

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TAŞIYICI SİSTEMLERİ FARKLI OLAN BETONARME YAPILARDA
DÖŞEME TÜRLERİNİN DAVRANIŞA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatmana Gülçem YAŞOĞLU

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

MAYIS 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TAŞIYICI SİSTEMLERİ FARKLI OLAN BETONARME YAPILARDA
DÖŞEME TÜRLERİNİN DAVRANIŞA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Fatmana Gülçem YAŞOĞLU
(501121021)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tülay AKSU ÖZKUL

MAYIS 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501121021 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Fatmana Gülçem YAŞOĞLU** ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**TAŞIYICI SİSTEMLERİ FARKLI OLAN BETONARME YAPILARDA DÖŞEME TÜRLERİNİN DAVRANIŞA ETKİSİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

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

Jüri Üyeleri : **Yrd. Doç. Dr. Mecit ÇELİK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Sema NOYAN ALACALI
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **21 Nisan 2015**
Savunma Tarihi : **20 Mayıs 2015**

Aileme,

ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince tüm bilgi birikimi ve deneyimi ile her zaman yanımda olan ve yol gösteren hocam Sayın Tülay AKSU ÖZKUL’a, Yüksek Lisans eğitimimde katkıları bulunan değerli İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Öğretim Üyelerine ve tüm öğretim hayatım boyunca üzerimde büyük emekleri olan hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Yaşamım boyunca üzerimde çok büyük emeği olan maddi, manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve sevgisiyle daima yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Nisan 2015

F. Gülçem Yaşoğlu
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
SEMBOL LİSTESİ	xxix
ÖZET.....	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
2. DÖŞEME SİSTEMLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİ	3
2.1 Kirişli Döşemeler	4
2.2 Dişli Döşeme	6
2.3 Kirişsiz Döşemeler	9
3. TAŞIYICI SİSTEMLERİN SÜNEKLİK DÜZEYLERİ VE HESAP YÖNTEMLERİ.....	13
3.1 Süneklik.....	13
3.1.1 Süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler	14
3.1.2 Süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistemler	15
3.1.3 Süneklik düzeyi karma taşıyıcı sistemler.....	15
3.2 Taşıyıcı Sistemlerin Hesap Yöntemleri.....	16
3.2.1 Elastik deprem yüklerinin tanımlanması.....	17
3.2.1.1 Spektral ivme katsayısı	17
3.2.1.2 Etkin yer ivmesi katsayısı	17
3.2.1.3 Bina önem katsayısı	17
3.2.1.4 Spektrum katsayısı	18
3.2.1.5 Deprem yükü azaltma katsayısı	19
3.2.2 Eşdeğer deprem yükü yöntemi.....	20
3.2.2.1 Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi	21
3.2.2.2 Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin belirlenmesi.....	22
3.2.3 Mod birleştirme yöntemi.....	22
3.2.3.1 İvme spektrumu.....	23
3.2.3.2 Gözönüne alınacak dinamik serbestlik dereceleri.....	23
3.2.3.3 Hesaba katılacak yeterli titreşim modu sayısı.....	23
3.2.3.4 Mod katkılarının birleştirilmesi	24
3.2.3.5 Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri.....	24
3.2.4 Zaman tanım alanında hesap yöntemi.....	24
4. YAPI DÜZENLİLİKLERİ	27
4.1 Planda Düzensizlik Durumları	27
4.1.1 Burulma düzensizliği A1	27
4.1.2 Döşeme süreksizlikleri A2	28
4.1.3 Planda çıkıntılar bulunması A3	30
4.2 Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları.....	30

4.2.1 Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat) B1	30
4.2.2 Komşu katlar arası riitlik düzensizliği (yumuşak kat) B2.....	31
4.2.3 Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği B3	32
4.3 Görelî Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Etkileri	33
4.3.1 Etkin görelî kat ötelemeleri	33
4.3.2 İkinci mertebe etkileri	33
5. MODELLEME	35
5.1 Farklı Taşıyıcı Sistemlere Göre Analiz	37
5.1.1 Tip1A yapı çözümlemesi	39
5.1.1.1 Kirişli plak döşeme hesabı	40
5.1.1.2 Tip1A kirişlerinin boyutlandırılması.....	43
5.1.1.3 Tip1A kolonlarının boyutlandırılması.....	44
5.1.1.4 Tip1A modelleme bilgileri	46
5.1.1.5 Tip1A taşıyıcı sistem elemanlarının donatı hesabı	50
5.1.2 Tip1B yapı çözümlemesi.....	53
5.1.2.1 Tip1B kolonlarının boyutlandırılması	54
5.1.2.2 Tip1B perdelerinin boyutlandırılması	55
5.1.2.3 Tip1B modelleme bilgileri	56
5.1.2.4 Tip1B taşıyıcı sistem elemanlarının donatı hesabı.....	61
5.1.3 Tip2A yapı çözümlemesi	64
5.1.3.1 Dişli döşeme hesabı.....	65
5.1.3.2 Tip2A kirişlerinin boyutlandırılması.....	67
5.1.3.3 Tip2A kolonlarının boyutlandırılması.....	68
5.1.3.4 Tip2A modelleme bilgileri	69
5.1.3.5 Tip2A taşıyıcı sistem elemanlarının donatı hesabı	73
5.1.4 Tip2B yapı çözümlemesi.....	76
5.1.4.1 Tip2B kolonlarının boyutlandırılması	77
5.1.4.2 Tip2B perdelerinin boyutlandırılması	78
5.1.4.3 Tip2B modelleme bilgileri	78
5.1.4.4 Tip2B taşıyıcı sistem elemanlarının donatı hesabı.....	83
5.1.5 Tip3A yapı çözümlemesi	86
5.1.5.1 Tip3A döşeme donatı hesabı	87
5.1.5.2 Tip3A kolonlarının boyutlandırılması.....	90
5.1.5.3 Tip3A perdelerinin boyutlandırılması	92
5.1.5.4 Tip3A modelleme bilgileri	92
5.1.5.5 Tip3A taşıyıcı sistem elemanlarının donatı hesabı	96
5.1.6 Tip3B yapı çözümlemesi.....	98
5.1.6.1 Tip3B kolonlarının boyutlandırılması	99
5.1.6.2 Tip3B perdelerinin boyutlandırılması	100
5.1.6.3 Tip3B modelleme bilgileri	100
5.1.6.4 Tip3B taşıyıcı sistem elemanlarının donatı hesabı.....	105
5.2 Aynı Taşıyıcı Sistemde Farklı Döşeme Türlerine Göre Analiz	106
5.2.1 Tip1C yapı çözümlemesi.....	108
5.2.1.1 Tip1C modelleme bilgileri	108
5.2.2 Tip2C yapı çözümlemesi.....	113
5.2.2.1 Tip2C modelleme bilgileri	113
5.2.3 Tip3C yapı çözümlemesi.....	118
5.2.3.1 Tip3C modelleme bilgileri	118
6. KARŞILAŞTIRMALAR	123
6.1 Farklı Taşıyıcı Sistemlere Göre Karşılaştırma	123

6.1.1 6 katlı A Tipi yapıların karşılaştırmaları	123
6.1.2 12 katlı B Tipi yapıların karşılaştırmaları	129
6.2 12 Katlı C Tipi Yapıların Karşılaştırılması	133
7. SONUÇLAR	141
8. KAYNAKLAR	145
ÖZGEÇMİŞ.....	147

KISALTMALAR

DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007
TS500	: Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları
TS498	: Yapı Elemanlarının Boyutlandırmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri
ETABS	: Extended 3D Analysis of Building Systems
CQC	: Tam Karesel Birleştirme Yöntemi
SRSS	: Square Root of the Sum of the Squares

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Etkin yer ivmesi katsayısı.....	17
Çizelge 3.2 : Bina önem katsayısı.....	18
Çizelge 3.3 : Spektrum karakteristik periyotları.....	19
Çizelge 3.4 : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı	20
Çizelge 3.5 : Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar	21
Çizelge 3.6 : Hareketli yük katılım katsayısı.....	22
Çizelge 5.1 : Model adlandırmaları	38
Çizelge 5.2 : Normal kat kirişli plak döşeme yükü	40
Çizelge 5.3 : Çatı katı kirişli plak döşeme yükü.....	40
Çizelge 5.4 : Tip1A döşeme açıklık momentleri ve donatıları.....	41
Çizelge 5.5 : Tip1A döşeme mesnet momentleri ve donatıları	42
Çizelge 5.6 : Tip1A kolon boyutlandırması	44
Çizelge 5.7 : Seçilen deprem yüklemesi kombinasyonları.....	49
Çizelge 5.8 : Tip1A A1 burulma düzensizliği kontrolü	50
Çizelge 5.9 : Tip1A yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri	50
Çizelge 5.10 : Tip1A kolon donatıları	51
Çizelge 5.11 : Tip1A kiriş donatıları	52
Çizelge 5.12 : Tip1B kolon boyutlandırması.....	54
Çizelge 5.13 : Tip1B yapı perde boyutları.....	56
Çizelge 5.14 : Tip1B A1 burulma düzensizliği kontrolü.....	59
Çizelge 5.15 : Tip1B yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri	60
Çizelge 5.16 : Tip1B kolon donatıları	61
Çizelge 5.17 : Tip1B perde donatıları	62
Çizelge 5.18 : Tip1B kiriş donatıları	63
Çizelge 5.19 : Normal kat dişli döşeme yükü.....	66
Çizelge 5.20 : Çatı katı dişli döşeme yükü	66
Çizelge 5.21 : Tip2A döşeme açıklık momentleri ve donatıları.....	67
Çizelge 5.22 : Tip2A döşeme mesnet momentleri ve donatıları	67
Çizelge 5.23 : Tip2A kolon boyutlandırması	68
Çizelge 5.24 : Tip2A A1 burulma düzensizliği kontrolü	72
Çizelge 5.25 : Tip2A yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri	73
Çizelge 5.26 : Tip2A kolon donatıları	74
Çizelge 5.27 : Tip2A kiriş donatıları	75
Çizelge 5.28 : Tip2B kolon boyutlandırması.....	77
Çizelge 5.29 : Tip2B A1 burulma düzensizliği kontrolü.....	82
Çizelge 5.30 : Tip2B yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri	82

Çizelge 5.31 : Tip2B kolon donatıları	83
Çizelge 5.32 : Tip2B perde donatıları	84
Çizelge 5.33 : Tip2B kiriş donatıları	85
Çizelge 5.34 : Normal kat kirişsiz plak döşeme yükü	88
Çizelge 5.35 : Çatı katı kirişsiz plak döşeme yükü.....	88
Çizelge 5.36 : Tip3A döşeme 2 aksı kolon şeridi momentleri ve donatıları	89
Çizelge 5.37 : Tip3A döşeme 2 aksı açıklık şeridi momentleri ve donatıları.....	89
Çizelge 5.38 : Tip3A döşeme B aksı kolon şeridi momentleri ve donatıları.....	90
Çizelge 5.39 : Tip3A döşeme B aksı açıklık şeridi momentleri ve donatıları	90
Çizelge 5.40 : Tip3A kolon boyutlandırması.....	91
Çizelge 5.41 : Tip3A yapı perde boyutları	92
Çizelge 5.42 : Tip3A A1 burulma düzensizliği kontrolü.....	95
Çizelge 5.43 : Tip3A yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebeye etkileri kontrolleri	96
Çizelge 5.44 : Tip3A perde donatıları	96
Çizelge 5.45 : Tip3A kolon donatıları	97
Çizelge 5.46 : Tip3B kolon boyutlandırması.....	99
Çizelge 5.47 : Tip3B A1 burulma düzensizliği kontrolü.....	104
Çizelge 5.48 : Tip3B yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebeye etkileri kontrolleri	104
Çizelge 5.49 : Tip3B kolon donatıları	105
Çizelge 5.50 : Tip3B perde donatıları	106
Çizelge 5.51 : Model adlandırmaları	107
Çizelge 5.52 : C Tipi yapıların kolon boyutları	107
Çizelge 5.53 : C Tipi yapıların perde boyutları	107
Çizelge 5.54 : Tip1C A1 burulma düzensizliği kontrolü.....	111
Çizelge 5.55 : Tip1C yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebeye etkileri kontrolleri	112
Çizelge 5.56 : Tip2C A1 burulma düzensizliği kontrolü.....	116
Çizelge 5.57 : Tip2C yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebeye etkileri kontrolleri	117
Çizelge 5.58 : Tip3C A1 burulma düzensizliği kontrolü.....	121
Çizelge 5.59 : Tip3C yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebeye etkileri kontrolleri	122
Çizelge 6.1 : Tip1C kolon uçları moment ve kesme kuvveti değerleri	136
Çizelge 6.2 : Tip1C perde uçları moment ve kesme kuvveti değerleri.....	136
Çizelge 6.3 : Tip2C kolon uçları moment ve kesme kuvveti değerleri	137
Çizelge 6.4 : Tip2C perde uçları moment ve kesme kuvveti değerleri.....	138
Çizelge 6.5 : Tip3C kolon uçları moment ve kesme kuvveti değerleri	139
Çizelge 6.6 : Tip3C perde uçları moment ve kesme kuvveti değerleri.....	139

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Tek doğrultuda çalışan döşeme	5
Şekil 2.2 : Çift doğrultuda çalışan döşeme	6
Şekil 2.3 : Dişli döşeme sistem	7
Şekil 2.4 : İki doğrultuda çalışan dişli döşeme sistemi.....	8
Şekil 2.5 : Zımbalama etkisi	9
Şekil 2.6 : Başlıklı kirişsiz döşeme	11
Şekil 3.1 : Süneklik düzeyi yüksek perdeliçerçeveli sistemlerde R katsayı değişimi14	
Şekil 3.2 : Süneklik düzeyi karma perdeli-çerçeveli sistemlerde R katsayı değişimi16	
Şekil 4.1 : A1 türü düzensizlik durumu	27
Şekil 4.2 : A2 türü düzensizlik durumu -I	29
Şekil 4.3 : A2 türü düzensizlik durumu- II ve III	29
Şekil 4.4 : A3 türü düzensizlik durumu	30
Şekil 4.5 : B3 türü düzensizlik durumu- I-III-IV.....	32
Şekil 4.6 : B3 türü düzensizlik durumu- II	33
Şekil 5.1 : Tipik kat planı	36
Şekil 5.2 : Tip1A kat planı	39
Şekil 5.3 : Kiriş kesitleri	43
Şekil 5.4 : Tip1A yapısının plan görünümü	46
Şekil 5.5 : Tip1A yapısının üç boyutlu görünümü	47
Şekil 5.6 : Tip1B kat planı	53
Şekil 5.7 : Tip1B yapısının plan görünümü	56
Şekil 5.8 : Tip1B yapısının üç boyutlu görünümü	57
Şekil 5.9 : Tip2A kat planı	64
Şekil 5.10 : Tip2A yapısının plan görünümü	70
Şekil 5.11 : Tip2A yapısının üç boyutlu görünümü	70
Şekil 5.12 : Tip2B kat planı	76
Şekil 5.13 : Tip2B yapısının plan görünümü	79
Şekil 5.14 : Tip2B yapısının üç boyutlu görünümü	79
Şekil 5.15 : Tip3A kat planı	86
Şekil 5.16 : Tip3A yapısının plan görünümü	92
Şekil 5.17 : Tip3A yapısının üç boyutlu görünümü	93
Şekil 5.18 : Tip3B kat planı	98
Şekil 5.19 : Tip3B yapısının plan görünümü	101
Şekil 5.20 : Tip3B yapısının üç boyutlu görünümü	101
Şekil 5.21 : Tip1C yapısının plan görünümü	108
Şekil 5.22 : Tip1C yapısının üç boyutlu görünümü	109
Şekil 5.23 : Tip2C yapısının plan görünümü	113
Şekil 5.24 : Tip2C yapısının üç boyutlu görünümü	114
Şekil 5.25 : Tip3C yapısının plan görünümü	118
Şekil 5.26 : Tip3C yapısının üç boyutlu görünümü	119

Şekil 6.1 : 6 Katlı A tipi yapıların periyotları	123
Şekil 6.2 : 6 Katlı A tipi yapıların ağırlıkları	124
Şekil 6.3 : 6 Katlı A tipi yapıların taban kesme kuvvetleri	125
Şekil 6.4 : 1 Normal kattaki döşeme beton ağırlıkları.....	125
Şekil 6.5 : 1 Normal kattaki döşeme demir ağırlıkları.....	126
Şekil 6.6 : 6 Katlı A tipi yapıların beton ağırlıkları	127
Şekil 6.7 : 6 Katlı A tipi yapıların demir ağırlıkları	127
Şekil 6.8 : 6 Katlı A tipi yapıların 1 normal kat maliyeti	128
Şekil 6.9 : 12 Katlı B tipi yapıların periyotları	129
Şekil 6.10 : 12Katlı B tipi yapıların ağırlıkları	130
Şekil 6.11 : 12 Katlı B tipi yapıların taban kesme kuvvetleri	130
Şekil 6.12 : 12 Katlı B tipi yapıların beton ağırlıkları	131
Şekil 6.13 : 12 Katlı B tipi yapıların demir ağırlıkları	132
Şekil 6.14: 12 Katlı B tipi yapıların 1 normal kat maliyeti	133
Şekil 6.15 : C tipi yapıların periyotları	134
Şekil 6.16 : C tipi yapıların ağırlıkları	134
Şekil 6.17 : C tipi yapıların taban kesme kuvvetleri	135

SEMBOL LİSTESİ

A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
A	: Brüt kat alanı
A_b	: Kattaki toplam boşluk alanı
$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
d_i	: Binanın i 'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
d_{fi}	: Binanın i 'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
D_i	: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde burulma düzensizliği olan binalar için i 'inci katta $\pm\%5$ ek dışmerkezliğe uygulanan büyütme katsayısı
g	: Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s^2)
H_1	: Zeminin en üst tabakasının kalınlığı
H_N	: Bodrum katları rijit perde olan binalarda zemin kat döşemesi üstünden, diğer binalarda ise temel üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik
h_i	: Binanın i 'inci katındaki kat yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
m_i	: Binanın i 'inci katının kütlesi
M_n	: n 'inci doğal titreşim moduna ait modal kütle
M_{xn}	: Göz önüne alınan x deprem doğrultusunda binanın n 'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
M_{yn}	: Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda binanın n 'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T_n)$	: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S_{ae}(T_n)$	: n 'inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme [m/s^2]
$S_{aR}(T_n)$	: Elastik spektral ivme [m/s^2]
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
T	: Bina doğal titreşim periyodu
T_A, T_B	: Spektrum karakteristik periyotları
T_m, T_n	: Binanın m 'inci ve n 'inci doğal titreşim periyotları [s]
V_i	: Gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın i 'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
$\sum A_e$	: İlgili kattaki deprem doğrultusundaki etkili kesme alanları toplamı
$\sum A_w$	: İlgili kattaki kolon etkin gövde alanları toplamı
$\sum A_g$	: İlgili kattaki deprem doğrultusuna paralel perde en kesit alanları toplamı
$\sum A_k$	: İlgili kattaki deprem doğrultusuna paralel dolgu duvar en kesit alanları toplamı
Δ_i	: Binanın i 'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{ort}$	: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{maks}$	: Binanın i'nci katındaki maksimum azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{min}$	: Binanın i'nci katındaki minimum azaltılmış görelî kat ötelemesi
δ_i	: Binanın i'nci katındaki etkin görelî öteleme
$\delta_{x,maks}$	: Binanın x yönündeki maksimum etkin görelî ötelemesi
$\delta_{y,maks}$	: Binanın y yönündeki maksimum etkin görelî ötelemesi
θ_{maks}	: Maksimum ikinci mertebe gösterge değeri
η_b	: Burulma düzensizliğı katsayısı
η_k	: Rijitlik düzensizliğı katsayısı
α_s	: Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetleri toplamının, binanın tümü için meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranı
ϕ_{xin}	: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta x eksenî doğrultusundaki yatay bileşeni
ϕ_{yin}	: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta y eksenî doğrultusundaki yatay bileşeni
$\phi_{\theta in}$	: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta düşey eksen etrafındaki dönme bileşeni

TAŞIYICI SİSTEMLERİ FARKLI OLAN BETONARME YAPILARDA DÖŞEME TÜRLERİNİN DAVRANIŞA ETKİSİ

ÖZET

Büyük şehirlerde özellikle son yıllarda artan nüfus sonucu doğan hızlı şehirleşme, barınma ihtiyacı ve çalışma alanları gereksinimleri, yeni yerleşim alanlarının bulunmasında büyük sıkıntılara sebep olmuştur. Şehirler büyüdükçe, yerleşim alanlarının git gide azalması sebebiyle çok katlı yapıların inşaatı yaygınlaşmaktadır. Yapı sektöründe yaşanan teknolojik gelişmeler ve yapım tekniklerinin modernleşmesi yüksek katlı yapıların yapımını kolaylaştırmaktadır.

Aktif fay hatlarının üzerinde yer alan ülkemizin yüz ölçümünün %92 si deprem kuşağında yer almaktadır. Bu sebeple ülkemizde yapımı gerçekleştirilen yapıların, olası depremler sonucu can kaybı yaşatmayacak şekilde ayakta kalması en önemli unsurdur. Yapıların projelendirme aşamalarında taşıyıcı sistem tasarlanırken; yapının kullanım amacı doğrultusunda üzerine gelen yükleri emniyetle taşıması, ekonomik olması ve mimari gereklilikleri sebebiyle optimum çözüme ulaşmak için farklı döşeme sistemlerinin kullanılması gerekli olabilmektedir.

Bir yapıda doğru taşıyıcı sistemin seçilmesi yanında projenin sahada uygulanabilirliği de önemli bir konudur. Bu hususta yapının projelendirilmesi aşamasında taşıyıcı sistem tasarımından seçilen malzemelere kadar gerçekçi yaklaşımlar gözetilmelidir.

Bu çalışmada Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğe (DBYBHY) göre tasarlanan, aynı mimariye sahip farklı katlarda tasarlanan yapıların, farklı taşıyıcı sistemlerde döşeme türlerinin modellenmesi yapılmıştır. Farklı döşeme türlerinin davranışa etkisi incelenmiş ve maliyet karşılaştırması yapılmıştır.

Yedi bölüm olarak hazırlanan bu çalışmada;

Birinci bölümde çalışmanın kapsamı ve amacına yer verilerek giriş yapılmıştır.

İkinci bölümde yapıların modellenmesinde kullanılan kirişli döşeme, dışlı döşeme ve kirişsiz döşeme tipleri hakkında bilgi verilerek özellikleri anlatılmış ve karşılaştırma yapılarak taşıyıcı sisteme olan katkıları incelenmiştir.

Üçüncü bölümde Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik'ten bahsedilerek, taşıyıcı sistemlerinin süneklik düzeyleri ve modellemede DBYBHY'ye göre bina türü yapıların deprem hesabında kullanılan hesap yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir.

Dördüncü bölümde düzensizlik durumları tanıtılmış düzensiz binalara ilişkin koşullar incelenmiştir. Ayrıca kontrolü yapılan parametrelerden olan etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe değeri de yine bu bölümde açıklanmıştır.

Beşinci bölümde kurulan modellerin tanıtımı yapılmıştır. Bu bölümün ilk bölümünde modeller; kirişli, dışlı ve kirişsiz döşeme olmak üzere 3 farklı döşeme sisteminde

genel yapı bilgilerinin verilmesinin ardından, taşıyıcı elemanlarının boyutlandırılması yapılarak çerçeve ve perde çerçeve sistem olarak incelenmiştir. Çerçeve sistem 6 katlı olarak, perde çerçeve sistem 12 katlı olarak dizayn edilmiştir. Yalnızca kirişsiz döşeme DBYBHY'de belli kısıtlar içerdiğinden perde ilavesi yapılarak optimum boyutlarda dizayn edilmiştir. Üç farklı döşeme sistemi içinde çözümleme yapılan modeller ETABS programı ile analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda DBYBHY'nin önerdiği kontroller yapılarak donatılandırılması yapılmıştır. İkinci bölümde ise sadece döşeme sistemindeki değişimin etkisini incelemek için üç farklı döşeme sistemi için taşıyıcı sistemi ve bu taşıyıcı sistemin boyutları aynı olan tek bir sistem seçilerek modellerin analizi yapılmıştır.

Altıncı bölümde, analizi gerçekleştirilen bu modellerin ağırlık, periyot, taban kesme kuvvetleri ve ilk bölümde yer alan modellemelerin beton ve demir miktarları, ve 1 normal kat için maliyetleri karşılaştırılmıştır. İkinci bölümde analizi yapılan modellerde ise iç kuvvet etkileri incelenmiştir.

Yedinci bölüm olan son bölümde ise yapılan çalışmalardan ve karşılaştırmalardan elde edilen sonuçlara yer verilerek yorumlanmıştır.

THE EFFECTS OF THE SLAB TYPES TO THE BEHAVIOUR OF A REINFORCED CONCRETE BUILDING WITH DIFFERENT STRUCTURAL SYSTEMS

SUMMARY

In recent years, increasing and housing needs due to the increasing of population and the requirements of business places are caused big problems in finding of the available residential areas. Because of the decreasing trend in the residential areas due to increased growth rate of cities, the construction of the multiple story buildings have become widespread. The modernization of construction techniques and technological developments in the construction sector provide an advantage of the construction of high-rise buildings.

92% of the total residential area of Turkey is located in the earthquake zone which is affected by an active fault line. Because of this, the earthquake resistance of buildings is the most important factor in our country. Considering the lateral and vertical loads acting on the structure, at design stage, the use of a different slab system can be the optimum solution to carry the structural loads safely, economically and satisfying architectural requirements for that building.

The feasibility of the project on the site as well as choosing the true structural system are both important issues. In this respect, a realistic approach should be followed to select material properties for the chosen system.

Within this study, we have chosen on different floors systems for a certain building which have modeled different types of slabs in the different structural system. “Turkish Specification for Buildings to be Built in Seismic Zones 2007” is followed to design the buildings as earthquake-resistant. The behavior of different types of slabs were investigated and also cost comparisons were made between them.

Model sizes in the plan view of the chosen building are 16mx39.5m (=632m²). The height of the normal stories is 3m and the ground floor is 3.5m. “TS500 Requirements for Design and Construction of Reinforced Concrete Structures” were used to design the slabs and to determine the load combinations which are only vertical, windy, earthquake and lateral earth impulse loadings. All necessary combinations are taken into account while modeling. The structural loads were determined according to “TS 498 Design Loads for Buildings”. The building is designed as an office building by which the live load participation factor is taken as 0.3, building and the importance factor as 1.

The slab thickness of the plate slab system is 15cm and the beam cross-section sizes are 30cmx60cm. For the ribbed slab system model the width and height of the ribs are 10cm/30cm the slab thickness is 10 cm and the width of spacing is 40 cm, respectively. Beam sizes were used 60cmx40cm depending on loads. The thickness of the flat slab system is 25cm. Different live loads, such as 2 kN/m² and 5 kN/m², were affected over the buildings to evaluate the responses. The concrete class of the entire system is selected as C30.

This study consists of seven chapters;

In the first chapter the scope and purpose of the study was given.

In the second part, the different slab systems such as plate slab, ribbed slab and flat slab used for modeling were introduced also comparisons were made to examine the effectiveness of the structural system.

Third part gives information about ‘Specification for Buildings to be Built in Seismic Zones 2007’. The ductility levels of the structural systems and calculation methods used in seismic analysis were discussed. According to DBYBHY 2007, there are three methods Equivalent Seismic Load Method, Mode-Combination Method and Analysis Methods in the Time Domain to calculate earthquake loads

Within this study equivalent seismic load method was used to calculate earthquake load affecting the structure. According to DBYBHY 2007, The Equivalent Seismic Load Method may be used for,

- In the first and second seismic zones, buildings with torsional irregularity coefficient satisfying the condition $\eta_{bi} \leq 2.0$ at every story and buildings with height less than 25 m.
- In the first and second seismic zones, buildings with torsional irregularity coefficient satisfying the condition $\eta_{bi} \leq 2.0$ at every story and at the same time without the type B2 irregularity, building height less than 40 m.
- In the third and fourth seismic zones, all buildings, with building height less than 40 m.

In DBYBHY 2007, structural systems are divided into three classes according to their ductility level: The systems with high ductility levels, normal ductility levels and mixed ductility levels.

The cases of irregularity were introduced in the fourth section and examined the circumstances of the irregular building. In addition control of parameters which are effective in relative story drift and second order effect are described in this section.

There are two main irregularities that were considered in the study;

- The first one is irregularities in plan, consists following three types A1 - Torsional Irregularity, A2 - Floor Discontinuities, A3 - Projections in Plan.
- The second one is Irregularities in elevation which consists of following three types are B1 – Interstory Strength Irregularity (Weak Story), B2 – Interstory Stiffness Irregularity (Soft Story), B3 - Discontinuity of Vertical Structural Elements.

In fifth chapter established models were described. In the first section of this chapter; the general structure of the information was given in three different slab systems which are plate slab, ribbed slab and flat slab. After designing structural elements the effects of frame and wall frame systems have been investigated. The rigid frame systems have been designed as six floor and wall frame systems as twelve floor, respectively. Within this study, only model of flat slab was modeled with optimum dimensions with shear walls that is contains certain constraints in DBYBHY. Structures are modeled in three different slab types and analyzed with ETABS

commercial software which is developed for structural analyses. According to the results of the analyses, reinforcements of the structural elements are selected and structural requirements are checked by using DBYBHY's. In the second section of this chapter, the effect of the three different slab system on the structural behaviour of the choosen building was analyzed.

In the sixth chapter; the self weights of the models including live loads, periods and base shear forces were compared. In addition to that point, the cost of the steel and the concrete which was calculated in the first chapter for the choosen models were compared for one normal story. Additionally, in the second chapter of model section, we compared the effects of internal forces.

Seventh chapter is the last part of this study; in which the results of the analyses were given and compared with each other.

1. GİRİŞ

Yapıya etkiyen deprem kuvvetleri büyük ölçüde yapının özelliklerine ve seçilen taşıyıcı sisteme bağlıdır. Ayrıca yapının deprem davranışı üzerinde; plandaki perde duvarların yerleşimi, planda çıkıntı durumu, döşeme sistemindeki boşluklar ve burulma düzensizliği gibi birçok parametre etkili olmaktadır. Bu yüzden yapıların kullanım amacına göre doğru taşıyıcı sistem ve döşeme türüne göre tasarlanması önemlidir.

Yapının üzerine gelen yüklerin taşıyıcı sisteme aktarılmasında büyük önem taşıyan döşemelerin de tasarımı önem arz etmektedir. Döşeme sisteminin seçimi sünellik düzeyinin belirlenmesinde etkili olacağı gibi döşeme kalınlıkları ve döşeme tipi, yapı yüksekliğini ve bu sebeple de sistem maliyetlerini büyük ölçüde değiştireceğinden doğru yaklaşımlarla optimize edilmelidir. Ayrıca seçilen sistemin mimari gereksinimleri de karşılayabilmelidir.

Kat hizalarında döşemeler; yatay yükler altında, şekil değişimi olmadan sadece kendi düzleminde rijit öteleme yaptığı rijit diyafram kabulüne göre modellenir. Bu sebeple yatay yükler tamamen yatay ve düşey elemanların rijitlikleri oranında karşılanır. Bu yüzden döşeme türlerinin ve çalışma prensiplerinin iyi bilinmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Buna bağlı olarak yapılarda modelleme esnasında yapılan kabuller, yapının hem düşey hem de yatay yükler altındaki davranışına pozitif yönde etki etmeli, aynı zamanda da, yapının ekonomik ve estetik olması gibi gereksinimleri sağlayabilmelidir. Bu bağlamda ele alınan üç farklı döşeme türünün de farklı avantaj ve dezavantajları bulunabilmektedir.

Doğru taşıyıcı sistemin seçilmesi, yapıların yüklere karşı gösterdiği tepkileri doğrudan etkilemektedir. Projelendirme aşamasında belirlenen taşıyıcı sistemin seçimi bu açıdan önem taşımaktadır. Mimari ve estetik kaygılar göz önünde bulundurularak, yapılacak tasarımda yapıya etki eden tüm koşullar ele alınarak taşıyıcı sistem seçilmelidir. Taşıyıcı sistemler perde, çerçeve, perde+çerçeve,

        , üç veya bunların birlikte kullanılmasıyla sınıflanabilir. Taşıyıcı sistemi seçerken, davranışın s        , yapının maksimum yer de  işt  irme, burulma vb. davranışlarının parametreleri ve ekonomisinin optimumda tasarlanması amaçlarıdır [4].

Yapıların yapılabileceği maksimum yükseklik, inş   edilecek yerin zemin özelliklerine ve imar durumuna göre değişkenlik gösterebilir. Günümüzde arsa değerlerinin yüksek olduğu bölgelerde yüksek katlı yapıların inş  asına sıklıkla rastlanmaktadır. Yapı yüksekliğinin artması, yapıya etkiyen deprem ve rüzgar yükünün etkisi artmasına sebep olmakla beraber kat kolon ve perdelerine etkiyen eksenel yüklerde de önemli değişimler meydana gelmektedir.

Ülkemizde depreme dayanıklı yapı tasarımı, kullanılacak y  k kombinasyonlarının belirlenmesi, malzemelerle ilgili özellikler, hesap yöntemleri vb. konularda standartlar ve yönetmelikler kullanılarak boyutlandırma yapılarak tasarım yapılmaktadır. Depreme dayanıklı yapı tasarımı için kuralların düzenlendiği, 2007 yılında yayınlanan “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” kullanılmaktadır [1]. Yapıların tasarlanması ve yapımında uygulanacak kuralları belirtmek üzere “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları TS500” standardı kullanılmaktadır [2]. Yapıya etkiyen yüklerin belirlenebilmesi için ise “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri TS498” standardı kullanılmaktadır [3].

Bu çalışmada, 6 katlı yapılar   er  eve 12 katlı yapılar perde+  er  eve olacak şekilde yapıların üç farklı döşeme türü kullanılarak modellenmesi sonucu bu farklı seçimlerin maliyete olan etkisi araştırılmıştır. Ayrıca 12 katlı yapılarda sadece döşemenin davranışa etkisini incelemek üzere üç farklı döşeme sistemi taşıyıcı sistem üzerinde optimizasyon yapılmadan aynı boyutlarda seçilen taşıyıcı sisteme göre modellemesi yapılmıştır.

2. DÖŞEME SİSTEMLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİ

Döşemeler; üzerlerine gelen sabit, hareketli yükleri mesnetlendikleri kolon kiriş ve perde gibi taşıyıcı elemanlara aktaran düzlemsel betonarme elemanlardır. Bu yüklerin döşeme üzerinde düzgün yayılı yük olarak yayıldığı kabul edilir. Ağır tekil yüklerin bulunması durumunda ise kesit etkilerinin belirlenmesi için değişik çözümleme yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Bununla birlikte deprem ve rüzgâr yükü gibi yatay yüklerin düşey taşıyıcı elemanlara aktarılması da döşemeler aracılığıyla yapılır. Döşemelerin düzlemleri içindeki yüklerin aktarımları rijit diyafram kabulüne göre yapılır[4]. Döşemelerin rijit diyafram kabulü, yatay yükler altında kendi düzlemi içinde deforme olmadan rijit bir kütle olarak hareket ettiği kabulüne dayanır[5]. Kalınlıkları açıklığa, mesnet durumuna ve üzerine gelen yüklere bağlı olarak belirlenmektedir. Döşemelerin; üzerine gelen yükleri taşıyıcılık görevinin yanında ses ısı ve nem yalıtımı, yangın dayanımı ve estetik işlevleri gibi görevleri de söz konusu olmaktadır.

Yapıyı katlara ayıran yapı elemanı olan döşemeler, mesnetlenme ve yük aktarma durumlarındaki farklılıklarına göre sınıflandırılabilir. Bu çalışmada yapı sistemlerinde kullanılan döşeme türleri üç ana başlıkta sınıflandırılmıştır:

1. Kirişli Döşemeler
2. Dişli Döşemeler
3. Kirişsiz Döşemeler

Kalınlıkları açıklığın boyutlarına ve yükün büyüklüğüne göre belirlenen ve mesnetlenme durumu olarak döşeme plağı kenarlarından kirişlere mesnetlenen yükünü bir veya iki doğrultuda ileten döşemeler kirişli döşeme olarak adlandırılır.

Birbirine yakın ve doğrultuları birbirine paralel olan diş olarak adlandırılan, sık kirişlerden ve bunların arasındaki plak döşemelerden oluşan döşeme sistemleri dişli döşeme sistemidir.

Yükünü kiriş gibi taşıyıcı elemanlar aracılığıyla değil de, doğrudan doğruya yükünü kolon ve perdelerle aktaran döşeme sistemleri ise kirişsiz döşeme olarak adlandırılır.

2.1 Kirişli Döşemeler

En az bir kenarı kirişe oturan bir plaktır. Konut tipi yapılarda sıklıkla tercih edilen döşeme tipidir. Döşemenin mesnedini kiriş ve taşıyıcı duvarlar oluşturur. Döşemeler tüm kenarlarından mesnetleneceği gibi bir ya da birkaç kenarından mesnetlenip diğer kenarları boşta olan ankastre döşemelerden de oluşabilir[6].

Plağın oturduğu kirişler yükleme durumuna göre yüksek sünekliğe ve rijitliğe sahip olacak şekilde projelendirilebilir. Bu sebeple deprem bölgelerinde inşaa edilen yapılarda, yapıda oluşan rijit diyafram etkisi nedeniyle tercih edilir.

Döşemelerin taşıdıkları yük fazlaştıkça veya mesnet arasındaki açıklık arttıkça, döşemenin kalınlığı da artar. Binalarda betonarme döşeme kalınlığı arttıkça ekonomikliği azalır. Kirişli döşemeli sistemlerde plak kalınlığı arttığında döşemenin altında kirişler konularak, döşeme daha küçük alanlara bölünebilir. Böylece yapılarda plak kalınlığı az olduğu için taşıyıcı elemanların boyutları da ekonomik tasarlanabilir.

Kirişli döşemeler uzun kenarlarının kısa kenarlarına oranına göre, bir doğrultuda çalışan kirişli döşemeler ve iki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler olmak üzere ikiye ayrılırlar.

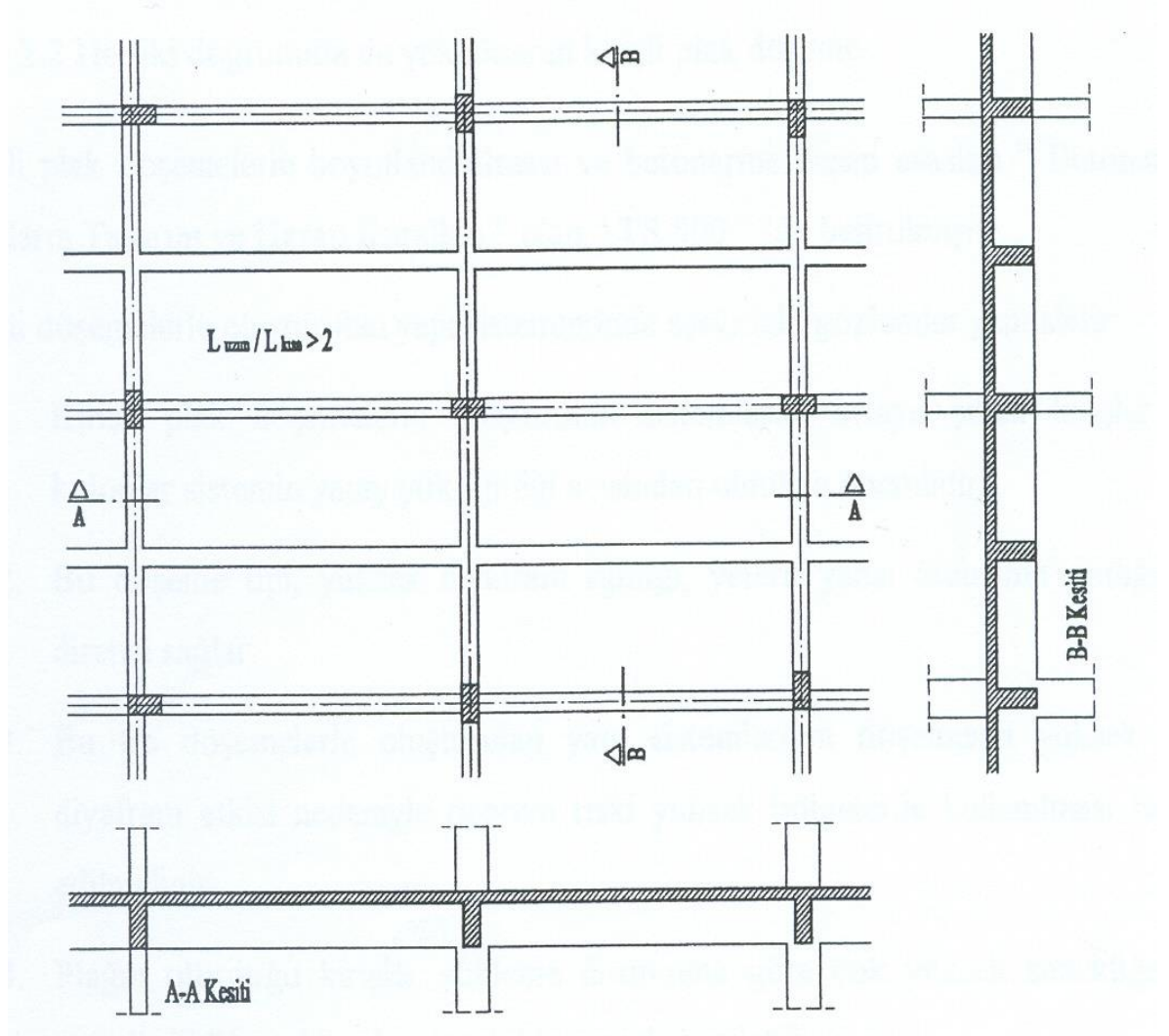
Kirişlere mesnetlenen döşemelerin uzun kenarının, kısa kenarına oranı m 'nin 2 den büyük olması durumunda bu döşemeler bir doğrultuda çalışan kirişli döşemeler olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2.1). Yükün büyük bir kısmı kısa kenar doğrultusunda taşındığından, bir doğrultuda çalışan döşemelerde sadece kısa kenar doğrultusunda donatı hesabı yapılır. Hesaplanan donatı döşemenin kısa kenar doğrultusunda çekme donatısı olarak yerleştirilir. Diğer doğrultu için moment ve donatı hesabı yapılmayıp, sadece yönetmelik gereği dağıtma donatısı yerleştirilmektedir[7].

Kirişlere mesnetlenen döşemelerin uzun kenarının, kısa kenarına oranı m 'nin 2'ye eşit ve küçük olması durumunda bu döşemeler bir doğrultuda çalışan kirişli döşemeler olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2.2). Bu tür plaklar, iki eksenli eğilme etkisi altında, yüklerini mesnet kirişlerine iletirler. İki eksenli yük taşımaları nedeniyle, bir doğrultuda çalışan döşemelere göre daha narin kesitlerle aynı yükü taşımak mümkündür. Bu tür döşeme sistemlerinin düzgün yayılı yük altında iki

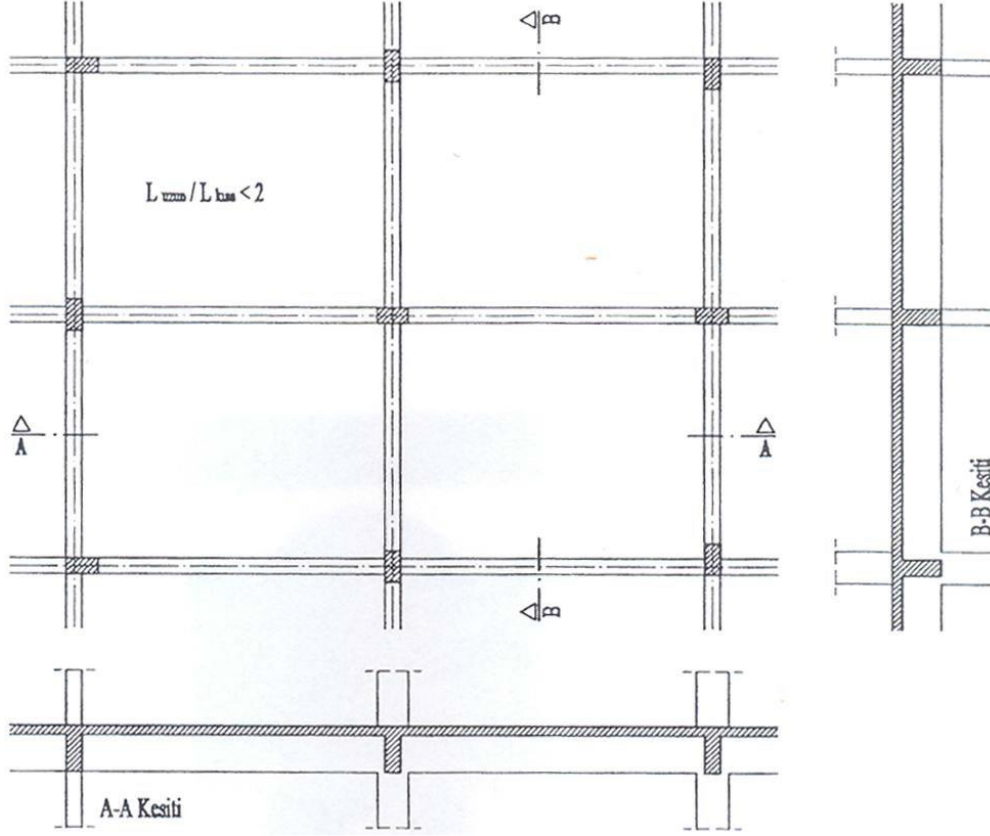
doğrultudaki yük paylaşma oranları bulunarak bu doğrultularda şerit kabulü ile her iki doğrultu için sürekli kiriş çözümü yapılabilir[6].

Kirişli plak döşemelerinin avantaj ve dezavantajları:

- Depreme dayanıklılık açısından en elverişli döşeme sistemidir.
- Kirişli plak döşemelerde kalıp için kullanılan malzeme miktarı az olsa da kalıp maliyeti yüksektir.
- Konsol döşemeler için kirişli plak döşemeler uygun bir döşeme şeklidir.
- Kirişli plak döşemeler büyük açıklıklar geçme açısından diğer döşeme çeşitlerine göre daha elverişsiz sistemlerdir.
- Kirişler kat yüksekliğini azaltarak kullanımı olumsuz olarak etkilemektedir.



Şekil 2.1 : Tek doğrultuda çalışan döşeme.



Şekil 2.2 : Çift doğrultuda çalışan döşeme.

- Yapının kullanımındaki değişikliklere bağlı olarak duvarların yerlerinin değiştirilmesi gibi durumlarda kirişli döşemeler pek uygun olmamaktadır. Hesaplarda dikkate alınmayan durumlarda döşemenin orta bölgesine yapılacak bir duvar, döşemede sehim ve hasara neden olabilir.

