



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



BETONARME-YIĞMA KARMA YAPILARIN
DEPREM PERFORMANSININ
İNCELENMESİ

Mohsen MOHAMMADI

YÜKSEK LİSANS

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Mohsen MOHAMMADI tarafından hazırlanan ‘‘Betonarme-Yığma Karma Yapıların Deprem Performansının İncelenmesi’’ adlı tez çalışması 14/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Musa Hakan ARSLAN

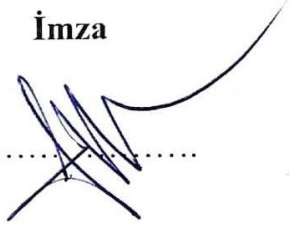
Danışman

Prof. Dr. Hasan Hüsnü KORKMAZ

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Emrah MADENCİ

İmza

.....


.....


.....


Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Yakup KARA
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Mohsen MOHAMMADI

Tarih: 14. 01. 2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

BETONARME-YIĞMA KARMA YAPILARIN DEPREM PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Mohsen MOHAMMADI

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Hasan Hüsnü KORKMAZ

2019, 144 Sayfa

Jüri

**Prof. Dr. Musa Hakan ARSLAN
Prof. Dr. Hasan Hüsnü KORKMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Emrah MADENCİ**

Günümüzde yığma yapılar az sayıda inşa edilmekte olsa da geçmişten kalan ve hala kullanılan bu tür yapılara çok rastlanılmaktadır. Genellikle kırsal alanlarda var olan yığma yapıların mühendislik hizmeti almadan yapılması, uygulamada yapılan hatalar, yapıyı oluşturan gevrek malzemelerin basınç dayanımı yüksek ve çekme dayanımı düşük olduğu için çok az deformasyon yapılması gibi nedenlerle yığma yapıların orta-şiddetli depremlerde bile hasar almakta ve yıkılarak çok ciddi can kayıplara sebep olmaktadır. Bu nedenle, Türkiye deprem kuşağında yer aldığı için ve yapı stoğunun önemli bir kısmını oluşturan yığma yapıların deprem etkisindeki davranışlarının incelenmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışma kapsamında yığma yapıların deprem dayanımının incelenmesi yapılmıştır. Ele alınan yapının bir kısmı betonarme kolonlar ve kirişler üzerine otururken, dış duvarlar yığma yapı olarak yapılan bina tipi incelenmiştir. İncelenen bina deprem bölgesinde olup, 3 katlıdır. Model bina bilgisayar ortamında paket sonlu elemanlar programı ile modellenmiş ve deprem dayanımı irdelenmiştir. Bina içinde bazı mekanlarda duvar bulunmamakta, bunun yerine döşeme yükleri kolonlara taşıtılmaktadır. Bu nedenle deprem yönetmeliğinin tarif ettiği modelleme yaklaşımı ile deprem hesabı mümkün değildir. Modellenen binada deprem iyileştirme alternatifleri özetlenerek, seçilen bir yada daha fazla güçlendirme metodu da analitik olarak ele alınmıştır. Analizler sonucunda, güçlendirilmemiş binanın deprem dayanımı yetersiz olarak tespit edilmiş ve önerilen güçlendirmelerin uygulanmasıyla bina deprem dayanımı Deprem Yönetmeliğinin verdiği sınır şartları sağlar durumuna gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yığma yapılar, deprem dayanımı, TBDY 2018, ETABS, sonlu eleman metodu.

ABSTRACT

MS THESIS

SEISMIC PERFORMANCE OF REINFORCED CONCRETE AND MASONRY MIXED STRUCTURES

Mohsen MOHAMMADI

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Civil Engineering**

Advisor: Prof. Dr. Hasan Hüsnü KORKMAZ

2019, 144 Pages

Jury

**Prof. Dr. Musa Hakan ARSLAN
Prof. Dr. Hasan Hüsnü KORKMAZ
Assist. Prof Emrah MADENCİ**

Masonry structures are well known structural types in human history. Although it was very popular in history, its use is also common. The masonry structures are constructed without any engineering services in rural parts. The material properties of masonry is brittle. Low tensional capacity and brittle nature of the material results in low deformation capacity and easy crack formation. The design and application mistakes in masonry structures also results in earthquake vulnerability.

Keeping in mind, Turkey is one a very active earthquake zone, and for above mentioned reasons, the studies in masonry and its seismic behavior becomes very important for our country.

In this study, Seismic performance of masonry structure is studied. The unique structure has reinforced (RC) columns and beams at the interior of a saloon. The outer walls are masonry type. The masonry structure is situated in 1.seismic zone and it has 3 stories. Since the structure has RC columns and masonry walls, it cannot be analyzed by the code defined methods. For this reason, the structure is modelled in finite element program. Two different strengthening approach is included in the study. The original structure has inadequate seismic performance. The strengthened structures satisfied Turkish earthquake codes requirements.

Keywords: Masonry stucture, seismic performance, TSC-2018, ETABS, Finite element method

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki meslek hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerinden faydalanacağımı düşündüğüm kıymetli ve danışman hoca statüsüne hakkıyla yerine getiren Prof. Dr. Hasan Hüsnü KORKMAZ 'a teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum.

Hayatım boyunca olduğu gibi bu çalışmada da bana her konuda destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mohsen MOHAMMADI
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|-------------|
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT..... | v |
| İÇİNDEKİLER | vii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | ix |
| TABLolar DİZİNİ..... | xiii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR..... | xiv |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Yığma Yapılarda Deprem Hasarı ve Güçlendirilmesi | 2 |
| 1.2. Yığma Yapıların Türk Deprem Yönetmeliğindeki Koşulları | 7 |
| 1.3. Tezin Amacı..... | 10 |
| 1.4. Tezin Önemi | 10 |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI | 12 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM..... | 19 |
| 3.1. Model Oluşturma | 20 |
| 3.1.1 ETABS İle Model Oluşturma | 21 |
| 3.1.2. ETABS İle Analizi ve Gerilme Kontrolleri | 29 |
| 3.2. Güçlendirilmiş Modelin Oluşturulması | 48 |
| 3.2.1. İnce Çelik Saç Uygulaması..... | 48 |
| 3.2.2. Perde ve Kolonları Mantolama İle Güçlendirme | 52 |
| 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA..... | 55 |
| 4.1. İnce Çelik Saç İle Güçlendirilmiş Model Analiz Sonuçları | 55 |
| 4.1.1. Saç Kalınlığı 1 cm ve Elastisite Modülü 200000 Mpa | 56 |
| 4.1.2. Saç Kalınlığı 0,5 cm ve Elastisite Modülü 200000 Mpa Olan Çözüm..... | 77 |
| 4.1.3. Saç Kalınlığı 1 cm ve Elastisite Modülü 70000 Mpa Olan Çözüm..... | 97 |
| 4.2. Perde ve Kolonları Mantolama İle Güçlendirilmiş Model Analiz Sonuçları | 117 |
| 4.3. Burulma Düzensizliğin Kontrolü | 127 |
| 4.4. Güçlendirmelerin Kayma Gerilmesi Yönünden karşılaştırılması..... | 131 |
| 4.5. Güçlendirmelerin deplasman Yönünden Karşılaştırılması | 133 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 137 |
| 5.1. Sonuçlar | 138 |
| 5.2. Öneriler | 138 |
| EKLER | 139 |

| | |
|------------------------|------------|
| KAYNAKLAR | 143 |
| ÖZGEÇMİŞ | 144 |



ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Şekil 1.1. Deprem X çatlakları $\alpha=45^\circ$ | 3 |
| Şekil 1.2. Deprem X çatlakları $\alpha >45^\circ$ | 3 |
| Şekil 1.3. Yığma yapılarda olası hasar ve çatlaklar | 4 |
| Şekil 1.4. Tek taraflı hasır çelik ve püskürtme beton uygulaması | 5 |
| Şekil 1.5. İki taraflı hasır çelik ve püskürtme beton uygulaması | 5 |
| Şekil 1.6. Pencere boşlukları arasının gergi demirleri ile güçlendirilmesi | 6 |
| Şekil 1.7. Yığma kemerde CFRP uygulaması | 6 |
| Şekil 1.8. Taşıyıcı tuğla duvarda CFRP uygulaması | 20 |
| Şekil 1.9. Betonarme çerçeve içine alma | 20 |
| Şekil 1.10. Payanda duvarlarla güçlendirme | 20 |
| Şekil 1.11. En büyük uzunlukları ve düşey hatillar arası mesafeler | 21 |
| Şekil 1.12. Taşıyıcı duvarlarda bırakılacak kapı ve pencere boşlukları | 22 |
| Şekil 2.1. Yığma yapıda betonarme perde duvar yerleşim planı | 26 |
| Şekil 2.2. Betonarme perde duvarlarla güçlendirilmiş yığma yapının ETABS model görünümü | 26 |
| Şekil 2.3. Sarsma tablası ve kontrol ünitesi | 13 |
| Şekil 2.4. Yığma bina sarsma deneyi hasar durumu | 14 |
| Şekil 2.5. Alternatif ard-germe sistemi | 14 |
| Şekil 2.6. Eğilme tablası yığma yapı deneyi | 15 |
| Şekil 2.7. uygulanan güçlendirme | 15 |
| Şekil 2.8. Hasarlı deney yapısının görünüşü | 30 |
| Şekil 2.9. Çelik şerit düzenlemeleri | 17 |
| Şekil 2.10. Bağlantı detayları | 17 |
| Şekil 2.11. deneylerin sonunda gelişen çatlaklar | 18 |
| Şekil 3.1. Yapının rölevesi ile çizilen kat plan | 20 |
| Şekil 3.2. Yapının üç boyutlu modeli | 21 |
| Şekil 3.3. Yük aktarımı için duvarların bölünmesi ve Pier atama | 24 |
| Şekil 3.4. Pencere boşlukların etrafındaki kesme kuvvetlerin yığılmaları | 25 |
| Şekil 3.5. ETABS yükleme durumları | 26 |
| Şekil 3.6. User load yüklerin katlara dağılışı | 27 |
| Şekil 3.7. Mass source tanıtmak | 27 |
| Şekil 3.8. Rigid Diaphragm tanıtmak | 28 |
| Şekil 3.9. Rigid Diaphragm atamak | 28 |
| Şekil 3.10. X yönündeki duvarları | 30 |
| Şekil 3.11. Y yönündeki duvarları | 31 |
| Şekil 3.12. D1,D2,D3,D4,D5,D6 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı | 32 |
| Şekil 3.13. D7,D8 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı | 32 |
| Şekil 3.14. D9,D10 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı | 33 |
| Şekil 3.15. D11,D12 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı | 33 |
| Şekil 3.16. D13,D14,D15,D16,D17,D18 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı | 34 |
| Şekil 3.17. D19,D20,D21 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı | 34 |
| Şekil 3.18. D22,D23 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı | 35 |
| Şekil 3.19. D24 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı | 35 |
| Şekil 3.20. D25 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı | 36 |
| Şekil 3.21. D26,D27,D28 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı | 36 |

| | |
|---|----|
| Şekil 3.22. D29,D30,D31,D32 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı | 37 |
| Şekil 3.23. X yönündeki duvarları | 38 |
| Şekil 3.24. Y yönündeki duvarları | 39 |
| Şekil 3.25. D1,D2,D3,D4,D5,D6 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı..... | 40 |
| Şekil 3.26. D7,D8 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 40 |
| Şekil 3.27. D9,D10 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 41 |
| Şekil 3.28. D11,D12 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 41 |
| Şekil 3.29. D13,D14,D15,D16,D17,D18 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı..... | 42 |
| Şekil 3.30. D19,D20,D21 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 42 |
| Şekil 3.31. D22,D23 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 43 |
| Şekil 3.32. D24 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 43 |
| Şekil 3.33. D25 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 44 |
| Şekil 3.34. D26,D27,D28 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 44 |
| Şekil 3.35. D29,D30,D31,D32 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 45 |
| Şekil 3.36. X ve Y yönündeki duvarları | 47 |
| Şekil 3.37. Saç levhaların yığma duvara sabitleme detayı şematik gösterimi..... | 48 |
| Şekil 3.38. X yönündeki duvarları | 49 |
| Şekil 3.39. Rijit ankarajın tanıtılması | 49 |
| Şekil 3.40. Güçlendirilmiş model kat planı | 50 |
| Şekil 3.41. Güçlendirilmiş üç boyutlu model | 51 |
| Şekil 3.42. Perde ile güçlendirmesi | 52 |
| Şekil 3.43. Kolon mantolama | 53 |
| Şekil 3.44. Güçlendirilmiş model kat planı | 53 |
| Şekil 3.45. Güçlendirilmiş üç boyutlu modeli | 54 |
| Şekil 4.1. X yönündeki duvarları | 57 |
| Şekil 4.2. Y yönündeki duvarları | 58 |
| Şekil 4.3. D1,D2,D3,D4,D5,D6 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı..... | 59 |
| Şekil 4.4. D7,D8 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 59 |
| Şekil 4.5. D9,D10 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 60 |
| Şekil 4.6. D11,D12 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 60 |
| Şekil 4.7. D13,D14,D15,,D16,D17,D18 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı..... | 61 |
| Şekil 4.8. D19,D20,D21 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 61 |
| Şekil 4.9. D22,D23 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 62 |
| Şekil 4.10. D24 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 62 |
| Şekil 4.11. D25 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 63 |
| Şekil 4.12. D26,D27,D28 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 63 |
| Şekil 4.13. D29,D30,D31,D32 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 64 |
| Şekil 4.14. 1-1 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 66 |
| Şekil 4.15. 3-3 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 67 |
| Şekil 4.16. 4-4 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 68 |
| Şekil 4.17. 6-6 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 69 |
| Şekil 4.18. 7-7 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 70 |
| Şekil 4.19. A-A Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 71 |
| Şekil 4.20. C-C Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 72 |
| Şekil 4.21. D-D Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 73 |
| Şekil 4.22. E-E Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 74 |
| Şekil 4.23. F-F Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri | 75 |
| Şekil 4.24. G-G Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 76 |
| Şekil 4.25. X yönündeki duvarları | 78 |
| Şekil 4.26. Y yönündeki duvarları | 79 |

| | |
|--|-----|
| Şekil 4.27. D1,D2,D3,D4,D5,D6 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı..... | 80 |
| Şekil 4.28. D7,D8 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 80 |
| Şekil 4.29. D9,D10 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 81 |
| Şekil 4.30. D11,D12 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 81 |
| Şekil 4.31. D13,D14,D15,D16,D17,D18 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı..... | 82 |
| Şekil 4.32. D19,D20,D21 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 82 |
| Şekil 4.33. D22,D23 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 83 |
| Şekil 4.34. D24 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 83 |
| Şekil 4.35. D25 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 84 |
| Şekil 4.36. D26,D27,D28 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 84 |
| Şekil 4.37. D29,D30,D31,D32 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 85 |
| Şekil 4.38. 1-1 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 86 |
| Şekil 4.39. 3-3 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 87 |
| Şekil 4.40. 4-4 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 88 |
| Şekil 4.41. 6-6 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 89 |
| Şekil 4.42. 7-7 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 90 |
| Şekil 4.43. A-A Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 91 |
| Şekil 4.44. C-C Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 92 |
| Şekil 4.45. D-D Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 93 |
| Şekil 4.46. E-E Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 94 |
| Şekil 4.47. F-F Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri | 95 |
| Şekil 4.48. G-G Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 96 |
| Şekil 4.49. X yönündeki duvarları | 98 |
| Şekil 4.50. Y yönündeki duvarları | 99 |
| Şekil 4.51. D1,D2,D3,D4,D5,D6 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı..... | 100 |
| Şekil 4.52. D7,D8 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 100 |
| Şekil 4.53. D9,D10 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 101 |
| Şekil 4.54. D11,D12 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 101 |
| Şekil 4.55. D13,D14,D15,D16,D17,D18 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı..... | 102 |
| Şekil 4.56. D19,D20,D21 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 102 |
| Şekil 4.57. D22,D23 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 103 |
| Şekil 4.58. D24 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 103 |
| Şekil 4.59. D25 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 104 |
| Şekil 4.60. D26,D27,D28 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 104 |
| Şekil 4.61. D29,D30,D31,D32 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 105 |
| Şekil 4.62. 1-1 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 106 |
| Şekil 4.63. 3-3 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 107 |
| Şekil 4.64. 4-4 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 108 |
| Şekil 4.65. 6-6 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 109 |
| Şekil 4.66. 7-7 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 110 |
| Şekil 4.67. A-A Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 111 |
| Şekil 4.68. C-C Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri | 112 |
| Şekil 4.69. D-D Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 113 |
| Şekil 4.70. E-E Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 114 |
| Şekil 4.71. F-F Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri | 115 |
| Şekil 4.72. G-G Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri..... | 116 |
| Şekil 4.73. Betonarme perde duvarın mevcut tuğla duvara, hatıl ve döşemeye bağlantı detayı..... | 117 |
| Şekil 4.74. X ve Y yönündeki duvarları | 119 |
| Şekil 4.75. D1,D2,D3,D4,D5,D6 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı..... | 120 |

| | |
|--|-----|
| Şekil 4.76. D7,D8 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 120 |
| Şekil 4.77. D9,D10 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 121 |
| Şekil 4.78. D11,D12 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 121 |
| Şekil 4.79. D13,D14,D15,D16,D17,D18 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı..... | 122 |
| Şekil 4.80. D19,D20,D21 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 122 |
| Şekil 4.81. D22,D23 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 123 |
| Şekil 4.82. D24 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 123 |
| Şekil 4.83. D25 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 124 |
| Şekil 4.84. D26,D27,D28 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 124 |
| Şekil 4.85. D29,D30,D31,D32 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı | 125 |
| Şekil 4.86. PA perdenin kesme kuvvetinin dağılımı | 125 |
| Şekil 4.87. PB perdenin kesme kuvvetinin dağılımı..... | 126 |
| Şekil 4.88. PC perdenin kesme kuvvetinin dağılımı..... | 126 |
| Şekil 4.89. Burulma düzensizliği durumu | 131 |
| Şekil 4.90. Katların yapmış olduğu deplasman miktarı..... | 131 |
| Şekil 4.91. Duvar kayma gerilmelerin karşılaştırılması X yönü..... | 131 |
| Şekil 4.92. Duvar kayma gerilmelerin karşılaştırılması Y yönü..... | 132 |
| Şekil 4.93. X yönü için 1 aksı..... | 134 |
| Şekil 4.94. X yönü deplasmanları | 134 |
| Şekil 4.95. Y yönü için A aksı | 135 |
| Şekil 4.96. Y yönü deplasmanları | 135 |
| Şekil ek 1. 1. Dolu harman tuğlası..... | 139 |
| Şekil ek 1. 2. Deney numunesi duvar parçasının geometrik özellikleri | 139 |
| Şekil ek 1. 3. Yığa duvar örgü şekli..... | 140 |
| Şekil ek 1. 4. Yığma duvar numunesi üstünde düşey yükleme deney düzeneği | 140 |
| Şekil ek 1. 5. Deney numunesinin deney sonu görünümü..... | 141 |
| Şekil ek 1. 6. Deney sonu elde edilen düşey yük-düşey deplasman grafiği | 142 |

TABLolar DİZİNİ

| | |
|---|-----|
| Tablo 3. 1. Yapı özellikleri | 22 |
| Tablo 3. 2. Excel’de hesaplanan deprem kuvvetleri ve katlara dağılışı | 26 |
| Tablo 3. 3. Narinlik oranına göre emniyet gerilmeler için azaltma katsayıları | 29 |
| Tablo 3. 4. X yönündeki normal gerilme sonuçları | 30 |
| Tablo 3. 5. Y yönündeki normal gerilme sonuçları | 31 |
| Tablo 3. 6. X yönündeki kayma gerilme sonuçları..... | 38 |
| Tablo 3. 7. Y yönündeki kayma gerilme sonuçları..... | 39 |
| Tablo 3. 8. X yönündeki basit hesap ile karşılaştırılması | 46 |
| Tablo 3. 9. Y yönündeki basit hesap ile karşılaştırılması | 47 |
| Tablo 4. 1. X yönündeki kayma gerilme sonuçları..... | 57 |
| Tablo 4. 2. Y yönündeki kayma gerilme sonuçları..... | 58 |
| Tablo 4. 3. X yönündeki kayma gerilme sonuçları..... | 78 |
| Tablo 4. 4. Y yönündeki kayma gerilme sonuçları..... | 79 |
| Tablo 4. 5. X yönündeki kayma gerilme sonuçları..... | 98 |
| Tablo 4. 6. Y yönündeki kayma gerilme sonuçları..... | 99 |
| Tablo 4. 7. X yönündeki kayma gerilme sonuçları..... | 118 |
| Tablo 4. 8. Y yönündeki kayma gerilme sonuçları..... | 119 |
| Tablo 4. 9. Güçlendirilmemiş binanın burulma düzensizliğin kontrolü | 128 |
| Tablo 4. 10. Saç 1cm E=200000 Mpa binanın burulma düzensizliğin kontrolü | 129 |
| Tablo 4. 11. Saç 0.5cm E=200000 Mpa burulma düzensizliğin kontrolü | 129 |
| Tablo 4. 12. Saç 1cm E=70000 Mpa burulma düzensizliğin kontrolü | 129 |
| Tablo 4. 13. Perde ve Mantolu burulma düzensizliğin kontrolü | 130 |

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A: Kuvvet etkiyen alan

L: Duvar yüksekliği

ν : Poisson oranı

σ : Gerilme

ε : Şekil değiştirme oranı

S(T) : Spektrum katsayısı

R: Deprem yükü azaltma katsayısı

A₀: Etkin yer ivmesi katsayısı

I: Bina Önem katsayısı

μ = sürtünme katsayısı

(Δ_i)_{max} = Binanın i'inci katındaki maksimum azaltılmış görelî kat ötelemesi

(Δ_i)_{ort} = Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi

η_{bi} = i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliğin katsayısı

τ_{em} = duvar kayma emniyet gerilmesi

τ_0 = duvar çatlama emniyet gerilmesi

1. GİRİŞ

Türkiye tehlikeli ve aktif bir deprem bölgesinin üstünde yer almaktadır. Türkiye nüfusunun %95 i deprem tehdidi altındadır. Ülkede kamuoyunda deprem bilincinin oluşması geç kalmış, mimar ve mühendislik meslek mensupları, depreme dayanıklı yapı tasarımı konusunda bilinçlenmesi gecikmiştir. Bu nedenle mevcut konut stoğunda yer alan yapıların pek çoğu, depreme dayanıklı yapı kriterlerini sağlamamaktadır. İnsanların günlük zamanlarının çok büyük kısmını geçirdiği yapıların deprem güvenliği tartışmasız bir biçimde çok önemlidir. Can güvenliğinin yanında sanayi tesisleri gibi ekonomik değeri yüksek cihazların bulunduğu binalar, hastane gibi toplumun her an ihtiyaç duyduğu binalar, kamu kurum binaları gibi kriz ve afet anında gerekli olan yapıların deprem güvenliği, deprem sonrası kamusal düzenin sağlanması için gereklidir.

Yığma yapılar mevcut bina stoğunda önemli bir yer tutmaktadır. Kırsal alanda tek yada 2 katlı olarak yapılan yığma yapılar, şehirlerde çok katlı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu binaların bir kısmı kırsal alanda yapılan ve hiçbir şekilde mühendislik yada mimarlık hizmeti görmemiş, kullanıcının kendisi tarafından oluşturulan yapılardır. Şehir merkezinde bulunan yığma binalar ise mühendislik hizmeti görmüş olmasına rağmen, depreme dayanıklı yığma yapı usullerine göre tasarlanmamış olabilir.

Kat sayısının artması ile, yığma yapıların deprem yüklerine karşı olan zayıf yönleri ortaya çıkmaktadır. Yapı yatay yükleri kesme kuvvetleri ile karşılamaktadır. Duvar kalınlığının fazla olması nedeniyle yığma yapılar ağırdır. Ağırlık artışı deprem kuvvetlerinde de artışı beraberinde getirir. Ayrıca tuğla ve biriket gibi malzemelerin gevrek oluşu, yığma binaların deplasman yapma kapasitesini düşürür. Bu nedenle yığma yapılar rijit olarak depreme karşı koyar. Malzemesinin çekme dayanımının düşük olması da kolay hasar görmesine neden olur (Nayak, 2016) (Rinaldin, 2018).

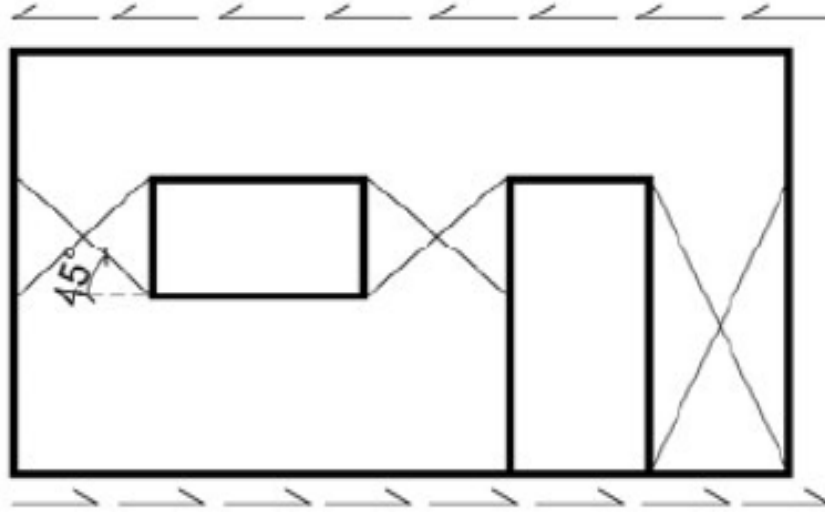
Çok katlı yığma yapıların deprem dayanımı zayıftır. Bu nedenle deprem yönetmelikleri deprem bölgelerinde kat adedine sınırlama getirmiştir. Ancak, mevcut durumda olan çok katlı yığma binalar deprem bölgelerinde kullanılmaya devam etmektedir. Bu yapıların mevcut deprem dayanımı gelecek depremlere karşı yetersiz olabilir. Bu nedenle çoğunlukla yığma binaların depreme karşı güçlendirilmesi gerekmektedir. Yığma duvarların tümünün taşıyıcı olması ve malzeme gevrekliği,

yığma binaların güçlendirilmesini de zorlaştırmaktadır. Uygulamada pek çok metod olmasına karşın, bunların etkinliğinin sorgulanması gerekmektedir.

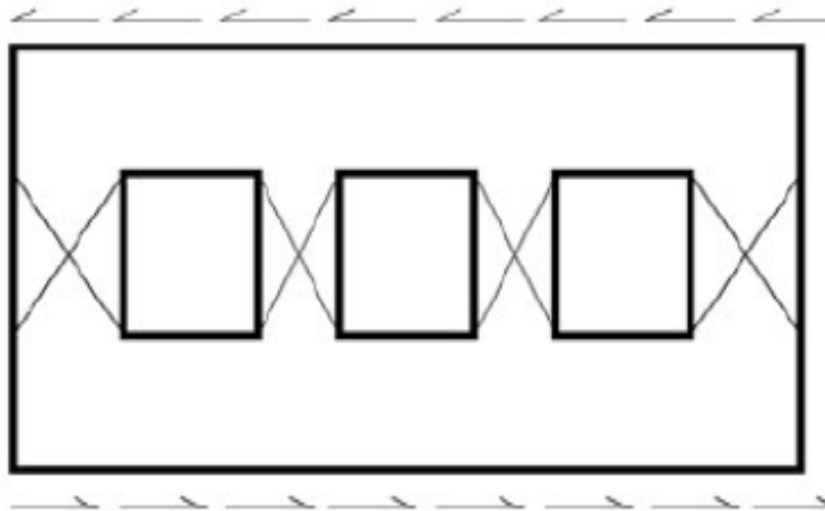
Bu çalışmada Konya ili sınırları içerisinde bir yurt binasının deprem dayanımının incelenmesi yapılacaktır. Ele alınacak yapının bir kısmı betonarme kolonlar ve kirişler üzerine otururken, dış duvarlar yığma yapı olarak yapılan bina tipi incelenmiştir. Yapısal olarak tüm yüklerin kolon ve/veya perde duvarlarla taşındığı sistemler betonarme, yüklerin yığma duvarlarla karşılandığı sistemler yığma olarak adlandırılır. Yığma binalarda, duvar içlerinde düşey hatıllar olabilir. Bu çalışmada incelenen binada ise, bina yığma olmasına rağmen, bir mekanda yığma duvarlar bulunmamakta, mekan ortasında iki adet kolon yer almaktadır. Kolonlara bağlanan betonarme kirişler ise devamında bina cephesinde bulunan yığma duvarlara yük aktarmaktadır. Bina yönetmeliklerde tanımlanan hiçbir bina tipine uymamaktadır. Bu bakımdan bina “hibrit” bina olarak tanımlanmıştır. Yönetmeliklerde tanımlanan yığma bina hesap metotları bu binada tam olarak geçerli değildir. Bu sebeple çalışmada bilgisayar destekli analiz yapılmıştır. Model bina bilgisayar ortamında paket sonlu elemanlar programı ile modellenmiş ve deprem dayanımı irdelenmiştir.

1.1. Yığma Yapılarda Deprem Hasarı ve Güçlendirilmesi

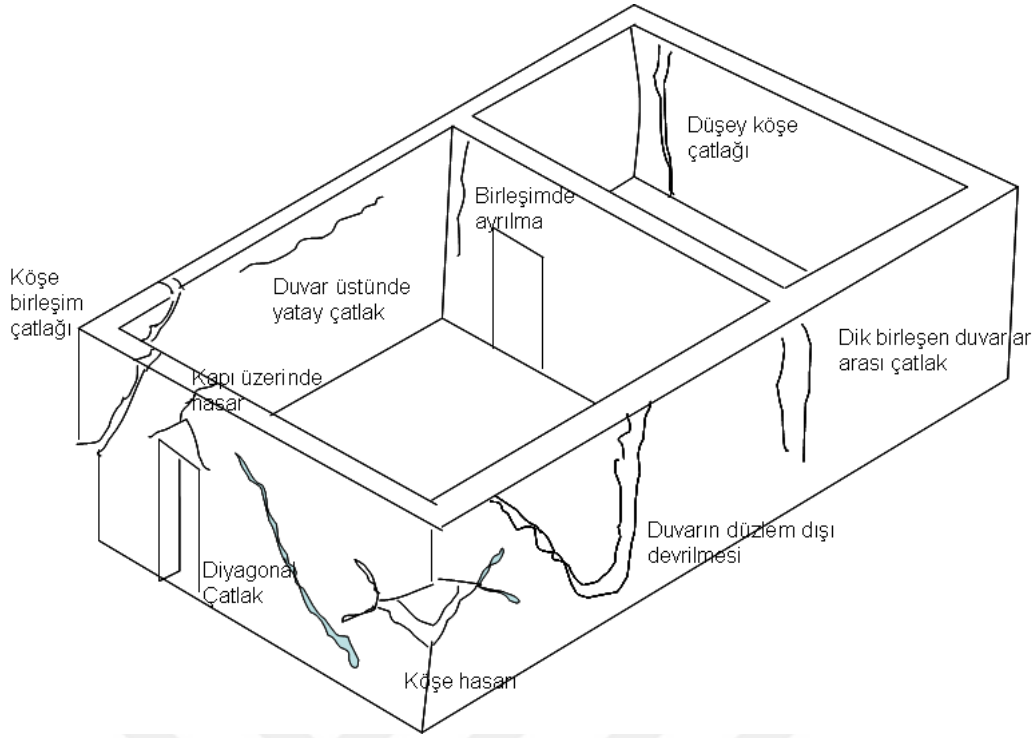
Yığma yapılarda, düşey ve yatay yükler duvarlarda oluşan basınç ve kesme kuvvetleri ile taşınmaktadır. Duvarı oluşturan tuğla, biriket veya taş gibi elemanlar ve aralarındaki harcın dayanımı duvarın toplam dayanımını belirler. Genel olarak yığma duvarlar basınç gerilmelerine mukavemetlidir. Yatay kuvvetlerden dolayı oluşan kesme kuvvetleri ise, duvarda eğik çekme gerilmeleri oluşturacaktır. Yapı malzemesinin çekme dayanımı düşük olduğu için, deprem kuvvetleri altında duvarlarda eğik çatlaklar oluşacaktır (Şekil 1.1-1.2). Çatlaklar özellikle iki pencere arasında kalan duvar parçalarında “X” şeklinde bir hasara neden olur. Hasarın bir diğer şekli ise, bina köşelerinde oluşan ayrılma (Sayın ve ark., 2013).



Şekil 1.1. Deprem X çatlakları $\alpha=45^\circ$ (Öncü, 2011)



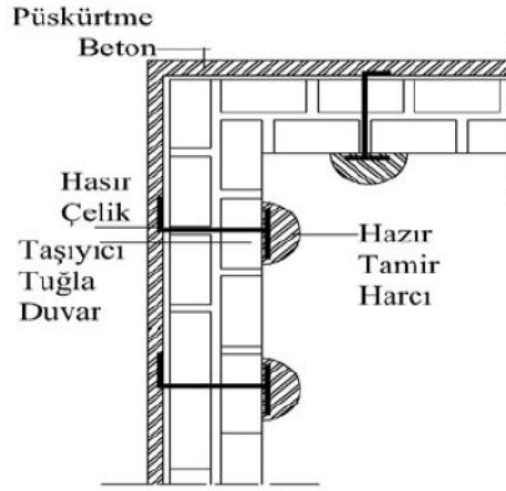
Şekil 1.2. Deprem X çatlakları $\alpha > 45^\circ$ (Öncü, 2011)



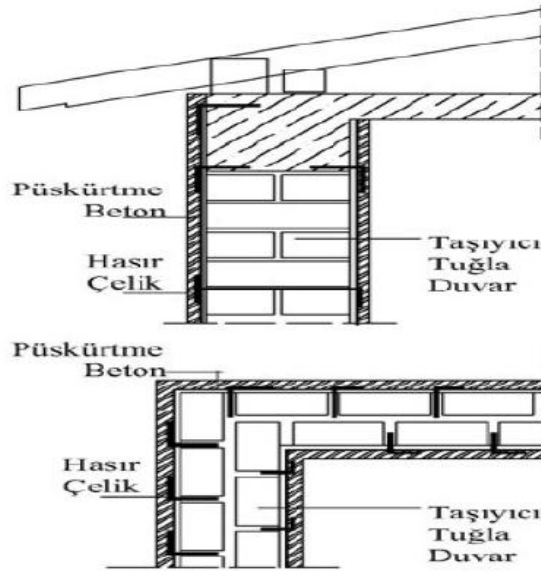
Şekil 1.3. Yığma yapılarda olası hasar ve çatlaklar (Korkmaz, 2007)

Yığma yapılarda oluşan hasarın onarımı, betonarme yapılara göre daha zordur. Hasar onarımında ilk aşama mevcut çatlakların kapatılmasıdır. Çatlak duvar üzerindeki sıva kaldırılarak, çatlak özel harç ile doldurulabilir. Epoksi esaslı harçların çekme dayanımı yüksektir. Ancak bu işlem, düşey ortamda yapılacağı için, harcın çatlak içine enjeksiyonu zordur. Çatlakların her iki tarafının çelik elemanlarla birleştirilerek dikildiği uygulamalarda vardır. Bu tür uygulamalar ekonomik olarak masraflıdır. Bu nedenle tarihi yapılarda tercih edilmektedir. Mümkün olan durumlarda döşemenin askıya alınarak duvarın yeniden yapılması daha ekonomik olabilir (Önal ve Koçak, 2005).

Duvar üstünde püskürtme beton uygulaması, hasar görmüş duvarlar için uygulanabileceği gibi, hasarsız duvarların güçlendirilmesi içinde kullanılabilir. Püskürtme betondan önce duvar yüzeyine hasır şeklinde çelik elemanlar sabitlenebilir (D'Altri ve ark., 2017). Uygulamada duvarın her iki yüzeyinde de yapılırsa daha etkindir (Şekil 1.4-1.5).

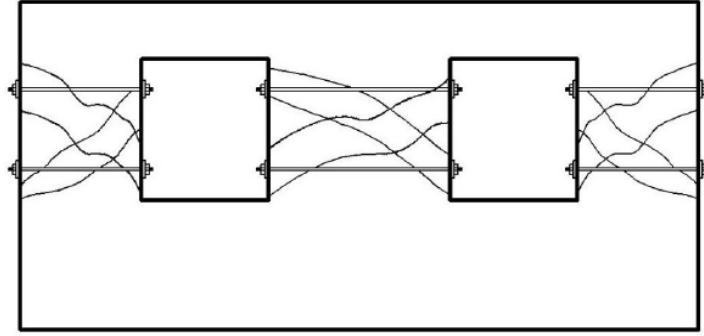


Şekil 1.4. Tek taraflı hasır çelik ve püskürtme beton uygulaması (Öncü, 2011)



Şekil 1.5. İki taraflı hasır çelik ve püskürtme beton uygulaması (Öncü, 2011)

Yığma duvarlara çelik germe çubukları ile yatay ve/veya düşey gerilme verilmesi, duvarın çekme-kesme mukavemetini artıracaktır. Bu esastan hareketle çelik germe çubukları ile güçlendirme yöntemleri geliştirilmiştir (Şekil 1.6). Bu yöntemde mevcut çatlakların kapatılması da yapılabilir (Öncü, 2011).

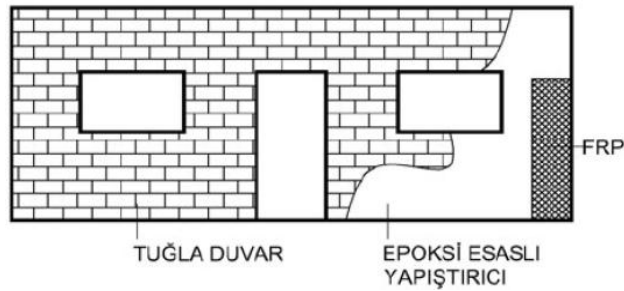


Şekil 1.6. Pencere boşlukları arasının gergi demirleri ile güçlendirilmesi (Öncü, 2011)

Duvarlar üstünde karbon fiber takviyeli polimer (CFRP) uygulaması son yıllarda oldukça sık kullanılmaktadır. Çekme dayanımı yüksek olan CFRP yaygılarının epoksi vasıtasıyla duvara sabitlenmesi ile, duvarda meydana gelen çekme gerilmelerinin bir kısmı CFRP elemanlarınca karşılanacaktır. Bu elemanların yine karbon fiber çubuklar ile duvara ankrajı, güçlendirmenin etkinliği açısından önemlidir. Bu güçlendirme metodunda işçilik detayları çok önemlidir (Şekil 1.7-1.8). Yöntemin bir diğer dezavantajı maliyettir.

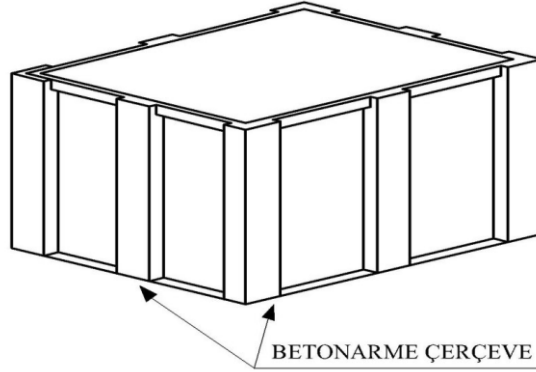


Şekil 1.7. Yığma kemerde CFRP uygulaması (Öncü, 2011)

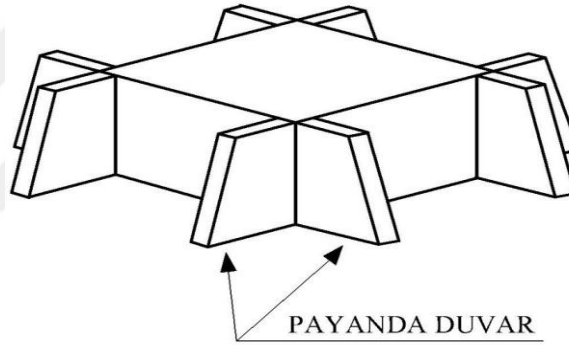


Şekil 1.8. Taşıyıcı tuğla duvarda CFRP uygulaması (Öncü, 2011)

Yığma yapının tamamının strüktürel olarak güçlendirilmesi için de çeşitli yöntemler mevcuttur. Yapı dış duvarlarına bütünleşik betonarme perdelerin imalatı (Şekil 1.9), duvarlara payanda yapılması (Şekil 1.10), bina içine ek duvarlar yapılması gibi alternatifler uzun yıllardır uygulanmaktadır .



Şekil 1.9. Betonarme çerçeve içine alma (Bayülke, 1995)

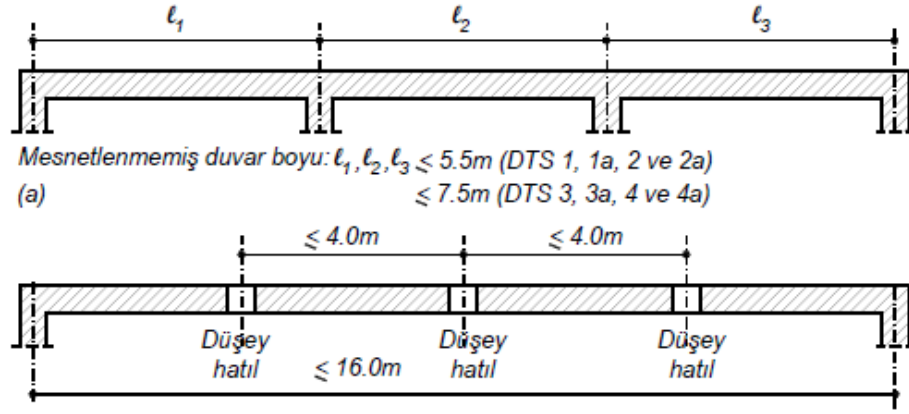


Şekil 1.10. Payanda duvarlarla güçlendirme (Bayülke, 1995)

1.2. Yığma Yapıların Türk Deprem Yönetmeliğindeki Koşulları

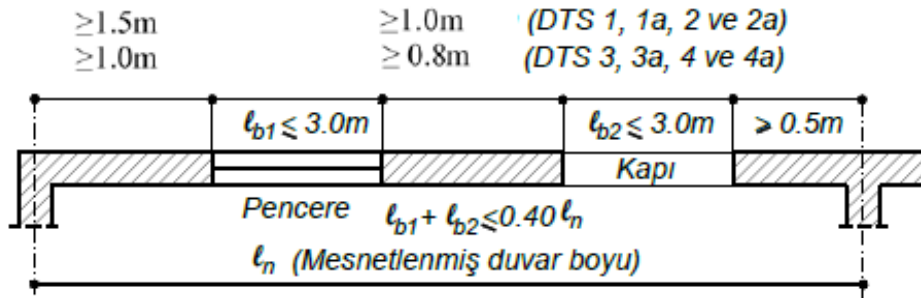
Türk Deprem yönetmeliğinde yığma yapıların tasarım ve yapımı ile ilgili bir bölüm vardır. Türk Deprem Yönetmeliğinde, yığma yapıya etki edecek deprem kuvveti hesaplanırken yapının taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R_d(T_1) = 2,0$ olarak kabul edilirken, spektral ivme katsayısı $S(T_1) = 2,5$ ise doğal titreşim periyodu hesabı yapılmadan her durumda 2,5 olarak belirlenir. Yığma binalarda, her bir katın yüksekliği, döşeme üstünden döşeme üstüne en çok 3,0 m olacaktır. Kerpiç duvarlı yığma binalarda tek katın yüksekliği 2.70 m'den, eğer yapılmış ise bodrum kat yüksekliği 2.40 m'den daha çok olamaz.

Donatısız ve kuşatılmış yığma binalarda taşıyıcı duvarların desteklenmemiş en büyük uzunlukları ve düşey hatıllar arası mesafeler, Şekil 1.11'de verilen Őartlara uyacaktır. Donatılı yığma ve donatılı panel sistemli binalarda Şekil 1.11'de verilen boyut sınırları %20 arttırılabilir.



Şekil 2.11. En büyük uzunlukları ve düşey hatıllar arası mesafeler (TBDY, 2018)

Kapı ve pencere boşlukları seviyesinde betonarme lentolar yapılacaktır. Lentoların duvara oturan bölümlerinin boyu 200 mm'den az olmayacaktır. Lento yüksekliği 150 mm'den az olmayacaktır. Taşıyıcı duvarlarda bırakılacak kapı ve pencere boşluklarında Şekil 1.12'de verilen kurallara uyulacaktır.



Şekil 1.12. Taşıyıcı duvarlarda bırakılacak kapı ve pencere boşlukları (TBDY, 2018)

Türk Deprem Yönetmeliğinde yığma yapıların hesap metodu için sonlu elemanlar metoduna dayanan bir analiz metodu tanımlanmamıştır. Yatay yüklerin, duvarların rijitlikleri oranında paylaşılması esasına dayanan bir analiz tarif edilmiştir. Analizde elastik-doğrusal analiz ele alınır. Binanın ağırlığı belirlenerek, yatay deprem kuvveti eşdeğer deprem yükü formüllerinden hesaplanır. Yatay yükler bina katlarına dağıtılarak, duvar rijitlikleri ile doğru orantılı şekilde duvarlara gelen kesme kuvvetleri belirlenir. Duvarların taşıdığı döşeme paylarından, duvarda meydana gelen basınç kuvvetleri hesaplanır. Duvar malzemesine bağlı olarak yönetmelikte tanımlanan kesme mukavemet değerleri, basınç gerilmelerinin %50 si kadar artırılır. Böylelikle her duvar parçasının kesme mukavemeti bulunur. Duvara gelen kesme kuvveti duvar alanına bölünerek duvardaki kesme hesaplanır ve mukavemet değeri ile karşılaştırılır.



1.3. Tezin Amacı

Bu çalışmada örnek bir yığma yapıda deprem yükleri altında yapı dayanım incelenmesi yapılmıştır. Ele alınan yapının bir kısmı betonarme kolonlar ve kirişler üzerine otururken, dış duvarlar yığma yapı olarak yapılan bina tipi incelenmiştir. Bina mevcutta var olan ve 2012 yılında güçlendirilen bir binadır. Bina uygulanan güçlendirme uygulamasında 2007 deprem yönetmeliği geçerli olduğu için, bu çalışmada irdelenen analiz metodlarında da 2007 deprem yönetmeliğine atıflar yapılmıştır. İncelenen bina Deprem bölgesinde ve deprem yönetmeliğinin verdiği kat sınırını aşacak şekilde 3 katlıdır. Model bina bilgisayar ortamında paket sonlu elemanlar programı ile modellenmiş ve deprem dayanımı irdelenmiştir. Bina içinde bazı mekanlarda duvar bulunmamakta, bunun yerine döşeme yükleri kolonlara taşıtılmaktadır. Bu nedenle deprem yönetmeliğinin tarif ettiği modelleme yaklaşımı ile deprem hesabı mümkün değildir. Modellenen binada deprem iyileştirme alternatifleri olarak ince çelik saç ile güçlendirilmesi ve perde ile kolonları mantolamak iki yöntem ele alınmıştır.

1.4. Tezin Önemi

Ülkemizde kırsal alandaki binaların neredeyse tamamı ve şehir merkezlerinde de önemli bir kısmı yığma binalardan oluşmaktadır. Bu binaların deprem dayanımları, betonarme yada çelik yapılara göre daha kısıtlıdır. Mevcut pek çok yığma binanın depreme karşı güçlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Mevcut literatürde bulunan güçlendirme metodlarından farklı iki yenilikçi metod ele alınmıştır. İlk olarak bina duvarlarına saç levha ankrajını içeren güçlendirme sistemi ve ikinci olarak da bina içinde yeni betonarme perde duvar imalatını kapsayan yöntem ele alınmıştır.

Ele alınan örnek bina, deprem bölgesinde bulunan, 3 katlı bir yurt binasıdır. Binanın deprem analizi yapılmış ve güçlendirilmesi gerektiğine karar verilmiştir. Bina yığma olmasına rağmen 2 adet de kolon bulunmaktadır. Bu amaçla bina sahibine 2 farklı metod önerilmiş ve analizler yapılmıştır. Binada duvarlarına saç levha ankrajı ve bina çekirdeğinde kullanım açısından uygun olan bir mekanda betonarme perde duvar imalatı ele alınmıştır.

Bina rölevesi çıkarılmış, bina modeli ETABS ortamında oluşturulmuş ve önerilen güçlendirmeler modellenerek analizler yapılmıştır. Bu hesap türünde, duvarlar “Shell” elemanlarla örülmüş, düşey ve yatay hatıllar frame elemanlarla modellenmiştir. Deprem yüklemesi döşeme rijitlik merkezine “user load” veri tipi ile uygulanmıştır. Bina 3 katlı olup deprem bölgesindedir. Binanın deprem dayanımının iyileştirilmesi amacıyla bina duvarlarına uygulanan güçlendirme bilgisayar modeline yansıtılmaya çalışılmıştır. Güçlendirilmemiş ve güçlendirilmiş bina modelleri üzerinde sonlu elemanlar modeli sonuçlarını baz alarak daha basitleştirilmiş hesap metodlarının geçerliliği de sınanmıştır.

Bina duvarlarında meydana gelen düşey ve kesme gerilmeleri hesaplanarak, izin verilen sınır değerlerle karşılaştırılmış ve binanın güçlendirme sonrasındaki deprem güvenliği tespit edilmiştir.

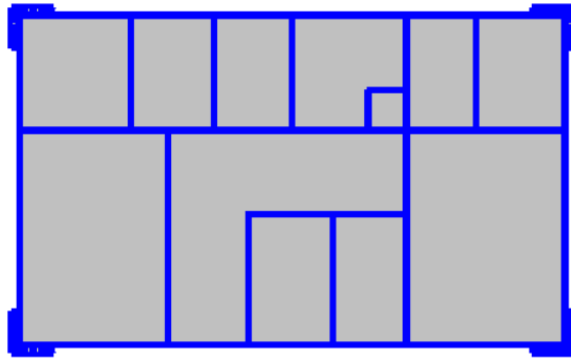
Perde duvarla yapılan güçlendirme ise, çelik saç levha ile yapılan uygulamaya göre daha meşakkatlidir. Perde duvarlar için temel yapılması, temel hafriyatı, donatı işçiliği, kalıp yapımı, döşemelerin delinmesi, hatıllara ankraj yapılması, bina içinde beton dökümü gibi kalemler külfeti yüksek iş başlıklarıdır. Ayrıca güçlendirme imalatı sonrası ince işçilik, boya, seramik tamiri gibi ek maliyet kalemleri de vardır. Elektrik ve mekanik tesisatının elden geçirilmesi de iş planında bulunmaktadır. Diğer yandan duvarlara çelik saç kaplanması uygulamasında ise ek maliyetler önemli ölçüde azalacaktır. Ancak bu durumda da kullanım mekanı içinde çelik saç kaplı duvarların bulunması kullanım konforu açısından sorun oluşturabilir. Duvarların bir başka mimari kaplama malzemesiyle örtülmesi ele alınabilir.

Güçlendirme uygulamasında, bina duvarlarında meydana gelen kesme kuvvetlerinin azaltılmasının yanı sıra, bina kat deplasmanlarının sınırlanması, binanın rijitliğinin artırılması da amaçlanmaktadır. Bu nedenle, bina modellerinde katlarda meydana gelen deplasmanlar tespit edilerek karşılaştırılmıştır.

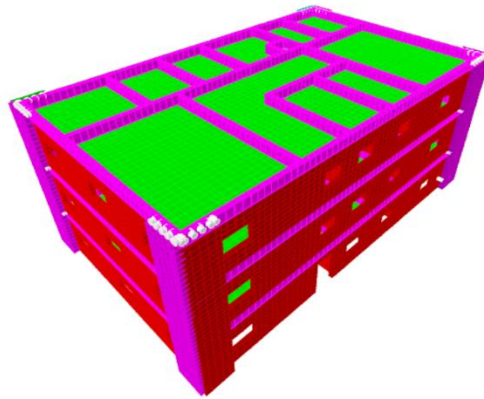
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yığma yapıların davranışı ve güçlendirilmesi ile ilgili mevcut literatürde sayısız araştırma vardır. Analitik ve deneysel çalışmalarla ilgili pek çok araştırmacı çalışma gerçekleştirmiştir. Bu bölümde sadece belirli çalışmaların özeti verilmiştir.

(Uzun, 2017) çalışmasında, çok katlı yığma bir yapının, 4 köşesinde betonarme perde duvar eklenmesi suretiyle yapılan güçlendirmesini analitik olarak incelemiştir. Çalışmada bina ETABS ortamında modellenmiş ve deprem dayanımı yetersiz bulunmuştur. Bina köşelerinde oluşturulan betonarme perde duvarlar ETABS modeline dahil edilmiş ve analiz tekrarlanmıştır (Şekil 2.1-2.2). Çalışmanın ilk kısmında ise önerilen ETABS modelleme yaklaşımının Türk Deprem Yönetmeliğinde tarif edilen hesap yöntemi ile uyumu irdelenmiştir. Çalışma, betonarme-yığma karışık yapıların modellenme esasları ile ilgili bu çalışmaya da kaynak oluşturmuştur.

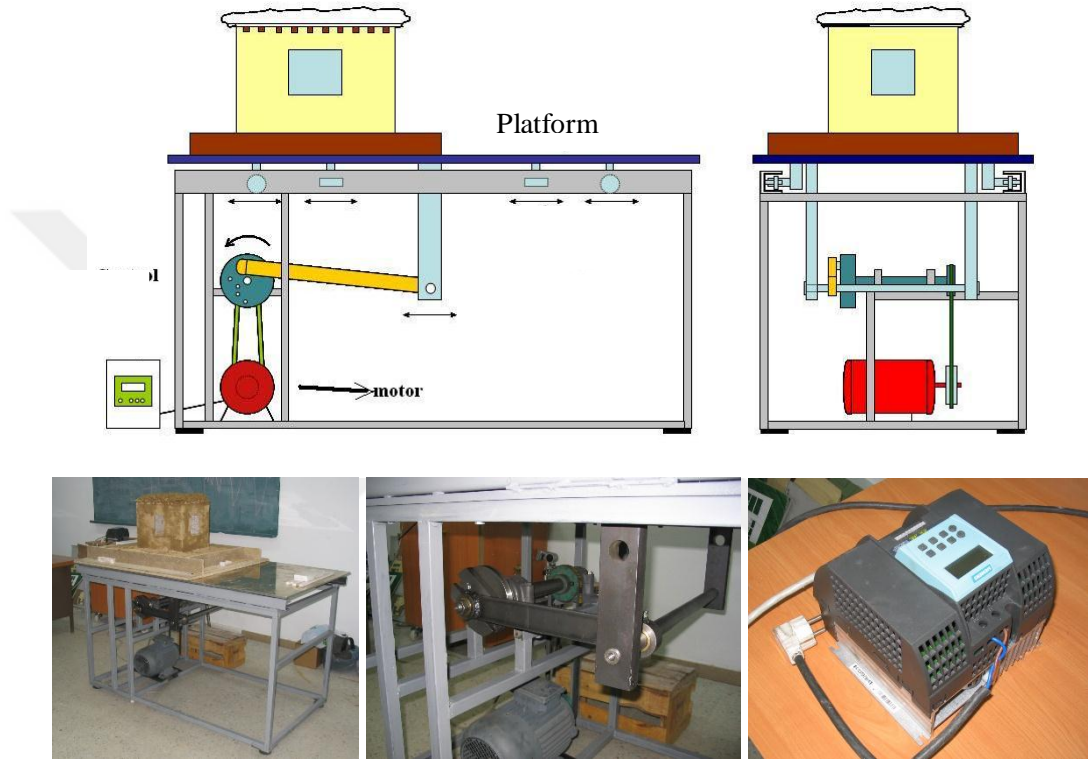


Şekil 2.1. Yığma yapıda betonarme perde duvar yerleşim planı(Uzun, 2017)

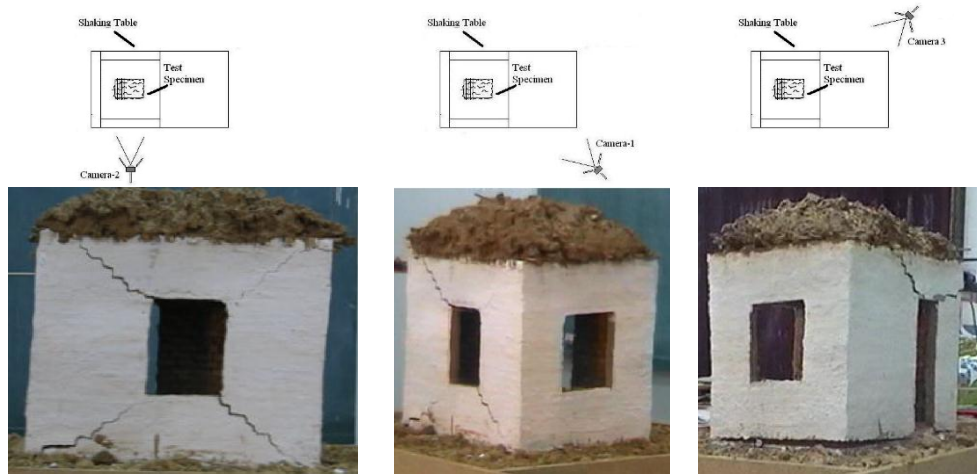


Şekil 3.2. Betonarme perde duvarlarla güçlendirilmiş yığma yapının ETABS model görünümü (Uzun, 2017)

(Korkmaz, 2007) çalışmasında yığma yapıların ard germe yöntemiyle depreme karşı güçlendirilmesi üzerinde çalışmıştır. Çalışmasında 1/10 ölçekli yığma bina modelleri oluşturmuş ve basitleştirilmiş sarsma masasında test yapmıştır (Şekil 2.3). Şekil 2.3 de dinamik deney sırasında binada oluşan hasarla ilgili tespit edilen görüntüler verilmiştir.



Şekil 2.3. Sarsma tablası ve kontrol ünitesi (Korkmaz, 2007)





Şekil 2.4. Yığma bina sarsma deneyi hasar durumu (Korkmaz, 2007)

(Golalmis, 2005) çalışmasında yığma duvarların ard germe yöntemiyle güçlendirilmesini incelemiştir. 1/1 ölçekli duvar parçasında güçlendirme uygulamış ve düzlem dışı yükler altında denemiştir (Şekil 2.5-2.6). Ayrıca 1/1 ölçekli 3 boyutlu bir yığma yapıyı eğilme masası yüklemesi ile test etmiştir. İlk denediği modelde güçlendirme bulunmazken, ikinci modelde güçlendirme uygulamış ve yatay yük taşıma kapasitesindeki artışı araştırmıştır.



Şekil 2.5. Alternatif ard-germe sistemi (Golalmis, 2005)



Şekil 2.6. Eğilme tablası yığma yapı deneyi (Golalmis, 2005)

(Ersubaşı, 2008), yapmış olduğu tez çalışmasında, 3 boyutlu, 1/10 ölçekli yığma yapı modelleri üzerinde çeşitli güçlendirme metodlarının geçerliliğini araştırmıştır. Numuneler sarsma masasında denenmiştir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. uygulanan güçlendirme (Ersubaşı, 2008)

(Altın ve ark., 2005) çalışmasında, tek katlı düşey delikli tuğladan yapılmış bir yığma yapının sarsma tablasının üzerinde test edilerek binaya hasar verdirilmiştir. Hasar gören binanın yüklenme doğrultusunda kapı ve pencerelerin köşelerinden eğik çatlaklar

gelişmeye başlamıştır. Deneyin ilerleyen adımlarda çatlakların hatıllara kadar gidildiği ve çatlakların derz araları takip edildiği görülmüştür.(şekil 2.8)



Şekil 2.8. Hasarlı deney yapısının görünüşü (Altın ve ark., 2005)

Hasar verdirilen yapının dört farklı türde çelik şeritlerle güçlendirerek tekrar test edilmiştir.

Güçlendirme 1: Yapının yükleme doğrultusunda duvarlarının iç ve dış yüzeylerine düşey ve diyagonal, dik duvarların ise sadece düşey çelik şeritler yerleştirilmiştir. İç ve dış yüzeyindeki çelik şeritler birbirlerine çelik çubuklar ile bağlanmıştır.

Güçlendirme 2: Yapının yükleme doğrultusundaki duvarlarının iç ve dış yüzeylerine düşey ve diyagonal çelik şeritleri ve bunları birbirine çelik çubuklarla bağlanmıştır.

Güçlendirme 3: Yükleme doğrultusunda duvarlarının iç ve dış yüzeylerine sadece diyagonal çelik şeritlerle ve bunları birbirine bağlayan çelik çubuklar yerleştirilmiştir.

Güçlendirme 4: deney yapısının yükleme doğrultusunda sadece dış yüzeylerine diyagonal ve çelik çubuklarla duvarlara sabitlenmiştir. Çelik şerit düzenlemeleri ve bağlantıları şekil 2.9'de ve 2.10'te verilmiştir.



Şekil 2.9. Çelik şerit düzenlemeleri (Altın ve ark., 2005)



Şekil 2.10. Bağlantı detayları(Altın ve ark., 2005)

Tüm deneylerde, çelik elemanları deney yapısına bağlayan birleşim kısımlarında herhangi bir hasar görülmemiş ve birleşimler yatay kuvvetleri başarıyla taşımışlardır (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. deneylerin sonunda gelişen çatlaklar (Altın ve ark., 2005)

Hasarlı bir yığma yapının kat döşemelerini birbirine bağlayan diyagonal çelik şeritlerle güçlendirilmesi etkili bir teknik olduğu gösterilmiştir. Bu güçlendirme tiplerinde diyagonal çelik şeritlerin düşey çelik şerit ile beraber kullanılması durumunda en başarılı yöntem gözlenmiştir. Bu güçlendirme tekniği ile yapıda devrilme önlenmiştir ve yükleme doğrultusundaki taşıyıcı duvarların çatlakların ilerlemesini engellenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Ülkemiz dünyanın en aktif ve tehlikeli deprem kuşaklarının birisinde yer almaktadır. Türkiye’de nüfusun %70’i önemli deprem bölgesinde yaşamakta ve mevcut yapıların %90’dan fazlası deprem riski altındadır. Her yıl orta ve küçük büyüklükte depremler meydana gelmektedir. Şiddetli depremler ise yaklaşık 10 yıllık periyotlarla ülkemizin değişik yerlerinde meydana gelmekte ve büyük can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. 1999 Marmara depreminde yaklaşık olarak 18 bin kişi, 2011 Van depreminde ise 605 kişi hayatını kaybetmiştir. Erzincan-1939, Erzincan-1992, Kocaeli-1999, Dinar-1925, Düzce-1999 depremleri de ülkemizde ciddi can ve mal kayıplarına sebep olmuş depremler olarak örnek gösterilebilir.

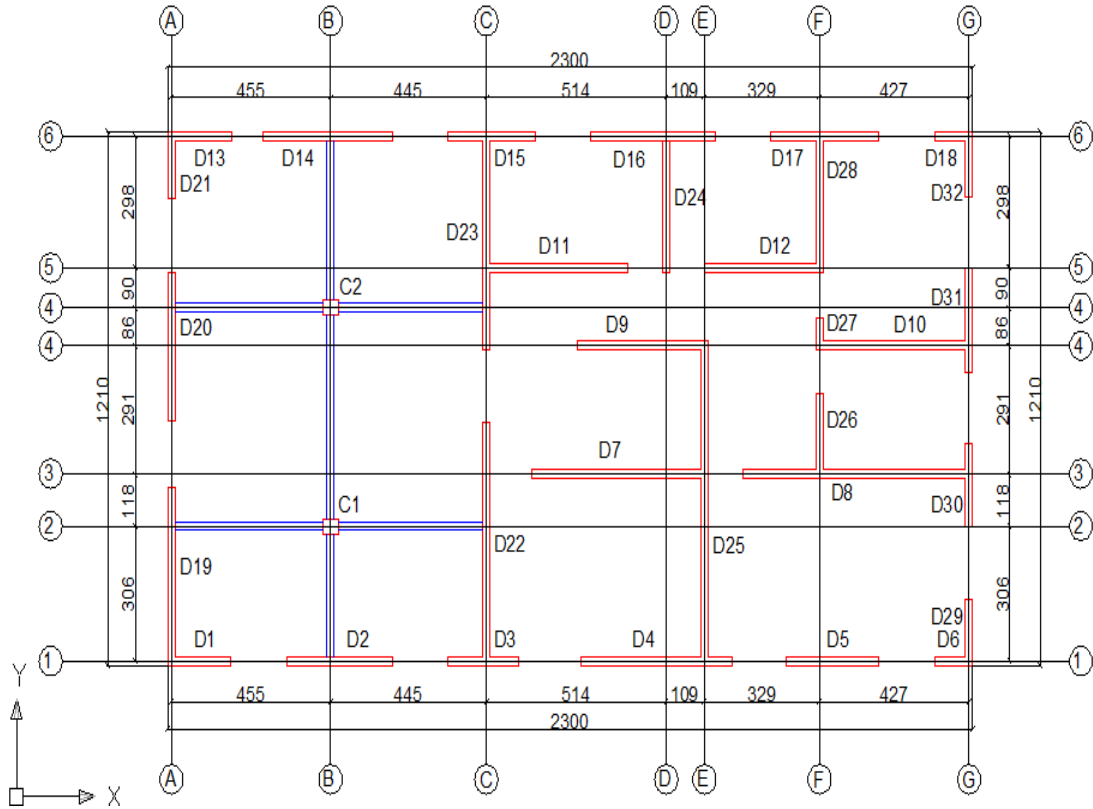
Depremler kent merkezlerinde hasara ve can kaybına neden olduğu gibi kırsal bölgelerde de önemli kayıplara sebep olmaktadır. Kırsal kesimdeki binaların neredeyse tümü, şehir merkezlerinde de eski binaların büyük bir kısmı yığma yapılardır. Bunlara ek olarak tarihi yapıların tamamı yığma bina olarak inşa edilmiştir.

Bu çalışmada, deprem bölgesinde bulunan 3 katlı yığma bir binanın deprem yükleri altında analitik incelemesi yapılmıştır. İnceleme sonucunda bina depreme karşı yeterli dayanıma sahip bulunmamış ve farklı güçlendirme yöntemleri analitik olarak uygulanmıştır. Bina sadece yığma duvarların yük taşıdığı bir bina olmayıp, bazı mekanlarda kolonlar ve kirişlerde bina döşemelerini taşımaktadır. Bu bakımdan bina, Türk Deprem Yönetmeliği’nin yığma binalar için verdiği hesap adımlarıyla analiz edilemez. Bu nedenle çalışmada genel amaçlı sonlu elemanlar programı ETABS kullanılmıştır. Kolon ve kirişler frame-çerçeve elemanlarla modellenirken, duvarlar shell elemanlarla modellenmiştir. Bina döşemeleri rijit kabul edilmiş ve yatay deprem yükleri bina döşeme kütle merkezine etkilmiştir. Güçlendirme alternatiflerinde bina duvarlarına ince saç levha yapılandırılması ve bina içine betonarme perde duvarlar eklenmesi alternatifleri değerlendirilmiştir. Güçlendirilmemiş ve güçlendirilmiş bina modelleri üzerinde sonlu elemanlar modeli sonuçlarını baz alarak daha basitleştirilmiş hesap metodlarının geçerliliği de sınanmıştır.

3.1. Model Oluşturma

Bu çalışmada Konya ili sınırları içerisinde bir yurt binasının deprem dayanım incelenmesi yapılmıştır. Ele alınan yapının bir kısmı betonarme kolonlar ve kirişler üzerine otururken, dış duvarlar yığma yapı olarak yapılan bina tipi incelenmiştir.

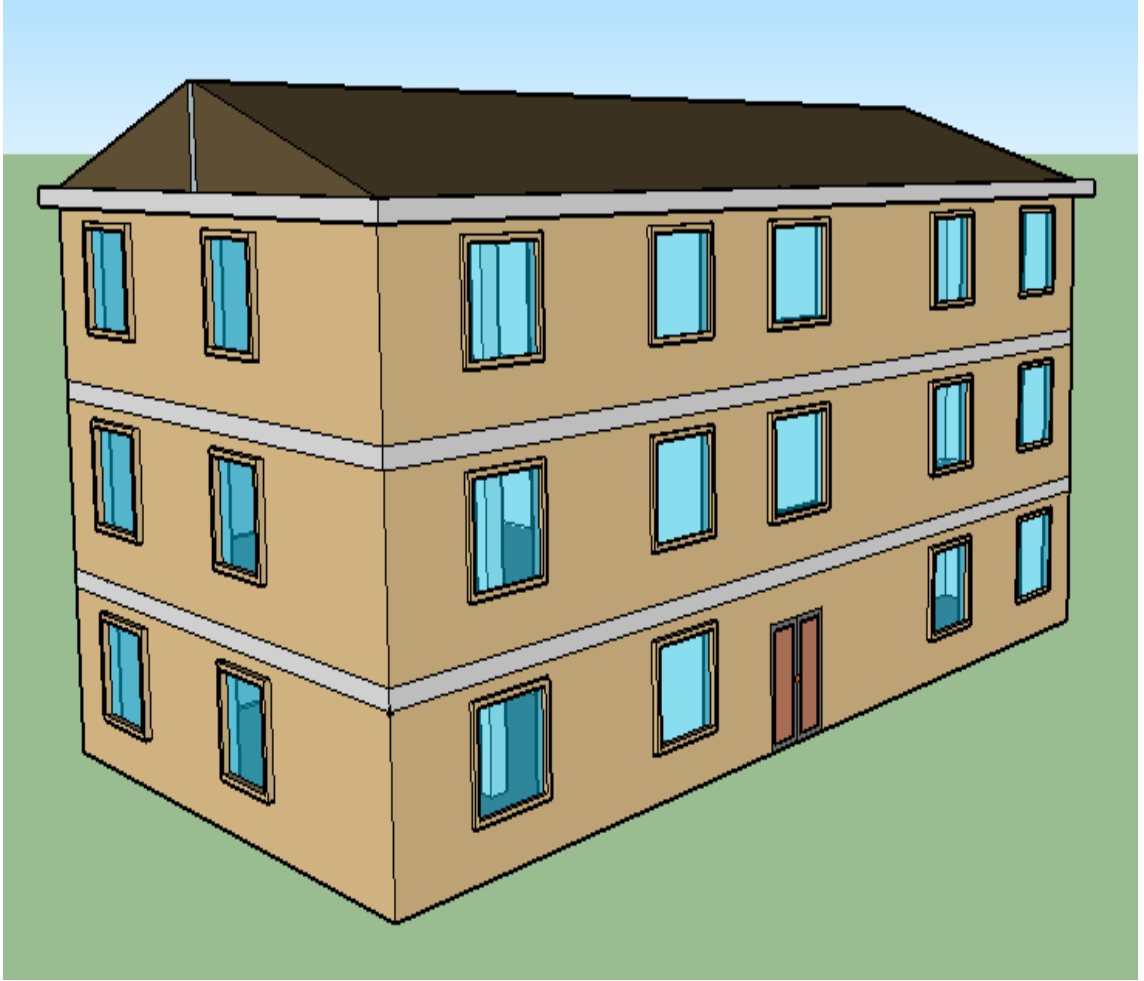
Yapının yerinde gerçek ölçüler üzerinden rölevesi çıkarılmış ve analizlerde bu ölçüler dikkate alınmıştır. Hazırlanan mimari plan uyarınca binamız üç katlı olup 20 cm kalınlıkta tuğla duvarlardan oluşmuştur (Şekil 3.1). Mimari yapı dış boyutları 23.00 m × 12.10 m olan yapıımız deprem bölgesinde yer almaktadır. Binada C1 ce C2 kolonları yemekhane mekanının ortasında bulunmakta, bu kolonlara bağlı kirişler ise devamında yığma duvarlara mesnetlenmektedir. İncelenen binanın güçlendirme imalatı 2012 yılında tamamlandığı için parametreler 2007 deprem yönetmeliğine göre alınmıştır.



