

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME BİNALARDA DOĞRUSAL ANALİZ YÖNTEMLERİNİN
TDY 2007 VE EC 8'E GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ömür TEKİNCE

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Deprem Mühendisliği Programı

OCAK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME BİNALARDA DOĞRUSAL ANALİZ YÖNTEMLERİNİN
TDY 2007 VE EC 8'E GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ömür TEKİNCE
(501091248)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Deprem Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Turgut ÖZTÜRK

OCAK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501091248 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Ömür TEKİNCE**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“BETONARME BİNALARDA DOĞRUSAL ANALİZ YÖNTEMLERİNİN TDY 2007 VE EC 8'E GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Turgut ÖZTÜRK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Metin AYDOĞAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Ali KOÇAK
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **10 Aralık 2014**
Savunma Tarihi : **22 Ocak 2015**

Aileme,

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmamı hazırlamam sırasında bana rehberlik eden, bilgi ve hoşgörü ile yol gösteren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Turgut ÖZTÜRK'e ve İstanbul Teknik Üniversitesi'ndeki eğitimim esnasında derslerini aldığım tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitimim ve yaşamım sırasında karşılaştığım zorlukları aşmam için sonsuz destekçim olan anneme, babama ve kardeşime en içten sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2014

Ömür TEKİNCE
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
SEMBOL LİSTESİ.....	xxiii
ÖZET.....	xxv
SUMMARY	xxvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Konu	1
1.2 Tez Çalışmasının Amacı ve Kapsamı	1
2. BETONARME TAŞIYICI SİSTEM TÜRLERİ.....	3
2.1 Çerçeve Sistemler.....	3
2.2 Perde Sistemler.....	5
2.3 Perde – Çerçeve Sistemler.....	7
2.4 Çekirdekli Sistemler	8
2.5 Tüp Sistemler	9
3. DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR HAKKINDA YÖNETMELİK (TDY) 2007.....	11
3.1 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	11
3.2 Mod Birleştirme Yöntemi	18
3.2.1 Hesaba Katılacak Yeterli Titreşim Modu Sayısı.....	19
3.2.2 Mod Katkılarının Birleştirilmesi.....	20
3.3 Yapısal Düzensizlikler	21
3.3.1 Planda Düzensizlik Durumları	21
3.3.1.1 A1 Burulma Düzensizliği.....	21
3.3.1.2 Döşeme Süreksizlikleri	22
3.3.1.3 Planda Çıkıntılar Bulunması	22
3.3.2 Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları	23
3.3.2.1 B-1 Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat).....	23
3.3.2.2 B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)	24
3.3.2.3 B3 Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği	24
3.4 Etkin Görelî Kat Ötelemelerinin Hesaplanması ve Sınırlandırılması	25
3.5 İkinci Mertebe Etkileri	25
4. EUROCODE 8.....	27
4.1 Temel Koşullar	27
4.2 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	28
4.3 Mod Birleştirme Yöntemi	40
4.3.1 Genel Bilgiler	40
4.3.2 Mod Katkılarının Birleştirilmesi.....	41
4.3.3 Burulma Etkileri.....	41

4.4 Yapısal Düzensizlikler.....	41
4.4.1 Planda Düzensizlik.....	42
4.4.1.1 Narinlik Düzensizliği	42
4.4.1.2 Planda Çıkıntılarının Bulunması Düzensizliği	42
4.4.1.3 Burulma Düzensizliği.....	42
4.4.2 Düşeyde Düzensizlik.....	42
4.4.2.1 Düşey Taşıyıcı Elemanların Süreksizliği	42
4.4.2.2 Rijitlik Düzensizliği	42
4.4.2.3 Dayanım Düzensizliği	42
4.4.2.4 Geri Çekme Düzensizliği	43
4.5 İkinci Mertebe Etkileri	44
4.6 Güvenliğin Sağlanması.....	44
4.7 Hasarların Sınırlandırılması.....	45
5. BİNA MODELLERİNİN DEPREM YÜKLERİNE GÖRE ANALİZİ	47
5.1 Yük Kombinasyonları	47
5.2 Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Binaların Modelleme Bilgileri.....	49
5.2.1 TDY 2007'ye Göre Hesap.....	49
5.2.1.1 Taban Kesme Kuvvetleri.....	52
5.2.1.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmeleri	54
5.2.1.3 Kolon ve Kirişlerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti	56
5.2.1.4 Maksimum Etkin Görelî Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Değerleri.....	60
5.2.2 EC 8'e Göre Hesap.....	64
5.2.2.1 Taban Kesme Kuvvetleri.....	65
5.2.2.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmeleri	67
5.2.2.3 Kolon ve Kirişlerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti	68
5.2.2.4 Maksimum Etkin Görelî Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Değerleri.....	73
5.3 Perde - Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Binaların Modelleme Bilgileri	77
5.3.1 TDY 2007'ye Göre Hesap.....	78
5.3.1.1 Taban Kesme Kuvvetleri.....	80
5.3.1.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmeleri	81
5.3.1.3 Kolon ve Kirişlerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti	82
5.3.1.4 Maksimum Etkin Görelî Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Değerleri.....	85
5.3.2 EC 8'e Göre Hesap.....	88
5.3.2.1 Taban Kesme Kuvvetleri.....	89
5.3.2.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmeleri	91
5.3.2.3 Kolon ve Kirişlerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti	91
5.3.2.4 Maksimum Etkin Görelî Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Değerleri.....	95
5.4 Perde Taşıyıcı Sistemli Binaların Modelleme Bilgileri.....	98
5.4.1 TDY 2007'ye Göre Hesap.....	99
5.4.1.1 Taban Kesme Kuvvetleri.....	100
5.4.1.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmeleri	101
5.4.1.3 Perdelerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti	102
5.4.1.4 Maksimum Etkin Görelî Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Değerleri.....	104
5.4.2 EC 8'e Göre Hesap.....	106
5.4.2.1 Taban Kesme Kuvvetleri.....	107

5.4.2.2 Maksimum Tepe Yerdeşiftirmeleri	108
5.4.2.3 Perdelerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti	109
5.4.2.4 Maksimum Etkin Görelİ Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Değerleri.....	111
6. ANALİZLERE GÖRE YÖNETMELİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI..	115
6.1 Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Binaların Karşılaştırması.....	115
6.1.1 Taban Kesme Kuvvetlerine Göre Karşılaştırma	115
6.1.2 Maksimum Tepe Yerdeğiftirmelerine Göre Karşılaştırma	117
6.1.3 Kolon ve Kirişlerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti Karşılaştırmaları.....	119
6.1.4 Maksimum Etkin Görelİ Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkisi Karşılaştırmaları	128
6.2 Perde - Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Binaların Karşılaştırması	131
6.2.1 Taban Kesme Kuvvetlerine Göre Karşılaştırma	132
6.2.2 Maksimum Tepe Yerdeğiftirmelerine Göre Karşılaştırma	133
6.2.3 Kolon ve Kirişlerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti Karşılaştırmaları.....	135
6.2.4 Maksimum Etkin Görelİ Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkisi Karşılaştırmaları	140
6.3 Perde Taşıyıcı Sistemli Binaların Karşılaştırması.....	142
6.3.1 Taban Kesme Kuvvetlerine Göre Karşılaştırma	142
6.3.2 Maksimum Tepe Yerdeğiftirmelerine Göre Karşılaştırma	144
6.3.3 Perdelerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti Karşılaştırmaları	145
6.3.4 Maksimum Etkin Görelİ Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkisi Karşılaştırmaları.....	148
6.4 Planda Düzensiz 15 Katlı Perde – Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Binanın Karşılaştırması.....	151
6.4.1 Taban Kesme Kuvvetlerine Göre Karşılaştırma	154
6.4.2 Maksimum Tepe Yerdeğiftirmelerine Göre Karşılaştırma	154
6.4.3 Kolon ve Kirişlerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti Karşılaştırmaları.....	155
6.4.4 Maksimum Etkin Görelİ Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkisi Karşılaştırmaları	158
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	161
KAYNAKLAR	165
ÖZGEÇMİŞ.....	167

KISALTMALAR

TDY 2007	: Türk Deprem Yönetmeliği 2007
EC 8	: Eurocode 8
EDY	: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi
MBY	: Mod Birleştirme Yöntemi
MEGKÖ	: Maksimum Etkin Göreli Kat Ötelemesi
G	: Toplam Sabit Yüğüler
Q	: Toplam Hareketli Yüğüler
EX	: X Yönündeki Deprem Yüğüleri
EY	: Y Yönündeki Deprem Yüğüleri
EXP	: X Yönündeki Pozitif Eksantirisiteli Deprem Yüğüleri
EXN	: X Yönündeki Negatif Eksantirisiteli Deprem Yüğüleri
EYP	: Y Yönündeki Pozitif Eksantirisiteli Deprem Yüğüleri
EYN	: Y Yönündeki Negatif Eksantirisiteli Deprem Yüğüleri
ETABS	: Integrated Analysis, Design and Drafting of Building System
TSC 2007	: Turkish Seismic Code 2007

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 : Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin uygulanabileceği binalar.....	11
Çizelge 3.2 : Hareketli yük katılım katsayısı.....	13
Çizelge 3.3 : Etkin yer ivmesi katsayısı.....	13
Çizelge 3.4 : Spektrum Karakteristik Periyotları.....	14
Çizelge 3.5 : Betonarme binalarda taşıyıcı sistem davranış katsayısı.....	16
Çizelge 3.6 : Bina önem katsayısı.....	16
Çizelge 4.1 : Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin uygulanabileceği binalar.....	28
Çizelge 4.2 : Tip 1 elastik tepki spektrumu için parametre değerleri.....	32
Çizelge 4.3 : Tip 2 elastik tepki spektrumu için parametre değerleri.....	32
Çizelge 4.4 : Zemin türleri.....	33
Çizelge 4.5 : Bina önem sınıfları ve katsayı değerleri.....	34
Çizelge 4.6 : Yunanistan Deprem Bölgeleri İvme Değerleri.....	34
Çizelge 4.7 : Çek Cumhuriyeti Deprem Bölgeleri İvme Değerleri.....	35
Çizelge 4.8 : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı değerleri(q).....	36
Çizelge 4.9 : Bina türleri için α_{11} / α_1 değerleri.....	37
Çizelge 4.10 : Kullanım türüne ve katlara göre ψ_{2i} ve φ katsayı değerleri.....	38
Çizelge 4.11 : Bina önem sınıfına göre azaltma katsayıları.....	45
Çizelge 5.1 : TDY 2007 ve EC 8 analizlerinde uygulanan yük kombinasyonları....	48
Çizelge 5.2 : Çerçeve taşıyıcı sistemli binaların genel bilgileri.....	51
Çizelge 5.3 : Çerçeve taşıyıcı sistemli binaların genel bilgileri.....	65
Çizelge 5.4 : Perde - Çerçeve taşıyıcı sistemli binaların genel bilgileri.....	79
Çizelge 5.5 : Perde - Çerçeve taşıyıcı sistemli binaların genel bilgileri.....	88
Çizelge 5.6 : Perde taşıyıcı sistemli binaların genel bilgileri.....	100
Çizelge 5.7 : Perde taşıyıcı sistemli binaların genel bilgileri.....	107
Çizelge 6.1 : Perde- çerçeve taşıyıcı sistemli binaların genel bilgileri.....	153
Çizelge 6.2 : Binalara ait periyot değerleri.....	159

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 : Farklı mimarilere sahip binalar[22].....	3
Şekil 2.2 : Planda çerçeve sistem.....	3
Şekil 2.3 : Yatay yükler etkisi altında bir kolonun davranışı.	4
Şekil 2.4 : Çok katlı çerçeve sistem bina.	4
Şekil 2.5 : Perdeli sistemli bir binaya ait plan[20].....	5
Şekil 2.6 : Perdenin yatay yük etkisi altındaki davranışı.....	6
Şekil 2.7 : Bağ kirişli (boşluklu) perdeli sistem[10].....	6
Şekil 2.8 : Perde – çerçeve sisteme ait bir bina planı.	7
Şekil 2.9 : Taşıyıcı sistemlerin yatay yükler etkisi altındaki davranışı.	8
Şekil 2.10 : Çekirdekli sistemler[17].....	9
Şekil 2.11 : Tüp taşıyıcı sistemler[17].....	10
Şekil 3.1 : Deprem Bölgeleri Haritası[21].....	14
Şekil 3.2 : Zaman – Spektrum katsayısı grafiği[10].	15
Şekil 3.3 : Kat ağırlıkları ve katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri.	17
Şekil 3.4 : X ve Y doğrultusunda depremin ortak etkisi[10].	18
Şekil 3.5 : A1 burulma düzensizliği[10].....	21
Şekil 3.6 : A2 düzensizlik durumu.	22
Şekil 3.7 : Planda çıkıntılar bulunması.	22
Şekil 3.8 : B3 taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği.....	24
Şekil 4.1 : Elastik tepki spektrumu – Zaman grafiği.	31
Şekil 4.2 : % 5 sönümlü Tip 1 elastik tepki spektrumu.	32
Şekil 4.3 : % 5 sönümlü Tip 2 elastik tepki spektrumu.	33
Şekil 4.4 : Yunanistan deprem bölgeleri haritası.....	35
Şekil 4.5 : Çek Cumhuriyeti deprem bölgeleri haritası.	36
Şekil 4.6 : Taban kesme kuvveti ve katlara etkiyen deprem yükleri.	39
Şekil 4.7 : Geri çekme düzensizlikleri.....	44
Şekil 5.1 : Çerçeve taşıyıcı sistemli binaların planı.....	50
Şekil 5.2 : Çerçeve taşıyıcı sistemli binaların üç boyutlu görüntüsü.....	50
Şekil 5.3 : EDY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.....	52
Şekil 5.4 : EDY y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.....	52
Şekil 5.5 : MBY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.....	53
Şekil 5.6 : MBY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.....	53
Şekil 5.7 : 6 katlı binanın taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırması.	53
Şekil 5.8 : 9 katlı binanın taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırması.	54
Şekil 5.9 : 13 katlı binanın taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırması	54
Şekil 5.10 : EDY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.....	55
Şekil 5.11 : EDY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.....	55
Şekil 5.12 : MBY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.....	55
Şekil 5.13 : MBY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.....	56
Şekil 5.14 : 6 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.....	56

Şekil 5.15 : 9 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.	57
Şekil 5.16 : 13 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.	57
Şekil 5.17 : 6 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.	57
Şekil 5.18 : 9 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.	58
Şekil 5.19 : 13 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.	58
Şekil 5.20 : 6 katlı binadaki kirişin maksimum momentleri.	58
Şekil 5.21 : 9 katlı binadaki kirişin maksimum momentleri.	59
Şekil 5.22 : 13 katlı binadaki kirişin maksimum momentleri.	59
Şekil 5.23 : 6 katlı binadaki kirişin kesme kuvvetleri.	59
Şekil 5.24 : 9 katlı binadaki kirişin kesme kuvvetleri.	60
Şekil 5.25 : 13 katlı binadaki kirişin kesme kuvvetleri.	60
Şekil 5.26 : EDY için x yönündeki MEGKÖ.	61
Şekil 5.27 : EDY için y yönündeki MEGKÖ.	61
Şekil 5.28 : MBY için x yönündeki MEGKÖ.	61
Şekil 5.29 : MBY için y yönündeki MEGKÖ.	62
Şekil 5.30 : 6 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	62
Şekil 5.31 : 6 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	62
Şekil 5.32 : 9 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	63
Şekil 5.33 : 9 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	63
Şekil 5.34 : 13 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	63
Şekil 5.35 : 13 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	64
Şekil 5.36 : Kat adedine göre ikinci mertebe değerleri.	64
Şekil 5.37 : EDY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.	66
Şekil 5.38 : EDY y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.	66
Şekil 5.39 : MBY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.	66
Şekil 5.40 : MBY y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.	67
Şekil 5.41 : EDY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.	67
Şekil 5.42 : EDY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.	68
Şekil 5.43 : MBY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.	68
Şekil 5.44 : MBY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.	68
Şekil 5.45 : 6 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.	69
Şekil 5.46 : 9 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.	69
Şekil 5.47 : 13 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.	70
Şekil 5.48 : 6 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.	70
Şekil 5.49 : 9 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.	70
Şekil 5.50 : 13 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.	71
Şekil 5.51 : 6 katlı binadaki kirişin maksimum momentleri.	71
Şekil 5.52 : 9 katlı binadaki kirişin maksimum momentleri.	71
Şekil 5.53 : 13 katlı binadaki kirişin maksimum momentleri.	72
Şekil 5.54 : 6 katlı binadaki kirişin maksimum kesme kuvveti.	72
Şekil 5.55 : 9 katlı binadaki kirişin maksimum kesme kuvveti.	72
Şekil 5.56 : 13 katlı binadaki kirişin maksimum kesme kuvveti.	73
Şekil 5.57 : EDY için x yönündeki MEGKÖ.	73
Şekil 5.58 : EDY için y yönündeki MEGKÖ.	74
Şekil 5.59 : MBY için x yönündeki MEGKÖ.	74
Şekil 5.60 : MBY için y yönündeki MEGKÖ.	74
Şekil 5.61 : 6 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	75
Şekil 5.62 : 6 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	75
Şekil 5.63 : 9 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	75
Şekil 5.64 : 9 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	76

Şekil 5.65 : 13 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	76
Şekil 5.66 : 13 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	76
Şekil 5.67 : Kat adedine göre ikinci mertebe değerleri.	77
Şekil 5.68 : Perde - Çerçeve taşıyıcı sistemli binaların planı.	78
Şekil 5.69 : Perde - Çerçeve sistemli binaların üç boyutlu görüntüsü.	78
Şekil 5.70 : MBY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.	80
Şekil 5.71 : MBY y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.	80
Şekil 5.72 : 13 katlı binanın taban kesme kuvvetleri karşılaştırması.	81
Şekil 5.73 : MBY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.	81
Şekil 5.74 : MBY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.	82
Şekil 5.75 : 13 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.	82
Şekil 5.76 : 19 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.	83
Şekil 5.77 : 25 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.	83
Şekil 5.78 : 13 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.	83
Şekil 5.79 : 19 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.	84
Şekil 5.80 : 25 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.	84
Şekil 5.81 : 13 katlı binadaki kirişin maksimum momenti.	84
Şekil 5.82 : 19 katlı binadaki kirişin maksimum momenti.	85
Şekil 5.83 : 13 katlı binadaki kirişin maksimum kesme kuvveti.	85
Şekil 5.84 : 19 katlı binadaki kirişin maksimum kesme kuvveti.	85
Şekil 5.85 : MBY için x yönündeki MEGKÖ.	86
Şekil 5.86 : MBY için y yönündeki MEGKÖ.	86
Şekil 5.87 : 13 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	87
Şekil 5.88 : 13 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	87
Şekil 5.89 : 19 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.	87
Şekil 5.90 : 25 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.	88
Şekil 5.91 : Kat adedine göre ikinci mertebe değerleri.	88
Şekil 5.92 : MBY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.	90
Şekil 5.93 : MBY y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.	90
Şekil 5.94 : 13 katlı binanın taban kesme kuvveti karşılaştırması.	90
Şekil 5.95 : MBY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.	91
Şekil 5.96 : MBY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.	91
Şekil 5.97 : 13 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.	92
Şekil 5.98 : 19 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.	92
Şekil 5.99 : 25 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.	92
Şekil 5.100 : 13 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.	93
Şekil 5.101 : 19 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.	93
Şekil 5.102 : 25 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.	93
Şekil 5.103 : 13 katlı binadaki kirişin maksimum momenti.	94
Şekil 5.104 : 19 katlı binadaki kirişin maksimum momenti.	94
Şekil 5.105 : 13 katlı binadaki kirişin maksimum kesme kuvveti.	94
Şekil 5.106 : 19 katlı binadaki kirişin maksimum kesme kuvveti.	95
Şekil 5.107 : MBY için x yönündeki MEGKÖ.	95
Şekil 5.108 : MBY için y yönündeki MEGKÖ.	96
Şekil 5.109 : 13 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	96
Şekil 5.110 : 13 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	96
Şekil 5.111 : 19 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.	97
Şekil 5.112 : 25 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.	97
Şekil 5.113 : Kat adedine göre ikinci mertebe değerleri.	97
Şekil 5.114 : Perde taşıyıcı sistemli binaların planı.	99

Şekil 5.115 : Perde taşıyıcı sistemli binaların üç boyutlu görüntüsü	99
Şekil 5.116 : MBY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.	101
Şekil 5.117 : MBY y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.	101
Şekil 5.118 : 13 katlı binanın taban kesme kuvveti karşılaştırması.	101
Şekil 5.119 : MBY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.	102
Şekil 5.120 : MBY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.	102
Şekil 5.121 : 13 katlı binadaki perdenin maksimum momenti.	103
Şekil 5.122 : 13 katlı binadaki perdenin maksimum kesme kuvveti.	103
Şekil 5.123 : Kat adedine göre perdedeki maksimum momentler.	103
Şekil 5.124 : Kat adedine göre perdedeki kesme kuvvetleri.....	104
Şekil 5.125 : MBY için x yönündeki MEGKÖ.	104
Şekil 5.126 : MBY için y yönündeki MEGKÖ.	105
Şekil 5.127 : 13 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	105
Şekil 5.128 : 13 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	105
Şekil 5.129 : 19 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.	106
Şekil 5.130 : 25 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.	106
Şekil 5.131 : Kat adedine göre ikinci mertebe değerleri.....	106
Şekil 5.132 : MBY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.	108
Şekil 5.133 : MBY y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.	108
Şekil 5.134 : 13 katlı binanın taban kesme kuvveti karşılaştırması.	108
Şekil 5.135 : MBY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.	109
Şekil 5.136 : MBY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.	109
Şekil 5.137 : 13 katlı binadaki perdenin maksimum momenti.	110
Şekil 5.138 : 13 katlı binadaki perdenin maksimum kesme kuvveti.	110
Şekil 5.139 : Kat adedine göre perdedeki maksimum momentler.....	110
Şekil 5.140 : Kat adedine göre perdedeki maksimum kesme kuvveti.	111
Şekil 5.141 : MBY için x yönündeki MEGKÖ.	111
Şekil 5.142 : MBY için y yönündeki MEGKÖ.	112
Şekil 5.143 : 13 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	112
Şekil 5.144 : 13 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.	112
Şekil 5.145 : 19 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.	113
Şekil 5.146 : 25 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.	113
Şekil 5.147 : Kat adedine göre ikinci mertebe değerleri.....	113
Şekil 6.1 : EDY ile 6 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.....	115
Şekil 6.2 : MBY ile 6 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.....	116
Şekil 6.3 : EDY ile 9 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.....	116
Şekil 6.4 : MBY ile 9 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.....	116
Şekil 6.5 : EDY ile 13 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.....	117
Şekil 6.6 : MBY ile 13 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.....	117
Şekil 6.7 : EDY ile 6 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeler.	118
Şekil 6.8 : MBY ile 6 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeler.	118
Şekil 6.9 : EDY ile 9 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeler.	118
Şekil 6.10 : MBY ile 9 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeler.	119
Şekil 6.11 : EDY ile 13 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeler.	119
Şekil 6.12 : MBY ile 13 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeler.	119
Şekil 6.13 : EDY ile 6 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.	120
Şekil 6.14 : MBY ile 6 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.....	120
Şekil 6.15 : EDY ile 9 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.	121
Şekil 6.16 : MBY ile 9 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.....	121
Şekil 6.17 : EDY ile 13 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.	121

Şekil 6.18 : MBY ile 13 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.	122
Şekil 6.19 : EDY ile 6 katlı binanın kolonunun momenti.	122
Şekil 6.20 : MBY ile 6 katlı binanın kolonunun momenti.	122
Şekil 6.21 : EDY ile 9 katlı binanın kolonunun momenti.	123
Şekil 6.22 : MBY ile 9 katlı binanın kolonunun momenti.	123
Şekil 6.23 : EDY ile 13 katlı binanın kolonunun momenti.	123
Şekil 6.24 : MBY ile 13 katlı binanın kolonunun momenti.	124
Şekil 6.25 : EDY ile 6 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.	124
Şekil 6.26 : MBY ile 6 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.	124
Şekil 6.27 : EDY ile 9 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.	125
Şekil 6.28 : MBY ile 9 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.	125
Şekil 6.29 : EDY ile 13 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.	125
Şekil 6.30 : MBY ile 13 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.	126
Şekil 6.31 : EDY ile 6 katlı binanın kirişinin momenti.	126
Şekil 6.32 : MBY ile 6 katlı binanın kirişinin momenti.	126
Şekil 6.33 : EDY ile 9 katlı binanın kirişinin momenti.	127
Şekil 6.34 : MBY ile 9 katlı binanın kirişinin momenti.	127
Şekil 6.35 : EDY ile 13 katlı binanın kirişinin momenti.	127
Şekil 6.36 : MBY ile 13 katlı binanın kirişinin momenti.	128
Şekil 6.37 : 6 katlı binanın EDY için MEGKÖ.	128
Şekil 6.38 : 6 katlı binanın MBY için MEGKÖ.	129
Şekil 6.39 : 9 katlı binanın EDY için MEGKÖ.	129
Şekil 6.40 : 9 katlı binanın MBY için MEGKÖ.	129
Şekil 6.41 : 13 katlı binanın EDY için MEGKÖ.	130
Şekil 6.42 : 13 katlı binanın MBY için MEGKÖ.	130
Şekil 6.43 : EDY için x yönünde ikinci mertebe değerleri.	130
Şekil 6.44 : EDY için y yönünde ikinci mertebe değerleri.	131
Şekil 6.45 : MBY için x yönünde ikinci mertebe değerleri.	131
Şekil 6.46 : MBY için y yönünde ikinci mertebe değerleri.	131
Şekil 6.47 : EDY ile 13 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.	132
Şekil 6.48 : MBY ile 13 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.	132
Şekil 6.49 : 19 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.	133
Şekil 6.50 : 25 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.	133
Şekil 6.51 : EDY ile 13 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.	134
Şekil 6.52 : MBY ile 13 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.	134
Şekil 6.53 : 19 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.	134
Şekil 6.54 : 25 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.	135
Şekil 6.55 : EDY ile 13 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.	135
Şekil 6.56 : MBY ile 13 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.	136
Şekil 6.57 : 19 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.	136
Şekil 6.58 : 25 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.	136
Şekil 6.59 : EDY ile 13 katlı binanın kolonunun momenti.	137
Şekil 6.60 : MBY ile 13 katlı binanın kolonunun momenti.	137
Şekil 6.61 : 19 katlı binanın kolonunun momenti.	137
Şekil 6.62 : 25 katlı binanın kolonunun momenti.	138
Şekil 6.63 : EDY ile 13 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.	138
Şekil 6.64 : MBY ile 13 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.	138
Şekil 6.65 : 19 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.	139
Şekil 6.66 : EDY ile 13 katlı binanın kirişinin momenti.	139
Şekil 6.67 : MBY ile 13 katlı binanın kirişinin momenti.	139

Şekil 6.68 : 19 katlı binanın kirişinin momenti.	140
Şekil 6.69 : 13 katlı binanın EDY için MEGKÖ.	140
Şekil 6.70 : 13 katlı binanın MBY için MEGKÖ.	141
Şekil 6.71 : 19 katlı binanın MBY için MEGKÖ.	141
Şekil 6.72 : 25 katlı binanın MBY için MEGKÖ.	141
Şekil 6.73 : X yönündeki ikinci mertebe değerleri.	142
Şekil 6.74 : Y yönündeki ikinci mertebe değerleri.	142
Şekil 6.75 : EDY ile 13 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.	143
Şekil 6.76 : MBY ile 13 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.	143
Şekil 6.77 : 19 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.	143
Şekil 6.78 : 25 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.	144
Şekil 6.79 : EDY ile 13 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.	144
Şekil 6.80 : MBY ile 13 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.	145
Şekil 6.81 : 19 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.	145
Şekil 6.82 : 25 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.	145
Şekil 6.83 : EDY ile 13 katlı binanın perdesinin kesme kuvveti.	146
Şekil 6.84 : MBY ile 13 katlı binanın perdesinin kesme kuvveti.	146
Şekil 6.85 : 19 katlı binanın perdesinin kesme kuvveti.	146
Şekil 6.86 : 25 katlı binanın perdesinin kesme kuvveti.	147
Şekil 6.87 : EDY ile 13 katlı binanın perdesinin momenti.	147
Şekil 6.88 : MBY ile 13 katlı binanın perdesinin momenti.	147
Şekil 6.89 : 19 katlı binanın perdesinin momenti.	148
Şekil 6.90 : 25 katlı binanın perdesinin momenti.	148
Şekil 6.91 : 13 katlı binanın EDY için MEGKÖ.	149
Şekil 6.92 : 13 katlı binanın MBY için MEGKÖ.	149
Şekil 6.93 : 19 katlı binanın MBY için MEGKÖ.	149
Şekil 6.94 : 25 katlı binanın MBY için MEGKÖ.	150
Şekil 6.95 : X yönündeki ikinci mertebe değerleri.	150
Şekil 6.96 : Y yönündeki ikinci mertebe değerleri.	150
Şekil 6.97 : Planda düzensiz perde – çerçeve sistemli binanın planı.	151
Şekil 6.98 : Perde – çerçeve sistemli binanın üç boyutlu görünümü.	152
Şekil 6.99 : X yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.	154
Şekil 6.100 : Y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.	154
Şekil 6.101 : X yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.	155
Şekil 6.102 : Y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.	155
Şekil 6.103 : 1. Kat B 3 kolonunun V2 kesme kuvveti.	156
Şekil 6.104 : 1. Kat B 3 kolonunun V3 kesme kuvveti.	156
Şekil 6.105 : 1. Kat B 3 kolonunun M2 momenti.	156
Şekil 6.106 : 1. Kat B 3 kolonunun maksimum M3 momenti.	157
Şekil 6.107 : 1. Kat A 2-3 kirişindeki maksimum kesme kuvveti.	157
Şekil 6.108 : 1. Kat A 2-3 kirişindeki maksimum momenti.	157
Şekil 6.109 : X yönündeki maksimum etkin görelî kat ötelemesi.	158
Şekil 6.110 : Y yönündeki maksimum etkin görelî kat ötelemesi.	158
Şekil 6.111 : X ve y yönündeki ikinci mertebe etkileri.	159

SEMBOL LİSTESİ

$A(T_1)$	: Spektral ivme katsayısı
A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
a_g	: Tasarım yer ivmesi
a_{gR}	: Tepe zemin yer ivmesi referans değeri
B_a	: Elemanın a eksenini doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
d_r	: Katlar arası rölatif ortalama yerdeğiştirme
F_b	: Taban kesme kuvveti
F_{fi}	: i'inci kata etkiyen fiktif yük
m	: Binanın toplam kütlesi
P_{tot}	: Göz önüne alınan katta ve üstündeki toplam düşey yükler
q	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$	: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
$S_{ae}(T)$	: Elastik spektral ivme
$S_{aR}(T)$	: r'inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme
$S_d(T_k)$	: İlgili modların tasarım spektrumunun ordinatı
V_t	: Taban kesme kuvveti
V_{tot}	: Toplam deprem kat kesme kuvveti
Ψ_{Ei}	: Hareketli yük azaltma katsayısı
ΔF_N	: Binanın tepesine etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
Δ_i	: Binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
δ_i	: Binanın i'inci katındaki etkin görelî kat ötelemesi
γ_i	: Bina önem katsayısı
η_{bi}	: Burulma düzensizliği katsayısı
η_{ci}	: Dayanım düzensizliği katsayısı
η_{ki}	: Rijitlik düzensizliği katsayısı
λ	: Düzeltme katsayısı
v	: Azaltma katsayısı
$v_{s,30}$	: Kayma dalgası hızı
θ_i	: İkinci mertebe gösterge değeri

BETONARME BİNALARDA DOĞRUSAL ANALİZ YÖNTEMLERİNİN TDY 2007 VE EC 8'E GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET

Binalarda en çok hasar oluşturan doğa afetleri çoğunlukla depremlerdir. Betonarme bina tasarımında da deprem yüklerine göre hesap yapılır ve bu deprem yüklemeleri yapısal elemanlarda oluşma olasılığı yüksek en elverişsiz iç kuvvetlerini görmemizi sağlar.

Dünyada kullanılan çeşitli deprem yönetmeliklerinde çözüm için farklı yöntemler mevcuttur. Genellikle dünyada kabul gören ve örnek alınan yönetmeliklerin analiz yöntemleri birbirine yakın çözüm yöntemleri içermektedir. Tasarlanacak binada taşıyıcı sistemin bina kullanımına uygunluğu önem arz etmektedir.

Çerçeve, perde – çerçeve ve perdeli taşıyıcı sistem türlerinde binanın deprem esnasındaki davranışları birbirinden farklı olmakla birlikte, mimari bakımdan uygunluk ve maliyet konusu da taşıyıcı sistem seçiminde etkilidir. TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinde her taşıyıcı sistem ve sistemin süneklik durumu için çeşitli katsayılar ve formüller verilmiştir. Bu yönetmeliklerde doğrusal ve doğrusal olmayan davranış için birbirinden farklı analiz yöntemleri mevcuttur. TDY 2007 ve EC 8 için doğrusal analiz yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi, kullanımı en sık olan doğrusal analiz yöntemleridir. TDY 2007 için gerek ülkemizde, EC 8 için de gerek Avrupa ülkelerinde bina tasarımında bu yöntemler esas alınarak depreme dayanıklı bina tasarımı yapılır.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, TDY 2007 için Mod Birleştirme Yönteminin de esas aldığı en önemli yöntemdir. “Yarı dinamik yöntem” ya da “eşdeğer statik yöntem” olarak da bahsi geçmektedir. Bu yöntemde binaya etkiyecek yük; yerel zemin sınıfı, deprem bölgesi, bina kullanım türü, taşıyıcı sistem türü, binanın doğal hakim periyodu ve bina ağırlığı gibi durumlara göre belirlenmektedir. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, hesap için tasarımcı mühendise kolaylık sağlar. Ancak, TDY 2007 ve EC 8’de Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi’nin kullanımı bakımından çeşitli sınırlamalar getirilmiştir. Bunlar; bina toplam yüksekliği, deprem bölgesi, planda ve düşeyde olan düzensizlikler gibi etmenlerdir. Betonarme analiz ve tasarım paket programlarının çoğunda, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi’ndeki kısıtlamalar nedeniyle Mod Birleştirme Yöntemi ile çözüm yapılır. Mod Birleştirme Yöntemi herhangi bir kısıtlama olmaksızın tüm binalarda kullanılabilecek bir yöntemdir. Mod Birleştirme Yöntemi, “dinamik analiz” olarak da adlandırılır. Süperpozisyon

ilkelerini esas alan bu yöntemde, maksimum iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler binada yeterli sayıdaki titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesiyle elde edilir. Bu yöntemde binanın serbestlik derecesi kadar ayrı ayrı serbestlik dereceli sistem davranışı esas alınarak yapılan çözümlerler süperpozisyon yöntemi kullanılarak birleştirilir.

Yönetmeliklerin içindeki analiz yöntemlerinde birbirinin tamamen aynı sonuçlar çıkmamaktadır. Bununla birlikte farklı yönetmeliklerde bulunan sonuçlar da birbirinden farklı çıkmaktadır. Bu sebeple, yönetmelik ve analiz yöntemlerindeki sonuçlardan biri diğeri göre daha güvenli ya da daha büyük sonuçlar verirken, biri diğeri göre ekonomi bakımından daha düşük maliyet sağlamaktadır.

Yedi bölümden oluşan bu tez çalışmasında, farklı yerel zemin sınıflarındaki yapısal davranışı da içerecek şekilde farklı kat adetlerine ve farklı taşıyıcı sisteme sahip planda ve düşeyde düzenli ve düzensiz binaların TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin doğrusal analiz yöntemlerinde bulunan sonuçların karşılaştırmaları yapılmıştır.

Birinci bölümde, giriş başlığı altında analizi yapılan binaların kat adetleri ve türlerinden bahsedilerek, genel bilgiler verilmiştir.

İkinci bölümde, betonarme bina tasarımında kullanılan taşıyıcı sistem türleri ve deprem esnasında bu binaların davranışı anlatılmıştır.

Üçüncü ve dördüncü bölümde, depreme dayanıklı betonarme bina tasarımı için TDY 2007 ve EC 8’de belirtilen koşular, formüller ve bilgiler verilmiştir.

Beşinci bölümde, hem TDY 2007 hem de EC 8 için yapılan analizlere göre yönetmeliklerin kendi içindeki analiz yöntemleri birbiriyle karşılaştırılarak grafikler çizilmiştir.

Altıncı bölümde, beşinci bölümde bulunan değerlere göre TDY 2007 ve EC 8 yönetmelikleri karşılaştırmaları yapılmış ve grafikler halinde verilmiştir.

Son bölümde her iki yönetmeliğe göre elde edilen sonuçlar ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiştir.

COMPARISON OF TSC 2007 AND EC 8 LINEAR ANALYSIS METHODS IN REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

SUMMARY

Earthquake is the most important natural disaster in the world. Considerable losses of life and properties as a result of the destruction caused by the earthquakes necessitated new earthquake and construction regulations for the earthquake zones. In order to reduce the damages caused by this natural disaster, the earthquake and construction regulations give importance to the precise calculation of the force of earthquakes affecting the buildings.

If an earthquake's occurring time, direction and magnitude were previously known, design of structures could be made to avoid the damage. All buildings have sufficient strength against earthquakes using this uncertainty because it is possible to build safety coefficients. Regulations, according to seismic and ground conditions using various coefficients and provides designs accordingly do.

National and international standards present different linear and nonlinear methods to calculate the seismic load. However, choosing the appropriate method, calculating the seismic load and distributing it over structural elements have important consequences, since different methods would yield different results from that of the appropriate one. Limitation of displacements in linear analysis according to TSC 2007 (Turkish Seismic Code 2007) and EC 8 (Eurocode 8) regulations and limitation of damages are based accordingly.

Moved in the earthquake forces and horizontal forces in addition to the vertical force must be transmitted to the base of structure. Therefore, it is necessary to design a system with vertical and horizontal loading, the column and the beam have emerged as rigid frame formed by the interconnected system. This carrier system is robustness against to horizontal loads, depends on the rigidity of the point. Frame system known as the most simple multi carrier system of freedom. Frames are located in the direction of two orthogonal axes in a regular structure. Earthquake forces during the impact each other in the framework of this direction, but does not take into consideration the torsional effect; horizontal movement is important.

Frames are considered to carry the load in the plane they were too small to be close to each other while the stiffness interaction. Frames are made relative displacements depend story stiffness and shear forces acting on the story.

In counterpoising the walls are horizontal and vertical load bearing elements which effectively limited displacements. Element that is greater than the ratio of the short sides of the long sides 7, plan are called wall at TSC 2007. Walls with frame in counterpoising the horizontal load or used single. A wall acts as a cantilever beam length alone. Walls; the bending moment of horizontal forces is under the influence of the normal force due to vertical shear force next. With wall systems, building geometry can also be rectangular in plan with a different geometry with building.

Assuming that the frame of the horizontal load to accept that carried by walls of all lateral loads are not always safe approach. Therefore, the contribution of the frames should be considered in the handling of the horizontal load. At horizontal displacement of the frame, story shear is very effective. At frame system; on the upper stories, shear force is small and horizontal displacement stiffness is small. On the lower stories, situation is opposite. While base story shear is increasing, horizontal displacement stiffness does not increase at the same rate.

Number of story in wall very rigid structure is less than the horizontal displacement of the frame is limited by the wall and the wall is moved by a large portion of the horizontal load. In contrast, the scenes of the size of the effective area on the stiffness of the floor plan to the normal force becomes more decisive.

Core system with a high load of the building in all or a significant portion is moved with the aid of a single core or cores in various parts of the building. In the systems of this structure as an adjunct to the core, walls or cable systems can use. Cores are the huge beams in the floor console against lateral load.

One of the most recently developed system of reinforced concrete structures are tubular system. At tube desing, the cover of the floor console front element is assumed to resist lateral loads such as a hollow box beam. The world's highest structures can be created with tubes.

Compliance with building will be designed to use the carrier system in the building is important. Framed, wall-framed and wall systems have different typed of structure behavior during the earthquake, architecture, maintenance and cost of compliance is also effective in the structural system selection TSC 2007 and EC 8 regulations in the various coefficients for each carrier status of the system and the system ductility and formulas are given. These regulations have different from each other analysis methods for linear and nonlinear behavior. It is important to choose the appropriate methods to calculate the force of earthquakes that affect the buildings, which are referred as seismic load calculation methods.

For TSC 2007 and EC 8, Equivalent Seismic Load and Mode Superposition methods are most common linear analysis methods in these regulations. These methods are based on earthquake resistant design is done in our country, both in the design of buildings in European countries. Equivalent Seismic Load Method, also of Mode Superposition Methods for TSC 2007 is the most important method that is based on. It was named "semi-dynamic method" or "static method". This method will be applied to the building use type, carrier system type, the structure of the natural dominant period is determined according to conditions such as weight and structure.

Equivalent Seismic Load Method provides convenience to design engineers to account. However, TSC 2007 and EC 8 Equivalent Seismic Load Method has brought several limitations regarding the use of the method. They are total height of the building, earthquake zone, as are the factors that irregularities on plan and vertical. In most of the concrete analysis and design software, due to restrictions in Equivalent Seismic Load Method, are used Mode Superposition Method for solution.

Mode Superposition is a method that can be used in all buildings without any restrictions. Mode Superposition is also called as “dynamic analysis”. In these methods are based on the superposition principle, the maximum internal forces and displacements are calculated for each of the maximum participation of a sufficient number of vibration modes are obtained by combining statistical. This method is building up individual degrees of freedom single degrees of freedom behavior based on the analysis performed are combined using superposition method.

Each other in the analysis of the regulations does not go exactly the same results. However, the results are different. Therefore, one of the consequences of regulations and analysis methods safer or greater results than the other, one of which provide a lower cost than the other in terms of economy.

In this study, structural system of reinforced concrete frame, wall-frame and wall systems for building area are the same, under the influence of horizontal and vertical loads of buildings with different story heights TSC 2007 and EC 8 Equivalent Seismic Load Method and Mode Superposition Method according to regulations and linear analysis based on is made. Frame systems are 6 story, 9 story and 13 story; wall-frame systems 13 story, 19 story and 25 story; wall systems 13 story, 19 story and 25 story as modeled. Story heights are 3 m in regular buildings. Also 15 story wall-frame building with irregular plan and vertical were obtained.

Both in the calculation, TSC 2007 as well as the comparison of EC 8 regulations to be healthy in TSC 2007 corresponds to the first degree earthquake ground acceleration coefficient of 0.40 was obtained. Four types of buildings for each calculation in the analyzes done separately for local site class is made comparisons among themselves. TSC 2007 by Z1, Z2, Z3 and Z4 although class EC 8 by A, B, C and D evaluation was made.

Analysis in building made of concrete classes according to the number of story the carrier system and C25, C30, C35 and C40 are taken as. Both of these regulations in the concrete, story of the building with the same number were the same. The carrier system of structure and earthquake condition were modeled and solved by ETABS.

Columns and beams frame element, the walls were modeled as shell elements. Slabs can also be modeled assuming that each story level of the current rigid diaphragm behavior.

Seven section in this thesis consists, comparison of the results are conducted in the linear analysis of the different local ground class, different carrier systems, plan and vertical of regular and irregular structure TSC 2007 and EC 8 regulations.

In the first section, input the title of general information given story number and types of structures under analysis are given.

In the second section, the carrier system type used in the design of reinforced concrete structures and described the behavior of these structures during earthquake.

The third and fourth sections, TSC 2007 and EC 8 earthquake resistant design of reinforced concrete buildings in the conditions, formulas on specified information is given.

In the fifth section, for TSC 2007 and EC 8 based on their analysis compared regulations inside between each other.

In the sixth section, according to the values found in the fifth section TSC 2007 and EC 8 regulations are given in graphs and comparisons.

The results obtained by both regulations last section is reviewed in detailed.

1. GİRİŞ

1.1 Konu

Deprem, ülkemizde ve Avrupa ülkelerindeki en önemli doğa afetlerinden biridir. Yurdumuzda ve Avrupa’da artan kentleşme dolayısıyla, buna bağlı konut ve işyeri taleplerinde artış olmaktadır. Ancak, yurdumuzun deprem bölgesinde bulunduğu göz önüne alınacak olursa, artan konut taleplerine göre olası bir depremde meydana gelecek can ve mal kaybı, inşa edilen binaların davranışı ile ilgilidir.

Dünyada meydana gelebilecek depremlerin yeri ve büyüklüğü günümüz koşullarına göre öngörülememektedir. Depremi oluş zamanı, doğrultusu ve büyüklüğü önceden belirlenebilseydi binaların tasarımı bunlara göre yapıp hasarların önüne geçilebilirdi. Tüm bu belirsizlikler sebebiyle formüllerle birlikte güvenlik katsayıları kullanılarak depreme karşı yeterli dayanıma sahip binalar inşa etmek mümkün olabilmektedir. TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerine göre doğrusal analizlerde yerdeğiştirmelerin sınırlandırılması ve buna bağlı olarak hasarların da sınırlandırılması esas alınmaktadır. Yönetmeliklerdeki esas, depremlerin büyüklüğüne göre hasarsızlık, hasarların onarılabilir düzeyde olması ve onarılamayacak düzeydeyse de can güvenliğinin sağlanması şeklindedir.

Eurocode, Avrupa Birliğine bağlı ülkeler tarafından binaların teşkilinde inşaat mühendisliği hizmetlerinin daha doğru ortak bir anlayışın hakim olması ve haksız rekabetin önlenmesi için tek standart kullanımı amacıyla kurmaya başladığı yapısal standart esasları setinin genel adıdır. Ülkemizin de Avrupa Birliği üye adaylığı sürecinde olması sebebiyle, ileride Eurocode yönetmeliklerine geçiş süreci olabileceğinden TDY 2007 ve EC 8 yönetmelikleri arasındaki farkların karşılaştırılması önem arz etmektedir.

1.2 Tez Çalışmasının Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada, taşıyıcı sistemi betonarme çerçeve, perde - çerçeve ve perde sistemlerden oluşan, bina oturum alanları aynı, farklı kat yüksekliklerine sahip

binaların yatay ve düşey yükler etkisi altında TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerine göre Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemine göre doğrusal analizleri yapılmıştır. Çerçeve taşıyıcı sistemli binalar; 6 kat, 9 kat ve 13 kat olarak, perde-çerçeve taşıyıcı sistemli binalar; 13 kat, 19 kat ve 25 kat olarak, perdeli taşıyıcı sistemli binalar; 13 kat, 19 kat ve 25 kat olarak modellenmiştir. Tüm binalarda kat yükseklikleri 3 m'dir. Bu binalardan farklı olarak planda ve düşeyde düzensiz ilk kat yüksekliği 4.2 m ve diğer kat yükseklikleri 3 m olan 15 katlı perde- çerçeve taşıyıcı sistemli bir bina daha modellenmiştir. Yapılan hesaplarda Hem TDY 2007 hem de EC 8 yönetmeliklerinde karşılaştırmanın sağlıklı olması için TDY 2007'de birinci dereceden deprem bölgesine karşılık gelen etkin yer ivmesi katsayısı 0.40 olarak alınmıştır. Yapılan analizlerde her bina için dört tip yerel zemin sınıfı için ayrı ayrı hesap yapılarak kendi aralarında da karşılaştırma yapılmıştır. TDY 2007'ye göre Z1, Z2, Z3 ve Z4 sınıfı olmakla birlikte, Eurocode 8'e göre A, B, C ve D sınıfı olarak değerlendirme yapılmıştır. Analizi yapılan binalarda beton sınıfları taşıyıcı sistem ve kat sayılarına göre C25, C30, C35 ve C40 olarak alınmıştır. Her iki yönetmelikte de aynı kat adedine sahip binaların beton sınıfları aynı alınmıştır. Binaların taşıyıcı sistemi ETABS programında modellenmiş ve deprem yüklerine göre çözümleri yapılmıştır. Modelde kolonlar ve kirişler çubuk eleman, perdeler ise kabuk eleman olarak modellenmiştir. Döşemeler ayrıca modellenmiş, her kat seviyesinde rijit diyafram davranışının geçerli olduğu kabulü yapılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında, dört yerel zemin sınıfı için tüm taşıyıcı sistemlerdeki binaların taban kesme kuvvetleri, maksimum yerdeğiştirmeleri, ikinci mertebe etkileri, maksimum etkin görelî kat ötelemeleri, belirlenen perde, kolon ve kirişlerdeki maksimum eğilme momentleri ayrı ayrı hesaplanmış ve bulunan değerler önce TDY 2007'deki sonra EC 8'deki Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemine göre karşılaştırılmıştır. Ardından TDY 2007 ve EC 8 sonuçları grafikler halinde gösterilerek yönetmelik bazında incelenip karşılaştırma yapılmıştır. Son aşamada da her iki yönetmelikteki farklar ve yönetmeliklere göre elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

2. BETONARME TAŞIYICI SİSTEM TÜRLERİ

Günümüz mimari bakış açısında klasik bina tasarımından farklı olarak hayal gücüne dayalı çeşitli geometrilerde binalar ortaya çıkmıştır. Böylece farklı taşıyıcı sistemlerle çözüm yapılması ihtiyacı doğmuştur. Şekil 2.1’de farklı mimarilere sahip binalara örnekler gösterilmiştir.



Şekil 2.1 : Farklı mimarilere sahip binalar[22].

2.1 Çerçeve Sistemler

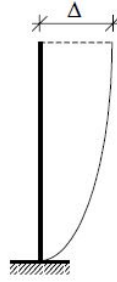
Binalarda düşey kuvvetlerin yanında deprem kuvvetleri ve yatay kuvvetlerin de taşınarak temellere iletilmesi gerekir. Bu nedenle düşey ve yatay yükleri beraber taşıyan bir sistem tasarlanması ihtiyacı doğduğundan, kolon ve kirişlerin rijit olarak birbirine bağlanmasıyla oluşan çerçeve sistemler ortaya çıkmıştır [1]. Bu taşıyıcı sistemlerin yatay yüklere karşı sağlamlığı, bağlantı noktalarının rijitliğine bağlıdır. Şekil 2.2’de planda çerçeve sisteme ait bir örnek verilmiştir.



Şekil 2.2 : Planda çerçeve sistem.

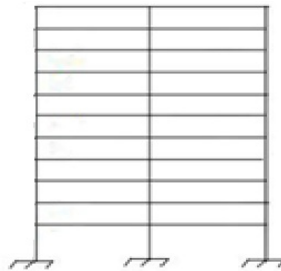
Çerçeve en basit çok serbestlikli taşıyıcı sistem olarak bilinir. Çerçeveler düzenli binalarda birbirine dik iki eksen doğrultusunda bulunurlar. Deprem kuvvetlerinin bu doğrultularının birbirine etkimesi sırasında çerçevelerde burulma etkisi göz önüne alınmaz fakat; yatay öteleme hareketi önem arz eder. Çerçeveler birbirine yakın rijitlikte ise etkileşim çok küçük olacağı için bulundukları düzlem içinde yük taşıdıkları kabul edilir. Kayma çerçeveleri kat rijitliklerine ve kata etkiyen kesme kuvvetine bağlı göreceli yerdeğiştirmeler yapar. [5].

Çerçeve modelinde, kolonların kütlesiz oldukları ve binanın kat kütlelerinin döşeme seviyelerinde toplanmış olduğu kabul edilir. Böylece her kat seviyesinde toplu kütleler bulunan bir çerçeve oluşur. Bu durumda kolonların yatay yerdeğiştirme yapabildikleri ve düşey doğrultuda boy değiştirmedikleri varsayımı yapılır. Yapılan hesaplardaki önemli bir kabul de binanın mesnetlerinde temele rijit olarak bağlı olduğudur. Şekil 2.3’de yatay yükler etkisi altında bir kolonun davranışı verilmiştir.



Şekil 2.3 : Yatay yükler etkisi altında bir kolonun davranışı.

Çok katlı betonarme bir binada çerçeve tipi taşıyıcı sistem seçilmesi düşünüldüğünde, kolonların en az iki doğrultuda kirişlerle bir çerçeve oluşturması hususuna dikkat etmek gerekmektedir. Kolonların bağlanmadığı doğrultuda, hiperstatiklik derecesi artmamış olacak, bu sebeple yeterli rijitlik sağlanamayıp ikinci mertebe etkileri ve burulma sorunları ortaya çıkabilecektir. Şekil 2.4’de çok katlı çerçeve sistem binaya ait bir örnek verilmiştir.



Şekil 2.4 : Çok katlı çerçeve sistem bina.

Çerçeve sistemin başlıca avantajı; planlamada pencere, kapı gibi boşlukların düzenlenmesinde serbestlik sağlamasıdır. Yüksek katlı binalardaki dezavantajları ise kesitlerin aşırı büyümesi ve yanal ötelemeyi sınırlamanın zorluğudur.

2.2 Perde Sistemler

Perdeler yatay yüklerin karşılanmasında ve yerdeğiştirmelerin sınırlandırılmasında etkili olan düşey taşıyıcı elemanlardır. TDY 2007’de planda uzun kenarının kısa kenarına oranı 7’den büyük olan düşey taşıyıcı elemanlar perde olarak adlandırılmaktadır. Perdelerde bırakılan boşluklardan veya iki perdenin bağ kirişleri ile birleştirilmesinden oluşan sistemlere boşluklu perde sistem denilmektedir.

Perdeler yatay yüklerin karşılanmasında çerçevelerle birlikte ya da yalnız başlarına kullanılırlar. Perde tek başına Şekil 2.6’da gösterildiği gibi boyuna konsol bir kiriş gibi davranır. Tek başına duran bir perdede narin olması sebebiyle stabilite sorunu ortaya çıkarabileceği düşünülürse de sistem içinde bulunan perdenin yatay stabilitesi kat döşemelerinin rijitleştirici etkisiyle sağlanır. Perdeler; yatay kuvvetlerden oluşan eğilme momenti, kesme kuvveti yanında düşey kuvvetlerden meydana gelen normal kuvvetlerin etkisi altındadır [2].

Perdeli sistemlerle, planda dikdörtgen geometrili binalarla birlikte farklı geometriye sahip binalar da yapılabilir. Şekil 2.5’de perdeli sistemli bir binaya ait plan verilmiştir.



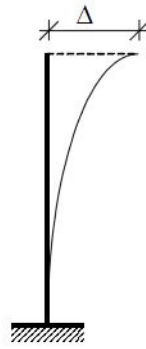
Şekil 2.5 : Perdeli sistemli bir binaya ait plan[20].

Bina içerisinde uygun şekilde yerleştirilen perdeler, sistemin yatay rijitliğini artırarak depremde hasara neden olan görelî ötelemelerin azaltılmasını sağlamaktadır.

Belirli bir bina yüksekliğinden sonra (8-10 kat) çerçeve sistemler yatay yüklerin taşınmasında yetersiz kalır. Bu durumda bina içinde yapılacak sabit bölmeler düşey

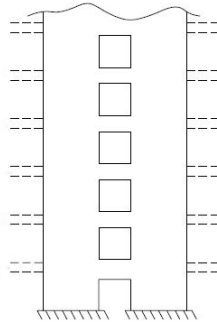
ve yatay yüklere karşı koyacak biçimde düzenlenerek perde duvarlı sistemler oluşturulur. Perdeler düzlem duvar, kafes kiriş şeklinde oluşturulan duvar, asansör, merdiven ve iç çekirdek çevre duvarlarını kapsar. Genellikle yüzey alanının boş yüzey alanına oranla kısıtlı olduğu düşey sistemlerdir [7].

Perdeli sistemlerin elastik enerji tüketme kapasiteleri çerçeve sistemlere göre çok daha yüksektir. Ancak, elastik ötesi enerji tüketme kapasiteleri ise çerçeve sistemlere göre daha azdır. Perdeli sistemlerin çerçeve sistemlere göre sünekliklerinin daha az olduğu bilinmektedir. Şekil 2.6’da bir perdenin yatay yükler etkisindeki davranışı verilmiştir.



Şekil 2.6 : Perdenin yatay yük etkisi altındaki davranışı.

Yatay yük doğrultusuna göre simetrik olarak perde duvarlardan oluşturulmuş bir taşıyıcı sistemde, perde duvarların relatif rijitliklerinin tüm bina yüksekliğince sabit kalması durumunda her bir perdenin katlarda kat kesme kuvvetinden alacağı pay, o perdenin o kattaki perdeler ile boşluklu perdenin rijitliklerine göre olan relatif rijitliklerine bağlıdır. Şekil 2.7’de bağ kirişli (boşluklu) perdeli bir sisteme ait örnek verilmiştir.

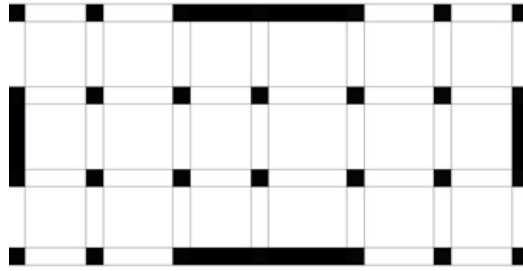


Şekil 2.7 : Bağ kirişli (boşluklu) perdeli sistem[10].

Üst katlarda mevcut dolgu duvarların çeşitli nedenlerle yapılmaması sonucu ortaya çıkan yumuşak kat durumu, perde duvarlar için de geçerlidir. Bu nedenle, perde duvarların temelden başlayarak bina yüksekliği boyunca devam etmesi binanın depreme dayanıklılığı bakımından ve deprem yönetmelikleri hükümlerince gerekli ve önemlidir.

2.3 Perde – Çerçeve Sistemler

Çok katlı binalarda yalnızca çerçevelerden oluşturulan taşıyıcı sistemler, yatay yükler altında hem iç kuvvetler hem de yerdeğiştirmeler bakımından istenen koşulları perdeler olmadan sağlayamaz [5]. Özellikle alt katlarda kolon kesitlerinin çok büyümesi gerekir. Şekil 2.8’de perde-çerçeve sistemi ait örnek bir binanın planı verilmiştir.

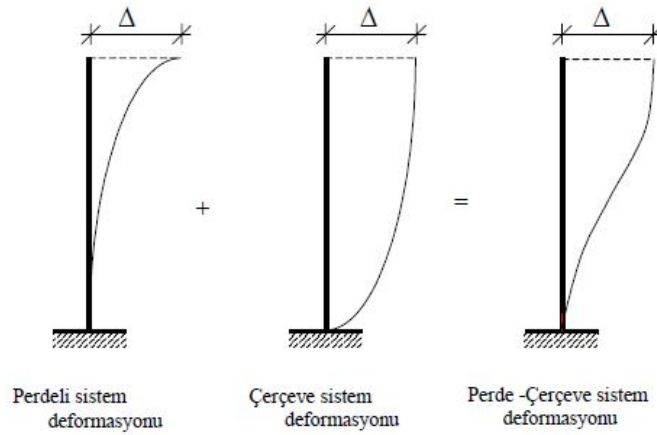


Şekil 2.8 : Perde – çerçeve sisteme ait bir bina planı.

Perdelerin temel işlevi çok katlı binaların yatay rijitliklerini artırmaktır. Perdelerin büyük rijitliklerinden doğan yetersiz süneklik oranları, binaya çerçevelerin eklenmesiyle artırılmış olmaktadır. Böylece yalnız çerçevelerin kullanılması halinde yatay yüklerin doğurduğu ötelenmeler, sisteme perdeler eklenerek bir ölçüde önlenmektedir. Perde ve çerçevelerin yatay yükler altındaki davranışlarının farklı olması, bu elemanlar arasında düzgün olmayan eleman etkileşim kuvveti doğmasına neden olur. Çerçevelerin yatay yük almadığını varsayarak, tüm yatay yüklerin perdeler tarafından taşındığını kabul etmek, daima güvenli bir yaklaşım değildir. Bu nedenle yatay yüklerin taşınmasında çerçevelerin katkısı da düşünülmelidir [5].

Taşıyıcı sistemi çerçevelerden oluşan binalarda, kat kesme kuvvetleri binadaki yerdeğiştirmelerde etkilidir. Üst katlarda, çerçeve kat kesme kuvveti küçük, böylece yatay öteleme rijitliği de küçüktür. Fakat alt katlarda ise durum tersine oluşur. Kat kesme kuvveti büyürken, yatay öteleme rijitliği aynı oranda artmaz. Çerçeve taşıyıcı sistemin yapısında, alt katlarda kat kesme kuvvetinin öteleme rijitliğine oranı üst

katlardakine oranla daha büyük olduğu için, alt katlarda katlar arası relatif yatay yerdeğiştirme üst katlara göre daha büyük olur. Bundan farklı olarak konsol kiriş davranışı gösteren perdede yatay yerdeğiştirme eğimi sıfırdan başlayarak üst katlara ilerledikçe artar. Bu tür iki farklı davranış sergileyen çerçeve ve perde sistemi beraber deprem yüklerini karşılarken, alt katlarda perde, çerçevenin yanal ötelemesini sınırlar, üst katlarda ise perdenin yatay ötelemesi çerçeve tarafından sınırlandırılır. Buna göre üst katlarda perdede negatif kesme kuvveti oluşabilir. Yüksek binalarda oluşabilecek bu durum, perde ve çerçevelerin öteleme rijitliklerine bağlıdır. Şekil 2.9’da yalnızca çerçeve sistemin, yalnızca perdeli sistemin ve perde – çerçeve sistemin yatay yük etkisindeki davranışı verilmiştir.

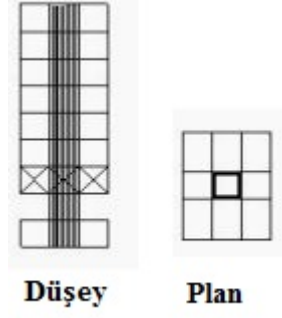


Şekil 2.9 : Taşıyıcı sistemlerin yatay yükler etkisi altındaki davranışı.

Kat sayısı az olan binalarda perdelerin sayısı fazla ve rijitliği yüksekse, çerçeve kısmındaki yatay yerdeğiştirme perde tarafından sınırlandırılır ve yatay yükün çok büyük bir kısmı perde tarafından taşınır. Perdenin normal kuvvetinin belirlenmesinde de rijitlikten çok kat planı üzerindeki etkili olur.

2.4 Çekirdekli Sistemler

Çekirdekli taşıyıcı sistemli ve yüksek katlı binalarda yüklerin tamamı veya büyük kısmı tek bir çekirdek veya binanın farklı bölgelerindeki çekirdekler yardımıyla taşınır. Bu taşıyıcı sisteme sahip binalarda çekirdeğe yardımcı olarak çerçeve veya perde duvar sistemleri kullanılabilir. Bu sebeple yatay kuvvetlerden kaynaklanan eğilmeye bağlı olarak çekme gerilmelerini karşılamak için ayrıca bir sistem tasarlanmasına gerek kalmamaktadır. Şekil 2.10’da çekirdekli sisteme ait örnek düşey görünüşü ve planı verilmiştir.

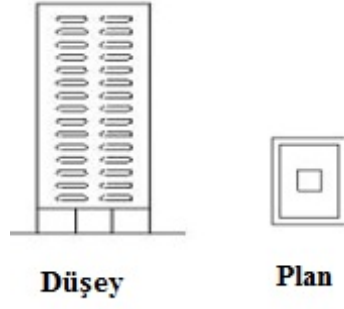


Şekil 2.10 : Çekirdekli sistemler[17].

Tek tek düzlem elemanlardan oluşan taşıyıcı perde duvar sistemler, işlevlerin ve kullanıcı gereksinimlerinin belirli ve kesin olduğu konut ve otel gibi binalara iyi uymaktadır. Ancak günümüzde büro ve ticari amaçlı binalarda büyük alanlı ve serbest plan şartları gerekmektedir. Bu geniş mekanlarda esneklik geçici veya hareketli bölme elemanlarıyla sağlanır. Bu durumda bina içine gerekli perde duvar elemanları yerleştirmek güçtür, ancak yükleri karşılamak için de bunlar gereklidir. Bu nedenle özellikle büro binalarında perdelerin birleştirilmesiyle oluşan çekirdek ya da çekirdekler kullanılır. Perde duvarlar gibi çekirdekler de bina içinde ya da cephesinde düzenlenebilir [9].

2.5 Tüp Sistemler

Betonarme taşıyıcı sistem türlerinden en son geliştirilen sistemlerden biri tüp sistemlerdir. Dünyadaki en yüksek binalar tüp sistemler yardımıyla oluşturulabilir. Tüp taşıyıcı sistemlerde, cephede bulunan elemanların yerden konsol çıkan içi boş bir tüp kiriş gibi yatay yüklere karşı koyduğu varsayılır. Taşıyıcı sistem ismini, sistemin şeklinin bir tüpe benzemesinden alır. Dış cephedeki elemanlar yatay yükün tümünü ya da çoğunu karşıladığı için bina içindeki diyagonal çaprazlara gerek kalmaz. Tüp, farklı tasarımlarda bina çevresinde sık aralıklı kolonlar yerleştirmek suretiyle de oluşturulabilir. Bu sistemlerde cephe elemanlarının yapı itibarıyla rijitliği fazladır. Bu sebeple, konsol bir kirişe benzer şekilde yatay yüklere karşı koyar. Şekil 2.11’de tüp sisteme ait örnek düşey görünüşü ve plan verilmiştir.



Şekil 2.11 : Tüp taşıyıcı sistemler[17].

Tüp sistemler çerçeveli sistemlere göre strüktürel etkinliği artırıldığı gibi strüktür malzemesinden de % 50 tasarruf sağlar. Böylece daha hafif binaların yapılabilmesine olanak verir. Strüktür tasarımcıları tüp sistemleri yüksek bina taşıyıcı sistemleri arasında en etkin, en ekonomik ve en emniyetli strüktürler olarak göstermektedir. Tüp sistemlerde yatay yüklere karşı iki farklı çalışma şekli meydana gelir. Birincisi; yatay yüklere paralel iki cephe duvarı, yaklaşık olarak çerçeve davranışı göstermekte, bu çerçevelerin kiriş ve kolonların eğilmesiyle yatay yük karşılanmaktadır. İkincisi ise; yatay yüklere karşı binanın tümüyle bir konsol tüp davranışı göstermesidir [1].

Tüp sistemlerde malzeme olarak; betonarme, çelik veya kompozit malzeme kullanılarak taşıyıcı sistem kurulabilir. Bu sistemlerin yüksek binalarda kullanılması, dolayısıyla rüzgar yüküne maruz kalması sebebiyle, yapı gereği yatay yüklerin çoğunu karşılar. Böylece bina içinde ayrıca rüzgar bağlantısına gerek kalmaz. Yüksek katlı binalar için tüp sistemlerin avantajı, metrekareye düşen taşıyıcı sistem malzeme miktarının, çoğu durumda diğer taşıyıcı sistemli binalardakinden daha avantajlı olmasıyla önem kazanmaktadır.

3. DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR HAKKINDA YÖNETMELİK (TDY) 2007

06.03.2007 yılında yürürlüğe giren TDY 2007'ye göre yeni yapılacak binaların depreme dayanıklı tasarımının ana ilkesi; hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın sınırlı ve onarılabilecek düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can güvenliğinin sağlanması amacıyla kalıcı yapısal hasar oluşumunun sınırlandırılmasıdır.