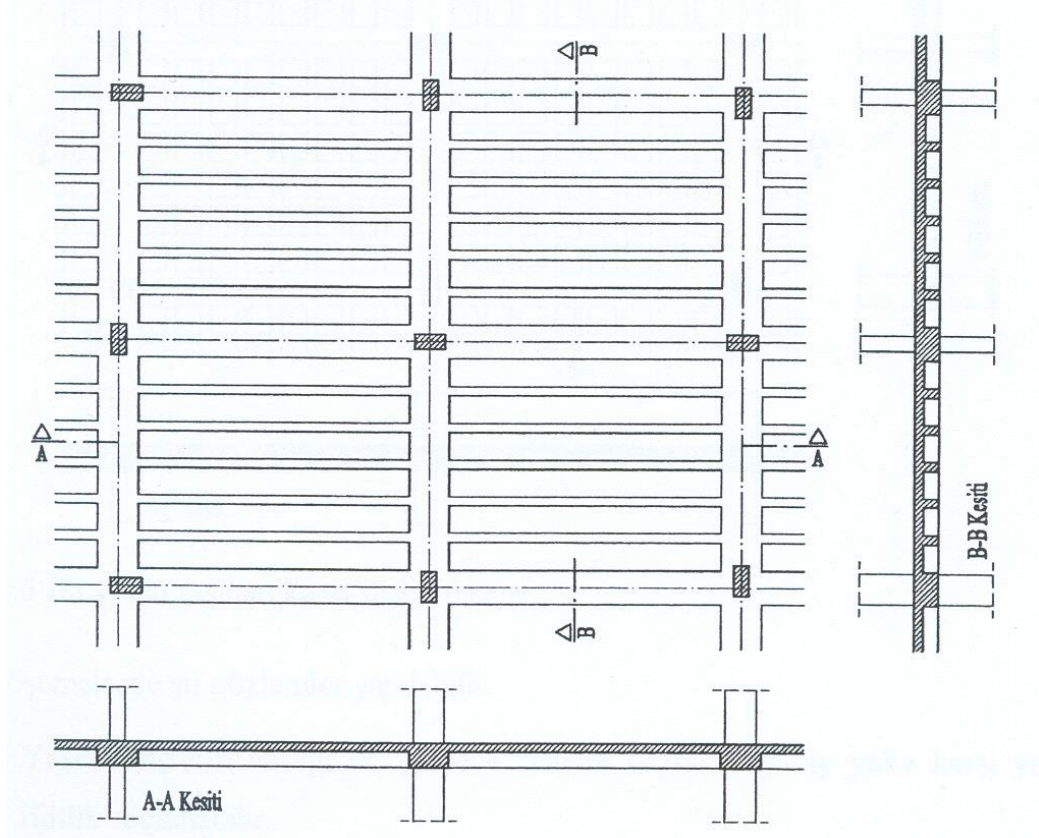
2.2 Dişli Döşeme

Belirli aralıklarla birbirine paralel dişlerin ana kirişlere oturtulması ve üzerine çok ince bir plak yapılması ile oluşturulan bir döşeme sistemidir. Bir ya da iki doğrultuda sık olarak oluşturulan dişlerin serbest açıklıkları 400 mm ile 700 mm arasında düzenlenir (Şekil 2.3). Bu döşeme sistemi sık olarak düzenlenen dişler ve bu dişlerin üzerine oturduğu ana kirişlerinden oluştuğundan genel olarak açıklığın büyük olduğu durumlarda veya tekil ve şerit yüklerin döşemeye etkilediği durumlarda çokça tercih edilen döşeme sistemidir. Döşemenin yükü dişler ile taşınarak mesnetlere aktarıldığından, dişler arası döşeme tablasının kalınlığı, normal döşeme kalınlığına göre az olur.

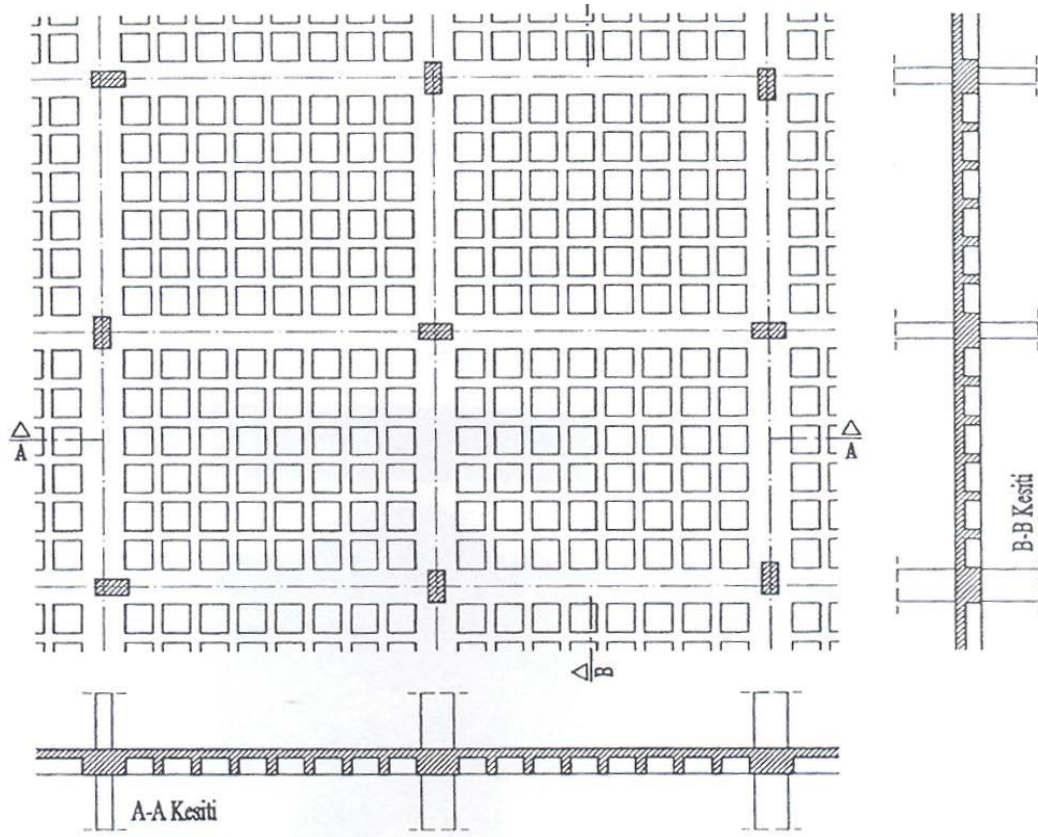
Döşemede dişler genellikle ana kirişlerin çok zorlanmaması için döşemenin uzun kenar doğrultusunda yapılır. Dişler uzun doğrultuda konduğunda diş açıklığı büyük olduğu için dişler zorlanır. Döşeme yükü tamamı dişlerin oturduğu ana kirişlere gider ve bu ana kirişler çok zorlanmazlar. Eğer dişler kısa doğrultuda konulursa diş açıklığı küçük olur, diş fazla zorlanmaz Fakat döşeme yükünün tamamı dişlerin oturduğu büyük açıklıklı ana kirişlere gider, ana kirişler çok zorlanırlar.

Dişler genellikle bir doğrultuda düzenlenir. Döşeme açıklığının çok büyük olması ve/veya yüklerin çok ağır olduğu yerlerde iki doğrultuda düzenlenebilir (Şekil 2.4).

Plağın alt kısmındaki dişler arası boş bırakılır ya da asmolen denilen hafif bir dolgu malzemesi ile doldurulur. Bu tür dolgulu döşemeye asmolen döşeme denir. Dolgu malzemesi olarak boşluklu beton briket, boşluklu pişmiş kil, gaz beton, köpük veya benzeri, bu amaç için özel olarak üretilmiş, standart boyutlu hafif bloklar kullanılır. Asmolenin taşıyıcı özelliği yoktur. Sadece yük olarak dikkate alınır, statik ve betonarme hesaplarda yok varsayılır.



Şekil 2.3 : Dişli döşeme sistemi.



Şekil 2.4 : İki doğrultuda çalışan dışlı döşeme sistemi.

Deprem yönetmeliğinde, süneklik düzeyi yüksek kolonlar, kirişler ve kolon-kiriş birleşim bölgeleri için verilen koşullardan herhangi birini sağlamayan dolgulu veya dolgusuz dışlı ve kaset döşemeli sistemlerin, süneklik düzeyi normal sistemler olarak göz önüne alınacağı belirtilmektedir. Süneklik düzeyi normal sistemlerin birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde yapılmalarına müsaade edilmemektedir. Bu durumda süneklik düzeyi normal dışlı döşemeli sistemlerde meydana gelebilecek hasarları sınırlamak için betonarme perde duvarlar kullanmak gerekli olmaktadır.

Dışlı döşeme sistemlerinin avantaj ve dezavantajları:

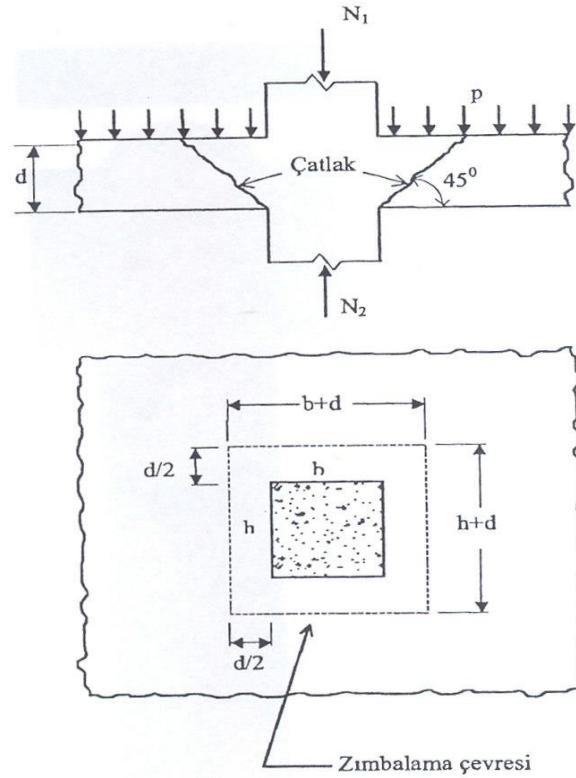
- Depreme dayanıklılık açısından oldukça kötü bir performans göstermektedir.
- Bu sistemlerde kalıp maliyeti düşük, ancak kullanılan malzeme miktarı oldukça fazladır.
- Kaset döşemeler betonarme döşemeler arasında büyük açıklıkları geçme açısından en elverişli döşeme sistemidir.
- Yükün büyük olması ya da tekil yük bulunması durumunda dışlı döşemeler diğer döşemelere göre daha uygundur.

- Yapıda zaman zaman duvarların yerlerinin değişmesi gibi durumlarda kaset döşemeler oldukça elverişli döşemelerdir.
- Dolgu malzemesi nedeniyle ek masraf gerektirmek, döşeme ağırlığını arttırmak, döşemede kullanılacak donatı miktarını arttırmak gibi sakıncalı olan tarafları da bulunmaktadır.

2.3 Kirişsiz Döşemeler

Kirişleri olmayan, doğrudan kolonlara oturan bir plaktır. Mantar döşeme olarak da adlandırılan bu döşeme türü yükleri çok büyük olmayan geniş çalışma alanı olan hacimlerde kullanılabilir.

Kirişsiz döşemelerde, yatay düzlemde kirişler olmadığı için yapıya gelen düşey ve yatay yüklerin taşınmasında ve taşıyıcı kolon ve perdelerle aktarılmasında, döşemede yük dağılımının ve dengesinin gerektirdiği gibi oluşan döşeme şeritleri görev alır. Bundan dolayı kolonların yerleştirildiği aks sisteminin düzgün eksenler üzerinde olması çok önemlidir. Kirişsiz döşemelerde, yatay yüklere karşı güvenli bir diyafram etkisi oluşturabilmek için döşeme kalınlığı, donatı yerleşimi ve dağılımı dikkatli yapılmalıdır.



Şekil 2.5 : Zımbalama etkisi.

Kalıp işçiliği ve maliyeti az olan kirişsiz döşemelerin altında sarkan kiriş olmadığından düz bir tavan görünümü elde edilir. Ancak iyi bir çerçeve davranışı sergileyemez. Bu döşeme tipinin olumsuz etkilerinden bir ise kolonların plağa doğrudan oturmasından dolayı kolonların başlarında oluşan zımbalama etkisidir (Şekil 2.5). Bu zımbalama etkisi döşeme kalınlıklarının belirlenmesinde de etkindir.

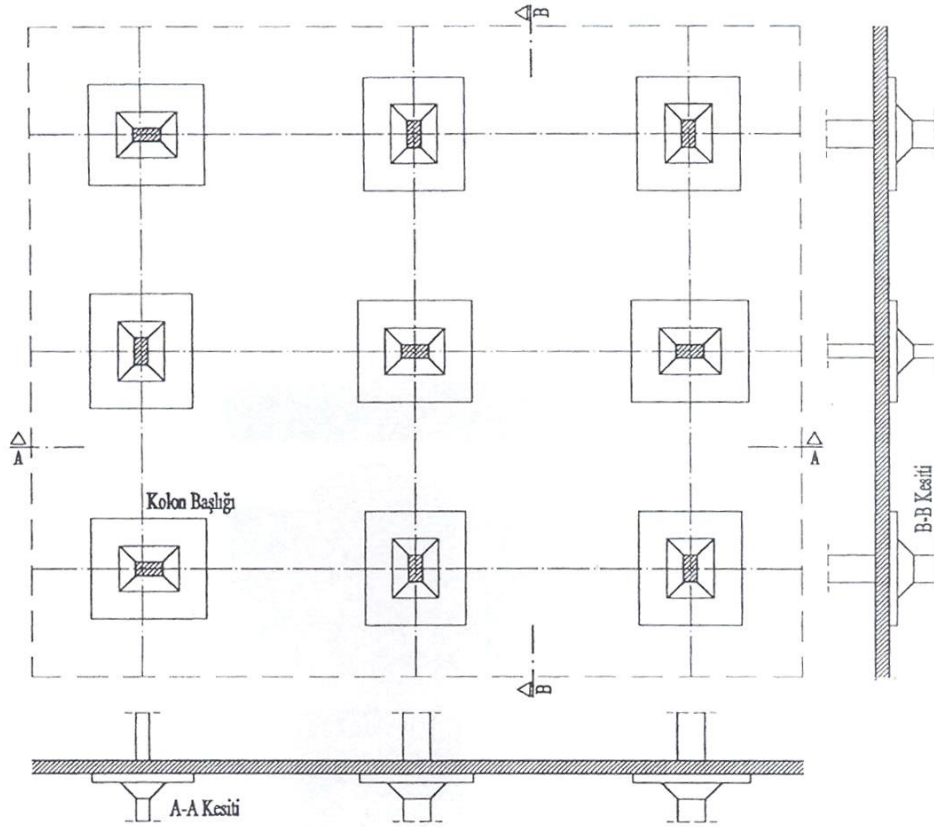
Ağır yükleri olan sanayi yapıları köprü otopark gibi döşemelerde zımbalamayı önlemek amacıyla kolona başlık yapılır (Şekil 2.6). Böylece bu etkiye maruz kalan alanlarda döşeme kalınlığı lokal olarak arttırılmış olur. Başlık yapılmayan durumlarda zımbalama dayanımını arttırmak için özel zımbalama donatıları da konulabilir. Bu şekilde zımbalama etkisine karşı koyacak dayanım elde edilmiş olur. Başlıksız kirişler yüklerin hafif olduğu ve açıklıkların çok büyük olmadığı konut, iş yeri için uygundur. Çünkü başlık kullanımı mimari estetik ve ekonomik açıdan olumsuz etkileyebilmektedir.

Deprem yönetmeliğinde, bu döşemeler için süneklik düzeyi yüksek kolonlar için verilen koşullardan herhangi birinin sağlanamaması durumunda süneklik düzeyi normal sistemler olarak göz önüne alınması öngörülmektedir. Süneklik düzeyi normal binada betonarme perde duvar kullanılmaması durumunda, sadece üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ve yapı toplam yüksekliğinin 13 m den küçük olduğu durumlarda izin verilmektedir. Bu durumda birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde inşa edilecek süneklik düzeyi normal kirişsiz döşemeli sistemlerde meydana gelebilecek hasarları sınırlamak için betonarme perde duvar kullanmak gerekli olmaktadır. Bu sebeple deprem kuşağında yer alan ülkemiz için uygun bir plak tipi değildir. Mutlaka deprem perdeleri düzenlenmelidir.

Kirişsiz döşemenin avantaj ve dezavantajları sıralanacak olursa;

- Kirişsiz döşemelerde meydana gelen zımbalama etkisi, bu döşemelerin deprem bölgelerinde uygulanması konusunda zorluklar oluşturmaktadır.
- Kirişsiz döşemelerde döşeme kalınlıklarının fazla olmasından dolayı kullanılan malzeme oldukça fazladır, ancak buna karşılık kalıp maliyeti düşüktür.
- Kirişsiz döşemeler büyük açıklıkları geçebilen döşeme sistemlerinden biridir.
- Yapının kullandığı değişikliklerine bağlı olarak yapılacak değişiklikler için uygun bir sistemdir

- Kirişsiz döşemelerde döşeme kalınlığı fazla olduğundan döşeme sistemi yeterince rijittir.
- Kirişli plak döşemeler kadar alışkın olunan bir döşeme sistemi değildir.
- Kirişsiz döşemelerle uzun ve ağır konsolları tasarlamak oldukça zordur.



Şekil 2.6 : Başlıklı kirişsiz döşeme.

3. TAŞIYICI SİSTEMLERİN SÜNEKLİK DÜZEYLERİ VE HESAP YÖNTEMLERİ

3.1 Süneklik

Yapının taşıyıcı sistemini oluşturan elemanların şekil değiştirme yapabilirken, taşıma gücünde önemli bir azalma oluşmadan sisteme etkileyen yükler altında enerji yutma kapasitesine süneklik denir. Kısaca deprem enerjisini yaptığı yer değiştirme ile hasar görmeden sönümleyebilmesi o yapının sünekliğini gösterir.

Deprem etkisi altında doğrusal-elastik davranan yapılarda deprem sırasında oluşacak enerjinin tamamı plastik aşamaya geçmeden elastik aşamada sönümlenmelidir. Ancak bu durumun gerçekleşmesi için kesitlerin aşırı büyük boyutlarda seçilmesi gerekmektedir. Bu durumda ise yapının maliyeti artacaktır. Yapı maliyetini azaltmak ve enerjinin bir kısmını plastik aşamada tüketmek amaçlanırsa, yapının sünek davranış gösterecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Enerjinin çoğu yapıda oluşacak plastik mafsallarda tüketilmektedir [7].

DBYBHY’de taşıyıcı sistemler, süneklik düzeylerine göre üç sınıfa ayrılmıştır:

1. Süneklik düzeyi yüksek olan taşıyıcı sistemler
2. Süneklik düzeyi normal olan taşıyıcı sistemler
3. Süneklik düzeyi karma olan taşıyıcı sistemler

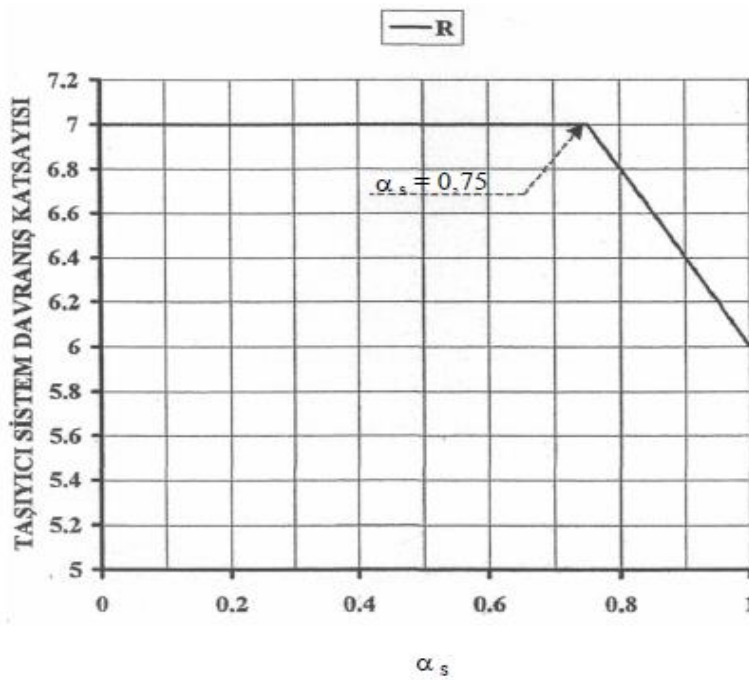
DBYBHY’de Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'ne göre; deprem etkisi altında taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışı göz önüne alınarak, spektral ivme katsayısı, $A(T)$ 'ye göre bulunan elastik deprem yükleri, Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı, $R_a(T)$ 'ye bölünür. Bu katsayı ise; farklı taşıyıcı sistemler için süneklik düzeylerine göre tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, R 'ye ve doğal titreşim periyodu, T 'ye göre belirlenir. Çerçevesiz yapı sistemlerinde taşıyıcı sistemde perde bulunması durumuna göre yapı süneklik düzeyi yüksek, normal ya da karma olmak üzere üç farklı şekilde olabilir.

3.1.1 Süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler

Süneklik düzeyi yüksek sistemlerin, yüksek enerji yutma kapasiteleri nedeniyle elastik deprem yüklerine daha büyük bir azaltma katsayısı uygulanmaktadır.

Süneklik düzeyi yüksek betonarme boşluksuz perdeli-çerçeve sistemlerde taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) $\alpha_s < 0,75$ olduğunda $R=7$ olarak alınırken; $0,75 < \alpha_s < 1,00$ olması durumunda Denklem 3.1'deki gibi hesaplanır. R değişimi Şekil 3.1' de gösterilmiştir.

$$R = 10 - 4\alpha_s \quad (3.1)$$



Şekil 3.1 : Süneklik düzeyi yüksek perdeli – çerçeve sistemlerde R katsayısının değişimi.

Ayrıca yüksek sünek sistemlerde depreme dayanıklı tasarım kuralları çerçevesinde normal süneklığe sahip yapılar için uygulanan kurallara ek kontroller ve donatı düzenlemeleri getirilmiştir. Bu bağlamda enine donatı koşullarında özellikle kolon sarılma bölgelerinde daha sık etriye kullanımıyla süneklilik ve dayanım arttırılmak istenmektedir.

Süneklik düzeyi yüksek olarak gözönüne alınacak taşıyıcı sistemlerde, süneklik düzeyinin her iki yatay deprem doğrultusunda da yüksek olması zorunludur. Süneklik düzeyi bir deprem doğrultusunda yüksek veya karma, buna dik diğer deprem doğrultusunda ise normal olan sistemler, her iki doğrultuda da süneklik

düzeyi normal sistemler olarak sayılacaktır. Süneklik düzeyleri her iki doğrultuda aynı olan veya bir doğrultuda yüksek, diğer doğrultuda karma olan sistemlerde, farklı doğrultularda birbirinden farklı R katsayıları kullanılabilir[1].

1. ve 2. derece deprem bölgelerinde taşıyıcı sistemi sadece çerçevelerden oluşan betonarme binalarda süneklik düzeyi yüksek sistemlerin kullanılması gerekmektedir. Bina önem katsayısı $I=1.5$ ve $I=1.4$ olan yapılarda süneklik düzeyi yüksek sistem ya da süneklik düzeyi karma sistem kullanılacaktır.

3.1.2 Süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistemler

Süneklik düzeyi normal yerinde dökme betonarme bütün yapıların taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 4$ 'tür. Süneklik düzeyi normal çerçeveli yapılarda kullanılan perde elemanlarının normal sünekliğe sahip olabilmesi için $\alpha_s > 0,75$ şartının sağlanması gereklidir.

Süneklik düzeyi normal olan taşıyıcı sistemlerin oluşturduğu yapıların yapımı konusunda da DBYBHY birtakım kısıtlamalar getirmiştir. DBYBHY' ye göre sadece 3. ve 4. Derece deprem bölgesinde yer alan ve perde içermeyen; bina yüksekliği, $H_N \leq 13$ m olması koşuluyla kirişsiz döşemeli sistemler ile kolon, kiriş ve birleşim bölgeleriyle ilgili yönetmelikteki yüksek süneklik şartlarını sağlamayan, dolgulu veya dolgusuz dişli ve kaset döşemeli betonarme sistemler ve $H_N < 25$ m olması koşuluyla kirişli plak döşemeli sistemler süneklik düzeyi normal sistemler olarak göz önüne alınır.

Kirişsiz döşemeli sistemlerin 1. ve 2. deprem bölgelerinde yapılabilmesi için mutlaka taşıyıcı sisteme perdelerin eklenmesi gerekmektedir.

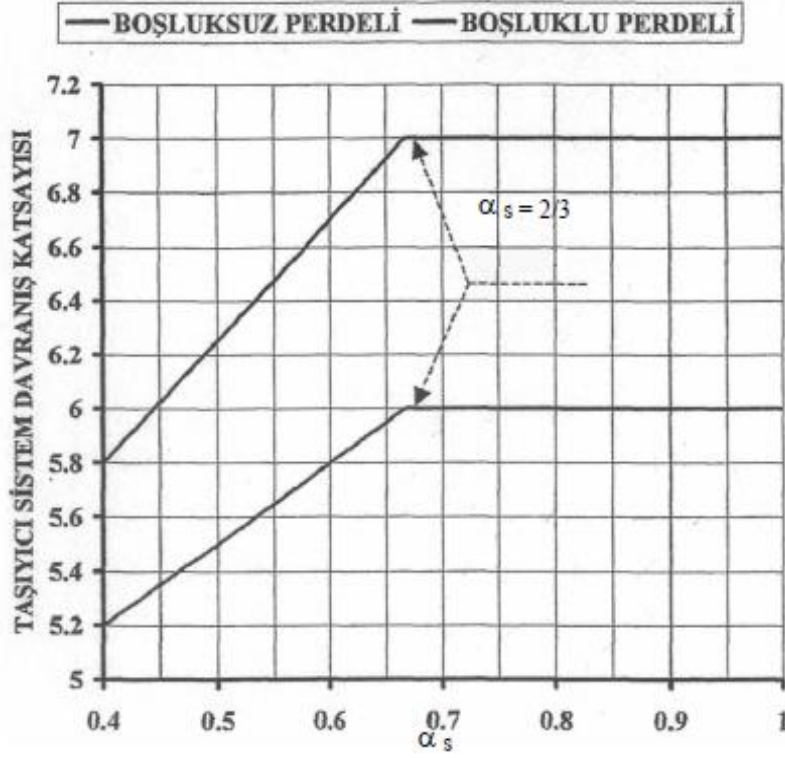
3.1.3 Süneklik düzeyi karma taşıyıcı sistemler

Süneklik düzeyi normal olan sistemler, $\alpha_s > 0.40$ olmak koşuluyla süneklik düzeyi yüksek perdeler birlikte kullanılarak, süneklik bakımından karma yapılar oluşturabilir. Bu tür yapılarda taşıyıcı sistem davranış katsayısı aşağıda ifade edildiği gibi belirlenir:

$$0.4 < \alpha_s < 2/3 \text{ ise } R = R_{NÇ} + 1.5\alpha_s (R_{YP} - R_{NÇ}) \quad (3.2)$$

$$\alpha_s \geq 2/3 \text{ ise } R = RYP \quad (3.3)$$

Denklem 3.2 ve Denklem 3.3'ten anlaşılacağı üzere taşıyıcı sistem davranış katsayısı bu tarzda oluşturulan yapılarda 5.2 - 7 aralığında değişir ve en fazla 7 değerini alır. Şekil 3.2'de R değişimi gösterilmiştir.[1].



Şekil 3.2 : Sünellik düzeyi karma perdeli – çerçeve sistemlerde R katsayısının değişimi.

3.2 Taşıyıcı Sistemlerin Hesap Yöntemleri

Bu bölümde deprem yönetmeliğinde tanımlı olan hesap yöntemleri ve deprem yüklerinin tanımlanması hakkında genel bilgiler verilecektir. DBYBHY'ye göre bina ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılacak 3 farklı yöntem tanımlanmıştır. Bunlar; Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi olarak belirtilmiştir. Bu yöntemlerden Mod Birleştirme ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri tüm bina ve bina türü yapıların hesabında kullanılabilirken, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile yapılacak yapılar konusunda bazı uygulama sınırları getirilmiştir.

3.2.1 Elastik deprem yüklerinin tanımlanması

3.2.1.1 Spektral ivme katsayısı

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan Spektral İvme Katsayısı, $A(T)$, Denklem 3.4'te verilmiştir. %5 sönüm oranı için tanımlanan Elastik İvme Spektrumu'nun ordinatı olan Elastik Spektral İvme, Denklem 3.5'teki gibi $Sae(T)$ Spektral İvme Katsayısı, $A(T)$ ile yerçekimi ivmesi g 'nin çarpımına karşı gelmektedir.

$$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) \quad (3.4)$$

$$Sae(T) = A(T) \cdot g \quad (3.5)$$

3.2.1.2 Etkin yer ivmesi katsayısı

Yukarıdaki Denklem 3.5'te belirtilen A_0 etkin yer ivmesi katsayısı Çizelge 3.1 'de tanımlanmıştır.

Çizelge 3.1 : Etkin yer ivmesi katsayısı.

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.4
2	0.3
3	0.2
4	0.1

3.2.1.3 Bina önem katsayısı

Yukarıdaki Denklem 3.4'te belirtilen I bina önem katsayısı binanın kullanım amacı ve türüne göre Çizelge 3.2 'de tanımlanmıştır.

Çizelge 3.2 : Bina önem katsayısı.

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 kıışlalar, 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

3.2.1.4 Spektrum katsayısı

Yukarıdaki Denklem 3.5 belirtilen Spektrum Katsayısı, $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak aşağıdaki denklemler ile hesaplanacaktır.

$$S(T) = 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.6)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (3.7)$$

$$S(T) = 2.5 \cdot \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} \quad (T_B \leq T) \quad (3.8)$$

Yukarıda Denklem (3.6), (3.7) ve (3.8)'de geçen, Spektrum Karakteristik Periyotları, T_A ve T_B Yerel Zemin Sınıfları'na bağlı olarak Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3 : Spektrum karakteristik periyotları.

Yerel Zemin Sınıfı	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

3.2.1.5 Deprem yükü azaltma katsayısı

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak üzere, Denklem 3.4'te verilen spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, aşağıda tanımlanan Deprem Yükü Azaltma Katsayısı, (R_a)'ya bölünecektir. Deprem Yükü Azaltma Katsayısı, çeşitli taşıyıcı sistemler için Çizelge 3.4'de tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, (R)'ye ve doğal titreşim periyodu, (T)'ye bağlı olarak aşağıdaki denklemlere göre belirlenecektir.

$$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5) \cdot \left(\frac{T}{T_a} \right) \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.9)$$

$$R_a(T) = R \quad (T_A < T) \quad (3.10)$$

Çizelge 3.4 : Taşıyıcı system davranış katsayısı.

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR		
(1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	4	8
(2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar..	4	7

3.2.1.6 Eşdeğer deprem yükü yöntemi

Deprem etkileri, yapının dinamik özellikleri göz önüne alınarak, belirlenen statik kuvvetler ile gösterilir. Yapının birinci periyoduna ve sönüm oranına bağlı olarak fiktif statik yükler ve dinamik problem statik hale getirilmektedir [8] Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi bazı yapıların deprem hesabı için yeterli olmakta, bazılarının hesabında ise ilave olarak diğer yöntemlerden birinin kullanılması gerekmektedir. Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin yeterli olmadığı durumlarda da karşılaştırma amacıyla bu hesap yönteminin kullanılması gerekmektedir [7].

Eşdeğer deprem yükü yönteminde işlem adımlarını sıralayacak olursak öncelikle yapının toplam ağırlığı bulunarak, toplam eşdeğer deprem yükü hesaplanır. Bu yük, her katın ağırlığı ve yüksekliği çarpım oranına göre dağıtılır. Yapının en üst katına etkiyecek olan eşdeğer deprem yükü, diğer katlardan farklı olarak, ek eşdeğer deprem yükü ile toplanarak bulunur

Çizelge 3.5 : Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar.

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1,2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq 25$ m
1,2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğin olmadığı binalar	$H_N \leq 40$ m
3,4	Tüm binalar	$H_N \leq 40$ m

3.2.1.7 Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü (taban kesme kuvveti), V_t , (3.11) bağıntısına göre belirlenecektir. Her doğrultu için o doğrultuya ait taban kesme kuvveti hesaplanır.

Taban kesme kuvveti (V_t)

$$V_t = \frac{WA(T)}{R_a} \geq 0.10A_0IW \quad (3.11)$$

Yapıya ait ağırlık (W);

$$W = \sum_{i=1}^N W_i \quad (3.12)$$

Kat ağırlıkları (W_i);

$$W_i = G_i + Q_i \quad (3.13)$$

Bu denklemlerde; N: Yapının toplam kat sayısı

G_i : Yapı katlarının ölü yükü

Q_i : Yapı katlarının etkiyen hareketli yükü

n: Hareketli yük katılım kat sayısı (Çizelge 3.6)

Çizelge 3.6 : Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar.

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

3.2.1.8 Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin belirlenmesi

Toplam eşdeğer deprem yükü, katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak ifade edilir.

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (3.14)$$

Yapının en üst katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü, ΔF_N ,

$$\Delta F_N = 0.0075.N.V_t \quad (3.15)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında geri kalan kısmı, N'inci kat dâhil olmak üzere, bina katlarına ile Denklem 3.16 ile dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (3.16)$$

3.2.2 Mod birleştirme yöntemi

Mod birleştirme yönteminde, eşdeğer deprem yükü yönteminden farklı olarak, toplam deprem kuvvetinin bulunmasında tüm titreşim periyotları ve mod şekilleri hesaba katılır. Bu toplam kuvvetin katlara dağıtılmasında ilgili mod şekilleri alınır. Bu yöntem çok serbestlik dereceli sistemlerin davranışını veren ifadelerin her mod şekli için ayrı ayrı değerlendirilmesi olarak da düşünülebilir.

Mod birleştirme yöntemi modal bir çözümleme olup, toplam deprem yükü, kat kesme kuvveti, iç kuvvet bileşenleşenleri ve yer değiştirmeler gibi büyüklüklerin maksimum katkıların istatistiksel olarak birleşmesiyle elde edilir.

3.2.2.1 İvme spektrumu

Herhangi bir n'inci titreşim modunda göz önüne alınacak azaltılmış ivme spektrumu ordinatı aşağıdaki Denklem 3.17'deki gibi belirlenecektir.

$$S_{aR}(T_n) = \frac{S_{ae}(T_n)}{R_a(T_n)} \quad (3.17)$$

3.2.2.2 Gözönüne alınacak dinamik 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 gözönüne alınır. Her katta modal deprem yükleri bu serbestlik dereceleri için hesaplanır, ancak ek dışmerkezlik etkisi'nin 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.

3.2.2.3 Hesaba katılacak yeterli titreşim modu sayısı

Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y, gözönüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir.

$$\sum_{n=1}^Y M_{xn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{xn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (3.18)$$

$$\sum_{n=1}^Y M_{yn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{yn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (3.19)$$

Yukarıdaki Denklem 3.18 ve 3.19'da yer alan L_{xn} ve L_{yn} ile modal kütle M_n 'nin ifadeleri, kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalar için aşağıda verilmiştir:

$$L_{xn} = \sum_{i=1}^N m_i \Phi_{xin} \quad ; \quad L_{yn} = \sum_{i=1}^N m_i \Phi_{yin} \quad (3.20)$$

$$M_n = \sum_{i=0}^n (m_i \Phi_{xin}^2 + m_i \Phi_{yin}^2 + m_{i\theta} \Phi_{\theta n}^2) \quad (3.21)$$

Burada m_i i' inci katın kütlesini ve Φ modal matrisi temsil etmektedir.

3.2.2.4 Mod katkılarının birleştirilmesi

Binaya etkiyen her bir büyüklüğe ayrı ayrı uygulanmak üzere bütün titreşim modları için hesaplanan ve eşzamanlı olmayan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi için kurallar belirtilmiştir. Bu kurallar; $T_m < T_n$ olmak üzere, gözönüne alınan herhangi iki titreşim moduna ait doğal periyotların daima $T_m/T_n < 0.80$ koşulunu sağlaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Karelerin Toplamının Kare Kökü Kuralı (SRSS) uygulanabilir. Bu koşulun sağlanamaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Tam Karesel Birleştirme (CQC) Kuralı uygulanacaktır. Bu kuralın uygulanmasında kullanılacak çapraz korelasyon katsayıları'nın hesabında, modal sönüm oranları bütün titreşim modları için %5 olarak alınacaktır.

3.2.2.5 Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, mod katkılarının birleştirilmesi ile elde edilen bina toplam deprem yükü V_{tB} 'nin, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde hesaplanan 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 yerdeğiştirme büyüklükleri, aşağıdaki denkleme göre büyütülecektir (3.22).

$$B_D = \frac{\beta V_t}{V_{tB}} B_B \quad (3.22)$$

A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin bulunduğu yapılarda Denklem (3.22)'de $\beta=0.90$, bu düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda ise $\beta=0.80$ alınacaktır.

3.2.3 Zaman tanım alanında hesap yöntemi

Zaman tanım alanı hesap yönteminde, doğrusal elastik ya da doğrusal elastik olmayan deprem hesabı için, daha önce kaydedilmiş veya benzeştirilmiş deprem yer hareketleri kullanılabilir. DBYBHY' de yapay yer hareketinin kullanılması

durumunda en az üç deprem yer hareketinin üretilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu üretilen yer hareketleri bazı özellikleri taşımalıdır;

- Kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın birinci doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmamalıdır.
- Üretilen deprem yer hareketinin sıfır periyoda karşılık gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması $A_0 \cdot g$ ' den daha küçük olmayacaktır.
- Yapay olarak üretilen her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerlerinin ortalaması, göz önüne alınan deprem doğrultusundaki birinci periyot T_1 ' e göre $0.2T_1$ ile $2T_1$ arasındaki periyotlar için yönetmelikte tanımlanan elastik spektral ivmelerinin %90'ından daha az olmayacaktır. Zaman tanım alanında doğrusal elastik analiz yapılması durumunda, azaltılmış deprem yer hareketinin elde edilmesi için esas alınacak spektral ivme değerleri yönetmelikte belirtildiği şekilde hesaplanmalıdır.

Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan hesap yapılması durumunda, taşıyıcı sistem elemanlarının tekrarlı yükler altındaki dinamik davranışını temsil eden iç kuvvet-şekil değiştirme bağıntıları, teorik ve deneysel geçerlilikleri kanıtlanmış olmak kaydı ile ilgili literatürden yararlanılarak tanımlanacaktır. Doğrusal veya doğrusal olmayan hesapta, üç yer hareketi kullanılması durumunda sonuçların maksimumu, en az yedi yer hareketi kullanılması durumunda ise sonuçların ortalaması tasarım için esas alınmalıdır.

4. YAPI DÜZENSİZLİKLERİ

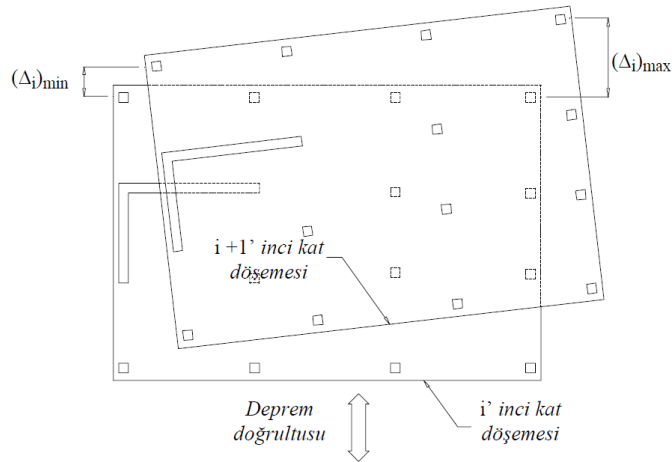
Yapıların depreme karşı davranışlarında, yapılardaki bütünlüğü bozan düzensizlik durumu deprem hasarlarını oldukça arttırdığı gözlenmiştir. Bu sebeple de DBYBHY iki ana başlıkta topladığı, planda ve düşey doğrultuda düzensizlik durumlarından mümkün mertebe kaçınılması gerektiğini belirtmiştir. Düzensizlik durumlarının oluşması durumunda ise bir takım kısıtlar ve ek kurallar getirerek yapının depreme karşı dayanımı arttırılmak istenmiştir.

4.1 Planda Düzensizlik Durumları

Planda düzensizlik durumları; (A1) burulma düzensizliği, (A2) döşeme süreksizlikleri ve (A3) planda çıkıntılar bulunması başlıkları altında üçe ayrılmıştır.

4.1.1 Burulma düzensizliği A1

Birbirine dik iki deprem doğrultusundan herhangi birinde, yapının herhangi bir katındaki en büyük göreceli kat ötelemesinin o katta aynı deprem doğrultusu için oluşan ortalama göreceli kat ötelemesine oranına "Burulma Düzensizliği Katsayısı" η_{bi} denir. Bu katsayının 1.2 den büyük olması durumu da "Burulma Düzensizliği" olarak tanımlanır. Şekil 4.1 de burulma düzensizliği gösterilmiştir.



Şekil 4.1 : A1 türü düzensizlik durumu.

Yapılarda burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} Denklem 4.1 ve 4.2'ye göre hesaplanır.

$$(\Delta_i)_{ort} = 1/2 [(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}] \quad (4.1)$$

Burulma düzensizliği katsayısı :

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort} \quad (4.2)$$

DBYBHY'ye göre görelî kat ötelemelerinin hesabında, ağırlık merkezinde değışiklik olabileceğı düşünöldüğünden, deprem kuvvetinin ağırlık merkezi yerine deprem kuvvetinin etkidiğı doğrultuya dik yapı boyunun $\pm\%5$ 'i kadar dışmerkezlik etkisi de eklenerek yapılması gerekmektedir.

Burulma düzensizliği katsayısının $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$ olduğı durumlarda, $\pm\%5$ ek dışmerkezliğin, her iki deprem doğrultusu için Denklem 4.3'e göre bulunan D_i katsayısı ile çarpılarak büyütölmesi gerekmektedir.

$$D_i = \left(\frac{\eta_{bi}}{1.2} \right)^2 \quad (4.3)$$

Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde yapı yüksekliğinin 25 metrenin altında olduğı ve burulma düzensizliği katsayısının 2 den küçük olması durumunda deprem hesap yöntemi olarak Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılmasına izin verilmiştir. Bina yüksekliğinin 40 metrenin altında olduğunda da Eşdeğer Deprem yüğü yönteminin kullanılabilmesi için Burulma düzensizliği katsayısının 2 den küçük olması ve ayrıca B2- yumuşak kat düzensizliğinin olmaması şartı getirilmiştir. Burulma düzensizliği katsayısının 2 den büyük olması durumunda Mod Birleştirme Yöntemi ile analiz yapılması gerekmektedir.

4.1.2 Döşeme süreksizlikleri A2

Döşemelerin deprem etkilerini taşıyıcı sistem elemanlarına düzgün bir şekilde aktarabilecek düzeyde rijitlik ve dayanıma sahip olması gerekmektedir. Rijit diyafram olarak çalıştığı kabul edilen döşemelerde büyük boşluklar bulunması halinde rijit diyafram davranışını sağlayamaması durumunda ortaya çıkan düzensizliktir.

DBYBHY 2007 ye göre, döşeme süreksizlikleri durumları şu şekilde sıralanmıştır;

I – Merdiven ve asansör boşlukları dâhil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu Denklem 4.4,

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

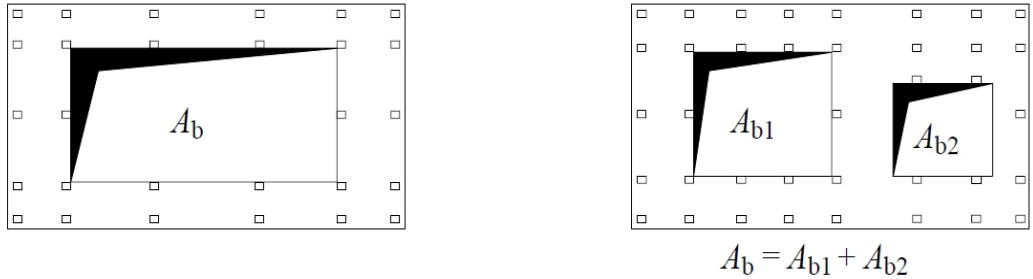
III – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu

Bu durumlar Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Bu düzensizliğin olduğu binalarda, kendi düzlemleri içinde bulunan kat döşemelerinin deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiğinin hesaplarla doğrulanması koşulu getirilmiştir.

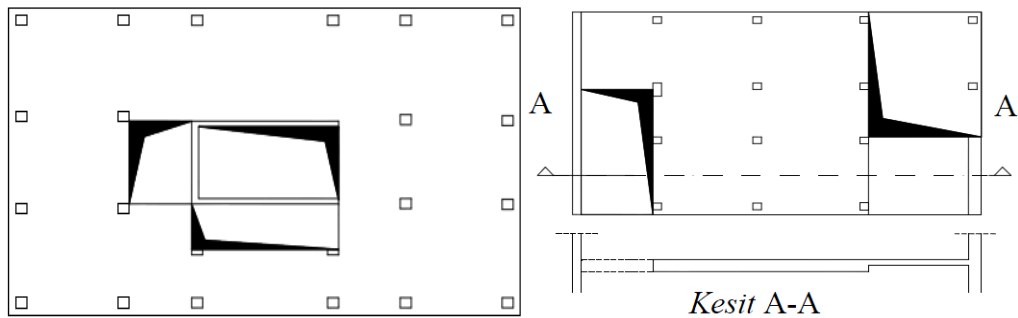
$$A_b / A > 1/3 \quad (4.4)$$

A_b : Kattaki toplam boşluk alanı

A : Brüt kat alanı



Şekil 4.2 : A2 türü düzensizlik durumu-I.

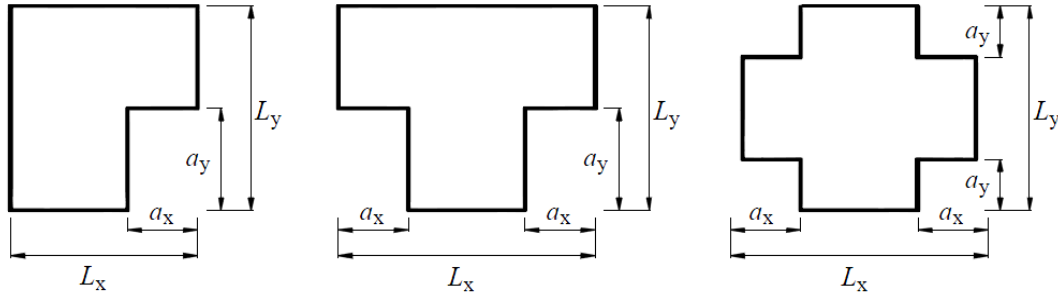


Şekil 4.3 : A2 türü düzensizlik durumu-II ve III.

4.1.3 Planda çıkıntılar bulunması A3

Bina kat planlarında ayrı ayrı her iki doğrultudaki çıkıntı yapan kısımların boyutlarının, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumunda oluşan düzensizlik durumudur. Şekil 4.3'te bu duruma örnek planlar gösterilmiştir. Bu düzensizliğin olduğu binalarda, kendi düzlemleri içinde bulunan kat döşemelerinin deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiğinin hesaplarla doğrulanması koşulu getirilmiştir.

$$a_x > 0.2L_x \text{ ve } a_y > 0.2L_y \quad (4.5)$$



Şekil 4.4 : A3 türü düzensizlik durumu.

4.2 Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

DBYBHY’de düşey doğrultuda düzensizlik durumu; (B1)komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat), (B2) komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat) ve (B3) taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği olmak üzere üç başlık altında toplanmıştır.

4.2.1 Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat) B1

Deprem doğrultusunun herhangi birinde, yapının, bir kattaki etkili kesme alanı’nın, bir üst kattaki etkili kesme alanı’na oranı olarak tanımlanan "Dayanım Düzensizliği Katsayısı" η_{ci} ’nin 0.80’den küçük olması durumunda o kat zayıf kat olarak tanımlanır. Denklem 4.6 ve 4.7'deki gibi hesaplanır.

$$\eta_{ci} = \frac{(\sum A_e)_i}{(\sum A_e)_{i+1}} < 0.80 \quad (4.6)$$

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k \quad (4.7)$$

$\sum A_e$: İlgili kattaki deprem doğrultusundaki etkili

$\sum A_w$: İlgili kattaki kolon etkin gövde alanları toplamı

$\sum A_g$: İlgili kattaki deprem doğrultusuna paralel perde en kesit alanları toplamı

$\sum A_k$: İlgili kattaki deprem doğrultusuna paralel dolgu duvar en kesit alanları toplamı

Bu tür düzensizliğin bulunduğu binalarda, göz önüne alınan kattaki dolgu duvar alanlarının toplamı bir üst katta göre fazla ise, η_{ci} 'nin hesabında dolgu duvarların etkisi göz önüne alınmaz.

Dayanım düzensizliği katsayısı $0.60 \leq \eta_{ci} \leq 0.80$ aralığında olan yapılarda ise hesaplarda kullanılacak olan taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $1.25(\eta_{ci})_{\min}$ değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanması gerekir. Ancak bu durumda dayanım düzensizliği katsayısı $\eta_{ci} < 0.60$ olmasına izin verilmez, aksi halde zayıf katın dayanımı ve rijitliğinin artırılması ve deprem hesabının tekrarlanması gerekir.