Şekil 3.1. Yapının rölevesi ile çizilen kat plan

3.1.1 ETABS İle Model Oluşturma

ETABS programını kullanılarak yapının üç boyutlu modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan modelde yapının duvarları Shell elemanı olarak modellenmiştir. Hatıllar, döşemeler ve kolonlar ise betonarme olarak tanımlanmıştır. Yapının modeli rölevedeki ölçüler dikkate alınarak hazırlanmıştır. Shell eleman kabulünde malzeme olarak dolu blok tuğla dayanımı esas alınmış elastisite modülü olarak ise 1000 Mpa alınmıştır. Yapının üç boyutlu modeli şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Yapının üç boyutlu modeli

Modeli oluştururken pencere ve kapı duvarları ortadan ikiye bölecek şekilde yerleştirilmiştir. Duvar kalınlığı 200 mm ve kullanılan malzeme dolu blok tuğla olduğu kabul edilmiştir. Yapının deprem bölgesinde yer aldığı ve bir yurt binası olduğu kabul edilmiştir. Yapı’da duvarlar üzerinde 30 cm hatıl ve 10 cm döşeme olduğu

düşünülmüştür. Son kat döşemesinde ölü yük $0,15 \text{ KN/m}^2$ (Zati yük dahil değil) , hareketli yük $0,20 \text{ KN/m}^2$ bulunduğu ve diğer katlarda ise ölü yük $0,15 \text{ KN/m}^2$ (Zati yük dahil değil) , hareketli yük $0,35 \text{ KN/m}^2$ bulunduğu varsayılmıştır. Diğer malzeme özellikleri tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3. 1. Yapı özellikleri

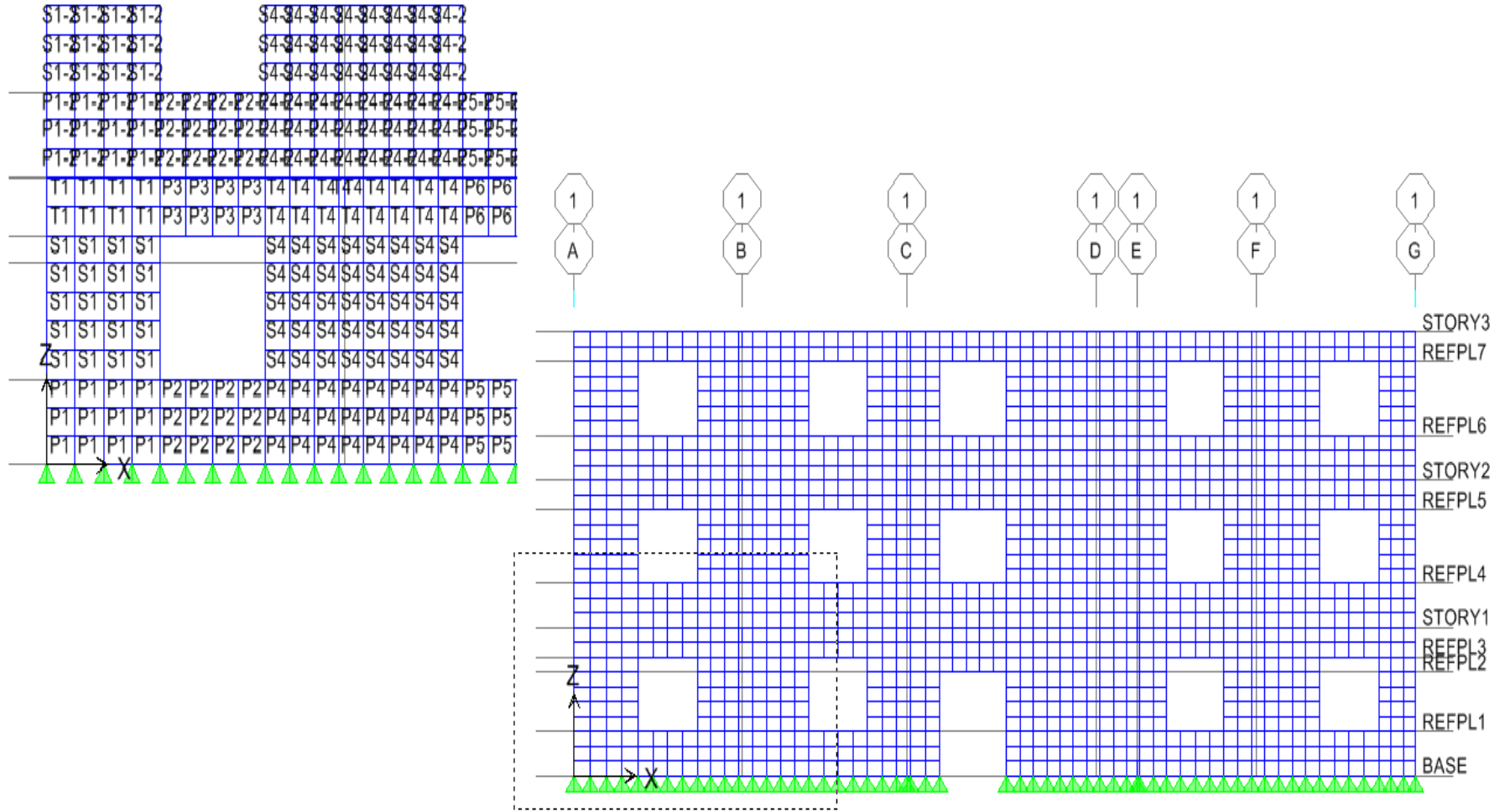
| | Yoğunluk | Poisson oranı | Elastisite modülü |
|----------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Malzeme cinsi | KN/m^3 | -- | Mpa |
| Beton | 10 | 0,2 | 24277 |
| Çelik | 78,5 | 0,3 | 100000 |
| Duvar | 18,3 | 0,2 | 1000 |

Pencere boşluğu altındaki ve üstündeki duvarların boşlukların başlangıç ve bitiş noktalarında komşu duvarlara yük aktarımı sağlayabilmek için boşlukların düşeyde başlangıç ve bitiş noktalarından geçen referans çizgileri oluşturularak duvarlar yatay düzlemde bölünmüştür. Şekil 3.8’de referans çizgileri ile bölünen duvarlar görülmektedir.

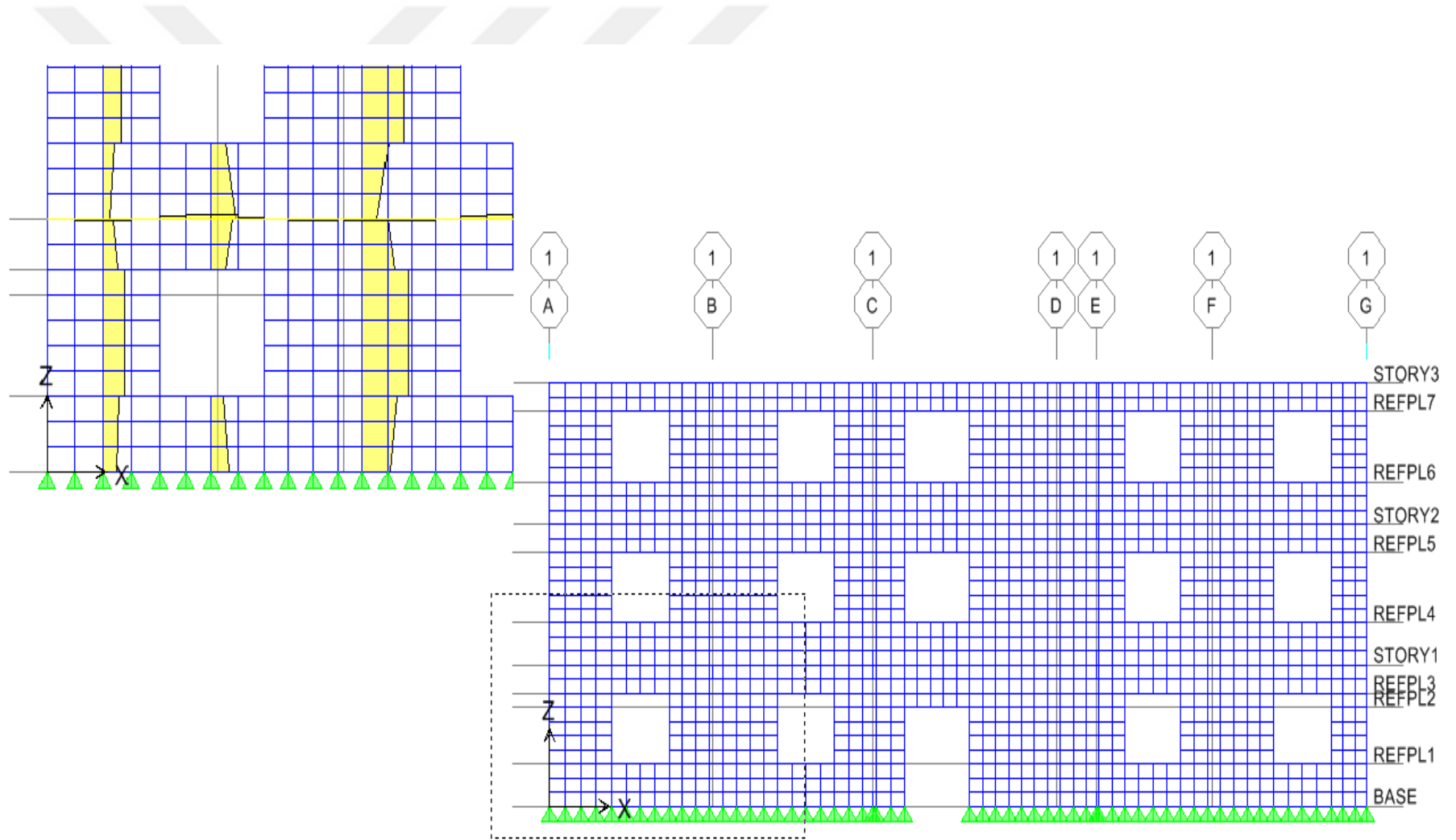
Duvarlara etki ettirilen her tip yüklemenin duvarlar içerisinde paylaşımını görebilmek için her bir duvara etiket (Pier) atanmıştır. Yapılan Pier ataması sayesinde duvarlara gelen kesme ve momenti değerleri görülebilmektedir. Ayrıca her bir Pier eleman kendi içinde de parçalara bölünmüştür.(Şekil 3.3)

Yığma duvarlarda pencere boşlukların etrafındaki duvarlarda kesme kuvvetlerinde ani bir artış söz konusudur. Bunun nedeni, duvarlarda açılacak pencere boşlukları taşıyıcı sistem elemanlarının bir bütün olarak çalışmasını önleyecek yani sürekliliğini engelleyecektir. Boşluklar etrafında süreklilik engellendiği için gerilme yığılmaları meydana gelmektedir. Bu nedenle deprem hareketi esnasında boşlukların kenarında kalan duvar parçaları sürekliliği bozulmamış duvar parçalarına göre daha çok kesme kuvvetine maruz kalmaktadır. Ani kesme kuvveti artışını elde edebilmek için pencere boşluğun yanındaki duvarı kat hizasından pencerenin altına kadar, oradan pencere üstüne kadar ve oradan da kat tavanına kadar ayrı ayrı Pier'ler ataması gerekmektedir. (Şekil 3.4)





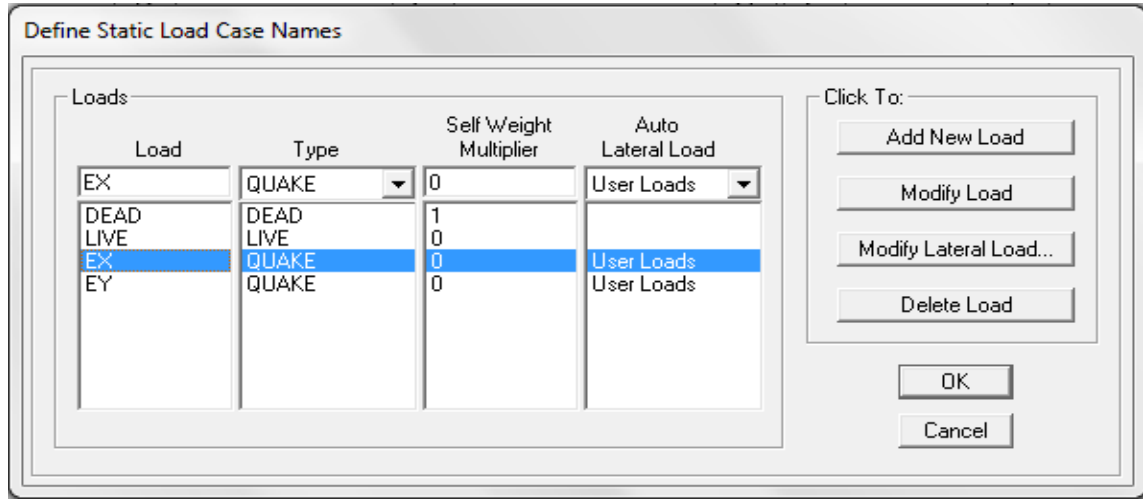
Şekil 3.3. Yük aktarımı için duvarların bölünmesi ve Pier atama



Şekil 3.4. Pencere boşlukların etrafındaki kesme kuvvetlerin yığılmaları

Yapılan kabuller doğrultusunda yapının deprem esas ağırlığı hesaplanmıştır. Deprem esas yapı ağırlığı kullanılarak yapıya etki etmesi beklenen deprem kuvveti Türk deprem yönetmenliğinde tanımlanan Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemine göre hesaplanmıştır. Hesaplamalar sırasında Türk deprem yönetmenliğinde verilen yığma yapılar hakkındaki kurallardan faydalanarak periyot hesabı yapmadan yapının spektral ivme katsayısı $S(T)$ 2.50 olarak alınmıştır. Yapının taşıyıcı sistem davranış katsayısı ise 2 olarak kabul edilmiştir.

Yapıya etki etki edecek deprem kuvveti ETABS programında User Load yöntemi ile hesaplanmıştır. Şekil 3.5’da alınan deprem kuvvetleri verilmiştir.



Şekil 3.5. ETABS yükleme durumları

Yapının deprem esas ağırlığı ETABS programından alınarak Türk deprem yönetmenliğinde Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi ile hazırlanan Excel tablosunda etkimesi beklenen deprem kuvveti hesaplanmıştır (Tablo 3.2).

Tablo 3. 2. Excel’de hesaplanan deprem kuvvetleri ve katlara dağılışı

| Deprem Hesabı | | | | | | | | | | |
|---------------|----|-----------------|--------|---------|--------|-----------|-----------------------------|----------|----------------|-------------------------------|
| | Hi | Kat ağırlıkları | | | | | Taban kesme kuvvetleri (Vt) | | | katlardaki kesme kuvveti (Vi) |
| | | G (KN) | Q(KN) | G (KN) | Q(KN) | Wi=G+0.6Q | | Wi*Hi | Wi*Hi/S(Wi*Hi) | |
| 2.Kat | 9 | 2902,30 | 54,35 | 2902,30 | 54,35 | 2934,91 | 4424,83 | 26414,19 | 0,50 | 2203,73 |
| 1.Kat | 6 | 5804,60 | 149,46 | 2902,30 | 95,11 | 2959,37 | | 17756,20 | 0,33 | 1481,40 |
| Zemin | 3 | 8702,91 | 244,57 | 2898,31 | 95,11 | 2955,38 | | 8866,13 | 0,17 | 739,70 |
| | | | Σ=> | 8702,91 | 244,57 | 8849,65 | | 53036,51 | 1,00 | 4424,83 |

Hesaplanan deprem kuvveti Türk deprem yönetmenliğinde ilkelerine uygun olarak katlara dağıtılmış ve User Load şeklinde yapının ağırlık merkezine etki ettirilmiştir. Yüklerin katlara dağılışı şekil 3.6’de verilmiştir.

| Story | Diaphragm | FX | FY | MZ |
|--------|-----------|---------|----|----|
| STORY3 | D1 | 2203,73 | 0, | 0, |
| STORY2 | D1 | 1481,40 | 0, | 0, |
| STORY1 | D1 | 739,70 | 0, | 0, |

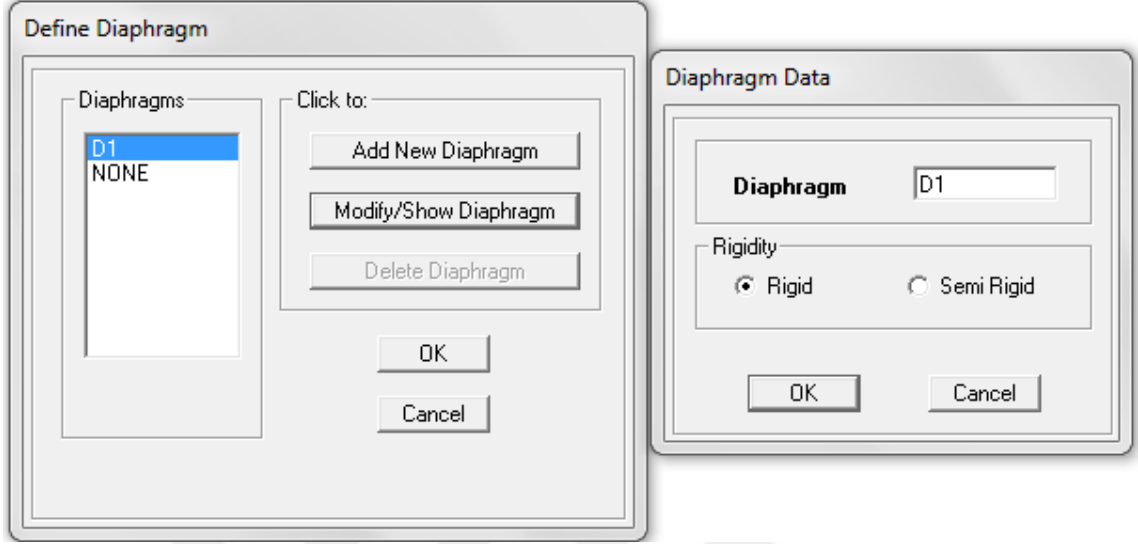
Şekil 3.6. User load yüklerin katlara dağılışı

Yapının kütesinin belirlenmesinde kütle kaynağı (Mass source) kullanılacaktır. Bunun için “Define” menüsünden “Mass source” seçeneği tıklanır ve şekil 3.7’deki gibi tanımlar yapılır.

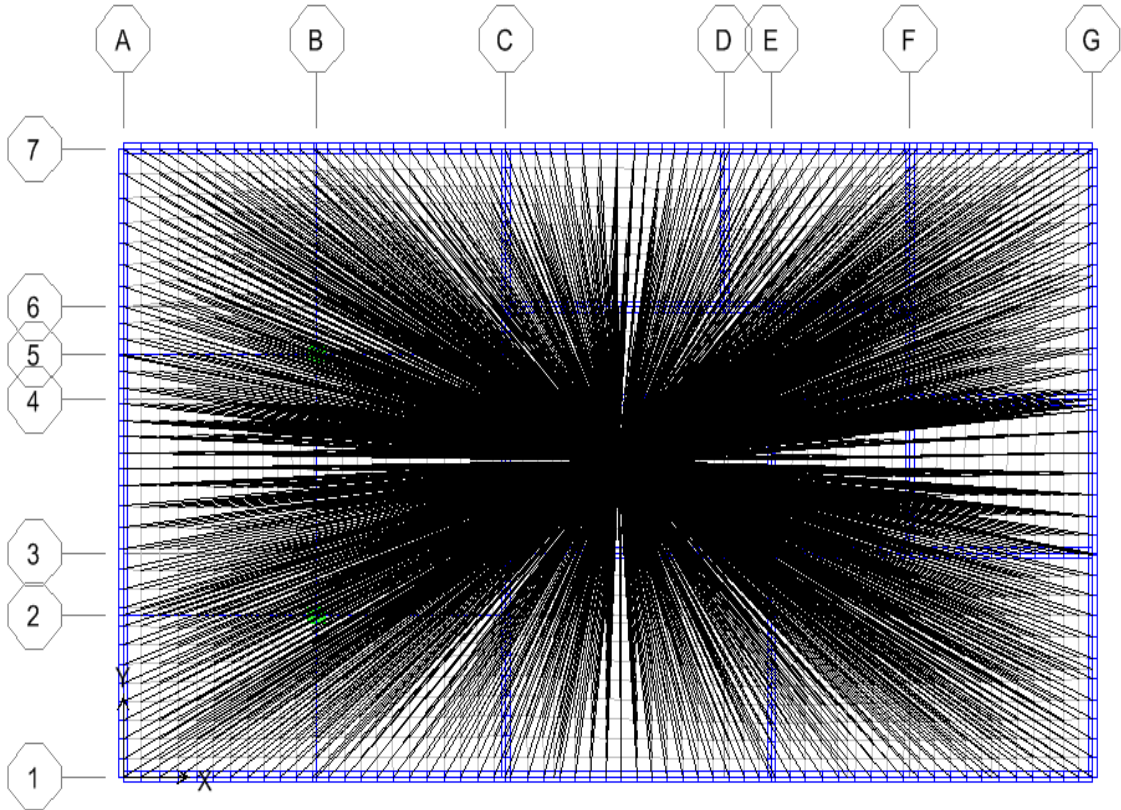
| Load | Multiplier |
|------|------------|
| DEAD | 1 |
| DEAD | 1 |
| LIVE | 0,6 |

Şekil 3.7. Mass source tanıtmak

Deprem kuvvetini ağırlık merkezine etki ettirmek için tanımladığımız kütleli kat ağırlık merkezine Rigid Diaphragm ile tanıtılmaktadır. Define menüsünden ilk olarak rigid diaphragm tanımladıktan sonra Assign sekmesinde atanmaktadır (Şekil 3.8 ve 3.9).



Şekil 3.8. Rigid Diaphragm tanıtmak



Şekil 3.9. Rigid Diaphragm atamak

3.1.2. ETABS İle Analizi ve Gerilme Kontrolleri

Yukarıda modelleme esasları anlatılan analizler gerçekleştirildikten sonra, duvarlara etki eden kesme ve momentlerden oluşan normal ve kayma gerilmeler dikkate alınarak yapı elemanlarının yeterli olup olmadığı incelenmiştir. Yapı üç katlı olup ve tahkikler zemin kat için yapılmıştır. Normal ve kesme kuvvetler alt kata indikçe toplanarak indiği için en alt katta maksimum değerlerine ulaşarak en elverişsiz durumu oluşturacaklardır.

3.1.2.1. Düşey Gerilmelerin Hesabı ve Kontrolü

Duvarların kesme dayanımı duvarlarda var olan düşey gerilmelere de bağlı olduğu için yığma bina duvarlarının düşey yükler altında taşıdıkları gerilmelerin hesaplanması gereklidir. Türk deprem yönetmenliğine göre duvarlarda oluşacak basınç gerilmeleri dolu fabrika tuğlası için 800 KN/m^2 altında olması gerekmektedir.

Duvar basınç emniyet gerilmeleri duvarların narinlik oranlarına göre Tablo 3.3'de verilen miktarlarda azaltılır.

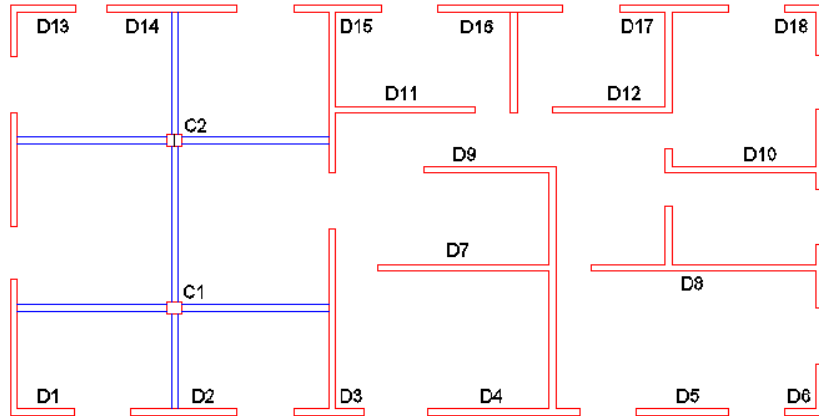
Tablo 3.3. Narinlik oranına göre emniyet gerilmeler için azaltma katsayıları

| Narinlik oranı | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 |
|---------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Azaltılma katsayısı | 1 | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 0,78 | 0,73 | 0,67 | 0,62 | 0,56 | 0,51 |

Excel’de hazırlanan tablolar yardımı ile ETABS programından alınan sonuçları en elverişsiz durum (1,4G+1,6Q) için normal gerilmeler tahkiki hem X hem Y yönünde Tablo 3.4 ve 3.5 ‘da gösterilmiştir.

Tablo 3. 4. X yönündeki normal gerilme sonuçları

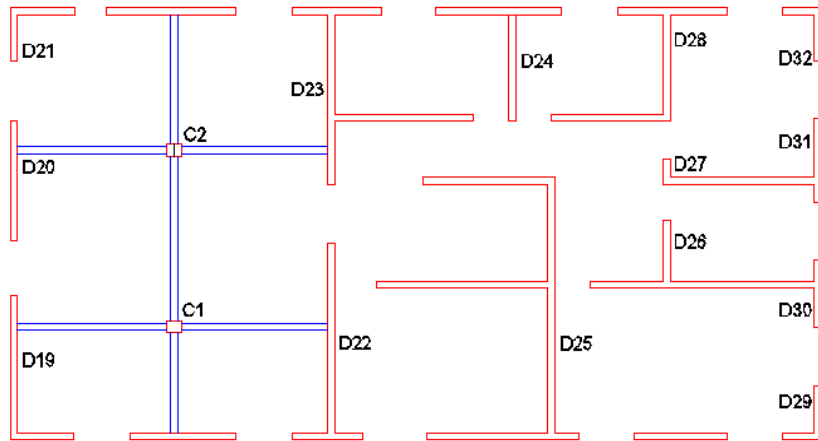
| Normal gerilme sonuçları X yönündeki | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|-------------------|---------------------|----------------|---------|---------------|-----------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| | Duvar Adı | Duvarın Kalınlığı | Duvar Uzunluğu (Ld) | Duvarın Alanı | Ölü Yük | Hareketli Yük | 1.4G+1.6Q | Duvarın Basınç Gerilmesi | Basınç emniyet gerilmesi | emniyet gerilmesi azaltma katsayısı | azaltılmış basınç emniyet gerilmesi | Düşey Yükleme Durumu |
| | | m | m | m ² | KN | KN | KN | KN/m ² | KN/m ² | | KN/m ² | |
| X Yönündeki Duvarlar | D1 | 0,20 | 1,83 | 0,37 | 113,78 | 2,61 | 163,47 | 446,63 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D2 | 0,20 | 3,02 | 0,60 | 209,20 | 5,07 | 300,99 | 498,33 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D3 | 0,20 | 1,96 | 0,39 | 152,28 | 4,11 | 219,77 | 560,63 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D4 | 0,20 | 4,32 | 0,86 | 315,56 | 8,29 | 455,05 | 526,68 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D5 | 0,20 | 2,61 | 0,52 | 210,50 | 5,68 | 303,79 | 581,97 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D6 | 0,20 | 1,09 | 0,22 | 72,80 | 1,67 | 104,59 | 479,78 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D7 | 0,20 | 5,04 | 1,01 | 415,89 | 12,69 | 602,55 | 597,77 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D8 | 0,20 | 6,56 | 1,31 | 513,90 | 14,40 | 742,50 | 565,93 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D9 | 0,20 | 3,73 | 0,75 | 286,06 | 8,16 | 413,54 | 554,34 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D10 | 0,20 | 4,47 | 0,89 | 322,33 | 8,42 | 464,73 | 519,84 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D11 | 0,20 | 4,14 | 0,83 | 322,66 | 9,16 | 466,38 | 563,26 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D12 | 0,20 | 3,38 | 0,68 | 254,71 | 6,90 | 367,63 | 543,84 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D13 | 0,20 | 1,83 | 0,37 | 116,38 | 2,56 | 167,03 | 456,36 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D14 | 0,20 | 3,73 | 0,75 | 262,97 | 6,19 | 378,06 | 506,79 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D15 | 0,20 | 2,46 | 0,49 | 178,93 | 4,49 | 257,69 | 523,75 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D16 | 0,20 | 3,52 | 0,70 | 243,19 | 5,72 | 349,62 | 496,62 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D17 | 0,20 | 3,07 | 0,61 | 213,93 | 5,03 | 307,55 | 500,90 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D18 | 0,20 | 1,09 | 0,22 | 68,33 | 1,44 | 97,97 | 449,39 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | C1 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 461,09 | 20,45 | 678,25 | | | | | |
| | C2 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 493,24 | 22,27 | 726,17 | | | | | |
| | PB | | | | | | | | | | | |
| | PA | | | | | | | | | | | |
| | Toplam | | | 11,57 | | | | | | | | |



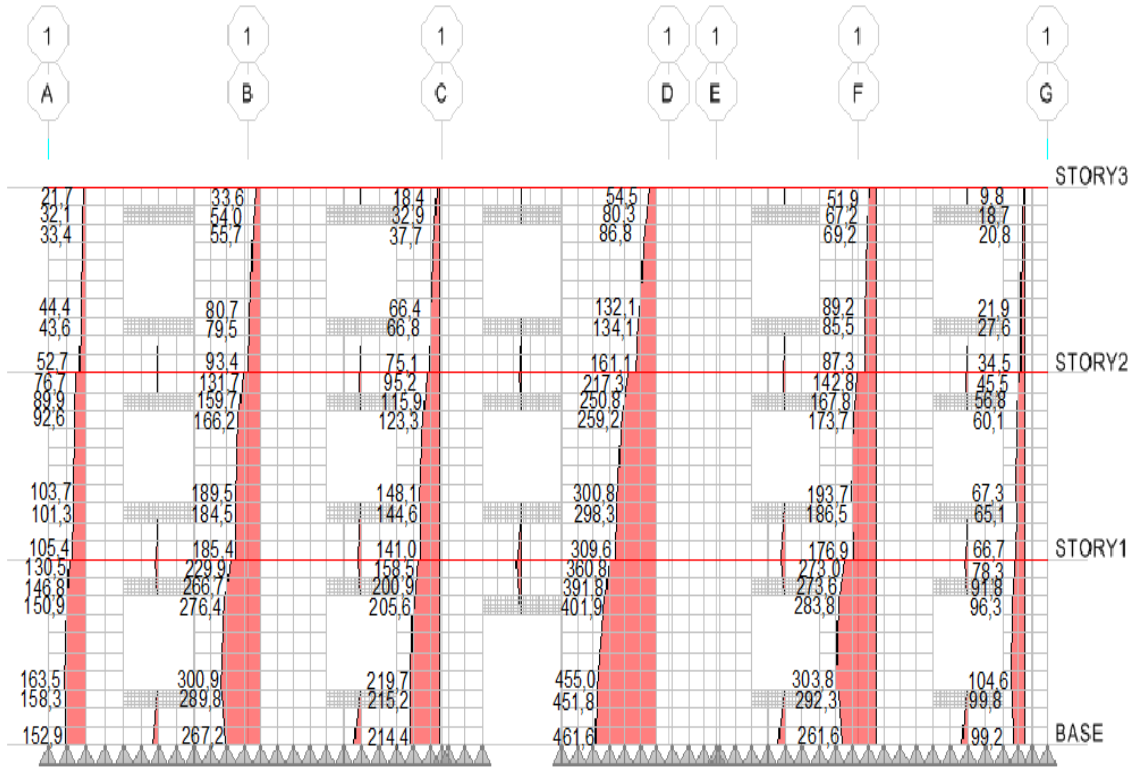
Şekil 3.10. X yönündeki duvarları

Tablo 3. 5. Y yönündeki normal gerilme sonuçları

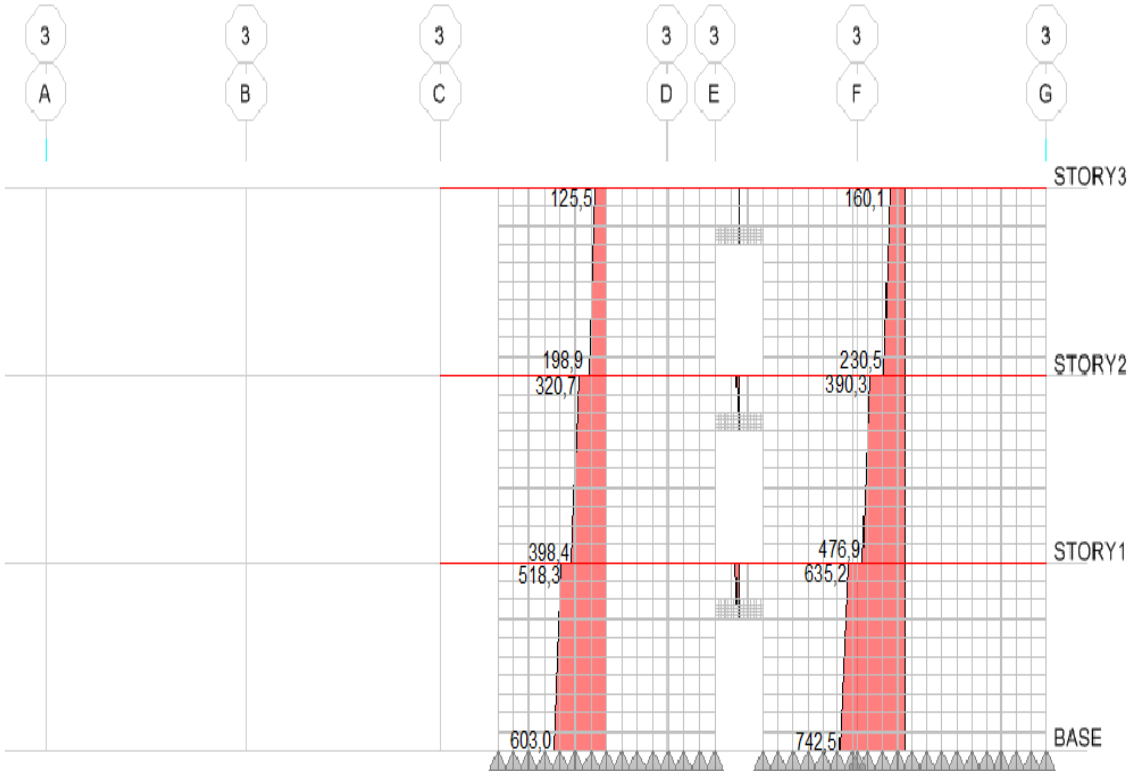
| Normal gerilme sonuçları Y yönündeki | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|-------------------|---------------------|----------------|---------|---------------|-----------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| | Duvar Adı | Duvarın Kalınlığı | Duvar Uzunluğu (Ld) | Duvarın Alanı | Ölü Yük | Hareketli Yük | 1.4G+1.6Q | Duvarın Basınç Gerilmesi | Basınç emniyet gerilmesi | emniyet gerilmesi azaltma katsayısı | azaltılmış basınç emniyet gerilmesi | Düşey Yükleme Durumu |
| | | m | m | m ² | KN | KN | KN | KN/m ² | KN/m ² | | KN/m ² | |
| Y Yönündeki Duvarlar | D19 | 0,20 | 3,83 | 0,77 | 266,93 | 6,66 | 384,36 | 501,77 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D20 | 0,20 | 3,39 | 0,68 | 266,65 | 7,44 | 385,21 | 568,16 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D21 | 0,20 | 1,28 | 0,26 | 96,82 | 2,30 | 139,23 | 543,86 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D22 | 0,20 | 5,31 | 1,06 | 466,87 | 14,59 | 676,96 | 637,44 | 800 | 0,76 | 604,00 | ? |
| | D23 | 0,20 | 4,75 | 0,95 | 389,84 | 11,26 | 563,79 | 593,47 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D24 | 0,20 | 2,98 | 0,60 | 224,36 | 5,56 | 323,00 | 541,95 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D25 | 0,20 | 7,15 | 1,43 | 551,12 | 15,26 | 795,98 | 556,63 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D26 | 0,20 | 1,70 | 0,34 | 142,52 | 4,05 | 206,01 | 605,91 | 800 | 0,76 | 604,00 | ? |
| | D27 | 0,20 | 0,51 | 0,10 | 59,80 | 1,65 | 86,36 | 841,72 | 800 | 0,76 | 604,00 | ? |
| | D28 | 0,20 | 2,98 | 0,60 | 226,57 | 5,77 | 326,43 | 547,70 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D29 | 0,20 | 1,36 | 0,27 | 103,74 | 2,37 | 149,03 | 547,90 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D30 | 0,20 | 1,88 | 0,38 | 142,93 | 3,52 | 205,73 | 547,16 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| | D31 | 0,20 | 2,37 | 0,47 | 171,74 | 4,13 | 247,04 | 521,19 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli |
| D32 | 0,20 | 1,28 | 0,26 | 95,59 | 2,06 | 137,12 | 535,63 | 800 | 0,76 | 604,00 | Yeterli | |
| | C1 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 461,09 | 20,45 | 678,25 | | | | | |
| | C2 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 493,24 | 22,27 | 726,17 | | | | | |
| | PC | | | | | | | | | | | |
| | Toplam | | | 8,15 | | | | | | | | |

**Şekil 3.11.** Y yönündeki duvarları

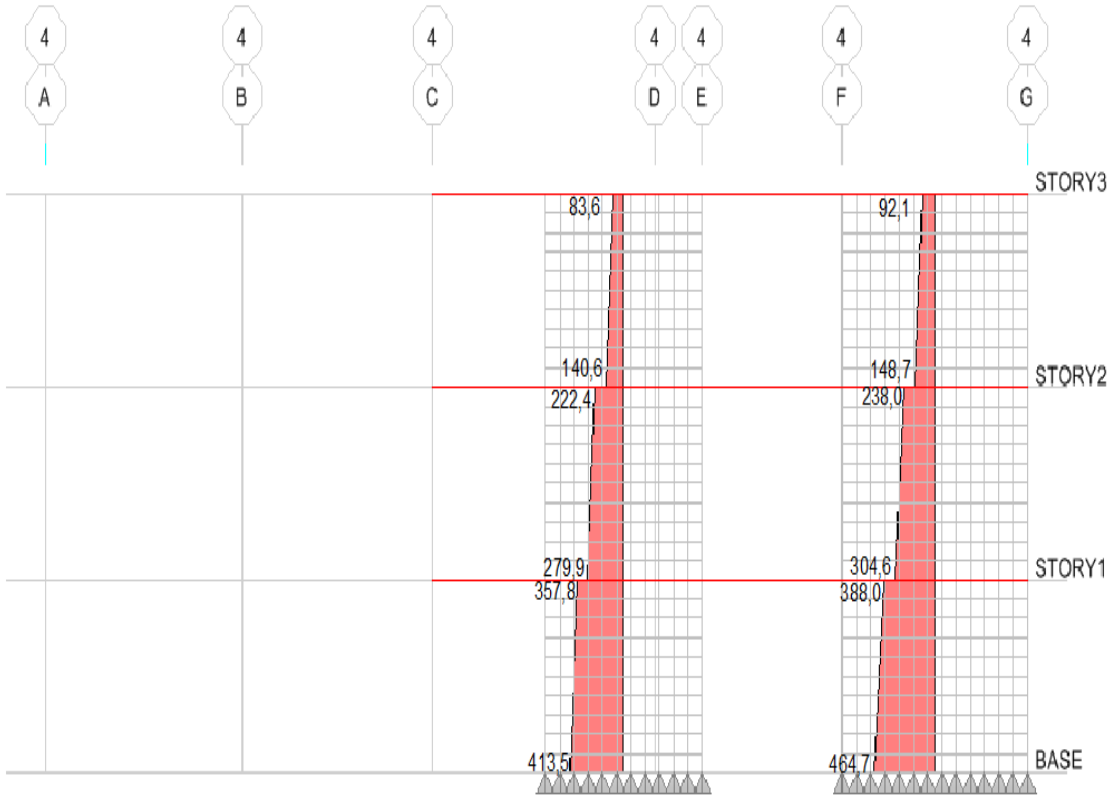
Şekil 3.12 ve 3.22 arasında duvarların en elverişsiz durum (1.4G+1.6Q) kuvvetlerin dağılımı gösterilmiştir.



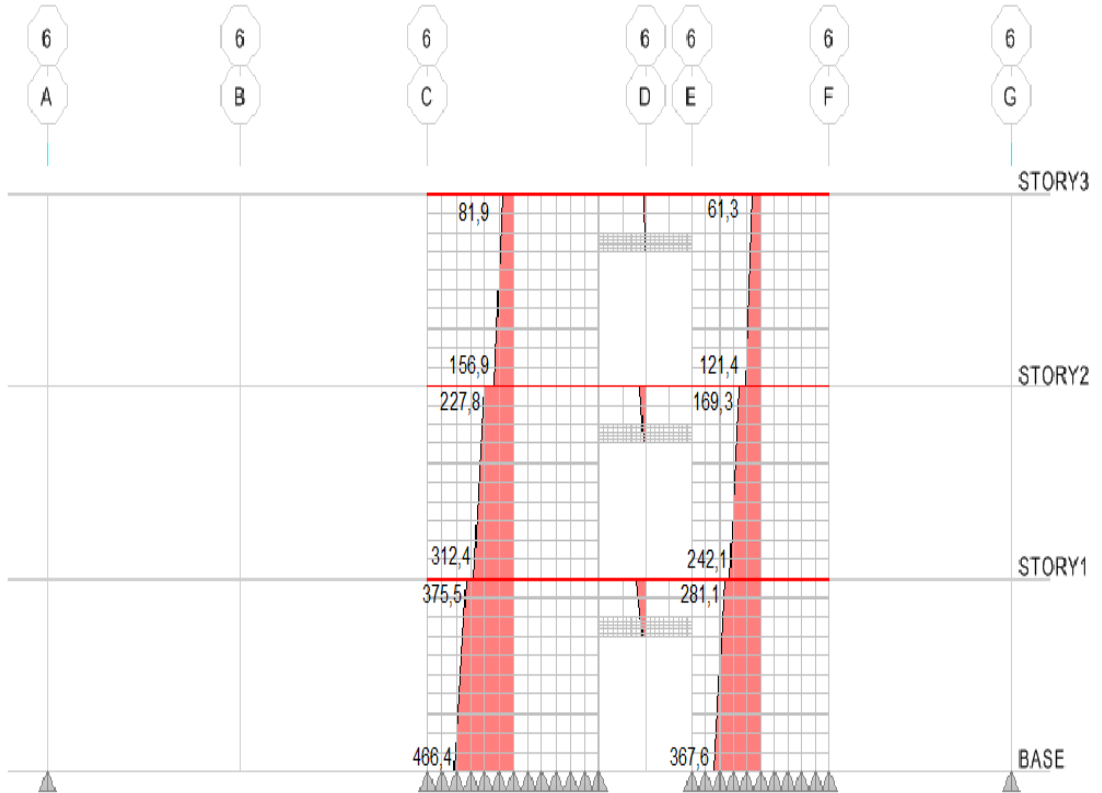
Şekil 3.12. D1,D2,D3,D4,D5,D6 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı



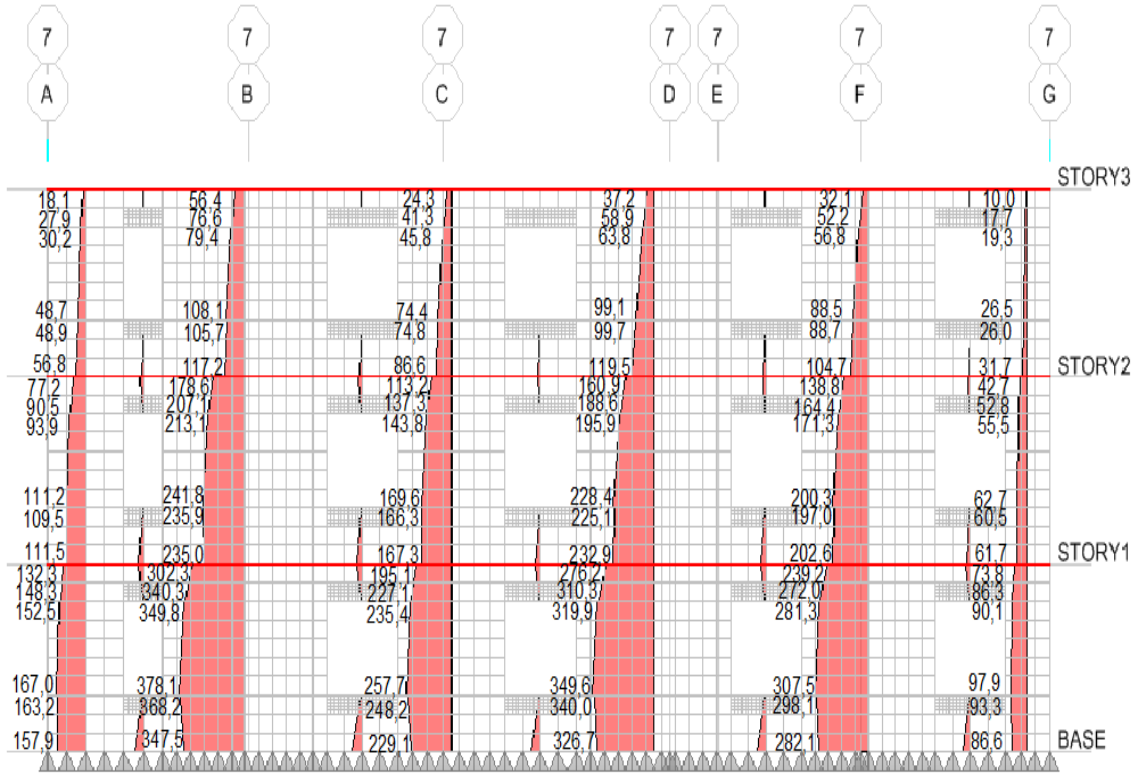
Şekil 3.13. D7,D8 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı



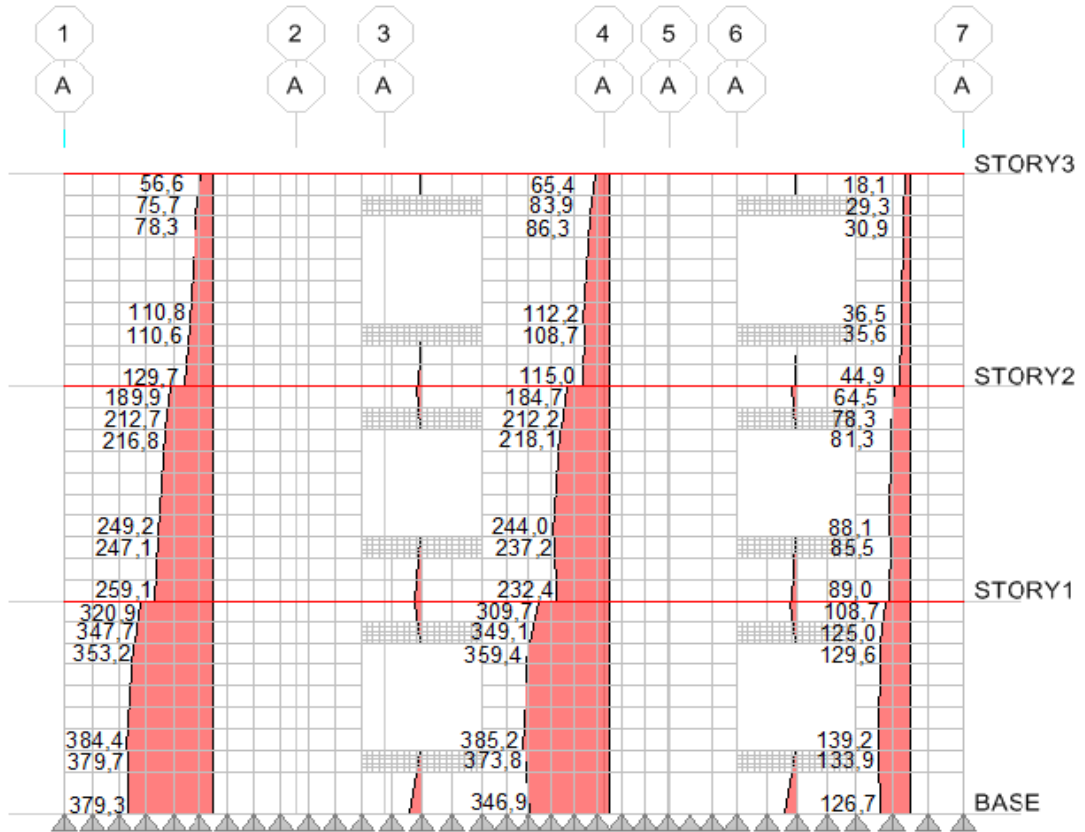
Şekil 3.14. D9,D10 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı



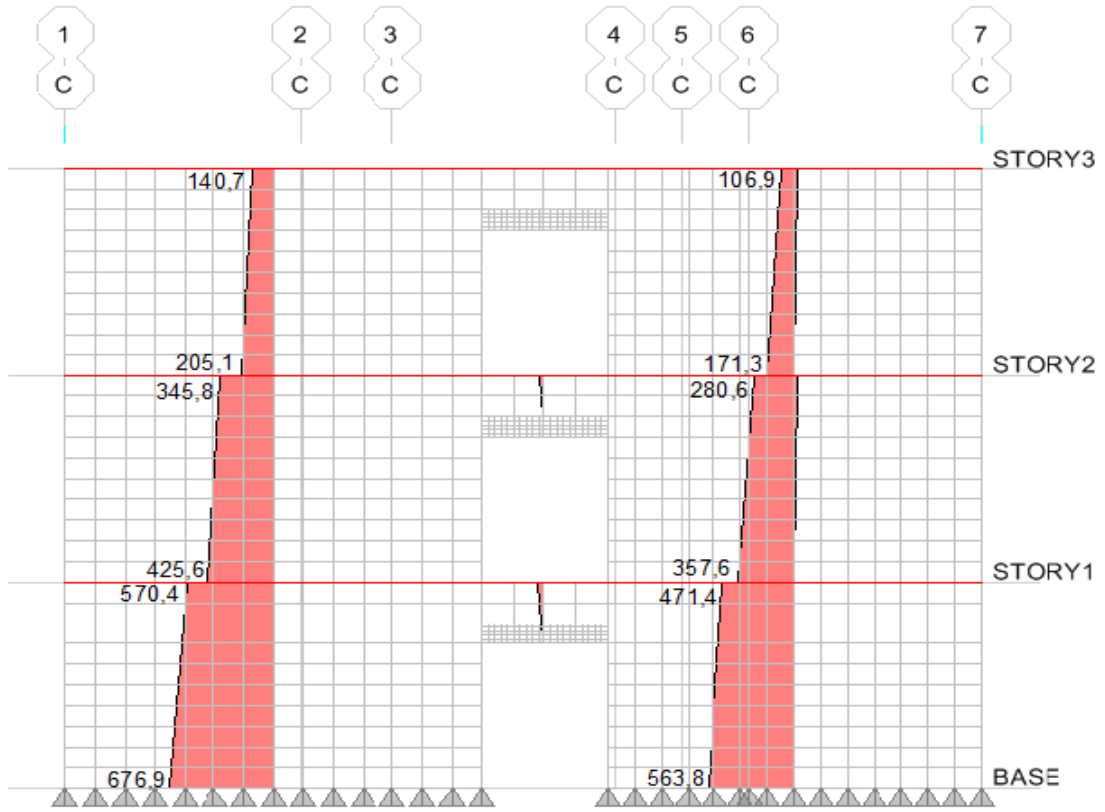
Şekil 3.15. D11,D12 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı



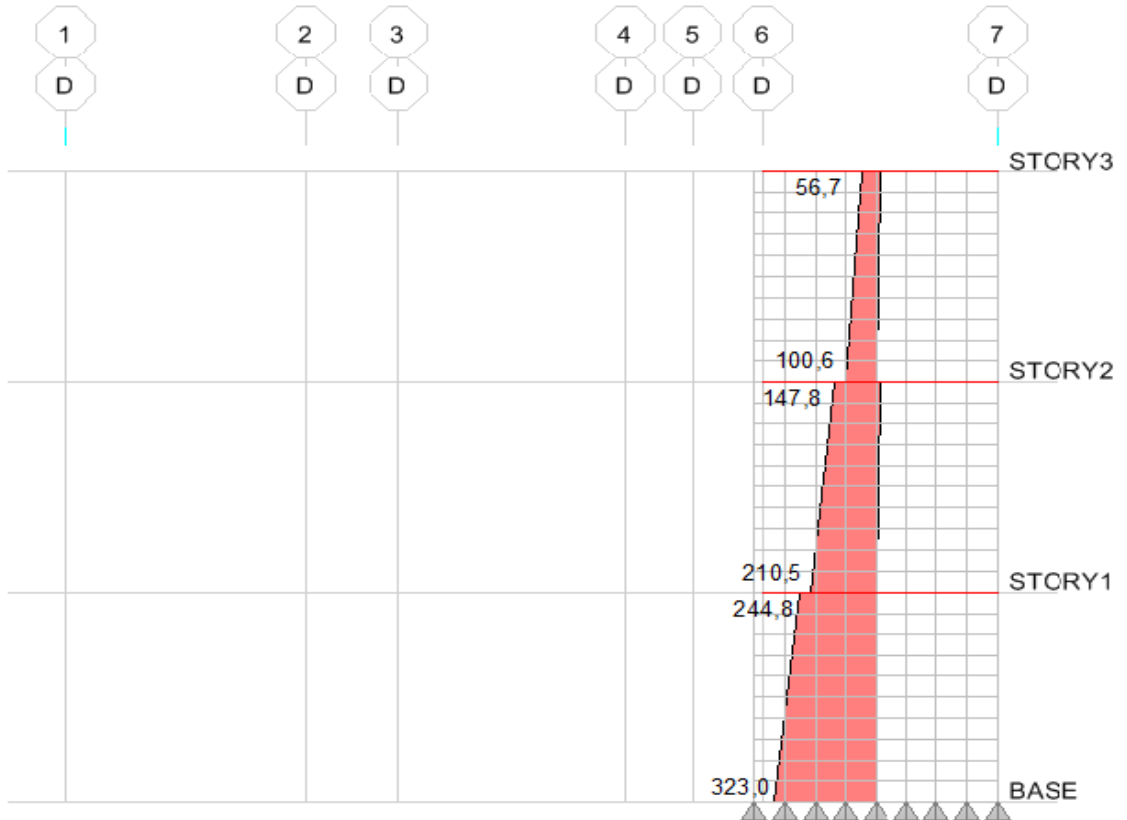
Şekil 3.16. D13,D14,D15,D16,D17,D18 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı



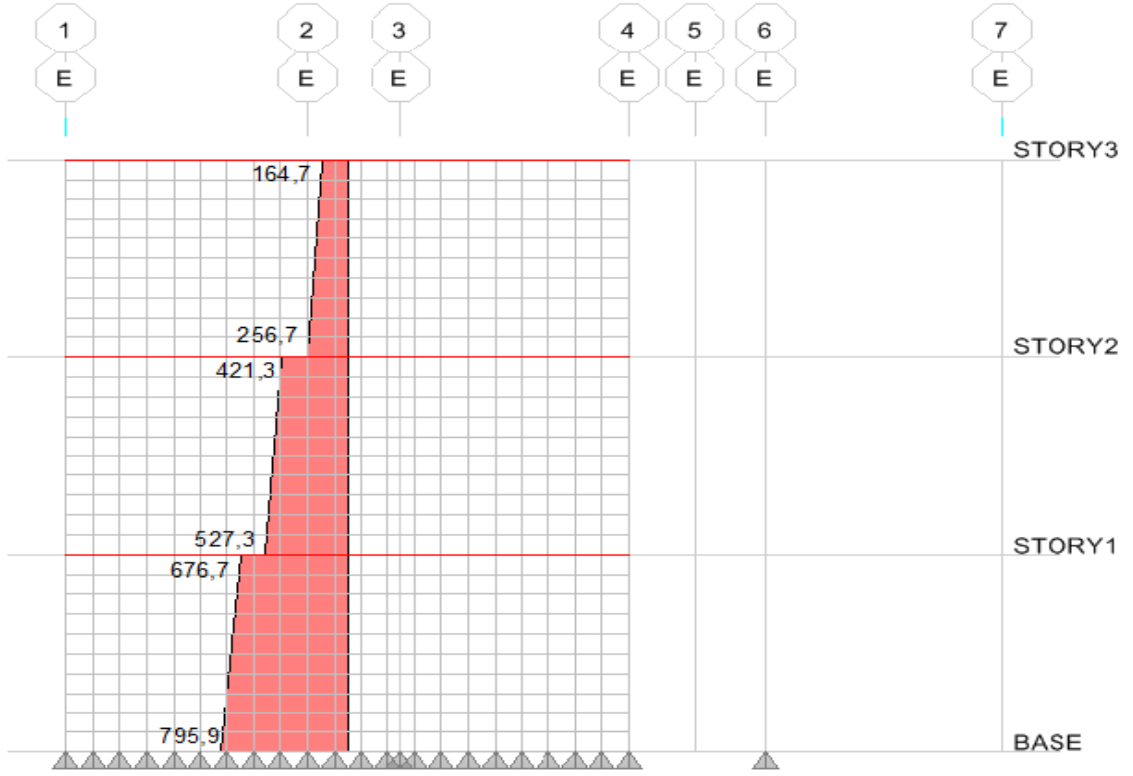
Şekil 3.17. D19,D20,D21 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı



Şekil 3.18. D22,D23 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı



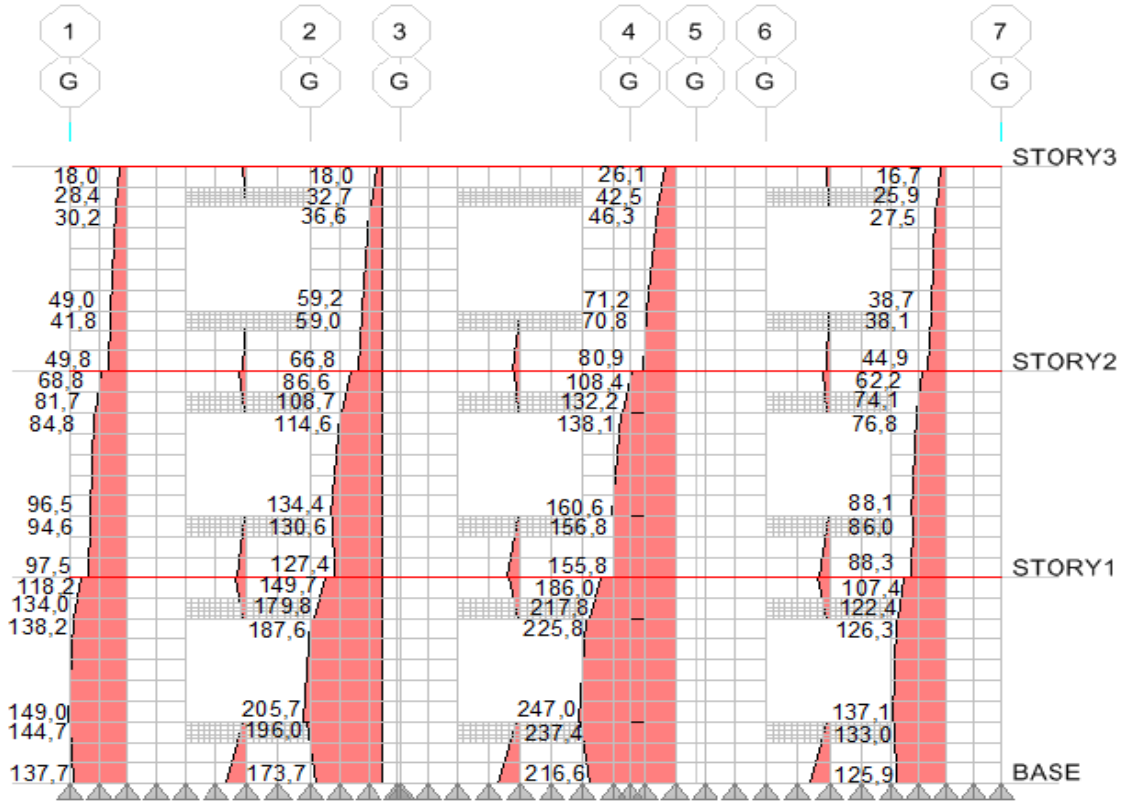
Şekil 3.19. D24 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı



Şekil 3.20. D25 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı



Şekil 3.21. D26,D27,D28 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı



Şekil 3.22. D29,D30,D31,D32 duvarların (1,4G+1,6Q) kuvvetlerin dağılımı

3.1.2.2. Kayma Gerilmelerin Hesabı ve Kontrolü

Türk deprem yönetmenliğine göre duvarlara gelen kesme kuvveti, kat kesme kuvveti yanında kat burulma momenti de göz önüne alınarak binanın birbirine dik her iki eksenini doğrultusunda hesaplanacaktır. Duvara gelen deprem kuvveti duvar yatay en kesit alanına bölünerek duvarda oluşan kayma gerilmesi hesaplanacak ve Denk (3.1)'den bulunacak duvar kayma emniyet gerilmesi τ_{em} ile karşılaştırılacaktır.

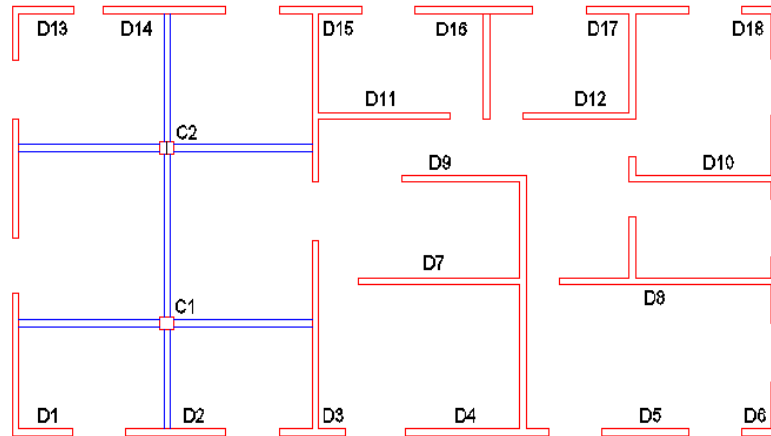
$$\tau_{em} = \tau_0 + \mu\sigma \quad (3.1)$$

Bu denklemde τ_{em} = duvar kayma emniyet gerilmesi , τ_0 = duvar çatlama emniyet gerilmesi , μ = sürtünme katsayısı Türk deprem yönetmenliğinde 0.5 olarak verilmiştir , σ ise duvar düşey gerilmesidir. Duvarda kullanılan kargir birim cinsine göre duvar çatlama emniyet gerilmesi τ_0 değeri dolu fabrika tuğlası için

150KN/m² alınmıştır. Kesme tahkikleri X ,Y yönleri yüklemeleri için tablo 3.6 ve 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3. 6. X yönündeki kayma gerilme sonuçları

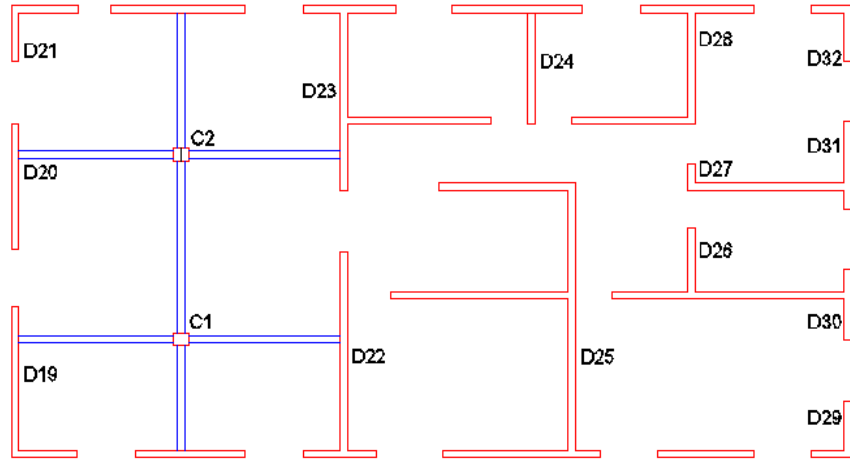
| Kayma gerilme sonuçları X yönündeki | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|---------|---------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|---|
| Duvar Adı | Duvarın Kalınlığı | Duvar Uzunluğu (Ld) | Duvarın Alanı | Ölü Yük | Hareketli Yük | Duvarın düşey gerilmesi (G+0,6Q) | Kesme Kuvvetleri (V) | Duvarın Kayma Gerilmesi | Emniyet Gerilmesi | Yatay Yükleme Durumu | |
| | m | m | m ² | KN | KN | KN | KN | KN/m2 | KN/m2 | | |
| X Yönündeki Duvarlar | D1 | 0,20 | 1,83 | 0,37 | 113,78 | 2,61 | 115,35 | 110,83 | 302,81 | 196,14 | ? |
| | D2 | 0,20 | 3,02 | 0,60 | 209,20 | 5,07 | 212,24 | 234,60 | 388,41 | 234,90 | ? |
| | D3 | 0,20 | 1,96 | 0,39 | 152,28 | 4,11 | 154,75 | 145,63 | 371,51 | 211,90 | ? |
| | D4 | 0,20 | 4,32 | 0,86 | 315,56 | 8,29 | 320,53 | 347,66 | 402,38 | 278,21 | ? |
| | D5 | 0,20 | 2,61 | 0,52 | 179,73 | 5,68 | 183,14 | 192,39 | 368,56 | 223,26 | ? |
| | D6 | 0,20 | 1,09 | 0,22 | 72,80 | 1,67 | 73,80 | 51,33 | 235,46 | 179,52 | ? |
| | D7 | 0,20 | 5,04 | 1,01 | 415,89 | 12,69 | 423,50 | 394,62 | 391,49 | 319,40 | ? |
| | D8 | 0,20 | 6,56 | 1,31 | 513,90 | 14,40 | 522,54 | 544,12 | 414,73 | 359,02 | ? |
| | D9 | 0,20 | 3,73 | 0,75 | 286,06 | 8,16 | 290,96 | 235,54 | 315,74 | 266,38 | ? |
| | D10 | 0,20 | 4,47 | 0,89 | 322,33 | 8,42 | 327,38 | 328,46 | 367,40 | 280,95 | ? |
| | D11 | 0,20 | 4,14 | 0,83 | 322,66 | 9,16 | 328,16 | 322,64 | 389,66 | 281,26 | ? |
| | D12 | 0,20 | 3,38 | 0,68 | 254,71 | 6,90 | 258,85 | 246,76 | 365,03 | 253,54 | ? |
| | D13 | 0,20 | 1,83 | 0,37 | 116,38 | 2,56 | 117,92 | 102,61 | 280,36 | 197,17 | ? |
| | D14 | 0,20 | 3,73 | 0,75 | 262,97 | 6,19 | 266,68 | 294,11 | 394,25 | 256,67 | ? |
| | D15 | 0,20 | 2,46 | 0,49 | 178,93 | 4,49 | 181,62 | 183,66 | 373,29 | 222,65 | ? |
| | D16 | 0,20 | 3,52 | 0,70 | 243,19 | 5,72 | 246,62 | 276,05 | 392,12 | 248,65 | ? |
| | D17 | 0,20 | 3,07 | 0,61 | 213,93 | 5,03 | 216,95 | 220,91 | 359,79 | 236,78 | ? |
| | D18 | 0,20 | 1,09 | 0,22 | 68,33 | 1,44 | 69,19 | 49,12 | 225,32 | 177,68 | ? |
| | C1 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 461,09 | 20,45 | | 34,46 | | | |
| | C2 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 493,24 | 22,27 | | 37,18 | | | |
| | PB | | | | | | | | | | |
| | PA | | | | | | | | | | |
| | Toplam | | | 11,57 | | | | 4352,68 | | | |



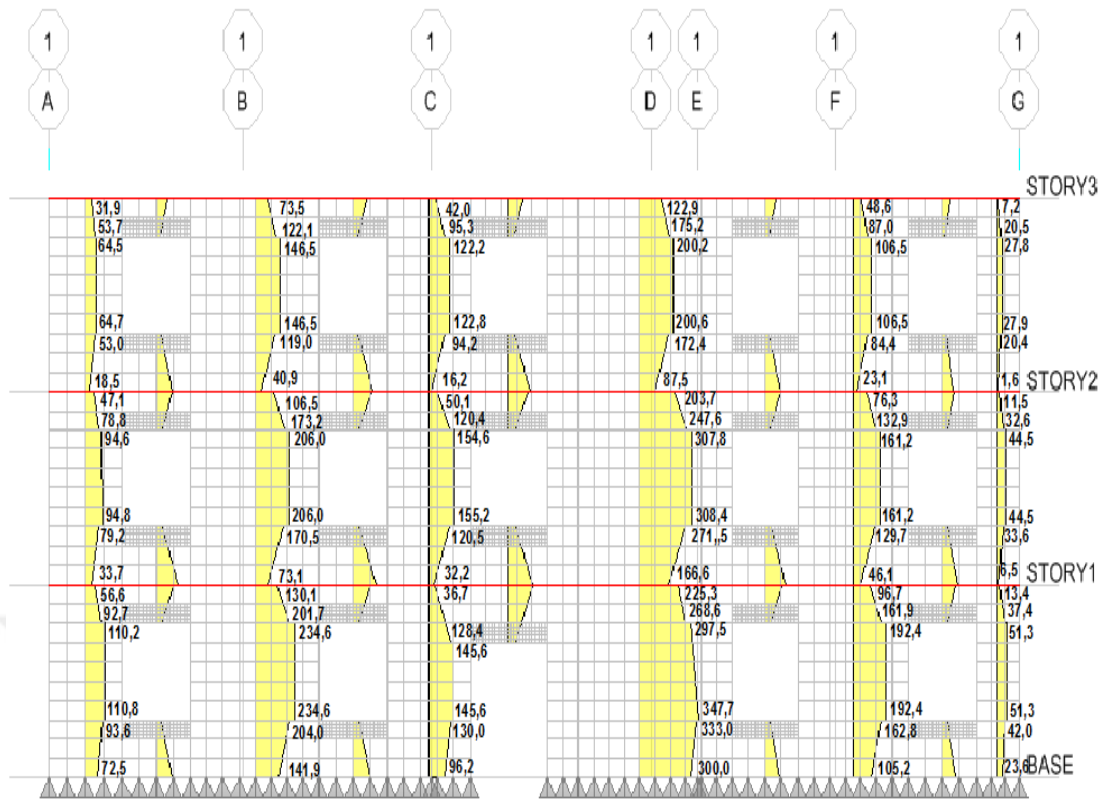
Şekil 3.23. X yönündeki duvarları

Tablo 3. 7. Y yönündeki kayma gerilme sonuçları

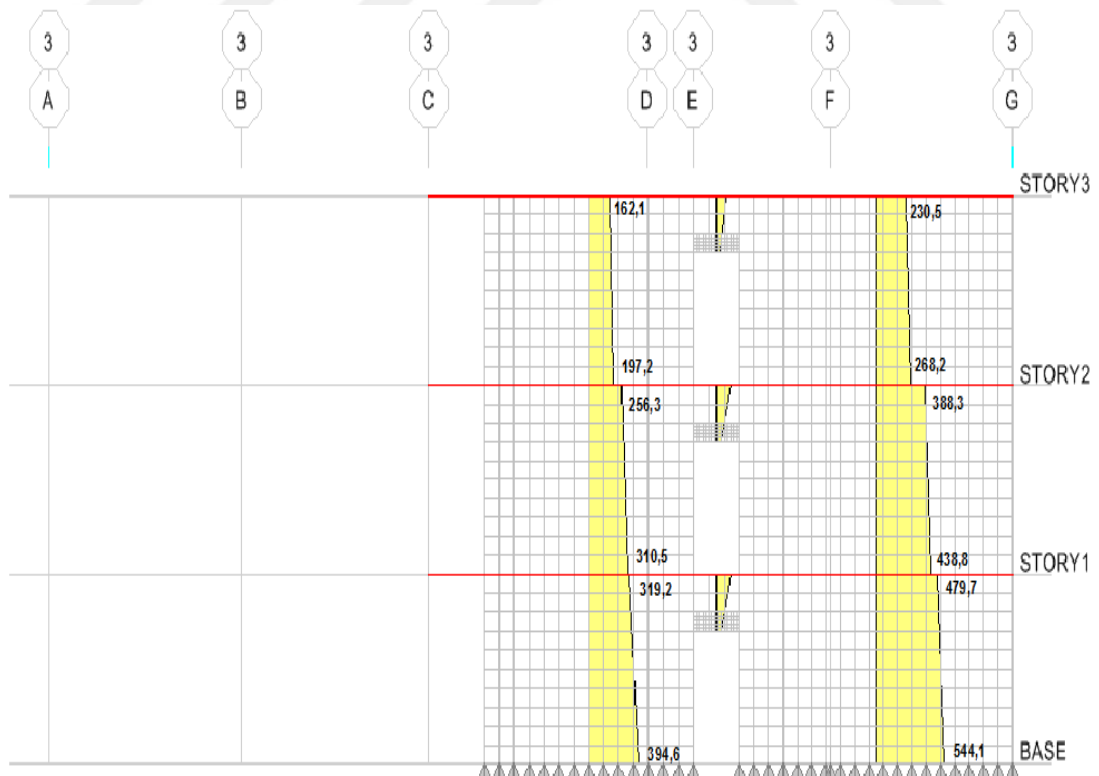
| Kayma gerilme sonuçları Y yönündeki | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|---------|---------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|---|
| Duvar Adı | Duvarın Kalınlığı | Duvar Uzunluğu (Ld) | Duvarın Alanı | Ölü Yük | Hareketli Yük | Duvarın düşey gerilmesi (G+0,6Q) | Kesme Kuvvetleri (V) | Duvarın Kayma Gerilmesi | Emniyet Gerilmesi | Yatay Yükleme Durumu | |
| | m | m | m ² | KN | KN | KN | KN | KN/m ² | KN/m ² | | |
| Y Yönündeki Duvarlar | D19 | 0,20 | 3,83 | 0,77 | 266,93 | 6,66 | 270,93 | 429,81 | 561,11 | 258,37 | ? |
| | D20 | 0,20 | 3,39 | 0,68 | 266,65 | 7,44 | 271,11 | 388,73 | 573,35 | 258,45 | ? |
| | D21 | 0,20 | 1,28 | 0,26 | 96,82 | 2,30 | 98,20 | 122,78 | 479,61 | 189,28 | ? |
| | D22 | 0,20 | 5,31 | 1,06 | 466,87 | 14,59 | 475,62 | 609,77 | 574,17 | 340,25 | ? |
| | D23 | 0,20 | 4,75 | 0,95 | 389,84 | 11,26 | 396,60 | 544,32 | 572,97 | 308,64 | ? |
| | D24 | 0,20 | 2,98 | 0,60 | 224,36 | 5,56 | 227,70 | 275,82 | 462,79 | 241,08 | ? |
| | D25 | 0,20 | 7,15 | 1,43 | 551,12 | 15,26 | 560,28 | 834,80 | 583,78 | 374,11 | ? |
| | D26 | 0,20 | 1,70 | 0,34 | 142,52 | 4,05 | 144,95 | 154,36 | 454,00 | 207,98 | ? |
| | D27 | 0,20 | 0,51 | 0,10 | 59,80 | 1,65 | 60,79 | 35,10 | 342,11 | 174,32 | ? |
| | D28 | 0,20 | 2,98 | 0,60 | 226,57 | 5,77 | 230,03 | 310,73 | 521,36 | 242,01 | ? |
| | D29 | 0,20 | 1,36 | 0,27 | 103,74 | 2,37 | 105,16 | 101,74 | 374,04 | 192,06 | ? |
| | D30 | 0,20 | 1,88 | 0,38 | 142,93 | 3,52 | 145,04 | 164,47 | 437,42 | 208,02 | ? |
| D31 | 0,20 | 2,37 | 0,47 | 171,74 | 4,13 | 174,22 | 213,63 | 450,70 | 219,69 | ? | |
| D32 | 0,20 | 1,28 | 0,26 | 95,59 | 2,06 | 96,83 | 94,64 | 369,69 | 188,73 | ? | |
| C1 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 461,09 | 20,45 | | 34,87 | | | | |
| C2 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 493,24 | 22,27 | | 35,31 | | | | |
| PC | | | | | | | | | | | |
| Toplam | | | 8,15 | | | | 4350,88 | | | | |

**Şekil 3.24.** Y yönündeki duvarları

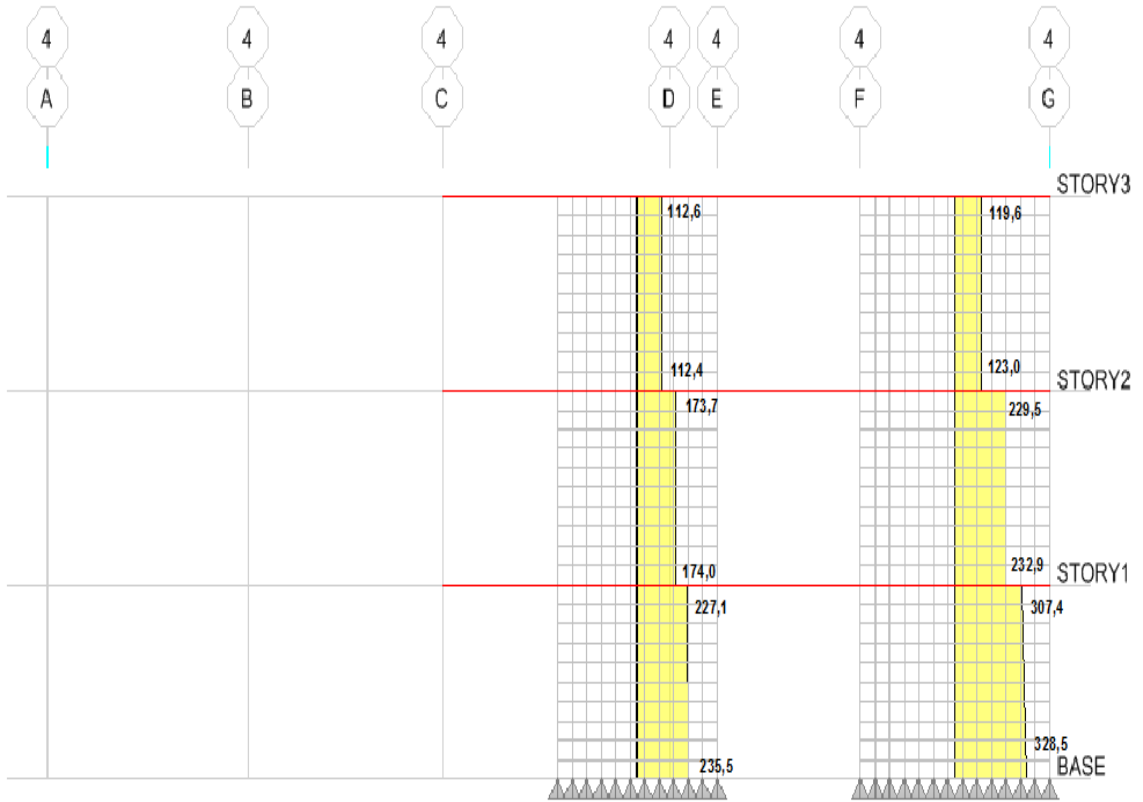
Şekil 3.25 ve 3.35 arasında duvarlara gelen kesme kuvvetlerin dağılımı gösterilmiştir.



