

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DÖŞEME SÜREKSİZLİKLERİNİN BETONARME
ÇERÇEVELİ BİNALARIN DAVRANIŞINA ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Emre TEKDAL**

Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Programı : YAPI MÜHENDİSLİĞİ

EYLÜL 2008

**DÖŞEME SÜREKSİZLİKLERİNİN BETONARME
ÇERÇEVELİ BİNALARIN DAVRANIŞINA ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Emre TEKDAL
(501061035)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12 Eylül 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 25 Eylül 2008**

**Tez Danışmanı : Doç.Dr. Turgut ÖZTÜRK
Diğer Jüri Üyeleri Doç.Dr. Kutlu DARILMAZ (İ.T.Ü.)
Yrd.Doç.Dr. Nilgün AKTAN (Y.T.Ü.)**

EYLÜL 2008

ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezi çalışmasında, çeşitli döşeme düzensizlikleri içeren yapılar farklı yönetmeliklere göre yapıların deprem davranışı incelenmiş ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Yönetmeliklerde belirtilen sınır değerlerin güvenilirliği irdelenmiştir. Bu tez çalışmasında yakından ilgi ve destek gösteren Sayın hocam; Doç. Dr. Turgut ÖZTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım.

Eylül 2008

Emre TEKDAL

İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖZET	xiii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ	1
2. EUROCODE 8	2
2.1. Genel bilgiler	2
2.2. Güvenlik	3
2.2.1. Taşıma gücü sınır durumu	4
2.2.1.1. Ana birleştirme durumu	5
2.2.1.2. Basitleştirilmiş birleştirme durumu	6
2.2.1.3. Deprem etkisi durumu yük birleştirmesi	6
2.2.2. Kullanma sınır durumu	7
2.3. Yapısal düzensizlikler	9
2.3.1. Planda düzensizlikler	9
2.3.1.1. Taşıyıcı sistem düzensizliği	9
2.3.1.2. Planda girinti ve çıkıntı düzensizliği	9
2.3.1.3. Döşeme süreksizliği düzensizliği	9
2.3.1.4. Burulma düzensizliği	9
2.4. Deprem etkisi altında çözümleme	10
2.4.1. Basitleştirilmiş modal çözümleme	10
2.4.2. Çok modlu çözümleme	10
2.5. Elastik deprem yükü	11
2.5.1. Deprem bölgesi	11
2.5.2. Bina kullanım türü	11
2.5.3. Bina titreşim periyodu	12
2.5.4. Bina ağırlığı	13
2.5.5. Deprem yükü etkisi	13
2.5.6. Spektrum	14
2.6. Basitleştirilmiş modal çözümleme	16
2.7. Çok modlu çözümleme	17

3. A.B.Y.Y.H.Y.	19
3.1. Etkili bina ağırlığı	19
3.2. Spektral ivme katsayısı	20
3.3. Etkin yer ivmesi katsayısı	20
3.4. Bina önem katsayısı	21
3.5. Spektrum katsayısı	21
3.6. Deprem yükü azaltma katsayısı	22
3.7. Taşıyıcı sistem düzensizlikleri	23
3.7.1. Planda düzensizlikler	23
3.7.1.1. Burulma düzensizliği	23
3.7.1.2. Döşeme süreksizliği durumu	24
3.7.1.3. Planda çıkıntıların bulunması	24
4. INTERNATIONAL BUILDING CODE (IBC) 2006	26
4.1. ASCE7	26
4.1.1. Sismik yer hareketi değerleri	26
4.1.1.1. Haritalanmış ivme parametreleri	26
4.1.1.2. Zemin sınıfı	26
4.1.1.3. Zemin katsayıları ve uyarlanmış spektral tepki ivmesi parametreleri	26
4.1.1.4. Tasarım spektral ivme parametreleri	27
4.1.1.5. Tasarım Spektrumu	27
4.1.1.6. Etkili bina ağırlığı	29
4.1.2. Eşdeğer deprem yükü yöntemi	29
4.1.3. Planda düzensizlikler	29
4.1.3.1. Burulma düzensizliği	29
4.1.3.2. Planda girinti ve çıkıntı düzensizliği	30
4.1.3.3. Diyafram süreksizliği düzensizliği	30
4.1.3.4. Paralel olmayan sistem düzensizliği	30
5. İNCELENEN YAPILAR	31
5.1. Analiz edilen yapıların özellikleri	31
5.1.1. Simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizlikleri	33
5.1.1.1. Analizlerin incelenmesi	46
5.1.2. Simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizlikleri	62
5.1.2.1. Analizlerin incelenmesi	70
5.1.3. Büyük boşluklu yapılar	78
5.1.3.1. Analizlerin incelenmesi	86
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	95
KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ	98

KISALTMALAR

A.B.Y.Y.H.Y	: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
EC	: Eurocode
ENV	: European Prestandard
IBC	: International Building Code
ASCE	: American Society of Civil Engineers

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 Yapı mühendisliğinde Eurocode'lar.....	3
Tablo 2.2 Yük Arttırma Katsayıları.....	5
Tablo 2.3 Yük Birleştirme Katsayıları.....	6
Tablo 2.4 Yer değiştirme azaltma katsayısı v	9
Tablo 2.5 Çözümleme Yöntemi Seçimi.....	10
Tablo 2.6 Bina Önem Katsayısı.....	12
Tablo 2.7 Yük Azaltma Katsayısı.....	13
Tablo 2.8 Elastik Spektrum Katsayıları.....	16
Tablo 3.1 Hareketli Yük Katılım Katsayısı.....	19
Tablo 3.2 Etkin Yer İvmesi Katsayısı.....	20
Tablo 3.3 Bina Önem Katsayısı.....	21
Tablo 3.4 Spektrum Karakteristik Periyotları.....	22
Tablo 3.5 Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı.....	22
Tablo 4.1 Zemin Katsayısı, F_a	27
Tablo 4.2 Zemin Katsayısı, F_v	27
Tablo 5.1 Kolon Kesitleri.....	31
Tablo 5.2 Model Adlandırmaları.....	32
Tablo 5.3 <i>B-1.a, A.B.Y.Y.H.Y.</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)...	37
Tablo 5.4 <i>B-1.a, IBC</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....	38
Tablo 5.5 <i>B-1.a, EC</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....	38
Tablo 5.6 <i>B-1.b, A.B.Y.Y.H.Y.</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)...	39
Tablo 5.7 <i>B-1.b, IBC</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....	39
Tablo 5.8 <i>B-1.b, EC</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....	40
Tablo 5.9 <i>B-2.a, A.B.Y.Y.H.Y.</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)...	40
Tablo 5.10 <i>B-2.a, IBC</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....	41
Tablo 5.11 <i>B-2.a, EC</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....	41
Tablo 5.12 <i>B-2.b, A.B.Y.Y.H.Y.</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)...	42
Tablo 5.13 <i>B-2.b, IBC</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....	42
Tablo 5.14 <i>B-2.b, EC</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....	43
Tablo 5.15 <i>B-3.a, A.B.Y.Y.H.Y.</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)...	43
Tablo 5.16 <i>B-3.a, IBC</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....	44
Tablo 5.17 <i>B-3.a, EC</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....	44
Tablo 5.18 <i>B-3.b, A.B.Y.Y.H.Y.</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)...	45
Tablo 5.19 <i>B-3.b, IBC</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....	45
Tablo 5.20 <i>B-3.b, EC</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....	46
Tablo 5.21 <i>B-4.a, A.B.Y.Y.H.Y.</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)...	65
Tablo 5.22 <i>B-4.a, IBC</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....	65
Tablo 5.23 <i>B-4.a, EC</i> , Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....	65

Tablo 5.24	<i>B-4.b, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)...</i>	66
Tablo 5.25	<i>B-4.b, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....</i>	66
Tablo 5.26	<i>B-4.b, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....</i>	67
Tablo 5.27	<i>B-5.a, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)...</i>	67
Tablo 5.28	<i>B-5.a, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....</i>	68
Tablo 5.29	<i>B-5.a, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....</i>	68
Tablo 5.30	<i>B-5.b, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)...</i>	69
Tablo 5.31	<i>B-5.b, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....</i>	69
Tablo 5.32	<i>B-5.b, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....</i>	70
Tablo 5.33	<i>B-6.a, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)...</i>	81
Tablo 5.34	<i>B-6.a, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....</i>	81
Tablo 5.35	<i>B-6.a, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....</i>	81
Tablo 5.36	<i>B-6.b, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)...</i>	82
Tablo 5.37	<i>B-6.b, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....</i>	82
Tablo 5.38	<i>B-6.b, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....</i>	83
Tablo 5.39	<i>B-7.a, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)...</i>	83
Tablo 5.40	<i>B-7.a, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....</i>	84
Tablo 5.41	<i>B-7.a, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....</i>	84
Tablo 5.42	<i>B-7.b, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)...</i>	85
Tablo 5.43	<i>B-7.b, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....</i>	85
Tablo 5.44	<i>B-7.b, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm).....</i>	86

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Deprem Etkisinde Dışmerkezlik.....	14
Şekil 3.1 : A.B.Y.Y.H.Y. Tasarım İvme Spektrumu.....	20
Şekil 3.2 : A3 Türü Düzensizlik Durumları.....	25
Şekil 4.1 : IBC Tasarım Spektrumu.....	28
Şekil 5.1 : Genel Kat Planı.....	32
Şekil 5.2 : B-1.a, B-1.b Kat Planı.....	33
Şekil 5.3 : B-1.a, SAP2000 Modeli.....	33
Şekil 5.4 : B-1.b, SAP2000 Modeli.....	34
Şekil 5.5 : B-2.a, B-2.b Kat Planı.....	34
Şekil 5.6 : B-2.a, SAP2000 Modeli.....	35
Şekil 5.7 : B-2.b, SAP2000 Modeli.....	35
Şekil 5.8 : B-3.a, B-3.b Kat Planı.....	36
Şekil 5.9 : B-3.a, SAP2000 Modeli.....	36
Şekil 5.10 : B-3.b, SAP2000 Modeli.....	37
Şekil 5.11 : A.B.Y.Y.H.Y, B1.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	46
Şekil 5.12 : A.B.Y.Y.H.Y, B1.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	47
Şekil 5.13 : IBC, B1.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	47
Şekil 5.14 : IBC, B1.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	47
Şekil 5.15 : EC, B1.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	48
Şekil 5.16 : EC, B1.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	48
Şekil 5.17 : A.B.Y.Y.H.Y, B1.b, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	48
Şekil 5.18 : A.B.Y.Y.H.Y, B1.b, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	49
Şekil 5.19 : IBC, B1.b, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	49
Şekil 5.20 : IBC, B1.b, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	49
Şekil 5.21 : EC, B1.b, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	50
Şekil 5.22 : EC, B1.b, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	50
Şekil 5.23 : A.B.Y.Y.H.Y, B2.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	50
Şekil 5.24 : A.B.Y.Y.H.Y, B2.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	51
Şekil 5.25 : IBC, B2.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	51
Şekil 5.26 : IBC, B2.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	51
Şekil 5.27 : EC, B2.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	52
Şekil 5.28 : EC, B2.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	52
Şekil 5.29 : A.B.Y.Y.H.Y, B2.b, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	52
Şekil 5.30 : A.B.Y.Y.H.Y, B2.b, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	53
Şekil 5.31 : IBC, B2.b, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	53

Şekil 5.32	: IBC, B2.b, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	53
Şekil 5.33	: EC, B2.b, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	54
Şekil 5.34	: EC, B2.b, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	54
Şekil 5.35	: A.B.Y.Y.H.Y, B3.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	54
Şekil 5.36	: A.B.Y.Y.H.Y, B3.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	55
Şekil 5.37	: IBC, B3.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	55
Şekil 5.38	: IBC, B3.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	55
Şekil 5.39	: EC, B3.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	56
Şekil 5.40	: EC, B3.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	56
Şekil 5.41	: A.B.Y.Y.H.Y, B3.b, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	56
Şekil 5.42	: A.B.Y.Y.H.Y, B3.b, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	57
Şekil 5.43	: IBC, B3.b, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	57
Şekil 5.44	: IBC, B3.b, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	57
Şekil 5.45	: EC, B3.b, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	58
Şekil 5.46	: EC, B3.b, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	58
Şekil 5.47	: B1.b, X ve Y Yönü Etkin Görelî Kat Ötelemeleri.....	60
Şekil 5.48	: B4.a, B4.b Kat Planı.....	62
Şekil 5.49	: B4.a, SAP2000 Modeli.....	62
Şekil 5.50	: B4.b, SAP2000 Modeli.....	63
Şekil 5.51	: B5.a, B5.b Kat Planı.....	63
Şekil 5.52	: B5.a, SAP2000 Modeli.....	64
Şekil 5.53	: B5.b, SAP2000 Modeli.....	64
Şekil 5.54	: A.B.Y.Y.H.Y, B1-B4, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	71
Şekil 5.55	: IBC, B1-B4, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	71
Şekil 5.56	: EC, B1-B4, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	71
Şekil 5.57	: A.B.Y.Y.H.Y, B1-B4, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	72
Şekil 5.58	: IBC, B1-B4, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	72
Şekil 5.59	: EC, B1-B4, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	72
Şekil 5.60	: A.B.Y.Y.H.Y, B3-B5, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	73
Şekil 5.61	: IBC, B3-B5, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	73
Şekil 5.62	: EC, B3-B5, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	73
Şekil 5.63	: A.B.Y.Y.H.Y, B3-B5, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	74
Şekil 5.64	: IBC, B3-B5, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	74
Şekil 5.65	: EC, B3-B5, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri.....	74
Şekil 5.66	: ABYYHY, B5.b, Burulma Katsayısı.....	75
Şekil 5.67	: B4, Y Yönü Şekil Değiştirme Durumu.....	76
Şekil 5.68	: B5, Y Yönü Şekil Değiştirme Durumu.....	76
Şekil 5.69	: B6.a, B6.b Kat Planı.....	78
Şekil 5.70	: B6.a, SAP2000 Modeli.....	78
Şekil 5.71	: B6.b, SAP2000 Modeli.....	79
Şekil 5.72	: B7.a, B7.b Kat Planı.....	79
Şekil 5.73	: B7.a, SAP2000 Modeli.....	80
Şekil 5.74	: B7.b, SAP2000 Modeli.....	80
Şekil 5.75	: A.B.Y.Y.H.Y, B3-B6, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	87
Şekil 5.76	: IBC, B3-B6, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	87

Şekil 5.77	EC, B3-B6, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	87
Şekil 5.78	: A.B.Y.Y.H.Y, B3-B6, X ve Y Yönü Göreli Kat Ötelemeleri.....	88
Şekil 5.79	: IBC, B3-B6, X ve Y Yönü Göreli Kat Ötelemeleri.....	88
Şekil 5.80	: EC, B3-B6, X ve Y Yönü Göreli Kat Ötelemeleri.....	88
Şekil 5.81	: A.B.Y.Y.H.Y, B5-B7, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	89
Şekil 5.82	: IBC, B5-B7, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	89
Şekil 5.83	: EC, B5-B7, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler.....	89
Şekil 5.84	: A.B.Y.Y.H.Y, B5-B7, X ve Y Yönü Göreli Kat Ötelemeleri.....	90
Şekil 5.85	: IBC, B5-B7, X ve Y Yönü Göreli Kat Ötelemeleri.....	90
Şekil 5.86	: EC, B5-B7, X ve Y Yönü Göreli Kat Ötelemeleri.....	90
Şekil 5.87	: ABYYHY, B7.a, Burulma Katsayısı.....	92
Şekil 5.88	: IBC, B7.b, Burulma Katsayısı.....	92
Şekil 5.89	: B7, Y Yönü Şekil Değiştirme Durumu.....	93

SEMBOL LİSTESİ

A_c	: Binanın ilk katındaki etkili kayma alanı
A_{Ed}	: Boyutlamaya esas deprem yükü
A_i	: Binanın ilk katında i. perdenin etkili kesiti
A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
a_g	: Boyutlama yer ivmesi
C_d	: Gerilme veya şekil ve yer değiştirmenin kullanma durumunda müsaade edilen sınır değer
d	: Düşey yüklerin yatay olarak etkilmesi durumunda binanın en üst yer değiştirmesi
d_i	: Binanın i'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme
d_r	: Rölatif ortalama kat yer değiştirmesi
E_d	: Boyutlamaya esas olan kesit etkileri
F_b	: Deprem taban kesme kuvveti
F_d	: Boyutlamaya esas yük değeri
F_i	: i. kata ait kat deprem kuvveti
F_k	: Karakteristik yük değeri
g	: Yerçekimi ivmesi
I	: Bina önem katsayısı
H_{wi}	: i. perdenin yüksekliği
k	: Etkin kütle ile ilgili koşul sağlanamazsa hesaba katılacak mod sayısı
k_1, k_2	: Periyodun T_C ve T_D 'den büyük olması durumunda spektrum değerlerini etkileyen katsayılar
k_D	: Süneklik düzeyini yansıtan katsayı
k_R	: Taşıyıcı sistemin plandaki düzensizlik durumunu yansıtan katsayı
k_W	: Taşıyıcı sistemin güç tükenmesi durumunu yansıtan katsayı
l_s	: Planda yapının atalet yarıçapı
l_{wi}	: i. perdenin deprem doğrultusundaki uzunluğu
M	: Kat kütle merkezi
n	: Toplam kat adedi
r	: Göz önüne alınacak bütün yatay doğrultular için minimum burulma yarıçapı
R_a	: Deprem yükü azaltma katsayısı
R_d	: Taşınabilecek kesit etkileri
q	: Davranış katsayısı
q_0	: Taşıyıcı sistem türünü yansıtan ana davranış katsayısı
S	: Kat rijitlik merkezi
$S_d(T)$	: Boyutlama spektrumu
$S_e(T)$	: Elastik davranış spektrumu
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
T_1	: Binanın birinci doğal titreşim periyodu

T_B, T_C	: Spektral ivmenin sabit değerinin sınırları
T_D	: sabit yer değiştirme spektrumunun başlangıcı
T_k	: İlgili modun titreşim periyodu
w_i	: i' inci katın deprem sırasındaki toplam ağırlığı
g_i	: Binanın i' inci katındaki toplam sabit yük
q_i	: Binanın i' inci katındaki toplam hareketli yük
W	: Toplam yapı ağırlığı
γ_F	: Etkiler için güvenlik katsayıları
γ_M	: Malzeme için güvenlik katsayıları
γ_I	: Bina önem katsayısı
ψ	: Birleştirme katsayıları
θ	: İkinci mertebe gösterge değeri
v	: Bina önem durumuna bağlı azaltma katsayısı
ϕ	: Yük azaltma katsayısı
β_0	: %5 sönüm için spektral büyütme katsayısı
η	: Sönüm düzeltme katsayısı
η_{bi}	: Burulma düzensizliği katsayısı
Δ_i	: Binanın i' inci katındaki göreli kat ötelemesi
F_a	: Kısa periyot zemin katsayısı
F_v	: Uzun periyot zemin katsayısı
S_S	: 0.2 saniyelik spektral tepki ivmeleri
S_1	: 1.0 saniyelik spektral tepki ivmeleri
S_{DS}	: Kısa periyotlu tasarım deprem spektral tepki ivme parametresi
S_{D1}	: 1 s periyotlu tasarım deprem spektral tepki ivme parametresi
C_S	: Sismik katsayı

DÖŞEME SÜREKSİZLİKLERİNİN BETONARME ÇERÇEVELİ BİNALARIN DAVRANIŞINA ETKİSİ

ÖZET

Bu tez çalışmasında, döşeme süreksizliklerinin deprem yükleri altında betonarme çerçeve yapılarında ne gibi etkiler meydana getirdiği incelenmiştir. Depreme dayanıklı bir yapıdan beklenen özelliklerden biri deprem yüklerinin yatay yük taşıyan elemanlara güvenli ve sağlıklı bir biçimde aktarılabilmesidir. Ancak döşeme süreksizlikleri hem yatay kuvvetlerin güvenli ve sağlıklı bir şekilde düşey elemanlara aktarılmasını olumsuz bir şekilde etkilemekte hem de yapıda istenmeyen burulma etkileri meydana getirebilmektedir. Bu güvenlik ancak kat döşemelerinin rijit diyafram ya da rijit diyaframa çok yakın bir davranış sergileyebilmesi ve burulma etkilerinin sınır değerlerin altında tutulması ile sağlanabilmektedir.

Bu çalışmada farklı tür süreksizliklere sahip yapılar modellenmiş ve analiz edilmiştir. Modeller, döşemelerdeki boşluk oranına, boşlukların planda simetrik olup olmamasına göre değişiklikler göstermektedir. Yapılan bina analizler sonucunda hangi tip süreksizliklerin tehlike arz ettiği irdelenmiştir. Analizlerin ilk bölümünde farklı oranda döşeme boşluğuna sahip simetrik yapılar, ikinci bölümde simetrik yerleştirilmemiş döşeme boşluklarına sahip yapılar, üçüncü bölümde ise büyük döşeme boşluklarına sahip yapılar incelenmiştir. Analiz sonuçları ve gerekli kontrollere ait sonuçlar tablo ve şekillerle ifade edilmiştir.

Yapıların modellemeleri ve analizleri için SAP2000 programı kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca A.B.Y.Y.H.Y., IBC ve Eurocode 8 yönetmeliklerine yer verilmiş ve depreme dayanıklı yapı tasarımından bahsedilmiştir. Çok modlu, mod birleştirme yöntemine göre yapılan çözümlemeler A.B.Y.Y.H.Y., IBC ve de Eurocode 8 yönetmeliklerinde belirtilen tüm zemin sınıflarına göre gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu yönetmeliklerde belirtilen sınır şartlarının güvenilirliği irdelenmiştir.

EFFECT OF THE FLAT SLAB DISCONTINUITIES ON REINFORCEMENT FRAMED STRUCTURES' BEHAVIOUR

SUMMARY

In this thesis study, the behavior of reinforcement framed structures which are having flat slab discontinuities subjected to Earthquake loading have been investigated. One of the main properties that should be provided by an earthquake resistant structure is to distribute earthquake loads safely to the lateral load bearing elements of the structure. But slab discontinuities may harm the safety of the distribution of lateral loads and may cause unexpected torsional effects. This safety can only be provided by having the slabs behave as a rigid body diaphragm or very like a rigid body diaphragm and having the torsional effects under the limit values.

In the study, a group of structure those having different kinds of slab discontinuities have been modeled and analyzed. Models differ in ratio of the spaces and place of the spaces. In the light of the analysis, it has been investigated that which kinds of discontinuities possess danger for the structure. In first chapter of analysis symmetrical structures those having different space ratios are investigated, in second chapter unsymmetrical structures are investigated and in third chapter structures having big slab space ratios are investigated. Analysis results and results of needed controls are shown by tables and graphics.

To model and analyze the structures, SAP2000 computer program has been used. Turkish Earthquake Resistant Design Code, IBC and Eurocode 8 are given in the study additionally. The solutions of the models have been made for Turkish Earthquake Resistant Design Code, IBC and Eurocode 8. Multi-Modal Response Spectrum Analysis has been used as the method of solution. The results have been compared and the limit values given by the standards have been argued.

1. GİRİŞ

Depreme dayanıklı yapı tasarlamak inşaat mühendisliğinin birincil amacıdır, bu tasarımı yaparken çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Karşılaşılan zorluklardan biri de mimari olarak düzensiz binalardır, bu düzensizlikler planda düzensiz ve düşeyde düzensiz binalar olmak üzere iki temel gruba ayrılmaktadır.

Yatay yük taşıyan taşıyıcı sistem elemanlarının deprem yüklerini temele kadar sağlıklı bir şekilde aktarması gerekmektedir. Döşeme süreksizlikleri ve diğer tür düzensizlikler bu yüklerin taşıyıcı elemanlar arasında aktarımını ve dağılımını olumsuz yönde etkileyebilmektedir bu nedenle yapılarda döşemelerin gerekli rijitlik ve dayanıma sahip olması gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında planda düzensiz yapılar, ayrıcalıklı olarak da döşeme süreksizliğine sahip binalar incelenecektir. Yapılar Eurocode 8, A.B.Y.Y.H.Y. ve IBC yönetmeliklerine göre ayrı ayrı analiz edilecek ve sonuçları karşılaştırılacaktır. Ayrıca bu tez çalışmasında, bu üç yönetmelikte bulunan depreme dayanıklı yapı tasarımına dair bazı temel ilkeler ve şartlar bulunmaktadır.

2. EUROCODE 8

İnşaat mühendisliğindeki standartlaşmayı geliştirmek için 1926'da Uluslararası Standartlar Organizasyonu (International Standarts Organization) ve 1962'de ise Avrupa Standartlaştırma Komisyonu (Comite Euro-International du Norm – CEN) kurulmuş ve hazırlanan standartların belirli bir geçiş döneminden sonra kabul edilmesi ve bunlara aykırı düşen yönetmeliklerin de kaldırılması tavsiye edilmiştir. Avrupa Birliği Yönetmeliklerinden sayılan Eurocode'ların 1998'den itibaren ulusal yönetmeliklerle paralel olarak kullanılması planlanmıştır. Ülkemizin Avrupa Birliği ile bütünleşmek istemesi, yurdumuzda da benzer durumu gündeme getirmiştir. Yönetmelik birliğine gidilmesi ile üretilen yapı malzemeleri ve hazırlanan projeler, sınır tanımadan Avrupa ülkelerinde ve bu yönetmelikleri kabul eden diğer ülkelerde kullanım alanı bulacaktır.[1]

2.1 Genel Bilgiler

İnşaat mühendisliğinde kullanılacak yönetmeliklerin hazırlanması için Avrupa Birliği, 1978'de bir milletlerarası komisyon görevlendirmiştir. Bu komisyon 1984'de genel anlamda CEB/FIB Örnek Yönetmeliğine yakın bir Eurocode 2 yönetmelik taslağını ortaya koymuştur. Hazırlanan bu taslak yayınlanmış ve gelen eleştiriler göz önüne alınarak 1989'da yen, şekli verilmiş ve yeniden yayınlanmıştır. Buna paralel olarak deprem bölgelerinde yapılacak yapılarda uyulması gerekli kurallar Eurocode 8 de verilmiş ve 1998 de bir Avrupa Ön Standardı (ENV) olarak yayınlanmıştır.[1]

EC 2 temelde alışılan yönetmeliklere benzemekle beraber, bazı farklılıkları da mevcuttur. Bunlardan biri, betonarme ve öngerilmeli yapılar için beraber hazırlanmış olmasıdır. Buna karşılık EC 8, yurdumuzda kullanılan Deprem Yönetmeliğine paralellik teşkil etmektedir.

Eurocode yönetmelikleri dokuz tane olup, Tablo 2.1' de bunların genel düzeni verilmiştir.

Tablo 2.1: Yapı mühendisliğinde Eurocode'lar

Eurocode 1	<i>Yapılarda tasarım ve boyutlama ve taşıyıcı sisteme etkiyen yükler</i>
Eurocode 2	<i>Beton ve betonarme taşıyıcı sistemler</i>
Eurocode 3	<i>Çelik taşıyıcı sistemler</i>
Eurocode 4	<i>Çelik ve betonarme karma taşıyıcı sistemler</i>
Eurocode 5	<i>Ahşap yapılar</i>
Eurocode 6	<i>Yığma yapılar</i>
Eurocode 7	<i>Binalarda geoteknik çalışmalar</i>
Eurocode 8	<i>Deprem bölgelerindeki yapılar</i>
Eurocode 9	<i>Alüminyum taşıyıcı sistemler</i>

2.2 Güvenlik

Hesap kabullerindeki yaklaşıklık yanında; yük, taşıyıcı sistem ve malzeme dayanımlarındaki yaklaşıklıklar, boyutlamada kullanılan güvenlik katsayıları ile göz önüne alınır:

γ_F : etkiler için güvenlik katsayıları

γ_M : malzeme için güvenlik katsayıları

ψ : birleştirme katsayıları

Beton ve çelikte belirli sınır gerilmelerinin elde edilmesindeki ihtimal farklı olduğu için, iki malzeme için farklı malzeme güvenlik katsayısı γ_M kullanılır. Bunun gibi, sabit ve değişken yükün türüne göre, etki güvenlik katsayısı γ_F ve birleştirme katsayısı ψ farklı değerler alır. Bu şekilde her iki yük türünün de çeşitlendirilmesi ve bunların değişik şekillerde birleştirilmesi, şimdiye kadar alışlagelenden daha çok sayıda yük birleştirme durumunun ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Yapının boyutlandırmasında, *Taşıma Gücü Sınır Durumu* ve *Kullanma Sınır Durumu* olmak üzere iki sınır durumu göz önüne alınır. Bu iki durumda değişik yük birleştirme katsayıları kullanılır. Sınır durumlarında etkidiği kabul edilen yükler ise sürekli (G_k), değişken (Q_k) ve deprem etkisi (A_{Ed}) olmak üzere üç sınıfta toplanabilir.

2.2.1 Taşıma Gücü Sınır Durumu

Taşıma gücü olarak tanımlanan sınır durumunda yapı elemanlarında meydana gelen kesit etkilerinin güvenli bir şekilde karşılanması gerektiği açıktır. Bunun yanında, yer

değiştirmelerin büyümesi nedeniyle ikinci mertebe etkilerinin büyüyerek elemanda stabilite kaybının ortaya çıkmaması da gerekir. Güvenlik, bu sınır durumunda meydana gelen kesit etkilerinin karşılandığı gösterilerek sağlanır:

- E_d : çeşitli yüklerin ilgili γ_F güvenlik katsayıları ve ψ birleştirme katsayıları ile çarpılması sonucu bulunan boyutlamaya esas olan kesit etkileri
- R_d : malzeme dayanımlarının ilgili γ_M malzeme katsayıları (beton için γ_c ve donatı için γ_s) ile bölünmesi sonucu elde edilen taşınabilecek kesit etkileri

olmak üzere;

$$E_d \leq R_d \quad (2.1)$$

gerçekleştirilmesiyle güvenliğin sağlandığı kabul edilir.

Yüklerin Karakteristik değerleri kullanılarak *Taşınması Gerekli Etkiler* ve malzeme parametrelerinin karakteristik değerleri kullanılarak *Taşınabilecek Etkiler* hesap edilir. Bu değerlerin belirlenmesinde ilgili büyüklüklerin karakteristik değerlerinden hareket edilir.

Boyutlamaya esas olan E_d taşınması gerekli kesit etkilerinin elde edilmesi sırasında,

- Sürekli yüklere göre boyutlama durumu
- Geçici yüklere göre boyutlama durumu
- Alışılmış dışı yüklere göre boyutlama durumu

göz önüne alınır. İlk iki boyutlama durumu için etkilerin birleştirilmesinde iki imkân söz konusudur:

- Kesin ana yük birleştirme durumu
- Basitleştirilmiş ana yük birleştirme durumu

Basitleştirilmiş birleştirme durumu her zaman güvenli tarafta bulunmamakla beraber, iki durum birbiri ile eşdeğer olarak verilmiş olup, istenilen seçilebilir. İki durumun sonuçları arasında genel olarak kabul edilebilecek küçük farklar vardır.

2.2.1.1 Ana Birleştirme Durumu

Boyutlamaya esas olan F_d yük değeri, F_k karakteristik değerin veya ψF_k temsili değerinin, γ_F arttırma katsayısı ile büyütülmesi ile elde edilir:

$$F_d = \gamma_F F_k, \quad (2.2.a)$$

$$G_d = \gamma_G G_k, \quad (2.2.b)$$

$$Q_d = \gamma_Q Q_k \quad (2.2.c)$$

Bu işlem sabit ve değişken yükte ayrı ayrı yapılır (Tablo 2.2). Değişken olan yüklerin en büyük şiddetleri ile hep beraber etkimesine çok ender olarak rastlanacağı için, bu yüklerin bulunmasında, birleştirme katsayıları kullanılır. Böylece, herhangi bir Q_k yükünün ψQ_k temsili değeri elde edilir. Bu katsayılar kullanılarak, değişken yükün birleştirme değeri ($\psi_0 Q_k$), sık ortaya çıkan değeri ($\psi_1 Q_k$) ve sürekli sayılabilecek değeri ($\psi_2 Q_k$) bulunur (Tablo 2.3).

Tablo 2.2: Yük Arttırma Katsayıları

Etki türü	γ_G (sabit yük G_k)	γ_Q (değişken yük Q_k)
Arttırıcı	1,35	1,50
Azaltıcı	1,00	0

Yukarıda verilen yük katsayıları kullanılarak,

$$\sum (\gamma_G G_k) + \gamma_Q Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\gamma_Q \psi_{0,i} Q_{k,i}) \quad (2.3)$$

elde edilen yük altındaki statik çözümleme sonucu, E_d boyutlamaya esas olan değer bulunabilir. Görüldüğü gibi, ilk terimde sürekli yüklerin ve ikinci terimde değişken yüklerden birisinin karakteristik değerleri ilgili güvenlik katsayısı ile arttırılmaktadır. Son terimde de birinci değişken yükle beraber etkiyebilecek diğer değişken yüklerin arttırılmış karakteristik değerleri birleştirme katsayıları ile azaltılarak göz önüne alınmaktadır. Farklı azaltma katsayılarından dolayı pek çok yükleme durumunda, baştan hangi yükleme durumunun elverişsiz olduğunun bilinmesi hemen hemen

mümkün değildir. Bu nedenle, en elverişsiz durumun bulunması için bütün muhtemel yükleme durumlarının incelenmesi gerekir.

2.2.1.2 Basitleştirilmiş Birleştirme Durumu

Bir tane değişken yük bulunması durumunda

$$\sum (\gamma_G G_k) + 1,5 Q_{k,1} \quad (2.4.a)$$

birden fazla değişken yük bulunması durumunda

$$\sum (\gamma_G G_k) + \sum_{i>1} 1,35 Q_{k,i} \quad (2.4.b)$$

basitleştirilmiş yük birleştirmesi kullanılabilir. Elde edilen sonuçlardan elverişsiz olanı kullanılacaktır.

Tablo 2.3: Yük Birleştirme Katsayıları

Yük Şekli	ψ_0	ψ_1	ψ_2
<i>Döşemelerde değişken yük</i>			
• Konutlar, bürolar, 50 m ² e kadar satış alanları, koridorlar, balkonlar, hastaneler	0,7	0,5	0,3
• Toplantı odaları, garajlar, jimnastik salonları, tribünler, okul koridorları, kütüphaneler, arşivler,	0,8	0,8	0,5
• Sergi ve satış yerleri, ticari yerler ve depolar	0,8	0,8	0,8
Rüzgar yükü	0,6	0,5	0
Kar yükü	0,7	0,2	0
Diğer tür yükler	0,8	0,7	0,5

2.2.1.3 Deprem Etkisi Durumu Yük Birleştirmesi

Bu tür durumda, A_{Ed} deprem etkisini göstermek üzere, yük birleştirmesi

$$\sum (G_k) + \gamma_1 A_{Ed} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\psi_{2,i} Q_{k,i}) \quad (2.5)$$

olarak kabul edilir. Burada, γ_1 bina önem katsayısı olup, ψ değerleri Tablo 2.3'den alınacaktır.

Eğer taşıyıcı sistemin bütün katlarında İkinci Mertebe Gösterge Değeri:

$$\theta = \frac{P_{tot} d_r}{V_{tot} h} \leq 0,10 \quad (2.6)$$

ise, ikinci merteye etkilerinin ($P-\Delta$ etkileri) göz önüne alınmasına gerek yoktur. Burada, P_{tot} deprem durumunda göz önüne alınan katta ve üstündeki toplam düşey yükler, d_r rölatif ortalama kat yer değıştirmesi, V_{tot} toplam deprem kat kesme kuvveti, h kat yüksekliğidir. Hesaplanan bu değerin $0,1 < \theta \leq 0,2$ olması durumunda, deprem etkileri $1/(1-\theta)$ katsayısı ile arttırılarak ikinci merteye etkilerinin ayrıntılı biçimde hesaplanması gerekir. $\theta > 0,3$ olmasına izin verilmez ve bu durumda kesit rijitliklerinin arttırılması gerekir.

2.2.2 Kullanma Sınır Durumu

Yapının kullanma durumunda da zamanla güvenliğini zedeleyecek bir durumun ortaya çıkmaması gerekir. Özellikle elemanlarda meydana gelen çatlaklar donatının çevre koşullarından olumsuz yönde etkilenmesine ve güvenliğin zedelenmesine sebep olur. Bunun gibi, büyük şekil değıştirmeler yapının kullanımını sınırlandırabilir. Ayrıca, hem geniş çatlaklar ve hem de büyük yer değıştirmeler yapıya karşı bir güvensizlik hissinin doğmasına sebep olur. Bu amaçla kullanım durumunda

- Gerilme ve şekil değıştirmelerin sınırlandırılması
- Çatlak oluşumunun sınırlandırılması

söz konusu olur.

Bu durumda güvenlik, bu sınır durumunda meydana gelen kesit etkisinin veya şekil değıştirmenin, müsaade edilenden daha küçük kaldığının gösterilmesi şeklinde sağlanır:

$$E_d \leq C_d \quad (2.7)$$

Burada,

E_d : çeşitli yüklerin ilgili ψ birleştirme katsayıları ile çarpılması sonucu bulunan kesit etkisi, gerilme veya şekil ve yer değıştirme,

C_d : kesit etkisi, gerilme veya şekil ve yer değiştirmenin kullanma durumunda müsaade edilen sınır değer.

Kullanım Sınır Durumu'nda üç yük birleştirmesi göz önüne alınır:

- Seyrek oluşabilecek yük birleştirme durumu;

$$\sum G_k + Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\psi_{0,i} Q_{k,i}) \quad (2.8.a)$$

- Sık oluşabilecek yük birleştirme durumu;

$$\sum G_k + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\psi_{2,i} Q_{k,i}) \quad (2.8.b)$$

- Sürekli oluşabilecek yük birleştirme durumu;

$$\sum G_k + \sum_{i>1} (\psi_{2,i} Q_{k,i}) \quad (2.8.c)$$

Seyrek ve sık oluşabilecek yük birleştirme durumu çok katlı yapılarda, elverişsiz olanı esas olmak üzere, aşağıdaki gibi basitleştirilebilir:

- Bir tek değişken yük varsa;

$$\sum G_k + Q_{k,1} \quad (2.9.a)$$

- Birden fazla değişken yük varsa;

$$\sum G_k + 0,9 \sum_{i>1} Q_{k,i} \quad (2.9.b)$$

Deprem etkisi durumu yük birleştirmesi, taşıma gücü durumunda olduğu gibi:

$$\sum (G_k) + \gamma_1 A_{Ed} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\psi_{2,i} Q_{k,i}) \quad (2.10)$$

şeklinde. Deprem etkisi durumunda, eğer yapısal olmayan gevrek elemanlar taşıyıcı sisteme bağlı ise, d_r rölatif ortalama kat yer değiştirmesi ve v bina önem durumuna bağlı azaltma katsayısı (Tablo 2.4) olmak üzere,

$$d_r / v \leq 0,004 h \quad (2.12)$$

ve eğer yapısal olmayan elemanlar taşıyıcı sistemin yer değiştirmesi ile etkileşimde değilse,

$$d_r / v \leq 0,006 h \quad (2.13)$$

olmalıdır.

Tablo 2.4: Yer değiştirme azaltma katsayısı v

<i>Bina önem sınıfı</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>
<i>Azaltma katsayısı v</i>	2.5	2.5	2.0	2.0

2.3 Yapısal Düzensizlikler

Taşıyıcı sistemin plandaki ve düşey kesitteki durumu incelenerek düzensizlik durumuna karar verilebilir:

2.3.1 Planda Düzensizlikler

2.3.1.1 Taşıyıcı Sistem Düzensizliği

Taşıyıcı sistem planında, kütle ve rijitlik dağılımının yaklaşık simetrik bulunduğu kabul edilebileceği iki dik eksen takımı mevcut değildir.

