın toplam kat yüksekliği 30.8 m olduğu için 1997 Deprem Yönetmeliğinde yer alan diğer binanın birinci doğal titreşim periyot hesap yaklaşımlarına uygun olmadığı için bu yaklaşımlar, çalışma kapsamına dahil edilmemiştir.

- **Mod birleştirme hesap yöntemi**

Hiçbir kısıtlama olmaksızın tüm taşıyıcı sistemlere uygulanabilen Mod Birleştirme Yönteminde maksimum iç kuvvetler ve yer değiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi ile elde edilir. Yöntem, modların süperpozisyonu tekniği ile birlikte her titreşim modunda maksimum davranış büyüklüklerini veren davranış spektrumunun birlikte kullanılması esasına dayanır [12].

Bu yöntemde maksimum iç kuvvetler ve yer değiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi ile elde edilir [10,11].

Mod Birleştirme Yönteminde kullanılan ivme spektrumu (S_{pa} veya S_{aR}), 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerinin her biri için farklı şekilde hesaplanır.

1997 Deprem Yönetmeliğine göre herhangi bir r'inci titreşim modunda göz önüne alınacak ivme spektrumu ordinatı, Denklem (3.46) ile belirlenir [10].

$$S_{pa}(T_r)=\frac{A(T_r)g}{R_a(T_r)} \qquad (3.46)$$

Denklem (3.46)'daki $S_{pa}(T_r)$ r'inci doğal titreşim modu için ivme spektrumu ordinatı, $A(T_r)$ r'inci doğal titreşim modu için Spektral İvme Katsayısı, g yer çekimi ivmesi ve $R_a(T_r)$ r'inci doğal titreşim modu için deprem yükü azaltma katsayısıdır.

Elastik tasarım ivme spektrumunun 1997 Deprem Yönetmeliğindeki özel tasarım ivme spektrumu kullanılması durumunda Denklem (3.46)'da verilen ($A(T_r)g$) ifadesi yerine, ilgili özel spektrum ordinatı kullanılması gerekir [10].

2007 deprem yönetmeliklerine göre herhangi bir n'inci titreşim modunda göz önüne alınacak azaltılmış ivme spektrumu ordinatı Denklem (3.47) ile belirlenir [11].

$$S_{aR}(T_n)=\frac{S_{ae}(T_n)}{R_a(T_n)} \quad \textbf{(3.47)}$$

Denklem (3.47)'deki $S_{aR}(T_n)$ n'inci doğal titreşim modu için azaltılmış ivme spektrumu ordinatı, $S_{ae}(T_n)$ n'inci doğal titreşim modu için elastik spektral ivme ve $R_a(T_n)$ n'inci moddaki deprem yükü azaltma katsayısıdır.

Elastik tasarım ivme spektrumunun 2007 Deprem Yönetmeliğindeki Özel Tasarım ivme spektrumu kullanılması durumunda Denklem (3.47)'de verilen $S_{ae}(T_n)$ ifadesi yerine, ilgili özel spektrum ordinatı kullanılması gerekir [11].

1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre göz önüne alınacak serbestlik dereceleri, döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her bir katta birbirine dik doğrultularda iki yatay serbestlik derecesi ile kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafındaki dönme serbestlik derecesi göz önüne alınır. Her katta modal deprem yükleri bu serbestlik dereceleri için hesaplanacak, ancak ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi amacı ile deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve –%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara ve ek bir yükleme olarak kat kütle merkezine uygulanır (Şekil 3.19) [10,11].

A2 türü düzensizlik durumu - döşeme süreksizliğinin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin kendi düzlemleri içindeki şekil değiştirmelerinin göz önüne alınmasını sağlayacak yeterlikte dinamik serbestlik derecesi göz önüne alınır. Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelere etkiyen modal deprem yüklerinin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve –%5'i kadar kaydırılacaktır (Şekil 3.20). Bu tür binalarda, sadece ek dışmerkezlik etkilerinden oluşan iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine göre de hesaplanabilir. Bu büyüklükler, ek dışmerkezlik etkisi göz önüne alınmaksızın her bir titreşim modu için hesaplanarak mod katkılarının birleştirilmesine göre birleştirilen büyüklüklere doğrudan eklenir [10,11].

1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı (Y), göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlesinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenir. Denklem (3.48)'de yer alan L_{xn} ve L_{yn} ile modal kütle M_n'nin ifadeleri, kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalar için Denklem (3.49)'da verilmiştir [10,11].

Ayrıca 1997 Deprem Yönetmeliğine göre göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkin kütlesi, bina toplam kütlesinin %5'inden büyük olan bütün titreşim modları göz önüne alınır [10].

$$\sum_{n=1}^{Y} M_{xn} = \sum_{n=1}^{Y} \frac{L_{xn}^{2}}{M_n} \geq 0.9 \sum_{i=1}^{N} m_i$$

$$\sum_{n=1}^{Y} M_{yn} = \sum_{n=1}^{Y} \frac{L_{yn}^{2}}{M_n} \geq 0.9 \sum_{i=1}^{N} m_i \qquad \textbf{(3.48a)}$$

$$M_n = \sum_{i=1}^{N} (m_i \Phi_{xin}^{2} + m_i \Phi_{yin}^{2} + m_\theta \Phi_{\theta in}^{2}) \qquad \textbf{(3.48b)}$$

$$L_{xn} = \sum_{i=1}^{N} m_i \Phi_{xin} \; ; \; L_{yn} = \sum_{i=1}^{N} m_i \Phi_{yin} \qquad \textbf{(3.48c)}$$

Denklem (3.48a), Denklem (3.48b) ve Denklem (3.48c)'deki M_{xn} gözönüne alınan x deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle, M_{yn} gözönüne alınan y deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle, m_i binanın i'inci katının kütlesi, $m_{\theta i}$ kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalışması durumunda, binanın i'inci katının kaydırılmamış kütle merkezinden geçen düşey eksene göre kütle eylemsizlik momenti, Φ_{xin} kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda n'inci mod şeklinin i'inci katta x ekseni doğrultusundaki yatay bileşeni, Φ_{yin} kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda n'inci mod şeklinin i'inci katta y ekseni doğrultusundaki yatay bileşeni ve $\Phi_{\theta in}$ at döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda n'inci mod şeklinin i'inci katta düşey eksen etrafındaki dönme bileşenidir.

Çalışma kapsamında incelenen betonarme yapının SAP2000 V14.2 programındaki modal analiz kısmında mod katkıları, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerindeki herhangi bir koşul aranmaksızın Tam Karesel Birleştirme (CQC) Kuralı uygulanmıştır. Bu kuralın uygulanmasında kullanılacak çapraz korelasyon katsayılarının hesabında, modal sönüm oranları bütün titreşim modları için %5 olarak alınmıştır.

1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre göz önüne alınan deprem doğrultusunda, Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilen bina toplam deprem yükü V_{tB}'nin, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nde bina toplam deprem yükü V_t'ye oranının aşağıda tanımlanan β değerinden küçük olması durumunda ($V_{tB} < \beta V_t$), Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre bulunan tüm iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri Denklem (3.49)'a göre büyütülür.

$$\beta_D = \frac{\beta V_t}{V_{tB}} B_B \qquad \textbf{(3.49)}$$

1997 Deprem Yönetmeliğine göre A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin binada bulunması durumunda Denkem (3.49)'da β=1.0, bu düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda ise β=0.90 alınır [10].

2007 Deprem Yönetmeliğine göre A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin binada bulunması durumunda Denklem (3.49)'da β=0.90, bu düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda ise β=0.80 alınır [11].

2007 Deprem Yönetmeliğine göre taşıyıcı sisteme ayrı ayrı etki ettirilen x ve y doğrultularındaki depremlerin ortak etkisi altında, taşıyıcı sistem elemanlarının a ve b asal eksen doğrultularındaki iç kuvvetler en elverişsiz sonucu verecek şekilde Denklem (3.50) ve Denklem (3.51) ile elde edilir (Şekil 3.15) [11].

$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0.30\, B_{ay} \text{ veya } B_a = \pm 0.3 B_{ax} \pm B_{ay} \qquad \textbf{(3.50)}$$

$$B_b = \pm B_{bx} \pm 0.30\, B_{by} \text{ veya } B_b = \pm 0.3 B_{bx} \pm B_{by} \qquad \textbf{(3.51)}$$

Denklem (3.50) ve Denklem (3.51)'deki B_{ax} veya B_{bx} taşıyıcı sistem elemanının a veya b asal ekseni doğrultusunda x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü, B_{ay} veya B_{by} taşıyıcı sistem elemanının a veya b asal ekseni

doğrultusunda y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü B_a veya B_b taşıyıcı sistem elemanının a veya b asal ekseni doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğüdür.

3.4.4 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre etkin göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması ve ikinci mertebe etkileri

Çalışma kapsamında incelenen betonarme yapının 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine uygun hazırlanmış taşıyıcı sistemlerinin, etkin göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri yapılmıştır.

3.4.4.1 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre etkin göreli kat göreli kat ötelemelerinin kontrolü

Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden azaltılmış göreli kat ötelemesi (Δ_i) Denklem (3.52) ile elde edilir [10,11].

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \tag{3.52}$$

Denklem (3.52)'deki Δ_i binanın i'inci katındaki azaltılmış göreli kat ötelemesi, h_i binanın i'inci katının kat yüksekliği, d_i ve d_{i-1}, her bir deprem doğrultusu için binanın i'inci ve (i–1)'inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yer değiştirmeleridir.

1997 Deprem Yönetmeliğine göre her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i'inci katındaki kolon veya perdelerde Denklem (3.52) ile hesaplanan göreli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\Delta_i)_{max}$, Denklem (3.53) ve Denklem (3.54)'te verilen koşulların elverişsiz olanını sağlamalıdır [10].

$$\frac{(\Delta_i)_{max}}{h_i} \leq 0.0035 \tag{3.53}$$

$$\frac{(\Delta_i)_{max}}{h_i} \leq 0.02/R \tag{3.54}$$

Denklem (3.53) ve Denklem (3.54)'teki $(\Delta_i)_{max}$ binanın i'nci katındaki maksimum göreli kat ötelemesi, h_i binanın i'nci katının yüksekliği ve R taşıyıcı sistem davranış kat sayısıdır.

2007 Deprem Yönetmeliğine göre her bir deprem doğrultusu için binanın i'inci katındaki kolon veya perdeler için etkin göreli kat ötelemesi (δ_i) Denklem (3.55) ile elde edilir. Her bir deprem doğrultusu için binanın herhangi bir i'inci katındaki kolon veya perdelerde, Denklem (3.55) ile hesaplanan etkin göreli kat ötelemeleri (δ_i)'nin kat içindeki en büyük değeri $(\delta_i)_{max}$ Denklem (3.56)'da verilen koşulu sağlamalıdır. Denklem (3.56)'da verilen koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği arttırılarak deprem hesabı tekrarlanmalıdır.

$$\delta_i = R\Delta_i \tag{3.55}$$

$$\frac{(\delta_i)_{max}}{h_i} \leq 0.02 \tag{3.56}$$

Denklem (3.55) ve Denklem (3.56)'daki δ_i binanın i'inci katındaki etkin göreli kat ötelemesi, R taşıyıcı sistem davranış katsayısı, Δ_i binanın i'inci katındaki azaltılmış göreli kat ötelemesi, $(\delta_i)_{max}$ binanın i'inci katındaki maksimum etkin göreli kat ötelemesi ve h_i binanın i'nci katın yüksekliğidir.

3.4.4.2 1997 ve 2007 deprem yönetmeliklerine göre ikinci mertebe etkileri

Eksenel kuvvetlerin şekil değiştirmiş sistem üzerinde meydana getirdikleri ikincil etkileri dikkate alan ve taşıyıcı sistemde geometrik bakımdan doğrusal olmayan (nonlineer) davranışa neden olan ikinci mertebe etkileri, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde her bir kat için ikinci mertebe gösterge değeri (θ_i)'nin Denklem (3.57)'deki koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilir [10,11,12].

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{J=1}^{N} w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \tag{3.57}$$

Denklem (3.57)'deki θ_i binanın i'inci katında tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri, $(\Delta_i)_{ort}$ binanın i'inci kattaki kolon ve perdelerde hesaplanan azaltılmış göreli kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değeri, w_j binanın j'inci katın kat ağırlığı, V_i göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın i'inci katına etki eden kat kesme kuvveti ve h_i binanın i'inci katının kat yüksekliğidir.

Bu büyüklük aslında eksenel kuvvetlerin oluşturduğu ikinci mertebe momentlerinin kat düzeyindeki toplamının birinci mertebe momentlerinin toplamına oranını

göstermektedir. $\theta_i \leq 0.12$ olması durumunda, ikinci mertebe etkilerinin yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilmesi öngörülmektedir. Aksi durumda taşıyıcı sistemin rijitliğinin arttırılarak hesabın yinelenmesi gerekmektedir [10,11,12].

4. BETONARME BİR YAPININ TASARIMI

4.1 Betonarme Yapının Genel Özellikleri

Çalışma kapsamında incelenen betonarme yapının genel özellikleri, bu bölümde verilmiş, yapının bütün deprem yönetmeliklerine göre deprem yüklemesi analizleri ve 1975, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre de zemin kat taşıyıcı elemanlarının betonarme tasarımları yapılmıştır.

Çalışmada incelenen betonarme yapının her bir katının kat yüksekliği 2.8 m ve 1 bodrum kat + 1 zemin kat + 9 normal kat olmak üzere toplam 11 katlı olarak İzmir'in Konak ilçesinde tasarlandığı varsayılmıştır. Bulunduğu mevkiye bağlı olarak 1961, 1968, 1975, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinin her birine göre bu yapı, I. derece deprem bölgesinde bulunmaktadır.

Çözümlemede, her bir deprem yönetmeliğine uygun olarak toplam 6 adet taşıyıcı sistem oluşturulmuştur. Tasarlanan taşıyıcı sistemlerin hepsi perde + çerçeveli sistemdir. Döşeme sistemi tüm yapılar için kirişli plak döşeme olarak düşünülmüş ve döşeme kalınlığı 12 seçilmiştir. Yapıdaki tüm döşemelerin sabit yükü (G)'yi, kaplama, tesviye şap betonu, döşeme plağı ve sıva ağırlıkları oluşturmaktadır. Yapıdaki tüm döşemelerin hareketli yükü (Q), kullanım amacına göre TS498'den seçilmiştir. Çalışma kapsamında incelenen yapı konut türü olup ayrıca balkon türü döşeme tipi içermemektedir. Bu yüzden tüm kattaki bütün döşemelerin hareketli yükü 2 KN/m^2 sadece merdiven sahanlığında bu yük değeri 3.5 KN/m^2 olarak seçilmiştir. Döşeme yükleri aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Ahşap parke kaplamalı döşeme

2 cm'lik ahşap parke kaplama = 0.02 m x 2.2 KN/m^3 = 0.044 KN/m^2

6 cm'lik tesviye şap betonu = 0.06 m x 20 KN/m^3 = 1.200 KN/m^2

12 cm'lik döşeme plağı = 0.12 m x 25 KN/m^3 = 3.000 KN/m^2

2 cm'lik alttan sıva = 0.02 m x 20 KN/m^3 = 1.200 KN/m^2

Toplam sabit yük (G) = 4.644 KN/m^2

Hareketli yük (Q) = 2.000 KN/m^2

Döşeme tasarım yükü (P_d) = 1.4G+1.6Q = 1.4x4.644+1.6x2 = 9.702 KN/m^2

Seramik kaplamalı döşeme

6 mm'lik seramik kaplama = 0.006 m x 22 KN/m3 = 0.132 KN/m^2

6 cm'lik tesviye şap betonu = 0.06 m x 20 KN/m3 = 1.200 KN/m^2

12 cm'lik döşeme plağı = 0.12 m x 25 KN/m3 = 3.000 KN/m^2

2 cm'lik alttan sıva = 0.02 m x 20 KN/m3 = 1.200 KN/m^2

Toplam sabit yük (G) = 4.732 KN/m^2

Hareketli yük (Q) = 2.000 KN/m^2

Döşeme tasarım yükü (P_d) = 1.4G + 1.6Q = 1.4x 4.732+1.6 x 2 = 9.702 KN/m^2

Seramik kaplamalı merdiven

Toplam sabit yük (G) = 4.732 KN/m^2

Hareketli yük (Q) = 3.50 KN/m^2

Merdiven tasarım yükü (P_d) = 1.4G+1.6Q = 1.4 x 4.732+1.6 x 3.5 = 12.225 KN/m^2

Ayrıca aynı mimari unsurlar içeren tüm modellerde yarım tuğla duvar yükü 5.5 KN/m ve tam tuğla duvar yükü 9.24 KN/m alınmıştır.

İncelenen 11 katlı ve her bir katının kat yüksekliği 2.8 m olan betonarme yapının aşağıda amaçlarıyla beraber belirtilen taşıyıcı sistemleri oluşturulmuştur:

1961, 1968 ve 1975 Deprem Yönetmeliklerinin deprem analizlerinin karşılaştırılması için sırasıyla TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A olarak adlandırılan taşıyıcı sistemler oluşturulmuştur. Bu üç taşıyıcı sistemin döşeme, kiriş, kolon ve perde boyutları ile beton ve beton çeliği sınıfları aynıdır. Bu üç taşıyıcı sistemin ilgili oldukları deprem yönetmeliği ile betonarme şartnamesi uygun olarak beton sınıfı günümüzdeki adıyla C14 ve beton çeliği olarak ise günümüzdeki adıyla S220 seçilmiştir.

1975, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerindeki deprem analizleri, yapısal kontroller ve betonarme yapının zemin kat taşıyıcı sistemini oluşturan elemanlarının betonarme hesapları için sırasıyla TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 olarak

adlandırılan taşıyıcı sistemler oluşturulmuştur. Bu üç taşıyıcı sistemin beton ve donatı çeliği sınıfları aynıdır. Fakat, deprem yönetmeliklerindeki tasarım şartlarını karşılaştırmak amacıyla, üç taşıyıcı sistemin döşeme, kiriş, kolon ve perde kesit özellikleri aynı değildir. Bu üç taşıyıcı sistemin ilgili oldukları deprem yönetmeliği ile betonarme şartnamesi uygun olarak beton sınıfı günümüzdeki adıyla C20 ve beton çeliği olarak ise günümüzdeki adıyla S420 seçilmiştir.

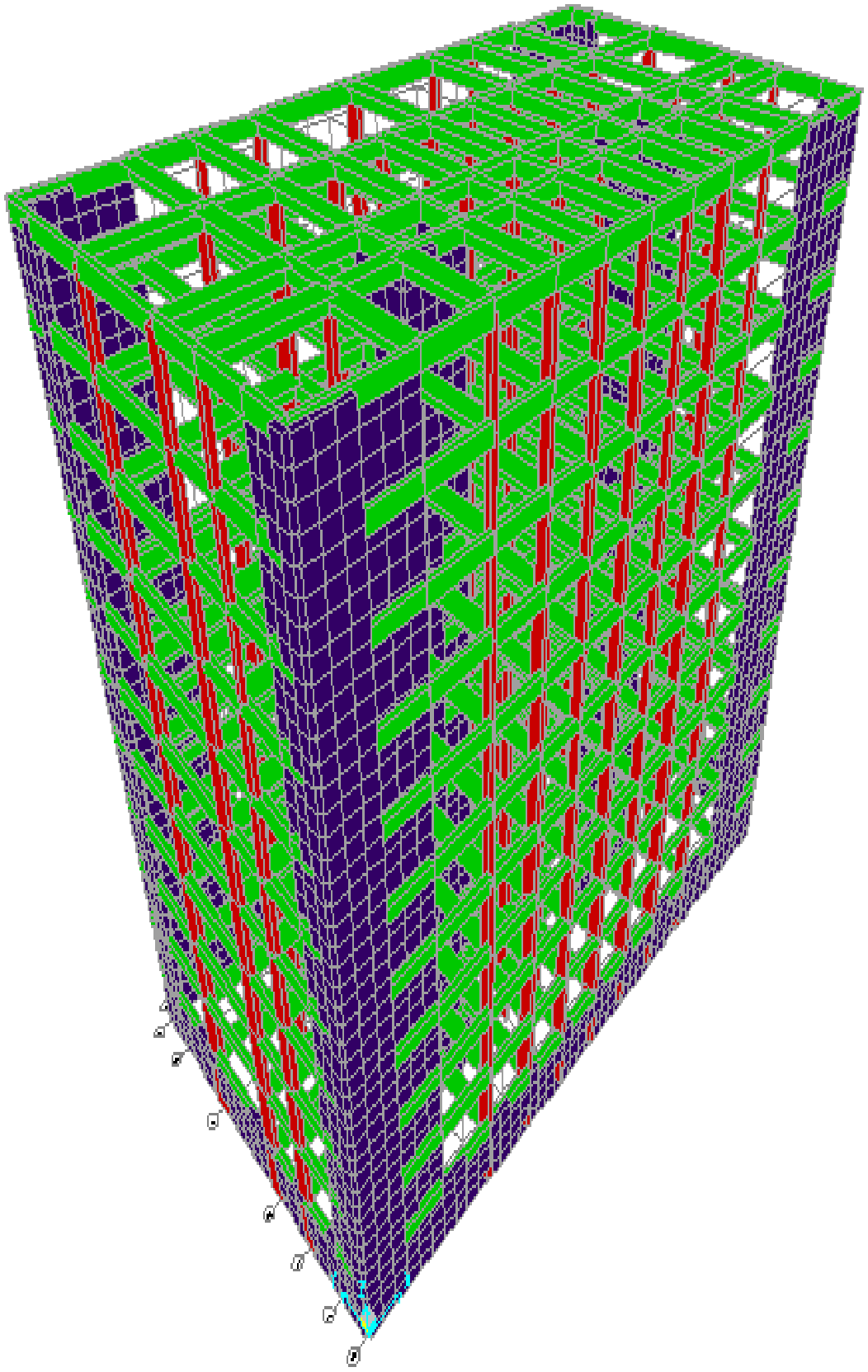
Söz konusu bütün taşıyıcı sistemlerin özellikleri ayrıntılı olarak çalışma kapsamındaki analiz ve tasarım bölümlerinde verilmiştir.

Analiz ve tasarım bölümlerinde taşıyıcı sistemler üçerli gruplar halinde iki gruba ayrılmıştır. İlk gruptaki taşıyıcı sistemler TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerdir. İkinci gruptaki taşıyıcı sistemler TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerdir. İlk gruptaki taşıyıcı sistemler için arttırılmış düşey yükler altında ortak kolon ön boyutlandırması yapılmıştır. Her bir taşıyıcı sistemin ilgili olduğu yönetmelik doğrultusunda deprem hesapları yapılmıştır. Yapılan deprem hesapları doğrultusunda, söz konusu taşıyıcı sistemlerin x ve y doğrultusundaki doğal titreşim periyotları, katlara gelen yatay kuvvetler ve kat yer değiştirmeleri elde edilmiştir. İkinci gruptaki taşıyıcı sistemlerin döşeme kalınlıkları belirlenmiştir. Söz konusu olan ç taşıyıcı sistemin arttırılmış düşey yükler altında kolon ön boyutlandırmaları ve her bir taşıyıcı sistemin ilgili olduğu yönetmelik doğrultusunda deprem hesapları yapılmıştır. Yapılan deprem hesapları doğrultusunda söz konusu taşıyıcı sistemlerin x ve y doğrultusundaki doğal titreşim periyotları, katlara gelen yatay kuvvetler ve kat yer değiştirmeleri elde edilmiştir. Ayrıca bu bölümde her üç taşıyıcı sistemin ilgili oldukları yönetmelikler doğrultusunda zemin kattaki bütün taşıyıcı elemanlarının betonarme hesapları ve tasarımları yapılmıştır.

TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 taşıyıcı sistemlerinin matematiksel modellemeleri, perde + çerçeveli sistemler olarak SAP2000 V14.2 programında yapılmıştır. SAP2000 V14.2'deki modellemelerde, kirişler ve kolonlar çubuk (frame) ve perdeler kabuk (shell) eleman olarak seçilmiştir. SAP2000 V14.2 programında modellemeleri döşemeler ve merdivenler kullanılmamıştır, sadece döşemelerden ve merdivenlerden gelen ölü ve hareketli yükler sistemlere etki ettirilmiştir. Bu yüzden her bir taşıyıcı sistemdeki kirişler ilgili olduğu betonarme şartnamesine göre hesaplanan tablalı ve yarım tablalı kiriş kesit ile

değerleri belirlenmiştir. Tablalı kirişler SAP2000 V14.2'de direk tanımlanmıştır. Yarım tablalı kesitler ilgili eğilme doğrultusundaki atalet momentine değerine sahip dikdörtgen kesitler olarak SAP2000 V14.2'de tanımlanmıştır.

Oluşturulan perde + çerçeveli taşıyıcı sistemlerin SAP2000 V14.2'deki genel görünümü Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1 : Taşıyıcı sistemlerin SAP2000 V14.2'deki genel görünümü.

4.2 Betonarme Yapının 1961, 1968 ve 1975 Deprem Yönetmeliklerine Göre Depreme Dayanıklı Tasarım Analizleri

Çalışmada incelenen betonarme yapının tasarımında, 1961, 1968 ve 1975 Deprem Yönetmeliklerinin karşılaştırılması için beton ve donatı sınıfları aynı olan 3 adet taşıyıcı sistem oluşturulmuştur. Bu taşıyıcı sistemler, ilgili oldukları deprem yönetmeliğine göre adlandırılarak ve taşıyıcı sistemde kullanılan beton ve donatı sınıflarına göre aşağıda verilmiştir:

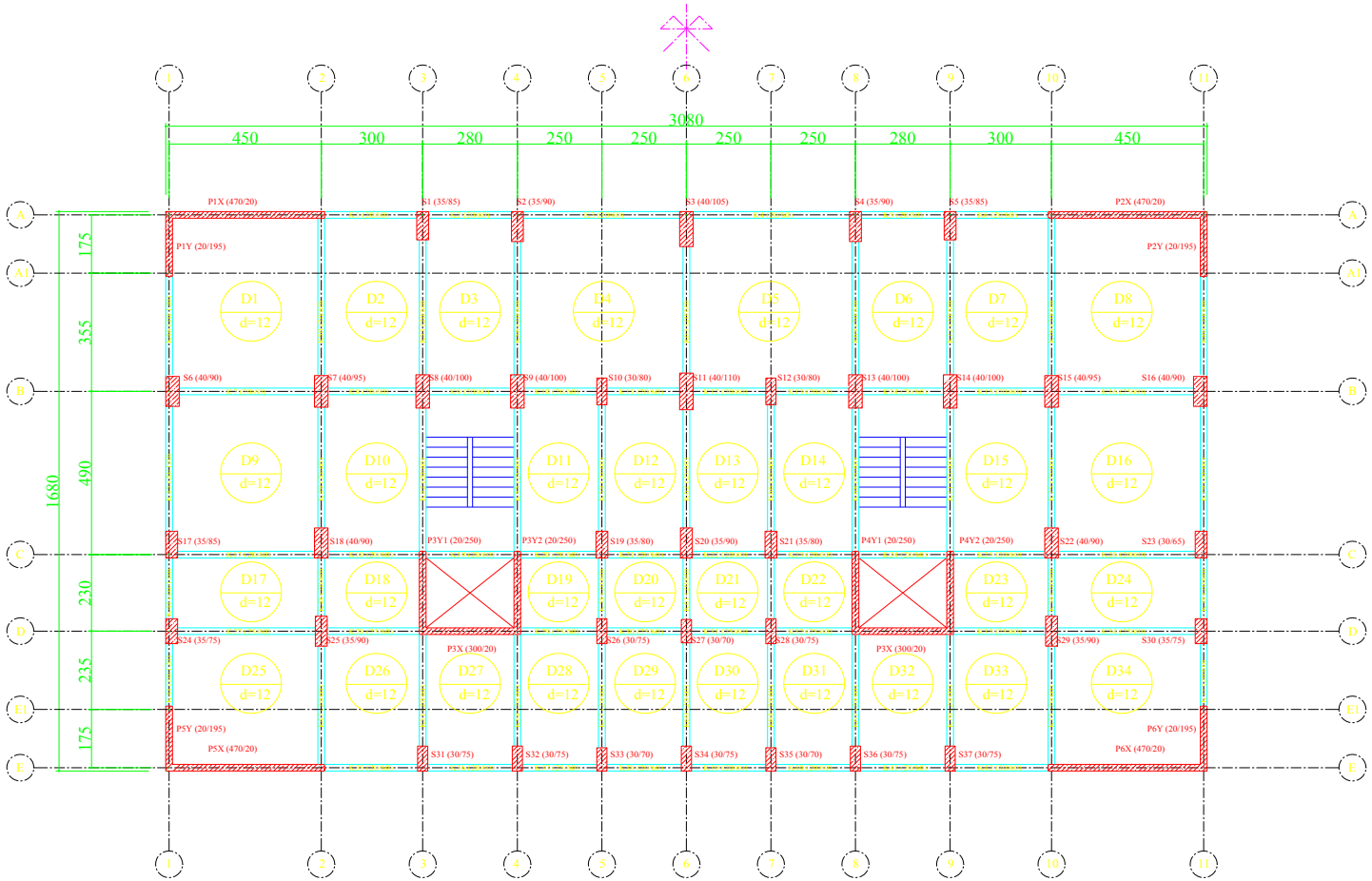
TSDY1961: TKİC1967'ye göre B160 beton sınıfı ve Beton Çeliği I malzemeleri ile 1961 Deprem Yönetmeliğine uygun tasarlanmış taşıyıcı sistem.

TSDY1968: TKİC1967'ye göre B160 beton sınıfı ve Beton Çeliği I malzemeleri ile 1968 Deprem Yönetmeliğine uygun tasarlanmış taşıyıcı sistem.

TSDY1975-A: TS500/Nisan1984'e göre BS14 beton sınıfı ve Beton Çeliği I malzemeleri ile 1975 Deprem Yönetmeliğine uygun tasarlanmış taşıyıcı sistem.

Bu üç taşıyıcı sistemin bütün döşeme, kiriş, kolon ve perde enkesit özellikleri aynıdır.

Bu bölümde söz konusu taşıyıcı sistemlerin döşeme kalınlıkları belirlenmiştir. Üç taşıyıcı sistem için arttırılmış düşey yükler altında ortak kolon ön boyutlandırması yapılmıştır. Her bir taşıyıcı sistemin ilgili olduğu yönetmelik doğrultusunda deprem hesapları yapılmıştır. Yapılan deprem hesapları doğrultusunda söz konusu taşıyıcı sistemlerin sadece x ve y doğrultusundaki doğal titreşim periyotları, katlara gelen yatay kuvvetler ve kat yer değiştirmeleri elde edilmiştir. Söz konusu taşıyıcı sistemlerin elde edilen x ve y doğrultusundaki doğal titreşim periyotları, katlara gelen yatay kuvvetler ve kat yer değiştirmeleri çalışma kapsamında karşılaştırılmıştır. Bu üç taşıyıcı sistem, bütün katlarda planda y doğrultusuna göre simetriktir ve hepsinin ortak zemin kat kalıp planı, Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY 1975-A olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerin zemin kat ortak kalıp planı.

TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'daki bütün döşemelerin kalınlıkları TS500/Nisan1984'e hesabı yapılıp, hepsinin kalınlığı 12 cm seçilmiştir.

TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'daki bütün kirişleri enkesit boyutları 20/60 (cm/cm) seçilmiştir.

TSDY1961, TDY1968 ve TSDY1975-A'daki perde boyutları sırasıyla, 20/195 (cm/cm), 20/250 (cm/cm), 300/20 (cm/cm) ve 470/20 (cm/cm) olarak alınmıştır. Her bir katta toplam 14 adet perde vardır (bodrum katı çevreleyen perdeler hariç).

TSDY1961, TDY1968 ve TSDY1975-A'daki bodrum katta bulunan çevre perdelerin hepsinin genişlikleri 20 cm seçilmiştir.

TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'da ortak olarak kolon ön boyutlandırma hesabı yapılmıştır. Her üç taşıyıcı sistemin tüm katlarında her bir kolona ihtiva eden yükler, Çizelge A.1'de verilmiştir. Çizelge A.1'de kolonlara sırasıyla döşemelerden, duvarlardan, kirişlerden ve bir üst kattaki kolonlardan gelen sabit yükler ve hareketli yükler, önceden hesaplanıp her bir kolon için sırasıyla "N_g" ve "N_q" kısımlarında verilmiştir. Sonra her bir kolona gelen sadece düşey yükler TS500/Nisan1984'teki yük birleşim hali olan 1.4G + 1.6Q ile arttırılmış ve düşey tasarım yükü "P_d" belirlenmiştir. Taşıyıcı sistemlerdeki her bir kolon için elde edilen düşey tasarım yükü (P_d)'ye bağlı olarak TS500/Nisan1984'deki salt basınç yükü taşımasına izin verilen kolon enkesit alanı (A_c) hesaplanmıştır. Depremli durumlarda moment etkisi göz önüne alınarak kolon enkesit alanı (A_c) %30 oranında arttırılmıştır.

Her bir kolon için arttırılan kolon enkesit alanı ($1.3A_c$)'ye bağlı olarak bodrum kattan başlayarak kolon minimum boyutlarına dikkat edilerek kolon boyutları belirlenmiştir.

Kolon boyutları, 1.normal katta, 4. normal katta ve 7. normal katta olmak üzere kademeli olarak azaltılarak seçilmiştir.

4.2.1 TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A döşeme kalınlıklarının hesabı

TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A taşıyıcı sistemlerinin tüm döşeme kalınlık hesapları ortak olarak TS500/Nisan 1984'e göre yapılmıştır [5]. Döşeme adları, hesaplanan ve seçilen döşeme kalınlıkları ve döşeme mesnetlenme tipleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1'deki bütün m değerleri 2.0'dan küçük olduğu için bütün döşeme tipleri çift doğrultuda çalışan plak döşeme olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.1 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'daki döşemelerin kalınlıklarının hesabı.

Döşeme Adları	Döşeme Mesnetlenme Tipi	l_x(m)	l_y(m)	m	TS500/Nisan1984	
					h_{fhesap}(cm)	$h_{fseçilen}$(cm)
D1&D8	İki Komşu Kenar Süreksiz	4.5	5.3	1.178	10.6	12
D2&D7	Bir Kenar Süreksiz	3	5.3	1.767	9.2	12
D3&D6	Bir Kenar Süreksiz	2.8	5.3	1.893	9.5	12
D4&D5	İki Komşu Kenar Süreksiz	5	5.3	1.060	10.5	12
D9&D16	Bir Kenar Süreksiz	4.5	4.9	1.089	9.7	12
D10&D15	Bir Kenar Süreksiz	3	4.9	1.633	8.8	12
D11&D14	Bir Kenar Süreksiz	2.5	4.9	1.960	8.4	12
D12&D13	Dört Kenar Sürekli	2.5	4.9	1.960	7.9	12
D17&D24	Bir Kenar Süreksiz	4.5	2.3	1.957	7.4	12
D18&D23	Bir Kenar Süreksiz	3	2.3	1.304	5.5	12
D19&D22	Bir Kenar Süreksiz	2.5	2.3	1.087	4.7	12
D20&D21	Dört Kenar Sürekli	2.5	2.3	1.087	4.6	12
D25&D34	İki Komşu Kenar Süreksiz	4.5	4.1	1.098	9.1	12
D26&D33	Bir Kenar Süreksiz	3	4.1	1.367	7.6	12
D27&D32	Bir Kenar Süreksiz	2.8	4.1	1.464	7.6	12
D28&D31	Bir Kenar Süreksiz	2.5	4.1	1.640	7.2	12
D29&D30	Bir Kenar Süreksiz	2.5	4.1	1.640	7.2	12

TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerinin bütün döşemelerin kalınlıkları 12 cm olarak seçilmiştir.

Merdiven kovası ve asansör boşluğundan dolayı komşu kirişlere aktarılan yükler hesap edilirken merdiven kovası ve asansör boşluklarının olduğu yerlerde eşdeğer 12cm kalınlığında döşeme plakları mevcut olduğu varsayılarak hesaplanmıştır.

4.2.2 TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın deprem hesapları

TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A taşıyıcı sistemlerinin ilgili oldukları 1961, 1968 ve 1975 Deprem Yönetmeliklerindeki deprem hesapları çalışma kapsamında ayrı ayrı verilmiştir. Ayrıca her taşıyıcı sistemin ilgili olduğu yönetmelikte deprem hesabını etkileyen parametrelere bağlı değerleri çizelge halinde de verilmiştir.

4.2.2.1 TSDY1961'in 1961 deprem yönetmeliğine göre deprem hesabı

TSDY1961'in 1961 Deprem Yönetmeliğindeki yapıya etki eden yatay deprem kuvveti (H) için 1961 Deprem Yönetmeliğindeki her kat için katsayı değerleri ayrı ayrı hesaplanmış ve Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 : TSDY1961'in deprem hesabında kullanılan katsayılar.

Katlar	**Yapı yüksekliğine bağlı katsayısı (C_0)**
9. kat	0.09
8. kat	0.08
7. kat	0.08
6. kat	0.08
5. kat	0.07
4. kat	0.07
3. kat	0.06
2. kat	0.06
1. kat	0.06
Zemin kat	0.06
Bodrum kat	0.06
Bütün katlar için hareketli yük emsali (n)	0.5 (Diğer yapılar türü)
Deprem zemin katsayısı (n_1)	0.9 (Zemin cinsi II-Betonarme)
Deprem bölge katsayıları (n_2)	1 (1. Derece yer sarsıntısı bölgesi)

Çizelge 4.2'de verilen katsayılardan hareketle, katlara x ve y doğrultularında gelen etki eden deprem kuvvetleri (H_{xi} ve H_{yi}) hesaplanmıştır.

Çalışmanın daha önceki bölümlerinde açıklandığı gibi 1961 Deprem Yönetmeliğindeki yapının depreme karşı hesabında rüzgârın yarı şiddetinde bir

kuvvetin aynı zamanda etkimesi göz önünde bulundurulmalıdır. Bu yüzden TSDY1961'in deprem hesabına ek olarak rüzgâr hesabı yapılmış ve çalışma kapsamına dâhil edilmiştir.

TSDY1961'in rüzgâr hesabı yapılırken TS498'deki rüzgâr hesap yöntemleri kullanılmıştır [14].

TSDY1961'in x ve y doğrultularında basınç ve emme kuvvetlerinden oluşan rüzgar kuvvetleri (R_{xi} ve R_{yi}) Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3'teki TSDY1961'in x ve y doğrultularında basınç ve emme kuvvetlerinden oluşan rüzgar kuvvetleri (R_{xi} ve R_{yi}) hesabında ilgili taşıyıcı sistemin her katının birim alanına gelen basınç kuvvetleri ile emme kuvvetleri toplam ifade W ortak değer altında verilmiştir.

Çizelge 4.3 : TSDY1961'in rüzgâr kuvvetleri (R_{xi} ve R_{yi})'nin hesabı.

Katlar	**W (KN/m^2)**	**R_{xi} (KN)**	**R_{yi} (KN)**
9. kat	1.32	62.093	113.837
8. kat	1.32	62.093	113.837
7. kat	1.32	62.093	113.837
6. kat	1.32	62.093	113.837
5. kat	0.96	45.158	82.790
4. kat	0.96	45.158	82.790
3. kat	0.96	45.158	82.790
2. kat	0.96	45.158	82.790
1. kat	0.96	45.158	82.790
Zemin kat	0.60	28.224	51.744
Bodrum kat	0.60	28.224	51.744
Toplam (KN)		**530.611**	**972.787**

TSDY1961'in her katı için hesaplanan rüzgâr kuvvetlerinden oluşan x doğrultusundaki taban kesme kuvveti (R_{tx}) 530.611 KN olarak; y doğrultusundaki taban kesme kuvveti (R_{ty}) ise 972.787 KN olarak elde edilmiştir.

TSDY1961'nin deprem hesabında kullanılan her katın ağırlığı (W_i), x ve y doğrultularında taşıyıcı sistemin katlarına etki eden her katına etki eden deprem

kuvvetleri (H_{xi} ve H_{yi}), rüzgar kuvvetleri (R_{xi} ve R_{yi}) ve deprem yükü + 1/2 rüzgar yükünden oluşan toplam yatay kuvvetleri (Y_{xi} ve Y_{yi}) Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 : TSDY1961'in kat ağırlıkları ve katlara gelen yatay kuvvetler.

Katlar	**W_i (KN)**	**H_{xi}(KN)**	**H_{yi}(KN)**	**R_{xi}(KN)**	**R_{yi}(KN)**	**Y_{xi}(KN)**	**Y_{yi}(KN)**
9	4523.728	366.422	366.422	62.093	113.837	397.468	423.340
8	5789.712	416.859	416.859	62.093	113.837	447.906	473.778
7	5789.712	416.859	416.859	62.093	113.837	447.906	473.778
6	5788.319	416.759	416.759	62.093	113.837	447.805	473.677
5	5804.118	365.659	365.659	45.158	82.790	388.239	407.055
4	5804.118	365.659	365.659	45.158	82.790	388.239	407.055
3	5802.470	313.333	313.333	45.158	82.790	335.913	354.729
2	5818.269	314.187	314.187	45.158	82.790	336.766	355.582
1	5818.269	314.187	314.187	45.158	82.790	336.766	355.582
Zemin	5816.622	314.098	314.098	28.224	51.744	328.210	339.970
Bodrum	7250.698	391.538	391.538	28.224	51.744	405.650	417.410
Toplam (KN)		**3995.560**	**3995.560**	**530.611**	**972.787**	**4260.868**	**4481.956**

TSDY1961'in katlara gelen sadece deprem kuvvetlerinin toplam değeri hem x doğrultusunda hem de y doğrultusunda aynı (H_{tx}=H_{ty}) olup 3995.560 KN'dur. Plan geometrisine bağlı olarak elde edilen rüzgâr yüklerinin yarısı ile deprem kuvvetlerinden oluşan yatay kuvvetlerin tabanda oluşan toplam yatay kuvvetleri x ve y doğrultularında birbirinden farklıdır. TSDY1961'in her katı için hesaplanan deprem kuvvetleri ile yarım rüzgâr kuvvetlerinin toplamından oluşan x doğrultusundaki taban kesme kuvveti (Y_{ty}) 4260.868 KN olarak; y doğrultusundaki taban kesme kuvveti (Y_{ty}) ise 4481.956 KN olarak elde edilmiştir.

Çalışma kapsamında TSDY1961 olarak adlandırılan taşıyıcı sistem için yapılan deprem hesabında, deprem kuvvetleri ile yarım rüzgâr kuvvetlerinin etkisi beraber alınmıştır.

TSDY1961'in deprem hesabında elde edilen toplam yatay kuvvetler, taşıyıcı sistemin SAP2000 V14.2 programındaki modelinin her kat için yatayda rijit diyafram çalışan kat düzleminin ağırlık merkezine tekil kuvvetler olarak etki ettirilmiştir. Her

katın x ve y doğrultusundaki minimum ve maksimum kat yer değiştirmeleri elde edilmiş ve Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 : TSDY1961'in x ve y doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri.

Katlar	x doğrultusundaki yer değiştirmeleri (mm)		y doğrultusundaki yer değiştirmeleri (mm)	
	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
9. kat	9.945	10.120	14.415	14.415
8. kat	9.109	9.273	13.511	13.511
7. kat	8.204	8.354	12.425	12.425
6. kat	7.220	7.353	11.130	11.130
5. kat	6.166	6.279	9.695	9.695
4. kat	5.051	5.140	8.089	8.089
3. kat	3.903	3.964	6.349	6.349
2. kat	2.771	2.806	4.606	4.606
1. kat	1.704	1.716	2.875	2.875
Zemin kat	0.772	0.778	1.296	1.296
Bodrum kat	0.105	0.114	0.215	0.215

4.2.2.2 TSDY1968'in 1968 deprem yönetmeliğine göre deprem hesabı

TSDY1968'in deprem hesabı yapılırken bina temel periyodu (T) olarak, depremin her iki doğrultusu için 1968 Deprem Yönetmeliğindeki formülle hesaplanan değerler (FT_x ve FT_y) ve SAP2000 V14.2'deki modelindeki modal analizdeki değerler (T_x ve T_y) hesaplanmıştır. Elde edilen periyot değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 : TSDY1968'in x ve y doğrultusundaki temel periyotları.

Periyotlar (s)	
T_x	0.625
T_y	0.743
FT_x	0.499
FT_y	0.676

TSDY1968'in x ve y doğrultusundaki deprem hesabı hem 1968 Deprem Yönetmeliğindeki formülle hesaplanan (FT_x ve FT_y) periyot değerlerine bağlı olarak hem de modal analizden elde edilen (T_x ve T_y) periyot değerlerine bağlı olarak yapılmıştır.

TSDY1968'in çalışma kapsamındaki asıl deprem hesabı TSDY1968'in modal analizinden elde edilen T_x ve T_y periyot değerlerine bağlı olarak hesap edilen x ve y doğrultusundaki depremden oluşan toplam deprem kuvveti (F)'ye göre yapılmıştır.

TSDY1968'in 1968 Deprem Yönetmeliğindeki formülle hesaplanan (FT_x ve FT_y) periyot değerlerine bağlı olan x ve y doğrultusundaki depremden oluşan toplam deprem kuvveti (F) için katsayı değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 : TSDY1968'in ampirik formülle hesaplanan periyot değerlerine göre deprem hesabında kullanılan katsayılar.

Deprem bölge katsayısı (C_0)		0.06 (1. Derece Deprem Bölgesi)
Zemin katsayısı (α)		1 (Tip 2 zemin sınıfı)
Bina önem katsayısı (β)		1 (Konut türü yapı)
x ve y doğrultularındaki dinamik katsayısı	**(γ_x)**	1
	(γ_y)	0.739
Hareketli yük katsayısı (n)		0.5 (Apartman yapısı)

Çizelge 4.7'de verilen değerlerden hareketle TSDY1968'in x doğrultusundaki toplam deprem kuvveti (V_{tx}) 3840.362 KN ve y doğrultusundaki toplam deprem kuvveti (V_{ty}) ise 2839.250 KN olarak elde edilmiştir.

TSDY1968'in modal analizden elde edilen T_x ve T_y periyot değerlerine bağlı olan x ve y doğrultusundaki depremden oluşan toplam deprem kuvveti (F) için katsayı değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8 : TSDY1968'in modal analiz periyot değerlerine bağlı olan deprem hesabında kullanılan katsayılar.

Deprem bölge katsayısı (C_0)		0.06 (1. Derece Deprem Bölgesi)
Zemin katsayısı (α)		1 (Tip 2 zemin sınıfı)
Bina önem katsayısı (β)		1 (Konut türü yapı)
x ve y doğrultularındaki dinamik katsayısı	**(γ_x)**	0.800
	(γ_y)	0.673
Hareketli yük katsayısı (n)		0.5 (Apartman yapısı)

Çizelge 4.8'de verilen değerlerden hareketle TSDY1968'in x doğrultusundaki toplam deprem kuvveti (V_{tx}) 3071.169 KN olarak; y doğrultusundaki toplam deprem kuvveti (V_{ty}) ise 2584.195 KN olarak elde edilmiştir.

TSDY1968'in x doğrultusundaki modal analizden elde edilen periyot değerine göre elde edilen taban kesme kuvveti ampirik formülle hesaplanan periyot değerine göre elde edilen taban kesme kuvvetinin yaklaşık olarak %80'idir.

TSDY1968'in y doğrultusundaki modal analizden elde edilen periyot değerine göre elde edilen taban kesme kuvveti ampirik formülle hesaplanan periyot değerine göre elde edilen taban kesme kuvvetinin yaklaşık olarak %90'ıdır.

Çizelge 4.8'de verilen değerlerden hareketle TSDY1968'in x ve y doğrultusundaki depremden oluşan toplam deprem kuvveti (F), Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile katlara dağıtılmıştır. TSDY1968'deki deprem hesabında kullanılan her katın ağırlığı (W_i), her iki deprem doğrultusunda katlara gelen kuvvetler (F_{xi} ve F_{yi}) ve oluşturduğu %5 dışmerkezlilik göz önüne alarak elde edilen burulma momentleri (M_{bxi} ve M_{byi}) ile beraber Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 : TSDY1968'in kat ağırlıkları, katlara gelen deprem yanal kuvvetleri ve burulma momentleri.

Katlar	**W_i (KN)**	**F_{xi}(KN)**	**F_{yi}(KN)**	**M_{bxi}(KNm)**	**M_{byi}(KNm)**
9	4523.728	412.872	347.406	346.812	535.005
8	5789.712	480.378	404.208	403.518	622.480
7	5789.712	432.340	363.787	363.166	560.232
6	5788.319	384.210	323.288	322.736	497.864
5	5804.118	337.101	283.650	283.165	436.820
4	5804.118	288.944	243.128	242.713	374.417
3	5802.470	240.718	202.549	202.203	311.926
2	5818.269	193.099	162.481	162.203	250.220
1	5818.269	144.824	121.860	121.652	187.665
Zemin	5816.622	96.522	81.217	81.079	125.075
Bodrum	7250.698	60.160	50.621	50.534	77.956
Toplam (KN)		**3071.169**	**2584.195**		

TSDY1968'in deprem hesabında elde edilen yatay deprem kuvvetleri ve ±%5 dışmerkezlilik göz önüne alınarak elde edilen burulma momentleri, taşıyıcı sistemin SAP2000 V14.2 programındaki modelinin her katı için yatayda rijit diyafram çalışan kat düzleminin ağırlık merkezine tekil kuvvetler ve momentler olarak etki ettirilmiştir.

TSDY1968'in her katının x ve y doğrultusundaki minimum ve maksimum kat yer değiştirmeleri elde edilmiş ve Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 : TSDY1968'in x ve y doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri.

Katlar	**x doğrultusundaki yer değiştirmeleri (mm)**		**y doğrultusundaki yer değiştirmeleri (mm)**	
	Minimum	**Maksimum**	**Minimum**	**Maksimum**
9. kat	9.534	9.831	9.148	11.855
8. kat	7.948	8.966	8.559	11.023
7. kat	7.116	8.028	7.838	10.036
6. kat	6.215	7.009	6.974	8.885
5. kat	5.262	5.931	6.027	7.637
4. kat	4.266	4.802	4.979	6.275
3. kat	3.256	3.656	3.861	4.840
2. kat	2.277	2.547	2.764	3.440
1. kat	1.367	1.525	1.698	2.095
Zemin kat	0.601	0.666	0.752	0.915
Bodrum kat	0.077	0.088	0.124	0.138

4.2.2.3 TSDY1975-A'nın 1975 deprem yönetmeliğine göre deprem hesabı

TSDY1975-A'nın deprem hesabında kullanılan bina doğal periyodu (T), depremin her iki doğrultusu için 1975 Deprem Yönetmeliğindeki formülle hesaplanan değerler (FT_x ve FT_y) ve SAP2000 V14.2'deki modelin modal analizdeki değerleri (T_x ve T_y) ile hesaplanmıştır. Elde edilen periyot değerleri, Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11 : TSDY1975-A'nın x ve y doğrultusundaki temel periyotları.

Periyotlar (s)	
T_x	0.625
T_y	0.743
FT_x	0.499
FT_y	0.676

TSDY1975-A'nın x ve y doğrultusundaki deprem hesabı hem 1975 Deprem Yönetmeliğindeki formülle hesaplanan (FT_x ve FT_y) periyot değerlerine bağlı olarak hem de modal analizden elde edilen (T_x ve T_y) periyot değerlerine bağlı olarak yapılmıştır.

TSDY1975-A'nın çalışma kapsamındaki asıl deprem hesabı TSDY1975-A'nın modal analizinden elde edilen T_x ve T_y periyot değerlerine bağlı olarak hesap edilen x ve y doğrultusundaki depremden oluşan toplam deprem kuvveti (F)'ye göre yapılmıştır.

TSDY1975-A'nın 1975 Deprem Yönetmeliğindeki formülle hesaplanan (FT_x ve FT_y) periyot değerlerine bağlı olan depreme dayanıklı olarak boyutlandırılmasında x ve y doğrultusundaki statikçe eşdeğer yatay yüklerin toplamı (F) için katsayı değerleri hesaplanmış ve Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12 : TSDY1975-A'nın ampirik formülle hesaplanan periyot göre deprem hesabında kullanılan katsayılar.

Deprem bölge katsayısı (C_0)		0.1 (1. Derece Deprem Bölgesi)
Bina önem katsayısı (I)		1 (Konut türü yapı)
Zemin hâkim periyodu (T_0)		0.6 (Zemin Cinsi III- b)
x ve y doğrultularındaki spektrum katsayısı	**(S_x)**	1
	(S_y)	1
Yapı tipi katsayısı (K)		1 (Tanımı yapılmamış yapı tipi)
x ve y doğrultularındaki deprem katsayısı	**(C_x)**	0.1
	(C_y)	0.1
Hareketli yük katsayısı (n)		0.3 (Özel Konut)

Çizelge 4.12'de verilen değerlerden hareketle TSDY1975-A'nın x ve y doğrultusundaki toplam deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx} ve V_{ty}) birbirine eşit olup 6200.562 KN'dur.

