

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**A3 TÜRÜ DÜZENSİZLİĞİNE SAHİP YAPILARDA YEREL ZEMİN
SINIFININ YAPISAL DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emir DEMİR

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Bilim Dalı

TEMMUZ 2024

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**A3 TÜRÜ DÜZENSİZLİĞİNE SAHİP YAPILARDA YEREL ZEMİN
SINIFININ YAPISAL DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emir DEMİR

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Muhammet Zeki ÖZYURT

TEMMUZ 2024

Emir Demir tarafından hazırlanan “A3 Türü Düzensizliğine Sahip Yapılarda Yerel Zemin Sınıfının Yapısal Davranışı Üzerindeki Etkisi” adlı tez çalışması 04.07.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yapı Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Jüri Başkanı : **Doç. Dr. Tahir AKGÜL**
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Doç. Dr. M. Zeki ÖZYURT (Danışman)**
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Dr. Öğr. Üyesi Necati MERT**
Sakarya Üniversitesi



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “A3 TÜRÜ DÜZENSİZLİĞİNE SAHİP YAPILARDA YEREL ZEMİN SINIFININ YAPISAL DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(04/07/2024)

Emir Demir





Aileme



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, yapı mühendisliği alanında önemli bir konuya ışık tutmayı amaçlamaktadır. Yapıların burulma davranışı, deprem güvenliği açısından önemli bir parametre olduğundan, yapıların tasarım ve analiz sürecinde göz önünde bulundurulması gereken bir konudur. Bu çalışma, yapı mühendisliği alanındaki araştırmalara ve uygulamalara katkı sağlayacak önemli bir çalışmadır.

Tez çalışması sürecinin her aşamasında bana değerli vaktini ayıran ve bütün sorunlarımda yanımda olan danışmanım Sayın Doç. Dr. Muhammet Zeki Özyurt'a katkıları için minnet ve şükran duyarım.

Öğrenim hayatım boyunca üzerimde emeği olan tüm hocalarımı saygıyla anar, desteği her an benimle olan akıl hocam Fatma Uğurlu'ya minnettar olduğumu ve bir vefa borcu taşıdığımı belirtmek isterim.

Tüm hayatım boyunca maddi ve manevi tüm destekleri arkamda olan annem Makbule Demir, babam Mehmet Şakir Demir, ağabeyim Dr. Emre Demir, kardeşim Emin Demir ve değerli eşim Mimar Sena Demir olmak üzere tüm aileme ve dostlarıma teşekkürü borç bilirim.

Çalışmanın ülkemize yararlı olmasını dilerim.

Temmuz / 2024

Emir DEMİR



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
TEŞEKKÜR	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
SİMGELER	xv
TABLO LİSTESİ	xvii
ŞEKİL LİSTESİ	xix
GRAFİK LİSTESİ	xxi
ÖZET	xxv
SUMMARY	xxvii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
2.1. Genel Bilgi	3
2.2. Yapı Düzensizlik Türleri	3
2.2.1. Planda düzensizlik durumları	4
2.2.1.1. Burulma düzensizliği (A1)	4
2.2.1.2. Döşeme süreksizlikleri (A2)	5
2.2.1.3. Planda çıkıntılar bulunması (A3)	6
2.2.2. Düşeyde düzensizlik durumları	7
2.2.2.1. Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (B1 - Zayıf kat)	7
2.2.2.2. Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (B2 - Yumuşak kat)	7
2.2.2.3. Taşıyıcı sistem düşey elemanlarının süreksizliği (B3)	8
2.3. Hesap Yöntemleri	9
2.3.1. Dayanıma göre tasarımda kullanılabilecek hesap yöntemleri	9
2.3.1.1. Eşdeğer deprem yükü yöntemi	9
2.3.1.2. Mod birleştirme yöntemi	10
2.3.1.3. Zaman tanım alanında mod toplama yöntemi	10
2.3.2. Şekil değiştirmeye göre tasarımda kullanılabilecek hesap yöntemleri	10
2.3.2.1. Doğrusal olmayan itme yöntemleri	11
2.3.2.2. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi	12
2.4. Yerel Zemin Sınıfları	12
2.5. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)	13
2.6. Çalışmanın Amacı	13
3. YAPI ANALİTİK MODELİNİN OLUŞTURULMASI	15
3.1. Yapı Geometrisi ve Kesit Özellikleri	15
3.2. Kullanılan Malzeme Özellikleri	18
3.3. Yapıya Etki Eden Yükler	18
3.4. Deprem Yer Hareketi Spektrumları	18
3.4.1. Harita spektral ivme katsayıları ve tasarım spektral ivme katsayıları	18
3.4.2. Yerel zemin etki katsayıları	19
3.5. Genel Esaslar	21

3.6. Hesap Esasları	22
4. ANALİZDE KULLANILAN DEĞİŞKENLER VE SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI.....	25
4.1. Analizde Kullanılan Değişkenler	25
4.2. Yapı Periyotlarının Karşılaştırılması	25
4.2.1. Yapı model tipinin değişmesinin yapı periyodu üzerindeki etkisi	26
4.2.2. Yerel zemin sınıfının değişmesinin yapı periyodu üzerindeki etkisi	29
4.2.3. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin yapı periyodu üzerindeki etkisi ..	32
4.3. Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması	35
4.3.1. Yapı model tipinin değişmesinin taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi	36
4.3.2. Yerel zemin sınıfının değişmesinin taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi	39
4.3.3. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi	42
4.4. Kat Ötelemelerinin Karşılaştırılması	44
4.4.1. Yapı model tipinin değişmesinin kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi	49
4.4.2. Yerel zemin sınıfının değişmesinin kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi	51
4.4.3. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi	54
4.5. Göreli kat ötelemelerinin karşılaştırılması	57
4.5.1. Yapı model tipinin değişmesinin göreli kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi	61
4.5.2. Yerel zemin sınıfının değişmesinin göreli kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi	65
4.5.3. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin göreli kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi	67
4.6. Burulma Düzensizlik Katsayısının Karşılaştırılması.....	70
4.6.1. Yapı model tipinin değişmesinin burulma düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi	72
4.6.2. Yerel zemin sınıfının değişmesinin burulma düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi	73
4.6.3. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin burulma düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi	74
4.7. Yumuşak Kat Düzensizlik Katsayısının Karşılaştırılması	76
4.7.1. Yapı model tipinin değişmesinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi	77
4.7.2. Yerel zemin sınıfının değişmesinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi	78
4.7.3. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi	79
5. SONUÇ	81
KAYNAKÇA	85
ÖZGEÇMİŞ	87

KISALTMALAR

BKS	: Bina Kullanım Sınıfı
BYS	: Bina Yükseklik Sınıfı
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
DD-1	: Deprem Düzeyi 1
DD-2	: Deprem Düzeyi 2
DD-3	: Deprem Düzeyi 3
DGT	: Dayanıma Göre Tasarım
DTS	: Deprem Tasarım Sınıfı
KH	: Kontrollü Hasar
KTKK	: Karelerinin Toplamının Karekökü
SH	: Sınırlı Hasar
ŞGDT	: Şekildeğiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TKB	: Tam Karesel Birleşim
ZKY	: Zemin Kat Yüksekliği



SİMGELER

η_{bi}	: i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
η_{ci}	: i'inci katta tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı
η_{ki}	: i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı
ΣA_g	: Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı [m ²]
ΣA_g	: Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı [m ²]
ΣA_w	: Herhangi bir katta, kolon enkesiti etkin gövde alanlarının toplamı [m ²]
$\Delta_i^{(X)}_{max}$	: Binanın i'inci katındaki maksimum azaltılmış görelî kat ötelemesi [m]
$\Delta_i^{(X)}_{min}$	: Binanın i'inci katındaki minimum azaltılmış görelî kat ötelemesi [m]
$\Delta_i^{(X)}_{ort}$	: Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi [m]
$\Delta_i^{(X)}$	: Binanın i'inci katındaki maksimum azaltılmış görelî kat ötelemesi [m]
a_x	: Binanın x yönündeki çıkıntı uzunluğu [m]
a_y	: Binanın y yönündeki çıkıntı uzunluğu [m]
$(C_u)_{30}$	: Üst 30 metredeki ortalama drenajsız kayma dayanımı [kPa]
D	: Dayanım Fazlalığı Katsayısı
E	: Elastisite modülü [mPa]
F_1	: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
F_s	: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
G	: Kayma modülü [N/mm ²]
h_i	: Binanın i'inci katının kat yüksekliği [m]
H_N	: Bina Toplam Yüksekliği [m]
I	: Bina önem Katsayısı
L_x	: Binanın x yönündeki uzunluğu [m]
L_y	: Binanın y yönündeki uzunluğu [m]
$(N_{60})_{30}$	: Üst 30 metredeki ortalama standart penetrasyon darbe sayısı
O_x	: Binanın x yönündeki planda çıkıntı oranı
O_y	: Binanın y yönündeki planda çıkıntı oranı
PI	: Plastisite indisi

R	: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
R_a(T)	: Öngörülen süneklik kapasitesi ve periyoda bağlı Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
S_{D1}	: 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S_{DS}	: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S₁	: 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S_s	: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
T	: Doğal titreşim periyodu [s]
T_B	: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
U	: Poisson oranı
V_s	: Kayma dalgası hızı [m/s]
(V_s)₃₀	: Üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı [m/s]
w	: Doğal su içeriğı

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Düzensizlik Durumları	3
Tablo 2.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulanabileceği Binalar (TBDY,2018)	9
Tablo 2.3. Yerel Zemin Sınıfları (TBDY, 2018).....	12
Tablo 2.4. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS) (TBDY, 2018).....	13
Tablo 3.1. Döşemelere Etki Eden Yükler.....	18
Tablo 3.2. Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Katsayıları (TBDY, 2018)	19
Tablo 3.3. 1.0 saniye periyot bölgesi için Yerel Zemin Katsayıları (TBDY, 2018) .	19
Tablo 3.4. DD-2 ve DD-3'e göre Spektral İvme Katsayıları (TBDY, 2018).....	19
Tablo 3.5. Bina Kullanım Sınıfı ve Bina Önem Katsayıları (TBDY, 2018).....	21
Tablo 3.6. Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları (TBDY, 2018).....	22
Tablo 3.7. Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Yeni Yapılacak veya Mevcut Binalar İçin Performans Hedefleri ve Uygulanacak Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımları (BYS ≥ 2) (TBDY, 2018).....	22
Tablo 3.8. Bina Taşıyıcı Sistemleri için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, Dayanım Fazlalığı Katsayısı ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları (TBDY, 2018)	23
Tablo 3.9. Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları (TBDY, 2018)	24
Tablo 4.1. Zemin kat yüksekliği 3 m olan durumlardaki periyot değerleri.....	25
Tablo 4.2. Zemin kat yüksekliği 4 m olan durumlardaki periyot değerleri.....	26
Tablo 4.3. Zemin kat yüksekliği 5 m olan durumlardaki periyot değerleri.....	26
Tablo 4.4. Zemin kat yüksekliği 6 m olan durumlardaki periyot değerleri.....	26
Tablo 4.5. Zemin kat yüksekliği 3 m olan durumlardaki taban kesme kuvvetleri	35
Tablo 4.6. Zemin kat yüksekliği 4 m olan durumlardaki taban kesme kuvvetleri	35
Tablo 4.7. Zemin kat yüksekliği 5 m olan durumlardaki taban kesme kuvvetleri	36
Tablo 4.8. Zemin kat yüksekliği 6 m olan durumlardaki taban kesme kuvvetleri	36
Tablo 4.9. Zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların x yönündeki kat ötelemeleri....	45
Tablo 4.11. Zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların x yönündeki kat ötelemeleri..	47
Tablo 4.12. Zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların x yönündeki kat ötelemeleri..	48
Tablo 4.13. Zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların x yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	58
Tablo 4.14. Zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların x yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	59
Tablo 4.15. Zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların x yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	60
Tablo 4.16. Zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların x yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	61
Tablo 4.17. Zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların x yönündeki burulma düzensizliği katsayısı.....	71

Tablo 4.18. Zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların x yönündeki burulma düzensizliği katsayısı.....	71
Tablo 4.19. Zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların x yönündeki burulma düzensizliği katsayısı.....	71
Tablo 4. 20. Zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların x yönündeki burulma düzensizliği katsayısı.....	71
Tablo 4.21. Zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların x yönündeki yumuşak kat düzensizliği katsayısı.....	76
Tablo 4.22. Zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların x yönündeki yumuşak kat düzensizliği katsayısı.....	76
Tablo 4.23. Zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların x yönündeki yumuşak kat düzensizliği katsayısı.....	76
Tablo 4.24. Zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların x yönündeki yumuşak kat düzensizliği katsayısı.....	77



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. A1 Burulma Düzensizliği (TBDY, 2018).....	4
Şekil 2.2. A2 döşeme süreksizlikleri durumu (TBDY, 2018)	6
Şekil 2.3. A3 Planda Çıkıntılar Bulunması Durumu (TBDY, 2018).....	6
Şekil 2.4. B1 Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği Durumu (Yurtseven, 2021).	7
Şekil 2.5. B3 Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanların Süreksizliği (TBDY, 2018)	8
Şekil 3.1. A Tipi Kat Planı $O_x = 0,33-O_y = 0,33$	15
Şekil 3.2. B Tipi Kat Planı $O_x = 0,50-O_y = 0,50$	16
Şekil 3.3. C Tipi Kat Planı $O_x = 0,67-O_y = 0,67$	16
Şekil 3.4. D Tipi Kat Planı $O_x = 0,50-O_y = 0,33$	16
Şekil 3.5. E Tipi Kat Planı $O_x = 0,67-O_y = 0,50$	17
Şekil 3.6. F Tipi Kat Planı $O_x = 0,67-O_y = 0,33$	17
Şekil 3.7. R Tipi Kat Planı $O_x = 0-O_y = 0$	17
Şekil 3.8. Analizi yapılan modellerin 3D, XZ ve YZ görünüşleri	20



GRAFİK LİSTESİ

Sayfa

Grafik 4.1. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)	27
Grafik 4.2. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)	27
Grafik 4.3. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)	27
Grafik 4.4. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)	28
Grafik 4.5. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)	28
Grafik 4.6. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)	28
Grafik 4.7. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)	29
Grafik 4.8. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)	29
Grafik 4.9. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)	30
Grafik 4.10. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)	30
Grafik 4.11. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)	30
Grafik 4.12. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)	31
Grafik 4.13. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)	31
Grafik 4.14. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)	31
Grafik 4.15. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)	32
Grafik 4.16. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)	32
Grafik 4.17. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda yerel zemin sınıfı ZA olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)	33
Grafik 4.18. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda yerel zemin sınıfı ZA olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)	33
Grafik 4.19. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda yerel zemin sınıfı ZC olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)	33
Grafik 4.20. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda yerel zemin sınıfı ZC olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)	34
Grafik 4.21. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda yerel zemin sınıfı ZE olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)	34

Grafik 4.22. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda yerel zemin sınıfı ZE olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)	34
Grafik 4.23. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx).....	36
Grafik 4.24. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry).....	37
Grafik 4.25. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx).....	37
Grafik 4.26. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry).....	37
Grafik 4.27. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx).....	38
Grafik 4.28. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry).....	38
Grafik 4.29. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx).....	38
Grafik 4.30. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry).....	39
Grafik 4.31. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx).....	39
Grafik 4.32. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry).....	40
Grafik 4.33. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx).....	40
Grafik 4.34. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry).....	40
Grafik 4.35. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx).....	41
Grafik 4.36. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry).....	41
Grafik 4.37. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx).....	41
Grafik 4.38. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry).....	42
Grafik 4.39. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda ve zemin sınıfı ZA olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx).....	42
Grafik 4.40. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda ve zemin sınıfı ZA olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry).....	43
Grafik 4.41. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda ve zemin sınıfı ZC olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx).....	43
Grafik 4.42. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda ve zemin sınıfı ZC olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry).....	43
Grafik 4.43. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda ve zemin sınıfı ZE olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx).....	44
Grafik 4.44. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda ve zemin sınıfı ZE olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry).....	44
Grafik 4.45. Model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 3 m olan ve ZA yerel zemin sınıfına sahip yapıların kat ötelemeleri.....	49
Grafik 4.46. Model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 4 m olan ve ZC yerel zemin sınıfına sahip yapıların kat ötelemeleri.....	50

Grafik 4.47. Model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan ve ZE yerel zemin sınıfına sahip yapıların kat ötelemeleri	51
Grafik 4.48. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 6 m olan R model tipine sahip yapıların kat ötelemeleri	52
Grafik 4.49. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan C model tipine sahip yapıların kat ötelemeleri	53
Grafik 4.50. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 4 m olan E model tipine sahip yapıların kat ötelemeleri.....	54
Grafik 4.51. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin A model tipine ve ZA yerel zemin sınıfına sahip yapıların kat ötelemeleri	55
Grafik 4.52. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin D model tipine ve ZC yerel zemin sınıfına sahip yapıların kat ötelemeleri	56
Grafik 4.53. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin F model tipine ve ZE yerel zemin sınıfına sahip yapıların kat ötelemeleri	57
Grafik 4.54. Model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 3 m olan ve ZA yerel zemin sınıfına sahip yapıların göreli kat ötelemeleri	62
Grafik 4.55. Model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 4 m olan ve ZC yerel zemin sınıfına sahip yapıların göreli kat ötelemeleri	63
Grafik 4.56. Model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan ve ZE yerel zemin sınıfına sahip yapıların göreli kat ötelemeleri	64
Grafik 4.57. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 6 m olan R model tipine sahip yapıların göreli kat ötelemeleri.....	65
Grafik 4.58. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan C model tipine sahip yapıların göreli kat ötelemeleri.....	66
Grafik 4.59. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 4 m olan E model tipine sahip yapıların göreli kat ötelemeleri.....	67
Grafik 4.60. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin A model tipine ve ZA yerel zemin sınıfına sahip yapıların göreli kat ötelemeleri	68
Grafik 4.61. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin D model tipine ve ZC yerel zemin sınıfına sahip yapıların göreli kat ötelemeleri	69
Grafik 4.62. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin F model tipine ve ZE yerel zemin sınıfına sahip yapıların göreli kat ötelemeleri	70
Grafik 4.63. Yapı model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 3 m olan ve ZA yerel zemin sınıfına sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı.....	72
Grafik 4.64. Yapı model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 4 m olan ve ZC yerel zemin sınıfına sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı.....	72
Grafik 4.65. Yapı model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan ve ZE yerel zemin sınıfına sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı.....	73
Grafik 4. 66. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 3 m olan ve R model tipine sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı	73
Grafik 4.67. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 4 m olan ve B model tipine sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı	74
Grafik 4.68. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan ve D model tipine sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı	74
Grafik 4.69. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin R model tipine ve ZA yerel zemin sınıfına sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı	75
Grafik 4.70. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin B model tipine ve ZC yerel zemin sınıfına sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı	75
Grafik 4.71. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin D model tipine ve ZE yerel zemin sınıfına sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı	75

Grafik 4.72. Yapı model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 3 m olan ve ZE yerel zemin sınıfına sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı..	77
Grafik 4.73 Yapı model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan ve ZC yerel zemin sınıfına sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı..	77
Grafik 4.74. Yapı model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 6 m olan ve ZA yerel zemin sınıfına sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı..	78
Grafik 4.75. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 6 m olan ve R model tipine sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı	78
Grafik 4.76. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan ve C model tipine sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı	79
Grafik 4.77. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 3 m olan ve F model tipine sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı	79
Grafik 4.78. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin R model tipine ve ZE zemin sınıfına sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı.....	80
Grafik 4.79. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin A model tipine ve ZC zemin sınıfına sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı.....	80
Grafik 4.80. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin E model tipine ve ZE zemin sınıfına sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı.....	80

A3 TÜRÜ DÜZENSİZLİĞİNE SAHİP YAPILARDA YEREL ZEMİN SINIFININ YAPISAL DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

ÖZET

Deprem gerçeği, ülkemizin en büyük problemlerinden biri olarak, geçmiş yıllarda ciddi trajik sonuçlara sebep olmuştur. Günümüze kadar birçok büyük deprem meydana gelmiş olup, on binlerce can kaybına neden olmuştur. Coğrafi konumu itibarıyla riskli bir bölgede yer alan ülkemiz için yapı tasarımı konusunda güncel olarak kullanılan 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, geçmiş yönetmeliklere kıyasla ciddi sınırlamalar içermektedir. Bu sınırlamalar, özellikle yapı düzensizliklerine sahip yapılar için büyük önem taşımaktadır. Genel anlamda, yapı tasarım aşamasında yapıların simetrik veya simetriğe yakın formlarda modellenmesi tercih edilmektedir. Ancak bazı kullanım amaçları, mimari gereksinimler gibi nedenlerden dolayı yapıların formu istenilen düzeyde simetrik veya düzgün olamamaktadır. Bu tür durumlarda, tasarlanan yapılar 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen düzensizlik türlerine ait sınırlamalara uygun olarak tasarlanmaktadır.

Tez kapsamındaki çalışmamızda, 1 simetrik referans model ve 6 farklı A3 türü düzensizlik katsayısına sahip toplam 7 farklı model incelenmiştir. Bu 7 model için zemin kat yükseklikleri 3 m, 4 m, 5 m ve 6 m; yerel zemin sınıfı ise ZA, ZC ve ZE olarak belirlenmiş ve toplamda 84 model analiz edilmiştir. Modellerin deprem etkisi altındaki davranışlarını incelemek için “Mod Birleştirme Analiz Yöntemi” kullanılmıştır. Bu bağlamda, yapıların periyotları, taban kesme kuvvetleri, kat ötelemeleri, görelî kat ötelemeleri, burulma düzensizliği katsayıları ve yumuşak kat düzensizliği katsayılarının sonuçları incelenmiştir.

Sonuç bölümünde, incelenen yapıların A3 türü düzensizlik katsayısının değişmesinin, yerel zemin sınıfının değişmesinin ve zemin kat yüksekliğinin değişmesinin yapının hâkim periyodu, taban kesme kuvveti, kat ötelemeleri, görelî kat ötelemeleri, burulma düzensizliği katsayıları ve yumuşak kat düzensizliği katsayıları üzerindeki etkisi grafik ve tablolarla sunulmuştur. Bu analizler, yapıların deprem etkisi altındaki davranışlarını anlamak ve güvenli tasarım kriterlerini belirlemek açısından büyük önem taşımaktadır. Çalışmamız, yapı düzensizliklerinin ve zemin parametrelerinin, yapıların deprem performansı üzerindeki etkilerini daha iyi anlamamıza olanak tanımaktadır. Bu kapsamda elde edilen bulgular, deprem yönetmeliklerine uygun ve güvenli yapı tasarımı için önemli bilgiler sunmaktadır. Analiz sonuçları, mühendislik uygulamalarında dikkate alınarak, yapıların deprem dayanımını artırmak ve olası can kayıplarını minimize etmek amacıyla kullanılabilir. Tez çalışmamızın, ülkemizdeki yapı tasarımı ve deprem mühendisliği literatürüne katkı sağlaması hedeflenmektedir.



THE EFFECT OF LOCAL SOIL CLASS ON STRUCTURAL BEHAVIOR IN BUILDINGS WITH A3 TYPE IRREGULARITY

SUMMARY

The reality of earthquakes, one of the most significant problems in our country, has led to serious and tragic consequences over the years. Numerous major earthquakes have occurred to date, resulting in tens of thousands of fatalities. Given our country's location in a geographically risky region, the 2018 Turkey Building Earthquake Regulation, currently employed in building design, incorporates significant constraints compared to previous regulations. These constraints are of undeniable importance, especially for buildings with structural irregularities. Generally, during the building design phase, we prefer to model structures in symmetrical or nearly symmetrical forms. However, due to specific usage purposes, architectural constraints, and other factors, buildings' forms cannot always be perfectly symmetrical or regular. In such cases, the designed structures are subject to the limitations specified in the 2018 Turkey Building Earthquake Regulation, which pertain to irregularity types.

In our study, which falls within the scope of our thesis, a total of seven different models were examined, consisting of one symmetrical reference model and six different models with A3 type irregularity coefficients. For these seven models, with ground floor heights of 3m, 4m, 5m, and 6m, and with local soil classes ZA, ZC, and ZE, a total of 84 models were analyzed. The "Mode Superposition Method" was employed to investigate the behavior of these models under earthquake effects. In this context, we examined the results of the structures' periods, base shear forces, floor displacements, relative floor displacements, torsional irregularity coefficients, and soft story irregularity coefficients.

The importance of this research lies in its comprehensive analysis of how structural irregularities, local soil classes, and ground floor heights affect buildings' seismic performance. By employing a range of models with varying characteristics, we aimed to capture a broad spectrum of potential real-world scenarios. The Mode Superposition Method allowed for a detailed examination of dynamic responses, providing insights into the resilience and vulnerability of different structural configurations.

Our findings indicated that variations in A3 type irregularity coefficients, local soil classes, and ground floor heights substantially impact buildings' seismic behavior. Specifically, the dominant period of the structure, a critical parameter in seismic design, was significantly influenced by these factors. Buildings with higher irregularity coefficients exhibited longer periods, indicating a greater tendency to sway and absorb energy during seismic events. This, in turn, affects the base shear forces experienced by the structure, which are crucial for ensuring structural integrity and preventing collapse.

Floor displacements and relative floor displacements are also key indicators of seismic performance. Our analysis revealed that buildings with greater irregularities and taller ground floors tended to have larger displacements, leading to higher damage levels

and potential failure of structural and non-structural elements. The relationship between floor height and displacement underscores the importance of considering vertical irregularities in seismic design, as they can exacerbate horizontal irregularities' effects.

Torsional irregularity coefficients and soft story irregularity coefficients were also examined in detail. Torsional irregularity, which occurs when a building twists during an earthquake, can lead to uneven force distribution and increased stress on certain parts of the structure. Our results showed that buildings with higher irregularity coefficients and unfavorable soil conditions were more prone to torsional effects, highlighting the need for careful consideration of these factors in design and retrofitting processes.

Soft story irregularity, characterized by a weaker or more flexible ground floor compared to the upper floors, is a well-known vulnerability in earthquake engineering. Our study found that variations in ground floor height and soil class significantly affected the likelihood and severity of soft story behavior. Taller ground floors and certain soil conditions increased the risk of soft story collapse, emphasizing the necessity of reinforcing these areas to enhance overall building resilience.

In the conclusion section of our thesis, we presented the effects of changing A3 irregularity coefficients, local soil classes, and ground floor heights on the dominant period, base shear force, floor displacements, relative floor displacements, torsional irregularity coefficients, and soft story irregularity coefficients of the analyzed structures. These results were illustrated with graphs and tables to provide a clear and comprehensive understanding of the findings.

Our research contributes to the body of knowledge in earthquake engineering by offering detailed insights into the interplay between structural irregularities, soil conditions, and vertical configurations. The findings underscore the importance of adhering to the 2018 Turkey Building Earthquake Regulation and considering these factors in the design and assessment of buildings in seismically active regions. By addressing the specific vulnerabilities associated with different types of irregularities and soil classes, our study aims to inform better design practices and improve the safety and resilience of buildings against future earthquakes.

Moreover, the comprehensive nature of our analysis, which includes a wide range of models and scenarios, enhances the generalizability of the results. This allows for the application of our findings to various building types and geographic contexts, providing valuable guidance for engineers, architects, and policymakers involved in seismic risk mitigation.

The broader implications of our research are significant. As earthquakes continue to pose a severe threat to life and property, understanding the factors that influence a building's response to seismic activity is crucial for developing effective mitigation strategies. Our study's detailed examination of structural irregularities, soil conditions, and ground floor heights provides a nuanced understanding of how these variables interact and impact overall seismic performance.

In the realm of engineering practice, our findings can guide the design of more resilient buildings. By incorporating the insights gained from our analysis, engineers can develop structures better equipped to withstand seismic forces, thereby reducing the risk of catastrophic failure. This is particularly relevant in regions with high seismic activity, where the consequences of inadequate design can be devastating.

Furthermore, our research highlights the need for continuous evaluation and revision of building codes and regulations. As new data and insights emerge, updating regulations to reflect the latest understanding of seismic behavior is essential. The 2018 Turkey Building Earthquake Regulation represents a significant step forward in this regard, but ongoing research and adaptation are necessary to ensure that buildings remain safe and resilient in the face of evolving seismic risks.

From an academic perspective, our thesis adds to the growing body of literature on earthquake engineering. By providing a comprehensive analysis of how various factors influence seismic performance, our work offers a valuable reference for future studies. Researchers can build on our findings to explore additional variables, refine existing models, and develop new methods for assessing and improving building resilience.

In terms of practical applications, the insights from our study can inform the retrofitting of existing buildings. Many structures were built before the implementation of modern seismic regulations and may not meet current standards. Our analysis can help identify specific vulnerabilities in these buildings and guide the development of targeted retrofitting strategies to enhance their seismic performance.

Our research also underscores the importance of interdisciplinary collaboration in addressing seismic risks. Engineers, architects, geologists, and policymakers must work together to develop comprehensive solutions that consider the complex interplay of structural design, soil conditions, and seismic activity. By fostering collaboration across these disciplines, we can develop more effective strategies for mitigating the impact of earthquakes and protecting communities.

In conclusion, our thesis demonstrates the critical importance of considering structural irregularities, local soil conditions, and vertical configurations in seismic design. The detailed analysis and presentation of the effects of these factors on seismic performance provide a robust foundation for improving building safety and resilience. As our country continues to face the ongoing threat of earthquakes, the insights gained from this research will be instrumental in guiding future efforts to protect lives and property through better-informed engineering and design practices.

By addressing the specific vulnerabilities associated with different types of irregularities and soil classes, our study aims to inform better design practices and improve the safety and resilience of buildings against future earthquakes. This comprehensive approach ensures that buildings are not only compliant with regulations but also capable of withstanding the seismic forces they may encounter. As such, our research represents a significant contribution to the field of earthquake engineering and provides valuable guidance for practitioners and policymakers alike.



1. GİRİŞ

Deprem bölgesinde yer alan ülkemizin maalesef trajik bir mazisi bulunduğundan dolayı “yapıların dayanımı” ülkemizin en önemli meselelerin başında gelmektedir. Çalışmanın amacı böylesine trajik bir coğrafyada daha fazla acılar yaşanmaması adına gerekli bütün araştırmaların yapılıp yapıların dayanımı ve tasarımı konusunda bir katkıda bulunmaktadır.

Çalışmamızın konusu ülkemizdeki yapılarda sıkça karşılaşılan bir durum olan yapı düzensizliklerinin yapı üzerindeki etkisini incelemektir. Yapılar çeşitli mimari sebeplerden dolayı asimetrik formda tasarlanabilmektedir. Bu durumda yapılarda düzensizlikler meydana gelebilmektedir. TBDY-2018’de bu düzensizliklerle ilgili gerekli sınırlandırılmalar mevcuttur. Yapıların tasarım aşamasında bu sınırlandırılmalar göz önünde bulundurularak yapı tasarımı yapılır. Bu çalışmada düzensizlik türlerinden biri olan A3 türü düzensizliğe sahip yapıların farklı zemin sınıflarında davranışı incelenecektir. Elde edilen değerler karşılaştırılarak sonuçlandırılacaktır.

Çalışmada 1 simetrik referans model ve 6 farklı A3 türü düzensizlik katsayısına sahip yapı incelenmiştir. İlgili yapıların zemin kat yükseklikleri 3m, 4m, 5m ve 6m olarak farklı modellemeler yapılarak zemin kat yüksekliğinin etkisi incelenmiştir. Bu süreçte yapılan analizler SAP2000 analiz programı yardımıyla yapılmıştır. Analiz yöntemi olarak “Mod Birleştirme Analiz Yöntemi” kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yapıların periyotlarının, taban kesme kuvvetlerinin, kat ötelemelerinin, görelî kat ötelemelerinin, burulma düzensizliği katsayılarının ve yumuşak düzensizliği katsayılarının sonuçları incelenmiştir.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Genel Bilgi

Coğrafi konum nedeniyle deprem hususunda önemli bir role sahip olan ülkemizde her yıl yüzlerce deprem meydana gelmektedir. Bu depremler maalesef ciddi anlamda hayati yıkımlara sebep olmaktadır. Geçmiş yıllarda meydana gelen Erzincan, Gölçük, Düzce, Van, Elâzığ, İzmir ve Kahramanmaraş depremleri ülkemizde ciddi yaralar açmıştır. Bu depremler yüksek sayıda can kaybına ve yapılarda hasarlara neden olmuştur. Hasar tespit çalışmalarında yapılan incelemelere göre yıkılan yapıların ve önemli düzeyde hasar almış yapıların çoğunluğu düzensizlik türlerine sahip yapılar olduğu tespit edilmiştir.

2.2. Yapı Düzensizlik Türleri

Yapı üzerinde etkili olan yatay ve düşey yük etkilerinin taşıyıcı sistem yolu ile temele düzenli bir şekilde aktarılmadığı durumlardaki yapılara düzensiz yapılar denir. Yapılan çalışmalar sonucu deprem etkisi altında düzenli yapılar düzensiz yapılara göre daha etkili olduğu görülmüştür. Bu sebeple yönetmelikte düzensiz yapılar için bazı sınırlandırmalar getirilmiştir. Bu sınırlandırmalar ilk kez DBYBHY-2007’de tanımlanmış olup yürürlüğe girmiştir. 2018 yılında güncellenen yönetmelik olan TBDY-2018’de düzensizliklerle alakalı herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. TBDY-2018’de Bölüm 3.6’da Deprem Etkisi Altında Düzensiz Binalar başlığı altında tanımlanmıştır. Planda düzensizlik durumları ve düşeyde düzensizlik durumları olmak üzere iki alt başlıkta incelenmiştir (Atabey, 2020; Şimşek, 2020).