2.3.1.2 Planda Girinti ve Çıkıntı Düzensizliği

Bina planda toplu bir durumda olmayıp, H, I gibi şekillere sahiptir. Plandaki her iki doğrultudaki çıkıntılar veya girintiler ilgili dış boyutun %25'ini geçmektedir.

2.3.1.3 Döşeme Süreksizliği Düzensizliği

Döşemenin düzlem içi rijitliği yeterli derecede büyük olmayıp, kat kesme kuvvetinin kolon ve perdelerde dağılımında, döşemenin düzlem içi şekil değiştirmelerinin etkisi ihmal edilemeyecek düzeydedir.

2.3.1.4 Burulma Düzensizliği

%5'lik dışmerkezlikle etkiyen deprem kuvveti etkisinde her katta en büyük rölatif kat yer değiştirmesinin ortalama kat yer değiştirmesine oranı 1.20 den büyüktür.

2.4 Deprem Etkisi Altında Çözümleme

Deprem etkisi altındaki bina türünden yapıların taşıyıcı sisteminde boyutlamaya esas olacak kesit etkilerinin bulunarak, diğer yükleme durumlarından elde edilenlerle birleştirilmesi için, doğrusal elastik davranış kabul edilerek çözüm yapılır. Taşıyıcı sistemin durumuna göre aşağıda verilen çözümlemelerden biri seçilir:

2.4.1 Basitleştirilmiş Modal Çözümleme

İki doğrultuda ayrı ayrı uygulanan yöntem, yüksek modların etkisinin ihmal edilebileceği binalar için uygundur.

2.4.2 Çok Modlu Çözümleme

Yağı dinamiği kurallarına göre çok sayıda modun göz önüne alınmasıyla yapılır ve her türlü taşıyıcı sisteme uygulanabilecek bir yöntemdir.

Bu iki yöntem, taşıyıcı sistemin planda ve düşey kesitte düzgün olmasına bağlı olarak düzlemsel veya üç boyutlu olarak uygulanır. Tablo 2.5’de gösterildiği gibi, boyutlama spektral değerinin hesabında taşıyıcı sistem davranış katsayısının değeri taşıyıcı sistem düzensizlik durumuna bağlı olarak azaltılabilir. Bu suretle yapıya etkiyen deprem kuvveti büyütülmüş olur.

Tablo 2.5: Çözümleme Yöntemi Seçimi

<i>Taşıyıcı sistem düzensizliği</i>		<i>İzin verilen basitleştirme durumu</i>		<i>Taşıyıcı sistem davranış katsayısı</i>
<i>Planda</i>	<i>Düşeyde</i>	<i>Model</i>	<i>Çözümleme</i>	
<i>düzenli</i>	<i>düzenli</i>	<i>düzlemsel</i>	<i>basitleştirilmiş</i>	<i>tablo değeri</i>
<i>düzenli</i>	<i>düzensiz</i>	<i>düzlemsel</i>	<i>çok modlu</i>	<i>azaltılabilir</i>
<i>düzensiz</i>	<i>düzenli</i>	<i>üç boyutlu</i>	<i>çok modlu</i>	<i>tablo değeri</i>
<i>düzensiz</i>	<i>düzensiz</i>	<i>üç boyutlu</i>	<i>çok modlu</i>	<i>azaltılabilir</i>

Yukarıda açıklanan yöntemlerden biri ile deprem etkisinde bulunan A_{Ed} kesit tesirlerinin düşey yüklerle beraber bulunduğu kabul edilerek aşağıdaki yük birleştirilmesi boyutlamada esas alınır.

$$\sum G_{kj} + \gamma_I A_{Ed} + \sum \psi_{2i} Q_{ki} \quad (2.14)$$

Burada G_{kj} sabit yüklerin karakteristik değeri, γ_I bina önem katsayısı, A_{Ed} deprem etkisi, Q_{ki} değişken yükler, ψ_{2i} ilgili değişken yükün birleştirme değeridir.

2.5 Elastik Deprem Yüğü

Yapının tamamen elastik davrandığı kabul edilerek bulunacak toplam deprem yüğü, yapının bulunduğu bölge ve zemin türü yanında yapının kütesine ve periyoduna bağlıdır. Bu hususlar toplam deprem kuvvetinin belirlenmesinde etkili olurlar.

2.5.1 Deprem Bölgesi

Deprem bölgesi, etkili maksimum deprem yer ivmesinin kaya veya sıkı zeminde tanımlanması ile tarif edilir. Boyutlama yer ivmesi olarak da adlandırılan bu değer 475 yıllık dönüşüm periyodu olan deprem ve önem katsayısı $\gamma_I = 1.0$ bina esas alınarak belirlenir. Boyutlama yer ivmesi $0.05g$ den daha küçük olan bölgeler düşük deprem tehlikesi olan bölge olarak isimlendirilir ve buradaki bazı tür binalar için basitleştirilmiş işlemlerin yapılması yeterli olur. Buna karşılık boyutlama yer ivmesinin $0.02g$ den daha küçük olduğu durumlarda ise, EC8 in kayıtlarının uygulanmasına gerek yoktur.

2.5.2 Bina Kullanım Türü

Binalar, büyüklüğüne, toplumun güvenliği ile ilgili değerine ve önemine, ve yıkılma durumunda ortaya çıkabilecek can kaybı ihtimaline bağlı olarak dört gruba ayrılır ve bunlara farklı önem katsayıları karşı getirilir (Tablo 2.6).

Tablo 2.6: Bina Önem Katsayısı

<i>Yapı önem katsayısı</i>	γ_i
<i>Depremde hasar görmemesi toplum bakımından önemli olan binalar (hastaneler, itfaiye binaları ve enerji tesisleri gibi)</i>	1.4
<i>Deprem dayanıklılığı hasar sonuçları bakımından önemli olan binalar (okullar, imalat holleri ve kültürel faaliyet binaları gibi)</i>	1.2
<i>Diğer gruba girmeyen, alışılagnelen binalar</i>	1.0
<i>Toplum güvenliği bakımından düşük önemdeki binalar (tarım binaları gibi)</i>	0.8

2.5.3 Bina Titreşim Periyodu

Binanın titreşim periyodu yapı dinamiği kuralları kullanılarak hesaplanacaktır. Ancak, ön boyutlama durumları için aşağıdaki basitleştirilmiş ifadeler kullanılabilir.

Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodu T_1 (s)

$$T_1 = C_t h^{0.75} \quad (2.15)$$

olarak hesap edilebilir. Burada $h(m)$ bina yüksekliği ve $C_t = 0.075$ (0.050) moment karşılayan üç boyutlu betonarme çerçevelerde (diğer binalarda) alınacaktır. Betonarme ve yığma duvarlı binalarda,

$$C_t = \frac{0.075}{\sqrt{A_c}} \leq 0.05 \quad (2.16.a)$$

$$A_c = \sum_i A_i \left[0.2 + \left(\frac{l_{wi}}{h} \right)^2 \right] \quad (2.16.b)$$

$$\frac{l_{wi}}{h} \leq 0.9 \quad (2.16.c)$$

olarak hesaplanabilir. Burada $A_c(m^2)$ binanın ilk katındaki etkili kayma alanı, $A_i(m^2)$ binanın ilk katında i . perdenin etkili kesiti ve $l_{wi}(m)$ deprem doğrultusundaki uzunluğudur.

Titreşim periyodu T_1 (s)

$$T_i = 2\sqrt{d} \quad (2.17)$$

olarak da tahmin edilebilir. Burada d (m) düşey yüklerin yatay olarak etkitilmesi durumunda binanın en üst yer değiştirmesidir.

2.5.4 Bina Ağırlığı

Binaya etkiyen toplam deprem yükünün hesaplanmasında kullanılacak W toplam yapı ağırlığı,

$$W = \sum G_{kj} + \sum \psi_{Ei} Q_{ki} \quad (2.18)$$

olarak hesaplanır. Burada; Q_i yükünün deprem sırasında binada sürekli bulunmama ihtimali ψ_{Ei} azaltma katsayısı ile göz önüne alınmaktadır:

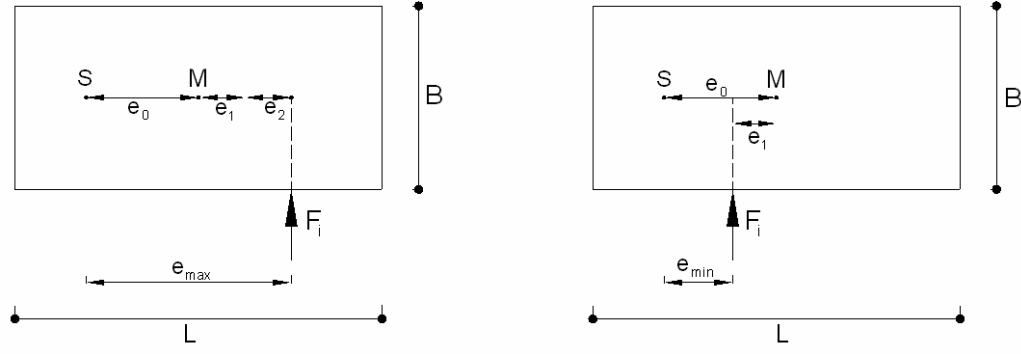
$$\psi_{Ei} = \varphi \psi_{2i} \quad (2.19)$$

Tablo 2.7: Yük Azaltma Katsayısı

<i>Katın kullanımı</i>		φ
<i>Katlar bağımsız olarak kullanılıyor</i>	<i>En üst kat</i>	<i>1.0</i>
	<i>Diğer katlar</i>	<i>0.5</i>
<i>Bazı katlar birbirine bağlı olarak kullanılıyor</i>	<i>En üst kat</i>	<i>1.0</i>
	<i>Bağıntılı olarak kullanılan katlar</i>	<i>0.8</i>
	<i>Diğer katlar</i>	<i>0.5</i>
<i>Arşivler</i>		<i>1.0</i>

2.5.5 Deprem Yüğü Etkisi

Kütlenin muhtemel bir düzgün dağılmama durumu ve öteleme ve burulma titreşim etkilerini göz önüne almak üzere, deprem hareketinden doğan atalet kuvvetlerinin bileşkesinin katlara bir dışmerkezlikle etkidiği kabul edilir. Şekil 2.1’de S kat rijitlik merkezi ve M kütle merkezi görülmektedir. Bu durumda F_i kat deprem kuvveti rijitlik merkezine göre iki dışmerkezlikle etki edecek ve boyutlamada en elverişsiz durum göz önüne alınacaktır.



Şekil 2.1: Deprem Etkisinde Dışmerkezlilik

$$M_i = F_i e_{max} = F_i(e_0 + e_1 + e_2) \quad (2.20.a)$$

$$M_i = F_i e_{min} = F_i(e_0 - e_1) \quad (2.20.b)$$

Burada:

$$e_2 = 0.1 (L + B) \sqrt{10 \frac{e_0}{L}} \leq 0.1 (L + B) \quad (2.21.a)$$

$$e_2 = \frac{1}{2 e_0} \left[l_s^2 - e_0^2 - r^2 + \sqrt{(l_s^2 + e_0^2 - r^2)^2 + 4 e_0^2 r^2} \right] \quad (2.21.b)$$

$$l_s^2 = \frac{1}{12} (L^2 + B^2) \quad (2.22)$$

r^2 : kat burulma rijitliği

Eğer $r^2 < (5l_s^2 + e_0^2)$ ise e_2 dışmerkezliliği ihmal edilebilir.

2.5.6 Spektrum

Yerel zemin koşullarının deprem etkisi A , B , C , D ve E zemin türleri göz önüne alınarak yapılır.

Elastik davranış spektrumu $S_e(T)$ olarak aşağıdaki ifade kullanılacaktır.

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = \left[1 + 1.5 \frac{T}{T_B} \right] \quad (2.23.a)$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_e(T) = 2.5 \quad (2.23.b)$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = 2.5 \left[\frac{T_C}{T} \right] \quad (2.23.c)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = 2.5 \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \quad (2.23.d)$$

Burada:

$S_e(T)$: elastik davranış spektrumu

T : doğrusal tek serbestlik dereceli sistemin periyodu

T_B, T_C : spektral ivmenin sabit değerinin sınırları

T_D : sabit yer değiştirme spektrumunun başlangıcı

Taşıyıcı sistemler elastik ötesi doğrusal olmayan davranışları nedeniyle daha büyük taşıma kapasitelerine sahiptir. Bu sebepten doğrusal elastik davranışa göre daha küçük kuvvetlerin göz önüne alınması mümkündür. Doğrusal olmayan çözümlemeden kaçınmak ve yapının sünekliğini ve enerji yutma kapasitesini hesaba katmak için, deprem spektrumu azaltılarak doğrusal çözümleme yapılır. Bu azaltma Davranış Katsayısı q' tanımlanarak yapılır;

$$q' = \begin{cases} 1 + (T/T_B)(q_y - 1) & T < T_B \\ q_y & T \geq T_B \end{cases}$$

Burada:

$$q_y = q/1.5$$

q katsayısı taşıyıcı sistem türüne göre 1.5 ve 8 arasında değişmektedir. Analizi yapılan yapılar yüksek süneklikte betonarme çerçevelerden meydana geldiği için q katsayısı '8' seçilmiştir.

Tablo 2.8: Elastik Spektrum Katsayıları

<i>Zemin Sınıfı</i>	<i>S</i>	<i>T_B</i>	<i>T_C</i>	<i>T_D</i>
<i>A</i>	1.00	0.15	0.4	2.0
<i>B</i>	1.20	0.15	0.5	2.0
<i>C</i>	1.15	0.20	0.6	2.0
<i>D</i>	1.35	0.20	0.8	2.0
<i>E</i>	1.40	0.15	0.5	2.0

2.6 Basitleştirilmiş Modal Çözümleme

Yüksek modların etkisinin ihmal edildiği bu yöntem, her iki doğrultuda düzlemsel çözümleme yapılarak uygulanır. Bunun için taşıyıcı sistemin aşağıdaki özellikleri sağlaması gerekir:

- Binada planda girinti ve çıkıntı düzensizliği yoktur (veya döşemeler kendi düzleminde rijit diyafram kabul edilebilir, rijitlik merkezi ve kütle merkezi birbirine yakındır) ve döşeme süreksizliği düzensizliği mevcut değildir.

- Yapı periyodu;

$$T_l \leq \min (4T_c ; 2.0s) \quad (2.29)$$

koşulunu sağlamaktadır.

Bu yöntemde Deprem Taban Kesme Kuvveti F_b

$$F_b = S_d(T_l)W \quad (2.30)$$

olarak hesaplanır. Burada S_d Boyutlama Spektrum Değeri ve W Toplam Bina Ağırlığı'dır. Bu kuvvet, F_i kat kuvvetlerine, W_i kat ağırlıkları ve s_i birinci titreşim modundaki yer değiştirmelerle orantılı olarak dağıtılır. Eğer mod şekli doğru kabul edilirse, z_i temelden olan kat yüksekliği olmak üzere aşağıda verilen şekilde yaklaşık olarak hesaplanabilir:

$$F_i = F_b \frac{s_i W_i}{\sum s_j W_j} \approx F_b \frac{z_i W_i}{\sum z_j W_j} \quad (2.31)$$

Eğer taşıyıcı sistem elemanlarının yanal rijitlikleri simetrik dağılım gösteriyorsa ve istenmeyen dışmerkezlikten dolayı oluşan etkileri için daha kesin hesap yapılamıyorsa, oluşacak burulma etkilerini göz önüne almak için elde edilen kesit tesirleri δ katsayısı ile arttırılabilir:

$$\delta = 1 + 0.6 \frac{x}{L_e} \quad (2.32)$$

Burada, x göz önüne alınan elemanın plandaki bina merkezinden, deprem etkisine dik olarak ölçülecek mesafesi ve L_e binanın iki ucu arasında benzer şekilde ölçülen mesafesidir.

2.7 Çok Modlu Çözümleme

Bu yöntem basitleştirilmiş modal çözümlemenin uygulanamadığı binalarda uygulanır. Planda düzenli olan veya döşemeleri kendi düzleminde rijit diyafram kabul edilebilen ve rijitlik merkezi ve kütle merkezi birbirine yakın olan binalarda bu yöntem, iki doğrultuda düzlemsel yer değiştirme kabulü ile uygulanabilir. Bu koşulu sağlamayan binalarda, üç boyutlu çok modlu çözümleme birbirine dik iki doğrultuda uygulanacaktır. Yöntemin uygulamasında, her bir doğrultuda göz önüne alınan etkin kütleleri toplamı, bina toplam kütlelerinin %90'ından az olmayacaktır. Ayrıca etkin kütlesi, bina toplam kütlelerinin %5'inden büyük olan titreşim modları hesaba katılacaktır. Eğer etkin kütle ile ilgili koşul sağlanamazsa, hesaba katılacak mod sayısı k :

$$k \geq 3\sqrt{n} \quad T_k \leq 0.20s \quad (2.33)$$

koşullarını sağlayacak şekilde belirlenecektir. Burada T_k ilgili modun titreşim periyodunu ve n toplam kat adedini göstermektedir.

Eğer, T_i ve T_j gibi herhangi iki mod periyotlarının ($T_i > T_j$) birinden $T_j \leq 0.90 T_i$ koşulunu sağlayacak kadar ayırık olmasa, E_{Ei} modal değerleri birleştirilerek, E_E deprem etkisi, Karelerinin Toplamının Karekökü Kuralı kullanılarak elde edilebilir:

$$E_E = \sqrt{\sum E_{Ei}^2} \quad (2.34)$$

Herhangi iki mod periyodunun ayrıık olmaması durumunda Tam Karesel Birleştirme Kuralı kullanılarak modal etkiler birleştirilecektir.

Üç boyutlu çözümlene kullanıldığında kata etkiyen F_i deprem kuvvetinin istenmeyen burulma etkisi, e_{li} dışmerkezliğinin oluşturduğu M_{li} burulma momenti olarak hesaba katılacaktır:

$$M_{li} = e_{li} F_i \quad e_{li} = \pm 0.05 L_i \quad (2.35)$$

Burada L_i deprem doğrultusuna dik bina genişliğidir.

3. A.B.Y.Y.H.Y

3.1 Etkili Bina Ağırlığı (W)

Binanın deprem sırasındaki bina ağırlığı olarak göz önüne alınacak olan W şu şekilde hesaplanır:

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (3.1)$$

kat ağırlıkları olup (3.2) bağıntısında

$$w_i = g_i + nq_i \quad (3.2)$$

olarak hesaplanır. Burada;

w_i : i' inci katın deprem sırasındaki toplam ağırlığı,

g_i : Binanın i' inci katındaki toplam sabit yük,

q_i : Binanın i' inci katındaki toplam hareketli yük,

n : Hareketli yük katılım katsayısı, olarak tanımlanmaktadır.

Bağıntı (3.2)' de yer alan “Hareketli Yük Katılım Katsayısı” n, Tablo 3.1' de verilmiştir.

Tablo 3.1: Hareketli Yük Katılım Katsayısı

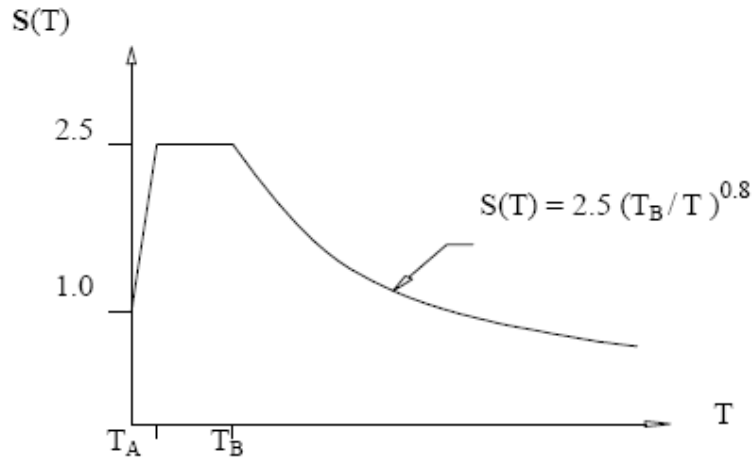
<i>Binanın Kullanım Amacı</i>	n
Depo, antrepo, vb.	0,80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0,60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0,30

3.2 Spektral İvme Katsayısı

A.B.Y.Y.H.Y.’ de deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak %5 sönüm oranı için elastik “Tasarım İvme Spektrumu”nun yerçekimi ivmesi g ’ ye bölünmesine karşı gelen “Spektral İvme Katsayısı” $A(T)$,

$$A(T) = A_0 I S(T) \quad (3.3)$$

bağıntısıyla verilmiştir.



Şekil 3.1: A.B.Y.Y.H.Y. Tasarım İvme Spektrumu

3.3 Etkin Yer İvmesi Katsayısı

A.B.Y.Y.H.Y.’ de maksimum deprem ivmesinin g ’ ye oranı olarak tanımlanan “Etkin Yer İvmesi Katsayısı” Tablo 3.2.’ de verilmiştir

Tablo 3.2: Etkin Yer İvmesi Katsayısı

Deprem Bölgesi	A_0
1	0,40
2	0,30
3	0,20
4	0,10

3.4 Bina Önem Katsayısı (I)

A.B.Y.Y.H.Y. ‘ de “Bina Önem Katsayısı (I) ” yapının kullanım amacına göre 1-1,5 arasında değişmektedir. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli maddeler içeren binaların “Bina Önem Katsayısı (I) ”nın konutlara göre daha büyük olduğu Tablo 3.3.’de görülmektedir.

Tablo 3.3: 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 kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1,4
3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1,2
4. Diğer binalar Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1,0

3.5 Spektrum Katsayısı

A.B.Y.Y.H.Y.’de yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T ’ ye bağlı olarak “Spektrum Katsayısı” aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$S(T) = 1 + 1,5 T/T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.4.a)$$

$$S(T) = 2,5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (3.4.b)$$

$$S(T) = 2,5 (T_B / T)^{0.8} \quad (T > T_B) \quad (3.4.c)$$

“Spektrum Karakteristik Periyotları” olarak tanımlanan T_A ve T_B yerel zemin sınıflarına bağlı olarak Tablo 3.4.’ de verilmiştir.

Tablo 3.4: Spektrum Karakteristik Periyotları

<i>Yerel Zemin Sınıfı</i>	T_A (s)	T_B (s)
Z1	0,10	0,30
Z2	0,15	0,40
Z3	0,15	0,60
Z4	0,20	0,90

3.6 Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

A.B.Y.Y.H.Y.’de taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını gözönüne almak üzere, “Spektral İvme Katsayısı”na göre bulunacak elastik deprem yüklerinin, “Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı”na bölüneceği ifade edilmektedir.

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı, $R_a(T)$, çeşitli taşıyıcı sistemler için Tablo 3.5.’daki “Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı” R ’ye ve doğal titreşim periyodu, T ’ye bağlı olarak aşağıda verildiği şekilde hesaplanır.

$$R_a(T) = 1,5 + (R - 1,5) T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.5.a)$$

$$R_a(T) = R \quad (T > T_A) \quad (3.5.b)$$

Tablo 3.5: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı

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

3.7 Taşıyıcı Sistem Düzensizlikleri

Düzensiz yapılar planda düzensiz ve düşeyde düzensiz olmak üzere ikiye ayrılmaktadır;

A- Planda Düzensizlikler

A1- Burulma Düzensizliği

A2- Döşeme Süreksizlikleri

A3- Planda Çıkıntılar Bulunması

A4- Taşıyıcı Eleman Eksenlerin Paralel Olmaması

B- Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

B1- Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği(Zayıf Kat)

B2- Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

B3- Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

3.7.1 Planda Düzensizlikler

3.7.1.1 Burulma Düzensizliği

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı η_{bi} 'nin 1,2'den büyük olması durumudur.

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{ort} > 1.2 \quad (3.6)$$

$$(\Delta_i)_{\max} = (d_i)_{\max} - (d_{i-1})_{\max} \quad (3.7)$$

$$(\Delta_i)_{\min} = (d_i)_{\min} - (d_{i-1})_{\min} \quad (3.8)$$

$$(\Delta_i)_{ort} = (d_i)_{ort} - (d_{i-1})_{ort} \quad (3.9)$$

Burada;

d_i : binanın i'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme

Δ_i : binanın i'inci katındaki görelî kat ötelemesi

$$(\Delta_i)_{ort} = 1/2[(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}] \quad (3.10)$$

Kat deplasmanları d_i ve görelî kat ötelemeleri Δ_i deprem yüklerinin $\pm$ %5 eksantrik olarak yapıya etki ettirilmesiyle belirlenir.

Yapıda “A1- Burulma Düzensizliğı”nin bulunması ve $1,2 < \eta_{bi} < 2,0$ olması durumunda, bu kata uygulanan %5 ek dışmerkezlîk, her iki deprem doğrultusu için D_i katsayısı ile çarpılarak büyütölür.

$$D_i = (\eta_{bi} / 1.2)^2 \quad (3.11)$$

3.7.1.2 Döşeme Süreksizliğı Durumu

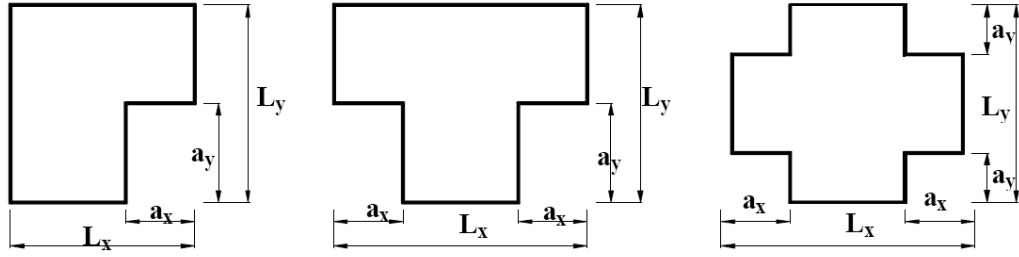
Her hangi bir kattaki döşemede;

- I. Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanlarının toplamının kat brüt alanının 1/3 'ünden fazla olması,
- II. Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması,
- III. Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması

Döşeme süreksizliğı olarak tanımlanmıştır.

3.7.1.3 Planda Çıkıntıların Bulunması

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımlarının birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması bu düzensizlik türüne girmektedir.



A3 türü düzensizlik durumu:

$$a_x > 0.2 L_x \text{ ve aynı zamanda } a_y > 0.2 L_y$$

Şekil 3.2: A3 Türü Düzensizlik Durumları

A3 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerinin güvenle aktarabildiğinin hesapla doğrulanması gerekmektedir.

4. INTERNATIONAL BUILDING CODE (IBC) 2006

IBC' ye göre her türlü yapı ASCE7' de belirtilen deprem yüklerini güvenli bir şekilde taşıyacak şekilde tasarlanmalı ve inşa edilmelidir.

4.1 ASCE7

4.1.1 Sismik Yer Hareketi Değerleri

4.1.1.1 Haritalanmış İvme Parametreleri

S_s ve S_1 parametreleri yönetmelikte bulunan 0.2 ve 1.0 saniyelik spektral tepki ivmeleri haritalarından elde edilecektir.

4.1.1.2 Zemin Sınıfı

Zeminler, zeminin özelliklerine bağlı olarak A, B, C, D ve E olarak sınıflandırılmaktadır. Zemin özelliklerinin yeteri kadar bilinmediği durumlarda zemin sınıfı 'D' olarak seçilebilir.

4.1.1.3 Zemin Katsayıları ve Uyarlanmış Spektral Tepki İvmesi Parametreleri

Kısa periyotlu S_{MS} ve 1.0 s periyotlu S_{M1} spektral tepki ivmeleri zemin sınıflarına göre uyarlanır:

$$S_{MS} = F_a S_s \quad (4.1)$$

$$S_{M1} = F_v S_1 \quad (4.2)$$

Burada:

F_a : kısa periyot zemin katsayısı (0.2 s)

F_v : uzun periyot zemin katsayısı (1.0 s)

Tablo 4.1 ve Tablo 4.2' de bu zemin katsayıları verilmektedir.

Tablo 4.1: Zemin Katsayısı, F_a

Zemin Sınıfı	F_a				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9

Tablo 4.2: Zemin Katsayısı, F_v

Zemin Sınıfı	F_v				
	$S_l \leq 0,1$	$S_l = 0,2$	$S_l = 0,3$	$S_l = 0,4$	$S_l \geq 0,5$
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
D	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
E	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4

Analizi yapılan binalarda $S_s = 1,5$ ve $S_l = 0,6$ olarak kabul edilmiş ve tasarım spektrumu bu değerlere göre oluşturulmuştur.

4.1.1.4 Tasarım Spektral İvme Parametreleri

Kısa periyotlu S_{DS} ve 1 s periyotlu S_{D1} tasarım deprem spektral tepki ivme parametreleri Denklem (4.3) ve Denklem (4.4)' den elde edilebilir:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (4.3)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (4.4)$$

4.1.1.5 Tasarım Spektrumu

Tasarım spektrumu eğrisi aşağıdaki şekilde oluşturulur:

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad 0 < T \leq T_0 \quad (4.5.a)$$

$$S_a = S_{DS} \quad T_0 \leq T \leq T_s \quad (4.5.b)$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad T_s < T \leq T_L \quad (4.5.c)$$

$$S_a = \frac{S_{D1}T_L}{T^2} \quad T > T_L \quad (4.5.d)$$

Burada:

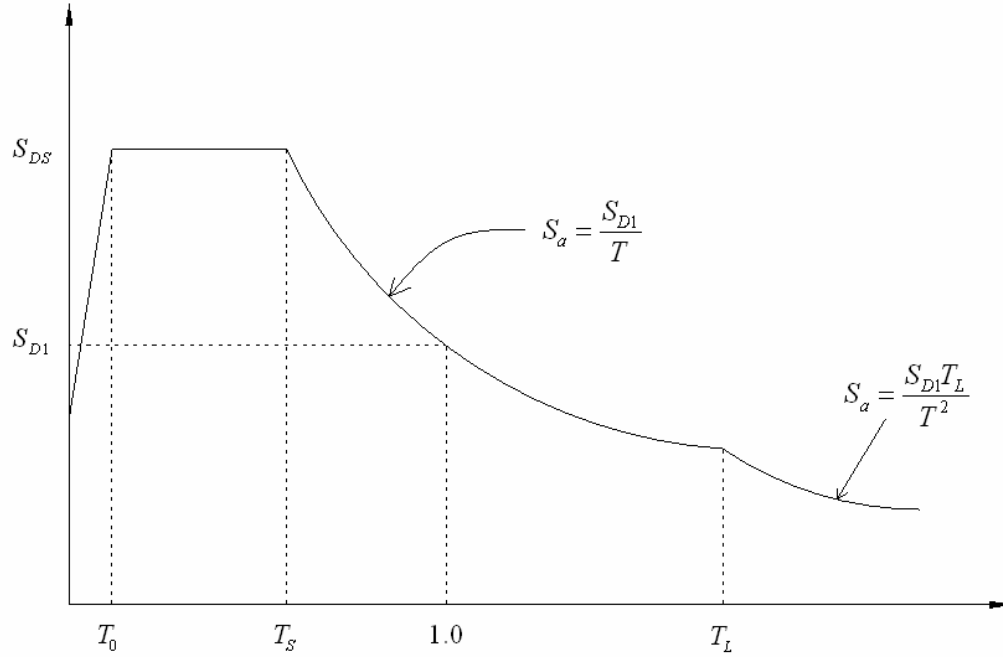
T : Yapı doğal periyodu

$$T_0 = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

T_L : Geçiş periyodu

Tasarım spektrumu Şekil 4.1' de görülmektedir.



Şekil 4.1: IBC Tasarım Spektrumu

4.1.1.6 Etkili Bina Ağırlığı

Bir binanın etkili ağırlığı, toplam ölü yük ve aşağıdaki yükler toplamından oluşmaktadır:

- Depo amaçlı kullanılan alanlarda hareketli yükün en az %25' i
- Sabit ekipman yükü

4.1.2 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Taban kesme kuvveti (V) aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$V = C_s W \quad (4.6)$$

Burada:

C_s : Sismik katsayı

W : Etkili bina ağırlığı

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I} \right)} \quad (4.7)$$

Burada:

R : Azaltma katsayısı

I : Bina önem katsayısı

4.1.3 Planda Düzensizlikler

4.1.3.1 Burulma Düzensizliği

Her hangi bir kattaki maksimum göreceli kat ötelemesi değerinin o kattaki ortalama göreceli kat ötelemesine oranının 1.2' den büyük olduğu durumdur. Bu tür düzensizliğe sahip yapılarda mutlaka aşağıdaki şartlar sağlanmalıdır;

- Yapılar mutlaka üç boyutlu modellenip, her kata en az üç serbestlik derecesi verilerek analizleri yapılmalıdır
- Yatay yük taşıyıcı elemanlarının kat diyaframlarına bağlantı noktalarındaki kesit tesir kuvvetleri % 25 oranında artırılarak betonarme hesabı yapılmalıdır

- %5' lik dışmerkezlikten oluşan burulma momenti değeri A_x katsayısı ile büyütülerek betonarme hesabı yapılmalıdır:

$$A_x = \left(\frac{d_{\max}}{1.2d_{\text{ort}}} \right)^2 \quad (4.8)$$

Burada;

$d_{\max}$: göz önüne alınan kattaki maksimum yer değiştirme değeri

d_{ort} : göz önüne alınan kattaki ortalama yer değiştirme değeri

- Binanın her hangi bir katındaki maksimum görelî kat ötelemesi değeri o kat yüksekliğinin % 2 sini geçmemelidir.

4.1.3.2 Planda Girinti ve Çıkıntı Düzensizliği

Plandaki her iki doğrultudaki girinti veya çıkıntılar ilgili dış boyutun % 25 ini geçmemelidir. Bu düzensizlik durumunda:

- Yatay yük taşıyıcı elemanlarının kat diyaframlarına bağlantı noktalarındaki kesit tesir kuvvetleri % 25 oranında arttırılarak betonarme hesabı yapılmalıdır

4.1.3.3 Diyafram Süreksizliği Düzensizliği

Döşeme boşluklarının toplam döşeme alanının % 50 sinden fazla olduğu ya da bir kattaki diyafram rijitliğinin diğer komşu kata göre % 50 den fazla değiştiği düzensizlik durumudur. Bu durumda da yine taşıyıcı elemanların diyaframa bağlantı noktalarındaki kesit tesir kuvvetleri % 25 oranında arttırılmalıdır.

4.1.3.4 Paralel Olmayan Sistem Düzensizliği

Yatay yük taşıyıcı elemanların birbirine paralel veya ana eksnlere göre birbirine simetrik olmadığı düzensizlik durumudur. Bu durumda:

- Yapılar mutlaka üç boyutlu modellenip, her kata en az üç serbestlik derecesi verilerek analizleri yapılmalıdır

5. İNCELENEN YAPILAR

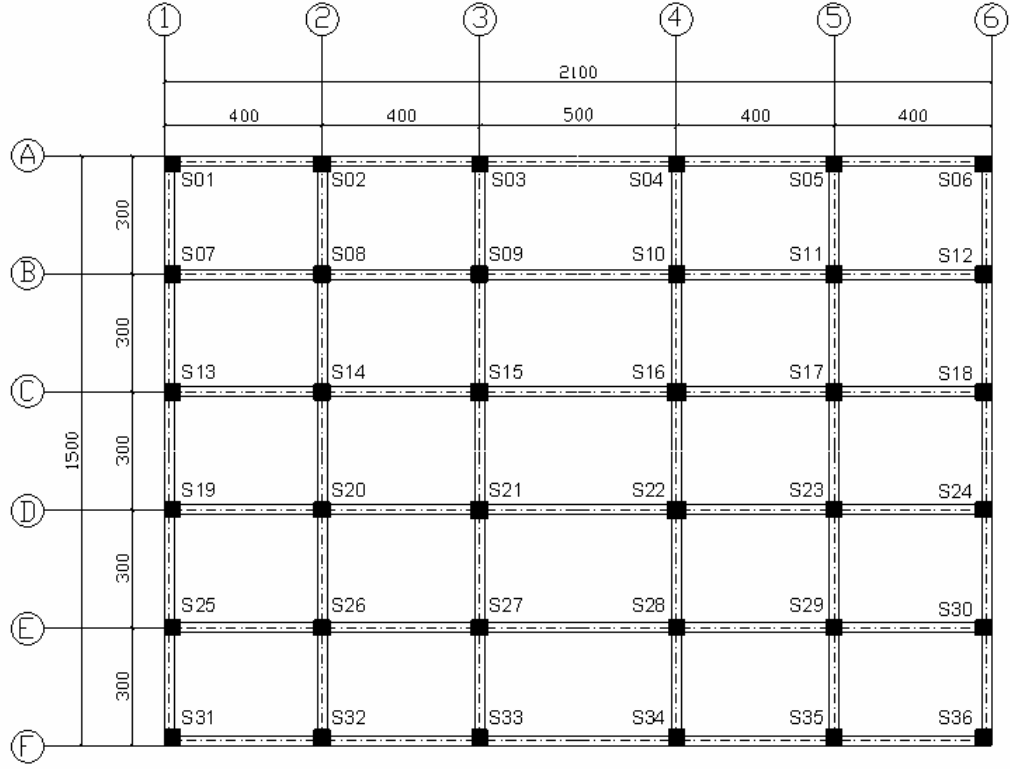
Bu bölümde betonarme çerçeve sistemden oluşan yapılar incelenmiştir. Çeşitli döşeme süreksizliklerine sahip yapılar SAP2000 programı ile modellenerek ve yine aynı program ile analiz edilerek bu yapıların deprem davranışları irdelenmiştir. Bu araştırmada yapılar *EC 8*, *A.B.Y.Y.H.Y.* ve *IBC* yönetmeliklerine göre incelenmiş ve sonuçları karşılaştırılmıştır.

5.1 Analiz Edilen Yapıların Özellikleri

- Yapılarda beton sınıfı olarak BS25 seçilmiştir ve süneklik düzeyi yüksek yapı olarak kabul edilmiştir.
- Kat yükseklikleri 3 m, tüm kiriş boyutları 25/50 (cm) ve döşeme kalınlıkları her katta 12 cm seçilmiştir. Kolon ebatları Tablo 5.1’de belirtilmiştir.
- Hareketli yükler çatı katında 1 kN/m², diğer katlarda ise 2 kN/ m² seçilmiştir. Dolgu duvar yükü olarak çevre kırıslara 6 kN/ m etkitilmiştir.
- Analizde; *1. derece deprem bölgesi* seçilmiş ve çeşitli zemin türlerine göre çözüm yapılmıştır.
- Yapıların hesabında, *Çok Modlu Çözümleme* yöntemi izlenmiş ve *Mod Birleştirme yöntemi* ile hesaba gidilmiştir.