TSDY1975-A'nın modal analizden elde edilen T_x ve T_y periyot değerlerine bağlı olan x ve y doğrultusundaki depremden oluşan toplam deprem kuvveti (F) için katsayı değerleri Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13 : TSDY1975-A'nın modal analiz periyot değerlerine bağlı olan deprem hesabında kullanılan katsayılar.

Deprem bölge katsayısı (C_0)		0.1 (1. Derece Deprem Bölgesi)
Bina önem katsayısı (I)		1 (Konut türü yapı)
Zemin hâkim periyodu (T_0)		0.6 (Zemin Cinsi III- b)
x ve y doğrultularındaki spektrum katsayısı	**(S_x)**	1
	(S_y)	1
Yapı tipi katsayısı (K)		1 (Tanımı yapılmamış yapı tipi)
x ve y doğrultularındaki deprem katsayısı	**(C_x)**	0.1
	(C_y)	0.1
Hareketli yük katsayısı (n)		0.3 (Özel Konut)

Çizelge 4.13'te verilen değerlerden hareketle TSDY1975-A'nın x ve y doğrultusundaki toplam deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx} ve V_{ty}) birbirine eşit olup 6200.562 KN'dur.

TSDY1975-A'nın x ve y doğrultusundaki modal analizden elde edilen periyot değerlerine göre elde edilen taban kesme kuvvetleri ile ampirik formülle hesaplanan periyot değerlerine göre elde edilen taban kesme kuvvetleri aralarında herhangi bir fark olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.13'te verilen değerlerden hareketle TSDY1975-A'nın x ve y doğrultusundaki depremden oluşan toplam deprem kuvveti (F), Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile katlara dağıtılmıştır.

TSDY1975-A'nın bina yüksekliği (H) ile x ve y doğrultusundaki bina uzunlukları (D_x ve D_y) arasındaki oranlar sırasıyla 1 ve 1.833 olup her ikisi de 3'ten küçüktür. Bu yüzden x ve y doğrultusundaki deprem hesaplarındaki yapının en üst katına etkiyen münferit kuvvetler (Ft_x ve Ft_y) 0 KN olarak alınmıştır.

TSDY1975-A deprem hesabında kullanılan her katın ağırlığı (W_i), her iki deprem doğrultusunda katlara gelen kuvvetler (F_{xi} ve F_{yi}) ve oluşturduğu %5 dışmerkezlilik göz önüne alarak elde edilen burulma momentleri (M_{bxi} veM_{byi}) ile beraber Çizelge 4.14'te verilmiştir.

TSDY1975-A'nın deprem hesabında elde edilen yatay deprem kuvvetleri ve ±%5 dışmerkezlilik göz önüne alınarak elde edilen burulma momentleri, taşıyıcı sistemin SAP2000 V14.2 programındaki modelinin her katı için yatayda rijit diyafram çalışan kat düzleminin ağırlık merkezine tekil kuvvetler ve momentler olarak etki ettirilmiştir. Elde edilen her katın x ve y doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri elde edilmiş ve Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.14 : TSDY1975-A'nın kat ağırlıkları, katlara gelen deprem yanal ve burulma momentleri.

Katlar	**W_i (KN)**	**F_{xi}(KN)**	**F_{yi}(KN)**	**M_{bxi}(KNm)**	**M_{byi}(KNm)**
9	4341.510	826.827	826.827	694.535	1273.313
8	5607.494	970.845	970.845	815.510	1495.101
7	5607.494	873.761	873.761	733.959	1345.591
6	5606.358	776.519	776.519	652.276	1195.839
5	5622.157	681.369	681.369	572.350	1049.308
4	5622.157	584.030	584.030	490.585	899.407
3	5620.784	486.573	486.573	408.721	749.322
2	5636.583	390.353	390.353	327.896	601.143
1	5636.583	292.764	292.764	245.922	450.857
Zemin	5635.211	195.129	195.129	163.908	300.498
Bodrum	7069.287	122.393	122.393	102.810	188.485
Toplam (KN)		**6200.562**	**6200.562**		

Çizelge 4.15 : TSDY1975-A'nın x ve y doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri.

Katlar	**x doğrultusundaki yer değiştirmeleri (mm)**		**y doğrultusundaki yer değiştirmeleri (mm)**	
	Minimum	**Maksimum**	**Minimum**	**Maksimum**
9. kat	18.293	20.630	20.796	23.588
8. kat	16.663	18.797	18.779	21.294
7. kat	14.901	16.811	16.646	18.865
6. kat	13.001	14.663	14.394	16.298
5. kat	10.993	12.391	12.055	13.637
4. kat	8.899	10.019	7.288	8.208
3. kat	6.782	7.616	7.288	8.208
2. kat	4.731	5.296	5.030	5.641
1. kat	2.834	3.164	2.988	3.324
Zemin kat	1.241	1.375	1.285	1.419
Bodrum kat	0.157	0.180	0.149	0.172

4.3 Betonarme Bir Yapının 1975, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine Göre Tasarımı

Çalışmada incelenen betonarme yapının tasarımında, 1975, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinin karşılaştırılması için beton ve donatı sınıfları aynı olan 3 adet taşıyıcı sistem oluşturulmuştur. Bu taşıyıcı sistemler, ilgili oldukları deprem yönetmeliğine göre adlandırılarak ve taşıyıcı sistemde kullanılan beton ve donatı sınıflarına göre aşağıda belirtilmiştir:

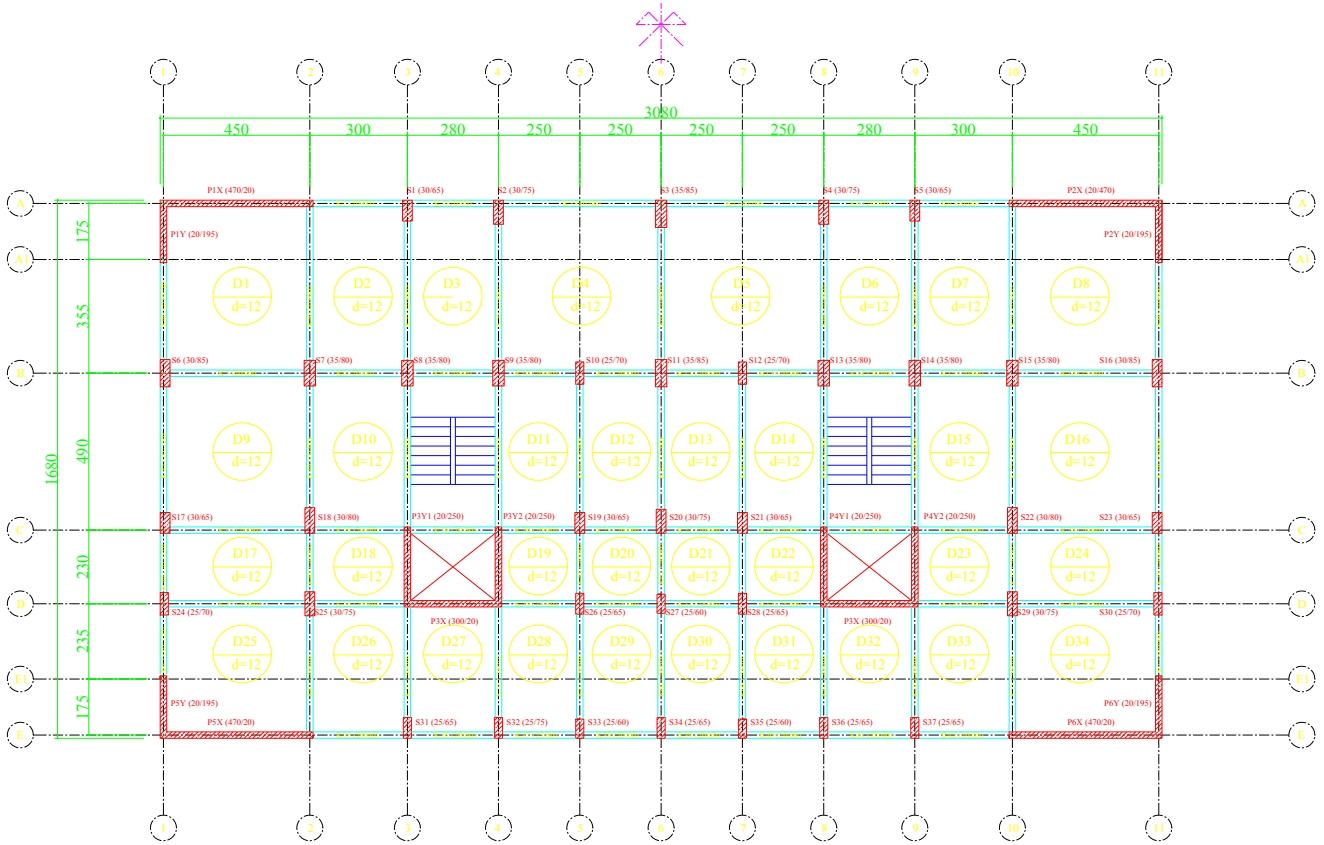
TSDY1975-B: TS500/Nisan1984'e göre BS20 beton sınıfı ve Beton Çeliği III malzemeleri ile 1975 Deprem Yönetmeliğine uygun tasarlanmış taşıyıcı sistem.

TSDY1997: TS500/Şubat2000'e göre C20 beton sınıfı ve S420 çelik sınıfı malzemeleri ile 1997 Deprem Yönetmeliğine uygun tasarlanmış taşıyıcı sistem.

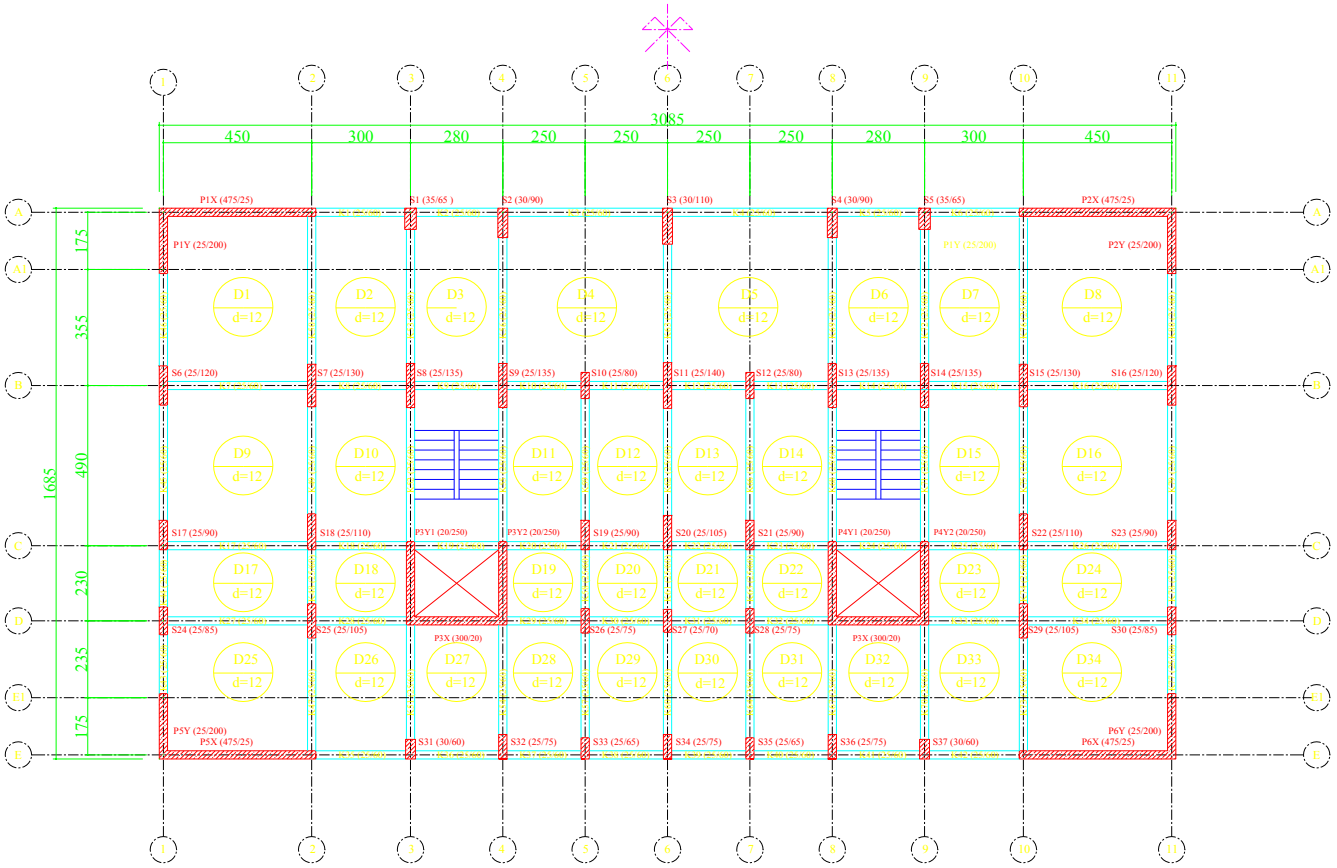
TSDY2007: TS500/Şubat2000'e göre C20 beton sınıfı ve S420 çelik sınıfı malzemeleri ile 2007 Deprem Yönetmeliğine uygun tasarlanmış taşıyıcı sistem.

1997 ve 2007 Deprem Yönetmelikleri arasında betonarme yapı tasarım konusunda birbirine göre yoktur. Bu yüzden TSDY1997 ile TSDY2007'in bütün döşeme, kiriş, kolon ve perde enkesit özellikleri aynıdır. Fakat 1975 Deprem Yönetmeliği betonarme yapı tasarım içeriği açısından diğer iki yönetmelikten farklıdır. Buna bağlı olarak minimum boyutlandırma esaslarına da dikkat edilerek seçilen TSDY1975-B'nin taşıyıcı elemanlarının enkesit özellikleri TSDY1997 ile TSDY2007'nin taşıyıcı elemanlarının enkesit özelliklerden farklıdır.

Bu bölümde söz konusu taşıyıcı sistemlerin döşeme kalınlıkları belirlenmiştir. Üç taşıyıcı sistemin arttırılmış düşey yükler altında kolon ön boyutlandırmaları ve her bir taşıyıcı sistemin ilgili olduğu yönetmelik doğrultusunda deprem hesapları yapılmıştır. Ayrıca bu bölümde her üç taşıyıcı sistemin ilgili oldukları yönetmelikler doğrultusunda zemin kattaki bütün döşemelerin, kirişlerin, kolonların ve perdelerin betonarme hesapları ve tasarımları yapılmıştır. Söz konusu taşıyıcı sistemlerin x ve y doğrultularındaki doğal titreşim periyotları, katlara gelen yatay kuvvetler, kat yer değiştirmeleri ve zemin kat düşey elemanlarının beton ve donatı metrajları çalışma kapsamında karşılaştırılmıştır. Çözümlemesi yapılan üç taşıyıcı sistemin bütün katlarının kalıp planları planda y doğrultusuna göre simetriktir. TSDY1975-B'nin zemin kat kalıp planı Şekil 4.3'te, TSDY1997 ve TSDY2007'nin ortak zemin kat kalıp planı Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.3 : TSDY1975-B olarak adlandırılan taşıyıcı sistemin zemin kat kalıp planı.



Şekil 4.4 : TSDY1997&TSDY2007 olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerin ortak zemin kat kalıp planı.

4.3.1 TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin deprem hesapları ve zemin kat taşıyıcı elemanlarının betonarme tasarımı

4.3.1.1 TSDY1975-B'nin deprem hesapları ve zemin kat taşıyıcı elemanlarının betonarme tasarımı

TSDY1975-B olarak adlandırılan taşıyıcı sistemin genel özellikleri Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16 : TSDY1975-B'nin genel özellikleri.

Açıklama	**Bilgiler**		
Kat adedi	1 Bodrum + 1 Zemin + 9 Normal kat		
Kullanım Amacı	Konut		
Kat yüksekliği	Bodrum Kat	Zemin Kat	Normal Kat
	2.8 m	2.8 m	2.8 m
Taşıyıcı Sistem Türü	Perde + Çerçeveli taşıyıcı sistem		
Beton Sınıfı	BS20		
Donatı Sınıfı	Beton Çeliği III		
Deprem Bölgesi	1. Derece		
Zemin Türü	Zemin Cinsi III (b)		
Bina Önem Katsayısı (I)	1		
Deprem Bölge Katsayısı (C_0)	0.1		
Yapı Tipi Katsayısı (K)	1		
Zemin Hakim Periyodu (T_0)	0.6		
Beton Elastisite Modülü	28500 MPa		

TSDY1975-B'deki bütün kirişleri enkesit boyutları 20/60 (cm/cm) seçilmiştir.

TSDY1975-B'deki perde boyutları sırasıyla 20/195 (cm/cm), 20/250 (cm/cm), 300/20 (cm/cm) ve 470/20 (cm/cm) olup her bir katta toplam 14 adet perde vardır (bodrum katı çevreleyen perdeler hariç).

TSDY1975-B'deki çevre perdelerin hepsinin genişlikleri 20 cm seçilmiştir.

TSDY1975-B'de kolon ön boyutlandırma hesabı yapılmıştır. Yapının tüm katlarında her bir kolona etki eden yükler Çizelge A.2'de verilmiştir. Çizelge A.2'de kolonlara sırasıyla döşemelerden, duvarlardan, kirişlerden ve bir üst kattaki kolonlardan gelen sadece sabit yükler ve hareketli yükler, N_g ve N_q kısımlarında verilmiştir. Sonra her bir kolona gelen sadece düşey yükler, TS500/Nisan1984'teki yük birleşim hali olan 1.4G + 1.6Q ile arttırılmış düşey tasarım yükü (P_d) hesaplanarak Çizelge A.2'de verilmiştir. Yapıdaki her bir kolon için elde edilen düşey tasarım yükü (P_d)'ye bağlı olarak TS500/Nisan1984'teki salt basınç yükü taşımasına izin verilen kolon enkesit alanı (A_c) hesaplanmıştır. Depremli durumlarda moment etkisi göz önüne alınarak kolon enkesit alanı (A_c) %30 oranında arttırılmıştır.

Her bir kolon için arttırılan kolon enkesit alanı ($1.3A_c$)'ye bağlı olarak bodrum kattan başlayarak kolon minimum boyutlarına dikkat edilerek kolon boyutları belirlenmiştir.

Bu taşıyıcı sistemdeki kolonların boyutları 1.normal katta, 4. normal katta ve 7. normal katta olmak üzere kademeli olarak azaltılarak seçilmiştir.

- **TSDY1975-B'nin döşemelerinin statik ve betonarme hesapları**

TSDY1975-B taşıyıcı sisteminin tüm döşeme kalınlık hesapları ortak olarak TS500/Nisan1984'e göre yapılmıştır [5]. Döşeme adları, hesaplanan ve seçilen döşeme kalınlıkları ve döşeme mesnetlenme tipleri Çizelge 4.14'te verilmiştir. Çizelge 4.17'deki bütün m değerleri 2.0'dan küçük olduğu için bütün döşeme tipleri çift doğrultuda çalışan plak döşeme olarak belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalar neticesinde bütün döşemelerin kalınlığı 12 cm seçilmiştir.

Çözümlemede döşemelerin statik ve betonarme hesabı için TS500/Nisan1984'te verilen "İki Doğrultuda Çalışan Kirişli Döşemeler için Yaklaşık Yöntem" uygulanmıştır.

İki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler için TS500/Nisan1984'te verilen yaklaşık yöntem kullanılarak hesaplanan x ve y doğrultularındaki göre açıklık ve mesnet

moment katsayıları (α_a ve α_m), tasarım düşey yükü (P_d) ve x ve y doğrultularındaki açıklık ve mesnet moment değerleri (M_a ve M_m) Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.17 : TSDY1975-B'deki döşemelerin kalınlıklarının hesabı.

Döşeme Adları	Döşeme Mesnetlenme Tipi	l_x(m)	l_y(m)	m	h_{fhesap}(cm)
D1&D8	İki Komşu Kenar Süreksiz	4.5	5.3	1.178	12.0
D2&D7	Bir Kenar Süreksiz	3	5.3	1.767	10.4
D3&D6	Bir Kenar Süreksiz	2.8	5.3	1.893	10.7
D4&D5	İki Komşu Kenar Süreksiz	5	5.3	1.060	11.9
D9&D16	Bir Kenar Süreksiz	4.5	4.9	1.089	10.9
D10&D15	Bir Kenar Süreksiz	3	4.9	1.633	10.0
D11&D14	Bir Kenar Süreksiz	2.5	4.9	1.960	9.5
D12&D13	Dört Kenar Sürekli	2.5	4.9	1.960	8.9
D17&D24	Bir Kenar Süreksiz	4.5	2.3	1.957	8.4
D18&D23	Bir Kenar Süreksiz	3	2.3	1.304	6.2
D19&D22	Bir Kenar Süreksiz	2.5	2.3	1.087	5.3
D20&D21	Dört Kenar Sürekli	2.5	2.3	1.087	5.2
D25&D34	İki Komşu Kenar Süreksiz	4.5	4.1	1.098	10.3
D26&D33	Bir Kenar Süreksiz	3	4.1	1.367	8.5
D27&D32	Bir Kenar Süreksiz	2.8	4.1	1.464	8.6
D28&D31	Bir Kenar Süreksiz	2.5	4.1	1.640	8.1
D29&D30	Bir Kenar Süreksiz	2.5	4.1	1.640	8.1

Çizelge 4.18'de tasarım düşey yükü (P_d), KN/m^2, ve x ve y doğrultularındaki açıklık ve mesnet moment büyüklükleri (M_a ve M_m) KNm/m olarak verilmiştir.

Hesaplanan x ve y doğrultularındaki açıklık momentleri (M_{xa} ve M_{ya})'a ve gerekli mesnet düzeltmeleri yapılan mesnet momentleri (M_{xm} ve M_{ym})'e İTÜ İnşaat Fakültesi Betonarme Yapılar Çalışma Grubu Betonarme Tablo ve Abaklarından yararlanılarak döşeme donatıları, hesaplanmıştır (Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20) [15].

Çizelge 4.18 : TSDY1975-B'deki döşemelerin statik hesap değerleri.

Döşeme Adları	α_{xa}	α_{ya}	α_{xm}	α_{ym}	P_d	M_{xa}	M_{ya}	M_{xm}	M_{ym}
D1&D8	0.046	0.037	0.061	0.049	9.702	8.252	6.637	10.943	8.790
D2&D7	0.057	0.031	0.076	0.041	9.702	4.336	2.358	5.781	3.119
D3&D6	0.059	0.044	0.079	0	9.702	3.870	2.886	5.181	0.000
D4&D5	0.033	0.031	0.045	0.041	9.702	7.377	6.930	10.059	9.165
D9&D16	0.035	0.031	0.046	0.041	9.825	6.358	5.632	8.357	7.448
D10&D15	0.053	0.031	0.07	0.041	9.702	4.031	2.358	5.324	3.119
D11&D14	0.063	0.031	0.083	0.041	9.702	3.233	1.591	4.260	2.104
D12&D13	0.061	0.025	0.081	0.033	9.825	3.170	1.299	4.210	1.715
D17&D24	0.031	0.063	0.041	0.083	9.825	1.343	2.730	1.776	3.596
D18&D23	0.031	0.043	0.041	0.057	9.702	1.326	1.840	1.754	2.439

Çizelge 4.18 (devam) : TSDY1975-B'deki döşemelerin statik hesap değerleri.

Döşeme Adları	α_{xa}	α_{ya}	α_{xm}	α_{ym}	P_d	M_{xa}	M_{ya}	M_{xm}	M_{ym}
D19&D22	0.031	0.034	0.041	0.046	9.702	1.326	1.455	1.754	1.968
D20&D21	0.025	0.029	0.033	0.039	9.702	1.070	1.241	1.412	1.669
D25& D34	0.037	0.042	0.049	0.056	9.702	5.460	6.198	7.231	8.264
D26&D33	0.045	0.031	0.06	0.041	9.702	3.423	2.358	4.564	3.119
D27&D32	0.054	0.044	0.072	0	9.825	3.587	2.922	4.782	0.000
D28&D31	0.053	0.031	0.071	0.041	9.702	2.720	1.591	3.644	2.104
D29&D30	0.053	0.031	0.071	0.041	9.702	2.720	1.591	3.644	2.104

Çizelge 4.19 : TSDY1975-B'deki döşemelerin açıklık donatı hesabı.

Döşeme Adları	Doğ.	M_d(KNm/m)	A_s(mm^2)	A_{smin}(mm^2)	Seçilen Donatı ve Alanı
D1&D8	X	8.252	237.656	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	6.637	212.398	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D2&D7	X	4.336	122.698	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	2.358	73.621	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D3&D6	X	3.870	109.508	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	2.886	90.421	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D4&D5	X	7.377	211.709	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	6.930	221.746	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D9&D16	X	6.358	181.846	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	5.632	179.585	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D10&D15	X	4.031	114.088	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	2.358	73.621	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D11&D14	X	3.233	91.181	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	1.591	49.676	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D17&D24	X	1.343	41.638	180	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	2.730	76.704	150	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)

Çizelge 4.19 (devam) : TSDY1975-B'deki döşemelerin açıklık donatı hesabı.

Döşeme Adları	Doğ.	M_d(KNm/m)	A_s(mm^2)	A_{smin}(mm^2)	Seçilen Donatı ve Alanı
D18&D23	X	1.326	41.117	180	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	1.840	51.330	150	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D19&D22	X	1.326	41.117	180	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	1.455	40.587	150	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D20&D21	X	1.070	33.159	180	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	1.241	34.494	150	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D25&D34	X	5.460	174.113	180	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	6.198	177.258	150	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D26&D33	X	3.423	96.525	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	2.358	73.621	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D27&D32	X	3.587	101.140	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	2.922	91.567	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D28&D31	X	2.720	76.436	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	1.591	49.499	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D29&D30	X	2.720	76.436	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	1.591	49.499	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)

Çizelge 4.20 : TSDY1975-B'deki döşemelerin mesnet donatı hesabı.

Mesnet	M_d (KNm/m)	A_s (mm^2)	A_{smev} (mm^2)	A_{sek} (mm^2)	Ek Donatı ve Alanı
D1/D2-D7/D8	9.567	276.486	279	-	-
D2/D3-D6/D7	5.781	165.337	279	-	-
D3/D4-D5/D6	8.892	256.979	279	-	-
D4/D5	10.059	291.711	279	12.711	Φ8/300 Düz (168 mm^2)
D9/D10-D15/D16	7.548	217.382	279	-	-
D11/D12-D13/D14	4.260	120.558	279	-	-
D12/D13	4.210	119.143	279	-	-
D17/D18-D23/D24	1.776	49.550	279	-	-
D19/D20-D22/D21	1.751	48.853	279	-	-
D20/D21	1.412	39.395	279	-	-
D25/D26-D33/D34	6.520	186.472	279	-	-
D26/D27-D32/D33	4.722	134.105	279	-	-
D27/D28-D31/D32	4.339	122.794	279	-	-
D28/D29-D30/D31	3.690	104.058	279	-	-
D29/D31	3.644	102.761	279	-	-
D1/D9-D8/D16	8.790	254.031	279	-	-
D9/D17-D16/D24	6.629	189.589	279	-	-
D17/D25-D24/D34	7.147	205.119	279	-	-
D2/D10-D7/D15	3.119	87.956	279	-	-
D10/D18-D15/D23	2.974	83.867	279	-	-
D18/D26-D23/D33	2.956	83.359	279	-	-
D4/D11-D5/D14	6.713	191.992	279	-	-
D11/D19-D14/D22	2.104	58.912	279	-	-
D19/D28-D22/D31	2.131	59.668	279	-	-
D4/D12-D5/D13	5.265	150.053	279	-	-
D12/D20-D13/D21	1.715	47.849	279	-	-
D20/D29-D21/D30	2.000	56.000	279	-	-

- **TSDY1975-B'nin deprem hesapları**

TSDY1975-B olarak adlandırılan taşıyıcı sistemin 1975 Deprem Yönetmeliğindeki hesap esasları doğrultusunda çözümlenmiştir. TSDY1975-B'nin deprem hesabındaki bina doğal periyodu (T), depremin her iki doğrultusu için 1975 Deprem Yönetmeliğindeki formülle hesaplanan değerler (FT_x ve FT_y) ve SAP2000 V14.2'deki modelin modal analizdeki değerleri (T_x ve T_y) ile hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21 : TSDY1975-B'nin x ve y doğrultularına göre periyotları.

Periyotlar (s)	
T_x	0.663
T_y	0.769
FT_x	0.499
FT_y	0.676

TSDY1975-B'nin x ve y doğrultusundaki deprem hesabı hem 1975 Deprem Yönetmeliğindeki formülle hesaplanan (FT_x ve FT_y) periyot değerlerine bağlı olarak hem de modal analizden elde edilen (T_x ve T_y) periyot değerlerine bağlı olarak yapılmıştır.

TSDY1975-B'nin x ve y doğrultusundaki deprem hesabı için 1975 Deprem Yönetmeliğindeki formülle hesaplanan (FT_x ve FT_y) periyot değerlerine bağlı olarak x ve y doğrultusundaki statik eşdeğer yatay yüklerin toplamı (F) için katsayı değerleri Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22'de verilen değerlerden hareketle TSDY1975-B'nin x ve y doğrultusundaki toplam deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx} ve V_{ty}) birbirine eşit olup 6157.410 KN'dur.

TSDY1975-B'nin x ve y doğrultusundaki deprem hesabı için modal analizden elde edilen (T_x ve T_y) periyot değerlerine bağlı olarak x ve y doğrultusundaki statik eşdeğer yatay yüklerin toplamı (F) için katsayı değerleri Çizelge 4.23'te verilmiştir.

Çizelge 4.23'te verilen değerlerden hareketle TSDY1975-B'nin x ve y doğrultusundaki toplam deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx} ve V_{ty}) birbirine eşit olup 6157.410 KN'dur.

TSDY1975-B'nin x ve y doğrultusundaki modal analizden elde edilen periyot değerlerine göre elde edilen taban kesme kuvvetleri ile ampirik formülle hesaplanan periyot değerlerine göre elde edilen taban kesme kuvvetleri aralarında herhangi bir fark olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.22 : TSDY1975-B'nin ampirik formülle hesaplanan periyot göre deprem hesabında kullanılan katsayılar.

Deprem bölge katsayısı (C_0)		0.1 (1. Derece Deprem Bölgesi)
Bina önem katsayısı (I)		1 (Konut türü yapı)
Zemin hâkim periyodu (T_0)		0.6 (Zemin Cinsi III- b)
x ve y doğrultularındaki spektrum katsayısı	**(S_x)**	1
	(S_y)	1
Yapı tipi katsayısı (K)		1 (Tanımı yapılmamış yapı tipi)
x ve y doğrultularındaki deprem katsayısı	**(C_x)**	0.1
	(C_y)	0.1
Hareketli yük katsayısı (n)		0.3 (Özel Konut)

Çizelge 4.23 : TSDY1975-B'nin modal analiz periyot değerlerine bağlı olan deprem hesabında kullanılan katsayılar

Deprem bölge katsayısı (C_0)		0.1 (1. Derece Deprem Bölgesi)
Bina önem katsayısı (I)		1 (Konut türü yapı)
Zemin hâkim periyodu (T_0)		0.6 (Zemin Cinsi III- b)
x ve y doğrultularındaki spektrum katsayısı	**(S_x)**	1
	(S_y)	1
Yapı tipi katsayısı (K)		1 (Tanımı yapılmamış yapı tipi)
x ve y doğrultularındaki deprem katsayısı	**(C_x)**	0.1
	(C_y)	0.1
Hareketli yük katsayısı (n)		0.3 (Özel Konut)

TSDY1975-B'nin çalışma kapsamındaki asıl deprem hesabı TSDY1975-B'nin modal analizinden elde edilen T_x ve T_y periyot değerlerine bağlı olarak hesap edilen x ve y doğrultusundaki depremden oluşan toplam deprem kuvveti (F)'ye göre yapılmıştır.

Çizelge 4.23'te verilen değerlerden hareketle TSDY1975-B'nin x ve y doğrultusundaki depremden oluşan toplam deprem kuvveti (F), Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile katlara dağıtılmıştır.

TSDY1975-A'nın bina yüksekliği (H) ile x ve y doğrultusundaki bina uzunlukları (D_x ve D_y) arasındaki oranlar sırasıyla 1 ve 1.833 olup her ikisi de 3'ten küçüktür. Bu yüzden x ve y doğrultusundaki deprem hesaplarındaki yapının en üst katına etkiyen münferit kuvvetler (Ft_x ve Ft_y) 0 KN olarak alınmıştır.

TSDY1975-A deprem hesabında kullanılan her katın ağırlığı (W_i), her iki deprem doğrultusunda katlara gelen kuvvetler (F_{xi} ve F_{yi}) ve oluşturduğu %5 dışmerkezlilik göz önüne alarak elde edilen burulma momentleri (M_{bxi} veM_{byi}) ile beraber Çizelge 4.14'te verilmiştir.

TSDY1975-B'nin bina yüksekliği (H) ile x ve y doğrultusundaki bina uzunlukları (D_x ve D_y) arasındaki oranlar sırasıyla 1 ve 1.833 olup her ikisi de 3'ten küçüktür. Bu yüzden x ve y doğrultusundaki deprem hesaplarındaki yapının en üst katına etkiyen münferit kuvvetler (Ft_x ve Ft_y) 0 KN olarak alınmıştır.

.TSDY1975-B deprem hesabında kullanılan her katın ağırlığı (W_i), her iki deprem doğrultusunda katlara gelen kuvvetler (F_{xi} ve F_{yi}) ve oluşturduğu ±%5 dışmerkezlilik göz önüne alarak elde edilen burulma momentleri (M_{bxi} veM_{byi}) ile beraber Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.24 : TSDY1975-B'nin kat ağırlıkları, katlara gelen deprem yanal kuvvetleri ve burulma momentleri.

Katlar	**W_i (KN)**	**F_{xi}(KN)**	**F_{yi}(KN)**	**M_{bxi}(KNm)**	**M_{byi}(KNm)**
9	4341.510	826.827	826.827	694.535	1273.313
8	5607.494	970.845	970.845	815.510	1495.101
7	5607.494	873.761	873.761	733.959	1345.591
6	5606.358	776.519	776.519	652.276	1195.839
5	5622.157	681.369	681.369	572.350	1049.308
4	5622.157	584.030	584.030	490.585	899.407
3	5620.784	486.573	486.573	408.721	749.322
2	5636.583	390.353	390.353	327.896	601.143
1	5636.583	292.764	292.764	245.922	450.857
Zemin	5635.211	195.129	195.129	163.908	300.498
Bodrum	7069.287	122.393	122.393	102.810	188.485
Toplam (KN)		**6200.562**	**6200.562**		

TSDY1975-B‘nin SAP2000 V14.2’deki modeline uygulanan x ve y doğrultusundaki deprem yükleri tanımlamaları ve dışmerkezlilik değerleri Çizelge 4.25’te verilmiştir.

Çizelge 4.25 : TSDY1975-B’nin eşdeğer deprem yükü halleri.

Yükleme Adı	Deprem Yönü	Dışmerkezlilik
EXP	X	+%5
EXN		-%5
EYP	Y	+%5
EYN		-%5

Çizelge 4.20’de tanımlanan deprem yükleri, sistemin SAP2000 V14.2’deki modeline etki ettirildikten sonra programda TS500/Nisan1984’deki tasarım yük birleşimleri aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

1. 1.4G + 1.6Q

2. G + Q + EXP

3. G + Q - EXP

4. G + Q + EXN

5. G + Q - EXN

6. G + Q + EYP

7.G + Q - EYP

8.G + Q + EYN

9.G + Q - EYN

10. 0.9G + EXP

11. 0.9G - EXP

12. 0.9G + EXN

13. 0.9G - EXN

14. 0.9G + EYP

15. 0.9G - EYP

16. 0.9G + EYN

17. 0.9G - EYN

18. ZARF (OLUMSUZ)

- **TSDY1975-B'nin zemin kat kirişlerinin statik ve betonarme hesapları**

TSDY1975-B'deki tüm kirişler, 20 /60 (cm/cm) ebatlarındadır. Taşıyıcı sistemde sadece zemin kattaki bütün kirişlerin eğilme ve kesme tasarımı yapılmıştır. Zemin kattaki bütün kirişlerin eğilme tasarımında, TSDY1975-B'nin SAP2000 V14.2'deki modelinde oluşturulan ZARF (OLUMSUZ) yüklemesinden elde edilen en elverişsiz momentler kullanılmıştır. Aynı kirişlerin kesme tasarımında, TSDY1975-B'nin SAP2000 V14.2'deki modelde salt düşey yükler ve tasarımı yapılan kirişin ilgili deprem doğrultusuna göre yapılan yük birleşimleri dikkate alınmıştır [15].

TSDY1975-B'nin zemin kattaki bütün kirişlerinin eğilme tasarımında, sağlanan açıklık donatısı hesaplanan gerekli donatı alanından %30 fazladır. Kullanılan donatı beton çeliği III olduğu için TS500/Nisan1984'e göre kirişlerin eğilme tasarımında minimum donatı oranı 0.0015'tir. Bu oran dengeli donatı oranın %85'i ile sınırlandırılmıştır [5,16].

TS500/Nisan1984 ve 1975 Deprem Yönetmeliğine göre kirişlerin kesme donatısı hesabında etriye kullanarak kiriş sarılma ve kiriş orta bölgelerindeki konstrüktif esaslara uyulmuştur. Kesme tasarımı yapılan kirişlerin taşıma kapasiteleri, TS500/Nisan1984'teki minimum değerlerden fazla olup sınır değerleri aşmamıştır.

Kirişlerin eğilme tasarımında pilye kullanılmayıp kesme tasarımında sadece etriye kullanılmıştır. Ayrıca kesme hesaplarında beton katkısı ihmal edilmemiştir.

Bütün kirişlerin yüksekliği 60 cm olduğu için betonarme hesabı yapılan tüm kirişlerde 2Φ10'luk gövde donatısı konulmuştur.

Betonarme tasarımı yapılan tüm kirişlerin betonarme hesaplarında pas payı 2.5 cm alınmıştır.

Eğilme ve kesme donatısı seçilen bütün kirişlerin tasarım sonuçları Çizelge B.1'de verilmiştir.

- **TSDY1975-B'nin zemin kat kolonlarının statik ve betonarme hesapları**

TSDY1975-B'nin zemin kattaki tüm kolonlarının kesit hesabı yapılmış, boyuna ve enine donatıları seçilmiştir. Bu kolonların boyuna donatı seçiminde, iki eksenli eğilme ve eksenel basınç etkileri ele alınmıştır. Bu etkilere bağlı olarak zemin kattaki tüm kolonların taşıma gücü formülleri ve yaklaşık mertebeleri ile boyuna donatıların kolon tüm kenarlarına eşit yayılı olması durumu ele alınmıştır [17].

TSDY1975-B'nin SAP2000 V14.2'deki modelinde ZARF (OLUMSUZ) yüklemesi dışındaki her yüklemenin analiz sonuçları ile ayrı ayrı göz önüne alınmıştır. Zemin kattaki bütün kolonların her biri için çift yöndeki eğilme momentleri ve eksenel basınç kuvvet tesirleri elde edilmiştir. Tasarımda çift yöndeki moment değerleri seçiminde TS500/Nisan1984'teki minimum dış merkezlilik etkisi göz önünde bulundurulmuştur.

Kolonların kesme tasarımında, TSDY1975-B'nin SAP2000 V14.2'deki modelinde ZARF (OLUMSUZ) yüklemesinden elde edilen en büyük kesme kuvveti tasarım kuvveti olarak değerlendirilmiştir [5,16].

1975 Deprem Yönetmeliğine göre en az boyuna donatı oranı 0.001 ve BS20 beton sınıfına göre en fazla boyuna donatı oranı 0.035 ile sınırlandırılmıştır [9].

TS500/Nisan1984 ve 1975 Deprem Yönetmeliğine göre kolonların etriye kullanarak kesme donatısı tasarımı etriye kullanarak yapılmış, etriye seçiminde sarılma ve kiriş orta bölgelerindeki konstrüktif esaslara uyulmuştur.

Kesme tasarımı yapılan kolonların taşıma kapasiteleri TS500/Nisan1984'teki minimum değerlerden fazla olup sınır değerleri aşmamıştır.

Kolonların betonarme hesaplarında pas payı 2.5 cm alınmıştır.

Kolon boyutları, tasarım sonrası seçilen boyuna ve kesme donatıları ile birlikte Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26 : TSDY1975-B'nin zemin kat kolon boyuna ve enine donatıları.

Kolonlar	b(m)	h(m)	$A_{shesap}(cm^2)$	Seç.Don	$A_s(cm^2)$	Etriye
SZ01&SZ05	0.3	0.65	19.500	12Φ16	24.127	Φ8/10/18
SZ02&SZ04	0.3	0.75	22.500	12Φ16	24.127	Φ8/12/18
SZ03	0.35	0.85	29.750	16Φ16	32.170	Φ8/15/18
SZ06&SZ16	0.3	0.85	25.500	16Φ16	28.149	Φ8/15/18
SZ07&SZ15	0.35	0.8	28.000	12Φ20	28.149	Φ8/13/20
SZ08&SZ14	0.35	0.8	28.000	12Φ20	32.170	Φ8/13/20
SZ09&SZ13	0.35	0.8	28.000	12Φ20	32.170	Φ8/13/20
SZ10&SZ12	0.25	0.7	17.500	12Φ16	18.473	Φ8/10/18
SZ11	0.35	0.85	29.750	12Φ20	32.170	Φ8/15/20
SZ17&SZ23	0.3	0.65	19.500	16Φ14	21.551	Φ8/10/15
SZ18&SZ22	0.3	0.8	24.000	16Φ16	24.127	Φ8/13/18
SZ19&SZ21	0.3	0.65	19.500	16Φ14	21.551	Φ8/10/15
SZ20	0.3	0.75	22.500	16Φ16	24.127	Φ8/12/18
SZ24&SZ30	0.25	0.7	17.500	16Φ14	18.473	Φ8/10/15
SZ25&SZ29	0.3	0.75	22.500	16Φ16	24.127	Φ8/12/18
SZ26&SZ28	0.25	0.65	16.250	12Φ16	18.473	Φ8/10/15
SZ27	0.25	0.6	15.000	12Φ14	16.085	Φ8/8/15
SZ31&SZ37	0.25	0.65	16.250	12Φ16	18.473	Φ8/10/18
SZ32&SZ36	0.25	0.65	16.250	12Φ16	16.085	Φ8/10/18
SZ33&SZ35	0.25	0.6	15.000	12Φ14	18.473	Φ8/8/15
SZ34	0.25	0.65	16.250	16Φ14	18.473	Φ8/10/15

- **TSDY1975-B'nin zemin kat perdelerinin statik ve betonarme hesapları**

TSDY1975-B'nin zemin katında bulunan tüm perdelerin kesit analizi yapılmış, boyuna ve enine donatıları seçilmiştir.

TSDY1975-B'nin zemin katında bulunan tüm perdelerin boyuna donatı seçiminde iki eksenli eğilme ve eksenel basınç etkileri ele alınmıştır. Bu etkilere bağlı olarak zemin kattaki tüm perdelerin taşıma gücü formülleri ve yaklaşık mertebeleri ile boyuna donatıların perde uç bölgelerinde yayılı olması durumu ele alınmıştır [17].

TSDY1975-B'nin SAP2000 V14.2'deki modelinde perdeler kabuk (shell) elemanlar olarak modellenmiştir. Modelde zemin kattaki bütün perdelerin tabanlarındaki elverişsiz perde tesirleri elde edilmiştir. Perde uç bölgelerinde boyuna donatı seçimi yaparken kolonların boyuna donatı seçiminde kullanılan yöntemler kullanılmıştır.

1975 Deprem Yönetmeliğine göre perde duvarlarında minimum donatı alanları, perde brüt enkesit alanının, yatay donatı için 0.0025, düşey donatı için 0.0020'sinden az olamaz [9].

TSDY1975-B'nin zemin kat perdelerinin betonarme hesabında kolon başlıklarında etriye kullanılmamıştır. Bunun nedeni olarak TS500/Nisan1984'e göre perde elemanlarda deprem oluşan kesme kuvvetini sadece yatay gövde donatı karşılamasıdır [5].

TSDY1975-B'in zemin kat perdelerinin kesme hesabında, elde edilen tasarım kesme kuvveti (V_d), kesitin eğik çatlama dayanımı (V_{cr})'in yarısından fazladır. Bu yüzden bu perdelerde TS500/Nisan1984'teki yatay gövde donatı alanının düşey gövde donatı alanına eşit olması şartı sağlanmıştır [5].

Perdelerin tasarım sonrası seçilen boyuna ve enine donatıları ile birlikte Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.27 : TSDY1975-B'nin zemin kat perdelerinin boyuna ve enine donatıları.

Perdeler	l_w(m)	b_w(m)	Başlık Donatısı	$A_{sbaşlık}$ (cm^2)	İlave Başlık Donatısı	A_{silave} (cm^2)	Gövde Boyuna Donatısı	$A_{gövdeboyuna}$ (cm^2)	Gövde Yatay Donatısı	$A_{gövdeyatay}$ (cm^2)
P1X	4.7	0.2	Φ24/10	45.239	-	0	Φ24/20	22.619	Φ24/20	22.619
P2X										
P1Y	1.95	0.2	Φ24/10	45.239	3Φ20	9.425	Φ24/20	22.619	Φ24/20	22.619
P2Y										
P3X	3	0.2	Φ24/10	45.239	-	0	Φ24/20	25.447	Φ24/20	22.619
P4X										
P3Y1	2.5	0.2	Φ24/10	45.239	3Φ24	13.572	Φ24/20	25.447	Φ24/20	22.619
P4Y2										
P3Y2	2.5	0.2	Φ24/10	45.239	3Φ24	13.572	Φ24/20	25.447	Φ24/20	22.619
P4Y1										
P5X	4.7	0.2	Φ24/10	45.239	-	0	Φ24/20	22.619	Φ24/20	22.619
P6X										
P5Y	1.95	0.2	Φ24/10	45.239	3Φ20	9.425	Φ24/20	22.619	Φ24/20	22.619
P6Y										

4.3.1.2 TSDY1997 ile TSDY2007'in deprem hesapları ve zemin kat taşıyıcı elemanlarının betonarme tasarımı

1997 ve 2007 Deprem Yönetmelikleri arasında hükümler ve kurallar açısından çok fazla fark olmadığı için TSDY1997 ile TSDY2007 taşıyıcı sistemlerinin eleman enkesit özellikleri aynıdır. Bu yüzden TSDY1997 ile TSDY2007'nin genel özellikleri ortak olarak Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.28 : TSDY1997 ile TSDY2007'nin genel özellikleri.

<table>
<tr><th colspan="2">Açıklama</th><th colspan="3">Bilgiler</th></tr>
<tr><td colspan="2">Kat adedi</td><td colspan="3">1 Bodrum + 1 Zemin + 9 Normal kat</td></tr>
<tr><td colspan="2">Kullanım Amacı</td><td colspan="3">Konut</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Kat yüksekliği</td><td>Bodrum Kat</td><td>Zemin Kat</td><td>Normal Kat</td></tr>
<tr><td>2.8 m</td><td>2.8 m</td><td>2.8 m</td></tr>
<tr><td colspan="2">Yapı Süneklik Düzeyi</td><td colspan="3">Yüksek</td></tr>
<tr><td colspan="2">Taşıyıcı Sistem Türü</td><td colspan="3">Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz perdeler tarafından birlikte taşındığı bina</td></tr>
<tr><td colspan="2">Beton Sınıfı</td><td colspan="3">C20</td></tr>
<tr><td colspan="2">Donatı Sınıfı</td><td colspan="3">S420</td></tr>
<tr><td colspan="2">Deprem Bölgesi</td><td colspan="3">1. Derece</td></tr>
<tr><td colspan="2">Zemin Türü</td><td colspan="3">Z3</td></tr>
<tr><td colspan="2">Etkin Yer İvme Katsayısı (A_0)</td><td colspan="3">0.4</td></tr>
<tr><td colspan="2">Bina Önem Kat Sayısı (I)</td><td colspan="3">1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Deprem Yükü Azaltma Katsayısı</td><td>TSDY1997</td><td>$R_x = 7.000$</td><td colspan="2">$R_y = 7.000$</td></tr>
<tr><td>TSDY2007</td><td>$R_x = 6.464$</td><td colspan="2">$R_y = 7.000$</td></tr>
<tr><td colspan="2">Beton Elastisite Modülü</td><td colspan="3">28000 MPa</td></tr>
</table>

TSDY1997 ile TSDY2007'deki perde boyutları sırasıyla, 25/200 (cm/cm), 25/255 (cm/cm), 305/25 (cm/cm) ve 475/25 (cm/cm) olup her bir katta toplam 14 adet perde vardır (bodrum katı çevreleyen perdeler hariç).

TSDY1997 ile TSDY2007'deki bodrum katta bulunan çevre perdelerin genişlikleri 25 cm seçilmiştir.

TSDY1997 ile TSDY2007'nin ilgili oldukları deprem yönetmeliklerindeki Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi ile deprem analizi, düzensizlik ve deplasman kontrolleri, ikinci mertebe etkileri ve zemin kat taşıyıcı elemanlarının betonarme hesapları yapılmış ve çalışma kapsamında verilmiştir.

TSDY1997 ile TSDY2007 olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerin kolon ön boyutlandırma hesabı ortak yapılmıştır. Her iki taşıyıcı sistemin tüm katlarında kolonlara etki eden yükler Çizelge A.3'te verilmiştir. Çizelge A.3'te kolonlara sırasıyla döşemelerden, duvarlardan, kirişlerden ve bir üst kattaki kolonlardan gelen sabit yükler ve hareketli yükler N_g ve N_q olarak kısımlarında verilmiştir. Sonra her bir kolona gelen düşey yükler, TS500/Şubat2000'deki yük birleşim hali olan 1.4G + 1.6Q ile arttırılmış düşey tasarım yükü (P_d) olarak verilmiştir. Yapıdaki her bir kolon için elde edilen düşey tasarım yükü (P_d)'ye bağlı olarak TS500/Şubat2000'deki salt basınç yükü taşımasına izin verilen kolon enkesit alanı (A_c) hesaplanmıştır. Depremli durumlarda moment etkisi göz önüne alınarak kolon enkesit alanı (A_c) %30 oranında arttırılmıştır. Her bir kolon için arttırılan kolon enkesit alanı ($1.3A_c$)'ye bağlı olarak bodrum kattan başlayarak kolon minimum boyutlarına dikkat edilerek kolon boyutları belirlenmiştir. Kolon boyutları, 1.normal katta, 4. normal katta ve 7. normal katta olmak üzere kademeli olarak azaltılarak seçilmiştir.

- **TSDY1997 ile TSDY2007'nin döşemelerinin statik ve betonarme hesapları**

TSDY1997 ve TSDY2007 taşıyıcı sistemlerinin tüm döşeme kalınlık hesapları ortak olarak TS500/Şubat2000'e göre yapılmıştır [6]. Döşeme adları, hesaplanan ve seçilen döşeme kalınlıkları ve döşeme mesnetlenme tipleri Çizelge 4.29'da verilmiştir. Çizelge 4.29'daki bütün m değerleri 2.0'dan küçük olduğu için bütün döşeme tipleri çift doğrultuda çalışan plak döşeme olarak belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalar neticesinde bütün döşemelerin kalınlığı 12 cm seçilmiştir.

Çözümlemede döşemelerin statik ve betonarme hesabı için TS500/Şubat2000'de verilen "İki Doğrultuda Çalışan Kirişli Döşemeler için Yaklaşık Yöntem" uygulanmıştır.

İki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler için TS500/Şubat2000'de verilen yaklaşık yöntem kullanılarak hesaplanan x ve y doğrultularındaki göre açıklık ve mesnet moment katsayıları (α_a ve α_m), tasarım düşey yükü (P_d) ve x ve y doğrultularındaki açıklık ve mesnet moment değerleri (M_a ve M_m) Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30'da tasarım düşey yükü (P_d), KN/m^2, ve x ve y doğrultularındaki açıklık ve mesnet moment büyüklükleri (M_a ve M_m) KNm/m olarak verilmiştir.

Hesaplanan x ve y doğrultularındaki açıklık momentleri (M_{xa} ve M_{ya})'a ve gerekli mesnet düzeltmeleri yapılan mesnet momentleri (M_{xm} ve M_{ym})'e İTÜ İnşaat Fakültesi Betonarme Yapılar Çalışma Grubu Betonarme Tablo ve Abaklarından yararlanılarak döşeme donatıları, hesaplanmıştır (Çizelge 4.31 ve Çizelge 4.32) [14].

