

**T. C.  
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**FARKLI ZEMİN SINIFLARINDA TÜRKİYE BİNA  
DEPREM YÖNETMELİĞİ - 2018'E GÖRE  
YAPI TASARIMININ İNCELENMESİ VE KABA YAPI  
MALİYETLERİNİN KIYASLANMASI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Onur ORTAYURT**

**Danışman**

**Doç. Dr. Anıl NİŞ**

**İstanbul – 2023**



## TEZ TANITIM FORMU

**Yazar Adı Soyadı** : Onur ORTAYURT

**Tezin Dili** : Türkçe

**Tezin Adı** : Farklı Zemin Sınıflarında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği  
2018'e Göre Yapı Tasarımının İncelenmesi ve Kaba Yapı  
Maliyetlerinin Kıyaslanması

**Enstitü** : İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

**Anabilim Dalı** : İnşaat Mühendisliği

**Tezin Türü** : Yüksek Lisans

**Tezin Tarihi** : 01.06.2023

**Sayfa Sayısı** : 239

**Tez** : Doç. Dr. Anıl Niş

**Danışmanları**

**Dizin Terimleri** : Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018, Maraş Depremi,  
Zemin Sınıfları

**Türkçe Özet** : Bu araştırmada, aynı konumda inşa edilecek 6 katlı klasik bir konut yapısının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği - 2018'e göre farklı zemin türlerinde oluşan tasarım farklılıkları ve maliyet kıyaslaması ele alınmıştır.

**Dağıtım Listesi** : 1. İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne  
2. YÖK Ulusal Tez Merkezine

*Onur ORTAYURT*

**T. C.  
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**FARKLI ZEMİN SINIFLARINDA TÜRKİYE BİNA  
DEPREM YÖNETMELİĞİ - 2018'E GÖRE  
YAPI TASARIMININ İNCELENMESİ VE KABA YAPI  
MALİYETLERİNİN KIYASLANMASI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Onur ORTAYURT**

**Danışman**

**Doç. Dr. Anıl NİŞ**

**İstanbul – 2023**



## BEYAN

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğu, kullanılan verilerde herhangi tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez olarak sunulmadığını beyan ederim.

Onur ORTAYURT

... / ... / 2023



**İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Onur ORTAYURT'un "Farklı Zemin Sınıflarında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018'e Göre Yapı Tasarımının İncelenmesi ve Kaba Yapı Maliyetlerinin Kıyaslanması" adlı tez çalışması, jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği anabilim dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

*Doç. Dr. Anıl NİŞ*

(Danışman)

Üye

*Dr. Öğr. Üyesi Ahmad*

*Reshad NOORI*

Üye

*Dr. Öğr. Üyesi Furkan*

*ŞAHİN*

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

... / ... / 2023

*Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ*

Enstitü Müdürü

## ÖZET

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018'e göre yapı tasarımları, önceki yönetmeliklere göre (1975, 1997, 2007) köklü değişiklikler göstermektedir. Özellikle tasarım ivmelerinin zemin sınıflarına göre değişkenlik göstermesi yapı tasarımlarını ve buna bağlı olarak kaba yapı maliyetlerini doğrudan etkilemektedir. 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş, Pazarcık ve Elbistan'da meydana gelen depremler sonucu bölgede birçok yapıda göçme meydana gelmiş, birçok yapıda ise ağır, orta ve hafif olmak üzere hasarlar oluşmuştur. Bu durum yapıların depreme dayanıklı olarak tasarlanmasının önemini bir kez daha göstermiştir.

Mühendisliğin temel felsefesi olan yapının güvenli ve ekonomik olması zemin sınıfına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Ülkemizdeki son yıllarda artan maliyetler göz önüne alındığında barınma ihtiyacımız olan konut yapılarının hem depreme dayanıklı olması hem de ekonomik olması büyük öneme sahiptir. Yapıların sağlam zeminler üzerinde inşa edilmesi daha ekonomik, zayıf zeminler üzerinde inşa edilmesi ise daha maliyetli sonuçlar ortaya koyduğu bu araştırma sonucunda gösterilmiştir.

Bu çalışmada aynı konum üzerinde bulunan 1 bodrum kat, zemin kat ve 4 normal kattan oluşan konut yapısının ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarında tasarımları sonucu oluşan kaba yapı maliyetlerinin değişimleri incelenmiştir. ZA zemin sınıfı ile ZB zemin sınıfı arasındaki taban kesme kuvveti, kat momentleri ve spektrum ivme değerinde belirgin bir artış gözlemlenmezken ZB zemin sınıfından ZE zemin sınıfına gidildikçe artış oranında belirgin bir fark olduğu görülmektedir. Bu durum kaba yapı maliyetine de doğru oranda yansımıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018, deprem, zemin sınıfları

## SUMMARY

According to the Turkish Building Earthquake Regulation-2018, building designs show radical changes compared to previous regulations (1975, 1997, 2007). In particular, the variability of design accelerations according to soil classes directly affects building designs and accordingly, rough construction costs. On February 6, 2023, earthquakes struck in Kahramanmaraş, Pazarcık and Elbistan, causing many buildings in the region to collapse and many others to sustain heavy, medium and light damage. This situation has once again demonstrated the importance of earthquake resistant design of buildings.

The basic philosophy of engineering, that the structure should be safe and economical, varies depending on the soil class. Considering the increasing costs in our country in recent years, it is of very importance that the housing structures we need for shelter are both earthquake resistant and economical. As a result of this research, it has been shown that it is more economical to construct buildings on strong soils and more costly to construct them on weak soils.

In this study, the changes in rough construction costs of a residential building consisting of 1 basement floor, ground floor and 4 normal floors on the same location were examined as a result of design of the building in ZA, ZB, ZC, ZD and ZE soil classes. While there is no significant increase in the base shear force, stores moments and spectrum acceleration value between ZA soil class and ZB soil class, there is a significant difference in the rate of increase from ZB soil class to ZE soil class. This is directly reflected in the cost of rough construction.

**Keywords:** Turkey Building Earthquake Regulation-2018, earthquake, soil classes

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
KISALTMALAR.....	vi
TABLolar LİSTESİ .....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	ix
ÖNSÖZ.....	xvi
GİRİŞ .....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM

1.1. Araştırmanın Önemi.....	2
1.2. Araştırmanın Amacı.....	2
1.3. Tezin Ana Hattı .....	2

### İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI VE GEÇMİŞİ.....	3
------------------------------------	---

### ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

GENEL TASARIM ESASLARI.....	7
-----------------------------	---

3.1. Taşıyıcı Sistem .....	7
3.1.1. Temel Sistemi .....	11
3.1.2. Kiriş ve Döşemeler .....	11
3.1.3. Perdeler ve Kolonlar.....	12
3.2. Malzeme .....	13
3.2.1. Beton.....	13
3.2.2. Donatı .....	13
3.3. Zemin Parametreleri .....	13
3.4. Yapısal Yük Analizi .....	15
3.4.1. Sabit Yükler.....	15
3.4.2. Duvar Yükleri.....	15
3.4.3. Hareketli Yükler .....	16
3.4.4. Zemin Yanal Yükleri.....	16
3.5. Deprem Parametreleri.....	18
3.5.1. Deprem Yatay Elastik Tasarım Spektrumu .....	18
3.5.2. Düşey Deprem Etkisi.....	22
3.5.3. Deprem Etkisinin Tanımlanması.....	23
3.5.4. Hesaplarda Kullanılan Yükleme Kombinasyonları.....	23
3.6. Deprem Etkisi Altında Bina Tasarımı .....	25

3.6.1. Taşıyıcı Sistem Modellemesi.....	25
3.6.2. Bina Kullanım Sınıfı (BKS) ve Bina Önem Katsayısı (I) .....	27
3.6.3. Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) .....	29
3.6.4. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R) ve Dayanım Fazlalığı Katsayısının (D) Belirlenmesi .....	29
3.6.5. Hareketli Yük Azaltma Katsayısı .....	31
3.6.6. Bina Performans Hedefi .....	31
3.7. Bina Analiz Modelinin Oluşturulması.....	32
3.8. Bina Hesap Yükleri .....	35
3.9. Bina Tasarımı İçin Yapılan Kabuller Özeti .....	45

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

<b>BULGULAR VE TARTIŞMALAR .....</b>	<b>46</b>
4.1. Yapı Periyotları.....	46
4.2. Yapı Kat Kesme Kuvvetleri ve Kat Momentleri .....	50
4.3. Temellerin İncelenmesi .....	54
4.3.1. Temellerin Boyut Tayini .....	54
4.3.2. Temellerin Donatı Değişimleri.....	64
4.4. Bodrum (Toprak) Perdelerinin İncelenmesi .....	67
4.4.1. Bodrum (Toprak) Perdelerinin Boyut Tayini .....	67
4.4.2. Bodrum (Toprak) Perdelerinin Donatı Değişimleri.....	68
4.5. Döşemelerin İncelenmesi .....	70
4.5.1. Döşemelerin Boyut Tayini.....	70
4.5.2. Döşeme Donatı Değişimleri .....	79
4.6. Kirişlerin İncelenmesi.....	79
4.6.1. Kiriş Boyutlarının Tayini.....	79
4.6.2. Kirişlerin Donatı Değişimleri .....	81
4.7. Kolonların İncelenmesi.....	122
4.7.1. Kolon Boyutlarının Tayini.....	122
4.7.2. Kolonların Donatı Değişimleri .....	151
4.8. Deprem Perdelerinin (Çekirdek Perdelerin) İncelenmesi.....	182
4.8.1. Deprem (Çekirdek) Perdelerin Boyut ve Donatılarının Belirlenmesinin Kuralları.....	182
4.8.2. Deprem Perdelerinin (Çekirdek Perdelerin) Moment Grafikleri.....	189
4.8.3. Deprem Perdelerinin (Çekirdek Perdelerin) Moment Artışları – Boyuna Donatı Artış Oranları.....	194
4.8.4. Deprem Perdelerinin (Çekirdek Perdelerin) Kesme Kuvveti Grafikleri .	197
4.8.5. Deprem Perdelerinin (Çekirdek Perdelerin) Kesme Kuvveti Artışları – Yatay (Tevzi) Donatı Artış Oranları .....	205

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### DEĞERLENDİRMELER.....209

- 5.1. Yapı Beton Miktarlarının Değişimleri..... 209  
5.2. Yapı Donatı Miktarlarının Değişimleri ..... 213  
5.3. Zemin Sınıflarına Göre Yatay Elastik Tasarım Spektral İvme Değişimleri... 218

## ALTINCI BÖLÜM

### SONUÇLAR .....219

### KAYNAKÇA .....222

### EKLER.....225

### ÖZGEÇMİŞ.....238



## KISALTMALAR

<b>Ac</b>	:	Kolon Brüt Enkesit Alanı
<b>Ac<sub>p</sub></b>	:	Çekirdek Perde Brüt Enkesit Alanı
<b>BKS</b>	:	Bina Kullanım Sınıfı
<b>BYS</b>	:	Bina Yükseklik Sınıfı
<b>DTS</b>	:	Deprem Tasarım Sınıfı
<b>D</b>	:	Dayanım Fazlalığı Katsayısı
<b>DD2</b>	:	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
<b>E</b>	:	Deprem Etkisi
<b>G</b>	:	Sabit Yük Etkisi
<b>g</b>	:	Yerçekimi ivmesi [ $m/s^2$ ]
<b>H</b>	:	Yatay zemin itkisi etkisi
<b>H<sub>b</sub></b>	:	Bodrum perdesinin toplam yüksekliği [m]
<b>K<sub>v</sub></b>	:	Zeminin Düşey Yataklanma Katsayısı [ $kN/m^3$ ]
<b>n</b>	:	Hareketli yük katılım katsayısı
<b>R</b>	:	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
<b>S<sub>DS</sub></b>	:	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
<b>T</b>	:	Doğal titreşim periyodu [s]
<b>T<sub>A</sub>, T<sub>B</sub></b>	:	Spektrum karakteristik periyotları [s]
<b>TBDY-2018</b>	:	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018
<b>TS 500</b>	:	Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları
<b>V<sub>d</sub></b>	:	Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti
<b>ZA, ZB, ZC, ZD, ZE</b>	:	Yerel Zemin Sınıfları
<b>Q</b>	:	Hareketli Yük Etkisi
<b>Δ<sub>p</sub></b>	:	Depremden meydana gelen ek zemin basıncı [ $kN/m^2$ ]
<b>γ<sub>c</sub></b>	:	Betonarme elemanın zati ağırlığı [ $kN/m^3$ ]
<b>γ<sub>s</sub></b>	:	Tabii zemin doğal birim hacim ağırlığı [ $kN/m^3$ ]



## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Bina Genel Bilgileri.....	10
<b>Tablo 2.</b> Temel Kalınlıkları.....	11
<b>Tablo 3.</b> Kiriş ve Döşeme Boyutları .....	11
<b>Tablo 4.</b> Çekirdek Perde Kalınlıkları .....	12
<b>Tablo 5.</b> Kolon Boyutları .....	12
<b>Tablo 6.</b> Beton Sınıfı Özellikleri (TS-500).....	13
<b>Tablo 7.</b> Donatı Sınıfı Özellikleri (TS-500) .....	13
<b>Tablo 8.</b> Yerel Zemin Sınıfları (TBDY-2018).....	14
<b>Tablo 9.</b> Zemin Sınıflarına Göre Kabul Edilen Düşey Yataklanma Katsayıları.....	14
<b>Tablo 10.</b> Bodrum Perdelerine Etkiyen Zemin Basınçları (TBDY-2018).....	17
<b>Tablo 11.</b> DD2 Deprem Düzeyleri İçin Spektral İvme Değerleri (TBDY-2018).....	19
<b>Tablo 12.</b> Kısa Periyot Bölgesi İçin Yerel Zemin Etki Katsayıları (TBDY-2018).....	19
<b>Tablo 13.</b> 1.0 Saniye Periyot İçin Yerel Zemin Etki Katsayıları (TBDY-2018).....	20
<b>Tablo 14.</b> DD2 Deprem Düzeyleri İçin Tasarım Spektral İvme Katsayıları (TBDY-2018).....	21
<b>Tablo 15.</b> Düşey Deprem Etki Katsayısı (TBDY-2018) .....	22
<b>Tablo 16.</b> Yük Kombinasyonları.....	24
<b>Tablo 17.</b> Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları (TBDY-2018).....	27
<b>Tablo 18.</b> Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları (TBDY-2018) .....	28
<b>Tablo 19.</b> Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) (TBDY-2018).....	29
<b>Tablo 20.</b> Betonarme Bina Taşıyıcı Sistemleri İçin R ve D Katsayısı (TBDY-2018) .....	30
<b>Tablo 21.</b> Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (TBDY-2018) .....	31
<b>Tablo 22.</b> Yeni Yapılacak Yerde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar (Yüksek Binalar Dışında - $BYS \geq 2$ ) (TBDY-2018).....	31
<b>Tablo 23.</b> ZA-Yapı Periyodu ve Kütle Katılım Oranı .....	48
<b>Tablo 24.</b> ZB-Yapı Periyodu ve Kütle Katılım Oranı.....	49
<b>Tablo 25.</b> ZC-Yapı Periyodu ve Kütle Katılım Oranı.....	49
<b>Tablo 26.</b> ZD-Yapı Periyodu ve Kütle Katılım Oranı .....	49
<b>Tablo 27.</b> ZE-Yapı Periyodu ve Kütle Katılım Oranı .....	49
<b>Tablo 28.</b> X Yönü Kat Kesme Kuvvetleri.....	50
<b>Tablo 29.</b> Y Yönü Kat Kesme Kuvvetleri.....	51
<b>Tablo 30.</b> X Yönü Kat Momentler.....	52
<b>Tablo 31.</b> Y Yönü Kat Momentler.....	53
<b>Tablo 32.</b> Sehim Sınırları (TS-500).....	74
<b>Tablo 33.</b> Sadece Düşey Yükler Etkisi Altında Kolon Eksenel Yük Kontrolü.....	132
<b>Tablo 34.</b> ZA Zemin Sınıfında Depremlili Yükleri Etkisi Altında Kolon Eksenel Yük Kontrolü .....	135
<b>Tablo 35.</b> ZB Zemin Sınıfında Depremlili Yükleri Etkisi Altında Kolon Eksenel Yük Kontrolü .....	138

<b>Tablo 36.</b> ZC Zemin Sınıfında Depremlı Y¼kleri Etkisi Altında Kolon Eksenel Y¼k Kontrol¼	141
<b>Tablo 37.</b> ZD Zemin Sınıfında Depremlı Y¼kleri Etkisi Altında Kolon Eksenel Y¼k Kontrol¼	144
<b>Tablo 38.</b> ZE Zemin Sınıfında Depremlı Y¼kleri Etkisi Altında Kolon Eksenel Y¼k Kontrol¼	147



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Bodrum Kat Planı (+0.30 Kotu) .....	7
Şekil 2. Zemin Kat, 1.Kat, 2.Kat, 3.Kat ve 4.Kat Planı .....	8
Şekil 3. 5.Kat Planı (+16.30 Kotu) .....	9
Şekil 4. A-A Sistem Kesiti.....	10
Şekil 5. Daire Duvar Plan Görünümü .....	15
Şekil 6. Cephe Kirişlerine Etkiyen Duvar Yükleri Hesabı (kN/m).....	16
Şekil 7. Döşemeye Etkiyen Duvar Yükleri Hesabı (kN/m <sup>2</sup> ) .....	16
Şekil 8. Bina İçin Seçilen Konum ( <a href="https://tdth.afad.gov.tr/">https://tdth.afad.gov.tr/</a> ).....	18
Şekil 9. Tipik Yatay Deprem Spektrumu (TBDY-2018).....	21
Şekil 10. DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyi Yatay Elastik Tasarım Spektrumları (TBDY-2018).....	22
Şekil 11. Performans Bölgeleri (TBDY-2018) .....	32
Şekil 12. 3D Bina Analiz Modeli (Örnek-1) .....	33
Şekil 13. Bodrum Kat Plan Görünümü (Örnek-2).....	33
Şekil 14. Zemin Kat, 1.Kat, 2.Kat, 3.Kat ve 4.Kat Plan Görünümü(Örnek-3).....	34
Şekil 15. 5.Kat Plan Görünümü (Örnek-4).....	34
Şekil 16. Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Kaplama Yükü (kN/m <sup>2</sup> ).....	35
Şekil 17. Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Duvar Yükü (kN/m <sup>2</sup> ) .....	36
Şekil 18. Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Hareketli Yük (kN/m <sup>2</sup> ) .....	36
Şekil 19. Standart Katlar (+3.50 ~ +13.10 Kotları) Kaplama Yükü (kN/m <sup>2</sup> ).....	37
Şekil 20. Standart Katlar (+3.50 ~ +13.10 Kotları) Duvar Yükü (kN/m <sup>2</sup> ).....	37
Şekil 21. Standart Katlar (+3.50 ~ +13.10 Kotları) Cephe Yükü (kN/m) .....	38
Şekil 22. Standart Katlar (+3.50 ~ +13.10 Kotları) Hareketli Yük (kN/m <sup>2</sup> ) .....	38
Şekil 23. Çatı Katı (+16.3Kotu) Kaplama Yükü (kN/m <sup>2</sup> ).....	39
Şekil 24. Çatı Katı (+16.3Kotu) Parapet Yükü (kN/m).....	39
Şekil 25. Çatı Katı (+16.3Kotu) Hareketli Yük (kN/m <sup>2</sup> ).....	40
Şekil 26. ZA~ZE Zemin Sınıflarında Statik Toprak Basıncı (kN/m <sup>2</sup> ) .....	41
Şekil 27. ZA Zemin Sınıfında Dinamik Toprak Basıncı (kN/m <sup>2</sup> ) .....	42
Şekil 28. ZB Zemin Sınıfında Dinamik Toprak Basıncı (kN/m <sup>2</sup> ).....	42
Şekil 29. ZC Zemin Sınıfında Dinamik Toprak Basıncı (kN/m <sup>2</sup> ).....	43
Şekil 30. ZD Zemin Sınıfında Dinamik Toprak Basıncı (kN/m <sup>2</sup> ) .....	43
Şekil 31. ZE Zemin Sınıfında Dinamik Toprak Basıncı (kN/m <sup>2</sup> ).....	44
Şekil 32. 1.Doğal Titreşim Periyodu (sn.) (Örnek-1) .....	46
Şekil 33. 2.Doğal Titreşim Periyodu (sn.) (Örnek-2) .....	47
Şekil 34. 3.Doğal Titreşim Periyodu (sn.) (Örnek-3) .....	48
Şekil 35. X Yönü Kat Kesme Kuvvetleri .....	50
Şekil 36. Y Yönü Kat Kesme Kuvvetleri .....	51
Şekil 37. X Yönü Kat Momentleri.....	52

Şekil 38. Y Yönü Kat Momentleri.....	53
Şekil 39. ZA Zeminde T=70 cm Temel Zımbalama Oranları.....	55
Şekil 40. ZB Zeminde T=70 cm Temel Zımbalama Oranları .....	56
Şekil 41. ZB Zeminde T=75cm Temel Zımbalama Oranları .....	57
Şekil 42. ZC Zeminde T=70 cm Temel Zımbalama Oranları .....	58
Şekil 43. ZC Zeminde T=80 cm Temel Zımbalama Oranları .....	59
Şekil 44. ZD Zeminde T=70 cm Temel Zımbalama Oranları.....	60
Şekil 45. ZD Zeminde T=85 cm Temel Zımbalama Oranları.....	61
Şekil 46. ZE Zeminde T=70 cm Temel Zımbalama Oranları .....	62
Şekil 47. ZE Zeminde T=90 cm Temel Zımbalama Oranları .....	63
Şekil 48. X Yönü Üst Donatıdaki Artış Oranı.....	64
Şekil 49. Y Yönü Üst Donatıdaki Artış Oranı.....	64
Şekil 50. X Yönü Alt Donatıdaki Artış Oranı .....	65
Şekil 51. Y Yönü Alt Donatıdaki Artış Oranı .....	65
Şekil 52. Temel Donatısındaki Artış Oranı.....	66
Şekil 53. Bodrum Perdelerinin Moment – Boyuna Donatı Artış Miktarı .....	68
Şekil 54. Bodrum Perdelerinin Kesme Kuvveti – Yatay (Tevzi) Donatı Artış Miktarı.....	69
Şekil 55. Betonun Sünme ve Büzülme Katsayıları İçin Bağlı Nem ve Çimento Tanımı.....	71
Şekil 56. NLCASE1 Yükleme Durumu .....	71
Şekil 57. NLCASE2 Yükleme Durumu .....	72
Şekil 58. NLCASE3 Yükleme Durumu .....	72
Şekil 59. NLCASE4 Yükleme Durumu .....	73
Şekil 60. TNLD Kombinasyon Tanımı .....	73
Şekil 61. Standart Katlar (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Döşeme Kalınlıkları-1 .....	75
Şekil 62. Standart Katlar (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Oluşan Uzun Süreli Sehimler-1 .....	75
Şekil 63. Standart Katlar (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Döşeme Kalınlıkları-2 .....	76
Şekil 64. Standart Katlar (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Oluşan Uzun Süreli Sehimler-2.....	76
Şekil 65. Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Döşeme Kalınlıkları .....	77
Şekil 66. Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Oluşan Uzun Süreli Sehimler-2 .....	77
Şekil 67. Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Kiriş Ebatları .....	79
Şekil 68. Standart Katlar (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Kiriş Ebatları.....	80
Şekil 69. Kiriş Eleman İndis Numaraları .....	81
Şekil 70. ZA Zeminde Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Kiriş Donatıları.....	82
Şekil 71. ZA Zeminde Standart Katların (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Kiriş Donatıları .....	82
Şekil 72. ZB Zeminde Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Kiriş Donatıları .....	83
Şekil 73. ZB Zeminde Standart Katların (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Kiriş Donatıları.....	83
Şekil 74. ZC Zeminde Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Kiriş Donatıları .....	84
Şekil 75. ZC Zeminde Standart Katların (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Kiriş Donatıları.....	84
Şekil 76. ZD Zeminde Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Kiriş Donatıları.....	85
Şekil 77. ZD Zeminde Standart Katların (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Kiriş Donatıları .....	85
Şekil 78. ZE Zeminde Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Kiriş Donatıları .....	86
Şekil 79. ZE Zeminde Standart Katların (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Kiriş Donatıları.....	86

<b>Şekil 80.</b> B1 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 81.</b> B1 Kirişi Açıklık Donatıları.....	87
<b>Şekil 82.</b> B2 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 83.</b> B2 Kirişi Açıklık Donatıları.....	88
<b>Şekil 84.</b> B3 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 85.</b> B3 Kirişi Açıklık Donatıları.....	89
<b>Şekil 86.</b> B4 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 87.</b> B4 Kirişi Açıklık Donatıları.....	90
<b>Şekil 88.</b> B5 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 89.</b> B5 Kirişi Açıklık Donatıları.....	91
<b>Şekil 90.</b> B6 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 91.</b> B6 Kirişi Açıklık Donatıları.....	92
<b>Şekil 92.</b> B7 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 93.</b> B7 Kirişi Açıklık Donatıları.....	93
<b>Şekil 94.</b> B8 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 95.</b> B8 Kirişi Açıklık Donatıları.....	94
<b>Şekil 96.</b> B9 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 97.</b> B9 Kirişi Açıklık Donatıları.....	95
<b>Şekil 98.</b> B10 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 99.</b> B10 Kirişi Açıklık Donatıları .....	96
<b>Şekil 100.</b> B11 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 101.</b> B11 Kirişi Açıklık Donatıları .....	97
<b>Şekil 102.</b> B12 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 103.</b> B12 Kirişi Açıklık Donatıları .....	98
<b>Şekil 104.</b> B13 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 105.</b> B13 Kirişi Açıklık Donatıları .....	99
<b>Şekil 106.</b> B14 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 107.</b> B14 Kirişi Açıklık Donatıları .....	100
<b>Şekil 108.</b> B15 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 109.</b> B15 Kirişi Açıklık Donatıları .....	101
<b>Şekil 110.</b> B16 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 111.</b> B16 Kirişi Açıklık Donatıları .....	102
<b>Şekil 112.</b> B17 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 113.</b> B17 Kirişi Açıklık Donatıları .....	103
<b>Şekil 114.</b> B18 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 115.</b> B18 Kirişi Açıklık Donatıları .....	104
<b>Şekil 116.</b> B19 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 117.</b> B19 Kirişi Açıklık Donatıları .....	105
<b>Şekil 118.</b> B20 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 119.</b> B20 Kirişi Açıklık Donatıları .....	106
<b>Şekil 120.</b> B21 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 121.</b> B21 Kirişi Açıklık Donatıları .....	107
<b>Şekil 122.</b> B22 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 123.</b> B22 Kirişi Açıklık Donatıları .....	108
<b>Şekil 124.</b> B23 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 125.</b> B23 Kirişi Açıklık Donatıları .....	109
<b>Şekil 126.</b> B24 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 127.</b> B24 Kirişi Açıklık Donatıları .....	110
<b>Şekil 128.</b> B25 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 129.</b> B25 Kirişi Açıklık Donatıları .....	111
<b>Şekil 130.</b> B26 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 131.</b> B26 Kirişi Açıklık Donatıları .....	112
<b>Şekil 132.</b> B27 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 133.</b> B27 Kirişi Açıklık Donatıları .....	113
<b>Şekil 134.</b> B28 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 135.</b> B28 Kirişi Açıklık Donatıları .....	114
<b>Şekil 136.</b> B29 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 137.</b> B29 Kirişi Açıklık Donatıları .....	115
<b>Şekil 138.</b> B30 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 139.</b> B30 Kirişi Açıklık Donatıları .....	116
<b>Şekil 140.</b> B31 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 141.</b> B31 Kirişi Açıklık Donatıları .....	117
<b>Şekil 142.</b> B32 Kirişi Mesnet Donatıları	<b>Şekil 143.</b> B32 Kirişi Açıklık Donatıları .....	118
<b>Şekil 144.</b> 30x60 cm Kirişlerin Mesnet Donatısındaki Artış Miktarı .....		119
<b>Şekil 145.</b> 30x60 cm Kirişlerin Açıklık Donatısındaki Artış Miktarı .....		119
<b>Şekil 146.</b> 40x60 cm Kirişlerin Mesnet Donatısındaki Artış Miktarı .....		120
<b>Şekil 147.</b> 40x60 cm Kirişlerin Açıklık Donatısındaki Artış Miktarı .....		120
<b>Şekil 148.</b> Kirişlerin Donatısındaki Artış Miktarı .....		121
<b>Şekil 149.</b> Kolon Eleman İndis Numaraları.....		122
<b>Şekil 150.</b> 1-D Aksı C9 Kolonuna Bağlı Kirişlerin Zemin Sınıflarına Göre Donatıları (cm <sup>2</sup> ) .....		123
<b>Şekil 151.</b> 80 cm Kolon Boyunun Kuşatılmış Kolon Tahkiki.....		123
<b>Şekil 152.</b> 60 cm Kolon Boyunun Kuşatılmış Kolon Tahkiki.....		124

<b>Şekil 153.</b> 2-E Aksı C5 Kolonuna Bağlı Kirişlerin Zemin Sınıflarına Göre Donatıları (cm <sup>2</sup> ) .....	125
<b>Şekil 154.</b> 40 cm Kolon Boyunun Kuşatılmış Kolon Tahkiki.....	126
<b>Şekil 155.</b> 30 cm Kolon Boyunun Kuşatılmış Kolon Tahkiki.....	126
<b>Şekil 156.</b> C6 Kolonu ZA Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yüklér Etkisinde Kolon Eksenel Kuvveti (kN) .....	127
<b>Şekil 157.</b> C6 Kolonu ZB Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yüklér Etkisinde Kolon Eksenel Kuvveti (kN) .....	128
<b>Şekil 158.</b> C6 Kolonu ZC Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yüklér Etkisinde Kolon Eksenel Kuvveti (kN) .....	128
<b>Şekil 159.</b> C6 Kolonu ZD Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yüklér Etkisinde Kolon Eksenel Kuvveti (kN) .....	129
<b>Şekil 160.</b> C6 Kolonu ZE Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yüklér Etkisinde Kolon Eksenel Kuvveti (kN) .....	129
<b>Şekil 161.</b> C6 Kolonunun 40x80 cm Boyutunda Olması Durumu.....	130
<b>Şekil 162.</b> C6 Kolonunun 40x100 cm Boyutunda Olması Durumu.....	131
<b>Şekil 163.</b> Seçilen Kolon Boyutlarının Plan Görünümü .....	150
<b>Şekil 164.</b> ZA Zeminde A Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%) .....	151
<b>Şekil 165.</b> ZA Zeminde B Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	152
<b>Şekil 166.</b> ZA Zeminde D Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%) .....	152
<b>Şekil 167.</b> ZA Zeminde E Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	153
<b>Şekil 168.</b> ZA Zeminde F Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	153
<b>Şekil 169.</b> ZB Zeminde A Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	154
<b>Şekil 170.</b> ZB Zeminde B Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	154
<b>Şekil 171.</b> ZB Zeminde D Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	155
<b>Şekil 172.</b> ZB Zeminde E Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	155
<b>Şekil 173.</b> ZB Zeminde F Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%) .....	156
<b>Şekil 174.</b> ZC Zeminde A Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	156
<b>Şekil 175.</b> ZC Zeminde B Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	157
<b>Şekil 176.</b> ZC Zeminde D Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	157
<b>Şekil 177.</b> ZC Zeminde E Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	158
<b>Şekil 178.</b> ZC Zeminde F Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%) .....	158
<b>Şekil 179.</b> ZD Zeminde A Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%) .....	159
<b>Şekil 180.</b> ZD Zeminde B Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	159
<b>Şekil 181.</b> ZD Zeminde D Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%) .....	160
<b>Şekil 182.</b> ZD Zeminde E Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	160
<b>Şekil 183.</b> ZD Zeminde F Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%) .....	161
<b>Şekil 184.</b> ZE Zeminde A Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	161
<b>Şekil 185.</b> ZE Zeminde B Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%) .....	162
<b>Şekil 186.</b> ZE Zeminde D Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	162
<b>Şekil 187.</b> ZE Zeminde E Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%) .....	163
<b>Şekil 188.</b> ZE Zeminde F Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%).....	163

Şekil 189. C1 Kolon Boyuna Donatıları .....	164
Şekil 190. C2 Kolon Boyuna Donatıları .....	165
Şekil 191. C3 Kolon Boyuna Donatıları .....	166
Şekil 192. C4 Kolon Boyuna Donatıları .....	167
Şekil 193. C5 Kolon Boyuna Donatıları .....	168
Şekil 194. C6 Kolon Boyuna Donatıları .....	169
Şekil 195. C7 Kolon Boyuna Donatıları .....	170
Şekil 196. C8 Kolon Boyuna Donatıları .....	171
Şekil 197. C9 Kolon Boyuna Donatıları .....	172
Şekil 198. C10 Kolon Boyuna Donatıları .....	173
Şekil 199. C11 Kolon Boyuna Donatıları .....	174
Şekil 200. C12 Kolon Boyuna Donatıları .....	175
Şekil 201. C13 Kolon Boyuna Donatıları .....	176
Şekil 202. C14 Kolon Boyuna Donatıları .....	177
Şekil 203. C15 Kolon Boyuna Donatıları .....	178
Şekil 204. C16 Kolon Boyuna Donatıları .....	179
Şekil 205. 40x80 cm Kolonların Donatısındaki Artış Miktarı.....	180
Şekil 206. 40x100 cm Kolonların Donatısındaki Artış Miktarı .....	180
Şekil 207. Kolonların Donatısındaki Artış Miktarı .....	181
Şekil 208. P495-1 Perdesi Plan Görünümü .....	183
Şekil 209. P495-1 Perdesi ZA Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yüklér Etkisinde Kolon Eksenel Kuvveti (kN) .....	184
Şekil 210. P495-1 Perdesi ZB Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yüklér Etkisinde Kolon Eksenel Kuvveti (kN) .....	184
Şekil 211. P495-1 Perdesi ZC Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yüklér Etkisinde Kolon Eksenel Kuvveti (kN) .....	185
Şekil 212. P495-1 Perdesi ZD Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yüklér Etkisinde Kolon Eksenel Kuvveti (kN) .....	185
Şekil 213. P495-1 Perdesi ZE Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yüklér Etkisinde Kolon Eksenel Kuvveti (kN) .....	186
Şekil 214. P495-1 Perdesinin 30 cm Kalınlığında Olması Durumu .....	187
Şekil 215. P495-1 Perdesinin Kesme Kuvvetleri.....	188
Şekil 216. Boyuna Donatı İçin Perde Pier İsimleri .....	189
Şekil 217. PA Perdesi M2-2 Moment Diyagramları .....	190
Şekil 218. PB Perdesi M2-2 Moment Diyagramları .....	191
Şekil 219. PA Perdesi M3-3 Moment Diyagramları .....	192
Şekil 220. PB Perdesi M3-3 Moment Diyagramları .....	193
Şekil 221. PA Perdesi M2-2 Moment Artış Oranı.....	194
Şekil 222. PB Perdesi M2-2 Moment Artış Oranı .....	194
Şekil 223. PA Perdesi M3-3 Moment Artış Oranı.....	195
Şekil 224. PB Perdesi M3-3 Moment Artış Oranı .....	195
Şekil 225. Perdelerin Moment – Boyuna Donatı Artış Miktarı.....	196

Şekil 226. Yatay Donatı İçin Perde Pier İsimleri .....	197
Şekil 227. P200-1 Perdesi Kesme Kuvveti Diyagramları.....	198
Şekil 228. P315-1 Perdesi Kesme Kuvveti Diyagramları.....	199
Şekil 229. P315-2 Perdesi Kesme Kuvveti Diyagramları.....	200
Şekil 230. P495-1 Perdesi Kesme Kuvveti Diyagramları.....	201
Şekil 231. P495-2 Perdesi Kesme Kuvveti Diyagramları.....	202
Şekil 232. P710-1 Perdesi Kesme Kuvveti Diyagramları.....	203
Şekil 233. P710-2 Perdesi Kesme Kuvveti Diyagramları.....	204
Şekil 234. P200-1 Perdesi Kesme Kuvveti Artış Oranı .....	205
Şekil 235. P315-1 Perdesi Kesme Kuvveti Artış Oranı .....	205
Şekil 236. P315-2 Perdesi Kesme Kuvveti Artış Oranı .....	206
Şekil 237. P495-1 Perdesi Kesme Kuvveti Artış Oranı .....	206
Şekil 238. P495-2 Perdesi Kesme Kuvveti Artış Oranı .....	207
Şekil 239. P710-1 Perdesi Kesme Kuvveti Artış Oranı .....	207
Şekil 240. P710-2 Perdesi Kesme Kuvveti Artış Oranı .....	207
Şekil 241. Perdelerin Kesme Kuvveti – Yatay (Tevzi) Donatı Artış Miktarı.....	208
Şekil 242. Bina Temellerinin Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi .....	209
Şekil 243. Bina Döşemelerinin Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi .....	209
Şekil 244. Bina Kirişlerinin Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi .....	210
Şekil 245. Bina Kolonlarının Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi .....	210
Şekil 246. Bina Toprak Perdelerinin Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi .....	211
Şekil 247. Bina Deprem Perdelerinin (Çekirdek Perdeler) Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi.....	211
Şekil 248. Bina Genel Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi .....	212
Şekil 249. Bina Genel Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Artış Oranı (%) .....	212
Şekil 250. Bina Temellerinin Toplam Donatı Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi .....	213
Şekil 251. Bina Döşemelerinin Toplam Donatı Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi .....	214
Şekil 252. Bina Kirişlerinin Toplam Donatı Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi .....	214
Şekil 253. Bina Kolonlarının Donatı Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi .....	215
Şekil 254. Bina Toprak Perdelerinin Toplam Doantı Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi .....	215



<b>Şekil 255.</b> Bina Deprem Perdelerinin (Çekirdek Perdeler) Toplam Donatı Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi .....	216
<b>Şekil 256.</b> Bina Genel Toplam Donatı Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi.....	216
<b>Şekil 257.</b> Bina Genel Toplam Donatı Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Artış Oranı (%) .....	217
<b>Şekil 258.</b> Yatay Elastik Tasarım Spektral İvme Grafiği .....	218



## ÖNSÖZ

Tez çalışmalarım süresince bana her türlü imkânı sağlayan İstanbul Gelişim Üniversitesi hocalarına teşekkürlerimi sunarım. Özellikle çalışmalarım boyunca ve tezimin her aşamasında benden desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Anıl NİŞ'e çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca bana sonsuz destek veren aile fertlerim; Bayram ORTAYURT, Fatma ORTAYURT, Aycan ORTAYURT, Aysun ORTAYURT, Ayla ORTAYURT ve Sıla ORTAYURT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Hayatımın geri kalanını adadığım bana her türlü desteği veren ve her zaman yanımda olan çok değerli eşim Pınar ORTAYURT'a teşekkürü bir borç bilirim.

## GİRİŞ

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e göre yapı tasarımları, önceki yönetmeliklere göre (1975, 1997, 2007) değişkenlik göstermektedir. Özellikle tasarım spektrumlarının zemin sınıflarına göre değişkenlik göstermesi yapı tasarımlarını ve buna bağlı olarak kaba yapı maliyetlerini doğrudan etkilemektedir.

Bu araştırmada aynı konum üzerinde bulunan 1 bodrum kat, zemin kat ve 4 normal kattan oluşan konut yapısının ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarında statik tasarımlarındaki değişiklikler ve kaba yapı maliyetleri incelenmiştir. Yapı oturum plan ebadı X yönünde 29.6m, Y yönünde 22.6m'dir. Kat yükseklikleri 3.2m'dir. Yapı sistemi kirişli plak, "A15-Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar" olarak seçilmiştir. Yapı temeli radye plak olarak seçilmiştir.

Bilgisayar analizleri, Computers and Structures, Inc. tarafından geliştirilen "ETABS" yapısal analiz programı ile yapılmıştır. Döşeme analizleri ise aynı firma tarafından geliştirilmiş "SAFE" programı ile yapılmıştır.

# BİRİNCİ BÖLÜM

## 1.1. Araştırmanın Önemi

Günümüz şartlarında sürekli artan yapı maliyetleri ve 2018 yılında köklü değişikliğe gidilen deprem yönetmeliği ile yapıların statik tasarımları ve yapı maliyetleri önemli hale gelmiştir.

## 1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı hem **TBDY-2018** 'e göre yapı tasarımının nasıl yapılması gerektiği hem de farklı zemin türlerinde yapı taşıyıcı sistem boyut ve donatı miktarlarının nasıl etkilendiği göstermektir. Bu araştırma kaba yapı maliyetinin değişimini göstermektedir.

## 1.3. Tezin Ana Hattı

1. Bölüm, Özet: Tezin amacı ve özeti anlatıldığı bölümdür.
2. Bölüm, Literatür Taraması ile Geçmişi: Farklı zeminlerde yapı tasarımının ve maliyetinin kıyası için daha önce yapılan araştırmalardan yararlanılarak literatür taraması yapılmıştır. Bu kıyaslamalar hakkında bilgiler verilmiştir.
3. Bölüm, Analiz Modellerinin Oluşturulması: Yapıya ait 5 farklı zemin sınıfında analiz modeli Etabs programında oluşturulmuştur. Spektrumların tanımlanması ve tasarım esaslarına bu bölümde değinilmiştir.
4. Bölüm, Analizlerin Yapılması: Oluşturulan yapı modelleri Etabs programı yardımıyla analiz edilmiş ve oluşan taşıyıcı sistem boyutları ile beton ve donatı miktarları çıkarılmıştır.
5. Bölüm, Sonuçlar: Boyut ve donatı miktarlarındaki artışlar grafikler halinde sunulmuş ve zemin sınıflarının yapı tasarımındaki sonuçları ortaya konulmuştur.

## İKİNCİ BÖLÜM

### LİTERATÜR TARAMASI VE GEÇMİŞİ

Livaoğlu ve Doğanğün (2002), “Deprem Yönetmeliklerinde verilen zemin sınıflarına göre yapı davranışlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi” konulu çalışmalarında 6 ve 12 katlı olmak üzere toplam 6 yapıyı dikkate alarak karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Yapıların analizlerini SAP2000 programı yardımıyla yapmışlardır. Yapıların mod birleştirme yöntemi ile deprem hesaplarında, 6 katlı yapıların ilk 10 modunu, 12 katlı yapıların ise ilk 20 modunu dikkate almışlardır. Malzeme olarak C20 kalitesinde beton, S420 sınıfı çelik kullanmışlardır. Yapıların simetrik olması, bir doğrultuda simetrik olması ve asimetrik olması ile katsayılarına göre titreşim periyotlarını karşılaştırmışlardır. Ayrıca yapıların kesme kuvvetlilerini de karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak 12 katlı yapılar için C sınıfı zeminlerde dikkate alınan kesme kuvvetlerinin diğer tüm zemin sınıflarındaki kesme kuvvetlerinden daha büyük olduğunu bulmuşlardır (1).

Türkmen ve Tekeli (2005), 2 dairesel betonarme bir binanın; 4, 6 ve 8 katlı olarak Probina 2000 programı yardımıyla analizlerini yapmışlardır. Oluşturdukları modellerde 4 farklı deprem bölgesi (1. 2. 3. ve 4. Derece deprem bölgesi) ve her bir deprem bölgesinde 4 farklı zemin sınıfı (Z1, Z2, Z3 ve Z4) dikkate alarak statik ve betonarme hesaplarını yapmışlardır. Her bir çözümde yapıların kaba yapı metrajlarını (beton, kalıp ve donatı) hesaplamışlardır. Sonuç olarak kat adedi 4 ile 8 arasında değişen binalarda, taşıyıcı sistem maliyeti, bina toplam maliyetinin % 23-27’si arasındaki bir değere tekabül ettiği, 1997 Deprem Yönetmeliği esaslarına göre tasarlandıklarında; bina toplam maliyetinin yaklaşık %4-8 arasında artacağı sonucuna varmışlardır (2).

Dorum ve arkadaşları (2006), 3 farklı projenin statik ve betonarme hesaplarını, zemin sınıflarını ve deprem bölgelerini değiştirerek yapmışlardır. Projeleri; Z1, Z2, Z3 ve Z4 zemin sınıfı ile 1. , 2. , 3. ve 4. Deprem bölgelerine göre tasarlamışlardır. Yapıların analizleri sonucunda kaba yapı metrajlarını çıkarmışlardır. Analizleri sonucunda, 1. Derece Deprem bölgesine göre 2. Bölgede %4, 3. Bölgede %6, 4. Bölgede de %14 yapı maliyetinde düşüş görmüşlerdir. Zemin sınıflarında ise Z1 zemine göre Z2 zeminde %5, Z3 zeminde %18 ve Z4 zeminde %22 düzeylerinde

maliyet artışları görmüşlerdir. Araştırmacılar özellikle zemin sınıfına vurgu yapmışlardır (3).

Alkaya (2007), Konut tipi betonarme bir yapının taşıyıcı sistem maliyetinin zemin emniyet gerilmeleri ve yerel zemin sınıflarına bağlı olarak değişimlerini irdelenmiştir. 8 farklı projenin 4 farklı zemin sınıfına ve 4 farklı zemin emniyet gerilmelerine göre statik ve betonarme tasarımlarını yapmıştır. Analizleri sonucunda yerel zemin sınıfları Z1 ile Z4 arasında %20'lik bir maliyet artışı görülmüş, zemin emniyet gerilmesi 15 t/m<sup>2</sup> ile 30 t/m<sup>2</sup> arasında %8'lik bir maliyet azalması görmüştür (4).

Sezgin (2008), SAP2000 programı kullanarak tasarlamış olduğu 5 katlı betonarme okul binasının, Z1 ve Z2 zemin sınıflarına göre analizlerini yaparak, yapının nasıl bir performans ortaya koyduğunu incelemiştir. Analizlerinde Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik-2007 yönetmeliğini kullanmıştır. Çalışmasının sonucunda, deprem etkisi altındaki yapı elemanlarının x ve y yönlerinde Z1 ve Z2 zemin sınıflarına göre belirgin bir hasar oluşmadığından dolayı istenilen can güvenliği performans seviyesine ulaştığını bulmuştur (5).

Karayiğit (2011), 5, 9 ve 13 katlı konut tipi betonarme yapıların maliyet ve davranış analizlerini Sta4Cad programı yardımıyla incelemiştir. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik – 2007'ye göre 4 farklı zemin sınıfı (Z1, Z2, Z3 ve Z4) ile C20, C25, C30 ve C35 beton sınıfları için maliyet ve yapı davranışındaki farklılıkları irdelenmiştir. Z4 zemin sınıfına oturan 9 ve 13 katlı yapılarda beton kalitesinin artması ile maliyetlerin azaldığını, 5 katlı yapılar için zemin sınıfı ne olursa olsun beton kalitesinin artması ile maliyetlerinde arttığını gözlemlemiştir (6).

Ukçul (2013), 1. Derece Deprem bölgesine ait 13 katlı betonarme bir yapıyı SAP 2000 programı yardımıyla tasarlamıştır. Çalışmasındaki yapının Z1, Z2, Z3 ve Z4 yerel zemin sınıfları için Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik – 2007'ye göre deprem analizlerini yapmıştır. Bu analizlerde mod birleştirme ve eşdeğer deprem yükü yöntemlerini kullanmıştır. Elde ettiği sonuçlarda iç kuvvetleri ve düzensizlik durumlarını zemin sınıfları için karşılaştırmış ve sonuç değişimlerini incelemiştir. Bu inceleme sonucunda iç kuvvetlerin Z1 zemin sınıfından Z4 zemin sınıfına doğru arttığını ve buna bağlı olarak da deprem kuvvetinin iç kuvvetleri ile orantılı olarak arttığını tespit etmiştir (7).

Boru (2015), 1. Derece Deprem bölgesinde yer alan 5 katlı betonarme bir yapının farklı zemin sınıflarını göz önüne alarak deprem performansı açısından “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü” yöntemini kullanarak incelemiştir. Farklı zemin sınıfları için elde edilen deprem performans değerlendirme sonuçlarını karşılaştırmıştır. Zemin rijitliği azaldıkça bina performans seviyesinin düştüğünü ortaya koymuştur (8).

Dok ve arkadaşları (2015), SAP2000 programı yardımıyla 8 katlı betonarme bir yapının farklı zemin sınıflarında analizlerini yapmıştır. Taban kesme kuvveti, görelî kat ötelemesi ve iç kuvvetlerdeki değişimi incelemiştir. Analizlerinde artımsal tek modlu itme analizi uygulamıştır. Sonuç olarak, zeminin rijitliği azaldıkça sisteme etkileyen taban kesme kuvvetinin, yapı elemanlarındaki iç kuvvetlerin ve görelî kat ötelemelerinin arttığını gözlemlemiştir (9).

Ögetürk (2016), 1.Derece Deprem bölgesinde yer alan Burdur ilindeki kamuya ait 7 farklı mevcut betonarme yapıların zemin sınıfındaki değişiminin bina güçlendirmesindeki etkisini incelemiştir. Çalışmasını Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik – 2007’ye göre İdeCAD programı yardımıyla yapmıştır. Z1 ve Z4 yerel zemin sınıfları için ayrı ayrı analizler yapmış, performans sonuçlarını karşılaştırmıştır. Sonuçlarına göre Z4 zemin sınıfında güçlendirilen yapının can güvenliği performansını sağladığı ancak güçlendirilen bina Z1 zemin sınıfında analiz yapıldığında ise gerekli performansı sağlamadığını gözlemlemiştir (10).

Karaşin ve Işık (2017), 2003 yılındaki Bingöl depreminde yıkılan Çeltiksuyu Yatılı Bölge İlköğretim Okulunu örnek bina olarak seçip farklı yapı davranış katsayılarının ve farklı zemin koşullarının yapı performansı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla çalışmalar yapmışlardır. Çalışmalarında statik adaptif pushover analiz yöntemi kullanmışlardır Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik – 2007’ye göre, farklı yapı davranış katsayıları ile birlikte spektral ivme değerleri belirleyerek analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları analizlerde; taşıma gücünün azaldığı zeminlerde, yapı periyotlarının arttığını ve yapıya etkileyen taban kesme kuvvetlerinin azaldığını görmüşlerdir (11).

Ateş ve Yeşil (2018), Düzce ilindeki 5 katlı betonarme bir yapının farklı yerel zemin sınıflarını göz önüne alarak zemin periyodu ile yapı hasarı arasındaki ilişkiyi “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü” yöntemi kullanarak incelemiştir. Çalışmanın

sonucunda, zemin rijitliği azaldıkça kat deplasman ve göreli kat ötelemelerinin arttığını, bina performansının ise düştüğünü ortaya koymuşlardır (12).

Karabulut (2019), 3 ve 5 katlı betonarme binaların Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik–2007’ye ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği - 2018’e göre zemin parametrelerini değiştirerek İdeCAD programı yardımıyla analizlerini yapmıştır. Genel olarak bütün analizlerinde Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği – 2018’de maliyetin daha fazla olduğunu bulmuştur. Ayrıca deprem bölgelerinin belirlenmesinde yeni Türkiye Deprem Haritasının daha net sonuçlar verdiği kanısına varmıştır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği – 2018’in her aēıdan daha kapsamlı olduğu ve daha güvenilir tarafta kaldığını ortaya koymuştur (13).

Aksoy (2023), Samsun Bafra’da 5 katlı betonarme bir yapının İdeCAD programı yardımıyla mod birleştirme yöntemi kullanarak analizlerini yapmıştır. Tasarımı yapılmış bir betonarme yapıyı farklı zemin sınıflarında analiz ederek yapının deprem performansı aēısından nasıl değişkenlik gösterdiğini araştırmıştır. ZA zemin sınıfı ile ZB zemin sınıfı arasındaki taban kesme kuvveti ve spektrum ivme değerinde belirgin bir artış gözlemlenmezken ZB zemin sınıfından ZE zemin sınıfına gidildikçe artış oranında belirgin bir fark olduğunu gözlemiştir (14).

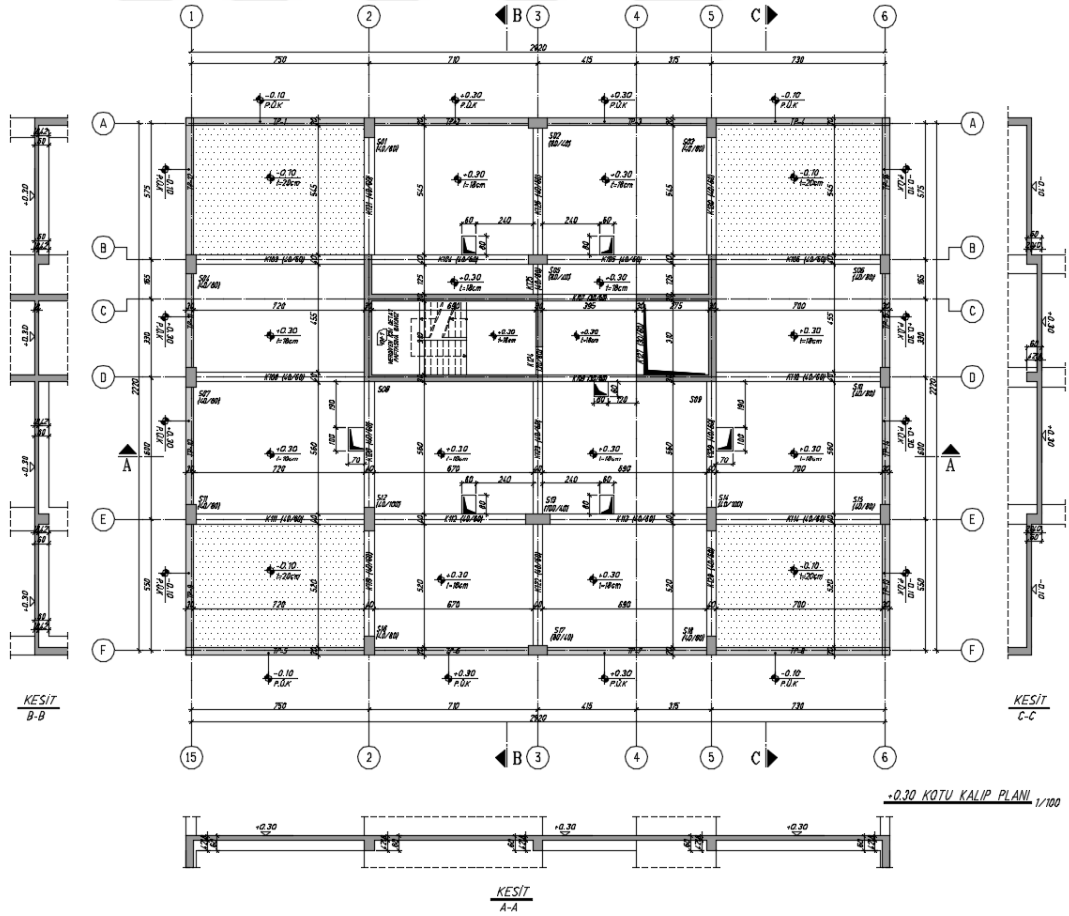


# ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

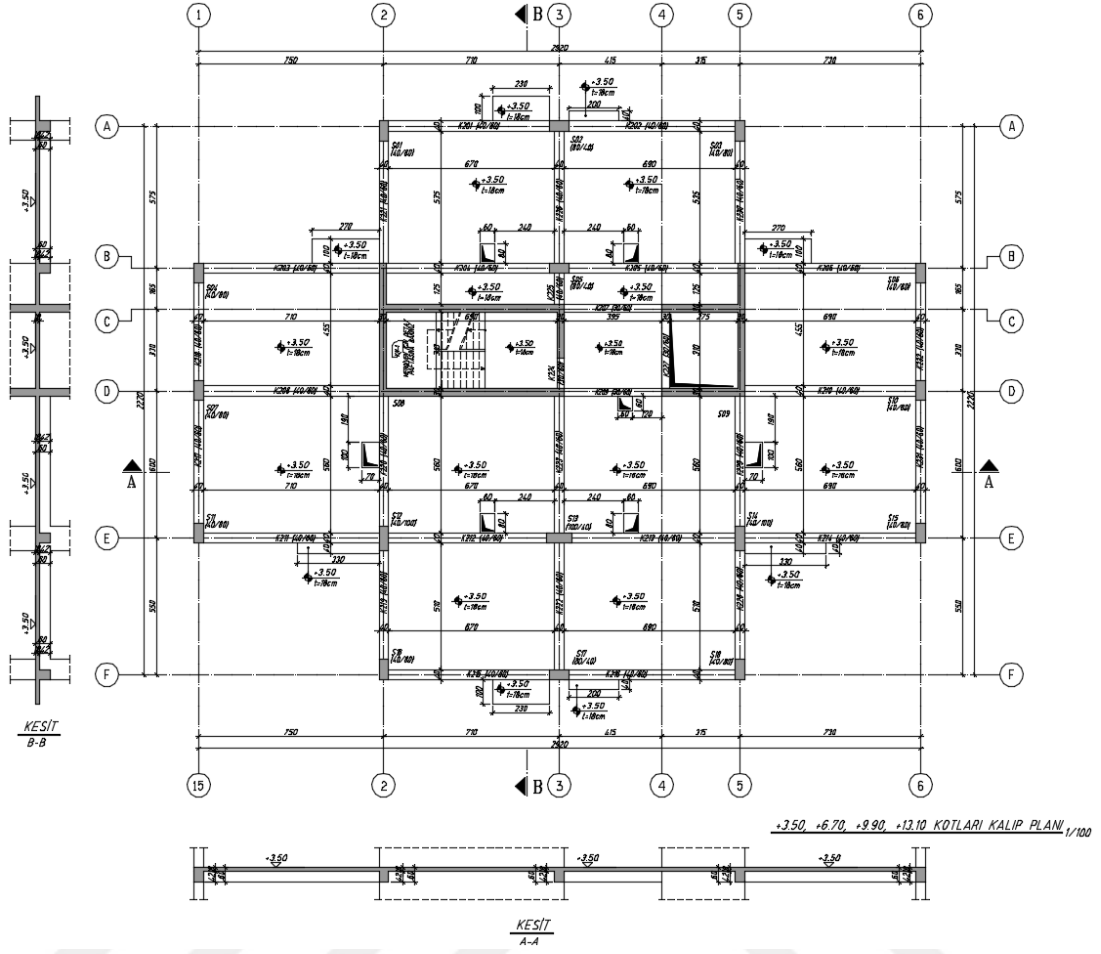
## GENEL TASARIM ESASLARI

### 3.1. Taşıyıcı Sistem

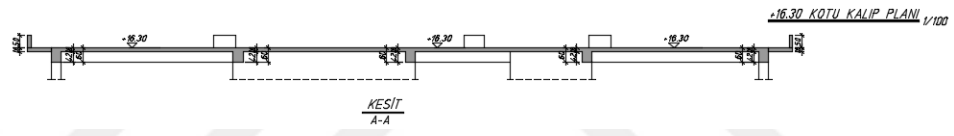
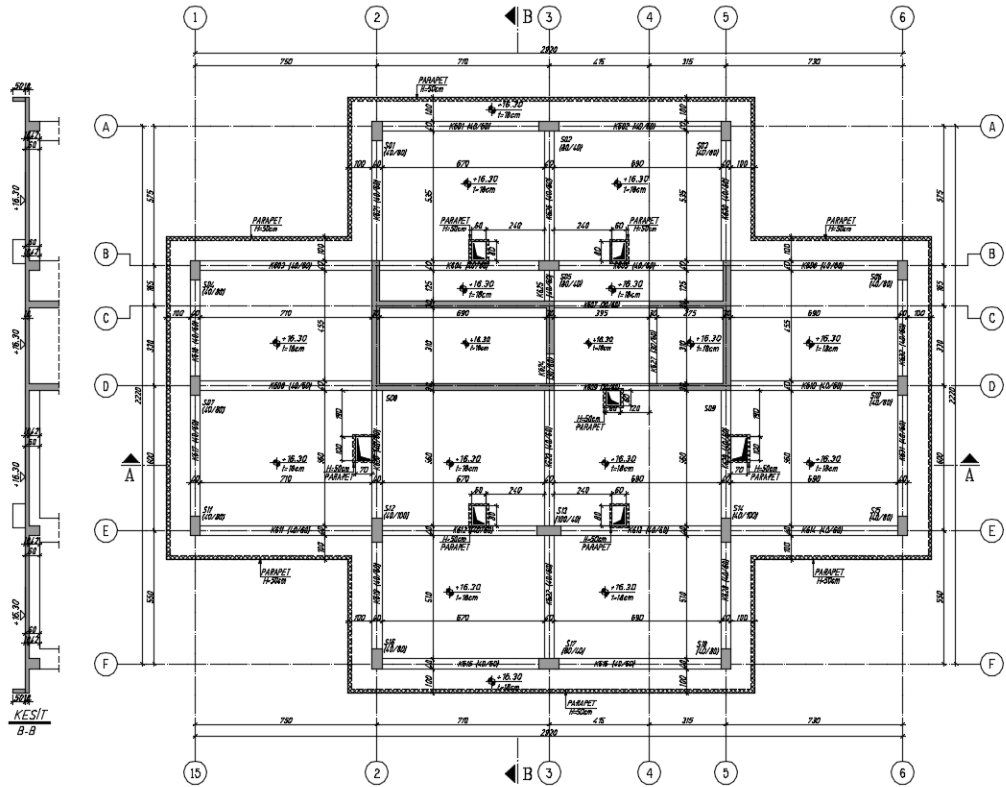
Konut yapısı 1 bodrum kat, zemin kat ve 4 normal kattan oluşmaktadır. Yapı oturma plan ebadı X yönünde 29.6m, Y yönünde 22.6m'dir. Kat yükseklikleri 3.2m'dir. Yapı sistemi kirişli plak, "A15-Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar" olarak seçilmiştir. Yapı temeli radye plak olarak seçilmiştir. Taşıyıcı sistemin her birinde deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik ve dayanım bulunmaktadır. Yapının temel üzerinden yüksekliği 19.20m, bodrum kat seviyesinden itibaren yüksekliği 16.00m'dir.



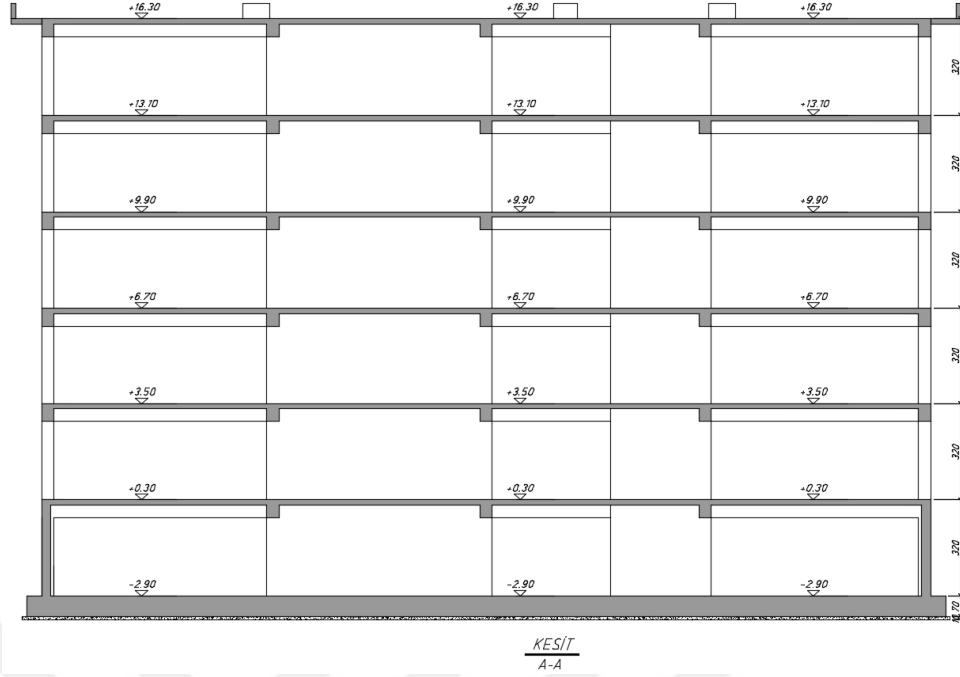
Şekil 1. Bodrum Kat Planı (+0.30 Kotu)



Şekil 2. Zemin Kat, 1.Kat, 2.Kat, 3.Kat ve 4.Kat Planı  
(+3.50, +6.70, +9.90, +13.10 Kotu)



Şekil 3. 5.Kat Planı (+16.30 Kotu)



Şekil 4. A-A Sistem Kesiti

Tablo 1. Bina Genel Bilgileri

AÇIKLAMA	BİLGİLER
Binanın Konumu	İstanbul Gelişim Üniversite Kampüsü
Kat Adedi	Bodrum + Zemin + 4 Normal Kat
Beton Sınıfı	C30/C37
Donatı Çeliği	B420C
Bina Taşıyıcı Sistemi	Yüksek Sünek Perdeli + Yüksek Sünek Çerçevesi Sistem
Zemin Sınıfı	ZA, ZB, ZC, ZD, ZE
Deprem Yer Hareket Düzeyi	DD2
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	$4/5 \times 7 (4/5 \times R) = 5.6$
Binam Önem Katsayısı	1
Hareketli Yük Kütle Katılım Katsayısı	0.3
Bina Kullanım Sınıfı	3
Deprem Tasarım Sınıfı	1
Dayanım Fazlalığı Katsayısı	2.5
Bina Kat Yükseklikleri	3.2m
Kullanım Amacı	Konut

### 3.1.1. Temel Sistemi

Temel sistemi radye plak olarak seçilmiştir. Temel kalınlıkları TBDY-2018 ve TS500'ün minimum ebat koşullarının altında kalmamak koşulu ile zemin sınıfına göre aşağıdaki Tablo 2'de gösterildiği gibi seçilmiştir. 4.3.1'de temel kalınlığının seçimi ile ilgili detaylı bilgi verilmiştir.

**Tablo 2.** Temel Kalınlıkları

Zemin Sınıfları	Temel Kalınlıkları (cm)
ZA	70
ZB	75
ZC	80
ZD	85
ZE	90

### 3.1.2. Kiriş ve Döşemeler

Yapı döşeme sistemi kirişli plak sistem olarak seçilmiştir. Kiriş ve döşeme boyutları zemin sınıflarına göre aynı seçilmiştir. Kiriş ve döşeme ebatları TBDY-2018 ve TS500'ün minimum ebat koşullarının altında kalmamak koşulu ile Tablo 3'de gösterildiği gibi seçilmiştir. 4.5.1'de döşeme kalınlığının seçimi ile ilgili detaylı bilgi verilmiştir.

**Tablo 3.** Kiriş ve Döşeme Boyutları

Zemin Sınıfları	Kiriş ve Döşeme Boyutları (cm)
ZA	30x60 – 40x60 / 18-20
ZB	30x60 – 40x60 / 18-20
ZC	30x60 – 40x60 / 18-20
ZD	30x60 – 40x60 / 18-20
ZE	30x60 – 40x60 / 18-20

### 3.1.3. Perdeler ve Kolonlar

Binanın deprem yüklerini perdeler ve çerçeve sistem karşılayacak şekilde tasarım yapılmıştır. Perde kalınlıkları zemin sınıflarına göre değişiklik göstermekle birlikte kolon ebatları aynı boyutta kalmaktadır. Perde ebatları TBDY-2018 ve TS500'ün minimum ebat koşullarının altında kalmamak koşulu ile farklı zemin sınıfına bağlı olarak Tablo 3'de gösterildiği gibi seçilmiştir. Kolon ebatları ise TBDY-2018 ve TS500'ün minimum ebat koşullarının altında kalmamak koşulu ile Tablo 4'de gösterildiği gibi seçilmiştir. 4.7.1'de ve 4.8.1'de kolon ve perde boyutlarının seçimi ile ilgili detaylı bilgi verilmiştir.

**Tablo 4.** Çekirdek Perde Kalınlıkları

Zemin Sınıfları	Perde Kalınlıkları (cm)
ZA	30
ZB	30
ZC	30
ZD	40
ZE	40 - 50

**Tablo 5.** Kolon Boyutları

Zemin Sınıfları	Kolon Boyutları (cm)
ZA	40x80 ve 40x100
ZB	40x80 ve 40x100
ZC	40x80 ve 40x100
ZD	40x80 ve 40x100
ZE	40x80 ve 40x100

### 3.2. Malzeme

#### 3.2.1. Beton

Yapı beton sınıfı 28 günlük karakteristik silindir basınç dayanımı, 30 MPa (C30/C37) olan beton seçilmiştir.

**Tablo 6.** Beton Sınıfı Özellikleri (TS-500)

Beton Sınıfı	Beton Silindirik Karakteristik Dayanımı (MPa)		Beton Silindirik Tasarım Dayanımı (MPa)		28 Günlük Elastisite Modülü (MPa)
	Basınç	Çekme	Basınç	Çekme	
	fck	fctk	fcd	fctd	E
C30/C37	30	1.91	20	1.27	32000

#### 3.2.2. Donatı

Minimum akma dayanımı 420 MPa olan B420C sınıfı nervürlü donatı seçilmiştir.

**Tablo 7.** Donatı Sınıfı Özellikleri (TS-500)

Donatı Sınıfı	Minimum Akma Dayanımı (MPa)	Tasarım Çekme Dayanımı (MPa)	Elastisite Modülü (MPa)
	fyk	fyd	E
B420C	420	365	200000

### 3.3. Zemin Parametreleri

Zemin parametreleri 5 farklı zemin tipi için aşağıda sunulmuştur. ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin türlerine göre tasarımlar tekrarlanmış ve oluşan artışlar takip eden sayfalarda sunulmuştur. Tasarımlarda, Tablo 9’de gösterilen zemin düşey yataklanma katsayısı (Kv) kabul edilmiştir.

**Tablo 8. Yerel Zemin Sınıfları (TBDY-2018)**

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		(Vs)30 [m/s]	(N60)30 [darbe/30cm]	(Cu)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 (cu < 25 kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70

**Tablo 9. Zemin Sınıflarına Göre Kabul Edilen Düşey Yataklanma Katsayıları**

Zemin Sınıfları	Düşey Yataklanma Katsayısı (Kv) (kN/m <sup>3</sup> )
ZA	50000
ZB	40000
ZC	30000
ZD	20000
ZE	10000



### 3.4. Yapısal Yük Analizi

Yapı tasarımında kullanılacak yük türleri ve değerleri aşağıda özetlenmiştir.

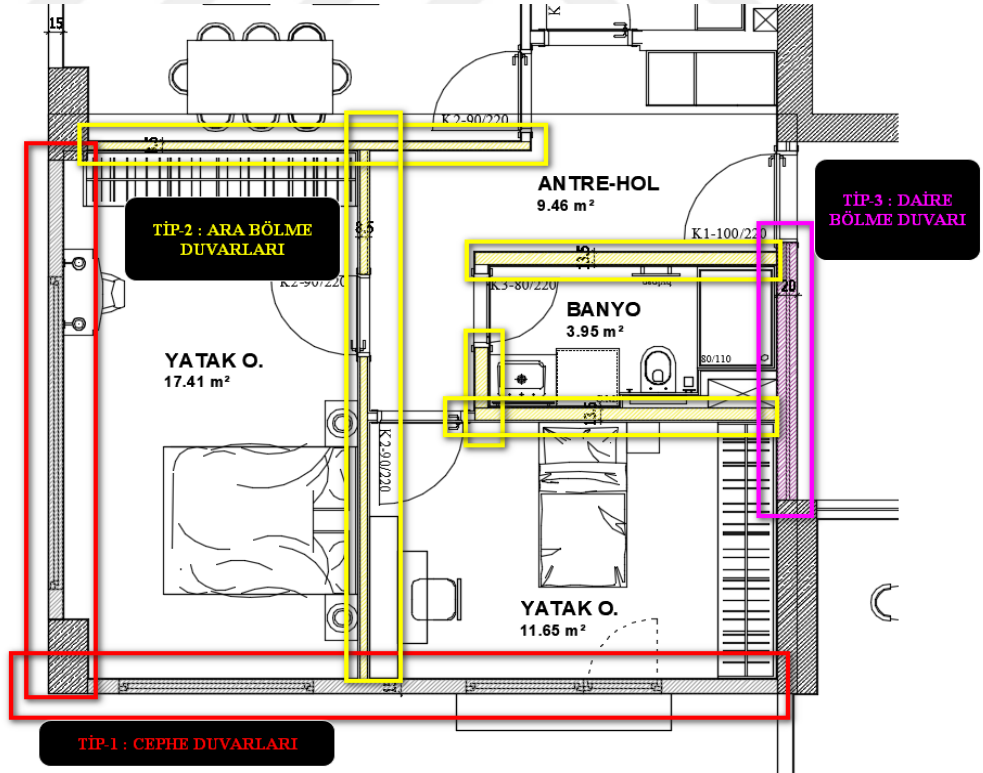
#### 3.4.1. Sabit Yükler

Tasarımda kullanılacak olan ölü yük değerleri aşağıda özetlenmiştir.

- Betonarme elemanın zati ağırlığı :  $\gamma_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$
- Kaplama Yükü (Ofis - 9cm şap + parke) :  $q = 2.20 \text{ kN/m}^2$
- Dolgu birim hacim ağırlığı :  $\gamma_s = 20.0 \text{ kN/m}^3$

#### 3.4.2. Duvar Yükleri

Yapıda kullanılacak duvar tipi gazbeton olarak düşünülmüş olup, kirişlerin ve döşemelerin üzerlerine gelen duvar yükleri çizgisel ve yayılı olarak etkilmiştir. Duvar kalınlıklarına göre belirlenen çizgisel ve yayılı yük tanımları aşağıdaki örnek hesapta gösterilmiştir. Bu hesaplama ile duvar yükleri hesaplanarak döşeme ve cephe kirişlerine etkilmiştir.



Şekil 5. Daire Duvar Plan Görünümü

TİP-1 / 15 cm GAZBETON DUVAR	
KAT YÜKSEKLİĞİ (m)	3.2
DUVAR KALINLIĞI (m)	0.15
SIVA KALINLIĞI (m)	0.02
KİRİŞ YÜKSEKLİĞİ (m)	0.6
KİRİŞLERE ETKİYEN CEPHE YÜKLERİ (kN/m)	3.45

**Şekil 6.** Cephe Kirişlerine Etkiyen Duvar Yükleri Hesabı (kN/m)

TİP-2 / 8.5 cm GAZBETON DUVAR		TİP-2 / 13.5 cm GAZBETON DUVAR		TİP-3 / 20 cm GAZBETON DUVAR	
KAT YÜKSEKLİĞİ (m)	3.2	KAT YÜKSEKLİĞİ (m)	3.2	KAT YÜKSEKLİĞİ (m)	3.2
DUVAR KALINLIĞI (m)	0.085	DUVAR KALINLIĞI (m)	0.135	DUVAR KALINLIĞI (m)	0.2
SIVA KALINLIĞI (m)	0.02	SIVA KALINLIĞI (m)	0.02	SIVA KALINLIĞI (m)	0.02
DÖŞEME YÜKSEKLİĞİ (m)	0.18	DÖŞEME YÜKSEKLİĞİ (m)	0.18	KİRİŞ YÜKSEKLİĞİ (m)	0.6
DUVAR UZUNLUĞU (m)	9.5	DUVAR UZUNLUĞU (m)	6.85	DUVAR UZUNLUĞU (m)	2.8
DÖŞEME ALANI (m <sup>2</sup> )	48.5	DÖŞEME ALANI (m <sup>2</sup> )	48.5	DÖŞEME ALANI (m <sup>2</sup> )	48.5
DUVAR TIPLERİNİN DÖŞEMEYE ETKİYEN YÜKLERİ (kN/m <sup>2</sup> )	0.65	0.54	0.23		
DUVARLARIN TOPLAMININ DÖŞEMEYE ETKİYEN YÜKLERİ (kN/m <sup>2</sup> )	1.42				

**Şekil 7.** Döşemeye Etkiyen Duvar Yükleri Hesabı (kN/m<sup>2</sup>)

### 3.4.3. Hareketli Yükler

Hareketli yükler TS-498'e uygun olarak aşağıdaki gibi tanımlanacaktır.

- Odalar :  $q = 2.00 \text{ kN/m}^2$
- Koridor ve Merdivenler :  $q = 3.50 \text{ kN/m}^2$
- Balkonlar :  $q = 5.00 \text{ kN/m}^2$

### 3.4.4. Zemin Yanal Yükleri

Zemin yanal basınçları TBDY-2018 Bölüm 16.11'e uygun şekilde yapı hesap modeline aktarılmıştır. Tablo 10'da gösterilen statik durum zemin basınçları ile Denk.(1) denklemi ile hesaplanan dinamik durum zemin basınçları dikkate alınmıştır.

**Tablo 10.** Bodrum Perdelerine Etkiyen Zemin Basınçları (TBDY-2018)

Bodrum Perdesinin Dışındaki Zeminin Cinsi	Basıncın Etkidiği Yükseklik	Zemin Basıncı (p)
Kohezyonsuz zemin	Tüm yükseklik boyunca	0.2 ( $\gamma^*H_b + q$ )
Yumuşak – orta katı kohezyonlu zemin	Üst %20 boyunca Alt %80 boyunca	0.2 ( $\gamma^*H_b + q$ ) 0.3 ( $\gamma^*H_b + q$ )
Katı – sert kohezyonlu zemin	Tüm yükseklik boyunca	0.3 ( $\gamma^*H_b + q$ )

Not: Bodrum perdesi arkasında su olmaması durumunda,  $\gamma^* = \gamma$  alınacaktır. Bodrum perdesinin kısmen su altında olması durumunda, su seviyesinin üzerinde  $\gamma^* = \gamma$  ve su seviyesinin altında d su  $\gamma^* = (\gamma_d - \gamma_{su})$  alınacak, ayrıca su üst seviyesinden itibaren aşağıya doğru zemin basıncına statik su basıncı su ( $p_{su} = \gamma_{suz}$ ) eklenecektir.

Statik su basıncı dışında tüm zemin basınçları düzgün yayılı olarak etki ettirilecektir.

Ayrıca deprem etkisi altında ek zemin basınçları ( $\Delta_p$ ) Denk.(1) ile hesaplanmıştır.

$$\Delta_p = 0.4S_{DS}\gamma H_b \quad (1)$$

ZA zeminde toprak basıncı hesabı:

p= statik durumda düzgün yayılı zemin basıncı

H<sub>b</sub> = bodrum perdesinin toplam yüksekliği =3.2m

$\gamma$  = zeminin doğal birim hacim ağırlığı = 18 kN/m<sup>3</sup>

q = sürşarj gerilmesi = 10 kPa

p= 0.3x(18x3.2 + 10)  $\approx$  20 kPa

$\Delta_p = 0.4 \times 0.961 \times 18 \times 3.2 \approx 22$  kPa

Bodrumda Statik Düzgün Yayılı Zemin Basıncı: p=20 kN/m<sup>2</sup>

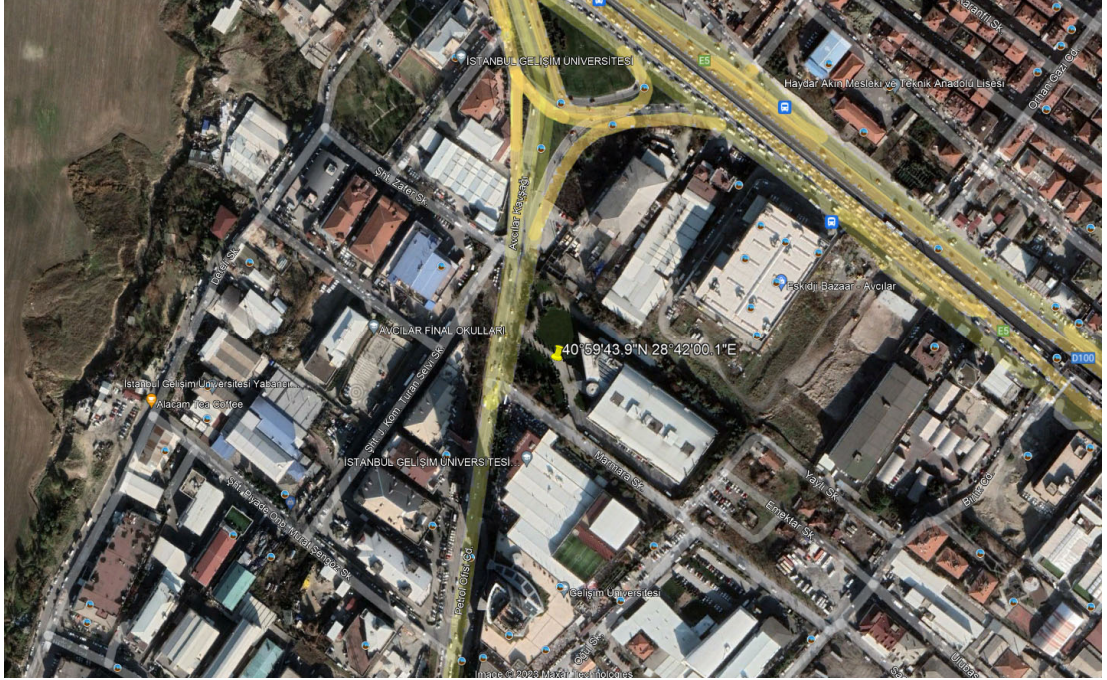
Bodrumda Deprem Etkisi Altında Ek Zemin Basıncı:  $\Delta_p = 22$  kN/m<sup>2</sup>

Örnek olarak gösterilen hesaplama diğer zemin sınıfları içinde aynı şekilde uygulanmıştır.

### 3.5. Deprem Parametreleri

Yapı tasarımında TBDY-2018’de tanımlanan Deprem Yer Hareket Düzeyi-2 (DD-2) olan yer hareketleri kullanılmıştır. DD-2 Deprem Yer Hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, standart tasarım deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır.

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyi’nde ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıfları için Yatay Elastik Spektrumlar’ın elde edilmesi için gerekli olan, kısa periyot harita spektral ivme katsayıları  $S_s$  ve 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayıları  $S_1$  değerlerine <https://tdth.afad.gov.tr/> adresli internet sitesinden erişilmiştir. Yapı konumu için İstanbul Gelişim Üniversite kampüsü alanı seçilmiştir.



Şekil 8. Bina İçin Seçilen Konum (<https://tdth.afad.gov.tr/>)

#### 3.5.1. Deprem Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Tablo 11’de 5 farklı zemin sınıfı için kısa doğal titreşim periyodu 0.2 saniye ve 1.0 saniyelik doğal titreşim periyoduna karşı gelen spektral ivme değerleri  $S_s$  ve  $S_1$  verilmiştir

**Tablo 11.** DD2 Deprem Düzeyleri İçin Spektral İvme Değerleri (TBDY-2018)

Tasarım Depremi	Ortalama Dönüş Periyodu-Aşılma Olasılığı	$S_s=0.2$ s Spektral İvme (Boyutsuz)	$S_1=1.0$ s Spektral İvme (Boyutsuz)	En Büyük Yer İvmesi (PGA) (g)
DD2-Depremi - ZA	475 yıl - 50 yılda %10	1.201	0.325	0.491
DD2-Depremi - ZB	475 yıl - 50 yılda %10	1.201	0.325	0.491
DD2-Depremi - ZC	475 yıl - 50 yılda %10	1.201	0.325	0.491
DD2-Depremi - ZD	475 yıl - 50 yılda %10	1.201	0.325	0.491
DD2-Depremi - ZE	475 yıl - 50 yılda %10	1.201	0.325	0.491

Yerel zemin koşullarının bina tasarımında göz önüne alınan deprem verisine olan etkisinin tanımlanabilmesi için pratik yollar geliştirilmiştir. Bu bağlamda yönetmeliklerde tasarım ivme spektrumları sağlam zemin için tanımlanan ivme spektrumu zayıf zeminlerde deneysel zemin katsayıları ile büyütülür (TBDY-2018).

Aynı doğal titreşim periyodlarına karşı gelen spektral ivme değerleri  $S_{Ds}$  ve  $S_{D1}$ , diğer zemin sınıfları için aşağıda verilen denklemler kullanılarak belirlenecektir.

**Tablo 12.** Kısa Periyot Bölgesi İçin Yerel Zemin Etki Katsayıları (TBDY-2018)

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa Periyot Bölgesi İçin Yerel Zemin Etki Katsayısı $F_s$					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s = 1.25$	$S_s \geq 1.25$
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

**Tablo 13.** 1.0 Saniye Periyot İçin Yerel Zemin Etki Katsayıları (TBDY-2018)

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 Saniye Periyot İçin Yerel Zemin Etki Katsayısı $F_s$					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s = 1.25$	$S_s \geq 1.25$
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

Yatay elastik tasarım spektral ivme değerleri  $S_{ac}(T)$ 'nin yer çekimi ivmesi cinsinden doğal titreşim periyoduna bağlı olarak değişimi aşağıda ifade edilmiştir.

$$\begin{aligned} S_{ac}(T) &= \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} & (0 \leq T \leq T_A) \\ S_{ac}(T) &= S_{DS} & (T_A \leq T \leq T_B) \\ S_{ac}(T) &= \frac{S_{D1}}{T} & (T_B \leq T \leq T_L) \\ S_{ac}(T) &= \frac{S_{D1} T_L}{T^2} & (T_L \leq T) \end{aligned} \quad (2)$$

Burada  $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$  tasarım ivme katsayılarını  $T$  ise doğal titreşim periyodunu göstermektedir. Yatay tasarım spektrumu köşe periyotları  $T_A$  ve  $T_B$  ile Denklem ile  $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$  'e bağlı olarak tanımlanır.

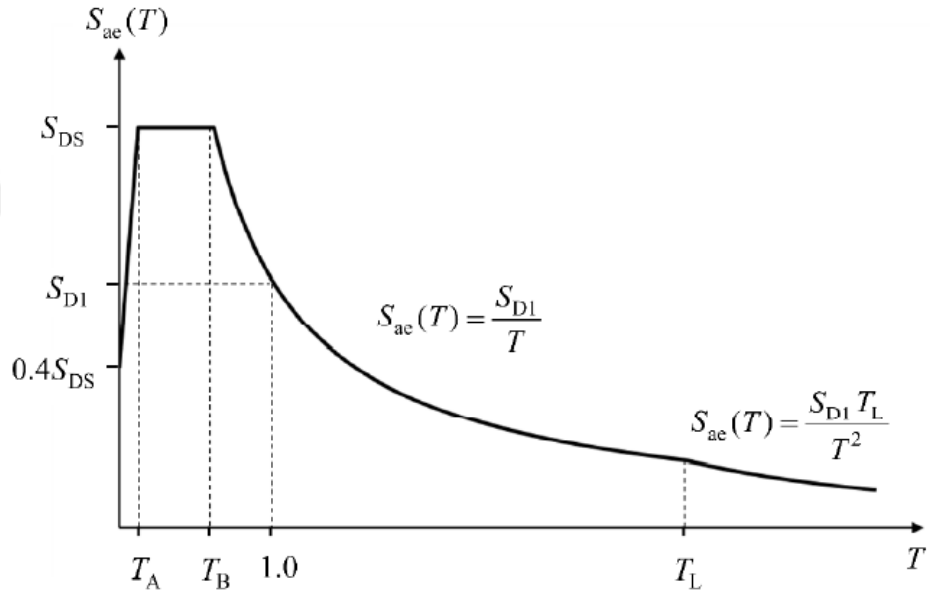
$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad ; \quad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3)$$

Sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu  $T_L = 6$  s alınacaktır.

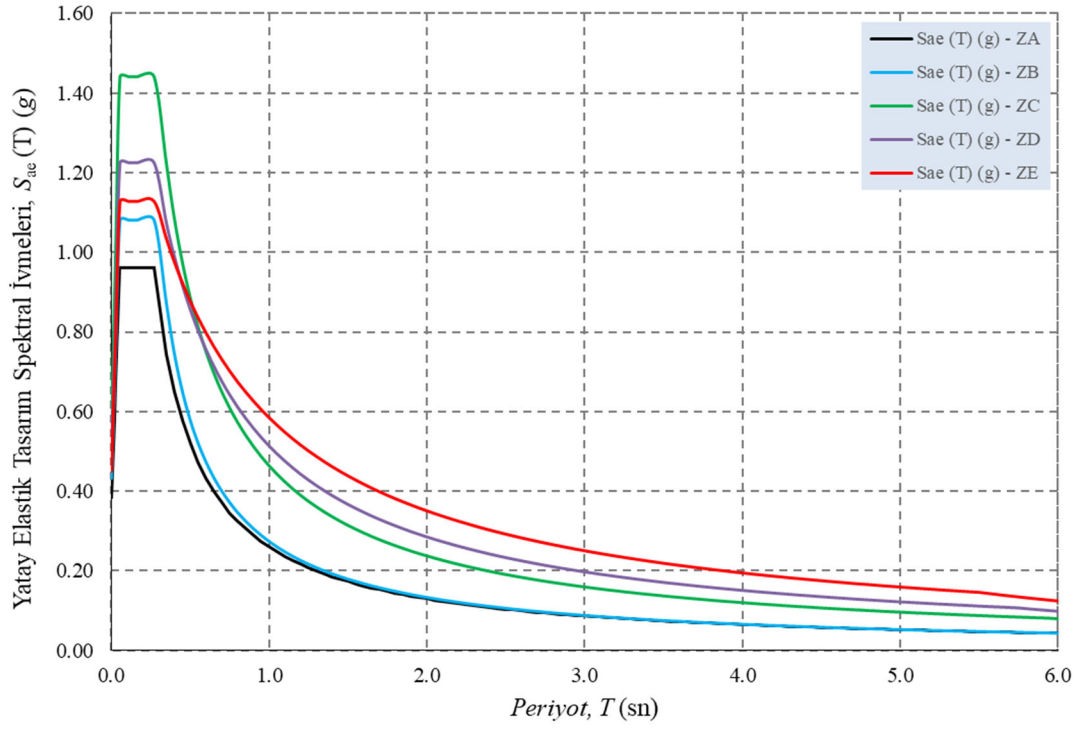
5 farklı zemin sınıfı için Tablo 14'de Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayıları ( $S_{DS}$ ) ve 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_{D1}$ ) verilmiştir.

**Tablo 14.** DD2 Deprem Düzeyleri İçin Tasarım Spektral İvme Katsayıları (TBDY-2018)

Tasarım Depremi	Ortalama Dönüş Periyodu-Aşılma Olasılığı	$S_{DS}$ = Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (Boyutsuz)	$S_{D1}$ = 1.0 Saniye Periyot İçin Tasarım Spektral İvme Katsayısı (Boyutsuz)
DD2-Depremi - ZA	475 yıl - 50 yılda %10	0.961	0.260
DD2-Depremi - ZB	475 yıl - 50 yılda %10	1.081	0.260
DD2-Depremi - ZC	475 yıl - 50 yılda %10	1.441	0.487
DD2-Depremi - ZD	475 yıl - 50 yılda %10	1.225	0.642
DD2-Depremi - ZE	475 yıl - 50 yılda %10	1.128	0.877



**Şekil 9.** Tipik Yatay Deprem Spektrumu (TBDY-2018)



**Şekil 10.** DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyi Yatay Elastik Tasarım Spektrumları (TBDY-2018)

### 3.5.2. Düşey Deprem Etkisi

Düşey deprem; 5 farklı zemin sınıfı için Tablo 15’de gibi sabit yüklerin etkisi (2/3) $S_{DS}$  ile etkitilebilir (TBDY-2018 4.4.3.2).

**Tablo 15.** Düşey Deprem Etki Katsayısı (TBDY-2018)

Tasarım Depremi	Etki Katsayısı
DD2-Depremi - ZA	0.644 G
DD2-Depremi - ZB	0.724 G
DD2-Depremi - ZC	0.965 G
DD2-Depremi - ZD	0.821 G
DD2-Depremi - ZE	0.756 G



### 3.5.3. Deprem Etkisinin Tanımlanması

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyi tasarım aşamasında, Dayanıma Göre Tasarım yaklaşımıyla yapılacak doğrusal deprem hesabıyla dikkate alınmıştır. Deprem hesabı doğrusal *mod birleştirme yöntemiyle* gerçekleştirilmiş ve DD-2 için deprem tehlikesi analizleri sonucunda belirlenmiş tasarım spektrumları kullanılmıştır.

### 3.5.4. Hesaplarda Kullanılan Yükleme Kombinasyonları

Yükler, türlerine uygun yük katsayılarıyla çarpılmakta ve bu katsayılar çeşitli yük kombinasyonlarına göre değiştirilmektedir. TS500'de ve TBDY-2018'de öngörülen yük katsayıları ve kombinasyonları aşağıda verilmiştir.

Yalnızca düşey yükler için;

$$F_d = 1,4G + 1,6Q$$

$$F_d = 1,4G + 1,6Q + 1,2T$$

G = Özgül Ağırlık,

Q = Hareketli Yük,

T = Sıcaklık farkı, büzülme, farklı oturma v.b. şekil değiştirmeler nedeniyle oluşan yük etkileridir. T'nin bulunduğu yük kombinasyonu, ancak bu etkilerin ihmal edilemeyecek olduğu durumlarda dikkate alınmalıdır.

Rüzgar veya zemin yükü söz konusu ise;

$$F_d = G + 1,3Q + 1,3W \text{ ya da}$$

$$F_d = 1,4G + 1,6Q \text{ ya da}$$

$$F_d = 1,4G + 1,6Q + 1,6H$$

$$F_d = 0,9G + 1,3W$$

W = Rüzgar etkisi,

Deprem yükü söz konusu ise;

$$F_d = G + Q + 0,2S + E_d^{(H)} + 0,3 E_d^{(Z)} \text{ ya da}$$

$$F_d = 0,9G + H + H_e + E_d^{(H)} - 0,3 E_d^{(Z)}$$

$$E_d^{(H)} = \pm E_d^{(X)} \pm 0,3E_d^{(Y)} \text{ ve } E_d^{(H)} = \pm 0,3E_d^{(X)} \pm E_d^{(Y)}$$

$$E_d^{(Z)} \approx (2/3)S_{Ds}G$$

$E_d^{(H)}$  = Deprem etkisi,

S = Kar yükü etkisi,

G = Sabit yük etkisi,

H = Yatay zemin statik durum etkisi,

$H_e$  = Yatay zemin dinamik durum etkisi,

Deprem ve rüzgar etkilerinin beraber etkimelerinin ihtimalinin çok zayıf olması nedeniyle, bu etkiler yukarıda gösterildiği şekilde ayrı ayrı ele alınmalıdır.

**Tablo 16.** Yük Kombinasyonları

COMBO	DL	SDL	WDL	LL	H	HE	T	RSXüst	RSYüst	EDZ	RSXalt	RSYalt
DESG1	1.4	1.4	1.4									
DESG2	1.4	1.4	1.4	1.6								
DESG3	1.4	1.4	1.4	1.6	1.6							
DESG4	0.9	0.9	0.9		1.6							
DESG5	1	1	1	1.2			1.2					
DESG6	1	1	1	1.2			-1.2					
EQAX1H	1	1	1	1	1	1		1	0.3	0.3	1	0.3
EQAX2H	0.9	0.9	0.9		1	1		1	0.3	-0.3	1	0.3
EQAY1H	1	1	1	1	1	1		0.3	1	0.3	0.3	1
EQAY2H	0.9	0.9	0.9		1	1		0.3	1	-0.3	0.3	1
EQAX1H-D	1	1	1	1	1	1		1*0.6D	0.3*0.6D	0.3	1*D	0.3*D
EQAX2H-D	0.9	0.9	0.9		1	1		1*0.6D	0.3*0.6D	-0.3	1*D	0.3*D
EQAY1H-D	1	1	1	1	1	1		0.3*0.6D	1*0.6D	0.3	0.3*D	1*D
EQAY2H-D	0.9	0.9	0.9		1	1		0.3*0.6D	1*0.6D	-0.3	0.3*D	1*D
EQAX1H-DK	1	1	1	1	1	1		1*0.6*1.2D	0.3*0.6*1.2D	0.3	1*1.2D	0.3*1.2D
EQAX2H-DK	0.9	0.9	0.9		1	1		1*0.6*1.2D	0.3*0.6*1.2D	-0.3	1*1.2D	0.3*1.2D
EQAY1H-DK	1	1	1	1	1	1		0.3*0.6*1.2D	1*0.6*1.2D	0.3	0.3*1.2D	1*1.2D
EQAY2H-DK	0.9	0.9	0.9		1	1		0.3*0.6*1.2D	1*0.6*1.2D	-0.3	0.3*1.2D	1*1.2D
EQUX1	1	1	1	1				1	0.3	0.3		
EQUX2	0.9	0.9	0.9					1	0.3	-0.3		

EQUY1	1	1	1	1				0.3	1	0.3		
EQUY2	0.9	0.9	0.9					0.3	1	-0.3		
EQUX1-D	1	1	1	1				1*D	0.3*D	0.3		
EQUX2-D	0.9	0.9	0.9					1*D	0.3*D	-0.3		
EQUY1-D	1	1	1	1				0.3*D	1*D	0.3		
EQUY2-D	0.9	0.9	0.9					0.3*D	1*D	-0.3		
EQUX1-DK	1	1	1	1				1*1.2D	0.3*1.2D	0.3		
EQUX2-DK	0.9	0.9	0.9					1*1.2D	0.3*1.2D	-0.3		
EQUY1-DK	1	1	1	1				0.3*1.2D	1*1.2D	0.3		
EQUY2-DK	0.9	0.9	0.9					0.3*1.2D	1*1.2D	-0.3		

**Not:** Perde Kesme Tasarımı için D katsayısı 1.2D olarak yükseltmelere katılmıştır. Deprem yükleri rüzgar yüklerinden daha etkin olduğundan rüzgarlı durum kombinasyonları ihmal edilmiştir.

### 3.6. Deprem Etkisi Altında Bina Tasarımı

#### 3.6.1. Taşıyıcı Sistem Modellemesi

Taşıyıcı sistem modellemesi TBDY-2018 Bölüm 4.5'te verilen aşağıdaki kurallara göre yapılmıştır. Analizde göz önüne alınacak deprem etkisini içeren yük birleşimleri TBDY-2018 4.4.4'te tanımlanmıştır. Söz konusu kurallar aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

- Bina taşıyıcı sistemleri daima üç boyutlu olarak modellenecektir (TBDY-2018 4.5.1.1).
- Malzemelerin tasarım dayanımı dikkate alınacaktır.
- Birbirine dik iki yatay doğrultudaki deprem etkisi daima göz önüne alınacaktır. Düşey deprem etkisi de TBDY-2018 4.4.3'e göre hesaba katılacaktır (TBDY-2018 4.5.1.2).
- Sönüm oranı %5 alınacaktır (TBDY-2018 4.5.1.3).

- Hareketli yük katılım katsayısı otopark katlarında ve normal katlarda  $n=0.3$  olarak alınmıştır (TBDY-2018 Tablo 4.3).

- Kolon ve kirişler çubuk sonlu elemanlarla modellenecektir. Betonarme kolon ve kirişlerin etkin kesit rijitlikleri TBDY-2018 4.5.8'e göre belirlenecektir (TBDY-2018 4.5.2.1).

- Betonarme perdeler hem düzlem içi hem de düzlem dışı yer değiştirmelere ilişkin serbestlik derecelerini içeren kabuk sonlu elemanlarla modellenecektir. Sonlu eleman boyutları, iç kuvvet dağılımının yeterli doğrulukta hesaplanmasını sağlayacak şekilde seçilecektir. Düzlem içi ve düzlem dışı davranışa ilişkin etkin kesit rijitlikleri TBDY-2018 4.5.8'e göre belirlenecektir (TBDY-2018 4.5.3.7).

- Döşemeler ve temel hem düzlem içi hem de düzlem dışı yer değiştirmelere ilişkin serbestlik derecelerini içeren iki boyutlu kabuk sonlu elemanlarla modellenecektir (TBDY-2018 4.5.6.2). Döşemelerde rijit diyafram tanımlanması yapılmayacak, sadece ek dış merkezlik etkisinin dikkate alınabilmesi için döşemenin kendi düzlem içi rijitliğini dikkate alacak diyafram tanımlaması yapılacaktır (ETABS Manuals).

- Betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitlikleri TBDY-2018 Tablo 4.2'den alınacaktır (Bkz. Tablo 17). Etkin kesit rijitlikleri çarpanları, sadece deprem etkili yük birleşimleri içinde yer alan ve bu birleşimlere giren yükler altındaki hesaplarda uygulanacaktır (TBDY-2018 4.5.8).

**Tablo 17.** Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları (TBDY-2018)

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	
	Eksenel	Kayma
Perde- Döşeme (Düzlem İçi)	Eksenel	Kayma
Perde	0.5	0.5
Bodrum perdesi	0.8	0.5
Döşeme	0.25	0.25
Perde- Döşeme (Düzlem Dışı)	Eğilme	Kesme
Perde	0.25	1
Bodrum perdesi	0.5	1
Döşeme	0.25	1
Çubuk Eleman	Eğilme	Kesme
Bağ kirişi	0.15	1
Çerçeve kirişi	0.35	1
Çerçeve kolonu	0.7	1
Perde (eşdeğer çubuk)	0.5	0.5

### 3.6.2. Bina Kullanım Sınıfı (BKS) ve Bina Önem Katsayısı (I)

Bina kullanım amacı konut olarak planlanmaktadır. Tablo 18'de bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları belirtilmiştir.

Binanın kullanım amacı dikkate alınarak, konutlar, işyerleri ve otel binaları grubunda BKS =3 ve I = 1 katsayıları kullanılmıştır.

**Tablo 18.** Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları (TBDY-2018)

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	<b>Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</b> 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	<b>İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</b> Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	1.2
BKS = 3	<b>Diğer binalar</b> BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1.0

### 3.6.3. Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)

Bina Kullanım Sınıfı'na ve DD-2 için belirlenen kısa periyot tasarım spektral ivme katsayılarına ( $S_{DS}$ ) bağlı olarak binanın Deprem Tasarım Sınıfı Tablo 19'de gösterildiği gibi  $DTS = 1$  olarak belirlenmiştir.

**Tablo 19.** Deprem Tasarım Sınıfı (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

### 3.6.4. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R) ve Dayanım Fazlalığı Katsayısının (D) Belirlenmesi

Bina sistemi için, Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar olan taşıyıcı sistem seçilmiştir. Buna bağlı olarak Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) ve Dayanım fazlalığı katsayısı (D) **A15** olarak seçilmiştir.

**Tablo 20. Betonarme Bina Taşıyıcı Sistemleri İçin R ve D Katsayısı (TBDY-2018)**

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



### 3.6.5. Hareketli Yük Azaltma Katsayısı

Hareketli yük katılım katsayısı bina türü yapılarda Tablo 21’de gösterildiği gibi 0.3 olarak alınmıştır.