Tablo 5.1: Kolon Kesitleri

<i>S15-S16-S21-S22</i>	<i>Diğer Kolonlar</i>
45 x 45 (cm)	40 x 40 (cm)

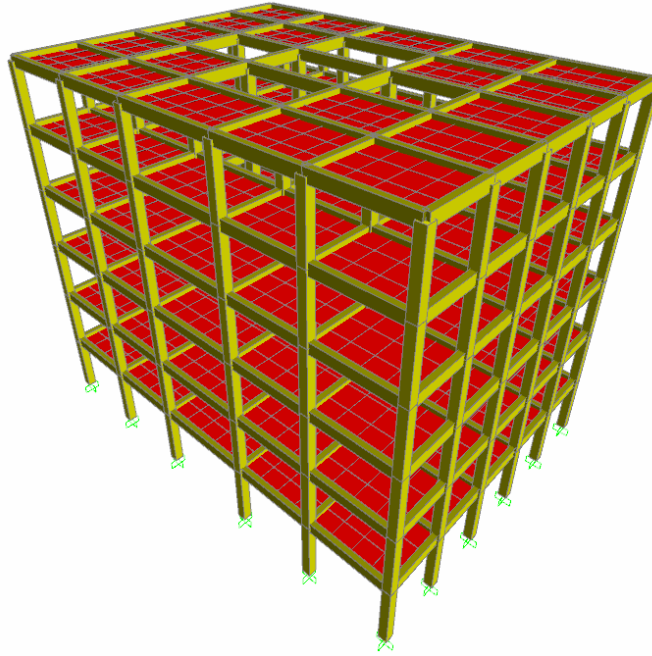
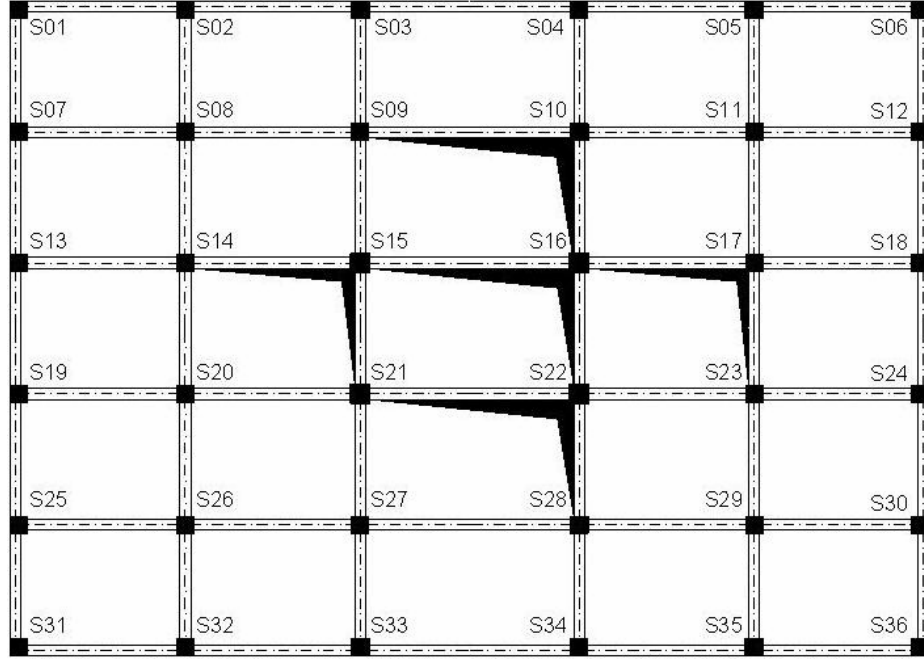


Şekil 5.1: Genel Kat Planı

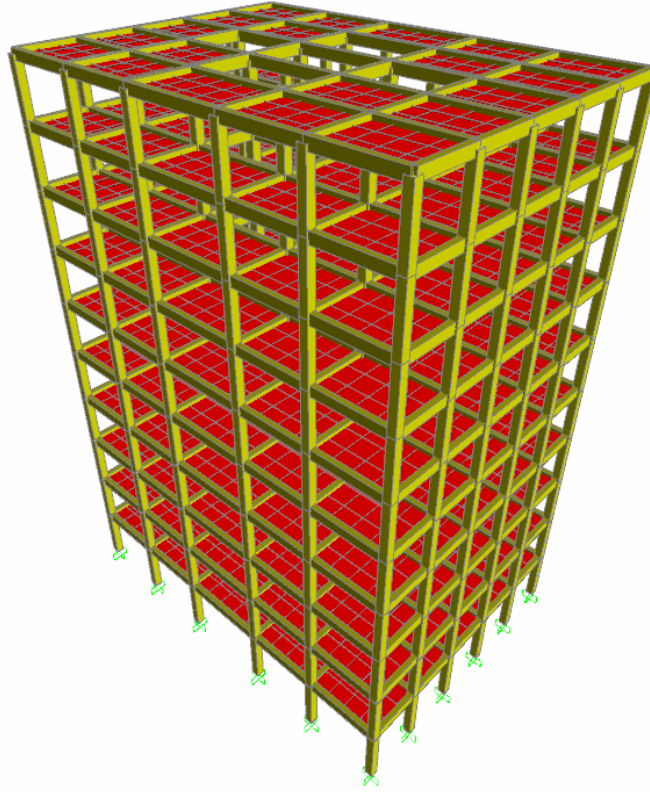
Tablo 5.2: Model Adlandırmaları

B-1.a	6 katlı, boşluk oranı 0.219, Simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği
B-1.b	10 katlı, boşluk oranı 0.219, Simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği
B-2.a	6 katlı, boşluk oranı 0.333, Simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği
B-2.b	10 katlı, boşluk oranı 0.333, Simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği
B-3.a	6 katlı, boşluk oranı 0.371, Simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği
B-3.b	10 katlı, boşluk oranı 0.371, Simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği
B-4.a	6 katlı, boşluk oranı 0.219, Simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizliği
B-4.b	10 katlı, boşluk oranı 0.219, Simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizliği
B-5.a	6 katlı, boşluk oranı 0.371, Simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizliği
B-5.b	10 katlı, boşluk oranı 0.371, Simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizliği
B-6.a	6 katlı, boşluk oranı 0.371, Simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği
B-6.b	10 katlı, boşluk oranı 0.371, Simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği
B-7.a	6 katlı, boşluk oranı 0.371, Simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizliği
B-7.b	10 katlı, boşluk oranı 0.371, Simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizliği

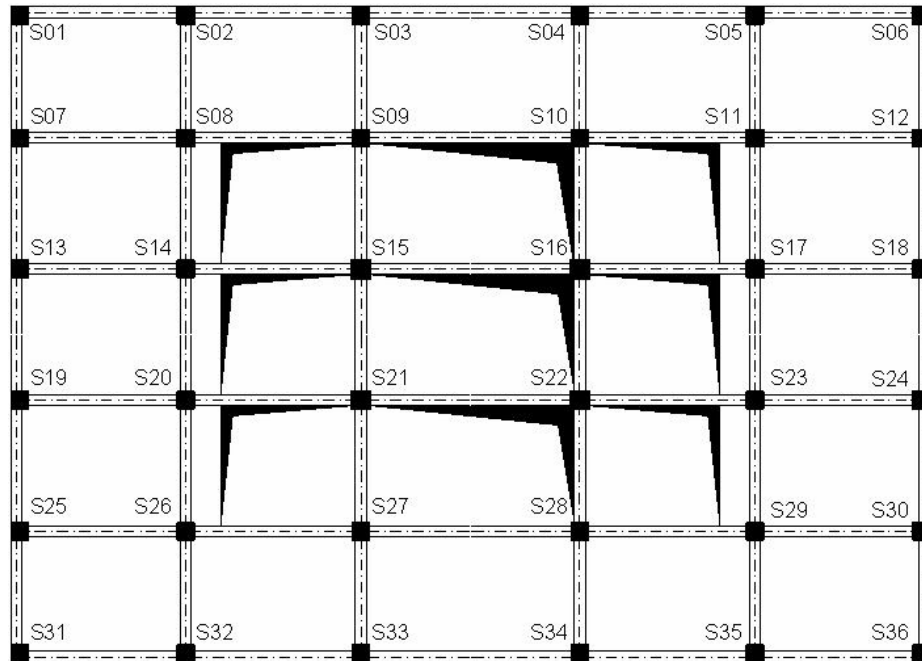
5.1.1 Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizlikleri



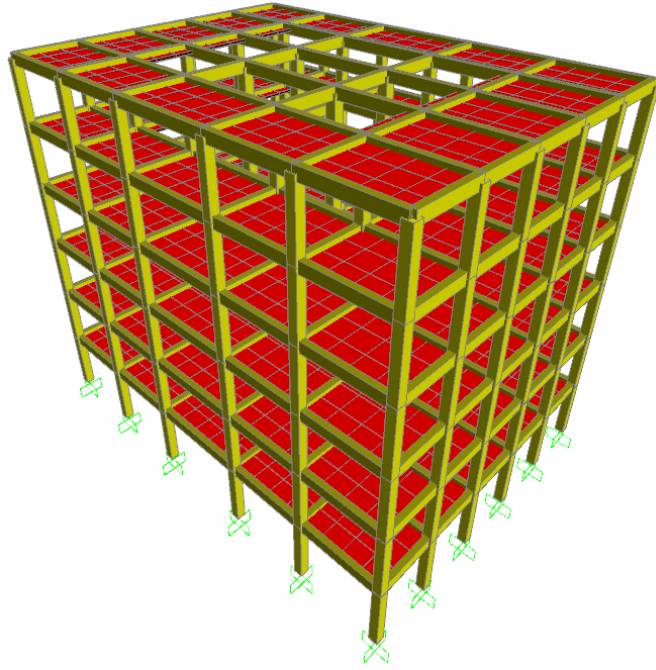
Şekil 5.3: B-1.a, SAP2000 Modeli



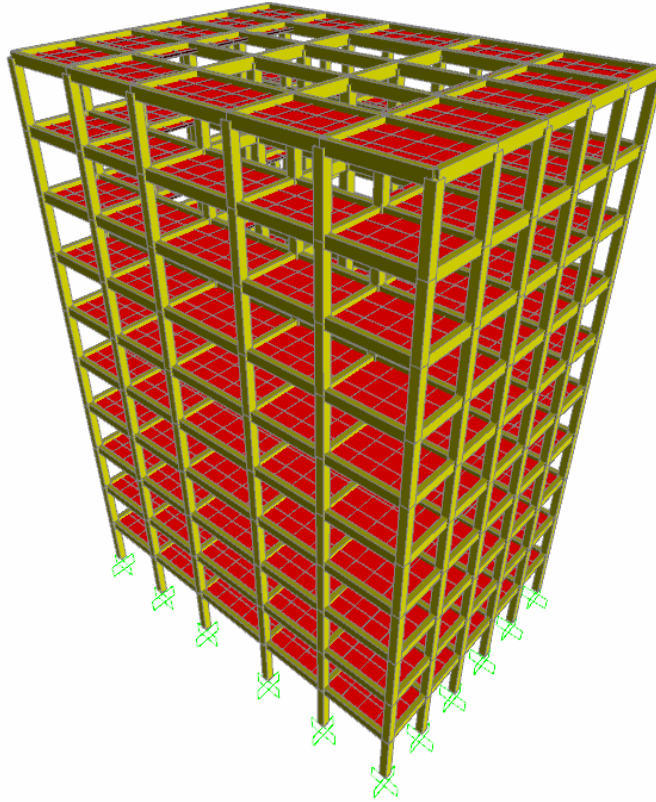
Şekil 5.4: *B-1.b*, SAP2000 Modeli



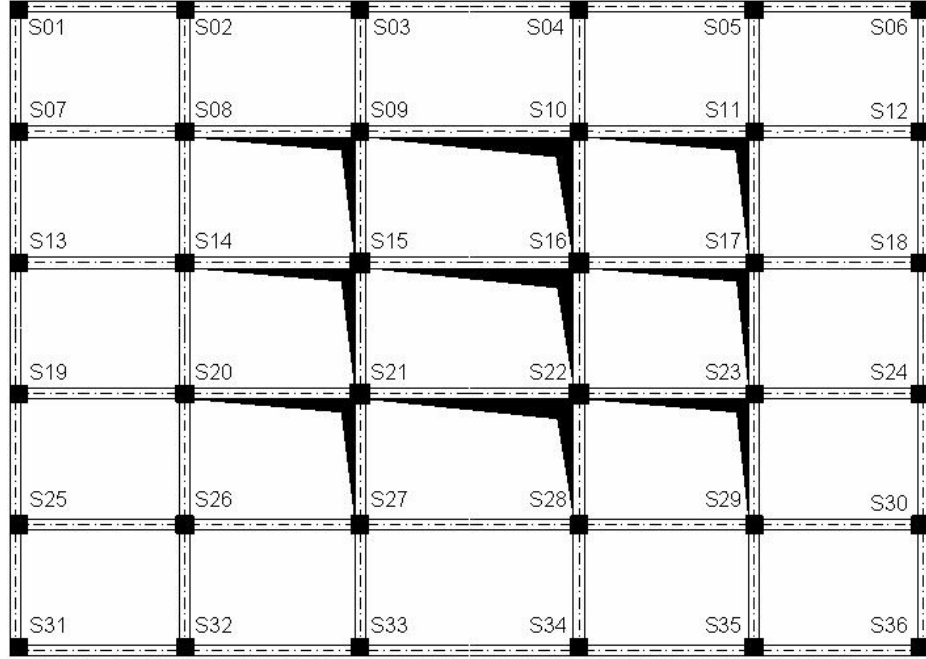
Şekil 5.5: *B-2.a*, *B-2.b* Kat Planı



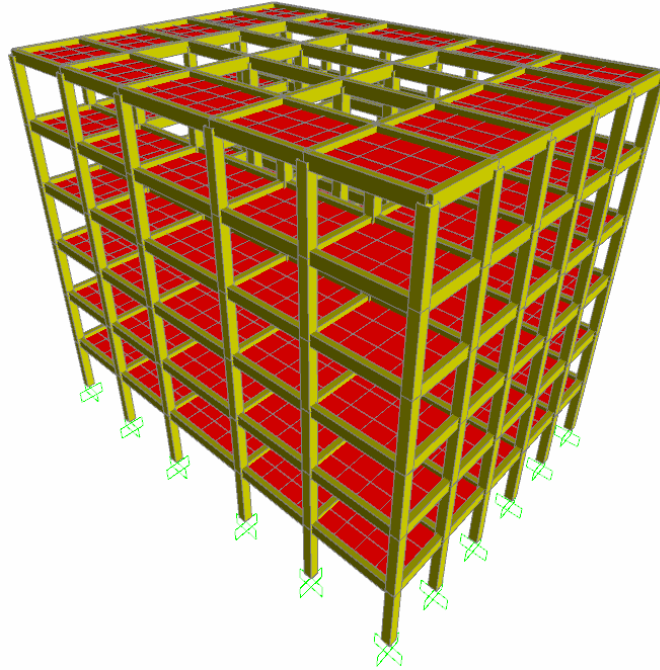
Şekil 5.6: *B-2.a*, SAP2000 Modeli



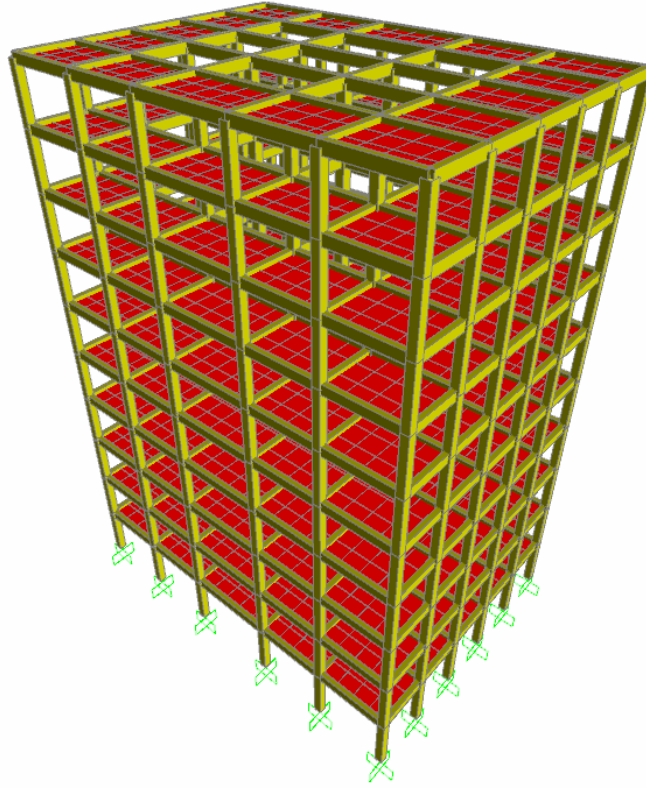
Şekil 5.7: *B-2.b*, SAP2000 Modeli



Şekil 5.8: *B-3.a, B-3.b* Kat Planı



Şekil 5.9: *B-3.a*, Üç Boyutlu SAP2000 Modeli



Şekil 5.10: B-3.b, Üç Boyutlu SAP2000 Modeli

Modeller daha önce de belirtildiği gibi *Mod Birleştirme* yöntemi ile analiz edilmiştir ve elde edilen maksimum kat yer değiştirmeleri aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir.

Tablo 5.3: B-1.a, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)							
			X YÖNÜ				Y YÖNÜ			
Zemin Sınıfı			Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4
KATLAR	1	Max	1,409	1,761	2,348	2,349	1,362	1,703	2,162	2,163
		Min	1,405	1,757	2,343	2,344	1,358	1,698	2,156	2,157
	2	Max	3,294	4,128	5,520	5,521	3,100	3,886	4,944	4,946
		Min	3,292	4,126	5,518	5,519	3,098	3,884	4,942	4,943
	3	Max	5,003	6,288	8,425	8,425	4,672	5,872	7,483	7,483
		Min	5,001	6,285	8,421	8,422	4,669	5,868	7,478	7,479
	4	Max	6,397	8,049	10,796	10,796	5,961	7,501	9,567	9,567
		Min	6,394	8,045	10,791	10,791	5,958	7,497	9,562	9,562
	5	Max	7,392	9,301	12,476	12,476	6,892	8,673	11,062	11,062
		Min	7,388	9,297	12,471	12,471	6,888	8,668	11,056	11,056
	6	Max	7,939	9,985	13,388	13,388	7,415	9,326	11,892	11,892
		Min	7,934	9,980	13,381	13,382	7,410	9,320	11,884	11,884

Tablo 5.4: B-1.a, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,307	1,634	2,112	2,347	2,111	1,274	1,593	2,060	2,161	1,942
		Min	1,304	1,630	2,107	2,342	2,106	1,271	1,589	2,054	2,155	1,937
	2	Max	3,064	3,830	4,962	5,520	4,966	2,907	3,635	4,711	4,944	4,447
		Min	3,063	3,828	4,960	5,518	4,964	2,905	3,633	4,708	4,941	4,444
	3	Max	4,663	5,829	7,568	8,425	7,582	4,389	5,489	7,127	7,483	6,733
		Min	4,661	5,826	7,565	8,421	7,578	4,387	5,485	7,123	7,478	6,729
	4	Max	5,968	7,459	9,695	10,796	9,716	5,606	7,010	9,111	9,567	8,610
		Min	5,965	7,455	9,691	10,791	9,712	5,602	7,006	9,106	9,561	8,605
	5	Max	6,896	8,619	11,203	12,476	11,228	6,481	8,105	10,535	11,062	9,955
		Min	6,893	8,615	11,199	12,471	11,223	6,478	8,100	10,529	11,056	9,950
	6	Max	7,404	9,254	12,024	13,388	12,049	6,970	8,716	11,326	11,892	10,702
		Min	7,400	9,249	12,018	13,381	12,043	6,965	8,710	11,318	11,884	10,694

Tablo 5.5: B-1.a, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,618	2,414	2,633	3,091	2,816	1,582	2,361	2,425	2,846	2,755
		Min	1,614	2,408	2,628	3,084	2,810	1,578	2,355	2,418	2,839	2,748
	2	Max	3,792	5,671	6,192	7,268	6,616	3,610	5,400	5,546	6,510	6,300
		Min	3,790	5,669	6,189	7,265	6,613	3,607	5,397	5,543	6,507	6,296
	3	Max	5,774	8,652	9,453	11,097	10,094	5,454	8,173	8,396	9,856	9,535
		Min	5,772	8,649	9,449	11,092	10,090	5,451	8,168	8,391	9,850	9,530
	4	Max	7,395	11,091	12,121	14,229	12,939	6,971	10,455	10,741	12,609	12,197
		Min	7,392	11,086	12,116	14,223	12,934	6,967	10,449	10,735	12,602	12,190
	5	Max	8,553	12,829	14,020	16,459	14,967	8,067	12,100	12,431	14,593	14,116
		Min	8,550	12,823	14,015	16,452	14,961	8,063	12,093	12,424	14,585	14,109
	6	Max	9,193	13,784	15,062	17,682	16,081	8,685	13,023	13,379	15,706	15,193
		Min	9,188	13,776	15,054	17,672	16,072	8,679	13,014	13,370	15,695	15,183

Tablo 5.6: *B-1.b, A.B.Y.Y.H.Y.*, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)							
			X YÖNÜ				Y YÖNÜ			
Zemin Sınıfı			Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4
KATLAR	1	Max	1,585	1,966	2,677	3,670	1,522	1,882	2,564	3,516
		Min	1,582	1,962	2,671	3,663	1,519	1,878	2,558	3,508
	2	Max	3,779	4,700	6,422	8,822	3,535	4,387	5,994	8,237
		Min	3,778	4,699	6,421	8,820	3,534	4,386	5,993	8,236
	3	Max	5,918	7,387	10,132	13,946	5,496	6,848	9,394	12,934
		Min	5,917	7,386	10,131	13,944	5,494	6,847	9,392	12,932
	4	Max	7,903	9,897	13,623	18,786	7,327	9,166	12,617	17,405
		Min	7,902	9,895	13,621	18,784	7,325	9,164	12,614	17,401
	5	Max	9,702	12,179	16,810	23,216	9,001	11,294	15,588	21,534
		Min	9,700	12,177	16,808	23,213	8,999	11,292	15,585	21,530
	6	Max	11,291	14,196	19,629	27,133	10,497	13,196	18,242	25,223
		Min	11,289	14,194	19,626	27,129	10,495	13,193	18,239	25,218
	7	Max	12,649	15,913	22,017	30,446	11,792	14,834	20,521	28,384
		Min	12,647	15,911	22,013	30,441	11,789	14,831	20,517	28,378
	8	Max	13,745	17,290	23,917	33,072	12,857	16,172	22,369	30,937
		Min	13,743	17,287	23,914	33,067	12,855	16,169	22,364	30,931
	9	Max	14,543	18,284	25,279	34,944	13,658	17,168	23,734	32,816
		Min	14,541	18,281	25,275	34,939	13,655	17,165	23,729	32,810
	10	Max	15,022	18,876	26,085	36,049	14,169	17,800	24,596	34,000
		Min	15,018	18,871	26,078	36,039	14,164	17,795	24,588	33,990

Tablo 5.7: *B-1.b, IBC*, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			GÖRELİ KAT ÖTELEMELERİ (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,353	1,692	2,160	2,475	3,526	1,311	1,639	2,094	2,400	3,233
		Min	1,351	1,688	2,155	2,470	3,519	1,308	1,635	2,089	2,395	3,225
	2	Max	3,229	4,036	5,171	5,935	8,480	3,050	3,813	4,888	5,611	7,577
		Min	3,228	4,035	5,170	5,934	8,479	3,049	3,812	4,887	5,610	7,575
	3	Max	5,060	6,325	8,139	9,356	13,412	4,749	5,937	7,644	8,788	11,900
		Min	5,059	6,324	8,138	9,355	13,410	4,748	5,935	7,642	8,786	11,898
	4	Max	6,760	8,450	10,919	12,571	18,071	6,341	7,927	10,246	11,797	16,015
		Min	6,759	8,449	10,917	12,569	18,069	6,340	7,925	10,244	11,795	16,012
	5	Max	8,301	10,376	13,451	15,504	22,338	7,799	9,748	12,639	14,569	19,816
		Min	8,300	10,375	13,449	15,502	22,334	7,797	9,746	12,636	14,566	19,812
	6	Max	9,663	12,079	15,689	18,097	26,110	9,101	11,376	14,777	17,045	23,212
		Min	9,662	12,077	15,687	18,094	26,106	9,099	11,373	14,774	17,042	23,207
	7	Max	10,826	13,532	17,591	20,296	29,298	10,226	12,783	16,616	19,172	26,121
		Min	10,824	13,530	17,588	20,293	29,294	10,224	12,780	16,613	19,168	26,116
	8	Max	11,764	14,705	19,111	22,049	31,825	11,150	13,937	18,114	20,899	28,471
		Min	11,762	14,703	19,108	22,046	31,820	11,147	13,934	18,110	20,894	28,465
	9	Max	12,446	15,558	20,206	23,307	33,626	11,841	14,801	19,225	22,176	30,200
		Min	12,445	15,556	20,203	23,304	33,621	11,839	14,798	19,221	22,172	30,194
	10	Max	12,855	16,069	20,857	24,052	34,687	12,281	15,352	19,929	22,983	31,289
		Min	12,851	16,064	20,851	24,046	34,678	12,277	15,347	19,923	22,976	31,279

Tablo 5.8: B-1.b, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,648	2,433	2,773	4,301	2,839	1,601	2,365	2,697	4,185	2,759
		Min	1,645	2,428	2,768	4,292	2,833	1,597	2,360	2,691	4,175	2,753
	2	Max	3,932	5,823	6,650	10,333	6,794	3,725	5,519	6,305	9,800	6,439
		Min	3,931	5,822	6,649	10,331	6,792	3,724	5,518	6,304	9,799	6,438
	3	Max	6,163	9,162	10,484	16,327	10,688	5,800	8,627	9,875	15,383	10,065
		Min	6,161	9,160	10,482	16,324	10,687	5,799	8,625	9,873	15,380	10,063
	4	Max	8,235	12,287	14,088	21,985	14,334	7,746	11,561	13,258	20,694	13,488
		Min	8,234	12,285	14,086	21,981	14,332	7,745	11,559	13,256	20,690	13,485
	5	Max	10,114	15,133	17,379	27,163	17,655	9,529	14,260	16,377	25,599	16,636
		Min	10,113	15,131	17,376	27,159	17,652	9,527	14,257	16,374	25,594	16,633
	6	Max	11,776	17,651	20,290	31,745	20,593	11,123	16,673	19,166	29,987	19,451
		Min	11,775	17,649	20,287	31,740	20,590	11,121	16,669	19,162	29,981	19,447
	7	Max	13,197	19,795	22,763	35,628	23,094	12,502	18,752	21,565	33,752	21,878
		Min	13,195	19,792	22,760	35,622	23,090	12,500	18,749	21,560	33,745	21,873
	8	Max	14,346	21,514	24,738	38,716	25,100	13,636	20,450	23,515	36,803	23,858
		Min	14,344	21,511	24,734	38,710	25,096	13,633	20,446	23,510	36,795	23,853
	9	Max	15,185	22,758	26,160	40,929	26,551	14,488	21,716	24,963	39,058	25,335
		Min	15,183	22,755	26,157	40,924	26,548	14,485	21,712	24,959	39,051	25,330
	10	Max	15,690	23,504	27,010	42,246	27,421	15,034	22,523	25,884	40,489	26,277
		Min	15,686	23,497	27,002	42,234	27,413	15,029	22,516	25,876	40,476	26,268

Tablo 5.9: B-2.a, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)							
			X YÖNÜ				Y YÖNÜ			
Zemin Sınıfı			Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4
KATLAR	1	Max	1,367	1,709	2,234	2,235	1,318	1,649	2,054	2,055
		Min	1,360	1,700	2,222	2,223	1,310	1,638	2,041	2,042
	2	Max	3,201	4,012	5,255	5,256	3,003	3,765	4,699	4,700
		Min	3,196	4,008	5,249	5,250	2,997	3,759	4,692	4,693
	3	Max	4,866	6,115	8,025	8,025	4,528	5,692	7,114	7,115
		Min	4,861	6,109	8,016	8,017	4,522	5,684	7,104	7,105
	4	Max	6,223	7,831	10,285	10,286	5,780	7,274	9,098	9,098
		Min	6,217	7,823	10,275	10,275	5,772	7,264	9,086	9,086
	5	Max	7,192	9,050	11,887	11,887	6,684	8,411	10,521	10,521
		Min	7,185	9,041	11,875	11,875	6,675	8,400	10,507	10,507
	6	Max	7,724	9,716	12,757	12,757	7,191	9,046	11,312	11,312
		Min	7,715	9,705	12,743	12,743	7,180	9,032	11,295	11,295

Tablo 5.10: B-2.a, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,273	1,591	2,057	2,233	2,008	1,241	1,552	2,007	2,053	1,845
		Min	1,266	1,583	2,046	2,221	1,997	1,233	1,542	1,994	2,040	1,834
	2	Max	2,987	3,733	4,838	5,255	4,727	2,834	3,543	4,592	4,699	4,226
		Min	2,983	3,729	4,832	5,249	4,722	2,829	3,537	4,585	4,691	4,219
	3	Max	4,549	5,687	7,384	8,025	7,221	4,282	5,353	6,951	7,114	6,401
		Min	4,544	5,681	7,376	8,016	7,214	4,276	5,345	6,942	7,104	6,392
	4	Max	5,824	7,279	9,462	10,285	9,257	5,471	6,839	8,889	9,098	8,188
		Min	5,817	7,272	9,452	10,275	9,247	5,463	6,829	8,877	9,085	8,177
	5	Max	6,730	8,413	10,936	11,887	10,698	6,327	7,908	10,280	10,521	9,469
		Min	6,723	8,404	10,924	11,875	10,687	6,318	7,897	10,266	10,507	9,456
	6	Max	7,226	9,032	11,737	12,757	11,481	6,804	8,505	11,052	11,312	10,179
		Min	7,218	9,022	11,723	12,743	11,468	6,794	8,493	11,036	11,295	10,164

Tablo 5.11: B-2.a, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,580	2,359	2,512	2,949	2,752	1,540	2,300	2,309	2,711	2,683
		Min	1,572	2,346	2,498	2,933	2,737	1,530	2,285	2,295	2,694	2,666
	2	Max	3,708	5,547	5,910	6,938	6,471	3,517	5,262	5,285	6,204	6,140
		Min	3,704	5,540	5,903	6,930	6,464	3,511	5,254	5,276	6,194	6,130
	3	Max	5,651	8,468	9,026	10,596	9,880	5,317	7,968	8,002	9,394	9,296
		Min	5,645	8,460	9,017	10,586	9,869	5,310	7,958	7,992	9,382	9,284
	4	Max	7,239	10,857	11,576	13,589	12,667	6,798	10,196	10,239	12,020	11,895
		Min	7,232	10,846	11,564	13,575	12,654	6,789	10,182	10,226	12,004	11,879
	5	Max	8,373	12,559	13,390	15,719	14,652	7,867	11,800	11,851	13,912	13,767
		Min	8,365	12,546	13,377	15,703	14,637	7,857	11,785	11,835	13,894	13,749
	6	Max	8,999	13,493	14,385	16,886	15,741	8,470	12,701	12,755	14,973	14,817
		Min	8,988	13,477	14,368	16,867	15,723	8,457	12,681	12,736	14,950	14,795

Tablo 5.12: B-2.b, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)							
			X YÖNÜ				Y YÖNÜ			
Zemin Sınıfı			Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4
KATLAR	1	Max	1,538	1,905	2,596	3,561	1,473	1,820	2,480	3,403
		Min	1,530	1,896	2,584	3,544	1,464	1,810	2,467	3,385
	2	Max	3,670	4,561	6,234	8,567	3,421	4,245	5,802	7,975
		Min	3,667	4,558	6,231	8,563	3,418	4,241	5,798	7,970
	3	Max	5,751	7,174	9,843	13,551	5,322	6,631	9,097	12,529
		Min	5,748	7,171	9,839	13,547	5,319	6,627	9,093	12,523
	4	Max	7,682	9,617	13,239	18,261	7,099	8,880	12,224	16,865
		Min	7,679	9,613	13,234	18,255	7,095	8,875	12,218	16,858
	5	Max	9,432	11,839	16,342	22,572	8,724	10,945	15,107	20,872
		Min	9,429	11,835	16,336	22,564	8,719	10,940	15,099	20,862
	6	Max	10,979	13,803	19,084	26,384	10,175	12,791	17,683	24,452
		Min	10,975	13,798	19,077	26,375	10,170	12,785	17,674	24,440
	7	Max	12,300	15,474	21,408	29,607	11,432	14,382	19,894	27,519
		Min	12,296	15,468	21,400	29,596	11,427	14,375	19,884	27,506
	8	Max	13,366	16,813	23,256	32,161	12,466	15,680	21,686	29,996
		Min	13,361	16,807	23,248	32,149	12,460	15,672	21,676	29,982
	9	Max	14,143	17,779	24,579	33,981	13,243	16,645	23,010	31,820
		Min	14,138	17,773	24,571	33,970	13,236	16,638	23,000	31,806
	10	Max	14,608	18,355	25,363	35,056	13,739	17,259	23,848	32,970
		Min	14,599	18,344	25,349	35,036	13,729	17,248	23,832	32,948

Tablo 5.13: B-2.b, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,318	1,648	2,105	2,414	3,355	1,274	1,592	2,036	2,334	3,072
		Min	1,312	1,640	2,095	2,402	3,340	1,267	1,583	2,024	2,321	3,056
	2	Max	3,150	3,937	5,048	5,795	8,075	2,965	3,706	4,755	5,459	7,202
		Min	3,148	3,935	5,045	5,792	8,072	2,963	3,703	4,751	5,455	7,198
	3	Max	4,941	6,176	7,952	9,142	12,778	4,621	5,776	7,440	8,555	11,316
		Min	4,939	6,173	7,948	9,139	12,773	4,618	5,773	7,436	8,551	11,311
	4	Max	6,606	8,258	10,674	12,290	17,222	6,174	7,718	9,978	11,490	15,234
		Min	6,604	8,255	10,670	12,285	17,216	6,171	7,713	9,973	11,484	15,227
	5	Max	8,117	10,146	13,154	15,162	21,291	7,597	9,496	12,313	14,194	18,853
		Min	8,113	10,142	13,149	15,157	21,284	7,593	9,491	12,307	14,187	18,844
	6	Max	9,451	11,814	15,346	17,702	24,889	8,868	11,085	14,400	16,610	22,087
		Min	9,448	11,810	15,341	17,695	24,880	8,864	11,080	14,393	16,603	22,077
	7	Max	10,590	13,238	17,208	19,855	27,930	9,967	12,458	16,195	18,686	24,858
		Min	10,586	13,233	17,202	19,848	27,920	9,962	12,452	16,187	18,677	24,846
	8	Max	11,508	14,385	18,696	21,570	30,340	10,867	13,584	17,655	20,370	27,096
		Min	11,504	14,380	18,689	21,562	30,329	10,862	13,577	17,647	20,360	27,083
	9	Max	12,175	15,218	19,766	22,799	32,056	11,541	14,426	18,739	21,615	28,743
		Min	12,170	15,213	19,759	22,791	32,045	11,536	14,420	18,730	21,606	28,730
	10	Max	12,573	15,717	20,401	23,528	33,069	11,970	14,963	19,426	22,403	29,782
		Min	12,566	15,708	20,390	23,515	33,051	11,962	14,953	19,413	22,388	29,762

Tablo 5.14: B-2.b, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,610	2,378	2,712	4,208	2,775	1,560	2,305	2,630	4,082	2,690
		Min	1,602	2,367	2,699	4,188	2,761	1,551	2,293	2,616	4,060	2,675
	2	Max	3,846	5,699	6,510	10,119	6,649	3,631	5,383	6,151	9,563	6,280
		Min	3,844	5,696	6,507	10,115	6,645	3,627	5,379	6,146	9,557	6,275
	3	Max	6,034	8,974	10,272	16,000	10,470	5,659	8,419	9,639	15,018	9,823
		Min	6,031	8,970	10,268	15,995	10,466	5,655	8,415	9,634	15,012	9,817
	4	Max	8,069	12,042	13,810	21,554	14,050	7,562	11,289	12,948	20,211	13,170
		Min	8,066	12,038	13,805	21,546	14,044	7,558	11,283	12,942	20,202	13,164
	5	Max	9,916	14,838	17,041	26,637	17,311	9,307	13,929	15,998	25,009	16,251
		Min	9,912	14,833	17,035	26,628	17,305	9,303	13,923	15,991	24,998	16,243
	6	Max	11,549	17,311	19,900	31,135	20,196	10,868	16,290	18,727	29,300	19,005
		Min	11,545	17,305	19,893	31,124	20,189	10,862	16,283	18,718	29,286	18,996
	7	Max	12,944	19,415	22,326	34,944	22,650	12,217	18,324	21,072	32,982	21,378
		Min	12,939	19,408	22,318	34,932	22,642	12,211	18,316	21,063	32,966	21,369
	8	Max	14,070	21,100	24,263	37,972	24,617	13,325	19,984	22,979	35,964	23,314
		Min	14,065	21,093	24,254	37,958	24,608	13,319	19,974	22,968	35,947	23,303
	9	Max	14,891	22,319	25,656	40,140	26,038	14,156	21,220	24,393	38,167	24,756
		Min	14,886	22,311	25,647	40,127	26,030	14,150	21,210	24,383	38,151	24,745
	10	Max	15,385	23,048	26,487	41,430	26,889	14,690	22,008	25,294	39,566	25,676
		Min	15,376	23,035	26,472	41,407	26,874	14,679	21,993	25,277	39,539	25,659

Tablo 5.15: B-3.a, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)							
			X YÖNÜ				Y YÖNÜ			
Zemin Sınıfı			Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4
KATLAR	1	Max	1,353	1,691	2,194	2,195	1,303	1,630	2,018	2,020
		Min	1,344	1,681	2,181	2,182	1,295	1,620	2,005	2,006
	2	Max	3,167	3,970	5,162	5,164	2,970	3,724	4,620	4,621
		Min	3,162	3,965	5,155	5,156	2,965	3,719	4,613	4,614
	3	Max	4,816	6,052	7,884	7,884	4,481	5,632	6,995	6,996
		Min	4,810	6,045	7,874	7,875	4,475	5,625	6,987	6,987
	4	Max	6,160	7,751	10,105	10,105	5,720	7,198	8,947	8,947
		Min	6,152	7,742	10,093	10,093	5,713	7,189	8,936	8,936
	5	Max	7,119	8,958	11,679	11,679	6,615	8,325	10,348	10,348
		Min	7,110	8,947	11,665	11,665	6,607	8,314	10,335	10,335
	6	Max	7,646	9,617	12,534	12,534	7,117	8,953	11,126	11,126
		Min	7,635	9,604	12,517	12,518	7,108	8,940	11,111	11,111

Tablo 5.16: B-3.a, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,261	1,576	2,038	2,193	1,972	1,229	1,537	1,988	2,017	1,813
		Min	1,253	1,566	2,025	2,180	1,960	1,221	1,527	1,975	2,004	1,801
	2	Max	4,507	5,634	7,316	7,884	7,094	4,244	5,306	6,891	6,995	6,294
		Min	2,954	3,693	4,786	5,155	4,637	2,803	3,505	4,544	4,612	4,148
	3	Max	4,507	5,634	7,316	7,884	7,094	4,244	5,306	6,891	6,995	6,294
		Min	4,501	5,627	7,307	7,874	7,085	4,238	5,300	6,883	6,987	6,286
	4	Max	5,769	7,213	9,376	10,105	9,094	5,423	6,781	8,814	8,947	8,052
		Min	5,762	7,204	9,364	10,093	9,083	5,416	6,772	8,803	8,936	8,042
	5	Max	6,668	8,336	10,836	11,679	10,511	6,271	7,842	10,193	10,348	9,313
		Min	6,660	8,326	10,823	11,665	10,498	6,264	7,832	10,181	10,335	9,301
	6	Max	7,159	8,950	11,630	12,534	11,280	6,745	8,434	10,960	11,126	10,012
		Min	7,149	8,938	11,615	12,517	11,265	6,736	8,423	10,945	11,110	9,998

