TÜRKİYE' DE 2007 YILINDAN ÖNCE GÜÇLENDİRİLMİŞ BETONARME YAPILARIN DEPREM PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ VE 2018 DEPREM YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Esra NAMA
211412203

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yapı Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı Deprem Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı
Danışman: Doç. Dr. Seyit ÇERİBAŞI

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Şubat, 2024

TÜRKİYE' DE 2007 YILINDAN ÖNCE GÜÇLENDİRİLMİŞ BETONARME YAPILARIN DEPREM PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ VE 2018 DEPREM YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Esra NAMA
211412203
ORCID: 0009-0005-9534-6913

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yapı Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı Deprem Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı
Danışman: Doç. Dr. Seyit ÇERİBAŞI
İkinci Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fuat ARAS

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Şubat, 2024



JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

ESRA NAMA'ın "Türkiye' de 2007 Yılından Önce Güçlendirilmiş Betonarme Yapıların Deprem Performanslarının İncelenmesi ve 2018 Deprem Yönetmeliği Kapsamında Değerlendirilmesi " başlıklı tezi 13.02.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği" nin ilgili maddeleri uyarınca Disiplinlerarası Yapı-Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans/Doktora/Sanatta Yeterlik tezi oy birliğiyle/oy çokluğuyla, başarılı/başarısız olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı. Adı ve Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	Doç. Dr. Seyit ÇERİBAŞI Maltepe Üniversitesi	.....
Üye	Doç. Dr. Ayşe Elif ÖZSOY ÖZBAY Maltepe Üniversitesi	.....
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Evren ÖZGÜR Medeniyet Üniversitesi	.....

Prof. Dr. Selva ERSÖZ KARAKULAKOĞLU
Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli "Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge" ile bildirilen 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bilgi birikimi ile bana yol gösteren ve mesleki tecrübeleri ışığında bu zorlu süreçte yolumu aydınlatan kıymetli danışman hocalarım Prof. Dr. Fuat Aras ve Doç. Dr. Seyit Çeribaşı' na teşekkürlerimi sunarım.

Bilgi ve deneyimini benimle paylaşan, tezimle ilgili karşılaştığım her sorunu beraber çözümlediğim değerli arkadaşlarım Yük. İnş. Müh. Gökay Deniz ve Yük. İnş. Müh. Esma Girer' e meslek hayatım boyunca bana katmış oldukları tüm bilgi birikimler için teşekkür ederim.

Yüksek Lisans eğitimim boyunca mesai saatlerine denk gelen derslere katılmamı sağlayan ve tez yazmam için gerekli izinleri almama olanak sağlayan, çalışmaktan gurur duyduğum iş yerim İBB BİMTAŞ A.Ş. ailesine teşekkür ederim.

Ve son olarak her zaman yanımda olan ve hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen sevgili aileme en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Esra Nama

Şubat, 2024

ÖZET

TÜRKİYE' DE 2007 YILINDAN ÖNCE GÜÇLENDİRİLMİŞ BETONARME YAPILARIN DEPREM PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ VE 2018 DEPREM YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ/ GÜÇLENDİRİLMESİ

Esra Nama

Yüksek Lisans Tezi

Yapı Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Deprem Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman: Doç. Dr. Seyit Çeribaşı

Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 2024

1999 yılında gerçekleşen Adapazarı ve Düzce depremleri deprem odağına yakın bölgelerde çok ağır can ve mal kaybına neden olmuştur. Depremlerde oluşan kayıpların şokunun atlatılmasından sonra mevcut yapı stokunun değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi ihtiyacı acil olarak dikkat çekmiştir. Bu nedenle özellikle kamu binaları ile ilgili kapsamlı çalışmalar yapılmış ve birçok yapı güçlendirilmiştir. Ancak 2007 yılına kadar yürürlükte olan 1998 deprem yönetmeliğinde mevcut yapıların deprem performanslarının değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi ile ilgili kuralların bulunduğu bir bölüm yoktur. Bu nedenle 2007 yılına kadar projelendirilmiş yapısal değerlendirme ve güçlendirme uygulamalarının sorgulanması gerekmektedir.

Bu doğrultuda planlanan bu tez çalışmasında 1983 yılında inşa edilmiş, 2001 yılında güçlendirilmesi yapılmış altı katlı betonarme bir yapı incelenmiştir. 1998 deprem yönetmeliği kural ve kontrollerinin yapının deprem performansını belirlemede ve güçlendirme projelerinin hazırlanmasında nasıl kullanıldığı incelenmiştir. Sonrasında yapının mevcut ve 1998 yönetmeliğine göre güçlendirilmiş durumları 2018 deprem yönetmeliğine göre değerlendirilmiştir. Yapının hem mevcut hem de 1998 yönetmeliği

temel alınarak güçlendirilmiş durumları 2018 deprem yönetmeliği şartlarını sağlamadığı için yeni bir güçlendirme projesi önerilmiştir.

Son olarak yapının üç hali; mevcut, 2001 yılında güçlendirilmiş durumu ve 2018 yönetmeliğine göre güçlendirilmiş durumu zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler sonucunda değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar 2007 yılına kadar güçlendirilmiş tüm yapılar için yorumlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Bina performans analizi, Bina güçlendirme, Lifli polimer ile güçlendirme, Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz, Konvansiyonel güçlendirme, 1998 Deprem Yönetmeliği

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE SEISMIC PERFORMANCES OF STRENGTHENED REINFORCED COCRETE STRUCTURES IN TURKEY BEFORE 2007 AND THEIR ASSEMENT/ STRENGTHENING IN ACCORDANCE WITH THE 2018 EARTHQUAKE REGULATIONS

Esra Nama

Master Thesis

Department of Structure Earthquake Engineering

Structure Earthquake Engineering Master' s Program With Thesis

Thesis Advisor: Asst. Prof. Seyit Çeribaşı

Maltepe University Institute of Science, 2024

The earthquakes in Adapazarı and Düzce in 1999 caused significant loss of life and property in areas close to the earthquake epicenter. The urgent need to assess and strengthen the existing building stock became apparent after overcoming the shock of the losses in those earthquakes. Consequently, comprehensive efforts, especially concerning public buildings, were undertaken, leading to the reinforcement of many structures. However, until 2007, the 1998 earthquake regulations did not include rules related to the evaluation and strengthening of existing structures. Therefore, structural assessment and reinforcement practices planned until 2007 need to be scrutinized.

In line with this, this thesis focuses on the examination of a six-story reinforced concrete structure built in 1983 and reinforced in 2001. The study investigates how the rules and checks of the 1998 earthquake regulations were utilized in determining the seismic performance of the structure and preparing reinforcement projects. Subsequently, the existing and 1998-regulation-based reinforced states of the structure were evaluated according to the 2018 earthquake regulations. As the structure's conditions, both current and reinforced based on the 1998 regulations, did not meet the requirements of the 2018 earthquake regulations, a new reinforcement project has been proposed.