**Tablo 21.** Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (TBDY-2018)

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

### 3.6.6. Bina Performans Hedefi

TBDY-2018’de tanımlanan dört deprem yer hareketi düzeyi için, Deprem Tasarım Sınıfı DTS = 1, 1a<sup>(1)</sup>, 2, 2a<sup>(1)</sup>, 3, 3a, 4, 4a için tanımlanan Normal Performans Hedefleri ve Deprem Tasarım Sınıfı DTS = 1a<sup>(2)</sup>, 2a<sup>(2)</sup> için tanımlanan İleri Performans Hedefleri Tablo 22’de verilmiştir. Binanın deprem tasarım sınıfı DTS=1 olduğundan normal performans hedefi sağlanacak şekilde yapısal tasarım gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 22.** Yeni Yapılacak Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar (Yüksek Binalar Dışında -  $BYS \geq 2$ ) (TBDY-2018)

Deprem Yer H. Düzeyi	DTS = 1, 1a <sup>(1)</sup> , 2, 2a <sup>(1)</sup> , 3, 3a, 4, 4a		DTS = 1a <sup>(2)</sup> , 2a <sup>(2)</sup>	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/ Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/ Tasarım Yaklaşımı
DD-3	-	-	SH	ŞGDT
<b>DD-2</b>	<b>KH</b>	<b>DGT<sup>(5)</sup></b>	KH	DGT <sup>(3,4)</sup>
DD-1	-	-	KH	ŞGDT

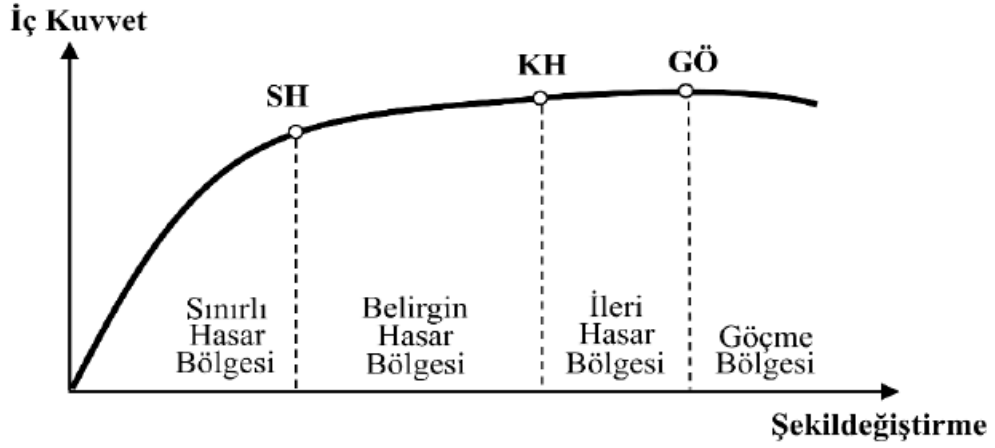
(1)  $BYS > 3$  olan binalarda uygulanacaktır.

(2)  $BYS = 2,3$  olan binalarda uygulanacaktır.

(3) Ön tasarım olarak yapılacaktır.

(4)  $I = 1.5$  alınarak uygulanacaktır.

(5) Bkz. TBDY-2018 Bölüm 3.5.2.2.

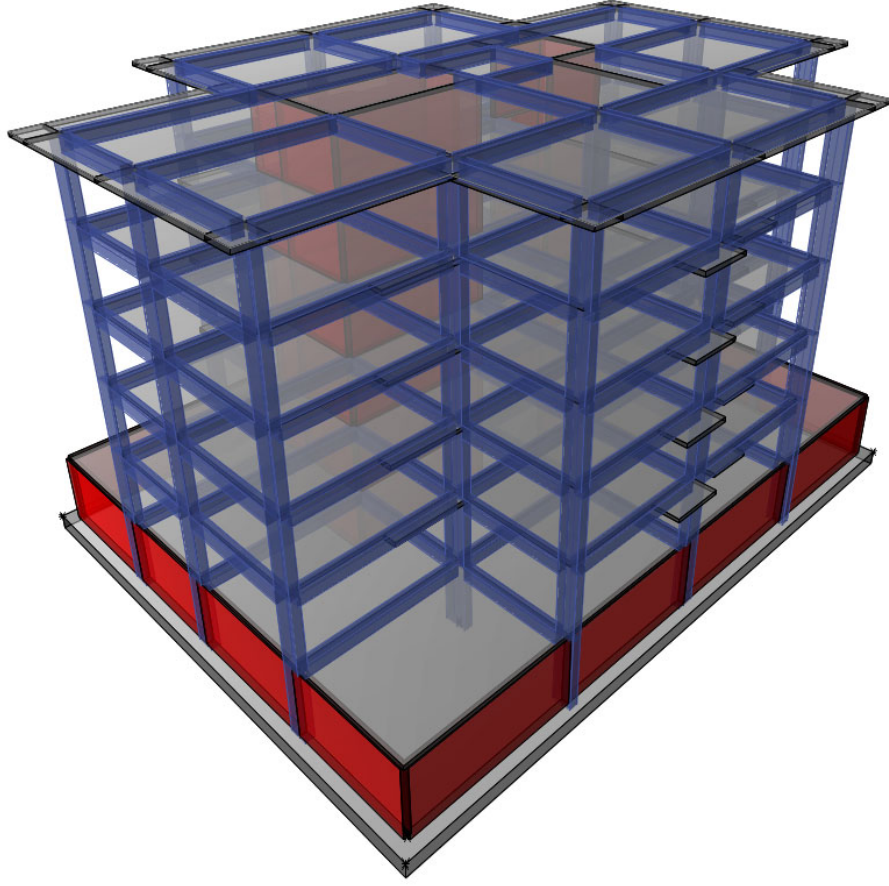


Şekil 11. Performans Bölgeleri (TBDY-2018)

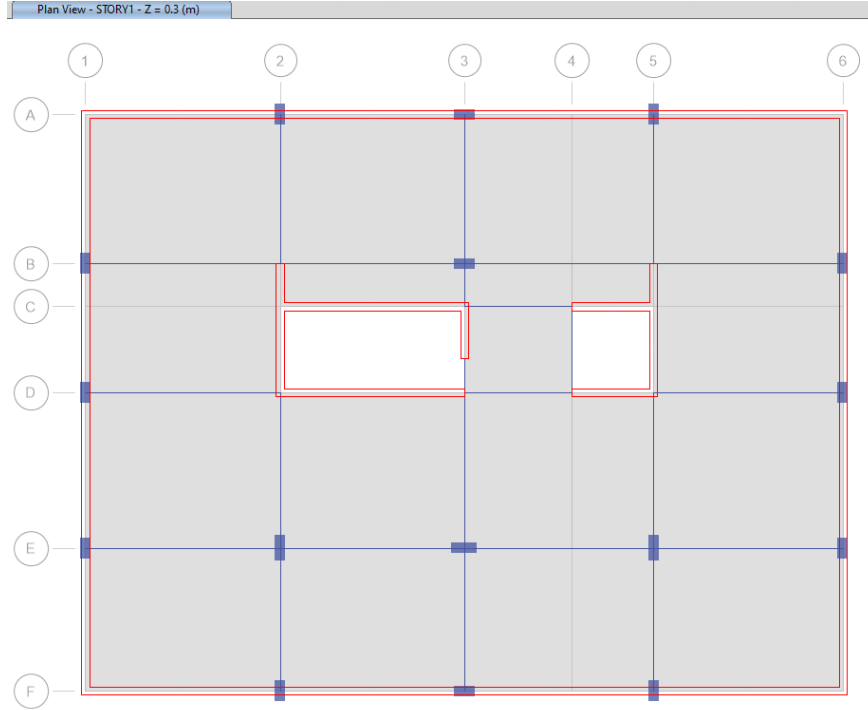
### 3.7. Bina Analiz Modelinin Oluşturulması

Binanın Etabs programında 3D modeli oluşturulmuştur. Kolon ve kirişler çubuk eleman, döşeme, toprak ve deprem perdeleri ve temel kabuk eleman olarak modellenmiştir. 5 farklı zemin sınıfı (ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE) için modeller oluşturulmuştur. Modelleme esasları ve boyut belirlerken Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği – 2018’de (TBDY-2018) verilen kurallara uyulmuştur. Analiz sonucu yapı taşıyıcı sistem boyutları belirlenerek analiz modelleri tamamlanmıştır.

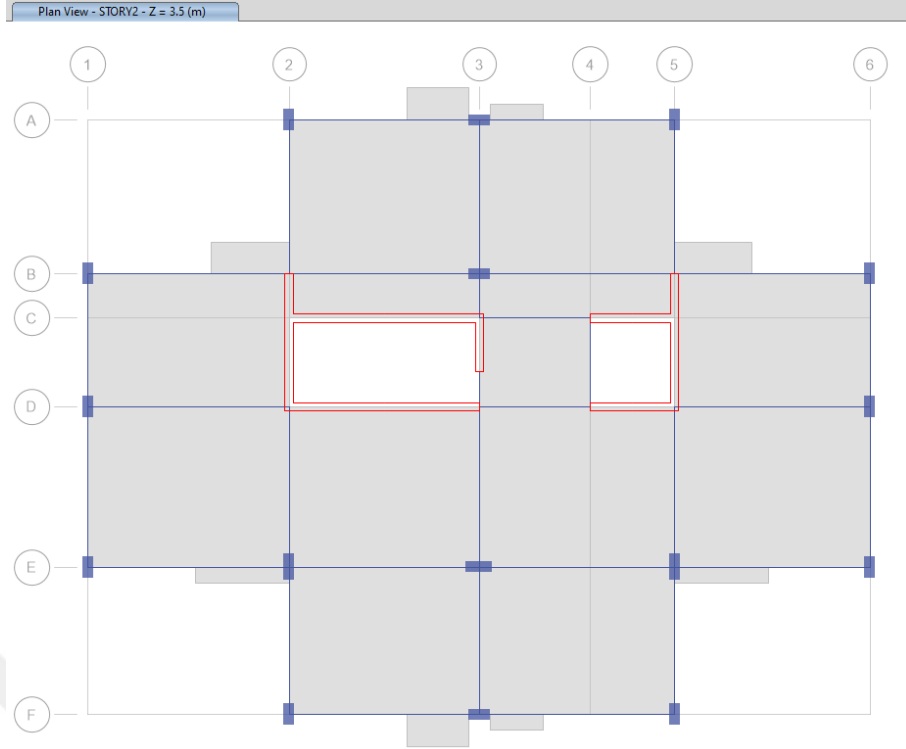
Bilgisayar analizleri, Computers and Structures, Inc. tarafından geliştirilen “ETABS V20” yapısal analiz programı ile yapılmıştır.



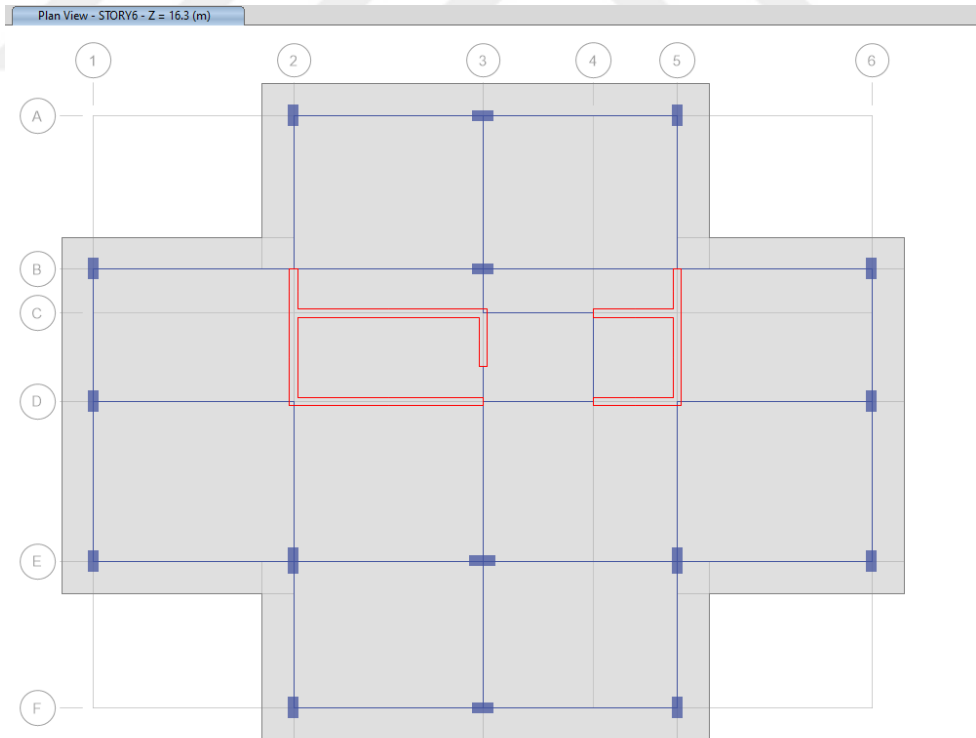
Şekil 12. 3D Bina Analiz Modeli (Örnek-1)



Şekil 13. Bodrum Kat Plan Görünümü (Örnek-2)



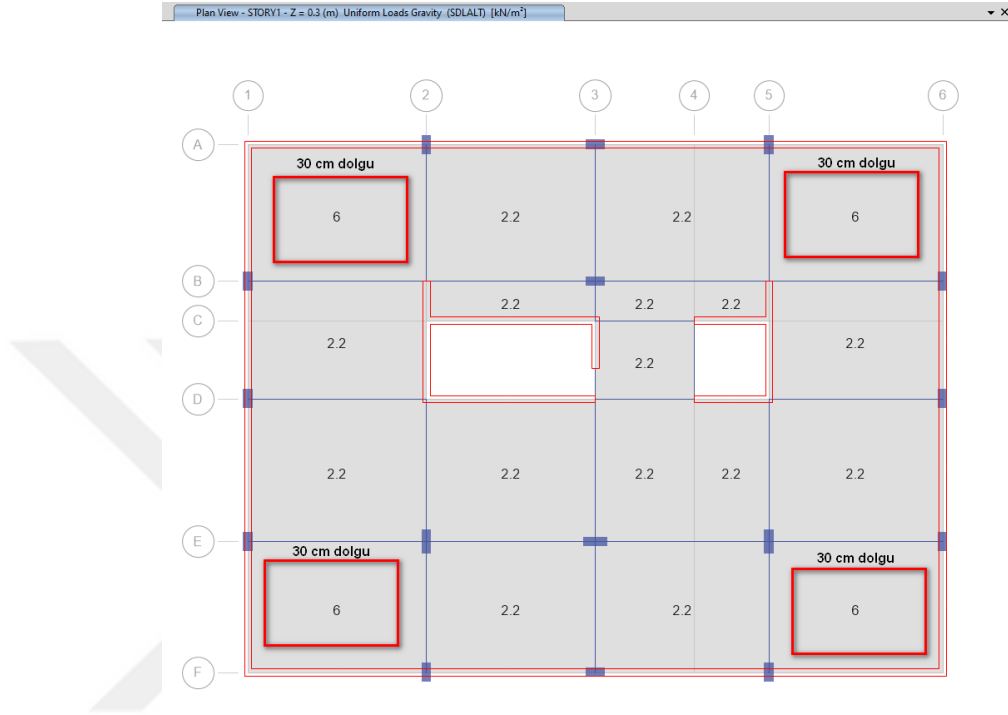
**Şekil 14.** Zemin Kat, 1.Kat, 2.Kat, 3.Kat ve 4.Kat Plan Görünümü(Örnek-3)



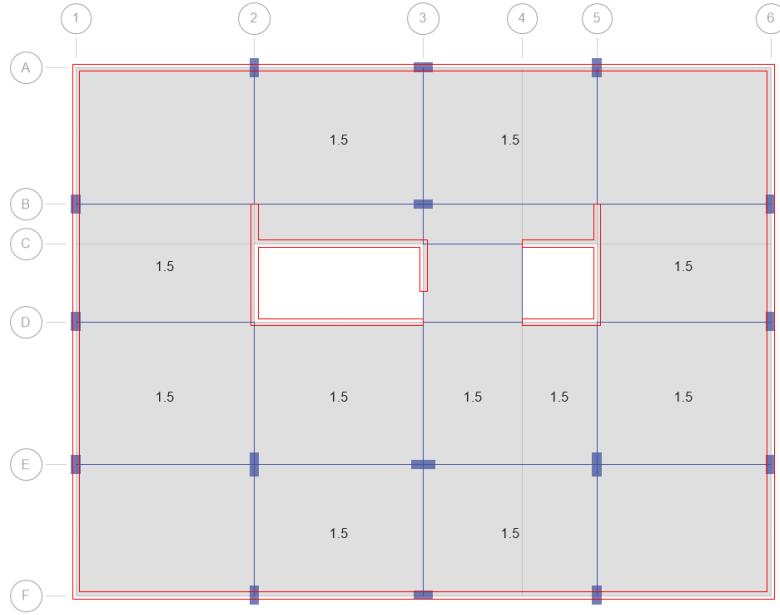
**Şekil 15.** 5.Kat Plan Görünümü (Örnek-4)

### 3.8. Bina Hesap Yükleri

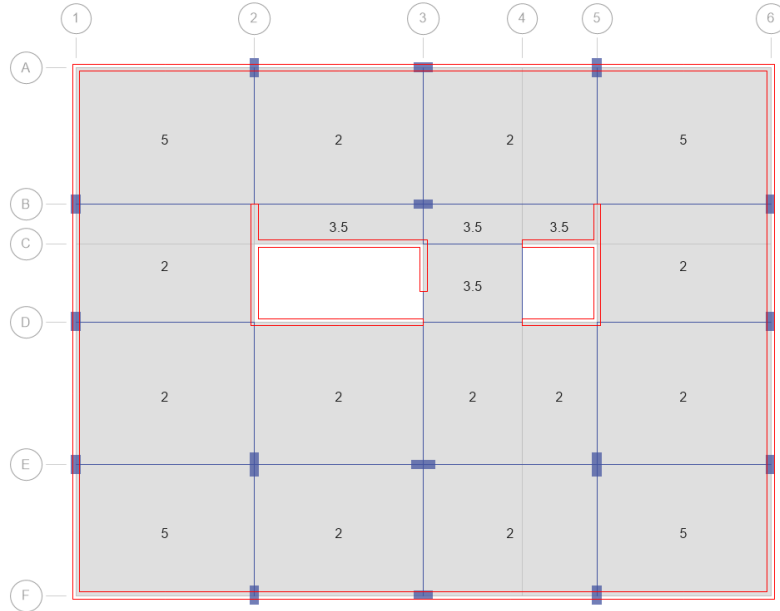
Bina yapı elemanlarına etkitilen kaplama, duvar, hareketli ve zemin yükleri gösterilmiştir. Elemanların öz ağırlıklarından oluşan yükler program tarafından otomatik hesaplanmaktadır.



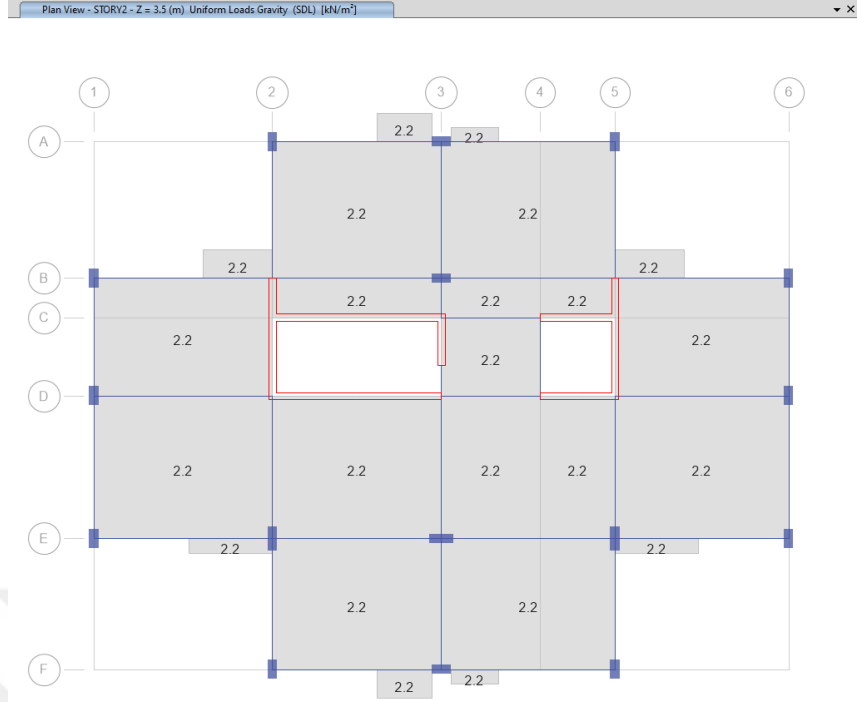
Şekil 16. Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Kaplama Yükü (kN/m<sup>2</sup>)



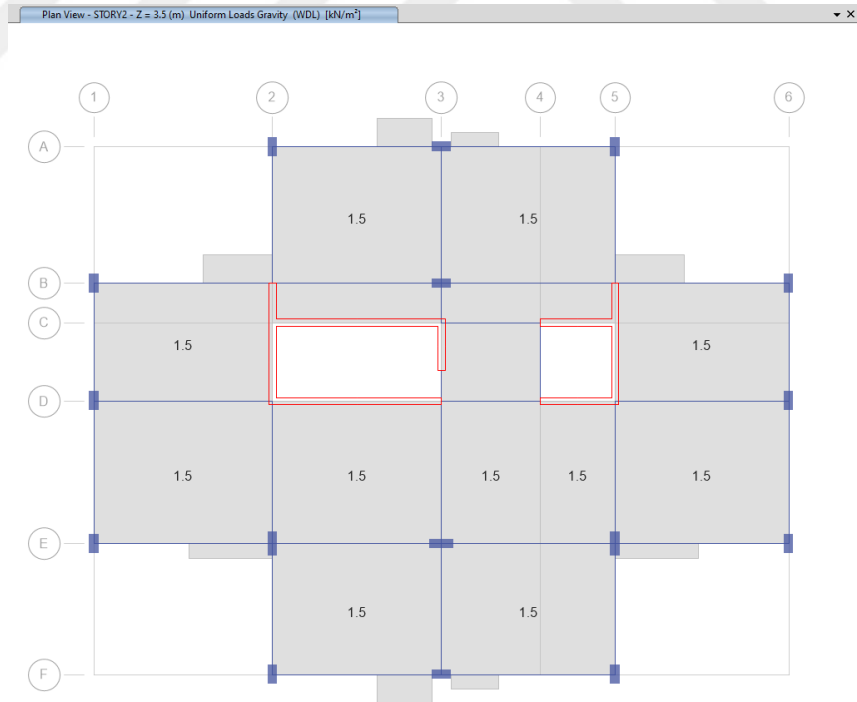
Şekil 17. Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Duvar Yüğü (kN/m<sup>2</sup>)



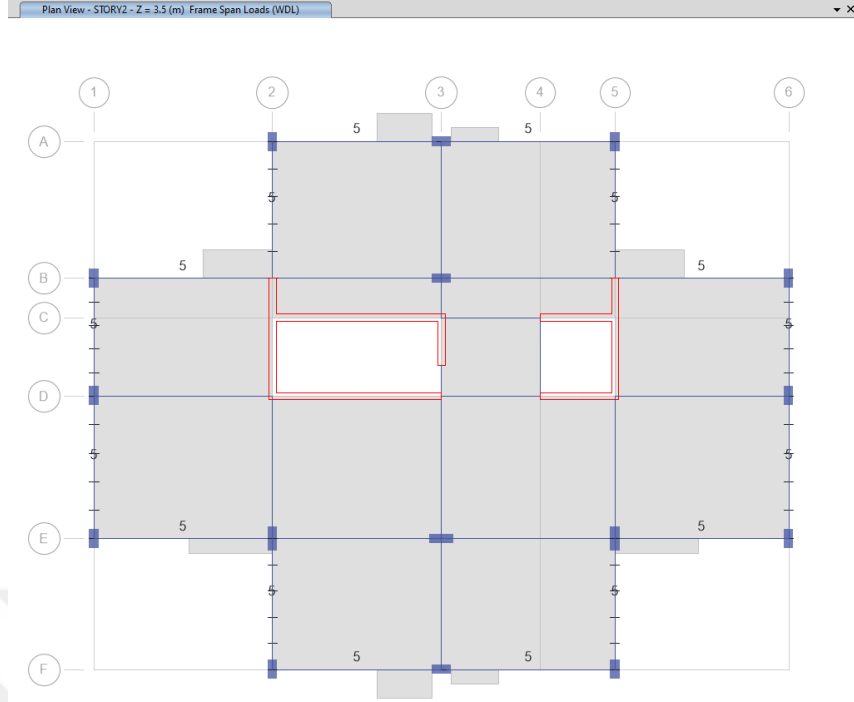
Şekil 18. Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Hareketli Yüğü (kN/m<sup>2</sup>)



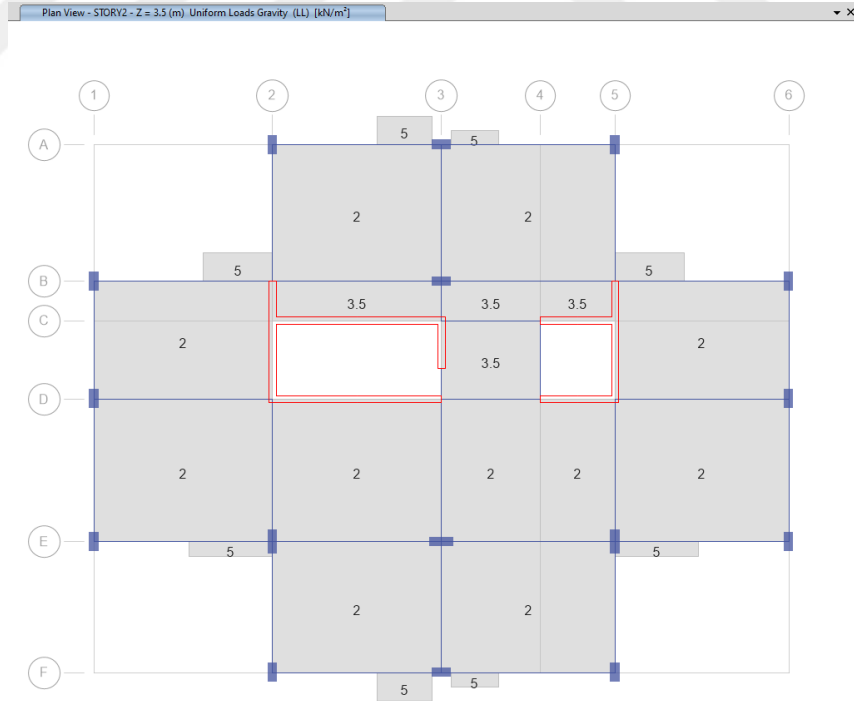
Şekil 19. Standart Katlar (+3.50 ~ +13.10 Kotları) Kaplama Yüğü (kN/m<sup>2</sup>)



Şekil 20. Standart Katlar (+3.50 ~ +13.10 Kotları) Duvar Yüğü (kN/m<sup>2</sup>)



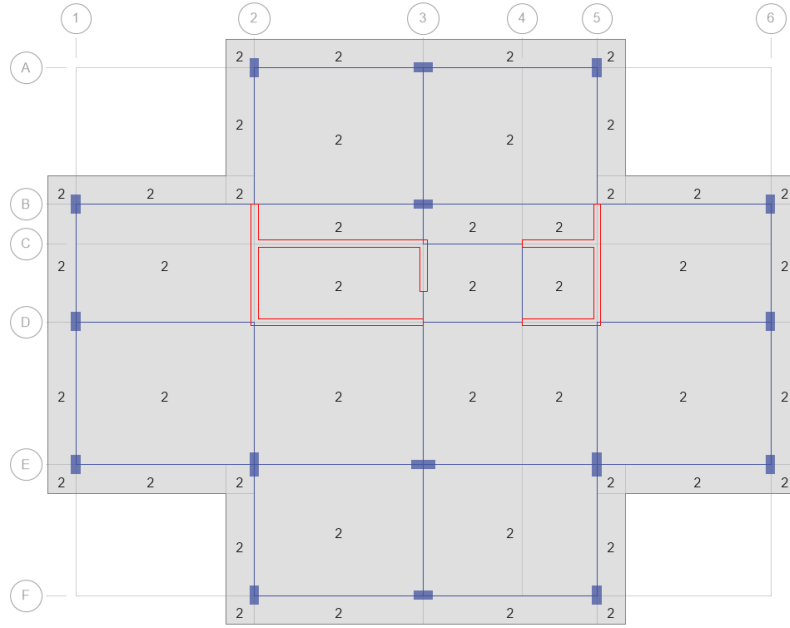
Şekil 21. Standart Katlar (+3.50 ~ +13.10 Kotları) Cephe Yüğü (kN/m)



Şekil 22. Standart Katlar (+3.50 ~ +13.10 Kotları) Hareketli Yüğü (kN/m<sup>2</sup>)

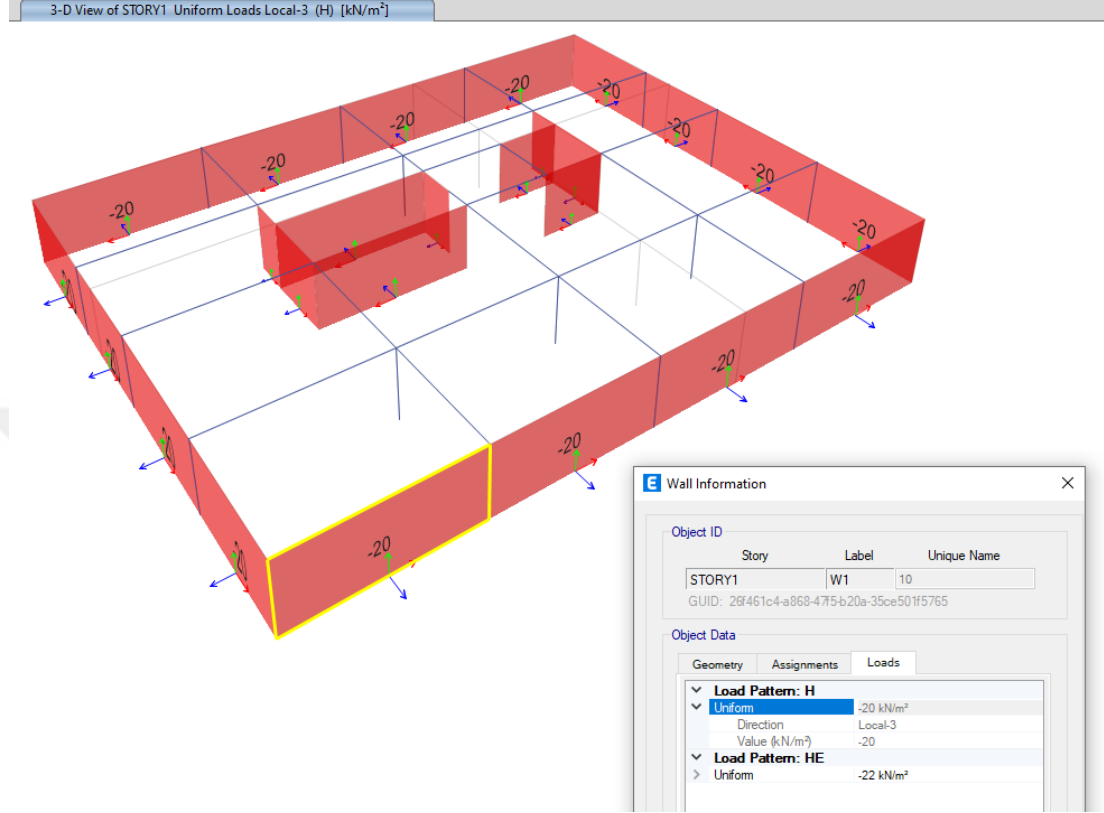




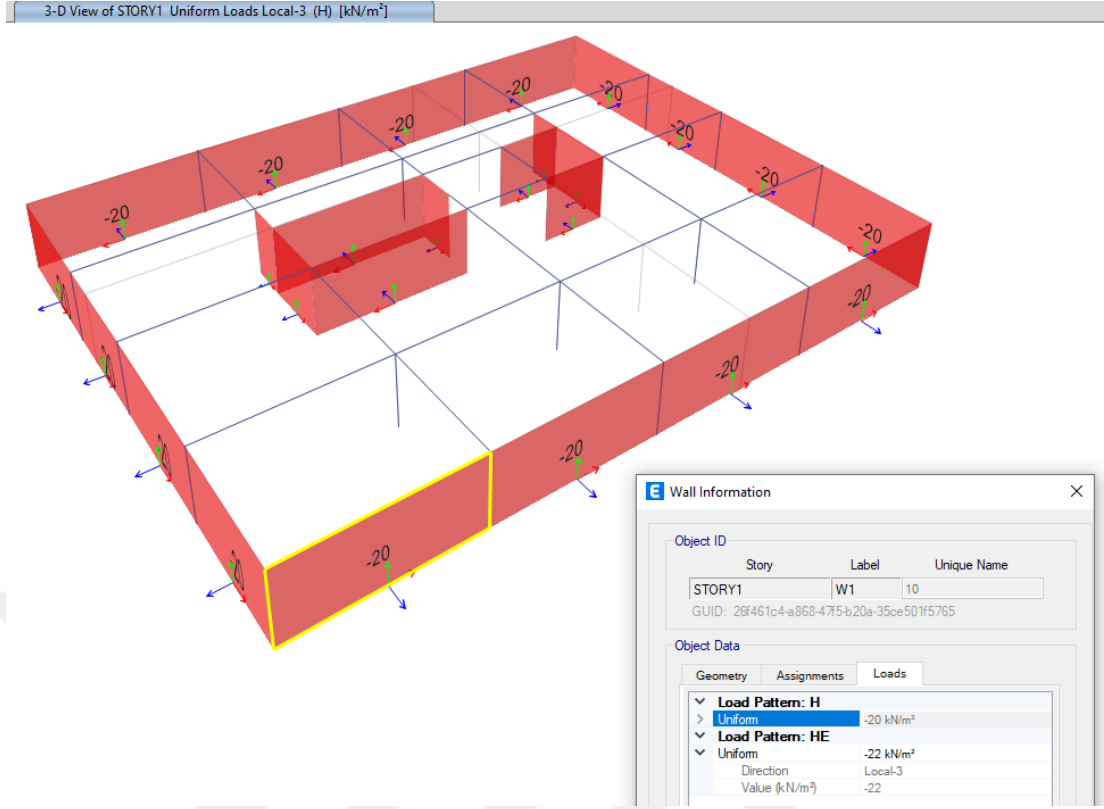


Şekil 25. Çatı Katı (+16.3Kotu) Hareketli Yük (kN/m<sup>2</sup>)

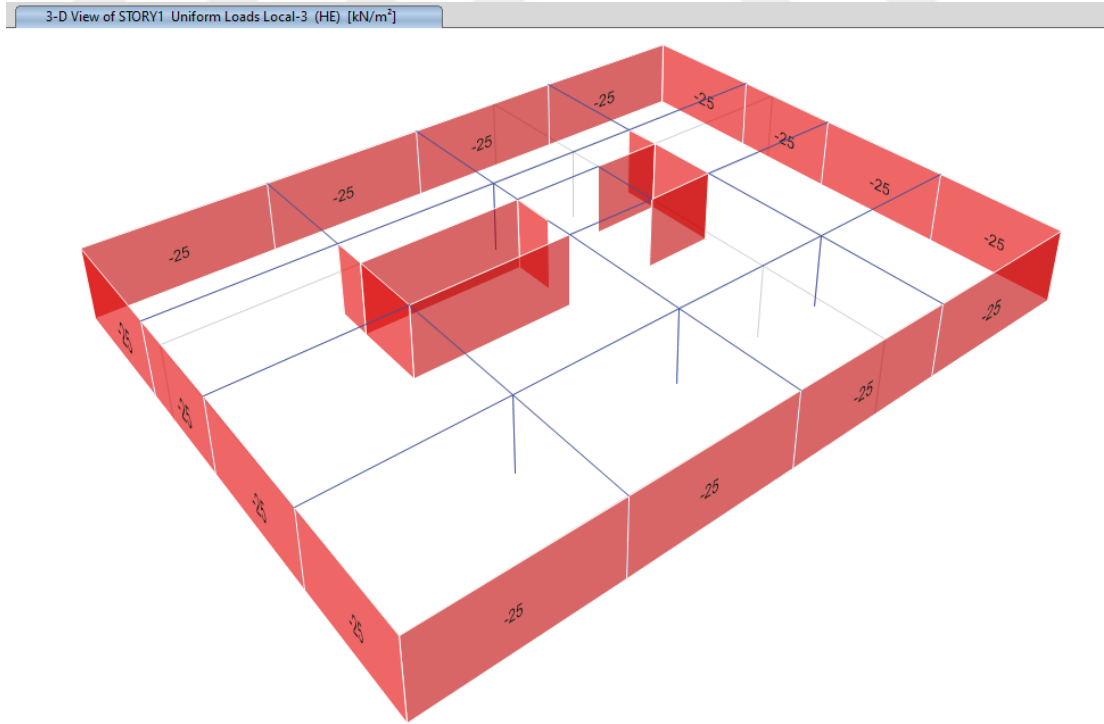
Zemin basınçları toprak perdelerinin local axes sistemlerine göre etkilmiştir. Mavi programın tanımına göre 3 yönünü göstermektedir. Axes sistemi perdelerden dışa doğru baktığı için yük değerleri “-“ olarak etkilmiştir.



Şekil 26. ZA~ZE Zemin Sınıflılarında Statik Toprak Basıncı (kN/m<sup>2</sup>)

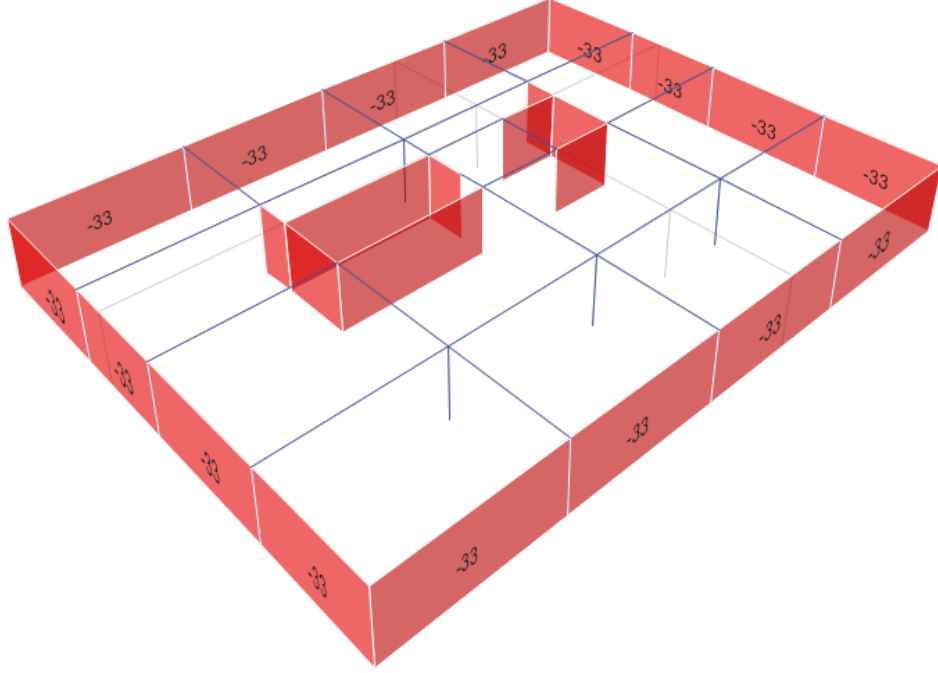


Şekil 27. ZA Zemin Sınıfında Dinamik Toprak Basıncı (kN/m<sup>2</sup>)



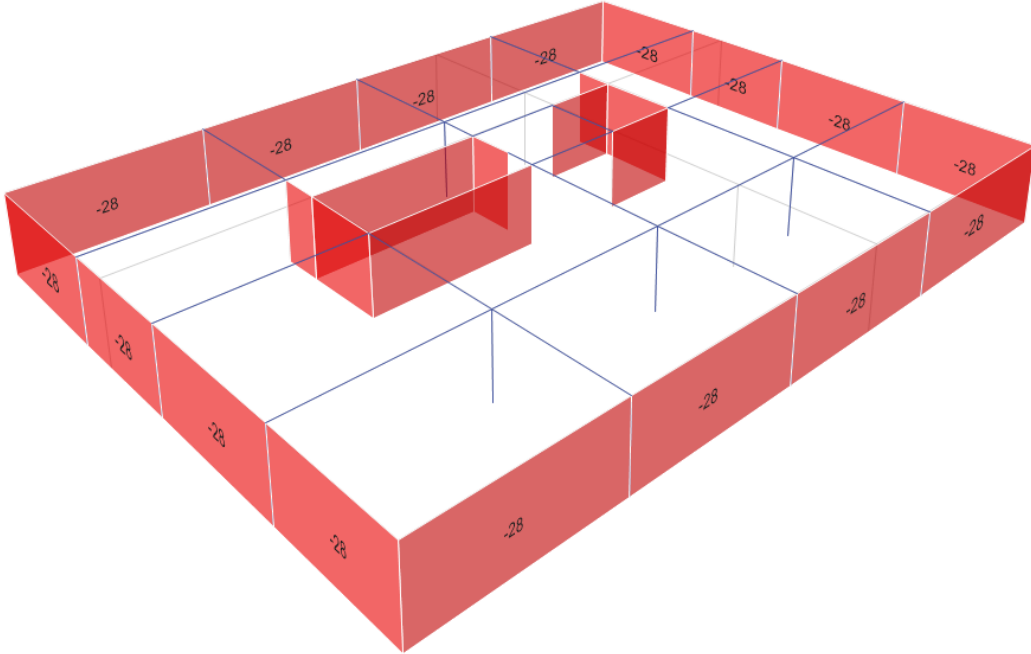
Şekil 28. ZB Zemin Sınıfında Dinamik Toprak Basıncı (kN/m<sup>2</sup>)

3-D View of STORY1 Uniform Loads Local-3 (HE) [kN/m<sup>2</sup>]

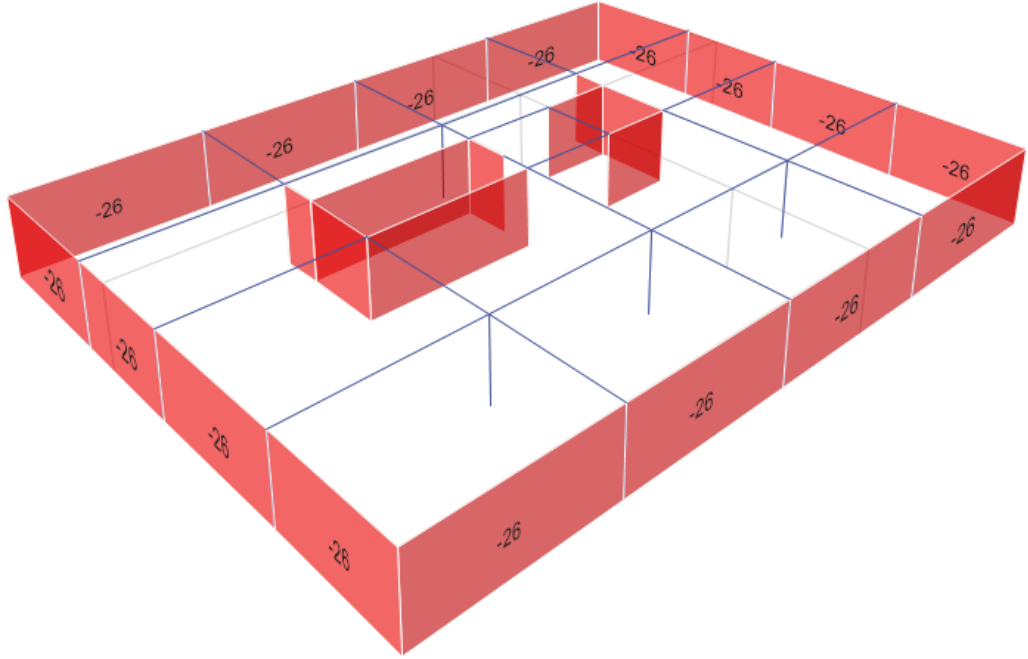


Şekil 29. ZC Zemin Sınıfında Dinamik Toprak Basıncı (kN/m<sup>2</sup>)

3-D View of STORY1 Uniform Loads Local-3 (HE) [kN/m<sup>2</sup>]



Şekil 30. ZD Zemin Sınıfında Dinamik Toprak Basıncı (kN/m<sup>2</sup>)



**Şekil 31.** ZE Zemin Sınıfında Dinamik Toprak Basıncı (kN/m<sup>2</sup>)

### 3.9. Bina Tasarımı İçin Yapılan Kabuller Özeti

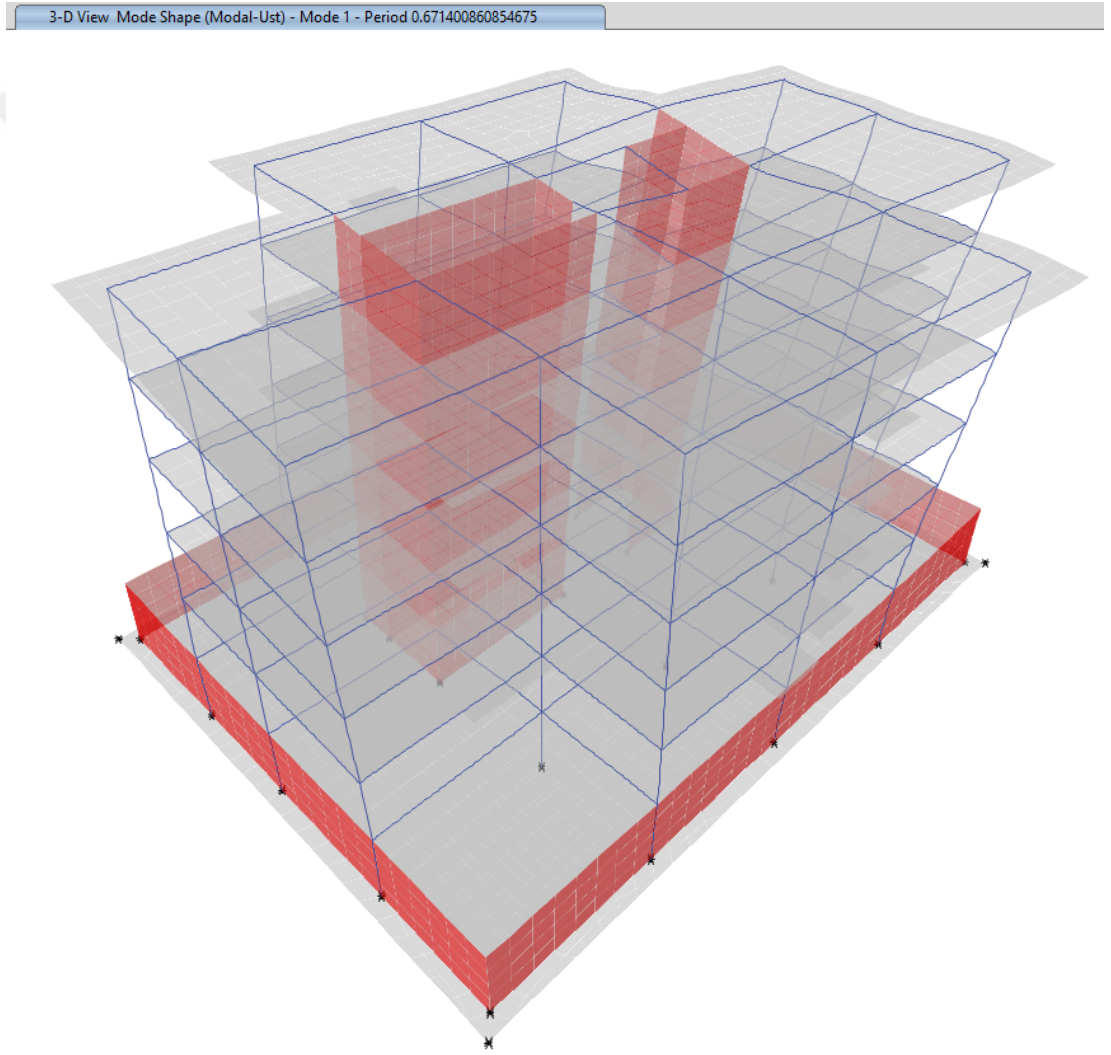
- a. Bina tasarımı Etabs V20 programı ile yapılacaktır.
- b. Mod birleştirme yöntemi ile üç boyutlu doğrusal (lineer) analiz yapılacaktır.
- c. Her düğüm noktasında 6 serbestlik derecesi dikkate alınacaktır.
- d. Döşeme sehim hesapları Safe V20 programı ile yapılacaktır.
- e. Binanın 5 farklı zemin sınıfına göre çözümünde temeller ile etkileşimli analizler yapılacaktır.
- f. Zemin düşey yataklanma katsayıları tecrübe ve öngörüye dayalı olarak seçilecek ve zemin iyileştirme durumları hiçbir durumda değerlendirilmeyecektir.
- g. Döşemelerin tasarımında düşey yükler daha etkin olacağı varsayılacak ve depremlilik durum döşeme donatı tasarımlarındaki minimum değişimler dikkate alınmayacaktır.

# DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

## BULGULAR VE TARTIŞMALAR

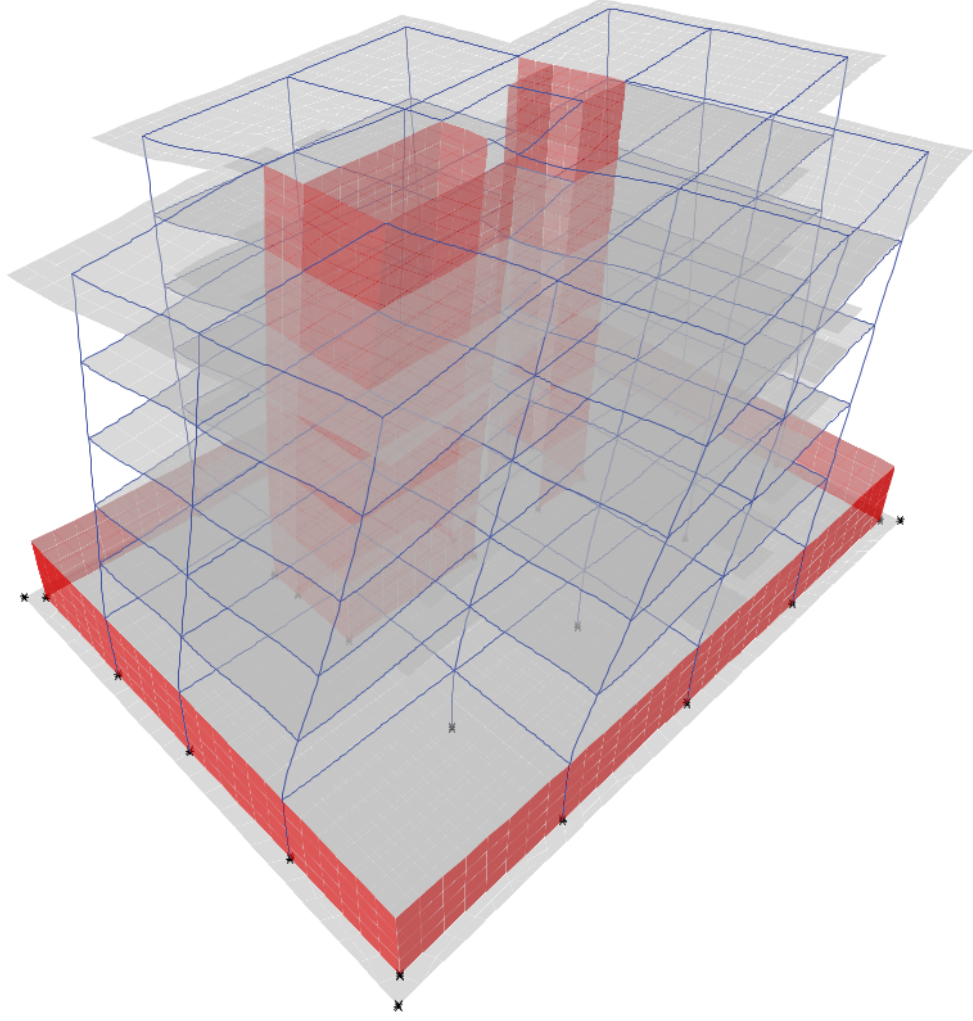
### 4.1. Yapı Periyotları

Yapıların periyotları ve kütle katılım oranları aşağıda sunulmuştur. Tablolardan da anlaşılacağı üzere yapı sistemleri ve yük akışları düzenlidir. İyi zeminden kötü zemine doğru gidildikçe kütle katılım oranları arasındaki düzensizlik artmaktadır.

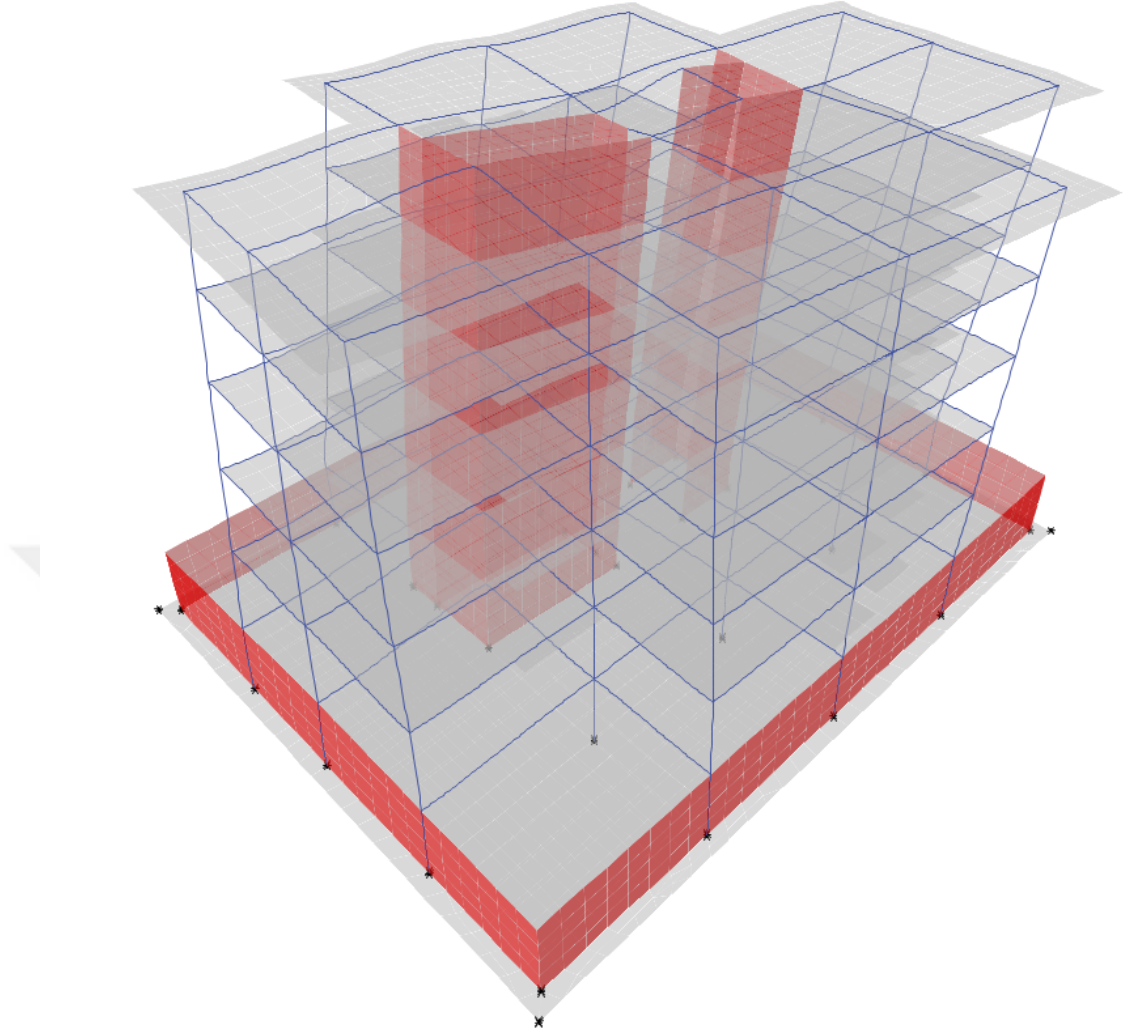


Şekil 32. 1.Doğal Titreşim Periyodu (sn.) (Örnek-1)





**Şekil 33.** 2.Doğal Titreşim Periyodu (sn.) (Örnek-2)



Şekil 34. 3.Doğal Titreşim Periyodu (sn.) (Örnek-3)

Tablo 23. ZA-Yapı Periyodu ve Kütle Katılım Oranı

Modal Participating Mass Ratios							
Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ
Modal	1	<b>0.671</b>	0.029	<b>0.647</b>	0.029	0.647	0.141
Modal	2	0.614	0.230	0.170	0.259	0.817	0.411
Modal	3	<b>0.520</b>	<b>0.573</b>	0.007	0.832	0.824	0.259

**Tablo 24. ZB-Yapı Periyodu ve Kütle Katılım Oranı**

Modal Participating Mass Ratios							
Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ
Modal	1	<b>0.671</b>	0.028	<b>0.655</b>	0.028	0.655	0.135
Modal	2	0.614	0.237	0.162	0.264	0.817	0.412
Modal	3	<b>0.520</b>	<b>0.567</b>	0.007	0.831	0.824	0.264

**Tablo 25. ZC-Yapı Periyodu ve Kütle Katılım Oranı**

Modal Participating Mass Ratios							
Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ
Modal	1	<b>0.674</b>	0.025	<b>0.671</b>	0.025	0.671	0.122
Modal	2	0.616	0.251	0.146	0.276	0.817	0.413
Modal	3	<b>0.521</b>	<b>0.555</b>	0.007	0.832	0.824	0.275

**Tablo 26. ZD-Yapı Periyodu ve Kütle Katılım Oranı**

Modal Participating Mass Ratios							
Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ
Modal	1	<b>0.656</b>	0.015	<b>0.736</b>	0.015	0.736	0.073
Modal	2	0.592	0.329	0.086	0.344	0.822	0.394
Modal	3	<b>0.504</b>	<b>0.491</b>	0.008	0.836	0.830	0.348

**Tablo 27. ZE-Yapı Periyodu ve Kütle Katılım Oranı**

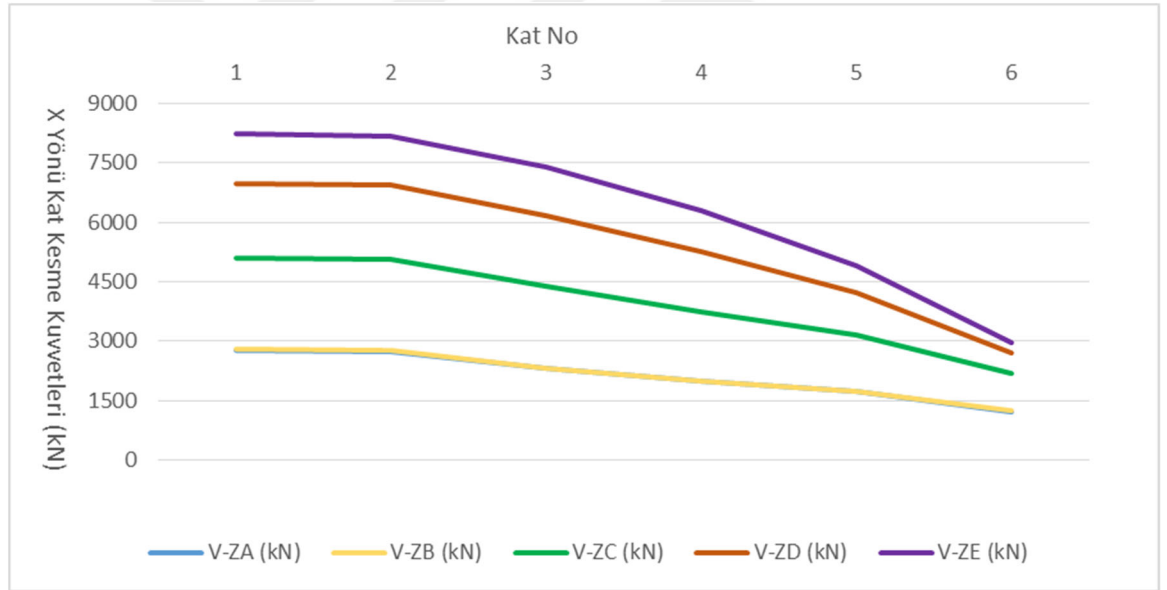
Modal Participating Mass Ratios							
Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ
Modal	1	<b>0.677</b>	0.007	<b>0.787</b>	0.007	0.787	0.036
Modal	2	<b>0.593</b>	<b>0.491</b>	0.038	0.498	0.825	0.283
Modal	3	0.506	0.343	0.011	0.841	0.836	0.497

#### 4.2. Yapı Kat Kesme Kuvvetleri ve Kat Momentleri

ZA zemin sınıfı ile ZB zemin sınıfı arasındaki taban kesme kuvveti, kat momentleri ve spektrum ivme değerinde belirgin bir artış gözlemlenmezken ZB zemin sınıfından ZE zemin sınıfına gidildikçe artış oranında belirgin bir fark olduğu görülmektedir.

**Tablo 28.** X Yönü Kat Kesme Kuvvetleri

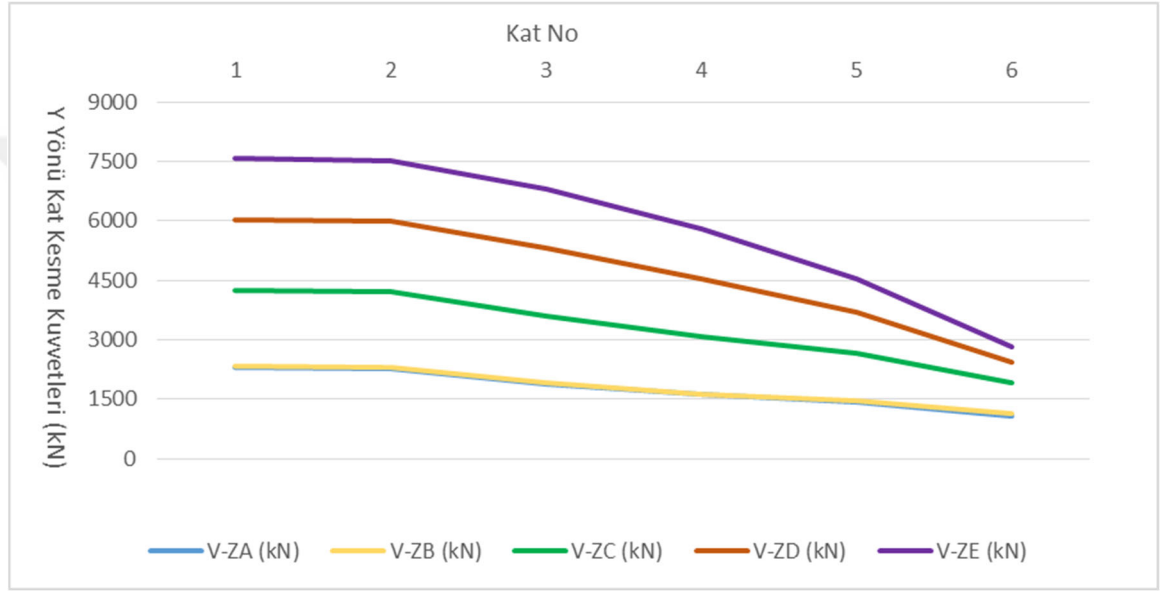
Kat No	V-ZA	V-ZB	V-ZC	V-ZD	V-ZE
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
6	1217	1256	2176	2709	2969
5	1718	1745	3160	4234	4890
4	1986	1987	3742	5276	6309
3	2324	2325	4378	6180	7405
2	2734	2764	5067	6946	8183
1	2753	2786	5099	6985	8226



**Şekil 35.** X Yönü Kat Kesme Kuvvetleri

**Tablo 29. Y Yönü Kat Kesme Kuvvetleri**

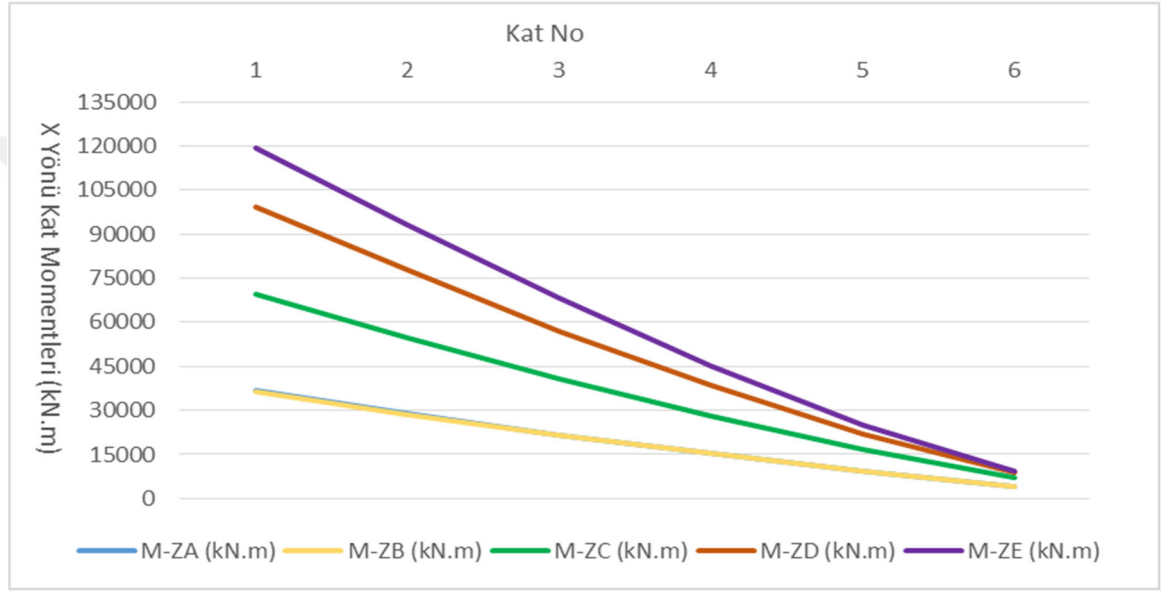
Kat No	V-ZA	V-ZB	V-ZC	V-ZD	V-ZE
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
6	1088	1130	1929	2448	2820
5	1447	1477	2660	3706	4554
4	1622	1635	3075	4537	5806
3	1899	1913	3593	5306	6801
2	2269	2308	4207	5995	7533
1	2289	2331	4240	6035	7578



**Şekil 36. Y Yönü Kat Kesme Kuvvetleri**

**Tablo 30. X Yünü Kat Momentler**

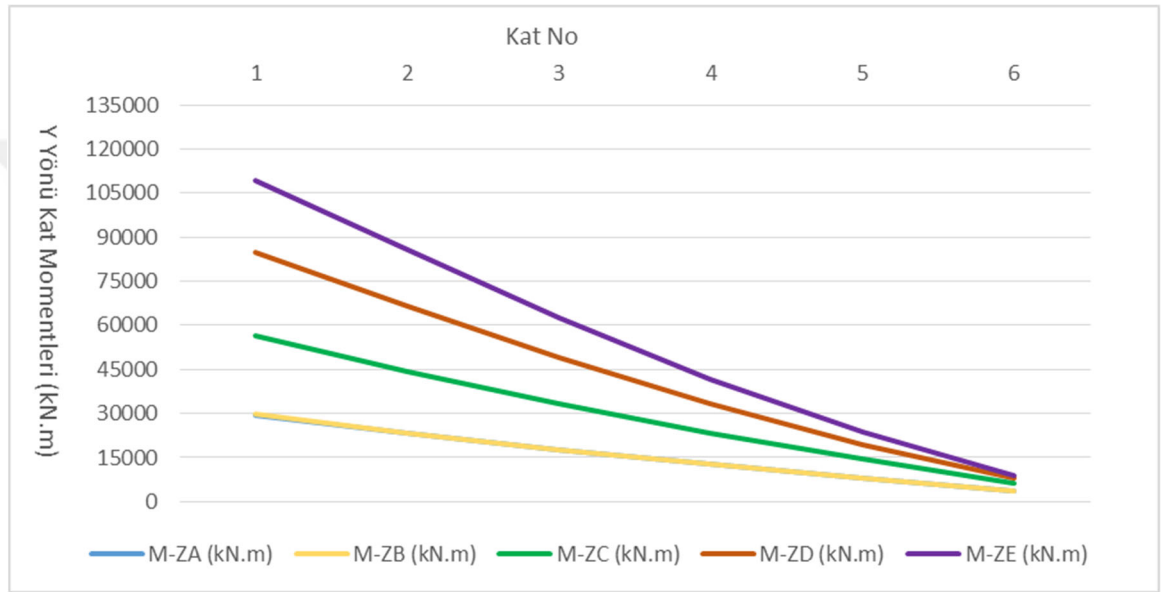
Kat No	M-ZA	M-ZB	M-ZC	M-ZD	M-ZE
	(kN.m)	(kN.m)	(kN.m)	(kN.m)	(kN.m)
6	3895	4020	6963	8670	9501
5	9310	9511	16943	22113	25084
4	15204	15354	28214	38488	44990
3	21539	21549	40579	57082	68055
2	28766	28663	54540	77692	93371
1	36691	36570	69537	99088	119175



**Şekil 37. X Yünü Kat Momentleri**

**Tablo 31.** Y Yönü Kat Momentler

Kat No	M-ZA	M-ZB	M-ZC	M-ZD	M-ZE
	(kN.m)	(kN.m)	(kN.m)	(kN.m)	(kN.m)
6	3482	3618	6172	7835	9025
5	7971	8186	14469	19543	23503
4	12600	12793	23454	33431	41700
3	17475	17578	33176	49062	62657
2	23157	23201	44309	66479	85706
1	29565	29636	56512	84737	109318



**Şekil 38.** Y Yönü Kat Momentleri

### 4.3. Temellerin İncelenmesi

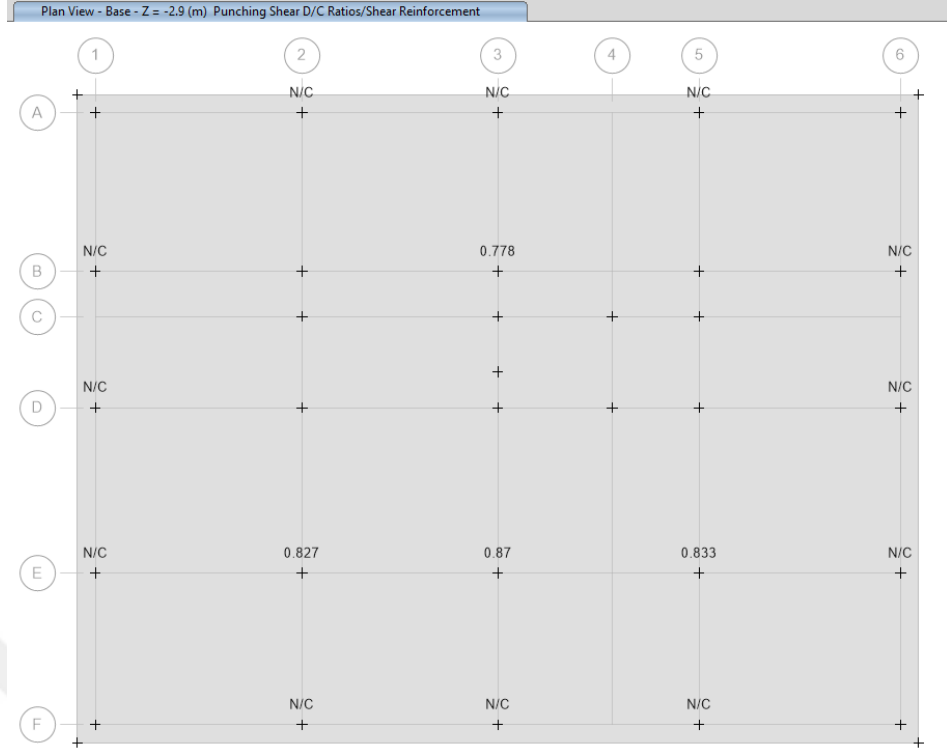
#### 4.3.1. Temellerin Boyut Tayini

Yapıların temel analizi ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarına göre yapılmıştır. Bina taşıyıcı sistemlerinden temel zeminine aktarılan yükler ve temel zemininin özellikleri göz önünde tutularak radye temel sistemi seçimi yapılmıştır. Zeminin taşıma gücü durumu değerlendirilmemiştir.

Temeller, Etabs programında modellenmiş olan binanın zemininde shell elemanlar ile tanımlanmıştır. Etabs programında, temelin bulunduğu bütün model yapı üzerindeki tüm yükler ve yük kombinasyonları ile birlikte analiz edilmiştir. Boyut belirlenirken kolonlar altında oluşan zımbalama oranları esas alınmıştır. Tablo 2’de özetlenen kalınlıkların tahkiki için zımbalama oranları gösterilmiştir. 70 cm temel kalınlığı ZA zemin sınıfındaki yapı için seçilmiş olup, diğer zemin sınıflarında bu kalınlık yetmediği için yetecek minimum kalınlıklar seçilerek analizler tekrarlanmıştır.

Zemin Sınıfları	Seçilen Temel Kalınlıkları (cm)
ZA	70
ZB	75
ZC	80
ZD	85
ZE	90

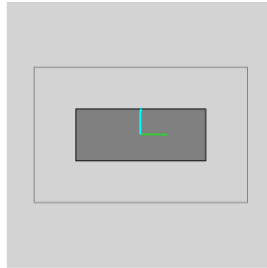




### TS 500-2000 Punching Shear Check & Design

#### Geometric Properties

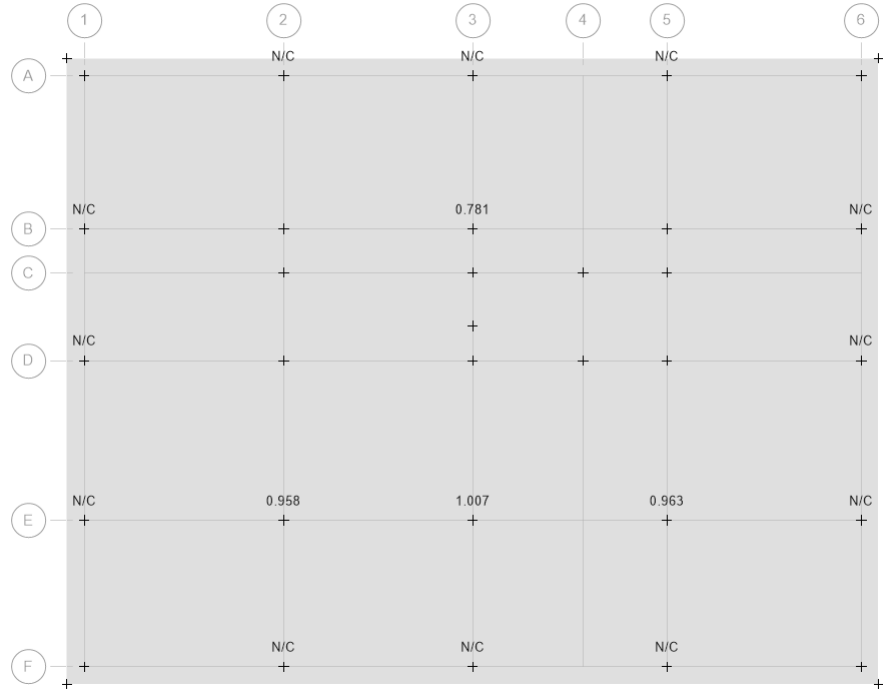
Combination = EQUX1D  
 Story = Base  
 Point Label = 40  
 Column Shape = Rectangular  
 Column Location = Interior  
 Global X-Coordinate = 14.6 m  
 Global Y-Coordinate = 5.5 m



#### Column Punching Check

Avg. Eff. Slab Thickness = 0.65 m  
 Eff. Punching Perimeter = 5.4 m  
 Cover = 0.05 m  
 Conc. Comp. Strength = 30000 kN/m<sup>2</sup>  
 Reinforcement Ratio = 0  
 Section Inertia I-22 = 0.764684 m<sup>4</sup>  
 Section Inertia I-33 = 1.491222 m<sup>4</sup>  
 Gamma<sub>22</sub> = 0.443741  
 Gamma<sub>33</sub> = 0.556259  
 Moment Mu2 = -29.1596 kN-m  
 Moment Mu3 = -45.1292 kN-m  
 Shear Force = -3824.1193 kN  
 Unbalanced Moment Mu2 = -12.9393 kN-m  
 Unbalanced Moment Mu3 = -25.1035 kN-m  
 Max Design Shear Stress = 1112.26 kN/m<sup>2</sup>  
 Conc. Shear Stress Capacity = 1278.02 kN/m<sup>2</sup>  
 Punching Shear Ratio = 0.87

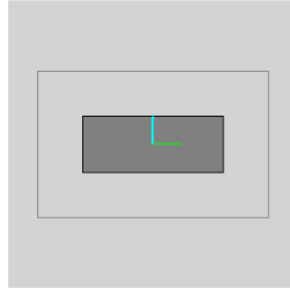
Şekil 39. ZA Zeminde T=70 cm Temel Zımbalama Oranları



### TS 500-2000 Punching Shear Check & Design

#### Geometric Properties

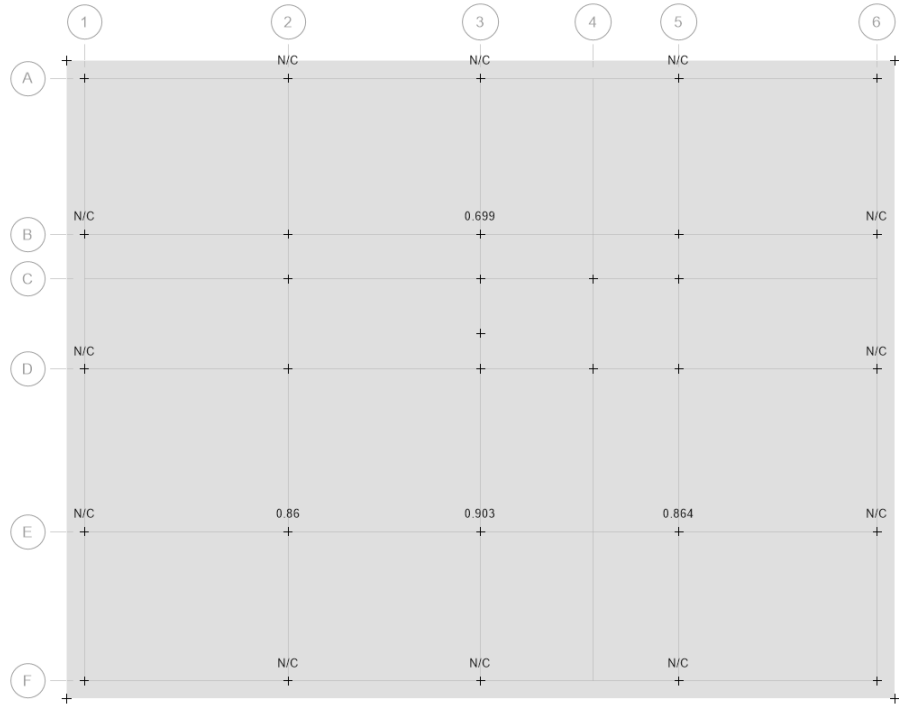
Combination = DESG2  
 Story = Base  
 Point Label = 40  
 Column Shape = Rectangular  
 Column Location = Interior  
 Global X-Coordinate = 14.6 m  
 Global Y-Coordinate = 5.5 m



#### Column Punching Check

Avg. Eff. Slab Thickness = 0.65 m  
 Eff. Punching Perimeter = 5.4 m  
 Cover = 0.05 m  
 Conc. Comp. Strength = 30000 kN/m<sup>2</sup>  
 Reinforcement Ratio = 0  
 Section Inertia I-22 = 0.764684 m<sup>4</sup>  
 Section Inertia I-33 = 1.491222 m<sup>4</sup>  
 Gamma<sub>v2</sub> = 0.443741  
 Gamma<sub>v3</sub> = 0.556259  
 Moment Mu2 = 2.8741 kN-m  
 Moment Mu3 = 3.3424 kN-m  
 Shear Force = -4510.8558 kN  
 Unbalanced Moment Mu2 = 1.2754 kN-m  
 Unbalanced Moment Mu3 = 1.8592 kN-m  
 Max Design Shear Stress = 1287.05 kN/m<sup>2</sup>  
 Conc. Shear Stress Capacity = 1278.02 kN/m<sup>2</sup>  
 Punching Shear Ratio = 1.01

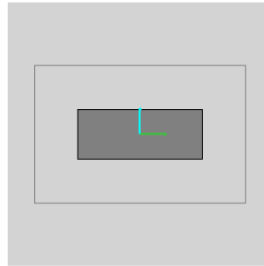
Şekil 40. ZB Zeminde T=70 cm Temel Zımbalama Oranları



### TS 500-2000 Punching Shear Check & Design

#### Geometric Properties

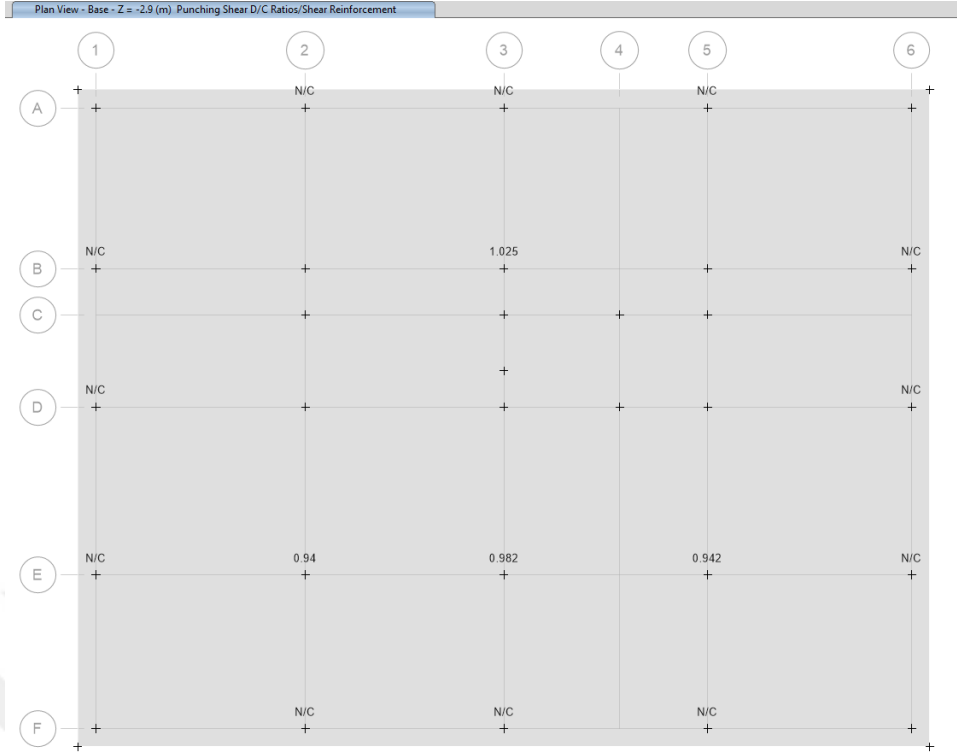
Combination = DESG2  
 Story = Base  
 Point Label = 40  
 Column Shape = Rectangular  
 Column Location = Interior  
 Global X-Coordinate = 14.6 m  
 Global Y-Coordinate = 5.5 m



#### Column Punching Check

Avg. Eff. Slab Thickness = 0.7 m  
 Eff. Punching Perimeter = 5.6 m  
 Cover = 0.05 m  
 Conc. Comp. Strength = 30000 kN/m<sup>2</sup>  
 Reinforcement Ratio = 0  
 Section Inertia I-22 = 0.938117 m<sup>4</sup>  
 Section Inertia I-33 = 1.783017 m<sup>4</sup>  
 Gamma<sub>u2</sub> = 0.445799  
 Gamma<sub>u3</sub> = 0.554201  
 Moment Mu2 = 3.1108 kN-m  
 Moment Mu3 = 3.3456 kN-m  
 Shear Force = -4518.6716 kN  
 Unbalanced Moment Mu2 = 1.3868 kN-m  
 Unbalanced Moment Mu3 = 1.8542 kN-m  
 Max. Design Shear Stress = 1154.42 kN/m<sup>2</sup>  
 Conc. Shear Stress Capacity = 1278.02 kN/m<sup>2</sup>  
 Punching Shear Ratio = 0.9

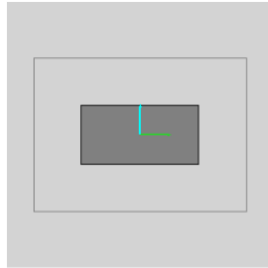
Şekil 41. ZB Zeminde T=75cm Temel Zımbalama Oranları



### TS 500-2000 Punching Shear Check & Design

#### Geometric Properties

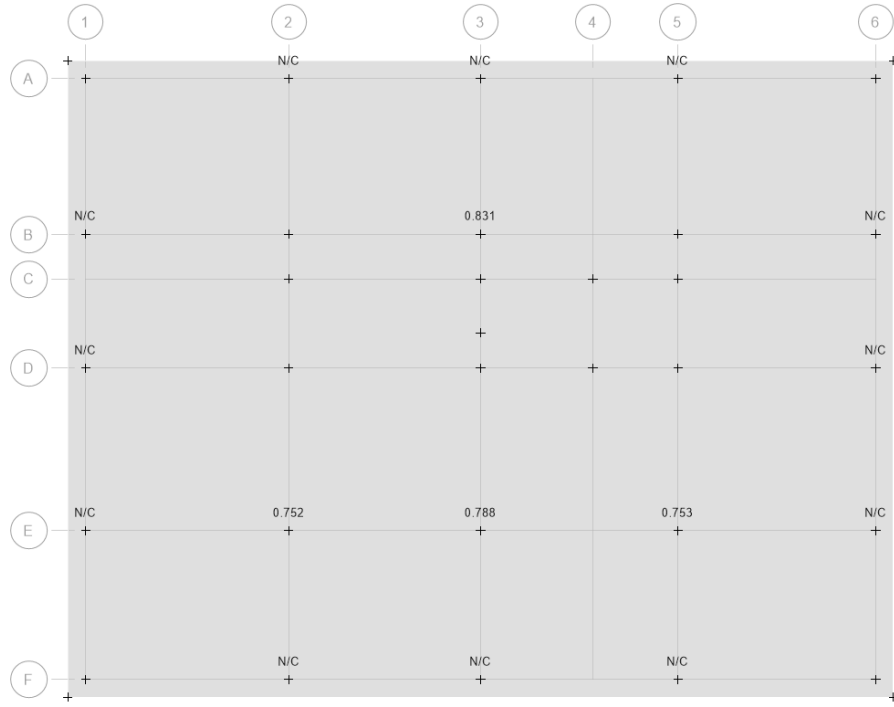
Combination = EQUX1D  
 Story = Base  
 Point Label = 83  
 Column Shape = Rectangular  
 Column Location = Interior  
 Global X-Coordinate = 14.6 m  
 Global Y-Coordinate = 16.45 m



#### Column Punching Check

Avg. Eff. Slab Thickness = 0.65 m  
 Eff. Punching Perimeter = 5 m  
 Cover = 0.05 m  
 Conc. Comp. Strength = 30000 kN/m<sup>2</sup>  
 Reinforcement Ratio = 0  
 Section Inertia I-22 = 0.693022 m<sup>4</sup>  
 Section Inertia I-33 = 1.114114 m<sup>4</sup>  
 Gamma<sub>v</sub> = 0.459741  
 Gamma<sub>v</sub> = 0.540259  
 Moment Mu2 = -84.5497 kN-m  
 Moment Mu3 = -85.917 kN-m  
 Shear Force = -4063.6306 kN  
 Unbalanced Moment Mu2 = -38.8709 kN-m  
 Unbalanced Moment Mu3 = -46.4174 kN-m  
 Max Design Shear Stress = 1310 kN/m<sup>2</sup>  
 Conc. Shear Stress Capacity = 1278.02 kN/m<sup>2</sup>  
 Punching Shear Ratio = 1.03

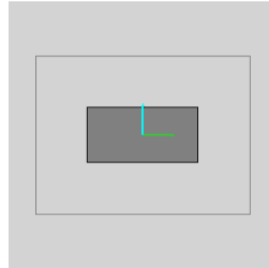
Şekil 42. ZC Zeminde T=70 cm Temel Zımbalama Oranları



### TS 500-2000 Punching Shear Check & Design

#### Geometric Properties

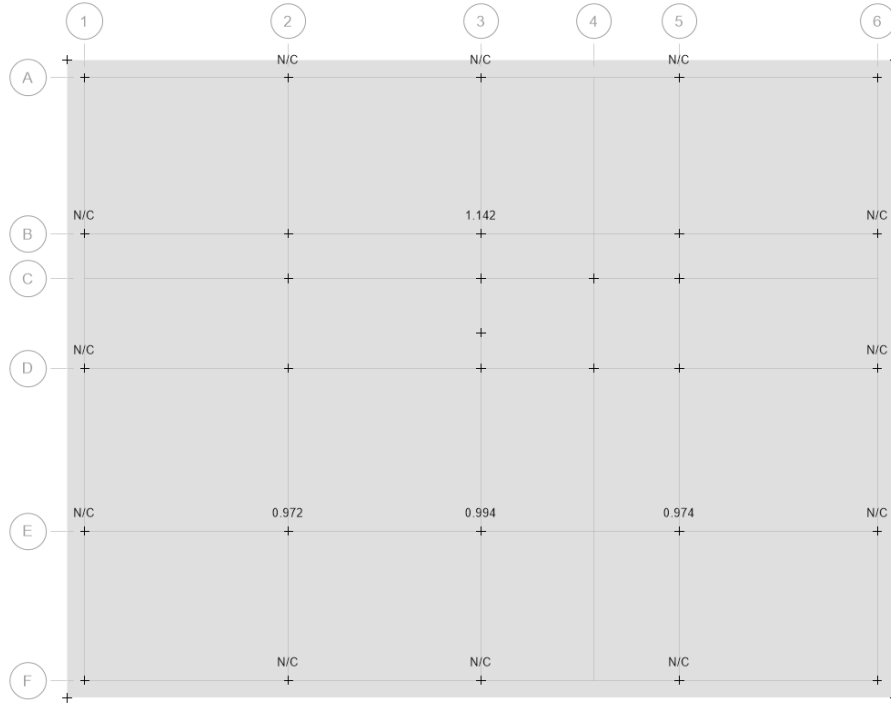
Combination = EQU1D  
 Story = Base  
 Point Label = 83  
 Column Shape = Rectangular  
 Column Location = Interior  
 Global X-Coordinate = 14.6 m  
 Global Y-Coordinate = 16.45 m



#### Column Punching Check

Avg. Eff. Slab Thickness = 0.75 m  
 Eff. Punching Perimeter = 5.4 m  
 Cover = 0.05 m  
 Conc. Comp. Strength = 30000 kN/m<sup>2</sup>  
 Reinforcement Ratio = 0  
 Section Inertia I-22 = 1.039672 m<sup>4</sup>  
 Section Inertia I-33 = 1.610547 m<sup>4</sup>  
 Gamma<sub>v2</sub> = 0.462757  
 Gamma<sub>v3</sub> = 0.537243  
 Moment Mu2 = -70.9169 kN-m  
 Moment Mu3 = -78.2336 kN-m  
 Shear Force = -4147.9486 kN  
 Unbalanced Moment Mu2 = -32.8173 kN-m  
 Unbalanced Moment Mu3 = -42.0304 kN-m  
 Max Design Shear Stress = 1062.56 kN/m<sup>2</sup>  
 Conc. Shear Stress Capacity = 1278.02 kN/m<sup>2</sup>  
 Punching Shear Ratio = 0.83

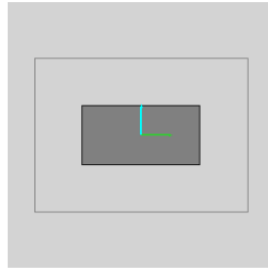
Şekil 43. ZC Zeminde T=80 cm Temel Zımbalama Oranları



#### TS 500-2000 Punching Shear Check & Design

##### Geometric Properties

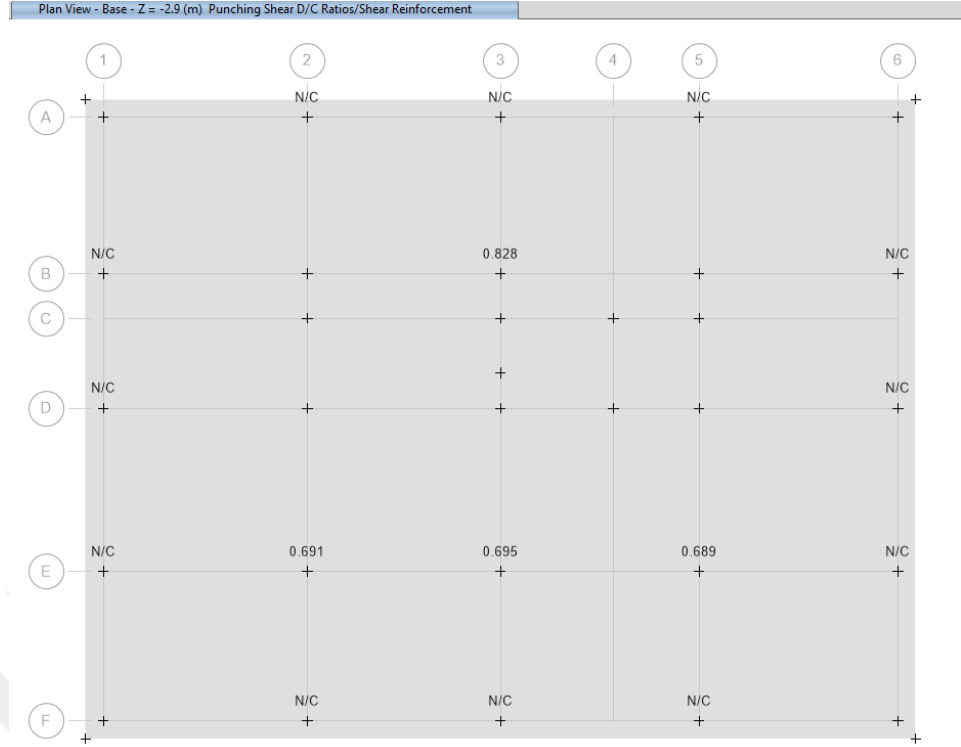
Combination = EQUY1D  
 Story = Base  
 Point Label = 83  
 Column Shape = Rectangular  
 Column Location = Interior  
 Global X-Coordinate = 14.6 m  
 Global Y-Coordinate = 16.45 m



##### Column Punching Check

Avg. Eff. Slab Thickness = 0.65 m  
 Eff. Punching Perimeter = 5 m  
 Cover = 0.05 m  
 Conc. Comp. Strength = 30000 kN/m<sup>2</sup>  
 Reinforcement Ratio = 0  
 Section Inertia I-22 = 0.693022 m<sup>4</sup>  
 Section Inertia I-33 = 1.114114 m<sup>4</sup>  
 Gamma<sub>v</sub> = 0.459741  
 Gamma<sub>u</sub> = 0.540259  
 Moment Mu2 = -143.9872 kN-m  
 Moment Mu3 = -50.2937 kN-m  
 Shear Force = -4520.9824 kN  
 Unbalanced Moment Mu2 = -66.1968 kN-m  
 Unbalanced Moment Mu3 = -27.1717 kN-m  
 Max. Design Shear Stress = 1458.9 kN/m<sup>2</sup>  
 Conc. Shear Stress Capacity = 1278.02 kN/m<sup>2</sup>  
 Punching Shear Ratio = 1.14

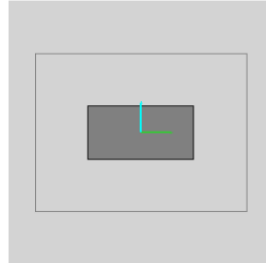
Şekil 44. ZD Zeminde T=70 cm Temel Zımbalama Oranları



### TS 500-2000 Punching Shear Check & Design

#### Geometric Properties

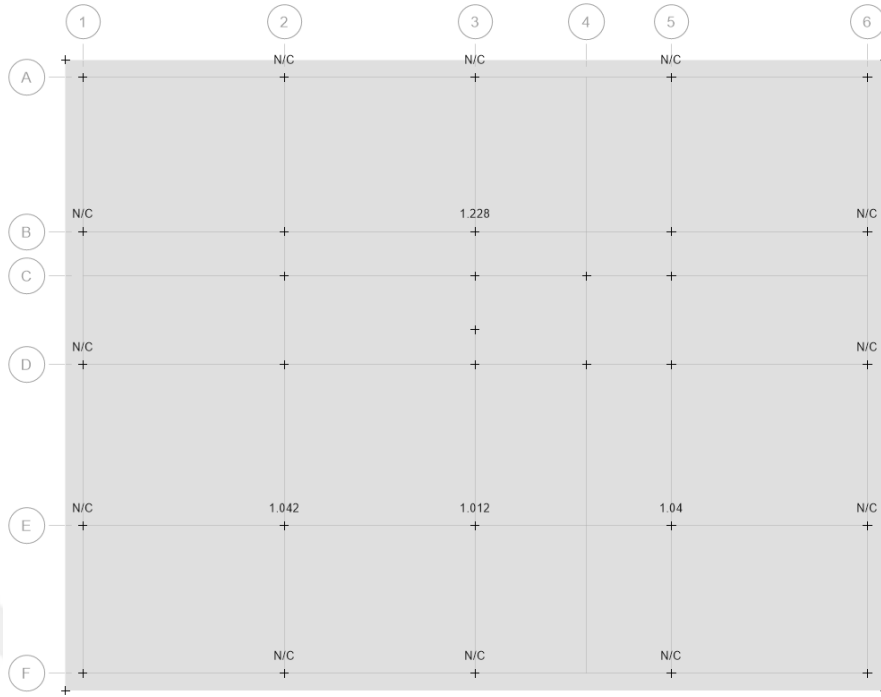
Combination = EQUY1D  
 Story = Base  
 Point Label = 83  
 Column Shape = Rectangular  
 Column Location = Interior  
 Global X-Coordinate = 14.6 m  
 Global Y-Coordinate = 16.45 m



#### Column Punching Check

Avg. Eff. Slab Thickness = 0.8 m  
 Eff. Punching Perimeter = 5.6 m  
 Cover = 0.05 m  
 Conc. Comp. Strength = 30000 kN/m<sup>2</sup>  
 Reinforcement Ratio = 0  
 Section Inertia I-22 = 1.2544 m<sup>4</sup>  
 Section Inertia I-33 = 1.911467 m<sup>4</sup>  
 Gamma<sub>u2</sub> = 0.464102  
 Gamma<sub>u3</sub> = 0.535898  
 Moment Mu2 = -112.4844 kN-m  
 Moment Mu3 = -42.3375 kN-m  
 Shear Force = -4584.5332 kN  
 Unbalanced Moment Mu2 = -52.2042 kN-m  
 Unbalanced Moment Mu3 = -22.6886 kN-m  
 Max Design Shear Stress = 1057.8 kN/m<sup>2</sup>  
 Conc. Shear Stress Capacity = 1278.02 kN/m<sup>2</sup>  
 Punching Shear Ratio = 0.83

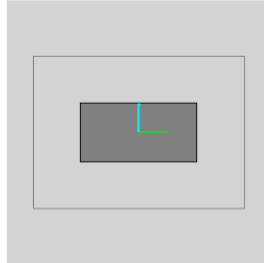
Şekil 45. ZD Zeminde T=85 cm Temel Zımbalama Oranları



### TS 500-2000 Punching Shear Check & Design

#### Geometric Properties

Combination = EQUY1D  
 Story = Base  
 Point Label = 83  
 Column Shape = Rectangular  
 Column Location = Interior  
 Global X-Coordinate = 14.6 m  
 Global Y-Coordinate = 16.45 m

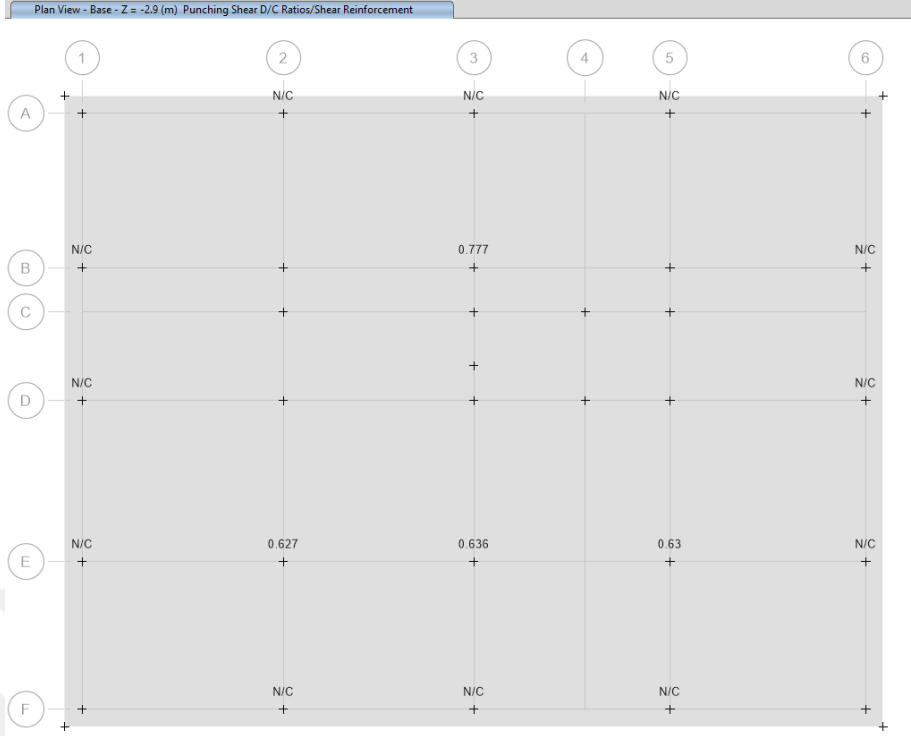


#### Column Punching Check

Avg. Eff. Slab Thickness = 0.65 m  
 Eff. Punching Perimeter = 5 m  
 Cover = 0.05 m  
 Conc. Comp. Strength = 30000 kN/m<sup>2</sup>  
 Reinforcement Ratio = 0  
 Section Inertia I-22 = 0.693022 m<sup>4</sup>  
 Section Inertia I-33 = 1.114114 m<sup>4</sup>  
 Gamma<sub>u</sub> = 0.459741  
 Gamma<sub>u</sub> = 0.540259  
 Moment Mu2 = -182.7091 kN-m  
 Moment Mu3 = -54.3525 kN-m  
 Shear Force = -4831.802 kN  
 Unbalanced Moment Mu2 = -33.9988 kN-m  
 Unbalanced Moment Mu3 = -29.3644 kN-m  
 Max Design Shear Stress = 1565.45 kN/m<sup>2</sup>  
 Conc. Shear Stress Capacity = 1278.02 kN/m<sup>2</sup>  
 Punching Shear Ratio = 1.23

Şekil 46. ZE Zeminde T=70 cm Temel Zımbalama Oranları

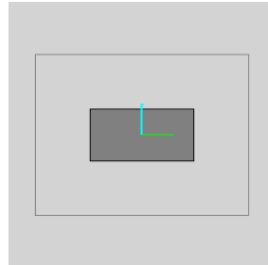




### TS 500-2000 Punching Shear Check & Design

#### Geometric Properties

Combination = EQLV1D  
 Story = Base  
 Point Label = 83  
 Column Shape = Rectangular  
 Column Location = Interior  
 Global X-Coordinate = 14.6 m  
 Global Y-Coordinate = 16.45 m



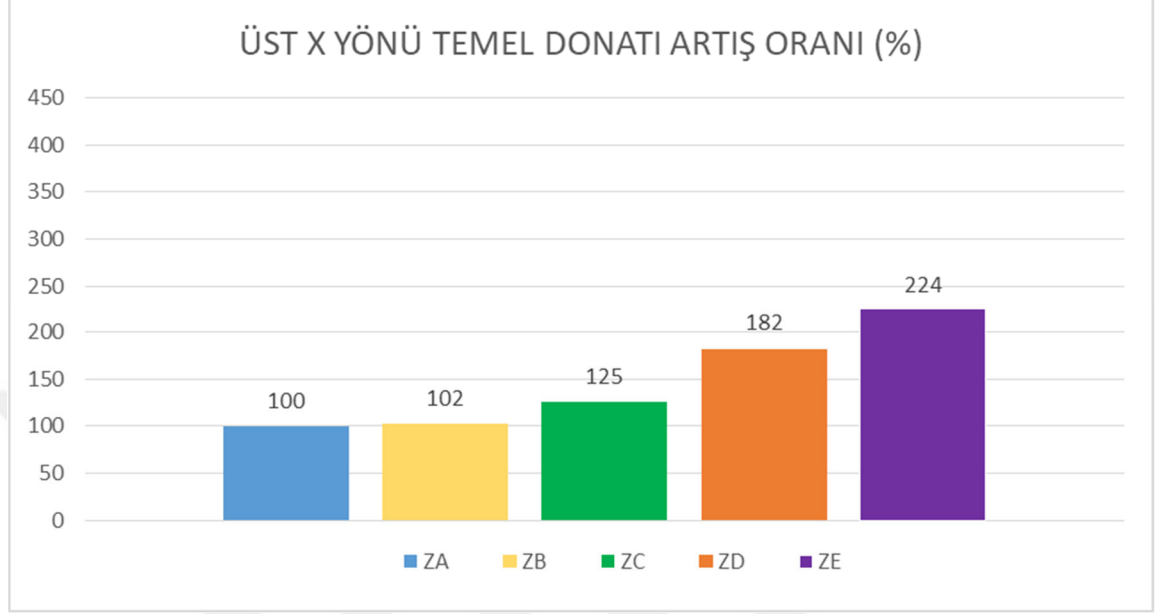
#### Column Punching Check

Avg. Eff. Slab Thickness = 0.85 m  
 Eff. Punching Perimeter = 5.8 m  
 Cover = 0.05 m  
 Conc. Comp. Strength = 30000 kN/m<sup>2</sup>  
 Reinforcement Ratio = 0  
 Section Inertia I-22 = 1.500339 m<sup>4</sup>  
 Section Inertia I-33 = 2.251597 m<sup>4</sup>  
 Gamma<sub>u</sub> = 0.465352  
 Gamma<sub>s</sub> = 0.534648  
 Moment Mu2 = -124.32 kN-m  
 Moment Mu3 = -61.8521 kN-m  
 Shear Force = -4713.9177 kN  
 Unbalanced Moment Mu2 = -57.8525 kN-m  
 Unbalanced Moment Mu3 = -33.0691 kN-m  
 Max Design Shear Stress = 992.39 kN/m<sup>2</sup>  
 Conc. Shear Stress Capacity = 1278.02 kN/m<sup>2</sup>  
 Punching Shear Ratio = 0.78

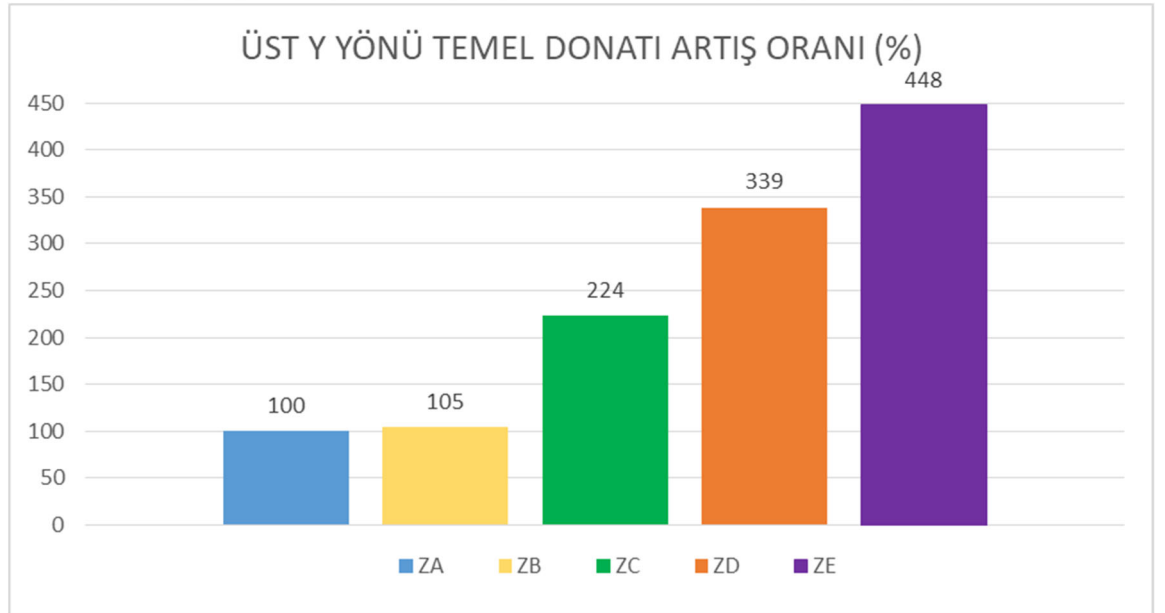
Şekil 47. ZE Zeminde T=90 cm Temel Zımbalama Oranları

#### 4.3.2. Temellerin Donatı Değişimleri

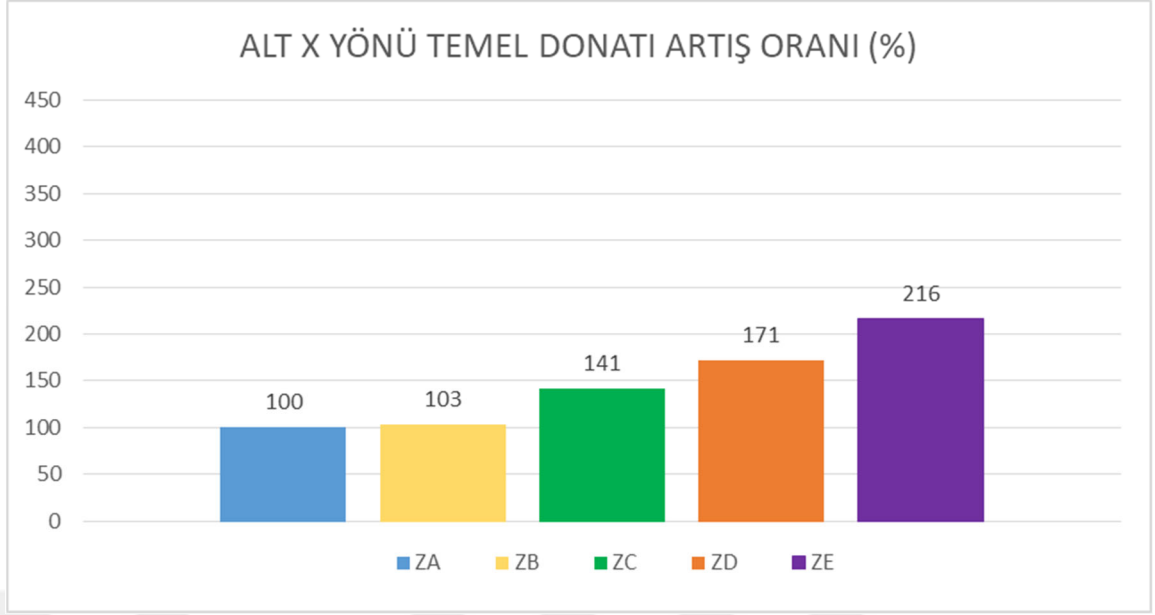
Yapının temel analizi ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarına göre yapılmıştır. Donatı miktarlarındaki değişim oranları takip eden sayfalarda sunulmuştur.