Tablo 2.1. Düzensizlik Durumları

A - Planda Düzensizlik Durumları	B - Düşeyde Düzensizlik Durumları
A1 - Burulma Düzensizliği	B1 – Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)
A2 – Döşeme Süreksizlikleri	B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)
A3 – Planda Çıkıntılar Bulunması	B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

2.2.1. Planda düzensizlik durumları

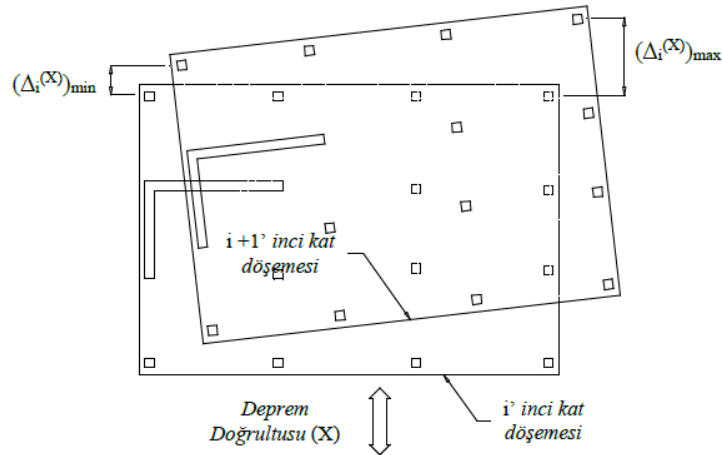
2.2.1.1. Burulma düzensizliği (A1)

Yapıların taşıyıcı sistemi tasarlanırken simetrik yapılmaması durumunda, yapının rijitlik merkezi ile ağırlık merkezi çakışmamasına sebebiyet verir. Bu yüzden yatay deprem kuvvetleri yapının ritilik merkezine etkidiği esnada yapının ağırlık merkezinden geçen dikey eksen etrafında burulma meydana gelmektedir. Burulma durumu deprem etkisi altında yapılarda ciddi hasarlara sebebiyet vermektedir. Yönetmelik bu durumlarda sınırlandırmalar getirerek yapıların daha güvenli tasarlanmasını sağlamıştır (Atabey, 2020; Şimşek, 2020).

2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde "birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görel kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görel kat ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumu" olarak tanımlanmaktadır (TBDY, 2018).

$$\left[\eta_{bi} = (\Delta_i^{(X)})_{\max} / (\Delta_i^{(X)})_{\text{ort}} > 1.2 \right] \quad (2.1)$$

Aynı zamanda yönetmelikte görel kat ötelemelerinin hesabı, $\pm$ %5 ek dışmerkezlik etkilerinin de göz önüne alınması gerektiği vurgulanmıştır.



Şekil 2.1. A1 Burulma Düzensizliği (TBDY, 2018).

$$\left[(\Delta_i^{(X)})_{\text{ort}} = \left(\frac{1}{2} \right) \left[\frac{(\Delta_i^{(X)})_{\max}}{(\Delta_i^{(X)})_{\min}} \right] \right] \quad (2.2)$$

$$\left[\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i^{(X)})_{\max}}{(\Delta_i^{(X)})_{\text{ort}}} \right] \quad (2.3)$$

$$[\eta_{bi} > 1.2] \quad (2.4)$$

2.2.1.2. Döşeme süreksizlikleri (A2)

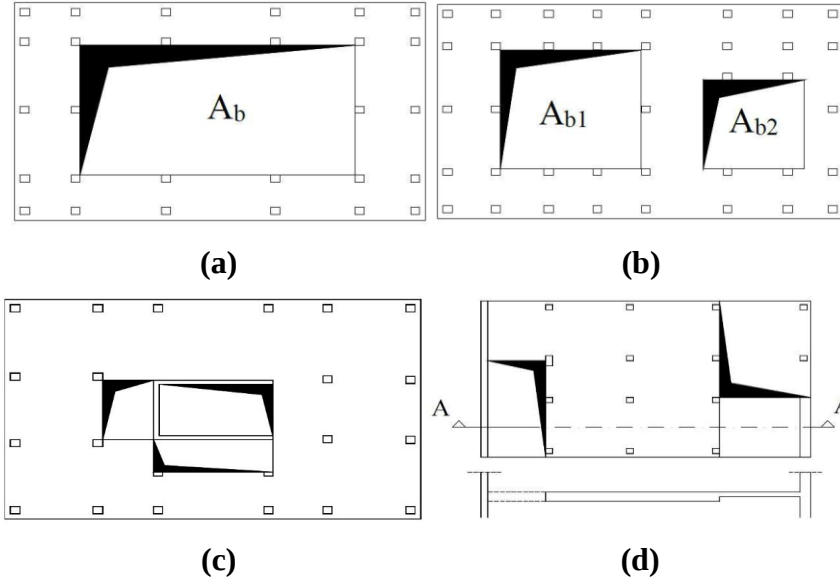
Döşemeler deprem etkisi altında taşıyıcı sistemdeki görevi düşey yükleri ve yatay deprem yüklerini düşey taşıyıcı elemanlara aktarmaktır. Yapı tasarımı aşamasında döşemeler tam rijit olarak düşünülür. Yani rijit diyafram olarak tanımlanır. (Yapı A2 ve A3 düzensizlik türüne sahipse döşemenin sonsuz rijit kabulü geçerli değildir yani rijit diyafram modellenmez.) Bu nedenle döşemeler deprem etkisi altında deformasyona uğramadan rijit bir kütle gibi deplasman yaptığı varsayılır. Fakat mimari şartlar gereğince döşemelerde merdiven, asansör, mekanik havalandırma, elektrik tesisat shaftları, galeri boşlukları vb. gibi döşeme boşlukları tasarlanmaktadır. Bu döşeme boşlukları rijitliği etkilediğinden dolayı taşıyıcı sistem ağı üzerindeki yük aktarımını da olumsuz yönde etkilemektedir. Deprem yönetmeliğinde döşeme süreksizliğine sebep olan durumlar 3 maddede açıklanmıştır (Atabey, 2020; Subaşı, 2021).

“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,

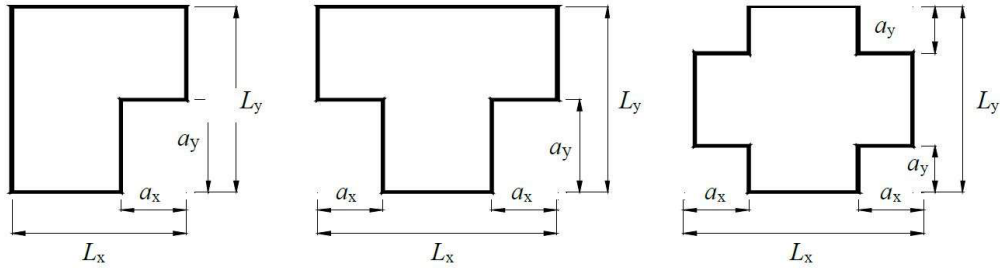
III- Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmalar olması durumlarında, döşemelerin deprem yüklerini düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarabildiği hesapla gösterilmelidir (TBDY, 2018).



Şekil 2.2. A2 döşeme süreksizlikleri durumu (TBDY, 2018)

2.2.1.3. Planda çıkıntılar bulunması (A3)

TBDY-2018’de “Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu” olarak tanımlanmaktadır (TBDY, 2018).



Şekil 2.3. A3 Planda Çıkıntılar Bulunması Durumu (TBDY, 2018)

$$a_x > 0,2 L_x \text{ ve aynı zamanda } a_y > 0,2 L_y$$

Yapıların oturduğu arazi formu sebebiyle veya mimari tasarım sebebiyle yapı kat planlarında bazen çıkıntılar olabilmektedir. Bu çıkıntılar yapıda düzensizliklere sebebiyet vermekte olup yapının plan düzeninde simetrisizlik, kat düzensizliği ve kütle düzensizliği gibi durumlara yol açmaktadır. Bu tarz düzensizliklerin önüne geçmek için uygun şekilde derzler düzenlenerek yapı formu daha uygun hale getirilebilir. Aksi halde yapının deprem etkilerine karşı beklenen tepkinin dışına çıkıp yapıda daha fazla hasara yol açabilir (Ercömert, 2007; Şimşek, 2020).

2.2.2. Düşeyde düzensizlik durumları

2.2.2.1. Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (B1 - Zayıf kat)

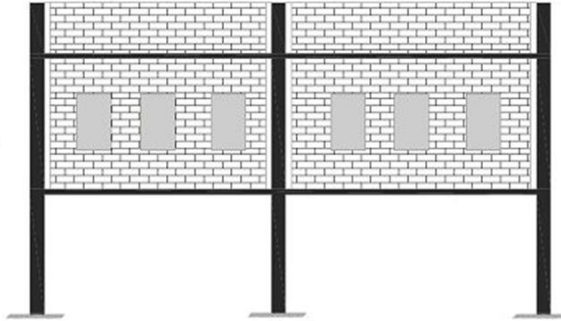
Ülkemizdeki yapılarda genellikle giriş katlar ticari amaçla kullanıldığı için ve bu alanların kullanılabilir olması için dolgu duvarlar kaldırılmaktadır. Dolayısıyla o kattaki etkili kesme alanı diğer katlardaki etkili kesme alanından daha az olmaktadır. B1 - Komşu katlar arası dayanım düzensizliği sıkça karşılaşılan durumlardan olduğu için yönetmelik bu konu üzerinde de sınırlandırmalar getirmiştir (Yurtseven, 2021).

Bu konu TBDY-2018’de “Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki toplam etkili kesme alanının, bir üst kattaki toplam etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı η_{ci} ’nin 0.80’den küçük olması durumu” olarak açıklanmaktadır (TBDY, 2018).

$$\left[\eta_{ci} = (\Sigma A_e)_i / (\Sigma A_e)_{i+1} < 0.80 \right] \quad (2.5)$$

Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı:

$$\left[(\Sigma A_e)_i = (\Sigma A_w)_i / (\Sigma A_g)_i + (0.15 \Sigma A_k)_i < 0.80 \right] \quad (2.6)$$



Şekil 2.4. B1 Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği Durumu (Yurtseven, 2021).

2.2.2.2. Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (B2 - Yumuşak kat)

TBDY-2018’de “Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında, herhangi bir i ’inci 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’den fazla olması durumu” olarak tanımlanmaktadır (TBDY, 2018).

$$\left[\eta_{ki} = (\Delta_i^{(X)} / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1}^{(X)} / h_{i+1})_{ort} > 2.0 \right] \quad (2.7)$$

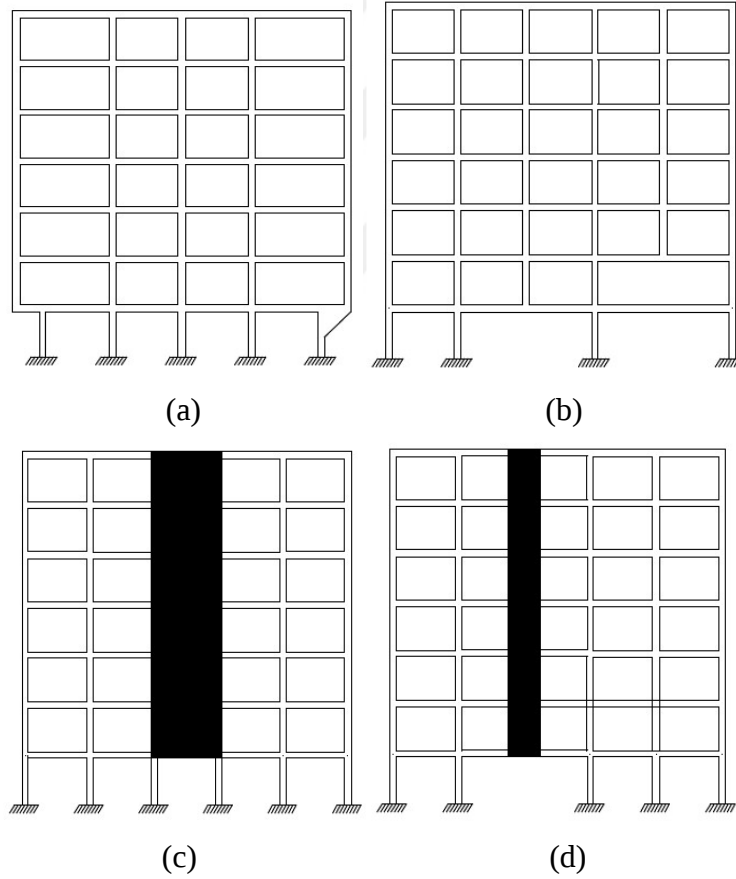
veya

$$\left[\eta_{ki} = (\Delta_i^{(X)} / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1}^{(X)} / h_{i-1})_{\text{ort}} > 2.0 \right] \quad (2.8)$$

Bu düzensizlik türü için yönetmelikte yapı yüksekliği max. 28 m olarak izin verilmektedir. Bu sınır değeri aştığı durumda hesap yöntemi olarak eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılmasına izin verilmemektedir (TBDY, 2018).

2.2.2.3. Taşıyıcı sistem düşey elemanlarının süreksizliği (B3)

TBDY-2018’de “*Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu*” olarak tanımlanmaktadır (TBDY, 2018).



Şekil 2.5. B3 Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanların Süreksizliği (TBDY, 2018)

Şekil 1.5 ‘te B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalar gösterilmektedir. Yönetmeliğe göre kolonların konsolların veya guselerin ucuna oturtulmasına kesinlikle izin verilemez (a). Kolonların iki ucundan mesnetli kirişlere oturtulması durumunda düşey

deprem hesabı yapılması gerekmektedir (b). Perdelerin herhangi bir kolona ve kirişlerin açıklık ortasına oturmasına kesinlikle izin verilemez (c) (d) (Şimşek, 2020).

2.3. Hesap Yöntemleri

2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği deprem etkisi altındaki yapıların taşıyıcı sistemleri deprem tasarım sınıflarına (DTS) ve yüksekliğine (BYS) bağlı olarak dayanıma göre tasarım ve şekildeğiştirmeye göre tasarım olmak üzere iki hesap yöntemi tanımlanmıştır (Insapedia, 2018).

2.3.1. Dayanıma göre tasarımda kullanılacak hesap yöntemleri

Dayanıma göre tasarımda esas olan deprem etkisi altındaki yapının taşıyıcı sistem elemanlarının karşılayabileceği kuvvet değerleridir. Bu değerler ile taşıyıcı sistem elemanlarının sınır dayanımları karşılaştırılmaktadır. Dayanıma göre tasarımda kullanılacak hesap yöntemleri eşdeğer deprem yükü yöntemi, mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanında mod toplama yöntemi olarak üçe ayrılmaktadır (Çelikkollu, 2019).

2.3.1.1. Eşdeğer deprem yükü yöntemi

Deprem kuvvetlerinin deprem etkisi altındaki yapılara yatay yönde etki ettiği kabul edilen yöntemdir. Eşdeğer deprem yükü yönteminde yapıya etki eden X ve Y yönündeki deprem kuvvetleri için ayrı ayrı hesap yapılmaktadır. İlk olarak yapının tamamına etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü hesaplanır. Hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü binanın her katına dağıtılır. Yönetmeliğe göre eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar Tablo 2.2’de verilmiştir (Çağatay, 2021; Hava, 2019; İnşaat Hesabı,2024).

Tablo 2.2. Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin Uygulanabileceği Binalar (TBDY,2018)

Bina Türü	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfı	
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a, 4, 4a
Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$BYS \geq 4$	$BYS \geq 5$
Diğer tüm binalar	$BYS \geq 5$	$BYS \geq 6$

2.3.1.2. Mod birleştirme yöntemi

TBDY-2018'e göre mod birleştirme yönteminde verilen bir deprem doğrultusunda deprem tasarım spektrumundan yararlanılarak gözönüne alınan her bir titreşim modunda davranış büyüklüklerinin en büyük değerleri modal hesap yöntemi ile hesaplanır. Yeteri kadar titreşim modu için hesaplanan, ancak eşzamanlı olmayan en büyük modal davranış büyüklükleri daha sonra istatistiksel olarak birleştirilerek en büyük davranış büyüklüklerinin yaklaşık değerleri elde edilir. İki tür mod birleştirme kuralı vardır. Bunlar Tam Karesel Birleştirme (TKB – CQC) ve Karelerin Toplamının Karekökü (KTKK – SRSS) 'dür (TBDY, 2018).

Her iki deprem doğrultularındaki tüm modlar için hesabı yapılan taban kesme kuvveti modal etkin kütlelerinin toplamının yapı toplam kütlelerinin %95'inden az olmayacaktır. Yapıya %3'ten az katkı yapan modlar dikkate alınmayacaktır. Üç boyutlu hesapta yeterli titreşim modu sayısı fazla olan doğrultu dikkate alınacaktır.

2.3.1.3. Zaman tanım alanında mod toplama yöntemi

TBDY-2018'e göre mod toplama yönteminde, depremin eşzamanlı olarak birbirine dik iki yatay doğrultuda etkidiğinin gözönüne alınması durumunda, her bir titreşim moduna ait modal davranış büyüklükleri zaman tanım alanında modal hesap yöntemi ile hesaplanır. Yeteri kadar titreşim modu için hesaplanan eşzamanlı modal davranış büyüklükleri daha sonra zaman tanım alanında doğrudan toplanarak davranış büyüklüklerinin zamana göre değişimi ve tasarımda esas alınmak üzere en büyük değerleri elde edilir (TBDY, 2018).

2.3.2. Şekil değiştirmeye göre tasarımda kullanılabilecek hesap yöntemleri

TBDY-2018'e göre deprem etkisi altında bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımı için iki ana yaklaşımdan biri olan Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım (ŞGDT) yaklaşımında:

- a. Mevcut veya daha önce ön tasarımı yapılmış taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal olmayan modelleme yaklaşımları ile uyumlu iç kuvvet – şekil değiştirme bağıntıları belirlenir.
- b. Öngörülen performans hedef(ler)i ile uyumlu olarak seçilen deprem yer hareket(ler)i altında, taşıyıcı sistemin statik veya zaman tanım alanında dinamik artımsal yöntemlerle hesabı yapılır, doğrusal olmayan sünek davranışa ilişkin şekil değiştirme talepleri ile gevrek davranışa ilişkin dayanım talepleri elde edilir.

- c. Elde edilen şekil değiştirme ve iç kuvvet talepleri, öngörülen performans hedef(ler)i ile uyumlu olarak tanımlanan şekil değiştirme ve dayanım kapasiteleri ile karşılaştırılır.
- d. Mevcut binalar için, şekil değiştirme ve dayanım taleplerinin bunlara karşı gelen şekil değiştirme ve dayanım kapasitelerinin altında olduğu veya onları aştığı gösterilerek şekil değiştirmeye göre değerlendirme tamamlanır.
- e. Yeni yapılacak veya güçlendirilecek mevcut binalar için şekildeğiştirme ve dayanım

talepleri, bunlara karşı gelen şekildeğiştirme ve dayanım kapasitelerinin altında ise şekildeğiştirmeye göre tasarım tamamlanır. Aksi durumda eleman kesitleri değiştirilir ve hesap tekrarlanarak yeniden değerlendirme yapılır ve bu şekilde şekildeğiştirmeye göre tasarım sonuçlandırılır (TBDY, 2018).

2.3.2.1. Doğrusal olmayan itme yöntemleri

Doğrusal olmayan itme yöntemlerinde, etkili olan deprem için sünek davranışla ilgili plastik şekildeğiştirme ve plastik dönme talepleri ile gevrek davranışla ilgili iç kuvvet taleplerinin hesaplanması amaçlanmaktadır. Bu yöntem mevcut veya güçlendirilmiş yapıların deprem etkisi altında yapısal performanslarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Doğrusal olmayan itme yöntemleri tek modlu itme yöntemleri ve çok modlu itme yöntemleri olarak ikiye ayrılmaktadır (ideCAD, 2021).

a) Tek modlu itme yöntemleri

Bu yöntem TBDY-2018’de açıklanan lineer Mod Birleştirme Yöntemi’nin tek modlu uygulamasının nonlinear artımsal karşılığıdır. Bu yöntemin uygulanabilmesi için burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} < 1.4$ koşulunu ve hakim titreşim modundaki taban kesme kuvveti etkin kütlelerinin yapının toplam kütlelerine oranının minimum 0,70 olması koşulunu sağlaması gerekmektedir (Hava, 2019).

b) Çok modlu itme yöntemleri

Çok modlu itme analiz yöntemi olan Artımsal Spektrum Analizi, her bir itme etkisinde oluşan plastik mafsallar ile mod şekillerini dikkate alan uyarlanabilir bir yöntemdir (ideCAD, 2021).

2.3.2.2. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz, yapıların deprem etkisi altındaki davranışlarını incelemek için kullanılabilen yöntemlerden biridir. Bu yapıların analizlerinin yapılabilmesi için yapı modelinin hazırlanması ve yer hareketinin temsil edilmesi gerekmektedir (Demir, 2020).

2.4. Yerel Zemin Sınıfları

TBDY-2018 kapsamınca yerel zemin sınıflarının belirlenebilmesi için arazi ve ardından laboratuvar çalışmaları yaptırılmıştır. Bu araştırmalar için zemin tabakasının özellikleri, yeraltı suyu durumları, arazinin depremselliği gibi çeşitli parametrelerden faydalanılmaktadır. Yönetmelik tarafından belirlenen yerel zemin sınıfları Tablo 2.3'te verilmiştir (Çelikkollu, 2019; TBDY, 2018).

Tablo 2.3. Yerel Zemin Sınıfları (TBDY, 2018)

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe/30 cm]	$(c_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	-	-
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 - 1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 - 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 - 360	15 - 50	70 - 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($c_u < 25$ kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killler, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killler, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killler, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killler.			

Tablo 2.3'te görüldüğü üzere 6 tür yerel zemin sınıfı vardır. ZA, sağlam ve sert kayalara sahip ve kayma dalgası hızı (V_s) 1500 m/s'den büyük olan zemin sınıfıdır. ZB, az ayrılmış ve ortam sağlam kayalara sahip ve kayma dalgası hızı 760-1500 m/s

arasında olan zemin sınıfıdır. ZC, çok sıkı kum ve çok çatlaklı zayıf kayalara sahip ve kayma dalgası hızı 360-760 m/s arasında olan zemin sınıfıdır. ZD, orta sıkı-sıkı kum veya çok katı kil tabakalara sahip ve kayma dalgası hızı 180-360 m/s arasında olan zemin sınıfıdır. ZE, gevşek kum veya yumuşak-katı kil tabakalara sahip ve kayma dalgası hızı 180 m/s'den küçük olan zemin sınıfıdır. ZF ise en kötü zemin sınıfı olup sahaya özel araştırma yapılması gereken zemin sınıfıdır (Çelikkollu, 2019).

2.5. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)

Deprem tasarım sınıfı yapının bulunduğu bölgedeki DD-2 deprem yer hareketi düzeyinde kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (SDS) ve bina kullanım sınıfına (BKS) göre sınıflandırılmaktadır. Bina kullanım sınıfı yapının kullanım amacına göre belirlenmektedir (Atabey, 2020).

TBDY-2018'e göre "deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar BKS=1, insanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar BKS=2 ve diğer binalar BKS=3" olarak tanımlanmaktadır (TBDY, 2018).

Tablo 2.4. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS) (TBDY, 2018)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS = 1	BKS = 2, 3
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4a	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	DTS = 3a	DTS = 3
$0.50 \leq S_{DS} < 0.75$	DTS = 2a	DTS = 2
$0.75 \leq S_{DS}$	DTS = 1a	DTS = 1

2.6. Çalışmanın Amacı

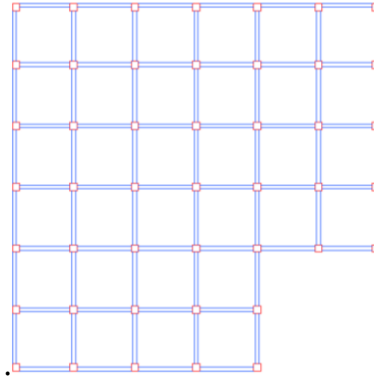
Ülkemizde yapılan yapıların çoğunluğu mimari sebeplerden dolayı yapı üzerinde meydana gelen A3 planda çıkıntılar bulunması düzensizliğine sahip yapılardır. Çalışmada A3 türü düzensizliğe sahip yapıların mod birleştirme yöntemiyle doğrusal analiz yapılarak zemin kat yüksekliği ve yerel zemin sınıfı değişimleri gözönünde bulundurularak yapıların deprem esnasındaki davranışlarının incelenmesi ve bu düzensizliğe sahip yapıların taşıyıcı sistem tasarımı bakımından öneminin vurgulanması hedeflenmiştir.



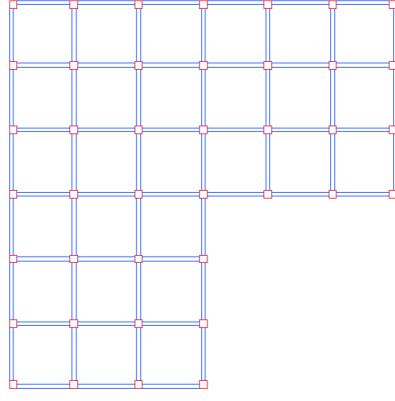
3. YAPI ANALİTİK MODELİNİN OLUŞTURULMASI

3.1. Yapı Geometrisi ve Kesit Özellikleri

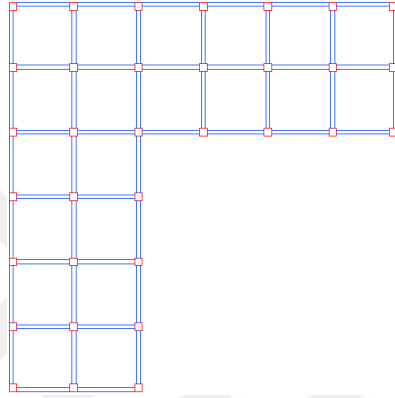
Çalışmada incelenen yapı zemin + 4 normal kattan oluşan toplam 5 katlı bir betonarme çerçeve sistemden oluşan işyeri - konut projesi olarak tasarlanmıştır. Çalışmada R tipi (referans), A tipi, B tipi, C tipi, D tipi, E tipi ve F tipi olmak üzere toplam 7 farklı forma sahip model incelenmiştir. Aynı zamanda 7 farklı modelin zemin katları 3 m, 4 m, 5 m ve 6 m olarak ayrı ayrı tasarlanmıştır. Diğer normal katların kat yüksekliği 3 m olarak modellenmiştir. Modellerin analizinde her bir modelin zemin sınıfı için ZA, ZC ve ZE zemin sınıfı kullanılmıştır. Akslar arası mesafeler 5m olup yapı en ve boy uzunluğu 30 m'dir. Yapıların yüksekliği 15 m ile 18 m arasında değişiklik göstermektedir. Döşeme sistemi çift doğrultuda çalışan kirişli döşemedir. Kirişler 30*50 kolonlar 60*60 olarak tasarlanmıştır. Döşeme kalınlığı 12 cm'dir. Beton malzemesi olarak C30/37 beton sınıfı kullanılmıştır. Donatılandırma yapılmamıştır. Yapı İzmit bölgesinde olup 40.760019° enleminde 29.934446° boylamındadır. Bu çalışmada X yönündeki planda çıkıntı oranı $O_x = a_x/L_x$, Y yönündeki planda çıkıntı oranı ise $O_y = a_y/L_y$ olarak gösterilmiştir



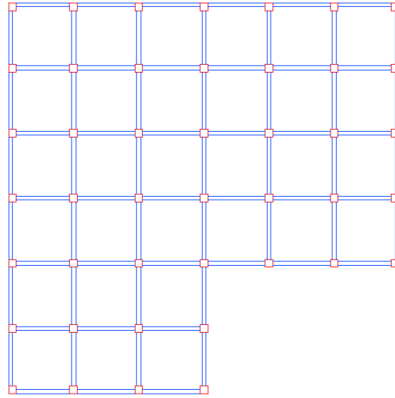
Şekil 3.1. A Tipi Kat Planı $O_x = 0,33$ - $O_y = 0,33$



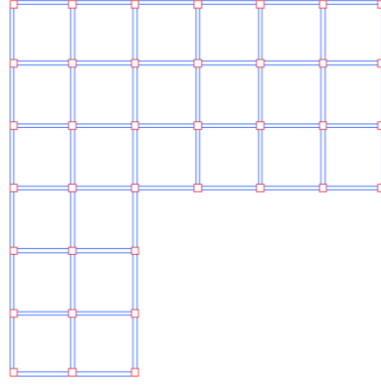
Şekil 3.2. B Tipi Kat Planı $O_x = 0,50$ - $O_y = 0,50$



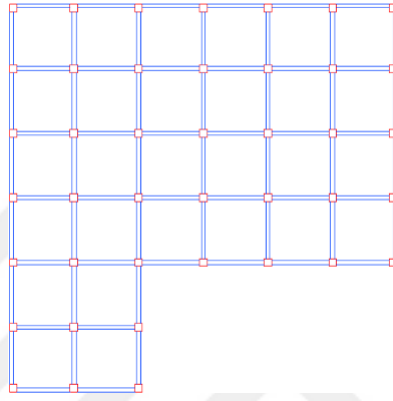
Şekil 3.3. C Tipi Kat Planı $O_x = 0,67$ - $O_y = 0,67$



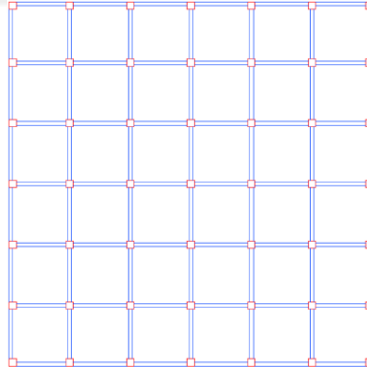
Şekil 3.4. D Tipi Kat Planı $O_x = 0,50$ - $O_y = 0,33$



Şekil 3.5. E Tipi Kat Planı $O_x = 0,67$ - $O_y = 0,50$



Şekil 3.6. F Tipi Kat Planı $O_x = 0,67$ - $O_y = 0,33$



Şekil 3.7. R Tipi Kat Planı $O_x = 0$ - $O_y = 0$

TBDY-2018'e göre $a_x/L_x > 0,2$ ve $a_y/L_y > 0,2$ olması koşulunda yapılarda A3 türü düzensizlik durumu mevcut olmaktadır. Bu koşula göre A, B, C, D, E ve F tipi modellerde A3 türü düzensizlik durumu mevcut olup R tipi modelde herhangi bir düzensizlik durumu gözlenmemektedir (Sadat,2020; TBDY, 2018).

3.2. Kullanılan Malzeme Özellikleri

Çalışmada beton malzemesi olarak C30 beton sınıfı kullanılmıştır. Elastisite Modülü (E) 33000 mPa, Poisson Oranı (U) 0.2, Kayma Modülü (G) 13750 N/mm² alınmıştır. Birim hacim ağırlığı ise 2,499*10⁻⁵ N/mm³ olarak tanımlanmıştır. Çalışmadaki modelde donatılandırma yapılmamıştır.

3.3. Yapıya Etki Eden Yükler

Taşıyıcı sistem modellerinde sadece döşemelere yükler etki ettirilmiştir. Yapılan çalışmada duvar modellenmediğinden dolayı kirişlere yük etki ettirilmemiştir. Döşemelere etki eden yükler Tablo 3.1’de gösterilmiştir. (Çapa, 2020).

Tablo 3.1. Döşemelere Etki Eden Yükler

Döşemelere Etki Eden Yükler		
Normal Katlar	Dead Load (G)	2,5 kN/m ²
	Live Load (Q)	2 kN/m ²
Çatı Katı	Dead Load (G)	2,5 kN/m ²
	Live Load (Q)	2 kN/m ²
	Snow Load (S)	0,75kN/m ²

3.4. Deprem Yer Hareketi Spektrumları

TBDY-2018’e göre belirli bir deprem yer hareketi düzeyi esas alınarak %5 sönüm oranı için, harita spektral ivme katsayılarına ve yerel zemin etki katsayılarına bağlı olarak standart biçimde veya sahaya özel deprem tehlikesi analizleri ile özel olarak tanımlanırlar. (TBDY, 2018).

3.4.1. Harita spektral ivme katsayıları ve tasarım spektral ivme katsayıları

Harita spektral ivme katsayıları Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (SS) ve 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı S₁ olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

TBDY-2018’e göre birbirine dik iki yatay doğrultudaki deprem etkilerinin geometrik ortalamasına karşı gelen harita spektral ivme katsayıları, belirli bir deprem yer hareketi düzeyi için referans zemin koşulu [(V_s)₃₀ = 760 m/s] esas alınarak %5 sönüm oranı için harita spektral ivmelerinin yerçekimi ivmesine bölünmesi ile boyutsuz katsayılar olarak tanımlanmıştır (TBDY, 2018).

Harita spektral ivme katsayılarının yerel zemin etki katsayıları ile çarpılması sonucu tasarım spektral ivme katsayıları bulunur.

$$S_{DS} = S_S F_S \quad (3.1)$$

$$S_{D1} = S_1 F_1 \quad (3.2)$$

3.4.2. Yerel zemin etki katsayıları

TBDY-2018'e göre Tablo 3.2 ve Tablo 3.3'te yerel zemin etki katsayıları F_S ve F_1 değerleri verilmiştir. Tablo 3.4'te ise çalışmada kullanılan modelin DD-2 ve DD-3'e göre spektral ivme katsayıları verilmiştir (TBDY, 2018).