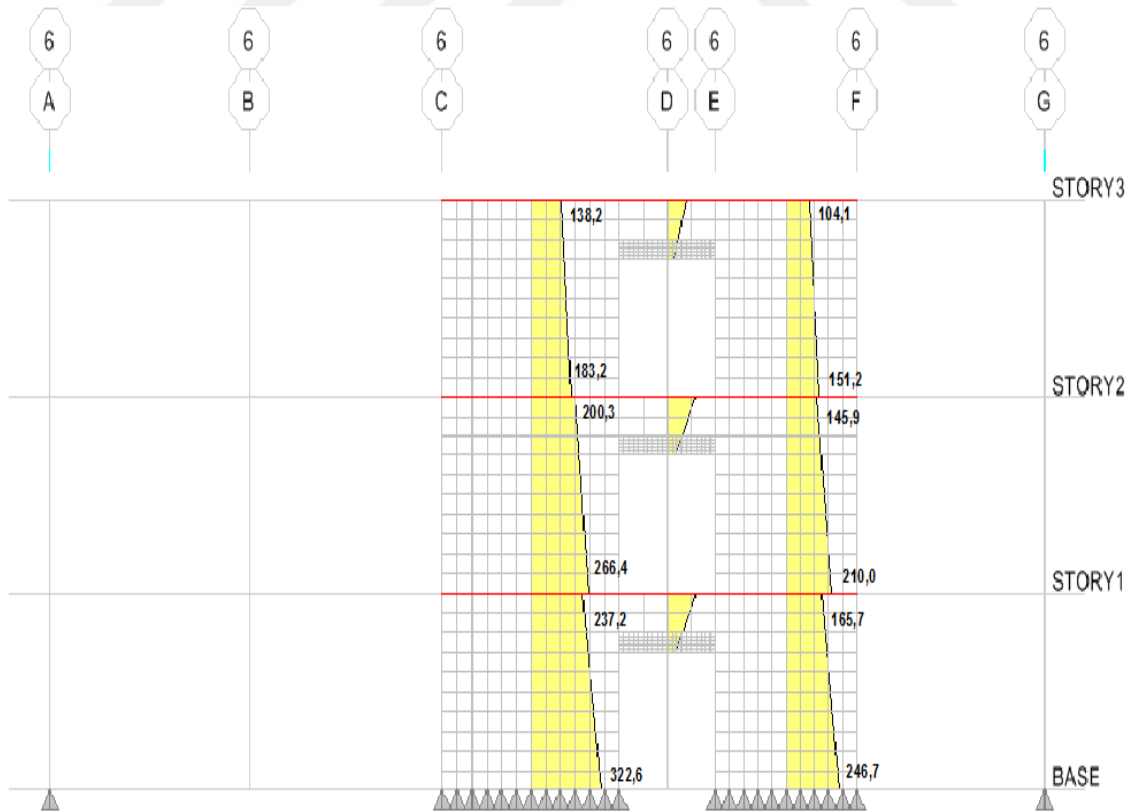
Şekil 3.25. D1,D2,D3,D4,D5,D6 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



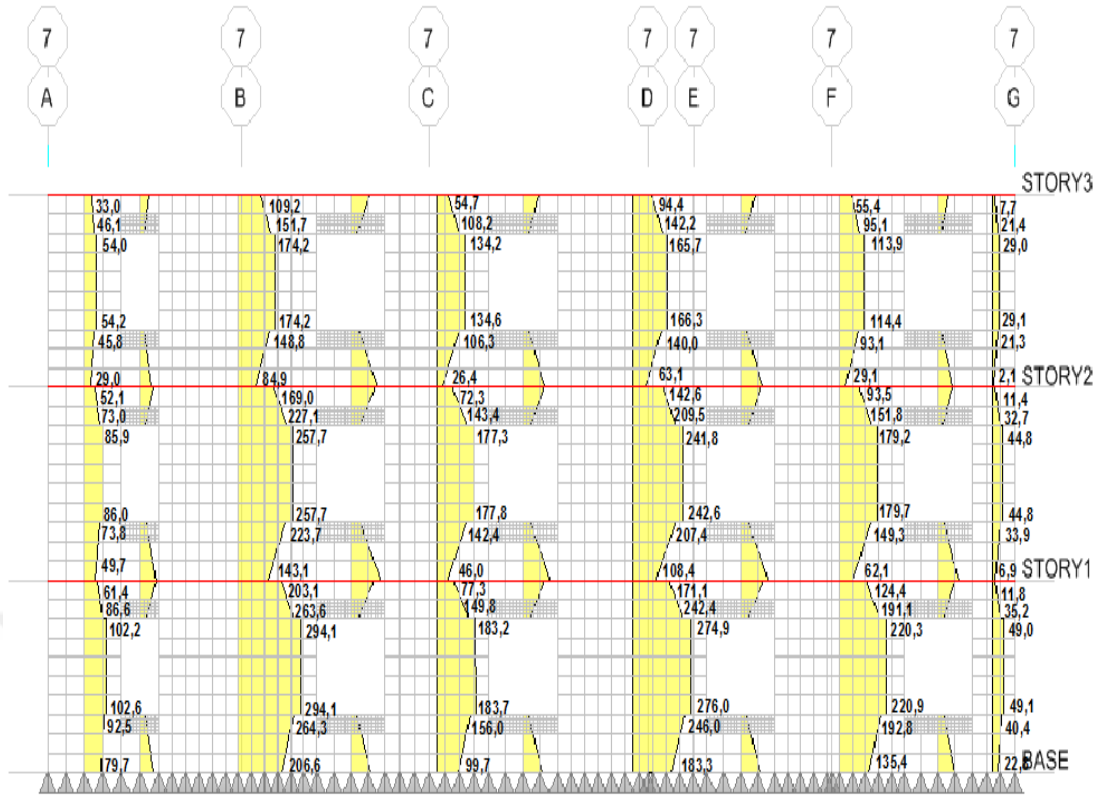
Şekil 3.26. D7,D8 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



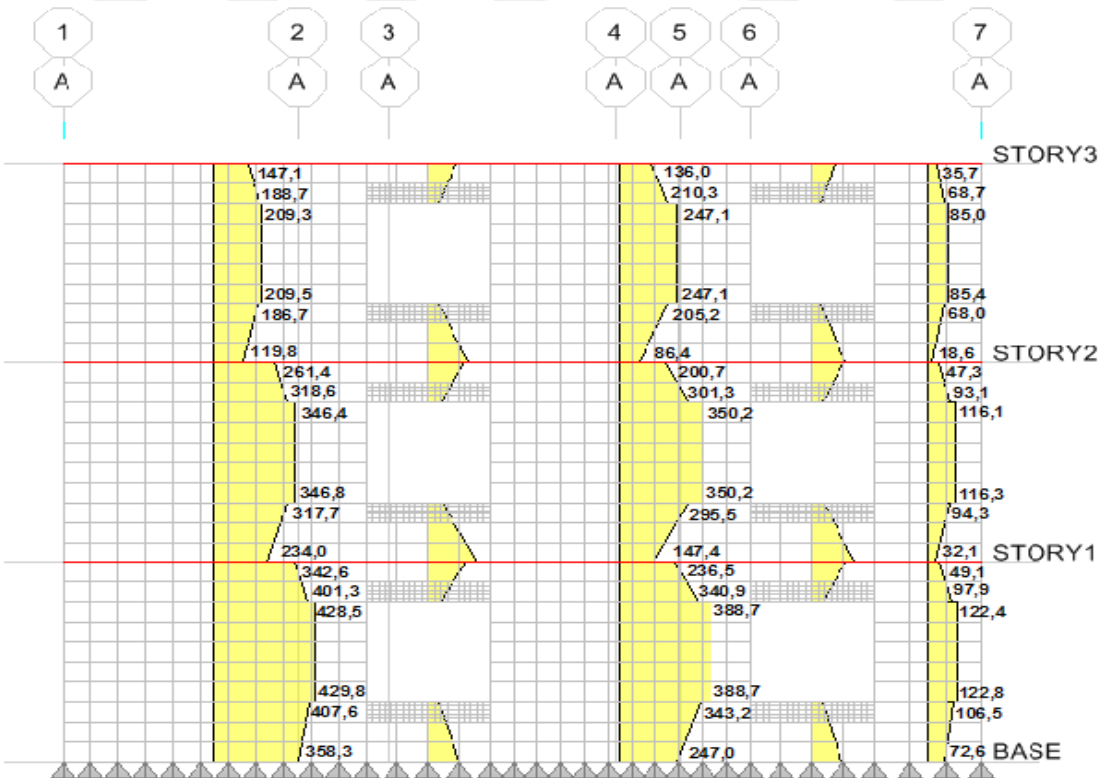
Şekil 3.27. D9,D10 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



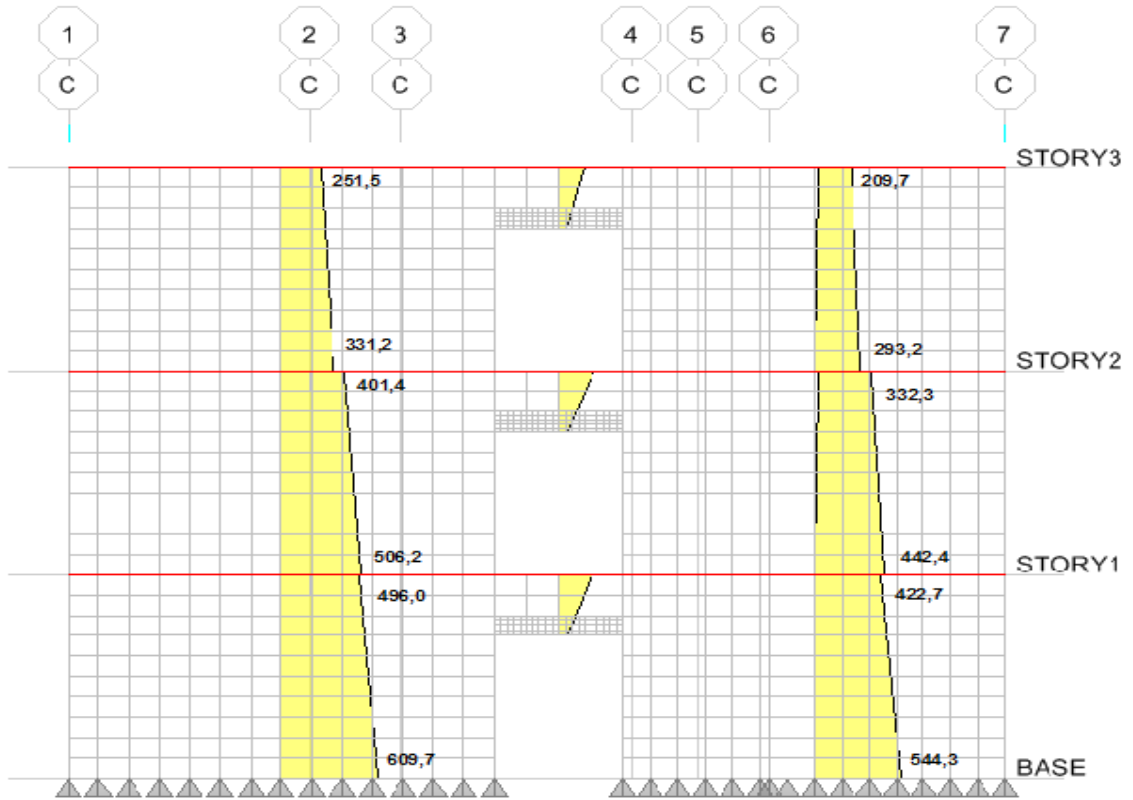
Şekil 3.28. D11,D12 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



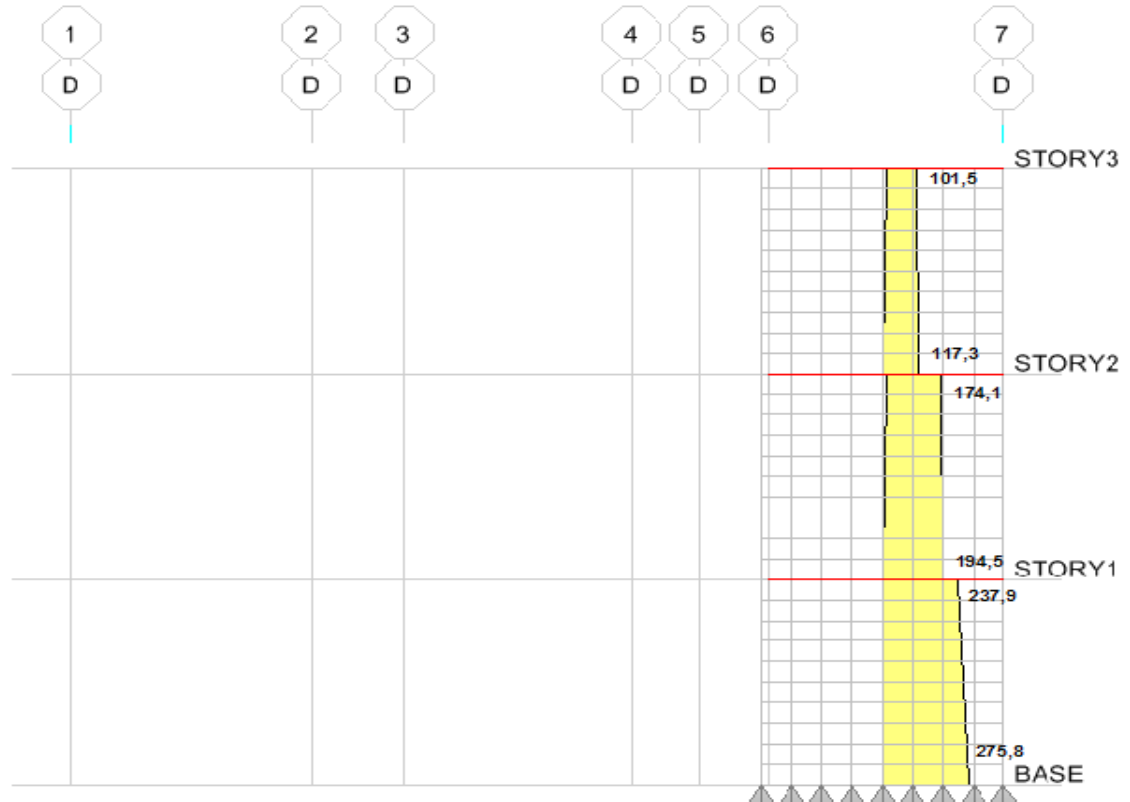
Şekil 3.29. D13,D14,D15,D16,D17,D18 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



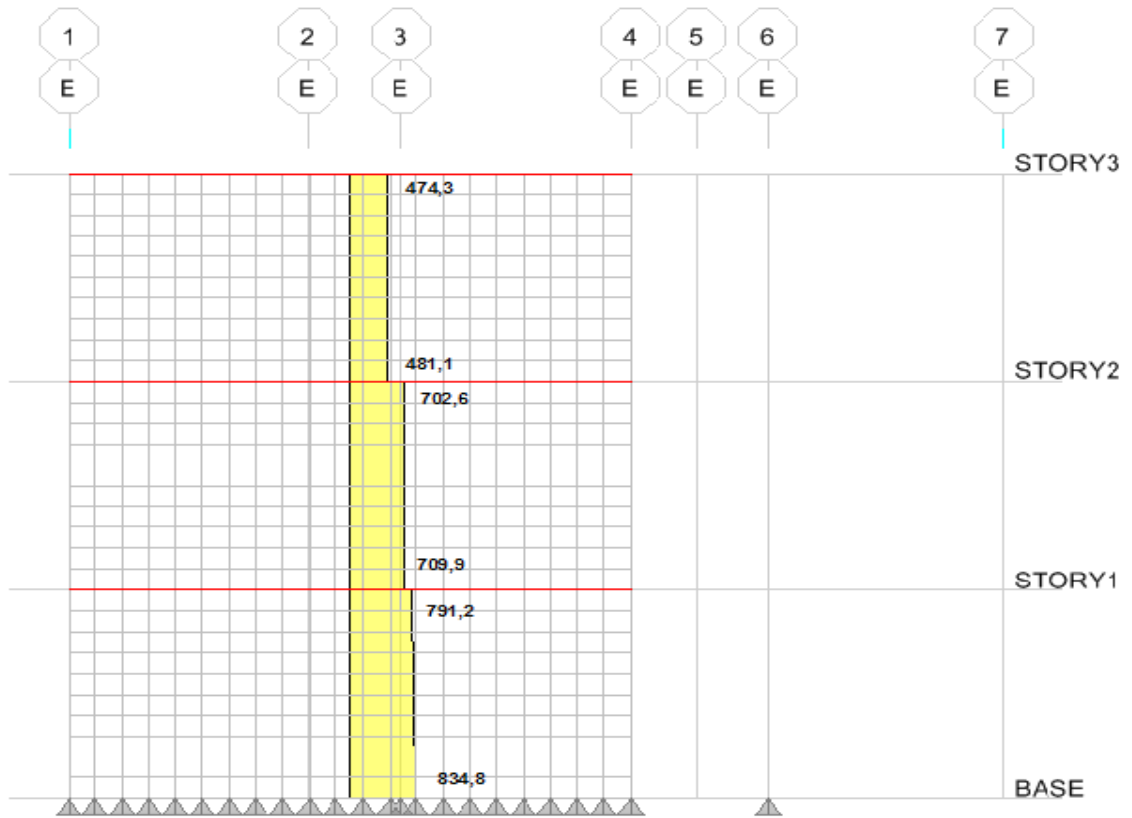
Şekil 3.30. D19,D20,D21 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



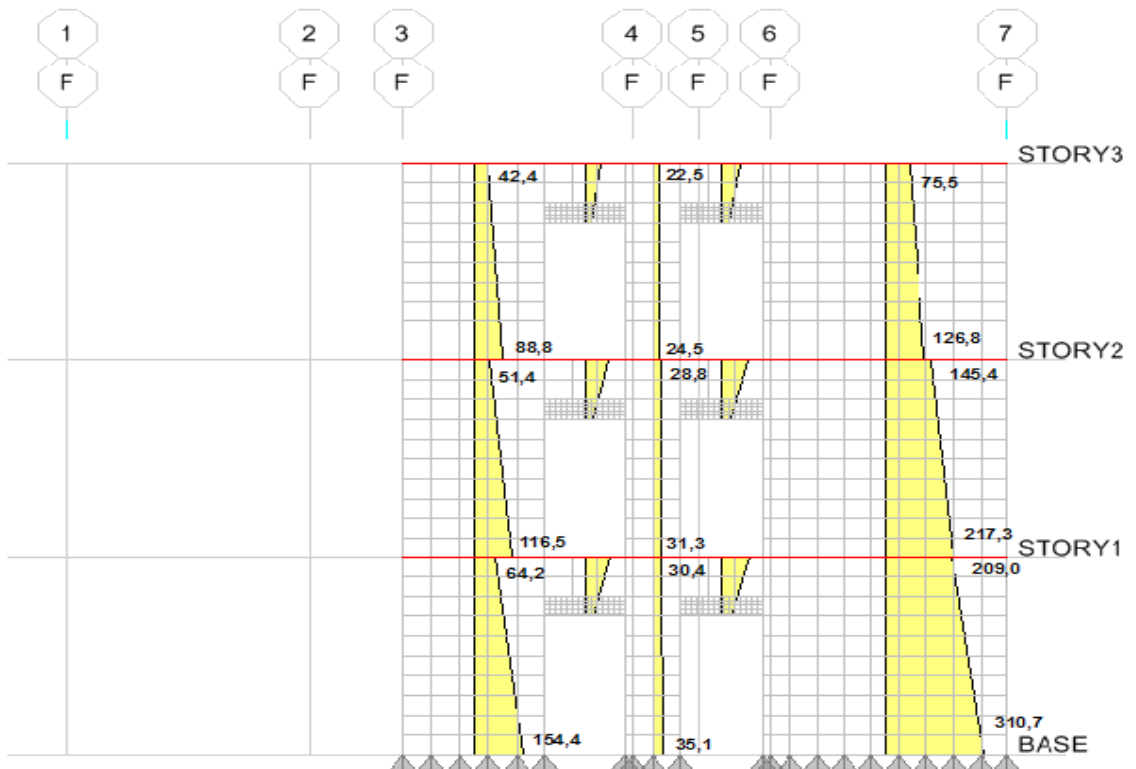
Şekil 3.31. D22,D23 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



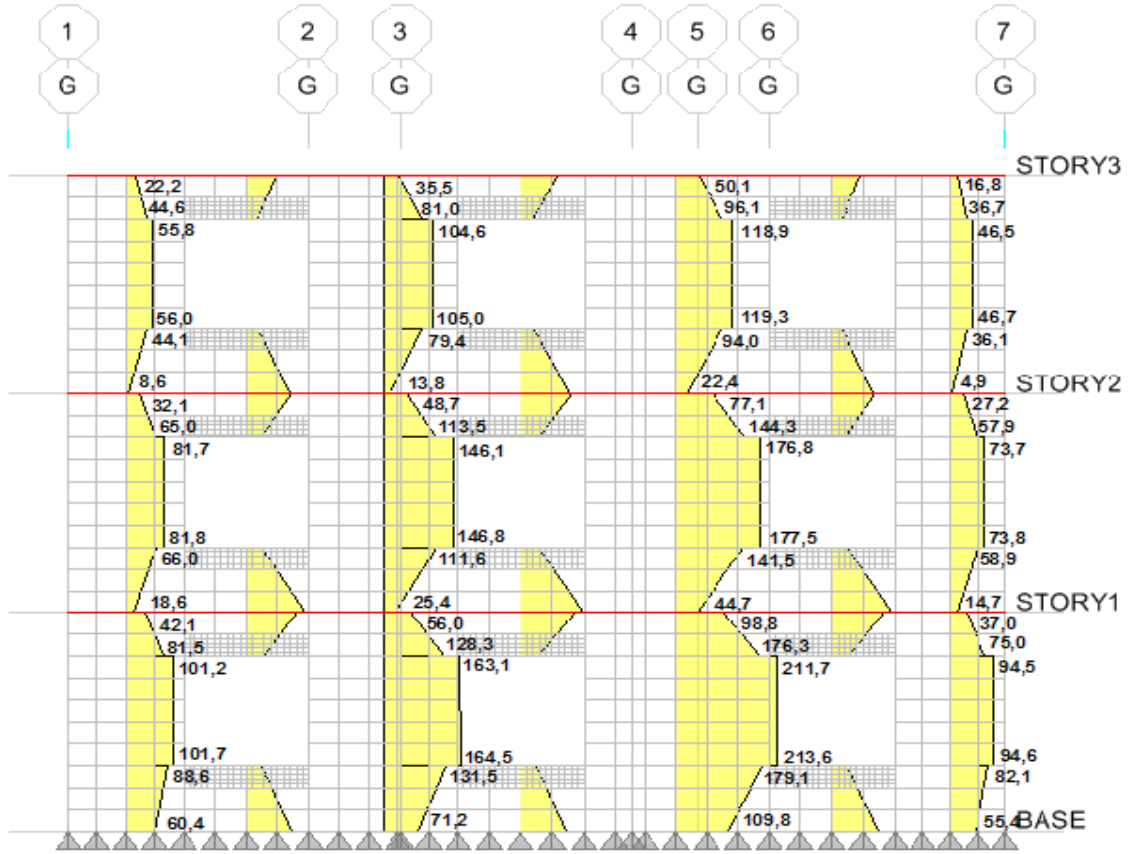
Şekil 3.32. D24 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



Şekil 3.33. D25 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



Şekil 3.34. D26, D27, D28 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



Şekil 3.35. D29,D30,D31,D32 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı

Tablolarda ve şekillerde görüldüğü gibi duvarlar genel anlamda normal gerilme yönünden hemen hemen güvenli sonuçlar vermektedir. Ancak kayma gerilmeleri dikkate alındığında duvarların hepsine yakın kritik durumda olduğu emniyet gerilmesi değerlerini aşan kayma gerilmelerine maruz kaldıkları görülmektedir. Yapının genel anlamda kayma gerilmelerin açısından kritik durumda olduğu yani yetersiz olduğu rahatlıkla söylenebilir. Yapının kesme güvenliğinin sağlanamaması dinamik etkiler altında özellikle deprem etkisi altında yapının çok riskli durumda olduğunu göstermektedir. Yığma yapıların davranışlarının gevrek olduğu düşünüldüğünde kesme yönünden yeterli emniyete sahip olmaması deprem esnasında habersiz ani yıkılmalara neden olabilecektir. Bu durumun engellenebilmesi için yapının kesme güvenliğini artırmak ya da yapı elemanlarında oluşan kesme kuvvetlerini azaltma yoluna gidilmelidir. Bunun için iki çeşit güçlendirme biri ince çelik saç ve sıvayla, diğeri ise merdiven etraflarında perde koyarak, kolonları da mantolama düşünülmüştür.

3.1.2.3. Basit Hesap İle Karşılaştırılması

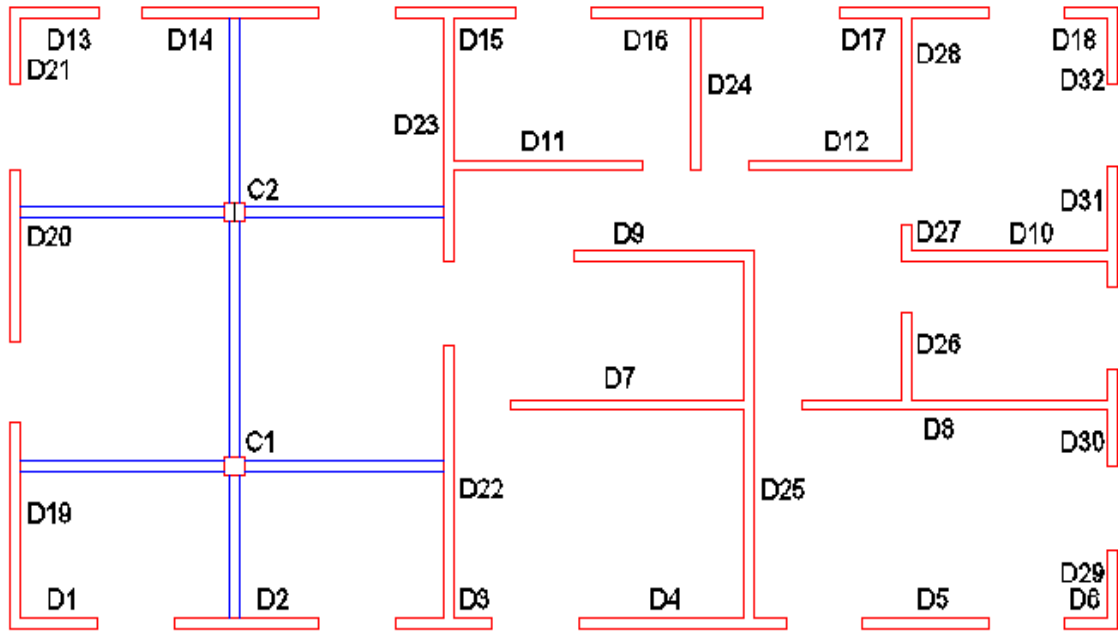
Yapıldığı hesapları denetlemek amacıyla bir basit hesap ele alındı. Şöyle ki binaya gelen toplam kesme kuvvetini, binadaki toplam duvarların yatay en kesit alanına bölünerek, Her duvara gelen kuvvetinin kaba bir şekilde hesaplandı. Daha önceden hesaplandığı kuvvetleri ile karşılaştırıldı ve sapma değeri 1 civarında olduğu görülmektedir. Sonuçlar tablo 3.8 ve 3.9’da gösterilmiştir.

Tablo 3. 8. X yönündeki basit hesap ile karşılaştırılması

| Kayma gerilme sonuçları X yönündeki | | | | | | | | | | | | Basit hesap | |
|-------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|---------|---------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|------------|--------------|------|
| Duvar Adı | Duvarın Kalınlığı | Duvar Uzunluğu (Ld) | Duvarın Alanı | Ölü Yük | Hareketli Yük | Duvarın düşey gerilmesi (G+0.6Q) | Kesme Kuvvetleri (V) | Duvarın Kayma Gerilmesi | Emniyet Gerilmesi | Yatay Yükleme Durumu | V ortalama | Sapma değeri | |
| | m | m | m ² | KN | KN | KN | KN | KN/m2 | KN/m2 | | KN/m2 | | |
| X Yönündeki Duvarlar | D1 | 0,20 | 1,83 | 0,37 | 113,78 | 2,61 | 115,35 | 110,83 | 302,81 | 196,14 | ? | 379,27 | 0,80 |
| | D2 | 0,20 | 3,02 | 0,60 | 209,20 | 5,07 | 212,24 | 234,60 | 388,41 | 234,90 | ? | 379,27 | 1,02 |
| | D3 | 0,20 | 1,96 | 0,39 | 152,28 | 4,11 | 154,75 | 145,63 | 371,51 | 211,90 | ? | 379,27 | 0,98 |
| | D4 | 0,20 | 4,32 | 0,86 | 315,56 | 8,29 | 320,53 | 347,66 | 402,38 | 278,21 | ? | 379,27 | 1,06 |
| | D5 | 0,20 | 2,61 | 0,52 | 179,73 | 5,68 | 183,14 | 192,39 | 368,56 | 223,26 | ? | 379,27 | 0,97 |
| | D6 | 0,20 | 1,09 | 0,22 | 72,80 | 1,67 | 73,80 | 51,33 | 235,46 | 179,52 | ? | 379,27 | 0,62 |
| | D7 | 0,20 | 5,04 | 1,01 | 415,89 | 12,69 | 423,50 | 394,62 | 391,49 | 319,40 | ? | 379,27 | 1,03 |
| | D8 | 0,20 | 6,56 | 1,31 | 513,90 | 14,40 | 522,54 | 544,12 | 414,73 | 359,02 | ? | 379,27 | 1,09 |
| | D9 | 0,20 | 3,73 | 0,75 | 286,06 | 8,16 | 290,96 | 235,54 | 315,74 | 266,38 | ? | 379,27 | 0,83 |
| | D10 | 0,20 | 4,47 | 0,89 | 322,33 | 8,42 | 327,38 | 328,46 | 367,40 | 280,95 | ? | 379,27 | 0,97 |
| | D11 | 0,20 | 4,14 | 0,83 | 322,66 | 9,16 | 328,16 | 322,64 | 389,66 | 281,26 | ? | 379,27 | 1,03 |
| | D12 | 0,20 | 3,38 | 0,68 | 254,71 | 6,90 | 258,85 | 246,76 | 365,03 | 253,54 | ? | 379,27 | 0,96 |
| | D13 | 0,20 | 1,83 | 0,37 | 116,38 | 2,56 | 117,92 | 102,61 | 280,36 | 197,17 | ? | 379,27 | 0,74 |
| | D14 | 0,20 | 3,73 | 0,75 | 262,97 | 6,19 | 266,68 | 294,11 | 394,25 | 256,67 | ? | 379,27 | 1,04 |
| | D15 | 0,20 | 2,46 | 0,49 | 178,93 | 4,49 | 181,62 | 183,66 | 373,29 | 222,65 | ? | 379,27 | 0,98 |
| | D16 | 0,20 | 3,52 | 0,70 | 243,19 | 5,72 | 246,62 | 276,05 | 392,12 | 248,65 | ? | 379,27 | 1,03 |
| | D17 | 0,20 | 3,07 | 0,61 | 213,93 | 5,03 | 216,95 | 220,91 | 359,79 | 236,78 | ? | 379,27 | 0,95 |
| | D18 | 0,20 | 1,09 | 0,22 | 68,33 | 1,44 | 69,19 | 49,12 | 225,32 | 177,68 | ? | 379,27 | 0,59 |
| | C1 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 461,09 | 20,45 | | 34,46 | | | | | |
| | C2 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 493,24 | 22,27 | | 37,18 | | | | | |
| | PB | | | | | | | | | | | | |
| | PA | | | | | | | | | | | | |
| | Toplam | | | 11,57 | | | | 4352,68 | | | | | |

Tablo 3. 9. Y yönündeki basit hesap ile karşılaştırılması

| Kayma gerilme sonuçları Y yönündeki | | | | | | | | | | | | Basit hesap | |
|-------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|---------|---------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--------------|------|
| Duvar Adı | Duvarın Kalınlığı | Duvar Uzunluğu (Ld) | Duvarın Alanı | Ölü Yük | Hareketli Yük | Duvarın düşey gerilmesi (G+0.60) | Kesme Kuvvetleri (V) | Duvarın Kayma Gerilmesi | Emniyet Gerilmesi | Yatay Yükleme Durumu | V ortalama | Sapma değeri | |
| | m | m | m ² | KN | KN | KN | KN | KN/m ² | KN/m ² | | KN/m ² | | |
| Y Yönündeki Duvarlar | D19 | 0,20 | 3,83 | 0,77 | 266,93 | 6,66 | 270,93 | 429,81 | 561,11 | 258,37 | ? | 538,42 | 1,04 |
| | D20 | 0,20 | 3,39 | 0,68 | 266,65 | 7,44 | 271,11 | 388,73 | 573,35 | 258,45 | ? | 538,42 | 1,06 |
| | D21 | 0,20 | 1,28 | 0,26 | 96,82 | 2,30 | 98,20 | 122,78 | 479,61 | 189,28 | ? | 538,42 | 0,89 |
| | D22 | 0,20 | 5,31 | 1,06 | 466,87 | 14,59 | 475,62 | 609,77 | 574,17 | 340,25 | ? | 538,42 | 1,07 |
| | D23 | 0,20 | 4,75 | 0,95 | 389,84 | 11,26 | 396,60 | 544,32 | 572,97 | 308,64 | ? | 538,42 | 1,06 |
| | D24 | 0,20 | 2,98 | 0,60 | 224,36 | 5,56 | 227,70 | 275,82 | 462,79 | 241,08 | ? | 538,42 | 0,86 |
| | D25 | 0,20 | 7,15 | 1,43 | 551,12 | 15,26 | 560,28 | 834,80 | 583,78 | 374,11 | ? | 538,42 | 1,08 |
| | D26 | 0,20 | 1,70 | 0,34 | 142,52 | 4,05 | 144,95 | 154,36 | 454,00 | 207,98 | ? | 538,42 | 0,84 |
| | D27 | 0,20 | 0,51 | 0,10 | 59,80 | 1,65 | 60,79 | 35,10 | 342,11 | 174,32 | ? | 538,42 | 0,64 |
| | D28 | 0,20 | 2,98 | 0,60 | 226,57 | 5,77 | 230,03 | 310,73 | 521,36 | 242,01 | ? | 538,42 | 0,97 |
| | D29 | 0,20 | 1,36 | 0,27 | 103,74 | 2,37 | 105,16 | 101,74 | 374,04 | 192,06 | ? | 538,42 | 0,69 |
| | D30 | 0,20 | 1,88 | 0,38 | 142,93 | 3,52 | 145,04 | 164,47 | 437,42 | 208,02 | ? | 538,42 | 0,81 |
| | D31 | 0,20 | 2,37 | 0,47 | 171,74 | 4,13 | 174,22 | 213,63 | 450,70 | 219,69 | ? | 538,42 | 0,84 |
| D32 | 0,20 | 1,28 | 0,26 | 95,59 | 2,06 | 96,83 | 94,64 | 369,69 | 188,73 | ? | 538,42 | 0,69 | |
| C1 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 461,09 | 20,45 | | 34,87 | | | | | | |
| C2 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 493,24 | 22,27 | | 35,31 | | | | | | |
| PC | | | | | | | | | | | | | |
| Toplam | | | 8,15 | | | | 4350,88 | | | | | | |

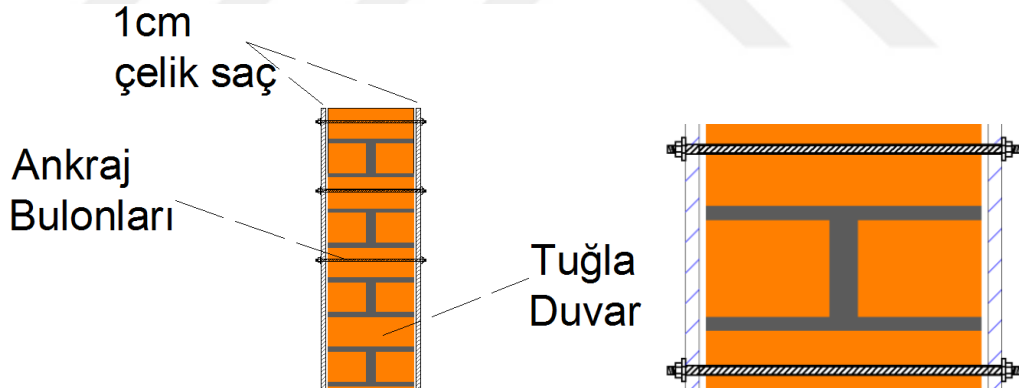
**Şekil 3.36.** X ve Y yönündeki duvarları

3.2. Güçlendirilmiş Modelin Oluşturulması

Yapıya etki etmesi beklenen deprem kuvveti ile yapılan analiz sonucu duvarların aldığı kesme kuvvetleri ve momentleri değerlendirilerek yapı elemanlarının yeterli olup olmadığı irdelenmiştir. Yapılan analiz sonucu yapıdaki çoğu taşıyıcı duvar elemanın yetersiz olduğu görülmüştür. Yapının kullanıma devam edebilmesi için yapıda bir güçlendirme yapılması gerektiğine karar verilmiştir. Literatür de yığma yapıların güçlendirilmesi ile ilgili birçok yöntem mevcuttur. Yapılan bu çalışma ince çelik saç ve merdiven etrafında perde, kolonları mantolama ile güçlendirme tercih edilmiştir.

3.2.1. İnce Çelik Saç Uygulaması

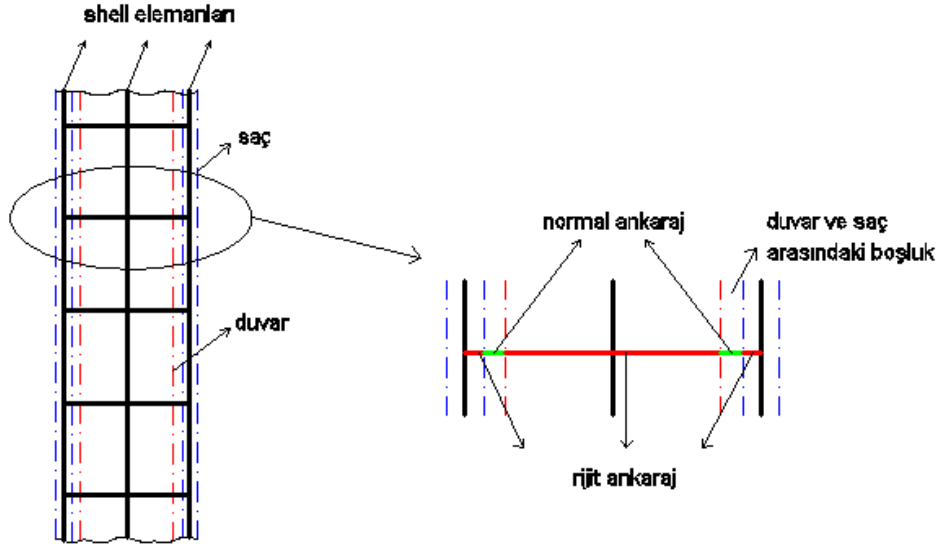
Bu analiz adımında duvarların her iki yüzeyinin karşılıklı ince saç ile kaplandığı kabul edilmiştir. Çelik saçta bırakılan deliklerden geçen çelik ankraj çubukları duvarı geçerek karşı yüzeyde bulunan saç levhaya sabitlenir. Şekil 3.37’de ankraj detayı gösterilmiştir.



Şekil 3.37. Saç levhaların yığma duvara sabitleme detayı şematik gösterimi

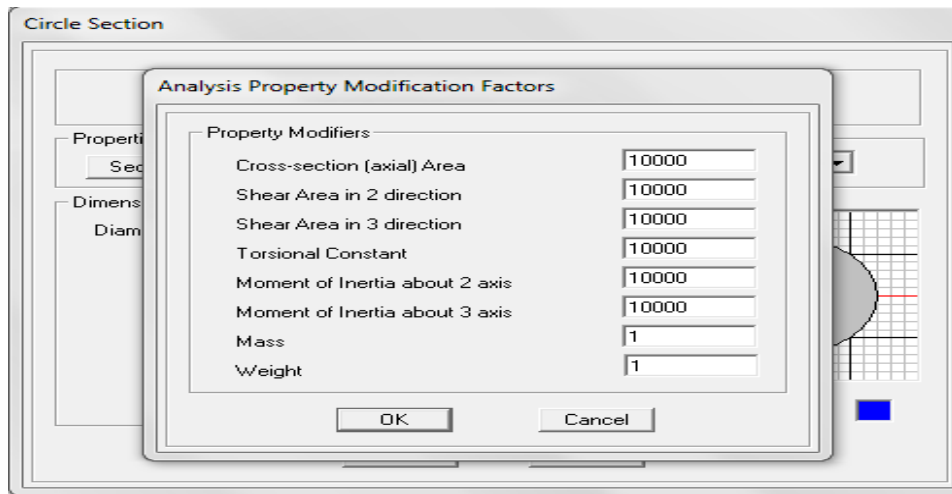
ETABS programında İnce saç elemanları modellemek için Shell (kabuk) eleman olarak tanımlanmıştır. Güçlendirilmek istenilen duvarların her iki tarafında Shell elemanlar tanımlanacaktır. Yalnız bu güçlendirmenin yapıdan bağımsız olması ve yapıdan kesme kuvvetlerini ankarajlar ile alması için duvarlar ile saç arasında boşluk bırakılmış ve tek bağlantı noktası ankaraj olacak şekilde getirilmiştir. Bu elemanları güçlendirmek istenilen duvarlar ile Mesh edilmesi gerekmektedir. Duvar ve saç

elemanların düğümleri, uygulamada yerleştirilecek ankraj çubuklarına uygun olarak rijit elemanlarla bağlanmıştır (şekil 3.38).



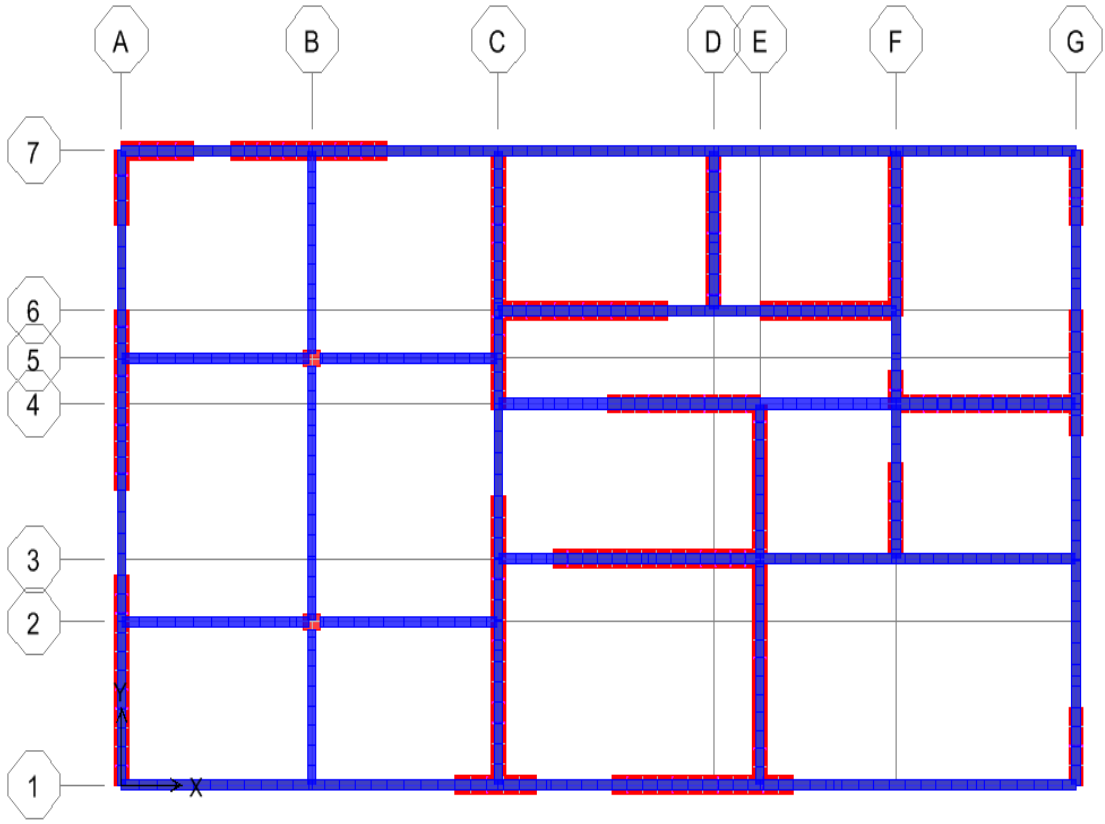
Şekil 3.38. X yönündeki duvarları

Ankarajların duvar ve saç içinde kalan kısmı kesme kuvveti ve moment almayacağı için rijit olarak tanımlanması gerekmektedir (şekil 3.39). rijit hayali elemanlar duvar orta düğümündeki yükü yada deplasmanı sadece başka bir düğüme taşımak için kullanılmaktadır.

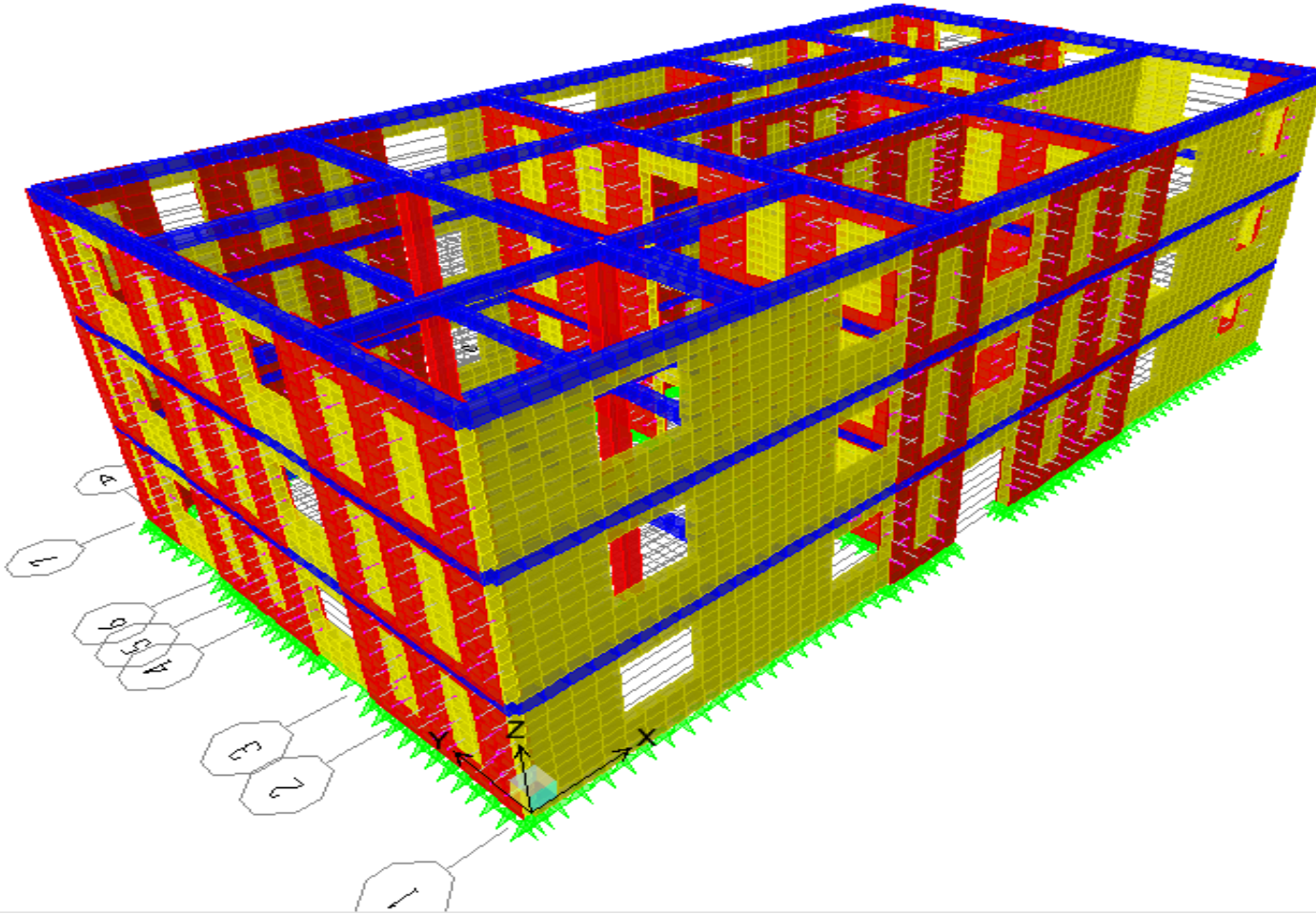


Şekil 3.39. Rijit ankarajın tanımlanması

Bu yöntemde saç kalınlığı ve sacın elastisite modülü için farklı değerler denenmiş, 3 farklı şekilde güçlendirilme yapılmıştır ve sonuçlar birbiriyle karşılaştırılmıştır. İlk olarak saç kalınlığı 1 cm ve elastisite modülü 200000 Mpa, sonrasında 0.5 cm kalınlıkta elastisite modülü 200000 Mpa ele alındı. Son olarak da saç kalınlığı 1 cm ve elastisite modülü 70000 Mpa olacak şekilde 3 farklı şekilde güçlendirmelerinin sonuçlarını bir sonraki bölümünde tartışılmıştır. Güçlendirilmiş yapının plan görüntüsü ve üç boyut modeli sırasıyla şekil 3.40 ve şekil 3.41’te verilmiştir.



Şekil 3.40. Güçlendirilmiş model kat planı

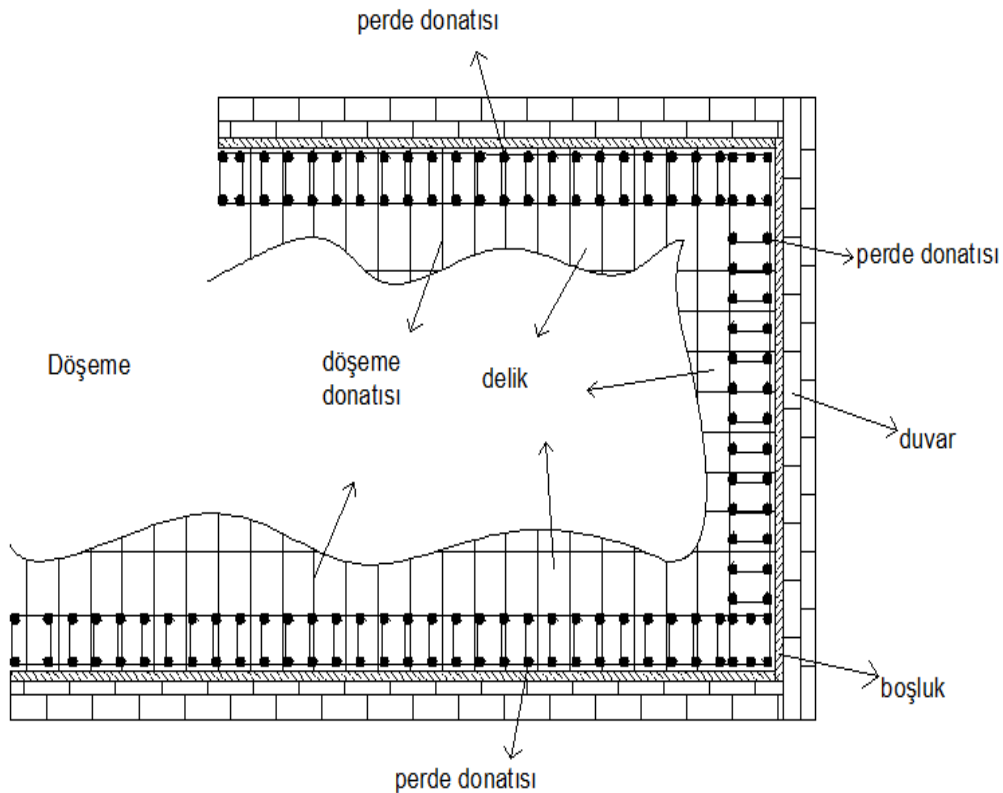


Şekil 3.41. Güçlendirilmiş üç boyutlu model

3.2.2. Perde ve Kolonları Mantolama İle Güçlendirme

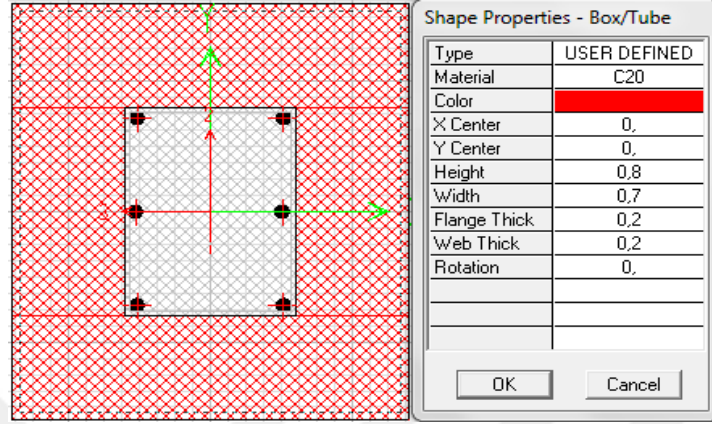
Yapıda imkan bulunan mekanlarda betonarme perdeler oluşturularak güçlendirme hedeflenmiştir. Perde duvarlar mevcut duvarlara ankrajlanacak ve ayrıca yeni betonarme perdelerin düşey donatıları, mevcut döşemde açılan ve beton dökümü için kullanılan deliklerden geçerek kuvvet aktarımı sağlanacaktır. Bu amaçla, yapının iç kısmında merdiven etraflarında 30 cm kalınlığında perde yerleştirilmiştir. Perdeler her kat hizasında hatıllara ankaraj yardımı ile tutturularak yapı bir bütün olarak çalışması sağlanmıştır. Bu sayede yapıya etki edecek deprem kuvvetinin ve kesme kuvvetlerini perdenin alması sağlanmış olacaktır. Yapıya etki edecek kesme kuvvetleri azaldığında yapı elemanlarının kesme kapasiteleri sabit kalırken üzerine gelen kesme kuvvetleri azaldığından dolayı yapı güvenli hale getirilmiş olacaktır.

Güçlendirmenin yapıdan bağımsız olması ve yapıdan kesme kuvvetlerini ankarajlar ile alması için çelik saç ankaraj uygulamasındaki gibi duvar ile perde arasında boşluk bırakılmış ve tek bağlantı noktası ankaraj olacak şekilde getirilmiştir (Şekil 3.42).



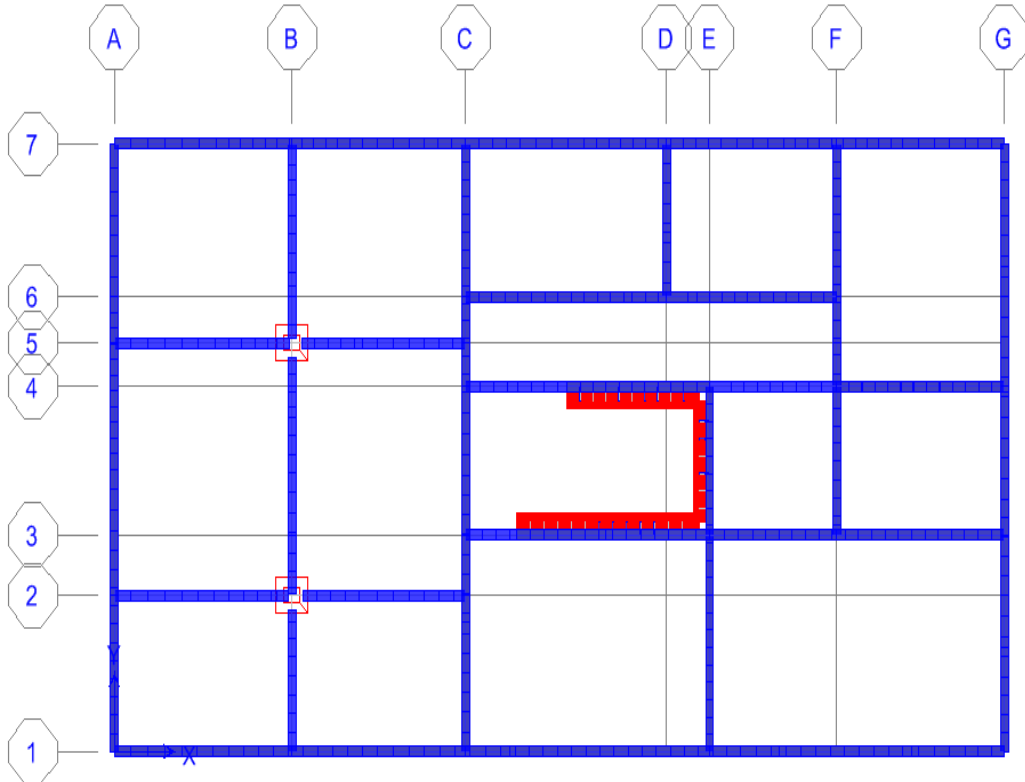
Şekil 3.42. Perde ile güçlendirmesi

Binaya perdelerin yanında malzemesi C10 ve S220 olan kolonların ETAB programının ‘‘SD Section’’ özelliği kullanarak C20 ve S420 yeni malzeme ile mantolama yapılmıştır (şekil 3.43).

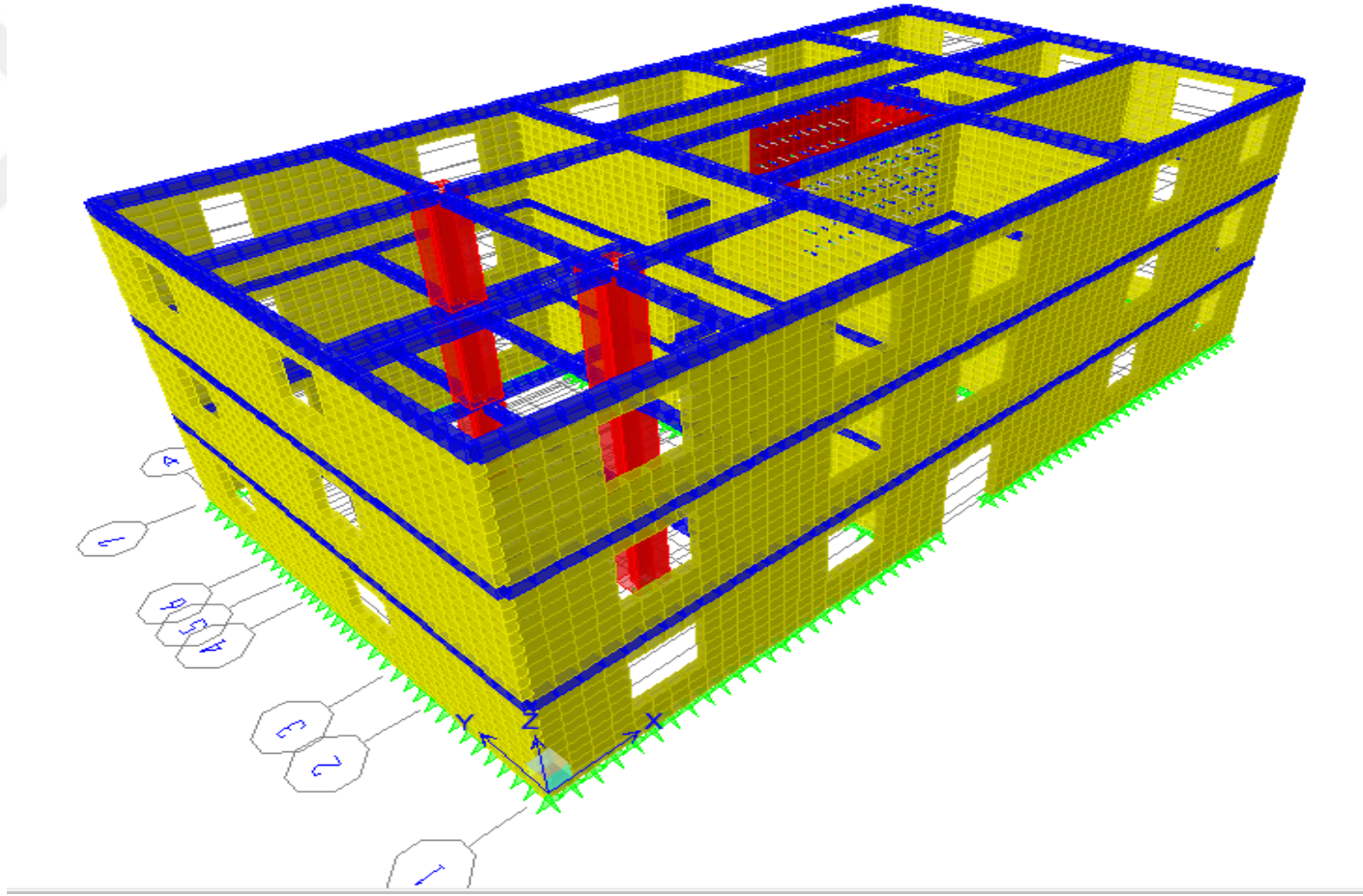


şekil 3.43. Kolon mantolama

Güçlendirilmiş yapının plan görüntüsü ve üç boyutlu modeli sırasıyla şekil 3.44 ve şekil 3.45’de verilmiştir.



şekil 3.44. Güçlendirilmiş model kat planı



Şekil 3.45. Güçlendirilmiş üç boyutlu modeli

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Yapılan analizler sonucu duvarlara etki eden kesme ve momentlerden dolayı oluşan kayma ve normal gerilmeler dikkate alınarak yapı elemanlarının dayanımlarının güçlendirildikten sonra yeterli olup olmadığı incelenmiştir. Yapı üç katlı olmasına rağmen kontroller zemin kat için yapılmıştır. Çünkü kesme ve normal kuvvetler alt kata indikçe toplanarak indiği için en alt katta maksimum değerlerine ulaşarak en elverişsiz durumu oluşturacaklardır.