Bu yönetmeliğe göre yeni binaların tasarımında esas alınacak tasarım depremi “şiddetli depreme” karşılık gelmektedir. Çizelge 3.6’da gösterilen Bina Önem Katsayısı $I=1$ olan binalar için, tasarım depreminin 50 yıllık bir süre içinde aşılma olasılığı % 10’dur.

3.1 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin uygulanabileceği binalar aşağıdaki Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 : Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin uygulanabileceği binalar.

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

Çizelgede kullanılan η_{bi} ifadesi burulma düzensizliği katsayısı ve H_N ifadesi ise toplam bina yüksekliğini ifade etmektedir. Taban kesme kuvveti, yani toplam

eşdeğer deprem yükü Denklem (3.1)'e göre hesaplanacaktır.

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \quad (3.1)$$

Denklem (3.1)'de bulunan bu değer Denklem (3.2)'den büyük ya da eşit olmak zorundadır.

$$V_t = 0.10 A_0 I W \quad (3.2)$$

Bu ifadelerdeki;

V_t : Eşdeğer deprem yükü

W : Toplam bina ağırlığı

$A(T_1)$: Spektral ivme katsayısı

$R_a(T_1)$: Deprem yükü azaltma katsayısı

A_0 : Etkin yer ivmesi katsayısı

I : Bina önem katsayısı

Eşdeğer deprem yükü hesabında kullanılacak toplam bina ağırlığı Denklem (3.3) ile belirlenecektir.

$$W = \sum_{i=1}^n w_i \quad (3.3)$$

Buna göre W_i kat ağırlıkları ise Denklem (3.4) ile hesaplanacaktır.

$$W_i = g_i + n q_i \quad (3.4)$$

Bu ifadelerde;

W_i : Her bir kata ait ağırlık

g_i : Sabit yükler

q_i : Hareketli yükler

n : Hareketli yük katılım katsayısı

şeklinde ifade edilmiştir.

Hareketli yük katılım katsayısı, n , Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 : Hareketli yük katılım katsayısı.

Binanın kullanım amacı	n
Depo, antrepo vb.	0.80
Okul, spor tesisi, sinema, mağaza vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane vb.	0.30

Ağırlığı bulunacak katlar, kullanım türüne göre Çizelge 3.2'ye göre esas alınacaktır.

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan Spektral İvme Katsayısı, $A(T)$, Denklem (3.5) ile verilmiştir. % 5 sönüm oranı için tanımlanan Elastik İvme Spektrumunun ordinatı olan Elastik Spektral İvme, $S_{ae}(T)$, Spektral İvme Katsayısı ile yerçekimi ivmesi g 'nin çarpımına karşı gelmektedir.

$$A(T) = A_0 I S(T) \quad (3.5)$$

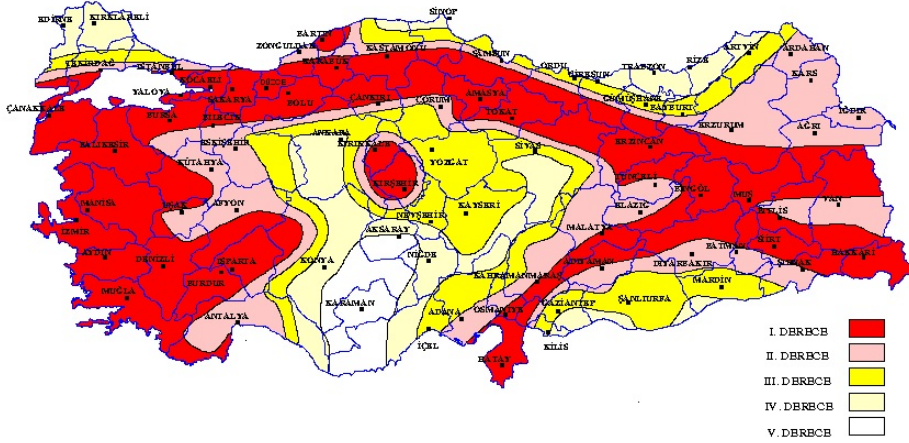
$S(T)$: Spektrum katsayısını ifade etmektedir.

Denklem (3.5)'te yer alan A_0 etkin yer ivmesi katsayısının deprem bölgelerine göre değerleri Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 : Etkin yer ivmesi katsayısı.

Deprem bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Etkin yer ivmesi katsayısı tespitinde kullanılacak deprem bölgeleri için Şekil (3.1)'deki 1996 yılında Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan “Deprem Bölgeleri Haritası”ndan yararlanılacaktır.



Şekil 3.1 : Deprem Bölgeleri Haritası[21].

Deprem esnasında binanın doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak için elastik deprem yükleri Denklem (3.6) ve (3.7)'de tanımlanan Deprem Yüğü Azaltma Katsayısına bölünecektir. Böylece binaya etkiyen deprem yükleri belirli bir oranda azalmış olacaktır. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı; taşıyıcı sistem davranış katsayısı R 'ye, binanın birinci doğal titreşim periyoduna ve zemin sınıfına bağlı olarak değişebilmektedir.

$$R_a(T) = 1,5 + (R - 1,5) T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.6)$$

$$R_a(T) = R \quad (T_A < T) \quad (3.7)$$

Yerel zemin sınıflarına ait spektrum karakteristik periyotları Çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4 : Spektrum Karakteristik Periyotları.

Yerel Zemin Sınıfı	T_A (sn)	T_B (sn)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde deprem doğrultusundaki hakim doğal titreşim periyodu Denklem (3.8) ile belirtilen değerden daha büyük alınmayacaktır.

$$T_1 = 2\pi \left(\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}^2} \right)^{1/2} \quad (3.8)$$

Bu denklemde;

m_i : i'inci katın kütlesidir.

F_{fi} : i'nci kata etkiyen fiktif yükleri gösterir ve Denklem (3.9) ile hesaplanır.

d_{fi} : Fiktif yüklerin etkisi altında, aynı noktalarda deprem doğrultusunda hesaplanan yer değiştirmeleri gösterir.

$$F_{fi} = \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (3.9)$$

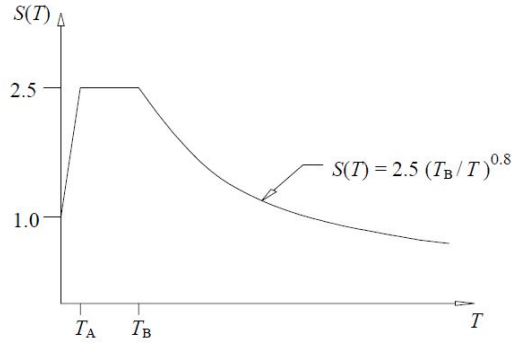
Spektrum katsayısı, $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak Denklem (3.10) ile hesaplanacaktır.

$$S(T) = 1 + 1,5 \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

$$S(T) = 2,5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (3.10)$$

$$S(T) = 2,5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0,8} \quad (T_B < T)$$

Zaman – Spektrum katsayısı grafiği Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2 : Zaman – Spektrum katsayısı grafiği[10].

Binanın deprem esnasında doğrusal olmayan davranışını da göz önüne almak için deprem yükü azaltma katsayısı, $R_a(T)$ 'nin hesabında kullanılacak taşıyıcı sistem davranış katsayısı, (R) , binanın taşıyıcı sistem türüne ve süneklik düzeyine göre değişmektedir. Çizelge 3.5'te taşıyıcı sistem davranış katsayısı, (R) 'nin bina türü ve süneklik düzeyine göre değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.5 : Betonarme binalarda taşıyıcı sistem davranış katsayısı.

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistem	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistem
<u>YERİNDE DÖKME BİNALAR</u>		
(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) perdelerle birlikte taşındığı binalar.....	4	7

Denklem (3.5)'te belirtilen bina önem katsayısı, (I), binaların kullanım amacı veya türüne göre değişmektedir. Denklem (3.1)'den yola çıkılırsa (I)'nın büyümesi binaya etkiyecek eşdeğer deprem yükünün artacağı anlamına gelmektedir. Çizelge 3.6'da binanın kullanım amacı veya türüne göre bina önem katsayısı değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.6 : Bina önem katsayısı.

Bina kullanım amacı	Katsayı (I)
Hastane, itfaiye binası, PTT, haberleşme tesisleri	1.5
Okul, yurt, askeri kışla, müze	1.4
Spor tesisleri, tiyatro, konser salonu	1.2
Konut, işyeri, otel ve diğer binalar	1.0

Denklem (3.1) ile hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak da Denklem (3.11) ile de ifade edilebilir.

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (3.11)$$

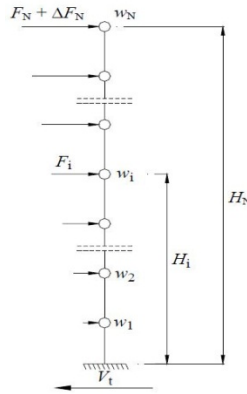
Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ΔF_N 'in değeri Denklem (3.12) ile belirlenir.

$$\Delta F_N = 0,0075 N V_t \quad (3.12)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına Denklem (3.13) ile dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (3.13)$$

Bodrum katlarında üst katlara göre rijitliği çok büyük olmayan betonarme çevre perdelerinin bulunmadığı binalarda bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yükleri Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3 : Kat ağırlıkları ve katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri.

Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme, bağımsız yerdeğiştirme bileşenleri olarak göz önüne alınacaktır. Her katta Denklem (3.1) ile hesaplanan eşdeğer deprem yükleri, ek dışmerkezlilik etkisinin hesaba katılabilmesi amacı ile göz önüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyunun + %5'i ve- %5'i kadar kaydırılması ile hesaplanan noktalara ve ayrıca kat kütle merkezine uygulanacaktır.

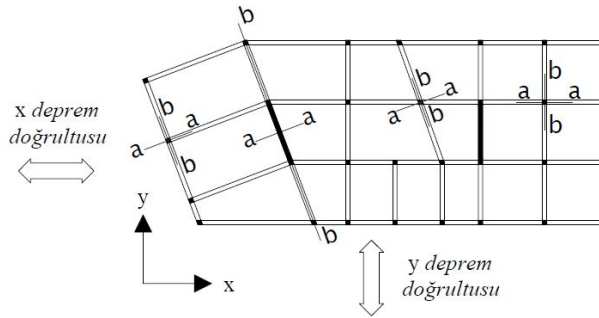
Binanın herhangi bir i'inci katında A1 türü burulma düzensizliği bulunması durumunda;

$1,2 \leq \eta_{bi} \leq 2,0$ olmak koşulu ile bu kara uygulanan $\pm \% 5$ ek dışmerkezlilik, her iki deprem doğrultusu için Denklem (3.14)'de verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülecektir.

$$D_i = \left(\frac{\eta_{bi}}{1,2} \right)^2 \quad (3.14)$$

Şekil 3.4'de planı verilen taşıyıcı sisteme ayrı ayrı etkitilen x ve y doğrultularındaki depremlerin ortak etkisi altında, taşıyıcı sistem elemanlarının a ve b asal eksen doğrultularındaki iç kuvvetler, en elverişsiz sonucu verecek şekilde Denklem (3.15) ile elde edilecektir.

$$\begin{aligned} B_a &= \pm B_{ax} \pm 0,30 B_{ay} & \text{veya} & & B_a &= \pm 0,30 B_{ax} \pm B_{ay} \\ B_b &= \pm B_{bx} \pm 0,30 B_{by} & \text{veya} & & B_b &= \pm 0,30 B_{bx} \pm B_{by} \end{aligned} \quad (3.15)$$



Şekil 3.4 : X ve Y doğrultusunda depremin ortak etkisi[10].

3.2 Mod Birleştirme Yöntemi

Mod Birleştirme Yönteminde maksimum iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesiyle elde edilir. Herhangi bir r'inci titreşim modunda göz önüne alınacak ivme spektrumu ordinatı Denklem (3.16) ile belirlenecektir.

$$S_{aR}(T_r) = \frac{S_{ae}(T_r)}{R_a(T_r)} \quad (3.16)$$

Bu ifadede;

$S_{aR}(T_r)$: r'inci titreşim modunda göz önüne alınacak ivme spektrum değeri

$S_{ae}(T_r)$: r'inci titreşim moduna ait elastik spektral ivme

$R_a(T_r)$: r'inci titreşim modunda deprem yükü azaltma katsayısı

olarak tanımlanmıştır.

R'inci moda ait spektral ivme değeri Denklem (3.17) ile bulunacaktır.

$$S_{ae}(T_r) = A(T) \cdot g \quad (3.17)$$

g : Yer çekimi ivmesi

$A(T_r)$: r'inci titreşim moduna ait spektral ivme katsayısı

olarak tanımlanmıştır.

3.2.1 Hesaba Katılacak Yeterli Titreşim Modu Sayısı

Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütesinin % 90'ından daha az olmaması kuralına göre Denklem (3.18)'de verildiği biçimde belirlenecektir.

$$\sum_{n=1}^Y M_{xn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{xn}^2}{M_n} \geq 0,90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (3.18)$$

$$\sum_{n=1}^Y M_{yn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{yn}^2}{M_n} \geq 0,90 \sum_{i=1}^N m_i$$

Bu ifadede;

M_{xn} : Göz önüne alınan x deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle

M_{yn} : Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle

M_n : n'inci doğal titreşim moduna ait modal kütle

M_i : Binanın i'inci katının kütlesi

olarak tanımlanmıştır.

L_{xn} ve L_{yn} ile modal kütle, M_n , ifadeleri Denklem (3.19) ve Denklem (3.20)'de verilmiştir.

$$L_{xn} = \sum_{i=1}^N m_i \phi_{xin} \quad ; \quad L_{yn} = \sum_{i=1}^N m_i \phi_{yin} \quad (3.19)$$

$$M_n = \sum_{i=1}^N (m_i \phi_{xin}^2 + m_i \phi_{yin}^2 + m_{\theta i} \phi_{\theta in}^2) \quad (3.20)$$

Bu ifadelerde;

ϕ_{xin} : Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta x eksenli doğrultusundaki yatay bileşeni,

ϕ_{yin} : Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta y eksenine doğrultusundaki yatay bileşeni,

$\phi_{\theta in}$: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta düşey eksen etrafındaki dönme bileşeni olarak tanımlanmıştır.

3.2.2 Mod Katkılarının Birleştirilmesi

Binaya etkiyen toplam deprem yükü, kat kesme kuvveti, iç kuvvet bileşenleri, yerdeğiştirme ve görelî kat ötelemesi gibi büyüklüklerin her biri için ayrı ayrı uygulanmak üzere, her titreşim modu için hesaplanan ve eşzamanlı olmayan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi için uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir:

$T_m < T_n$ olmak üzere, göz önüne alınan herhangi bir titreşim moduna ait doğal periyotların daima $T_m / T_n < 0,80$ koşulunu sağlaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Karelerin Toplamının Kare Kökü Kuralı (SRSS) uygulanabilir.

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, Mod Katkılarının Birleştirilmesi başlığı altında anlatılan şekilde birleştirilerek elde edilen bina toplam deprem yükü V_{tB} 'nin, Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminde Denklem (3.1) ile hesaplanan bina toplam deprem yükü V_t 'ye oranının aşağıda tanımlanan β değerinden küçük olması durumunda ($V_{tB} \leq \beta \cdot V_t$) Mod Birleştirme Yöntemine göre bulunan tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, Denklem (3.21)'e göre büyütülecektir.

$$B_D = \left(\frac{\beta V_t}{V_{tB}} \right) B_B \quad (3.21)$$

Bu ifadede;

B_B : Mod Birleştirme Yönteminde mod katkılarının birleştirilmesi ile bulunan herhangi biri büyüklük

B_D : B_B büyüklüğüne ait büyütülmüş değer

β : Mod Birleştirme Yöntemi ile hesaplanan büyüklüklerin alt sınırlarının belirlenmesi için kullanılan katsayı olarak tanımlanmıştır.

Binadaki A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin bulunması durumunda Denklem (3.21)'de verilen β katsayısı 0,90 alınacak, bu düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda ise $\beta = 0,80$ alınacaktır.

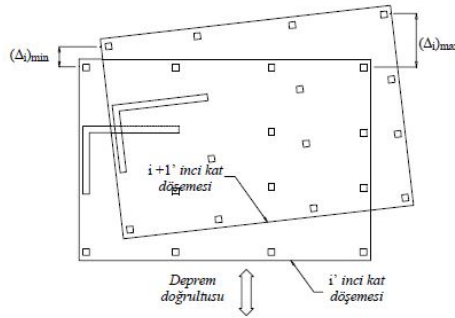
3.3 Yapısal Düzensizlikler

Depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken düzensiz binaların tanımlanması aşağıda verilmiştir.

3.3.1 Planda Düzensizlik Durumları

3.3.1.1 A1 Burulma Düzensizliği

Deprem yönetmeliğinde, 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 durumunda taşıyıcı sistemde burulma düzensizliğinin bulunduğu belirtilmektedir.



Şekil 3.5 : A1 burulma düzensizliği[10].

A1 türü burulma düzensizliğinin bulunması durumunda, $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$ olması koşulu ile katta bulunan % 5 ek dışmerkezlilik her iki deprem doğrultusu için D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmelidir. D_i katsayısı Denklem 3.22'de belirtilmiştir.

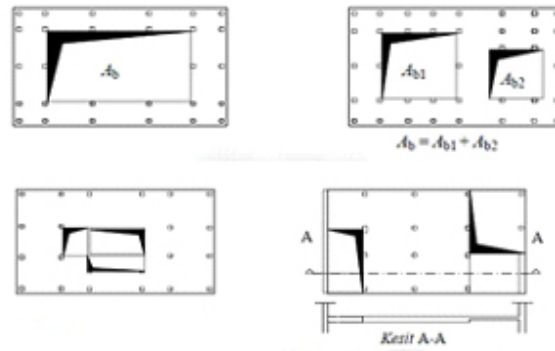
$$D_i = \left(\frac{\eta_{bi}}{1.2} \right)^2 \quad (3.22)$$

Burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} 'nin 2.0'dan büyük olması durumunda burulmalı titreşim modlarının etkisi doğrudan göz önüne alınabilmesi amacıyla mod birleştirme yöntemi veya zaman tanım alanında hesap yapılması zorunlu olmaktadır.

3.3.1.2 Döşeme Süreksizlikleri

Herhangi bir kattaki döşemede;

- i. Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının, kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu,
 - ii. Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,
 - iii. Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmalar olması
- durumunda ilgili binada “döşeme süreksizliği” düzensizliği bulunduğu kabul edilir.



Şekil 3.6 : A2 düzensizlik durumu.

Şekil 3.6’da yer alan;

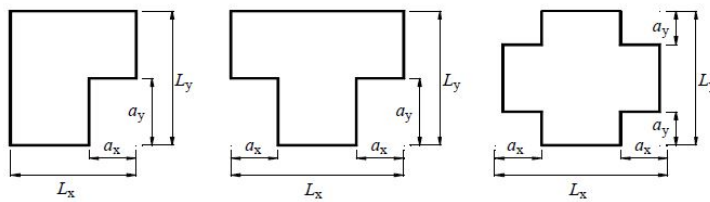
A_b : Boşluk alanları toplamı

A : Brüt kat alanı olarak tanımlanmıştır.

3.3.1.3 Planda Çıkıntılar Bulunması

Planda her iki doğrultudaki çıkıntıların bu doğrultudaki yapı boyutunun % 20’sinden fazla olması durumunda planda çıkıntıların bulunması düzensizliğinin varlığı kabul edilecektir. Şekil 3.7’de A3 türü düzensizliğe örnek planlar gösterilmektedir.

$a_x > 0.2 L_x$ ve/veya $a_y > 0.2 L_y$ olmalıdır.



Şekil 3.7 : Planda çıkıntılar bulunması.

3.3.2 Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

3.3.2.1 B-1 Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)

Taşıyıcı sistemin herhangi bir kattaki yatay yük taşıma kapasitesinin (dayanımının) bir üstteki kata göre ani olarak azalmasına zayıf kat oluşumu denir.

Betonarme binalarda birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanın Düzensizliği Katsayısı η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumunda zayıf kat düzensizliğinin bulunduğu kabul edilir. Dayanın Düzensizliği Katsayısı η_{ci} Denklem (3.23)'de gösterilmiştir.

$$n_{ci} = \frac{(\sum A_e)_i}{(\sum A_e)_{i+1}} < 0.80 \quad (3.23)$$

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k \quad (3.24)$$

Bu ifadelerde:

$\sum A_e$: Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusundaki etkili kesme alanı

$\sum A_w$: Herhangi bir katta, kolon enkesiti etkin gövde alanları toplamı

$\sum A_g$: Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı

$\sum A_k$: Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının (kapı ve pencere boşlukları hariç) toplamı olarak tanımlanmıştır.

B1 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda, göz önüne alınan i'inci kattaki dolgu duvarı alanlarının toplamı, bir üst kattakine göre daha fazla ise, η_{ci} 'nin hesabında dolgu duvarları göz önüne alınmayacaktır. $0.60 < (\eta_{ci})_{\min} < 0.80$ aralığındaysa taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $1.25 (\eta_{ci})_{\min}$ değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanacaktır. Ancak hiçbir zaman $(\eta_{ci}) < 0.60$ olmayacaktır.

3.3.2.2 B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

Bu düzensizlik, kat yatay rijitliklerinin aşağıya veya yukarıya doğru ani olarak azalmasına ve yumuşak kat adı verilen durumun oluşmasına karşı gelmektedir.

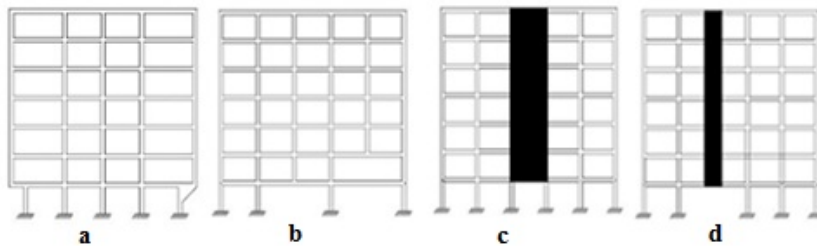
Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'nci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} 'nin 2.0'dan fazla olması durumudur. Görelî kat ötelemeleri hesabı $\pm \% 5$ ek dışmerkezlik etkileri de göz önüne alınarak yapılacaktır.

$$n_{ki} = \frac{\Delta_i/h_i}{\Delta_{i+1}/h_{i+1}} > 2.0 \text{ veya } n_{ki} = \frac{\Delta_i/h_i}{\Delta_{i-1}/h_{i-1}} > 2.0 \quad (3.25)$$

3.3.2.3 B3 Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalara ilişkin koşullar, bütün deprem bölgelerinde uygulanmak üzere, aşağıda verilmiştir:

- 1- Kolonların, binaların herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez. (Şekil 3.8.a)
- 2- Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri $\% 50$ oranında artırılabacaktır. (Şekil 3.8.b)
- 3- Üst katlardaki perdenin altta kolonlara oturmasına hiçbir zaman izin verilmez. (Şekil 3.8.c)
- 4- Perdelerin, binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasına oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez. (Şekil 3.8.d)



Şekil 3.8 : B3 taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği.

3.4 Etkin Görelî Kat Ötelemelerinin Hesaplanması ve Sınırlandırılması

Deprem etkileri altında güvenliğin sağlanmasında oluşan iç kuvvetlerin karşılanmasına ek olarak hem ikinci mertebe etkilerinin artmamasını sağlamak, hem de taşıyıcı olmayan elemanlardaki deprem hasarının en alt düzeyde tutulması amacıyla görelî kat yerdeğiştirmeleri (ardışık katlar arasındaki yerdeğiştirme farkları) sınırlandırılmaktadır.

Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden azaltılmış görelî kat ötelemesi, Δ_i , Denklem (3.26) ile elde edilecektir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (3.26)$$

Denklem (3.26)'de d_i ve d_{i-1} , her bir deprem doğrultusu için binanın i 'nci ve $(i-1)$ 'nci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yerdeğiştirmeleri göstermektedir. Ancak bina kat adedi, $N > 13$ olan binalarda doğal periyod, 0.1 N'den daha büyük alınmayacaktır koşulu ve Denklem (3.1)'deki minimum eşdeğer deprem yükü hesabındaki koşul burada göz önüne alınmayabilir. Her bir deprem doğrultusu için, binanın i 'nci katındaki kolon veya perdeler için etkin görelî kat ötelemesi, δ_i , Denklem (3.27) ile ifade edilecektir.

$$\delta_i = R \cdot \Delta_i \quad (3.27)$$

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i 'nci katındaki kolon veya perdede, Denklem (3.27) ile hesaplanan δ_i , etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\delta_i)_{maks}$, Denklem (3.28)'de verilen koşulu sağlayacaktır.

$$\frac{(\delta_i)_{maks}}{h_i} \leq 0.02 \quad (3.28)$$

Denklem (3.28)'de verilen koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. Ancak verilen koşul sağlansa bile, yapısal olmayan gevrek elemanların (cephe elemanları vb) etkin görelî kat ötelemeleri altında kullanılabilirliği hesapla doğrulanacaktır.

3.5 İkinci Mertebe Etkileri

Taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça, ikinci mertebe etkileri yaklaşık olarak aşağıdaki

şekilde göz önüne alınabilir:

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, İkinci Mertebe Gösterge Değeri, θ_i 'nin Denklem (3.29) ile verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilecektir.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_{i_{ort}}) \sum_{j=1}^N w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \quad (3.29)$$

Burada $(\Delta_i)_{ort}$, i'nci kattaki kolon ve perdelerde hesaplanan azaltılmış görelî kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değeri olarak yukarıda verilen şekilde bulunacaktır.

4. EUROCODE 8

1998 yılında yayınlanan Eurocode 8'in 2004 yılında güncellenen birinci kısmı "Depreme Dayanıklı Yapıların Tasarımı"nı içermektedir. Eurocode 8-1 toplam on bölümden oluşmaktadır:

1. Genel
2. Performans koşulları ve uygunluk kriterleri
3. Zemin koşulları ve sismik hareket
4. Binaların tasarımı
5. Betonarme binalar için özel kurallar
6. Çelik binalar için özel kurallar
7. Kompozit çelik – betonarme binalar için özel kurallar
8. Ahşap binalar için özel kurallar
9. Yığma binalar için özel kurallar
10. Taban izolasyonu

4.1 Temel Koşullar

Eurocode 8-1'de 475 yıllık dönüş periyodu olan bir depremin, bir yılda aşılma olasılığı % 0.21, 50 yıllık bina ömrü öngörülerek bu süre içerisinde aşılma olasılığı % 10 olarak değerlendirilmektedir. Yönetmelikte verilen kurallar deprem durumunda bina içindeki insan hayatının korunmasına, hasarın sınırlı tutulmasına ve önemli binalardaki faaliyetin devam etmesine yöneliktir[3]. Bunun için taşıyıcı sistemin düzenlenmesinde bazı özelliklerin ortaya çıkmasına özen gösterilir.

Tasarımdaki temel prensiplere göre aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir:

- Taşıyıcı sistemin basitliği
- Düzgünlük ve simetri
- Her iki doğrultuda yeterli dayanım ve rijitlik
- Yeterli burulma dayanımı ve rijitliği
- Yeterli temel
- Döşemelerin düzlemleri içinde rijit diyafram etkisi

Sönümleyici ve sünek davranışı sağlayan bir sistem için, gevrek kırılma ya da stabil olmayan mekanizmaların erken oluşumundan kaçınılmalıdır. Bu amaçla, çözümde kullanımına ihtiyaç duyulan çeşitli yapı bileşenlerinin dayanım hiyerarşisi ve uygun plastik mekanizmaların oluşumunu sağlamak için ve gevrek kırılmalardan kaçınmak için gerekli kırılma modları, Eurocode'un ilgili kısımlarından kapasite tasarımı ilkelerine uygun yapılmalıdır.

Bina, depreme karşı dayanıklı tasarlanmalı; kısmi veya tamamen yıkım oluşumu engellenmelidir. Böylece yapısal bütünlük ve yük taşıma kapasitesi depremden sonra da devam eder. Eurocode 8-1'in dördüncü bölümünde iki adet doğrusal hesap yönteminden bahsedilmiştir:

- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi

4.2 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin uygulanabileceği binalar Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 : Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin uygulanabileceği binalar.

Planda Düzensizlik	Düşeyde Düzensizlik	Çözüm Yöntemi
Yok	Yok	Eşdeğer Deprem Yüğü
Yok	Var	Mod Birleştirme
Var	Yok	Eşdeğer Deprem Yüğü
Var	Var	Mod Birleştirme

Çizelge 4.1'e göre düşeyde düzensizlik olmadıkça "Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi"nin kullanılabileceğı belirtilmiştir.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin uygulanabilmesi için ikinci gereksinim ise Denklem (4.1) ve (4.2)'de belirtilmiştir.

$$T_1 \leq 4 \cdot T_c \quad (4.1)$$

$$T_1 \leq 2,0 \text{ s} \quad (4.2)$$

Bu ifadelerdeki;

T_1 : Binanın hakim doğal periyodu

T_c : Zemin sınıfına ait spektrum periyodu

Taban kesme kuvveti, yani toplam eşdeğer deprem yüğü Denklem (4.3)'e göre hesaplanacaktır.

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda \quad (4.3)$$

Bu ifadedeki;

F_b : Taban kesme kuvveti

$S_d(T_1)$: Binanın hakim doğal periyoduna göre hesaplanan tasarım spektrum ordinatı

m : Binanın toplam kütlesi

λ : Düzeltme katsayısı

Formüldeki düzeltme katsayısı, λ , $T_1 \leq 2 \cdot T_c$ ise $\lambda = 0,85$; bina iki kattan daha fazla kata sahipse; $\lambda = 1,0$ alınır.

Binanın hakim doğal periyodu üç şekilde hesaplanır. Birincisi modal analizle; ikincisi Denklem (4.4)'de ve üçüncüsü Denklem (4.7)'de verilen ampirik formüllerle hesaplanabilir.

Denklem (4.4)'e göre binanın hakim doğal periyodunun hesaplanabilmesi için, bina yüksekliğinin 40 m'yi geçmemesi gerekir.

$$T_1 = C_t \cdot H^{3/4} \quad (4.4)$$

Bu ifadedeki;

C_t : Katsayı

H : Bina yüksekliği

Denklem (4.4)'deki C_t katsayısı, çelik çerçeveli binalar için 0,085, betonarme çerçeveli binalar için de 0,075 olarak alınır.

Alternatif olarak betonarme ve yığma duvarlı binalardaki C_t katsayısının hesabı Denklem (4.5) ile de yapılabilir.

$$C_t = 0,075 / \sqrt{A_c} \quad (4.5)$$

A_c : Binanın ilk katındaki perde duvarların toplam etkili kayma alanı

Binanın ilk katındaki perde duvarların toplam etkili kayma alanı, A_c 'nin hesabı Denklem (4.6)'ya göre yapılacaktır.

$$A_c = \sum \left[A_i \cdot (0,2 + (l_{wi}/H))^2 \right] \quad (4.6)$$

Bu ifadedeki;

A_i : Binanın ilk katındaki göze alınan i yönündeki perde duvarların etkili kesme alanı

l_{wi} : Kuvvetlerin uygulandığı i yönüne paralel, ilk kattaki perde duvarların uzunluğu

Burada dikkat edilecek hususa göre, Denklem (4.6)'daki l_{wi}/H 'ın 0,9 değerini aşmaması gerekmektedir.

$$T_1 = 2 \cdot \sqrt{d} \quad (4.7)$$

d : Bina ağırlığından kaynaklanan, binanın en üstündeki yanal elastik yerdeğiştirme

Elastik tasarım spektrumunun ordinatı, $S_d(T)$, yerel zemin koşulları, taşıyıcı sistemin süneklik durumu ve bina hakim doğal periyoduna göre aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır.

$$S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad 0 \leq T \leq T_B \quad (4.8)$$

$$S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \quad T_B \leq T \leq T_C \quad (4.9)$$

$$S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad T_B \leq T \leq T_C \quad (4.10)$$

$$S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad T_D \leq T \quad (4.11)$$

a_g : Tasarım yer ivmesi

S : Zemin katsayısı

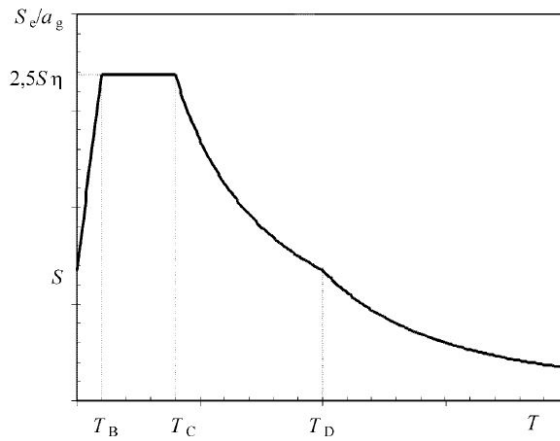
β : Yatay tasarım spektrumu için alt sınır katsayısı

q : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı

T_D : Tepki spektrumu başlangıç yerdeğiştirme sabit değeri

olarak belirtilmiştir.

Eurocode 8-1'e göre Elastik tepki spektrumu – Zaman grafiği Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1 : Elastik tepki spektrumu – Zaman grafiği.

Şekil 4.1'de verilen sönüm katsayısı, η , Elastik Tepki Spektrumu hesabında % 5 sönüm için “1” olarak hesaba katılacaktır.

Sönüm katsayısı, η , Elastik Tasarım Spektrumu'nun ordinatının hesabında kullanılmayacak olup, yalnızca Elastik Tepki Spektrumu hesabında kullanılacaktır.

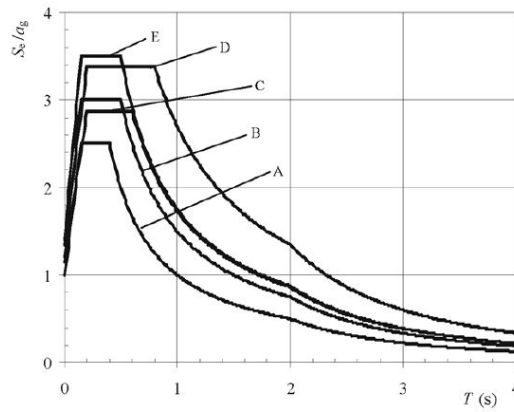
Eurocode 8-1'e göre zemin tiplerine bağlı elastik tepki spektrumu için periyot değerleri Tip 1 ve Tip 2 olarak iki şekilde verilmiştir. Bununla birlikte söz konusu yönetmelikte, yönetmeliği kullanan ülkeler için, ulusal eklere göre her ülkenin kendi elastik tepki spektrumunu ve buna bağlı parametreleri de kullanabileceğinden bahsedilmiştir.

Çizelge 4.2 ve 4.3'de tavsiye edilen Tip 1 ve Tip 2 Elastik Tepki Spektrumları için zemin sınıflarına göre zemin katsayısı ve periyot değerleri verilmiştir. Ayrıca Şekil 4.2 ve 4.3'de farklı zemin tipleri için % 5 sönümlü tavsiye edilen Tip 1 ve Tip 2 Elastik Tepki Spektrumları verilmiştir. Yapılacak hesaplarda moment manyitüdünün

5,5'den küçük olduğu değerler için Tip 2'nin kullanımı tavsiye edilir. Diğer durumlar için Tip 1 önerilir.

Çizelge 4.2 : Tip 1 elastik tepki spektrumu için parametre değerleri.

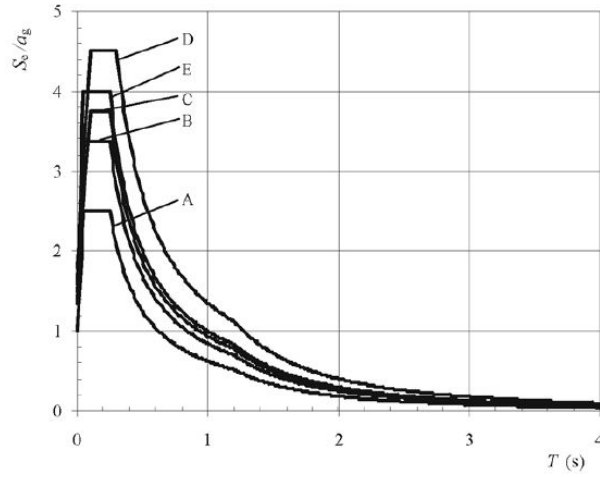
Zemin Tipi	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0



Şekil 4.2 : % 5 sönümlü Tip 1 elastik tepki spektrumu.

Çizelge 4.3 : Tip 2 elastik tepki spektrumu için parametre değerleri.

Zemin Tipi	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,05	0,25	1,2
C	1,5	0,10	0,25	1,2
D	1,8	0,10	0,30	1,2
E	1,6	0,05	0,25	1,2



Şekil 4.3 : : % 5 sönümlü Tip 2 elastik tepki spektrumu.

Eurocode 8-1'e göre zemin türleri A, B, C, D, E ve bunlara ilave olarak tanımlanan S_1 ve S_2 özel zemin türleri olarak tanımlanmıştır. Zemin türlerinin belirlenmesinde; kayma dalgası hızı, standart penetrasyon testi ve drenajsız kayma dayanımı parametreleri esas alınmıştır. Çizelge 4.4'de zemin türleri verilmiştir.

Çizelge 4.4 : Zemin türleri.

Zemin	Stratigrafik profilin açıklaması	Parametreler		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT}	C_u (kPa)
A	Üzerinde 5 m'yi geçmeyen kalınlıkta zayıf zemin tabakası bulunan kaya vb.	> 800	-	-
B	Onlarca metre kalınlıkta, yoğun kum, çakıl ya da çok sert kil katmanları içeren zeminler	360-800	>50	>250
C	Sıkı ya da orta-sıkı kum, çakıl ya da sert kil tabakaları	180-360	15-50	70-250
D	Gevşek ya da orta kohezyonsuz zemin	< 180	>15	<70
E	Alüvyonlu katmanlar içeren, kayma dalgası hızı 800 m/s'den büyük zeminler			

Tasarım yer ivmesi olarak tanımlanan a_g , Denklem (4.12)'de verilmiştir.

$$a_g = \gamma_I \cdot a_{gR} \quad (4.12)$$

γ_I : Bina önem katsayısı

a_{gR} : Tepe zemin yer ivmesi referans değeri

olarak belirtilmiştir.

γ_I , Denklem (4.8), (4.9), (4.10) ve (4.11) değerlerini hesaplamada kullanıldığından, γ_I 'nın büyümesi, binaya etkiyecek eşdeğer deprem yükünün artmasına neden olacağı anlaşılmaktadır. Çizelge 4.5'de bina önem sınıfları ve değerleri verilmiştir.

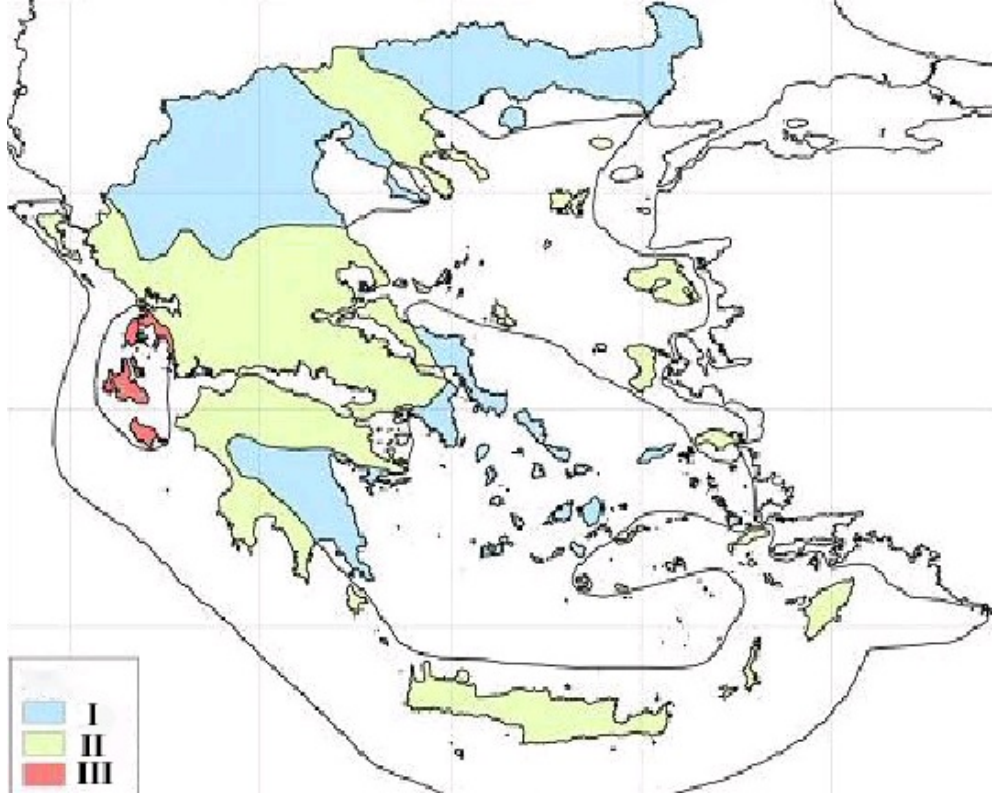
Çizelge 4.5 : Bina önem sınıfları ve katsayı değerleri.

Önem sınıfı	Binalar	γ_I
I	Güvenlik bakımından düşük önemdeki binalar	0.8
II	Diğer gruba girmeyen, alışlagelen binalar (konut)	1.0
III	Okullar, imalat holleri ve kültürel faaliyet binaları	1.2
IV	Hastaneler, itfaiye binaları ve enerji tesisleri vb	1.4

Tepe zemin yer ivmesi referans değeri, a_{gR} , her ülke için farklı değerlere sahip olduğundan ülkelerin ulusal eklerinde ayrı ayrı verilmiştir. Örnek olarak Çizelge 4.6'da Yunanistan için, Çizelge 4.7'de de Çek Cumhuriyeti için zemin yer ivmesi değerleri verilmiştir. Ayrıca Şekil 4.4'de Yunanistan deprem bölgeleri haritası ve Şekil 4.5'de Çek Cumhuriyeti deprem bölgeleri haritası verilmiştir.

Çizelge 4.6 : Yunanistan Deprem Bölgeleri İvme Değerleri.

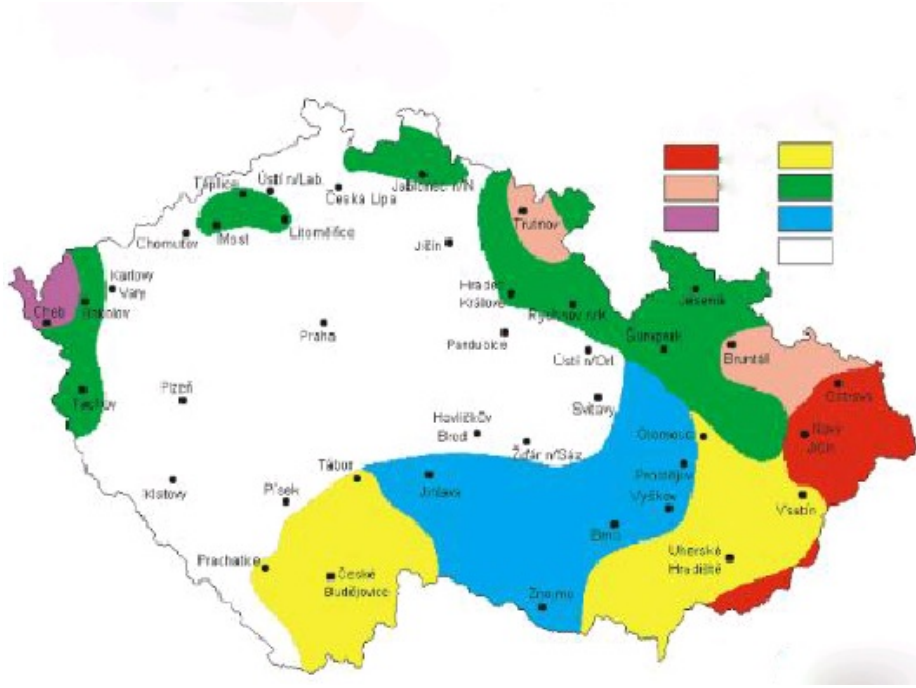
Deprem Bölgesi	a_g
I	0.16 g
II	0,24 g
III	0,36 g



Şekil 4.4 : Yunanistan deprem bölgeleri haritası.

Çizelge 4.7 : Çek Cumhuriyeti Deprem Bölgeleri İvme Değerleri.

Deprem Bölgesi	a_g
Beyaz	0,015 g
Mavi	0,020 g
Yeşil	0,030 g
Sarı	0,040 g
Mor	0,060 g
Bronz	0,065 g
Kırmızı	0,085 g



Şekil 4.5 : Çek Cumhuriyeti deprem bölgeleri haritası.

Eurocode 8-1'in doğrusal çözüm yöntemlerinde binanın sünekliğini ve enerji yutma kapasitesini göz önüne alarak; yani doğrusal olmayan davranışını da hesaba katarak, Elastik Davranış Spektrumu, $S_e(T)$, Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, q ile azaltılıp boyutsuzlaştırılarak Tasarım Spektrumu $S_d(T)$ elde edilir. Taşıyıcı sistemin malzemesine ve taşıyıcı sistemin türüne bağlı olarak değişir. Çizelge 4.8'de bina tiplerine göre taşıyıcı sistem davranış katsayıları verilmiştir.

Çizelge 4.8 : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı değerleri(q).

Bina Tipi	Süneklik Düzeyi Normal	Süneklik Düzeyi Yüksek
Çerçeve, karma, boşluklu perdeli sistem	$3,0 \alpha_{11} / \alpha_1$	$4,5 \alpha_{11} / \alpha_1$
Boşluksuz perdeli sistem	3,0	$4,0 \alpha_{11} / \alpha_1$
Burulmalı sünek sistem	2,0	3,0
Ters sarkaç türü sistem	1,5	2,0

α_{11} : Birinci eğilme dayanımına ulaşmak için çarpılan yatay deprem tasarım katsayısı

α_1 : Yapısal labilitenin kesitlerdeki yeterli plastik mafsala ulaşmak için çarpılan yatay deprem tasarım katsayısı olarak verilmiştir.

Planda düzenli binalar için aşağıdaki α_{11} / α_1 değerlerinin kullanılabileceği yönetmelikte belirtilmiştir. Çizelge 4.9’da çeşitli bina türleri için kullanılabilecek α_{11}/α_1 değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.9 : Bina türleri için α_{11} / α_1 değerleri.

Bina Türü	α_{11} / α_1
Çerçeveler ya da çerçeveye eşdeğer karma sistemler	
- Tek katlı binalar	1,1
- Çok katlı, tek açıklıklı binalar	1,2
- Çok katlı, çok açıklıklı binalar	1,3
Perdeler ya da perdeye eşdeğer karma sistemler	
- Her yönde yalnızca iki boşluksuz perdeli sistem	1,0
- Diğer boşluksuz perdeli sistem	1,1
- Perdeye eşdeğer karma ya da boşluklu perdeli sistem	1,2

Hesaplarda taşıyıcı sistem davranış katsayısını düzenlerken, düşeyde düzensizlik varsa bu katsayının % 20 azaltılması gerektiği belirtilmiştir. Denklem (4.8), (4.9), (4.10) ve (4.11)’de kullanılan taşıyıcı sistem davranış katsayısı, q’nun % 20 azalması, binaya etkiyecek deprem yüklerinin artması anlamına gelmektedir. Buna göre düşeydeki düzensizliklerden meydana gelebilecek belirsizlikleri de göz önünde bulundurmak için binaya etki edecek deprem yüklerinin artırılması öngörülmüştür. Bununla birlikte çok katlı binaların doğrusal analizinde düşeyde düzensizlik söz konusuysa, Eurocode 8-1’e göre yalnızca Mod Birleştirme Yöntemiyle çözüm yapılabilmektedir.

Binaya etkiyene toplam deprem yükünün hesaplanmasında kullanılacak toplam bina ağırlığı, W’nun hesabı Denklem (4.13)’de verilmiştir.

$$W = \sum G_{kj} + \sum \psi_{Ei} \cdot Q_{ki} \quad (4.13)$$

Bu ifadedeki;

W : Toplam bina ağırlığı (kN)

G_{kj} : Sabit yüklerin ağırlığı (kN)

Q_{ki} : Hareketli yüklerin ağırlığı (kN)

ψ_{Ei} : Hareketli yük azaltma katsayısı

olarak verilmiştir.

Deprem esnasında, binadaki hareketli yüklerin binada sürekli bulunmama olasılığı da göz önüne alınarak tanımlanan hareketli yük azaltma katsayısı, ψ_{Ei} ile bina toplam ağırlığı değerinin belirlenmesi düşünülmüştür. Denklem (4.14)'de hareketli yük azaltma katsayısı, ψ_{Ei} 'nin hesabı verilmiştir.

$$\psi_{Ei} = \varphi \cdot \psi_{2i} \quad (4.14)$$

EN 1991-1-1:2002 ve Eurocode 8-1'deki tablolarda verilen ψ_{2i} ve φ katsayı değerleri bina kullanım türlerine ve katlara göre Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 : Kullanım türüne ve katlara göre ψ_{2i} ve φ katsayı değerleri.

Kullanım Türü	Kat	φ	ψ_2
Konutlar ve iş ofisleri	Çatı	1,0	0,3
	Katlar birbirine bağlı kullanılıyor	0,8	0,3
	Katlar birbirinden bağımsız kullanılıyor	0,5	0,3
Avm, depolar, trafik alanları	Tüm katlar	1,0	0,6

Eurocode 8-1'de Eşdeğer deprem yükü yöntemi uygulanırken taban kesme kuvvetinin, katlara dağıtılması, binanın birinci titreşim modundaki yatay yerdeğiştirmelerle doğru orantılı olarak belirlenmelidir. Eşdeğer deprem yükleri tüm katlara yatay yerdeğiştirmelere bağlı olarak Denklem (4.15)'e göre hesaplanmalıdır.

$$F_i = F_b \cdot \frac{s_i \cdot m_i}{\sum s_j \cdot m_j} \quad (4.15)$$

Bu ifadede;

F_i : i'nci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü (kN)

F_b : Taban kesme kuvveti (kN)

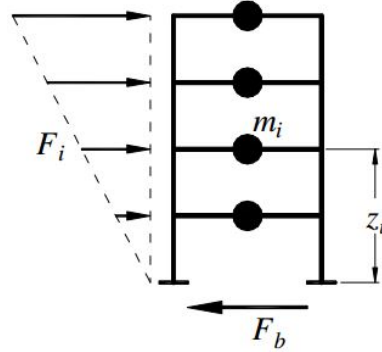
m_i, m_j : Kat kütleleri

s_i, s_j : Katlardaki yerdeğıştirmeler

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabında Denklem (4.15)'de hesaba katılan kat yerdeğıştirmelerinin yerine, katların temelden kat yükseklikleri kullanılarak Denklem (4.16)'ya göre hesap yapılabilir. Şekil 4.6'da Denklem (4.16)'da belirtilen değerler gösterilmiştir.

$$F_i = F_b \cdot \frac{z_i \cdot m_i}{\sum z_j \cdot m_j} \quad (4.16)$$

z_i, z_j : Kat kütle seviyesinin (katların) temelden yüksekliği



Şekil 4.6 : Taban kesme kuvveti ve katlara etkiyen deprem yükleri.

Eğer taşıyıcı sistem elemanlarının yanal rijitlikleri simetrik dağılım gösteriyorsa ve istenmeyen dışmerkezlikten dolayı oluşan etkiler için daha kesin hesap yapılmıyorsa, oluşacak burulma etkilerini gözönüne almak için elde edilen kesit tesirleri δ katsayısı ile artırılabilir. δ katsayısının hesabı Denklem (4.17) ile verilmiştir.

$$\delta = 1 + 0,6 \frac{x}{L_e} \quad (4.17)$$

x : Gözönüne alınan elemanın plandaki bina merkezinden, deprem etkisine dik olarak ölçülecek mesafesi

L_e : Binanın iki ucu arasında benzer şekilde ölçülen dıştan dışa mesafe

4.3 Mod Birleştirme Yöntemi

4.3.1 Genel Bilgiler

Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan doğrusal analiz, düşeyde ya da planda herhangi bir düzensizlik olsa dahi, bütün bina türlerine uygulanabilir. 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 yerdeğiştirme kabulü ile uygulanabilir. Bu koşulu sağlamayan binalarda, üç boyutlu çok modlu çözümleme birbirine dik iki doğrultuda uygulanacaktır.

Mod birleştirme yönteminin uygulanmasında, her bir doğrultuda göz önüne alınan modların etkin kütleleri toplamı, bina toplam kütlelerinin % 90'ından az olmayacaktır. Ayrıca, etkin kütlesi, bina toplam kütlelerinin % 5'inden daha büyük olan titreşim modları hesaba katılacaktır. Eğer etkin kütle ile ilgili koşullar sağlanamazsa, Denklem (4.18) ve Denklem (4.19)'u sağlayacak şekilde belirlenecektir.

$$k \geq 3 \sqrt{n} \quad (4.18)$$

$$T_k \leq 0,20 \text{ s} \quad (4.19)$$

Bu ifadelerde;

k : Hesaba katılacak mod sayısı

n : Toplam kat adedi

T_k : İlgili modun titreşim periyodu (s)

Mod birleştirme yöntemine göre taban kesme kuvveti hesabında kullanılacak etkili modal kütlelerin toplamı, binanın kütlelerinin toplamına eşit olması gerekmektedir. Denklem (4.20)'de Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre hesaplanacak taban kesme kuvveti değeri verilmiştir.

$$F_{bk} = S_d(T_k) \cdot m_k \quad (4.20)$$

Bu ifadede;

F_{bk} : Taban kesme kuvveti (kN)

$S_d(T_k)$: İlgili modların tasarım spektrumunun ordinatı

m_k : İlgili modların kütlesi

4.3.2 Mod Katkılarının Birleştirilmesi

$T_j \leq T_i$ olmak üzere, göz önüne alınan herhangi iki titreşim moduna ait doğal periyotların daima Denklem (4.21)'deki koşulları sağlaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Tam Karesel Birleştirme ve Karelerinin Toplamının Karekökü Kuralı uygulanabilir. Karelerinin Toplamının Karekökü Kuralı, Denklem (4.22) ile gösterilmiştir.

$$T_j \leq 0,9 \cdot T_i \quad (4.21)$$

$$E_E = \sqrt{\sum E_{Ei}^2} \quad (4.22)$$

Denklem (4.22)'de ifade edilen;

E_E : Deprem etkisi altındaki değer (kuvvet, yerdeğiştirme gibi)

E_{Ei} : i'nci titreşim modundan kaynaklanan değer

Yukarıda belirtilen koşulların sağlanamaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Tam Karesel Birleştirme Kuralı uygulanacaktır.

4.3.3 Burulma Etkileri

Çözüm için üç boyutlu analiz yapıldığında, kata etkiyen F_i deprem kuvvetinin istenmeyen burulma etkisi, e_{ai} dışmerkezliğinin oluşturduğu M_{ai} burulma momenti olarak hesaba katılmalıdır. Burulma momenti etkisi Denklem (4.23) ile verilmiştir.

$$M_{ai} = F_i \cdot e_{ai} \quad (4.23)$$

4.4 Yapısal Düzensizlikler

Taşıyıcı sistemin planındaki veya düşeydeki bazı olumsuz durumları sebebiyle, deprem etkisi altında iç kuvvetlerin güvenli bir şekilde yapısal elemanlar tarafından aktarımında sorunlar çıkabilmektedir. Yapısal düzensizlikler, analiz yöntemlerinin kullanımını ve çözümleri etkileyebilmektedir. Eurocode 8-1'de yapısal düzensizlikler planda düzensizlikler ve düşeyde düzensizlikler olarak iki ana başlıkta incelenmiştir. Bununla birlikte iki ana düzensizliğin içeriklerinden bazıları aşağıda belirtilmiştir.

4.4.1 Planda Düzensizlik

4.4.1.1 Narinlik Düzensizliği

Planda binanın uzun kenarının kısa kenarına oranı 4'ten büyükse narinlik düzensizliğinden söz edilir.

4.4.1.2 Planda Çıkıntılarının Bulunması Düzensizliği

Binanın, planda toplu bir biçimde olmayıp, L, C, H ve X gibi şekillere sahip olmasıdır.

4.4.1.3 Burulma Düzensizliği

Analizin her iki doğrultusu ve her seviyesinde, yapısal eksantrisite ve burulma yarıçapı, Denklem (4.24) ve Denklem (4.25)'i sağlamalıdır.

$$e_{ox} \leq 0,30 \cdot r_x \quad (4.24)$$

$$r_x \geq l_s \quad (4.25)$$

Denklemlerde ifade edilen;

e_{ox} : X yönündeki rijitlik merkezi ve kütle merkezi arasındaki mesafe

r_x : Y yönündeki burulma rijitliğinin yanal rijitliğe oranının kare kökü

l_s : Pladaki kat kütlelerinin dönme yarıçapı olarak verilmiştir.

4.4.2 Düşeyde Düzensizlik

4.4.2.1 Düşey Taşıyıcı Elemanların Süreksizliği

Yatay yük taşıyan düşey elemanların, binadan yapılan geri çekmeler dışında temelden üst kata kadar devam etmediği durumda düşey taşıyıcı elemanların süreksizliği durumu vardır.

4.4.2.2 Rijitlik Düzensizliği

Binada, temelden üst katlara doğru kat yanal rijitliği ve kütlesi ani bir değişiklik gösteriyor veya azalmıyorsa rijitlik düzensizliği vardır.

4.4.2.3 Dayanım Düzensizliği

Çerçeve binalarda, mevcut kat dayanımının hesabın gerektirdiği kat dayanımına

oranının, komşu katlara göre çok fark etmesi sonucunda dayanım düzensizliğinden söz edilir.

4.4.2.4 Geri Çekme Düzensizliği

Binada üst katlara çıktıkça, düşeyde yapılan geri çekmeler belirli kriterleri sağlamadığında geri çekme düzensizliğinin varlığından bahsedilir.

- a) Herhangi bir katta binada eksenel simetriyi koruyarak yapılan geri çekmelerin, bir alttaki uzunluğa oranının % 20'den büyük olması durumudur. Söz konusu düzensizlik Denklem (4.26) ile verilmiştir.

$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,20 \quad (4.26)$$

- b) Yapıda, bina yüksekliğinin % 15'inin üstünden herhangi bir kısmında tek geri çekme olduğunda; iki taraftaki geri çekmelerin toplamının, binanın plandaki uzunluğuna oranının % 20'den büyük olması durumudur. Söz konusu düzensizlik Denklem (4.27) ile verilmiştir.

$$\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0,20 \quad (4.27)$$

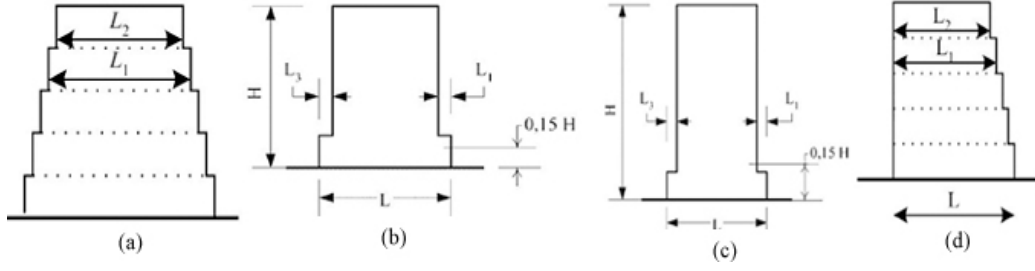
- c) Yapıda, bina yüksekliğinin % 15'inin altından herhangi bir kısmında tek geri çekme olduğunda; iki taraftaki geri çekmelerin toplamının, binanın plandaki uzunluğuna oranının % 50'den büyük olması durumudur. Söz konusu düzensizlik Denklem (4.28) ile verilmiştir.

$$\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0,50 \quad (4.28)$$

- d) Eğer yapıdaki geri çekmeler simetrik değilse; son kattaki geri çekmenin binanın plandaki uzunluğuna oranı % 30'dan büyük olması ve herhangi iki kat arasındaki geri çekmelerin, alt kattaki uzunluğa oranının % 10'dan büyük olması durumudur. Söz konusu düzensizlikler Denklem (4.29) ve Denklem (4.30)'de verilmiştir.

$$\frac{L - L_2}{L} \leq 0,30 \quad (4.29)$$

$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,10 \quad (4.30)$$



Şekil 4.7 : Geri çekme düzensizlikleri.

4.5 İkinci Mertebe Etkileri

Taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça, ikinci mertebe etkilerinin Denklem (4.31)'i sağlaması durumunda göz önüne alınmasına gerek yoktur.

$$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h} \leq 0,10 \quad (4.31)$$

Bu ifadede;

θ : İkinci mertebe gösterge değeri

P_{tot} : Deprem durumunda göz önüne alınan katta ve üstündeki toplam düşey yükler

d_r : Rölatif ortalama yerdeğiştirmesi

V_{tot} : Toplam deprem kat kesme kuvveti

h : Kat yüksekliği

Eğer hesaplanan ikinci mertebe gösterge değeri, $0,1 \leq \theta \leq 0,2$ olması durumunda, deprem etkileri $1 / (1 - \theta)$ değeri ile artırılarak ikinci mertebe etkileri yaklaşık olarak değerlendirilebilir.

İkinci mertebe gösterge değeri, $0,2 \leq \theta \leq 0,3$ olması durumunda ise ikinci mertebe etkilerinin ayrıntılı biçimde hesaplanması gerekmektedir. $\theta > 0,3$ olmasına izin verilmez. Bu durumda kesit rijitliklerinin artırılması gerekir.

4.6 Güvenliğin Sağlanması

Binanın kullanılması esnasında zamanla güvenliğe zarar verecek durumların oluşmaması gerekir. Yapı elemanlarında oluşabilecek çatlak veya hasarlar, donatıların dış koşullardan olumsuz bir biçime etkilenmesine; dolayısıyla binanın güvenliğinin zarar görmesine neden olur. Bununla birlikte, büyük yerdeğiştirmeler ve

şekil değiştirmeler binanın kullanımını olumsuz yönde sınırlandırabilir. Bu amaçla; gerilme ve şekil değiştirmeler ile çatlak oluşumunun sınırlandırılması önem arz etmektedir. Bu durumda güvenliği sağlamak için meydana gelecek etkilerin müsaade edilenden daha küçük olması gerekir. Eurocode 8-1’de bu ilişki $E_d \leq R_d$ şeklinde verilmiştir.

E_d : Deprem etkisinden kaynaklanan tasarımın kesit etkisi değeri

R_d : Kurallarla hesaplanan, kullanma durumunda müsaade edilen sınır değeri

4.7 Hasarların Sınırlandırılması

Tasarım deprem hareketine karşılık gelen çökmeme koşulu ve katlar arası rölatif ortalama yerdeğiştirmesi oluşumundan daha büyük bir deprem hareketine karşı, hasar sınırlama koşulu sağlanmalıdır. Deprem etkisi altında yapısal olmayan gevrek elemanlar taşıyıcı sisteme bağlıysa Denklem (4.32)’yi sağlamalıdır.

$$d_r \cdot v \leq 0,005 h \quad (4.32)$$

Yapısal olmayan elemanlar sünek elemanlarsa Denklem (4.33)’ü sağlamalıdır.

$$d_r \cdot v \leq 0,0075 h \quad (4.33)$$

Eğer yapısal olmayan elemanlar taşıyıcı sistemin yerdeğiştirmesi ile etkileşimli değilse Denklem (4.34)’ü sağlamalıdır.

$$d_r \cdot v \leq 0,010 h \quad (4.34)$$

d_r : Katlar arası rölatif ortalama yerdeğiştirme

h : Kat yüksekliği

v : Azaltma katsayısı olarak verilmiştir.

Bina önem sınıflarına göre kullanılacak azaltma katsayısı değeri Çizelge 4.11 ile verilmiştir.

Çizelge 4.11 : Bina önem sınıfına göre azaltma katsayıları.

Bina önem sınıfı	I	II	III	IV
Azaltma katsayısı (v)	0,5	0,5	0,4	0,4

5. BİNA MODELLERİNİN DEPREM YÜKLERİNE GÖRE ANALİZİ

Üç farklı taşıyıcı sisteme sahip planda ve düşeyde düzenli betonarme binalar deprem yüklerine göre analiz edilmiştir. Birinci grupta çerçeve taşıyıcı sisteme sahip kat adedi sırayla 6, 9 ve 13 olan binalar dört yerel zemin sınıfı için TDY 2007 ve EC 8 yönetmelikleri için hem eşdeğer deprem yükü yöntemine göre hem de mod birleştirme yöntemine göre doğrusal analiz yapılmıştır. İkinci grupta perde-çerçeve taşıyıcı sisteme sahip kat adedi sırayla 13,19 ve 25 olan binalar dört yerel zemin sınıfı için TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerine göre analiz yapılmıştır. TDY 2007 uyarınca 40 m'den yüksek binaların analizinde eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılamayacağından sadece 13 katlı bina için hem eşdeğer deprem yükü yöntemi hem de mod birleştirme yöntemine göre analiz yapılmış olup, 19 ve 25 katlı binalar için de sadece mod birleştirme yöntemine göre analiz yapılmıştır. Üçüncü grupta perdeli taşıyıcı sisteme sahip kat adedi sırayla 13,19 ve 25 olan binalar dört yerel zemin sınıfı için TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerine göre analiz yapılmıştır. Üçüncü grupta da ikinci grupta olduğu gibi bina yüksekliğine göre analiz yöntemleri göz önünde bulundurularak; 13 katlı bina için hem eşdeğer deprem yükü yöntemi hem de mod birleştirme yöntemine göre analiz yapılmış olup, 19 ve 25 katlı binalar için de sadece mod birleştirme yöntemine göre analiz yapılmıştır. Planda ve düşeyde düzenli binalar haricinde ayrıca planda ve düşeyde düzensiz L şeklinde bulunan 15 katlı perde-çerçeve taşıyıcı sisteme sahip betonarme bir binanın TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerine göre dört yerel zemin sınıfı için de mod birleştirme yöntemine göre doğrusal analizleri yapılmıştır.

5.1 Yük Kombinasyonları

Yapılan analizlerde uygulanan yük kombinasyonları TDY 2007 ve EC 8 için farklı olarak uygulanmıştır. TDY 2007 analizleri için TS 500 gereği yük kombinasyonları uygulanmış olup EC 8 için EC 0 gereği yük kombinasyonları baz alınarak analiz işlemleri yaptırılmıştır. Buna göre ETABS programında hazırlanan bina modellerinde TDY 2007 analizleri için toplamda 33 adet yük kombinasyonunun,

EC8 analizleri için de toplamda 20 adet yük kombinasyonunun her biri sisteme ayrı ayrı etki ettirilmiştir. TDY 2007 ve EC 8 analizlerinde uygulanan kombinasyonlar Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 : TDY 2007 ve EC 8 analizlerinde uygulanan yük kombinasyonları.