Tablo 3.2. Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Katsayıları (TBDY, 2018)

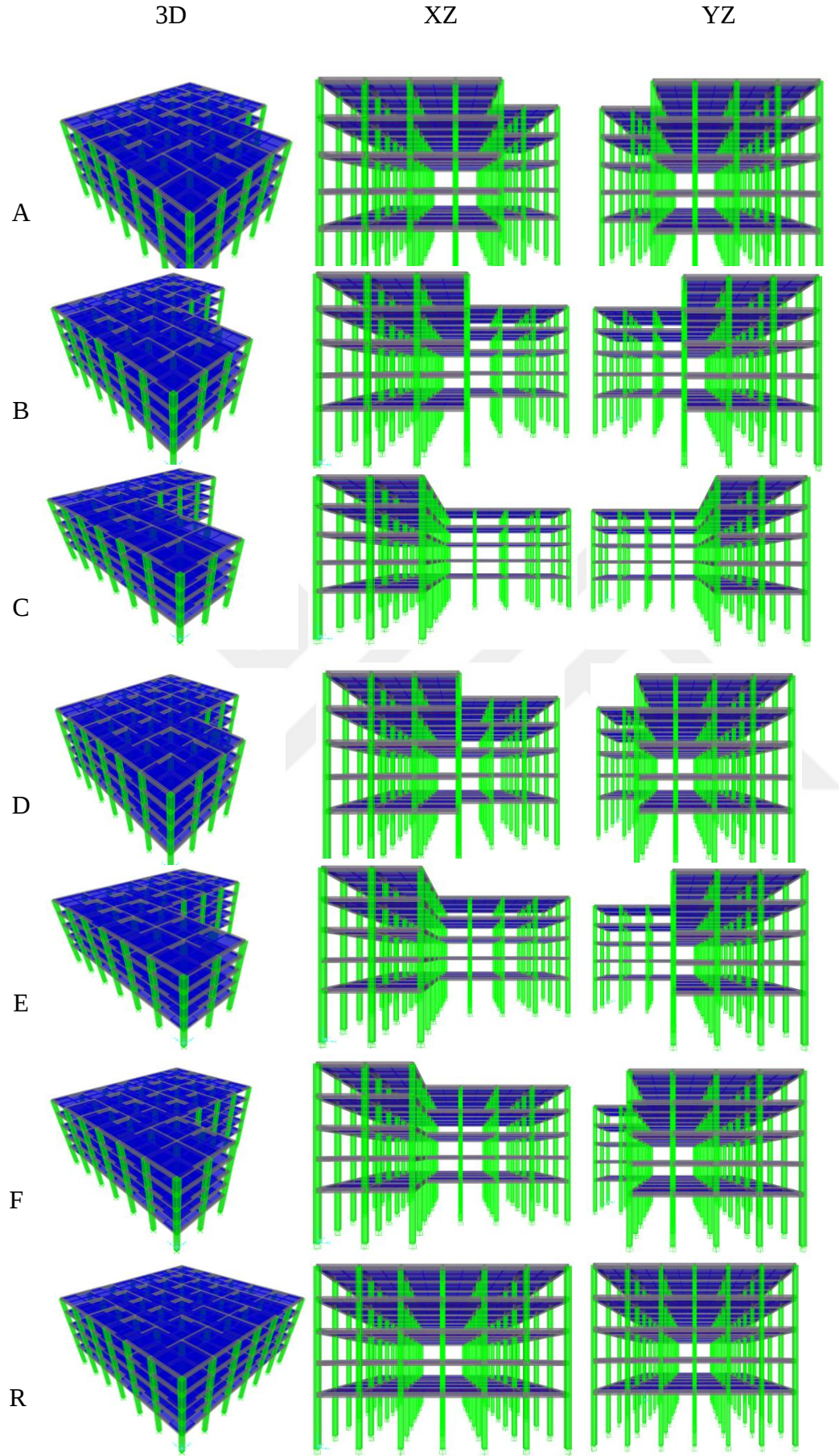
Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_S					
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S = 1.25$	$S_S \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	<i>Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.</i>					

Tablo 3.3. 1.0 saniye periyot bölgesi için Yerel Zemin Katsayıları (TBDY, 2018)

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	<i>Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.</i>					

Tablo 3.4. DD-2 ve DD-3'e göre Spektral İvme Katsayıları (TBDY, 2018)

DD-2					DD-3			
ZA	S _S	1,680	S _{DS}	1,344	S _S	0,639	S _{DS}	0,511
	S ₁	0,457	S _{D1}	0,366	S ₁	0,156	S _{D1}	0,125
ZC	S _S	1,680	S _{DS}	2,016	S _S	0,639	S _{DS}	0,795
	S ₁	0,457	S _{D1}	0,685	S ₁	0,156	S _{D1}	0,234
ZE	S _S	1,680	S _{DS}	1,344	S _S	0,639	S _{DS}	0,944
	S ₁	0,457	S _{D1}	1,045	S ₁	0,156	S _{D1}	0,577



Şekil 3.8. Analizi yapılan modellerin 3D, XZ ve YZ görünüşleri

3.5. Genel Esaslar

Çalışmada kullanılan betonarme yapının kullanım amacı konut olarak planlanmıştır. Bu sebeple Tablo 3.5'e göre bina kullanım sınıfı (BKS) 3 ve bina önem katsayısı (I) 1.0 olarak belirlenmiştir. Tablo 3.4'teki değerler göz önünde bulundurulduğunda DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için AFAD'dan alınan kısa periyot tasarım spektral ivme katsayıları (SDS) ZA için 1,344 , ZC için 2,016 ve ZE için 1,344'tür. Dolayısıyla Tablo 2.4'e göre deprem tasarım sınıfı (DTS) 1a olarak belirlenmiştir. Yapı 3 m, 4 m, 5 m ve 6 m olmak üzere değişiklik göstermektedir. Normal kat yükseklikleri ise 3 m' dir. Dolayısıyla yapı toplam yükseklikleri 15 m ile 18 m arasında değişiklik göstermektedir. Zemin kat yükseklikleri 3 m, 4m ve 5m olan yapıların bina yükseklik sınıfı (BYS) 6, zemin kat yüksekliği 6 m olan yapının bina yükseklik sınıfı (BYS) 5 alınmıştır. (Tablo 3.6) Deprem tasarım sınıfının 1a, bina yükseklik sınıfının 5 ve 6 olarak belirlenmesiyle yapının normal performans hedefi kontrollü hasar (KH), değerlendirme / tasarım yaklaşımı ise dayanıma göre tasarım (DGT) olarak belirlenmiştir (Şimşek, 2020; TBDY, 2018). (Tablo 3.7)

Tablo 3.5. Bina Kullanım Sınıfı ve Bina Önem Katsayıları (TBDY, 2018)

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

Tablo 3.6. Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları (TBDY, 2018)

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları [m]		
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a	DTS = 4, 4a
BYS = 1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS = 2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS = 3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS = 4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	
BYS = 5	$17.5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$	
BYS = 6	$10.5 < H_N \leq 17.5$	$17.5 < H_N \leq 28$	
BYS = 7	$7 < H_N \leq 10.5$	$10.5 < H_N \leq 17.5$	
BYS = 8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$	

Tablo 3.7. Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Yeni Yapılacak veya Mevcut Binalar İçin Performans Hedefleri ve Uygulanacak Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımları (BYS ≥ 2) (TBDY, 2018)

Deprem Yer H. Düzeyi	DTS = 1, 1a(1), 2, 2a(1), 3, 3a, 4, 4a		DTS = 1a(2), 2a(2)	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı
DD-3	-	-	SH	ŞGDT
DD-2	KH	DGT(3)	KH	DGT(3,4)
DD-1	-	-	KH	ŞGDT

3.6. Hesap Esasları

Çalışmada tasarlanan yapının taşıyıcı sistemi deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçevelerden oluştuğundan dolayı Tablo 3.8’de gösterildiği üzere Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R = 8$, Dayanım Fazlalığı Katsayısı $D = 2,5$ ve izin verilen Bina Yükseklik Sınıfı $BYS \geq 3$ olarak belirlenmiştir (TBDY, 2018).

Tablo 3.8. Bina Taşıyıcı Sistemleri için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, Dayanım Fazlalığı Katsayısı ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları (TBDY, 2018)

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları (BYS)
A. YERİNDE DÖKME BETONARME BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ			
A1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
A11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	BYS ≥ 3
A12. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar	7	2.5	BYS ≥ 2
A13. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	6	2.5	BYS ≥ 2
A14. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	8	2.5	BYS ≥ 2
A15. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	7	2.5	BYS ≥ 2
A16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	3	2	-

TBDY2018' de belirtilen *Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı* $R_a(T)$ Denklem 3.3'e ve Denklem 3.4'e göre hesaplanmaktadır.

$$R_a(T) = R/I \quad T > T_B \quad (3.3)$$

$$R_a(T) = D + (R/I - D) * T/T_B \quad T \leq T_B \quad (3.4)$$

Betonarme sistemindeki taşıyıcı sistem elemanlarının deprem etkisi altındaki kesit rijitlik değerleri ile tasarım aşamasında tahmin edilen rijitlik değerleri arasında farklılık olması sebebiyle taşıyıcı sistem elemanlarında çatlamış kesit rijitlikleri kullanılmaktadır. Tablo 3.9 'da betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitliği çarpanları verilmiştir (TBDY, 2018).

Tablo 3.9. Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları (TBDY, 2018)

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	
	<i>Eksenel</i>	<i>Kayma</i>
<i>Perde – Döşeme (Düzlem İçi)</i>		
Perde	0.50	0.50
Bodrum perdesi	0.80	0.50
Döşeme	0.25	0.25
<i>Perde – Döşeme (Düzlem İçi)</i>		
Perde	0.25	1.00
Bodrum perdesi	0.50	1.00
Döşeme	0.25	1.00
<i>Çubuk eleman</i>		
Bağ kirişi	0.15	1.00
Çerçeve kirişi	0.35	1.00
Çerçeve kolonu	0.70	1.00
Perde (eşdeğer çubuk)	0.50	0.50

4. ANALİZDE KULLANILAN DEĞİŞKENLER VE SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

4.1. Analizde Kullanılan Değişkenler

Bu bölümde deprem etkisi altında analizleri yapılan modellerin hesap sonuçları grafikler ve tablolar yardımıyla detaylıca karşılaştırılmıştır. Analizlerde 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada model formları R (referans), A, B, C, D, E ve F tipi olmak üzere 7 farklı model vardır. Bu modellerde yönetmelikte de belirtilen A3 düzensizlik türlerine sebep olan plandaki çıkıntıların ilgili doğrultudaki uzunluğa olan oran değiştirilerek farklı modeller üzerinde analizler yapılmıştır. Her model için ZA, ZC ve ZE zemin sınıfı üzerindeki davranışları ve zemin kat yüksekliği 3 m, 4 m, 5 m ve 6 m olduğu durumdaki davranışları incelenmiştir.

4.2. Yapı Periyotlarının Karşılaştırılması

Yapı periyotları karşılaştırılırken zemin kat yüksekliklerine göre ayrı ayrı tablo haline getirildi. Zemin sınıflarına ve model tiplerine göre farklılıkları tek bir tablo halinde incelenebilmektedir. Tablo 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'te ilgili sonuçlar görünmektedir.

Tablo 4.1. Zemin kat yüksekliği 3 m olan durumlardaki periyot değerleri

ZA			ZC			ZE		
Model	Mode 1	Mode 2	Model	Mode 1	Mode 2	Model	Mode 1	Mode 2
R	0,7911	0,7911	R	0,7911	0,7911	R	0,7911	0,7911
A	0,7861	0,7860	A	0,7861	0,7860	A	0,7861	0,7860
B	0,7784	0,7781	B	0,7784	0,7781	B	0,7784	0,7781
C	0,7652	0,7618	C	0,7652	0,7618	C	0,7652	0,7618
D	0,7832	0,7831	D	0,7832	0,7831	D	0,7832	0,7831
E	0,7733	0,7720	E	0,7733	0,7720	E	0,7733	0,7720
F	0,7803	0,7790	F	0,7803	0,7790	F	0,7803	0,7790

Tablo 4.2. Zemin kat yüksekliği 4 m olan durumlardaki periyot değerleri

ZA			ZC			ZE		
Model	Mode 1	Mode 2	Model	Mode 1	Mode 2	Model	Mode 1	Mode 2
R	0,8666	0,8666	R	0,8666	0,8666	R	0,8666	0,8666
A	0,8611	0,8610	A	0,8611	0,8610	A	0,8611	0,8610
B	0,8525	0,8522	B	0,8525	0,8522	B	0,8525	0,8522
C	0,8377	0,8341	C	0,8377	0,8341	C	0,8377	0,8341
D	0,8579	0,8578	D	0,8579	0,8578	D	0,8579	0,8578
E	0,8441	0,8415	E	0,8441	0,8415	E	0,8441	0,8415
F	0,8546	0,8541	F	0,8546	0,8541	F	0,8546	0,8541

Tablo 4.3. Zemin kat yüksekliği 5 m olan durumlardaki periyot değerleri

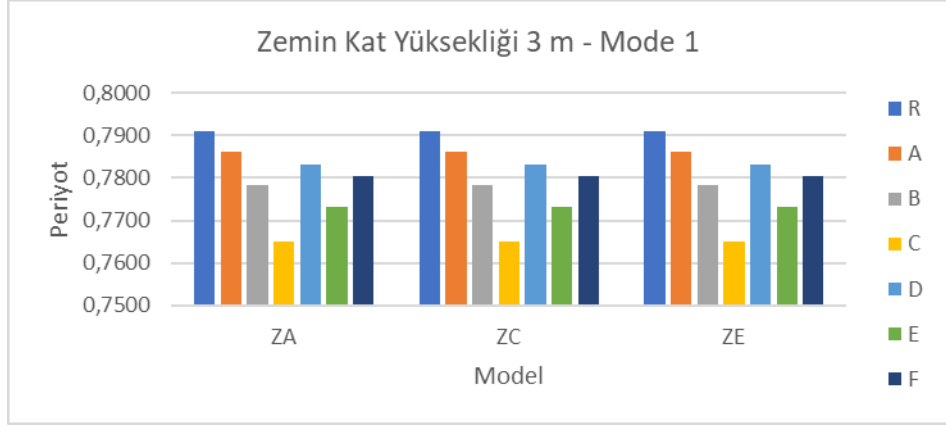
ZA			ZC			ZE		
Model	Mode 1	Mode 2	Model	Mode 1	Mode 2	Model	Mode 1	Mode 2
R	0,9567	0,9567	R	0,9567	0,9567	R	0,9567	0,9567
A	0,9504	0,9503	A	0,9504	0,9503	A	0,9504	0,9503
B	0,9405	0,9403	B	0,9405	0,9403	B	0,9405	0,9403
C	0,9231	0,9197	C	0,9231	0,9197	C	0,9231	0,9197
D	0,9467	0,9466	D	0,9467	0,9466	D	0,9467	0,9466
E	0,9338	0,9326	E	0,9338	0,9326	E	0,9338	0,9326
F	0,9429	0,9425	F	0,9429	0,9425	F	0,9429	0,9425

Tablo 4.4. Zemin kat yüksekliği 6 m olan durumlardaki periyot değerleri

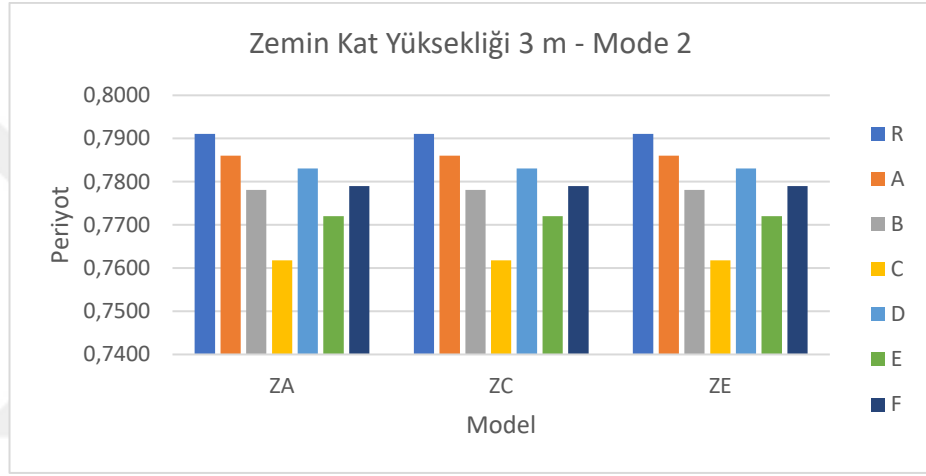
ZA			ZC			ZE		
Model	Mode 1	Mode 2	Model	Mode 1	Mode 2	Model	Mode 1	Mode 2
R	1,0620	1,0620	R	1,0620	1,0620	R	1,0620	1,0620
A	1,0547	1,0546	A	1,0547	1,0546	A	1,0547	1,0546
B	1,0432	1,0430	B	1,0432	1,0430	B	1,0432	1,0430
C	1,0224	1,0193	C	1,0224	1,0193	C	1,0224	1,0193
D	1,0504	1,0503	D	1,0504	1,0503	D	1,0504	1,0503
E	1,0353	1,0342	E	1,0353	1,0342	E	1,0353	1,0342
F	1,0460	1,0456	F	1,0460	1,0456	F	1,0460	1,0456

4.2.1. Yapı model tipinin değişmesinin yapı periyodu üzerindeki etkisi

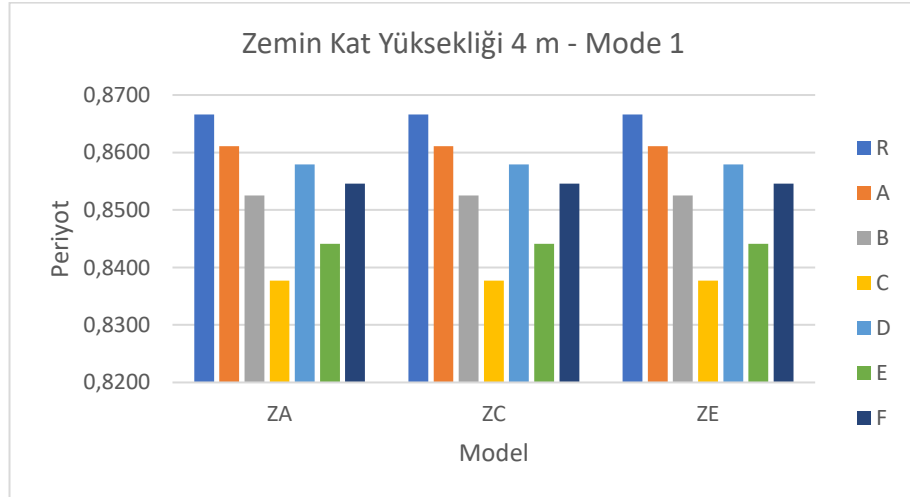
Yapı model tipinin değişmesinin yapı periyodu üzerindeki etkisi grafik 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8’de gösterilmektedir.



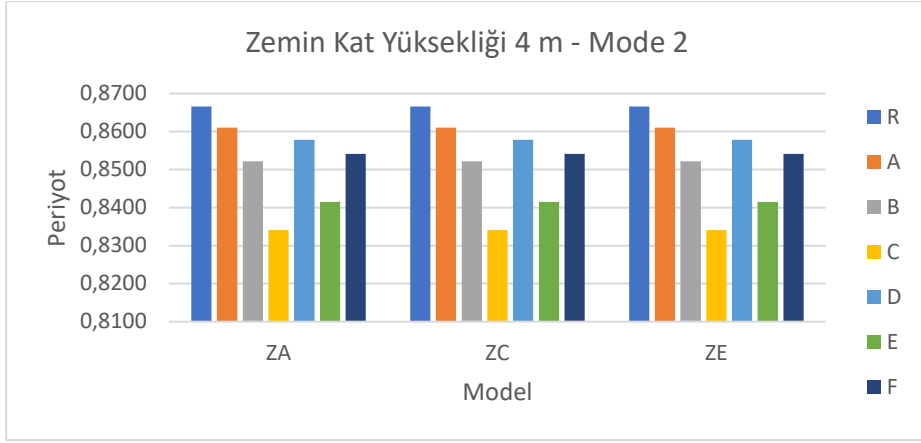
Grafik 4.1. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)



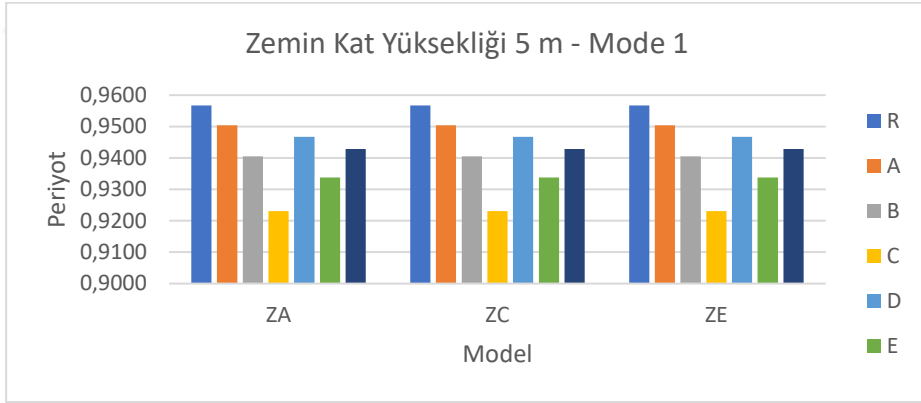
Grafik 4.2. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)



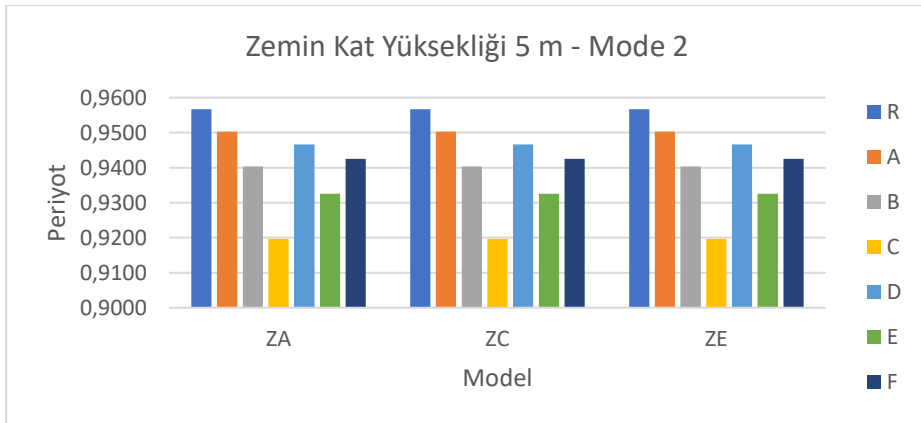
Grafik 4.3. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)



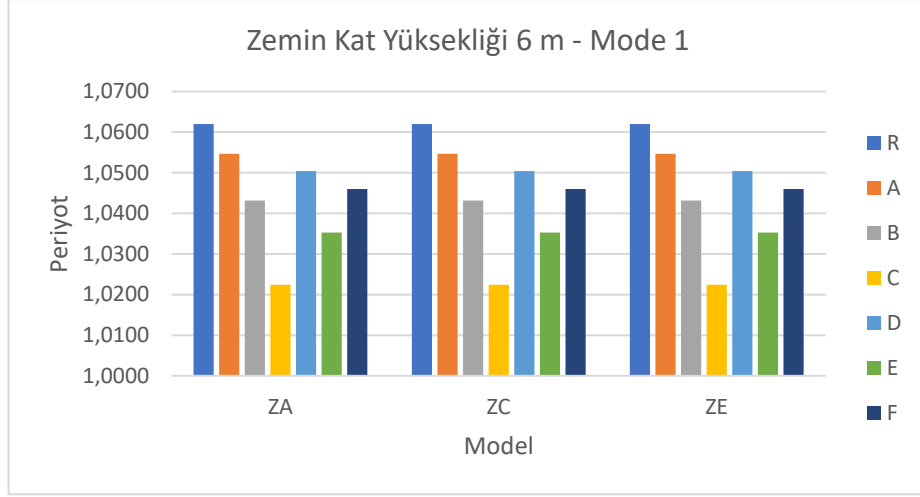
Grafik 4.4. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)



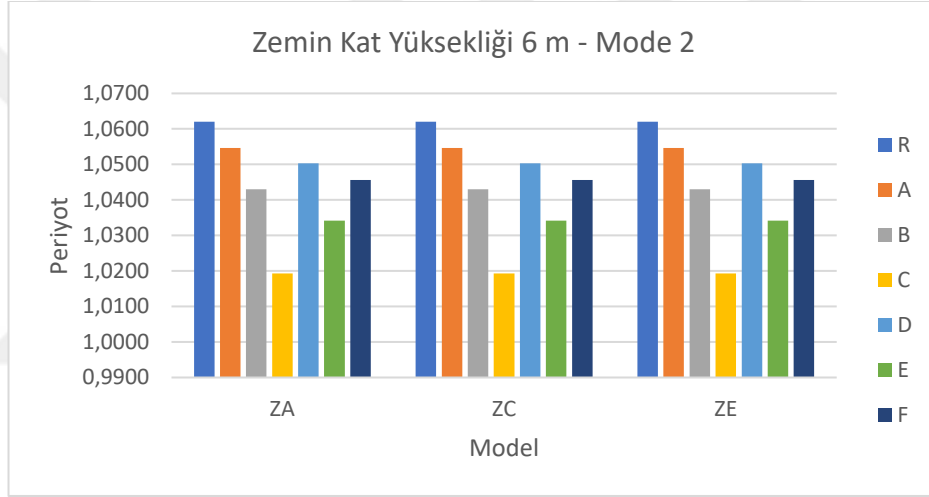
Grafik 4.5. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)



Grafik 4.6. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)



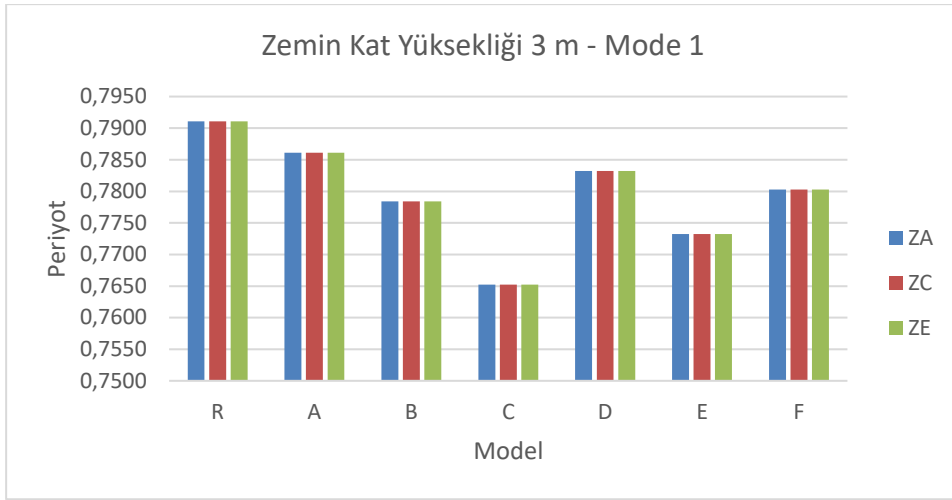
Grafik 4.7. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)



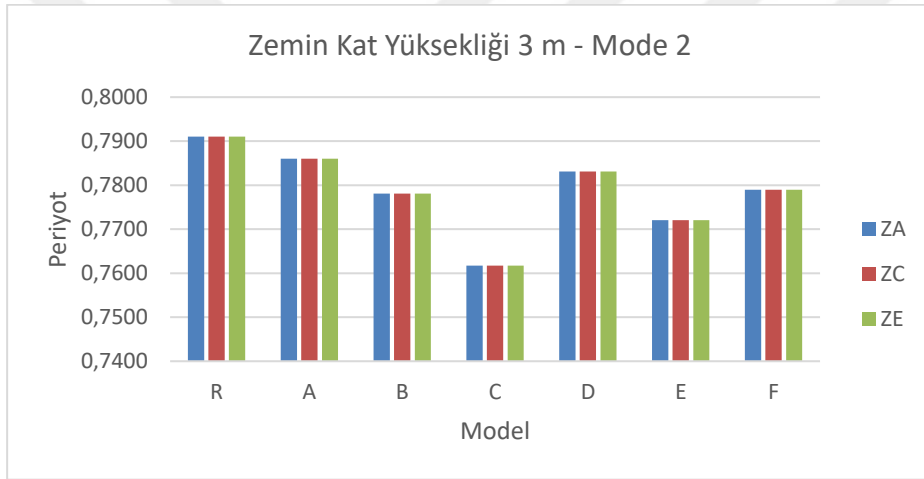
Grafik 4.8 Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)

4.2.2. Yerel zemin sınıfının değişmesinin yapı periyodu üzerindeki etkisi

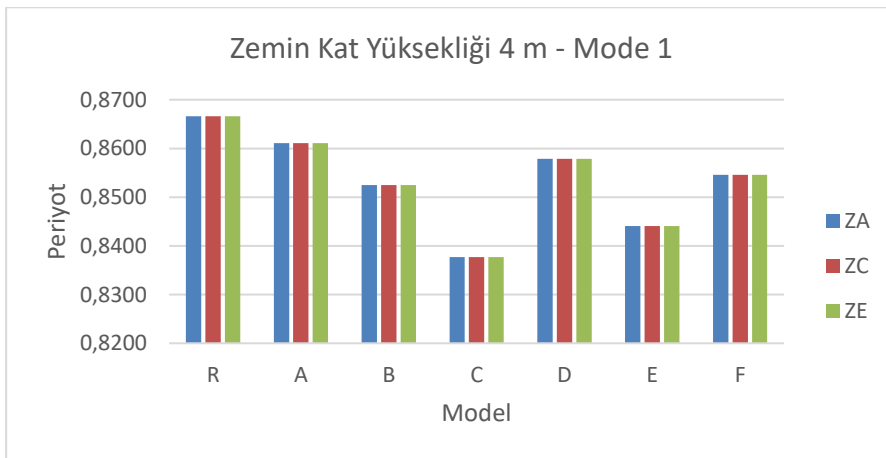
Yerel zemin sınıfının değişmesinin yapı periyodu üzerindeki etkisi grafik 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16’da gösterilmektedir.



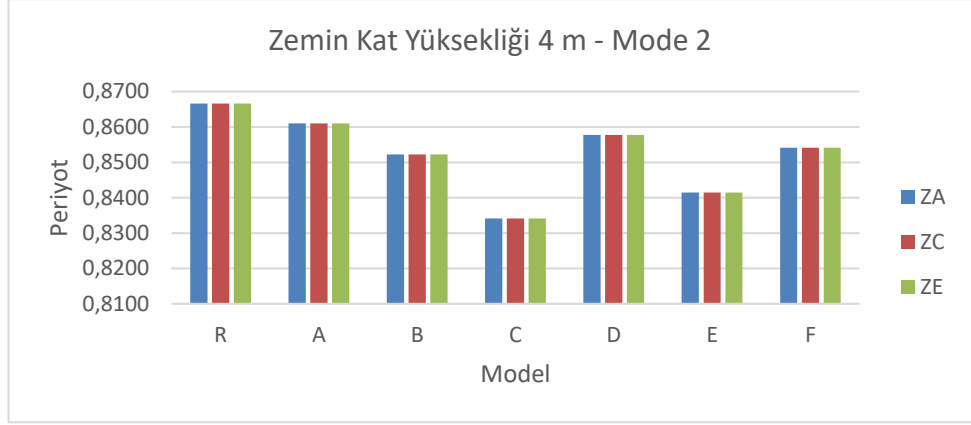
Grafik 4.9. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)



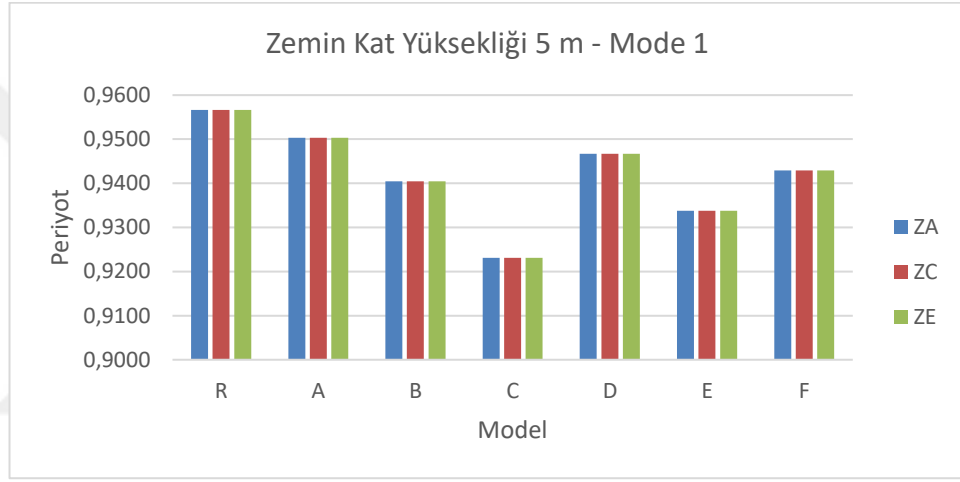
Grafik 4.10. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)



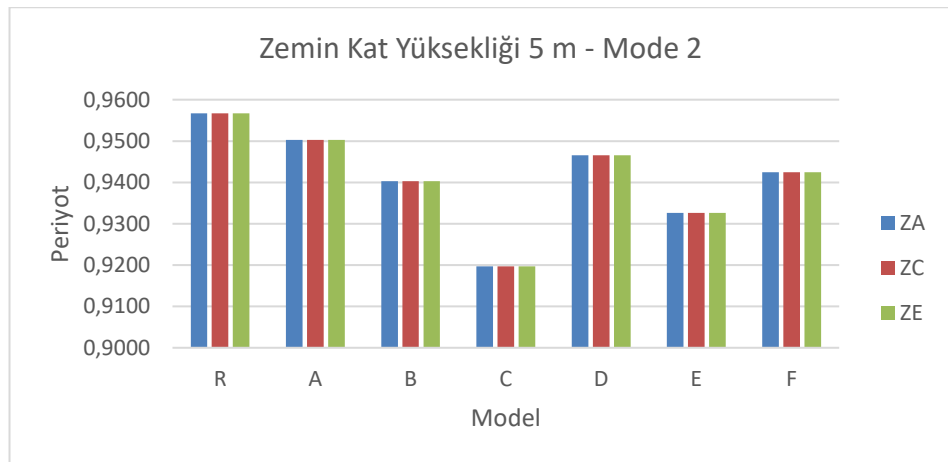
Grafik 4.11. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)



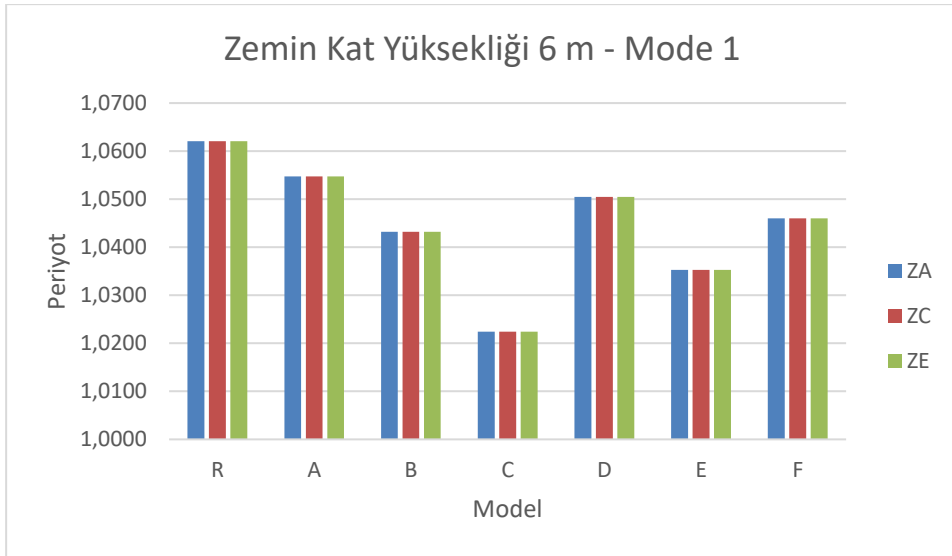
Grafik 4.12. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)