4.1. İnce Çelik Saç İle Güçlendirilmiş Model Analiz Sonuçları

Yapıya ince saç elemanlar eklendikten sonra analizlerden elde edilen sonuçlar, yapının güçlendirmeden önceki sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Böylelikle, yapı elemanlarının güçlendirme yapıldıktan sonra yeterli olup olmadığı kontrol edilmiştir. Yapıda düşey yönünde herhangi bir düzenleme yapılmadığı için normal gerilme sonuçları güçlendirilmemiş modelle aynı çıkmıştır. Bu nedenle bu bölümde sadece deprem etkileri altında kayma gerilmesi sonuçları verilmiştir.

Bu çalışmada uygulanan analiz tipi doğrusal elastik analizdir. Bu analiz tipinde uygulanan yükleme ile elde edilen gerilme ve deplasmanlar orantılıdır. Gerilmelerde limit değer olarak Türk Deprem Yönetmeliğinde verilen sınır gerilme değerleri altında analiz edilecektir.

İnce çelik saç uygulamasında 3 farklı güçlendirme alternatifi denenmiştir. ETABS ortamında hazırlanan modeller yatay yüklemeler altında analiz edilmiş ve her bir duvar parçasına gelen kuvvetler ve gerilmeler EXCEL ortamında tablolaştırılmıştır. Ayrıca duvarlarda oluşan kayma kuvvetleri ve gerilmeleri de görsel olarak sunulmuştur. İlk 1 cm saç kalınlığı olan ve elastisite modulu $E=2e5$ Mpa olan model analiz sonuçları sunulmuştur.

4.1.1. Saç Kalınlığı 1 cm ve Elastisite Modülü 200000 Mpa

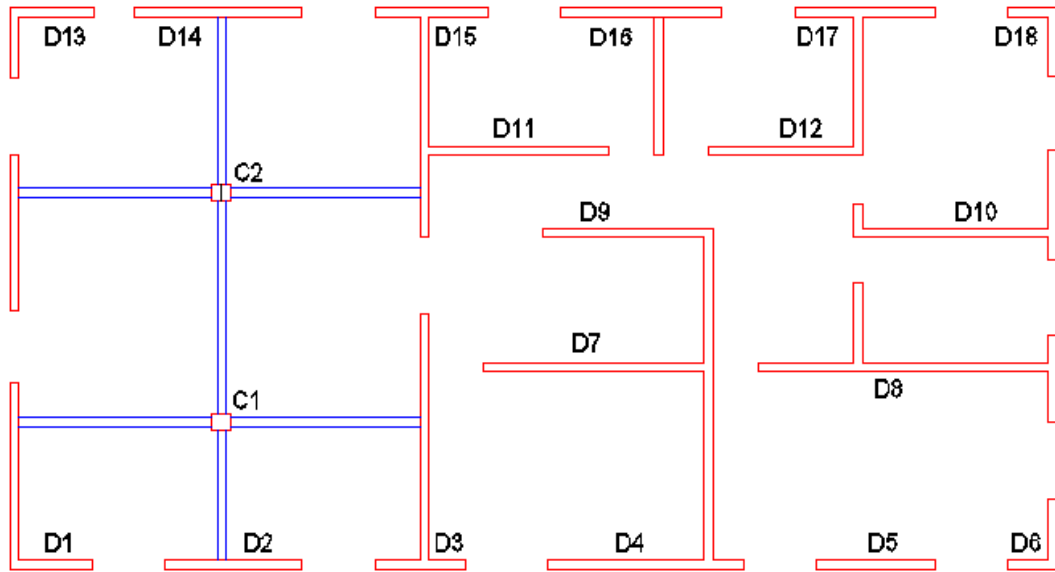
4.1.1.1. Kayma Gerilmelerin Sonuçları

Yapılan analizler sonucunda 1 cm saç kalınlığına sahip levhalarla yapılan güçlendirme sonuçları bu bölümde sunulmuştur. İlk olarak Tablo 4.1 de ve 4.2 de X ve Y yönü duvarlarında oluşan düşey kuvvetler ve deprem etkisi altında oluşan yatay kesme kuvvetleri ve gerilmeleri verilmiştir. Duvar malzemesinin kayma dayanımına düşey yüklemekten gelen gerilmenin yarısının eklenmesiyle duvarın kayma dayanımı bulunmuştur. Duvarda meydana gelen kayma gerilmeleri ile, bir önceki adımda bulunan gerilme sınırı karşılaştırılmıştır. Uygulanan güçlendirme sonucunda tüm duvarların depremden dolayı oluşan kayma gerilmelerini katışladığı belirlenmiştir. Şekil 4.1 ve 4.2 nin altında sunulan şekillerde ise, duvar isimleri olan üzerinde gösterilmiştir.

Şekil 4.3 ve 4.13 arasında ise, duvar elemanlarında deprem yüklemesinden dolayı meydana gelen kesme kuvveti dağılımları sunulmuştur. Duvarda meydana gelen gerilmeler, bu kesme kuvvetlerinin duvar alanına bölünmesiyle elde edilmiştir.

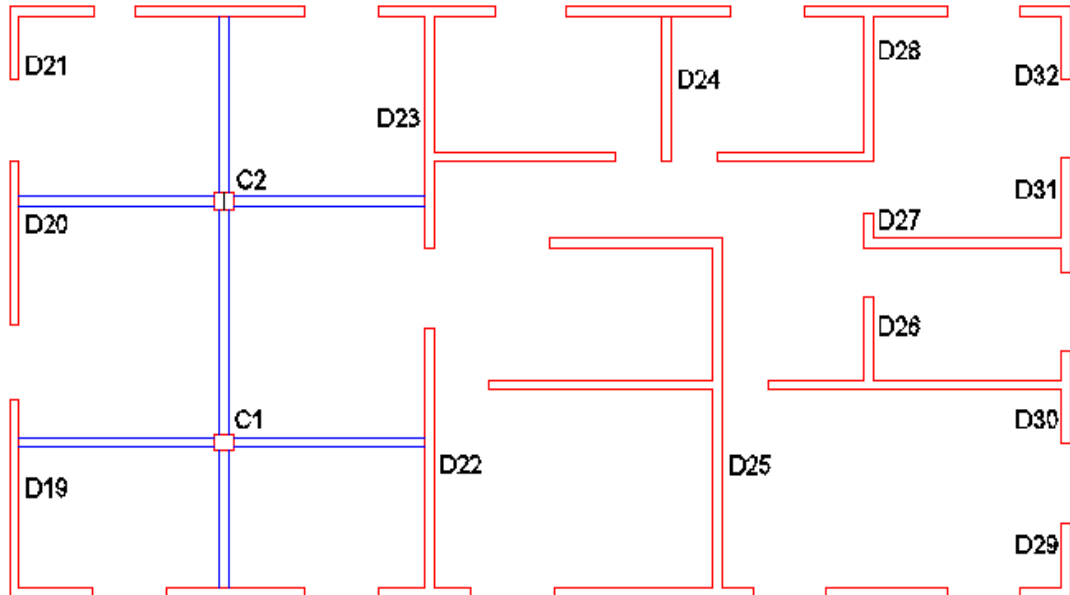
Tablo 4. 1. X yönündeki kayma gerilme sonuçları

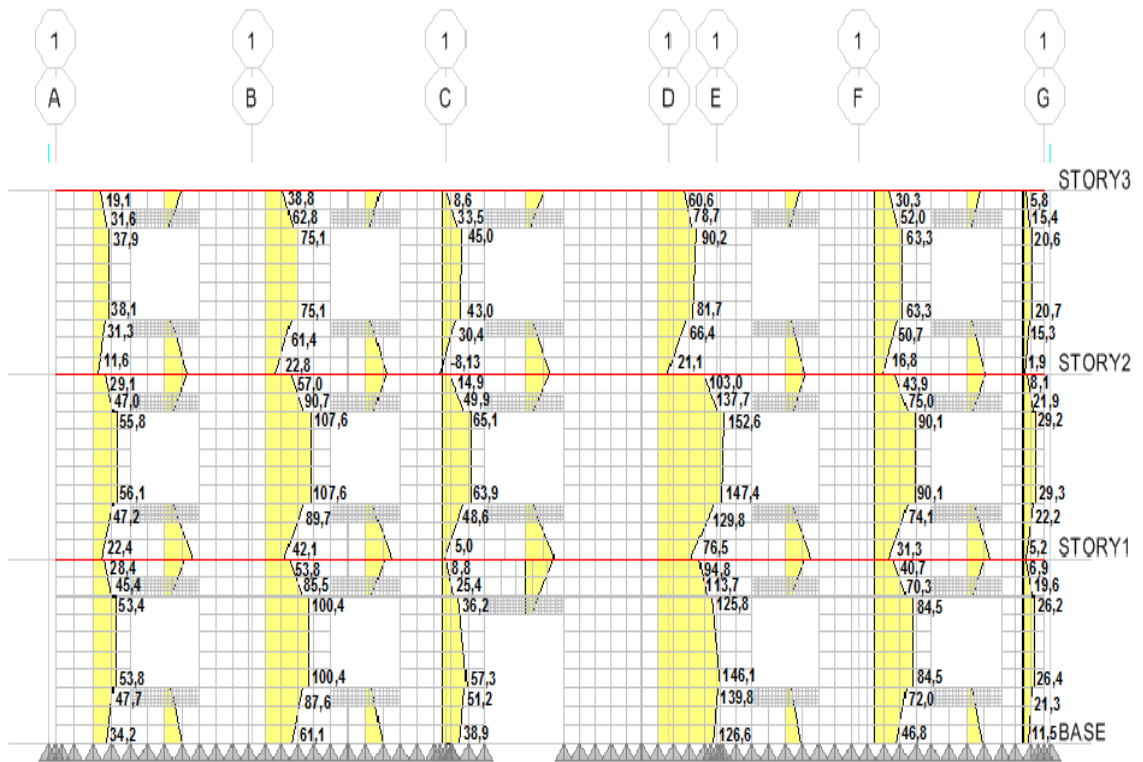
| Kayma gerilme sonuçları X yönündeki (Sac=1cm ve E=200000Mpa) | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|-------------------|---------------------|----------------|---------|---------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| | Duvar Adı | Duvarın Kalınlığı | Duvar Uzunluğu (Ld) | Duvarın Alanı | Ölü Yük | Hareketli Yük | Duvarın düşey gerilmesi (G+0,6Q) | Kesme Kuvvetleri (V) | Duvarın Kayma Gerilmesi | Emniyet Gerilmesi | Yatay Yükleme Durumu |
| | | m | m | m ² | KN | KN | KN | KN | KN/m2 | KN/m2 | |
| X Yönündeki Duvarlar | D1 | 0,20 | 1,83 | 0,37 | 113,78 | 2,61 | 115,35 | 53,85 | 147,13 | 196,14 | Yeterli |
| | D2 | 0,20 | 3,02 | 0,60 | 209,20 | 5,07 | 212,24 | 100,45 | 166,31 | 234,90 | Yeterli |
| | D3 | 0,20 | 1,96 | 0,39 | 152,28 | 4,11 | 154,75 | 57,30 | 146,17 | 211,90 | Yeterli |
| | D4 | 0,20 | 4,32 | 0,86 | 315,56 | 8,29 | 320,53 | 146,08 | 169,07 | 278,21 | Yeterli |
| | D5 | 0,20 | 2,61 | 0,52 | 179,73 | 5,68 | 183,14 | 84,53 | 161,93 | 223,26 | Yeterli |
| | D6 | 0,20 | 1,09 | 0,22 | 72,80 | 1,67 | 73,80 | 26,39 | 121,06 | 179,52 | Yeterli |
| | D7 | 0,20 | 5,04 | 1,01 | 415,89 | 12,69 | 423,50 | 135,92 | 134,84 | 319,40 | Yeterli |
| | D8 | 0,20 | 6,56 | 1,31 | 513,90 | 14,40 | 522,54 | 230,28 | 175,52 | 359,02 | Yeterli |
| | D9 | 0,20 | 3,73 | 0,75 | 286,06 | 8,16 | 290,96 | 89,40 | 119,84 | 266,38 | Yeterli |
| | D10 | 0,20 | 4,47 | 0,89 | 322,33 | 8,42 | 327,38 | 104,93 | 117,37 | 280,95 | Yeterli |
| | D11 | 0,20 | 4,14 | 0,83 | 322,66 | 9,16 | 328,16 | 106,30 | 128,38 | 281,26 | Yeterli |
| | D12 | 0,20 | 3,38 | 0,68 | 254,71 | 6,90 | 258,85 | 83,06 | 122,87 | 253,54 | Yeterli |
| | D13 | 0,20 | 1,83 | 0,37 | 116,38 | 2,56 | 117,92 | 42,90 | 117,21 | 197,17 | Yeterli |
| | D14 | 0,20 | 3,73 | 0,75 | 262,97 | 6,19 | 266,68 | 117,69 | 157,76 | 256,67 | Yeterli |
| | D15 | 0,20 | 2,46 | 0,49 | 178,93 | 4,49 | 181,62 | 76,50 | 155,49 | 222,65 | Yeterli |
| | D16 | 0,20 | 3,52 | 0,70 | 243,19 | 5,72 | 246,62 | 11,85 | 16,83 | 248,65 | Yeterli |
| | D17 | 0,20 | 3,07 | 0,61 | 213,93 | 5,03 | 216,95 | 91,01 | 148,22 | 236,78 | Yeterli |
| | D18 | 0,20 | 1,09 | 0,22 | 68,33 | 1,44 | 69,19 | 23,72 | 108,81 | 177,68 | Yeterli |
| | C1 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 461,09 | 20,45 | | 14,60 | | | |
| | C2 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 493,24 | 22,27 | | 14,54 | | | |
| | PB | | | | | | | | | | |
| | PA | | | | | | | | | | |
| | Toplam | | | 11,57 | | | | 1611,30 | | | |

**Şekil 4.1.** X yönündeki duvarları

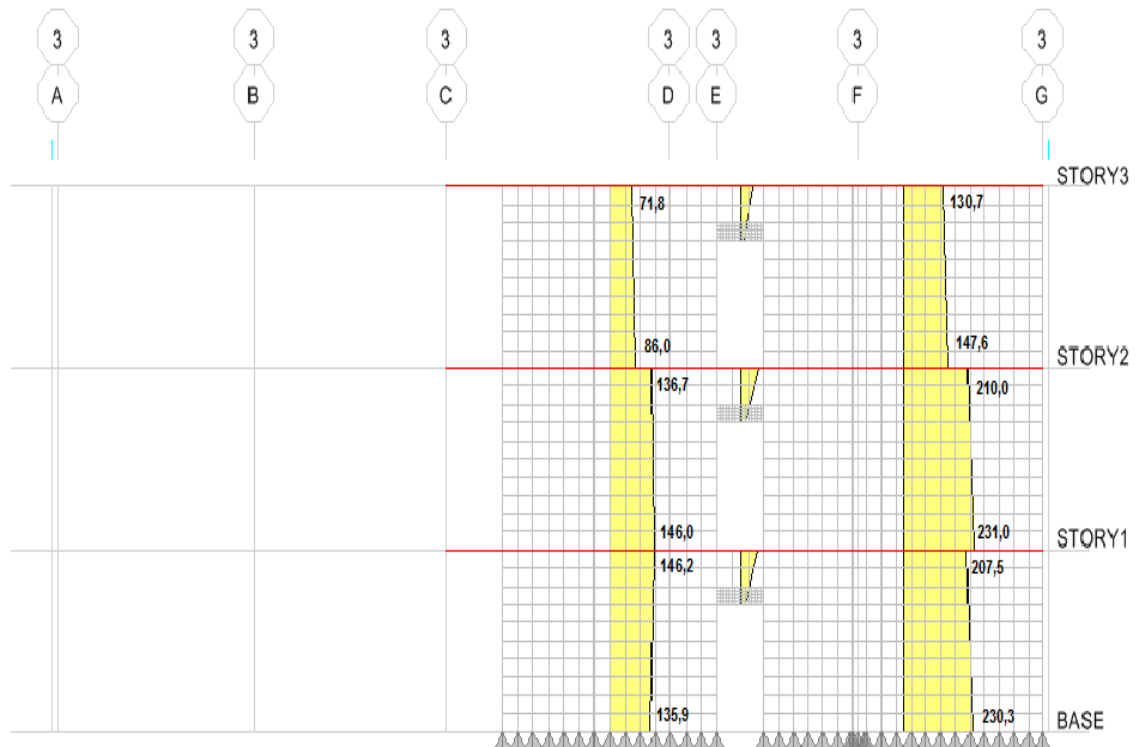
Tablo 4. 2. Y yönündeki kayma gerilme sonuçları

| Kayma gerilme sonuçları Y yönündeki (Sac=1cm ve E=200000Mpa) | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|-------------------|---------------------|----------------|---------|---------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| | Duvar Adı | Duvarın Kalınlığı | Duvar Uzunluğu (Ld) | Duvarın Alanı | Ölü Yük | Hareketli Yük | Duvarın düşey gerilmesi (G+0.6Q) | Kesme Kuvvetleri (V) | Duvarın Kayma Gerilmesi | Emniyet Gerilmesi | Yatay Yükleme Durumu |
| | | m | m | m ² | KN | KN | KN | KN | KN/m ² | KN/m ² | |
| Y Yönündeki Duvarlar | D19 | 0,20 | 3,83 | 0,77 | 266,93 | 6,66 | 270,93 | 123,38 | 161,07 | 258,37 | Yeterli |
| | D20 | 0,20 | 3,39 | 0,68 | 266,65 | 7,44 | 271,11 | 118,59 | 174,91 | 258,45 | Yeterli |
| | D21 | 0,20 | 1,28 | 0,26 | 96,82 | 2,30 | 98,20 | 35,84 | 140,00 | 189,28 | Yeterli |
| | D22 | 0,20 | 5,31 | 1,06 | 466,87 | 14,59 | 475,62 | 154,50 | 145,48 | 340,25 | Yeterli |
| | D23 | 0,20 | 4,75 | 0,95 | 389,84 | 11,26 | 396,60 | 128,74 | 135,52 | 308,64 | Yeterli |
| | D24 | 0,20 | 2,98 | 0,60 | 224,36 | 5,56 | 227,70 | 52,32 | 87,79 | 241,08 | Yeterli |
| | D25 | 0,20 | 7,15 | 1,43 | 551,12 | 15,26 | 560,28 | 205,14 | 143,45 | 374,11 | Yeterli |
| | D26 | 0,20 | 1,70 | 0,34 | 142,52 | 4,05 | 144,95 | 19,07 | 56,09 | 207,98 | Yeterli |
| | D27 | 0,20 | 0,51 | 0,10 | 59,80 | 1,65 | 60,79 | 8,49 | 82,75 | 174,32 | Yeterli |
| | D28 | 0,20 | 2,98 | 0,60 | 226,57 | 5,77 | 230,03 | 67,53 | 113,31 | 242,01 | Yeterli |
| | D29 | 0,20 | 1,36 | 0,27 | 103,74 | 2,37 | 105,16 | 24,66 | 90,66 | 192,06 | Yeterli |
| | D30 | 0,20 | 1,88 | 0,38 | 142,93 | 3,52 | 145,04 | 46,13 | 122,69 | 208,02 | Yeterli |
| | D31 | 0,20 | 2,37 | 0,47 | 171,74 | 4,13 | 174,22 | 57,74 | 121,81 | 219,69 | Yeterli |
| D32 | 0,20 | 1,28 | 0,26 | 95,59 | 2,06 | 96,83 | 23,52 | 91,88 | 188,73 | Yeterli | |
| | C1 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 461,09 | 20,45 | | 9,86 | | | |
| | C2 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 493,24 | 22,27 | | 10,19 | | | |
| | PC | | | | | | | | | | |
| | Toplam | | | 8,15 | | | | 1085,70 | | | |

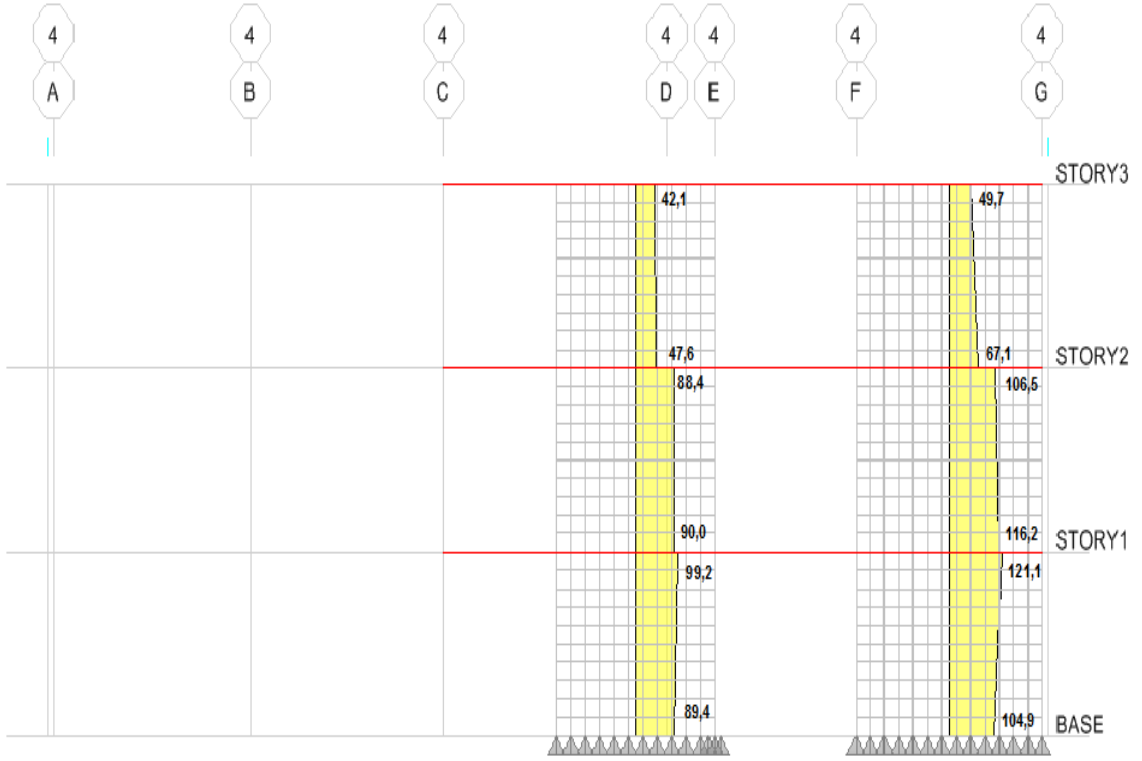
**Şekil 4.2.** Y yönündeki duvarları



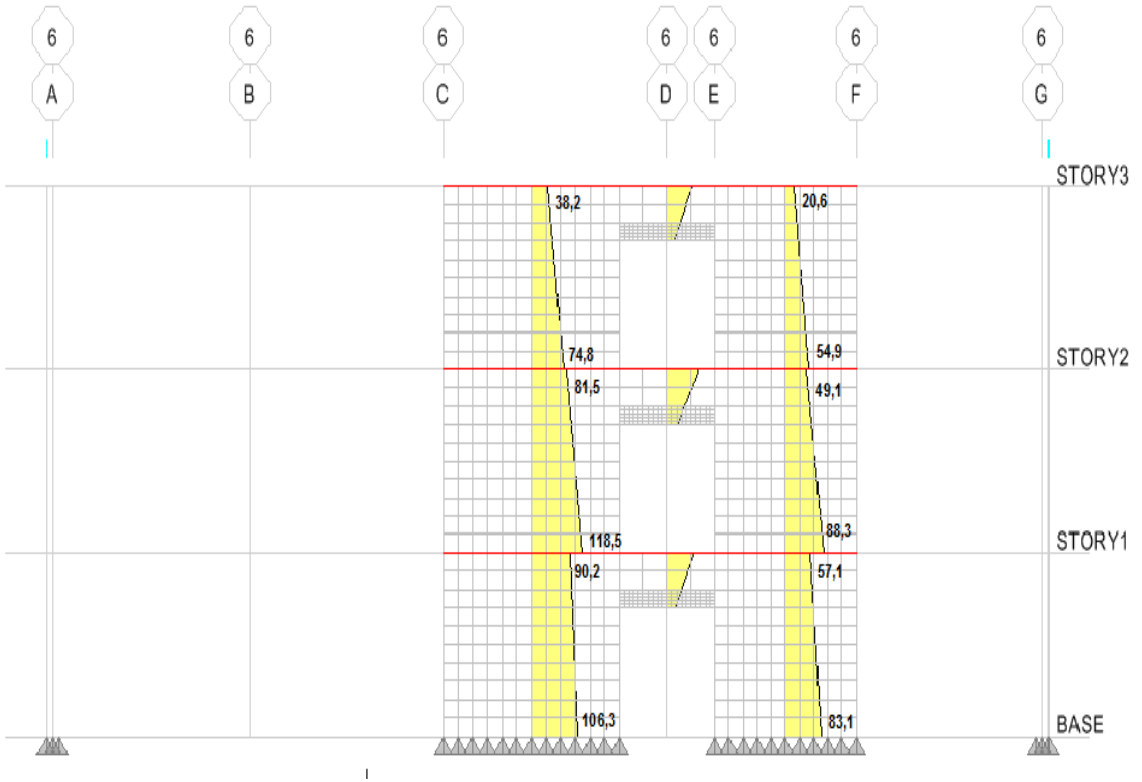
Şekil 4.3. D1,D2,D3,D4,D5,D6 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



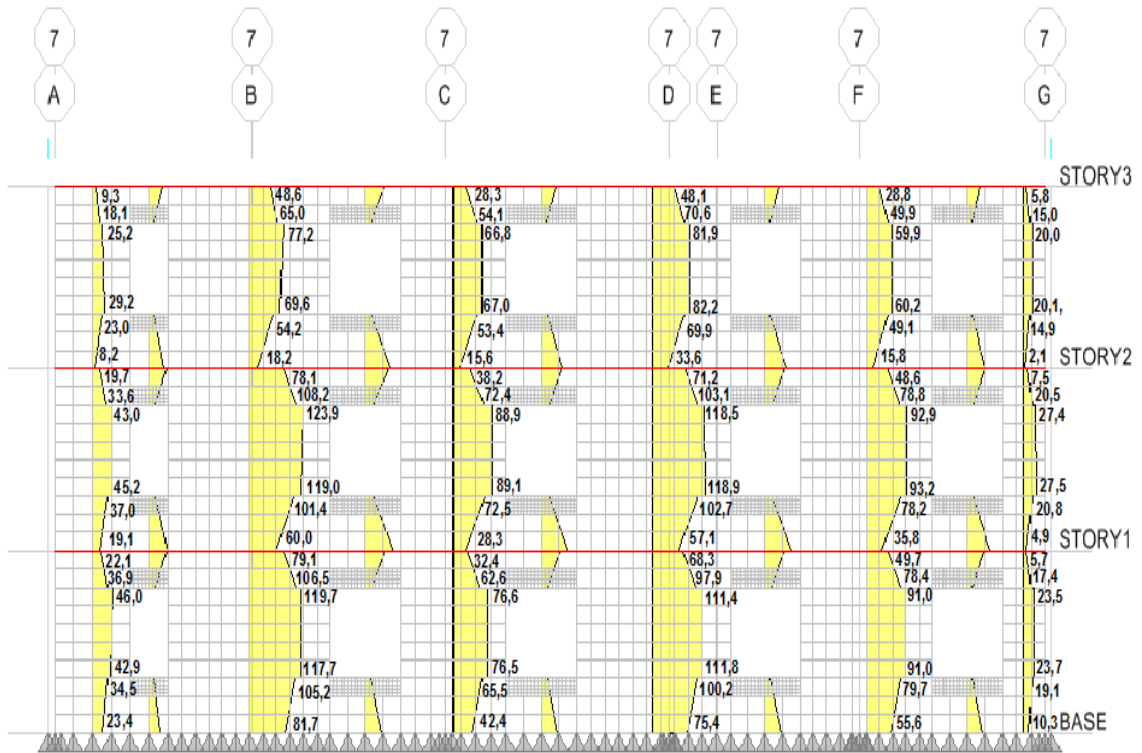
Şekil 4.4. D7,D8 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



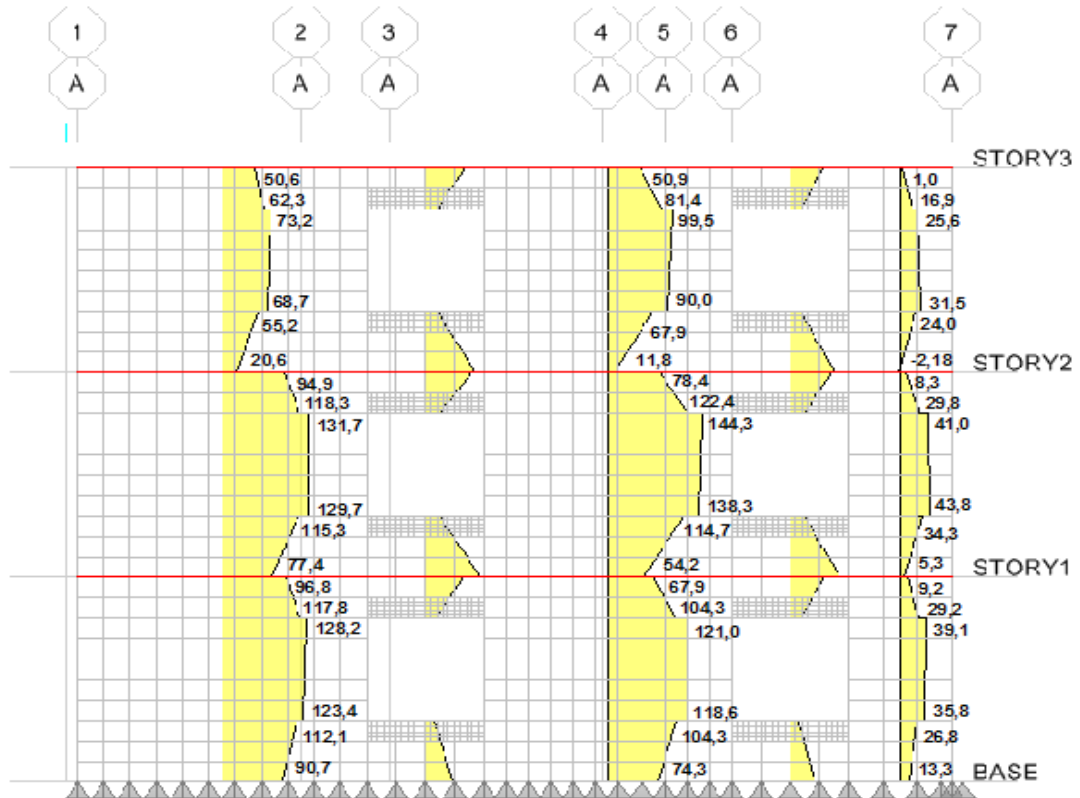
Şekil 4.5. D9,D10 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



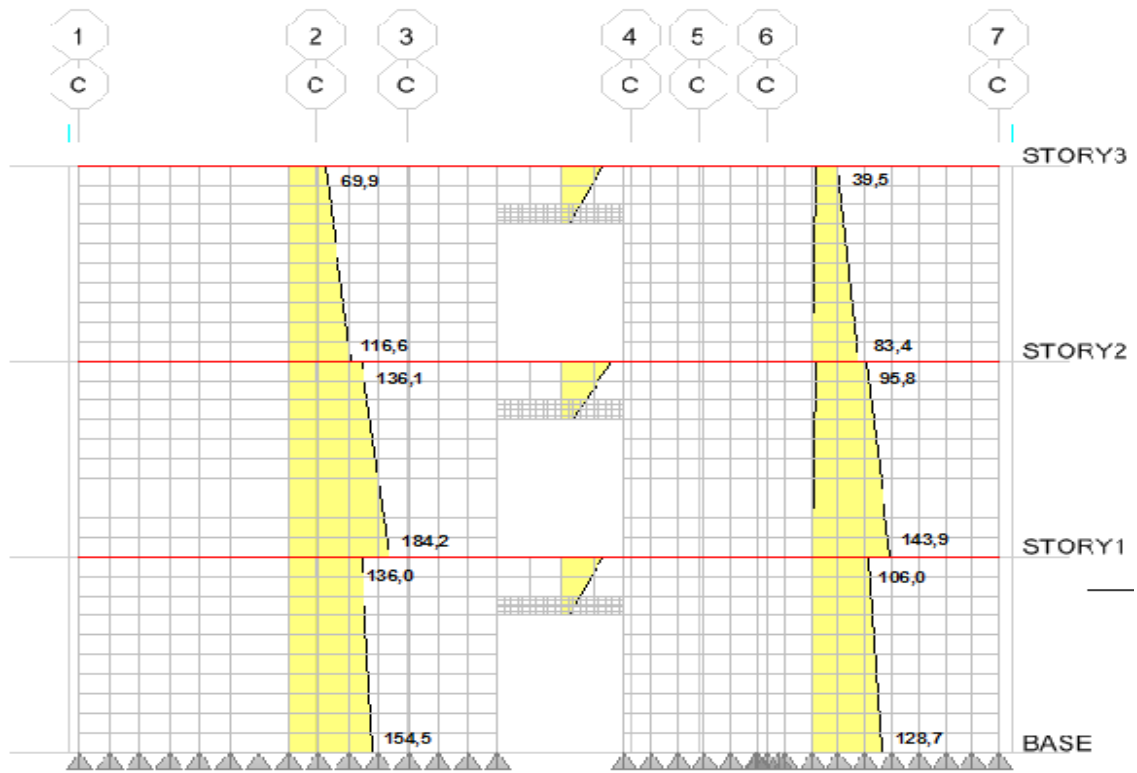
Şekil 4.6. D11,D12 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



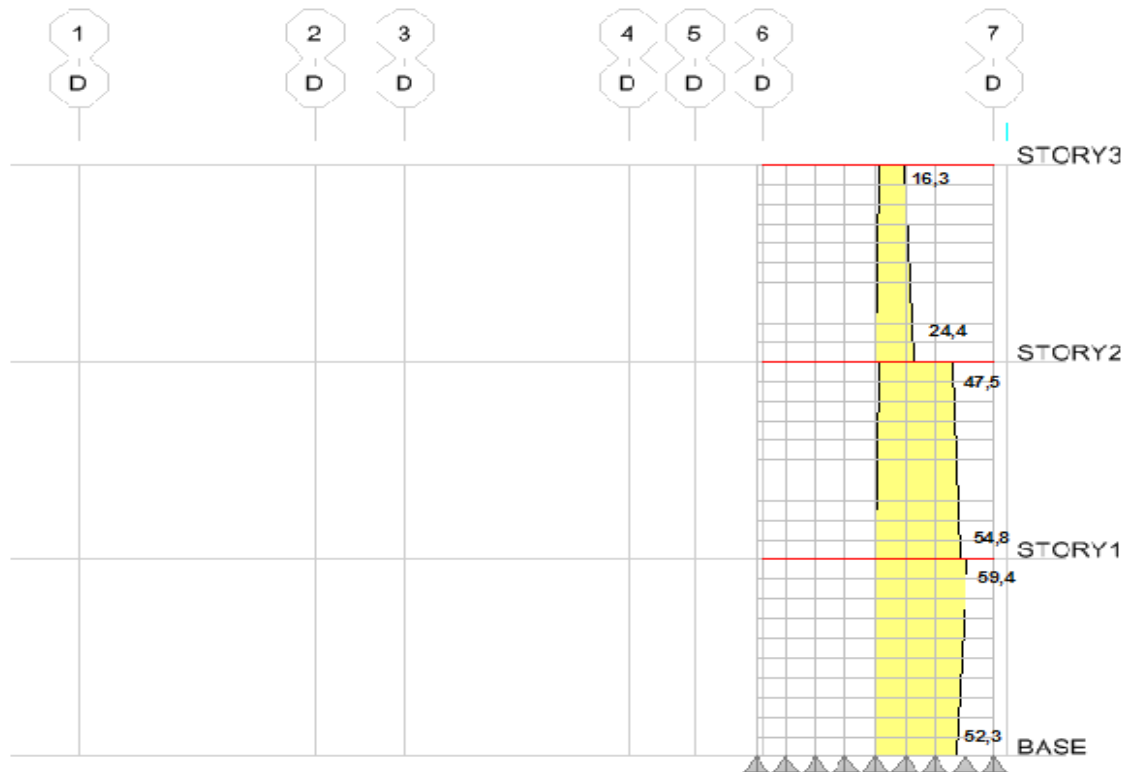
Şekil 4.7. D13,D14,D15,,D16,D17,D18 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



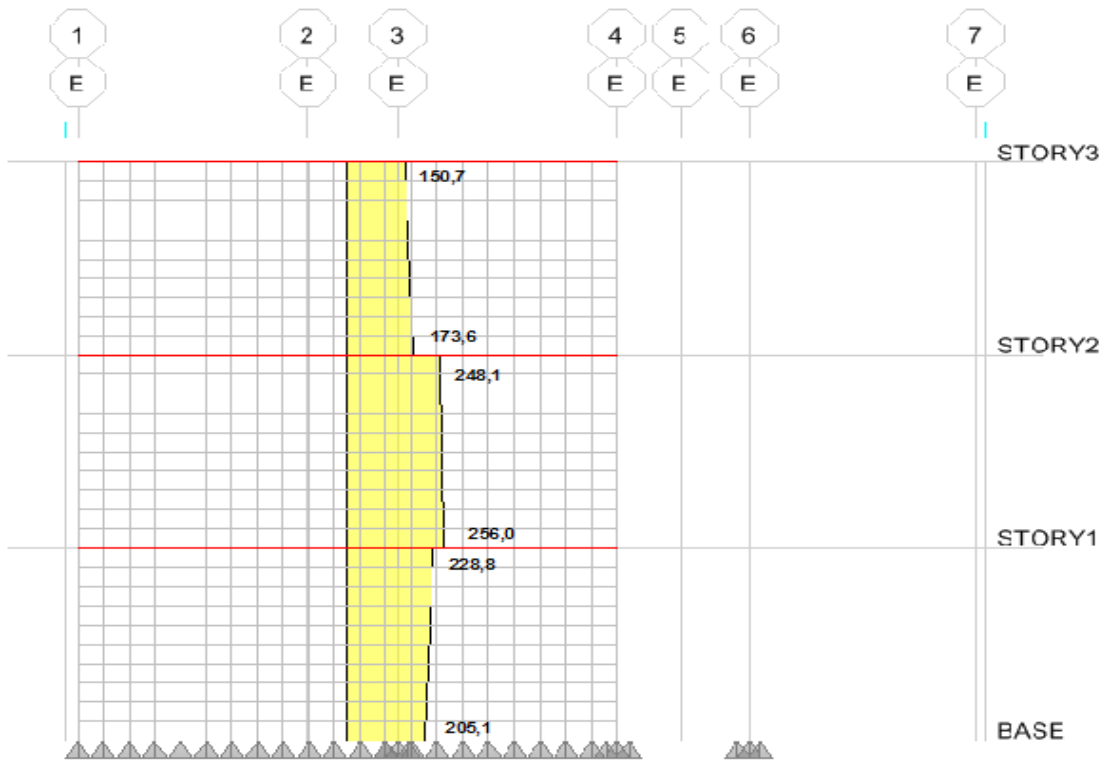
Şekil 4.8. D19,D20,D21 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



Şekil 4.9. D22,D23 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



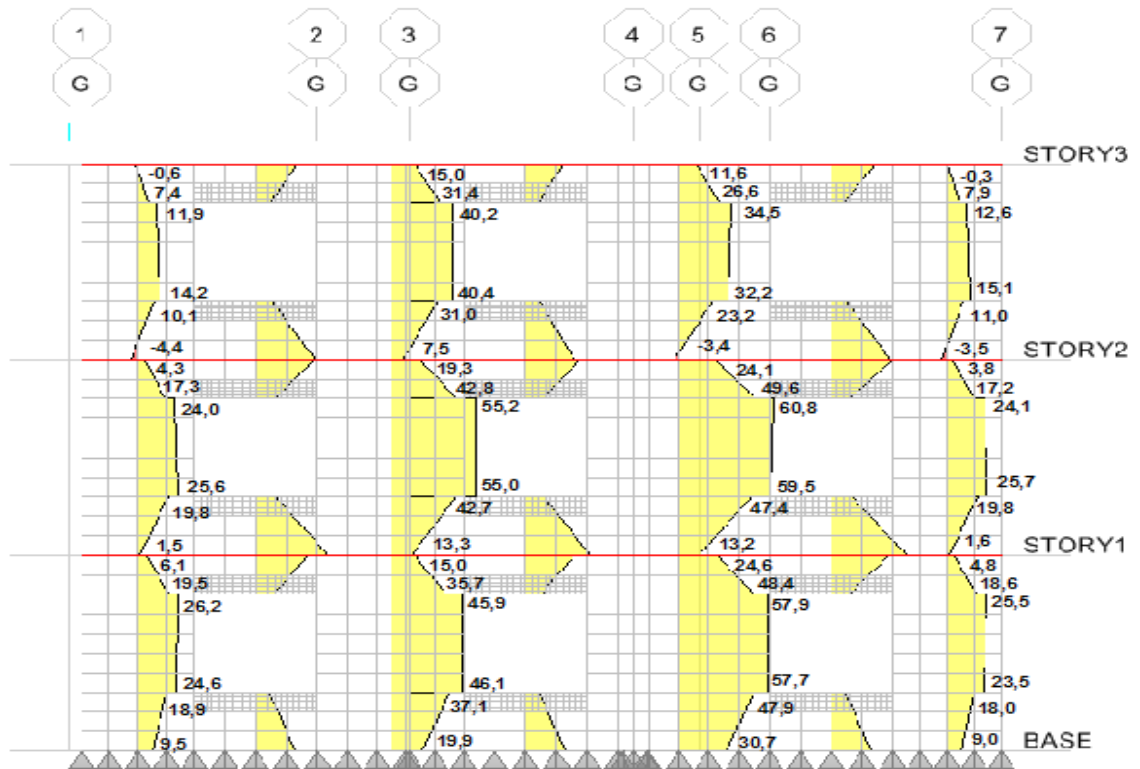
Şekil 4.10. D24 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



Şekil 4.11. D25 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



Şekil 4.12. D26, D27, D28 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı

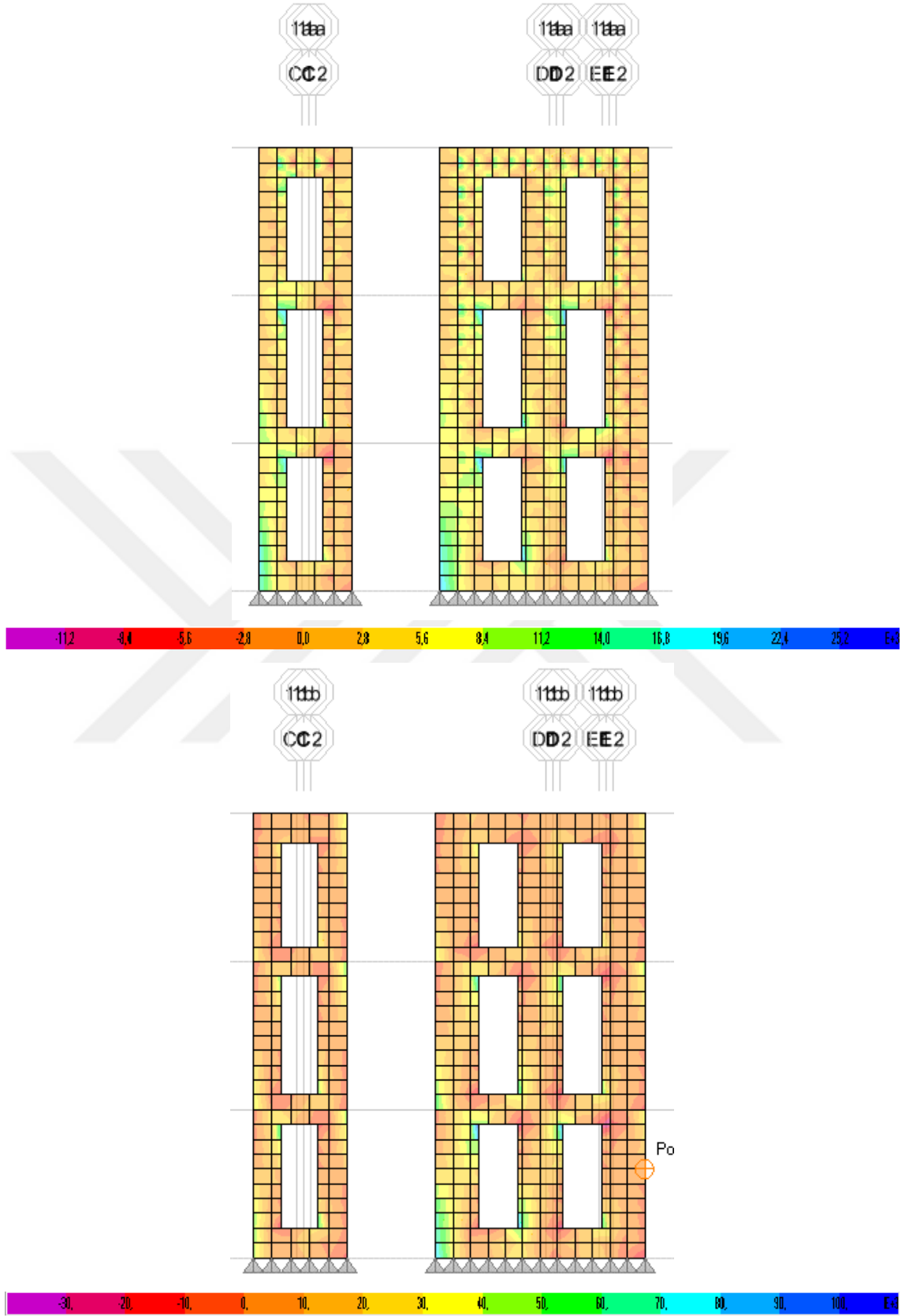


Şekil 4.13. D29,D30,D31,D32 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı

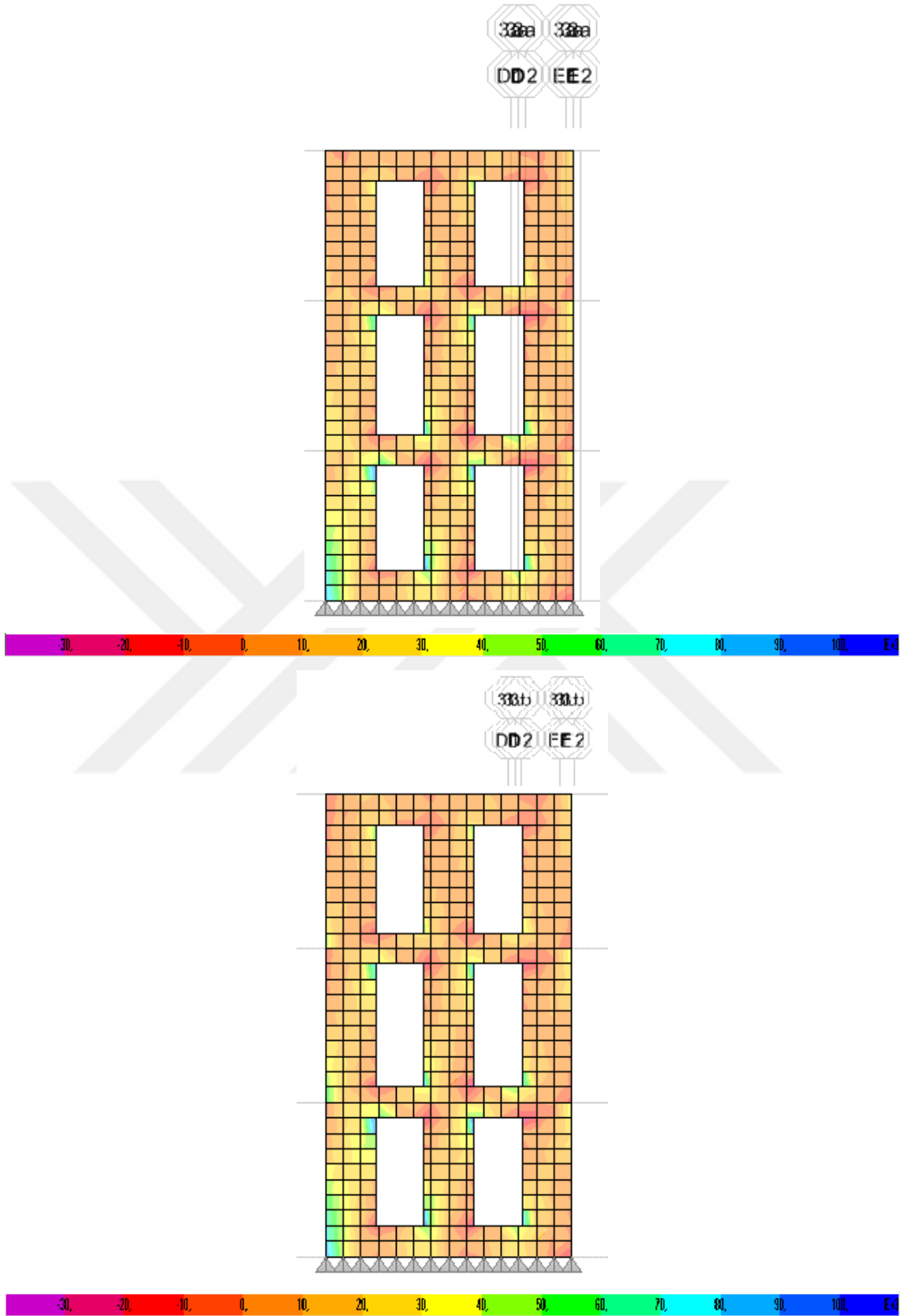
4.1.1.2. Çelik Levhaların Gerilme Değerlerinin Kontrolü

Bir önceki bölümde, bina içinde seçilen bazı duvarlara çelik saç sabitlenmesi sonucunda, yığma duvarlarda meydana gelen gerilmelerin tahkiki verilmiştir. Bu bölümde ise, uygulanan güçlendirme sonucunda, sabitlenen ince saç elemanlarda meydana gelen gerilmeler incelenmiştir. İnce çelik saç uygulaması duvarların her iki yüzeyine uygulandığı için, her iki saç elemanda meydana gelen gerilmeler aynı şekil üzerinde verilmiştir. Gerilmeler 15 farklı renk skalası ile görselleştirilmiştir. Gerilmelerin skalası Mpa biriminden ilgili şekillerin altında sunulmuştur. Gerilme grafiklerinden, hiç bir çelik levhada gerilmeler akma dayanım sınırına kadar ilerlememiştir. İlgili gerilme dağılımları Şekil 4.14 ve 4.24 arasında sunulmuştur.

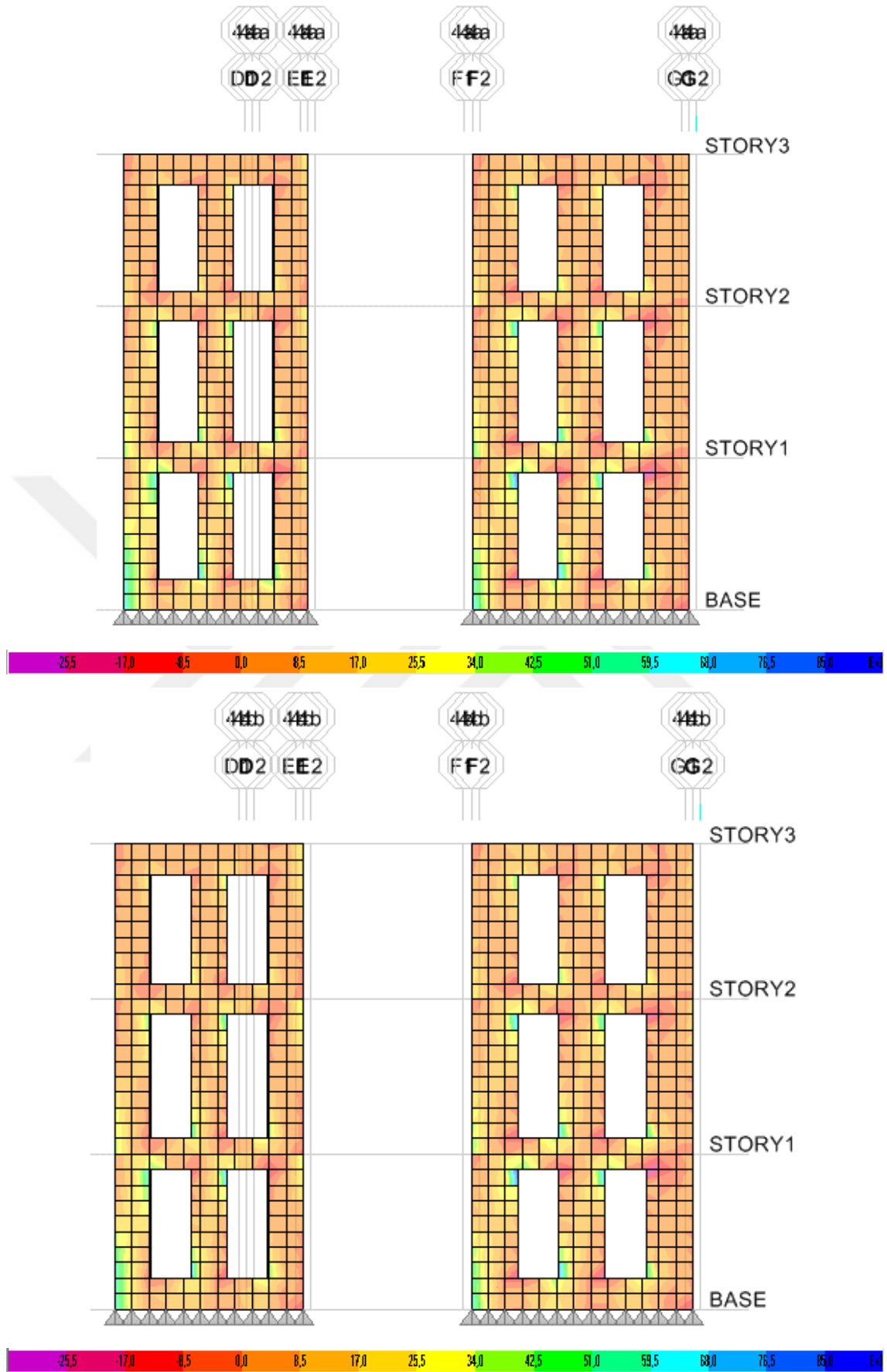




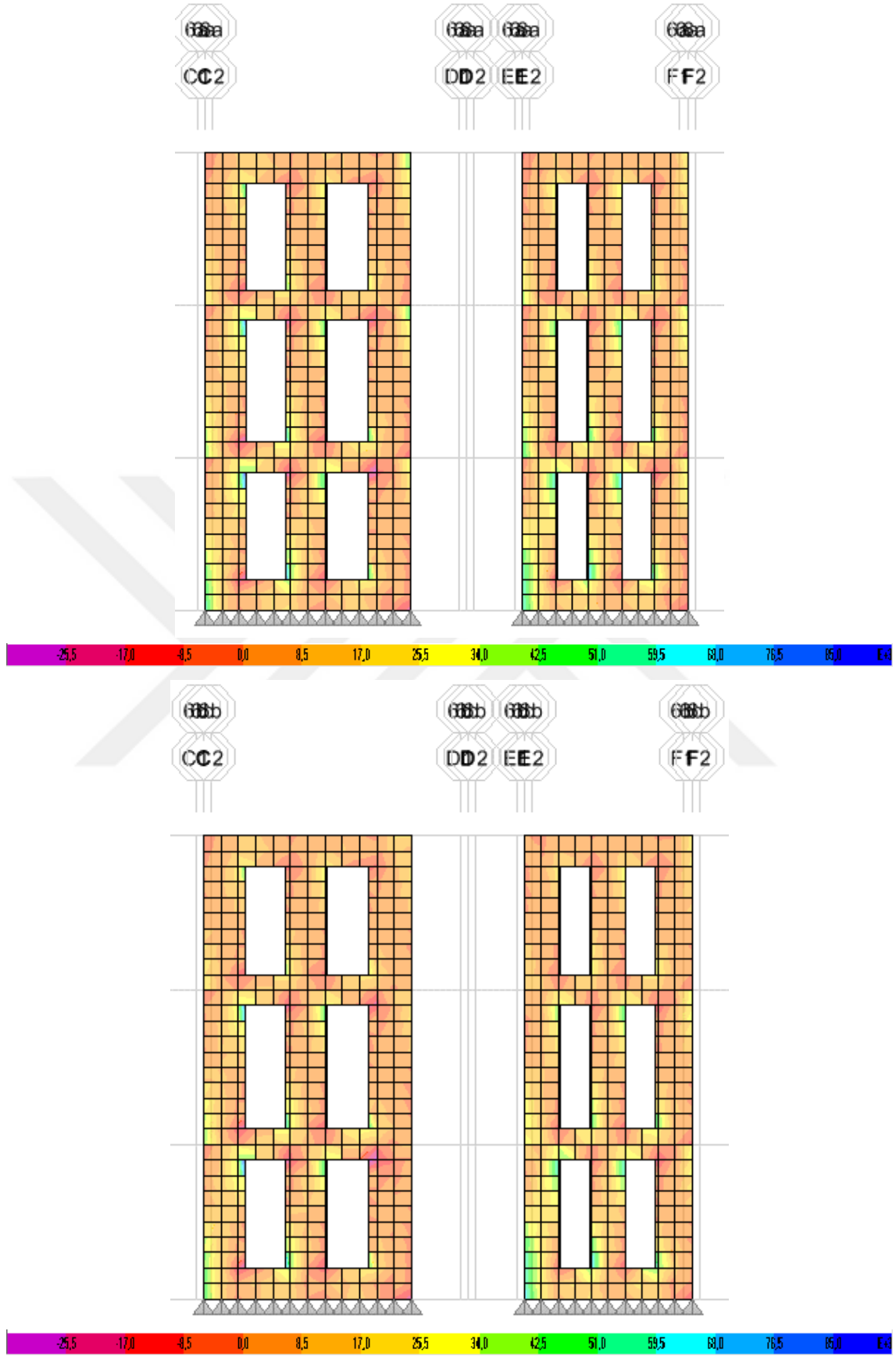
Şekil 4.14. 1-1 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



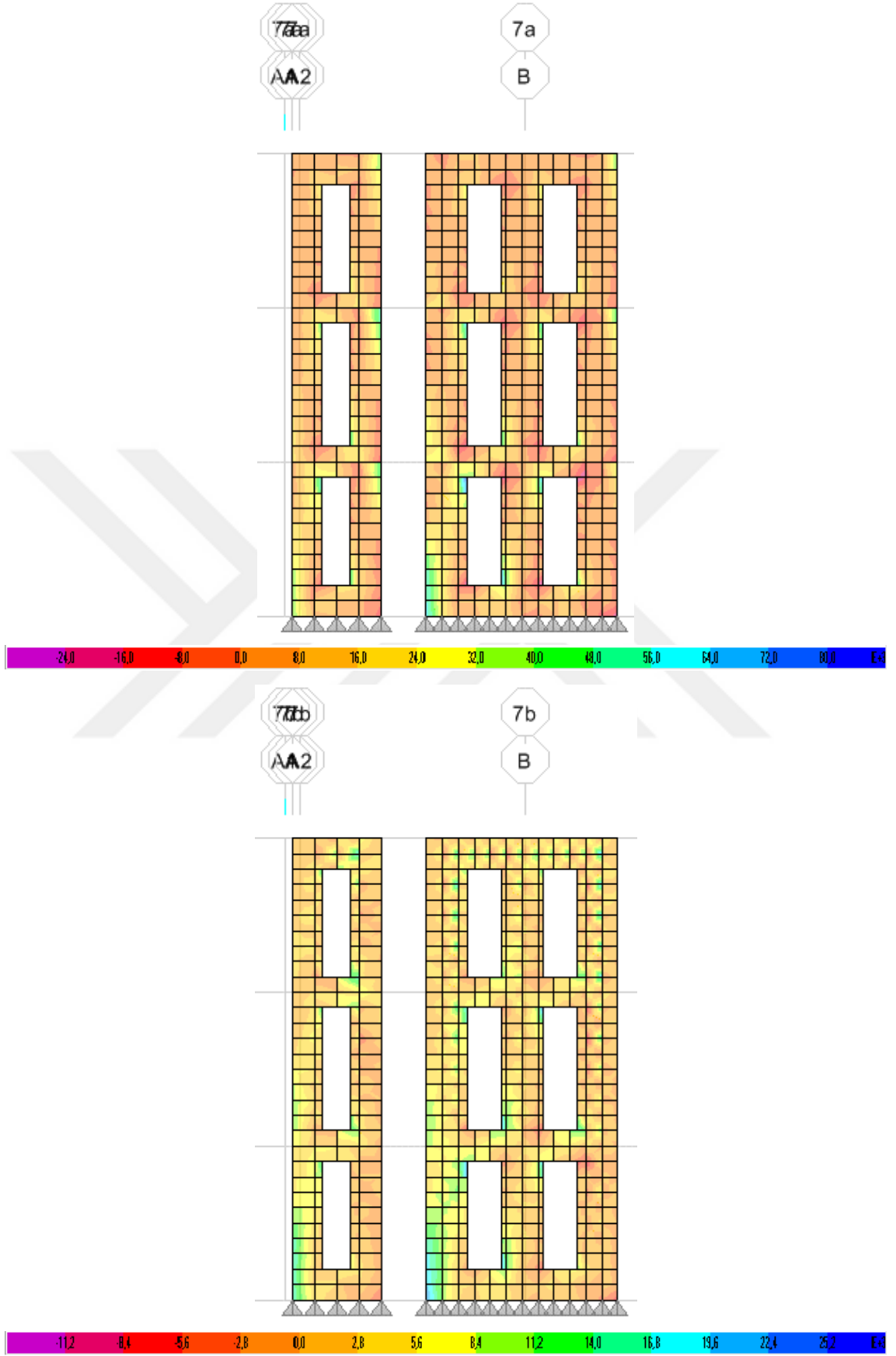
Şekil 4.15. 3-3 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



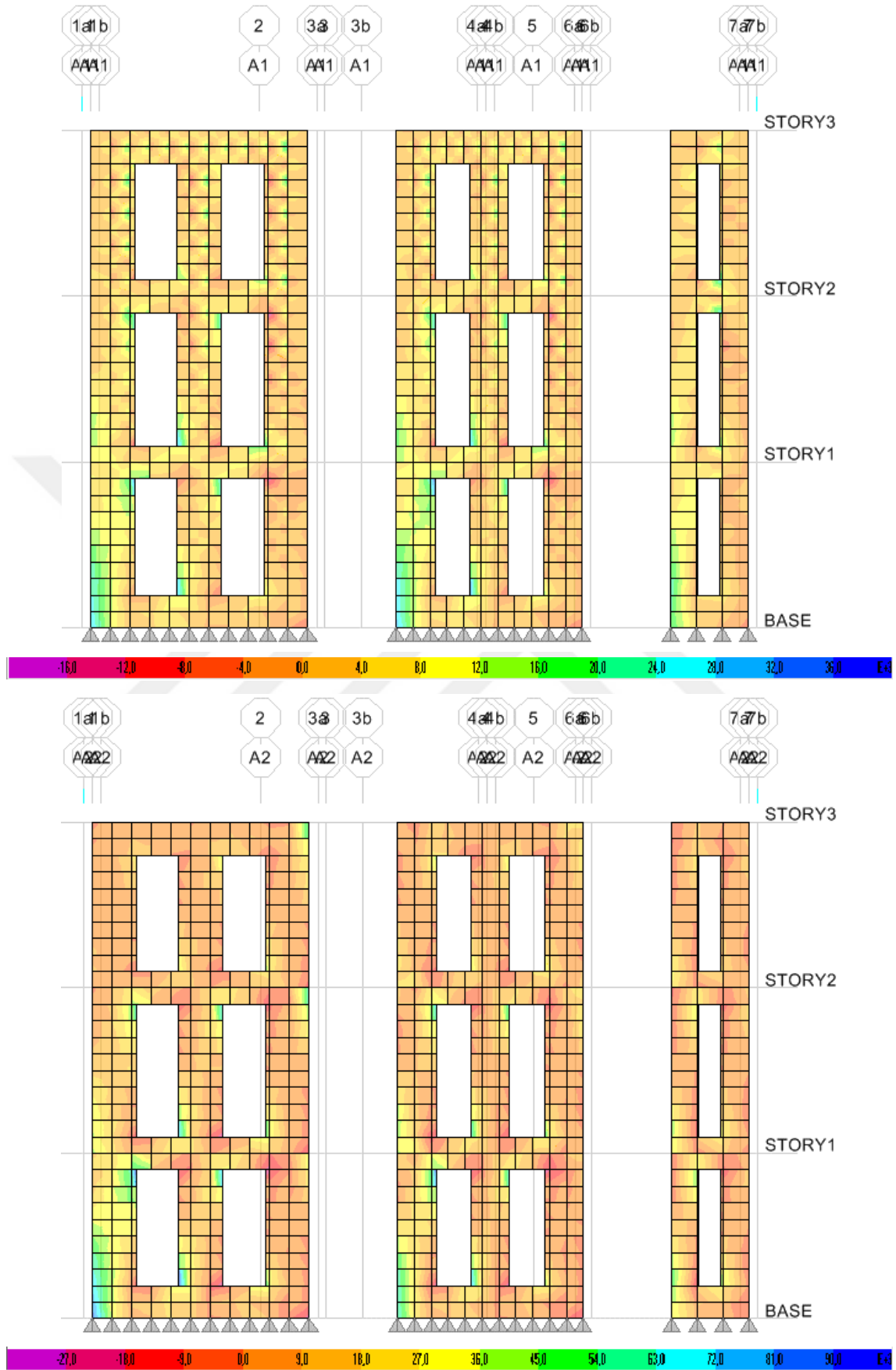
Şekil 4.16. 4-4 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



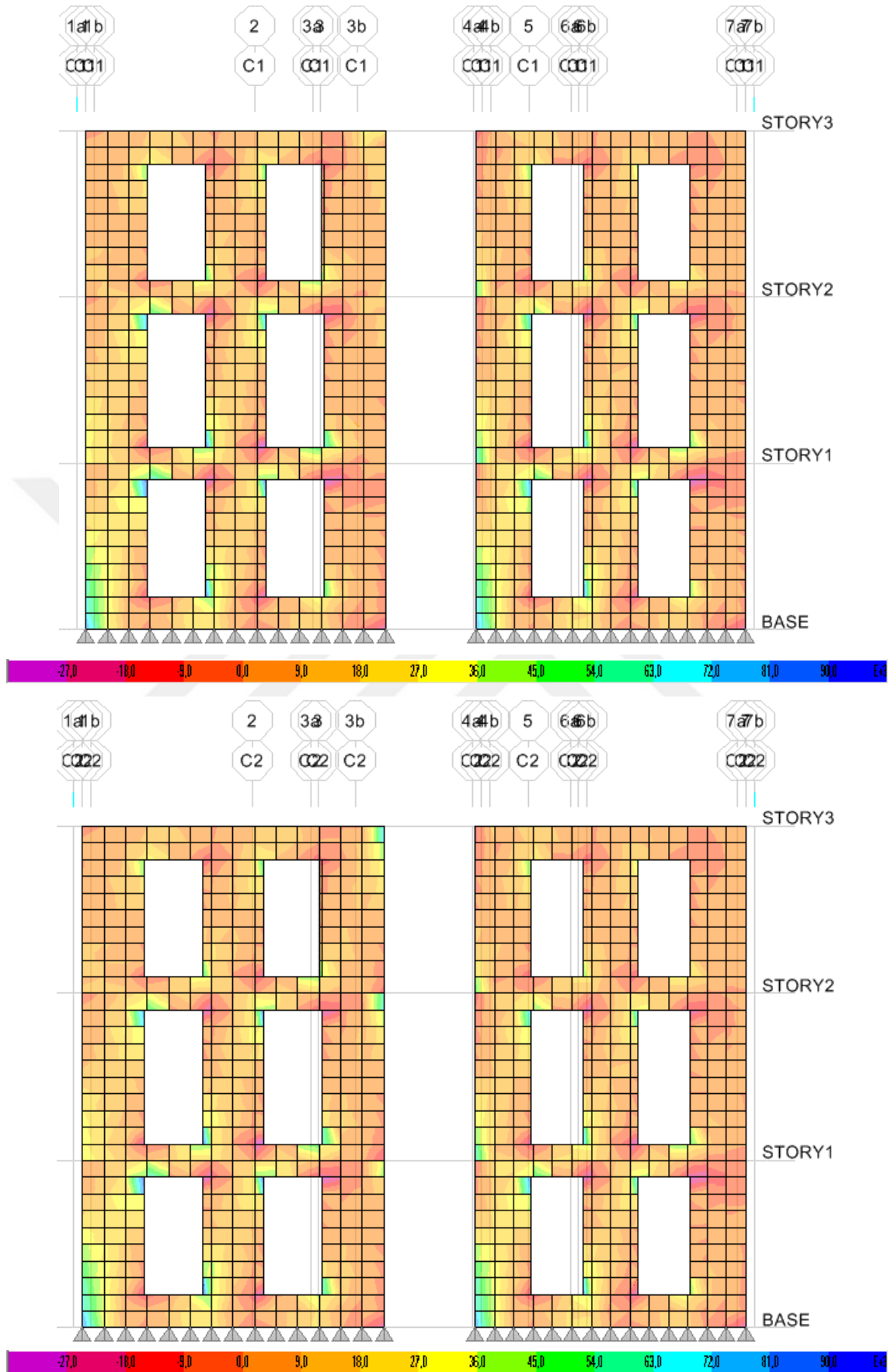
Şekil 4.17. 6-6 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