Tablo 5.17: B-3.a, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,567	2,339	2,470	2,899	2,729	1,526	2,278	2,272	2,667	2,658
		Min	1,557	2,325	2,454	2,881	2,712	1,516	2,264	2,257	2,649	2,641
	2	Max	3,678	5,501	5,811	6,821	6,418	3,486	5,216	5,200	6,104	6,085
		Min	3,672	5,494	5,803	6,812	6,409	3,480	5,208	5,192	6,095	6,076
	3	Max	5,605	8,400	8,876	10,419	9,800	5,271	7,899	7,876	9,246	9,216
		Min	5,599	8,390	8,865	10,407	9,788	5,265	7,890	7,866	9,234	9,205
	4	Max	7,181	10,770	11,383	13,363	12,565	6,740	10,109	10,079	11,831	11,793
		Min	7,172	10,757	11,370	13,347	12,550	6,732	10,096	10,066	11,817	11,779
	5	Max	8,306	12,458	13,167	15,457	14,534	7,801	11,700	11,665	13,694	13,650
		Min	8,296	12,443	13,151	15,438	14,517	7,791	11,686	11,651	13,678	13,634
	6	Max	8,926	13,384	14,144	16,604	15,614	8,398	12,593	12,555	14,739	14,691
		Min	8,914	13,366	14,125	16,582	15,593	8,386	12,575	12,538	14,718	14,671

Tablo 5.18: B-3.b, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)							
			X YÖNÜ				Y YÖNÜ			
Zemin Sınıfı			Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4
KATLAR	1	Max	1,521	1,884	2,567	3,522	1,456	1,800	2,453	3,357
		Min	1,512	1,874	2,554	3,504	1,447	1,789	2,439	3,338
	2	Max	3,630	4,511	6,166	8,474	3,384	4,199	5,741	7,870
		Min	3,627	4,508	6,163	8,470	3,381	4,196	5,737	7,865
	3	Max	5,690	7,097	9,737	13,407	5,266	6,562	9,004	12,367
		Min	5,687	7,093	9,733	13,402	5,263	6,559	9,000	12,362
	4	Max	7,602	9,515	13,099	18,069	7,027	8,790	12,100	16,650
		Min	7,598	9,510	13,093	18,062	7,023	8,785	12,095	16,643
	5	Max	9,334	11,715	16,170	22,337	8,636	10,836	14,956	20,607
		Min	9,329	11,710	16,163	22,327	8,632	10,831	14,950	20,598
	6	Max	10,865	13,659	18,885	26,110	10,075	12,665	17,508	24,143
		Min	10,860	13,653	18,877	26,099	10,070	12,659	17,500	24,133
	7	Max	12,172	15,313	21,185	29,300	11,320	14,240	19,698	27,173
		Min	12,167	15,307	21,176	29,287	11,315	14,234	19,690	27,161
	8	Max	13,228	16,638	23,015	31,828	12,344	15,526	21,474	29,621
		Min	13,222	16,631	23,005	31,814	12,338	15,519	21,464	29,608
	9	Max	13,996	17,594	24,324	33,630	13,113	16,483	22,785	31,422
		Min	13,990	17,587	24,314	33,616	13,107	16,476	22,776	31,409
	10	Max	14,457	18,164	25,100	34,694	13,604	17,091	23,615	32,559
		Min	14,447	18,152	25,084	34,672	13,596	17,080	23,601	32,539

Tablo 5.19: B-3.b, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

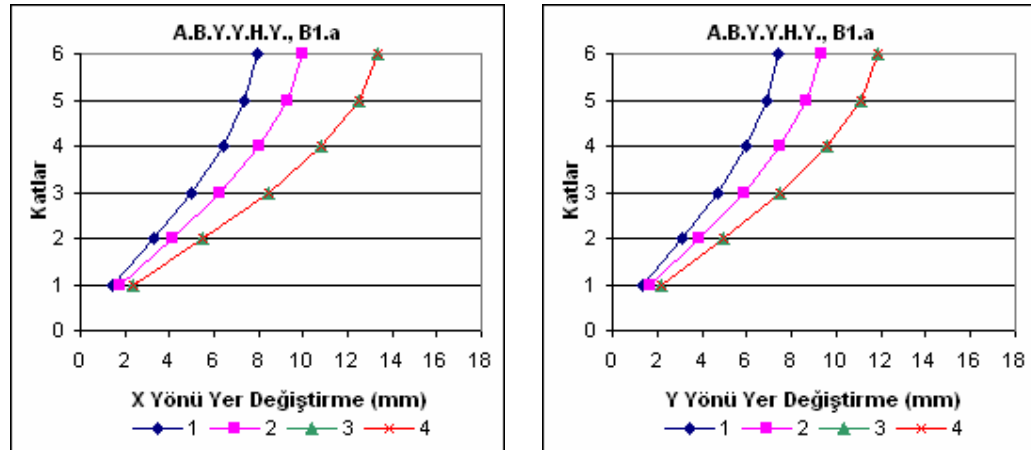
			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,306	1,632	2,086	2,392	3,295	1,261	1,576	2,015	2,311	3,019
		Min	1,299	1,623	2,075	2,379	3,278	1,253	1,567	2,004	2,298	3,002
	2	Max	3,121	3,901	5,002	5,743	7,933	2,936	3,670	4,709	5,407	7,081
		Min	3,118	3,898	4,999	5,739	7,928	2,934	3,667	4,706	5,404	7,077
	3	Max	4,897	6,121	7,882	9,063	12,554	4,578	5,722	7,371	8,477	11,129
		Min	4,894	6,118	7,878	9,059	12,549	4,575	5,719	7,368	8,473	11,125
	4	Max	6,549	8,186	10,582	12,185	16,922	6,118	7,648	9,888	11,387	14,985
		Min	6,546	8,182	10,577	12,179	16,915	6,115	7,644	9,884	11,382	14,978
	5	Max	8,048	10,060	13,043	15,034	20,921	7,529	9,412	12,204	14,069	18,546
		Min	8,044	10,055	13,037	15,028	20,913	7,526	9,407	12,199	14,063	18,538
	6	Max	9,372	11,715	15,218	17,554	24,457	8,791	10,988	14,274	16,465	21,729
		Min	9,368	11,710	15,211	17,546	24,447	8,787	10,983	14,268	16,458	21,719
	7	Max	10,502	13,128	17,065	19,690	27,446	9,880	12,350	16,054	18,524	24,456
		Min	10,498	13,122	17,057	19,681	27,435	9,876	12,345	16,047	18,516	24,445
	8	Max	11,412	14,265	18,540	21,391	29,815	10,773	13,467	17,503	20,194	26,658
		Min	11,407	14,259	18,532	21,381	29,802	10,768	13,461	17,495	20,185	26,647
	9	Max	12,073	15,091	19,601	22,610	31,502	11,441	14,302	18,577	21,429	28,280
		Min	12,068	15,085	19,593	22,600	31,489	11,437	14,296	18,569	21,420	28,268
	10	Max	12,469	15,586	20,232	23,333	32,498	11,867	14,834	19,258	22,210	29,302
		Min	12,460	15,575	20,219	23,318	32,477	11,860	14,825	19,246	22,197	29,285

Tablo 5.20: B-3.b, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

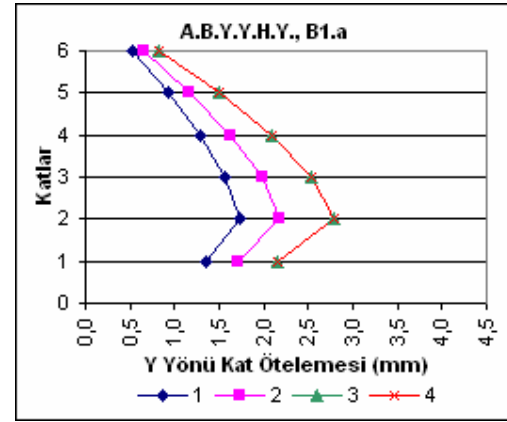
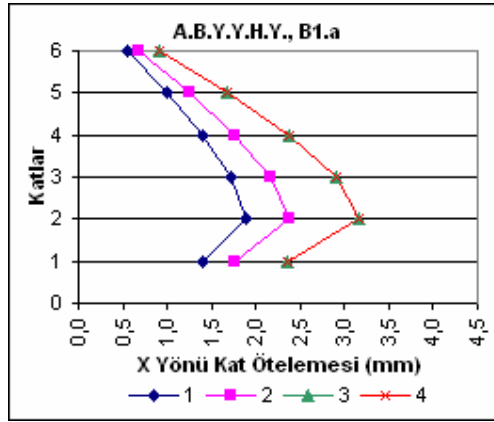
			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,596	2,359	2,690	4,174	2,752	1,545	2,284	2,606	4,045	2,665
		Min	1,587	2,346	2,676	4,153	2,737	1,536	2,271	2,592	4,023	2,650
	2	Max	3,814	5,653	6,459	10,041	6,596	3,599	5,336	6,098	9,482	6,225
		Min	3,812	5,650	6,455	10,035	6,591	3,596	5,332	6,094	9,477	6,221
	3	Max	5,986	8,904	10,193	15,878	10,388	5,611	8,349	9,560	14,896	9,741
		Min	5,983	8,900	10,188	15,872	10,383	5,608	8,345	9,556	14,890	9,736
	4	Max	8,007	11,951	13,705	21,392	13,943	7,501	11,198	12,844	20,049	13,064
		Min	8,003	11,945	13,700	21,383	13,936	7,497	11,193	12,838	20,041	13,058
	5	Max	9,841	14,727	16,914	26,439	17,181	9,233	13,819	15,872	24,812	16,122
		Min	9,837	14,721	16,907	26,428	17,174	9,229	13,813	15,865	24,801	16,115
	6	Max	11,463	17,183	19,753	30,904	20,047	10,782	16,162	18,580	29,070	18,856
		Min	11,458	17,176	19,744	30,892	20,038	10,778	16,156	18,572	29,058	18,848
	7	Max	12,849	19,272	22,162	34,686	22,483	12,122	18,182	20,908	32,725	21,212
		Min	12,843	19,263	22,152	34,672	22,474	12,117	18,174	20,900	32,711	21,203
	8	Max	13,966	20,945	24,084	37,692	24,436	13,222	19,828	22,801	35,684	23,133
		Min	13,960	20,936	24,073	37,676	24,425	13,216	19,820	22,791	35,669	23,123
	9	Max	14,780	22,153	25,466	39,844	25,846	14,046	21,055	24,204	37,871	24,564
		Min	14,774	22,145	25,456	39,828	25,835	14,041	21,047	24,195	37,857	24,554
	10	Max	15,271	22,877	26,291	41,124	26,690	14,575	21,837	25,098	39,259	25,477
		Min	15,261	22,862	26,274	41,097	26,672	14,566	21,824	25,082	39,235	25,461

5.1.1.1 Analizlerin İncelenmesi

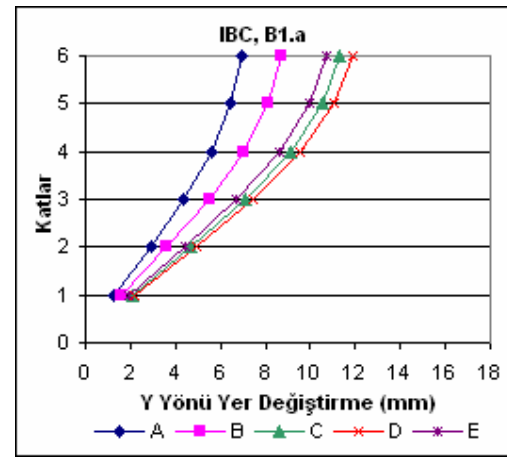
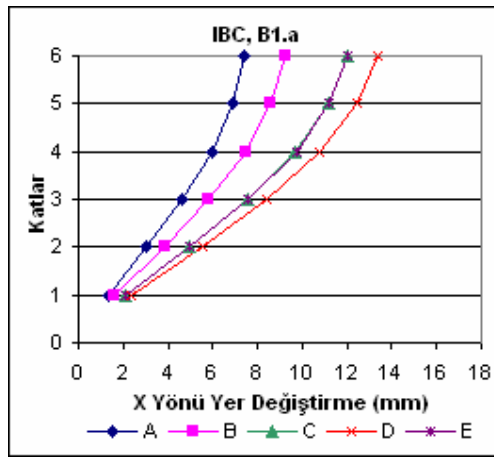
Yukarıda verilen maksimum kat deplasmanları ve bu deplasmanlardan elde edilen görelî kat ötelemeleri aşağıdaki grafiklerde ifade edilmiştir.



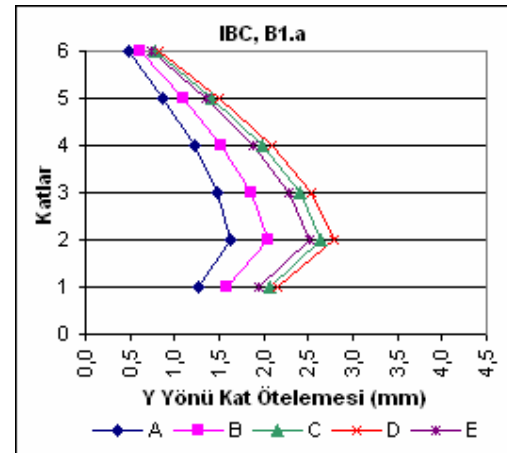
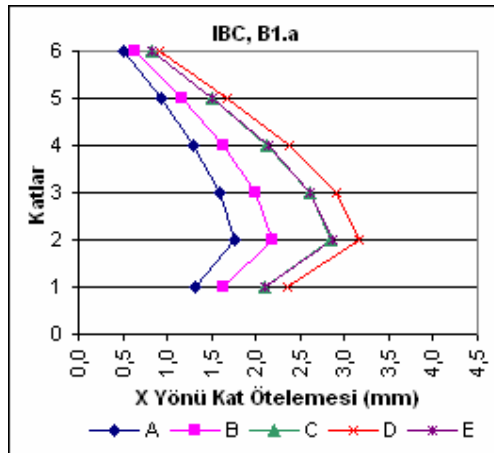
Şekil 5.11: A.B.Y.Y.H.Y, B1.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



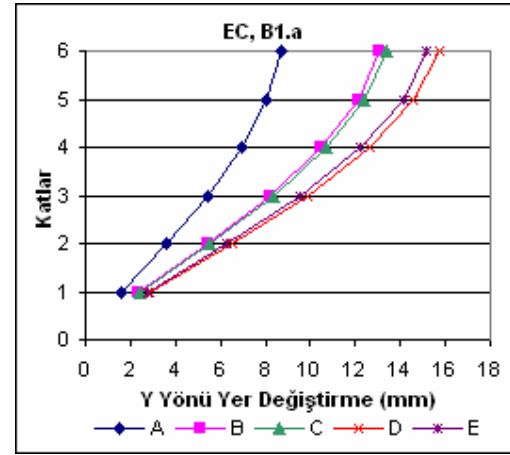
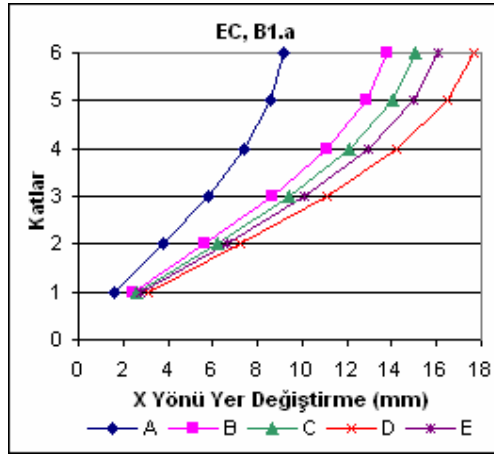
Şekil 5.12: A.B.Y.Y.H.Y., B1.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



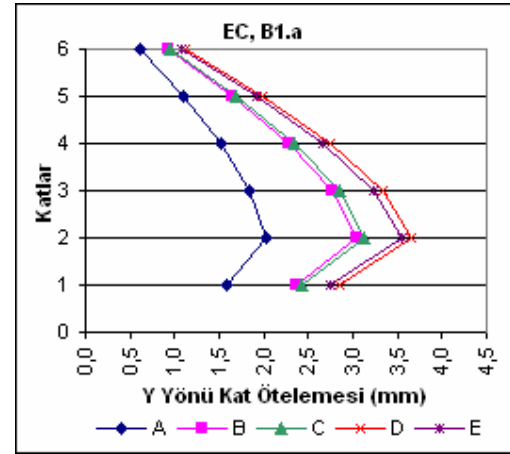
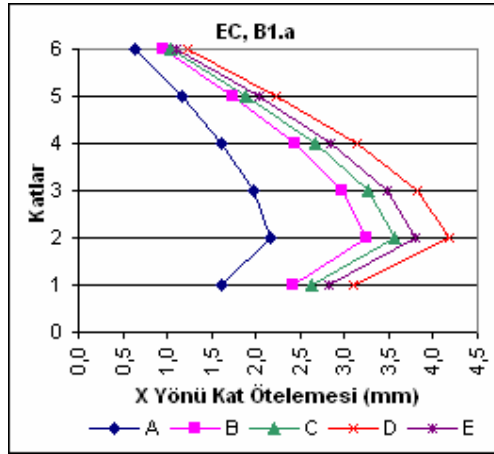
Şekil 5.13: IBC, B1.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



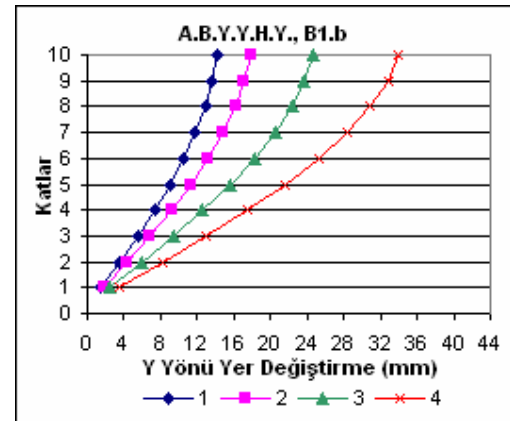
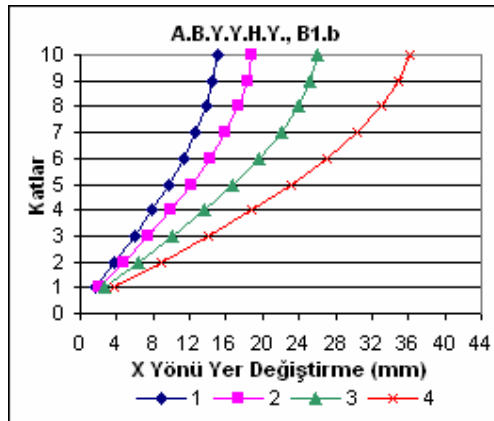
Şekil 5.14: IBC, B1.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



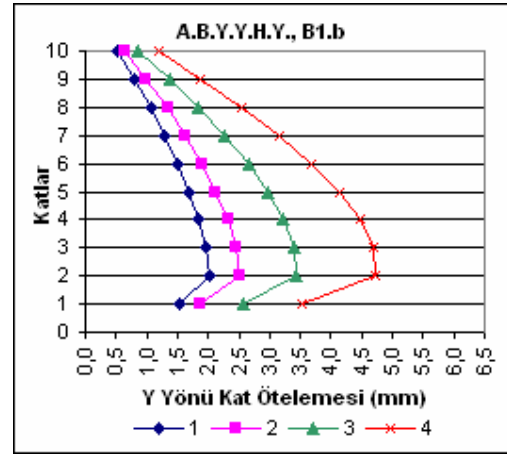
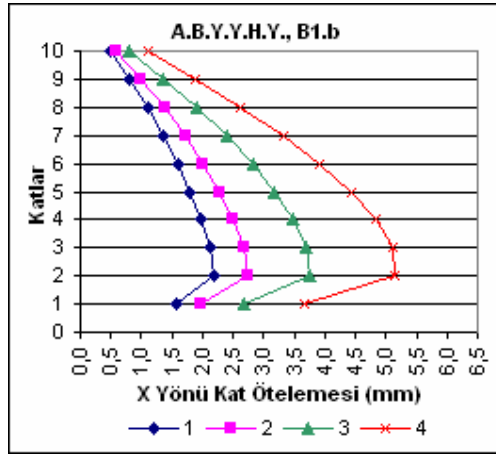
Şekil 5.15: EC, B1.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



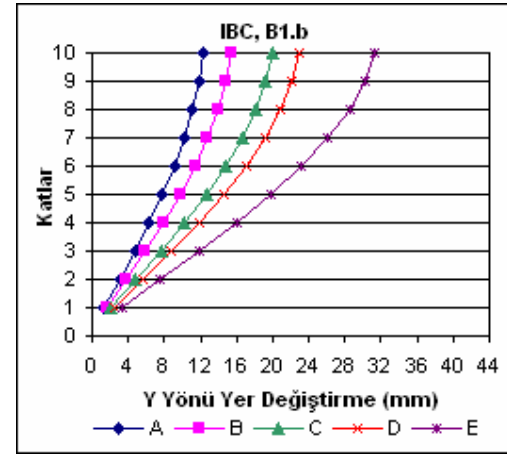
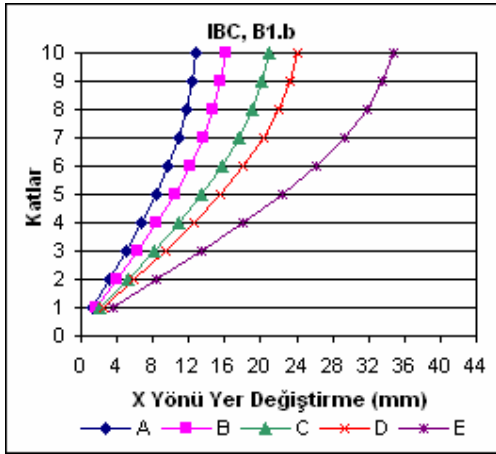
Şekil 5.16: EC, B1.a, X ve Y Yönü Göreli Kat Ötelemeleri



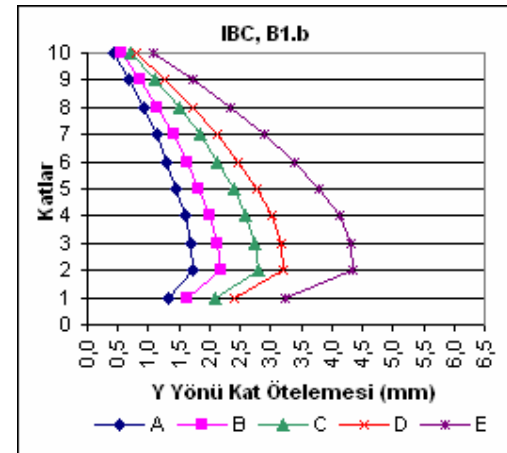
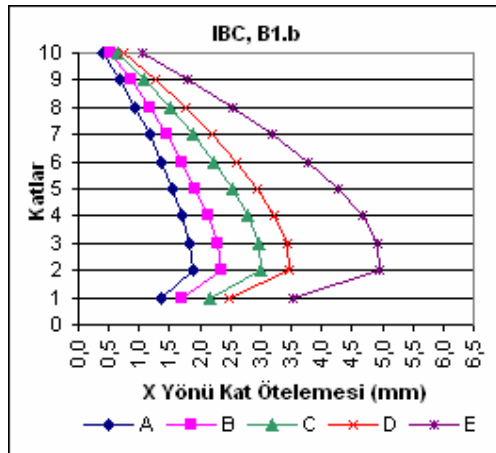
Şekil 5.17: A.B.Y.Y.H.Y., B1.b, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



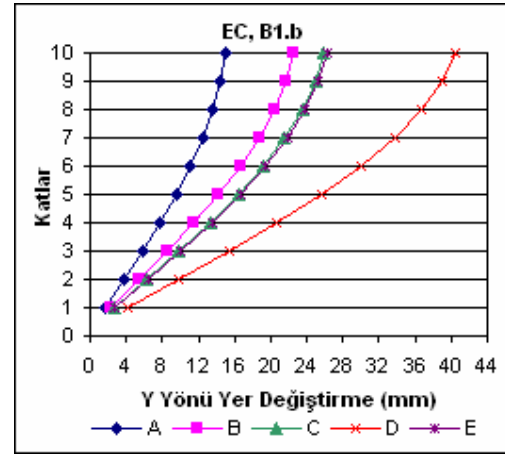
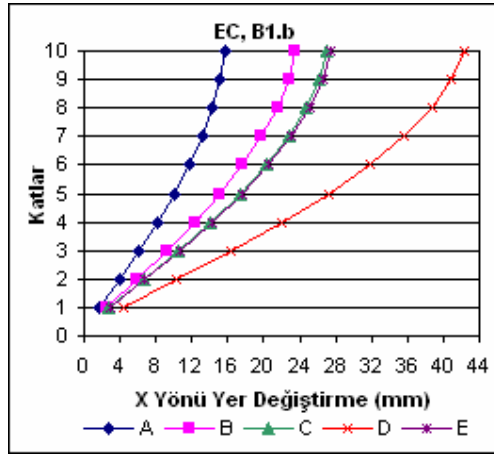
Şekil 5.18: A.B.Y.Y.H.Y., B1.b, X ve Y Yönlü Görelî Kat Ötelemeleri



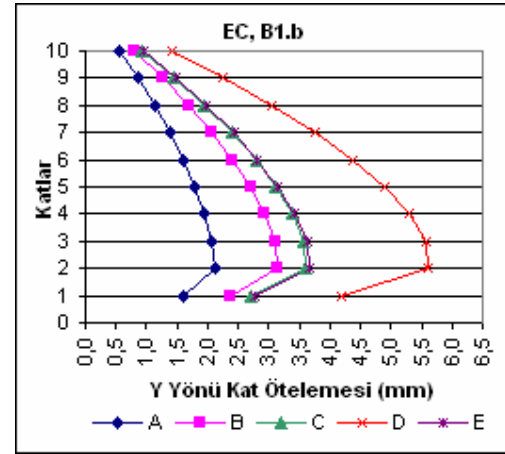
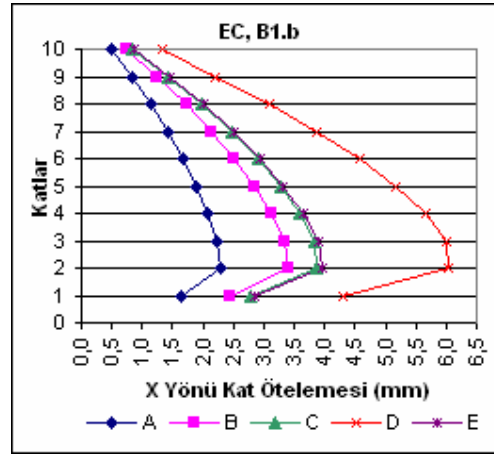
Şekil 5.19: IBC, B1.b, X ve Y Yönlü Maksimum Yer Değiştirmeler



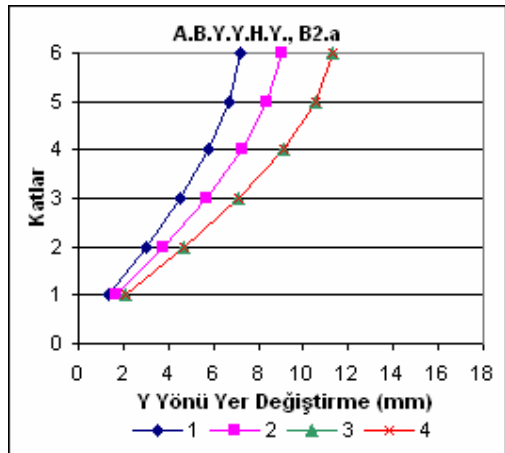
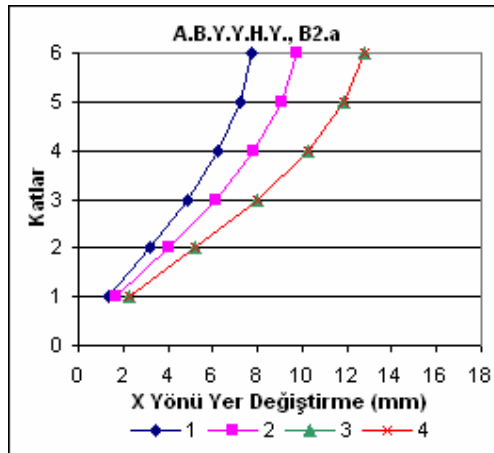
Şekil 5.20: IBC, B1.b, X ve Y Yönlü Görelî Kat Ötelemeleri



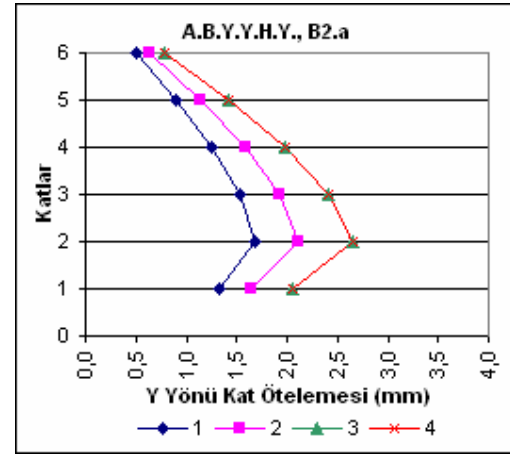
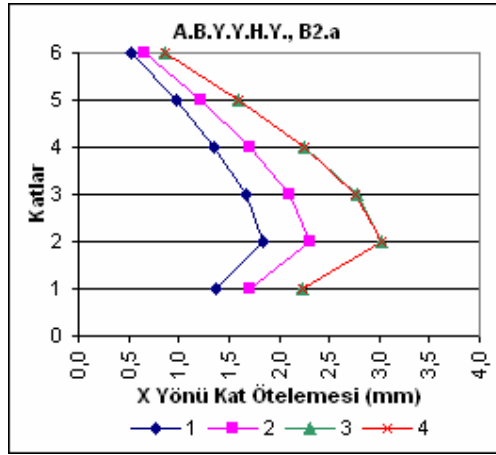
Şekil 5.21: EC, B1.b, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



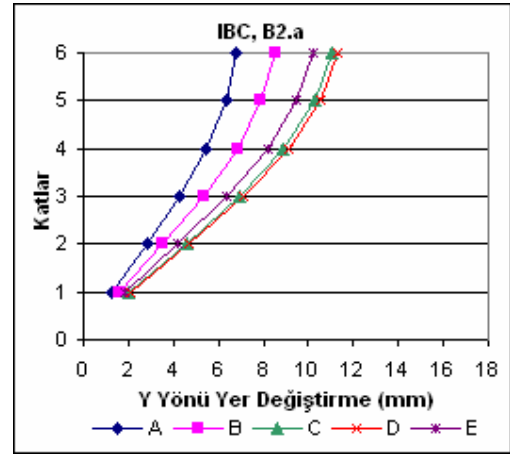
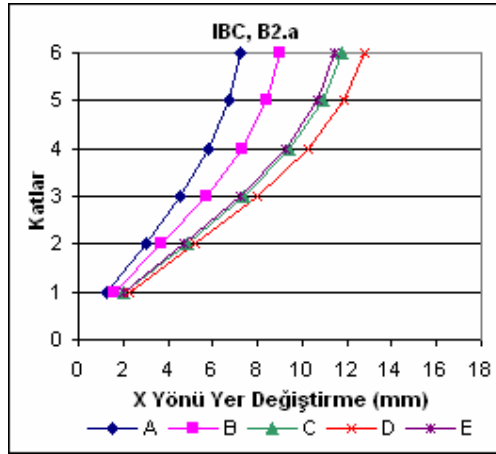
Şekil 5.22: EC, B1.b, X ve Y Yönü Göreli Kat Ötelemeleri



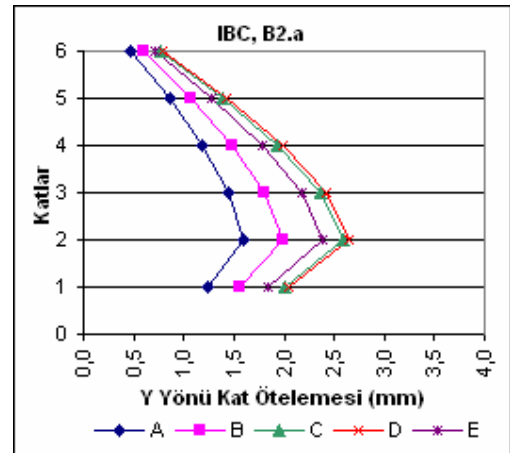
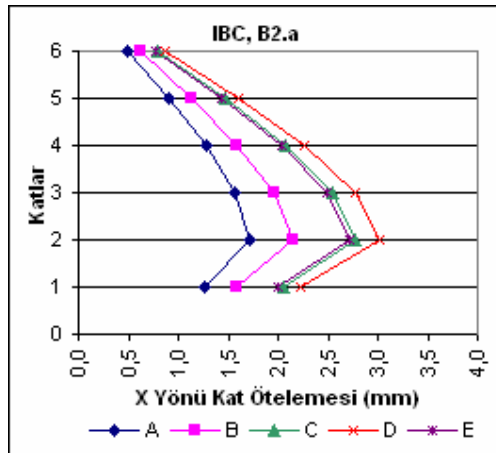
Şekil 5.23: A.B.Y.Y.H.Y., B2.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



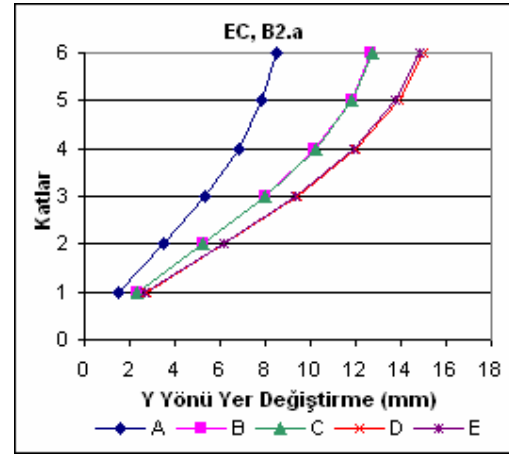
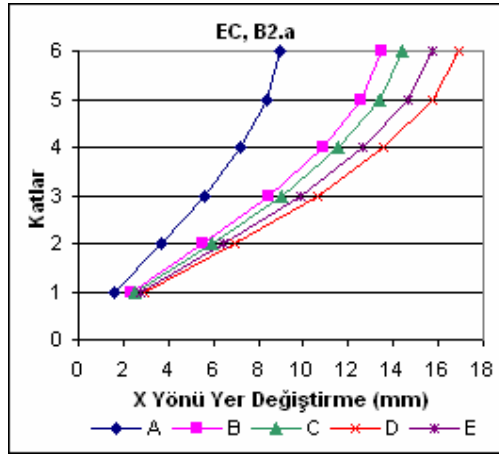
Şekil 5.24: A.B.Y.Y.H.Y., B2.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



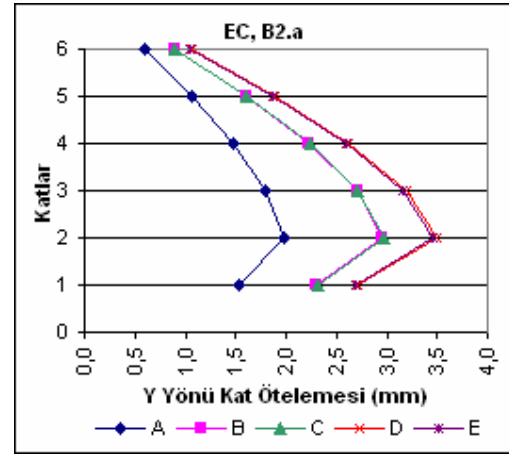
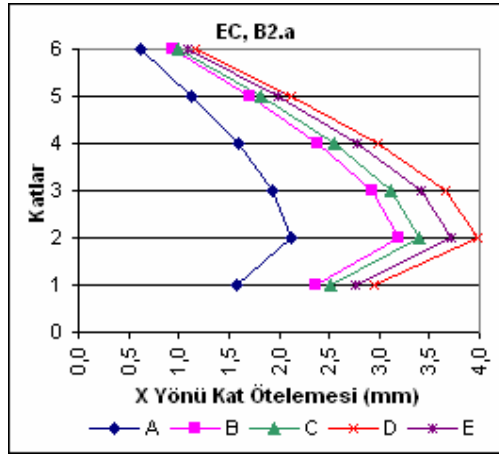
Şekil 5.25: IBC, B2.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



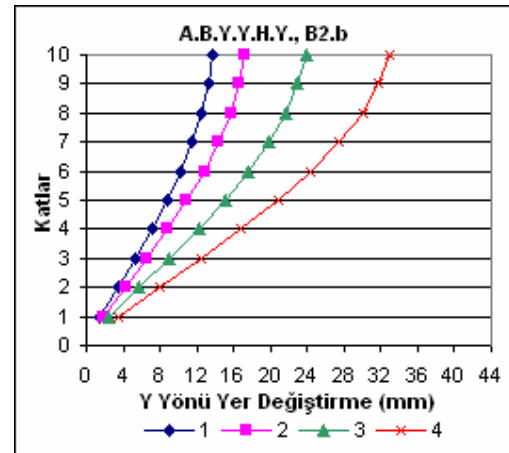
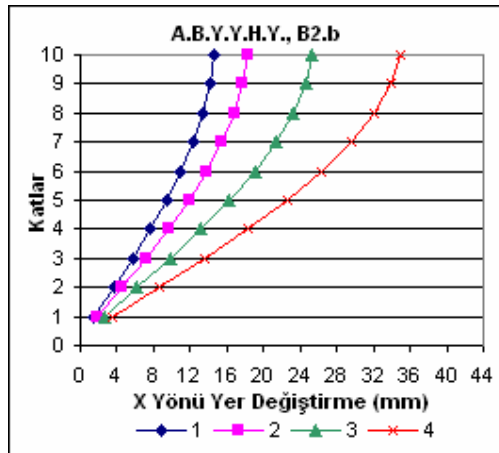
Şekil 5.26: IBC, B2.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



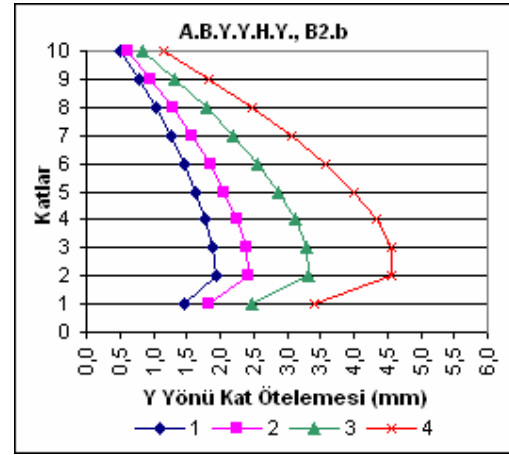
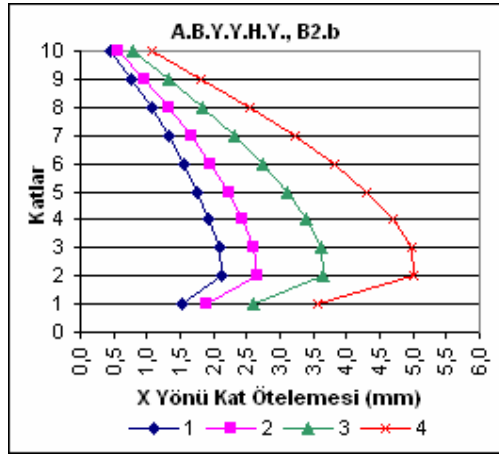
Şekil 5.27: EC, B2.a, X ve Y Yönu Maksimum Yer Değiştirmeler