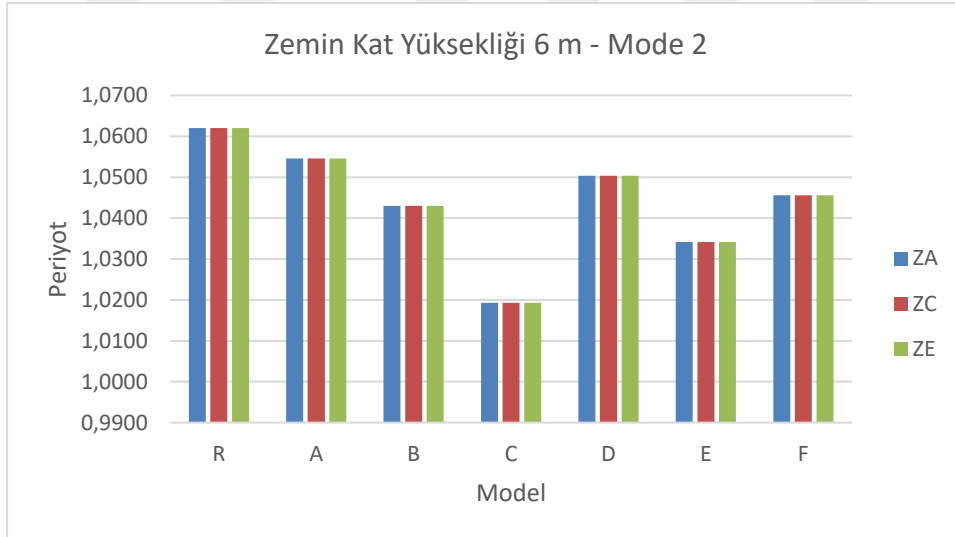
Grafik 4.13. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)



Grafik 4.14. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)



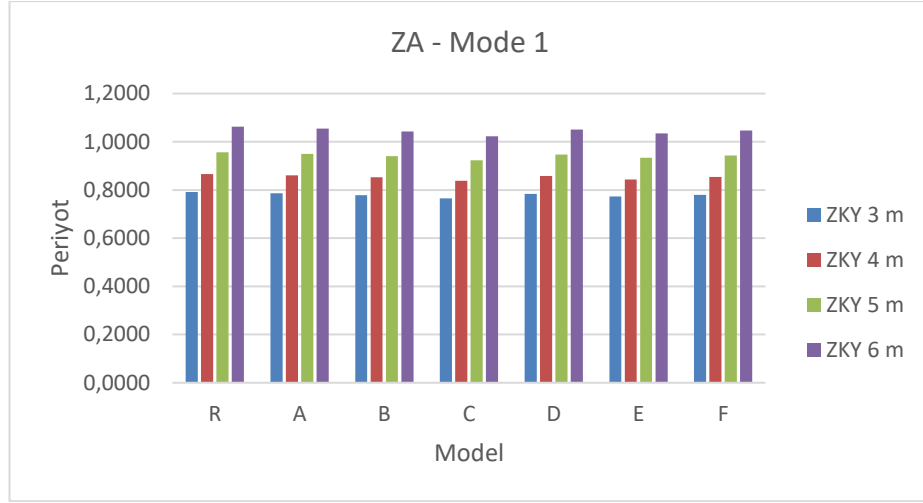
Grafik 4.15. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)



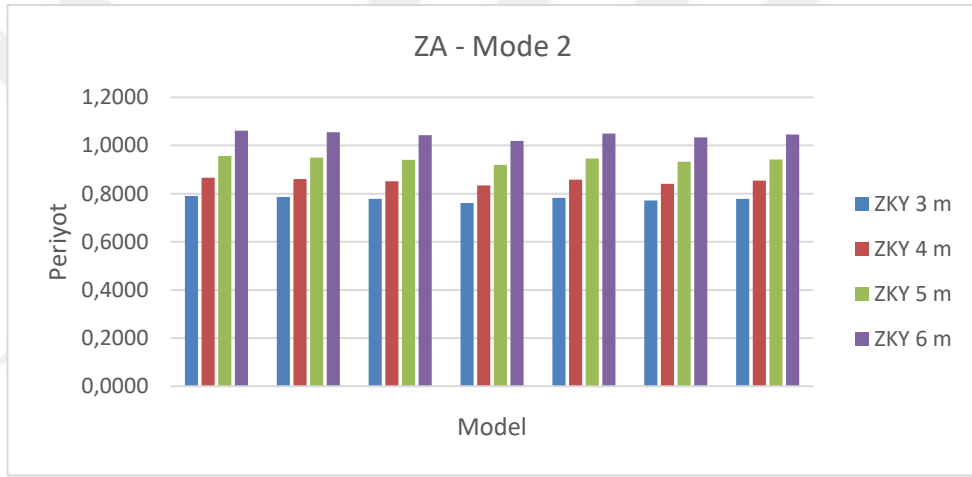
Grafik 4.16. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)

4.2.3. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin yapı periyodu üzerindeki etkisi

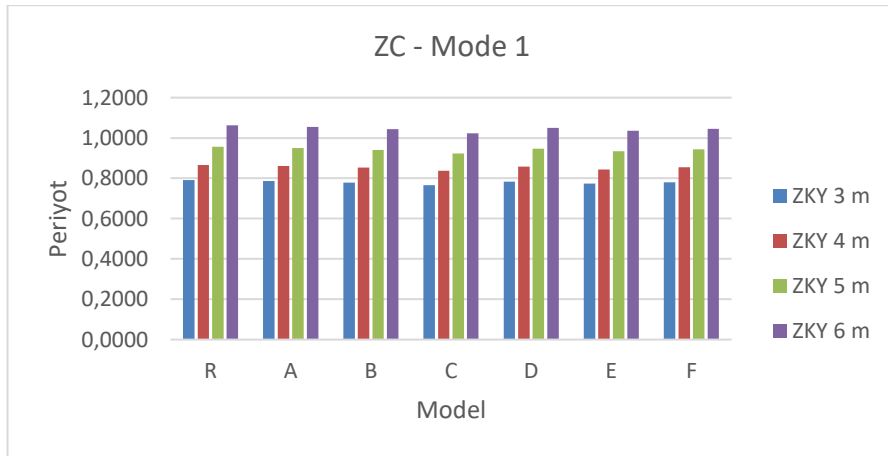
Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin yapı periyodu üzerindeki etkisi grafik 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21 ve 4.22’de gösterilmektedir.



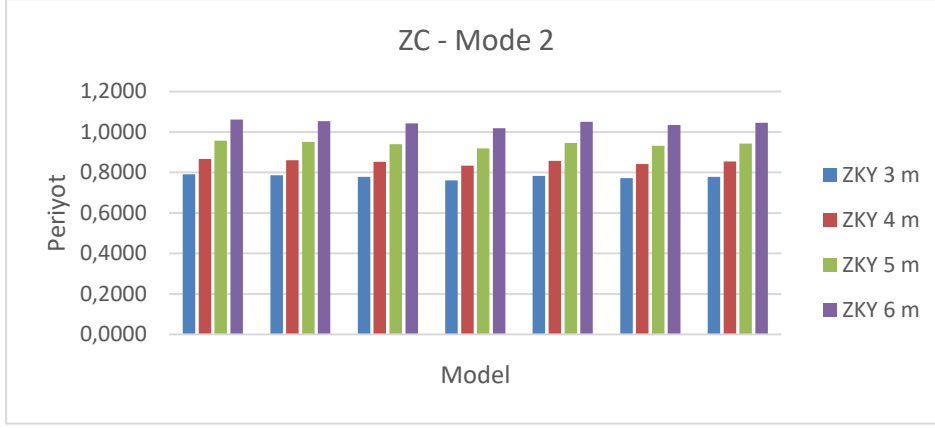
Grafik 4.17. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda yerel zemin sınıfı ZA olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)



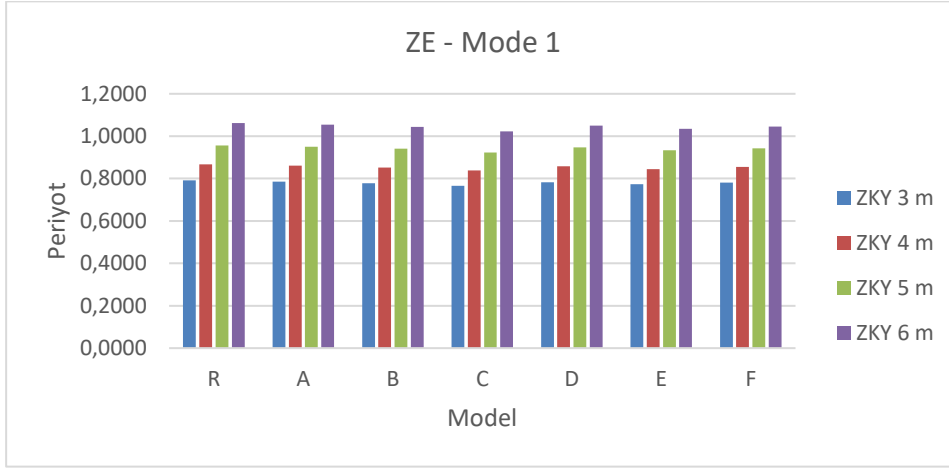
Grafik 4.18. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda yerel zemin sınıfı ZA olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)



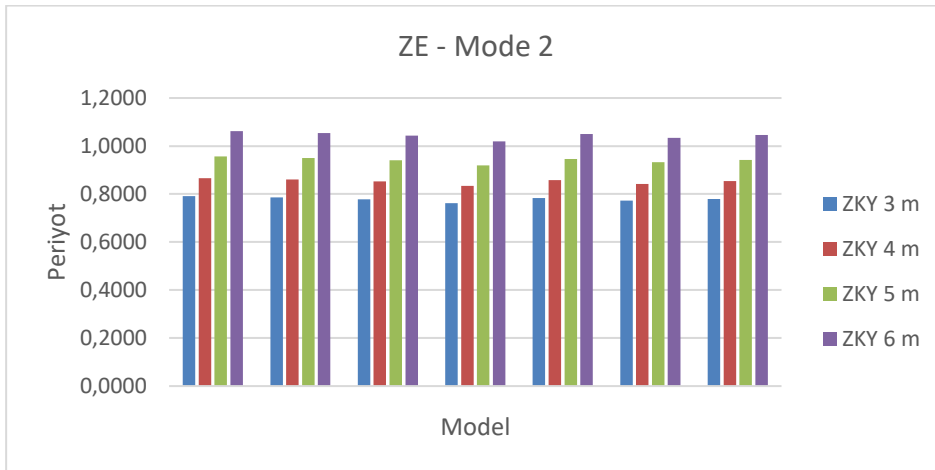
Grafik 4.19. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda yerel zemin sınıfı ZC olan yapıların periyot değerleri (Mode 1)



Grafik 4.20. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda yerel zemin sınıfı ZC olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)



Grafik 4.21. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda yerel zemin sınıfı ZE olan yapıların periyot değerleri (Mode1)



Grafik 4.22. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda yerel zemin sınıfı ZE olan yapıların periyot değerleri (Mode 2)

4.3. Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

Taban kesme kuvvetleri karşılaştırılırken zemin kat yüksekliklerine göre ayrı ayrı tablo haline getirildi. Zemin sınıflarına ve model tiplerine göre farklılıkları tek bir tablo halinde incelenebilmektedir. Tablo 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8’de ilgili sonuçlar görünmektedir (Bashirli, 2017).

Tablo 4.5. Zemin kat yüksekliği 3 m olan durumlardaki taban kesme kuvvetleri

ZA			ZC			ZE		
Model	Fx-Rx	Fy-Ry	Model	Fx-Rx	Fy-Ry	Model	Fx-Rx	Fy-Ry
R	3163,45	3163,45	R	5777,69	5777,69	R	8275,26	8275,26
A	2849,46	2849,46	A	2505,23	5205,23	A	7453,7	7453,7
B	2454,46	2454,46	B	4484,79	4484,79	B	6414,62	6414,62
C	1887,31	1887,31	C	3449,12	3449,12	C	4884,12	4884,12
D	2692,33	2691,21	D	4918,75	4916,58	D	7042,63	7039,01
E	2218,24	2207,414	E	4054,04	4033,49	E	5783,8	5752,94
F	2535,11	2528,92	F	4632,16	4620,41	F	6631,27	6612,8

Tablo 4.6. Zemin kat yüksekliği 4 m olan durumlardaki taban kesme kuvvetleri

ZA			ZC			ZE		
Model	Fx-Rx	Fy-Ry	Model	Fx-Rx	Fy-Ry	Model	Fx-Rx	Fy-Ry
R	3031,89	3031,89	R	5554,23	5554,23	R	8042,12	8042,12
A	2734,6	2734,6	A	4994,62	4994,62	A	7753,64	7253,64
B	2360,45	2360,45	B	4310,17	4310,17	B	6240,55	6240,55
C	1822,1	1822,1	C	3328,95	3328,95	C	4808,23	4808,23
D	2585,8	2584,71	D	4720,74	4718,65	D	6852,67	6849,53
E	2138,79	2122,13	E	3902,56	3882,5	E	5643,49	5612,7
F	2436,89	2430,83	F	4449,62	4438,2	F	6448,65	6432,11

Tablo 4.7. Zemin kat yüksekliği 5 m olan durumlardaki taban kesme kuvvetleri

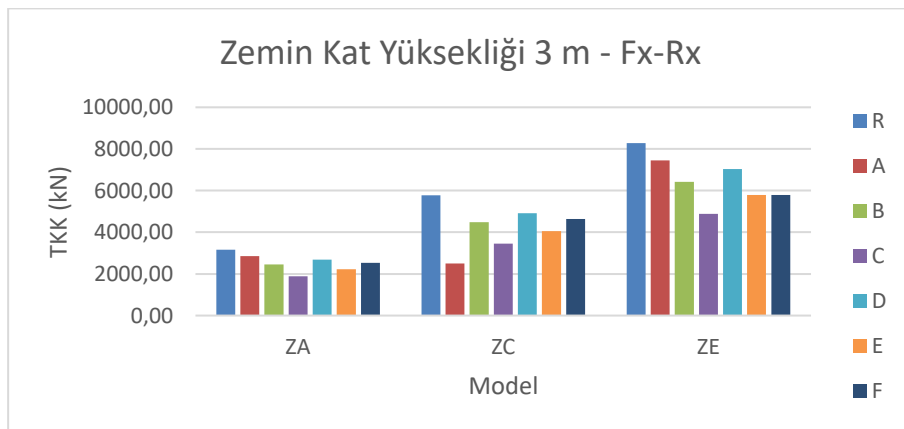
ZA			ZC			ZE		
Model	Fx-Rx	Fy-Ry	Model	Fx-Rx	Fy-Ry	Model	Fx-Rx	Fy-Ry
R	2822,74	2822,74	R	5229,47	5229,47	R	7660,787	7660,787
A	2537,21	2537,21	A	4687,56	4687,56	A	6896,715	6896,715
B	2197,11	2197,11	B	4059,822	4059,822	B	5944,818	5944,818
C	1706,48	1706,48	C	3136,759	3136,759	C	4599,152	4599,152
D	2402,11	2401,13	D	4437,114	4435,227	D	6517,964	6515,223
E	1993,26	1983,39	E	3667,751	3651,137	E	5393,768	5365,202
F	2266,61	2261,06	F	4187,799	4177,178	F	6139,191	6124,234

Tablo 4.8. Zemin kat yüksekliği 6 m olan durumlardaki taban kesme kuvvetleri

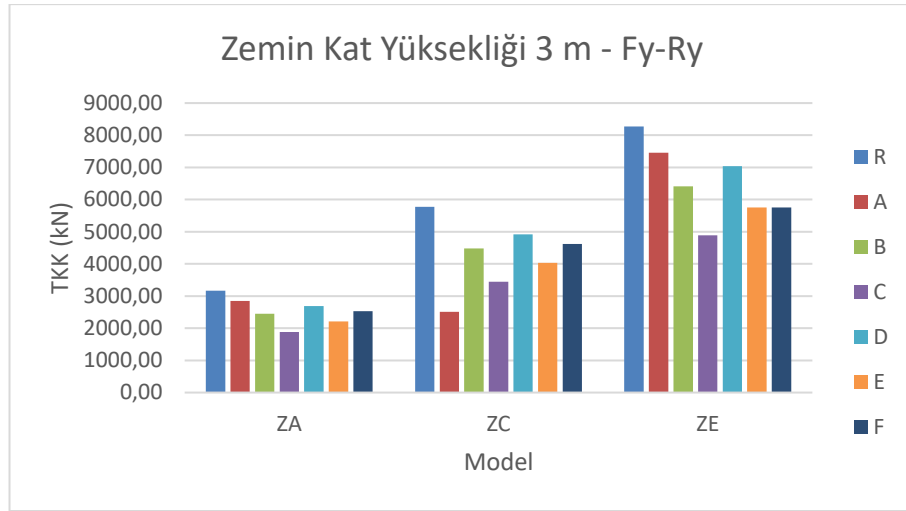
ZA			ZC			ZE		
Model	Fx-Rx	Fy-Ry	Model	Fx-Rx	Fy-Ry	Model	Fx-Rx	Fy-Ry
R	2596,52	2596,52	R	4811,849	4811,849	R	7173,964	7173,964
A	2335,428	2335,428	A	4338,138	4338,138	A	6477,348	6477,348
B	2018,328	2018,328	B	3762,563	3762,563	B	5581,203	5581,203
C	1565,322	1565,322	C	2913,329	2913,329	C	4322,446	4322,446
D	2201,153	2200,572	D	4101,047	4099,741	D	6128,609	6126,42
E	1837,633	1828,84	E	3412,29	3397,772	E	5050,841	5027,858
F	2079,694	2074,903	F	3876,588	3867,393	F	5766,122	5754,521

4.3.1. Yapı model tipinin değişmesinin taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi

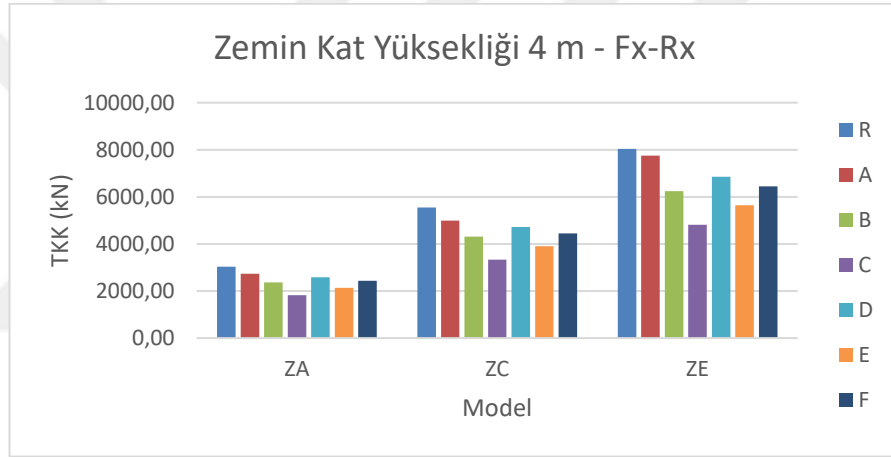
Yapı model tipinin değişmesinin taban kesme kuvvetleri üzerindeki etkisi grafik 4.23, 4.24, 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29 ve 4.30'da gösterilmektedir.



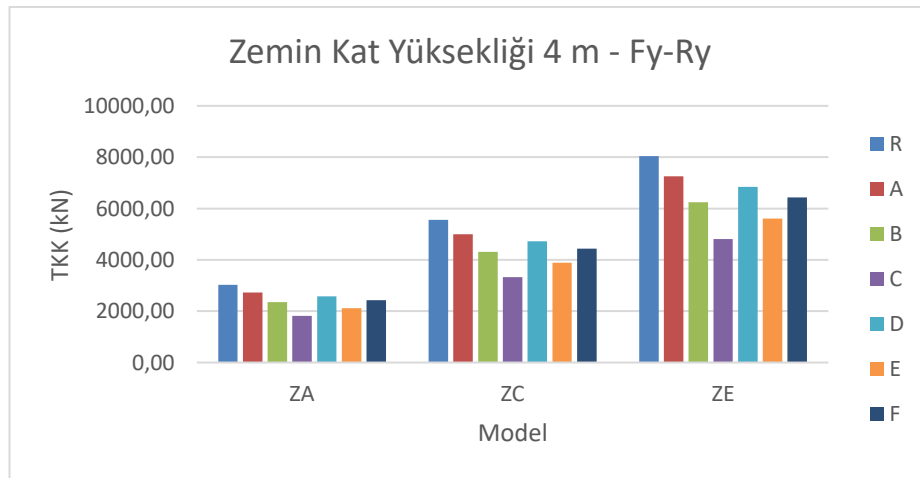
Grafik 4.23. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx)



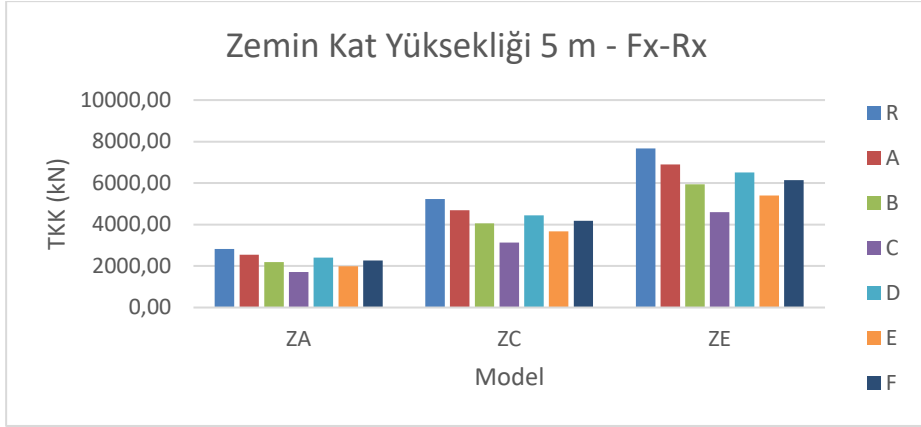
Grafik 4.24. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry)



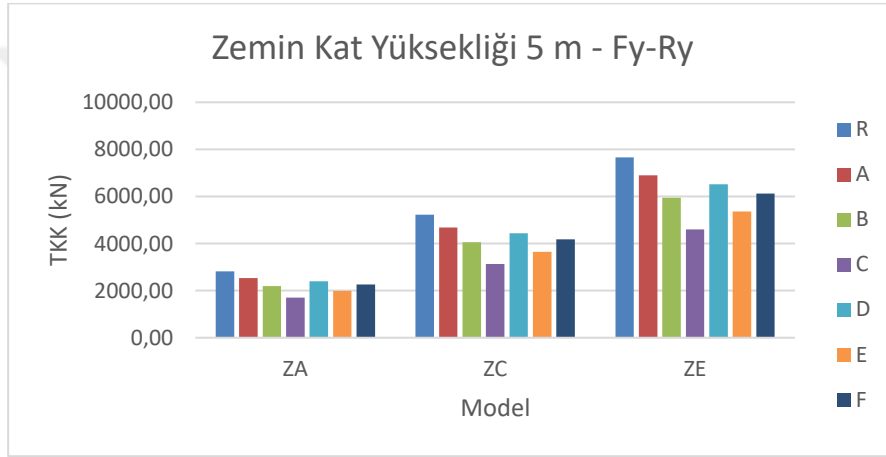
Grafik 4.25. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx)



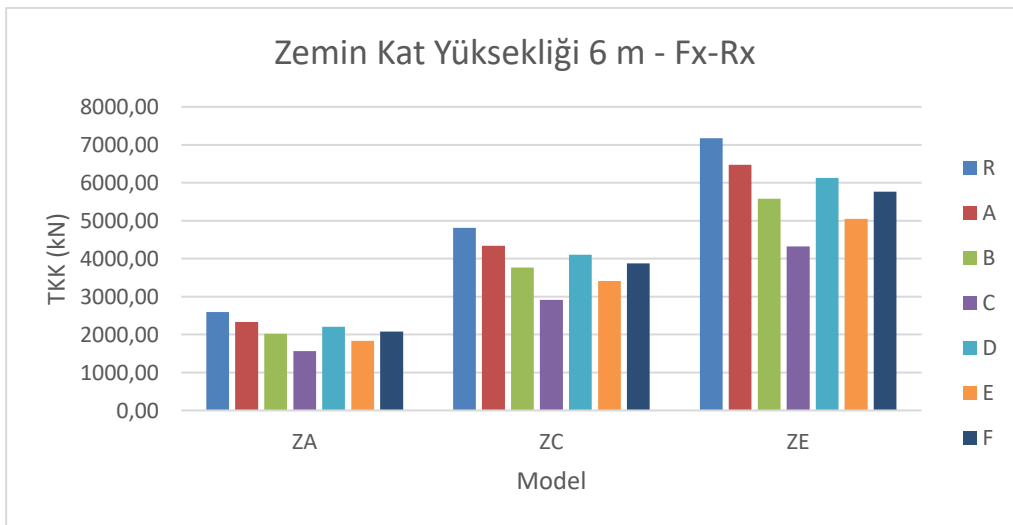
Grafik 4.26. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry)



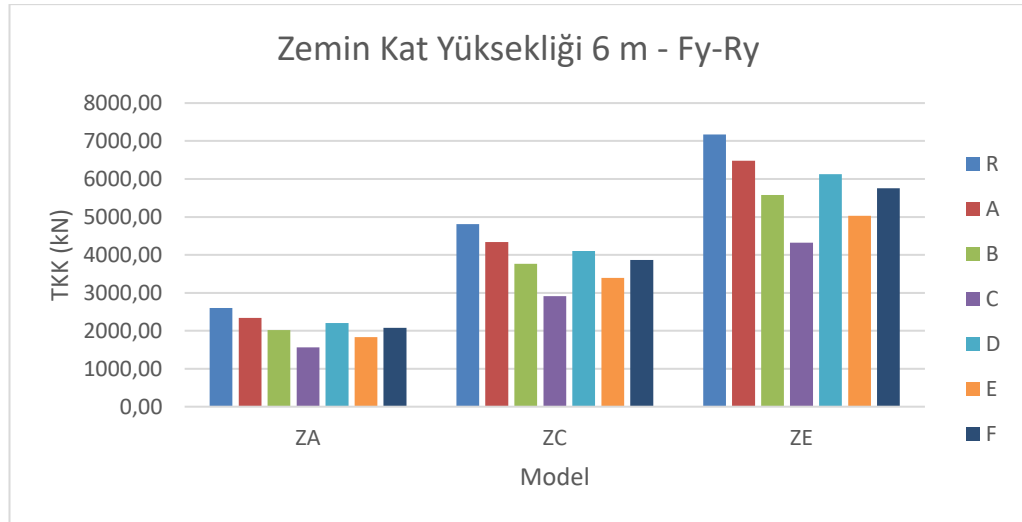
Grafik 4.27. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx)



Grafik 4.28. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry)



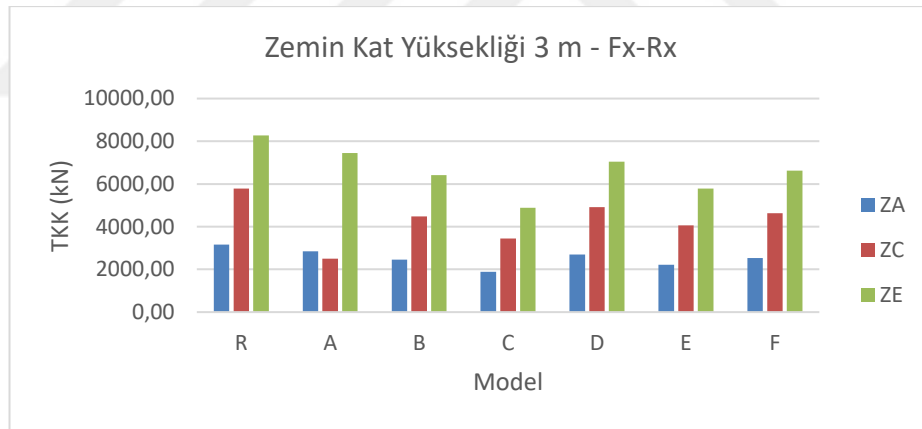
Grafik 4.29. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx)



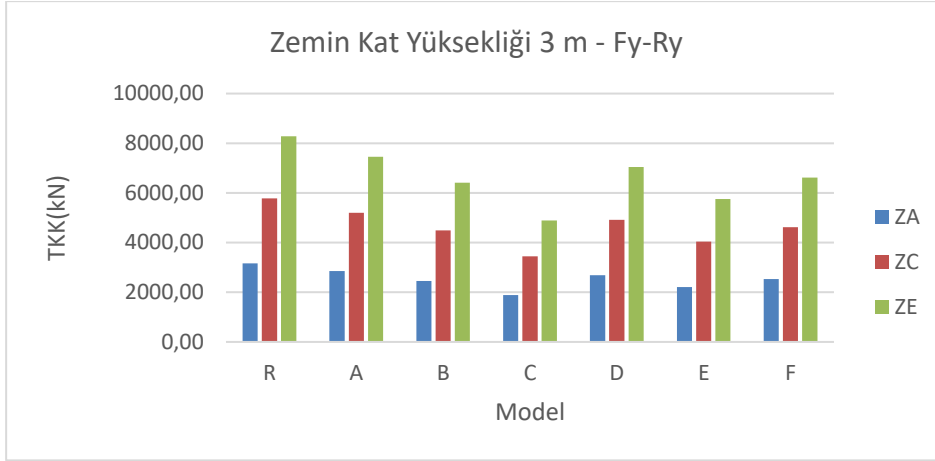
Grafik 4.30. Model tipinin değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry)

4.3.2. Yerel zemin sınıfının değişmesinin taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi

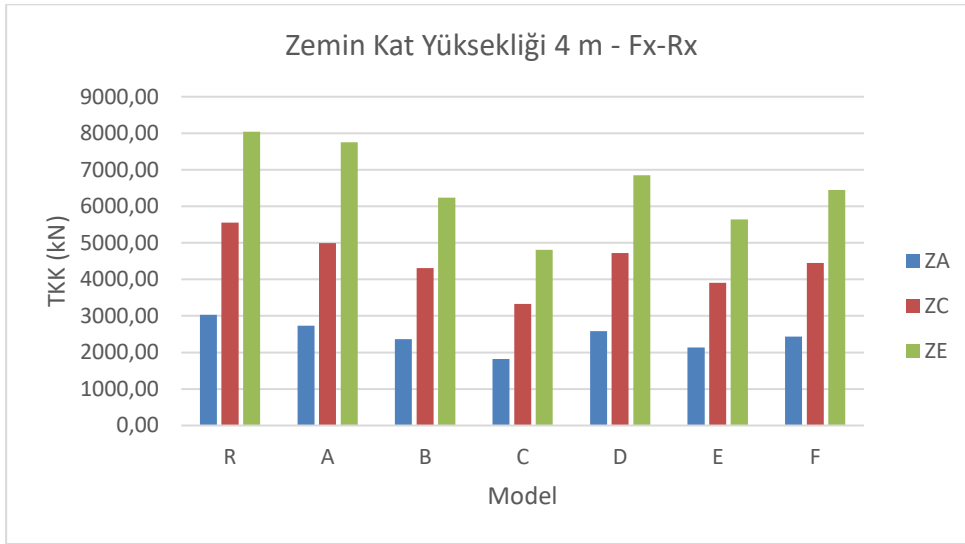
Yerel zemin sınıfının değişmesinin taban kesme kuvvetleri üzerindeki etkisi grafik 4.31, 4.32, 4.33, 4.34, 4.35, 4.36, 4.37 ve 4.38’de gösterilmektedir.