Finally, the three states of the structure-existing, reinforced in 2001, and reinforced according to the 2018 regulations-were evaluated in the time domain through nonlinear analyses. The results obtained were interpreted for all reinforced structures until 2007.

Keywords: Building performance analysis, Building strengthening, Strengthening with fiber polymer, Nonlinear analysis in the time domain, Conventional strengthening, 1998 Earthquake Regulation.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI ii
ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZET v
ABSTRACT vii
İÇİNDEKİLER ix
TABLOLAR LİSTESİ xv
ŞEKİLLER LİSTESİ xix
KISALTMALAR xxvi
SEMBOLLER xxviii
1. GİRİŞ 1
1.1 Konu 1
1.2 Tezin Amacı ve Kapsamı 1
1.3 Literatür Taraması 2
2. 1998 DEPREM YÖNETMELİĞİ VE GÜÇLENDİRME İÇİN KULLANIMI 7
2.1 1998 Deprem Yönetmeliği Kapsamında Yapılması Gereken Kontroller 7
2.1.1 Göreli kat ötelemeleri kontrolü 7
2.1.2 A1 burulma düzensizliği kontrolü 8
2.1.3 B1 katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat) kontrolü 8
2.1.4 B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat) kontrolü 8
2.1.5 İkinci mertebe etkileri kontrolü 9

2.2 1998 Deprem Yönetmeliği Kapsamında Betonarme Yapıların Onarım Ve Güçlendirilmesinde Uygulanan Temel İlkeler 9

3. TBDY 2018 VE GÜÇLENDİRME İÇİN KULLANIMI 14

3.1 Tanım 14

3.2 Bina Performans Düzeyleri 14

3.2.1 Kesintisiz kullanım (KK) performans düzeyi 14

3.2.2 Sınırlı hasar (SH) performans düzeyi 14

3.2.3 Kontrollü hasar (KH) performans düzeyi 14

3.2.4 Göçmenin önlenmesi (GÖ) performans düzeyi 15

3.3 Bina Performans Hedefleri 15

3.4 Deprem Etkisi Tanımı ve Diğer Etkilerle Birleştirilmesi Durumu 15

3.5 Doğrusal Olmayan Davranış Modelleri 16

3.5.1 Yığılı plastik davranış modelleri 16

3.5.2 Yayılı plastik davranış modelleri 17

3.6 Doğrusal Olmayan Hesap Modelinin Oluşturulması İle İlgili Kurallar 18

3.7 Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri 19

3.7.1 İtme yöntemleri 19

3.7.2 Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi 19

3.7.2.1 Deprem kayıtlarının seçilmesi ve ölçeklendirilmesi 20

3.7.2.2 Hesapta dikkate alınacak hususlar 20

3.7.2.3 Değerlendirmeye esas şekildeğiştirme ve iç kuvvet talepleri 21

3.8 Şekildeğiştirmelerin ve İç Kuvvetlerin Değerlendirilmesi 21

3.8.1 Göçmenin önlenmesi (GÖ) performans düzeyi için birim şekildeğiştirme sınırları 21

3.8.2 Kontrollü hasar (KH) performans düzeyi için birim şekildeğiştirme sınırları ……..23

3.8.3 Sınırlı hasar (SH) performans düzeyi için birim şekildeğiştirme sınırları 23

3.9 Beton Ve Donatı Çeliği İçin Gerilme- Şekildeğiştirme Bağıntıları 24

3.9.1 Sargılı ve sargısız beton modelleri..... 24

3.9.2 Donatı çeliği modeli..... 26

3.10 Bilgi Düzeyleri 27

3.10.1 Betonarme binalarda sınırlı bilgi düzeyi..... 27

3.10.2 Betonarme binalarda kapsamlı bilgi düzeyi..... 27

3.11 Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri..... 28

3.12 Mevcut Binalarda Sınırlı Hasar Performans Düzeyi 29

3.13 Mevcut Binalarda Kontrollü Hasar Performans Düzeyi 29

3.14 Mevcut Binalarda Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi 30

3.15 Göçme Durumu 30

4. ÖRNEK ÇALIŞMA..... 31

4.1 TBDY-2018 Kapsamında Orijinal Yapının Performans Analizinin Yapılması ……..31

4.1.1 Giriş 31

4.1.2 Bina hakkında bilgiler..... 31

4.1.3 Malzeme özellikleri ve bina deprem parametreleri 35

4.1.3.1 Malzeme özellikleri 35

4.1.3.2 Bina deprem parametreleri 35

4.1.4 Yapı yükleri 38

4.1.4.1 D10- D12- D15 döşeme kaplama yükleri 38
4.1.4.2 Duvar ağırlığı (dış duvar) 38
4.1.4.3 Döşeme üzeri yüzeysel duvar yükü 38
4.1.4.4 Dış kirişler üzerine gelen çizgisel duvar yük 39
4.1.4.5 Balkon kirişler üzerine gelen çizgisel yük 39
4.1.4.6 Hareketli yük 39
4.1.5 Yapı modelinin oluşturulması 39
4.1.6 Malzeme modeli 42
4.1.7 Taşıyıcı elemanların davranış modelleri 44
4.1.7.1 Betonarme kirişler ve kolonlar için davranış modeli 44
4.1.7.2 Betonarme perdeler için davranış modeli 46
4.1.8 Analiz yönteminin belirlenmesi 48
4.1.8.1 Analizde kullanılan deprem kayıtları 49
4.1.8.2 Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yönteminin etabs programına tanımlanması 51
4.1.9 Analiz sonuçları 54
4.2 TBDY-2018 Kapsamında Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunun Performans Analizinin Belirlenmesi 76
4.2.1 Giriş 76
4.2.2 Bina bilgileri 77
4.2.3 Yapı modelinin oluşturulması 81
4.2.4 Malzeme modelinin oluşturulması 84

4.2.4.1 Manto teşkil edilmiş kolon için C30 beton modelinin oluşturulması 85

4.2.4.2 İlave perdeler için C30 beton modelinin oluşturulması 87

4.2.4.3 S420 donatı çeliğinin malzeme modeli 90

4.2.5 İlave perdeler ve manto teşkil edilmiş kolonun davranış modeli 91

4.2.6 Analiz yöntemi 92

4.2.7 Analiz sonucunun değerlendirilmesi 92

4.3 Orijinal Yapının TBDY 2018 Kapsamında Güçlendirilmesi 99

4.3.1 Orijinal yapı için güçlendirme yönteminin belirlenmesi 99

4.3.2 Orijinal yapının TBDY-2018 kapsamında güçlendirilmiş halinin taşıyıcı sistem tanımı 100

4.3.3 Orijinal yapının TBDY-2018 kapsamında güçlendirilmiş sisteminde yer alan Manto ve ilave perde elemanlarının malzeme modeli 103

4.3.4 TBDY-2018 kapsamında güçlendirilmiş orijinal yapının taşıyıcı sistem modellemesi 106

4.3.5 TBDY-2018 kapsamında güçlendirilmiş orijinal yapıya ait taşıyıcı sistem analizi ……110

4.3.6 Orijinal yapının TBDY-2018 doğrultusunda güçlendirilmiş durumuna ait analiz sonuçları ve performans değerlendirmesi 111