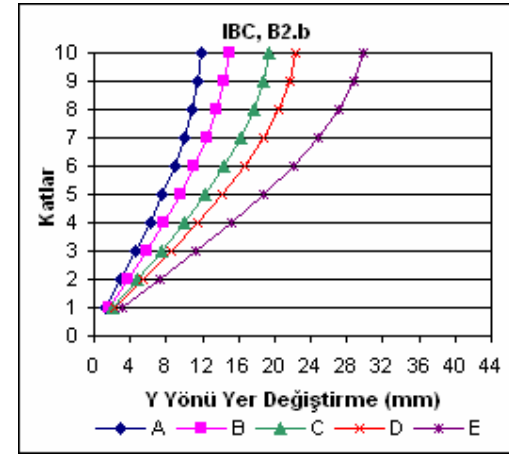
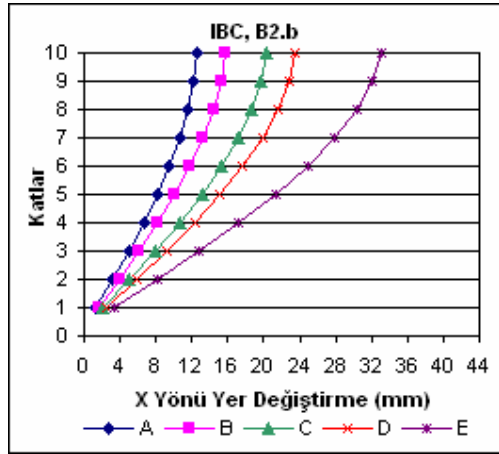
Şekil 5.28: EC, B2.a, X ve Y Yönu Göreli Kat Ötelemeleri



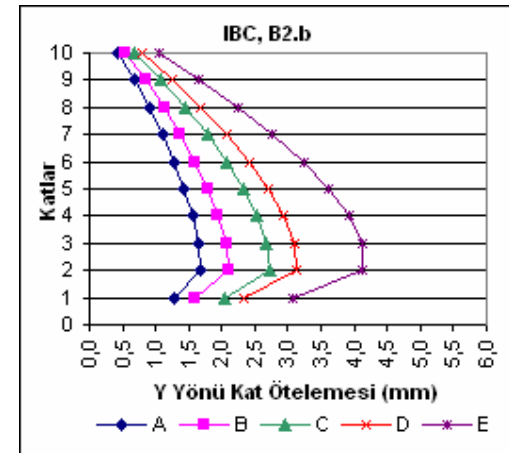
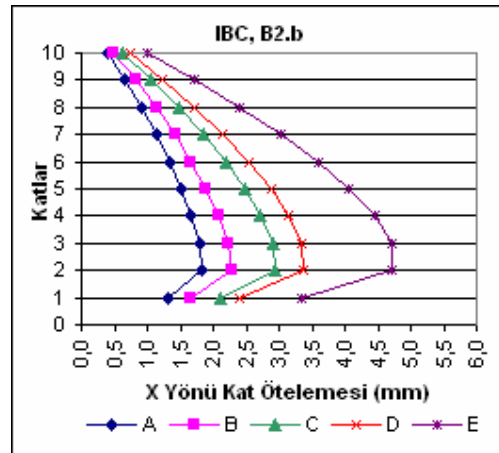
Şekil 5.29: A.B.Y.Y.H.Y., B2.b, X ve Y Yönu Maksimum Yer Değiştirmeler



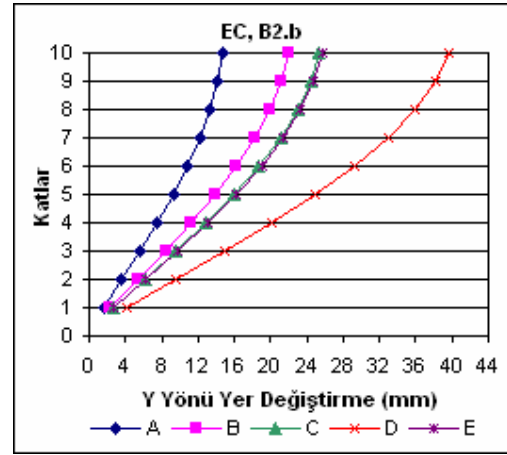
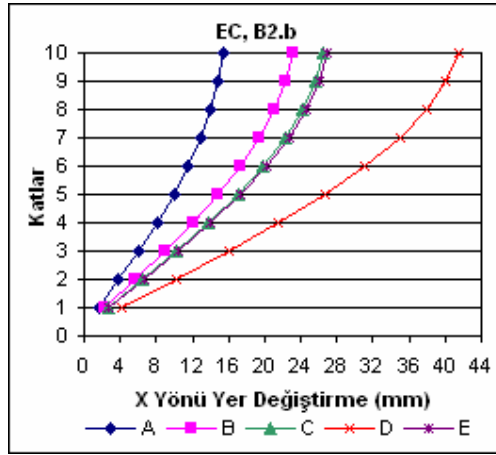
Şekil 5.30: A.B.Y.Y.H.Y., B2.b, X ve Y Yönu Görelî Kat Ötelemeleri



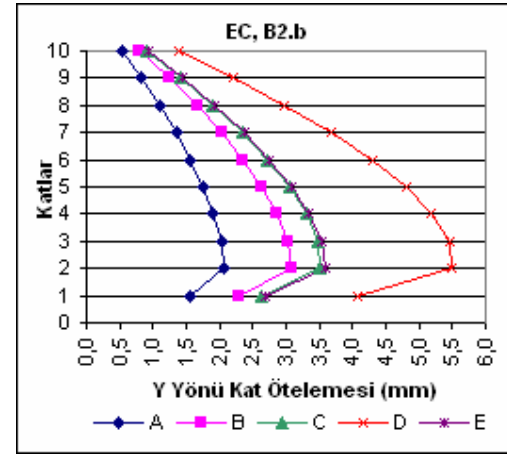
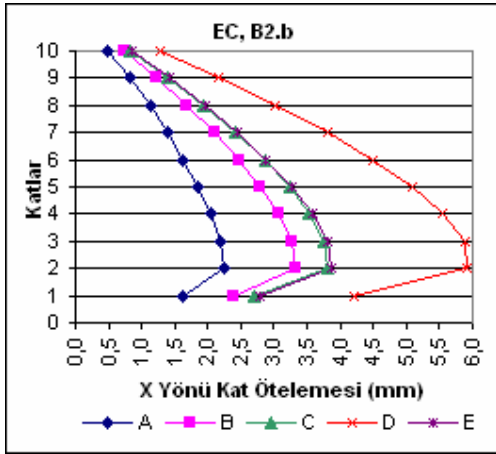
Şekil 5.31: IBC, B2.b, X ve Y Yönu Maksimum Yer Değıştirmeler



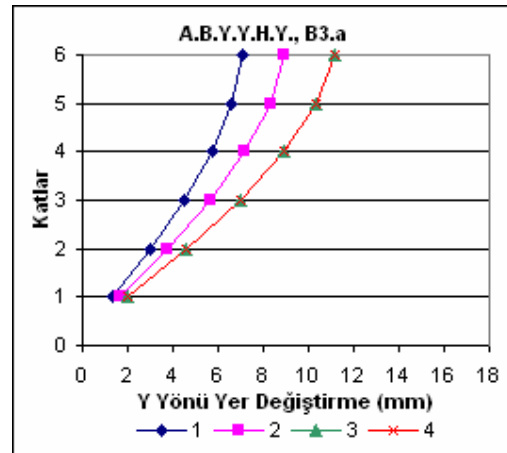
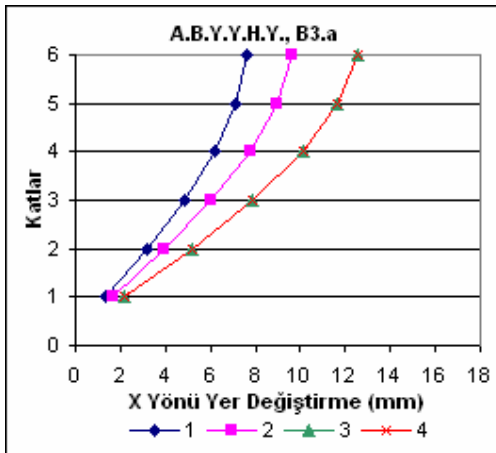
Şekil 5.32: IBC, B2.b, X ve Y Yönu Görelî Kat Ötelemeleri



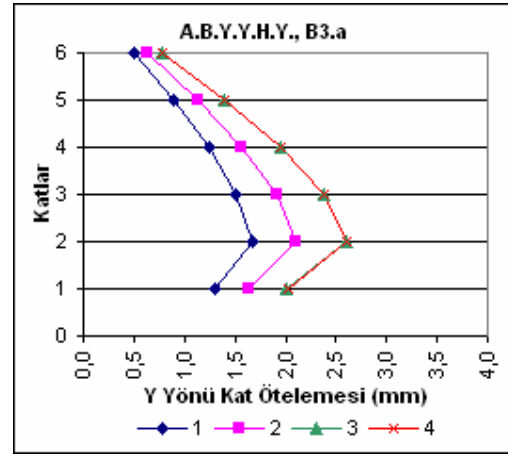
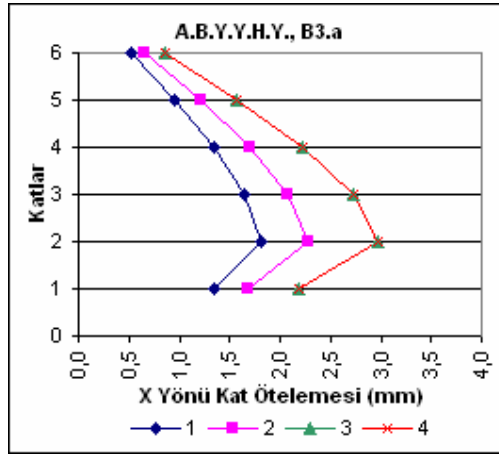
Şekil 5.33: EC, B2.b, X ve Y Yönu Maksimum Yer Değiştirmeler



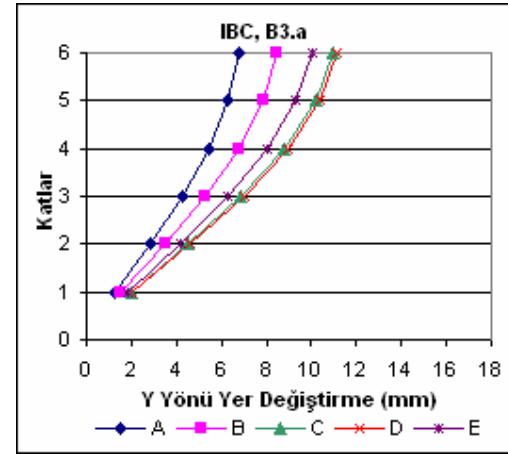
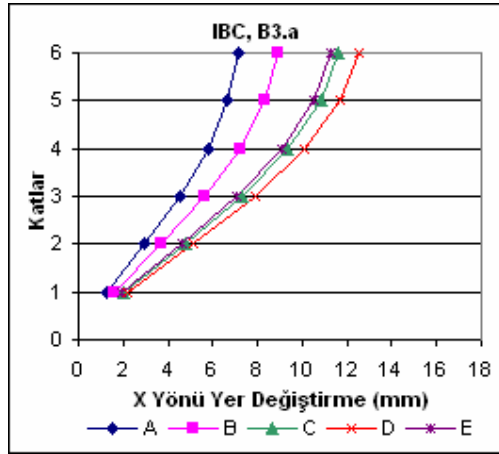
Şekil 5.34: EC, B2.b, X ve Y Yönu Görelî Kat Ötelemeleri



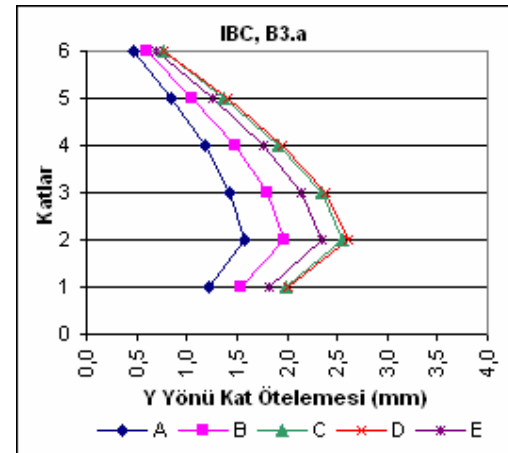
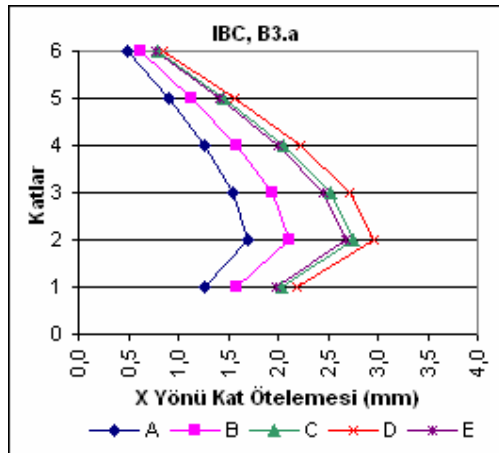
Şekil 5.35: A.B.Y.Y.H.Y., B3.a, X ve Y Yönu Maksimum Yer Değiştirmeler



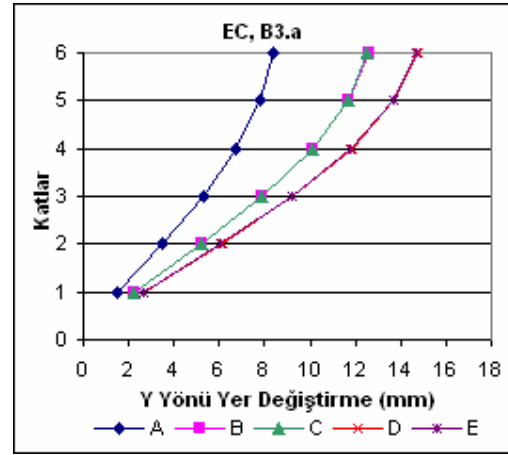
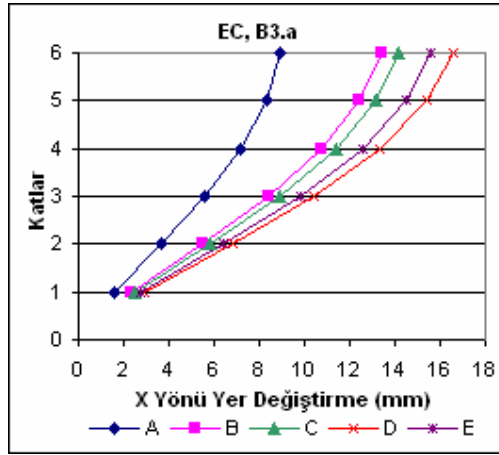
Şekil 5.36: A.B.Y.Y.H.Y., B3.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



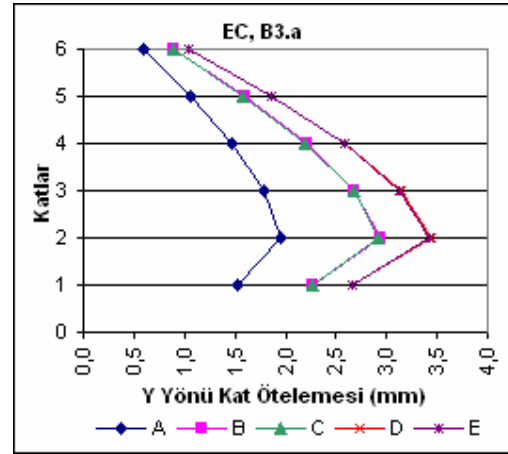
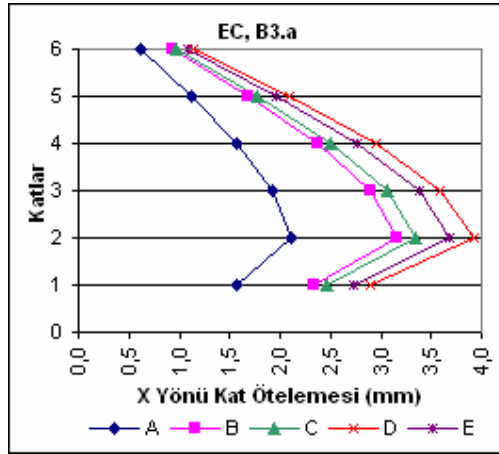
Şekil 5.37: IBC, B3.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



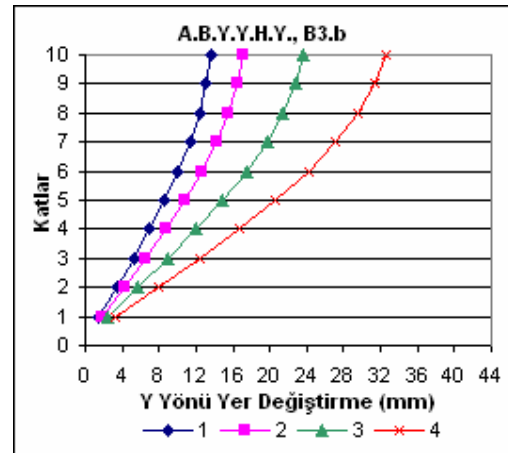
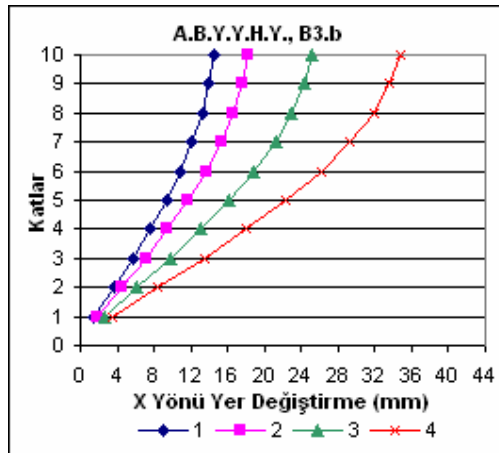
Şekil 5.38: IBC, B3.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



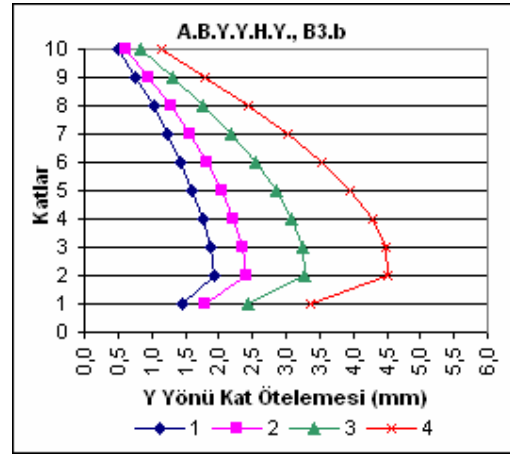
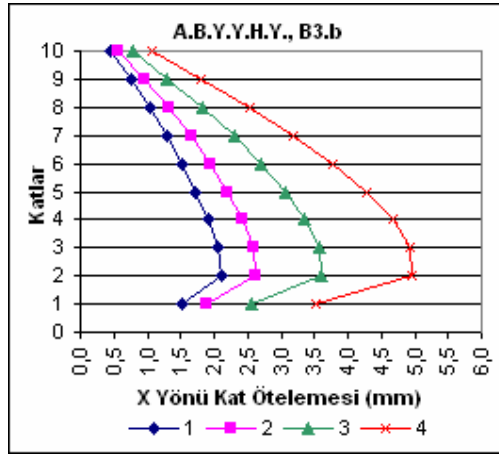
Şekil 5.39: EC, B3.a, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



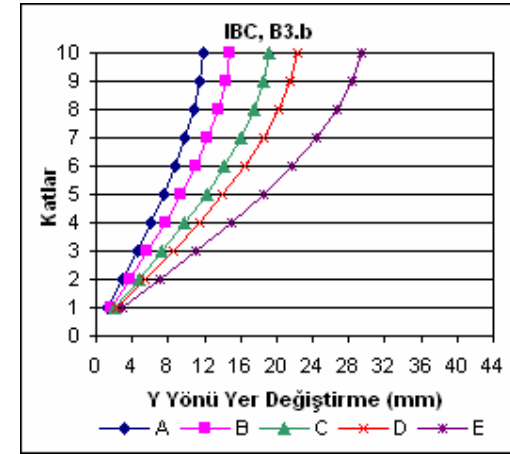
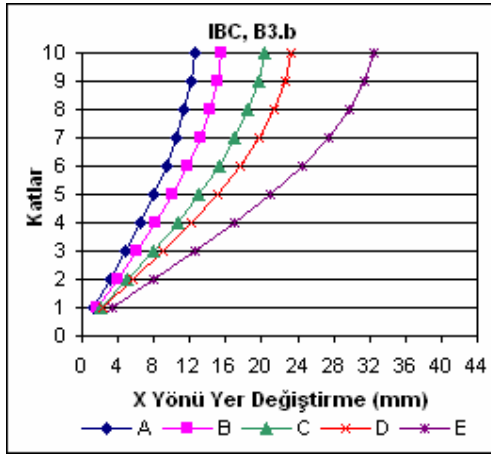
Şekil 5.40: EC, B3.a, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



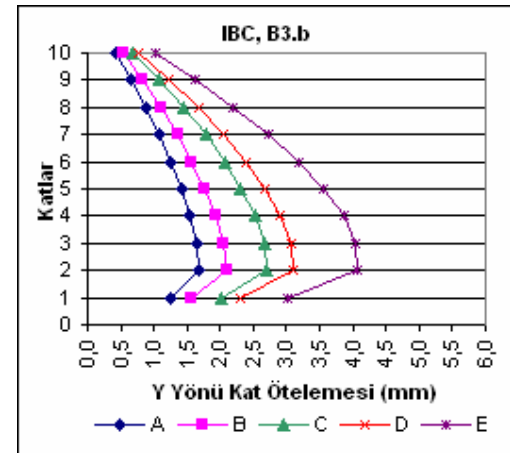
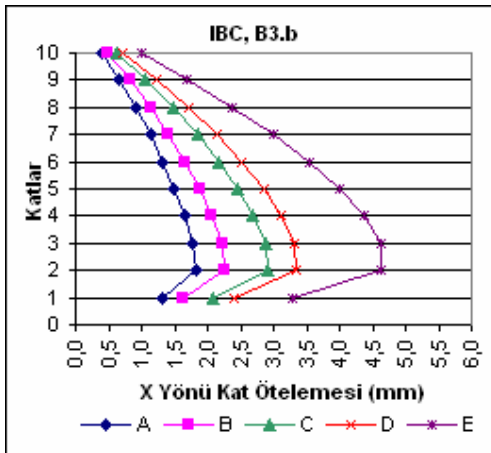
Şekil 5.41: A.B.Y.Y.H.Y., B3.b, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



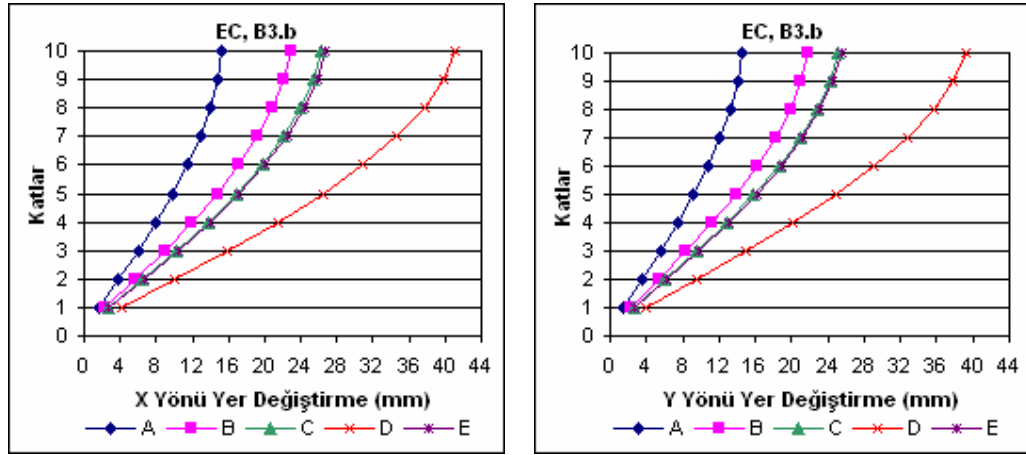
Şekil 5.42: A.B.Y.Y.H.Y., B3.b, X ve Y Yönlü Görelî Kat Ötelemeleri



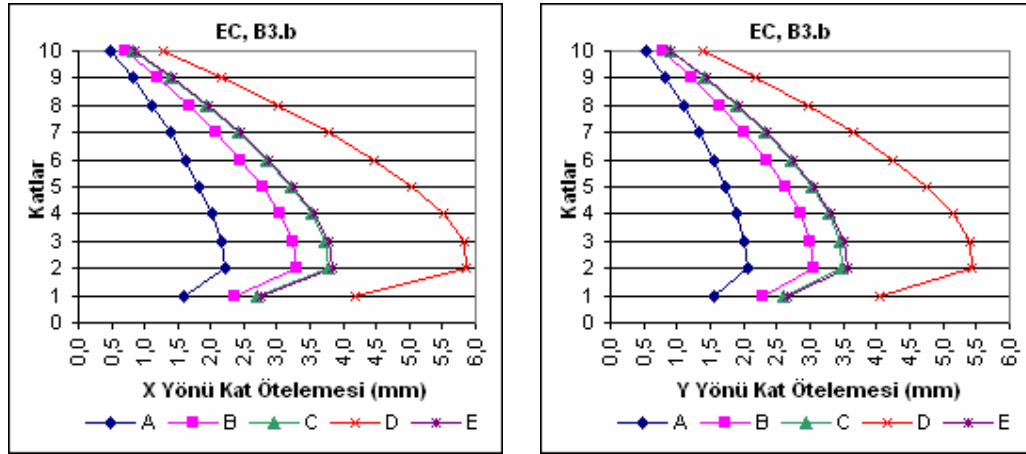
Şekil 5.43: IBC, B3.b, X ve Y Yönlü Maksimum Yer Değiştirmeler



Şekil 5.44: IBC, B3.b, X ve Y Yönlü Görelî Kat Ötelemeleri



Şekil 5.45: EC, B3.b, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



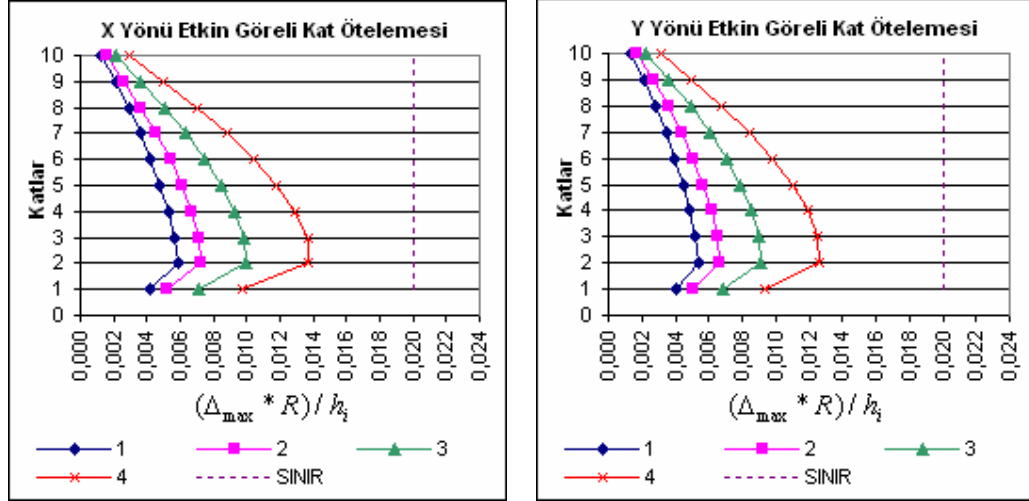
Şekil 5.46: EC, B3.b, X ve Y Yönü Göreli Kat Ötelemeleri

Yukarıda verilen şekillere bakarak şu değerlendirmeler yapılabilir;

- Yapılardaki maksimum yer değiştirme değerlerine baktığımızda en büyük yer değiştirmeleri B1 daha sonra B2 ve son olarak B3 yapıları yapmaktadır. Bunun nedeni yapılardaki boşluk miktarının artışına bağlı olarak yapı ağırlığının azalması ve binaya gelen deprem kuvvetinin azalmasıdır.
- ‘Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’ de belirtilen şartlarda yapılan analizlerde en büyük yer değiştirmeler ‘Z4’ sınıfı zemine sahip yapılarda meydana gelmiştir. Fakat 6 katlı yapılarda ‘Z3’ ve ‘Z4’ sınıfı zemin türlerinde meydana gelen deplasmanlar hemen hemen aynıdır. Bunun nedeni yapıların etkili mod periyotlarının her iki zemine ait tasarım spektrumu eğrilerinde aynı değerde deprem ivmesi ile karşılaşmasıdır. Bu durum 10 katlı yapılarda meydana gelmemektedir çünkü yapının etkili modu

‘Z4’ zemin sınıfına ait tasarım spektrumunda daha büyük bir deprem ivmesi ile eşleşmektedir.

- ‘Eurocode 8’ de yer alan standartlar göz önüne alınarak yapılan analizlerde hem 6 katlı hem de 10 katlı yapılardaki en olumsuz yer değiştirmeler ‘D’ sınıfı zeminlerde oluşmuştur.
- ‘International Building Code’ standartlarına göre yapılan analizlerde ise daha farklı olarak en büyük yer değiştirmeler kat adedine göre farklı zeminlerde oluşmuştur; 6 katlı yapılarda en olumsuz sonuçlar ‘D’ sınıfı zeminlerde, 10 katlı yapılarda ise ‘E’ sınıfı zeminlerde meydana gelmiştir. Bunun nedeni ise yine yapıların karakteristik özelliğidir; 6 katlı yapıların birinci doğal titreşim periyodu ve diğer etkin periyotları ‘D’ sınıfı tasarım spektrumunda daha büyük ivme değerleri ile karşılaşırken 10 katlı yapılar ‘E’ sınıfı zemin türlerinde daha büyük ivmelere maruz kalmaktadır.
- Üç deprem standardı için yapılan analizlerde en büyük yer değiştirmelerin ise Eurocode, ‘D’ sınıfı zeminlerde meydana geldiği görülmektedir.
- Göreli kat ötelemeleri grafiklerinde en büyük değerlerin yapıların ikinci katında olduğunu görmekteyiz, üst katlara doğru değerler azalmakta ve birbirine yaklaşmaktadır.
- A.B.Y.Y.H.Y.’ de etkin göreli kat ötelemeleri için verilen ‘ $(\Delta_{\max} * R) / h_i \leq 0.02$ ’ şartı en olumsuz sonucu veren *Bl.b* analizi için Şekil 5.47’de irdelenmiştir.



Şekil 5.47: B1.b, X ve Y Yönü Etkin Görelî Kat Ötelemeleri

En olumsuz sonucu veren yapıda yapılan kontrolde görülmektedir ki iki deprem doğrultusunda da etkin görelî kat öteleme değerleri sınır değerini aşmamaktadır.

Burulma Düzensizliği Kontrolü

Üç yönetmelikte de belirtilen burulma düzensizlikleri ile ilgili sınır şartları bu yönetmelik için yapılan analizler için irdelenmiş ve hiçbir yapıda $\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{ort} > 1.2$ sınır koşulunun aşılmadığı görülmüştür. Her bina için bütün katlarda η_{bi} değeri '1,0' e çok yakın değerler almıştır.

Rijit Diyafram Kontrolü

Yapılan analizler sonucunda, döşeme boşluklarının planda simetrik olarak dağılması ve döşeme boşluklarının bulunduğu yerlerde kirişlerin mevcut olmasından ötürü döşemeler rijit diyafram gibi çalışmışlardır, yapıların şekil değiştirmiş durumlarında bina köşeleri 90° lik geometrilerini korumuş ve yapının planda genel şekli değişmemiştir.

Büyük oranda döşeme boşluğuna sahip modellerde yatay deprem kuvvetlerinin döşemeler tarafından taşıyıcı düşey elemanlara güvenle aktarılıp aktarılmadığının kontrolü yapılması gerekir. Bunu yaparken, bir kata etkiyen, en olumsuz etkiyi yaratacak deprem kuvvetini bulmak ve bu yükü hesabı yapılacak döşeme plağına indirmek gerekmektedir.

En olumsuz deprem kuvveti B3.b modelinde 10. kata Y yönünde etmektedir:

$$V = 361 \text{ kN}$$

Bu yük kontrolü yapılacak olan A-B/3-4 aksındaki döşeme plağına

$$V = 24,39 \text{ kN olarak ve}$$

$$q = 24,39/5 = 4,87 \text{ kN/m yayılı yükü olarak etkir,}$$

döşemede oluşacak maksimum moment,

$$M = 4,87 \times 5^2/8 = 15,24 \text{ kNm olur.}$$

Deprem sırasında döşemede kesme çatlakları ve moment altında eğilme çatlaklarının oluşmaması istenmektedir;

- Kesme Çatlağı Kontrolü

Döşemenin taşıyabileceği maksimum kesme kuvveti standartlarda;

$$V_{cr} = 0,8 \times 0,65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d \text{ olarak belirtilmiştir.}$$

$$V_{cr} = 0,8 \times 0,65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,8 \times 0,65 \times 1177 \times 0,12 \times 3 = 220,334 \text{ kN}$$

$V = 24,39 \text{ kN} < V_{cr}$ şartı sağlandığından döşemede kesme çatlağı oluşmamaktadır.

- Eğilme Çatlağı Kontrolü

Döşeme mukavemet momenti;

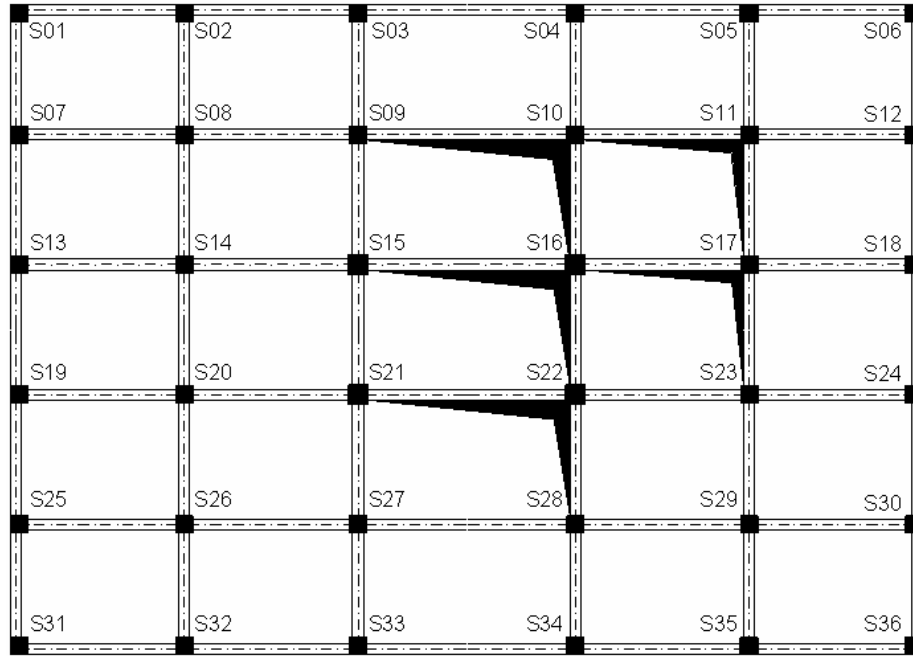
$$W = bh^2/6 = 0,12 \times 3^2/6 = 0,18 \text{ m}^3,$$

Döşemede oluşacak gerilme;

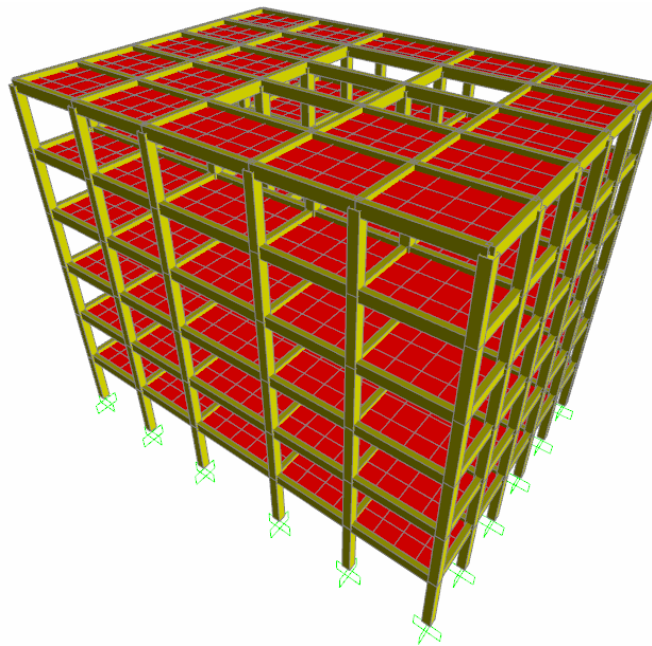
$$\sigma = M/W = 15,24/0,18 = 84,66 \text{ kN/m}^2$$

$\sigma < f_{ctd} = 1177 \text{ kN/m}^2$ olduğundan döşemede eğilme çatlağı oluşmayacaktır.