Çizelge 4.29 : TSDY1997&TSDY2007'deki döşemelerin kalınlıklarının hesabı.

Döşeme Adları	**Döşeme Mesnetlenme Tipi**	**l_x(m)**	**l_y(m)**	**m**	**h_{fhesap}(cm)**
D1&D8	İki Komşu Kenar Süreksiz	4.5	5.3	1.178	11.6
D2&D7	Bir Kenar Süreksiz	3	5.3	1.767	8.3
D3&D6	Bir Kenar Süreksiz	2.8	5.3	1.893	8.3
D4&D5	İki Komşu Kenar Süreksiz	5	5.3	1.060	11.4
D9&D16	Bir Kenar Süreksiz	4.5	4.9	1.089	10.4
D10&D15	Bir Kenar Süreksiz	3	4.9	1.633	8.4
D11&D14	Bir Kenar Süreksiz	2.5	4.9	1.960	7.4
D12&D13	Dört Kenar Sürekli	2.5	4.9	1.960	6.7
D17&D24	Bir Kenar Süreksiz	4.5	2.3	1.957	6.4
D18&D23	Bir Kenar Süreksiz	3	2.3	1.304	5.4
D19&D22	Bir Kenar Süreksiz	2.5	2.3	1.087	5.0
D20&D21	Dört Kenar Sürekli	2.5	2.3	1.087	4.6
D25& D34	İki Komşu Kenar Süreksiz	4.5	4.1	1.098	10.1
D26&D33	Bir Kenar Süreksiz	3	4.1	1.367	7.5
D27&D32	Bir Kenar Süreksiz	2.8	4.1	1.464	7.1
D28&D31	Bir Kenar Süreksiz	2.5	4.1	1.640	6.6
D29&D30	Bir Kenar Süreksiz	2.5	4.1	1.640	6.8

Çizelge 4.30 : TSDY1997&TSDY2007'deki döşemelerin statik hesap değerleri.

Döşeme Adları	α_{xa}	α_{ya}	α_{xm}	α_{ym}	P_d	M_{xa}	M_{ya}	M_{xm}	M_{ym}
D1&D8	0.046	0.037	0.061	0.049	9.702	8.061	6.484	10.690	8.587
D2&D7	0.057	0.031	0.076	0.041	9.702	4.182	2.275	5.576	3.008
D3&D6	0.059	0.044	0.079	0	9.702	3.722	2.776	4.984	0.000
D4&D5	0.033	0.031	0.045	0.041	9.702	7.224	6.786	9.851	8.975
D9&D16	0.035	0.031	0.046	0.041	9.825	6.211	5.501	8.163	7.276
D10&D15	0.053	0.031	0.07	0.041	9.702	3.889	2.275	5.136	3.008
D11&D14	0.063	0.031	0.083	0.041	9.702	3.094	1.523	4.077	2.014
D12&D13	0.061	0.025	0.081	0.033	9.825	3.034	1.243	4.029	1.641
D17&D24	0.031	0.063	0.041	0.083	9.825	1.280	2.601	1.693	3.427
D18&D23	0.031	0.043	0.041	0.057	9.702	1.264	1.753	1.672	2.324

Çizelge 4.30 (devam) : TSDY1997& TSDY2007'deki döşemelerin statik hesap değerleri.

Döşeme Adları	α_{xa}	α_{ya}	α_{xm}	α_{ym}	P_d	M_{xa}	M_{ya}	M_{xm}	M_{ym}
D19&D22	0.031	0.034	0.041	0.046	9.702	1.264	1.386	1.672	1.876
D20&D21	0.025	0.029	0.033	0.039	9.702	1.019	1.182	1.345	1.590
D25& D34	0.037	0.042	0.049	0.056	9.702	5.321	6.040	7.047	8.053
D26&D33	0.045	0.031	0.06	0.041	9.702	3.302	2.275	4.402	3.008
D27&D32	0.054	0.044	0.072	0	9.825	3.450	2.811	4.600	0.000
D28&D31	0.053	0.031	0.071	0.041	9.702	2.603	1.523	3.487	2.014
D29&D30	0.053	0.031	0.071	0.041	9.702	2.603	1.523	3.487	2.014

Çizelge 4.31 : TSDY1997&TSDY2007'deki döşemelerin açıklık donatı hesabı.

Döşeme Adları	Doğ.	M_d(KNm/m)	A_s(mm^2)	A_{smin}(mm^2)	Seçilen Donatı ve Alanı
D1&D8	X	8.061	232.161	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	6.484	207.487	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D2&D7	X	4.182	118.355	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	2.275	71.015	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D3&D6	X	3.722	105.337	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	2.776	86.976	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D4&D5	X	7.224	207.321	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	6.786	217.150	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D9&D16	X	6.211	177.642	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	5.501	175.433	135	Φ8/290 Düz + Φ8/290 Pilye (347 mm^2)
D10&D15	X	3.889	110.050	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	2.275	71.015	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D11&D14	X	3.094	87.260	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	1.523	47.539	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D17&D24	X	3.034	85.561	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	1.243	38.548	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)

Çizelge 4.31 (devam) : TSDY1997&TSDY2007'deki döşemelerin açıklık donatı hesabı.

Döşeme Adları	Doğ.	M_d(KNm/m)	A_s(mm^2)	A_{smin}(mm^2)	Seçilen Donatı ve Alanı
D18&D23	X	1.280	39.679	180	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	2.601	73.095	150	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D19&D22	X	1.264	39.183	180	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	1.753	48.915	150	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D20&D21	X	1.019	31.599	180	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	1.182	32.871	150	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D25&D34	X	5.321	169.677	180	Φ8/300 Düz + Φ8/300 Pilye (335 mm^2)
	Y	6.040	172.742	150	Φ8/290 Düz + Φ8/290 Pilye (347 mm^2)
D26&D33	X	3.302	93.108	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	2.275	71.015	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D27&D32	X	3.450	97.287	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	2.811	88.079	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D28&D31	X	2.603	73.149	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	1.523	47.370	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
D29&D30	X	2.603	73.149	200	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)
	Y	1.523	47.370	135	Φ8/360 Düz + Φ8/360 Pilye (279 mm^2)

Çizelge 4.32 : TSDY1997&TSDY2007'deki döşemelerin mesnet donatı hesabı.

Mesnet	M_d (KNm/m)	A_s (mm^2)	A_{smev} (mm^2)	A_{sek} (mm^2)	Ek Donatı ve Alanı
D1/D2-D7/D8	9.326	269.521	279	-	-
D2/D3-D6/D7	5.576	159.474	279	-	-
D3/D4-D5/D6	8.686	251.025	279	-	-
D4/D5	9.851	285.679	279	6.679	Φ8/300 Düz (168 mm^2)
D9/D10-D15/D16	7.356	211.853	279	-	-
D11/D12-D13/D14	4.077	115.379	279	-	-
D12/D13	4.029	114.021	279	-	-
D17/D18-D23/D24	1.693	47.235	279	-	-
D19/D20-D22/D21	1.672	46.649	279	-	-
D20/D21	1.345	37.526	279	-	-
D25/D26-D33/D34	6.312	180.523	279	-	-
D26/D27-D32/D33	4.542	128.993	279	-	-
D27/D28-D31/D32	4.224	119.539	279	-	-
D28/D29-D30/D31	3.531	99.574	279	-	-
D29/D31	3.187	89.873	279	-	-
D1/D9-D8/D16	8.587	248.164	279	-	-
D9/D17-D16/D24	6.457	184.670	279	-	-
D17/D25-D24/D34	6.946	199.350	279	-	-
D2/D10-D7/D15	3.008	84.826	279	-	-
D10/D18-D15/D23	2.863	80.737	279	-	-
D18/D26-D23/D33	2.844	80.201	279	-	-
D4/D11-D5/D14	6.588	188.417	279	-	-
D11/D19-D14/D22	2.014	56.392	279	-	-
D19/D28-D22/D31	2.039	57.092	279	-	-
D4/D12-D5/D13	4.190	119.415	279	-	-
D12/D20-D13/D21	1.644	45.868	279	-	-
D20/D29-D21/D30	1.912	53.536	279	-	-

- **TSDY1997 ile TSDY2007'nin deprem hesapları**

TSDY1997 ile TSDY2007'nin deprem hesapları, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Eşdeğer Deprem Yükü Hesap Yöntemi, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde hesap adımları açısından bazı farklılıklar içermektedir. Bu yüzden TSDY1997 ile TSDY2007'nin Eşdeğer Deprem Yükü uygulamaları ve bazı düzensizlik kontrolleri ayrı ayrı çalışma kapsamında verilmiştir.

Mod Birleştirme Hesap Yöntemi, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde hesap adımları açısından birbirinin aynısıdır. Sadece herhangi bir yapı için Mod Birleştirme Hesap Yöntemi ile hesaplanan deprem taban kesme kuvveti ile Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesaplanan deprem taban kesme kuvveti arasındaki oran için 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde verilen alt sınır değerleri birbirinden farklıdır.

TSDY1997 ile TSD2007'nin deprem hesabı için yapıdaki döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram çalıştığı varsayılmıştır. Buna bağlı olarak her iki taşıyıcı sistemin serbestlik derecesi her kat düzlemi için, x ve y doğrultularında ötelenme ve z doğrultusunda dönme serbestlikleri olmak üzere tanımlanmıştır. Yani TSDY1997 ile TSDY2007'nin her biri için toplam 33 adet serbestlik derecesi tanımlanmıştır. Her ikisinin serbest titreşim analizi (modal analiz) için SAP2000 V14.2'deki modellerindeki her kat düzleminin geometrik merkezine x ve y doğrultularındaki kat kütleleri ve z doğrultusundaki dönme atalet değerleri atanmıştır.

TSDY1997 ile TSDY2007'nin SAP2000 V14.2'deki modellerinde taşıyıcı sistem özellikleri, kat ağırlıkları, kat geometrileri ve malzeme özellikleri birbirinin aynısıdır. Bu yüzden her iki taşıyıcı sistemde yapılan serbest titreşim analizleri (modal analizleri)'nin sonuçları birbirinin aynı değerleri vermektedir. Ayrıca 1997 ile 2007 Deprem Yönetmeliklerindeki Rayleigh Yöntemi kullanılarak TSDY1997 ile TSDY2007'nin x ve y doğrultularındaki bina doğal titreşim periyotları hesaplanmıştır. Bu yöntemle elde edilen x ve y doğrultularına ait birinci doğal titreşim periyot değerleri (FT_x ve FT_y) ile modal analizden elden edilen x ve y doğrultularına ait birinci doğal titreşim periyot değerleri (T_x ve T_y), Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Çizelge 4.33 : TSDY1997&TSDY2007'nin birinci doğal titreşim periyot değerleri.

Periyotlar (s)	
T_x	0.632
T_y	0.685
FT_x	0.632
FT_y	0.685

TSDY1997 ile TSDY2007'nin Rayleigh Yöntemi ile elde edilen x ve y doğrultularına ait birinci doğal titreşim periyot değerleri (FT_x ve FT_y) ile modal analizden elden edilen x ve y doğrultularına ait birinci doğal titreşim periyot değerleri (T_x ve T_y) aralarında herhangi fark yoktur. Bu yüzden her iki taşıyıcı sistemin Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile deprem hesabında modal analizden elden edilen periyot değerleri kullanılmıştır.

TSDY1997'in Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesaplanan x ve y doğrultusundaki taban kesme kuvveti (V_t) hesabı için kullanılan katsayılar, parametreler ve sonuçlar Çizelge 4.34'te verilmiştir.

Çizelge 4.34 : TSDY1997'nin eşdeğer deprem yükü hesabı.

Bina Önem Katsayısı (I)	1	Konut
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0.4	1. Bölge
Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A-T_B)	0.15	T_A
	0.6	T_B
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R_x-R_y)	7.000	R_x
	7.000	R_y
Spektrum Katsayısı $S(T_{x1})$-$S(T_{y1})$	2.398	$S(T_{x1})$
	2.249	$S(T_{y1})$
Spektral İvme Katsayısı $A(T_{x1})$-$A(T_{y1})$	0.959	$A(T_{x1})$
	0.899	$A(T_{y1})$
Taban Kesme Kuvveti (V_{tx}-V_{ty})	7821.613	V_{tx} (KN)
	7336.021	V_{ty} (KN)
Tepe Ek Eşdeğer Kuvveti (ΔF_x-ΔF_y)	346.1398	ΔF_x(KN)
	351.7309	ΔF_y(KN)
Minimum Taban Kesme Kuvveti (V_{tmin})	2283.595	V_{tmin}(KN)

TSDY2007'nin 2007 Deprem Yönetmeliğindeki Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesaplanan x ve y doğrultusundaki taban kesme kuvveti (V_t) hesabında kullanılan katsayılar, parametreler ve sonuçlar Çizelge 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4.35 : TSDY2007'nin eşdeğer deprem yükü hesabı.

Bina Önem Katsayısı (I)	1	Konut
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0.4	1. Bölge
Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A-T_B)	0.15	T_A
	0.6	T_B
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R_x-R_y)	6.464	R_x
	7.000	R_y
Spektrum Katsayısı $S(T_{x1})$-$S(T_{y1})$	2.398	$S(T_{x1})$
	2.249	$S(T_{y1})$
Spektral İvme Katsayısı $A(T_{x1})$-$A(T_{y1})$	0.959	$A(T_{x1})$
	0.899	$A(T_{y1})$
Taban Kesme Kuvveti (V_{tx}-V_{ty})	8470.187	V_{tx} (KN)
	7336.021	V_{ty} (KN)
Tepe Ek Eşdeğer Kuvveti (ΔF_x-ΔF_y)	635.264	ΔF_x(KN)
	550.202	ΔF_y(KN)
Minimum Taban Kesme Kuvveti (V_{tmin})	2283.595	V_{tmin}(KN)

TSDY1997 ile TSDY2007'de bulunan bir adet bodrum kat, hem x hem de y doğrultusuna göre rijit kattır. Her iki taşıyıcı sistemdeki bodrum kata gelen x ve y doğrultusundaki deprem kuvvetleri (F_{bx} ve F_{by}) hesap yöntemi, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde birbirinin aynısıdır. Bu yüzden her iki taşıyıcı sistemdeki bodrum katın deprem hesabı ortak olarak Çizelge 4.36'da yer almaktadır.

Çizelge 4.36 : TSDY1997&TSDY2007'nin rijit bodrum katına gelen eşdeğer deprem kuvveti hesabı.

Bina Önem Katsayısı (I)	1	Konut
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0.4	1. Bölge
Deprem Yükü Azaltma Katsayısı $R_a(T)_x$-$R_a(T)_y$	1.5	$R_a(T)_x$ - $R_a(T)_y$
Spektrum Katsayısı $S(T_{x1})$-$S(T_{y1})$	1	$S(T_{x1})$ - $S(T_{y1})$
Spektral İvme Katsayısı (T_{x1})-$A(T_{y1})$	0.4	$A(T_{x1})$ - $A(T_{y1})$
Kata gelen kesme kuvveti (F_{bx}-F_{by})	1986.681	V_{tx} - V_{ty} (KN)
Burulma Moment Değerleri (M_{bbx} -M_{bby})	1673.779	M_{bbx}(KNm)
	3064.456	M_{bby}(KNm)

TSDY1997'nin x ve y doğrultusundaki taşıyıcı sistem katsayısı (R_x ve R_y)'nin hesapları aynı sonuçlar verdiği için elde edilen değerler ortak olarak Çizelge 4.37'de yer almaktadır.

Çizelge 4.37 : TSDY1997'nin taşıyıcı sistem davranış katsayısı hesabı.

Taşıyıcı Sistem Katsayısı (R_x ve R_y)'nin hesapları	**TSDY1997**
x doğ. toplam perde taban momenti (KNm)	33208.465
y doğ. toplam perde taban momenti (KNm)	9776.0318
x doğ. toplam devrilme taban momenti (KNm)	153491.355
y doğ. toplam devrilme taban momenti (KNm)	144199.437
α_{xm} - x doğrultusundaki oran	0.216<0.75
α_{ym} - y doğrultusundaki oran	0.068<0.75
R_x	7.000
R_y	7.000

TSDY2007'nin x ve y doğrultusundaki taşıyıcı sistem katsayısı (R_x ve R_y)'nin hesapları aynı sonuçlar verdiği için elde edilen değerler ortak olarak Çizelge 4.38'de yer almaktadır.

Çizelge 4.38 : TSDY2007'nin taşıyıcı sistem davranış katsayısı hesabı.

Taşıyıcı Sistem Katsayısı (R_x ve R_y)'nin hesapları	**TSDY2007**
x doğ. toplam perde kesme kuvveti (KN)	7487.868
y doğ. toplam perde kesme kuvveti (KN)	3373.663
x doğ. toplam taban kesme kuvveti (KN)	8470.187
y doğ. toplam taban kesme kuvveti (KN)	7336.021
α_{xs} - x doğrultusundaki oran	0.884>0.75
α_{ys} - y doğrultusundaki oran	0.460<0.75
R_x=10-4 α_{xs}	6.464
R_y	7.000

TSDY1997 ile TSDY2007'nin Eşdeğer Deprem Yükü hesabında kullanılan elde her katın ağırlığı (W_i), her iki deprem doğrultusunda katlara gelen kuvvetler (F_{xi} ve F_{yi}) ve oluşturduğu ±%5 dışmerkezlilik göz önüne alınarak elde edilen burulma momentleri (M_{bxi} veM_{byi}) sırası ile Çizelge 4.39 ve Çizelge 4.40'da verilmiştir.

Çizelge 4.39 : TSDY1997'nin kat ağırlıkları, katlara gelen deprem yanal kuvvetleri ve burulma momentleri.

Katlar	**W_i (KN)**	**F_{xi}(KN)**	**F_{yi}(KN)**	**M_{bxi}(KNm)**	**M_{byi}(KNm)**
9	4520.6431	1443.321	1376.821	1215.998	2123.746
8	5832.8946	1274.104	1190.388	1073.432	1836.173
7	5832.8946	1132.537	1058.122	954.162	1632.154
6	5836.4366	991.571	926.419	835.399	1429.002
5	5851.8396	852.161	796.169	717.946	1228.091
4	5851.8396	710.134	663.474	598.288	1023.409
3	5838.6541	566.827	529.584	477.552	816.883
2	5845.5796	425.625	397.659	358.589	613.389
1	5845.5796	283.750	265.106	239.059	408.926
Zemin	5833.520	141.582	132.279	119.283	204.041
Bodrum	7450.055	1986.681	1986.681	1673.779	3064.456
Toplam (KN)		**9808.294**	**9322.703**		

Çizelge 4.40 : TSDY2007'nin kat ağırlıkları, katlara gelen deprem yanal kuvvetleri ve burulma momentleri.

Katlar	**W_i (KN)**	**F_{xi}(KN)**	**F_{yi}(KN)**	**M_{bxi}(KNm)**	**M_{byi}(KNm)**
9	4520.6431	1785.202	1546.162	1504.033	2384.955
8	5832.8946	1335.368	1156.561	1125.047	1783.995
7	5832.8946	1186.993	1028.054	1000.042	1585.773
6	5836.4366	1039.250	900.093	875.568	1388.394
5	5851.8396	893.137	773.545	752.468	1193.193
4	5851.8396	744.280	644.621	627.056	994.327
3	5838.6541	594.083	514.535	500.515	793.670
2	5845.5796	446.091	386.359	375.831	595.958
1	5845.5796	297.394	257.572	250.554	397.305
Zemin	5833.520	148.390	128.521	125.019	198.243
Bodrum	7450.055	1986.681	1986.681	1673.779	3064.456
Toplam (KN)		**10456.868**	**9322.703**		

TSDY1997'nin Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesaplanan x doğrultusundaki taban kesme kuvveti (V_{tx}) 9808.294 KN, y doğrultusundaki taban kesme kuvveti (V_{ty}) 9322.703 KN olarak elde edilmiştir.

TSDY2007'nin Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesaplanan x doğrultusundaki taban kesme kuvveti (V_{tx}) 10456.868 KN, y doğrultusundaki taban kesme kuvveti (V_{ty}) 9322.703 KN olarak elde edilmiştir.

TSDY1997'nin SAP2000 V14.2 programındaki modelinde Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile deprem analizleri iki aşamada yapılmıştır:

1.TSDY1997'nin depreme karşı hesabında elde edilen yatay deprem kuvvetleri ve depremden meydana gelen ±%5 dışmerkezlilikten oluşan burulma momentleri, taşıyıcı sistemin SAP2000 V14.2'deki modelin zemin kat seviyesinden itibaren 9.normal kat seviyesine döşemelerin yatayda rijit diyafram çalıştığı varsayılarak, katların ağırlık merkezine tekil kuvvetler ve momentler etki ettirilip analizler yapılmıştır.

2.Sonra bu taşıyıcı sistemin sadece bodrum katına gelen deprem kuvvetleri ile ±%5 dışmerkezlilikten oluşan burulma momentleri, taşıyıcı sistemin SAP2000 V14.2 programındaki modelinde bodrum kat seviyesinde rijit diyafram çalıştığı düşünülerek, bodrum katın ağırlık merkezine tekil kuvvetler ve momentler etki ettirilip analizler yapılmıştır.

1997 Deprem Yönetmeliğine göre zemin kattan itibaren 9. normal kata kadar taşıyıcı elemanlarının iç kuvvetleri ve yer değiştirme değerleri, analizlerin birinci adımından elde edilir. Bodrum katın taşıyıcı elemanlarının iç kuvvetleri ve deplasman sonuçları ise, analizlerin birinci aşamasından elde edilen sonuçlarla ikinci aşamasında elde edilen sonuçların karelerinin toplamının karekökü alınarak elde edilir [10].

TSDY2007'nin SAP2000 V14.2 programındaki modelindeki Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile deprem analizlerinde, yatay deprem kuvvetleri ve depremden meydana gelen ±%5 dışmerkezlilikten oluşan burulma momentleri, bodrum kat dâhil her kat seviyesindeki döşemelerin yatayda rijitlik diyafram çalıştığı varsayılarak, katların ağırlık merkezine tekil kuvvetler ve momentler olarak etki ettirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda tüm katlardaki taşıyıcı elemanların iç kuvvetleri ve yer değiştirmeleri elde edilmiştir.

TSDY1997 ile TSDY2007'nin ilgili deprem yönetmeliklerine göre düzensizlik kontrolleri ile etkin göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması kontrolleri ve ikinci mertebe etkileri hesaplanmış ve çalışma kapsamına dâhil edilmiştir.

TSDY1997 ile TSDY2007'nin her katına ait x ve y doğrultusundaki A1 türü düzensizlik (burulma düzensizliği) kontrolünün hesapları ve sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.41 ve Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Çizelge 4.41 : TSDY1997'nin A1 türü düzensizlik kontrolü.

X doğrultusu						
Katlar	$(d_i)_{mak}$ **(mm)**	$(d_i)_{min}$ **(mm)**	$(\Delta_i)_{mak}$ **(mm)**	$(\Delta_i)_{min}$ **(mm)**	$(\Delta_i)_{ort}$ **(mm)**	η_{bi}
9	28.496	25.262	2.912	2.578	2.745	1.061
8	25.584	22.684	3.051	2.699	2.875	1.061
7	22.533	19.985	3.186	2.816	3.001	1.062
6	19.347	17.169	3.267	2.890	3.078	1.061
5	16.080	14.279	3.300	2.917	3.108	1.062
4	12.780	11.362	3.239	2.860	3.050	1.062
3	9.541	8.502	3.039	2.686	2.863	1.062
2	6.502	5.816	2.708	2.396	2.552	1.061
1	3.794	3.420	2.195	1.962	2.079	1.056
Zemin	1.599	1.457	1.412	1.294	1.353	1.043
Bodrum	0.188	0.163	0.188	0.163	0.175	1.070
Y doğrultusu						
Katlar	$(d_i)_{mak}$ **(mm)**	$(d_i)_{min}$ **(mm)**	$(\Delta_i)_{mak}$ **(mm)**	$(\Delta_i)_{min}$ **(mm)**	$(\Delta_i)_{ort}$ **(mm)**	η_{bi}
9	31.296	23.911	2.425	1.699	2.062	1.176
8	28.871	22.212	2.794	2.017	2.406	1.161
7	26.077	20.195	3.171	2.349	2.760	1.149
6	22.905	17.846	3.390	2.546	2.968	1.142
5	19.515	15.300	3.629	2.767	3.198	1.135
4	15.886	12.533	3.753	2.899	3.326	1.128
3	12.133	9.634	3.609	2.811	3.210	1.124
2	8.525	6.823	3.402	2.683	3.043	1.118
1	5.123	4.140	2.922	2.335	2.628	1.112
Zemin	2.201	1.805	1.888	1.523	1.706	1.107
Bodrum	0.313	0.282	0.313	0.282	0.297	1.052

TSDY1997'nin bütün katlarında x ve y doğrultularına göre hesaplanan bütün burulma düzensizliği katsayısı (η_{bi}) değerleri 1.2'den küçük çıkmıştır. Bu yüzden

TSDY1997'nin hiçbir katının x ve y doğrultusunda A1 türü düzensizlik durumu (burulma düzensizliği) gözlenmemiştir.

Çizelge 4.42 : TSDY2007'nin A1 türü düzensizlik kontrolü.

X doğrultusu						
Katlar	$(d_i)_{mak}$ **(mm)**	$(d_i)_{min}$ **(mm)**	$(\Delta_i)_{mak}$ **(mm)**	$(\Delta_i)_{min}$ **(mm)**	$(\Delta_i)_{ort}$ **(mm)**	η_{bi}
9	31.484	27.913	3.258	2.884	3.071	1.061
8	28.226	25.029	3.404	3.010	3.207	1.061
7	24.822	22.019	3.540	3.128	3.334	1.062
6	21.282	18.891	3.615	3.198	3.407	1.061
5	17.667	15.693	3.639	3.216	3.428	1.062
4	14.029	12.476	3.561	3.144	3.353	1.062
3	10.468	9.332	3.332	2.946	3.139	1.062
2	7.136	6.386	2.963	2.622	2.793	1.061
1	4.173	3.764	2.398	2.145	2.271	1.056
Zemin	1.775	1.619	1.544	1.416	1.480	1.043
Bodrum	0.231	0.202	0.231	0.202	0.217	1.067
Y doğrultusu						
Katlar	$(d_i)_{mak}$ **(mm)**	$(d_i)_{min}$ **(mm)**	$(\Delta_i)_{mak}$ **(mm)**	$(\Delta_i)_{min}$ **(mm)**	$(\Delta_i)_{ort}$ **(mm)**	η_{bi}
9	31.875	24.359	2.529	1.779	2.154	1.174
8	29.346	22.579	2.891	2.093	2.492	1.160
7	26.455	20.487	3.255	2.413	2.834	1.149
6	23.200	18.074	3.456	2.596	3.026	1.142
5	19.744	15.478	3.681	2.805	3.243	1.135
4	16.063	12.673	3.792	2.928	3.360	1.129
3	12.271	9.745	3.637	2.831	3.234	1.125
2	8.634	6.914	3.423	2.699	3.061	1.118
1	5.210	4.215	2.940	2.350	2.645	1.112
Zemin	2.270	1.865	1.914	1.546	1.730	1.106
Bodrum	0.357	0.319	0.357	0.319	0.338	1.055

TSDY2007'nin bütün katlarında x ve y doğrultularına göre hesaplanan bütün burulma düzensizliği katsayısı (η_{bi}) değerleri 1.2'den küçük çıkmıştır. Bu yüzden TSDY2007'nin hiçbir katının x ve y doğrultusunda A1 türü düzensizlik durumu (burulma düzensizliği) gözlenmemiştir.

TSDY1997 ile TSDY2007'nin her katının plan geometrisi birbiriyle aynı olduğu için A2 türü düzensizlik durumu (döşeme süreksizliği) kontrolünün hesap sonuçları Çizelge 4.43'te birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.43 : TSDY1997&TSDY2007'nin A2 türü düzensizlik kontrolü.

Katlar	A(m^2)	A_b(m^2)	A_b/A
9	519.823	35.445	0.068
8	519.823	35.445	0.068
7	519.823	35.445	0.068
6	519.823	35.445	0.068
5	519.823	35.445	0.068
4	519.823	35.445	0.068
3	519.823	35.445	0.068
2	519.823	35.445	0.068
1	519.823	35.445	0.068
Zemin	519.823	35.445	0.068
Bodrum	519.823	35.445	0.068

Hem TSDY1997 hem de TSDY2007'nin bütün katlarındaki boşluk alanlarının toplamının planın brüt alanına oranı 1/3'ten küçüktür. Bunun yanında her iki taşıyıcı sistemin plan geometrisi düzgün dikdörtgen olduğu için her iki taşıyıcı sistemin herhangi bir katında A2 türü düzensizlik durumu (döşeme süreksizliği) bulunmamaktadır. Ayrıca her iki taşıyıcı sistemin her katının plan geometrisinde çıkıntılar bulunmadığı için A3 türü düzensizlik durumu (planda çıkıntılar bulunması) bulunmamaktadır.

TSDY1997'nin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmasından dolayı 1997 Deprem Yönetmeliğindeki A4 türü düzensizlik durumu (taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması), bu taşıyıcı sistemde bulunmamaktadır. Bu yüzden TSDY1997'deki zemin kattaki kiriş, kolon ve perde elemanlarının tasarım iç kuvvetleri hesaplanırken, sadece ilgili doğrultudaki deprem kuvveti tasarım yük birleşimlerine dâhil edilmiştir.

TSDY1997 ile TSDY2007'nin herhangi bir katındaki kolon, perde ve kâgir duvar enkesit özelikleri birbiriyle aynı olduğu için B1 türü düzensizlik durumu (komşu katlar arası dayanım düzensizliği kontrolü-zayıf kat) kontrolünün hesap sonuçları, Çizelge 4.44'te birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.44 : TSDY1997&TSDY2007'nin B1 türü düzensizlik durumu kontrolü.

X doğrultusu					
Katlar	$\sum A_w(m^2)$	$\sum A_g(m^2)$	$\sum A_k(m^2)$	$\sum A_e(m^2)$	η_{ci}
9	5.2	6.275	15.28	13.767	-
8	5.2	6.275	15.28	13.767	1.000
7	5.2	6.275	15.28	13.767	1.000
6	6.445	6.275	15.28	15.012	1.090
5	6.445	6.275	15.28	15.012	1.000
4	6.445	6.275	15.28	15.012	1.000
3	7.765	6.275	15.28	16.332	1.088
2	7.765	6.275	15.28	16.332	1.000
1	7.765	6.275	15.28	16.332	1.000
Zemin	9.135	6.275	15.28	17.702	1.084
Bodrum	9.135	14.963	7.43	25.213	1.424
Y doğrultusu					
Katlar	$\sum A_w(m^2)$	$\sum A_g(m^2)$	$\sum A_k(m^2)$	$\sum A_e(m^2)$	η_{ci}
9	5.2	4.55	19.38	12.657	-
8	5.2	4.55	19.38	12.657	1.000
7	5.2	4.55	19.38	12.657	1.000
6	6.445	4.55	19.03	13.850	1.094
5	6.445	4.55	19.03	13.850	1.000
4	6.445	4.55	19.03	13.850	1.000
3	7.765	4.55	18.26	15.054	1.087
2	7.765	4.55	18.26	15.054	1.000
1	7.765	4.55	18.26	15.054	1.000
Zemin	9.135	4.55	17.48	16.307	1.083
Bodrum	9.135	9.5	11.145	20.307	1.245

TSDY1997 ile TSDY2007'nin bütün katları için hesaplanan dayanım düzensizliği katsayısı (η_{ci}) değerleri 0.8'den büyük olduğu için her iki taşıyıcı sistemin hiçbir katının x ve y doğrultusunda B1 türü düzensizlik durumu (komşu katlar arası dayanım düzensizliği kontrolü–zayıf kat) bulunmamaktadır.

TSDY1997 ile TSDY2007'nin her katına ait x ve y doğrultusundaki B2 türü düzensizlik (komşu katlar arası rijitlik düzensizliği–yumuşak kat) kontrolünün hesapları ve sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.45ve Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.45 : TSDY1997'nin B2 türü düzensizlik durumu kontrolü.

X doğrultusu			
Katlar	**h_i(mm)**	**$(\Delta_i)_{ort}$(mm)**	**η_{ki}**
9	2800	2.745	-
8	2800	2.875	1.047
7	2800	3.001	1.044
6	2800	3.078	1.026
5	2800	3.108	1.010
4	2800	3.050	0.981
3	2800	2.863	0.939
2	2800	2.552	0.891
1	2800	2.079	0.815
Zemin	2800	1.353	0.651
Bodrum	"Etrafı Rijit Perdeler ile Çevrili Kat"		
Y doğrultusu			
Katlar	**h_i(mm)**	**$(\Delta_i)_{ort}$(mm)**	**η_{ki}**
9	2800	2.062	-
8	2800	2.406	1.167
7	2800	2.760	1.147
6	2800	2.968	1.075
5	2800	3.198	1.077
4	2800	3.326	1.040
3	2800	3.210	0.965
2	2800	3.043	0.948
1	2800	2.628	0.864
Zemin	2800	1.706	0.649
Bodrum	"Etrafı Rijit Perdeler ile Çevrili Kat"		

TSDY1997'nin her katına ait x ve y doğrultusundaki rijitlik düzensizliği katsayısı (η_{ki}) değerleri 1.5'ten küçüktür. Bu yüzden TSDY1997'nin hiçbir katının x ve y doğrultusunda B2 türü düzensizlik durumu (katlar arası rijitlik düzensizliği–yumuşak kat) gözlenmemiştir.

Çizelge 4.46 : TSDY2007'nin B2 türü düzensizlik durumu kontrolü.

X doğrultusu				
Katlar	**h_i(mm)**	**$(\Delta_i)_{ort}$(mm)**	**η_{ki}**	
9	2800	3.071	-	0.958
8	2800	3.207	1.044	0.962
7	2800	3.334	1.040	0.979
6	2800	3.407	1.022	0.994
5	2800	3.428	1.006	1.022
4	2800	3.353	0.978	1.068
3	2800	3.139	0.936	1.124
2	2800	2.793	0.890	1.229
1	2800	2.271	0.813	1.535
Zemin	2800	1.480	0.652	-
Bodrum	"Etrafı Rijit Perdeler ile Çevrili Kat"			
Y doğrultusu				
Katlar	**h_i(mm)**	**$(\Delta_i)_{ort}$(mm)**	**η_{ki}**	
9	2800	2.154	-	0.864
8	2800	2.492	1.157	0.879
7	2800	2.834	1.137	0.937
6	2800	3.026	1.068	0.933
5	2800	3.243	1.072	0.965
4	2800	3.360	1.036	1.039
3	2800	3.234	0.962	1.056
2	2800	3.061	0.947	1.157
1	2800	2.645	0.864	1.529
Zemin	2800	1.730	0.654	-
Bodrum	"Etrafı Rijit Perdeler ile Çevrili Kat"			

TSDY2007'nin her katına ait x ve y doğrultusundaki rijitlik düzensizliği katsayısı (η_{ki}) değerleri 2'den küçüktür. Bu yüzden TSDY2007'nin hiçbir katının x ve y doğrultusunda B2 türü düzensizlik durumu (katlar arası rijitlik düzensizliği–yumuşak kat) gözlenmemiştir.

Hem TSDY1997 hem de TSDY2007'nin bütün katlarında herhangi bir kolon ve perdenin süreksizliği olmadığı için her iki taşıyıcı sistemin B3 türü düzensizlik durumu (taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği) bulunmamaktadır.

TSDY1997'nin her katına ait x ve y doğrultusundaki göreli kat ötelenmelerinin kontrolünün sonuçları Çizelge 4.47'de verilmiştir.

Çizelge 4.47 : TSDY1997'nin göreli kat ötelenmelerinin kontrolü.

X doğrultusu				
Katlar	**h_i(mm)**	**$(\Delta_i)_{max}$(mm)**	**R**	**$(\Delta_i)_{max}/h_i$**
9	2800	2.912	7.000	0.001
8	2800	3.051	7.000	0.001
7	2800	3.186	7.000	0.001
6	2800	3.267	7.000	0.001
5	2800	3.300	7.000	0.001
4	2800	3.239	7.000	0.001
3	2800	3.039	7.000	0.001
2	2800	2.708	7.000	0.001
1	2800	2.195	7.000	0.001
Zemin	2800	1.412	7.000	0.001
Bodrum	2800	0.188	7.000	0.000
Y doğrultusu				
Katlar	**h_i(mm)**	**$(\Delta_i)_{max}$(mm)**	**R**	**$(\Delta_i)_{max}/h_i$**
9	2800	2.425	7.000	0.001
8	2800	2.794	7.000	0.001
7	2800	3.171	7.000	0.001
6	2800	3.390	7.000	0.001
5	2800	3.629	7.000	0.001
4	2800	3.753	7.000	0.001
3	2800	3.609	7.000	0.001
2	2800	3.402	7.000	0.001
1	2800	2.922	7.000	0.001
Zemin	2800	1.888	7.000	0.001
Bodrum	2800	0.313	7.000	0.000

TDY1997 için x doğrultusundaki göreli kat ötelenmelerinin sınır değeri 0.0031 ve y doğrultusundaki göreli kat ötelenmelerini sınır değeri 0.0029 olarak hesaplanmıştır.

TSDY1997'nin her katının x doğrultusundaki göreli kat ötelenmelerinin en büyük değerleri 0.0031 değerini ve y doğrultusundaki göreli kat ötelenmelerinin en büyük değerleri 0.0029 değerini aşmamıştır.

TSDY2007'nin her katına ait, x ve y doğrultusundaki etkin göreli kat ötelenmelerinin kontrolünün hesapları ve sonuçları Çizelge 4.48'de verilmiştir.

Çizelge 4.48 : TSDY2007'nin etkin göreli kat ötelenmelerinin kontrolü.

X doğrultusu				
Katlar	**h_i(mm)**	**$(\Delta_i)_{max}$(mm)**	**R**	**$(\delta_i)_{max}/h_i$**
9	2800	3.258	6.464	0.008
8	2800	3.404	6.464	0.008
7	2800	3.540	6.464	0.008
6	2800	3.615	6.464	0.008
5	2800	3.639	6.464	0.008
4	2800	3.561	6.464	0.008
3	2800	3.332	6.464	0.008
2	2800	2.963	6.464	0.007
1	2800	2.398	6.464	0.006
Zemin	2800	1.544	6.464	0.004
Bodrum	2800	0.231	6.464	0.001
Y doğrultusu				
Katlar	**h_i(mm)**	**$(\Delta_i)_{max}$(mm)**	**R**	**$(\delta_i)_{max}/h_i$**
9	2800	2.529	7.000	0.006
8	2800	2.891	7.000	0.007
7	2800	3.255	7.000	0.008
6	2800	3.456	7.000	0.009
5	2800	3.681	7.000	0.009
4	2800	3.792	7.000	0.009
3	2800	3.637	7.000	0.009
2	2800	3.423	7.000	0.009
1	2800	2.940	7.000	0.007
Zemin	2800	1.914	7.000	0.005
Bodrum	2800	0.357	7.000	0.001

TSDY2007'nin x ve y doğrultusundaki etkin göreli kat ötelenmelerinin sınır değeri 0.02'dir.

TSDY2007'nin her katının x ve y doğrultusundaki etkin göreli kat ötelenmelerinin en büyük değerleri, 2007 Deprem Yönetmeliğindeki sınır değer 0.02 değerini aşmamıştır

TSDY1997 ile TSDY2007'nin her katına ait x ve y doğrultusundaki ikinci mertebe gösterge değerleri (θ_{ix} ve θ_{iy})'nin hesabı ve sonuçları sırasıyla Çizelge 4.49 ve Çizelge 4.50'de verilmiştir.

Çizelge 4.49 : TSDY1997'nin x ve y doğrultusundaki ikinci mertebe gösterge değerleri (θ_{ix} ve θ_{iy})'nin hesabı.

X doğrultusu					
Katlar	**h_i(mm)**	**$(\Delta_i)_{ort}$(mm)**	**Σw_j(KN)**	**V_{xi}(KN)**	**θ_{ix}**
9	2800	2.745	4520.643	1443.321	0.0031
8	2800	2.875	10353.538	2717.425	0.0039
7	2800	3.001	16186.432	3849.961	0.0045
6	2800	3.078	22022.869	4841.533	0.0050
5	2800	3.108	27874.708	5693.694	0.0054
4	2800	3.050	33726.548	6403.828	0.0057
3	2800	2.863	39565.202	6970.656	0.0058
2	2800	2.552	45410.782	7396.281	0.0056
1	2800	2.079	51256.361	7680.030	0.0050
Zemin	2800	1.353	57089.881	7821.613	0.0035
Bodrum	2800	0.000	64539.936	9808.294	0.0000
Y doğrultusu					
Katlar	**h_i(mm)**	**$(\Delta_i)_{ort}$(mm)**	**Σw_j(KN)**	**V_{yi}(KN)**	**θ_{iy}**
9	2800	2.062	4520.643	1376.821	0.0024
8	2800	2.406	10353.538	2567.208	0.0035
7	2800	2.760	16186.432	3625.331	0.0044
6	2800	2.968	22022.869	4551.750	0.0051
5	2800	3.198	27874.708	5347.919	0.0060
4	2800	3.326	33726.548	6011.394	0.0067
3	2800	3.210	39565.202	6540.977	0.0069
2	2800	3.043	45410.782	6938.636	0.0071
1	2800	2.628	51256.361	7203.742	0.0067
Zemin	2800	1.706	57089.881	7336.021	0.0047
Bodrum	2800	0.000	64539.936	9322.703	0.0000

Çizelge 4.50 : TSDY2007'nin x ve y doğrultusundaki ikinci mertebe gösterge değerleri (θ_{ix} ve θ_{iy})'nin hesabı.

X doğrultusu					
Katlar	**h_i(mm)**	**$(\Delta_i)_{ort}$(mm)**	**Σw_j(KN)**	**V_{xi}(KN)**	**θ_{ix}**
9	2800	3.071	4520.643	1785.202	0.0028
8	2800	3.207	10353.538	3120.570	0.0038
7	2800	3.334	16186.432	4307.563	0.0045
6	2800	3.407	22022.869	5346.813	0.0050
5	2800	3.428	27874.708	6239.949	0.0055
4	2800	3.353	33726.548	6984.230	0.0058
3	2800	3.139	39565.202	7578.313	0.0059
2	2800	2.793	45410.782	8024.403	0.0056
1	2800	2.271	51256.361	8321.797	0.0050
Zemin	2800	1.480	57089.881	8470.187	0.0036
Bodrum	2800	0.000	64539.936	10456.863	0.0000
Y doğrultusu					
Katlar	**h_i(mm)**	**$(\Delta_i)_{ort}$(mm)**	**Σw_j(KN)**	**V_{yi}(KN)**	**θ_{iy}**
9	2800	2.154	4520.643	1546.162	0.0022
8	2800	2.492	10353.538	2702.722	0.0034
7	2800	2.834	16186.432	3730.776	0.0044
6	2800	3.026	22022.869	4630.870	0.0051
5	2800	3.243	27874.708	5404.415	0.0060
4	2800	3.360	33726.548	6049.035	0.0067
3	2800	3.234	39565.202	6563.570	0.0070
2	2800	3.061	45410.782	6949.928	0.0071
1	2800	2.645	51256.361	7207.501	0.0067
Zemin	2800	1.730	57089.881	7336.021	0.0048
Bodrum	2800	0.000	64539.936	9322.703	0.0000

Hem TSDY1997 hem de TSDY2007'nin bütün katlarındaki x ve y doğrultularındaki ikinci mertebe gösterge değerleri (θ_{ix} ve θ_{iy}) sınır değer 0.12'yi aşmamıştır.

1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinin dinamik analiz için şart koştuğu döşemelerin rijit diyafram çalıştığı binaların her katı için x ve y doğrultularında ötelenme ve z doğrultusunda dönme serbestlikleri olmak üzere TSDY1997 ile TSDY2007'nin her biri için toplam 33 adet serbestlik derecesi tanımlanmıştır. Her ikisinin serbest titreşim analizi (modal analiz) için SAP2000 V14.2'deki modellerinde her katın geometrik merkezine x ve y doğrultularında kat kütleleri ve z doğrultusunda dönme atalet değerleri atanmıştır.

TSDY1997 ile TSDY2007'nin taşıyıcı sistem özelliklerinin aynı olmasından dolayı her ikisinin SAP2000 V14.2'de yapılan serbest titreşim analizi (modal analiz) sonuçları Çizelge 4.51'de birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.51 : TSDY1997&TSDY2007'nin serbest titreşim analiz (modal analiz) sonuçları.

Mod Adımları	Periyot(s)	Açısal Frekans(rad/s)	ΣMUX(%)	ΣMUY(%)	ΣMRZ(%)
1	0.685	9.173	0	68.272	40.863
2	0.632	9.939	64.737	68.272	51.056
3	0.508	12.369	64.95	68.272	66.707
4	0.209	30.043	64.95	80.761	74.182
5	0.159	39.420	80.722	80.761	76.742
6	0.137	45.953	80.802	80.761	80.256
7	0.105	59.660	80.802	86.027	83.408
8	0.072	87.090	86.798	86.027	84.379
9	0.065	96.739	86.798	89.211	86.284
10	0.063	99.192	86.821	89.211	87.646
11	0.046	137.460	86.821	91.505	89.019
12	0.044	141.270	90.064	91.505	89.531
13	**0.039**	**160.830**	**90.070**	**91.505**	**90.281**
14	0.035	180.300	90.070	93.36	91.391
15	0.032	195.280	92.206	93.36	91.73
16	0.028	222.020	92.206	95.028	92.728
17	0.028	223.290	92.208	95.028	93.215
18	0.026	245.600	93.845	95.028	93.483
19	0.024	258.290	93.845	96.294	94.241
20	0.022	283.330	93.852	96.294	94.577
21	0.022	289.930	95.261	96.294	94.842
22	0.022	289.990	95.261	97.408	95.509
23	0.020	314.110	95.261	98.482	96.152
24	0.019	326.700	96.559	98.482	96.351
25	0.019	338.060	96.561	98.482	96.682
26	0.018	342.170	96.561	100	97.59
27	0.018	355.230	97.834	100	97.8
28	0.017	374.520	99.009	100	98.012
29	0.016	384.170	99.093	100	98.353
30	0.016	384.990	100	100	98.416
31	0.015	421.680	100	100	98.603
32	0.014	447.350	100	100	98.758
33	0.013	488.760	100	100	100

Çizelge 4.51'deki ∑MUX ve ∑MUY taşıyıcı sistemin ilgili moddaki x ve y doğrultusundaki ötelenme serbestliğindeki toplam kütle katılım oranları ve ∑MRZ taşıyıcı sistemin ilgili moddaki z doğrultusundaki dönme serbestliğindeki toplam kütle katılım oranıdır.

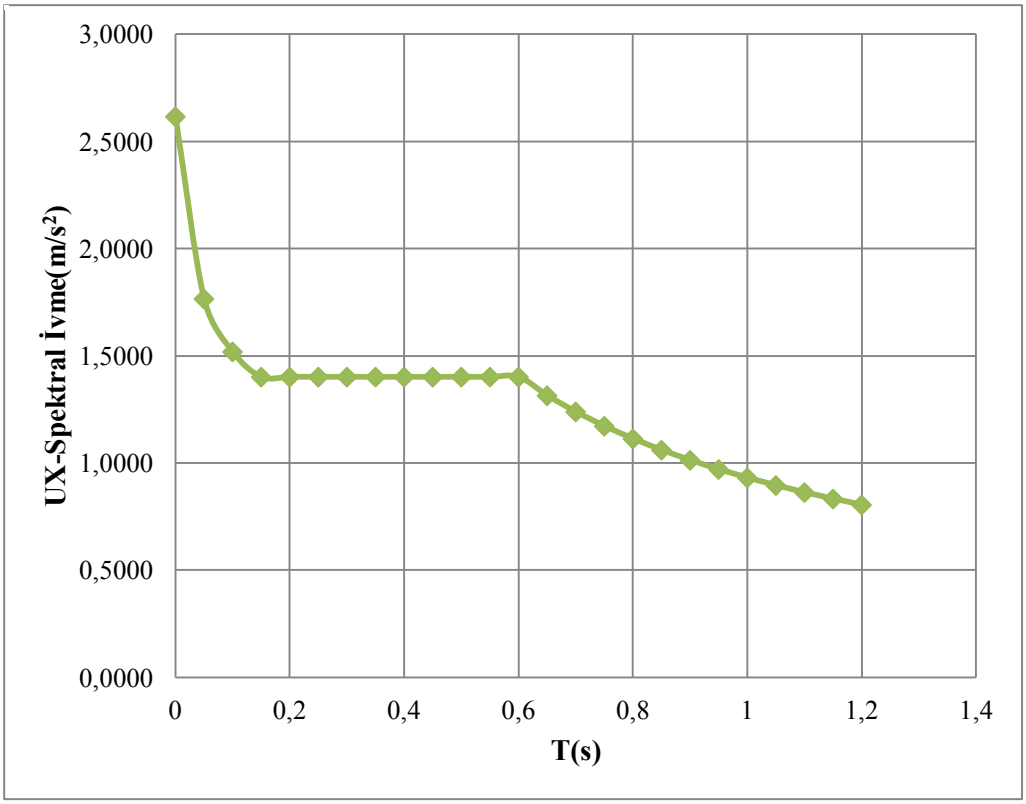
Çizelge 4.51'deki modal analiz sonuçlarına bakıldığında, TSDY1997 ile TSDY2007'nin x ve y doğrultusundaki ötelenme serbestliğindeki toplam kütle katılım oranları (∑MUX ve ∑MUY) ile z doğrultusu etrafında dönme serbestliğindeki toplam kütle katılım oranı (∑MRZ), iki taşıyıcı sistemin 13. mod adımında %90'ı geçtiği görülmüştür.

1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre TSDY1997 ile TSDY2007'nin Mod Birleştirme Yöntemi ile deprem analizi için her iki taşıyıcı sistemin sadece ilk 13 modu göz önüne alınabilir [10,11]. Bu duruma rağmen her iki taşıyıcı sistemin Mod Birleştirme Yöntemi ile deprem analizinde 33 mod adımı göz önünde bulundurulmuştur. TSDY1997 ile TSDY2007'nin SAP2000 V14.2'deki modellerinin modal analizinde aldığı mod şekillerine ve kütle katılım oranlarının değişimine bağlı olarak her iki taşıyıcı sistemin birinci modu UY (y doğrultusunda ötelenme), ikinci modu UX (x doğrultusunda ötelenme) ve üçüncü modu RZ'tir (z doğrultusu etrafında dönme).

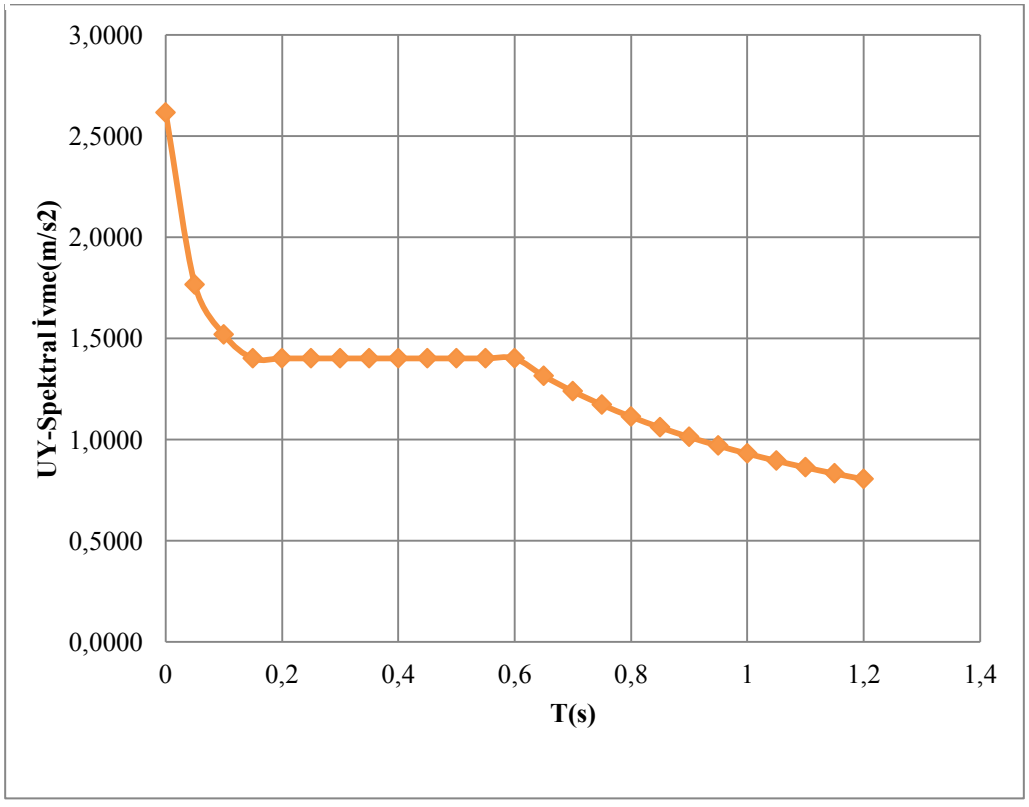
TSDY1997 ve TSDY2007 için elde edilen serbest titreşim analiz (modal analiz) sonuçları doğrultusunda, her iki taşıyıcı sistem için SAP2000 V14.2'deki modelleri için ilgili deprem yönetmeliği bağlı olarak x ve y doğrultularına göre azaltılmış ivme spektrumları oluşturulmuştur.