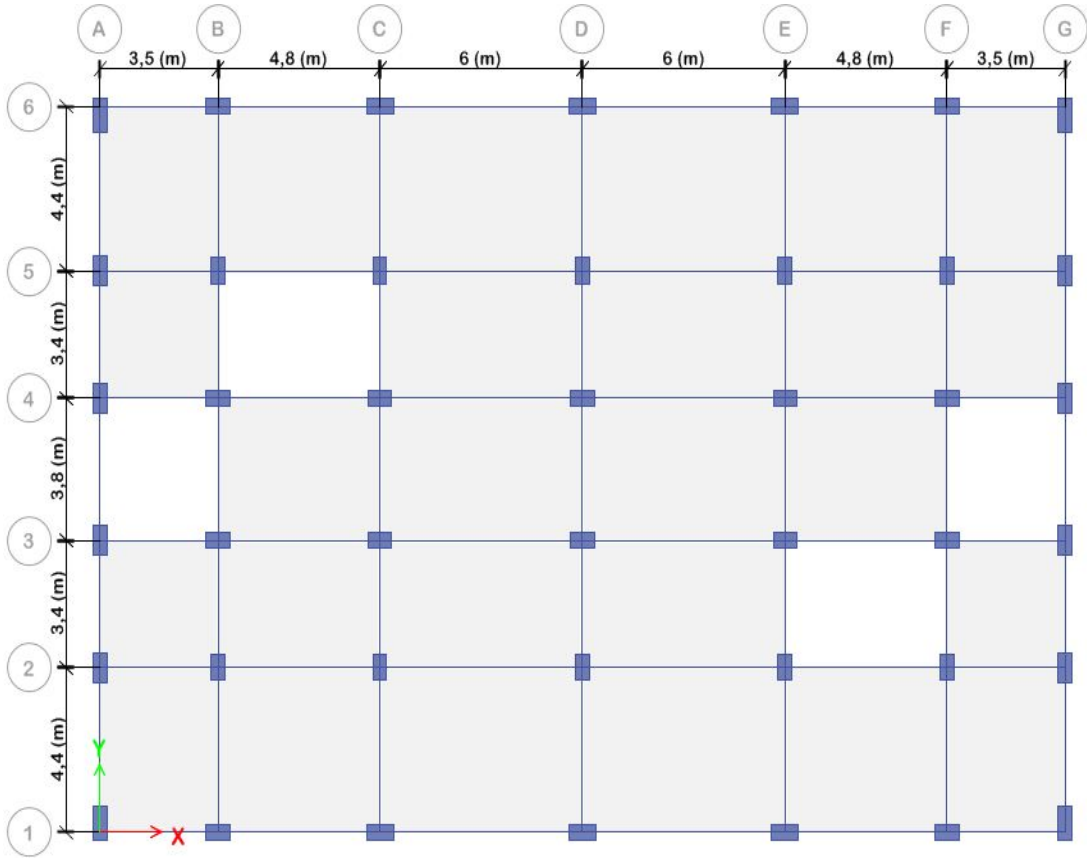
TDY 2007	EC 8
1.4G + 1.6Q	1.35G
1.0G + 1.0Q ± 1.0EXP ± 0.3EYP	1.35G + 1.05Q
1.0G + 1.0Q ± 1.0EXP ± 0.3EYN	1.35G + 1.5Q
1.0G + 1.0Q ± 1.0EX ± 0.3EYP	1.15G + 1.5Q
1.0G + 1.0Q ± 1.0EXN ± 0.3EYN	1.0G + 1.0EXP
1.0G + 1.0Q ± 1.0EYP ± 0.3EXP	1.0G + 1.0EXN
1.0G + 1.0Q ± 1.0EY ± 0.3EXN	1.0G - 1.0EXP
1.0G + 1.0Q ± 1.0EYN ± 0.3EXP	1.0G - 1.0EXN
1.0G + 1.0Q ± 1.0EYN ± 0.3EXN	1.0G + 1.0EYP
0.9G ± 1.0EXP ± 0.3EYP	1.0G + 1.0EYN
0.9G ± 1.0EXP ± 0.3EYN	1.0G - 1.0EYP
0.9G ± 1.0EXN ± 0.3EYP	1.0G - 1.0EYN
0.9G ± 1.0EXN ± 0.3EYN	1.0G + 1.0EXP +0.3Q
0.9G ± 1.0EYP ± 0.3EXP	1.0G + 1.0EXN +0.3Q
0.9G ± 1.0EYP ± 0.3EXN	1.0G - 1.0EX +0.3Q
0.9G ± 1.0EYN ± 0.3EXP	1.0G - 1.0EXN +0.3Q
0.9G ± 1.0EYN ± 0.3EXN	1.0G + 1.0EYP +0.3Q
0.9G ± 1.0EX ± 0.3EYP	1.0G + 1.0EYN +0.3Q
0.9G ± 1.0EY ± 0.3EXP	1.0G - 1.0EYP +0.3Q
	1.0G - 1.0EY +0.3Q

5.2 Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Binaların Modelleme Bilgileri

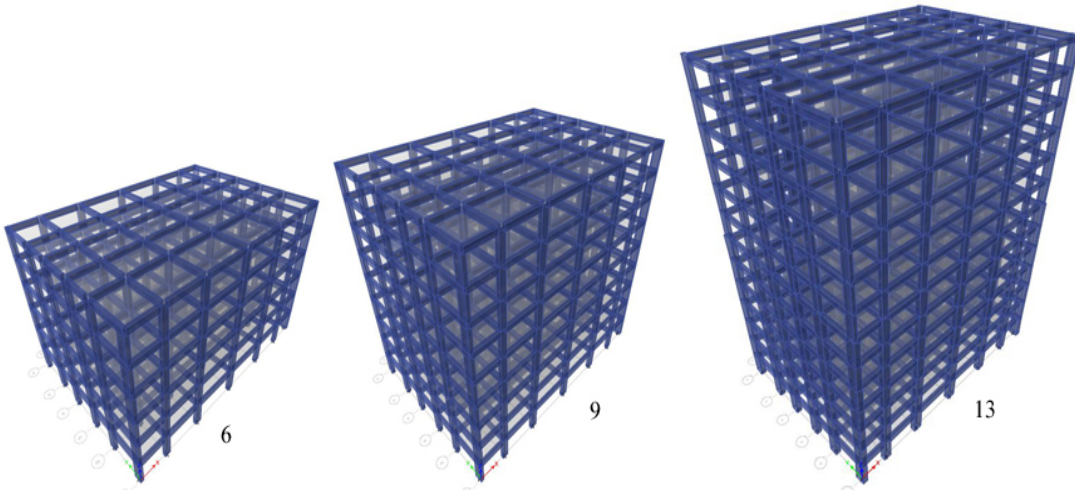
Binaların analizi doğrusal analiz yöntemlerine göre 3. bölümde anlatılan TDY 2007 için Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre ve 4. bölümde anlatılan EC 8 için de Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılmıştır. Binalar 6 katlı, 9 katlı ve 13 katlı olmak üzere, oturum alanı ve taşıyıcı sistemi aynı kalmak şartıyla üç ayrı bina olarak modellenmiştir. Binanın oturum alanı 28.6 m x 19.4 m olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği tüm katlar için 3 m'dir. Bina önem katsayısı tüm binalar için 1.00 olarak alınmıştır. Planda asansör ve merdiven boşlukları bırakılmıştır. Kolon ve kirişlerin boyutları her bina için farklı olarak boyutlandırılmıştır. Her bina için dört farklı yerel zemin sınıfına göre ayrı ayrı, hem Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre hem de Mod Birleştirme Yöntemine göre analizi yapılmıştır. Yapılan analizlerin tümü 1. derece deprem bölgesi baz alınarak yapılmıştır. Binaların 3 boyutlu modellemesi ve analizi, yapısal analiz programı ETABS kullanılarak yapılmıştır. Kolon ve kirişler çubuk eleman olarak, döşemeler kabuk eleman olarak programa tanıtılmıştır. Döşemelerin kalınlığı 16 cm olmakla birlikte her bir kat seviyesi için rijit diyafram olarak tanımlanmış ve kendi içerisinde 0.5 m x 0.5 m sonlu elemanlara bölünmüştür. Döşeme kalınlıkları 16 cm'dir. Binaların planı Şekil 5.1'de, üç boyutlu görüntüsü de Şekil 5.2'de verilmiştir.

5.2.1 TDY 2007'ye Göre Hesap

TDY 2007'ye göre analizi yapılan binaların genel bilgileri Çizelge 5.2'de verilmiştir. Binaların kullanım amacı konut olarak düşünüldüğünden bina önem katsayısı 1.00 olarak alınmıştır.



Şekil 5.1 : Çerçeve taşıyıcı sistemli binaların planı.



Şekil 5.2 : Çerçeve taşıyıcı sistemli binaların üç boyutlu görüntüsü.

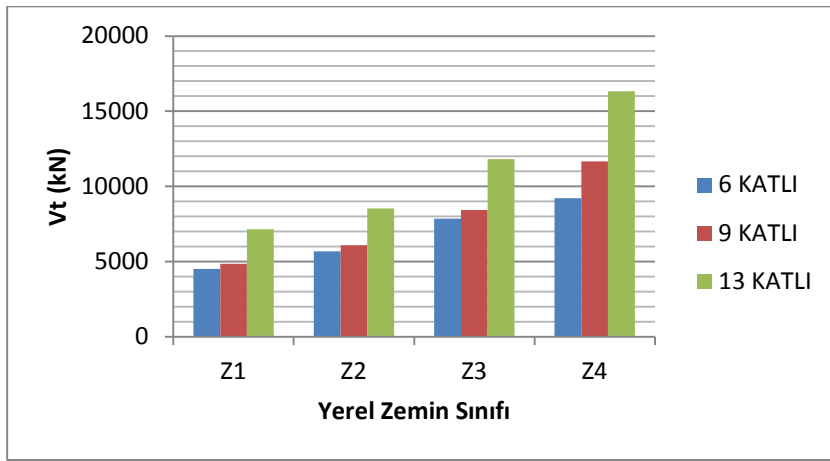
Çizelge 5.2 : Çerçeve taşıyıcı sistemli binaların genel bilgileri.

TDY 2007 Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Bina Genel Özellikleri			
Kat Adedi	6	9	13
Kullanım Amacı	Konut	Konut	Konut
Süneklik Düzeyi	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	8	8	8
Bina Önem Katsayısı (I)	1,00	1,00	1,00
Deprem Bölgesi	1	1	1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0,40	0,40	0,40
Kat Yüksekliği (m)	3	3	3
Toplam Bina Yüksekliği (m)	18	27	39
İnşaat Demiri	S420	S420	S420
Beton Sınıfı	C30	C30	C35
Elastisite Modülü (MPa)	32.000	32.000	33.000
Hareketli Yük Katılım Katsayısı	0,30	0,30	0,30
Döşeme Hareketli Yüğü (kN/m^2)	2,0	2,0	2,0
Döşeme Sabit Yüğü (kN/m^2)	1,8	1,8	1,8
Dış Çevre Kiriş Yüğü (kN/m^2)	10,0	10,0	10,0
İç Kirişlere Gelen Yüğü (kN/m^2)	6,0	6,0	6,0

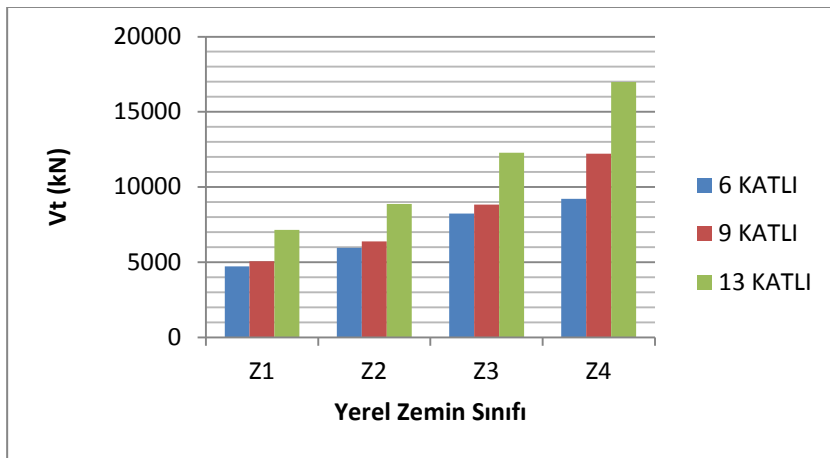
5.2.1.1 Taban Kesme Kuvvetleri

Yapılan analizlerde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi sonuçları için göre kat adetlerine ve yerel zemin sınıflarına göre x ve y yönünde belirlenen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 5.3 ve Şekil 5.4’de, Mod Birleştirme Yöntemi sonuçlarına göre de Şekil 5.5 ve Şekil 5.6’da verilmiştir.

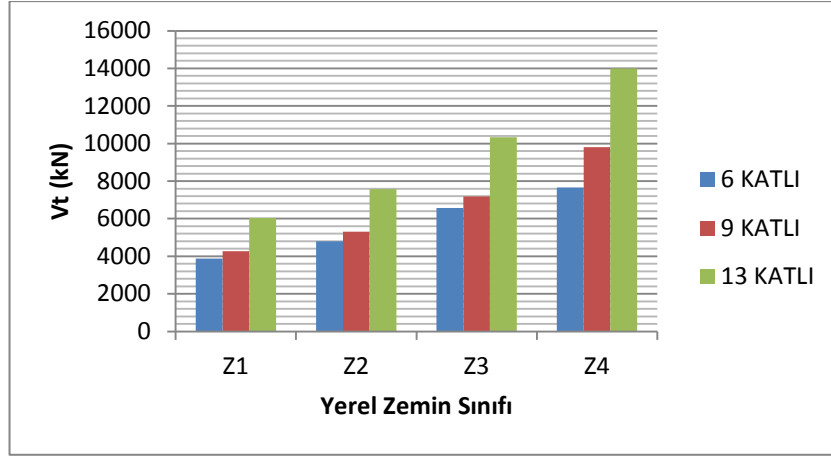
Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre analiz edilen sırasıyla 6, 9 ve 13 katlı binaların x ve y yönünde, dört yerel zemin sınıfı için taban kesme kuvvetlerine göre karşılaştırması Şekil 5.7, Şekil 5.8 ve Şekil 5.9’da verilmiştir.



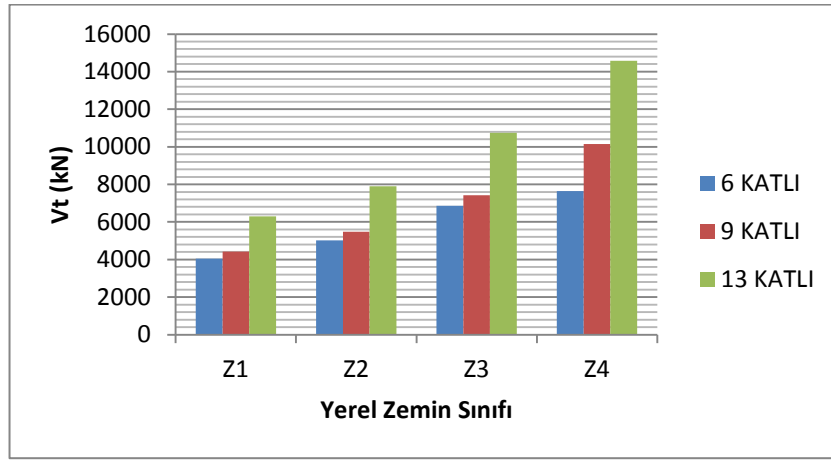
Şekil 5.3 : EDY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.



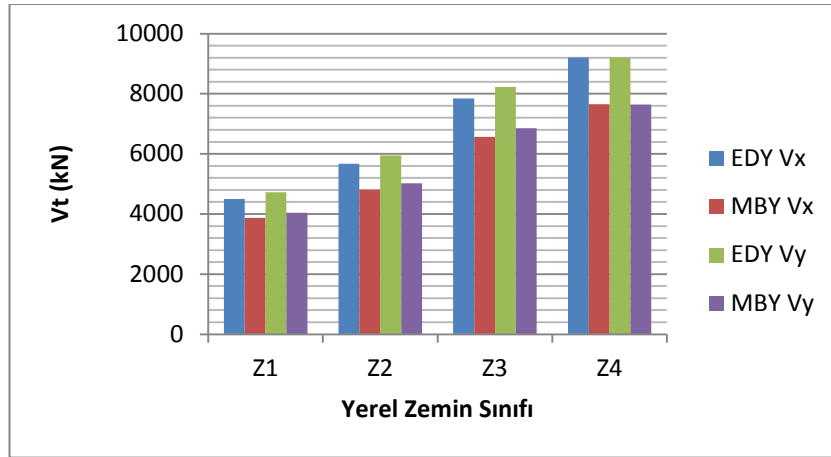
Şekil 5.4 : EDY y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.



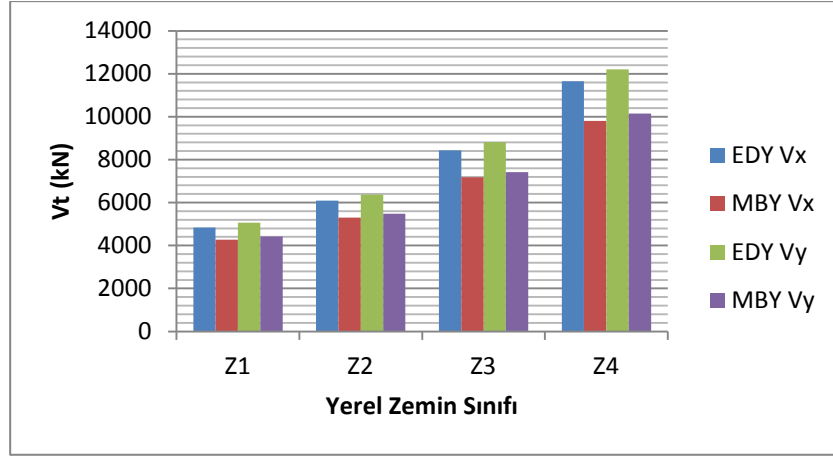
Şekil 5.5 : MBY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.



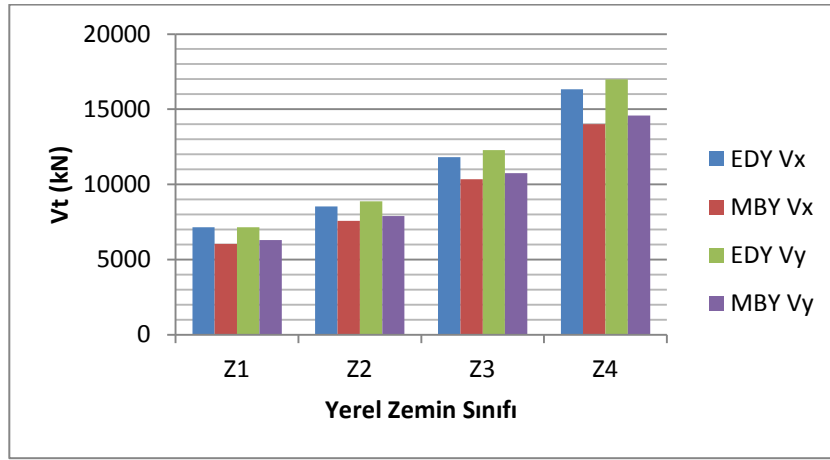
Şekil 5.6 : MBY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.



Şekil 5.7 : 6 katlı binanın taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırması.



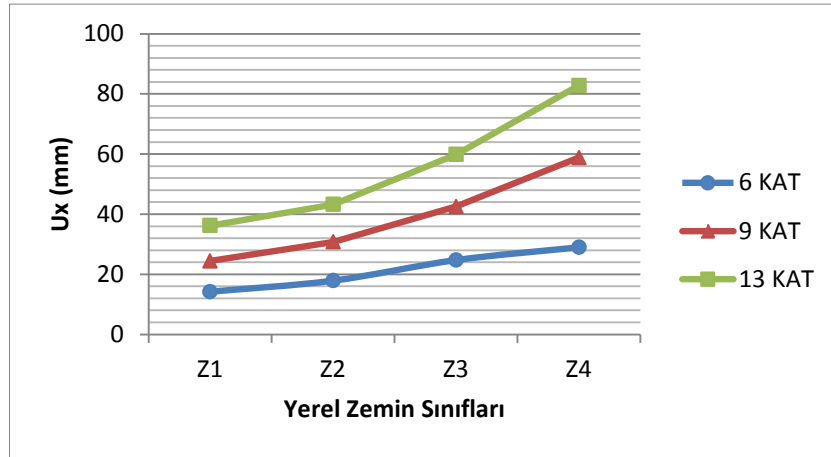
Şekil 5.8 : 9 katlı binanın taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırması.



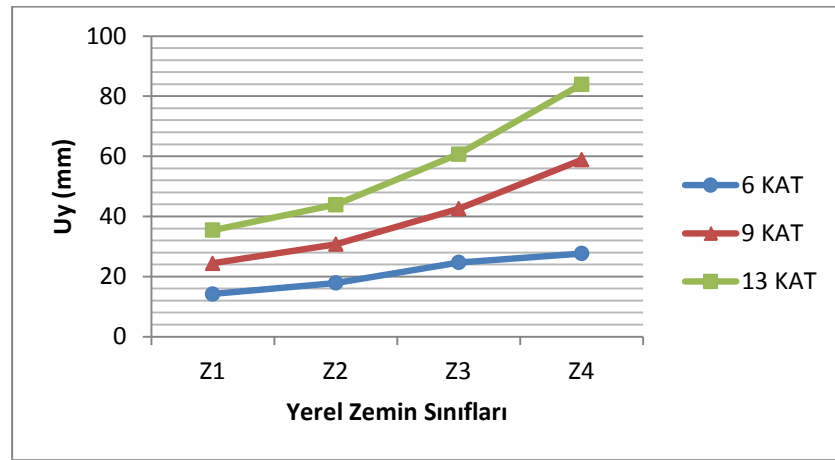
Şekil 5.9 : 13 katlı binanın taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırması

5.2.1.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmeleri

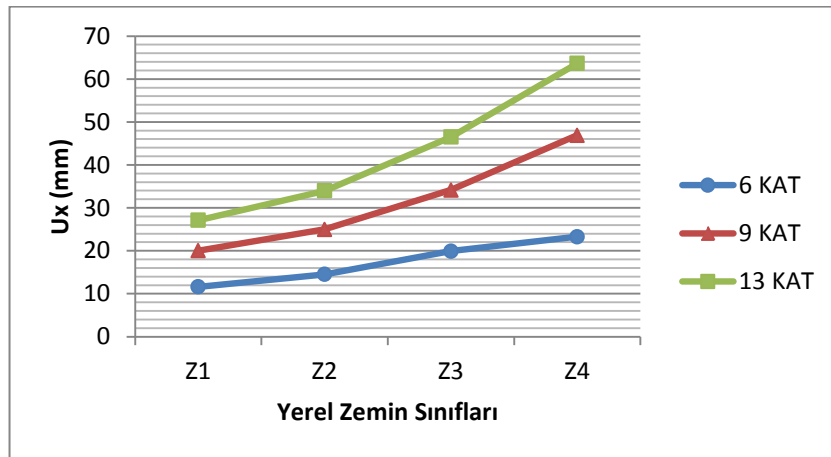
Yapılan analizler sonucu Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre dört yerel zemin sınıfı için sırasıyla 6, 9 ve 13 katlı binaların x ve y yönündeki maksimum yerdeğiştirme değerlerinin karşılaştırması Şekil 5.10 ve 5.11’de, Mod Birleştirme Yöntemine göre karşılaştırması da Şekil 5.12 ve Şekil 5.13’de verilmiştir.



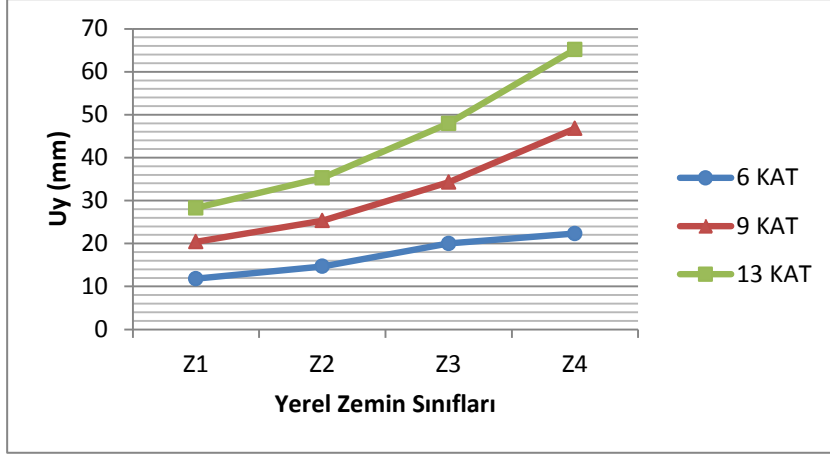
Şekil 5.10 : EDY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.



Şekil 5.11 : EDY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.



Şekil 5.12 : MBY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.

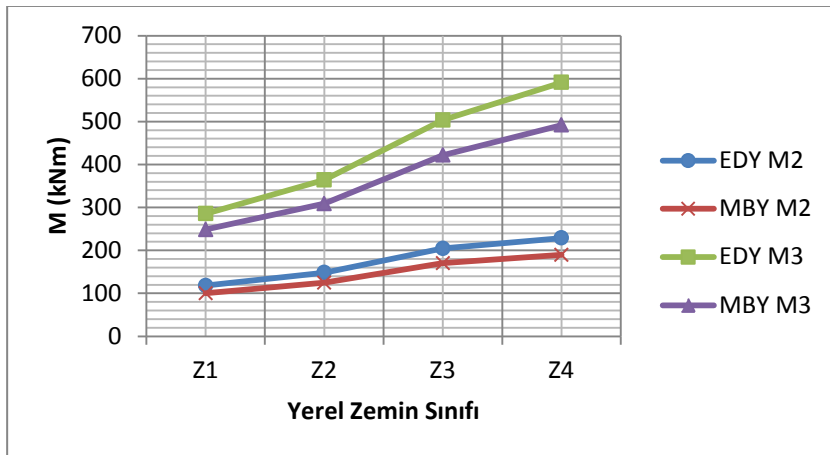


Şekil 5.13 : MBY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.

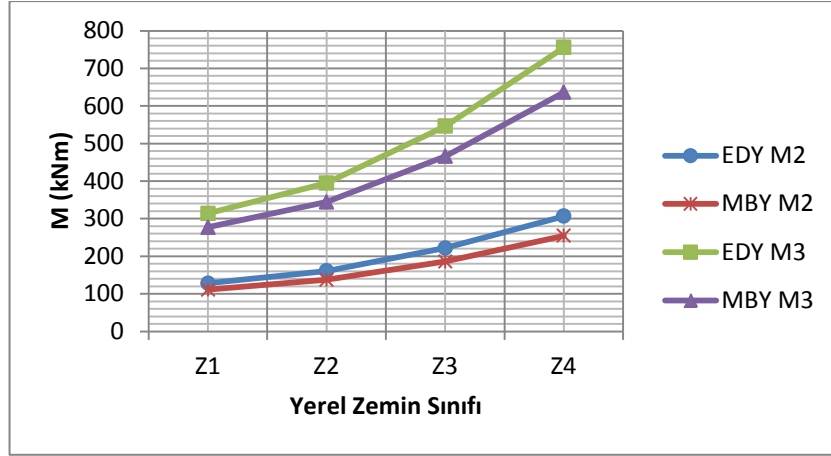
5.2.1.3 Kolon ve Kirişlerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti

1. Kat D-4 aksındaki kolonun Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılan analizlerde dört yerel zemin sınıfı için sırasıyla 6, 9 ve 13 katlı binalarda maksimum M2 (y doğrultusu) ve maksimum M3 (x doğrultusu) değerleri Şekil 5.14, Şekil 5.15 ve Şekil 5.16'da verilmiştir. Maksimum V2 (x doğrultusu) ve maksimum V3 (y doğrultusu) değerleri Şekil 5.17, Şekil 5.18 ve 5.19'da verilmiştir.

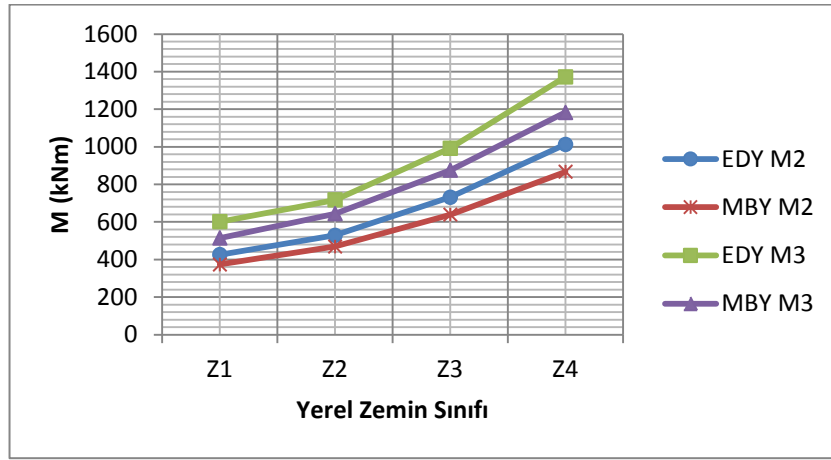
1. Kat D/3-4 kirişinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılan analizlerde dört yerel zemin sınıfı için sırasıyla 6, 9 ve 13 katlı binalarda maksimum momentleri Şekil 5.21, 5.21 ve 5.22'de verilmiştir. Maksimum kesme kuvvetleri de Şekil 5.23, Şekil 5.24 ve Şekil 5.25'de verilmiştir.



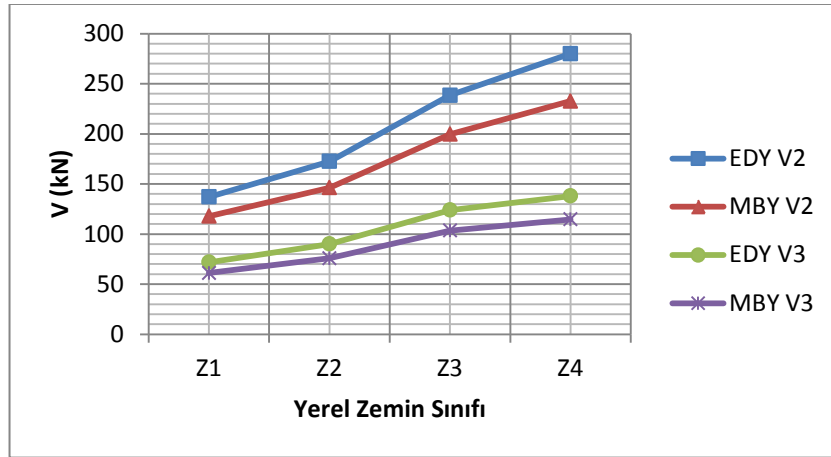
Şekil 5.14 : 6 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.



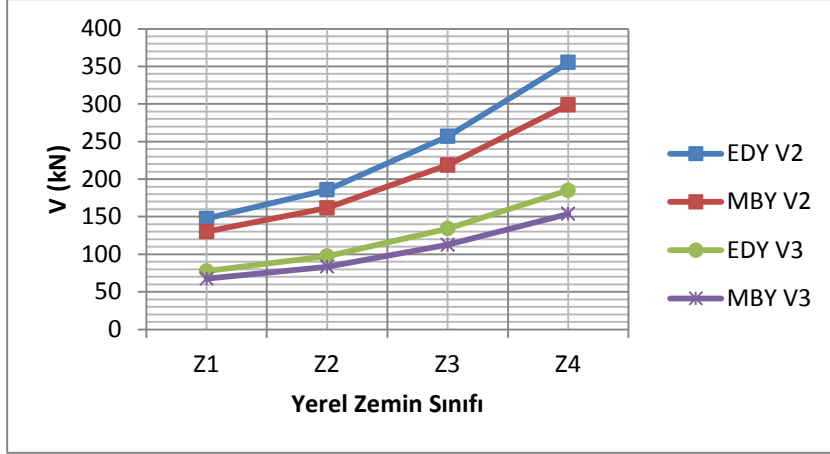
Şekil 5.15 : 9 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.



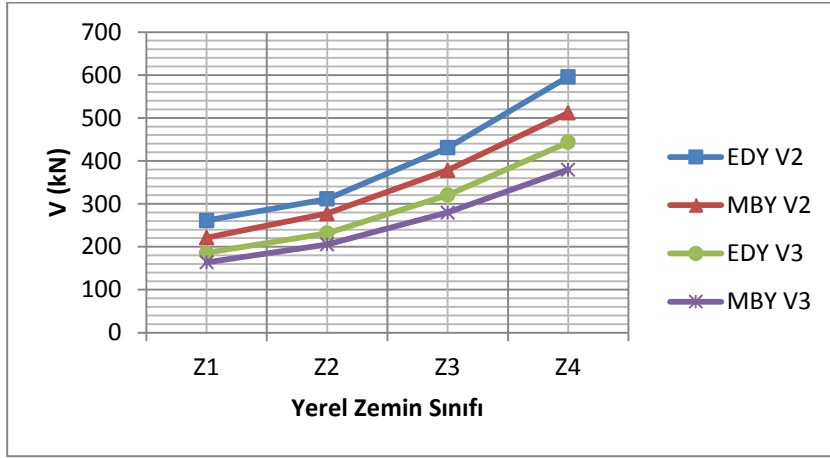
Şekil 5.16 : 13 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.



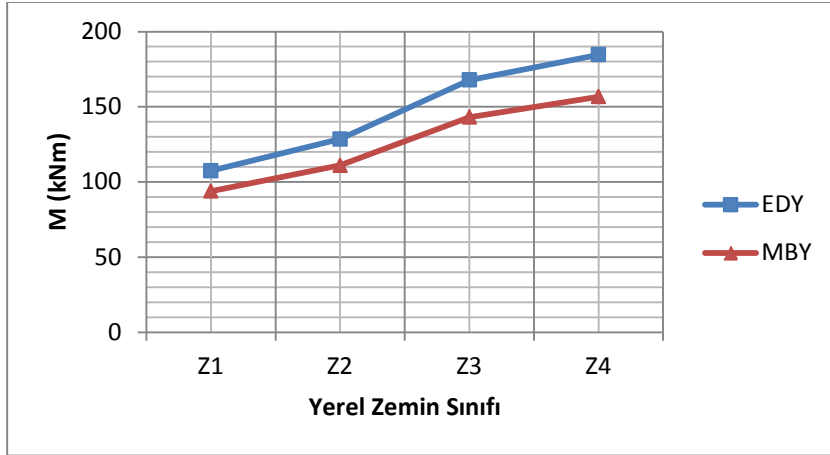
Şekil 5.17 : 6 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.



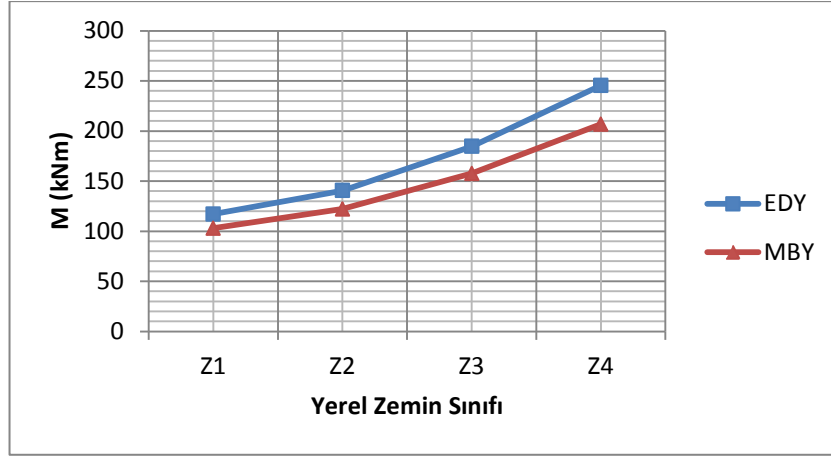
Şekil 5.18 : 9 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.



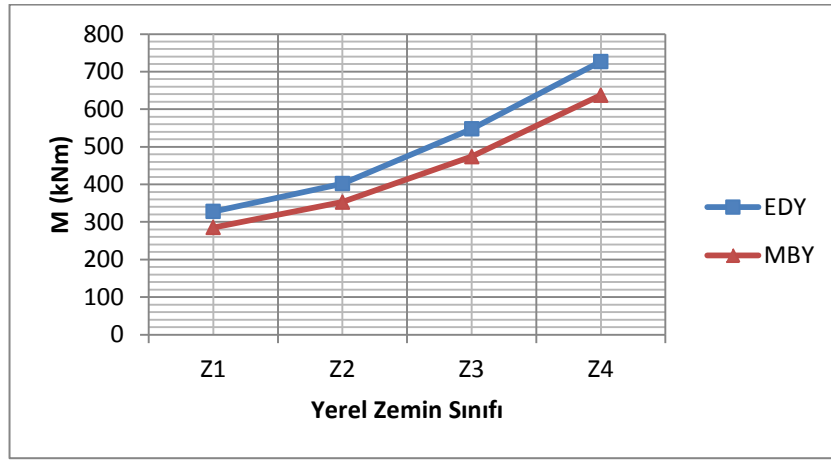
Şekil 5.19 : 13 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.



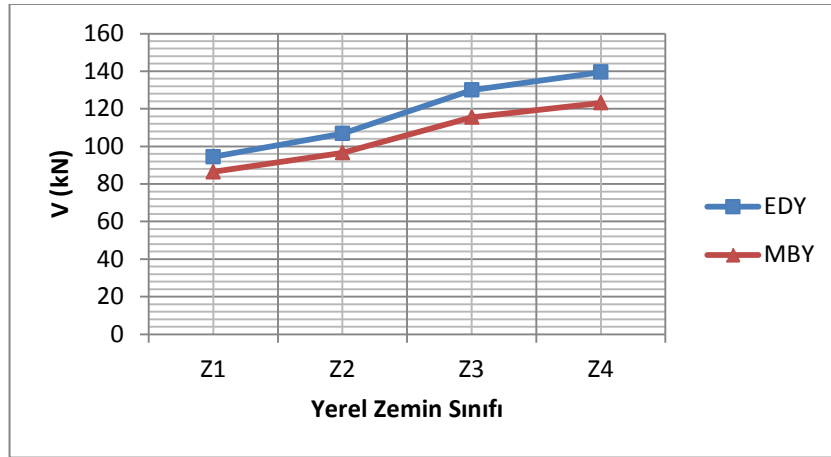
Şekil 5.20 : 6 katlı binadaki kirişin maksimum momentleri.



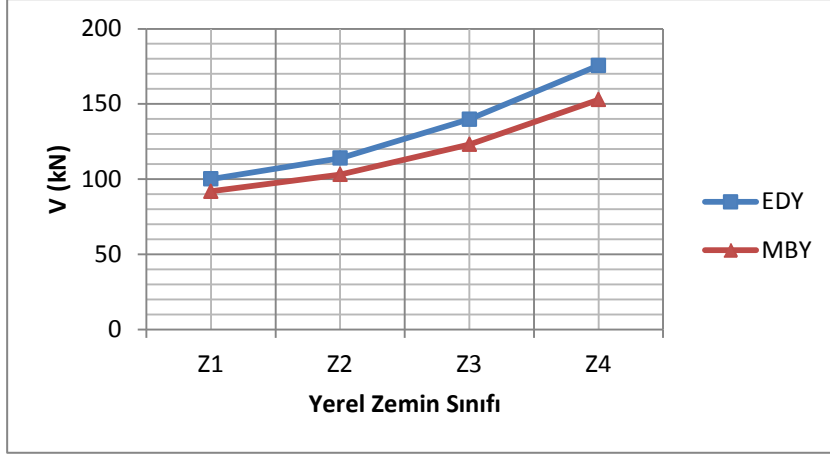
Şekil 5.21 : 9 katlı binadaki kirişin maksimum momentleri.



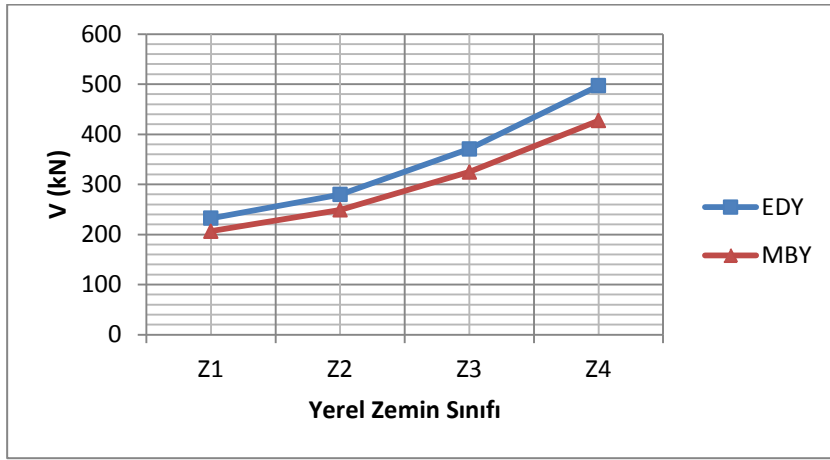
Şekil 5.22 : 13 katlı binadaki kirişin maksimum momentleri.



Şekil 5.23 : 6 katlı binadaki kirişin kesme kuvvetleri.



Şekil 5.24 : 9 katlı binadaki kirişin kesme kuvvetleri.



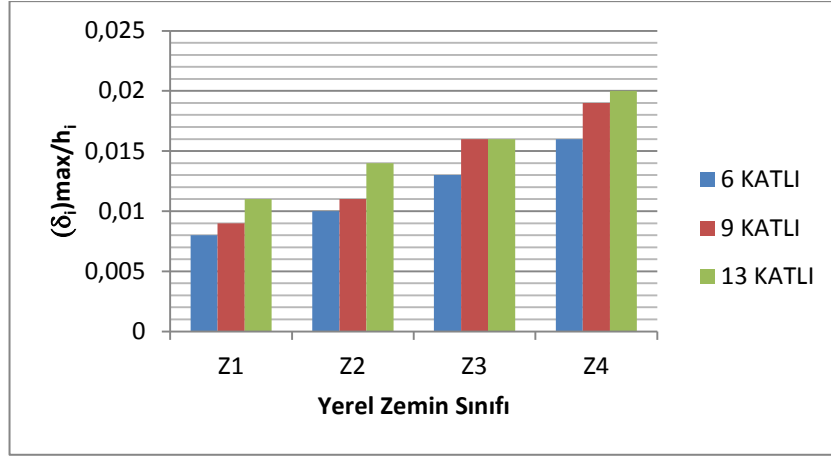
Şekil 5.25 : 13 katlı binadaki kirişin kesme kuvvetleri.

5.2.1.4 Maksimum Etkin Göreli Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Değerleri

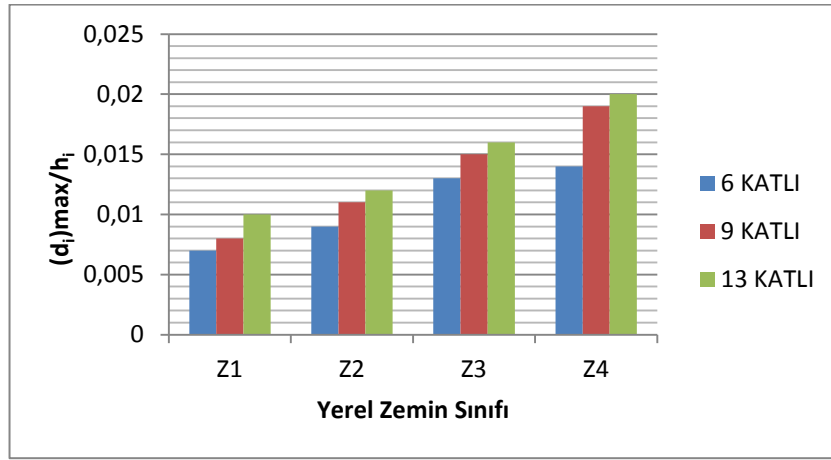
Yapılan analizlerde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi sonuçları için kat adetlerine ve yerel zemin sınıflarına göre x ve y yönünde belirlenen maksimum etkin göreli kat ötelemesi (MEGKÖ) Şekil 5.26 ve Şekil 5.27’de verilmiştir. Mod Birleştirme Yöntemine göre de Şekil 5.28 ve Şekil 5.29’da verilmiştir.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre analiz edilen sırasıyla 6, 9 ve 13 katlı binaların x yönünde, dört yerel zemin sınıfı için taban kesme kuvvetlerine göre karşılaştırması sırasıyla Şekil 5.30, Şekil 5.31, Şekil 5.32, Şekil 5.33, Şekil 5.34 ve Şekil 5.35’de verilmiştir.

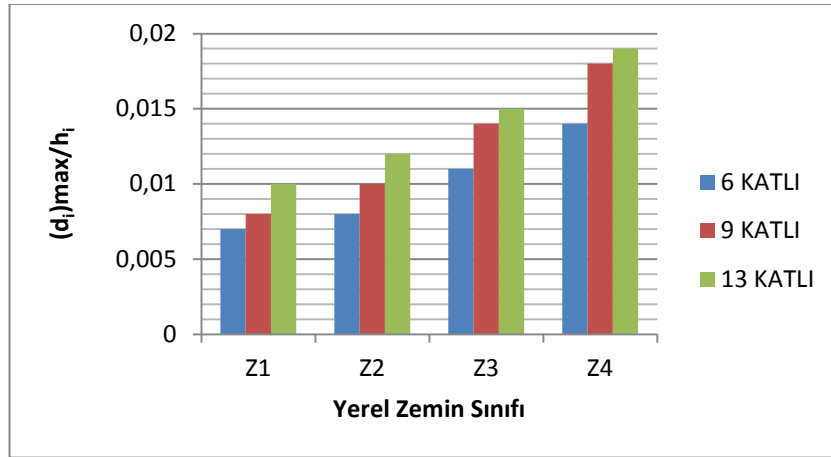
İkinci mertebe etkilerinin analiz yöntemlerine ve kat adetlerine göre değişimi Şekil 5.36’da gösterilmiştir.



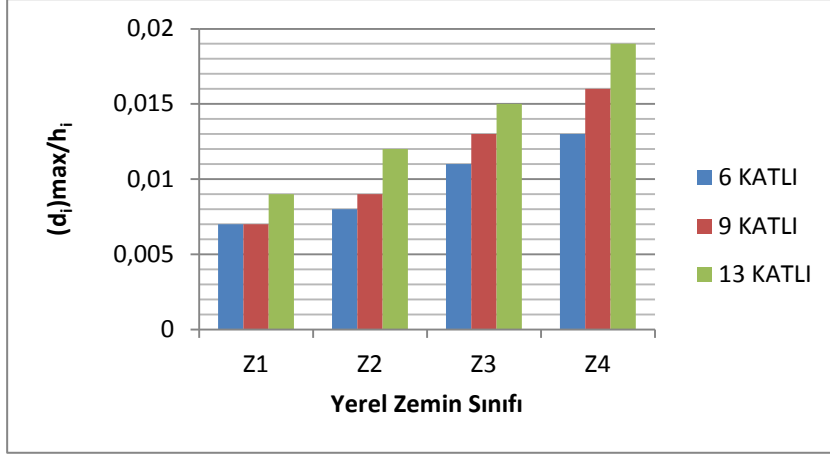
Şekil 5.26 : EDY için x yönündeki MEGKÖ.



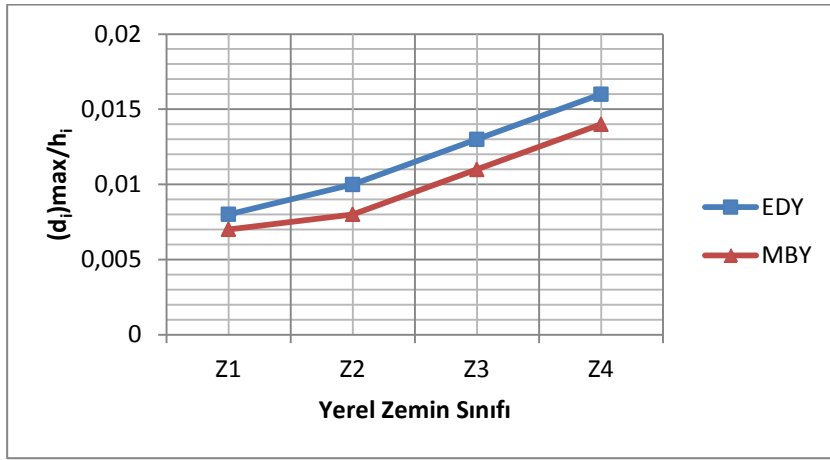
Şekil 5.27 : EDY için y yönündeki MEGKÖ.



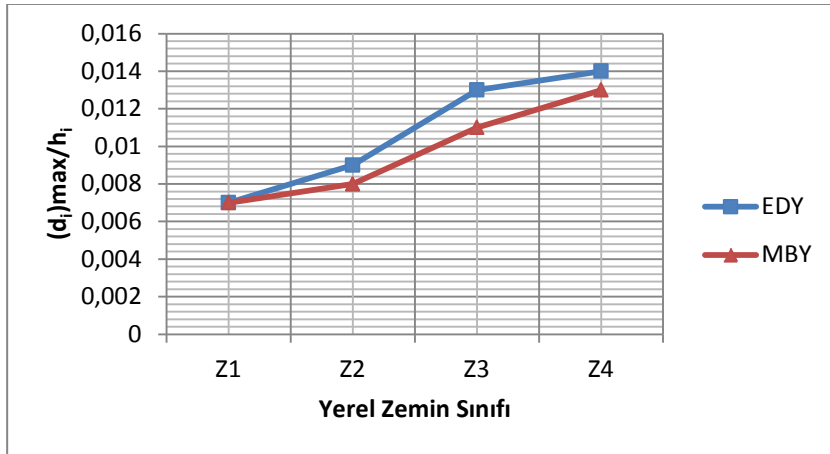
Şekil 5.28 : MBY için x yönündeki MEGKÖ.



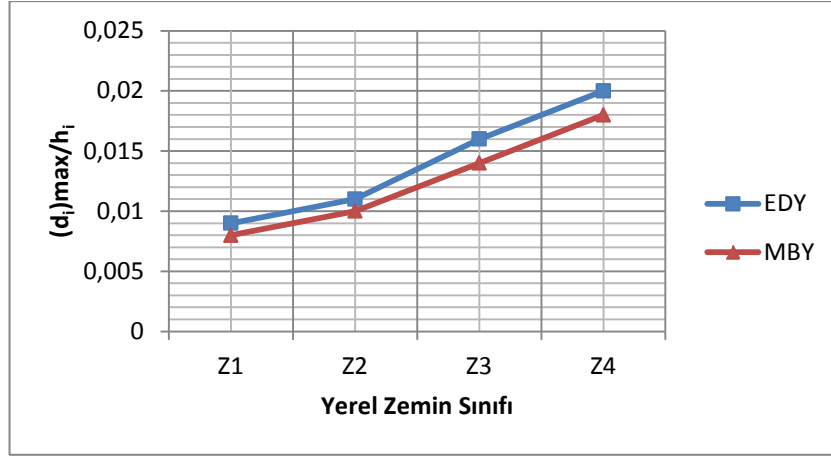
Şekil 5.29 : MBY için y yönündeki MEGKÖ.



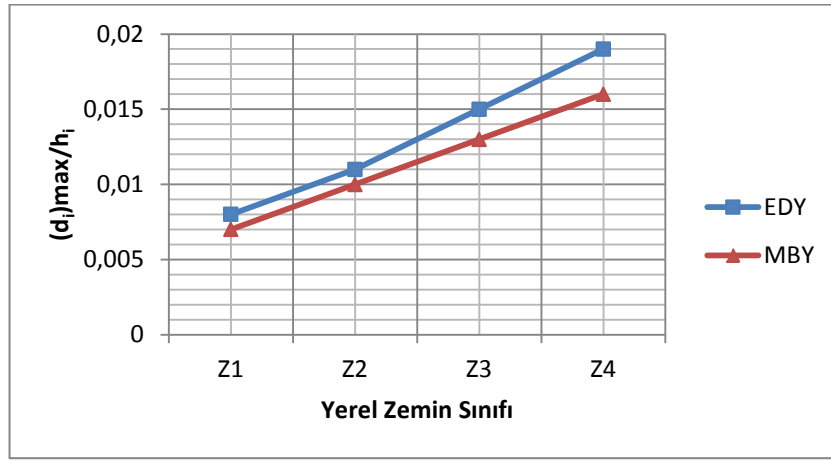
Şekil 5.30 : 6 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



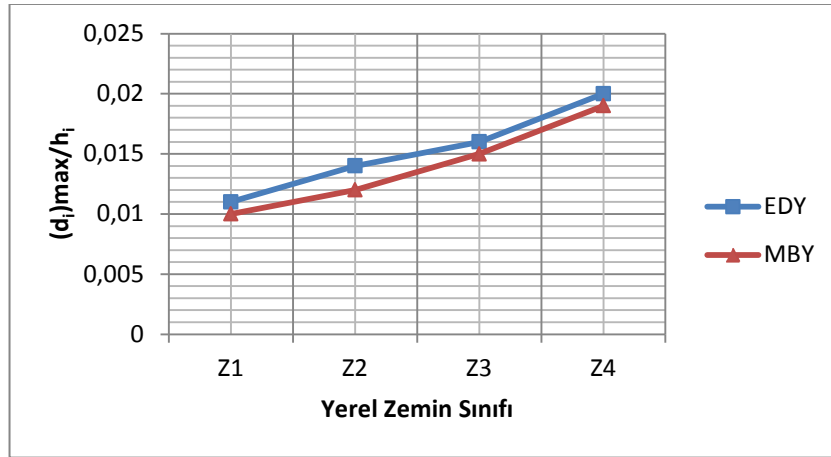
Şekil 5.31 : 6 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



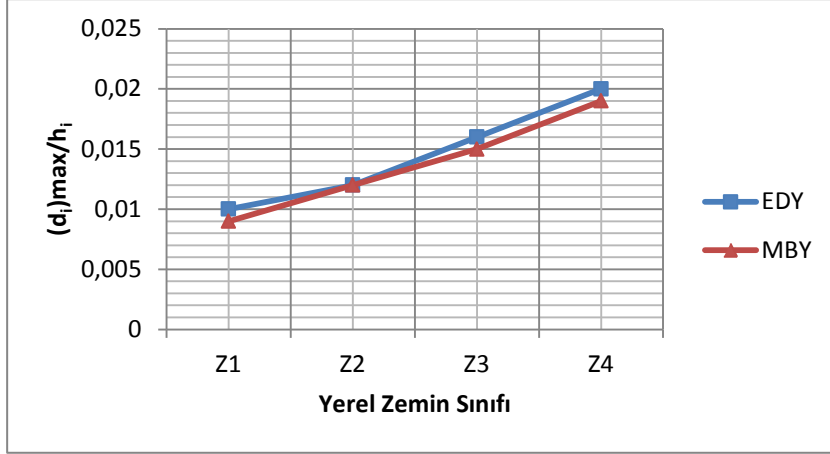
Şekil 5.32 : 9 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



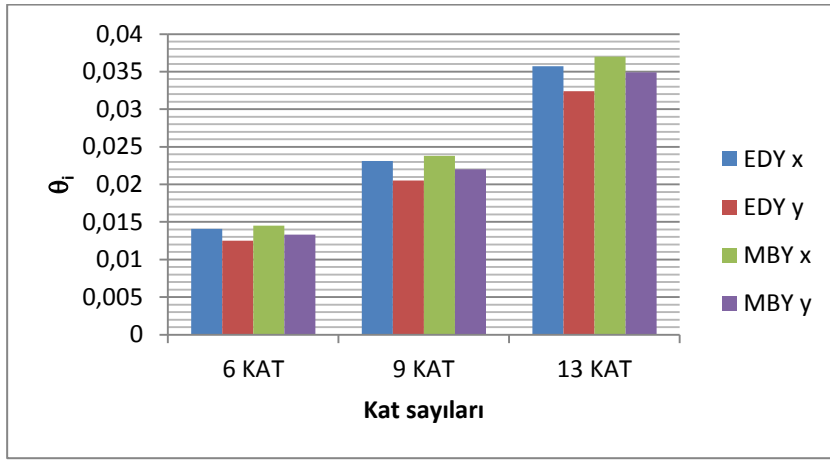
Şekil 5.33 : 9 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



Şekil 5.34 : 13 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



Şekil 5.35 : 13 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



Şekil 5.36 : Kat adedine göre ikinci merteye değerleri.

5.2.2 EC 8'e Göre Hesap

Şekil 5.1'de verilen çerçeve taşıyıcı sistemli binanın planına göre Eurocode 8 yönetmeliğine göre yapılan analize ait bina genel bilgileri Çizelge 5.3'de verilmiştir. Yönetmelik gereği C ve D yerel zemin sınıflarında bina tabanına elastik yay tanımlamak gerektiğinden Zemin yatak katsatısı C grubu için 10.000 kN/m³, D grubu için de 2.000 kN/m³ alınmıştır.

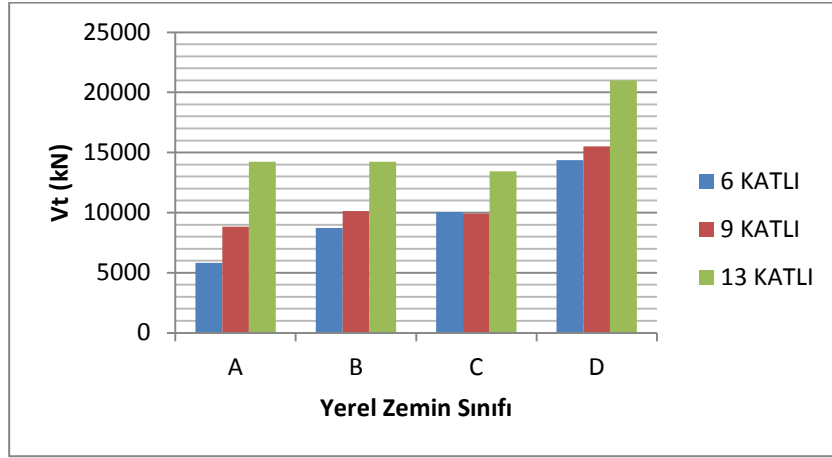
Çizelge 5.3 : Çerçeve taşıyıcı sistemli binaların genel bilgileri.

EC 8 Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Bina Genel Özellikleri			
Kat Adedi	6	9	13
Kullanım Amacı	Konut	Konut	Konut
Süneklik Düzeyi	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	5,85	5,85	5,85
Bina Önem Katsayısı (γ_I)	1,00	1,00	1,00
Deprem Bölgesi	1	1	1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (a_g)	0,40	0,40	0,40
Kat Yüksekliği (m)	3	3	3
Toplam Bina Yüksekliği (m)	18	27	39
İnşaat Demiri	S420	S420	S420
Beton Sınıfı	C30	C30	C35
Elastisite Modülü (MPa)	32.000	32.000	33.000
Hareketli Yük Katılım Katsayısı	0,24	0,24	0,24
Döşeme Hareketli Yüğü (kN/m^2)	2,0	2,0	2,0
Döşeme Sabit Yüğü (kN/m^2)	1,8	1,8	1,8
Dış Çevre Kiriş Yüğü (kN/m^2)	10,0	10,0	10,0
İç Kirişlere Gelen Yüğü (kN/m^2)	6,0	6,0	6,0

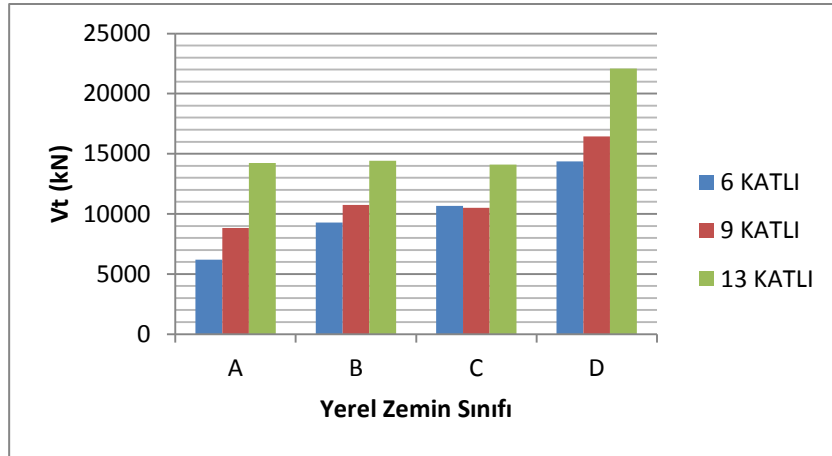
5.2.2.1 Taban Kesme Kuvvetleri

Yapılan analizlerde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi sonuçları için göre kat adetlerine ve yerel zemin sınıflarına göre x ve y yönünde belirlenen taban kesme

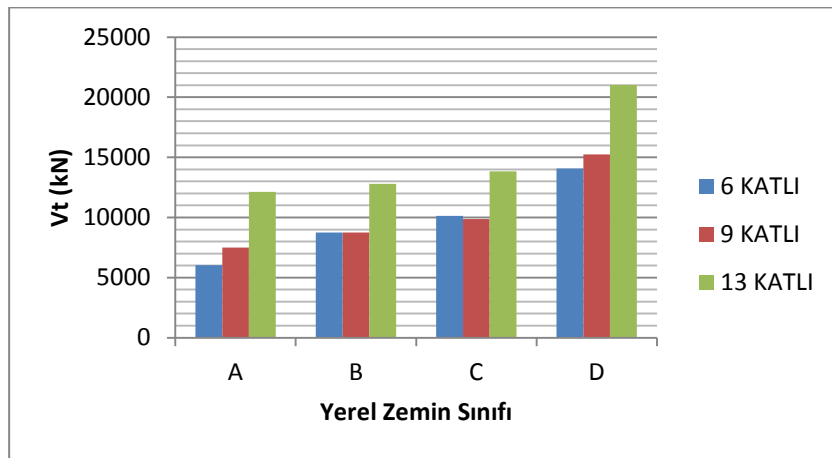
kuvveti değerleri Şekil 5.37 ve Şekil 5.38’de, Mod Birleştirme Yöntemi sonuçlarına göre de Şekil 5.39 ve Şekil 5.40’da verilmiştir.



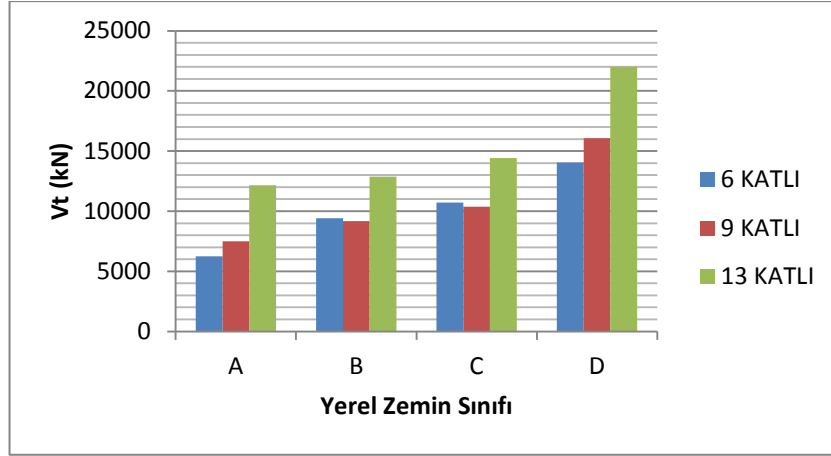
Şekil 5.37 : EDY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.



Şekil 5.38 : EDY y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.



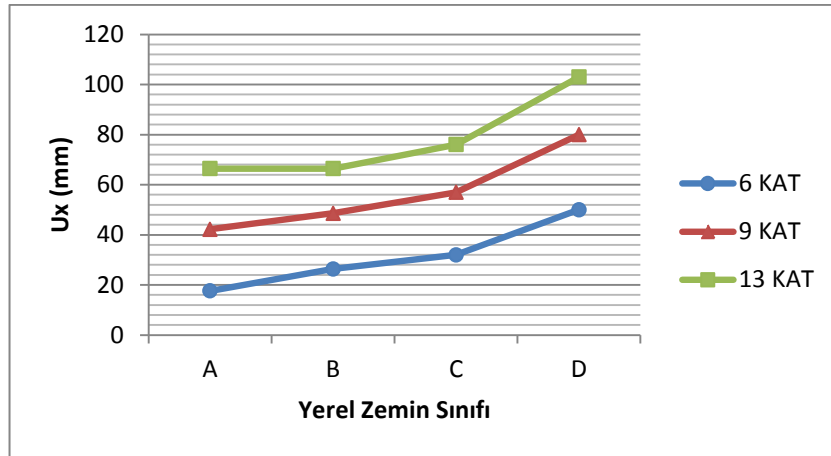
Şekil 5.39 : MBY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.



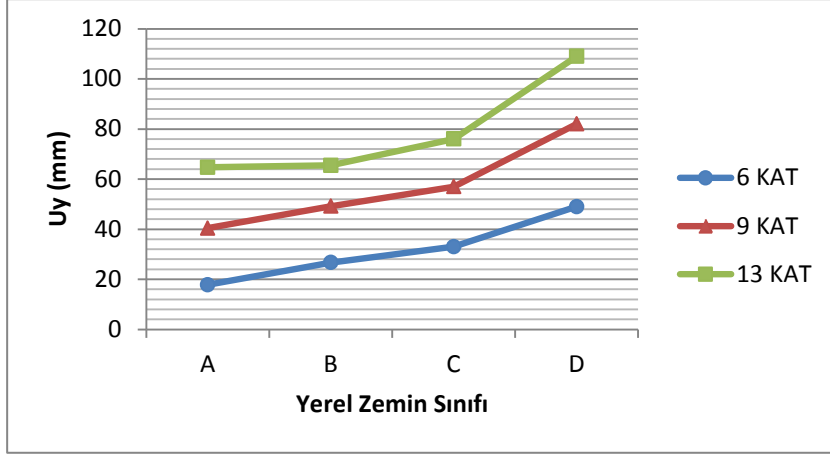
Şekil 5.40 : MBY y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.

5.2.2.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmeleri

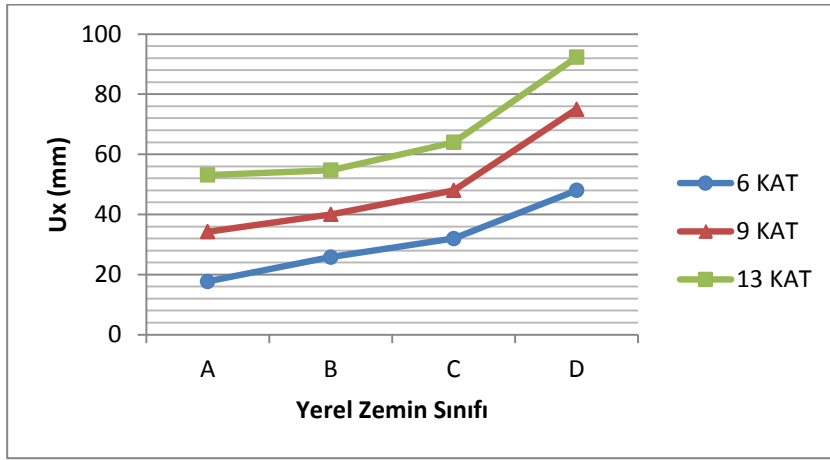
Yapılan analizler sonucu Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre dört yerel zemin sınıfı için sırasıyla 6, 9 ve 13 katlı binaların x ve y yönündeki maksimum yerdeğiştirme değerlerinin karşılaştırması Şekil 5.41 ve 5.42’de, Mod Birleştirme Yöntemine göre karşılaştırması da Şekil 5.43 ve Şekil 5.44’de verilmiştir.