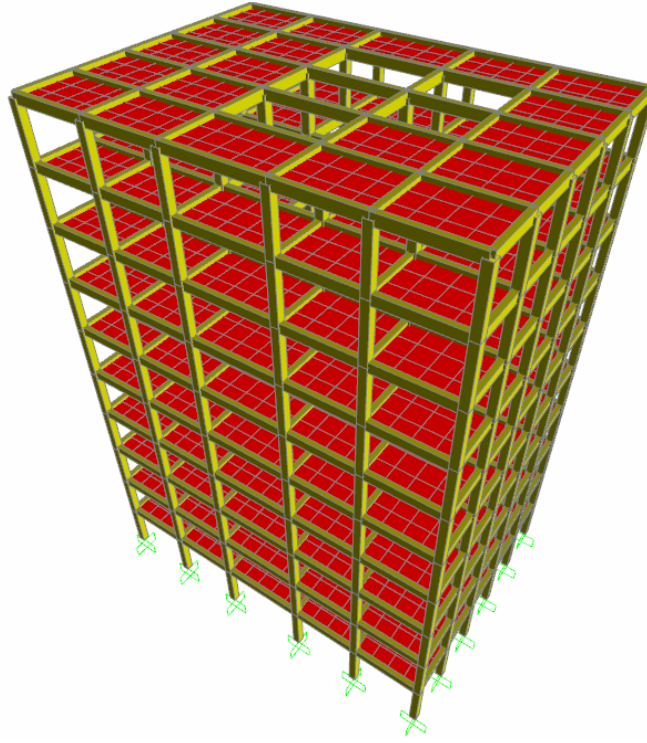
5.1.2 Simetrik Yerleştirilmemiş Döşeme Süreksizlikleri



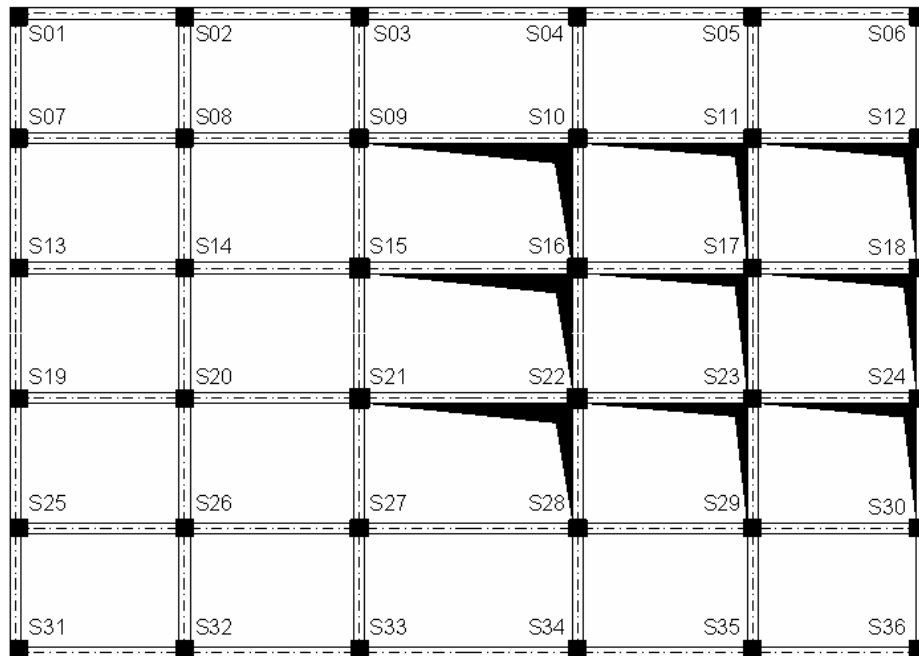
Şekil 5.48: *B4.a, B4.b* Kat Planı



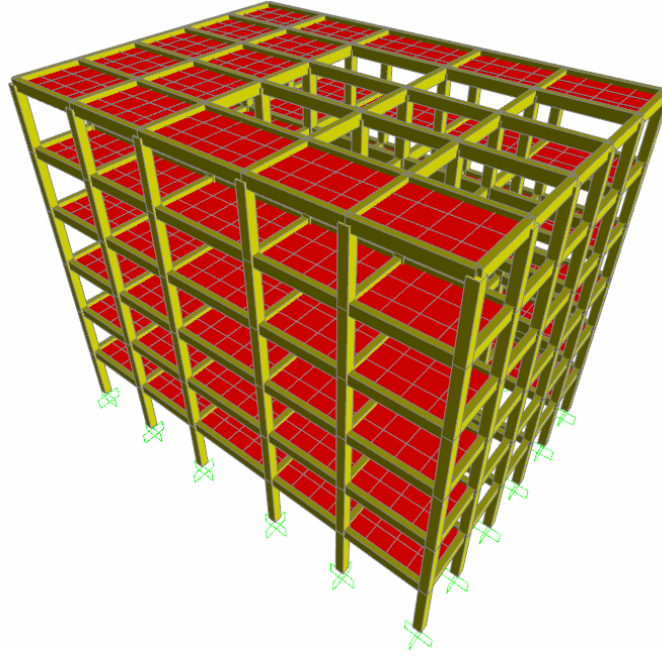
Şekil 5.49: B4.a, SAP2000 Modeli



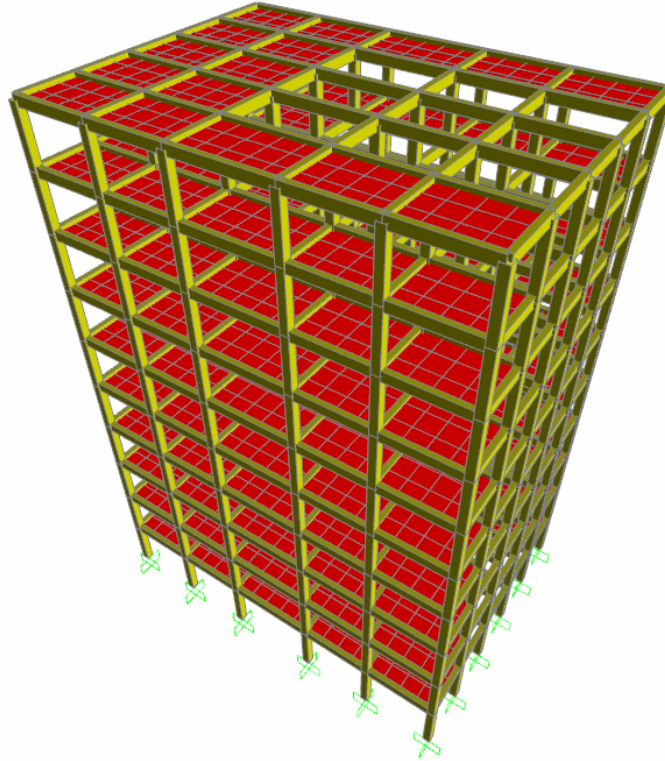
Şekil 5.50: *B4.b*, SAP2000 Modeli



Şekil 5.51: *B5.a*, *B5.b* Kat Planı



Şekil 5.52: *B5.a*, SAP2000 Modeli



Şekil 5.53: *B5.b*, SAP2000 Modeli

Tablo 5.21: B-4.a, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)							
			X YÖNÜ				Y YÖNÜ			
Zemin Sınıfı			Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4
KATLAR	1	Max	1,426	1,782	2,379	2,380	1,380	1,725	2,208	2,209
		Min	1,389	1,736	2,313	2,313	1,344	1,681	2,127	2,128
	2	Max	3,331	4,176	5,590	5,591	3,139	3,936	5,048	5,049
		Min	3,253	4,077	5,445	5,446	3,069	3,848	4,871	4,872
	3	Max	5,060	6,358	8,530	8,530	4,730	5,945	7,637	7,638
		Min	4,942	6,211	8,311	8,311	4,627	5,815	7,373	7,374
	4	Max	6,468	8,139	10,930	10,930	6,034	7,593	9,763	9,763
		Min	6,319	7,952	10,650	10,650	5,904	7,430	9,428	9,428
	5	Max	7,474	9,405	12,630	12,630	6,976	8,778	11,287	11,287
		Min	7,302	9,189	12,308	12,308	6,827	8,591	10,901	10,901
	6	Max	8,027	10,096	13,553	13,553	7,504	9,439	12,133	12,133
		Min	7,843	9,864	13,208	13,209	7,344	9,237	11,719	11,720

Tablo 5.22: B-4.a, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,323	1,653	2,136	2,378	2,139	1,289	1,611	2,083	2,207	1,984
		Min	1,290	1,612	2,083	2,312	2,079	1,259	1,574	2,035	2,126	1,911
	2	Max	3,098	3,873	5,018	5,590	5,029	2,939	3,673	4,760	5,048	4,540
		Min	3,027	3,783	4,902	5,445	4,898	2,881	3,602	4,668	4,871	4,381
	3	Max	4,714	5,893	7,652	8,530	7,676	4,436	5,545	7,200	7,637	6,872
		Min	4,607	5,759	7,478	8,311	7,479	4,352	5,440	7,064	7,373	6,634
	4	Max	6,032	7,540	9,801	10,929	9,836	5,664	7,080	9,203	9,763	8,786
		Min	5,896	7,370	9,580	10,650	9,585	5,558	6,948	9,031	9,427	8,484
	5	Max	6,971	8,713	11,326	12,630	11,367	6,548	8,185	10,640	11,287	10,158
		Min	6,814	8,517	11,071	12,308	11,077	6,427	8,033	10,442	10,901	9,811
	6	Max	7,484	9,354	12,155	13,553	12,197	7,042	8,802	11,438	12,132	10,918
		Min	7,315	9,144	11,882	13,208	11,887	6,911	8,638	11,225	11,719	10,546

Tablo 5.23: B-4.a, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,635	2,440	2,666	3,130	2,847	1,597	2,384	2,471	2,901	2,781
		Min	1,597	2,383	2,595	3,047	2,780	1,564	2,335	2,390	2,806	2,724
	2	Max	3,832	5,731	6,266	7,356	6,686	3,642	5,448	5,649	6,631	6,356
		Min	3,749	5,607	6,111	7,174	6,541	3,579	5,355	5,474	6,426	6,247
	3	Max	5,834	8,742	9,565	11,228	10,199	5,501	8,244	8,550	10,037	9,618
		Min	5,709	8,555	9,331	10,954	9,981	5,409	8,106	8,287	9,728	9,457
	4	Max	7,471	11,205	12,263	14,396	13,073	7,030	10,544	10,937	12,839	12,301
		Min	7,312	10,967	11,966	14,046	12,795	6,913	10,369	10,603	12,447	12,097
	5	Max	8,641	12,961	14,185	16,652	15,121	8,136	12,203	12,657	14,858	14,236
		Min	8,458	12,686	13,841	16,249	14,800	8,001	12,001	12,272	14,406	14,001
	6	Max	9,287	13,925	15,239	17,889	16,246	8,759	13,133	13,621	15,989	15,322
		Min	9,090	13,630	14,869	17,455	15,901	8,613	12,915	13,207	15,503	15,067

Tablo 5.24: B-4.b, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)							
			X YÖNÜ				Y YÖNÜ			
Zemin Sınıfı			Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4
KATLAR	1	Max	1,605	1,990	2,710	3,716	1,563	1,934	2,634	3,613
		Min	1,563	1,937	2,638	3,617	1,488	1,839	2,505	3,436
	2	Max	3,824	4,757	6,499	8,927	3,629	4,505	6,156	8,458
		Min	3,731	4,640	6,340	8,709	3,461	4,294	5,868	8,064
	3	Max	5,988	7,474	10,252	14,110	5,640	7,030	9,643	13,276
		Min	5,844	7,294	10,005	13,771	5,382	6,705	9,197	12,665
	4	Max	7,995	10,012	13,782	19,006	7,518	9,406	12,947	17,860
		Min	7,805	9,773	13,453	18,552	7,176	8,976	12,355	17,045
	5	Max	9,814	12,320	17,005	23,486	9,233	11,586	15,992	22,091
		Min	9,581	12,028	16,602	22,929	8,816	11,062	15,267	21,091
	6	Max	11,421	14,360	19,855	27,447	10,765	13,533	18,710	25,869
		Min	11,152	14,021	19,386	26,799	10,282	12,925	17,868	24,707
	7	Max	12,794	16,096	22,270	30,796	12,091	15,210	21,042	29,103
		Min	12,493	15,717	21,746	30,071	11,551	14,531	20,101	27,804
	8	Max	13,903	17,488	24,192	33,451	13,180	16,578	22,930	31,713
		Min	13,577	17,077	23,624	32,666	12,595	15,842	21,912	30,307
	9	Max	14,710	18,494	25,568	35,344	13,997	17,595	24,324	33,631
		Min	14,365	18,060	24,969	34,516	13,379	16,818	23,249	32,148
	10	Max	15,193	19,092	26,383	36,460	14,517	18,239	25,202	34,836
		Min	14,837	18,645	25,764	35,607	13,880	17,437	24,094	33,308

Tablo 5.25: B-4.b, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,370	1,712	2,186	2,505	3,574	1,345	1,681	2,147	2,461	3,346
		Min	1,334	1,668	2,129	2,440	3,471	1,284	1,605	2,050	2,351	3,135
	2	Max	3,267	4,083	5,232	6,004	8,591	3,126	3,908	5,010	5,751	7,837
		Min	3,189	3,986	5,107	5,861	8,362	2,992	3,740	4,795	5,505	7,361
	3	Max	5,118	6,398	8,233	9,464	13,584	4,866	6,082	7,830	9,002	12,303
		Min	4,998	6,247	8,040	9,242	13,227	4,659	5,824	7,500	8,623	11,565
	4	Max	6,837	8,546	11,043	12,714	18,301	6,494	8,118	10,492	12,081	16,552
		Min	6,678	8,348	10,787	12,419	17,825	6,223	7,778	10,055	11,577	15,567
	5	Max	8,395	10,493	13,603	15,679	22,620	7,984	9,980	12,939	14,915	20,475
		Min	8,201	10,251	13,289	15,317	22,035	7,654	9,568	12,405	14,299	19,264
	6	Max	9,772	12,214	15,865	18,300	26,438	9,314	11,643	15,124	17,445	23,977
		Min	9,547	11,934	15,501	17,880	25,757	8,933	11,166	14,505	16,731	22,568
	7	Max	10,947	13,684	17,788	20,524	29,666	10,464	13,080	17,003	19,618	26,974
		Min	10,697	13,371	17,381	20,054	28,904	10,038	12,548	16,311	18,820	25,399
	8	Max	11,895	14,869	19,325	22,295	32,223	11,406	14,258	18,530	21,379	29,392
		Min	11,624	14,530	18,884	21,787	31,398	10,945	13,681	17,781	20,515	27,686
	9	Max	12,585	15,732	20,431	23,567	34,045	12,111	15,139	19,663	22,681	31,168
		Min	12,298	15,373	19,966	23,029	33,175	11,623	14,529	18,872	21,769	29,370
	10	Max	12,998	16,247	21,088	24,319	35,119	12,559	15,698	20,378	23,502	32,283
		Min	12,701	15,877	20,608	23,765	34,222	12,056	15,070	19,563	22,562	30,431

Tablo 5.26: B-4.b, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,667	2,461	2,805	4,350	2,871	1,637	2,418	2,757	4,277	2,821
		Min	1,626	2,401	2,737	4,244	2,801	1,572	2,322	2,649	4,109	2,709
	2	Max	3,975	5,887	6,723	10,446	6,868	3,806	5,639	6,442	10,012	6,579
		Min	3,886	5,755	6,572	10,213	6,715	3,663	5,428	6,202	9,640	6,333
	3	Max	6,229	9,260	10,597	16,502	10,803	5,924	8,811	10,085	15,710	10,279
		Min	6,092	9,056	10,364	16,140	10,566	5,706	8,487	9,715	15,135	9,901
	4	Max	8,323	12,417	14,238	22,219	14,487	7,910	11,804	13,537	21,127	13,771
		Min	8,142	12,147	13,928	21,735	14,172	7,622	11,376	13,046	20,363	13,272
	5	Max	10,221	15,293	17,562	27,450	17,842	9,727	14,555	16,716	26,130	16,981
		Min	10,000	14,962	17,183	26,857	17,456	9,377	14,033	16,117	25,193	16,372
	6	Max	11,900	17,837	20,504	32,079	20,810	11,351	17,014	19,559	30,601	19,850
		Min	11,644	17,453	20,063	31,389	20,362	10,947	16,409	18,863	29,512	19,144
	7	Max	13,336	20,002	23,002	36,001	23,336	12,756	19,133	22,002	34,436	22,321
		Min	13,050	19,573	22,508	35,229	22,835	12,305	18,456	21,224	33,219	21,532
	8	Max	14,496	21,739	24,997	39,121	25,362	13,910	20,861	23,987	37,542	24,338
		Min	14,186	21,274	24,462	38,284	24,819	13,421	20,127	23,144	36,221	23,482
	9	Max	15,344	22,996	26,434	41,357	26,829	14,776	22,148	25,460	39,835	25,839
		Min	15,015	22,504	25,869	40,473	26,255	14,258	21,372	24,568	38,440	24,934
	10	Max	15,854	23,749	27,291	42,686	27,707	15,331	22,967	26,395	41,286	26,795
		Min	15,515	23,241	26,708	41,774	27,114	14,795	22,165	25,474	39,847	25,860

Tablo 5.27: B-5.a, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)							
			X YÖNÜ				Y YÖNÜ			
Zemin Sınıfı			Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4
KATLAR	1	Max	1,354	1,693	2,198	2,199	1,412	1,765	2,259	2,260
		Min	1,339	1,674	2,173	2,174	1,161	1,452	1,780	1,782
	2	Max	3,171	3,975	5,171	5,172	3,212	4,027	5,163	5,164
		Min	3,160	3,962	5,155	5,156	2,657	3,331	4,095	4,097
	3	Max	4,821	6,059	7,896	7,897	4,836	6,078	7,807	7,807
		Min	4,808	6,043	7,876	7,876	4,009	5,038	6,204	6,204
	4	Max	6,166	7,759	10,120	10,120	6,165	7,758	9,971	9,971
		Min	6,150	7,739	10,094	10,094	5,117	6,439	7,935	7,935
	5	Max	7,125	8,966	11,694	11,695	7,120	8,960	11,516	11,516
		Min	7,107	8,943	11,664	11,664	5,917	7,446	9,176	9,177
	6	Max	7,651	9,623	12,548	12,548	7,651	9,624	12,365	12,365
		Min	7,632	9,600	12,518	12,518	6,366	8,008	9,865	9,865

Tablo 5.28: B-5.a, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,262	1,578	2,040	2,197	1,975	1,318	1,648	2,132	2,258	2,030
		Min	1,248	1,560	2,017	2,173	1,954	1,103	1,379	1,750	1,780	1,599
	2	Max	2,962	3,703	4,798	5,171	4,651	3,005	3,756	4,873	5,163	4,644
		Min	2,952	3,691	4,783	5,155	4,637	2,529	3,161	4,024	4,095	3,683
	3	Max	4,512	5,640	7,324	7,896	7,105	4,534	5,667	7,365	7,807	7,025
		Min	4,500	5,625	7,305	7,876	7,087	3,823	4,778	6,095	6,204	5,582
	4	Max	5,776	7,220	9,385	10,120	9,108	5,784	7,230	9,406	9,971	8,974
		Min	5,761	7,201	9,361	10,094	9,084	4,884	6,105	7,795	7,935	7,141
	5	Max	6,674	8,343	10,845	11,694	10,525	6,681	8,351	10,864	11,516	10,364
		Min	6,657	8,321	10,817	11,664	10,498	5,648	7,060	9,014	9,176	8,259
	6	Max	7,164	8,956	11,637	12,548	11,292	7,177	8,971	11,666	12,365	11,127
		Min	7,147	8,934	11,609	12,518	11,265	6,074	7,593	9,692	9,865	8,877

Tablo 5.29: B-5.a, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,568	2,341	2,473	2,903	2,731	1,628	2,430	2,519	2,957	2,835
		Min	1,551	2,315	2,446	2,871	2,701	1,372	2,048	2,021	2,373	2,389
	2	Max	3,682	5,507	5,820	6,833	6,425	3,712	5,554	5,759	6,760	6,479
		Min	3,670	5,491	5,803	6,812	6,406	3,146	4,706	4,650	5,458	5,491
	3	Max	5,611	8,408	8,890	10,436	9,809	5,604	8,398	8,710	10,225	9,798
		Min	5,597	8,387	8,868	10,410	9,785	4,758	7,130	7,045	8,270	8,318
	4	Max	7,187	10,780	11,399	13,382	12,576	7,156	10,733	11,133	13,069	12,522
		Min	7,170	10,753	11,372	13,349	12,546	6,083	9,124	9,015	10,582	10,644
	5	Max	8,312	12,467	13,184	15,477	14,545	8,274	12,410	12,871	15,109	14,478
		Min	8,291	12,436	13,151	15,438	14,509	7,040	10,559	10,433	12,248	12,319
	6	Max	8,931	13,391	14,160	16,623	15,623	8,898	13,342	13,836	16,242	15,566
		Min	8,909	13,358	14,125	16,582	15,584	7,579	11,364	11,226	13,179	13,258

Tablo 5.30: B-5.b, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)							
			X YÖNÜ				Y YÖNÜ			
Zemin Sınıfı			Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4
KATLAR	1	Max	1,523	1,886	2,571	3,527	1,635	2,023	2,757	3,793
		Min	1,507	1,868	2,546	3,494	1,288	1,594	2,172	2,906
	2	Max	3,635	4,517	6,175	8,485	3,794	4,711	6,440	8,877
		Min	3,628	4,509	6,165	8,473	3,011	3,738	5,110	6,842
	3	Max	5,696	7,105	9,749	13,423	5,892	7,345	10,077	13,915
		Min	5,689	7,097	9,739	13,410	4,688	5,843	8,018	10,755
	4	Max	7,609	9,525	13,113	18,088	7,845	9,816	13,513	18,693
		Min	7,601	9,515	13,100	18,071	6,256	7,828	10,777	14,481
	5	Max	9,342	11,725	16,184	22,356	9,623	12,075	16,667	23,088
		Min	9,333	11,714	16,169	22,336	7,690	9,651	13,321	17,923
	6	Max	10,872	13,669	18,898	26,128	11,204	14,085	19,473	26,997
		Min	10,862	13,656	18,881	26,105	8,972	11,280	15,594	20,999
	7	Max	12,179	15,321	21,196	29,315	12,566	15,808	21,869	30,327
		Min	12,168	15,308	21,177	29,289	10,081	12,684	17,545	23,635
	8	Max	13,232	16,644	23,022	31,839	13,678	17,204	23,796	32,995
		Min	13,220	16,629	23,002	31,810	10,992	13,828	19,126	25,764
	9	Max	13,998	17,597	24,327	33,634	14,503	18,230	25,201	34,931
		Min	13,985	17,581	24,305	33,604	11,677	14,681	20,296	27,332
	10	Max	14,456	18,163	25,098	34,691	15,016	18,864	26,066	36,119
		Min	14,442	18,146	25,075	34,660	12,112	15,219	21,031	28,323

Tablo 5.31: B-5.b, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,308	1,635	2,089	2,395	3,301	1,408	1,760	2,250	2,580	3,495
		Min	1,294	1,618	2,069	2,372	3,270	1,115	1,394	1,782	2,043	2,632
	2	Max	3,125	3,906	5,009	5,750	7,944	3,273	4,091	5,247	6,025	8,180
		Min	3,119	3,898	5,000	5,741	7,933	2,609	3,262	4,185	4,805	6,197
	3	Max	4,902	6,128	7,891	9,073	12,571	5,090	6,362	8,193	9,421	12,826
		Min	4,896	6,120	7,882	9,064	12,559	4,070	5,087	6,553	7,536	9,744
	4	Max	6,556	8,195	10,593	12,197	16,942	6,786	8,482	10,965	12,626	17,232
		Min	6,549	8,186	10,582	12,185	16,927	5,439	6,799	8,791	10,124	13,120
	5	Max	8,054	10,068	13,053	15,047	20,943	8,332	10,415	13,505	15,567	21,284
		Min	8,046	10,058	13,041	15,033	20,924	6,695	8,368	10,851	12,509	16,240
	6	Max	9,378	11,723	15,228	17,565	24,478	9,708	12,135	15,763	18,183	24,888
		Min	9,370	11,712	15,214	17,550	24,456	7,816	9,770	12,692	14,640	19,027
	7	Max	10,507	13,134	17,073	19,699	27,465	10,891	13,614	17,696	20,419	27,957
		Min	10,498	13,122	17,058	19,681	27,441	8,785	10,981	14,274	16,470	21,414
	8	Max	11,416	14,270	18,546	21,397	29,829	11,854	14,818	19,258	22,219	30,416
		Min	11,405	14,257	18,529	21,378	29,803	9,579	11,973	15,562	17,955	23,344
	9	Max	12,074	15,093	19,603	22,612	31,511	12,566	15,708	20,402	23,533	32,200
		Min	12,063	15,079	19,585	22,591	31,482	10,173	12,716	16,518	19,054	24,763
	10	Max	12,467	15,584	20,229	23,330	32,500	13,008	16,260	21,108	24,343	33,293
		Min	12,455	15,569	20,211	23,309	32,471	10,549	13,186	17,120	19,745	25,661

Tablo 5.32: B-5.b, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

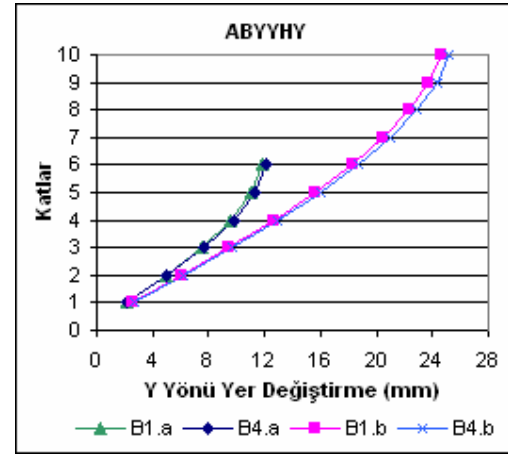
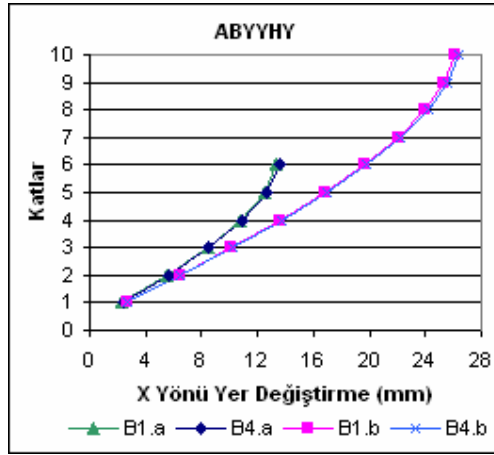
			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,598	2,362	2,694	4,180	2,756	1,708	2,524	2,880	4,469	2,945
		Min	1,582	2,339	2,668	4,141	2,729	1,380	2,040	2,327	3,612	2,380
	2	Max	3,819	5,661	6,467	10,053	6,604	3,970	5,885	6,724	10,454	6,866
		Min	3,812	5,651	6,457	10,039	6,593	3,230	4,789	5,473	8,510	5,587
	3	Max	5,993	8,914	10,204	15,896	10,400	6,175	9,186	10,516	16,384	10,717
		Min	5,986	8,905	10,194	15,881	10,389	5,037	7,496	8,583	13,374	8,746
	4	Max	8,015	11,962	13,719	21,413	13,956	8,236	12,293	14,098	22,006	14,342
		Min	8,007	11,951	13,706	21,394	13,943	6,735	10,054	11,532	18,002	11,730
	5	Max	9,849	14,739	16,928	26,460	17,195	10,116	15,139	17,388	27,181	17,663
		Min	9,840	14,725	16,913	26,437	17,180	8,290	12,408	14,251	22,278	14,476
	6	Max	11,471	17,194	19,765	30,924	20,059	11,791	17,674	20,318	31,789	20,620
		Min	11,461	17,179	19,748	30,898	20,042	9,682	14,512	16,683	26,102	16,931
	7	Max	12,855	19,280	22,172	34,702	22,494	13,233	19,848	22,825	35,724	23,156
		Min	12,844	19,264	22,153	34,673	22,475	10,884	16,325	18,773	29,383	19,046
	8	Max	13,970	20,951	24,091	37,703	24,442	14,410	21,610	24,849	38,890	25,212
		Min	13,958	20,933	24,070	37,670	24,421	11,871	17,803	20,472	32,040	20,770
	9	Max	14,782	22,155	25,468	39,847	25,848	15,284	22,908	26,334	41,202	26,726
		Min	14,768	22,136	25,446	39,812	25,825	12,611	18,904	21,732	34,004	22,055
	10	Max	15,269	22,874	26,287	41,118	26,686	15,831	23,716	27,256	42,633	27,669
		Min	15,254	22,853	26,263	41,081	26,662	13,082	19,602	22,529	35,242	22,869

5.1.2.1 Analizlerin İncelenmesi

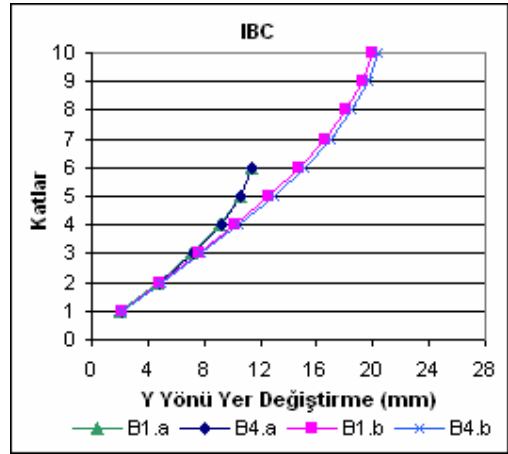
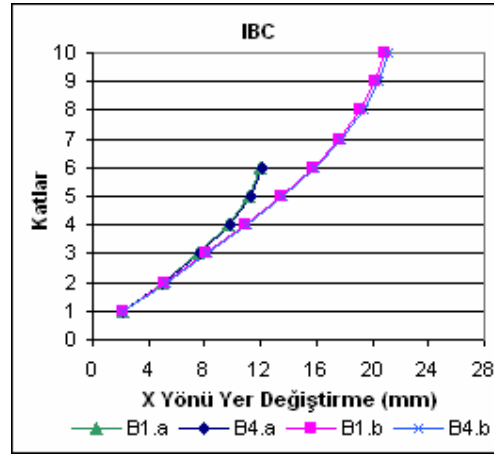
Analizi yapılan B4 ve B5 tipi yapıların kat deplasmanı ve görelî kat ötelemesi grafikleri daha önceki bölümde incelenen B1 ve B3 yapılarının grafikleri ile hemen hemen aynı karakteristik özellikleri taşımaktadır.

Burada aynı boşluk oranına sahip fakat boşlukları farklı yerleştirilmiş B1-B4 ve B3-B5 yapılarının analizleri karşılaştırılacaktır. Bu sayede simetrik yerleştirilmiş döşeme boşlukları ile simetrik yerleştirilmemiş döşeme boşluklarının yapının deprem davranışına nasıl bir etkide bulunduğu irdelenecektir.

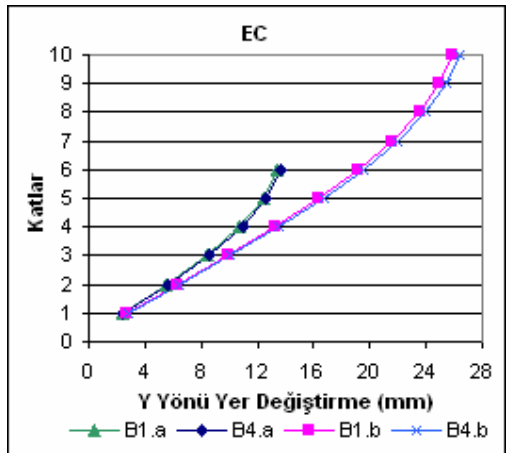
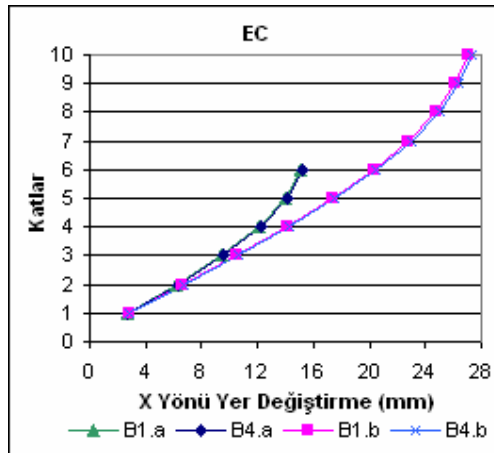
Genel bir fikir edinmek için analizleri karşılaştırırken *ABYYHY* için ‘Z3’, *IBC* için ‘C’ ve *EUROCODE* için ‘C’ zemin sınıfları için yapılan analizler göz önüne alınacaktır.



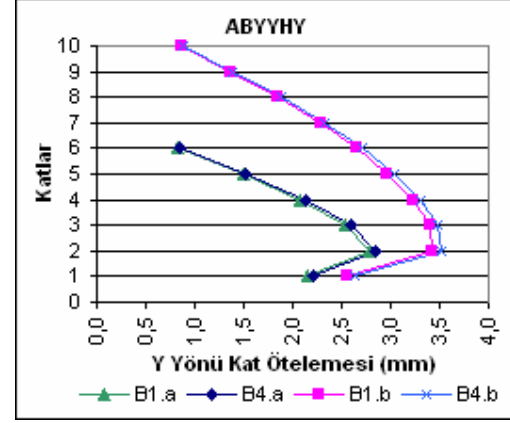
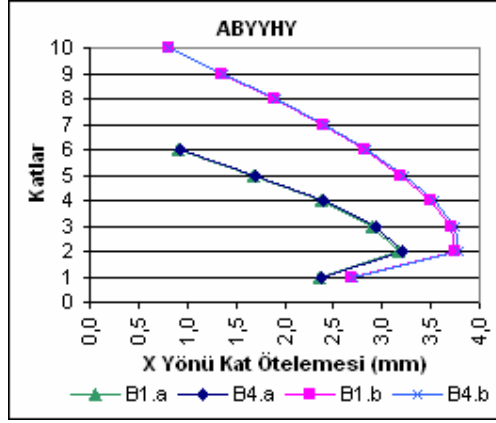
Şekil 5.54: A.B.Y.Y.H.Y, B1-B4, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



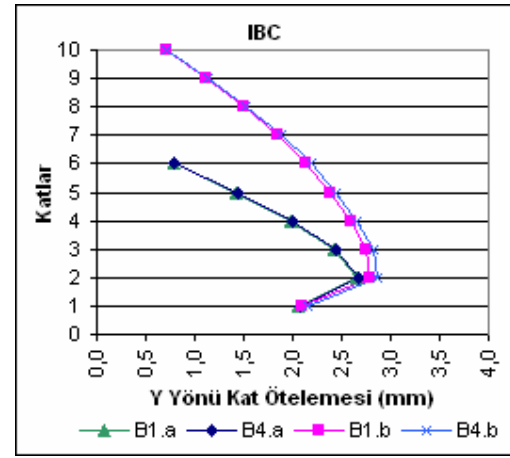
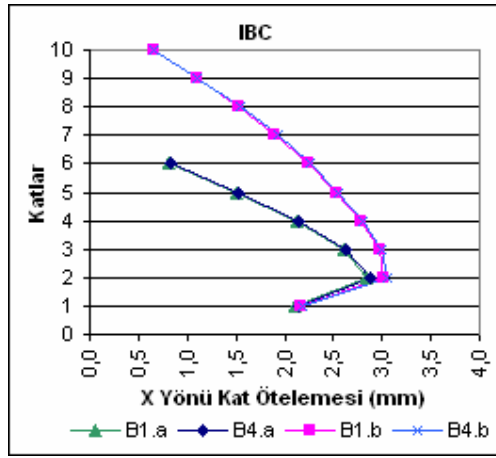
Şekil 5.55: IBC, B1-B4, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



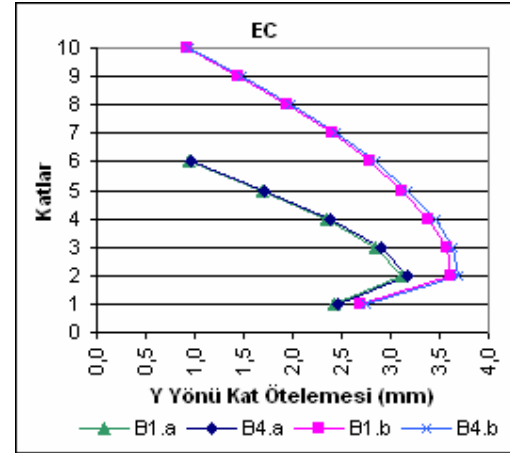
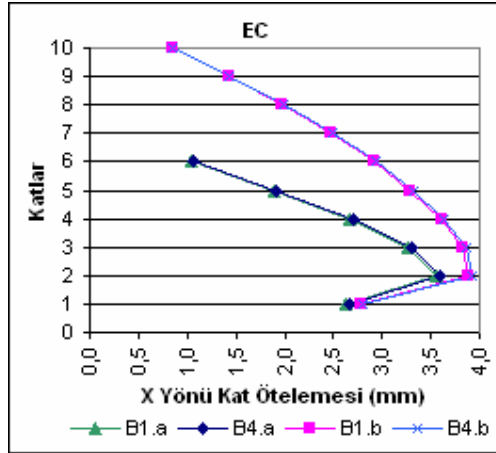
Şekil 5.56: EC, B1-B4, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



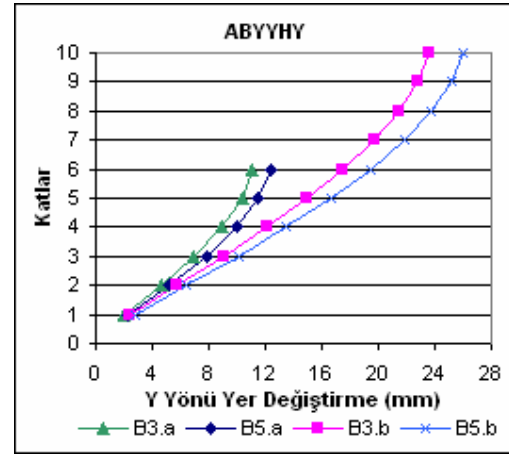
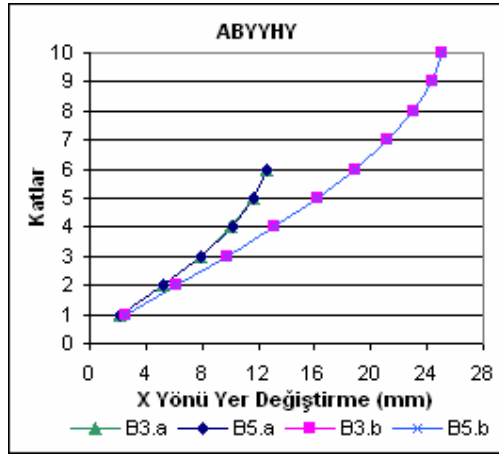
Şekil 5.57: A.B.Y.Y.H.Y, B1-B4, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



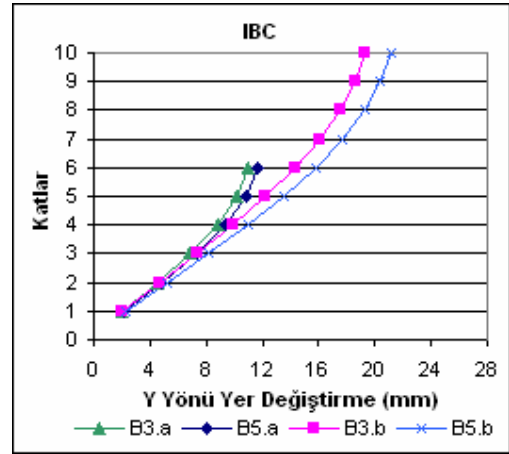
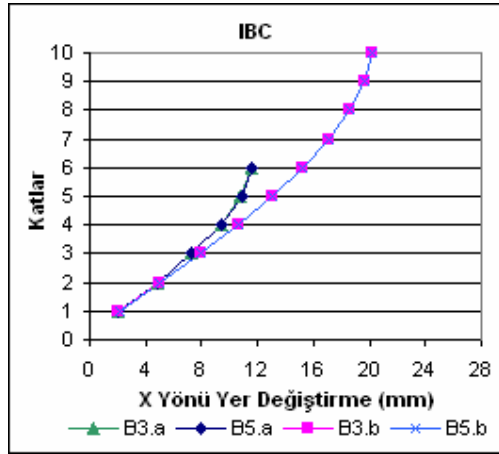
Şekil 5.58: IBC, B1-B4, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



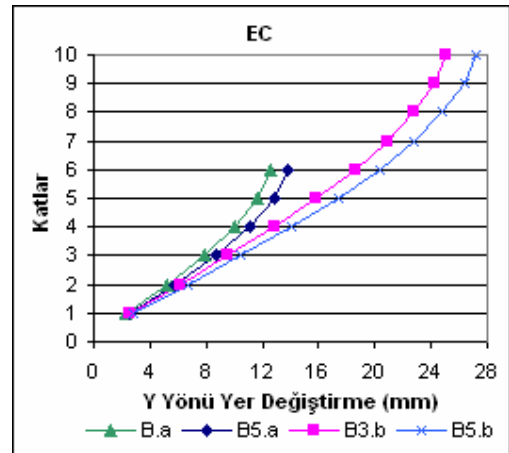
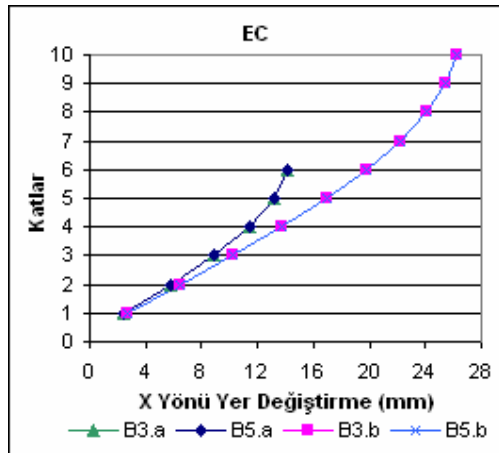
Şekil 5.59: EC, B1-B4, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