4.3.6.1 TBDY-2018 doğrultusunda güçlendirilmiş yapı elemanlarının kesme kapasitesi kontrolleri 111

4.3.6.2 Gevrek kırılma gözlemlenen kiriş ve perde elemanlarının lifli polimer kullanılarak güçlendirilmesi 128

4.3.6.3 TBDY-2018 kapsamında güçlendirilmiş yapı elemanlarının eğilme kaynaklı hasar durumunun kontrolü 131

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 137
KAYNAKLAR 139
ÖZGEÇMİŞ 141

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Mevcut Betonarme Yapılarda Performans Hedefleri 15

Tablo 2. Donatı Çeliklerine Ait Bilgiler 26

Tablo 3. Kolonlara Ait Kesit Ve Donatı Bilgileri 34

Tablo 4. Kirişlere Ait Kesit Ve Donatı Bilgileri 35

Tablo 5. Perdelere Ait Kesit Ve Donatı Bilgileri 35

Tablo 6. Yapının DD-2 Yer Hareketi Düzeyinde Deprem Parametreleri 36

Tablo 7. Bina Kullanım Sınıfı (BKS) Ve Bina Önem Katsayısı (I) 36

Tablo 8. Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) 37

Tablo 9. Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) 37

Tablo 10. Tez Kapsamında İncelenen Yapının Performans Hedefi Ve Tasarım Yaklaşı 38

Tablo 11. Yapıya Ait Modal Kütle Katılım Oranları 40

Tablo 12. Yapı Katlarına Ait Burulma Düzensizliği Katsayıları 40

Tablo 13. Tez Kapsamında Kullanılan Deprem Kayıtları 49

Tablo 14. Bodrum Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 57

Tablo 15. Zemin Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 58

Tablo 16. 1. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 58

Tablo 17. 2. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 59

Tablo 18. 3. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 59

Tablo 19. 4. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 60

Tablo 20. Bodrum Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 63

Tablo 21. Zemin Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 64

Tablo 22. 1. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 65

Tablo 23. 2. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 66

Tablo 24. 3. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 67

Tablo 25. 4. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 68

Tablo 26. Perde Elemanlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 73

Tablo 27. Yapıda Belirtilen Örnek Taşıcı Elemanlara Ait 11 Adet Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analizin Sonucu 74

Tablo 28. Tez Kapsamında İncelenen Yapının Kolon Ve Kiriş Elemanlarındaki Hasar Dağılımı (%) 75

Tablo 29. Yapıda Yer Alan Kolon Ve Kiriş Elemanlarının Hasar Bölgeleri 75

Tablo 30. İlave Perde Elemanlarına Ait Kesit Ve Donatı Bilgisi 80

Tablo 31. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunun Modal Kütle Katılım Oranları 82

Tablo 32. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumuna Ait Burulma Düzensizliği Katsayısı 82

Tablo 33. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunun Örnek Taşıyıcı Elemanlarına Ait Analiz Sonucu 96

Tablo 34. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunun Kolon Ve Kiriş Elemanlarındaki Hasar Dağılımı (%) 97

Tablo 35. 2001 Yılında Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Kolon Ve Kiriş Elemanlarının Hasar Bölgeleri 98

Tablo 36. Yapının TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Durumuna Ait Modal Kütle Katılım Oranları 107

Tablo 37. Yapının TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Durumuna Ait Burulma Düzensizliği Katsayısı 108

Tablo 38. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı Bodrum Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 112

Tablo 39. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı Zemin Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 113

Tablo 40. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 1. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 113

Tablo 41. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 2. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 114

Tablo 42. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 3. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 114

Tablo 43. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 4. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 115

Tablo 44. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı Bodrum Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 118

Tablo 45. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı Zemin Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 119

Tablo 46. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 1.Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 120

Tablo 47. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 2.Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 121

Tablo 48. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 3.Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 122

Tablo 49. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 4.Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 123

Tablo 50. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Perde Elemanlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 127

Tablo 51. Gevrek Kırılmaya Maruz Kalan Kirişlerin FRP İle Güçlendirilmesi 130

Tablo 52. Perde Elemanlarında Kullanılacak FRP' nin Kesme Kuvveti Dayanımının Hesabı 130

Tablo 53. Gevrek Kırılmaya Maruz Kalan Perde Elemanlarının FRP İle Güçlendirilmesi 131

Tablo 54. Yapının TBDY-2018 Kapsamında Güçlendirilmiş Durumunun Örnek Taşıyıcı Elemanlarına Ait Analiz Sonucu 134

Tablo 55. TBDY-2018 Kapsamında Güçlendirilmiş Yapının Kolon ve Kiriş Elemanlarındaki Hasar Dağılımı (%) 135

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Güçlendirme Perdeleri İçin Minimum Koşullar 13

Şekil 2. Yayılı Plastik davranış Modeli 17

Şekil 3. Belli Alanlarda Parçalara Bölünen Kesitin Beton ve Donatı Çeliği Modeli 18

Şekil 4. Betonun Sargılı Ve Sargısız Durumu İçin Gerilme-Şekildeğiştirme İlişkisi ... 24

Şekil 5. Donatı Çeliği İçin Gerilme-Şekil Değiştirme İlişkisi 26

Şekil 6. Hasar Sınır Bölgeleri 29

Şekil 7. Çalışmada Kullanılan Betonarme Yapı 32

Şekil 8. Bodrum Kat Planına Ait Kalıp Planı 32

Şekil 9. Zemin Kat Planına Ait Kalıp Planı 33

Şekil 10. Normal Kat Planlarına Ait Kalıp Planı 33

Şekil 11. Üç Boyutlu Taşıyıcı Sistem Modeli 39

Şekil 12. Yapının 1. Mod Durumu (0,547 s) 41

Şekil 13. Yapının 2. Mod Durumu (0,457 s) 41

Şekil 14. Yapının 3. Mod Durumu (0,327 s) 42

Şekil 15. C8 Betonu Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli 43

Şekil 16. S220 Çeliği Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli 43

Şekil 17. Kiriş Ve Kolon Elemanlarında P-M2-M3 Mafsal Tipinin Seçimi 44

Şekil 18. K30X70 Kirişinde P-M2-M3 Mafsal Özelliklerinin Tanımlanması 45

Şekil 19. C25X60 Kolonunda P-M2-M3 Mafsal Özelliklerinin Tanımlanması 45

Şekil 20. Perde Elemanlarında P-M3 Mafsal Tipinin Seçimi 46

Şekil 21. W47 Perdesinde P- M3 Mafsal Özelliklerinin Tanımlanması 47

Şekil 22. Perde Elemanlarında Oluşturulmuş Fiberlerin Üç Boyutlu Gösterimi 47

Şekil 23. Kolon Ve Kiriş Elemanlarının Uç Bölgelerinde Oluşturulmuş Fiberlerin Üç Boyutlu Gösterimi..... 48