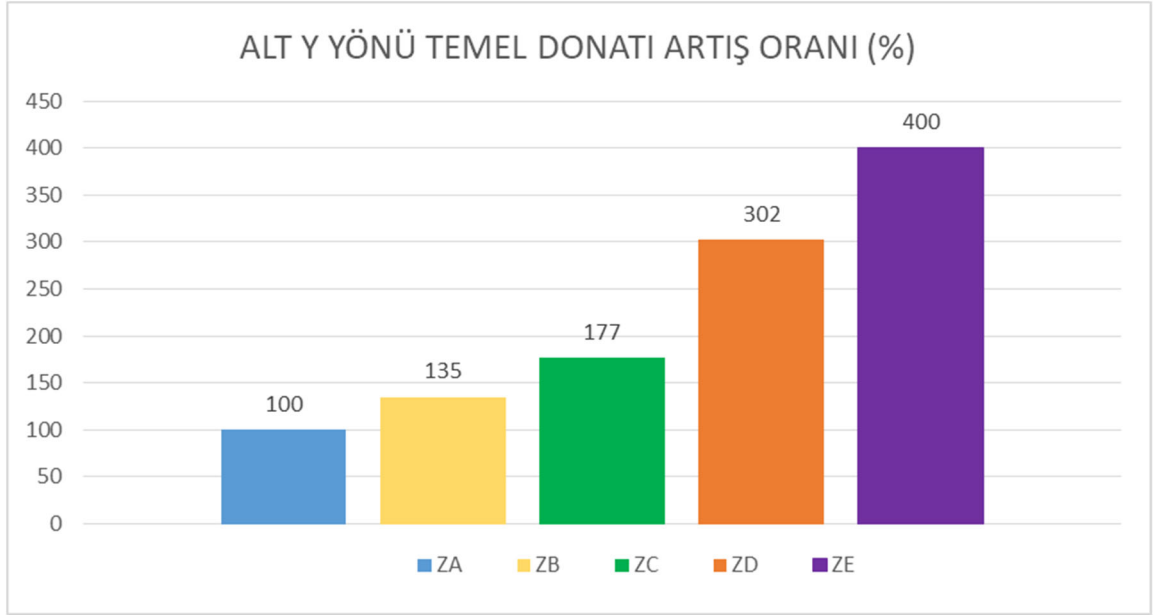
Şekil 48. X Yönü Üst Donatıdaki Artış Oranı



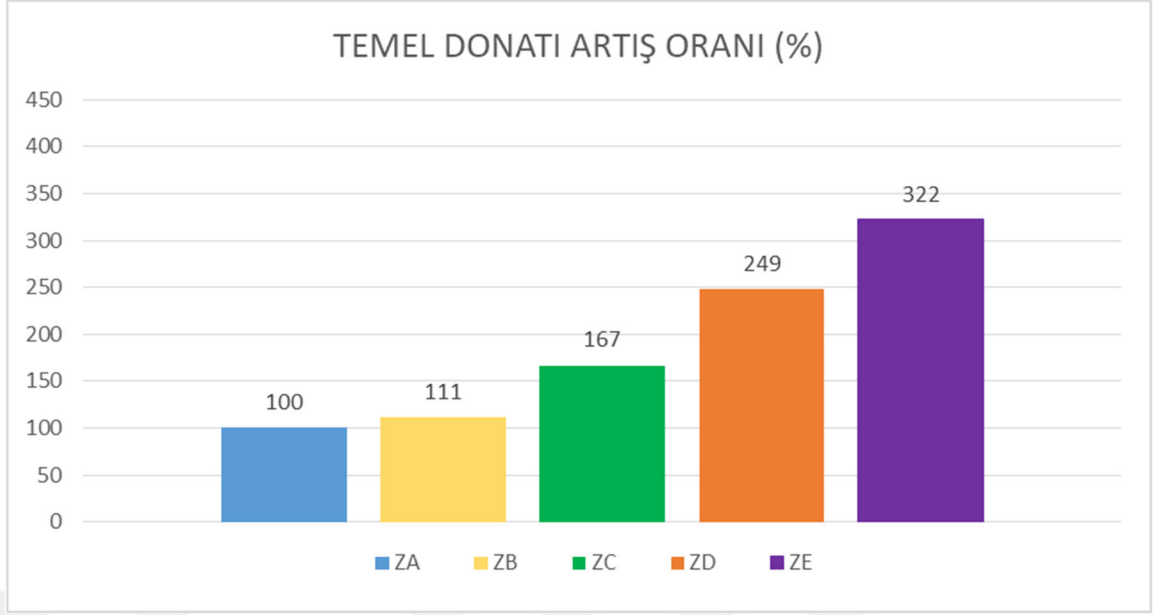
Şekil 49. Y Yönü Üst Donatıdaki Artış Oranı



**Şekil 50. X Yönü Alt Donatıdaki Artış Oranı**



**Şekil 51. Y Yönü Alt Donatıdaki Artış Oranı**



**Şekil 52.** Temel Donatısındaki Artış Oranı

Zayıf zemine doğru gidildikçe temel donatısında yüksek artışlar görülmüştür. Temel donatıları; ZA zemine göre, ZE zeminde %222, ZD zeminde %149, ZC zeminde %67 ve ZB zeminde %11 oranında artış göstermiştir.

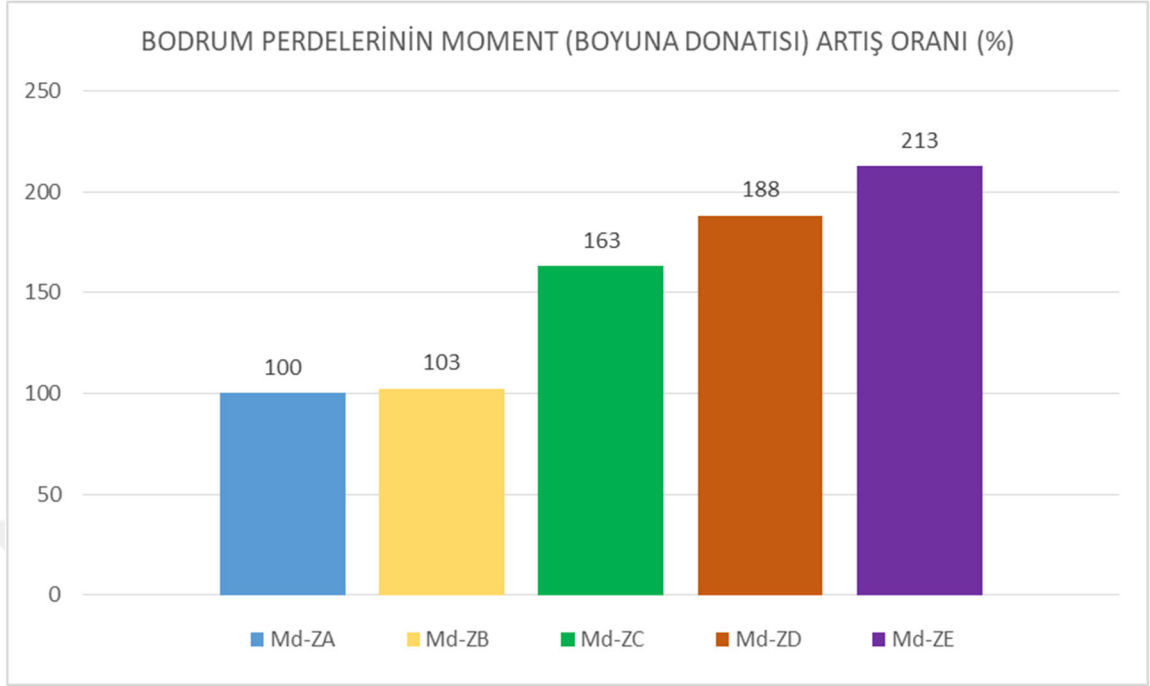
#### 4.4. Bodrum (Toprak) Perdelerinin İncelenmesi

##### 4.4.1. Bodrum (Toprak) Perdelerinin Boyut Tayini

Yapının bodrum perdelerinin analizi ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarındaki değişen zeminin dinamik itkisi (toprak basıncı) dikkate alınarak yapılmıştır. Perde kalınlıkları 5 farklı zemin sınıfındaki yapı için 30cm seçilmiştir. Bu kalınlığa göre donatı artışları tespit edilmiştir.

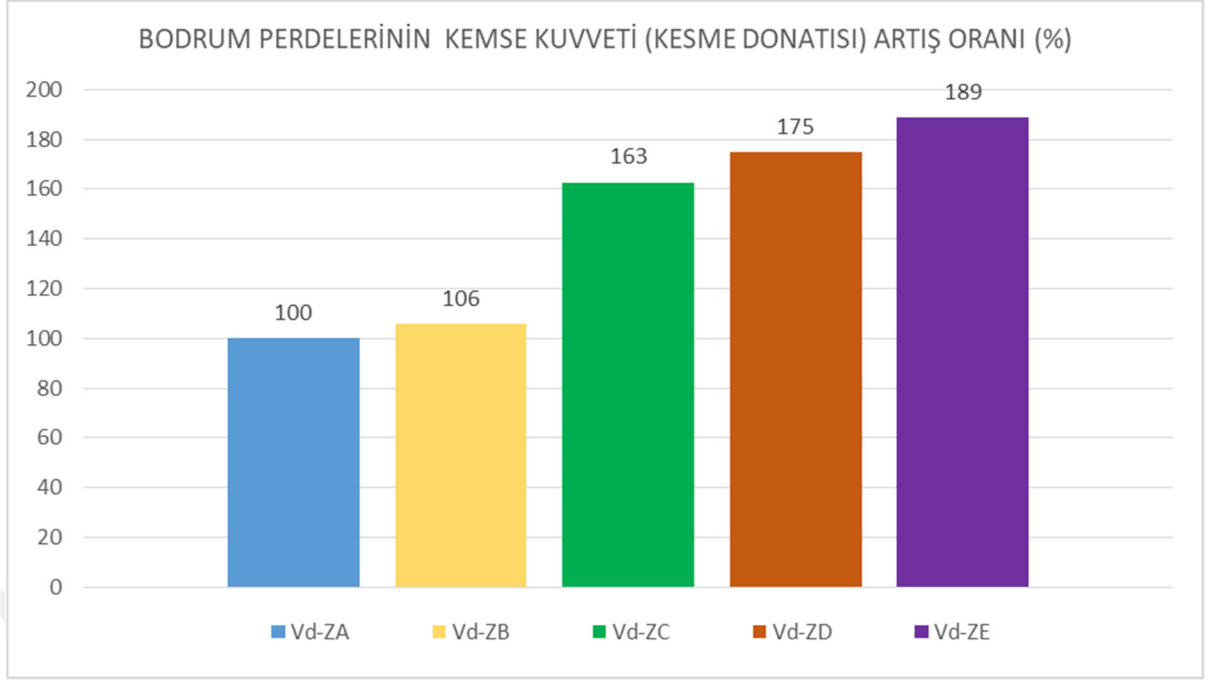
Zemin Sınıfları	Seçilen Bodrum (Toprak) Perdesi Kalınlıkları (cm)
ZA	30
ZB	30
ZC	30
ZD	30
ZE	30

#### 4.4.2. Bodrum (Toprak) Perdelerinin Donatı Değişimleri



**Şekil 53.** Bodrum Perdelerinin Moment – Boyuna Donatı Artış Miktarı

Zayıf zemine doğru gidildikçe bodrum perdelerinin moment miktarlarında dolayısıyla boyuna donatılarında artışlar görülmüştür. Bodrum perdelerinin boyuna donatıları; ZA zemine göre, ZE zeminde %113, ZD zeminde %88, ZC zeminde %63 ve ZB zeminde %3 oranında artış göstermiştir.



**Şekil 54.** Bodrum Perdelerinin Kesme Kuvveti – Yatay (Tevzi) Donatı Artış Miktarı

Zayıf zemine doğru gidildikçe bodrum perdelerinin kesme kuvvetlerinde dolayısıyla yatay (tevzi) donatılarında artışlar görülmüştür. Bodrum perdelerinin yatay (tevzi) donatıları; ZA zemine göre, ZE zeminde %89, ZD zeminde %75, ZC zeminde %63 ve ZB zeminde %6 oranında artış göstermiştir.

## 4.5. Döşemelerin İncelenmesi

### 4.5.1. Döşemelerin Boyut Tayini

Bina döşemelerinde düşey yükler daha etkin olduğu için statik durumdaki uzun süreli oluşacak sehim sınırlarına göre boyut belirlenmiştir. Uzun süreli sehimler için döşeme analizleri Safe V20 programı ile yapılmıştır.

#### 4.5.1.1. Döşemelerin Sehim Kontrolleri

- NLCASE1; Öz ağırlık (DL) + Kaplama (SDL) + Bölme Duvarlar (WDL) + Hareketli Yükler (LL) bütün yükleme kombinasyonundan oluşan ani sehimi,
- NLCASE2; Öz ağırlık (DL) + Kaplama (SDL) + Bölme Duvarlar (WDL) + 0.25xHareketli Yükler (LL) bütün kalıcı yükleme kombinasyonunda oluşan ani sehimi, (hareketli yüklerin %25'inin sabit olacağı varsayımı göz önüne alınmıştır (Safe Manuals)).
- NLCASE3 Öz ağırlık (DL) + Kaplama (SDL) + Bölme Duvarlar (WDL) + 0.25xHareketli Yükler (LL) bütün yükleme kombinasyonundan oluşan uzun süreli (5 yıllık) sehimi, (hareketli yüklerin %25'inin sabit olacağı varsayımı göz önüne alınmıştır (Safe Manuals)).
- NLCASE4; sadece elemanların kendi ağırlığından oluşacak, Öz ağırlık (DL) uzun süreli (6 aylık) sehimi vermektedir.
- Toplam uzun süreli sehim için ise NLCASE1 + NLCASE3 – (NLCASE2 + NLCASE4) kombinasyonu (TNLD) verilmiştir.



**S Time Dependent Properties for Concrete**

**Material Name and Type**  
Material Name: C30  
Material Type: Concrete, Isotropic

**Time Dependence Considered For**

Item	Factor
<input type="checkbox"/> Compressive Strength and Stiffness (Modulus of Elasticity)	
<input checked="" type="checkbox"/> Creep	1
<input checked="" type="checkbox"/> Shrinkage	1

**Creep Analysis Type**  
 Full Integration  
 Dirichlet Series  
Number of Terms:

**Time Dependent Type**  
Current Time Dependent Type: CEB-FIP 2010

**CEB FIP 2010 Parameters**

Relative Humidity, %: 60 (İstanbul için yıllık ortalama bağıl nem)

Shrinkage Start Age, days: 0

Cement Type: 42.5R (Beton için kullanılan portland çimento)

Lightweight Concrete Grade:

Lightweight Oven-dry Density, kg/ m3:

Show Plot...  
OK Cancel

**Şekil 55. Betonun Sünme ve Büzülme Katsayıları İçin Bağıl Nem ve Çimento Tanımı**

**S Load Case Data**

**General**  
Load Case Name: NLCASE1  
Load Case Type: Nonlinear Static  
Mass Source: Previous  
Analysis Model: Default

**Initial Conditions**  
 Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State  
 Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)  
Nonlinear Case:

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	DL	1
Load Pattern	SDL	1
Load Pattern	WDL	1
Load Pattern	LL	1

**Other Parameters**  
Modal Load Case:   
Geometric Nonlinearity Option: None  
Load Application: Full Load  
Results Saved: Final State Only  
Floor Cracking Analysis: Cracked (Short Term)  
Nonlinear Parameters: Default - Iterative Only

**S Floor Cracking Analysis Parameters**

**Floor Cracking Analysis Options**  
 No Cracked Analysis  
 Cracked (Short Term)  
 Cracked (Long Term)

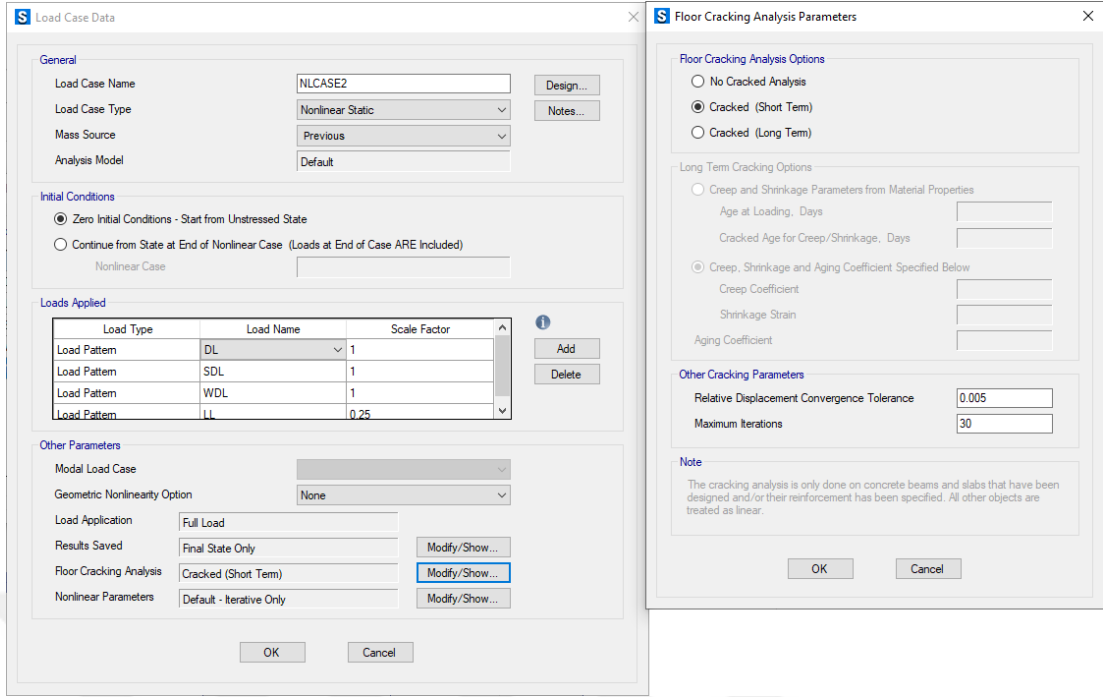
**Long Term Cracking Options**  
 Creep and Shrinkage Parameters from Material Properties  
Age at Loading, Days:   
Cracked Age for Creep/Shrinkage, Days:   
 Creep, Shrinkage and Aging Coefficient Specified Below  
Creep Coefficient:   
Shrinkage Strain:   
Aging Coefficient:

**Other Cracking Parameters**  
Relative Displacement Convergence Tolerance: 0.005  
Maximum Iterations: 30

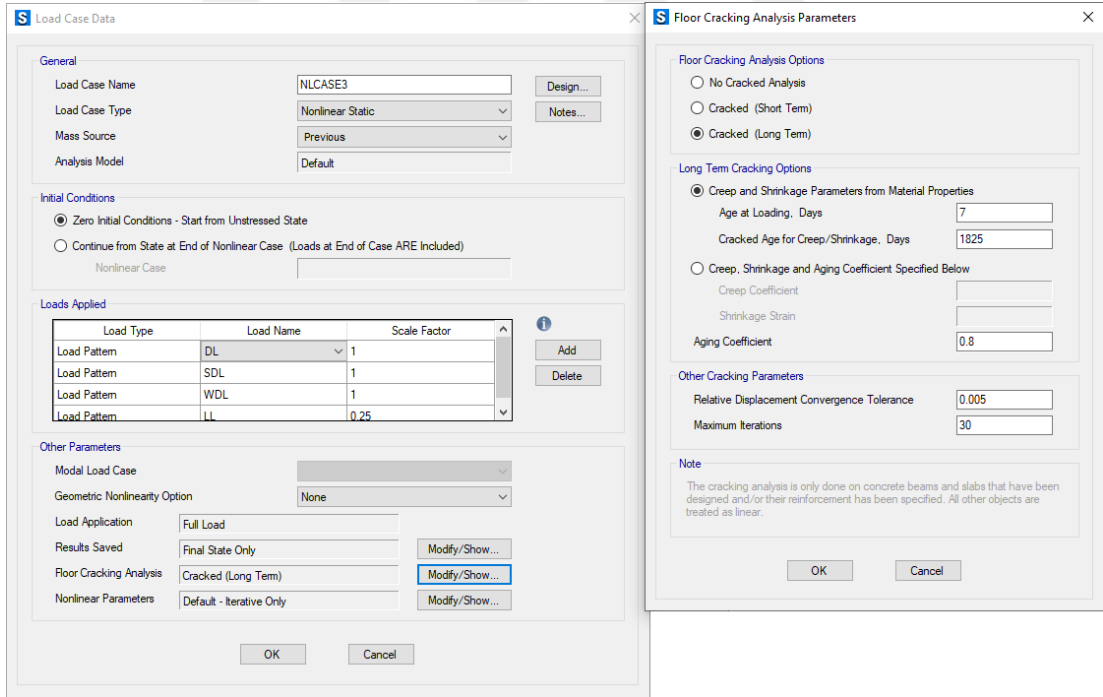
**Note**  
The cracking analysis is only done on concrete beams and slabs that have been designed and/or their reinforcement has been specified. All other objects are treated as linear.

OK Cancel

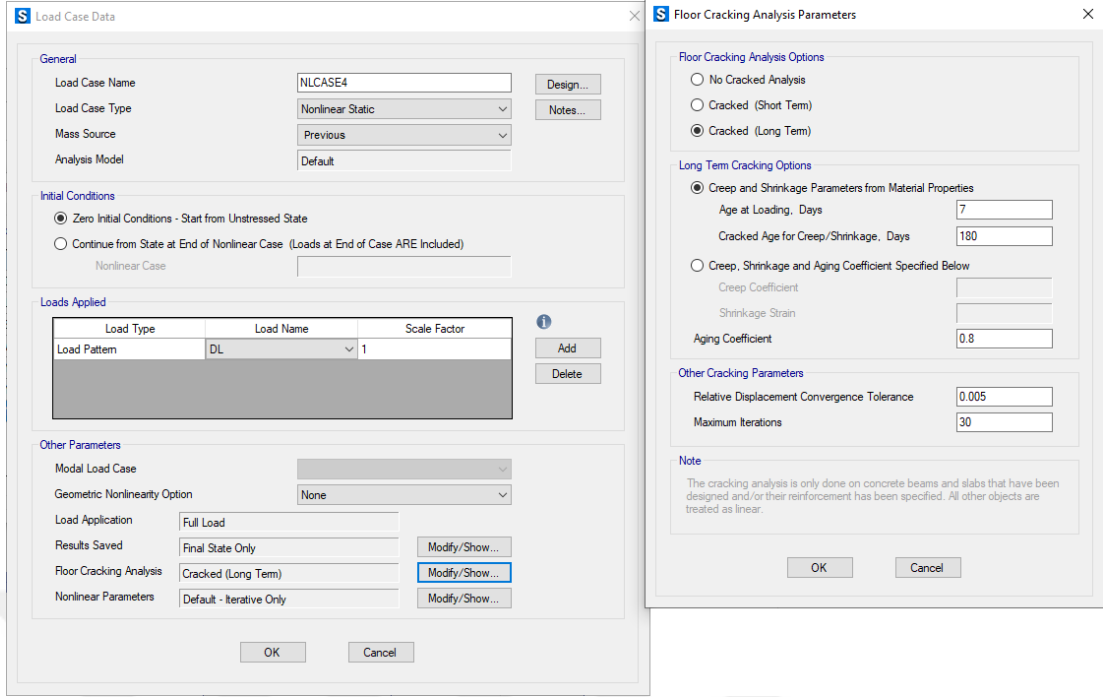
**Şekil 56. NLCASE1 Yükleme Durumu**



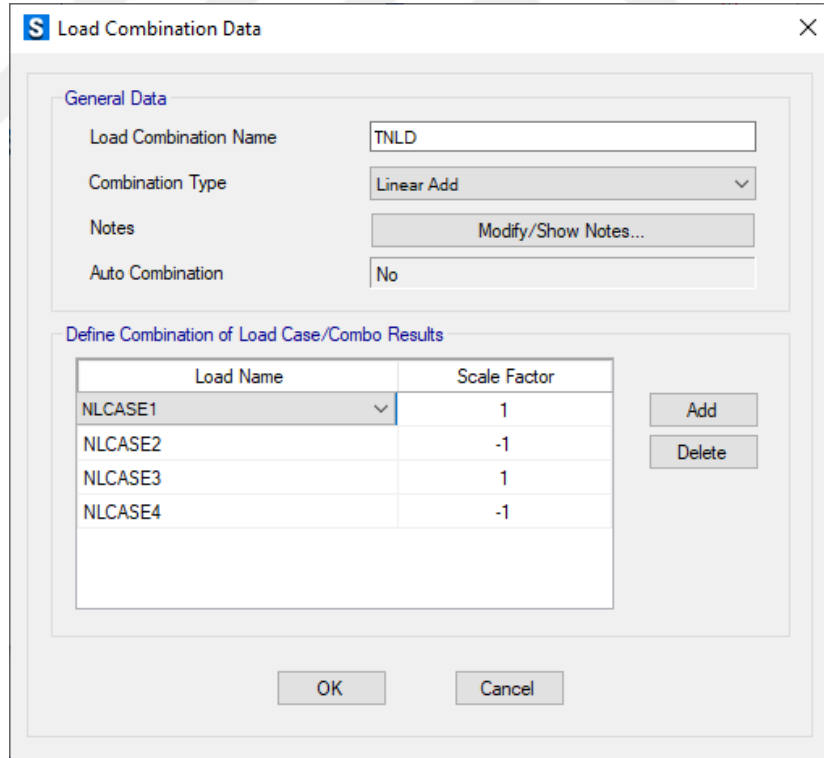
Şekil 57. NLCASE2 Yükleme Durumu



Şekil 58. NLCASE3 Yükleme Durumu



Şekil 59. NLCASE4 Yükleme Durumu



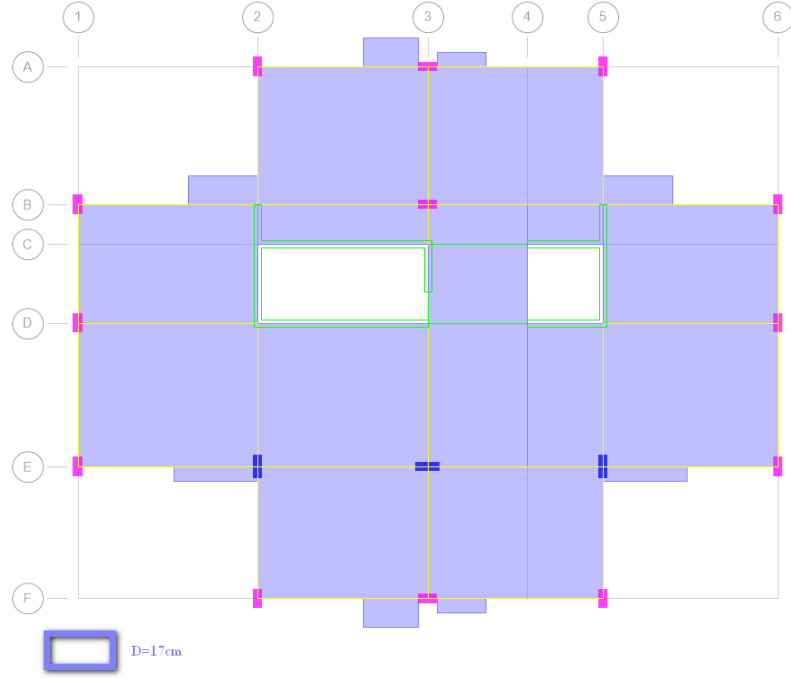
Şekil 60. TNLD Kombinasyon Tanımı

Sehim Sınırları:

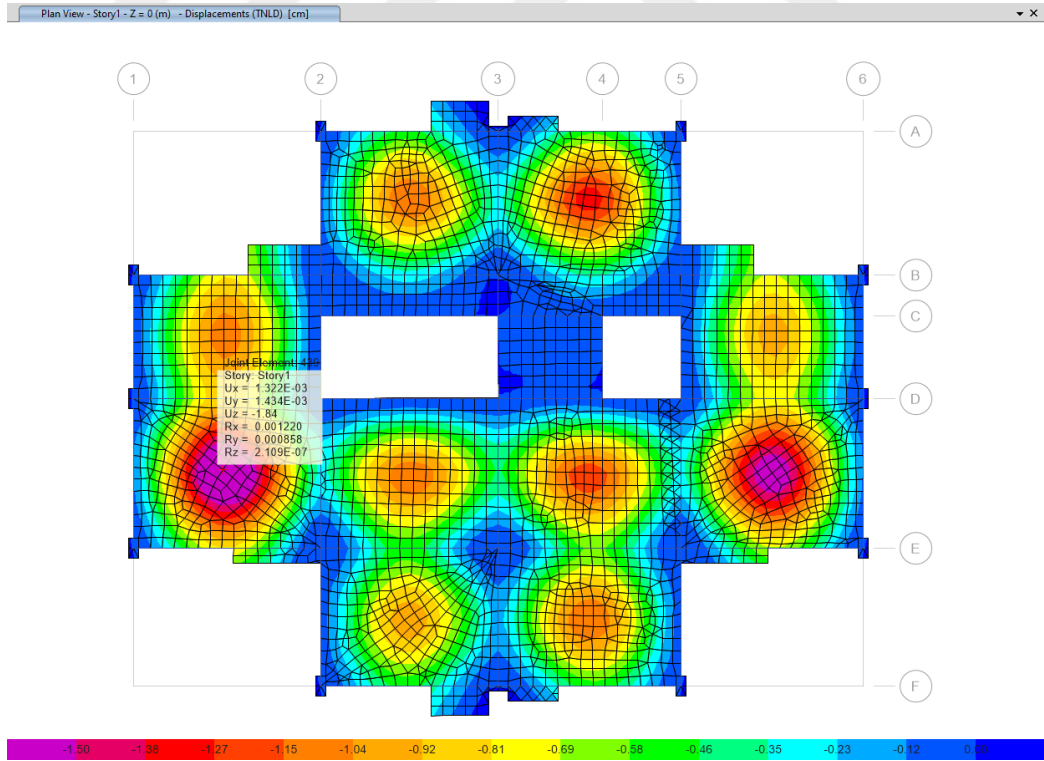
TS-500 Bölüm 13.2.4 uyarınca eğilme elemanlarında izin verilen sehim sınırları aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir. Çizelgeye uygun olarak döşemeler için izin verilen sehim sınırları dikkate alınarak döşeme kalınlıkları belirlenmiştir.

**Tablo 32.** Sehim Sınırları (TS-500)

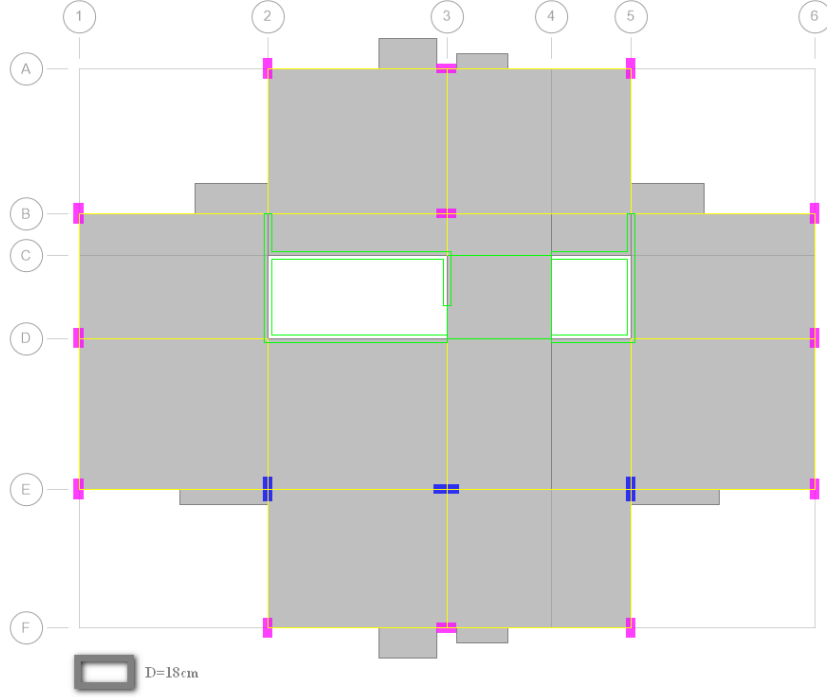
Eğilme elemanı ve yeri	Sehim nedeni	Açıklık / Sehim
Bölme duvarsız çatı elemanları	Hareketli yüklerden oluşan ani sehim	$l_n / 180$
Bölme duvarsız normal kat elemanları	Hareketli yüklerden oluşan ani sehim	$l_n / 360$
Bölme duvarlı(*) çatı ve normal kat elemanları	Sürekli yüklerden oluşan toplam sehim ile hareketli yüklerin geri kalan bölümünden oluşan ani sehim toplamı	$l_n / 480$
Bölme duvarlı çatı ve normal kat elemanları		$l_n / 240$



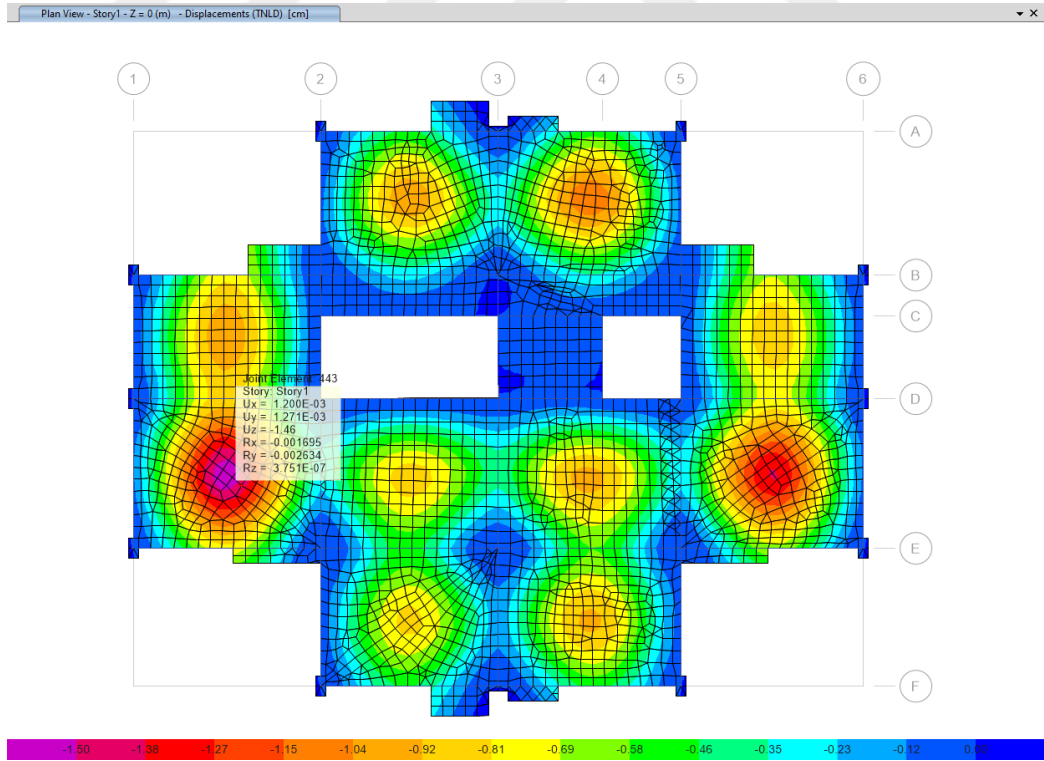
Şekil 61. Standart Katlar (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Döşeme Kalınlıkları-1



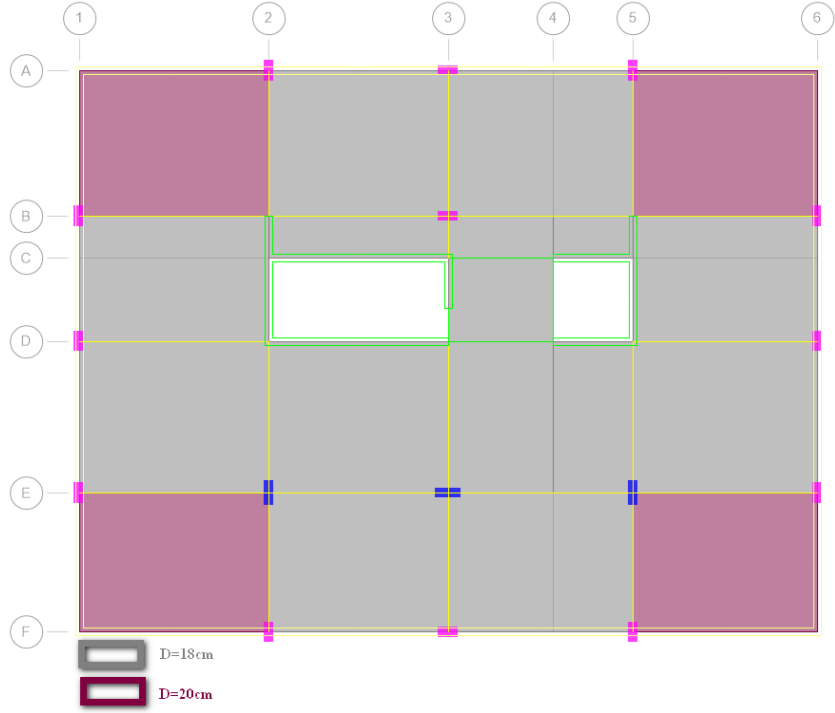
Şekil 62. Standart Katlar (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Oluşan Uzun Süreli Sehimler-1  
 Maksimum sehimin 1.84 cm olduğu görülmüştür. TS500 de belirtilen limit  $710/480=1.48$  cm olmaktadır. Seçilen döşeme kalınlığı yeterli değildir.



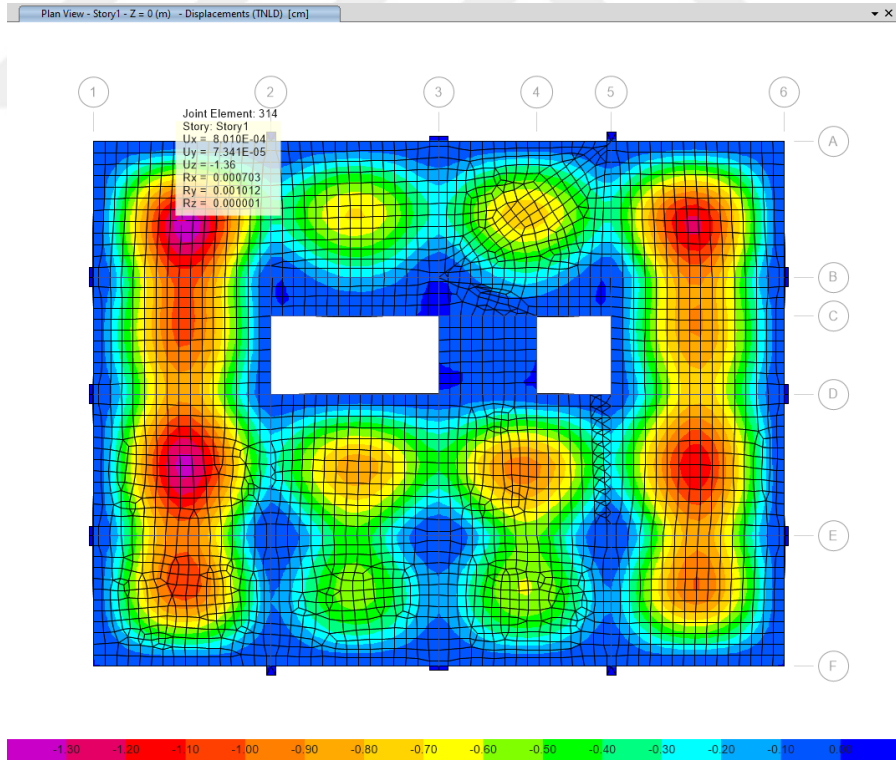
**Şekil 63.** Standart Katlar (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Döşeme Kalınlıkları-2



**Şekil 64.** Standart Katlar (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Oluşan Uzun Süreli Sehimler-2  
 Maksimum sehimin 1.46 cm olduğu görülmüştür. TS500 de belirtilen limit  $710/480=1.48$  cm olmaktadır. Seçilen döşeme kalınlığı yeterlidir.



**Şekil 65.** Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Döşeme Kalınlıkları



**Şekil 66.** Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Oluşan Uzun Süreli Şehimler-2

Maksimum şehimin 1.36 cm olduğu görülmüştür. TS500 de belirtilen limit  $720/480=1.50$  cm olmaktadır. Seçilen döşeme kalınlıkları yeterlidir.

TS-500 Bölüm 13.2.4 uyarınca belirlenen sehim limitleri doğrultusunda standart katların döşeme kalınlıkları 17cm seçilmiş ve uzun süreli sehimlerde istenilen sınır değerlerin aşıldığı görülmüştür. Döşeme kalınlıkları 18cm'ye çıkarılarak analizler tekrarlanmış ve seçilen kalınlık için sehim sınır değerlerinin aşılmadığı görülmüştür.

Zemin Sınıfları	Seçilen Döşeme Kalınlıkları (cm)
ZA	18 (Peyzaj 20)
ZB	18 (Peyzaj 20)
ZC	18 (Peyzaj 20)
ZD	18 (Peyzaj 20)
ZE	18 (Peyzaj 20)



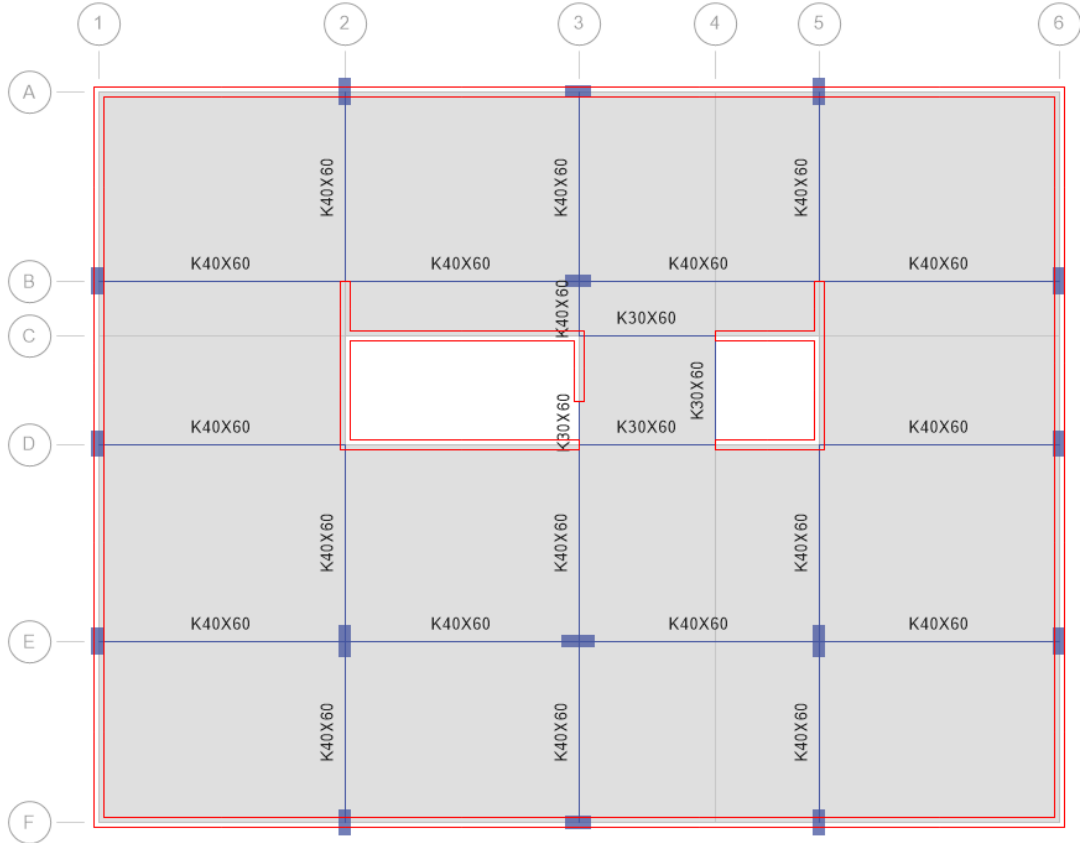
#### 4.5.2. Döşeme Donatı Değişimleri

Döşeme donatıları için düşey yükler (1.4G+1.6Q) daha etkindir. Depremsellik değişiminden döşeme donatıları minimum düzeyde etkilenmiştir. Dolayısıyla döşemelerde donatı değişimleri olmamıştır ve düşey yükler etkisi altında bulunan donatı miktarları değerlendirmeler bölümünde gösterilmiştir.

#### 4.6. Kirişlerin İncelenmesi

##### 4.6.1. Kiriş Boyutlarının Tayini

Süneklik düzeyi yüksek sistem kirişlerinde TBDY-2018 7.4 koşullarına uyulmuştur. Kiriş yükseklikleri yaklaşık döşemenin 3 katı (18cm döşeme) 60 cm olarak seçilmiştir. Kiriş genişliklerinde ise kolon genişlikleri, kalıp işçiliği, donatı yerleşimi v.b. hususlar dikkate alınarak 30 cm ve 40 cm olarak seçilmiştir.



Şekil 67. Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Kiriş Ebatları



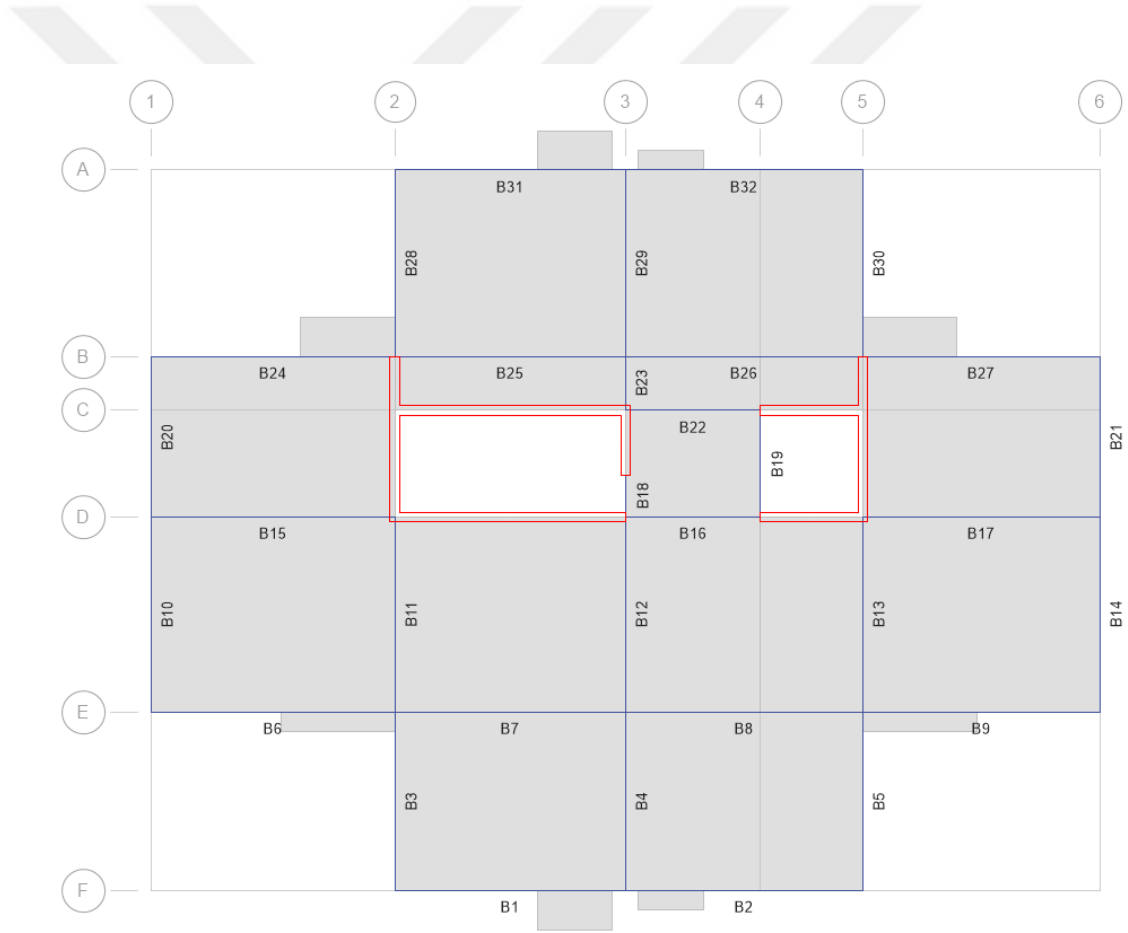
**Şekil 68.** Standart Katlar (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Kiriş Ebatları

#### 4.6.2. Kirişlerin Donatı Değişimleri

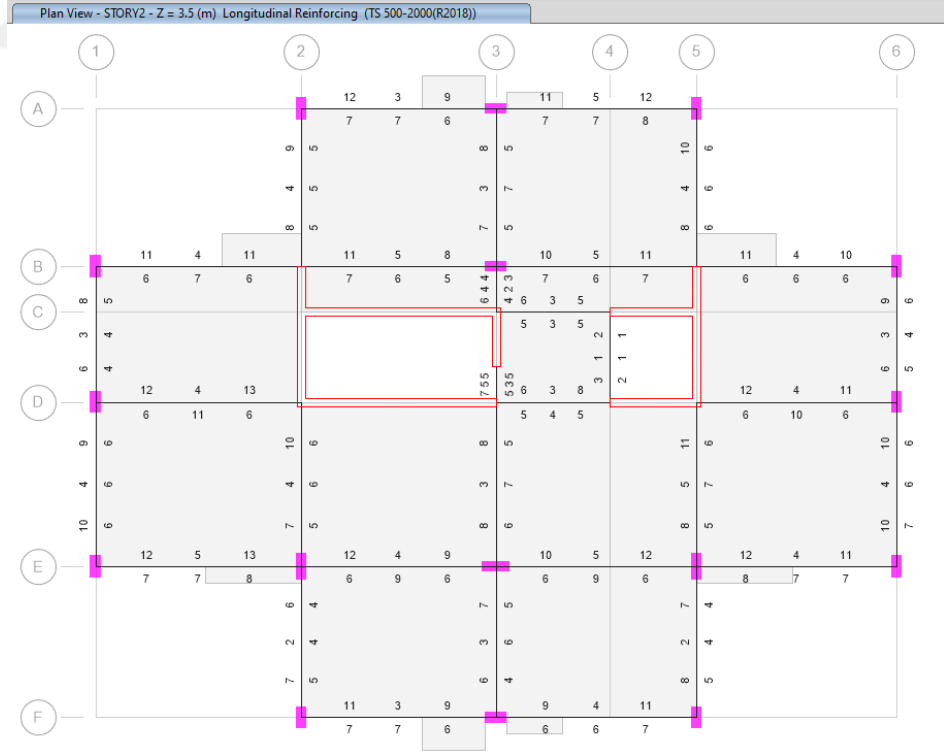
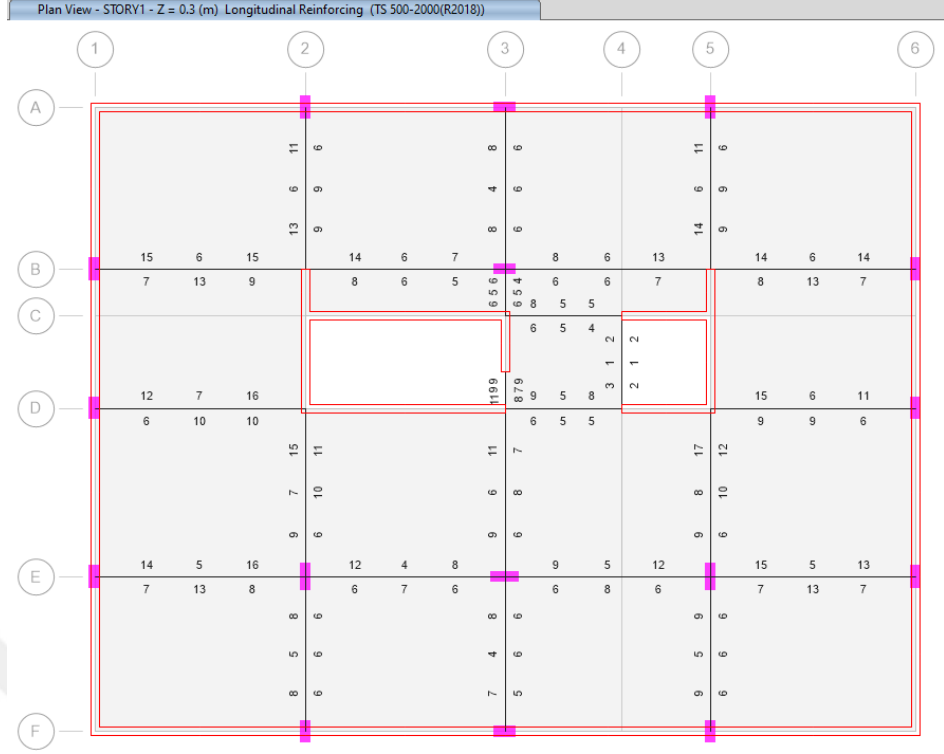
Kiriş donatıları statik ve dinamik durumlar dikkate alınarak belirlenmiştir. Kiriş betonarme hesapları kullanılan bilgisayar programı ETABS betonarme dizayn modülü tarafından tamamen TS 500 yönetmeliğine uygun olarak yapılmaktadır.

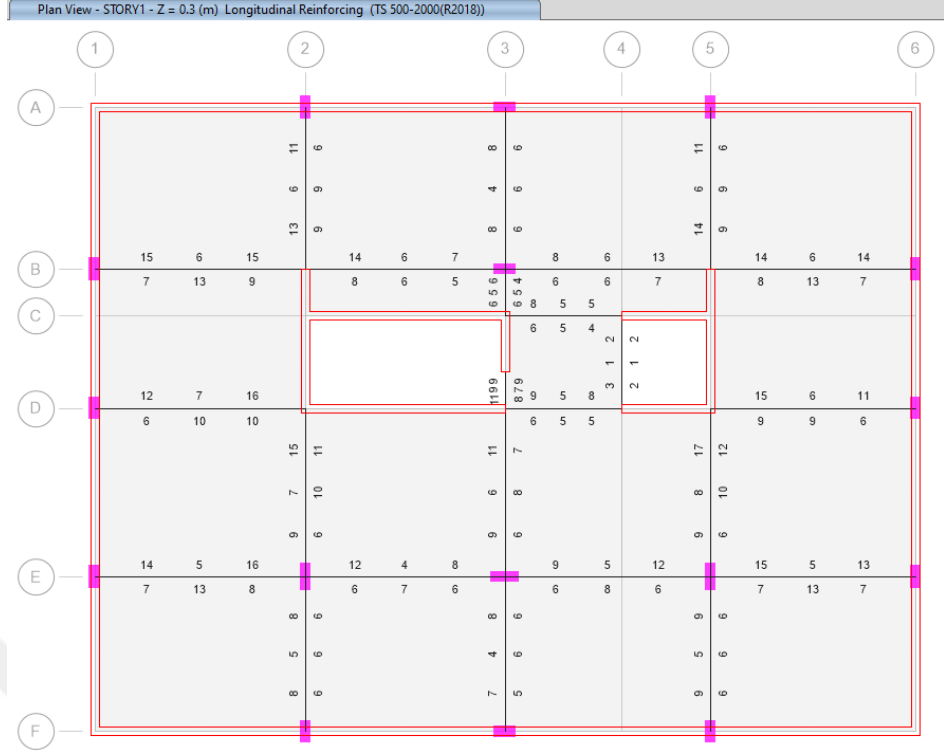
Yapının kirişlerinin analizi ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarına göre yapılmıştır. Donatı miktarlarındaki değişim oranları takip eden sayfalarda sunulmuştur. Kesme donatılarındaki minimum değişim kıyaslamaya dahil edilmemiştir.

##### 4.6.2.1. Kirişlerin Boyuna Donatıları

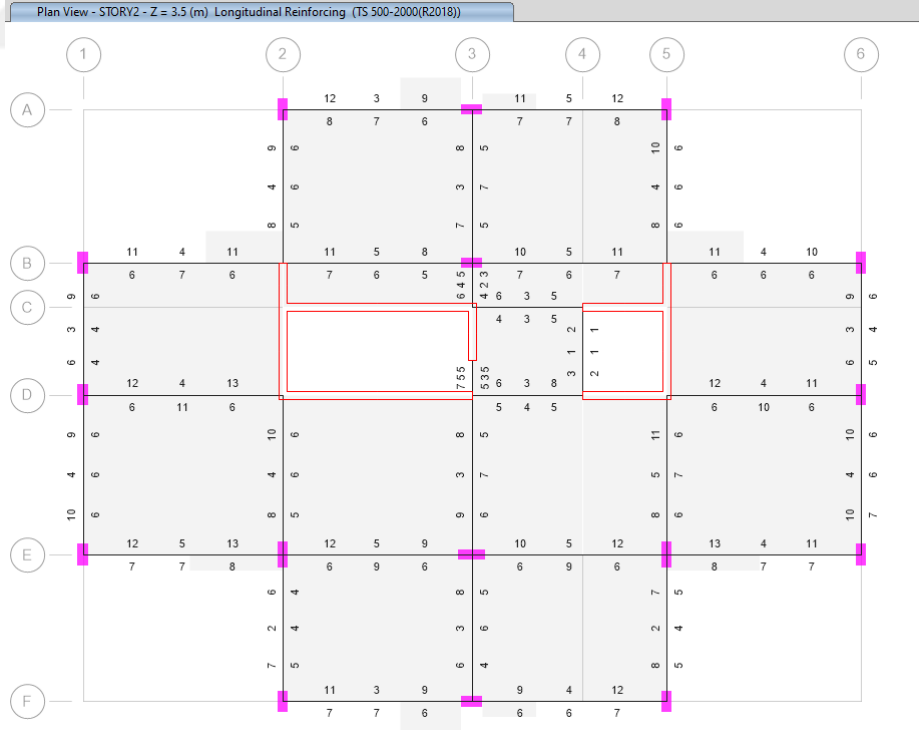


Şekil 69. Kiriş Eleman İndis Numaraları

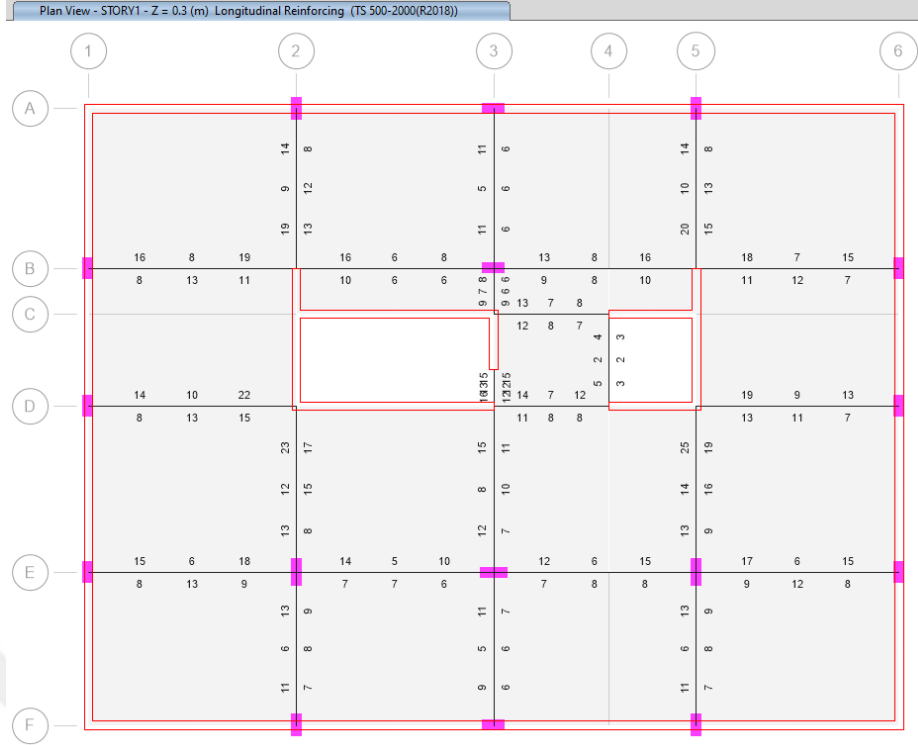




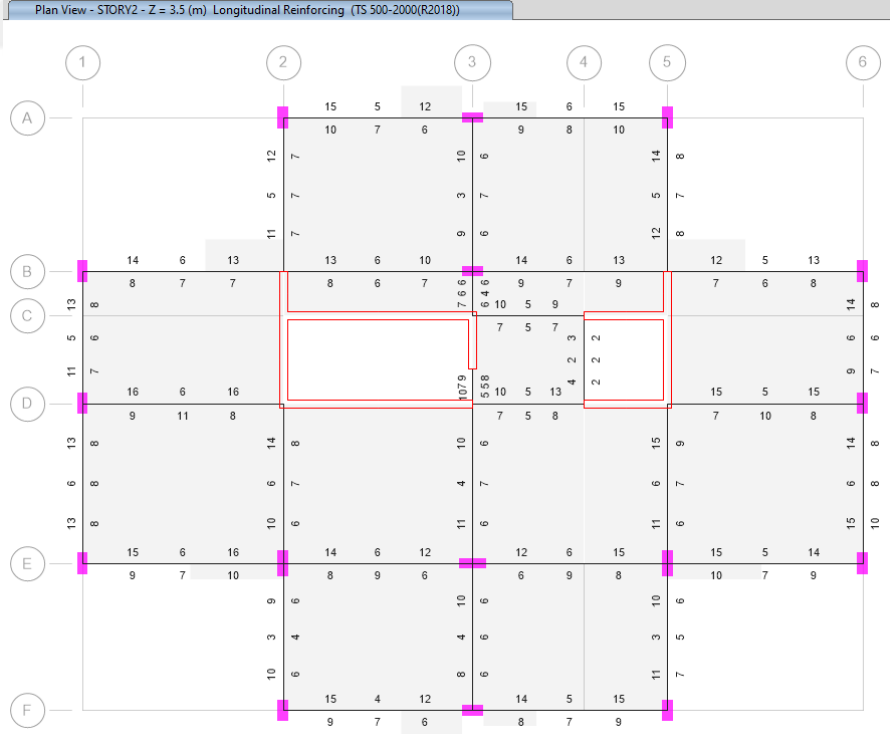
Şekil 72. ZB Zeminde Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Kiriş Donatıları



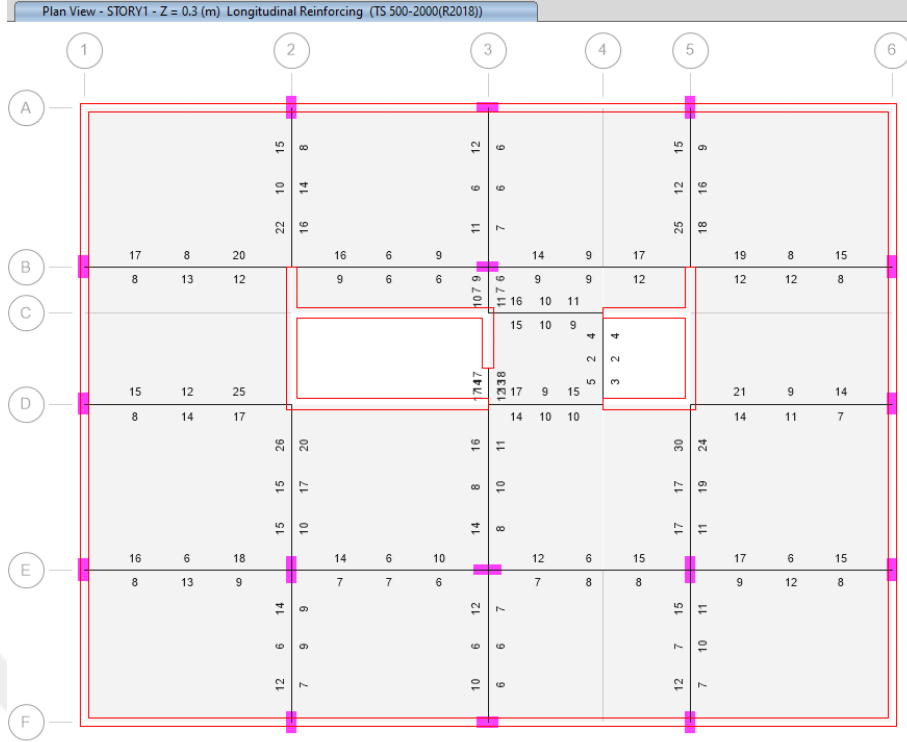
Şekil 73. ZB Zeminde Standart Katların (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Kiriş Donatıları



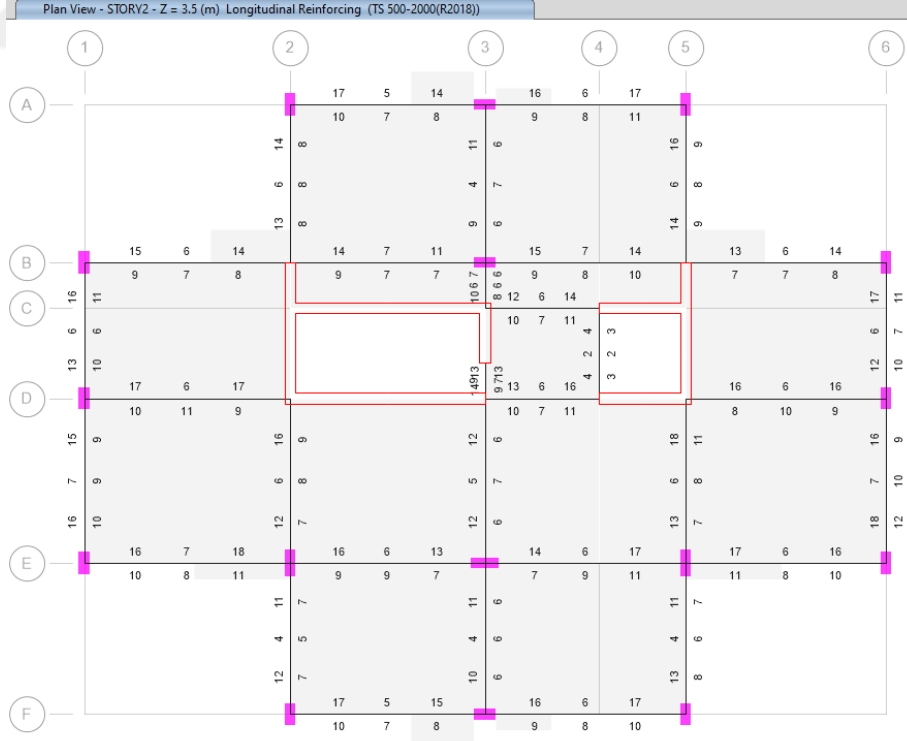
Şekil 74. ZC Zeminde Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Kiriş Donatıları



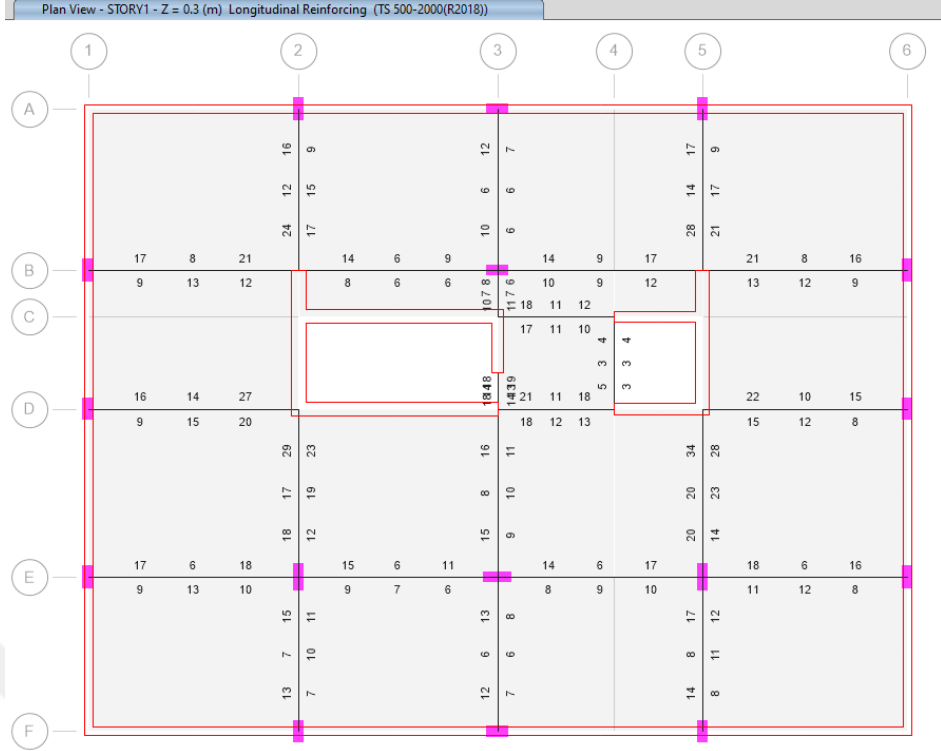
Şekil 75. ZC Zeminde Standart Katların (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Kiriş Donatıları



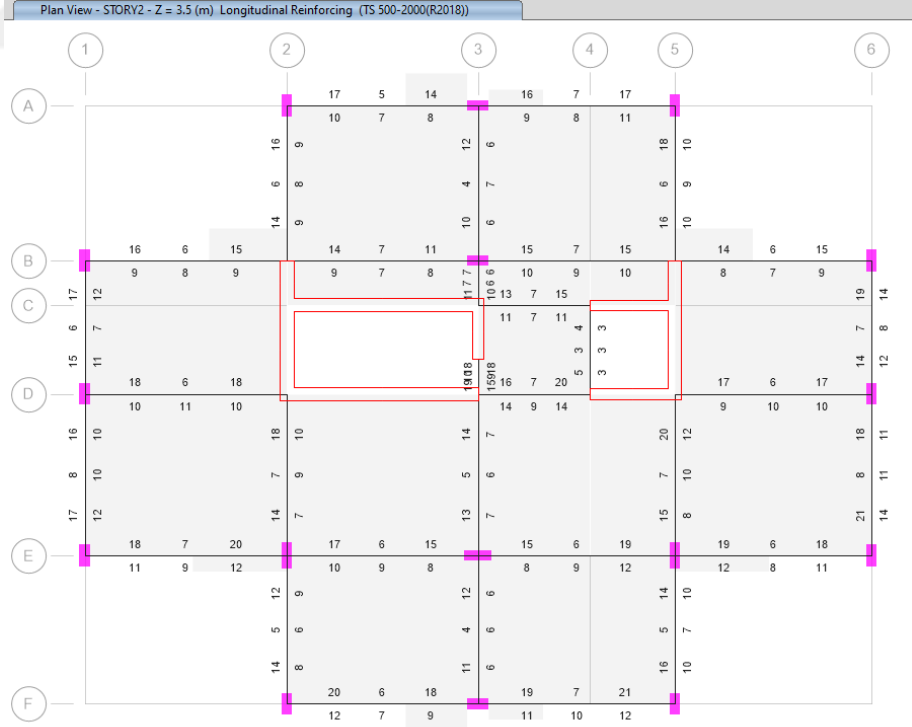
Şekil 76. ZD Zeminde Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Kiriş Donatıları



Şekil 77. ZD Zeminde Standart Katların (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Kiriş Donatıları

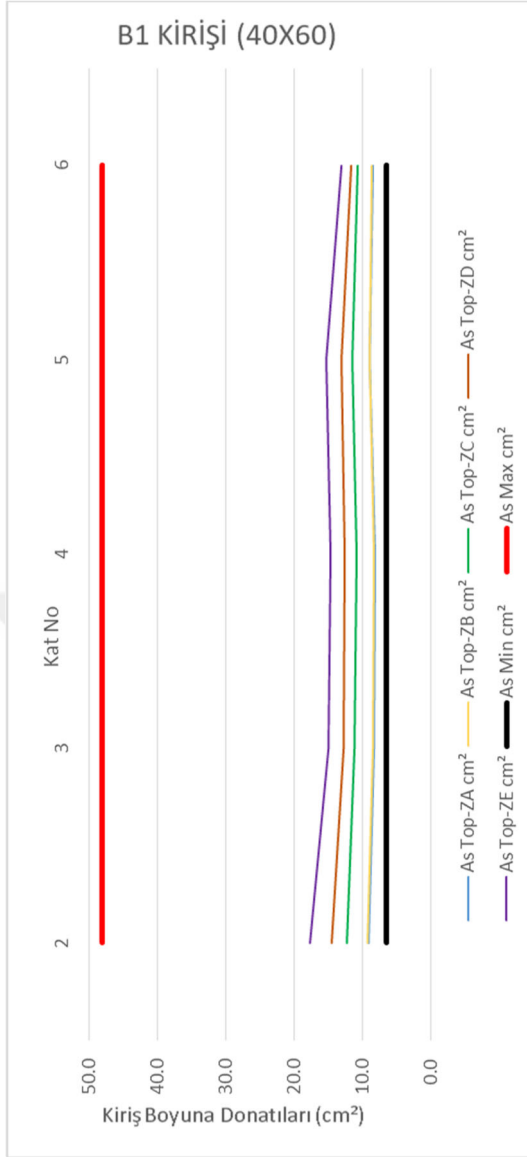


Şekil 78. ZE Zeminde Bodrum Kat Tavanı (+0.30 Kotu) Kiriş Donatıları

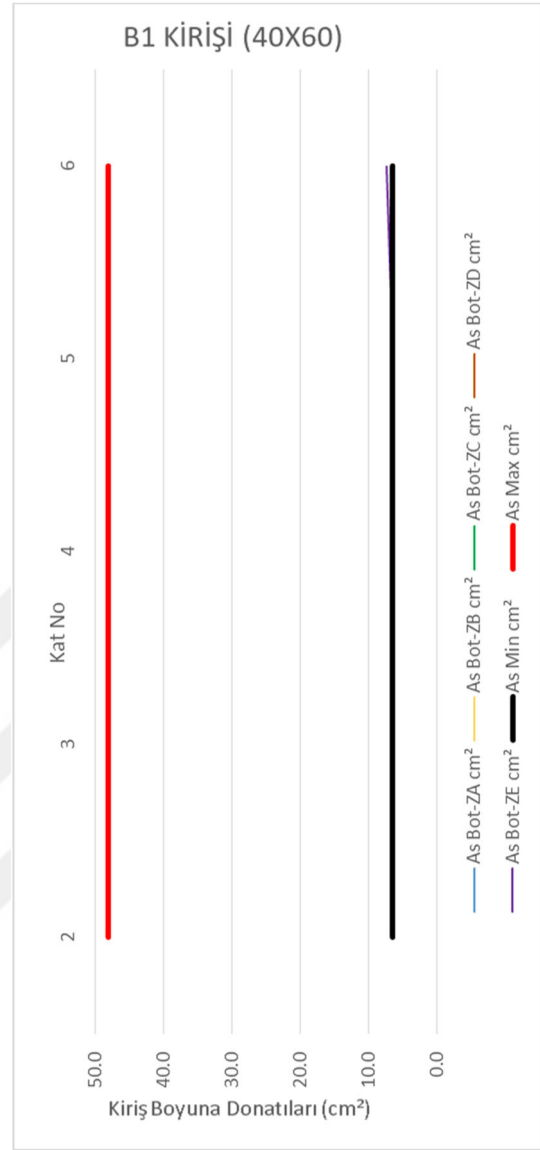


Şekil 79. ZE Zeminde Standart Katların (+3.10 ~ +16.30 Kotları) Kiriş Donatıları

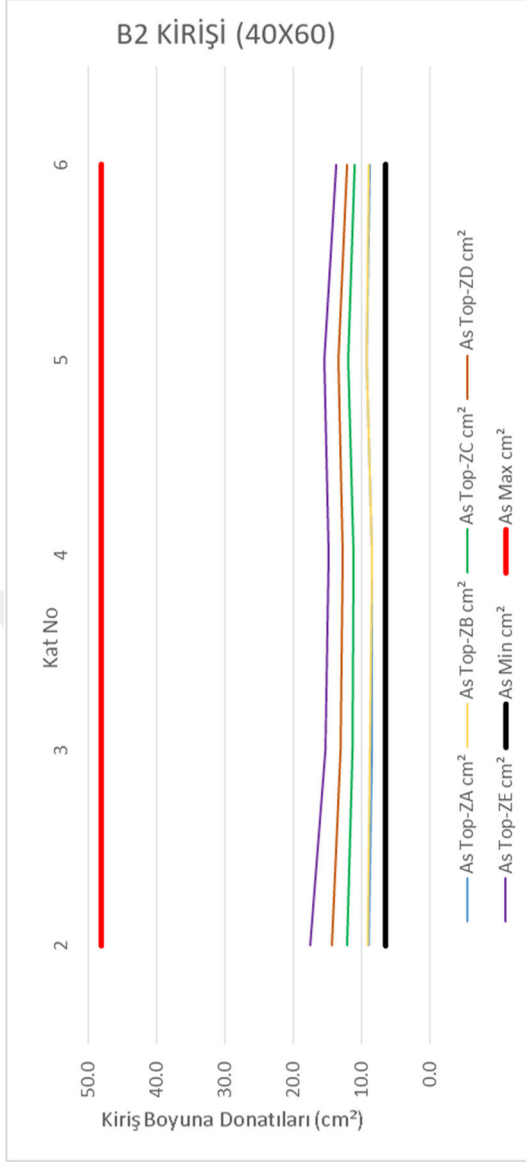




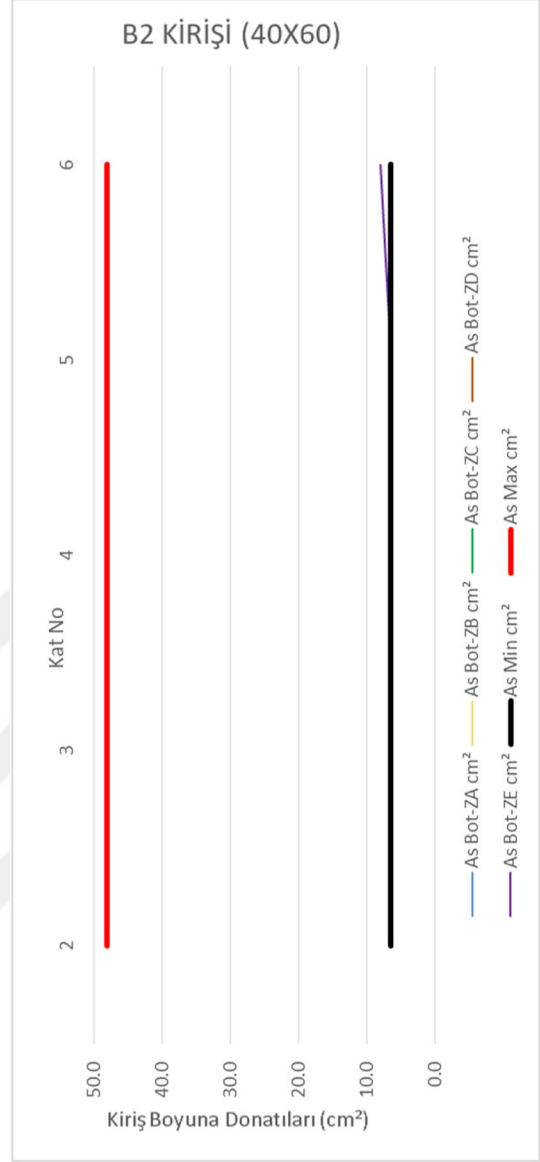
**Şekil 80.** B1 Kirişi Mesnet Donatıları



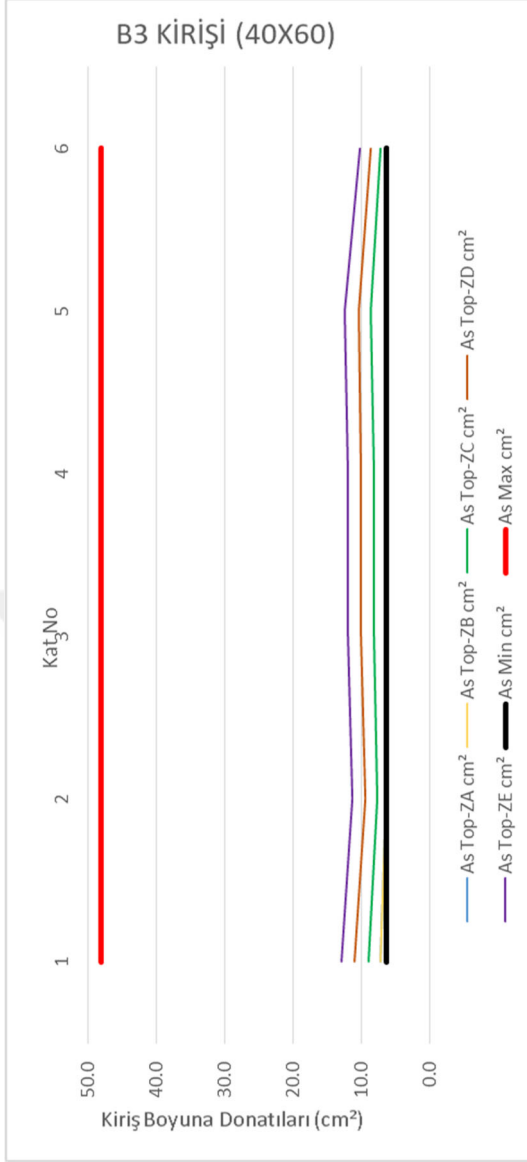
**Şekil 81.** B1 Kirişi Açıklık Donatıları



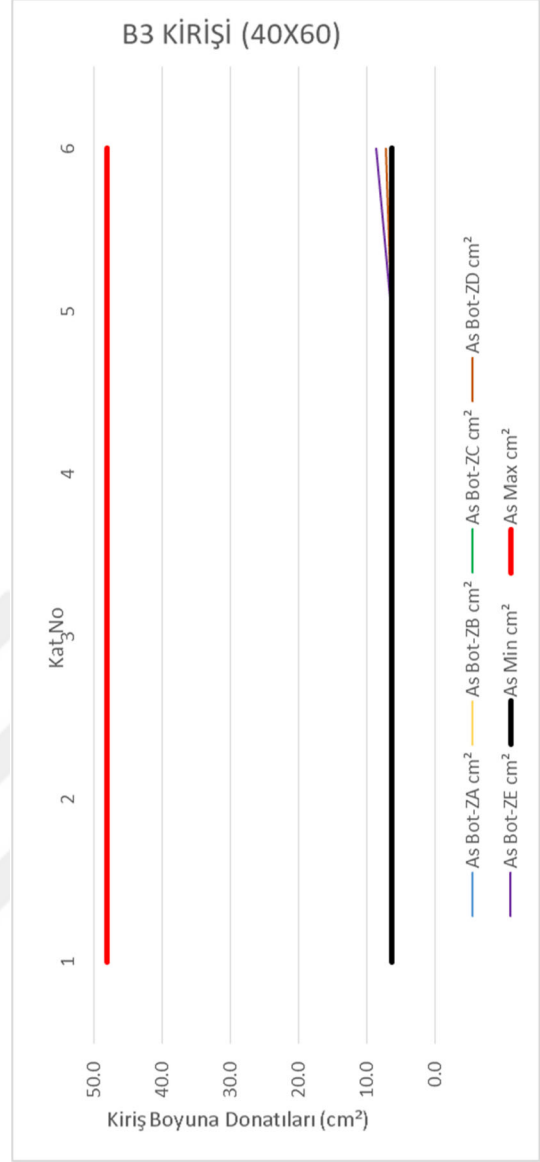
**Şekil 82.** B2 Kirişi Mesnet Donatıları



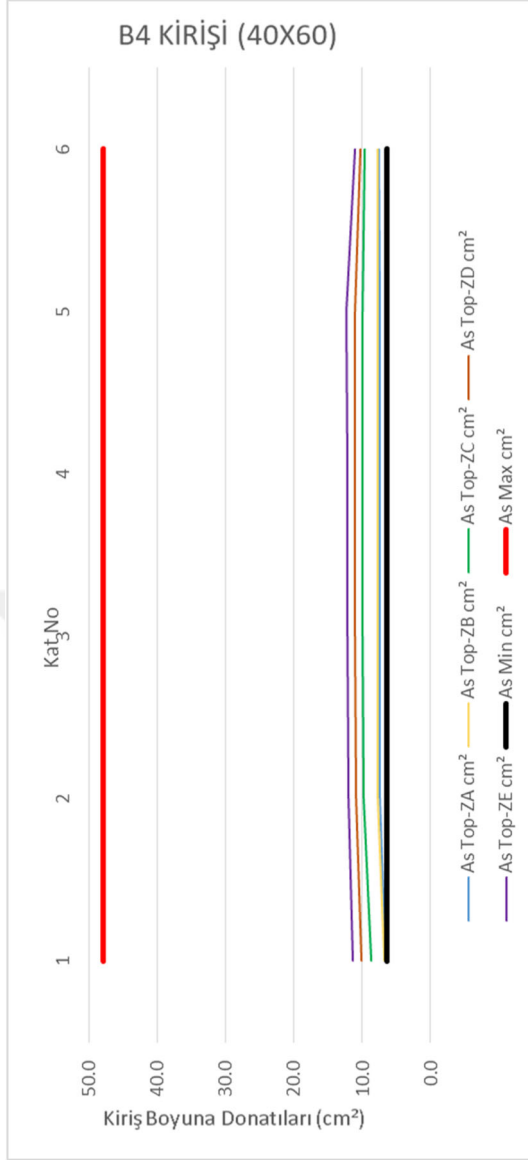
**Şekil 83.** B2 Kirişi Açıklık Donatıları



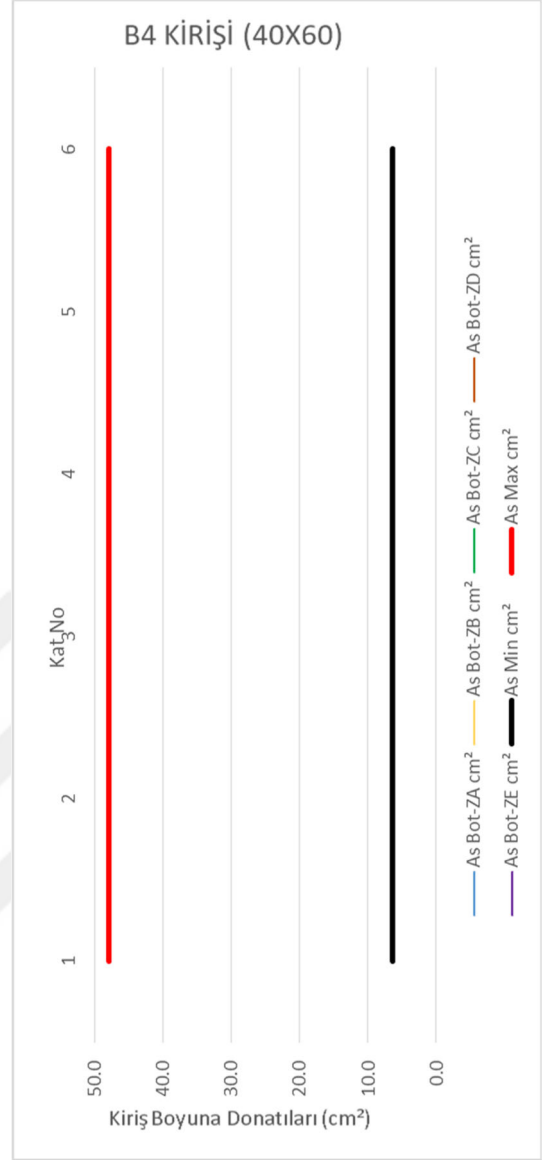
Şekil 84. B3 Kirişi Mesnet Donatıları



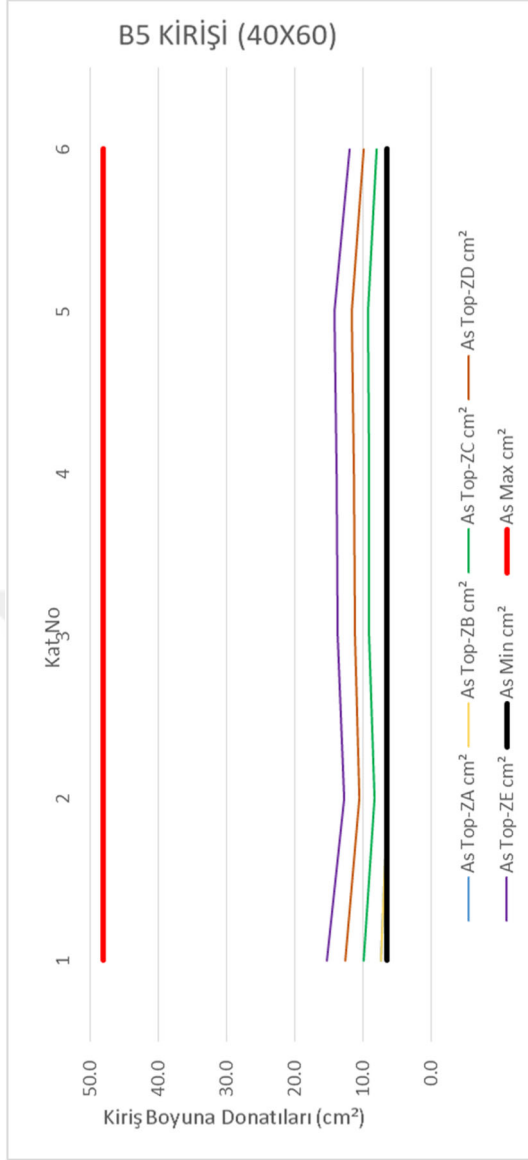
Şekil 85. B3 Kirişi Açıklık Donatıları



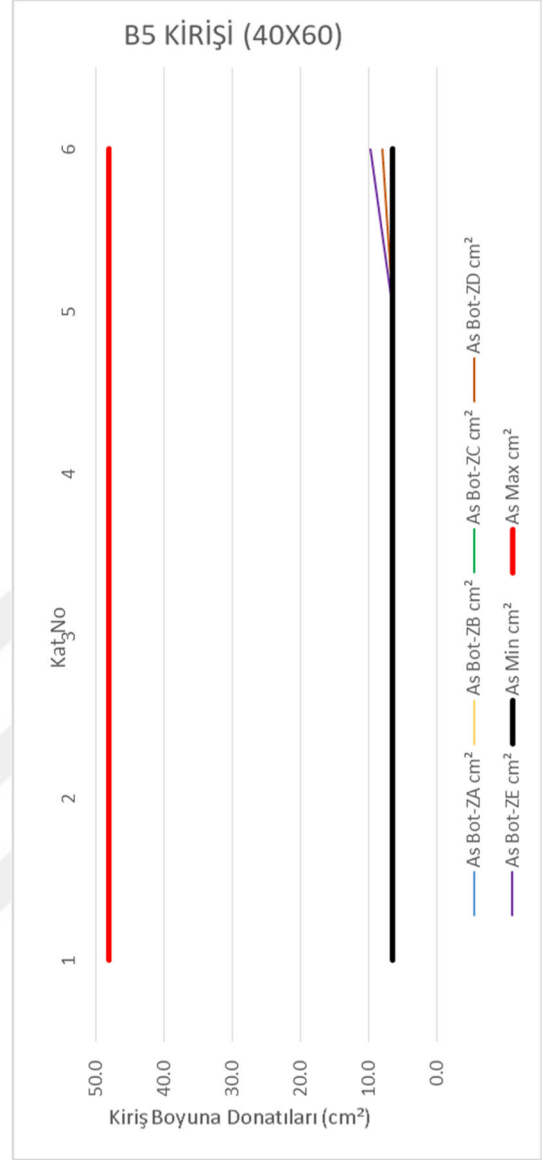
Şekil 86. B4 Kirişi Mesnet Donatıları



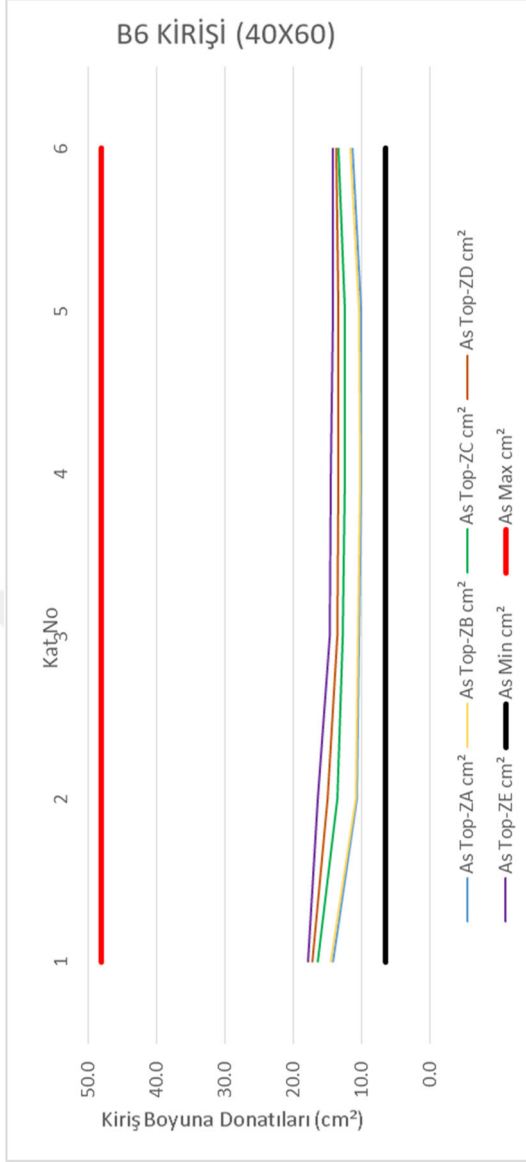
Şekil 87. B4 Kirişi Açıklık Donatıları



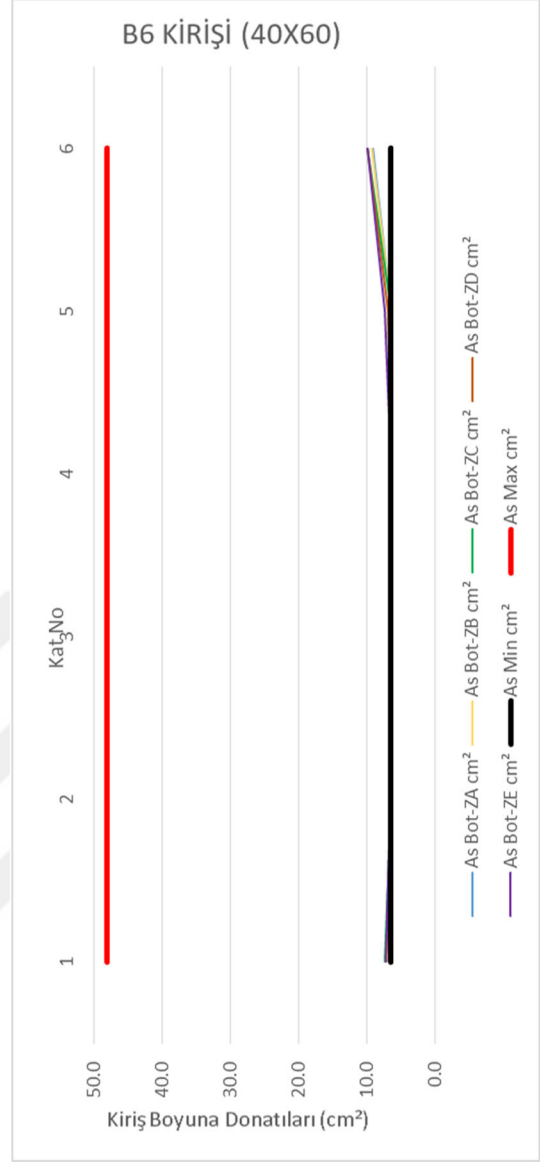
Şekil 88. B5 Kirişi Mesnet Donatıları



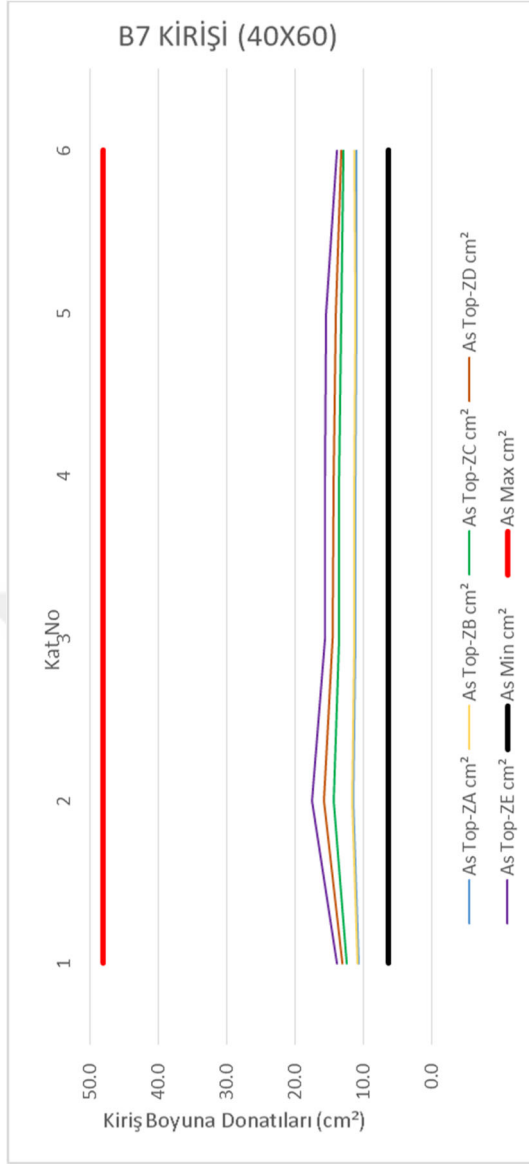
Şekil 89. B5 Kirişi Açıklık Donatıları



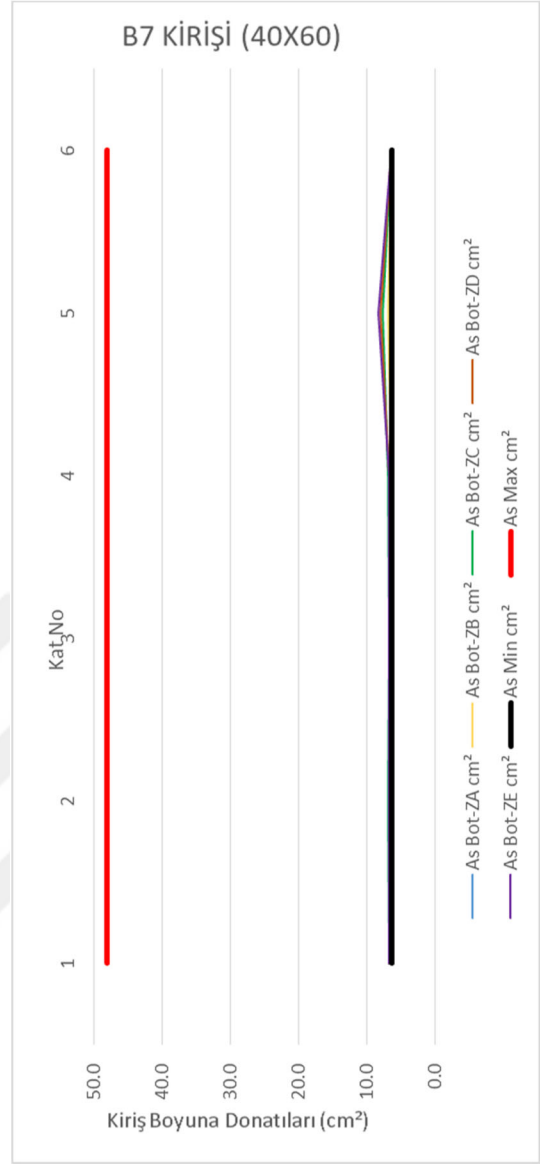
**Şekil 90.** B6 Kirişi Mesnet Donatıları