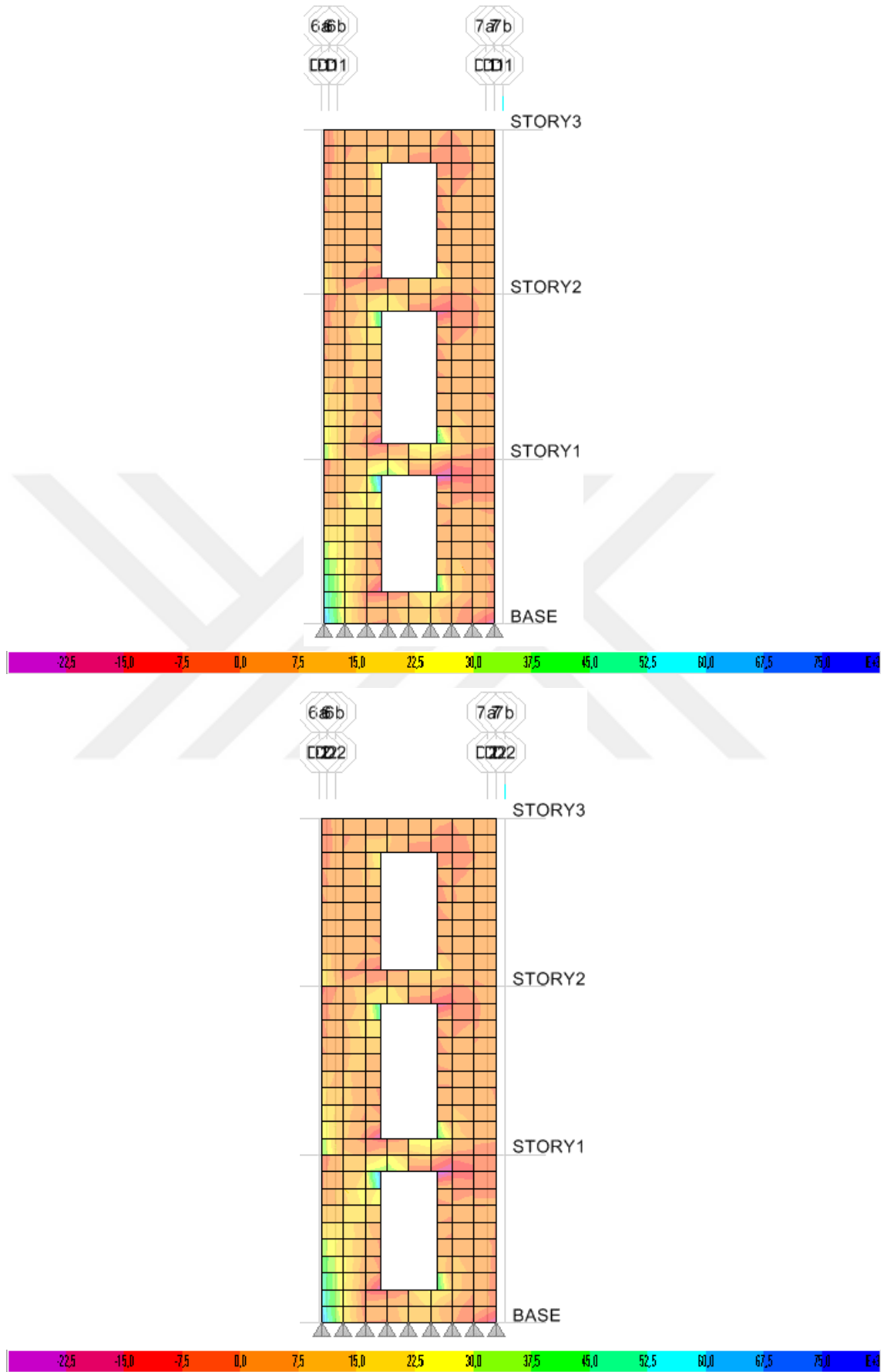
Şekil 4.18. 7-7 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



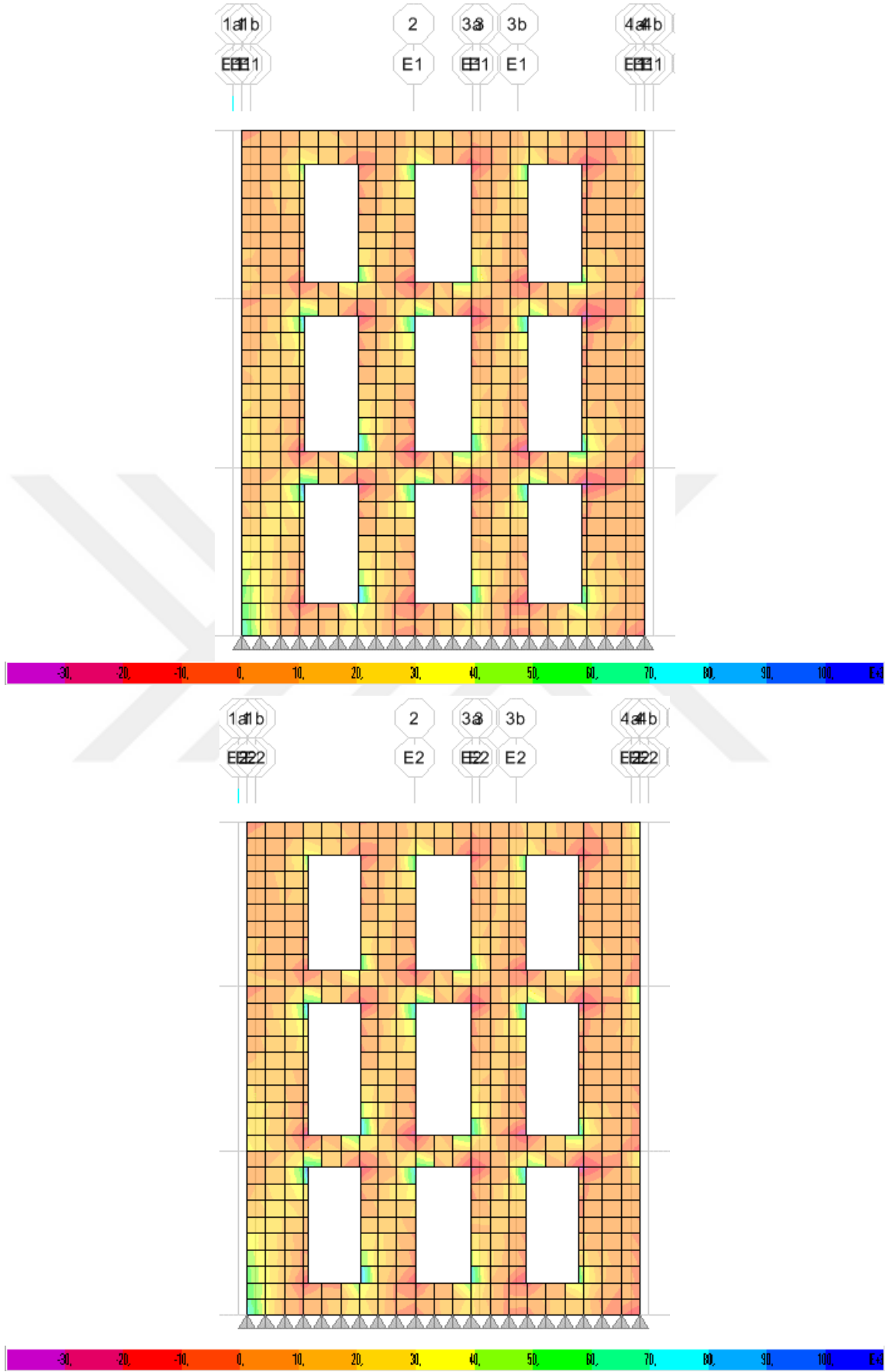
Şekil 4.19. A-A Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



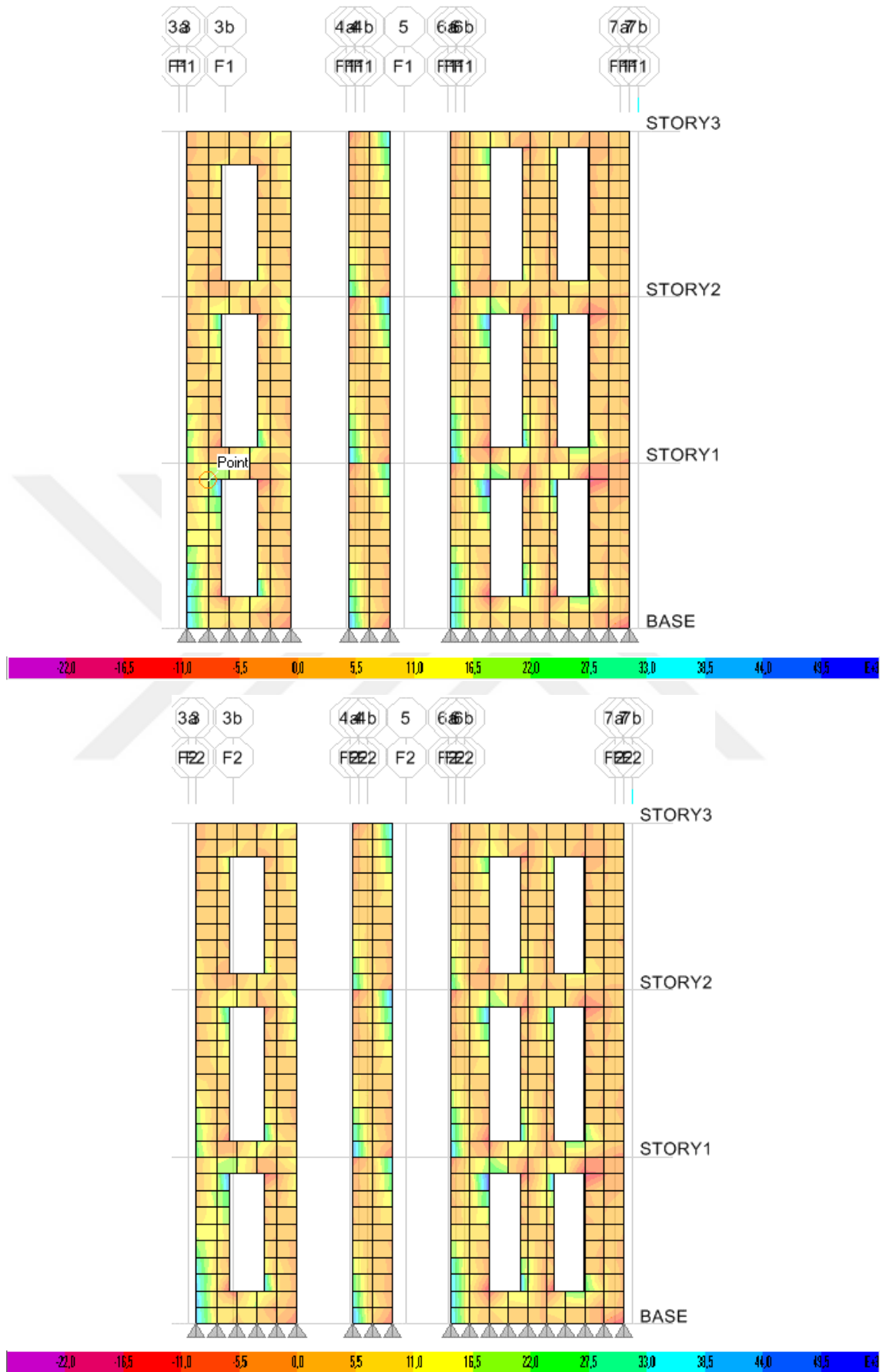
Şekil 4.20. C-C Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



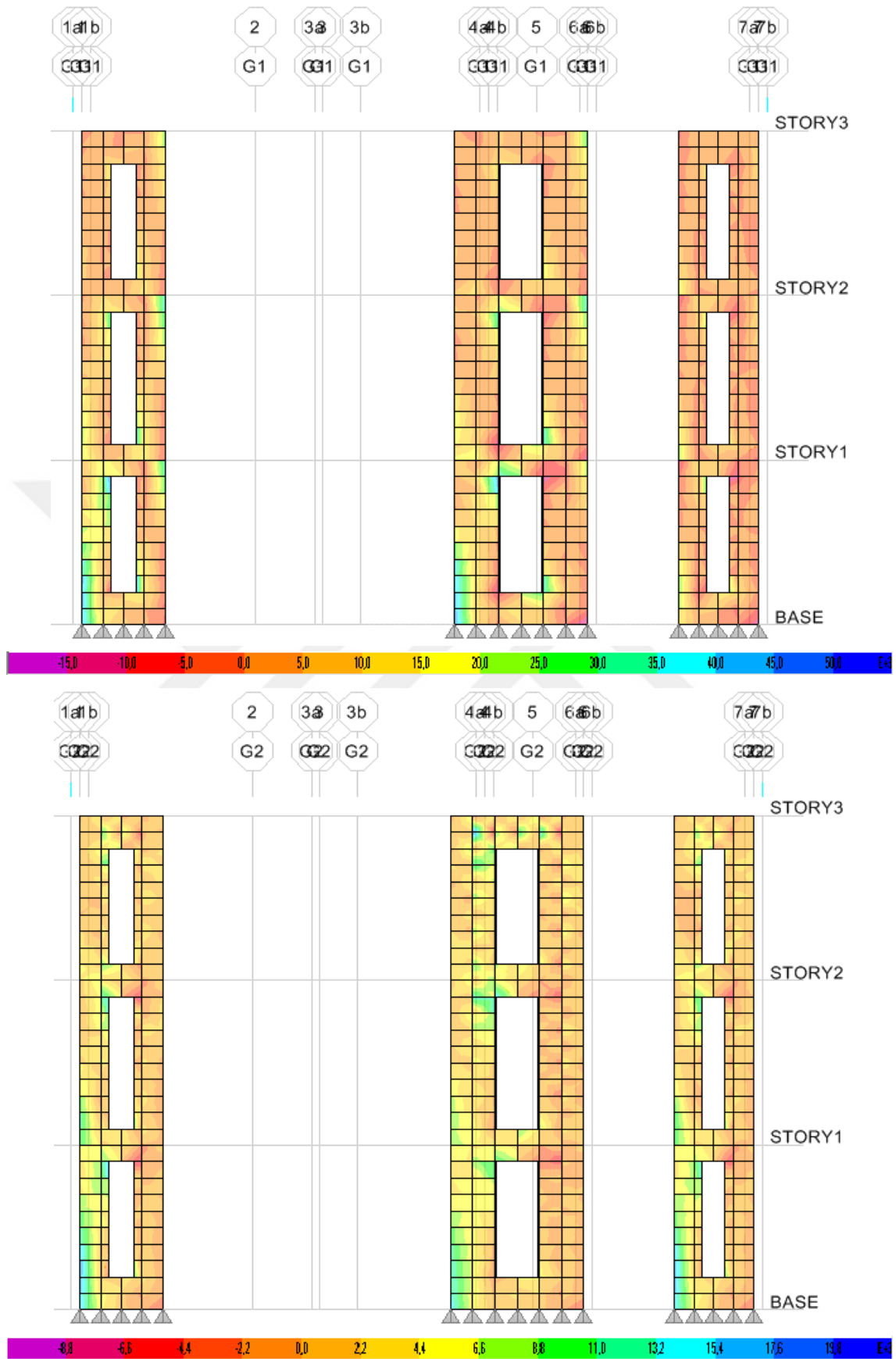
Şekil 4.21. D-D Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



Şekil 4.22. E-E Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



Şekil 4.23. F-F Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



Şekil 4.24. G-G Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri

4.1.2. Saç Kalınlığı 0,5 cm ve Elastisite Modülü 200000 Mpa Olan Çözüm

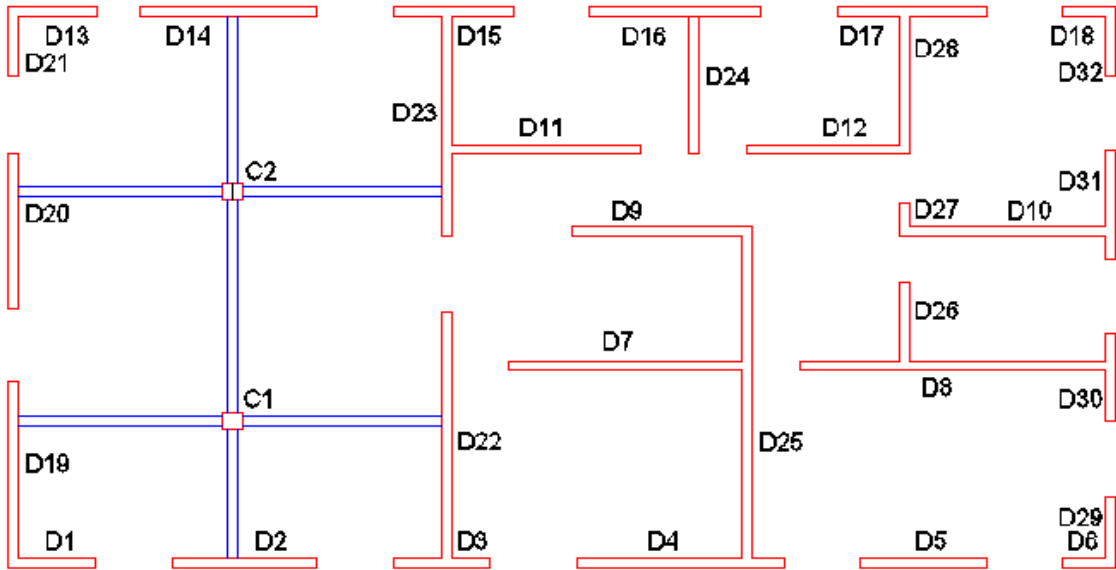
4.1.2.1. Kayma Gerilmelerin Sonuçları

Bölüm 4.1.1 de sac kalınlığı 1 cm olarak yapılan güçlendirme, saç kalınlığı 0.5 cm ye düşürülerek tekrarlanmıştır. Elastisite modülü değiştirilmemiş ve geometrik özellikler sabit tutulmuştur. Yapılan analizler sonucunda 0,5 cm saç kalınlığına sahip levhalarla yapılan güçlendirme sonuçları bu bölümde sunulmuştur. İlk olarak Tablo 4.3' de ve 4.4'de X ve Y yönü duvarlarında oluşan düşey kuvvetler ve deprem etkisi altında oluşan yatay kesme kuvvetleri ve gerilmeleri verilmiştir. Duvar malzemesinin kayma dayanımına düşey yüklemekten gelen gerilmenin yarısının eklenmesiyle duvarın kayma dayanımı bulunmuştur. Duvarda meydana gelen kayma gerilmeleri ile, bir önceki adımda bulunan gerilme sınırı karşılaştırılmıştır. Uygulanan güçlendirme sonucunda tüm duvarların depremden dolayı oluşan kayma gerilmelerini katıldığı belirlenmiştir. Şekil 4.25 ve 4.26 nin altında sunulan şekillerde ise, duvar isimleri olan üzerinde gösterilmiştir.

Şekil 4.27 ve 4.37 arasında ise, duvar elemanlarında deprem yüklemesinden dolayı meydana gelen kesme kuvveti dağılımları sunulmuştur. Duvarda meydana gelen gerilmeler, bu kesme kuvvetlerinin duvar alanına bölünmesiyle elde edilmiştir.

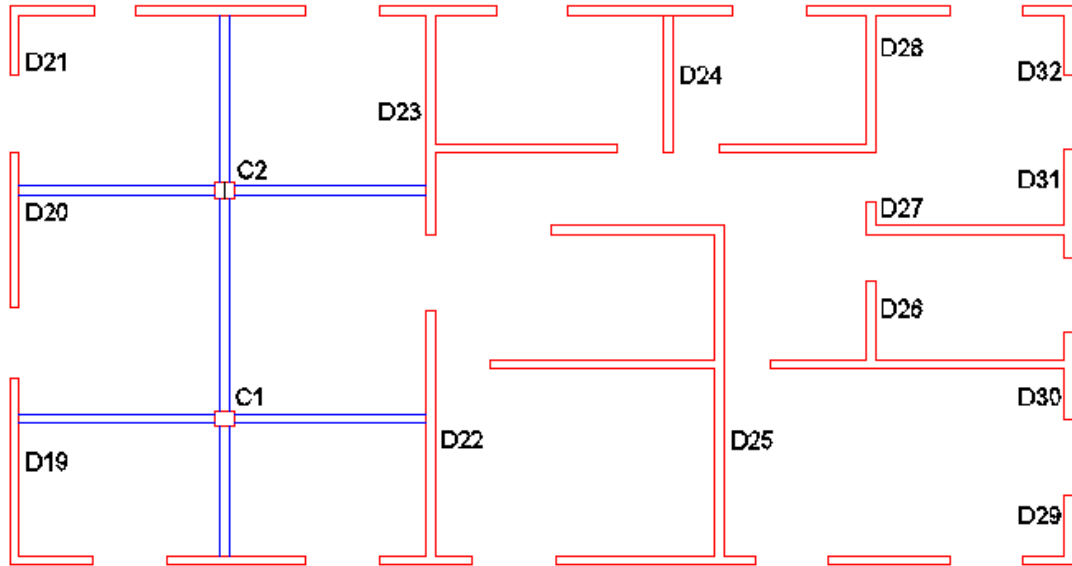
Tablo 4. 3. X yönündeki kayma gerilme sonuçları

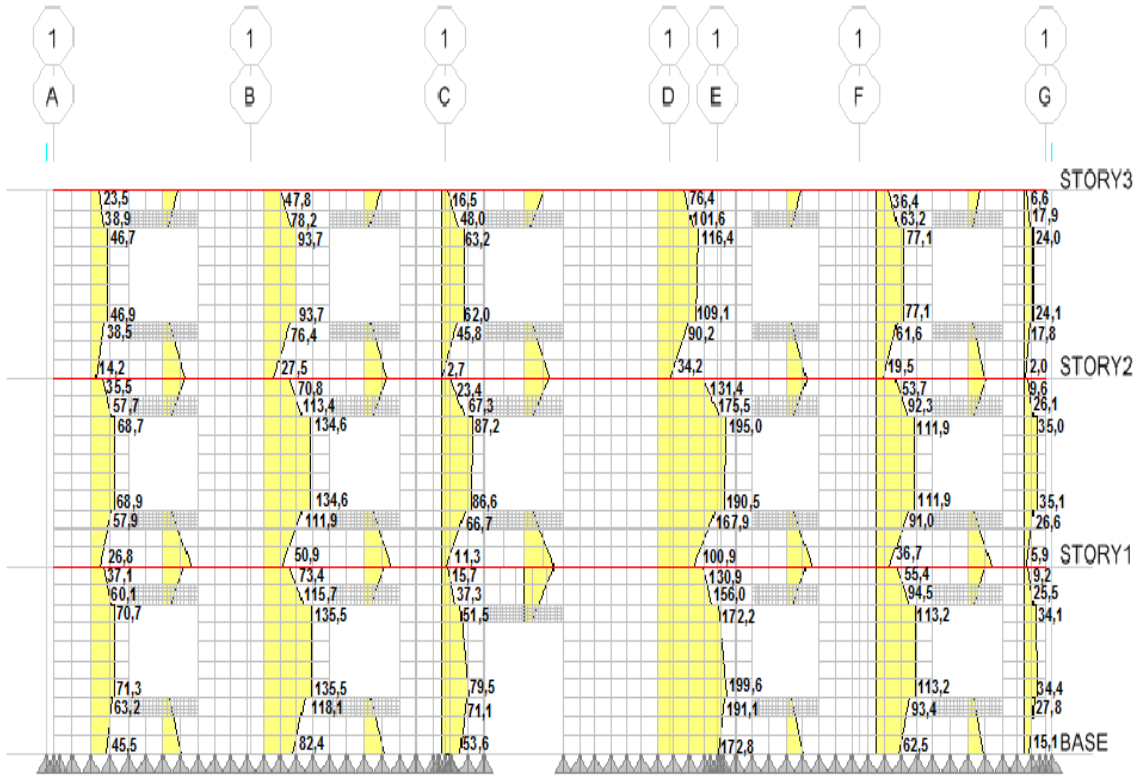
| Kayma gerilme sonuçları X yönündeki(Sac=0.5cm ve E=200000Mpa) | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------------|---------------------|----------------|---------|---------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| | Duvar Adı | Duvarın Kalınlığı | Duvar Uzunluğu (Ld) | Duvarın Alanı | Ölü Yük | Hareketli Yük | Duvarın düşey gerilmesi (G+0.6Q) | Kesme Kuvvetleri (V) | Duvarın Kayma Gerilmesi | Emniyet Gerilmesi | Yatay Yükleme Durumu |
| | | m | m | m ² | KN | KN | KN | KN | KN/m2 | KN/m2 | |
| X Yönündeki Duvarlar | D1 | 0,20 | 1,83 | 0,37 | 113,78 | 2,61 | 115,35 | 71,29 | 194,78 | 196,14 | Yeterli |
| | D2 | 0,20 | 3,02 | 0,60 | 209,20 | 5,07 | 212,24 | 135,49 | 224,32 | 234,90 | Yeterli |
| | D3 | 0,20 | 1,96 | 0,39 | 152,28 | 4,11 | 154,75 | 79,56 | 202,96 | 211,90 | Yeterli |
| | D4 | 0,20 | 4,32 | 0,86 | 315,56 | 8,29 | 320,53 | 199,63 | 231,05 | 278,21 | Yeterli |
| | D5 | 0,20 | 2,61 | 0,52 | 179,73 | 5,68 | 183,14 | 113,25 | 216,95 | 223,26 | Yeterli |
| | D6 | 0,20 | 1,09 | 0,22 | 72,80 | 1,67 | 73,80 | 34,42 | 157,89 | 179,52 | Yeterli |
| | D7 | 0,20 | 5,04 | 1,01 | 415,89 | 12,69 | 423,50 | 190,78 | 189,27 | 319,40 | Yeterli |
| | D8 | 0,20 | 6,56 | 1,31 | 513,90 | 14,40 | 522,54 | 313,69 | 239,09 | 359,02 | Yeterli |
| | D9 | 0,20 | 3,73 | 0,75 | 286,06 | 8,16 | 290,96 | 124,65 | 167,09 | 266,38 | Yeterli |
| | D10 | 0,20 | 4,47 | 0,89 | 322,33 | 8,42 | 327,38 | 148,29 | 165,87 | 280,95 | Yeterli |
| | D11 | 0,20 | 4,14 | 0,83 | 322,66 | 9,16 | 328,16 | 150,21 | 181,41 | 281,26 | Yeterli |
| | D12 | 0,20 | 3,38 | 0,68 | 254,71 | 6,90 | 258,85 | 118,22 | 174,88 | 253,54 | Yeterli |
| | D13 | 0,20 | 1,83 | 0,37 | 116,38 | 2,56 | 117,92 | 59,74 | 163,22 | 197,17 | Yeterli |
| | D14 | 0,20 | 3,73 | 0,75 | 262,97 | 6,19 | 266,68 | 163,90 | 219,71 | 256,67 | Yeterli |
| | D15 | 0,20 | 2,46 | 0,49 | 178,93 | 4,49 | 181,62 | 104,35 | 212,09 | 222,65 | Yeterli |
| | D16 | 0,20 | 3,52 | 0,70 | 243,19 | 5,72 | 246,62 | 154,30 | 219,18 | 248,65 | Yeterli |
| | D17 | 0,20 | 3,07 | 0,61 | 213,93 | 5,03 | 216,95 | 124,97 | 203,53 | 236,78 | Yeterli |
| | D18 | 0,20 | 1,09 | 0,22 | 68,33 | 1,44 | 69,19 | 31,75 | 145,64 | 177,68 | Yeterli |
| | C1 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 461,09 | 20,45 | | 20,20 | | | |
| | C2 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 493,24 | 22,27 | | 20,31 | | | |
| | PB | | | | | | | | | | |
| | PA | | | | | | | | | | |
| | Toplam | | | 11,57 | | | | 2359,00 | | | |

**Şekil 4.25.** X yönündeki duvarları

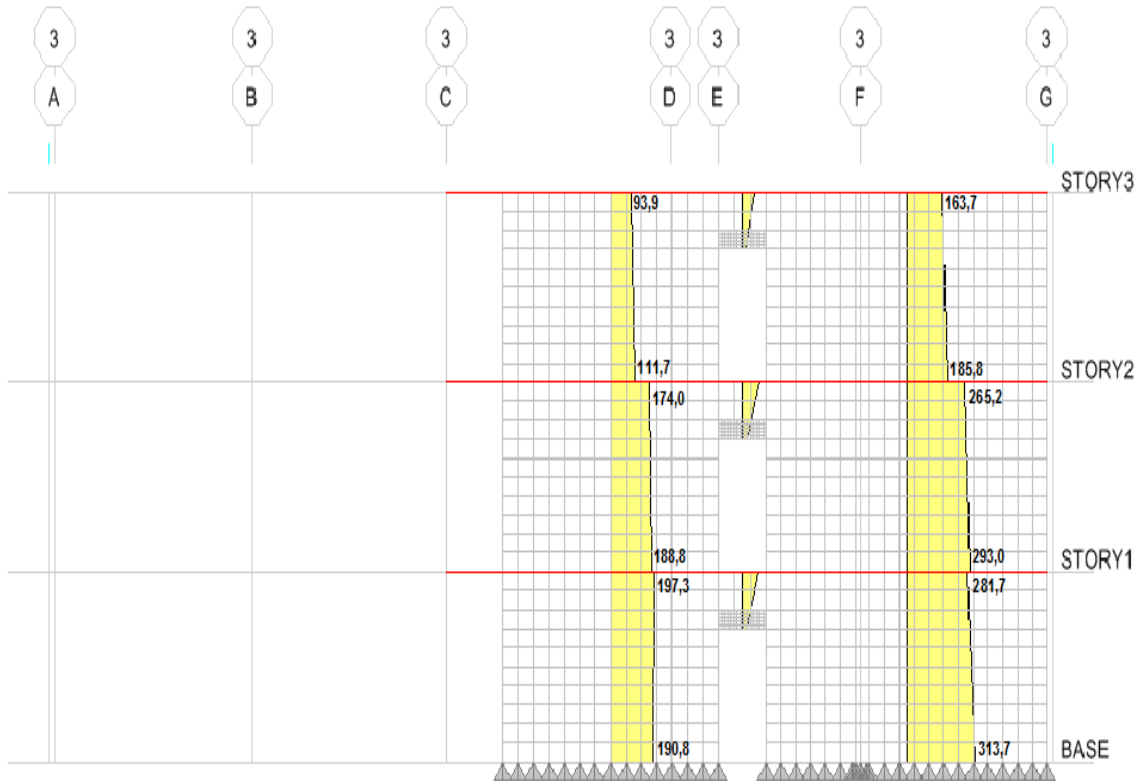
Tablo 4. 4. Y yönündeki kayma gerilme sonuçları

| Kayma gerilme sonuçları Y yönündeki (Sac=0.5cm ve E=200000Mpa) | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|-------------------|---------------------|----------------|---------|---------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| | Duvar Adı | Duvarın Kalınlığı | Duvar Uzunluğu (Ld) | Duvarın Alanı | Ölü Yük | Hareketli Yük | Duvarın düşey gerilmesi (G+0.6Q) | Kesme Kuvvetleri (V) | Duvarın Kayma Gerilmesi | Emniyet Gerilmesi | Yatay Yükleme Durumu |
| | | m | m | m ² | KN | KN | KN | KN | KN/m ² | KN/m ² | |
| Y Yönündeki Duvarlar | D19 | 0,20 | 3,83 | 0,77 | 266,93 | 6,66 | 270,93 | 182,41 | 238,13 | 258,37 | Yeterli |
| | D20 | 0,20 | 3,39 | 0,68 | 266,65 | 7,44 | 271,11 | 173,68 | 256,17 | 258,45 | Yeterli |
| | D21 | 0,20 | 1,28 | 0,26 | 96,82 | 2,30 | 98,20 | 53,70 | 209,77 | 189,28 | ? |
| | D22 | 0,20 | 5,31 | 1,06 | 466,87 | 14,59 | 475,62 | 232,56 | 218,98 | 340,25 | Yeterli |
| | D23 | 0,20 | 4,75 | 0,95 | 389,84 | 11,26 | 396,60 | 195,54 | 205,83 | 308,64 | Yeterli |
| | D24 | 0,20 | 2,98 | 0,60 | 224,36 | 5,56 | 227,70 | 82,68 | 138,72 | 241,08 | Yeterli |
| | D25 | 0,20 | 7,15 | 1,43 | 551,12 | 15,26 | 560,28 | 311,69 | 217,97 | 374,11 | Yeterli |
| | D26 | 0,20 | 1,70 | 0,34 | 142,52 | 4,05 | 144,95 | 32,12 | 94,47 | 207,98 | Yeterli |
| | D27 | 0,20 | 0,51 | 0,10 | 59,80 | 1,65 | 60,79 | 13,29 | 129,53 | 174,32 | Yeterli |
| | D28 | 0,20 | 2,98 | 0,60 | 226,57 | 5,77 | 230,03 | 103,75 | 174,08 | 242,01 | Yeterli |
| | D29 | 0,20 | 1,36 | 0,27 | 103,74 | 2,37 | 105,16 | 38,96 | 143,24 | 192,06 | Yeterli |
| | D30 | 0,20 | 1,88 | 0,38 | 142,93 | 3,52 | 145,04 | 68,93 | 183,32 | 208,02 | Yeterli |
| | D31 | 0,20 | 2,37 | 0,47 | 171,74 | 4,13 | 174,22 | 88,25 | 186,18 | 219,69 | Yeterli |
| D32 | 0,20 | 1,28 | 0,26 | 95,59 | 2,06 | 96,83 | 36,75 | 143,55 | 188,73 | Yeterli | |
| | C1 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 461,09 | 20,45 | | 14,65 | | | |
| | C2 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 493,24 | 22,27 | | 15,09 | | | |
| | PC | | | | | | | | | | |
| | Toplam | | | 8,15 | | | | 1644,05 | | | |

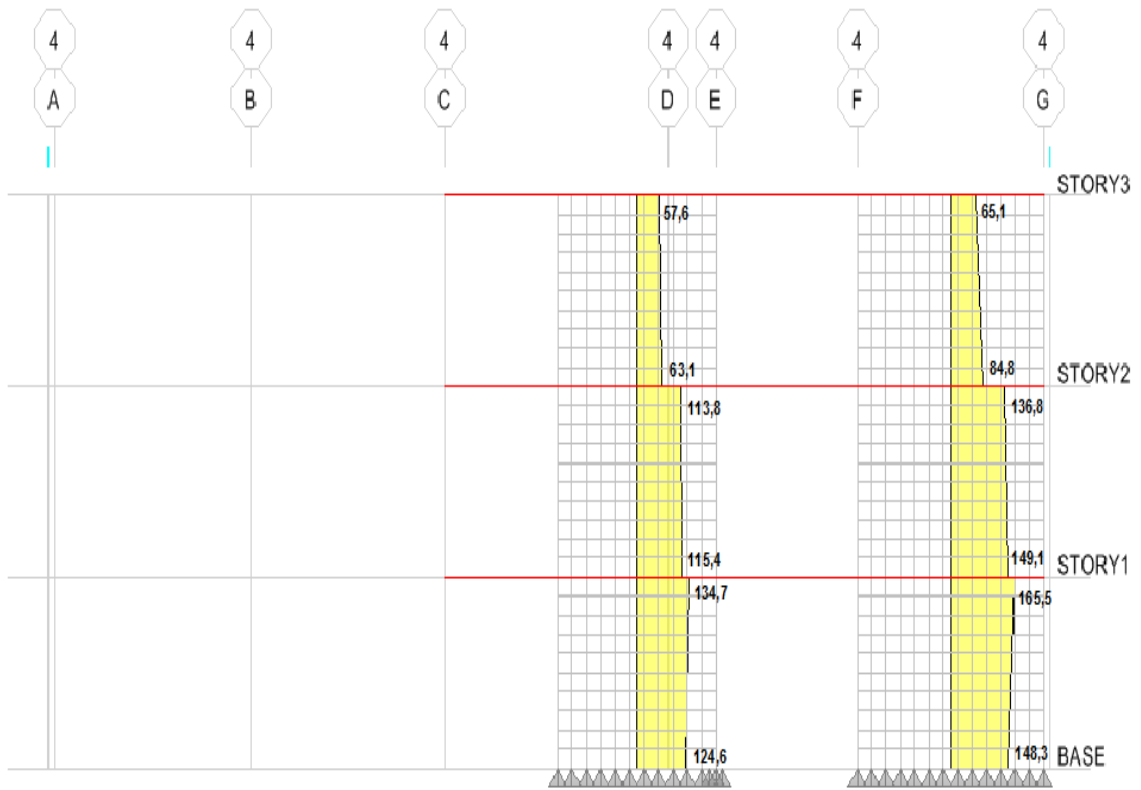
**Şekil 4.26.** Y yönündeki duvarları



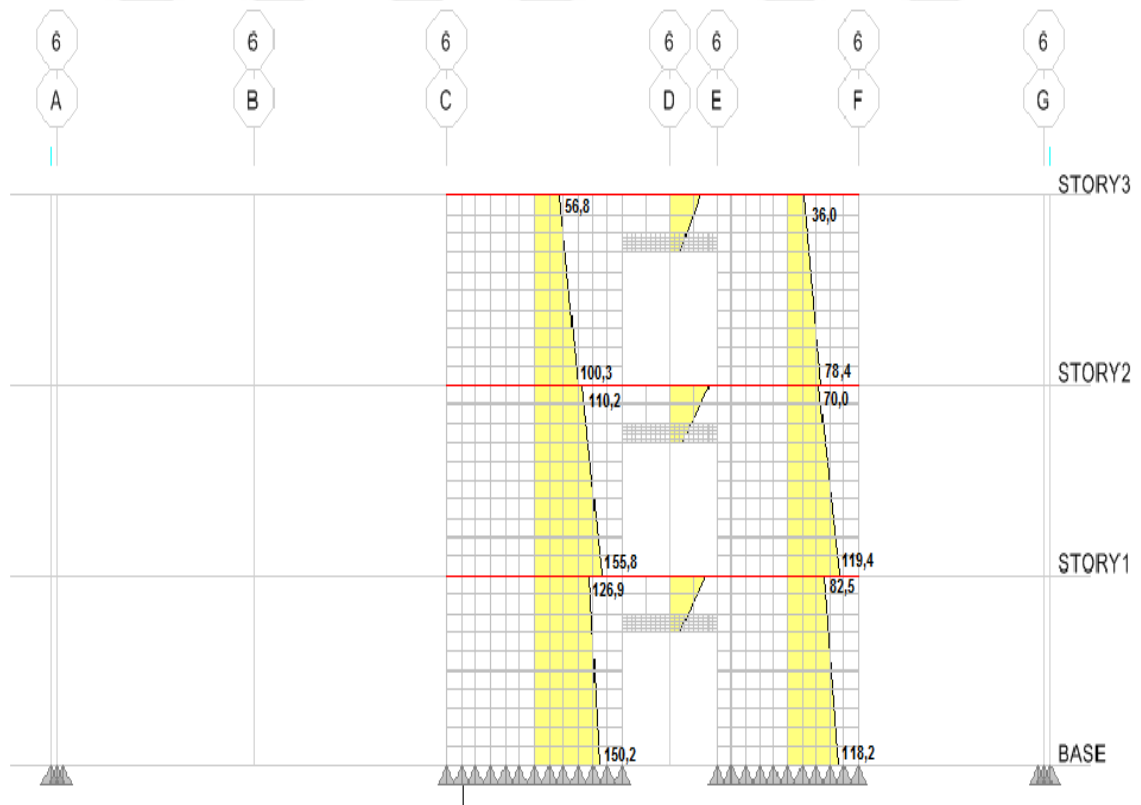
Şekil 4.27. D1,D2,D3,D4,D5,D6 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



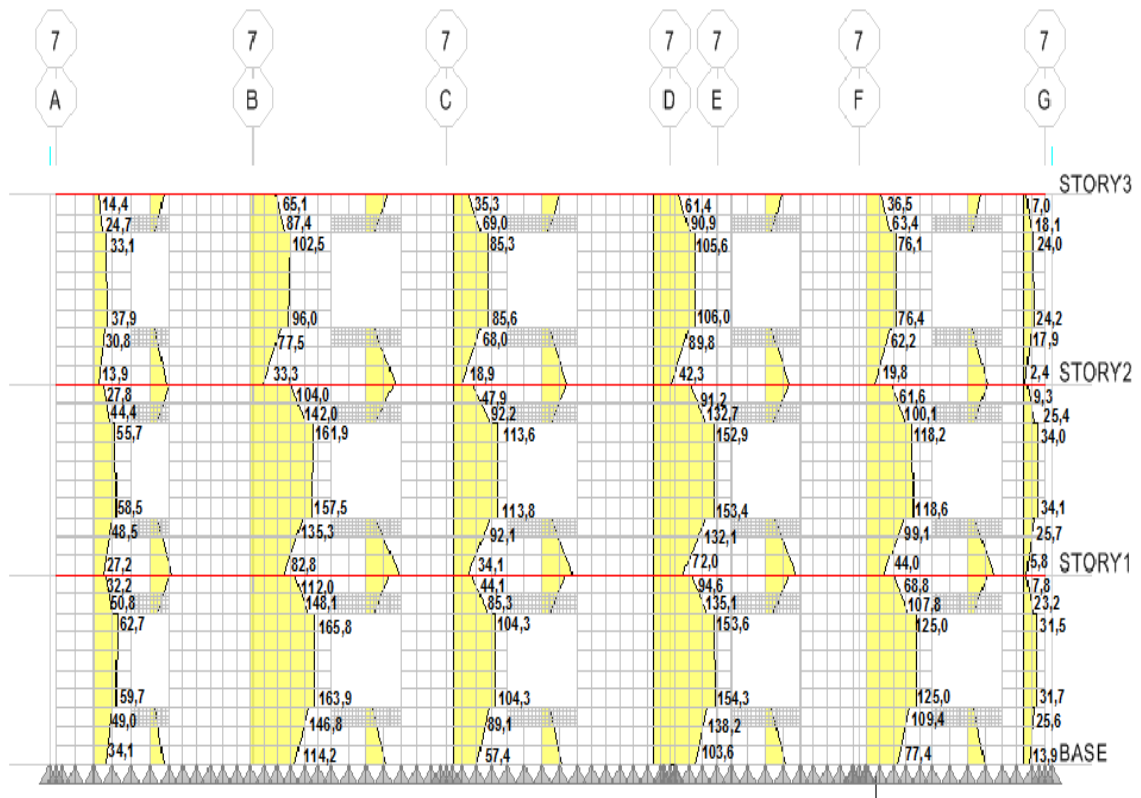
Şekil 4.28. D7,D8 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



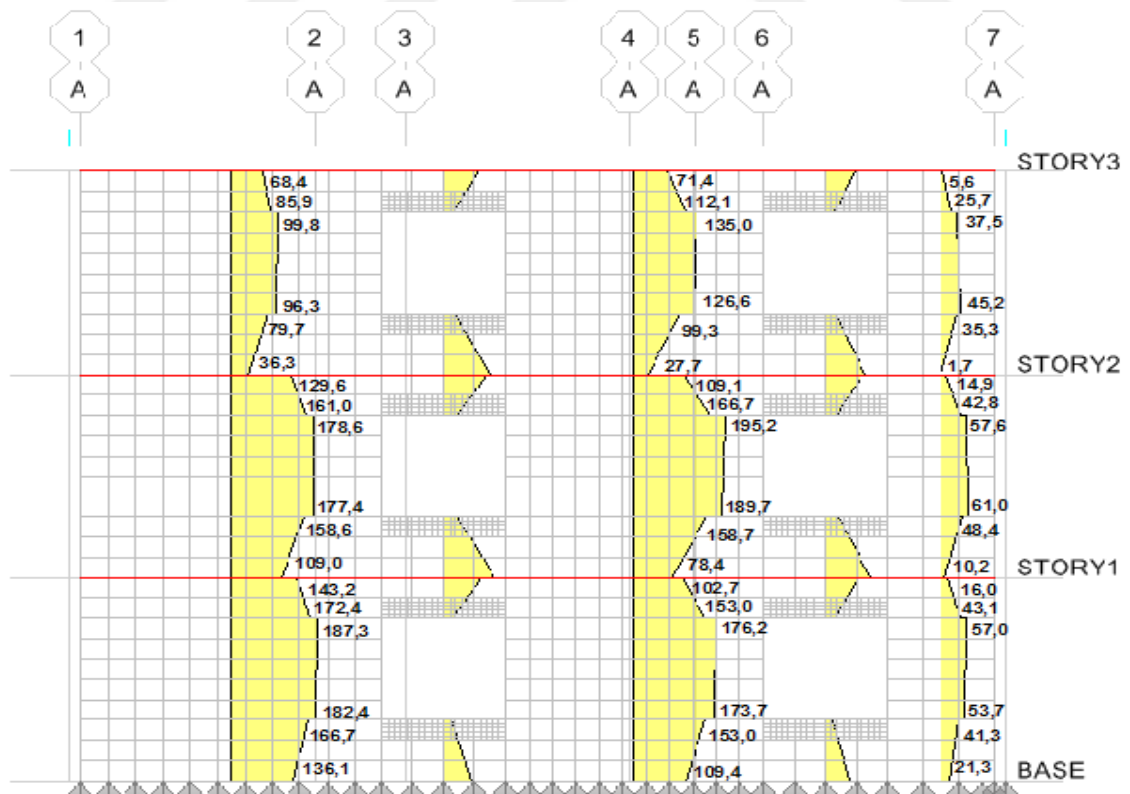
Şekil 4.29. D9,D10 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



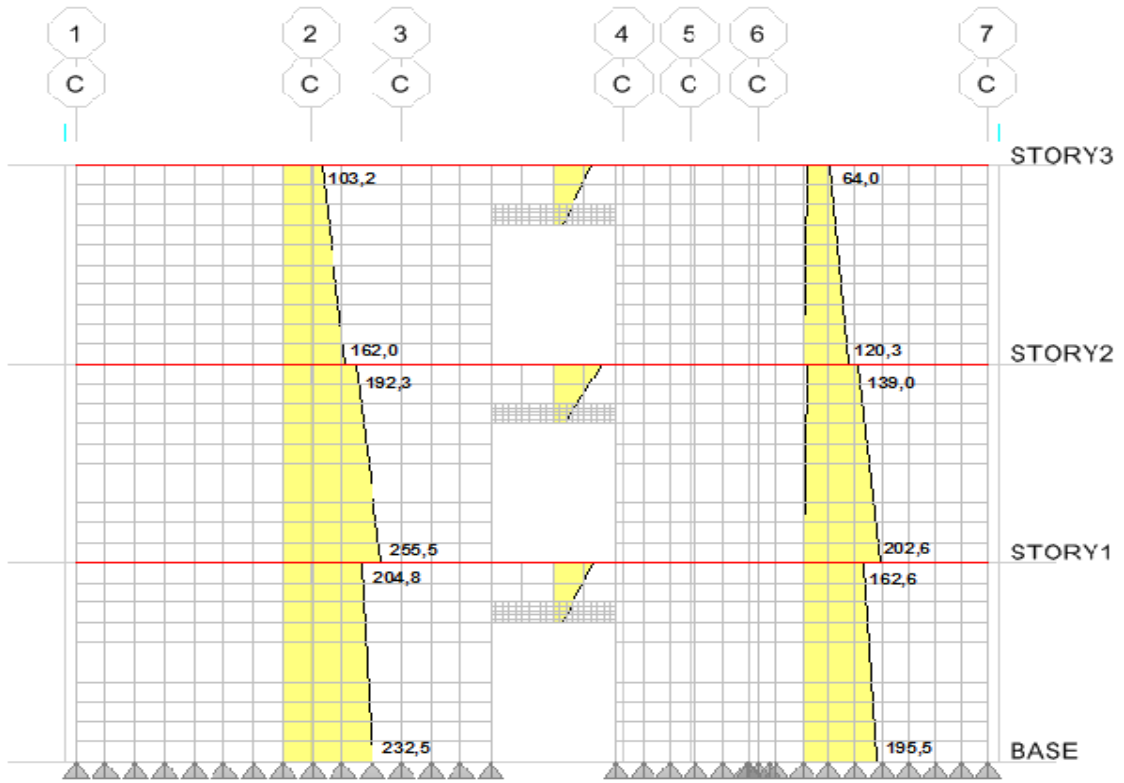
Şekil 4.30. D11,D12 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



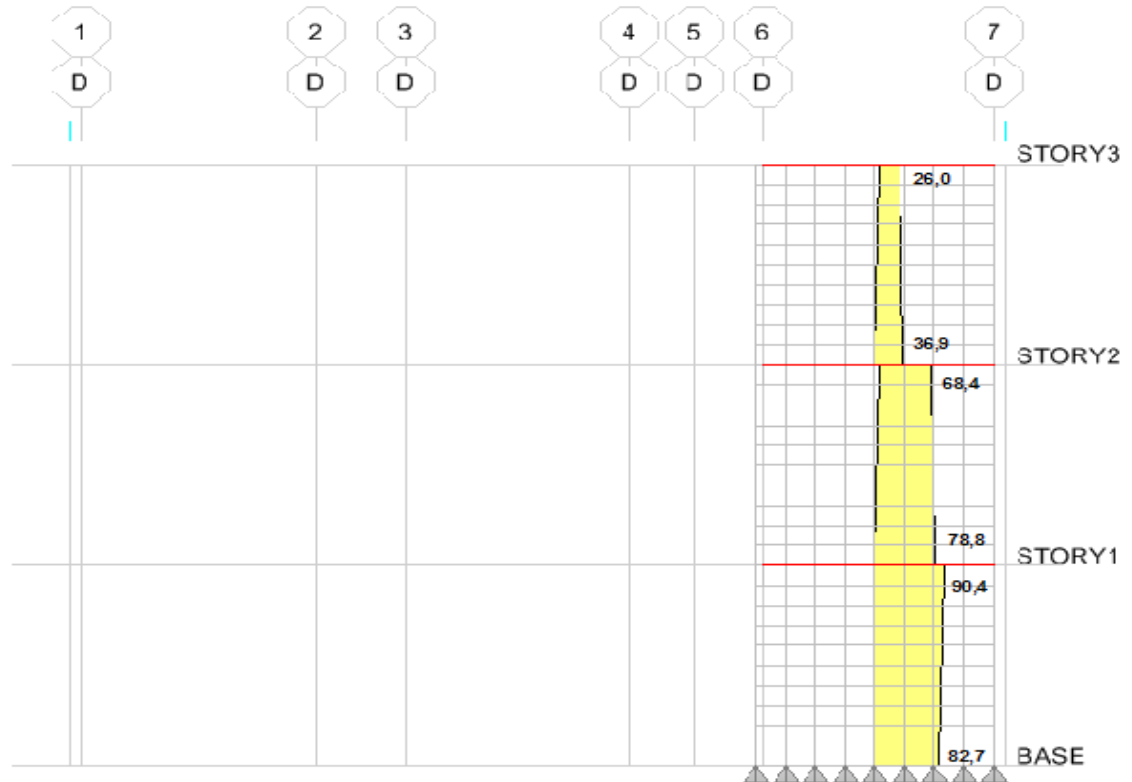
Şekil 4.31. D13,D14,D15,D16,D17,D18 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



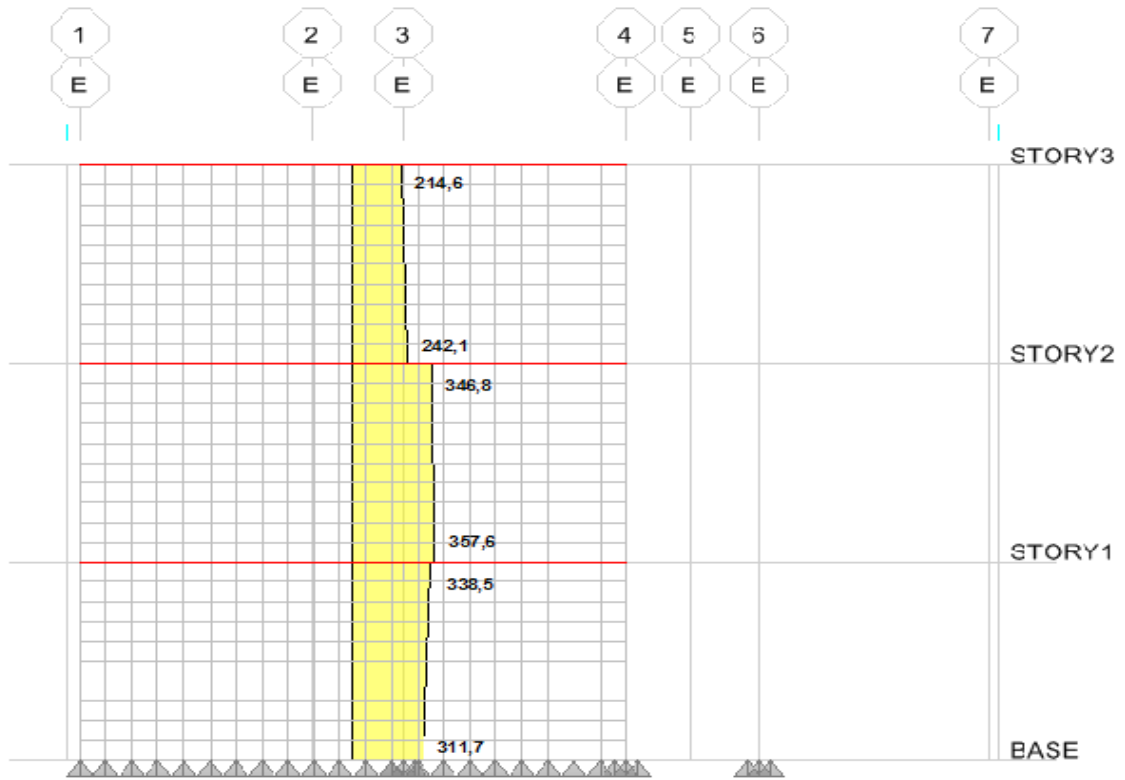
Şekil 4.32. D19,D20,D21 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



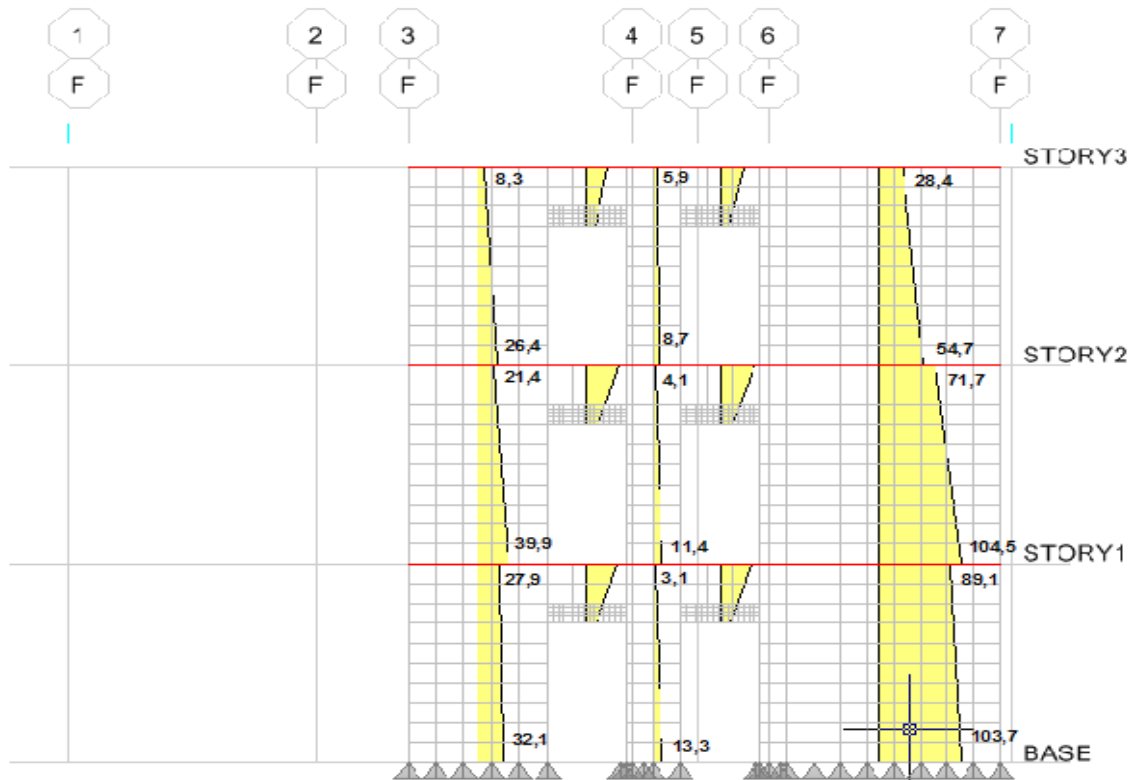
Şekil 4.33. D22,D23 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



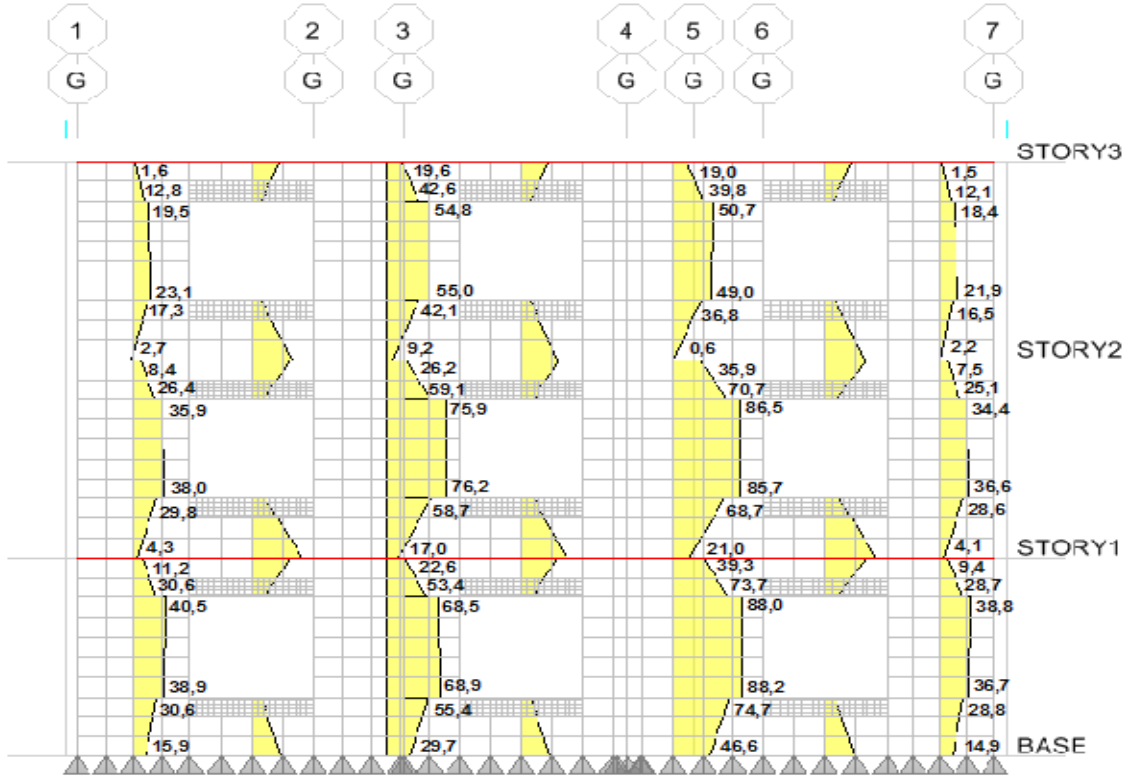
Şekil 4.34. D24 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



Şekil 4.35. D25 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



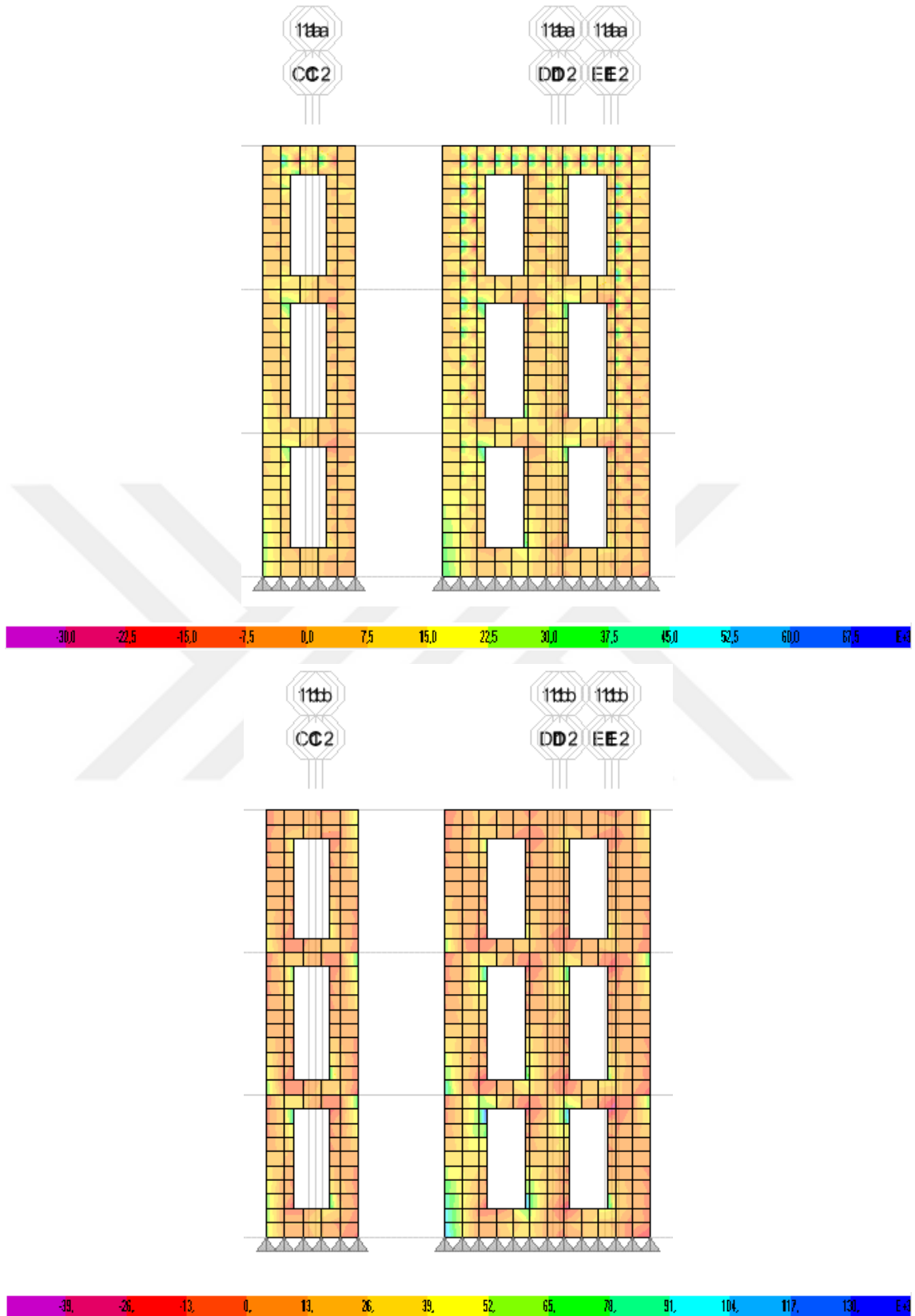
Şekil 4.36. D26, D27, D28 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



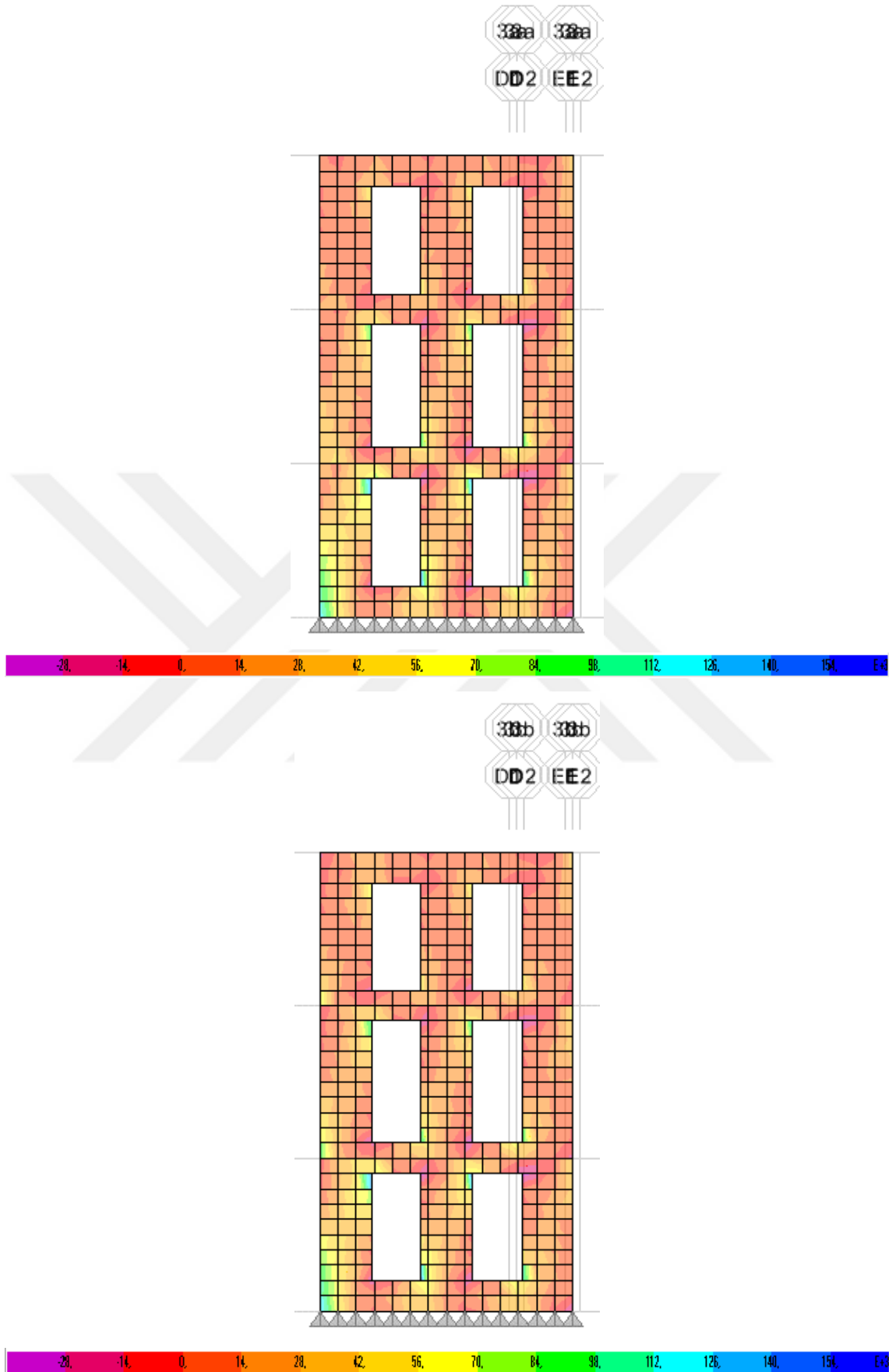
Şekil 4.37. D29,D30,D31,D32 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı

4.1.2.2. Çelik Levhaların Gerilme Değerlerinin Kontrolü

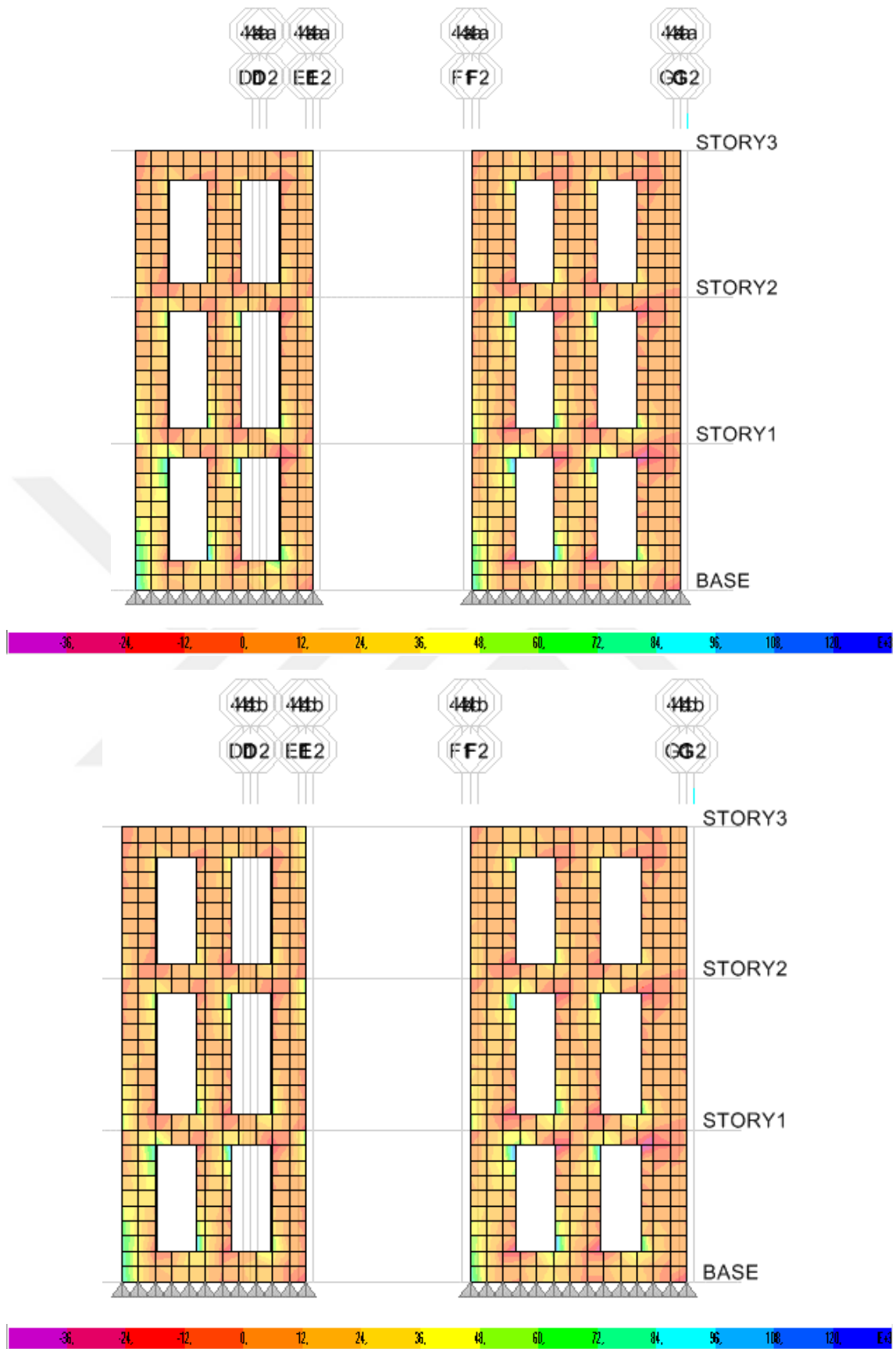
Saç kalınlığının 0.5 cm çıkarılmasıyla yapılan güçlendirme için, saç elemanlarda oluşan gerilmelerin tahkiki bu bölümde verilmiştir. İnce çelik saç uygulaması duvarların her iki yüzeyine uygulandığı için, her iki saç elemanda meydana gelen gerilmeler aynı şekil üzerinde verilmiştir. Gerilmeler 15 farklı renk skalası ile görselleştirilmiştir. Gerilmelerin skalası Mpa biriminden ilgili şekillerin altında sunulmuştur. Gerilme grafiklerinden, hiç bir çelik levhada gerilmeler akma dayanım sınırına kadar ilerlememiştir. İlgili gerilme dağılımları Şekil 4.38 ve 4.48 arasında sunulmuştur.