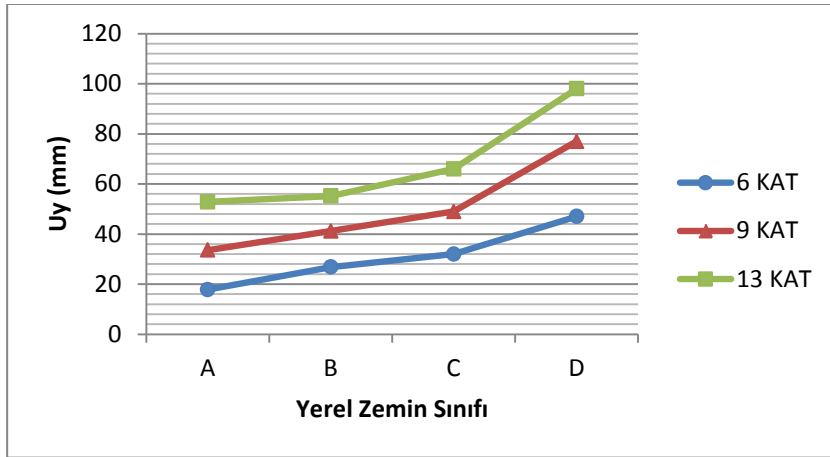
Şekil 5.41 : EDY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.



Şekil 5.42 : EDY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.



Şekil 5.43 : MBY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.



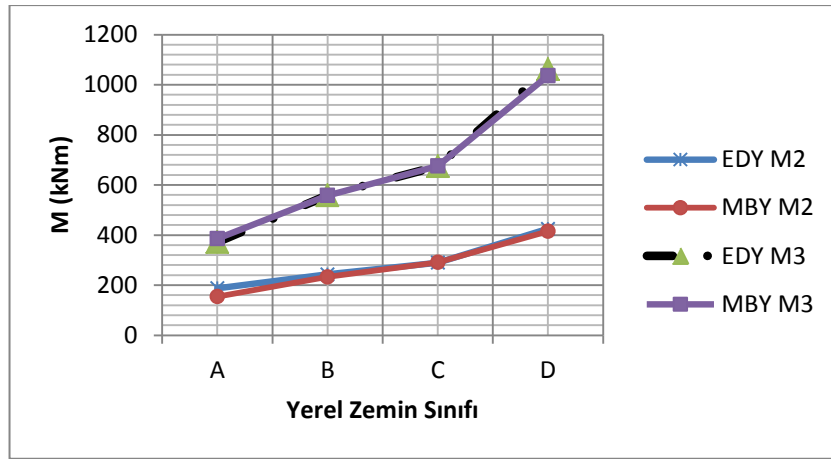
Şekil 5.44 : MBY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.

5.2.2.3 Kolon ve Kirişlerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti

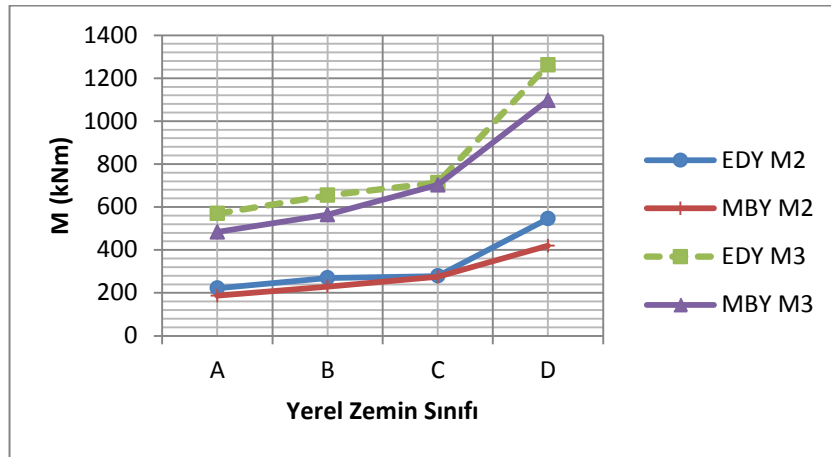
1. Kat D-4 aksındaki kolonun Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılan analizlerde dört yerel zemin sınıfı için sırasıyla 6, 9 ve 13

katlı binalarda maksimum M2 (y doğrultusu) ve maksimum M3 (x doğrultusu) değerleri Şekil 5.45, Şekil 5.46 ve Şekil 5.47’de verilmiştir. Maksimum V2 (x doğrultusu) ve maksimum V3 (y doğrultusu) değerleri Şekil 5.48, Şekil 5.49 ve 5.50’de verilmiştir.

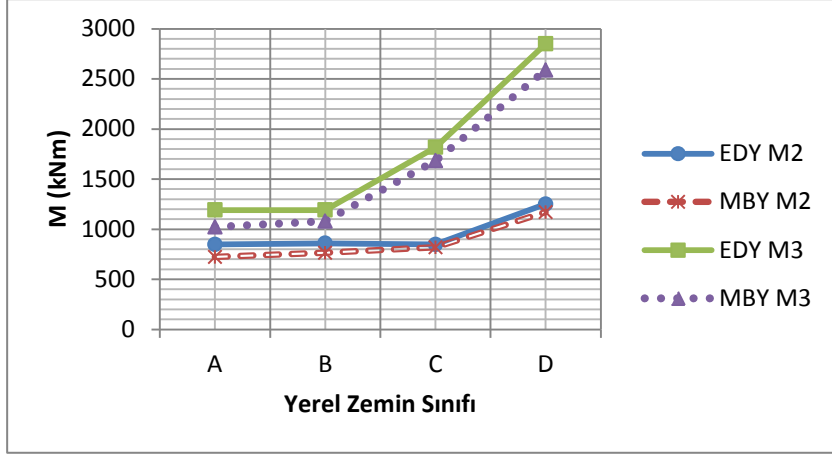
1. Kat D/3-4 kirişinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılan analizlerde dört yerel zemin sınıfı için sırasıyla 6, 9 ve 13 katlı binalarda maksimum momentleri Şekil 5.51, 5.52 ve 5.53’de verilmiştir. Maksimum kesme kuvvetleri de Şekil 5.54, Şekil 5.55 ve Şekil 5.56’da verilmiştir.



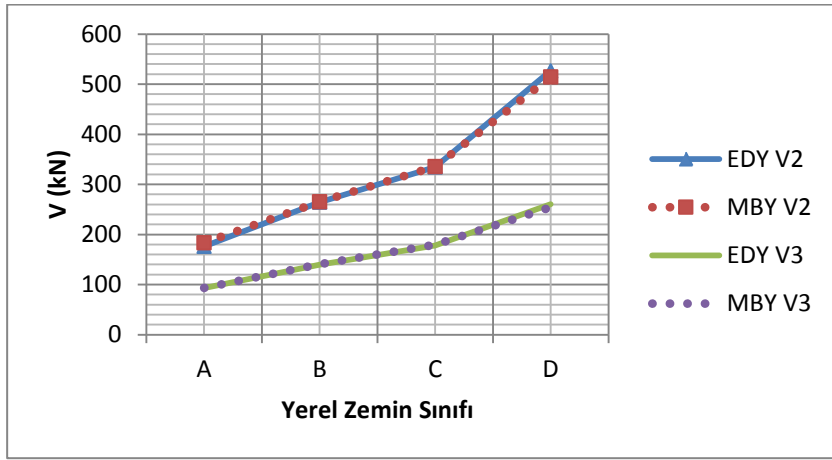
Şekil 5.45 : 6 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.



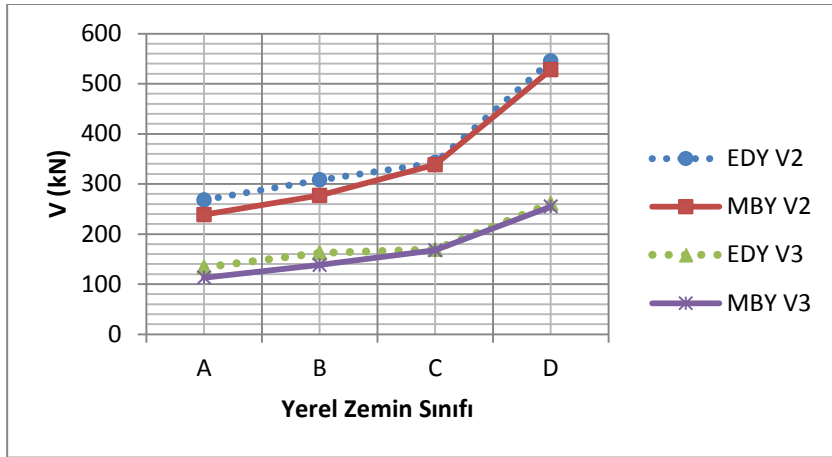
Şekil 5.46 : 9 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.



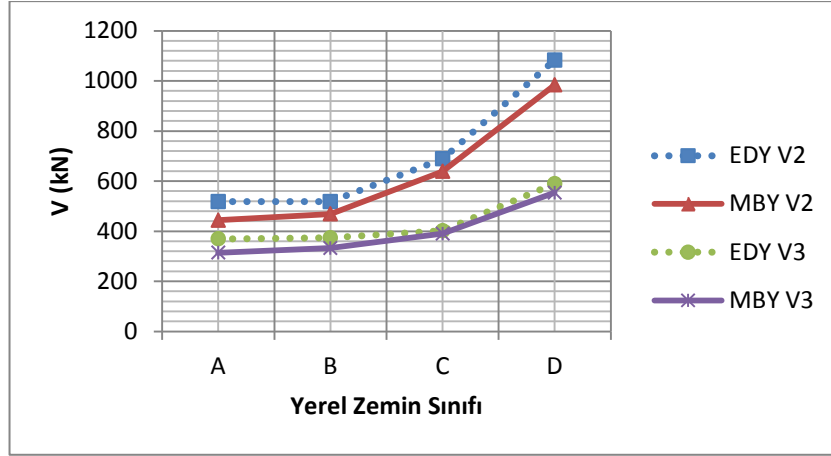
Şekil 5.47 : 13 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.



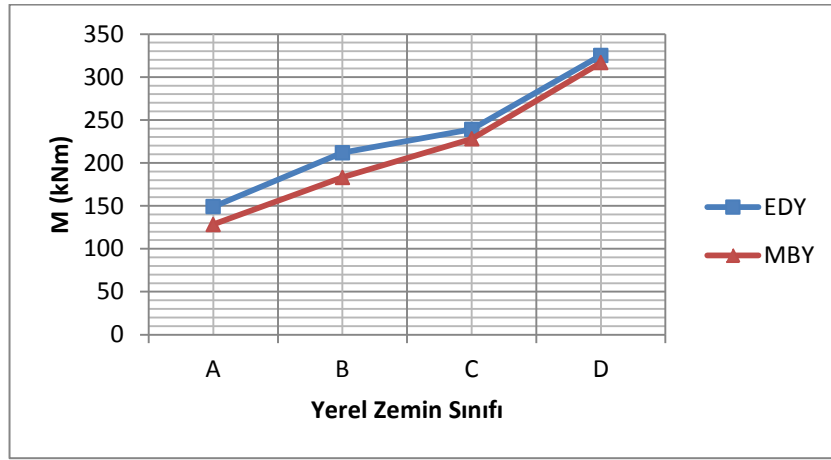
Şekil 5.48 : 6 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.



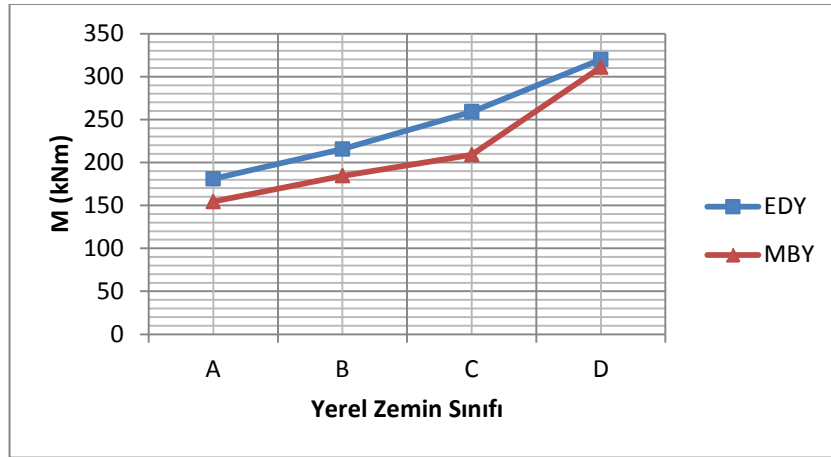
Şekil 5.49 : 9 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.



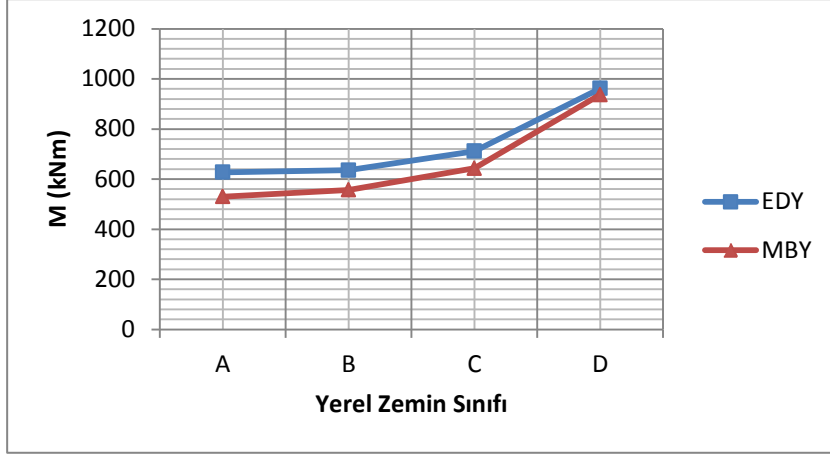
Şekil 5.50 : 13 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.



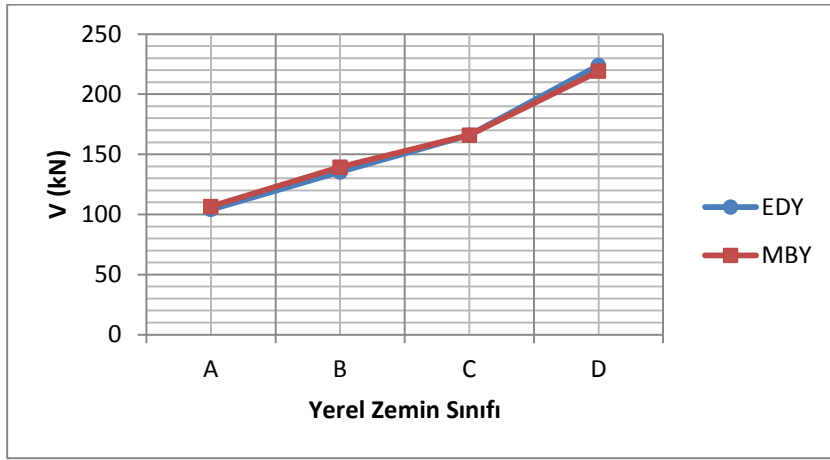
Şekil 5.51 : 6 katlı binadaki kirişin maksimum momentleri.



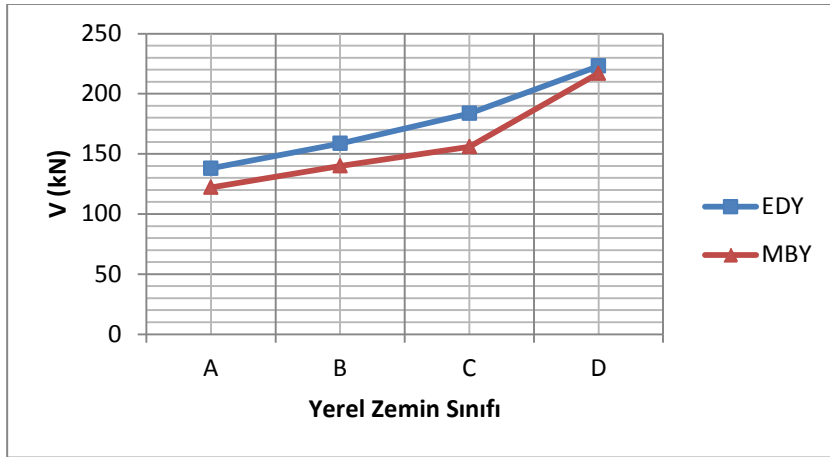
Şekil 5.52 : 9 katlı binadaki kirişin maksimum momentleri.



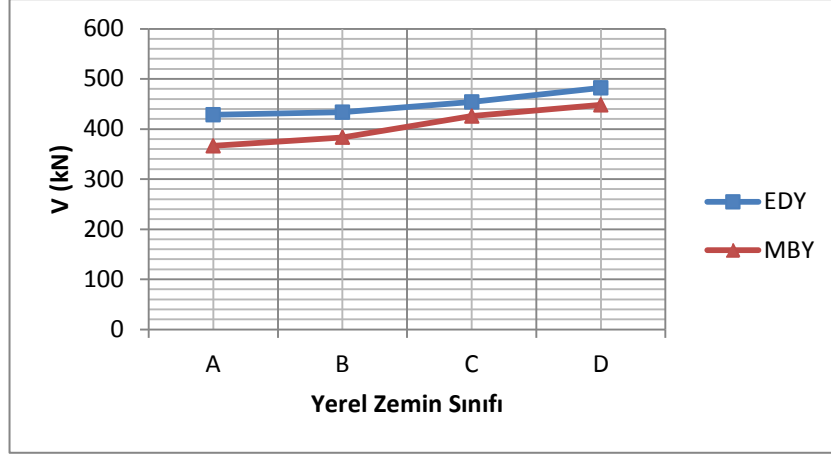
Şekil 5.53 : 13 katlı binadaki kirişin maksimum momentleri.



Şekil 5.54 : 6 katlı binadaki kirişin maksimum kesme kuvveti.



Şekil 5.55 : 9 katlı binadaki kirişin maksimum kesme kuvveti.



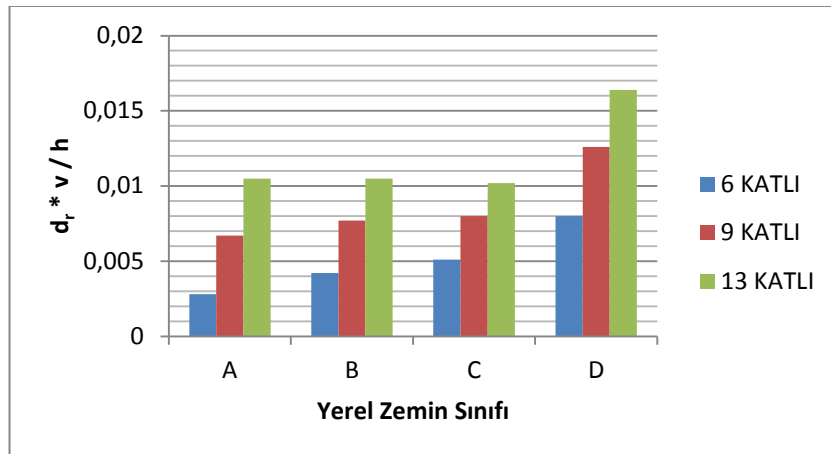
Şekil 5.56 : 13 katlı binadaki kirişin maksimum kesme kuvveti.

5.2.2.4 Maksimum Etkin Görelî Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Değerleri

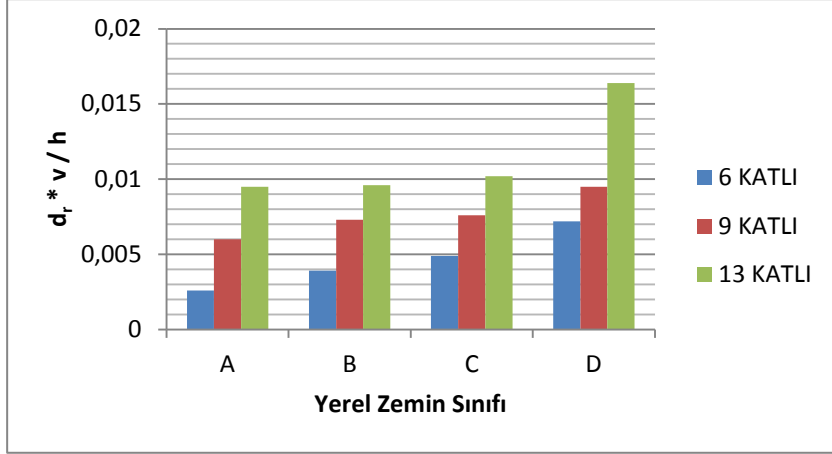
Yapılan analizlerde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi sonuçları için kat adetlerine ve yerel zemin sınıflarına göre x ve y yönünde belirlenen maksimum etkin görelî kat ötelemesi (MEGKÖ) Şekil 5.57 ve Şekil 5.58’de verilmiştir. Mod Birleştirme Yöntemine göre de Şekil 5.59 ve Şekil 5.60’da verilmiştir.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre analiz edilen sırasıyla 6, 9 ve 13 katlı binaların x yönünde, dört yerel zemin sınıfı için taban kesme kuvvetlerine göre karşılaştırması sırasıyla Şekil 5.61, Şekil 5.62, Şekil 5.63, Şekil 5.64, Şekil 5.65 ve Şekil 5.66’da verilmiştir.

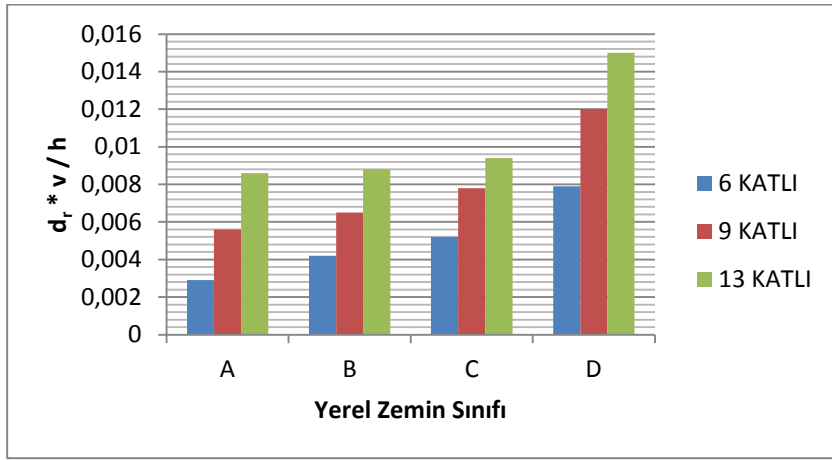
İkinci mertebe etkilerinin analiz yöntemlerine ve kat adetlerine göre değişimi Şekil 5.67’de verilmiştir.



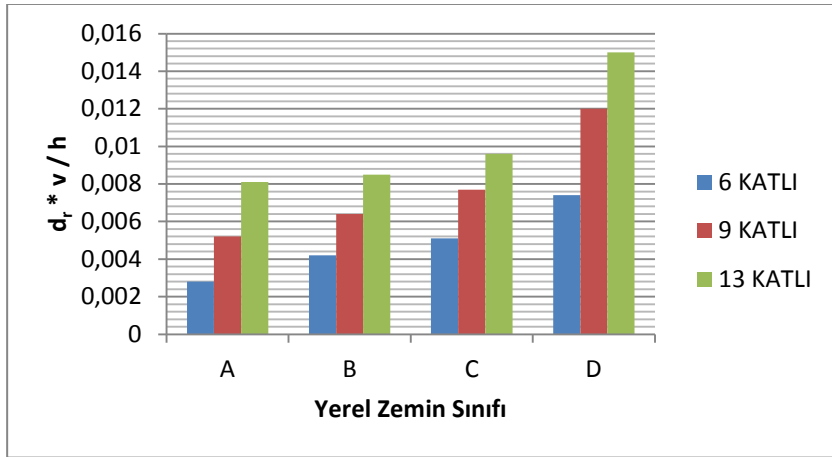
Şekil 5.57 : EDY için x yönündeki MEGKÖ.



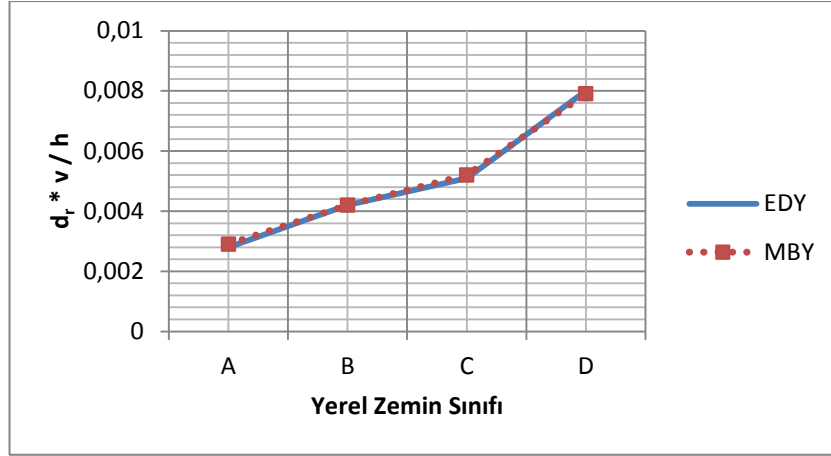
Şekil 5.58 : EDY için y yönündeki MEGKÖ.



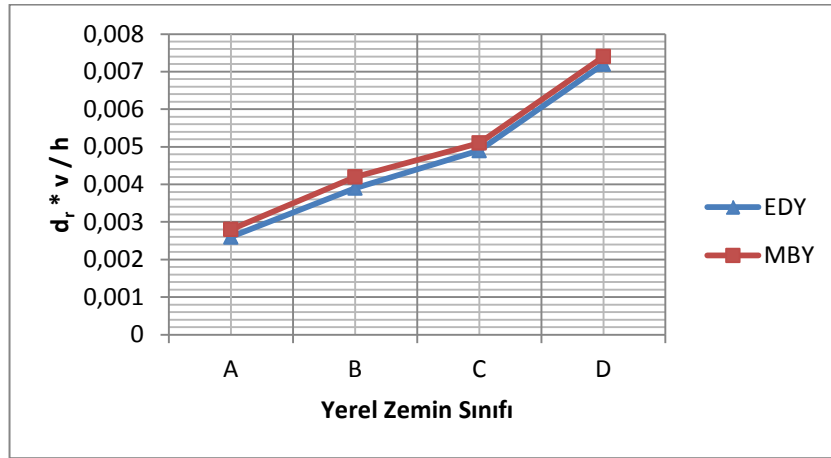
Şekil 5.59 : MBY için x yönündeki MEGKÖ.



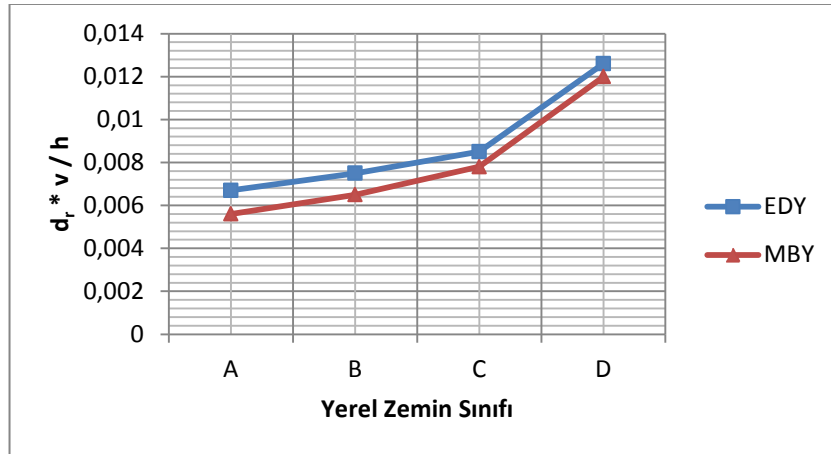
Şekil 5.60 : MBY için y yönündeki MEGKÖ.



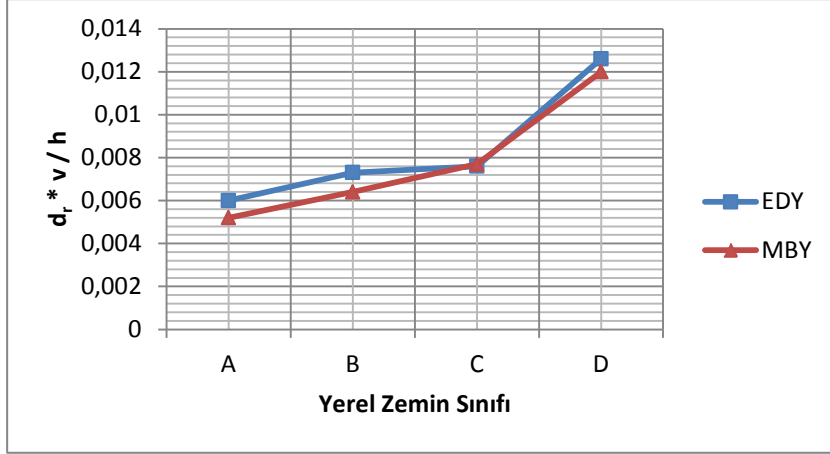
Şekil 5.61 : 6 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



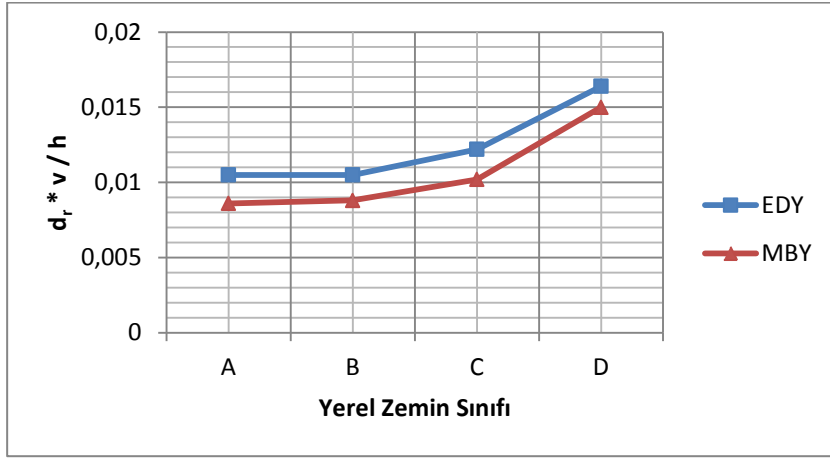
Şekil 5.62 : 6 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



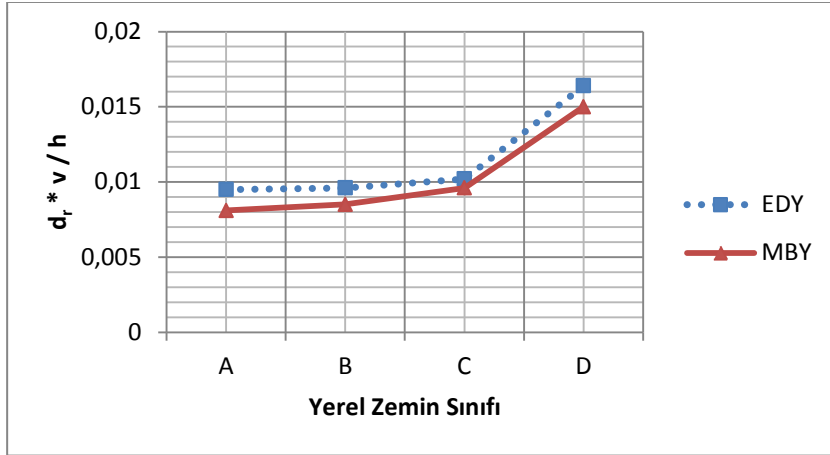
Şekil 5.63 : 9 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



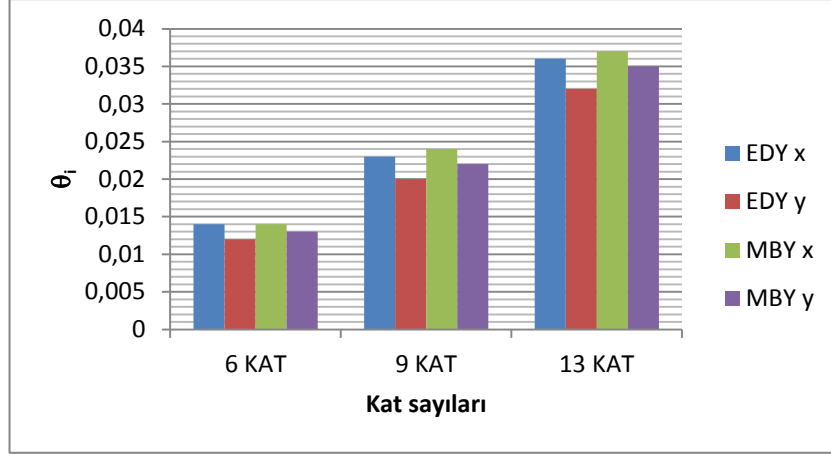
Şekil 5.64 : 9 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



Şekil 5.65 : 13 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



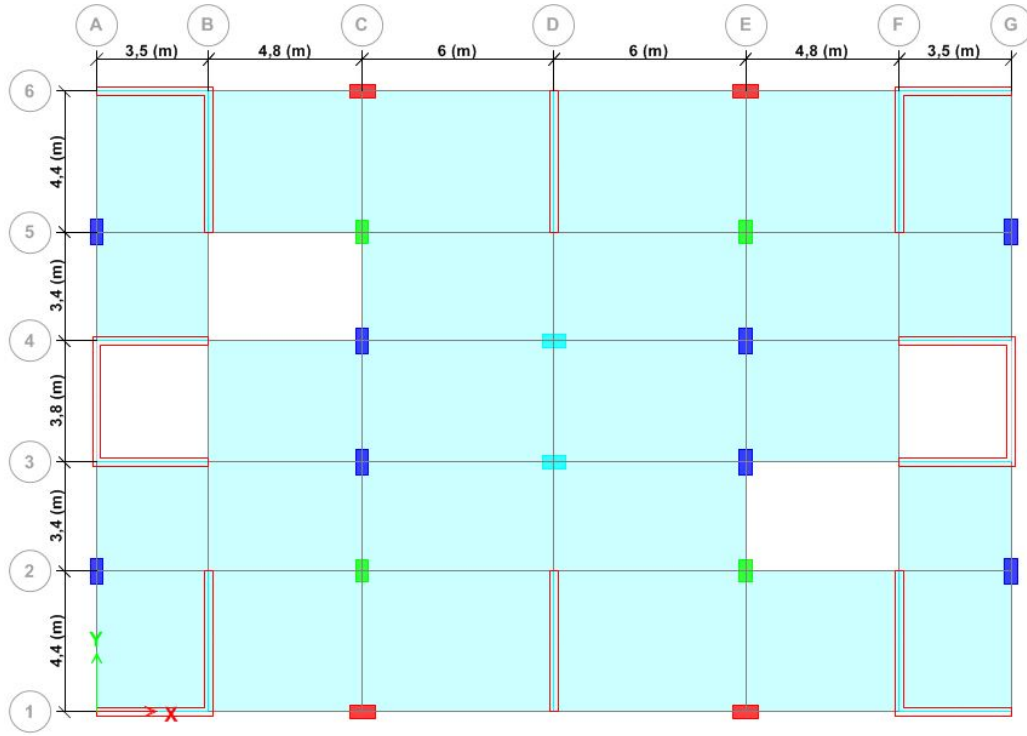
Şekil 5.66 : 13 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



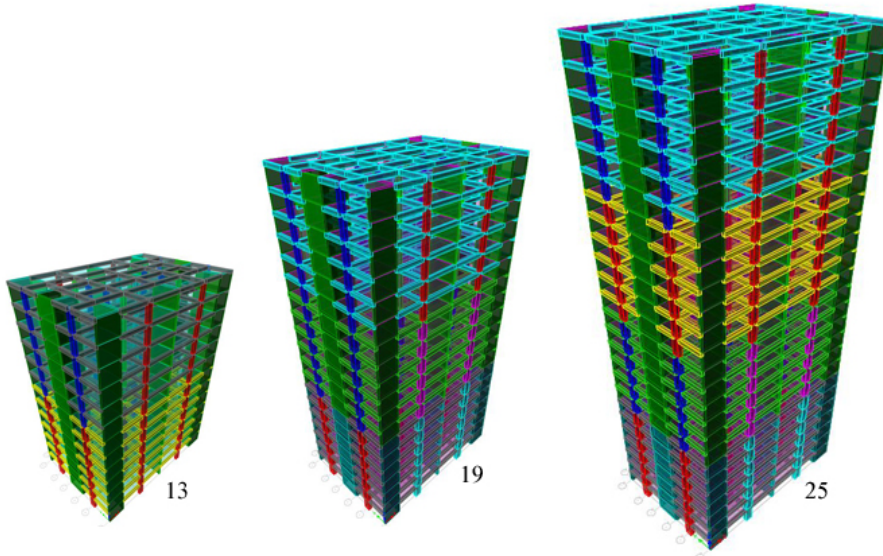
Şekil 5.67 : Kat adedine göre ikinci mertebe değerleri.

5.3 Perde - Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Binaların Modelleme Bilgileri

Binaların analizi doğrusal analiz yöntemlerine göre 3. bölümde anlatılan TDY 2007 için Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre ve 4. bölümde anlatılan EC 8 için de Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılmıştır. Binalar 13 katlı, 9 katlı ve 25 katlı olmak üzere, oturum alanı ve taşıyıcı sistemi aynı kalmak şartıyla üç ayrı bina olarak modellenmiştir. 13 katlı binalar her iki analiz yöntemiyle, 9 ve 25 katlı binalar TDY 2007 hükümleri uyarınca yalnızca Mod Birleştirme Yöntemi ile analiz edilmiştir. Bölüm 5.2'deki çerçeve taşıyıcı sistemin aks aralıkları aynı kalmak suretiyle 28.6 m x 19.4 m olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği tüm katlar için 3 m'dir. Bina önem katsayısı tüm binalar için 1.00 olarak alınmıştır. Planda asansör ve merdiven boşlukları bırakılmıştır. Perde duvar, kolon ve kirişlerin boyutları her bina için farklı olarak boyutlandırılmıştır. Her bina için dört farklı yerel zemin sınıfına göre ayrı ayrı, hem Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre hem de Mod Birleştirme Yöntemine göre analizi yapılmıştır. Yapılan analizlerin tümü 1. derece deprem bölgesi baz alınarak yapılmıştır. Binaların 3 boyutlu modellemesi ve analizi, yapısal analiz programı ETABS kullanılarak yapılmıştır. Kolon ve kirişler çubuk eleman olarak, döşemeler ve perde duvarlar kabuk eleman olarak programa tanıtılmıştır. Döşemelerin kalınlığı 16 cm ve her bir kat seviyesi için rijit diyafram olarak tanımlanmış ve kendi içerisinde 0.5 m x 0.5 m sonlu elemanlara bölünmüştür. Binaların planı Şekil 5.68'de, üç boyutlu görüntüsü de 5.69'da verilmiştir.



Şekil 5.68 : Perde - Çerçeve taşıyıcı sistemli binaların planı.



Şekil 5.69 : Perde - Çerçeve sistemli binaların üç boyutlu görüntüsü.

5.3.1 TDY 2007'ye Göre Hesap

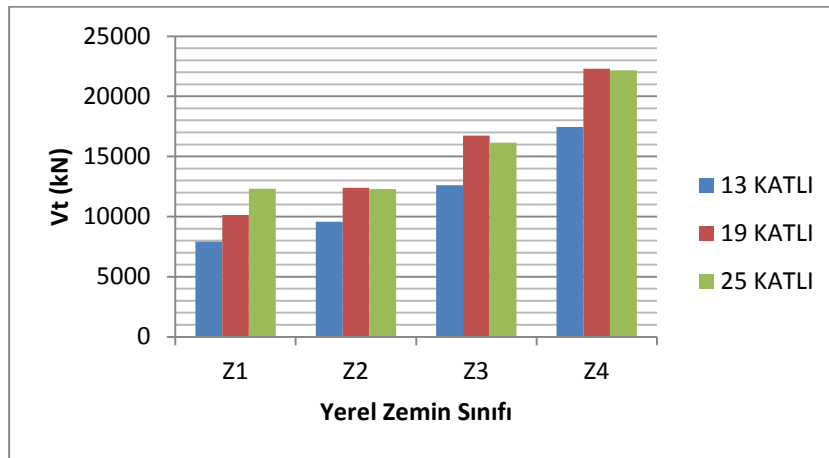
TDY 2007'ye göre analizi yapılan binaların genel bilgileri Çizelge 5.4'de verilmiştir. Binaların kullanım amacı konut olarak düşünüldüğünden bina önem katsayısı 1.00 olarak alınmıştır.

Çizelge 5.4 : Perde - Çerçeve taşıyıcı sistemli binaların genel bilgileri.

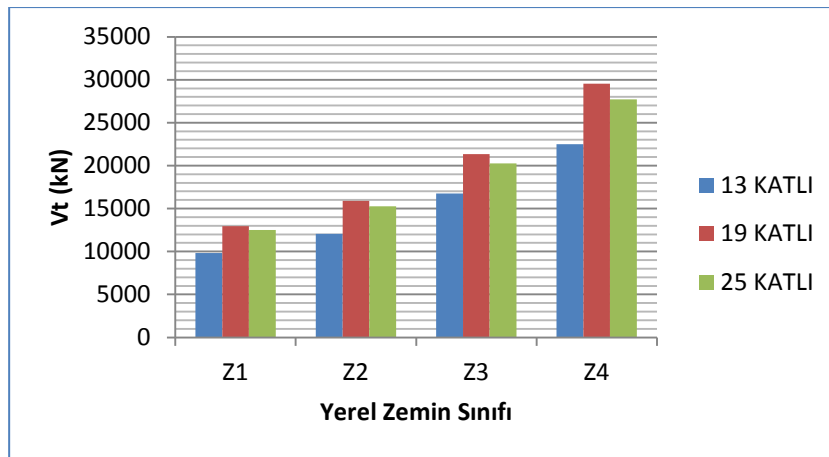
TDY 2007 Perde-Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Bina Genel Özellikleri			
Kat Adedi	13	19	25
Kullanım Amacı	Konut	Konut	Konut
Süneklik Düzeyi	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Taşıyıcı Sistem Davranış Başlangıç Katsayısı	7	7	7
Taşıyıcı Sistem Davranış Hesap Katsayısı	6,4	6,4	6,4
Bina Önem Katsayısı (I)	1,00	1,00	1,00
Deprem Bölgesi	1	1	1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0,40	0,40	0,40
Kat Yüksekliği (m)	3	3	3
Toplam Bina Yüksekliği (m)	39	57	75
İnşaat Demiri	S420	S420	S420
Beton Sınıfı	C35	C40	C40
Elastisite Modülü (MPa)	33.000	34.000	34.000
Hareketli Yük Katılım Katsayısı	0,30	0,30	0,30
Döşeme Hareketli Yüğü (kN/m^2)	2,0	2,0	2,0
Döşeme Sabit Yüğü (kN/m^2)	1,8	1,8	1,8
Dış Çevre Kiriş Yüğü (kN/m^2)	10,0	10,0	10,0
İç Kirişlere Gelen Yüğü (kN/m^2)	6,0	6,0	6,0

5.3.1.1 Taban Kesme Kuvvetleri

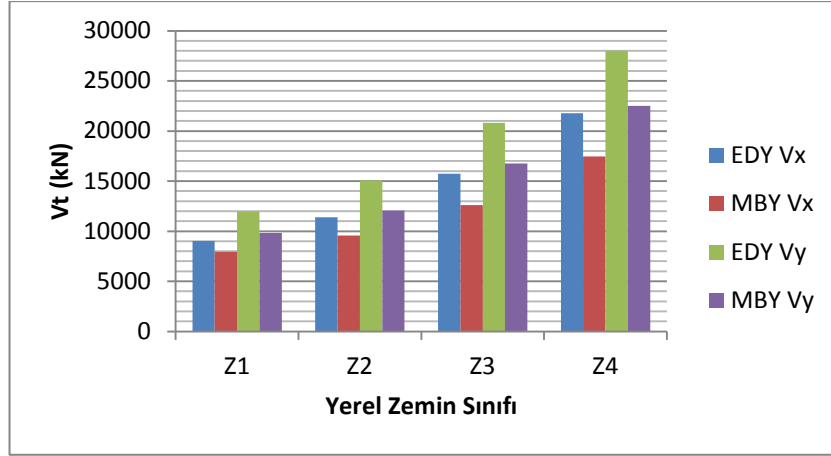
Kat adetlerine ve yerel zemin sınıflarına göre Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılan analizler sonucu x yönündeki taban kesme kuvveti kN biriminde Şekil 5.70’de, y yönündeki taban kesme kuvveti Şekil 5.71’de verilmiştir. 13 katlı binanın hem Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi hem de Mod Birleştirme Yöntemi ile bulunan x ve y yönündeki taban kesme kuvveti değerlerinin karşılaştırması Şekil 5.72’de verilmiştir.



Şekil 5.70 : MBY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.



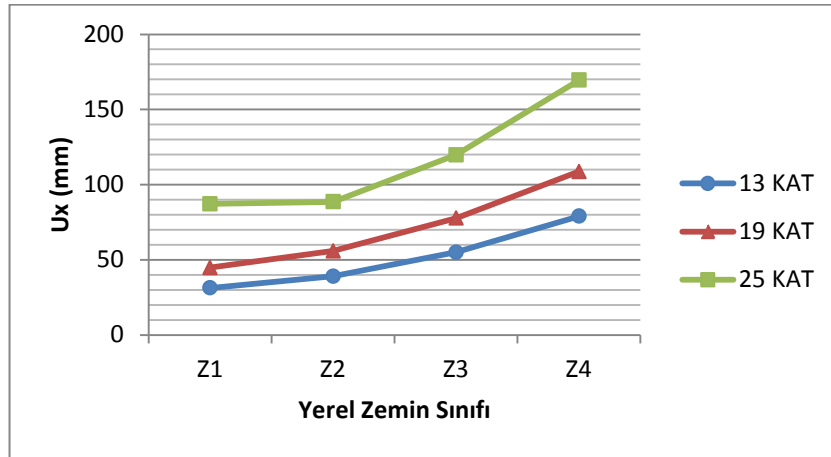
Şekil 5.71 : MBY y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.



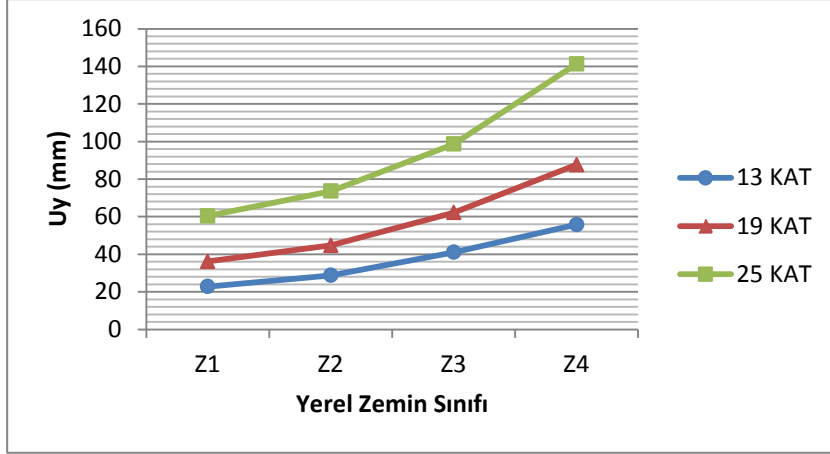
Şekil 5.72 : 13 katlı binanın taban kesme kuvvetleri karşılaştırması.

5.3.1.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmeleri

Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılan analizlerde yerel zemin sınıfları ve kat adedine göre maksimum yerdeğiştirmelerin x yönü için değerleri Şekil 5.73’de, y yönü için değerleri de Şekil 5.74’de verilmiştir.



Şekil 5.73 : MBY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.

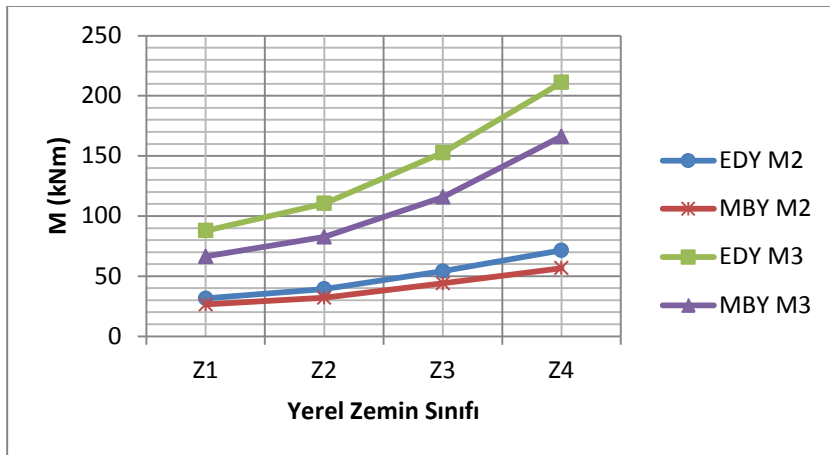


Şekil 5.74 : MBY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.

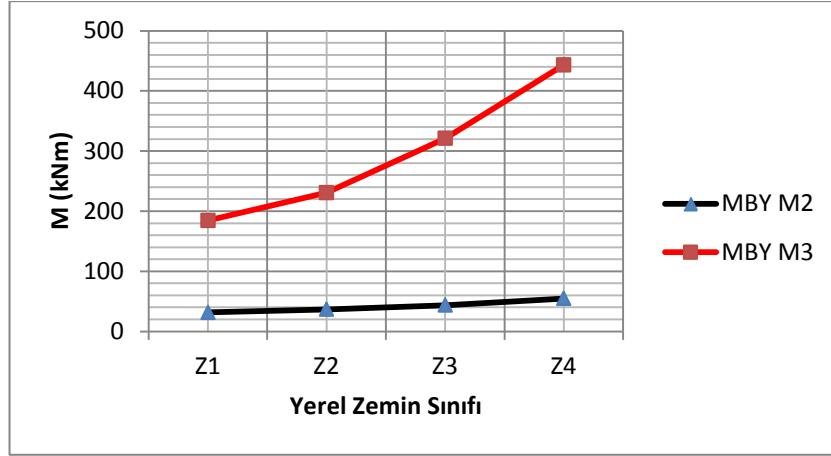
5.3.1.3 Kolon ve Kirişlerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti

1. Kat D-4 aksındaki kolonun Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılan analizlerde dört yerel zemin sınıfı için sırasıyla 13, 19 ve 25 katlı binalarda maksimum M2 (y doğrultusu) ve maksimum M3 (x doğrultusu) değerleri Şekil 5.75, Şekil 5.76 ve Şekil 5.77’de verilmiştir. Maksimum V2 (x doğrultusu) ve maksimum V3 (y doğrultusu) değerleri Şekil 5.78, Şekil 5.79 ve 5.80’de verilmiştir.

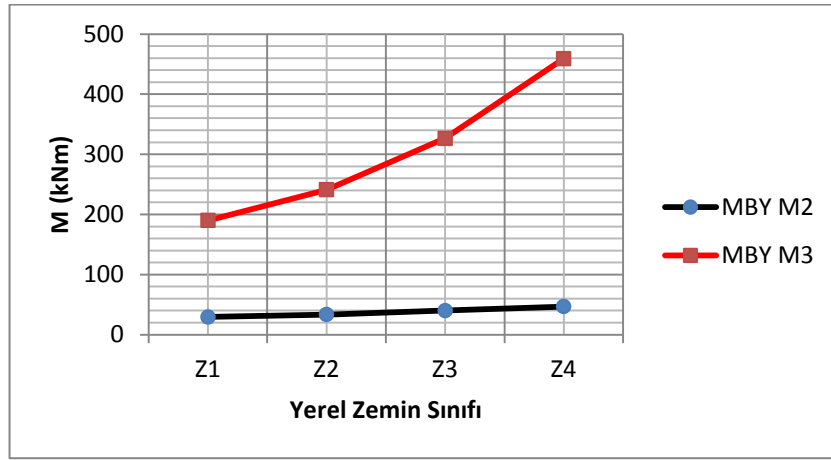
1. Kat D/3-4 kirişinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılan analizlerde dört yerel zemin sınıfı için sırasıyla 13 ve 19 katlı binalarda maksimum momentleri Şekil 5.81 ve 5.82’de verilmiştir. Maksimum kesme kuvvetleri de Şekil 5.83 ve Şekil 5.84’de verilmiştir.



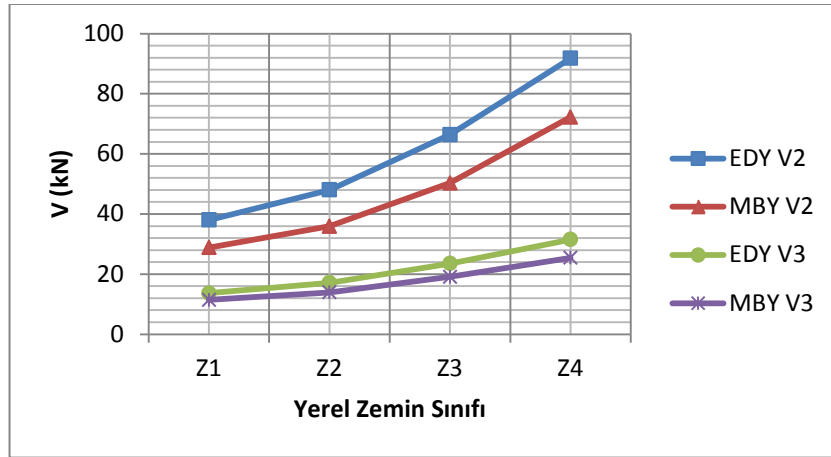
Şekil 5.75 : 13 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.



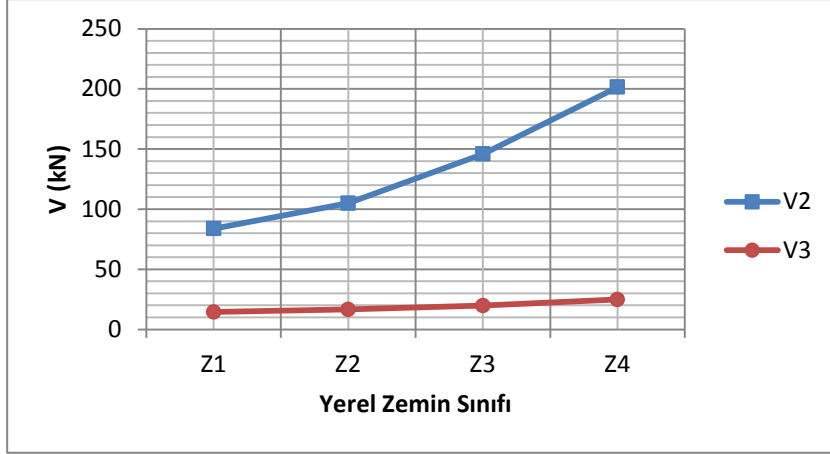
Şekil 5.76 : 19 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.



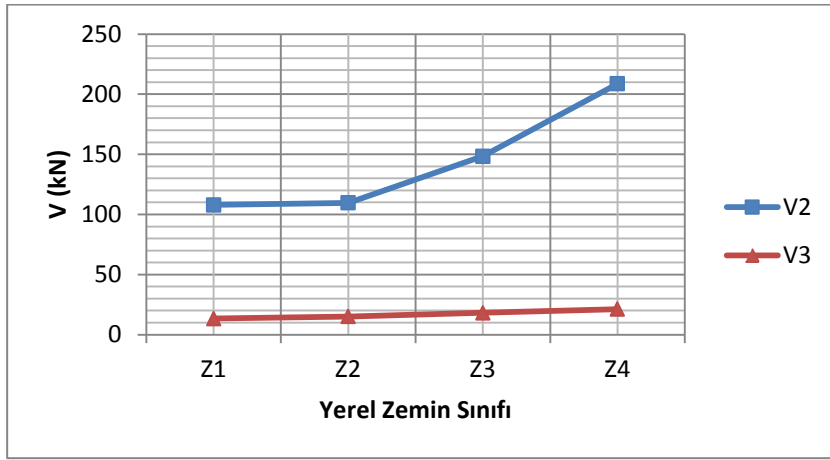
Şekil 5.77 : 25 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.



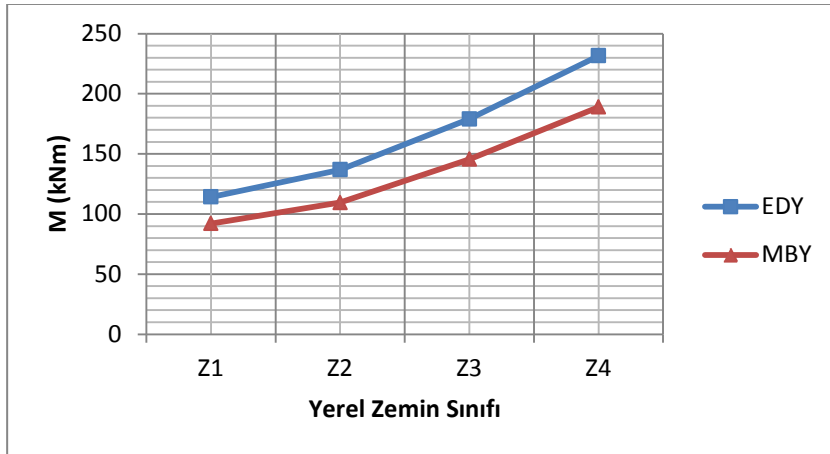
Şekil 5.78 : 13 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.



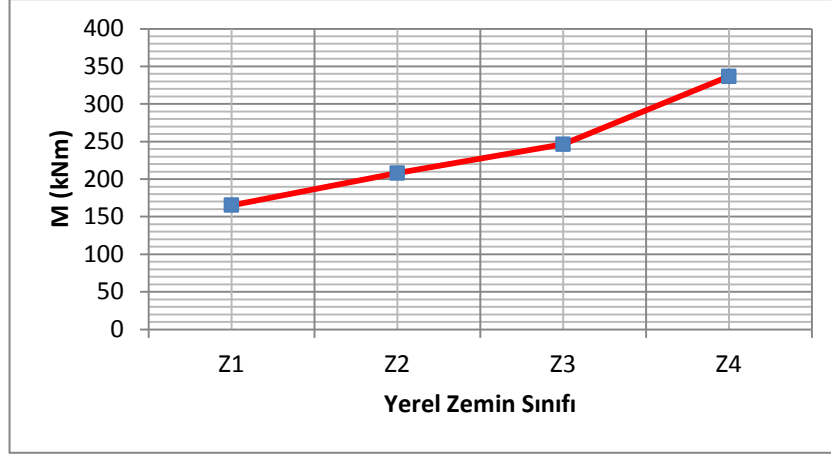
Şekil 5.79 : 19 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.



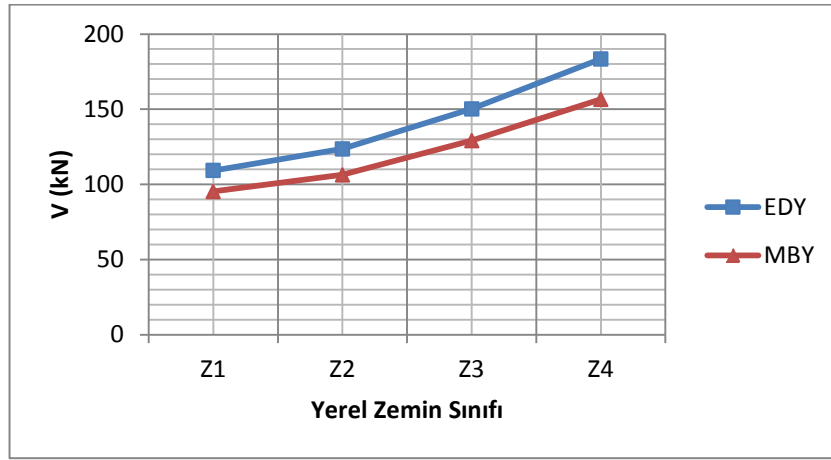
Şekil 5.80 : 25 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.



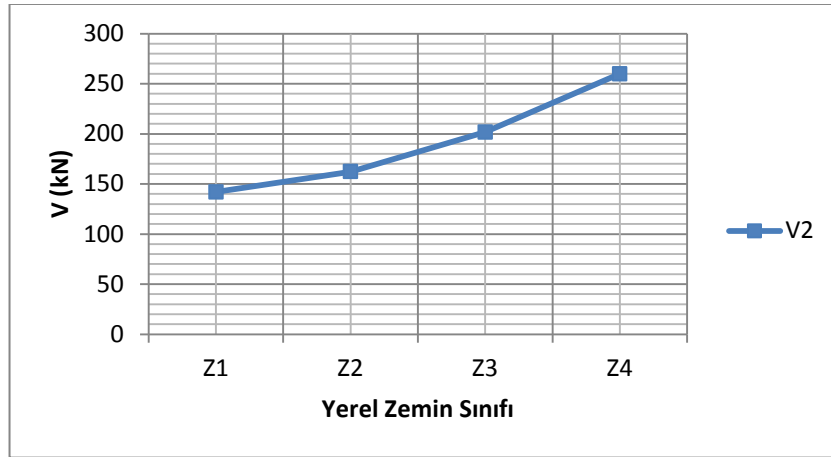
Şekil 5.81 : 13 katlı binadaki kirişin maksimum momenti.



Şekil 5.82 : 19 katlı binadaki kirişin maksimum momenti.



Şekil 5.83 : 13 katlı binadaki kirişin maksimum kesme kuvveti.



Şekil 5.84 : 19 katlı binadaki kirişin maksimum kesme kuvveti.

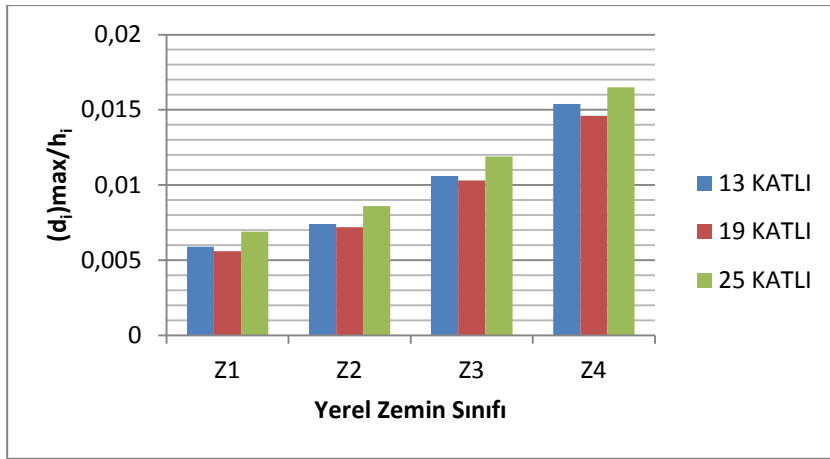
5.3.1.4 Maksimum Etkin Görelî Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Değerleri

Yapılan analizlerde Mod Birleştirme Yöntemi sonuçları için kat adetlerine ve yerel zemin sınıflarına göre x ve y yönünde belirlenen maksimum etkin görelî kat

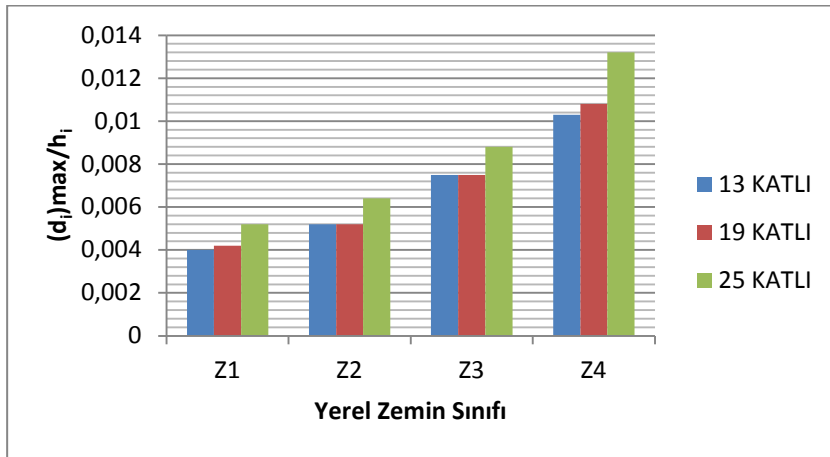
ötelemesi (MEGKÖ) Şekil 5.85 ve Şekil 5.86’da verilmiştir.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre analiz edilen sırasıyla 13 katlı binanın x yönünde, dört yerel zemin sınıfı için taban kesme kuvvetlerine göre karşılaştırması sırasıyla Şekil 5.87’de, y yönüne göre karşılaştırması da Şekil 5.88’de verilmiştir. 19 ve 25 katlı binaların yalnızca Mod Birleştirme Yöntemine göre x ve y yönündeki karşılaştırmaları da Şekil 5.89 ve Şekil 5.90’da verilmiştir.

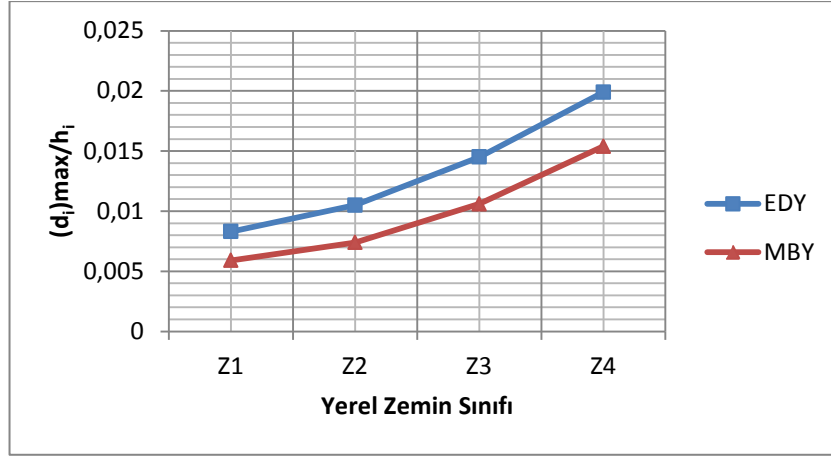
İkinci mertbe etkilerinin analiz yöntemlerine ve kat adetlerine göre değişimi Şekil 5.91’de gösterilmiştir.



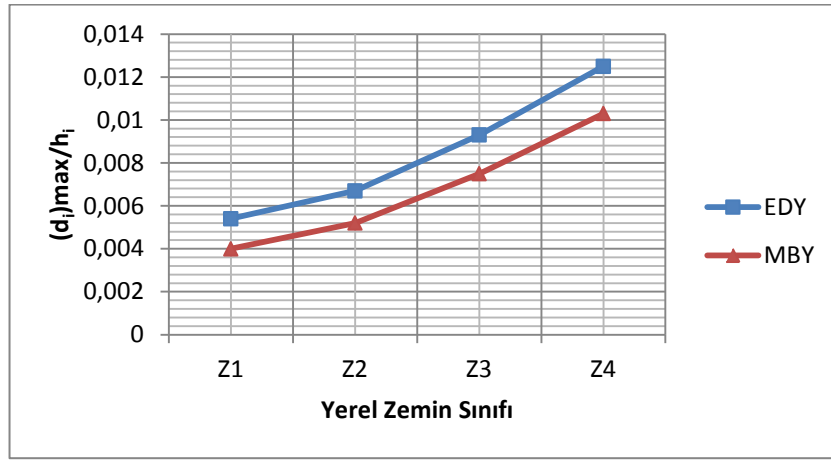
Şekil 5.85 : MBY için x yönündeki MEGKÖ.