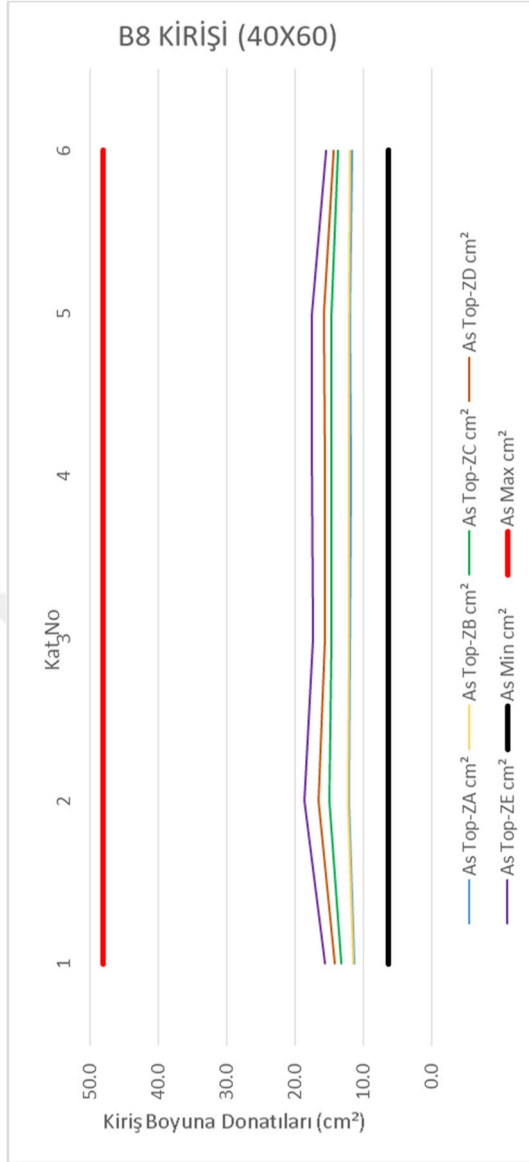
**Şekil 91.** B6 Kirişi Açıklık Donatıları



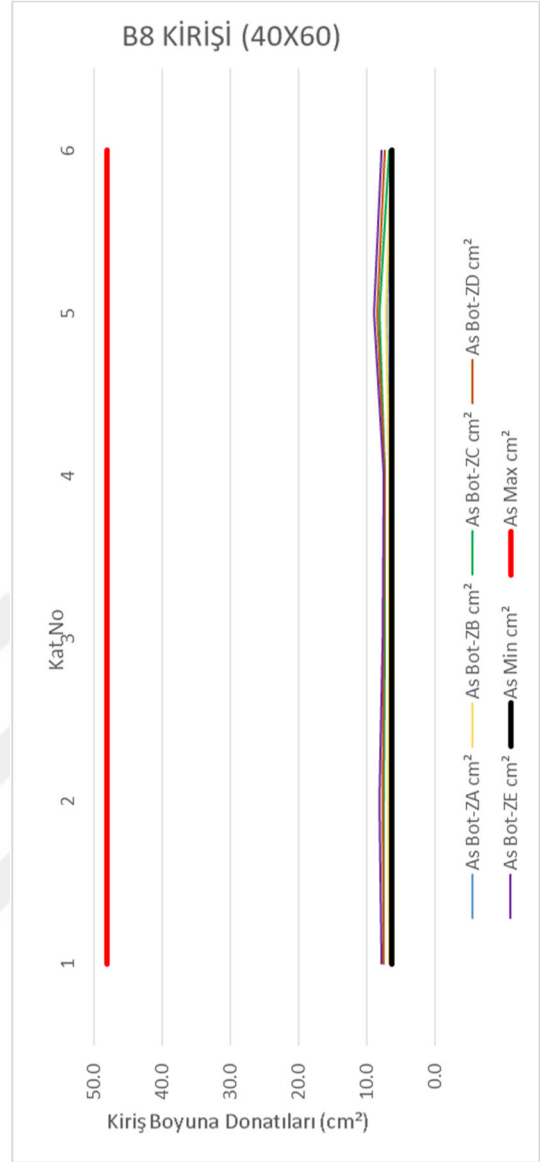
Şekil 92. B7 Kirişi Mesnet Donatıları



Şekil 93. B7 Kirişi Açıklık Donatıları

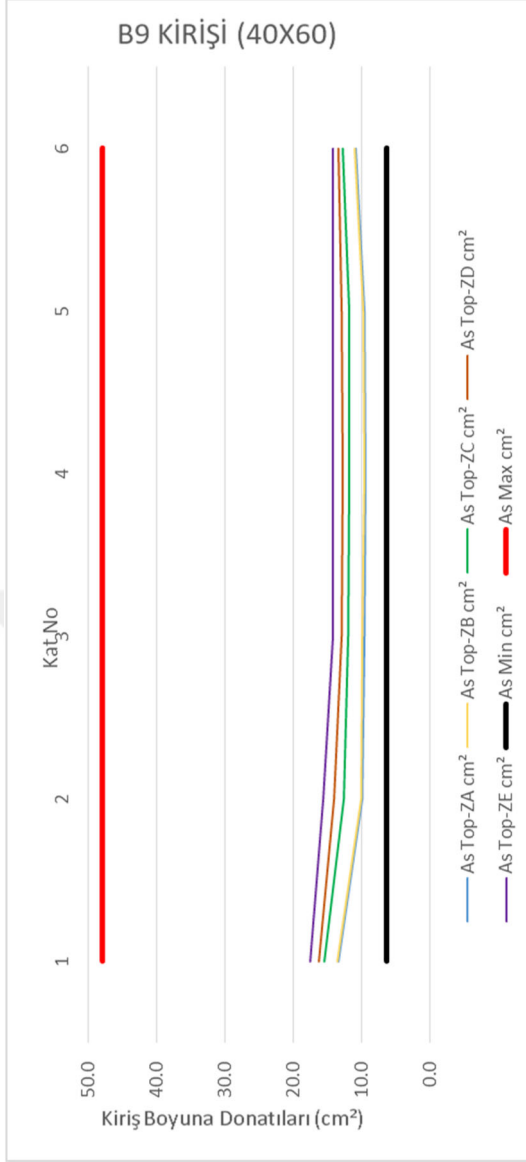


Şekil 94. B8 Kirişi Mesnet Donatıları

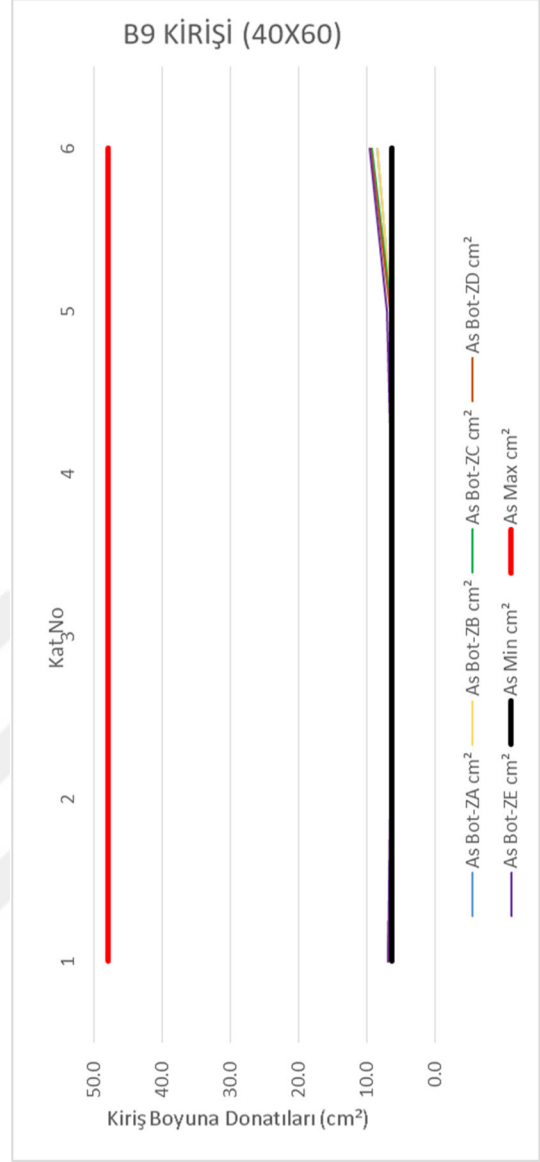


Şekil 95. B8 Kirişi Açıklık Donatıları

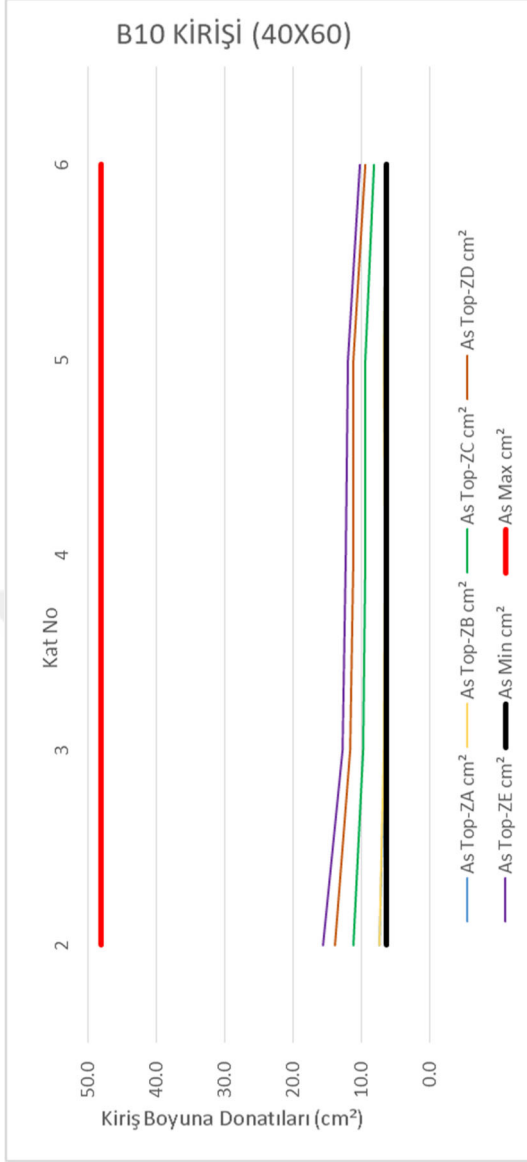




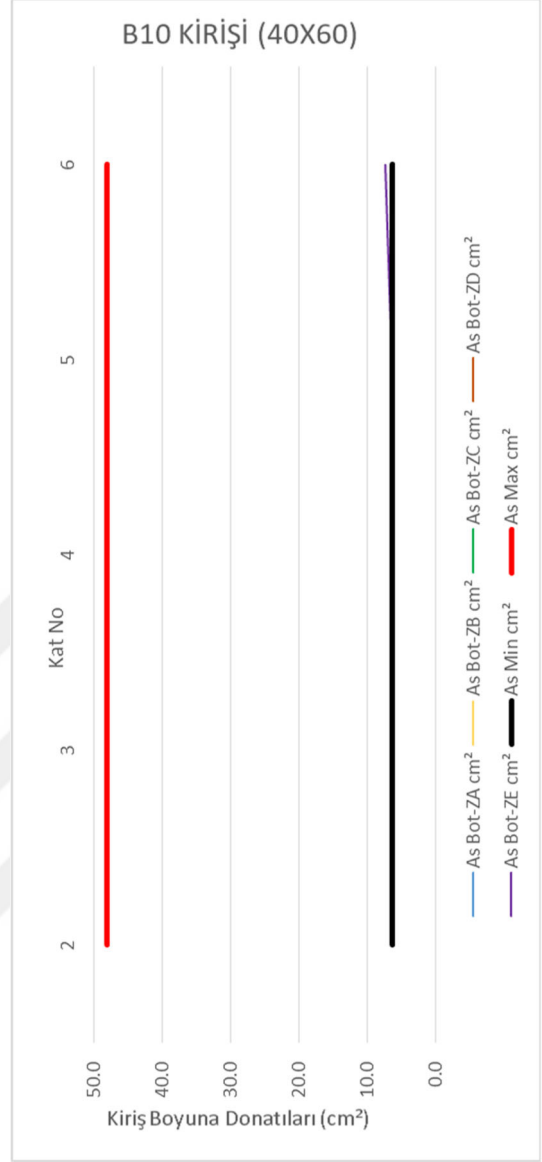
**Şekil 96.** B9 Kirişi Mesnet Donatıları



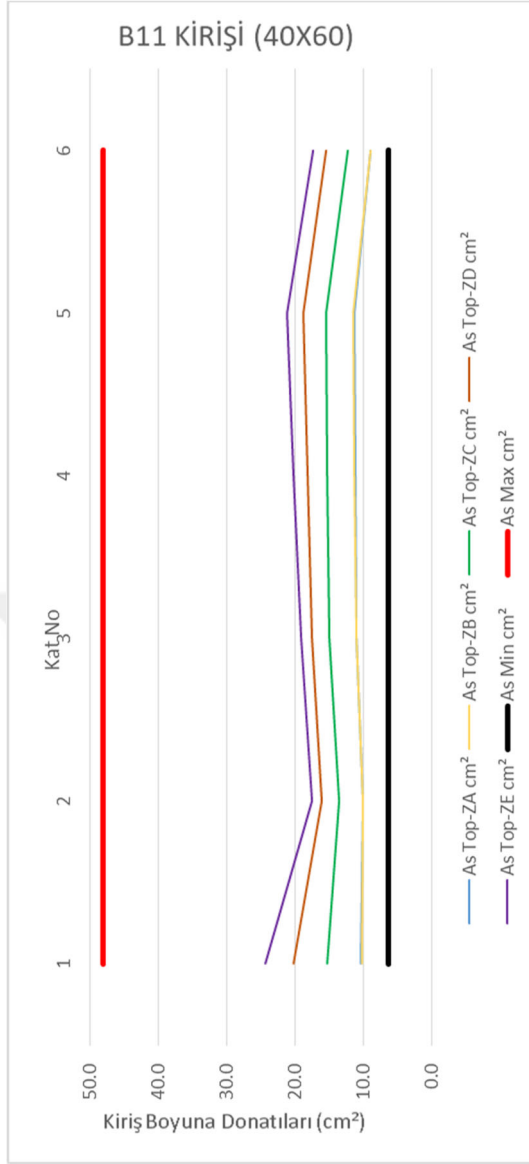
**Şekil 97.** B9 Kirişi Açıklık Donatıları



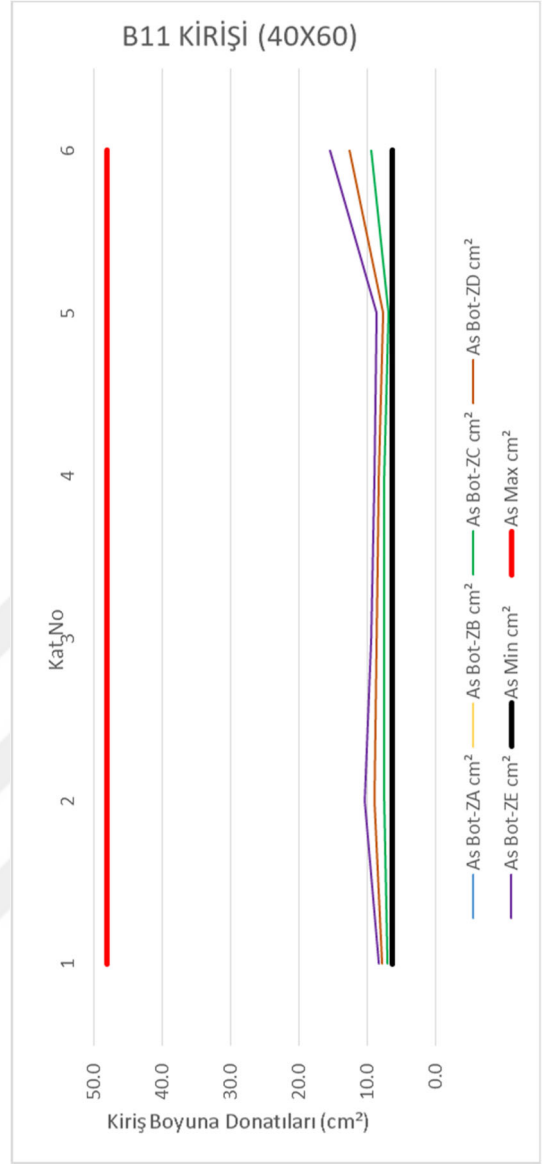
**Şekil 98.** B10 Kirişi Mesnet Donatıları



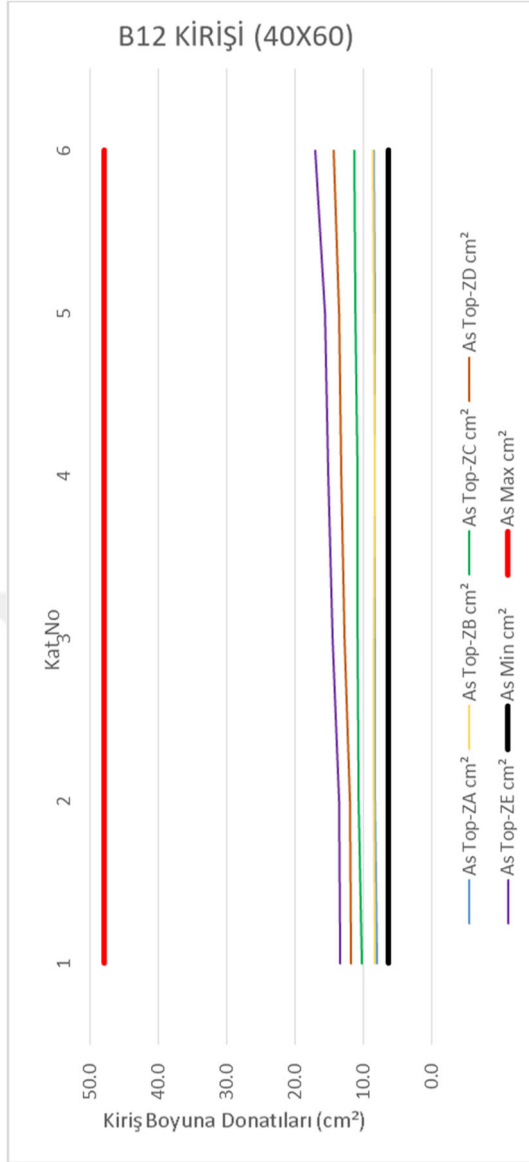
**Şekil 99.** B10 Kirişi Açıklık Donatıları



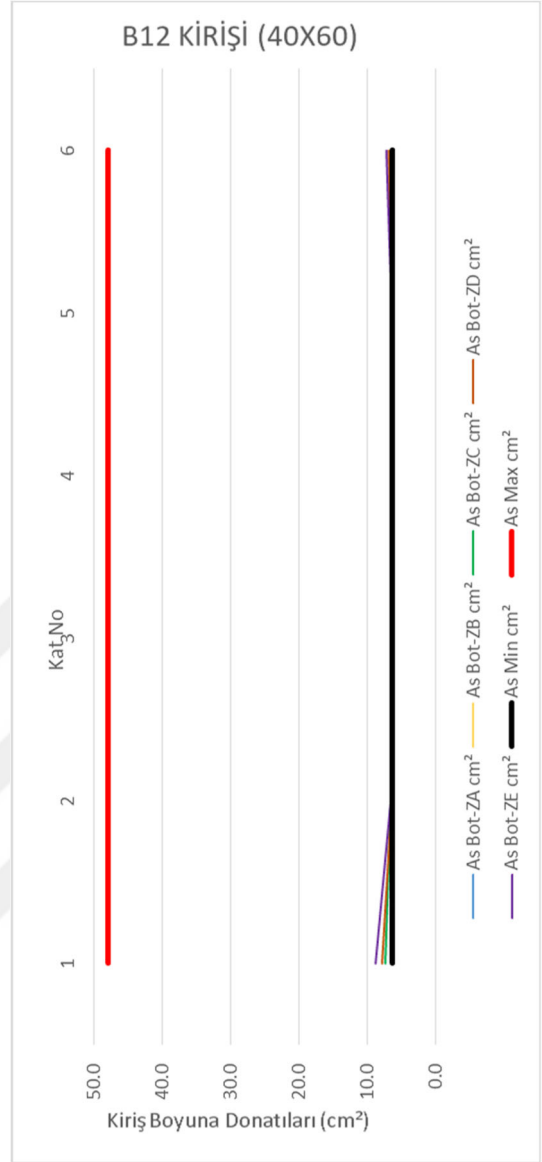
Şekil 100. B11 Kirişi Mesnet Donatıları



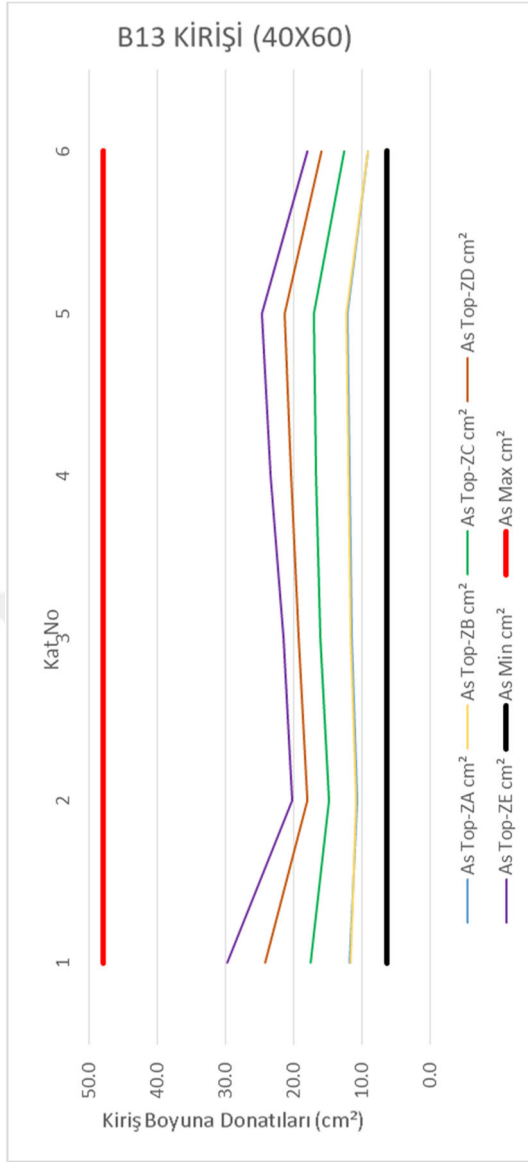
Şekil 101. B11 Kirişi Açıklık Donatıları



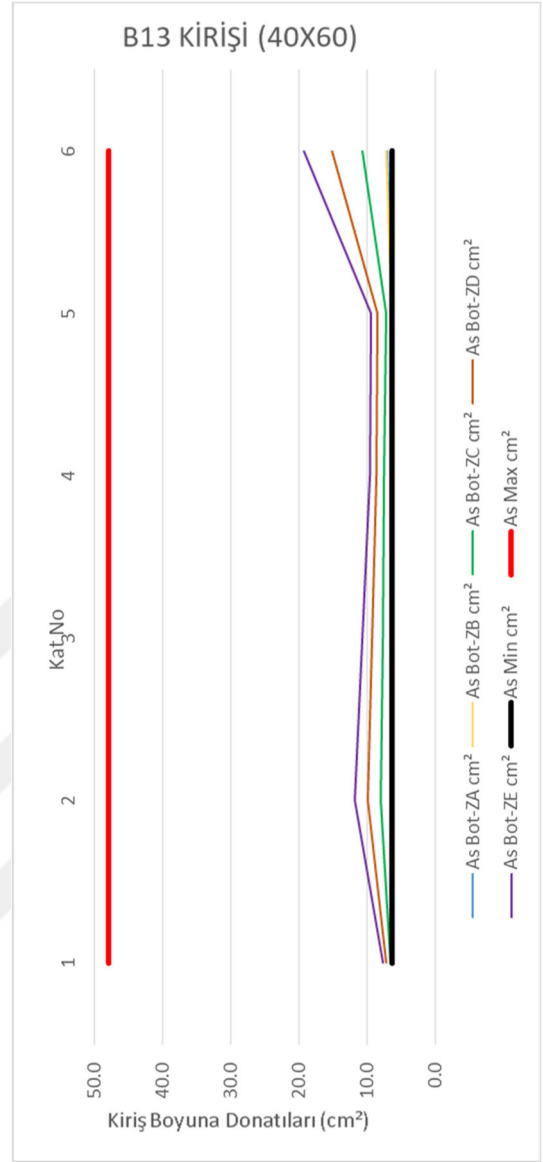
Şekil 102. B12 Kirişi Mesnet Donatıları



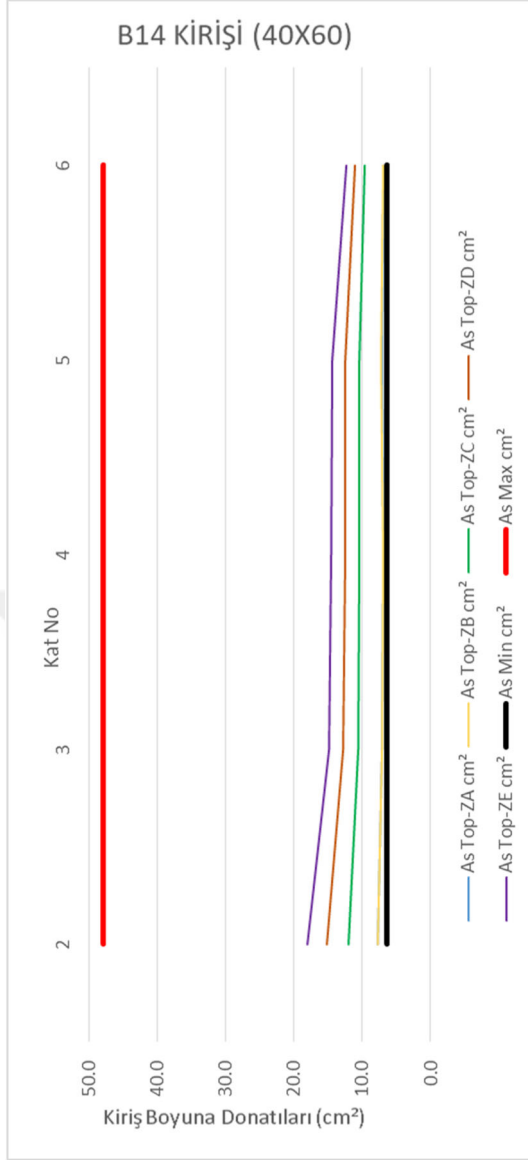
Şekil 103. B12 Kirişi Açıklık Donatıları



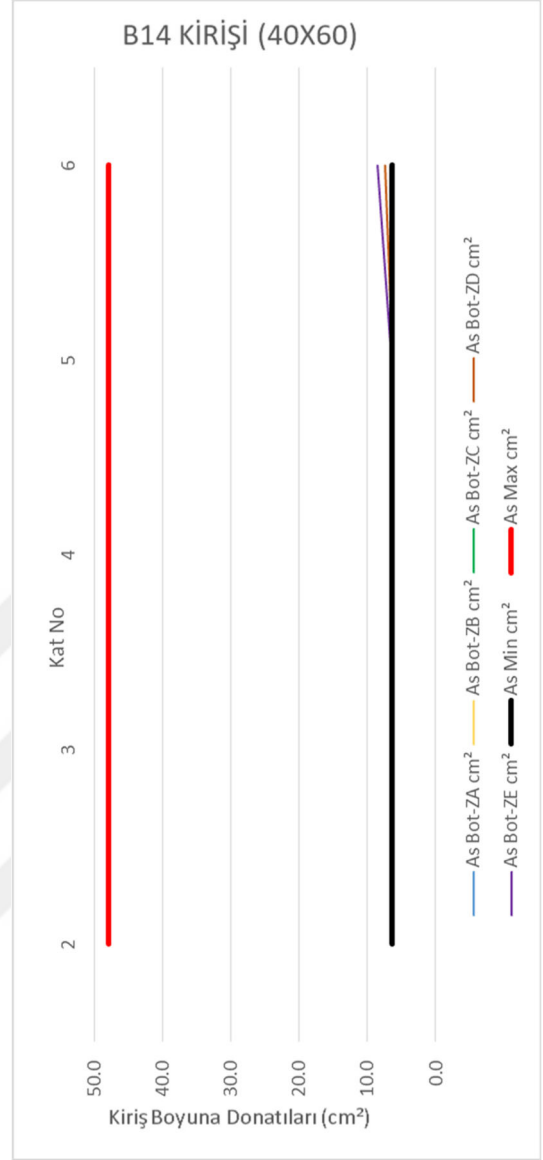
**Şekil 104.** B13 Kirişi Mesnet Donatıları



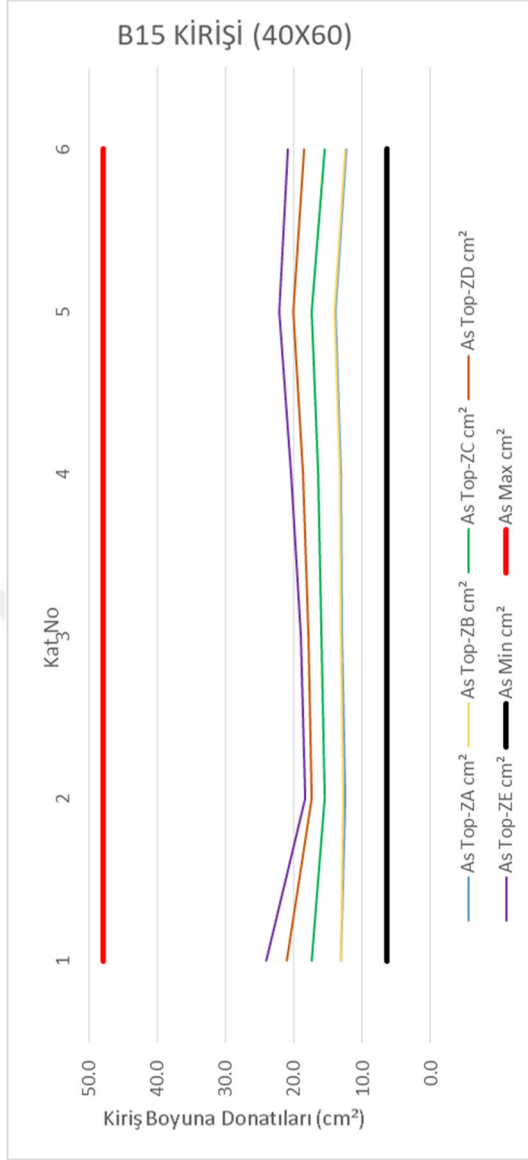
**Şekil 105.** B13 Kirişi Açıklık Donatıları



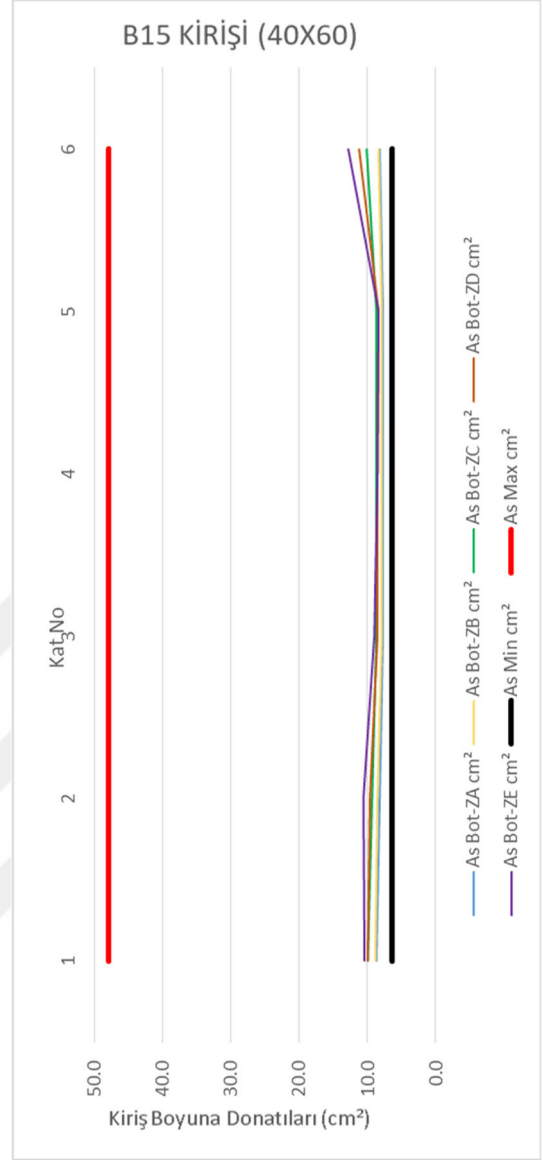
**Şekil 106.** B14 Kirişi Mesnet Donatıları



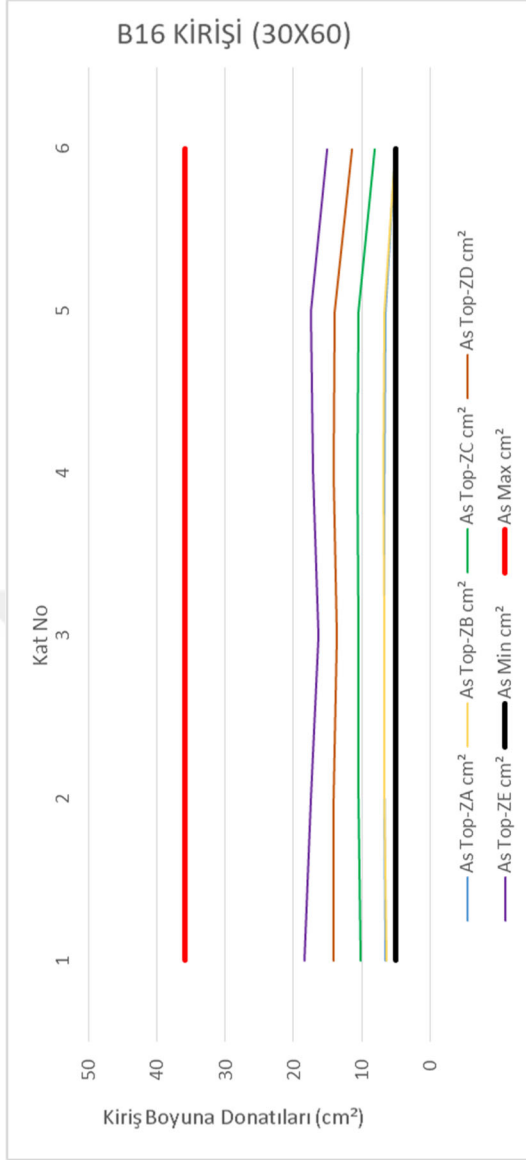
**Şekil 107.** B14 Kirişi Açıklık Donatıları



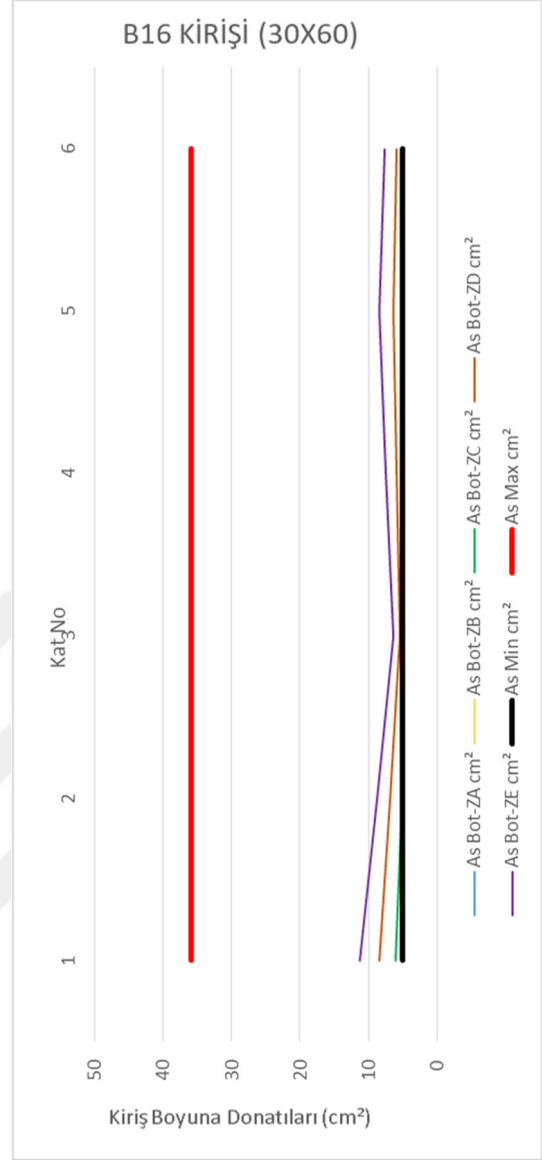
Şekil 108. B15 Kirişi Mesnet Donatıları



Şekil 109. B15 Kirişi Açıklık Donatıları

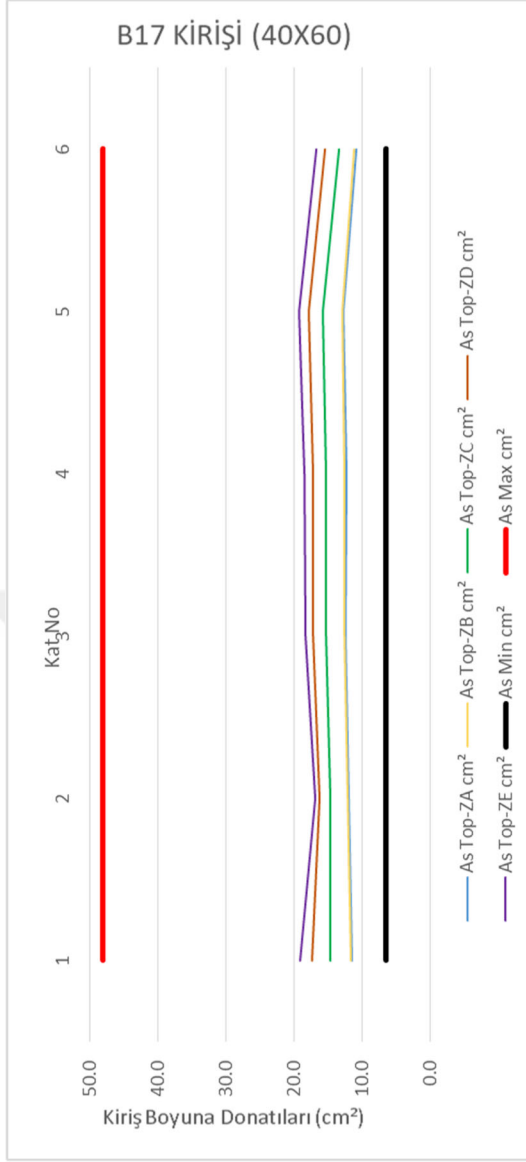


**Şekil 110.** B16 Kirişi Mesnet Donatıları

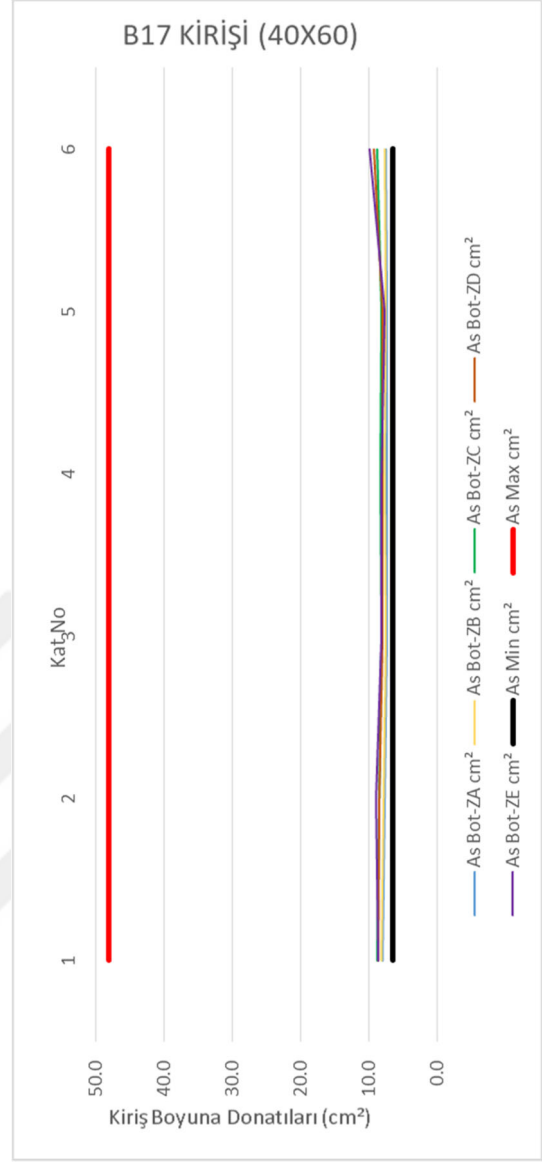


**Şekil 111.** B16 Kirişi Açıklık Donatıları

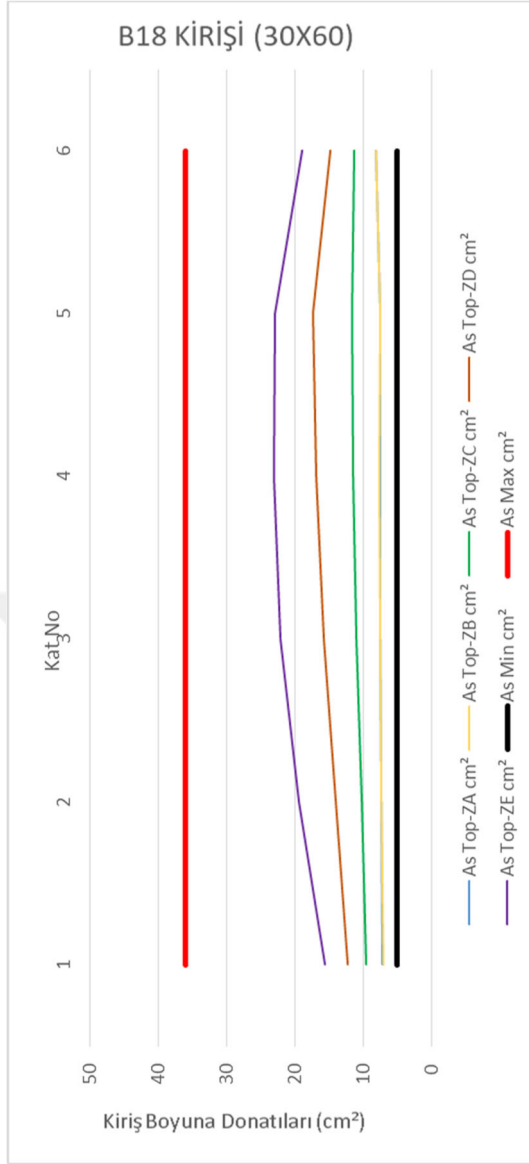




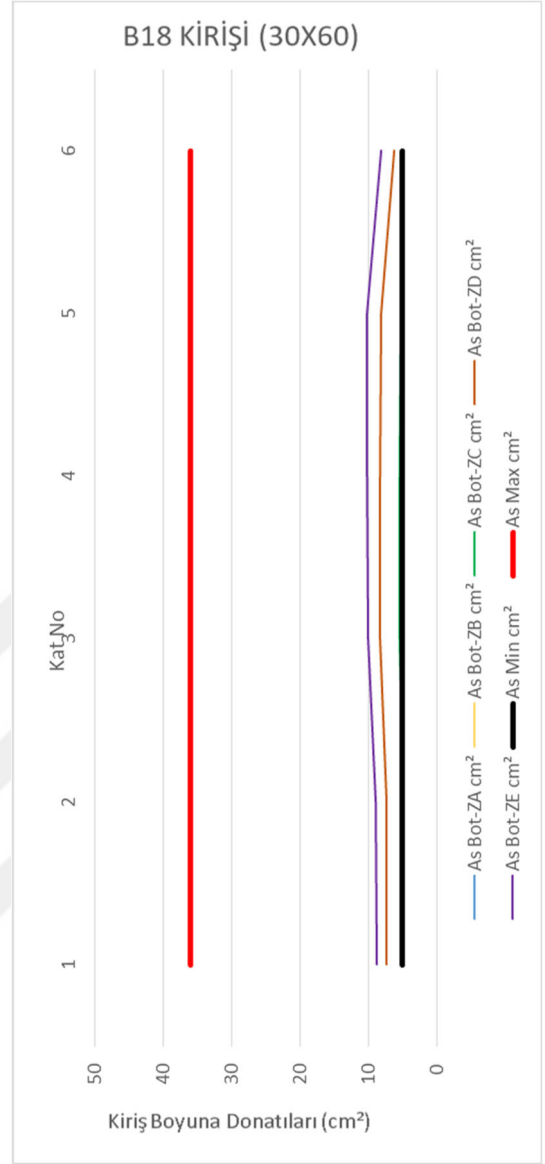
**Şekil 112.** B17 Kirişi Mesnet Donatıları



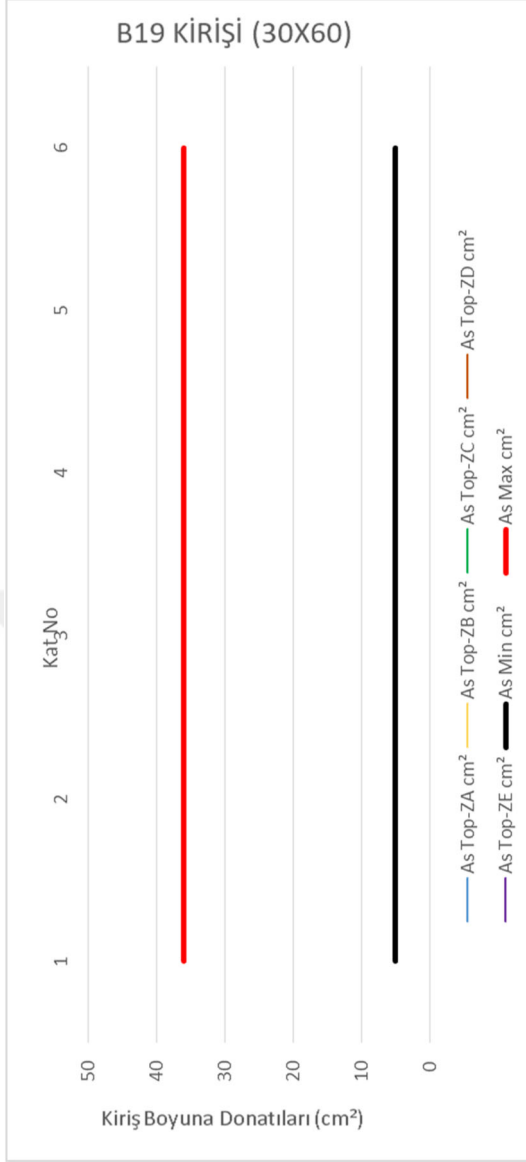
**Şekil 113.** B17 Kirişi Açıklık Donatıları



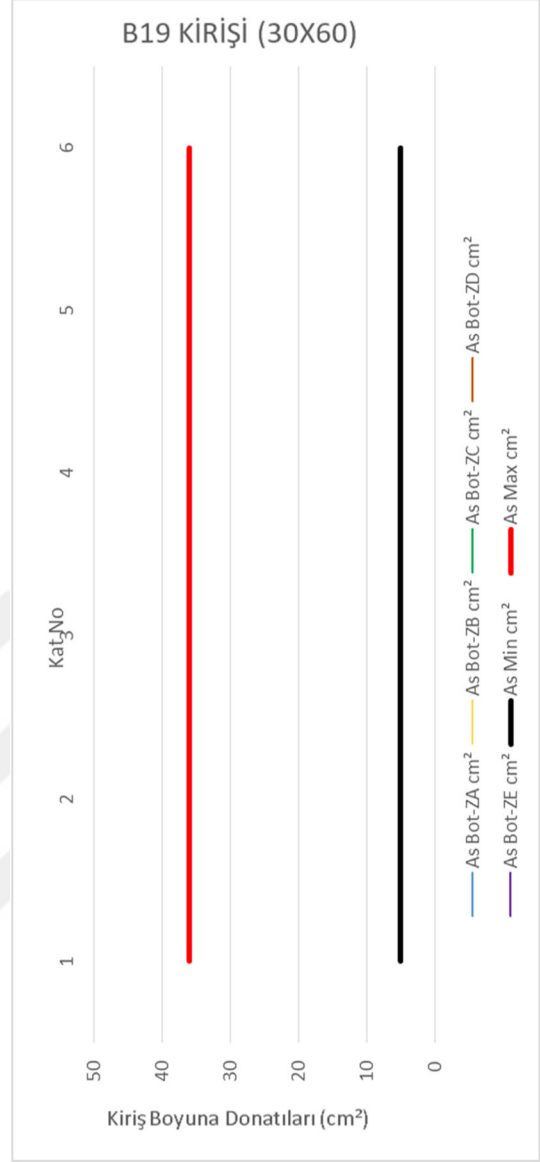
Şekil 114. B18 Kirişi Mesnet Donatıları



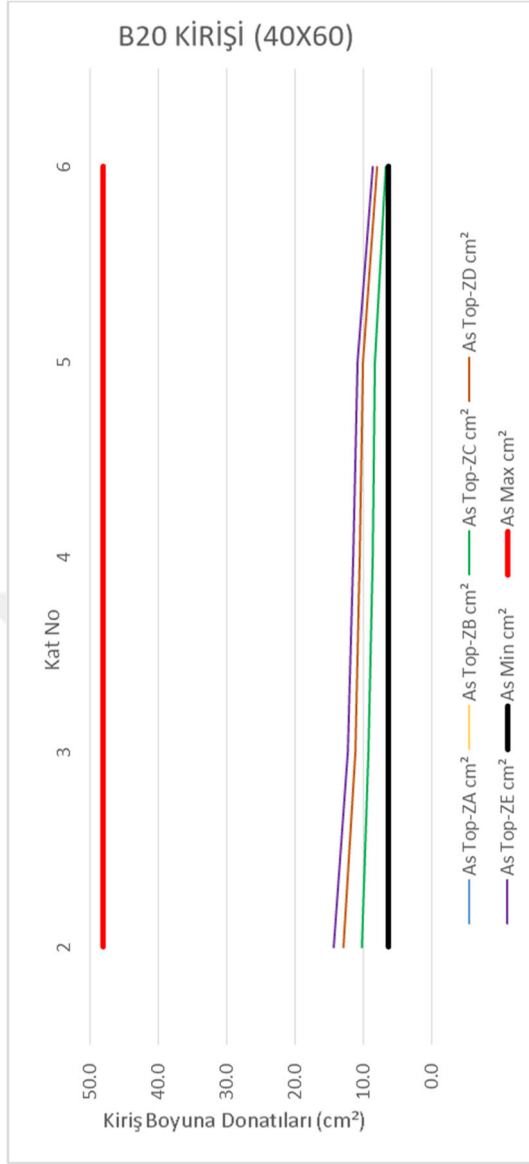
Şekil 115. B18 Kirişi Açıklık Donatıları



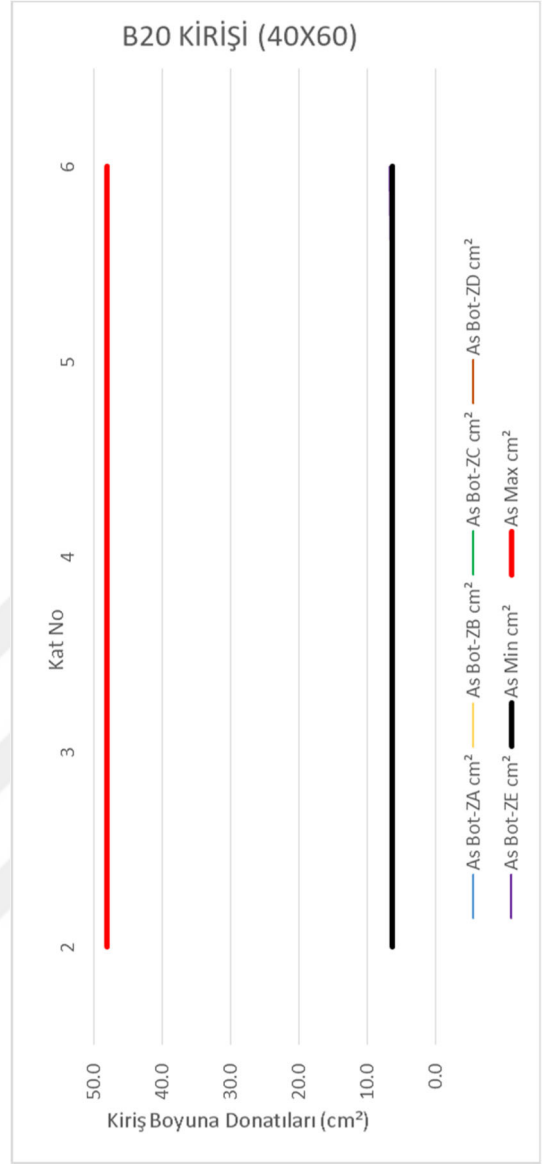
Şekil 116. B19 Kirişi Mesnet Donatıları



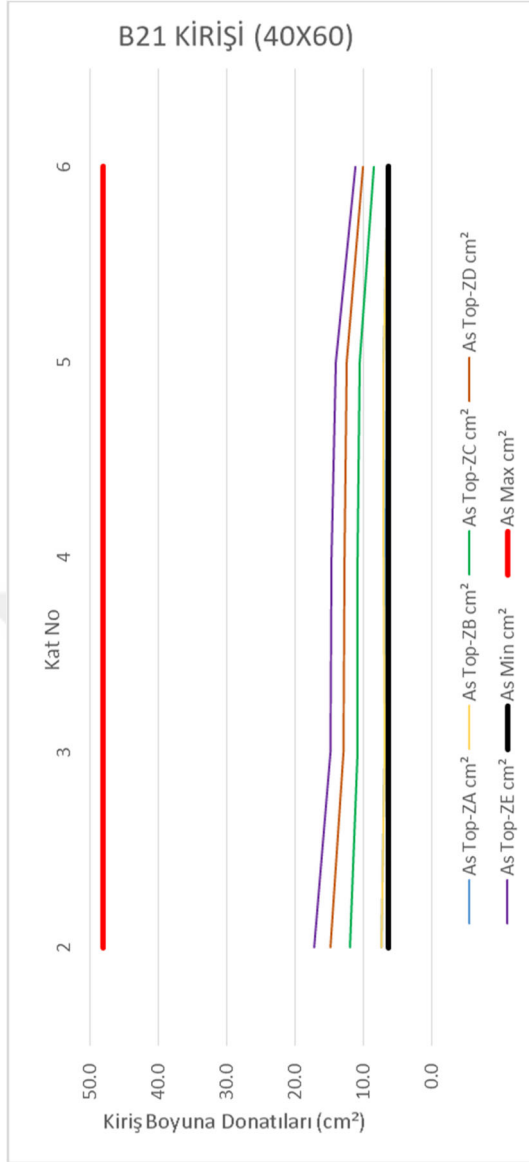
Şekil 117. B19 Kirişi Açıklık Donatıları



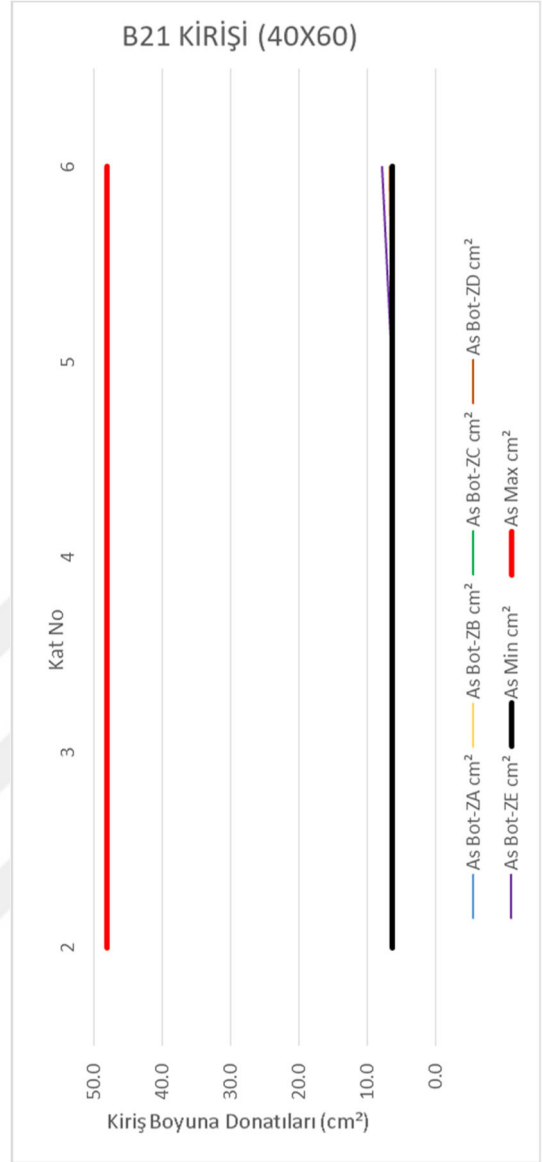
Şekil 118. B20 Kirişi Mesnet Donatıları



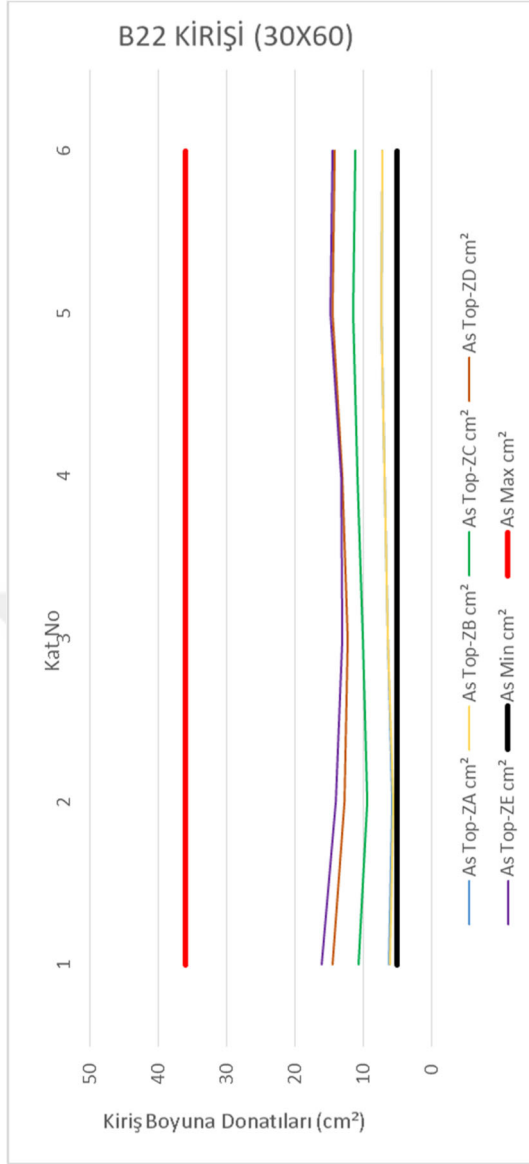
Şekil 119. B20 Kirişi Açıklık Donatıları



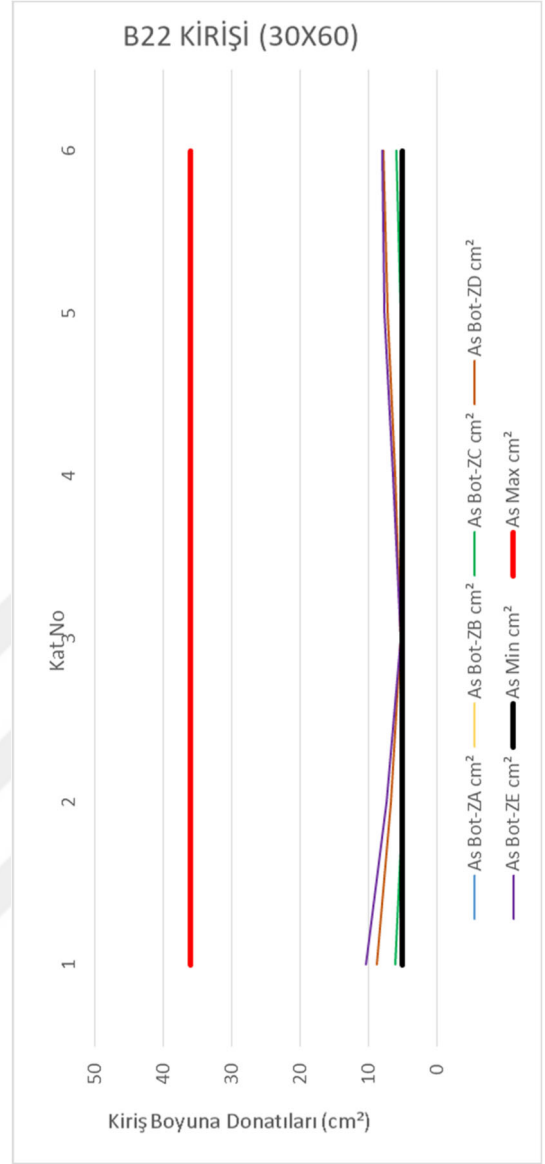
**Şekil 120.** B21 Kirişi Mesnet Donatıları



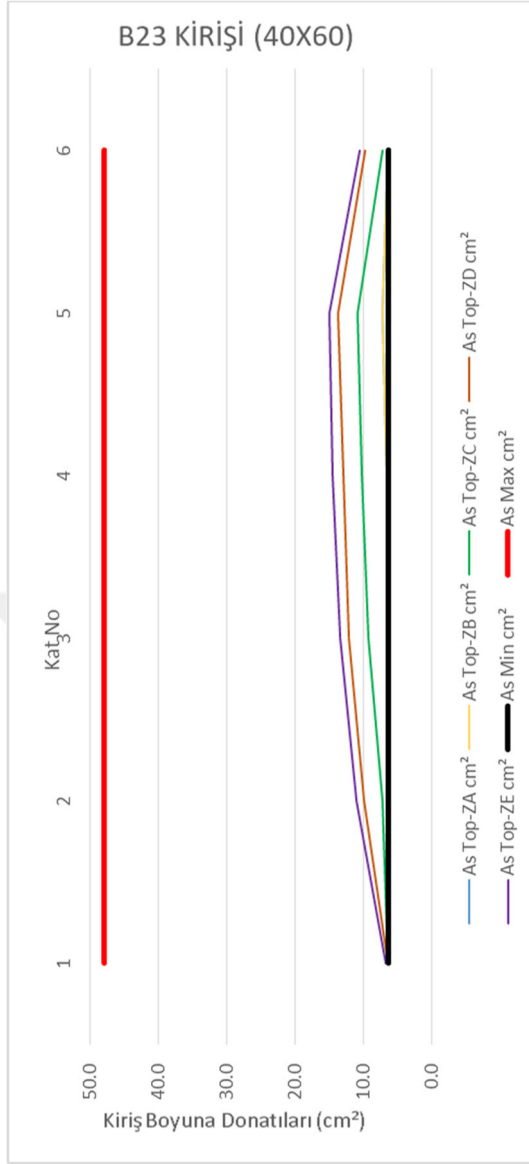
**Şekil 121.** B21 Kirişi Açıklık Donatıları



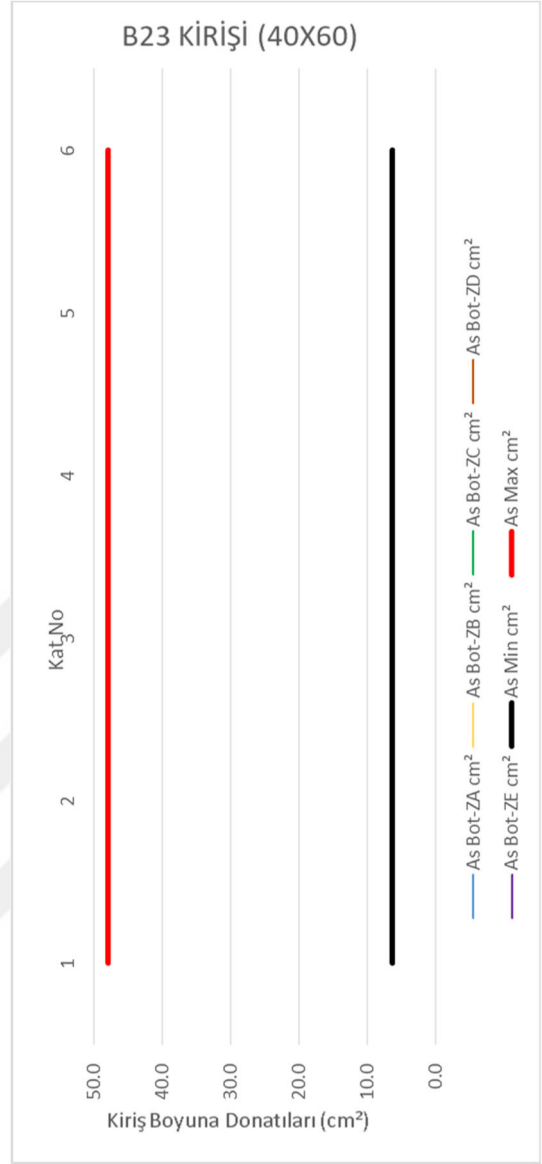
**Şekil 122.** B22 Kirişi Mesnet Donatıları



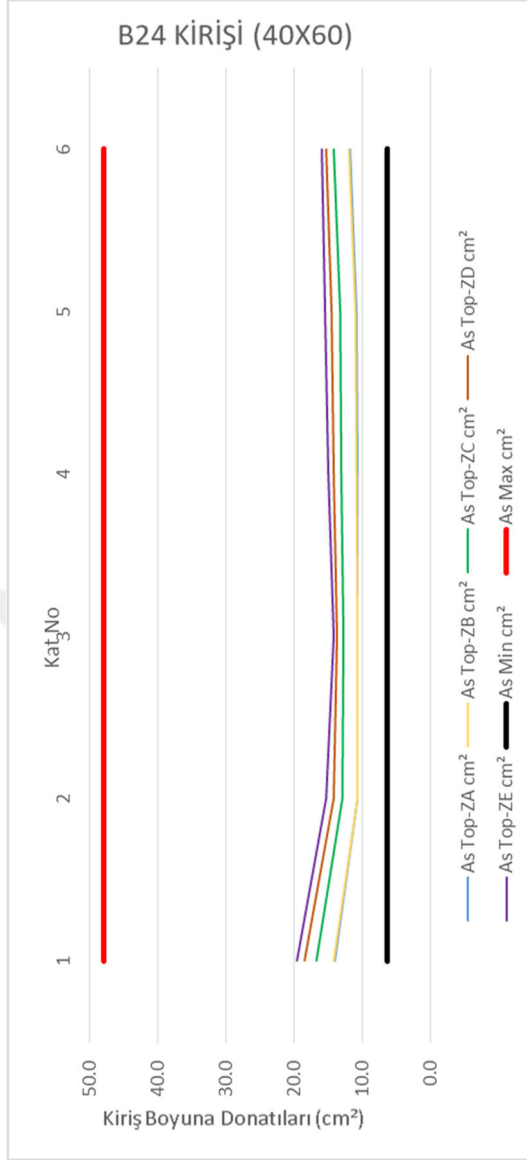
**Şekil 123.** B22 Kirişi Açıklık Donatıları



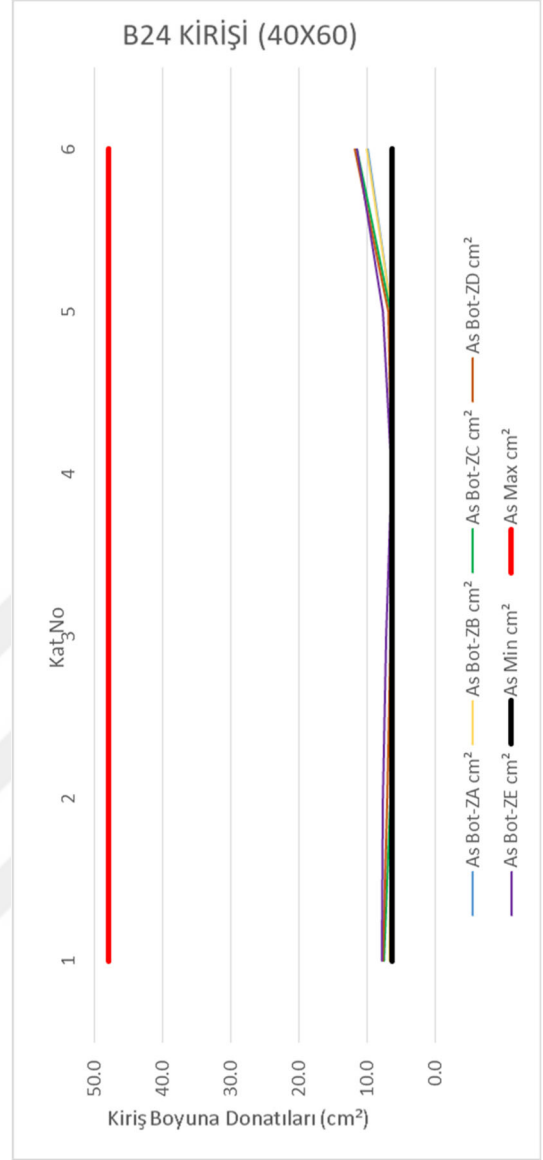
Şekil 124. B23 Kirişi Mesnet Donatıları



Şekil 125. B23 Kirişi Açıklık Donatıları

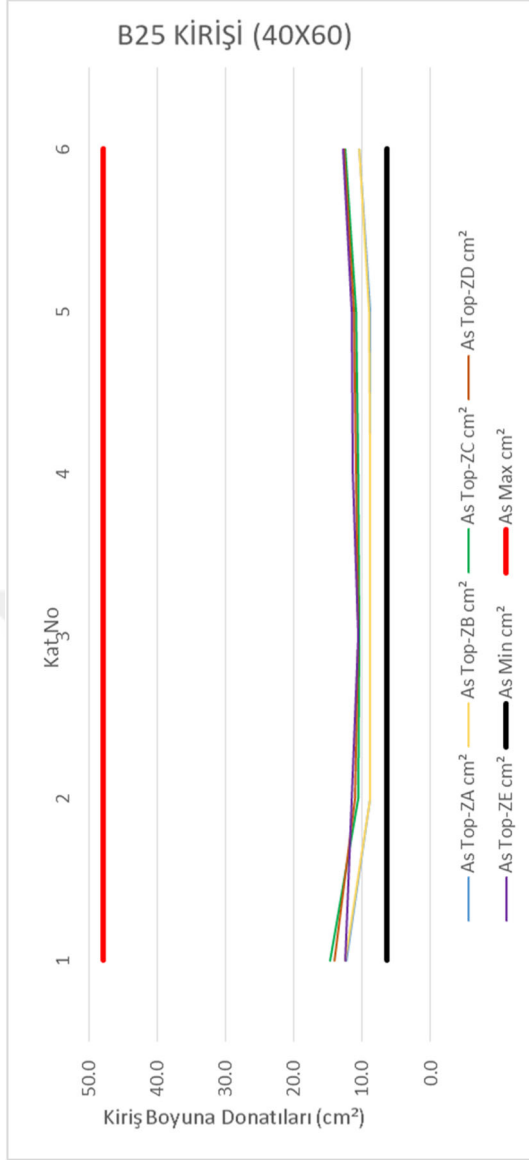


**Şekil 126.** B24 Kirişi Mesnet Donatıları

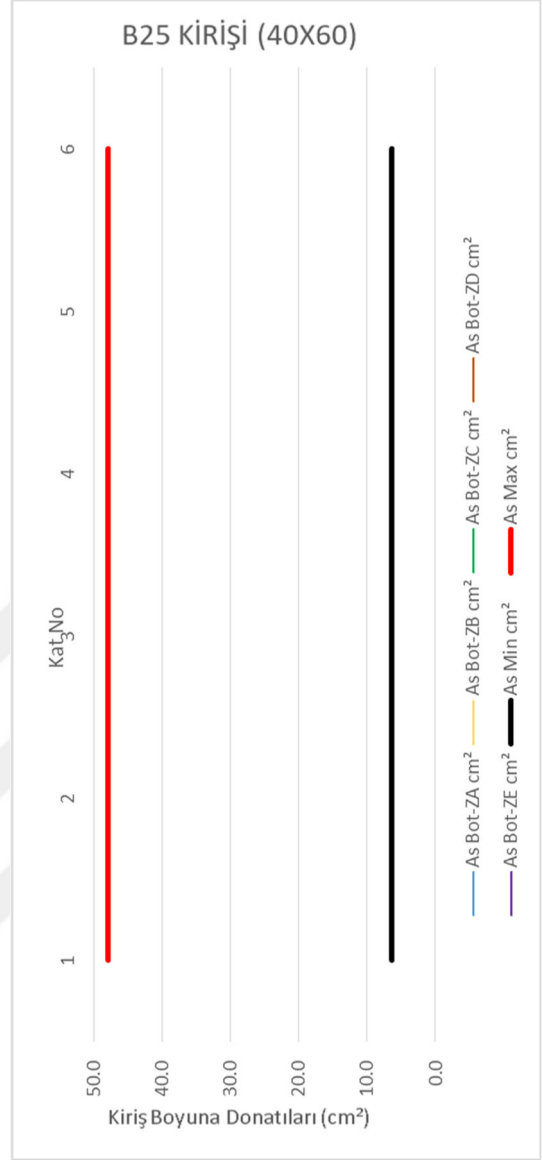


**Şekil 127.** B24 Kirişi Açıklık Donatıları

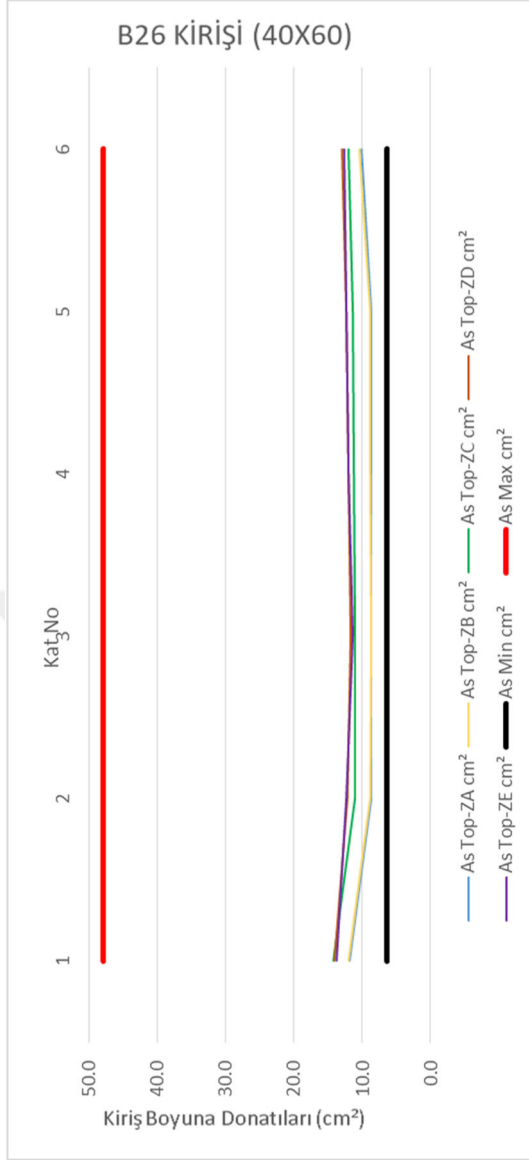




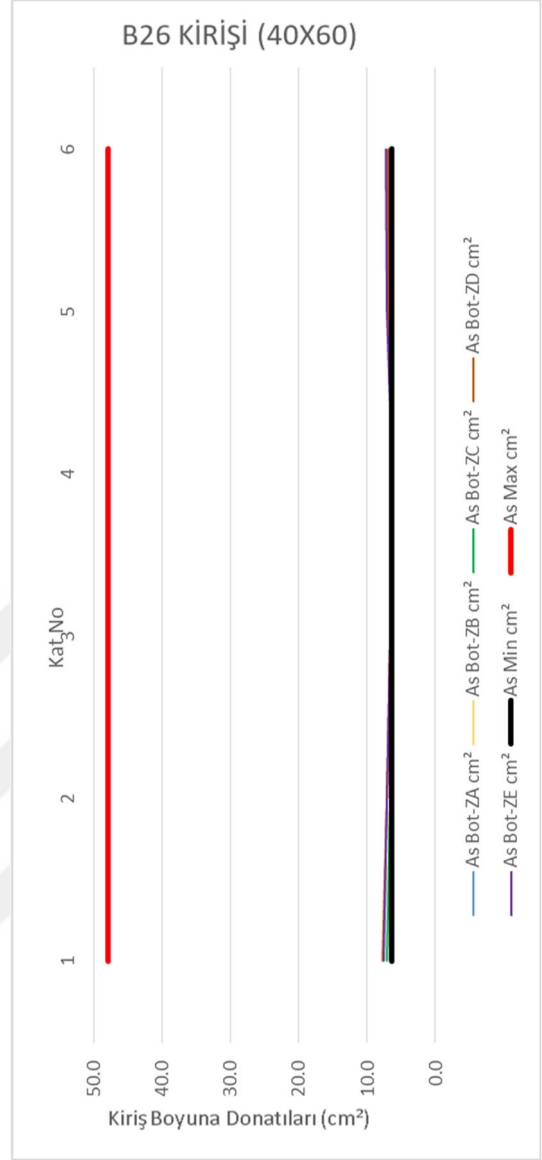
Şekil 128. B25 Kirişi Mesnet Donatıları



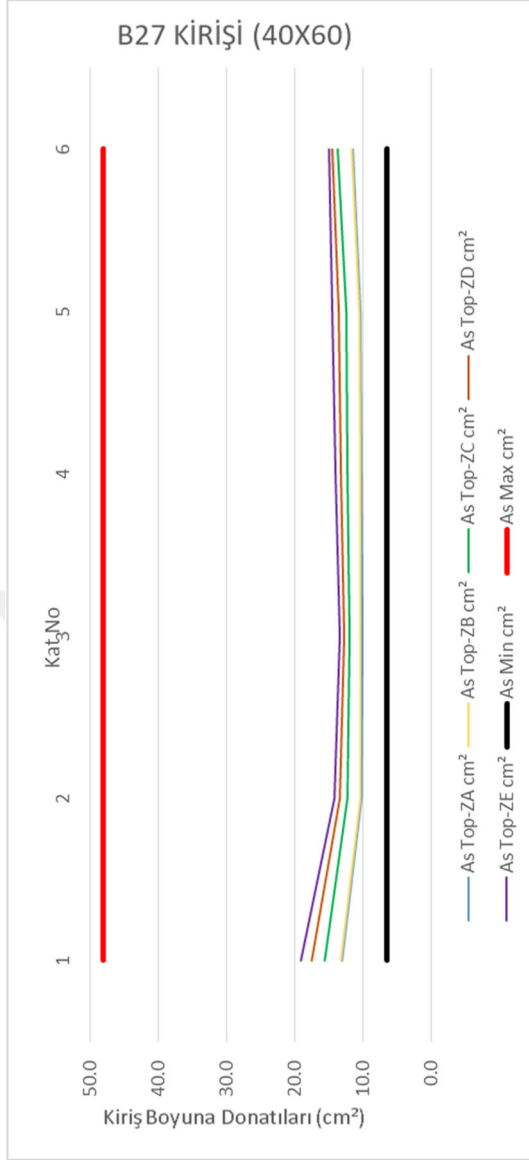
Şekil 129. B25 Kirişi Açıklık Donatıları



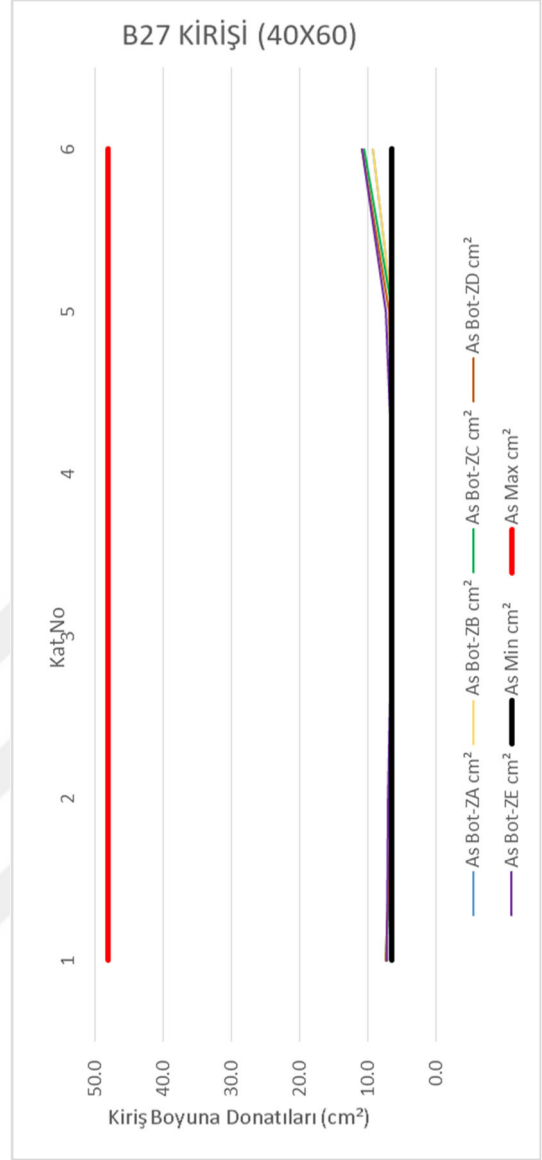
Şekil 130. B26 Kirişi Mesnet Donatıları



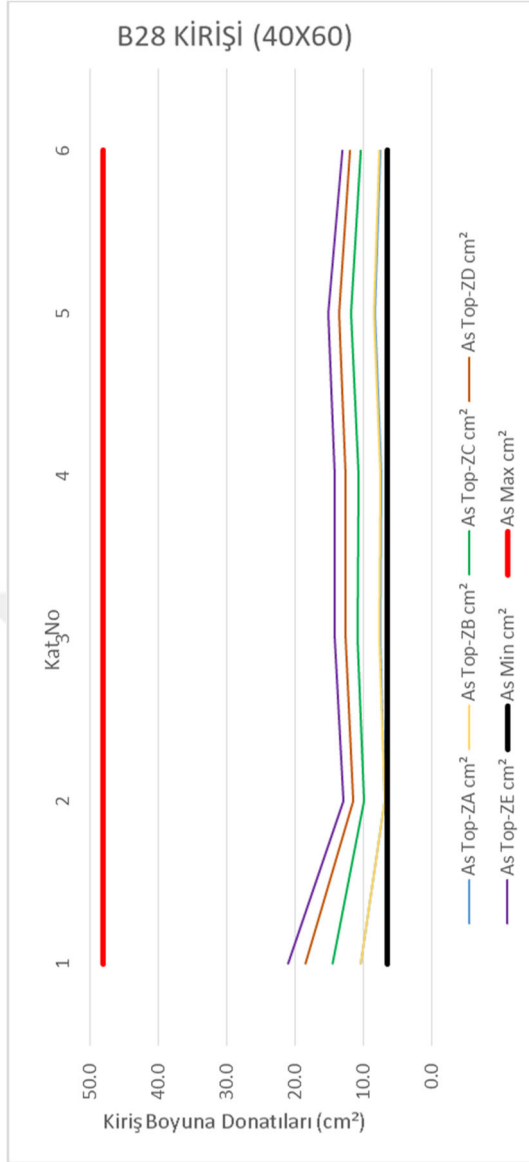
Şekil 131. B26 Kirişi Açıklık Donatıları



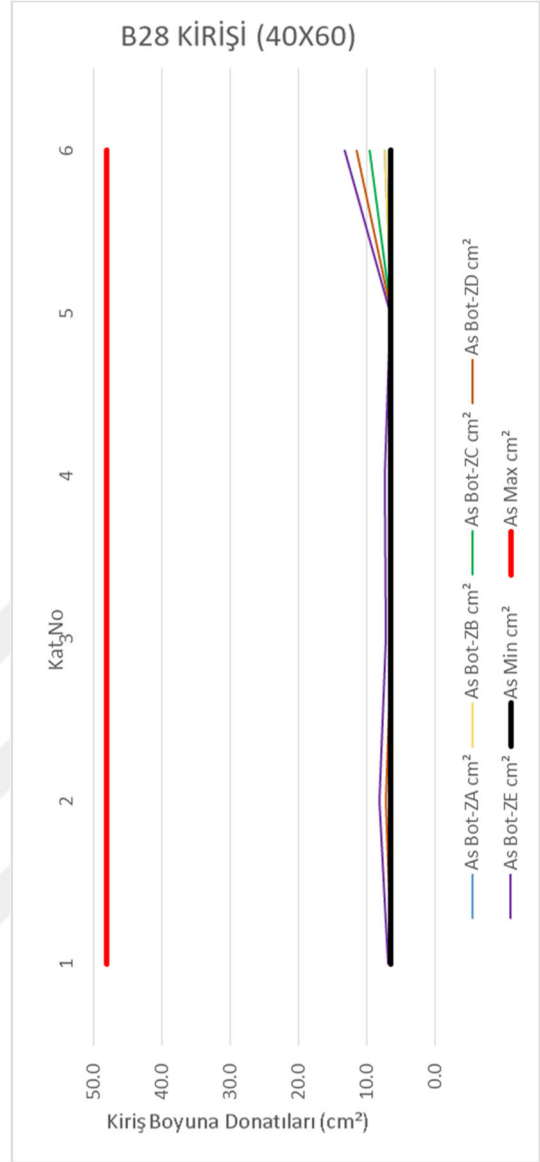
Şekil 132. B27 Kirişi Mesnet Donatıları



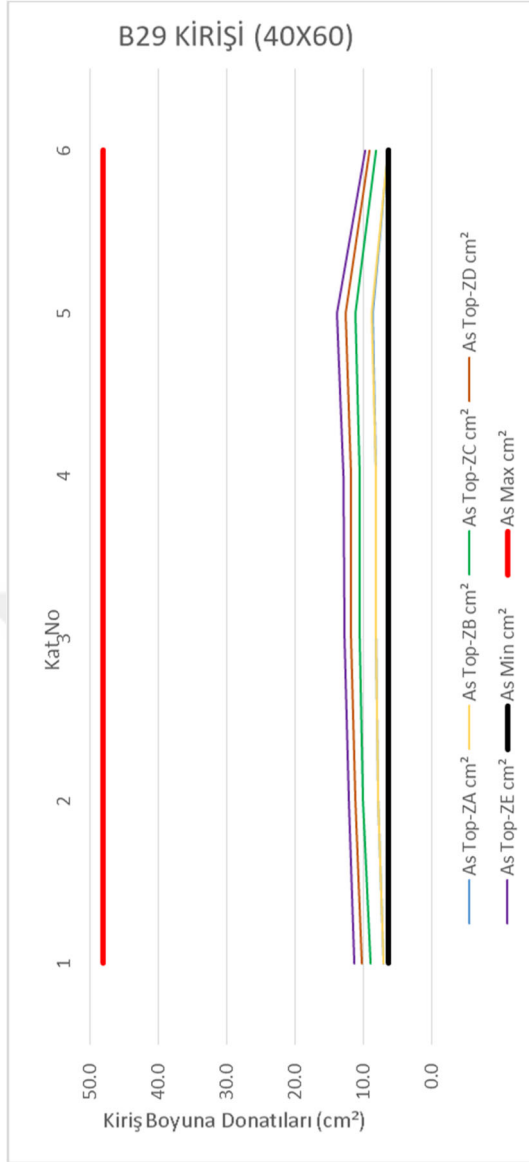
Şekil 133. B27 Kirişi Açıklık Donatıları



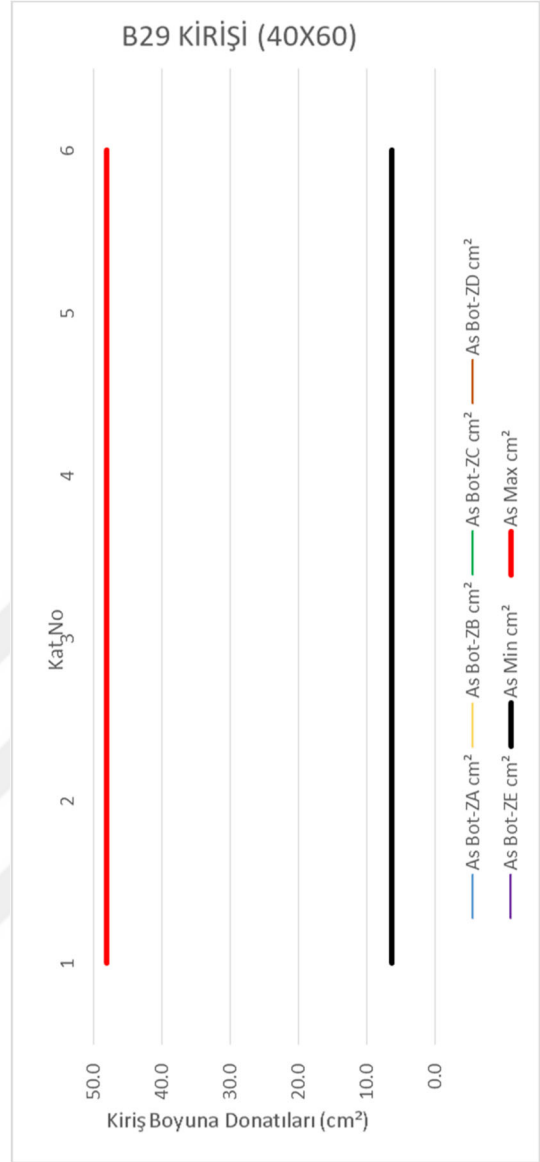
Şekil 134. B28 Kirişi Mesnet Donatıları



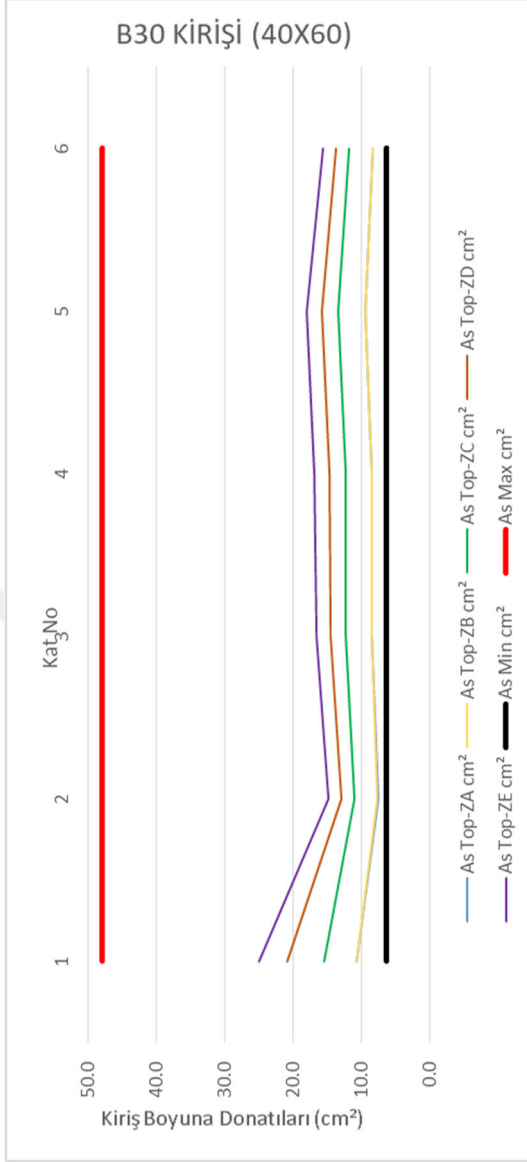
Şekil 135. B28 Kirişi Açıklık Donatıları



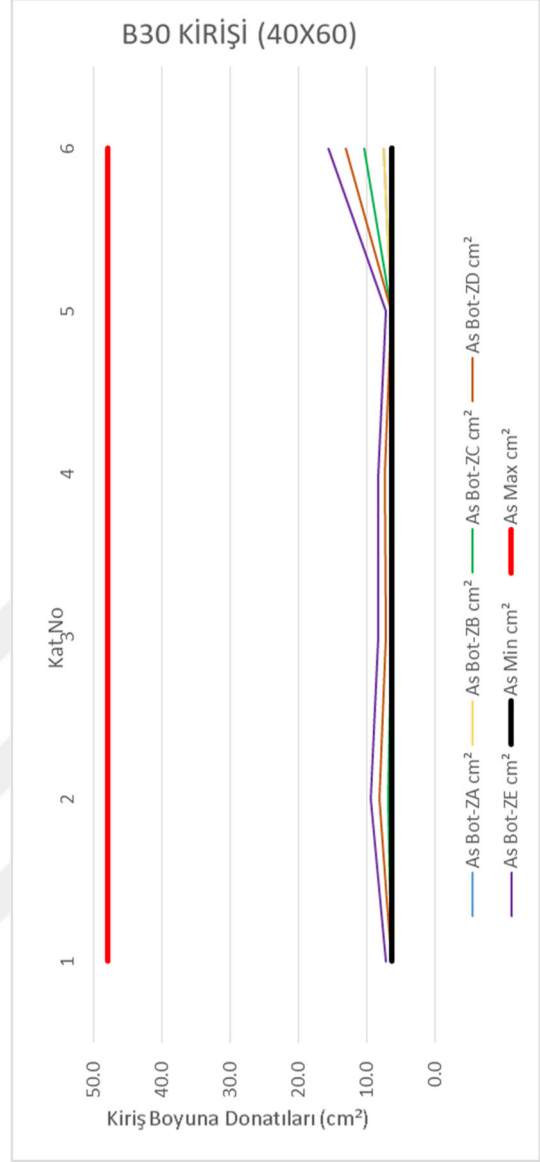
Şekil 136. B29 Kirişi Mesnet Donatıları



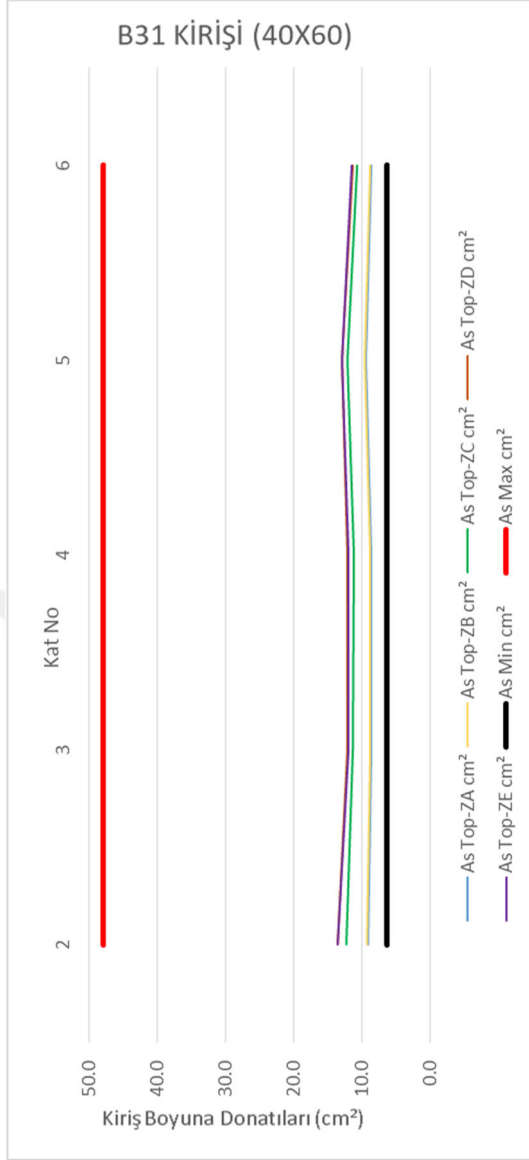
Şekil 137. B29 Kirişi Açıklık Donatıları