TSDY1997'nin Mod Birleştirme Yöntemi ile deprem analizinde kullanılan 1997 Deprem Yönetmeliğine göre x ve y doğrultularındaki azaltılmış ivme spektrumları sırasıyla Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

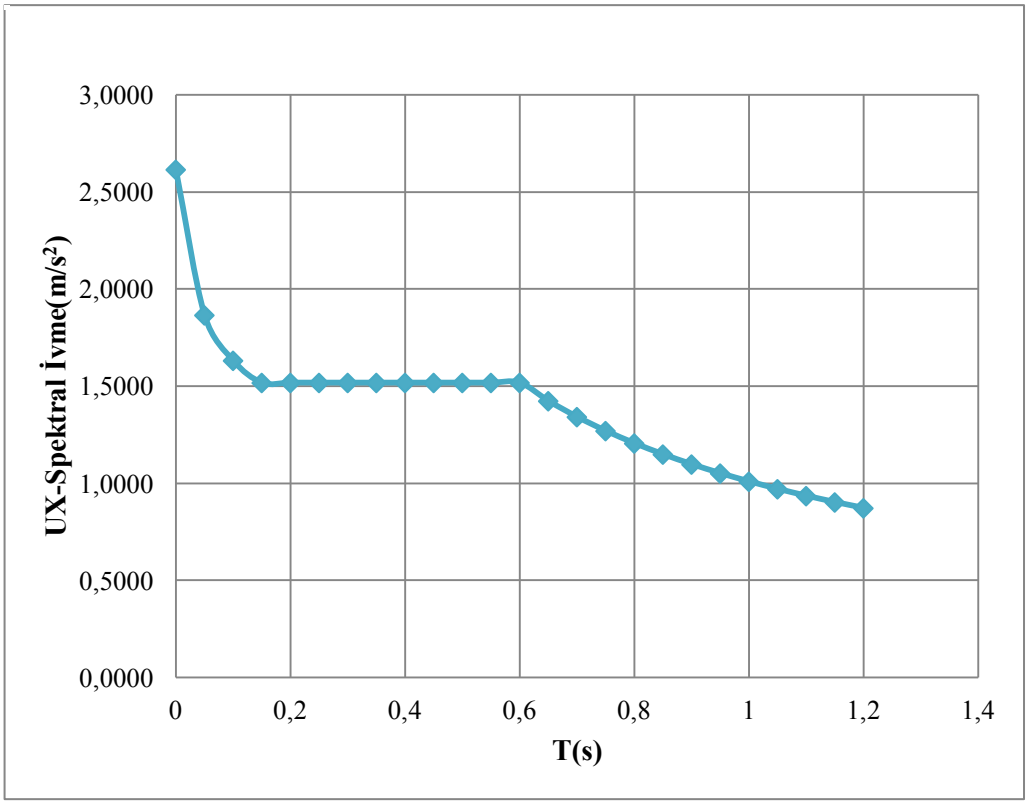
TSDY2007'nin Mod Birleştirme Yöntemi ile deprem analizinde kullanılan 2007 Deprem Yönetmeliğine göre x ve y doğrultularındaki azaltılmış ivme spektrumları sırasıyla Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de verilmiştir.



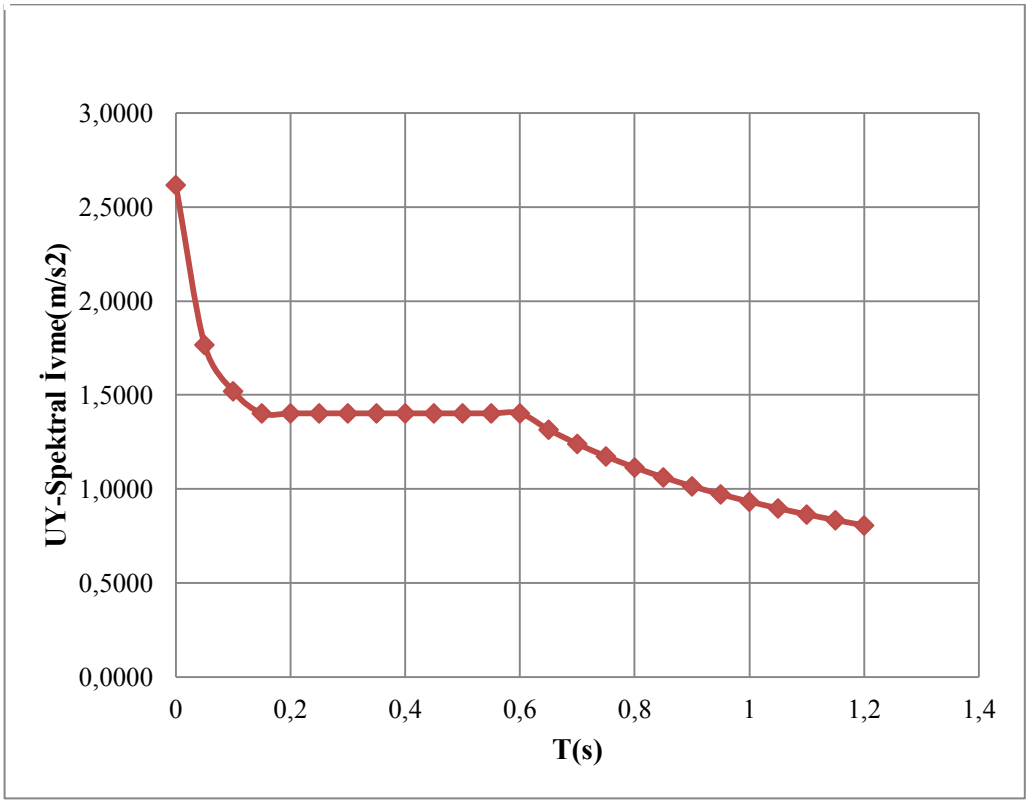
Şekil 4.5 : TSDY1997'nin x doğrultusundaki azaltılmış ivme spektrumu.



Şekil 4.6 : TSDY1997'nin y doğrultusundaki azaltılmış ivme spektrumu.



Şekil 4.7 : TSDY2007'nin x doğrultusundaki azaltılmış ivme spektrumu.



Şekil 4.8 : TSDY2007'nin x doğrultusundaki azaltılmış ivme spektrumu.

TSDY1997'nin SAP2000 V14.2'deki modellerinin Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti V_{tBx} 6037.365 KN ve y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti V_{tBy} 6362.222 KN'dur.

TSDY2007'nin SAP2000 V14.2'deki modellerinin Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti V_{tBx} 6529.173 KN ve y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti V_{tBy} 6362.222 KN'dur.

TSDY1997'nin Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti V_{tBx}, 6037.365 KN ile Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesaplanan x doğrultusundaki taban kesme kuvveti V_{tx}, 7821.613 KN arasındaki oran 0.772'dir (1997 Deprem Yönetmeliği gereği bodrum kata gelen eşdeğer deprem kuvvetleri taban kesme kuvvetlerine dâhil edilmemiştir).

TSDY1997'nin Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti V_{tBy}, 6362.222 KN ile Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesaplanan y doğrultusundaki taban kesme kuvveti V_{ty}, 7336.021 KN arasındaki oran 0.867'tir (1997 Deprem Yönetmeliği gereği bodrum kata gelen eşdeğer deprem kuvvetleri taban kesme kuvvetlerine dâhil edilmemiştir).

TSDY2007'nin Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti V_{tBx}, 6529.173 KN ile Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesaplanan x doğrultusundaki taban kesme kuvveti V_{tx}, 8470.187 KN arasındaki oran 0.771'tir (2007 Deprem Yönetmeliği gereği bodrum kata gelen eşdeğer deprem kuvvetleri taban kesme kuvvetlerine dâhil edilmemiştir).

TSDY2007'nin Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti V_{tBy}, 6362.222 KN ile Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesaplanan y doğrultusundaki taban kesme kuvveti V_{ty}, 7336.021 KN arasındaki oran 0.867'tir (2007 Deprem Yönetmeliği gereği bodrum kata gelen deprem kuvvetleri taban kesme kuvvetlerine dâhil edilmemiştir).

TSDY1997 ile TSDY2007'nin herhangi bir katında x ve y doğrultularına göre A1 türü düzensizlik (burulma düzensizliği) bulunmadığı önceden belirtilmiştir. Bu yüzden her iki taşıyıcı sistemin x ve y doğrultularındaki Mod Birleştirme Yöntemi ve Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile elde taban kesme kuvvetleri arasındaki minimum oran değerleri, 1997 Deprem Yönetmeliğine göre 0.9; 2007 Deprem Yönetmeliğine göre 0.8 olmak zorundadır [10,11].

TSDY1997'nin SAP2000 V14.2'deki modelindeki Mod Birleştirme Yöntemi tanımlama durumu sekmesinde, spektral ivme büyütme faktörü değeri, x doğrultusu için 1.167; y doğrultusu için 1.038 oranında arttırılmıştır. Bu düzeltmeler yapıldıktan sonra Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti (V_{tBx}), 7038.693 KN; y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti (V_{tBy}), 6602.206 KN olmuştur.

TSDY2007'nin SAP2000 V14.2'deki modelinde Mod Birleştirme Yöntemi tanımlama durumu sekmesinde spektral ivme büyütme faktörü değeri x doğrultusu için 1.038 oranında arttırılmıştır. Bu düzeltme yapıldıktan sonra Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti (V_{tBx}) 6776.515 KN olmuştur.

TSDY1997 ile TSDY2007'nin SAP2000 V14.2'deki modellerine, Mod Birleştirme Yöntemi için x ve y doğrultusunda tanımlanan yükleme adları ve dışmerkezlilik değerleri Çizelge 4.52'de verilmiştir.

Çizelge 4.52 : TSDY1997&TSDY2007'nin Mod Birleştirme Yük halleri.

Yükleme Adı	Deprem Yönü	Dış merkezlilik	Sönüm Oranı
SPECX	X	±%5	%5
SPECY	Y	±%5	%5

SAP2000 V14.2 programında Mod Birleştirme Yöntemi için tanımlanan spektrumlara bağlı yükleme durumlarında, yapılan analizlerin sonuçları, yüklemenin çift yönlü olduğu hali içindir. Yani bu programda modellenmiş herhangi bir çubuk veya kabuk elemanın bu tip yükleme durumunda yapılan analizlerden elde edilen iç kuvvet diyagramlarını program yüklemenin çift yönlü hali ile verir.

TSDY1997'nin 1997 Deprem Yönetmeliğine göre A4 türü düzensizlik (taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması) durumu olmadığı için Çizelge 4.46'da tanımlanan deprem yükleri sistemin SAP2000 V14.2'deki modeline etki ettirildikten sonra programda TS500/Şubat2000'deki tasarım yük birleşimleri aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

1. 1.4G + 1.6Q

2. G + Q ± SPECX

3. G + Q ± SPECY

4. 0.9G ± SPECX

5. 0.9G ± SPECY

6. ZARF (OLUMSUZ)

TSDY2007 için ise, Çizelge 4.46'da tanımlanan deprem yükleri sistemin SAP2000 V14.2'deki modeline etki ettirildikten sonra programda TS500/Şubat2000'deki tasarım yük birleşimleri aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

1. 1.4G + 1.6Q

2. G + Q ± SPECX ± 0.3SPECY

3. G + Q ± SPECY ± 0.3SPECX

4. 0.9G ± SPECX ± 0.3SPECY

5. 0.9G ± SPECY ± 0.3SPECX

6. ZARF (OLUMSUZ)

- **TSDY1997 ile TSDY2007'nin zemin kat kirişlerinin statik ve betonarme hesapları**

TSDY1997 ile TSDY2007'deki tüm kirişler 25/60 (cm/cm) ebatlarındadır. Bu taşıyıcı sistemlerin sadece zemin katındaki kirişlerin eğilme ve kesme tasarımı yapılmıştır. Zemin kattaki kirişlerin eğilme tasarımında, hem TSDY1997 hem de TSDY2007'nin SAP2000 V14.2'deki modellerinde ZARF (OLUMSUZ) yüklemesinden elde edilen en elverişsiz momentler kullanılmıştır. Aynı kirişlerin kesme tasarımında, hem TSDY1997 hem de TSDY2007'nin SAP200 V14.2'deki modellerinde salt düşey yükler ve tasarımı yapılan kirişin ilgili deprem doğrultusuna göre yapılan yük birleşimleri dikkate alınmıştır [10,11,18].

Kirişlerin eğilme tasarımında minimum donatı oranı TS500/Şubat2000'e göre belirlenmiştir. Bu oran dengeli donatı oranın %85'i ile sınırlandırılmıştır. Ayrıca çekme donatısı oranı 0.02 ile sınırlandırılmıştır [6,18].

TSDY1997 ile TSDY2007, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre 1. derece deprem bölgesinde bulundukları için zemin kattaki bütün kirişlerin alt mesnetteki donatıları, aynı yerdeki üst mesnetteki donatıların %50'sinden daha fazladır [10,11].

TS500/Şubat2000 ve 1997 ile 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre kirişlerin etriye kullanarak kesme donatısı tasarımı yapılmış, kiriş sarılma bölgeleri ve kiriş orta bölgelerindeki konstrüktif esaslara uyulmuştur. Kesme tasarımı yapılan kirişlerin taşıma kapasiteleri, TS500/Şubat2000'deki minimum değerlerden fazla olup sınır değerleri aşmamıştır.

Kirişlerin eğilme tasarımında pilye kullanılmamıştır. Kesme tasarımında ise sadece etriye kullanılmıştır. Ayrıca bütün kesme hesaplarında beton katkısı ihmal edilmemiştir.

Kirişlerin yüksekliği 60 cm olduğu için tasarımı yapılan tüm kirişlerde, gövde donatısı kullanılmıştır.

Betonarme tasarımı yapılan tüm kirişlerin betonarme hesaplarında pas payı 2.5 cm alınmıştır.

TSDY1997 ile TSDY2007'nin zemin kattaki bütün kirişler için eğilme ve kesme hesabında seçilen donatılar sırasıyla Çizelge B.2 ve Çizelge B.3'te verilmiştir.

- **TSDY1997 ile TSDY2007'nin zemin kat kolonlarının statik ve betonarme hesapları**

TSDY1997 ile TSDY2007'nin zemin kattaki tüm kolonlarının kesit hesabı yapılmış, boyuna ve enine donatıları seçilmiştir. Bu kolonların boyuna donatı seçiminde iki eksenli eğilme ve eksenel basınç etkileri ele alınmıştır. Bu etkilere bağlı olarak zemin kattaki tüm kolonların taşıma gücü formülleri ve yaklaşık mertebeleri ile boyuna donatıların kolon tüm kenarlarına eşit yayılı olması durumu ele alınmıştır [16].

TSDY1997 ile TSDY2007'nin SAP2000 V14.2'deki modellerinin her biri için ZARF (OLUMSUZ) yüklemesi dışındaki her yüklemenin analiz sonuçları ayrı ayrı göz önüne alınarak, zemin kattaki bütün kolonların her biri için çift yöndeki eğilme momentleri ve eksenel basınç kuvvet tesirleri elde edilmiştir. Tasarımda çift yöndeki moment değerleri seçiminde TS500/Şubat2000'deki minimum dış merkezlilik etkisi göz önünde bulundurulmuştur.

Her iki taşıyıcı sistemin zemin kattaki bütün kolon-kiriş birleşim bölgelerinde, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerindeki kolon – kiriş kesme güvenliği tahkiki yapılmış ve boyutları kontrol edilmiştir. TSDY1997 ve TSDY2007'deki zemin katta bulunan bütün kolon-kiriş birleşim bölgelerinde, x ve y doğrultularına göre kolon – kiriş

kesme güvenliği tahkiki hesapları sırasıyla Çizelge 4.53 ve Çizelge 4.54'te verilmiştir.

Çizelge 4.53 ve Çizelge 4.54'teki TSDY2007 ile TSDY1997'nin zemin kattaki x ve y doğrultusundaki bütün kolon – kiriş birleşim bölgelerinde kesme kuvveti (V_e) değerleri, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerindeki sınır değeri (V_{emak}) aşmamıştır.

Kolon – kiriş kesme güvenliği tahkikini sağlayan kolon – kiriş birleşim bölgelerinde 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerindeki güçlü kolon - zayıf kiriş şartı sağlanmıştır. Bu kolonların kesme tasarım kuvveti hesabında ilgili kolonun alt ve üst uçlarındaki taşıma gücü moment değerleri kullanılmıştır [10,11,18].

TSDY1997 ve TSDY2007'deki zemin kattaki bütün kolonların, x ve y doğrultularına göre güçlü kolon - zayıf kiriş tahkiki hesapları sırasıyla Çizelge 4.55 ve Çizelge 4.56'da verilmiştir.

TSDY2007 ile TSDY1997'nin zemin kattaki bütün kolonlarının x ve y doğrultusundaki alt ve üst taşıma gücü momentlerinin toplamının ilgili doğrultudaki birleşim bölgesindeki kirişlerin eğilme taşıma gücü momentlerinin toplamına oranı (α), 1.2'den büyüktür (Çizelge 4.55 ve Çizelge 4.56).

1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre kolonlar için en az boyuna donatı oranı 0.001 ve en fazla boyuna donatı oranı 0.040 ile sınırlandırılmıştır [10,11].

TS500/Şubat2000 ile 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre kolonların etriye kullanarak kesme tasarımı yapılmış, kolon sarılma bölgeleri ve kolon orta bölgelerindeki konstrüktif esaslara uyulmuştur. Kesme tasarımı yapılan kolonların taşıma kapasiteleri TS500/Şubat2000'deki minimum değerlerden fazla olup sınır değerleri aşmamıştır.

Betonarme tasarımı yapılan bütün kolonların betonarme hesaplarında pas payı 2.5 cm alınmıştır.

TSDY1997 ile TSDY2007'nin zemin kattaki bütün kolonlarının boyutları ve betonarme tasarım sonuçları sırasıyla Çizelge 4.57 ve Çizelge 4.58'de verilmiştir.

Çizelge 4.53 : TSDY1997'nin zemin kat kolon-kiriş birleşim bölgelerinde x ve y doğrultularına göre kolon – kiriş kesme güvenliği hesapları.

Kolonlar	Birleşim Türü	Deprem x doğrultusunda				Deprem y doğrultusunda			
		V_e(KN)	b_j(m)	h_j(m)	V_{emak}(KN)	V_e(KN)	b_j(m)	h_j(m)	V_{emak}(KN)
SZ01&SZ05	Kuşatılmamış	524.41	0.25	0.35	525	440.326	0.35	0.65	1365
SZ02&SZ04	Kuşatılmamış	385.30	0.25	0.3	450	375.105	0.3	0.9	1620
SZ03	Kuşatılmamış	383.20	0.25	0.3	450	270.387	0.3	1.1	1980
SZ06&SZ16	Kuşatılmamış	241.70	0.60	0.25	900	719.903	0.25	1.2	1800
SZ07&SZ15	Kuşatılmamış	330.55	0.65	0.25	975	471.728	0.25	1.3	1950
SZ08&SZ14	Kuşatılmamış	330.43	0.68	0.25	1012.5	643.205	0.25	1.35	2025
SZ09&SZ13	Kuşatılmamış	330.41	0.68	0.25	1012.5	582.463	0.25	1.35	2025
SZ10&SZ12	Kuşatılmamış	337.43	0.40	0.25	600	329.579	0.25	0.8	1200
SZ11	Kuşatılmamış	328.35	0.70	0.25	1050	430.445	0.25	1.4	2100
SZ17&SZ23	Kuşatılmamış	225.55	0.25	0.25	375	794.345	0.25	0.9	1350
SZ18&SZ22	Kuşatılmamış	329.77	0.25	0.25	375	582.953	0.25	1.1	1650
SZ19&SZ21	Kuşatılmamış	331.55	0.25	0.25	375	446.512	0.25	0.9	1350
SZ20	Kuşatılmamış	331.08	0.25	0.25	375	584.194	0.25	1.05	1575
SZ24&SZ30	Kuşatılmamış	164.96	0.425	0.25	637.5	739.477	0.25	0.85	1275
SZ25&SZ29	Kuşatılmamış	329.46	0.525	0.25	787.5	498.869	0.25	1.05	1575
SZ26&SZ28	Kuşatılmamış	334.45	0.375	0.25	562.5	478.312	0.25	0.75	1125
SZ27	Kuşatılmamış	338.33	0.35	0.25	525	502.371	0.25	0.7	1050
SZ31&SZ37	Kuşatılmamış	448.24	0.25	0.3	450	379.348	0.3	0.6	1080
SZ32&SZ36	Kuşatılmamış	340.44	0.25	0.25	375	374.155	0.25	0.75	1125
SZ33&SZ35	Kuşatılmamış	341.82	0.25	0.25	375	286.987	0.25	0.65	975
SZ34	Kuşatılmamış	340.11	0.25	0.25	375	282.775	0.25	0.75	1125

Çizelge 4.54 : TSDY2007'nin zemin kat kolon-kiriş birleşim bölgelerinde x ve y doğrultularına göre kolon – kiriş kesme güvenliği hesapları.

Kolonlar	Birleşim Türü	Deprem x doğrultusunda				Deprem y doğrultusunda			
		V_e(KN)	b_j(m)	h_j(m)	V_{emak}(KN)	V_e(KN)	b_j(m)	h_j(m)	V_{emak}(KN)
SZ01&SZ05	Kuşatılmamış	436.82	0.25	0.35	525	385.482	0.35	0.65	1365
SZ02&SZ04	Kuşatılmamış	388.67	0.25	0.3	450	340.695	0.3	0.9	1620
SZ03	Kuşatılmamış	386.80	0.25	0.3	450	249.803	0.3	1.1	1980
SZ06&SZ16	Kuşatılmamış	222.18	0.60	0.25	900	588.436	0.25	1.2	1800
SZ07&SZ15	Kuşatılmamış	333.41	0.65	0.25	975	459.479	0.25	1.3	1950
SZ08&SZ14	Kuşatılmamış	333.30	0.68	0.25	1012.5	598.680	0.25	1.35	2025
SZ09&SZ13	Kuşatılmamış	333.28	0.68	0.25	1012.5	557.880	0.25	1.35	2025
SZ10&SZ12	Kuşatılmamış	339.52	0.40	0.25	600	306.642	0.25	0.8	1200
SZ11	Kuşatılmamış	331.45	0.70	0.25	1050	423.311	0.25	1.4	2100
SZ17&SZ23	Kuşatılmamış	164.83	0.25	0.25	375	601.848	0.25	0.9	1350
SZ18&SZ22	Kuşatılmamış	332.71	0.25	0.25	375	550.089	0.25	1.1	1650
SZ19&SZ21	Kuşatılmamış	334.30	0.25	0.25	375	456.702	0.25	0.9	1350
SZ20	Kuşatılmamış	333.88	0.25	0.25	375	546.808	0.25	1.05	1575
SZ24&SZ30	Kuşatılmamış	166.42	0.425	0.25	637.5	546.484	0.25	0.85	1275
SZ25&SZ29	Kuşatılmamış	332.44	0.525	0.25	787.5	450.454	0.25	1.05	1575
SZ26&SZ28	Kuşatılmamış	256.87	0.375	0.25	562.5	425.635	0.25	0.75	1125
SZ27	Kuşatılmamış	340.32	0.35	0.25	525	487.341	0.25	0.7	1050
SZ31&SZ37	Kuşatılmamış	391.84	0.25	0.3	450	365.912	0.3	0.6	1080
SZ32&SZ36	Kuşatılmamış	342.20	0.25	0.25	375	280.473	0.25	0.75	1125
SZ33&SZ35	Kuşatılmamış	343.43	0.25	0.25	375	269.529	0.25	0.65	975
SZ34	Kuşatılmamış	341.91	0.25	0.25	375	260.832	0.25	0.75	1125

Çizelge 4.55 : TSDY1997'nin zemin kat kolonlarının x ve y doğrultularına göre güçlü kolon - zayıf kiriş hesapları.

Kolonlar	Kolon Taşıma Gücü Momentleri		Kiriş Taşıma Gücü Momentleri				$\alpha=(M_{ra}+M_{rü})/(M_{ri}+M_{rj})$			
	$(M_{ra}+M_{rü})_x$ (KN)	$(M_{ra}+M_{rü})_y$ (KN)	$(M_{ri}+M_{rj})_{+x}$ (KN)	$(M_{ri}+M_{rj})_{-x}$ (KN)	$(M_{ri}+M_{rj})_{+y}$ (KN)	$(M_{ri}+M_{rj})_{-y}$ (KN)	α_{+x}	α_{-x}	α_{+y}	α_{-y}
SZ01&SZ05	332,766	629,971	213,203	213,203	111,225	172,834	1,561	1,561	5,664	3,645
SZ02&SZ04	422,218	1130,494	158,726	158,726	111,225	153,667	2,660	2,660	10,164	7,357
SZ03	581,989	1872,375	158,726	158,726	90,185	120,383	3,667	3,667	20,762	15,553
SZ06&SZ16	332,809	1560,462	97,852	68,542	307,334	307,334	3,401	4,856	5,077	5,077
SZ07&SZ15	479,179	2388,862	137,083	137,083	219,135	219,135	3,496	3,496	10,901	10,901
SZ08&SZ14	502,361	2218,358	137,083	137,083	285,331	285,331	3,665	3,665	7,775	7,775
SZ09&SZ13	440,398	2157,425	137,083	137,083	264,892	264,892	3,213	3,213	8,145	8,145
SZ10&SZ12	266,822	760,988	137,083	137,083	90,185	138,343	1,946	1,946	8,438	5,501
SZ11	484,761	2309,007	137,083	137,083	210,568	210,568	3,536	3,536	10,966	10,966
SZ17&SZ23	286,005	936,209	90,185	68,542	326,502	326,502	3,171	4,173	2,867	2,867
SZ18&SZ22	394,958	1631,841	137,083	137,083	260,006	260,006	2,881	2,881	6,276	6,276
SZ19&SZ21	268,980	920,630	137,083	137,083	203,186	203,186	1,962	1,962	4,531	4,531
SZ20	405,797	1432,386	137,083	137,083	257,063	257,063	2,960	2,960	5,572	5,572
SZ24&SZ30	220,637	752,081	68,542	68,542	307,334	307,334	3,219	3,219	2,447	2,447
SZ25&SZ29	308,344	1204,555	137,083	137,083	224,177	224,177	2,249	2,249	5,373	5,373
SZ26&SZ28	207,548	576,327	137,083	137,083	203,136	203,136	1,514	1,514	2,837	2,837
SZ27	227,536	497,796	137,083	137,083	210,568	210,568	1,660	1,660	2,364	2,364
SZ31&SZ37	279,652	491,362	180,369	180,369	153,667	120,383	1,550	1,550	3,198	4,082
SZ32&SZ36	249,993	577,353	137,083	137,083	153,667	111,225	1,824	1,824	3,757	5,191
SZ33&SZ35	211,898	430,238	137,083	137,083	120,383	90,185	1,546	1,546	3,574	4,771
SZ34	300,958	668,536	137,083	137,083	120,383	90,185	2,195	2,195	5,553	7,413

Çizelge 4.56 : TSDY2007'nin zemin kat kolonlarının x ve y doğrultularına göre güçlü kolon - zayıf kiriş hesapları.

Kolonlar	Kolon Taşıma Gücü Momentleri		Kiriş Taşıma Gücü Momentleri				$\alpha=(M_{ra}+M_{rü})/(M_{ri}+M_{rj})$			
	$(M_{ra}+M_{rü})_x$ (KN)	$(M_{ra}+M_{rü})_y$ (KN)	$(M_{ri}+M_{rj})_{+x}$ (KN)	$(M_{ri}+M_{rj})_{-x}$ (KN)	$(M_{ri}+M_{rj})_{+y}$ (KN)	$(M_{ri}+M_{rj})_{-y}$ (KN)	α_{+x}	α_{-x}	α_{+y}	α_{-y}
SZ01&SZ05	322.502	619.057	213.203	213.203	111.225	172.834	1.513	1.513	5.566	3.582
SZ02&SZ04	420.769	1117.964	158.726	158.726	111.225	153.667	2.651	2.651	10.051	7.275
SZ03	581.989	1857.849	158.726	158.726	90.185	120.383	3.667	3.667	20.601	15.433
SZ06&SZ16	326.194	1550.435	97.852	68.542	307.334	307.334	3.334	4.759	5.045	5.045
SZ07&SZ15	479.127	2395.346	137.083	137.083	219.135	219.135	3.495	3.495	10.931	10.931
SZ08&SZ14	502.293	2210.927	137.083	137.083	285.331	285.331	3.664	3.664	7.749	7.749
SZ09&SZ13	439.558	2147.128	137.083	137.083	264.892	264.892	3.207	3.207	8.106	8.106
SZ10&SZ12	266.405	754.358	137.083	137.083	90.185	138.343	1.943	1.943	8.365	5.453
SZ11	484.761	2298.198	137.083	137.083	210.568	210.568	3.536	3.536	10.914	10.914
SZ17&SZ23	283.374	928.213	90.185	68.542	326.502	326.502	3.142	4.134	2.843	2.843
SZ18&SZ22	391.912	1614.039	137.083	137.083	260.006	260.006	2.859	2.859	6.208	6.208
SZ19&SZ21	265.090	909.346	137.083	137.083	203.186	203.186	1.934	1.934	4.475	4.475
SZ20	405.797	1428.757	137.083	137.083	257.063	257.063	2.960	2.960	5.558	5.558
SZ24&SZ30	214.368	746.737	68.542	68.542	307.334	307.334	3.128	3.128	2.430	2.430
SZ25&SZ29	304.391	1192.032	137.083	137.083	224.177	224.177	2.220	2.220	5.317	5.317
SZ26&SZ28	203.887	570.244	137.083	137.083	203.136	203.136	1.487	1.487	2.807	2.807
SZ27	227.536	493.693	137.083	137.083	210.568	210.568	1.660	1.660	2.345	2.345
SZ31&SZ37	273.164	474.491	180.369	180.369	153.667	120.383	1.514	1.514	3.088	3.941
SZ32&SZ36	248.554	555.467	137.083	137.083	153.667	111.225	1.813	1.813	3.615	4.994
SZ33&SZ35	211.315	416.971	137.083	137.083	120.383	90.185	1.542	1.542	3.464	4.624
SZ34	300.958	655.117	137.083	137.083	120.383	90.185	2.195	2.195	5.442	7.264

Çizelge 4.57 : TSDY1997'nin zemin kat kolon boyuna ve enine donatıları.

Kolonlar	b(m)	h(m)	$A_{shesap}(cm^2)$	Seç.Don	$A_s(cm^2)$	Etriye
S01&S05	0.35	0.65	22.75	12Φ16	24.127	Φ8/8/15
S02&S04	0.3	0.9	27	20Φ14	30.788	Φ8/8/15
S03	0.3	1.1	33	24Φ16	48.255	Φ8/10/15
S06&S16	0.25	1.2	30	18Φ16	36.191	Φ10/8/12
S07&S15	0.25	1.3	32.5	16Φ20	50.265	Φ10/8/12
S08&S14	0.25	1.35	33.75	18Φ20	56.549	Φ10/8/12
S09&S13	0.25	1.35	33.75	18Φ20	56.549	Φ10/8/12
S10&S12	0.25	0.8	20	12Φ16	24.127	Φ10/8/12
S11	0.25	1.4	35	18Φ20	56.549	Φ10/8/12
S17&S23	0.25	0.9	22.5	16Φ14	24.630	Φ10/8/12
S18&S22	0.25	1.1	27.5	18Φ16	36.191	Φ10/8/12
S19&S21	0.25	0.9	22.5	16Φ14	24.630	Φ10/8/12
S20	0.25	1.05	26.25	16Φ16	32.170	Φ10/8/12
S24&S30	0.25	0.85	21.25	18Φ14	27.709	Φ8/8/12
S25&S29	0.25	1.05	26.25	16Φ16	32.170	Φ10/8/12
S26&S28	0.25	0.75	18.75	12Φ16	24.127	Φ10/8/12
S27	0.25	0.7	17.5	12Φ14	18.473	Φ10/8/12
S31&S37	0.3	0.6	18	12Φ16	24.127	Φ8/8/15
S32&S36	0.25	0.75	18.75	12Φ18	30.536	Φ10/8/12
S33&S35	0.25	0.65	16.25	12Φ14	18.473	Φ10/8/12
S34	0.25	0.75	18.75	16Φ14	24.630	Φ10/8/12

Çizelge 4.58 : TSDY2007'nin zemin kat kolon boyuna enine donatıları.

Kolonlar	b(m)	h(m)	$A_{shesap}(cm^2)$	Seç.Don	$A_s(cm^2)$	Etriye
S01&S05	0.35	0.65	22.75	12Φ16	24.127	Φ8/8/15
S02&S04	0.3	0.9	27	20Φ14	30.788	Φ8/8/15
S03	0.3	1.1	33	24Φ16	48.255	Φ8/10/15
S06&S16	0.25	1.2	30	18Φ16	36.191	Φ10/8/12
S07&S15	0.25	1.3	32.5	16Φ20	50.265	Φ10/8/12
S08&S14	0.25	1.35	33.75	18Φ20	56.549	Φ10/8/12
S09&S13	0.25	1.35	33.75	18Φ20	56.549	Φ10/8/12
S10&S12	0.25	0.8	20	12Φ16	24.127	Φ10/8/12
S11	0.25	1.4	35	18Φ20	56.549	Φ10/8/12
S17&S23	0.25	0.9	22.5	16Φ14	24.630	Φ10/8/12
S18&S22	0.25	1.1	27.5	18Φ16	36.191	Φ10/8/12
S19&S21	0.25	0.9	22.5	16Φ14	24.630	Φ10/8/12
S20	0.25	1.05	26.25	16Φ16	32.170	Φ10/8/12
S24&S30	0.25	0.85	21.25	18Φ14	27.709	Φ8/8/12
S25&S29	0.25	1.05	26.25	16Φ16	32.170	Φ10/8/12
S26&S28	0.25	0.75	18.75	12Φ16	24.127	Φ10/8/12
S27	0.25	0.7	17.5	12Φ14	18.473	Φ10/8/12
S31&S37	0.3	0.6	18	12Φ16	24.127	Φ8/8/15
S32&S36	0.25	0.75	18.75	12Φ16	24.127	Φ10/8/12
S33&S35	0.25	0.65	16.25	12Φ14	18.473	Φ10/8/12
S34	0.25	0.75	18.75	16Φ14	24.630	Φ10/8/12

- **TSDY1997 ile TSDY2007'nin zemin kat perdelerinin statik ve betonarme hesapları**

TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kattaki tüm perdelerinin kesit hesabı yapılmış, boyuna ve enine donatıları seçilmiştir. Bu perdelerin boyuna donatı seçiminde iki eksenli eğilme ve eksenel basınç etkileri ele alınmıştır. Bu etkilere bağlı olarak zemin kattaki tüm perdelerin taşıma gücü formülleri ve yaklaşık mertebeleri ile boyuna donatıların perde uç bölgelerinde yayılı olması durumu ele alınmıştır [17].

TSDY1997 ile TSDY2007'nin SAP2000 V14.2'deki modelinde perdeler kabuk elemanlar olarak modellenmiştir. Modelin zemin kattaki bütün perdelerinin tabanlarındaki tesirleri elde edilmiştir.

TSDY1997 ile TSDY2007 taşıyıcı sistemlerin zemin kattaki bütün perdeler, $H_w/l_w>2.0$ oranını sağladıkları için 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre bu perdelerin uç bölgesinde kolon başlığı oluşturulmuştur. Perde uç bölgesindeki kolon başlığı alanı, ilgili perde enkesit alanının 0.2 oranından az olamaz [10,11]. Perde uç bölgelerindeki kolon başlıklarının boyuna donatıları seçiminde kolonların boyuna donatı seçiminde kullanılan yöntemlere başvurulmuştur.

Kritik perde yüksekliği içerisinde kalan perdelerin uç bölgelerindeki kolon başlıklarının her birinin boyuna donatı oranı minimum 0.02'den az olamaz.

TSDY1997 ile TSDY2007'nin zemin kattaki bütün perdeleri için hesap edilen tasarım kesme kuvveti V_e perde uç bölgelerindeki kolon başlıklarına paylaştırılmıştır [12]. Bu yüzden kolon başlıklarında, TS500/Şubat2000 ile 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre kolonların etriye kullanarak kesme donatısı tasarımı yapılmıştır. Etriye seçiminde perde sarılma bölgeleri ve perde orta bölgelerindeki konstrüktif esaslara uyulmuştur.

Kesme tasarımı yapılan perdelerin taşıma kapasiteleri TS500/Şubat2000'deki minimum değerlerden fazla olup sınır değerleri aşmamıştır.

TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kattaki bütün perdelerinin gövde ve yatay donatı oranları, ilgili perde brüt enkesit alanının 0.025 oranından az değildir. Ayrıca düşey ve yatay donatıların aralarındaki mesafe 25 cm'den fazla olamaz [10,11].

TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kattaki bütün perdelerinde oluşturulan kolon başlıkların kesit özellikleri, boyuna ve enine donatı özellikleri aynı olduğu için ortak olarak Çizelge 4.59'da verilmiştir.

TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin katındaki bütün perdeler, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre $H_w/l_w>2.0$ oranını sağladıkları için bu perdelerde güçlü perde – zayıf kiriş tahkiki yapılmıştır. TSDY1997 ve TSDY2007'deki zemin kat perdelerinin ilgili doğrultusuna göre güçlü perde - zayıf kiriş tahkiki hesapları, sırasıyla Çizelge 4.60 ve Çizelge 4.61'de verilmiştir.

TSDY2007 ile TSDY1997'nin zemin katındaki bütün perdelerinin ilgili doğrultusundaki alt ve üst taşıma gücü momentlerinin toplamının ilgili doğrultudaki birleşim bölgesindeki kirişlerin eğilme taşıma gücü momentlerinin toplamına oranı (α), 1.2'den büyüktür (Çizelge 4.60 ve Çizelge 4.61).

TSDY1997 ile TSDY2007'nin zemin kattaki bütün perdelerinin başlık, boyuna ve yatay gövde donatıları aynı oldukları için tasarım sonuçları ortak olarak Çizelge 4.62'de verilmiştir.

Çizelge 4.59 : TSDY1997&TSDY2007'nin zemin kat perdelerinin uç boyuna ve enine donatıları.

Perdeler	**l_w(m)**	**b_w(m)**	**H_w/l_w oranı**	**l_u(m)**	**Başlık Boyuna Donatıları**	**$A_{sbaşlık}$ (cm^2)**	**Başlık Etriye**
P1X	4.75	0.25	5.895>2	0.950	12Φ22	45.616	Φ8/8
P2X							
P1Y	2	0.25	14.000>2	0.500	6Φ22	22.808	Φ8/10
P2Y							
P3X	3.05	0.25	9.180>2	0.650	8Φ16	16.085	Φ8/10
P4X							
P3Y1	2.55	0.25	10.980>2	0.550	8Φ16	16.085	Φ8/10
P4Y2							
P3Y2	2.55	0.25	10.980>2	0.550	8Φ16	16.085	Φ8/10
P4Y1							
P5X	4.75	0.25	5.895>2	0.950	12Φ20	37.699	Φ8/8
P6X							
P5Y	2	0.25	14.000>2	0.500	6Φ20	18.850	Φ8/10
P6Y							

Çizelge 4.60 : TSDY1997'nin zemin kat perdelerinin ilgili doğrultularına göre güçlü perde - zayıf kiriş hesapları.

Perdeler	Perde Taşıma Momentleri		Deprem + Yönden		Deprem - Yönden		$\alpha=(M_{ra}+M_{rü})/(M_{ri}+M_{rj})$	
	$M_{rü}$(KNm)	M_{ra}(KNm)	M_{ri}(KNm)	M_{rj}(KNm)	M_{ri}(KNm)	M_{rj}(KNm)	α_{+dep}	α_{-dep}
P1X&P2X	2698.354	2263.604	161.193	0.000	116.391	0.000	30.783	42.632
P1Y&P2Y	754.016	780.000	0.000	153.667	0.000	172.834	9.983	8.876
P3X&P4X	1776.494	1679.997	142.758	90.185	97.852	142.758	14.838	14.366
P3Y1&P4Y2	1389.198	1522.243	172.834	140.554	131.664	153.667	9.290	10.204
P3Y2&P4Y1	1442.623	1536.473	172.834	118.675	111.225	172.834	10.220	10.488
P5X&P6X	2934.309	3303.826	142.758	0.000	116.391	0.000	43.697	53.596
P5Y&P6Y	571.342	812.460	172.834	0.000	153.667	0.000	8.007	9.005

Çizelge 4.61 : TSDY2007'nin zemin kat perdelerinin ilgili doğrultularına göre güçlü perde - zayıf kiriş hesapları.

Perdeler	Perde Taşıma Momentleri		Deprem + Yönden		Deprem - Yönden		$\alpha=(M_{ra}+M_{rü})/(M_{ri}+M_{rj})$	
	$M_{rü}$(KNm)	M_{ra}(KNm)	M_{ri}(KNm)	M_{rj}(KNm)	M_{ri}(KNm)	M_{rj}(KNm)	α_{+dep}	α_{-dep}
P1X&P2X	3451.623	2455.505	136.679	0.000	106.602	0.000	43.219	55.413
P1Y&P2Y	1370.271	961.739	0.000	118.105	0.000	155.827	19.745	14.965
P3X&P4X	1514.747	1484.142	126.047	90.185	90.185	126.047	13.869	13.869
P3Y1&P4Y2	795.419	1004.470	172.834	120.383	111.225	147.690	6.138	6.952
P3Y2&P4Y1	753.634	978.649	155.827	111.225	90.185	140.554	6.487	7.508
P5X&P6X	3215.573	2478.177	126.047	0.000	90.185	0.000	45.172	63.134
P5Y&P6Y	1116.829	781.651	147.690	0.000	138.343	0.000	12.854	13.723

Çizelge 4.62 : TSDY1997&TSDY2007'nin zemin kat perdelerinin başlık ve gövde donatıları.

Perdeler	l_w(m)	b_w(m)	Başlık Boyuna Donatıları	$A_{sbaşlık}$ (cm^2)	Gövde Boyuna Donatıları	$A_{gövdeboyuna}$ (cm^2)	Gövde Yatay Donatıları	$A_{gövdeyatay}$ (cm^2)
P1X	4.75	0.25	12Φ22	45.616	Φ18/15	17.813	Φ12/20	5.655
P2X								
P1Y	2	0.25	6Φ22	22.808	Φ18/15	17.813	Φ12/20	5.655
P2Y								
P3X	3.05	0.25	8Φ16	16.085	Φ16/20	10.053	Φ12/20	5.655
P4X								
P3Y1	2.55	0.25	8Φ16	16.085	Φ16/20	10.053	Φ12/20	5.655
P4Y2								
P3Y2	2.55	0.25	8Φ16	16.085	Φ16/20	10.053	Φ12/20	5.655
P4Y1								
P5X	4.75	0.25	12Φ20	37.699	Φ18/15	17.813	Φ12/20	5.655
P6X								
P5Y	2	0.25	6Φ20	18.850	Φ18/15	17.813	Φ12/20	5.655
P6Y								

5. ANALİZ VE TASARIM SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

1961, 1968, 1975, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerdeki deprem hesaplarının ve tasarım kurallarının gelişimine bağlı olarak bu yönetmeliklere uygun oluşturulan TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerin çözümlenmesinden elde edilen sonuçlar, taşıyıcı sistemleri üçerli gruplara ayırarak karşılaştırılmıştır.

Birinci grupta 1961, 1968 ve 1975 Deprem Yönetmeliklerindeki deprem esaslarına bağlı olarak, deprem hesapları yapılan TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerde elde edilen bazı sonuçlar karşılaştırılmıştır.

İkinci grupta ise 1975, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerindeki deprem hesapları ve tasarım sonuçlarına bağlı olarak, deprem hesapları ve zemin kattaki bütün taşıyıcı elemanlarının betonarme hesabı yapılan TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerde elde edilen bazı sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Son aşamada ise bütün deprem yönetmeliklerindeki deprem hesaplarına bağlı olarak 6 adet taşıyıcı sistemde ise elde edilen bazı sonuçlar karşılaştırılmıştır.

5.1 TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın Deprem Hesap Sonuçlarının Karşılaştırılması

TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın ilgili oldukları yönetmelikler doğrultusunda depreme dayanıklı bina tasarımı için yapılan hesaplamalardan elde edilen bazı sonuçlar bu bölümde verilmiştir.

TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A taşıyıcı sistemlerin taşıyıcı eleman enkesit özellikleri ve söz konusu taşıyıcı sistemlerin beton ve donatı sınıfları aynı seçilmiştir.

TSDY1961 ile TSDY1968'in SAP2000 V14.2'deki modellerinde kirişlerin tablalı kiriş enkesit özellikleri TKİC/1967'ye göre belirlendiği için her iki model birbirinin aynısıdır. Fakat TSDY1975-A'nın SAP2000 V14.2'deki modelinde kirişlerin, tablalı

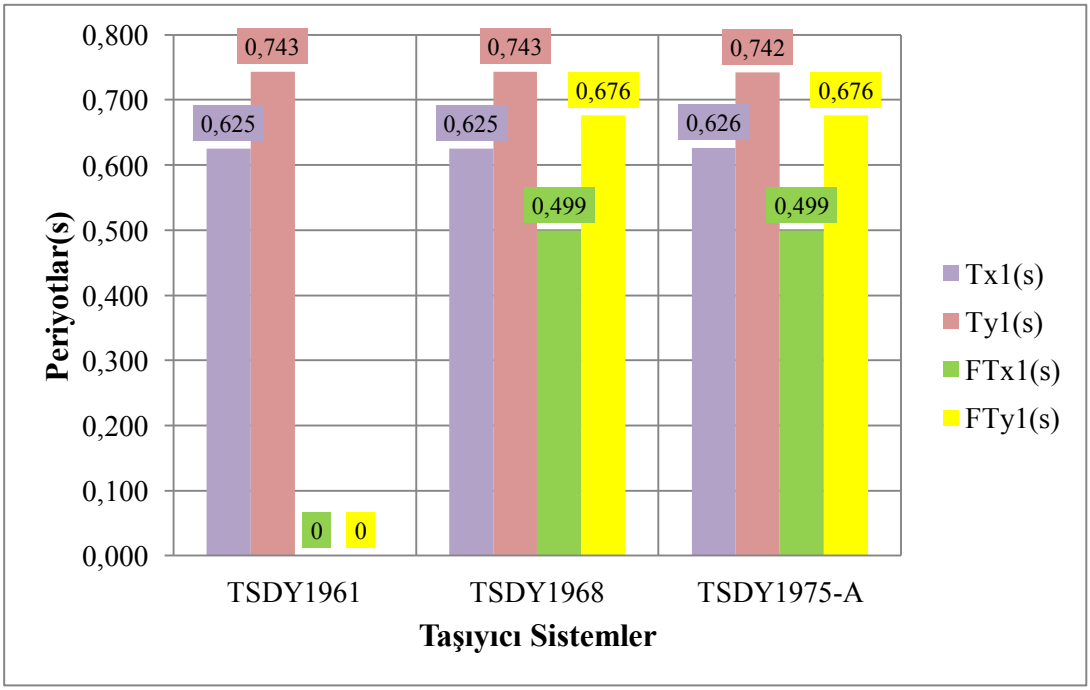
kiriş enkesit özellikleri TS500/Nisan1984'e göre belirlendiği için diğer iki taşıyıcı sistemin modellerinden farklıdır.

5.1.1 TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın periyot değerlerinin karşılaştırılması

TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın x ve y doğrultularına ait birinci doğal titreşim periyotları, her taşıyıcı sistemin ilgili oldukları deprem yönetmeliklerindeki ampirik bağıntılardan hesaplanan değerler (FT_{x1} ve FT_{y1}) ile SAP2000 V14.2'deki modellerinin serbest titreşim analizlerinden elde edilen sonuçlar (T_{x1} ve T_{y1}) Çizelge 5.1'de verilmiştir. Periyotlar grafiksel olarak Şekil 5.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın x ve y doğrultularına ait birinci doğal titreşim periyotları.

Periyotlar	**Taşıyıcı Sistemler**		
	TSDY1961	TSDY1968	TSDY1975-A
T_{x1}(s)	0.625	0.625	0.626
T_{y1}(s)	0.743	0.743	0.742
FT_{x1}(s)	-	0.499	0.499
FT_{y1}(s)	-	0.676	0.676



Şekil 5.1 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın birinci doğal titreşim periyotları.

1961 Deprem Yönetmeliği, bina titreşim periyoduna dair herhangi bir bağıntı içermediği için TSDY1961'nin $FT_{x1}(s)$ ve $FT_{y1}(s)$ değerleri hesaplanmamıştır.

Çizelge 5.1 ve Şekil 5.1'e bakıldığında, üç model içinde serbest titreşim analizlerinden elde edilen x doğrultusunda en uzun doğal titreşim periyot değeri TSDY1975-A'ya ve y doğrultusunda en uzun doğal titreşim periyot değeri TSDY1961 ile TSDY1968'e aittir.

TSDY1968'in x doğrultusundaki doğal titreşim periyodun gerçek değeri, ampirik bağıntıdan elde edilen değerden %25.3 ve y doğrultusundaki doğal titreşim periyodun gerçek değeri ampirik bağıntıdan elde edilen değerden %9.9 daha büyük olduğu görülmüştür.

TSDY1975-A'nın x doğrultusundaki doğal titreşim gerçek değerinin ampirik bağıntıdan elde edilen değerden %25.3 ve y doğrultusundaki doğal titreşim periyodunun gerçek değerinin ampirik bağıntıdan elde edilen değerden %9.8 daha büyük olduğu görülmüştür.

TSDY1961 ile TSDY1968'in SAP2000 V14.2'deki modelleri TKİC/1967 Şartnamesi doğrultusunda, TSDY1975-A'nın programdaki modeli TS500/Nisan1984 Şartnamesi doğrultusunda oluşturulmuştur. Bu yüzden TSDY1961 ile TSDY1968'nin programdaki modellerinin dinamik analiz sonuçları aynıdır. TSY1975-A'nın programdaki modelinin dinamik analiz sonuçları, diğer iki taşıyıcı sistemin dinamik analiz sonuçlarından farklıdır.

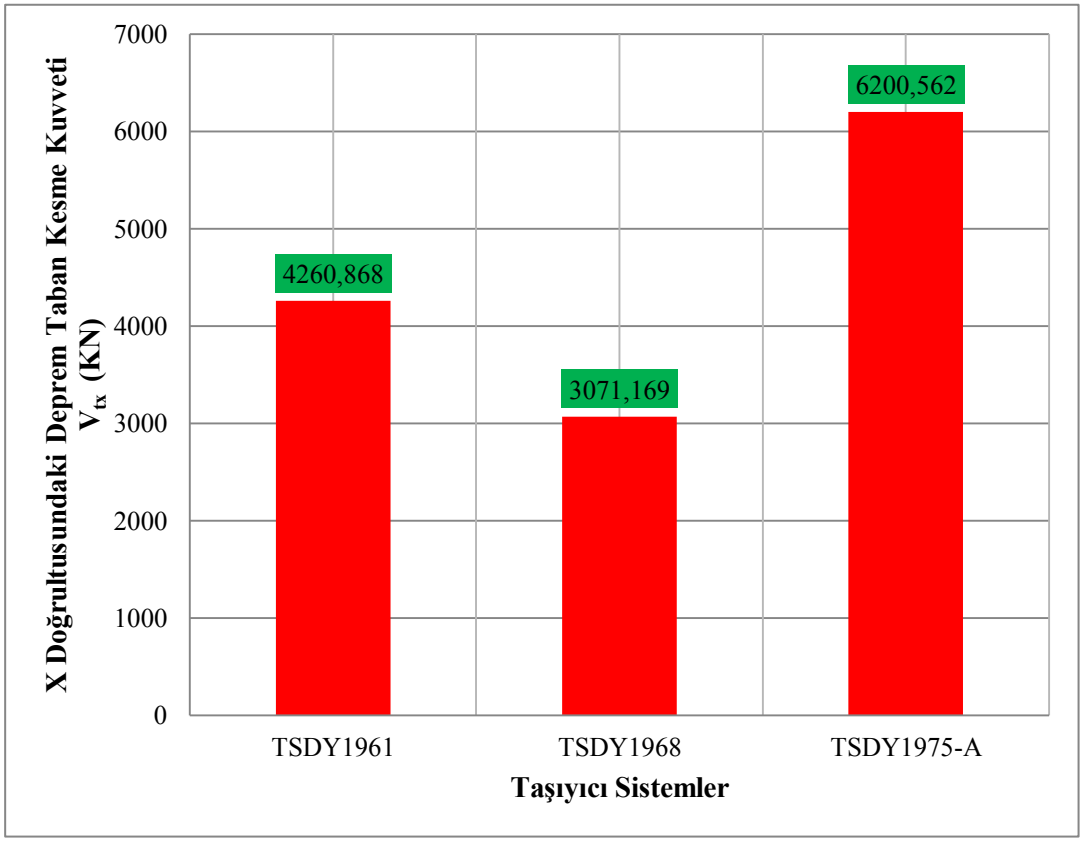
5.1.2 TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A için yapılan modal analizlerden elde edilen periyot değerlerine göre hesaplanan x ve y doğrultularındaki depremden dolayı oluşan taban kesme kuvvet değerleri (V_{tx} ve V_{ty}) karşılaştırılmıştır.

TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A için hesaplanan x doğrultusundaki depremden dolayı oluşan taban kesme kuvvet değeri (V_{tx}) Çizelge 5.2'de verilmiş, grafiksel olarak ise Şekil 5.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975- A'nın x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{tx}).

Taşıyıcı Sistemler	X Doğrultusundaki Deprem Taban Kesme Kuvveti (V_{tx}) (KN)
TSDY1961	4260.868
TSDY1968	3071.169
TSDY1975-A	6200.562



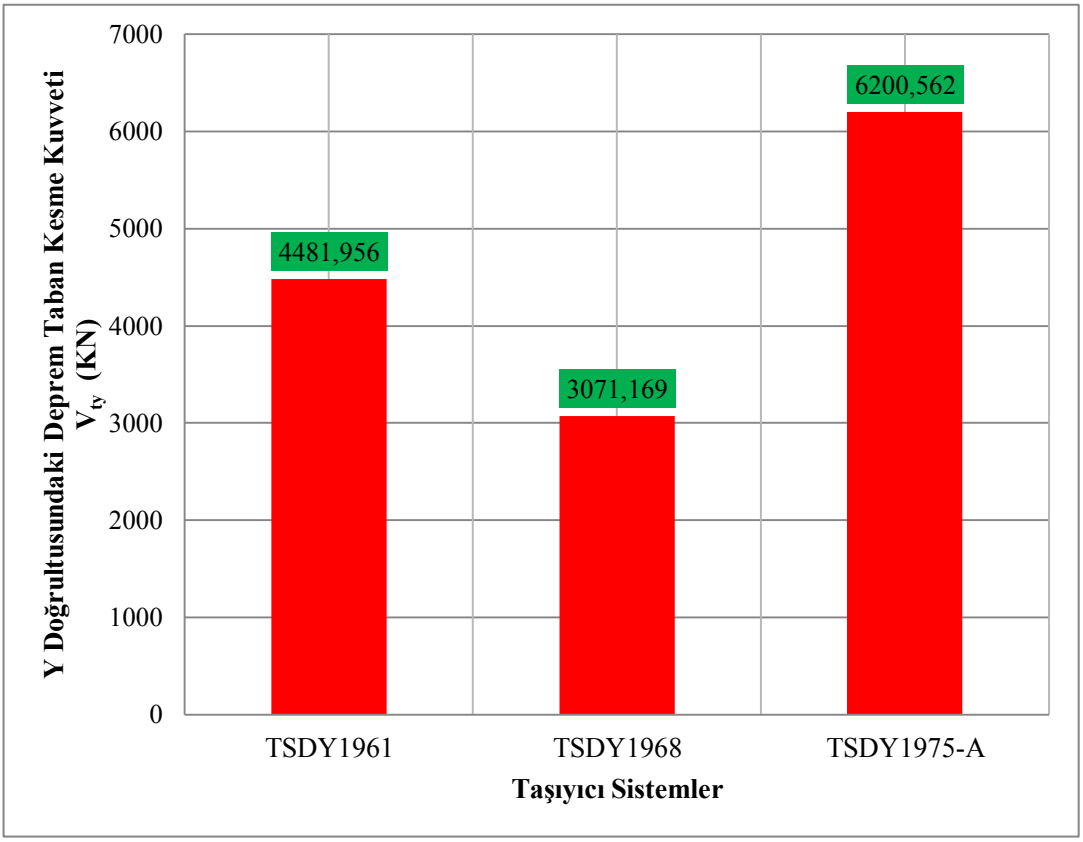
Şekil 5.2 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975- A'nın x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{tx}).

Çizelge 5.2 ve Şekil 5.2'ye bakıldığında bu üç taşıyıcı sistem içerisinde depremden dolayı oluşan x doğrultusundaki en büyük taban kesme kuvveti (V_{tx}) TSDY1975-A oluşmaktadır. Bu sistemde elde edilen bu değer TSDY1961 x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{tx})'ten %45.5 ve TSDY1968 x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{tx})'ten %101.2 daha fazladır.

TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A için hesaplanan y doğrultusundaki depremden dolayı oluşan taban kesme kuvvet değeri (V_{ty}) Çizelge 5.3'te verilmiş, grafiksel olarak ise Şekil 5.3'te sunulmuştur.

Çizelge 5.3 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975- A'nın y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{ty}).

Taşıyıcı Sistemler	Y Doğrultusundaki Deprem Taban Kesme Kuvveti (V_{ty}) (KN)
TSDY1961	4481.956
TSDY1968	3071.169
TSDY1975-A	6200.562



Şekil 5.3 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975- A'nın y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{ty})

Çizelge 5.3 ve Şekil 5.3'e bakıldığında bu üç taşıyıcı sistem içerisinde depremden dolayı oluşan y doğrultusundaki en büyük taban kesme kuvveti (V_{ty}) TSDY1975-A oluşmaktadır. Bu sistemde elde edilen bu değer TSDY1961 y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{ty})'den %38.3 ve TSDY1968 y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{ty})'den %101.2 daha fazladır.

5.1.3 TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın kat yer değiştirmelerinin karşılaştırılması

TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın her bir katının x ve y doğrultularındaki maksimum kat yer değiştirmeleri sonuçları, x ve y doğrultularına göre ayrı ayrı verilmiş ve en üst kat maksimum değerleri karşılaştırılmıştır.

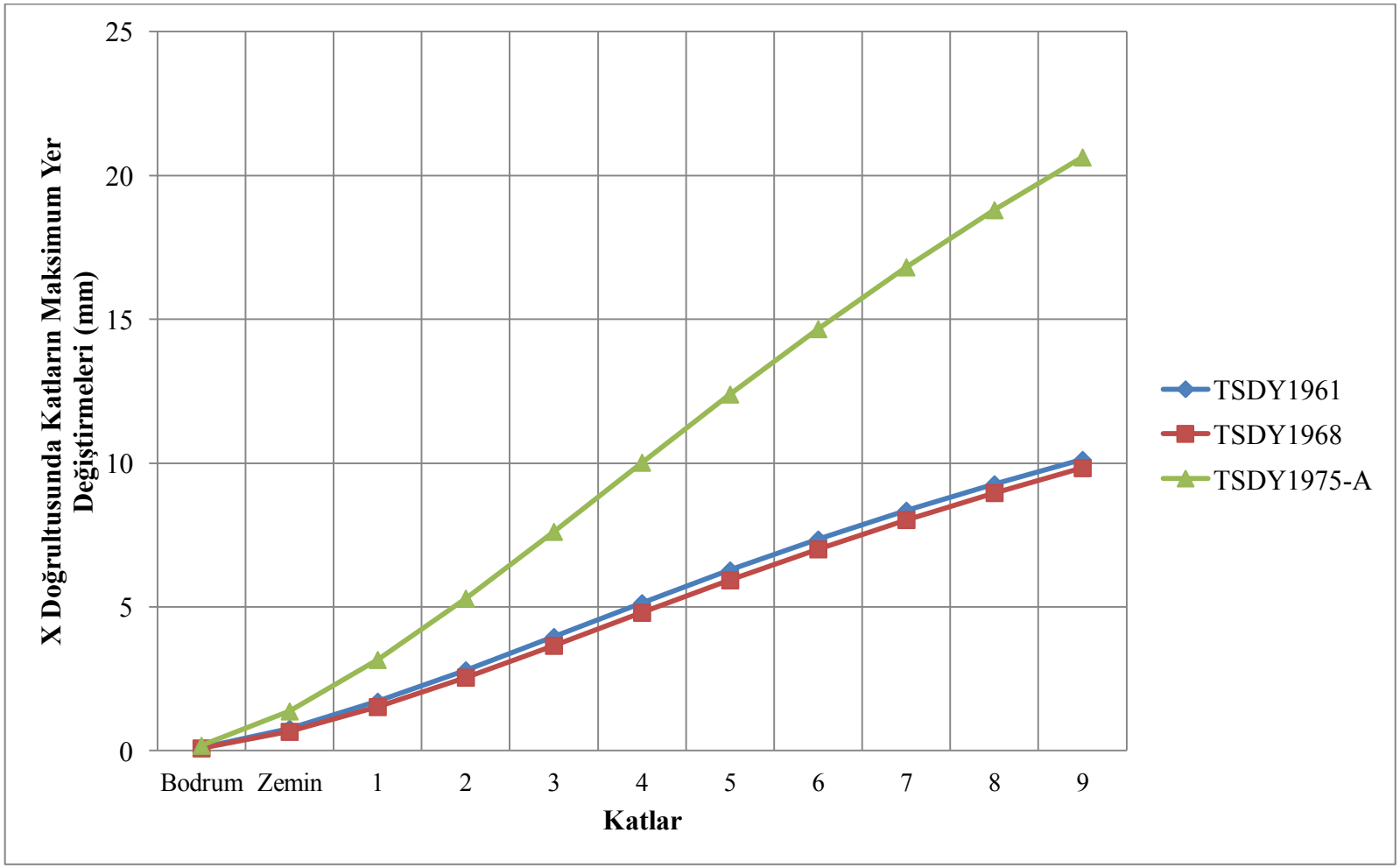
TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın her bir katının x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri sonuçları Çizelge 5.4'te verilmiş ve grafiksel olarak Şekil 5.4'te sunulmuştur.

Çizelge 5.4 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri.

Katlar	**Taşıyıcı Sistemler**		
	TSDY1961	TSDY1968	TSDY1975-A
	Kat Yer Değiştirmeleri (mm)		
Bodrum	0.114	0.088	0.180
Zemin	0.778	0.666	1.375
1	1.716	1.525	3.164
2	2.806	2.547	5.296
3	3.964	3.656	7.616
4	5.140	4.802	10.019
5	6.279	5.931	12.391
6	7.353	7.009	14.663
7	8.354	8.028	16.811
8	9.273	8.966	18.797
9	10.120	9.831	20.630

Çizelge 5.4 ve Şekil 5.4'e bakıldığında, üç taşıyıcı sistemin her bir katı için x doğrultusunda en büyük kat yer değiştirmesinin TSDY1975-A'da ve en küçük kat yer değiştirmesinin TSDY1968'de olduğu gözlenmiştir.

TSDY1961 ve TSDY1968 için elde edilen maksimum kat yer değiştirmelerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. TSDY1975-A'nın en üst katının x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmesi, TSDY1961'in en üst katının x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmesinden %103.9 ve TSDY1968'in en üst katının x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmesinden ise %109.8 daha fazladır.



Şekil 5.4 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri

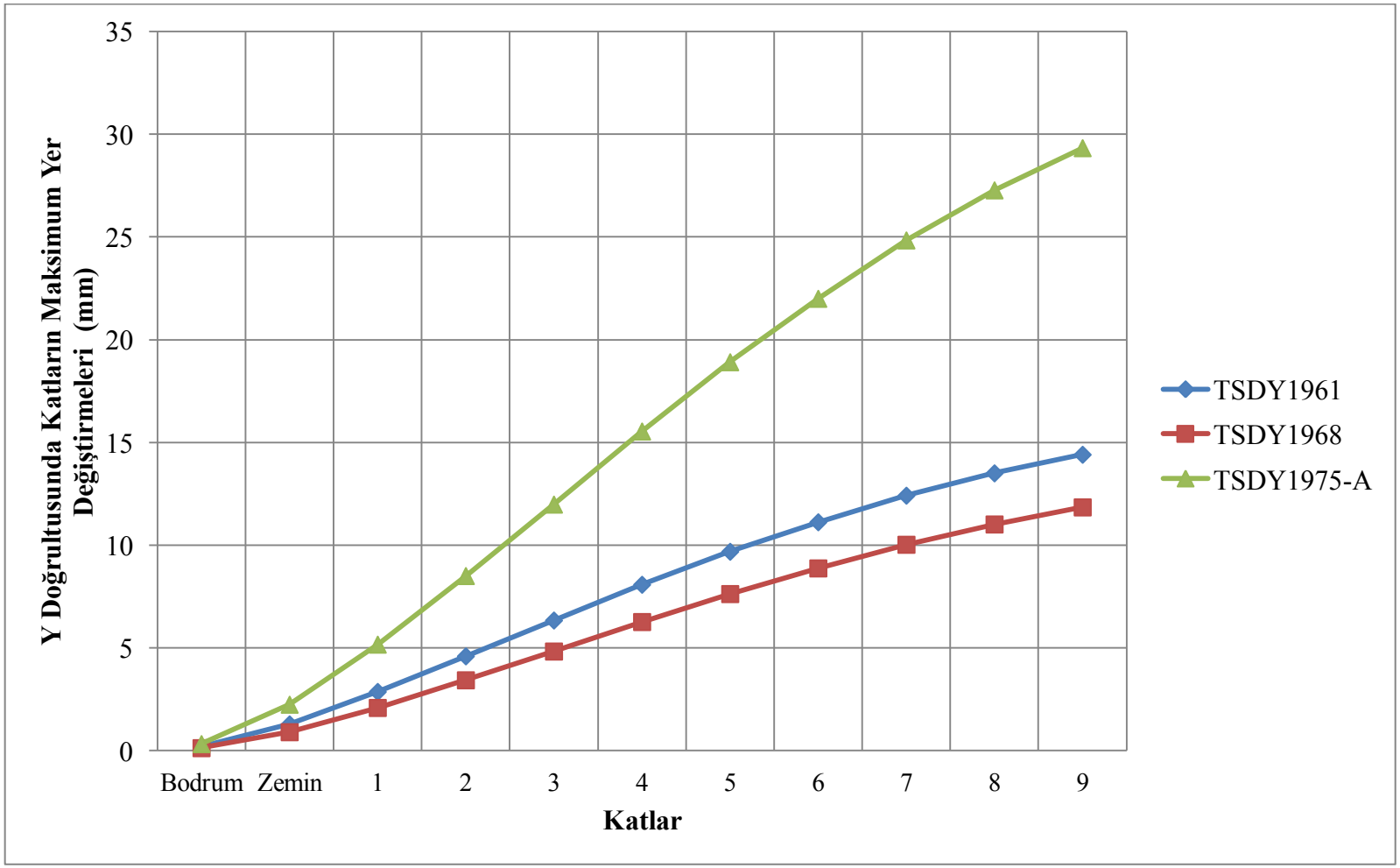
TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın her bir katının y doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri sonuçları Çizelge 5.5'te verilmiş ve grafiksel olarak ise Şekil 5.5'te sunulmuştur.

Çizelge 5.5 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın y doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri.

Katlar	**Taşıyıcı Sistemler**		
	TSDY1961	TSDY1968	TSDY1975-A
	Kat Yer Değiştirmeleri (mm)		
Bodrum	0.215	0.138	0.335
Zemin	1.296	0.915	2.253
1	2.875	2.095	5.176
2	4.606	3.440	8.514
3	6.349	4.840	11.991
4	8.089	6.275	15.548
5	9.695	7.637	18.918
6	11.130	8.885	22.005
7	12.425	10.036	24.846
8	13.511	11.023	27.281
9	14.415	11.855	29.335

Çizelge 5.5 ve Şekil 5.5'e bakıldığında, bu üç taşıyıcı sistemin her bir katı için y doğrultusunda en büyük kat yer değiştirmesinin TSDY1975-A'da ve en küçük kat yer değiştirmesinin TSDY1968'de olduğu gözlenmiştir.

TSDY1975-A'nın en üst katının y doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmesi TSDY1961'in en üst katının y doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmesinden %103.5 ve TSDY1968'in en üst katının y doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmesinden ise %147.4 daha fazladır.



Şekil 5.5 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın y doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri.

5.2 TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin Deprem Hesap Sonuçlarının Karşılaştırılması

TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerin ilgili oldukları yönetmelikler doğrultusunda, depreme dayanıklı bina tasarımı için yapılan hesaplamalardan elde edilen bazı sonuçlar bu bölümde verilmiştir.

TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'deki taşıyıcı elemanların beton ve donatı sınıfları birbirinin aynıdır.

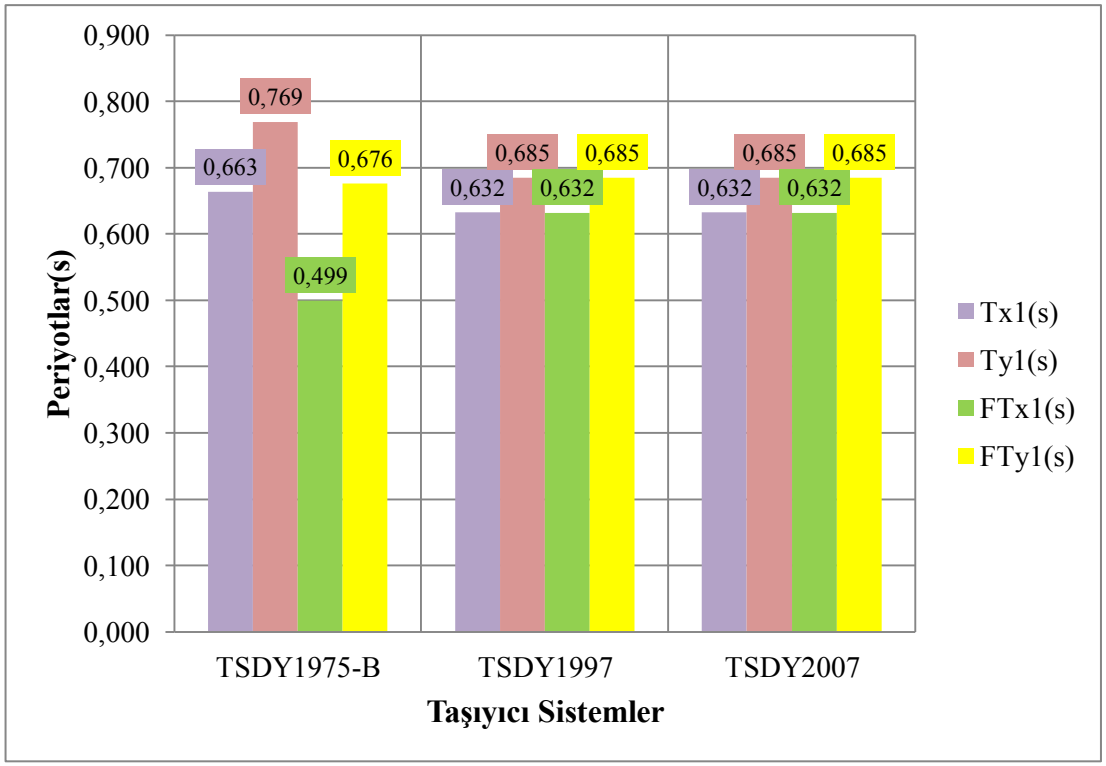
TSDY1997 ve TSDY2007 taşıyıcı eleman enkesit ve malzeme özellikleri açısından birbirinin aynısı olup TSDY1975-B enkesit özellikleri açısından TSDY1997 ile TSDY2007'den farklıdır.

5.2.1 TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin periyot değerlerinin karşılaştırılması

TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin x ve y doğrultularına ait birinci doğal titreşim periyotlarının her taşıyıcı sistemin ilgili oldukları deprem yönetmeliklerindeki bağıntılardan hesaplanan değerleri (FT_{x1} ve FT_{y1}) ile SAP2000 V14.2'deki modellerinin serbest titreşim analizlerinden elde edilen sonuçları (T_{x1} ve T_{y1}), Çizelge 5.6'da verilmiş ve grafiksel olarak Şekil 5.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.6 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin x ve y doğrultularına ait birinci doğal titreşim periyotları.

Periyotlar	**Taşıyıcı Sistemler**		
	TSDY1975-B	TSDY1997	TSDY2007
T_{x1}(s)	0.663	0.632	0.632
T_{y1}(s)	0.769	0.685	0.685
FT_{x1}(s)	0.499	0.632	0.632
FT_{y1}(s)	0.676	0.685	0.685



Şekil 5.6 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin birinci doğal titreşim periyotları.

Çizelge 5.6 ve Şekil 5.6'ya bakıldığında, üç model içinde serbest titreşim analizlerinden elde edilen x ve y doğrultularında en büyük doğal titreşim periyot değerleri TSDY1975-B'e aittir.

TSDY1975-B'nin x doğrultusundaki doğal titreşim periyodunun modal analizinden elde edilen değerinin ampirik bağıntıdan elde edilen değerden %32.9 ve y doğrultusundaki doğal titreşim periyodunun modal analizinden elde edilen değerinin ampirik bağıntıdan elde edilen değerden %13.8 daha büyük olduğu görülmüştür.

TSDY1997 ve TSDY2007'nin x ve y doğrultusundaki doğal titreşim periyodunun gerçek değerleri ile Rayleigh Yöntemi ile elde edilen değerleri arasında fark yoktur.

TSDY1997 ile TSDY2007 taşıyıcı eleman özellikleri açısından birbirini aynı olduğu için SAP2000 V14.2 programındaki modellerinin modal analiz sonuçları aynı çıkmıştır. TSDY1975-B'nin taşıyıcı eleman özellikleri açısından diğer iki taşıyıcı sistemden farklıdır. Bu yüzden TSY1975-B'nin SAP2000 V14.2 programındaki modelinin dinamik analiz sonuçları diğer iki taşıyıcı sistemin dinamik analiz sonuçlarından farklıdır.

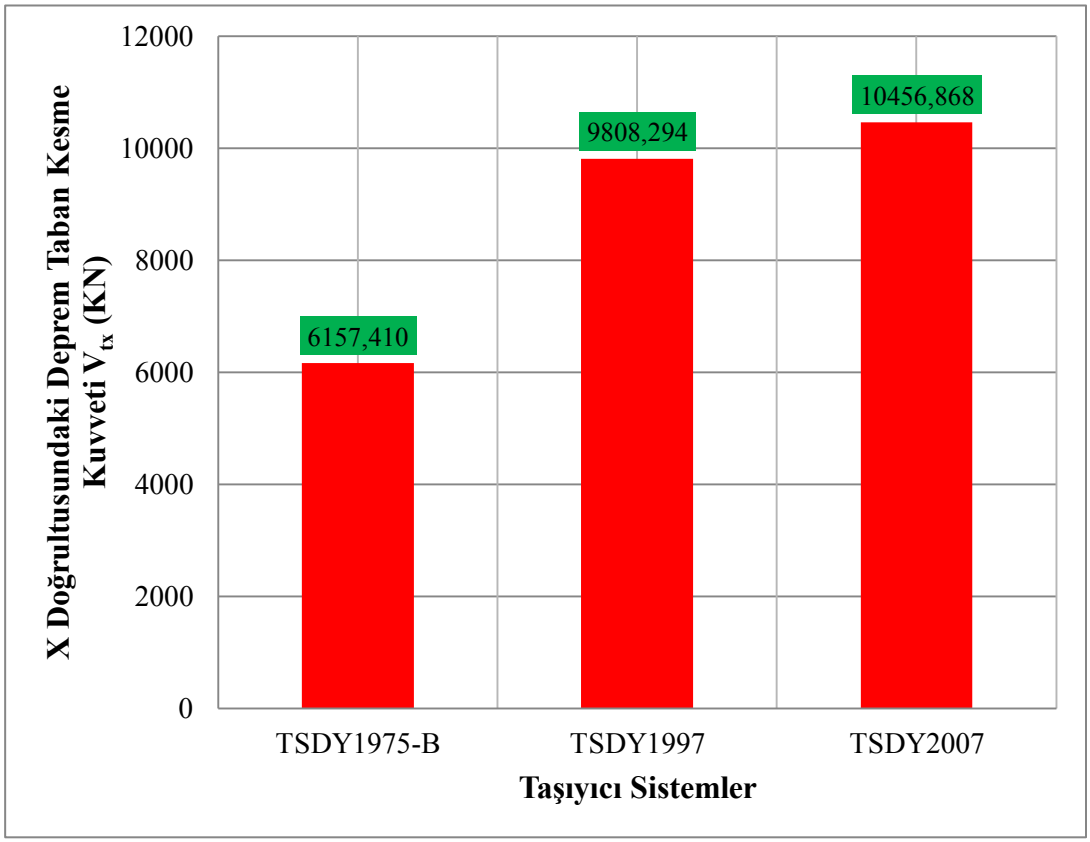
5.2.2 TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması.

TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 için Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesaplanan x ve y doğrultularındaki depremden dolayı oluşan taban kesme kuvvet değerleri (V_{tx} ve V_{ty}) karşılaştırılmıştır.

TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 için hesaplanan x doğrultusundaki depremden dolayı oluşan taban kesme kuvvet değeri (V_{tx}) Çizelge 5.7'de verilmiş, grafiksel olarak ise Şekil 5.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.7 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (Vt_x).

Taşıyıcı Sistemler	X Doğrultusundaki Deprem Taban Kesme Kuvveti (V_{tx}) (KN)
TSDY1975-B	6157.410
TSDY1997	9808.294
TSDY2007	10456.868



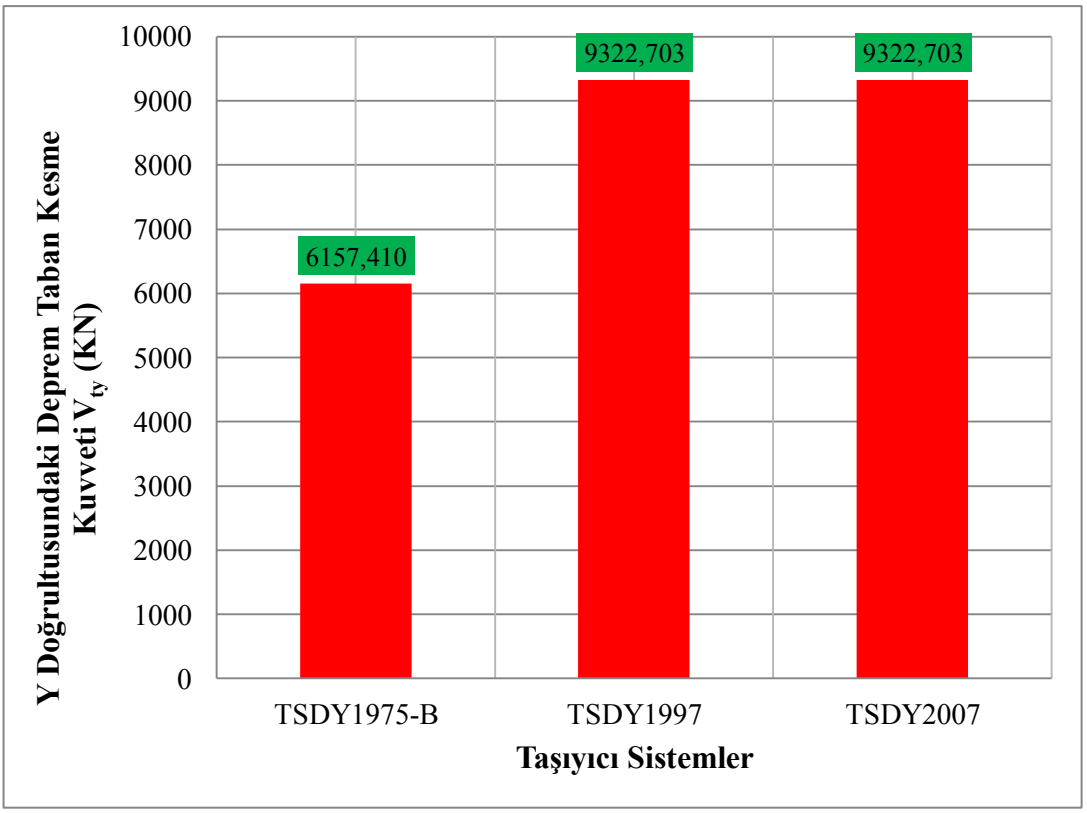
Şekil 5.7 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet (V_{tx}) değerleri.

Çizelge 5.7 ve Şekil 5.7'ye bakıldığında, bu üç taşıyıcı sistem içerisinde depremden dolayı oluşan x doğrultusundaki en büyük taban kesme kuvveti (V_{tx}) TSDY2007'de oluşmaktadır. TSDY2007'de elde edilen bu değer TSDY1975-B'nin x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{tx})'ten %69,8 ve TSDY1997'nin x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{tx})'ten %6.6 daha fazladır.

TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 için hesaplanan y doğrultusundaki depremden dolayı oluşan taban kesme kuvvet değeri (V_{ty}) Çizelge 5.8'de verilmiş, grafiksel olarak ise Şekil 5.8'de sunulmuştur.

Çizelge 5.8 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{ty}).

Taşıyıcı Sistemler	Y Doğrultusundaki Deprem Taban Kesme Kuvveti (V_{ty}) (KN)
TSDY1975-B	6157.410
TSDY1997	9322.703
TSDY2007	9322.703



Şekil 5.8 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet (V_{ty}) değerleri.

Çizelge 5.7 ve Şekil 5.7'ye bakıldığında, bu üç taşıyıcı sistem içerisinde, depremden dolayı oluşan x doğrultusundaki en büyük taban kesme kuvveti (V_{ty}), aynı değerde TSDY1997 ile TSDY2007'de aynı değeri almaktadır. Her iki taşıyıcı sistemde elde edilen bu değer, TSDY1975-B'nin y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{ty})'den %51,4 daha fazladır.

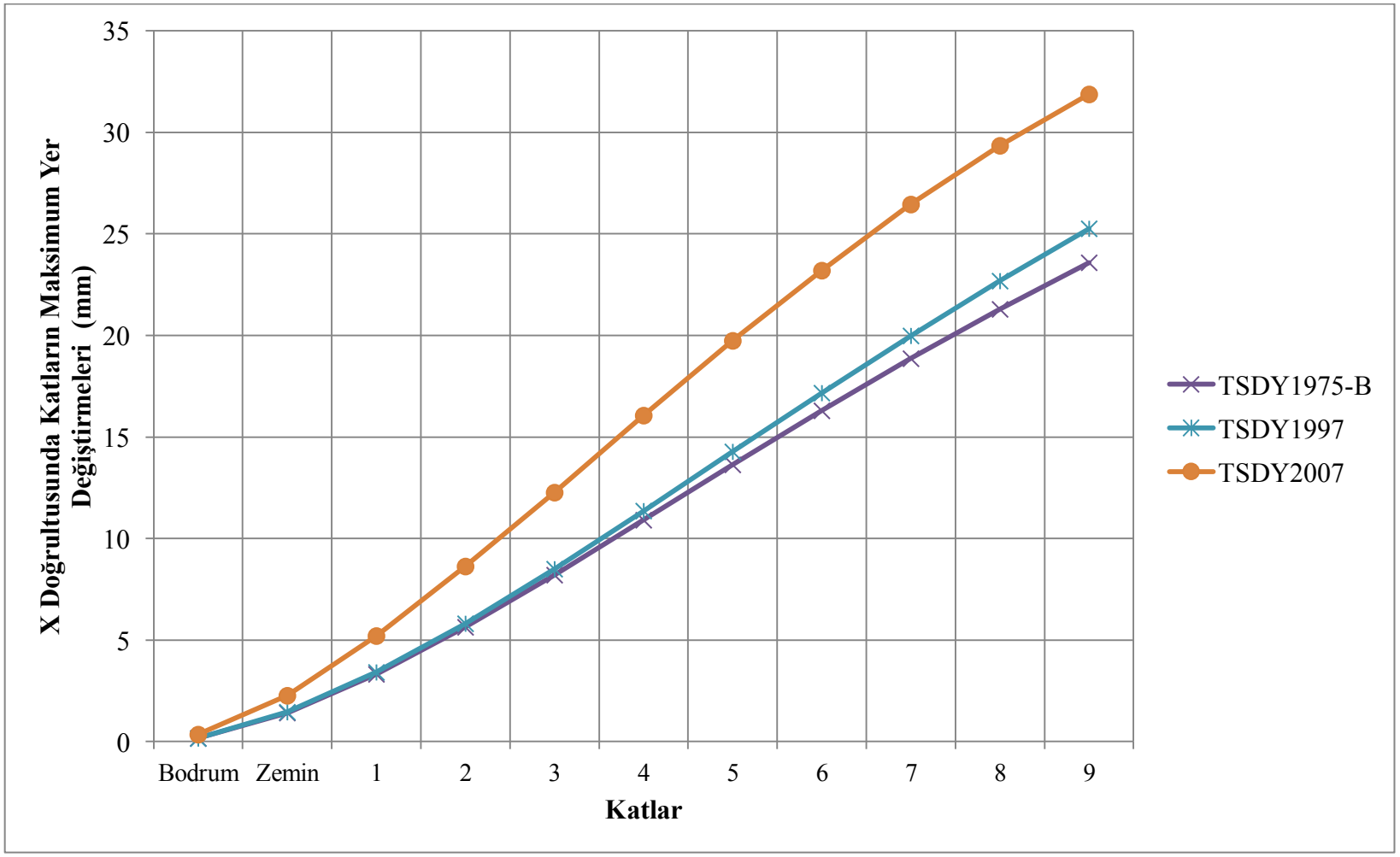
5.2.3 TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin kat yer değiştirmelerinin karşılaştırılması

TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin her bir katının x ve y doğrultularındaki maksimum kat yer değiştirme sonuçları x ve y doğrultularına göre ayrı ayrı verilmiş ve en üst kat maksimum değerleri karşılaştırılmıştır.

TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin her bir katının x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri değerleri, Çizelge 5.9'da verilmiş ve grafiksel olarak Şekil 5. 9'da sunulmuştur.

Çizelge 5.9 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri.

Katlar	**Taşıyıcı Sistemler**		
	TSDY1975-B	TSDY1997	TSDY2007
	Kat Yer Değiştirmeleri (mm)		
Bodrum	0.172	0.163	0.202
Zemin	1.419	1.457	1.619
1	3.324	3.420	3.764
2	5.641	5.816	6.386
3	8.208	8.502	9.332
4	10.914	11.362	12.476
5	13.637	14.279	15.693
6	16.298	17.169	18.891
7	18.865	19.985	22.019
8	21.294	22.684	25.029
9	23.588	25.262	27.913



Şekil 5.9 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri.

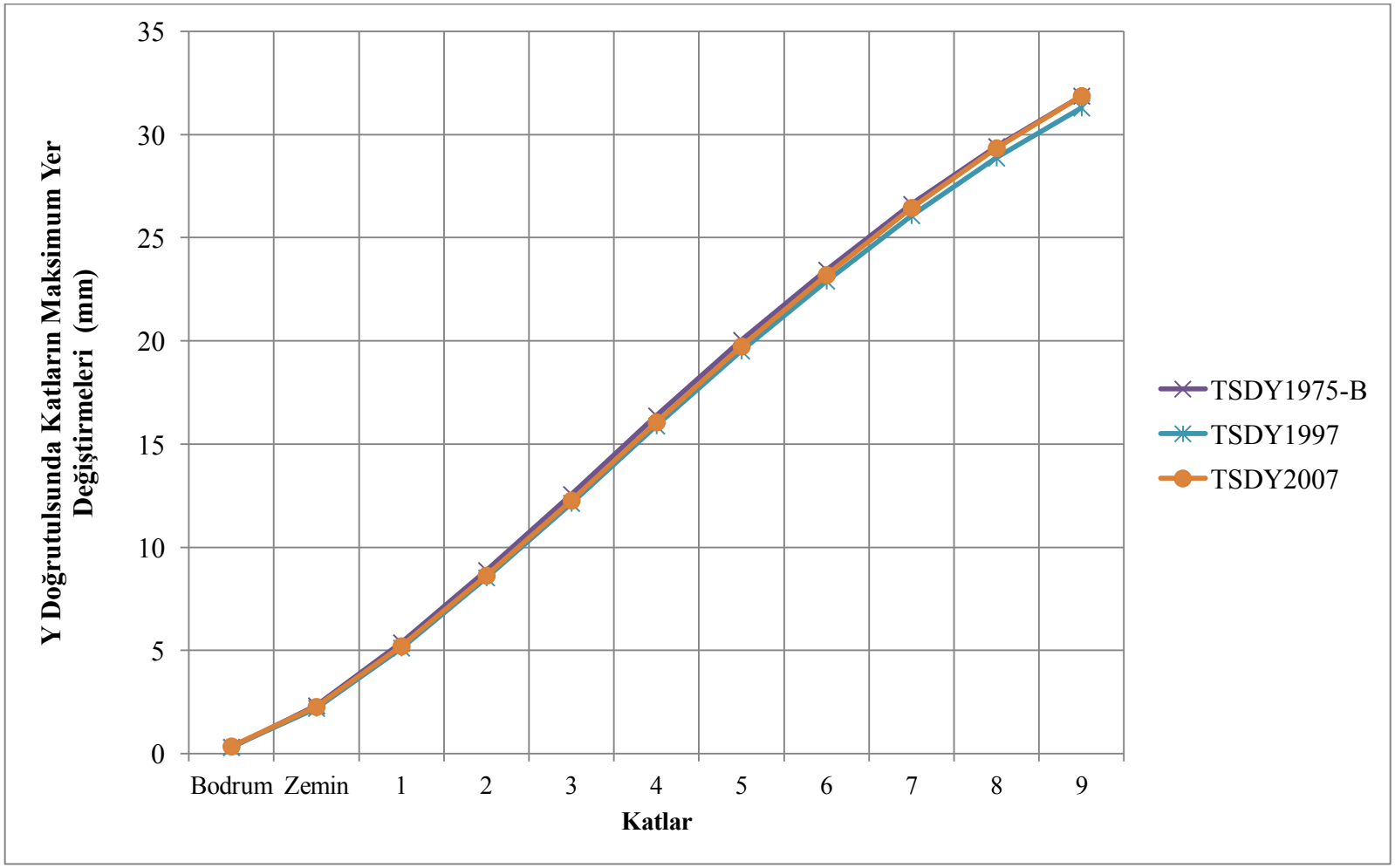
Çizelge 5.8 ve Şekil 5.8'e bakıldığında beklendiği gibi bu üç taşıyıcı sistemin her bir katı için x doğrultusundaki en büyük kat yer değiştirmesinin TSDY2007'de ve en küçük kat yer değiştirmesinin TSDY1975-B'de olduğu gözlenmektedir.

TSDY2007'nin en üst katının x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmesi, TSDY1975-B'nin en üst katının x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmesinden %18.3 ve TSDY1997'nin en üst katının x doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmesinden ise %10.5 daha fazladır.

TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin her bir katının y doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirme sonuçları, Çizelge 5.10'da verilmiş, grafiksel olarak ise Şekil 5.10'da sunulmuştur.

Çizelge 5.10 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin y doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri

Katlar	**Taşıyıcı Sistemler**		
	TSDY1975-B	TSDY1997	TSDY2007
	Kat Yer Değiştirmeleri (mm)		
Bodrum	0.309	0.313	0.357
Zemin	2.321	2.201	2.270
1	5.374	5.123	5.210
2	8.878	8.525	8.634
3	12.560	12.133	12.271
4	16.373	15.886	16.063
5	20.035	19.515	19.744
6	23.440	22.905	23.200
7	26.626	26.077	26.455
8	29.428	28.871	29.346
9	31.871	31.296	31.875



Şekil 5.10 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin y doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmeleri.

Çizelge 5.10'a bakıldığında bu üç taşıyıcı sistemin bodrum ve 9. katları için y doğrultusundaki en büyük kat yer değiştirmelerin TSDY2007'de ve diğer iki taşıyıcı sistemin bodrum ve 9. katlarının y doğrultusundaki maksimum yer değiştirmelerin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Bu söz konusu taşıyıcı sistemlerin bodrum ve 9. katların haricindeki diğer katlar göz önünde bulundurulduğunda y doğrultusundaki en büyük kat yer değiştirmelerinin TSDY1975-B'de olduğu gözlenmiştir. Ayrıca TSDY1997 ile TSDY2007'nin bu katlardaki y doğrultusundaki maksimum kat yer değiştirmelerin birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Genel olarak Çizelge 5.10 ve Şekil 5.10'a bakıldığında söz konusu olan TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 için elde edilen maksimum kat yer değiştirmelerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir.

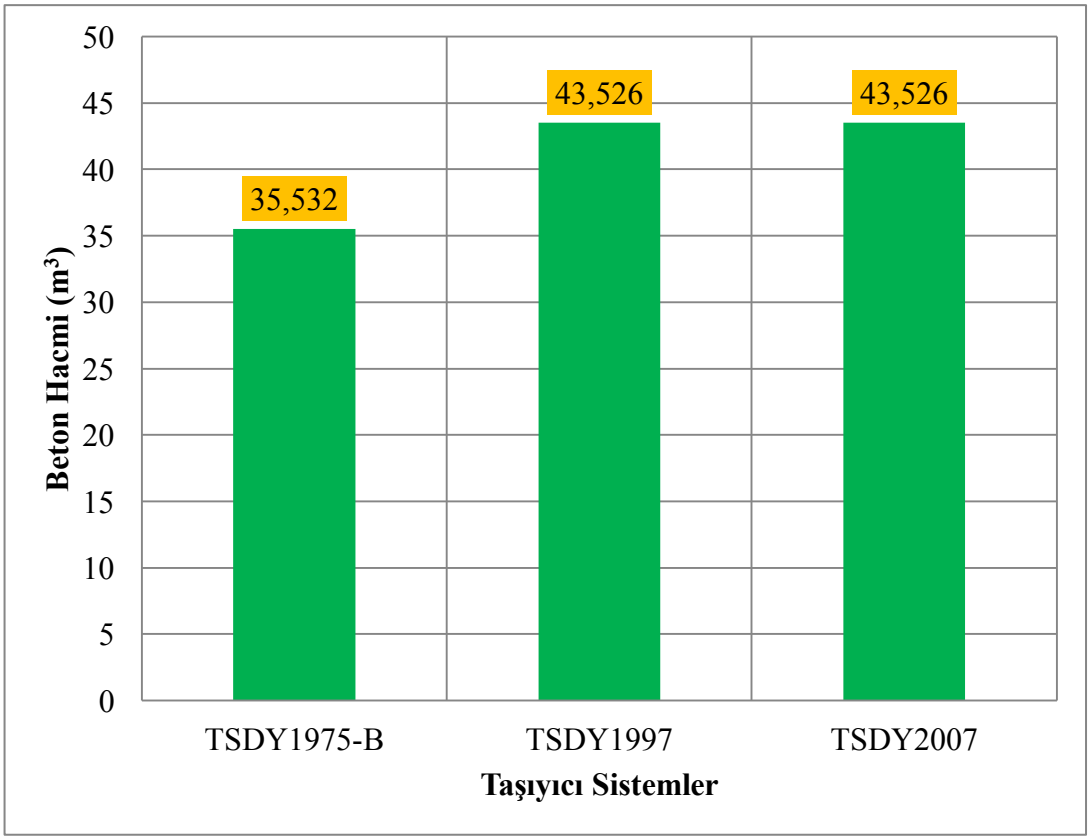
5.2.4 TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kat kolon ve perdelerinin metrajlarının karşılaştırılması

TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kat kolon ve perdelerinin beton metraj sonuçları, taşıyıcı eleman türünün her birinde toplam değerler olarak Çizelge 5.11'de verilmiş, grafiksel olarak ise Şekil 5.11'de sunulmuştur.

TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kat kolon ve perdelerinin donatı ağırlığı metraj sonuçları, taşıyıcı sistemlerin her birinde toplam değerler olarak Çizelge 5.12'de verilmiş, grafiksel olarak ise Şekil 5.12'de sunulmuştur.

Çizelge 5.11 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kat kolon ve perde toplam beton metrajı.

Zemin Kat Kolon ve Perde Beton Metrajı	**Taşıyıcı Sistemler**		
	TSDY1975-B	**TSDY1997**	**TSDY2007**
Kolon(m^3)	12.572	14.616	14.616
Perde(m^3)	22.96	28.91	28.91
Toplam (m^3)	**35.532**	**43.526**	**43.526**

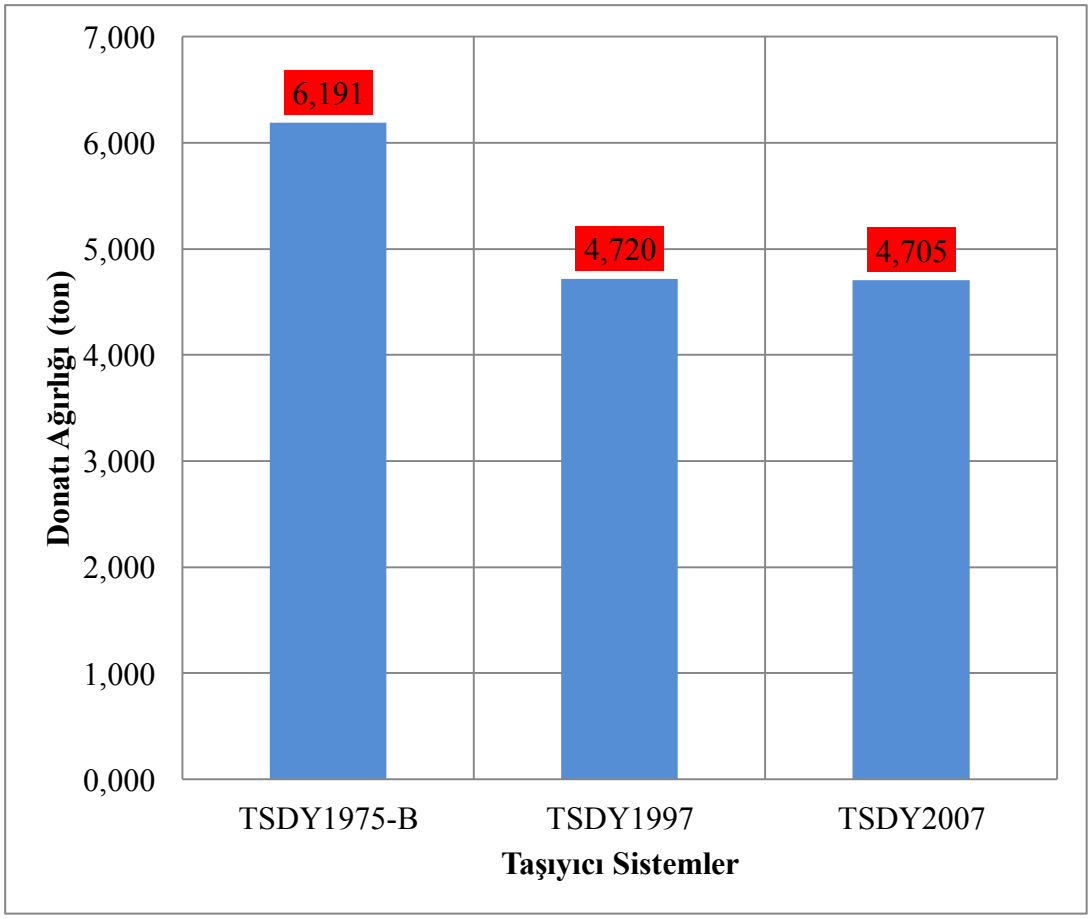


Şekil 5.11 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kat kolon ve perde toplam beton hacmi metrajları.

Çizelge 5.11'e bakıldığında beklendiği üzere her üç taşıyıcı sistemin zemin kat perde elemanlarının toplam beton hacmi, kolon beton hacimlerinden daha fazla çıkmıştır. Ayrıca Şekil 5.11'de da gösterildiği gibi bu üç taşıyıcı sistemin zemin kat kolon ve perde elemanlarının toplam beton hacmi, en fazla aynı değere sahip olan TSDY1997 ile TSDY2007'de çıkmıştır. Bu iki taşıyıcı sistemin ortak zemin kat kolon ve perde elemanlarının toplam beton hacmi değeri, TSDY1975-B'de çıkan değerden 7.994 m^3 (% 22.5) daha fazladır.

Çizelge 5.12 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kat kolon ve perde toplam donatı ağırlığı metrajı.

Zemin Kat Kolon ve Perde Donatı Ağırlığı Metrajı	**Taşıyıcı Sistemler**		
	TSDY1975-B	**TSDY1997**	**TSDY2007**
Kolon(ton)	1.600	2.256	2.242
Perde(ton)	4.591	2.464	2.464
Toplam (ton)	**6.191**	**4.720**	**4.705**



Şekil 5.12 : TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin zemin kat kolon ve perde toplam donatı ağırlığı metrajları.

Çizelge 5.12'ye bakıldığında, her üç taşıyıcı sistemin zemin kat perde elemanlarının toplam donatı ağırlığı kolon toplam donatı ağırlığından daha fazla çıkmıştır. Ayrıca Şekil 5.12'de de gösterildiği gibi bu üç taşıyıcı sistemin zemin kat kolon ve perde elemanlarının toplam donatı ağırlığı en fazla TSDY1975-B'de çıkmıştır. Bu taşıyıcı sistemin zemin kat kolon ve perde elemanlarının toplam donatı ağırlığı, TSDY1997'de çıkan değerden 1.471 ton (%31.2) ve TSDY2007'de çıkan değerden 1.486 ton (%31.6) daha fazladır.

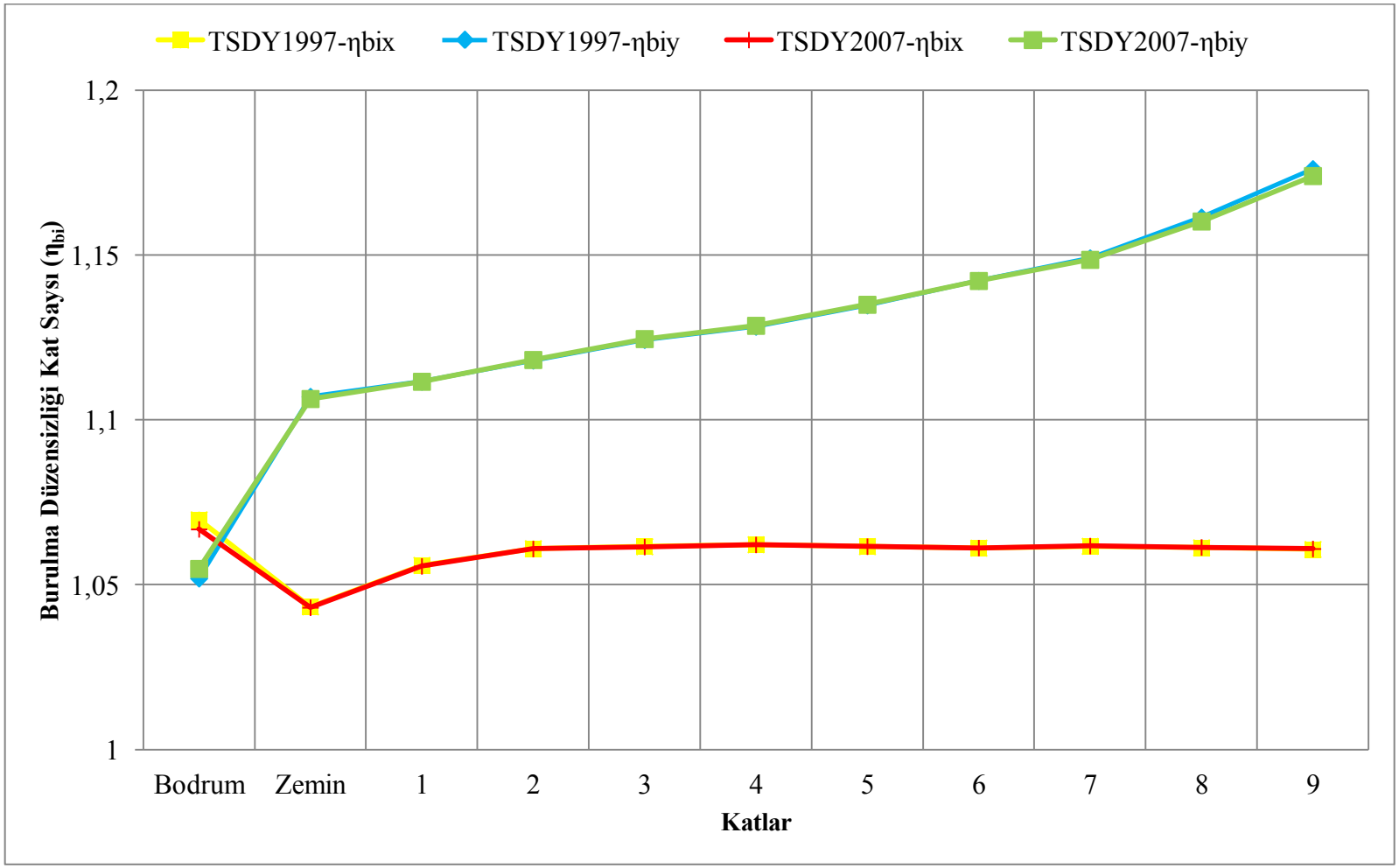
5.2.5 TSDY1997 ile TSDY2007'nin burulma düzensizliği katsayısı (η_{bi}) değerlerinin karşılaştırılması

Yapıların düzensizlik kontrolleri, sadece 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde mevcut olduğu için TSDY1997 ve TSDY2007'nin ilgili yönetmelikler doğrultusunda, her katının x ve y doğrultularına göre burulma düzensizliği katsayısı (η_{bi}) değerleri, Çizelge 5.13'te verilmiş ve grafiksel olarak Şekil 5.13'te sunulmuştur.