Şekil 24. Çalışmada Kullanılan DD-2 Spektrumu ile Uyumlu 11 adet 2 Yönlü Deprem Yer Hareketlerinin Spektral İvme Değerleri..... 50

Şekil 25. Çalışmada Kullanılan DD-2 Spektrumu ile Uyumlu 11 adet 2 Yönlü Deprem Yer Hareketlerinin Spektral İvme Bileşkelerinin Ortalamaları 50

Şekil 26. Başlangıç Düşey Yük Tarifi (G+ nQ) 51

Şekil 27. Deprem İvme Kaydının Etabs Programına Tanımlanması..... 52

Şekil 28. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Yüklemenin Programa Tanımlanması..... 53

Şekil 29. Sönümlemenin Etabs Programına Tanımlanması 53

Şekil 30. Orijinal Yapıda 1. Ve 2. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları 54

Şekil 31. Orijinal Yapıda 3. Ve 4. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları 55

Şekil 32. Orijinal Yapıda 5. Ve 6. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları 55

Şekil 33. Orijinal Yapıda 7. Ve 8. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları 55

Şekil 34. Orijinal Yapıda 9. Ve 10. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları 56

Şekil 35. Orijinal Yapıda 11. Deprem İvme Kaydına Ait Analiz Sonucu..... 56

Şekil 36. Orijinal Yapıda Bulunan Kolonlara Ait Etabs Etiketleri..... 57

Şekil 37. Bodrum Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 60

Şekil 38. Zemin Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 61

Şekil 39. 1. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 61

Şekil 40. 2. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 61

Şekil 41. 3. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 62

Şekil 42. 4. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 62

Şekil 43. Orijinal Yapıda Bulunan Kirişlere Ait Etabs Etiketleri..... 63

Şekil 44. Bodrum Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 69

Şekil 45. Zemin Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 69

Şekil 46. 1. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 69

Şekil 47. 2. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 70

Şekil 48. 3. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 70

Şekil 49. 4. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 70

Şekil 50. Perde Elemanlarının Etabs Modeli Etiketleri 72

Şekil 51. 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunun Bodrum Kat Kalıp Planı..... 78

Şekil 52. 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunun Zemin Kat Kalıp Planı 78

Şekil 53. 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunun Normal Kat Kalıp Planı..... 79

Şekil 54. 60X100 Ebatında Üç Taraflı Manto Teşkil Edilmiş Kolonun Etabs Modeli .. 79

Şekil 55. P1 Ve P2 İlave Perdelerine Ait Etabs Modeli 80

Şekil 56. P3, P4, P5 Ve P6 İlave Perdelerine Ait Etabs Modeli..... 80

Şekil 57. Bodrum Katında Yer Alan P5 Ve P6 İlave Perdelerine Ait Etabs Modeli..... 81

Şekil 58. 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumuna Ait Taşıyıcı Sistem Modeli 81

Şekil 59. Yapıya Ait 1. Mod Durumu (0,371 s) 83

Şekil 60. Yapıya Ait 2. Mod Durumu (0,295 s) 83

Şekil 61. Yapıya Ait 3. Mod Durumu (0,251 s) 84

Şekil 62. Mantolanmış Kolonlarda Kullanılan C30 Betonuna Ait Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli 87

Şekil 63. İlave Perdelerde Kullanılan C30 Betonuna Ait Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli 90

Şekil 64. S420 Çeliği Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli 90

Şekil 65. C60X100 Mantolanmış Kolonda P-M2-M3 Mafsal Özelliklerinin Tanımlanması 91

Şekil 66. W26 İlave Perdesinde P- M3 Mafsal Özelliklerinin Tanımlanması 92

Şekil 67. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunda 1. Ve 2. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları 93

Şekil 68. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunda 3. Ve 4. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları 93

Şekil 69. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunda5. Ve 6. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları 94

Şekil 70. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunda 7. Ve 8. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları 94

Şekil 71. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunda 9. Ve 10. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları 94

Şekil 72. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunda 11. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları 95

Şekil 73. Orijinal Yapının TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Haline Ait Bodrum Kat Kalıp Planı 101

Şekil 74. Orijinal Yapının TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Haline Ait Zemin Kat Kalıp Planı..... 102

Şekil 75. Orijinal Yapının TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Haline Ait Normal Kat Kalıp Planı..... 103

Şekil 76. Kiriş Mantolarında Kullanılan C30 Betonuna Ait Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli..... 104

Şekil 77. Kolon Mantolarında Kullanılan C30 Betonuna Ait Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli..... 105

Şekil 78. İlave Perde Elemanlarında Kullanılan C30 Betonuna Ait Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli 105

Şekil 79. Güçlendirme Elemanlarında Kullanılan S420 Donatı Çeliğine Ait Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli 106

Şekil 80. Orijinal Yapının TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Durumuna Ait Taşıyıcı Sistem Modeli 107

Şekil 81. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıya Ait 1. Mod Durumu (0,205 s)..... 108

Şekil 82. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıya Ait 2. Mod Durumu (0,179 s)..... 109

Şekil 83. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıya Ait 3. Mod Durumu (0,172 s)..... 109

Şekil 84. Orijinal Yapının TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Durumu İçin Sönümlemenin Programa Tanımlanması..... 111

Şekil 85. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Kolonlara Ait Etabs Etiketleri 112

Şekil 86. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Bodrum Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 115

Şekil 87. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Zemin Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 116

Şekil 88. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 1. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 116

Şekil 89. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 2. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 116

Şekil 90. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 3. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 117

Şekil 91. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 4. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 117

Şekil 92. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Kirişlere Ait Etabs Etiketleri 118

Şekil 93. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Bodrum Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 124

Şekil 94. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Zemin Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 124

Şekil 95. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 1. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 124

Şekil 96. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 2. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 125

Şekil 97. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 3. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 125

Şekil 98. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 4. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü 125

Şekil 99. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Perde Elemanlarına Ait Etabs Etiketleri 126

Şekil 100. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıya Ait Analiz Sonucu 132

Şekil 101. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapının Bodrum ve Zemin Katlarında Oluşan Hasar Bölgeleri 132

Şekil 102. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapının 1. Ve 2. Katlarında Oluşan Hasar Bölgeleri 133

Şekil 103. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapının 3. Ve 4. Katlarında Oluşan Hasar Bölgeleri 133