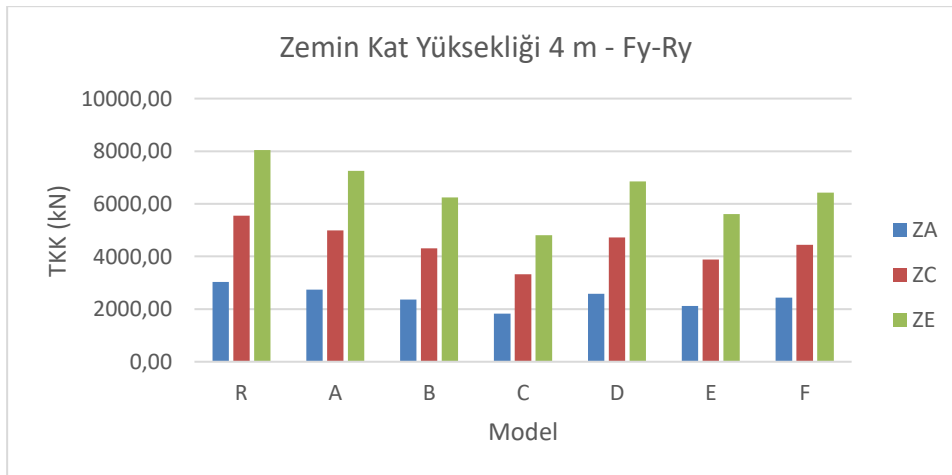
Grafik 4.31. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx)



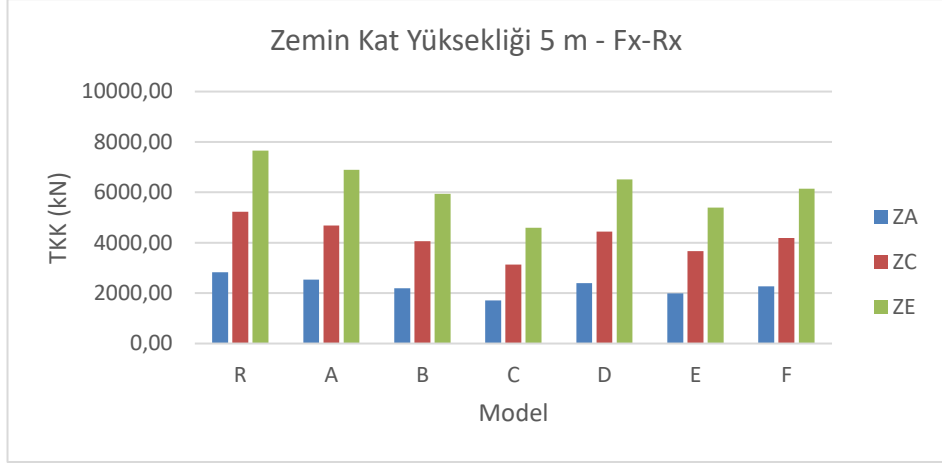
Grafik 4.32. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (F_y - R_y)



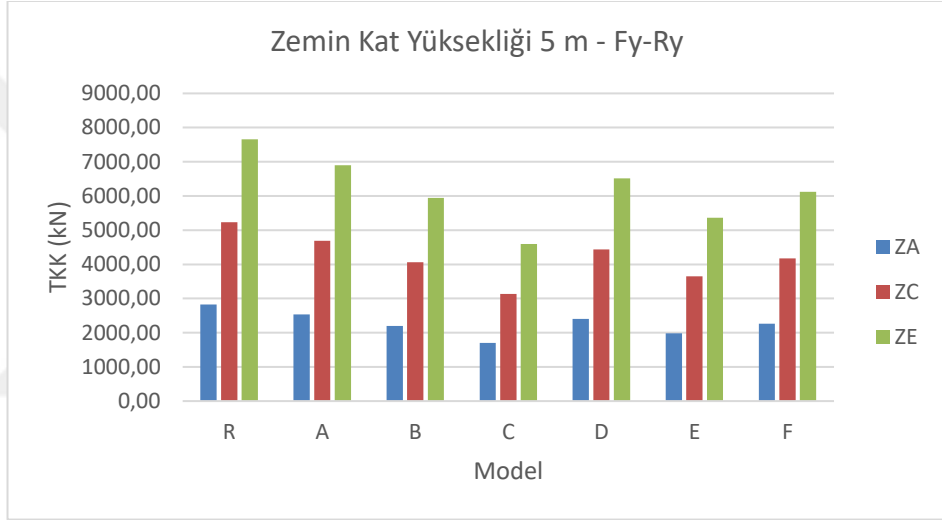
Grafik 4.33. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (F_x - R_x)



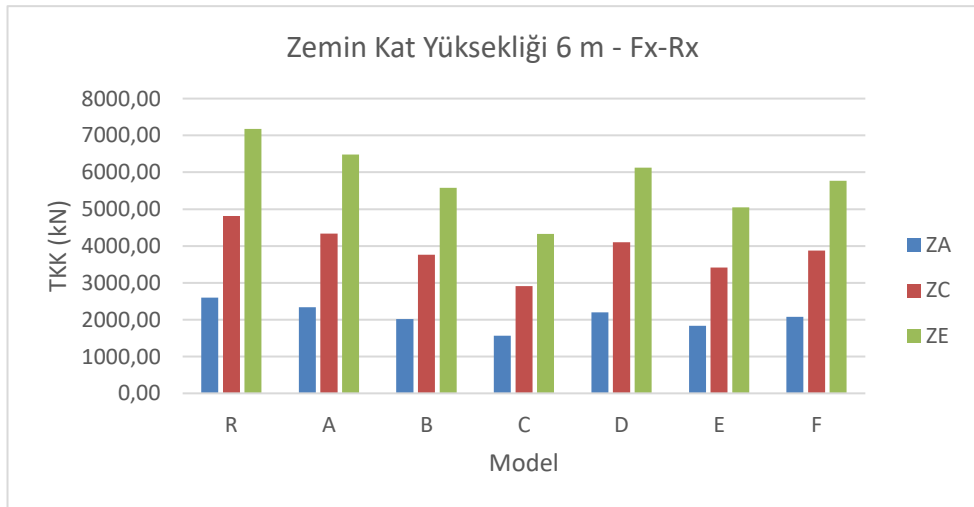
Grafik 4.34. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (F_y - R_y)



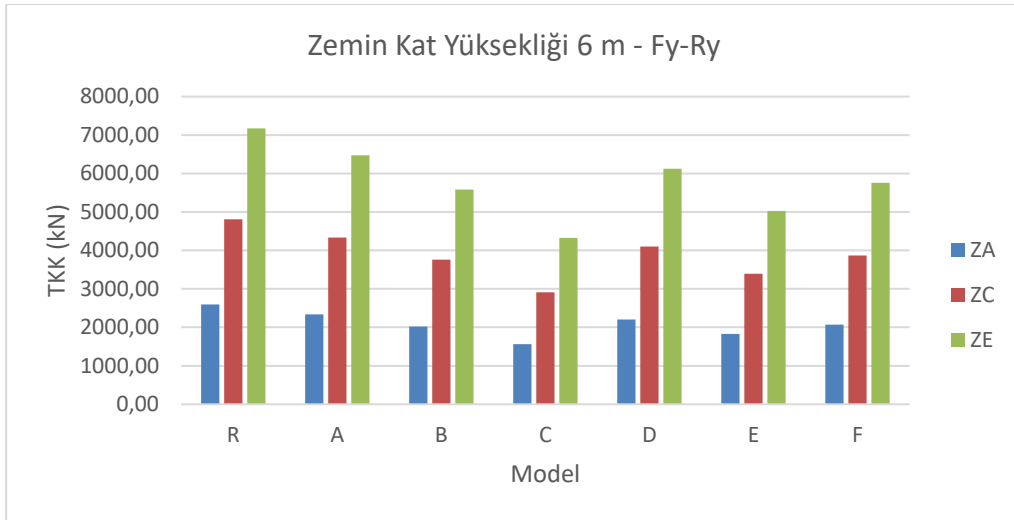
Grafik 4.35. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx)



Grafik 4.36. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry)



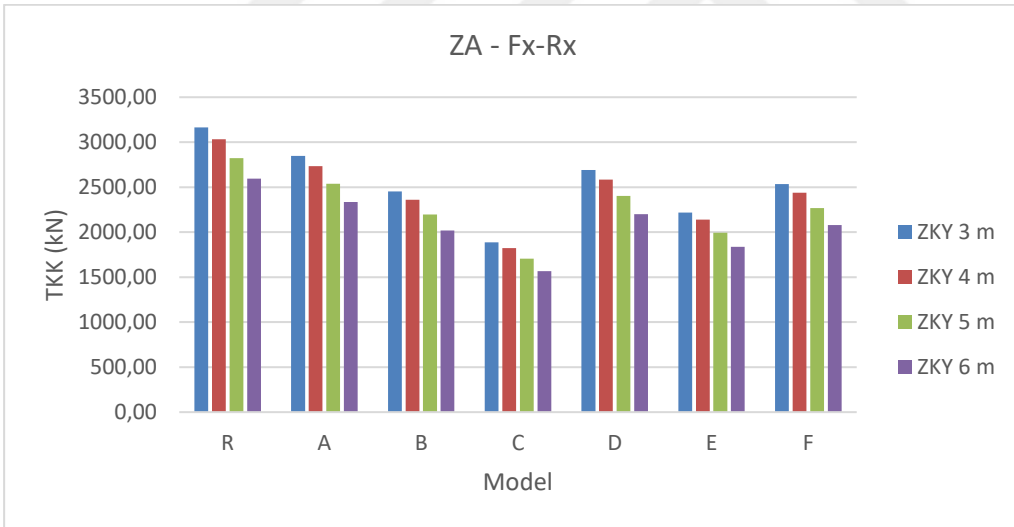
Grafik 4.37. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx)



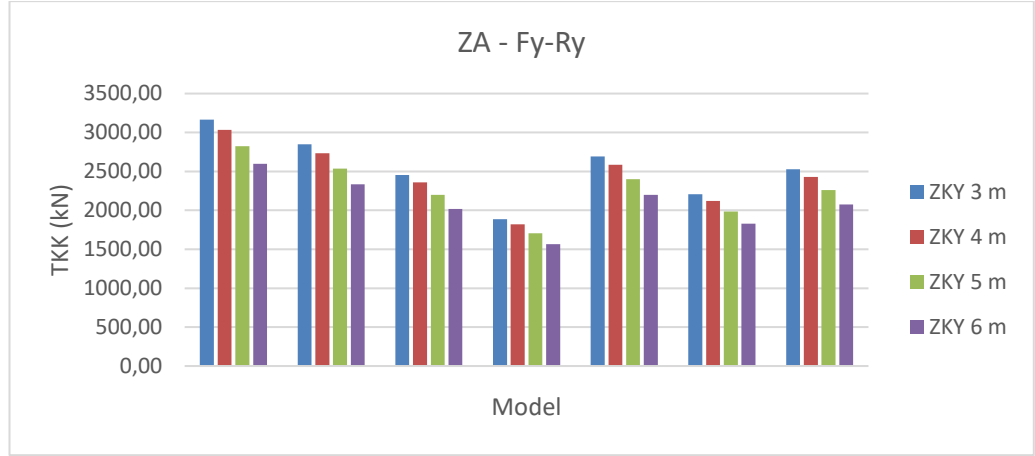
Grafik 4.38. Yerel zemin sınıfının değişmesi durumunda zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry)

4.3.3. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin taban kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkisi

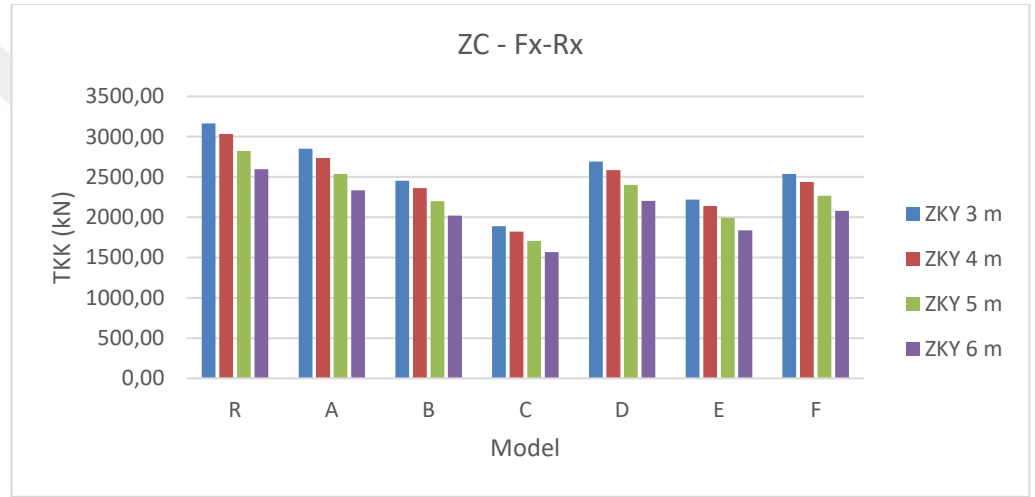
Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin taban kesme kuvvetleri üzerindeki etkisi grafik 3.39, 3.40, 3.41, 3.42, 3.43 ve 3.44’de gösterilmektedir.



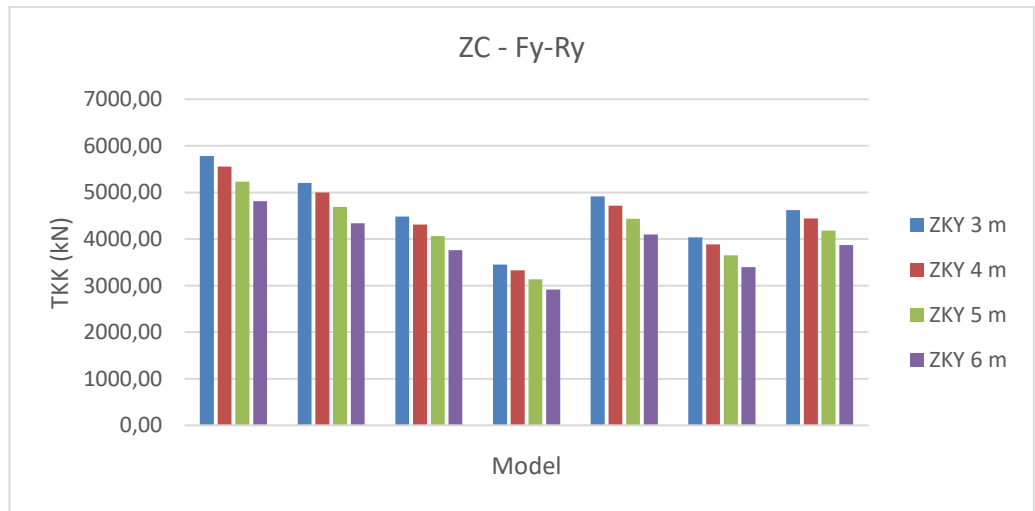
Grafik 4.39. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda ve zemin sınıfı ZA olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx)



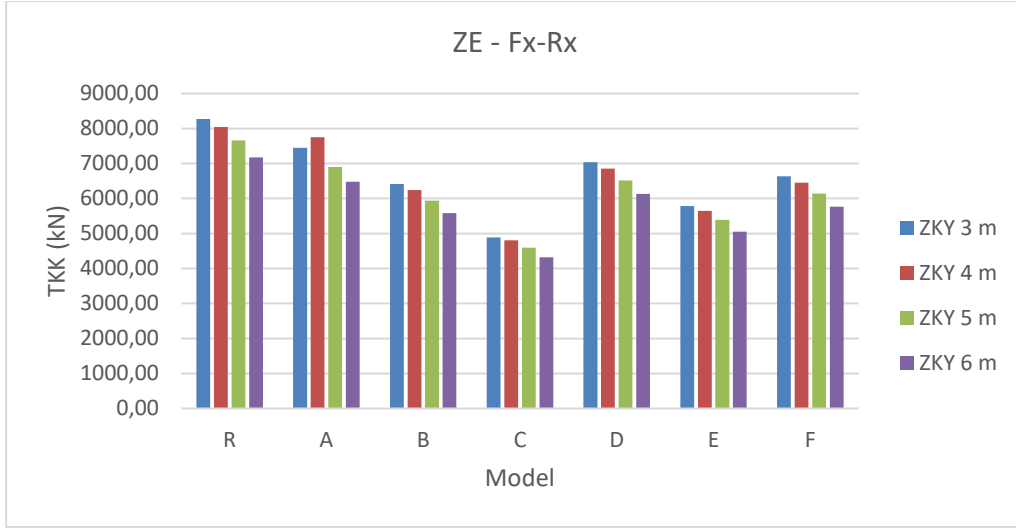
Grafik 4.40. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda ve zemin sınıfı ZA olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry)



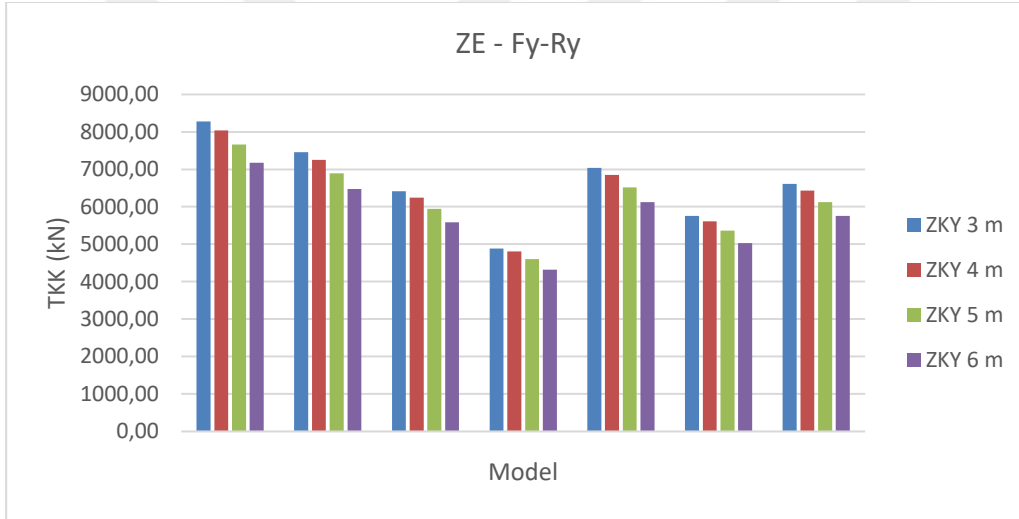
Grafik 4.41. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda ve zemin sınıfı ZC olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx)



Grafik 4.42. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda ve zemin sınıfı ZC olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry)



Grafik 4.43. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda ve zemin sınıfı ZE olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fx-Rx)



Grafik 4.44. Zemin kat yüksekliğinin değişmesi durumunda ve zemin sınıfı ZE olan yapıların taban kesme kuvvetleri (Fy-Ry)

4.4. Kat Ötelemelerinin Karşılaştırılması

Kat ötelemeleri karşılaştırılırken zemin kat yüksekliklerine göre ayrı ayrı tablo haline getirildi. Zemin sınıflarına ve model tiplerine göre farklılıkları tek bir tablo halinde incelenebilmektedir. Tablo 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12 'de ilgili sonuçlar görünmektedir.

Tablo 4.9. Zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların x yönündeki kat ötelemeleri

Kat Ötelemeleri (X Yönü - mm)							
Katlar	R-3m-ZA	A-3m-ZA	B-3m-ZA	C-3m-ZA	D-3m-ZA	E-3m-ZA	F-3m-ZA
5	20,72	20,42	19,66	18,17	20,21	19,29	20,01
4	17,60	17,34	16,68	15,39	17,16	16,36	16,99
3	13,33	13,13	12,62	11,63	12,99	12,37	12,86
2	8,11	7,99	7,68	7,06	7,91	7,52	7,83
1	2,85	2,80	2,69	2,46	2,77	2,63	2,74
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-3m-ZC	A-3m-ZC	B-3m-ZC	C-3m-ZC	D-3m-ZC	E-3m-ZC	F-3m-ZC
5	38,44	37,90	36,52	33,81	37,53	35,87	37,18
4	32,67	32,20	31,01	28,66	31,88	30,44	31,58
3	24,69	24,33	23,42	21,61	24,09	22,98	23,86
2	14,96	14,74	14,17	13,05	14,59	13,90	14,45
1	5,22	5,14	4,94	4,53	5,09	4,84	5,04
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-3m-ZE	A-3m-ZE	B-3m-ZE	C-3m-ZE	D-3m-ZE	E-3m-ZE	F-3m-ZE
5	57,01	56,19	54,11	49,60	55,67	53,10	55,21
4	48,50	47,79	45,99	42,10	47,35	45,13	46,95
3	36,48	35,94	34,56	31,58	35,60	33,90	35,30
2	21,84	21,51	20,67	18,85	21,31	20,27	21,13
1	7,51	7,40	7,10	6,46	7,33	6,96	7,26
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablo 4.10. Zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların x yönündeki kat ötelemeleri

Kat Ötelemeleri (X Yönü - mm)							
Katlar	R-4m- ZA	A-4m- ZA	B-4m- ZA	C-4m- ZA	D-4m- ZA	E-4m- ZA	F-4m- ZA
5	22,51	22,22	21,44	19,89	22,02	20,61	21,82
4	19,59	19,33	18,64	17,26	19,14	17,87	18,97
3	15,53	15,32	14,76	13,65	15,17	14,09	15,03
2	10,44	10,30	9,92	9,15	10,20	9,39	10,11
1	4,88	4,81	4,63	4,25	4,77	4,30	4,72
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-4m- ZC	A-4m- ZC	B-4m- ZC	C-4m- ZC	D-4m- ZC	E-4m- ZC	F-4m- ZC
5	41,71	41,05	39,63	36,84	40,66	38,99	40,33
4	36,31	35,72	34,47	31,99	35,38	33,90	35,09
3	28,75	28,27	27,26	25,26	28,00	26,81	27,77
2	19,26	18,94	18,25	16,87	18,76	17,93	18,60
1	8,96	8,81	8,48	7,81	8,72	8,33	8,65
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-4m- ZE	A-4m- ZE	B-4m- ZE	C-4m- ZE	D-4m- ZE	E-4m- ZE	F-4m- ZE
5	61,99	61,20	58,97	54,83	60,65	58,06	60,12
4	54,03	53,34	51,37	47,69	52,85	50,56	52,38
3	42,63	42,07	40,49	37,53	41,69	39,85	41,31
2	28,28	27,91	26,84	24,82	27,65	26,40	27,40
1	13,00	12,82	12,32	11,35	12,70	12,11	12,58
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablo 4.11. Zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların x yönündeki kat ötelemeleri

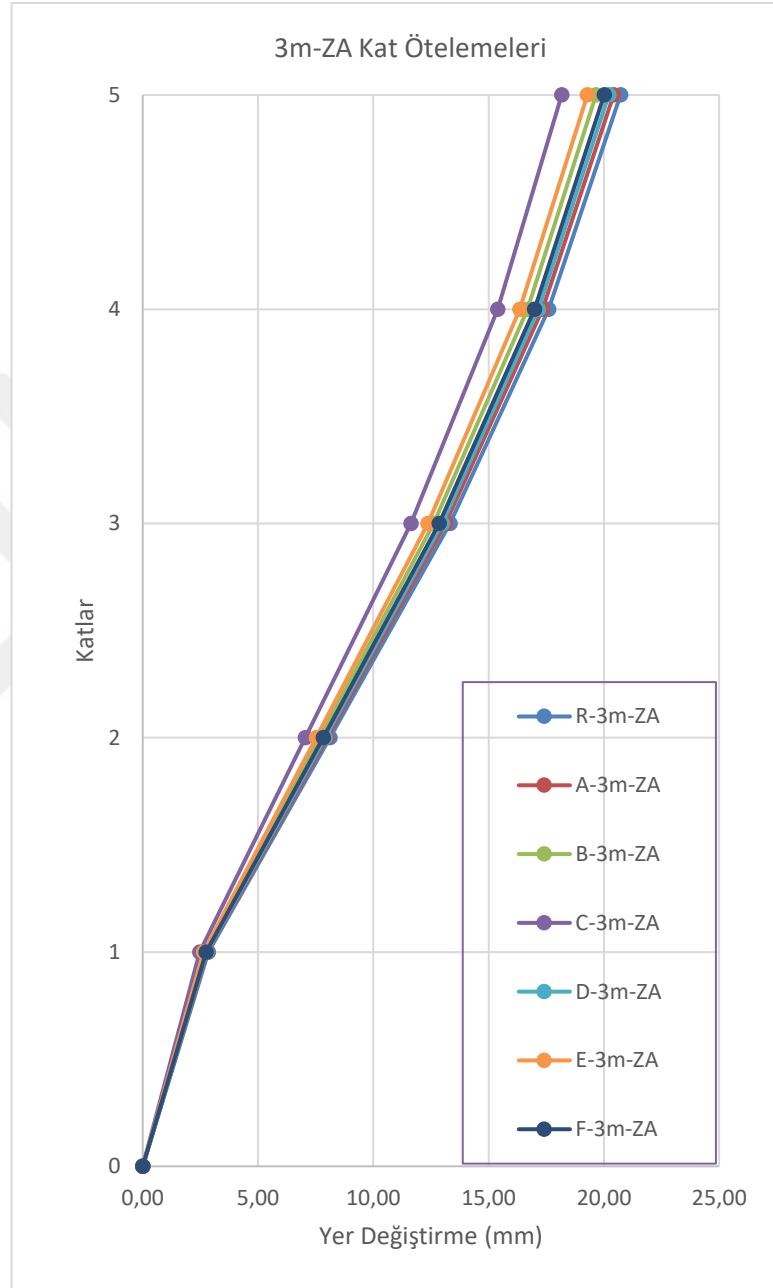
Kat Ötelemeleri (X Yönü - mm)							
Katlar	R-5m- ZA	A-5m- ZA	B-5m- ZA	C-5m- ZA	D-5m- ZA	E-5m- ZA	F-5m- ZA
5	24,49	23,97	23,22	21,67	23,78	22,89	23,62
4	21,80	21,32	20,64	19,24	21,15	20,34	21,00
3	17,99	17,59	17,01	15,83	17,45	16,76	17,32
2	13,09	12,79	12,36	11,48	12,69	12,17	12,59
1	7,39	7,21	6,96	6,43	7,15	6,84	7,09
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-5m- ZC	A-5m- ZC	B-5m- ZC	C-5m- ZC	D-5m- ZC	E-5m- ZC	F-5m- ZC
5	45,61	44,57	43,21	40,16	44,24	42,43	43,95
4	40,61	39,67	38,43	35,67	39,37	37,73	39,11
3	33,50	32,70	31,66	29,33	32,45	31,07	32,23
2	24,31	23,71	22,94	21,20	23,53	22,51	23,37
1	13,67	13,31	12,86	11,85	13,21	12,61	13,12
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-5m- ZE	A-5m- ZE	B-5m- ZE	C-5m- ZE	D-5m- ZE	E-5m- ZE	F-5m- ZE
5	67,48	66,46	64,20	59,93	65,91	63,45	65,41
4	60,16	59,23	57,19	53,31	58,73	56,50	58,29
3	49,50	48,72	47,01	43,75	48,31	46,44	47,94
2	35,67	35,10	33,84	31,41	34,80	33,41	34,53
1	19,87	19,53	18,80	17,39	19,36	18,55	19,21
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablo 4.12. Zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların x yönündeki kat ötelemeleri

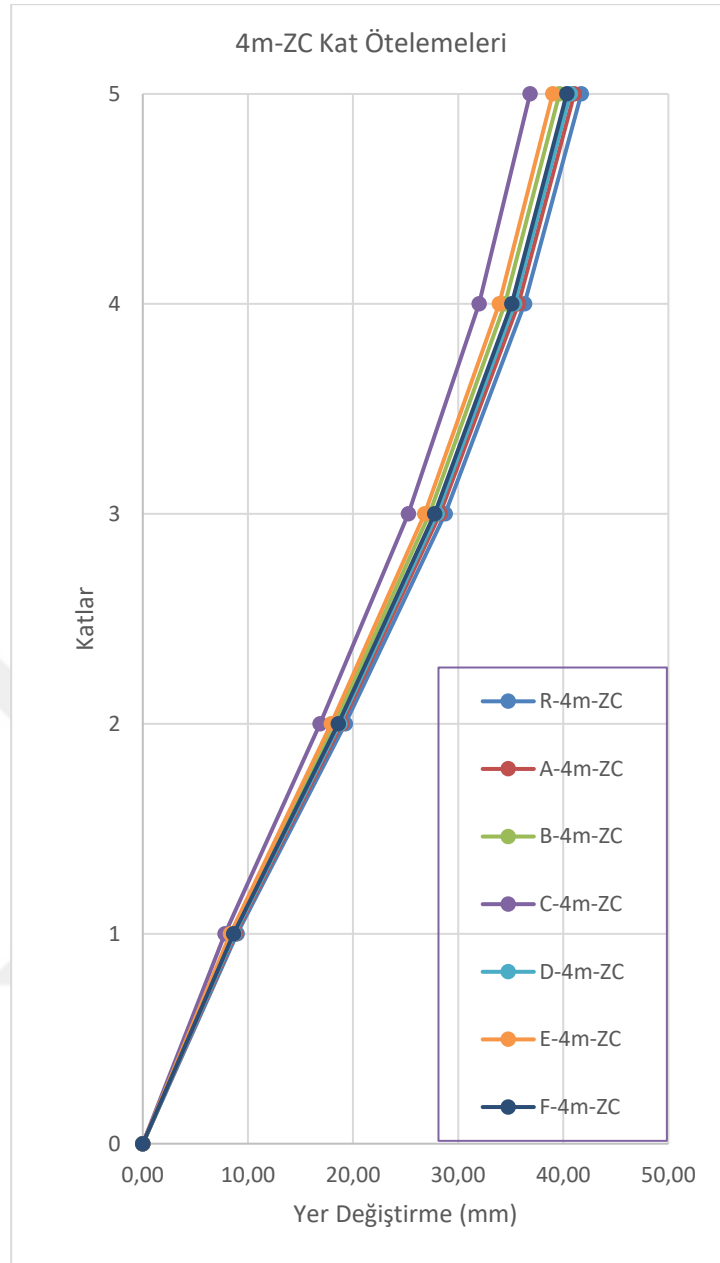
Kat Ötelemeleri (X Yönü - mm)							
Katlar	R-6m- ZA	A-6m- ZA	B-6m- ZA	C-6m- ZA	D-6m- ZA	E-6m- ZA	F-6m- ZA
5	26,61	26,22	25,35	23,59	25,91	22,07	25,76
4	24,16	23,80	23,00	21,38	23,52	20,01	23,38
3	20,63	20,32	19,63	18,21	20,08	17,04	19,96
2	15,96	15,71	15,16	14,04	15,52	13,14	15,43
1	10,22	10,06	9,70	8,95	9,94	8,39	9,88
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-6m- ZC	A-6m- ZC	B-6m- ZC	C-6m- ZC	D-6m- ZC	E-6m- ZC	F-6m- ZC
5	49,27	48,67	47,26	43,96	48,26	46,60	48,03
4	44,75	44,20	42,90	39,85	43,82	42,29	43,61
3	38,21	37,73	36,59	33,93	37,40	36,06	37,21
2	29,52	29,14	28,23	26,12	28,88	27,81	28,73
1	18,88	18,63	18,02	16,62	18,46	17,74	18,36
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-6m- ZE	A-6m- ZE	B-6m- ZE	C-6m- ZE	D-6m- ZE	E-6m- ZE	F-6m- ZE
5	73,34	64,67	70,13	65,47	72,09	69,15	71,51
4	66,68	58,77	63,72	59,41	65,54	62,82	65,00
3	56,86	50,07	54,29	50,53	55,86	53,51	55,40
2	43,73	38,47	41,71	38,73	42,95	41,09	42,59
1	27,79	24,42	26,46	24,49	27,28	26,05	27,05
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.4.1. Yapı model tipinin değişmesinin kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi

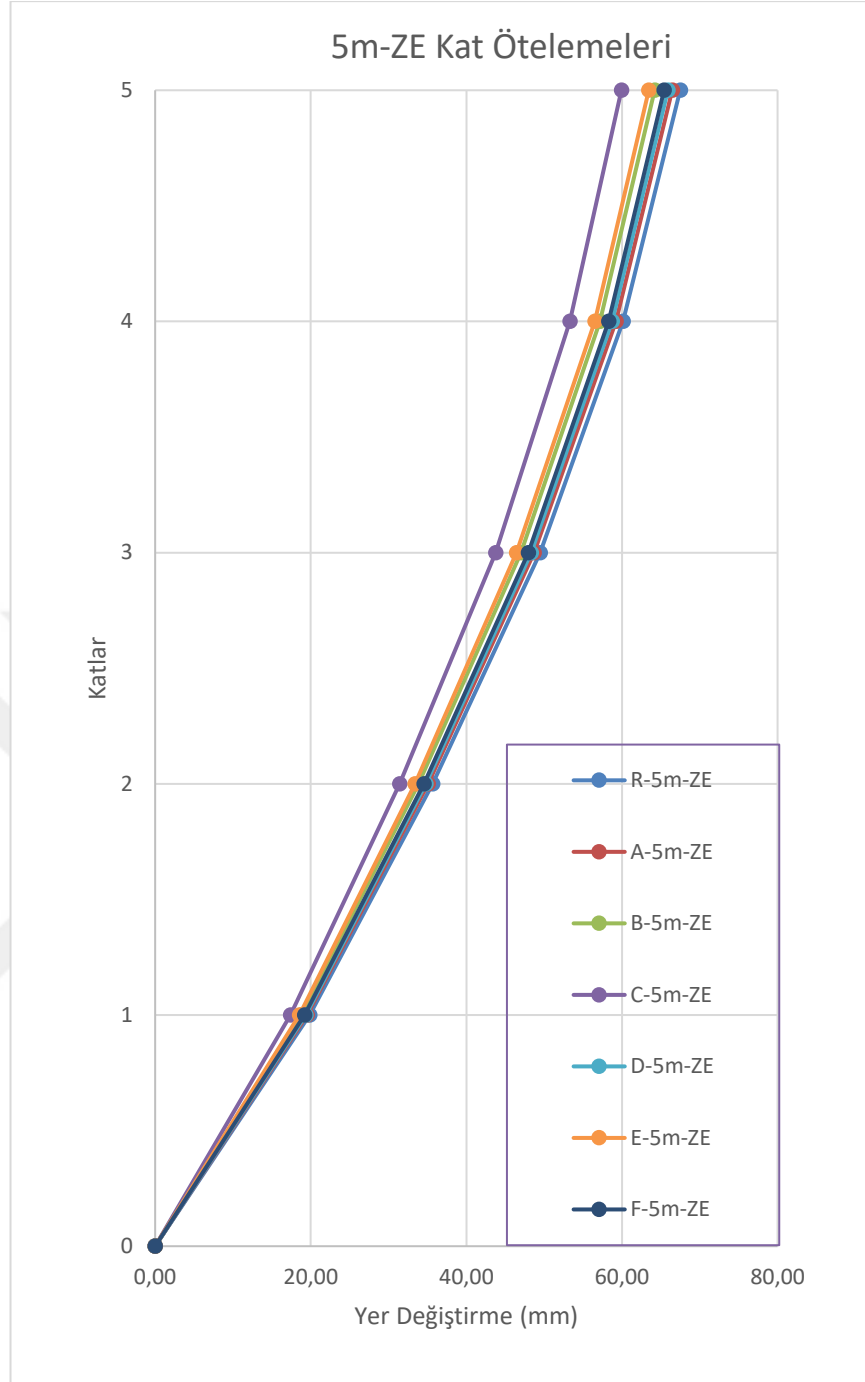
Yapı model tipinin değişmesinin kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi grafik 4.45, 4.46 ve 4.47’de gösterilmektedir. Örnek olarak 3 farklı grafik üzerinden sonuçlar gösterilecektir.