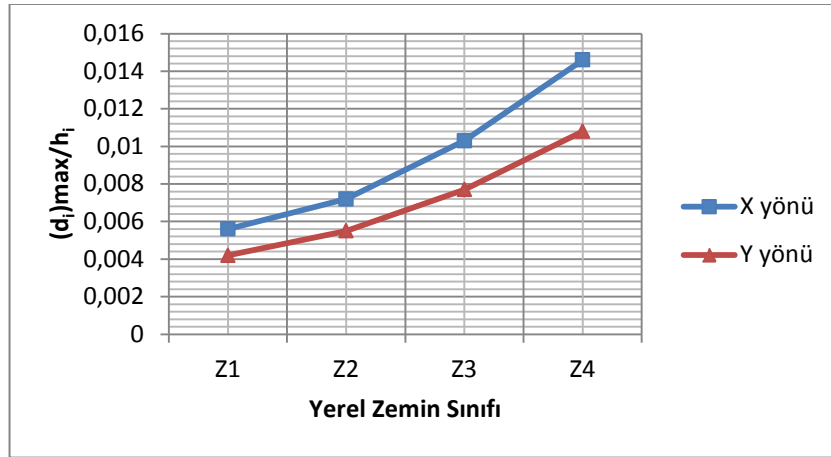
Şekil 5.86 : MBY için y yönündeki MEGKÖ.



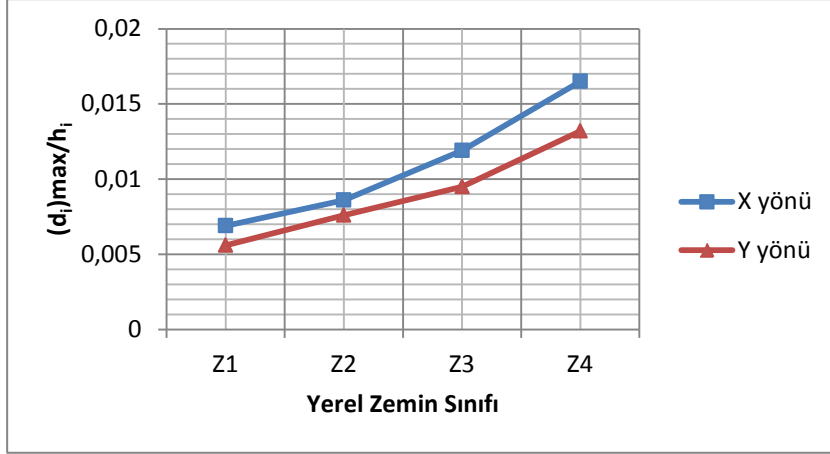
Şekil 5.87 : 13 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



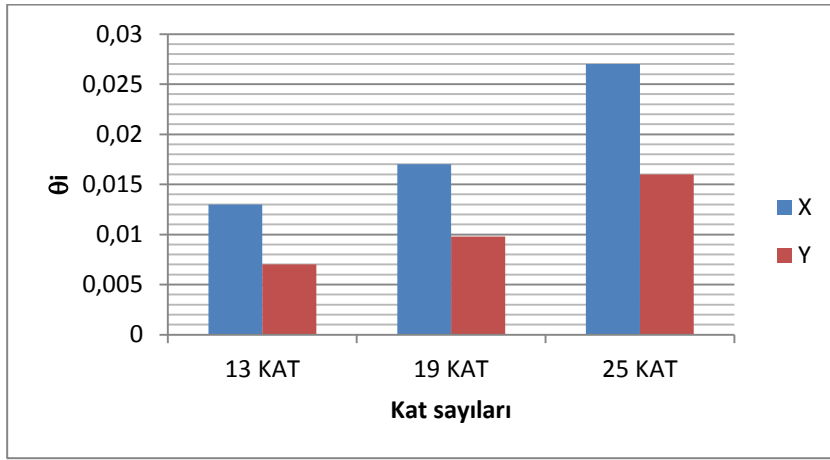
Şekil 5.88 : 13 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



Şekil 5.89 : 19 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.



Şekil 5.90 : 25 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.



Şekil 5.91 : Kat adedine göre ikinci mertebe değerleri.

5.3.2 EC 8'e Göre Hesap

Şekil 5.68'de verilen perde - çerçeve taşıyıcı sistemli binanın planına göre Eurocode 8 yönetmeliğine göre yapılan analizlere ait bina genel bilgileri Çizelge 5.5'de verilmiştir. Yönetmelik gereği C ve D yerel zemin sınıflarında bina tabanına elastik yay tanımlamak gerektiğinden Zemin yatak katsatısı C grubu için 10.000 kN/m³, D grubu için de 2.000 kN/m³ alınmıştır.

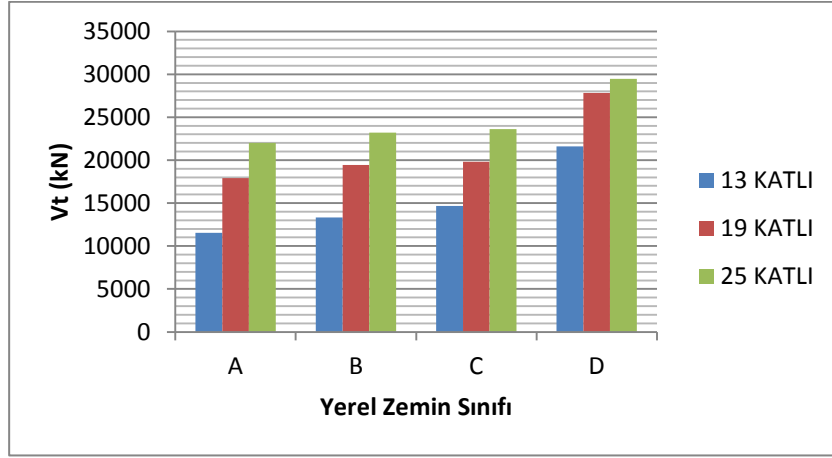
Çizelge 5.5 : Perde - Çerçeve taşıyıcı sistemli binaların genel bilgileri.

EC 8 Perde-Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Bina Genel Özellikleri			
Kat Adedi	13	19	25
Kullanım Amacı	Konut	Konut	Konut
Süneklik Düzeyi	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	5,40	5,40	5,40
Bina Önem Katsayısı (γ_I)	1,00	1,00	1,00
Deprem Bölgesi	1	1	1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (a_g)	0,40	0,40	0,40
Kat Yüksekliği (m)	3	3	3
Toplam Bina Yüksekliği (m)	39	57	75
İnşaat Demiri	S420	S420	S420
Beton Sınıfı	C35	C40	C40
Elastisite Modülü (MPa)	33.000	34.000	34.000
Hareketli Yük Katılım Katsayısı	0,24	0,24	0,24
Döşeme Hareketli Yüğü (kN/m^2)	2,0	2,0	2,0
Döşeme Sabit Yüğü (kN/m^2)	1,8	1,8	1,8
Dış Çevre Kiriş Yüğü (kN/m^2)	10,0	10,0	10,0
İç Kirişlere Gelen Yüğü (kN/m^2)	6,0	6,0	6,0

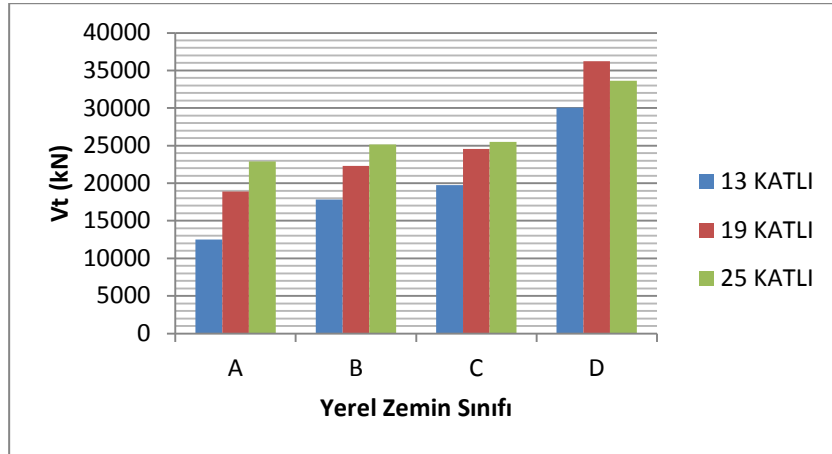
5.3.2.1 Taban Kesme Kuvvetleri

Kat adetlerine ve yerel zemin sınıflarına göre Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılan analizler sonucu x yönündeki taban kesme kuvveti kN biriminde Şekil 5.92’de, y

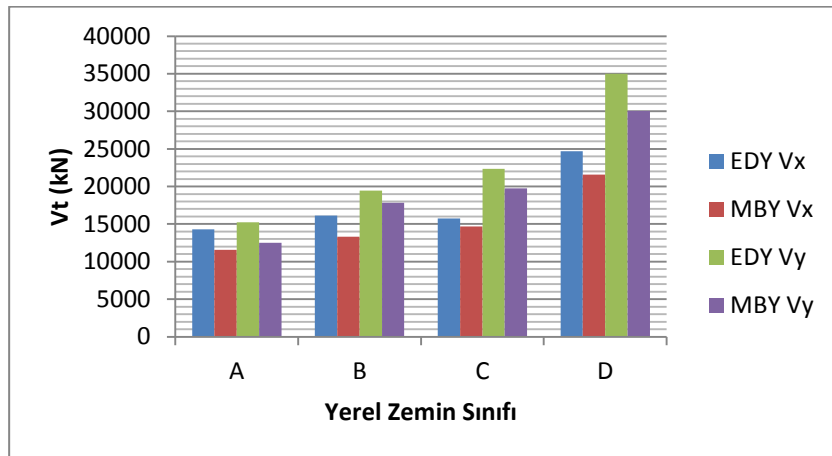
yönündeki taban kesme kuvveti Şekil 5.93’de verilmiştir. 13 katlı binanın hem Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi hem de Mod Birleştirme Yöntemi ile bulunan x ve y yönündeki taban kesme kuvveti değerlerinin karşılaştırması Şekil 5.94’de verilmiştir.



Şekil 5.92 : MBY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.



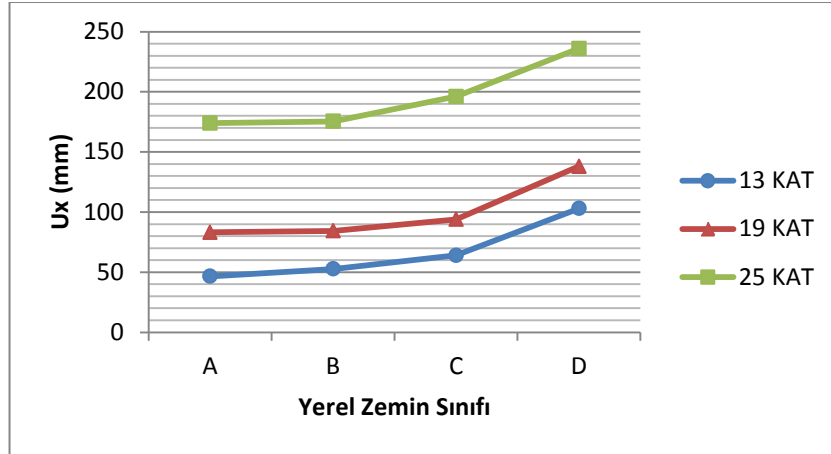
Şekil 5.93 : MBY y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.



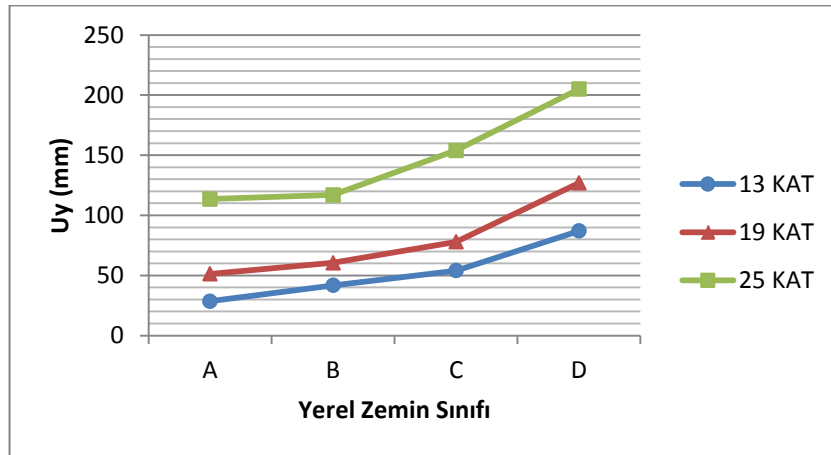
Şekil 5.94 : 13 katlı binanın taban kesme kuvveti karşılaştırması.

5.3.2.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmeleri

Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılan analizlerde yerel zemin sınıfları ve kat adedine göre maksimum yerdeğiştirmelerin x yönü için değerleri şekil 5.95’de, y yönü için değerleri de şekil 5.96’da verilmiştir.



şekil 5.95 : MBY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.



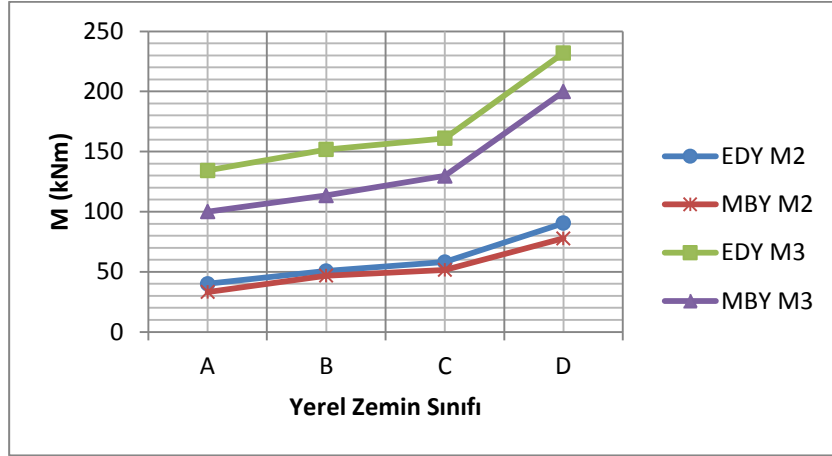
şekil 5.96 : MBY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.

5.3.2.3 Kolon ve Kirişlerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti

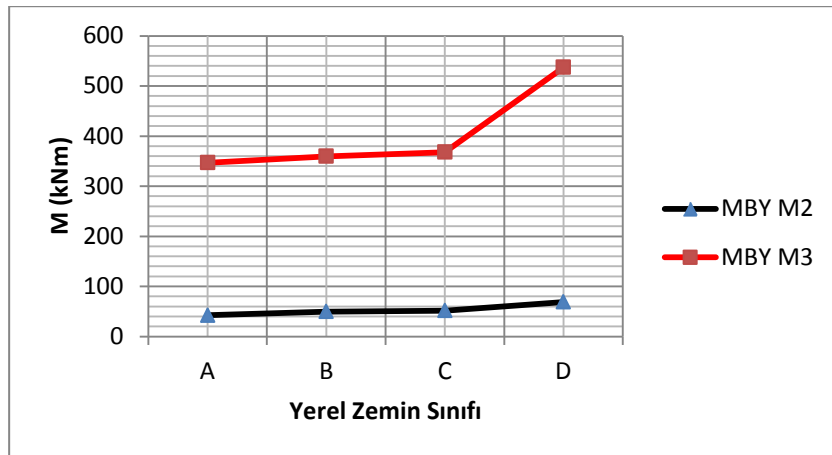
1. Kat D-4 aksındaki kolonun Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılan analizlerde dört yerel zemin sınıfı için sırasıyla 13, 19 ve 25 katlı binalarda maksimum M2 (y doğrultusu) ve maksimum M3 (x doğrultusu) değerleri şekil 5.97, şekil 5.98 ve şekil 5.99’da verilmiştir. Maksimum V2 (x doğrultusu) ve maksimum V3 (y doğrultusu) değerleri şekil 5.100, şekil 5.101 ve 5.102’de verilmiştir.

1. Kat D/3-4 kirişinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme

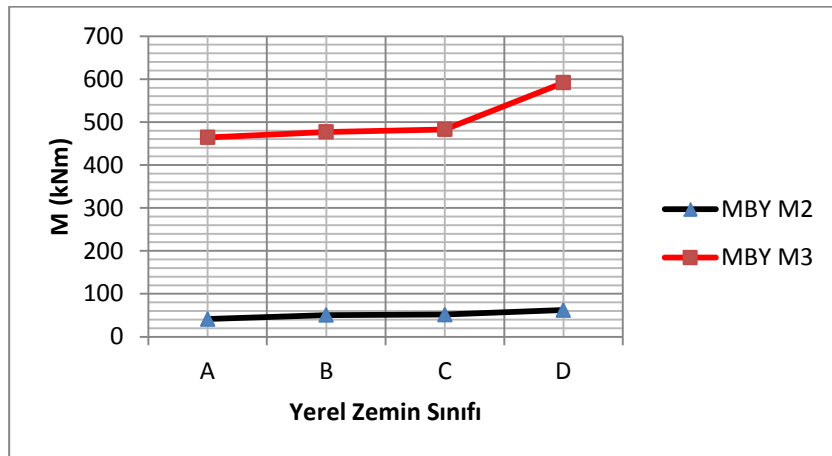
Yöntemine göre yapılan analizlerde dört yerel zemin sınıfı için sırasıyla 13 ve 19 katlı binalarda maksimum momentleri Şekil 5.103 ve 5.104’de verilmiştir. Maksimum kesme kuvvetleri de Şekil 5.105 ve Şekil 5.106’da verilmiştir.



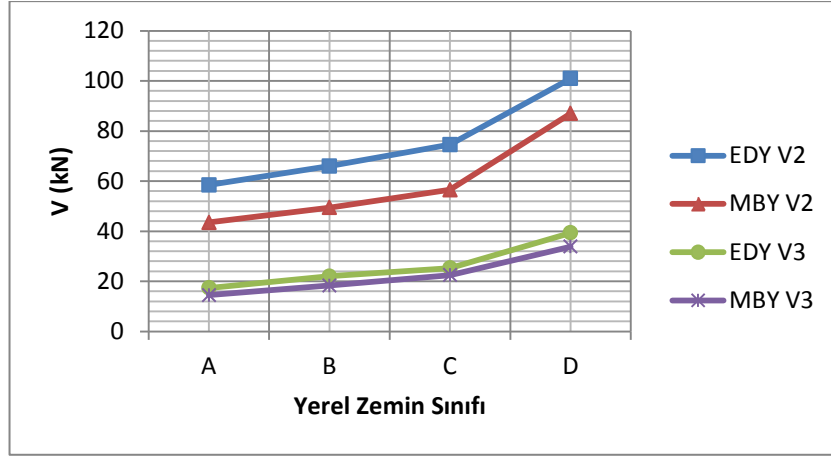
Şekil 5.97 : 13 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.



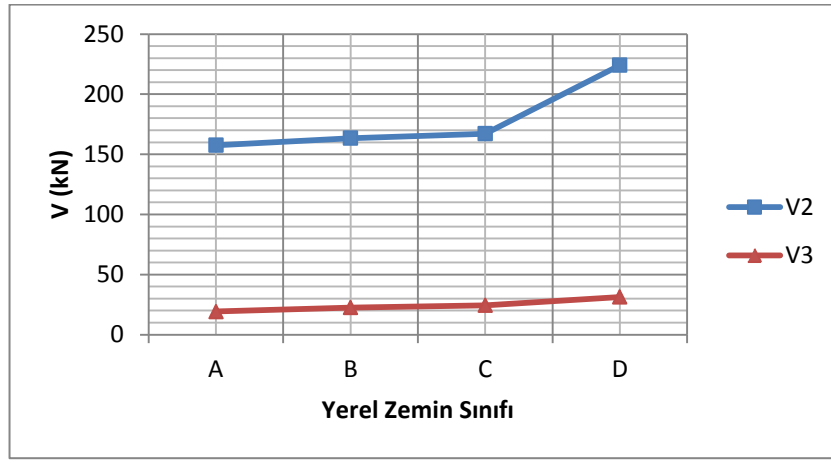
Şekil 5.98 : 19 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.



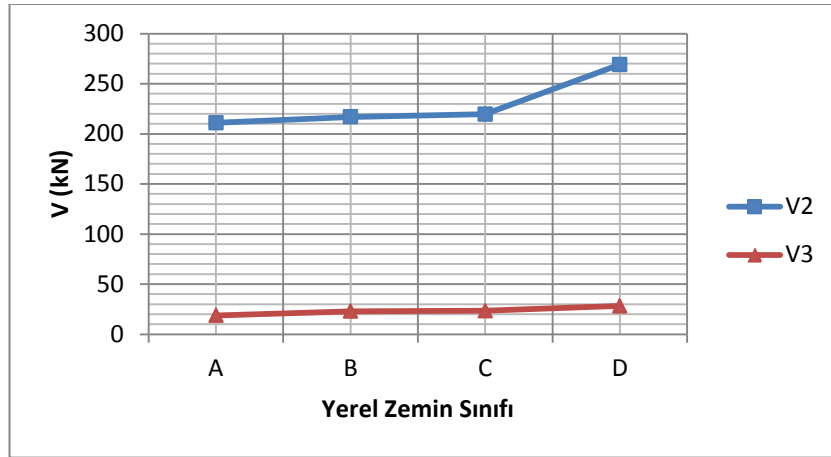
Şekil 5.99 : 25 katlı binadaki kolonun M2 ve M3 değerleri.



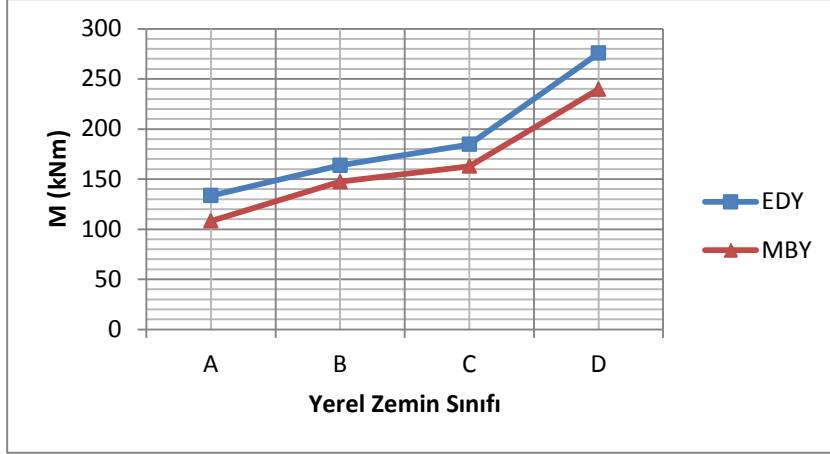
Şekil 5.100 : 13 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.



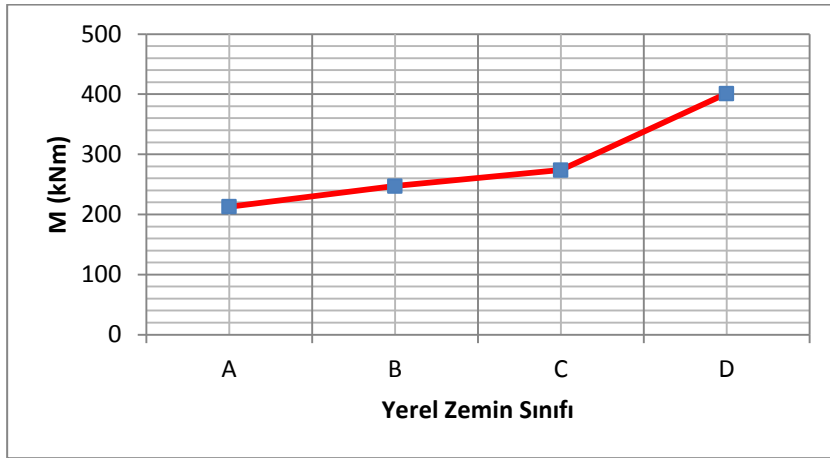
Şekil 5.101 : 19 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.



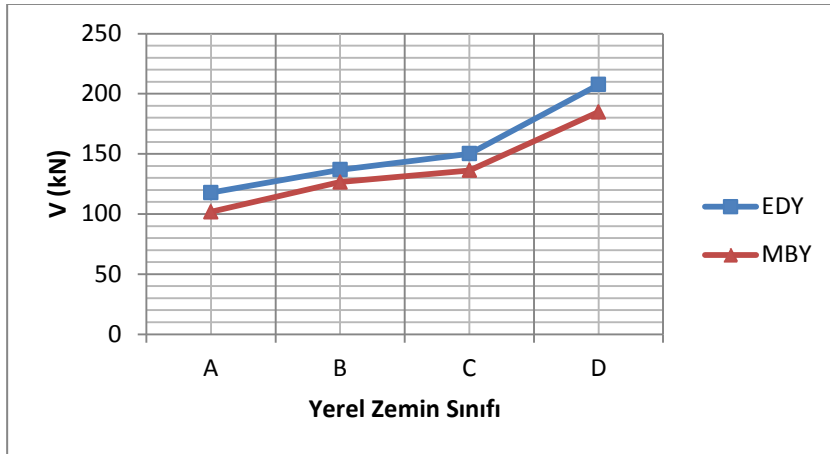
Şekil 5.102 : 25 katlı binadaki kolonun V2 ve V3 değerleri.



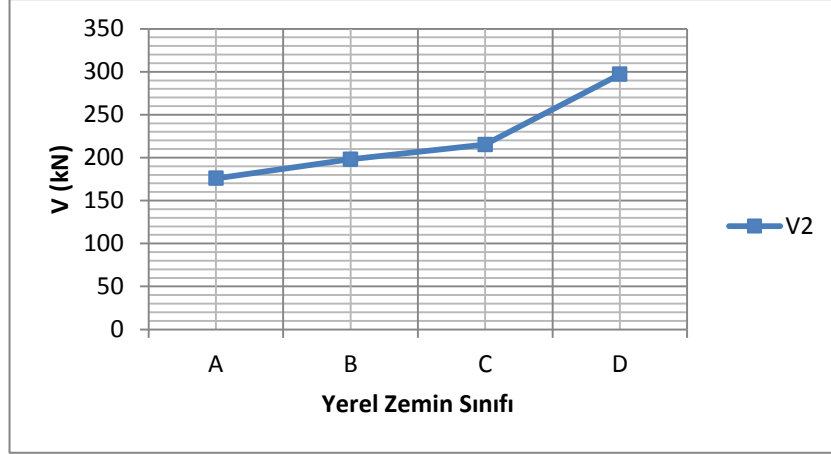
Şekil 5.103 : 13 katlı binadaki kirişin maksimum momenti.



Şekil 5.104 : 19 katlı binadaki kirişin maksimum momenti.



Şekil 5.105 : 13 katlı binadaki kirişin maksimum kesme kuvveti.



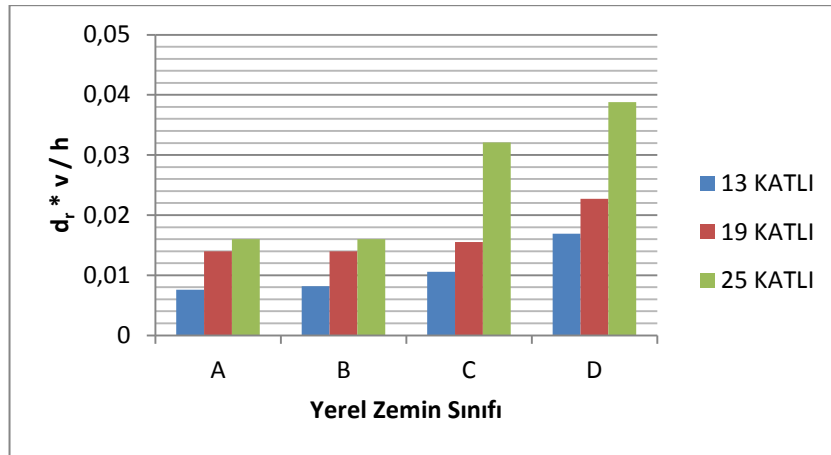
Şekil 5.106 : 19 katlı binadaki kirişin maksimum kesme kuvveti.

5.3.2.4 Maksimum Etkin Göreli Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Değerleri

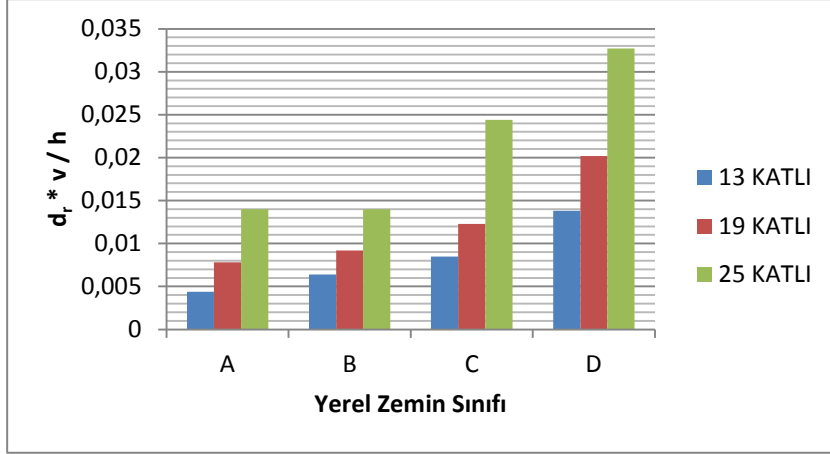
Yapılan analizlerde Mod Birleştirme Yöntemi sonuçları için kat adetlerine ve yerel zemin sınıflarına göre x ve y yönünde belirlenen maksimum etkin göreli kat ötelemesi (MEGKÖ) Şekil 5.107 ve Şekil 5.108’de verilmiştir.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre analiz edilen sırasıyla 13 katlı binanın x yönünde, dört yerel zemin sınıfı için taban kesme kuvvetlerine göre karşılaştırması sırasıyla Şekil 5.109’da, y yönüne göre karşılaştırması da Şekil 5.110’da verilmiştir. 19 ve 25 katlı binaların yalnızca Mod Birleştirme Yöntemine göre x ve y yönündeki karşılaştırmaları da Şekil 5.111 ve Şekil 5.112’de verilmiştir.

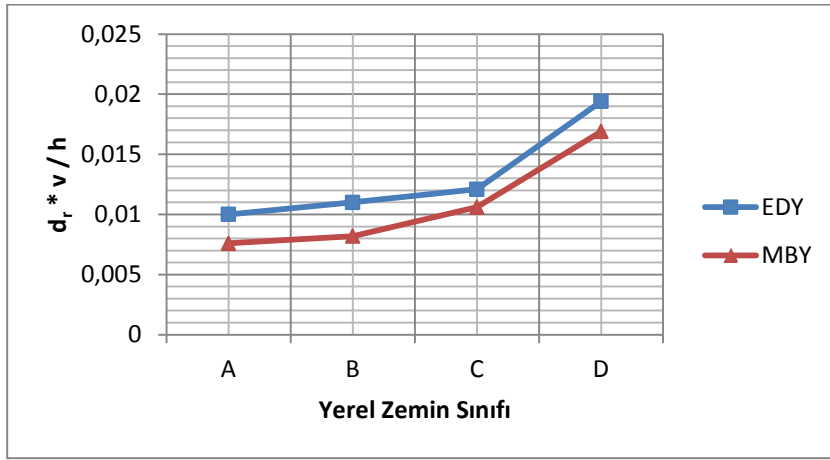
İkinci mertebe etkilerinin analiz yöntemlerine ve kat adetlerine göre değişimi Şekil 5.113’de gösterilmiştir.



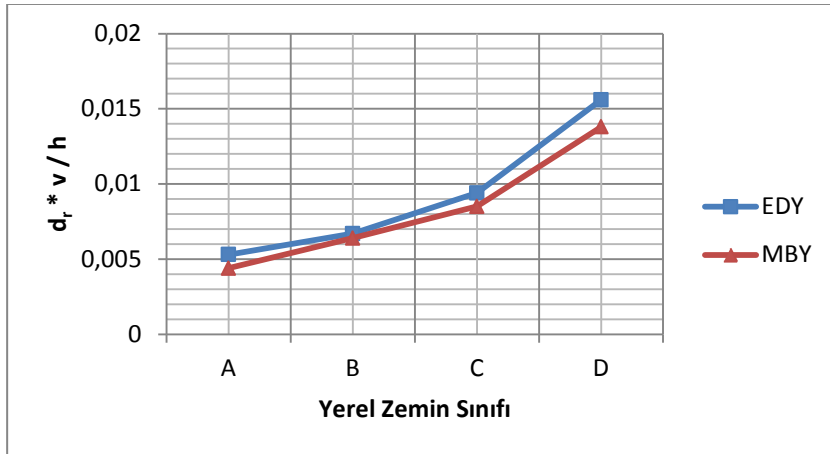
Şekil 5.107 : MBY için x yönündeki MEGKÖ.



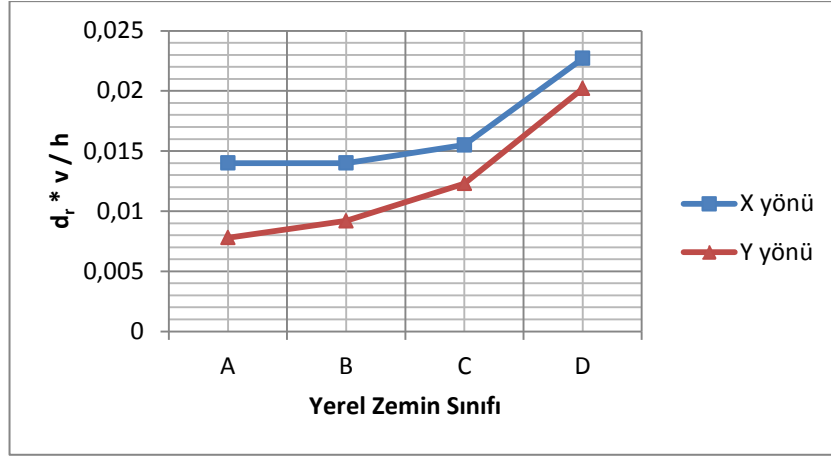
Şekil 5.108 : MBY için y yönündeki MEGKÖ.



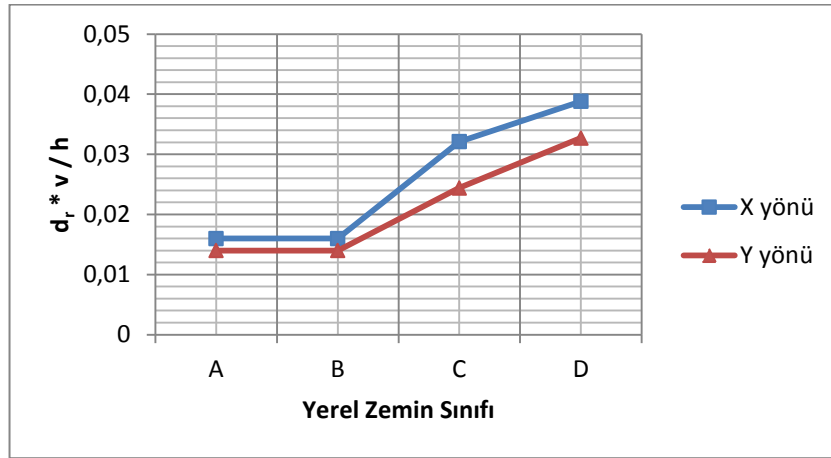
Şekil 5.109 : 13 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



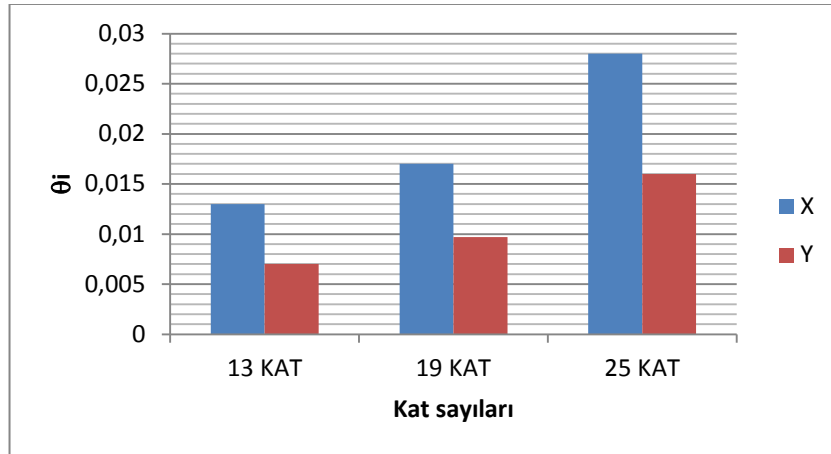
Şekil 5.110 : 13 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



Şekil 5.111 : 19 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.



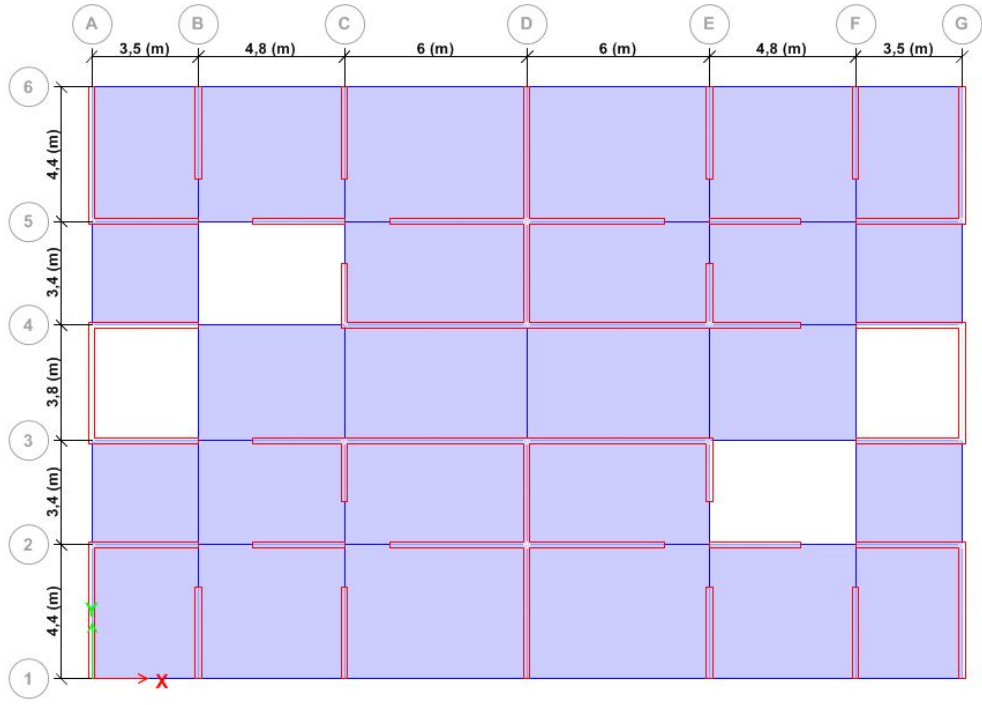
Şekil 5.112 : 25 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.



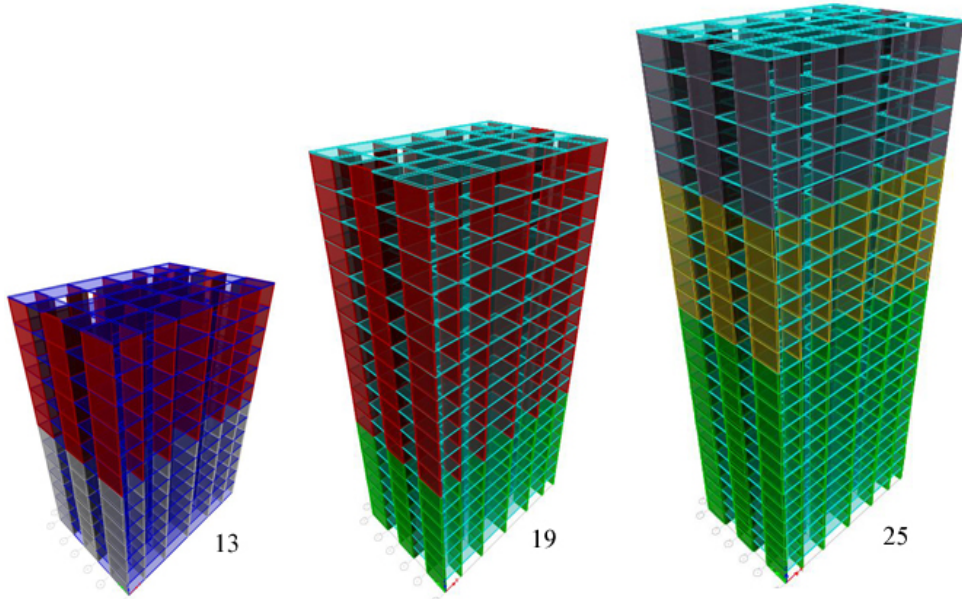
Şekil 5.113 : Kat adedine göre ikinci mertebe değerleri.

5.4 Perde Taşıyıcı Sistemli Binaların Modelleme Bilgileri

Binaların analizi doğrusal analiz yöntemlerine göre 3. bölümde anlatılan TDY 2007 için Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre ve 4. bölümde anlatılan EC 8 için de Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılmıştır. Binalar 13 katlı, 19 katlı ve 25 katlı olmak üzere, oturum alanı ve taşıyıcı sistemi aynı kalmak şartıyla üç ayrı bina olarak modellenmiştir. 13 katlı binalar her iki analiz yöntemiyle, 19 ve 25 katlı binalar TDY 2007 hükümleri uyarınca yalnızca Mod Birleştirme Yöntemi ile analiz edilmiştir. Bölüm 5.2'deki çerçeve taşıyıcı sistemin ve bölüm 5.3'deki perdeli-çerçeve taşıyıcı sistemin aks aralıkları aynı kalmak suretiyle 28.6 m x 19.4 m olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği tüm katlar için 3 m'dir. Bina önem katsayısı tüm binalar için 1.00 olarak alınmıştır. Planda asansör ve merdiven boşlukları bırakılmıştır. Perde duvar boyutları her bina için farklı olarak boyutlandırılmıştır. Her bina için dört farklı yerel zemin sınıfına göre ayrı ayrı, hem Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre hem de Mod Birleştirme Yöntemine göre analizi yapılmıştır. Yapılan analizlerin tümü 1. derece deprem bölgesi baz alınarak yapılmıştır. Binaların 3 boyutlu modellemesi ve analizi, yapısal analiz programı ETABS kullanılarak yapılmıştır. Döşemeler ve perde duvarlar kabuk eleman olarak programa tanıtılmıştır. Döşemeler 20 cm kalınlığına sahip olup her bir kat seviyesi için rijit diyafram olarak tanımlanmış ve kendi içerisinde 0.5 m x 0.5 m sonlu elemanlara bölünmüştür. Binaların planı Şekil 5.114'de, üç boyutlu görüntüleri de Şekil 5.115'de verilmiştir. EC 8 yönetmeliği gereği C ve D yerel zemin sınıflarında bina tabanına elastik yay tanımlamak gerektiğinden Zemin yatak katsayısı C grubu için 10.000 kN/m³, D grubu için de 2.000 kN/m³ alınmıştır.



Şekil 5.114 : Perde taşıyıcı sistemli binaların planı.



Şekil 5.115 : Perde taşıyıcı sistemli binaların üç boyutlu görüntüsü.

5.4.1 TDY 2007'ye Göre Hesap

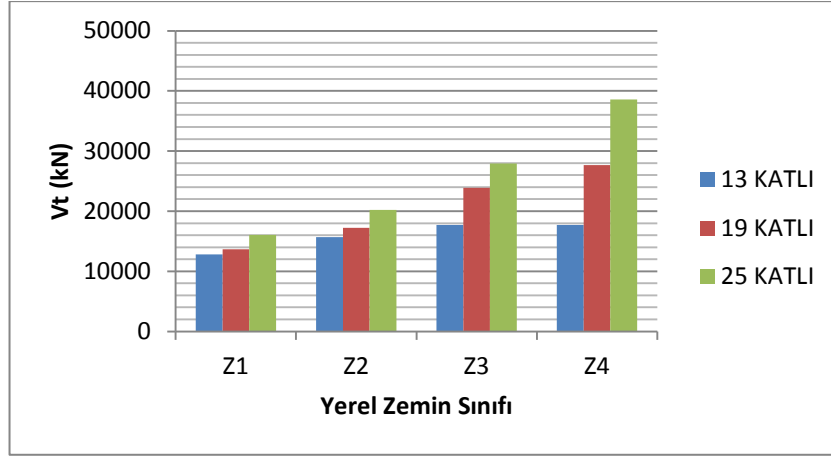
TDY 2007'ye göre analizi yapılan binaların genel bilgileri Çizelge 5.6'da verilmiştir. Binaların kullanım amacı konut olarak düşünüldüğünden bina önem katsayısı 1.00 olarak alınmıştır.

Çizelge 5.6 : Perde taşıyıcı sistemli binaların genel bilgileri.

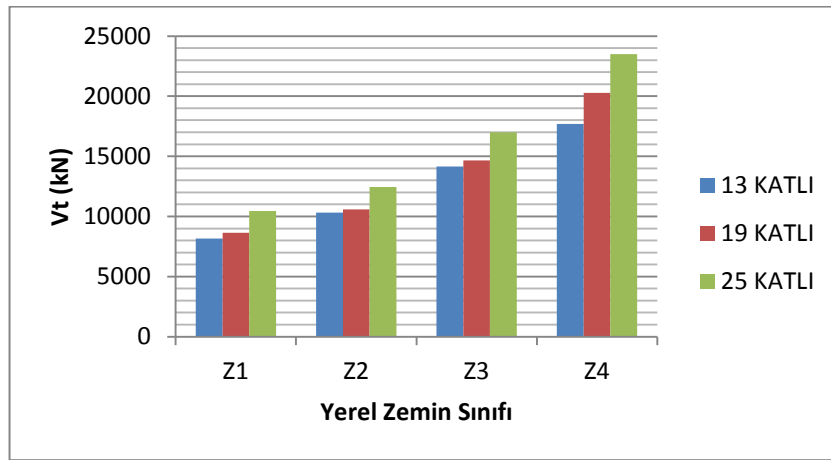
TDY 2007 Perde Taşıyıcı Sistemli Bina Genel Özellikleri			
Kat Adedi	13	19	25
Kullanım Amacı	Konut	Konut	Konut
Süneklik Düzeyi	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	6	6	6
Bina Önem Katsayısı (I)	1,00	1,00	1,00
Deprem Bölgesi	1	1	1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0,40	0,40	0,40
Kat Yüksekliği (m)	3	3	3
Toplam Bina Yüksekliği (m)	39	57	75
İnşaat Demiri	S420	S420	S420
Beton Sınıfı	C35	C40	C40
Elastisite Modülü (MPa)	33.000	34.000	34.000
Hareketli Yük Katılım Katsayısı	0,30	0,30	0,30
Döşeme Hareketli Yüğü (kN/m^2)	2,0	2,0	2,0
Döşeme Sabit Yüğü (kN/m^2)	1,8	1,8	1,8

5.4.1.1 Taban Kesme Kuvvetleri

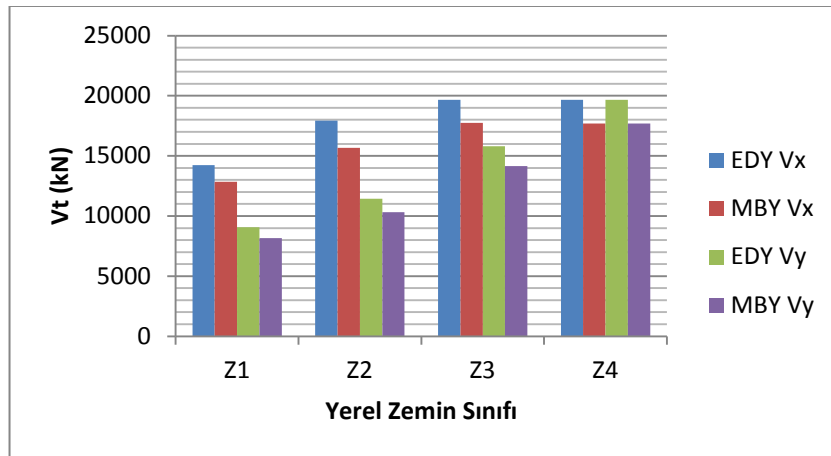
Kat adetlerine ve yerel zemin sınıflarına göre Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılan analizler sonucu x yönündeki taban kesme kuvveti kN biriminde Şekil 5.116'da, y yönündeki taban kesme kuvveti Şekil 5.117'de verilmiştir. 13 katlı binanın hem Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi hem de Mod Birleştirme Yöntemi ile bulunan x ve y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri karşılaştırması Şekil 5.118'de verilmiştir.



Şekil 5.116 : MBY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.



Şekil 5.117 : MBY y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.

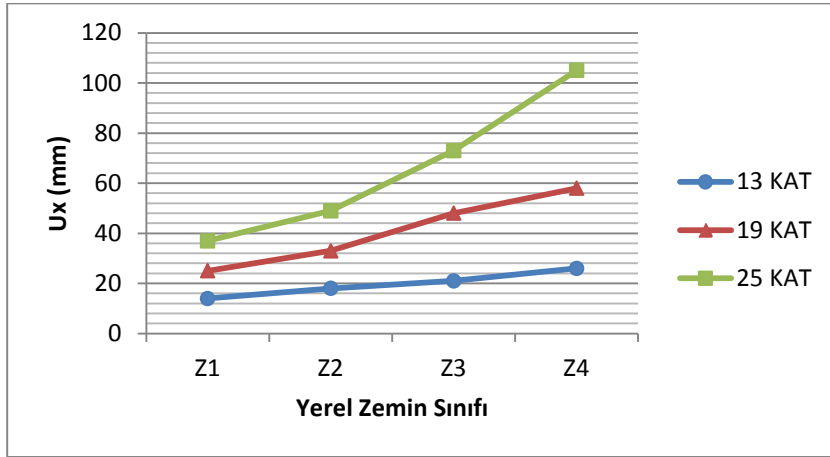


Şekil 5.118 : 13 katlı binanın taban kesme kuvveti karşılaştırması.

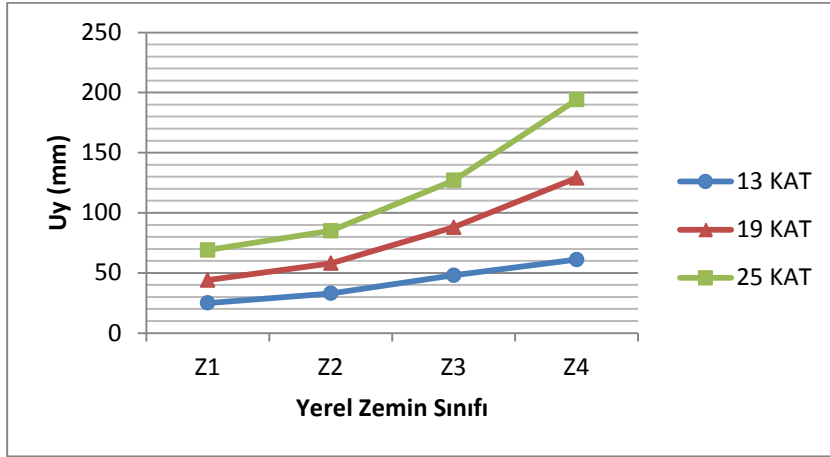
5.4.1.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmeleri

Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılan analizlerde yerel zemin sınıfları ve kat adedine göre maksimum yerdeğiştirmelerin x yönü için değerleri Şekil 5.119’da, y yönü için

değerleri de Şekil 5.120’de gösterilmiştir.



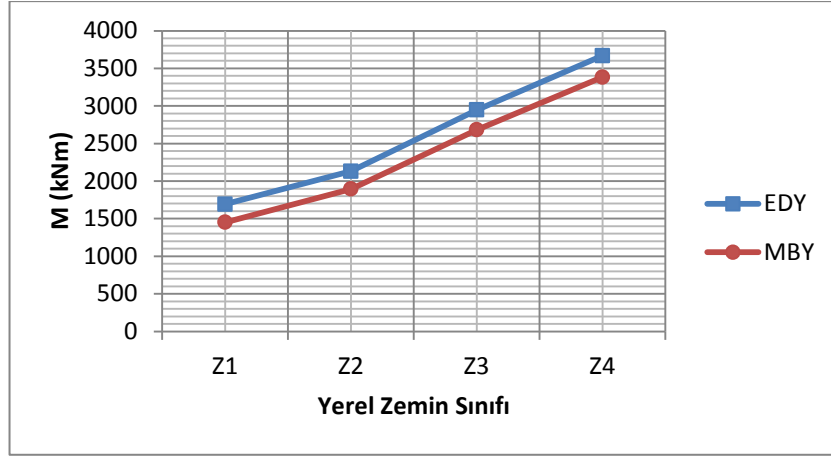
Şekil 5.119 : MBY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.



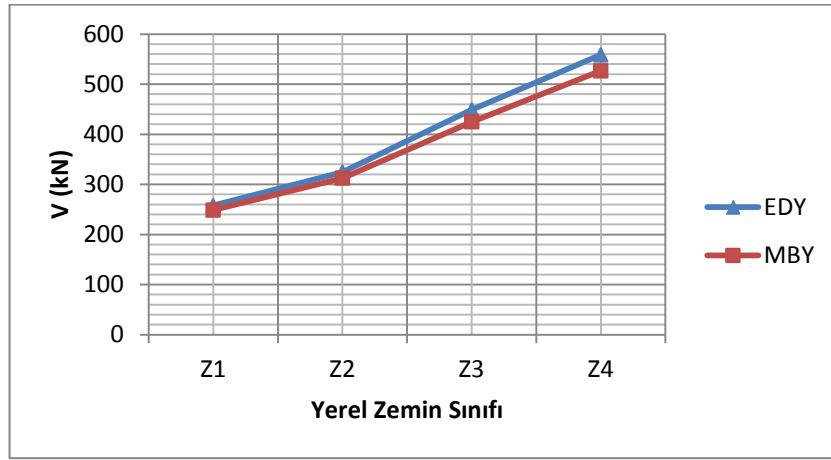
Şekil 5.120 : MBY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.

5.4.1.3 Perdelerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti

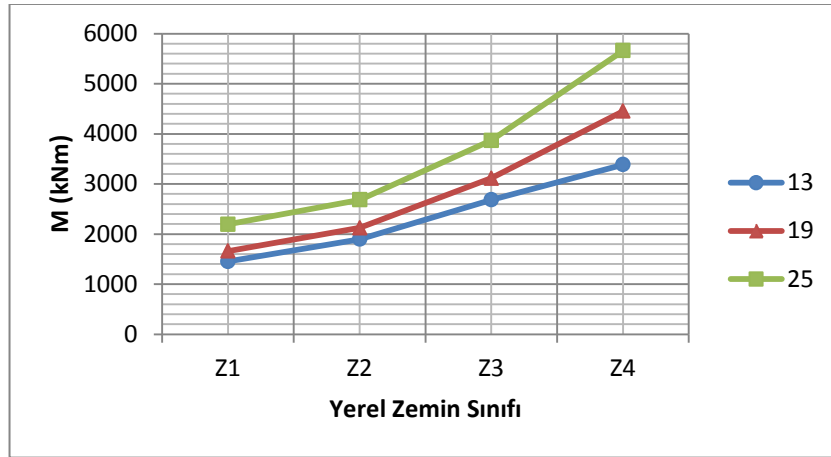
1. Kat C 5-6 aksındaki perdenin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılan analizlerinde dört yerel zemin sınıfı için maksimum moment değerleri Şekil 5.121’de, maksimum kesme kuvveti değerleri de Şekil 5.122’de verilmiştir. Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılan analizlerde aynı perdenin yerel zemin sınıflarına ve kat adetlerine göre karşılaştırmasında maksimum momentler Şekil 5.123’de, maksimum kesme kuvvetleri de Şekil 5.124’de verilmiştir.



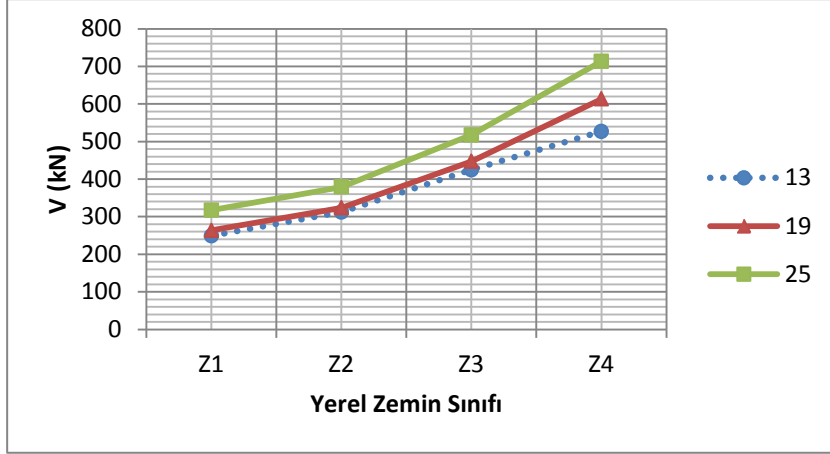
Şekil 5.121 : 13 katlı binadaki perdenin maksimum momenti.



Şekil 5.122 : 13 katlı binadaki perdenin maksimum kesme kuvveti.



Şekil 5.123 : Kat adedine göre perdedeki maksimum momentler.



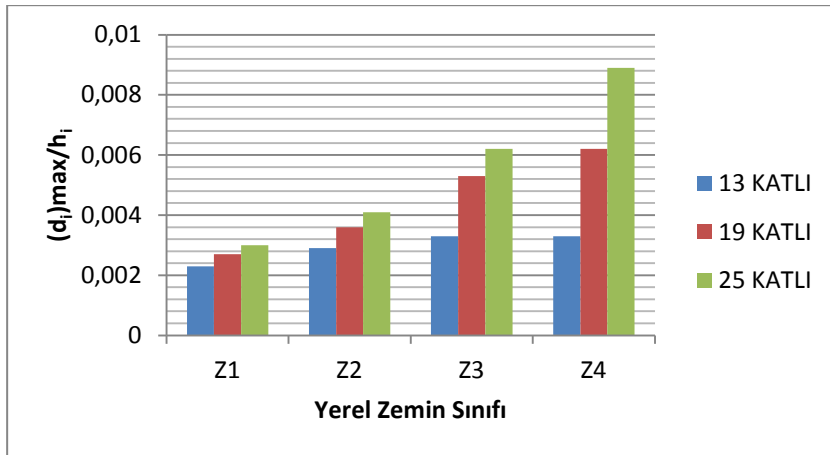
Şekil 5.124 : Kat adedine göre perdedeki kesme kuvvetleri.

5.4.1.4 Maksimum Etkin Göreli Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Değerleri

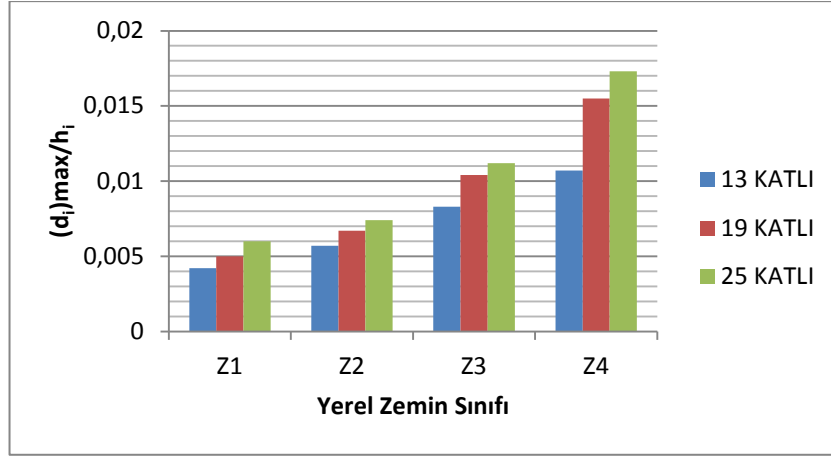
Yapılan analizlerde Mod Birleştirme Yöntemi sonuçları için kat adetlerine ve yerel zemin sınıflarına göre x ve y yönünde belirlenen maksimum etkin göreli kat ötelemesi (MEGKÖ) Şekil 5.125 ve Şekil 5.126’da verilmiştir.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre analiz edilen sırasıyla 13 katlı binanın x yönünde, dört yerel zemin sınıfı için taban kesme kuvvetlerine göre karşılaştırması sırasıyla Şekil 5.127’de, y yönüne göre karşılaştırması da Şekil 5.128’de verilmiştir. 19 ve 25 katlı binaların yalnızca Mod Birleştirme Yöntemine göre x ve y yönündeki karşılaştırmaları da Şekil 5.129 ve Şekil 5.130’da verilmiştir.

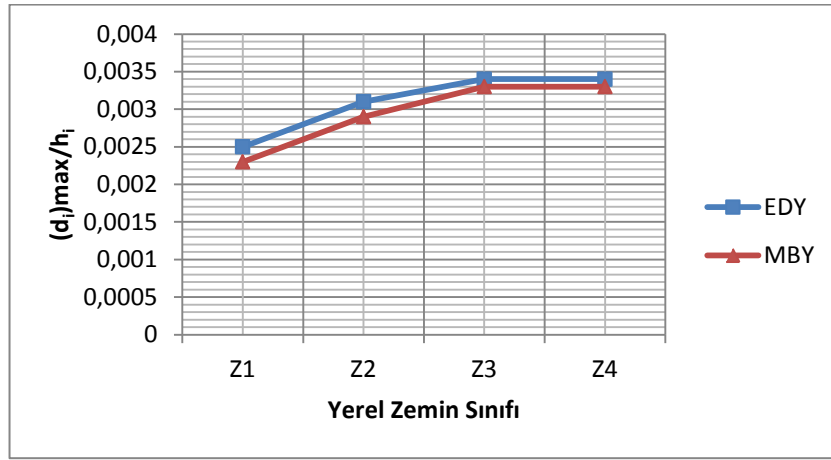
İkinci mertebe etkilerinin analiz yöntemlerine ve kat adetlerine göre değişimi Şekil 5.131’de gösterilmiştir.



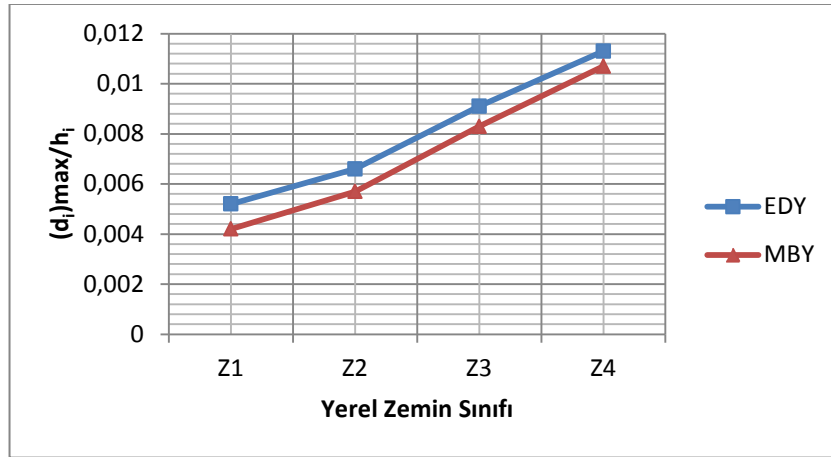
Şekil 5.125 : MBY için x yönündeki MEGKÖ.



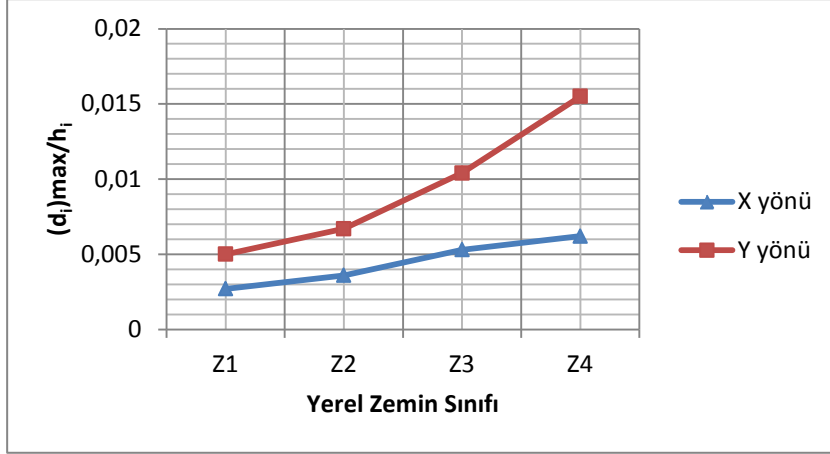
Şekil 5.126 : MBY için y yönündeki MEGKÖ.



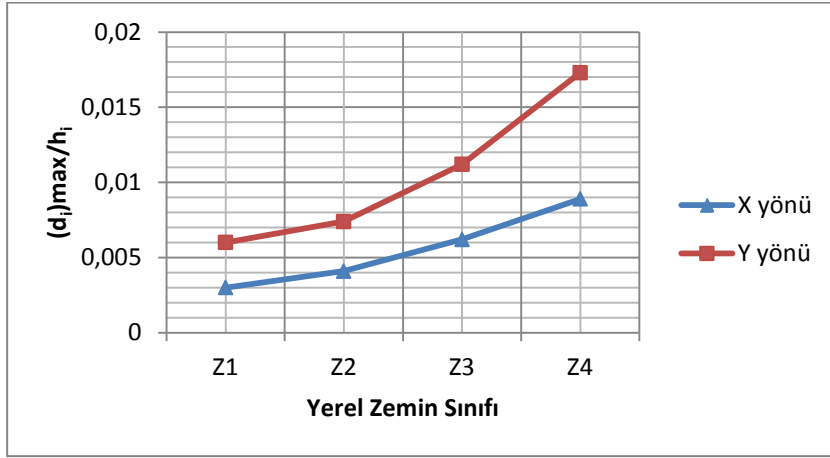
Şekil 5.127 : 13 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



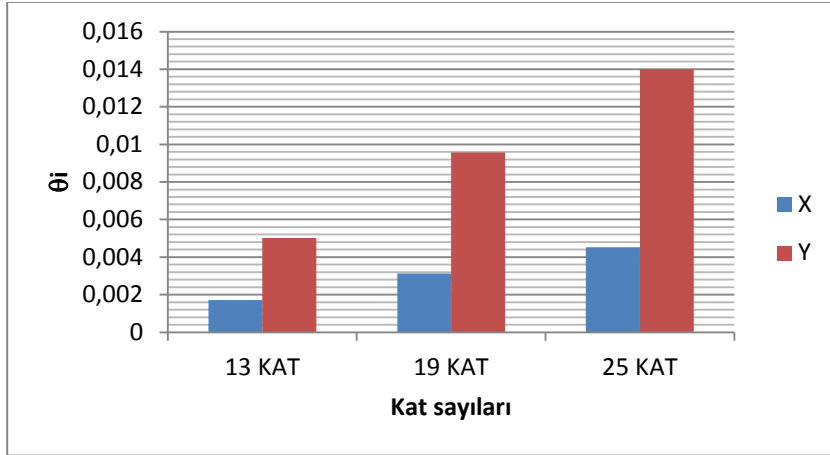
Şekil 5.128 : 13 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



Şekil 5.129 : 19 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.