KISALTMALAR

ABYYHY : Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

BHB : Belirgin Hasar Bölgesi

BKS : Bina Kullanım Sınıfı

BYS : Bina Yükseklik Sınıfı

DD-1 : Deprem Yer Hareketi Düzeyi- 1

DD-2 : Deprem Yer Hareketi Düzeyi- 2

DD-3 : Deprem Yer Hareketi Düzeyi- 3

DTS : Deprem Tasarım Sınıfı

DURTES : Durum Tespit

ETABS : Yapısal Analiz Programı

FRP : Karbon Fiber Lifli Polimer

GB : Göçme Bölgesi

GÖ : Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi

İHB : İleri Hasar Bölgesi

KH : Kontrollü Hasar Performans Düzeyi

KK : Kesintisiz Kullanım Performans Düzeyi

PGA : Peak Ground Acceleration

PGV : Peak Ground Velocity

SH : Sınırlı Hasar Performans Düzeyi

SHB **:** Sınırlı Hasar Bölgesi

ŞGDT **:** Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme Ve Tasarım

TBDY : Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

SEMBOLLER

A_c : Gövde kesiti beton alanı

A_o : Etkin Yer İvmesi Katsayısı

A_s : Basınç donatısı kesit alanı

A_{sh} : Enine donatı alanı (dikdörtgen kesit) [mm^2]

b_k : Çekirdek boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık) [mm]

b_o : Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu [mm]

b_w : Kiriş gövde ya da kolon genişliği

d : Kesitin faydalı yüksekliği

d_i : Binanın i'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme

d_{i-1} : Binanın i-1'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme

E_c : Betonun elastisite modülü

$E_d^{(H)}$: Doğrultu birleştirmesi uygulanmış tasarıma esas yatay deprem etkisi

$E_d^{(Z)}$: Düşey deprem etkisi

E_f : Lifli polimerin elastisite modülü

ε_c : Beton basınç birim şekildeğiştirmesi

$\varepsilon_c^{(GÖ)}$: Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı

$\varepsilon_c^{(KH)}$: Kontrollü Hasar performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı

$\varepsilon_c^{(SH)}$ **:** Sınırlı Hasar performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı

ε_f **:** Lifli polimerin etkin birim uzama sınırı

$\varepsilon_s^{(GÖ)}$ **:** Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi sınırı

$\varepsilon_s^{(KH)}$ **:** Kontrollü Hasar performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi sınırı

$\varepsilon_s^{(SH)}$ **:** Sınırlı Hasar performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi sınırı

ε_{su} **:** Donatı çeliğinin kopma birim şekildeğiştirmesi

ε_{sy} **:** Donatı çeliğinin akma birim şekildeğiştirmesi

f_c **:** Sargılı betonda beton basınç gerilmesi

f_{cc} **:** Sargılı beton dayanımı

f_{cd} **:** Beton tasarım basınç dayanımı

f_{ce} **:** Betonun ortalama (beklenen) basınç dayanımı [MPa]

f_{ck} **:** Beton karakteristik basınç dayanımı

f_{co} **:** Sargısız betonun basınç dayanımı

f_{ctd} **:** Beton tasarım eksenel çekme dayanımı

f_{ctm} **:** Beton ortalama eksenel çekme dayanımı

f_e **:** Etkili sargılama basıncı

f_{ex} **:** X doğrultusundaki etkili sargılama basıncı

f_{ey} **:** Y doğrultusundaki etkili sargılama basıncı

f_{su} **:** Donatı çeliğinin kopma dayanımı

f_{sy} **:** Donatı çeliğinin akma dayanımı

f_{yw} **:** Enine donatının akma dayanımı

f_{ywd} **:** Enine donatı tasarım akma dayanımı

f_{ywe} **:** Enine donatının ortalama (beklenen) akma dayanımı [MPa]

G **:** Sabit yük etkisi

h_i **:** Binanın i'inci katının kat yüksekliği

h_o **:** Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu [mm]

I **:** Bina Önem Katsayısı

k_e **:** Sargılama Etkinlik Katsayısı

L_p **:** Plastik mafsal boyu [m]

n **:** Hareketli yük katılım katsayısı

N_d **:** Tasarım eksenel kuvveti

n_f **:** Tek yüzdeki LP sargı tabaka sayısı

R **:** Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı

R_a **:** Deprem Yükü Azaltama Katsayısı

S **:** Kar yükü etkisi

s **:** Sargı donatısı aralığı [m]

S(T) **:** Spektrum Katsayısı

S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

s_f : Lifli polimer şeritlerin eksenden eksene aralığı

S_s : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

t_f : = Bir tabaka lifli polimer için etkili kalınlık

T_p : Binanın hakim doğal titreşim periyodu [s]

V_c : Kesme kuvveti dayanımına betonun katkısı

V_e : Kolon, kiriş ve perdede esas alınan tasarım kesme kuvveti

V_f : Lifli polimerin kesme kuvveti dayanımına katkısı

V_r : Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı

V_w : Kesme kuvveti dayanımına enine donatının katkısı

w_f : Lifli polimer şeritinin genişliği

ω_{we} : Etkin sargı donatısının mekanik donatı oranı

Q_e : Etkin hareketli yük etkisi

α_{se} : Sargı donatısı etkinlik katsayısı

η_{bi} : = i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı

η_{ci} : i'inci katta tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı

η_{ki} : i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı

ρ_{sh} : Gözönüne alınan doğrultuda enine donatının hacimsel oranı

$\boldsymbol{\rho_{sh,min}}$**:** İki yatay doğrultuda hacimsel enine donatı oranının küçük olanı

$\boldsymbol{\rho_x}$**,** $\boldsymbol{\rho_y}$ **:** İlgili doğrultulardaki enine donatı hacim oranı

$\boldsymbol{\theta_i}$ **:** i'inci katta tanımlanan İkinci Mertebe Gösterge Değeri

$\boldsymbol{\Delta_i}$ **:** Binanın i'inci katındaki göreli kat ötelemesi

$\boldsymbol{(\Delta_i)_{max}}$ **:** Binanın i'inci katındaki maksimum göreli kat ötelemesi

$\boldsymbol{(\Delta_i)_{min}}$ **:** Binanın i'inci katındaki minimum göreli kat ötelemesi

$\boldsymbol{(\Delta_i)_{ort}}$ **:** Binanın i'inci katındaki ortalama göreli kat ötelemesi

$\boldsymbol{(\Delta_{i+1})_{ort}}$**:** i. Katın bir üst kattaki ortalama göreli kat ötelemesi

$\boldsymbol{\sum A_e}$ **:** Herhangi bir katta etkili kesme alanı

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

$\boldsymbol{\sum A_k}$: Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanlarının toplamı

$\boldsymbol{\sum A_w}$ **:** Herhangi bir katta, kolon enkesiti etkin gövde alanları toplamı

1. GİRİŞ

1.1 Konu

Depremlerin odağı olan ülkemiz asırlardır birçok şiddetli depreme maruz kalmıştır. Yakın zamanda 6 Şubat 2023'de art arda gerçekleşen 7,7 ve 7,6 şiddete maruz kalan 11 ilimizin etkilendiği Kahramanmaraş-Hatay Depremleri başta olmak üzere, Marmara bölgesinde meydana gelen 1999 depremleri sonucunda deprem odağına yakın bölgelerde çok ağır can ve mal kayıpları yaşanmıştır.