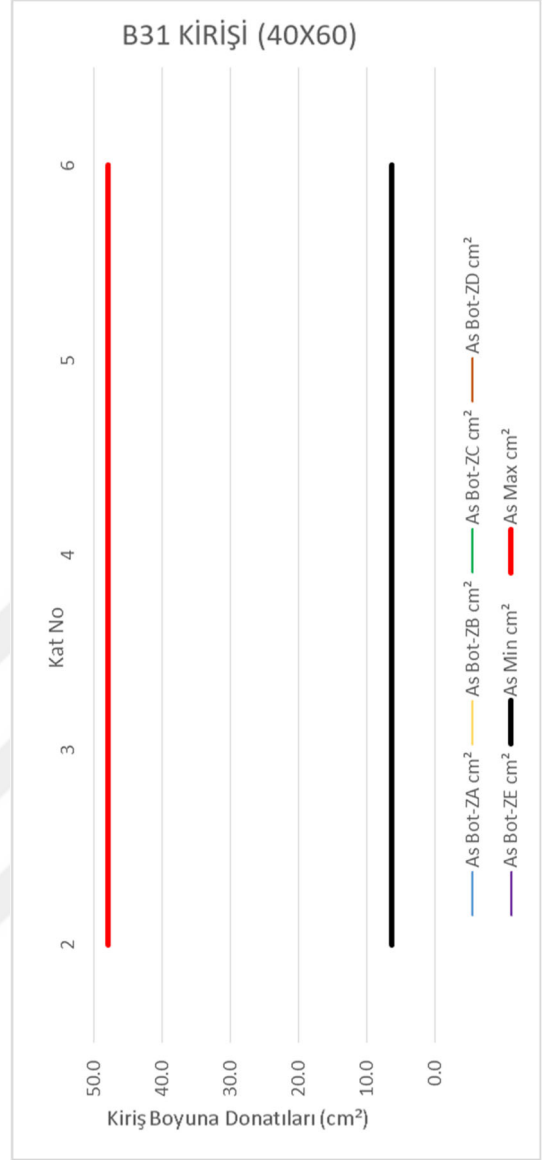
Şekil 138. B30 Kirişi Mesnet Donatıları



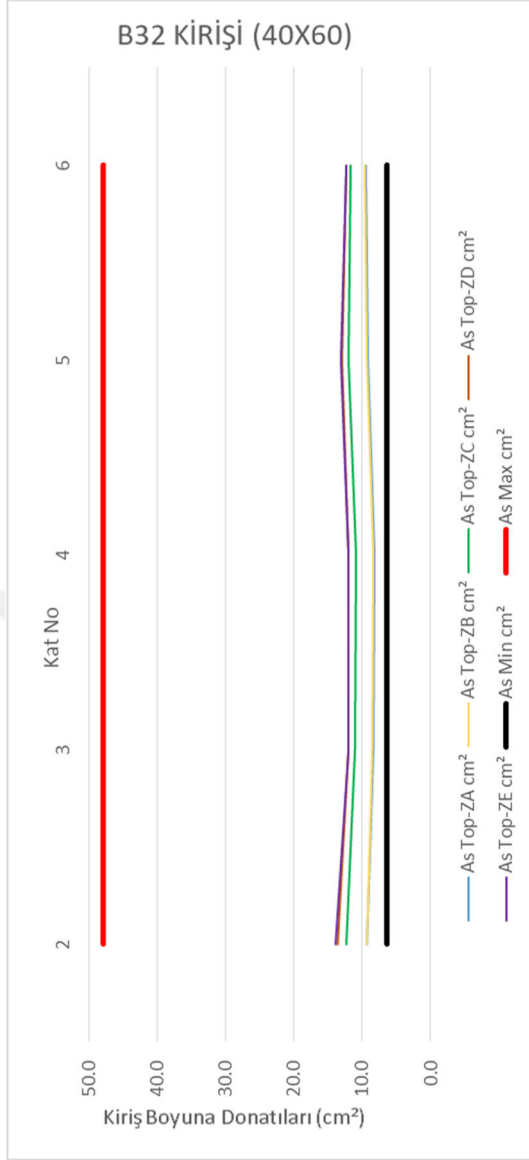
Şekil 139. B30 Kirişi Açıklık Donatıları



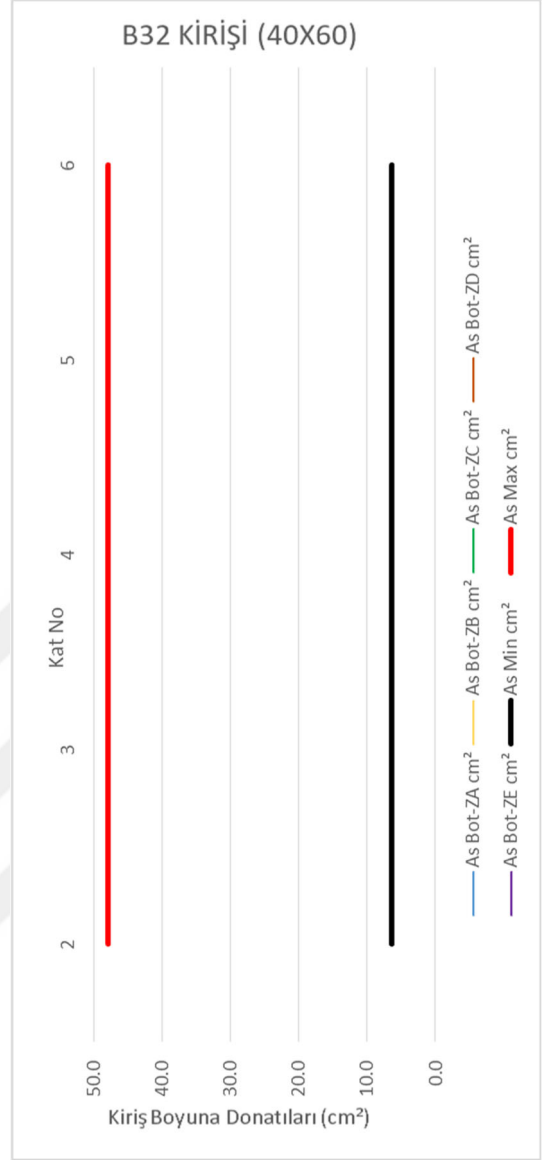
Şekil 140. B31 Kirişi Mesnet Donatıları



Şekil 141. B31 Kirişi Açıklık Donatıları



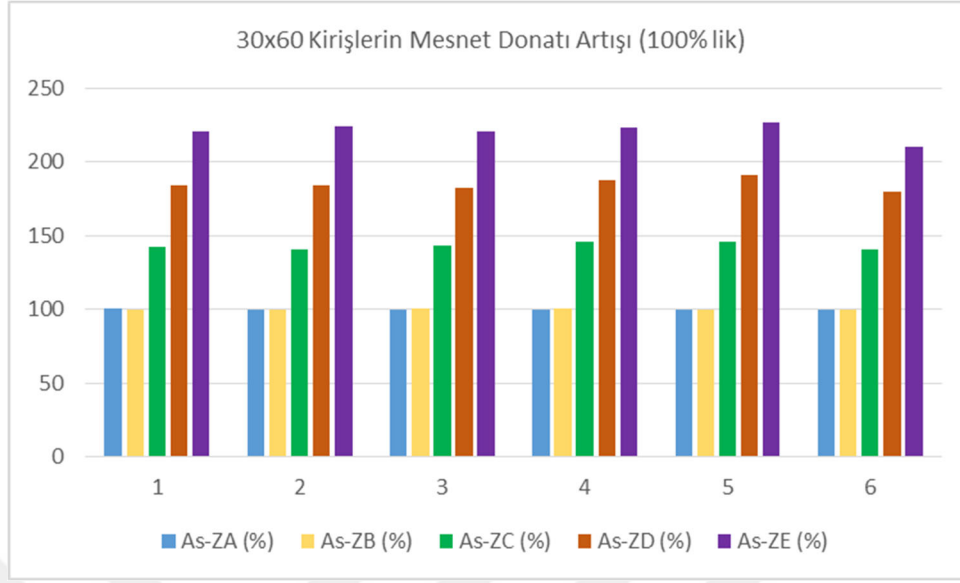
Şekil 142. B32 Kirişi Mesnet Donatıları



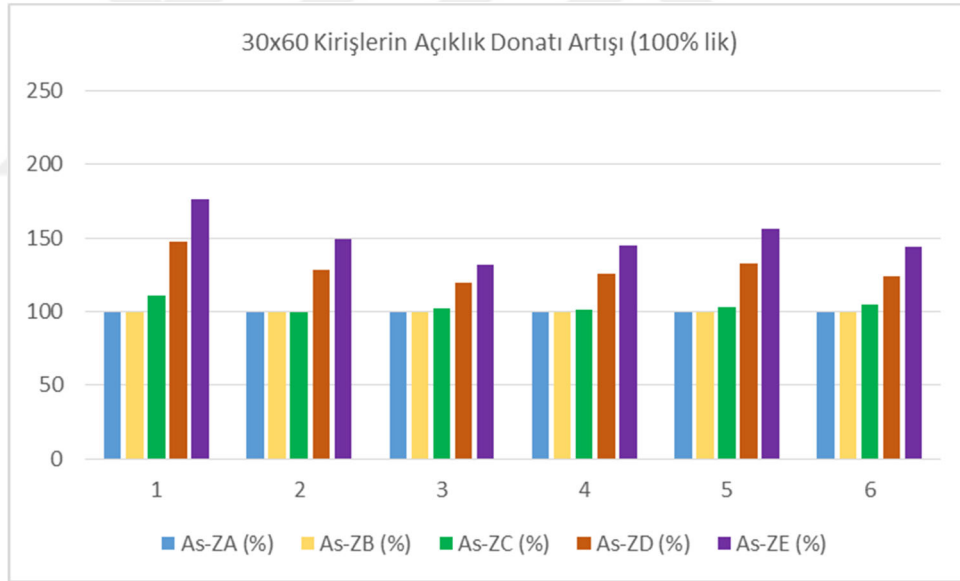
Şekil 143. B32 Kirişi Açıklık Donatıları



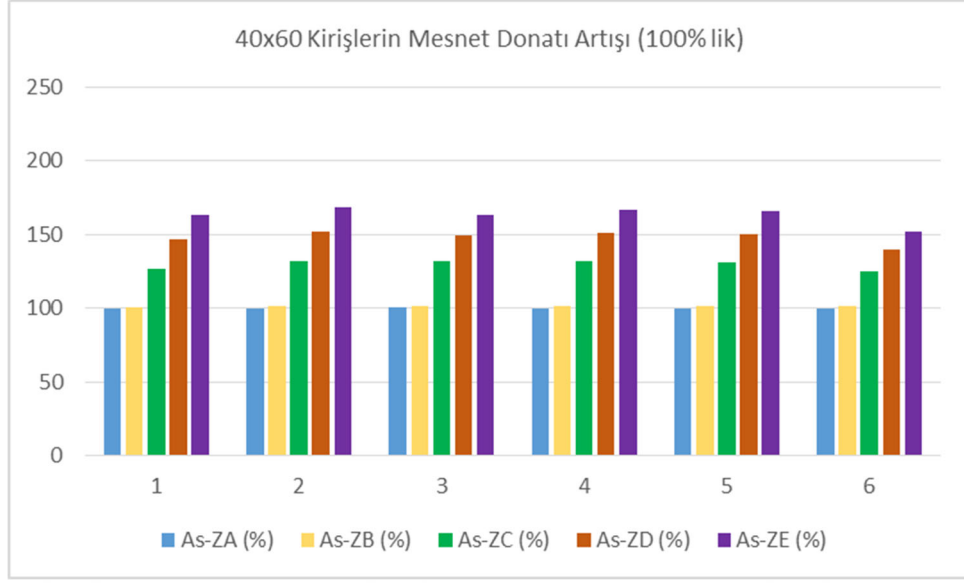
#### 4.6.2.2. Kirişlerin Boyuna Donatı Artışlarının Yüzdesi (%)



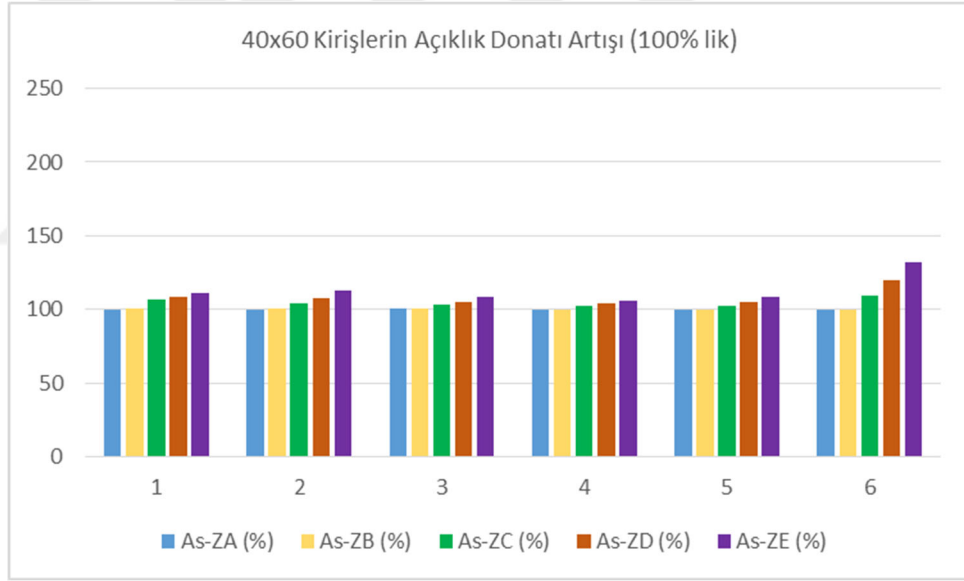
Şekil 144. 30x60 cm Kirişlerin Mesnet Donatısındaki Artış Miktarı



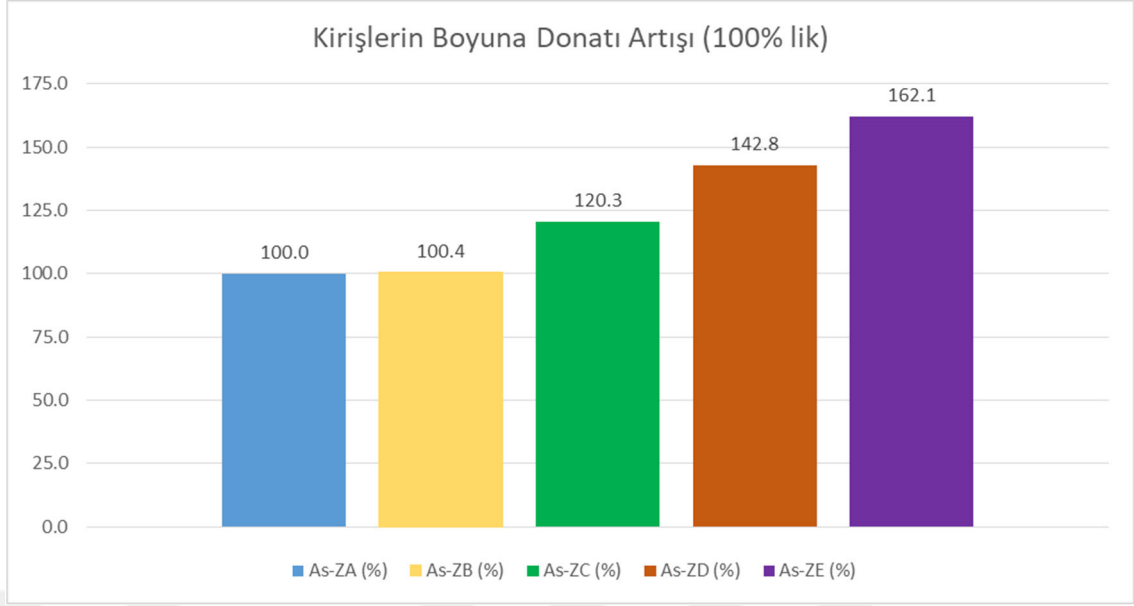
Şekil 145. 30x60 cm Kirişlerin Açıklık Donatısındaki Artış Miktarı



Şekil 146. 40x60 cm Kirişlerin Mesnet Donatısındaki Artış Miktarı



Şekil 147. 40x60 cm Kirişlerin Açıklık Donatısındaki Artış Miktarı



**Şekil 148.** Kirişlerin Donatısındaki Artış Miktarı

Zayıf zemine doğru gidildikçe kiriş mesnet boyuna donatılarında artışlar görülmüştür. Açıklık donatılarında düşey yükler daha etkin olduğu için minimum düzeyde artışlar olmuştur. Kiriş donatıları; ZA zemine göre, ZE zeminde %62.1, ZD zeminde %42.8, ZC zeminde %20.3 ve ZB zeminde %0.4 oranında artış göstermiştir.

## 4.7. Kolonların İncelenmesi

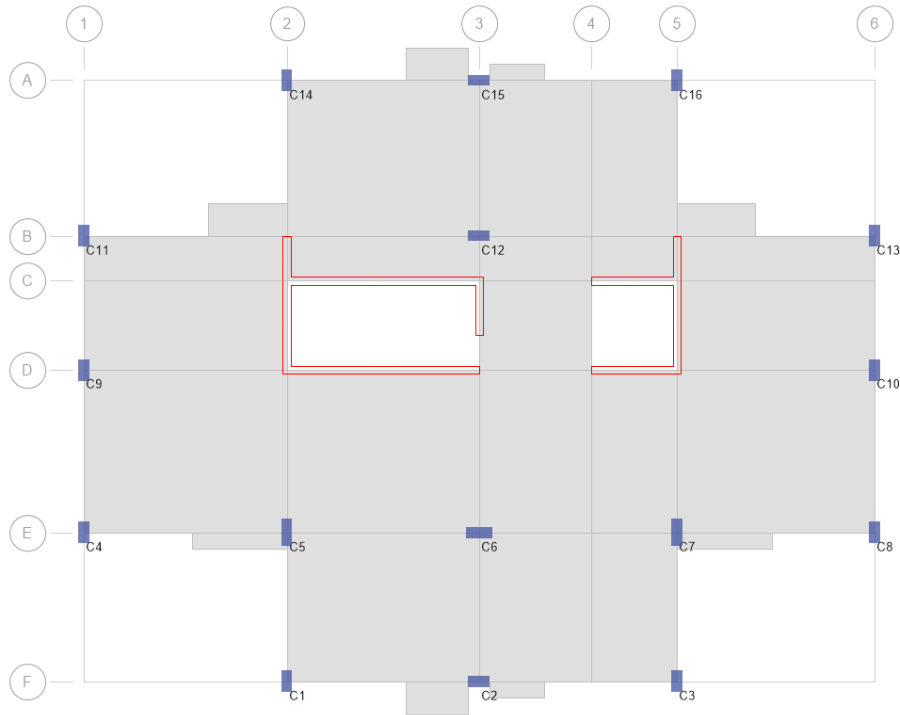
### 4.7.1. Kolon Boyutlarının Tayini

Süneklik düzeyi yüksek sistem kolonlarında TBDY-2018 7.3, koşullarına uyulacaktır.

- Kolonların en kesit boyutları, düşey sabit ve hareketli yükler ile depremin ortak etkisi altında,  $G + Q \pm E$  yüklemesi için  $A_c > N_{dm} / (0.40f_{ck})$  koşulunu sağlayacaktır. Burada E, birleşik deprem etkisini ( $E_x + 0.3E_y$  ve  $E_y + 0.3E_x$ ),  $N_{dm}$  bu yüklemeden oluşan aksenal kuvveti,  $A_c$  kolon en kesit alanını ve  $f_{ck}$  betonun karakteristik basınç dayanımını göstermektedir.

- Kolon en kesit boyutları ayrıca, düşey sabit ve hareketli yüklerin etkisi altında, TS 500 Betonarme Standardı uyarınca  $1.4G + 1.6Q$  yüklemesi için  $A_c > N_{dm} / (0.60f_{ck})$  koşulunu sağlayacaktır.

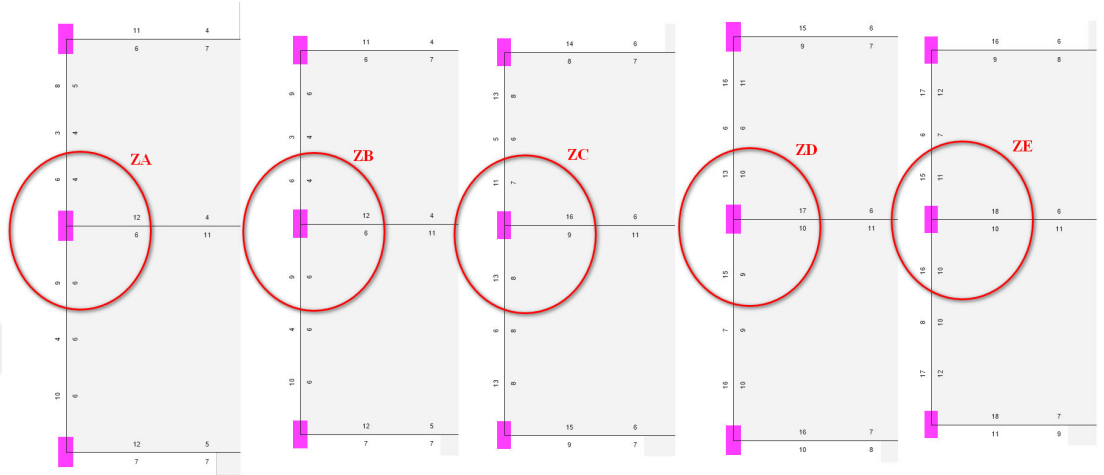
- Kolon boyutları seçilirken, kuşatılmış kolon (kolonların kesme güvenliği) ve güçlü kolon – zayıf kiriş durumları dikkate alınacaktır.



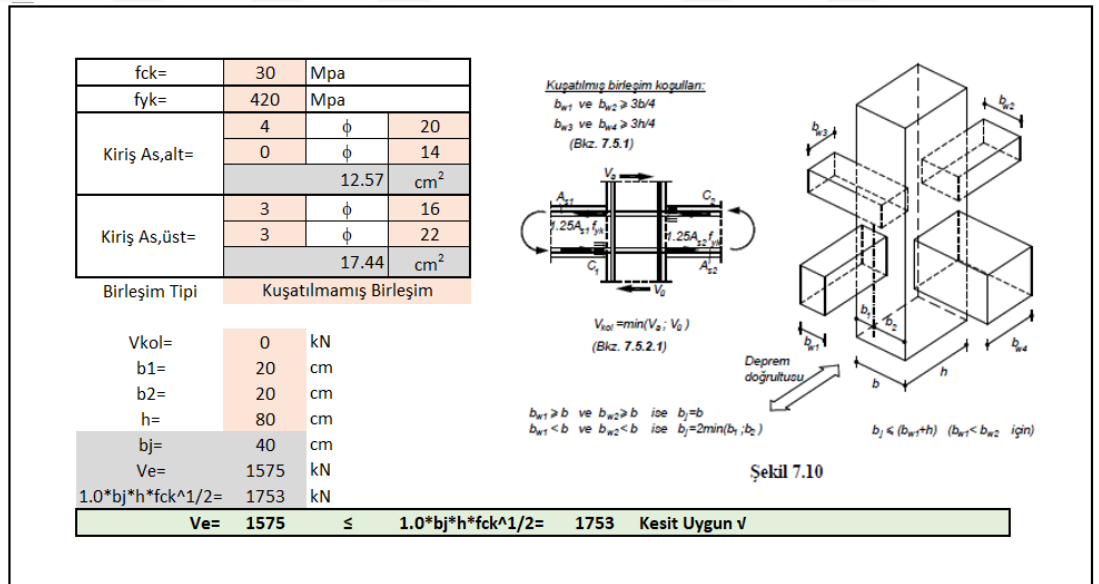
Şekil 149. Kolon Eleman İndis Numaraları

#### 4.7.1.1. Kuşatılmış Kolon (Kolon Kesme Güvenliği) Tahkiki

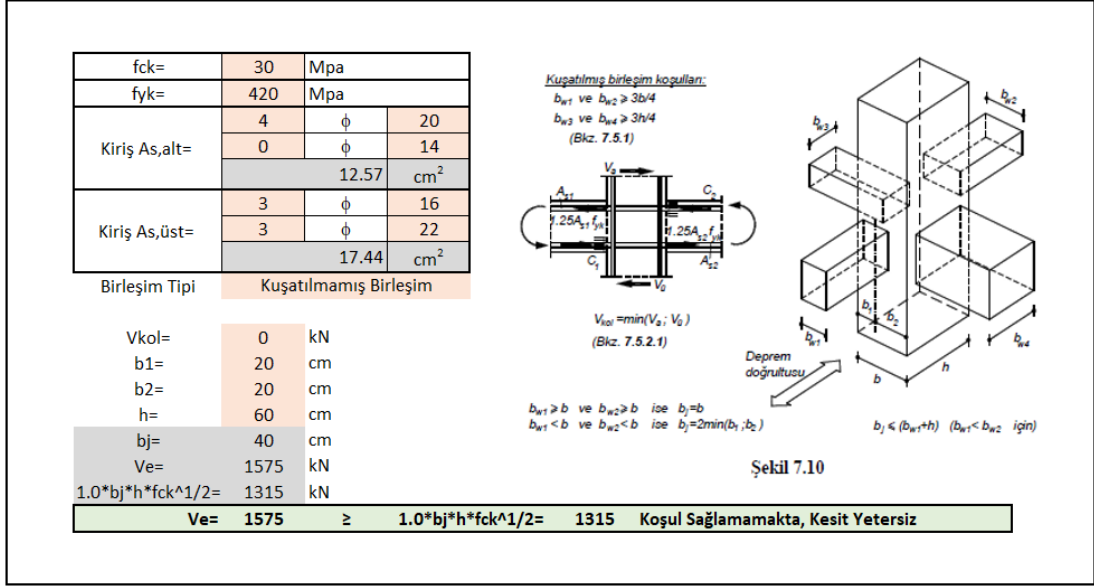
Örnek olarak 1-D askı üzerindeki 40x80 cm ve 2-E aksı üzerindeki 40x100 cm kolon için tahkikler yapılmış ve kolon boyutlarının aksel yük sınırı ile birlikte kuşatılmış kolon tahkiki de göz önünde bulundurularak belirlendiği gösterilmiştir.



Şekil 150. 1-D Aksı C9 Kolonuna Bağlı Kirişlerin Zemin Sınıflarına Göre Donatıları (cm<sup>2</sup>)

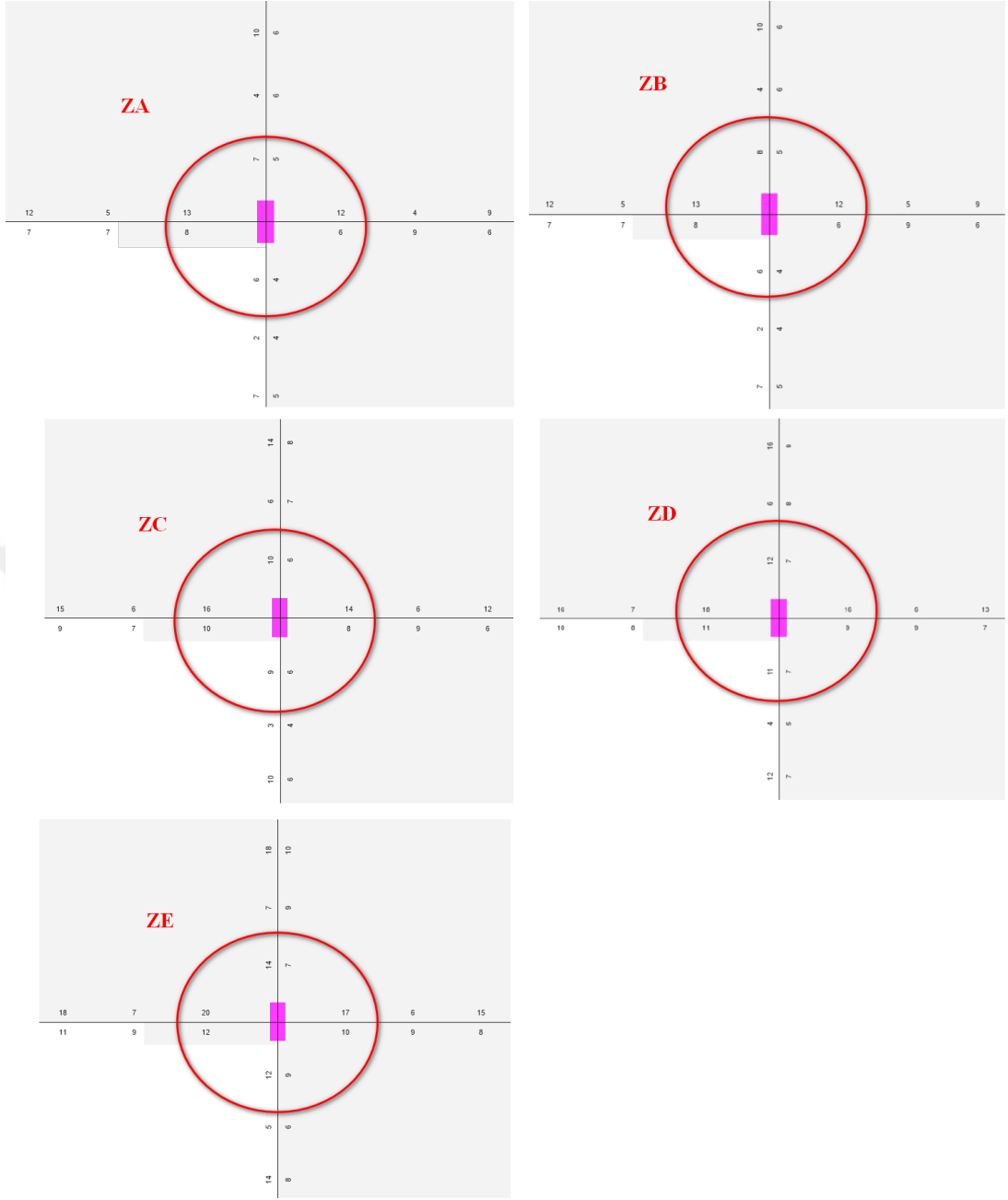


Şekil 151. 80 cm Kolon Boyunun Kuşatılmış Kolon Tahkiki

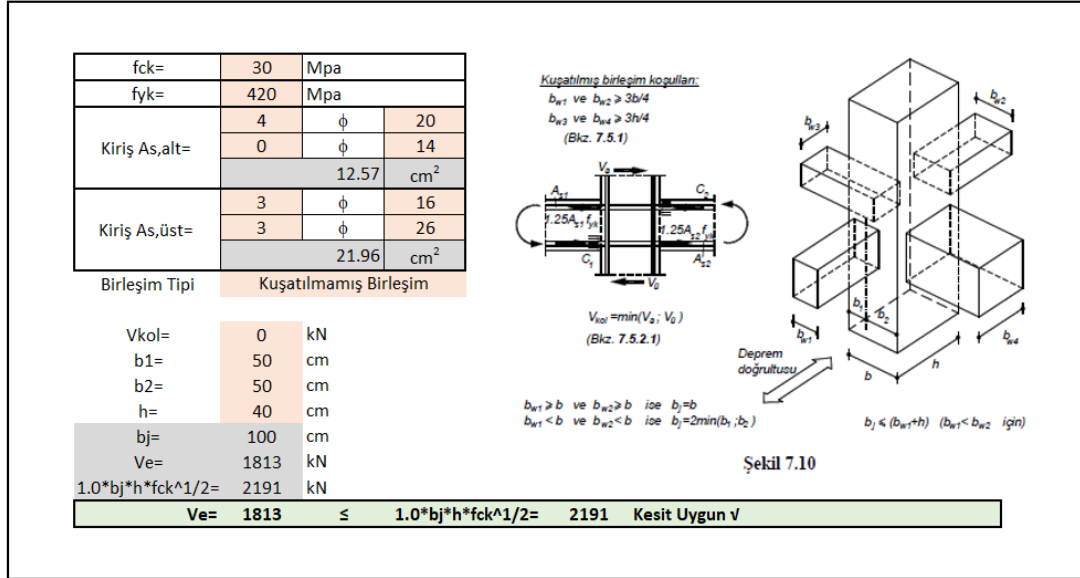


**Şekil 152.** 60 cm Kolon Boyunun Kuşatılmış Kolon Tahkiki

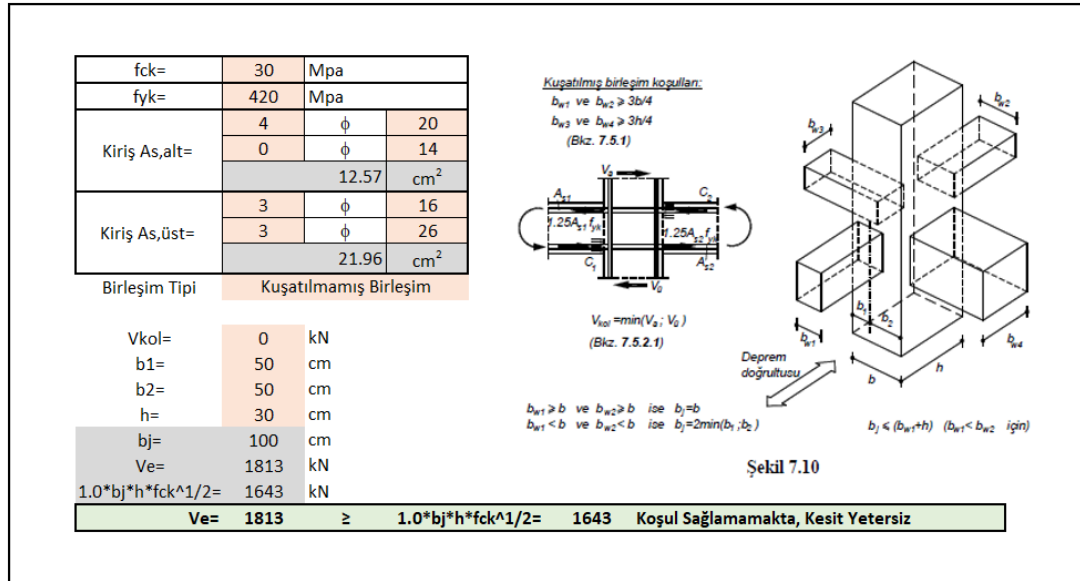
ZE zemin sınıfındaki donatı miktarına göre tahkikler yapıldığında 40x80 cm kolon boyutunun yeterli olduğu görülmüştür. 40x60 cm kolon boyut seçiminde ZD ve ZE zemin sınıfına göre yetersizlik oluşacağı için her zemin sınıfında tiplendirme yapılarak kolon boyutları belirlenmiştir.



**Şekil 153.** 2-E Aksı C5 Kolonuna Bağlı Kirişlerin Zemin Sınıflarına Göre Donatıları (cm<sup>2</sup>)



**Şekil 154.40 cm Kolon Boyunun Kuşatılmış Kolon Tahkiki**



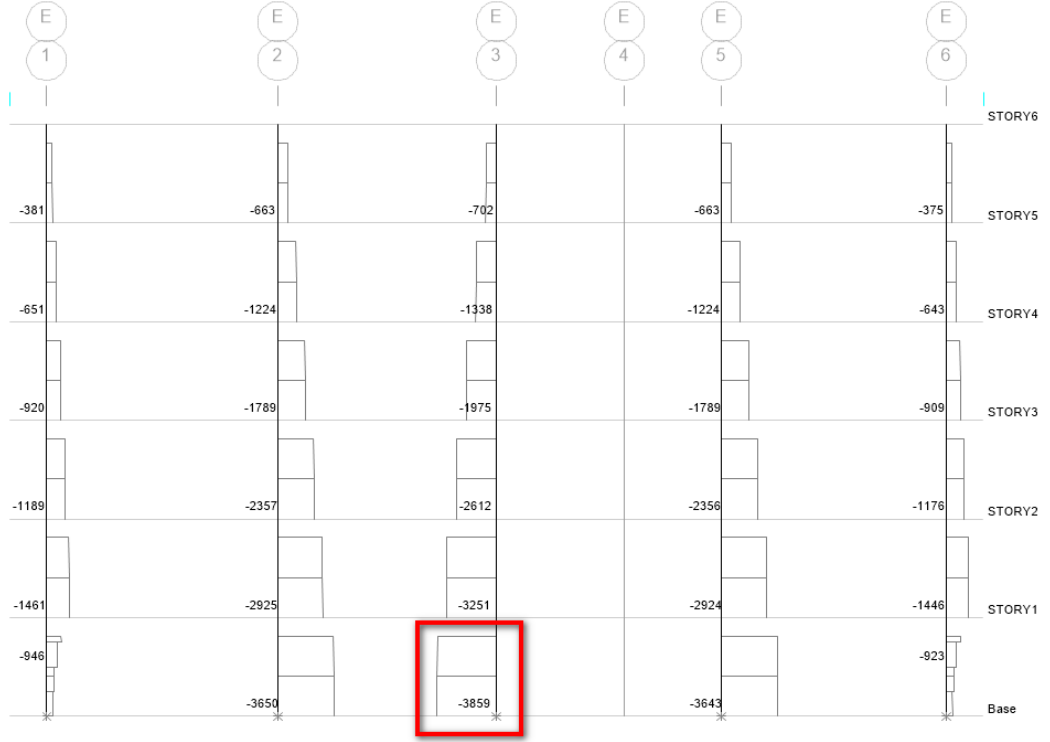
**Şekil 155.30 cm Kolon Boyunun Kuşatılmış Kolon Tahkiki**

ZE zemin sınıfındaki donatı miktarına göre tahkikler yapıldığında 40x100 cm kolon boyutunun yeterli olduğu görülmüştür. 30x100cm kolon boyut seçiminde ZD ve ZE zemin sınıfına göre yetersizlik oluşacağı için her zemin sınıfında tiplendirme yapılarak kolon boyutları belirlenmiştir.

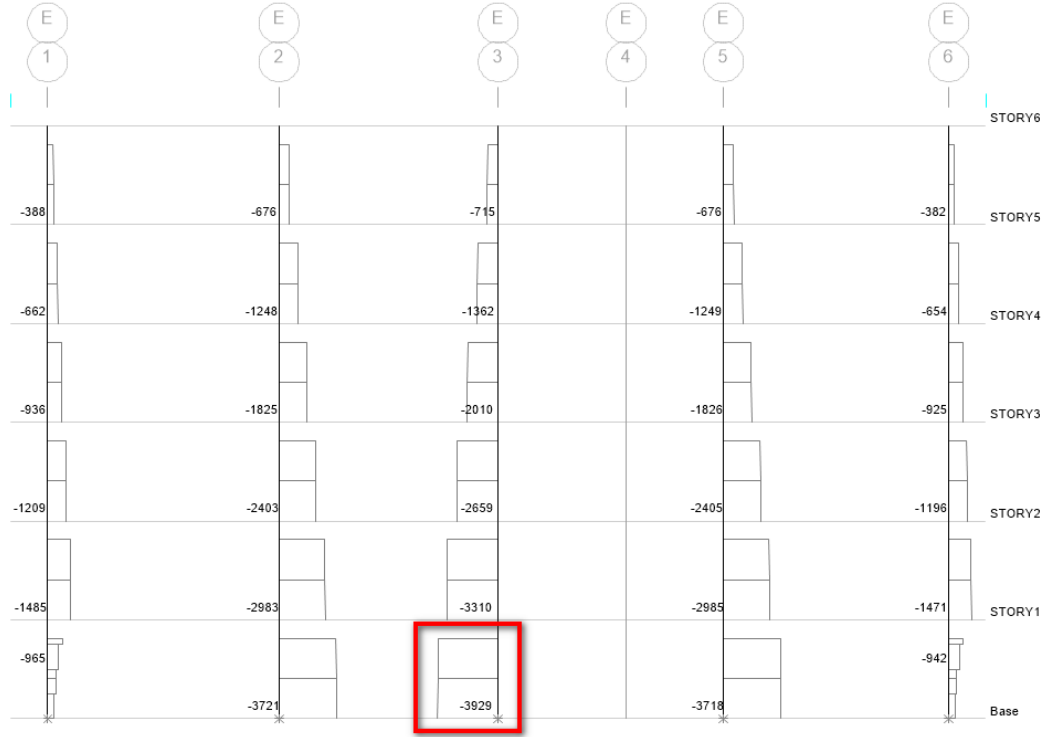


#### 4.7.1.2. Eksenel Yük Durumunda Kolon Boyut İterasyonu

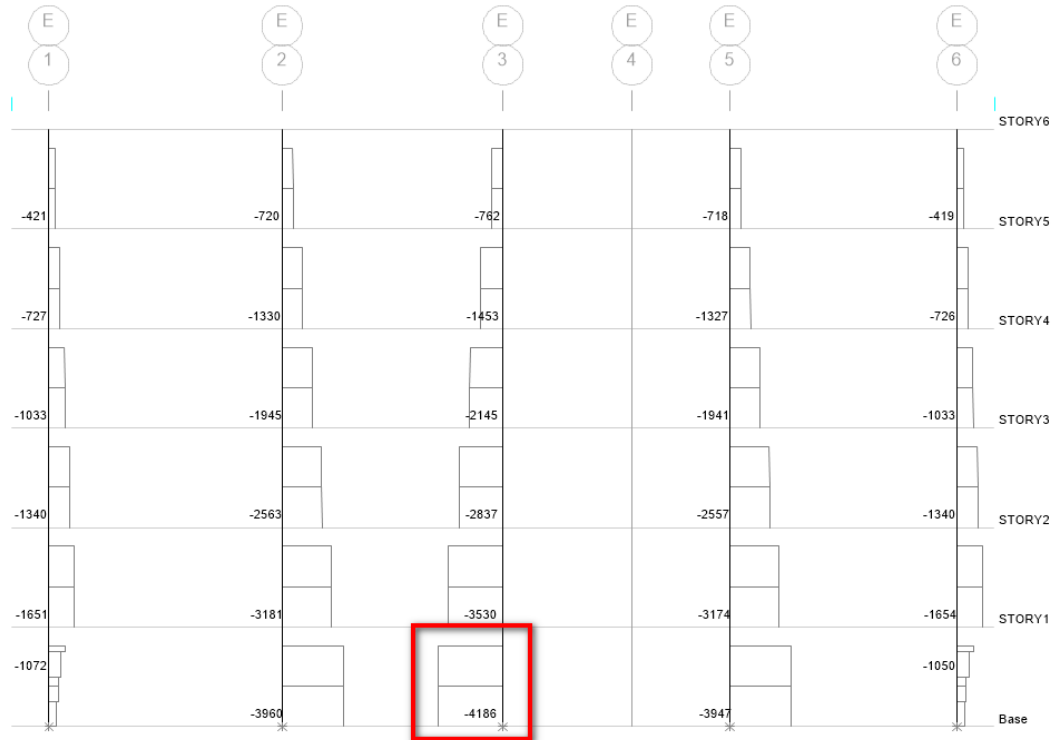
Örnek olarak 3-E askı üzerindeki 40x100 cm kolon için tahkikler yapılmıştır. Kolon boyutunun iterasyon ile her zeminde tipleştirme ile aynı boyutta seçilmiştir.



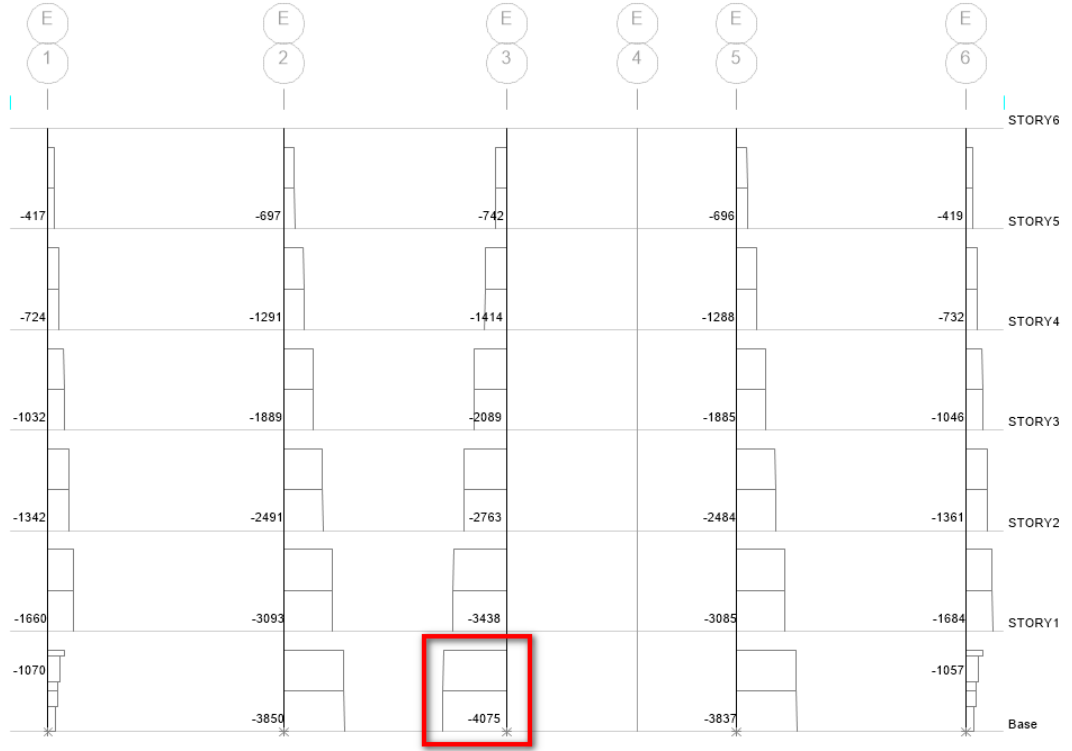
**Şekil 156.** C6 Kolonu ZA Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yükler Etkisinde Kolon Eksenel Kuvveti (kN)



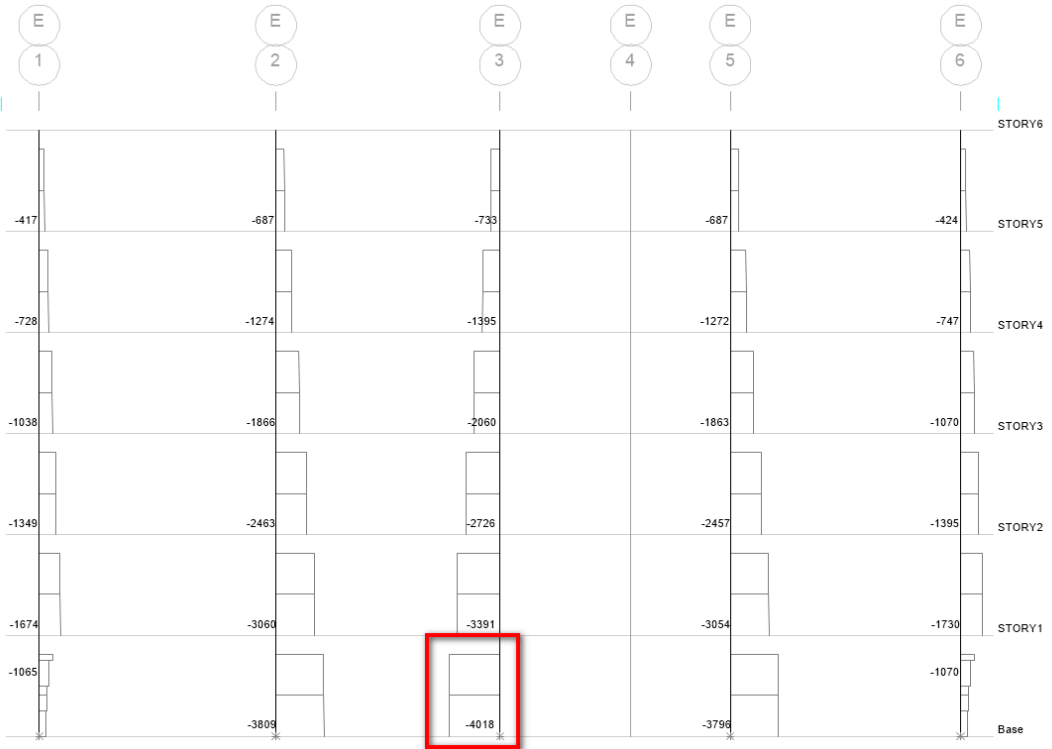
**Şekil 157.** C6 Kolonu ZB Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yükle Etkisinde Kolon Aksenal Kuvveti (kN)



**Şekil 158.** C6 Kolonu ZC Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yükle Etkisinde Kolon Aksenal Kuvveti (kN)



**Şekil 159.** C6 Kolonu ZD Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlî Yükler Etkisinde Kolon Aksenal Kuvveti (kN)



**Şekil 160.** C6 Kolonu ZE Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlî Yükler Etkisinde Kolon Aksenal Kuvveti (kN)

C6 KOLONU ZA ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.4
bw	40
hw	80
KAPASİTE (kN)	3840
GELEN KUVVET - Nd (kN)	3859
ORAN	<b>0.402</b>

C6 KOLONU ZB ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.4
bw	40
hw	80
KAPASİTE (kN)	3840
GELEN KUVVET - Nd (kN)	3929
ORAN	<b>0.409</b>

C6 KOLONU ZC ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.4
bw	40
hw	80
KAPASİTE (kN)	3840
GELEN KUVVET - Nd (kN)	4186
ORAN	<b>0.436</b>

C6 KOLONU ZD ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.4
bw	40
hw	80
KAPASİTE (kN)	3840
GELEN KUVVET - Nd (kN)	4075
ORAN	<b>0.424</b>

C6 KOLONU ZE ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.4
bw	40
hw	80
KAPASİTE (kN)	3840
GELEN KUVVET - Nd (kN)	4018
ORAN	<b>0.419</b>

**Şekil 161.** C6 Kolonunun 40x80 cm Boyutunda Olması Durumu

C6 KOLONU ZA ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.4
bw	40
hw	100
KAPASİTE (kN)	4800
GELEN KUVVET - Nd (kN)	3859
ORAN	<b>0.322</b>

C6 KOLONU ZB ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.4
bw	40
hw	100
KAPASİTE (kN)	4800
GELEN KUVVET - Nd (kN)	3929
ORAN	<b>0.327</b>

C6 KOLONU ZC ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.4
bw	40
hw	100
KAPASİTE (kN)	4800
GELEN KUVVET - Nd (kN)	4186
ORAN	<b>0.349</b>

C6 KOLONU ZD ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.4
bw	40
hw	100
KAPASİTE (kN)	4800
GELEN KUVVET - Nd (kN)	4075
ORAN	<b>0.340</b>

C6 KOLONU ZE ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.4
bw	40
hw	100
KAPASİTE (kN)	4800
GELEN KUVVET - Nd (kN)	4018
ORAN	<b>0.335</b>

**Şekil 162.** C6 Kolonunun 40x100 cm Boyutunda Olması Durumu

4.7.1.3. Sadece Düşey Yükler Etkisi Altında Eksenel Yük Kontrolü

**Tablo 33.** Sadece Düşey Yükler Etkisi Altında Kolon Eksenel Yük Kontrolü

<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
C1 KOLONU							
STORY6	C1	30	40	80	0.04	421	O.K.
STORY5	C1	30	40	80	0.08	720	O.K.
STORY4	C1	30	40	80	0.11	1013	O.K.
STORY3	C1	30	40	80	0.14	1302	O.K.
STORY2	C1	30	40	80	0.17	1584	O.K.
STORY1	C1	30	40	80	0.03	281	O.K.
C2 KOLONU							
STORY6	C2	30	40	80	0.06	616	O.K.
STORY5	C2	30	40	80	0.12	1126	O.K.
STORY4	C2	30	40	80	0.17	1640	O.K.
STORY3	C2	30	40	80	0.22	2155	O.K.
STORY2	C2	30	40	80	0.28	2676	O.K.
STORY1	C2	30	40	80	0.04	368	O.K.
C3 KOLONU							
STORY6	C3	30	40	80	0.04	427	O.K.
STORY5	C3	30	40	80	0.08	726	O.K.
STORY4	C3	30	40	80	0.11	1018	O.K.
STORY3	C3	30	40	80	0.14	1307	O.K.
STORY2	C3	30	40	80	0.17	1590	O.K.
STORY1	C3	30	40	80	0.03	281	O.K.
C4 KOLONU							
STORY6	C4	30	40	80	0.05	443	O.K.
STORY5	C4	30	40	80	0.08	751	O.K.
STORY4	C4	30	40	80	0.11	1054	O.K.
STORY3	C4	30	40	80	0.14	1355	O.K.
STORY2	C4	30	40	80	0.17	1654	O.K.
STORY1	C4	30	40	80	0.03	315	O.K.
C5 KOLONU							
STORY6	C5	30	40	100	0.06	766	O.K.
STORY5	C5	30	40	100	0.12	1397	O.K.
STORY4	C5	30	40	100	0.17	2039	O.K.
STORY3	C5	30	40	100	0.22	2691	O.K.
STORY2	C5	30	40	100	0.28	3353	O.K.
STORY1	C5	30	40	100	0.35	4247	O.K.
C6 KOLONU							
STORY6	C6	30	40	100	0.07	806	O.K.
STORY5	C6	30	40	100	0.13	1532	O.K.
STORY4	C6	30	40	100	0.19	2264	O.K.

<b>Kat No</b>	<b>Kolon No</b>	<b>Beton</b>	<b>bw (cm)</b>	<b>hw (cm)</b>	<b>Oran</b>	<b><math>N_{dm}</math> (kN)</b>	<b>Kontrol</b>
STORY3	C6	30	40	100	0.25	3002	O.K.
STORY2	C6	30	40	100	0.31	3753	O.K.
STORY1	C6	30	40	100	0.37	4474	O.K.
C7 KOLONU							
STORY6	C7	30	40	100	0.06	769	O.K.
STORY5	C7	30	40	100	0.12	1404	O.K.
STORY4	C7	30	40	100	0.17	2051	O.K.
STORY3	C7	30	40	100	0.23	2707	O.K.
STORY2	C7	30	40	100	0.28	3373	O.K.
STORY1	C7	30	40	100	0.36	4263	O.K.
C8 KOLONU							
STORY6	C8	30	40	80	0.04	432	O.K.
STORY5	C8	30	40	80	0.08	730	O.K.
STORY4	C8	30	40	80	0.11	1025	O.K.
STORY3	C8	30	40	80	0.14	1317	O.K.
STORY2	C8	30	40	80	0.17	1608	O.K.
STORY1	C8	30	40	80	0.03	309	O.K.
C9 KOLONU							
STORY6	C9	30	40	80	0.06	535	O.K.
STORY5	C9	30	40	80	0.10	945	O.K.
STORY4	C9	30	40	80	0.14	1358	O.K.
STORY3	C9	30	40	80	0.19	1779	O.K.
STORY2	C9	30	40	80	0.23	2207	O.K.
STORY1	C9	30	40	80	0.04	361	O.K.
C10 KOLONU							
STORY6	C10	30	40	80	0.05	525	O.K.
STORY5	C10	30	40	80	0.10	925	O.K.
STORY4	C10	30	40	80	0.14	1329	O.K.
STORY3	C10	30	40	80	0.18	1740	O.K.
STORY2	C10	30	40	80	0.22	2159	O.K.
STORY1	C10	30	40	80	0.04	361	O.K.
C11 KOLONU							
STORY6	C11	30	40	80	0.04	397	O.K.
STORY5	C11	30	40	80	0.07	675	O.K.
STORY4	C11	30	40	80	0.10	948	O.K.
STORY3	C11	30	40	80	0.13	1219	O.K.
STORY2	C11	30	40	80	0.15	1488	O.K.
STORY1	C11	30	40	80	0.03	303	O.K.
C12 KOLONU							
STORY6	C12	30	40	80	0.04	404	O.K.
STORY5	C12	30	40	80	0.07	661	O.K.

<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
STORY4	C12	30	40	80	0.10	963	O.K.
STORY3	C12	30	40	80	0.14	1316	O.K.
STORY2	C12	30	40	80	0.18	1746	O.K.
STORY1	C12	30	40	80	0.23	2252	O.K.
C13 KOLONU							
STORY6	C13	30	40	80	0.04	393	O.K.
STORY5	C13	30	40	80	0.07	671	O.K.
STORY4	C13	30	40	80	0.10	943	O.K.
STORY3	C13	30	40	80	0.13	1212	O.K.
STORY2	C13	30	40	80	0.15	1479	O.K.
STORY1	C13	30	40	80	0.03	302	O.K.
C14 KOLONU							
STORY6	C14	30	40	80	0.05	441	O.K.
STORY5	C14	30	40	80	0.08	745	O.K.
STORY4	C14	30	40	80	0.11	1046	O.K.
STORY3	C14	30	40	80	0.14	1347	O.K.
STORY2	C14	30	40	80	0.17	1648	O.K.
STORY1	C14	30	40	80	0.03	304	O.K.
C15 KOLONU							
STORY6	C15	30	40	80	0.07	648	O.K.
STORY5	C15	30	40	80	0.12	1184	O.K.
STORY4	C15	30	40	80	0.18	1724	O.K.
STORY3	C15	30	40	80	0.24	2266	O.K.
STORY2	C15	30	40	80	0.29	2815	O.K.
STORY1	C15	30	40	80	0.04	399	O.K.
C16 KOLONU							
STORY6	C16	30	40	80	0.05	450	O.K.
STORY5	C16	30	40	80	0.08	757	O.K.
STORY4	C16	30	40	80	0.11	1060	O.K.
STORY3	C16	30	40	80	0.14	1364	O.K.
STORY2	C16	30	40	80	0.17	1666	O.K.
STORY1	C16	30	40	80	0.03	308	O.K.



4.7.1.4. Depremlı Yüklere Etkisi Altında Eksenel Yüklere Kontrolü

**Tablo 34.** ZA Zemin Sınıfında Depremlı Yüklere Etkisi Altında Kolon Eksenel Yüklere Kontrolü

<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
C1 KOLONU							
STORY6	C1	30	40	80	0.04	354	O.K.
STORY5	C1	30	40	80	0.06	609	O.K.
STORY4	C1	30	40	80	0.09	862	O.K.
STORY3	C1	30	40	80	0.12	1113	O.K.
STORY2	C1	30	40	80	0.14	1361	O.K.
STORY1	C1	30	40	80	0.03	336	O.K.
C2 KOLONU							
STORY6	C2	30	40	80	0.05	508	O.K.
STORY5	C2	30	40	80	0.10	938	O.K.
STORY4	C2	30	40	80	0.14	1371	O.K.
STORY3	C2	30	40	80	0.19	1803	O.K.
STORY2	C2	30	40	80	0.23	2235	O.K.
STORY1	C2	30	40	80	0.05	459	O.K.
C3 KOLONU							
STORY6	C3	30	40	80	0.04	361	O.K.
STORY5	C3	30	40	80	0.06	616	O.K.
STORY4	C3	30	40	80	0.09	868	O.K.
STORY3	C3	30	40	80	0.12	1119	O.K.
STORY2	C3	30	40	80	0.14	1367	O.K.
STORY1	C3	30	40	80	0.03	336	O.K.
C4 KOLONU							
STORY6	C4	30	40	80	0.04	381	O.K.
STORY5	C4	30	40	80	0.07	651	O.K.
STORY4	C4	30	40	80	0.10	920	O.K.
STORY3	C4	30	40	80	0.12	1189	O.K.
STORY2	C4	30	40	80	0.15	1461	O.K.
STORY1	C4	30	40	80	0.04	397	O.K.
C5 KOLONU							
STORY6	C5	30	40	100	0.06	663	O.K.
STORY5	C5	30	40	100	0.10	1224	O.K.
STORY4	C5	30	40	100	0.15	1789	O.K.
STORY3	C5	30	40	100	0.20	2357	O.K.
STORY2	C5	30	40	100	0.24	2925	O.K.
STORY1	C5	30	40	100	0.30	3650	O.K.
C6 KOLONU							
STORY6	C6	30	40	100	0.06	702	O.K.
STORY5	C6	30	40	100	0.11	1338	O.K.

<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
STORY4	C6	30	40	100	0.16	1975	O.K.
STORY3	C6	30	40	100	0.22	2612	O.K.
STORY2	C6	30	40	100	0.27	3251	O.K.
STORY1	C6	30	40	100	0.32	3859	O.K.
C7 KOLONU							
STORY6	C7	30	40	100	0.06	663	O.K.
STORY5	C7	30	40	100	0.10	1224	O.K.
STORY4	C7	30	40	100	0.15	1789	O.K.
STORY3	C7	30	40	100	0.20	2356	O.K.
STORY2	C7	30	40	100	0.24	2924	O.K.
STORY1	C7	30	40	100	0.30	3643	O.K.
C8 KOLONU							
STORY6	C8	30	40	80	0.04	375	O.K.
STORY5	C8	30	40	80	0.07	643	O.K.
STORY4	C8	30	40	80	0.09	909	O.K.
STORY3	C8	30	40	80	0.12	1176	O.K.
STORY2	C8	30	40	80	0.15	1446	O.K.
STORY1	C8	30	40	80	0.04	393	O.K.
C9 KOLONU							
STORY6	C9	30	40	80	0.05	471	O.K.
STORY5	C9	30	40	80	0.09	848	O.K.
STORY4	C9	30	40	80	0.13	1226	O.K.
STORY3	C9	30	40	80	0.17	1606	O.K.
STORY2	C9	30	40	80	0.21	1988	O.K.
STORY1	C9	30	40	80	0.05	460	O.K.
C10 KOLONU							
STORY6	C10	30	40	80	0.05	461	O.K.
STORY5	C10	30	40	80	0.09	828	O.K.
STORY4	C10	30	40	80	0.12	1196	O.K.
STORY3	C10	30	40	80	0.16	1566	O.K.
STORY2	C10	30	40	80	0.20	1939	O.K.
STORY1	C10	30	40	80	0.05	456	O.K.
C11 KOLONU							
STORY6	C11	30	40	80	0.04	357	O.K.
STORY5	C11	30	40	80	0.06	618	O.K.
STORY4	C11	30	40	80	0.09	877	O.K.
STORY3	C11	30	40	80	0.12	1136	O.K.
STORY2	C11	30	40	80	0.15	1402	O.K.
STORY1	C11	30	40	80	0.04	393	O.K.
C12 KOLONU							
STORY6	C12	30	40	80	0.05	475	O.K.

<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
STORY5	C12	30	40	80	0.09	880	O.K.
STORY4	C12	30	40	80	0.14	1311	O.K.
STORY3	C12	30	40	80	0.18	1760	O.K.
STORY2	C12	30	40	80	0.23	2231	O.K.
STORY1	C12	30	40	80	0.28	2689	O.K.
C13 KOLONU							
STORY6	C13	30	40	80	0.04	362	O.K.
STORY5	C13	30	40	80	0.07	632	O.K.
STORY4	C13	30	40	80	0.09	901	O.K.
STORY3	C13	30	40	80	0.12	1170	O.K.
STORY2	C13	30	40	80	0.15	1443	O.K.
STORY1	C13	30	40	80	0.04	398	O.K.
C14 KOLONU							
STORY6	C14	30	40	80	0.04	391	O.K.
STORY5	C14	30	40	80	0.07	671	O.K.
STORY4	C14	30	40	80	0.10	949	O.K.
STORY3	C14	30	40	80	0.13	1225	O.K.
STORY2	C14	30	40	80	0.16	1499	O.K.
STORY1	C14	30	40	80	0.04	372	O.K.
C15 KOLONU							
STORY6	C15	30	40	80	0.06	545	O.K.
STORY5	C15	30	40	80	0.10	1004	O.K.
STORY4	C15	30	40	80	0.15	1465	O.K.
STORY3	C15	30	40	80	0.20	1925	O.K.
STORY2	C15	30	40	80	0.25	2385	O.K.
STORY1	C15	30	40	80	0.05	499	O.K.
C16 KOLONU							
STORY6	C16	30	40	80	0.04	399	O.K.
STORY5	C16	30	40	80	0.07	683	O.K.
STORY4	C16	30	40	80	0.10	964	O.K.
STORY3	C16	30	40	80	0.13	1243	O.K.
STORY2	C16	30	40	80	0.16	1518	O.K.
STORY1	C16	30	40	80	0.04	379	O.K.

**Tablo 35.** ZB Zemin Sınıfında Depremlı Yükleri Etkisi Altında Kolon Aksenal Yüklü Kontrolü

<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
C1 KOLONU							
STORY6	C1	30	40	80	0.04	360	O.K.
STORY5	C1	30	40	80	0.06	619	O.K.
STORY4	C1	30	40	80	0.09	876	O.K.
STORY3	C1	30	40	80	0.12	1131	O.K.
STORY2	C1	30	40	80	0.14	1383	O.K.
STORY1	C1	30	40	80	0.04	353	O.K.
C2 KOLONU							
STORY6	C2	30	40	80	0.05	517	O.K.
STORY5	C2	30	40	80	0.10	954	O.K.
STORY4	C2	30	40	80	0.15	1394	O.K.
STORY3	C2	30	40	80	0.19	1833	O.K.
STORY2	C2	30	40	80	0.24	2272	O.K.
STORY1	C2	30	40	80	0.05	479	O.K.
C3 KOLONU							
STORY6	C3	30	40	80	0.04	367	O.K.
STORY5	C3	30	40	80	0.07	626	O.K.
STORY4	C3	30	40	80	0.09	883	O.K.
STORY3	C3	30	40	80	0.12	1138	O.K.
STORY2	C3	30	40	80	0.14	1389	O.K.
STORY1	C3	30	40	80	0.04	354	O.K.
C4 KOLONU							
STORY6	C4	30	40	80	0.04	388	O.K.
STORY5	C4	30	40	80	0.07	662	O.K.
STORY4	C4	30	40	80	0.10	936	O.K.
STORY3	C4	30	40	80	0.13	1209	O.K.
STORY2	C4	30	40	80	0.15	1485	O.K.
STORY1	C4	30	40	80	0.04	418	O.K.
C5 KOLONU							
STORY6	C5	30	40	100	0.06	676	O.K.
STORY5	C5	30	40	100	0.10	1248	O.K.
STORY4	C5	30	40	100	0.15	1825	O.K.
STORY3	C5	30	40	100	0.20	2403	O.K.
STORY2	C5	30	40	100	0.25	2983	O.K.
STORY1	C5	30	40	100	0.31	3721	O.K.
C6 KOLONU							
STORY6	C6	30	40	100	0.06	715	O.K.
STORY5	C6	30	40	100	0.11	1362	O.K.
STORY4	C6	30	40	100	0.17	2010	O.K.
STORY3	C6	30	40	100	0.22	2659	O.K.

<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
STORY2	C6	30	40	100	0.28	3310	O.K.
STORY1	C6	30	40	100	0.33	3929	O.K.
C7 KOLONU							
STORY6	C7	30	40	100	0.06	676	O.K.
STORY5	C7	30	40	100	0.10	1249	O.K.
STORY4	C7	30	40	100	0.15	1826	O.K.
STORY3	C7	30	40	100	0.20	2405	O.K.
STORY2	C7	30	40	100	0.25	2985	O.K.
STORY1	C7	30	40	100	0.31	3718	O.K.
C8 KOLONU							
STORY6	C8	30	40	80	0.04	382	O.K.
STORY5	C8	30	40	80	0.07	654	O.K.
STORY4	C8	30	40	80	0.10	925	O.K.
STORY3	C8	30	40	80	0.12	1196	O.K.
STORY2	C8	30	40	80	0.15	1471	O.K.
STORY1	C8	30	40	80	0.04	414	O.K.
C9 KOLONU							
STORY6	C9	30	40	80	0.05	480	O.K.
STORY5	C9	30	40	80	0.09	863	O.K.
STORY4	C9	30	40	80	0.13	1247	O.K.
STORY3	C9	30	40	80	0.17	1634	O.K.
STORY2	C9	30	40	80	0.21	2022	O.K.
STORY1	C9	30	40	80	0.05	480	O.K.
C10 KOLONU							
STORY6	C10	30	40	80	0.05	470	O.K.
STORY5	C10	30	40	80	0.09	843	O.K.
STORY4	C10	30	40	80	0.13	1218	O.K.
STORY3	C10	30	40	80	0.17	1595	O.K.
STORY2	C10	30	40	80	0.21	1974	O.K.
STORY1	C10	30	40	80	0.05	476	O.K.
C11 KOLONU							
STORY6	C11	30	40	80	0.04	364	O.K.
STORY5	C11	30	40	80	0.07	629	O.K.
STORY4	C11	30	40	80	0.09	892	O.K.
STORY3	C11	30	40	80	0.12	1155	O.K.
STORY2	C11	30	40	80	0.15	1424	O.K.
STORY1	C11	30	40	80	0.04	410	O.K.
C12 KOLONU							
STORY6	C12	30	40	80	0.05	482	O.K.
STORY5	C12	30	40	80	0.09	892	O.K.
STORY4	C12	30	40	80	0.14	1328	O.K.

<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
STORY3	C12	30	40	80	0.19	1781	O.K.
STORY2	C12	30	40	80	0.24	2258	O.K.
STORY1	C12	30	40	80	0.28	2720	O.K.
C13 KOLONU							
STORY6	C13	30	40	80	0.04	368	O.K.
STORY5	C13	30	40	80	0.07	642	O.K.
STORY4	C13	30	40	80	0.10	915	O.K.
STORY3	C13	30	40	80	0.12	1188	O.K.
STORY2	C13	30	40	80	0.15	1466	O.K.
STORY1	C13	30	40	80	0.04	414	O.K.
C14 KOLONU							
STORY6	C14	30	40	80	0.04	398	O.K.
STORY5	C14	30	40	80	0.07	683	O.K.
STORY4	C14	30	40	80	0.10	965	O.K.
STORY3	C14	30	40	80	0.13	1247	O.K.
STORY2	C14	30	40	80	0.16	1524	O.K.
STORY1	C14	30	40	80	0.04	389	O.K.
C15 KOLONU							
STORY6	C15	30	40	80	0.06	554	O.K.
STORY5	C15	30	40	80	0.11	1022	O.K.
STORY4	C15	30	40	80	0.16	1491	O.K.
STORY3	C15	30	40	80	0.20	1959	O.K.
STORY2	C15	30	40	80	0.25	2426	O.K.
STORY1	C15	30	40	80	0.05	523	O.K.
C16 KOLONU							
STORY6	C16	30	40	80	0.04	406	O.K.
STORY5	C16	30	40	80	0.07	695	O.K.
STORY4	C16	30	40	80	0.10	980	O.K.
STORY3	C16	30	40	80	0.13	1265	O.K.
STORY2	C16	30	40	80	0.16	1544	O.K.
STORY1	C16	30	40	80	0.04	398	O.K.

**Tablo 36.** ZC Zemin Sınıfında Depremlı Yükleri Etkisi Altında Kolon Aksenal Yüklü Kontrolü

<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
C1 KOLONU							
STORY6	C1	30	40	80	0.04	395	O.K.
STORY5	C1	30	40	80	0.07	687	O.K.
STORY4	C1	30	40	80	0.10	976	O.K.
STORY3	C1	30	40	80	0.13	1264	O.K.
STORY2	C1	30	40	80	0.16	1548	O.K.
STORY1	C1	30	40	80	0.04	407	O.K.
C2 KOLONU							
STORY6	C2	30	40	80	0.06	556	O.K.
STORY5	C2	30	40	80	0.11	1033	O.K.
STORY4	C2	30	40	80	0.16	1512	O.K.
STORY3	C2	30	40	80	0.21	1991	O.K.
STORY2	C2	30	40	80	0.26	2468	O.K.
STORY1	C2	30	40	80	0.06	537	O.K.
C3 KOLONU							
STORY6	C3	30	40	80	0.04	403	O.K.
STORY5	C3	30	40	80	0.07	695	O.K.
STORY4	C3	30	40	80	0.10	986	O.K.
STORY3	C3	30	40	80	0.13	1274	O.K.
STORY2	C3	30	40	80	0.16	1557	O.K.
STORY1	C3	30	40	80	0.04	411	O.K.
C4 KOLONU							
STORY6	C4	30	40	80	0.04	421	O.K.
STORY5	C4	30	40	80	0.08	727	O.K.
STORY4	C4	30	40	80	0.11	1033	O.K.
STORY3	C4	30	40	80	0.14	1340	O.K.
STORY2	C4	30	40	80	0.17	1651	O.K.
STORY1	C4	30	40	80	0.05	483	O.K.
C5 KOLONU							
STORY6	C5	30	40	100	0.06	720	O.K.
STORY5	C5	30	40	100	0.11	1330	O.K.
STORY4	C5	30	40	100	0.16	1945	O.K.
STORY3	C5	30	40	100	0.21	2563	O.K.
STORY2	C5	30	40	100	0.27	3181	O.K.
STORY1	C5	30	40	100	0.33	3960	O.K.
C6 KOLONU							
STORY6	C6	30	40	100	0.06	762	O.K.
STORY5	C6	30	40	100	0.12	1453	O.K.
STORY4	C6	30	40	100	0.18	2145	O.K.
STORY3	C6	30	40	100	0.24	2837	O.K.

<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
STORY2	C6	30	40	100	0.29	3530	O.K.
STORY1	C6	30	40	100	0.35	4186	O.K.
C7 KOLONU							
STORY6	C7	30	40	100	0.06	718	O.K.
STORY5	C7	30	40	100	0.11	1327	O.K.
STORY4	C7	30	40	100	0.16	1941	O.K.
STORY3	C7	30	40	100	0.21	2557	O.K.
STORY2	C7	30	40	100	0.26	3174	O.K.
STORY1	C7	30	40	100	0.33	3947	O.K.
C8 KOLONU							
STORY6	C8	30	40	80	0.04	419	O.K.
STORY5	C8	30	40	80	0.08	726	O.K.
STORY4	C8	30	40	80	0.11	1033	O.K.
STORY3	C8	30	40	80	0.14	1340	O.K.
STORY2	C8	30	40	80	0.17	1654	O.K.
STORY1	C8	30	40	80	0.05	483	O.K.
C9 KOLONU							
STORY6	C9	30	40	80	0.05	517	O.K.
STORY5	C9	30	40	80	0.10	935	O.K.
STORY4	C9	30	40	80	0.14	1355	O.K.
STORY3	C9	30	40	80	0.19	1778	O.K.
STORY2	C9	30	40	80	0.23	2204	O.K.
STORY1	C9	30	40	80	0.06	528	O.K.
C10 KOLONU							
STORY6	C10	30	40	80	0.05	506	O.K.
STORY5	C10	30	40	80	0.10	915	O.K.
STORY4	C10	30	40	80	0.14	1325	O.K.
STORY3	C10	30	40	80	0.18	1738	O.K.
STORY2	C10	30	40	80	0.22	2154	O.K.
STORY1	C10	30	40	80	0.05	525	O.K.
C11 KOLONU							
STORY6	C11	30	40	80	0.04	403	O.K.
STORY5	C11	30	40	80	0.07	707	O.K.
STORY4	C11	30	40	80	0.11	1011	O.K.
STORY3	C11	30	40	80	0.14	1316	O.K.
STORY2	C11	30	40	80	0.17	1632	O.K.
STORY1	C11	30	40	80	0.05	472	O.K.
C12 KOLONU							
STORY6	C12	30	40	80	0.06	547	O.K.
STORY5	C12	30	40	80	0.11	1047	O.K.
STORY4	C12	30	40	80	0.16	1576	O.K.



<b>Kat No</b>	<b>Kolon No</b>	<b>Beton</b>	<b>bw (cm)</b>	<b>hw (cm)</b>	<b>Oran</b>	<b><math>N_{dm}</math> (kN)</b>	<b>Kontrol</b>
STORY3	C12	30	40	80	0.22	2121	O.K.
STORY2	C12	30	40	80	0.28	2680	O.K.
STORY1	C12	30	40	80	0.33	3200	O.K.
C13 KOLONU							
STORY6	C13	30	40	80	0.04	414	O.K.
STORY5	C13	30	40	80	0.08	737	O.K.
STORY4	C13	30	40	80	0.11	1060	O.K.
STORY3	C13	30	40	80	0.14	1384	O.K.
STORY2	C13	30	40	80	0.18	1716	O.K.
STORY1	C13	30	40	80	0.05	483	O.K.
C14 KOLONU							
STORY6	C14	30	40	80	0.05	438	O.K.
STORY5	C14	30	40	80	0.08	762	O.K.
STORY4	C14	30	40	80	0.11	1083	O.K.
STORY3	C14	30	40	80	0.15	1402	O.K.
STORY2	C14	30	40	80	0.18	1715	O.K.
STORY1	C14	30	40	80	0.05	442	O.K.
C15 KOLONU							
STORY6	C15	30	40	80	0.06	596	O.K.
STORY5	C15	30	40	80	0.12	1104	O.K.
STORY4	C15	30	40	80	0.17	1615	O.K.
STORY3	C15	30	40	80	0.22	2123	O.K.
STORY2	C15	30	40	80	0.27	2629	O.K.
STORY1	C15	30	40	80	0.06	586	O.K.
C16 KOLONU							
STORY6	C16	30	40	80	0.05	448	O.K.
STORY5	C16	30	40	80	0.08	777	O.K.
STORY4	C16	30	40	80	0.11	1102	O.K.
STORY3	C16	30	40	80	0.15	1426	O.K.
STORY2	C16	30	40	80	0.18	1742	O.K.
STORY1	C16	30	40	80	0.05	455	O.K.

**Tablo 37.** ZD Zemin Sınıfında Depremlı Yükleri Etkisi Altında Kolon Aksenal Yük Kontrolü

<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
C1 KOLONU							
STORY6	C1	30	40	80	0.04	397	O.K.
STORY5	C1	30	40	80	0.07	696	O.K.
STORY4	C1	30	40	80	0.10	994	O.K.
STORY3	C1	30	40	80	0.13	1291	O.K.
STORY2	C1	30	40	80	0.17	1585	O.K.
STORY1	C1	30	40	80	0.04	428	O.K.
C2 KOLONU							
STORY6	C2	30	40	80	0.06	550	O.K.
STORY5	C2	30	40	80	0.11	1028	O.K.
STORY4	C2	30	40	80	0.16	1510	O.K.
STORY3	C2	30	40	80	0.21	1990	O.K.
STORY2	C2	30	40	80	0.26	2470	O.K.
STORY1	C2	30	40	80	0.06	557	O.K.
C3 KOLONU							
STORY6	C3	30	40	80	0.04	405	O.K.
STORY5	C3	30	40	80	0.07	706	O.K.
STORY4	C3	30	40	80	0.10	1005	O.K.
STORY3	C3	30	40	80	0.14	1302	O.K.
STORY2	C3	30	40	80	0.17	1594	O.K.
STORY1	C3	30	40	80	0.05	434	O.K.
C4 KOLONU							
STORY6	C4	30	40	80	0.04	417	O.K.
STORY5	C4	30	40	80	0.08	724	O.K.
STORY4	C4	30	40	80	0.11	1032	O.K.
STORY3	C4	30	40	80	0.14	1342	O.K.
STORY2	C4	30	40	80	0.17	1660	O.K.
STORY1	C4	30	40	80	0.05	499	O.K.
C5 KOLONU							
STORY6	C5	30	40	100	0.06	697	O.K.
STORY5	C5	30	40	100	0.11	1291	O.K.
STORY4	C5	30	40	100	0.16	1889	O.K.
STORY3	C5	30	40	100	0.21	2491	O.K.
STORY2	C5	30	40	100	0.26	3093	O.K.
STORY1	C5	30	40	100	0.32	3850	O.K.
C6 KOLONU							
STORY6	C6	30	40	100	0.06	742	O.K.
STORY5	C6	30	40	100	0.12	1414	O.K.
STORY4	C6	30	40	100	0.17	2089	O.K.
STORY3	C6	30	40	100	0.23	2763	O.K.

<b>Kat No</b>	<b>Kolon No</b>	<b>Beton</b>	<b>bw (cm)</b>	<b>hw (cm)</b>	<b>Oran</b>	<b><math>N_{dm}</math> (kN)</b>	<b>Kontrol</b>
STORY2	C6	30	40	100	0.29	3438	O.K.
STORY1	C6	30	40	100	0.34	4075	O.K.
C7 KOLONU							
STORY6	C7	30	40	100	0.06	696	O.K.
STORY5	C7	30	40	100	0.11	1288	O.K.
STORY4	C7	30	40	100	0.16	1885	O.K.
STORY3	C7	30	40	100	0.21	2484	O.K.
STORY2	C7	30	40	100	0.26	3085	O.K.
STORY1	C7	30	40	100	0.32	3837	O.K.
C8 KOLONU							
STORY6	C8	30	40	80	0.04	419	O.K.
STORY5	C8	30	40	80	0.08	732	O.K.
STORY4	C8	30	40	80	0.11	1046	O.K.
STORY3	C8	30	40	80	0.14	1361	O.K.
STORY2	C8	30	40	80	0.18	1684	O.K.
STORY1	C8	30	40	80	0.05	500	O.K.
C9 KOLONU							
STORY6	C9	30	40	80	0.05	505	O.K.
STORY5	C9	30	40	80	0.10	919	O.K.
STORY4	C9	30	40	80	0.14	1333	O.K.
STORY3	C9	30	40	80	0.18	1751	O.K.
STORY2	C9	30	40	80	0.23	2172	O.K.
STORY1	C9	30	40	80	0.05	520	O.K.
C10 KOLONU							
STORY6	C10	30	40	80	0.05	496	O.K.
STORY5	C10	30	40	80	0.09	902	O.K.
STORY4	C10	30	40	80	0.14	1308	O.K.
STORY3	C10	30	40	80	0.18	1719	O.K.
STORY2	C10	30	40	80	0.22	2133	O.K.
STORY1	C10	30	40	80	0.05	520	O.K.
C11 KOLONU							
STORY6	C11	30	40	80	0.04	403	O.K.
STORY5	C11	30	40	80	0.07	716	O.K.
STORY4	C11	30	40	80	0.11	1033	O.K.
STORY3	C11	30	40	80	0.14	1354	O.K.
STORY2	C11	30	40	80	0.18	1683	O.K.
STORY1	C11	30	40	80	0.05	476	O.K.
C12 KOLONU							
STORY6	C12	30	40	80	0.06	541	O.K.
STORY5	C12	30	40	80	0.11	1048	O.K.
STORY4	C12	30	40	80	0.17	1588	O.K.

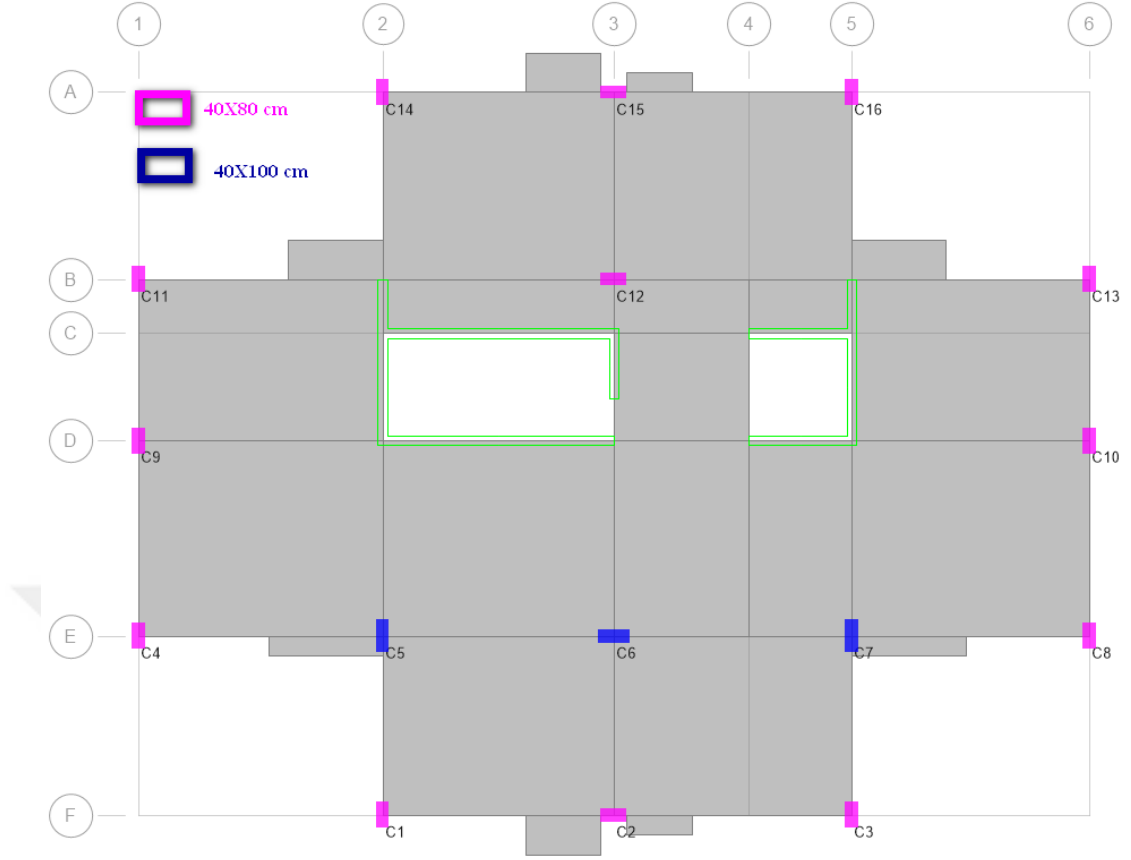
<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
STORY3	C12	30	40	80	0.22	2157	O.K.
STORY2	C12	30	40	80	0.29	2742	O.K.
STORY1	C12	30	40	80	0.34	3286	O.K.
C13 KOLONU							
STORY6	C13	30	40	80	0.04	418	O.K.
STORY5	C13	30	40	80	0.08	754	O.K.
STORY4	C13	30	40	80	0.11	1092	O.K.
STORY3	C13	30	40	80	0.15	1431	O.K.
STORY2	C13	30	40	80	0.19	1781	O.K.
STORY1	C13	30	40	80	0.05	491	O.K.
C14 KOLONU							
STORY6	C14	30	40	80	0.05	437	O.K.
STORY5	C14	30	40	80	0.08	767	O.K.
STORY4	C14	30	40	80	0.11	1094	O.K.
STORY3	C14	30	40	80	0.15	1420	O.K.
STORY2	C14	30	40	80	0.18	1739	O.K.
STORY1	C14	30	40	80	0.05	443	O.K.
C15 KOLONU							
STORY6	C15	30	40	80	0.06	588	O.K.
STORY5	C15	30	40	80	0.11	1094	O.K.
STORY4	C15	30	40	80	0.17	1601	O.K.
STORY3	C15	30	40	80	0.22	2107	O.K.
STORY2	C15	30	40	80	0.27	2610	O.K.
STORY1	C15	30	40	80	0.06	606	O.K.
C16 KOLONU							
STORY6	C16	30	40	80	0.05	449	O.K.
STORY5	C16	30	40	80	0.08	785	O.K.
STORY4	C16	30	40	80	0.12	1119	O.K.
STORY3	C16	30	40	80	0.15	1450	O.K.
STORY2	C16	30	40	80	0.18	1773	O.K.
STORY1	C16	30	40	80	0.05	460	O.K.

**Tablo 38.** ZE Zemin Sınıfında Depremlı Yükları Etkısı Altında Kolon Eksenel Yüklü Kontrolü

<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
C1 KOLONU							
STORY6	C1	30	40	80	0.04	408	O.K.
STORY5	C1	30	40	80	0.08	723	O.K.
STORY4	C1	30	40	80	0.11	1036	O.K.
STORY3	C1	30	40	80	0.14	1348	O.K.
STORY2	C1	30	40	80	0.17	1660	O.K.
STORY1	C1	30	40	80	0.05	460	O.K.
C2 KOLONU							
STORY6	C2	30	40	80	0.06	556	O.K.
STORY5	C2	30	40	80	0.11	1048	O.K.
STORY4	C2	30	40	80	0.16	1542	O.K.
STORY3	C2	30	40	80	0.21	2035	O.K.
STORY2	C2	30	40	80	0.26	2528	O.K.
STORY1	C2	30	40	80	0.06	592	O.K.
C3 KOLONU							
STORY6	C3	30	40	80	0.04	417	O.K.
STORY5	C3	30	40	80	0.08	732	O.K.
STORY4	C3	30	40	80	0.11	1046	O.K.
STORY3	C3	30	40	80	0.14	1357	O.K.
STORY2	C3	30	40	80	0.17	1664	O.K.
STORY1	C3	30	40	80	0.05	466	O.K.
C4 KOLONU							
STORY6	C4	30	40	80	0.04	417	O.K.
STORY5	C4	30	40	80	0.08	728	O.K.
STORY4	C4	30	40	80	0.11	1038	O.K.
STORY3	C4	30	40	80	0.14	1349	O.K.
STORY2	C4	30	40	80	0.17	1674	O.K.
STORY1	C4	30	40	80	0.05	514	O.K.
C5 KOLONU							
STORY6	C5	30	40	100	0.06	687	O.K.
STORY5	C5	30	40	100	0.11	1274	O.K.
STORY4	C5	30	40	100	0.16	1866	O.K.
STORY3	C5	30	40	100	0.21	2463	O.K.
STORY2	C5	30	40	100	0.26	3060	O.K.
STORY1	C5	30	40	100	0.32	3809	O.K.
C6 KOLONU							
STORY6	C6	30	40	100	0.06	733	O.K.
STORY5	C6	30	40	100	0.12	1395	O.K.
STORY4	C6	30	40	100	0.17	2060	O.K.
STORY3	C6	30	40	100	0.23	2726	O.K.

<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
STORY2	C6	30	40	100	0.28	3391	O.K.
STORY1	C6	30	40	100	0.33	4018	O.K.
C7 KOLONU							
STORY6	C7	30	40	100	0.06	687	O.K.
STORY5	C7	30	40	100	0.11	1272	O.K.
STORY4	C7	30	40	100	0.16	1863	O.K.
STORY3	C7	30	40	100	0.20	2457	O.K.
STORY2	C7	30	40	100	0.25	3054	O.K.
STORY1	C7	30	40	100	0.32	3796	O.K.
C8 KOLONU							
STORY6	C8	30	40	80	0.04	424	O.K.
STORY5	C8	30	40	80	0.08	747	O.K.
STORY4	C8	30	40	80	0.11	1070	O.K.
STORY3	C8	30	40	80	0.15	1395	O.K.
STORY2	C8	30	40	80	0.18	1730	O.K.
STORY1	C8	30	40	80	0.05	517	O.K.
C9 KOLONU							
STORY6	C9	30	40	80	0.05	500	O.K.
STORY5	C9	30	40	80	0.09	910	O.K.
STORY4	C9	30	40	80	0.14	1321	O.K.
STORY3	C9	30	40	80	0.18	1735	O.K.
STORY2	C9	30	40	80	0.22	2151	O.K.
STORY1	C9	30	40	80	0.05	514	O.K.
C10 KOLONU							
STORY6	C10	30	40	80	0.05	494	O.K.
STORY5	C10	30	40	80	0.09	900	O.K.
STORY4	C10	30	40	80	0.14	1307	O.K.
STORY3	C10	30	40	80	0.18	1718	O.K.
STORY2	C10	30	40	80	0.22	2132	O.K.
STORY1	C10	30	40	80	0.05	524	O.K.
C11 KOLONU							
STORY6	C11	30	40	80	0.04	411	O.K.
STORY5	C11	30	40	80	0.08	737	O.K.
STORY4	C11	30	40	80	0.11	1068	O.K.
STORY3	C11	30	40	80	0.15	1405	O.K.
STORY2	C11	30	40	80	0.18	1750	O.K.
STORY1	C11	30	40	80	0.05	481	O.K.
C12 KOLONU							
STORY6	C12	30	40	80	0.06	532	O.K.
STORY5	C12	30	40	80	0.11	1048	O.K.
STORY4	C12	30	40	80	0.17	1611	O.K.

<i>Kat No</i>	<i>Kolon No</i>	<i>Beton</i>	<i>bw (cm)</i>	<i>hw (cm)</i>	<i>Oran</i>	<i>N<sub>dm</sub> (kN)</i>	<i>Kontrol</i>
STORY3	C12	30	40	80	0.23	2201	O.K.
STORY2	C12	30	40	80	0.29	2808	O.K.
STORY1	C12	30	40	80	0.35	3363	O.K.
C13 KOLONU							
STORY6	C13	30	40	80	0.04	428	O.K.
STORY5	C13	30	40	80	0.08	779	O.K.
STORY4	C13	30	40	80	0.12	1132	O.K.
STORY3	C13	30	40	80	0.16	1489	O.K.
STORY2	C13	30	40	80	0.19	1856	O.K.
STORY1	C13	30	40	80	0.05	499	O.K.
C14 KOLONU							
STORY6	C14	30	40	80	0.05	443	O.K.
STORY5	C14	30	40	80	0.08	781	O.K.
STORY4	C14	30	40	80	0.12	1117	O.K.
STORY3	C14	30	40	80	0.15	1452	O.K.
STORY2	C14	30	40	80	0.19	1779	O.K.
STORY1	C14	30	40	80	0.05	446	O.K.
C15 KOLONU							
STORY6	C15	30	40	80	0.06	588	O.K.
STORY5	C15	30	40	80	0.11	1097	O.K.
STORY4	C15	30	40	80	0.17	1607	O.K.
STORY3	C15	30	40	80	0.22	2116	O.K.
STORY2	C15	30	40	80	0.27	2621	O.K.
STORY1	C15	30	40	80	0.07	630	O.K.
C16 KOLONU							
STORY6	C16	30	40	80	0.05	457	O.K.
STORY5	C16	30	40	80	0.08	803	O.K.
STORY4	C16	30	40	80	0.12	1147	O.K.
STORY3	C16	30	40	80	0.16	1488	O.K.
STORY2	C16	30	40	80	0.19	1818	O.K.
STORY1	C16	30	40	80	0.05	466	O.K.



Şekil 163. Seçilen Kolon Boyutlarının Plan Görünümü

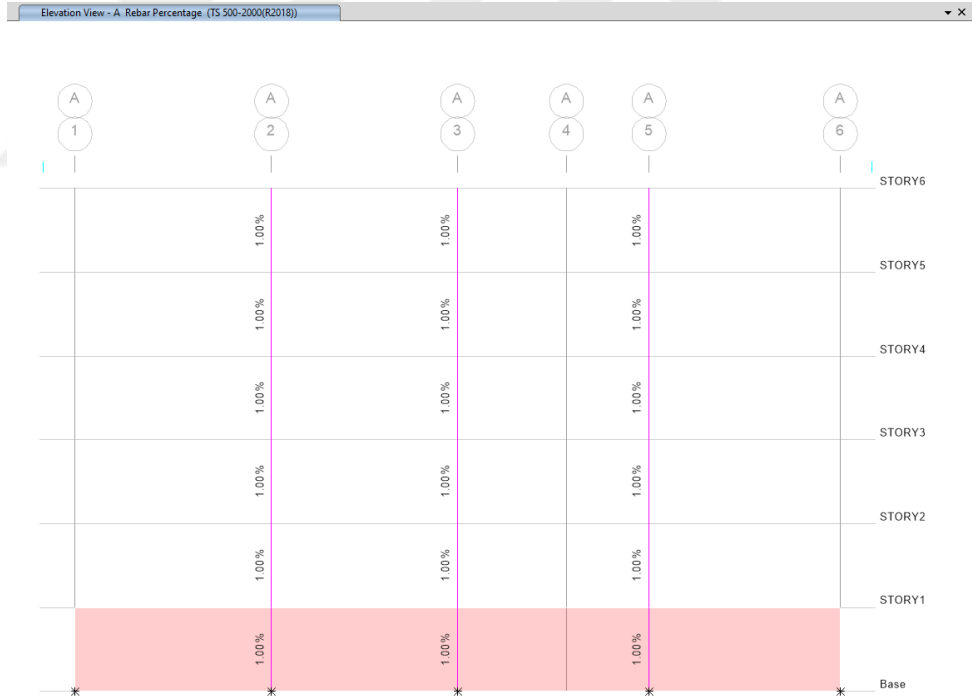


#### 4.7.2. Kolonların Donatı Değişimleri

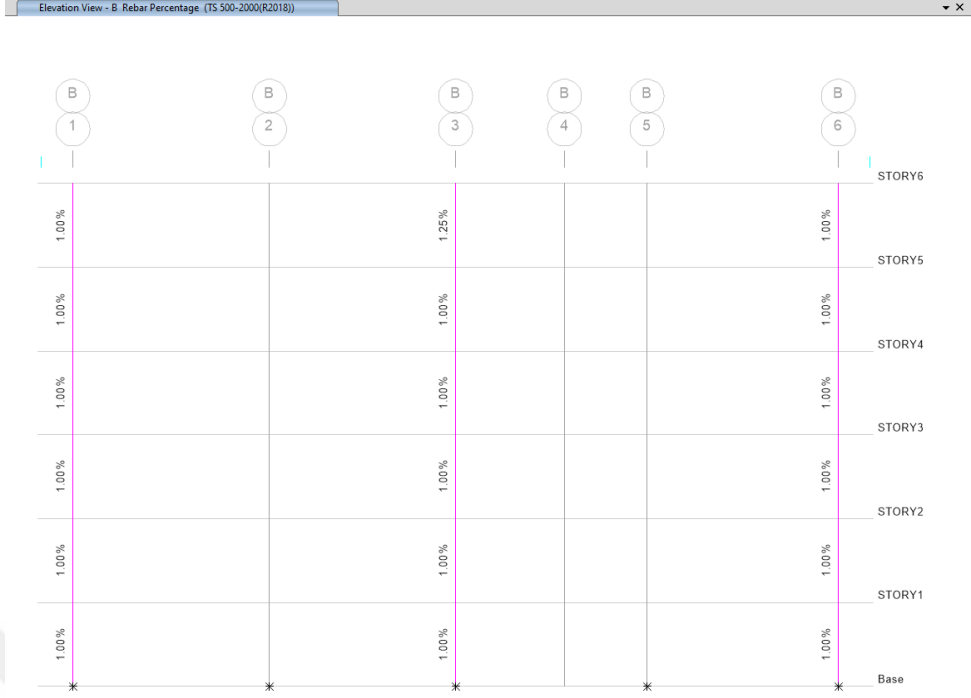
Kolon donatıları statik ve dinamik durumlar dikkate alınarak belirlenmiştir. Kolon betonarme hesapları kullanılan bilgisayar programı ETABS betonarme dizayn modülü tarafından tamamen TS 500 yönetmeliğine uygun olarak yapılmaktadır. Kolonlar için ihtiyaç duyulan donatı miktarları belirlenmiştir. Belirlenen donatı miktarları  $\text{cm}^2$  olarak ve kolon donatı yüzdesi (%) olarak gösterilmiştir. Ayrıca “EKLER” bölümünde TBDY-2018 ve TS-500 şartları gözetilerek boyuna (eğilme) donatı konfigürasyonu seçilmiştir. Seçilen konfigürasyon ETABS programında tanımlanmıştır. Kolon P-M-M oranları sunulmuştur.

Analizler ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarına göre yapılmıştır. Donatı miktarlarındaki değişim oranları takip eden sayfalarda sunulmuştur. Kesme donatılarındaki minimum değişim kıyaslamaya dahil edilmemiştir.