Şekil 5.130 : 25 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.



Şekil 5.131 : Kat adedine göre ikinci mertebe değerleri.

5.4.2 EC 8'e Göre Hesap

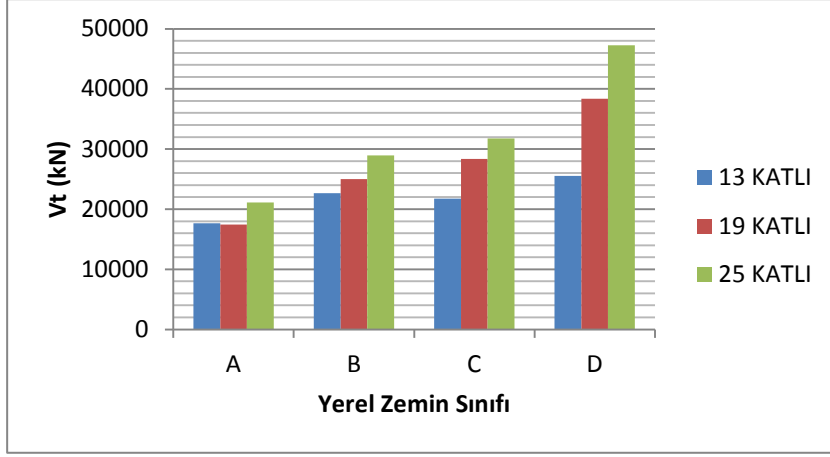
Şekil 5.114'de verilen perde taşıyıcı sistemli binanın planı için EC 8 yönetmeliğine göre yapılan analizlere ait bina genel bilgileri Çizelge 5.7'de verilmiştir.

Çizelge 5.7 : Perde taşıyıcı sistemli binaların genel bilgileri.

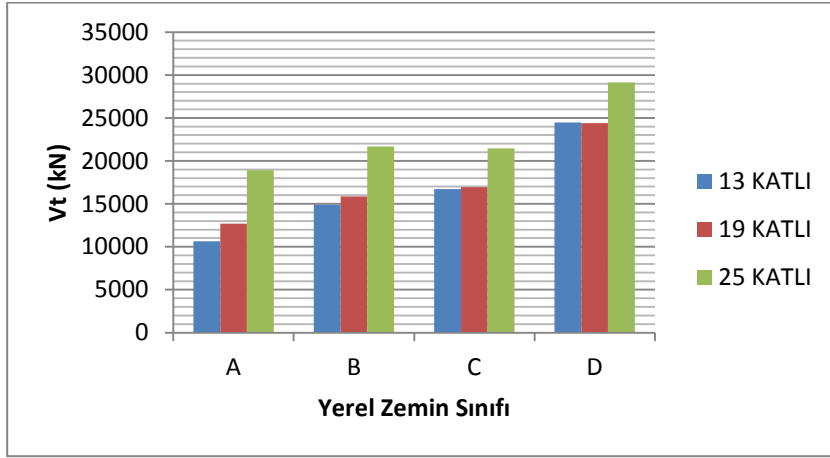
EC 8 Perde Taşıyıcı Sistemli Bina Genel Özellikleri			
Kat Adedi	13	19	25
Kullanım Amacı	Konut	Konut	Konut
Süneklik Düzeyi	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	4,40	4,40	4,40
Bina Önem Katsayısı (γ_I)	1,00	1,00	1,00
Deprem Bölgesi	1	1	1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (a_g)	0,40	0,40	0,40
Kat Yüksekliği (m)	3	3	3
Toplam Bina Yüksekliği (m)	39	57	75
İnşaat Demiri	S420	S420	S420
Beton Sınıfı	C35	C40	C40
Elastisite Modülü (MPa)	33.000	34.000	34.000
Hareketli Yük Katılım Katsayısı	0,24	0,24	0,24
Döşeme Hareketli Yüğü (kN/m^2)	2,0	2,0	2,0
Döşeme Sabit Yük (kN/m^2)	1,8	1,8	1,8

5.4.2.1 Taban Kesme Kuvvetleri

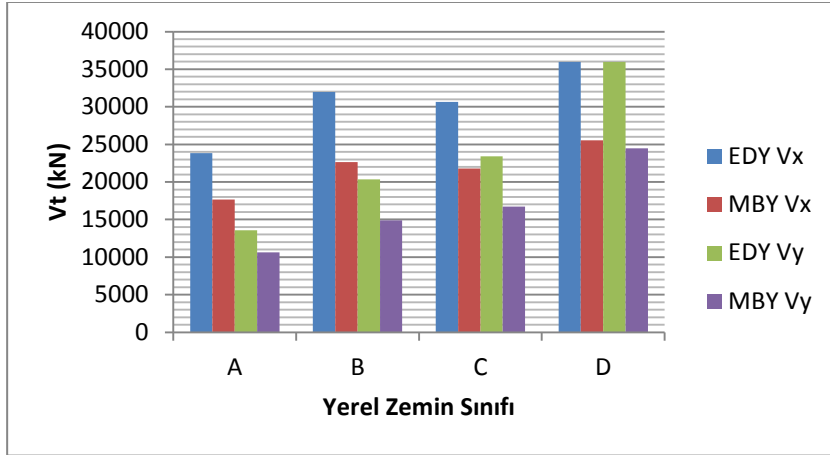
Kat adetlerine ve yerel zemin sınıflarına göre Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılan analizler sonucu x yönündeki taban kesme kuvveti kN biriminde Şekil 5.132’de, y yönündeki taban kesme kuvveti Şekil 5.133’de verilmiştir. 13 katlı binanın hem Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi hem de Mod Birleştirme Yöntemi ile bulunan x ve y yönündeki taban kesme kuvveti karşılaştırması Şekil 5.134’de verilmiştir.



Şekil 5.132 : MBY x yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.



Şekil 5.133 : MBY y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.

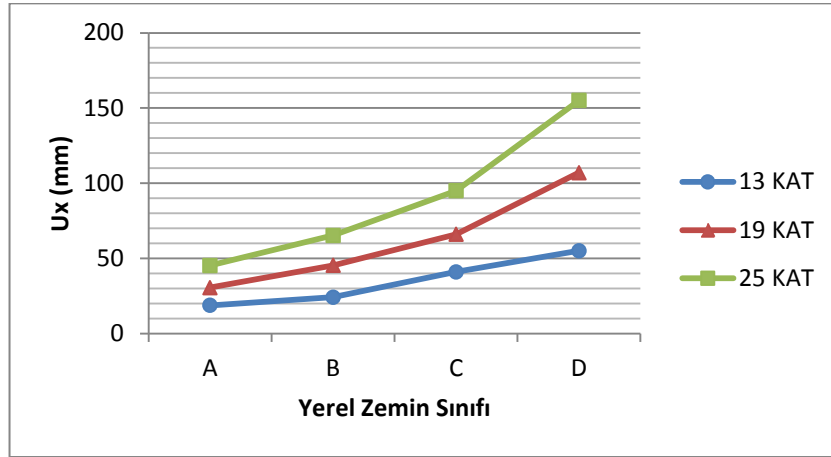


Şekil 5.134 : 13 katlı binanın taban kesme kuvveti karşılaştırması.

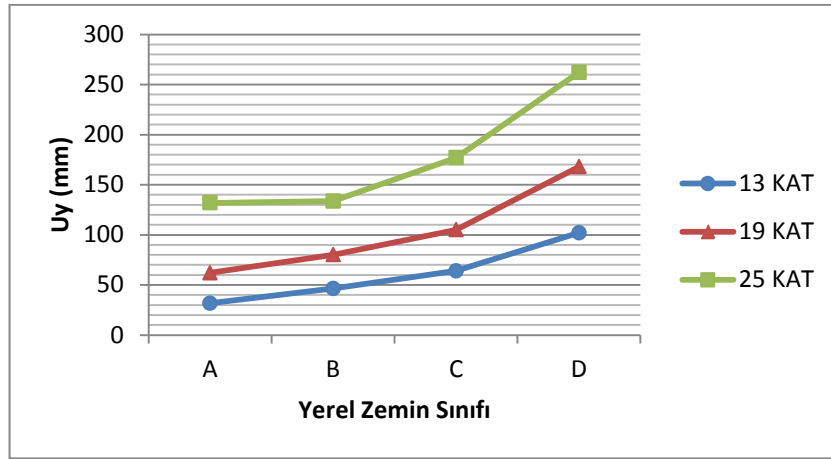
5.4.2.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmeleri

Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılan analizlerde yerel zemin sınıfları ve kat adedine göre maksimum yerdeğiştirmelerin x yönü için değerleri Şekil 5.135’de, y yönü için

değerleri de Şekil 5.136'da gösterilmiştir.



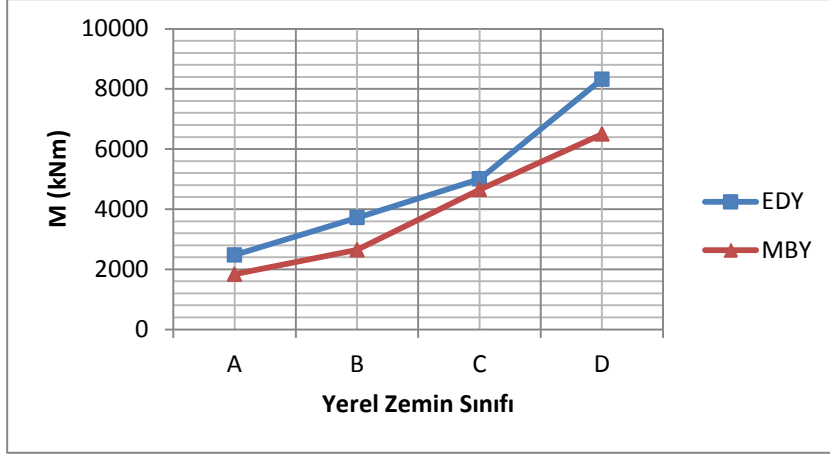
Şekil 5.135 : MBY x yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.



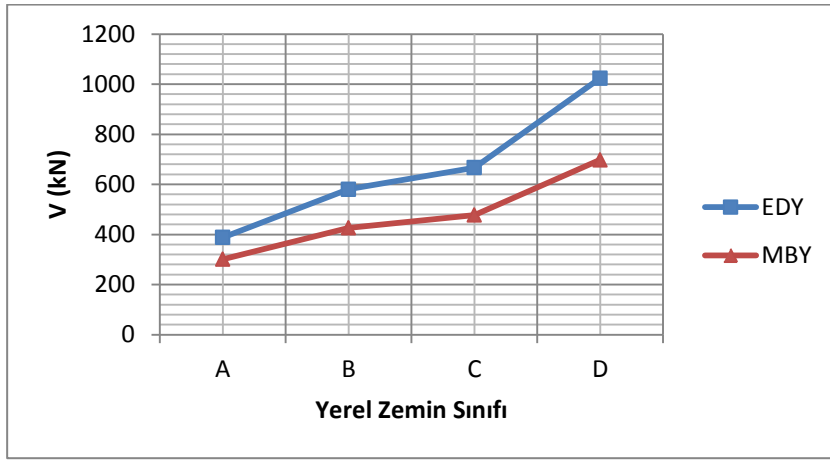
Şekil 5.136 : MBY y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.

5.4.2.3 Perdelerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti

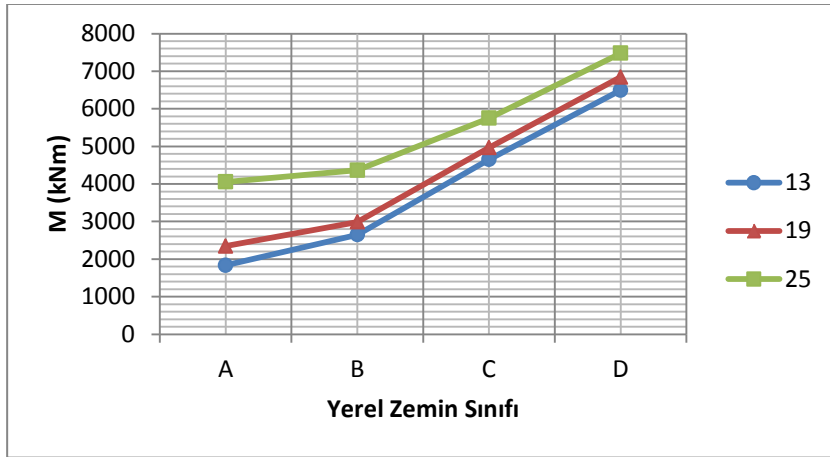
1. Kat C 5-6 aksındaki perdenin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılan analizlerinde dört yerel zemin sınıfı için maksimum moment değerleri Şekil 5.137'de, maksimum kesme kuvveti değerleri de Şekil 5.138'de verilmiştir. Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılan analizlerde aynı perdenin yerel zemin sınıflarına ve kat adetlerine göre karşılaştırmasında maksimum momentler Şekil 5.139'da, maksimum kesme kuvvetleri de Şekil 5.140'da verilmiştir.



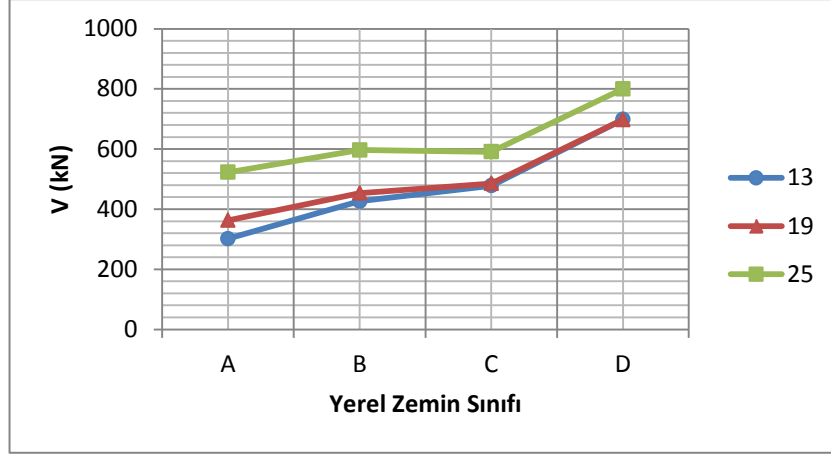
Şekil 5.137 : 13 katlı binadaki perdenin maksimum momenti.



Şekil 5.138 : 13 katlı binadaki perdenin maksimum kesme kuvveti.



Şekil 5.139 : Kat adedine göre perdedeki maksimum momentler.



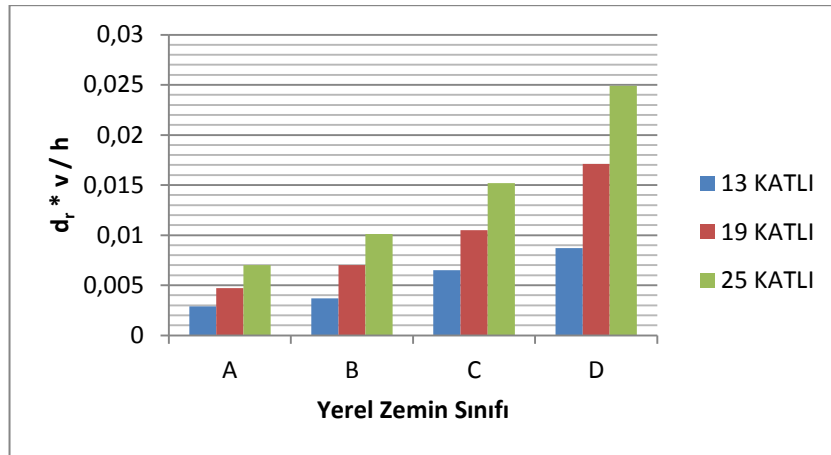
Şekil 5.140 : Kat adedine göre perdedeki maksimum kesme kuvveti.

5.4.2.4 Maksimum Etkin Görelî Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Değerleri

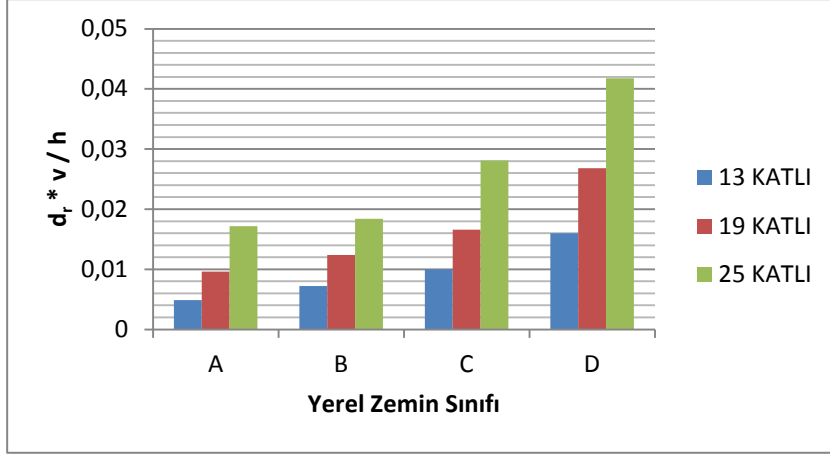
Yapılan analizlerde Mod Birleştirme Yöntemi sonuçları için kat adetlerine ve yerel zemin sınıflarına göre x ve y yönünde belirlenen maksimum etkin görelî kat ötelemesi (MEGKÖ) Şekil 5.141 ve Şekil 5.142’de verilmiştir.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre analiz edilen sırasıyla 13 katlı binanın x yönünde, dört yerel zemin sınıfı için taban kesme kuvvetlerine göre karşılaştırması sırasıyla Şekil 5.143’de, y yönüne göre karşılaştırması da Şekil 5.144’de verilmiştir. 19 ve 25 katlı binaların yalnızca Mod Birleştirme Yöntemine göre x ve y yönündeki karşılaştırmaları da Şekil 5.145 ve Şekil 5.146’da verilmiştir.

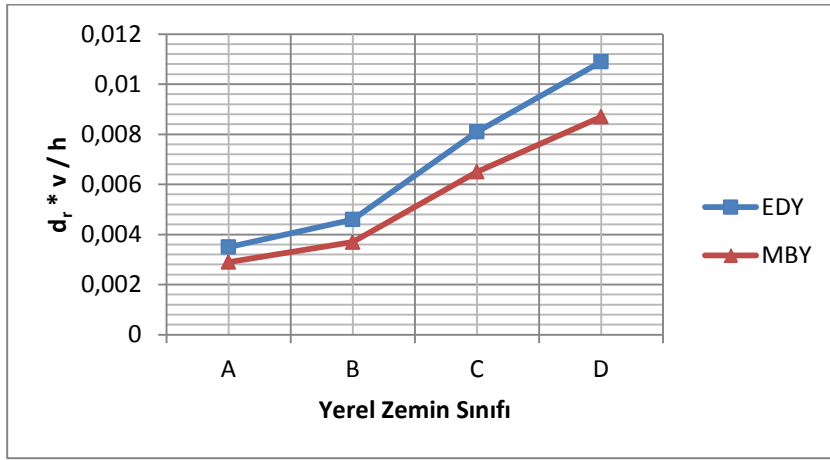
İkinci mertebe etkilerinin analiz yöntemlerine ve kat adetlerine göre değişimi Şekil 5.147’de gösterilmiştir.



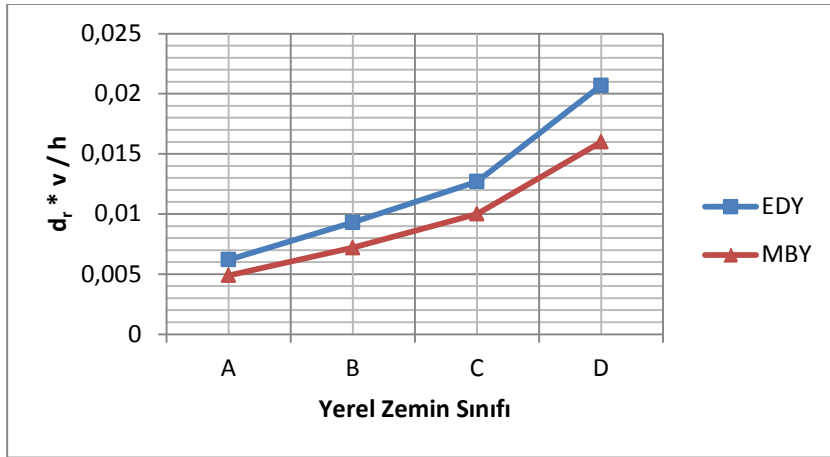
Şekil 5.141 : MBY için x yönündeki MEGKÖ.



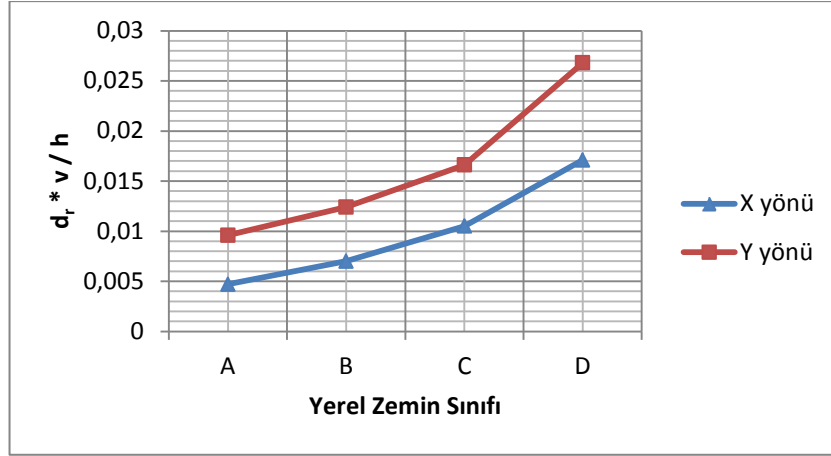
Şekil 5.142 : MBY için y yönündeki MEGKÖ.



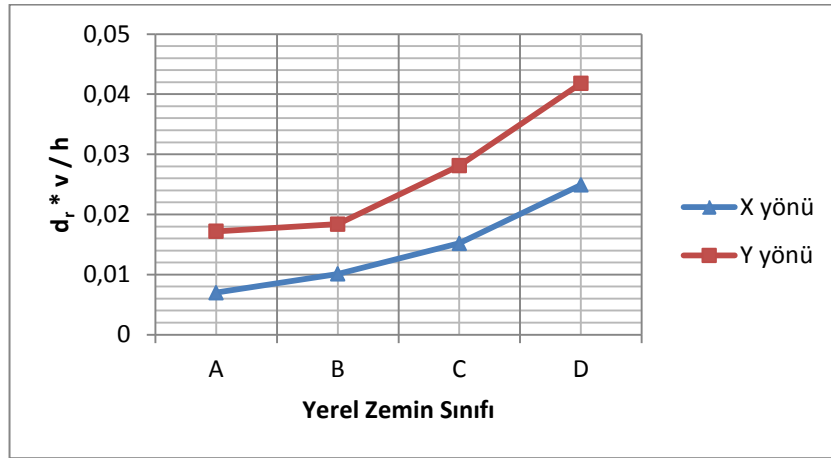
Şekil 5.143 : 13 katlı binanın x yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



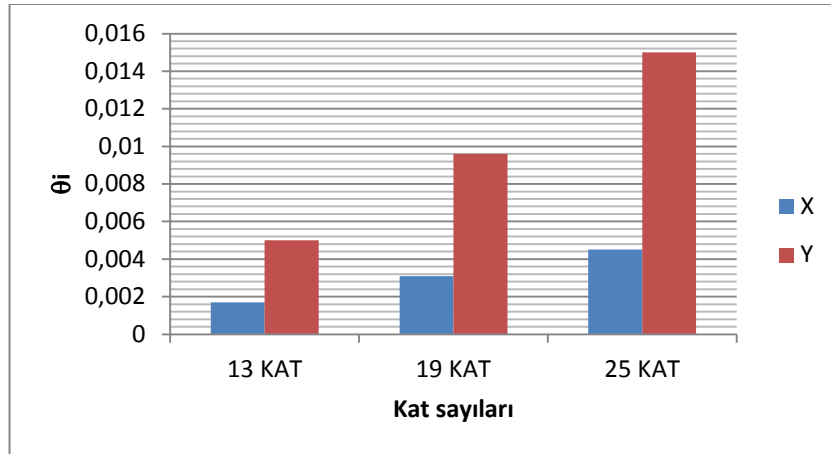
Şekil 5.144 : 13 katlı binanın y yönündeki MEGKÖ karşılaştırması.



Şekil 5.145 : 19 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.



Şekil 5.146 : 25 katlı binanın MEGKÖ karşılaştırması.



Şekil 5.147 : Kat adedine göre ikinci mertebe değerleri.

6. ANALİZLERE GÖRE YÖNETMELİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

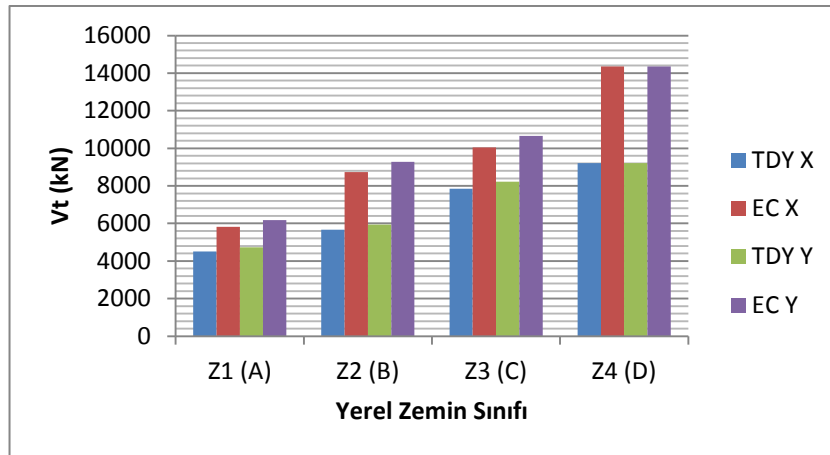
Bölüm 5’de yapılan analizler sonucu çerçeve, perde-çerçeve, perde taşıyıcı sistemli planda düzenli binalar ile planda düzensiz perde-çerçeve taşıyıcı sistemli binaların TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerine göre karşılaştırmaları yapılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar dört yerel zemin sınıfı için yapılmıştır. Yönetmeliklerdeki kayma dalgası hızları baz alınarak TDY 2007 için Z1, Z2, Z3 ve Z4 olan yerel zemin sınıfları, EC 8 için sırasıyla A, B, C ve D olarak birbirlerine denk oldukları varsayımı yapılarak karşılaştırmalar yapılmıştır.

6.1 Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Binaların Karşılaştırması

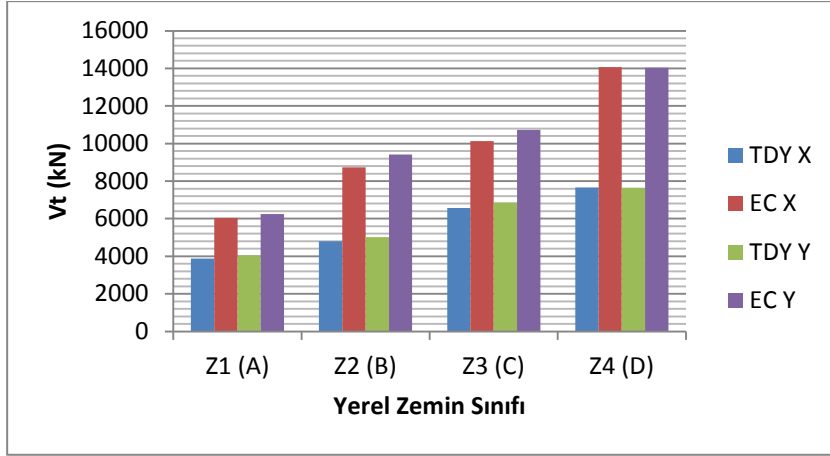
Şekil 5.1’de verilen plana göre TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin doğrusal analiz yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemine göre analizler yapılarak bulunan değerler iki yönetmelik için de karşılaştırılmıştır.

6.1.1 Taban Kesme Kuvvetlerine Göre Karşılaştırma

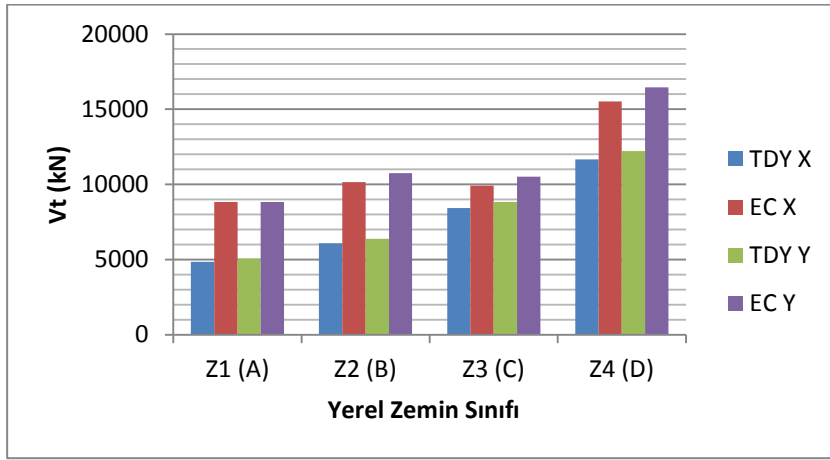
TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi için sırasıyla 6, 9 ve 13 katlı binaların yerel zemin sınıflarına göre x ve y yönündeki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırması Şekil 6.1, Şekil 6.2, Şekil 6.3, Şekil 6.4, Şekil 6.5 ve Şekil 6.6’da gösterilmiştir.



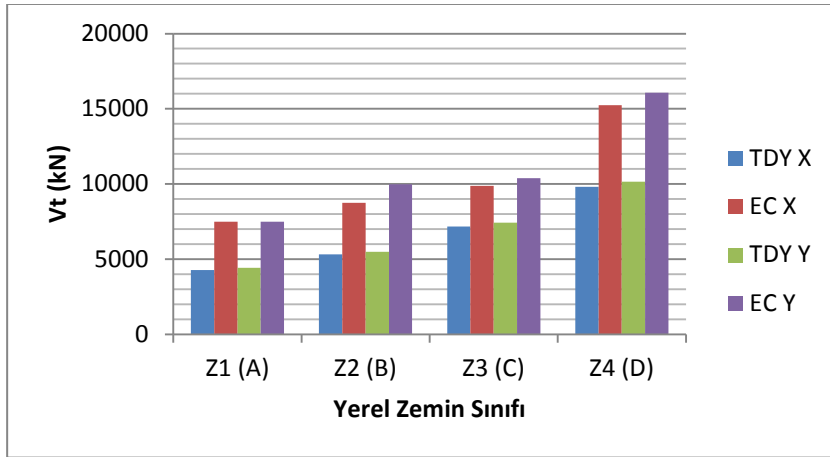
Şekil 6.1 : EDY ile 6 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.



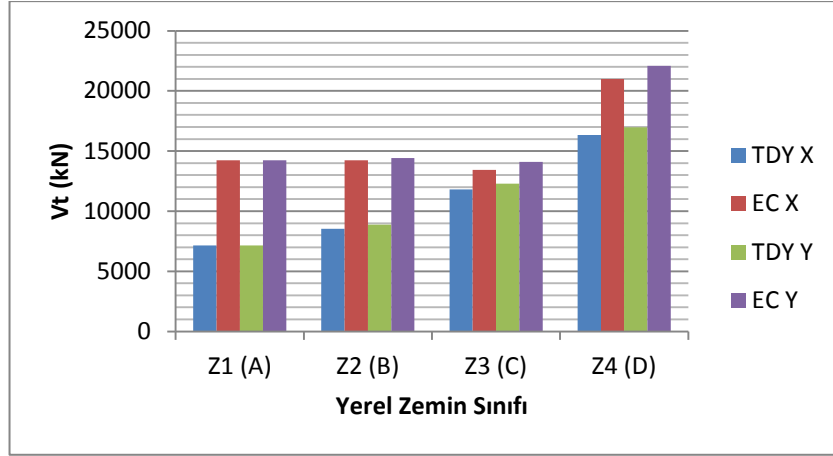
Şekil 6.2 : MBY ile 6 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.



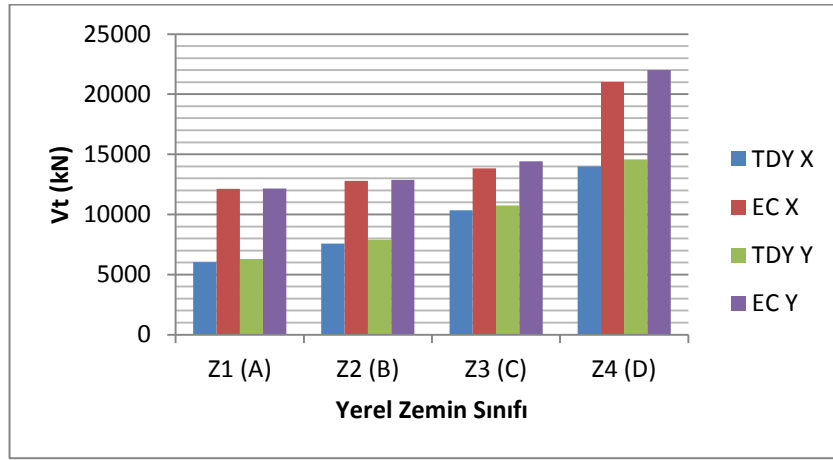
Şekil 6.3 : EDY ile 9 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.



Şekil 6.4 : MBY ile 9 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.



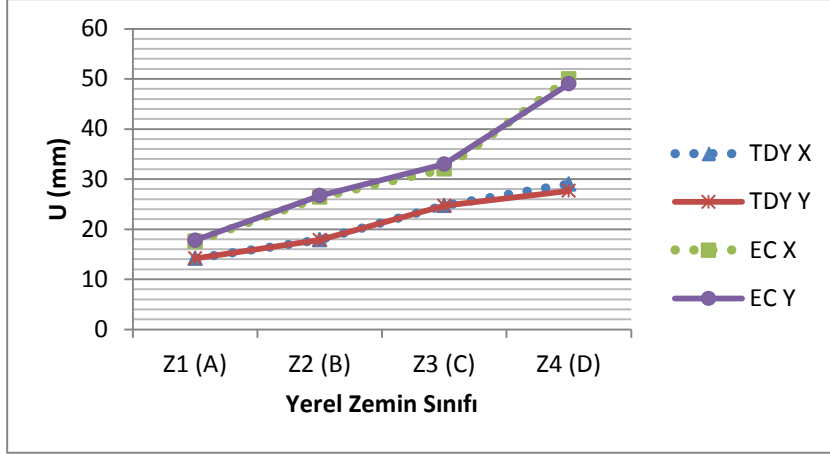
Şekil 6.5 : EDY ile 13 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.



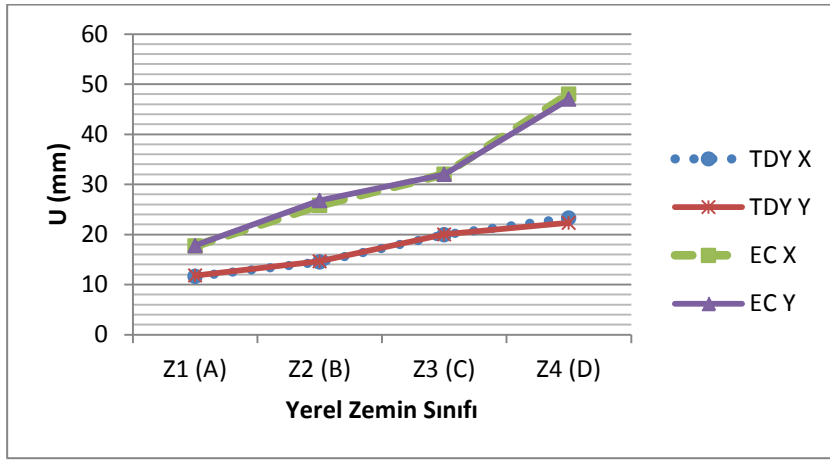
Şekil 6.6 : MBY ile 13 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.

6.1.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmelerine Göre Karşılaştırma

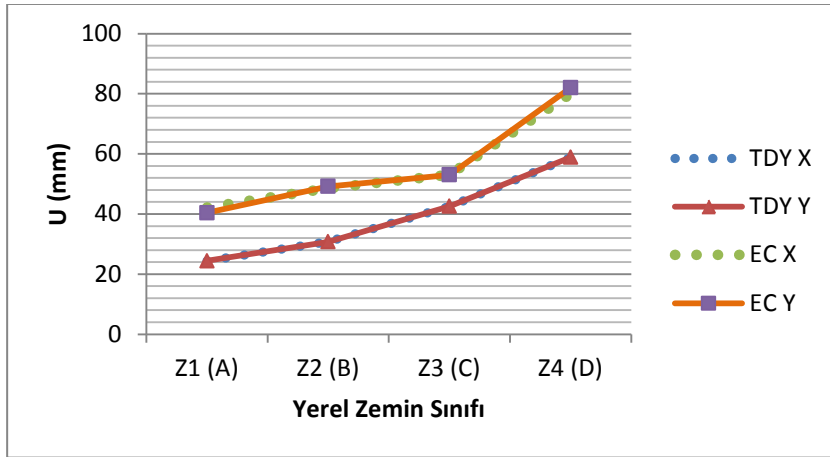
TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi için sırasıyla 6, 9 ve 13 katlı binaların yerel zemin sınıflarına göre x ve y yönündeki maksimum tepe yerdeğiştirmelerinin karşılaştırması Şekil 6.7, Şekil 6.8, Şekil 6.9, Şekil 6.10, Şekil 6.11 ve Şekil 6.12’de gösterilmiştir.



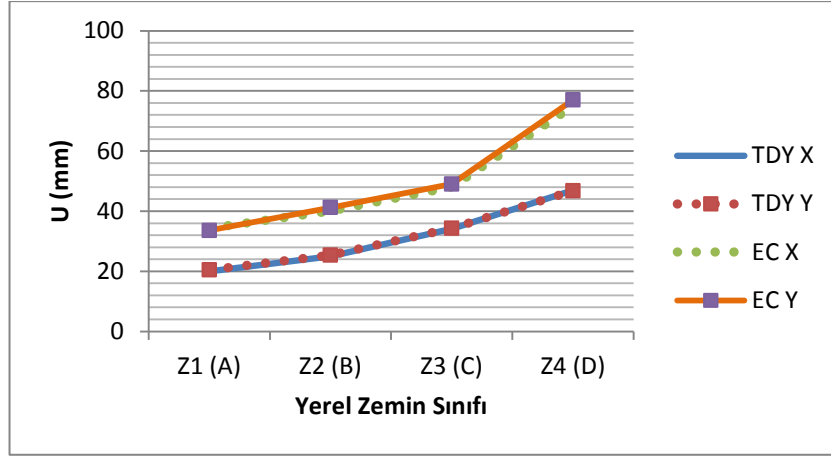
Şekil 6.7 : EDY ile 6 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeler.



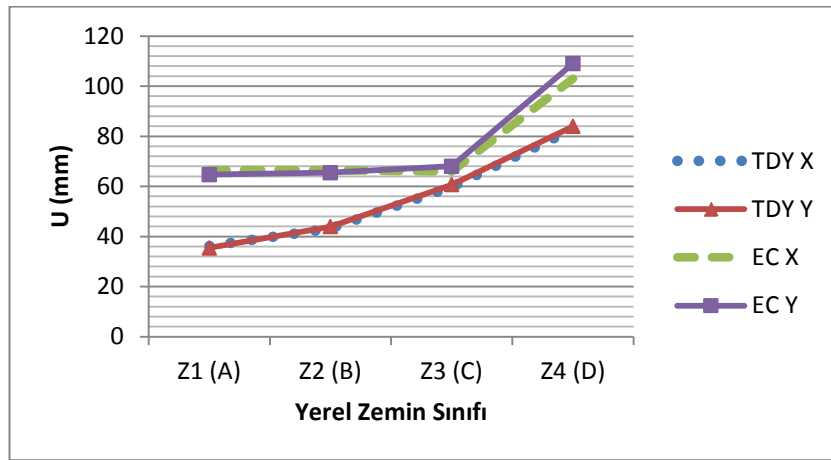
Şekil 6.8 : MBY ile 6 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeler.



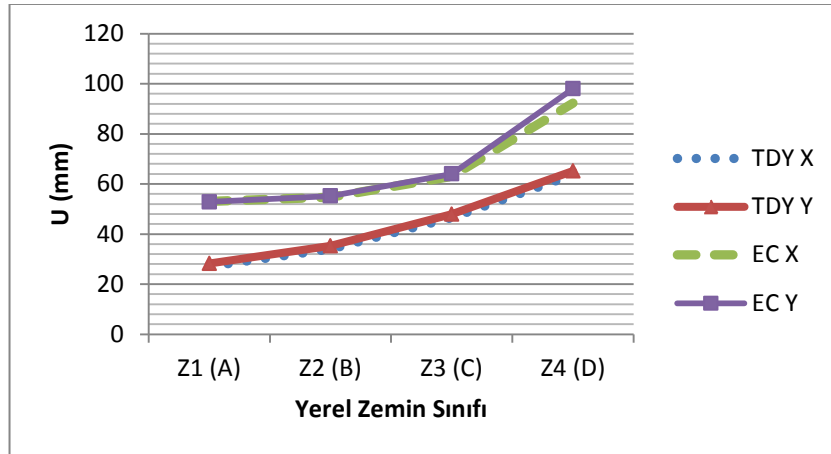
Şekil 6.9 : EDY ile 9 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeler.



Şekil 6.10 : MBY ile 9 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeler.



Şekil 6.11 : EDY ile 13 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeler.



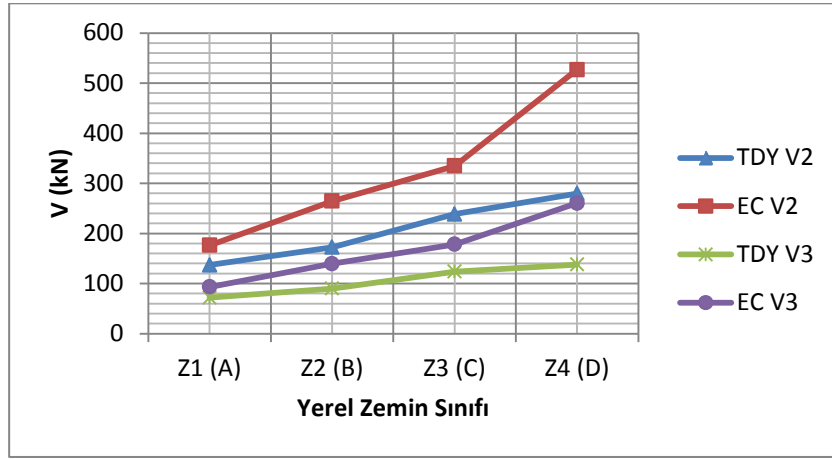
Şekil 6.12 : MBY ile 13 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeler.

6.1.3 Kolon ve Kirişlerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti Karşılaştırmaları

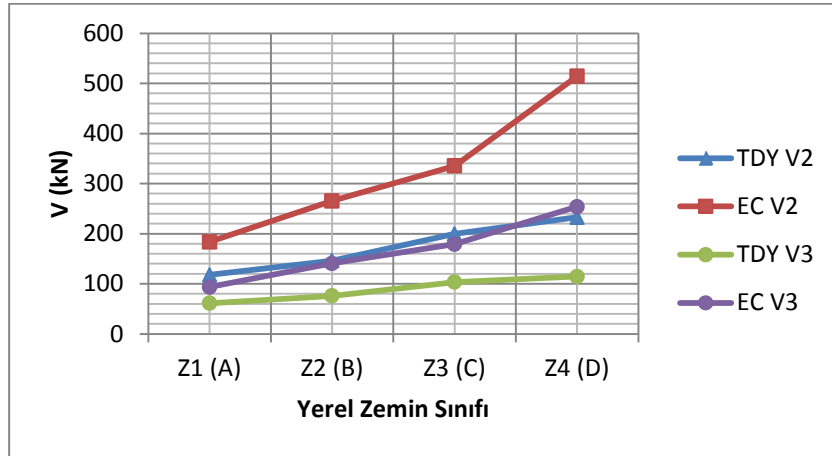
TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod

Birleştirme Yöntemi için 1. Kat D-4 kolonundaki maksimum kesme kuvvetleri ve maksimum momentleri yerel zemin sınıflarına göre karşılaştırılmıştır. Kat adetleri sırasıyla 6, 9 ve 13 olan binalar için karşılaştırma Şekil 6.13, Şekil 6.14, Şekil 6.15, Şekil 6.16, Şekil 6.17, Şekil 6.18, Şekil 6.19, Şekil 6.20, Şekil 6.21, Şekil 6.22, Şekil 6.23 ve Şekil 6.24’de verilmiştir.

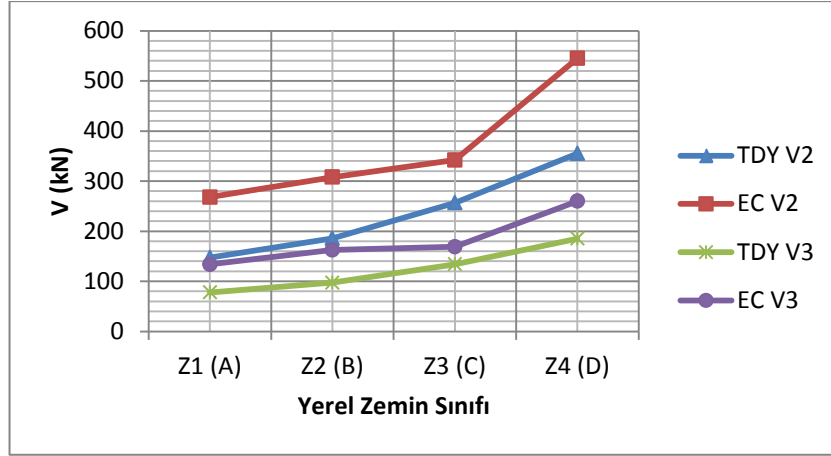
1. Kat D 3-4 kirişinin her iki yönetmeliğin iki analiz yöntemine göre maksimum kesme kuvveti ve maksimum momenti dört yerel zemin sınıfı için karşılaştırılmıştır. Kat adetleri sırasıyla 6, 9 ve 13 olan binalar için karşılaştırma Şekil 6.25, Şekil 6.26, Şekil 6.27, Şekil 6.28, Şekil 6.29, Şekil 6.30, Şekil 6.31, Şekil 6.32, Şekil 6.33, Şekil 6.34, Şekil 6.35 ve Şekil 6.36’da verilmiştir.



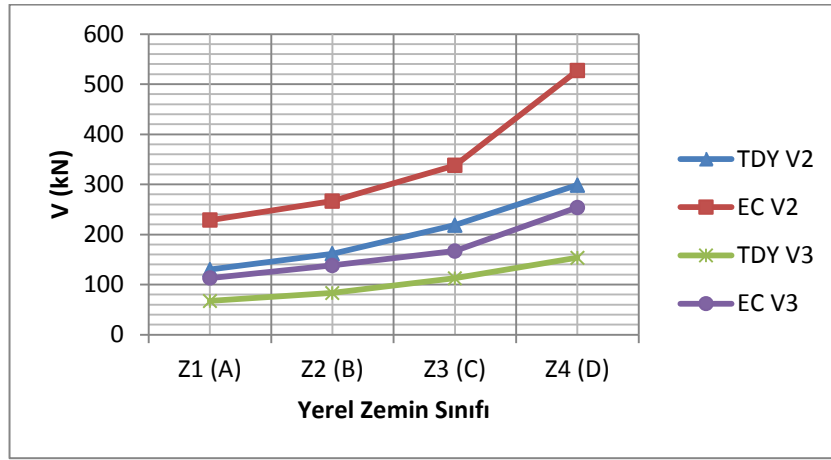
Şekil 6.13 : EDY ile 6 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.



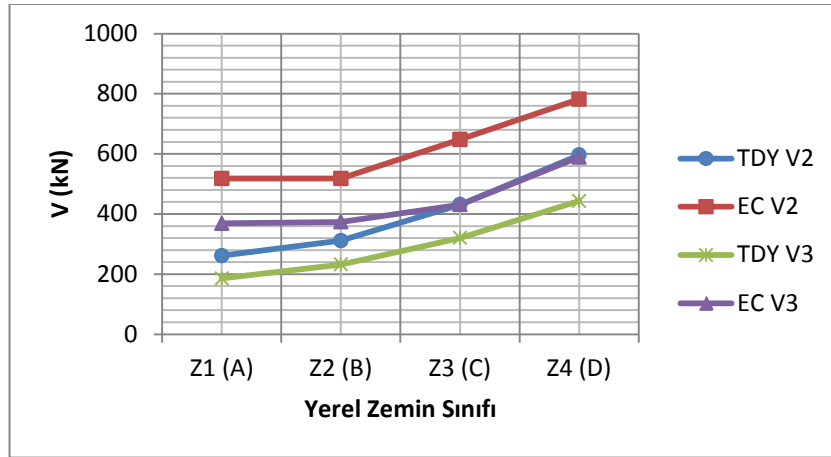
Şekil 6.14 : MBY ile 6 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.



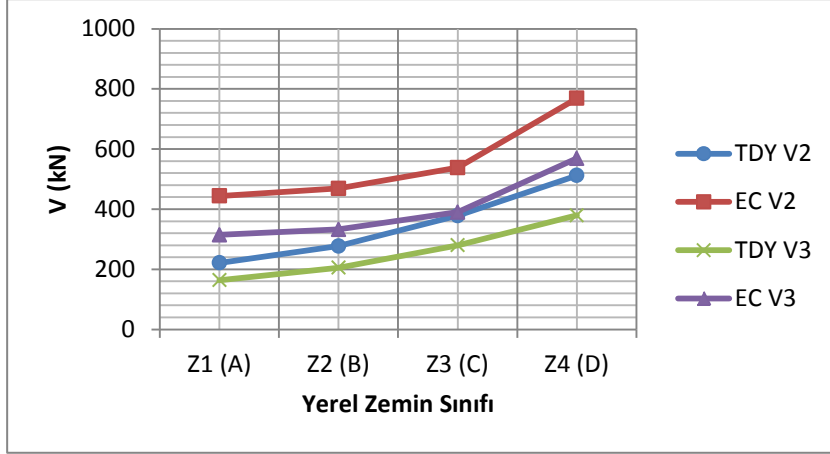
Şekil 6.15 : EDY ile 9 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.



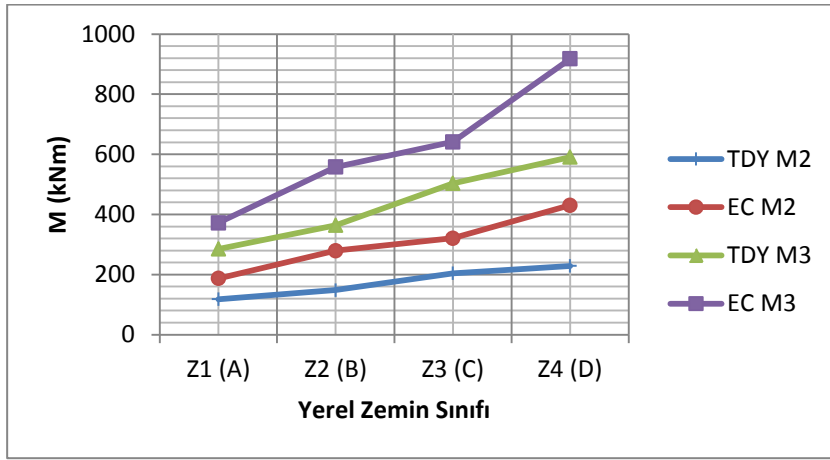
Şekil 6.16 : MBY ile 9 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.



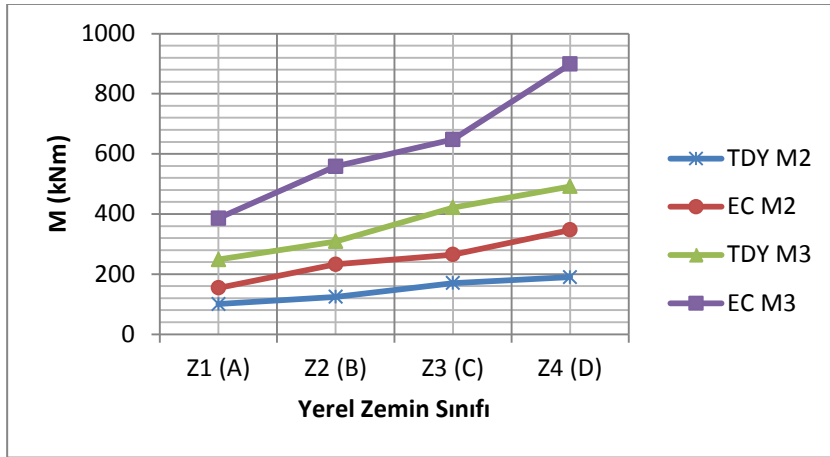
Şekil 6.17 : EDY ile 13 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.



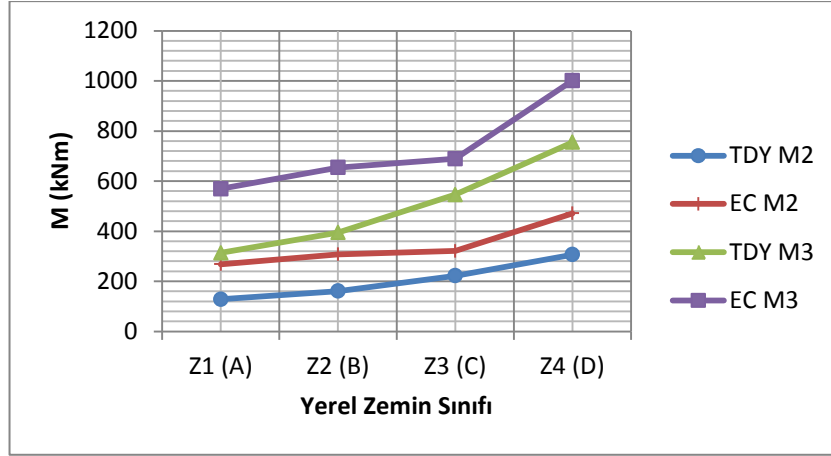
Şekil 6.18 : MBY ile 13 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.



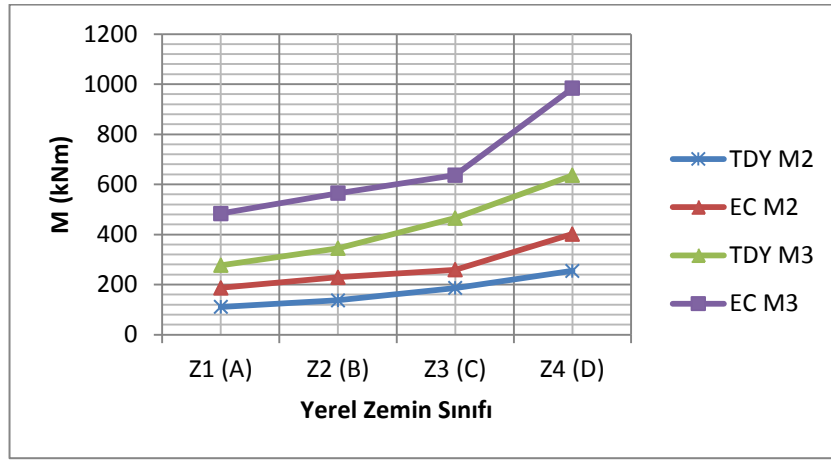
Şekil 6.19 : EDY ile 6 katlı binanın kolonunun momenti.



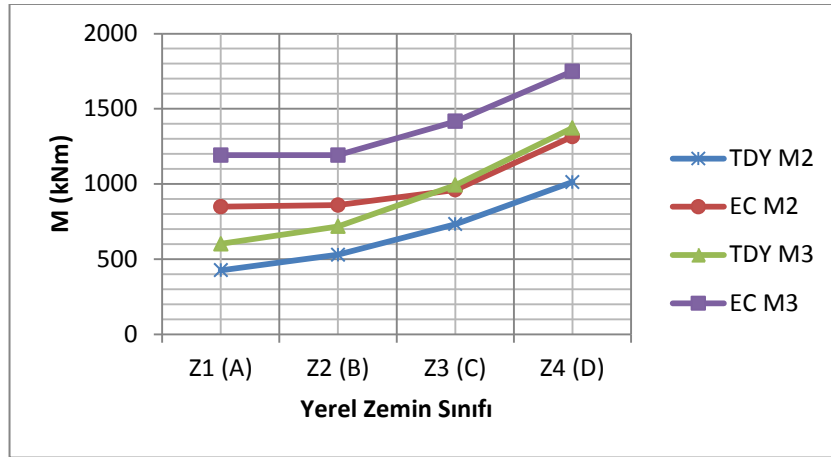
Şekil 6.20 : MBY ile 6 katlı binanın kolonunun momenti.



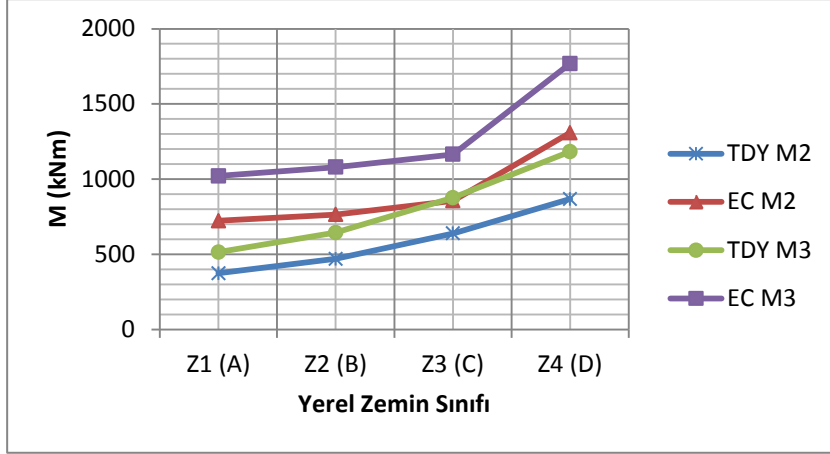
Şekil 6.21 : EDY ile 9 katlı binanın kolonunun momenti.



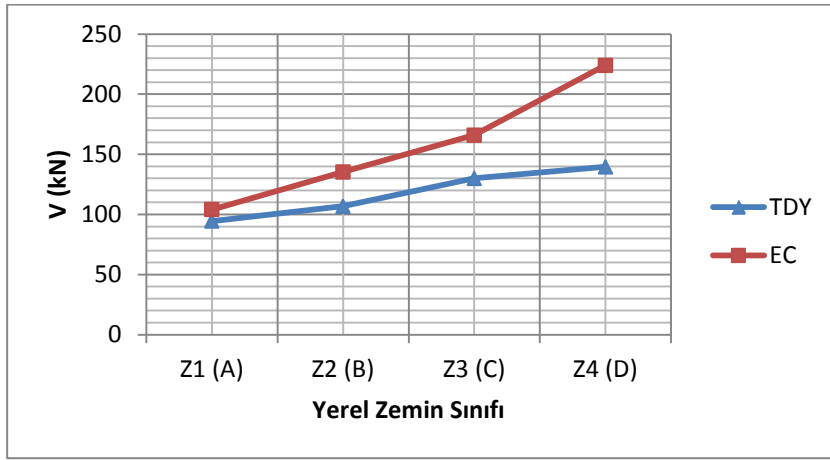
Şekil 6.22 : MBY ile 9 katlı binanın kolonunun momenti.



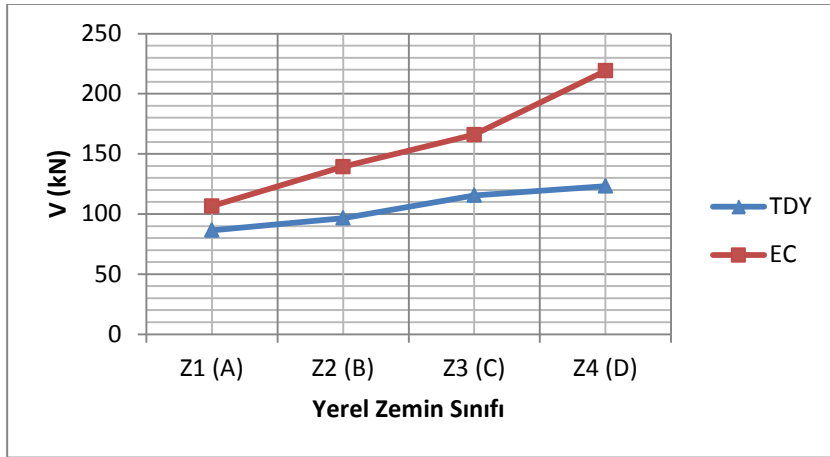
Şekil 6.23 : EDY ile 13 katlı binanın kolonunun momenti.



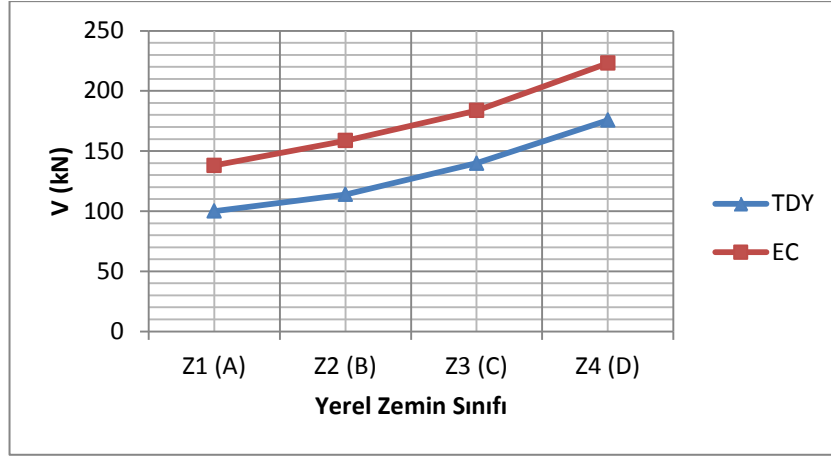
Şekil 6.24 : MBY ile 13 katlı binanın kolonun momenti.



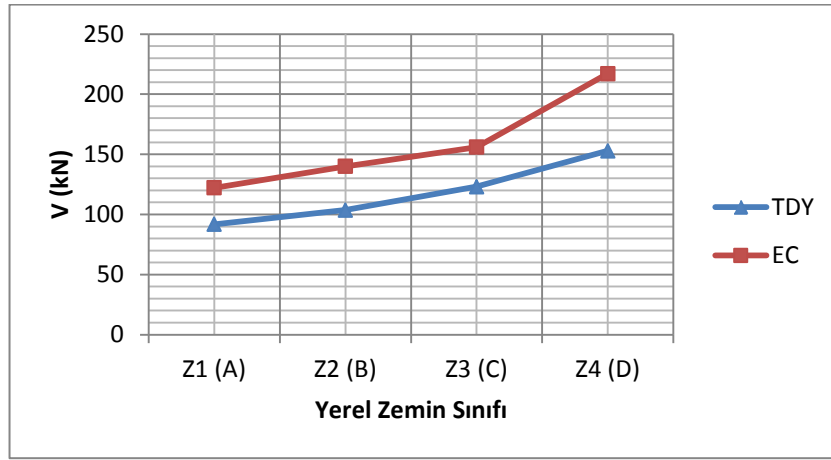
Şekil 6.25 : EDY ile 6 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.



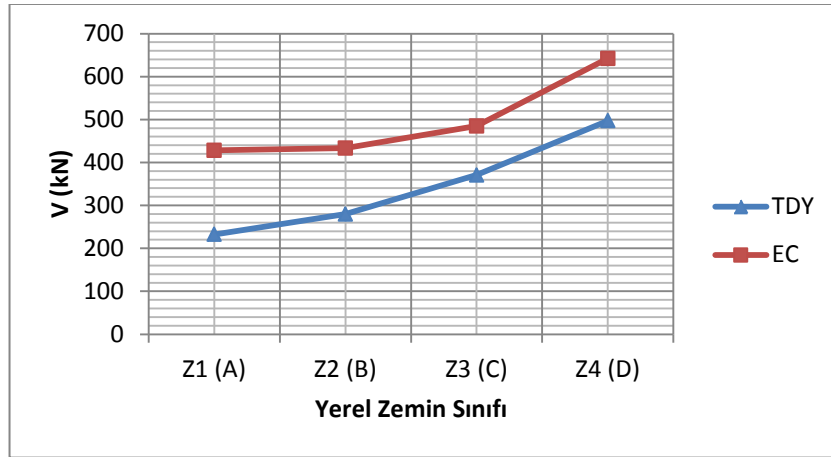
Şekil 6.26 : MBY ile 6 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.



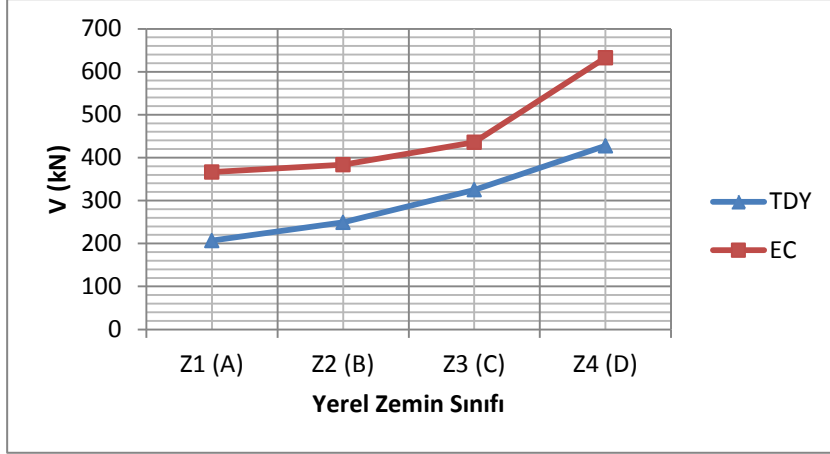
Şekil 6.27 : EDY ile 9 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.



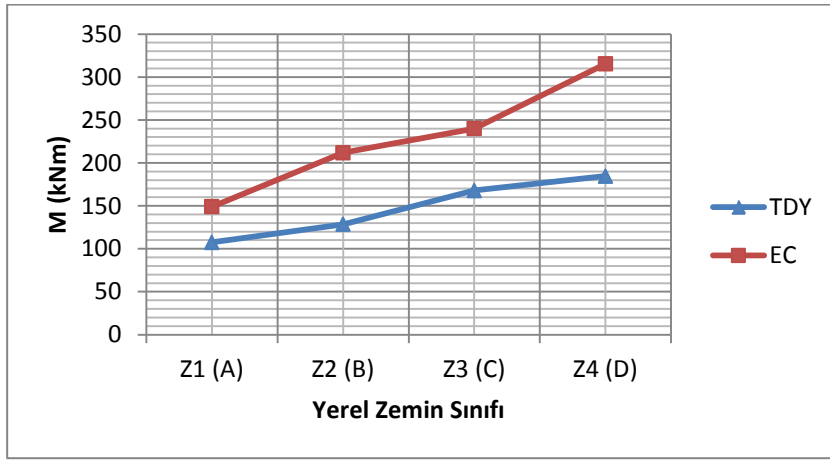
Şekil 6.28 : MBY ile 9 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.