Depremlerde meydana gelen can kaybı ve yapı sorunlarını en aza indirmek için bina taşıyıcı sistem elemanlarında yapısal hasarın meydana gelmediği veya hasarın ihmal edilebilir ölçüde kalabildiği depreme dayanıklı bina tasarımı yapılması gerektiği aşikârdır. Böylelikle yapının kullanılma süresince maruz kalabileceği en şiddetli deprem etkisi altında göçmemesi ve can güvenliğini koruması sağlanmaktadır. Gerçekleşen depremler sonrasında oluşan kayıpların şokunun atlatılmasının ardından dikkat çeken bir diğer konu da mevcut yapı stokunun değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi ihtiyacını gözler önüne sermektedir.

Bu nedenle özellikle kamu binaları ile ilgili kapsamlı çalışmalar yapılmış ve birçok yapı güçlendirilmiştir. Ancak 2007 yılına kadar yürürlükte olan, 1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliğinde (ABYYHY) mevcut yapıların deprem performanslarının değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi ile ilgili kuralların yer aldığı bir bölüm bulunmamaktadır. Bu nedenle 2007 yılına kadar projelendirilmiş yapısal değerlendirme ve güçlendirme uygulamalarının sorgulanması gerektiği ortaya çıkmıştır.

1.2 Tezin Amacı ve Kapsamı

Bu tez çalışmasında; 1983 yılında, 1998 Deprem Yönetmeliğinin yayınlanmasından ve 1999 Kocaeli, Düzce depremlerinden önce inşa edilmiş genel yapı stokunu temsil edebilecek İstanbul'da Devlet Malzeme Ofisi çalışanlarına lojman olarak inşa edilmiş yapı kullanılmıştır. Yapının, 2001 yılında deprem performans değerlendirmesi yapılmış ve güçsüz bulunarak betonarme perde eklenmesi ve iki adet kolonda mantolama işlemi

uygulaması ile güçlendirilmiş, 2011 yılına kadar kullanılmış ve sonrasında İstanbul Medeniyet Üniversitesine devredilmiştir. İlgili yapının mevcut hali ve 2001 yılında güçlendirilmiş halinin deprem performansları, TBDY- 2018 kuralları kapsamında 11 adet deprem ivme kaydı ile zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizlerle belirlenmiştir.

Bu doğrultuda bahsi geçen altı katlı mevcut betonarme yapının 1998 Deprem Yönetmeliği kural ve kontrollerinin yapının deprem performansını belirlemede ve güçlendirme projelerinin hazırlanmasında nasıl kullanıldığı incelenmiştir. Sonrasında yapının orijinal ve 2001 yılında güçlendirilmiş durumlarının 2018 Deprem Yönetmeliği kapsamında deprem performans analizleri belirlenmiştir. Yapının hem mevcut hem de güçlendirilmiş durumları, 2018 Deprem Yönetmeliği şartlarını sağlamadığı için yapıya yeni bir güçlendirme tekniği önerilmiştir.

Mevcut yapı stokuna fazlaca sahip olan ülkemizde, 2007 Deprem Yönetmeliği yayınlanmadan önce güçlendirilmiş yapıların yapısal statik bütünlüğü önem arz etmektedir. Bu çalışma ile bahsi geçen yapıların irdelenmesi ve değerlendirilmesi yapılabilecektir.

1.3 Literatür Taraması

Aktif fay hatları üzerinde yer alan ülkemizde meydana gelen her depremin ardından, ilgili meslek gruplarının dikkatini çeken yöntem olarak güçlendirme ön plana çıkmaktadır. Özellikle 1999 Marmara Depremi sonrası 2007 Deprem Yönetmeliği öncesinde güçlendirmesi yapılan binaların hangi yöntemle ve ne amaçla güçlendirildiği merak konusu olmuştur. Söz gelimi bu tez bölümünde de 1998 Deprem Yönetmeliği' ne göre güçlendirme çalışması yapılmış yapılarla ilgili literatür taraması yapılmış ve ilgili yayınlar, makaleler ve tezlerle ulaşılan sonuçlar paylaşılmıştır.

(Tekin, 2001) çalışmasında, güçlendirme yapılacak binaların 1998 Deprem Yönetmeliğinde yer alan; Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü, A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü, B1 Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) Kontrolü, B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) Kontrollerinde belirtilen sınır değerlerinin sağlanması gerektiğini belirtmiştir. Yönetmelikte, betonarme kesit tahkikleri ve deprem etkileri altında yapılan analizler sonucunda, yapıda bulunan düşey taşıyıcılarda, deprem

doğrultularındaki kuvvetlerine bağlı olarak bulunan mevcut beton dayanımı, hesap momentleri ve donatı alanları esas alınarak oluşmuş olan taşıma gücü ile karşılaştırılmasının yapıldığına değinilmiştir. $M_{kapasite} / M_{hesap} > 1$ olduğu durum istenilen durumdur ve düşey taşıyıcının kapasitesinin hesaplanandan fazla olduğunu ifade etmiştir. $M_{kapasite} / M_{hesap} < 1$ olduğu durum ise düşey taşıyıcılarda taşıma güçlerinin aşıldığı anlamına gelmekte, bu durumda her kattaki kapasite / hesap oranı her iki doğrultu için hesaplanmakta ve böylece toptan göçme olasılığının saptaması varsayılmıştır. Kesme kuvvetleri ve eksenel yükler için de tüm düşey taşıyıcılarda moment oranlarına benzer oran hesaplaması yapıldığına yer verilmiştir. Bu hesaplamalar ışığında, mevcut binanın güçlendirilmesinin gerekip gerekmediği sonucuna varılmıştır. Güçlendirme uygulamalarında: Sisteme yeni eklenecek olan güçlendirme perde ve kolon mantolamalarının, yapının mimari tasarımı ile uyumlu olmasına dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Güçlendirme perdeleri olabildiğince mevcut kolonlar arasında oluşturulmuştur. Perde uç bölgelerini oluşturan mevcut kolonların dört, üç veya iki kenardan kolonun sarılması şeklinde mantolama işlemi ile güçlü perde uç bölgeleri oluşturulabilmektedir. Güçlendirme perdeleri yerleşimi binanın dış veya iç eksenlerinde projelendirilebilir. Güçlendirme elemanları, temelden itibaren tüm bina yüksekliği boyunca uygulanmakta ve güçlendirme perdelerinin taban etkileri uygun temel düzeni ile karşılanmaktadır. Yapının her iki doğrultusu için, deprem yüklerinden oluşan taban kesme kuvvetinin yaklaşık olarak % 80' i sisteme yeni eklenen güçlendirme perdeleri tarafından karşılanması gerektiği vurgulanmıştır. Kolonların eksenel yük taşıma kapasitesi aşılıyorsa, bölgesel güçlendirme yapılabileceği, mantolamanın mümkün olduğunca kolonu dört kenardan sarmasının daha uygun olabileceği ve manto kalınlığının 15 cm seçilmesinin tercih edildiğine bu yayında yer verilmiştir.