Çizelge 5.13 : TSDY1997 ve TSDY2007'nin burulma düzensizliği katsayıları.

Katlar	**Burulma Düzensizliği Katsayıları (η_{bix} ve η_{biy})**			
	η_{bix}	η_{biy}	η_{bix}	η_{biy}
	Taşıyıcı Sistemler			
	TSDY1997		TSDY2007	
9	1.061	1.176	1.061	1.174
8	1.061	1.161	1.061	1.160
7	1.062	1.149	1.062	1.149
6	1.061	1.142	1.061	1.142
5	1.062	1.135	1.062	1.135
4	1.062	1.128	1.062	1.129
3	1.062	1.124	1.062	1.125
2	1.061	1.118	1.061	1.118
1	1.056	1.112	1.056	1.112
Zemin	1.043	1.107	1.043	1.106
Bodrum	1.070	1.052	1.067	1.055

Çizelge 5.13 ve Şekil 5.13'e bakıldığında, TSDY1997 ile TSDY2007'nin her katının x ve y doğrultuları için hesap edilen burulma düzensizliği katsayısı değerleri (η_{bix} ve η_{biy}), kat ve doğrultuya bağlı karşılaştırmalar yapıldığında, karşılaştırmalar arasında herhangi bir belirgin farkın ortaya çıkmadığı görülmüştür. Bunun yanı sıra Şekil 5.13'teki grafiksel gösterimden her iki taşıyıcı sistemin ilgili doğrultudaki değerlerinin üst üstte düştüğü görülmektedir.



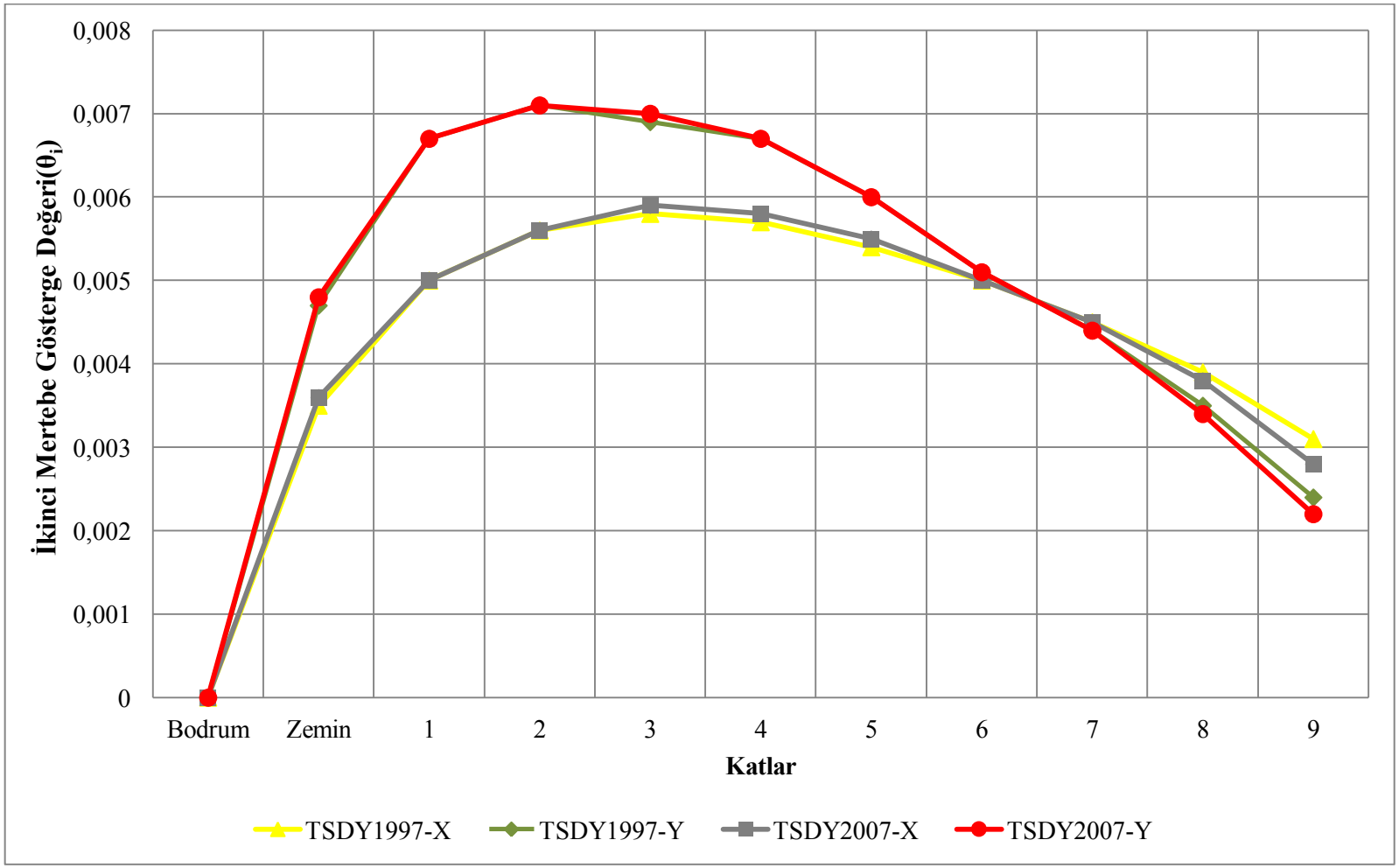
Şekil 5.13 : TSDY1997 ve TSDY2007'nin burulma düzensizliği katsayıları.

5.2.6 TSDY1997 ile TSDY2007'nin ikinci mertebe gösterge değeri (θ_i) değerlerinin karşılaştırılması

Yapıların ikinci mertebe etkileri, sadece 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde ele alındığı için TSDY1997 ve TSDY2007'nin ilgili yönetmelikler doğrultusunda, her katının x ve y doğrultularına göre ikinci mertebe gösterge değerleri (θ_{ix} ve θ_{iy}), Çizelge 5.14'te verilmiş ve grafiksel olarak Şekil 5.14'te sunulmuştur.

Çizelge 5.14 : TSDY1997 ve TSDY2007'nin ikinci mertebe gösterge değerleri.

Katlar	**İkinci Mertebe Gösterge Değerleri (θ_{ix} ve θ_{iy})**			
	θ_{ix}	θ_{iy}	θ_{ix}	θ_{iy}
	Taşıyıcı Sistemler			
	TSDY1997		TSDY2007	
9	0.00307	0.00242	0.00278	0.00225
8	0.00391	0.00347	0.00380	0.00341
7	0.00451	0.00440	0.00447	0.00439
6	0.00500	0.00513	0.00501	0.00514
5	0.00543	0.00595	0.00547	0.00597
4	0.00574	0.00666	0.00578	0.00669
3	0.00580	0.00693	0.00585	0.00696
2	0.00560	0.00711	0.00564	0.00714
1	0.00495	0.00668	0.00500	0.00672
Zemin	0.00353	0.00474	0.00356	0.00481
Bodrum	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000



Şekil 5.14 : TSDY1997 ve TSDY2007'nin ikinci mertebe gösterge değerleri.

Çizelge 5.14 ve Şekil 5.14'e bakıldığında, her iki taşıyıcı sistemin hem x doğrultusundaki hem de y doğrultusundaki ikinci mertebe gösterge değeri (θ_i)'ler, kat ve doğrultuya bağlı incelendiğinde aralarında önemsenmeyecek kadar farklar olduğu görülmektedir. Aynı zamanda her iki taşıyıcı sistem içinde zemin kat ile 5.katın arasında y doğrultusuna göre hesaplanan değerlerin x doğrultusuna göre hesaplanan değerlerden daha fazla olduğu görülmektedir. 6.katta bu değerler arasındaki bu farkın kapandığı, sonraki katlarda x doğrultusuna göre hesaplanan değerlerin y doğrultusuna göre hesaplanan değerlerden daha fazla olduğu görülmektedir.

5.3 TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin Deprem Hesap Sonuçlarının Karşılaştırılması

Çalışma kapsamında ele alınan betonarme yapı üzerinde oluşturulan ve özellikleri önceden belirtilen bütün taşıyıcı sistemlerin deprem hesaplarına bağlı olarak elde edilen bazı sonuçlar, bu bölümde karşılaştırılarak verilmiştir.

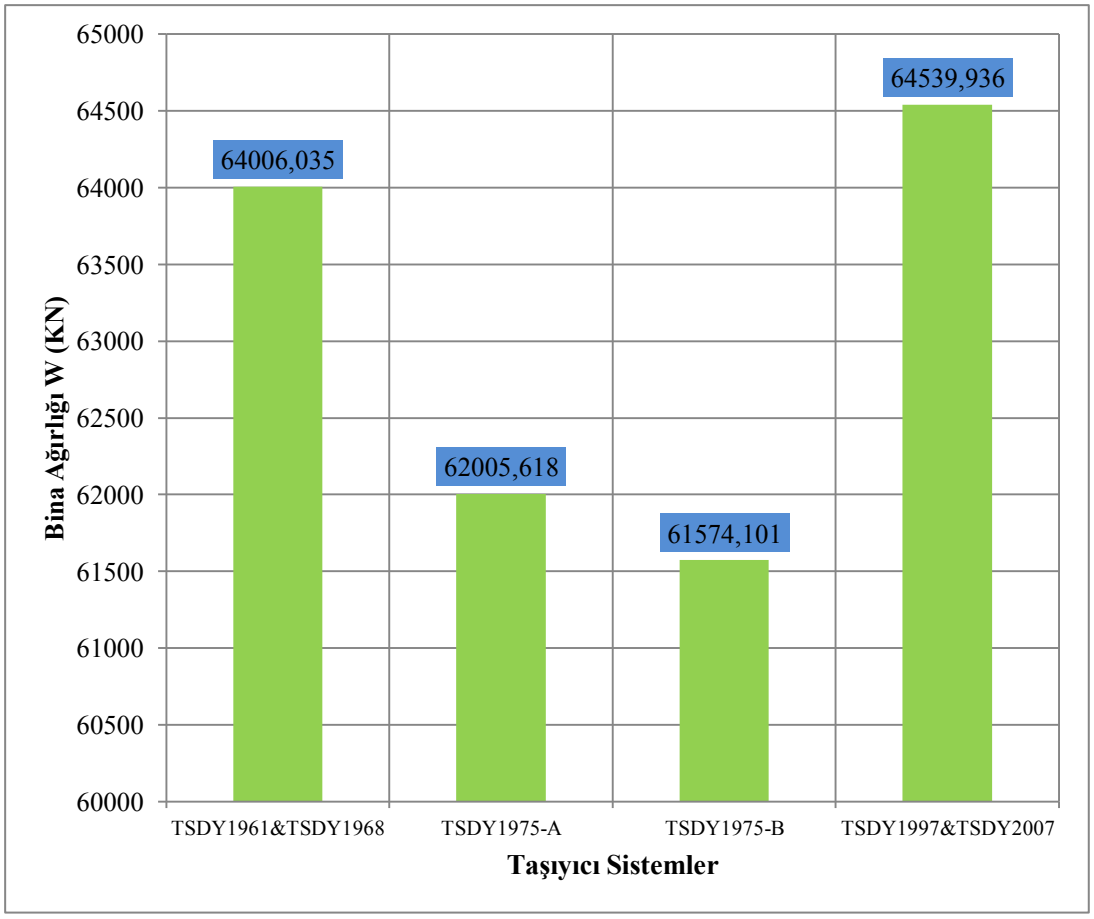
5.3.1 TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin bina ağırlıklarının karşılaştırılması

Bütün taşıyıcı sistemlerin taşıyıcı elemanlarındaki enkesit boyutlarına, içerdikleri duvar alanlarına metraj değerlerine ve ilgili yönetmeliklerindeki hareketli yük katılım oranlarına bağlı olarak bina ağırlıkları Çizelge 5.15'te verilmiş, grafiksel olarak ise Şekil 5.15'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.15 ve Şekil 5.15'te aynı bina ağırlığına sahip TSDY1961 ile TSDY1968 ve TSDY1997 ile TSDY2007 ortak değerler altında gösterilmiştir.

Çizelge 5.15 : Taşıyıcı sistemlerin bina ağırlıkları.

Bina Ağırlığı (W) (KN)	**Taşıyıcı Sistemler**			
	TSDY1961 TSDY1968	TSDY1975-A	TSDY1975-B	TSDY1997 TSDY2007
	64006.035	62005.618	61574.101	64539.936



Şekil 5.15 : Taşıyıcı sistemlerin bina ağırlıkları.

Çizelge 5.15 ve Şekil 5.15'e bakıldığında bütün taşıyıcı sistemler arasında toplam bina ağırlığının en büyük değerinin aynı değere sahip olan TSDY1997 ile TSDY2007'de ve en küçük değerinin TSDY1975-B'de oluştuğu görülmektedir.

TSDY1997 ile TSDY2007'nin bina ağırlığı TSDY1961 ile TSDY1968'in bina ağırlığından 533.901 KN (%0.8) TSDY1975-A'nın bina ağırlığından 2534.318 KN (%4.1) ve TSDY1975-B'nin bina ağırlığından 2965.835 KN (%4.8) daha fazladır.

5.3.2 TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin periyot değerlerinin karşılaştırılması

Bütün taşıyıcı sistemlerin ilgili oldukları yönetmeliklerdeki periyot hesap yöntemlerinden elde edilen x ve y doğrultularındaki birinci doğal titreşim periyotları (FT_{x1} ve FT_{y1}), Çizelge 5.16'da verilmiş ve grafiksel olarak ise Şekil 5.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.16 ve Şekil 5.16'da aynı periyot değerlerine sahip TSDY1997 ile TSDY2007 ortak değerler altında gösterilmiştir.

Çizelge 5.16 : Taşıyıcı sistemlerin x ve y doğrultularına ait birinci titreşim periyotları

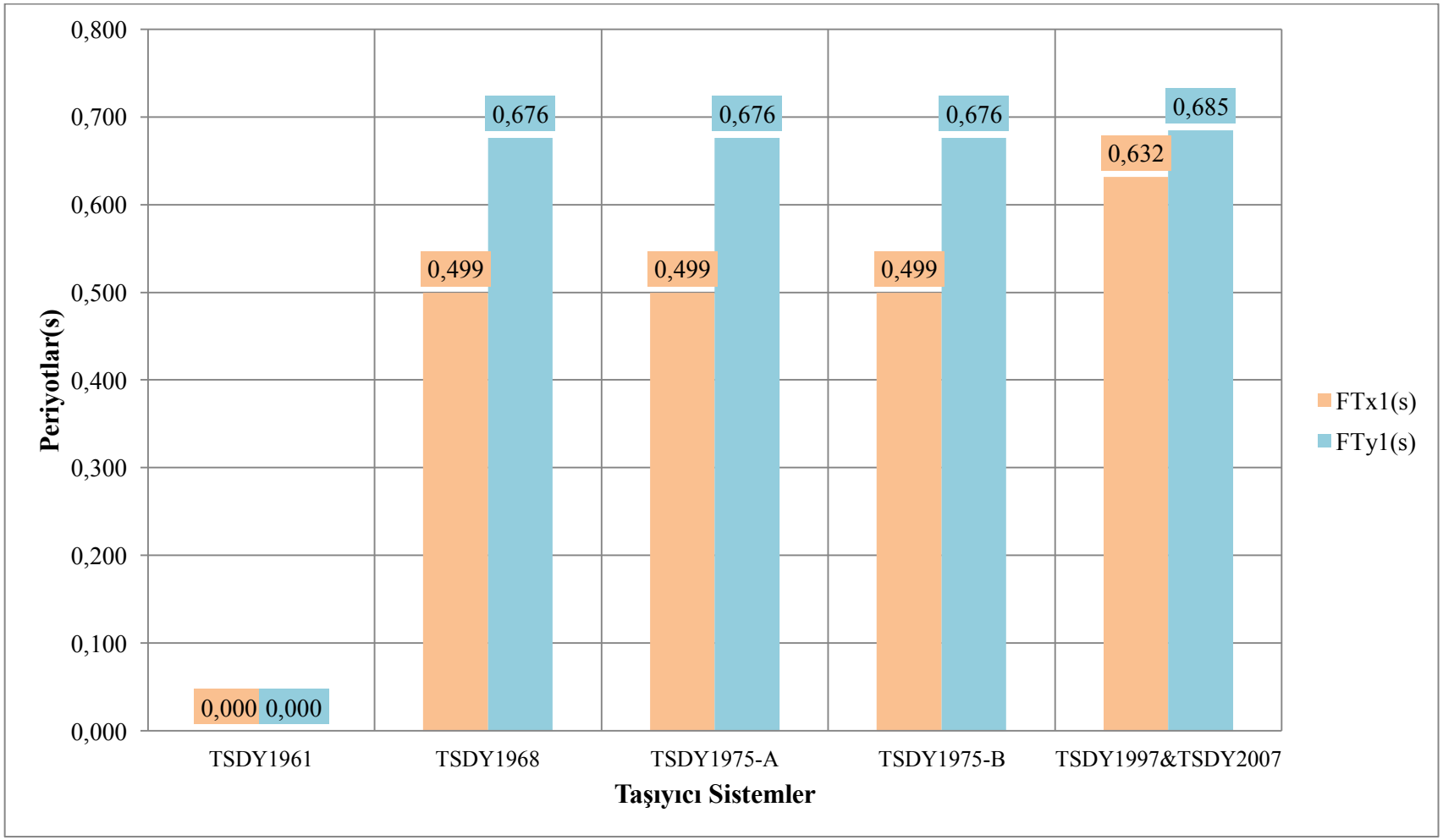
Periyotlar	**Taşıyıcı Sistemler**				
	TSDY1961	TSDY1968	TSDY1975-A	TSDY1975-B	TSDY1997 TSDY2007
$FT_{x1}(s)$	0	0.499	0.499	0.499	0.632
$FT_{y1}(s)$	0	0.676	0.676	0.676	0.685

Çizelge 5.16 ve Şekil 5.16'ya bakıldığında, bütün modeller için ilgili yönetmeliklerdeki periyot hesap yöntemlerinden elde edilen x ve y doğrultularındaki en uzun birinci doğal titreşim periyotları değerlerinin aynı değerlere sahip olan TSDY1997 ile TSDY2007'ye ait olduğu görülmüştür.

TSDY1968, TSDY1975-A ve TSDY1975-B için elde edilen periyot değerlerinin ilgili oldukları doğrultuya göre karşılaştırıldığında aralarında herhangi bir fark olmadığı gözlenmiştir.

Çizelge 5.16 ve Şekil 5.16'ya bakıldığında TSDY1997 ile TSDY2007'nin x doğrultusuna göre birinci doğal titreşim periyot değeri, TSDY1968, TSDY1975-A ve TSDY1975-B x doğrultusundaki birinci doğal titreşim periyot değerlerinden yaklaşık %26.7 oranında daha fazladır. TSDY1997 ile TSDY2007'nin y doğrultusuna göre birinci doğal titreşim periyot değeri, TSDY1968, TSDY1975-A ve TSDY1975-B y doğrultusundaki birinci doğal titreşim periyot değerlerinden yaklaşık %1.3 oranında daha fazladır.

1961 Deprem Yönetmeliğinde herhangi bir periyot hesabı bulunmadığı için TSDY1961'nin herhangi bir doğrultusu için periyot değeri hesaplanmamıştır. Bu yüzden TSDY1961 yukarıda bahsedilen karşılaştırmalara dâhil edilmemiştir.



Şekil 5.16 : Taşıyıcı sistemlerin x ve y doğrultularına ait birinci titreşim periyotları.

5.3.3 TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin deprem taban kesme kuvveti ile bina ağırlık oranlarının karşılaştırılması

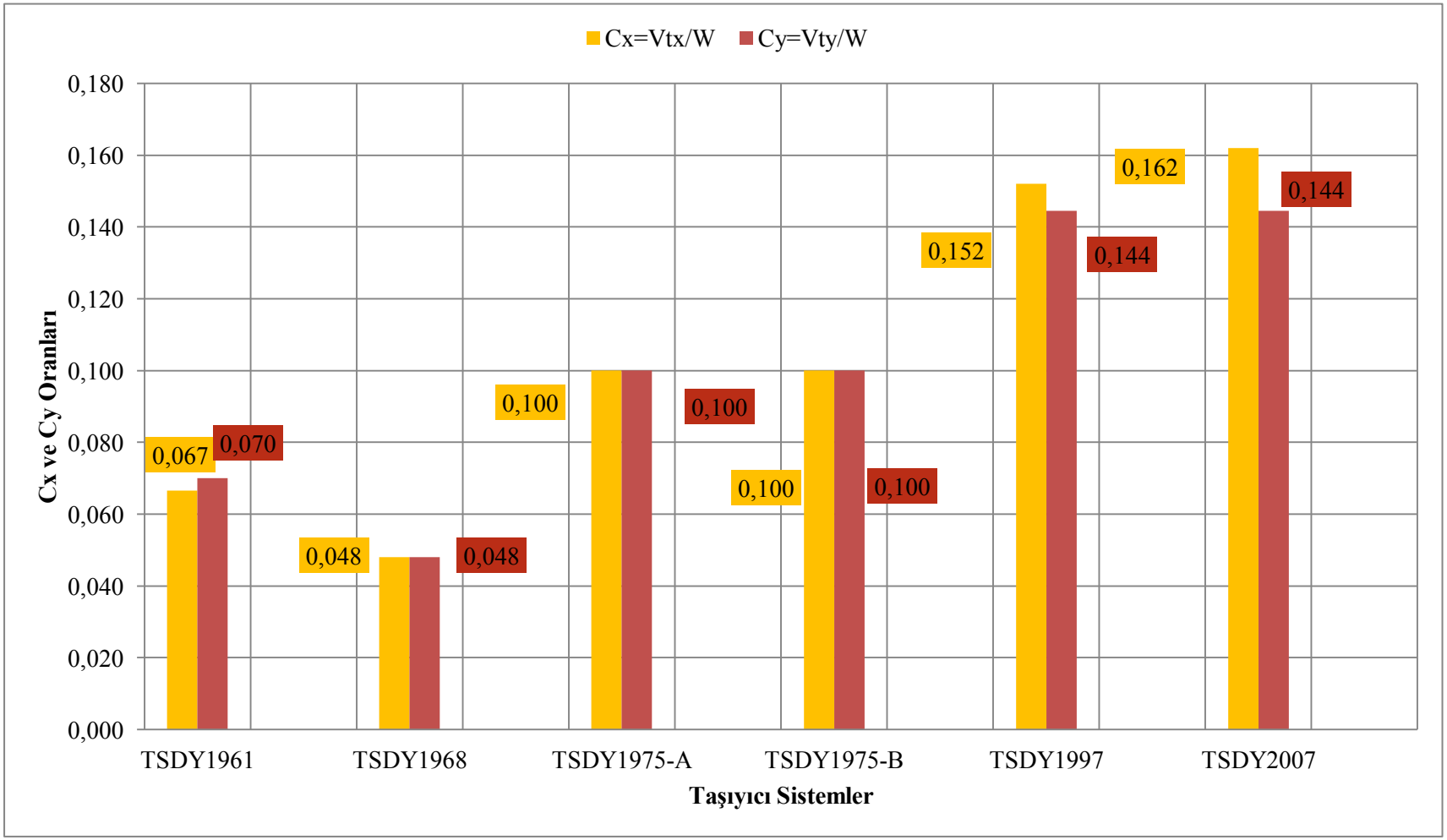
Bütün taşıyıcı sistemlerin ilgili oldukları deprem yönetmeliklerdeki statik yöntemler ile hesaplanan x ve y doğrultularındaki deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx} ve V_{ty}) ile bina ağırlıkları arasındaki oranlar (C_x ve C_y) Çizelge 5.17'de verilmiştir. Ayrıca elde edilen bu oranlar (C_x ve C_y), bütün taşıyıcı sistemler için Şekil 5.17'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.16 ve Şekil 5.16'ya bakıldığında, elde edilen x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx}) ile bina ağırlığı oranları (C_x)'in en fazla TSDY2007'de ve en az ise TSDY1968'de oluştuğu görülmektedir. TSDY2007'de elde edilen x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx}) ile bina ağırlığı oranı (C_x) TSDY1961'de elde edilen x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx}) ile bina ağırlığı oranı (C_x)'ten %141.8, TSDY1968'de elde edilen x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx}) ile bina ağırlığı oranı (C_x)'ten %237.5, TSDY1975-A ile TSDY1975-B'de aynı değerde elde edilen x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx}) ile bina ağırlığı oranı (C_x)'ten %62 ve TSDY1997'de elde edilen x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx}) ile bina ağırlığı oranı (C_x)'ten %6.6 daha fazladır.

Çizelge 5.16 ve Şekil 5.16'ya bakıldığında, elde edilen y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvetleri (V_{ty}) ile bina ağırlığı oranları (C_y)'in en fazla aynı değerdeki TSDY1997 ile TSDY2007'de ve en az ise TSDY1968'de oluştuğu görülmektedir. TSDY1997 ile TSDY2007'de aynı değerde elde edilen y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvetleri (V_{ty}) ile bina ağırlığı oranı (C_y) TSDY1961'de oluşan elde edilen y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvetleri (V_{ty}) ile bina ağırlığı oranı (C_y)'den %105.7, TSDY1968'de elde edilen y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvetleri (V_{ty}) ile bina ağırlığı oranı (C_y)'den %200 ve TSDY1975-A ile TSDY1975-B'de aynı değerde elde edilen x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvetleri (V_{ty}) ile bina ağırlığı oranı (C_y)'den %44 ve daha fazladır.

Çizelge 5.17 : Taşıyıcı sistemlerin deprem taban kesme kuvvetleri (V_x ve V_y) ile bina ağırlığı (W) arasındaki oranları (C_x ve C_y).

Bina Ağırlığı (W) (KN)	**Taşıyıcı Sistemler**					
	TSDY1961	TSDY1968	TSDY1975-A	TSDY1975-B	TSDY1997	TSDY2007
	64006.035	64006.035	62005.618	61574.101	64539.936	64539.936
X Doğrultusundaki Deprem Taban Kesme Kuvveti (V_{tx}) (KN)	4260.868	3071.169	6200.562	6157.410	9808.294	10456.868
Y Doğrultusundaki Deprem Taban Kesme Kuvveti (V_{ty}) (KN)	4450.907	3071.169	6200.562	6157.410	9322.703	9322.703
$C_x=V_{tx}/W$	0.067	0.048	0.100	0.100	0.152	0.162
$C_{y=}V_{ty}/W$	0.070	0.048	0.100	0.100	0.144	0.144



Şekil 5.17 : Taşıyıcı sistemlerin deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx} ve V_{ty}) ile bina ağırlığı (W) arasındaki oranları (C_x ve C_y)

6. SONUÇLAR

"Betonarme Bir Binanın Davranışının Eski ve Güncel Tasarım Yönetmeliklerine Göre İncelenmesi" adlı tez çalışmasında, betonarme bir yapının, betonarme yapı tasarımı üzerine Türkiye'de şimdiye kadar çıkarılmış yönetmelikler ve şartnameler çerçevesinde taşıyıcı sistemleri oluşturulmuştur. Bu amaçla ele alınan betonarme yapı, 1 bodrum, 1 zemin ve 9 normal kat olmak üzere toplam 11 katlıdır. Bu yapının kat yüksekliği 2.8 m'dir. Oluşturulan bütün taşıyıcı sistemler, planda Y doğrultusuna göre simetrik yerleştirilmiş ve bu taşıyıcı sistemlerin türü perde + çerçeve olarak seçilmiştir.

Aynı mimariye sahip yapı üzerinden toplam 6 taşıyıcı sistem oluşturulmuştur. Bu taşıyıcı sistemler, deprem yönetmeliklerindeki farklılıkları incelemek için üçerli gruplara ayrılmıştır. İlk grupta 1961 Deprem Yönetmeliği ile TKİC/1967 şartnamesine göre TSDY1961 olarak adlandırılan, 1968 Deprem Yönetmeliği ile TKİC/1967 şartnamesine göre TSDY1968 olarak adlandırılan ve 1975 Deprem Yönetmeliği ile TS500/Nisan1984 şartnamesine göre TSDY1975-A olarak adlandırılan taşıyıcı sistemler oluşturulmuştur. İkinci grupta ise 1975, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmelikleri ile TS500/Nisan1984 ve TS500/Şubat2000 şartnamelerine göre 3 adet taşıyıcı sistem oluşturulmuştur. Bu taşıyıcı sistemler TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 olarak adlandırılmıştır.

İlk grupta TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerin ilgili oldukları 1961, 1968 ve 1975 Deprem Yönetmeliklerindeki esaslara göre deprem hesapları yapılmıştır. Söz konusu üç taşıyıcı sistemin beton ve donatı sınıfları birbiriyle aynıdır (günümüz koşullarındaki C14 beton ve S220 çelik sınıfına karşı gelmektedir). Bu üç taşıyıcı sistemin döşeme, kiriş, kolon ve perde enkesit özellikleri birbiriyle aynıdır.

İkinci grupta TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerin ilgili oldukları 1975, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre deprem hesapları yapılmıştır. Ayrıca bu taşıyıcı sistemlerin zemin kat bütün taşıyıcı elemanlarının betonarme hesapları ilgili oldukları yönetmelikler ve şartnameler

doğrultusunda yapılmıştır. Betonarme tasarım söz konusu olduğu için ilgili yönetmelik ve şartnamelere uygun olarak bu üç taşıyıcı sistemin beton sınıfı C20 ve donatı çeliği S420 seçilmiştir. Bu duruma ilave olarak, üç taşıyıcı sistemin taşıyıcı elemanlarının enkesit özellikleri ortak seçilmemiştir. Sadece 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde tasarım açısından birbirine göre çok fark olmadığı için TSDY1997 ile TSDY2007'nin bütün döşeme, kiriş, kolon ve perde enkesit özellikleri aynıdır. TSDY1975-B'nin taşıyıcı elemanlarının enkesit özellikleri ise TSDY1997 ile TSDY2007'deki taşıyıcı elemanların enkesit özelliklerinden farklıdır.

Oluşturulan bütün taşıyıcı sistemlerin modelleri döşemeler hariç, kiriş, kolon ve perde elemanlar SAP2000 V14.2'de modelleri oluşturulmuştur. Sadece döşemelerden gelen düşey yükler, kırılma çizgisi yöntemiyle perde + çerçeve halindeki modellere aktarılmıştır. Her bir taşıyıcı sistemin modelindeki kirişler tablalı kiriş enkesit özelliğinde modellenmiştir. Bu yüzden modellemelerdeki kiriş enkesit özellikleri, taşıyıcı sistemin ilgili olduğu şartnamedeki tablalı kiriş koşullarına bağlı olarak belirlenmiştir.

- **İlk gruptaki taşıyıcı sistemlerin periyot sonuçları**

İlk gruptaki taşıyıcı sistemlerin SAP2000 V14.2'de yapılan modellemelerinden hareketle modal analiz ile 1. doğal titreşim periyot değerlerinin hesaplanmıştır. TSDY1961 ile TSDY1968 için T_{1x}=0.625 s ve T_{1y}=0.743 s; TSDY1975-A için T_{1x}=0.626 s ve T_{1y}=0.742 s değerleri bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda, TKİC/1967 ile TS500/Nisan1984'teki tablalı kiriş koşullarının arasındaki farklılıkların dinamik analiz sonuçlarına fazla etki etmediği görülmektedir.

Ayrıca bu grupta yer alan TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın amprik bağıntılardan elde edilen periyot değerleri ile modal analizden elde edilen periyot değerleri birbiriyle karşılaştırımıştır.

TSDY1968'in x doğrultusundaki doğal titreşim periyodunun gerçek değeri, ampirik bağıntıdan elde edilen değerden %25.3 ve y doğrultusundaki doğal titreşim periyodunun gerçek değeri ampirik bağıntıdan elde edilen değerden %9.9 daha büyük olduğu görülmüştür.

TSDY1975-A'nın x doğrultusundaki doğal titreşim periyodunun gerçek değerinin ampirik bağıntıdan elde edilen değerden %25.3 ve y doğrultusundaki doğal titreşim

periyodunun gerçek değerinin ampirik bağıntıdan elde edilen değerden %9.8 daha büyük olduğu görülmüştür.

Yapılan bu karşılaştırmaların sonuçlarına bakılarak TSDY1968 ile TSDY1975-A'nın hem modal analizden hem ampirik bağıntıdan elde edilen periyot değerleri birbirine eşit olduğu görülmüştür. 1968 Deprem Yönetmeliği ile 1975 Deprem Yönetmeliklerindeki periyot hesaplamak için kullanılan ampirik bağıntıların aynı olduğu çalışma kapsamında belirtilmiştir. Buna bağlı olarak iki yönetmeliğin kullanıldığı süre zarfında bu yönetmeliklerdeki periyot hesaplama yöntemlerinin gelişmediği görülmüştür.

- **İlk gruptaki taşıyıcı sistemlerin deprem hesaplarının sonuçları**

Bu üç taşıyıcı sistemin x ve y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti (V_{tx} ve V_{ty}) değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında bu gruptaki taşıyıcı sistemler içerisinde x ve y doğrultusunda depremden oluşan taban kesme kuvveti (V_{tx} ve V_{ty}) değerleri en fazla TSDY1975-A'da oluşmaktadır.

TSDY1975-A'nın x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti değeri (V_{tx}), TSDY1961'in x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti değeri (V_{tx})'ten %45.5 ve TSDY1968'in x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti değeri (V_{tx})'ten %101.2 daha fazladır.

TSDY1975-A'nın y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti değeri (V_{ty}), TSDY1961'in y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti değeri (V_{ty})'den %38.3 ve TSDY1968'in y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti değeri (V_{ty})'den %101.2 daha fazladır.

Ayrıca bu grupta yer alan TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın amprik bağıntılardan elde edilen periyot değerleri ile modal analizden elde edilen periyot değerlerine bağlı olarak hesap edilen deprem taban kesme kuvvet değerleri karşılaştırılmıştır.

TSDY1968'in x doğrultusundaki modal analizden elde edilen periyot değerine göre elde edilen taban kesme kuvveti ampirik formülle hesaplanan periyot değerine göre elde edilen taban kesme kuvvetinin yaklaşık olarak %80'idir.

TSDY1968'in y doğrultusundaki modal analizden elde edilen periyot değerine göre elde edilen taban kesme kuvveti ampirik formülle hesaplanan periyot değerine göre elde edilen taban kesme kuvvetinin yaklaşık olarak %90'ıdır.

TSDY1975-A'nın x ve y doğrultusundaki modal analizden elde edilen periyot değerlerine göre elde edilen taban kesme kuvvetleri ile ampirik formülle hesaplanan periyot değerlerine göre elde edilen taban kesme kuvvetleri aralarında herhangi bir fark olmadığı görülmüştür.

- **İkinci gruptaki taşıyıcı sistemlerin periyot sonuçları**

İkinci gruptaki taşıyıcı sistemlerin SAP2000 V14.2'de yapılan modellemelerinden hareketle yapılan modal analiz ile 1. doğal titreşim periyot değerleri bulunmuştur. TSDY1975-B için T_{1x}=0.663 s ve T_{1y}=0.769 s; TSDY1997 ile TSDY2007 için T_{1x}=0.632 s ve T_{1y}=0.685 s değerleri bulunmuştur. TS500/Nisan1984 ile TS500/Şubat2000'deki tablalı kiriş enkesit koşulları arasında herhangi bir fark olmadığı için her taşıyıcı sistemin SAP2000 V14.2'deki modellerinde aynı kiriş enkesit özellikleri girilmiştir. Bu yüzden x ve y doğrultusundaki 1. doğal titreşim periyot sonuçlarına bakıldığında, TSDY1997 ile TSDY2007'nin her iki doğrultuda TSDY1975-B'ye göre daha rijit olduğu söylenebilir. Bunun yanında TSDY1997 ile TSDY2007'nin her katının kütlesinin TSDY1975-B'nin her katının kütlesinden daha fazla olması durumu bir önceki düşünceyi kuvvetlendirmektedir.

Ayrıca bu grupta yer alan TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin ilgili oldukları deprem yönetmeliklerindeki bağıntılardan elde edilen periyot değerleri ile modal analizden elde edilen periyot değerleri birbiriyle karşılaştırımıştır.

TSDY1975-B'nin x doğrultusundaki doğal titreşim periyodunun modal analizinden elde edilen değerinin ampirik bağıntıdan elde edilen değerden %32.9 ve y doğrultusundaki doğal titreşim periyodunun modal analizinden elde edilen değerinin ampirik bağıntıdan elde edilen değerden %13.8 daha büyük olduğu görülmüştür.

TSDY1997 ve TSDY2007'nin x ve y doğrultusundaki doğal titreşim periyodunun gerçek değerleri ile Rayleigh Yöntemi ile elde edilen değerleri arasında fark yoktur.

Yapılan bu karşılaştırmaların sonuçlarına bakılarak 1975 Deprem Yönetmeliği ile 1997 Deprem Yönetmeliği kullanıldığı süre zarfında bu yönetmeliklerdeki periyot hesaplama yöntemlerinin gelişme gösterdiği görülmüştür. Özellikle hem 1997 Deprem Yönetmeliğinde hem de 2007 Deprem Yönetmeliğindeki Rayleigh Yöntemi ile hesaplanan herhangi bir periyot değeri literatüre göre gerçek periyot değeridir.

- **İkinci gruptaki taşıyıcı sistemlerin deprem hesaplarının sonuçları**

Bu üç taşıyıcı sistemin x ve y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvveti (V_{tx} ve V_{ty}) değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx} ve V_{ty}), TSDY1975-B'de aynı değerde; TSDY1997 ile TSDY2007'de farklı değerlerde oluşmaktadır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında bu gruptaki taşıyıcı sistemler içerisinde x doğrultusunda depremden oluşan taban kesme kuvveti (V_{tx}) değeri en fazla TSDY2007'de oluşmaktadır. Bu gruptaki taşıyıcı sistemler içerisinde y doğrultusunda depremden oluşan taban kesme kuvveti (V_{ty}) değeri en fazla TSDY1997 ile TSDY2007'de aynı değerde oluşmaktadır.

TSDY2007'de elde edilen x doğrultusunda depremden oluşan taban kesme kuvveti (V_{tx}) değeri TSDY1975-B'nin x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{tx})'ten %69,8 ve TSDY1997'nin x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{tx})'ten %6.6 daha fazladır.

TSDY1997 ile TSDY2007'de aynı değerde elde edilen y doğrultusunda depremden oluşan taban kesme kuvveti (V_{tx}) değeri TSDY1975-B'nin y doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet değeri (V_{ty})'ten %51.4 daha fazladır.

Ayrıca bu grupta yer alan TSDY1975-B'nin amprik bağıntılardan elde edilen periyot değerleri ile modal analizden elde edilen periyot değerlerine bağlı olarak hesap edilen deprem taban kesme kuvvet değerleri karşılaştırılmıştır.

TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007'nin ilgili yönetmelikler ve şartnameler doğrultusunda, zemin kat bütün taşıyıcı elemanlarının betonarme hesapları yapılmıştır. Yapılan betonarme hesaplardan elde edilen tasarım sonuçlarından sadece kolon ve perde elemanlarının beton ve donatı metraj sonuçları çalışma kapsamında karşılaştırılmıştır.

- **İkinci gruptaki taşıyıcı sistemlerin metraj sonuçları**

Daha önce belirtildiği gibi bu gruptaki taşıyıcı sistemlerin sadece zemin kat kolon ve perde elemanlarının toplam beton hacim ve donatı ağırlığı metraj sonuçları çıkarılmıştır. Elde edilen metraj sonuçları çalışma kapsamında karşılaştırılmıştır

Beton miktarının metraj sonuçlarının karşılaştırılmasında TSDY1997 ile TSDY2007'nin zemin kat düşey elemanlarının toplam beton miktarının TSDY1975-B'nin zemin kat düşey elemanlarının toplam beton miktarından daha fazla olduğu

görülmüştür. Bu durumun sebebi, 1997 ile 2007 Deprem Yönetmeliğindeki kolon ve perde elemanlarının kesit özellikleri belirleme koşullarının 1975 Deprem Yönetmeliğindeki kolon ve perde elemanlarının boyut özellikleri belirleme koşullarından daha kapsamlı olmasıdır. Bu gruptaki taşıyıcı sistemlerin içerisinde zemin kat kolon ve perde elemanlarının toplam beton hacmi, en fazla aynı değere sahip olan TSDY1997 ile TSDY2007'de çıkmıştır. Bu iki taşıyıcı sistemin ortak zemin kat kolon ve perde elemanlarının toplam beton hacmi değeri, TSDY1975-B'de çıkan değerden %22.5 daha fazladır.

Birinci ve ikinci gruptaki taşıyıcı sistemlerin bina ağırlık sonuçları

Her iki gruptaki TSDY1961, TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 olarak adlandırılan taşıyıcı sistemlerin bina ağırlık (W) değerleri hesaplanmış ve çalışma kapsamında karşılaştırılmıştır. Bütün taşıyıcı sistemler arasında toplam bina ağırlığı (W), en fazla aynı ağırlıktaki olan TSDY1997 ile TSDY2007'de; en az TSDY1975-B'de görülmektedir.

Birinci ve ikinci gruptaki taşıyıcı sistemlerin periyot sonuçları

Her iki grupta bulunan TSDY1968, TSDY1975-A, TSDY1975-B, TSDY1997 ve TSDY2007 için ilgili oldukları yönetmeliklerdeki periyot hesap yöntemlerinden elde edilen x ve y doğrultularındaki birinci doğal titreşim periyotları (FT_{x1} ve FT_{y1}) değerleri hesaplanmıştır (1961 Deprem Yönetmeliğinde periyot hesabı bulunmadığı için TSDY1961'in FT_{x1} ve FT_{y1} periyot değerleri hesaplanamamıştır). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde TSDY1968, TSDY1975-A ve TSDY1975-B'nin x ve y doğrultularındaki birinci doğal titreşim periyotları (FT_{x1} ve FT_{y1}) birbirinin aynı olduğu gözlenmektedir. Bu durumun sebepleri olarak 1968 ile 1975 Deprem Yönetmeliklerindeki ampirik periyot formüllerinin birbirinin aynı olması ve bu ampirik bağıntıların sadece yapının yüksekliği ile plan geometrisine bağlı olmasıdır. 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerindeki periyot hesap yöntemleri gelişim göstermiştir. Özellikle bu yönetmeliklerdeki Rayleigh Yöntemi ile hesaplanan periyot değeri literatüre göre gerçek periyot değeri ile aynı olmaktadır. Zaten TSDY1997 ile TSDY2007 için hesaplanan FT_{x1} ile T_{x1} ve FT_{y1} ile T_{y1} değerlerinin arasında herhangi bir fark görülmemiştir.

- **Birinci ve ikinci gruptaki taşıyıcı sistemlerin deprem taban kesme kuvvetlerinin bina ağırlığına oranlarına sonuçları**

Her iki gruptaki sistemlerin ilgili oldukları deprem yönetmeliklerdeki statik yöntemler ile hesaplanan x ve y doğrultularındaki deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx} ve V_{ty}) ile bina ağırlığı (W) arasındaki oranları (C_x ve C_y) hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Elde edilen x ve y doğrultularındaki deprem taban kesme kuvvetleri (V_{tx} ve V_{ty}) ile bina ağırlığı (W) oranları (C_x ve C_y)'nin en büyük değerini TSDY2007 aldığı görülmektedir. C_x ve C_y oranlarının en küçük değerini ise TSDY1968'de aldığı görülmektedir.

Bu bölümde yapılan karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında, TSDY1961'nin C_x ve C_y oranlarının TSDY1968'in C_x ve C_y oranlarından daha fazla olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak 1961 Deprem Yönetmeliğine göre depreme dayanıklı yapı tasarımı hesabında yarım rüzgâr yüklemesinin deprem kuvvetlerine ilave edilmesi ve bu durumun 1968 Deprem Yönetmeliğine göre depreme dayanıklı yapı tasarımı hesabında bulunmamasıdır.

1975 Deprem Yönetmeliğine göre tasarlanan taşıyıcı eleman malzeme ve enkesit özellikleri açısından birbirinden farklı olan TSDY1975-A ile TSDY1975-B'nin C_x ve C_y oranlarının birbirine göre eşit olduğu gözlenmiştir. Bu duruma bakılarak taşıyıcı sistemi oluşturan taşıyıcı elemanların malzeme ve enkesit özelliklerinin 1975 Deprem Yönetmeliğine göre depreme dayanıklı yapı tasarımı hesabına etkili olmadığı söylenebilir.

Yapılan karşılaştırmalar içerisinde TSDY1975-A ve TSDY1975-B'de elde edilen C_x ve C_y oranlarının TSDY1961 ve TSDY1968'de elde edilen C_x ve C_y oranlarından daha fazla olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak depreme dayanıklı yapı tasarımı hesabının 1975 Deprem Yönetmeliğinde büyük ölçüde gelişmeye başlamasıdır.

Yapılan karşılaştırmalar içerisinden bina ağırlığı, taşıyıcı eleman özellikleri ve malzeme özellikleri açısından birbirinin aynısı olan TSDY1997 ile TSDY2007 taşıyıcı sistemler için elde edilen C_x oranları birbirinden farklıdır; C_y oranları ise birbirinin aynısı olduğu gözlenmektedir. Aslında 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerindeki Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile deprem taban kesme kuvveti hesabı birbirinin aynısıdır (bu durumun her iki taşıyıcı sistem için elde edilen

C_y oranlarının birbirinin aynı olmasına bakılarak değerlendirilebilir). Fakat 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre depreme dayanıklı yapı tasarımı hesabında kullanılan sünekliği yüksek perde ve çerçeveli sistemler için taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R)'nin kontrolü birbirinden farklıdır. Bu yüzden TSDY1997 ile TSDY2007'nin x doğrultusundaki deprem taban kesme kuvvet (V_{tx}) değerleri birbirinden farklı çıkmıştır (bu durumun her iki taşıyıcı sistem için elde edilen C_x oranlarının birbirinden farklı olmasına bakılarak değerlendirilebilir).

- **Genel değerlendirme**

Sonuç olarak bu çalışmada 1961, 1968, 1975, 1997 ve 2007 yıllarında yürürlüğe giren Deprem Yönetmeliklerindeki depreme dayanıklı yapı tasarımını ilgilendiren hesaplamalardaki esaslar ve farklılıklar verilmiştir.

1961 Deprem Yönetmeliğindeki depreme dayanıklı yapı tasarlanırken, hesaplara dâhil edilen rüzgâr etkisi, sonraki deprem yönetmeliklerinde hesaplara dâhil edilmemiştir. 1968 Deprem Yönetmeliğinden itibaren yapıların deprem hesabında yapıların periyoduna dayalı deprem hesabı kullanılmaya başlanmıştır. Bu yüzden yönetmelikte ve bundan sonraki yönetmeliklerde yapıların periyodunu hesaplamak için bağıntılar ve formüller verilmiştir. Çalışmada incelenen bazı taşıyıcı sistemlerin 1968 ve 1975 Deprem Yönetmeliklerinde verilen bağıntılardan elde edilen periyot değerleri ile gerçek periyot değerleri arasında yaklaşık %10~%25 oranlarında farklılıklar görülmüştür. Bu durumlardan dolayı söz konusu taşıyıcı sistemlerin ampirik bağıntılardan elde edilen periyot değerleri ile gerçek periyot değerlerine bağlı olarak deprem taban kesme kuvvetleri arasında yaklaşık %0~%20 oranlarında farklılıklar görülmüştür.

1968 Deprem Yönetmeliğinden itibaren yapıların deprem hesabında yapıların periyoduna dayalı Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile deprem hesabı yapılmaya başlanmıştır. Bu yönteme göre katlara gelen deprem kuvvetlerine bağlı olarak yapıların katlarının geometrik merkezinde en az ±%5 dışmerkezlilikten oluşan burulma momentleri hesaplamalara dâhil edilmiştir. Bu yöntem, 1975 Deprem Yönetmeliğinde kullanılmaya devam edilmiş, 1997 Deprem Yönetmeliğinde ise bir takım sınırlamalar getirtilerek bazı yapılara uygulanmıştır. Günümüzde kullanılan 2007 Deprem Yönetmeliğinde ise bu durum 1997 Deprem Yönetmeliğindeki sınırlamalarla yapılara uygulanmaktadır.

Bilgisayar kullanımının yaygınlaşması ile 1997 Deprem Yönetmeliğinden itibaren Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi dışında Mod Birleştirme Yöntemi ile deprem hesapları yapılmaya başlanmıştır. Literatüre göre bu yöntem, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine göre daha gerçekçi sonuçlar vermektedir. Ayrıca 1997 Deprem Yönetmeliğinde betonarme yapılar için süneklik kavramı girmiş ve taşıyıcı sistem türleri bu kavrama göre daha ayrıntılı biçimde ele alınmaya başlamıştır. Özellikle bu gelişmelerin 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine göre depreme dayanıklı yapı tasarımı hesabında oldukça etkilidir.

Depreme dayanıklı yapı tasarımı için yapılan deprem hesaplamalarının yanında, 1997 Deprem Yönetmeliği ile depreme dayanıklı yapı tasarımını ilgilendiren yapıların düzensizlik kontrolleri uygulanmaya başlanmıştır. Bu düzensizlik kontrolleri, bazılarında değişiklikler yapılarak günümüzde kullanılan 2007 Deprem Yönetmeliğinde halen mevcuttur. Çalışmada incelenen TSDY1997 ile TSDY2007'nin düzensizlik kontrolleri hesaplarında elde edilen sonuçlar arasında herhangi bir fark görülmemiştir. Sadece her iki taşıyıcı sistemin katların ikinci mertebe gösterge değerleri arasında %0~%11 farklılıklar görülmüştür.

1997 Deprem Yönetmeliğinden itibaren taşıyıcı sistemler süneklik düzeyine ve türüne göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya bağlı olarak taşıyıcı sistemlerin deprem hesabı ve tasarımı yapılmaktadır. Söz edilen bu konu günümüzde kullanılan 2007 Deprem Yönetmeliğinde halen mevcuttur.

Çalışmada 1975, 1997 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerindeki taşıyıcı eleman boyutlandırılmasını ilgilendiren bölümler irdelenmiştir. Buna bağlı olarak bu yönetmeliklerin yanında, TS500/Nisan1984 ve TS500/Şubat2000 betonarme şartnameleri incelenmiştir. TS500/Nisan1984 ile TS500/Şubat2000 perde elemanı boyutlandırılması ve betonun elastisite modülü seçimi dışında herhangi bir farklılık görülmemiştir. 1997 Deprem Yönetmeliğinde günümüzde kullanılan 2007 Deprem Yönetmeliğinde de mevcut kiriş, kolon ve perde elemanlarının boyut özelliklerini belirleme ve betonarme hesaplamaları daha kapsamlı hale getirilmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Özmen, B. ve Pampal, S. (2007). Türkiye'nin Deprem Gerçeği, Deprem Bölgeleri Haritaları ve Deprem Yönetmeliklerinin Tarihsel Gelişimi, Ankara.

[2] Alyamaç, K., E. ve Erdoğan, A., S. (2005). Geçmişten Günümüze Afet Yönetmelikleri ve Uygulamada Karşılaşılan Tasarım Hataları, Deprem Sempozyumu Kocaeli 2005, 707 – 715, 23 – 25 Mart 2005.