##### 4.7.2.1. Kolonların Boyuna Donatı İhtiyaçları – Yüzdeler Gösterim



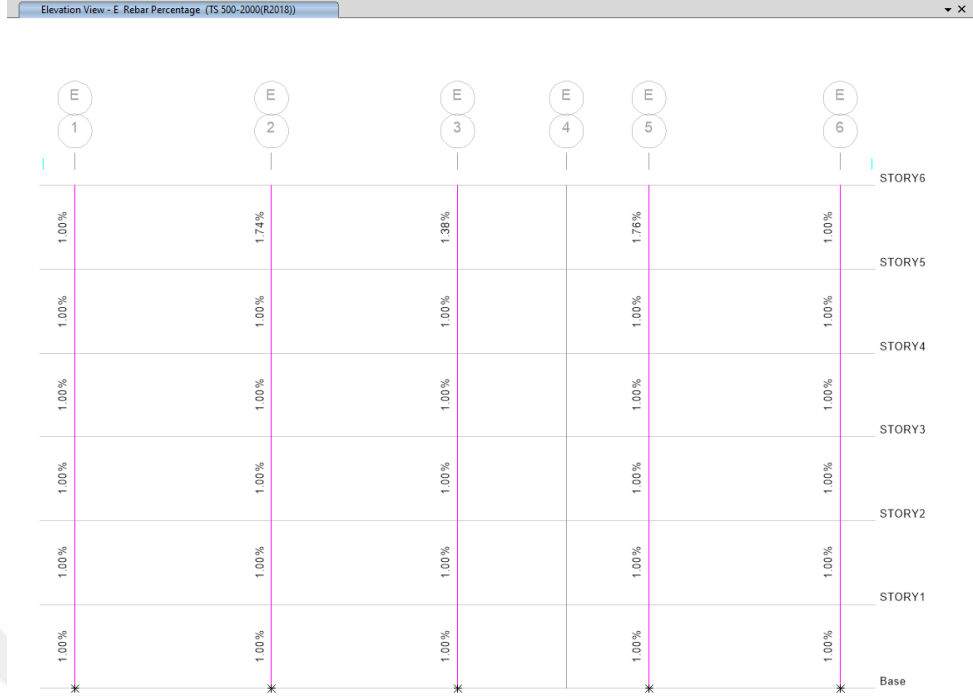
Şekil 164. ZA Zeminde A Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



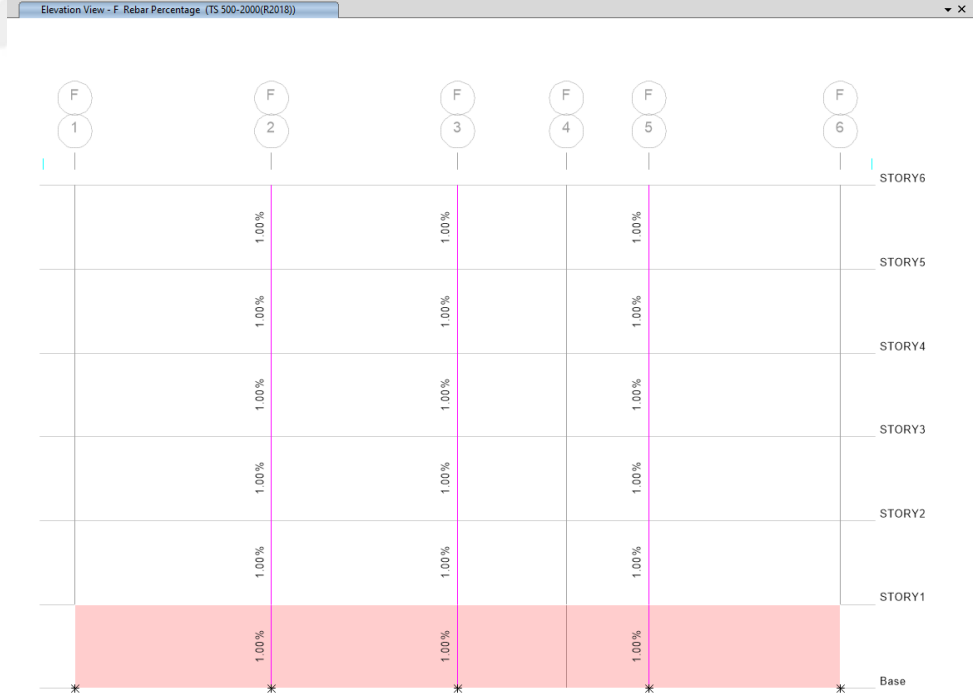
Şekil 165. ZA Zeminde B Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



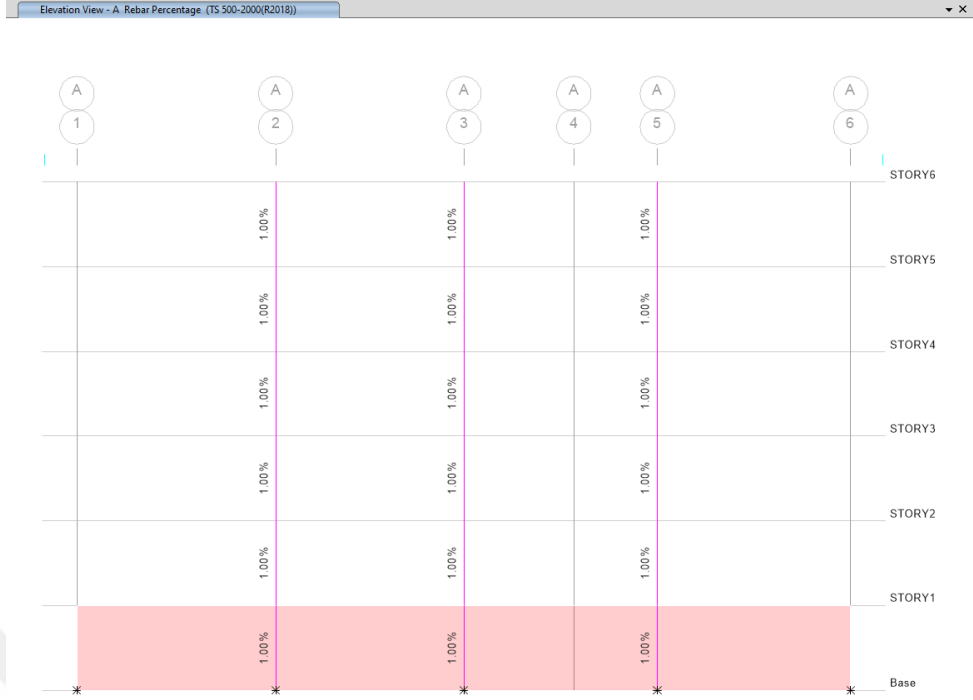
Şekil 166. ZA Zeminde D Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



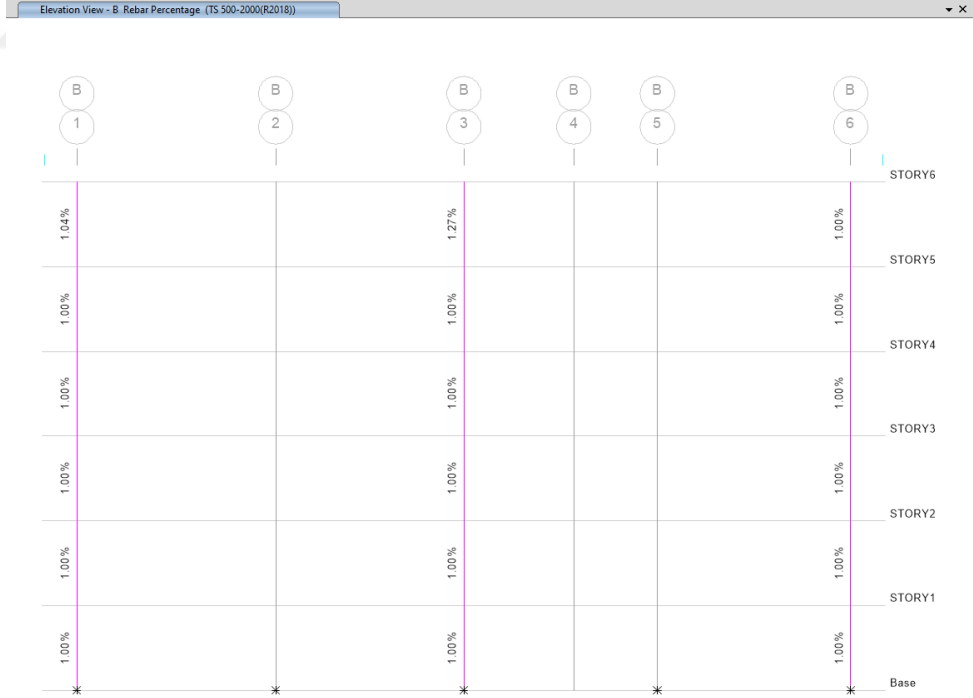
Şekil 167. ZA Zeminde E Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



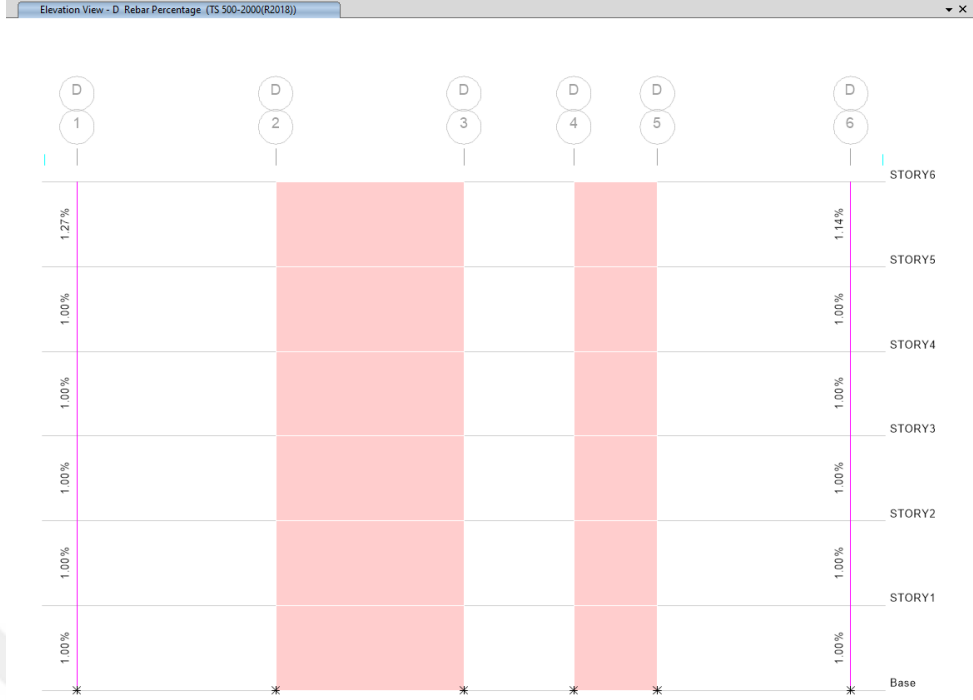
Şekil 168. ZA Zeminde F Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



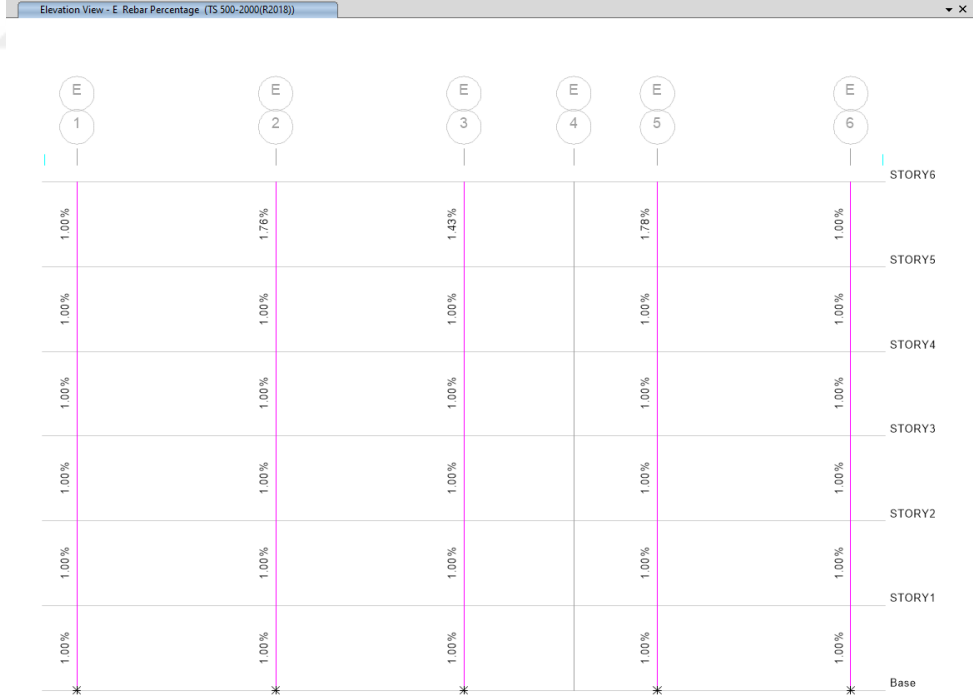
Şekil 169. ZB Zeminde A Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



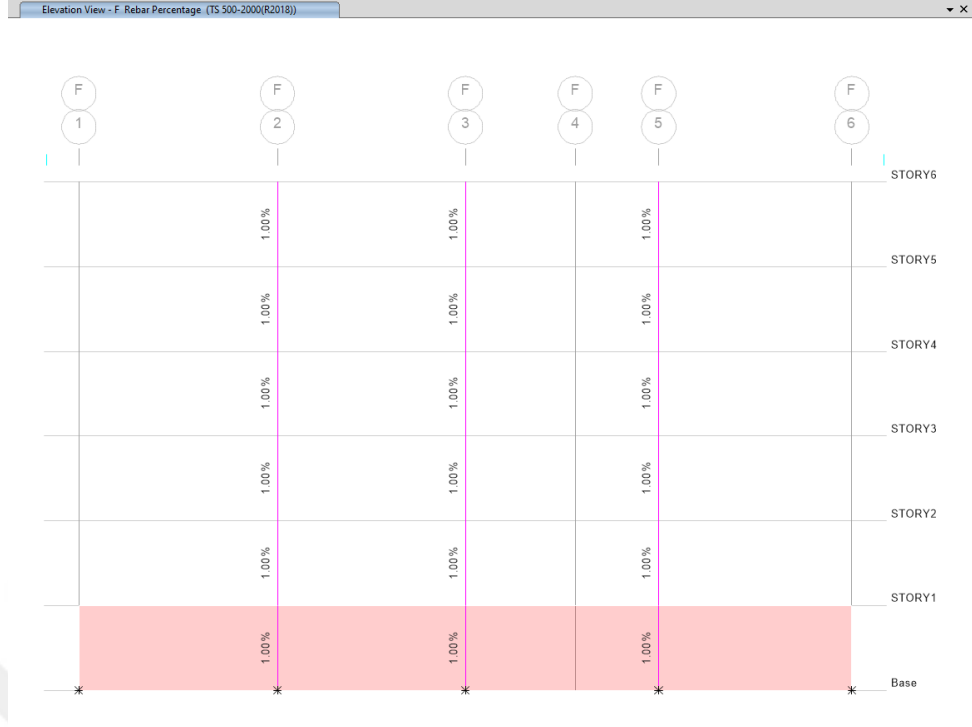
Şekil 170. ZB Zeminde B Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



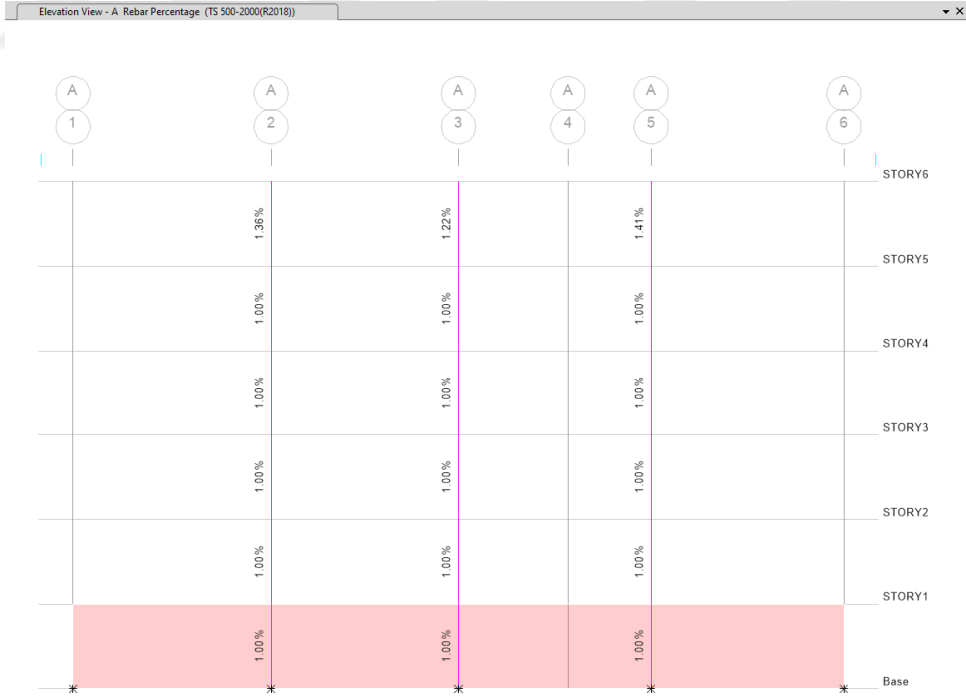
Şekil 171. ZB Zeminde D Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



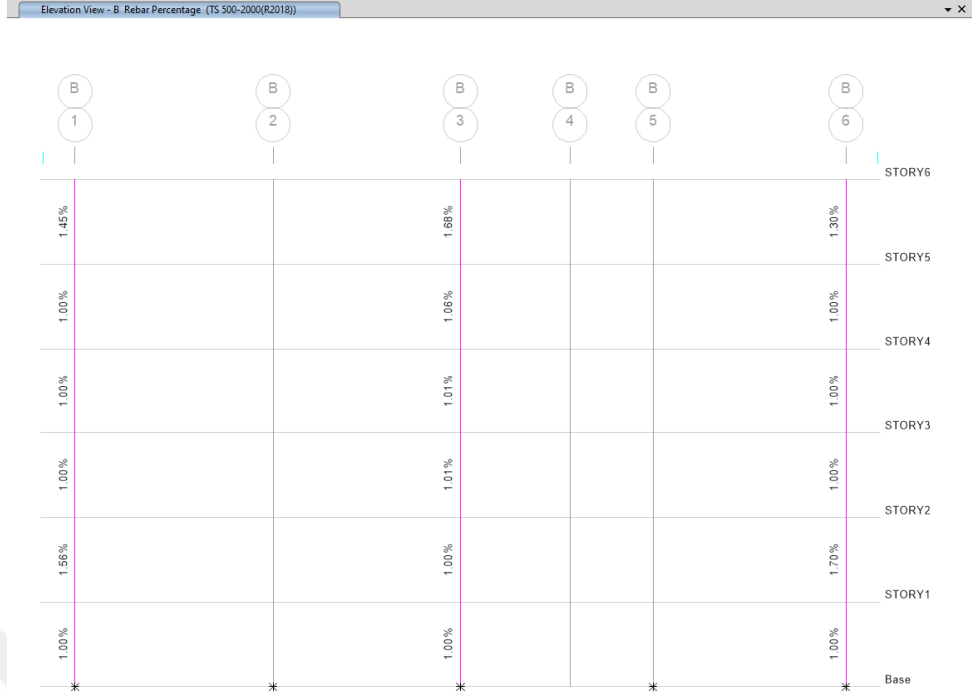
Şekil 172. ZB Zeminde E Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



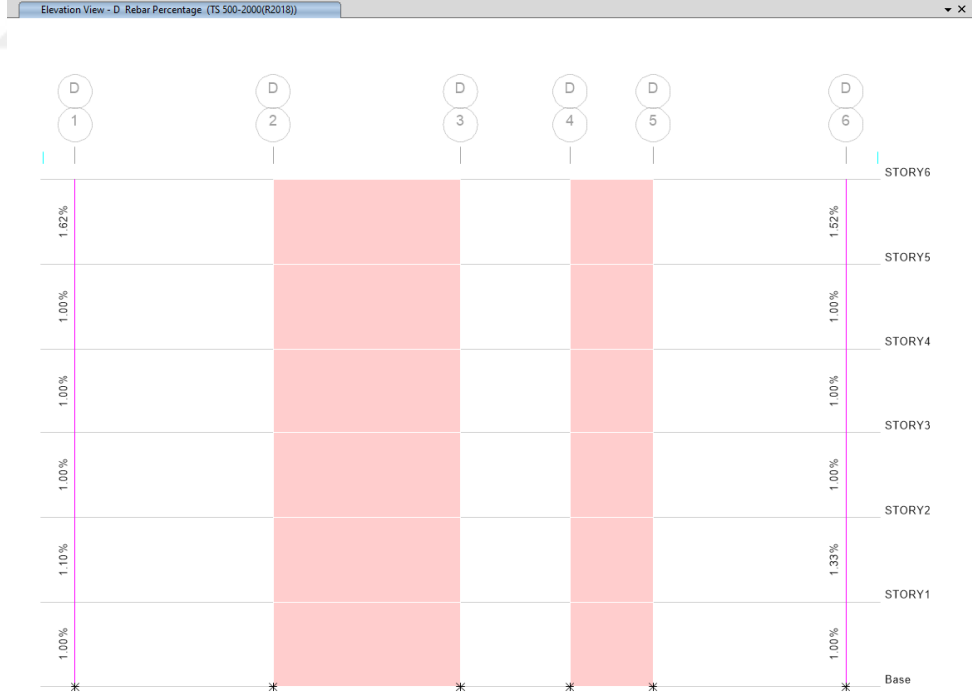
Şekil 173. ZB Zeminde F Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



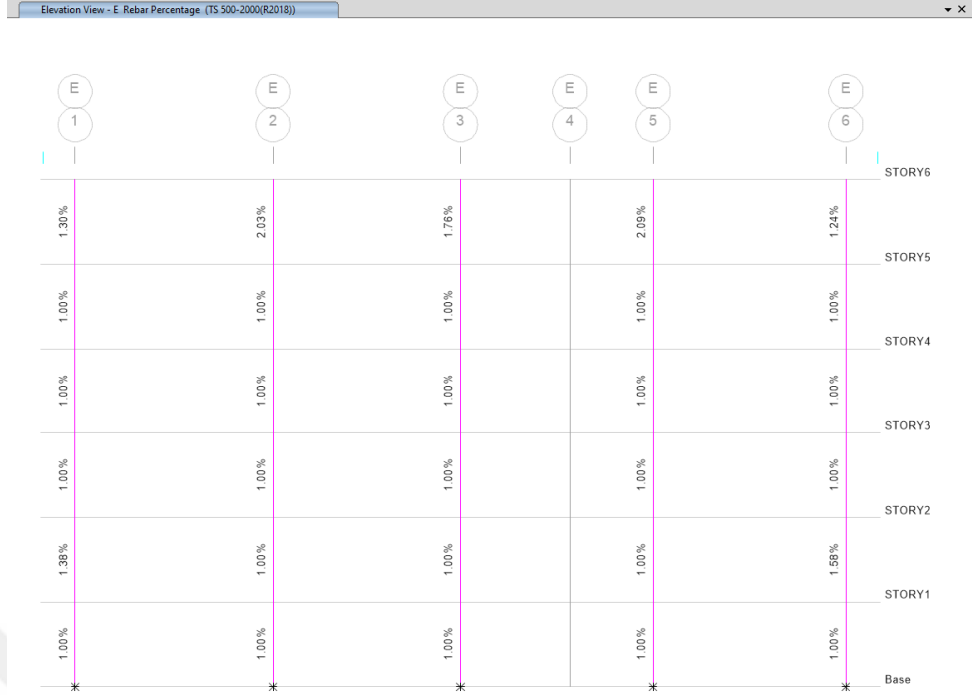
Şekil 174. ZC Zeminde A Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



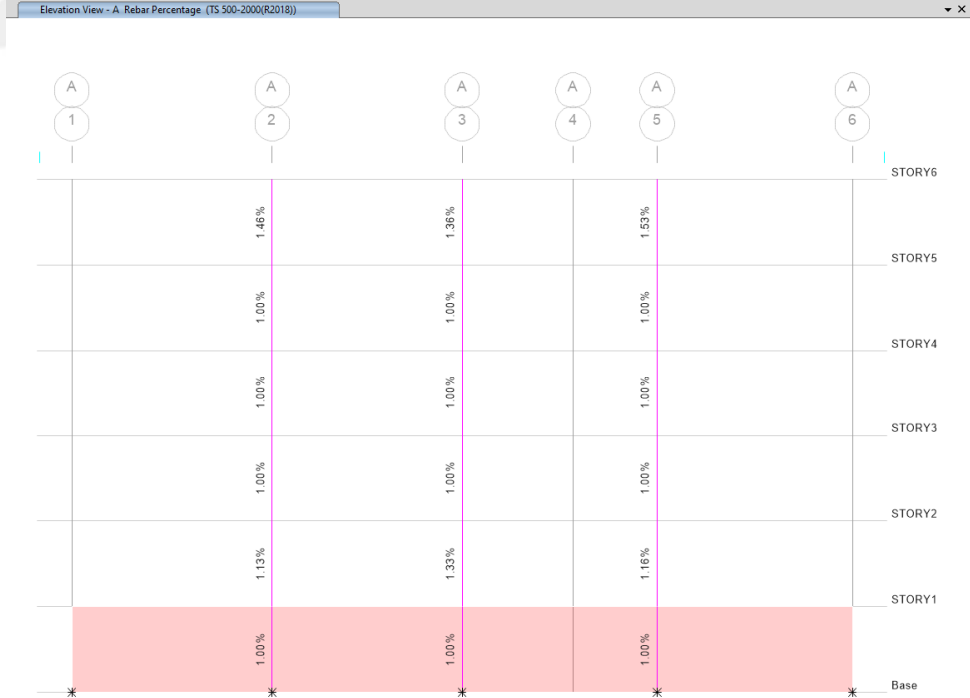
Şekil 175. ZC Zeminde B Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



Şekil 176. ZC Zeminde D Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)

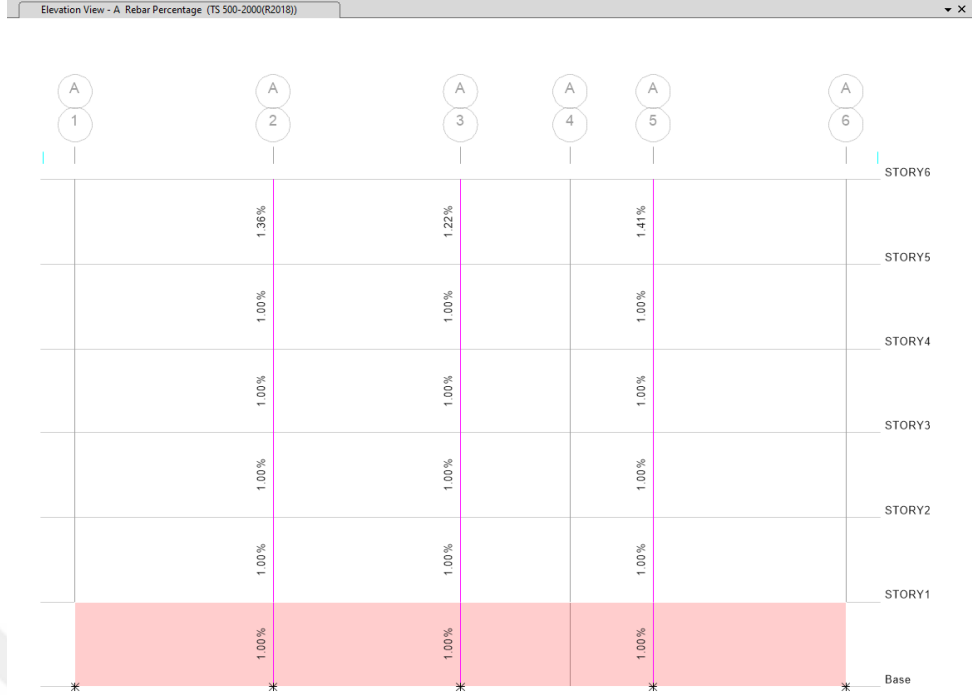


Şekil 177. ZC Zeminde E Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)

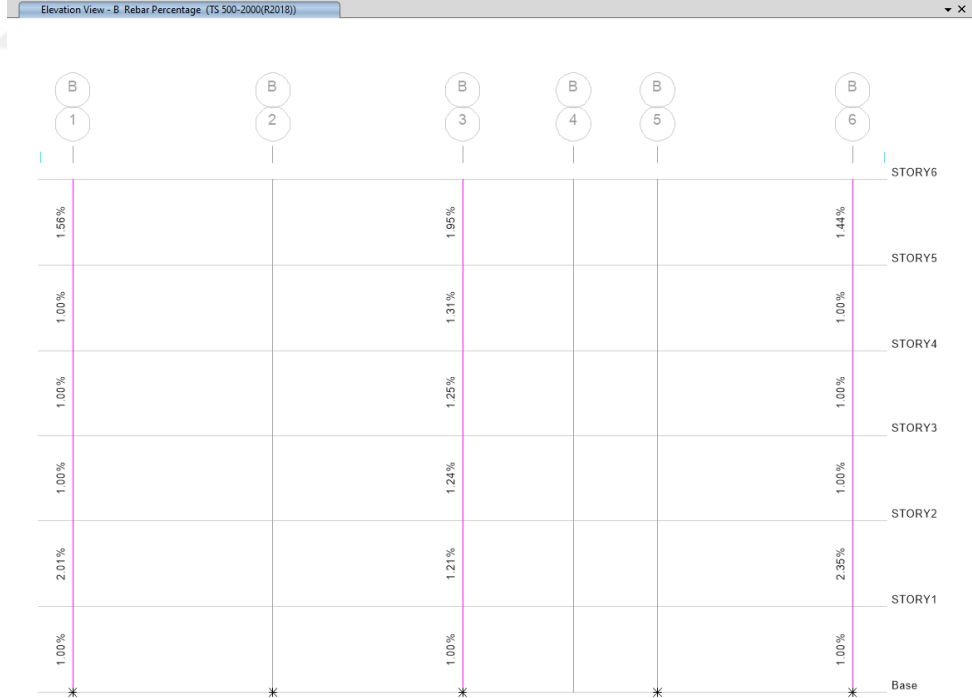


Şekil 178. ZC Zeminde F Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)





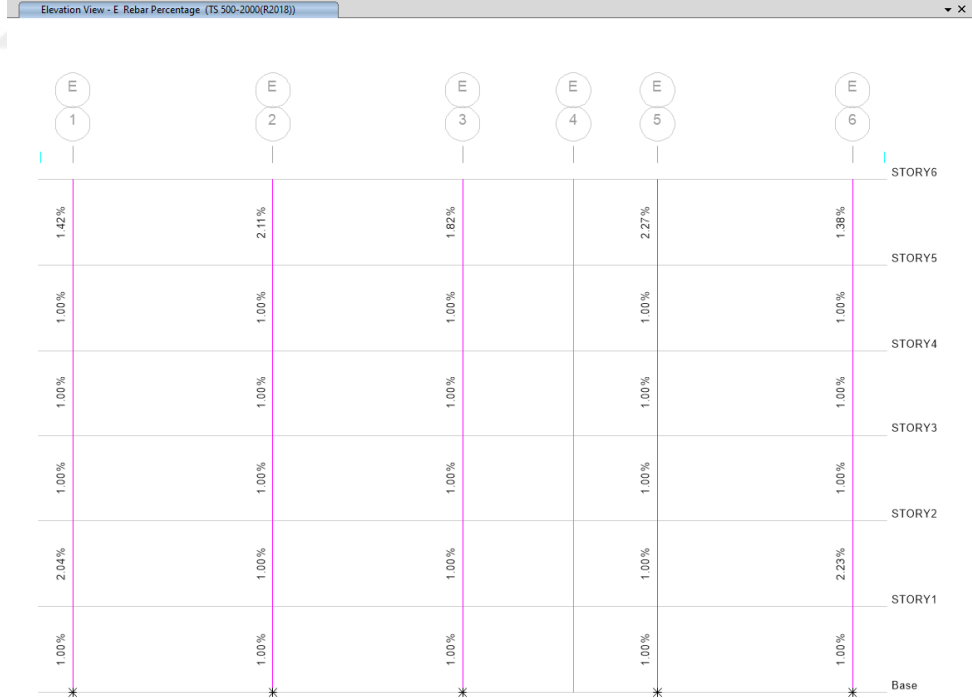
Şekil 179. ZD Zeminde A Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



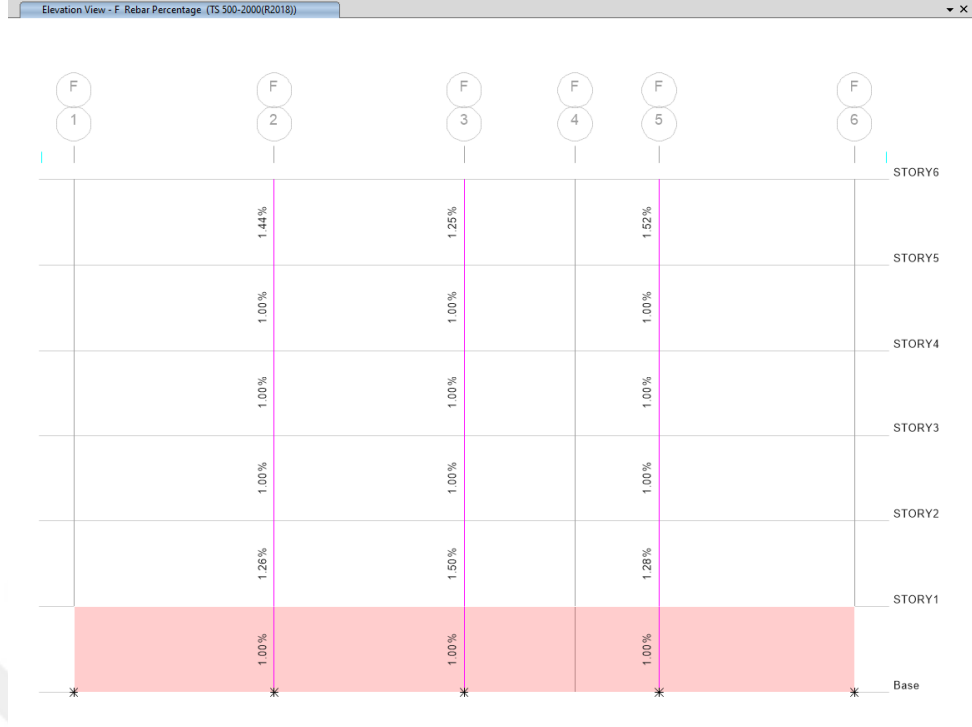
Şekil 180. ZD Zeminde B Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



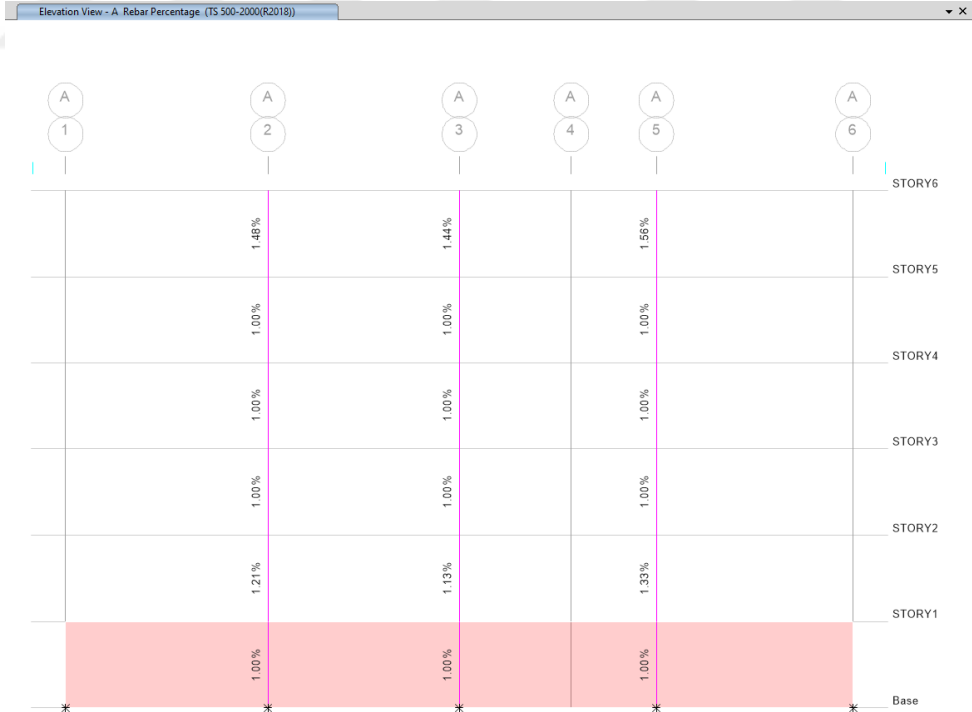
Şekil 181. ZD Zeminde D Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



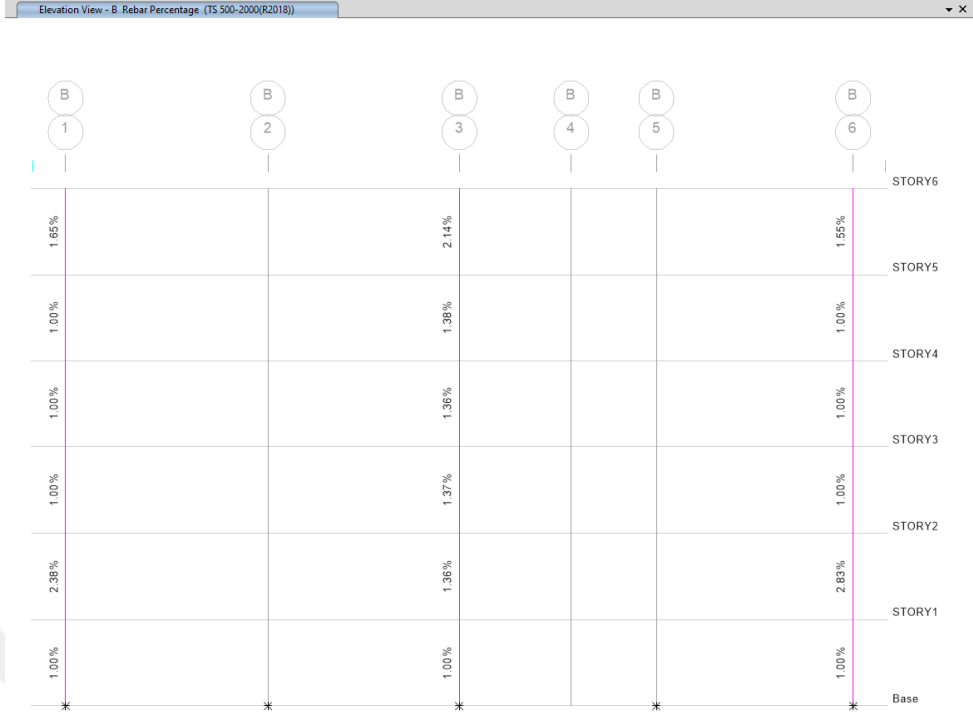
Şekil 182. ZD Zeminde E Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



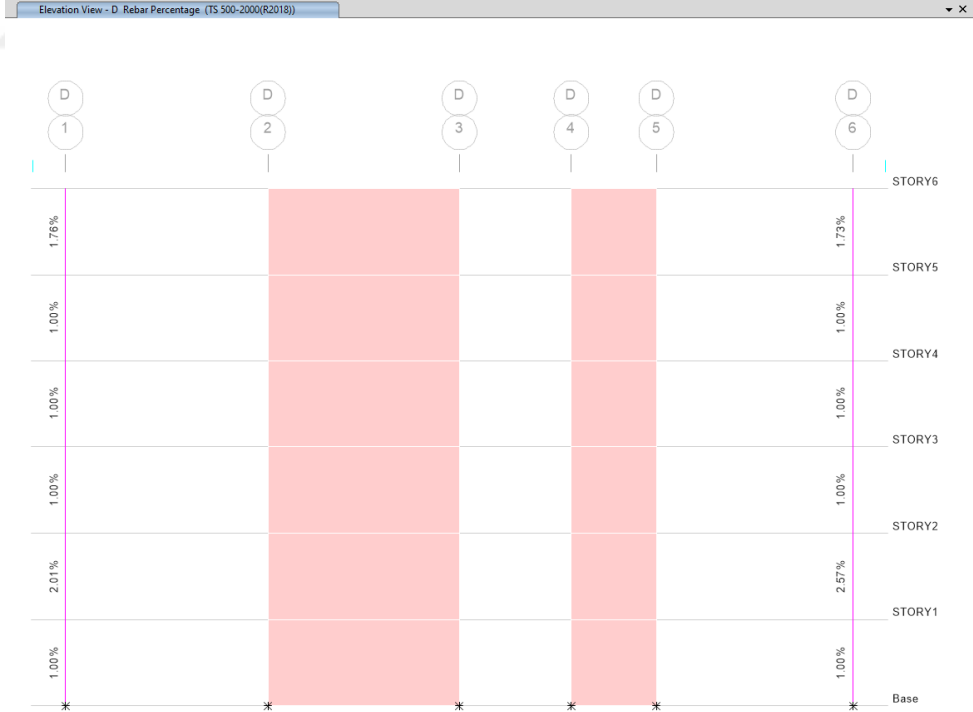
Şekil 183. ZD Zeminde F Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



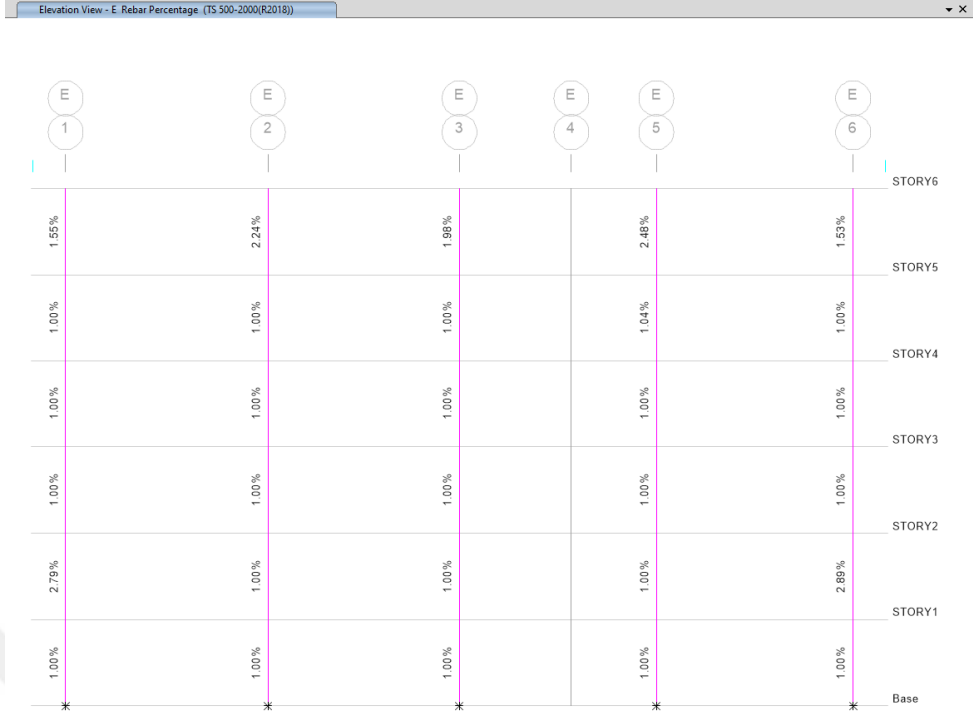
Şekil 184. ZE Zeminde A Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



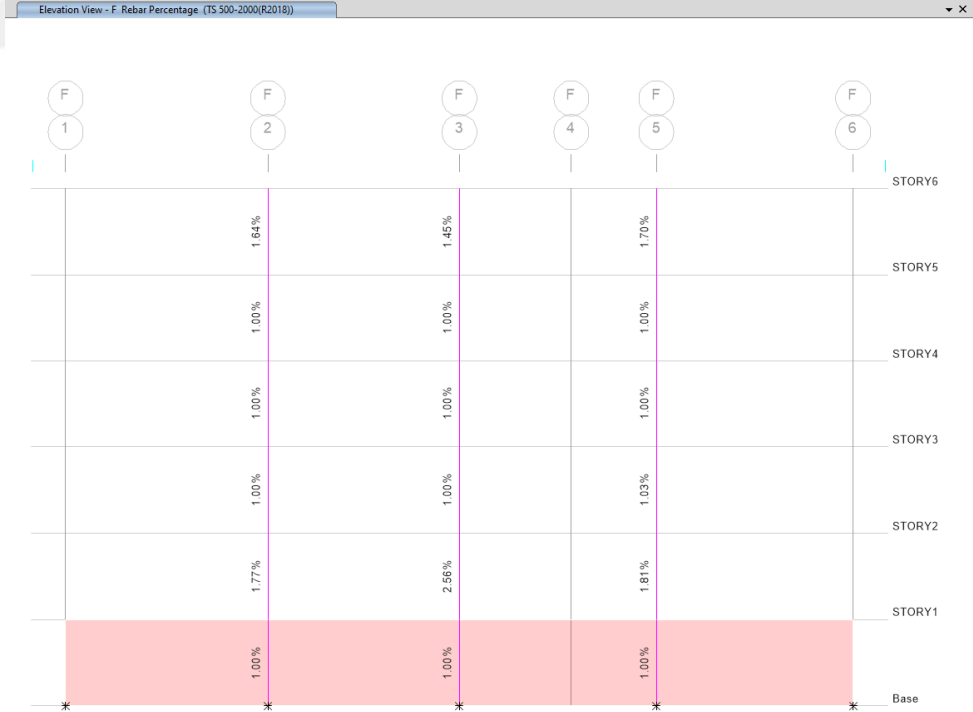
Şekil 185. ZE Zeminde B Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)



Şekil 186. ZE Zeminde D Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)

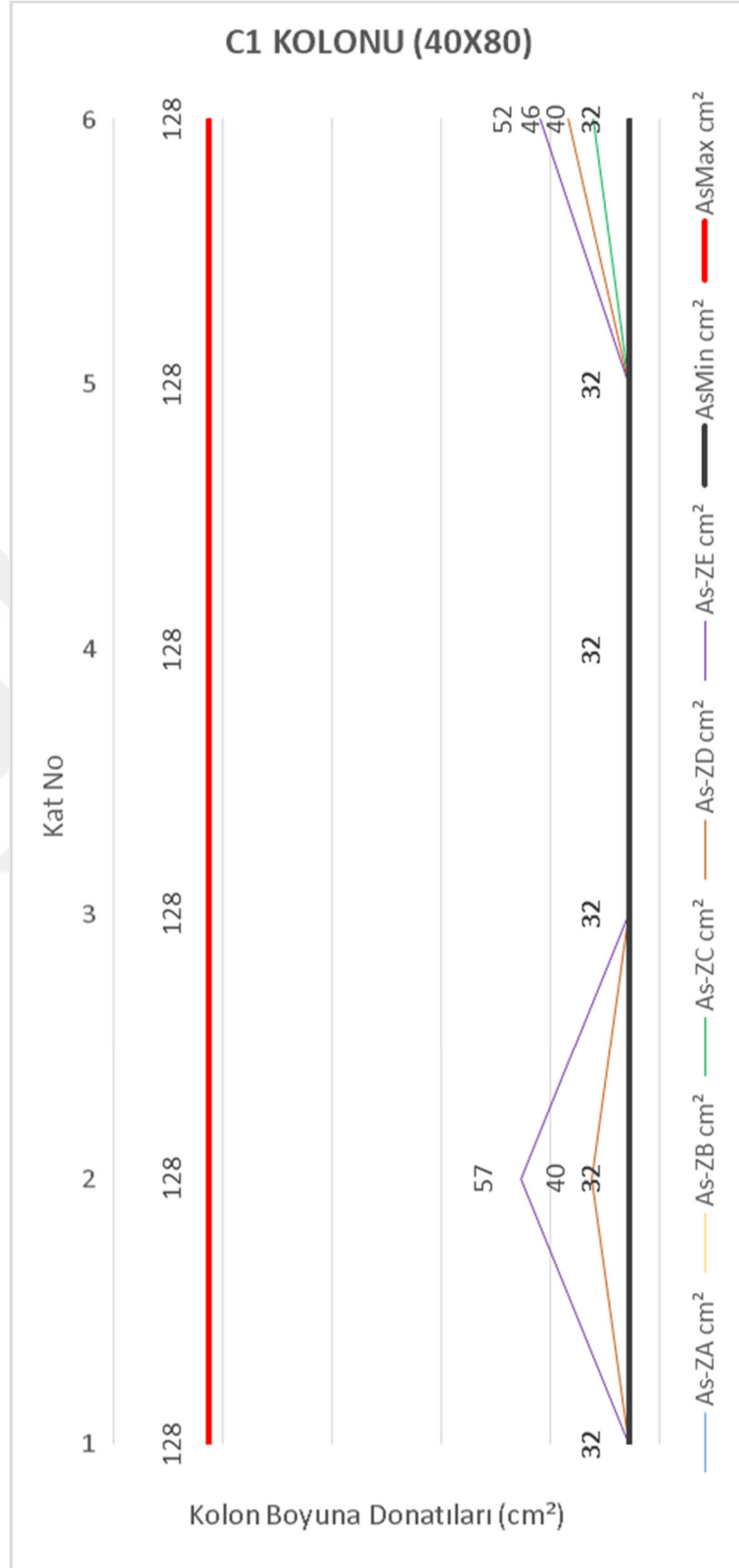


Şekil 187. ZE Zeminde E Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)

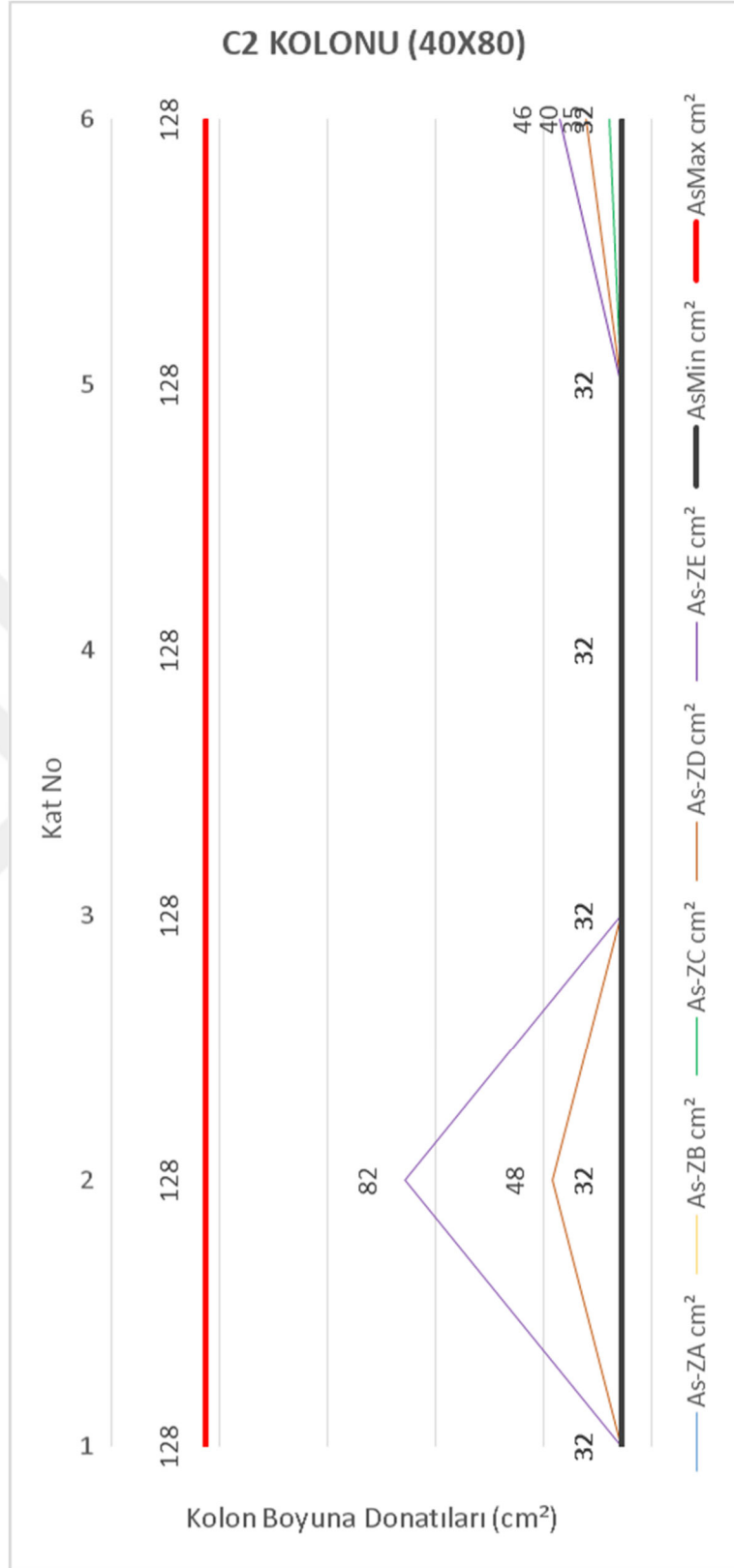


Şekil 188. ZE Zeminde F Aksı Kolonlarının Boyuna Donatılarının Yüzdesi (%)

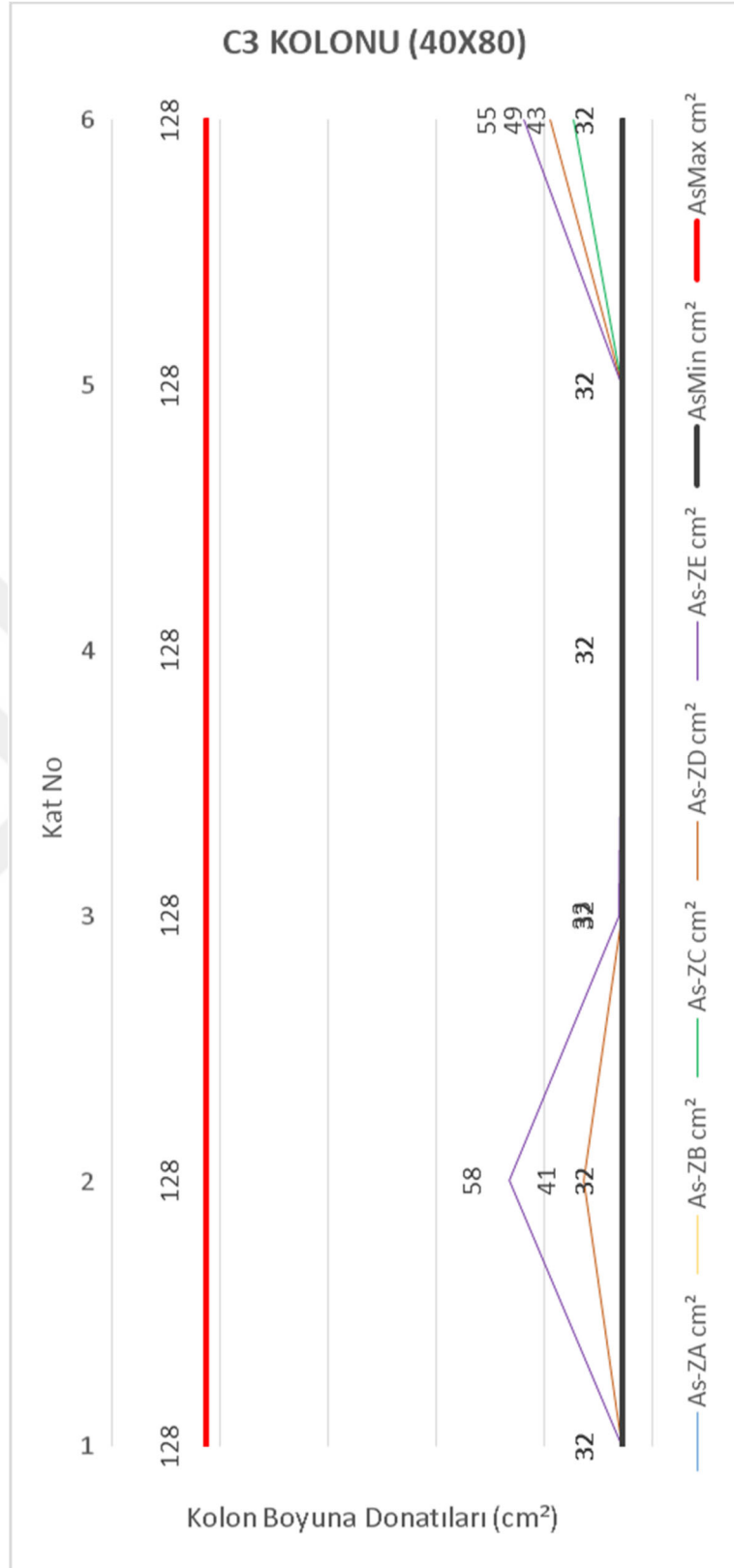
#### 4.7.2.2. Kolonların Boyuna Donatı Grafikleri



Şekil 189. C1 Kolon Boyuna Donatıları

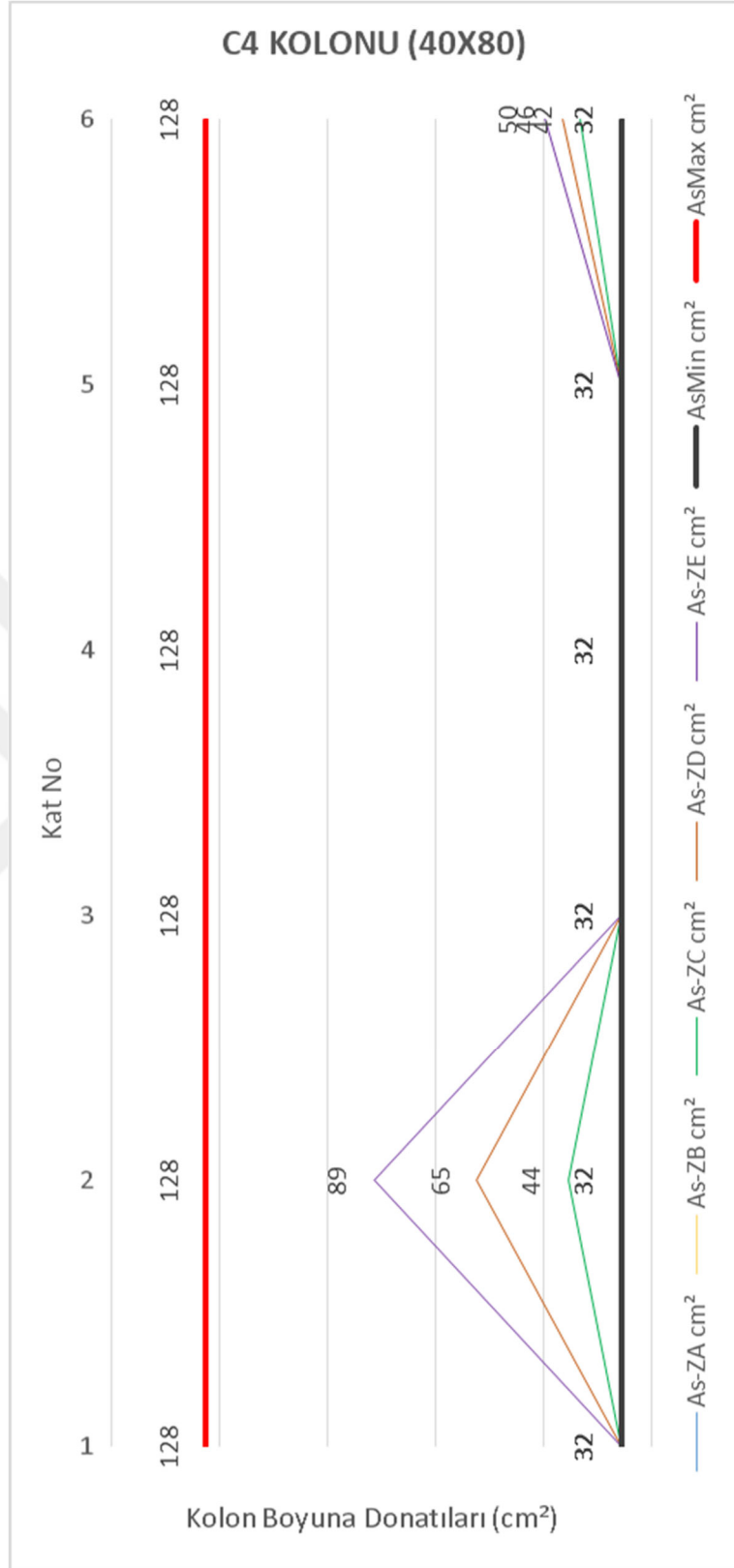


**Şekil 190.** C2 Kolon Boyuna Donatıları

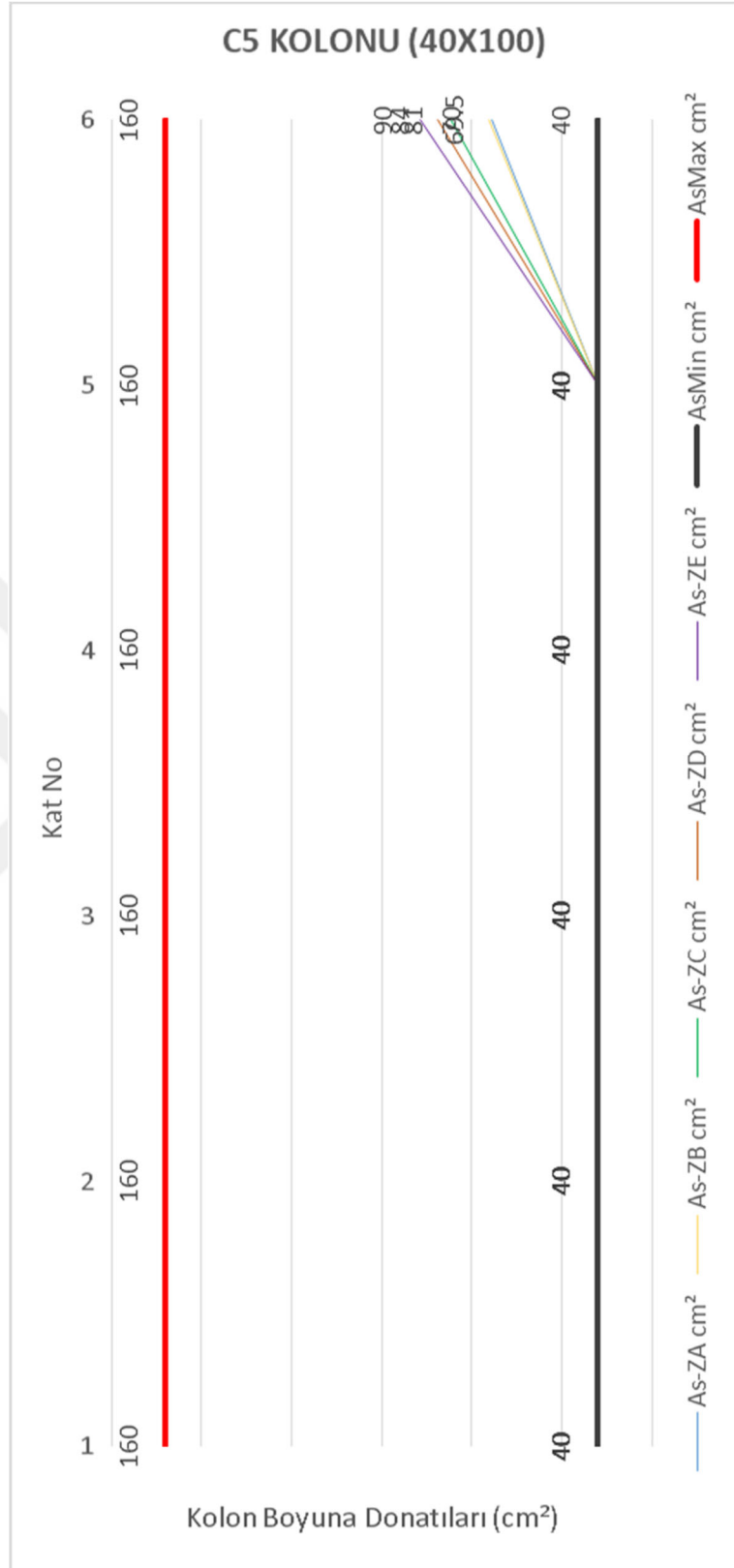


**Şekil 191.** C3 Kolon Boyuna Donatıları

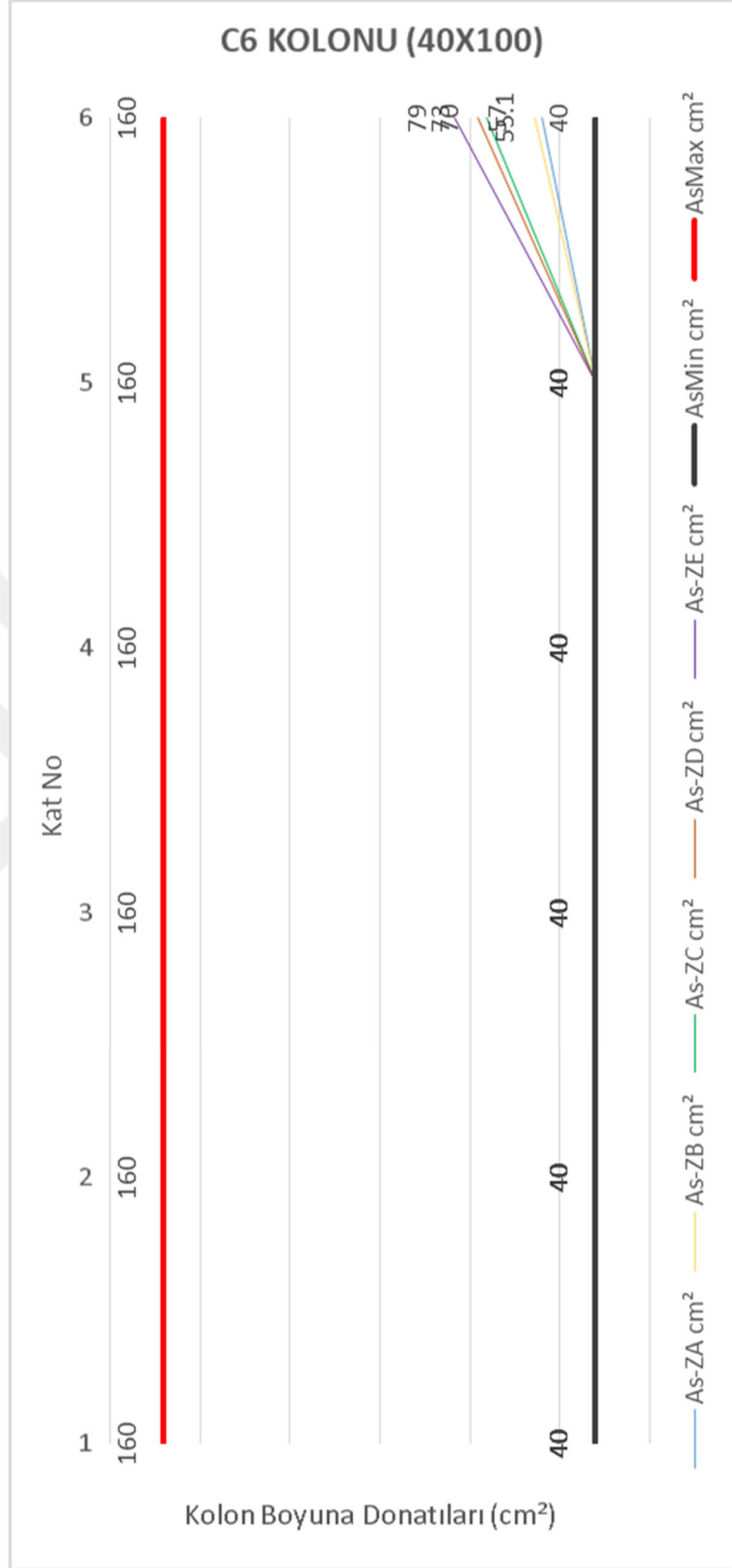




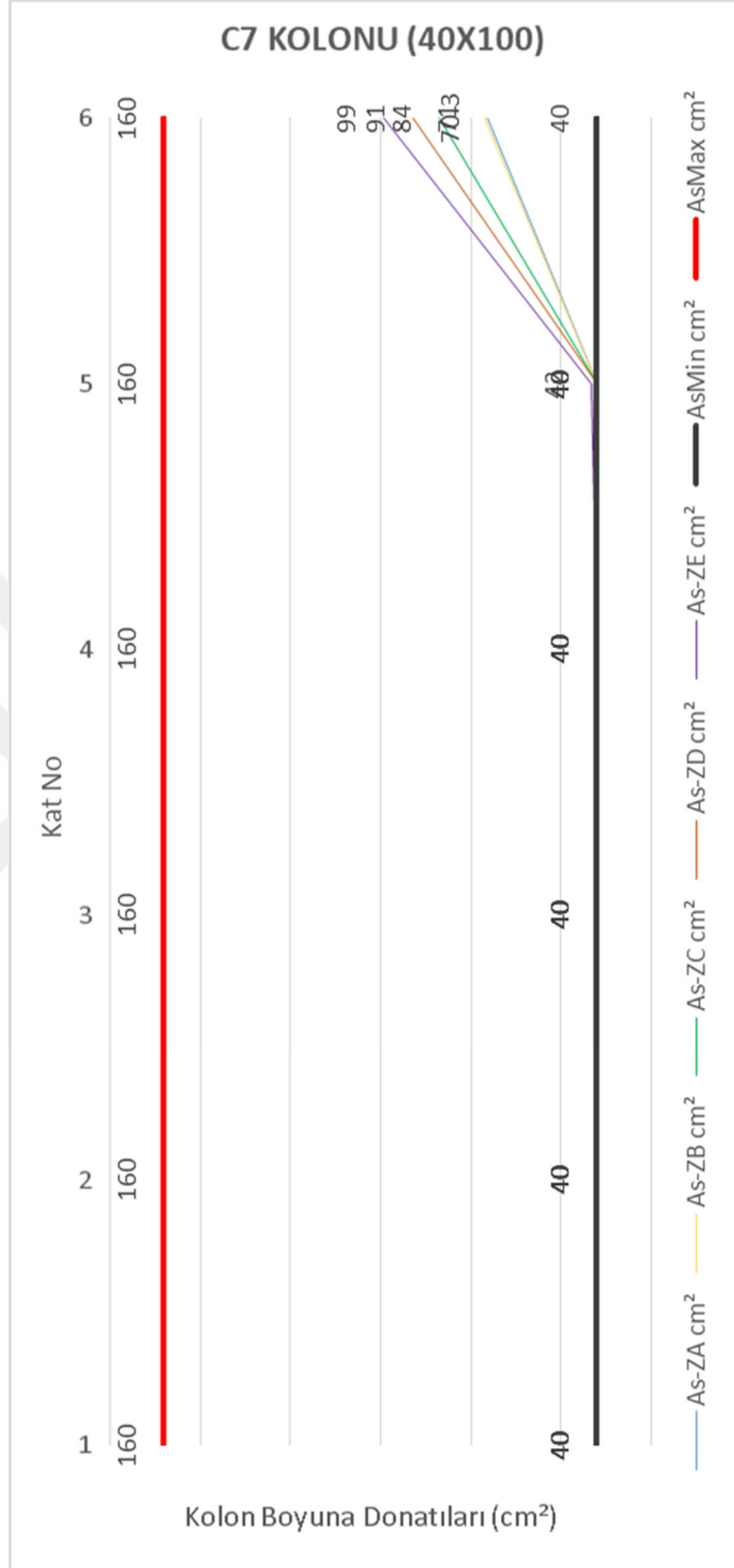
**Şekil 192.** C4 Kolon Boyuna Donatıları



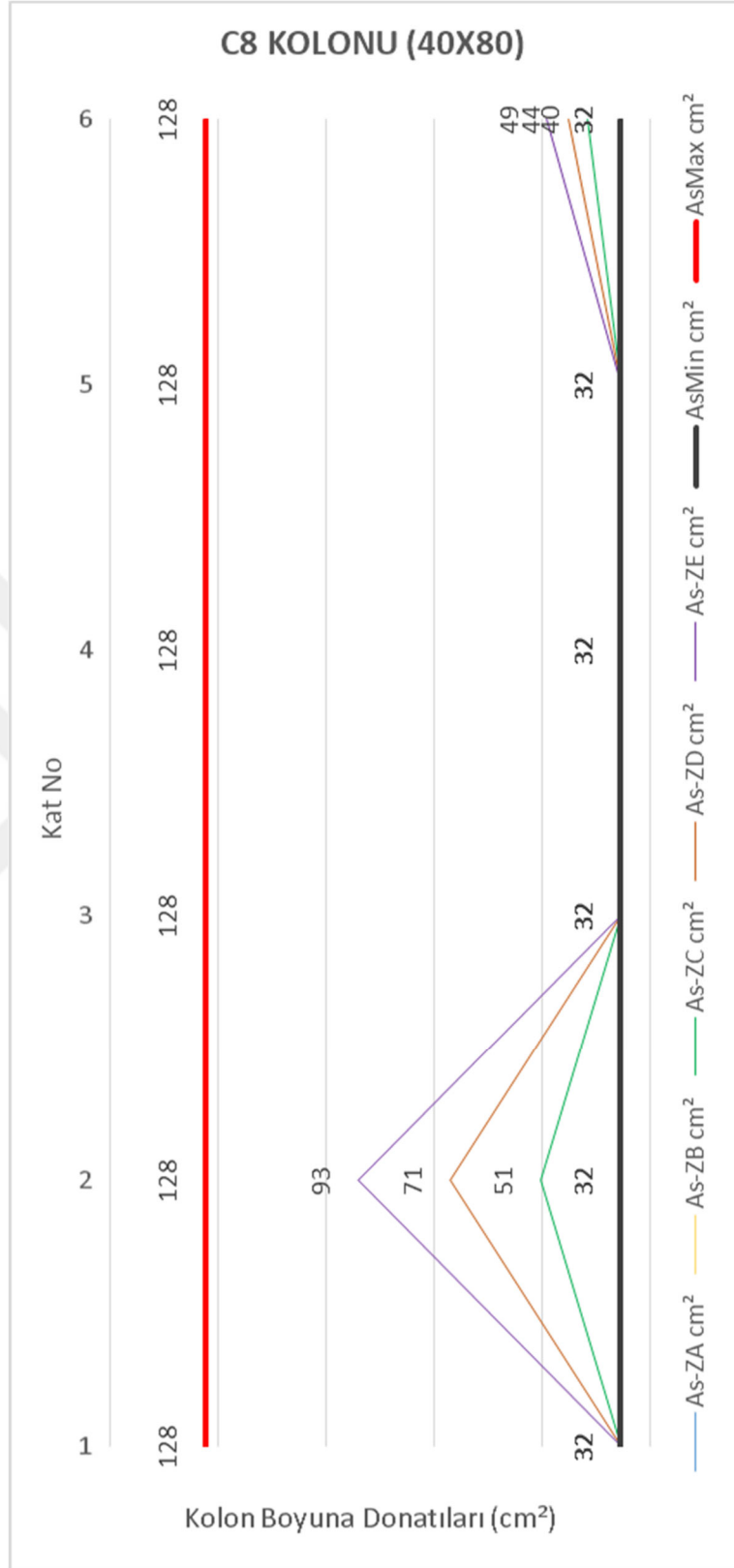
**Şekil 193.** C5 Kolon Boyuna Donatıları



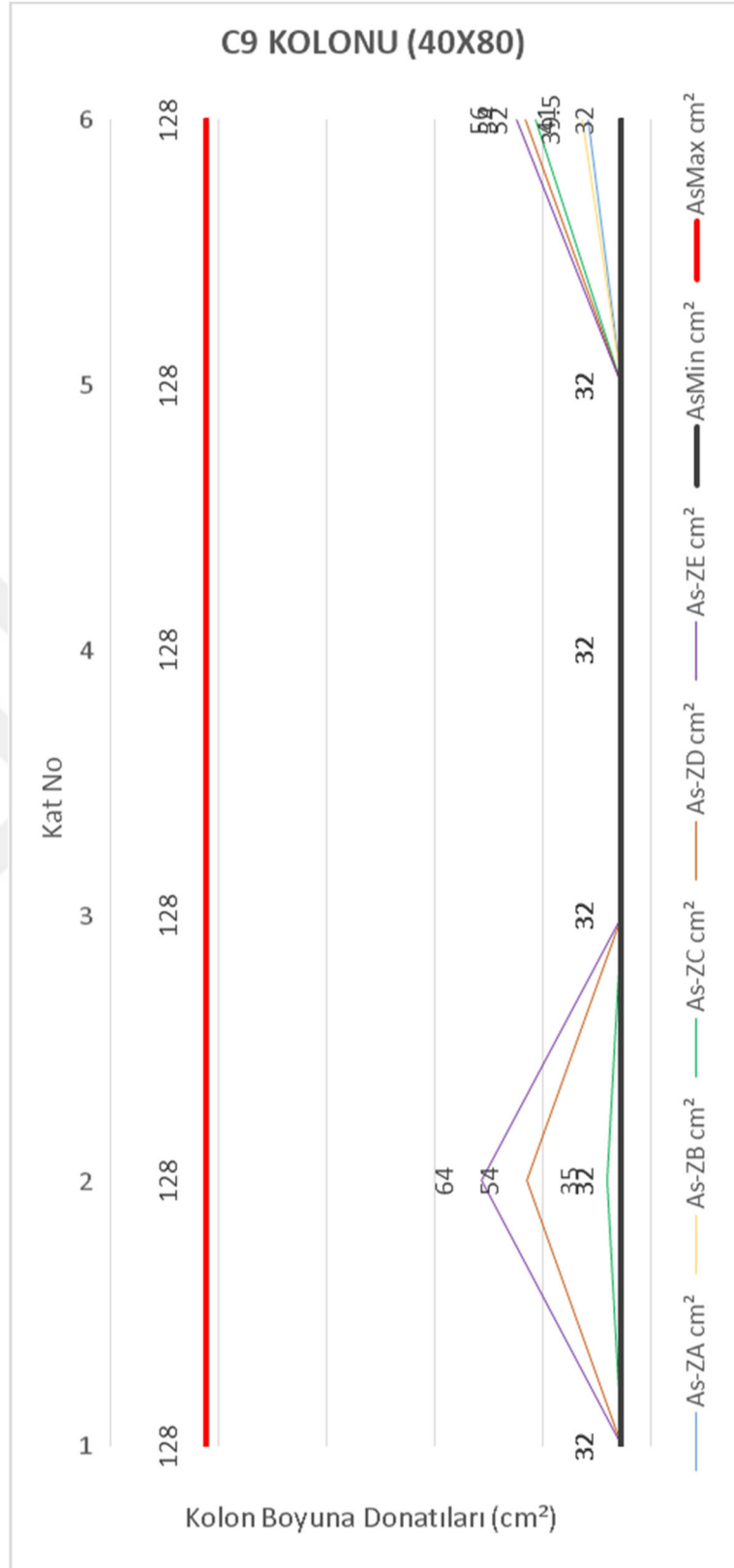
**Şekil 194.** C6 Kolon Boyuna Donatıları



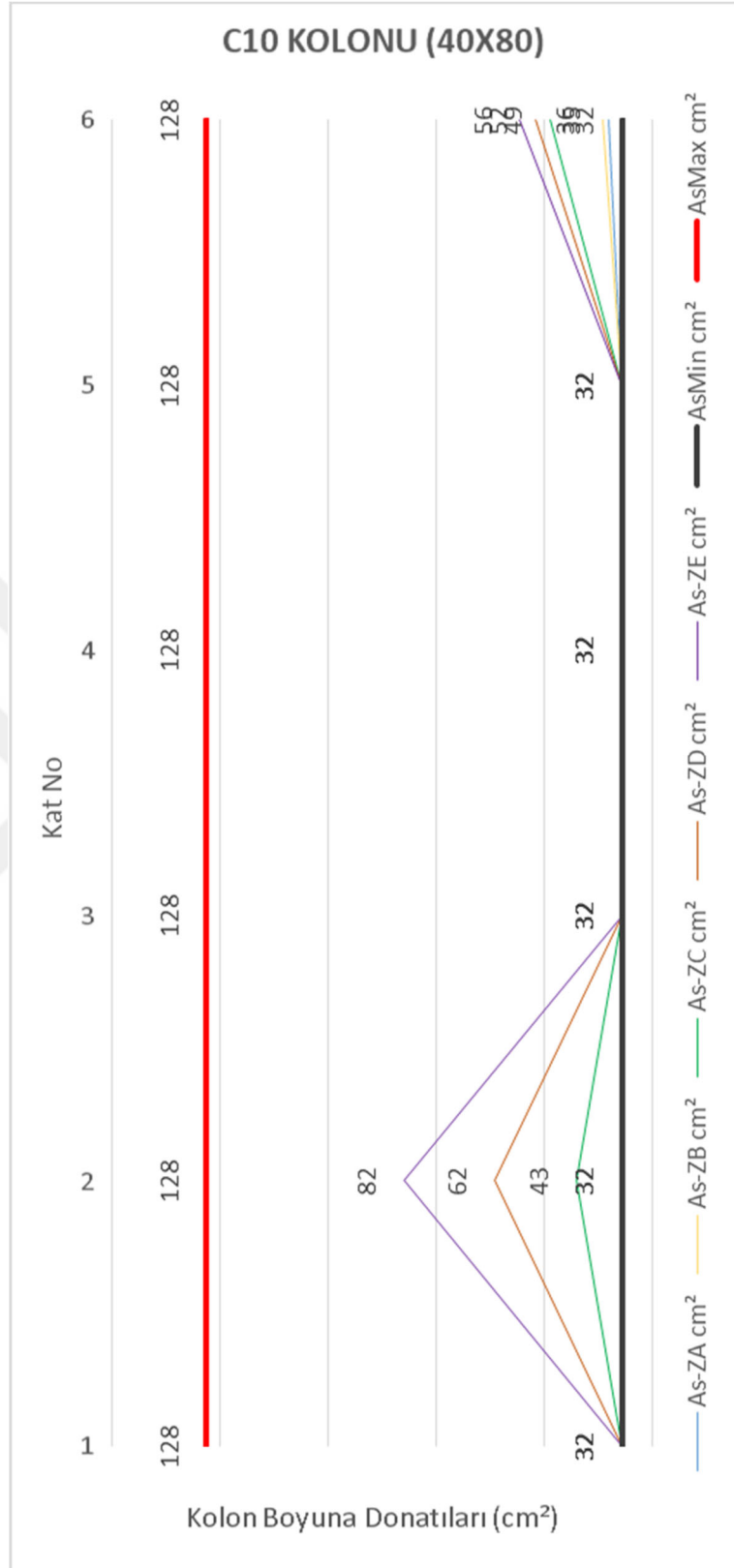
**Şekil 195.** C7 Kolon Boyuna Donatıları



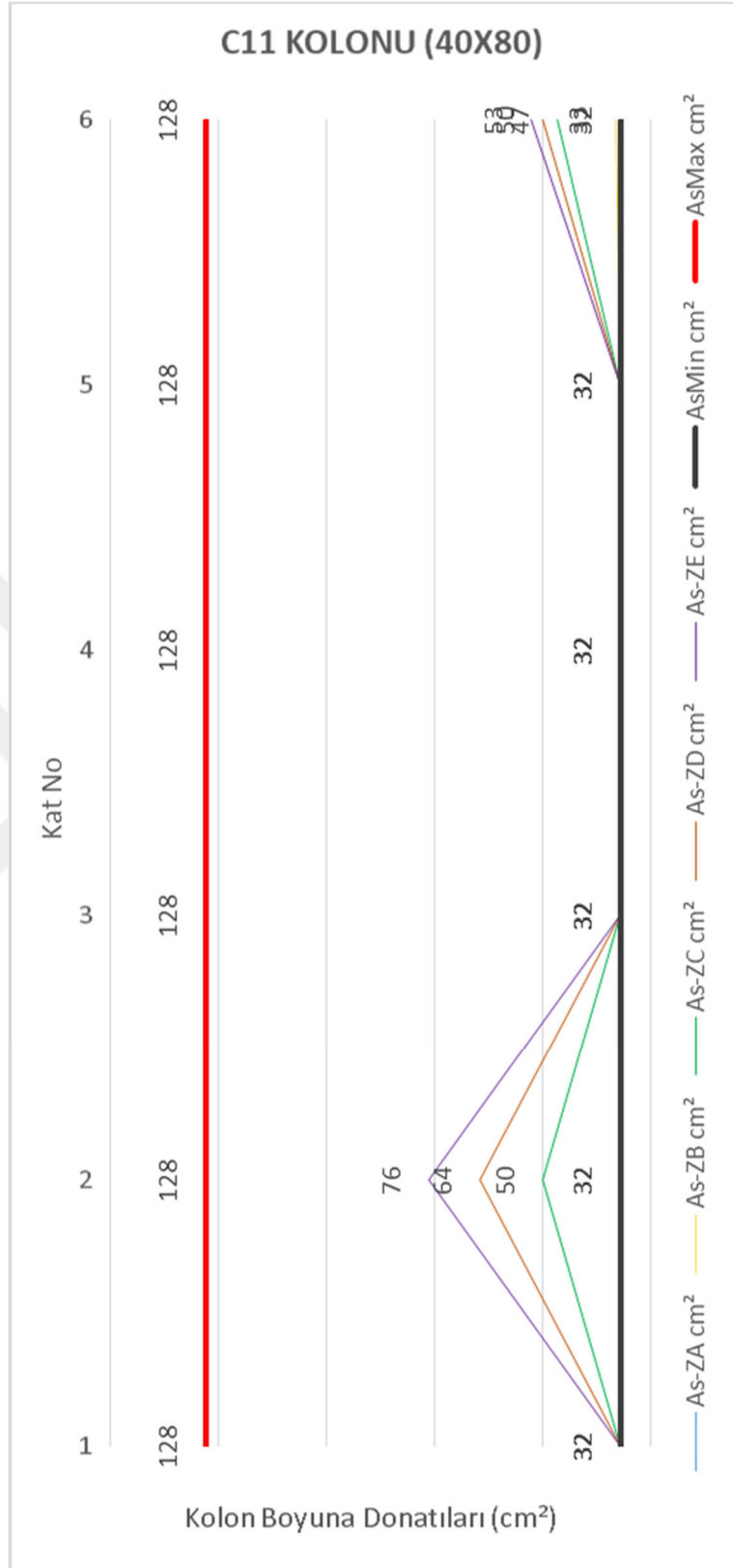
**Şekil 196.** C8 Kolon Boyuna Donatıları



**Şekil 197.** C9 Kolon Boyuna Donatıları

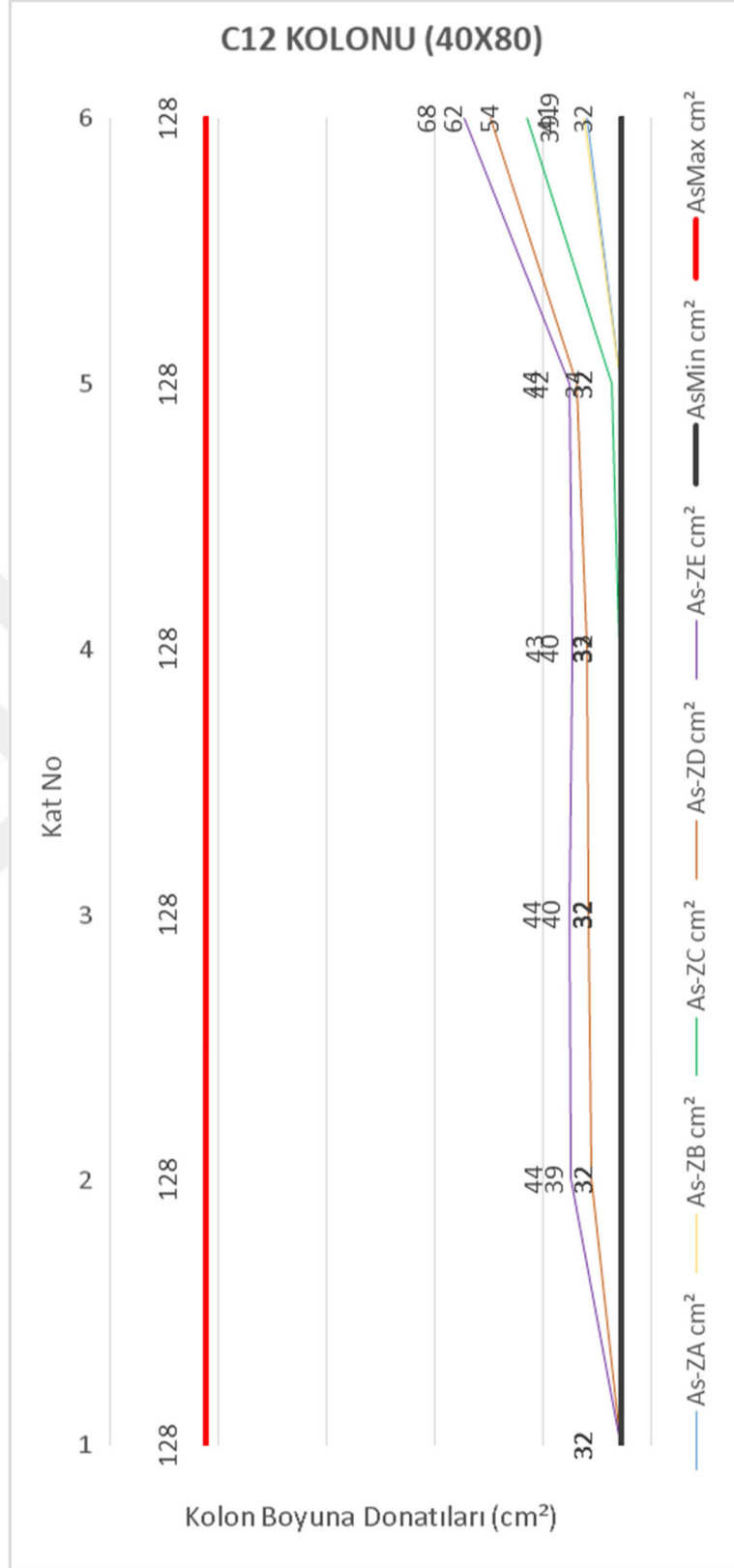


**Şekil 198.** C10 Kolon Boyuna Donatıları

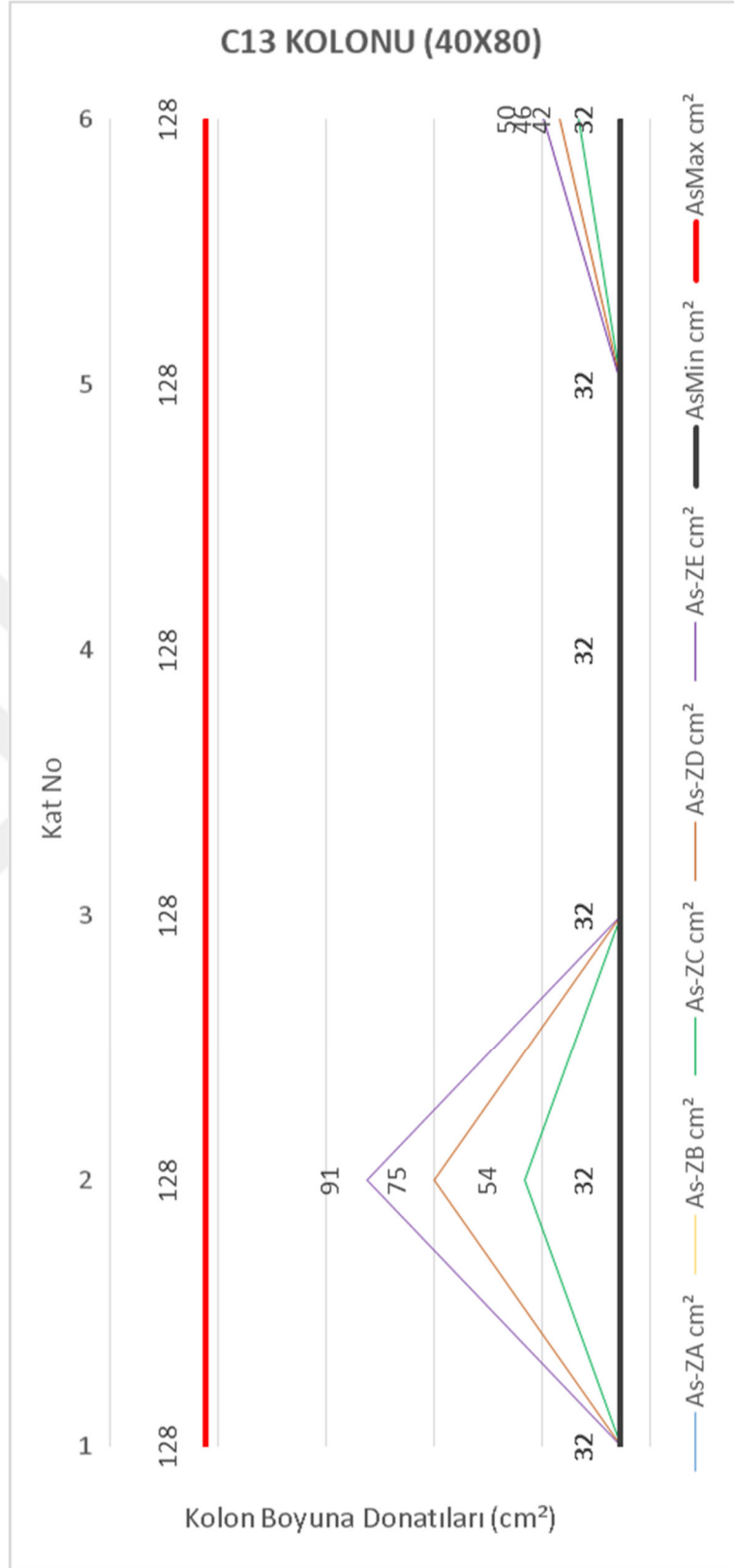


**Şekil 199.** C11 Kolon Boyuna Donatıları

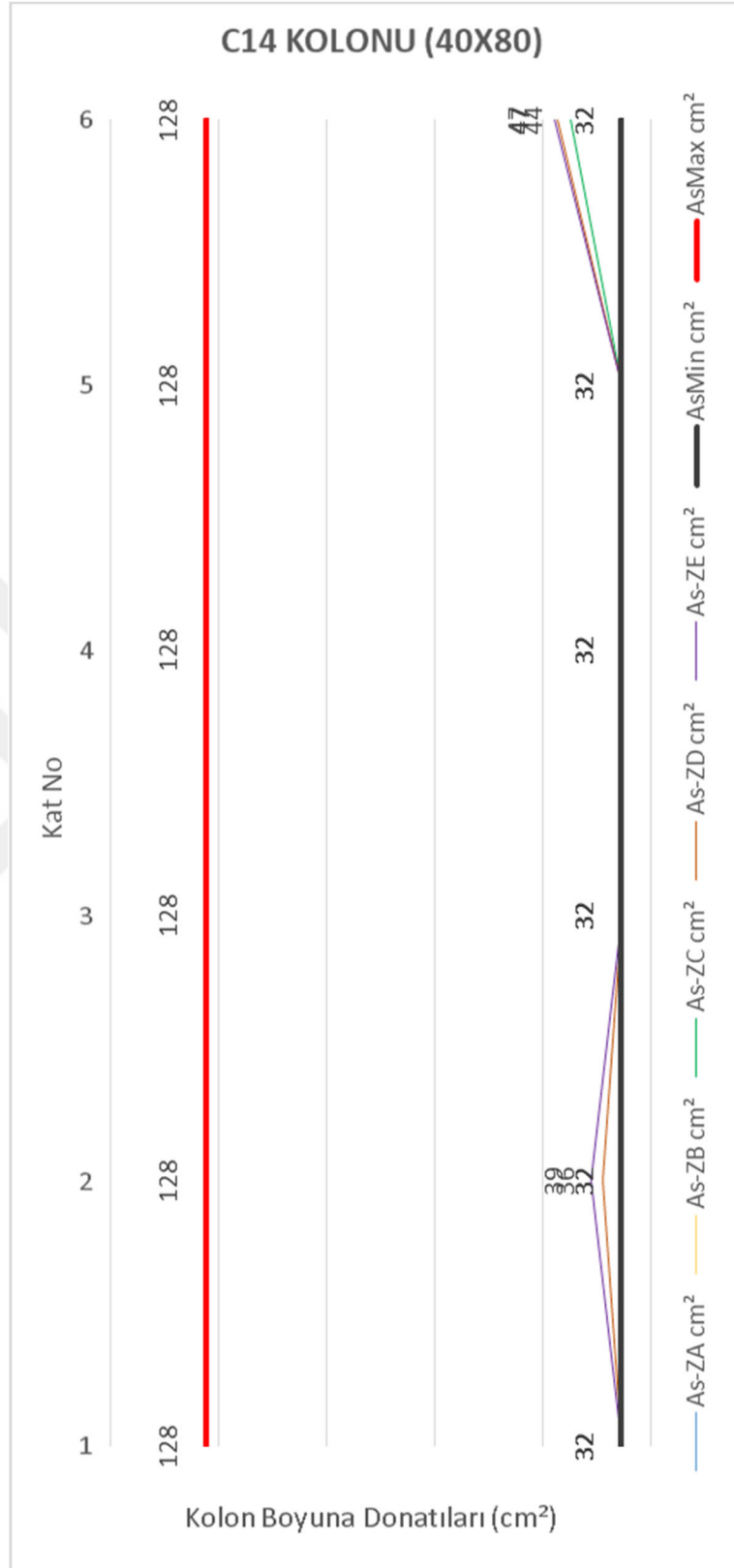




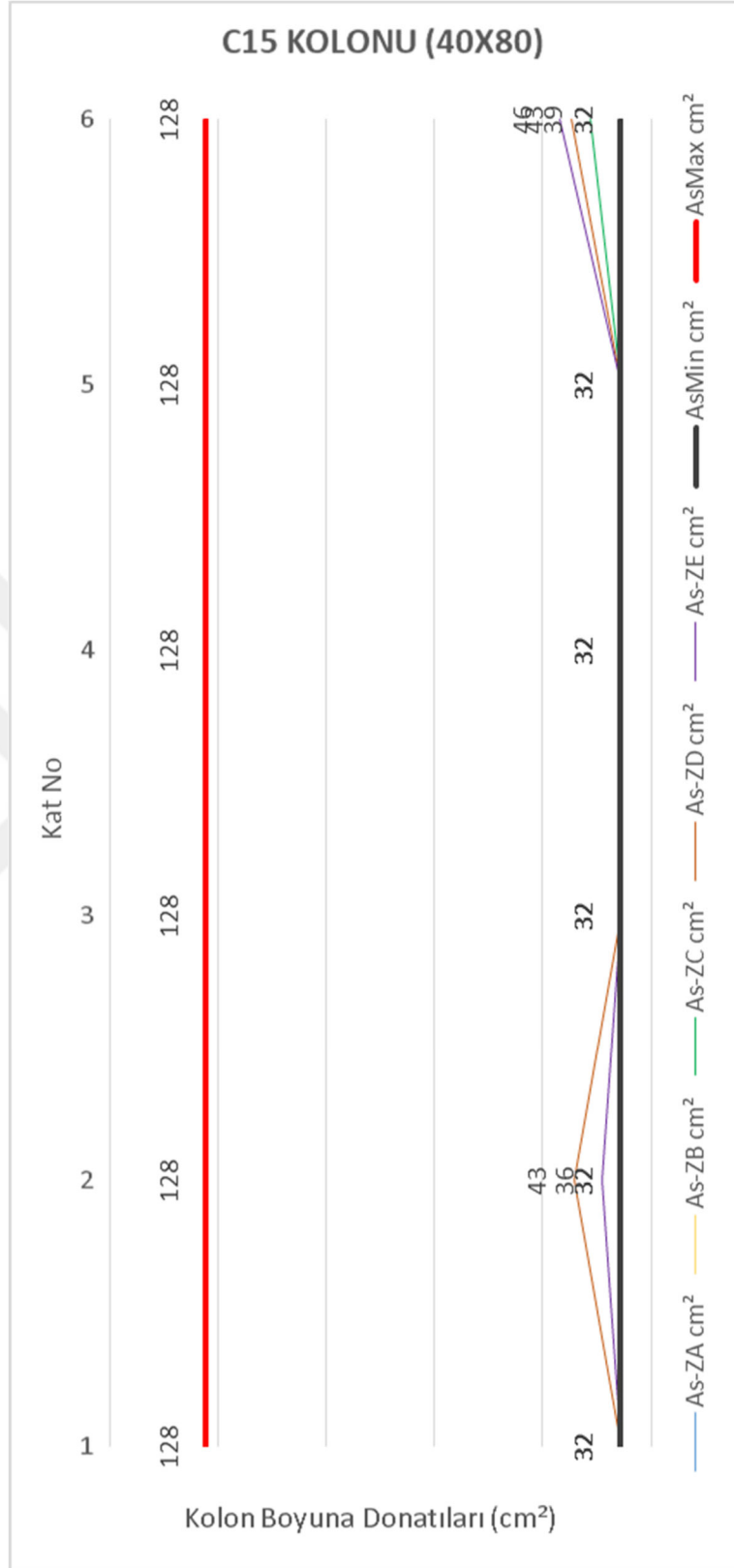
**Şekil 200.** C12 Kolon Boyuna Donatıları



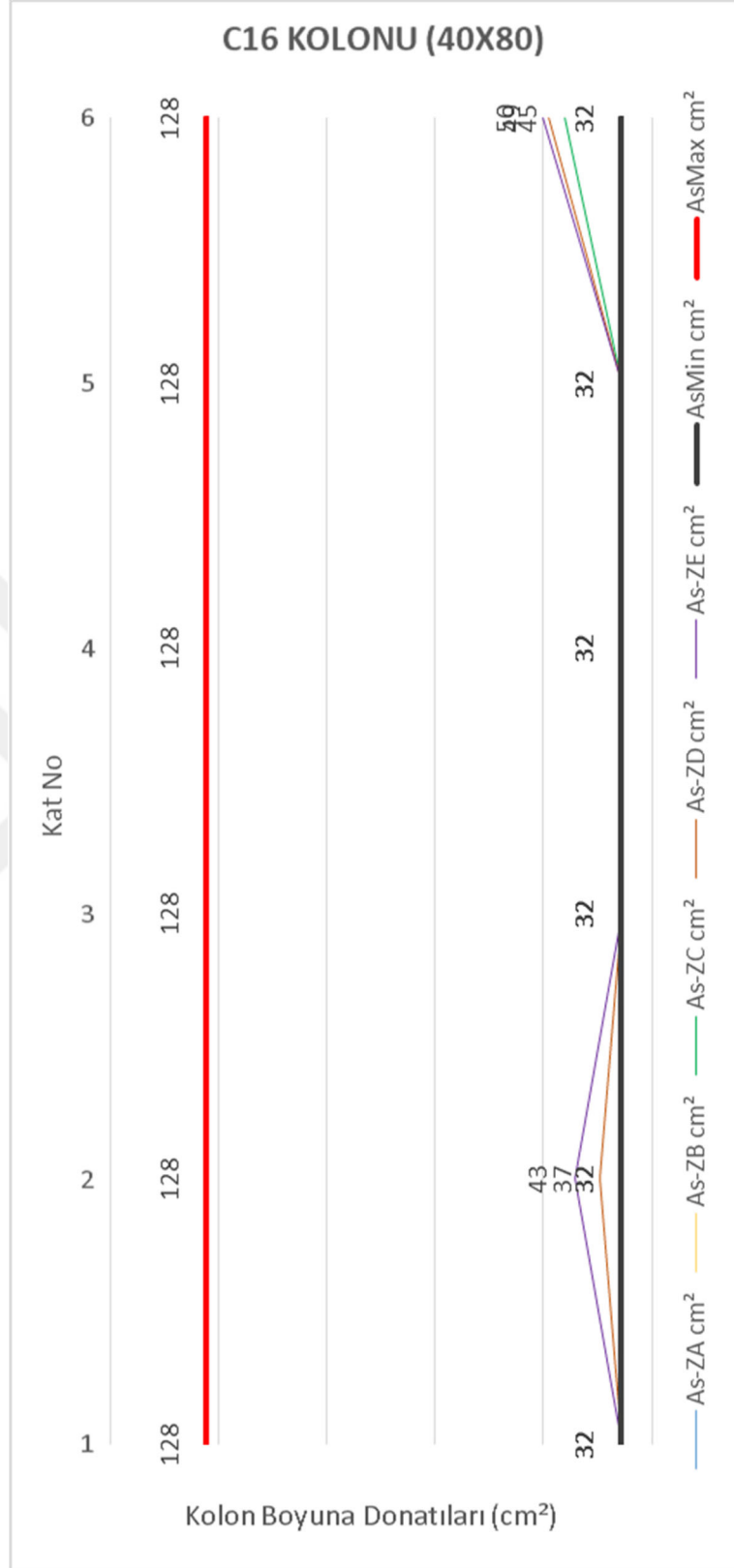
**Şekil 201.** C13 Kolon Boyuna Donatıları



**Şekil 202.** C14 Kolon Boyuna Donatıları

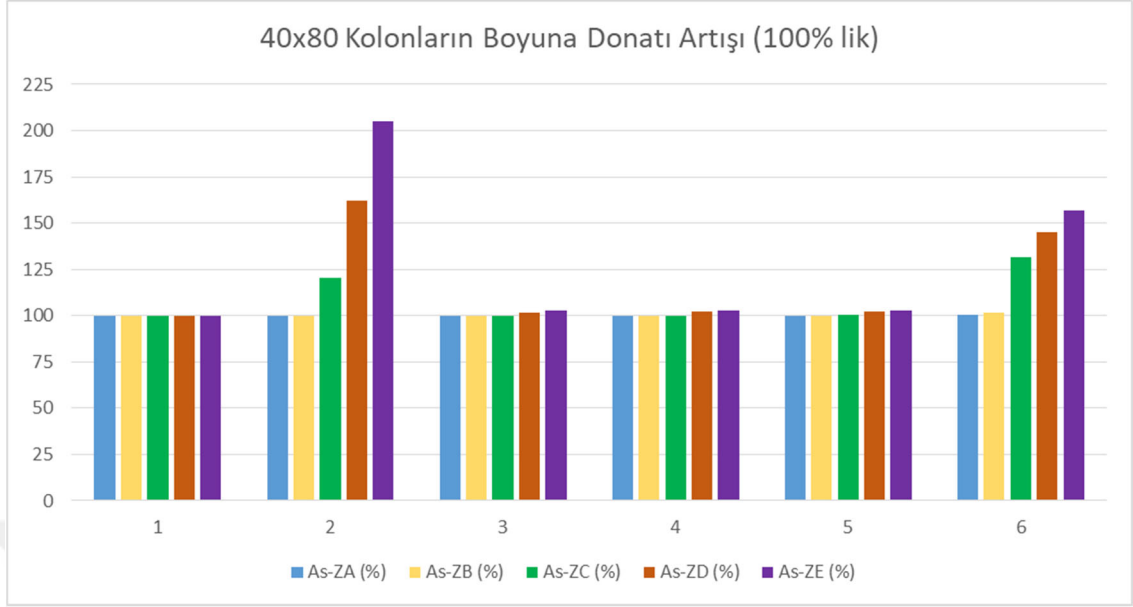


**Şekil 203.** C15 Kolon Boyuna Donatıları

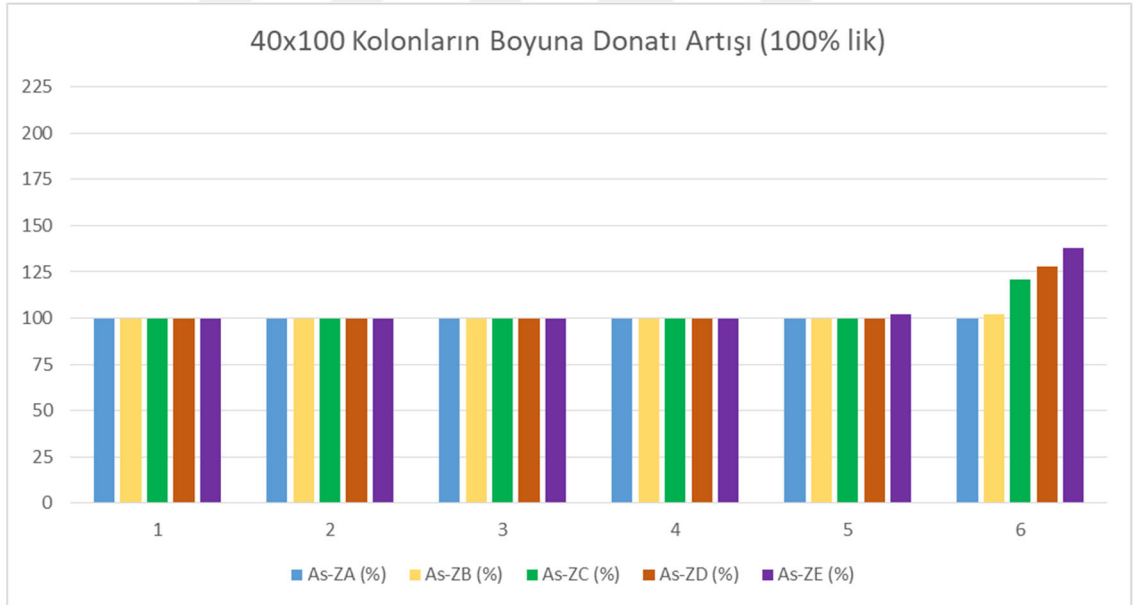


**Şekil 204.** C16 Kolon Boyuna Donatıları

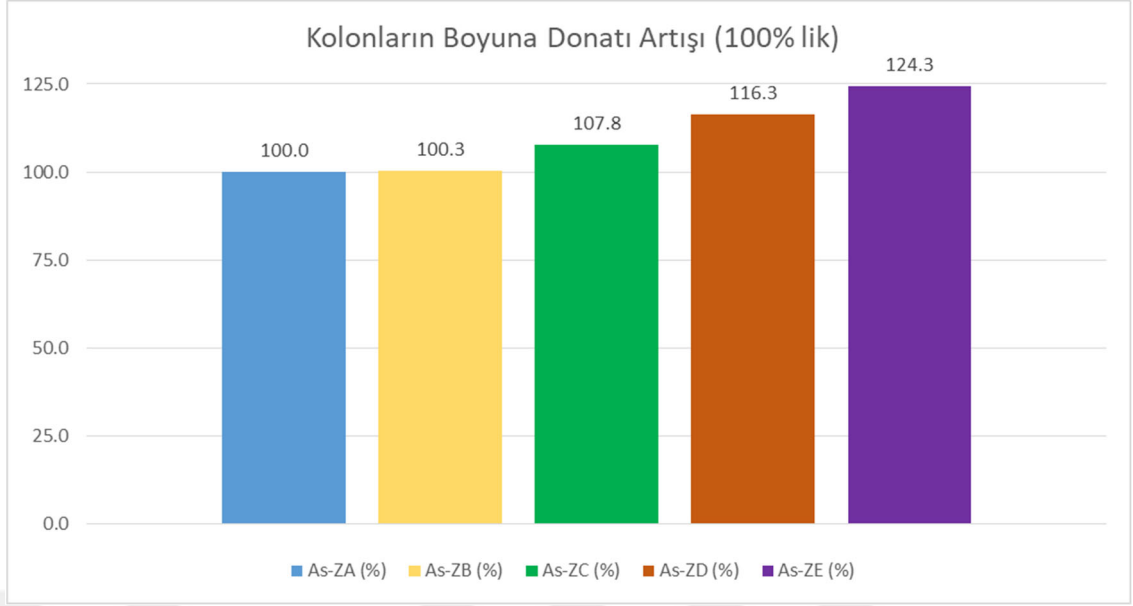
#### 4.7.2.3. Kolonların Boyuna Donatı Artışlarının Yüzdesi (%)



Şekil 205. 40x80 cm Kolonların Donatısındaki Artış Miktarı



Şekil 206. 40x100 cm Kolonların Donatısındaki Artış Miktarı



**Şekil 207.** Kolonların Donatısındaki Artış Miktarı

Zayıf zemine doğru gidildikçe kolonların boyuna donatılarında artışlar görülmüştür. Özellikle zemin kat seviyesinde (kritik kat) kolon donatılarında yüksek artışlar görülmüştür. Kolon donatıları; ZA zemine göre, ZE zeminde %24.3, ZD zeminde %16.3, ZC zeminde %7.8 ve ZB zeminde %0.3 oranında artış göstermiştir.