(Özbalaban, 2002) yapmış olduğu çalışmada mevcut yapıda, yatay ve düşey düzlemde rijitlik dağılımı ve ani rijitlik değişimlerinden kaynaklanan gerilme yığılmalarının ve büyük burulmalara yol açan uygunsuz kütle ve rijitlik dağılımlarının güçlendirmeye ihtiyaç oluşturduğunu göstermiştir. Güçlendirme yapıldığında; taşıyıcı sisteme yatay yükten kaynaklanan etkilerin büyük bir bölümünü karşılayacak ve mevcut elemanlar üzerindeki yük etkilerini azaltacak süneklilik düzeyi yüksek yeni elemanlar gerektiğini ifade etmiştir. Yapının beklenmeyen durumlara karşı burulma rijitliğinin yüksek tutulması gerektiğini, ilave elemanların yerleştirilmesinde mimarinin de göz ardı

edilmemesinin, ilave taşıyıcı elemanlar ile mevcut elemanlar arasındaki birleşim bölgelerinde yeterli mukavemet sağlanması gerekliliğine yer vermiştir. Güçlendirme için en etkili yöntemin perde ilavesi olduğu ve ilave perde yerlerinin seçiminde ise deprem yükleri altında burulma momentlerinin oluşmamasına önem verildiği, ilave perdelerin mevcut iki kolon arasına yerleştirilerek tercih edildiği vurgulanmıştır. Çalışmada yer alan binada A1 ve B2 düzensizliklerinin bulunduğu, ikinci mertebe etkisini sağlamadığı, yapıda bulunan kolonların eksenel yükten kaynaklı yetersiz olduğu, kolonların moment taşıma kapasitesinin hesaplanan kapasitenin altında olduğu ve deprem yüklerini karşılayamadığı belirtilmiştir. Kiriş boyuna donatılarının karşılanması gereken momentler için yetersiz kaldığı da ifade edilmiştir. Güçlendirme çalışması olarak binaya her iki doğrultu için ikişer adet perde yerleştirilmiştir. İlave perdelerin yapıyla bütünlük kurması açısından başlık teşkil eden kolonlar dört kenarından 15 cm mantolanmıştır. Çalışma sonucunda 6 katlı binanın güçlendirilmiş durumu için, kiriş mesnetlerinde boyuna donatılarının 3. kattan sonra yetersiz kaldığı ve özellikle perde ucuna yakın bölgelerde mafsallaştığı ortaya çıkmıştır. Perde eğilme momenti kapasitesinin tasarım momentine yakın olduğu düşünüldüğünde sistemin kapasitesinin ulaşılması istenenden bir miktar daha küçük olduğu tartışmaya açılmıştır. Bu durumun önüne geçmek için daha fazla perdeye ihtiyaç duyulduğuna vurgu yapılmıştır. Çalışma sonucunda ise, binaya göreceli olarak az sayıda çok rijit perde eklemek yerine; çok sayıda az rijit perde eklemeyi tercih etmenin hem zemine yayılımının daha kolay olduğunu hem de daha homojen kuvvet dağılımını ortaya çıkaracağına değinilmiştir.

(Taşkın, 2002) yapmış olduğu çalışmada, Eskişehir de yer alan aralarında 3 cm dilatasyon boşluğu bulunan 1975 deprem yönetmeliği temel alınarak tasarlanmış 6 katlı iki blok yapısının, mevcut durumu ile kolonlarının ve kirişlerinin güçlendirilmesi durumunun deplasmanları karşılaştırmıştır. Yapının 1998 yönetmeliğinde yer alan kolon eksenel yükleri ve buna karşılık her kolonun TS-500 de verilen $N_d \leq 0{,}9 f_{cd} A_c$ üst sınır taşıma kapasiteleri hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçlarında binadaki kolonların tamamının bodrum kattan başlayarak onarım ve güçlendirilmesine karar verildiği belirtilmiştir. Çalışma sonucunda; yapının mevcut durumda 3. kat da her bloğun 3 cm deplasman yaptığı ve birbirine çarptığı, güçlendirilmiş durumunda ise en son kat olan 6. kat da 0,4 cm deplasman olduğu hesaplanmıştır. Yapılan beton modellemesinin de önemli olduğu ve elemanların dayanımında % 350'lik bir artış meydana getirdiği

vurgulanmıştır. Hasar gören yapıların güçlendirilmesinde, eleman doğrultusunda yapılan onarım çalışmalarının yapının davranışı ve statiğini olumsuz etkileyebilmesi söz konusu olabileceğinden, güçlendirme çalışmalarında yapının bütün olarak ele alınması gerektiğine değinilmiştir.

(Yıldızlar, 2004) çalışmasında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Eğitim Hastanesi A3 Blok örnek gösterilerek, betonarme binaların güçlendirilmesini ele almıştır. Binanın mevcut durumunun hasar tespiti için, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü tarafından yapının taşıma kapasitesi kontrolü temel alınarak geliştirilmiş olan DURTES (Durum Tespit) bilgisayar programı kullanılmıştır ve 1998 yönetmeliği kapsamında riskli yapı olduğu ortaya konulmuştur. Güçlendirme için mimari tasarım ve hastane binasının kullanım alanlarını etkilememek koşulu ile ilave perde duvarlar kemerli olarak tasarlanmıştır. Çalışmada çerçevenin yarısının betonarme perde duvar ile geçilmesi durumunda kirişlerin yetersiz kalması ihtimalinin olduğunu ve ilave mesnet donatısına ihtiyaç duyulduğuna vurgu yapılmıştır. Çeşitli nedenlerle hasar görmüş alt kat kirişleri, kendilerini içine alan ve kiriş açıklığın tamamını kapatan betonarme perde duvarlarla geçilmiştir, fakat bu durumun güçlendirme açısından yetersiz olduğu varsayılmıştır. Bu nedenle dış akslarda, aksa paralel ve bina dışına doğru, her iki doğrultuda betonarme perde duvar ilavesi uygun görülmüştür. Güçlendirme yöntemi olarak mevcut kolonların bir kısmının mantolanması da ön görülmüştür. Mantolanmış kolonlar ve ilave betonarme perdeleri ile yapının güçlendirilmiş hali de DURTES Programı ile irdelenmiştir. Sonuç olarak yapı mevcut hali için, oluşan taban kesme kuvvetinin sadece yaklaşık olarak %48 'ini karşılayabildiği ve 100 üzerinden göreceli olarak 26 puan aldığı görülmüştür. Güçlendirilmiş hali için de, oluşan taban kesme kuvvetinin yaklaşık olarak 1,02 katını karşılayabildiği ve DURTES programından alınan sonuçlara göre, 100 üzerinden göreceli olarak 88 puan aldığını gözler önüne sermiştir.