[3] Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti Betonarme Şartnamesi (1967). *Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti* 1967, Ankara.

[4] Öztürk, M., T., (2009). Eski Deprem Yönetmeliklerine Göre Boyutlandırılan Binaların Güncel Yönetmeliğe Göre Deprem Performansının Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009, İstanbul.

[5] TS500/Nisan 1984 (1985). Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, Şubat 1985.

[6] TS500/Şubat2000 (2000). Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, Şubat 2000.

[7] ABYYHY(1961). Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, *İmar ve İskân Bakanlığı Mesken Genel Müdürlüğü*, Ankara, 1961.

[8] ABYYHY(1968). Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, *İmar ve İskân Bakanlığı Mesken Genel Müdürlüğü*, Ankara, 1968.

[9] ABYYHY(1975). Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, *İmar ve İskân Bakanlığı Mesken Genel Müdürlüğü*, Ankara, 1975.

[10] ABYYHY(1997). Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik "1997 Deprem Yönetmeliği", *Bayındırlık ve İskân Bakanlığı*, Ankara, 1998.

[11] DYBHY(2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, *İmar ve İskân Bakanlığı*, Ankara, Mayıs 2007

[12] Aydınoğlu, M., N., Celep, Z., Özer ve E., Sucuoğlu,H (2009). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik Açıklamalar ve Örnekler Kitabı, *Bayındırlık ve İskân Bakanlığı*, Ankara, 2009.

[13] Celep, Z. ve Kumbasar, N., (2001). Yapı Dinamiği, Beta Yayıncılık, İstanbul, 2001.

[14] TS498 (1987). Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, Kasım 1987.

[15] İTÜ İnşaat Fakültesi Betonarme Yapılar Çalışma Grubu Betonarme Tablo ve Abakları.

[16] Ersoy, U., (1987). Betonarme Temel İlkeler ve Taşıma Gücü Hesabı, Evrim Basım–Yayım-Dağıtım, İstanbul, 1987.

[17] Çakıroğlu, A. ve Özer, E., (1990). Dikdörtgen ve Daire Betonarme Kesitlerde Taşıma Gücü Formülleri ve Yaklaşık Mertebeleri, İMO Teknik Dergi, 1990, Cilt1, Sayı 1, 25-48.

[18] Celep, Z. ve Kumbasar, N., (2011). Betonarme Yapılar, Beta Yayıncılık, İstanbul, 2011.

EKLER

EK A: Taşıyıcı Sistemlerin Kolon Önboyutlandırılması.

EK B: Taşıyıcı Sistemlerin Zemin Kat Kirişlerinin Betonarme Hesap Sonuçları.

Çizelge A.1 : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S901&S905	59.009	1.537	85.072	107.234	35	55
S902&S904	73.716	2.067	106.509	134.255	35	60
S903	89.893	2.650	130.090	163.979	40	75
S906&S916	81.415	2.295	117.653	148.302	40	45
S907&S915	120.542	3.825	174.878	220.435	40	50
S908&S914	98.187	3.473	143.017	180.274	40	55
S909&S913	96.793	3.438	141.012	177.746	40	55
S910&S912	71.105	3.433	105.040	132.404	30	50
S911	98.246	10.058	153.637	193.660	40	50
S917&S923	62.369	1.620	89.909	113.331	35	50
S918&S922	91.047	2.700	131.786	166.116	40	60
S919&S921	66.706	1.800	96.268	121.346	35	50
S920	66.975	1.800	96.645	121.821	35	60
S924&S930	56.745	1.440	81.746	103.042	35	30
S925&S929	82.636	2.400	119.530	150.668	35	45
S926&S928	61.058	1.600	88.041	110.975	30	30
S927	60.832	1.600	87.725	110.577	30	25
S931-S937	49.489	1.189	71.186	89.731	30	45
S932-S936	46.734	1.087	67.166	84.663	30	45
S933-S935	44.946	1.025	64.564	81.384	30	40
S934	44.721	1.025	64.249	80.986	30	45
S801&S805	169.300	3.074	241.939	304.965	35	55
S802&S804	198.042	4.134	283.874	357.824	35	60
S803	250.472	5.300	359.141	452.698	40	75
S806&S816	222.329	4.590	318.605	401.602	40	45
S807&S815	266.933	7.650	385.946	486.487	40	50
S808&S814	256.433	6.945	370.118	466.536	40	55
S809&S813	243.736	6.877	352.232	443.990	40	55
S810&S812	162.560	6.867	238.571	300.719	30	50
S811	257.365	20.117	392.498	494.745	40	50
S817&S823	170.377	3.240	243.712	307.200	35	50
S818&S822	222.519	5.400	320.166	403.571	40	60
S819&S821	171.636	3.600	246.050	310.148	35	50
S820	190.314	3.600	272.200	343.109	35	60
S824&S830	155.432	2.880	222.213	280.100	35	30
S825&S829	203.496	4.800	292.575	368.792	35	45
S826&S828	146.590	3.200	210.346	265.142	30	30
S827	139.264	3.200	200.090	252.214	30	25
S831&S837	137.048	2.378	195.672	246.646	30	45
S832&S836	136.896	2.173	195.131	245.964	30	45
S833&S835	124.267	2.050	177.254	223.429	30	40
S834	131.483	2.050	187.356	236.163	30	45
S701&S705	279.591	4.611	398.806	502.696	35	55
S702&S704	322.369	6.201	461.239	581.393	35	60
S703	411.051	7.950	588.191	741.418	40	75

Çizelge A.1 (devam) : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S706&S716	363.243	6.885	519.556	654.903	40	45
S707&S715	413.325	11.475	597.015	752.540	40	50
S708&S714	414.680	10.418	597.220	752.798	40	55
S709&S713	390.678	10.315	563.453	710.235	40	55
S710&S712	254.015	10.300	372.101	469.035	30	50
S711	416.485	30.175	631.358	795.830	40	50
S717&S723	278.386	4.860	397.516	501.070	35	50
S718&S722	353.990	8.100	508.547	641.025	40	60
S719&S721	276.567	5.400	395.833	498.949	35	50
S720	313.653	5.400	447.754	564.396	35	60
S724&S730	254.120	4.320	362.679	457.159	35	30
S725&S829	324.357	7.200	465.620	586.916	35	45
S726&S728	232.123	4.800	332.652	419.309	30	30
S727	217.696	4.800	312.454	393.850	30	25
S731&S737	224.608	3.567	320.158	403.561	30	45
S732&S736	227.058	3.260	323.097	407.265	30	45
S733&S735	203.588	3.075	289.943	365.475	30	40
S734	218.246	3.075	310.464	391.341	30	45
S601&S605	403.203	6.148	574.320	723.933	35	65
S602&S604	462.416	8.268	660.611	832.703	35	70
S603	589.990	10.600	842.946	1062.537	40	85
S606&S616	521.797	9.180	745.204	939.333	40	60
S607&S615	580.956	15.300	837.819	1056.074	40	65
S608&S614	592.126	13.890	851.201	1072.942	40	70
S609&S613	556.220	13.753	800.713	1009.303	40	70
S610&S612	357.350	13.733	522.263	658.315	30	60
S611	593.844	40.233	895.755	1129.103	40	70
S617&S623	400.434	6.480	570.975	719.717	35	60
S618&S622	503.102	10.800	721.623	909.609	40	70
S619&S621	396.137	7.200	566.112	713.586	35	60
S620	451.632	7.200	643.805	811.519	35	70
S624&S630	365.887	5.760	521.458	657.300	35	45
S625&S629	461.898	9.600	662.017	834.475	35	60
S626&S628	331.335	6.400	474.109	597.616	30	45
S627	309.808	6.400	443.971	559.628	30	40
S631&S637	324.047	4.756	461.276	581.440	30	55
S632&S636	328.500	4.346	466.854	588.471	30	55
S633&S635	293.829	4.100	417.921	526.791	30	50
S634	315.928	4.100	448.859	565.789	30	55
S501&S505	513.494	7.685	731.187	921.665	35	65
S502&S504	586.743	10.335	837.976	1056.272	35	70
S503	750.569	13.250	1071.997	1351.256	40	85
S506&S516	662.711	11.475	946.155	1192.633	40	60
S507&S515	727.348	19.125	1048.887	1322.127	40	65
S508&S514	750.373	17.363	1078.302	1359.204	40	70

Çizelge A.1 (devam) : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S509&S513	703.162	17.192	1011.934	1275.547	40	70
S510&S512	448.805	17.167	655.794	826.631	30	60
S511	752.964	50.292	1134.616	1430.188	40	70
S517&S523	508.442	8.100	724.779	913.587	35	60
S518&S522	634.574	13.500	910.004	1147.063	40	70
S519&S521	501.068	9.000	715.895	902.388	35	60
S520	574.971	9.000	819.359	1032.806	35	70
S524&S530	464.575	7.200	661.924	834.358	35	45
S525&S529	582.759	12.000	835.062	1052.599	35	60
S526&S528	416.868	8.000	596.415	751.783	30	45
S527	388.240	8.000	556.336	701.264	30	40
S531&S537	411.607	5.945	585.762	738.355	30	55
S532&S536	418.662	5.433	594.819	749.772	30	55
S533&S535	373.150	5.125	530.610	668.836	30	50
S534	402.691	5.125	571.967	720.966	30	55
S401&S405	623.785	9.222	888.054	1119.396	35	65
S402&S404	711.069	12.402	1015.340	1279.841	35	70
S403	911.148	15.900	1301.047	1639.975	40	85
S406&S416	803.625	13.770	1147.107	1445.933	40	60
S407&S415	873.740	22.950	1259.955	1588.179	40	65
S408&S414	908.620	20.835	1305.403	1645.467	40	70
S409&S413	850.105	20.630	1223.154	1541.791	40	70
S410&S412	540.260	20.600	789.324	994.946	30	60
S411	912.083	60.350	1373.476	1731.273	40	70
S417&S423	616.450	9.720	878.582	1107.457	35	60
S418&S422	766.046	16.200	1098.384	1384.518	40	70
S419&S421	605.998	10.800	865.677	1091.190	35	60
S420	698.310	10.800	994.914	1254.093	35	70
S424&S430	563.262	8.640	802.391	1011.417	35	45
S425&S429	703.619	14.400	1008.107	1270.723	35	60
S426&S428	502.400	9.600	718.720	905.950	30	45
S427	466.672	9.600	668.701	842.900	30	40
S431&S437	499.166	7.134	710.247	895.270	30	55
S432&S436	508.824	6.519	722.784	911.073	30	55
S433&S435	452.471	6.150	643.299	810.882	30	50
S434	489.453	6.150	695.074	876.144	30	55
S301&S305	734.076	10.759	1044.921	1317.127	35	75
S302&S304	835.396	14.469	1192.705	1503.410	35	80
S303	1071.727	18.550	1530.098	1928.695	40	95
S306&S316	944.539	16.065	1348.059	1699.234	40	75
S307&S315	1020.131	26.775	1471.024	1854.232	40	80
S308&S314	1066.866	24.308	1532.505	1931.729	40	85
S309&S313	997.047	24.068	1434.375	1808.035	40	85
S310&S312	631.715	24.033	922.854	1163.262	30	70
S311	1071.203	70.408	1612.337	2032.357	40	90

Çizelge A.1 (devam) : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S317&S323	724.458	11.340	1032.386	1301.327	35	70
S318&S322	897.518	18.900	1286.765	1621.972	40	80
S319&S321	710.929	12.600	1015.460	1279.991	35	70
S320	821.649	12.600	1170.469	1475.381	35	80
S324&S330	661.950	10.080	942.857	1188.476	35	60
S325&S329	824.480	16.800	1181.152	1488.847	35	75
S326&S328	587.933	11.200	841.026	1060.116	30	60
S327	545.104	11.200	781.066	984.536	30	55
S331&S337	586.726	8.323	834.733	1052.185	30	65
S332&S336	598.986	7.606	850.749	1072.373	30	65
S333&S335	531.792	7.175	755.989	952.927	30	60
S334	576.216	7.175	818.182	1031.321	30	65
S201&S205	844.367	12.296	1201.788	1514.858	35	75
S202&S204	959.723	16.536	1370.070	1726.979	35	80
S203	1232.306	21.200	1759.148	2217.414	40	95
S206&S216	1085.453	18.360	1549.010	1952.534	40	75
S207&S215	1166.523	30.600	1682.092	2120.284	40	80
S208&S214	1225.113	27.780	1759.606	2217.991	40	85
S209&S213	1143.989	27.507	1645.595	2074.280	40	85
S210&S212	723.170	27.467	1056.385	1331.577	30	70
S211	1230.322	80.467	1851.197	2333.442	40	90
S217&S223	832.467	12.960	1186.189	1495.197	35	70
S218&S222	1028.989	21.600	1475.145	1859.427	40	80
S219&S221	815.859	14.400	1165.243	1468.793	35	70
S220	944.988	14.400	1346.023	1696.668	35	80
S224&S230	760.637	11.520	1083.324	1365.534	35	60
S225&S229	945.341	19.200	1354.197	1706.971	35	75
S226&S228	673.465	12.800	963.331	1214.283	30	60
S227	623.536	12.800	893.430	1126.173	30	55
S231&S237	674.286	9.512	959.219	1209.100	30	65
S232&S236	689.148	8.692	978.715	1233.674	30	65
S233&S235	611.113	8.200	868.678	1094.973	30	60
S234	662.978	8.200	941.289	1186.499	30	65
S101&S105	954.658	13.833	1358.654	1712.590	35	75
S102&S104	1084.050	18.603	1547.434	1950.547	35	80
S103	1392.885	23.850	1988.199	2506.133	40	95
S106&S116	1226.367	20.655	1749.962	2205.834	40	75
S107&S115	1312.914	34.425	1893.160	2386.336	40	80
S108&S114	1383.359	31.253	1986.707	2504.253	40	85
S109&S113	1290.931	30.945	1856.816	2340.524	40	85
S110&S112	814.625	30.900	1189.915	1499.893	30	70
S111	1389.442	90.525	2090.058	2634.527	40	90
S117&S123	940.475	14.580	1339.993	1689.066	35	70
S118&S122	1160.461	24.300	1663.526	2096.881	40	80
S119&S121	920.790	16.200	1315.025	1657.595	35	70

Çizelge A.1 (devam) : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S120	1068.327	16.200	1521.578	1917.955	35	80
S124&S130	859.325	12.960	1223.790	1542.593	35	60
S125&S129	1066.201	21.600	1527.242	1925.095	35	75
S126&S128	758.998	14.400	1085.637	1368.449	30	60
S127	701.968	14.400	1005.795	1267.809	30	55
S131&S137	761.845	10.701	1083.705	1366.015	30	65
S132&S136	779.310	9.779	1106.680	1394.975	30	65
S133&S135	690.434	9.225	981.368	1237.018	30	60
S134	749.741	9.225	1064.397	1341.677	30	65
SZ01&SZ05	1064.949	15.370	1515.521	1910.321	35	85
SZ02&SZ04	1208.376	20.670	1724.799	2174.116	35	90
SZ03	1553.464	26.500	2217.250	2794.852	40	105
SZ06&SZ16	1367.281	22.950	1950.913	2459.135	40	90
SZ07&SZ15	1459.306	38.250	2104.228	2652.389	40	95
SZ08&SZ14	1541.606	34.725	2213.808	2790.515	40	100
SZ09&SZ13	1437.874	34.383	2068.036	2606.768	40	100
SZ10&SZ12	906.080	34.333	1323.445	1668.208	30	80
SZ11	1548.561	100.583	2328.919	2935.612	40	110
SZ17&SZ23	1048.483	16.200	1493.796	1882.936	35	80
SZ18&SZ22	1291.933	27.000	1851.906	2334.336	40	90
SZ19&SZ21	1025.720	18.000	1464.808	1846.397	35	80
SZ20	1191.666	18.000	1697.132	2139.243	35	90
SZ24&SZ30	958.012	14.400	1364.257	1719.651	35	75
SZ25&SZ29	1187.062	24.000	1700.287	2143.219	35	90
SZ26&SZ28	844.530	16.000	1207.942	1522.616	30	75
SZ27	780.400	16.000	1118.160	1409.445	30	70
SZ31&SZ37	849.405	11.890	1208.191	1522.930	30	75
SZ32&SZ36	869.472	10.865	1234.645	1556.276	30	75
SZ33&SZ35	769.755	10.250	1094.057	1379.063	30	70
SZ34	836.503	10.250	1187.504	1496.854	30	75
SB01&SB05	1175.241	16.907	1672.388	2108.052	35	85
SB02&SB04	1332.703	22.737	1902.164	2397.685	35	90
SB03	1714.043	29.150	2446.300	3083.572	40	105
SB06&SB16	1508.195	25.245	2151.865	2712.435	40	90
SB07&SB15	1605.698	42.075	2315.297	2918.441	40	95
SB08&SB14	1699.853	38.198	2440.910	3076.777	40	100
SB09&SB13	1584.816	37.822	2279.257	2873.013	40	100
SB10&SB12	997.535	37.767	1456.976	1836.524	30	80
SB11	1707.681	110.642	2567.779	3236.697	40	110
SB17&SB23	1156.491	17.820	1647.600	2076.806	35	80
SB18&SB22	1423.405	29.700	2040.287	2571.790	40	90
S219&S221	1130.651	19.800	1614.591	2035.198	35	80
SB20	1315.005	19.800	1872.687	2360.530	35	90
SB24&SB30	1056.700	15.840	1504.723	1896.710	35	75
SB25&SB29	1307.923	26.400	1873.332	2361.343	35	90

Çizelge A.1 (devam) : TSDY1961, TSDY1968 ve TSDY1975-A'nın kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
SB26&SB28	930.063	17.600	1330.248	1676.783	30	75
SB27	858.832	17.600	1230.525	1551.082	30	70
SB31&SB37	936.964	13.079	1332.677	1679.844	30	75
SB32&SB36	959.634	11.952	1362.610	1717.576	30	75
SB33&SB35	849.076	11.275	1206.746	1521.109	30	70
SB34	923.266	11.275	1310.612	1652.032	30	75

Çizelge A.2 : TSDY1975-B'nin kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S901&S905	59.009	1.537	85.072	75.064	30	35
S902&S904	73.716	2.067	106.509	93.979	30	45
S903	89.893	2.650	130.090	114.785	35	55
S906&S916	81.415	2.295	117.653	103.811	30	40
S907&S915	120.542	3.825	174.878	154.304	35	35
S908&S914	98.187	3.473	143.017	126.192	35	50
S909&S913	96.793	3.438	141.012	124.422	35	50
S910&S912	71.105	3.433	105.040	92.683	25	45
S911	98.246	10.058	153.637	135.562	35	40
S917&S923	62.369	1.620	89.909	79.331	30	35
S918&S922	91.047	2.700	131.786	116.281	30	50
S919&S921	66.706	1.800	96.268	84.942	30	35
S920	66.975	1.800	96.645	85.275	30	45
S924&S930	56.745	1.440	81.746	72.129	25	40
S925&S929	82.636	2.400	119.530	105.468	30	45
S926&S928	61.058	1.600	88.041	77.683	25	35
S927	60.832	1.600	87.725	77.404	25	30
S931-S937	49.489	1.189	71.186	62.812	25	35
S932-S936	46.734	1.087	67.166	59.264	25	35
S933-S935	44.946	1.025	64.564	56.969	25	30
S934	44.721	1.025	64.249	56.690	25	35
S801&S805	169.300	3.074	241.939	213.475	30	35
S802&S804	198.042	4.134	283.874	250.477	30	45
S803	250.472	5.300	359.141	316.889	35	55
S806&S816	222.329	4.590	318.605	281.122	30	40
S807&S815	266.933	7.650	385.946	340.541	35	35
S808&S814	256.433	6.945	370.118	326.575	35	50
S809&S813	243.736	6.877	352.232	310.793	35	50
S810&S812	162.560	6.867	238.571	210.504	25	45
S811	257.365	20.117	392.498	346.321	35	40
S817&S823	170.377	3.240	243.712	215.040	30	35
S818&S822	222.519	5.400	320.166	282.499	30	50
S819&S821	171.636	3.600	246.050	217.103	30	35
S820	190.314	3.600	272.200	240.176	30	45
S824&S830	155.432	2.880	222.213	196.070	25	40
S825&S829	203.496	4.800	292.575	258.154	30	45
S826&S828	146.590	3.200	210.346	185.599	25	35
S827	139.264	3.200	200.090	176.550	25	30
S831&S837	137.048	2.378	195.672	172.652	25	35
S832&S836	136.896	2.173	195.131	172.175	25	35
S833&S835	124.267	2.050	177.254	156.400	25	30
S834	131.483	2.050	187.356	165.314	25	35
S701&S705	279.591	4.611	398.806	351.887	30	35
S702&S704	322.369	6.201	461.239	406.975	30	45
S703	411.051	7.950	588.191	518.992	35	55
S706&S716	363.243	6.885	519.556	458.432	30	40

Çizelge A.2 (devam) : TSDY1975-B'nin kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S707&S715	413.325	11.475	597.015	526.778	35	35
S708&S714	414.680	10.418	597.220	526.959	35	50
S709&S713	390.678	10.315	563.453	497.164	35	50
S710&S712	254.015	10.300	372.101	328.324	25	45
S711	416.485	30.175	631.358	557.081	35	40
S717&S723	278.386	4.860	397.516	350.749	30	35
S718&S722	353.990	8.100	508.547	448.718	30	50
S719&S721	276.567	5.400	395.833	349.265	30	35
S720	313.653	5.400	447.754	395.077	30	45
S724&S730	254.120	4.320	362.679	320.011	25	40
S725&S829	324.357	7.200	465.620	410.841	30	45
S726&S728	232.123	4.800	332.652	293.516	25	35
S727	217.696	4.800	312.454	275.695	25	30
S731&S737	224.608	3.567	320.158	282.492	25	35
S732&S736	227.058	3.260	323.097	285.085	25	35
S733&S735	203.588	3.075	289.943	255.832	25	30
S734	218.246	3.075	310.464	273.939	25	35
S601&S605	403.203	6.148	574.320	506.753	30	45
S602&S604	462.416	8.268	660.611	582.892	30	55
S603	589.990	10.600	842.946	743.776	35	65
S606&S616	521.797	9.180	745.204	657.533	30	55
S607&S615	580.956	15.300	837.819	739.252	35	50
S608&S614	592.126	13.890	851.201	751.060	35	60
S609&S613	556.220	13.753	800.713	706.512	35	60
S610&S612	357.350	13.733	522.263	460.821	25	50
S611	593.844	40.233	895.755	790.372	35	55
S617&S623	400.434	6.480	570.975	503.802	30	45
S618&S622	503.102	10.800	721.623	636.726	30	60
S619&S621	396.137	7.200	566.112	499.510	30	45
S620	451.632	7.200	643.805	568.063	30	55
S624&S630	365.887	5.760	521.458	460.110	25	50
S625&S629	461.898	9.600	662.017	584.133	30	55
S626&S628	331.335	6.400	474.109	418.331	25	45
S627	309.808	6.400	443.971	391.739	25	40
S631&S637	324.047	4.756	461.276	407.008	25	45
S632&S636	328.500	4.346	466.854	411.930	25	45
S633&S635	293.829	4.100	417.921	368.753	25	40
S634	315.928	4.100	448.859	396.052	25	45
S501&S505	513.494	7.685	731.187	645.165	30	45
S502&S504	586.743	10.335	837.976	739.390	30	55
S503	750.569	13.250	1071.997	945.879	35	65
S506&S516	662.711	11.475	946.155	834.843	30	55
S507&S515	727.348	19.125	1048.887	925.489	35	50
S508&S514	750,373	17,363	1078,302	951,443	35	60
S509&S513	703,162	17,192	1011,934	892,883	35	60
S510&S512	448,805	17,167	655,794	578,641	25	50

Çizelge A.2 (devam) : TSDY1975-B'nin kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S511	752,964	50,292	1134,616	1001,131	35	55
S517&S523	508.442	8.100	724.779	639.511	30	45
S518&S522	634.574	13.500	910.004	802.944	30	60
S519&S521	501.068	9.000	715.895	631.672	30	45
S520	574.971	9.000	819.359	722.964	30	55
S524&S530	464.575	7.200	661.924	584.051	25	50
S525&S529	582.759	12.000	835.062	736.819	30	55
S526&S528	416.868	8.000	596.415	526.248	25	45
S527	388.240	8.000	556.336	490.885	25	40
S531&S537	411.607	5.945	585.762	516.849	25	45
S532&S536	418.662	5.433	594.819	524.840	25	45
S533&S535	373.150	5.125	530.610	468.185	25	40
S534	402.691	5.125	571.967	504.677	25	45
S401&S405	623.785	9.222	888.054	783.577	30	45
S402&S404	711.069	12.402	1015.340	895.889	30	55
S403	911.148	15.900	1301.047	1147.983	35	65
S406&S416	803.625	13.770	1147.107	1012.153	30	55
S407&S415	873.740	22.950	1259.955	1111.725	35	50
S408&S414	908.620	20.835	1305.403	1151.827	35	60
S409&S413	850.105	20.630	1223.154	1079.254	35	60
S410&S412	540.260	20.600	789.324	696.462	25	50
S411	912.083	60.350	1373.476	1211.891	35	55
S417&S423	616.450	9.720	878.582	775.220	30	45
S418&S422	766.046	16.200	1098.384	969.162	30	60
S419&S421	605.998	10.800	865.677	763.833	30	45
S420	698.310	10.800	994.914	877.865	30	55
S424&S430	563.262	8.640	802.391	707.992	25	50
S425&S429	703.619	14.400	1008.107	889.506	30	55
S426&S428	502.400	9.600	718.720	634.165	25	45
S427	466.672	9.600	668.701	590.030	25	40
S431&S437	499.166	7.134	710.247	626.689	25	45
S432&S436	508.824	6.519	722.784	637.751	25	45
S433&S435	452.471	6.150	643.299	567.617	25	40
S434	489.453	6.150	695.074	613.301	25	45
S301&S305	734.076	10.759	1044.921	921.989	30	55
S302&S304	835.396	14.469	1192.705	1052.387	30	65
S303	1071.727	18.550	1530.098	1350.086	35	75
S306&S316	944.539	16.065	1348.059	1189.463	30	70
S307&S315	1020.131	26.775	1471.024	1297.962	35	65
S308&S314	1066.866	24.308	1532.505	1352.210	35	70
S309&S313	997.047	24.068	1434.375	1265.625	35	70
S310&S312	631.715	24.033	922.854	814.283	25	60
S311	1071.203	70.408	1612.337	1422.650	35	70
S317&S323	724.458	11.340	1032.386	910.929	30	55
S318&S322	897.518	18.900	1286.765	1135.381	30	70
S319&S321	710.929	12.600	1015.460	895.994	30	55

Çizelge A.2 (devam) : TSDY1975-B'nin kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S320	821.649	12.600	1170.469	1032.766	30	65
S324&S330	661.950	10.080	942.857	831.933	25	60
S325&S329	824.480	16.800	1181.152	1042.193	30	65
S326&S328	587.933	11.200	841.026	742.081	25	55
S327	545.104	11.200	781.066	689.176	25	50
S331&S337	586.726	8.323	834.733	736.529	25	55
S332&S336	598.986	7.606	850.749	750.661	25	55
S333&S335	531.792	7.175	755.989	667.049	25	50
S334	576.216	7.175	818.182	721.925	25	55
S201&S205	844.367	12.296	1201.788	1060.401	30	55
S202&S204	959.723	16.536	1370.070	1208.885	30	65
S203	1232.306	21.200	1759.148	1552.190	35	75
S206&S216	1085.453	18.360	1549.010	1366.774	30	70
S207&S215	1166.523	30.600	1682.092	1484.199	35	65
S208&S214	1225.113	27.780	1759.606	1552.593	35	70
S209&S213	1143.989	27.507	1645.595	1451.996	35	70
S210&S212	723.170	27.467	1056.385	932.104	25	60
S211	1230.322	80.467	1851.197	1633.410	35	70
S217&S223	832.467	12.960	1186.189	1046.638	30	55
S218&S222	1028.989	21.600	1475.145	1301.599	30	70
S219&S221	815.859	14.400	1165.243	1028.155	30	55
S220	944.988	14.400	1346.023	1187.668	30	65
S224&S230	760.637	11.520	1083.324	955.874	25	60
S225&S229	945.341	19.200	1354.197	1194.880	30	65
S226&S228	673.465	12.800	963.331	849.998	25	55
S227	623.536	12.800	893.430	788.321	25	50
S231&S237	674.286	9.512	959.219	846.370	25	55
S232&S236	689.148	8.692	978.715	863.572	25	55
S233&S235	611.113	8.200	868.678	766.481	25	50
S234	662.978	8.200	941.289	830.549	25	55
S101&S105	954.658	13.833	1358.654	1198.813	30	55
S102&S104	1084.050	18.603	1547.434	1365.383	30	65
S103	1392.885	23.850	1988.199	1754.293	35	75
S106&S116	1226.367	20.655	1749.962	1544.084	30	70
S107&S115	1312.914	34.425	1893.160	1670.435	35	65
S108&S114	1383.359	31.253	1986.707	1752.977	35	70
S109&S113	1290.931	30.945	1856.816	1638.367	35	70
S110&S112	814.625	30.900	1189.915	1049.925	25	60
S111	1389.442	90.525	2090.058	1844.169	35	70
S117&S123	940.475	14.580	1339.993	1182.347	30	55
S118&S122	1160.461	24.300	1663.526	1467.817	30	70
S119&S121	920.790	16.200	1315.025	1160.316	30	55
S120	1068.327	16.200	1521.578	1342.569	30	65
S124&S130	859.325	12.960	1223.790	1079.815	25	60
S125&S129	1066.201	21.600	1527.242	1347.566	30	65
S126&S128	758.998	14.400	1085.637	957.915	25	55

Çizelge A.2 (devam) : TSDY1975-B'nin kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S127	701.968	14.400	1005.795	887.466	25	50
S131&S137	761.845	10.701	1083.705	956.210	25	55
S132&S136	779.310	9.779	1106.680	976.482	25	55
S133&S135	690.434	9.225	981.368	865.913	25	50
S134	749.741	9.225	1064.397	939.174	25	55
SZ01&SZ05	1064.949	15.370	1515.521	1337.225	30	65
SZ02&SZ04	1208.376	20.670	1724.799	1521.881	30	75
SZ03	1553.464	26.500	2217.250	1956.397	35	85
SZ06&SZ16	1367.281	22.950	1950.913	1721.394	30	85
SZ07&SZ15	1459.306	38.250	2104.228	1856.672	35	80
SZ08&SZ14	1541.606	34.725	2213.808	1953.360	35	80
SZ09&SZ13	1437.874	34.383	2068.036	1824.738	35	80
SZ10&SZ12	906.080	34.333	1323.445	1167.746	25	70
SZ11	1548.561	100.583	2328.919	2054.928	35	85
SZ17&SZ23	1048.483	16.200	1493.796	1318.055	30	65
SZ18&SZ22	1291.933	27.000	1851.906	1634.035	30	80
SZ19&SZ21	1025.720	18.000	1464.808	1292.478	30	65
SZ20	1191.666	18.000	1697.132	1497.470	30	75
SZ24&SZ30	958.012	14.400	1364.257	1203.756	25	70
SZ25&SZ29	1187.062	24.000	1700.287	1500.253	30	75
SZ26&SZ28	844.530	16.000	1207.942	1065.831	25	65
SZ27	780.400	16.000	1118.160	986.612	25	60
SZ31&SZ37	849.405	11.890	1208.191	1066.051	25	65
SZ32&SZ36	869.472	10.865	1234.645	1089.393	25	65
SZ33&SZ35	769.755	10.250	1094.057	965.344	25	60
SZ34	836.503	10.250	1187.504	1047.798	25	65
SB01&SB05	1175.241	16.907	1672.388	1475.636	30	65
SB02&SB04	1332.703	22.737	1902.164	1678.380	30	75
SB03	1714.043	29.150	2446.300	2158.500	35	85
SB06&SB16	1508.195	25.245	2151.865	1898.704	30	85
SB07&SB15	1605.698	42.075	2315.297	2042.909	35	80
SB08&SB14	1699.853	38.198	2440.910	2153.744	35	80
SB09&SB13	1584.816	37.822	2279.257	2011.109	35	80
SB10&SB12	997.535	37.767	1456.976	1285.567	25	70
SB11	1707.681	110.642	2567.779	2265.688	35	85
SB17&SB23	1156.491	17.820	1647.600	1453.764	30	65
SB18&SB22	1423.405	29.700	2040.287	1800.253	30	80
S219&S221	1130.651	19.800	1614.591	1424.639	30	65
SB20	1315.005	19.800	1872.687	1652.371	30	75
SB24&SB30	1056.700	15.840	1504.723	1327.697	25	70
SB25&SB29	1307.923	26.400	1873.332	1652.940	30	75
SB26&SB28	930.063	17.600	1330.248	1173.748	25	65
SB27	858.832	17.600	1230.525	1085.757	25	60
SB31&SB37	936.964	13.079	1332.677	1175.891	25	65
SB32&SB36	959.634	11.952	1362.610	1202.303	25	65
SB33&SB35	849.076	11.275	1206.746	1064.776	25	60
SB34	923.266	11.275	1310.612	1156.422	25	65

Çizelge A.3 : TSDY1997&TSDY2007'nin kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S901&S905	62.339	1.537	89.734	89.734	35	35
S902&S904	77.646	2.067	112.011	112.011	30	60
S903	94.483	2.650	136.516	136.516	30	80
S906&S916	85.825	2.295	123.827	123.827	25	60
S907&S915	125.852	3.825	182.312	182.312	25	70
S908&S914	102.987	3.473	149.737	149.737	25	75
S909&S913	101.443	3.438	147.522	147.522	25	75
S910&S912	74.075	3.433	109.198	109.198	25	55
S911	102.806	10.058	160.021	160.021	25	80
S917&S923	65.879	1.620	94.823	94.823	25	60
S918&S922	95.457	2.700	137.960	137.960	25	80
S919&S921	70.366	1.800	101.392	101.392	25	60
S920	70.635	1.800	101.769	101.769	25	75
S924&S930	60.015	1.440	86.324	86.324	25	30
S925&S929	86.806	2.400	125.368	125.368	25	45
S926&S928	64.478	1.600	92.829	92.829	25	30
S927	64.252	1.600	92.513	92.513	25	30
S931-S937	52.459	1.189	75.344	75.344	30	30
S932-S936	49.554	1.087	71.114	71.114	25	45
S933-S935	47.676	1.025	68.386	68.386	25	35
S934	47.451	1.025	68.071	68.071	25	45
S801&S805	175.960	3.074	251.263	251.263	35	35
S802&S804	205.902	4.134	294.878	294.878	30	60
S803	259.652	5.300	371.993	371.993	30	80
S806&S816	231.149	4.590	330.953	330.953	25	60
S807&S815	277.553	7.650	400.814	400.814	25	70
S808&S814	266.033	6.945	383.558	383.558	25	75
S809&S813	253.036	6.877	365.252	365.252	25	75
S810&S812	168.500	6.867	246.887	246.887	25	55
S811	266.485	20.117	405.266	405.266	25	80
S817&S823	177.397	3.240	253.540	253.540	25	60
S818&S822	231.339	5.400	332.514	332.514	25	80
S819&S821	178.956	3.600	256.298	256.298	25	60
S820	197.634	3.600	282.448	282.448	25	75
S824&S830	161.972	2.880	231.369	231.369	25	30
S825&S829	211.836	4.800	304.251	304.251	25	45
S826&S828	153.430	3.200	219.922	219.922	25	30
S827	146.104	3.200	209.666	209.666	25	30
S831&S837	142.988	2.378	203.988	203.988	30	30
S832&S836	142.536	2.173	203.027	203.027	25	45
S833&S835	129.727	2.050	184.898	184.898	25	35
S834	136.943	2.050	195.000	195.000	25	45
S701&S705	289.581	4.611	412.792	412.792	35	35
S702&S704	334.159	6.201	477.745	477.745	30	60
S703	424.821	7.950	607.469	607.469	30	80
S706&S716	376.473	6.885	538.078	538.078	25	60

Çizelge A.3 (devam) : TSDY1997&TSDY2007'nin kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S707&S715	429.255	11.475	619.317	619.317	25	70
S708&S714	429.080	10.418	617.380	617.380	25	75
S709&S713	404.628	10.315	582.983	582.983	25	75
S710&S712	262.925	10.300	384.575	384.575	25	55
S711	430.165	30.175	650.510	650.510	25	80
S717&S723	288.916	4.860	412.258	412.258	25	60
S718&S722	367.220	8.100	527.069	527.069	25	80
S719&S721	287.547	5.400	411.205	411.205	25	60
S720	324.633	5.400	463.126	463.126	25	75
S724&S730	263.930	4.320	376.413	376.413	25	30
S725&S829	336.867	7.200	483.134	483.134	25	45
S726&S728	242.383	4.800	347.016	347.016	25	30
S727	227.956	4.800	326.818	326.818	25	30
S731&S737	233.518	3.567	332.632	332.632	30	30
S732&S736	235.518	3.260	334.941	334.941	25	45
S733&S735	211.778	3.075	301.409	301.409	25	35
S734	226.436	3.075	321.930	321.930	25	45
S601&S605	419.853	6.148	597.630	597.630	35	45
S602&S604	482.066	8.268	688.121	688.121	30	70
S603	612.940	10.600	875.076	875.076	30	90
S606&S616	543.847	9.180	776.074	776.074	25	80
S607&S615	607.506	15.300	874.989	874.989	25	90
S608&S614	616.126	13.890	884.801	884.801	25	95
S609&S613	579.470	13.753	833.263	833.263	25	95
S610&S612	372.200	13.733	543.053	543.053	25	60
S611	616.644	40.233	927.675	927.675	25	100
S617&S623	417.984	6.480	595.545	595.545	25	70
S618&S622	525.152	10.800	752.493	752.493	25	90
S619&S621	414.437	7.200	591.732	591.732	25	70
S620	469.932	7.200	669.425	669.425	25	85
S624&S630	382.237	5.760	544.348	544.348	25	45
S625&S629	482.748	9.600	691.207	691.207	25	65
S626&S628	348.435	6.400	498.049	498.049	25	40
S627	326.908	6.400	467.911	467.911	25	40
S631&S637	338.897	4.756	482.066	482.066	30	40
S632&S636	342.600	4.346	486.594	486.594	25	55
S633&S635	307.479	4.100	437.031	437.031	25	45
S634	329.578	4.100	467.969	467.969	25	55
S501&S505	533.474	7.685	759.159	759.159	35	45
S502&S504	610.323	10.335	870.988	870.988	30	70
S503	778.109	13.250	1110.553	1110.553	30	90
S506&S516	689.171	11.475	983.199	983.199	25	80
S507&S515	759.208	19.125	1093.491	1093.491	25	90
S508&S514	779.173	17.363	1118.622	1118.622	25	95
S509&S513	731.062	17.192	1050.994	1050.994	25	95
S510&S512	466.625	17.167	680.742	680.742	25	60

Çizelge A.3 (devam) : TSDY1997&TSDY2007'nin kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S511	780.324	50.292	1172.920	1172.920	25	100
S517&S523	529.502	8.100	754.263	754.263	25	70
S518&S522	661.034	13.500	947.048	947.048	25	90
S519&S521	523.028	9.000	746.639	746.639	25	70
S520	596.931	9.000	850.103	850.103	25	85
S524&S530	484.195	7.200	689.392	689.392	25	45
S525&S529	607.779	12.000	870.090	870.090	25	65
S526&S528	437.388	8.000	625.143	625.143	25	40
S527	408.760	8.000	585.064	585.064	25	40
S531&S537	429.427	5.945	610.710	610.710	30	40
S532&S536	435.582	5.433	618.507	618.507	25	55
S533&S535	389.530	5.125	553.542	553.542	25	45
S534	419.071	5.125	594.899	594.899	25	55
S401&S405	647.095	9.222	920.688	920.688	35	45
S402&S404	738.579	12.402	1053.854	1053.854	30	70
S403	943.278	15.900	1346.029	1346.029	30	90
S406&S416	834.495	13.770	1190.325	1190.325	25	80
S407&S415	910.910	22.950	1311.993	1311.993	25	90
S408&S414	942.220	20.835	1352.443	1352.443	25	95
S409&S413	882.655	20.630	1268.724	1268.724	25	95
S410&S412	561.050	20.600	818.430	818.430	25	60
S411	944.003	60.350	1418.164	1418.164	25	100
S417&S423	641.020	9.720	912.980	912.980	25	70
S418&S422	796.916	16.200	1141.602	1141.602	25	90
S419&S421	631.618	10.800	901.545	901.545	25	70
S420	723.930	10.800	1030.782	1030.782	25	85
S424&S430	586.152	8.640	834.437	834.437	25	45
S425&S429	732.809	14.400	1048.973	1048.973	25	65
S426&S428	526.340	9.600	752.236	752.236	25	40
S427	490.612	9.600	702.217	702.217	25	40
S431&S437	519.956	7.134	739.353	739.353	30	40
S432&S436	528.564	6.519	750.420	750.420	25	55
S433&S435	471.581	6.150	670.053	670.053	25	45
S434	508.563	6.150	721.828	721.828	25	55
S301&S305	760.716	10.759	1082.217	1082.217	35	55
S302&S304	866.836	14.469	1236.721	1236.721	30	80
S303	1108.447	18.550	1581.506	1581.506	30	100
S306&S316	979.819	16.065	1397.451	1397.451	25	100
S307&S315	1062.611	26.775	1530.496	1530.496	25	110
S308&S314	1105.266	24.308	1586.265	1586.265	25	115
S309&S313	1034.247	24.068	1486.455	1486.455	25	115
S310&S312	655.475	24.033	956.118	956.118	25	70
S311	1107.683	70.408	1663.409	1663.409	25	120
S317&S323	752.538	11.340	1071.698	1071.698	25	80
S318&S322	932.798	18.900	1336.157	1336.157	25	100
S319&S321	740.209	12.600	1056.452	1056.452	25	80

Çizelge A.3 (devam) : TSDY1997&TSDY2007'nin kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S320	850.929	12.600	1211.461	1211.461	25	95
S324&S330	688.110	10.080	979.481	979.481	25	65
S325&S329	857.840	16.800	1227.856	1227.856	25	85
S326&S328	615.293	11.200	879.330	879.330	25	55
S327	572.464	11.200	819.370	819.370	25	50
S331&S337	610.486	8.323	867.997	867.997	30	50
S332&S336	621.546	7.606	882.333	882.333	25	65
S333&S335	553.632	7.175	786.565	786.565	25	55
S334	598.056	7.175	848.758	848.758	25	65
S201&S205	874.337	12.296	1243.746	1243.746	35	55
S202&S204	995.093	16.536	1419.588	870.988	30	80
S203	1273.616	21.200	1816.982	1110.553	30	100
S206&S216	1125.143	18.360	1604.576	983.199	25	100
S207&S215	1214.313	30.600	1748.998	1093.491	25	110
S208&S214	1268.313	27.780	1820.086	1118.622	25	115
S209&S213	1185.839	27.507	1704.185	1050.994	25	115
S210&S212	749.900	27.467	1093.807	680.742	25	70
S211	1271.362	80.467	1908.653	1172.920	25	120
S217&S223	864.057	12.960	1230.415	754.263	25	80
S218&S222	1068.679	21.600	1530.711	947.048	25	100
S219&S221	848.799	14.400	1211.359	746.639	25	80
S220	977.928	14.400	1392.139	850.103	25	95
S224&S230	790.067	11.520	1124.526	689.392	25	65
S225&S229	982.871	19.200	1406.739	870.090	25	85
S226&S228	704.245	12.800	1006.423	625.143	25	55
S227	654.316	12.800	936.522	585.064	25	50
S231&S237	701.016	9.512	996.641	610.710	30	50
S232&S236	714.528	8.692	1014.247	618.507	25	65
S233&S235	635.683	8.200	903.076	553.542	25	55
S234	687.548	8.200	975.687	594.899	25	65
S101&S105	987.958	13.833	1405.274	1405.274	35	55
S102&S104	1123.350	18.603	1602.454	1053.854	30	80
S103	1438.785	23.850	2052.459	1346.029	30	100
S106&S116	1270.467	20.655	1811.702	1190.325	25	100
S107&S115	1366.014	34.425	1967.500	1311.993	25	110
S108&S114	1431.359	31.253	2053.907	1352.443	25	115
S109&S113	1337.431	30.945	1921.916	1268.724	25	115
S110&S112	844.325	30.900	1231.495	818.430	25	70
S111	1435.042	90.525	2153.898	1418.164	25	120
S117&S123	975.575	14.580	1389.133	912.980	25	80
S118&S122	1204.561	24.300	1725.266	1141.602	25	100
S119&S121	957.390	16.200	1366.265	901.545	25	80
S120	1104.927	16.200	1572.818	1030.782	25	95
S124&S130	892.025	12.960	1269.570	834.437	25	65
S125&S129	1107.901	21.600	1585.622	1048.973	25	85
S126&S128	793.198	14.400	1133.517	752.236	25	55

Çizelge A.3 (devam) : TSDY1997&TSDY2007'nin kolon ön boyutlandırılması.