4.2.2 Komşu katlar arası riitlik düzensizliği (yumuşak kat) B2

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir kattaki ortalama görel kat öteleme oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görel kat öteleme oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} 'nin 2.0'den büyük olması durumunda o kat yumuşak kat olarak tanımlanır.

$$\eta_{ki} = \frac{(\Delta_i / h_i)_{ort}}{(\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{ort}} > 2.0$$

Veya

$$\eta_{ki} = \frac{(\Delta_i / h_i)_{ort}}{(\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{ort}} > 2.0$$

(4.8)

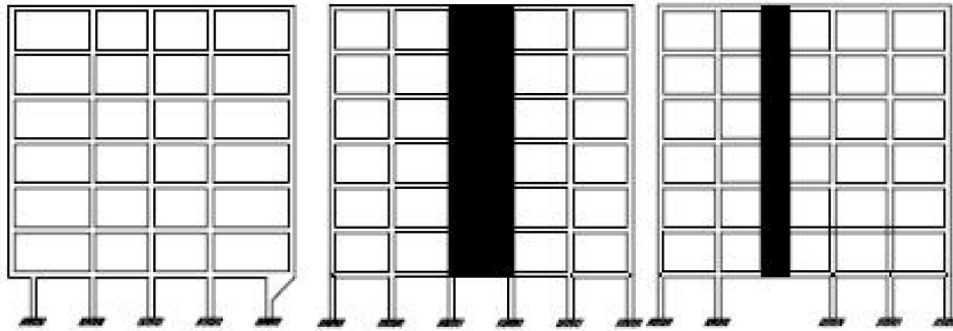
Görel kat ötelemelerinin hesabında, $\pm 5\%$ ek dışmerkezlik etkisini de ilave edilerek yapılması gerekir. Ayrıca birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 40 metreye kadar yapılacak olan yapılarda Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin kullanılabilmesi

için bu dzensizliēin olmaması ve burulma dzensizliēi katsayısının 2 den küçük olması şartı getirilmiştir.

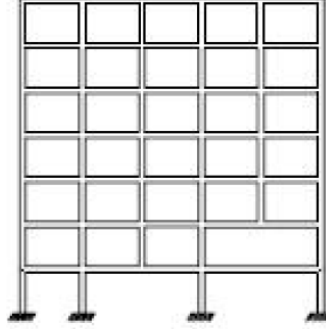
4.2.3 Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının sreksizliēi B3

Taşıyıcı sistemin düşey elemanları olan kolon ve perdelerin bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da st kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumudur. şekil 4.5 ve şekil 4.6'da gösterilmiştir. Bu durum için şu kurallar verilmiştir:

- I. Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşan guselerin üzerine ve ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.
- II. Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca göz önüne alınan deprem doērultusunda bu kirişin baēlandıēı dēm noktalarına birleşen diēer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm i kuvvet deēerleri %50 oranında arttırılacaktır.
- III. st katlardaki perdenin alt katta kolonlara oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.
- IV. Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.



şekil 4.5 : B3 türü düzensizlik durumu I-III-IV.



Şekil 4.6 : B3 türü düzensizlik durumu II.

4.3 Görelî Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Etkileri

4.3.1 Etkin görelî kat ötelemeleri

Azaltılmış deprem yüklerine göre perde ve kolonların uçlarının ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirmelerinin farkı “azaltılmış görelî kat ötelemesi” Δ_i 'yi vermektedir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (4.9)$$

Her bir deprem doğrultusu ve kat için elde edilen azaltılmış görelî kat ötelemesinin yapı davranış katlarıyla çarpılmasıyla “etkin görelî kat ötelemesi” elde edilir. Bu değerlerin en büyüğü Denklem 4.9 ‘i sağlamalıdır.

$$\delta_i = R.\Delta_i \quad (4.10)$$

$$\frac{(\delta_i)_{maks}}{h_i} \leq 0.02 \quad (4.11)$$

4.3.2 İkinci mertebe etkileri

Yatay yer değiştirmelerin ve normal kuvvetin büyük olduğu durumda, sistemde ek tesirler meydana gelmektedir. Bu tesirlerin etkilerinin doğrusal olmayan davranışını esas alan kesin bir hesap yapılmadıkça bu etkilerin yapı için tehlike yaratmaması için DBYBHY’de bir kısıt belirlenmiştir. İlgili deprem doğrultusundaki tüm katlarda “ikinci mertebe gösterge değeri” θ 'i hesaplanarak Denklem 4.12’yi sağlamalıdır.

Sağlamaması durumunda taşıyıcı sistemin rijitliği arttırılarak deprem hesabı tekrarlanır.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=i}^N w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \quad (4.12)$$

5. MODELLEME

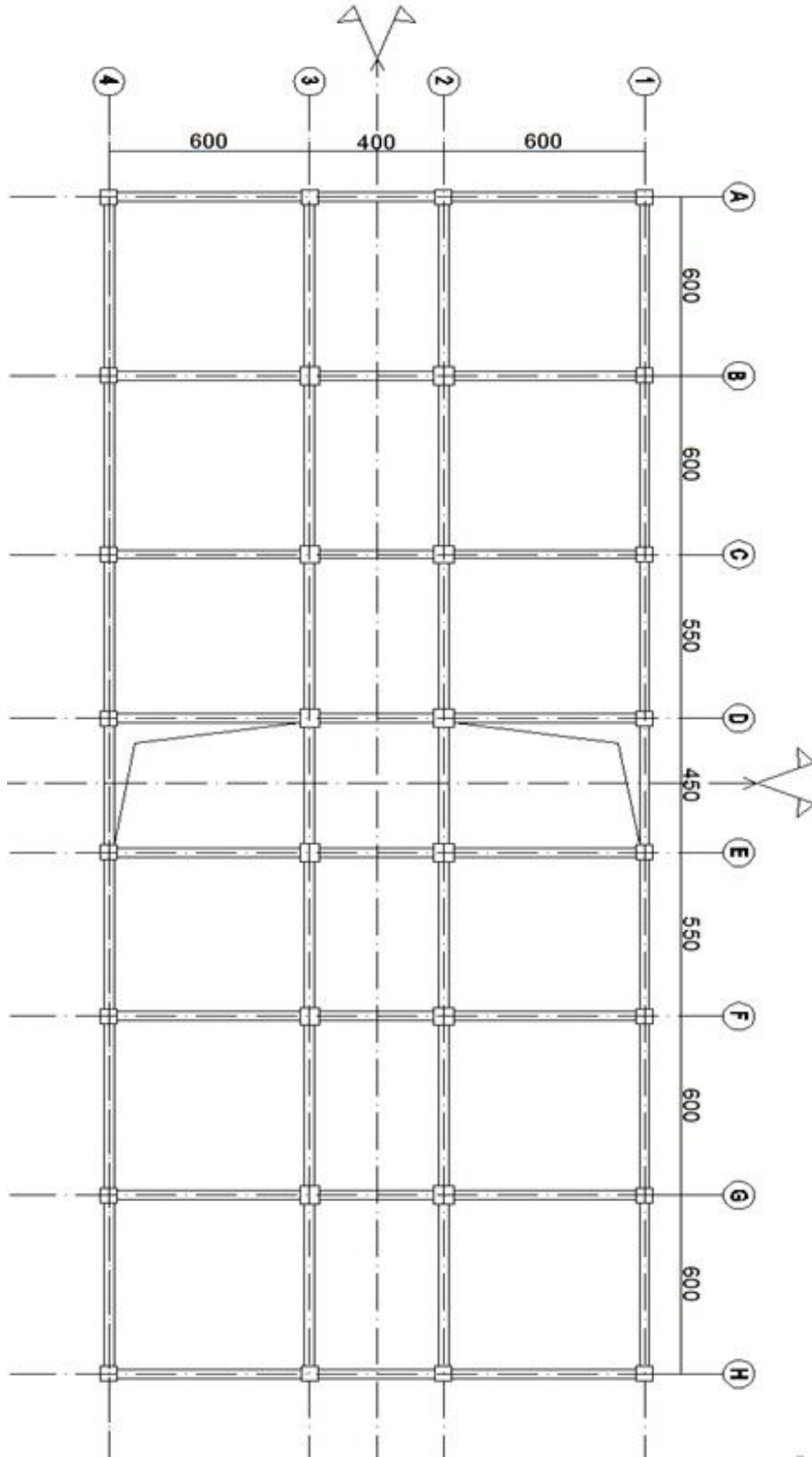
Bu bölümde döşeme türlerinin taşıyıcı sistem davranışına etkisini incelemek için farklı taşıyıcı sistemlerin modellemeleri ve karşılaştırmaları yapılmıştır. Modellerde tüm sistemler aynı mimari plana sahiptir. Tipik kat planı Şekil 5.1'de gösterilmiştir. Modellerin analizlerinde ETABS 9.7.4 programından yararlanılmıştır.

İlk bölümde modeller; seçilen mimariye göre en uygun taşıyıcı sistem boyutlarıyla boyutlandırılarak, ekonomik olarak da optimum sonuçların alınacağı şekilde tasarlanmıştır. Üç farklı döşeme türü; kirişli plak döşeme, dişli döşeme ve kirişsiz döşeme için 6 katlı ve 12 katlı olmak üzere iki farklı taşıyıcı sistem kullanılarak modellenen yapılarda; 6 katlı yapılar sadece çerçeve, 12 katlı yapılar ise perde + çerçeve olarak modellenmiştir. Ancak DBYBHY'ye göre kirişsiz döşemeler için belli kısıtlar olduğundan 6 katlı model perde + çerçeve olarak modellenmiştir. Kat sayıları baz alınarak modellerin sonuçları için karşılaştırmalar yapılmıştır.

İkinci bölümde ise ekonomik boyutlar gözetilmeden sadece döşeme türlerinin taşıyıcı sistem davranışına etkisini daha iyi görebilmek için 3 farklı döşeme türünde aynı taşıyıcı sistem kullanılarak (perde + çerçeve), taşıyıcı eleman boyutları değiştirilmeden aynı alınarak 12 katlı olarak modellenmiştir. Sonuçlarının karşılaştırmaları yapılmıştır.

Modellemesi yapılan tüm yapılar hakkındaki genel bilgiler aşağıda sıralanmıştır:

- Yapıların kullanım amacı işyeri olarak seçilmiştir.
- Yapının konumu: Kadıköy, İstanbul
- Deprem Bölgesi: 1. Derece Deprem Bölgesi
- Bina önem katsayısı: $I=1$
- Hareketli yük katılım oranı: $n=0.3$
- Etkin yer ivme katsayısı: $A_0=0.40$
- Zemin sınıfı: Z1
- Karakteristik zemin periyotları $T_A= 0.1$, $T_B=0.3$



Şekil 5.1 : Tipik kat planı.

Modellemesi yapılan tüm yapılar hakkındaki genel bilgiler aşağıda devam etmektedir.

- Beton sınıfı: C30 (BS30) sınıfı
- Yapı çeliği: S420 (BÇIII) sınıfı
- Yapı ofis olduğundan hareketli yük $q=2 \text{ kN/m}^2$ koridorlarda $q=5 \text{ kN/m}^2$ olarak alınmıştır.
- Çatı katı için kar yükü $q_{kar}=0,75 \text{ kN/m}^2$ ve çatı teras olarak tasarlandığı için $q_{çatı}=5 \text{ kN/m}^2$ olarak alınmıştır.
- Tüm sistemler aynı mimari plana sahip olup $39.5\text{m}\times 16\text{m}=632\text{m}^2$ 'ye oturacak şekilde tasarlanmıştır.
- Tüm normal katların yükseklikleri 3m olarak belirlenirken zemin kat yüksekliği 3.5 m olarak alınmıştır.
- Yapının taşıyıcı sisteminde, düşey taşıyıcı elemanlar olan kolonlar kare, seklinde oluşturulmuştur. Tüm modeller yönetmeliklerin gerektirdiği şartları sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Taşıyıcı sistem her iki doğrultuda da simetriktir.
- Farklı döşeme sistemlerine sahip binaların döşeme, giriş, perde ve kolon ön boyutlandırmaları ile bu boyutlandırma hesabı neticesinde elde edilen değerlere göre ETABS 9.7.4 programında tanıtılarak modellenmiştir.
- Yapı sistemlerinin deprem hesabında gerekli koşulları sağladığı için, tüm modellerin deprem hesabında Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılmıştır.

5.1 Farklı Taşıyıcı Sistemlere Göre Analiz

Sayısal örneklerde DBYBHY'nin izin verdiği ve ekonomik olarak optimum koşullara göre,

- 6 katlı Çerçeve Taşıyıcı Sistem ve (Perde + Çerçeve) Taşıyıcı Sistem (A Tipi)
- 12 katlı (Perde + Çerçeve) Taşıyıcı Sistem (B Tipi) olmak üzere 2 farklı sistem seçilmiştir.

Döşeme tipleri;

- Kirişli döşeme (Tip1)
- Dişli döşeme (Tip2)
- Kirişsiz döşeme (Tip3) olarak düzenlenmiştir.

Çerçeve sistem; Zemin + 5 normal kattan oluşurken, (Perde + Çerçeve) sistem; Zemin + 11 normal kattan oluşmaktadır. DBYBHY'ye göre kirişsiz döşemeler için belli kısıtlar olduğundan 6 katlı model perde + çerçeve olarak modellenmiştir. Çizelge 5.1'de model adlandırılmaları verilmiştir.

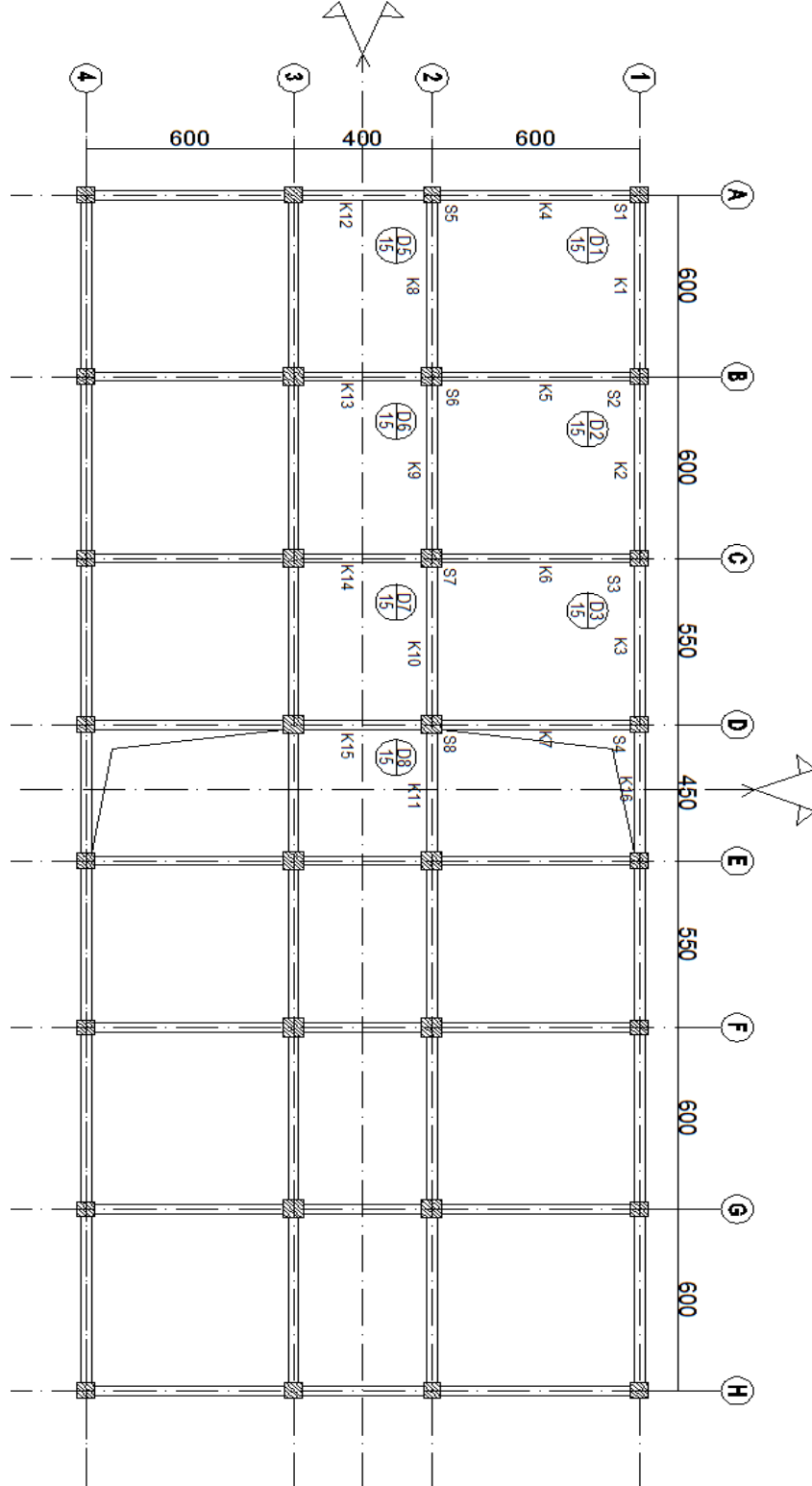
Çizelge 5.1 : Model adlandırmaları.

YAPI BİLGİLERİ		DÖŞEME TİPİ		
Taşıyıcı Sistem	Kat Sayısı	Kirişli	Dişli	Kirişsiz
Çerçeve	6	Tip1 A	Tip2 A	-
Perde+Çerçeve		-	-	Tip3 A
Perde+Çerçeve	12	Tip1 B	Tip2 B	Tip3 B

Karşılaştırmalarda aynı aks isimleri kullanılmasına rağmen farklı döşeme türlerinin kullanıldığı taşıyıcı sistemlerde farklı eleman boyutları yer aldığı için yapıların iki yöndeki rijitlikleri birbirinden farklıdır. Ancak yapılan modellerin yönetmelikteki şartları optimum olarak sağladığı göz önünde bulundurularak karşılaştırmadan çıkan sonuçlar yorumlanabilmektedir.

Döşeme sistemi kirişli plak döşeme olup taşıyıcı sistemi çerçevelerden oluşan 6 katlı yapının tüm kirişleri 30x60 cm boyutlarında ve döşemeler ise 15 cm kalınlığında seçilmiştir. Yapı sistemi simetrik olduğundan 8 adet kolon için hesaplamalar yapılmıştır. Çerçeve sistem olarak modellenen Tip1A yapısının kat planı Şekil 5.2'de verilmiştir.

5.1.1 Tip1A yapı çözümlemesi



Şekil 5.2 : Tip1A kat planı.

5.1.1.1 Kirişli plak döşeme hesabı

Kirişli plak sistem, TS-500’de yer alan sehim ve açıklık şartları göz önünde bulundurularak 15cm kalınlığında belirlenmiştir. Normal katlar ve çatı katı için sabit yükler Çizelge 5.2 ve 5.3'teki gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 5.2 : Normal kat kirişli plak döşeme yükü.

Normal Döşeme	Kalınlık	Yoğunluk	Birim Ağırlık	Toplam
Malzeme	(m)	(kN/m ³)	(kN/m ²)	6.125 kN/m ²
Kaplama	0.03	22	0.66	
Kaplama Harcı	0.01	20	0.2	
Ses Yalıtım	0.025	0.5	0.0125	
Tesviye Betonu	0.05	22	1.1	
Sıva	0.02	20	0.4	
Betonarme Döşeme	0.15	25	3.75	

Çizelge 5.3 : Çatı katı kirişli plak döşeme yükü.

Çatı Döşemesi	Kalınlık	Yoğunluk	Birim Ağırlık	Toplam
Malzeme	(m)	(kN/m ³)	(kN/m ²)	6.169 kN/m ²
Kaplama	0.03	22	0.66	
Kaplama Harcı	0.01	20	0.2	
Isı Yalıtım	0,06	0.98	0.059	
Tesviye Betonu	0.05	22	1.1	
Sıva	0.02	20	0.4	
Betonarme Döşeme	0.15	25	3.75	

Çift doğrultuda çalışan döşemelerde gözetilen kurallara göre;

Her iki doğrultudaki donatı oranlarının toplamı

S 420 (BÇ-III) için 0,0035'ten az olamaz.

Döşeme betonarme hesabında kullanılan çelik sınıfı S 420 olduğundan;

Minimum donatı yüzdesi ($\rho_x + \rho_y$) = 0.0035

Donatı aralığı (s) ise;

kısa doğrultuda; $s \leq 1.5 h_f$ ve $s \leq 200$ mm

uzun doğrultuda ise $s \leq 1.5 h_f$ ve $s \leq 250$ mm olmalıdır.

Yapıdaki döşemeler çift doğrultuda çalışıyor olup, tüm döşemelerin kalınlığı 15 cm olduğuna göre, donatı aralığı (s);

$s \leq 1,5 \times 200 = 225$ mm olduğundan kısa doğrultuda $s \leq 200$ mm

uzun doğrultuda $s \leq 250$ mm olmalıdır.

Yapı analizinde kullanılacak olan döşeme yüklerini ve boyutlarını göz önüne alarak döşemelerde meydana gelen moment değerleri ve gereken donatı miktarları bu bölümde hesaplanmıştır. Kirişli plak döşemelerin açıklık ve mesnet momentleri Çizelge 5.4 ve 5.5'te verilmiştir.

Çizelge 5.4 : Tip1A döşeme açıklık momentleri ve donatıları.

Döşeme	Doğrultu	Md (kNm/m)	As Hesap (mm ² /m)	Asmin Hesap (mm ² /m)	As Seçilen (mm ² /m)	Açıklama	
						Düz	Pilye
D1	X	14.15	313	437.5	φ8/150 (335)	φ8/300	φ8/300
	Y	14.15	314		φ8/150 (335)	φ8/300	φ8/300
D2	X	11.85	262	437.5	φ8/170 (296)	φ8/340	φ8/340
	Y	11.85	284		φ8/170 (296)	φ8/340	φ8/340
D3	X	13.37	296	437.5	φ8/170 (296)	φ8/340	φ8/340
	Y	11.78	282		φ8/170 (296)	φ8/340	φ8/340

Çizelge 5.4 (devam): Tip1A döşeme açıklık momentleri ve donatıları.

Döşeme	Doğrultu	Md (kNm/m)	As Hesap (mm ² /m)	Asmin Hesap (mm ² /m)	As Seçilen (mm ² /m)	Açıklama	
						Düz	Pilye
D5	X	7.03	167	437.5	φ8/200 (251)	φ8/400	φ8/400
	Y	11.37	25		φ8/200 (251)	φ8/400	φ8/400
D6	X	5.67	133	437.5	φ8/200 (251)	φ8/400	φ8/400
	Y	10.5	231		φ8/200 (251)	φ8/400	φ8/400
D7	X	5.67	133	437.5	φ8/200 (251)	φ8/400	φ8/400
	Y	9.35	206		φ8/200 (251)	φ8/400	φ8/400
D8	X	7.03	167	437.5	φ8/200 (251)	φ8/400	φ8/400
	Y	8.39	187		φ8/200 (251)	φ8/400	φ8/400

Çizelge 5.5 : Tip1A döşeme mesnet momentleri ve donatıları.

Döşeme	Doğrultu	Md (kNm/m)	As Hesap (mm ² /m)	As Mevcut (mm ² /m)	As Ek Seçilen (mm ² /m)
D1-D2	X	18.74	415	315	φ8/330 (152.5)
D2-D3	X	17.82	393	296	φ8/330 (152.5)
D3-D4	X	17.82	398	148	φ8/200 (251)
D5-D6	X	9.3	205	251	-
D6-D7	X	7.49	163	251	-

Çizelge 5.5 (devam): Tip1A döşeme mesnet momentleri ve donatıları.

Döşeme	Doğrultu	Md (kNm/m)	As Hesap (mm ² /m)	As Mevcut (mm ² /m)	As Ek Seçilen (mm ² /m)
D7-D8	X	9.3	205	251	-
D1-D5	Y	18.74	415	293	φ8/330 (152.5)
D2-D6	Y	15.68	350	273	φ8/330 (152.5)
D3-D7	Y	14.26	315	273	φ8/330 (152.5)
D4-D8	Y	11.2	244	125.5	φ8/330 (152.5)

5.1.1.2 Tip1A kirişlerinin boyutlandırılması

Kiriş ön boyutları TS 500 ve DBYBHY'ne göre aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde 30×60 olarak seçilmiştir. Şekil 5.3 te kiriş kesitleri gösterilmiştir.

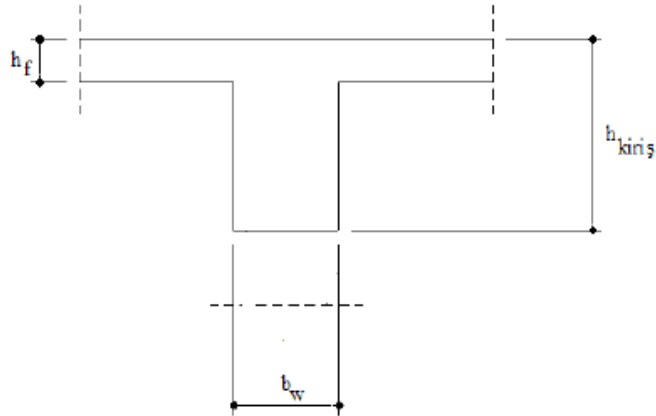
$b_w > 250\text{mm}$ (DBYBHY),

$h_{\text{kiriş}} < 1/4 \times l_{\text{sn}} = 1/4 \times 400 = 100\text{ cm}$ (DBYBHY),

$h_{\text{kiriş}} < 3,5 \times b_w = 3,5 \times 30 = 105\text{ cm}$ (DBYBHY),

$h_{\text{kiriş}} \geq 3 \times h_f = 3 \times 15 = 45\text{ cm}$

$b_w > 200\text{mm}$ (TS 500)



Şekil 5.3 : Kiriş kesitleri.

5.1.1.3 Tip1A kolonlarının boyutlandırılması

Kolon boyutlandırması, kolon etki alanında bulunan döşeme alanının ve üzerindeki yüklerin ağırlığı, kirişlerin ağırlıkları, duvar yüklerinin ağırlıkları ve kolonun kendi ağırlığı hesaplanarak yapılmıştır. İşlem adımlarının bir kısmı Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6 : Tip1A kolon boyutlandırması.

Kat	Kol. no	Kat Top. (G)	Kat Top. (Q)	G	Q	Nd (kN)	Ac gerek. (cm ²)	Kesit Ac (cm ²)	Seçim
5. KAT	S401	158.54	51.75	184.71	51.75	341.39	22759	295.8	45x45
	S402	246.20	103.5	272.37	103.5	546.92	36461	474.0	45x45
	S403	237.72	99.18	262.8	99.18	526.60	35107	456.3	45x45
	S404	226.98	86.25	248.79	86.25	486.30	32420	421.4	45x45
	S405	212.19	86.25	234	86.25	465.6	31040	403.5	45x45
	S406	297.44	172.5	297.44	172.5	692.42	46161	600.1	50x50
	S407	287.09	165.3	287.09	165.3	666.42	44428	577.5	50x50
	S408	281.86	143.7	281.86	143.7	624.60	41640	541.3	50x50
4. KAT	S301	158.44	18	343.15	69.75	592.01	39467	513.0	45x45
	S302	245,41	36	517.79	139.5	948.10	63207	821.6	45x45
	S303	236.93	34.5	499.73	133.6	913.51	60900	791.7	45x45
	S304	226.29	30	475.08	116.2	851.11	56740	737.6	45x45
	S305	211.5	48	445.5	134.2	838.5	55900	726.7	45x45
	S306	296.06	96	593.51	268.5	1260.5	84034	1092	50x50
	S307	285.76	92	572.85	257.3	1213.6	80912	1051	50x50
	S308	280.70	80	562.56	223.7	1145.5	76372	992.8	50x50
3. KAT	S201	163.44	18	506.59	87.75	849.62	56641	736.3	45x45
	S202	250.41	36	768.20	175.5	1356.2	90419	1175.4	45x45
	S203	241.93	34.5	741.66	168.1	1307.4	87160	1133.0	45x45
	S204	231.29	30	706.37	146.2	1222.9	81527	1059.8	45x45
	S205	216.5	48	662	182.2	1218.4	81226	1055.9	45x45
	S206	301.06	96	894.57	364.5	1835.6	122374	1590.8	50x50
	S207	290.76	92	863.61	349.3	1767.9	117863	1532.2	50x50
	S208	285.70	80	848.27	303.7	1673.5	111572	1450.4	50x50

Çizelge 5.6 (devam): Tip1A kolon boyutlandırması.

Kat	Kol. no	Kat Top (G)	Kat Top. (Q)	G	Q	Nd (kN)	Ac gerekli (cm ²)	Kesit Ac (cm ²)	Seçim
2. KAT	S101	163.44	18	670.03	105.7	1107.2	73816	959.6	50x50
	S102	250.41	36	1018.6	211.5	1764.4	117631	1529.2	50x50
	S103	241.93	34.5	983.59	202.6	1701.3	113421	1474.4	50x50
	S104	231.29	30	937.66	176.2	1594.7	106315	1382.0	50x50
	S105	216.5	48	878.5	230.2	1598.3	106553	1385.1	50x50
	S106	301.06	96	1195.6	460.5	2410.7	160713	2089.2	60x60
	S107	290.76	92	1154.3	441.3	2322.2	154814	2012.5	60x60
	S108	285.70	80	1133.9	383.7	2201.5	146771	1908.0	60x60
1. KAT	SZ01	168.44	18	838.47	123.7	1371.8	91457	1188.9	50x50
	SZ02	255.41	36	1274.0	247.5	2179.6	145310	1889.0	50x50
	SZ03	246.93	34.5	1230.5	237.1	2102.2	140148	1821.9	50x50
	SZ04	236.29	30	1173.9	206.2	1973.5	131569	1710.3	50x50
	SZ05	221.5	48	1100	278.2	1985.2	132347	1720.5	50x50
	SZ06	306.06	96	1501.7	556.5	2992.7	199519	2593.7	60x60
	SZ07	295.76	92	1450.1	533	2883.4	192232	2499.0	60x60
	SZ08	290.70	80	1424.6	463.7	2736.5	182437	2371.6	60x60
Zem. KAT	SB01	168.44	18	1006.9	141.7	1636.4	109098	1418.2	50x50
	SB02	255.41	36	1529.4	283.5	2594.8	172989	2248.8	50x50
	SB03	246.93	34.5	1477.4	271.6	2503.1	166875	2169.3	50x50
	SB04	236.29	30	1410.2	236.2	2352.3	156822	2038.6	50x50
	SB05	221.5	48	1321.5	326.2	2372.1	158140	2055.8	50x50
	SB06	306.06	96	1807.7	652.5	3574.8	238325	3098.2	60x60
	SB07	295.76	92	1745.8	625.3	3444.7	229649	2985.4	60x60
	SB08	290.70	80	1715.3	543.7	3271.5	218103	2835.3	60x60

5.1.1.4 Tip1A modelleme bilgileri

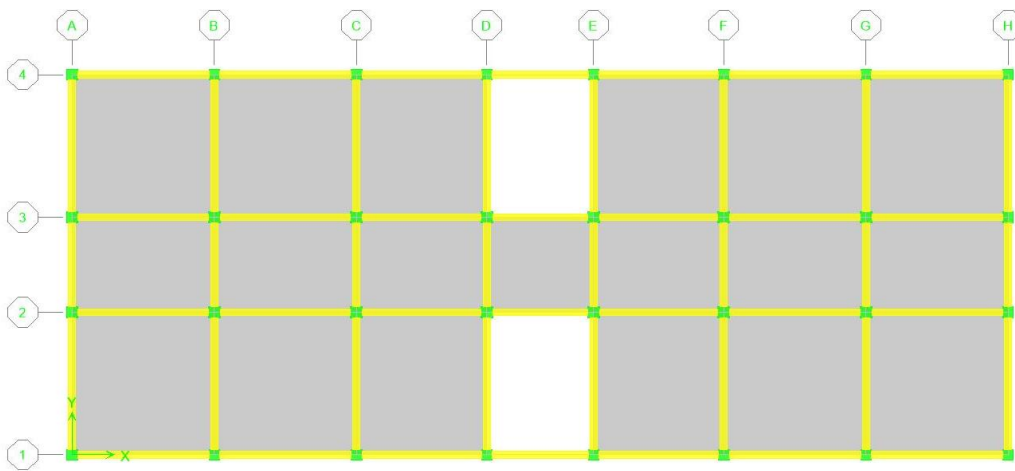
Yapının yatay ve düşey yüklere göre üç boyutlu analizi ETABS yapı analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Yapıya etkiyen yüklerin tamamı DBYBHY’de ve TS500’de belirtilen esaslara uygun olarak hesap edilmiştir. Döşeme, kirişler ve kolonlara ait boyutlandırmalar yukarıda verildiği gibi, sisteme veri olarak girişleri yapılmıştır. Yapı kat planı ve üç boyutlu model Şekil 5.4 ve 5.5’te gösterilmiştir.

Programa yatay ve düşey yüklerden oluşan kombinasyonlar tanımlanmıştır. Kombinasyonlar genel ilke olarak;

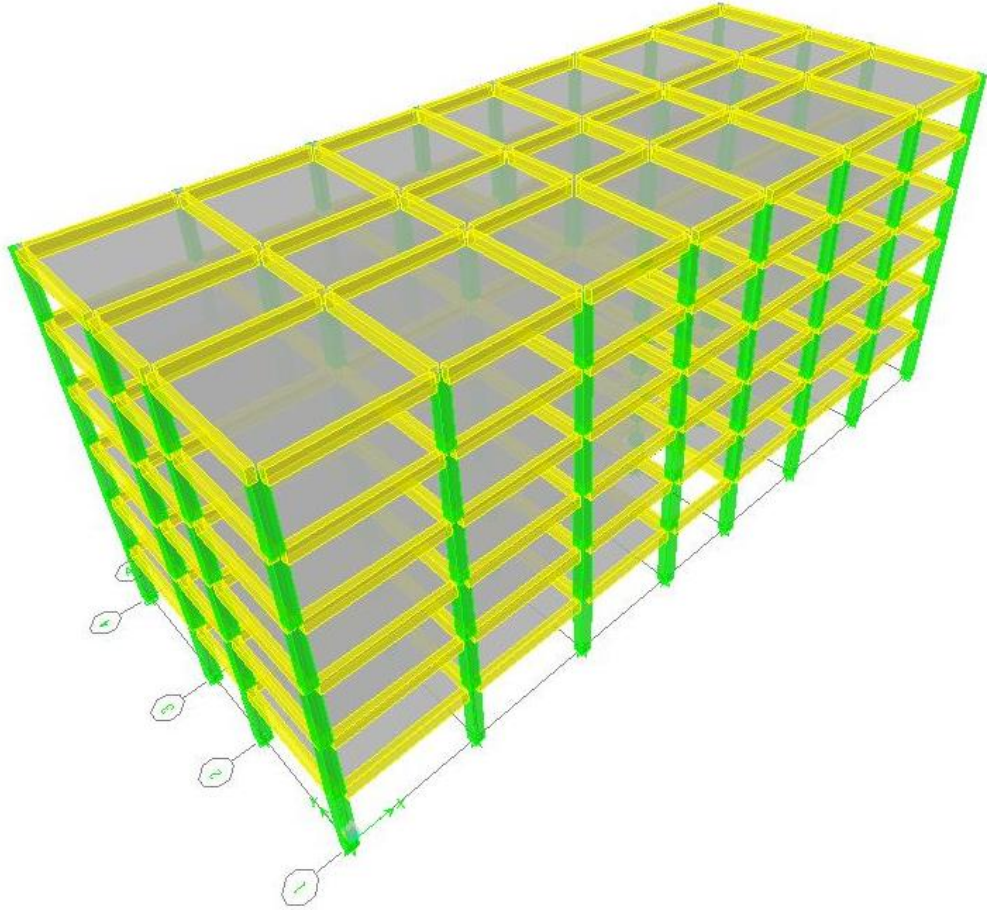
- $1.4G + 1.6Q$
- $G + Q \pm E_{x-y}$
- $G + Q \pm E_{x-y} \pm 0.3 E_{x-y}$
- $0.9 G \pm E_{x-y}$
- $0.9 G \pm E_{x-y} \pm 0.3 E_{x-y}$ kombinasyonlarından ve bunların eksantrisiteli varyasyonlarından oluşan 54 yük kombinasyonu oluşturulmuştur.

Programa deprem yüklerini tanımlayabilmek için C_x ve C_y taban kesme kuvveti katsayıları programa girilmiştir. Bu katsayılar aşağıdaki işlem adımlarıyla bulunmuştur:

Yapının periyotları modellemekten $T_y = 0.810$ s, $T_x = 0.789$ s olarak bulunmuştur. Yapı Z1 zemin sınıfında olduğu için yönetmeliğe göre $T_A = 0.1$ s $T_B = 0.3$ s olduğundan, $T > T_B$ olur.



Şekil 5.4 : Tip1A yapısının plan görünümü.



Şekil 5.5 : Tip1A yapısının üç boyutlu görünümü.

Y yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$$S(T) = 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} \Rightarrow S(T) = 1.13 \text{ olur.}$$

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$$A(T) = A_0 . I . S(T) \Rightarrow A(T) = 0.45 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$;

$$T_A < T \Rightarrow R_a(T) = R \quad R=8 \text{ alındığından} \quad R_a(T)=8 \quad \text{olur.}$$

Taban kesme kuvveti katsayısı C_y ;

$$C_y = \frac{A(T)}{R} \Rightarrow C_y = 0.056$$

Tepe Kuvveti ΔF_{ny} ;

$$\Delta F_n = 0.0075NWC_{xy} \Rightarrow \Delta F_{ny} = 115.45 \text{ kN}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_y ;

$$C'_y = C_y - \Delta F_{ny} \Rightarrow C'_y = 0.053$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = \frac{WA(T_1)}{R_d(T_1)} \geq 0.10A_oIW \Rightarrow V_t = 2577.1 \text{ kN}$$

X yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$$S(T) = 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} \Rightarrow S(T) = 1.153 \text{ olur.}$$

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$$A(T) = A_o.I.S(T) \Rightarrow A(T) = 0,46 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$;

$$T_A < T \Rightarrow R_a(T) = R \quad R=8 \text{ alındığından} \quad R_a(T)=8 \quad \text{olur.}$$

Taban kesme kuvveti katsayısı C_x ;

$$C_x = \frac{A(T)}{R} \Rightarrow C_x = 0.0577$$

Tepe Kuvveti ΔF_{nx} ;

$$\Delta F_n = 0.0075NWC_{xy} \Rightarrow \Delta F_{nx} = 118.93 \text{ kN}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_x ;

$$C'_x = C_x - \Delta F_{nx} \Rightarrow C'_x = 0.055$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = \frac{WA(T_1)}{R_d(T_1)} \geq 0.10A_oIW \Rightarrow V_t = 2634.42 \text{ kN}$$

Çözümlemeler için girilen yük kombinasyonlarından Çizelge 5.7'de gösterilen kritik yükleme kombinasyonları için A1-Burulma Düzensizliği, B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği, Etkin Görelî Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkileri kontrolleri yapılmıştır. Yapılan düzensizlik kontrolleri sonucunda DEPREM YP ve DEPREM YN yük kombinasyonlarının oluşturduğu burulma düzensizliği katsayılarının (η_{bi}) bazı katlarda 1.2' den büyük olduğu görülmüştür. Ancak Yönetmeliğin 2.7.3.3 maddesine göre, burulma düzensizliği katsayısı $1,2 < \eta_{bi} < 2,0$ olduğundan uygulanan ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için Denklem 5.1'de verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmüştür. Bulunan bu ek dışmerkezlik modele uygulanmıştır.

$$D_i = \left(\frac{\eta_{bi}}{1,2} \right)^2 \quad (5.1)$$

Dışmerkezliğe uygulanacak ek dışmerkezlik ile A1 burulma düzensizliği kontrolü değerleri DEPREM YP yük kombinasyonu için Çizelge 5.8'de verilirken; Yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri Çizelge 5.9'da verilmiştir.

Çizelge 5.7 : Seçilen deprem yüklemesi kombinasyonları.

KOMBİNASYON ADI	İÇERİĞİ
DEPREMXP	Düşey yükler + X yönlü +0.05 Ek Dışmerkezlik Etkili Deprem Kuvveti
DEPREMXN	Düşey yükler + X yönlü - 0.05 ek dışmerkezlik etkili Deprem Kuvveti
DEPREMYP	Düşey yükler + Y yönlü +0.05 ek dışmerkezlik etkili Deprem Kuvveti
DEPREMYN	Düşey yükler +Y yönlü -0.05 ek dışmerkezlik etkili Deprem Kuvveti

Çizelge 5.8 : Tip1A A1 burulma düzensizliği kontrolü.

KAT	$(\Delta i)_{\max}$	$(\Delta i)_{\min}$	$(\Delta i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	Burulma	Eksantrisite
5	0.0011	0.0015	0.0013	1.15<1.2	Yoktur.	-
4	0.0026	0.0016	0.0021	1.23>1.2	Vardır.	0.0532
3	0.0034	0.0023	0.00285	1.19<1.2	Yoktur.	-
2	0.0034	0.0023	0.00285	1.19<1.2	Yoktur.	-
1	0.0036	0.0023	0.00295	1.22>1.2	Vardır.	0.0517
Zemin	0.0031	0.002	0.00255	1.21>1.2	Vardır.	0.0513

Çizelge 5.9 : Tip1A yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri.

KAT	η_{ki}	$(\delta i)_{\max}/h_i$	θ_i	Düzensizlik
5	0.619<2	0.004<0.02	0.0043<0.12	Yoktur.
4	0.736<2	0.0069<0.02	0.0081<0.12	Yoktur.
3	1<2	0.0091<0.02	0.0122<0.12	Yoktur.
2	0.966<2	0.0091<0.02	0.0138<0.12	Yoktur.
1	1.349<2	0.0096<0.02	0.0161<0.12	Yoktur.
Zemin	0.740<2	0.0071<0.02	0.0134<0.12	Yoktur.

5.1.1.5 Tip1A taşıyıcı sistem elemanlarının donatı hesabı

T Modellemeden elde edilen sonuçlar doğrultusunda kat bazında maliyet karşılaştırması yapabilmek için sadece 2. normal katın kolon ve kirişlerinin donatı hesabı yapılmıştır. Donatı hesabı yapılırken yapı süneklik düzeyi yüksek yapı olarak tasarlandığı için DBYBHY'deki süneklik düzeyi yüksek kolon ve kirişler için gerekli esaslar doğrultusunda kontroller yapılmış, TS 500'deki kurallar ve hesap esasları gözetilmiştir.

Kolonlar için seçilen boyuna donatı ve enine donatıları (etriye) Çizelge 5.10'da, kirişler için seçilen donatı ve etriye miktarları Çizelge 5.11'de verilmiştir.

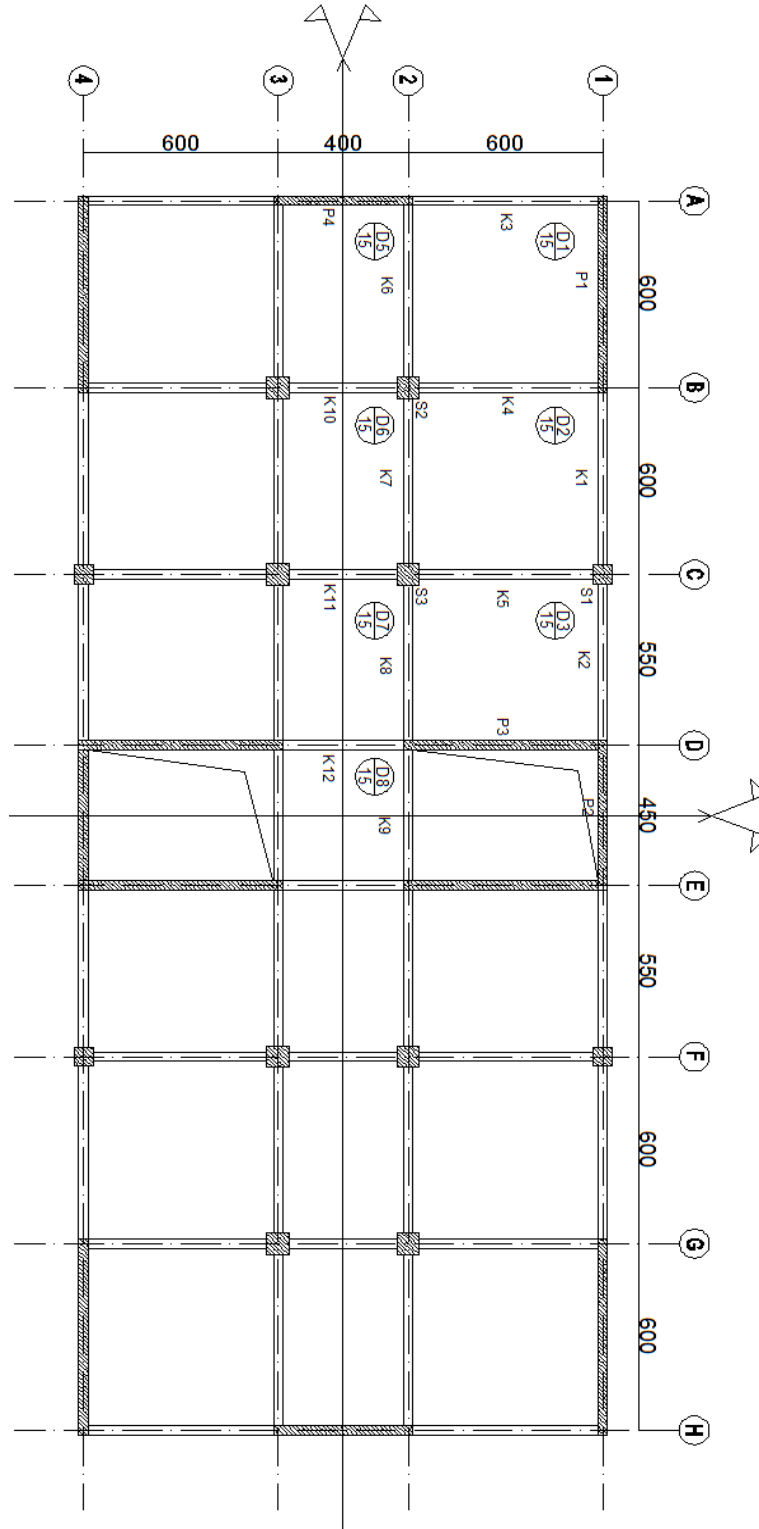
Çizelge 5.10 : Tip1A kolon donatıları.

Kol .no	Kat	b m	h m	N (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As min (cm ²)	Ag min (cm ²)	As (cm ²) seçilen	Etriye
S1	2 Normal	0.5	0.5	1270.4	115.7*	101.75	25	8,3	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
	3 Normal	0.5	0.5	1013.9	112.28*	100.15	25	8,3	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
S2	2 Normal	0.5	0.5	2019.7	142.0*	121.86	25	8,3	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
	3 Normal	0.5	0.5	1618.4	119.87*	104.33	25	8,3	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
S3	2 Normal	0.5	0.5	1935.6	137.41*	128.05	25	8,3	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
	3 Normal	0.5	0.5	1549.5	115.59*	113.59	25	8,3	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
S4	2 Normal	0.5	0.5	1423.7	110.72	151.45*	25	8,3	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
	3 Normal	0.5	0.5	1155.4	92.715	134.69*	25	8,3	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
S5	2 Normal	0.5	0.5	1826.4	179.27*	133.62	25	8,3	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
	3 Normal	0.5	0.5	1504.5	158.31*	113.35	25	8,3	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
S6	2 Normal	0.6	0.6	3040.2	233.69*	141.52	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
	3 Normal	0.6	0.6	2439.2	197.16*	117.36	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
S7	2 Normal	0.6	0.6	2885.9	222.11*	157.54	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
	3 Normal	0.6	0.6	2311.9	187.35*	137.22	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
S8	2 Normal	0.6	0.6	2185.4	188.76	198.07*	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
	3 Normal	0.6	0.6	1769.6	159.29	171.31*	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20

Çizelge 5.11 : Tip1A kiriş donatıları.