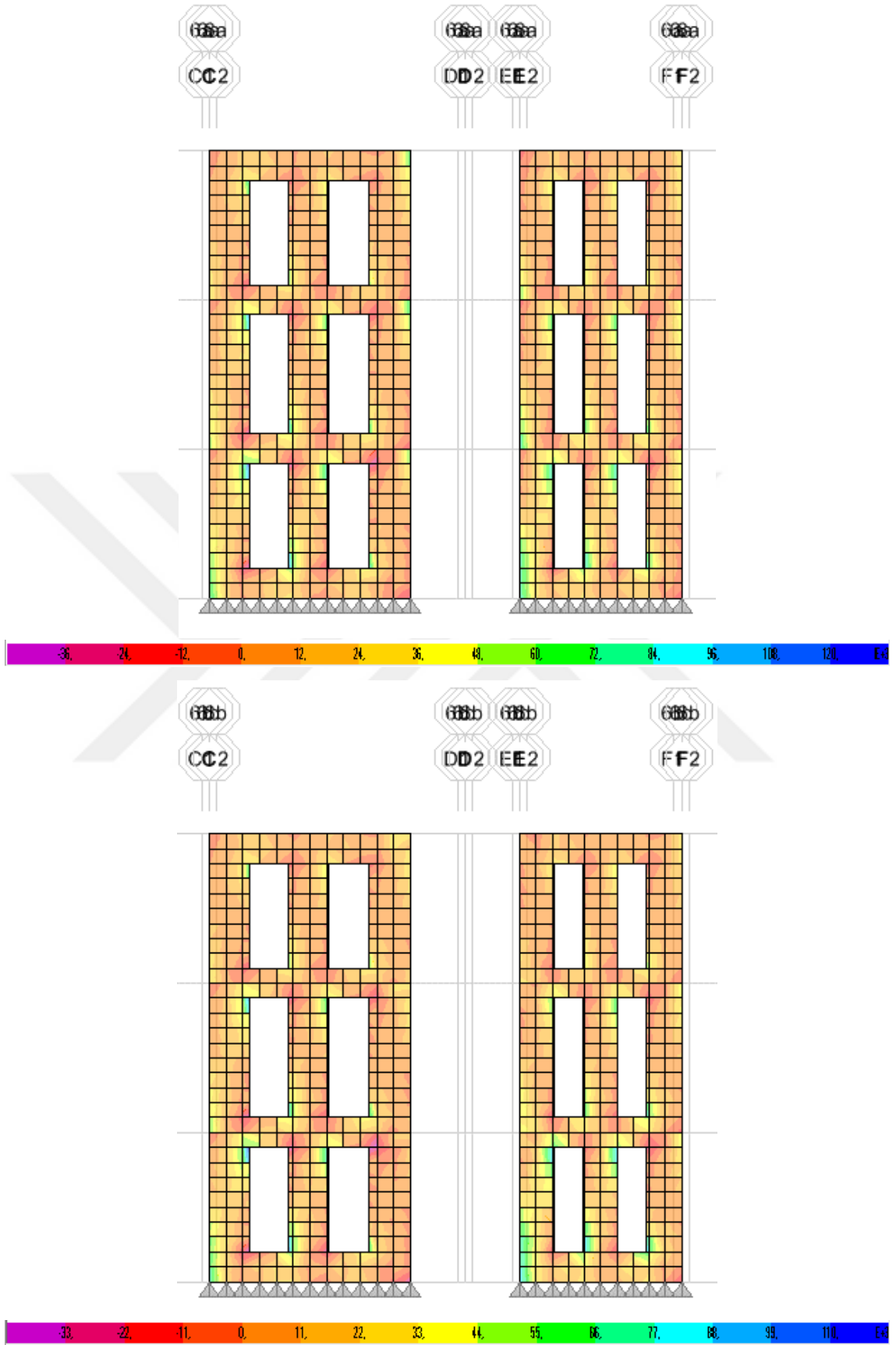
Şekil 4.38. 1-1 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



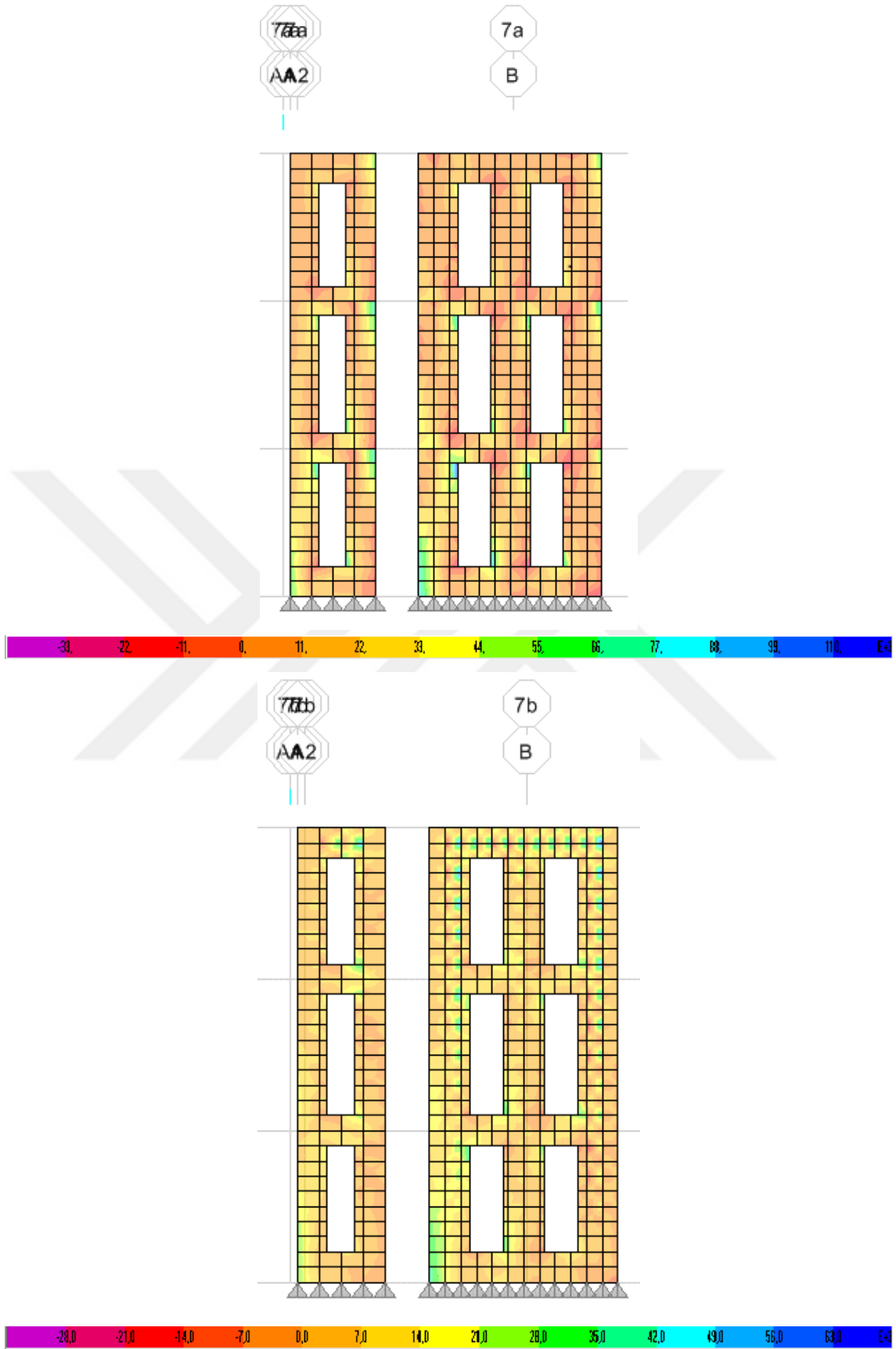
Şekil 4.39. 3-3 Akı'staki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



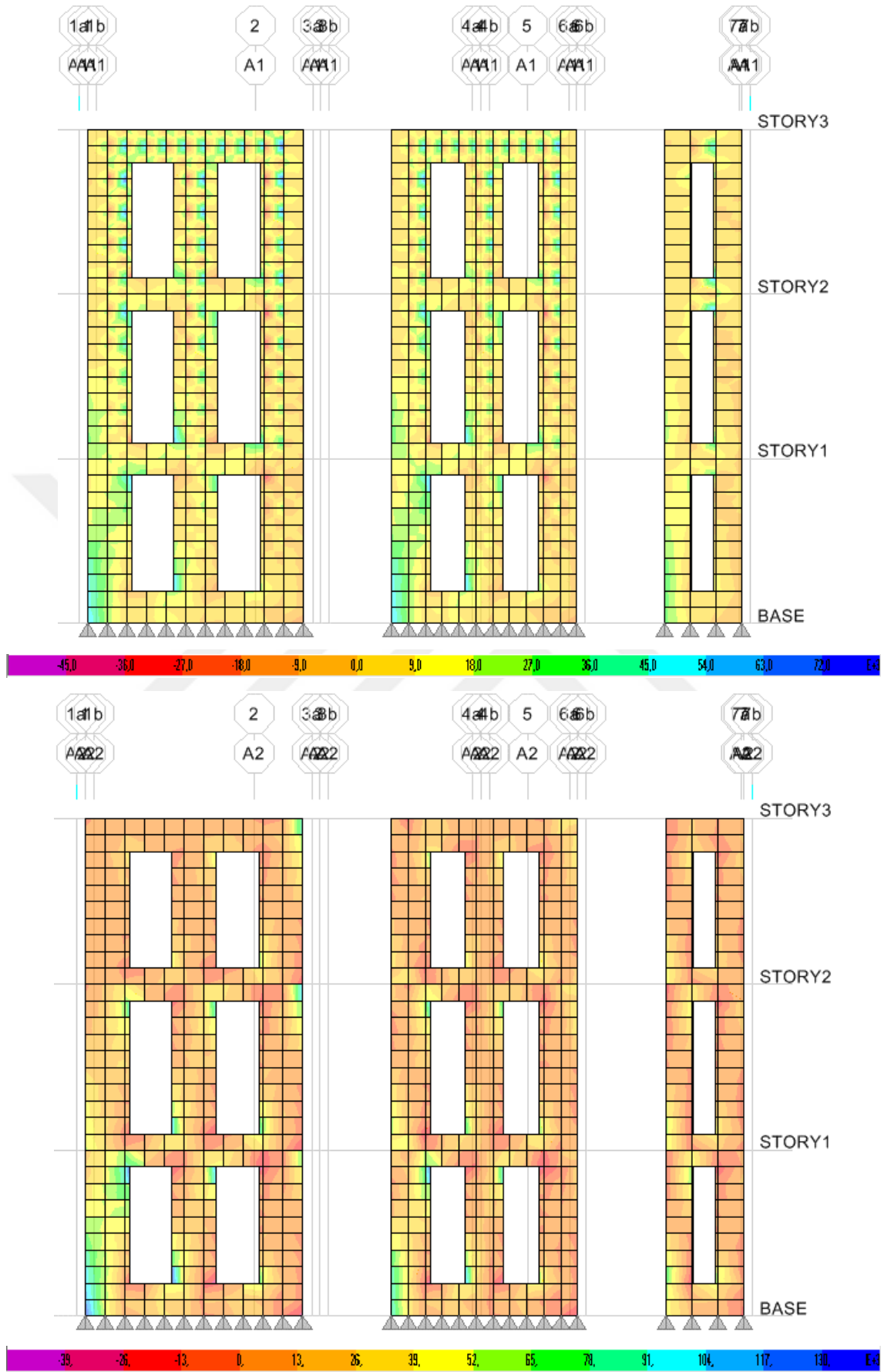
Şekil 4.40. 4-4 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



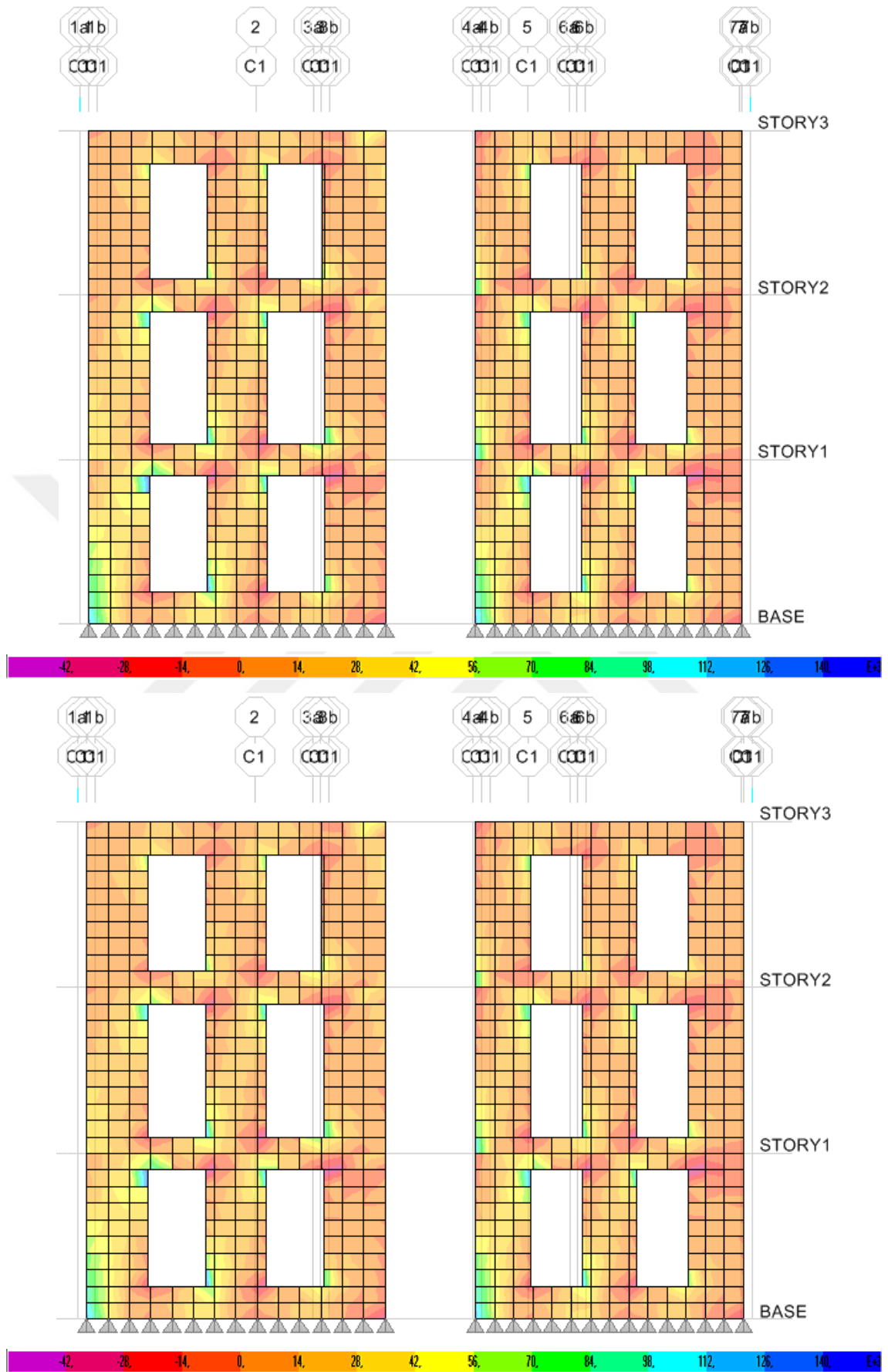
Şekil 4.41. 6-6 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



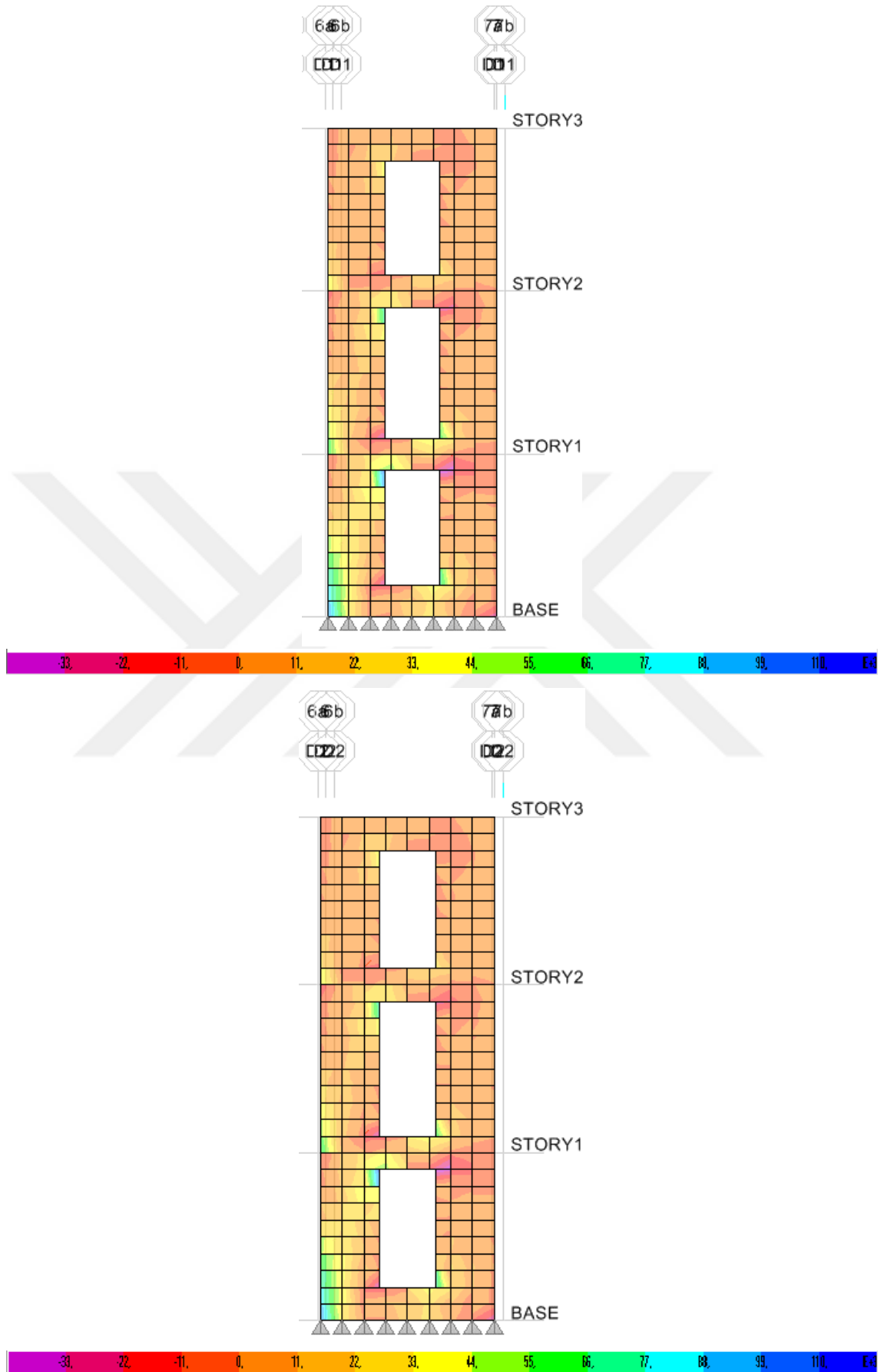
Şekil 4.42. 7-7 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



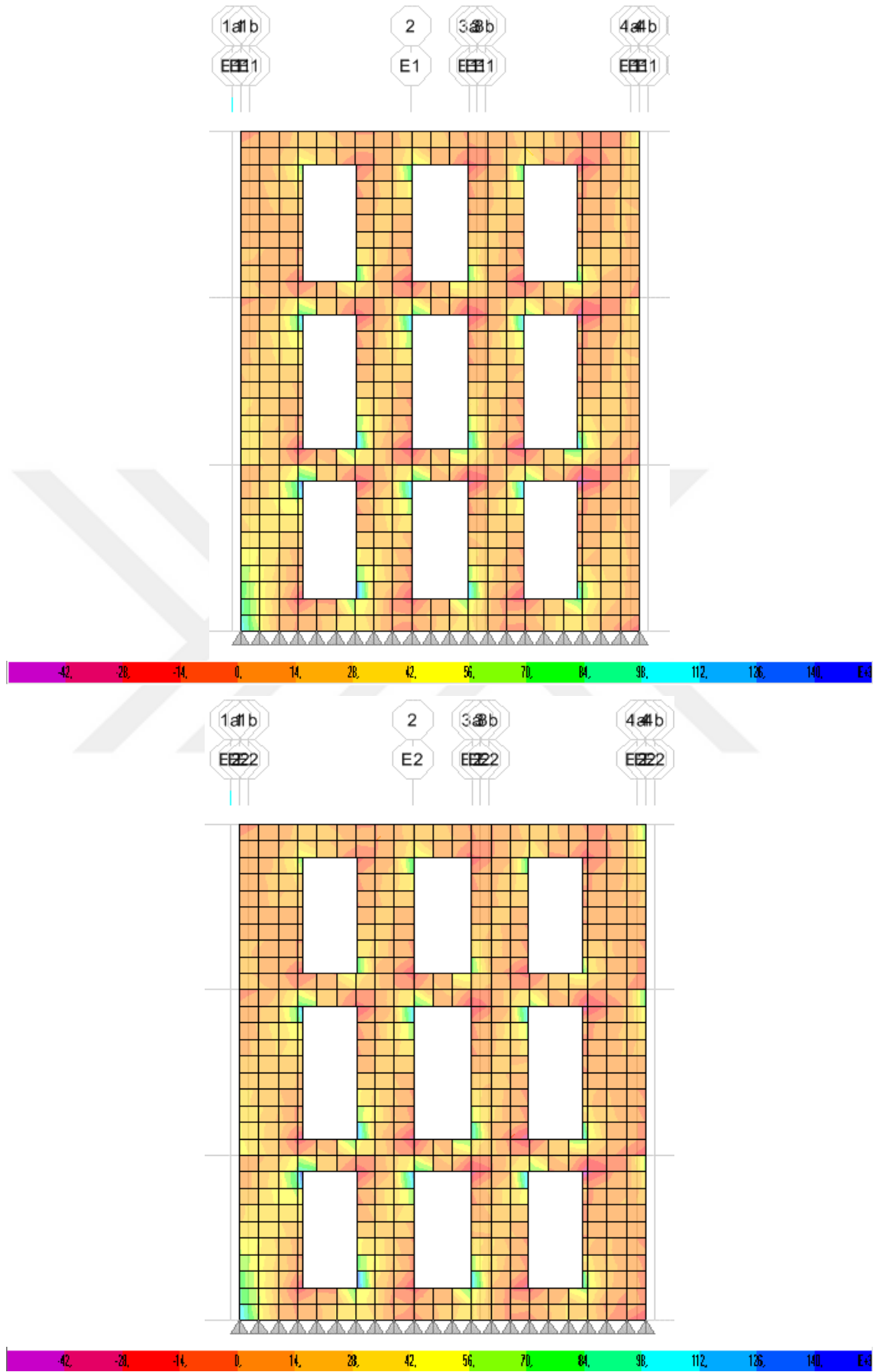
Şekil 4.43. A-A Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



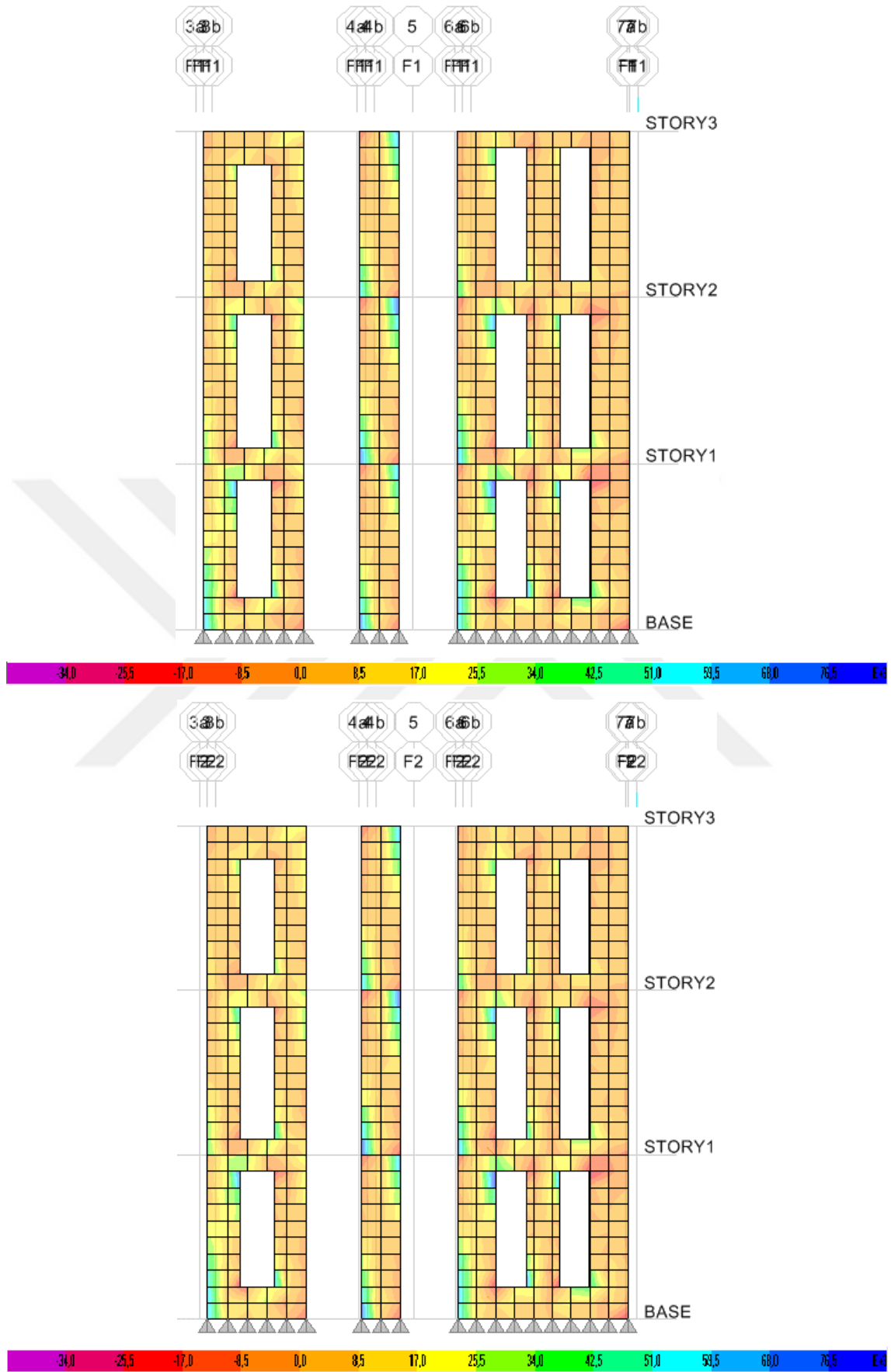
Şekil 4.44. C-C Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



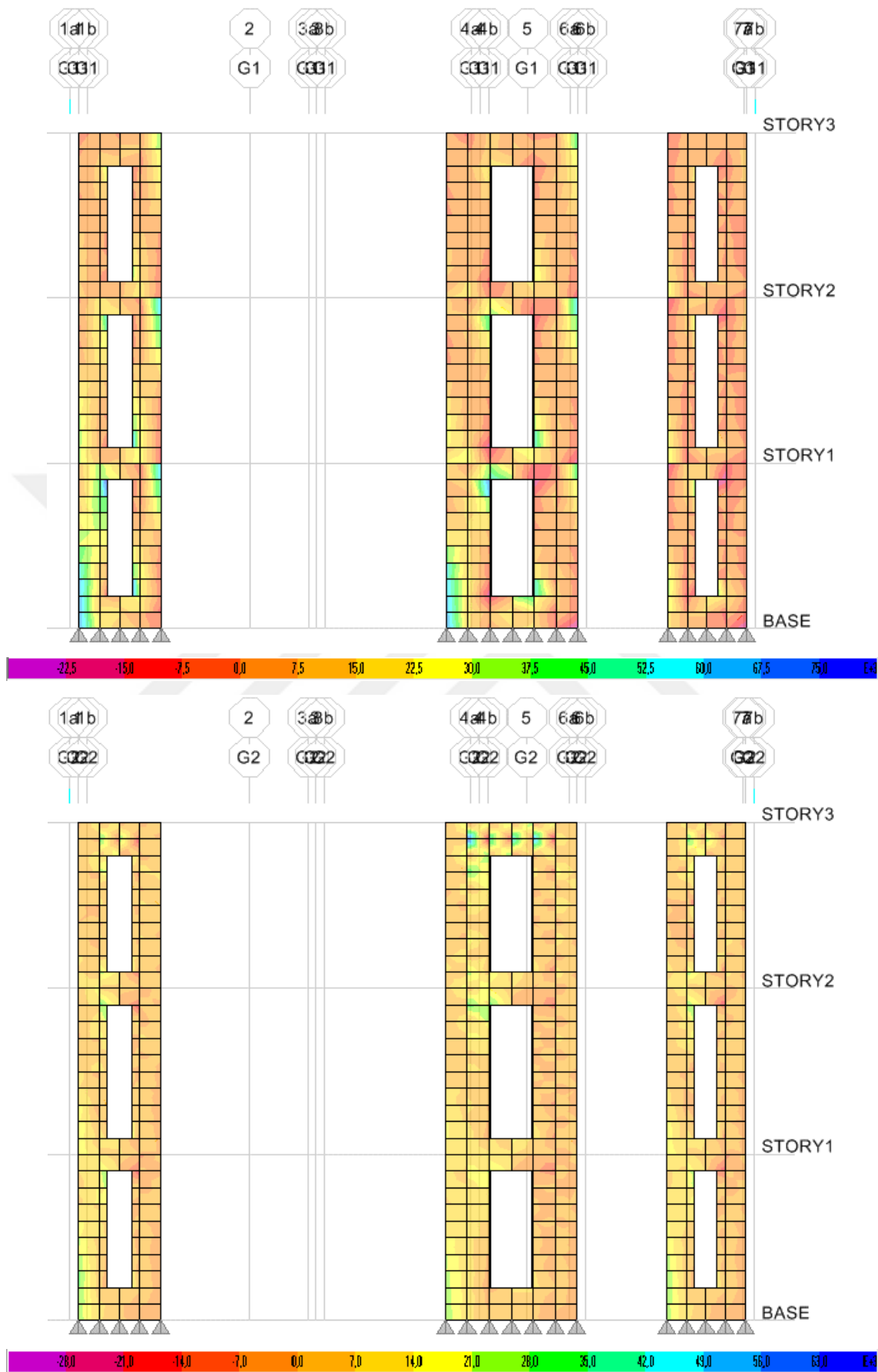
Şekil 4.45. D-D Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



Şekil 4.46. E-E Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



Şekil 4.47. F-F Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



Şekil 4.48. G-G Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri

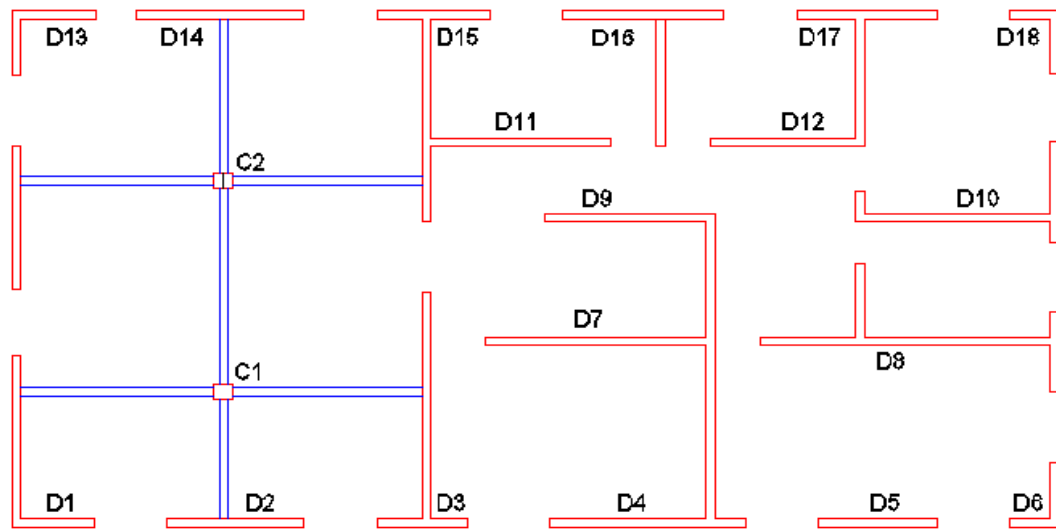
4.1.3. Saç Kalınlığı 1 cm ve Elastisite Modülü 70000 Mpa Olan Çözüm

4.1.3.1. Kayma Gerilmelerin Sonuçları

Önceki bölümlerde, Elastisite modülü $E=2e5$ Mpa olan saç levha ile yapılan güçlendirmelerin sonuçları özetlenmişti. 3. analizde ise, saç kalınlığı 1 cm olarak seçilmiş ve saç malzemesi için daha düşük elastik modüle sahip ($E=7e4$ Mpa) çelik malzeme seçilmiştir. Güçlendirmeyle ilgili diğer detaylar, önceki analizlerle aynıdır. Tablo 4.5’de ve 4.6’da X ve Y yönü duvarlarında oluşan düşey kuvvetler ve deprem etkisi altında oluşan yatay kesme kuvvetleri ve gerilmeleri verilmiştir. Duvarda meydana gelen kayma gerilmeleri ile, bir önceki adımda bulunan gerilme sınırı karşılaştırılmıştır. Tablo 4.5 ve 4.6 nin altında sunulan şekillerde ise, duvar isimleri olan üzerinde gösterilmiştir. Şekil 4.51 ve 4.61 arasında ise, duvar elemanlarında deprem yüklemesinden dolayı meydana gelen kesme kuvveti dağılımları sunulmuştur.

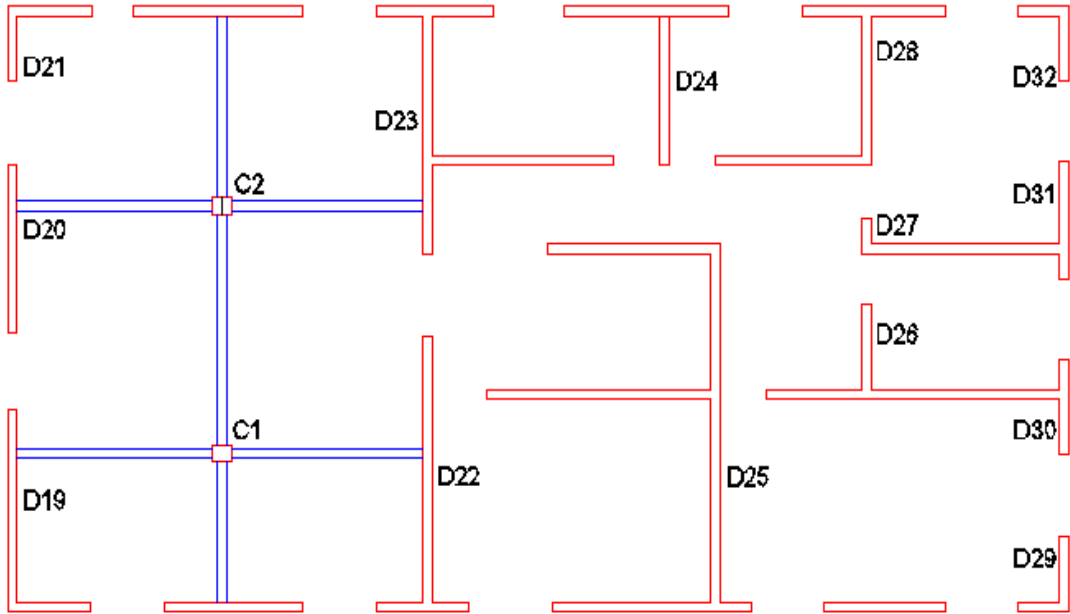
Tablo 4. 5. X yönündeki kayma gerilme sonuçları

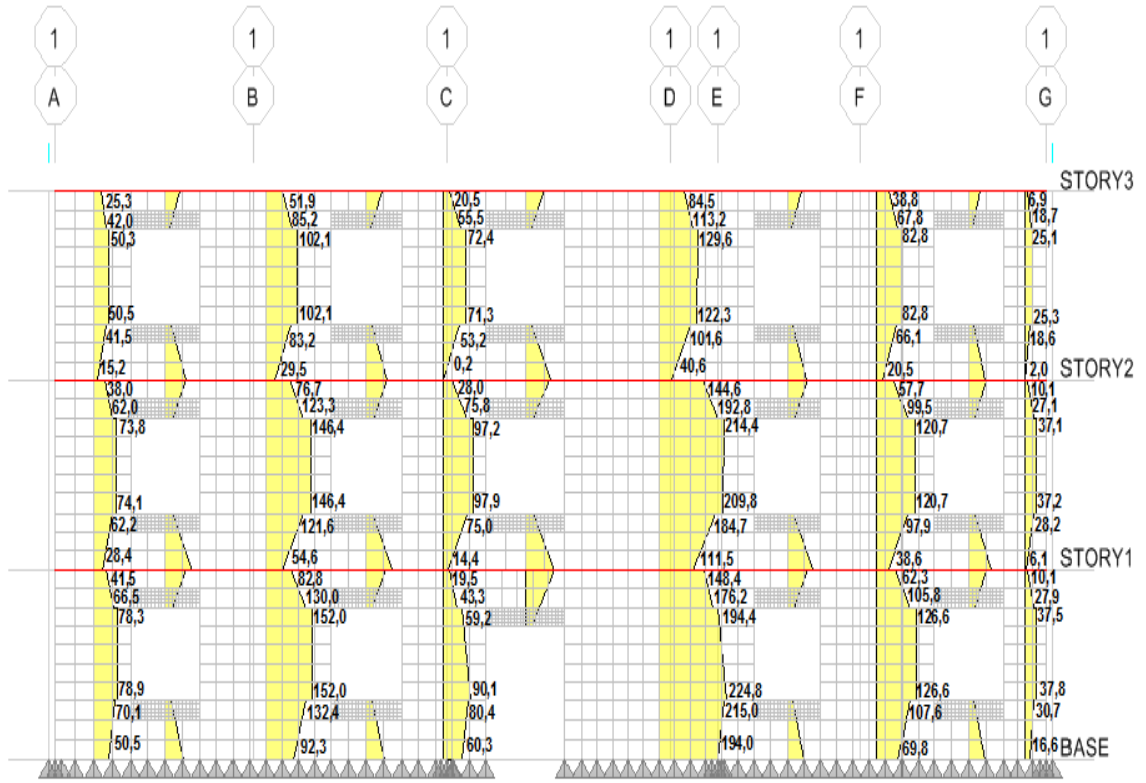
| Kayma gerilme sonuçları X yönündeki (Sac=1cm ve E=70000Mpa) | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|---------------------|----------------|---------|---------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|---------|
| Duvar Adı | Duvarın Kalınlığı | Duvar Uzunluğu (Ld) | Duvarın Alanı | Ölü Yük | Hareketli Yük | Duvarın düşey gerilmesi (G+0,6Q) | Kesme Kuvvetleri (V) | Duvarın Kayma Gerilmesi | Emniyet Gerilmesi | Yatay Yükleme Durumu | |
| | m | m | m ² | KN | KN | KN | KN | KN/m ² | KN/m ² | | |
| X Yönündeki Duvarlar | D1 | 0,20 | 1,83 | 0,37 | 113,78 | 2,61 | 115,35 | 78,95 | 215,71 | 196,14 | ? |
| | D2 | 0,20 | 3,02 | 0,60 | 209,20 | 5,07 | 212,24 | 151,97 | 251,61 | 234,90 | ? |
| | D3 | 0,20 | 1,96 | 0,39 | 152,28 | 4,11 | 154,75 | 90,08 | 229,80 | 211,90 | ? |
| | D4 | 0,20 | 4,32 | 0,86 | 315,56 | 8,29 | 320,53 | 224,77 | 260,15 | 278,21 | Yeterli |
| | D5 | 0,20 | 2,61 | 0,52 | 179,73 | 5,68 | 183,14 | 126,58 | 242,49 | 223,26 | ? |
| | D6 | 0,20 | 1,09 | 0,22 | 72,80 | 1,67 | 73,80 | 37,82 | 173,49 | 179,52 | Yeterli |
| | D7 | 0,20 | 5,04 | 1,01 | 415,89 | 12,69 | 423,50 | 218,37 | 216,64 | 319,40 | Yeterli |
| | D8 | 0,20 | 6,56 | 1,31 | 513,90 | 14,40 | 522,54 | 353,09 | 269,12 | 359,02 | Yeterli |
| | D9 | 0,20 | 3,73 | 0,75 | 286,06 | 8,16 | 290,96 | 141,66 | 189,89 | 266,38 | Yeterli |
| | D10 | 0,20 | 4,47 | 0,89 | 322,33 | 8,42 | 327,38 | 168,78 | 188,79 | 280,95 | Yeterli |
| | D11 | 0,20 | 4,14 | 0,83 | 322,66 | 9,16 | 328,16 | 173,73 | 209,82 | 281,26 | Yeterli |
| | D12 | 0,20 | 3,38 | 0,68 | 254,71 | 6,90 | 258,85 | 137,27 | 203,06 | 253,54 | Yeterli |
| | D13 | 0,20 | 1,83 | 0,37 | 116,38 | 2,56 | 117,92 | 67,75 | 185,11 | 197,17 | Yeterli |
| | D14 | 0,20 | 3,73 | 0,75 | 262,97 | 6,19 | 266,68 | 186,24 | 249,65 | 256,67 | Yeterli |
| | D15 | 0,20 | 2,46 | 0,49 | 178,93 | 4,49 | 181,62 | 117,67 | 239,17 | 222,65 | ? |
| | D16 | 0,20 | 3,52 | 0,70 | 243,19 | 5,72 | 246,62 | 174,82 | 248,32 | 248,65 | Yeterli |
| | D17 | 0,20 | 3,07 | 0,61 | 213,93 | 5,03 | 216,95 | 141,29 | 230,11 | 236,78 | Yeterli |
| | D18 | 0,20 | 1,09 | 0,22 | 68,33 | 1,44 | 69,19 | 35,34 | 162,11 | 184,60 | Yeterli |
| C1 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 461,09 | 20,45 | | 22,91 | | | | |
| C2 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 493,24 | 22,27 | | 23,13 | | | | |
| PB | | | | | | | | | | | |
| PA | | | | | | | | | | | |
| Toplam | | | | 11,57 | | | 2672,22 | | | | |

**Şekil 4.49.** X yönündeki duvarları

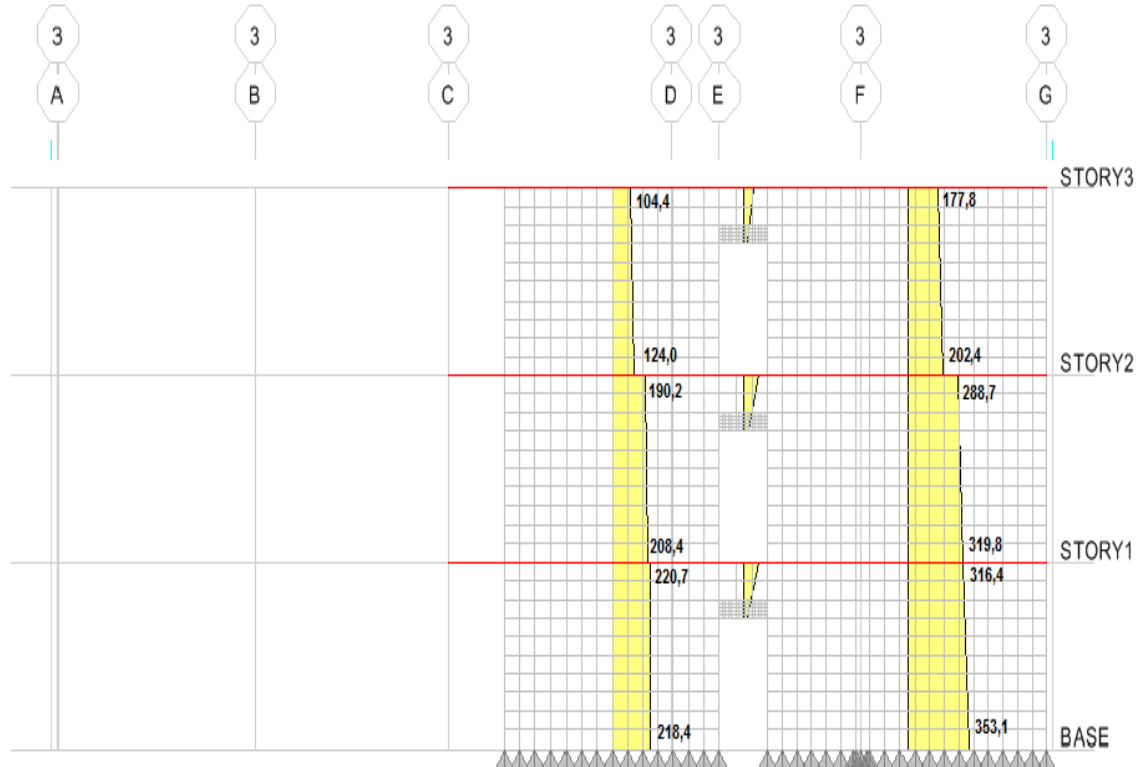
Tablo 4. 6. Y yönündeki kayma gerilme sonuçları

| Kayma gerilme sonuçları Y yönündeki (Sac=1cm ve E=70000Mpa) | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------------|---------------------|----------------|---------|---------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| | Duvar Adı | Duvarın Kalınlığı | Duvar Uzunluğu (Ld) | Duvarın Alanı | Ölü Yük | Hareketli Yük | Duvarın düşey gerilmesi (G+0.6Q) | Kesme Kuvvetleri (V) | Duvarın Kayma Gerilmesi | Emniyet Gerilmesi | Yatay Yükleme Durumu |
| | | m | m | m ² | KN | KN | KN | KN | KN/m ² | KN/m ² | |
| Y Yönündeki Duvarlar | D19 | 0,20 | 3,83 | 0,77 | 266,93 | 6,66 | 270,93 | 214,68 | 280,26 | 258,37 | ? |
| | D20 | 0,20 | 3,39 | 0,68 | 266,65 | 7,44 | 271,11 | 203,07 | 299,51 | 258,45 | ? |
| | D21 | 0,20 | 1,28 | 0,26 | 96,82 | 2,30 | 98,20 | 63,37 | 247,54 | 189,28 | ? |
| | D22 | 0,20 | 5,31 | 1,06 | 466,87 | 14,59 | 475,62 | 276,25 | 260,12 | 340,25 | Yeterli |
| | D23 | 0,20 | 4,75 | 0,95 | 389,84 | 11,26 | 396,60 | 233,62 | 245,92 | 308,64 | Yeterli |
| | D24 | 0,20 | 2,98 | 0,60 | 224,36 | 5,56 | 227,70 | 101,51 | 170,32 | 241,08 | Yeterli |
| | D25 | 0,20 | 7,15 | 1,43 | 551,12 | 15,26 | 560,28 | 372,16 | 260,25 | 374,11 | Yeterli |
| | D26 | 0,20 | 1,70 | 0,34 | 142,52 | 4,05 | 144,95 | 40,71 | 119,74 | 207,98 | Yeterli |
| | D27 | 0,20 | 0,51 | 0,10 | 59,80 | 1,65 | 60,79 | 16,00 | 155,95 | 174,32 | Yeterli |
| | D28 | 0,20 | 2,98 | 0,60 | 226,57 | 5,77 | 230,03 | 124,71 | 209,24 | 242,01 | Yeterli |
| | D29 | 0,20 | 1,36 | 0,27 | 103,74 | 2,37 | 105,16 | 47,15 | 173,35 | 192,06 | Yeterli |
| | D30 | 0,20 | 1,88 | 0,38 | 142,93 | 3,52 | 145,04 | 81,64 | 217,13 | 208,02 | ? |
| | D31 | 0,20 | 2,37 | 0,47 | 171,74 | 4,13 | 174,22 | 105,13 | 221,79 | 219,69 | ? |
| | D32 | 0,20 | 1,28 | 0,26 | 95,59 | 2,06 | 96,83 | 44,25 | 172,85 | 188,73 | Yeterli |
| | C1 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 461,09 | 20,45 | | 17,28 | | | |
| | C2 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 493,24 | 22,27 | | 17,78 | | | |
| | PC | | | | | | | | | | |
| | Toplam | | | 8,15 | | | | 1959,31 | | | |

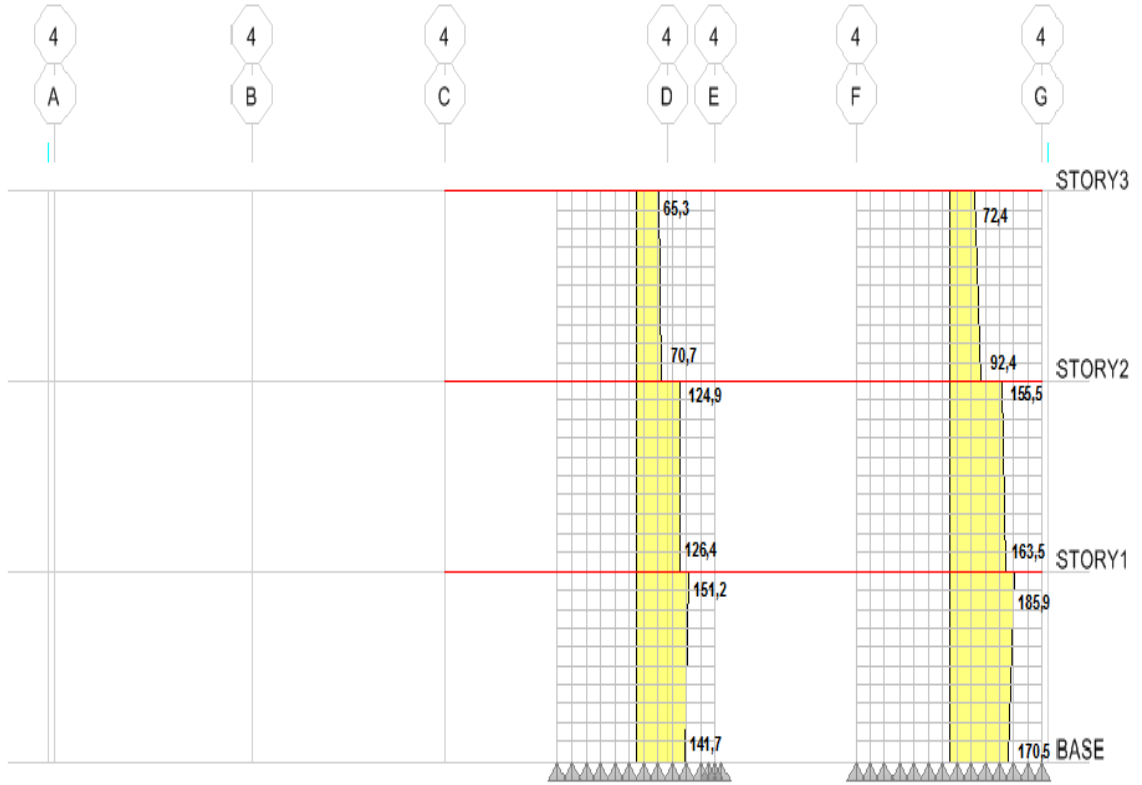
**Şekil 4.50.** Y yönündeki duvarları



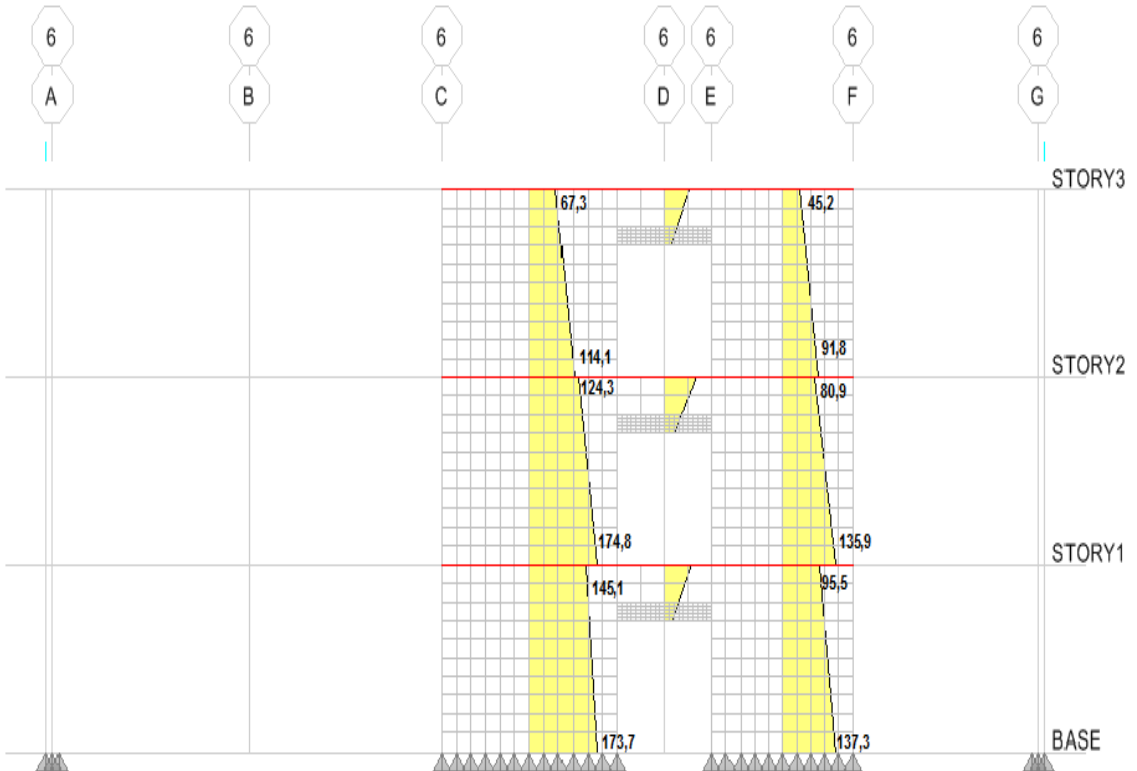
Şekil 4.51. D1,D2,D3,D4,D5,D6 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



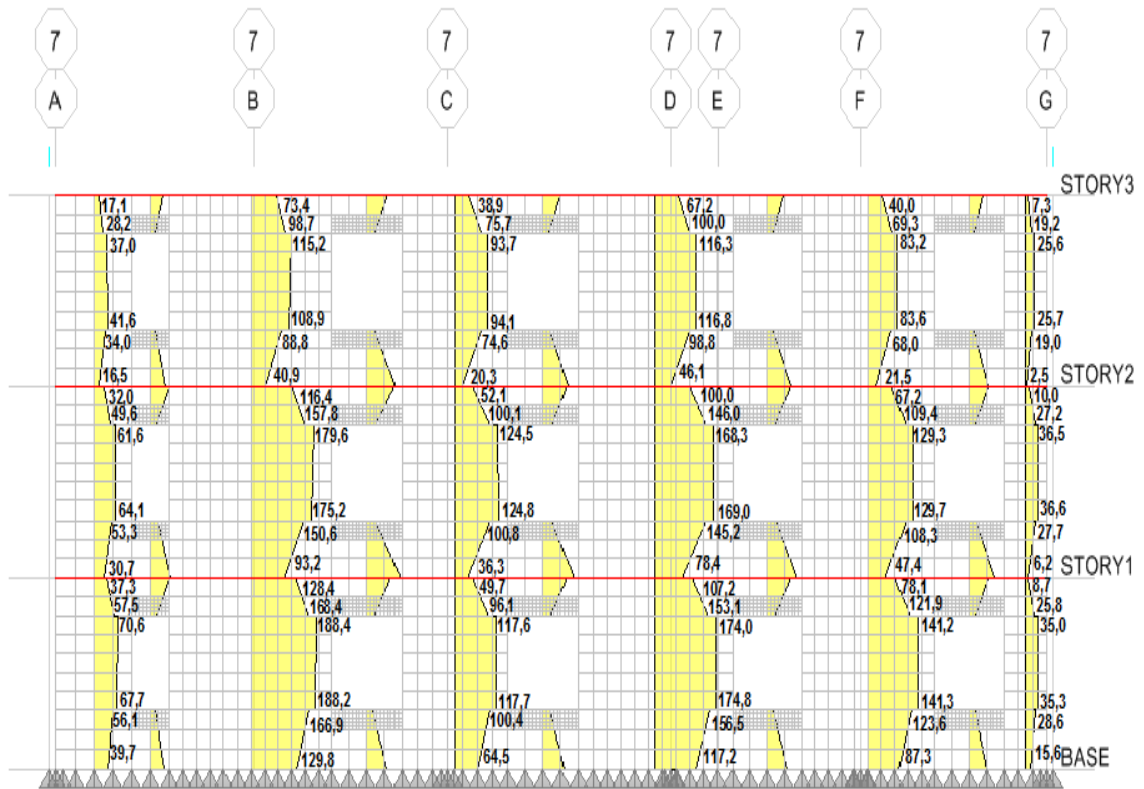
Şekil 4.52. D7,D8 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



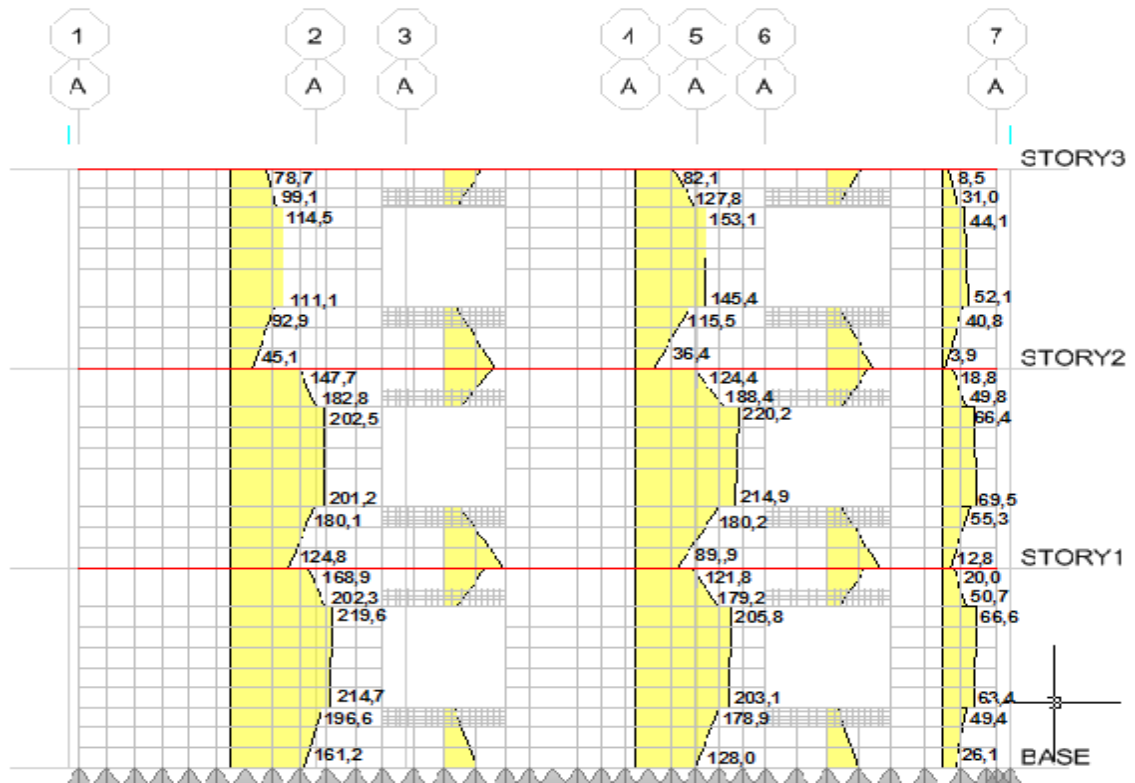
Şekil 4.53. D9,D10 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



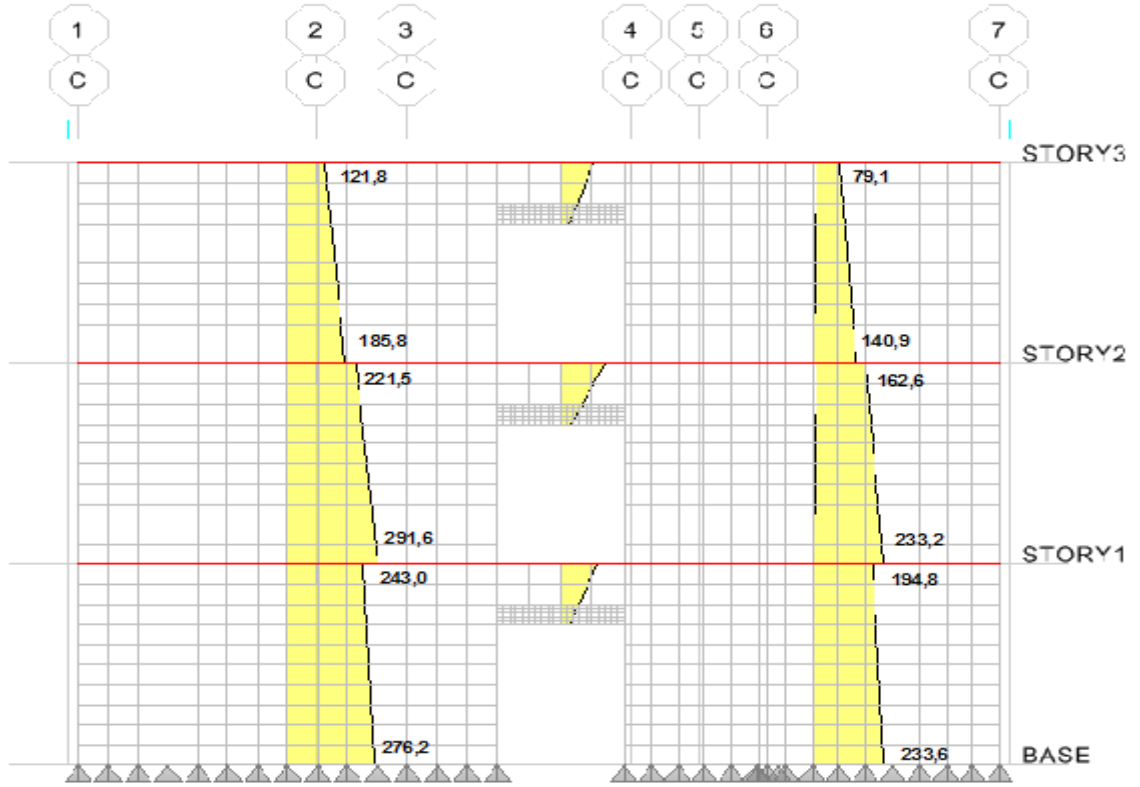
Şekil 4.54. D11,D12 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



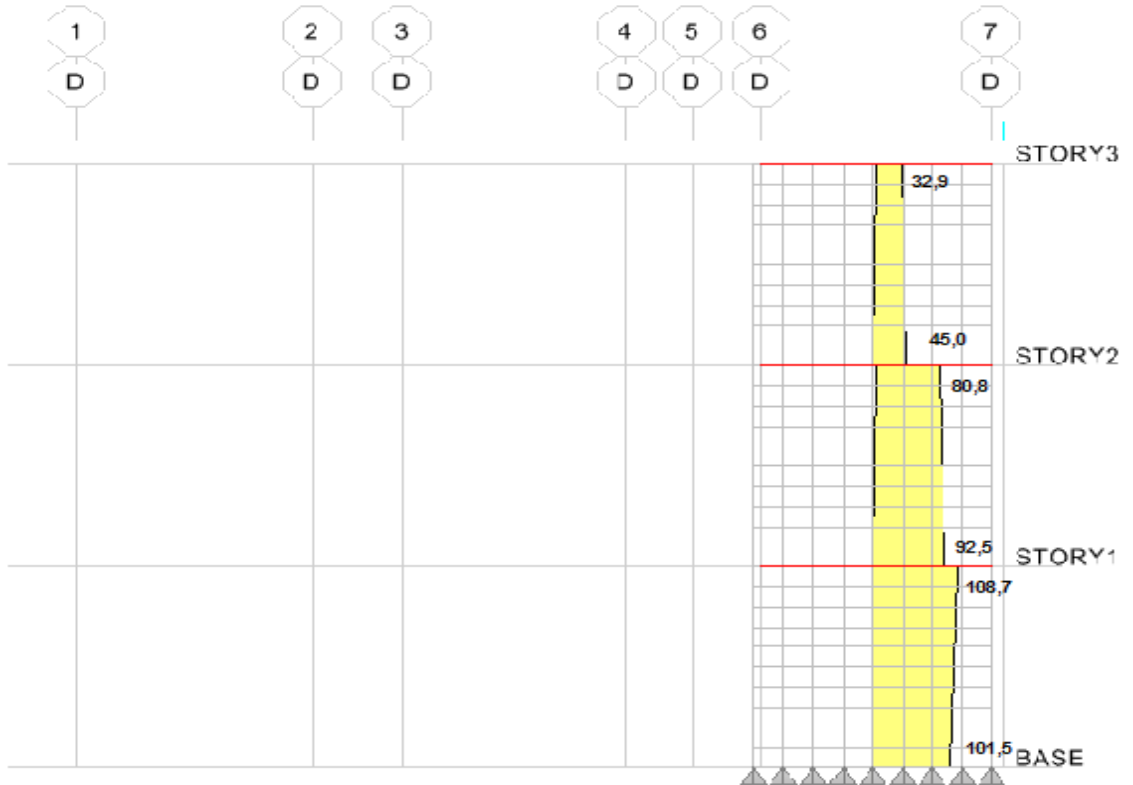
Şekil 4.55. D13,D14,D15,D16,D17,D18 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



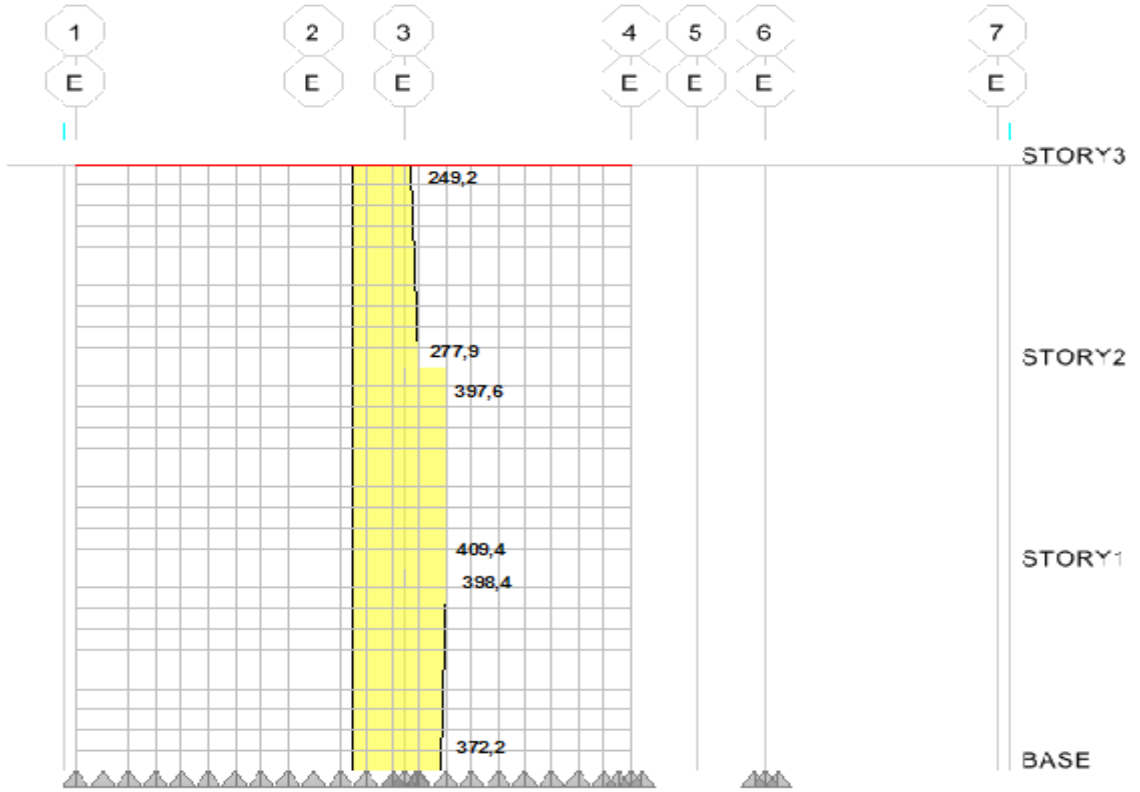
Şekil 4.56. D19,D20,D21 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



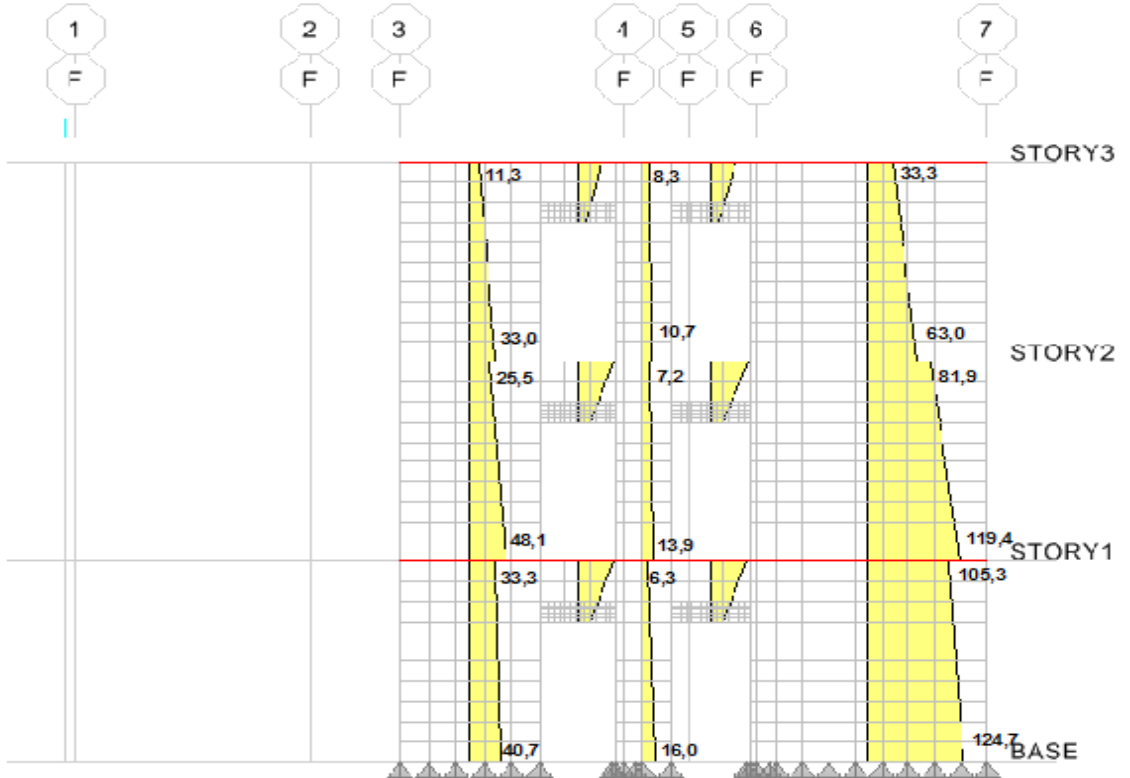
Şekil 4.57. D22,D23 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