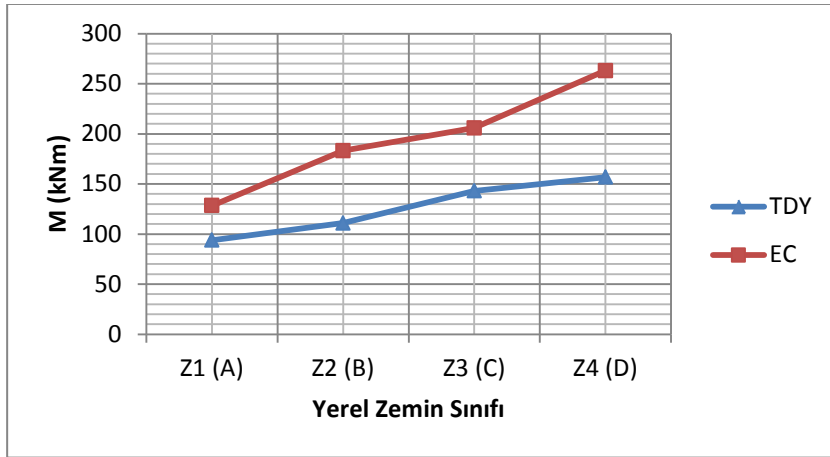
Şekil 6.29 : EDY ile 13 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.



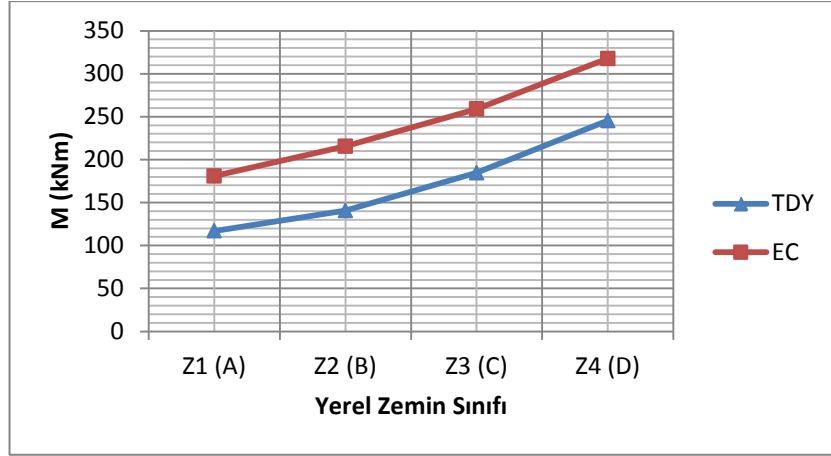
Şekil 6.30 : MBY ile 13 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.



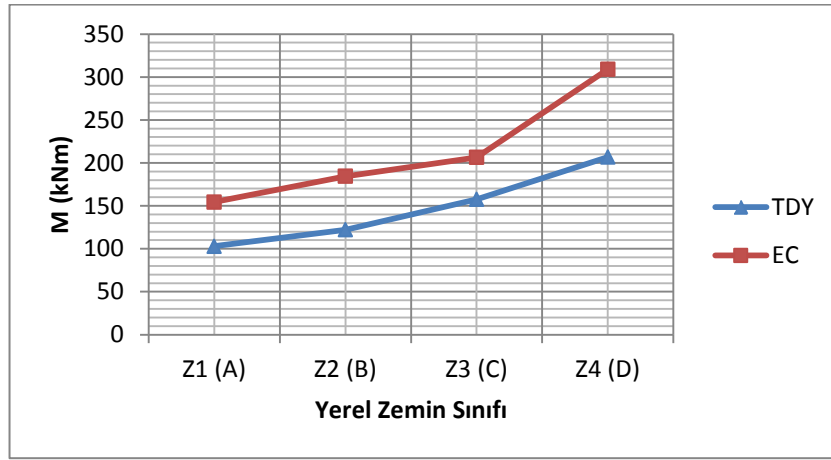
Şekil 6.31 : EDY ile 6 katlı binanın kirişinin momenti.



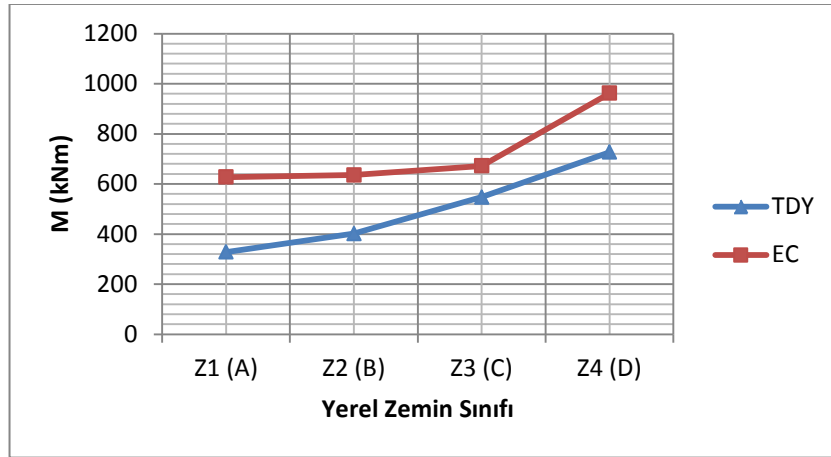
Şekil 6.32 : MBY ile 6 katlı binanın kirişinin momenti.



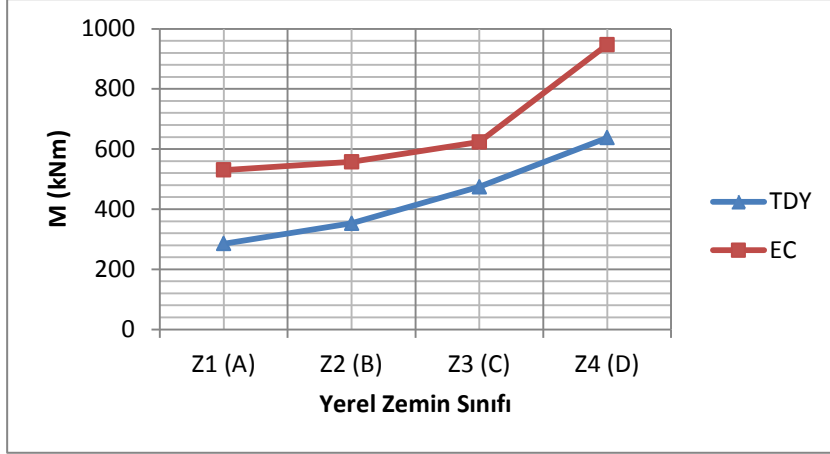
Şekil 6.33 : EDY ile 9 katlı binanın kirişinin momenti.



Şekil 6.34 : MBY ile 9 katlı binanın kirişinin momenti.



Şekil 6.35 : EDY ile 13 katlı binanın kirişinin momenti.



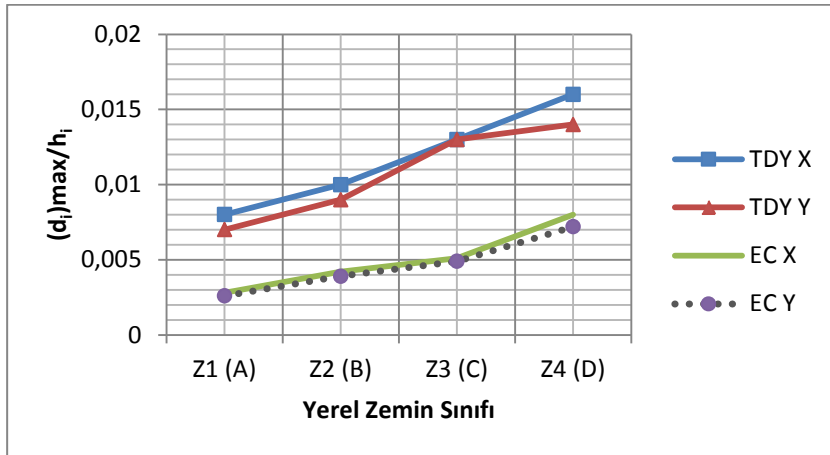
Şekil 6.36 : MBY ile 13 katlı binanın kirişinin momenti.

6.1.4 Maksimum Etkin Görelî Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkisi

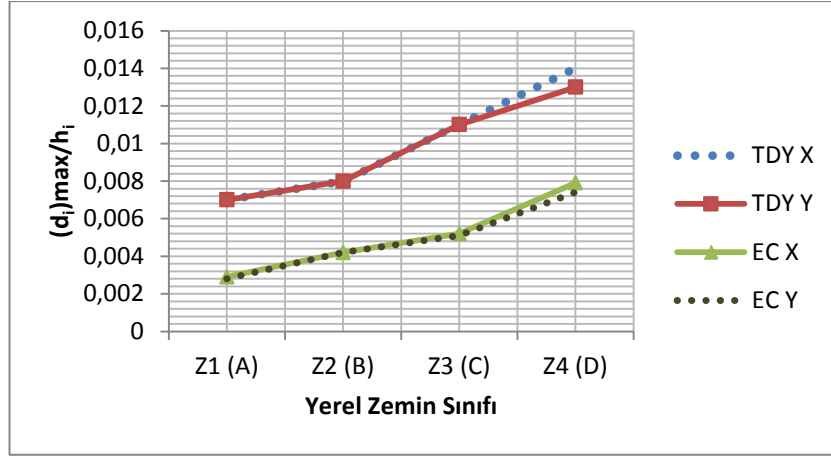
Karşılaştırmaları

TDY 2007 ve EC 8 yönetmelikleri için Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre sırasıyla 6, 9 ve 13 katlı binaların x ve y yönünde maksimum etkin görelî kat ötelemelerinin (MEGKÖ) karşılaştırmaları yapılmıştır. Dört yerel zemin sınıfı için yapılan karşılaştırmalar Şekil 6.37, Şekil 6.38, Şekil 6.39, Şekil 6.40, Şekil 6.41 ve Şekil 6.42’de verilmiştir.

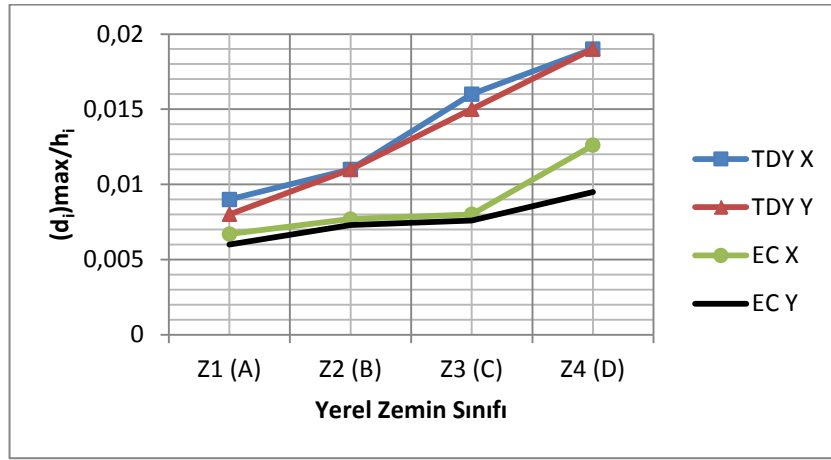
Her iki yönetmeliğin iki analiz yöntemi için de belirlenen ikinci mertebe etkisi değerleri kat adetlerine göre x ve y yönü için Şekil 6.43, Şekil 6.44, Şekil 6.45 ve Şekil 6.46’da gösterilmiştir.



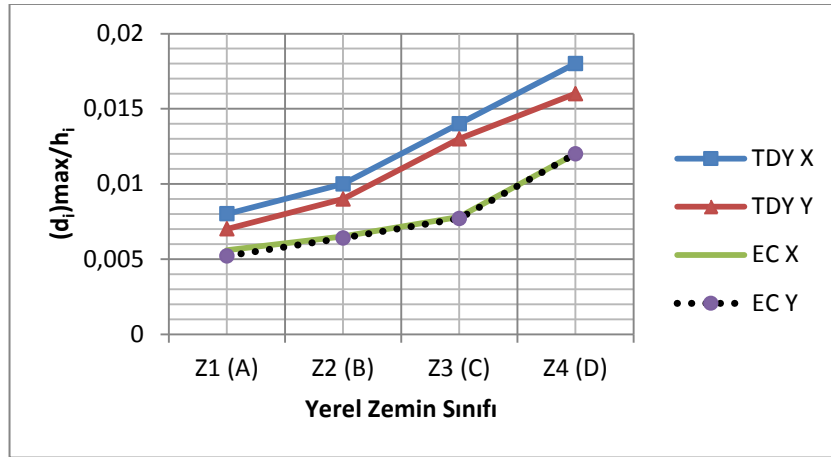
Şekil 6.37 : 6 katlı binanın EDY için MEGKÖ.



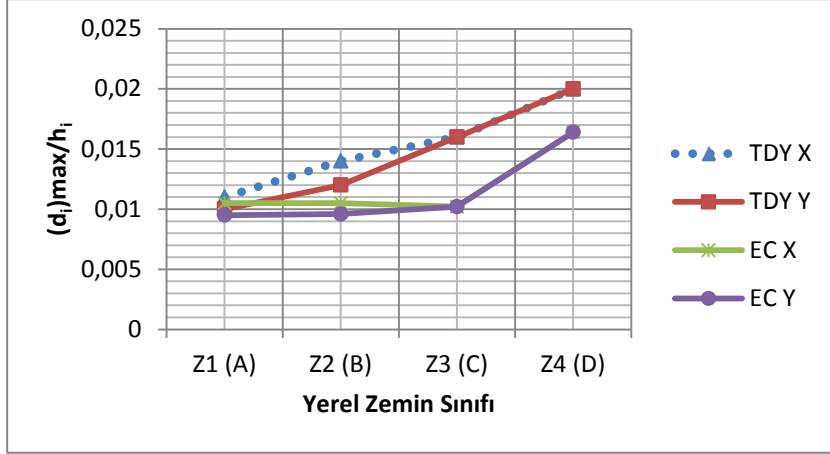
Şekil 6.38 : 6 katlı binanın MBY için MEGKÖ.



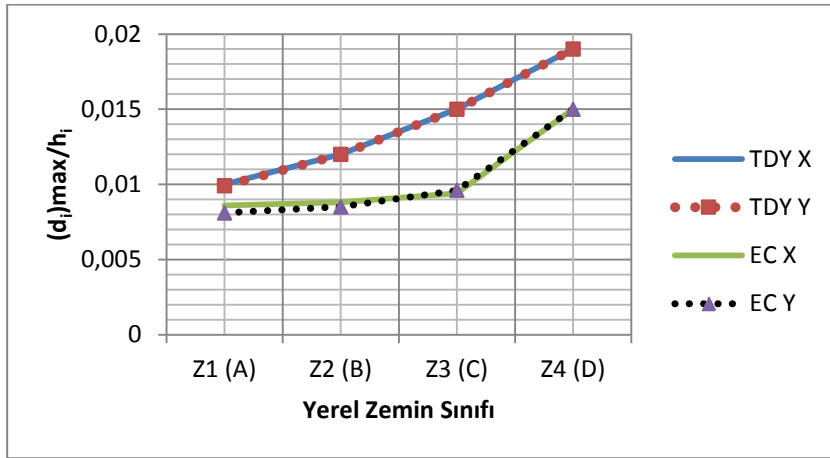
Şekil 6.39 : 9 katlı binanın EDY için MEGKÖ.



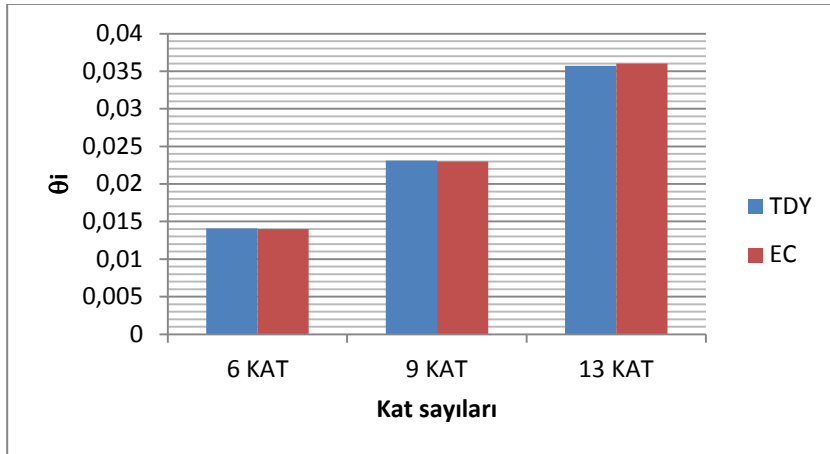
Şekil 6.40 : 9 katlı binanın MBY için MEGKÖ.



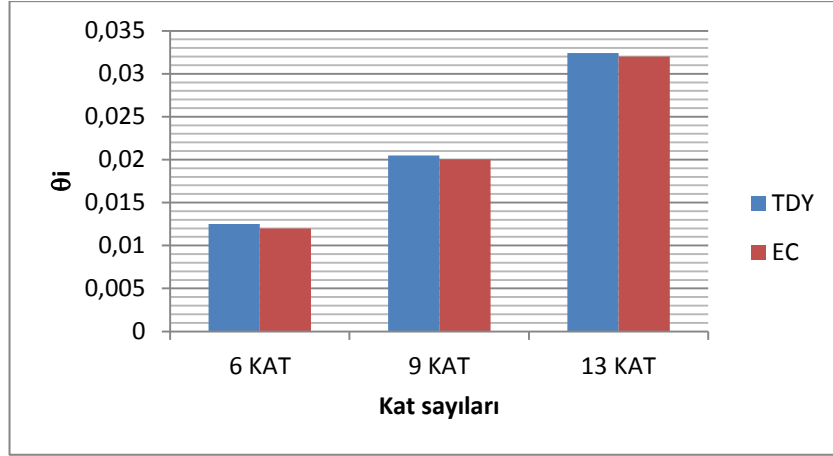
Şekil 6.41 : 13 katlı binanın EDY için MEGKÖ.



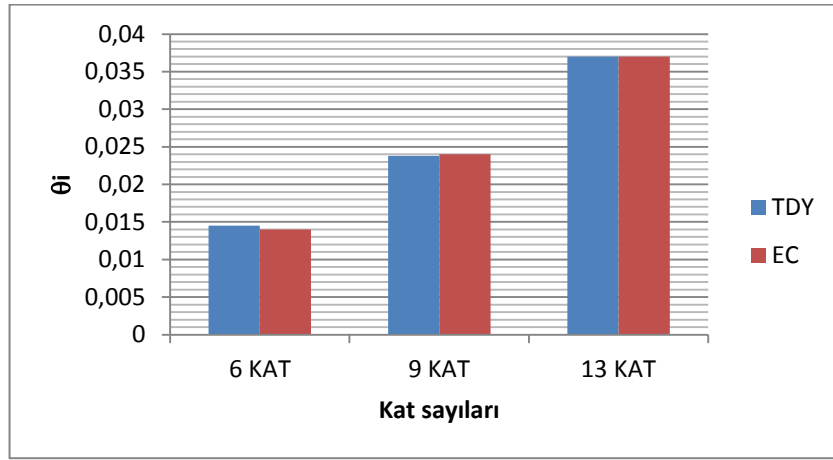
Şekil 6.42 : 13 katlı binanın MBY için MEGKÖ.



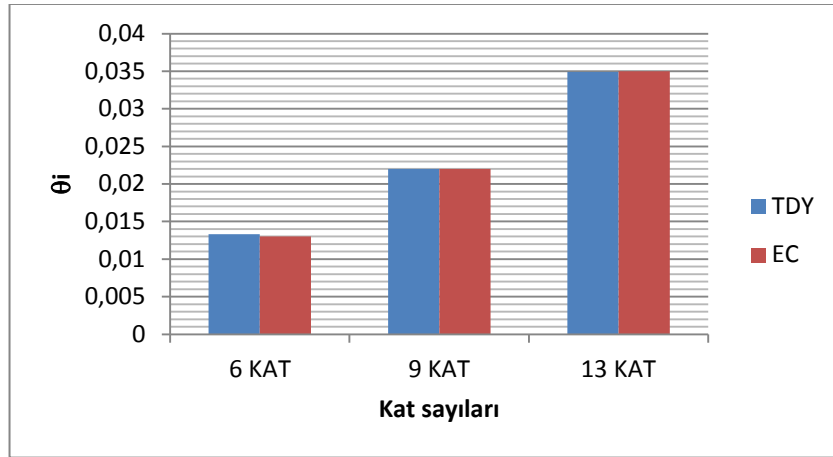
Şekil 6.43 : EDY için x yönünde ikinci mertebe değerleri.



Şekil 6.44 : EDY için y yönünde ikinci merteye değerleri.



Şekil 6.45 : MBY için x yönünde ikinci merteye değerleri.



Şekil 6.46 : MBY için y yönünde ikinci merteye değerleri.

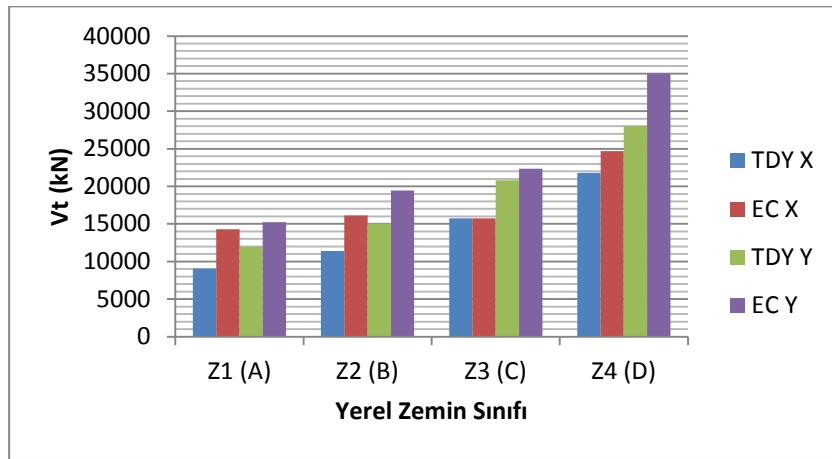
6.2 Perde - Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Binaların Karşılaştırması

Şekil 5.68’de verilen plana göre TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin doğrusal

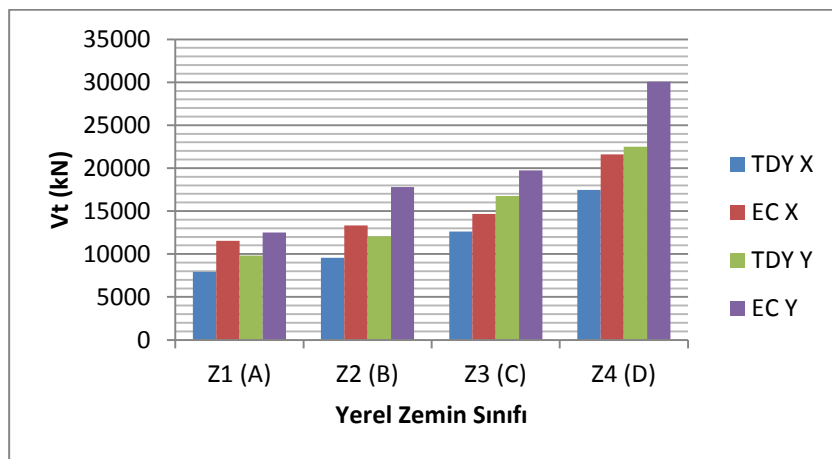
analiz yöntemlerinden 13 katlı binalar için Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemine göre, 19 katlı ve 25 katlı binalar için sadece Mod Birleştirme Yöntemine göre analizler yapılarak bulunan değerler iki yönetmelik için de karşılaştırılmıştır.

6.2.1 Taban Kesme Kuvvetlerine Göre Karşılaştırma

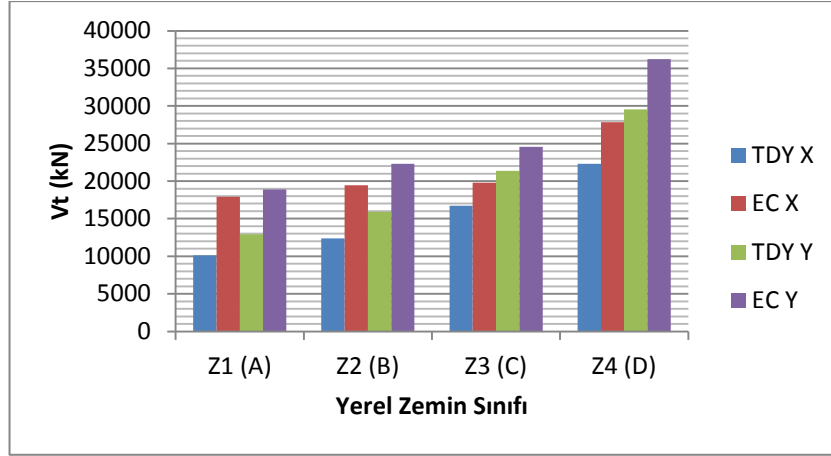
TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi için 13 katlı binanın, yalnızca Mod Birleştirme Yöntemi için 19 ve 25 katlı binaların yerel zemin sınıflarına göre x ve y yönündeki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırması Şekil 6.47, Şekil 6.48, Şekil 6.49 ve Şekil 6.50’de gösterilmiştir.



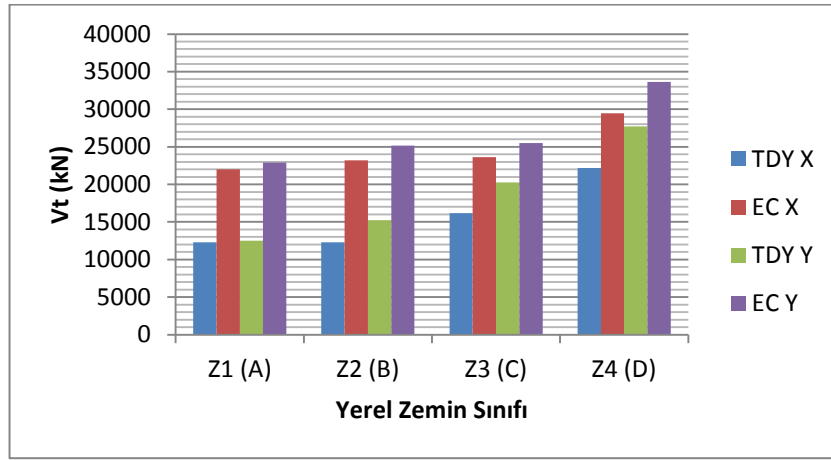
Şekil 6.47 : EDY ile 13 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.



Şekil 6.48 : MBY ile 13 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.



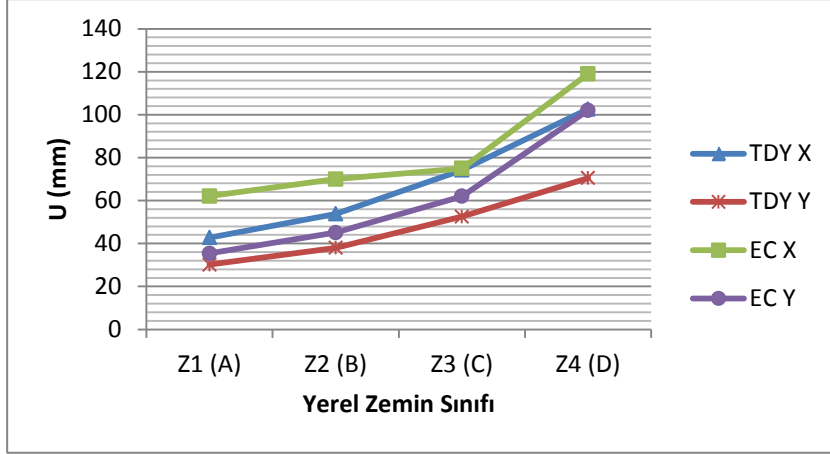
Şekil 6.49 : 19 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.



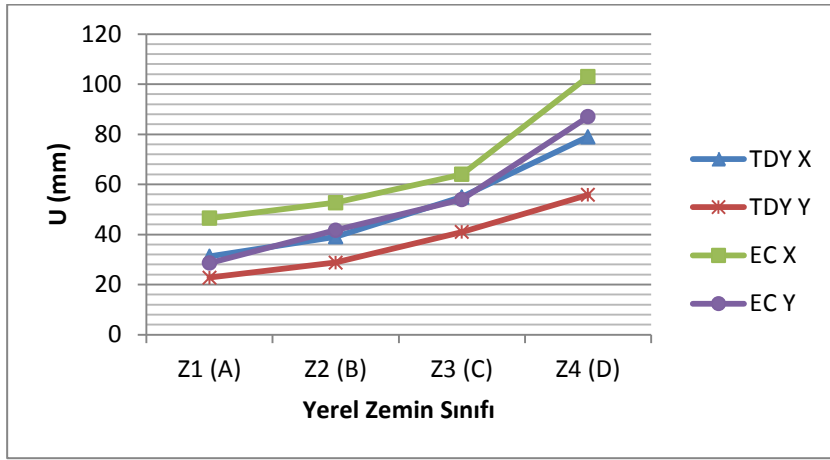
Şekil 6.50 : 25 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.

6.2.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmelerine Göre Karşılaştırma

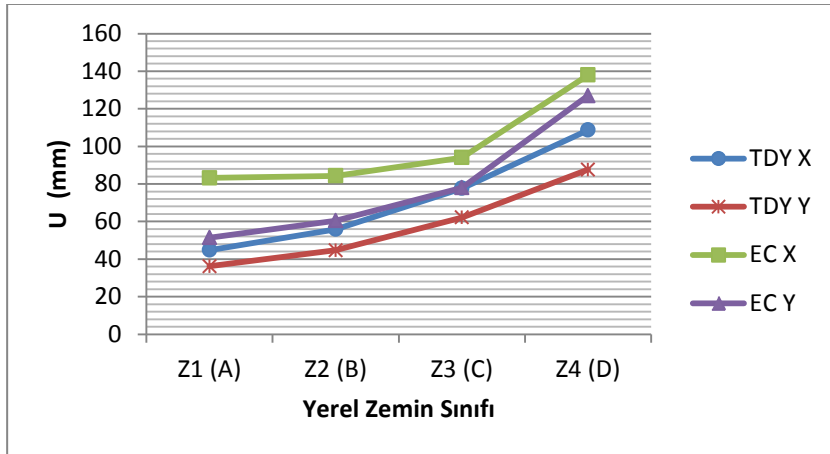
TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi için 13 katlı binanın, yalnızca Mod Birleştirme Yöntemi için 19 ve 25 katlı binaların yerel zemin sınıflarına göre x ve y yönündeki maksimum tepe yerdeğiştirmelerinin karşılaştırması Şekil 6.51, Şekil 6.52, Şekil 6.53 ve Şekil 6.54’de gösterilmiştir.



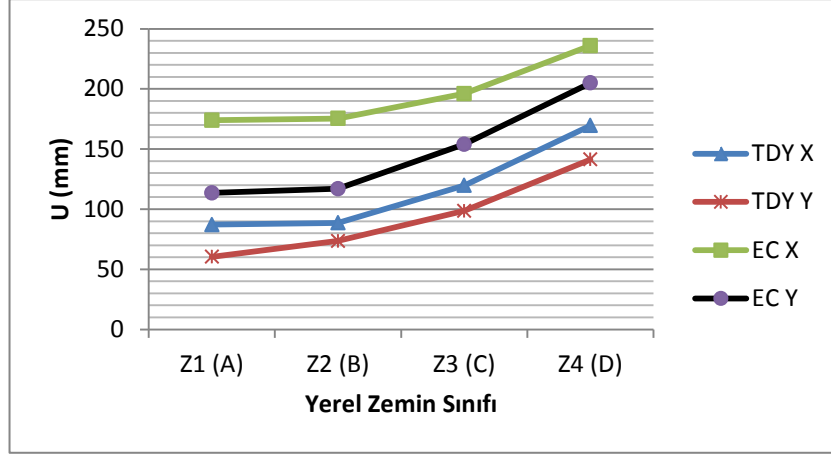
Şekil 6.51 : EDY ile 13 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.



Şekil 6.52 : MBY ile 13 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.



Şekil 6.53 : 19 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.



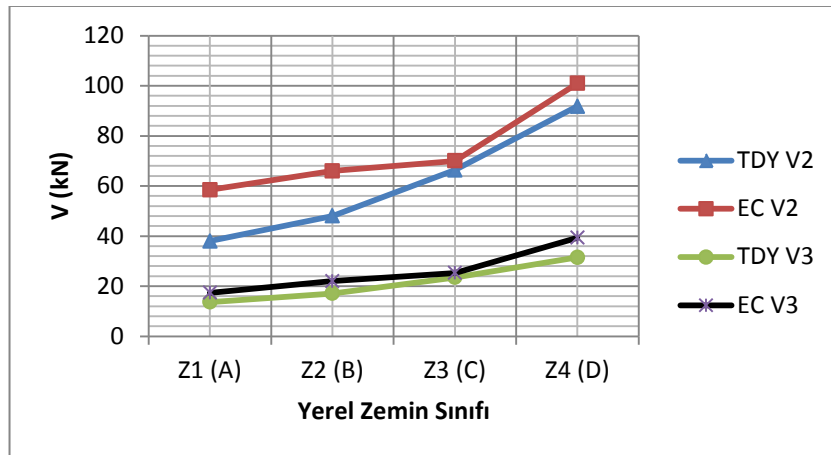
Şekil 6.54 : 25 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.

6.2.3 Kolon ve Kirişlerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti

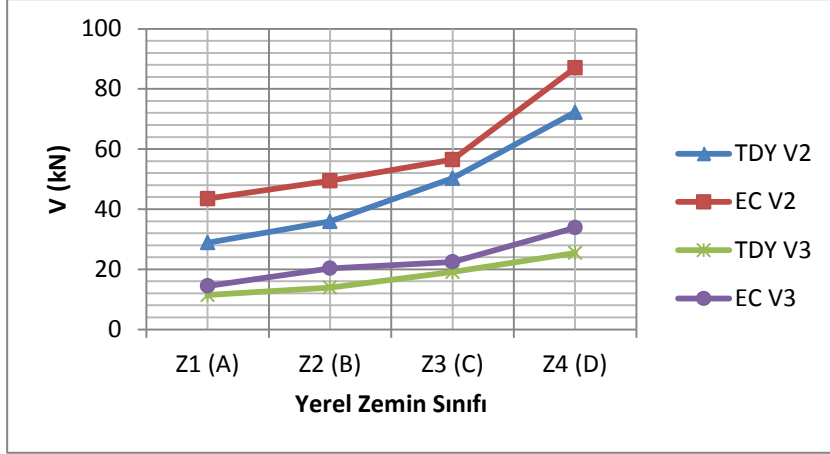
Karşılaştırmaları

TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi için 1. Kat D-4 kolonundaki maksimum kesme kuvvetleri ve maksimum momentleri yerel zemin sınıflarına göre karşılaştırılmıştır. Kat adetleri sırasıyla 13, 19 ve 25 olan binalar için karşılaştırma Şekil 6.55, Şekil 6.56, Şekil 6.57, Şekil 6.58, Şekil 6.59, Şekil 6.60, Şekil 6.61 ve Şekil 6.62’de verilmiştir.

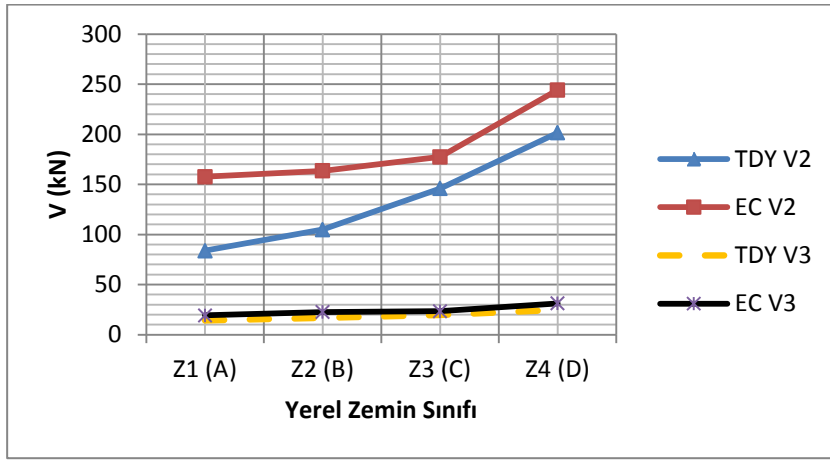
1. Kat D 3-4 kirişinin her iki yönetmeliğin iki analiz yöntemine göre maksimum kesme kuvveti ve maksimum momenti dört yerel zemin sınıfı için karşılaştırılmıştır. Kat adetleri sırasıyla 13 ve 19 olan binalar için karşılaştırma Şekil 6.63, Şekil 6.64, Şekil 6.65, Şekil 6.66, Şekil 6.67 ve Şekil 6.68’de gösterilmiştir.



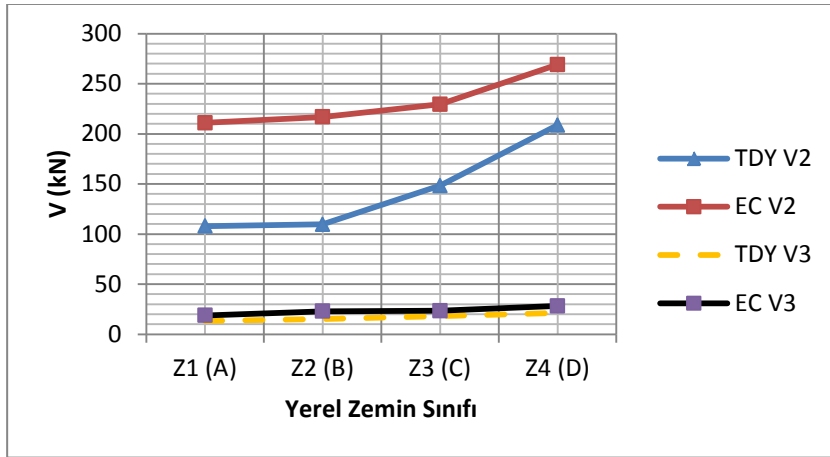
Şekil 6.55 : EDY ile 13 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.



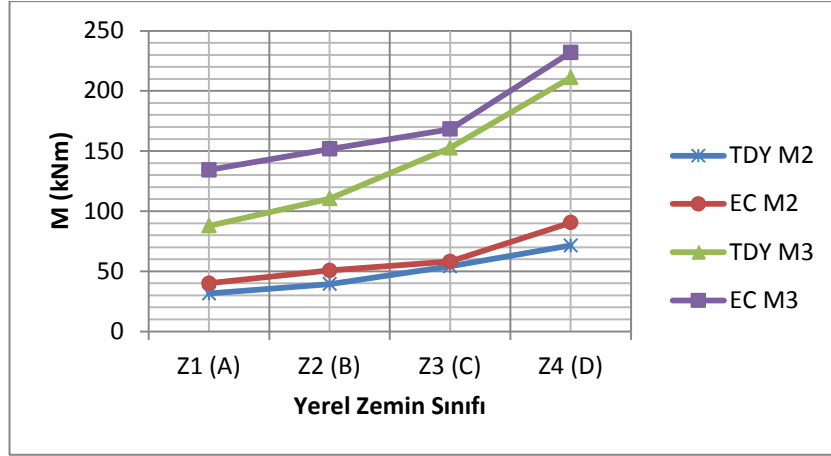
Şekil 6.56 : MBY ile 13 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.



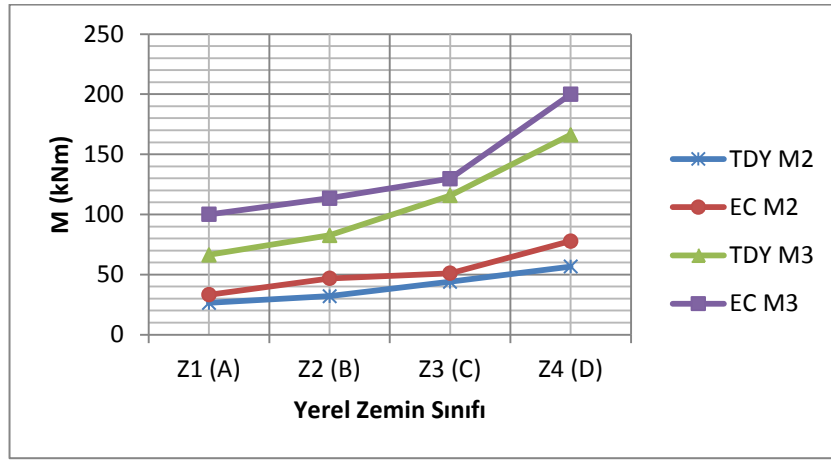
Şekil 6.57 : 19 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.



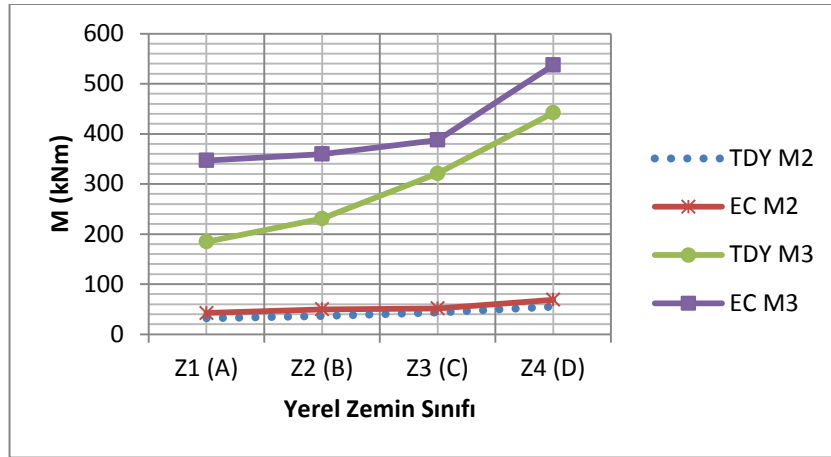
Şekil 6.58 : 25 katlı binanın kolonunun kesme kuvveti.



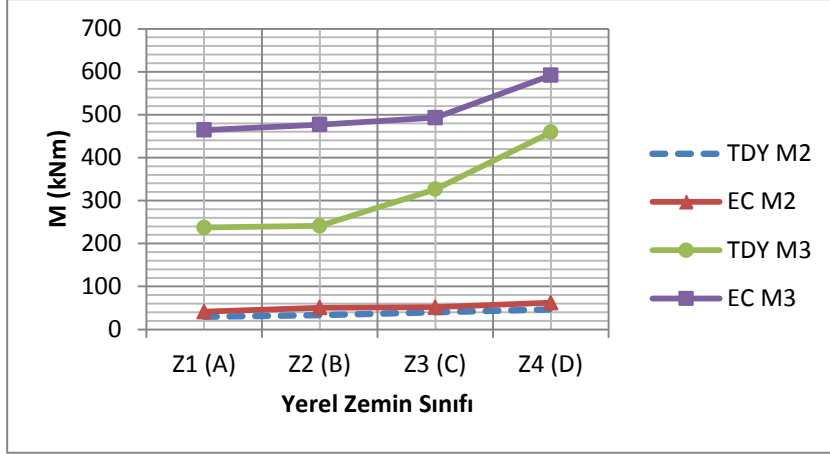
Şekil 6.59 : EDY ile 13 katlı binanın kolonunun momenti.



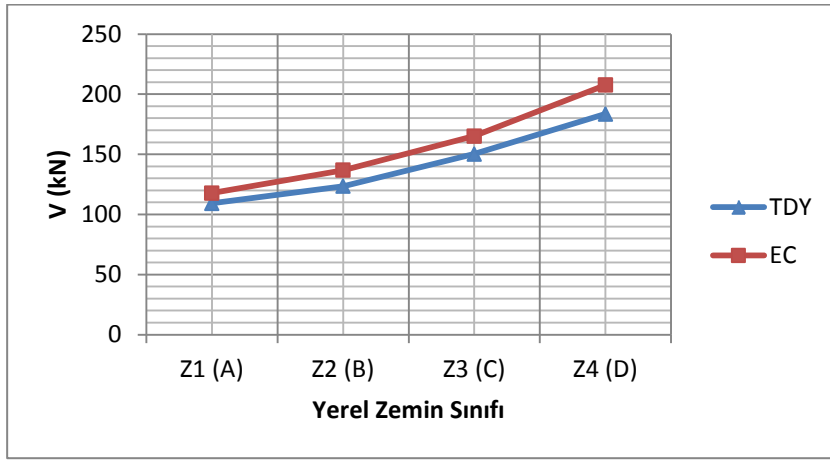
Şekil 6.60 : MBY ile 13 katlı binanın kolonunun momenti.



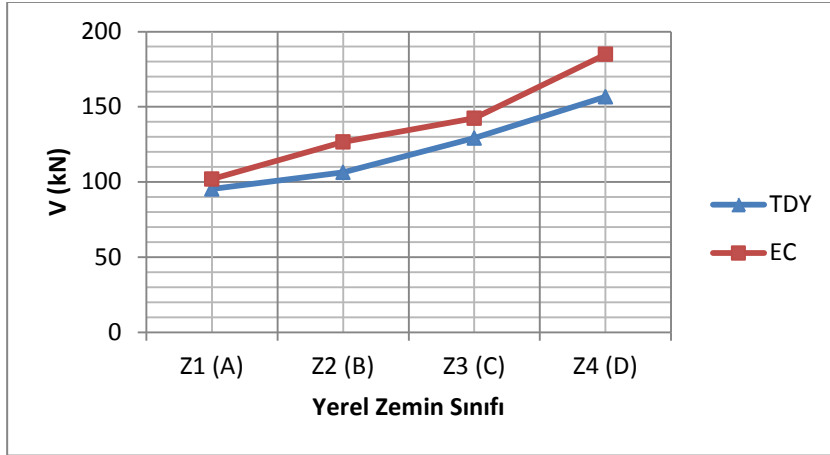
Şekil 6.61 : 19 katlı binanın kolonunun momenti.



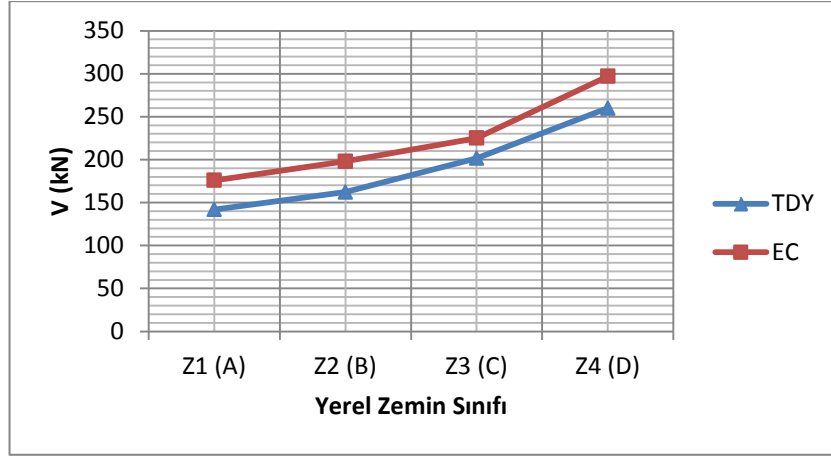
Şekil 6.62 : 25 katlı binanın kolonunun momenti.



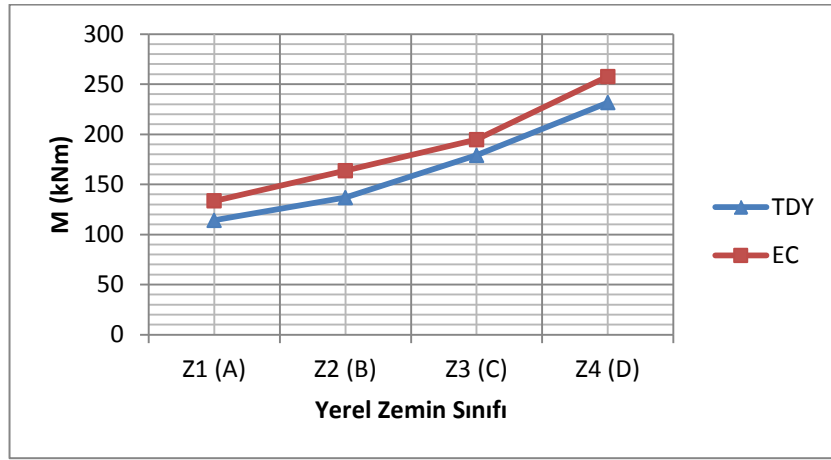
Şekil 6.63 : EDY ile 13 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.



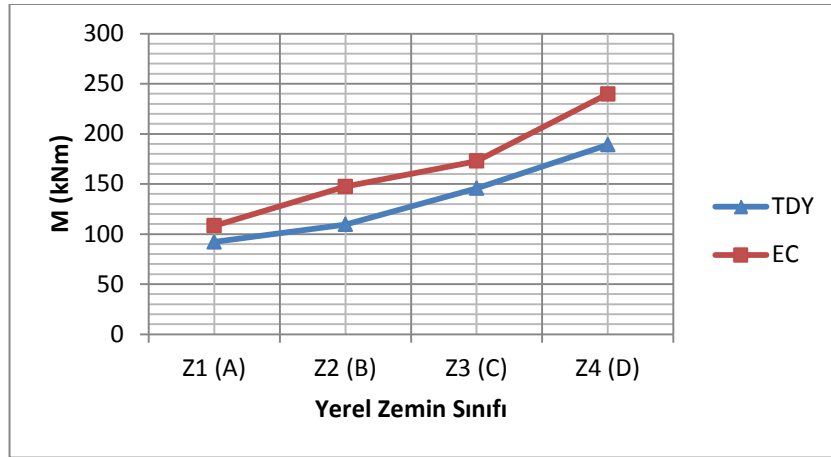
Şekil 6.64 : MBY ile 13 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.



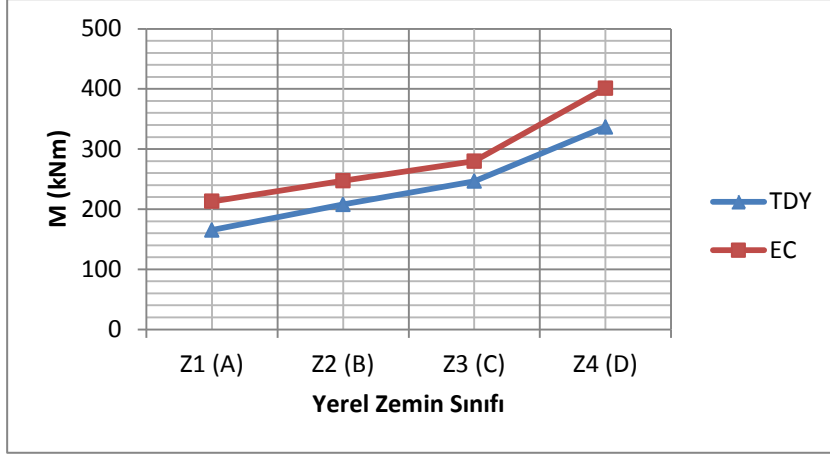
Şekil 6.65 : 19 katlı binanın kirişinin kesme kuvveti.



Şekil 6.66 : EDY ile 13 katlı binanın kirişinin momenti.



Şekil 6.67 : MBY ile 13 katlı binanın kirişinin momenti.



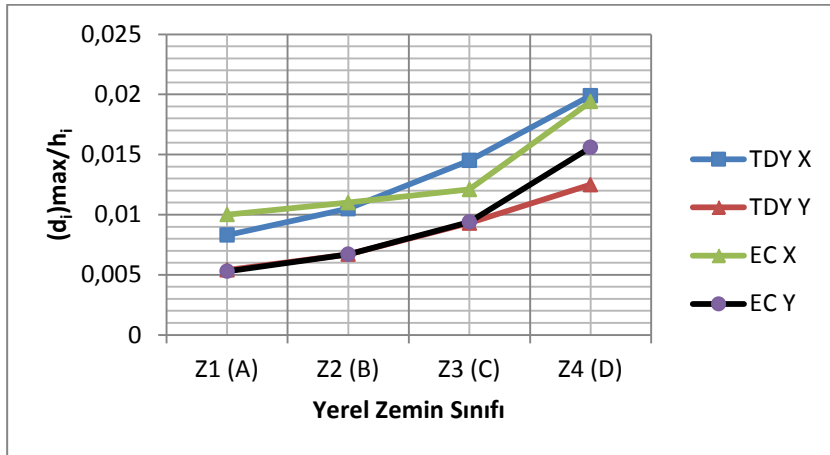
Şekil 6.68 : 19 katlı binanın kirişinin momenti.

6.2.4 Maksimum Etkin Görelî Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkisi

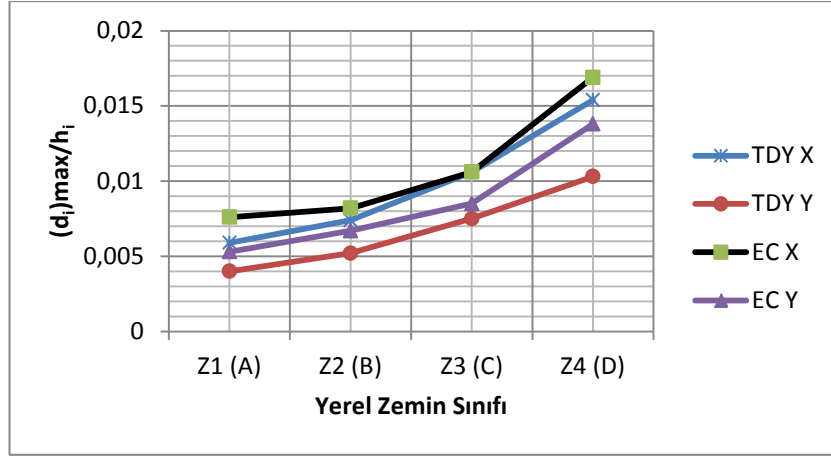
Karşılaştırmaları

TDY 2007 ve EC 8 yönetmelikleri için Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre 13 katlı binanın, Mod Birleştirme Yöntemine göre 19 ve 25 katlı binaların x ve y yönünde maksimum etkin görelî kat ötelemelerinin karşılaştırmaları (MEGKÖ) yapılmıştır. Dört yerel zemin sınıfı için yapılan karşılaştırmalar Şekil 6.69, Şekil 6.70, Şekil 6.71 ve Şekil 6.72’de verilmiştir.

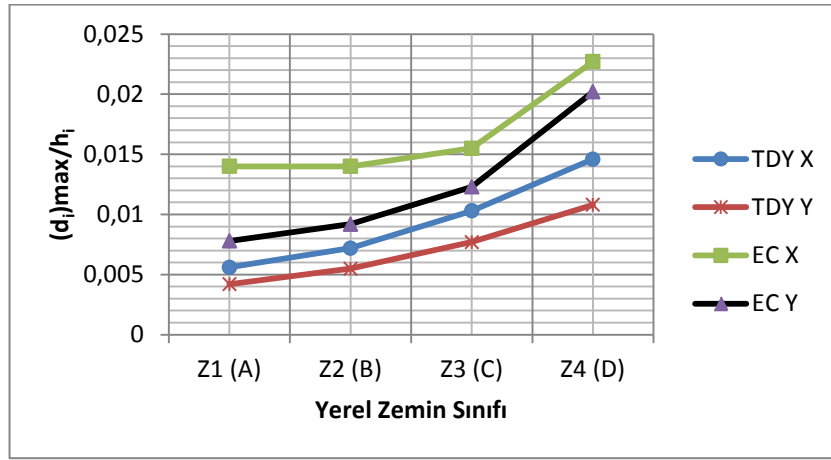
Her iki yönetmeliğin Mod Birleştirme Yöntemi için belirlenen ikinci mertebe etkisi değerleri kat adetlerine göre x ve y yönü için Şekil 6.73 ve Şekil 6.74’de gösterilmiştir.



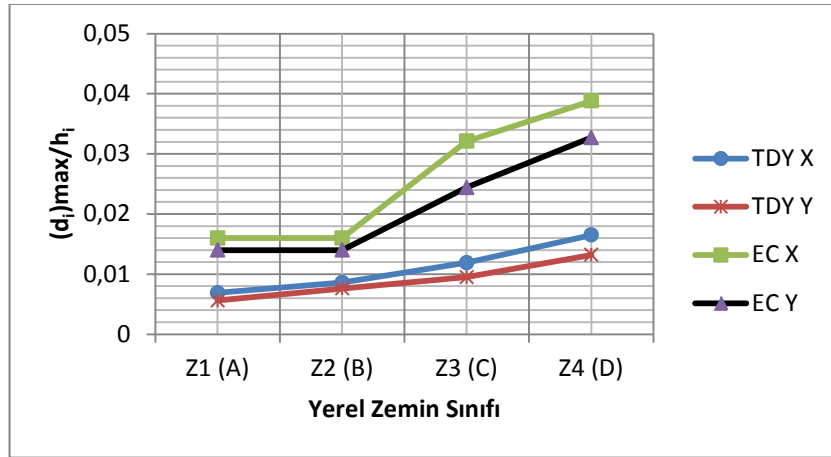
Şekil 6.69 : 13 katlı binanın EDY için MEGKÖ.



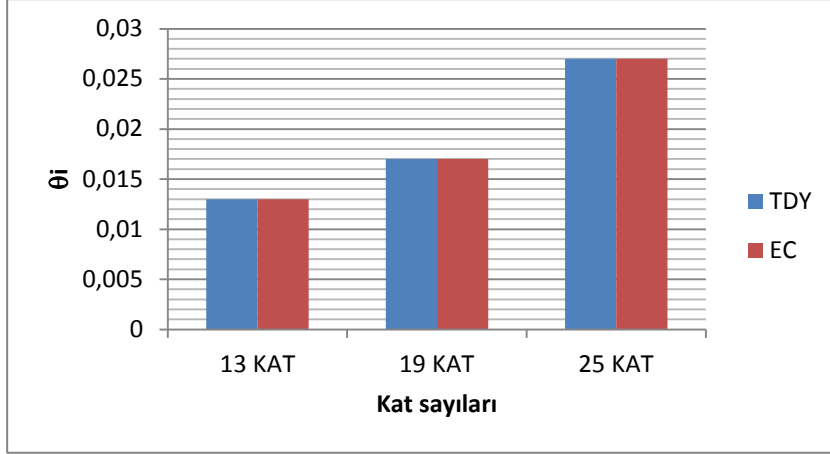
Şekil 6.70 : 13 katlı binanın MBY için MEGKÖ.



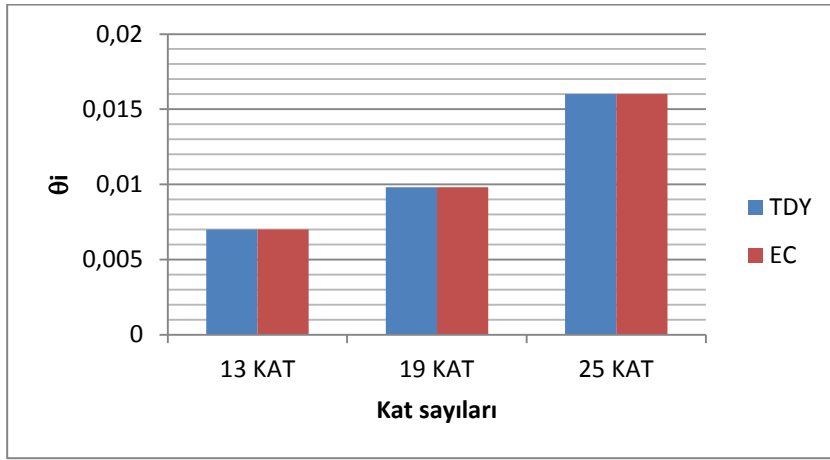
Şekil 6.71 : 19 katlı binanın MBY için MEGKÖ.



Şekil 6.72 : 25 katlı binanın MBY için MEGKÖ.



Şekil 6.73 : X yönündeki ikinci merteye değerleri.



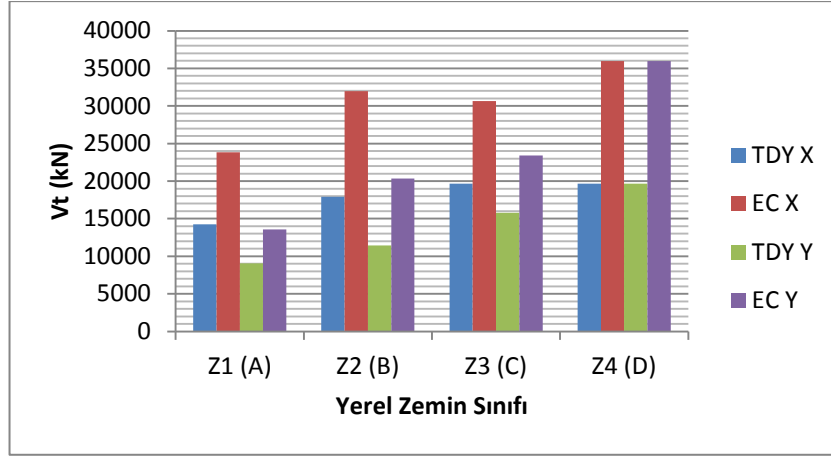
Şekil 6.74 : Y yönündeki ikinci merteye değerleri.

6.3 Perde Taşıyıcı Sistemli Binaların Karşılaştırması

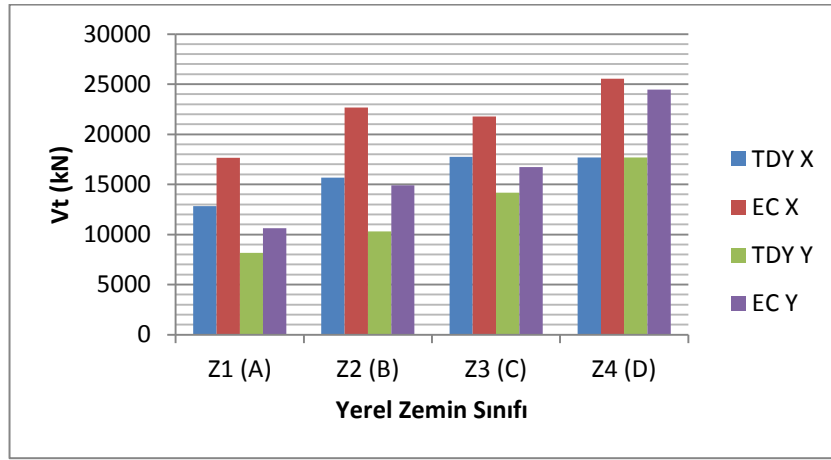
Şekil 5.114’de verilen plana göre TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin doğrusal analiz yöntemlerinden 13 katlı binalar için Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemine göre, 19 katlı ve 25 katlı binalar için sadece Mod Birleştirme Yöntemine göre analizler yapılarak bulunan değerler iki yönetmelik için de karşılaştırılmıştır.

6.3.1 Taban Kesme Kuvvetlerine Göre Karşılaştırma

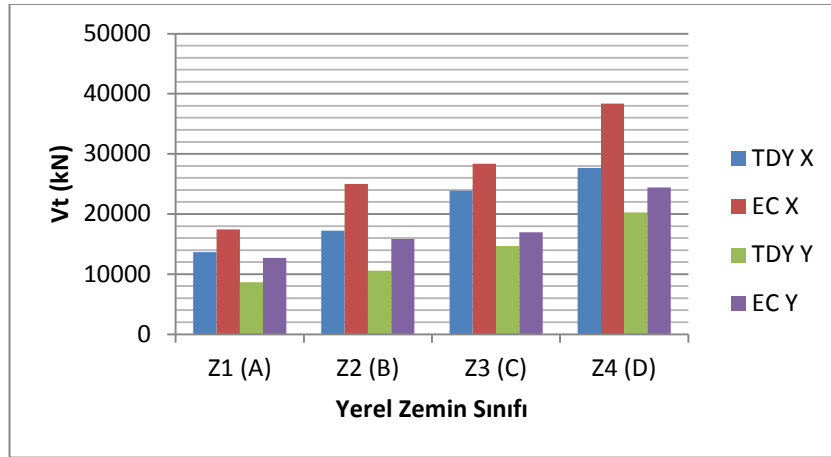
TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi için 13 katlı binanın, yalnızca Mod Birleştirme Yöntemi için 19 ve 25 katlı binaların yerel zemin sınıflarına göre x ve y yönündeki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırması Şekil 6.75, Şekil 6.76, Şekil 6.77 ve Şekil 6.78’de gösterilmiştir.



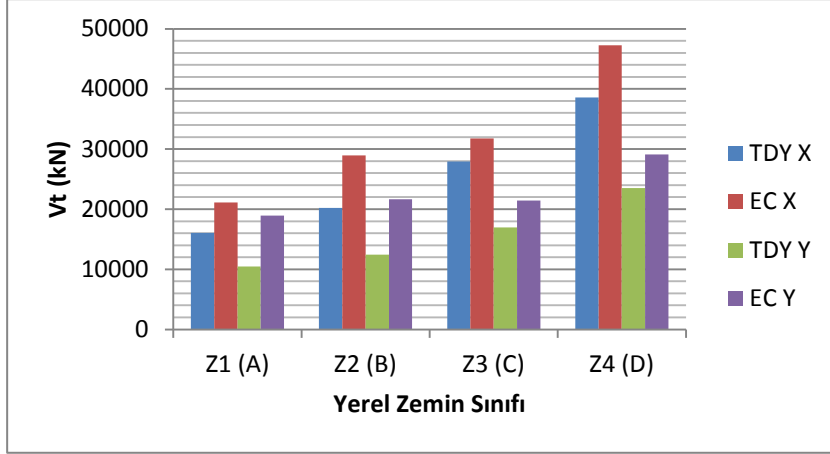
Şekil 6.75 : EDY ile 13 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.



Şekil 6.76 : MBY ile 13 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.



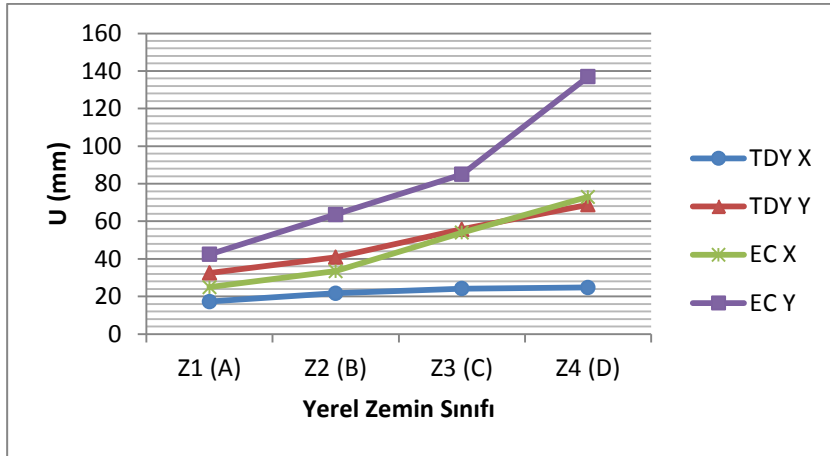
Şekil 6.77 : 19 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.