## 4.8. Deprem Perdelerinin (Çekirdek Perdeler) İncelenmesi

### 4.8.1. Deprem (Çekirdek) Perdelerin Boyut ve Donatılarının Belirlenmesinin Kuralları

Deprem (Çekirdek) perdelerin tasarımında TBDY-2018 7.6'daki süneklik düzeyi yüksek perde koşullarına ve aşağıda verilen kurallara uyulmuştur.

- Perdeler, kesit hesapları bakımından aksi gerekmediği sürece, minimum 30 cm kalınlıkta seçilmiştir.
- Perdelerin en kesit boyutları, düşey sabit ve hareketli yükler ile depremin ortak etkisi altında,  $G + Q \pm E$  yüklemesi için  $A_{cp} > N_{dm} / (0.35f_{ck})$  koşulunu sağlayacaktır. Burada E, birleşik deprem etkisini ( $E_x + 0.3E_y$  ve  $E_y + 0.3E_x$ ),  $N_{dm}$  bu yüklemeden oluşan aksel kuvveti,  $A_{cp}$  perde en kesit alanını ve  $f_{ck}$  betonun karakteristik basınç dayanımını göstermektedir.
- Perdelerin boyuna donatıları, perdelerine gelen momentler ile belirlenmiştir.
- Tasarım Kesme kuvvetleri, depremden hesaplanan yüklerin boşluksuz perdeler için tanımlanan  $1.2 \cdot D$  katsayısıyla büyütülmesiyle belirlenmiştir. Enine donatılar, hesaplanan tasarım kesme kuvveti altında TBDY-2018 7.6.6 ve 7.6.7'ye uygun olarak belirlenmiştir. Her bir perde koluna gelen kesmelere göre tasarım yapılmıştır.
- Perde kesitlerinin kesme dayanımı,  $V_r$ , Denk. (4) ile hesaplanmıştır. TBDY-2018 7.6.6.3'e göre,  $V_e$  tasarım kesme kuvveti Denk. (5)'de verilen koşulları sağlamıştır.

$$V_r = A_{ch}(0.65f_{ctd} + \rho_{sh}f_{ywd}) \quad (4)$$

$$V_e \leq V_r$$

$$V_e \leq 0.85A_{ch}\sqrt{f_{ck}} \quad (\text{Boşluksuz Perdeler}) \quad (5)$$

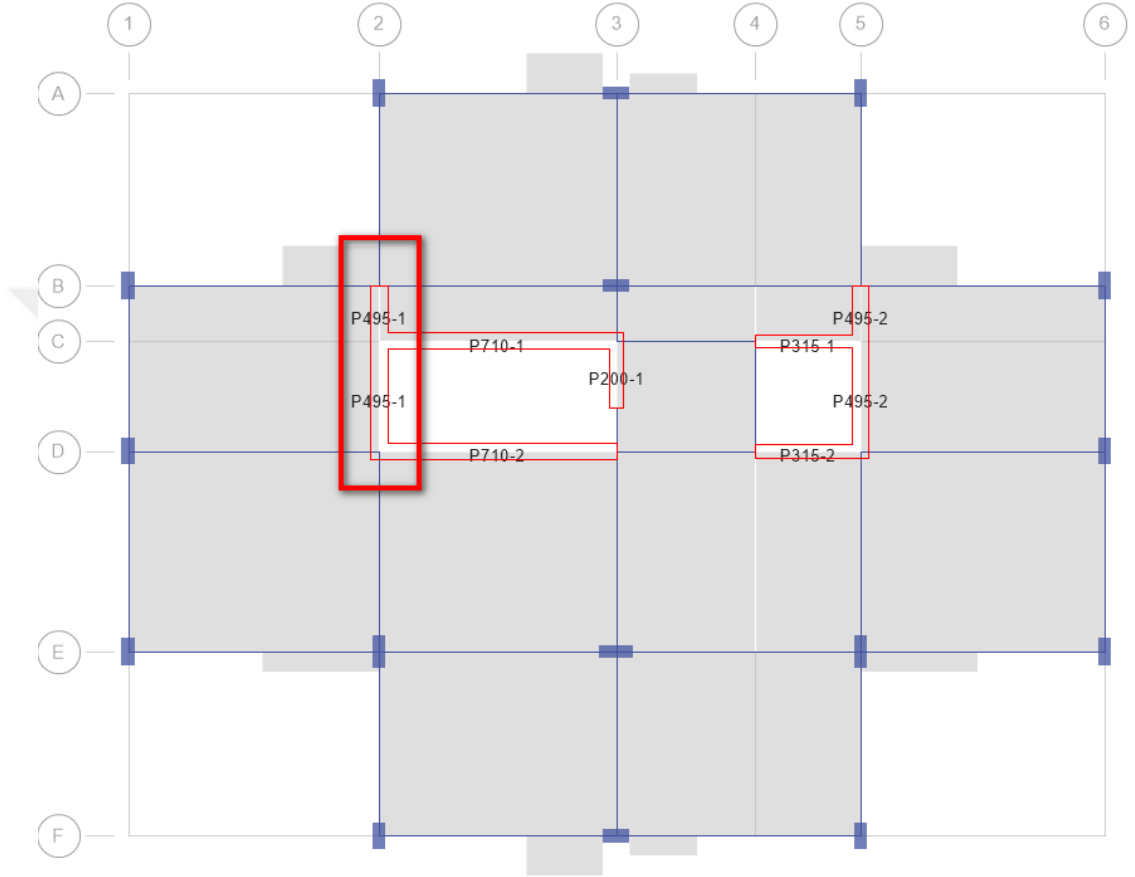
- Kesme tasarımında, Eğilme tasarımından farklı olarak çekirdek perdeleri her bir kola gelen kesme kuvvetlerinin belirlenebilmesi amacıyla, farklı pier isimleri atanmıştır.



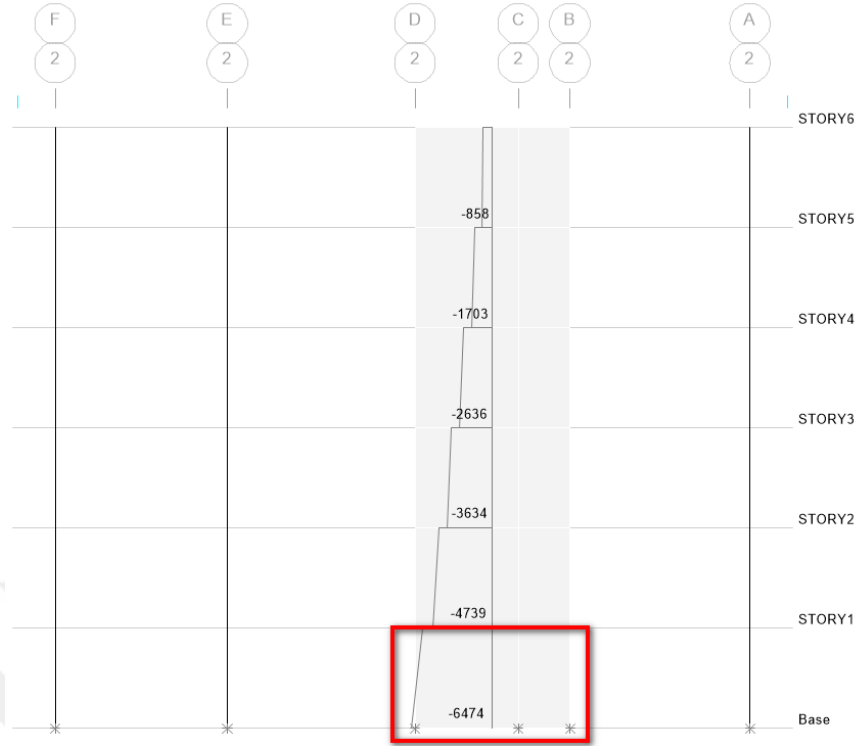
#### 4.8.1.1. Deprem (Çekirdek) Perdelerin Kalınlık Tahkiki

##### 4.8.1.1.1. Eksenel Yüke Göre Kalınlık Tahkiki

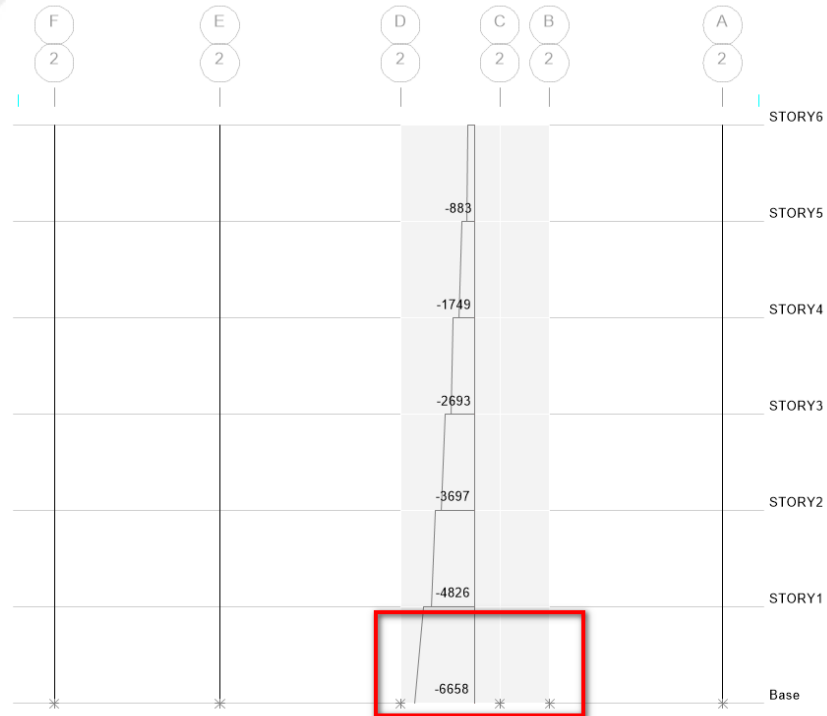
Örnek olarak 2 askı üzerindeki P495-1 isimli perde seçilmiş olup eksenel yük kontrolü yapılmıştır.



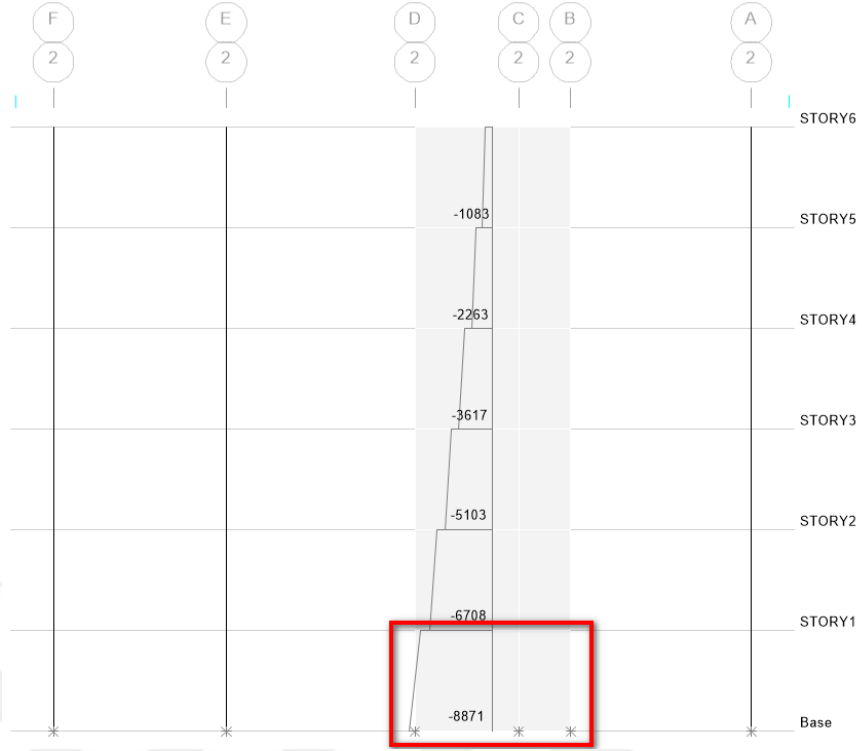
**Şekil 208.** P495-1 Perdesi Plan Görünümü



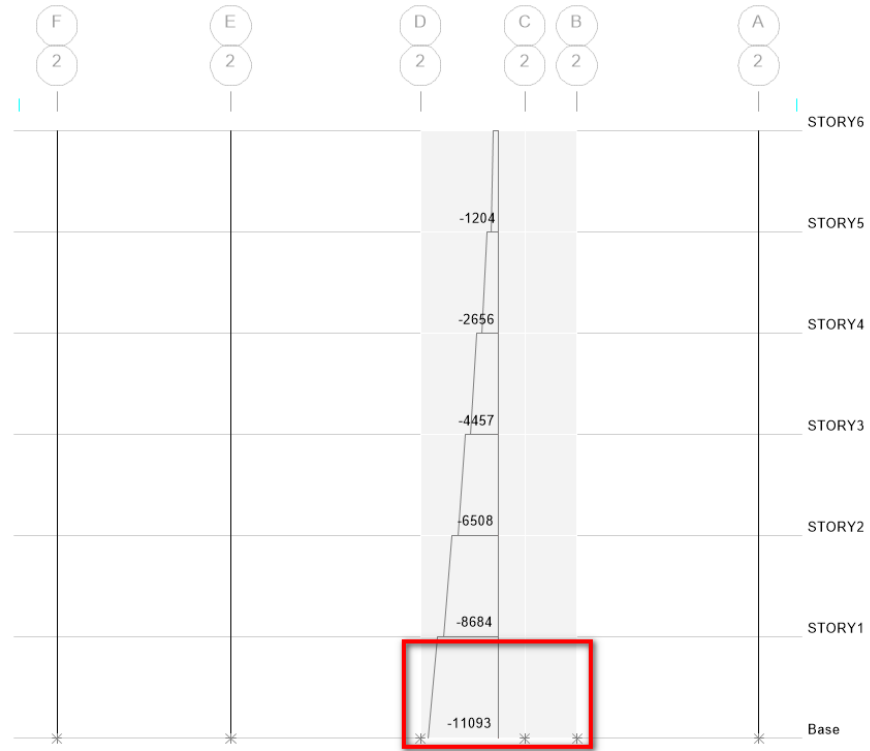
**Şekil 209.** P495-1 Perdesi ZA Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yüklér Etkisinde Kolon Aksenal Kuvveti (kN)



**Şekil 210.** P495-1 Perdesi ZB Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yüklér Etkisinde Kolon Aksenal Kuvveti (kN)



**Şekil 211.** P495-1 Perdesi ZC Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yükle Etkisinde Kolon Aksenal Kuvveti (kN)



**Şekil 212.** P495-1 Perdesi ZD Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlı Yükle Etkisinde Kolon Aksenal Kuvveti (kN)



**Şekil 213.** P495-1 Perdesi ZE Zemin Sınıfında Düşey ve Depremlî Yükler Etkisinde Kolon Eksenel Kuvveti (kN)

P495-1 PERDESİ ZA ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.35
bw	30
lw	495
KAPASİTE (kN)	15593
GELEN KUVVET - Nd (kN)	6474
ORAN	<b>0.145</b>

P495-1 PERDESİ ZB ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.35
bw	30
lw	495
KAPASİTE (kN)	15593
GELEN KUVVET - Nd (kN)	6658
ORAN	<b>0.149</b>

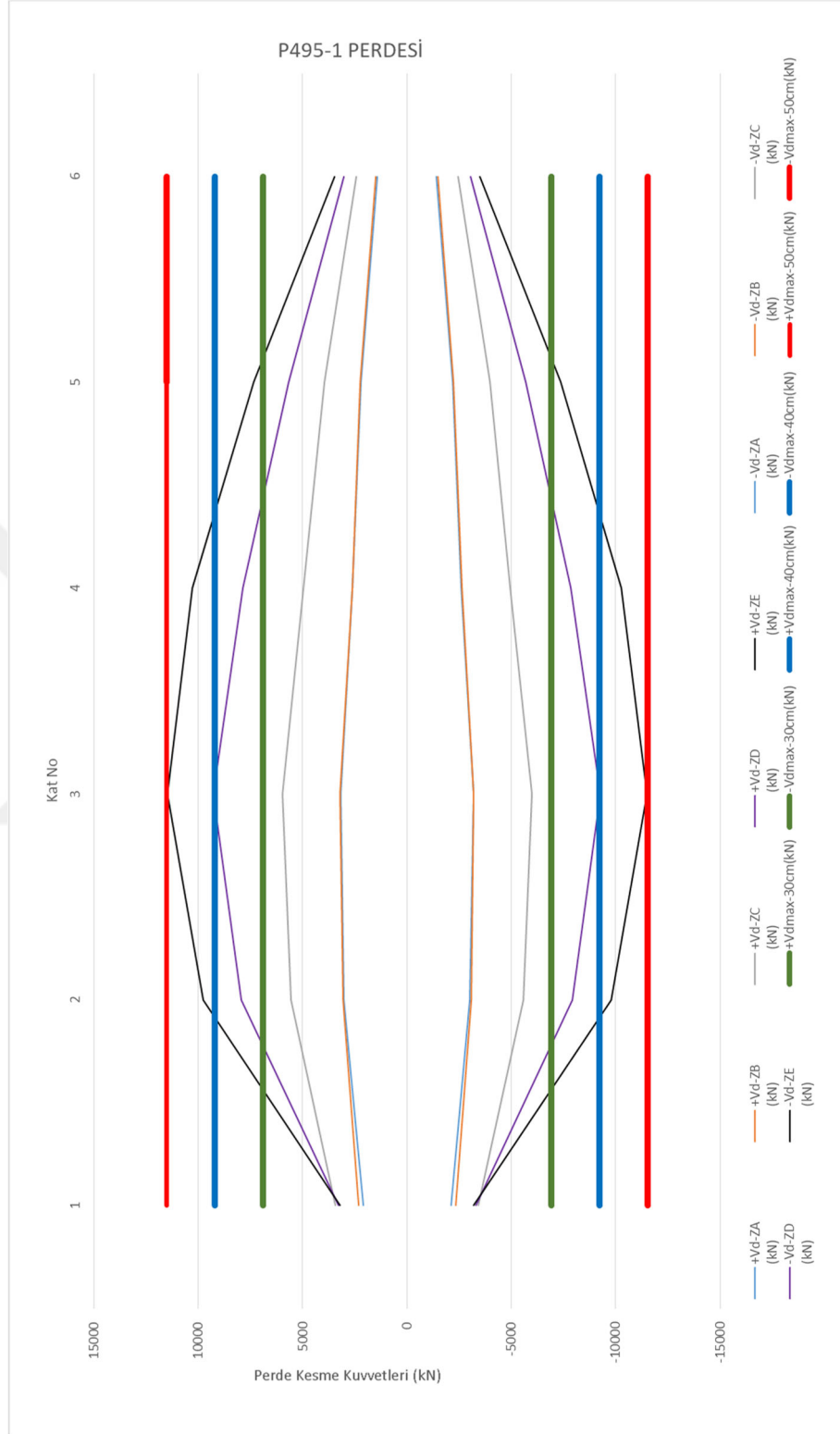
P495-1 PERDESİ ZC ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.35
bw	30
lw	495
KAPASİTE (kN)	15593
GELEN KUVVET - Nd (kN)	8871
ORAN	<b>0.199</b>

P495-1 PERDESİ ZD ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.35
bw	30
lw	495
KAPASİTE (kN)	15593
GELEN KUVVET - Nd (kN)	11093
ORAN	<b>0.249</b>

P495-1 PERDESİ ZE ZEMİNDE EKSENEL YÜK KONTROLÜ	
BETON (MPa)	30
KATSAYI	0.35
bw	30
lw	495
KAPASİTE (kN)	15593
GELEN KUVVET - Nd (kN)	13196
ORAN	<b>0.296</b>

**Şekil 214.** P495-1 Perdesinin 30 cm Kalınlığında Olması Durumu

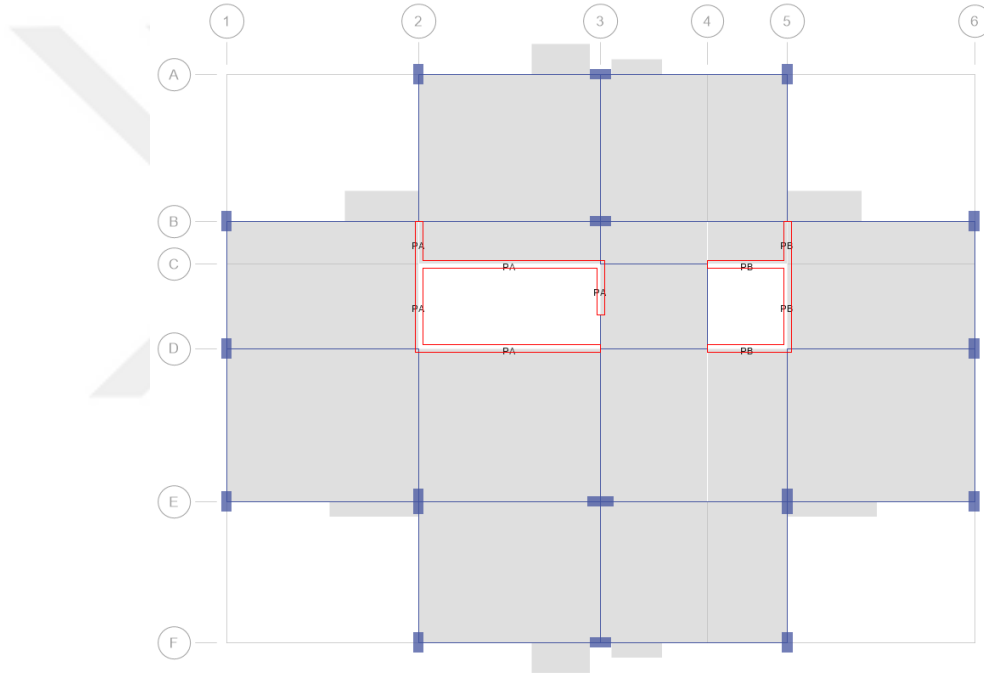
4.8.1.1.2. Kesme Kuvvetine Göre Kalınlık Tahkiki



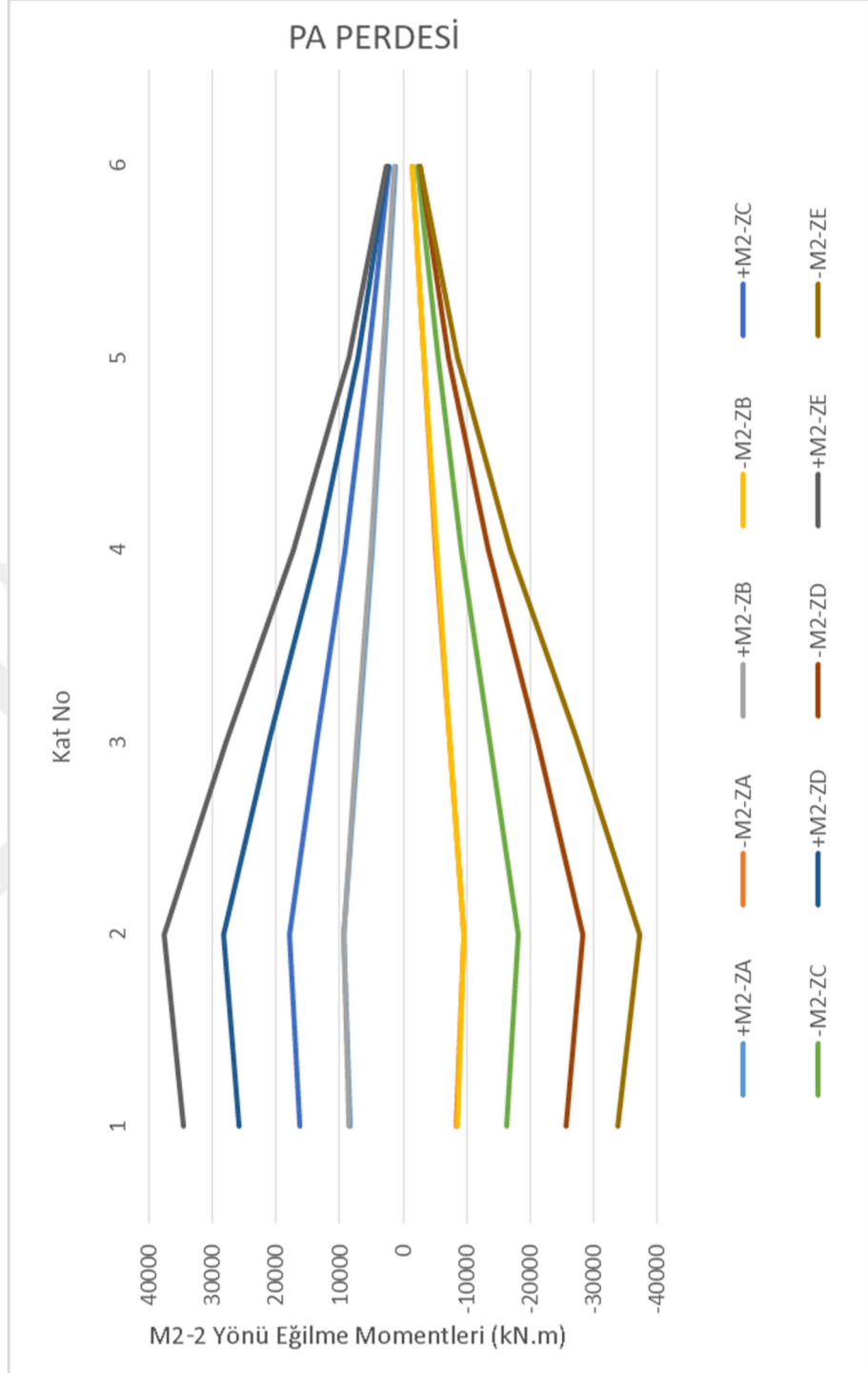
Şekil 215. P495-1 Perdesinin Kesme Kuvvetleri

Eksenel yük kontrolünde tüm zeminlerdeki binalar için 30cm perde kalınlıkları yeterli olmuştur. Fakat kesme kuvveti tahkikinde Şekil 215’de görüldüğü gibi ZA, ZB ve ZC zeminlerde perde kalınlığı olarak 30 cm yeterli olurken ZD zeminde 40 cm ve ZE zeminde ise 50 cm perde kalınlığı yeterli olmaktadır. ZA, ZB ve ZC zeminlerdeki binalar için 30 cm kalınlığında deprem (çekirdek) perdeleri seçilmiştir. ZD zemindeki bina için 40 cm kalınlığında deprem (çekirdek) perdeleri seçilmiştir. ZE zemindeki bina için 50 cm kalınlığında deprem (çekirdek) perdeleri seçilmiştir.

#### 4.8.2. Deprem Perdelerinin (Çekirdek Perdelerin) Moment Grafikleri

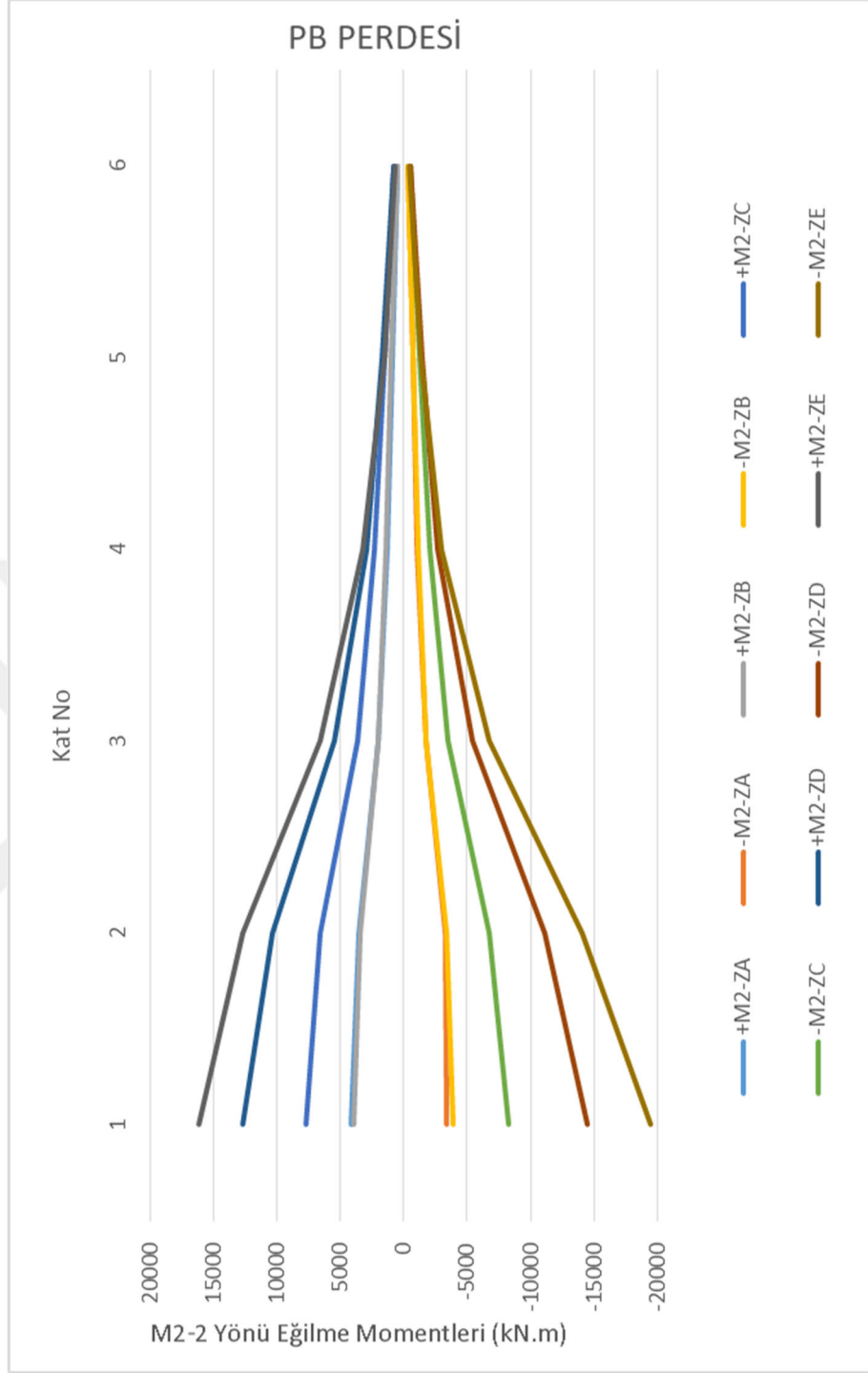


Şekil 216. Boyuna Donatı İçin Perde Pier İsimleri

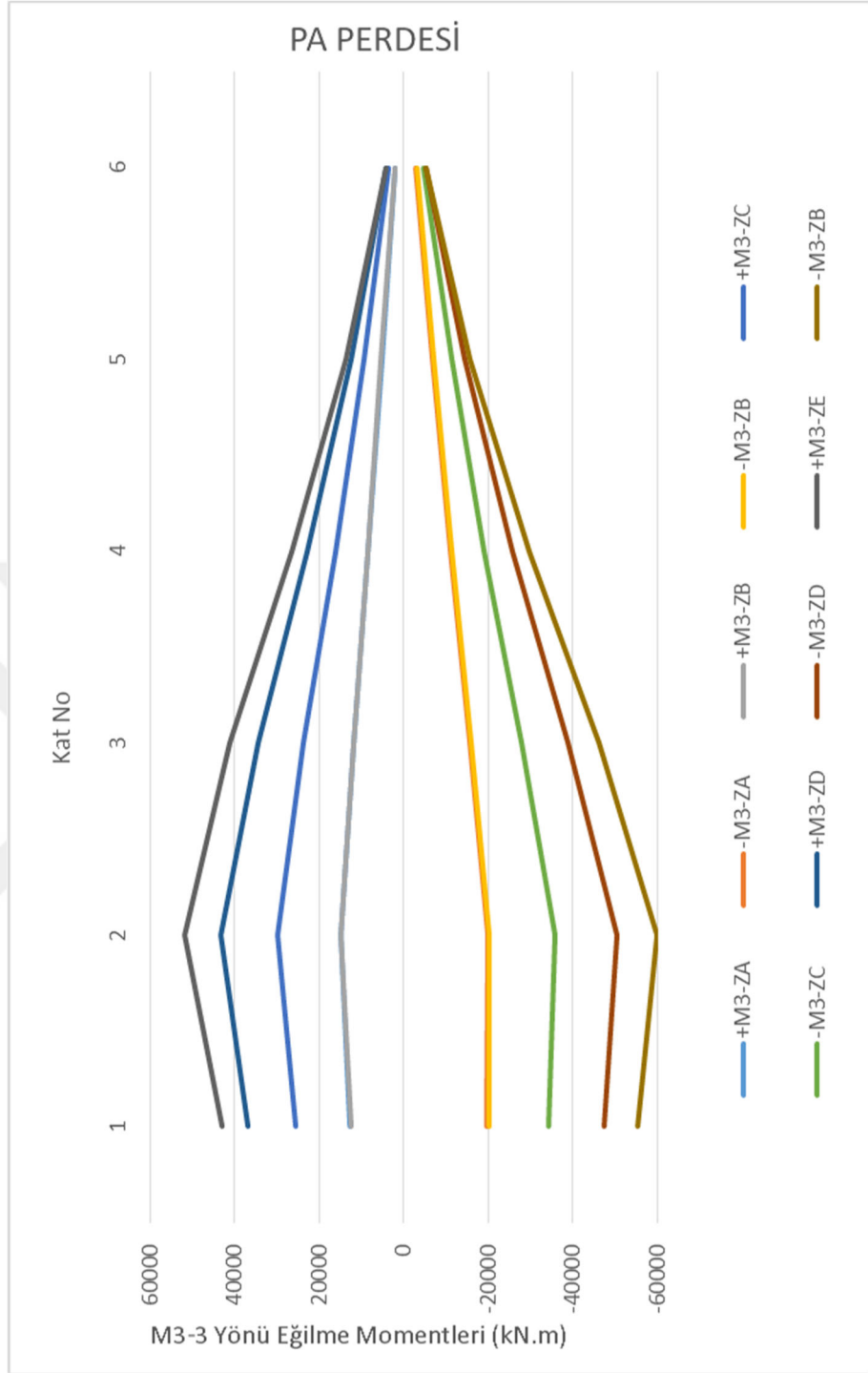


**Şekil 217.** PA Perdesi M2-2 Moment Diyagramları

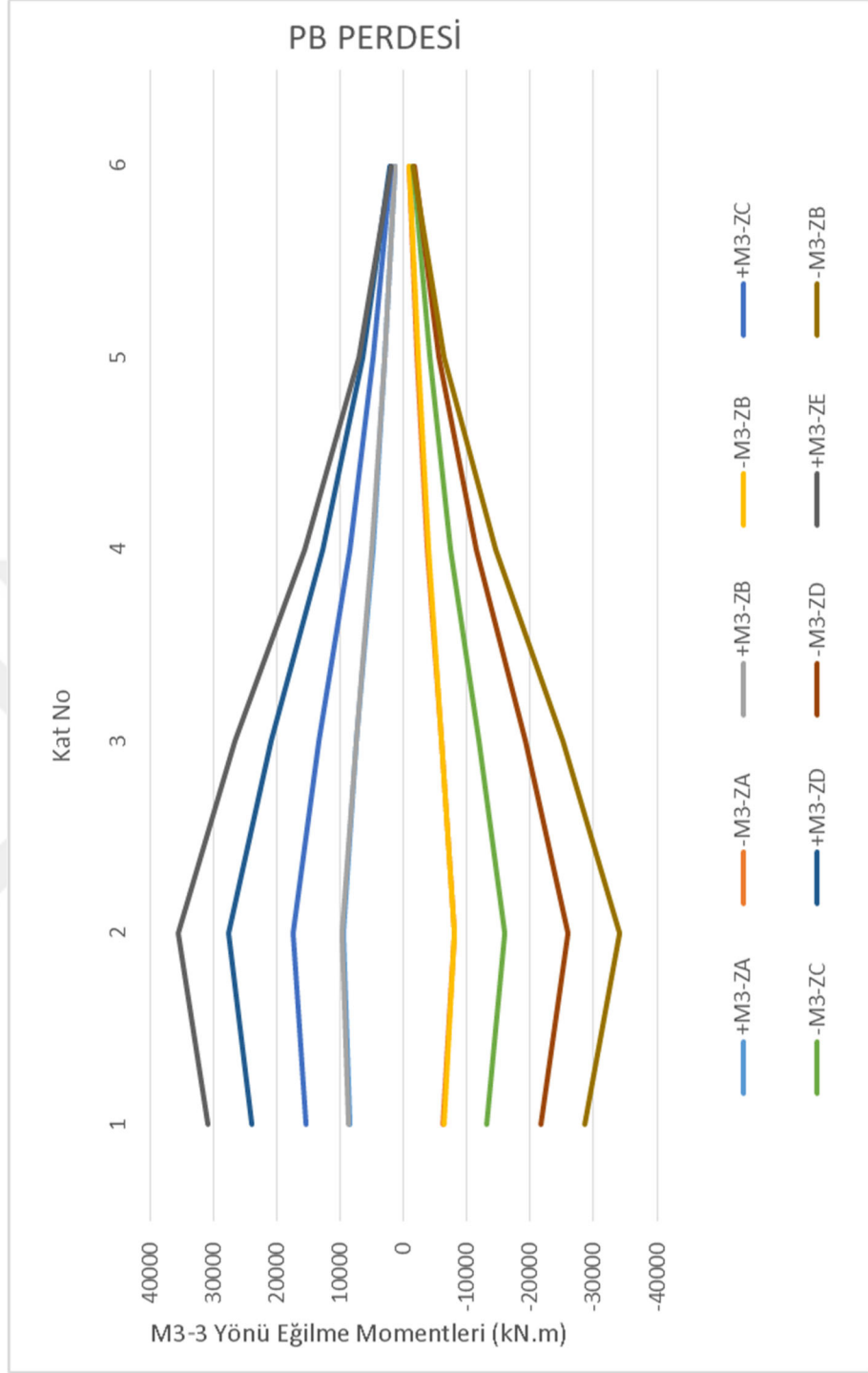




**Şekil 218.** PB Perdesi M2-2 Moment Diyagramları

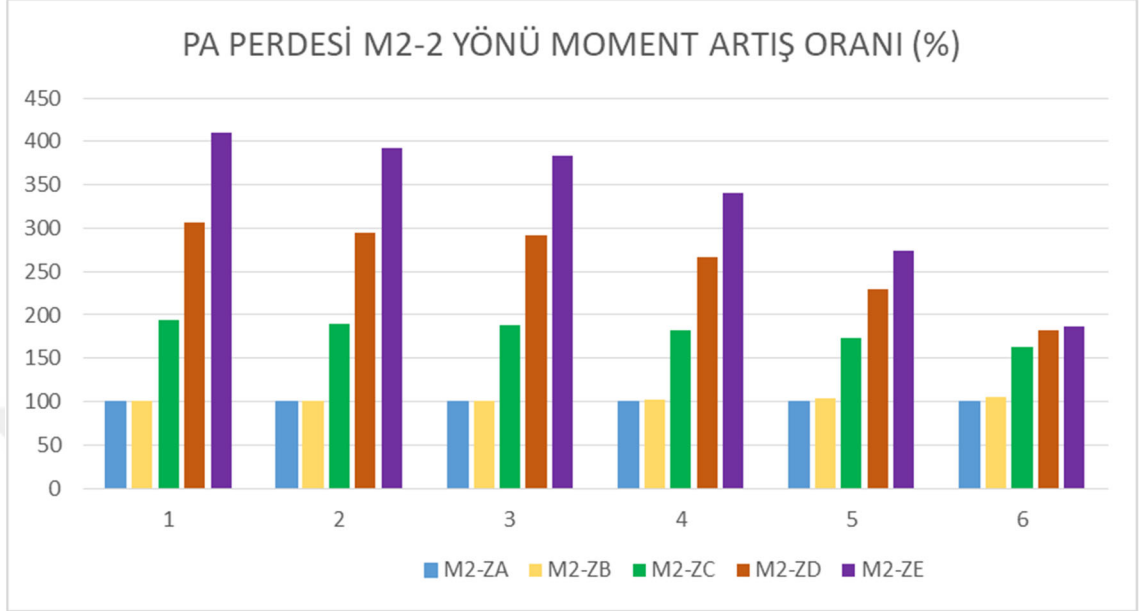


**Şekil 219.** PA Perdesi M3-3 Moment Diyagramları

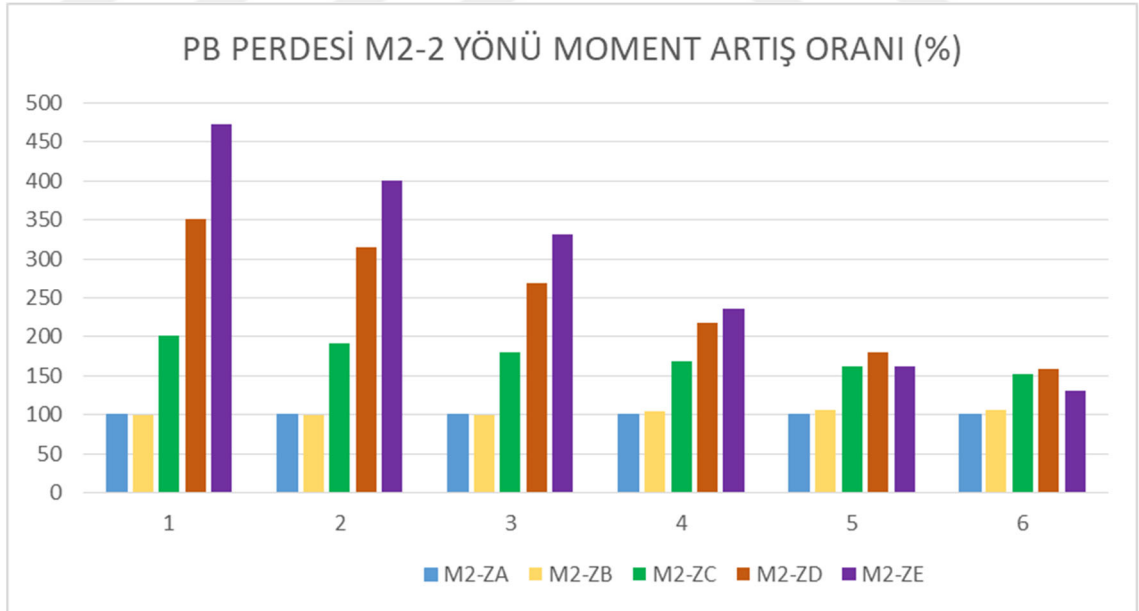


**Şekil 220.** PB Perdesi M3-3 Moment Diyagramları

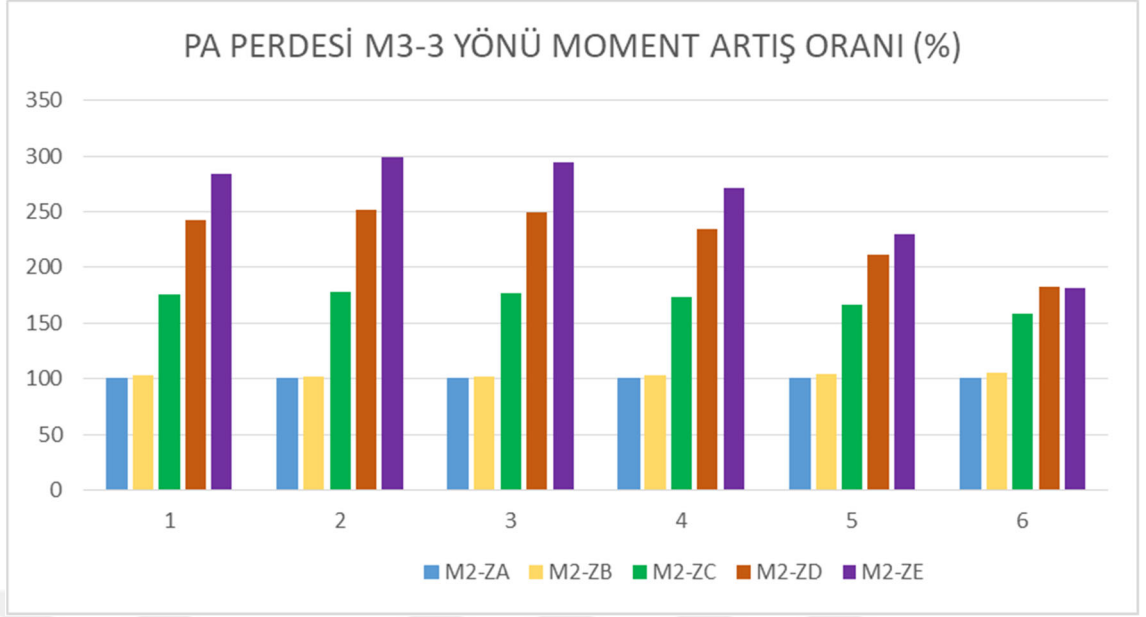
#### 4.8.3. Deprem Perdelerinin (Çekirdek Perdelerin) Moment Artışları – Boyuna Donatı Artış Oranları



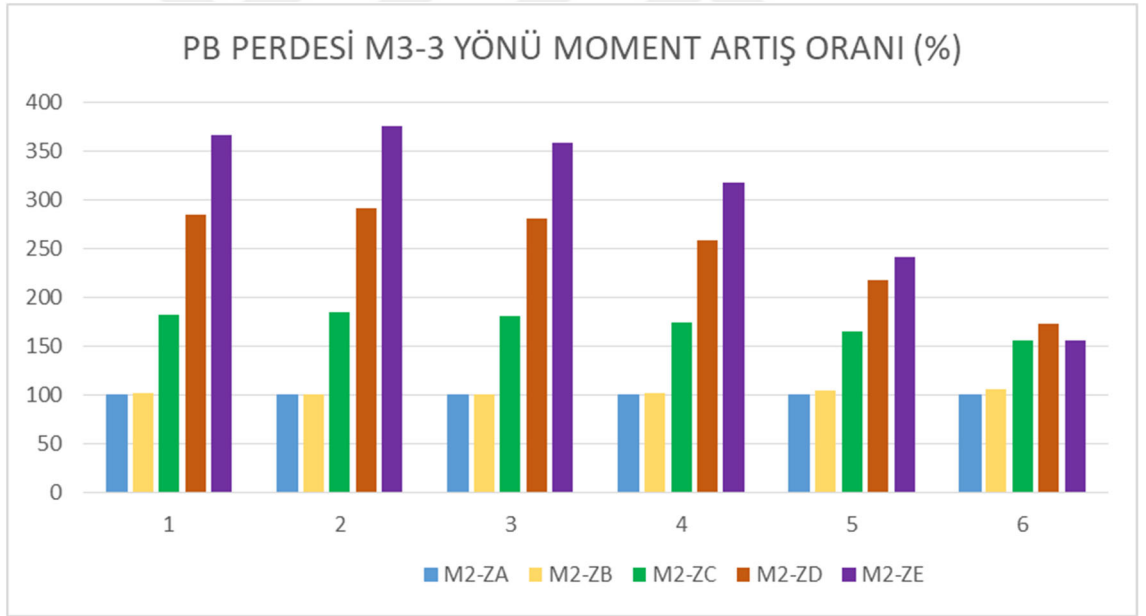
Şekil 221. PA Perdesi M2-2 Moment Artış Oranı



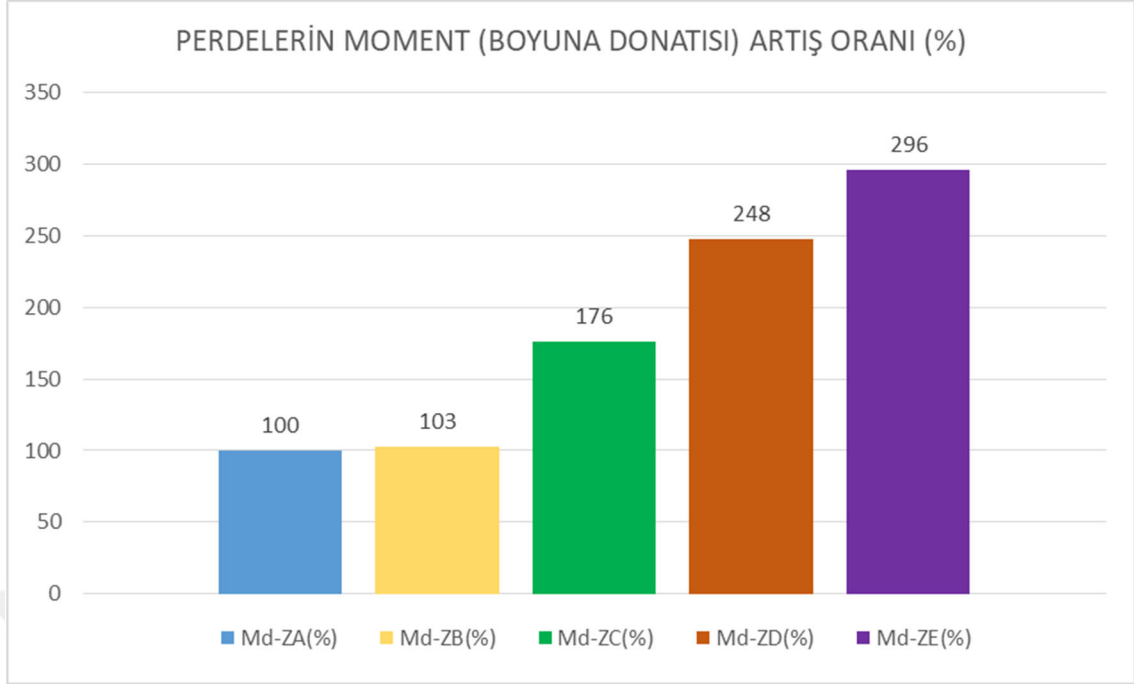
Şekil 222. PB Perdesi M2-2 Moment Artış Oranı



Şekil 223. PA Perdesi M3-3 Moment Artış Oranı



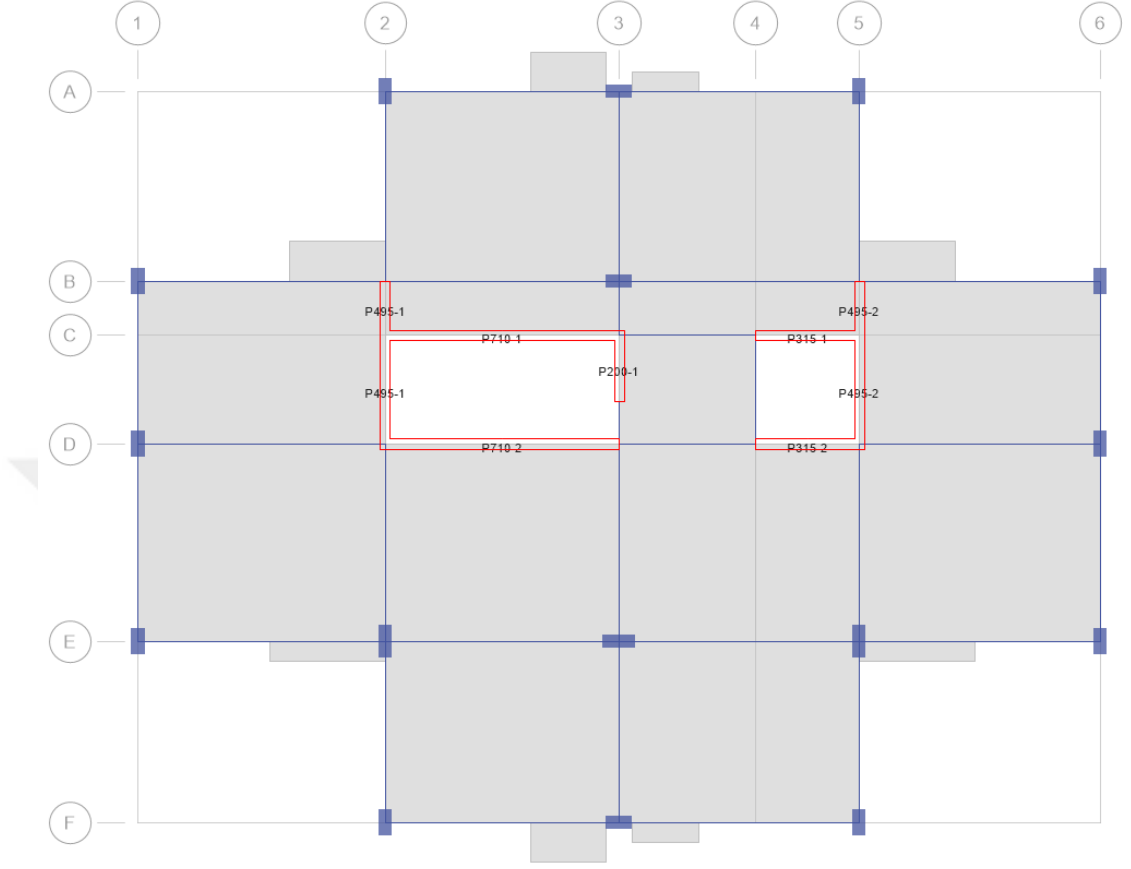
Şekil 224. PB Perdesi M3-3 Moment Artış Oranı



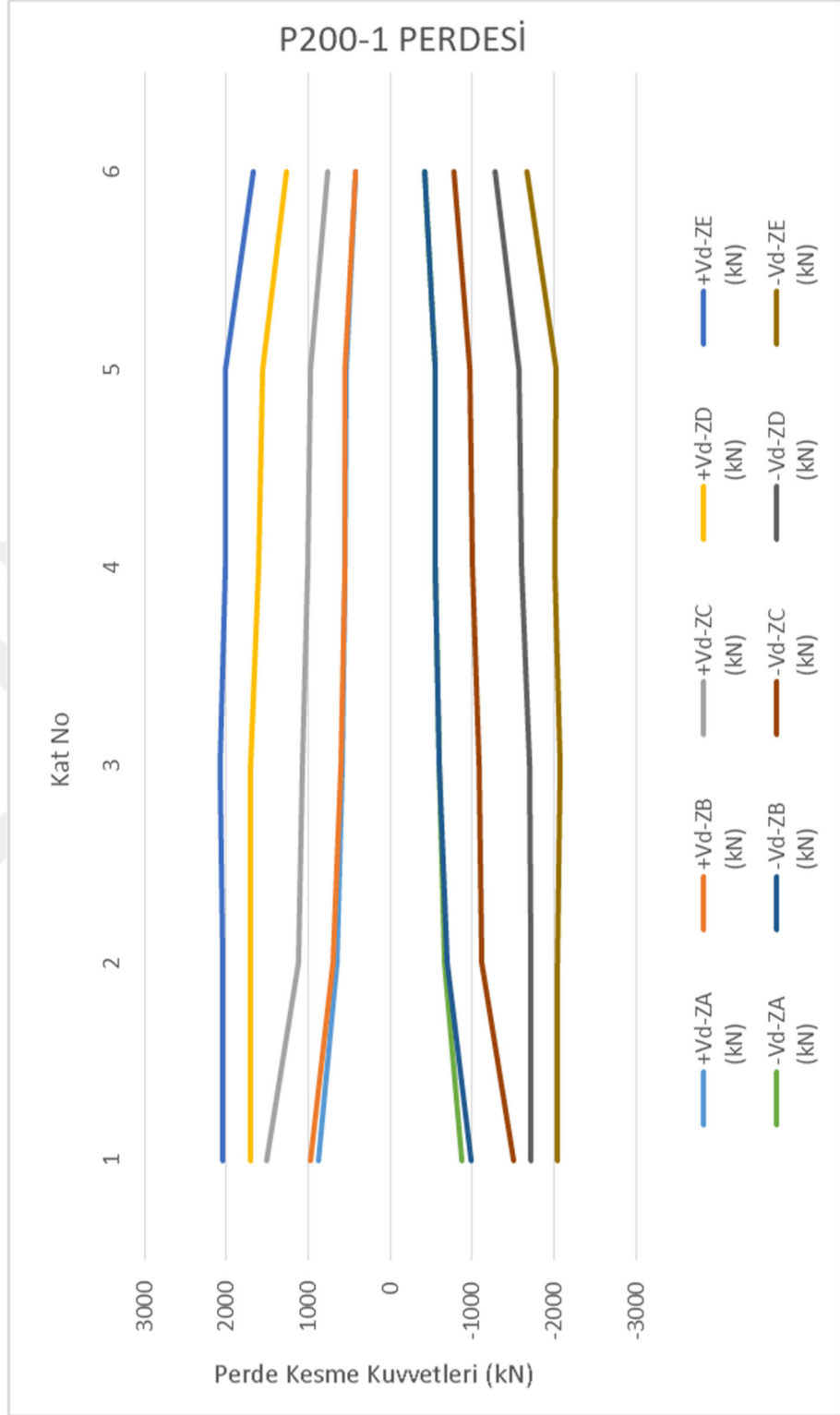
**Şekil 225.** Perdelerin Moment – Boyuna Donatı Artış Miktarı

Zayıf zemine doğru gidildikçe perdelerin moment diyagramlarında dolayısıyla boyuna donatı miktarlarında artışlar görülmüştür. Özellikle zemin kat seviyesinde (kritik kat) perde donatılarında yüksek artışlar görülmüştür. Perde boyuna donatıları; ZA zemine göre, ZE zeminde %196, ZD zeminde %148, ZC zeminde %76 ve ZB zeminde %3 oranında artış göstermiştir. Perdelerin boyuna donatılarındaki büyük artışın sebebi yapıya etkileyen deprem etkilerinin büyük bir bölümünü deprem perdelerinin karşılamasıdır. Bu nedenle yapılardaki deprem perdesi oranı, yapının depreme karşı dayanıklı olmasını doğrudan etkileyen en önemli yapı unsurudur.

#### 4.8.4. Deprem Perdelerinin (Çekirdek Perdelerin) Kesme Kuvveti Grafikleri

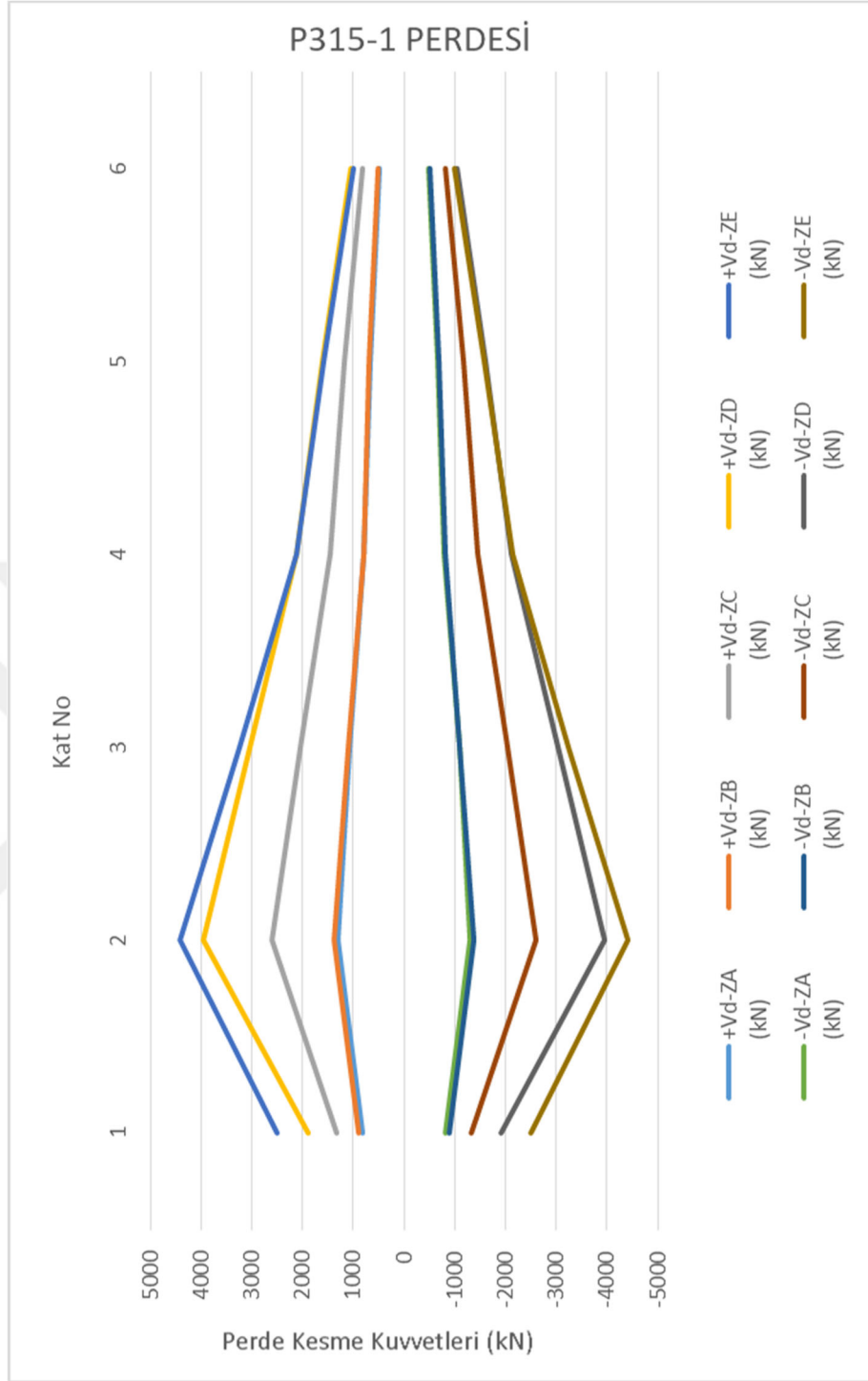


Şekil 226. Yatay Donatı İçin Perde Pier İsimleri

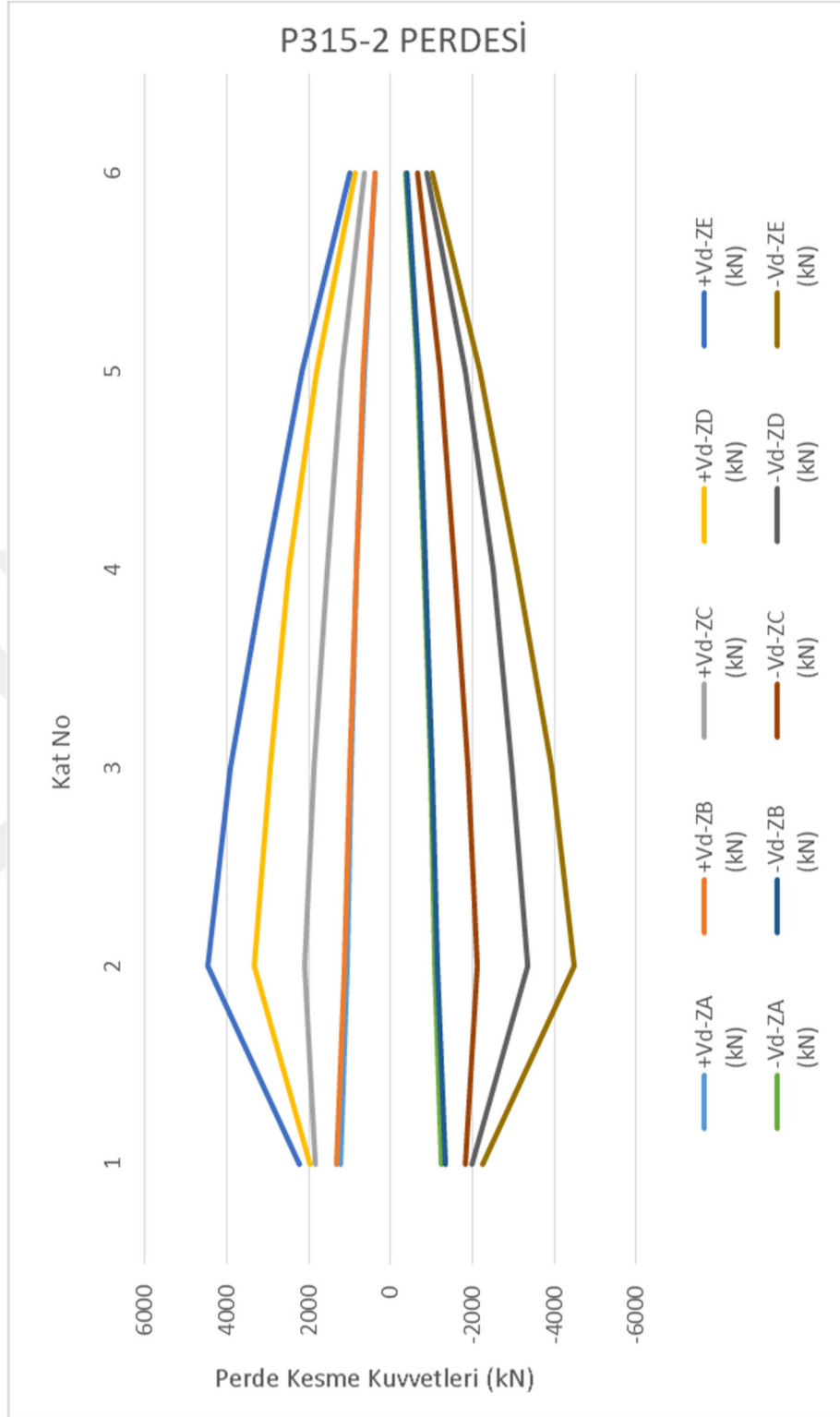


**Şekil 227.** P200-1 Perdesi Kesme Kuvveti Diyagramları

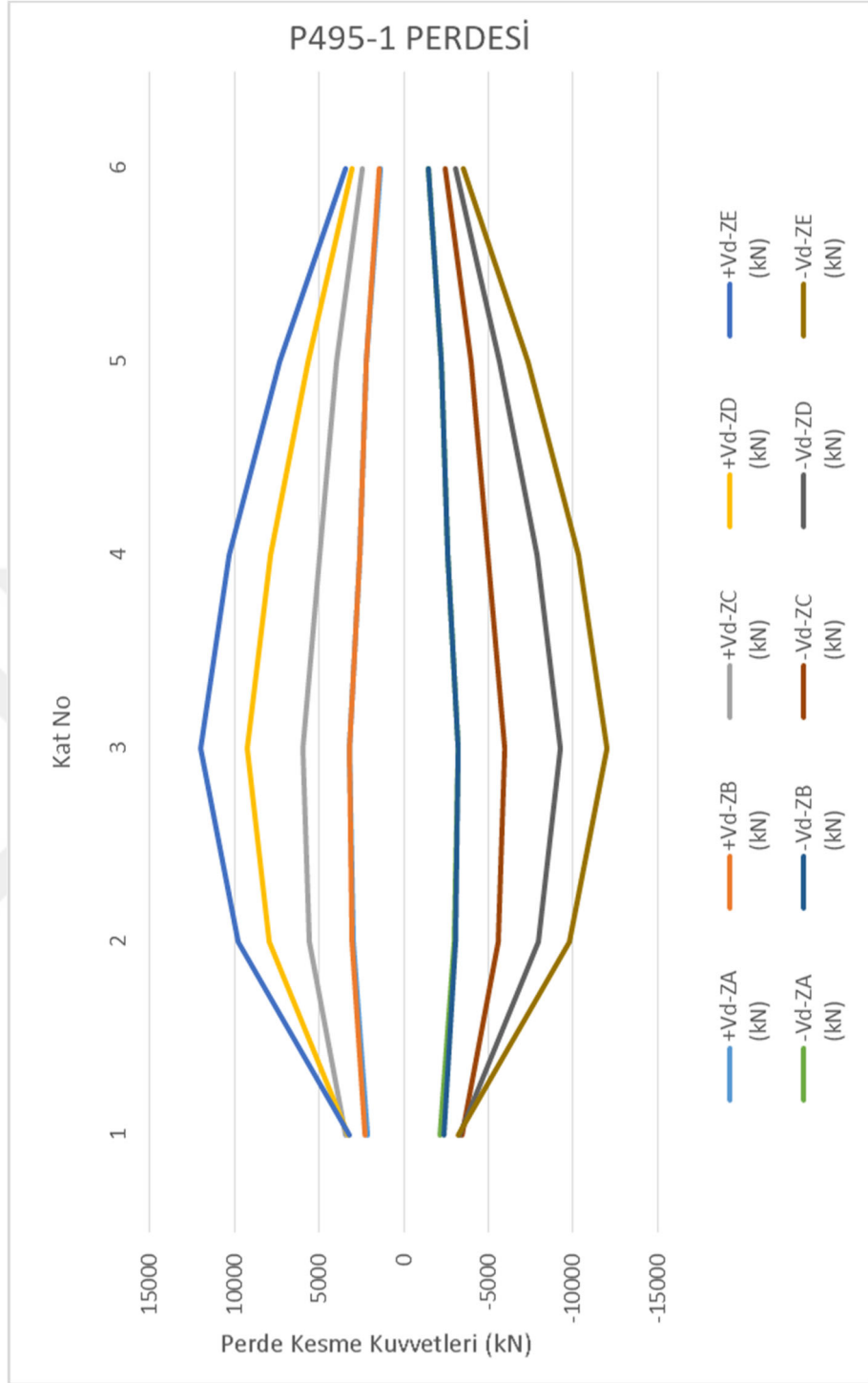




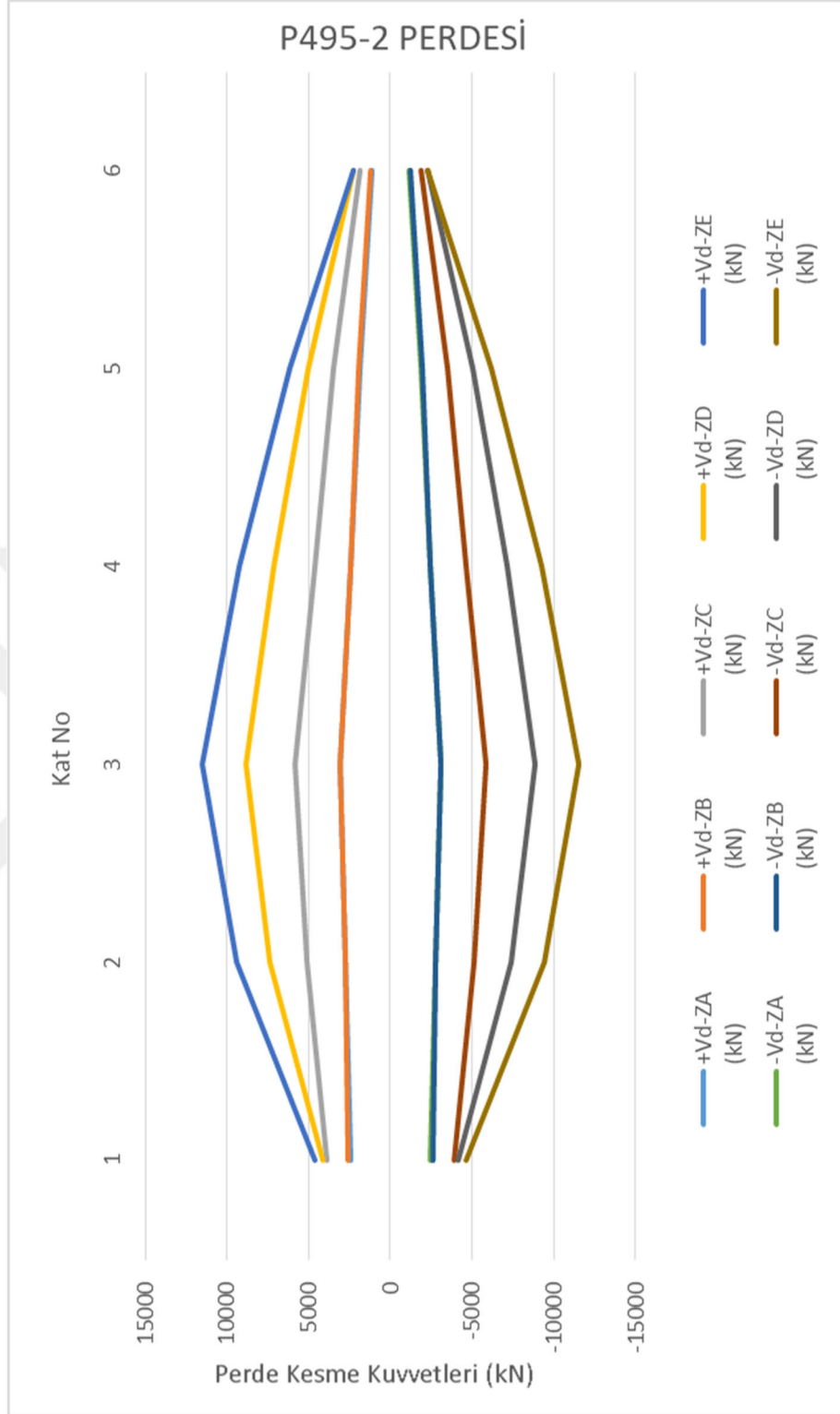
**Şekil 228.** P315-1 Perdesi Kesme Kuvveti Diyagramları



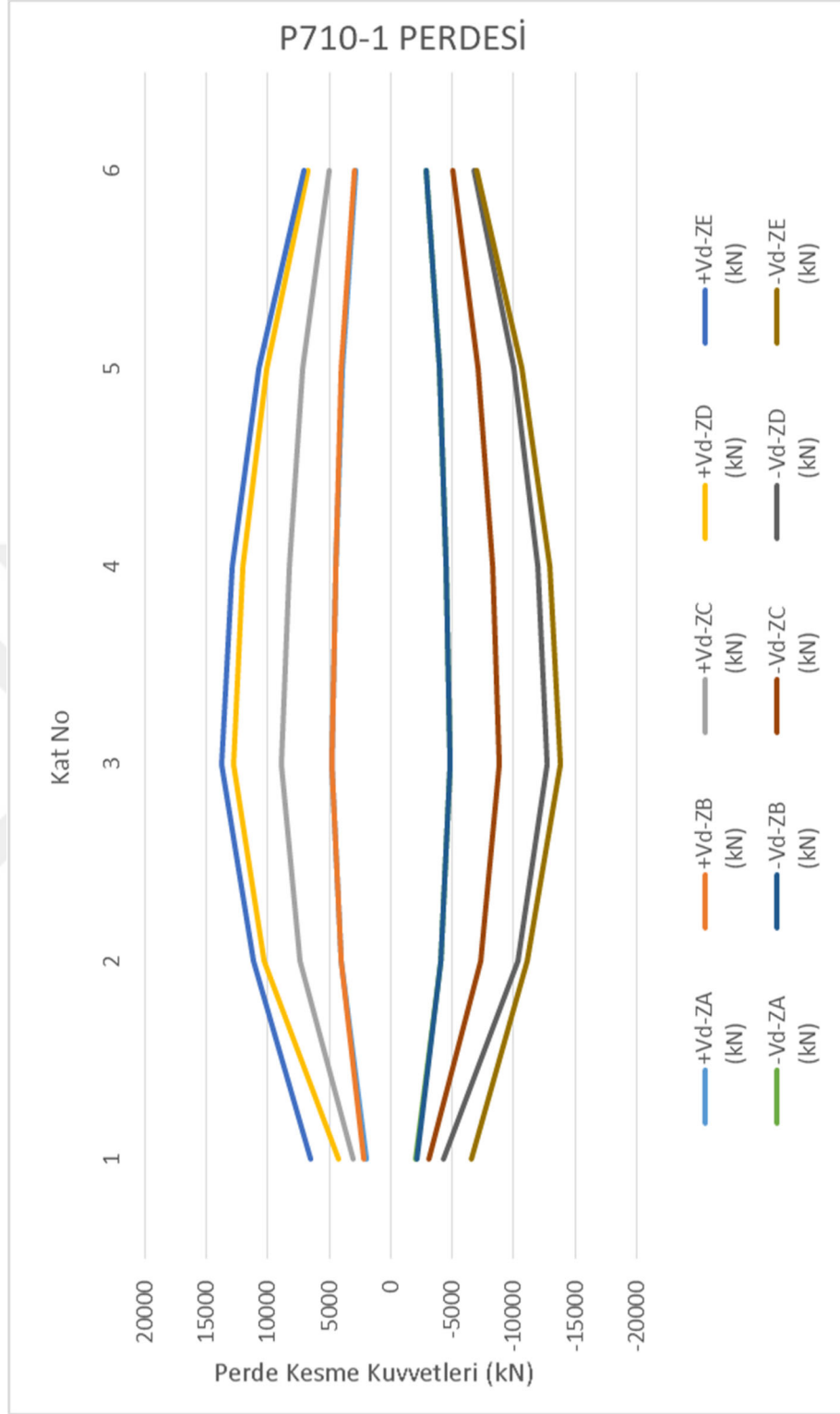
**Şekil 229.** P315-2 Perdesi Kesme Kuvveti Diyagramları



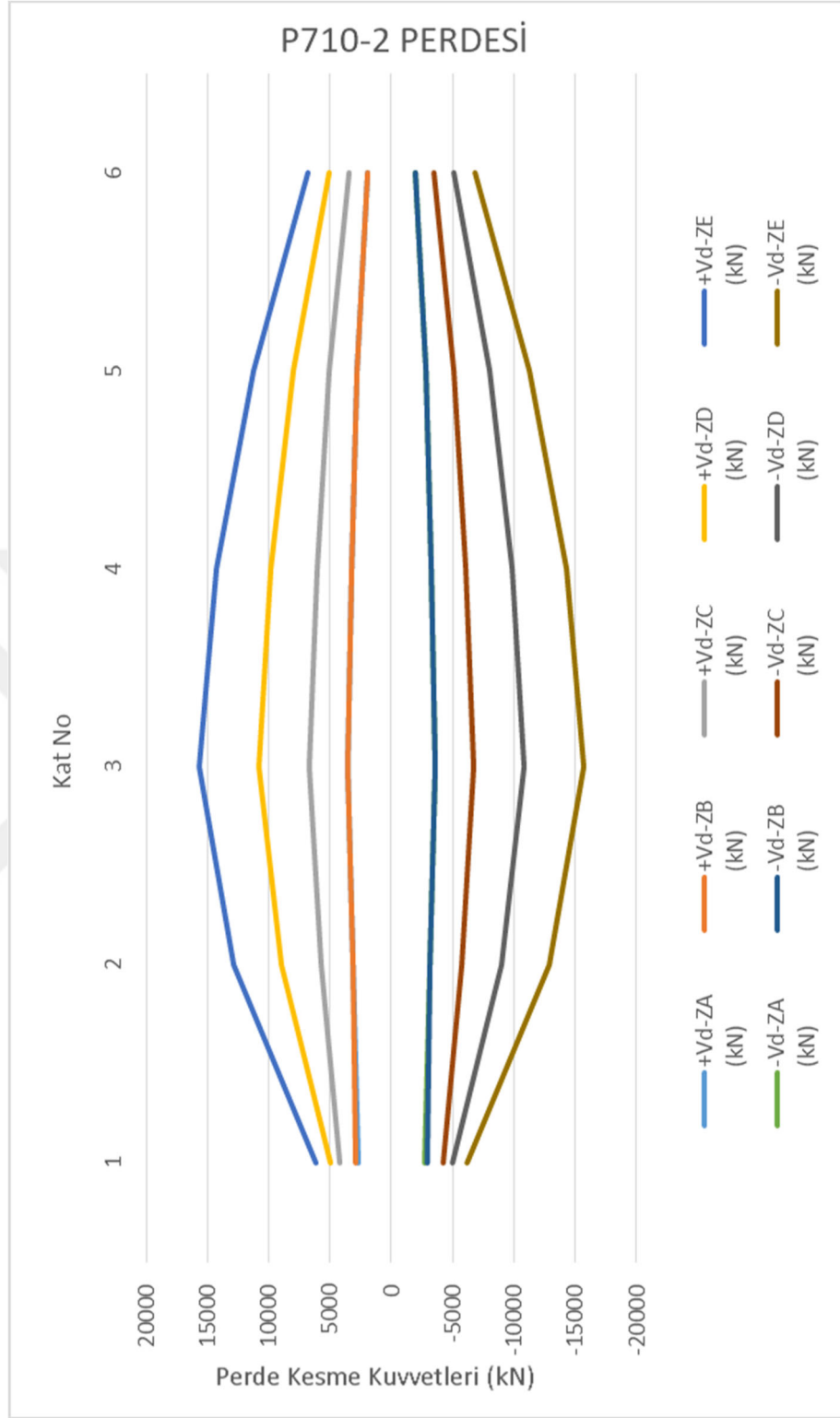
**Şekil 230.** P495-1 Perdesi Kesme Kuvveti Diyagramları



**Şekil 231.** P495-2 Perdesi Kesme Kuvveti Diyagramları

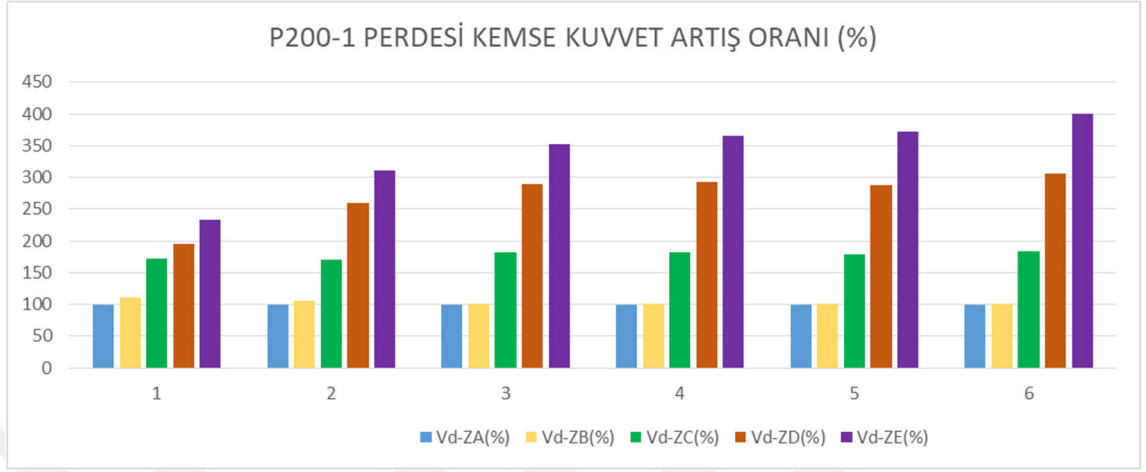


**Şekil 232.** P710-1 Perdesi Kesme Kuvveti Diyagramları

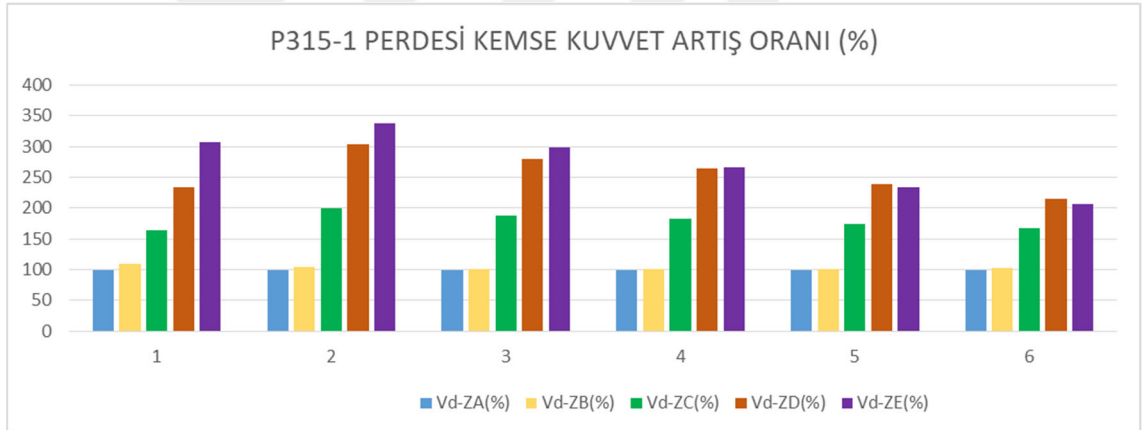


**Şekil 233.** P710-2 Perdesi Kesme Kuvveti Diyagramları

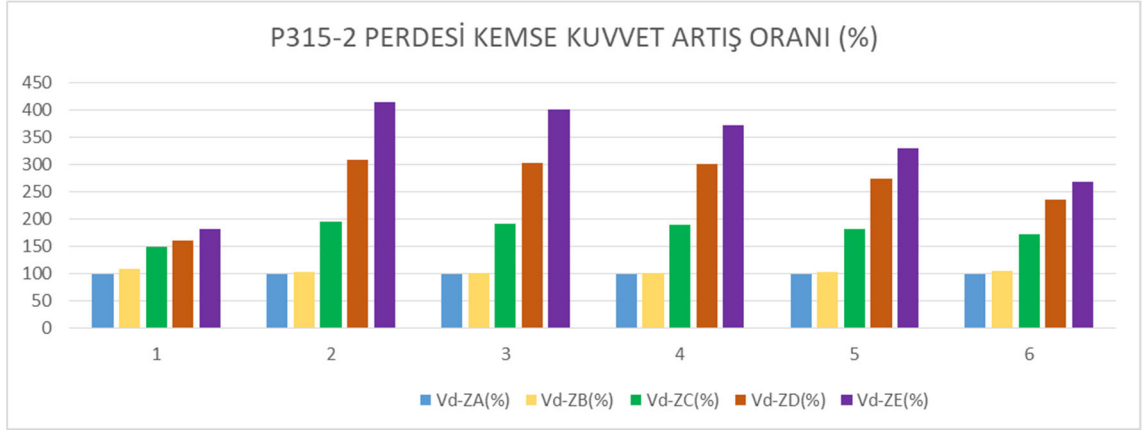
#### 4.8.5. Deprem Perdelerinin (Çekirdek Perdelerin) Kesme Kuvveti Artışları – Yatay (Tevzi) Donatı Artış Oranları



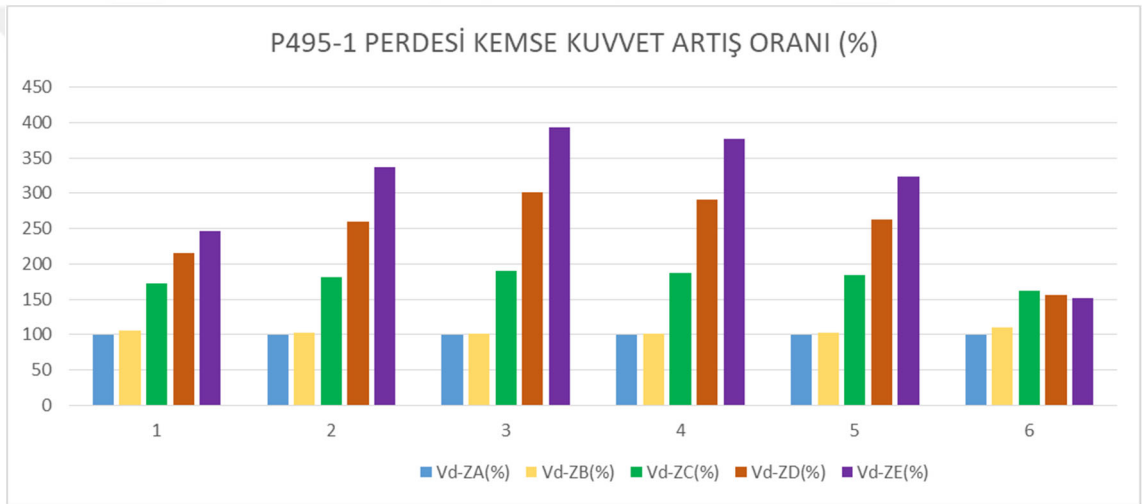
Şekil 234. P200-1 Perdesi Kesme Kuvveti Artış Oranı



Şekil 235. P315-1 Perdesi Kesme Kuvveti Artış Oranı

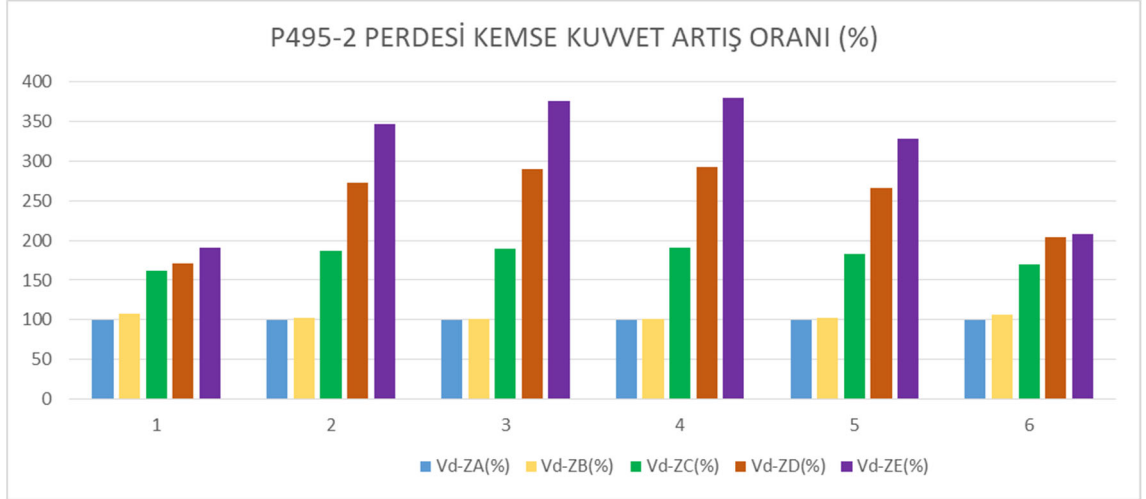


**Şekil 236.** P315-2 Perdesi Kesme Kuvveti Artış Oranı

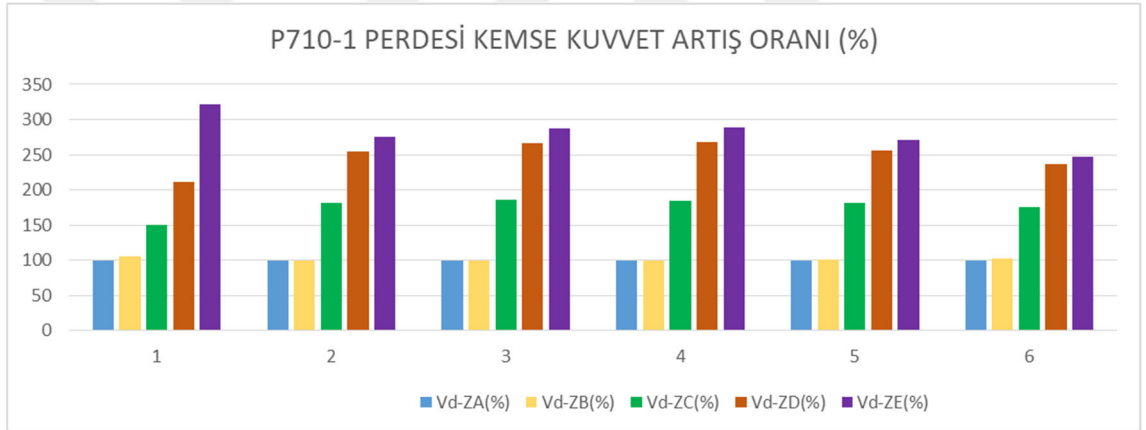


**Şekil 237.** P495-1 Perdesi Kesme Kuvveti Artış Oranı

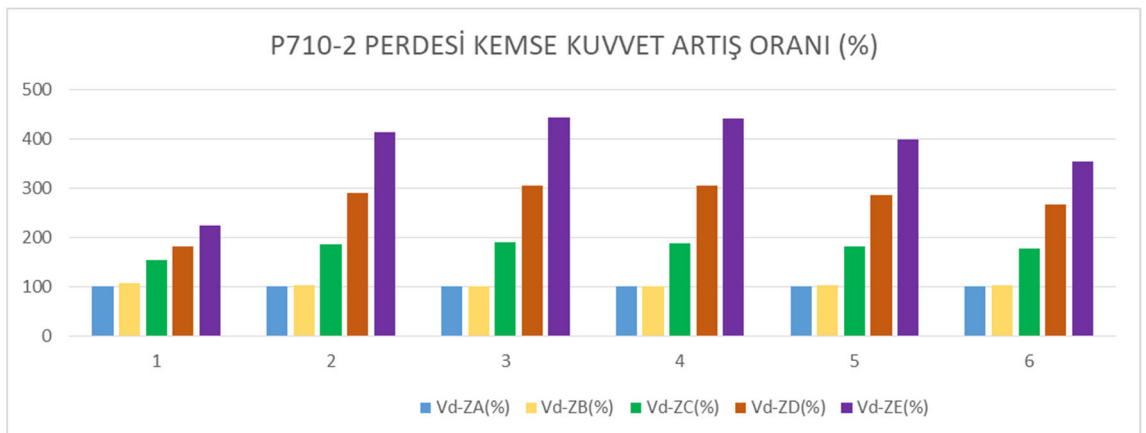




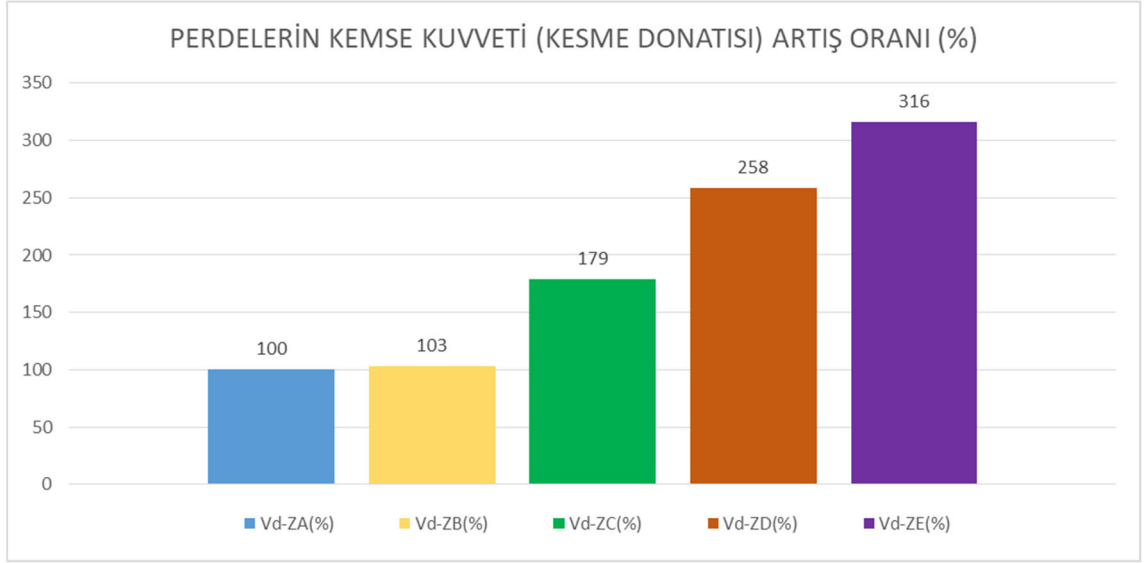
Şekil 238. P495-2 Perdesi Kesme Kuvveti Artış Oranı



Şekil 239. P710-1 Perdesi Kesme Kuvveti Artış Oranı



Şekil 240. P710-2 Perdesi Kesme Kuvveti Artış Oranı



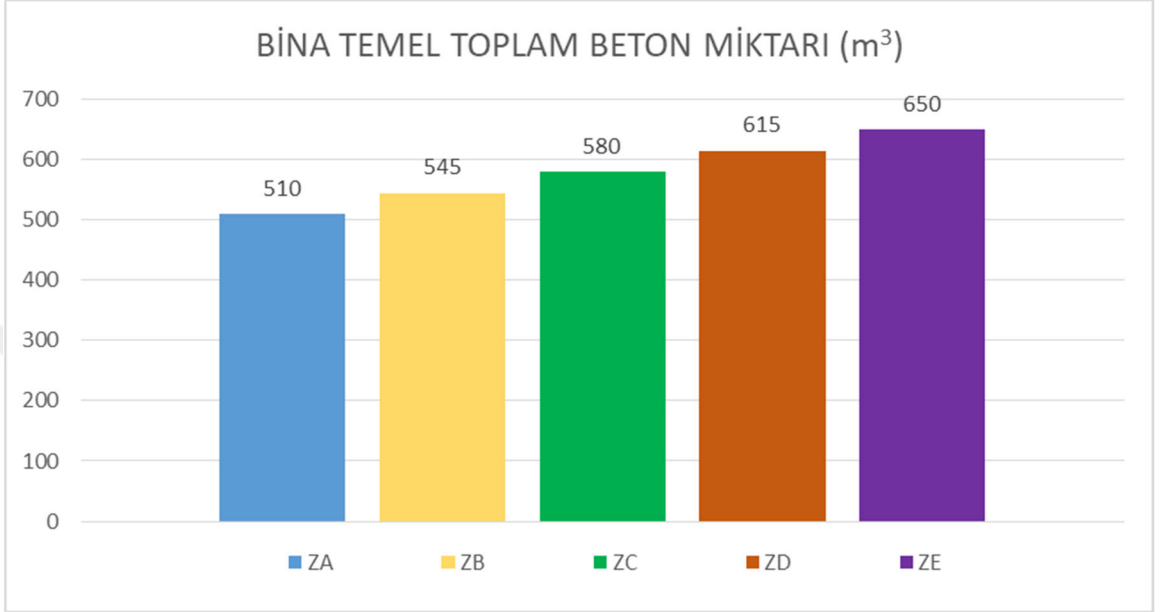
**Şekil 241.** Perdelerin Kesme Kuvveti – Yatay (Tevzi) Donatı Artış Miktarı

Zayıf zemine doğru gidildikçe perdelerin kesme kuvveti diyagramlarında dolayısıyla yatay (tevzi) donatılarında artışlar görülmüştür. Özellikle zemin kat seviyesinde (kritik kat) perde donatılarında yüksek artışlar görülmüştür. Perde yatay (tevzi) donatıları; ZA zemine göre, ZE zeminde %216, ZD zeminde %158, ZC zeminde %79 ve ZB zeminde %3 oranında artış göstermiştir. Perdelerin yatay (tevzi) donatılarındaki büyük artışın sebebi yapıya etkiyen yatay deprem kuvvetlerinin neredeyse tamamını deprem perdelerinin karşılamasıdır. Bu nedenle yapılardaki deprem perdesi oranı, yapının depreme karşı dayanıklı olmasını doğrudan etkileyen en önemli yapı unsurudur.