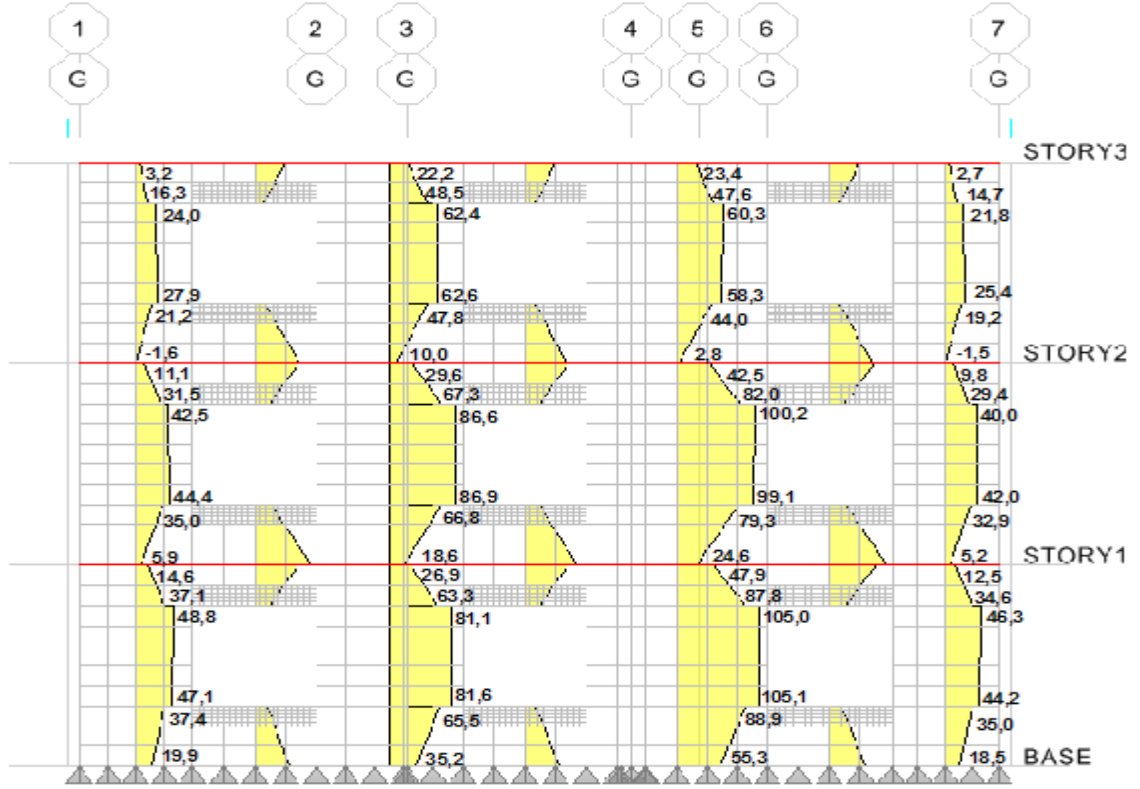
Şekil 4.58. D24 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



Şekil 4.59. D25 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



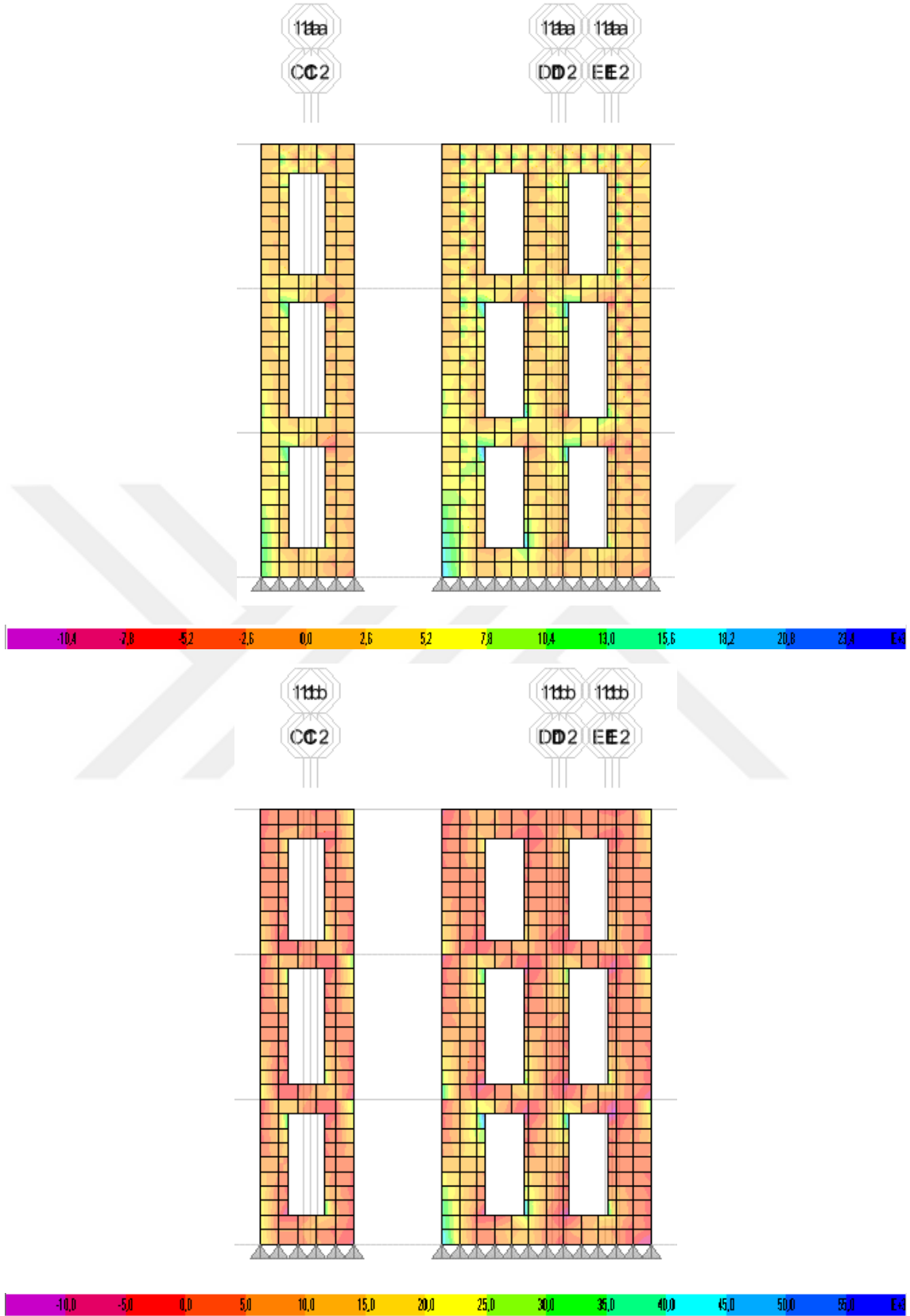
Şekil 4.60. D26,D27,D28 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



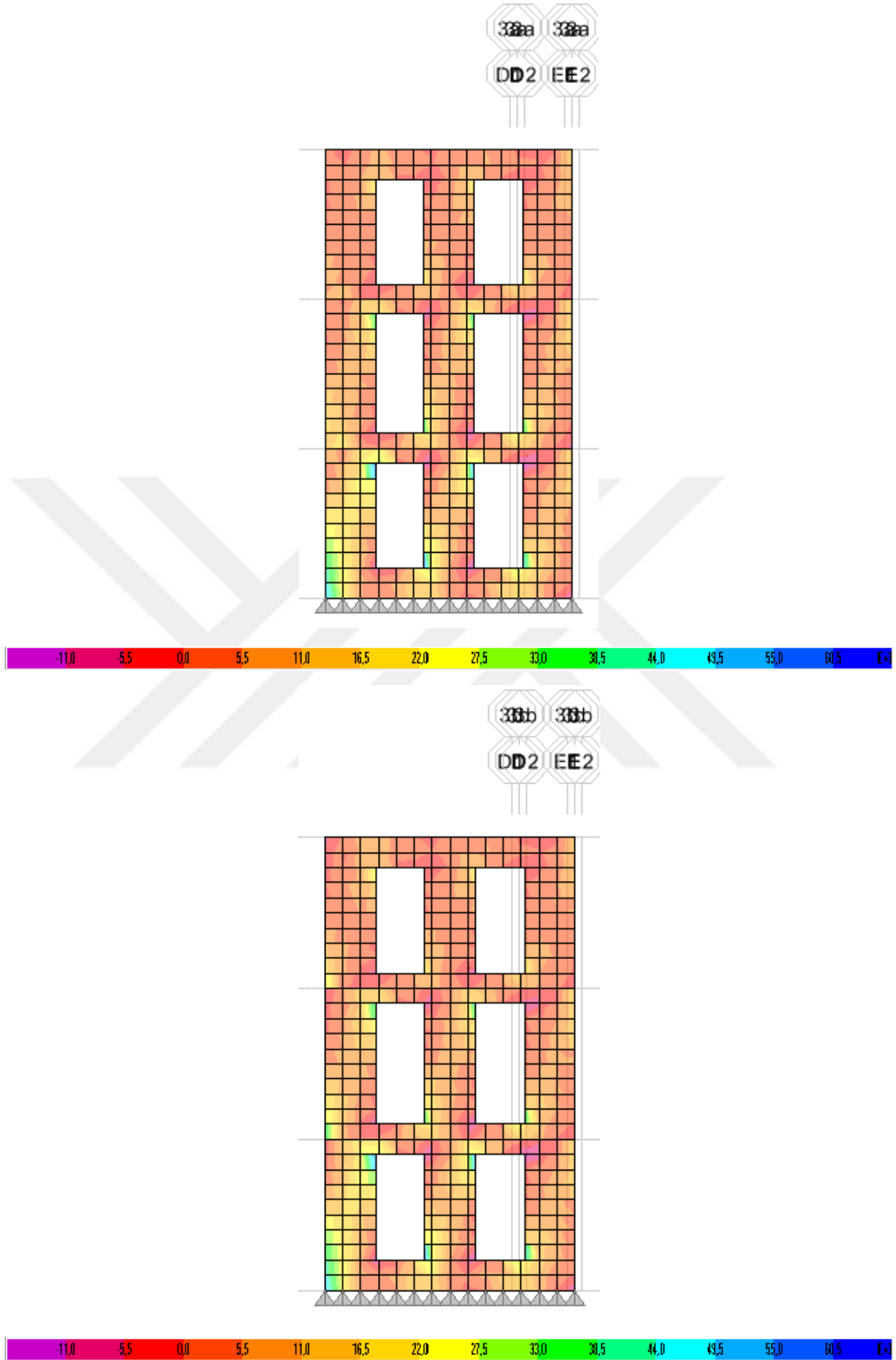
Şekil 4.61. D29,D30,D31,D32 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı

4.1.3.2. Çelik Levhaların Gerilme Değerlerinin Kontrolü

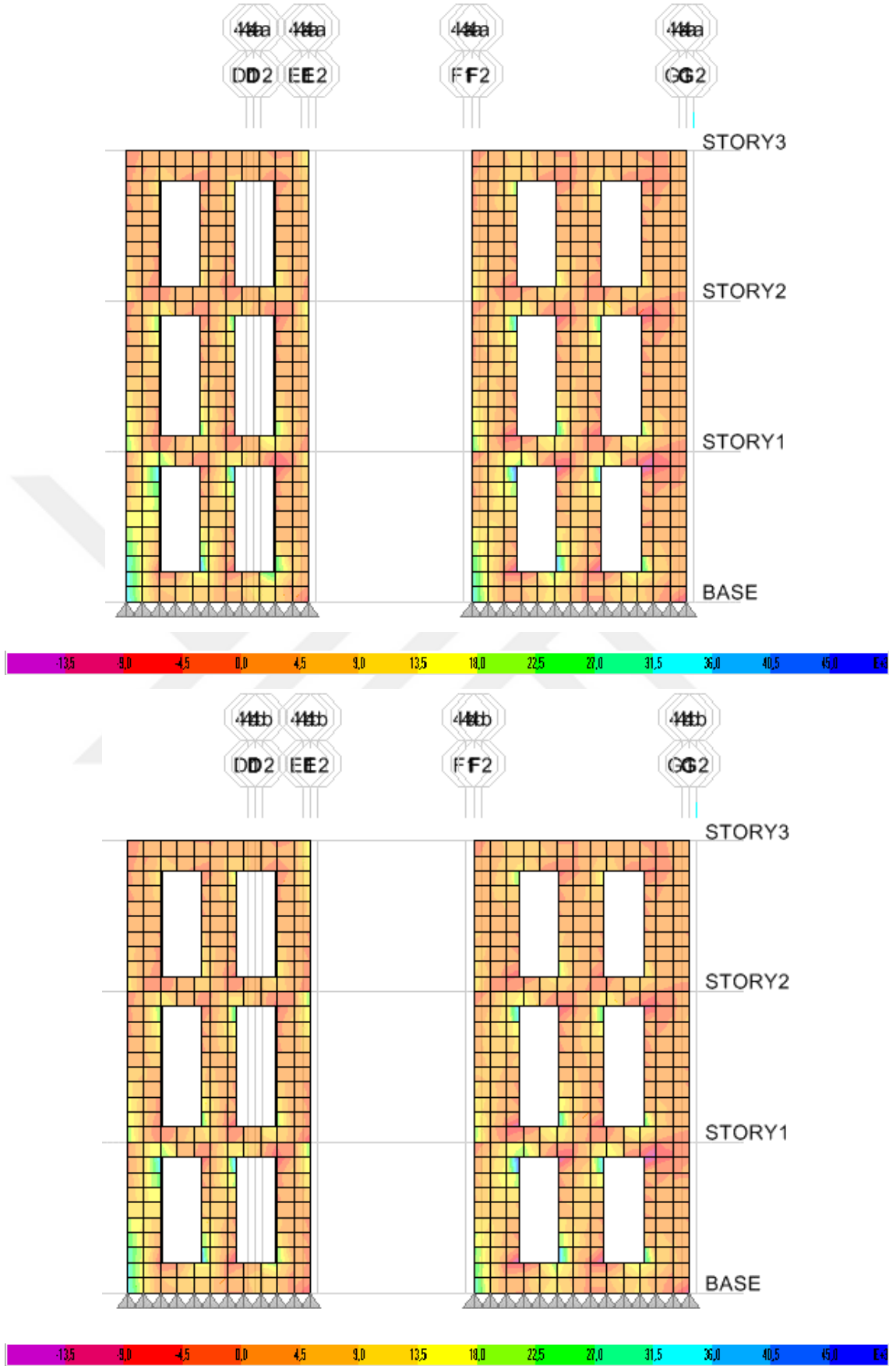
Bu bölümde, uygulanan güçlendirme sonucunda, sabitlenen ince saç elemanlarda meydana gerilmeler incelenmiştir. İnce çelik saç uygulaması duvarların her iki yüzeyine uygulandığı için, her iki saç elemanda meydana gelen gerilmeler aynı şekil üzerinde verilmiştir. Gerilmeler 15 farklı renk skalası ile görselleştirilmiştir. Gerilmelerin skalası Mpa biriminden ilgili şekillerin altında sunulmuştur. Gerilme grafiklerinden, hiç bir çelik levhada gerilmeler akma dayanım sınırına kadar ilerlememiştir. İlgili gerilme dağılımları Şekil 4.62 ve 4.72 arasında sunulmuştur.



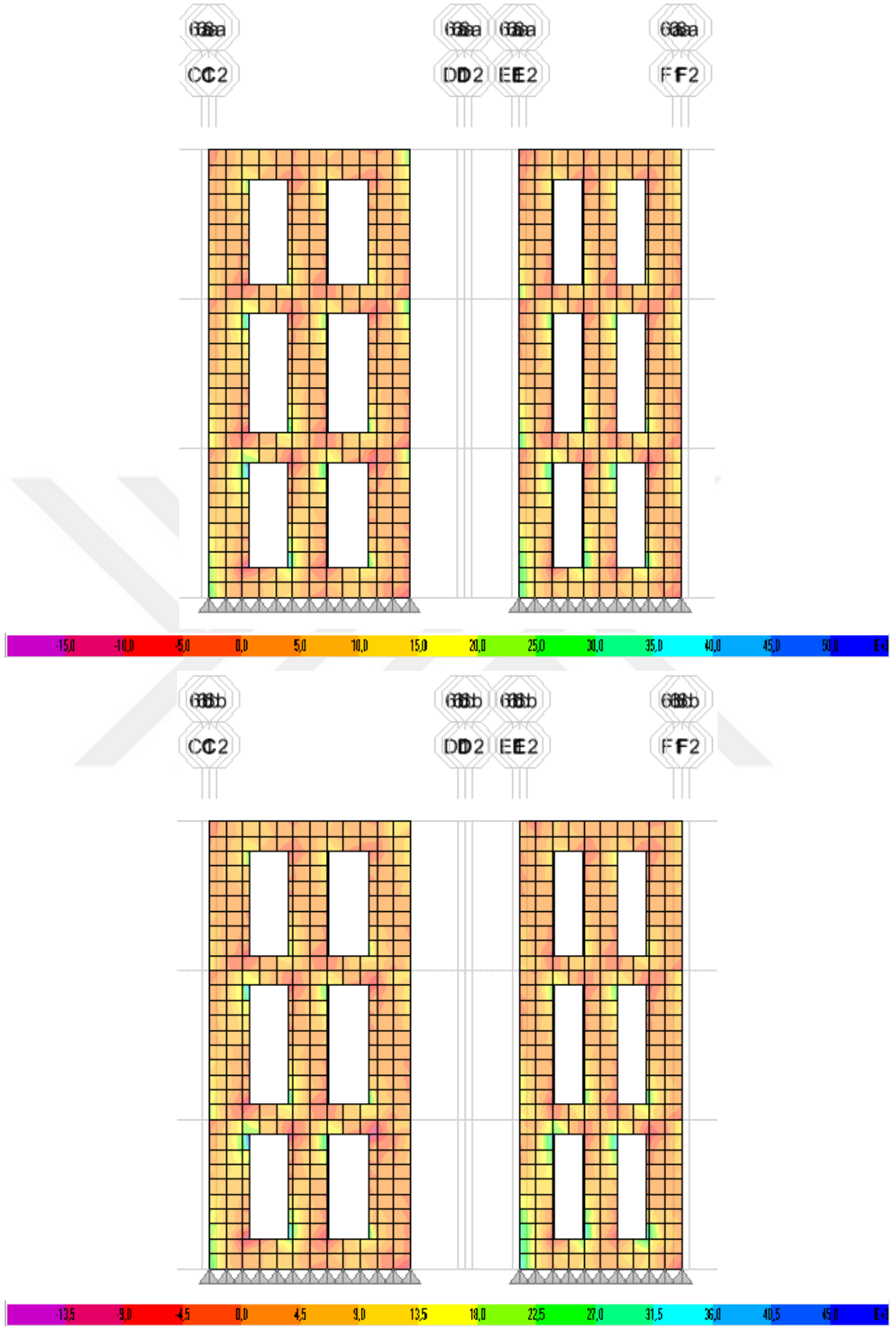
Şekil 4.62. 1-1 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



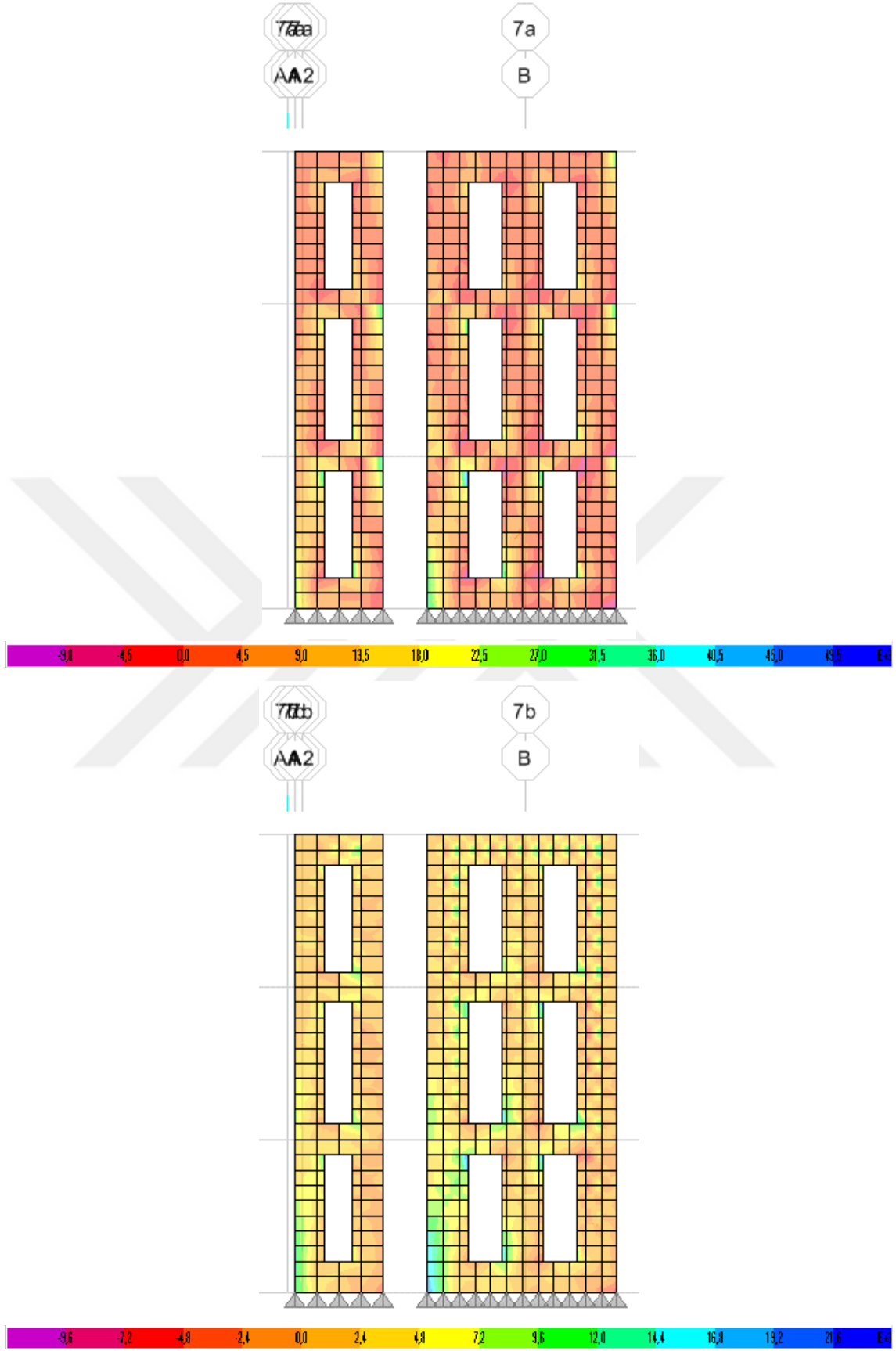
Şekil 4.63. 3-3 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



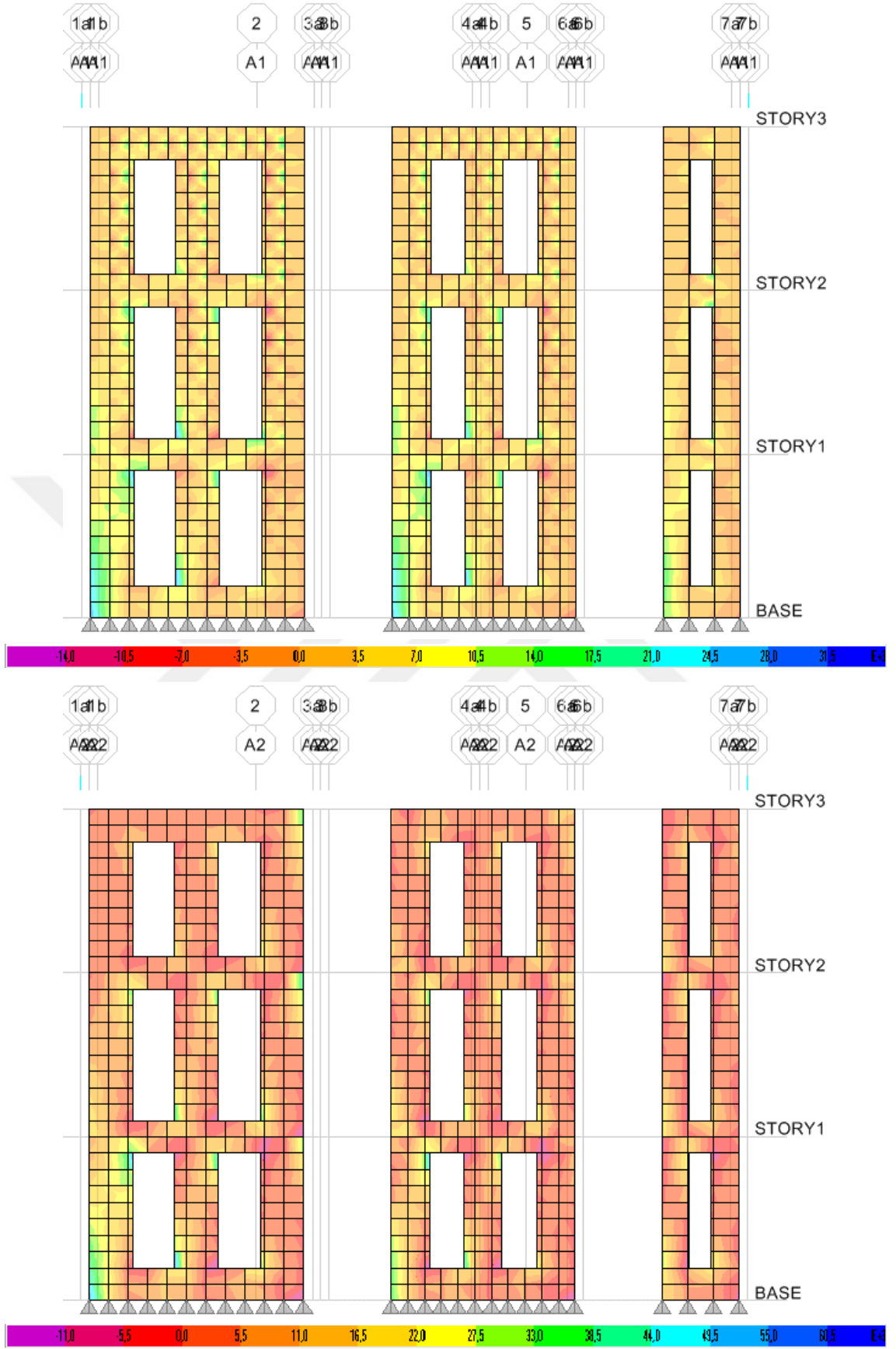
Şekil 4.64. 4-4 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



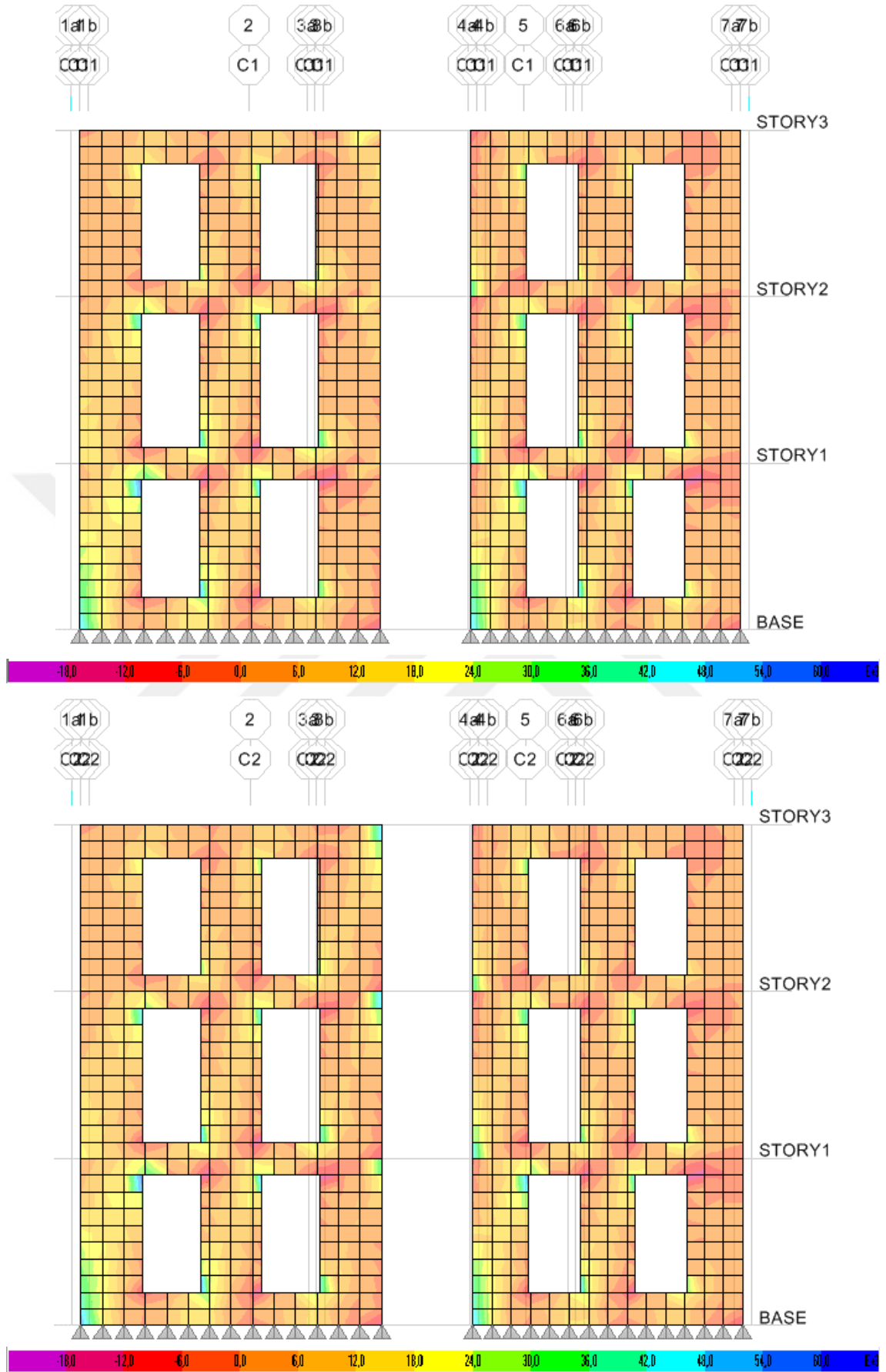
Şekil 4.65. 6-6 Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



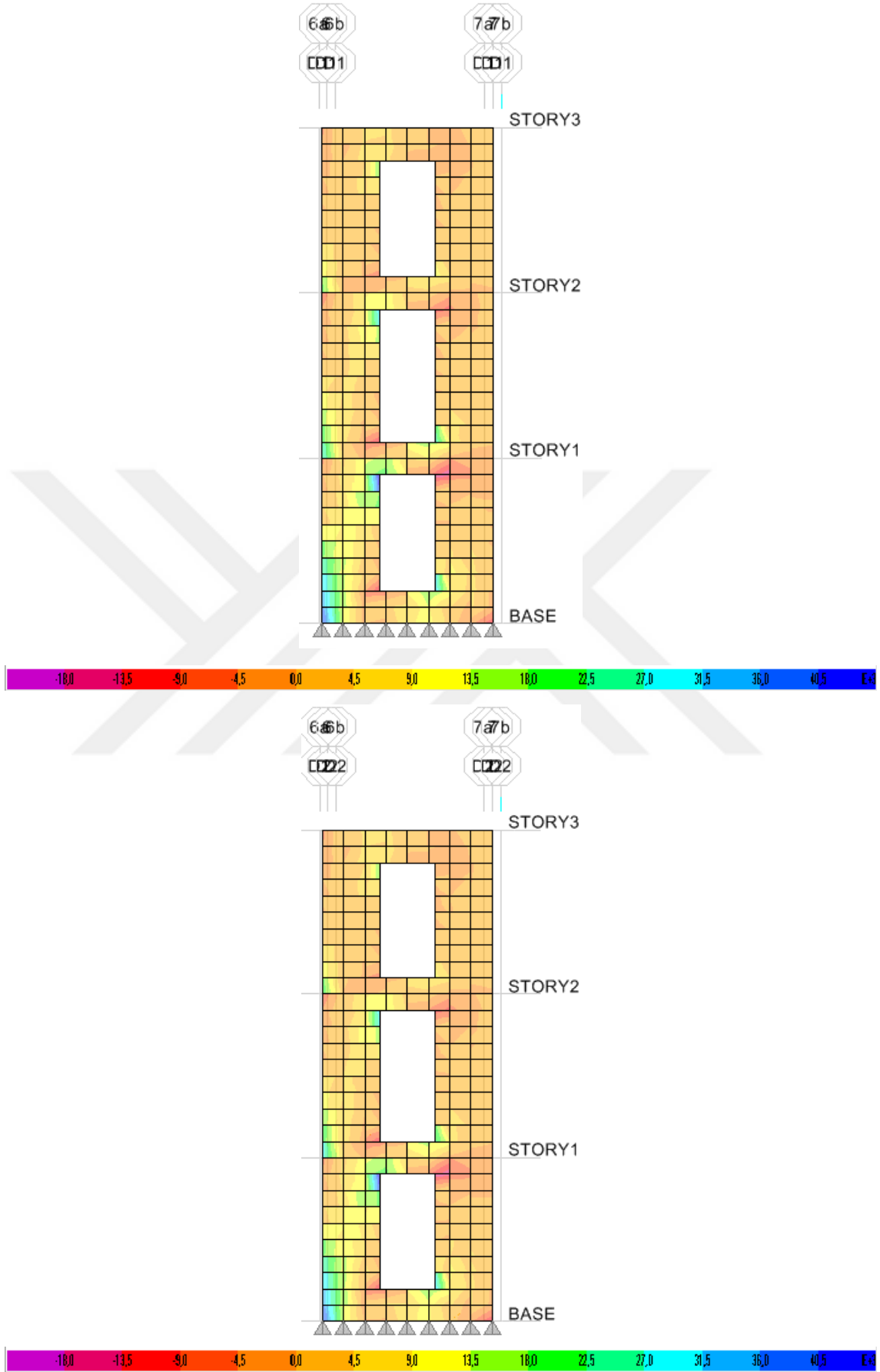
Şekil 4.66. 7-7 Aksı'ndaki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



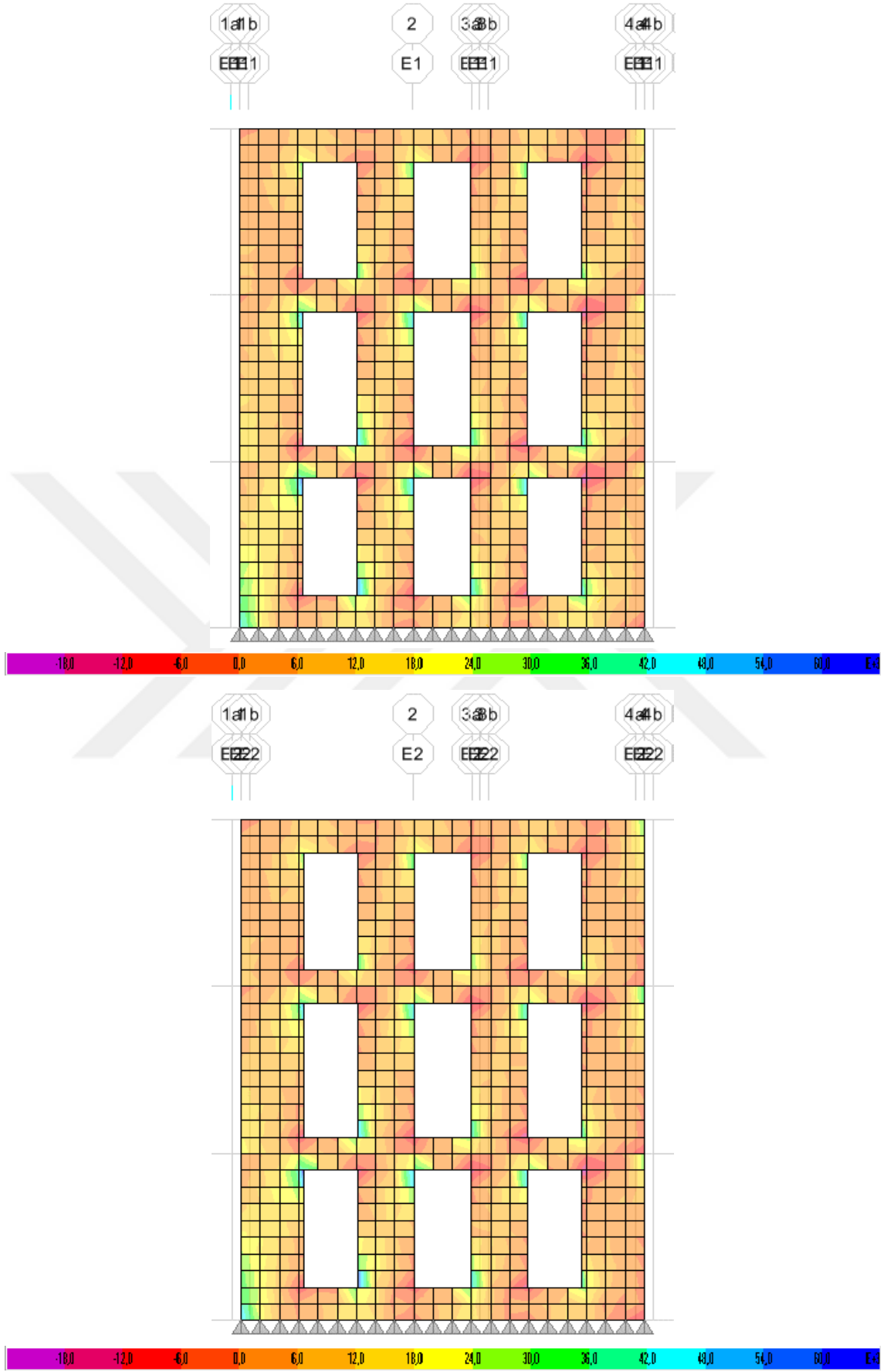
Şekil 4.67. A-A Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



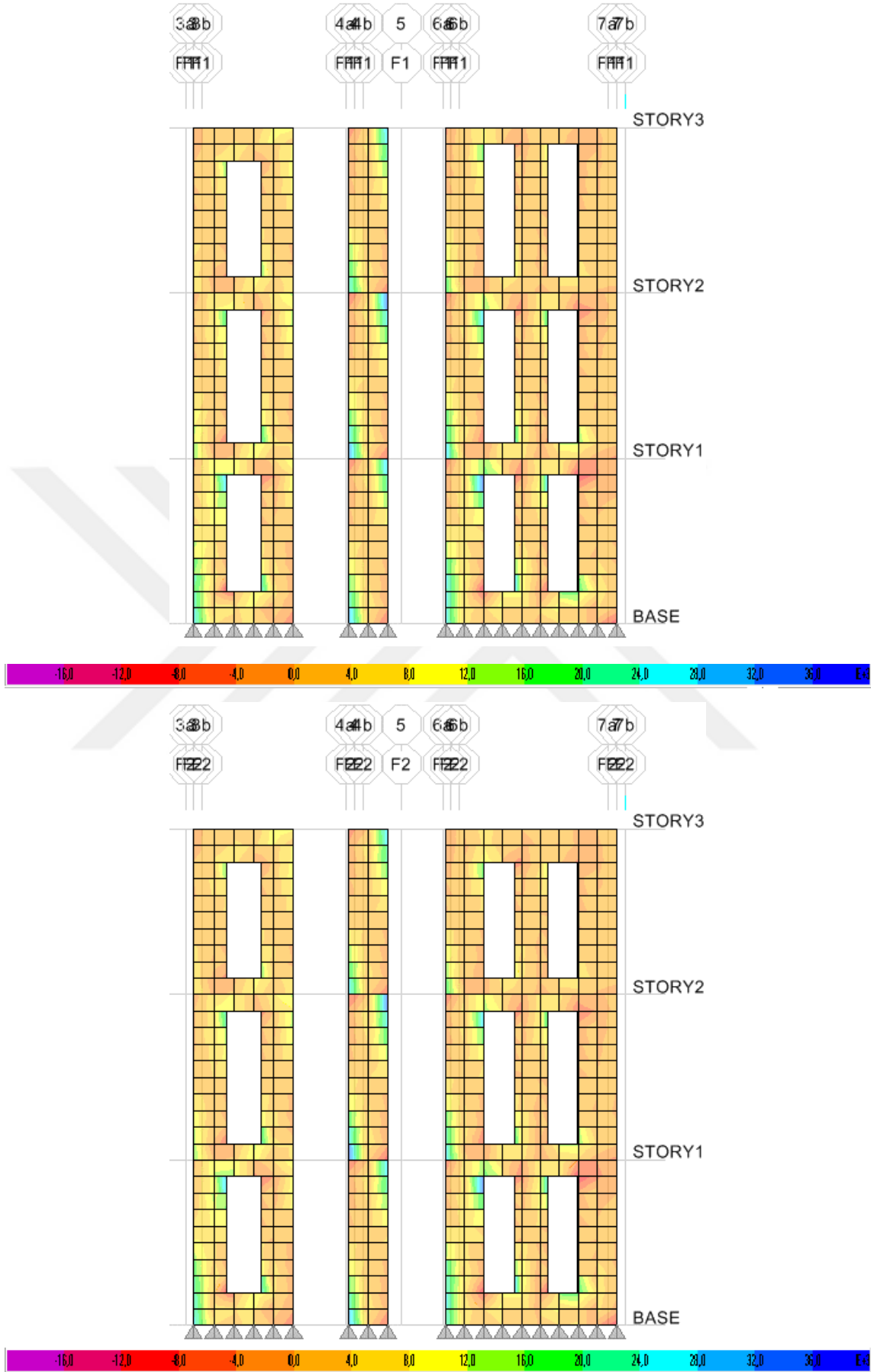
Şekil 4.68. C-C Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



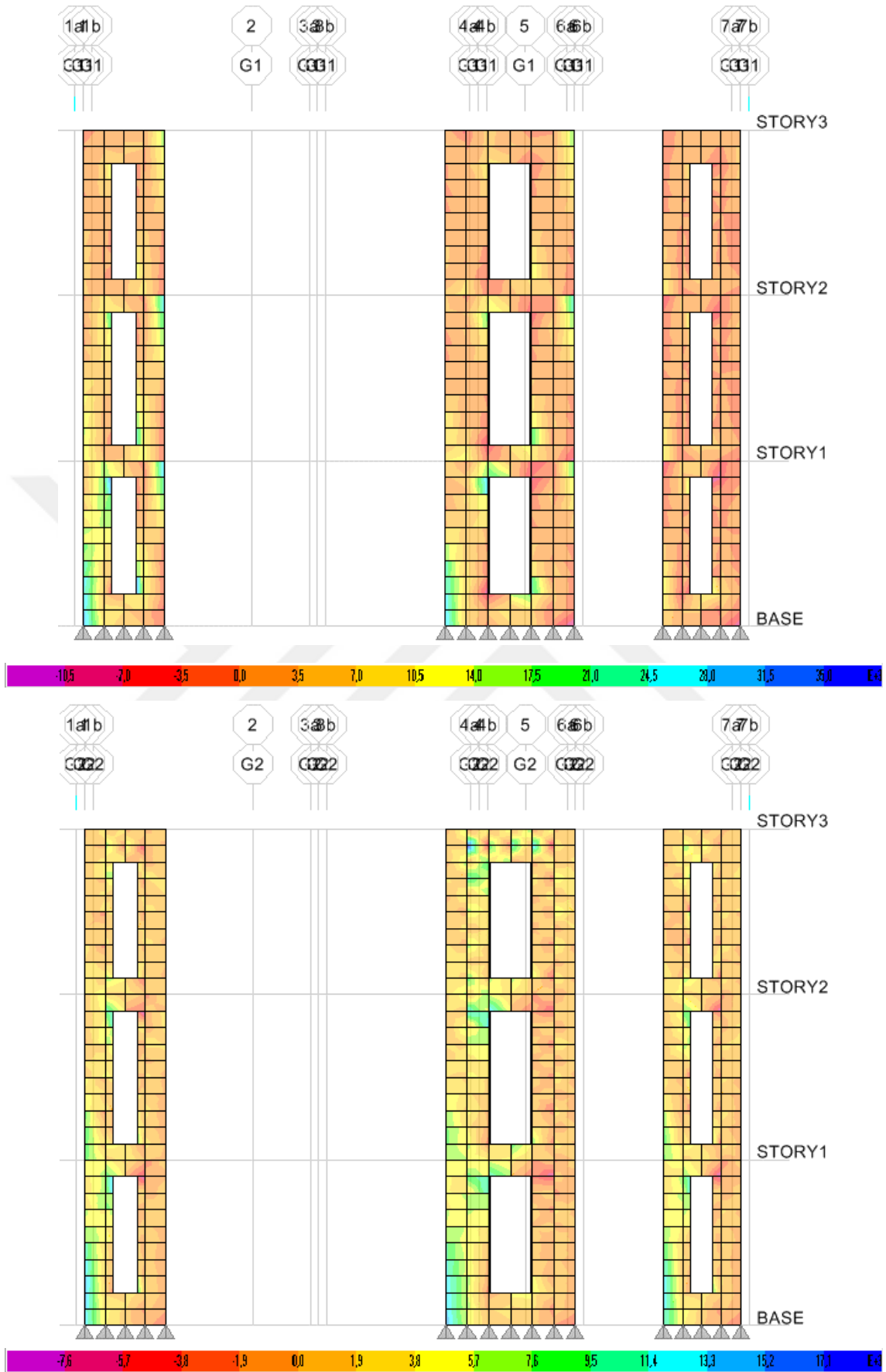
Şekil 4.69. D-D Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



Şekil 4.70. E-E Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



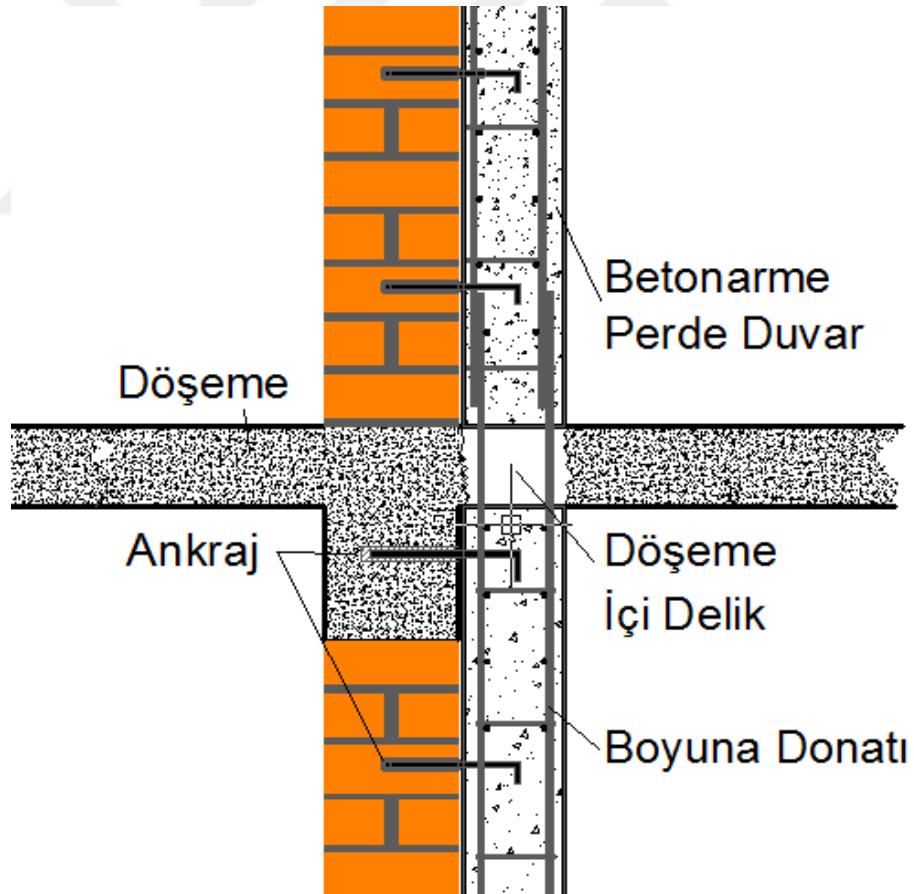
Şekil 4.71. F-F Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri



Şekil 4.72. G-G Aksı'taki saçların iki tarafındaki iç gerilmeleri

4.2. Perde ve Kolonları Mantolama İle Güçlendirilmiş Model Analiz Sonuçları

Tez çalışmasının ilk kısmında yığma yapının duvarlarına çelik saç uygulamasının etkinliği araştırılmıştı. Bu bölümde ise, yapının iç kısmında iki farklı mekanda, betonarme perde duvar yapılması ve mevcut kolonların mantolanmasının deprem dayanımı üzerine etkileri incelenmiştir. Yapının çekirdeğinde bir mekanda U şeklinde bir perde duvar teşkil edilmiştir. Perde 30 cm kalınlığında, beton sınıfı C20 olarak tasarlanmıştır. Perdeler, ankarajlar yardımı ile kat hizasında hatıllara tutturularak yapı ile bir bütün olarak çalışması sağlanmıştır. Kolonları da beton sınıfı C20 ve S420'lik 20 cm mantolama ile sarılmıştır. Yapım aşamasında perde elemanları için, mekan tabanında yeni bir temel oluşturulması öngörülmüştür. Perdeler ETABS programında shell olarak modellenmiş, döşemelere uygun olarak sonlu elemanlara ayrılmış ve alt mesnetleri sabit olarak tanımlanmıştır.(Şekil 4.73).



Şekil 4.73. Betonarme perde duvarın mevcut tuğla duvara, hatıl ve döşemeye bağlantı detayı

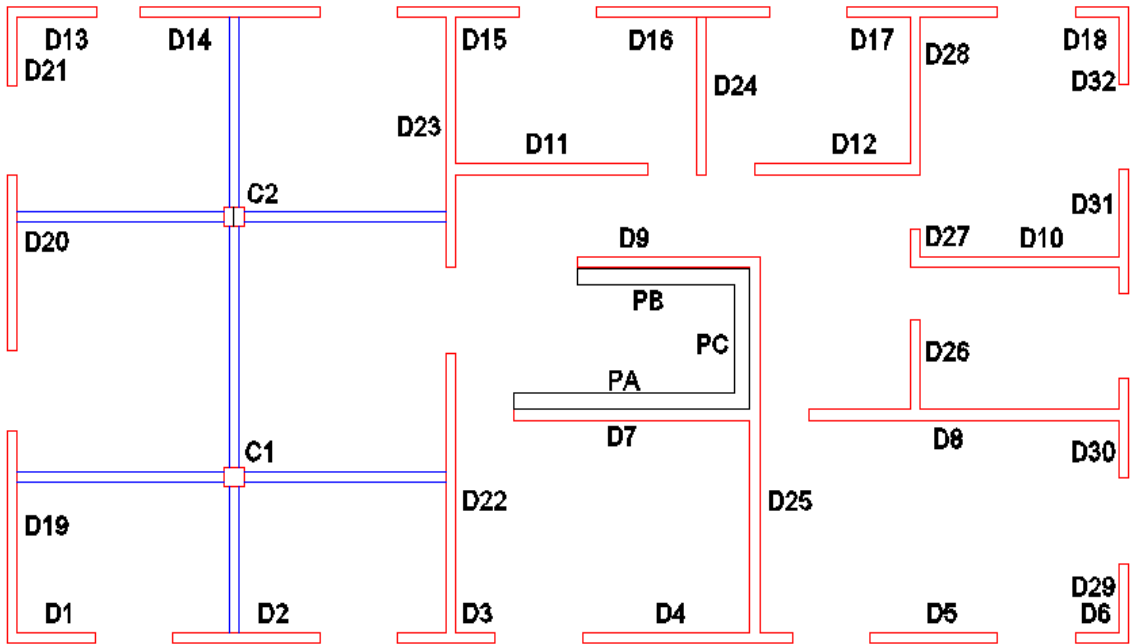
Yapılan analizler sonucu yığma duvarlara etki edecek kayma gerilmeleri Tablo 4.7 ve 4.8 de verilmiştir.

Tablo 4. 7. X yönündeki kayma gerilme sonuçları

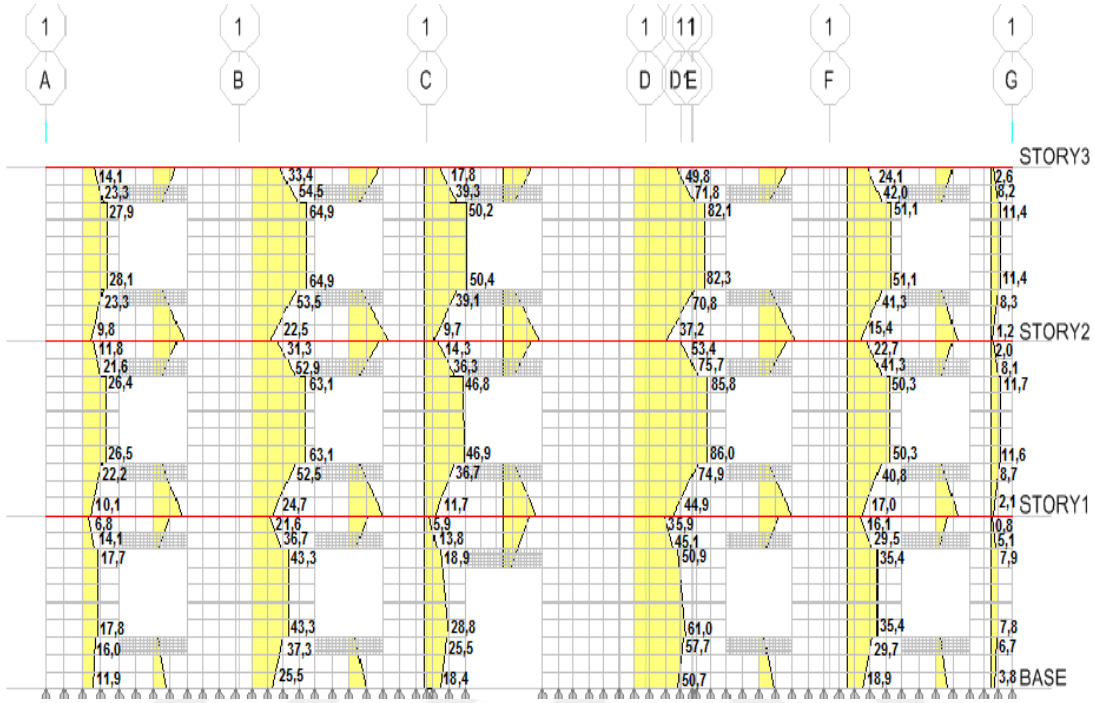
| Kayma gerilme sonuçları X yönündeki(Perde Ve Mantolu) | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------------|---------------------|----------------|---------|---------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| | Duvar Adı | Duvarın Kalınlığı | Duvar Uzunluğu (Ld) | Duvarın Alanı | Ölü Yük | Hareketli Yük | Duvarın düşey gerilmesi (G+0.6Q) | Kesme Kuvvetleri (V) | Duvarın Kayma Gerilmesi | Emniyet Gerilmesi | Yatay Yükleme Durumu |
| | | m | m | m ² | KN | KN | KN | KN | KN/m2 | KN/m2 | |
| X Yönündeki Duvarlar | D1 | 0,20 | 1,83 | 0,37 | 113,78 | 2,61 | 115,35 | 17,83 | 48,72 | 196,14 | Yeterli |
| | D2 | 0,20 | 3,02 | 0,60 | 209,20 | 5,07 | 212,24 | 43,30 | 71,69 | 234,90 | Yeterli |
| | D3 | 0,20 | 1,96 | 0,39 | 152,28 | 4,11 | 154,75 | 28,77 | 73,39 | 211,90 | Yeterli |
| | D4 | 0,20 | 4,32 | 0,86 | 315,56 | 8,29 | 320,53 | 60,97 | 70,57 | 278,21 | Yeterli |
| | D5 | 0,20 | 2,61 | 0,52 | 179,73 | 5,68 | 183,14 | 35,44 | 67,89 | 223,26 | Yeterli |
| | D6 | 0,20 | 1,09 | 0,22 | 72,80 | 1,67 | 73,80 | 7,84 | 35,96 | 179,52 | Yeterli |
| | D7 | 0,20 | 5,04 | 1,01 | 415,89 | 12,69 | 423,50 | 50,50 | 50,10 | 319,40 | Yeterli |
| | D8 | 0,20 | 6,56 | 1,31 | 513,90 | 14,40 | 522,54 | 121,93 | 92,93 | 359,02 | Yeterli |
| | D9 | 0,20 | 3,73 | 0,75 | 286,06 | 8,16 | 290,96 | 30,84 | 41,34 | 266,38 | Yeterli |
| | D10 | 0,20 | 4,47 | 0,89 | 322,33 | 8,42 | 327,38 | 72,36 | 80,94 | 280,95 | Yeterli |
| | D11 | 0,20 | 4,14 | 0,83 | 322,66 | 9,16 | 328,16 | 74,88 | 90,43 | 281,26 | Yeterli |
| | D12 | 0,20 | 3,38 | 0,68 | 254,71 | 6,90 | 258,85 | 58,22 | 86,12 | 253,54 | Yeterli |
| | D13 | 0,20 | 1,83 | 0,37 | 116,38 | 2,56 | 117,92 | 27,44 | 74,97 | 197,17 | Yeterli |
| | D14 | 0,20 | 3,73 | 0,75 | 262,97 | 6,19 | 266,68 | 74,93 | 100,44 | 256,67 | Yeterli |
| | D15 | 0,20 | 2,46 | 0,49 | 178,93 | 4,49 | 181,62 | 48,12 | 97,80 | 222,65 | Yeterli |
| | D16 | 0,20 | 3,52 | 0,70 | 243,19 | 5,72 | 246,62 | 70,31 | 99,87 | 248,65 | Yeterli |
| | D17 | 0,20 | 3,07 | 0,61 | 213,93 | 5,03 | 216,95 | 55,41 | 90,24 | 236,78 | Yeterli |
| | D18 | 0,20 | 1,09 | 0,22 | 68,33 | 1,44 | 69,19 | 13,66 | 62,66 | 177,68 | Yeterli |
| | C1 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 461,09 | 20,45 | | 66,36 | | | |
| | C2 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 493,24 | 22,27 | | 76,60 | | | |
| | PA | | | | | | | 1945,96 | | | |
| | PB | | | | | | | 1193,51 | | | |
| | Toplam | | | 11,57 | | | | 4175,18 | | | |

Tablo 4. 8. Y yönündeki kayma gerilme sonuçları

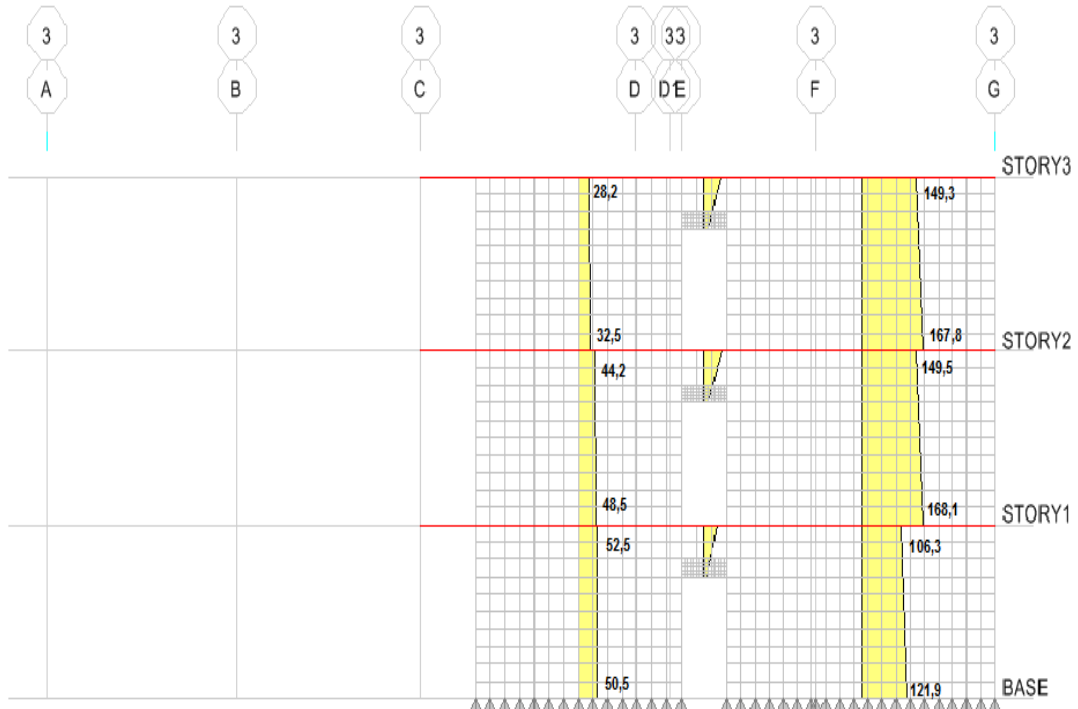
| Kayma gerilme sonuçları Y yönündeki (Perde Ve Mantolu) | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|-------------------|---------------------|----------------|---------|---------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| | Duvar Adı | Duvarın Kalınlığı | Duvar Uzunluğu (Ld) | Duvarın Alanı | Ölü Yük | Hareketli Yük | Duvarın düşey gerilmesi (G+0,60) | Kesme Kuvvetleri (V) | Duvarın Kayma Gerilmesi | Emniyet Gerilmesi | Yatay Yükleme Durumu |
| | | m | m | m ² | KN | KN | KN | KN | KN/m ² | KN/m ² | |
| Y Yönündeki Duvarlar | D19 | 0,20 | 3,83 | 0,77 | 266,93 | 6,66 | 270,93 | 197,86 | 258,30 | 258,37 | Yeterli |
| | D20 | 0,20 | 3,39 | 0,68 | 266,65 | 7,44 | 271,11 | 170,14 | 250,94 | 258,45 | Yeterli |
| | D21 | 0,20 | 1,28 | 0,26 | 96,82 | 2,30 | 98,20 | 44,22 | 172,73 | 189,28 | Yeterli |
| | D22 | 0,20 | 5,31 | 1,06 | 466,87 | 14,59 | 475,62 | 256,55 | 241,57 | 340,25 | Yeterli |
| | D23 | 0,20 | 4,75 | 0,95 | 389,84 | 11,26 | 396,60 | 229,74 | 241,83 | 308,64 | Yeterli |
| | D24 | 0,20 | 2,98 | 0,60 | 224,36 | 5,56 | 227,70 | 95,78 | 160,70 | 241,08 | Yeterli |
| | D25 | 0,20 | 7,15 | 1,43 | 551,12 | 15,26 | 560,28 | 230,31 | 161,06 | 374,11 | Yeterli |
| | D26 | 0,20 | 1,70 | 0,34 | 142,52 | 4,05 | 144,95 | 38,12 | 112,12 | 207,98 | Yeterli |
| | D27 | 0,20 | 0,51 | 0,10 | 59,80 | 1,65 | 60,79 | 8,54 | 83,24 | 174,32 | Yeterli |
| | D28 | 0,20 | 2,98 | 0,60 | 226,57 | 5,77 | 230,03 | 80,84 | 135,64 | 242,01 | Yeterli |
| | D29 | 0,20 | 1,36 | 0,27 | 103,74 | 2,37 | 105,16 | 13,49 | 49,60 | 192,06 | Yeterli |
| | D30 | 0,20 | 1,88 | 0,38 | 142,93 | 3,52 | 145,04 | 27,47 | 73,06 | 208,02 | Yeterli |
| | D31 | 0,20 | 2,37 | 0,47 | 171,74 | 4,13 | 174,22 | 34,87 | 73,57 | 219,69 | Yeterli |
| D32 | 0,20 | 1,28 | 0,26 | 95,59 | 2,06 | 96,83 | 11,44 | 44,69 | 188,73 | Yeterli | |
| | C1 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 461,09 | 20,45 | | 208,43 | | | |
| | C2 | 0,30 | 0,40 | 0,12 | 493,24 | 22,27 | | 208,42 | | | |
| | PC | | | | | | | 1819,01 | | | |
| | Toplam | | | 8,15 | | | | 3675,23 | | | |

**Şekil 4.74.** X ve Y yönündeki duvarları

Yapıya perde duvarlar eklenmesiyle oluşturulan güçlendirilmiş binada, deprem kuvvetleri altında yığma duvarlarda oluşan kesme kuvvetleri Şekil 4.74 ve 4.87 arasında verilmiştir.