Grafik 4.45. Model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 3 m olan ve ZA yerel zemin sınıfına sahip yapıların kat ötelemeleri



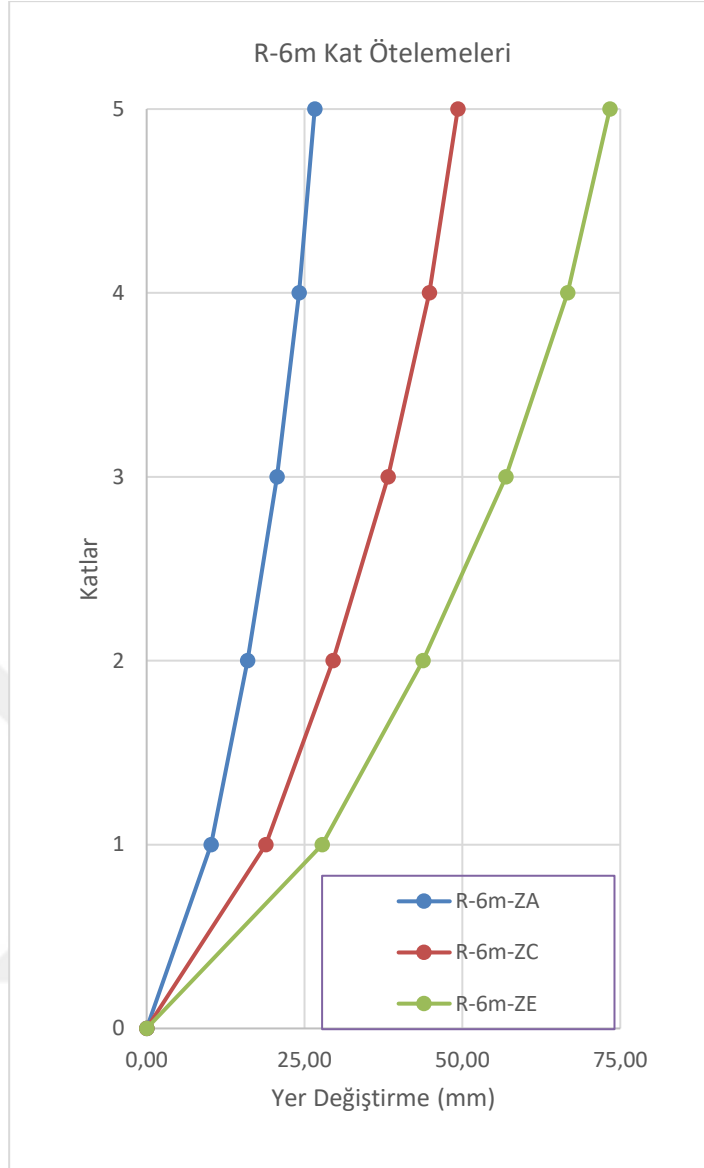
Grafik 4.46. Model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 4 m olan ve ZC yerel zemin sınıfına sahip yapıların kat ötelemeleri



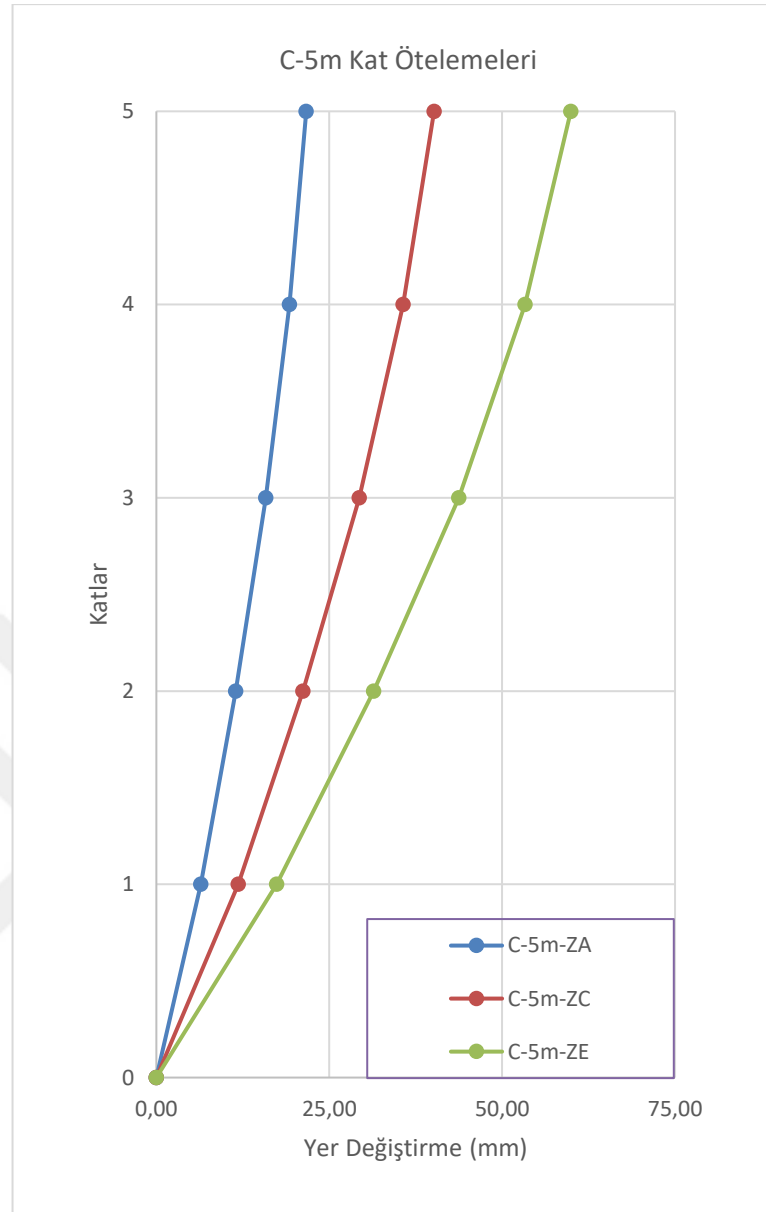
Grafik 4.47. Model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan ve ZE yerel zemin sınıfına sahip yapıların kat ötelemeleri

4.4.2. Yerel zemin sınıfının değişmesinin kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi

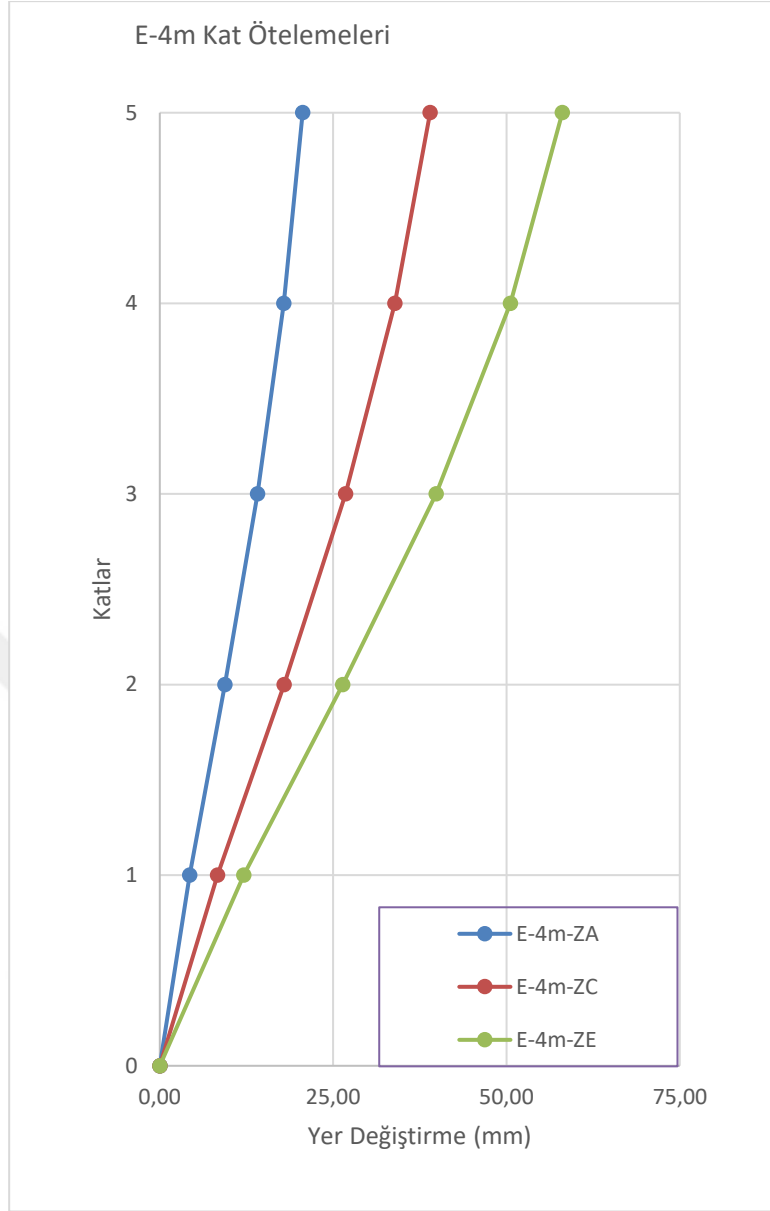
Yerel zemin sınıfının değişmesinin kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi grafik 4.48, 4.49 ve 4.50'de gösterilmektedir. Örnek olarak 3 farklı grafik üzerinden sonuçlar gösterilecektir.



Grafik 4.448. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 6 m olan R model tipine sahip yapıların kat ötelemeleri



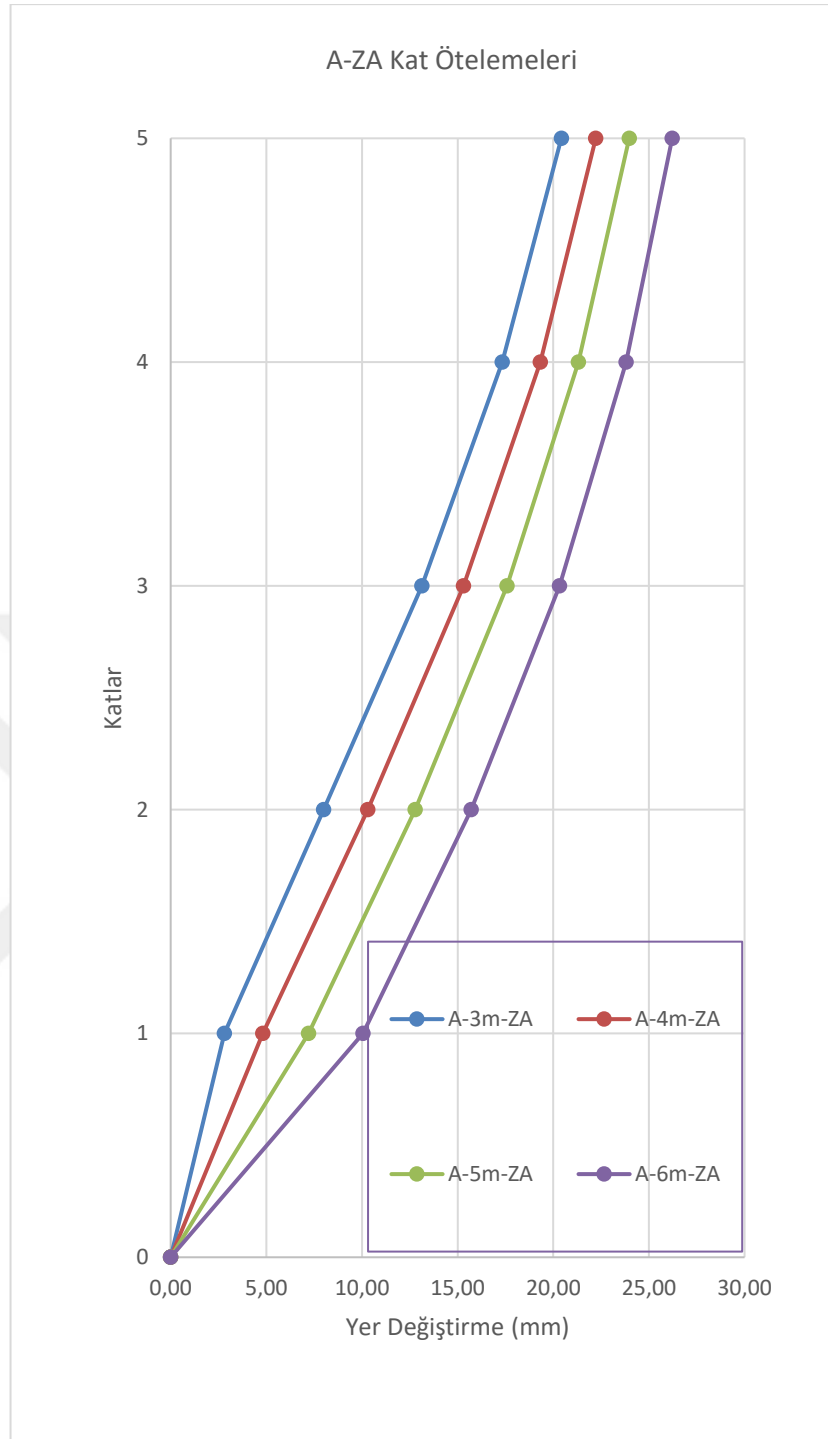
Grafik 4.49. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan C model tipine sahip yapıların kat ötelemeleri



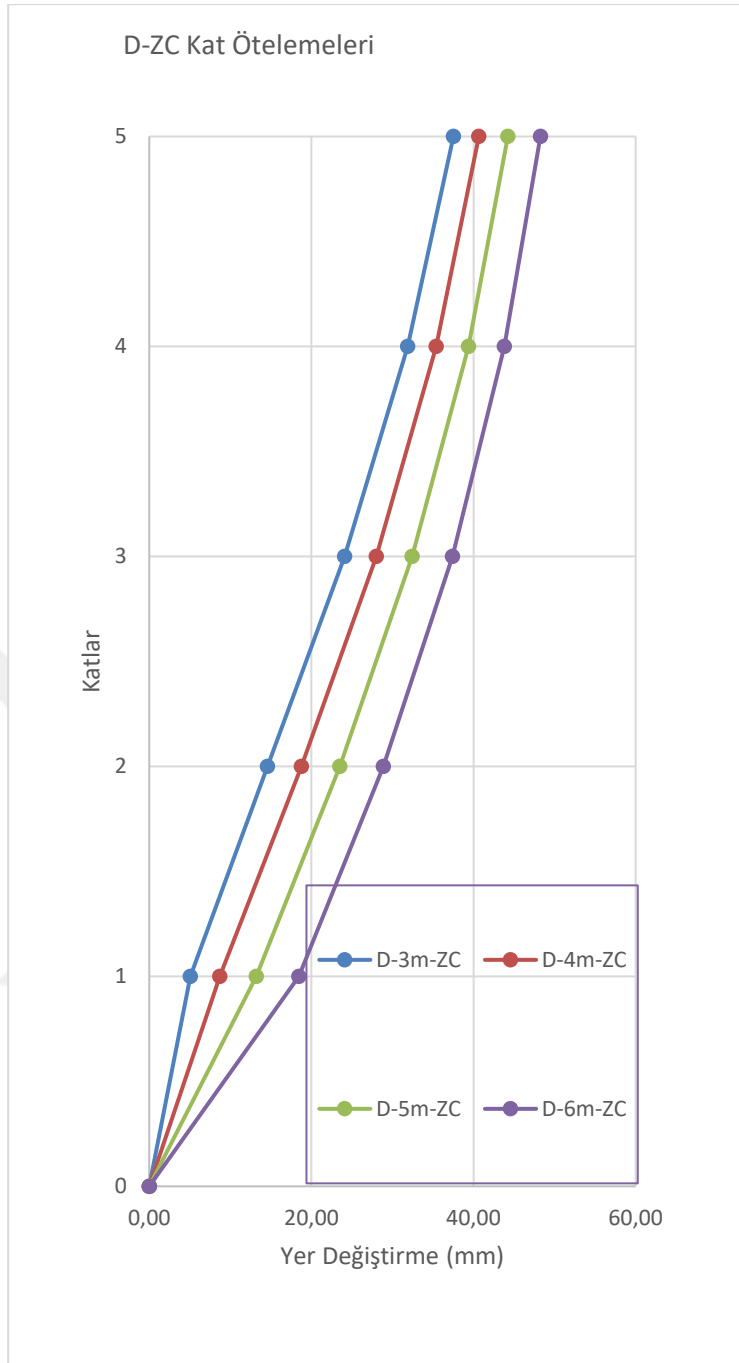
Grafik 4.50. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 4 m olan Emodel tipine sahip yapıların kat ötelemeleri

4.4.3. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi

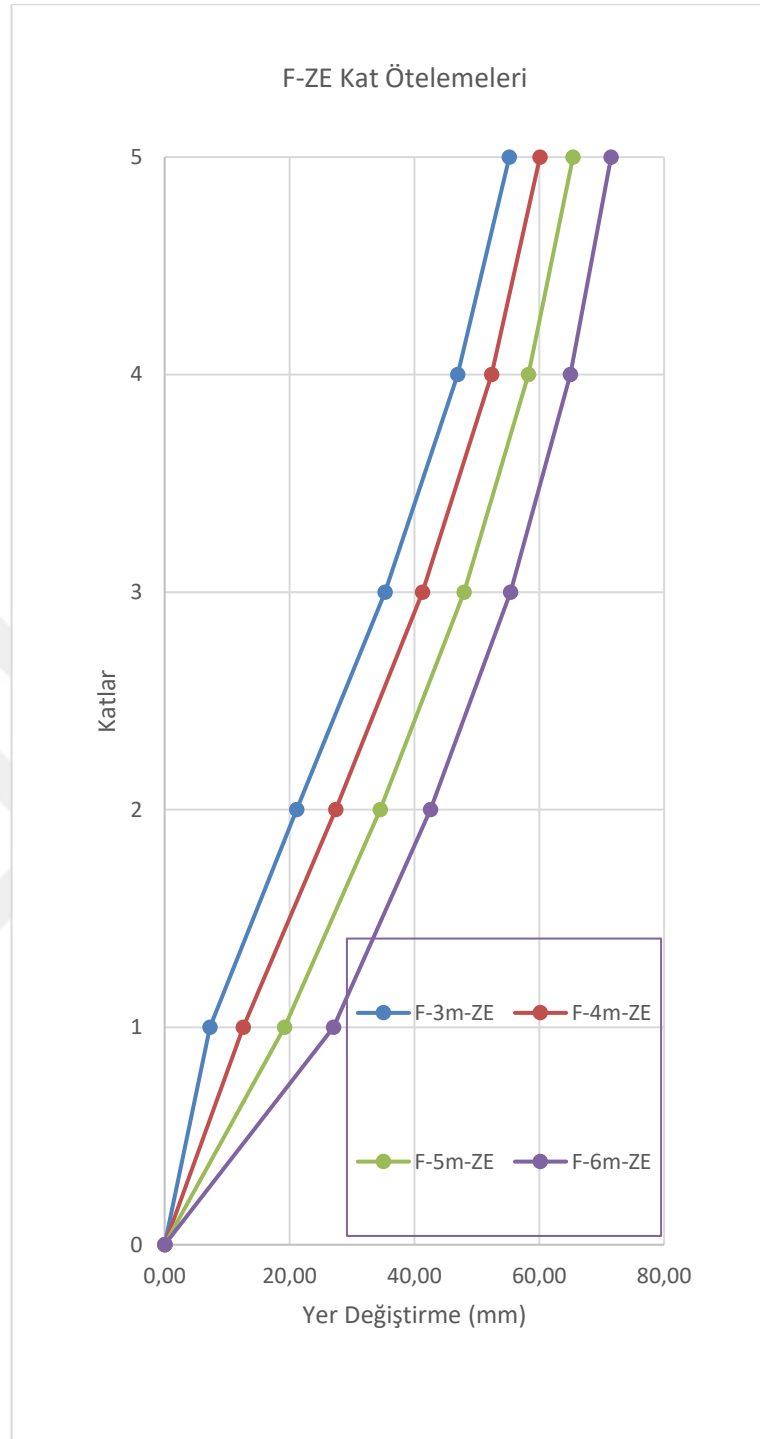
Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi grafik 4.51, 4.52 ve 4.53'te gösterilmektedir. Örnek olarak 3 farklı grafik üzerinden sonuçlar gösterilecektir.



Grafik 4.51. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin A model tipine ve ZA yerel zemin sınıfına sahip yapıların kat ötelemeleri



Grafik 4.52. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin D model tipine ve ZC yerel zemin sınıfına sahip yapıların kat ötelemeleri



Grafik 4.53. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin F model tipine ve ZE yerel zemin sınıfına sahip yapıların kat ötelemeleri

4.5. Göreli kat ötelemelerinin karşılaştırılması

Görelî kat ötelemeleri karşılaştırılırken zemin kat yüksekliklerine göre ayrı ayrı tablo haline getirildi. Zemin sınıflarına ve model tiplerine göre farklılıkları tek bir tablo

halinde incelenebilmektedir. Tablo 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16 'da ilgili sonuçlar görünmektedir.

Tablo 4.13. Zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların x yönündeki görelî kat ötelemeleri

Görelî Kat Ötelemeleri (X Yönü - mm)							
Katlar	R-3m-ZA	A-3m-ZA	B-3m-ZA	C-3m-ZA	D-3m-ZA	E-3m-ZA	F-3m-ZA
5	3,12	3,08	2,98	2,78	3,05	2,93	3,03
4	4,27	4,21	4,06	3,76	4,17	3,98	4,13
3	5,21	5,14	4,94	4,57	5,08	4,85	5,03
2	5,27	5,19	4,99	4,59	5,14	4,89	5,08
1	2,85	2,80	2,69	2,46	2,77	2,63	2,74
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-3m-ZC	A-3m-ZC	B-3m-ZC	C-3m-ZC	D-3m-ZC	E-3m-ZC	F-3m-ZC
5	5,78	5,70	5,51	5,15	5,65	5,43	5,60
4	7,98	7,87	7,59	7,05	7,79	7,46	7,72
3	9,73	9,59	9,24	8,56	9,50	9,08	9,41
2	9,74	9,60	9,24	8,52	9,50	9,06	9,41
1	5,22	5,14	4,94	4,53	5,09	4,84	5,04
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-3m-ZE	A-3m-ZE	B-3m-ZE	C-3m-ZE	D-3m-ZE	E-3m-ZE	F-3m-ZE
5	8,51	8,40	8,11	7,50	8,32	7,98	8,26
4	12,02	11,85	11,43	10,51	11,75	11,22	11,65
3	14,64	14,43	13,89	12,73	14,29	13,63	14,18
2	14,33	14,11	13,57	12,40	13,98	13,31	13,87
1	7,51	7,40	7,10	6,46	7,33	6,96	7,26
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablo 4.14. Zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların x yönündeki görelî kat ötelemeleri

Görelî Kat Ötelemeleri (X Yönü - mm)							
Katlar	R-4m-ZA	A-4m-ZA	B-4m-ZA	C-4m-ZA	D-4m-ZA	E-4m-ZA	F-4m-ZA
5	2,93	2,90	2,81	2,63	2,87	2,74	2,85
4	4,06	4,01	3,88	3,61	3,97	3,77	3,94
3	5,08	5,02	4,84	4,50	4,97	4,70	4,93
2	5,56	5,49	5,29	4,89	5,43	5,09	5,38
1	4,88	4,81	4,63	4,25	4,77	4,30	4,72
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-4m-ZC	A-4m-ZC	B-4m-ZC	C-4m-ZC	D-4m-ZC	E-4m-ZC	F-4m-ZC
5	5,40	5,33	5,16	4,85	5,28	5,09	5,24
4	7,56	7,45	7,20	6,73	7,38	7,09	7,32
3	9,49	9,33	9,02	8,40	9,25	8,87	9,17
2	10,30	10,13	9,77	9,06	10,03	9,61	9,95
1	8,96	8,81	8,48	7,81	8,72	8,33	8,65
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-4m-ZE	A-4m-ZE	B-4m-ZE	C-4m-ZE	D-4m-ZE	E-4m-ZE	F-4m-ZE
5	7,96	7,87	7,61	7,14	7,80	7,50	7,73
4	11,40	11,26	10,87	10,16	11,16	10,71	11,07
3	14,34	14,17	13,66	12,71	14,04	13,45	13,92
2	15,28	15,09	14,52	13,47	14,95	14,29	14,81
1	13,00	12,82	12,32	11,35	12,70	12,11	12,58
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablo 4.15. Zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların x yönündeki görelî kat ötelemeleri

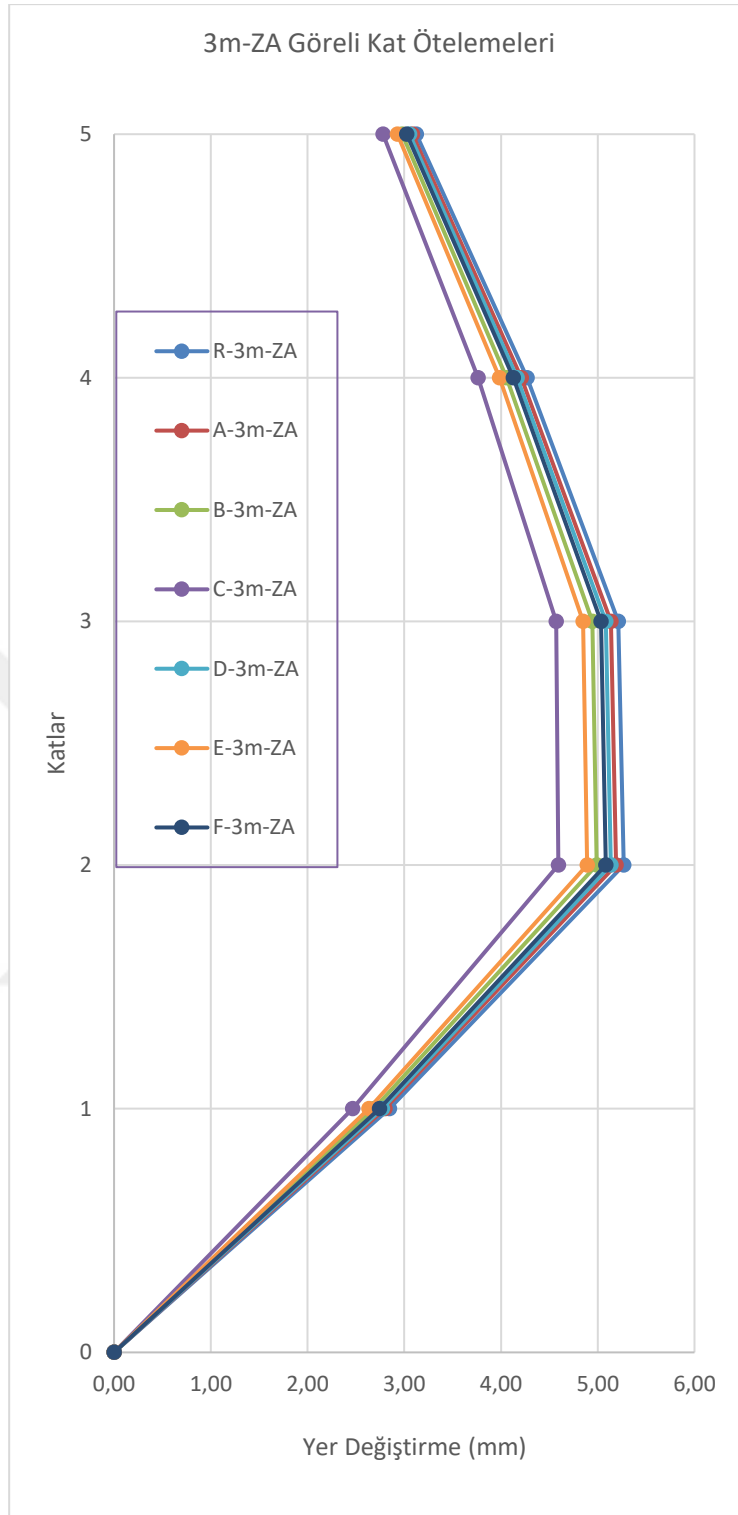
Görelî Kat Ötelemeleri (X Yönü - mm)							
Katlar	R-5m-ZA	A-5m-ZA	B-5m-ZA	C-5m-ZA	D-5m-ZA	E-5m-ZA	F-5m-ZA
5	2,70	2,65	2,58	2,44	2,63	2,55	2,61
4	3,81	3,73	3,63	3,41	3,71	3,58	3,68
3	4,90	4,80	4,65	4,36	4,76	4,59	4,73
2	5,70	5,58	5,41	5,04	5,54	5,33	5,50
1	7,39	7,21	6,96	6,43	7,15	6,84	7,09
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-5m-ZC	A-5m-ZC	B-5m-ZC	C-5m-ZC	D-5m-ZC	E-5m-ZC	F-5m-ZC
5	5,00	4,90	4,77	4,49	4,87	4,70	4,84
4	7,12	6,97	6,77	6,34	6,92	6,66	6,88
3	9,19	8,98	8,72	8,13	8,92	8,57	8,86
2	10,64	10,40	10,08	9,36	10,32	9,89	10,25
1	13,67	13,31	12,86	11,85	13,21	12,61	13,12
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-5m-ZE	A-5m-ZE	B-5m-ZE	C-5m-ZE	D-5m-ZE	E-5m-ZE	F-5m-ZE
5	7,33	7,23	7,01	6,62	7,17	6,94	7,12
4	10,66	10,51	10,17	9,56	10,42	10,07	10,35
3	13,83	13,63	13,18	12,34	13,51	13,03	13,42
2	15,81	15,57	15,03	14,02	15,44	14,85	15,32
1	19,87	19,53	18,80	17,39	19,36	18,55	19,21
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablo 4.16. Zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların x yönündeki görelî kat ötelemeleri

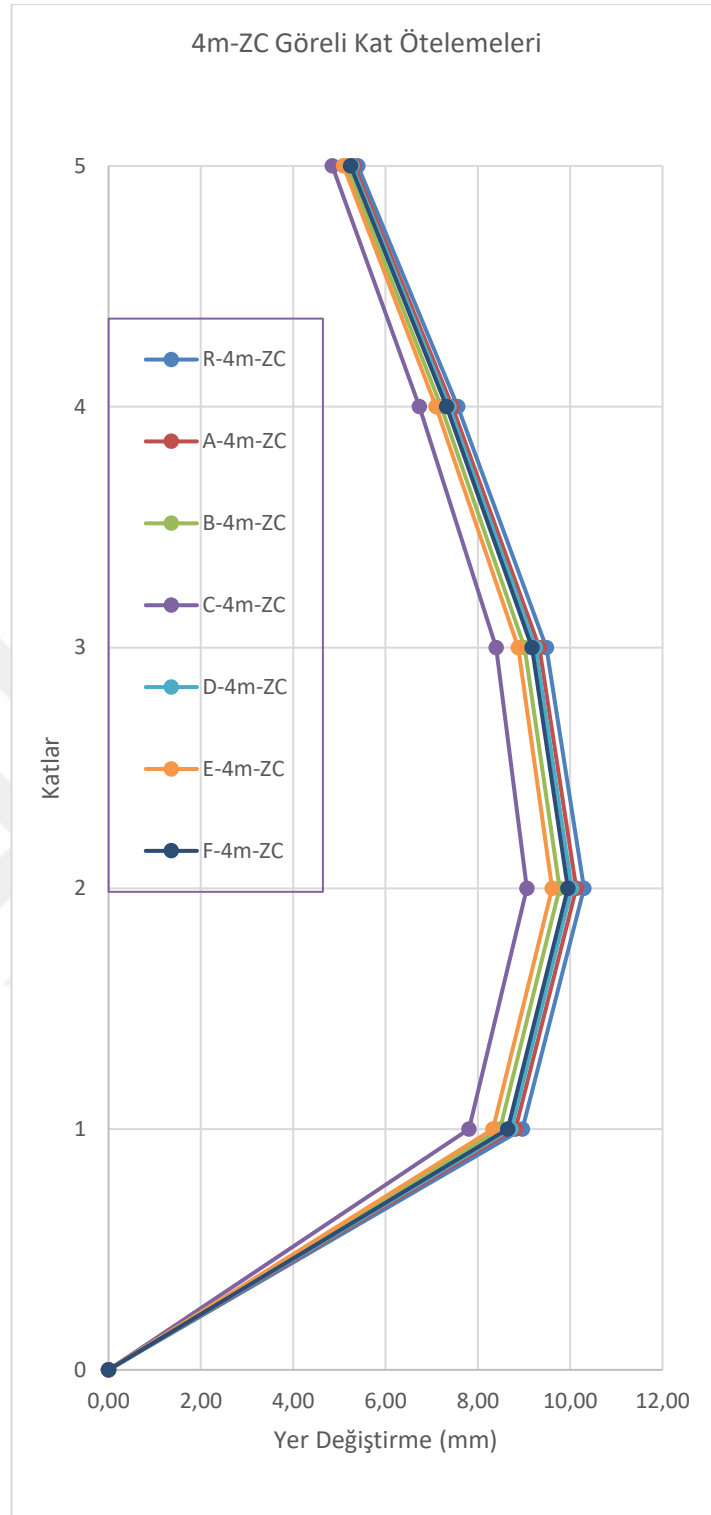
Görelî Kat Ötelemeleri (X Yönü - mm)							
Katlar	R-6m-ZA	A-6m-ZA	B-6m-ZA	C-6m-ZA	D-6m-ZA	E-6m-ZA	F-6m-ZA
5	2,45	2,41	2,35	2,22	2,39	2,07	2,38
4	3,53	3,48	3,38	3,17	3,44	2,96	3,42
3	4,68	4,61	4,46	4,17	4,55	3,90	4,53
2	5,74	5,65	5,47	5,09	5,59	4,75	5,55
1	10,22	10,06	9,70	8,95	9,94	8,39	9,88
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-6m-ZC	A-6m-ZC	B-6m-ZC	C-6m-ZC	D-6m-ZC	E-6m-ZC	F-6m-ZC
5	4,52	4,47	4,36	4,12	4,44	4,31	4,42
4	6,55	6,47	6,31	5,92	6,42	6,23	6,40
6m 3	8,69	8,59	8,36	7,81	8,52	8,25	8,48
2	10,64	10,51	10,21	9,50	10,42	10,07	10,37
1	18,88	18,63	18,02	16,62	18,46	17,74	18,36
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katlar	R-6m-ZE	A-6m-ZE	B-6m-ZE	C-6m-ZE	D-6m-ZE	E-6m-ZE	F-6m-ZE
5	6,66	5,90	6,41	6,06	6,56	6,33	6,51
4	9,83	8,70	9,43	8,88	9,67	9,32	9,60
3	13,13	11,60	12,58	11,80	12,91	12,42	12,81
2	15,94	14,05	15,25	14,24	15,67	15,04	15,54
1	27,79	24,42	26,46	24,49	27,28	26,05	27,05
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.5.1. Yapı model tipinin değişmesinin görelî kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi

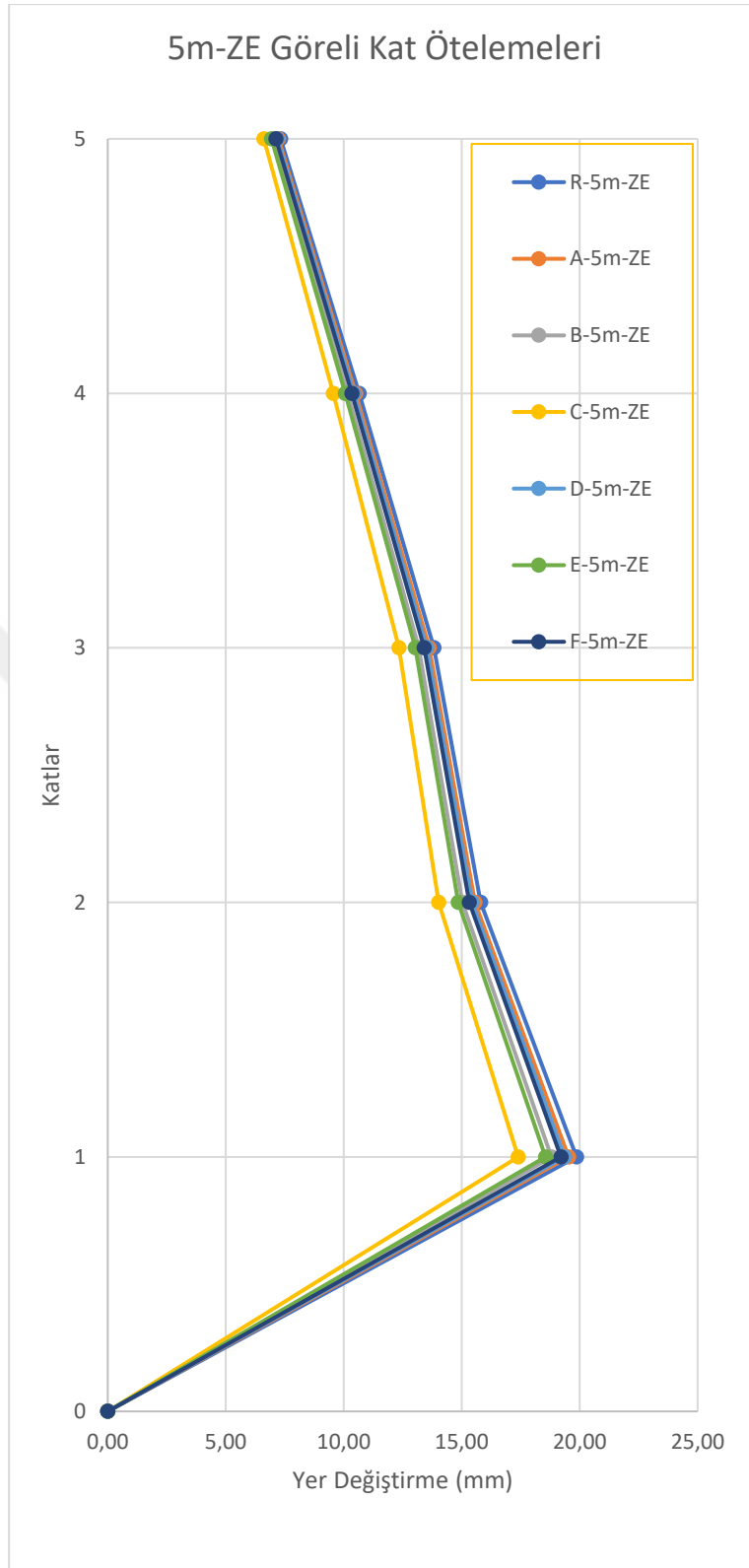
Yapı model tipinin değişmesinin görelî kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi grafik 4.54, 4.55 ve 4.56’da gösterilmektedir. Örnek olarak 3 farklı grafik üzerinden sonuçlar gösterilecektir.