KİRİŞ	AÇIKLIK				MESNET (SOL)			MESNET (SOL) POZİTİF			MESNET (SAĞ)			MESNET (SAĞ) POZİTİF			Etriye
	M3 (KNm)	Ashes (cm ²)	Asmin (cm ²)	Asseç. (cm ²)	M3 (KNm)	Ashes (cm ²)	Asseç. (cm ²)	M3 (KNm)	Ashes (cm ²)	Asseç. (cm ²)	M3 (KNm)	Ashes (cm ²)	Asseç. (cm ²)	M3 (KNm)	Ashes (cm ²)	Asseç. (cm ²)	Sarıma Bölgesi
1	86,943	4,59	5,13	4Φ14 (6,16)	177,65	4,51	3Φ14 (4,62)	105,361	5,36	-	167,906	3,95	2Φ16 (4,02)	50,452	2,55	-	Φ8/10
2	76,91	4,09	5,13	4Φ14 (6,16)	168,439	4,01	2Φ16 (4,02)	93,967	4,85	-	167,008	3,91	2Φ16 (4,02)	45,329	2,56	-	Φ8/10
3	79,493	4,12	5,13	4Φ14 (6,16)	156,544	3,37	2Φ16 (4,02)	99,146	5,33	-	157,864	3,44	2Φ16 (4,02)	59,663	3,15	-	Φ8/10
4	92,564	4,6	5,13	4Φ14 (6,16)	182,184	4,74	3Φ16 (6,03)	114,522	5,88	-	200,739	5,77	3Φ16 (6,03)	83,332	4,34	-	Φ10/10
5	108,077	5,35	5,13	4Φ14 (6,16)	221,848	6,90	2Φ22 (7,60)	122,733	6,01	-	218,142	6,71	2Φ22 (7,60)	73,87	3,68	-	Φ10/10
6	107,585	5,68	5,13	4Φ14 (6,16)	214,456	6,52	2Φ22 (7,60)	115,757	6,01	-	209,903	6,28	2Φ22 (7,60)	66,432	3,34	-	Φ10/10
7	89,104	4,60	5,13	4Φ14 (6,16)	172,977	4,18	3Φ16 (6,03)	109,289	5,62	-	171,293	4,16	3Φ16 (6,03)	80,702	4,09	-	Φ8/10
8	113,222	6,01	5,13	4Φ14 (6,16)	204,213	5,95	3Φ16 (6,03)	107,886	5,68	-	213,306	6,46	2Φ22 (7,60)	44,498	3,34	-	Φ10/10
9	106,186	5,68	5,13	4Φ14 (6,16)	212,957	6,44	2Φ22 (7,60)	109,061	5,68	-	212,088	6,39	2Φ22 (7,60)	50,84	3,34	-	Φ10/10
10	92,53	4,4	5,13	4Φ14 (6,16)	194,384	5,41	2Φ22 (7,60)	115,507	5,66	-	199,358	5,70	3Φ16 (6,03)	68,977	3,14	-	Φ10/10
11	96,528	5,19	5,13	4Φ14 (6,16)	162,06	3,65	3Φ16 (6,03)	128,704	6,7 (0,54)	1Φ14 (1,54)	162,06	3,65	3Φ16 (6,03)	119,951	6,05	-	Φ8/10
12	97,45	5,08	5,13	4Φ14 (6,16)	174,815	4,34	3Φ16 (6,03)	136,43	6,91 (0,75)	1Φ14 (1,54)	174,815	4,34	3Φ16 (6,03)	121,325	6,3 (0,14)	1Φ14 (1,54)	Φ8/10
13	113,541	5,88	5,13	4Φ14 (6,16)	199,501	5,67	2Φ22 (7,60)	158,912	7,92 (1,76)	1Φ16 (2,01)	199,501	5,67	2Φ22 (7,60)	148,697	7,67 (1,51)	1Φ14 (1,54)	Φ10/10
14	107,059	5,62	5,13	4Φ14 (6,16)	189,953	5,18	2Φ22 (7,60)	149,883	7,67 (1,51)	1Φ14 (2,01)	189,953	5,18	2Φ22 (7,60)	139,201	7,15 (0,99)	1Φ14 (1,54)	Φ10/10
15	102,216	5,37	5,13	4Φ14 (6,16)	178,538	4,56	3Φ16 (6,03)	141,504	7,41 (1,25)	1Φ14 (2,01)	178,538	4,53	3Φ16 (6,03)	132,127	6,90 (0,74)	1Φ14 (1,54)	Φ10/10
16	81,372	4,77	5,13	4Φ14 (6,16)	136,393	2,03	2Φ16 (4,02)	108,496	5,7	-	136,393	2,27	3Φ14 (4,62)	95,425	5,11	-	Φ8/10

5.1.2 Tip1B yapı çözümlemesi



Şekil 5.6 : Tip1B kat planı.

Döşeme sistemi kirişli plak döşeme olup taşıyıcı sistemi (Çerçeve +Perde)'den oluşan bu 12 katlı yapının tüm kirişleri 30x60 cm boyutlarında ve döşemeler ise 15 cm kalınlığında seçilmiştir. Döşeme hesabına ve kiriş boyutlandırmasına ilişkin hesaplar Tip1A yapı çözümlemesi içerisinde verildiğinden bu bölümde tekrar edilmeyecektir.Yapı sistemi simetrik olduğundan 3 adet kolon ve 4 adet perde için hesaplamalar yapılmıştır. (Çerçeve + Perde) taşıyıcı sistem olarak modellenen Tip1B yapısının kat planı Şekil 5.6'da verilmiştir.

5.1.2.1 Tip1B kolonlarının boyutlandırılması

Kolon boyutlandırması, kolon etki alanında bulunan döşeme alanının ve üzerindeki yüklerin ağırlığı, kirişlerin ağırlıkları, duvar yüklerinin ağırlıkları ve kolonun kendi ağırlığı hesaplanarak yapılmıştır. İşlem adımları Çizelge 5.12'de verilmiştir.

Çizelge 5.12 : Tip1B kolon boyutlandırması.

Kat	Kol. no	Kat Top. (G)	Kat Top (Q)	G	Q	Nd (kN)	Ac gerek. (cm ²)	Kesit Ac (cm ²)	Seçim
11. KAT	S1101	237.72	99.18	262.8	99.18	526.61	35107.2	351.07	40x40
	S1102	232.195	172.5	232.2	172.5	601.07	40071.5	400.72	40x40
	S1103	223.64	165.31	223.64	165.31	577.59	38506.1	385.06	40x40
10. KAT	S1001	236.93	34.5	499.73	133.68	913.51	60900.7	609.01	40x40
	S1002	296.06	96	528.26	268.5	1169.2	77944.3	779.44	40x40
	S1003	285.76	92	509.4	257.31	1124.9	74990.4	749.9	40x40
9. KAT	S901	236.93	34.5	736.66	168.18	1300.4	86694.1	866.94	40x40
	S902	296.06	96	824.33	364.5	1737.3	115817	1158.2	40x40
	S903	285.76	92	795.16	349.31	1672.1	111475	1114.7	40x40
8. KAT	S801	241.93	34.5	978.59	202.68	1694.3	112954	1129.5	45x45
	S802	301.06	96	1125.4	460.5	2312.3	154156	1541,6	50x50
	S803	290.76	92	1085.9	441.31	2226.4	148426	1484.3	50x50
7. KAT	S701	241.93	34.5	1220.5	237.18	2088.2	139214	1392.1	45x45
	S702	301.06	96	1426.5	556.5	2887.4	192496	1925	50x50
	S703	290.76	92	1376.7	533.31	2780.6	185377	1853.8	50x50
6. KAT	S601	241.93	34.5	1462.5	271.68	2482.1	165475	1654.7	45x45
	S602	301.06	96	1727.5	652.5	3462.5	230835	2308.4	50x50
	S603	290.76	92	1667.4	625.31	3334.9	222328	2223.3	50x50
5. KAT	S501	246.93	34.5	1709.4	306.18	2883	192201	1922	50x50
	S502	306.06	96	2033.6	748.5	4044.6	269641	2696.4	60x60
	S503	295.76	92	1963.2	717.31	3896.2	259745	2597.5	60x60

Çizelge 5.12 (devam): Tip1B kolon boyutlandırması.

Kat	Kol. no	Kat Top. (G)	Kat Top (Q)	G	Q	Nd (kN)	Ac gerek. (cm ²)	Kesit Ac (cm ²)	Seçim
4. KAT	S401	246.93	34.5	1956.31	340.68	3283.9	218928.1	2189.2	50x50
	S402	306.07	96	2339.65	844.5	4626.7	308447.3	3084.4	60x60
	S403	295.76	92	2258.96	809.31	4457.4	297162.7	2971.6	60x60
3. KAT	S301	246.93	34.5	2203.24	375.18	3684.8	245654.9	2456.5	50x50
	S302	306.07	96	2645.72	940.5	5208.8	347253.4	3472.5	60x60
	S303	295.76	92	2554.72	901.31	5018.7	334580.3	3345.8	60x60
2. KAT	S201	251.93	34.5	2455.17	409.68	4092.7	272848.4	2728.4	60x60
	S202	311.07	96	2956.78	1036.5	5797.9	386526.1	3865.2	70x70
	S203	300.76	92	2855.48	993.31	5587	372464.5	3724.6	70x70
1. KAT	S101	251.93	34.5	2707.1	444.18	4500.6	300041.9	3000.4	60x60
	S102	311.07	96	3267.85	1132.5	6387	425798.9	4257.9	70x70
	S103	300.76	92	3156.24	1085.31	6155.2	410348.8	4103.4	70x70
Z. Kat	SZ01	251.93	34.5	2959.03	478.68	4908.5	327235.3	3272.3	60x60
	SZ02	311.07	96	3578.91	1228.5	6976.1	465071.6	4650.7	70x70
	SZ03	300.76	92	3457	1177.31	6723.5	448233.1	4482.3	70x70

5.1.2.2 Tip1B perdelerinin boyutlandırılması

Yapının perde duvarlarının boyutlandırılmasında, DBYBHY’de belirtilen süneklik düzeyi yüksek perdelerin enkesit koşullarından faydalanılmıştır.

Bu koşullar;

Perdeler, uzun kenarı kısa kenarının en az 7 katı büyüklükte olan düşey taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Perdelerin gövde bölgesindeki perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/20’sinden ve 200 mm’den daha kısa olamaz.

$H_w / l_w > 2.0$ olan perdelerin iki ucunda perde uç bölgeleri oluşturulması gerekmektedir. Perdelerde oluşturulan bu uç bölgelerinde, perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/15’inden ve 200mm’den kısa yapılamaz.

Söz konusu yapının toplam yüksekliği 36.5 m’dir.Yapıdaki perdeler temelden yukarıya kadar sürekli devam ettiğinden dolayı $H_w / l_w > 2.0$ şartını sağlamaktadır. Kritik perde yüksekliği Denklem 5.2’de verilmiştir

$$H_{cr} \geq H_w / 6 \quad (5.2)$$

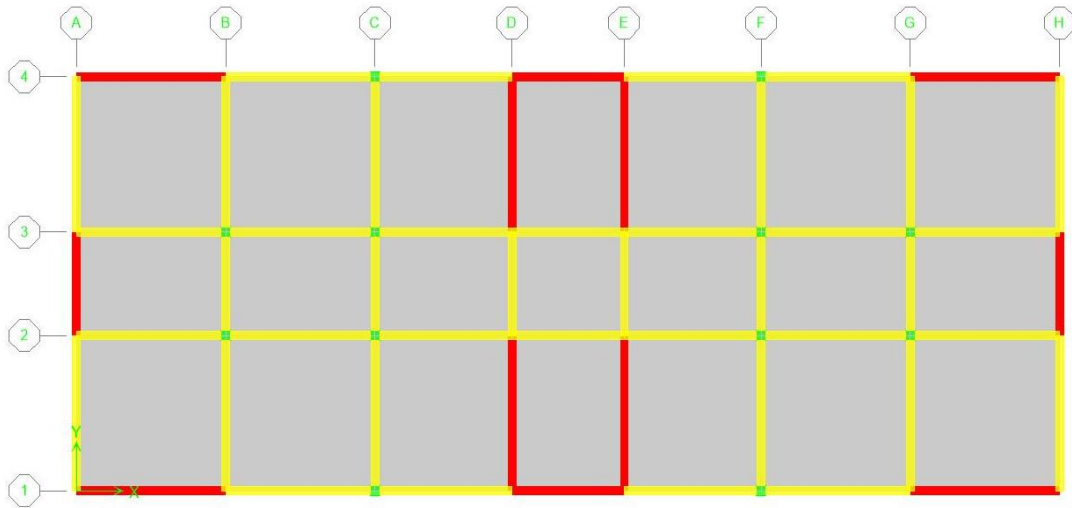
Hesaplamalar sonucu minimum perde kalınlığı zemin kat için 23.3 cm diğer katlar için 20 cm olarak hesaplanmıştır. Perde kalınlığı tüm katlar için 30 cm olarak belirlenmiştir. Yapıdaki perde boyutları Çizelge 5.13'te verilmiştir.

Çizelge 5.13 : Tip1B yapı perde boyutları.

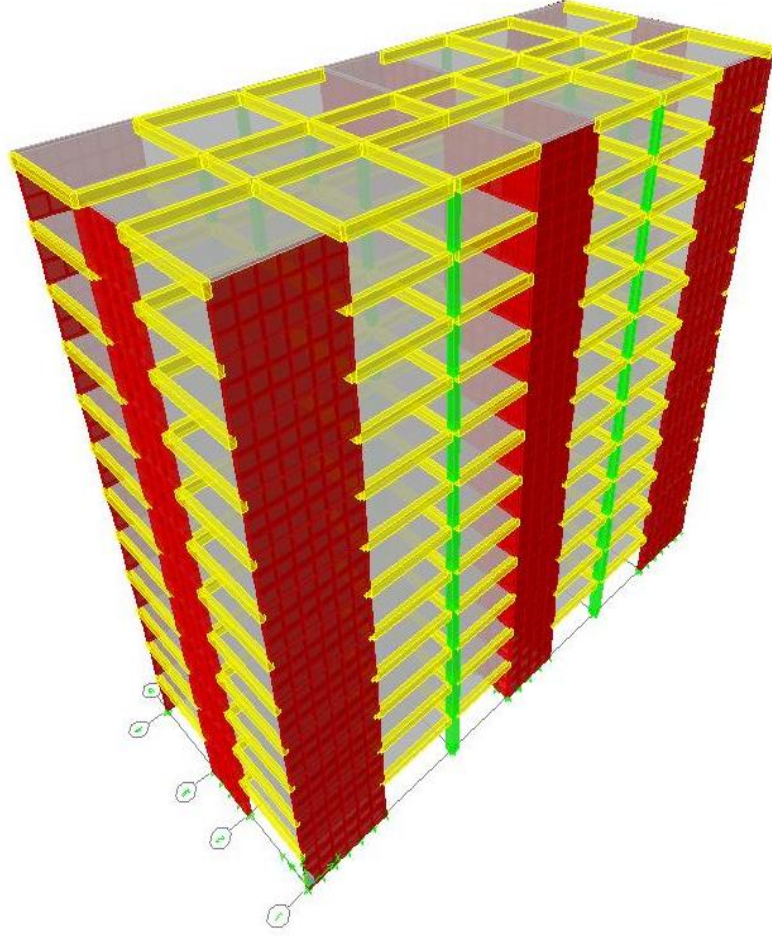
PERDE	BOYUT (cm)
P1	30/600
P2	30/450
P3	30/600
P4	30/400

5.1.2.3 Tip1B modelleme bilgileri

Yapının yatay ve düşey yüklere göre üç boyutlu analizi ETABS yapı analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Yapıya etkiyen yüklerin tamamı DBYBHY'de ve TS500'de belirtilen esaslara uygun olarak hesap edilmiştir. Döşeme, kirişler, kolonlar ve perdelerle ait boyutlandırmalar yukarıda çizelgelerde verildiği gibi, sisteme veri olarak girişleri yapılmıştır. Yapı kat planı ve üç boyutlu model Şekil 5.7 ve 5.8'te gösterilmiştir.



Şekil 5.7 : Tip1B yapısının plan görünümü.



Şekil 5.8 : Tip1B yapısının üç boyutlu görünümü

Programa Tip1A için kullanılan yükleme kombinsyonlarının aynısı girilmiştir. Deprem yüklerini tanımlayabilmek için de C_x ve C_y taban kesme kuvveti katsayıları girilmiştir. Bu katsayılar için önceki bölümde aktarılan işlem adımları sonucu bulunan değerler aşağıda verilmiştir:

Yapının periyotları modal analiz sonucu $T_y = 0.779$ s, $T_x = 0.766$ s olarak bulunmuştur. Yapı Z1 zemin sınıfında olduğu için yönetmeliğe göre $T_A = 0.1$ s $T_B = 0.3$ s olduğundan, $T > T_B$ olur.

Y yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$S(T) = 1.16$ olur.

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$A(T) = 0.465$ olarak hesaplanır.

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ $R=7$ alınarak çözüm yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre yönetmelikteki yüksek süneklik koşulunun sağlanması için;

$$\alpha_s = \frac{V_{perde}}{V_t} \geq 0.75 \Rightarrow \alpha_s = 0.95 \quad \text{olduğundan } R \text{ aşağıdaki gibi yeniden}$$

hesaplanmıştır. $R = 10 - 4\alpha_s \Rightarrow R=6,2$ olur.

Taban kesme kuvveti katsayısı C_y ;

$$C_y = 0.075$$

Tepe Kuvveti ΔF_{ny} ;

$$\Delta F_{ny} = 657.03 \text{ kN}$$

Program girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_y ;

$$C'_y = 0.068$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = 7300.3 \text{ kN}$$

X yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$$S(T) = 1.18 \text{ olur.}$$

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$$A(T) = 0.472 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ $R=7$ alınarak çözüm yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre yönetmelikteki yüksek süneklik koşulunun sağlanması için;

$$\alpha_s = \frac{V_{perde}}{V_t} \geq 0.75 \Rightarrow \alpha_s = 0.89 \quad \text{olduğundan } R \text{ aşağıdaki gibi yeniden}$$

hesaplanmıştır.

$$R = 10 - 4\alpha_s \Rightarrow R=6.44 \text{ olur.}$$

Taban kesme kuvveti katsayısı C_x ;

$$C_x = 0.073$$

Tepe Kuvveti ΔF_{nx} ;

$$\Delta F_{nx} = 639.5 \text{ kN}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_x ;

$$C'_x = 0.066$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = 7134.04 \text{ kN}$$

Çözümlemeler için girilen yük kombinasyonlarından Çizelge 5.7'de gösterilen kritik yükleme kombinasyonları için A1-Burulma Düzensizliği, B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği, Etkin Göreli Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkileri kontrolleri yapılmıştır. Yapılan düzensizlik kontrolleri sonucunda DEPREM YP ve DEPREM YN yük kombinasyonlarının oluşturduğu burulma düzensizliği katsayılarının (η_{bi}) bazı katlarda 1.2' den büyük olduğu görülmüştür. Ancak Yönetmeliğin 2.7.3.3 maddesine göre, burulma düzensizliği katsayısı $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$ olduğundan uygulanan ek dışmerkezlilik, her iki deprem doğrultusu için Denklem 5.1'de verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmüştür. Bulunan bu ek dışmerkezlilik modele uygulanmıştır.

Dışmerkezliğe uygulanacak ek dışmerkezlilik ile A1 burulma düzensizliği kontrolü değerleri DEPREM YP yük kombinasyonu için Çizelge 5.8'de verilirken; Yumuşak kat düzensizliği, etkin göreli kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri Çizelge 5.14'te verilmiştir.

Çizelge 5.14 : Tip1B A1 burulma düzensizliği kontrolü.

KAT	$(\Delta i)_{\max}$	$(\Delta i)_{\min}$	$(\Delta i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	Burulma	Eksantrisite
11	0.0028	0.0018	0.0023	$1.217 > 1.2$	Vardır.	0,0514
10	0.0028	0.0018	0.0023	$1.217 > 1.2$	Vardır.	0.0514
9	0.0028	0.0018	0.0023	$1.217 > 1.2$	Vardır.	0.0514
8	0.003	0.0018	0.0024	$1.25 > 1.2$	Vardır.	0.054

Çizelge 5.14 (devam): Tip1B A1 burulma düzensizliği kontrolü.

KAT	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	Burulma	Eksantrisite
7	0.0029	0.0019	0.0024	1.208>1.2	Vardır.	0.0506
6	0.0029	0.0018	0.00235	1.234>1.2	Vardır.	0.0528
5	0.0027	0.0017	0.0022	1.227>1.2	Vardır.	0.0522
4	0.0026	0.0016	0.0021	1.238>1.2	Vardır.	0.0532
3	0.0023	0.0014	0.00185	1.243>1.2	Vardır.	0.0536
2	0.002	0.0012	0.0016	1.25>1.2	Vardır.	0.0546
1	0.0014	0.0008	0.0011	1.272>1.2	Vardır.	0.0562
Zemin	0.0008	0.0005	0.00065	1.230>1.2	Vardır.	0.0525

Çizelge 5.15 : Tip1B yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci merteye etkileri kontrolleri.

KAT	η_{ki}	$(\delta_i)_{\max}/h_i$	θ_i	Düzensizlik
11	1<2	0.0057<0.02	0.0039<0.12	Yoktur.
10	1<2	0.0057<0.02	0.0049<0.12	Yoktur.
9	0.958<2	0.0057<0.02	0.00557<0.12	Yoktur.
8	1<2	0.0062<0.02	0.00633<0.12	Yoktur.
7	1.021<2	0.00599<0.02	0.00679<0.12	Yoktur.
6	1.068<2	0.00513<0.02	0.00710<0.12	Yoktur.
5	1.047<2	0.00558<0.02	0.00709<0.12	Yoktur.
4	1.135<2	0.00537<0.02	0.00722<0.12	Yoktur.
3	1.156<2	0.00475<0.02	0.00678<0.12	Yoktur.
2	1.454<2	0.0041<0.02	0.00628<0.12	Yoktur.
1	1.692<2	0.00289<0.02	0.00464<0.12	Yoktur.
Zemin	0.59<2	0.0014<0.02	0.0029<0.12	Yoktur.

5.1.2.4 Tip1B taşıyıcı sistem elemanlarının donatı hesabı

Modellemeden elde edilen sonuçlar doğrultusunda kat bazında maliyet karşılaştırması yapabilmek için sadece 2. normal katın kolon, kiriş ve perdelerinin donatı hesabı yapılmıştır. Donatı hesabı yapılırken yapı süneklik düzeyi karma yapı olarak tasarlandığı için DBYBHY'deki süneklik düzeyi normal kolon, kiriş ve yüksek perdeler için gerekli esaslar doğrultusunda kontroller yapılmış, TS 500'deki kurallar ve hesap esasları gözetilmiştir.

Kolonlar için seçilen boyuna donatı ve enine donatıları (ettriye) Çizelge 5.16'da, perdeler için seçilen donatı ve ettriye miktarları Çizelge 5.17'de ve kirişler için seçilen donatı ve ettriye miktarları Çizelge 5.18'de verilmiştir.

Çizelge 5.16 : Tip1B Kolon donatıları.

Kol no	Kat	b (m)	h (m)	N (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As min (cm ²)	Ag min (cm ²)	As (cm ²) seçilen	Etriye
S1	2 Nor.	0.6	0.6	3578	118.90 *	98.0	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.6	0.6	3192	123.43	132.9*	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
S2	2 Nor.	0.7	0.7	6186	156.83 *	85.7	49	16.33	20Φ18 (50.90)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.7	0.7	5568	168.63 *	99.03	49	16.33	20Φ18 (50.90)	Φ8/10/20
S3	2 Nor.	0.7	0.7	5848	149.06 *	107.9	49	16.33	20Φ18 (50.90)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.7	0.7	5269	166.82 *	141.3	49	16.33	20Φ18 (50.90)	Φ8/10/20

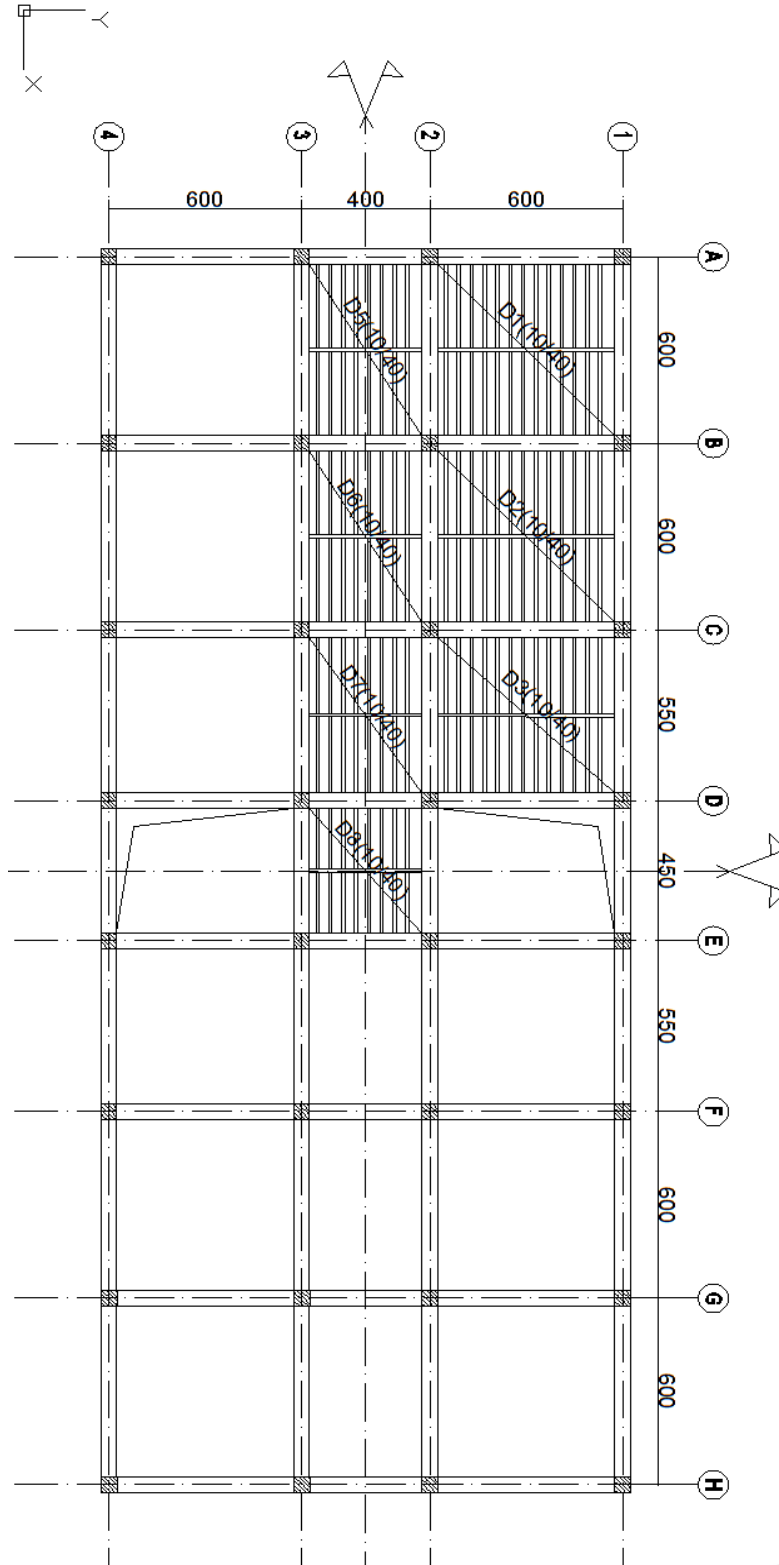
Çizelge 5.17 : Tip1B perde donatıları.

Perde	b (m)	h (m)	N (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As Uç Bölge Düşey Donatı (cm²)	As Uç Bölge Yatay Donatı (cm²)	As Düşey Gövde Donatı (cm²)	As Yatay Gövde Donatı (cm²)
P1	0.3	6	- 5804	55.266	-10749.7	16φ18 (40.72)	φ10/10 5φ10	φ14/25	φ14/25
P2	0.3	4.5	- 5451	32.898	4567.232	12φ18 (30.54)	φ10/10 4φ10	φ14/25	φ14/25
P3	0.3	6	- 4022	- 14.318	11405.84	16φ18 (40.72)	φ10/10 5φ10	φ14/25	φ14/25
P4	0.3	4	- 5654	92.052	4348.047	10φ18 (25.42)	φ10/10 3φ10	φ14/25	φ14/25

Çizelge 5.18 : Tip1B kiriş donatıları

KİRİŞ	AÇIKLIK				MESNET (SOL)			MESNET (SOL) POZİTİF			MESNET (SAĞ)			MESNET (SAĞ) POZİTİF			Etriye Kenar
	M3 (KNm)	Ashes. (cm²)	Asmin (cm²)	Asseç. (cm²)	M3 (KNm)	Ashes. (cm²)	Asseç. (cm²)	M3 (KNm)	Ashes. (cm²)	Asseç. (cm²)	M3 (KNm)	Ashes. (cm²)	Asseç. (cm²)	M3 (KNm)	Ashes. (cm²)	Asseç. (cm²)	
1 (B16)	75,807	3,83	5,13	4Φ14 (6,16)	185,243	4,9	3Φ16 (6,03)	77,077	4,09	-	129,259	1,91	1Φ16 (2,01)	38,476	2,56	-	Φ8/10
2 (B15)	66,684	3,39	5,13	4Φ14 (6,16)	112,097	1,02	1Φ16 (2,01)	67,055	3,58	-	188,661	5,11	3Φ16 (6,03)	32,079	2,56	-	Φ8/10
3 (B18)	89,904	4,6	5,13	4Φ14 (6,16)	189,068	5,13	3Φ16 (6,03)	86,645	4,6	-	154,405	3,24	2Φ16 (4,02)	35,545	2,56	-	Φ8/10
4 (B23)	122,11	6,35	5,13	5Φ14 (7,7)	143,817	2,67	2Φ16 (4,02)	52,878	3,34	-	162,978	3,7	2Φ16 (4,02)	19,867	3,34	-	Φ8/10
5 (B26)	104,1	5,35	5,13	4Φ14 (6,16)	142,238	2,59	2Φ16 (4,02)	54,216	3,68	-	154,968	3,26	2Φ16 (4,02)	3,106	3,34	-	Φ8/10
6 (B46)	128,37	6,68	5,13	5Φ14 (7,7)	147,203	2,87	2Φ16 (4,02)	38,063	3,34	-	145,973	2,81	2Φ16 (4,02)	0	0,00	-	Φ8/10
7 (B47)	106,32	5,68	5,13	4Φ14 (6,16)	148,91	2,96	2Φ16 (4,02)	50,475	3,34	-	150,276	3,03	2Φ16 (4,02)	2,15	3,34	-	Φ8/10
8 (B48)	98,773	5,03	5,13	4Φ14 (6,16)	129,944	1,95	2Φ16 (4,02)	58,478	3,14	-	183,602	4,82	3Φ16 (6,03)	2,721	3,14	-	Φ8/10
9 (B49)	13,763	2,16	5,13	4Φ14 (6,16)	80,062	-	3Φ16 (6,03)	1,499	2,16	-	80,062	-	3Φ16 (6,03)	17,695	2,16	-	Φ8/10
10 (B22)	56,562	3,07	5,13	4Φ14 (6,16)	111,022	0,97	1Φ16 (2,01)	74,12	3,83	-	111,022	0,99	2Φ16 (4,02)	68,32	3,58	-	Φ8/10
11 (B25)	57,039	3,07	5,13	4Φ14 (6,16)	111,882	1,03	1Φ16 (2,01)	74,813	3,83	-	111,882	1,03	2Φ16 (4,02)	69,103	3,58	-	Φ8/10
12 (B28)	162,01	8,18	5,13	5Φ16 (10,05)	261,27	9,22	3Φ20 (9,42)	203,648	10,73 (0,68)	1Φ14 (1,54)	261,27	9,18	3Φ20 (9,42)	203,648	10,73 (0,68)	1Φ14 (1,54)	Φ8/10

5.1.3 Tip2A yapı çözümlemesi



Şekil 5.9 : Tip2A kat planı.

Döşeme sistemi dişli döşeme olan ve taşıyıcı sistemi çerçevelerden oluşan 6 katlı yapının ana kirişleri 60x40 cm, dişler ise 10x40 cm boyutlarında seçilmiş döşemeler ise 10 cm kalınlığında seçilmiştir. Yapı sistemi simetrik olduğundan 8 adet kolon için hesaplamalar yapılmıştır. Çerçeve sistem olarak modellenen Tip2A yapının kat planı Şekil 5.9'da verilmiştir.

5.1.3.1 Dişli döşeme hesabı

Dişli döşeme sisteminin boyutları seçilirken yönetmelikteki sınır değerler göz önüne alınmıştır. Bu kurallar aşağıda sıralanmıştır.

Dişler ve plak için sınır değerler:

$$e \leq 700 \text{ mm}$$

$$b_w \geq 100 \text{ mm}$$

$$h \geq L_{net} / 20 \text{ (tek açıklıklı basit mesnetli diş)}$$

$$h \geq L_{net} / 25 \text{ (sürekli diş)}$$

$$h \geq L_{net} / 10 \text{ (konsol diş)}$$

$$t \geq 0.1e$$

$$t \geq 50 \text{ mm}$$

Net beton örtüsü: 1.5 cm

Dişli döşeme sistemi, TS-500'de yer alan sehim ve açıklık şartları göz önünde bulundurularak ve TS-498'de yer alan yüklere göre tasarlanmış, dişler arası plak döşeme 10cm kalınlığında seçilmiştir. Normal katlar ve çatı katı için sabit yükler Çizelge 5.19 ve 5.20'deki gibi hesaplanmıştır.

Hesap için kabul edilen yükler;

$$g=7.61 \text{ kN/m}^2, q_{oda}= 2 \text{ kN/m}^2 \quad q_{koridor}= 5 \text{ kN/m}^2$$

Hesap yükü;

$$P_d = 1.4G + 1.6Q$$

$$P_{d \text{ oda}}= 13.85 \text{ kN/m}^2 \quad P_{d \text{ koridor}}= 18.65 \text{ kN/m}^2$$

Çizelge 5.19 : Normal kat dışlı döşeme yükü.

Normal Döşeme	Kalınlık	Yoğunluk	Birim Ağırlık	Toplam
Malzeme	(m)	(kN/m ³)	(kN/m ²)	7.6125 kN/m ²
Kaplama	0.03	22	0.66	
Kaplama Harcı	0.01	20	0.2	
Ses Yalıtım	0.025	0,5	0.0125	
Tesviye Betonu	0.05	22	1.1	
Sıva	0.02	20	0.4	
Dolgu	2x0.4x0.3	5.16	1.24	
Diş	2x0.1x0.3	25	1.5	
Betonarme Döşeme	0.10	25	2,5	

Çizelge 5.20 : Normal kat dışlı döşeme yükü.

Çatı Döşemesi	Kalınlık	Yoğunluk	Birim Ağırlık	Toplam
Malzeme	(m)	(kN/m ³)	(kN/m ²)	7.659 kN/m ²
Kaplama	0.03	22	0.66	
Kaplama Harcı	0.01	20	0.2	
Isı Yalıtım	0.06	0.98	0.059	
Tesviye Betonu	0.05	22	1.1	
Sıva	0.02	20	0.4	
Dolgu	2x0.4x0.3	5.16	1.24	
Diş	2x0.1x0.3	25	1.5	
Betonarme Döşeme	0.10	25	2.5	

Hesap için kabul edilen yükler;

$$g=7.65 \text{ kN/m}^2, q_{\text{çatı}}= 5 \text{ kN/m}^2, q_{\text{kar}}= 0.75 \text{ kN/m}^2$$

Hesap yükü;

$$P_d \text{ çatı}= 19.92 \text{ kN/m}^2$$

Aşağıda yapı analizinde kullanılacak olan dişli döşeme yüklerini ve boyutlarını göz önüne alarak döşemelerde oluşan moment değerleri ve gereken donatı miktarları hesaplanmıştır. Dişli döşemelerin açıklık, mesnet momentleri ve donatıları Çizelge 5.21 ve 5.22’de verilmiştir.

Çizelge 5.21 : Tip2A döşeme açıklık momentleri ve donatıları.

Döşeme	Md (kNm/m)	As Hesap (mm ²)	As Seçilen (mm ²)
D1 Açıklık	21.76	159	2φ12 (226)
D2 Açıklık	15.96	106	2φ12 (226)
D3 Açıklık	18.29	138	2φ12 (226)
D5 Açıklık	29.62	234	2φ12 (226)
D6 Açıklık	21.72	170	2φ12 (226)
D7 Açıklık	21.72	170	2φ12 (226)
D8 Açıklık	21.72	170	2φ12 (226)

Çizelge 5.22 : Tip2A döşeme mesnet momentleri ve donatıları.

Döşeme	Md (kNm/m)	As Hesap (mm ²)	As Montaj (mm ²)	As Seçilen (mm ²)	As Ek Seçilen (mm ²)
D1 Mesnet	-9.975	77	2φ10 (157)	157	-
D1- D2 Mesnet	-26.6	206	2φ10 (157)	157	1φ10 (78.5)
D2 - D3 Mesnet	-26.6	206	2φ10 (157)	157	1φ10 (78.5)
D3 Mesnet	-8.38	65	2φ10 (157)	157	-
D5 Mesnet	13.57	105	2φ10 (157)	157	-
D5 - D6 Mesnet	36.2	280	2φ10 (157)	157	1φ14 (153)
D6 - D7 Mesnet	32.58	252	2φ10 (157)	157	-
D7 - D8 Mesnet	27.38	212	2φ10 (157)	157	1φ10 (78.5)
D8 Mesnet	27.38	212	2φ10 (157)	157	1φ10 (78.5)

5.1.3.2 Tip2A kirişlerinin boyutlandırılması

Kiriş boyutları TS 500 ve DBYBHY’de koşulları sağlayacak ve dış aralıklarına uygun bir şekilde seçilmiştir. Buna dayanarak kirişler tüm katlarda 60×40 cm olarak seçilmiştir.

5.1.3.3 Tip2A kolonlarının boyutlandırılması

Kolon boyutlandırması, kolon etki alanında bulunan döşeme alanının ve üzerindeki yüklerin ağırlığı, kirişlerin ağırlıkları, duvar yüklerinin ağırlıkları ve kolonun kendi ağırlığı hesaplanarak yapılmıştır. İşlem adımları Çizelge 5.23'te verilmiştir.

Çizelge 5.23 : Tip2A kolon boyutlandırması.

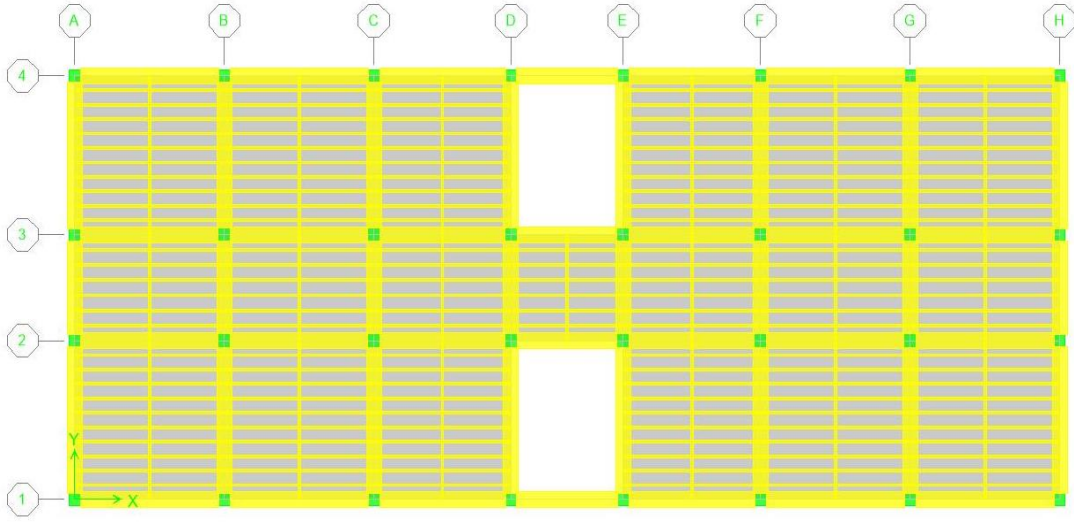
Kat	Kol. No	Kat Top. (G+Q)	G+Q	Nd (kN)	Ac gerek. (cm ²)	Kesit Ac (cm ²)	Seçim
5. KAT	S501	189.42	215.59	323.385	21559	280.267	45x45
	S502	345.4	371.57	557.355	37157	483.041	45x45
	S503	303.8	328.88	493.32	32888	427.544	45x45
	S504	227.15	248.96	373.44	24896	323.648	45x45
	S505	255.68	277.49	416.235	27749	360.737	45x45
	S506	442.7	442.7	664.05	44270	575.51	50x50
	S507	390.07	390.07	585.105	39007	507.091	50x50
	S508	299.29	299.29	448.935	29929	389.077	50x50
4. KAT	S401	163.42	379.01	568.515	37901	492.713	45x45
	S402	280.6	652.17	978.255	65217	847.821	45x45
	S403	250.77	579.65	869.475	57965	753.545	45x45
	S404	194.35	443.31	664.965	44331	576.303	45x45
	S405	227.27	504.76	757.14	50476	656.188	45x45
	S406	369.9	812.6	1218.9	81260	1056.38	50x50
	S407	319.82	709.89	1064.84	70989	922.857	50x50
	S408	264.73	564.02	846.03	56402	733.226	50x50
3. KAT	S301	168.42	547.43	821.145	54743	711.659	45x45
	S302	285.6	937.77	1406.66	93777	1219.1	45x45
	S303	255.77	835.42	1253.13	83542	1086.05	45x45
	S304	199.35	642.66	963.99	64266	835.458	45x45
	S305	232.27	737.03	1105.55	73703	958.139	45x45
	S306	374.9	1187.5	1781.25	118750	1543.75	50x50
	S307	324.82	1034.71	1552.07	103471	1345.12	50x50
	S308	269.73	833.75	1250.63	83375	1083.88	50x50

Çizelge 5.23 (devam): Tip2A kolon boyutlandırması.

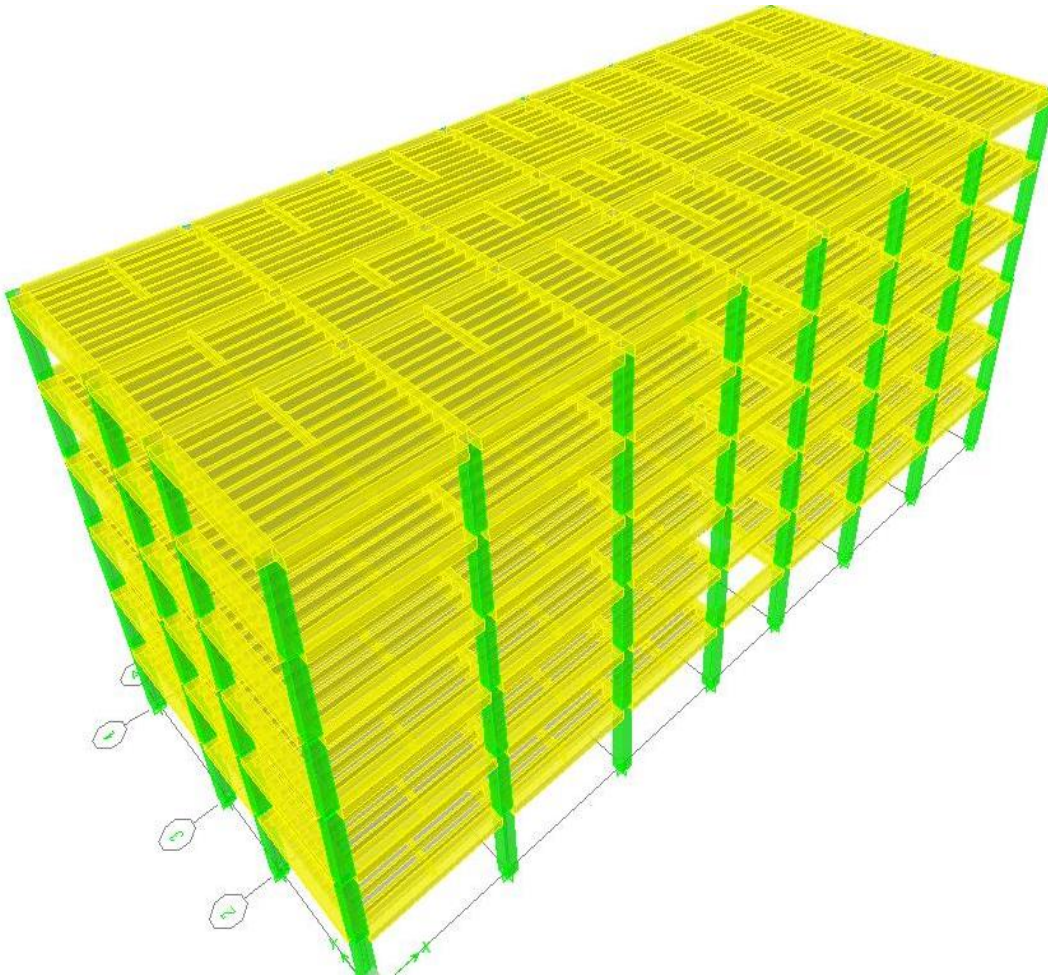
Kat	Kol. No	Kat Top. (G+Q)	G+Q	Nd (kN)	Ac gerek. (cm ²)	Kesit Ac (cm ²)	Seçim
2. KAT	S201	168.42	715.85	1073.78	71585	930.605	50x50
	S202	285.6	1223.37	1835.06	122337	1590.38	50x50
	S203	255.77	1091.19	1636.79	109119	1418.55	50x50
	S204	199.35	842.01	1263.02	84201	1094.61	50x50
	S205	232.27	969.3	1453.95	96930	1260.09	50x50
	S206	374.9	1562.4	2343.6	156240	2031.12	60x60
	S207	324.82	1359.53	2039.3	135953	1767.39	60x60
	S208	269.73	1103.48	1655.22	110348	1434.52	60x60
1. KAT	S101	173.42	889.27	1333.91	88927	1156.05	50x50
	S102	290.6	1513.97	2270.96	151397	1968.16	50x50
	S103	260.77	1351.96	2027.94	135196	1757.55	50x50
	S104	204.35	1046.36	1569.54	104636	1360.27	50x50
	S105	237.27	1206.57	1809.86	120657	1568.54	50x50
	S106	379.9	1942.3	2913.45	194230	2524.99	60x60
	S107	329.82	1689.35	2534.03	168935	2196.16	60x60
	S108	274.73	1378.21	2067.32	137821	1791.67	60x60
Z. KAT	SZ01	173.42	1062.69	1594.04	106269	1381.5	50x50
	SZ02	290.6	1804.57	2706.86	180457	2345.94	50x50
	SZ03	260.77	1612.73	2419.1	161273	2096.55	50x50
	SZ04	204.35	1250.71	1876.07	125071	1625.92	50x50
	SZ05	237.27	1443.84	2165.76	144384	1876.99	50x50
	SZ06	379.9	2322.2	3483.3	232220	3018.86	60x60
	SZ07	329.82	2019.17	3028.76	201917	2624.92	60x60
	SZ08	274.73	1652.94	2479.41	165294	2148.82	60x60

5.1.3.4 Tip2A modelleme bilgileri

Yapının yatay ve düşey yüklere göre üç boyutlu analizi ETABS yapı analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Yapıya etkiyen yüklerin tamamı DBYBHY’de ve TS500’de belirtilen esaslara uygun olarak hesap edilmiştir. Döşeme, kirişler ve kolonlara ait boyutlandırmalar yukarıdaki çizelgelerde verildiği gibi verildiği gibi daha önceden yapılmış olup, sisteme veri olarak girişleri yapılmıştır. Yapı kat planı ve üç boyutlu model Şekil 5.10 ve 5.11’de gösterilmiştir.



Şekil 5.10 : Tip2A yapısının plan görünümü.



Şekil 5.11 : Tip2A yapısının üç boyutlu görünümü.

Programa yatay ve düşey yüklerden oluşan yük kombinasyonları daha önceki bölümlerde verildiği gibi tanıtılmıştır.

Yapının periyotları modal analiz sonucu $T_y = 0.988$ s, $T_x = 0.964$ s olarak bulunmuştur.

Y yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$S(T) = 0.96$ olur.

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$A(T) = 0.385$ olarak hesaplanır.

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$;

$R=8$ alındığından $R_a(T)=8$ olur.

Taban kesme kuvveti katsayısı C_y ;

$C_y = 0,048$

Tepe Kuvveti ΔF_{ny} ;

$\Delta F_{ny} = 108.67$ kN

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_y ;

$C'_y = 0,0458$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$V_t = 2421.24$ kN

X yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$S(T) = 0,98$ olur.