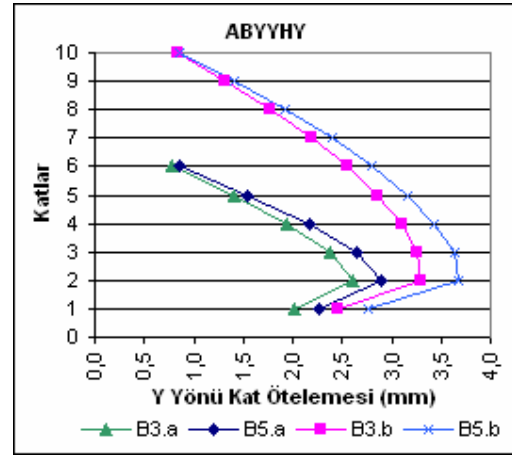
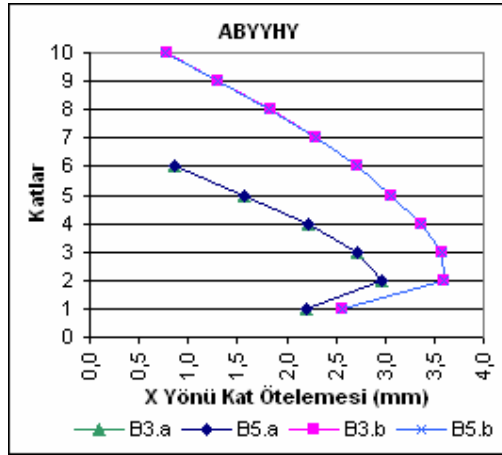
Şekil 5.60: A.B.Y.Y.H.Y, B3-B5, X ve Y Yönu Maksimum Yer Değiştirmeler



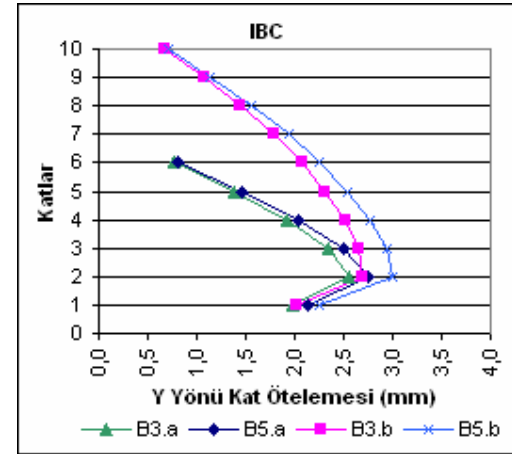
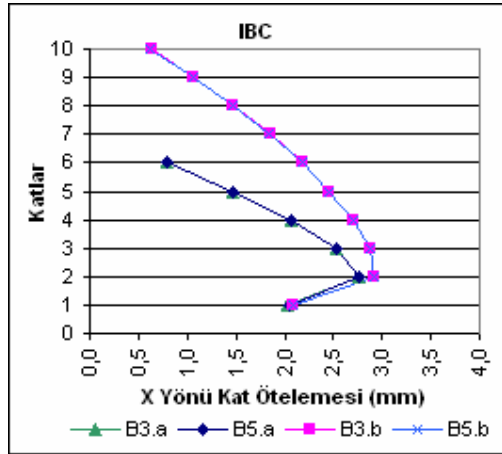
Şekil 5.61: IBC, B3-B5, X ve Y Yönu Maksimum Yer Değiştirmeler



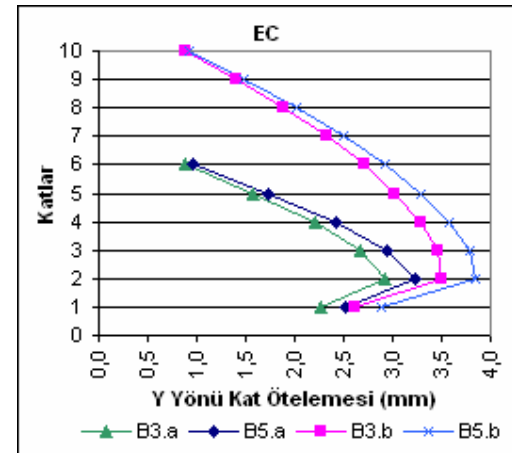
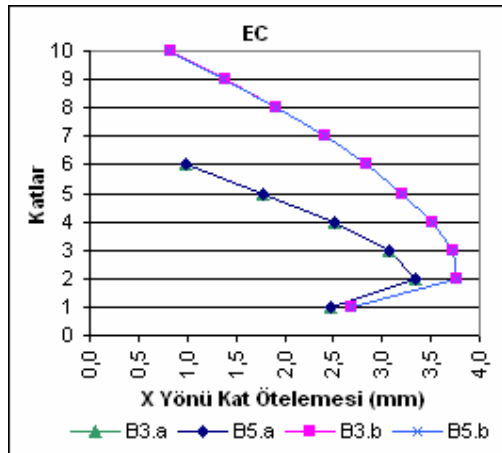
Şekil 5.62: EC, B3-B5, X ve Y Yönu Maksimum Yer Değiştirmeler



Şekil 5.63: A.B.Y.Y.H.Y, B3-B5, X ve Y Yönu Görelü Kat Ötelemeleri



Şekil 5.64: IBC, B3-B5, X ve Y Yönu Görelü Kat Ötelemeleri



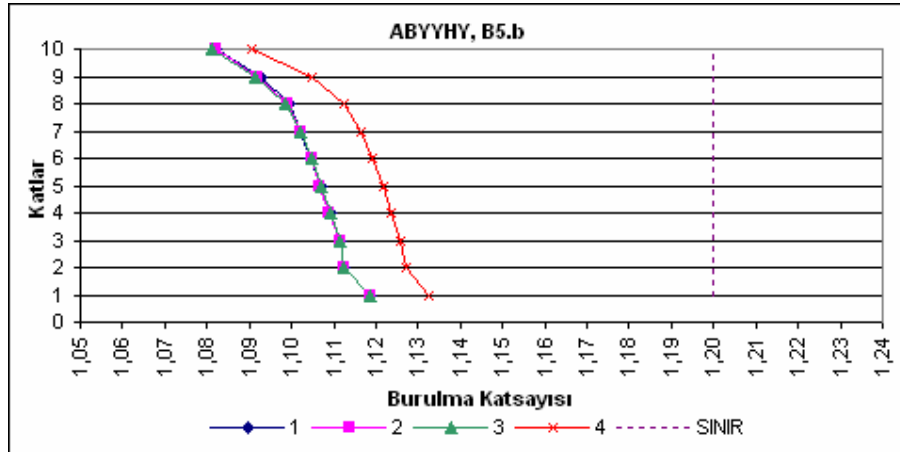
Şekil 5.65: EC, B3-B5, X ve Y Yönu Görelü Kat Ötelemeleri

Şekillere bakarak B4 ile B1 binalarını ve B5 ile B3 binalarını karşılaştırırken bu binaların X yönü kat deplasmanları arasında hemen hemen hiçbir fark bulunmadığı söylenebilir. Y yönü kat deplasmanlarına bakacak olursak B4 binasında hafif bir artış, B5 binasında ise buna kıyasla daha büyük bir artış görmekteyiz. Bu farkı, B5 yapısında bulunan döşeme boşluğunun Y yönü deprem rijitliğini büyük oranda azaltmış olması ve yapının rijitlik merkezi ile kütle merkezi arasındaki farkın çok daha artması ile yapıda Y yönünde çok daha büyük burulma etkilerinin ortaya çıkmış olmasıyla açıklayabiliriz.

Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yukarıda verilen tablo ve grafiklerden de anlaşılabildiği gibi B4 ve B5 yapılarının X yönü maksimum kat deplasman değerlerinin, önceki analizlerdeki sonuçlarla hemen hemen aynı olması X yönündeki burulma katsayılarının yine önceki analizlerde olduğu gibi ‘1,0’ değerine çok yakın olduğunu göstermektedir.

Y yönü deplasmanları ise büyük farklara uğramıştır, bunun sonuçları ise aşağıdaki şekilde görülmektedir. Örnek vermek amacıyla en olumsuz değerlere ulaşan ‘A.B.Y.Y.H.Y, B5.b’ analizi irdelenmiştir, sonuçları Şekil 5.66 da görülmektedir.

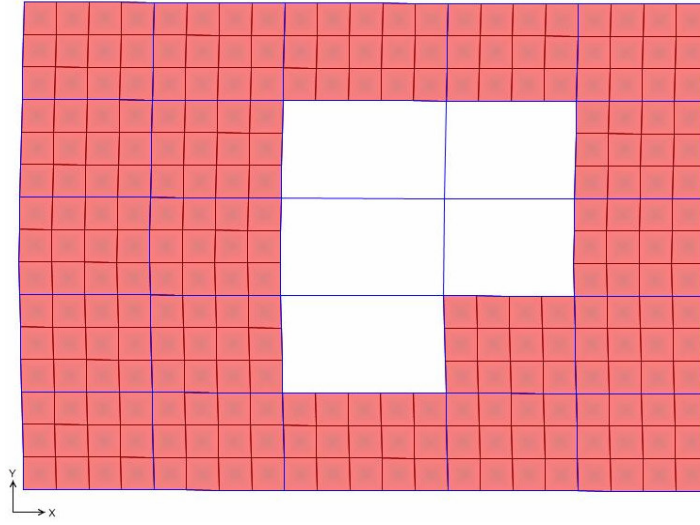


Şekil 5.66: ABYYHY, B5.b, Burulma Katsayısı

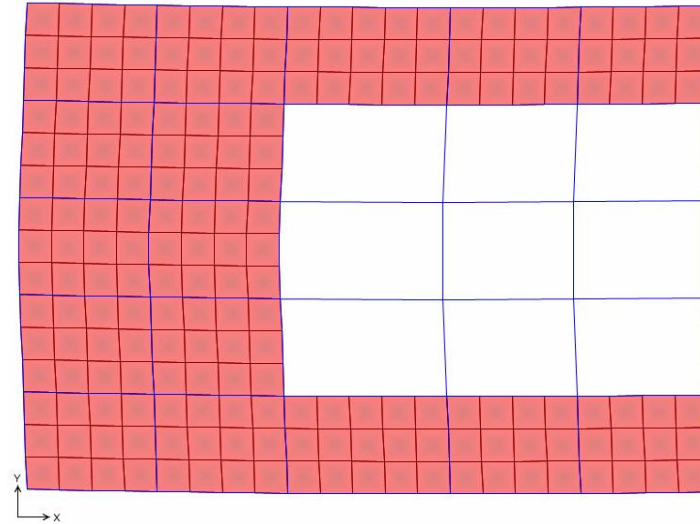
Şekilde burulma düzensizliğinin alt katlardan üst katlara gidildikçe azaldığı görülmektedir. En büyük değere ‘Z4’ zemin sınıfı analizinde rastlanmıştır ancak yine de her kat için sınır değerinin altında kalmıştır.

Rijit Diyafram Kontrolü

Yapılan analizler sonucu yapıların X yönü şekil değiştirmiş durumlarında plan geometrilerini ve köşe açılarının 90° değerini korudukları gözlenmiştir, döşemelerin rijit diyafram hareketi yaptığı söylenebilir. Aynı durum Y yönü analizleri için ise geçerli değildir, yapıların Y yönü şekil değiştirmiş durumlarında plan geometrilerinin değiştiği, köşe noktalarının ortogonallikten uzaklaştığı görülmüştür, bu yönde yapıların rijit diyafram hareketi yaptığı söylenemez.



Şekil 5.67: B4, Y Yönü Şekil Değiştirme Durumu



Şekil 5.68: B5, Y Yönü Şekil Değiştirme Durumu

Yatay deprem kuvvetlerinin döşemeler tarafından taşıyıcı düşey elemanlara güvenle aktarılıp aktarılmadığının kontrolü yapılması gerekir.

En olumsuz deprem kuvveti B5.b modelinde 10. kata Y yönünde etkimektedir:

$$V = 341,68 \text{ kN}$$

Bu yük kontrolü yapılacak olan A-B/3-4 aksındaki döşeme plağına

$$V = 25,88 \text{ kN} \text{ olarak ve}$$

$$q = 25,88/5 = 5,17 \text{ kN} / m \text{ yayılı yükü olarak etkir,}$$

döşemede oluşacak maksimum moment,

$$M = 5,17 \times 5^2/8 = 16,16 \text{ kNm} \text{ olur.}$$

Deprem sırasında döşemede kesme çatlakları moment altında eğilme çatlaklarının oluşmaması istenmektedir;

- Kesme Çatlağı Kontrolü

Döşemenin taşıyabileceği maksimum kesme kuvveti standartlarda;

$$V_{cr} = 0,8 \times 0,65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d \text{ olarak belirtilmiştir.}$$

$$V_{cr} = 0,8 \times 0,65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,8 \times 0,65 \times 1177 \times 0,12 \times 3 = 220,334 \text{ kN}$$

$V = 25,88 \text{ kN} < V_{cr}$ şartı sağlandığından döşemede kesme çatlağı oluşmamaktadır.

- Eğilme Çatlağı Kontrolü

Döşeme mukavemet momenti;

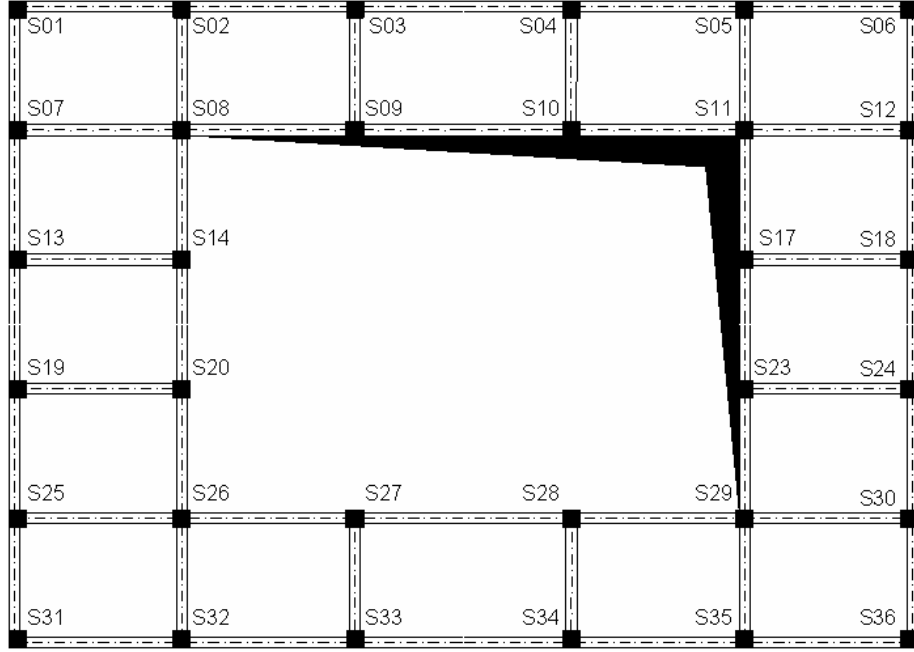
$$W = bh^2 / 6 = 0,12 \times 3^2 / 6 = 0,18 \text{ m}^3 ,$$

Döşemede oluşacak gerilme;

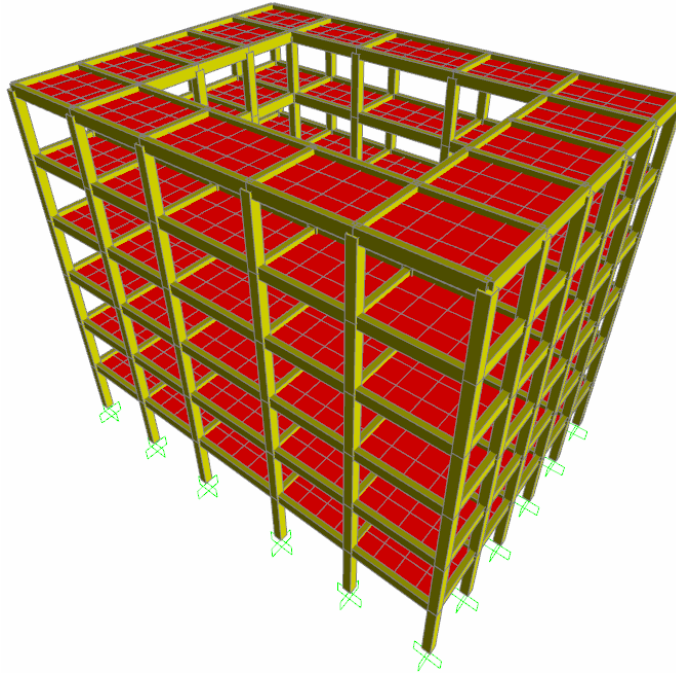
$$\sigma = M / W = 16,16 / 0,18 = 89,77 \text{ kN} / m^2$$

$\sigma < f_{ctd} = 1177 \text{ kN} / m^2$ olduğundan döşemede eğilme çatlağı oluşmayacaktır.

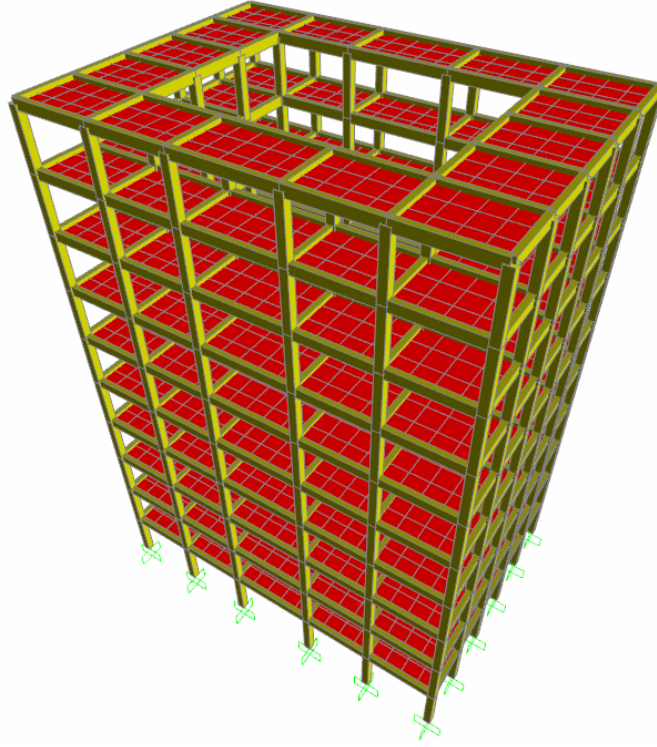
5.1.3 Büyük Boşluklu Yapılar



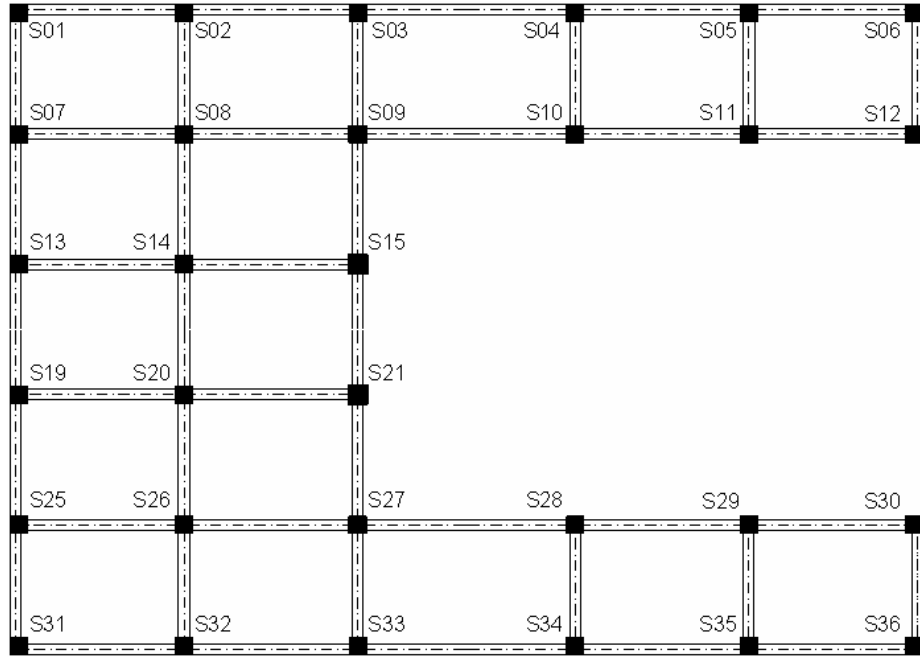
Şekil 5.69: B6.a, B6.b Kat Planı



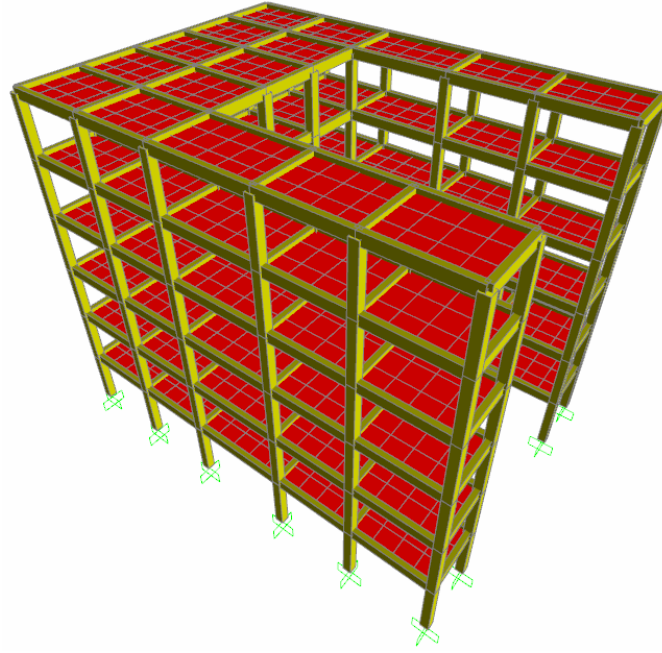
Şekil 5.70: B6.a, SAP2000 Modeli



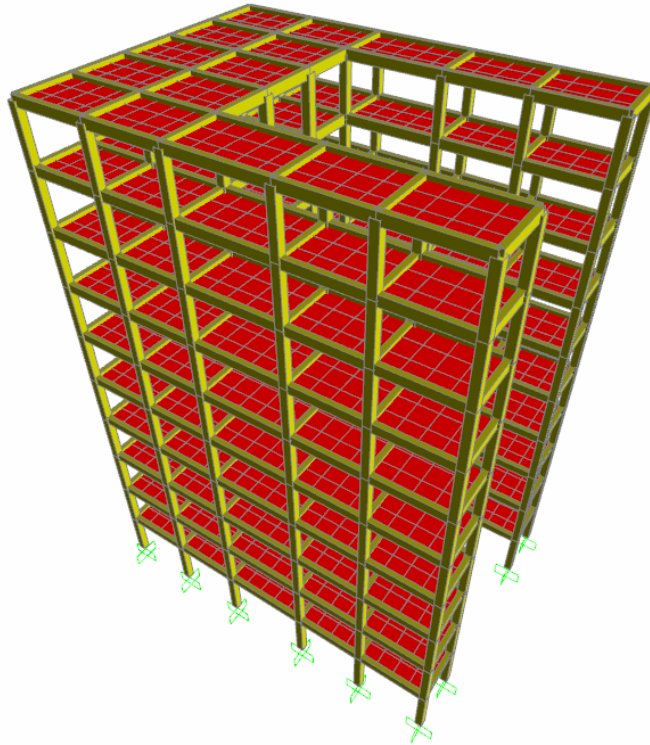
Şekil 5.71: B6.b, SAP2000 Modeli



Şekil 5.72: B7.a, B7.b Kat Planı



Şekil 5.73: *B7.a*, SAP2000 Modeli



Şekil 5.74: *B7.b*, SAP2000 Modeli

Tablo 5.33: B-6.a, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)							
			X YÖNÜ				Y YÖNÜ			
Zemin Sınıfı			Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4
KATLAR	1	Max	1,420	1,774	2,414	2,415	1,372	1,715	2,232	2,233
		Min	1,414	1,767	2,404	2,405	1,361	1,701	2,213	2,214
	2	Max	3,338	4,183	5,709	5,710	3,150	3,948	5,151	5,152
		Min	3,337	4,182	5,708	5,708	3,149	3,946	5,150	5,151
	3	Max	5,092	6,399	8,753	8,753	4,785	6,013	7,862	7,863
		Min	5,091	6,397	8,750	8,750	4,779	6,005	7,852	7,853
	4	Max	6,534	8,222	11,259	11,259	6,147	7,735	10,124	10,124
		Min	6,532	8,219	11,255	11,255	6,138	7,724	10,109	10,109
	5	Max	7,578	9,536	13,059	13,059	7,156	9,005	11,786	11,786
		Min	7,576	9,533	13,056	13,056	7,146	8,992	11,769	11,770
	6	Max	8,176	10,283	14,077	14,077	7,772	9,775	12,790	12,790
		Min	8,169	10,274	14,065	14,065	7,742	9,738	12,742	12,742

Tablo 5.34: B-6.a, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,314	1,642	2,121	2,414	2,171	1,278	1,597	2,064	2,231	2,006
		Min	1,309	1,635	2,112	2,404	2,162	1,267	1,584	2,047	2,213	1,989
	2	Max	3,096	3,869	5,011	5,709	5,137	2,940	3,676	4,762	5,151	4,634
		Min	3,095	3,868	5,010	5,707	5,135	2,939	3,674	4,760	5,150	4,632
	3	Max	4,732	5,913	7,677	8,753	7,877	4,475	5,595	7,264	7,862	7,075
		Min	4,731	5,911	7,675	8,750	7,874	4,469	5,587	7,255	7,852	7,066
	4	Max	6,078	7,594	9,871	11,259	10,133	5,755	7,194	9,351	10,124	9,111
		Min	6,076	7,592	9,868	11,255	10,129	5,746	7,184	9,338	10,109	9,098
	5	Max	7,049	8,808	11,449	13,059	11,753	6,699	8,375	10,886	11,786	10,607
		Min	7,047	8,806	11,447	13,056	11,750	6,690	8,363	10,871	11,769	10,592
	6	Max	7,603	9,500	12,343	14,077	12,669	7,273	9,093	11,815	12,790	11,510
		Min	7,596	9,492	12,333	14,065	12,658	7,246	9,058	11,770	12,742	11,467

Tablo 5.35: B-6.a, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,624	2,422	2,711	3,182	2,825	1,585	2,365	2,507	2,943	2,760
		Min	1,617	2,412	2,700	3,169	2,814	1,572	2,346	2,486	2,918	2,737
	2	Max	3,826	5,722	6,412	7,527	6,675	3,649	5,457	5,786	6,792	6,366
		Min	3,825	5,720	6,410	7,525	6,673	3,647	5,455	5,784	6,790	6,364
	3	Max	5,851	8,767	9,833	11,543	10,228	5,557	8,327	8,833	10,369	9,715
		Min	5,850	8,765	9,831	11,540	10,225	5,550	8,316	8,822	10,357	9,703
	4	Max	7,521	11,280	12,657	14,858	13,160	7,151	10,726	11,381	13,360	12,513
		Min	7,518	11,276	12,653	14,853	13,155	7,141	10,710	11,365	13,341	12,495
	5	Max	8,730	13,095	14,694	17,250	15,277	8,332	12,498	13,261	15,567	14,581
		Min	8,729	13,092	14,691	17,246	15,274	8,321	12,481	13,243	15,547	14,561
	6	Max	9,426	14,132	15,856	18,614	16,488	9,056	13,579	14,407	16,913	15,842
		Min	9,418	14,120	15,843	18,598	16,474	9,022	13,527	14,352	16,848	15,782

Tablo 5.36: B-6.b, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)							
			X YÖNÜ				Y YÖNÜ			
Zemin Sınıfı			Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4
KATLAR	1	Max	1,585	1,965	2,671	3,658	1,518	1,876	2,548	3,489
		Min	1,578	1,956	2,659	3,642	1,503	1,857	2,521	3,452
	2	Max	3,801	4,728	6,451	8,853	3,558	4,414	6,019	8,261
		Min	3,800	4,726	6,448	8,849	3,555	4,409	6,011	8,248
	3	Max	5,978	7,462	10,225	14,066	5,572	6,941	9,509	13,080
		Min	5,978	7,461	10,224	14,063	5,571	6,940	9,506	13,076
	4	Max	8,011	10,032	13,801	19,024	7,476	9,351	12,861	17,730
		Min	8,010	10,031	13,800	19,022	7,473	9,348	12,858	17,726
	5	Max	9,863	12,382	17,087	23,593	9,236	11,588	15,988	22,079
		Min	9,862	12,381	17,085	23,591	9,232	11,583	15,982	22,070
	6	Max	11,514	14,476	20,015	27,664	10,830	13,614	18,819	26,015
		Min	11,512	14,475	20,013	27,661	10,824	13,607	18,810	26,003
	7	Max	12,942	16,282	22,529	31,151	12,236	15,394	21,297	29,452
		Min	12,941	16,280	22,526	31,147	12,230	15,385	21,285	29,436
	8	Max	14,118	17,760	24,569	33,969	13,425	16,887	23,360	32,304
		Min	14,116	17,757	24,566	33,965	13,418	16,878	23,347	32,286
	9	Max	15,003	18,863	26,079	36,046	14,357	18,048	24,951	34,493
		Min	15,002	18,861	26,077	36,043	14,351	18,040	24,941	34,479
	10	Max	15,580	19,579	27,053	37,382	15,033	18,887	26,096	36,066
		Min	15,569	19,565	27,035	37,357	14,993	18,837	26,027	35,972

Tablo 5.37: B-6.b, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,347	1,684	2,144	2,455	3,579	1,300	1,625	2,069	2,369	3,298
		Min	1,341	1,676	2,134	2,444	3,563	1,287	1,609	2,048	2,344	3,263
	2	Max	3,232	4,040	5,166	5,925	8,666	3,050	3,813	4,876	5,592	7,812
		Min	3,230	4,038	5,164	5,922	8,663	3,047	3,809	4,870	5,584	7,800
	3	Max	5,084	6,355	8,167	9,383	13,777	4,782	5,977	7,681	8,826	12,374
		Min	5,083	6,354	8,166	9,382	13,774	4,781	5,976	7,680	8,823	12,370
	4	Max	6,812	8,515	10,994	12,653	18,640	6,422	8,028	10,364	11,929	16,777
		Min	6,812	8,514	10,993	12,653	18,639	6,420	8,025	10,361	11,925	16,774
	5	Max	8,387	10,484	13,585	15,656	23,124	7,940	9,924	12,860	14,821	20,896
		Min	8,386	10,483	13,584	15,655	23,122	7,936	9,920	12,854	14,815	20,888
	6	Max	9,790	12,237	15,893	18,332	27,119	9,313	11,641	15,119	17,439	24,625
		Min	9,789	12,236	15,891	18,330	27,116	9,309	11,636	15,112	17,430	24,613
	7	Max	11,005	13,755	17,881	20,631	30,539	10,525	13,156	17,101	19,732	27,879
		Min	11,003	13,754	17,878	20,628	30,535	10,519	13,149	17,092	19,721	27,864
	8	Max	12,005	15,006	19,502	22,500	33,302	11,547	14,434	18,759	21,644	30,578
		Min	12,003	15,004	19,499	22,497	33,298	11,541	14,426	18,749	21,632	30,561
	9	Max	12,758	15,946	20,709	23,886	35,336	12,347	15,433	20,044	23,120	32,650
		Min	12,756	15,945	20,707	23,884	35,333	12,342	15,427	20,036	23,111	32,637
	10	Max	13,248	16,559	21,490	24,781	36,644	12,927	16,158	20,972	24,184	34,137
		Min	13,239	16,548	21,476	24,765	36,619	12,892	16,115	20,916	24,120	34,048

Tablo 5.38: B-6.b, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,641	2,418	2,753	4,263	2,821	1,588	2,339	2,663	4,124	2,729
		Min	1,634	2,407	2,740	4,243	2,808	1,573	2,315	2,635	4,080	2,701
	2	Max	3,938	5,822	6,642	10,311	6,793	3,727	5,510	6,287	9,759	6,429
		Min	3,937	5,820	6,639	10,306	6,790	3,723	5,504	6,278	9,744	6,421
	3	Max	6,197	9,201	10,522	16,375	10,735	5,845	8,679	9,925	15,447	10,125
		Min	6,196	9,200	10,520	16,372	10,733	5,844	8,677	9,923	15,442	10,123
	4	Max	8,306	12,384	14,194	22,141	14,448	7,853	11,709	13,420	20,933	13,660
		Min	8,306	12,383	14,193	22,139	14,447	7,851	11,705	13,416	20,929	13,656
	5	Max	10,232	15,303	17,571	27,458	17,854	9,714	14,529	16,682	26,069	16,951
		Min	10,231	15,302	17,569	27,455	17,852	9,710	14,523	16,675	26,059	16,944
	6	Max	11,949	17,908	20,585	32,204	20,893	11,401	17,087	19,640	30,726	19,935
		Min	11,948	17,907	20,583	32,200	20,891	11,396	17,079	19,631	30,711	19,925
	7	Max	13,438	20,155	23,177	36,276	23,514	12,890	19,334	22,233	34,798	22,556
		Min	13,436	20,153	23,174	36,271	23,511	12,883	19,323	22,221	34,779	22,544
	8	Max	14,665	21,991	25,287	39,575	25,657	14,148	21,217	24,397	38,182	24,753
		Min	14,663	21,989	25,284	39,570	25,653	14,140	21,205	24,384	38,162	24,740
	9	Max	15,589	23,363	26,854	42,013	27,257	15,132	22,679	26,070	40,788	26,459
		Min	15,588	23,361	26,852	42,010	27,254	15,126	22,670	26,059	40,772	26,449
	10	Max	16,193	24,254	27,869	43,587	28,296	15,848	23,738	27,278	42,664	27,694
		Min	16,182	24,237	27,851	43,558	28,277	15,805	23,675	27,206	42,552	27,621

Tablo 5.39: B-7.a, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)							
			X YÖNÜ				Y YÖNÜ			
Zemin Sınıfı			Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4
KATLAR	1	Max	1,496	1,868	2,567	2,603	1,705	2,126	2,928	3,022
		Min	1,489	1,860	2,556	2,592	1,239	1,546	2,058	2,085
	2	Max	3,507	4,394	6,055	6,141	4,134	5,175	7,151	7,382
		Min	3,506	4,393	6,054	6,139	2,843	3,561	4,745	4,801
	3	Max	5,333	6,701	9,257	9,388	6,450	8,101	11,226	11,590
		Min	5,331	6,699	9,254	9,385	4,306	5,410	7,221	7,300
	4	Max	6,825	8,588	11,879	12,048	8,455	10,639	14,763	15,243
		Min	6,823	8,585	11,874	12,042	5,523	6,949	9,274	9,376
	5	Max	7,901	9,942	13,752	13,947	10,059	12,658	17,566	18,138
		Min	7,898	9,939	13,747	13,942	6,423	8,083	10,774	10,876
	6	Max	8,503	10,695	14,787	14,996	11,175	14,055	19,495	20,129
		Min	8,499	10,690	14,780	14,989	6,940	8,729	11,623	11,729

Tablo 5.40: B-7.a, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,378	1,721	2,223	2,559	2,342	1,562	1,952	2,518	2,907	2,719
		Min	1,372	1,714	2,213	2,548	2,331	1,146	1,432	1,848	2,052	1,874
	2	Max	3,238	4,045	5,239	6,037	5,526	3,798	4,745	6,141	7,101	6,643
		Min	3,237	4,044	5,238	6,035	5,525	2,635	3,293	4,263	4,732	4,319
	3	Max	4,933	6,164	8,002	9,229	8,449	5,939	7,420	9,630	11,147	10,431
		Min	4,932	6,162	8,000	9,226	8,447	4,003	5,004	6,496	7,204	6,569
	4	Max	6,320	7,897	10,264	11,842	10,843	7,794	9,738	12,657	14,658	13,719
		Min	6,318	7,893	10,260	11,837	10,838	5,140	6,424	8,350	9,252	8,438
	5	Max	7,316	9,141	11,882	13,709	12,552	9,273	11,586	15,060	17,442	16,324
		Min	7,314	9,138	11,878	13,705	12,548	5,978	7,471	9,712	10,747	9,788
	6	Max	7,871	9,834	12,778	14,741	13,496	10,298	12,867	16,717	19,358	18,116
		Min	7,868	9,830	12,772	14,734	13,490	6,463	8,078	10,497	11,600	10,556

Tablo 5.41: B-7.a, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,695	2,528	2,899	3,435	2,949	1,924	2,866	3,298	3,996	3,344
		Min	1,688	2,517	2,886	3,420	2,936	1,412	2,104	2,308	2,743	2,454
	2	Max	3,984	5,957	6,838	8,105	6,950	4,678	6,988	8,055	9,763	8,153
		Min	3,984	5,956	6,837	8,103	6,948	3,250	4,858	5,322	6,323	5,668
	3	Max	6,074	9,100	10,458	12,395	10,616	7,316	10,959	12,650	15,333	12,785
		Min	6,072	9,097	10,455	12,392	10,613	4,943	7,404	8,107	9,617	8,638
	4	Max	7,786	11,678	13,429	15,917	13,624	9,607	14,408	16,643	20,176	16,809
		Min	7,783	11,673	13,423	15,911	13,619	6,357	9,534	10,419	12,362	11,123
	5	Max	9,021	13,530	15,559	18,442	15,785	11,437	17,154	19,816	24,023	20,013
		Min	9,018	13,526	15,555	18,437	15,781	7,398	11,097	12,114	14,363	12,946
	6	Max	9,715	14,566	16,747	19,850	16,993	12,710	19,055	22,007	26,677	22,231
		Min	9,711	14,559	16,739	19,841	16,986	8,009	12,008	13,094	15,506	14,010

Tablo 5.42: B-7.b, A.B.Y.Y.H.Y., Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)							
			X YÖNÜ				Y YÖNÜ			
Zemin Sınıfı			Z1	Z2	Z3	Z4	Z1	Z2	Z3	Z4
KATLAR	1	Max	1,680	2,087	2,837	3,886	1,959	2,431	3,273	4,460
		Min	1,672	2,077	2,824	3,869	1,287	1,592	2,151	2,937
	2	Max	4,018	5,005	6,829	9,372	4,874	6,071	8,226	11,248
		Min	4,017	5,004	6,828	9,371	3,020	3,751	5,097	6,978
	3	Max	6,300	7,873	10,788	14,840	7,881	9,850	13,435	18,437
		Min	6,299	7,872	10,787	14,839	4,722	5,889	8,049	11,058
	4	Max	8,420	10,553	14,518	20,013	10,823	13,565	18,610	25,621
		Min	8,419	10,551	14,515	20,010	6,332	7,926	10,887	14,997
	5	Max	10,345	12,992	17,929	24,756	13,650	17,142	23,622	32,598
		Min	10,344	12,991	17,927	24,753	7,826	9,822	13,542	18,694
	6	Max	12,050	15,153	20,950	28,958	16,308	20,506	28,337	39,161
		Min	12,049	15,151	20,948	28,955	9,166	11,524	15,927	22,015
	7	Max	13,515	17,003	23,525	32,530	18,757	23,599	32,649	45,149
		Min	13,513	17,001	23,523	32,526	10,351	13,022	18,014	24,913
	8	Max	14,707	18,501	25,594	35,387	20,948	26,356	36,462	50,421
		Min	14,705	18,499	25,591	35,383	11,354	14,282	19,757	27,322
	9	Max	15,588	19,601	27,099	37,456	22,839	28,726	39,711	54,894
		Min	15,587	19,599	27,096	37,452	12,130	15,251	21,083	29,149
	10	Max	16,136	20,281	28,024	38,723	24,435	30,721	42,436	58,636
		Min	16,131	20,275	28,015	38,711	12,640	15,884	21,945	30,330