Grafik 4.54. Model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 3 m olan ve ZA yerel zemin sınıfına sahip yapıların görelî kat ötelemeleri



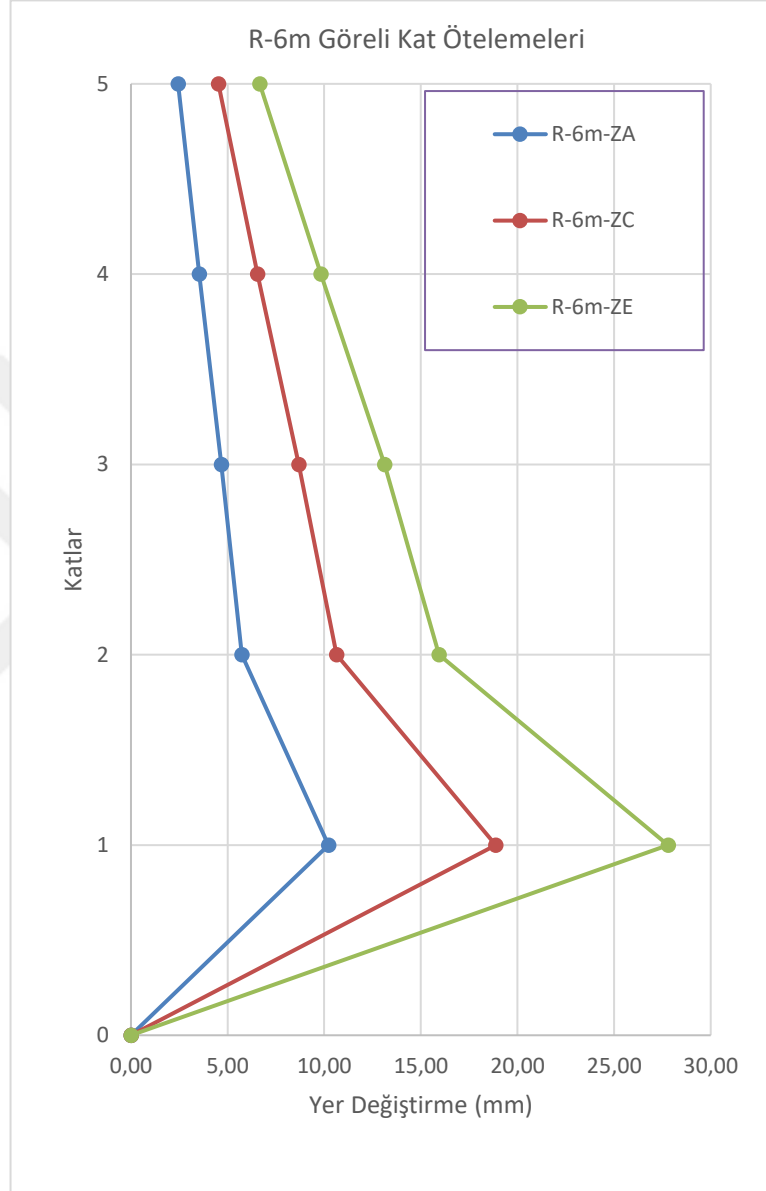
Grafik 4.55. Model tipinin değışmesinin zemin kat yüksekliğı 4 m olan ve ZC yerel zemin sınıfına sahip yapıların görelî kat ötelemeleri



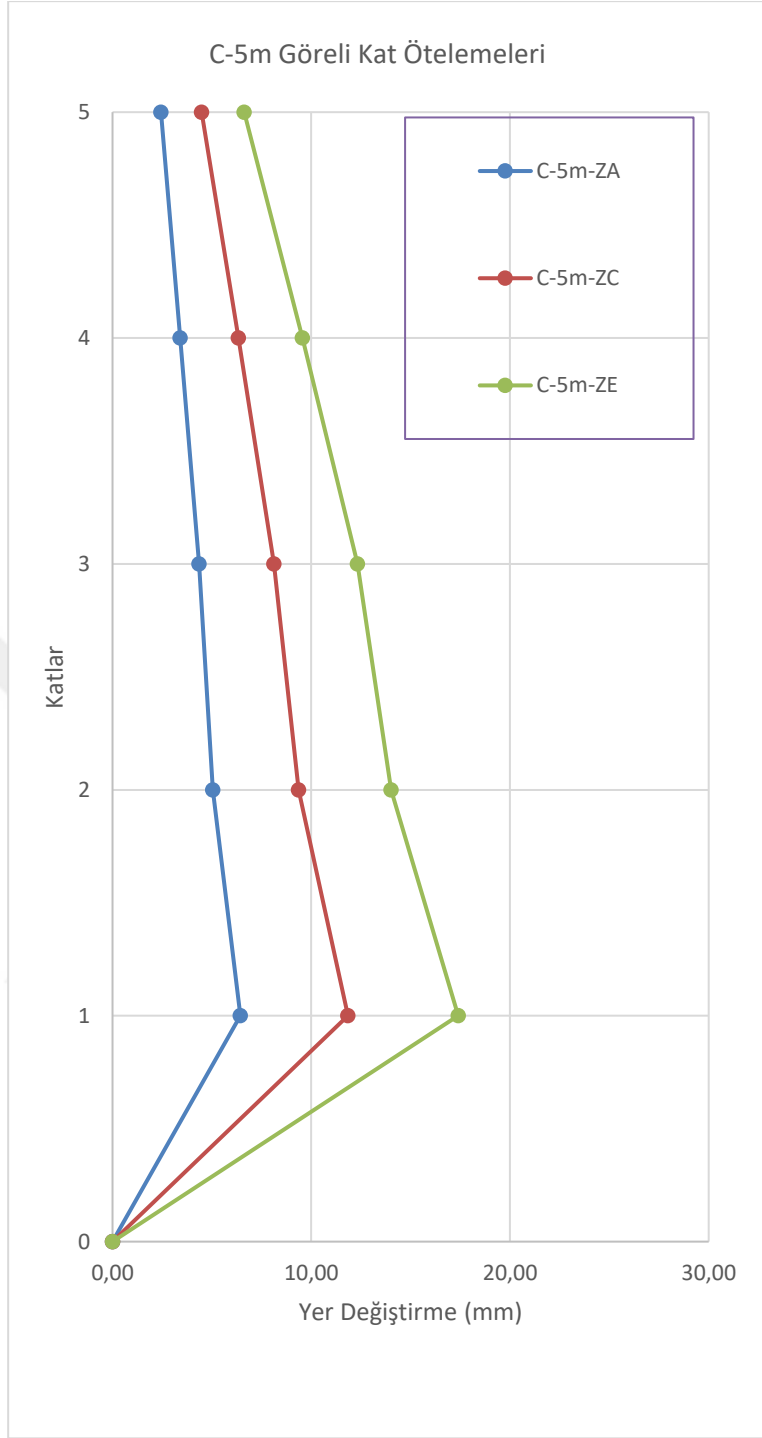
Grafik 4.56. Model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan ve ZE yerel zemin sınıfına sahip yapıların görelî kat ötelemeleri

4.5.2. Yerel zemin sınıfının değişmesinin görelı kat ötelemelerının üzerindeki etkisi

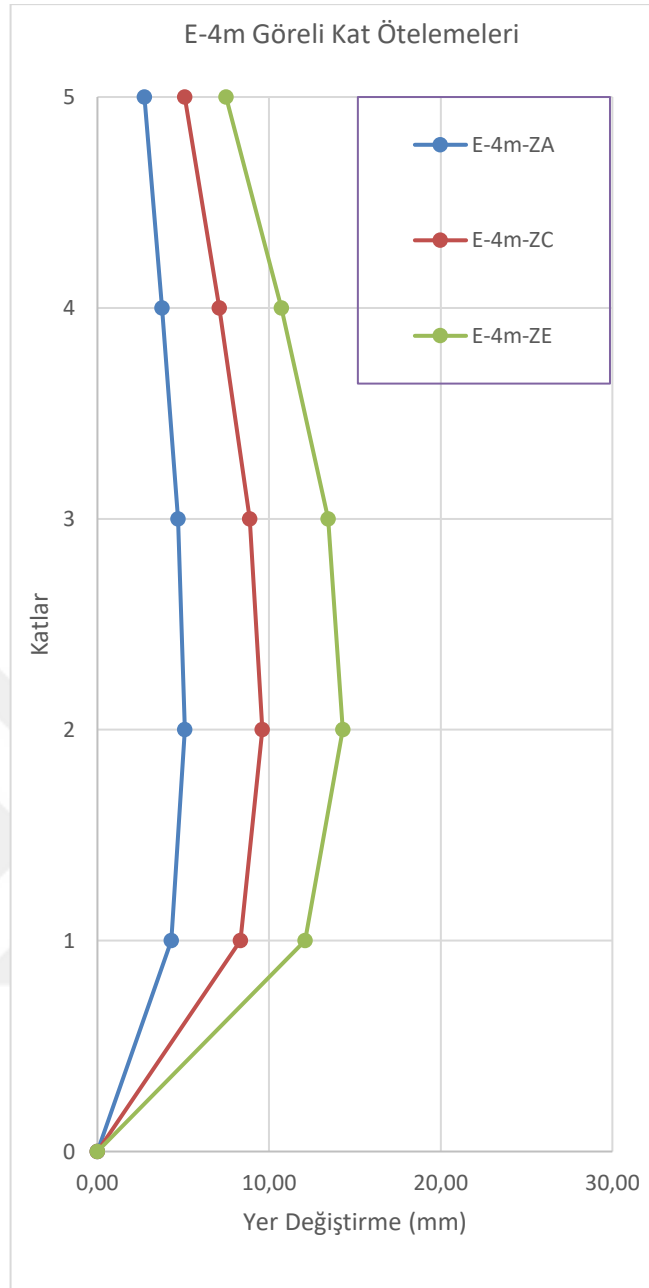
Yerel zemin sınıfının değişmesinin görelı kat ötelemelerının üzerindeki etkisi grafik 4.57, 4.58 ve 4.59’da gösterilmektedir. Örnek olarak 3 farklı grafik üzerinden sonuçlar gösterilecektir.



Grafik 4.57. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 6 m olan R model tipine sahip yapıların görelı kat ötelemeleri



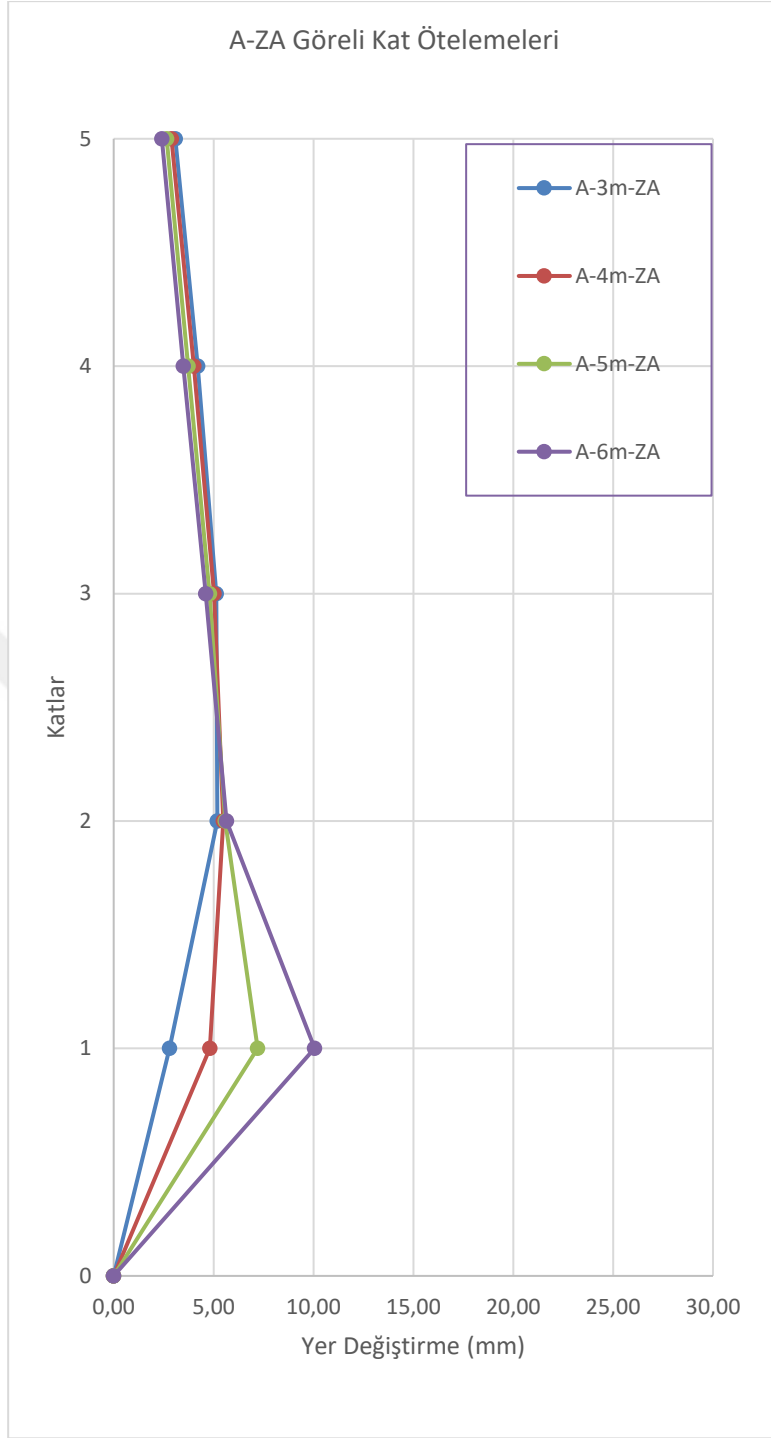
Grafik 4.58. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan C model tipine sahip yapıların göreli kat ötelemeleri



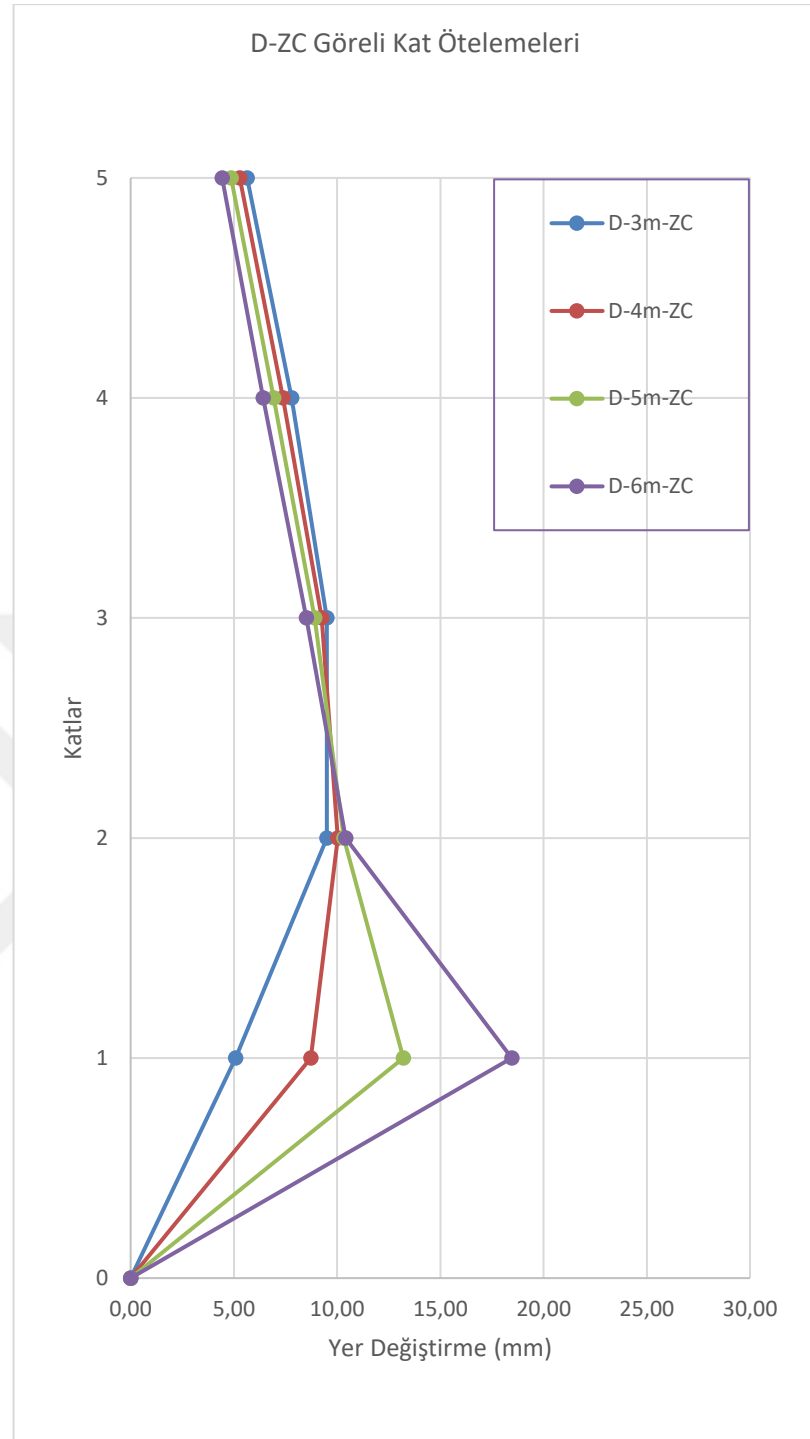
Grafik 4.59. Yerel zemin sınıfının değışmesinin zemin kat yüksekliğı 4 m olan E model tipine sahip yapıların görelî kat ötelemeleri

4.5.3. Zemin kat yüksekliğinin değışmesinin görelî kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi

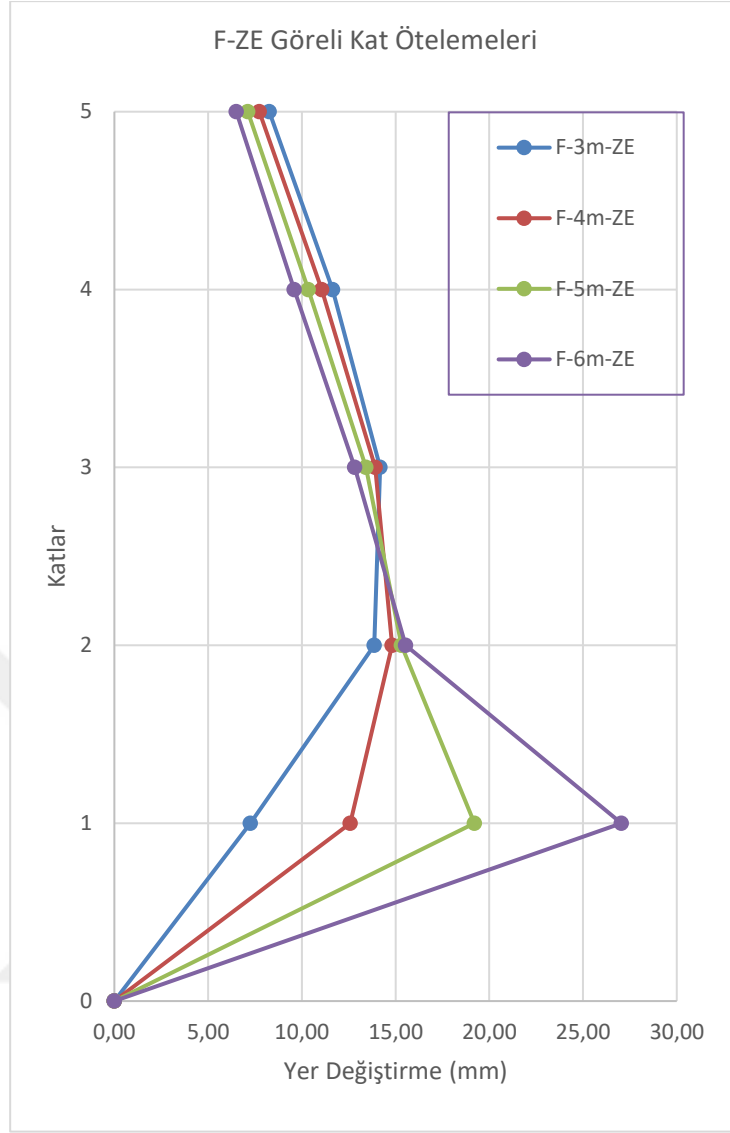
Zemin kat yüksekliğinin değışmesinin görelî kat ötelemelerinin üzerindeki etkisi grafik 4.60, 4.61 ve 4.62’de gösterilmektedir. Örnek olarak 3 farklı grafik üzerinden sonuçlar gösterilecektir.



Grafik 4.60. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin A model tipine ve ZA yerel zemin sınıfına sahip yapıların görelî kat ötelemeleri



Grafik 4.61. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin D model tipine ve ZC yerel zemin sınıfına sahip yapıların görelî kat ötelemeleri



Grafik 4.62. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin F model tipine ve ZE yerel zemin sınıfına sahip yapıların görelî kat ötelemeleri

4.6. Burulma Düzensizlik Katsayısının Karşılaştırılması

Burulma düzensizlik katsayıları karşılaştırılırken zemin kat yüksekliklerine göre ayrı ayrı tablo haline getirildi. Zemin sınıflarına ve model tiplerine göre farklılıkları tek bir tablo halinde incelenebilmektedir. Tablo 4.17, 4.18, 4.19 ve 4.20 'de ilgili sonuçlar görülmektedir.

Tablo 4.17. Zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların x yönündeki burulma düzensizliği katsayısı

	Burulma Düzensizliği Katsayısı (X Yönü)						
	R-3m-ZA	A-3m-ZA	B-3m-ZA	C-3m-ZA	D-3m-ZA	E-3m-ZA	F-3m-ZA
3m	1,080	1,087	1,112	1,160	1,094	1,130	1,101
	R-3m-ZC	A-3m-ZC	B-3m-ZC	C-3m-ZC	D-3m-ZC	E-3m-ZC	F-3m-ZC
	1,076	1,080	1,106	1,157	1,089	1,116	1,095
	R-3m-ZE	A-3m-ZE	B-3m-ZE	C-3m-ZE	D-3m-ZE	E-3m-ZE	F-3m-ZE
	1,061	1,067	1,095	1,147	1,077	1,107	1,092

Tablo 4.18. Zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların x yönündeki burulma düzensizliği katsayısı

	Burulma Düzensizliği Katsayısı (X Yönü)						
	R-4m-ZA	A-4m-ZA	B-4m-ZA	C-4m-ZA	D-4m-ZA	E-4m-ZA	F-4m-ZA
4m	1,077	1,083	1,111	1,159	1,093	1,120	1,099
	R-4m-ZC	A-4m-ZC	B-4m-ZC	C-4m-ZC	D-4m-ZC	E-4m-ZC	F-4m-ZC
	1,074	1,079	1,106	1,156	1,089	1,116	1,093
	R-4m-ZE	A-4m-ZE	B-4m-ZE	C-4m-ZE	D-4m-ZE	E-4m-ZE	F-4m-ZE
	1,061	1,067	1,094	1,147	1,077	1,106	1,091

Tablo 4.19. Zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların x yönündeki burulma düzensizliği katsayısı

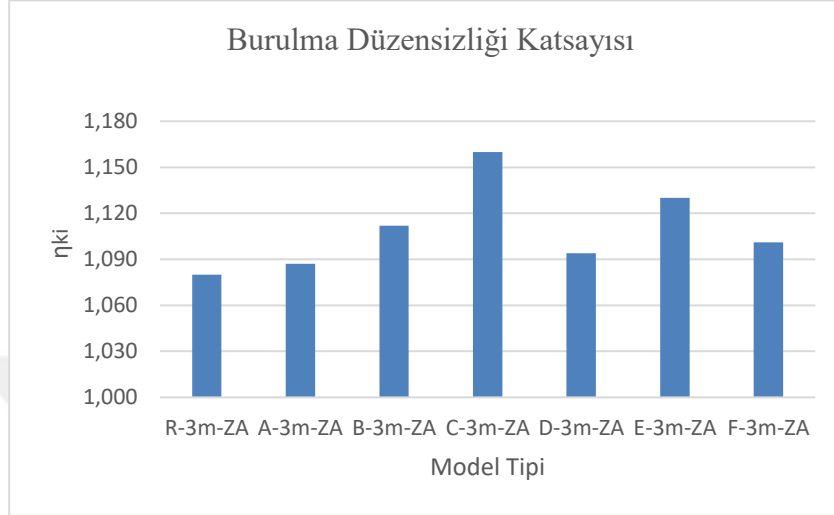
	Burulma Düzensizliği Katsayısı (X Yönü)						
	R-5m-ZA	A-5m-ZA	B-5m-ZA	C-5m-ZA	D-5m-ZA	E-5m-ZA	F-5m-ZA
5m	1,077	1,081	1,108	1,158	1,091	1,117	1,096
	R-5m-ZC	A-5m-ZC	B-5m-ZC	C-5m-ZC	D-5m-ZC	E-5m-ZC	F-5m-ZC
	1,074	1,077	1,104	1,155	1,088	1,115	1,092
	R-5m-ZE	A-5m-ZE	B-5m-ZE	C-5m-ZE	D-5m-ZE	E-5m-ZE	F-5m-ZE
	1,061	1,066	1,093	1,145	1,076	1,105	1,082

Tablo 4. 20. Zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların x yönündeki burulma düzensizliği katsayısı

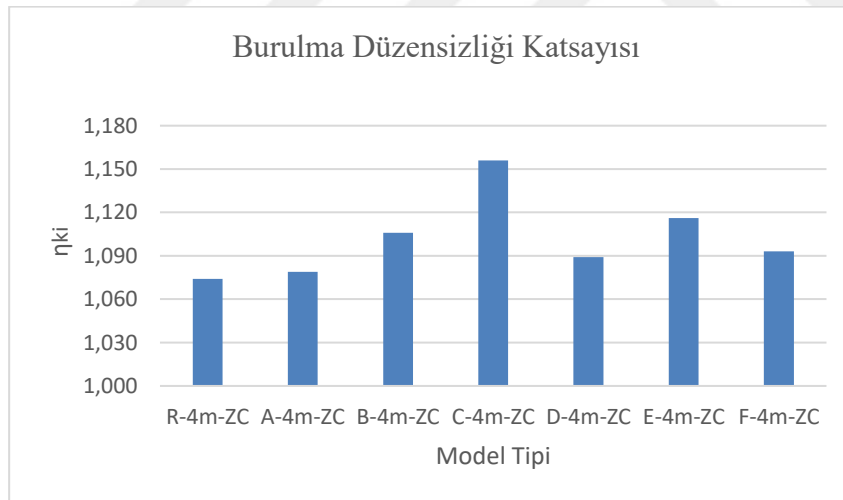
	Burulma Düzensizliği Katsayısı (X Yönü)						
	R-6m-ZA	A-6m-ZA	B-6m-ZA	C-6m-ZA	D-6m-ZA	E-6m-ZA	F-6m-ZA
6m	1,076	1,081	1,108	1,158	1,091	1,117	1,096
	R-6m-ZC	A-6m-ZC	B-6m-ZC	C-6m-ZC	D-6m-ZC	E-6m-ZC	F-6m-ZC
	1,073	1,076	1,103	1,154	1,085	1,114	1,092
	R-6m-ZE	A-6m-ZE	B-6m-ZE	C-6m-ZE	D-6m-ZE	E-6m-ZE	F-6m-ZE
	1,059	1,066	1,093	1,145	1,076	1,104	1,083

4.6.1. Yapı model tipinin değişmesinin burulma düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi

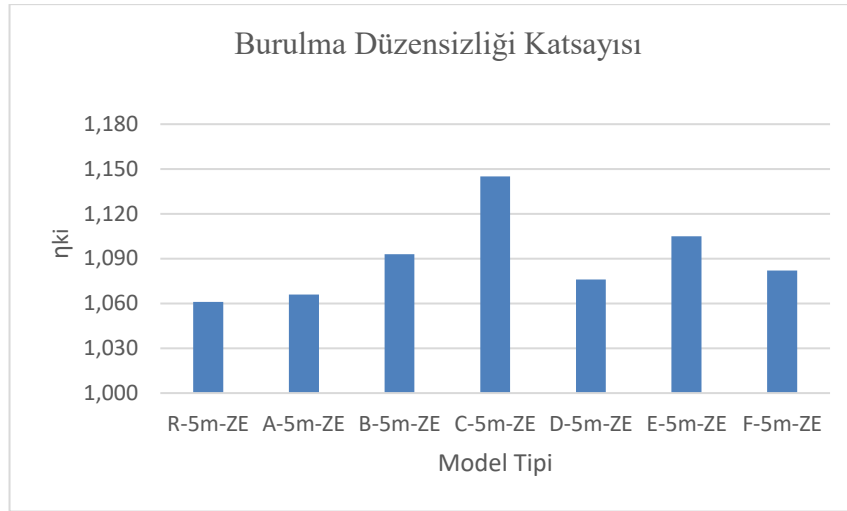
Yapı model tipinin değişmesinin burulma düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi grafik 4.63, 4.64 ve 4.65'te gösterilmektedir. Örnek olarak 3 farklı grafik üzerinden sonuçlar gösterilecektir.



Grafik 4.63. Yapı model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 3 m olan ve ZA yerel zemin sınıfına sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı



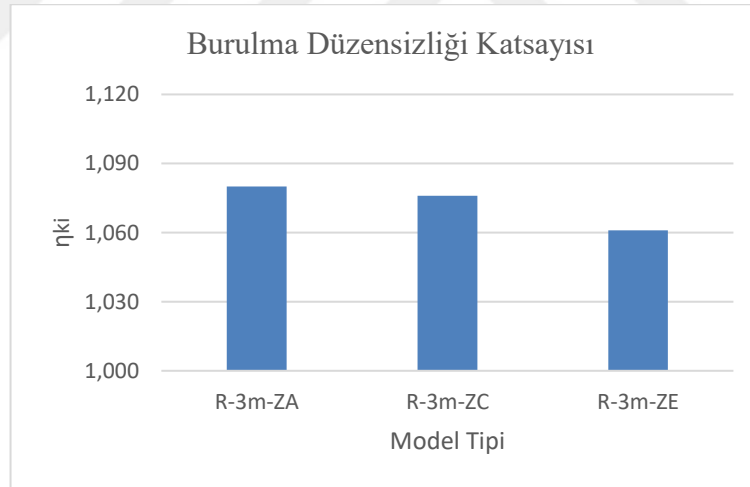
Grafik 4.64. Yapı model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 4 m olan ve ZC yerel zemin sınıfına sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı



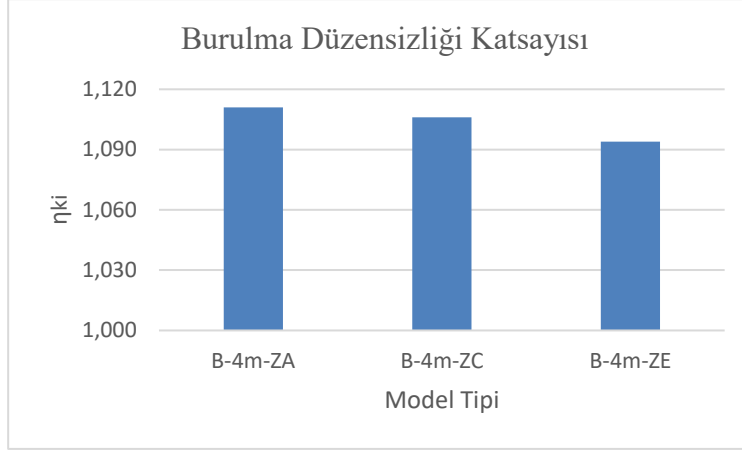
Grafik 4.65. Yapı model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan ve ZE yerel zemin sınıfına sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı

4.6.2. Yerel zemin sınıfının değişmesinin burulma düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi

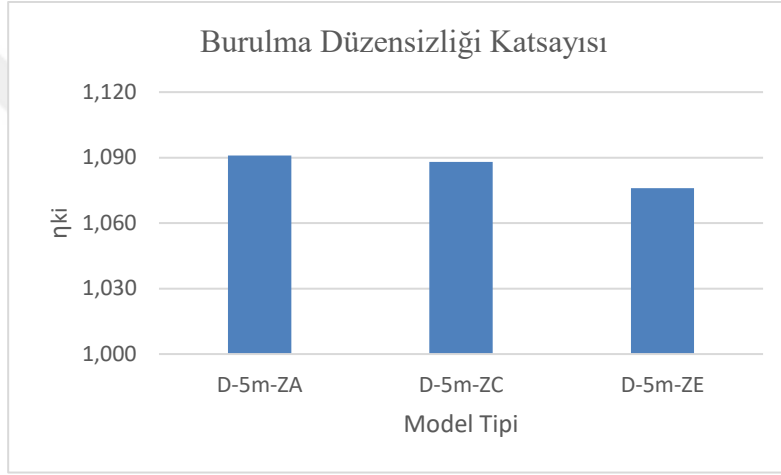
Yerel zemin sınıfının değişmesinin burulma düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi grafik 4.66, 4.67 ve 4.68’de gösterilmektedir. Örnek olarak 3 farklı grafik üzerinden sonuçlar gösterilecektir.