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$A(T) = 0,393$ olarak hesaplanır.

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$;

$R=8$ alındığından $R_a(T)=8$ olur.

Çizelge 5.24 (devam): Tip2A A1 burulma düzensizliği kontrolü.

KAT	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	Burulma	Eksantrisite
2	0.0046	0.0030	0.0038	1.21>1.2	Vardır.	0.0508
1	0.0046	0.0031	0.00385	1.19<1.2	Yoktur.	-
Zemin	0.0036	0.0023	0.00295	1.22>1.2	Vardır.	0.0517

Çizelge 5.25 : Tip2A yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci merteye etkileri kontrolleri.

KAT	η_{ki}	$(\delta_i)_{\max}/h_i$	θ_i	Düzensizlik
5	0.6<2	0.0053<0,02	0.0063<0.12	Yoktur.
4	0.74<2	0.0088<0,02	0.012<0.12	Yoktur.
3	0.97<2	0.011<0,02	0.018<0.12	Yoktur.
2	0.98<2	0.012<0,02	0.021<0.12	Yoktur.
1	1.30<2	0.012<0,02	0.024<0.12	Yoktur.
Zemin	0.76<2	0.008<0,02	0.018<0.12	Yoktur.

5.1.3.5 Tip2A taşıyıcı sistem elemanlarının donatı hesabı

Modellemeden elde edilen sonuçlar doğrultusunda kat bazında maliyet karşılaştırması yapabilmek için sadece 2. normal katın kolon ve kirişlerinin donatı hesabı yapılmıştır. Donatı hesabı yapılırken yapı süneklik düzeyi yüksek yapı olarak tasarlandığı için DBYBHY'deki süneklik düzeyi yüksek kolon ve kirişler için gerekli esaslar doğrultusunda kontroller yapılmış, TS 500'deki kurallar ve hesap esasları gözetilmiştir.

Kolonlar için seçilen boyuna donatı ve enine donatıları (etriye) Çizelge 5.26'da, kirişler için seçilen donatı ve etriye miktarları Çizelge 5.27'de verilmiştir.

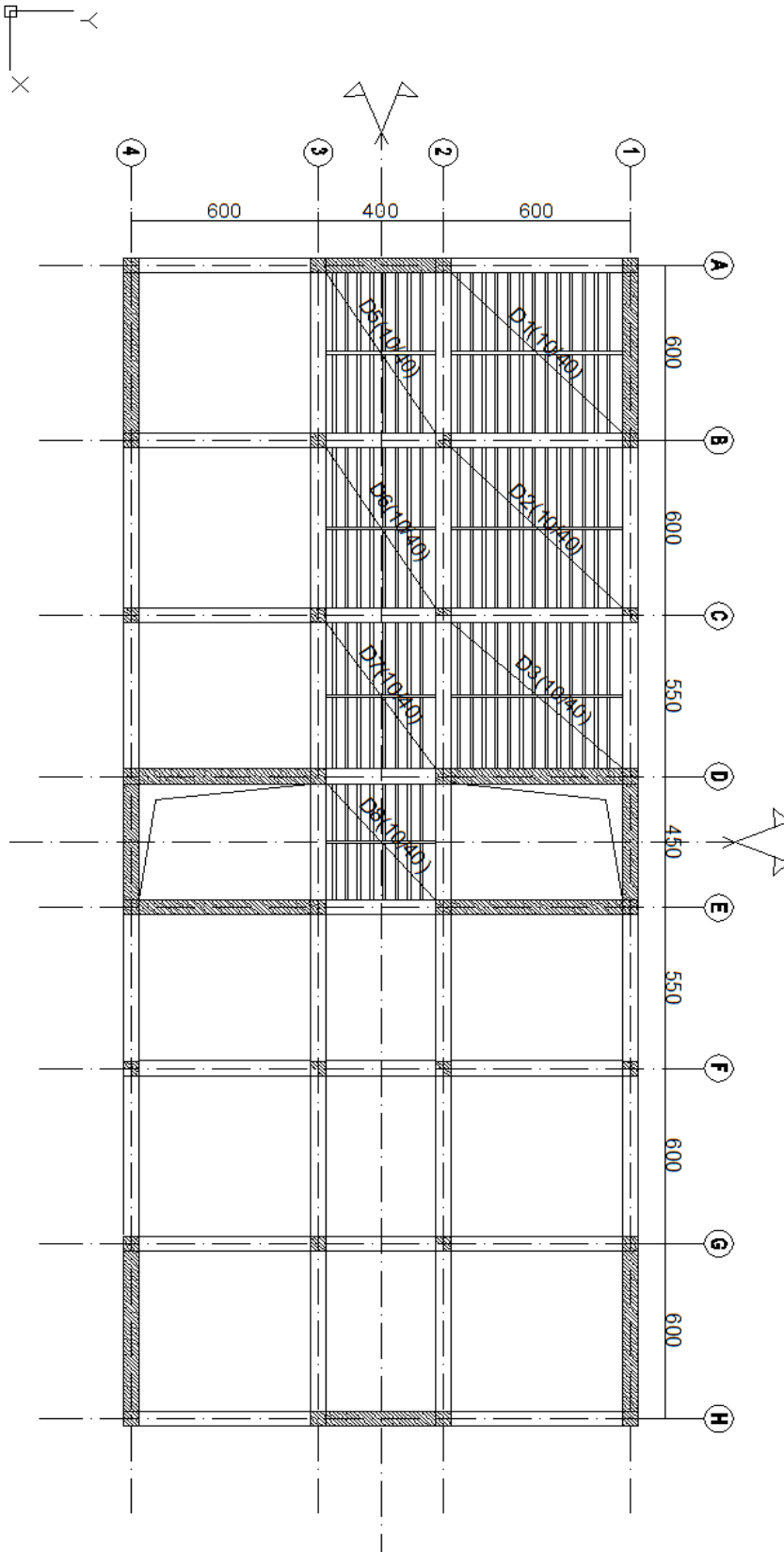
Çizelge 5.26 : Tip2A kolon donatıları.

Kol. no	Kat	b (m)	h (m)	N (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As min (cm ²)	Ag min (cm ²)	As (cm ²) seçilen	Etriye
S1	2 Nor.	0.5	0.5	1370	132.902 *	93.691	25	8.33	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
	3 Nor.	0.5	0.5	1094	120.848 *	87.878	25	8.33	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
S2	2 Nor.	0.5	0.5	2173	171.738 *	117.11	25	8.33	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
	3 Nor.	0.5	0.5	1740	139.922 *	97.269	25	8.33	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
S3	2 Nor.	0.5	0.5	2093	165.415 *	123.15	25	8.33	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
	3 Nor.	0.5	0.5	1675	134.293 *	105.75	25	8.33	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
S4	2 Nor.	0.5	0.5	1548	126.013	143.44 *	25	8.33	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
	3 Nor.	0.5	0.5	1256	100.516	124.67 *	25	8.33	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
S5	2 Nor.	0.5	0.5	1991	185.084 *	114.11	25	8.33	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
	3 Nor.	0.5	0.5	1588	161.24 *	91.91	25	8.33	12Φ18 (30.54)	Φ10/10/20
S6	2 Nor.	0.6	0.6	3246	244.979 *	134.87	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.6	0.6	2602	197.287 *	103.57	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
S7	2 Nor.	0.6	0.6	3108	231.596 *	150.21	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.6	0.6	2490	186.391 *	120.00	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
S8	2 Nor.	0.6	0.6	2369	189.934 *	182.78	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.6	0.6	1918	151.539 *	148.39	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20

Çizelge 5.27 : Tip2A kiriş donatıları.

KİRİŞ	AÇIKLIK				MESNET (SOL)			MESNET (SOL) POZİTİF			MESNET (SAĞ)			MESNET (SAĞ) POZİTİF			Etriye Kenar
	M3 (KNm)	Ashes. (cm ²)	Asmin (cm ²)	Asseç.(cm ²)	M3 (KNm)	Ashes. (cm ²)	Asseç. (cm ²)	M3 (KNm)	Ashes. (cm ²)	Asseç. (cm ²)	M3 (KNm)	Ashes. (cm ²)	Asseç. (cm ²)	M3 (KNm)	Ashes. (cm ²)	Asseç. (cm ²)	
1	78,61	6,43	6,66	3Φ18 (7,63)	154,74	7,63	3Φ18 (7,63)	94,097	7,35	-	145,29	6,77	3Φ18 (7,63)	51,362	4,13	-	Φ10/10
2	72,53	5,74	6,66	3Φ18 (7,63)	147,6	7,03	3Φ18 (7,63)	87,148	6,89	-	146,88	6,97	3Φ18 (7,63)	46,868	3,67	-	Φ10/10
3	74,08	5,53	6,66	3Φ18 (7,63)	139,62	6,32	3Φ18 (7,63)	92,619	7,08	-	143,05	6,59	3Φ18 (7,63)	58,964	4,64	-	Φ10/10
4	93,26	7,35	6,66	3Φ18 (7,63)	196,91	11,24	5Φ18 (12,72)	105,5	8,27 (0,64)	1Φ14 (1,54)	207,23	12,13	5Φ18 (12,72)	51,769	4,13	-	Φ10/8
5	138,7	10,95	6,66	5Φ18 (12,72)	246,61	15,71	5Φ20 (15,71)	109,05	8,70	-	243,69	15,34	5Φ20 (15,71)	27,719	2,81	-	Φ12/8
6	134,9	10,67	6,66	5Φ18 (12,72)	237,13	14,73	5Φ20 (15,71)	103,3	8,04	-	233,88	14,47	5Φ20 (15,71)	23,643	2,81	-	Φ12/8
7	87,81	6,89	6,66	3Φ18 (7,63)	179,27	9,72	4Φ18 (10,18)	97,201	7,58	-	177,89	9,56	4Φ18 (10,18)	51,236	4,13	-	Φ10/8
8	99,9	7,86	6,66	4Φ18 (10,18)	167,44	8,68	3Φ20 (9,42)	94,71	7,58	-	168,41	8,76	3Φ20 (9,42)	49,758	3,93	-	Φ10/10
9	98,69	7,86	6,66	4Φ18 (10,18)	169,57	8,90	3Φ20 (9,42)	94,718	7,58	-	169,63	8,86	3Φ20 (9,42)	52,167	4,21	-	Φ10/10
10	80,88	6,43	6,66	3Φ18 (7,63)	157,78	7,87	3Φ20 (9,42)	101,17	8,04 (0,41)	1Φ14 (1,54)	163,33	8,36	3Φ20 (9,42)	66,561	5,6	-	Φ10/10
11	86,74	6,12	6,66	3Φ18 (7,63)	141,59	6,52	3Φ20 (9,42)	115,32	8,98 (1,35)	1Φ14 (1,54)	141,59	6,52	3Φ20 (9,42)	109,35	8,78	-	Φ10/10
12	108,3	8,5	6,66	4Φ18 (10,18)	181,53	9,90	5Φ18 (12,72)	133,02	10,79 (0,61)	1Φ14 (1,54)	181,51	9,90	5Φ18 (12,72)	111,76	8,73	-	Φ10/8
13	120,8	9,65	6,66	4Φ18 (10,18)	203,11	11,79	5Φ20 (15,71)	144,38	11,48 (1,30)	1Φ14 (1,54)	203,11	11,79	5Φ20 (15,71)	122,51	9,65	-	Φ12/8
14	114,2	8,96	6,66	4Φ18 (10,18)	193,7	10,98	5Φ20 (15,71)	136,6	10,79 (0,61)	1Φ14 (1,54)	193,69	10,88	5Φ20 (15,71)	115,01	8,96	-	Φ12/8
15	108	8,5	6,66	4Φ18 (10,18)	180,33	9,81	4Φ18 (10,18)	129,46	10,33 (0,15)	1Φ14 (1,54)	180,33	9,81	4Φ18 (10,18)	111,1	8,73	-	Φ12/10
16	89,13	6,91	6,66	3Φ18 (7,63)	130,65	5,66	3Φ18 (7,63)	104,05	8,29 (0,66)	1Φ14 (1,54)	130,6	5,65	3Φ18 (7,63)	91,365	7,27	-	Φ10/10

5.1.4 Tip2B yapı çözümlemesi



Şekil 5.12 : Tip2B kat planı.

Döşeme sistemi dişli döşeme olan ve taşıyıcı sistemi çerçevelerden oluşan 12 katlı yapının ana kirişleri 60x40 cm, dişler ise 10x40 cm boyutlarında seçilmiş döşemeler ise 10 cm kalınlığında seçilmiştir. Yapı sistemi simetrik olduğundan 3 adet kolon ve 4 adet perde için hesaplamalar yapılmıştır. Döşeme, diş hesabına ve kiriş boyutlandırmasına ilişkin hesaplar Tip1B yapı çözümlemesi içerisinde verildiğinden bu bölümde tekrar edilmeyecektir. (Perde + Çerçeve) sistem olarak modellenen Tip2B yapısının kat planı Şekil 5.12'de verilmiştir.

5.1.4.1 Tip2B kolonlarının boyutlandırılması

Kolon boyutlandırması, kolon etki alanında bulunan döşeme alanının ve üzerindeki yüklerin ağırlığı, kirişlerin ağırlıkları, duvar yüklerinin ağırlıkları ve kolonun kendi ağırlığı hesaplanarak yapılmıştır. İşlem adımları Çizelge 5.28'de verilmiştir.

Çizelge 5.28 : Tip2B kolon boyutlandırması.

Kat	Kolon	Kat Toplamı (G+Q)	G+Q	Nd (kN)	Ac gerekli (cm ²)	Kesit Ac (cm ²)	Seçilen
11. Kat	S1101	303.8	328.88	493.32	32888	328.88	40x40
	S1102	442.7	442.7	664.05	44270	442.7	45x45
	S1103	390.07	390.07	585.105	39007	390.07	45x45
10. Kat	S1001	250.77	579.65	869.475	57965	579.65	40x40
	S1002	369.9	812.6	1218.9	81260	812.6	45x45
	S1003	319.82	709.89	1064.84	70989	709.89	45x45
9. Kat	S901	250.77	830.42	1245.63	83042	830.42	40x40
	S902	369.9	1182.5	1773.75	118250	1182.5	45x45
	S903	319.82	1029.71	1544.57	102971	1029.71	45x45
8. Kat	S801	255.77	1086.19	1629.29	108619	1086.19	45x45
	S802	374.9	1557.4	2336.1	155740	1557.4	50x50
	S803	324.82	1354.53	2031.8	135453	1354.53	50x50
7. Kat	S701	255.77	1341.96	2012.94	134196	1341.96	45x45
	S702	374.9	1932.3	2898.45	193230	1932.3	50x50
	S703	324.82	1679.35	2519.03	167935	1679.35	50x50
6. Kat	S601	255.77	1597.73	2396.6	159773	1597.73	45x45
	S602	374.9	2307.2	3460.8	230720	2307.2	50x50
	S603	324.82	2004.17	3006.26	200417	2004.17	50x50
5. Kat	S501	260.77	1858.5	2787.75	185850	1858.5	55x55
	S502	379.9	2687.1	4030.65	268710	2687.1	60x60
	S503	329.82	2333.99	3500.99	233399	2333.99	60x60

Çizelge 5.28 (devam): Tip2B kolon boyutlandırması.

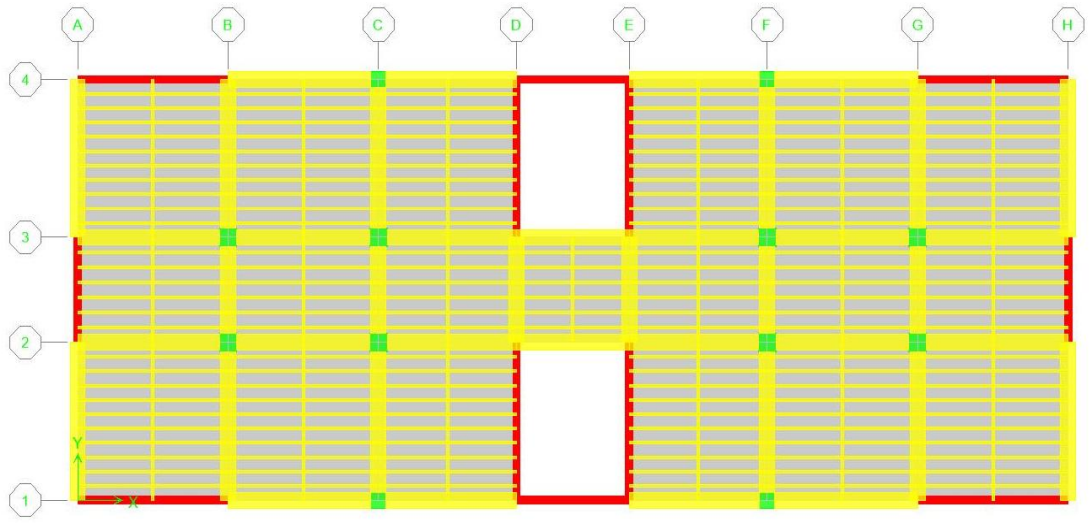
Kat	Kolon	Kat Toplamı (G+Q)	G+Q	Nd (kN)	Ac gerekli (cm ²)	Kesit Ac (cm ²)	Seçilen
4. Kat	S401	260.77	2119.27	3178.91	211927	2119.27	55x55
	S402	379.9	3067	4600.5	306700	3067	60x60
	S403	329.82	2663.81	3995.72	266381	2663.81	60x60
3. Kat	S301	260.77	2380.04	3570.06	238004	2380.04	55x55
	S302	379.9	3446.9	5170.35	344690	3446.9	60x60
	S303	329.82	2993.63	4490.45	299363	2993.63	60x60
2. Kat	S201	265.77	2645.81	3968.72	264581	2645.81	60x60
	S202	384.9	3831.8	5747.7	383180	3831.8	70x70
	S203	334.82	3328.45	4992.68	332845	3328.45	70x70
1. Kat	S101	265.77	2911.58	4367.37	291158	2911.58	60x60
	S102	384.9	4216.7	6325.05	421670	4216.7	70x70
	S103	334.82	3663.27	5494.91	366327	3663.27	70x70
Z. Kat	SZ01	265.77	3177.35	4766.03	317735	3177.35	60x60
	SZ02	3849	4601.6	6902.4	460160	4601.6	70x70
	SZ03	334.82	3998.09	5997.14	399809	3998.09	70x70

5.1.4.2 Tip2B perdelerinin boyutlandırılması

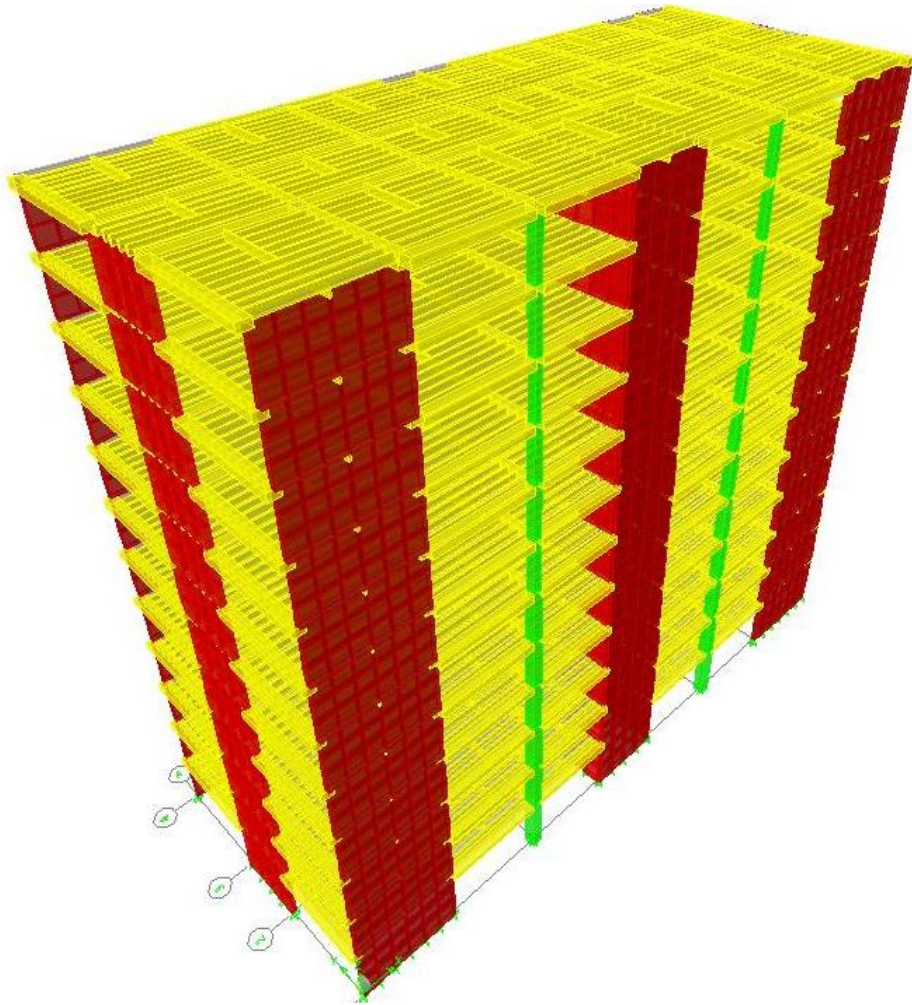
Yapının perde duvarlarının boyutlandırılmasında, DBYBHY’de belirtilen süneklik düzeyi yüksek perdelerin enkesit koşullarından faydalanılmıştır. Bu koşullara ilişkin hususlar önceki bölümde yer verilmiştir. Perde boyutları da Çizelge 5.13’te verilen boyutlar ile aynıdır.

5.1.4.3 Tip2B modelleme bilgileri

Yapının yatay ve düşey yüklere göre üç boyutlu analizi ETABS yapı analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Yapıya etkiyen yüklerin tamamı DBYBHY’de ve TS500’de belirtilen esaslara uygun olarak hesap edilmiştir. Döşeme, kirişler, kolonlar ve perdelerle ait boyutlandırmalar yukarıda çizelgelerde verildiği gibi, sisteme veri olarak girişleri yapılmıştır. Yapı kat planı ve üç boyutlu model Şekil 5.13 ve 5.14’te gösterilmiştir.



Şekil 5.13 : Tip2B yapısının plan görünümü.



Şekil 5.14 : Tip2B yapısının üç boyutlu görünümü.

Programa yatay ve düşey yüklerden oluşan yük kombinasyonları, önceki bölümlerde veridiği gibi tanıtılmıştır. Analiz sonucu bulunan değerler aşağıda verilmiştir.

Yapının periyotları modal analiz sonucu $T_y = 0.8615$ s, $T_x = 0.830$ s olarak bulunmuştur.

Y yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$S(T) = 1.07$ olur.

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$A(T) = 0.43$ olarak hesaplanır.

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ $R=7$ alınarak çözüm yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre yönetmelikteki yüksek süneklik koşulunun sağlanması için;

$$\alpha_s = \frac{V_{perde}}{V_t} \geq 0.75 \Rightarrow \alpha_s = 0.96 \quad \text{olduğundan} \quad R \quad \text{aşağıdaki} \quad \text{gibi} \quad \text{yeniden}$$

hesaplanmıştır. $R = 10 - 4\alpha_s \Rightarrow R = 6.16$ olur.

Taban kesme kuvveti katsayısı C_y ;

$$C_y = 0.0698$$

Tepe Kuvveti ΔF_{ny} ;

$$\Delta F_{ny} = 643.4 \text{ kN}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_y ;

$$C'_y = 0.0635$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = 7149.44 \text{ kN}$$

X yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$S(T) = 1.10$ olur.

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$A(T)= 0.44$ olarak hesaplanır.

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ $R=7$ alınarak çözüm yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre yönetmelikteki yüksek süneklik koşulunun sağlanması için;

$$\alpha_s = \frac{V_{perde}}{V_t} \geq 0.75 \Rightarrow \alpha_s = 0.90 \quad \text{olduğundan } R \text{ aşağıdaki gibi yeniden}$$

hesaplanmıştır. $R = 10 - 4\alpha_s \Rightarrow R=6.4$ olur.

Taban kesme kuvveti katsayısı C_x ;

$$C_x = 0.0692$$

Tepe Kuvveti ΔF_{nx} ;

$$\Delta F_{nx} = 637.87 \text{ N}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_x ;

$$C'_x = 0.0629$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = 7041.375 \text{ kN}$$

Çözümlemeler için girilen yük kombinasyonlarından Çizelge 5.7'de gösterilen kritik yükleme kombinasyonları için A1-Burulma Düzensizliği, B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği, Etkin Göreli Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkileri kontrolleri yapılmıştır. Yapılan düzensizlik kontrolleri sonucunda DEPREM YP ve DEPREM YN yük kombinasyonlarının oluşturduğu burulma düzensizliği katsayılarının (η_{bi}) bazı katlarda 1.2' den büyük olduğu görülmüştür. Ancak Yönetmeliğin 2.7.3.3 maddesine göre, burulma düzensizliği katsayısı $1,2 < \eta_{bi} < 2,0$ olduğundan uygulanan ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için Denklem 5.1'de verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmüştür. Bulunan bu ek dışmerkezlik modele uygulanmıştır.

Dışmerkezliğe uygulanacak ek dışmerkezlik ile A1 burulma düzensizliği kontrolü değerleri DEPREM YP yük kombinasyonu için Çizelge 5.29'da verilirken; Yumuşak kat düzensizliği, etkin göreli kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri Çizelge 5.30'da verilmiştir.

Çizelge 5.29 : Tip2B A1 burulma düzensizliği kontrolü.

KAT	$(\Delta i)_{\max}$	$(\Delta i)_{\min}$	$(\Delta i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	Burulma	Eksantrisite
11	0.0033	0.0021	0.0027	1.22>1.2	Vardır.	0.0518
10	0.0033	0.0021	0.0027	1.22>1.2	Vardır.	0.0518
9	0.0034	0.0021	0.00275	1.23>1.2	Vardır.	0.053
8	0.0034	0.0022	0.0028	1.214>1.2	Vardır.	0.0511
7	0.0034	0.0021	0.00275	1.23>1.2	Vardır.	0.053
6	0.0033	0.0021	0.0027	1.22>1.2	Vardır.	0,0518
5	0.0032	0.0020	0.0026	1.23>1.2	Vardır.	0.0525
4	0.0029	0.0018	0.00235	1.23>1.2	Vardır.	0.0528
3	0.0026	0.0016	0.0021	1.238>1.2	Vardır.	0.0532
2	0.0022	0.0013	0.00175	1.25>1.2	Vardır.	0.0548
1	0.0016	0.0009	0.00125	1.28>1.2	Vardır.	0.0568
Zemin	0.0008	0.0005	0.00065	1.230>1.2	Vardır.	0.0525

Çizelge 5.30 : Tip2B yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri.

KAT	η_{ki}	$(\delta i)_{\max}/h_i$	θ_i	Düzensizlik
11	1<2	0.00677<0.02	0.0049<0.12	Yoktur.
10	0.98<2	0.00677<0.02	0.0062<0.12	Yoktur.
9	0.98<2	0.00698<0.02	0.0071<0.12	Yoktur.
8	1.01<2	0.00698<0.02	0.0079<0.12	Yoktur.
7	1.01<2	0.00698<0.02	0.0083<0.12	Yoktur.
6	1.03<2	0.0058<0.02	0.0087<0.12	Yoktur.
5	1.10<2	0.0065<0.02	0.0089<0.12	Yoktur.

Çizelge 5.30 (devam): Tip2B yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri

KAT	η_{ki}	$(\delta_i)_{\max}/h_i$	θ_i	Düzensizlik
4	1.1<2	0.0059<0.02	0.0086<0.12	Yoktur.
3	1.2<2	0.0053<0.02	0.0082<0.12	Yoktur.
2	1.4<2	0.0045<0.02	0.0073<0.12	Yoktur.
1	1.92<2	0.0032<0.02	0.0056<0.12	Yoktur.
Zemin	0.52<2	0.0014<0.02	0.0031<0.12	Yoktur.

5.1.4.4 Tip2B taşıyıcı sistem elemanlarının donatı hesabı

Modellemeden elde edilen sonuçlar doğrultusunda kat bazında maliyet karşılaştırması yapabilmek için sadece 2. normal katın kolon, kiriş ve perdelerinin donatı hesabı yapılmıştır. Donatı hesabı yapılırken yapı süneklik düzeyi karma yapı olarak tasarlandığı için DBYBHY'deki süneklik düzeyi normal kolon, kiriş ve süneklik düzeyi yüksek perdeler için gerekli esaslar doğrultusunda kontroller yapılmış, TS 500'deki kurallar ve hesap esasları gözetilmiştir.

Kolonlar için seçilen boyuna donatı ve enine donatıları (etkiye) Çizelge 5.31'de, perdeler için seçilen donatı ve etkiye miktarları Çizelge 5.32'de ve kirişler için seçilen donatı ve etkiye miktarları Çizelge 5.33'te verilmiştir.

Çizelge 5.31 : Tip2B kolon donatıları.

Kol no	Kat	b (m)	h (m)	N (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As min (cm ²)	Ag min (cm ²)	As (cm ²) seçilen	Etriye
S1	2 Nor.	0.6	0.6	4034.5	142.14 *	77.683	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.6	0.6	3624.6	134.95 *	100.595	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
S2	2 Nor.	0.7	0.7	6557.8	157.30 *	68.708	49	16,33	20Φ18 (50.90)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.7	0.7	5915.8	163.50 *	87.51	49	16,33	20Φ18 (50.90)	Φ8/10/20

Çizelge 5.31 (devam): Tip2B kolon donatıları.

Kol no	Kat	b (m)	h (m)	N (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As min (cm ²)	Ag min (cm ²)	As (cm ²) seçilen	Etriye
S3	2 Nor.	0.7	0.7	6266.4	145.47 *	91.072	49	16,33	20Φ18 (50.90)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.7	0.7	5658.6	156.89 *	115.462	49	16,33	20Φ18 (50.90)	Φ8/10/20

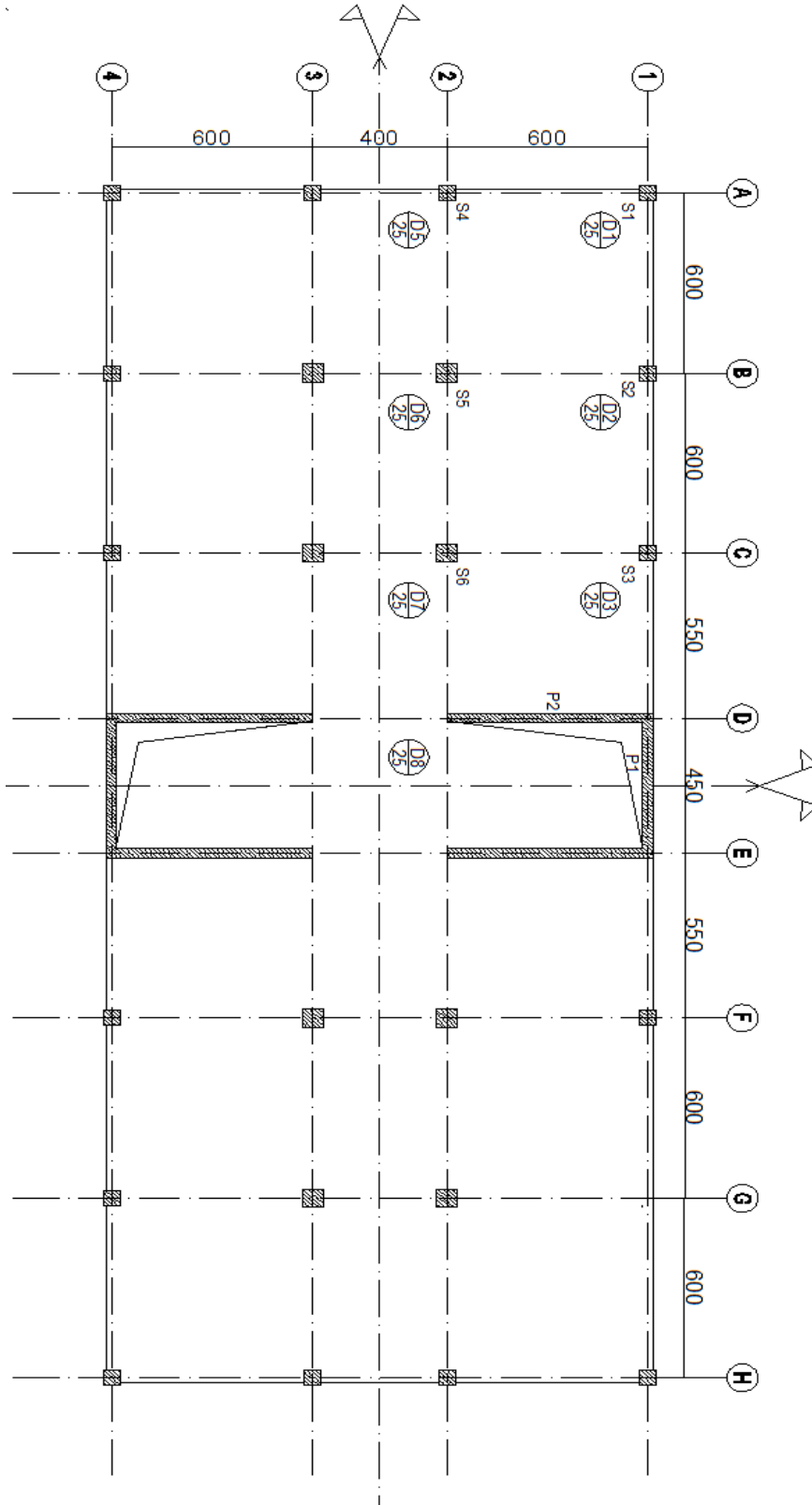
Çizelge 5.32 : Tip2B perde donatıları.

Perde	b (m)	h (m)	N (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As Uç Bölge Düşey Donatı (cm ²)	As Uç Bölge Yatay Donatı (cm ²)	As Düşey Gövde Donatı (cm ²)	As Yatay Gövde Donatı (cm ²)
P1	0.3	6	-5817.8	95.187	-11850.2	16φ18 (40.72)	φ10/10 5φ10	φ14/25	φ14/25
P2	0.3	4.5	-1445.7	-2.126	-5033.26	12φ18 (30.54)	φ10/10 4φ10	φ14/25	φ14/25
P3	0.3	6	-3561.3	-4.556	12702.54	16φ18 (40.72)	φ10/10 5φ10	φ14/25	φ14/25
P4	0.3	4	-5994.8	68.113	-4824.84	10φ18 (25.42)	φ10/10 3φ10	φ14/25	φ14/25

Çizelge 5.33 : Tip2B kiriş donatıları.

KİRİŞ	AÇIKLIK				MESNET (SOL)			MESNET (SOL) POZİTİF			MESNET (SAĞ)			MESNET (SAĞ) POZİTİF			Etriye Kenar
	M3 (KNm)	Ashes. (cm ²)	Asmin (cm ²)	Asseç.(cm ²)	M3 (KNm)	Ashes. (cm ²)	Asseç. (cm ²)	M3 (KNm)	Ashes. (cm ²)	Asseç. (cm ²)	M3 (KNm)	Ashes. (cm ²)	Asseç. (cm ²)	M3 (KNm)	Ashes. (cm ²)	Asseç. (cm ²)	
1 (B16)	65,114	3,54	5,13	4Φ14 (6,16)	141,66	2,56	2Φ16 (4,02)	54,988	3,54	-	95,708	0,18	1Φ16 (2,01)	23,426	3,54	-	Φ8/10
2 (B15)	50,013	3,41	5,13	4Φ14 (6,16)	82,267	-	1Φ16 (2,01)	48,035	3,41	-	142,39	2,6	2Φ16 (4,02)	23,055	3,41	-	Φ8/10
3 (B18)	99,219	7,08	5,13	5Φ14 (7,7)	192,53	5,31	3Φ16 (6,03)	64,922	3,54	-	162,47	3,67	2Φ16 (4,02)	-	-	-	Φ8/10
4 (B23)	143,86	11,59	5,13	6Φ16 (12,06)	164,66	3,79	2Φ16 (4,02)	39,314	4,00	-	209,36	6,22	4Φ16 (8,04)	15,851	4,00	-	Φ8/10
5 (B26)	127,58	10,39	5,13	6Φ16 (12,06)	162,08	3,65	2Φ16 (4,02)	38,985	4,00	-	171,05	4,14	3Φ16 (6,03)	2,147	4,00	-	Φ8/10
6 (B46)	101,54	8,39	5,13	6Φ14 (9,24)	115,47	1,21	1Φ14 (1,54)	30,019	4,00	-	98,766	0,34	1Φ14 (1,54)	-	-	-	Φ8/10
7 (B47)	96,253	5,20	5,13	4Φ14 (6,16)	103,11	0,57	1Φ14 (1,54)	34,762	4,00	-	104,29	0,63	1Φ14 (1,54)	1,038	4,00	-	Φ8/10
8 (B48)	79,374	4,13	5,13	4Φ14 (6,16)	89,844	-	-	42,439	4,13	-	135,13	2,23	2Φ16 (4,02)	-	-	-	Φ8/10
9 (B49)	15,94	3,14	5,13	4Φ14 (6,16)	54,326	-	-	4,373	3,14	-	54,13	-	2Φ16 (4,02)	7,289	3,14	-	Φ8/10
10 (B22)	54,738	3,54	5,13	4Φ14 (6,16)	104,81	0,66	2Φ16 (4,02)	54,308	3,54	-	104,8	0,66	2Φ16 (4,02)	36,986	3,54	-	Φ8/10
11 (B25)	53,408	3,54	5,13	4Φ14 (6,16)	103,43	0,59	2Φ16 (4,02)	54,049	3,54	-	103,45	0,59	2Φ16 (4,02)	37,508	3,54	-	Φ8/10
12 (B28)	130,14	6,64	5,13	5Φ14 (7,7)	235,04	7,87	4Φ16 (8,04)	152,6	7,92 (0,22)	1Φ14 (1,54)	234,99	7,67	4Φ16 (8,04)	139,64	7,15	-	Φ8/10

5.1.5 Tip3A yapı çözümlemesi



Şekil 5.15 : Tip3A kat planı.

Döşeme sistemi kirişsiz döşeme olan ve Tip3A olarak adlandırılan 6 katlı yapının döşeme kalınlığı 25 cm seçilmiştir. DBYBHY'ye göre birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde perde içermeyen kirişsiz döşemelere $H \leq 13$ m koşulu ile izin verilir. Mevcut binanın yüksekliği $H = 18.5$ m olduğundan sistem (Perde + Çerçeve) sistem olarak modellenmiştir. Yapı sistemi Tip3A yapısının kat planı Şekil 5.15'de verilmiştir.

5.1.5.1 Tip3A döşeme donatı hesabı

Döşeme kalınlığı, TS-500'de yer alan şartlar göz önünde bulundurularak mümkün olduğunca zımbalama donatısı gerektirmeyecek, aşağıda sıralanan boyutlandırmada göz önüne alınan sınır değerleri sağlayacak şekilde ve TS-498'de yer alan yüklere göre tasarlanmış olup 25cm kalınlığında belirlenmiştir.

$$h_f \geq l_n / 30 \quad (5.3)$$

$$h \geq 180mm \quad (5.4)$$

Kirişsiz döşeme hesabı için TS 500 de verilen yaklaşık hesap yöntemi kullanılmıştır. Yaklaşık hesap yönteminin kullanılabilmesi için aşağıda verilen şartların sağlanması gerekmektedir.

Bunlar:

- Her yönde en az üç açıklık olmalı.
- Uzun kenarın kısa kenara oranı 2'den küçük olmalı.
- Herhangi bir doğrultuda komşu plaklar arasında $L_1 - L_s < L_1 / 3$ şartını sağlamalı.
- Hareketli yükün sabit yüke oranı 2'den büyük olmamalı.
- Herhangi bir kolonun çerçeve ekseninden dış merkezliliği, moment hesaplanan doğrultudaki açıklığın $1 / 10$ 'undan fazla olmamalıdır.

Döşemedeki normal katlar ve çatı katı için sabit yükler Çizelge 5.34 ve 5.35'teki gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 5.34 : Normal kat kirişsiz plak döşeme yükü.

Normal Döşeme	Kalınlık	Yoğunluk	Birim Ağırlık	Toplam
Malzeme	(m)	(kN/m ³)	(kN/m ²)	8.6225 kN/m ²
Kaplama	0.03	22	0.66	
Kaplama Harcı	0.01	20	0.2	
Ses Yalıtım	0.025	0.5	0.0125	
Tesviye Betonu	0.05	22	1.1	
Sıva	0.02	20	0.4	
Betonarme	0.25	25	6.25	

$$q_{oda} = 2 \text{ kN/m}^2 \quad q_{koridor} = 5 \text{ kN/m}^2 \quad g = 8.62 \text{ kN/m}^2$$

Hesap yükü;

$$P_{d\ oda} = 15.26 \text{ kN/m}^2 \quad P_{d\ koridor} = 20.06 \text{ kN/m}^2$$

Çizelge 5.35 : Çatı katı kirişsiz plak döşeme yükü.

Çatı Döşemesi	Kalınlık	Yoğunluk	Birim Ağırlık	Toplam
Malzeme	(m)	(kN/m ³)	(kN/m ²)	8.669 kN/m ²
Kaplama	0.03	22	0.66	
Kaplama Harcı	0.01	20	0.2	
Isı Yalıtım	0.06	0.98	0.059	
Tesviye Betonu	0.05	22	1.1	
Sıva	0.02	20	0.4	
Betonarme	0.25	25	6.25	

$$q_{çatı} = 5 \text{ kN/m}^2 \quad q_{kar} = 0.75 \text{ kN/m}^2 \quad g = 8.66 \text{ kN/m}^2$$

Hesap yükü;

$$P_{d\ çatı} = 21.34 \text{ kN/m}^2$$

Yapı analizinde kullanılacak olan döşeme yüklerini ve boyutlarını göz önüne alarak döşemelerde oluşan moment değerleri ve gereken donatı miktarları hesaplanmıştır. Kirişsiz döşemenin donatı miktarları, kritik akslarda göre x ve y yönlerine göre açıklık ve kolon şeridi momentleri Çizelge 5.36, 5.37, 5.38 ve 5.39’da verilmiştir.

Çizelge 5.36 : Tip3A döşeme 2 aksı kolon şeridi momentleri ve donatıları.

Aks	Md (kNm/m)	As Hesap (mm ² /m)	As _{min} Hesap (mm ² /m)	As Seçilen (mm ² /m)	As Mevcut (mm ² /m)	As Ek Seçilen (mm ² /m)
A	75.46	379	337	414.5	262	φ8/330 (152.5)
A-B	100.61	507	337	φ10/150 (524)	-	-
B	176.06	904	337	961	458	φ8/100 (503)
B-C	70.43	353	337	φ10/200 (393)	-	-
C	163.49	837	337	896	393	φ8/100 (503)
C-D	58.41	291	337	φ10/200 (393)	-	-
D	135.59	691	337	728	393	φ8/150 (335)
D-E	37.75	187	337	φ10/200 (393)	-	-

Çizelge 5.37 : Tip3A döşeme 2 aksı açıklık şeridi momentleri ve donatıları.

Aks	Md (kNm/m)	As Hesap (mm ² /m)	As _{min} Hesap (mm ² /m)	As Seçilen (mm ² /m)	As Mevcut (mm ² /m)	As Ek Seçilen (mm ² /m)
A	25.15	124	337	363,5	φ10/400 (196.5)	φ8/300 (167)
A-B	67.07	336	337	φ10/200 (393)	-	-
B	58.69	293	337	393	φ10/200 (393)	-
B-C	46.95	233	337	φ10/200 (393)	-	-
C	54.5	272	337	393	φ10/200 (393)	-
C-D	38.94	193	337	φ10/200 (393)	-	-
D	45.2	224	337	393	φ10/200 (393)	-
D-E	25.17	124	337	φ10/200 (393)	-	-

Çizelge 5.38 : Tip3A döşeme B aksı kolon şeridi momentleri ve donatıları.

Aks	Md (kNm/m)	As Hesap (mm ² /m)	As _{min} Hesap (mm ² /m)	As Seçilen (mm ² /m)	As Mevcut (mm ² /m)	As Ek Seçilen (mm ² /m)
1	90.55	379	337	387	262	φ8/330 (125)
1-2	120.73	509	337	φ10/150 (524)	-	-
2	211.78	906	337	961	458	φ8/100 (503)
2-3	34.3	141	337	φ10/200 (393)	-	-

Çizelge 5.39 : Tip3A döşeme B aksı açıklık şeridi momentleri ve donatıları.

Aks	Md (kNm/m)	As Hesap (mm ² /m)	As _{min} Hesap (mm ² /m)	As Seçilen (mm ² /m)	As Mevcut (mm ² /m)	As Ek Seçilen (mm ² /m)
1	30.18	124	337	393	393	-
1-2	80.49	336	337	φ10/200 (393)	-	-
2	70.43	293	337	393	393	-
2-3	23.28	95	337	φ10/200 (393)	-	-

5.1.5.2 Tip3A kolonlarının boyutlandırılması

Kolon boyutlandırması, kolon etki alanında bulunan döşeme alanının ve üzerindeki yüklerin ağırlığı, kirişlerin ağırlıkları, duvar yüklerinin ağırlıkları ve kolonun kendi ağırlığı hesaplanarak yapılmıştır. İşlem adımları Çizelge 5.40'ta verilmiştir.

Çizelge 5.40 : Tip3A kolon boyutlandırması.