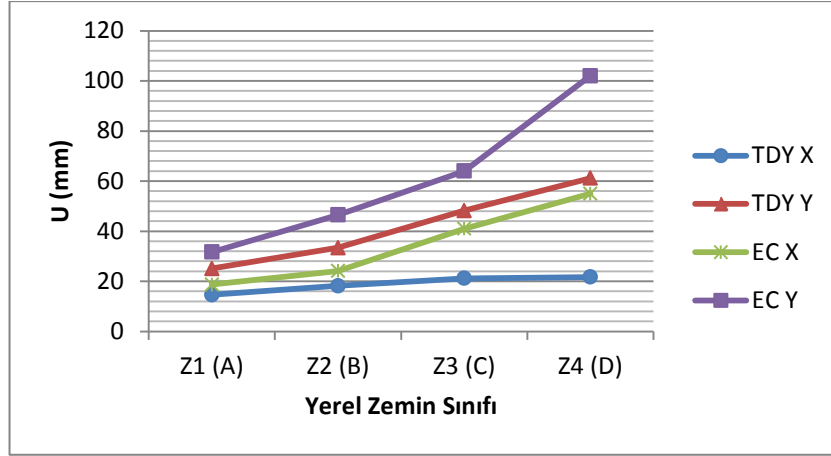
Şekil 6.78 : 25 katlı binanın taban kesme kuvvetleri.

6.3.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmelerine Göre Karşılaştırma

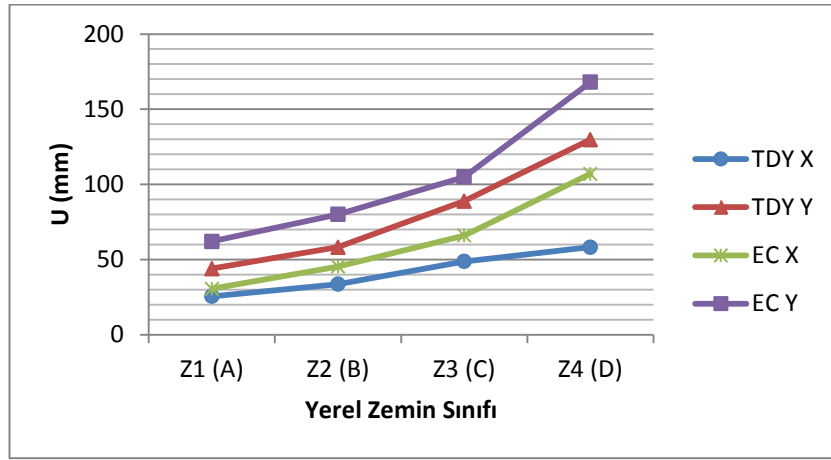
TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi için 13 katlı binanın, yalnızca Mod Birleştirme Yöntemi için 19 ve 25 katlı binaların yerel zemin sınıflarına göre x ve y yönündeki maksimum tepe yerdeğiştirmelerinin karşılaştırması Şekil 6.79, Şekil 6.80, Şekil 6.81 ve Şekil 6.82’de gösterilmiştir.



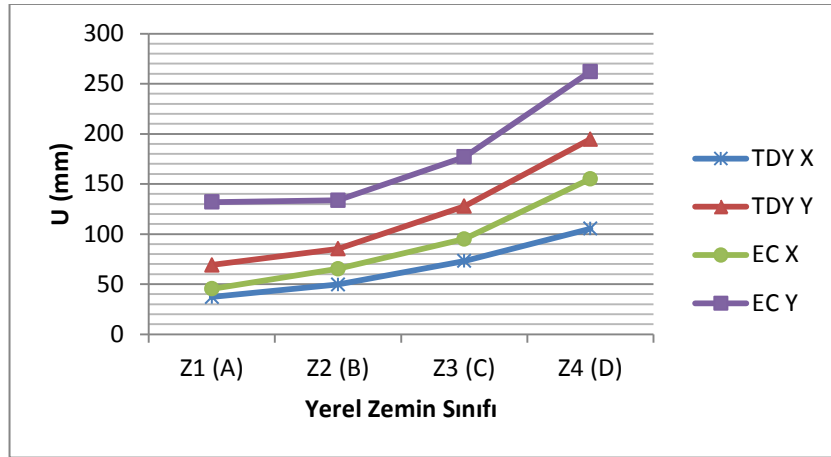
Şekil 6.79 : EDY ile 13 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.



Şekil 6.80 : MBY ile 13 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.



Şekil 6.81 : 19 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.

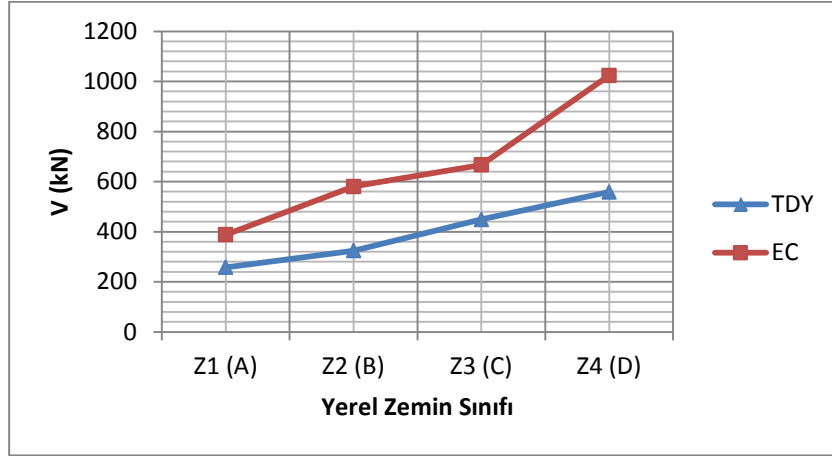


Şekil 6.82 : 25 katlı binanın maksimum yerdeğiştirmeleri.

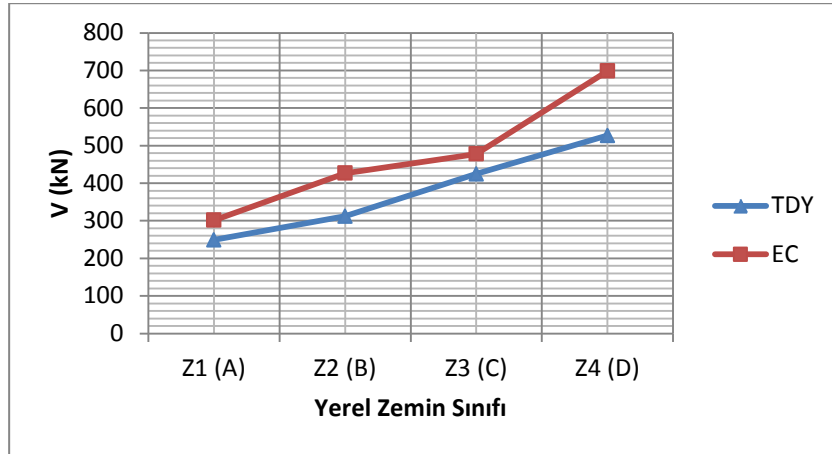
6.3.3 Perdelerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti Karşılaştırmaları

TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi için 1. Kat C 5 – 6 perdesindeki maksimum kesme kuvvetleri ve

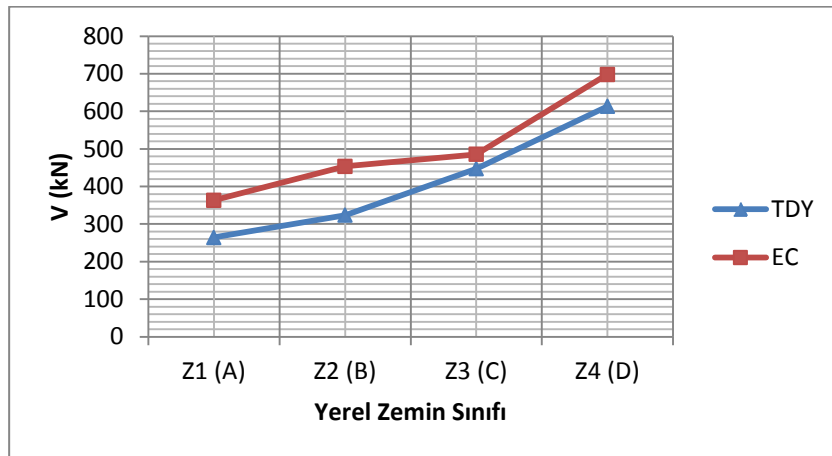
maksimum momentleri yerel zemin sınıflarına göre karşılaştırılmıştır. Kat adetleri sırasıyla 13, 19 ve 25 olan binalar için karşılaştırma Şekil 6.83, Şekil 6.84, Şekil 6.85, Şekil 6.86, Şekil 6.87, Şekil 6.88, Şekil 6.89 ve Şekil 6.90’da verilmiştir.



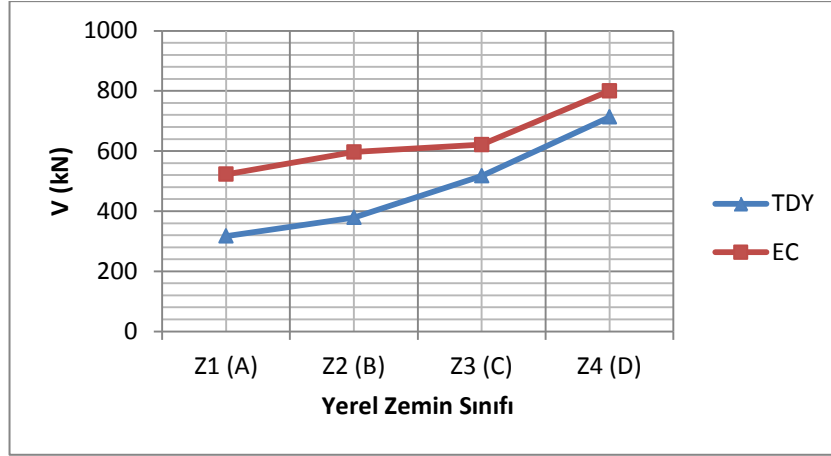
Şekil 6.83 : EDY ile 13 katlı binanın perdesinin kesme kuvveti.



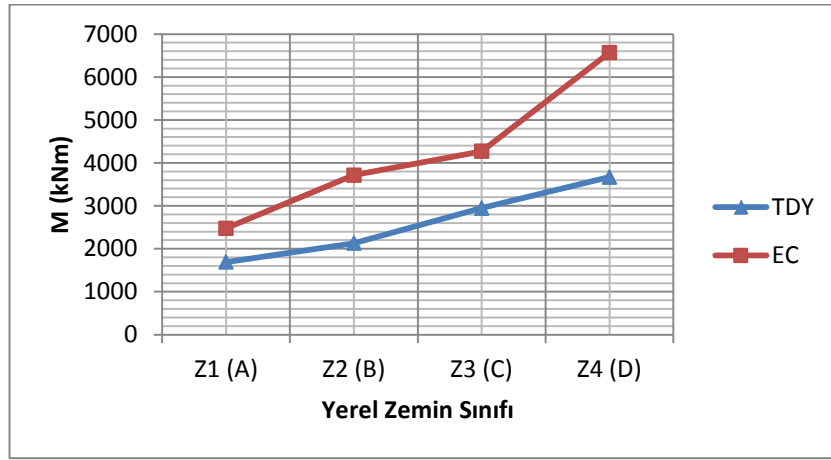
Şekil 6.84 : MBY ile 13 katlı binanın perdesinin kesme kuvveti.



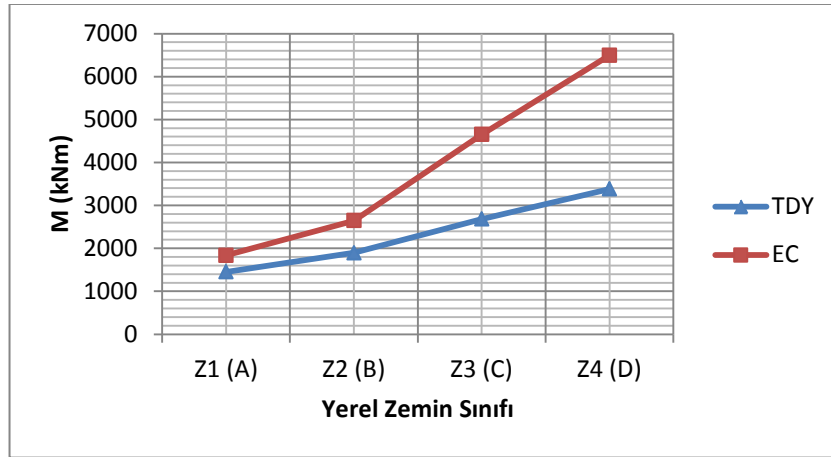
Şekil 6.85 : 19 katlı binanın perdesinin kesme kuvveti.



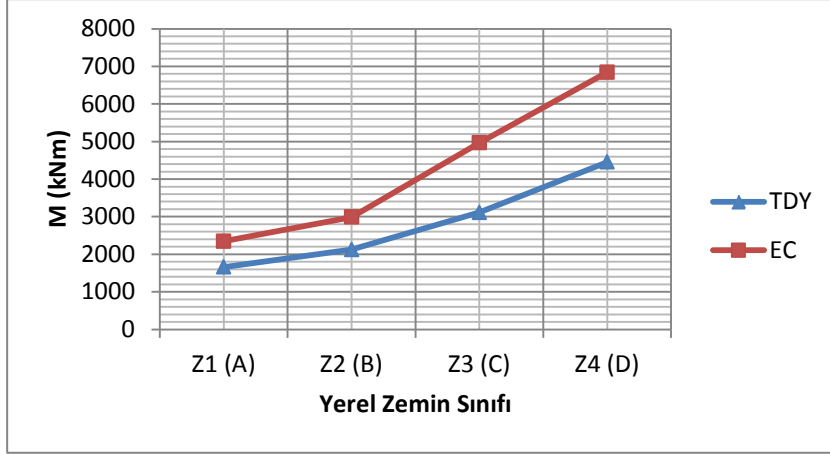
Şekil 6.86 : 25 katlı binanın perdesinin kesme kuvveti.



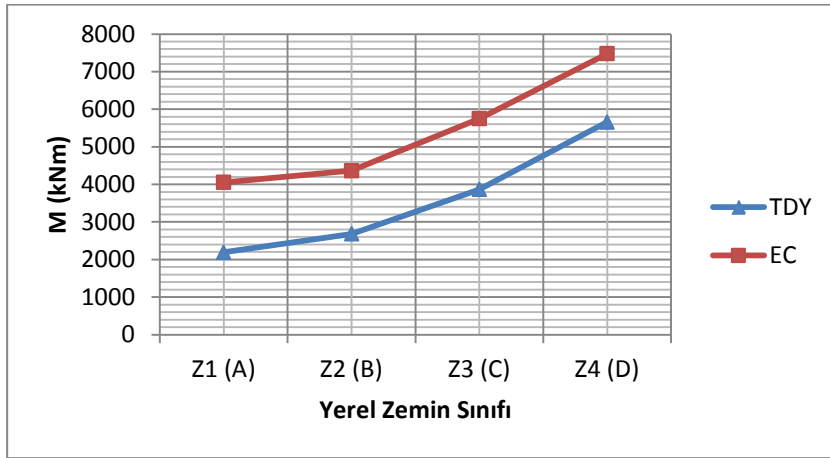
Şekil 6.87 : EDY ile 13 katlı binanın perdesinin momenti.



Şekil 6.88 : MBY ile 13 katlı binanın perdesinin momenti.



Şekil 6.89 : 19 katlı binanın perdesinin momenti.

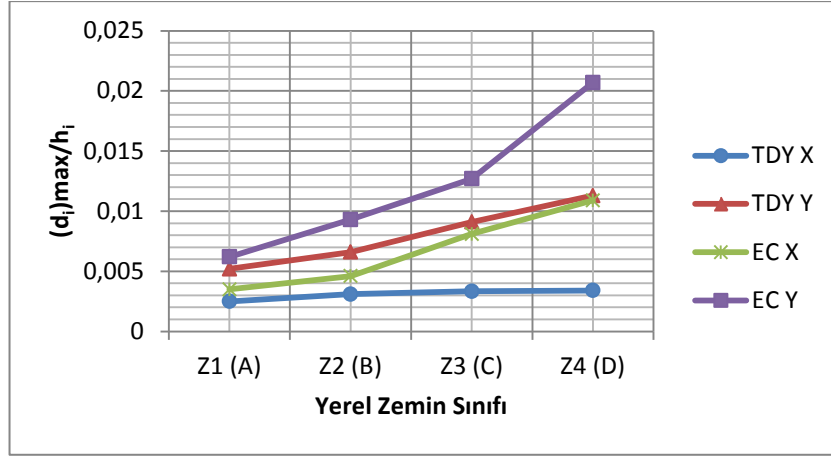


Şekil 6.90 : 25 katlı binanın perdesinin momenti.

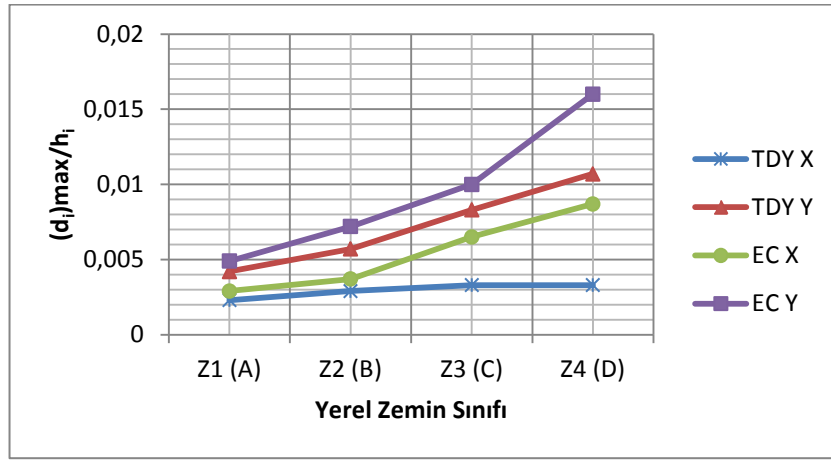
6.3.4 Maksimum Etkin Görelî Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkisi Karşılaştırmaları

TDY 2007 ve EC 8 yönetmelikleri için Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemine göre 13 katlı binanın, Mod Birleştirme Yöntemine göre 19 ve 25 katlı binaların x ve y yönünde maksimum etkin görelî kat ötelemelerinin karşılaştırmaları (MEGKÖ) yapılmıştır. Dört yerel zemin sınıfı için yapılan karşılaştırmalar Şekil 6.91, Şekil 6.92, Şekil 6.93 ve Şekil 6.794’de verilmiştir.

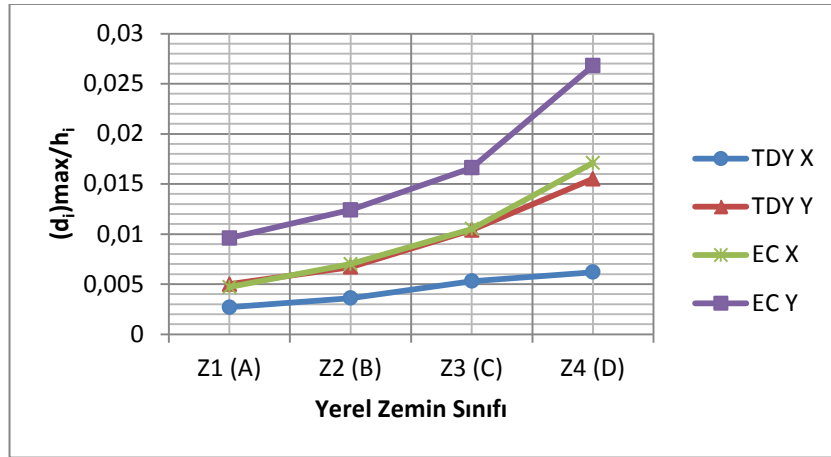
Her iki yönetmeliğin Mod Birleştirme Yöntemi için belirlenen ikinci mertebe etkisi değerleri kat adetlerine göre x ve y yönü için Şekil 6.95 ve Şekil 6.96’da gösterilmiştir.



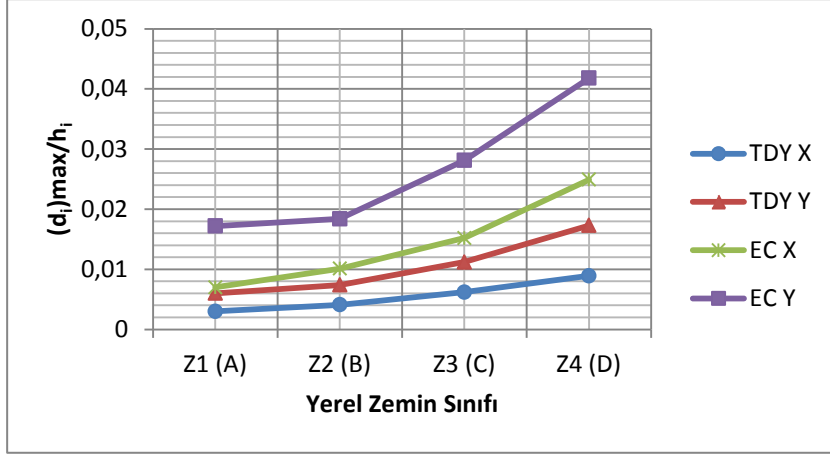
Şekil 6.91 : 13 katlı binanın EDY için MEGKÖ.



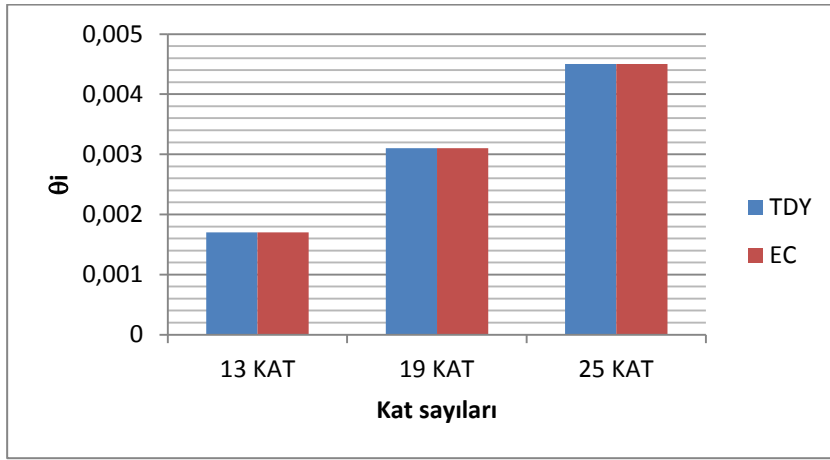
Şekil 6.92 : 13 katlı binanın MBY için MEGKÖ.



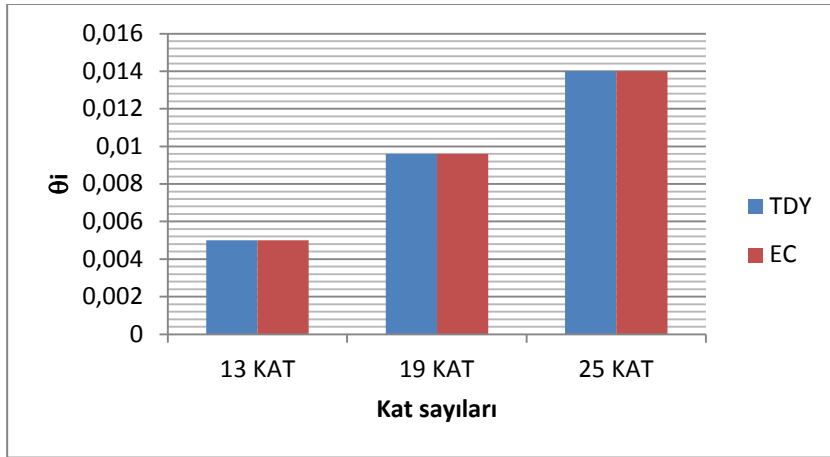
Şekil 6.93 : 19 katlı binanın MBY için MEGKÖ.



Şekil 6.94 : 25 katlı binanın MBY için MEGKÖ.



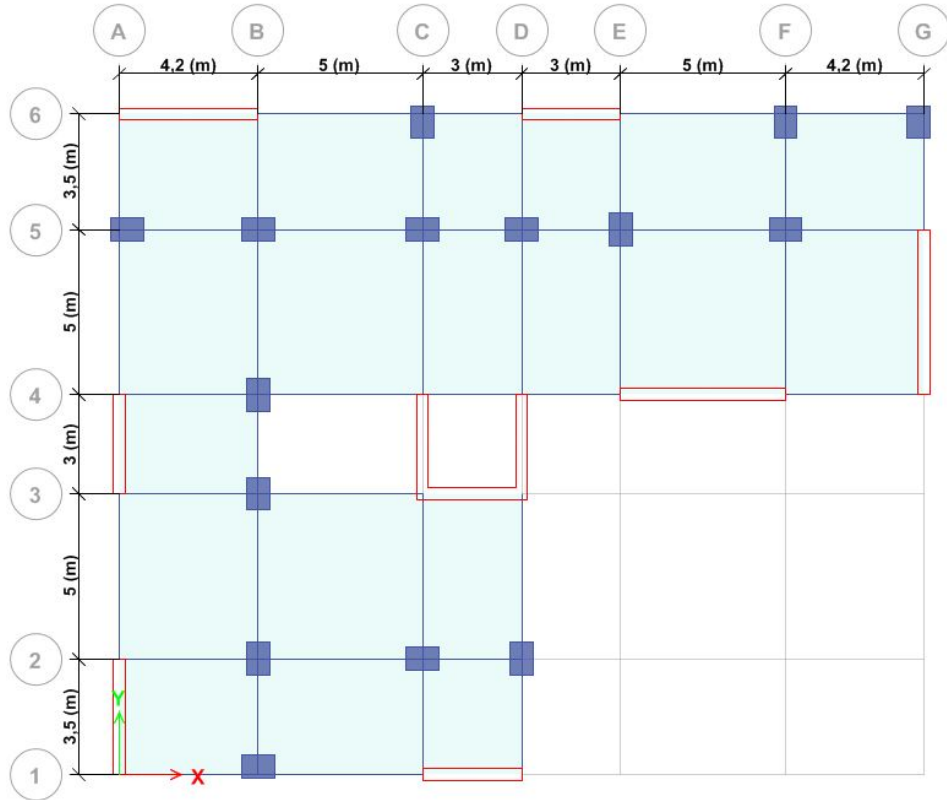
Şekil 6.95 : X yönündeki ikinci merteye değerleri.



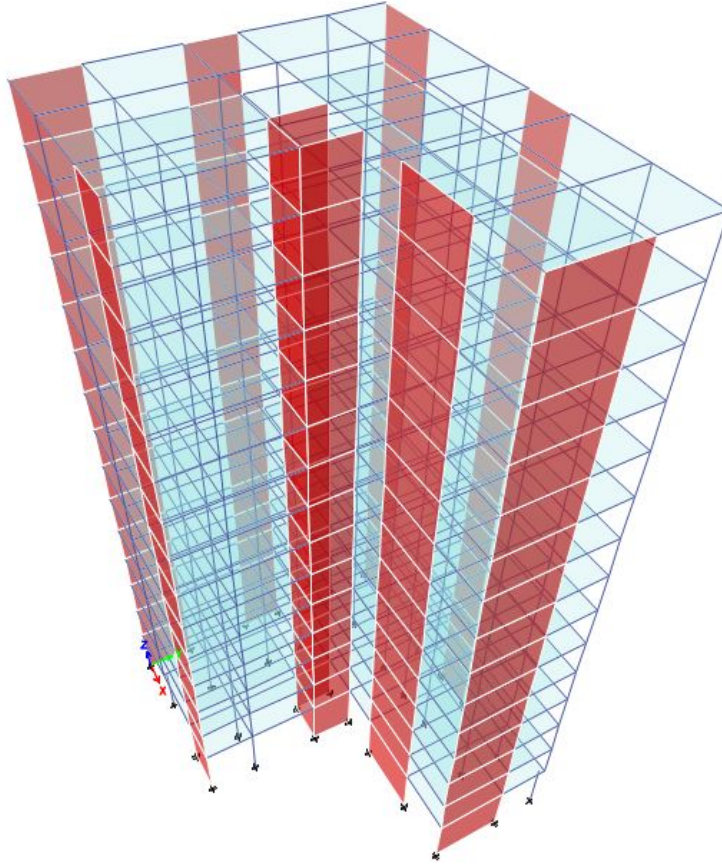
Şekil 6.96 : Y yönündeki ikinci merteye değerleri.

6.4 Planda Düzensiz 15 Katlı Perde – Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Binaın Karşılaştırması

Binaın analizi doğrusal analiz yöntemlerine göre 3. bölümde anlatılan TDY 2007'ye göre yönetmelik gereği 40 m'den yüksek binalarda kullanılabilecek Mod Birleştirme Yöntemine göre ve 4. bölümde anlatılan EC 8'e göre Mod Birleştirme Yöntemine ile yapılmıştır. Bina 15 katlı olmak üzere planda L şeklindedir. Bina TDY 2007'ye ve EC 8'e göre planda düzensiz olarak kabul görmektedir. Kat yüksekliği ilk kat için 4.2 m diğer katlar için 3 m'dir. Bina önem katsayısı 1.00 olarak alınmıştır. Planda asansör ve merdiven boşlukları bırakılmıştır. Bina için dört farklı yerel zemin sınıfına göre ayrı ayrı analiz yapılmıştır. Yapılan analizlerin tümü 1. derece deprem bölgesi baz alınarak yapılmıştır. Döşemeler ve perde duvarlar kabuk eleman olarak programa tanıtılmıştır. Döşemelerin kalınlığı 16 cm olmakla birlikte her bir kat seviyesi için rijit diyafram olarak tanımlanmış ve kendi içerisinde 0.5 m x 0.5 m sonlu elemanlara bölünmüştür. Binaın planı Şekil 6.97'de verilmiş olup üç boyutlu görüntüsü de Şekil 6.98'de gösterilmiştir. TDY 2007 ve EC 8 analizleri için uygulanan yük kombinasyonları Çizelge 5.1'e göre uygulanmıştır.



Şekil 6.97 : Planda düzensiz perde – çerçeve sistemli binaın planı.



Şekil 6.98 : Perde – çerçeve sistemli binanın üç boyutlu görünümü.

TDY 2007'ye ve EC 8'e göre analizi yapılan binanın genel bilgileri Çizelge 6.1'de verilmiştir. Binaların kullanım amacı konut olarak düşünüldüğünden bina önem katsayısı 1.00 olarak alınmıştır.

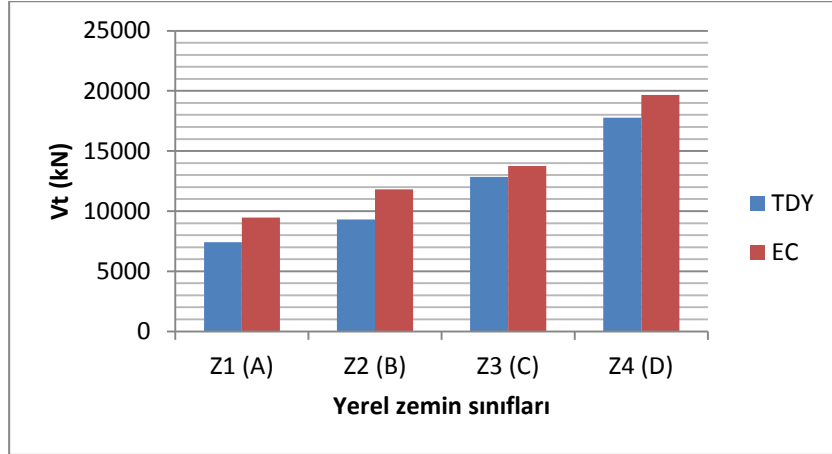
Yönetmelik gereği C ve D yerel zemin sınıflarında bina tabanına elastik yay tanımlamak gerektiğinden Zemin yatak katsatısı C grubu için 10.000 kN/m^3 , D grubu için de 2.000 kN/m^3 alınmıştır.

Çizelge 6.1 : Perde- çerçeve taşıyıcı sistemli binaların genel bilgileri.

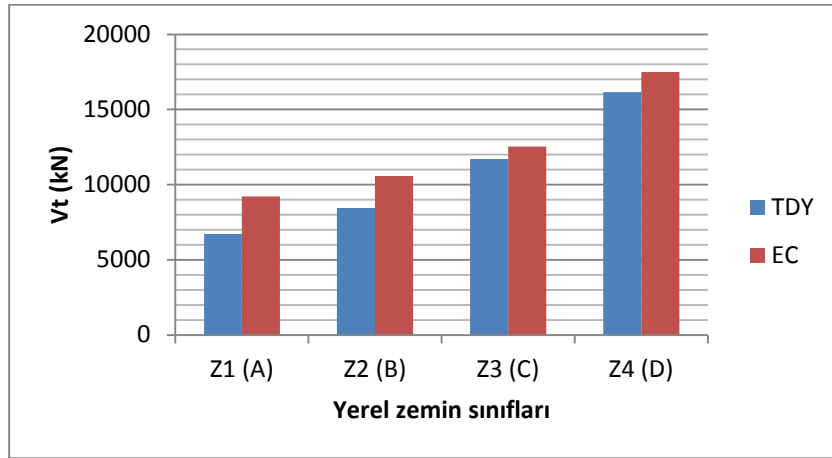
15 Katlı Bina Genel Bilgileri	TDY	EC
Kat Adedi	15	15
Kullanım Amacı	Konut	Konut
Süneklik Düzeyi	Yüksek	Yüksek
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	7	5,40
Taşıyıcı Sistem Davranış Hesap Katsayısı	6,5	5,40
Bina Önem Katsayısı (I)	1,00	1,00
Deprem Bölgesi	1	1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0,40	0,40
İlk Kat Yüksekliği (m)	4,2	4,2
Normal Kat Yüksekliği (m)	3	3
Toplam Bina Yüksekliği (m)	46,2	46,2
İnşaat Demiri	S420	S420
Beton Sınıfı	C35	C35
Elastisite Modülü (MPa)	33.000	33.000
Hareketli Yük Katılım Katsayısı	0,30	0,24
Döşeme Hareketli Yüğü (kN/m^2)	2,0	2,0
Döşeme Sabit Yüğü (kN/m^2)	1,8	1,8
Dış Çevre Kiriş Yüğü (kN/m^2)	10,0	10,0
İç Kirişlere Gelen Yüğü (kN/m^2)	6,0	6,0

6.4.1 Taban Kesme Kuvvetlerine Göre Karşılaştırma

15 katlı binanın TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin Mod Birleştirme Yöntemine göre dört yerel zemin sınıfı için yapılan analizlerde bulunan taban kesme kuvvetlerinden x ve y yönündekilerin karşılaştırması Şekil 6.99'da ve Şekil 6.100'de verilmiştir.



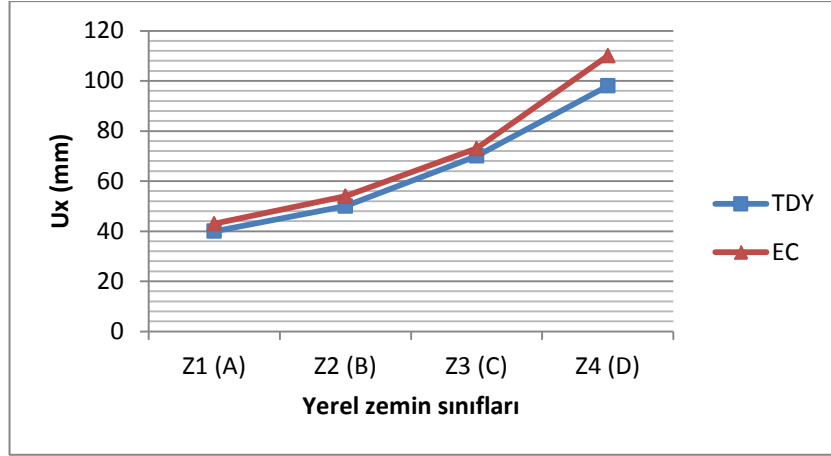
Şekil 6.99 : X yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.



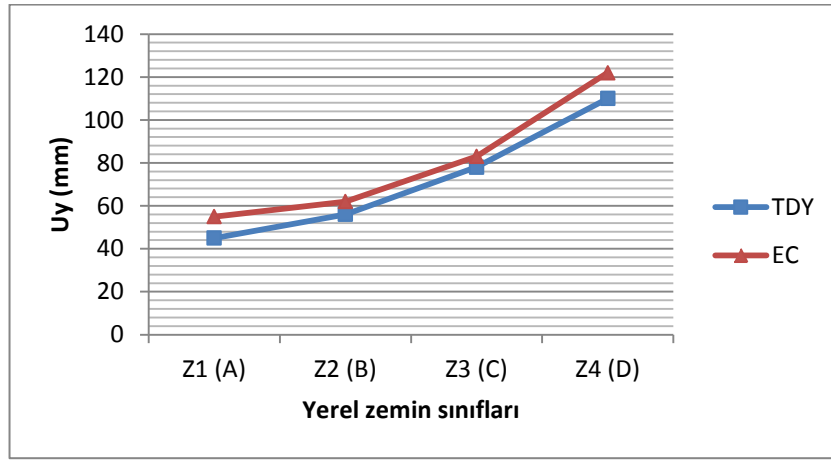
Şekil 6.100 : Y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri.

6.4.2 Maksimum Tepe Yerdeğiştirmelerine Göre Karşılaştırma

15 katlı binanın TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin Mod Birleştirme Yöntemine göre dört yerel zemin sınıfı için yapılan analizlerde bulunan maksimum tepe yerdeğiştirmelerinden x ve y yönündekilerin karşılaştırması Şekil 6.101 ve Şekil 6.102'de verilmiştir.



Şekil 6.101 : X yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.

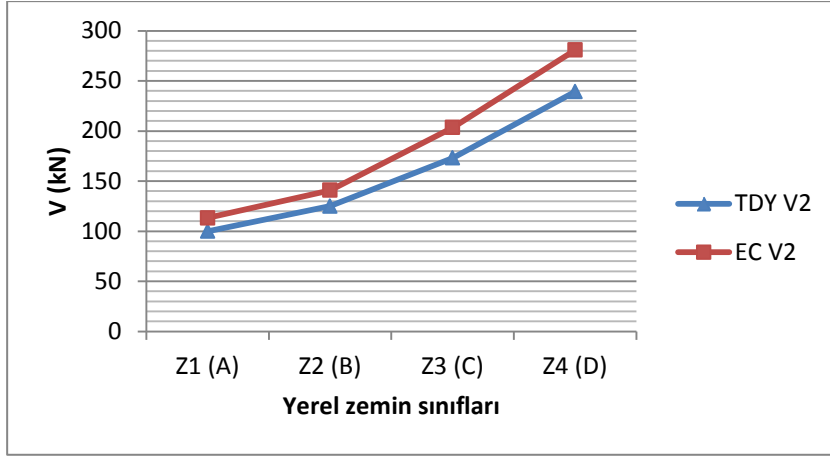


Şekil 6.102 : Y yönündeki maksimum yerdeğiştirmeler.

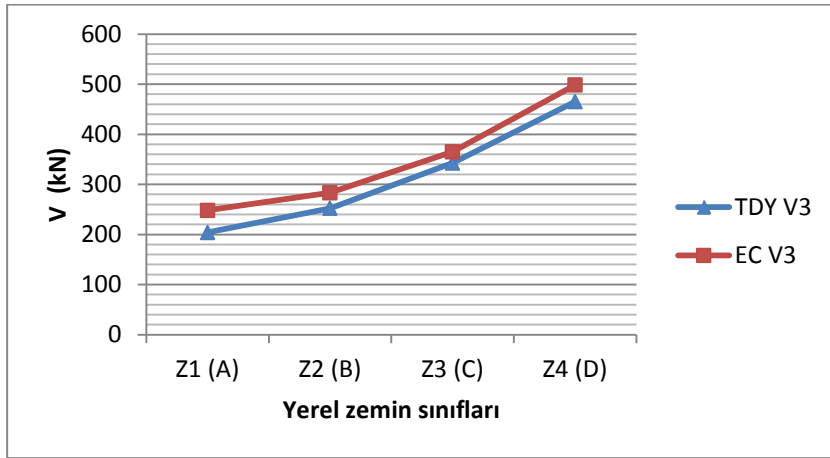
6.4.3 Kolon ve Kirişlerdeki Maksimum Moment ve Kesme Kuvveti Karşılaştırmaları

15 katlı binanın TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin Mod Birleştirme Yöntemine göre dört yerel zemin sınıfı için yapılan analizlerde 1. kat B 3 kolonunun maksimum kesme kuvveti ve momentlerinin karşılaştırmaları Şekil 6.103, Şekil 6.104, Şekil 6.105 ve Şekil 6.106'da verilmiştir.

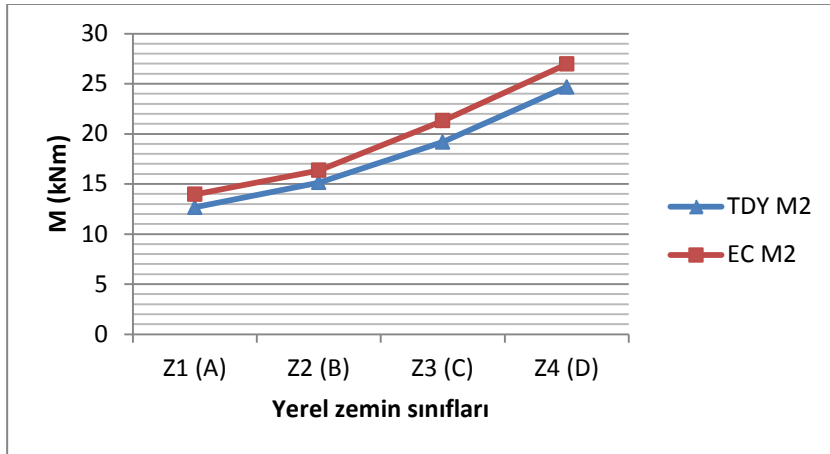
1. kat A 2-3 kirişinin maksimum kesme kuvvetlerinin ve momentlerinin karşılaştırmaları Şekil 6.107 ve Şekil 6.108'de verilmiştir.



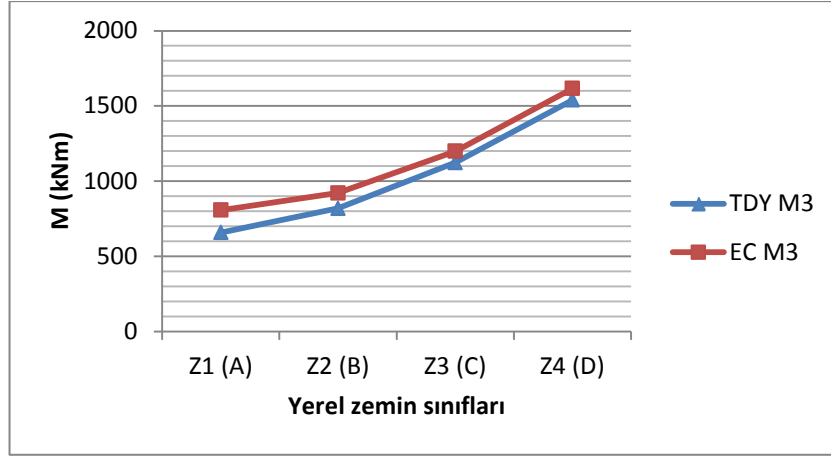
Şekil 6.103 : 1. Kat B 3 kolonunun V2 kesme kuvveti.



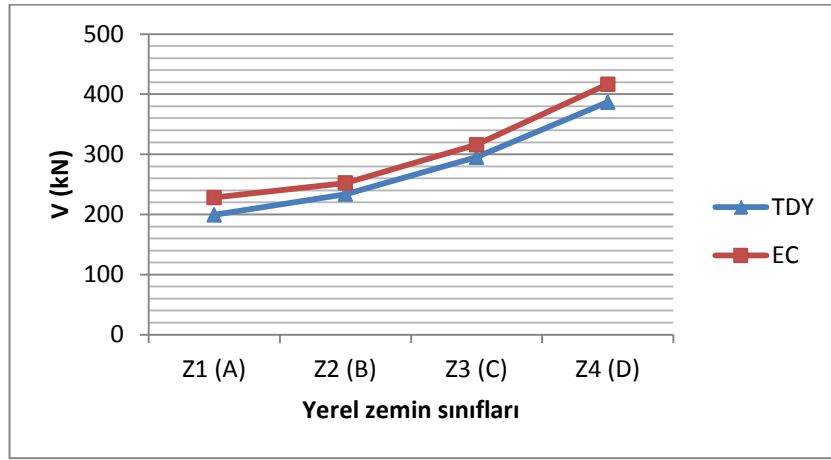
Şekil 6.104 : 1. Kat B 3 kolonunun V3 kesme kuvveti.



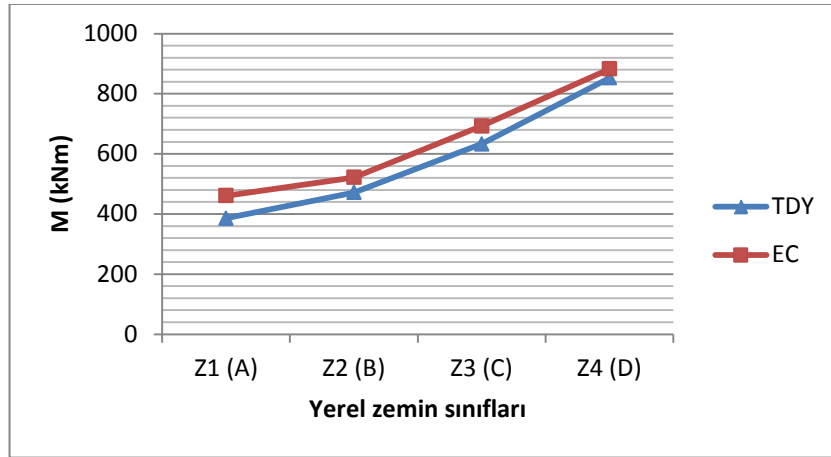
Şekil 6.105 : 1. Kat B 3 kolonunun M2 momenti.



Şekil 6.106 : 1. Kat B 3 kolonunun maksimum M3 momenti.



Şekil 6.107 : 1. Kat A 2-3 kirişindeki maksimum kesme kuvveti.



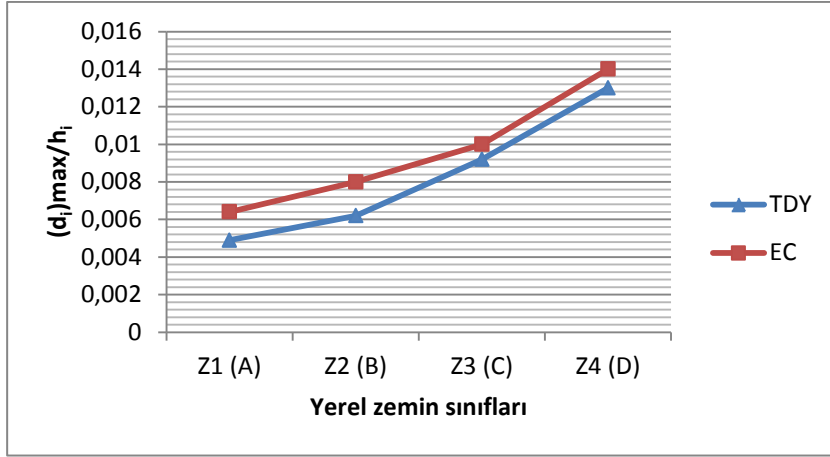
Şekil 6.108 : 1. Kat A 2-3 kirişindeki maksimum moment.

6.4.4 Maksimum Etkin Görelî Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkisi

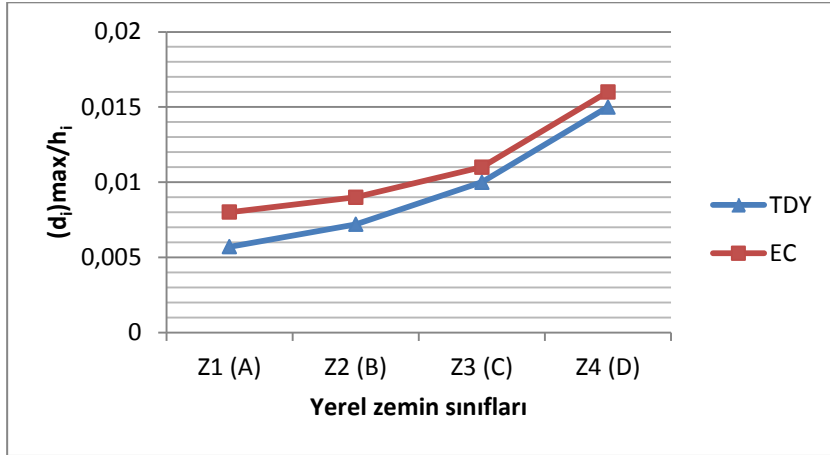
Karşılaştırmaları

15 katlı binanın TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerine göre dört yerel zemin sınıfı için yapılan analizlerde x ve y yönündeki maksimum etkin görelî kat ötelemesi (MEGKÖ) değerlerinin karşılaştırması Şekil 6.109 ve Şekil 6.110'da verilmiştir.

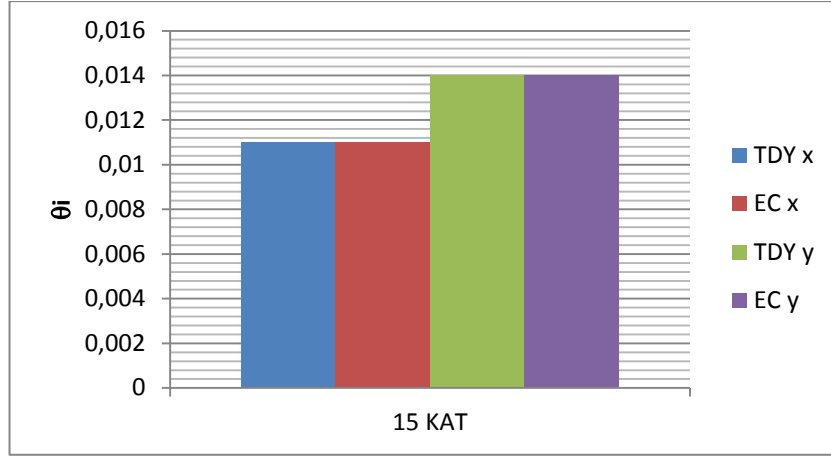
TDY 2007 ve EC 8 yönetmelikleri için x ve y yönündeki ikinci mertebe etkileri değerlerinin karşılaştırması Şekil 6.111'de verilmiştir.



Şekil 6.109 : X yönündeki maksimum etkin görelî kat ötelemesi.



Şekil 6.110 : Y yönündeki maksimum etkin görelî kat ötelemesi.



Şekil 6.111 : X ve y yönündeki ikinci merteye etkileri.

Çizelge 6.2 : Binalara ait periyot değerleri

		ÇERÇEVE SİSTEM			
		6 KATLI	9 KATLI	13 KATLI	
TDY 2007 ve EC 8 Z1(A) ile Z2(B)	T _{1x} (sn)	0,731	1,116	1,28	
	T _{1y} (sn)	0,685	1,047	1,257	
C YEREL ZEMİN SINIFI	T _{1x} (sn)	0,777	1,173	1,302	
	T _{1y} (sn)	0,735	1,118	1,279	
D YEREL ZEMİN SINIFI	T _{1x} (sn)	0,786	1,186	1,325	
	T _{1y} (sn)	0,746	1,138	1,317	
		PERDE-ÇERÇEVE SİSTEM			
		13 KATLI	15 KATLI	19 KATLI	25 KATLI
TDY 2007 ve EC 8 Z1(A) ile Z2(B)	T _{1x} (sn)	1,165	1,06	1,56	2,276
	T _{1y} (sn)	0,816	1,19	1,126	1,683
C YEREL ZEMİN SINIFI	T _{1x} (sn)	1,328	1,412	1,729	2,505
	T _{1y} (sn)	1,023	1,642	1,446	2,148
D YEREL ZEMİN SINIFI	T _{1x} (sn)	1,356	1,552	1,771	2,569
	T _{1y} (sn)	1,072	1,808	1,53	2,274
		PERDE SİSTEM			
		13 KATLI	19 KATLI	25 KATLI	
TDY 2007 ve EC 8 Z1(A) ile Z2(B)	T _{1x} (sn)	0,448	0,722	1,044	
	T _{1y} (sn)	0,786	1,324	1,941	
C YEREL ZEMİN SINIFI	T _{1x} (sn)	0,625	0,986	1,424	
	T _{1y} (sn)	0,954	1,563	2,273	
D YEREL ZEMİN SINIFI	T _{1x} (sn)	0,659	1,044	1,509	
	T _{1y} (sn)	0,993	1,627	2,362	

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında farklı betonarme taşıyıcı sisteme ve farklı kat adetlerine sahip, planda ve düşeyde düzenli ve düzensiz binalar TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerine göre analiz edilerek karşılaştırılmıştır. Yapılan analizlerde her iki yönetmelik için doğrusal analiz yöntemlerinden hem Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine hem de Mod Birleştirme Yöntemine göre hesap yapılarak önce yönetmelikler kendi içinde, ardından da bu yöntemler iki ayrı yönetmelik için karşılaştırılmıştır.

TDY 2007'ye göre çerçeve taşıyıcı sistemli binalarda EDY'de bulunan taban kesme kuvveti, kolon ve kirişlerdeki iç kuvvetler ve maksimum görelî kat ötelemesi değerlerinin tamamı MBY'de bulunan değerlerden daima büyük çıkmıştır.

TDY 2007'ye göre perde – çerçeve taşıyıcı sistemli 13 katlı binada EDY'de bulunan taban kesme kuvveti, maksimum yerdeğiştirme, kolon ve kirişlerdeki maksimum moment ve kesme kuvveti ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi değerleri daima MBY'ye göre yüksek çıkmıştır. 25 katlı binanın x yönünde z1 yerel zemin sınıfındaki taban kesme kuvveti, 19 katlı binanın taban kesme kuvvetinden büyükken, z2 ve z3 yerel zemin sınıfında küçük ve z4 yerel zemin sınıfında ise neredeyse aynı çıkmıştır. Y yönünde ise 25 katlı binanın taban kesme kuvveti, tüm yerel zemin sınıflarında 19 katlı binadaki değerlerden küçük çıkmıştır. Bu durum binanın doğal hakim periyodundan kaynaklanmaktadır. Buna karşın binadaki maksimum yerdeğiştirmeler incelendiğinde 25 katlı binadaki maksimum yerdeğiştirme değerleri daima 19 katlı binadaki yerdeğiştirme değerlerinden büyük çıkmıştır.

TDY 2007'ye göre perde taşıyıcı sistemli 13 katlı binada EDY'de bulunan taban kesme kuvveti, perdelerdeki moment ve kesme kuvveti değerleri daima MBY'ye göre yüksek çıkmıştır.

EC 8'e göre çerçeve taşıyıcı sistemli 6 katlı binanın x ve y yönünde MBY ile yapılan analizlerde A ve B yerel zemin sınıflarında bulunan taban kesme kuvveti değerleri, EDY ile bulunan değerlerden yüksek çıkmıştır. Buna karşın diğeri C ve D yerel

zemin sınıfları için EDY ile bulunan taban kesme kuvvetleri MBY ile bulunan değerlerden yüksek çıkmıştır. 9 ve 13 katlı binalarda tüm yerel zemin sınıfları için bulunan taban kesme kuvveti değerlerinde EDY ile bulunan değerler MBY ile bulunan değerlerden yüksek çıkmıştır. 9 ve 13 katlı binanın “katlar arası rölatif yerdeğiştirme” koşulu için x ve y yönünde D yerel zemin sınıfı için bulunan değerler sınır değeri aşmıştır.

EC 8’e göre perde – çerçeve taşıyıcı sistemli 13 katlı binada EDY’de bulunan taban kesme kuvveti, maksimum yerdeğiştirme, kolon ve kirişlerdeki maksimum moment ve kesme kuvveti ve “katlar arası rölatif yerdeğiştirme” değerleri daima MBY’ye göre yüksek çıkmıştır. Y yönünde 19 katlı binanın taban kesme kuvveti D yerel zemin sınıfı için 25 katlı binanın değerinden büyük çıkmıştır. “katlar arası rölatif yerdeğiştirme” koşulu değerleri 19 ile 25 katlı binalarda y yönünde tüm zemin sınıfları için sınır değeri aşmıştır. X yönünde ise 25 katlı binada tüm zemin sınıfları için sınır değeri aşarken, 19 katlı binada C ve D zemin sınıflarında sınır değeri aşmıştır.

EC 8’e göre perde taşıyıcı sistemli 13 katlı binada EDY’de bulunan taban kesme kuvveti, perdelerdeki moment ve kesme kuvveti değeri daima MBY’ye göre yüksek çıkmıştır. Analizler sonucu x yönünde 25 katlı binanın C ve D yerel zemin sınıfı için “katlar arası rölatif yerdeğiştirme” koşulu sağlanamamıştır. Y yönünde ise 25 katlı bina tüm yerel zemin sınıflarında, 19 katlı bina da B, C ve D yerel zemin sınıflarında bu koşulu sağlamamıştır.

Hem TDY 2007’ye hem de EC 8’e göre çerçeve, perde – çerçeve ve perde taşıyıcı sisteme sahip 13 katlı binalar karşılaştırılmıştır. Buna göre; taban kesme kuvveti değerlerine bakıldığında en düşük değerler çerçeve taşıyıcı sistemli bina çıkmıştır. Z1 ve Z2 yerel zemin sınıflarında perde sistemli binanın taban kesme kuvveti değerleri perde – çerçeve sistem binanın değerlerinden yüksek olmasına rağmen, Z3 ve Z4 yerel zemin sınıflarında perde – çerçeve binanın taban kesme kuvveti değerleri perde sistemli binanın değerlerinden yüksek çıkmıştır. Çerçeve taşıyıcı sistemli binanın taban kesme kuvvetinin diğer sistemlere göre daha düşük çıkmasının sebebi, deprem yükü azaltma katsayısının perde – çerçeve ve perde sistemli binalarınkine göre daha büyük olmasıdır. Maksimum yerdeğiştirmelere bakıldığında bina hakim periyodu ile orantılı olarak perde sistemde en düşük maksimum yerdeğiştirme, perde – çerçeve sistemde perdeli sistemden daha yüksek maksimum yerdeğiştirme

değerleri görülmüştür. En yüksek maksimum yerdeğiştirme ise çerçeve sistemde çıkmıştır. Maksimum etkin görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebeye etkileri incelendiğinde en büyük değer çerçeve sistemde, sonra perde- çerçeve sistem, en küçük değer de perdeli sistemde çıkmıştır. Bu durum taşıyıcı sistemin rijitliğinden ve dolayısıyla da binanın doğal hakim periyodundan kaynaklanmaktadır.

Bölüm 6’da analizi yapılan, Şekil 6.97’de planı verilen 15 katlı perde – çerçeve taşıyıcı sistemli bina hem planda hem de düşeyde düzensizdir. Analiz sonuçları incelendiğinde EC 8’e göre hesaplanan taban kesme kuvvetleri, maksimum tepe yerdeğiştirme değerleri, kolon ve kirişlerdeki maksimum kesme kuvveti, maksimum moment ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi değerlerinin tamamı TDY 2007’ye göre hesaplanan değerlerden büyük çıkmıştır. EC 8 “katlar arası rölâtif yerdeğiştirme” koşuluna bakıldığında, x ve y yönünde D zemin sınıfı için sağlanamamıştır.

TDY 2007 ve EC 8 yönetmeliklerinin farklarından biri bina ağırlığına etki eden hareketli yük katılım katsayısıdır. Konut yapıları için TDY 2007’de hareketli yük katılım katsayısı 0.30 olarak alınırken, EC 8’de bu değer 0.24 olarak verilmiştir. Bu fark TDY 2007’ye göre analizi yapılan binaların, EC 8’e göre az da olsa daha ağır olarak göz önünde bulundurulduğunu göstermektedir. Bununla birlikte yük kombinasyonlarına bakıldığında EC 8 için düşeydeki en büyük yükleme durumu $1.35G + 1.5Q$ olarak verilmişken bu durum TDY 2007’de $1.4G + 1.6Q$ olarak verilmiştir. Buna göre bina ağırlığı arttığında taşıyıcı elemanlardaki iç kuvvetlerinin artışı TDY 2007’de EC 8’e göre daha fazla olacaktır. EC 8 yönetmeliği gereği C ve D yerel zemin sınıflarında tabanda elastik yay tanımlamak gerektiğinden yapılan analizlerde bina doğal hakim periyodunun C ve D sınıfı zeminlerde değiştiği görülmüştür. Yapılan analizlerde kullanılan zemin yatak katsayısı C grubu için 10.000 kN/m^3 , D grubu için 2.000 kN/m^3 olarak alınmıştır. Elastik yay tanımlanmayan binalara göre C sınıfı zeminlerde daha yüksek periyot değerleri çıkmıştır. D grubu zeminlerde ise en yüksek periyot değeri çıkmıştır. Zemin yatak katsayısının küçülmesi binanın doğal hakim periyodunda büyümesine sebep olduğu görülmüştür.

İncelenen planda ve düşeyde düzenli binalarda görüldü ki EC 8’e göre yapılan analizlerde bulunan değerler TDY 2007’ye göre bulunan değerlerin oldukça üstünde. EC 8 analizleri sonucu, değerlerin TDY 2007’ye göre yüksek olmasının en önemli

nedeni deprem yükü azaltma katsayısıdır. TDY 2007 için süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistemlerde deprem yükü azaltma katsayısı 8 alınırken, bu değer EC 8'e göre 5.85 olarak alınmaktadır. Süneklik düzeyi yüksek perde – çerçeve taşıyıcı sistemli binada söz konusu katsayı 7 alınırken, EC 8'de 5.4 olarak verilmiştir. Yapılan analizlerde TDY 2007 maddeleri gereği taşıyıcı sistemde perdeler, toplam deprem yükünün % 75'den fazlasını karşıladığı için, deprem yükü azaltma katsayısı formül gereği 6.4'e kadar düşürülmüştür. Süneklik düzeyi yüksek perdeli sistemlerde söz konusu katsayı TDY 2007'ye göre 6.0 olarak alınırken, EC 8'de bu değer 4.4 olarak verilmiştir. Dolayısıyla binaya etkileyen taban kesme kuvveti bu farklara göre önemli ölçüde değişmektedir. Taban kesme kuvvetlerinin hesaplanmasında kullanılan formül farklılıklarının yanında, TDY 2007'de "maksimum etkin görelî kat ötelemeleri" başlığı altında verilen sınır koşulu, EC 8'de "katlar arası rölâtif yerdeğiştirme" başlığı altında verilmiştir. İki başlıktaki formüller birbirinden farklı olduğu halde yönetmelik karşılaştırılmasında bilgi vermesi bakımından bu değerler karşılaştırılmıştır. Analizi yapılan binalarda maksimum görelî kat öteleme değerleri TDY 2007'ye göre sınır koşullarını sağlamasına rağmen, EC 8'e göre yapılan analizlerde bazı binalarda katlar arası rölâtif yerdeğiştirme koşulu sağlanamamıştır. Yapılan analizlerde kullanılan formül ve değerlere bakıldığında TDY 2007 analizciye hesap aşamasında EC 8'e göre kolaylık sağlamaktadır. Ancak hesap sonuçları değerlendirildiğinde EC 8'in TDY 2007'ye göre daha güvenli tarafta kaldığı görülmektedir. Maliyet bakımından düşünüldüğünde TDY 2007 sonuçları tasarım aşamasında daha ekonomik olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Beyazoğlu, T. L.**, 1997. Yüksek Binalarda Tübüler Taşıyıcı Sistemler ve Uygulama Örnekleri, Yüksek Lisans Tezi Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- [2] **Celep, Z., Kumbasar, N.**, 2004. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul.
- [3] **Darılmaz, K.**, 2012. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımına Giriş, Sage Matbaacılık, İstanbul.
- [4] **Darılmaz, K., Orakdöğen, E., Özmen, G.**, 2014. Örneklerle ETABS 2013, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [5] **Döndüren, M. S.**, 2003. Planda değişik geometriye sahip çok katlı betonarme yapıların zaman tanım aralığında dinamik analizi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [6] **Koç, Y., Gültekin, A. B., Durmuş, G., Dikmen, Ç. B.**, 2009. Yüksek yapı tasarımının malzeme ve taşıyıcı sistem kapsamında incelenmesi, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük.
- [7] **Mucur, A.**, 1994. İstanbuldaki yüksek yapıların taşıyıcı sistem açısından analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [8] **Öztürk, T.** 2005. Betonarme binalarda deprem perdelerinin yerleşimi ve tasarımı, İMO İstanbul Şubesi, İlkbahar- Yaz Dönemi Meslekiçi Eğitim Kursları.
- [9] **Yılmaz, F.**, 1998. Yüksek binalarda taşıyıcı sistem etkinliği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [10] **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (TDY)**, 2007. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Maya Basın, Ankara.
- [11] **Eurocode 8**, 2004. Design of structures for earthquake resistance, European Standard, Brussels.
- [12] **TS 500**, 2000. Betonarme yapıların hesap ve yapım kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [13] **ETABS**, 2009. Integrated Analysis, Design and Drafting of Building Systems Program, Computers and Structures Inc., Berkeley, California.
- [14] **TS 498**, 1997. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- [15] **P. Bisch, E. Carvalho, H. Degee, P. Fajfar, M. Fardis, P. Franchin, M. Kreslin, A. Pecker, P. Pinto, A. Plumier, H. Somja, G. Tsionis,** 2011. Eurocode Seismic Design of Buildings: Worked examples, European Commission Joint Research Centre Workshop, Lisbon.
- [16] **Chopra, A. K.,** 2011. Dynamics of Structures, Prentice Hall, Berkeley.
- [17] **Coşkun, E.,** 2006. Yüksek Binaların Gelişimi ve Tasarım İlkesi Ders Notları, İstanbul Kültür Üniversitesi.
- [18] **Eurocode 0,** 2002. Basis of Structural Design, European Standard, Brussels.
- [19] **Eurocode 2,** 2004. Design of Concrete Structures, European Standard, Brussels.
- [20] **Url-1** <http://www.sehayapi.com/tr-TR/Proje-Detay/KONYA_YAZIR_TOKI> alındığı tarih: 15.09.2014.
- [21] **Url-2** <<http://www.deprem.gov.tr>>, alındığı tarih: 28.04.2014.
- [22] **Url-3** <<http://www.en.wikipedia.org>>, alındığı tarih 02.08.2014.

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Ömür TEKİNCE
Doğum Tarihi ve Yeri : 17.11.1985 Kastamonu
E-posta : omurtekince@gmail.com
Lisans : 2009, Kocaeli Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği
Mesleki Deneyim : 2011 – halen Bolu Gençlik Hizmetleri ve
Spor İl Müdürlüğü / *İnşaat Mühendisi*