Grafik 4. 66. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 3 m olan ve R model tipine sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı



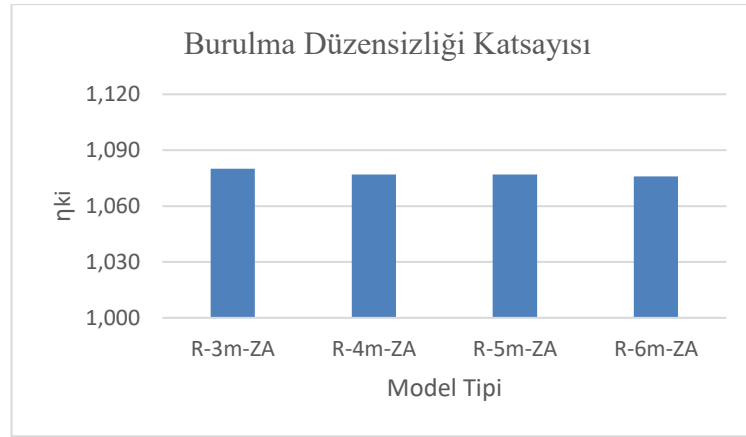
Grafik 4.67. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 4 m olan ve B model tipine sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı



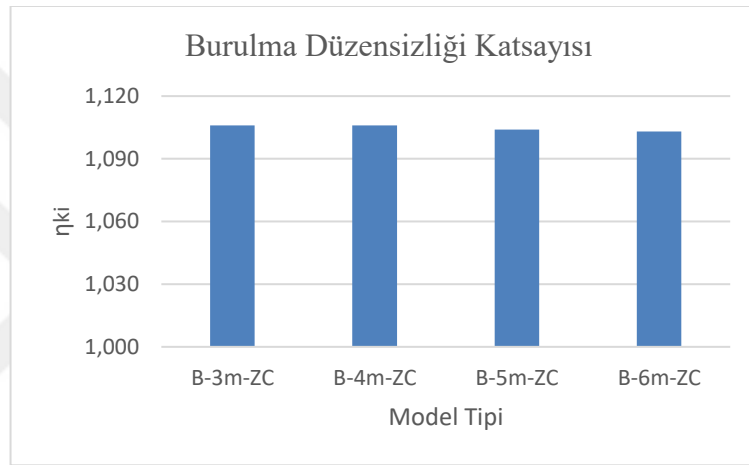
Grafik 4.68. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan ve D model tipine sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı

4.6.3. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin burulma düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi

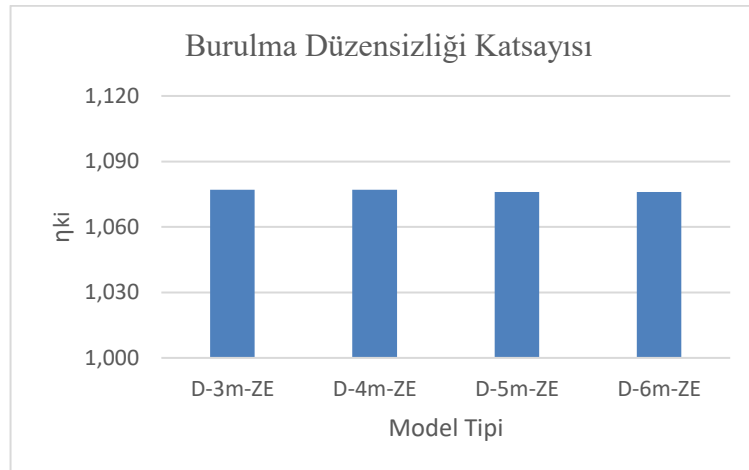
Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin burulma düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi grafik 4.69, 4.70 ve 4.71’de gösterilmektedir. Örnek olarak 3 farklı grafik üzerinden sonuçlar gösterilecektir (Güneş, 2007).



Grafik 4.69. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin R model tipine ve ZA yerel zemin sınıfına sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı



Grafik 4.70. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin B model tipine ve ZC yerel zemin sınıfına sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı



Grafik 4.71. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin D model tipine ve ZE yerel zemin sınıfına sahip yapıların burulma düzensizliği katsayısı

4.7. Yumuşak Kat Düzensizlik Katsayısının Karşılaştırılması

Yumuşak kat düzensizlik katsayıları karşılaştırılırken zemin kat yüksekliklerine göre ayrı ayrı tablo haline getirildi. Zemin sınıflarına ve model tiplerine göre farklılıkları tek bir tablo halinde incelenebilmektedir. Tablo 4.21, 4.22, 4.23 ve 4.24 'te ilgili sonuçlar görülmektedir.

Tablo 4.21. Zemin kat yüksekliği 3 m olan yapıların x yönündeki yumuşak kat düzensizliği katsayısı

Yumuşak Kat Düzensizliği Katsayısı (X Yönü)							
3m	R-3m-ZA	A-3m-ZA	B-3m-ZA	C-3m-ZA	D-3m-ZA	E-3m-ZA	F-3m-ZA
	1,85	1,87	1,87	1,89	1,87	1,88	1,87
	R-3m-ZC	A-3m-ZC	B-3m-ZC	C-3m-ZC	D-3m-ZC	E-3m-ZC	F-3m-ZC
	1,87	1,88	1,89	1,91	1,88	1,90	1,89
	R-3m-ZE	A-3m-ZE	B-3m-ZE	C-3m-ZE	D-3m-ZE	E-3m-ZE	F-3m-ZE
	1,91	1,92	1,93	1,95	1,92	1,94	1,93

Tablo 4.22. Zemin kat yüksekliği 4 m olan yapıların x yönündeki yumuşak kat düzensizliği katsayısı

Yumuşak Düzensizliği Katsayısı (X Yönü)							
4m	R-4m-ZA	A-4m-ZA	B-4m-ZA	C-4m-ZA	D-4m-ZA	E-4m-ZA	F-4m-ZA
	1,52	1,53	1,54	1,57	1,53	1,56	1,54
	R-4m-ZC	A-4m-ZC	B-4m-ZC	C-4m-ZC	D-4m-ZC	E-4m-ZC	F-4m-ZC
	1,54	1,54	1,56	1,58	1,55	1,57	1,56
	R-4m-ZE	A-4m-ZE	B-4m-ZE	C-4m-ZE	D-4m-ZE	E-4m-ZE	F-4m-ZE
	1,57	1,58	1,59	1,62	1,58	1,60	1,59

Tablo 4.23. Zemin kat yüksekliği 5 m olan yapıların x yönündeki yumuşak kat düzensizliği katsayısı

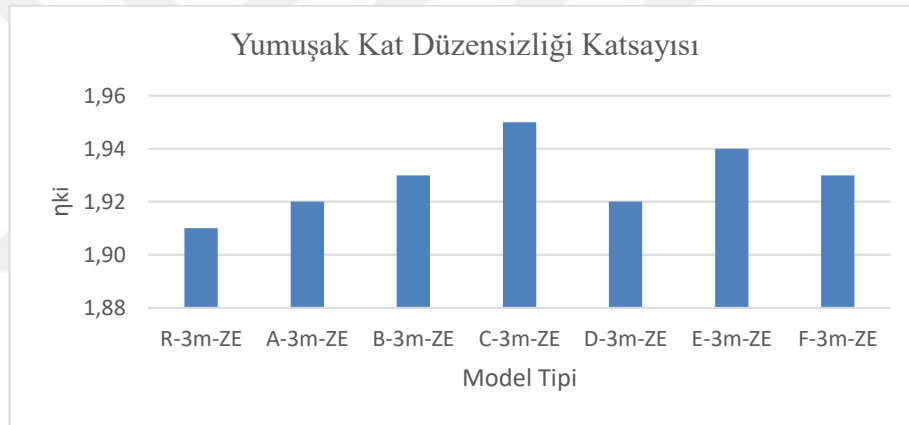
Yumuşak Düzensizliği Katsayısı (X Yönü)							
5m	R-5m-ZA	A-5m-ZA	B-5m-ZA	C-5m-ZA	D-5m-ZA	E-5m-ZA	F-5m-ZA
	1,41	1,40	1,39	1,37	1,40	1,39	1,40
	R-5m-ZC	A-5m-ZC	B-5m-ZC	C-5m-ZC	D-5m-ZC	E-5m-ZC	F-5m-ZC
	1,42	1,42	1,41	1,39	1,41	1,40	1,41
	R-5m-ZE	A-5m-ZE	B-5m-ZE	C-5m-ZE	D-5m-ZE	E-5m-ZE	F-5m-ZE
	1,46	1,45	1,44	1,41	1,44	1,43	1,44

Tablo 4.24. Zemin kat yüksekliği 6 m olan yapıların x yönündeki yumuşak kat düzensizliği katsayısı

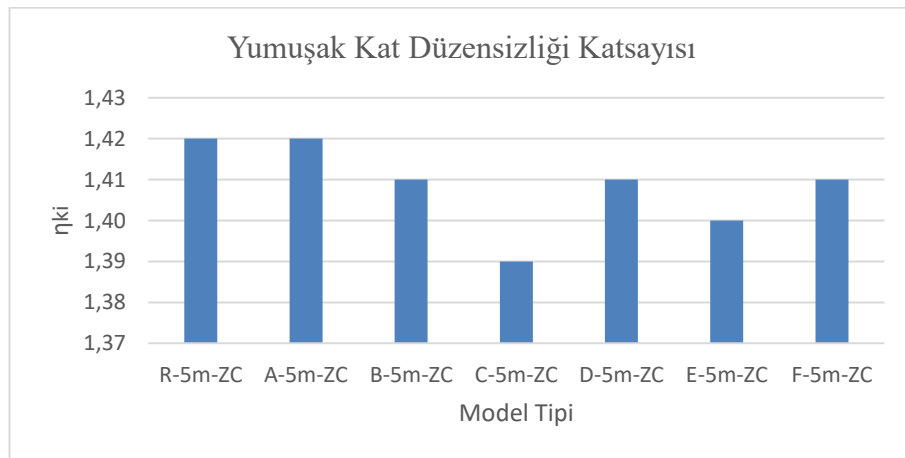
		Yumuşak Düzensizliği Katsayısı (X Yönü)					
6m	R-6m-ZA	A-6m-ZA	B-6m-ZA	C-6m-ZA	D-6m-ZA	E-6m-ZA	F-6m-ZA
	1,44	1,43	1,42	1,38	1,43	1,40	1,43
	R-6m-ZC	A-6m-ZC	B-6m-ZC	C-6m-ZC	D-6m-ZC	E-6m-ZC	F-6m-ZC
	1,45	1,44	1,43	1,40	1,44	1,42	1,44
	R-6m-ZE	A-6m-ZE	B-6m-ZE	C-6m-ZE	D-6m-ZE	E-6m-ZE	F-6m-ZE
	1,48	1,47	1,46	1,44	1,46	1,45	1,46

4.7.1. Yapı model tipinin değişmesinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi

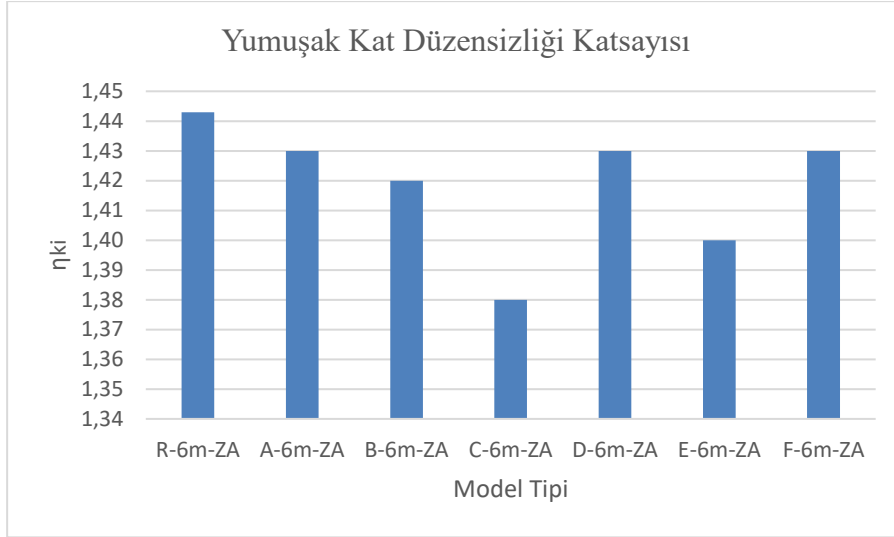
Yapı model tipinin değişmesinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi grafik 4.72, 4.73 ve 4.74'te gösterilmektedir. Örnek olarak 3 farklı grafik üzerinden sonuçlar gösterilecektir.



Grafik 4.72. Yapı model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 3 m olan ve ZE yerel zemin sınıfına sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı



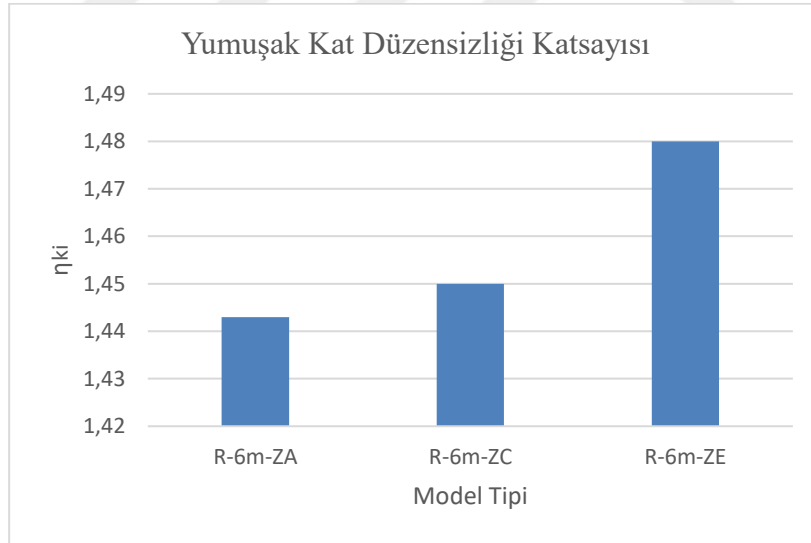
Grafik 4.73 Yapı model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan ve ZC yerel zemin sınıfına sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı



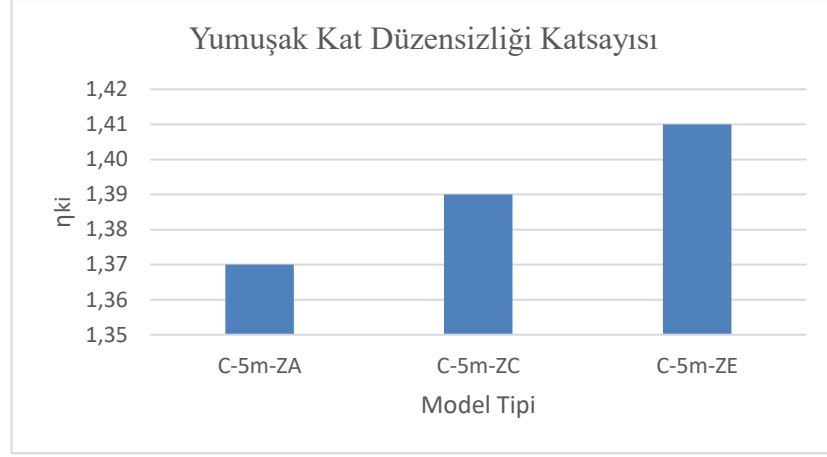
Grafik 4.74. Yapı model tipinin değişmesinin zemin kat yüksekliği 6 m olan ve ZA yerel zemin sınıfına sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı

4.7.2. Yerel zemin sınıfının değişmesinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi

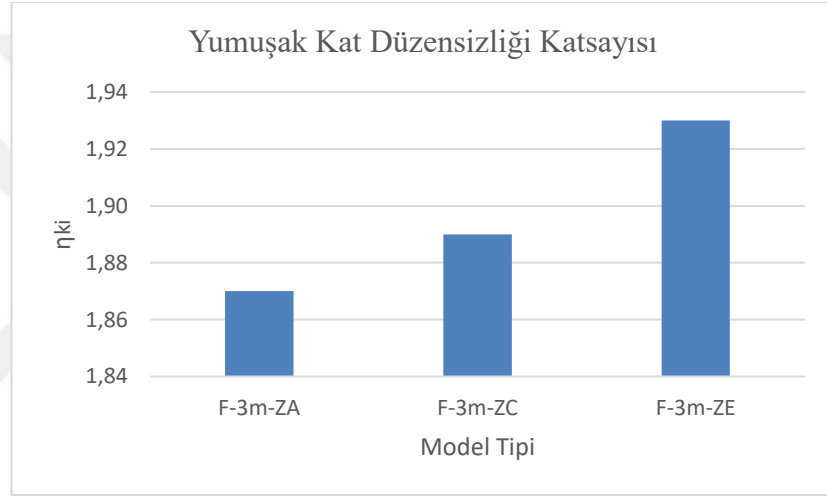
Yerel zemin sınıfının değişmesinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi grafik 4.75, 4.76 ve 4.77’de gösterilmektedir. Örnek olarak 3 farklı grafik üzerinden sonuçlar gösterilecektir.



Grafik 4.75. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 6 m olan ve R model tipine sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı



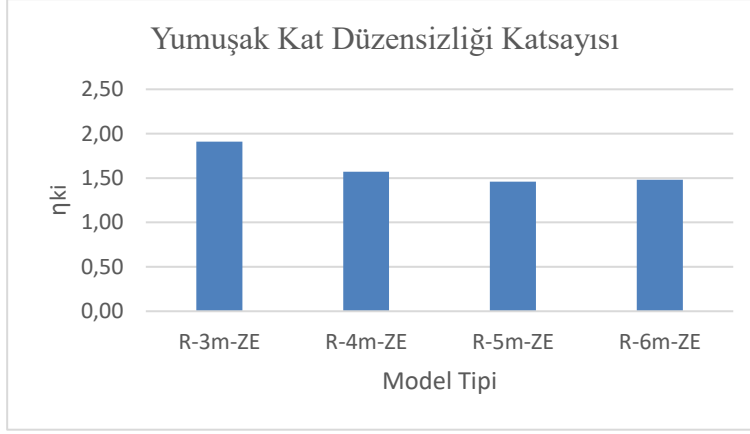
Grafik 4.76. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 5 m olan ve C model tipine sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı



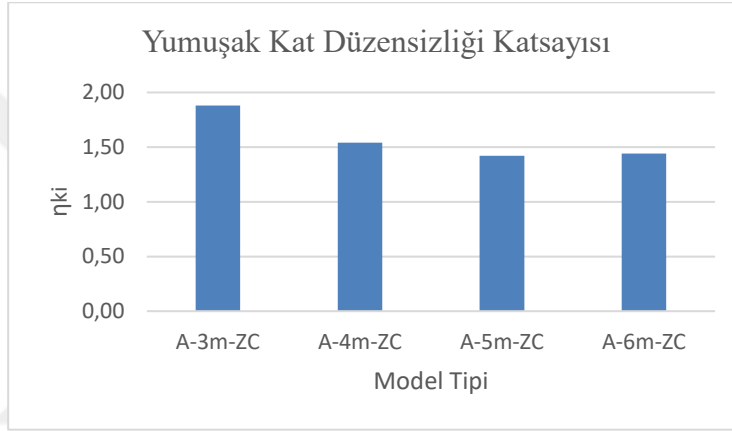
Grafik 4.77. Yerel zemin sınıfının değişmesinin zemin kat yüksekliği 3 m olan ve F model tipine sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı

4.7.3. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi

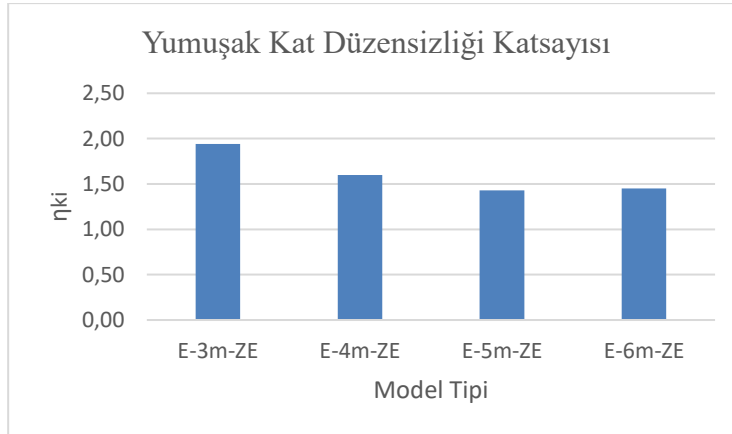
Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı üzerindeki etkisi grafik 4.78, 4.79 ve 4.80’de gösterilmektedir. Örnek olarak 3 farklı grafik üzerinden sonuçlar gösterilecektir.



Grafik 4.78. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin R model tipine ve ZE zemin sınıfına sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı



Grafik 4.79. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin A model tipine ve ZC zemin sınıfına sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı



Grafik 4.80. Zemin kat yüksekliğinin değişmesinin E model tipine ve ZE zemin sınıfına sahip yapıların yumuşak kat düzensizliği katsayısı

5. SONUÇ

Bu tez yerel zemin sınıfının, zemin kat yüksekliklerinin ve A3 türü düzensizlik katsayılarının yapı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Analiz yöntemi olarak “Mod Birleştirme Analiz Yöntemi” kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tüm modellerin tasarımı ve hesabı SAP2000 programı yardımıyla yapılmıştır. Toplamda 84 farklı modelin analizi yapılmış olup tüm sonuçlar şekil, grafik ve tablolar halinde detaylıca verilmiştir. Bu şekil, grafik ve tablolar yardımıyla sonuçlandırmalar yapılmıştır. Bu sonuçlar maddeler halinde sıralanmıştır.

- Zemin kat yüksekliği ve yerel zemin sınıfı sabit olup A3 türü düzensizlik katsayısının artış gösterdiği durumlarda yapı periyodunda yaklaşık % 0,063 - %1,67 arasında azalma gözlenmektedir.
- Zemin kat yüksekliği ve yapı model tipi sabit olup yerel zemin sınıfı değişmesi durumunda yapı periyodunda bir değişiklik gözlenmemiştir. Aynı durum Emre UKÇUL tarafından yazılan “Betonarme Bir Yapıda Farklı Zemin Sınıflarının Deprem Davranışına Etkisi” adlı yüksek lisans tezinde de görülmüştür.
- Yerel zemin sınıfının ve yapı model tipinin sabit olması durumunda zemin kat yüksekliği artış gösterdikçe yapı periyodunda % 9,54 - % 10,97 artış gözlenmektedir.
- Zemin kat yüksekliği ve yerel zemin sınıfı sabit olup A3 türü düzensizlik katsayısının artış gösterdiği durumlarda taban kesme kuvvetinde % 9,93 - % 23,11 arasında azalma gözlenmektedir. Bu durum Zülfü Çınar ULUCAN ve Kürşat Esat ALYAMAÇ’ ın “A3 Düzensizliğine Sahip Yapıların Doğrusal Olmayan Kat Kesme Kuvvetlerinin İncelemesi” makalesinde de A3 türü düzensizlik katsayısının artış gösterdiği durumlarda taban kesme kuvvetinde azalma meydana geldiği gözlenmiştir.
- Zemin kat yüksekliği ve yapı model tipinin sabit olması durumunda yerel zemin sınıfının kalitesinin azaldığı durumunda taban kesme kuvvetlerinde % 43,1 - % 79,8 arasında artış meydana gelmektedir. Dr. Ülker BAHŞİYEVA’nın editörlüğünü yaptığı “ASES II. ULUSLARARASI AFET KONGRESİ”nde

Dr. Öğr. Üyesi Duygu Ertürkmen tarafından yazılan “Düzensiz Geometriye Sahip Betonarme Bir Binada Değişen Zemin Sınıfının Taban Kesme Kuvvetleri Ve Yapısal Düzensizlikler Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi” adlı makalede de zemin sınıfı kalitesinin azalmasıyla taban kesme kuvvetinin arttığı görülmüştür.

- Yerel zemin sınıfının ve yapı model tipinin sabit olması durumunda zemin kat yüksekliği artış gösterdiği durumda taban kesme kuvvetinde % 3,44 - % 8,26 arasında azalma meydana geldiği görülmektedir.
- Zemin kat yüksekliğinin ve yerel zemin sınıfının sabit olması durumunda A3 türü düzensizlik katsayısı artış gösterdiğinde kat ötelemesinin % 1,45 - % 7,58 arasında azaldığı gözlenmektedir. Aynı durum “Düşeyde Düzensiz Betonarme Bir Binaın Deprem Etkisi Altında Yapısal Performansının Belirlemesi” adlı yüksek lisans tezinde Emre ÜNER tarafından gözlenmiştir.
- Zemin kat yüksekliği ve yapı model tipinin sabit olması durumunda yerel zemin sınıfı kalitesi azaldıkça kat öteleme değerinde % 48,17 - % 84,33 arasında artış meydana gelmektedir.
- Yerel zemin sınıfının ve yapı model tipinin sabit olduğu durumlarda zemin kat yüksekliğinde artış meydana geldiğinde kat öteleme değerinde % 7,88 - % 9,39 arasında artış gözlenmektedir.
- Zemin kat yüksekliği ve yerel zemin sınıfı sabit olup A3 türü düzensizlik katsayısı artış gösterdiğinde burulma düzensizliği katsayısında % 0,65 - % 4,32 arasında artış meydana gelmektedir.
- Zemin kat yüksekliği ve yapı model tipinin sabit olduğu durumlarda yerel zemin sınıfının kalitesi azaldığı durumda burulma düzensizliği katsayısında % 0,45 - % 1,08 arasında azalma görülmektedir. Aynı durum Emre UKÇUL tarafından yazılan “Betonarme Bir Yapıda Farklı Zemin Sınıflarının Deprem Davranışına Etkisi” adlı yüksek lisans tezinde görülmüştür.
- Yerel zemin sınıfı ve yapı model tipi sabit olup zemin kat yüksekliğinde artış olduğu durumda burulma düzensizliği katsayısında % 0,08 - % 0,09 arasında az miktarda azalma meydana gelmektedir.
- Zemin kat yüksekliği ve yerel zemin sınıfı sabit olup A3 türü düzensizlik katsayısının artış gösterdiği durumda yumuşak kat düzensizliği katsayısında % 0,71 - % 1,44 arasında artış gözlenmektedir.

- Zemin kat yüksekliği ve yapı model tipinin sabit olduğu durumlarda yerel zemin sınıfı kalitesi azaldıkça yumuşak kat dűzensizliđi katsayısında % 1,43 - % 2,11 arasında artış meydana gelmektedir.
- Yerel zemin sınıfı ve yapı model tipinin sabit olduđu durumlarda zemin kat yüksekliđinde artış olduđuunda yumuřak kat dűzensizliđi katsayısında % 2,2 - % 17,6 arasında azalma gűrűlmektedir.

Çalıřmada incelenen kriterler olan zemin kat yüksekliđinin deđiřimi, yerel zemin sınıfının deđiřimi, A3 tűrű dűzensizlik katsayısının deđiřiminin yapı periyodu, taban kesme kuvveti, kat űtelemesi, burulma dűzensizliđi katsayısı ve yumuřak kat dűzensizliđi katsayısı űzerindeki etkileri sonuűlandırılmıřtır. Yukarıdaki sonuűlar ıřıđında yapıları tasarlarken yapıların dűzensizlik tűrlerine sahip olmasından kaűınmalıyız. Aynı zamanda zemin kat yüksekliđinin normal kat yükseklikleriyle aynı olmasına űzen gűstermeliyiz. Aksi durumda űalıřmamızda belirttiđimiz űzere yapı űzerinde ciddi dűzensizlikler ve gerilmeler meydana gelmektedir.



KAYNAKÇA

- Atabey, V. (2020, 10 Ekim). Bina önem katsayıları, deprem tasarım sınıfı ve bina yükseklik sınıfı. [https://volkanatabey.com.tr/bina-onem-katsayilari-deprem-tasarim-sinifi-ve-bina-yuksekklik-sinifi/#:~:text=Deprem%20tasar%C4%B1m%20s%C4%B1n%C4%B1f%C4%B1%20\(DTS\)%20rakam,DTS%3D1\)%20oldu%C4%9Fu%20yerdir](https://volkanatabey.com.tr/bina-onem-katsayilari-deprem-tasarim-sinifi-ve-bina-yuksekklik-sinifi/#:~:text=Deprem%20tasar%C4%B1m%20s%C4%B1n%C4%B1f%C4%B1%20(DTS)%20rakam,DTS%3D1)%20oldu%C4%9Fu%20yerdir) adresinden 19 Ocak 2024 tarihinde alınmıştır.
- Atabey, V. (2020, 20 Eylül). *Yapıda düzensizlik durumları TBDY-2018*. <https://volkanatabey.com.tr/yapida-duzensizlik-durumlari-tbdy-2018/> adresinden 10 Eylül 2023 tarihinde alınmıştır.
- Bashirli, E. (2017). *Betonarme yapılarda giriş süreksizliğinin yapısal davranışa etkisinin irdelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Çağatay, E, B. (2021). *Yeni betonarme yapıların tasarımında ve mevcut betonarme yapıların değerlendirmesinde kullanılan etkin kesit rijitliklerinin irdelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Uludağ Üniversitesi.
- Çapa, Y, U. (2020). *Kat adetleri farklı betonarme binaların deprem performanslarının incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi.
- Çelikkollu, A. (2019, 13 Mart). *Dayanuma göre tasarım*. <https://www.sanalsantiye.com/dayanima-gore-tasarim/> adresinden 5 Ekim 2023 tarihinde alınmıştır.
- Demir, A. (2020). *Farklı ivme kaydı seçim stratejilerinin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz ile elde edilen ötelenme taleplerine etkisi* [Doktora Tezi]. Pamukkale Üniversitesi.
- Ercömert, M. (2007). *A2 ve A3 yapısal düzensizliklerinin çok katlı yapıların deprem davranışına etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Ertürkmen, D. (2023, Ağustos 26,27). *Düzensiz geometriye sahip betonarme bir binada değişen zemin sınıfının taban kesme kuvvetleri ve yapısal düzensizlik üzerindeki etkisinin incelenmesi* [Sözlü sunum]. ASES II. Uluslararası Afet Kongresi. Kahramanmaraş, Türkiye.
- Feyizoğlu, T. (2020). *Yerel zemin sınıfı ve deprem özelliklerinin tek boyutlu dinamik davranışına etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Güneş, M. (2007). *Betonarme binalarda kat yüksekliği değişiminin komşu katlar arası rijitlik düzensizliğine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Hava, Ş. (2019). *Betonarme bir binanın eşdeğer deprem yükü yöntemi ile TDY-2007 ve TBDY-2018 yönetmeliklerine göre analizi* [Yüksek Lisans Tezi]. Konya Teknik Üniversitesi.

- Insapedia (2018, 12 Aralık). Deprem hesabında kullanılacak hesap yöntemleri-TBDY-2018. <https://insapedia.com/deprem-hesabinda-kullanilacak-hesap-yontemleri-tbdy-2018/> adresinden 3 Kasım 2023 tarihinde alınmıştır.
- ideCAD. (2021, 20 Mart). Doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile deprem hesabı. <https://help.idecad.com.tr/ideCAD/dogrusal-olmayan-hesap-yoentemleri-ile-deprem-hesa> adresinden 1 Aralık 2023 tarihinde alınmıştır.
- ideCAD. (2021, 10 Haziran) Çok Modlu İtme Yöntemi (Arsa Yöntemi). <https://help.idecad.com.tr/ideCAD/cok-modlu-itme-yoentemi-arsa-yoentemi#:~:text=%C3%87ok%20modlu%20itme%20analizi%20y%C3%B6ntemi,ba%C4%9F%C4%B1ms%C4%B1z%20genel%20bir%20analiz%20y%C3%B6ntemidir> adresinden 9 Ocak 2024 tarihinde alınmıştır.
- ideCAD. (2021, 13 Kasım) Tek Modlu İtme Yöntemleri. <https://help.idecad.com.tr/ideCAD/tek-modlu-itme-yoentemleri> adresinden 9 Şubat 2024 tarihinde alınmıştır.
- İnşaat Hesabı. (2024, 10 Ocak). Eşdeğer deprem yükü. <https://insaathesabi.com/sozluk/kelime/esdeger-deprem-yuku/> adresinden 2 Şubat 2024 tarihinde alınmıştır.
- Sadat, S, Q. (2020). *Mevcut deprem yönetmeliği (TBDY-2018) ve yürürlükten kaldırılan deprem yönetmeliği (TDY-2007) 'nin yeni betonarme bina tasarımı açısından kıyaslanması* [Yüksek Lisans Tezi]. Uludağ Üniversitesi.
- Subaşı, M, İ. (2021, 11 Temmuz). A2 döşeme süreksizliği nedir? <https://www.sanalsantiye.com/a2-doseme-sureksizligi-nedir/> adresinden 13 Eylül 2023 tarihinde alınmıştır.
- Şimşek, F. (2020). *A3 türü düzensizliğe sahip betonarme bir yapının DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 esaslarına göre incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- TBDY. (2018). Türkiye bina deprem yönetmeliği. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
- Ukçul, E. (2013). *Betonarme bir yapıda farklı zemin sınıflarının deprem davranışına etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Ulucan, Z, F. (2008). *A3 düzensizliğine sahip yapıların doğrusal olmayan kat kesme kuvvetlerinin incelenmesi* [Makale]. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi.
- Üner, E. (2009). *Düşeyde düzensiz betonarme bir binanın deprem etkisi altındaki yapısal performansının belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Yurtseven, B. (2021, 30 Ocak). Yapı düzensizlikleri. <https://opustasarim.com/blog-bilgilendirme/f/yap%C4%B1-d%C3%BCzensizlikleri> adresinden 25 Eylül 2023 tarihinde alınmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Emir DEMİR

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2019, Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM:

- 2019-2020 yılları arasında Kocaeli Şehir Hastanesi'nde saha mühendisi olarak çalıştı.
- 2020 yılında Gölcük Devlet Hastanesi'nde hakediş & metraj mühendisi olarak çalıştı.
- 2020-2023 BRN Yapı Denetim firmasında kontrol mühendisi olarak çalıştı.
- 2023 yılında Yıldız Demir Çelik ofis binası şantiyesinde şantiye şefi olarak çalıştı.
- 2024 yılında kurucusu olduğu Emir Demir Proje & Tasarım firmasında statik proje mühendisi olarak çalışıyor.

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER:

- Özyurt, Z., Demir, E. 2023. Investigation Of Relative Story Shifts In Buildings With Projection Irregularities At Different Ratios. *Turkish Journal of Nature and Science*, Bingöl, Turkey.