Kat	Kol. No	Kat Top. (G)	Kat Top. (Q)	G	Q	Nd (kN)	Ac gerek. (cm²)	Kesit Ac (cm²)	Seçim
5. KAT	S501	169.93	51.75	196.1	51.75	357.34	23823	309.69	60x60
	S502	272.33	103.5	298.5	103.5	583.5	38900	505.7	60x60
	S503	262.42	99.18	287.5	99.18	561.19	37413	486.36	60x60
	S505	232.68	86.25	254.49	86.25	494.29	32952	428.38	55x55
	S506	343.22	172.5	343.22	172.5	756.51	50434	655.64	50x50
	S507	330.35	165.31	330.35	165.31	726.99	48466	630.05	50x50
4. KAT	S401	165.88	31.5	361.98	83.25	639.97	42665	554.64	60x60
	S402	264.23	63	562.73	166.5	1054.2	70281	913.66	60x60
	S403	254.65	60.38	542.15	159.56	1014.3	67620	879.07	60x60
	S405	225.93	52.5	480.42	138.75	894.59	59639	775.31	55x55
	S406	329.72	105	672.94	277.5	1386.1	92408	1201.3	50x50
	S407	317.41	100.62	647.76	265.93	1332.4	88823	1154.7	50x50
3. KAT	S301	170.88	31.5	532.86	114.75	929.6	61974	805.66	60x60
	S302	269.23	63	831.96	229.5	1531.9	102130	1327.7	60x60
	S303	259.65	60.38	801.8	219.94	1474.4	98295	1277.8	60x60
	S305	230.93	52.5	711.35	191.25	1301.9	86793	1128.3	55x55
	S306	334.72	105	1007.7	382.5	2022.7	134848	1753	50x50
	S307	322.41	100.62	970.17	366.55	1944.7	129648	1685.4	50x50
2. KAT	S201	170.88	31.5	703.74	146.25	1219.2	81282	1056.7	60x60
	S202	269.23	63	1101.2	292.5	2009.7	133978	1741.7	60x60
	S203	259.65	60.38	1061.5	280.32	1934.5	128970	1676.6	60x60
	S205	230.93	52.5	942.28	243.75	1709.2	113946	1481.3	55x55
	S206	334.72	105	1342.4	487.5	2659.3	177289	2304.8	60x60
	S207	322.41	100.62	1292.6	467.17	2557.1	170472	2216.1	60x60
1. KAT	S101	175.88	31.5	879.62	177.75	1515.9	101058	1313.8	60x60
	S102	274.23	63	1375.4	355.5	2494.4	166293	2161.8	60x60
	S103	264.65	60.38	1326.1	340.7	24017	160111	2081.4	60x60
	S105	235.93	52.5	1178.2	296.25	2123.5	141566	1840.4	55x55
	S106	339.72	105	1682.1	592.5	3302.9	220196	2862.5	60x60
	S107	327.41	100.62	1620	567.79	3176.5	211763	2752.9	60x60
Z. KAT	SZ01	175.88	31.5	1055.5	209.25	1812.5	120833	1570.8	60x60
	SZ02	274.23	63	1649.7	418.5	2979.1	198607	2581.9	60x60
	SZ03	264.65	60.38	1590.8	401.08	2868.8	191252	2486.3	60x60
	SZ05	235.93	52.5	1414.1	348.75	2537.8	169186	2199.4	55x55
	SZ06	339.72	105	2021.8	697.5	3946.5	263103	3420.3	60x60
	SZ07	327.41	100.62	1947.4	668.41	3795.8	253054	3289.7	60x60

5.1.5.3 Tip3A perdelerinin boyutlandırılması

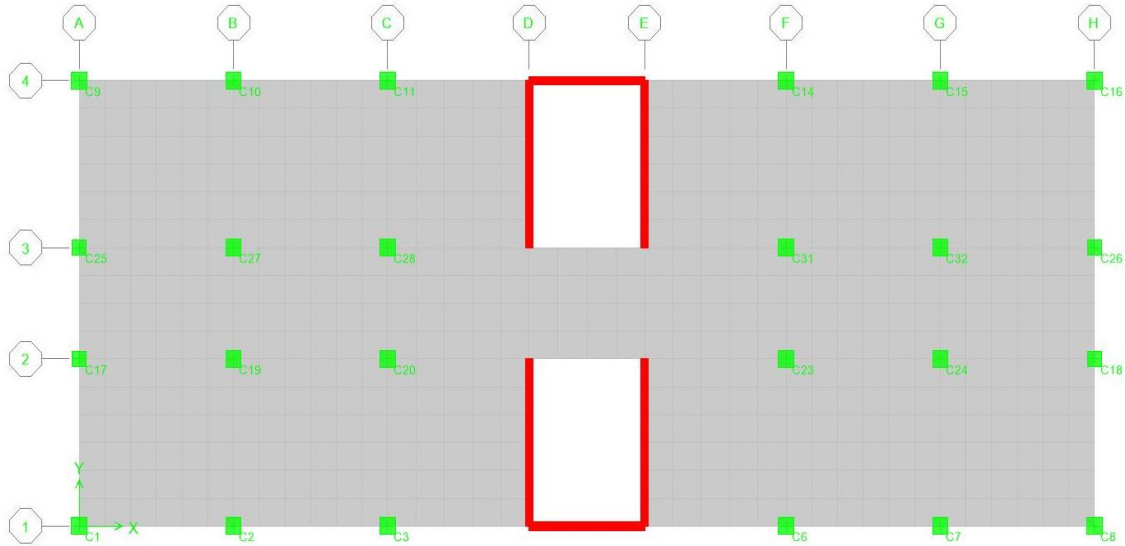
Yapının perde duvarlarının boyutlandırılmasında, DBYBHY’de belirtilen süneklik düzeyi yüksek perdelerin enkesit koşullarından faydalanılmıştır. Bu koşullara ilişkin hususlar önceki bölümde yer verilmiştir. Perde boyutları da izelge 5.41’de verildiği gibidir.

Çizelge 5.41 : Tip3A yapı perde boyutları.

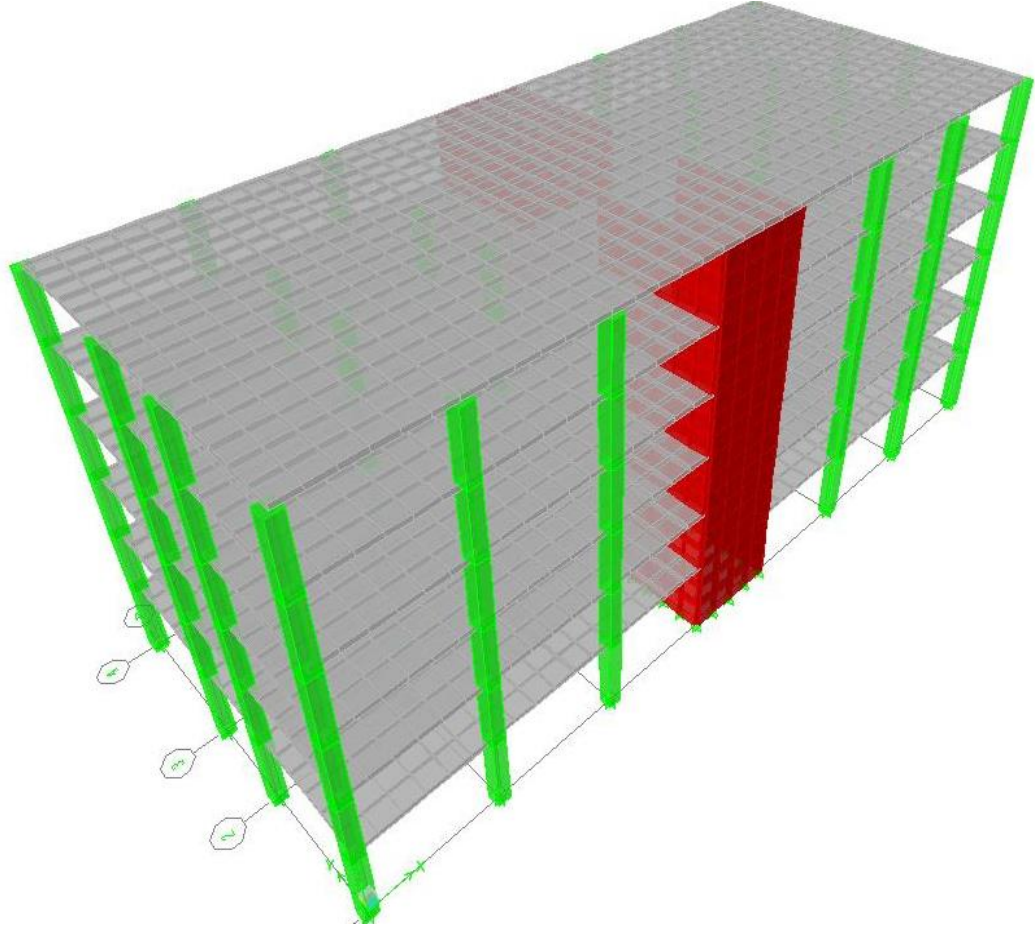
PERDE	BOYUT (cm)
P1	30/450
P2	30/600

5.1.5.4 Tip3A modelleme bilgileri

Yapının yatay ve düşey yüklere göre üç boyutlu analizi ETABS yapı analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Yapıya etkiyen yüklerin tamamı DBYBHY’de ve TS500’de belirtilen esaslara uygun olarak hesap edilmiştir. Döşeme, perdeler ve kolonlara ait boyutlandırmalar yukarıda verildiği gibi daha önceden yapılmış olup, sisteme veri olarak girişleri yapılmıştır. Yapı kat planı ve üç boyutlu model ekil 5.16 ve 5.17’de gösterilmiştir.



Şekil 5.16 : Tip3A yapısının plan görünümü.



Şekil 5.17 : Tip3A yapısının üç boyutlu görünümü.

D Programa yatay ve düşey yüklerden oluşan yük kombinasyonları daha önceki bölümlerdeki gibi tanıtılmıştır.

Yapının periyotları modal analiz sonucunda $T_x = 0.387$ s $T_y = 0.321$ s, olarak bulunmuştur.

X yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$S(T) = 2.03$ olur.

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$A(T) = 0.815$ olarak hesaplanır.

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ $R=7$ alınarak çözüm yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre yönetmelikteki yüksek süneklik koşulunun sağlanması için;

$$\alpha_s = \frac{V_{perde}}{V_t} \geq 0.75 \Rightarrow \alpha_s = 0.82 \quad \text{olduğundan} \quad R \quad \text{aşağıdaki} \quad \text{gibi} \quad \text{yeniden}$$

hesaplanmıştır. $R = 10 - 4\alpha_s \Rightarrow R = 6.72$ olur.

Taban kesme kuvveti katsayısı C_x ;

$$C_x = 0.121$$

Tepe Kuvveti ΔF_{nx} ;

$$\Delta F_{nx} = 300.78 \text{ N}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_x ;

$$C'_x = 0.116$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = 6699.39 \text{ kN}$$

Y yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$$S(T) = 2.365 \text{ olur.}$$

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$$A(T) = 0.946 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ $R=7$ alınarak çözüm yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre yönetmelikteki yüksek süneklik koşulunun sağlanması için;

$$\alpha_s = \frac{V_{perde}}{V_t} \geq 0.75 \Rightarrow \alpha_s = 0.95 \quad \text{olduğundan} \quad R \quad \text{aşağıdaki} \quad \text{gibi} \quad \text{yeniden}$$

hesaplanmıştır. $R = 10 - 4\alpha_s \Rightarrow R = 6.2$ olur.

Taban kesme kuvveti katsayısı C_y ;

$$C_y = 0.152$$

Tepe Kuvveti ΔF_{ny} ;

$$\Delta F_{ny} = 377.83 \text{ kN}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C_y' ;

$$C_y' = 0.14516$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = 8428.43 \text{ kN}$$

Çözümlemeler için girilen yük kombinasyonlarından Çizelge 5.7'de gösterilen kritik yükleme kombinasyonları için A1-Burulma Düzensizliği, B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği, Etkin Görelî Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkileri kontrolleri yapılmıştır. Yapılan düzensizlik kontrolleri sonucunda DEPREM YP ve DEPREM YN yük kombinasyonlarının oluşturduğu burulma düzensizliği katsayılarının (η_{bi}) bazı katlarda 1.2' den büyük olduğu görülmüştür. Ancak Yönetmeliğin 2.7.3.3 maddesine göre, burulma düzensizliği katsayısı $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$ olduğundan uygulanan ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için Denklem 5.1'de verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmüştür. Bulunan bu ek dışmerkezlik modele uygulanmıştır.

Dışmerkezliğe uygulanacak ek dışmerkezlik ile A1 burulma düzensizliği kontrolü değerleri DEPREM YP yük kombinasyonu için Çizelge 5.42'de verilirken; Yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri Çizelge 5.43'te verilmiştir

Çizelge 5.42 : Tip3A A1 burulma düzensizliği kontrolü.

KAT	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	Burulma	Eksantrisite
5	0.0019	0.0009	0.0014	1,35>1,2	Vardır.	0,064
4	0.002	0.001	0.0015	1,33>1,2	Vardır.	0,0617
3	0.002	0.0008	0.0014	1,42>1,2	Vardır.	0,070
2	0.002	0.0007	0.00135	1,48>1,2	Vardır.	0.076
1	0.0016	0.0006	0.0011	1,45>1,2	Vardır.	0,073
Zemin	0.0011	0.0002	0.0065	1,69>1,2	Vardır.	0.099

Çizelge 5.43 : Tip3A yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci merteye etkileri kontrolleri.

KAT	η_{ki}	$(\delta_i)_{\max}/h_i$	θ_i	Düzensizlik
5	0.93<2	0.0039<0.02	0.0016<0.12	Yoktur.
4	1.07<2	0.0041<0.02	0.0020<0.12	Yoktur.
3	1.03<2	0.0041<0.02	0.0021<0.12	Yoktur.
2	1.22<2	0.0041<0.02	0.0023<0.12	Yoktur.
1	1.69<2	0.0033<0.02	0.0021<0.12	Yoktur.
Zemin	0.59<2	0.0019<0.02	0.0012<0.12	Yoktur.

5.1.5.5 Tip3A taşıyıcı sistem elemanlarının donatı hesabı

Unt Modellemeden elde edilen sonuçlar doğrultusunda kat bazında maliyet karşılaştırması yapabilmek için sadece 2. normal katın kolon ve perdelerinin donatı hesabı yapılmıştır. Donatı hesabı yapılırken yapı süneklik düzeyi karma yapı olarak tasarlandığı için DBYBHY'deki süneklik düzeyi normal kolon ve süneklik düzeyi yüksek perdeler için gerekli esaslar doğrultusunda kontroller yapılmış, TS 500'deki kurallar ve hesap esasları gözetilmiştir.

Perdeler için seçilen donatı ve etriye miktarları Çizelge 5.44'te, Kolonlar için seçilen boyuna donatı ve enine donatıları (etriye) Çizelge 5.45'de verilmiştir.

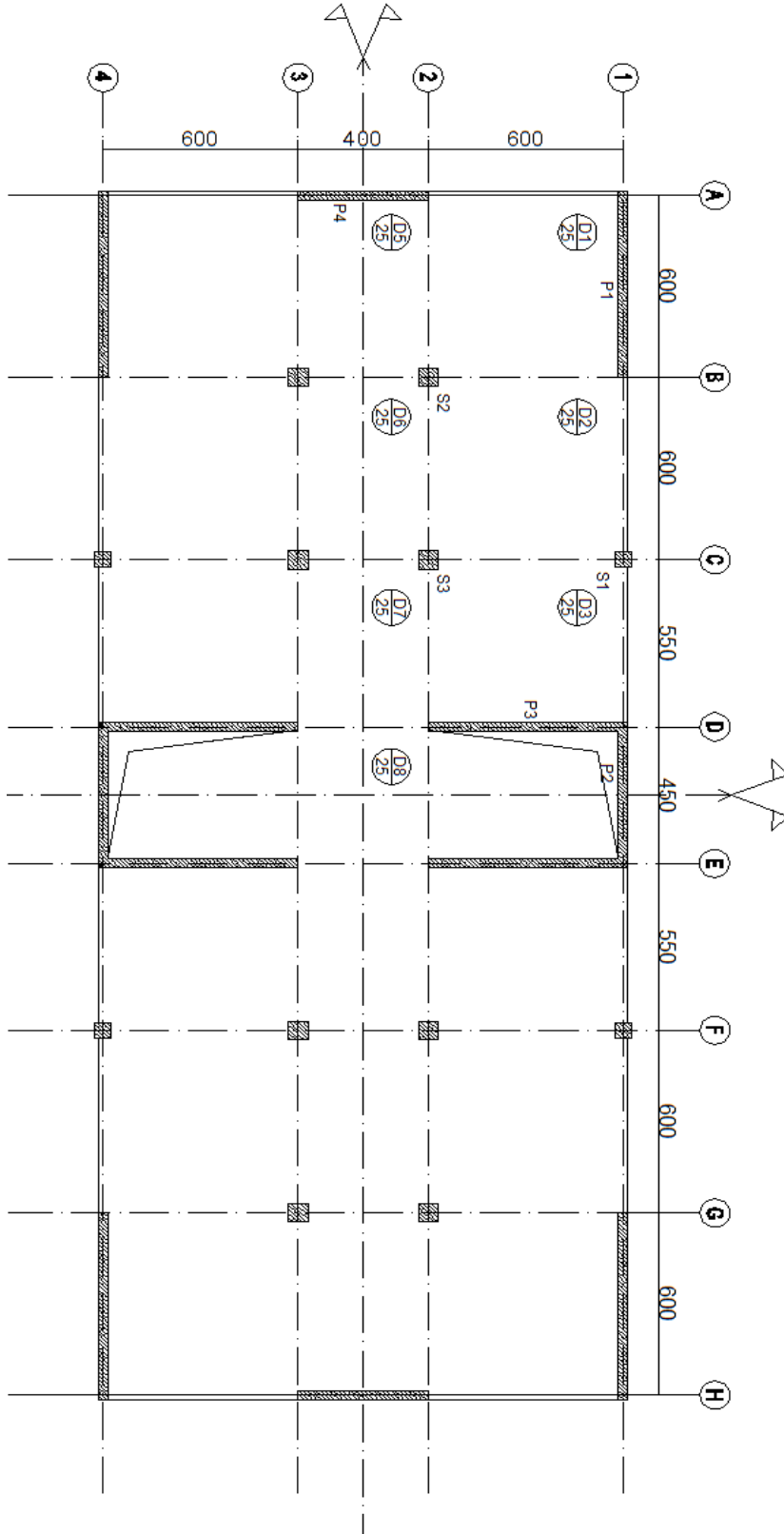
Çizelge 5.44 : Tip3A perde donatıları.

Perde	b (m)	h (m)	N (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As Uç Bölge Düşey Donatı (cm ²)	As Uç Bölge Yatay Donatı (cm ²)	As Düşey Gövde Donatı (cm ²)	As Yatay Gövde Donatı (cm ²)
P1	03	4.5	-3164.2	20.262	5058.91	12 ϕ 18 (30.54)	ϕ 10/10 5 ϕ 10	ϕ 14/25	ϕ 18/15
P2	0.3	6	-49.26	-151.3	10070.1	16 ϕ 18 (40.72)	ϕ 10/10 4 ϕ 10	ϕ 14/25	ϕ 18/15

Çizelge 5.45 : Tip3A kolon donatıları.

Kol no	Kat	b (m)	h (m)	N (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As min (cm ²)	Ag min (cm ²)	As (cm ²) seçilen	Etriye
S1	2 Nor.	0.6	0.6	-794.3	68.67*	-34.03	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.6	0.6	-633.6	65.15*	-24.01	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
S2	2 Nor.	0.6	0.6	-1677	160.9*	21.707	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
	3 Nor	0.6	0.6	-1340	143.4*	21.004	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
S3	2 Nor.	0.6	0.6	-1929	141.1*	12.764	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.6	0.6	-1506	-118.8	-13.38	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
S4	2 Nor.	0.55	0.55	-1921	-36.61	-151.3	30.25	10.08	12Φ18 (30.54)	Φ8/10/20
	3 Nor	0.55	0.55	-1498	28.944	129.49	30.25	10.08	12Φ18 (30.54)	Φ8/10/20
S5	2 Nor.	0.6	0.6	-2543	-134.3	30.378	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.6	0.6	-1989	135.94	-28.69	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
S6	2 Nor.	0.6	0.6	-2283	-112	-6.417	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20
	3 Nor	0.6	0.6	-1787	115.17	5.249	36	12	16Φ18 (40.72)	Φ8/10/20

5.1.6 Tip3B yapı çözümlemesi



Şekil 5.18 : Tip3B kat planı.

Döşeme sistemi kirişsiz döşeme olup taşıyıcı sistemi perde ve kolonlardan oluşan bu 12 katlı yapının döşeme kalınlığı ise 25 cm kalınlığında seçilmiştir. Yapı sistemi simetrik olduğundan 3 adet kolon ve 4 adet perde için hesaplamalar yapılmıştır. Döşeme hesabına ilişkin hesaplar Tip3A yapı çözümlemesi içerisinde verildiğinden bu bölümde tekrar edilmeyecektir. (Perde + Çerçeve) sistem olarak modellenen Tip3B yapısının kat planı Şekil 5.18'de verilmiştir.

5.1.6.1 Tip3B kolonlarının boyutlandırılması

Kolon boyutlandırması, kolon etki alanında bulunan döşeme alanının ve üzerindeki yüklerin ağırlığı, kirişlerin ağırlıkları, duvar yüklerinin ağırlıkları ve kolonun kendi ağırlığı hesaplanarak yapılmıştır. İşlem adımları Çizelge 5.46'da verilmiştir.

Çizelge 5.46 : Tip3B kolon boyutlandırması.

Kat	Kol. No	Kat Top. (G)	Kat Top. (Q)	G	Q	Nd (kN)	Ac gerek. (cm ²)	Kesit Ac (cm ²)	Seçim
11. Kat	S1101	262.42	99.18	287.5	99.18	561.19	37412.5	374.1	65x65
	S1102	343.22	172.5	343.22	172.5	756.51	50433.9	504.3	45x45
	S1103	330.35	165.31	330.35	165.31	726.99	48465.7	484.7	45x45
10. Kat	S1001	254.65	60.38	542.15	159.56	1014.3	67620.4	676.2	65x65
	S1002	329.72	105	672.94	277.5	1386.1	92407.7	924.1	45x45
	S1003	317.41	100.62	647.76	265.93	1332.4	88823.5	888.2	45x45
9. Kat	S901	254.65	60.38	796.8	219.94	1467.4	97828,3	978.3	65x65
	S902	329.72	105	1002.7	382.5	2015.7	134382	1344	45x45
	S903	317.41	100.62	965.17	366.55	1937.7	129181	1292	45x45
8. Kat	S801	259.65	60.38	1056.5	280.32	1927.5	128503	1285	65x65
	S802	334.72	105	1337.4	487.5	2652.3	176822	1768	55x55
	S803	322.41	100.62	1287.6	467.17	2550.1	170006	1700	55x55
7. Kat	S701	259.65	60.38	1316.1	340.7	2387.7	159177	1592	65x65
	S702	334.72	105	1672.1	592.5	3288.9	219263	2193	55x55
	S703	322.41	100.62	1610	567.79	3162.5	210830	2108	55x55
6. Kat	S601	259.65	60.38	1575.8	401.08	2847.8	189852	1899	65x65
	S602	334.72	105	2006.8	697.5	3925.5	261703	2617	55x55
	S603	322.41	100.62	1932.4	668.41	3774.8	251654	2517	55x55
5. Kat	S501	264.65	60.38	1840.4	461.46	3314.9	220993	2210	65x65
	S502	339.72	105	2346.5	802.5	4569.2	304610	3046	65x65
	S503	327.41	100.62	2259.8	769.03	4394.2	292946	2929	65x65

Çizelge 5.46 (devam): Tip3B kolon boyutlandırması.

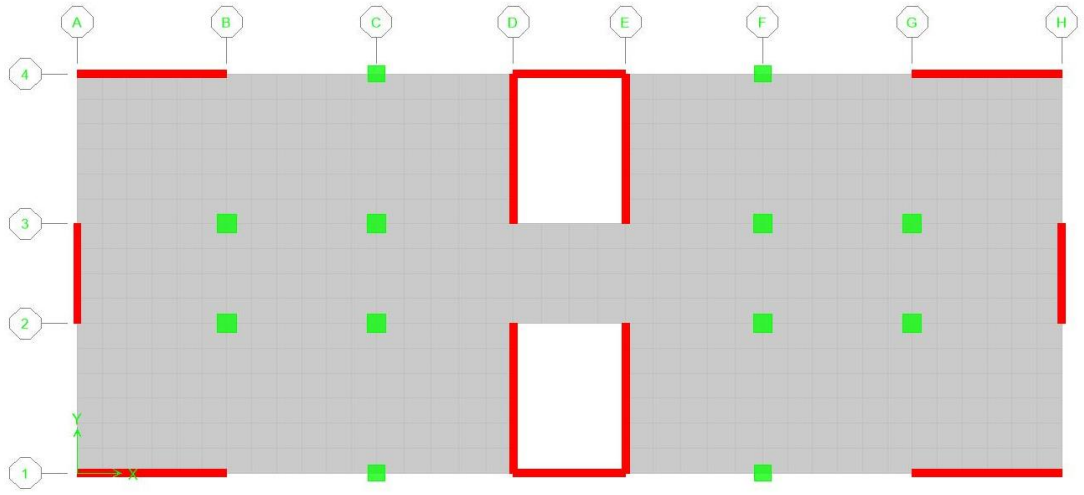
Kat	Kol. No	Kat Top. (G)	Kat Top. (Q)	G	Q	Nd (kN)	Ac gerek. (cm ²)	Kesit Ac (cm ²)	Seçim
4. Kat	S401	264.65	60.38	2105.1	521.84	3782.01	252134	2521.3	65x65
	S402	339.72	105	2686.3	907.5	5212.76	347518	3475.2	65x65
	S403	327.41	100.62	2587.2	869.65	5013.55	334237	3342.4	65x65
3. Kat	S301	264.65	60.38	2369.7	582.22	4249.13	283276	2832.8	65x65
	S302	339.72	105	3026	1012.5	5856.37	390425	3904.2	65x65
	S303	327.41	100.6	2914.6	970.27	5632.91	375528	3755.3	65x65
2. Kat	S201	269.65	60.3	2639.4	644.6	4723.25	314883	3148.8	65x65
	S202	344.72	105	3370.7	1117.5	6506.98	433799	4338	75x75
	S203	332.41	100.62	3247	1070.9	6259.28	417285	4172.9	75x75
1. Kat	S101	269.65	60.38	2909	702.98	5197.37	346491	3464.9	65x65
	S102	344.72	105	3715.4	1222.5	7157.59	477173	4771.7	75x75
	S103	332.41	100.62	3579.5	1171.5	6885.65	459043	4590.4	75x75
Z. Kat	SZ03	269.65	60.38	3178.7	763.36	567149	378099	3781	65x65
	SZ06	344.72	105	4060.1	1327.5	7808.2	520546	5205.5	75x75
	SZ07	332.41	100.62	3911.9	1272.1	7512.01	500801	5008	75x75

5.1.6.2 Tip3B perdelerinin boyutlandırılması

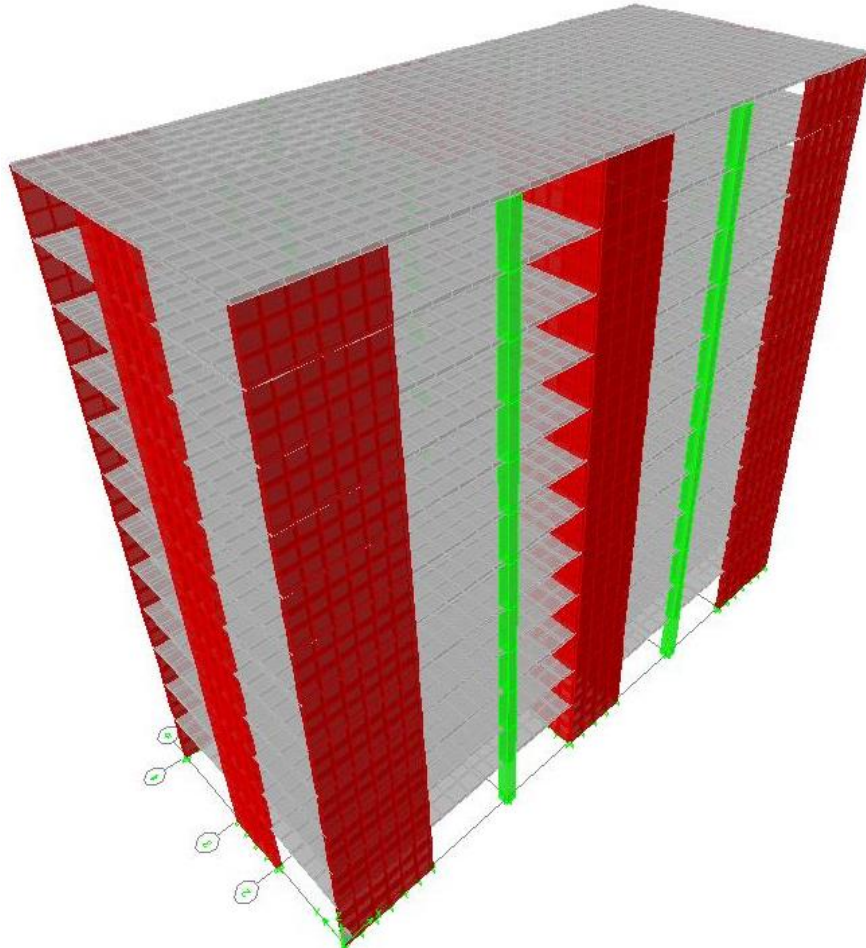
Yapının perde duvarlarının boyutlandırılmasında, DBYBHY’de belirtilen süneklik düzeyi yüksek perdelerin enkesit koşullarından faydalanılmıştır. Bu koşullara ilişkin hususlar önceki bölümde yer verilmiştir. Perde boyutları da Çizelge 5.13’te verilen boyutlar ile aynıdır.

5.1.6.3 Tip3B modelleme bilgileri

Yapının yatay ve düşey yüklere göre üç boyutlu analizi ETABS yapı analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Yapıya etkiyen yüklerin tamamı DBYBHY’de ve TS500’de belirtilen esaslara uygun olarak hesap edilmiştir. Döşeme, perdeler ve kolonlara ait boyutlandırmalar yukarıda verildiği gibi daha önceden yapılmış olup, sisteme veri olarak girişleri yapılmıştır. Yapı kat planı ve üç boyutlu model Şekil 5.19 ve 5.20’de gösterilmiştir.



Şekil 5.19 : Tip3B yapısının plan görünümü.



Şekil 5.20 : Tip3B yapısının üç boyutlu görünümü.

Programa yatay ve düşey yüklerden oluşan daha önce anlatılan kombinasyonlar tanıtılmıştır. Analiz sonucu bulunan değerler aşağıda verilmiştir.

Yapının periyotları modellemeyen $T_y = 0.8585$ s, $T_x = 0.8489$ s olarak bulunmuştur.

Y yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$S(T) = 1.078$ olur.

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$A(T) = 0.431$ olarak hesaplanır.

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ $R=7$ alınarak çözüm yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre yönetmelikteki yüksek süneklik koşulunun sağlanması için;

$$\alpha_s = \frac{V_{perde}}{V_t} \geq 0.75 \Rightarrow \alpha_s = 0.95 \quad \text{olduğundan } R \text{ aşağıdaki gibi yeniden}$$

hesaplanmıştır. $R = 10 - 4\alpha_s \Rightarrow R = 6.2$ olur.

Taban kesme kuvveti katsayısı C_y ;

$$C_y = 0.0696$$

Tepe Kuvveti ΔF_{ny} ;

$$\Delta F_{ny} = 685.96 \text{ kN}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_y ;

$$C'_y = 0.0633$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = 7612.67 \text{ kN}$$

X yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$S(T) = 1.088$ olur.

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$A(T) = 0.435$ olarak hesaplanır.

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ $R=7$ alınarak çözüm yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre yönetmelikteki yüksek süneklik koşulunun sağlanması için;

$$\alpha_s = \frac{V_{perde}}{V_t} \geq 0.75 \Rightarrow \alpha_s = 0.92 \quad \text{olduğundan } R \text{ aşağıdaki gibi yeniden}$$

hesaplanmıştır. $R = 10 - 4\alpha_s \Rightarrow R = 6.32$ olur.

Taban kesme kuvveti katsayısı C_x ;

$$C_x = 0.0688$$

Tepe Kuvveti ΔF_{nx} ;

$$\Delta F_{nx} = 678.08 \text{ N}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_x ;

$$C'_x = 0.06261$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = 7537.44 \text{ kN}$$

Çözümlemeler için girilen yük kombinasyonlarından Çizelge 5.7'de gösterilen kritik yükleme kombinasyonları için A1-Burulma Düzensizliği, B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği, Etkin Göreli Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkileri kontrolleri yapılmıştır. Yapılan düzensizlik kontrolleri sonucunda DEPREM YP ve DEPREM YN yük kombinasyonlarının oluşturduğu burulma düzensizliği katsayılarının (η_{bi}) bazı katlarda 1.2' den büyük olduğu görülmüştür. Ancak Yönetmeliğin 2.7.3.3 maddesine göre, burulma düzensizliği katsayısı $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$ olduğundan uygulanan ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için Denklem 5.1'de verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmüştür. Bulunan bu ek dışmerkezlik modele uygulanmıştır.

Dışmerkezliğe uygulanacak ek dışmerkezlik ile A1 burulma düzensizliği kontrolü değerleri DEPREM YP yük kombinasyonu için Çizelge 5.47'de verilirken; Yumuşak kat düzensizliği, etkin göreli kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri Çizelge 5.48'de verilmiştir.

Çizelge 5.47 : Tip3B A1 burulma düzensizliği kontrolü.

KAT	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	Burulma	Eksantrisite
11	0.0031	0.0020	0.00255	1.215>1.2	Vardır.	0.0513
10	0.0033	0.0020	0.00265	1.245>1.2	Vardır.	0.0538
9	0.0033	0.0021	0.0027	1.22>1.2	Vardır.	0.0518
8	0.0034	0.0020	0.0027	1.259>1.2	Vardır.	0.055
7	0.0034	0.0021	0.00275	1.23>1.2	Vardır.	0.053
6	0.0033	0.0021	0.0027	1.22>1.2	Vardır.	0,0518
5	0.0032	0.0019	0.00255	1.25>1.2	Vardır.	0.054
4	0.0030	0.0018	0.0024	1.25>1.2	Vardır.	0.0542
3	0.0027	0.0016	0.00215	1.255>1.2	Vardır.	0.0547
2	0.0022	0.0013	0.00175	1.25>1.2	Vardır.	0.0548
1	0.0016	0.001	0.0013	1.23>1.2	Vardır.	0.052
Zemin	0.0009	0.0005	0.0007	1.28>1.2	Vardır.	0.057

Çizelge 5.48 : Tip3B yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri.

KAT	η_{ki}	$(\delta_i)_{\max}/h_i$	θ_i	Düzensizlik
11	0.96<2	0.0064<0.02	0.044<0.12	Yoktur.
10	0.98<2	0.0068<0.02	0.0060<0.12	Yoktur.
9	1<2	0.0068<0.02	0.0069<0.12	Yoktur.
8	0.98<2	0.007<0.02	0.0075<0.12	Yoktur.
7	1.01<2	0.007<0.02	0.0082<0.12	Yoktur.
6	1.05<2	0.0058<0.02	0.0086<0.12	Yoktur.
5	1.06<2	0.0066<0.02	0.0087<0.12	Yoktur.

Çizelge 5.48 (devam): Tip3B yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri

KAT	η_{ki}	$(\delta_i)_{\max}/h_i$	θ_i	Düzensizlik
4	1.11<2	0.0062<0.02	0.0087<0.12	Yoktur.
3	1.22<2	0.0055<0.02	0.00837<0.12	Yoktur.
2	1.34<2	0.0045<0.02	0.00729<0.12	Yoktur.
1	1.85<2	0.0033<0.02	0.0058<0.12	Yoktur.
Zemin	0.53<2	0.0015<0.02	0.0033<0.12	Yoktur.

5.1.6.4 Tip3B taşıyıcı sistem elemanlarının donatı hesabı

Modellemeden elde edilen sonuçlar doğrultusunda kat bazında maliyet karşılaştırması yapabilmek için sadece 2. normal katın kolon ve perdelerinin donatı hesabı yapılmıştır. Donatı hesabı yapılırken yapı süneklik düzeyi karma yapı olarak tasarlandığı için DBYBHY'deki süneklik düzeyi normal kolon ve süneklik düzeyi yüksek perdeler için gerekli esaslar doğrultusunda kontroller yapılmış, TS 500'deki kurallar ve hesap esasları gözetilmiştir.

Kolonlar için seçilen boyuna donatı ve enine donatıları (etriye) Çizelge 5.49'de, perdeler için seçilen donatı ve etriye miktarları Çizelge 5.50'te verilmiştir.

Çizelge 5.49 : Tip3B kolon donatıları.

Kol. no	Kat	b (m)	h (m)	N (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As min (cm ²)	Ag min (cm ²)	As (cm ²) seçilen	Etriye
S1	2 Nor.	0.65	0.65	3269.7	147.19 *	3.322	42.25	14.08	18Φ18 (45.80)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.65	0.65	3717.6	132.65 *	73.704	42.25	14.08	18Φ18 (45.80)	Φ8/10/20
S2	2 Nor.	0.75	0.75	6878.4	164.37 *	94.396	56.25	18.75	24Φ18 (61.08)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.75	0.75	6179.9	171.48 *	114.19	56.25	18.75	24Φ18 (61.08)	Φ8/10/20

Çizelge 5.49 (devam): Tip3B kolon donatıları.

Kol. no	Kat	b (m)	h (m)	N (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As min (cm ²)	Ag min (cm ²)	As (cm ²) seçilen	Etriye
S3	2 Nor.	0.75	0.75	6589.9	157.27 *	126.24	56.25	18.75	24Φ18 (61.08)	Φ8/10/20
	3 Nor.	0.75	0.75	5920.7	167.29 *	152.17	56.25	18.75	24Φ18 (61.08)	Φ8/10/20

Çizelge 5.50 : Tip3B perde donatıları.

Perde	b (m)	h (m)	N (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As Uç Bölge Düşey Donatı (cm ²)	As Uç Bölge Yatay Donatı (cm ²)	As Düşey Gövde Donatı (cm ²)	As Yatay Gövde Donatı (cm ²)
P1	0.3	6	-6307.1	194.493	-12584.7	16Φ18 (40.72)	Φ10/10 5Φ10	Φ14/25	Φ14/25
P2	0.3	4.5	-6001.5	31.395	5334.117	12Φ18 (30.54)	Φ10/10 4Φ10	Φ14/25	Φ14/25
P3	0.3	6	-4183.8	-120.58	12938.67	16Φ18 (40.72)	Φ10/10 5Φ10	Φ14/25	Φ14/25
P4	0.3	4	-5340.7	149.555	4944.302	10Φ18 (25.42)	Φ10/10 3Φ10	Φ14/25	Φ14/25

5.2 Aynı Taşıyıcı Sistemde Farklı Döşeme Türlerine Göre Analiz

Bu bölümde ise 3 yapı sisteminde aynı kolon ve perde boyutları seçilerek üç farklı döşeme tipi ile çözüm yapılmıştır. Sistem 12 katlı (Perde + Çerçeve) sistem (C Tipi) olarak tasarlanmıştır.

Döşeme tipleri;

- Kirişli döşeme (Tip1)
- Dişli döşeme (Tip2)
- Kirişsiz döşeme (Tip3) olarak düzenlenmiştir.

Çizelge 5.51'de model adlandırılmaları tablo halinde verilmiştir.

Çizelge 5.51 : Model adlandırmaları.

YAPI BİLGİLERİ		DÖŞEME TİPİ		
Taşıyıcı Sistem	Kat Sayısı	Kirişli	Dişli	Kirişsiz
Perde+Çerçeve	12	Tip1 C	Tip2 C	Tip3 C

Bölüm 5.1’de her taşıyıcı sistem için kendi içindeki ekonomik değerleri sağlayacak şekilde seçim yapılmıştır. 12 katlı yapılarda 3 ayrı döşeme sistemi için DBYBHY'deki şartları sağlayarak optimum şekilde taşıyıcı sistem seçimi yapıldığında en büyük kolon boyutları kirişsiz döşeme için seçilmiştir.

Bu bölümün amacı ise üç taşıyıcı sistemde aynı eleman boyutları yer aldığı için yapılardaki sadece döşeme sistemindeki değişimin sonuçlara yaptığı etkinin incelenmesidir. Bu kapsamda tüm yapılarda kolon ve perde boyutları aynı olacak şekilde seçilmiştir. Boyut seçimi yapılırken de bir önceki bölümde kirişsiz döşeme için kullanılmış en büyük kolon boyutları seçilerek çözüm yapılmıştır. Kolon boyutlarında katlara göre değişim uygulanmamıştır. Yapılarda kullanılan kolon boyutları Çizelge 5.52 perde boyutları ise Çizelge 5.53’de verilmiştir.

Çizelge 5.52 : C Tipi yapıların kolon boyutları.

KOLON	BOYUT (cm)
C1	65x65
C2	75x75
C3	75x75

Çizelge 5.53 : C Tipi Yapıların perde boyutları.

PERDE	BOYUT (cm)
P1	30/600
P2	30/450
P3	30/600
P4	30/400

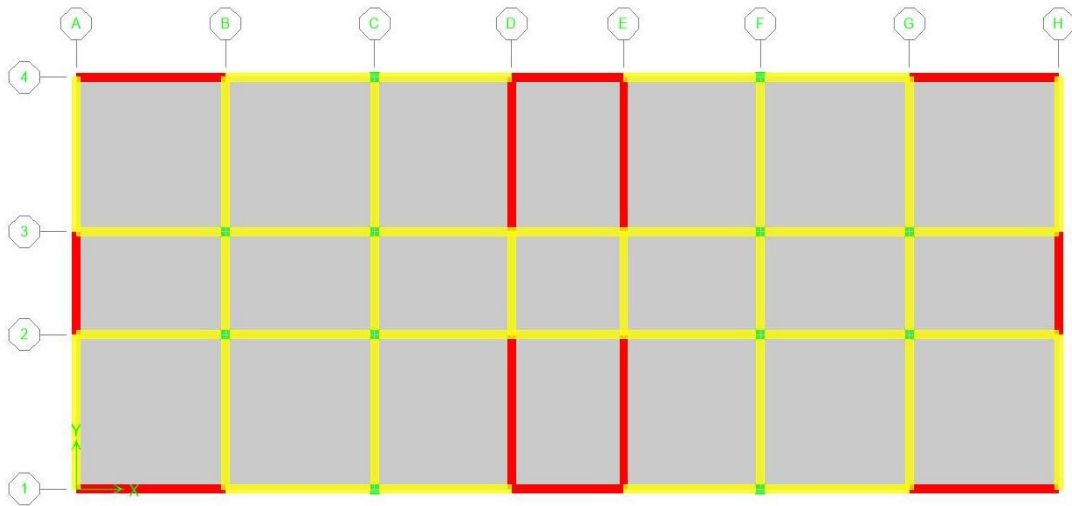
5.2.1 Tip1C yapı çözümlemesi

Döşeme sistemi kirişli plak döşeme olup taşıyıcı sistemi (Çerçeve + Perde)'den oluşan bu 12 katlı yapının tüm kirişleri 30x60 cm boyutlarında ve döşemeler ise 15 cm kalınlığında seçilmiştir. Döşeme hesabına, kiriş, kolon ve perde boyutlandırmasına ilişkin hesaplar önceki bölüm içerisinde verildiğinden bu bölümde tekrar edilmeyecektir.

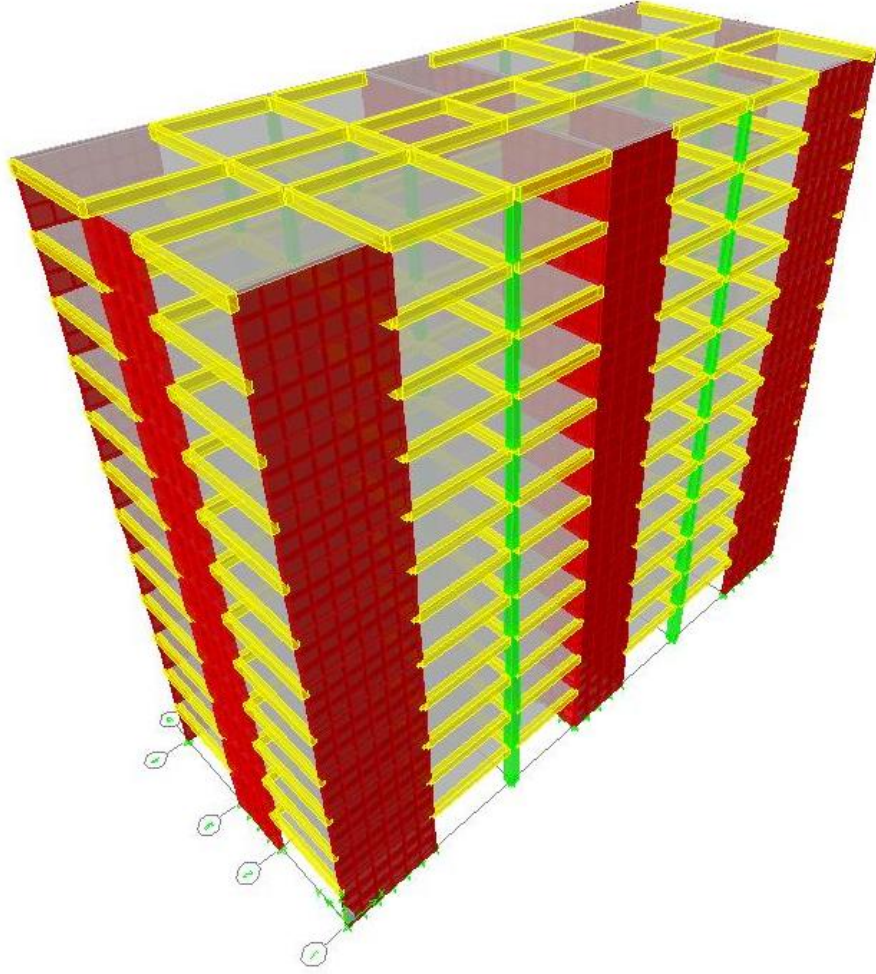
5.2.1.1 Tip1C modelleme bilgileri

Yapının yatay ve düşey yüklere göre üç boyutlu analizi ETABS yapı analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Yapıya etkiyen yüklerin tamamı DBYBHY'de ve TS500'de belirtilen esaslara uygun olarak hesap edilmiştir. Döşeme, kirişler, kolonlar ve perdelerle ait boyutlandırmalar yukarıda çizelgelerde verildiği gibi, sisteme veri olarak girişleri yapılmıştır. Yapı kat planı ve üç boyutlu model Şekil 5.21 ve 5.22'de gösterilmiştir.

Programla önceki bölüm için kullanılan yükleme kombinsyonlarının aynısı girilmiştir. Deprem yüklerini tanımlayabilmek için de C_x ve C_y taban kesme kuvveti katsayıları girilmiştir. Bu katsayılar için önceki bölümde aktarılan işlem adımları sonucu bulunan değerler aşağıda verilmiştir:



Şekil 5.21 : Tip1C yapısının plan görünümü.



Şekil 5.22 : Tip1C yapısının üç boyutlu görünümü.

Yapının periyotları modal analiz sonucu $T_y = 0.771$ s, $T_x = 0.744$ s olarak bulunmuştur. Yapı Z1 zemin sınıfında olduğu için yönetmeliğe göre $T_A = 0.1$ s $T_B = 0.3$ s olduğundan, $T > T_B$ olur.

Y yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$S(T) = 1.174$ olur.

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$A(T) = 0.469$ olarak hesaplanır.

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ $R=7$ alınarak çözüm yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre yönetmelikteki yüksek süneklik koşulunun sağlanması için;

$$\alpha_s = \frac{V_{perde}}{V_t} \geq 0.75 \Rightarrow \alpha_s = 0.95 \quad \text{olduğundan R aşağıdaki gibi yeniden}$$

hesaplanmıştır. $R = 10 - 4\alpha_s \Rightarrow R = 6.19$ olur.

Taban kesme kuvveti katsayısı C_y ;

$$C_y = 0.0758$$

Tepe Kuvveti ΔF_{ny} ;

$$\Delta F_{ny} = 680.66 \text{ kN}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_y ;

$$C'_y = 0.069$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = 7585.46 \text{ kN}$$

X yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$$S(T) = 1.208 \text{ olur.}$$

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$$A(T) = 0.483 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ $R=7$ alınarak çözüm yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre yönetmelikteki yüksek süneklik koşulunun sağlanması için;

$$\alpha_s = \frac{V_{perde}}{V_t} \geq 0.75 \Rightarrow \alpha_s = 0.885 \quad \text{olduğundan R aşağıdaki gibi yeniden}$$

hesaplanmıştır. $R = 10 - 4\alpha_s \Rightarrow R = 6.46$ olur.

Taban kesme kuvveti katsayısı C_x ;

$$C_x = 0.0748$$

Tepe Kuvveti ΔF_{nx} ;

$$\Delta F_{nx} = 670.49 \text{ kN}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_x ;

$$C'_x = 0.0680$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = 7459.99 \text{ kN}$$

Çözümlemeler için girilen yük kombinasyonlarından Çizelge 5.7'de gösterilen kritik yükleme kombinasyonları için A1-Burulma Düzensizliği, B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği, Etkin Görelî Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkileri kontrolleri yapılmıştır. Yapılan düzensizlik kontrolleri sonucunda DEPREM YP ve DEPREM YN yük kombinasyonlarının oluşturduğu burulma düzensizliği katsayılarının (η_{bi}) bazı katlarda 1.2' den büyük olduğu görülmüştür. Ancak Yönetmeliğin 2.7.3.3 maddesine göre, burulma düzensizliği katsayısı $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$ olduğundan uygulanan ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için Denklem 5.1'de verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmüştür. Bulunan bu ek dışmerkezlik modele uygulanmıştır.

Dışmerkezliğe uygulanacak ek dışmerkezlik ile A1 burulma düzensizliği kontrolü değerleri DEPREM YP yük kombinasyonu için Çizelge 5.54'te verilirken; Yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri Çizelge 5.55'te verilmiştir.

Çizelge 5.54 : Tip1C A1 burulma düzensizliği kontrolü.