Kolon Adı	N_g (KN)	N_q (KN)	P_d (KN)	A_c (cm^2)	Seçilen Boyutlar	
					x (cm)	y (cm)
S127	736.168	14.400	1053.675	702.217	25	50
S131&S137	791.545	10.701	1125.285	739.353	30	50
S132&S136	807.510	9.779	1146.160	750.420	25	65
S133&S135	717.734	9.225	1019.588	670.053	25	55
S134	777.041	9.225	1102.617	721.828	25	65
SZ01&SZ05	1101.579	15.370	1566.803	1566.803	35	65
SZ02&SZ04	1251.606	20.670	1785.321	1785.321	30	90
SZ03	1603.954	26.500	2287.936	2287.936	30	110
SZ06&SZ16	1415.791	22.950	2018.827	2018.827	25	120
SZ07&SZ15	1517.716	38.250	2186.002	2186.002	25	110
SZ08&SZ14	1594.406	34.725	2287.728	2287.728	25	135
SZ09&SZ13	1489.024	34.383	2139.646	2139.646	25	135
SZ10&SZ12	938.750	34.333	1369.183	1369.183	25	80
SZ11	1598.721	100.583	2399.143	2399.143	25	140
SZ17&SZ23	1087.093	16.200	1547.850	1547.850	25	90
SZ18&SZ22	1340.443	27.000	1919.820	1919.820	25	110
SZ19&SZ21	1065.980	18.000	1521.172	1521.172	25	90
SZ20	1231.926	18.000	1753.496	1753.496	25	105
SZ24&SZ30	993.982	14.400	1414.615	1414.615	25	85
SZ25&SZ29	1232.932	24.000	1764.505	1764.505	25	105
SZ26&SZ28	882.150	16.000	1260.610	1260.610	25	75
SZ27	818.020	16.000	1170.828	1170.828	25	70
SZ31&SZ37	882.075	11.890	1253.929	1253.929	30	60
SZ32&SZ36	900.492	10.865	1278.073	1278.073	25	75
SZ33&SZ35	799.785	10.250	1136.099	1136.099	25	65
SZ34	866.533	10.250	1229.546	1229.546	25	75
SB01&SB05	1215.201	16.907	1728.332	1728.332	35	65
SB02&SB04	1379.863	22.737	1968.188	1968.188	30	90
SB03	1769.123	29.150	2523.412	2523.412	30	110
SB06&SB16	1561.115	25.245	2225.953	2225.953	25	120
SB07&SB15	1669.418	42.075	2404.505	2404.505	25	130
SB08&SB14	1757.453	38.198	2521.550	2521.550	25	135
SB09&SB13	1640.616	37.822	2357.377	2357.377	25	135
SB10&SB12	1033.175	37.767	1506.872	1506.872	25	80
SB11	1762.401	110.642	2644.387	2644.387	25	140
SB17&SB23	1198.611	17.820	1706.568	1706.568	25	90
SB18&SB22	1476.325	29.700	2114.375	2114.375	25	110
S219&S221	1174.571	19.800	1676.079	1676.079	25	90
SB20	1358.925	19.800	1934.175	1934.175	25	105
SB24&SB30	1095.940	15.840	1559.659	1559.659	25	85
SB25&SB29	1357.963	26.400	1943.388	1943.388	25	105
SB26&SB28	971.103	17.600	1387.704	1387.704	25	75
SB27	899.872	17.600	1287.981	1287.981	25	70
SB31&SB37	972.604	13.079	1382.573	1382.573	30	60
SB32&SB36	993.474	11.952	1409.986	1409.986	25	75
SB33&SB35	881.836	11.275	1252.610	1252.610	25	65
SB34	956.026	11.275	1356.476	1356.476	25	75

Çizelge B.1 : TSDY1975-B'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ01	Sol Mes.	Üst	120.805	3Φ14+1Φ16	6.629	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	84.677	3Φ12+2Φ12	5.655		
	Aç.	-	21.183	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	71.793	3Φ14	4.618		
		Alt	73.611	3Φ12+1Φ12	4.524		
KZ02	Sol Mes.	Üst	71.793	3Φ14	4.618	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	73.611	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	14.020	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	64.644	3Φ14	4.618		
		Alt	25.672	3Φ12	3.393		
KZ03	Sol Mes.	Üst	64.644	3Φ14	4.618	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	25.672	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	39.442	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	85.106	3Φ14	4.618		
		Alt	11.664	3Φ12	3.393		
KZ04	Sol Mes.	Üst	85.106	3Φ14	4.618	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	11.664	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	39.442	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	64.644	3Φ14	4.618		
		Alt	25.672	3Φ12	3.393		
KZ05	Sol Mes.	Üst	64.644	3Φ14	4.618	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	25.672	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	14.020	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	71.793	3Φ14	4.618		
		Alt	73.611	3Φ12+1Φ12	4.524		
KZ06	Sol Mes.	Üst	71.793	3Φ14	4.618	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	73.611	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	21.183	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	120.805	3Φ14+1Φ16	6.629		
		Alt	84.677	3Φ12+2Φ12	5.655		
KZ07	Sol Mes.	Üst	91.039	3Φ12+1Φ14	4.932	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	22.563	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	45.032	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	58.973	3Φ12	3.393		
		Alt	37.086	3Φ12	3.393		

Çizelge B.1 (devam) : TSDY1975-B'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ08	Sol Mes.	Üst	58.973	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	37.086	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	6.550	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	54.189	3Φ12	3.393		
		Alt	43.651	3Φ12	3.393		
KZ09	Sol Mes.	Üst	54.189	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	43.651	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	15.050	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	53.398	3Φ12	3.393		
		Alt	45.235	3Φ12	3.393		
KZ10	Sol Mes.	Üst	53.398	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	45.235	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	14.063	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	32.674	3Φ12	3.393		
		Alt	14.933	3Φ12	3.393		
KZ11	Sol Mes.	Üst	32.674	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	14.933	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	16.639	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	81.512	3Φ12	3.393		
		Alt	53.685	3Φ12	3.393		
KZ12	Sol Mes.	Üst	81.512	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	53.685	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	16.639	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	32.674	3Φ12	3.393		
		Alt	14.933	3Φ12	3.393		
KZ13	Sol Mes.	Üst	32.674	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	14.933	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	14.063	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	53.398	3Φ12	3.393		
		Alt	45.235	3Φ12	3.393		
KZ14	Sol Mes.	Üst	53.398	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	45.235	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	15.050	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	54.189	3Φ12	3.393		
		Alt	43.651	3Φ12	3.393		

Çizelge B.1 (devam) : TSDY1975-B'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ15	Sol Mes.	Üst	54.189	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	43.651	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	6.550	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	58.973	3Φ12	3.393		
		Alt	37.086	3Φ12	3.393		
KZ16	Sol Mes.	Üst	58.973	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	37.086	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	45.032	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	91.039	3Φ12+1Φ14	4.932		
		Alt	22.563	3Φ12	3.393		
KZ17	Sol Mes.	Üst	107.420	3Φ12+1Φ18	5.938	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	10.532	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	34.257	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	47.207	3Φ12	3.393		
		Alt	51.443	3Φ12	3.393		
KZ18	Sol Mes.	Üst	47.207	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	51.443	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	16.012	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	86.819	3Φ12+1Φ12	4.524		
		Alt	46.817	3Φ12	3.393		
KZ19	Sol Mes.	Üst	86.819	3Φ12+1Φ12	4.524	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	46.817	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	24.127	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	81.512	3Φ12+1Φ12	4.524		
		Alt	53.685	3Φ12+1Φ12	4.524		
KZ20	Sol Mes.	Üst	81.512	3Φ12+1Φ12	4.524	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	53.685	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	22.263	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	45.563	3Φ12	3.393		
		Alt	46.089	3Φ12	3.393		
KZ21	Sol Mes.	Üst	45.563	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	46.089	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	20.722	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	41.980	3Φ12	3.393		
		Alt	35.326	3Φ12	3.393		

Çizelge B.1 (devam) : TSDY1975-B'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ22	Sol Mes.	Üst	41.980	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	35.326	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	20.722	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	45.563	3Φ12	3.393		
		Alt	46.089	3Φ12	3.393		
KZ23	Sol Mes.	Üst	45.563	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	46.089	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	22.263	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	81.512	3Φ12+1Φ12	4.524		
		Alt	53.685	3Φ12+1Φ12	4.524		
KZ24	Sol Mes.	Üst	81.512	3Φ12+1Φ12	4.524	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	53.685	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	24.127	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	86.819	3Φ12+1Φ12	4.524		
		Alt	46.817	3Φ12	3.393		
KZ25	Sol Mes.	Üst	86.819	3Φ12+1Φ12	4.524	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	46.817	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	16.012	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	47.207	3Φ12	3.393		
		Alt	51.443	3Φ12	3.393		
KZ26	Sol Mes.	Üst	47.207	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	51.443	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	34.257	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	107.420	3Φ12+1Φ18	5.938		
		Alt	10.532	3Φ12	3.393		
KZ27	Sol Mes.	Üst	56.206	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	17.259	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	48.684	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	61.382	3Φ12	3.393		
		Alt	58.282	3Φ12	3.393		
KZ28	Sol Mes.	Üst	61.382	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	58.282	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	17.640	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	105.141	3Φ12+1Φ18	5.938		
		Alt	65.205	3Φ12+1Φ12	4.524		

Çizelge B.1 (devam) : TSDY1975-B'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ29	Sol Mes.	Üst	103.048	3Φ12+1Φ16	5.404	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	66.081	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	25.607	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	33.358	3Φ12	3.393		
		Alt	45.979	3Φ12	3.393		
KZ30	Sol Mes.	Üst	33.358	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	45.979	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	14.486	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	24.540	3Φ12	3.393		
		Alt	20.702	3Φ12	3.393		
KZ31	Sol Mes.	Üst	24.540	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	20.702	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	14.486	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	33.358	3Φ12	3.393		
		Alt	45.979	3Φ12	3.393		
KZ32	Sol Mes.	Üst	33.358	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	45.979	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	25.607	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	103.048	3Φ12+1Φ16	5.404		
		Alt	66.081	3Φ12+1Φ12	4.524		
KZ33	Sol Mes.	Üst	105.141	3Φ12+1Φ18	5.938	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	65.205	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	17.640	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	61.382	3Φ12	3.393		
		Alt	58.282	3Φ12	3.393		
KZ34	Sol Mes.	Üst	61.382	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	58.282	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	48.684	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	56.206	3Φ12	3.393		
		Alt	17.259	3Φ12	3.393		
KZ35	Sol Mes.	Üst	110.229	3Φ12+1Φ18	5.938	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	81.432	3Φ12+1Φ14	4.932		
	Aç.	-	24.644	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	64.263	3Φ12	3.393		
		Alt	56.461	3Φ12	3.393		

Çizelge B.1 (devam) : TSDY1975-B'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ36	Sol Mes.	Üst	64.263	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	56.461	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	18.838	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	28.709	3Φ12	3.393		
		Alt	15.644	3Φ12	3.393		
KZ37	Sol Mes.	Üst	28.709	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	15.644	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	8.966	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	24.665	3Φ12	3.393		
		Alt	14.639	3Φ12	3.393		
KZ38	Sol Mes.	Üst	24.665	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	14.639	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	9.167	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	26.744	3Φ12	3.393		
		Alt	14.626	3Φ12	3.393		
KZ39	Sol Mes.	Üst	26.744	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	14.626	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	9.167	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	24.665	3Φ12	3.393		
		Alt	14.639	3Φ12	3.393		
KZ40	Sol Mes.	Üst	24.665	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	14.639	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	8.966	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	28.709	3Φ12	3.393		
		Alt	15.644	3Φ12	3.393		
KZ41	Sol Mes.	Üst	28.709	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	15.644	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	18.838	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	64.263	3Φ12	3.393		
		Alt	56.461	3Φ12	3.393		
KZ42	Sol Mes.	Üst	64.263	3Φ12	3.393	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	56.461	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	24.644	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	110.229	3Φ12+1Φ18	5.938		
		Alt	81.432	3Φ12+1Φ14	4.932		

Çizelge B.1 (devam) : TSDY1975-B'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ43	Sol Mes.	Üst	165.929	3Φ20	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	39.688	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	129.306	3Φ20	9.425		
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		
KZ44	Sol Mes.	Üst	129.306	3Φ20	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	36.130	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	97.252	3Φ20	9.425		
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		
KZ45	Sol Mes.	Üst	97.252	3Φ20	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	29.172	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	134.014	3Φ20	9.425		
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		
KZ46	Sol Mes.	Üst	134.014	3Φ20	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	26.633	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	170.881	3Φ20	9.425		
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		
KZ47	Sol Mes.	Üst	53.944	3Φ18	7.634	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	31.216	3Φ14	4.618		
	Aç.	-	57.089	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	92.201	3Φ18	7.634		
		Alt	80.710	3Φ14+1Φ12	5.749		
KZ48	Sol Mes.	Üst	92.201	3Φ18	7.634	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	80.710	3Φ14+1Φ12	5.749		
	Aç.	-	31.532	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	104.504	3Φ18	7.634		
		Alt	119.001	3Φ14+1Φ18	7.163		
KZ49	Sol Mes.	Üst	104.504	3Φ18	7.634	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	119.001	3Φ14+1Φ18	7.163		
	Aç.	-	31.532	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	145.522	3Φ18+1Φ12	8.765		
		Alt	94.285	3Φ14+1Φ12	5.749		

Çizelge B.1 (devam) : TSDY1975-B'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ50	Sol Mes.	Üst	145.522	3Φ18+1Φ12	8.765	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	94.285	3Φ14+1Φ12	5.749		
	Aç.	-	31.532	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	63.845	3Φ18	7.634		
		Alt	24.069	3Φ14	4.618		
KZ51	Sol Mes.	Üst	136.668	4Φ16	8.042	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	99.770	4Φ14	6.158		
	Aç.	-	31.372	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	145.723	4Φ16	8.042		
		Alt	118.013	4Φ14	6.158		
KZ52	Sol Mes.	Üst	170.441	3Φ20	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	105.773	4Φ14	6.158		
	Aç.	-	54.239	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	161.549	3Φ20	9.425		
		Alt	112.154	4Φ14	6.158		
KZ53	Sol Mes.	Üst	161.549	3Φ20	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	112.154	4Φ14	6.158		
	Aç.	-	44.868	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	152.674	3Φ20	9.425		
		Alt	59.446	4Φ14	6.158		
KZ54	Sol Mes.	Üst	133.660	3Φ18	7.634	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	99.217	4Φ14	6.158		
	Aç.	-	33.559	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	151.023	3Φ18+1Φ12	8.765		
		Alt	110.746	4Φ14	6.158		
KZ55	Sol Mes.	Üst	167.188	3Φ14+1Φ12	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	102.760	3Φ20	5.749		
	Aç.	-	51.498	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	157.508	3Φ14+1Φ12	9.425		
		Alt	107.604	3Φ20	5.749		
KZ56	Sol Mes.	Üst	157.508	3Φ14+1Φ12	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	107.604	3Φ20	5.749		
	Aç.	-	41.814	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	144.485	3Φ20	9.425		
		Alt	64.495	3Φ14+1Φ12	5.749		

Çizelge B.1 (devam) : TSDY1975-B'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ57	Sol Mes.	Üst	0	3Φ16	6.032	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	119.825	3Φ14	6.629		
	Aç.	-	73.916	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	116.108	3Φ16+1Φ12	7.163		
		Alt	48.7	3Φ14+1Φ16	4.618		
KZ58	Sol Mes.	Üst	116.108	3Φ16+1Φ12	7.163	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	48.700	3Φ14+1Φ16	4.618		
	Aç.	-	17.338	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	97.578	3Φ16	6.032		
		Alt	79.317	3Φ14	4.618		
KZ59	Sol Mes.	Üst	97.578	3Φ16	6.0319	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	79.317	3Φ14	4.6181		
	Aç.	-	23.7	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	132.815	3Φ16	7.163		
		Alt	80.27	3Φ16+1Φ12	4.618		
KZ60	Sol Mes.	Üst	84.246	3Φ16+1Φ12	7.163	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	70.373	3Φ14	4.618		
	Aç.	-	32.581	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	84.246	3Φ16	6.032		
		Alt	70.373	3Φ14	4.618		
KZ61	Sol Mes.	Üst	84.246	3Φ16	6.032	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	70.373	3Φ14	4.618		
	Aç.	-	24.045	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	106.139	3Φ16	6.158		
		Alt	113.865	3Φ14+1Φ14	6.158		
KZ62	Sol Mes.	Üst	106.139	3Φ16	6.158	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	113.865	3Φ14+1Φ14	6.158		
	Aç.	-	35.753	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	127.285	3Φ16+1Φ12	7.163		
		Alt	80.696	3Φ14	4.618		
KZ63	Sol Mes.	Üst	127.285	3Φ16+1Φ12	7.163	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	80.696	3Φ14	4.618		
	Aç.	-	51.906	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	135.297	3Φ16+1Φ12	7.163		
		Alt	62.934	3Φ14	4.618		

Çizelge B.1 (devam) : TSDY1975-B'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ64	Sol Mes.	Üst	0.000	3Φ16	6.032	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	119.825	3Φ14	6.629		
	Aç.	-	73.916	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	116.108	3Φ16+1Φ12	7.163		
		Alt	48.700	3Φ14+1Φ16	4.618		
KZ65	Sol Mes.	Üst	116.108	3Φ16+1Φ12	7.163	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	48.700	3Φ14+1Φ16	4.618		
	Aç.	-	17.338	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	97.578	3Φ16	6.032		
		Alt	79.317	3Φ14	4.618		
KZ66	Sol Mes.	Üst	97.578	3Φ16	6.032	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	79.317	3Φ14	4.618		
	Aç.	-	23.700	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	132.815	3Φ16	7.163		
		Alt	80.270	3Φ16+1Φ12	4.618		
KZ67	Sol Mes.	Üst	133.660	3Φ18	7.634	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	99.217	4Φ14	6.158		
	Aç.	-	33.559	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	151.023	3Φ18+1Φ12	8.765		
		Alt	110.746	4Φ14	6.158		
KZ68	Sol Mes.	Üst	167.188	3Φ14+1Φ12	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	102.760	3Φ20	5.749		
	Aç.	-	51.498	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	157.508	3Φ14+1Φ12	9.425		
		Alt	107.604	3Φ20	5.749		
KZ69	Sol Mes.	Üst	157.508	3Φ14+1Φ12	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	107.604	3Φ20	5.749		
	Aç.	-	41.814	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	144.485	3Φ20	9.425		
		Alt	64.495	3Φ14+1Φ12	5.749		
KZ70	Sol Mes.	Üst	136.668	4Φ16	8.042	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	99.770	4Φ14	6.158		
	Aç.	-	31.372	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	145.723	4Φ16	8.042		
		Alt	118.013	4Φ14	6.158		

Çizelge B.1 (devam) : TSDY1975-B'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ71	Sol Mes.	Üst	170.441	3Φ20	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	105.773	4Φ14	6.158		
	Aç.	-	54.239	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	161.549	3Φ20	9.425		
		Alt	112.154	4Φ14	6.158		
KZ72	Sol Mes.	Üst	161.549	3Φ20	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	112.154	4Φ14	6.158		
	Aç.	-	44.868	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	152.674	3Φ20	9.425		
		Alt	59.446	4Φ14	6.158		
KZ73	Sol Mes.	Üst	53.944	3Φ18	7.634	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	31.216	3Φ14	4.618		
	Aç.	-	57.089	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	92.201	3Φ18	7.634		
		Alt	80.710	3Φ14+1Φ12	5.749		
KZ74	Sol Mes.	Üst	92.201	3Φ18	7.634	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	80.710	3Φ14+1Φ12	5.749		
	Aç.	-	31.532	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	104.504	3Φ18	7.634		
		Alt	119.001	3Φ14+1Φ18	7.163		
KZ75	Sol Mes.	Üst	104.504	3Φ18	7.634	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	119.001	3Φ14+1Φ18	7.163		
	Aç.	-	31.532	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	145.522	3Φ18+1Φ12	8.765		
		Alt	94.285	3Φ14+1Φ12	5.749		
KZ76	Sol Mes.	Üst	145.522	3Φ18+1Φ12	8.765	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	94.285	3Φ14+1Φ12	5.749		
	Aç.	-	31.532	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	63.845	3Φ18	7.634		
		Alt	24.069	3Φ14	4.618		
KZ77	Sol Mes.	Üst	165.929	3Φ20	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	39.688	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	129.306	3Φ20	9.425		
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		

Çizelge B.1 (devam) : TSDY1975-B'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ78	Sol Mes.	Üst	129.306	3Φ20	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	36.130	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	97.252	3Φ20	9.425		
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		
KZ79	Sol Mes.	Üst	97.252	3Φ20	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	29.172	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	134.014	3Φ20	9.425		
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		
KZ80	Sol Mes.	Üst	134.014	3Φ20	9.425	2Φ10	Φ8/14/25
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	26.633	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	170.881	3Φ20	9.425		
		Alt	9.425	4Φ16	8.042		

Çizelge B.2 : TSDY1997'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ01	Sol Mes.	Üst	147.169	3Φ12+2Φ18	8.482	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	111.939	3Φ12+1Φ18	5.938		
	Aç.	-	21.153	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	98.834	3Φ12+1Φ16	5.404		
		Alt	101.163	3Φ12+1Φ16	5.404		
KZ02	Sol Mes.	Üst	98.834	3Φ12+1Φ16	5.404	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	101.163	3Φ12+1Φ16	5.404		
	Aç.	-	12.729	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	72.269	3Φ12+1Φ12	4.524		
		Alt	38.429	3Φ12	3.393		
KZ03	Sol Mes.	Üst	72.269	3Φ12+1Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	38.429	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	40.694	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	89.732	3Φ12+1Φ12	4.524		
		Alt	13.539	3Φ12	3.393		
KZ04	Sol Mes.	Üst	89.732	3Φ12+1Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	13.539	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	40.694	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	72.269	3Φ12+1Φ12	4.524		
		Alt	38.429	3Φ12	3.393		
KZ05	Sol Mes.	Üst	72.269	3Φ12+1Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	38.429	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	12.729	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	98.834	3Φ12+1Φ16	5.404		
		Alt	101.163	3Φ12+1Φ16	5.404		
KZ06	Sol Mes.	Üst	98.834	3Φ12+1Φ16	5.404	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	101.163	3Φ12+1Φ16	5.404		
	Aç.	-	21.153	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	147.169	3Φ12+2Φ18	8.482		
		Alt	111.939	3Φ12+1Φ18	5.938		
KZ07	Sol Mes.	Üst	90.691	3Φ12+1Φ14	4.932	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	24.837	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	55.169	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	55.398	3Φ12	3.393		
		Alt	29.094	3Φ12	3.393		

Çizelge B.2 (devam) : TSDY1997'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ08	Sol Mes.	Üst	55.398	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	29.094	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	6.190	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	55.398	3Φ12	3.393		
		Alt	29.094	3Φ12	3.393		
KZ09	Sol Mes.	Üst	55.398	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	29.094	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	13.189	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	50.085	3Φ12	3.393		
		Alt	36.368	3Φ12	3.393		
KZ10	Sol Mes.	Üst	50.085	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	36.368	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	9.522	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	40.686	3Φ12	3.393		
		Alt	23.798	3Φ12	3.393		
KZ11	Sol Mes.	Üst	40.686	3Φ12	3.393	2Φ14	Φ8/9/25
		Alt	23.798	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	10.337	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	114.193	3Φ12	3.393		
		Alt	79.238	3Φ12	3.393		
KZ12	Sol Mes.	Üst	114.193	3Φ12	3.393	2Φ14	Φ8/9/25
		Alt	79.238	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	10.337	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	40.686	3Φ12	3.393		
		Alt	23.798	3Φ12	3.393		
KZ13	Sol Mes.	Üst	40.686	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	23.798	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	9.522	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	50.085	3Φ12	3.393		
		Alt	36.368	3Φ12	3.393		
KZ14	Sol Mes.	Üst	50.085	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	36.368	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	13.189	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	55.398	3Φ12	3.393		
		Alt	29.094	3Φ12	3.393		

Çizelge B.2 (devam) : TSDY1997'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ15	Sol Mes.	Üst	55.398	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	29.094	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	6.190	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	55.398	3Φ12	3.393		
		Alt	29.094	3Φ12	3.393		
KZ16	Sol Mes.	Üst	55.398	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	29.094	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	55.169	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	90.691	3Φ12+1Φ14	4.932		
		Alt	24.837	3Φ12	3.393		
KZ17	Sol Mes.	Üst	72.712	3Φ12+1Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	27.712	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	54.657	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	61.493	3Φ12	3.393		
		Alt	65.804	3Φ12	3.393		
KZ18	Sol Mes.	Üst	61.493	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	65.804	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	20.893	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	115.836	3Φ12+1Φ18	5.938		
		Alt	65.388	3Φ12	3.393		
KZ19	Sol Mes.	Üst	115.836	3Φ12+1Φ18	5.938	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	65.388	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	20.483	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	114.193	3Φ12+1Φ12	5.938		
		Alt	79.238	3Φ12+1Φ12	4.524		
KZ20	Sol Mes.	Üst	114.193	3Φ12+1Φ12	5.938	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	79.238	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	31.494	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	56.474	3Φ12	3.393		
		Alt	59.983	3Φ12	3.393		
KZ21	Sol Mes.	Üst	56.474	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	59.983	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	25.956	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	42.317	3Φ12	3.393		
		Alt	40.491	3Φ12	3.393		

Çizelge B.2 (devam) : TSDY1997'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ22	Sol Mes.	Üst	42.317	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	40.491	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	25.956	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	56.474	3Φ12	3.393		
		Alt	59.983	3Φ12	3.393		
KZ23	Sol Mes.	Üst	56.474	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	59.983	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	31.494	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	114.193	3Φ12+1Φ12	5.938		
		Alt	79.238	3Φ12+1Φ12	4.524		
KZ24	Sol Mes.	Üst	114.193	3Φ12+1Φ12	5.938	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	79.238	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	20.483	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	115.836	3Φ12+1Φ18	5.938		
		Alt	65.388	3Φ12	3.393		
KZ25	Sol Mes.	Üst	115.836	3Φ12+1Φ18	5.938	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	65.388	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	20.893	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	61.493	3Φ12	3.393		
		Alt	65.804	3Φ12	3.393		
KZ26	Sol Mes.	Üst	61.493	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	65.804	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	54.657	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	72.712	3Φ12+1Φ12	4.524		
		Alt	27.712	3Φ12	3.393		
KZ27	Sol Mes.	Üst	66.075	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	23.647	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	53.059	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	68.382	3Φ12	3.393		
		Alt	62.509	3Φ12	3.393		
KZ28	Sol Mes.	Üst	68.382	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	62.509	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	26.805	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	129.537	3Φ12+2Φ16	7.414		
		Alt	87.360	3Φ12+1Φ12	4.524		

Çizelge B.2 (devam) : TSDY1997'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ29	Sol Mes.	Üst	127.493	3Φ12+2Φ16	7.414	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	94.222	3Φ12+1Φ12	4.932		
	Aç.	-	33.428	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	48.924	3Φ12	3.393		
		Alt	48.924	3Φ12	3.393		
KZ30	Sol Mes.	Üst	48.924	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	48.924	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	16.440	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	22.978	3Φ12	3.393		
		Alt	29.378	3Φ12	3.393		
KZ31	Sol Mes.	Üst	22.978	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	29.378	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	16.440	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	48.924	3Φ12	3.393		
		Alt	48.924	3Φ12	3.393		
KZ32	Sol Mes.	Üst	48.924	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	48.924	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	33.428	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	127.493	3Φ12+2Φ16	7.414		
		Alt	94.222	3Φ12+1Φ12	4.932		
KZ33	Sol Mes.	Üst	129.537	3Φ12+2Φ16	7.414	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	87.360	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	26.805	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	68.382	3Φ12	3.393		
		Alt	62.509	3Φ12	3.393		
KZ34	Sol Mes.	Üst	68.382	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	62.509	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	53.059	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	66.075	3Φ12	3.393		
		Alt	23.647	3Φ12	3.393		
KZ35	Sol Mes.	Üst	141.944	3Φ12+2Φ16	7.414	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	107.029	3Φ12+1Φ18	5.938		
	Aç.	-	25.236	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	82.631	3Φ12+1Φ12	4.524		
		Alt	75.164	3Φ12+1Φ12	4.524		

Çizelge B.2 (devam) : TSDY1997'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ36	Sol Mes.	Üst	82.631	3Φ12+1Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	75.164	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	18.280	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	32.122	3Φ12	3.393		
		Alt	22.767	3Φ12	3.393		
KZ37	Sol Mes.	Üst	32.122	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	22.767	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	9.320	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	29.652	3Φ12	3.393		
		Alt	14.383	3Φ12	3.393		
KZ38	Sol Mes.	Üst	29.652	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	14.383	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	10.456	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	27.100	3Φ12	3.393		
		Alt	20.483	3Φ12	3.393		
KZ39	Sol Mes.	Üst	27.100	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	20.483	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	10.456	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	29.652	3Φ12	3.393		
		Alt	14.383	3Φ12	3.393		
KZ40	Sol Mes.	Üst	29.652	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	14.383	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	9.320	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	32.122	3Φ12	3.393		
		Alt	22.767	3Φ12	3.393		
KZ41	Sol Mes.	Üst	32.122	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	22.767	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	18.280	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	82.631	3Φ12+1Φ12	4.524		
		Alt	75.164	3Φ12+1Φ12	4.524		
KZ42	Sol Mes.	Üst	82.631	3Φ12+1Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	75.164	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	25.236	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	141.944	3Φ12+2Φ16	7.414		
		Alt	107.029	3Φ12+1Φ18	5.938		

Çizelge B.2 (devam) : TSDY1997'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ43	Sol Mes.	Üst	160.567	4Φ16+1Φ12	9.173	2Φ14	Φ8/9/17
		Alt	9.173	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	40.365	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	121.049	4Φ16	8.042		
		Alt	8.042	4Φ16	8.042		
KZ44	Sol Mes.	Üst	121.049	4Φ16	8.042	2Φ12	Φ8/9/17
		Alt	8.042	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	35.855	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	113.144	4Φ16+1Φ12	9.173		
		Alt	9.173	4Φ16	8.042		
KZ45	Sol Mes.	Üst	113.144	4Φ16+1Φ12	9.173	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	9.173	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	31.925	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	119.444	4Φ16	8.042		
		Alt	8.042	4Φ16	8.042		
KZ46	Sol Mes.	Üst	119.444	4Φ16	8.042	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	8.042	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	29.641	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	171.243	4Φ16+1Φ12	9.173		
		Alt	9.173	4Φ16	8.042		
KZ47	Sol Mes.	Üst	83.122	4Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	49.120	3Φ14	4.618		
	Aç.	-	57.5067	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	98.591	4Φ12+1Φ12	5.655		
		Alt	103.114	3Φ14+1Φ12	5.749		
KZ48	Sol Mes.	Üst	98.591	4Φ12+1Φ12	5.655	2Φ18	Φ8/9/20
		Alt	103.114	3Φ14+1Φ12	5.749		
	Aç.	-	33.8139	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	103.732	3Φ18	5.655		
		Alt	143.036	3Φ14+1Φ20	7.760		
KZ49	Sol Mes.	Üst	103.732	4Φ12+1Φ12	5.655	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	143.036	3Φ14+1Φ20	7.760		
	Aç.	-	33.8139	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	126.358	4Φ12+1Φ14	6.535		
		Alt	82.147	3Φ14	4.618		

Çizelge B.2 (devam) : TSDY1997'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ50	Sol Mes.	Üst	126.358	4Φ12+1Φ14	6.535	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	82.147	3Φ14	4.618		
	Aç.	-	33.8139	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	91.871	4Φ12+1Φ12	5.655		
		Alt	33.515	3Φ14	4.618		
KZ51	Sol Mes.	Üst	137.732	4Φ16	8.042	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	97.089	4Φ14	6.158		
	Aç.	-	32.3589	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	151.265	4Φ16	8.042		
		Alt	123.589	4Φ14+1Φ12	7.288		
KZ52	Sol Mes.	Üst	171.777	4Φ16+1Φ12	9.173	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	100.819	5Φ12+1Φ12	6.786		
	Aç.	-	54.0123	5Φ12	5.655		
	Sağ Mes.	Üst	134.990	4Φ16	8.042		
		Alt	110.950	5Φ12+1Φ12	6.786		
KZ53	Sol Mes.	Üst	134.990	4Φ16	8.042	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	110.950	5Φ12+1Φ12	6.786		
	Aç.	-	45.60431	5Φ12	5.655		
	Sağ Mes.	Üst	154.876	4Φ16+1Φ12	9.173		
		Alt	55.006	5Φ12	5.655		
KZ54	Sol Mes.	Üst	130.325	4Φ16	8.042	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	100.520	4Φ12+1Φ12	5.655		
	Aç.	-	33.9122	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	154.891	4Φ16+1Φ12	9.173		
		Alt	114.008	4Φ12+1Φ14	6.063		
KZ55	Sol Mes.	Üst	168.381	4Φ16+1Φ12	9.173	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	103.169	5Φ12	5.655		
	Aç.	-	51.3146	5Φ12	5.655		
	Sağ Mes.	Üst	136.632	4Φ16	8.042		
		Alt	109.840	5Φ12	5.655		
KZ56	Sol Mes.	Üst	136.632	4Φ16	8.042	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	109.840	5Φ12	5.655		
	Aç.	-	42.5244	5Φ12	5.655		
	Sağ Mes.	Üst	131.7511	4Φ16	8.042		
		Alt	65.0259	5Φ12	5.655		

Çizelge B.2 (devam) : TSDY1997'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ57	Sol Mes.	Üst	113.1898	3Φ14+1Φ14	6.158	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	74.4592	4Φ12	4.524		
	Aç.	-	24.7788	5Φ12	5.655		
	Sağ Mes.	Üst	95.1504	3Φ14+1Φ12	5.749		
		Alt	79.9861	4Φ12	4.524		
KZ58	Sol Mes.	Üst	95.150	3Φ14+1Φ12	5.749	2Φ18	Φ8/9/25
		Alt	79.986	4Φ12	4.524		
	Aç.	-	25.818	5Φ12	5.655		
	Sağ Mes.	Üst	88.818	3Φ16	4.618		
		Alt	101.6358	4Φ12+1Φ12	5.655		
KZ59	Sol Mes.	Üst	88.818	3Φ16	4.618	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	101.6358	4Φ12+1Φ12	5.655		
	Aç.	-	29.68	5Φ12	5.655		
	Sağ Mes.	Üst	134.18	3Φ14+1Φ18	7.163		
		Alt	82.718	4Φ12	4.524		
KZ60	Sol Mes.	Üst	82.3624	4Φ14	6.158	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	66.8156	4Φ12	4.524		
	Aç.	-	31.0116	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	82.3624	4Φ14	6.158		
		Alt	66.8156	4Φ12	4.524		
KZ61	Sol Mes.	Üst	82.362	4Φ14	6.158	2Φ18	Φ8/11/25
		Alt	66.816	4Φ12	4.524		
	Aç.	-	31.7587	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	119.6643	4Φ14	6.158		
		Alt	136.0001	4Φ12+1Φ18	7.069		
KZ62	Sol Mes.	Üst	119.664	4Φ14	6.158	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	136.000	4Φ12+1Φ18	7.069		
	Aç.	-	36.8148	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	106.3138	4Φ14	6.158		
		Alt	81.2296	4Φ12	4.524		
KZ63	Sol Mes.	Üst	106.314	4Φ14	6.158	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	81.230	4Φ12	4.524		
	Aç.	-	52.8779	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	109.4562	4Φ14	6.158		
		Alt	65.7956	4Φ12	4.524		

Çizelge B.2 (devam) : TSDY1997'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ64	Sol Mes.	Üst	113.190	3Φ14+1Φ14	6.158	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	74.459	4Φ12	4.524		
	Aç.	-	24.779	5Φ12	5.655		
	Sağ Mes.	Üst	95.150	3Φ14+1Φ12	5.749		
		Alt	79.986	4Φ12	4.524		
KZ65	Sol Mes.	Üst	95.150	3Φ14+1Φ12	5.749	2Φ18	Φ8/9/25
		Alt	79.986	4Φ12	4.524		
	Aç.	-	25.818	5Φ12	5.655		
	Sağ Mes.	Üst	88.818	3Φ16	4.618		
		Alt	101.636	4Φ12+1Φ12	5.655		
KZ66	Sol Mes.	Üst	88.818	3Φ16	4.618	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	101.636	4Φ12+1Φ12	5.655		
	Aç.	-	29.680	5Φ12	5.655		
	Sağ Mes.	Üst	134.180	3Φ14+1Φ18	7.163		
		Alt	82.718	4Φ12	4.524		
KZ67	Sol Mes.	Üst	130.325	4Φ16	8.042	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	100.520	4Φ12+1Φ12	5.655		
	Aç.	-	33.912	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	154.891	4Φ16+1Φ12	9.173		
		Alt	114.008	4Φ12+1Φ14	6.063		
KZ68	Sol Mes.	Üst	168.381	4Φ16+1Φ12	9.173	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	103.169	5Φ12	5.655		
	Aç.	-	51.315	5Φ12	5.655		
	Sağ Mes.	Üst	136.632	4Φ16	8.042		
		Alt	109.840	5Φ12	5.655		
KZ69	Sol Mes.	Üst	136.632	4Φ16	8.042	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	109.840	5Φ12	5.655		
	Aç.	-	42.524	5Φ12	5.655		
	Sağ Mes.	Üst	131.751	4Φ16	8.042		
		Alt	65.026	5Φ12	5.655		
KZ70	Sol Mes.	Üst	137.732	4Φ16	8.042	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	97.089	4Φ14	6.158		
	Aç.	-	32.359	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	151.265	4Φ16	8.042		
		Alt	123.589	4Φ14+1Φ12	7.288		

Çizelge B.2 (devam) : TSDY1997'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ71	Sol Mes.	Üst	171.777	4Φ16+1Φ12	9.173	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	100.819	5Φ12+1Φ12	6.786		
	Aç.	-	54.012	5Φ12	5.655		
	Sağ Mes.	Üst	134.990	4Φ16	8.042		
		Alt	110.950	5Φ12+1Φ12	6.786		
KZ72	Sol Mes.	Üst	134.990	4Φ16	8.042	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	110.950	5Φ12+1Φ12	6.786		
	Aç.	-	45.604	5Φ12	5.655		
	Sağ Mes.	Üst	154.876	4Φ16+1Φ12	9.173		
		Alt	55.006	5Φ12	5.655		
KZ73	Sol Mes.	Üst	83.122	4Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	49.120	3Φ14	4.618		
	Aç.	-	57.507	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	98.591	4Φ12+1Φ12	5.655		
		Alt	103.114	3Φ14+1Φ12	5.749		
KZ74	Sol Mes.	Üst	98.591	4Φ12+1Φ12	5.655	2Φ18	Φ8/9/20
		Alt	103.114	3Φ14+1Φ12	5.749		
	Aç.	-	33.814	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	103.732	3Φ18	5.655		
		Alt	143.036	3Φ14+1Φ20	7.760		
KZ75	Sol Mes.	Üst	103.732	4Φ12+1Φ12	5.655	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	143.036	3Φ14+1Φ20	7.760		
	Aç.	-	33.814	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	126.358	4Φ12+1Φ14	6.535		
		Alt	82.147	3Φ14	4.618		
KZ76	Sol Mes.	Üst	126.358	4Φ12+1Φ14	6.535	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	82.147	3Φ14	4.618		
	Aç.	-	33.814	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	91.871	4Φ12+1Φ12	5.655		
		Alt	33.515	3Φ14	4.618		
KZ77	Sol Mes.	Üst	160.567	4Φ16+1Φ12	9.173	2Φ14	Φ8/9/17
		Alt	9.173	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	40.365	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	121.049	4Φ16	8.042		
		Alt	8.042	4Φ16	8.042		

Çizelge B.2 (devam) : TSDY1997'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ78	Sol Mes.	Üst	121.049	4Φ16	8.042	2Φ12	Φ8/9/17
		Alt	8.042	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	35.855	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	113.144	4Φ16+1Φ12	9.173		
		Alt	9.173	4Φ16	8.042		
KZ79	Sol Mes.	Üst	113.144	4Φ16+1Φ12	9.173	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	9.173	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	31.925	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	119.444	4Φ16	8.042		
		Alt	8.042	4Φ16	8.042		
KZ80	Sol Mes.	Üst	119.444	4Φ16	8.042	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	8.042	4Φ16	8.042		
	Aç.	-	29.641	4Φ16	8.042		
	Sağ Mes.	Üst	171.243	4Φ16+1Φ12	9.173		
		Alt	9.173	4Φ16	8.042		

Çizelge B.3 : TSDY2007'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ01	Sol Mes.	Üst	132.980	4Φ12+1Φ18	7.069	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	97.750	3Φ12+1Φ16	5.404		
	Aç.	-	19.801	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	87.759	4Φ12	4.524		
		Alt	90.088	3Φ12+1Φ12	4.524		
KZ02	Sol Mes.	Üst	87.759	4Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	90.088	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	11.593	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	67.710	4Φ12	4.524		
		Alt	32.918	3Φ12	3.393		
KZ03	Sol Mes.	Üst	67.710	4Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	32.918	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	40.694	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	84.421	4Φ12	4.524		
		Alt	8.329	3Φ12	3.393		
KZ04	Sol Mes.	Üst	84.421	4Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	8.329	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	40.694	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	67.710	4Φ12	4.524		
		Alt	32.918	3Φ12	3.393		
KZ05	Sol Mes.	Üst	67.710	4Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	32.918	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	11.593	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	87.759	4Φ12	4.524		
		Alt	90.088	3Φ12+1Φ12	4.524		
KZ06	Sol Mes.	Üst	87.759	4Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	90.088	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	19.801	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	132.980	4Φ12+1Φ18	7.069		
		Alt	97.750	3Φ12+1Φ16	5.404		
KZ07	Sol Mes.	Üst	84.881	3Φ12+1Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	19.027	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	55.169	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	50.937	3Φ12	3.393		
		Alt	24.633	3Φ12	3.393		

Çizelge B.3 (devam) : TSDY2007'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ08	Sol Mes.	Üst	50.937	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	24.633	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	6.190	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	50.937	3Φ12	3.393		
		Alt	24.633	3Φ12	3.393		
KZ09	Sol Mes.	Üst	50.937	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	24.633	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	13.189	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	45.369	3Φ12	3.393		
		Alt	31.652	3Φ12	3.393		
KZ10	Sol Mes.	Üst	45.369	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	31.652	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	8.478	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	37.247	3Φ12	3.393		
		Alt	20.358	3Φ12	3.393		
KZ11	Sol Mes.	Üst	37.247	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	20.358	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	12.843	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	103.706	3Φ12	3.393		
		Alt	68.751	3Φ12	3.393		
KZ12	Sol Mes.	Üst	103.706	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	68.751	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	12.843	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	37.247	3Φ12	3.393		
		Alt	20.358	3Φ12	3.393		
KZ13	Sol Mes.	Üst	37.247	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	20.358	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	8.478	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	45.369	3Φ12	3.393		
		Alt	31.652	3Φ12	3.393		
KZ14	Sol Mes.	Üst	45.369	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	31.652	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	13.189	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	50.937	3Φ12	3.393		
		Alt	24.633	3Φ12	3.393		

Çizelge B.3 (devam) : TSDY2007'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ15	Sol Mes.	Üst	50.937	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	24.633	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	6.190	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	50.937	3Φ12	3.393		
		Alt	24.633	3Φ12	3.393		
KZ16	Sol Mes.	Üst	50.937	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	24.633	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	55.169	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	84.881	3Φ12+1Φ12	4.524		
		Alt	19.027	3Φ12	3.393		
KZ17	Sol Mes.	Üst	67.517	3Φ12+1Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	22.522	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	54.657	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	54.487	3Φ12	3.393		
		Alt	58.798	3Φ12	3.393		
KZ18	Sol Mes.	Üst	54.487	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	58.798	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	19.344	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	106.146	3Φ12+1Φ18	5.404		
		Alt	55.698	3Φ12	3.393		
KZ19	Sol Mes.	Üst	106.146	3Φ12+1Φ16	5.404	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	55.698	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	18.089	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	103.706	3Φ12+1Φ16	5.404		
		Alt	68.751	3Φ12+1Φ12	4.524		
KZ20	Sol Mes.	Üst	103.706	3Φ12+1Φ16	5.404	2Φ14	Φ8/9/25
		Alt	68.751	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	24.118	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	50.049	3Φ12	3.393		
		Alt	53.558	3Φ12	3.393		
KZ21	Sol Mes.	Üst	50.049	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	53.558	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	24.525	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	37.785	3Φ12	3.393		
		Alt	35.959	3Φ12	3.393		

Çizelge B.3 (devam) : TSDY2007'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ22	Sol Mes.	Üst	37.785	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	35.959	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	24.525	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	50.049	3Φ12	3.393		
		Alt	53.558	3Φ12	3.393		
KZ23	Sol Mes.	Üst	50.049	3Φ12	3.393	2Φ14	Φ8/9/25
		Alt	53.558	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	24.118	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	103.706	3Φ12+1Φ16	5.404		
		Alt	68.751	3Φ12+1Φ12	4.524		
KZ24	Sol Mes.	Üst	103.706	3Φ12+1Φ16	5.404	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	68.751	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	18.089	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	106.146	3Φ12+1Φ16	5.404		
		Alt	55.698	3Φ12	3.393		
KZ25	Sol Mes.	Üst	106.146	3Φ12+1Φ18	5.404	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	55.698	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	19.344	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	54.487	3Φ12	3.393		
		Alt	58.798	3Φ12	3.393		
KZ26	Sol Mes.	Üst	54.487	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	58.798	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	54.657	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	67.517	3Φ12+1Φ12	3.393		
		Alt	22.522	3Φ12	3.393		
KZ27	Sol Mes.	Üst	61.462	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	19.034	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	52.849	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	61.194	3Φ12	3.393		
		Alt	55.322	3Φ12	3.393		
KZ28	Sol Mes.	Üst	61.194	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	55.322	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	24.539	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	117.820	3Φ12+2Φ14	6.472		
		Alt	75.643	3Φ12+1Φ12	4.524		

Çizelge B.3 (devam) : TSDY2007'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ29	Sol Mes.	Üst	115.414	3Φ12+2Φ14	6.472	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	82.142	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	30.073	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	43.334	3Φ12	3.393		
		Alt	46.643	3Φ12	3.393		
KZ30	Sol Mes.	Üst	43.334	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	46.643	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	15.490	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	20.101	3Φ12	3.393		
		Alt	26.562	3Φ12	3.393		
KZ31	Sol Mes.	Üst	20.101	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	26.562	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	15.490	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	43.334	3Φ12	3.393		
		Alt	46.643	3Φ12	3.393		
KZ32	Sol Mes.	Üst	43.334	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	46.643	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	30.073	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	115.414	3Φ12+2Φ14	6.472		
		Alt	82.142	3Φ12+1Φ12	4.524		
KZ33	Sol Mes.	Üst	117.820	3Φ12+2Φ14	6.472	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	75.643	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	24.539	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	61.194	3Φ12	3.393		
		Alt	55.322	3Φ12	3.393		
KZ34	Sol Mes.	Üst	61.194	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	55.322	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	52.849	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	61.462	3Φ12	3.393		
		Alt	19.034	3Φ12	3.393		
KZ35	Sol Mes.	Üst	116.989	3Φ12+2Φ14	6.472	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	88.401	3Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	23.356	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	73.923	3Φ12+1Φ12	4.524		
		Alt	66.456	3Φ12	3.393		

Çizelge B.3 (devam) : TSDY2007'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ36	Sol Mes.	Üst	73.923	3Φ12+1Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	66.456	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	17.092	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	29.272	3Φ12	3.393		
		Alt	19.852	3Φ12	3.393		
KZ37	Sol Mes.	Üst	29.272	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	19.852	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	8.747	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	27.287	3Φ12	3.393		
		Alt	12.084	3Φ12	3.393		
KZ38	Sol Mes.	Üst	27.287	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	12.084	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	9.879	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	24.501	3Φ12	3.393		
		Alt	17.883	3Φ12	3.393		
KZ39	Sol Mes.	Üst	24.501	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	17.883	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	9.879	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	27.287	3Φ12	3.393		
		Alt	12.084	3Φ12	3.393		
KZ40	Sol Mes.	Üst	27.287	3Φ12	3.393	2Φ16	Φ8/9/25
		Alt	12.084	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	8.747	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	29.272	3Φ12	3.393		
		Alt	19.852	3Φ12	3.393		
KZ41	Sol Mes.	Üst	29.272	3Φ12	3.393	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	19.852	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	17.092	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	73.923	3Φ12+1Φ12	4.524		
		Alt	66.456	3Φ12	3.393		
KZ42	Sol Mes.	Üst	73.923	3Φ12+1Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	66.456	3Φ12	3.393		
	Aç.	-	23.356	3Φ12	3.393		
	Sağ Mes.	Üst	116.989	3Φ12+2Φ14	6.472		
		Alt	88.401	3Φ12+1Φ12	4.524		

Çizelge B.3 (devam) : TSDY2007'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ43	Sol Mes.	Üst	s	4Φ14+1Φ14	7.697	2Φ14	Φ8/9/17
		Alt	7.697	3Φ16+1Φ12	7.163		
	Aç.	-	36.423	3Φ16	6.032		
	Sağ Mes.	Üst	107.469	4Φ14	6.158		
		Alt	6.158	3Φ16	6.032		
KZ44	Sol Mes.	Üst	107.469	4Φ14	6.158	2Φ12	Φ8/9/17
		Alt	6.158	3Φ16	6.032		
	Aç.	-	32.849	3Φ16	6.032		
	Sağ Mes.	Üst	99.004	4Φ14	6.158		
		Alt	6.158	4Φ16	7.163		
KZ45	Sol Mes.	Üst	99.004	4Φ14	6.158	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	6.158	4Φ16	7.163		
	Aç.	-	31.925	3Φ16	6.032		
	Sağ Mes.	Üst	105.437	4Φ14	6.158		
		Alt	6.158	4Φ16	7.163		
KZ46	Sol Mes.	Üst	105.437	4Φ14	6.158	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	6.158	4Φ16	7.163		
	Aç.	-	27.981	3Φ16	6.032		
	Sağ Mes.	Üst	155.565	4Φ14+1Φ16	8.168		
		Alt	8.168	4Φ16	6.032		
KZ47	Sol Mes.	Üst	76.126	4Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	42.123	3Φ14	4.618		
	Aç.	-	54.4366	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	87.546	4Φ12	4.524		
		Alt	92.069	3Φ14+1Φ12	5.749		
KZ48	Sol Mes.	Üst	87.546	4Φ12	4.524	2Φ16	Φ8/9/20
		Alt	92.069	3Φ14+1Φ12	5.749		
	Aç.	-	30.774	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	91.384	4Φ12+1Φ12	5.655		
		Alt	129.688	3Φ14+2Φ12	6.880		
KZ49	Sol Mes.	Üst	91.384	4Φ12+1Φ12	5.655	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	129.688	3Φ14+2Φ12	6.880		
	Aç.	-	30.774	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	115.183	4Φ12+1Φ14	6.063		
		Alt	71.800	3Φ14	4.618		

Çizelge B.3 (devam) : TSDY2007'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ50	Sol Mes.	Üst	115.183	4Φ12+1Φ14	6.063	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	71.800	3Φ14	4.618		
	Aç.	-	30.774	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	85.548	4Φ12	4.524		
		Alt	27.192	3Φ14	4.618		
KZ51	Sol Mes.	Üst	125.160	5Φ14	7.697	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	84.517	4Φ14	6.158		
	Aç.	-	30.5574	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	136.379	5Φ14	7.697		
		Alt	108.703	4Φ14	6.158		
KZ52	Sol Mes.	Üst	157.470	4Φ16+1Φ12	9.173	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	86.512	4Φ12+1Φ12	5.655		
	Aç.	-	54.0123	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	121.735	4Φ16	8.042		
		Alt	97.696	4Φ12+1Φ12	5.655		
KZ53	Sol Mes.	Üst	121.735	4Φ16	8.042	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	97.696	5Φ12+1Φ12	5.655		
	Aç.	-	45.6043	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	144.190	4Φ16+1Φ12	8.042		
		Alt	44.320	4Φ12	4.524		
KZ54	Sol Mes.	Üst	117.885	4Φ16	6.158	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	88.080	4Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	32.5047	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	140.197	4Φ16+1Φ12	7.288		
		Alt	99.514	4Φ12+1Φ14	5.655		
KZ55	Sol Mes.	Üst	154.074	4Φ14+1Φ16	8.168	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	88.862	4Φ12	4.524		
	Aç.	-	51.3146	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	123.344	4Φ14+1Φ12	7.288		
		Alt	96.557	4Φ12+1Φ12	5.655		
KZ56	Sol Mes.	Üst	123.344	4Φ14+1Φ12	7.288	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	96.557	4Φ12+1Φ12	5.655		
	Aç.	-	41.7307	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	121.5557	4Φ14+1Φ12	7.288		
		Alt	54.8307	4Φ12	4.524		

Çizelge B.3 (devam) : TSDY2007'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ57	Sol Mes.	Üst	112.0625	3Φ14+1Φ12	5.749	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	66.7558	4Φ12	4.524		
	Aç.	-	23.5447	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	85.6351	3Φ14	4.618		
		Alt	70.4707	4Φ12	4.524		
KZ58	Sol Mes.	Üst	85.635	3Φ14	4.618	2Φ18	Φ8/9/25
		Alt	70.471	4Φ12	4.524		
	Aç.	-	23.7497	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	74.8789	3Φ14	4.618		
		Alt	91.5565	4Φ12+1Φ12	5.655		
KZ59	Sol Mes.	Üst	74.8789	3Φ14	4.618	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	91.5565	4Φ12+1Φ12	5.655		
	Aç.	-	29.68	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	122.6823	3Φ14+1Φ16	6.629		
		Alt	71.2151	4Φ12	4.524		
KZ60	Sol Mes.	Üst	78.5436	5Φ12	5.655	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	59.6144	4Φ12	4.618		
	Aç.	-	29.4163	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	78.5436	5Φ12	5.655		
		Alt	59.6144	4Φ12	6.158		
KZ61	Sol Mes.	Üst	78.544	5Φ12	5.655	2Φ16	Φ8/11/25
		Alt	59.614	4Φ14	6.158		
	Aç.	-	29.1241	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	105.7348	5Φ12	5.655		
		Alt	122.0705	4Φ14+1Φ12	7.288		
KZ62	Sol Mes.	Üst	105.735	5Φ12	5.655	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	122.071	4Φ14+1Φ12	7.288		
	Aç.	-	36.0333	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	98.9932	5Φ12	5.655		
		Alt	71.1651	4Φ14	6.158		
KZ63	Sol Mes.	Üst	98.993	5Φ12	5.655	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	71.165	4Φ14	6.158		
	Aç.	-	52.8779	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	100.2136	5Φ12	5.655		
		Alt	56.553	4Φ14	6.158		

Çizelge B.3 (devam) : TSDY2007'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ64	Sol Mes.	Üst	112.063	3Φ14+1Φ12	5.749	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	66.756	4Φ12	4.524		
	Aç.	-	23.545	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	85.635	3Φ14	4.618		
		Alt	70.471	4Φ12	4.524		
KZ65	Sol Mes.	Üst	85.635	3Φ14	4.618	2Φ18	Φ8/9/25
		Alt	70.471	4Φ12	4.524		
	Aç.	-	23.750	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	74.879	3Φ14	4.618		
		Alt	91.557	4Φ12+1Φ12	5.655		
KZ66	Sol Mes.	Üst	74.879	3Φ14	4.618	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	91.557	4Φ12+1Φ12	5.655		
	Aç.	-	29.680	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	122.682	3Φ14+1Φ16	6.629		
		Alt	71.215	4Φ12	4.524		
KZ67	Sol Mes.	Üst	117.885	4Φ16	6.158	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	88.080	4Φ12+1Φ12	4.524		
	Aç.	-	32.505	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	140.197	4Φ16+1Φ12	7.288		
		Alt	99.514	4Φ12+1Φ14	5.655		
KZ68	Sol Mes.	Üst	154.074	4Φ14+1Φ16	8.168	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	88.862	4Φ12	4.524		
	Aç.	-	51.315	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	123.344	4Φ14+1Φ12	7.288		
		Alt	96.557	4Φ12+1Φ12	5.655		
KZ69	Sol Mes.	Üst	123.344	4Φ14+1Φ12	7.288	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	96.557	4Φ12+1Φ12	5.655		
	Aç.	-	41.731	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	121.556	4Φ14+1Φ12	7.288		
		Alt	54.831	4Φ12	4.524		
KZ70	Sol Mes.	Üst	125.160	5Φ14	7.697	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	84.517	4Φ14	6.158		
	Aç.	-	30.557	4Φ14	6.158		
	Sağ Mes.	Üst	136.379	5Φ14	7.697		
		Alt	108.703	4Φ14	6.158		

Çizelge B.3 (devam) : TSDY2007'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ71	Sol Mes.	Üst	157.470	4Φ16+1Φ12	9.173	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	86.512	4Φ12+1Φ12	5.655		
	Aç.	-	54.012	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	121.735	4Φ16	8.042		
		Alt	97.696	4Φ12+1Φ12	5.655		
KZ72	Sol Mes.	Üst	121.735	4Φ16	8.042	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	97.696	5Φ12+1Φ12	5.655		
	Aç.	-	45.604	4Φ12	4.524		
	Sağ Mes.	Üst	144.190	4Φ16+1Φ12	8.042		
		Alt	44.320	4Φ12	4.524		
KZ73	Sol Mes.	Üst	76.126	4Φ12	4.524	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	42.123	3Φ14	4.618		
	Aç.	-	54.437	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	87.546	4Φ12	4.524		
		Alt	92.069	3Φ14+1Φ12	5.749		
KZ74	Sol Mes.	Üst	87.546	4Φ12	4.524	2Φ16	Φ8/9/20
		Alt	92.069	3Φ14+1Φ12	5.749		
	Aç.	-	30.774	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	91.384	4Φ12+1Φ12	5.655		
		Alt	129.688	3Φ14+2Φ12	6.880		
KZ75	Sol Mes.	Üst	91.384	4Φ12+1Φ12	5.655	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	129.688	3Φ14+2Φ12	6.880		
	Aç.	-	30.774	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	115.183	4Φ12+1Φ14	6.063		
		Alt	71.800	3Φ14	4.618		
KZ76	Sol Mes.	Üst	115.183	4Φ12+1Φ14	6.063	2Φ12	Φ8/9/25
		Alt	71.800	3Φ14	4.618		
	Aç.	-	30.774	3Φ14	4.618		
	Sağ Mes.	Üst	85.548	4Φ12	4.524		
		Alt	27.192	3Φ14	4.618		
KZ77	Sol Mes.	Üst	143.965	4Φ14+1Φ14	7.697	2Φ14	Φ8/9/17
		Alt	7.697	3Φ16+1Φ12	7.163		
	Aç.	-	36.423	3Φ16	6.032		
	Sağ Mes.	Üst	107.469	4Φ14	6.158		
		Alt	6.158	3Φ16	6.032		

Çizelge B.3 (devam) : TSDY2007'nin kiriş betonarme hesap sonuçları.

Kiriş Adı	Kesit	Konum	M_d(KNm)	Seçilen Donatı	Donatı Alanı (cm^2)	Gövde Donatısı	Etriye
KZ78	Sol Mes.	Üst	107.469	4Φ14	6.158	2Φ12	Φ8/9/17
		Alt	6.158	3Φ16	6.032		
	Aç.	-	32.849	3Φ16	6.032		
	Sağ Mes.	Üst	99.004	4Φ14	6.158		
		Alt	6.158	4Φ16	7.163		
KZ79	Sol Mes.	Üst	99.004	4Φ14	6.158	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	6.158	4Φ16	7.163		
	Aç.	-	31.925	3Φ16	6.032		
	Sağ Mes.	Üst	105.437	4Φ14	6.158		
		Alt	6.158	4Φ16	7.163		
KZ80	Sol Mes.	Üst	105.437	4Φ14	6.158	2Φ12	Φ8/11/25
		Alt	6.158	4Φ16	7.163		
	Aç.	-	27.981	3Φ16	6.032		
	Sağ Mes.	Üst	155.565	4Φ14+1Φ16	8.168		
		Alt	8.168	4Φ16	6.032		

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Mert ÜSTÜN

Doğum Yeri ve Tarihi: İZMİR 05.04.1985

Adres: Piri Reis Mah. İnönü Cad. No:248/6 Konak/İZMİR

E-Posta: mert-ustun@hotmail.com

Lisans: Dokuz Eylül Üniversitesi (2005-2010)