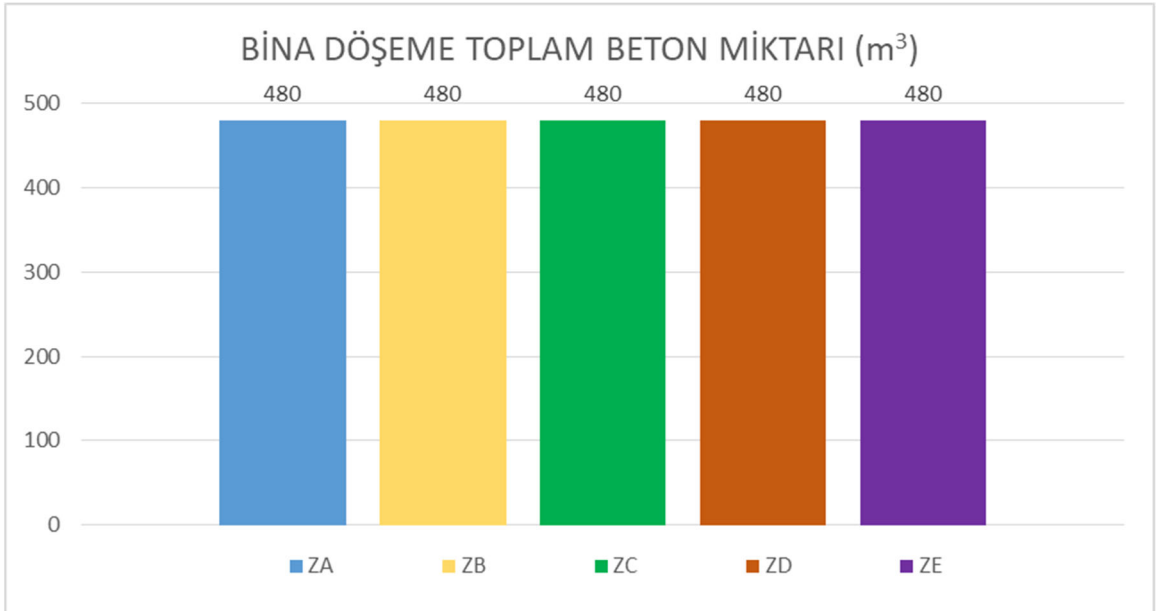
## BEŞİNCİ BÖLÜM

### DEĞERLENDİRMELER

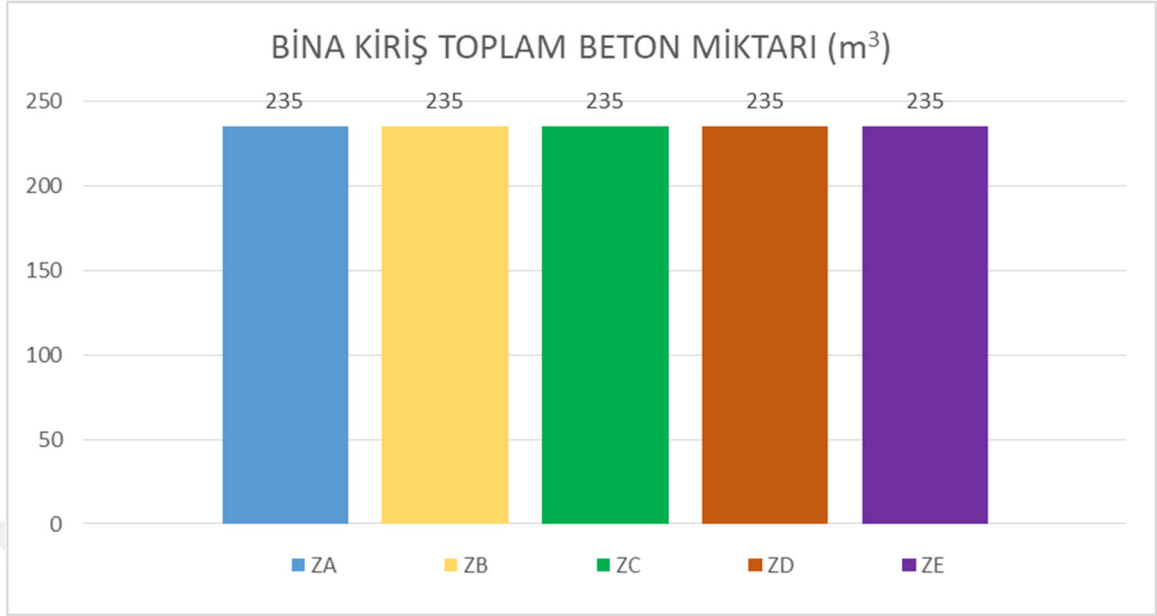
#### 5.1. Yapı Beton Miktarlarının Değişimleri



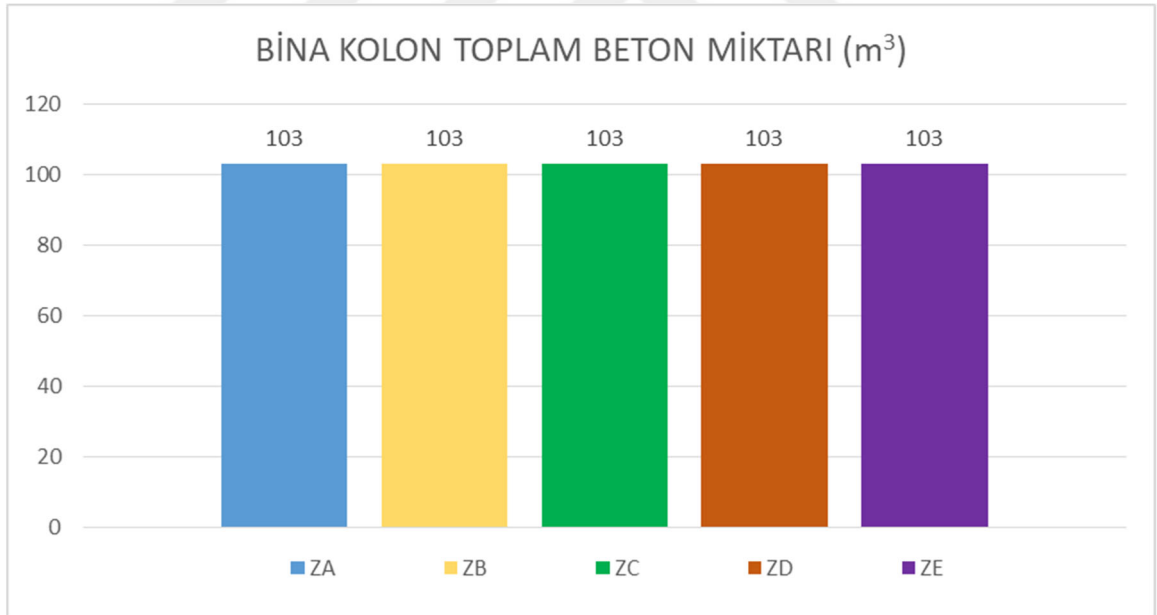
Şekil 242. Bina Temellerinin Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi



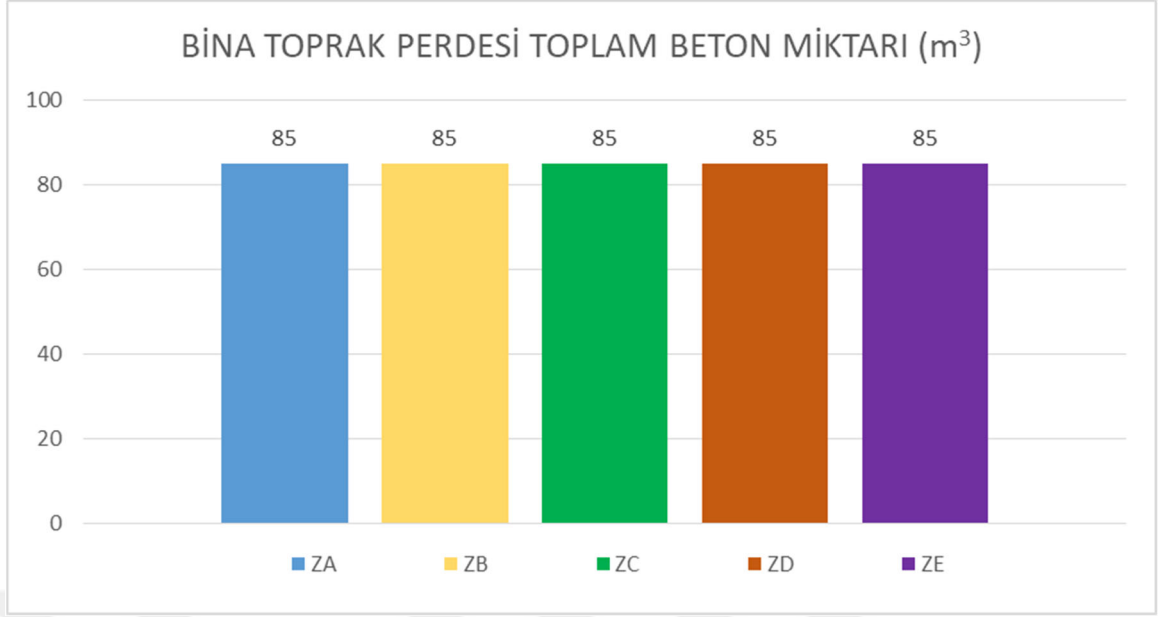
Şekil 243. Bina Döşemelerinin Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi



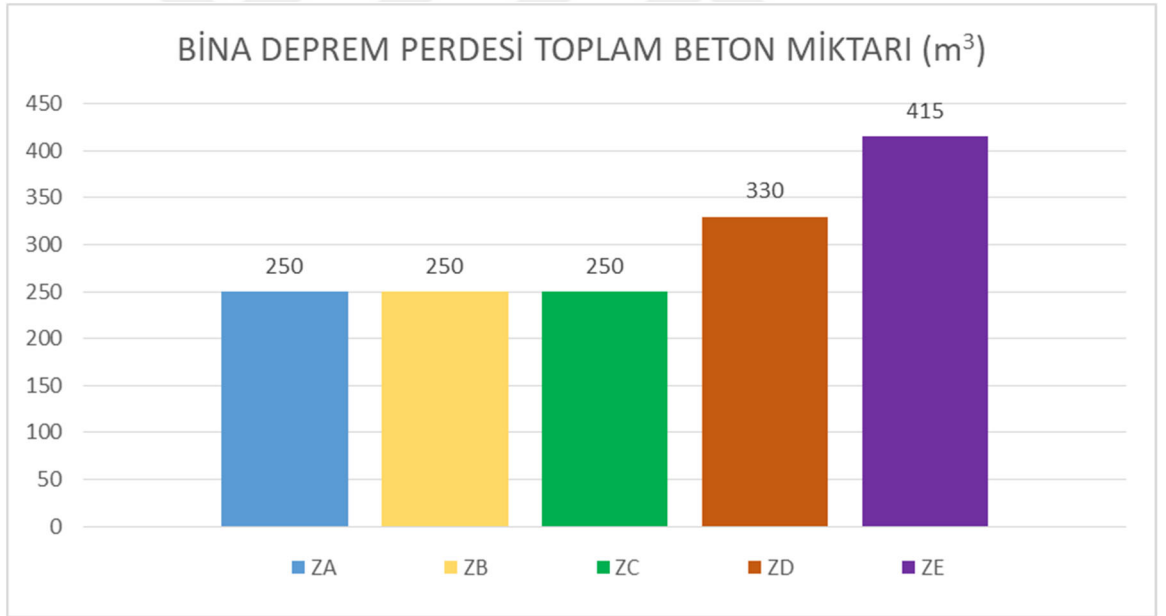
**Şekil 244.** Bina Kirişlerinin Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi



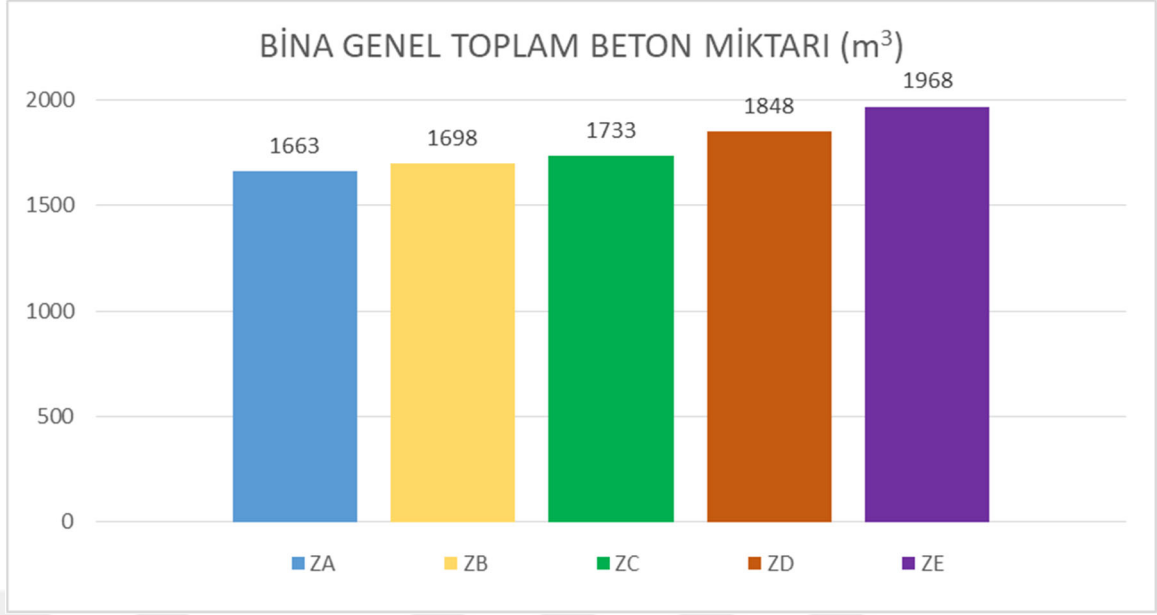
**Şekil 245.** Bina Kolonlarının Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi



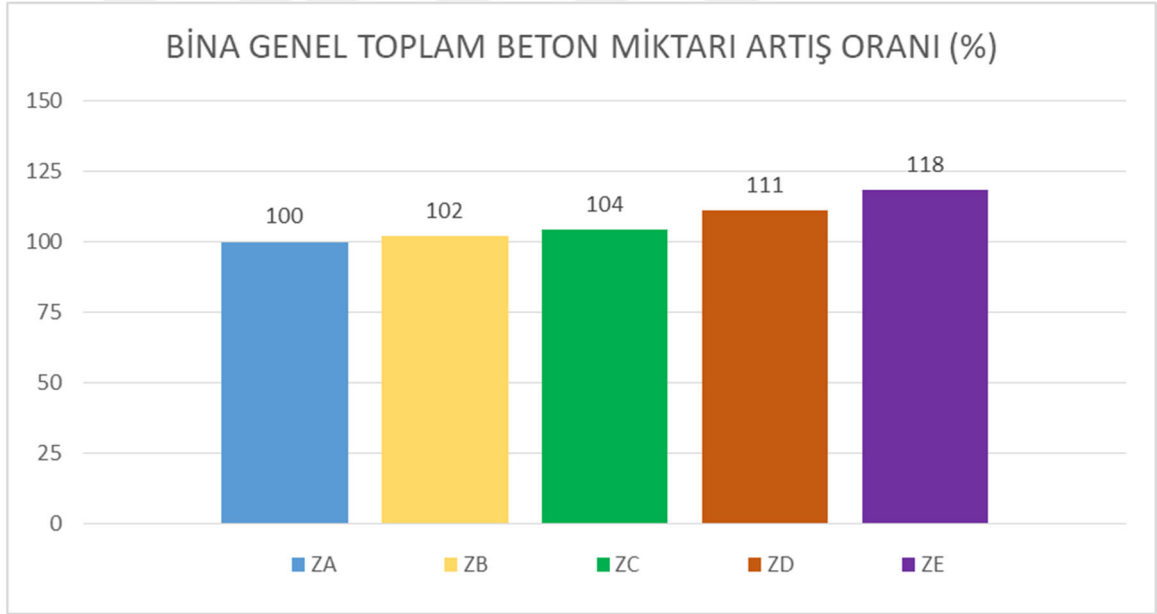
**Şekil 246.** Bina Toprak Perdelerinin Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi



**Şekil 247.** Bina Deprem Perdelerinin (Çekirdek Perdeler) Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi



**Şekil 248.** Bina Genel Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi

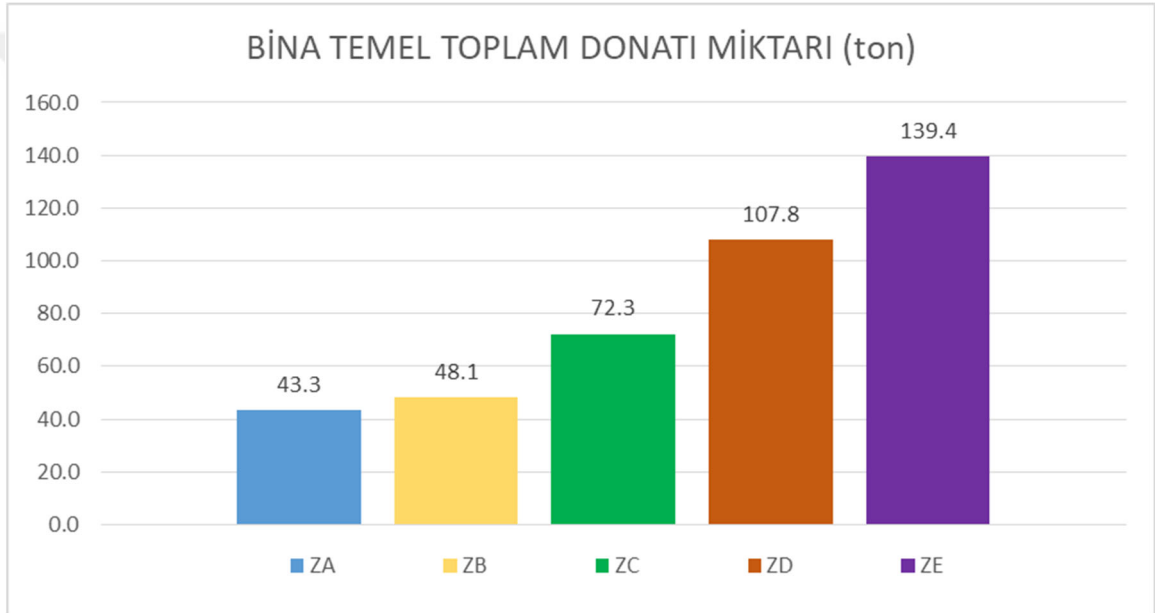


**Şekil 249.** Bina Genel Toplam Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Artış Oranı (%)

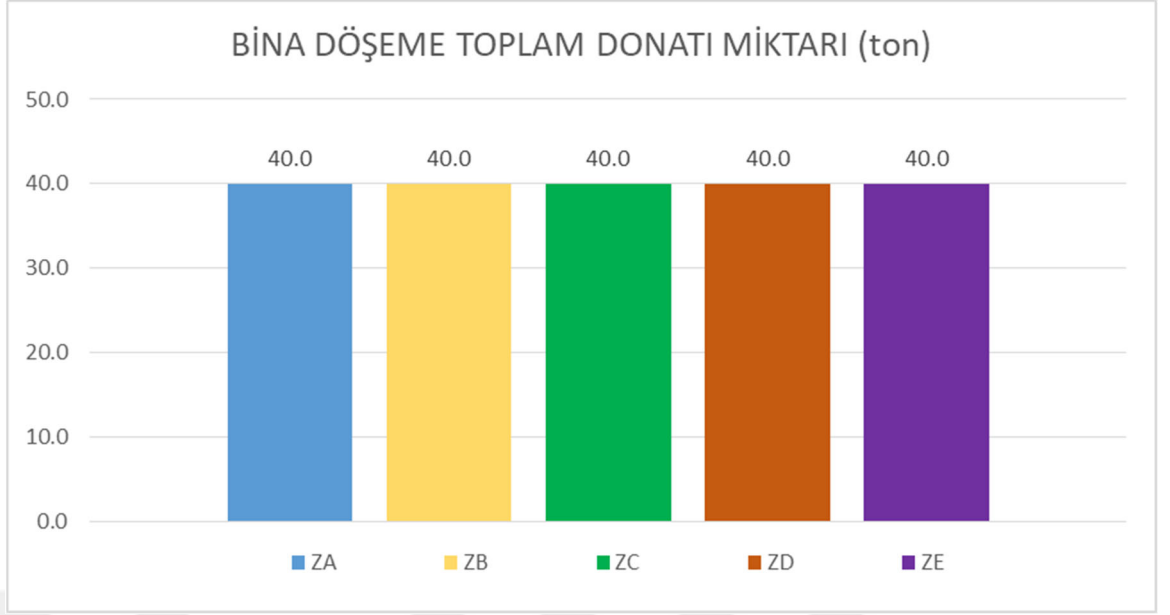
Binadaki beton miktarları ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarına göre oluşturulan spektrumlar ile modal analiz sonucu belirlenmiştir. Yapı hakim periyodu 0.67 sn. civarında olduğundan zayıf zemine doğru gidildikçe yapıya etkiyen deprem kuvvetleri artış göstermiştir. Bu durum yapı elemanlarında boyut artışına sebep olmuştur. Özellikle deprem kuvvetini karşılayan perde elemanlarında ve temellerde boyut artışları olmuştur. Yapı genel toplam beton miktarları; ZA zemine göre, ZE

zeminde %18, ZD zeminde %11, ZC zeminde %4 ve ZB zeminde %2 oranında artış göstermiştir. Aynı lokasyonda yapılacak bir yapıda zemin sınıfının kaba yapı maliyetindeki doğrudan etkisi görülmüştür. Bu etki çok zayıf zeminlerde ciddi oranda artmıştır. Aynı yerdeki bir yapının temel altı zeminin ZA ile ZE olması arasındaki beton farkı %18 olarak bulunmuştur. Bu oran direkt maliyet olarak karşımıza çıkmaktadır. Depreme dayanıklı yapıların tasarımında zemin faktörünün büyük öneme sahip olduğu görülmüştür.

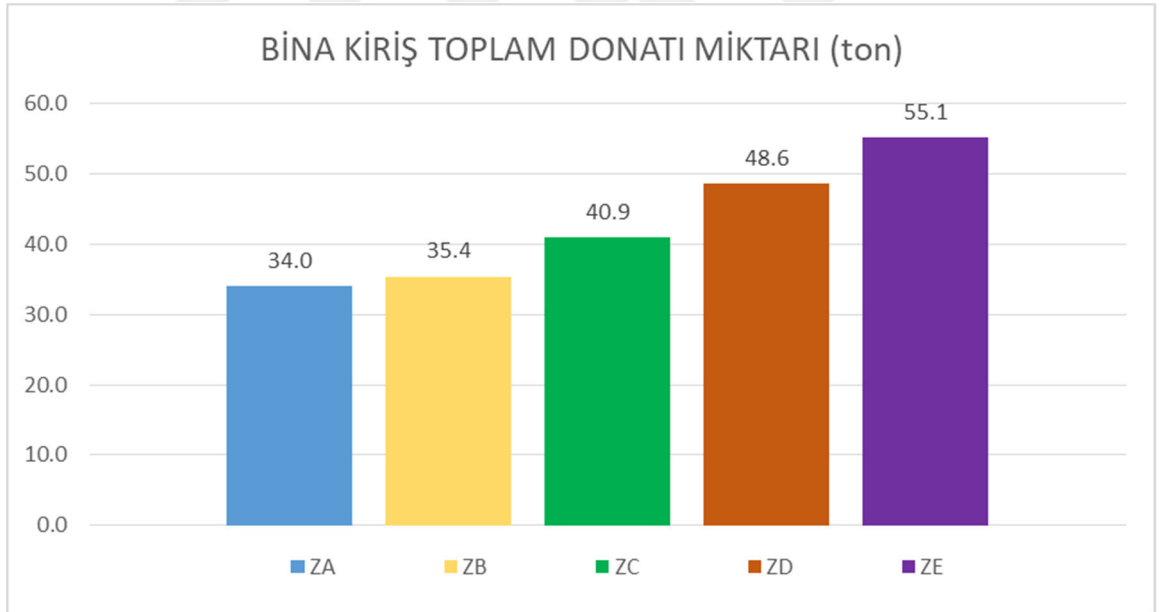
## 5.2. Yapı Donatı Miktarlarının Değişimleri



**Şekil 250.** Bina Temellerinin Toplam Donatı Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi

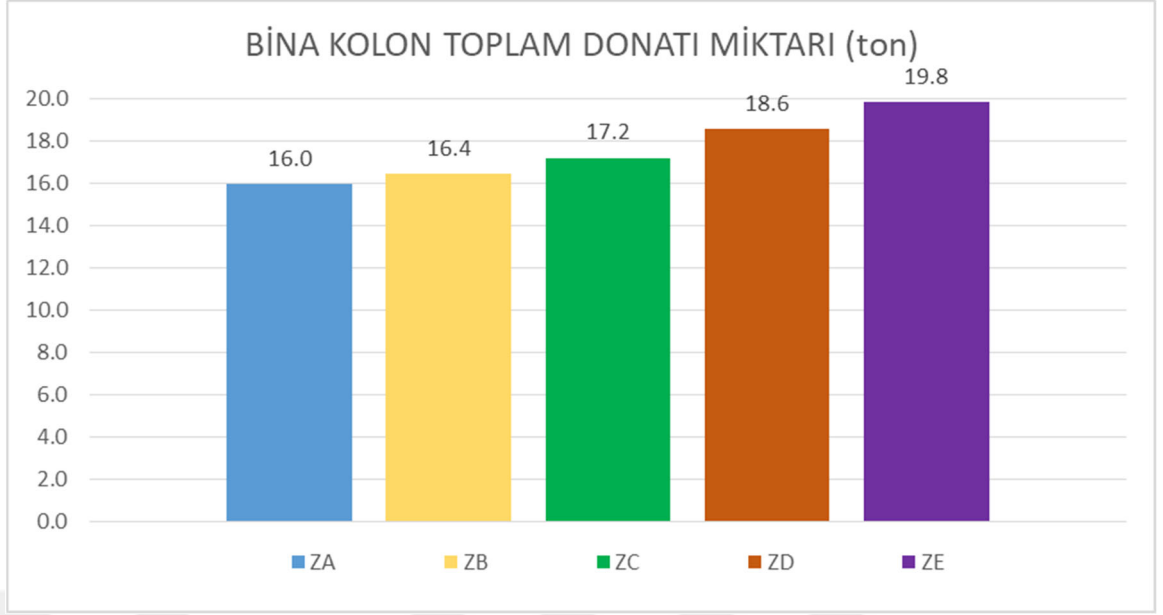


**Şekil 251.** Bina Döşemelerinin Toplam Donatı Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi

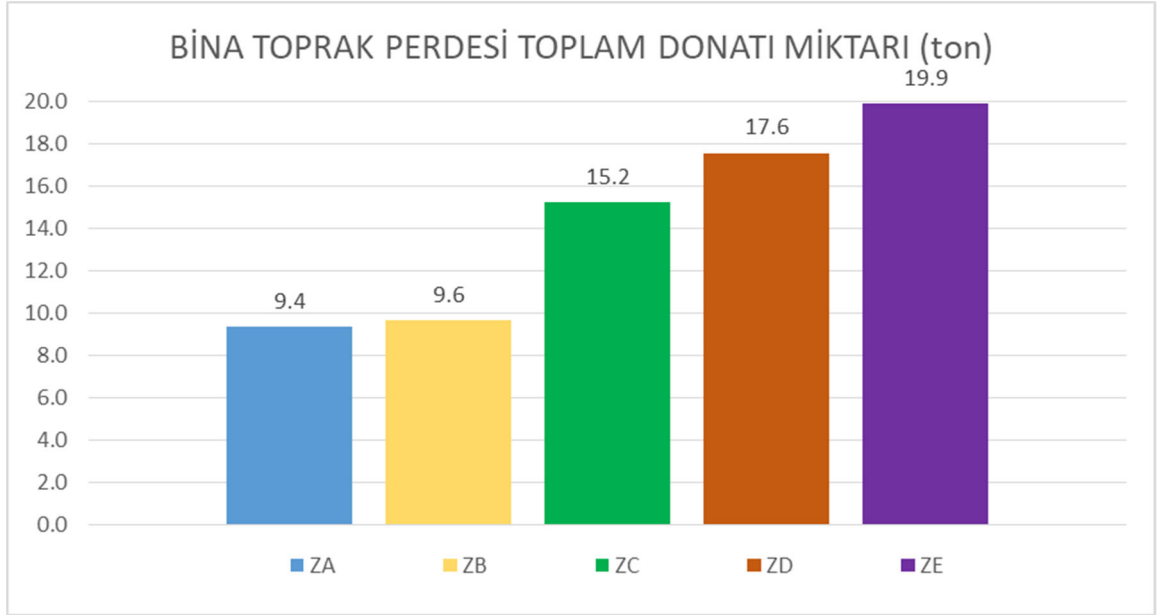


**Şekil 252.** Bina Kirişlerinin Toplam Donatı Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi

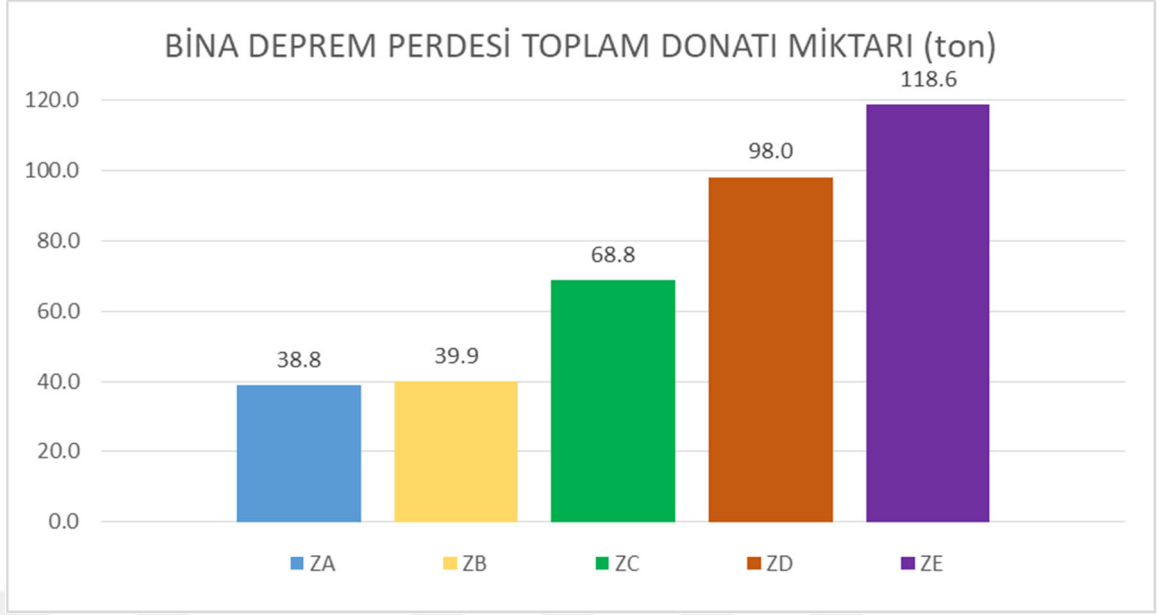




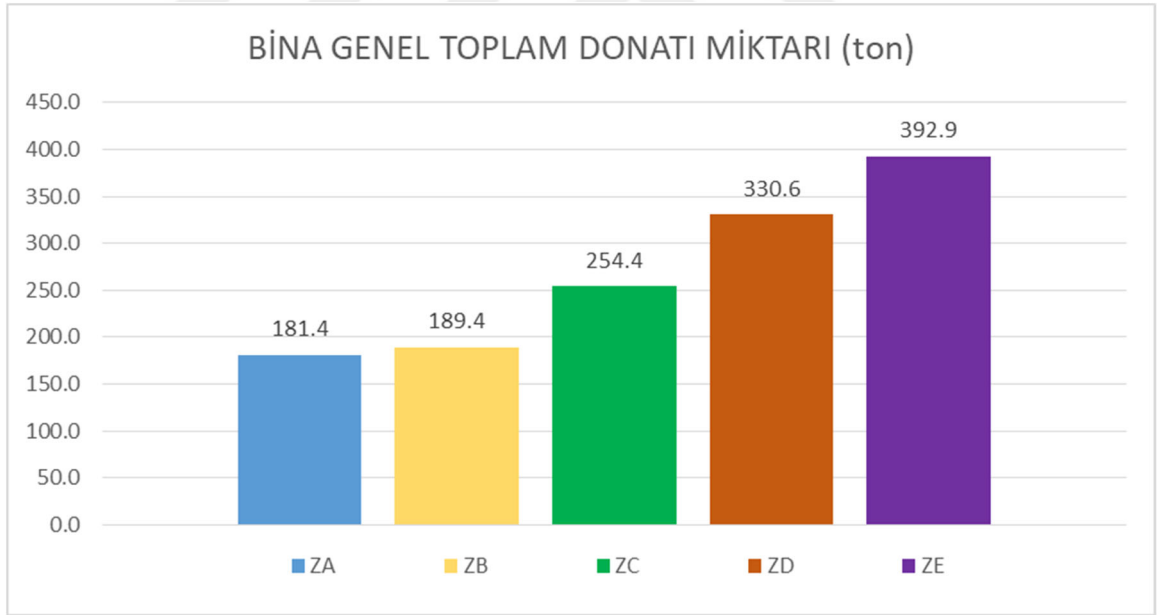
**Şekil 253.** Bina Kolonlarının Donatı Beton Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi



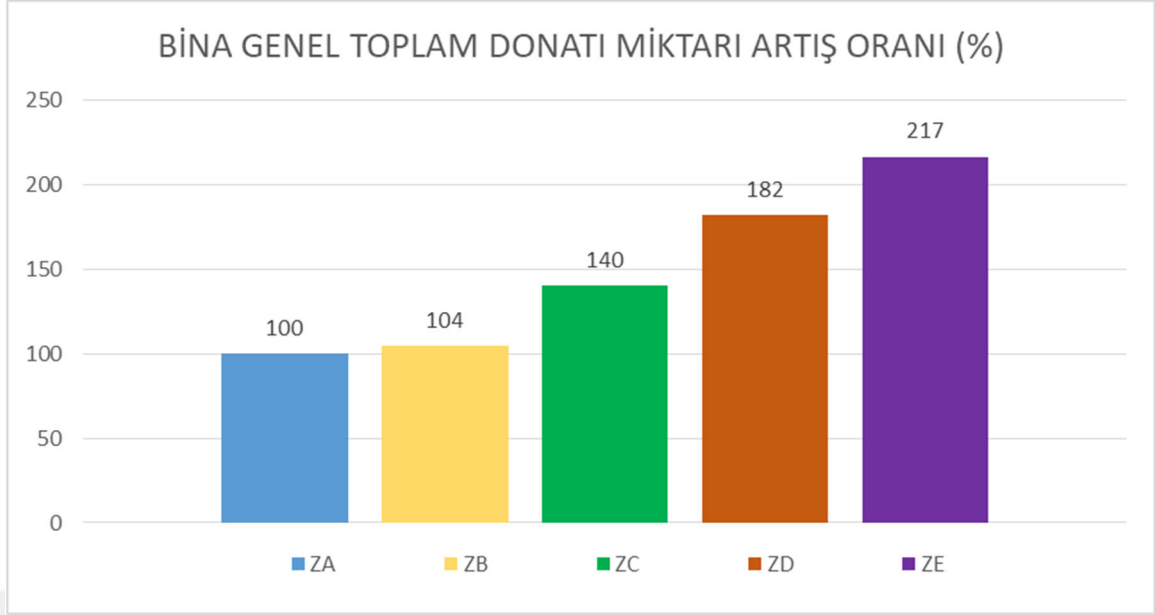
**Şekil 254.** Bina Toprak Perdelerinin Toplam Doantı Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi



**Şekil 255.** Bina Deprem Perdelerinin (Çekirdek Perdeler) Toplam Donatı Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi



**Şekil 256.** Bina Genel Toplam Donatı Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Değişimi

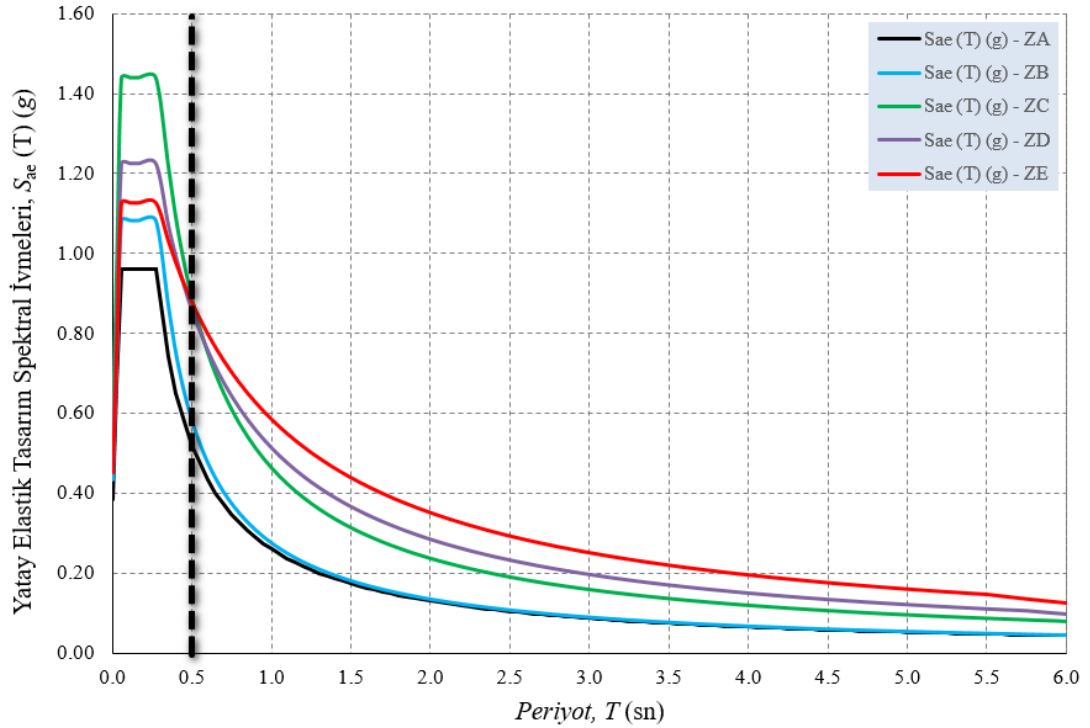


**Şekil 257.** Bina Genel Toplam Donatı Miktarlarının Zemin Sınıflarına Göre Artış Oranı (%)

Binadaki donatı miktarları ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarına göre oluşturulan spektrumlar ile modal analiz sonucu belirlenmiştir. Yapı hakim periyodu 0.67 sn. civarında olduğundan zayıf zemine doğru gidildikçe yapıya etkiyen deprem kuvvetleri artış göstermiştir. Bu durum yapı elemanlarında donatı artışına sebep olmuştur. Özellikle deprem kuvvetini karşılayan perde elemanlarında ve temellerde donatı artışları daha fazla olmuştur.

Yapı genel toplam donatı miktarları; ZE zeminde %117, ZD zeminde %82, ZC zeminde %40 ve ZB zeminde %4 oranında artış göstermiştir. Aynı lokasyonda yapılacak bir yapıda zemin sınıfının kaba yapı maliyetindeki doğrudan etkisi görülmüştür. Bu etki çok zayıf zeminlerde ciddi oranda artmıştır. Aynı yerdeki bir yapının temel altı zeminin ZA ile ZE olması arasındaki donatı farkı %117 olarak bulunmuştur. Bu oran artan maliyetler ile birlikte kaba yapı donatı maliyetinde özellikle zemin sınıfının doğrudan etkili olduğunun göstergesidir. ZA zemin sınıfı ile ZB zemin sınıfı arasındaki donatı miktarında belirgin bir artış gözlemlenmezken ZB zemin sınıfından ZE zemin sınıfına gidildikçe artış oranında belirgin bir fark olduğu görülmektedir.

### 5.3. Zemin Sınıflarına Göre Yatay Elastik Tasarım Spektral İvme Değişimleri



Şekil 258. Yatay Elastik Tasarım Spektral İvme Grafiği

Zemin sınıflarına göre TBDY-2018'e göre oluşturulan yatay elastik tasarım spektral ivme grafiği Şekil 258'da gösterilmiştir. Grafikte gösterilen 0.5 sn. periyot değerinin üzerindeki yapıların yatay spektral ivmelerinin sağlam zeminden zayıf zemine doğru gidildikçe arttığı görülmüştür. Örnek olarak tez konusu seçilen 6 katlı konut yapısının hakim periyodu 0.67 sn. mertebelerinde olduğu için sağlam zeminden zayıf zeminlere doğru sırasıyla hem beton hem donatı miktarlarındaki artışlar gösterilmiştir. Bu artışların özellikle donatı kısmında çok büyük olduğu gözlemlenmiştir. Yapı maliyetinde zemin faktörünün doğrudan etkisi gözlemlenmiştir. Depreme dayanıklı yapıların maliyetlerinin az olması için sağlam zeminlerin seçilmesi gerektiği görülmüştür.

## ALTINCI BÖLÜM

### SONUÇLAR

1. ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarındaki deprensellik değerlerine göre binanın analizleri yapılmış olup yapı için deprem kuvvetinin büyük bir bölümünü karşılayan yapı elemanlarının deprem perdeleri ve perdelerin yüklerini zemine aktaran temeller olduğu görülmüştür.
2. Perde sistemli yapılarda, perdelerin yeteri oranda ve simetrik yerleşimiyle yük akışının düzenli olduğu görülmüştür. Yeteri perde oranı yedek çerçeve sistemin (kolon-kiriş sistemin) deprem yükü artışlarından daha az etkilenmesini sağlamıştır.
3. Zemin sınıfları dikkate alınarak TBDY-2018'e göre oluşturulan yatay elastik tasarım spektral ivme grafiğine göre 0.50 sn. üzerindeki yapıların maliyetlerinin zemin değerleri kötüleştikçe artmaktadır.
4. TS-500 Bölüm 13.2.4 uyarınca belirlenen sehim limitleri doğrultusunda standart katların döşeme kalınlıkları 17cm seçilmiş ve uzun süreli sehimlerde istenilen sınır değerlerin aşıldığı görülmüştür. Döşeme kalınlıkları 18cm'ye çıkarılarak analizler tekrarlanmış ve seçilen kalınlık için sehim sınır değerlerinin aşılmadığı görülmüştür.
5. Eksenel yük kontrolünde tüm zeminlerdeki binalar için 30cm perde kalınlıkları yeterli olmuştur. Fakat kesme kuvveti tahkikinde ZA, ZB ve ZC zeminlerde perde kalınlığı olarak 30 cm yeterli olurken ZD zeminde 40 cm ve ZE zeminde ise 50 cm perde kalınlığı yeterli olmuştur. Zayıf zemine doğru gidildikçe deprem perdesi kalınlıklarının arttığı görülmüştür.
6. Temel donatıları; ZA zemine göre, ZE zeminde %222, ZD zeminde %149, ZC zeminde %67 ve ZB zeminde %11 oranında artış göstermiştir.
7. Bodrum perdelerinin boyuna donatıları; ZA zemine göre, ZE zeminde %113, ZD zeminde %88, ZC zeminde %63 ve ZB zeminde %3 oranında artış göstermiştir. Bodrum perdelerinin yatay (tevzi) donatıları; ZA

zemine göre, ZE zeminde %89, ZD zeminde %75, ZC zeminde %63 ve ZB zeminde %6 oranında artış göstermiştir.

8. Kiriş donatıları; ZA zemine göre, ZE zeminde %62.1, ZD zeminde %42.8, ZC zeminde %20.3 ve ZB zeminde %0.4 oranında artış göstermiştir.

9. Kolon donatıları; ZA zemine göre, ZE zeminde %24.3, ZD zeminde %16.3, ZC zeminde %7.8 ve ZB zeminde %0.3 oranında artış göstermiştir.

10. Perde boyuna donatıları; ZA zemine göre, ZE zeminde %196, ZD zeminde %148, ZC zeminde %76 ve ZB zeminde %3 oranında artış göstermiştir. Perde yatay (tevzi) donatıları; ZA zemine göre, ZE zeminde %216, ZD zeminde %158, ZC zeminde %79 ve ZB zeminde %3 oranında artış göstermiştir.

11. Binadaki beton miktarları ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarına göre oluşturulan spektrumlar ile modal analiz sonucu belirlenmiştir. Yapı hakim periyodu 0.67 sn. civarında olduğundan zayıf zemine doğru gidildikçe yapıya etkiyen deprem kuvvetleri artış göstermiştir. Bu durum yapı elemanlarında boyut artışına sebep olmuştur. Özellikle deprem kuvvetini karşılayan perde elemanlarında ve temellerde boyut artışları olmuştur. Yapı genel toplam beton miktarları; ZA zemine göre, ZE zeminde %18, ZD zeminde %11, ZC zeminde %4 ve ZB zeminde %2 oranında artış göstermiştir. Aynı lokasyonda yapılacak bir yapıda zemin sınıfının kaba yapı maliyetindeki doğrudan etkisi görülmüştür. Bu etki çok zayıf zeminlerde ciddi oranda artmıştır. Aynı yerdeki bir yapının temel altı zeminin ZA ile ZE olması arasındaki beton farkı %18 olarak bulunmuştur. Bu oran direkt maliyet olarak karşımıza çıkmaktadır. Depreme dayanıklı yapıların tasarımında zemin faktörünün büyük öneme sahip olduğu görülmüştür.

12. Yapı genel toplam donatı miktarları; ZE zeminde %117, ZD zeminde %82, ZC zeminde %40 ve ZB zeminde %4 oranında artış göstermiştir. Aynı lokasyonda yapılacak bir yapıda zemin sınıfının kaba yapı

maliyetindeki doğrudan etkisi görülmüştür. Bu etki çok zayıf zeminlerde ciddi oranda artmıştır. Aynı yerdeki bir yapının temel altı zeminin ZA ile ZE olması arasındaki donatı farkı %117 olarak bulunmuştur. Bu oran artan maliyetler ile birlikte kaba yapı donatı maliyetinde özellikle zemin sınıfının doğrudan etkili olduğunun göstergesidir. ZA zemin sınıfı ile ZB zemin sınıfı arasındaki donatı miktarında belirgin bir artış gözlemlenmezken ZB zemin sınıfından ZE zemin sınıfına gidildikçe artış oranında belirgin bir fark olduğu görülmektedir.



## KAYNAKÇA

- (1) Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018, Mayıs). Deprem Etkisi Altında Binaların Tasarımı için Esaslar.
- (2) TS 500 (2000, Şubat). Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları.
- (3) TS 498 (1997, Kasım). Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri.
- (4) TS ISO 9194 (1997, Kasım). Yapıların Projelendirme Esasları, Taşıyıcı Olan ve Olmayan Elemanlar, Depolanmış Malzemeler – Yoğunluk.
- (5) ACI 318-19. Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary.
- (6) ASCE 7-10. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.
- (7) ETABS v20 – Education; Integrated Analysis, Design and Drafting of Building Systems
- (8) SAFE v20 – Education; Integrated Design of Flat Slabs, Foundation Mats and Spread Footings
- (9) Depremsellik Parametreleri ile ilgili bilgiler, <https://tdth.afad.gov.tr>
- (10) Bowles, J. E. (1996). Foundation Analysis and Design: McGraw-Hill Companies, Inc., New York, USA.
- (11) Celep Z. ve Kumbasar N. (1998). Betonarme Yapılar, Sema Matbaacılık, İstanbul.
- (12) Celep, Z. ve Kumbasar, N. (2001). Yapı Dinamiği, Rehber Matbaacılık, İstanbul.
- (13) Celep Z. ve Kumbasar N. (2001). Yapı Dinamiği ve Deprem Mühendisliğine Giriş, Beta Dağıtım, İstanbul.
- (14) Doğangün A. (2005). Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- (15) Chopra A. K. (2015). Çeviren Luş H. Yapı Dinamiği, Teori ve Deprem Mühendisliği Uygulamaları, Palme Yayıncılık, Ankara.



- (16) Livaoglu, R. ve Doğangün, A. (2002, 14 Ekim). Deprem Yönetmeliklerinde Verilen Zemin Sınıflarına Göre Yapı Davranışlarının Karşılaştırılması Olarak İncelenmesi, ECA2002 Uluslararası Yapı ve Deprem Mühendisliği Sempozyumu, ODTÜ, Ankara.
- (17) Türkmen, M. ve Tekeli, H.(2005). Deprem Bölgesi ve Yerel Zemin Sınıflarının Bina Maliyetine Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Isparta, 9-3.
- (18) Dorum, A., Özkan, Ö. ve Erdal, M. (2006). Farklı Deprem Bölgeleri ve Farklı Zemin Sınıflarının Kaba Yapı Maliyetine Etkisi, Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Teknik – Online Dergi, Cilt 5, Sayı 1.
- (19) Alkaya, D. (2007). Farklı Zemin Türleri İçin Temel-Yapı Maliyet Analizi, Pamukkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli.
- (20) Sezgin, G. (2008). Mevcut Betonarme Bir Yapının Doğrusal Olmayan Yöntem Kullanılarak Performans Seviyesinin Belirlenmesi Ve Farklı Zemin Sınıfları İçin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- (21) Karayığit, H. (2011). Beton Sınıfının Farklı Zeminlere Oturan Yapıların Davranışına ve Maliyetine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde.
- (22) Ukçul, E. (2013). Betonarme Bir Yapıda Farklı Zemin Sınıflarının Deprem Davranışına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- (23) Boru, E. O. (ISITES2015). Farklı Zemin Sınıflarının Bina Deprem Performansına Etkisi, Valencia-Spain, 1865-1872.
- (24) Dok, G., Öztürk, H. ve Aydın, D. (ISITES2015). Farklı Zemin Koşullarındaki Betonarme Yapıların Davranışının Statik İtme Analizi İle İncelenmesi, 8 Katlı Çerçeve Örneği, Valencia-Spain, 1697- 1704.
- (25) Ögetürk, E. (2016). Yerel Zemin Grubu Değişiminin Bina Güçlendirme Çalışmalarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- (26) Karaşin, İ. B. ve Işık, E. (2017). Farklı Yapı Davranış Katsayıları İçin Zemin Koşullarının Yapı Performansına Etkisi, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 8(4): 655-677.

(27) Ateş, A. ve Yeşil, B. (2018). Düzce İlindeki Farklı Zemin Sınıfları Dikkate Alınarak Zemin Sınıfının Yapı Hasarı ve Deprem Performansına Etkisi, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 7(3): 40-56.

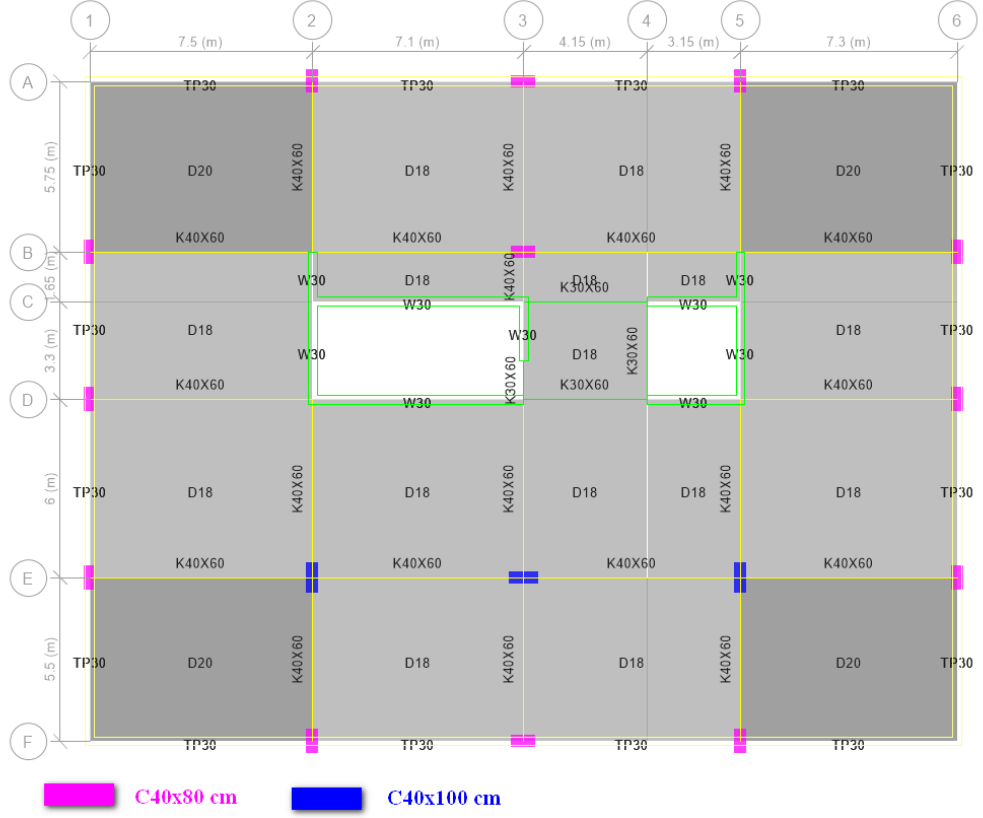
(28) Karabulut, Z. (2019). Farklı Zemin Parametreleri Kullanılarak Oluşturulmuş Betonarme Binaların 2007 Ve 2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Statik Analizi Ve Maliyet Hesabı, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

(29) Aksoy, E. (2023). Bafra (Samsun)'da Betonarme Bir Bina Tasarımı Ve Deprem Performansı Açısından Farklı Zemin Gruplarındaki Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı.

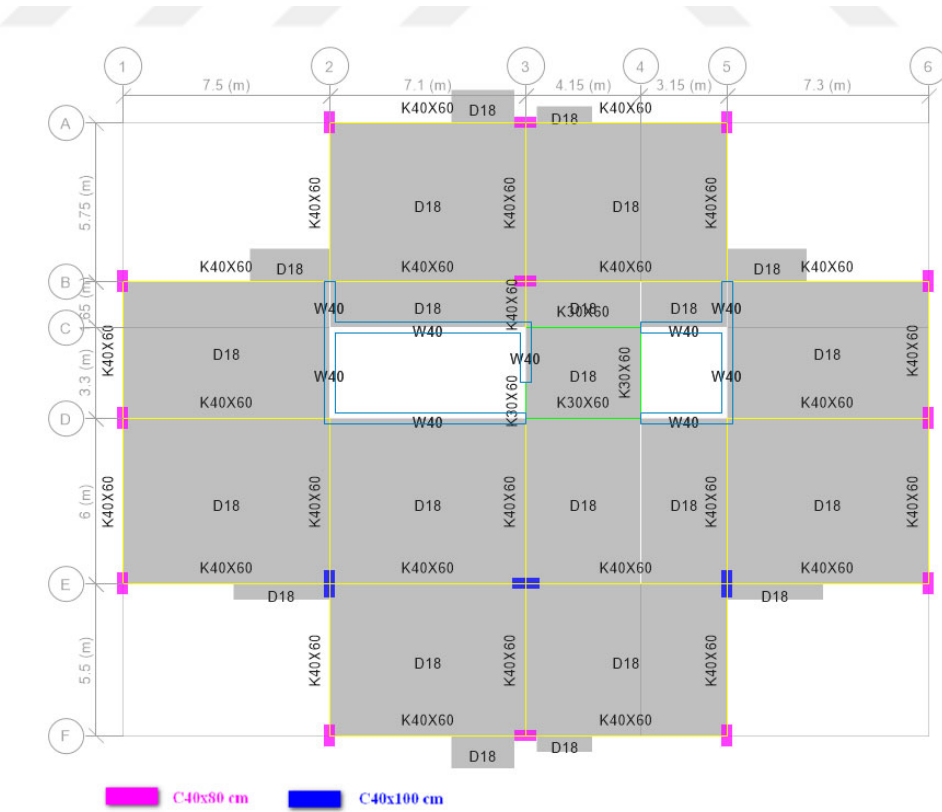
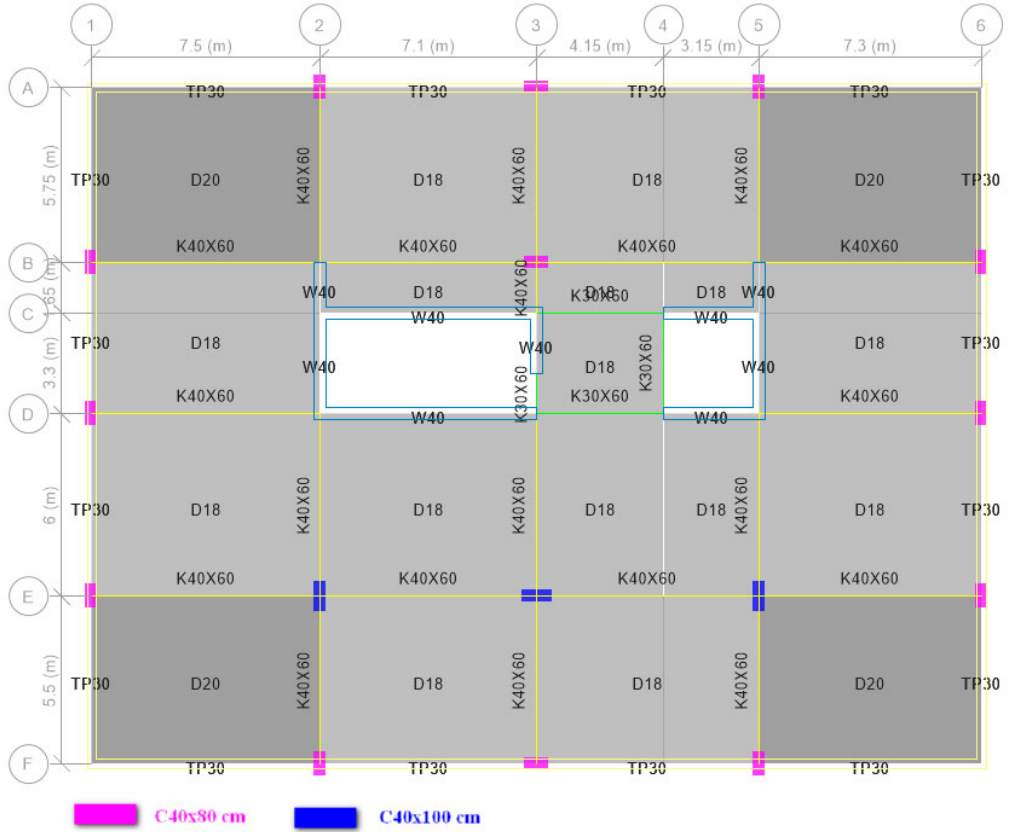


## EKLER

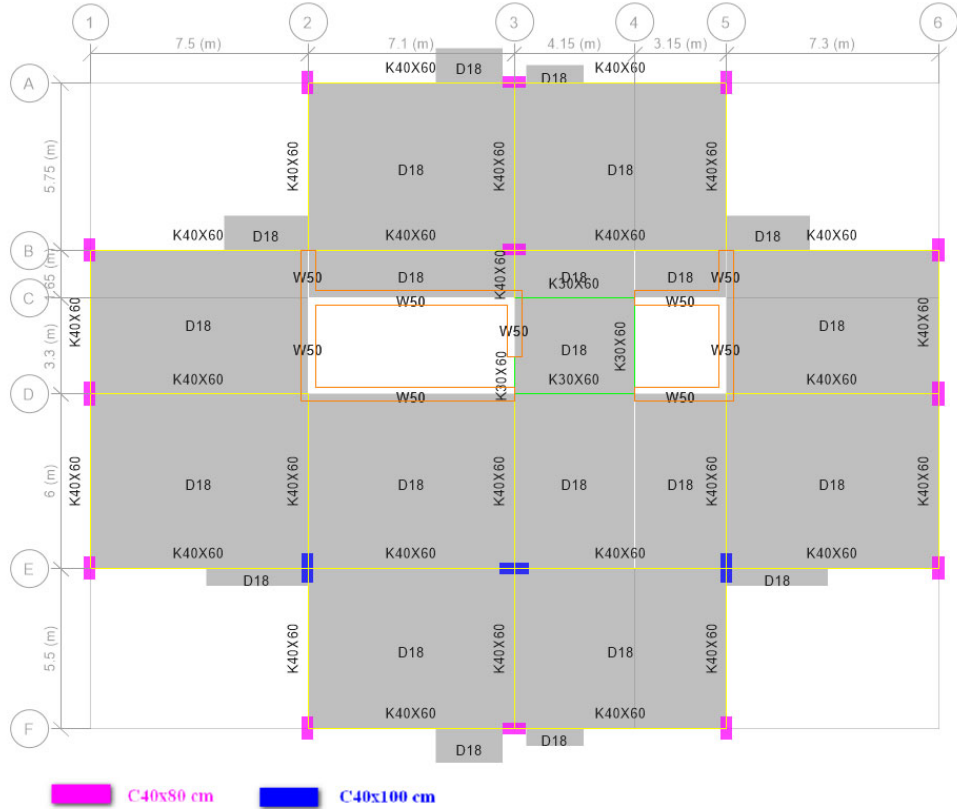
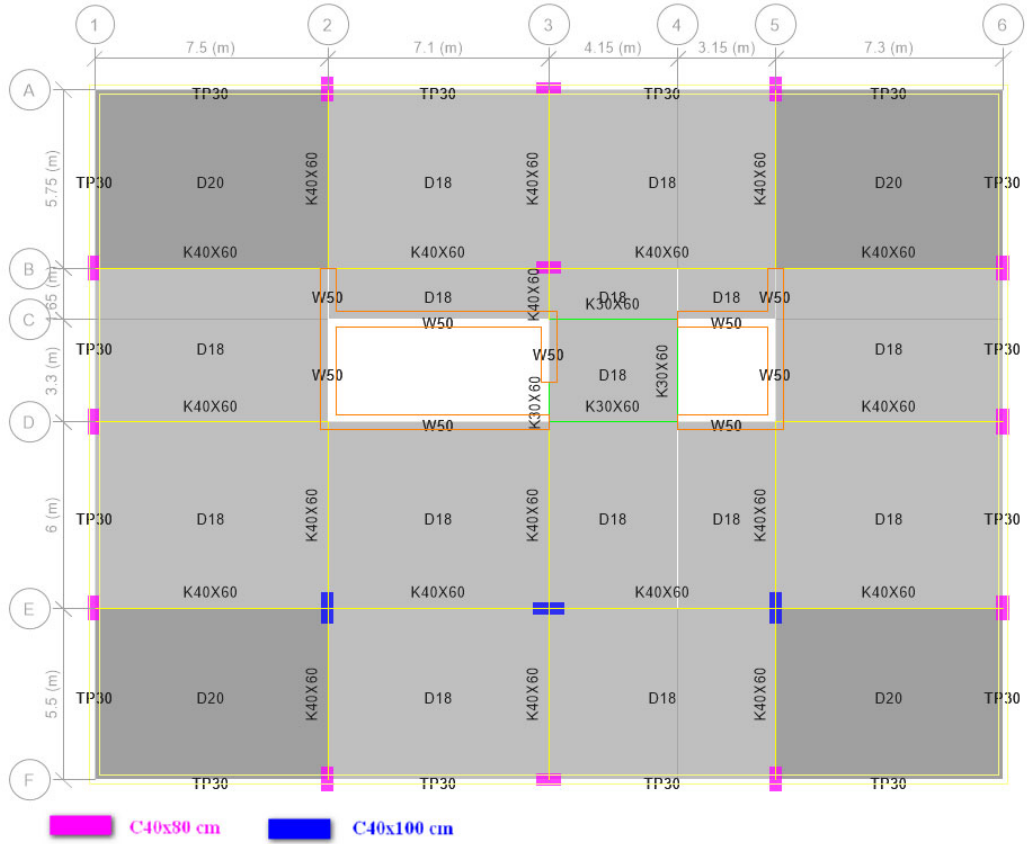
### ZA, ZB ve ZC Zeminde Analiz Modeli Kat Planları



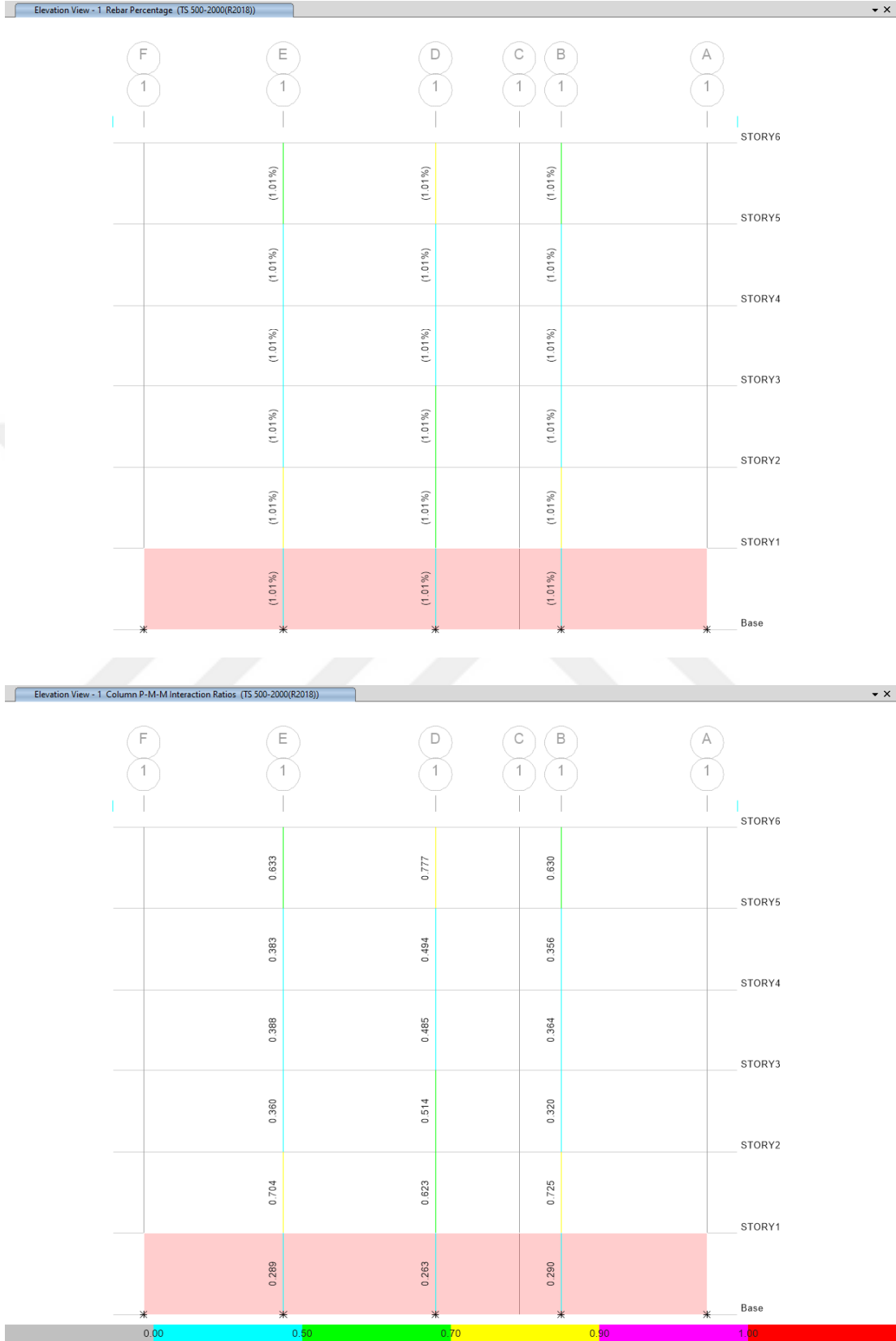
## ZD Zeminde Analiz Modeli Kat Planları



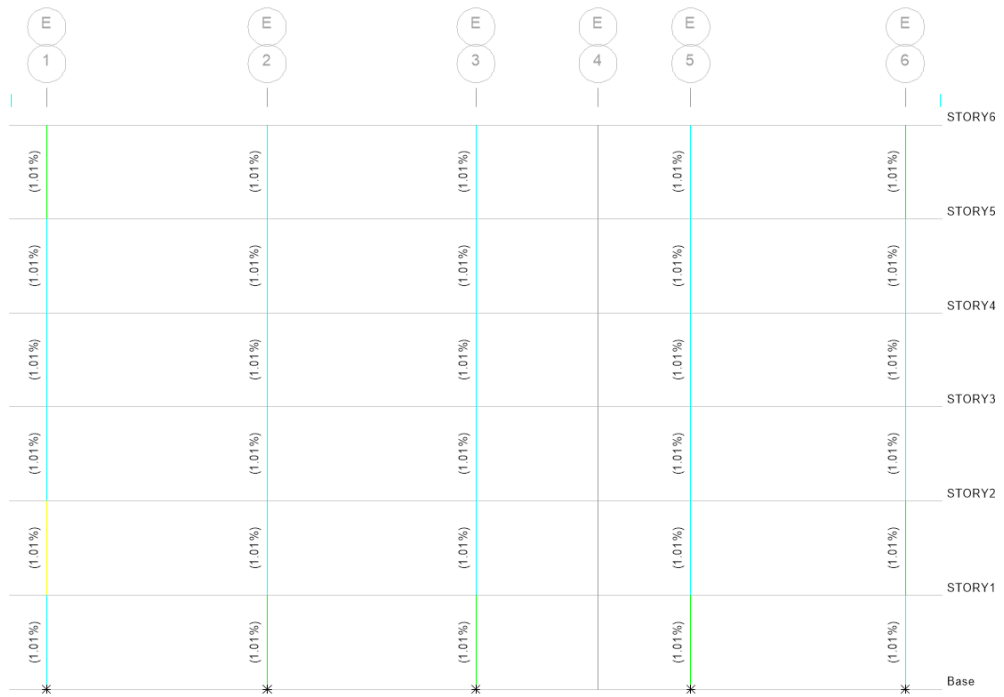
## ZE Zeminde Analiz Modeli Kat Planları



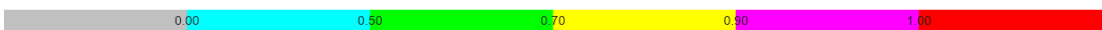
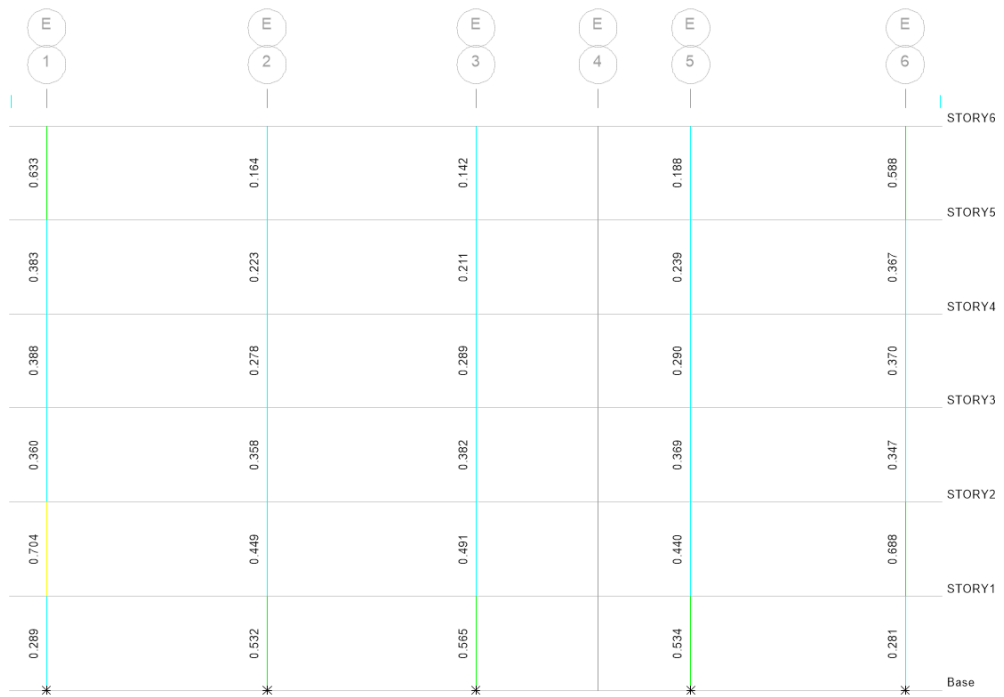
## ZA Zeminde Kolon PMM Oranları (1 ve E Aksı)



Elevation View - E Rebar Percentage (TS 500-2000(R2018))



Elevation View - E Column P-M-M Interaction Ratios (TS 500-2000(R2018))

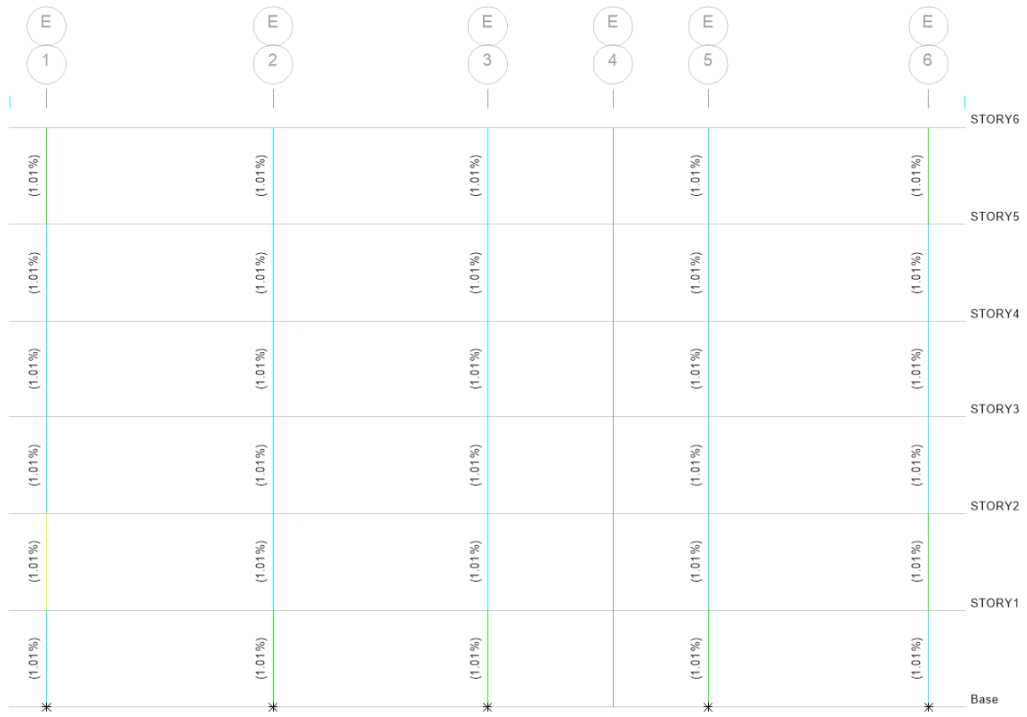


## ZB Zeminde Kolon PMM Oranları (1 ve E Aksı)

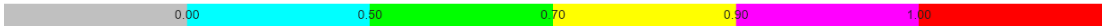
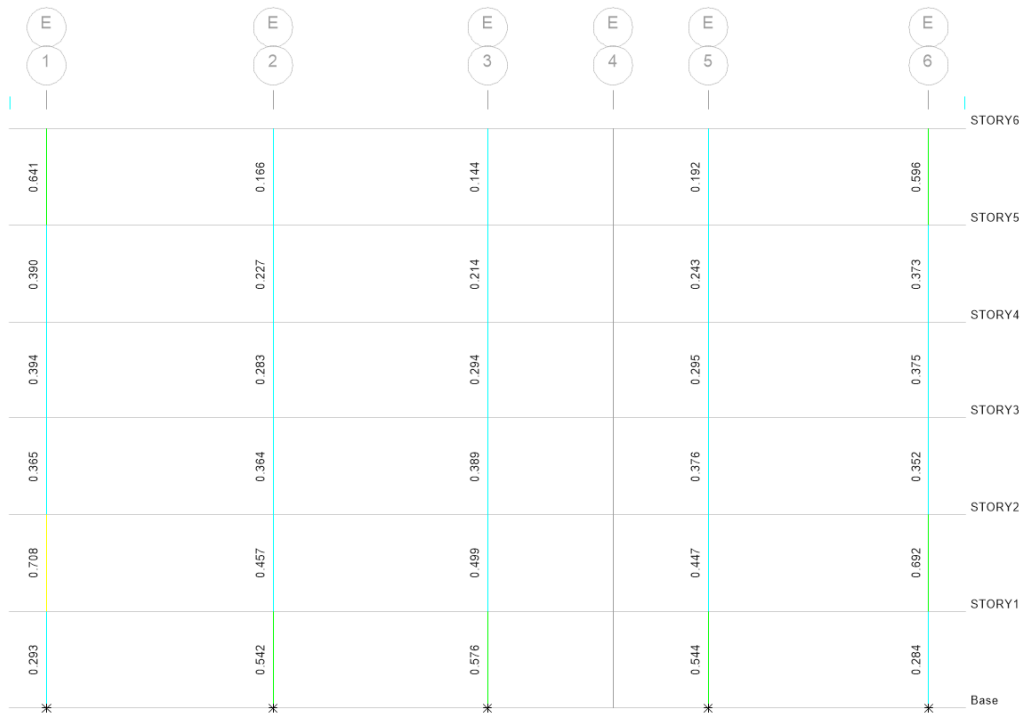




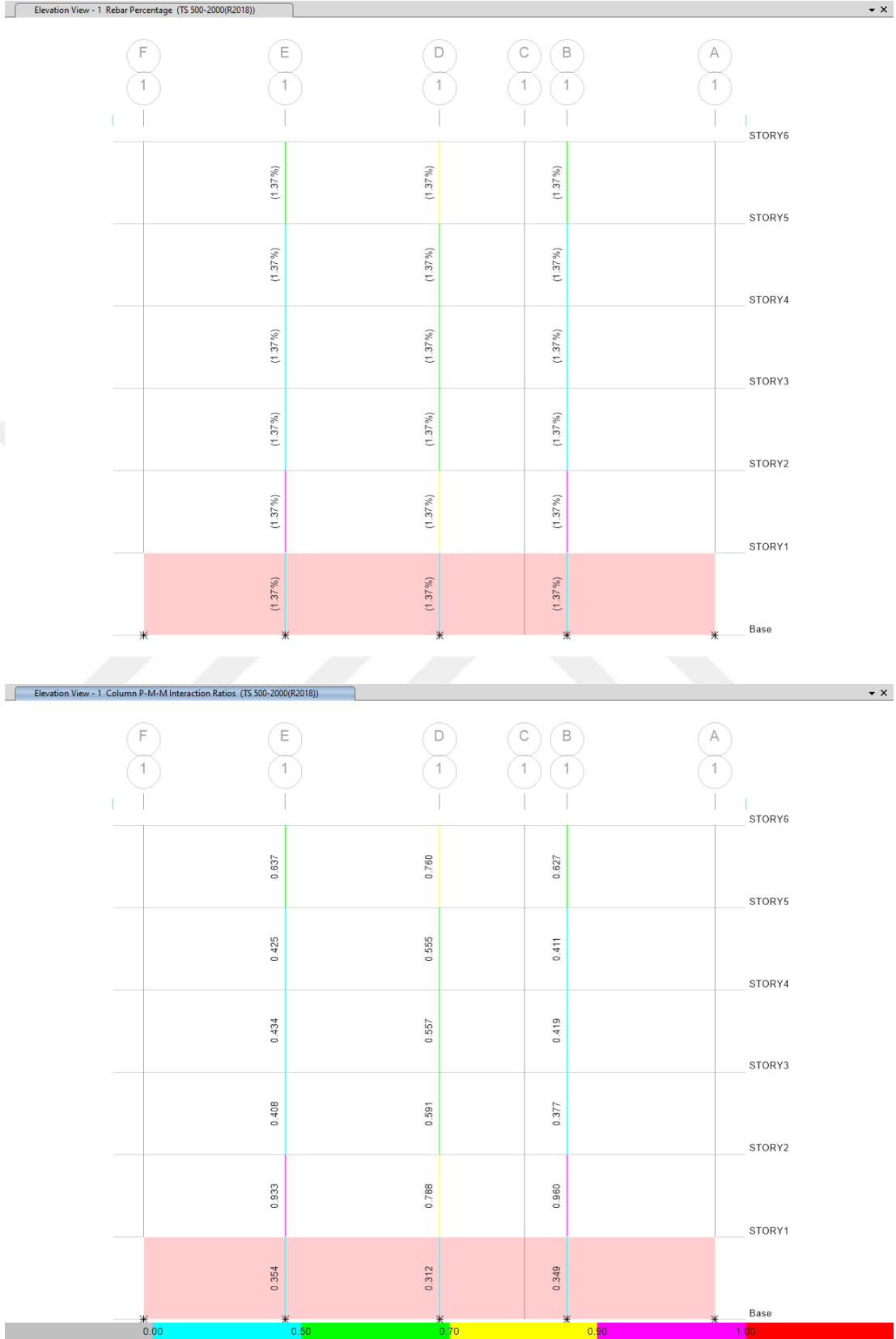
Elevation View - E Rebar Percentage (TS 500-2000(R2018))



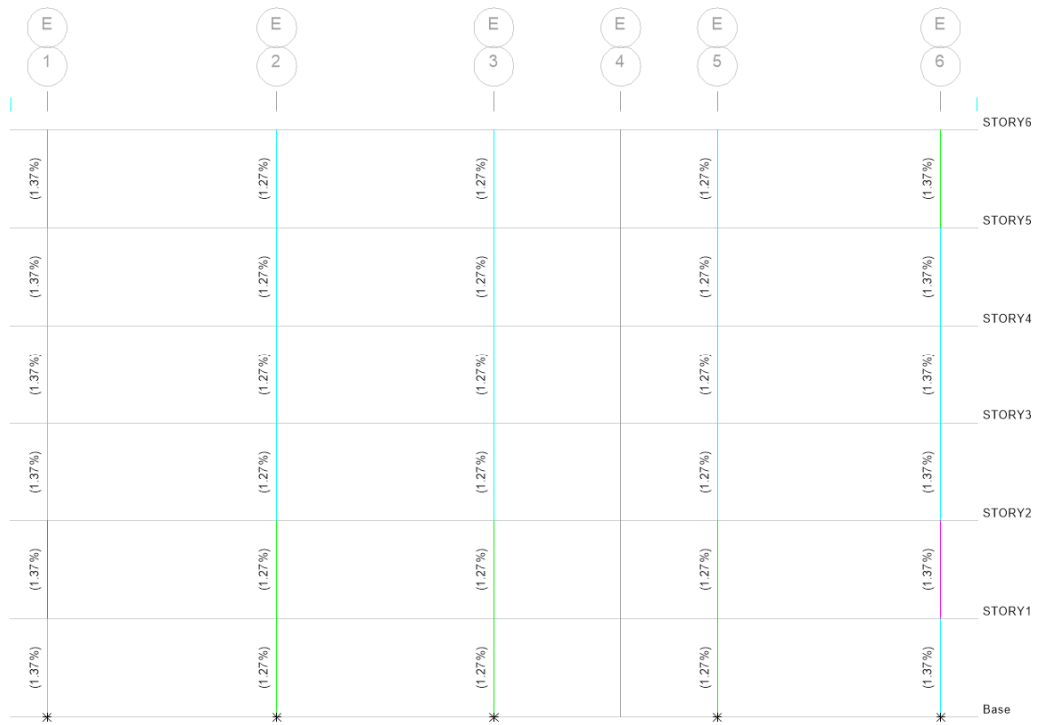
Elevation View - E Column P-M-M Interaction Ratios (TS 500-2000(R2018))



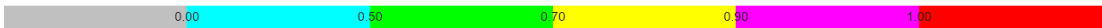
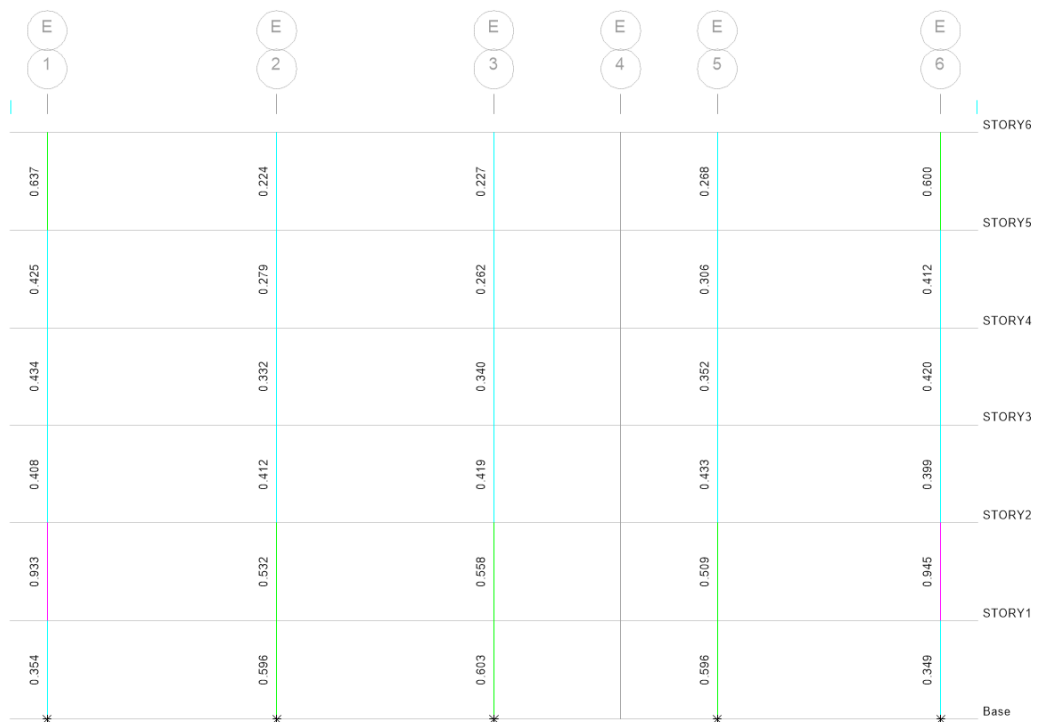
## ZC Zeminde Kolon PMM Oranları (1 ve E Aksı)



Elevation View - E. Rebar Percentage (TS 500-2000(R2018))



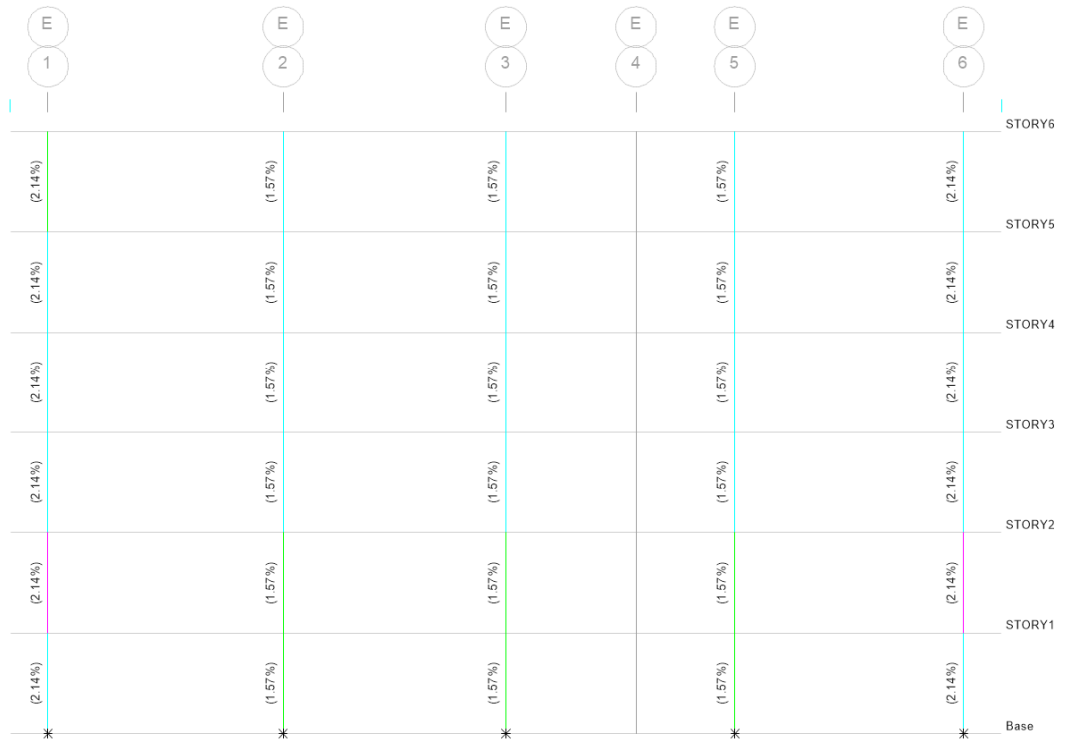
Elevation View - E. Column P-M-M Interaction Ratios (TS 500-2000(R2018))



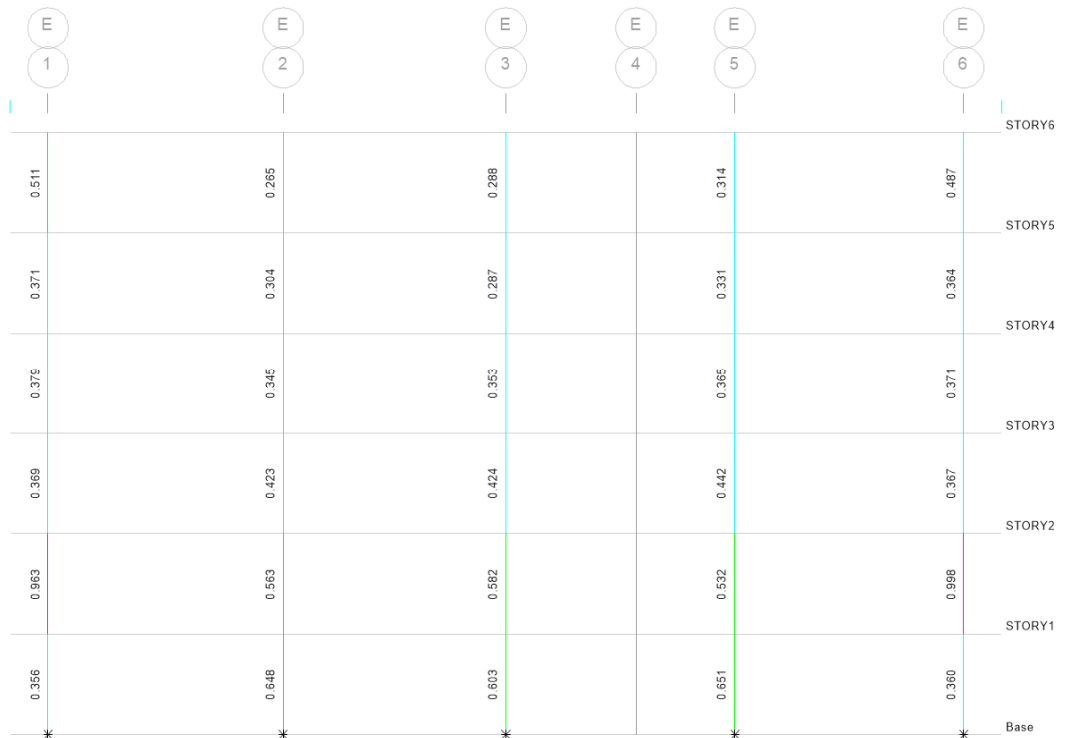
## ZD Zeminde Kolon PMM Oranları (1 ve E Aksı)



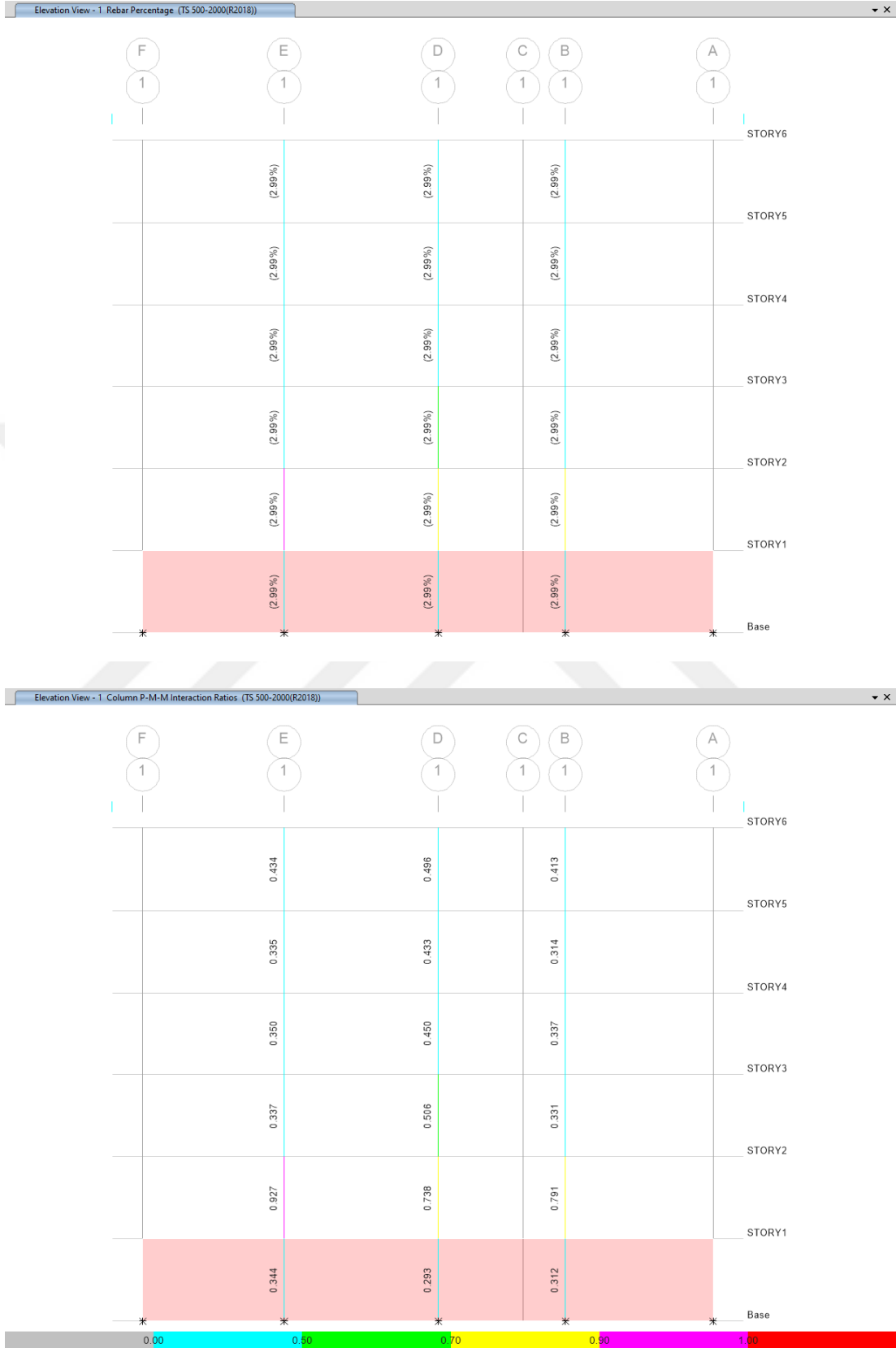
Elevation View - E Rebar Percentage (TS 500-2000(R2018))



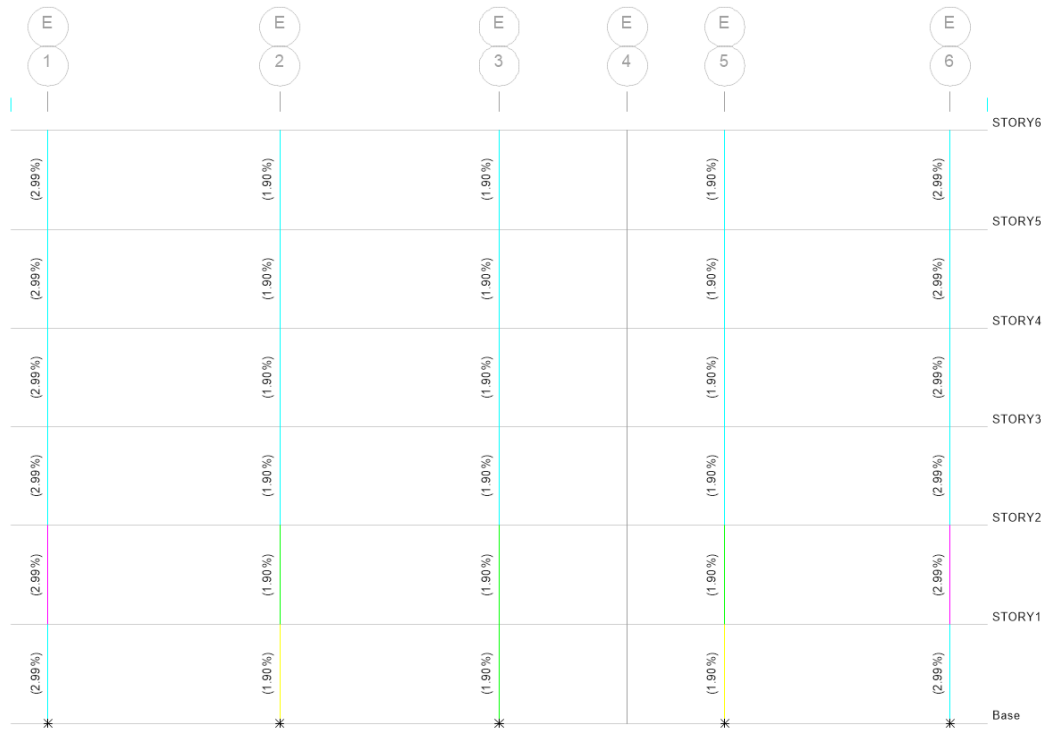
Elevation View - E Column P-M-M Interaction Ratios (TS 500-2000(R2018))



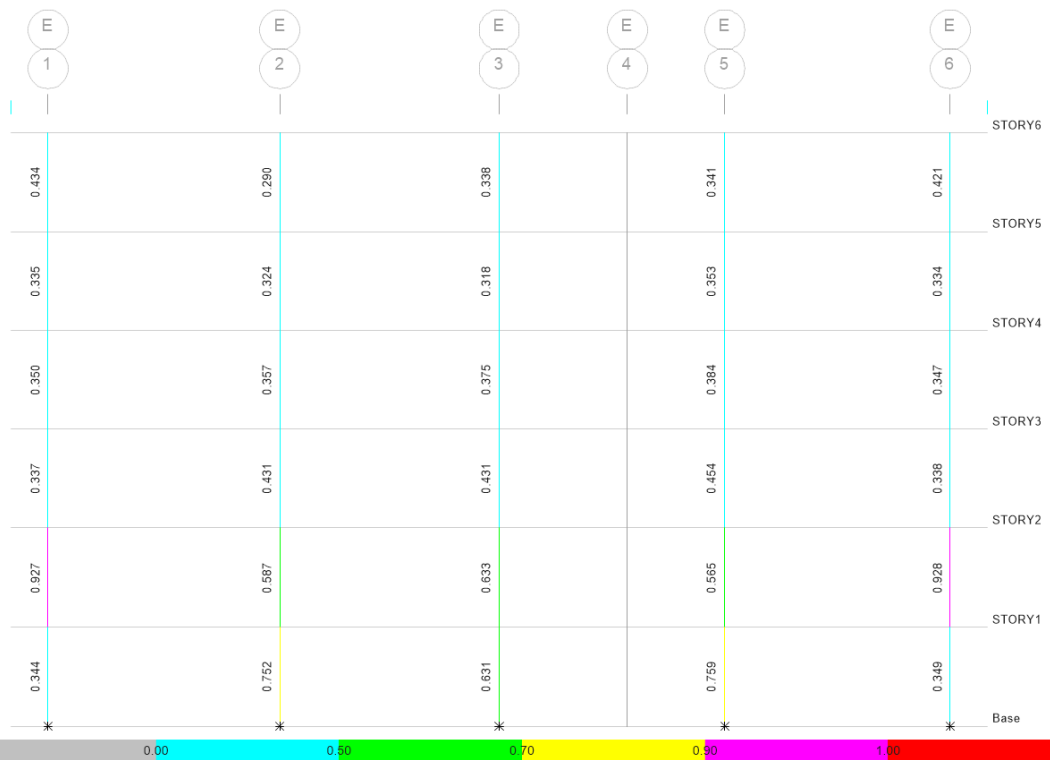
## ZE Zeminde Kolon PMM Oranları (1 ve E Aksı)



Elevation View - E Rebar Percentage (TS 500-2000(R2018))



Elevation View - E Column P-M-M Interaction Ratios (TS 500-2000(R2018))



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Onur ORTAYURT

Uyruğu : T.C.

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	İstanbul Gelişim Üniversitesi	2021 - Halen
Lisans	Çukurova Üniversitesi	2010 - 2014
Lise	Şehit Piyade Ast. Yılmaz KAAN Ç.P.L	2006 - 2010

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2014 - Halen	Perform Mühendislik ve Müşavirlik	Proje Yöneticisi

### Yabancı Dil

İngilizce, Rusça