KAT	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	Burulma	Eksantrisite
11	0.0026	0.0016	0.0021	$1.23 > 1.2$	Vardır.	0.053
10	0.0027	0.0018	0.00225	$1.2 = 1.2$	Yoktur	0.050
9	0.0027	0.0017	0.0022	$1.22 > 1.2$	Vardır.	0.052
8	0.0029	0.0018	0.00235	$1.23 > 1.2$	Vardır.	0.0528
7	0.0028	0.0018	0.0023	$1.217 > 1.2$	Vardır.	0.051
6	0.0029	0.0018	0.00235	$1.234 > 1.2$	Vardır.	0.0528

Çizelge 5.54 (devam): Tip1C A1 burulma düzensizliği kontrolü

KAT	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	Burulma	Eksantrisite
5	0.0027	0.0017	0.0022	1.227>1.2	Vardır.	0.0522
4	0.0026	0.0016	0.0021	1.238>1.2	Vardır.	0.0532
3	0.0023	0.0014	0.00185	1.243>1.2	Vardır.	0.0536
2	0.0019	0.0012	0.00155	1.22>1.2	Vardır.	0.052
1	0.0015	0.0008	0.00115	1.3>1.2	Vardır.	0.059
Zemin	0.0008	0.0005	0.00065	1.230>1.2	Vardır.	0.0525

Çizelge 5.55 : Tip1C yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri.

KAT	η_{ki}	$(\delta_i)_{\max}/h_i$	θ_i	Düzensizlik
11	0.93<2	0.0053<0.02	0.0036<0.12	Yoktur.
10	1.02<2	0.0055<0.02	0.0048<0.12	Yoktur.
9	0.93<2	0.0055<0.02	0.0053<0.12	Yoktur.
8	1.021<2	0.0059<0.02	0.0061<0.12	Yoktur.
7	0.978<2	0.0057<0.02	0.00649<0.12	Yoktur.
6	1.068<2	0.0051<0.02	0.00708<0.12	Yoktur.
5	1.047<2	0.00557<0.02	0.00705<0.12	Yoktur.
4	1.135<2	0.00537<0.02	0.00717<0.12	Yoktur.
3	1.193<2	0.00475<0.02	0.00647<0.12	Yoktur.
2	1.347<2	0.00392<0.02	0.00603<0.12	Yoktur.

Çizelge 5.55 (devam): Tip1C yumuşak kat düzensizliği, etkin görel kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri

KAT	η_{ki}	$(\delta_i)_{\max}/h_i$	θ_i	Düzensizlik
1	$1.796 < 2$	$0.0030 < 0.02$	$0.00480 < 0.12$	Yoktur.
Zemin	$0.56 < 2$	$0.0014 < 0.02$	$0.0029 < 0.12$	Yoktur.

5.2.2 Tip2C yapı çözümlemesi

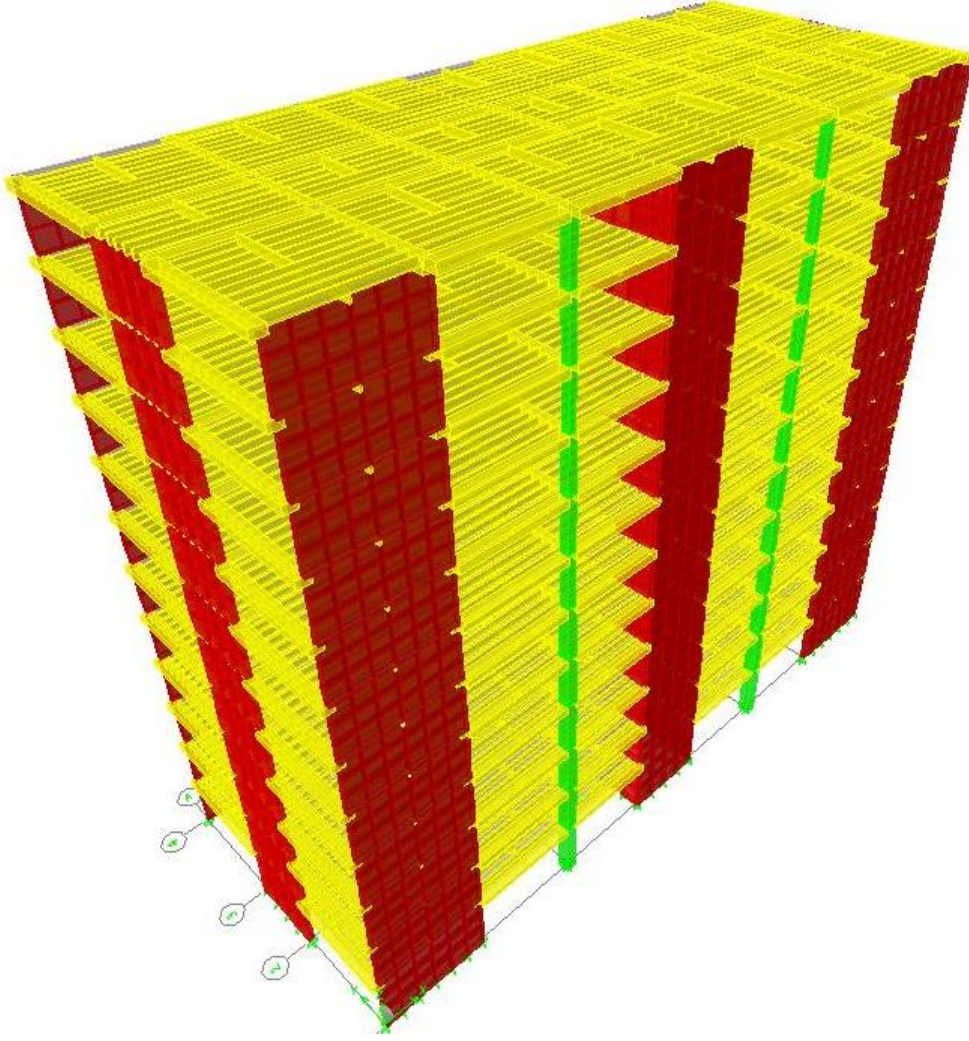
Döşeme sistemi dışlı döşeme olan ve taşıyıcı sistemi (Perde + Çerçeve) sistemden oluşan 12 katlı yapının ana kirişleri 60x40 cm, dışlar ise 10x40 cm boyutlarında seçilmiş döşemeler ise 10 cm kalınlığında seçilmiştir. Döşeme, dış hesabına ve kiriş boyutlandırmasına ilişkin hesaplar önceki bölüm içerisinde verildiğinden bu bölümde tekrar edilmeyecektir.

5.2.2.1 Tip2C modelleme bilgileri

Yapının yatay ve düşey yüklere göre üç boyutlu analizi ETABS yapı analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Yapıya etkiyen yüklerin tamamı DBYBHY’de ve TS500’de belirtilen esaslara uygun olarak hesap edilmiştir. Döşeme, kirişler, perdeler ve kolonlara ait boyutlandırmalar yukarıda verildiği gibi daha önceden yapılmış olup, sisteme veri olarak girişleri yapılmıştır. Yapı kat planı ve üç boyutlu model Şekil 5.23 ve 5.24’de gösterilmiştir.



Şekil 5.23 : Tip2C yapısının plan görünümü.



Şekil 5.24 : Tip2C yapısının üç boyutlu görünümü.

Programa önceki bölüm için kullanılan yükleme kombinsyonlarının aynısı girilmiştir. Deprem yüklerini tanımlayabilmek için de C_x ve C_y taban kesme kuvveti katsayıları girilmiştir. Bu katsayılar için önceki bölümde aktarılan işlem adımları sonucu bulunan değerler aşağıda verilmiştir:

Yapının periyotları modal analiz sonucu $T_y = 0.859$ s, $T_x = 0.822$ s olarak bulunmuştur. Yapı Z1 zemin sınıfında olduğu için yönetmeliğe göre $T_A = 0.1$ s $T_B = 0.3$ s olduğundan, $T > T_B$ olur.

Y yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$S(T) = 1.077$ olur.

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$A(T)= 0.431$ olarak hesaplanır.

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ $R=7$ alınarak çözüm yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre yönetmelikteki yüksek süneklik koşulunun sağlanması için;

$$\alpha_s = \frac{V_{perde}}{V_t} \geq 0.75 \Rightarrow \alpha_s = 0.956 \quad \text{olduğundan } R \text{ aşağıdaki gibi yeniden}$$

hesaplanmıştır.. $R = 10 - 4\alpha_s \Rightarrow R=6.176$ olur.

Taban kesme kuvveti katsayısı C_y ;

$$C_y = 0.0698$$

Tepe Kuvveti ΔF_{ny} ;

$$\Delta F_{ny} = 657.94 \text{ kN}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_y ;

$$C'_y = 0.0635$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = 7309.023 \text{ kN}$$

X yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$$S(T) = 1.116 \text{ olur.}$$

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$A(T)= 0.446$ olarak hesaplanır.

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ $R=7$ alınarak çözüm yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre yönetmelikteki yüksek süneklik koşulunun sağlanması için;

$$\alpha_s = \frac{V_{perde}}{V_t} \geq 0.75 \Rightarrow \alpha_s = 0.897 \quad \text{olduğundan } R \text{ aşağıdaki gibi yeniden}$$

hesaplanmıştır. $R = 10 - 4\alpha_s \Rightarrow R=6.412$ olur.

Taban kesme kuvveti katsayısı C_x ;

$$C_x = 0.0696$$

Tepe Kuvveti ΔF_{nx} ;

$$\Delta F_{nx} = 656.05 \text{ N}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_x ;

$$C'_x = 0.0634$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = 7285.019 \text{ kN}$$

Çözümlemeler için girilen yük kombinasyonlarından Çizelge 5.7'de gösterilen kritik yükleme kombinasyonları için A1-Burulma Düzensizliği, B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği, Etkin Görelî Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkileri kontrolleri yapılmıştır. Yapılan düzensizlik kontrolleri sonucunda DEPREM YP ve DEPREM YN yük kombinasyonlarının oluşturduğu burulma düzensizliği katsayılarının (η_{bi}) bazı katlarda 1.2' den büyük olduğu görülmüştür. Ancak Yönetmeliğin 2.7.3.3 maddesine göre, burulma düzensizliği katsayısı $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$ olduğundan uygulanan ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için Denklem 5.1'de verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmüştür. Bulunan bu ek dışmerkezlik modele uygulanmıştır.

Dışmerkezliğe uygulanacak ek dışmerkezlik ile A1 burulma düzensizliği kontrolü değerleri DEPREM YP yük kombinasyonu için Çizelge 5.56'da verilirken; Yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri Çizelge 5.57'de verilmiştir

Çizelge 5.56 : Tip2C A1 burulma düzensizliği kontrolü.

KAT	$(\Delta i)_{\max}$	$(\Delta i)_{\min}$	$(\Delta i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	Burulma	Eksantrisite
11	0.0031	0.0021	0.0026	$1.19 < 1.2$	Yoktur.	0.05
10	0.0033	0.0020	0.00265	$1.24 > 1.2$	Vardır.	0.053
9	0.0033	0.0021	0.0027	$1.22 > 1.2$	Vardır.	0.051
8	0.0033	0.0022	0.00275	$1.2 = 1.2$	Yoktur.	0.05

Çizelge 5.56 (devam): Tip2C A1 burulma düzensizliği kontrolü

KAT	$(\Delta i)_{\max}$	$(\Delta i)_{\min}$	$(\Delta i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	Burulma	Eksantrisite
7	0.0034	0.0021	0.00275	1.23>1.2	Vardır.	0.053
6	0.0032	0.0020	0.0026	1.23>1.2	Vardır.	0,052
5	0.0032	0.0020	0.0026	1.23>1.2	Vardır.	0.052
4	0.0029	0.0018	0.00235	1.23>1.2	Vardır.	0.0528
3	0.0026	0.0016	0.0021	1.238>1.2	Vardır.	0.0532
2	0.0022	0.0013	0.00175	1.25>1.2	Vardır.	0.0548
1	0.0015	0.0009	0.0012	1.25>1.2	Vardır.	0.054
Zemin	0.0009	0.0005	0.0007	1.28>1.2	Vardır.	0.057

Çizelge 5.57 : Tip2C yumuşak kat düzensizliği, etkin göreceli kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri.

KAT	η_{ki}	$(\delta i)_{\max}/h_i$	θ_i	Düzensizlik
11	0.98<2	0.00638<0.02	0.0048<0.12	Yoktur.
10	0.98<2	0.00679<0.02	0.0062<0.12	Yoktur.
9	0.98<2	0.00679<0.02	0.0071<0.12	Yoktur.
8	1<2	0.00679<0.02	0.0078<0.12	Yoktur.
7	1.05<2	0.00699<0.02	0.0084<0.12	Yoktur.
6	1<2	0.00564<0.02	0.00851<0.12	Yoktur.
5	1.10<2	0.00658<0.02	0.0090<0.12	Yoktur.
4	1.11<2	0.0059<0.02	0.0087<0.12	Yoktur.
3	1.2<2	0.0053<0.02	0.0083<0.12	Yoktur.

Çizelge 5.57 (devam): Tip2C yumuşak kat düzensizliği, etkin görel kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri

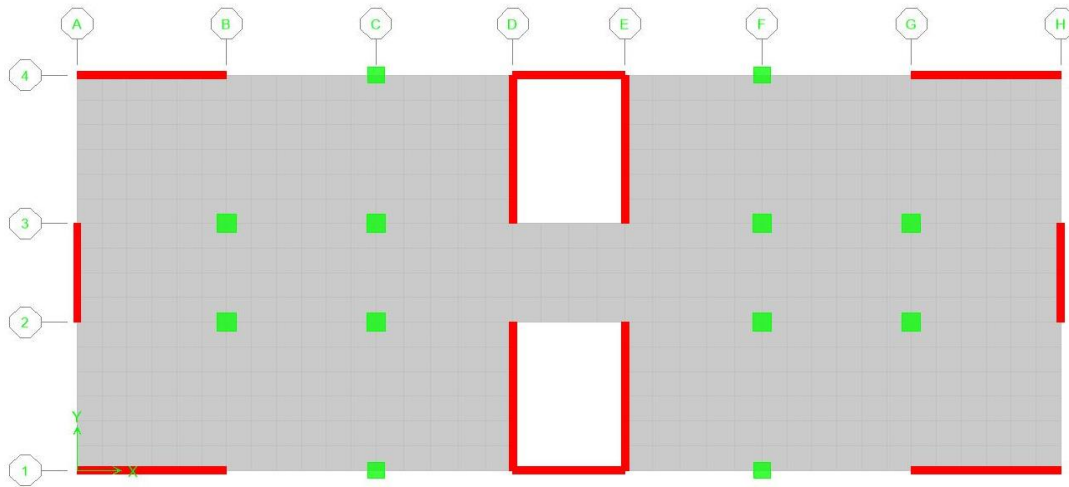
KAT	η_{ki}	$(\delta_i)_{\max}/h_i$	θ_i	Düzensizlik
2	$1.45 < 2$	$0.0045 < 0.02$	$0.0074 < 0.12$	Yoktur.
1	$1.74 < 2$	$0.0030 < 0.02$	$0.0054 < 0.12$	Yoktur.
Zemin	$0.58 < 2$	$0.0015 < 0.02$	$0.0034 < 0.12$	Yoktur.

5.2.3 Tip3C yapı çözümlemesi

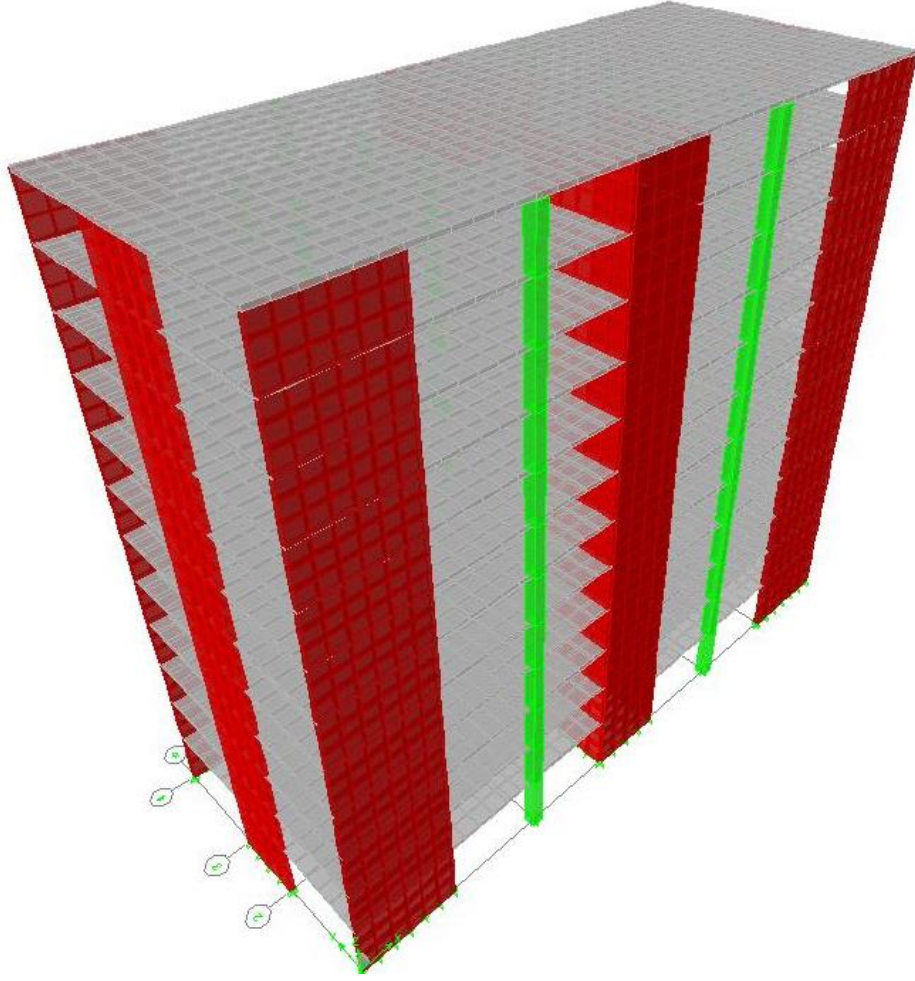
Döşeme sistemi kirişsiz döşeme olup taşıyıcı sistemi perde ve kolonlardan oluşan bu 12 katlı yapının döşeme kalınlığı ise 25 cm kalınlığında seçilmiştir. Döşeme hesabına ilişkin hesaplar önceki bölüm içerisinde verildiğinden bu bölümde tekrar edilmeyecektir.

5.2.3.1 Tip3C modelleme bilgileri

Yapının yatay ve düşey yüklere göre üç boyutlu analizi ETABS yapı analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Yapıya etkiyen yüklerin tamamı DBYBHY’de ve TS500’de belirtilen esaslara uygun olarak hesap edilmiştir. Döşeme, perdeler ve kolonlara ait boyutlandırmalar yukarıda verildiği gibi daha önceden yapılmış olup, sisteme veri olarak girişleri yapılmıştır. Yapı kat planı ve üç boyutlu model Şekil 5.25 ve 5.26’da gösterilmiştir.



Şekil 5.25 : Tip3C yapısının plan görünümü.



Şekil 5.26 : Tip3C yapısının üç boyutlu görünümü.

Programa önceki bölüm için kullanılan yükleme kombinsyonlarının aynısı girilmiştir. Deprem yüklerini tanımlayabilmek için de C_x ve C_y taban kesme kuvveti katsayıları girilmiştir. Bu katsayılar için önceki bölümde aktarılan işlem adımları sonucu bulunan değerler aşağıda verilmiştir:

Yapının periyotları modal analiz sonucu $T_y = 0.859$ s, $T_x = 0.847$ s olarak bulunmuştur. Yapı Z1 zemin sınıfında olduğu için yönetmeliğe göre $T_A = 0.1$ s $T_B = 0.3$ s olduğundan, $T > T_B$ olur.

Y yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$S(T) = 1.077$ olur.

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$A(T) = 0.431$ olarak hesaplanır.

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ $R=7$ alınarak çözüm yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre yönetmelikteki yüksek süneklik koşulunun sağlanması için;

$$\alpha_s = \frac{V_{perde}}{V_t} \geq 0.75 \Rightarrow \alpha_s = 0.957 \quad \text{olduğundan } R \text{ aşağıdaki gibi yeniden}$$

$$\text{hesaplanmıştır. } R = 10 - 4\alpha_s \Rightarrow R = 6.172 \text{ olur.}$$

Taban kesme kuvveti katsayısı C_y ;

$$C_y = 0.069$$

Tepe Kuvveti ΔF_{ny} ;

$$\Delta F_{ny} = 688.54 \text{ kN}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_y ;

$$C'_y = 0.0628$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = 7742.74 \text{ kN}$$

X yönü için;

Spektrum katsayısı $S(T)$;

$$S(T) = 1.089 \text{ olur.}$$

Spektral ivme katsayısı $A(T)$;

$$A(T) = 0.436 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ yüksek süneklik koşuluna göre;

$$\alpha_s = \frac{V_{perde}}{V_t} \geq 0.75 \Rightarrow \alpha_s = 0.92$$

$$R = 10 - 4\alpha_s \Rightarrow R = 6.32 \text{ olur.}$$

Taban kesme kuvveti katsayısı C_x ;

$$C_x = 0.0689$$

Tepe Kuvveti ΔF_{nx} ;

$$\Delta F_{nx} = 687.55 \text{ N}$$

Programa girilen azaltılmış taban kesme kuvveti C'_x ;

$$C'_x = 0.0626$$

Taban kesme kuvveti V_t ;

$$V_t = 7649.14 \text{ kN}$$

Çözümlemeler için girilen yük kombinasyonlarından Çizelge 5.7'de gösterilen kritik yükleme kombinasyonları için A1-Burulma Düzensizliği, B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği, Etkin Görelî Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkileri kontrolleri yapılmıştır. Yapılan düzensizlik kontrolleri sonucunda DEPREM YP ve DEPREM YN yük kombinasyonlarının oluşturduğu burulma düzensizliği katsayılarının (η_{bi}) bazı katlarda 1.2' den büyük olduğu görülmüştür. Ancak Yönetmeliğin 2.7.3.3 maddesine göre, burulma düzensizliği katsayısı $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$ olduğundan uygulanan ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için Denklem 5.1'de verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmüştür. Bulunan bu ek dışmerkezlik modele uygulanmıştır.

Dışmerkezliğe uygulanacak ek dışmerkezlik ile A1 burulma düzensizliği kontrolü değerleri DEPREM YP yük kombinasyonu için Çizelge 5.58'de verilirken; Yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkileri kontrolleri Çizelge 5.59'da verilmiştir

Çizelge 5.58 : Tip3C A1 burulma düzensizliği kontrolü.

KAT	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	Burulma	Eksantrisit
11	0.0031	0.0019	0.0025	$1.24 > 1.2$	Vardır.	0.0533
10	0.0032	0.0020	0.0026	$1.23 > 1.2$	Vardır.	0.052
9	0.0032	0.0020	0.0026	$1.23 > 1.2$	Vardır.	0.052
8	0.0034	0.0021	0.00275	$1.236 > 1.2$	Vardır.	0.053
7	0.0033	0.0020	0.00265	$1.23 > 1.2$	Vardır.	0.0538
6	0.0033	0.0020	0.00265	$1.23 > 1.2$	Vardır.	0,0538

Çizelge 5.58 (devam): Tip3C A1 burulma düzensizliği kontrolü

KAT	$(\Delta i)_{\max}$	$(\Delta i)_{\min}$	$(\Delta i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	Burulma	Eksantrisite
5	0.0032	0.0020	0.0026	1.23>1.2	Vardır.	0.052
4	0.0030	0.0017	0.00235	1.26>1.2	Vardır.	0.056
3	0.0026	0.0016	0.0021	1.238>1.2	Vardır.	0.0532
2	0.0026	0.0016	0.0021	1.238>1.2	Vardır.	0.0532
1	0.0016	0.001	0.0013	1.23>1.2	Vardır.	0.052
Zemin	0.0009	0.0005	0.0007	1.28>1.2	Vardır.	0.057

Çizelge 5.59 : Tip3C yumuşak kat düzensizliği, etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci merteye etkileri kontrolleri.

KAT	η_{ki}	$(\delta_i)_{\max}/h_i$	θ_i	Düzensizlik
11	0.96<2	0.0063<0.02	0.0044<0.12	Yoktur.
10	1<2	0.0065<0.02	0.0060<0.12	Yoktur.
9	0.94<2	0.0065<0.02	0.0067<0.12	Yoktur.
8	1.03<2	0.0069<0.02	0.0077<0.12	Yoktur.
7	1<2	0.0067<0.02	0.0080<0.12	Yoktur.
6	1.05<2	0.0058<0.02	0.0086<0.12	Yoktur.
5	1.106<2	0.0065<0.02	0.0090<0.12	Yoktur.
4	1.119<2	0.0061<0.02	0.0086<0.12	Yoktur.
3	1<2	0.0053<0.02	0.0082<0.12	Yoktur.
2	1.615<2	0.0053<0.02	0.0088<0.12	Yoktur.
1	1.85<2	0.0032<0.02	0.0058<0.12	Yoktur.
Zemin	0.53<2	0.0015<0.02	0.0034<0.12	Yoktur.

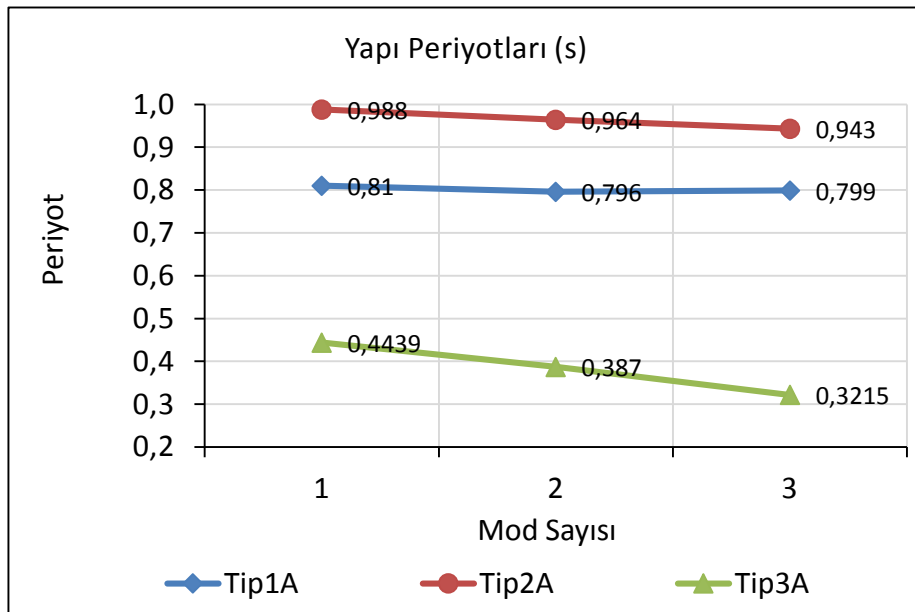
6. KARŞILAŞTIRMALAR

Bu bölümde çözümlemesi yapılan 6 katlı çerçeve ve 12 katlı (perde + çerçeve) taşıyıcı sistemine sahip yapıların; kirişli, dişli ve kirişsiz döşeme için elde edilen sonuçları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalarda Bölüm 5.1’de çözümlemesi yapılan modellerin yönetmelikteki optimum koşulları sağladığı göz önünde bulundurulmuştur. Yapıların periyotları, ağırlıkları ve taban kesme kuvvetleri yanında beton ve donatı miktarları da karşılaştırılmıştır.

Bölüm 5.2’de ise 12 katlı perde çerçeve yapı üç farklı döşeme sistemi ile tüm kolon ve perde boyutları aynı seçilerek çözüm yapılmıştır. Döşeme sistemlerinin özellikleri gereği kolonlara yük aktarma şekilleri birbirinden farklı olsa da döşemenin davranışa etkisini daha net incelemek adına aynı boyutlarda çalışılmıştır. Yapıların periyotları, ağırlıkları, taban kesme kuvvetleri kolon ve perdeler gelen iç kuvvetlerin karşılaştırmaları yapılmıştır.

6.1 Farklı Taşıyıcı Sistemlere Göre Karşılaştırma

6.1.1 6 katlı A Tipi yapıların karşılaştırmaları



Şekil 6.1 : 6 katlı A tipi yapıların periyotları.

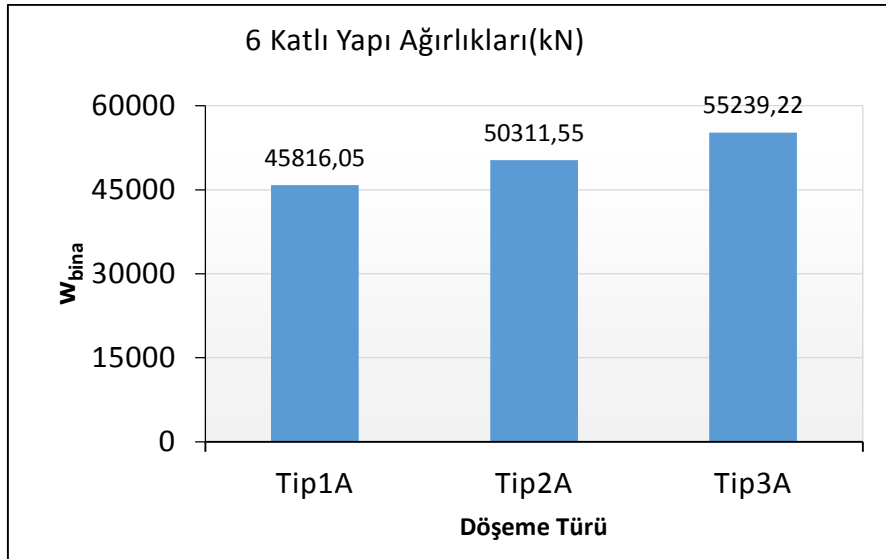
Farklı döşeme sistemlerine sahip yapıların bina periyotları karşılaştırmalı grafik halinde Şekil 6.1’de verilmiştir. Karşılaştırmada yapının ilk üç periyodu göz önüne alınmıştır.

Bu karşılaştırmaya göre en büyük periyodun dişli döşeme ile modellenen yapıda olduğu görülmektedir. İkinci en büyük periyot kirişli döşeme ile modellenen yapıda görülmektedir. En düşük periyot ise kirişsiz döşemeli sistemde oluşmuştur.

En az periyot değerinin kirişsiz döşemeyle modellenen yapıda çıkmasının nedeni ise bu yapıda yönetmelik kuralları gereği perdelerin bulunmasından kaynaklanmaktadır.

Yapı etkin modu olan 1. modda binaların periyot değerlerinin oranlarını karşılaştıracak olursak dişli döşeme kirişli döşemeye göre %18, kirişsiz döşemeye göre %55 daha fazla; kirişli döşeme de kirişsiz döşemeye göre %45 daha fazladır.

Yapı ağırlıkları Şekil 6.2’ de grafik halinde verilmiştir.

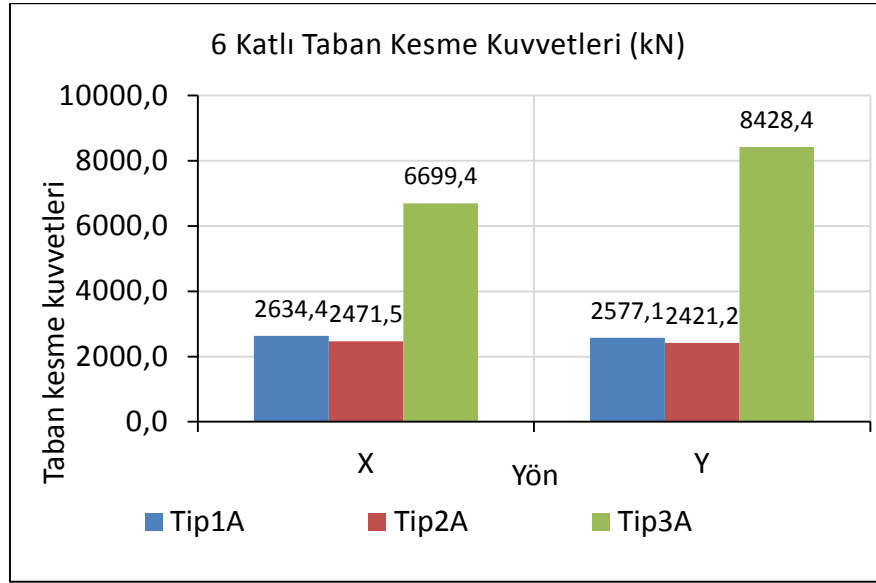


Şekil 6.2 : 6 Katlı A Tipi yapıların ağırlıkları.

6 katlı yapıların toplam ağırlıkları karşılaştırmalı olarak grafik üzerinde gösterilmiştir. Çıkan sonuçlara göre en fazla ağırlık kirişsiz döşeme ile modellenen yapıda çıkmıştır. Bunu dişli döşeme takip ederken en az ağırlık kirişli plak döşemeye aittir.

Kirişsiz döşemeli yapının dişli döşemeli yapıya göre ağırlığı % 8,92 oranında daha fazla iken, kirişli döşemeli yapının ağırlığından %17 oranında fazladır. Dişli döşemeli yapı ağırlığı da kirişli döşemeli yapı ağırlığına göre % 8,93 oranında fazladır.

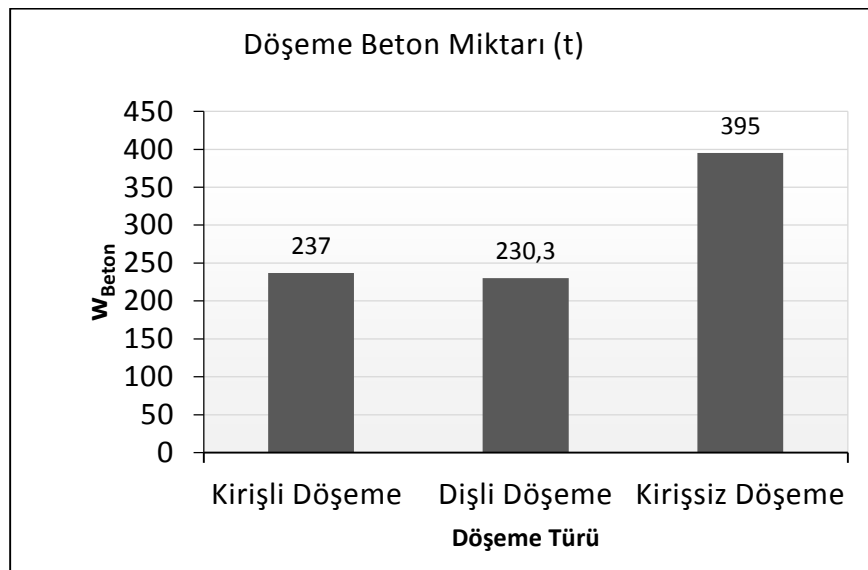
Yapılara gelen taban kesme kuvvetleri Şekil 6.3'te gösterilmiştir.



Şekil 6.3 : 6 Katlı A Tipi yapıların taban kesme kuvvetleri.

Grafikte görüldüğü üzere kirişli ve dişli döşemeli sistemlerin her iki yönlü taban kesme kuvvetleri birbirine çok yakın çıkarken kirişsiz döşemeli sistemin taban kesme kuvveti çok yüksek çıkmıştır. Bu farkın sebebi olarak kirişli ve dişli döşemede perde bulunmazken kirişsiz döşemede perde bulunması gösterilebilir. Ayrıca grafikteki taban kesme kuvvetlerinin sistemlerin periyot değerleriyle uyumlu olduğu görülmektedir.

Hesaplaması yapılan döşeme beton ağırlıklarının 1 normal kattaki değerleri Şekil 6.4'te verilmiştir.

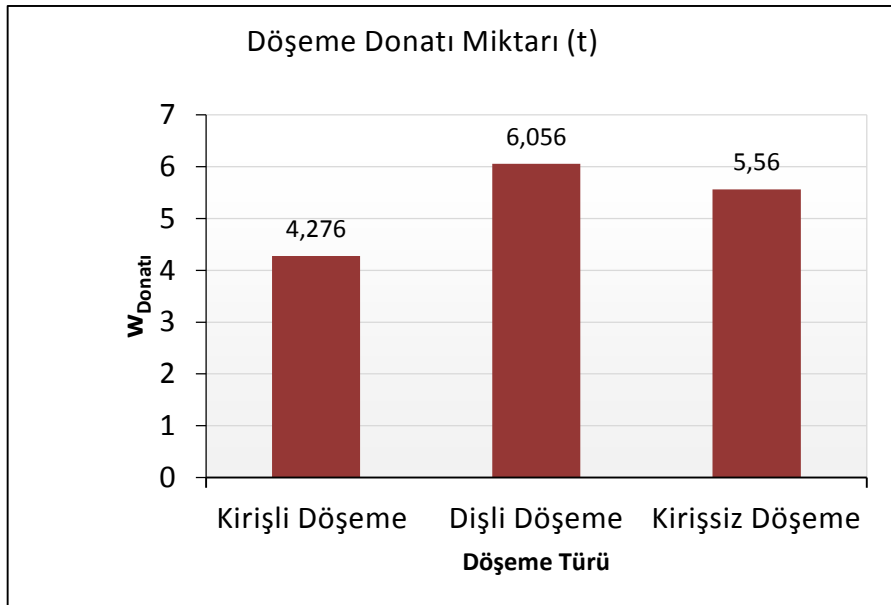


Şekil 6.4 : 1 Normal kattaki döşeme beton ağırlıkları.

Grafikten görüldüğü üzere en yüksek değer kirişsiz döşemeli yapıda çıkarken en az değer dişli döşemeli yapıda çıkmıştır. Bunun sebebi olarak döşeme kalınlıkları gösterilebilir.

Kirişsiz döşemeli yapı dişli döşemeli yapı ile karşılaştırıldığında kirişsiz döşemenin beton miktarı % 41,6 oranında fazla iken kirişli döşemeli yapıya göre %40 oranında fazladır. Kirişli döşemeli yapı da dişli döşemeli yapıya göre % 2,8 oranında fazladır.

Hesaplaması yapılan döşeme demir ağırlıklarının 1 normal kattaki değerleri Şekil 6.5'te verilmiştir.



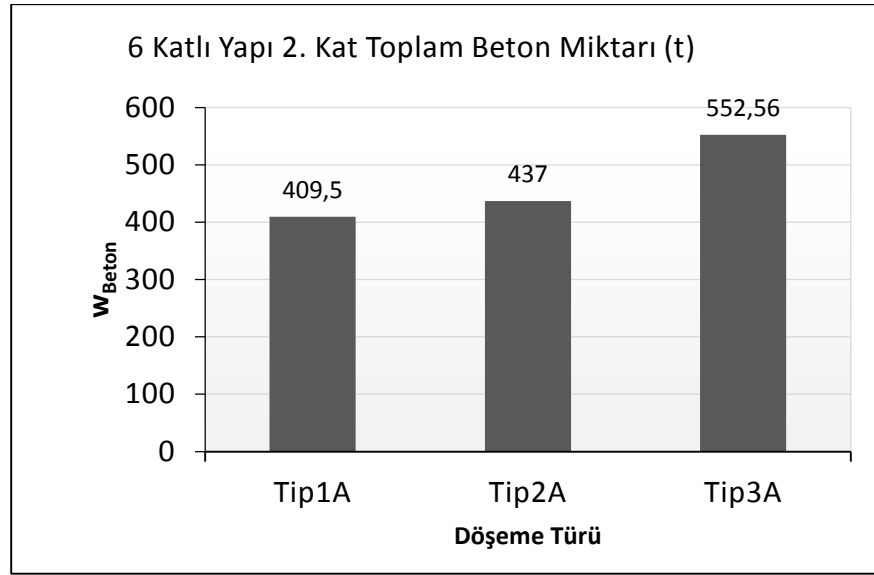
Şekil 6.5 : 1 Normal kattaki döşeme demir ağırlıkları.

Grafikte görüldüğü üzere en fazla demir ağırlığı dişli döşeme için çıkarken en az kirişli döşeme için çıkmıştır.

Oransal olarak incelemeler yapılacak olursa dişli döşeme donatı miktarı kirişsiz döşeme donatı miktarına göre % 8.2 oranında fazla iken kirişli döşeme donatı miktarına göre % 29.3 oranında fazladır. Bu miktar kirişsiz döşeme de kirişli döşemeye göre %23 oranında fazladır.

Farklı döşeme sistemlerine sahip yapıların bir katı baz alınarak taşıyıcı sistem elemanları donatılandırılmıştır. Hesaplamalar 2. kattaki taşıyıcı elemanların değerleri alınarak yapılmıştır.

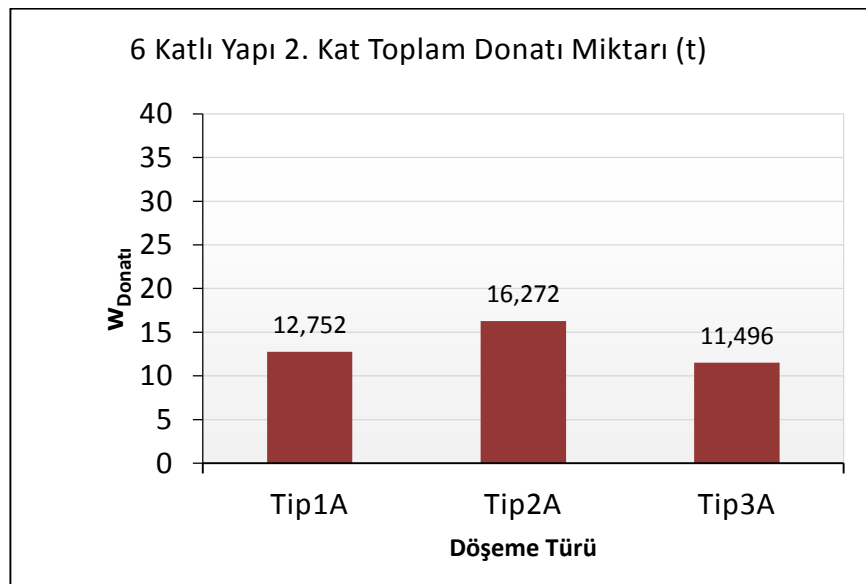
2. katta hesaplaması yapılan döşeme ve taşıyıcı elemanların beton miktarlarının ağırlıklarını içeren grafik Şekil 6.6'da verilmiştir.



Şekil 6.6 : 6 katlı A Tipi yapıların beton ağırlıkları.

Grafikten de görüldüğü üzere kat bazında en az beton miktarı kirişli döşemeli yapıya aittir. 2. sırada dişli döşeme ile modellenen yapı gelmektedir. En fazla beton miktarı ise kirişsiz döşeme ile modellenen yapıya aittir. Bunun sebebi olarak kirişsiz döşemedeki döşeme kalınlığı, taşıyıcı sistemde zımbalama kontrolünü sağlamak üzere kolon boyutlarının daha büyük olması ve yönetmeliğe göre taşıyıcı sistemde perde olması gösterilebilir. Kirişsiz döşemeli yapı dişli döşemeli yapıya göre % 20,9 oranında daha fazla iken kirişli döşemeli yapıda % 25 oranında daha fazladır. Dişli döşemeli yapıda bu miktar ise kirişli döşemeli yapıdan % 6,3 oranında daha fazladır.

Yapı donatıları Şekil 6.7' de grafik olarak verilmiştir.



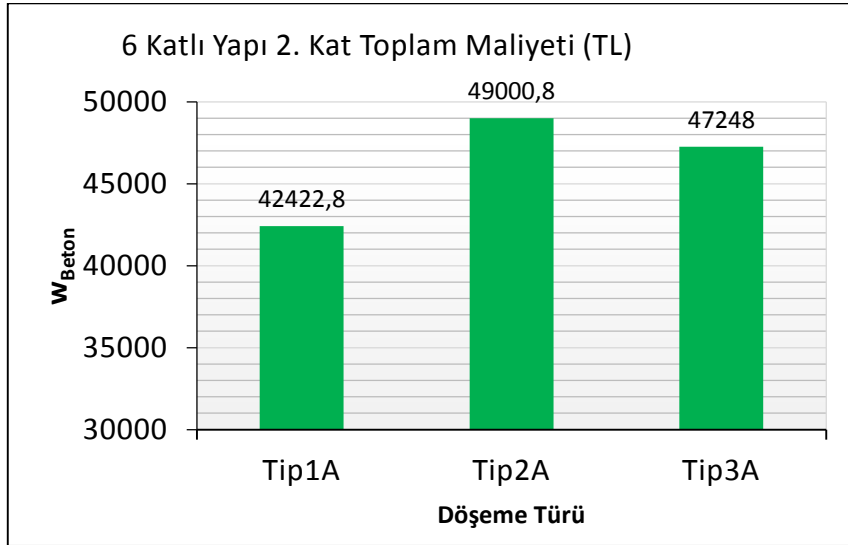
Şekil 6.7 : 6 katlı A Tipi yapıların demir ağırlıkları.

Grafikten görüldüğü gibi en çok demir miktarı dişli döşeme ile modellenen yapıdaki elemanlarda hesaplanmıştır. İkinci sırada kirişli döşeme ile modellenen yapı bulunurken, en az demir miktarı kirişsiz döşeme ile modellenen yapıda çıkmıştır.

Bunun sebebi olarak kirişsiz döşemeli yapıda döşemede kullanılan donatı miktarı ve taşıyıcı sistemde kiriş bulunmaması olarak gösterilebilir. Dişli döşeme ile modellenen yapıda donatı miktarının en yüksek olmasının nedeni olarak kiriş boyutlarının fazlalığı sebebiyle donatı miktarının fazla olması ve diş sayılarının fazla olması gösterilebilir.

Dişli döşeme ile modellenen yapıdaki demir ağırlığı kirişsiz döşeme ile modellenen yapıya göre % 29 oranında fazla iken kirişli döşeme ile modellenen yapıya göre % 21 oranında fazladır. Bu miktar kirişli döşeme ile modellenen yapıda kirişsiz döşeme ile modellenen yapıya göre %10 oranında fazladır.

Bir normal katın demir ve beton maliyetlerinin karşılaştırılması Şekil 6.8’de grafik olarak verilmiştir.

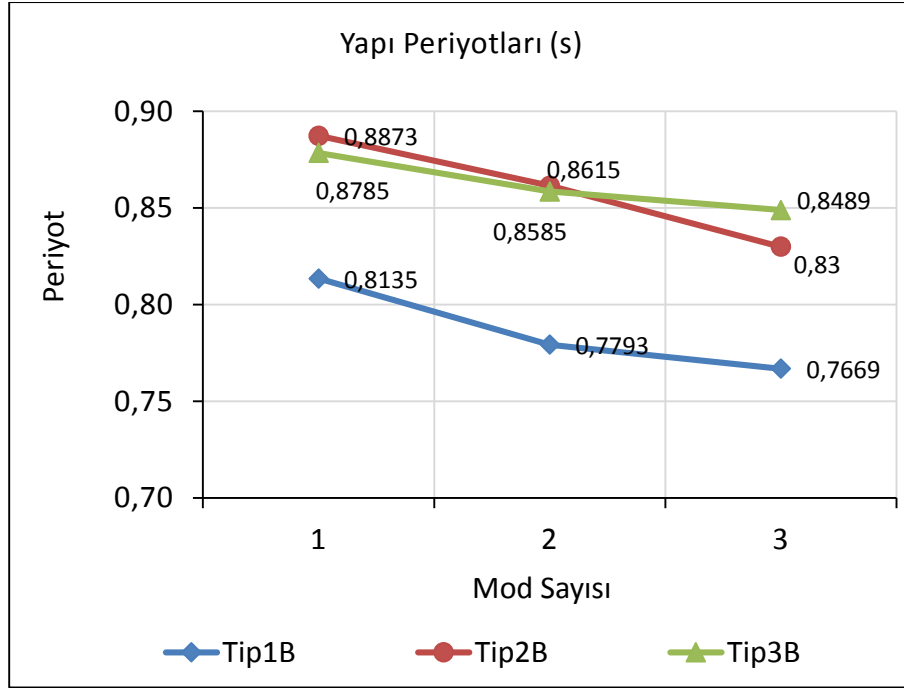


Şekil 6.8 : 6 katlı A Tipi yapıların bir normal kat maliyeti.

Karşılaştırmada maliyet hesapları, beton ve demir için güncel birim fiyatlar kullanılarak yapılmıştır. Grafiğe göre ele alınan mimari yapının sadece beton ve demir maliyetleri karşılaştırıldığında kirişli döşeme ile modellenen yapının daha ekonomik olduğu görülmektedir. Dişli döşeme ile modellenen yapının ise ekonomik açıdan en pahalı sistem olduğu görülmüştür.

6.1.2 12 katlı B Tipi yapıların karşılaştırmaları

Farklı döşeme sistemlerine sahip yapıların bina periyotları karşılaştırmalı grafik halinde Şekil 6.9’da verilmiştir. Karşılaştırmada yapının ilk üç periyodu göz önüne alınmıştır.