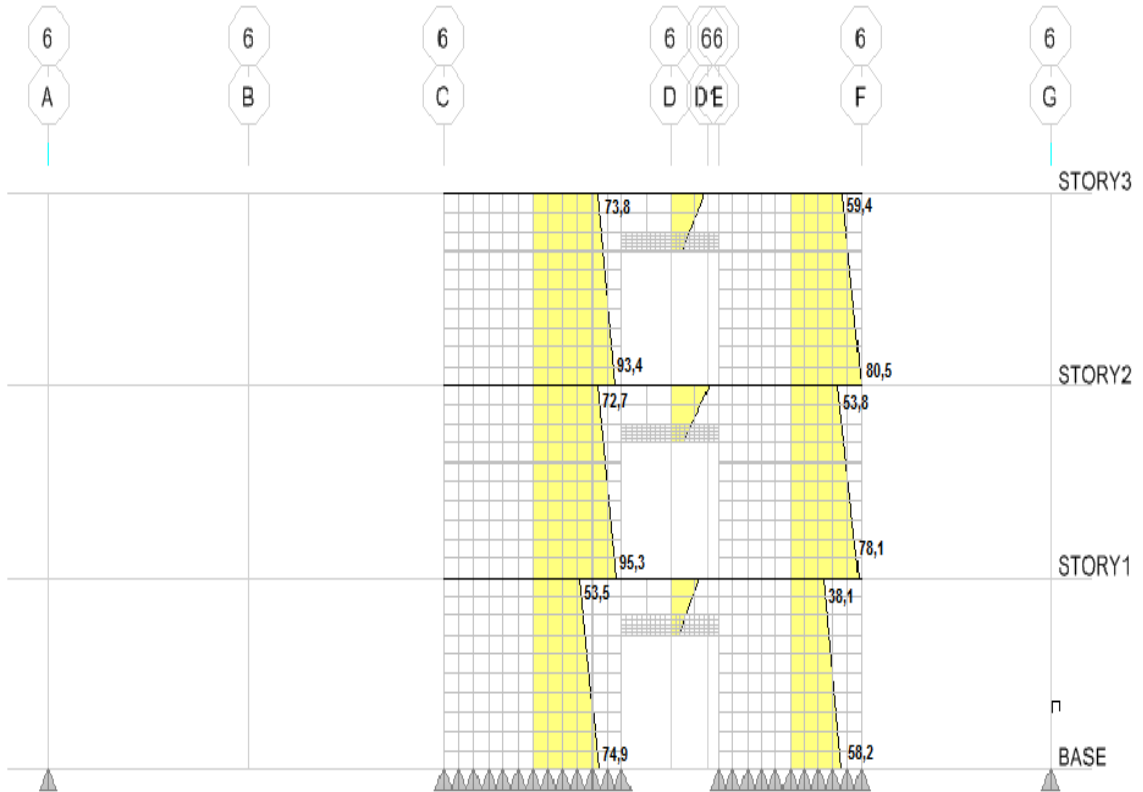
Şekil 4.75. D1,D2,D3,D4,D5,D6 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



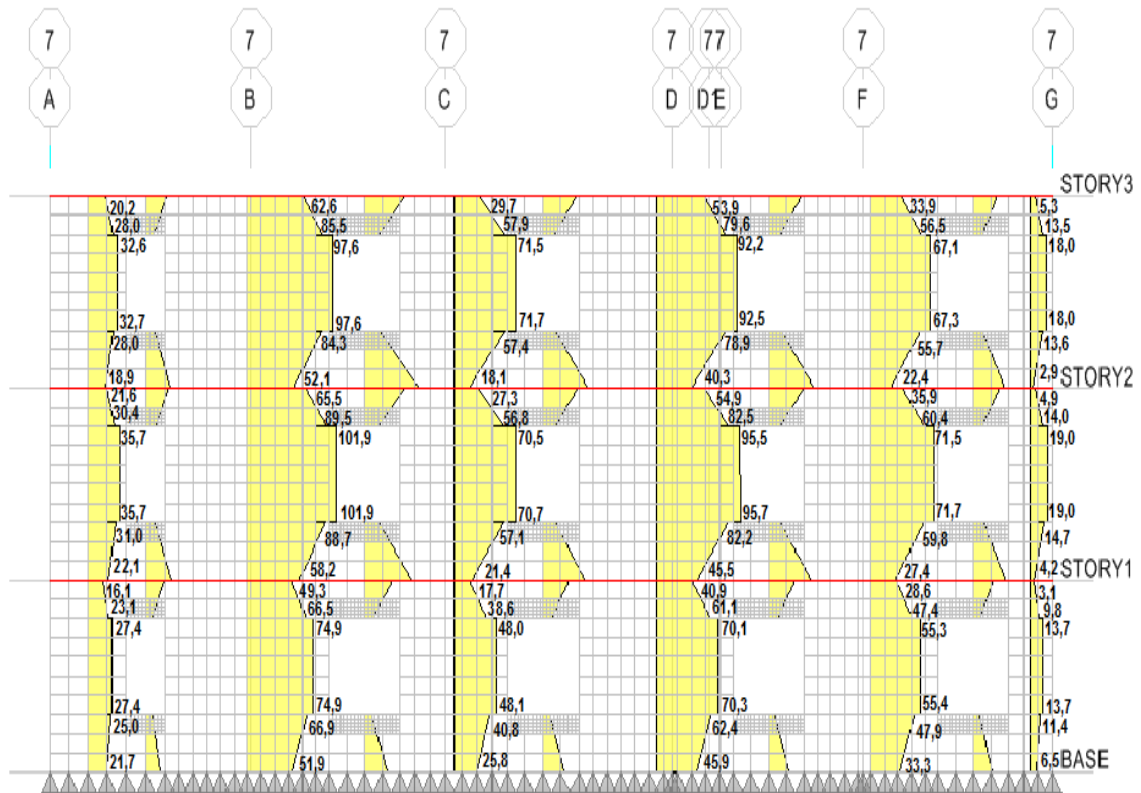
Şekil 4.76. D7,D8 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



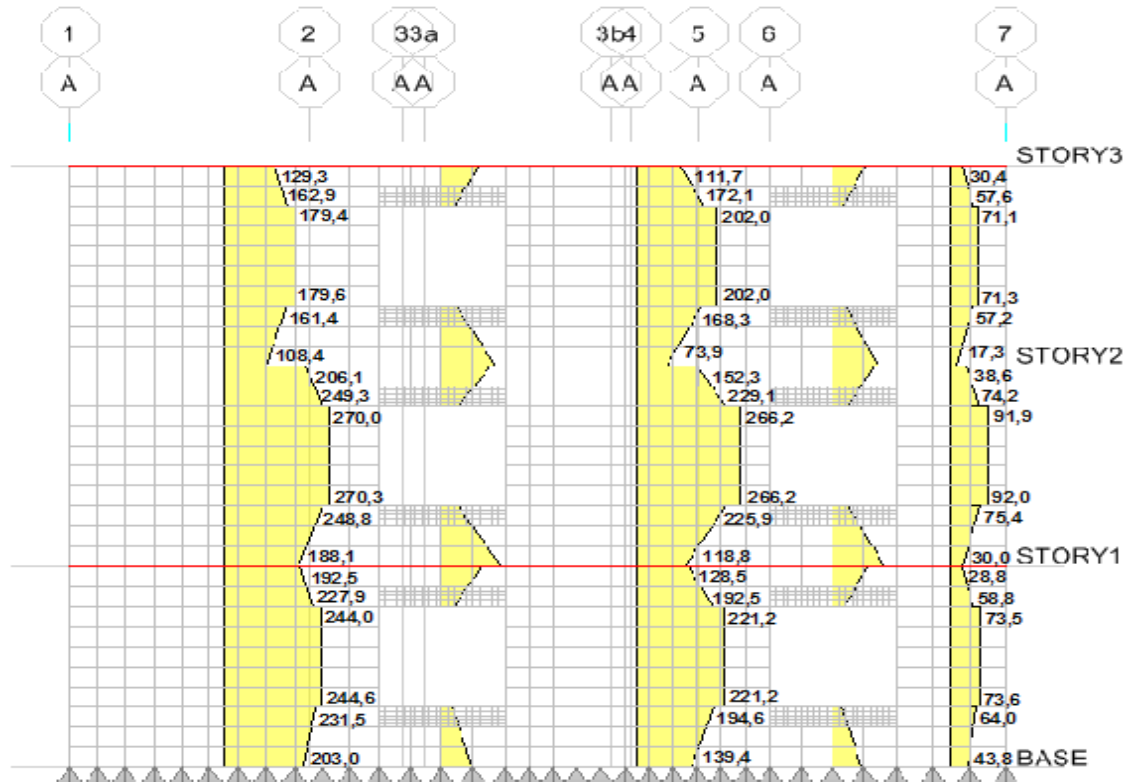
Şekil 4.77. D9,D10 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



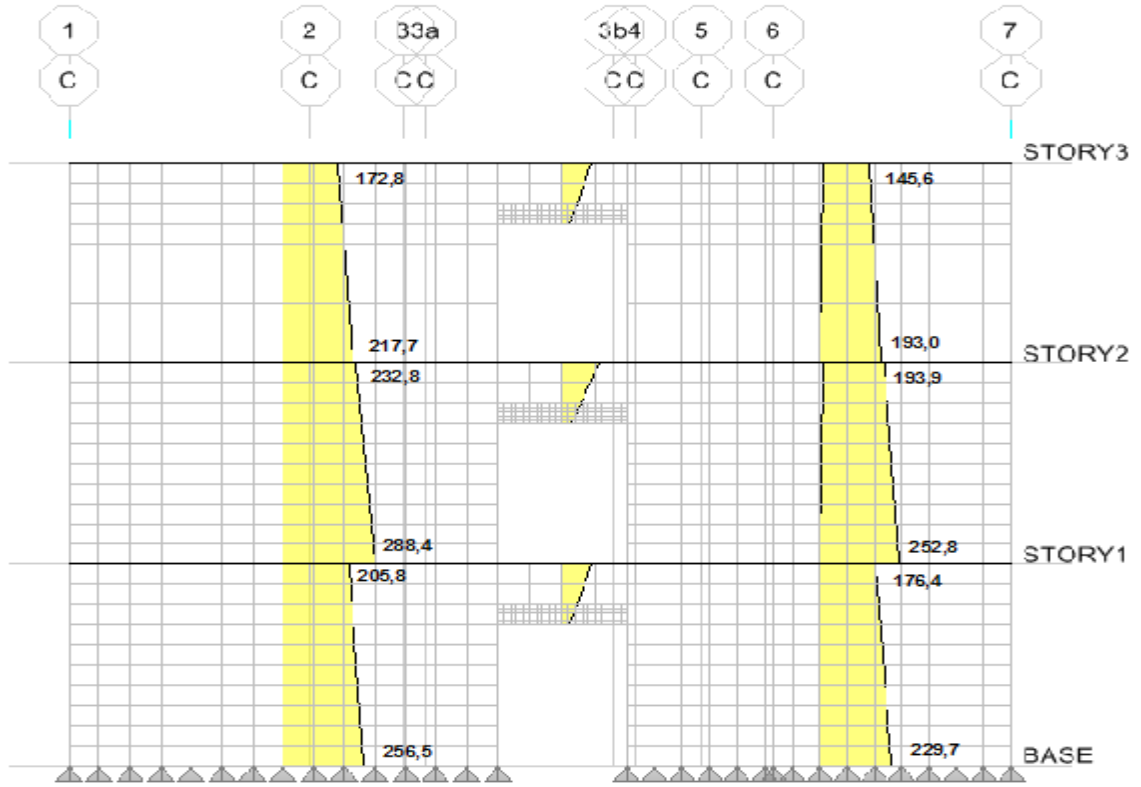
Şekil 4.78. D11,D12 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



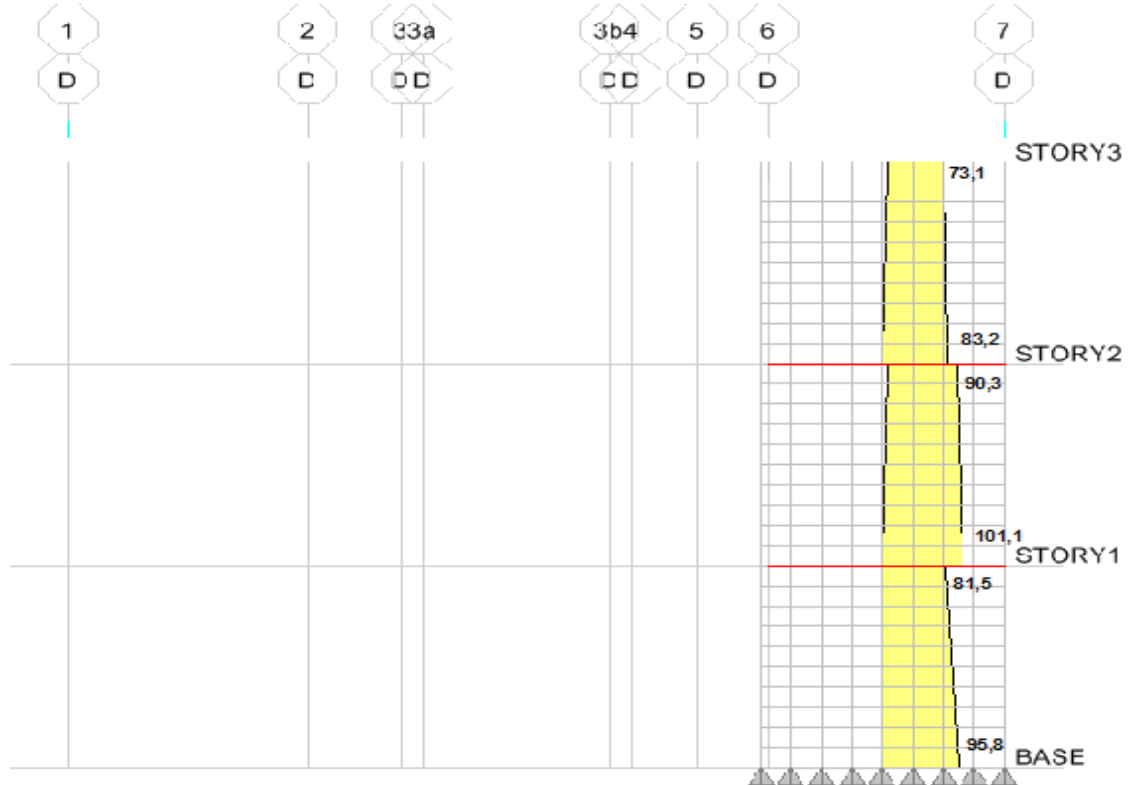
Şekil 4.79. D13,D14,D15,D16,D17,D18 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



Şekil 4.80. D19,D20,D21 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



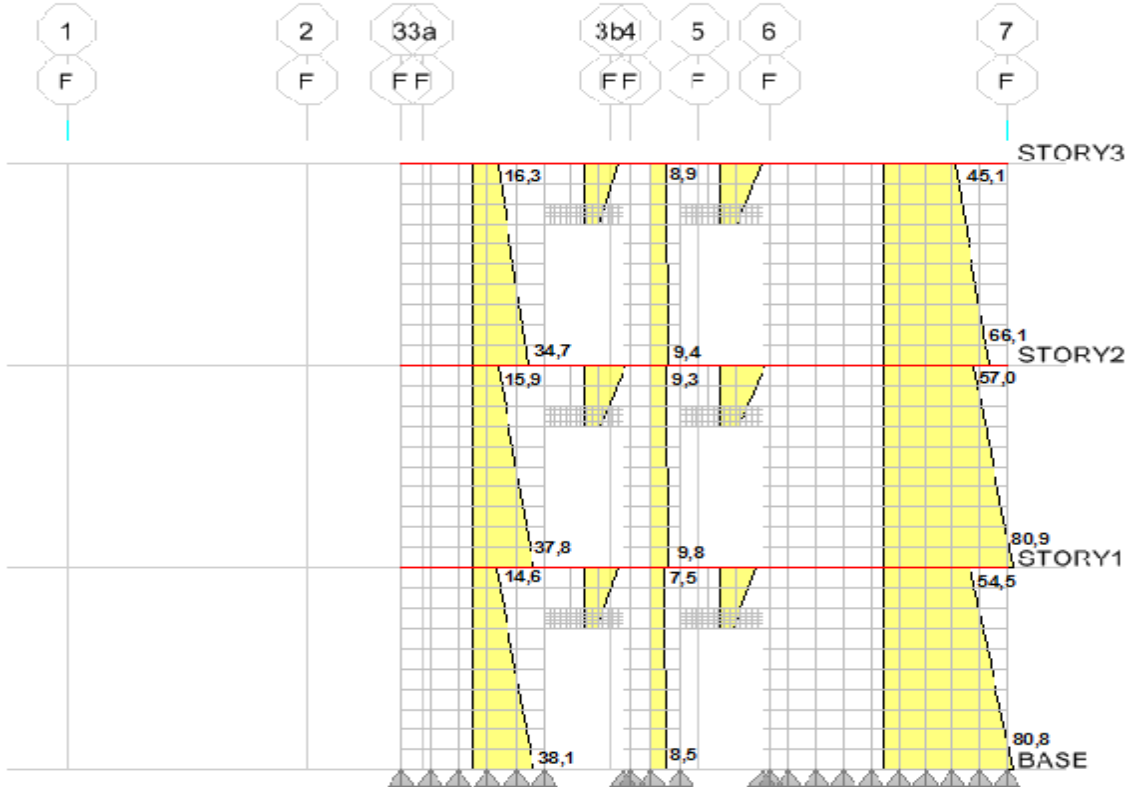
Şekil 4.81. D22,D23 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



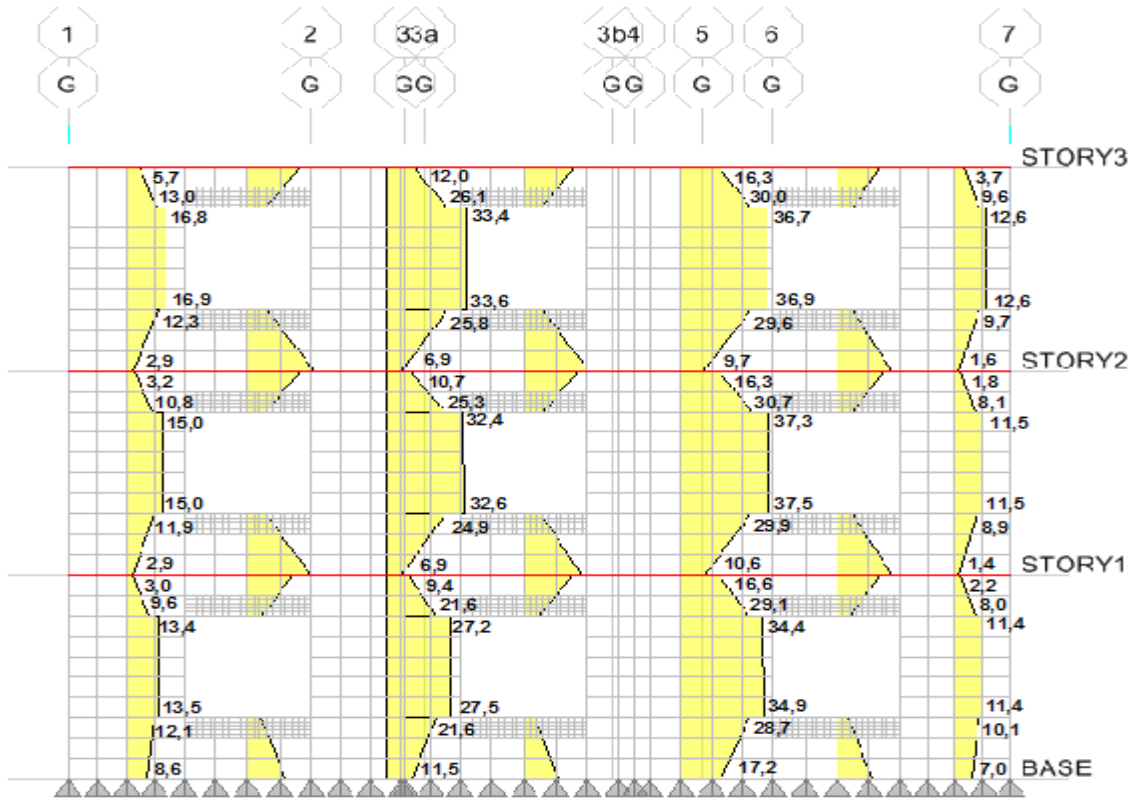
Şekil 4.82. D24 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



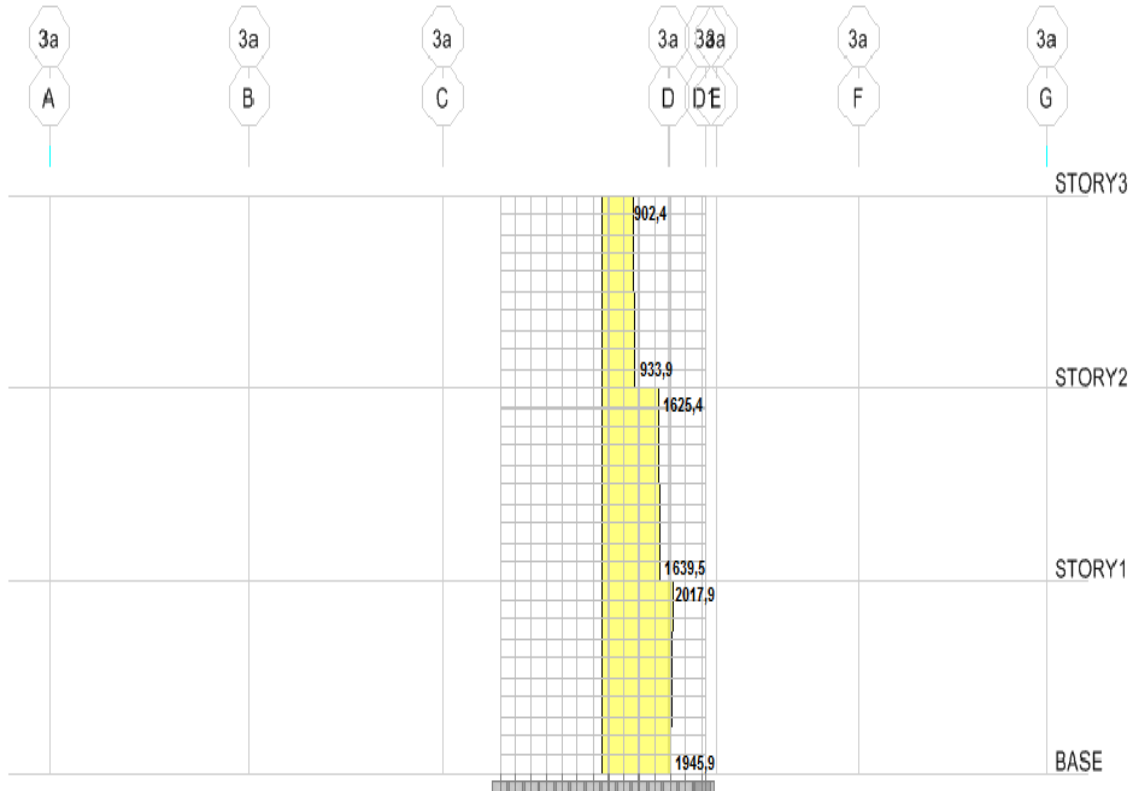
Şekil 4.83. D25 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



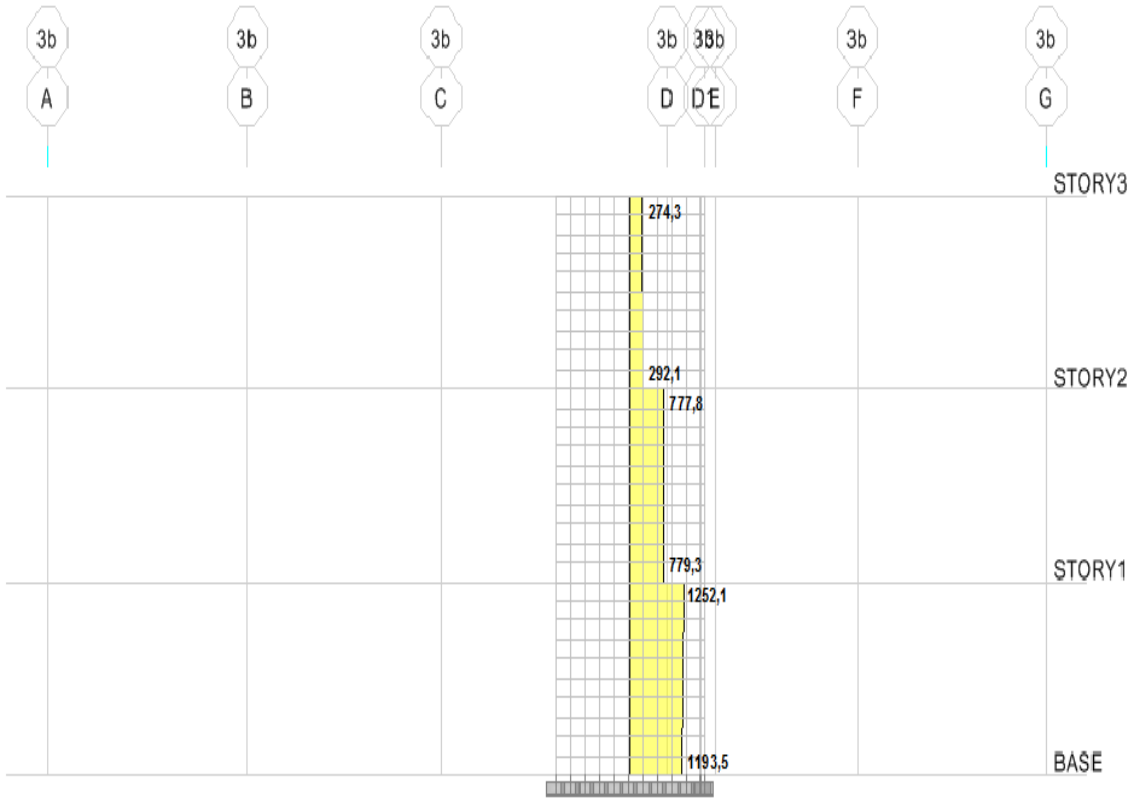
Şekil 4.84. D26,D27,D28 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



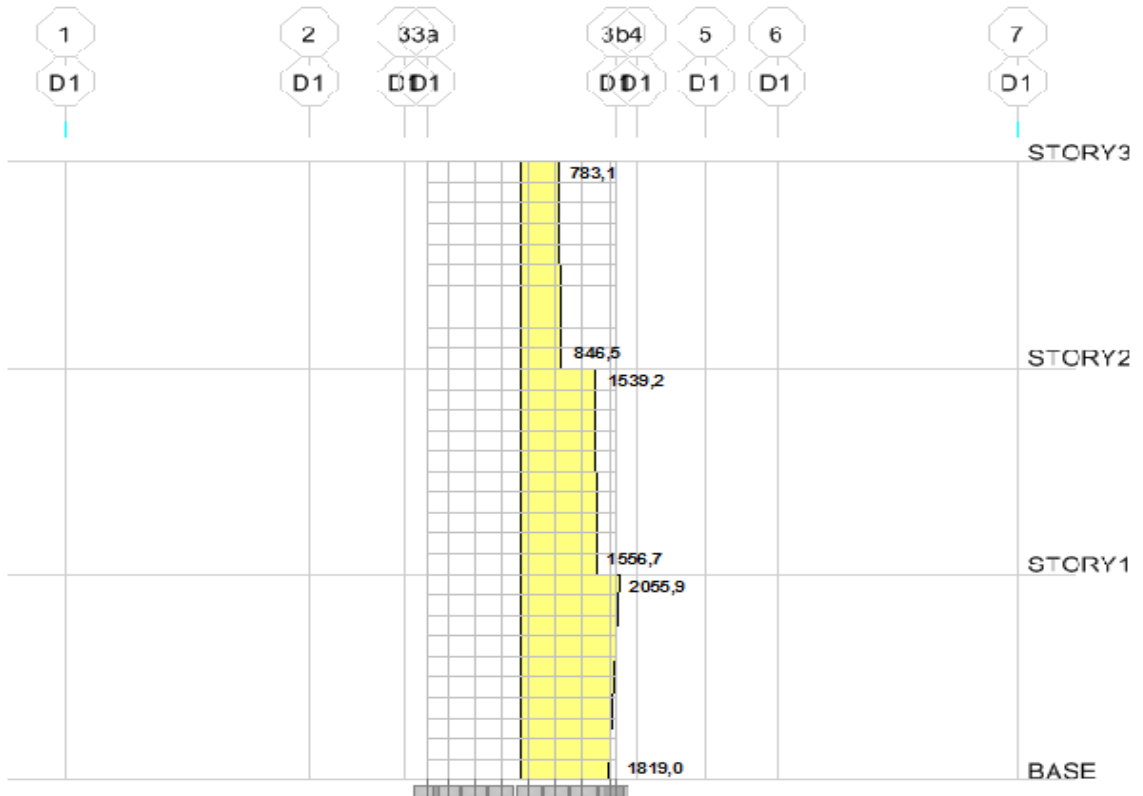
Şekil 4.85. D29,D30,D31,D32 duvarların kesme kuvvetlerin dağılımı



Şekil 4.86. PA perdenin kesme kuvvetinin dağılımı



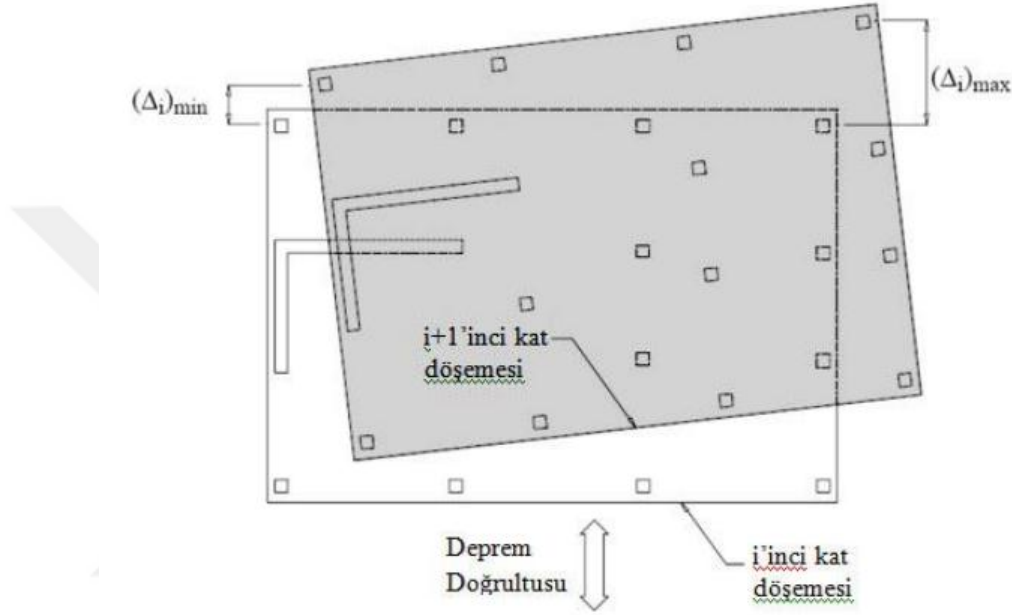
Şekil 4.87. PB perdenin kesme kuvvetinin dağılımı



Şekil 4.88. PC perdenin kesme kuvvetinin dağılımı

4.3. Burulma Düzensizliğin Kontrolü

TBDY 2018’de planda düzensizlik durumlarından A1 Burulma Düzensizliği, iki deprem yönünden her biri için, her bir katta en büyük görelü kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelü ötelemeye oranının 1.2’den daha büyük olması durumudur.



Şekil 4.89. Burulma düzensizliği durumu (TBDY, 2018)

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda:

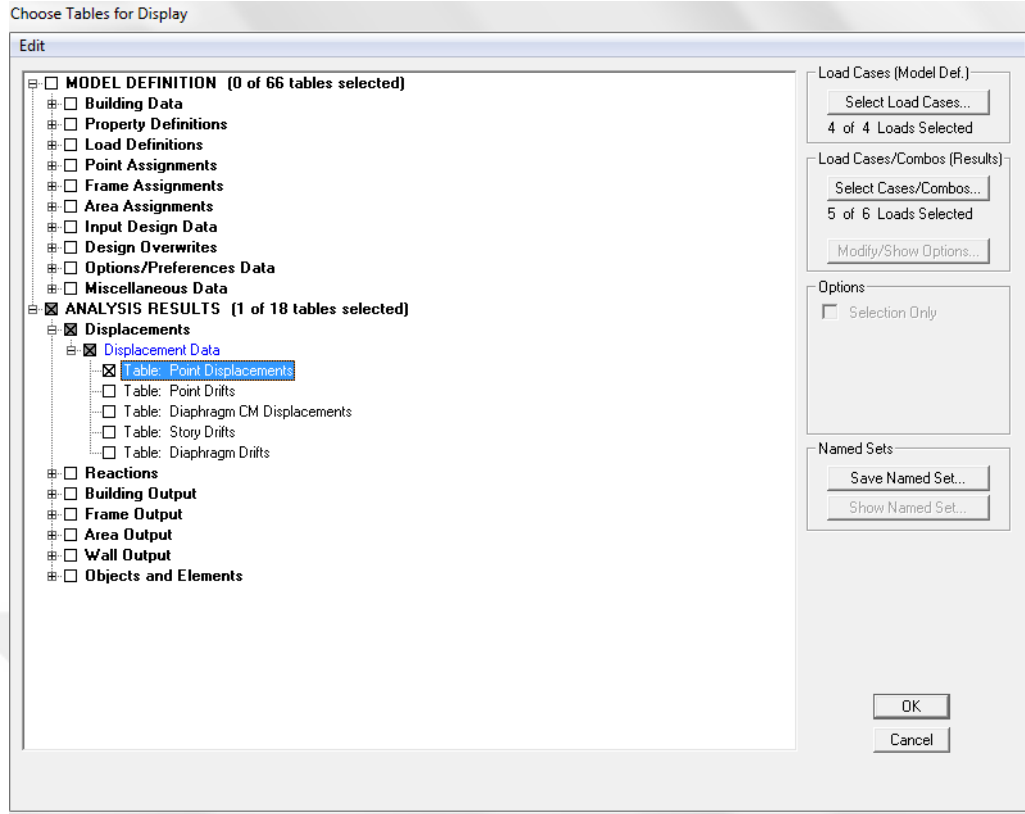
$$(\Delta_i)_{ort} = 1/2 [(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}] \quad (4.1)$$

Burulma düzensizliği katsayısı :

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

Burulma düzensizliği durumu : $\eta_{bi} > 1.2$

Burulma düzensizliği kontrolünü analiz edilmiş modelin kat plan üzerindeyken “All Story” seçeneği aktif iken, binanın köşelerini seçerek, “Display-Show Table” menüsünden alarak EXCEL’e aktarıp hesaplamalar yapılmıştır (Şekil 4.90).



Şekil 4.90. Katların yapmış olduğu deplasman miktarı

Güçlendirilmemiş bina ve 4 farklı tip güçlendirme tiplerinde tablo 4.9 – 4.13 de gösterilmiştir.

Tablo 4.9. Güçlendirilmemiş binanın burulma düzensizliğin kontrolü

| Güçlendirilmemiş Model | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------|------|--------|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------------|--------------|--------|----|
| X Yönü | | | | | | | Y Yönü | | | | | | | | |
| Story | Point | Load | UX | Δ max | Δ ort | nbi | | Story | Point | Load | UY | Δ max | Δ ort | nbi | |
| STORY3 | 1 | EX | 0,0104 | 0,0104 | 0,0103 | 1,0146 | Ok | STORY3 | 1 | EY | 0,0159 | 0,0159 | 0,0147 | 1,0816 | Ok |
| | 14 | | 0,0104 | | | | | | 0,0135 | | | | | | |
| | 31 | | 0,0101 | | | | | | 0,0159 | | | | | | |
| | 45 | | 0,0101 | | | | | | 0,0135 | | | | | | |
| STORY2 | 1 | EX | 0,0075 | 0,0075 | 0,0074 | 1,0204 | Ok | STORY2 | 1 | EY | 0,0113 | 0,0113 | 0,0104 | 1,0865 | Ok |
| | 14 | | 0,0075 | | | | | | 0,0095 | | | | | | |
| | 31 | | 0,0072 | | | | | | 0,0113 | | | | | | |
| | 45 | | 0,0072 | | | | | | 0,0095 | | | | | | |
| STORY1 | 1 | EX | 0,0037 | 0,0037 | 0,0037 | 1,0137 | Ok | STORY1 | 1 | EY | 0,0054 | 0,0054 | 0,0050 | 1,0800 | Ok |
| | 14 | | 0,0037 | | | | | | 0,0046 | | | | | | |
| | 31 | | 0,0036 | | | | | | 0,0054 | | | | | | |
| | 45 | | 0,0036 | | | | | | 0,0046 | | | | | | |

Tablo 4. 10. Saç 1cm E=200000 Mpa binanın burulma düzensizliğin kontrolü

| Saç 1cm E=200000Mpa | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|------|--------|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------------|--------------|--------|----|
| X Yönü | | | | | | | Y Yönü | | | | | | | | |
| Story | Point | Load | UX | Δ max | Δ ort | nbi | | Story | Point | Load | UY | Δ max | Δ ort | nbi | |
| STORY3 | 1 | EX | 0,0046 | 0,0046 | 0,0045 | 1,0337 | Ok | STORY3 | 1 | EY | 0,0053 | 0,0053 | 0,0046 | 1,1522 | Ok |
| | 14 | | 0,0046 | | | | | | 0,0039 | | | | | | |
| | 31 | | 0,0043 | | | | | | 0,0053 | | | | | | |
| | 45 | | 0,0043 | | | | | | 0,0039 | | | | | | |
| STORY2 | 1 | EX | 0,0033 | 0,0033 | 0,0032 | 1,0313 | Ok | STORY2 | 1 | EY | 0,0037 | 0,0037 | 0,0033 | 1,1385 | Ok |
| | 14 | | 0,0033 | | | | | | 0,0028 | | | | | | |
| | 31 | | 0,0031 | | | | | | 0,0037 | | | | | | |
| | 45 | | 0,0031 | | | | | | 0,0028 | | | | | | |
| STORY1 | 1 | EX | 0,0015 | 0,0015 | 0,0015 | 1,0345 | Ok | STORY1 | 1 | EY | 0,0016 | 0,0016 | 0,0014 | 1,1429 | Ok |
| | 14 | | 0,0015 | | | | | | 0,0012 | | | | | | |
| | 31 | | 0,0014 | | | | | | 0,0016 | | | | | | |
| | 45 | | 0,0014 | | | | | | 0,0012 | | | | | | |

Tablo 4. 11. Saç 0.5cm E=200000 Mpa burulma düzensizliğin kontrolü

| Saç 0.5cm E=200000 Mpa | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------|------|--------|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------------|--------------|--------|----|
| X Yönü | | | | | | | Y Yönü | | | | | | | | |
| Story | Point | Load | UX | Δ max | Δ ort | nbi | | Story | Point | Load | UY | Δ max | Δ ort | nbi | |
| STORY3 | 1 | EX | 0,0061 | 0,0061 | 0,0060 | 1,0252 | Ok | STORY3 | 1 | EY | 0,0075 | 0,0075 | 0,0067 | 1,1278 | Ok |
| | 14 | | 0,0061 | | | | | | 0,0058 | | | | | | |
| | 31 | | 0,0058 | | | | | | 0,0075 | | | | | | |
| | 45 | | 0,0058 | | | | | | 0,0058 | | | | | | |
| STORY2 | 1 | EX | 0,0044 | 0,0044 | 0,0043 | 1,0233 | Ok | STORY2 | 1 | EY | 0,0052 | 0,0052 | 0,0047 | 1,1183 | Ok |
| | 14 | | 0,0044 | | | | | | 0,0041 | | | | | | |
| | 31 | | 0,0042 | | | | | | 0,0052 | | | | | | |
| | 45 | | 0,0042 | | | | | | 0,0041 | | | | | | |
| STORY1 | 1 | EX | 0,0021 | 0,0021 | 0,0021 | 1,0244 | Ok | STORY1 | 1 | EY | 0,0023 | 0,0023 | 0,0021 | 1,0952 | Ok |
| | 14 | | 0,0021 | | | | | | 0,0019 | | | | | | |
| | 31 | | 0,002 | | | | | | 0,0023 | | | | | | |
| | 45 | | 0,002 | | | | | | 0,0019 | | | | | | |

Tablo 4. 12. Saç 1cm E=70000 Mpa burulma düzensizliğin kontrolü

| Saç 1cm E=70000 Mpa | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|------|--------|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------------|--------------|--------|----|
| X Yönü | | | | | | | Y Yönü | | | | | | | | |
| Story | Point | Load | UX | Δ max | Δ ort | nbi | | Story | Point | Load | UY | Δ max | Δ ort | nbi | |
| STORY3 | 1 | EX | 0,0068 | 0,0068 | 0,0067 | 1,0226 | Ok | STORY3 | 1 | EY | 0,0086 | 0,0086 | 0,0077 | 1,1169 | Ok |
| | 14 | | 0,0068 | | | | | | 0,0068 | | | | | | |
| | 31 | | 0,0065 | | | | | | 0,0086 | | | | | | |
| | 45 | | 0,0065 | | | | | | 0,0068 | | | | | | |
| STORY2 | 1 | EX | 0,0049 | 0,0049 | 0,0048 | 1,0208 | Ok | STORY2 | 1 | EY | 0,006 | 0,006 | 0,0054 | 1,1111 | Ok |
| | 14 | | 0,0049 | | | | | | 0,0048 | | | | | | |
| | 31 | | 0,0047 | | | | | | 0,006 | | | | | | |
| | 45 | | 0,0047 | | | | | | 0,0048 | | | | | | |
| STORY1 | 1 | EX | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 1,0222 | Ok | STORY1 | 1 | EY | 0,0027 | 0,0027 | 0,0025 | 1,1020 | Ok |
| | 14 | | 0,0023 | | | | | | 0,0022 | | | | | | |
| | 31 | | 0,0022 | | | | | | 0,0027 | | | | | | |
| | 45 | | 0,0022 | | | | | | 0,0022 | | | | | | |

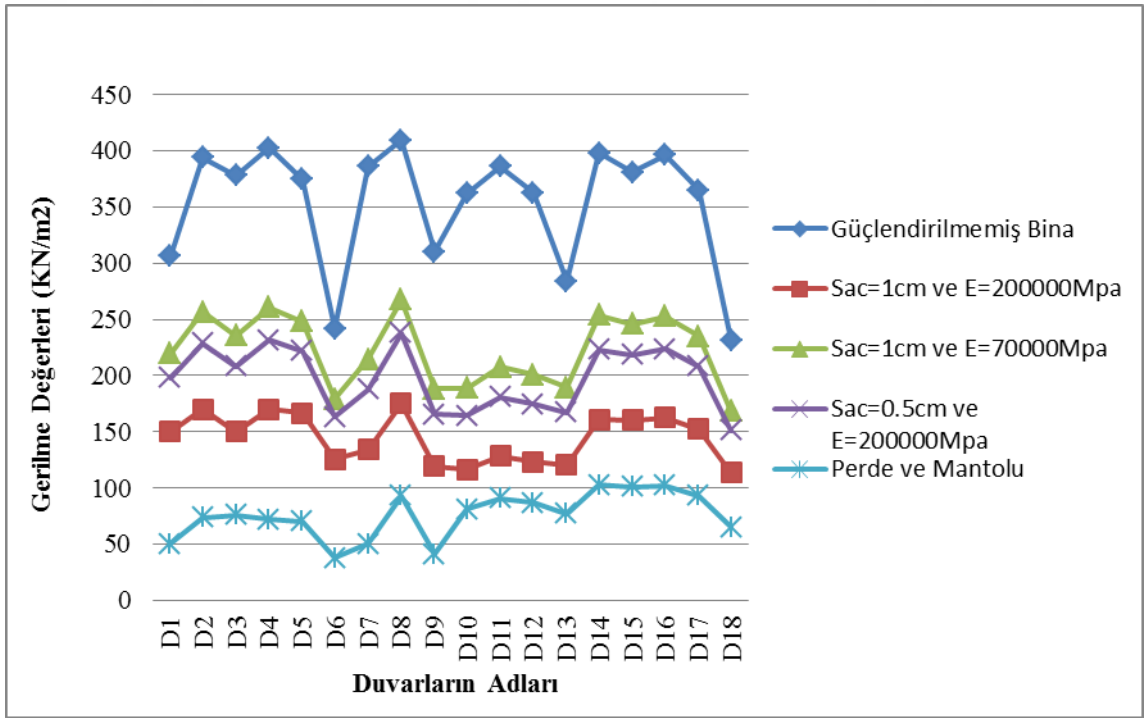
Tablo 4. 13. Perde ve Mantolu burulma düzensizliğin kontrolü

| Perde ve Mantolama | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|------|--------|--------------|--------------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------------|--------------|--------|---|
| X Yönü | | | | | | | Y Yönü | | | | | | | | |
| Story | Point | Load | UX | Δ max | Δ ort | nbi | | Story | Point | Load | UY | Δ max | Δ ort | nbi | |
| STORY3 | 1 | EX | 0,0032 | 0,0038 | 0,0035 | 1,0857 | Ok | STORY3 | 1 | EY | 0,011 | 0,011 | 0,0073 | 1,5172 | ? |
| | 14 | | 0,0032 | | | | | | 0,0035 | | | | | | |
| | 31 | | 0,0038 | | | | | | 0,011 | | | | | | |
| | 45 | | 0,0038 | | | | | | 0,0035 | | | | | | |
| STORY2 | 1 | EX | 0,0019 | 0,0024 | 0,0022 | 1,1163 | Ok | STORY2 | 1 | EY | 0,0074 | 0,0074 | 0,0048 | 1,5579 | ? |
| | 14 | | 0,0019 | | | | | | 0,0021 | | | | | | |
| | 31 | | 0,0024 | | | | | | 0,0074 | | | | | | |
| | 45 | | 0,0024 | | | | | | 0,0021 | | | | | | |
| STORY1 | 1 | EX | 0,0007 | 0,0009 | 0,0008 | 1,1250 | Ok | STORY1 | 1 | EY | 0,0031 | 0,0031 | 0,0020 | 1,5500 | ? |
| | 14 | | 0,0007 | | | | | | 0,0009 | | | | | | |
| | 31 | | 0,0009 | | | | | | 0,0031 | | | | | | |
| | 45 | | 0,0009 | | | | | | 0,0009 | | | | | | |

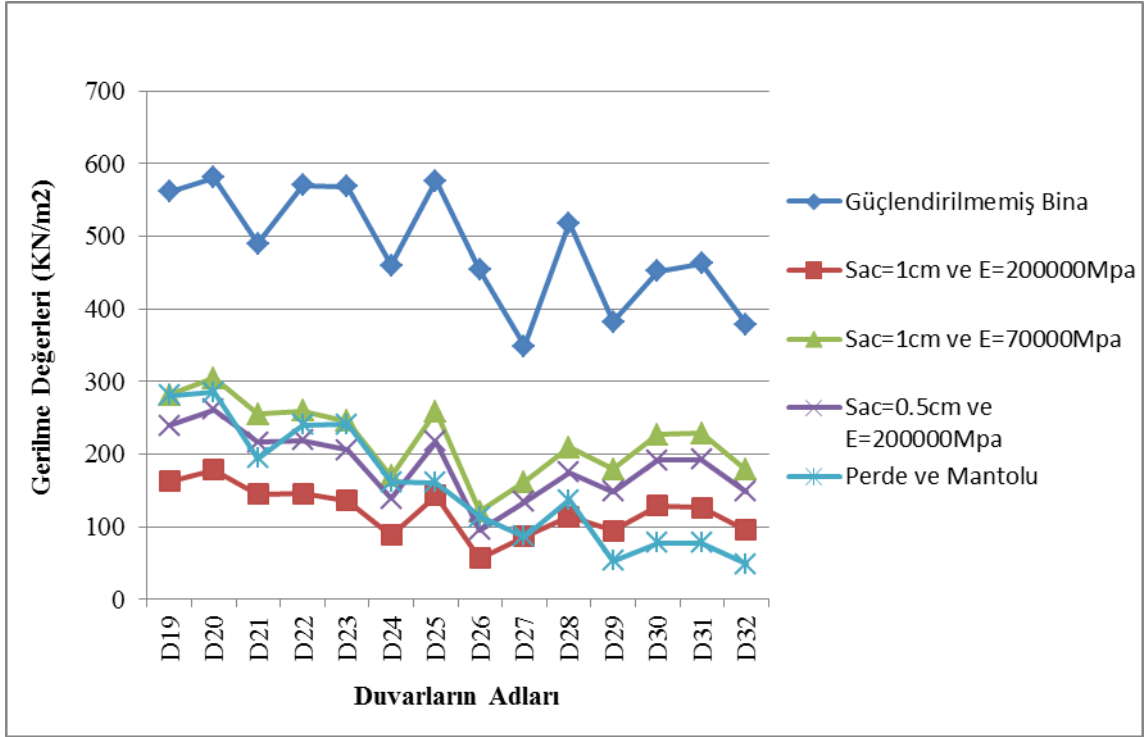
Yapılan hesaplamalar sonucunda, güçlendirilmiş binalar sadece tek bir durum haricinde burulma düzensizliği sınırının altında göreceli deplasman yapmıştır. Perde duvar ile güçlendirilen binada, Y yönü yüklemesi altında burulma düzensizlik katsayısı sınır değeri aşmaktadır.

4.4. Güçlendirmelerin Kayma Gerilmesi Yönünden karşılaştırılması

Tez çalışması kapsamında 2 farklı güçlendirme metodu denenmiştir. İlk durumda yığma duvarlar üzerinde çelik sac uygulaması ve ikinci durumda ise betonarme perde uygulaması analiz edilmiştir. Çelik sac uygulaması dahilinde de 3 farklı analiz mevcuttur. Toplamda 5 farklı analiz yapılmıştır. Bu bölümde, güçlendirilmiş ve güçlendirilmemiş bina modelleri üzerinde yapılan deprem yüklemesi sonucu elde edilen sayısal veriler tablo ve grafikler yardımıyla sunulmuştur. Şekil 4.91 ve 4.92 'de 5 farklı analiz sonucunda X yönü yüklemesi ve Y yönü yüklemesi durumunda, yığma duvarlarda oluşan maksimum kayma gerilmeleri verilmiştir.



Şekil 4.91. Duvar kayma gerilmelerin karşılaştırılması X yönü



Şekil 4.92. Duvar kayma gerilmelerin karşılaştırılması Y yönü

Bina X ve Y yönlerinde farklı duvar konfigürasyonuna sahiptir. Bu nedenle her iki yönde farklı güçlendirme dayanımları elde edilmiştir. Her iki yüklemde de güçlendirilmemiş bina duvarlarında oluşan gerilmeler, deprem yönetmeliğinin verdiği sınır değerleri aşmaktadır. Güçlendirme dayanımı olarak en iyi sonuç X yönü için betonarme perde ile yapılan analizden elde edilmiştir. X yönünde iki perde ve Y yönüne 1 perde yerleştirildiği için, bu modelin Y yönü dayanımı X yönüne göre daha düşüktür.

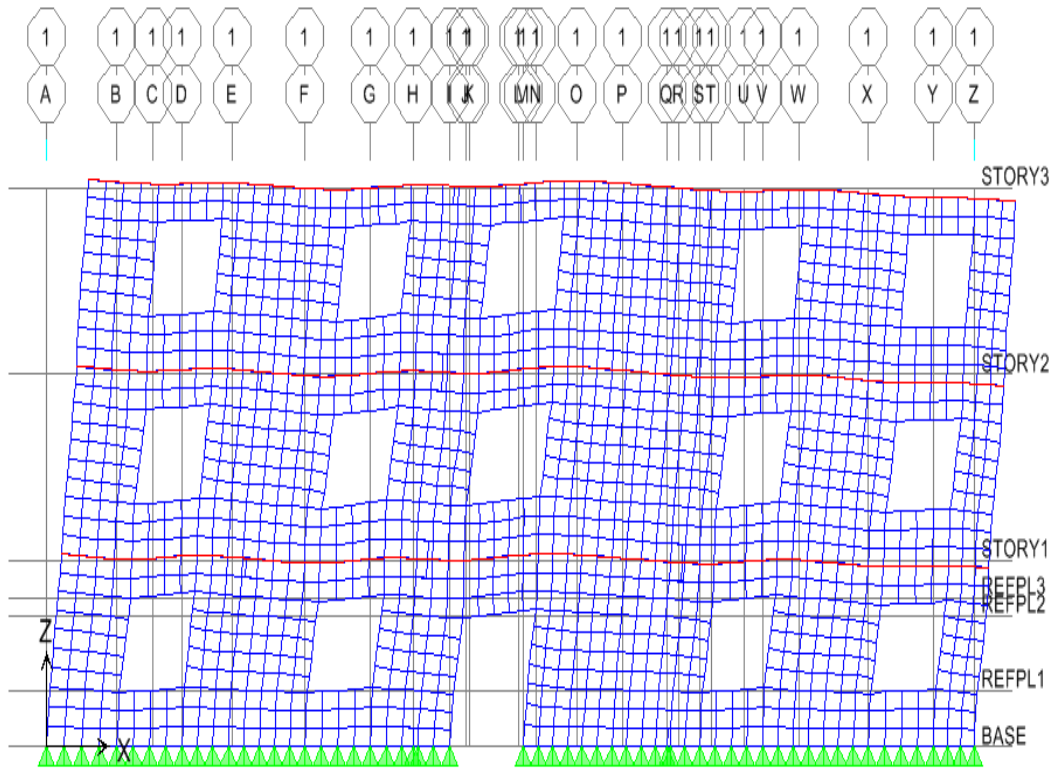
İnce çelik sac uygulanarak yapılan güçlendirmede ise, her iki yönde de en iyi dayanım, 1 cm kalınlığında ve elastisite modülü $E=2e5$ Mpa olan analizden elde edilmiştir. Diğer iki model yaklaşık olarak aynı dayanımı sergilemiştir. Elastisite modülünün $E=7e4$ Mpa olarak alındığı model nispeten en zayıf dayanımı göstermiştir. Bu noktada, sac kalınlığından ziyade, elastisite modülü yüksek çelik elemanlar kullanılması daha avantajlıdır. Mevcut analizler doğrusal analiz tipindedir. Doğrusal olmayan analiz yapılması durumunda, daha düşük elastisite modülüne sahip çelik elemanlar kullanılması, süneklik bakımından daha avantajlı olabilir. Ancak Türk Deprem Yönetmeliğinde yığma binalar için doğrusal olmayan analiz tanımlanmamıştır. Tüm analizler doğrusal ilişkiyi kabul eder.

Güçlendirilmiş analiz durumlarında, tüm modellerde duvarlarda oluşan kesme kuvvetleri yönetmelik değerlerinin altında kalmadığı için güçlendirme seçenekleri kabul edilebilir seviyededir. İstisnai olarak bazı münferit duvarlarda oluşan limit üstü gerilmeler, ilgili duvarda yapılacak ek güçlendirme uygulamaları ile çözülebilir.

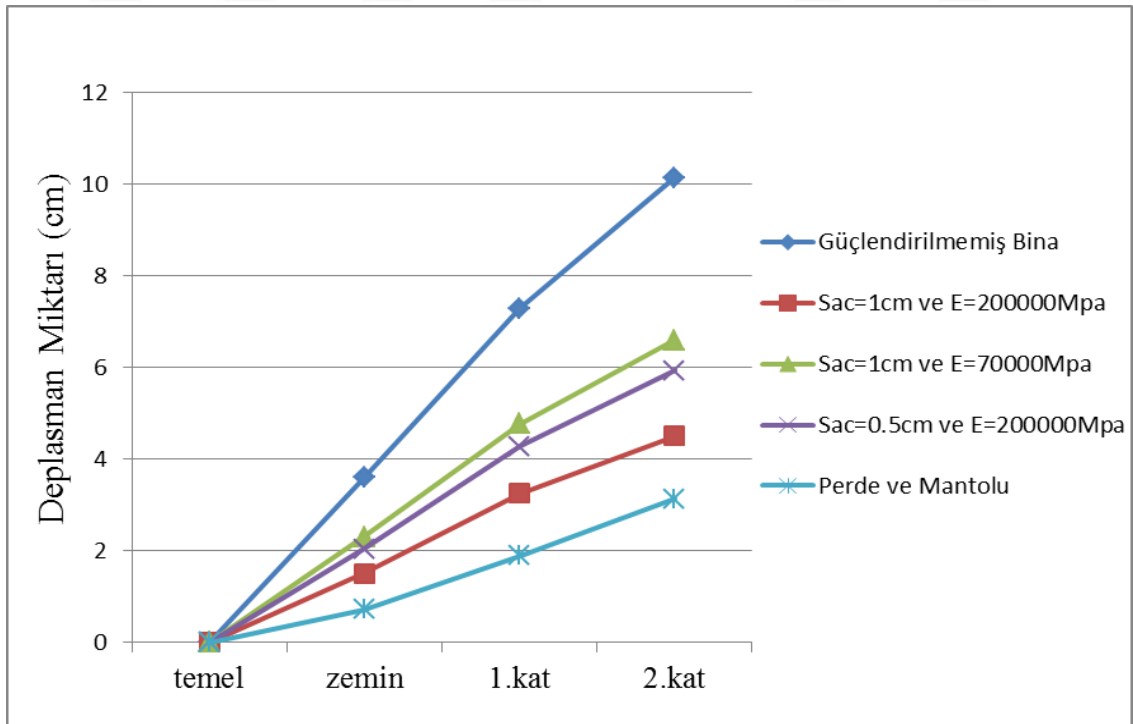
4.5. Güçlendirmelerin deplasman Yönünden Karşılaştırılması

Bu bölümde, güçlendirme uygulamalarının bina rijitliğine ve deplasman profiline yaptığı etki incelenmiştir. Yapıya gelen deprem kuvveti altında binanın deplasman değerleri, her kat için ve her iki yönde, rijitlik merkezinde tespit edilmiş ve karşılaştırılmıştır (Şekil 4.93 ve 4.94).



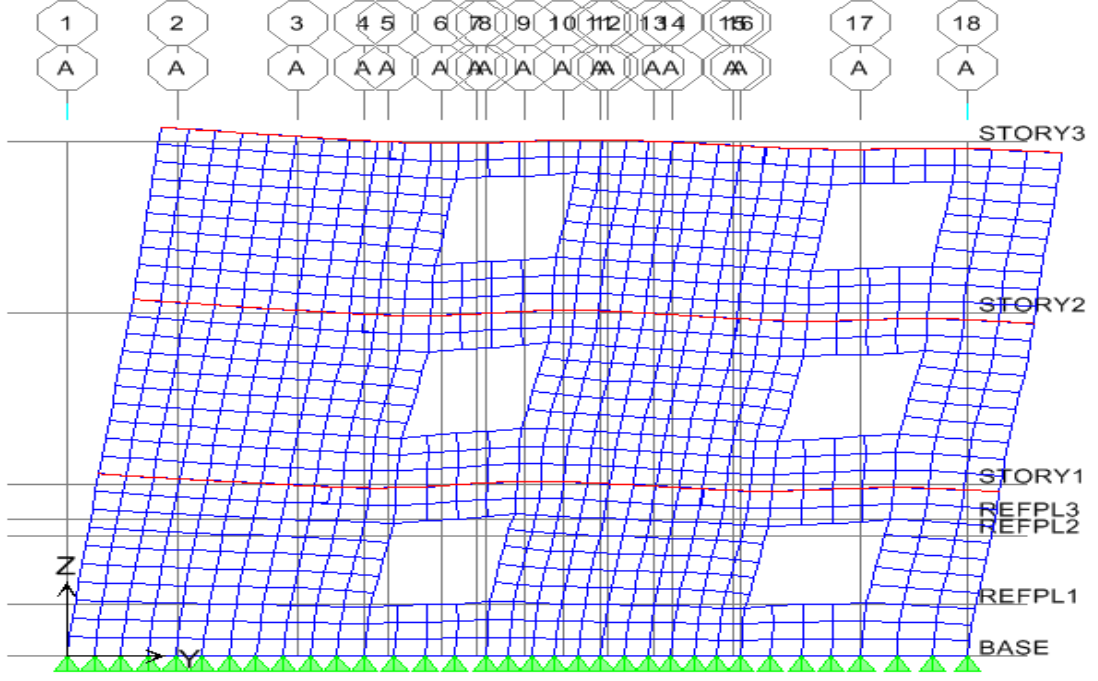


Şekil 4.93. X yönü için 1 aksı

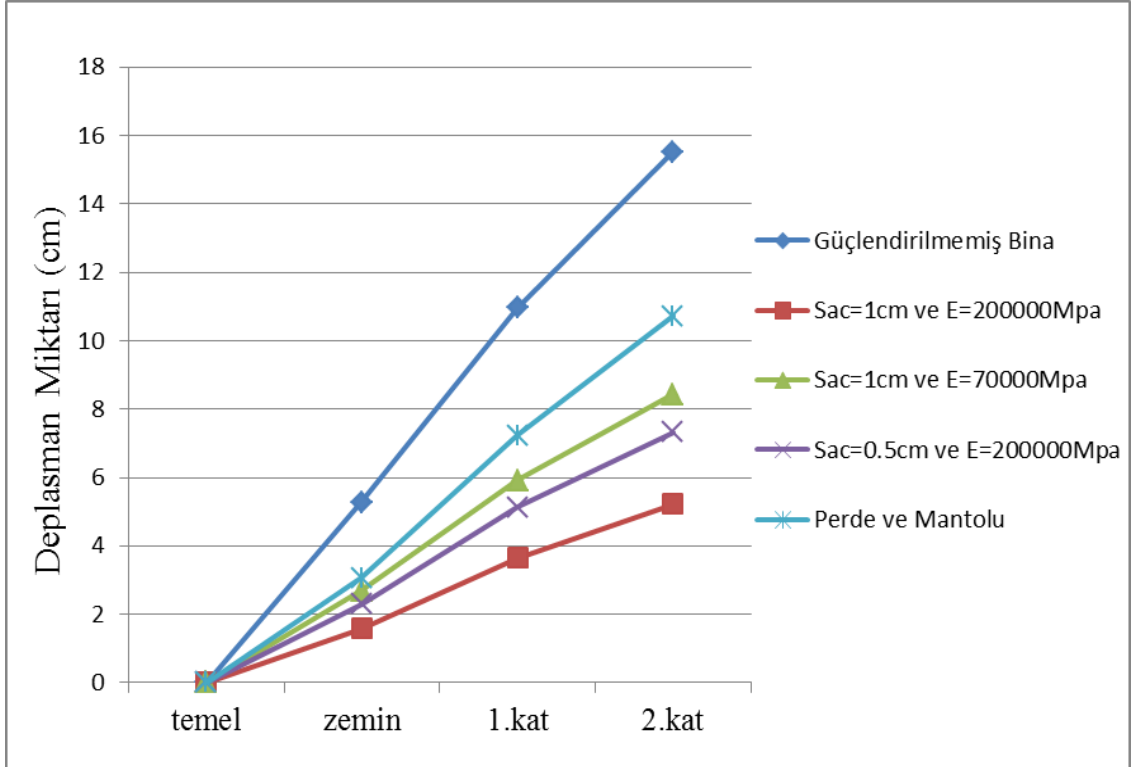


Şekil 4.94. X yönü deplasmanları

Y yönündeki deplasmanları da A aksı üzerinden alınmış değerlerdir (şekil 4.95 4.96).



Şekil 4.95. Y yönü için A aksı



Şekil 4.96. Y yönü deplasmanları

Deplasman grafikleri incelendiğinde, X yönü için en fazla rijitlik betonarme perdeli sistemde, iken, Y yönünde aynı sistem en düşük rijitliği sağlamıştır. Bu farklılık, Y yönünde sadece 1 perde bulunması ile ilgilidir. Diğer modellerde ise, her iki yönde de yüksek elastisite modüllü saç ile yapılan güçlendirme, düşük elastisite modüllü çelik ile yapılan güçlendirmeden daha iyi sonuç vermiştir. Doğal olarak saç kalınlığının artması dayanımı artırmaktadır.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, deprem bölgesinde bulunan yığma bir binanın güçlendirme alternatiflerinin analitik olarak incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Tüm taşıyıcı sistemin yığma yada betonarme olduğu yapıların analizi Türk Deprem Yönetmeliğinde tanımlanmıştır. Ancak, mevcut bina taşıyıcı sisteminde yemekhane kısmında kolonlar bulunurken, diğer taşıyıcı sistem yığma bina olarak yapılmıştır. Betonarme kolonlar döşeme yükünü kirişler vasıtasıyla almakta açıklık ortasında tekil olarak durmaktadır. Bu nedenle düşey hatlı olarak değerlendirilemez. Bu tip binanın analiz metodu Türk Deprem Yönetmeliğinde tanımlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada, yapının ETABS programında, modellenmesi yapılmıştır. Yığma duvarlar Shell-kabuk elemanlara modellenirken, kolon ve kirişler çerçeve-frame elemanlarla modellenmiştir. Analiz tipi doğrusaldır. Yığma duvarlara “pier” tanımlaması yapılmış ve böylelikle duvarlarda oluşan toplam kesme kuvvetleri tespit edilebilmiştir. Yatay deprem yüklemesi, eşdeğer yatay yükleme tipindedir. Katlar rijit diyafram kabul edilmiştir.

Yapının güçlendirmesine yönelik olarak, ilk durumda, duvar yüzeylerine ince saç plakalar sabitlenmesi değerlendirilmiştir. Mevcut durumda, kesme gerilmesi değeri, yönetmelik sınırını aşan duvarlar çelik aç elemanlarla güçlendirilmiştir. Bu durumda saç kalınlığı ve çeliğin elastisite modülü parametre olarak alınmıştır. 3 farklı çözüm yapılmıştır.

İkinci durumda ise bina içinde bir mekanda “U” şeklinde bir betonarme perde duvar oluşturulmuştur. Yeni perde duvarın mevcut bina ile olan bağlantısı yük aktarımı bakımından önemlidir. Bu bağlantı detay tez içerisinde açıklanmıştır. Binada perde duvara ek olarak, mevcut bulunan betonarme kolonlarda mantolanmıştır.

Binaya eklenen güçlendirmeler duvarların düşey yük seviyesini değiştirmemektedir. Bu nedenle ölü yük analizi değişmemiştir. Deprem yüklemeleri ve analizleri güçlendirilmiş bina modellerinde yeniden yürütülmüş ve duvarlara gelen kesme yükleri tespit edilmiştir. Elde edilen gerilmeler, Türk Deprem Yönetmeliğinin verdiği sınır değerlerle karşılaştırılmıştır.

5.1. Sonuçlar

Gerçekleştirilen çalışma neticesinde elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir;

Tüm güçlendirme analizlerinde, mevcut binanın deprem dayanımı Yönetmelik sınırının üstüne çıkmıştır.

Duvarlarda oluşan gerilmeler açısından en iyi dayanım, perde duvarlı yapıda gözlenmiştir. X yönünde 2, Y yönünde 1 perde duvar bulunması nedeniyle, bu modelde X yönü dayanımı daha iyidir.

Çelik saç uygulaması ile yapılan güçlendirmede, saç kalınlığı, ve/veya yüksek elastisite modülüne sahip çelik kullanımı dayanıma olumlu etkimektedir.

Saç kalınlığının 0.5cm olduğu sistem yeterli dayanımı göstermiştir. Saç kalınlığının 1cm ve elastisite modülünün düşük olduğu sistem diğerlerine göre en zayıf dayanımı göstermiştir.

Güçlendirilmiş tüm modellerin deplasman yapmış profillerinin incelenmesinden, tüm modellerin orijinal yapıya göre daha rijit olduğu görülmüştür. En fazla rijitlik artışı perde duvarlı sistemdedir. Deplasmanların azaltılması, yığma duvarlarda oluşacak hasarı da etkileyeceği için önemlidir.

Sonuç olarak önerilen her iki güçlendirme metodunun da bina dayanımını Türk Deprem Yönetmeliğinin istediği sınır dayanımın üstüne çıkardığı görülmüştür.

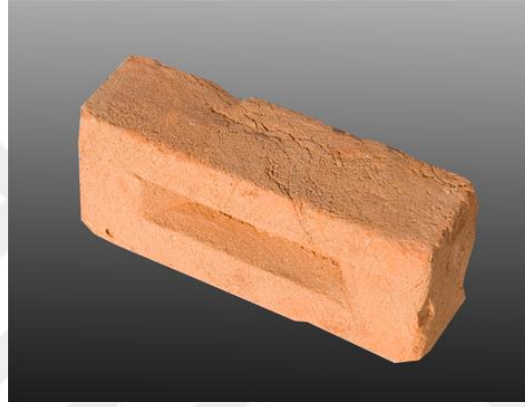
5.2 Öneriler

Yapılan analizlerde doğrusal elastik analiz esas alınmıştır. Binaların artımsal deprem kuvvetleri altında doğrusal olmayan yük-deplasman eğrileri elde edilmemiştir. Uygulanan güçlendirmelerin, yapının sünekliğine ve deplasman yapma kapasitesine olan etkisi incelenmemiştir. Çelik saç uygulamasının, diğer güçlendirme alternatiflerine göre daha fazla süneklik sağlaması beklenmektedir. Çalışmanın devamında, yığma yapının doğrusal olmayan analiz yapabilen bir programda modellenmesi ve deplasman sonuçlarının irdelenmesi planlanmaktadır.

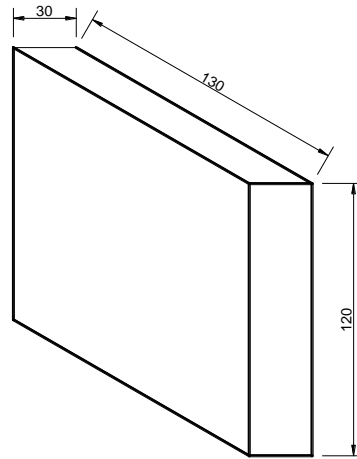
EKLER

EK-1 Deneysel çalışma

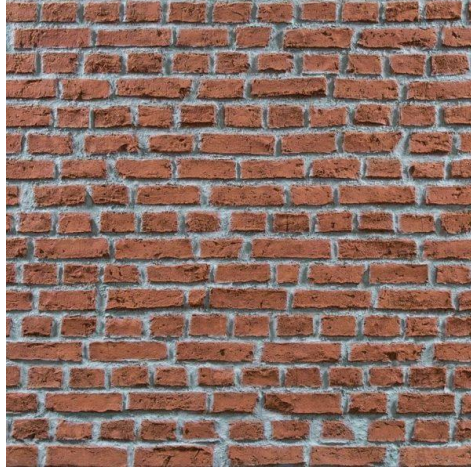
Çalışmada incelenen binanın yığma duvarlarının taşıyıcılık ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi için deneysel çalışma planlanmıştır. Düşey yük deney düzeneğinde, 130 cm uzunluğunda, 120 cm yüksekliğinde ve 30 cm kalınlığında bir duvar, dolu harman tuğlası (Şekil ek 1.1) kullanılarak örülmüş ve sıvanmıştır (Şekil ek 1.2). Yığma duvarın örgü şeklinde, gerçekte binalarda ustalar tarafından gerçekleştirilen örüntü uygulanmıştır (Şekil ek 1.3).



Şekil ek 1. 1. Dolu harman tuğlası



Şekil ek 1. 2. Deney numunesi duvar parçasının geometrik özellikleri



Şekil ek 1. 3. Yığa duvar örgü şekli

Duvar numunesi düşey basınç uygulayabilen deney sisteminin içinde teşkil edilmiştir. 100 ton basınç kapasitesine sahip hidrolik piston aracılığıyla düşey yük uygulanmıştır. Rijit çelik bir kiriş ile hidrolik yük duvar üstünde yayılı yük olarak dağıtılmıştır. (Şekil ek 1.4).



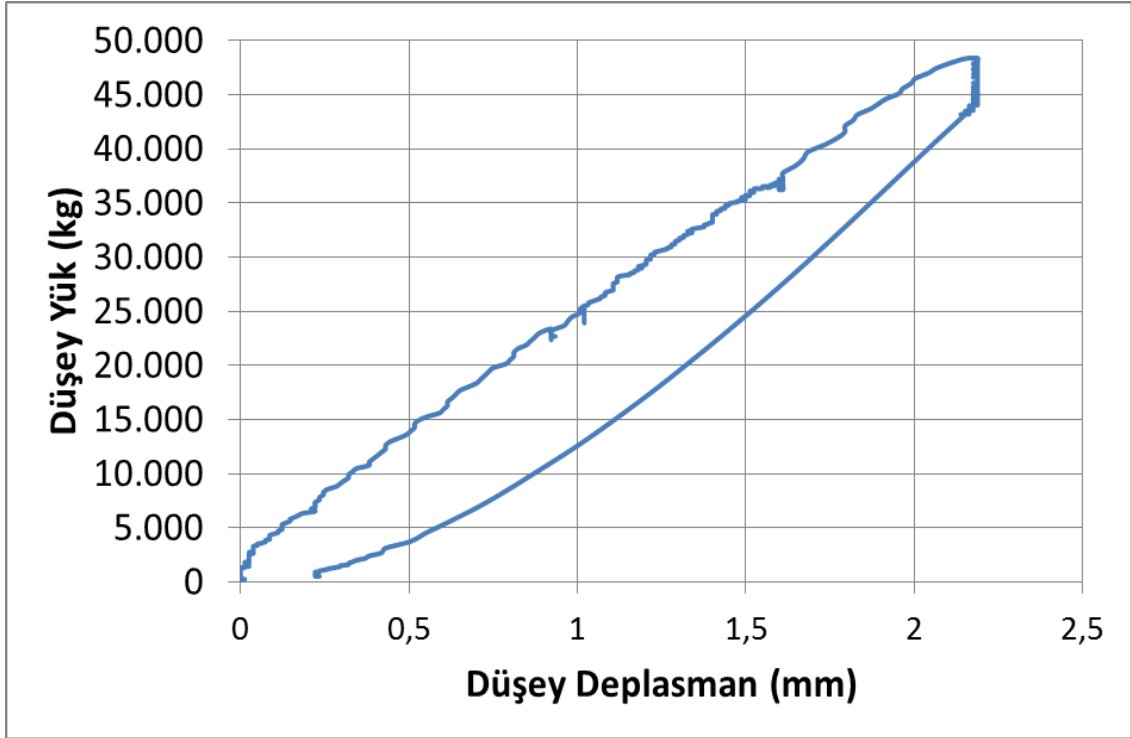
Şekil ek 1. 4. Yığma duvar numunesi üstünde düşey yükleme deney düzeneği

Deney sırasında toplam düşey yük, düşey deplasman ölçümü yapılmıştır. Yük ölçümleri için yük hücresi-load cell ve deplasman için potansiyometrik cetvel kullanılmıştır. Deney numunesine monotonik artan yük uygulanmış ve numune taşıma gücü kaybına uğrayınca deney durdurulmuştur (Şekil ek 1.5).



Şekil ek 1. 5. Deney numunesinin deney sonu görünümü

Deney sırasında elde edilen düşey yük-düşey deplasman grafiği Şekil ek 1.6'da verilmiştir. Deney numunesi 48 ton düşey yüke dayanmıştır.



Şekil ek 1. 6. Deney sonu elde edilen düşey yük-düşey deplasman grafiği

KAYNAKLAR

- Altın, S., Kuran, F., Kara, M. E. ve Anıl, Ö., 2005, Yığma Yapıların Rehabilitasyonu İçin Bir Yöntem, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı.
- Bayülke, N., 1995, Depremlerde hasar gören yapıların onarımı ve güçlendirilmesi, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, p.
- D'Altri, A. M., Castellazzi, G., de Miranda, S. ve Tralli, A., 2017, Seismic-induced damage in historical masonry vaults: A case-study in the 2012 Emilia earthquake-stricken area, *Journal of Building Engineering*, 13, 224-243.
- Ersubaşı, F., 2008, Yığma yapıların deprem davranışının sarsma masasında dinamik olarak incelenmesi ve farklı güçlendirme seçeneklerinin değerlendirilmesi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Golalmis, M., 2005, Development of masonry house walls strengthening techniques against the earthquake using scrap tyres, MS Thesis.
- Korkmaz, S. Z., 2007, Kırsal konutların deprem güvenliğinin arttırılması, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Önal, M. ve Koçak, A., 2005, Yığma yapı hasarları ve onarım ve güçlendirme yöntemlerinin ayrıntıları, Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Antalya (İMO yayını).
- Öncü, G., 2011, Mevcut betonarme ve yığma binaların depreme karşı onarım ve güçlendirme yöntemleri ve İzmir'deki bazı uygulama örneklerinin irdelenmesi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sayın, E., Yön, B., Calayır, Y. ve Karaton, M., 2013, Failures of masonry and adobe buildings during the June 23, 2011 Maden-(Elazığ) earthquake in Turkey, *Engineering Failure Analysis*, 34, 779-791.
- TBDY, 2018, TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ.
- Uzun, M., 2017, Yığma yapıların deprem performansının değerlendirilmesi ve bir güçlendirme örneği, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mohsen MOHAMMADI
Uyruğu : Afganistan
Doğum Yeri ve Tarihi : Ghour / 05.03.1989
Telefon : 0554 503 88 72
Faks : -
E-Posta : civilenmohsen@gmail.com

EĞİTİM

Lise :
Üniversite : Selçuk Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans :
Doktora :

İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl | Kurum | Görevi |
|-----|-------|--------|
|-----|-------|--------|

UZMANLIK ALANI

Betonarme çerçevelerin yatay rijitliğine etki eden faktörler

Yapıların sismik güçlendirilmesi

YABANCI DİLLER

Persian, Turkish, English

YAYINLAR

Yığma Binaların Deprem Dayanımının Artırılmasında Yenilikçi İki Farklı
Metodun İncelenmesi, Mimaran dergisi