Tablo 5.43: B-7.b, IBC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,407	1,759	2,239	2,563	3,865	1,599	1,998	2,509	2,857	4,444
		Min	1,401	1,751	2,229	2,552	3,847	1,079	1,348	1,701	1,941	2,820
	2	Max	3,364	4,205	5,376	6,164	9,325	3,965	4,955	6,271	7,163	11,220
		Min	3,364	4,205	5,375	6,163	9,323	2,530	3,162	4,020	4,600	6,688
	3	Max	5,273	6,591	8,467	9,727	14,773	6,386	7,981	10,183	11,668	18,408
		Min	5,272	6,590	8,466	9,726	14,772	3,959	4,948	6,333	7,264	10,596
	4	Max	7,042	8,802	11,362	13,076	19,931	8,736	10,916	14,033	16,126	25,600
		Min	7,041	8,800	11,360	13,074	19,928	5,310	6,636	8,547	9,827	14,350
	5	Max	8,645	10,806	14,002	16,136	24,663	10,982	13,723	17,744	20,433	32,590
		Min	8,644	10,805	14,000	16,134	24,660	6,556	8,194	10,607	12,220	17,862
	6	Max	10,065	12,581	16,339	18,846	28,855	13,094	16,361	21,233	24,484	39,166
		Min	10,064	12,580	16,337	18,844	28,852	7,686	9,606	12,470	14,382	21,036
	7	Max	11,286	14,107	18,338	21,158	32,417	15,046	18,801	24,438	28,195	45,163
		Min	11,285	14,106	18,336	21,156	32,414	8,689	10,860	14,116	16,287	23,769
	8	Max	12,283	15,353	19,952	23,019	35,264	16,804	20,998	27,291	31,487	50,439
		Min	12,281	15,351	19,950	23,017	35,260	9,547	11,931	15,507	17,890	26,025
	9	Max	13,021	16,276	21,135	24,377	37,324	18,330	22,905	29,740	34,300	54,912
		Min	13,020	16,274	21,133	24,374	37,320	10,203	12,751	16,559	19,100	27,745
	10	Max	13,480	16,850	21,865	25,213	38,584	19,620	24,517	31,800	36,662	58,653
		Min	13,476	16,844	21,858	25,205	38,572	10,647	13,307	17,267	19,911	28,858

Tablo 5.44: B-7.b, EC, Maksimum Yer Değiştirme Değerleri (mm)

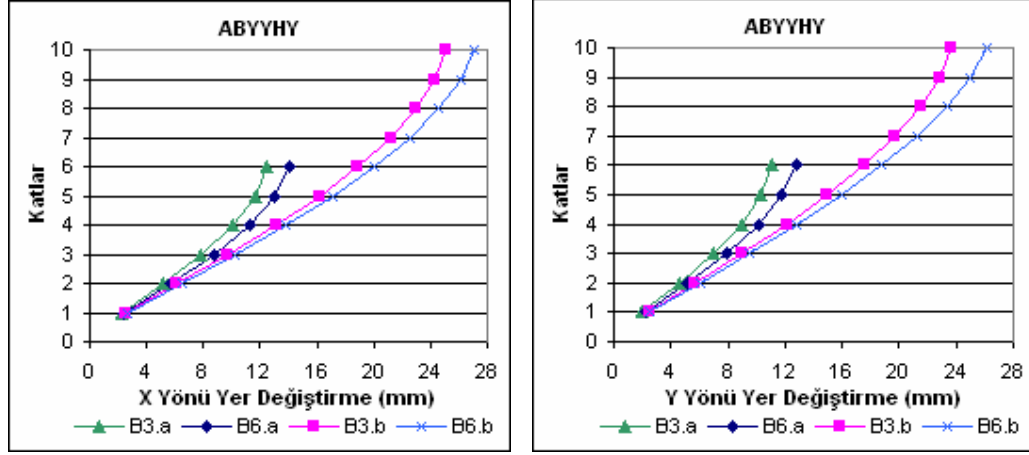
			YER DEĞİŞTİRME (mm)									
			X YÖNÜ					Y YÖNÜ				
Zemin Sınıfı			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
KATLAR	1	Max	1,735	2,555	2,909	4,505	2,981	2,020	2,945	3,333	5,130	3,436
		Min	1,727	2,543	2,895	4,484	2,967	1,338	1,960	2,224	3,430	2,287
	2	Max	4,148	6,132	6,995	10,858	7,154	5,018	7,362	8,361	12,921	8,589
		Min	4,147	6,131	6,994	10,856	7,153	3,142	4,624	5,262	8,146	5,395
	3	Max	6,504	9,656	11,042	17,183	11,266	8,095	11,957	13,633	21,154	13,950
		Min	6,503	9,655	11,041	17,182	11,265	4,922	7,287	8,318	12,921	8,501
	4	Max	8,692	12,958	14,851	23,165	15,117	11,091	16,484	18,860	29,368	19,231
		Min	8,690	12,956	14,849	23,162	15,115	6,598	9,823	11,249	17,532	11,460
	5	Max	10,678	15,970	18,336	28,653	18,631	13,963	20,850	23,919	37,345	24,325
		Min	10,676	15,968	18,334	28,650	18,630	8,152	12,184	13,983	21,841	14,214
	6	Max	12,439	18,642	21,428	33,523	21,749	16,664	24,959	28,680	44,855	29,119
		Min	12,438	18,640	21,426	33,520	21,747	9,567	14,334	16,473	25,767	16,723
	7	Max	13,954	20,930	24,068	37,670	24,418	19,160	28,735	33,043	51,715	33,525
		Min	13,953	20,928	24,066	37,667	24,416	10,820	16,228	18,661	29,207	18,933
	8	Max	15,192	22,782	26,195	40,996	26,579	21,404	32,100	36,911	57,767	37,449
		Min	15,190	22,779	26,193	40,992	26,576	11,868	17,798	20,466	32,031	20,765
	9	Max	16,110	24,142	27,749	43,412	28,165	23,349	34,988	40,215	62,913	40,820
		Min	16,108	24,139	27,746	43,408	28,162	12,691	19,019	21,862	34,204	22,189
	10	Max	16,682	24,984	28,708	44,898	29,148	24,993	37,420	42,990	67,223	43,657
		Min	16,677	24,976	28,699	44,884	29,139	13,250	19,845	22,803	35,663	23,152

5.1.3.1 Analizlerin İncelenmesi

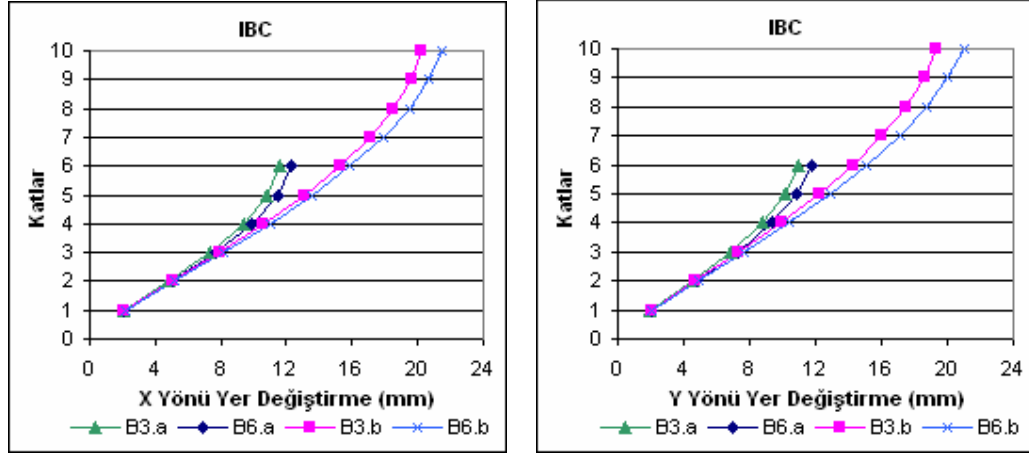
Analiz sonuçlarını incelediğimizde maksimum yer değiştirmeler zemin sınıflarına göre *ABYYHY* analizlerinde: $Z1 < Z2 < Z3 < Z4$, *IBC* analizlerinde: 6 katlı yapılarda $A < B < C < E < D$, 10 katlı yapılarda $A < B < C < D < E$, *EUROCODE* analizlerinde ise: $A < B < C < E < D$ şeklinde sıralanmaktadır.

Büyük döşeme boşluğuna sahip B6 ve B7 yapılarının analiz sonuçları daha önce analizi yapılan, aynı boşluk oranına sahip ve boşlukların planda dağılımı aynı olan B3 ve B5 yapılarından elde edilen sonuçlarla karşılaştırılacaktır. Bu sayede döşeme süreksizliklerinin bulunduğu yerlerde kirişlerin mevcut olması ile olmamasının farkı daha iyi anlaşılabilecektir.

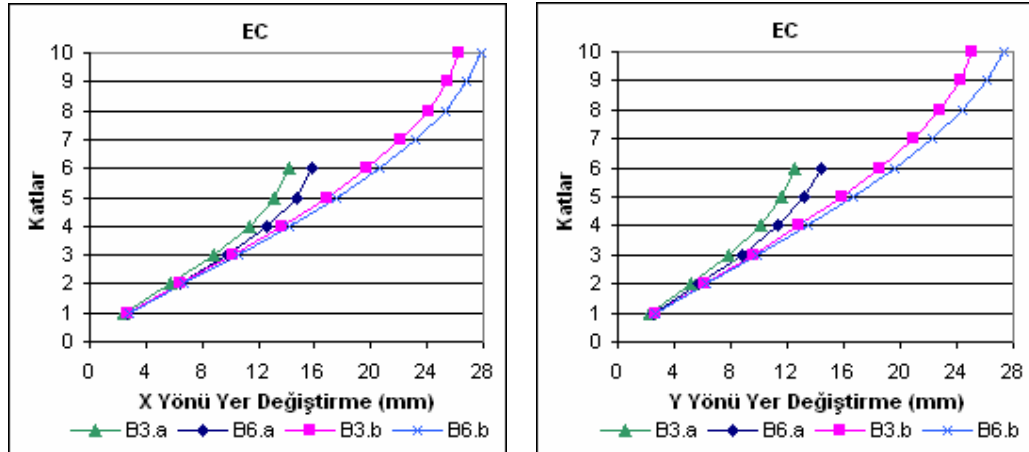
Genel bir fikir edinmek için analizleri karşılaştırırken *ABYYHY* için ‘Z3’, *IBC* için ‘C’ ve *EUROCODE* için ‘C’ zemin sınıfları için yapılan analizler göz önüne alınacaktır.



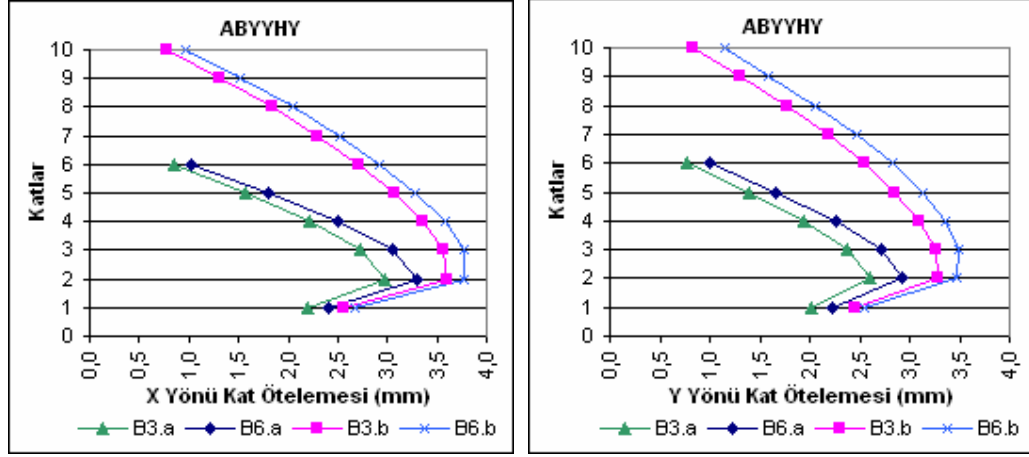
Şekil 5.75: A.B.Y.Y.H.Y, B3-B6, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



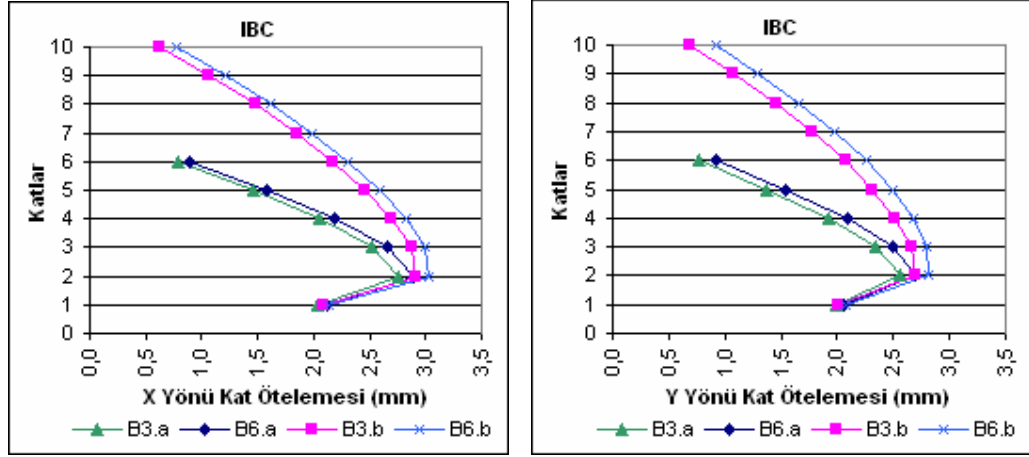
Şekil 5.76: IBC, B3-B6, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



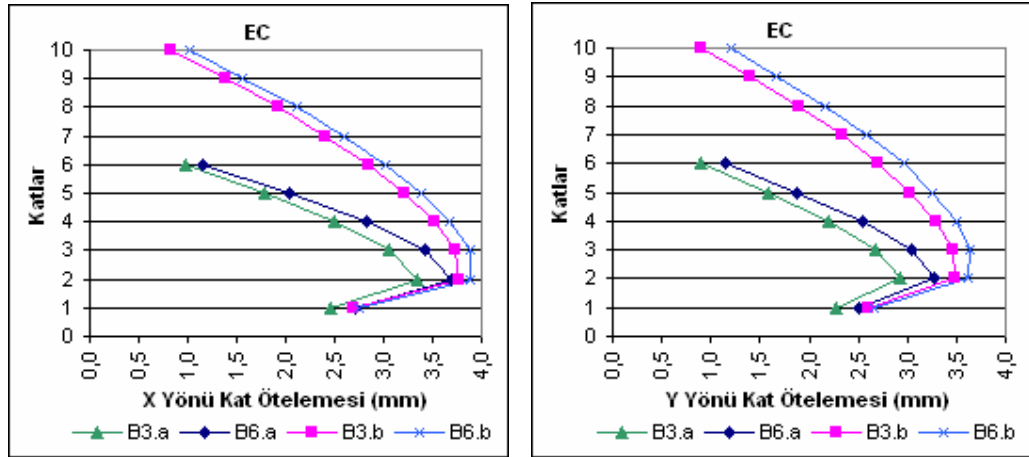
Şekil 5.77: EC, B3-B6, X ve Y Yönü Maksimum Yer Değiştirmeler



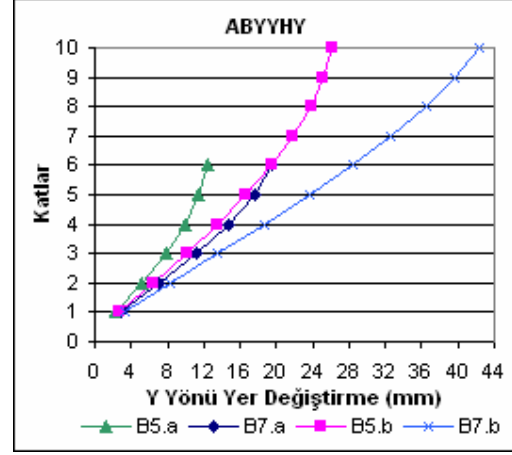
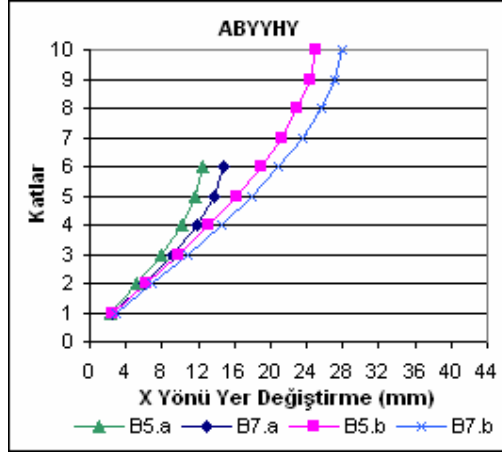
Şekil 5.78: A.B.Y.Y.H.Y, B3-B6, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



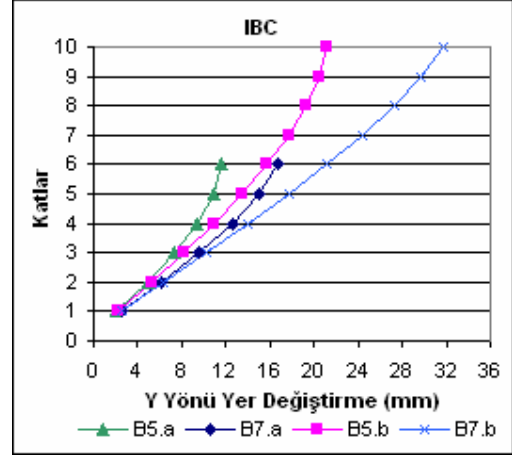
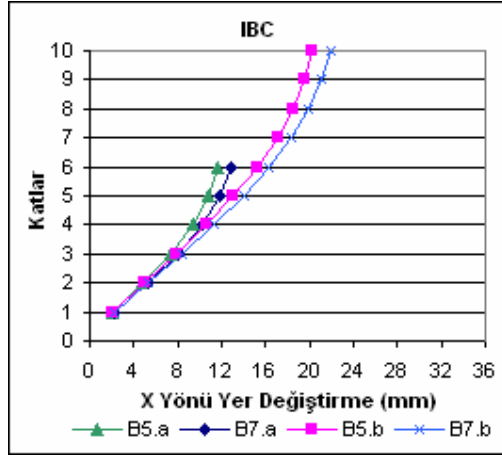
Şekil 5.79: IBC, B3-B6, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



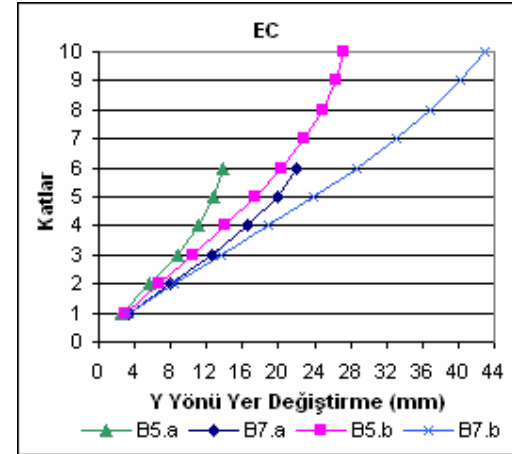
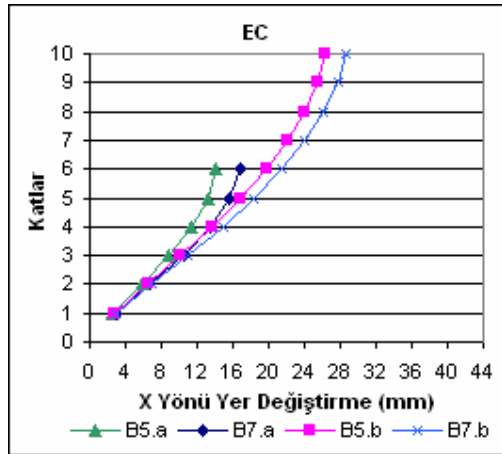
Şekil 5.80: EC, B3-B6, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



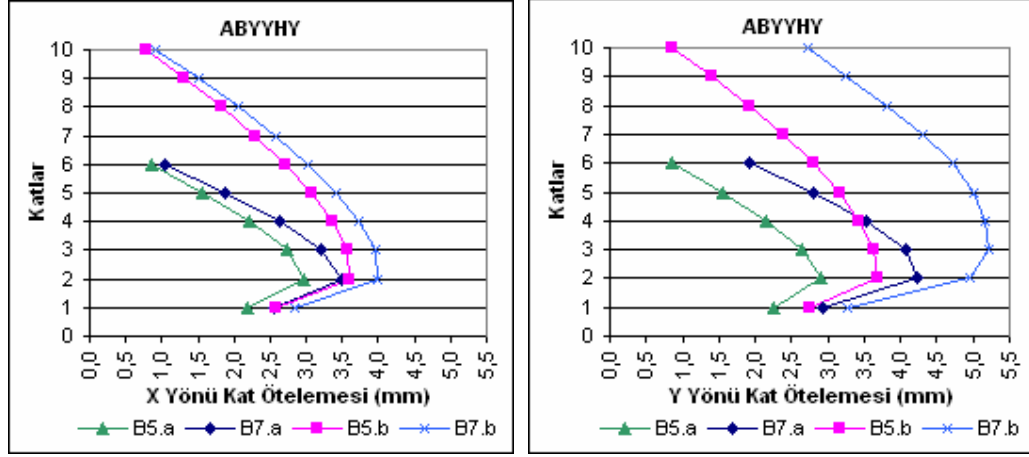
Şekil 5.81: A.B.Y.Y.H.Y, B5-B7, X ve Y Yönu Maksimum Yer Değiştirmeler



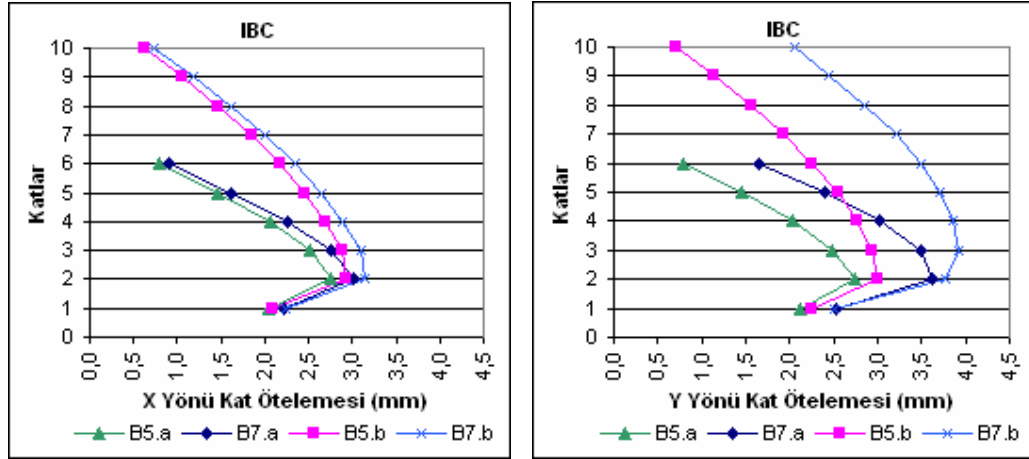
Şekil 5.82: IBC, B5-B7, X ve Y Yönu Maksimum Yer Değiştirmeler



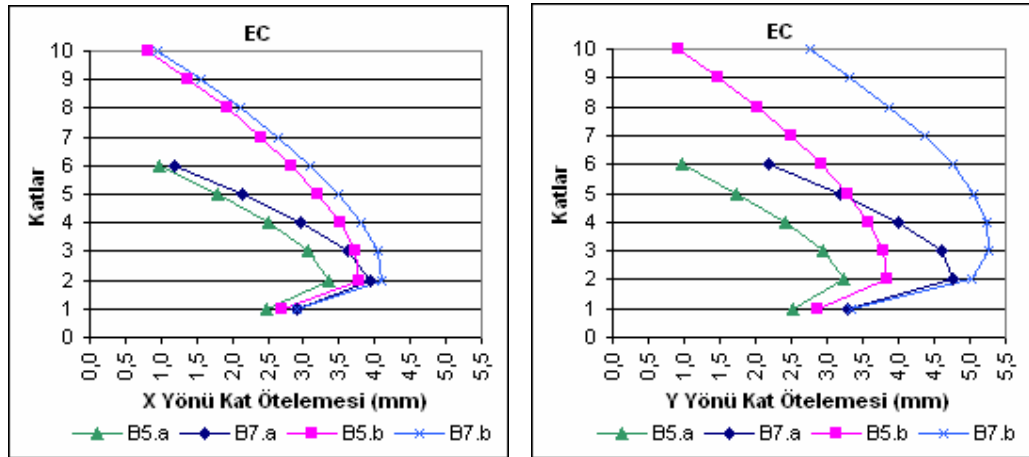
Şekil 5.83: EC, B5-B7, X ve Y Yönu Maksimum Yer Değiştirmeler



Şekil 5.84: A.B.Y.Y.H.Y, B5-B7, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



Şekil 5.85: IBC, B5-B7, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri



Şekil 5.86: EC, B5-B7, X ve Y Yönü Görelî Kat Ötelemeleri

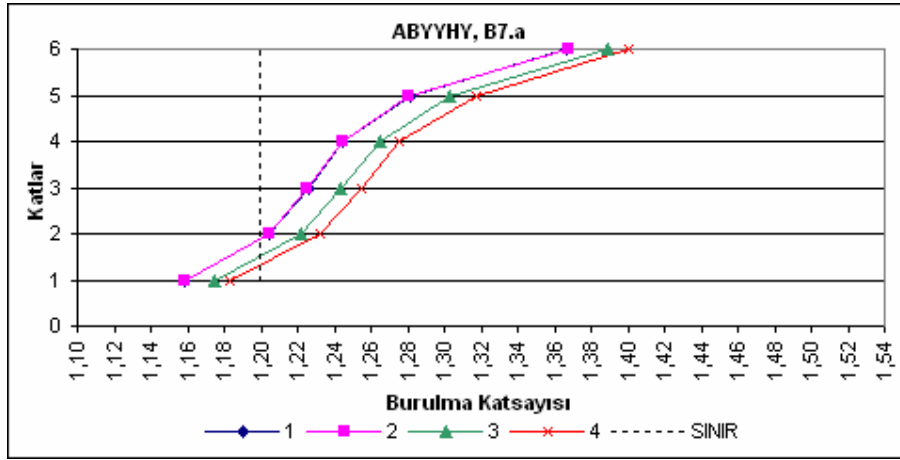
B6 binası her iki deprem yönünde de rijitlik kaybına uğradığı için hem X hem de Y yönü maksimum yer değiştirme değerleri artmış buna bağlı olarak görelî kat ötelemesi değerleri de yükselmiştir. B6 binasında döşeme süreksizlikleri simetrik yerleştirildiğinden dolayı yapıda burulma etkileri meydana gelmemiştir bu da kat deplasmanı ve görelî kat ötelemesi değerlerinin önemli ölçüde artmasını önlemiştir.

B7 yapısının analiz sonuçlarına bakacak olursak yine deprem doğrultusundaki rijitlik kaybindan dolayı maksimum yer değiştirme ve görelî kat öteleme değerlerinin B5 yapısına göre arttığını görürüz. Ancak Y yönündeki rijitliğin azalması binanın rijitlik merkezi ile kütle merkezi arasındaki farkın çok daha artmasına neden olmuş ve yapıda kritik burulma etkilerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Buna bağlı olarak Y yönü maksimum yer değiştirme ve görelî kat ötelemesi değerleri çok daha büyük oranda artmıştır.

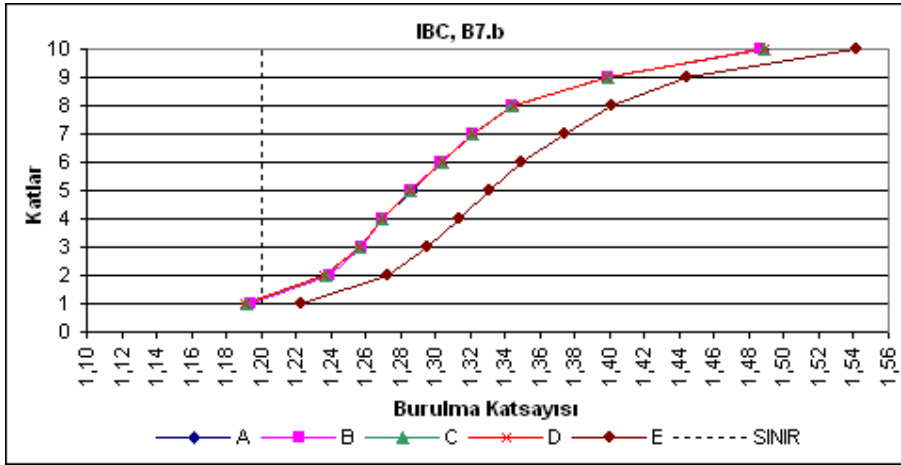
Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yukarıda verilen tablo ve grafiklerden de anlaşılabildiği gibi B6 ve B7 yapılarının X yönü maksimum kat deplasman değerlerinin, önceki analizlerdeki sonuçlarla hemen hemen aynı olması X yönündeki burulma katsayılarının yine önceki analizlerde olduğu gibi '1,0' değerine çok yakın olduğunu göstermektedir.

B7 yapılarında Y yönü deplasmanları büyük farklara uğramıştır, bunun sonuçları ise aşağıdaki şekillerde görülmektedir. 6 katlı yapılarda en büyük burulma düzensizliği katsayısına *ABYYHY*, *B7.a* binasında, 10 katlı yapılarda ise *IBC*, *B7.b* binasında ulaşılmıştır. B6 yapılarında ise Y yönünde de burulma düzensizliği katsayıları '1,0' değerine çok yakın değerlerdedir. Örnek vermek amacıyla en olumsuz değerlere ulaşan '*A.B.Y.Y.H.Y*, *B7.a*' ve '*IBC*, *B7.b*' analizi burulma düzensizliği katsayıları Şekil 5.87 ve Şekil 5.88 de görülmektedir.



Şekil 5.87: ABYYHY, B7.a, Burulma Katsayısı

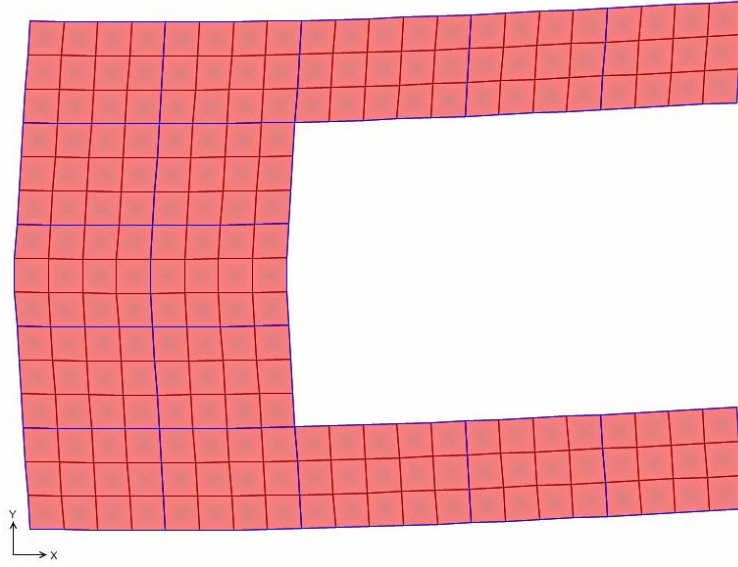


Şekil 5.88: IBC, B7.b, Burulma Katsayısı

Görüldüğü gibi hem 6 katlı hem 10 katlı yapılarda yönetmeliklerde belirtilen ‘1,2’ sınır değeri aşılmıştır. Bu durumda yerine getirilmesi gereken şartlardan daha önce verilen yönetmeliklerle ilgili bölümlerde bahsedilmiştir.

Rijit Diyafram Kontrolü

Yapılan analizler sonucu yapıların X yönü şekil değiştirmiş durumlarında plan geometrilerini ve köşe açılarının 90° değerini korudukları gözlenmiştir, döşemelerin rijit diyafram hareketi yaptığı söylenebilir. B6 yapısı Y yönünde de aynı davranışı göstermiştir fakat aynı durum B7 yapısı Y yönü analizleri için ise geçerli değildir, yapıların Y yönü şekil değiştirmiş durumlarında plan geometrilerinin değiştiği, köşe noktalarının ortogonalitten uzaklaştığı görülmüştür, bu yönde yapıların rijit diyafram hareketi yaptığı söylenemez. Bu durumu Şekil 5.89 da görmekteyiz:



Şekil 5.89: B7, Y Yönü Şekil Değiştirme Durumu

B7 yapısı için, döşeme süreksizliklerinin bulunduğu yerlerde kirişlerin devam ettirilmesinin döşemelerin rijit diyafram davranışı göstermesine yardımcı bulunduğu söylenebilir. B5 yapısında döşemelerdeki düzlem içi şekil değiştirmelerinin B7 yapısına nazaran daha makul seviyelerde olduğu söylenebilir.

Yatay deprem kuvvetlerinin döşemeler tarafından taşıyıcı düşey elemanlara güvenle aktarılıp aktarılmadığının kontrolü yapılması gerekir.

En olumsuz deprem kuvveti B7.b modelinde 10. kata Y yönünde etkimektedir:

$$V = 297,36 \text{ kN}$$

Bu yük kontrolü yapılacak olan A-B/3-4 aksındaki döşeme plağına

$$V = 22,52 \text{ kN} \text{ olarak ve}$$

$$q = 22,52/5 = 4,50 \text{ kN} / m \text{ yayılı yükü olarak etkir,}$$

döşemede oluşacak maksimum moment,

$$M = 4,50 \times 5^2/8 = 14,06 \text{ kNm} \text{ olur.}$$

Deprem sırasında döşemede kesme çatlakları moment altında eğilme çatlaklarının oluşmaması istenmektedir;

- Kesme Çatlağı Kontrolü

Döşemenin taşıyabileceği maksimum kesme kuvveti standartlarda;

$V_{cr} = 0,8 \times 0,65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$ olarak belirtilmiştir.

$$V_{cr} = 0,8 \times 0,65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,8 \times 0,65 \times 1177 \times 0,12 \times 3 = 220,334 \text{ kN}$$

$V = 22,52 \text{ kN} < V_{cr}$ şartı sağlandığından döşemede kesme çatlağı oluşmamaktadır.

- Eğilme Çatlağı Kontrolü

Döşeme mukavemet momenti;

$$W = bh^2 / 6 = 0,12 \times 3^2 / 6 = 0,18 \text{ m}^3 ,$$

Döşemede oluşacak gerilme;

$$\sigma = M / W = 14,06 / 0,18 = 78,11 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$\sigma < f_{ctd} = 1177 \text{ kN} / \text{m}^2$ olduğundan döşemede eğilme çatlağı oluşmayacaktır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan bütün analizlerin sonuçlarını özetlemek gerekirse:

- Yapıların her üç yönetmelik için de, yönetmeliklerde belirtilen zemin sınıfları için ayrı ayrı analizleri yapılmıştır. Deprem etkisi altında maksimum yer değiştirmeler *EUROCODE*, 'D' zemin sınıfı analizlerinde meydana gelmiştir.
- *ABYYHY* analizlerinde en büyük yer değiştirmeye neden olan zeminlerin sıralaması; $Z1 < Z2 < Z3 < Z4$ şeklinde olmuştur ve kat adedine veya bina tipine göre değişmemiştir.
- Maksimum yer değiştirme eğrileri aynı bina için her üç yönetmelikte de aşağı yukarı aynı davranışı göstermiştir. Kat adedine bağlı olarak maksimum yer değiştirmeye neden olan zemin sınıfının değişebildiği görülmüştür. Örneğin *IBC* analizlerinde 'E' zemin sınıfı, 6 katlı yapılarda 'C' ve 'D' zemin sınıfları arasında bir zemin türü gibi davranış gösterirken, 10 katlı yapılarda en kötü zemin sınıfı olmuştur.
- Döşeme süreksizliklerinin simetrik yerleştirildiği analizlerde, simetrik yerleştirilmediği analizlere oranla yapıların çok daha az burulma etkilerine maruz kaldığı gözlenmiştir. Simetrik boşluklu yapılarda yönetmeliklerde belirtilen burulma katsayısı değeri aşılmamıştır.
- Büyük boşluklar simetrik yerleştirildiği ve rijitlik merkezi ile kütle merkezi arasındaki mesafeyi açmadığı takdirde döşemelerin rijit diyafram hareketi yapma şansı vardır. Ancak yine de deprem yüklerinin düşey taşıyıcı elemanlara güvenle aktarılabilmesinin kontrolü yapılmalıdır.
- Simetrik yerleştirilmemiş ve kirişlerin devam ettirilmediği büyük döşeme boşluğuna sahip yapılar analizlerde çok olumsuz sonuçlar vermiştir. Bu yapılarda büyük burulma etkileri meydana gelmiş ve yönetmeliklerde belirtilen sınır değerleri

aşılmıştır. Boşlukların kirişlerle desteklenmesi ise bu burulma etkilerini kayda değer şekilde azaltmıştır hatta yapıların burulma katsayısı sınır değerinin altında hareket etmesini sağlamıştır.

- Büyük oranda döşeme boşluğuna sahip yapılarla ilgili her yönetmelikte farklı bir şart konmuştur. Yapılar bu şartlar göz önünde bulundurularak ve mümkünse bu boşluklar kirişlerle desteklenerek projelendirilmelidir.
- Son olarak düzensiz yapılardan kaçınmak ve kritik burulma etkilerinden kurtulmak için mümkünse yapılar simetrik şekilde modellenmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 2004. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul.
- [2] **Chopra, Anil K.**, 2007. Dynamics of Structures, Theory and Applications to Earthquake Engineering.
- [3] **IBC**, 2006. International Building Code, *International Code Council*, United States of America.
- [4] **ASCE**, 2006. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, *American Society of Civil Engineers*, United States of America.
- [5] **ENV 1998-1-1**, 1994. Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures Part 1-1: General Rules – Seismic actions and General Requirements for Structures, *European Committee for Standardization*, Brussels.
- [6] **ENV 1998-1-2**, 1994. Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures Part 1-2: General Rules – General Rules for Buildings, *European Committee for Standardization*, Brussels.
- [7] **Deprem Yönetmeliği**, 2007. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, *Bayındırlık ve İskân Bakanlığı*, Ankara.
- [8] **Arslan, S.**, 2007. Betonarme Binalarda Döşeme Boşluklarının Taşıyıcı Sistem Davranışına Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Emre TEKDAL, 1984 yılında Ağrı’da doğdu. Ortaokul ve liseyi Ankara Çankaya Atatürk Anadolu Lisesi’nde (Atatürk Lisesi) tamamlayıp 2002 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü’nü kazandı. 2006 yılında lisansını bitirip aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yapı Mühendisliği Yüksek Lisans Programı’nda öğrenimine başladı.