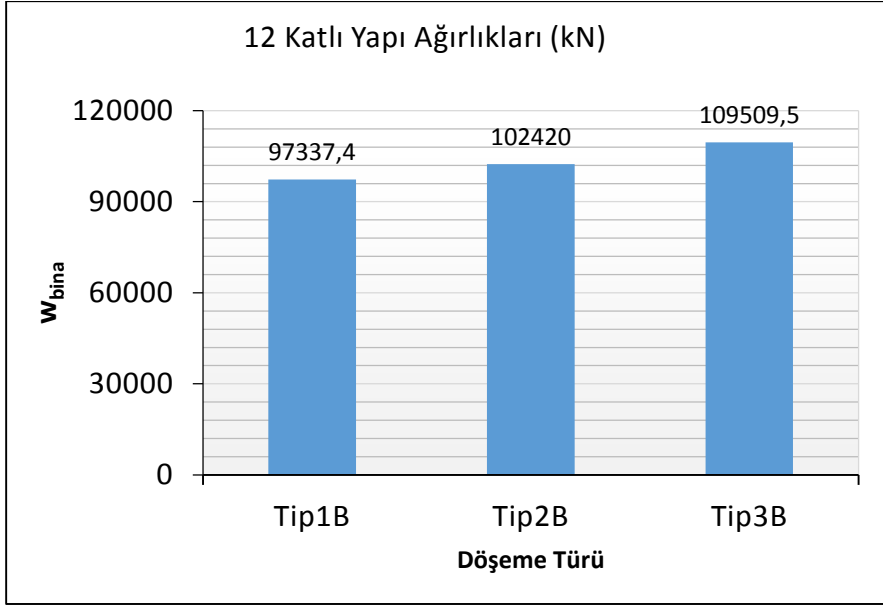


Şekil 6.9 : 12 katlı B Tipi yapıların periyotları.

En büyük periyodun dişli döşemeye sahip binada olduğu görülmektedir. İkinci sırada kirişsiz döşeme ile modellenen yapıda çıktığı görülürken, en düşük periyot ise kirişli döşemeli yapıda çıkmıştır. Ancak aradaki farklar oldukça küçüktür.

Yapı etkin modu olan 1. modda binaların periyot değerlerinin oranlarını karşılaştıracak olursak dişli döşeme ile modellenen yapı periyodu kirişsiz döşemeyle modellenen yapıya göre %1 oranında daha fazla iken dişli döşeme kirişli döşemeye göre %8,3 oranında daha fazladır.

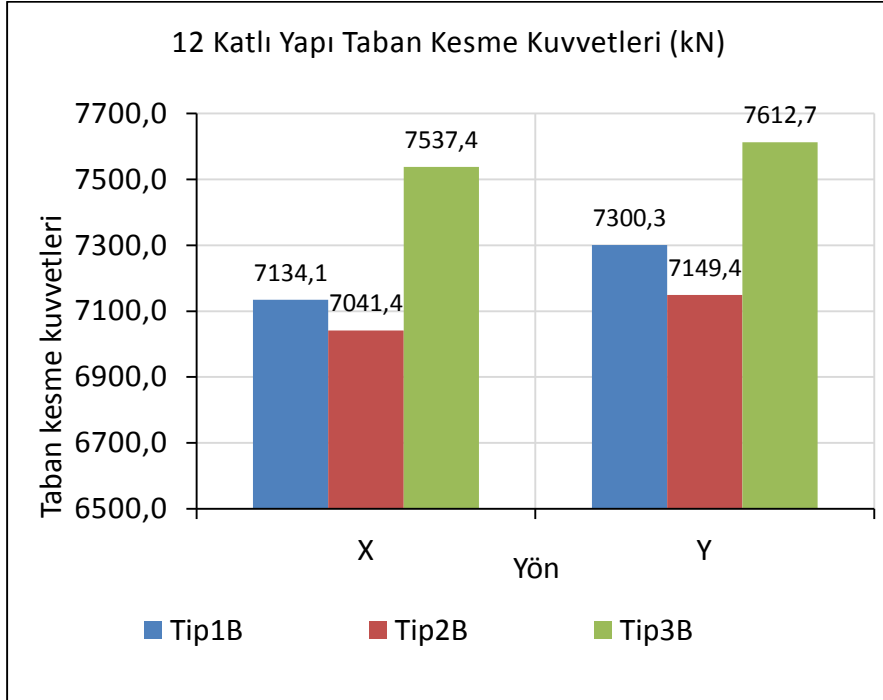
Yapı ağırlıkları Şekil 6.10’ da grafik halinde verilmiştir.12 katlı yapıların toplam ağırlıkları karşılaştırmalı olarak grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 6.10 : 12 katlı B Tipi yapıların ağırlıkları.

Çıkan sonuçlara göre en fazla ağırlık kirişsiz döşemeli yapıda çıkmıştır. Bunu dişli döşemeli yapı takip ederken en az ağırlık kirişli döşemeli yapıya aittir. Kirişsiz döşemeli yapının dişli döşemeli yapıya göre ağırlığı % 6,47 oranında daha fazla iken, kirişli döşemeli yapı ağırlığında %11 oranında fazladır. Dişli döşemeli yapının ağırlığı ise kirişli döşemeli yapının ağırlığına göre % 4,96 oranında fazladır.

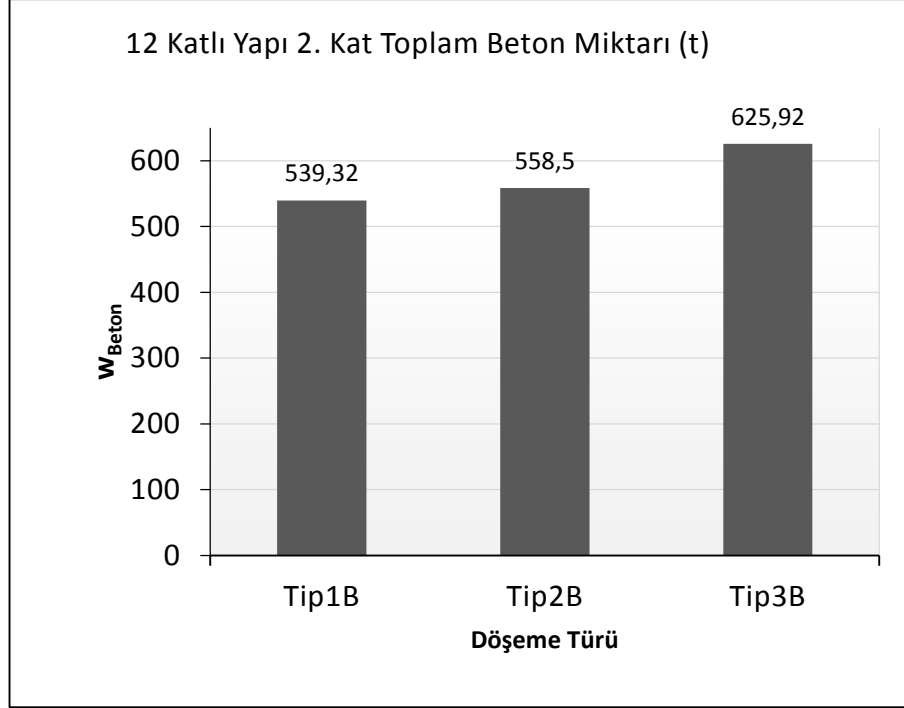
Yapılara gelen taban kesme kuvvetleri Şekil 6.11’de gösterilmiştir.



Şekil 6.11 : 12 katlı B Tipi yapıların taban kesme kuvvetleri.

Grafikten görüldüğü üzere üç farklı döşeme türü ile modellenen yapılarda her iki yönlü taban kesme kuvvetleri birbirine yakın değerler çıkmıştır. Kirişli döşemeli yapı ile dişli döşemeli yapının kat kesme kuvvetlerinin birbirine daha yakın değerlerde çıktığı görülmektedir.

Hesaplaması yapılan farklı döşemelerin beton ağırlıkları Şekil 6.12’de verilmiştir.



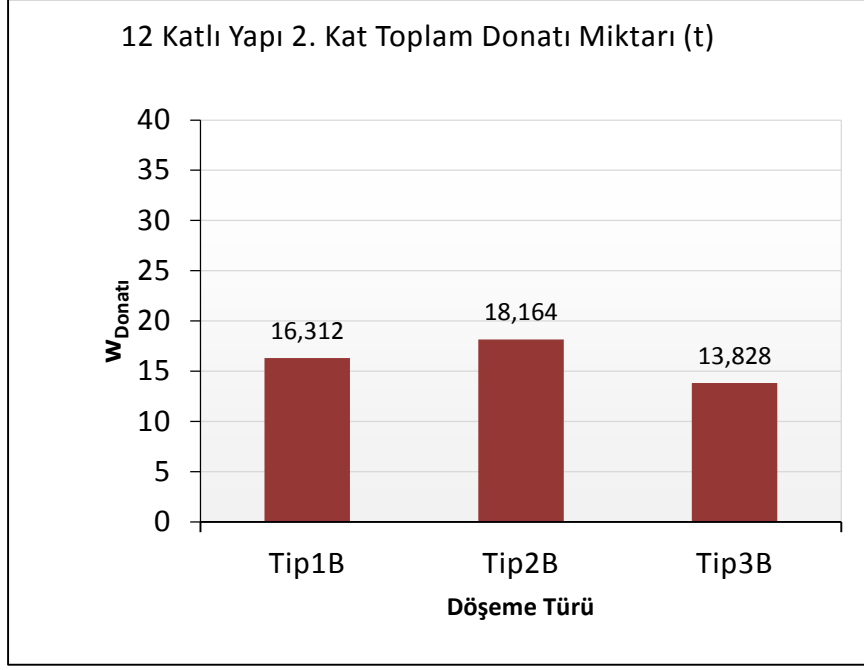
Şekil 6.12 : 12 katlı B Tipi yapıların beton ağırlıkları.

Grafikten de görüldüğü üzere kat bazında en az beton miktarı kirişli döşemeli olarak modellenen yapıya aittir. 2. sırada dişli döşeme ile modellenen yapı gelmektedir. En fazla beton miktarı ise kirişsiz döşeme ile modellenen yapıya aittir.

Bunun sebebi olarak kirişsiz döşemeli yapıda döşeme kalınlığının fazla seçilmiş olması ve taşıyıcı sistemde zımbalama kontrolünü sağlamak üzere kolon boyutlarının daha büyük seçilmiş olması gösterilebilir.

Kirişsiz döşemeli yapıda dişli döşemeli yapıya göre beton miktarı % 10,7 oranında daha fazla iken kirişli döşemeli yapıda % 13,8 oranında daha fazladır. Dişli döşemeli yapıda bu miktar ise kirişli döşemeli yapıdan % 3,4 oranında daha fazladır.

Yapı donatıları Şekil 6.13’ te grafik olarak verilmiştir.



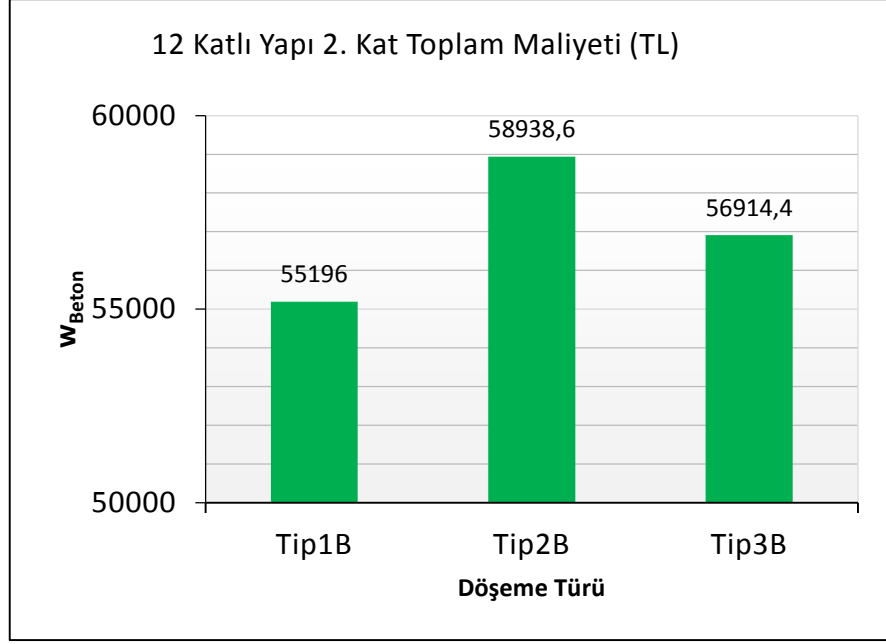
Şekil 6.13 : 12 katlı B Tipi yapıların demir ağırlıkları.

Grafikten görüldüğü gibi en çok demir miktarı dişli döşeme ile modellenen yapıdaki elemanlarda hesaplanmıştır. İkinci sırada kirişli döşeme ile modellenen yapı bulunurken, en az demir miktarı kirişsiz döşeme ile modellenen yapıda çıkmıştır.

Bunun sebebi olarak kirişsiz döşemeli yapıda döşemede kullanılan donatı miktarı ve taşıyıcı sistemde kiriş bulunmaması olarak gösterilebilir. Dişli döşeme ile modellenen yapıda donatı miktarının en yüksek olmasının nedeni olarak kiriş boyutlarının fazlalığı sebebiyle donatı miktarının fazla olması ve diş sayılarının fazla olması gösterilebilir.

Dişli döşeme ile modellenen yapıdaki demir ağırlığı kirişsiz döşeme ile modellenen yapıya göre % 23,8 oranında fazla iken kirişli döşeme ile modellenen yapıya göre % 10 oranında fazladır. Bu miktar kirişli döşeme ile modellenen yapıda kirişsiz döşeme ile modellenen yapıya göre %15 oranında fazladır.

Bir normal katın demir ve beton toplam maliyetlerinin karşılaştırılması Şekil 6.14’de grafik olarak verilmiştir.

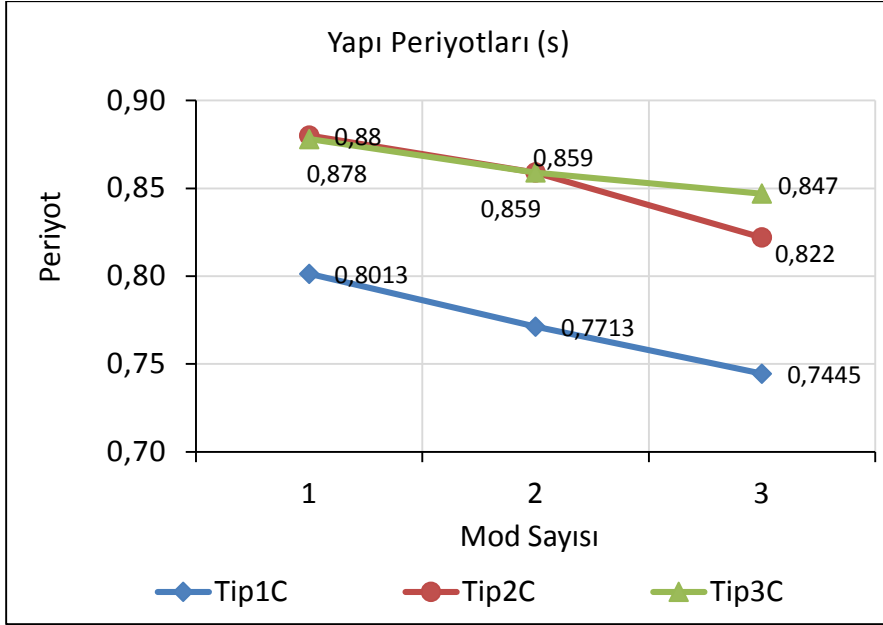


Şekil 6.14 : 12 katlı B Tipi yapıların bir normal kat maliyeti.

Karşılaştırmada maliyet hesapları, beton ve demir için güncel birim fiyatlar kullanılarak yapılmıştır. Grafiğe göre ele alınan mimari yapının sadece beton ve demir maliyetleri karşılaştırıldığında kirişli döşeme ile modellenen yapının daha ekonomik olduğu görülmektedir. Dişli döşeme ile modellenen yapının ise ekonomik açıdan en pahalı sistem olduğu görülmüştür. Ancak kirişli sistem ile kirişsiz sistem arasında çok az fark bulunmaktadır. Kalıp ve işçilik maliyetleri bu çalışmada hesaplanmamış da olsa kirişsiz sistemin uygulama kolaylığı düşünüldüğünde ele alınan bu yapı için daha uygun olabileceği görülmektedir.

6.2 12 Katlı C Tipi Yapıların Karşılaştırılması

Bu bölümde B tipi olarak adlandırılan 12 katlı yapılar, önceki bölümlerde detayı verilen taşıyıcı sistemler ile kolon ve perde boyutları aynı seçilerek yeniden tanımlanmıştır. C tipi olarak adlandırılan bu yapılar farklı döşeme türleri için çözülmüş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapıların bina periyotları karşılaştırmalı grafik halinde Şekil 6.15'te verilmiştir. Karşılaştırmada yapının ilk üç periyodu göz önüne alınmıştır.

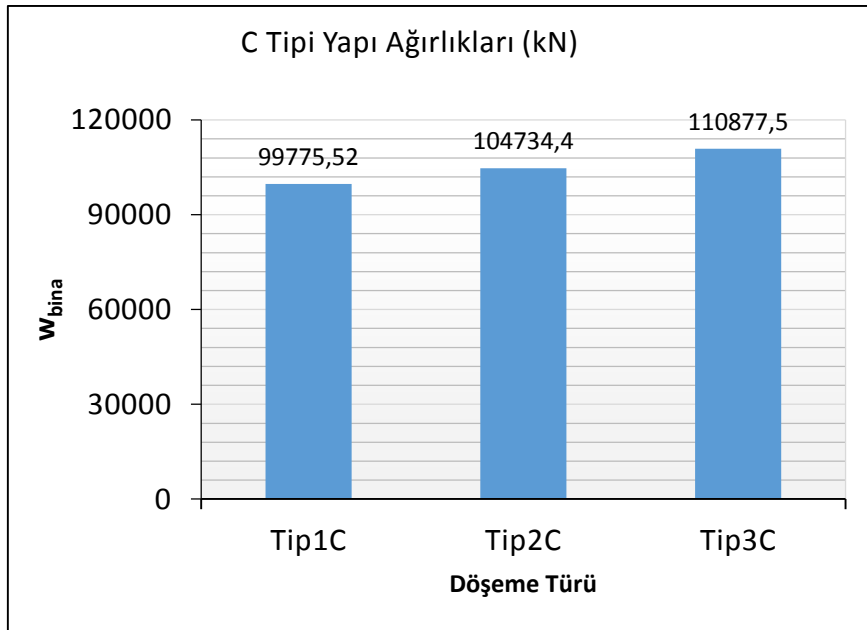


Şekil 6.15 : C Tipi yapıların periyotları.

Bu karşılaştırmaya göre en büyük periyodun dişli döşemeli yapıya ve kirişsiz döşemeli yapıya ait olduğu görülmektedir. Kirişli döşeme ile modellenen yapıda ise diğer yapılara göre az bir fark gözükmemektedir.

Yapı etkin modu olan 1. modda binaların periyot değerlerinin oranlarını karşılaştıracak olursak dişli ve kirişsiz döşeme ile modellenen yapıların periyotları kirişli döşemeyle modellenen yapıya göre %9 oranında daha fazladır.

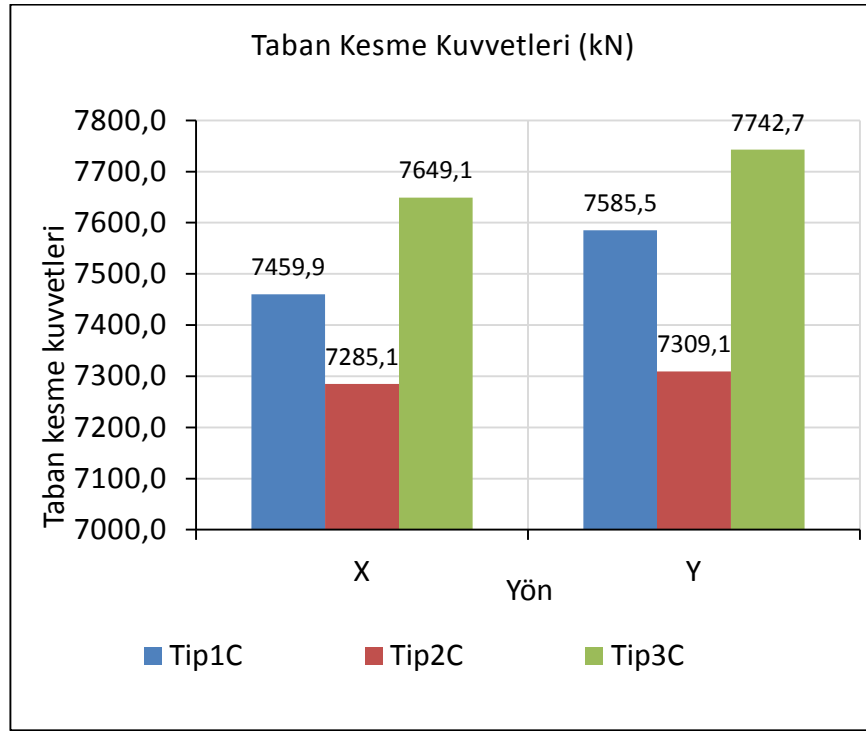
Yapı ağırlıkları Şekil 6.16’da grafik halinde verilmiştir.



Şekil 6.16 : C Tipi yapıların ağırlıkları.

Aynı taşıyıcı sisteme sahip yapıların toplam ağırlıkları karşılaştırmalı olarak grafik üzerinde gösterilmiştir. Çıkan sonuçlara göre en fazla ağırlık kirişsiz döşemeli yapıda çıkmıştır. Bunu dişli döşemeli yapı takip ederken en az ağırlık kirişli döşemeli yapıya aittir. Kirişsiz döşemeli yapının ağırlığı dişli döşemeli yapıya göre % 5,5 oranında daha fazla iken, kirişli döşemeli yapıdan %10 oranında fazladır. Dişli döşemeli yapıda ise bu değer kirişli döşemeli yapıya göre % 4,7 oranında fazladır.

Yapılara gelen taban kesme kuvvetleri Şekil 6.17’de gösterilmiştir.



Şekil 6.17 : C Tipi yapının taban kesme kuvvetleri.

Grafikten görüldüğü üzere üç farklı döşeme türünün de her iki yönlü taban kesme kuvvetleri birbirine yakın çıkmıştır.

Boyutları aynı olan taşıyıcı elemanlarla üç farklı döşeme ile modellenen C tipi yapıda, döşeme tiplerinin iç kuvvetlere etkisini görmek amacı ile kesit tesirleri karşılaştırılmıştır. Üç farklı döşeme tipi ile modellenen yapıların tüm katlardaki burulma düzensizliğinde belirleyici olan yüklemeye göre elde edilen kolon ve perde uçlarındaki moment ve kesme kuvveti değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Kirişli döşeme ile modellenen Tip1C yapısının kolon uçlarındaki moment ve kesme kuvveti değerleri Çizelge 6.1’de, perde uçlarındaki moment ve kesme kuvveti değerleri Çizelge 6.2’de verilmiştir.

Çizelge 6.1 : Tip1C kolon uçları moment ve kesme kuvveti değerleri

Kat	S1			S2			S3		
	Müst	Malt	V	Müst	Malt	V	Müst	Malt	V
12	-	137.388	120.4	-48.728	71.75	50.2	-59.688	71.813	54.79
11	-53.688	104.96	66.1	-52.791	74.11	52.88	-49.122	70.283	49.75
10	-74.76	113.888	78.6	-50.405	76.11	52.72	-50.643	74.992	52.35
9	-70.194	114.444	76.93	-50.919	79.33	54.27	-51.455	79.915	54.74
8	-69.843	116.645	77.7	-48.231	81.366	54	-49.699	84.131	55.76
7	-67.273	117.995	77.19	-43.775	82.145	52.47	-46.015	87.173	55.49
6	-63.676	118.704	75.99	-36.797	80.886	49.03	-39.725	88.234	53.32
5	-58.628	118.237	73.69	-27.11	77.24	43.48	-30.57	86.861	48.93
4	-52.046	117.12	70.49	-14.391	69.705	35.04	-18.167	81.643	41.59
3	-43.72	111.721	64.77	1.707	62.202	25.21	-2.088	75.8	32.45
2	-33.526	117.048	62.74	21.41	32.996	4.83	18.081	50.43	13.48
1	-20.65	84.275	36.18	44.941	85.362	13.94	42.628	99.727	19.69

Çizelge 6.2 : Tip1C perde uçları moment ve kesme kuvveti değerleri.

Kat	P1			P2		
	Müst	Malt	V	Müst	Malt	V
12	585.158	-107.997	-231.05	17.4	9.615	-18.14
11	489.052	-117.765	-202.27	54.676	-2.78	-54.86
10	473.413	-145.184	-206.2	76.287	-30.139	-9441
9	440.2	-198.043	-212.75	84.665	-69.978	-134.13
8	378.539	-276.829	-218.46	80.099	-119.998	-171.89
7	288.019	-381.615	-223.21	63.245	-178.976	-206.9
6	168.296	-513.69	-227.33	34.262	-246.026	-238.23
5	17.847	-676.83	-231.56	-7.258	-320.178	-264.38
4	-167.336	-877.837	-236.83	-62.64	-399.74	-282.26
3	-394.57	-1125.31	-243.58	-134.751	-480.925	-285.38
2	-671.628	-1406.46	-244.94	-228.729	-555.229	-261.11
1	-1015.53	-1687.46	-191.98	-336.918	-644.147	-188.83

Çizelge 6.2 (devam) Tip1C perde uçları moment ve kesme kuvveti değerleri.

Kat	P3			P4		
	Müst	Malt	V	Müst	Malt	V
12	-1196.04	-208.69	354.79	-204.86	-91.524	37.78
11	-1521.94	-125.039	534.88	-361.472	-60.882	100.2
10	-1529.72	171.297	667.37	-335.185	5.993	113.73
9	-1308.42	718.584	803.5	-274.709	128.613	134.44
8	-824.18	1497.611	926.1	-155.472	300.648	152.04
7	-91.648	2497.29	1037.91	17.4	519.494	167.36
6	882.408	3709.832	1139.49	242.94	781.974	179.68
5	2094.381	5132.943	1232.43	519.457	1085.161	188.57
4	3545.886	6769.931	1318.55	845.452	1427.699	194.08
3	5244.85	8622.694	1396.35	1220.884	1815.355	198.16
2	7203.422	10728.79	1462.74	1652.812	2311.166	219.45
1	9396.357	13374.04	1362.35	2203.995	3560.665	387.62

Dişli döşeme ile modellenen Tip2C yapısının kolon uçlarındaki moment ve kesme kuvveti değerleri Çizelge 6.3'te, perde uçlarındaki moment ve kesme kuvveti değerleri Çizelge 6.4'te verilmiştir.

Çizelge 6.3 : Tip2C kolon uçları moment ve kesme kuvveti değerleri.

Kat	S1			S2			S3		
	Müst	Malt	V	Müst	Malt	V	Müst	Malt	V
12	-218.86	160.92	146.0	-6.81	31.61	14.78	-30.392	38.63	26.5
11	-68.776	116.90	71.41	-44.922	43.621	34.06	-42.027	43.976	33.0
10	-101.49	128.33	88.4	-33.856	42.845	29.5	-37.584	46.076	32.1
9	-93.516	127.95	85.18	-35.009	46.025	31.17	-38.127	50.27	34
8	-93.173	130.22	85.92	-30.739	47.793	30.2	-34.717	53.697	34
7	-89.814	131.68	85.19	-25.163	48.94	28.5	-29.643	56.542	33.1
6	-85.645	132.89	84.05	-16.998	48.677	25.26	-21.951	58.084	30.7
5	-80.042	133.23	82.03	-6.291	46.927	20.47	-11.575	58.14	26.8
4	-73.119	133.75	79.57	7.313	42.037	13.36	1.86	55.222	20.5
3	-64.286	129.05	74.36	23.607	39.406	6.08	18.265	53.943	13.7
2	-55.374	141.99	75.91	44.686	12.111	-12.5	39.687	30.507	-3.53
1	-36.995	93.653	42.14	61.356	82.193	6.72	58.043	96.8	12.5

Çizelge 6.4 : Tip2C perde uçları moment ve kesme kuvveti değerleri.

Kat	P1			P2		
	Müst	Malt	V	Müst	Malt	V
12	544.231	-96.654	-213.63	21.653	-0,973	-28,16
11	444.837	-121.622	-188.82	52.33	-18,404	-64,4
10	415.903	-162.194	-192.7	68.088	-50,553	-103,07
9	370.943	-228.709	-199.88	70.822	-95,105	-142,02
8	297.931	-321.557	-206.5	60.744	-149,715	-178,99
7	196.472	-440.732	-212.4	38.439	-213,042	-213,03
6	66.422	-587.048	-217.82	4.075	-283,967	-243,08
5	-93.181	-763.417	-223.41	-42,638	-361,213	-267,48
4	-285.375	-975.176	-229.93	-102,788	-442,732	-283,05
3	-515.874	-1228.16	-237.43	-178,857	-524,418	-283,42
2	-789.701	-1505.6	-238.63	-275,456	-597,694	-256,22
1	-1120	-1764.27	-184.08	-384,26	-679,896	-180,97

Çizelge 6.4 (devam): Tip2C perde uçları moment ve kesme kuvveti değerleri.

Kat	P3			P4		
	Müst	Malt	V	Müst	Malt	V
12	-1152,75	-107,287	399,34	-186,058	-86,594	33,15
11	-1382,52	81,368	574,36	-317,29	-30,899	95,46
10	-1268,22	490,699	702,37	-263,134	61,208	108,11
9	-919,311	1157,523	836,23	-174,078	211,354	128,48
8	-302,532	2061,072	956,97	-24,145	412,733	145,63
7	565,404	3188,922	1067,05	180,553	662,52	160,66
6	1675,141	4529,654	1166,37	438,378	956,79	172,8
5	3018,11	6075,251	1255,97	746,426	1291,521	181,7
4	4588,78	7821,101	1337,05	1101,644	1664,071	187,48
3	6385,737	9757,437	1406,74	1502,24	2077,898	191,89
2	8407,865	11911,42	1462,44	1952,495	2595,776	214,43
1	10618,44	14510,42	1335,3	2514,957	3838,952	378,28

Kirişsiz döşeme ile modellenen Tip3C yapısının kolon uçlarındaki moment ve kesme kuvveti değerleri Çizelge 6.5’te, perde uçlarındaki moment ve kesme kuvveti değerleri Çizelge 6.6’da verilmiştir.

Çizelge 6.5 : Tip3C kolon uçları moment ve kesme kuvveti değerleri.

Kat	S1			S2			S3		
	Müst	Malt	V	Müst	Malt	V	Müst	Malt	V
12	-199,21	128,828	109,35	-86,911	55,473	47,46	-88,905	52,272	47,06
11	-97,54	105,197	67,58	-56,72	49,798	35,51	-53,388	46,703	33,36
10	-119,97	112,483	77,49	-60,554	53,221	37,93	-59,885	51,258	37,05
9	-115,03	113,627	76,22	-59,114	55,712	38,28	-58,509	54,728	37,75
8	-114,75	116,375	77,04	-55,317	57,811	37,71	-55,455	58,079	37,84
7	-112,02	118,771	76,93	-48,955	59,061	36,01	-49,526	60,628	36,72
6	-108,23	121,054	76,43	-39,474	58,933	32,8	-40,386	61,855	34,08
5	-102,85	122,691	75,18	-26,692	57,291	27,99	-27,729	61,535	29,75
4	-96,11	124,699	73,61	-10,001	52,546	20,85	-10,927	58,183	23,04
3	-86,55	121,846	69,47	9,649	49,778	13,38	9,208	56,494	15,76
2	-79,56	136,13	71,9	38,331	23,785	-4,85	38,835	32,176	-2,22
1	-50,91	94,245	41,47	50,199	88,855	11,04	51,57	100,905	14,1

Çizelge 6.6 : Tip3C perde uçları moment ve kesme kuvveti değerleri.

Kat	P1			P2		
	Müst	Malt	V	Müst	Malt	V
12	547,09	-129,373	-225,49	14,348	3,188	-28,86
11	497,487	-144,032	-213,84	57,084	-12,215	-68,11
10	475,323	-181,929	-219,08	77,109	-45,656	-110,84
9	433,178	-249,011	-227,4	81,586	-92,678	-153,35
8	358,627	-344,796	-234,47	72,192	-150,447	-193,87
7	252,965	-468,705	-240,56	49,767	-217,468	-231,22
6	116,4	-621,41	-245,94	14,521	-292,516	-264,25
5	-51,913	-805,901	-251,33	-33,904	-374,224	-291,17
4	-255,162	-1027,78	-257,54	-96,755	-460,385	-308,72
3	-499,325	-1292,47	-264,38	-176,783	-546,435	-310,3
2	-789,332	-1592,23	-267,63	-278,788	-622,336	-283,39
1	-1122,51	-1834,93	-203,55	-394,161	-718,156	-204,55

Çizelge 6.6 (devam) Tip3C perde uçları moment ve kesme kuvveti değerleri.

Kat	P3			P4		
	Müst	Malt	V	Müst	Malt	V
12	-1481,29	-252,031	448,16	-199,465	-157,249	14,07
11	-1723,77	-65,953	653,07	-388,021	-98,927	96,36
10	-1636,5	335,179	797,14	-332,089	-7,358	108,24
9	-1305,7	1005,129	945,8	-245,606	143,248	129,62
8	-692,067	1921,867	1079,35	-96,726	346,614	147,78
7	185,791	3072,954	1201,42	108,524	600,233	163,9
6	1318,464	4446,733	1311,98	369,05	900,328	177,09
5	2697,557	6035,338	1412,07	682,161	1243,052	186,96
4	4318,185	7833,938	1502,53	1045,084	1626,065	193,66
3	6180,061	9833,414	1579,53	1456,433	2053,467	199,01
2	8282,367	12037,75	1636,41	1921,3	2594,298	224,33
1	10644,27	14806,69	1504,04	2509,404	3917,145	402,21

Kolon uçlarındaki moment ve kesme kuvveti değerleri ayrı ayrı incelendiğinde iç kuvvetlerin değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Genel olarak S1 kolonu için kirişli döşemeli yapı olan Tip1C'nin kolon uçlarına gelen momentler dişli döşemeli yapı Tip2C ve kirişsiz döşemeli yapı Tip3C ile modellenen yapılara göre daha azdır. S2 ve S3 kolonlarında ise dişli döşeme ile modellenen yapıya daha az moment ve kesme kuvveti değeri gelmiştir. Perde uçlarındaki moment ve kesme kuvvetleri incelendiğinde ise en az moment ve kesme kuvveti kirişli döşemeli yapıdaki perdelerde görülürken kirişsiz döşemeli yapı ile dişli döşemeli yapıda daha büyük moment ve kesme kuvveti değerleri görülmüştür.

7. SONUÇLAR

‘Taşıyıcı Sistemleri Farklı Olan Betonarme Yapılarda Döşeme Türlerinin Davranışa Etkisi’ adlı bu çalışmada, 6 katlı çerçeve ve 12 katlı perde + çerçeve sistem olarak üç farklı döşeme sistemiyle modellenen yapıların; yatay ve düşey yükler altında çözümlemesi ETABS programı ile yapılmış ve elde edilen sonuçların karşılaştırmalı analizleri sunulmuştur.

Aynı mimari plana sahip yapılarda kirişli plak döşeme, dişli döşeme ve kirişsiz döşeme için 6 katlı A Tipi yapıların taşıyıcı sistemi çerçeve olarak modellenmiştir. Ancak yönetmelikteki kurallar gereği kirişsiz döşeme ile modellenen yapı perde + çerçeve olarak modellenmiştir. 12 katlı B Tipi yapılar ise perde + çerçeve olarak optimum koşullarda modellenmiştir. Elde edilen sonuçların yönetmeliklere uygunluğu kontrol edilerek betonarme tasarım yapılmış, elde edilen sonuçlar doğrultusunda yapıların periyotları, ağırlıkları, taban kesme kuvvetleri ve betonarme tasarım verileri karşılaştırılmıştır. Ayrıca 3 farklı döşeme türünde boyutları aynı olan taşıyıcı sistem kullanılarak modellenen C Tipi yapıların iç kuvvet değişimleri karşılaştırılarak döşemenin davranışa etkisi incelenmiştir. Bu kabuller doğrultusunda elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

6 katlı A Tipi yapılarda, periyot değerleri incelendiğinde dişli döşemeli yapının periyodu kirişli döşemeli yapının periyoduna göre % 18 daha fazla iken kirişsiz döşemeli yapının periyoduna göre %55 daha fazladır. Bu kadar büyük bir farkın oluşmasının sebebi dişli ve kirişli döşeme ile modellenen yapılarda çerçeve sistem kullanılırken kirişsiz döşeme ile modellenen yapıda yönetmelikteki kurallar gereği perde + çerçeve olarak modellenmesidir.

12 katlı B Tipi yapılarda ise dişli döşemeli yapı periyodu ve kirişsiz döşemeli yapı periyodu arasındaki fark % 1 iken dişli ve kirişsiz döşemeli yapı ile kirişli döşemeli yapı arasındaki periyot farkı %8 oranında kalmıştır.

Taşıyıcı sistemi aynı olan C Tipi yapılarda ise kirişsiz döşeme ile dişli döşeme arasında ilk iki periyot değerinde bir fark yokken bu değerlerin kirişli döşemeye göre

%9 oranında daha fazla oldukları görülmüştür. Oranlar değiştirilen parametrelere göre değişiklik gösterse de genel olarak kirişli döşemeyle modellenen yapıların daha rijit olduğu görülmüştür. Katlara göre bir karşılaştırma yapacak olursak 12 katlı yapıların periyotları 6 katlılara göre daha az olsa da oransal olarak büyük bir farka rastlanmamıştır.

Yapı ağırlıkları ve üzerine gelen yükler karşılaştırıldığında 6 katlı A Tipi yapılarda en ağır yapı kirişsiz döşeme ile modellenen yapı çıkarken bunu dişli döşeme izlemektedir. En az yapı ağırlığı ise kirişli döşeme ile modellenen yapıda çıkmıştır. 12 katlı B Tipi yapılarda ve aynı taşıyıcı sistemli C Tipi yapılarda da benzer sıralama oluşmuştur. Bunun sebebi olarak kirişsiz döşemede döşeme kalınlığının fazla olması, dişli döşemede dişlerin sayısı ve çerçeve kirişlerinin genişliğinin büyük olması gösterilebilir.

Taban kesme kuvvetleri karşılaştırıldığında 6 katlı A Tipi yapılarda kirişli ve dişli döşeme ile modellenen yapılarda her iki yönlü taban kesme kuvvetleri birbirine çok yakın çıkmıştır. İki yönlü taban kesme kuvvetlerinin, kirişli döşemeli Tip1A yapısı ile dişli döşemeli Tip2A yapısı arasındaki oransal değişimi ortalama %5 tir. Ancak kirişsiz döşemeli Tip3A yapısının taban kesme kuvveti çok yüksek çıkmıştır. Diğer sistemlerle karşılaştırıldığında %70 oranında bir fark çıkmıştır. Bu farkın sebebi olarak kirişli ve dişli döşemeli yapıda perde bulunmazken kirişsiz döşemeli yapıda perde bulunması gösterilebilir.

12 katlı B Tipi yapılarda her iki yönde de kirişsiz döşemeyle modellenen Tip3B yapısına gelen taban kesme kuvveti kirişli döşemeli Tip1B yapısına gelen taban kesme kuvvetine göre % 4 daha fazladır. Dişli döşemeli Tip2B yapısına gelen taban kesme kuvveti ise kirişsiz döşemeli yapıya göre %6 daha azdır.

C Tipi yapılarda kirişsiz döşeme ile modellenen Tip3C yapısına gelen taban kesme kuvveti kirişli döşemeli Tip1C yapısına göre %2 daha fazla iken dişli döşemeli Tip2C yapısına göre % 5 daha fazladır. Çıkan sonuçlarda ağırlığın ve periyodun yapıya etki eden deprem yüklerinin etkileri rahatlıkla görülmektedir. Tüm modellerde en büyük taban kesme kuvveti hem ağırlığı hem de periyot değeri büyük olan kirişsiz döşeme ile modellenen yapılarda çıkmıştır. Ancak yapı ağırlığı daha fazla olan dişli döşemeyle modellenen yapılarda kesme kuvvetinin daha az çıktığı görülmüştür. Bu da periyot değerlerinin etkisini ortaya koymaktadır.

Analizi yapılan yapılarda, bir normal kat baz alınarak döşemenin beton ve demir metrajı yapılmıştır. Beton metrajına göre, beton sarfıyatı en fazla kirişsiz döşemede olmuştur. En düşük sarfıyat dişli döşemede olmuştur. Kirişsiz döşeme dişli döşemeye göre % 41,6 oranında fazla iken kirişli döşemeye göre %40 oranında fazladır. Kirişli döşeme dişli döşemeye göre % 2,8 oranında fazladır. Demir metrajına göre çıkan sonuçlarda ise en az demir sarfıyatı kirişli döşemede çıkarken en fazla demir miktarı dişli döşemede çıkmıştır. Demir miktarı, dişli döşemede kirişsiz döşemeye göre % 8,2 oranında fazla iken kirişli döşemeye göre % 29,3 oranında fazladır. Kirişsiz döşeme de kirişli döşemeye göre %23 oranında fazladır.

A Tipi ve B Tipi yapılar için ikinci normal kattaki tüm elemanlar için beton ve demir metrajı yapılmıştır. 6 katlı A Tipi yapılarda en fazla beton miktarı kirişsiz döşemeli Tip3A yapısında çıkmıştır. En az beton sarfıyatı ise kirişli döşeme ile modellenen Tip1A yapısında çıkmıştır. Beton sarfıyatı kirişsiz döşemeli Tip3A yapısında dişli döşemeli Tip2A yapısına göre % 20,9 oranında daha fazla iken kirişli döşemeli yapıdan % 25 oranında daha fazladır. Dişli döşemeli yapıda ise bu miktar kirişli döşemeli yapıya göre % 6,3 oranında daha fazladır.

12 katlı B Tipi yapılarda da en fazla beton miktarı kirişsiz döşemeli Tip3B yapısı iken, en az beton sarfıyatı kirişli döşemeli Tip1B yapısında çıkmıştır. Oransal olarak sarf edilen beton miktarı, kirişsiz döşemeli Tip3B yapısında dişli döşemeli Tip2B yapısına göre % 10,7 oranında daha fazla iken kirişli döşemeli yapıdan % 13,8 oranında daha fazladır. Dişli döşemeli yapıda ise bu değer kirişli döşemeli yapıdan % 3,4 oranında daha fazladır.

Demir sarfıyatlarında ise A Tipi yapılarda en az sarfıyat kirişsiz döşeme ile modellenen Tip3A yapısında görülürken, en fazla demir sarfıyatı dişli döşeme ile modellenen Tip2A yapısında çıkmıştır. Dişli döşeme ile modellenen yapıdaki demir sarfıyatı kirişsiz döşeme ile modellenen yapıya göre % 29 oranında fazla iken kirişli döşeme ile modellenen Tip1A yapısına göre % 21 oranında fazladır. Kirişli döşeme ile modellenen yapıda ise bu değer kirişsiz döşeme ile modellenen yapıya göre %10 oranında fazladır.

B Tipi yapılarda da benzer bir sonuç çıkarak yapılarda en az demir sarfıyatı kirişsiz döşeme ile modellenen Tip3B yapısında iken, en fazla demir sarfıyatı dişli döşeme ile modellenen Tip2B yapısında çıkmıştır. Sarfıyat oranlarına göre, dişli döşeme ile

modellenen yapıdaki demir ağırlığı kirişsiz döşeme ile modellenen yapıya göre % 23,8 oranında fazla iken kirişli döşeme ile modellenen Tip1B yapısına göre % 10 oranında fazladır. Kirişli döşeme ile modellenen yapıda bu değer kirişsiz döşeme ile modellenen yapıya göre %15 oranında fazladır.

Sadece beton ve demir miktarlarındaki sarfiyatlar ele alınarak yapılan maliyet karşılaştırmalarına göre hem 6 katlı hem de 12 katlı bu mimari plana göre modellenen yapılar için kirişli döşeme ile modellenen yapının daha ekonomik olduğu görülürken dişli döşeme ile modellenen yapının ise en pahalı sistem olduğu görülmektedir.

Kolon ve perde uçlarındaki moment ve kesme değerleri genel olarak değerlendirildiğinde bazı katlarda kolon ve perde uçlarındaki momentlerde ani değişimlerin olduğu gözlenmiş olsa da genel olarak belli bir aralıkta değişim olduğu görülmektedir.

Kolon uçlarındaki moment ve kesme kuvveti değerleri genel olarak incelendiğinde değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Ancak kolonlar ayrı ayrı incelendiğinde S1 kolonu için kirişli döşemeli yapı olan Tip1C'nin kolon uçlarına gelen momentler dişli döşemeli yapı Tip2C ve kirişsiz döşemeli yapı Tip3C ile modellenen yapılara göre daha azdır. S2 ve S3 kolonlarında ise dişli döşeme ile modellenen yapıya daha az moment ve kesme kuvveti değeri gelmiştir.

Perde uçlarındaki moment ve kesme kuvvetleri incelendiğinde en az moment ve kesme kuvveti kirişli döşemeli yapıdaki perdelerde görülürken kirişsiz döşemeli yapı ile dişli döşemeli yapıda daha büyük moment ve kesme kuvveti değerleri görülmüştür. Bu çalışmada analizi yapılan bu taşıyıcı sistem için kolon ve perde uçlarında genel olarak kirişli döşeme ile modellenen yapı daha küçük değerler alması döşemenin daha rijit davrandığının bir göstergesi olabilir.

Farklı döşeme türlerinin hem beton ve demir sarfiyatları hesaplanarak gösterilen maliyete olan etkisi hem de üzerine aldığı yükler göz önüne alınarak gösterilen davranışa olan etkisi ele alındığında bu çalışma için en elverişli sistemin kirişli döşeme ile modellenen sistem olduğu söylenebilirken en elverişsiz sistemin ise dişli döşeme ile modellenen sistem olduğu söylenebilmektedir. Bununla beraber ulaşılan sonuçların bu çalışmaya özgü değerler olduğu ve ele alınan parametreler doğrultusunda değişkenlik gösterebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

8. KAYNAKLAR

- [1] **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (D.B.Y.B.H.Y)**, (2007). *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara
- [2] **TS 500**, (2000). Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, İstanbul
- [3] **TS 498**, (2000). Yapı Elemanlarının Boyutlandırmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, İstanbul
- [4] **Celep, Z., Kumbasar N.**, (2000) Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı *Beta Dağıtım* İstanbul
- [5] **Karadoğan, F., Ruttenberg A.**, (1999) Irregular Structures Asymmetric and Irregular Structures *İ.T.Ü. Yayınevi* İstanbul
- [6] **Celep, Z., Kumbasar N.**, (2000) Betonarme Yapılar İstanbul
- [7] **Doğangün A.** (2007) Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı *Birsen Yayınevi* İstanbul
- [8] **Acar, R.** (2006) Modal Analiz ve Mod Birleştirme Yöntemi *Kişisel Çalışma*



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: F. Gülçem YAŞOĞLU
Doğum Yeri ve Tarihi: 12.07.1989 - İzmir
E-Posta: gulcemyasoglu@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

- **Lisans:** Dokuz Eylül Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği 2012 - (3.34/4)
- **Lise:** Atakent Anadolu Lisesi 2007 - (95.35/100)

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Dokuz Eylül Üniversitesi Örgün Öğretim 2. Liği
- Dokuz Eylül Üniversitesi Onur Ödülü

YAYIN VE PATENT LİSTESİ:

- Gül G., Aşıkoğlu Ö. L., Gül A., Yaşoğlu F. G., Benzeden E., 2014. Nonstationary in Flood Time Series, *Journal of Hydrologic Engineering* Jul 2014 Vol. 19: 7, 1349-1360
- Gül G., Gül A., Yaşoğlu F. G., Seyhan ve İyidere Havzalarında Modern Taşkın Frekans Analizi, 3. *Ulusal Taşkın Sempozyumu*, Nisan 29-30, 2013 İstanbul, Türkiye