(Özer, 2000) İstanbul ve Deprem Sempozyumunda, yakın zaman diliminde meydana gelen depremler doğrultusunda deprem mühendisliği göz önünde tutularak, Marmara Bölgesindeki yapılara uygulanacak değerlendirme, güçlendirme işlemlerine yönelik olarak oluşturulan bazı görüş ve düşünceler tartışılmıştır. Deprem bölgelerinde yer alan yapıların fay hatlarına olan yakınlığı veya uzaklığına bağlı olarak ayrıntılı sismik

değerlendirme yapılması ve bu doğrultuda hesaba katılması gerektiğine değinilmiştir. Böylece, fay hattına yakın veya aktif fay hatları üzerinde bulunan binaların gerçeğe yakın boyutlandırmaları beraberinde daha güvenlikli güçlendirme çalışmalarını ortaya çıkarmıştır. Ülkemizde pek yaygın olmayan, deprem mühendisliği alanında uygulanan performansa (davranış düzeyine) dayanan hesap yönteminin öneminden bahsedilmiştir. Bu yöntemde binadan beklenen davranış düzeyi ilk olarak belirlendiği bu davranış düzeyini karşılayacak şekilde binanın deprem güvenliği kontrol edildiği, beklenen davranış düzeyine sahip olmayan binaların ise güçlendirme tasarımı yapıldığına yer verilmiştir. Önemli yapıların deprem performans analizlerinin belirlenmesi ve güçlendirilmesinde, doğrusal olmayan statik itme analizi (Pushover Analizi) yöntemlerinin uygulanmasının daha emniyetli olduğu öne çıkmıştır. 1998 Deprem Yönetmeliği yeni yapılacak yapıların tasarımına ait kuralları içerirken, mevcutta bulunan yapının güçlendirmesine yönelik kuralları içermemektedir. Buna karşılık, diğer batı ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de yapıların deprem performanslarının belirlenmesi ve güçlendirilmelerine yönelik özel yönetmeliklerin hazırlanması ve uygulanması gerektiği vurgulanmıştır.

2. 1998 DEPREM YÖNETMELİĞİ VE GÜÇLENDİRME İÇİN KULLANIMI

1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliğin içeriği: Genel Kurallar, Su Baskını Ve Yangın Afetinden Korunma ile Deprem Afetinden Korunma başlıkları altında üç kısımdan oluşmaktadır.

Yönetmelik depreme ek olarak kaya düşmesi, çığ ve sel başta olmak üzere diğer doğal afetleri de içermektedir. Yönetmeliğin çoğunluğu depreme karşı yapı tasarımını kapsarken, diğer doğal afetlerle ilgili konulara kısıtlı olarak yer vermiştir. "Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi" bölümünün olmaması 1998 Yönetmeliğindeki en büyük eksikliktir. Ancak 1998 Deprem Yönetmeliğindeki koşullar ve kurallar temel alınarak, 2007 Deprem Yönetmeliği yürürlüğe girene kadar birçok yapı güçlendirilmiştir. Tezin bu bölümünde de mevcut yapılarda güçlendirme ve onarım için 1998 Deprem Yönetmeliğinde temel alınan esaslara değinilecektir.

2.1 1998 Deprem Yönetmeliği Kapsamında Yapılması Gereken Kontroller

2.1.1 Göreli kat ötelemeleri kontrolü

1998 Deprem Yönetmeliği 6.10.1' de yer alan Göreli Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması başlığı altında belirtilen şartlar, her katta, depremin her iki doğrultusu için, ± %5 eksantrisiteler göz önünde bulundurularak uygulanmaktadır. Yapıda yer alan herhangi bir taşıyıcı eleman için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden göreli kat ötelemesi, $\Delta_i = d_i - d_{i-1}$ ile elde edilmektedir. Bu denklemde yer alan d_i i' inci katta herhangi bir taşıyıcı elemanın uçlarında hesapla elde edilen yatay yer değiştirmeyi ifade ederken, d_{i-1} binanın (i-1)' inci katında herhangi bir taşıyıcı elemanın uçlarında meydana gelen yatay yer değiştirmesini ifade etmektedir. Her bir deprem doğrultusu için, yapının herhangi bir i' inci katındaki kolon veya perdelerde hesaplanan göreli kat ötelemeleri kat içindeki en büyük değeri $(\Delta_i)_{max}$, $(\Delta_i)_{max} / h_i \leq 0{,}0035$ ve $(\Delta_i)_{max} / h_i \leq 0{,}02 / R$ koşullarından elverişsiz olanını sağlamak durumundadır. Koşulların yapının herhangi bir katında sağlanamaması durumunda ise, taşıyıcı sistemin rijitliği arttırılmakta ve deprem hesabı tekrarlanmaktadır (Tekin, 2001) .

2.1.2 A1 burulma düzensizliği kontrolü

Burulma Düzensizliği Katsayısı; her katta, depremin her iki doğrultusu için, ± %5 eksantrisiteler göz önünde bulundurularak belirlenmekte ve yeni ek dışmerkezlikler hesaplanmaktadır. Hesaplanan yeni ek dışmerkezlikler için sistem analizleri tekrarlanmaktadır. 1998 Deprem Yönetmeliği 6.3' de Düzensiz Binalar bölümünde belirtilen şartlar uygulanmaktadır. Düzensizlik meydana getiren durumlar, Deprem Yönetmeliğinde Tablo 6.1' de açıklanmaktadır. Tablo da yer alan bilgiye göre $\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort} > 1,2$ burulma düzensizliği olduğu anlamına gelmektedir. Denklemde yer alan, $(\Delta_i)_{max}$: Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesaplanan göreli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerini, $(\Delta_i)_{ort} = [(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}] / 2$ ile hesaplanan ve döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda geçerli olan ortalama göreli kat ötelemesini ifade etmektedir (Tekin, 2001).

2.1.3 B1 katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat) kontrolü

Betonarme binalarda her kat için, depremin her iki doğrultusunda, dayanım düzensizliği katsayısı belirlenmektedir. Dayanım düzensizliği katsayısı η_{ci} ile ifade edilmekte olunup, 1998 Deprem Yönetmeliği Tablo 6. 1' e göre $\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0,80$ denklemi ile hesaplanmaktadır. η_{ci}' nin 0,80' den küçük olması düzensizliğin olduğu anlamına gelmektedir. Denklemde yer alan $\sum A_e$, herhangi bir katta etkili kesme alanı ifade etmekte ve $\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0,15 \sum A_k$ olarak hesaplanmaktadır. $\sum A_w$: Herhangi bir katta, kolon en kesiti etkin gövde alanları toplamını, $\sum A_g$: Herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamını ve $\sum A_k$: Herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanlarının toplamını temsil etmektedir (Tekin, 2001).

2.1.4 B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat) kontrolü

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i' inci kattaki ortalama göreli kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama göreli kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı η_{ki}, 1998 Deprem Yönetmeliği Tablo 6. 1'e göre $\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1,5$ denklemi ile hesaplanmaktadır. Rijitlik Düzensizliği

Katsayısı η_{ki} ' nin 1,5'den fazla olması durumu düzensizliğin olduğu anlamına gelmektedir (ABYYHY, 1998).

2.1.5 İkinci mertebe etkileri kontrolü

1998 Deprem Yönetmeliği 6.10.2' e göre, göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta İkinci Mertebe Gösterge Değeri θ_i 'nin Denk.(2.1) ile verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilmektedir.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \Sigma_{j=i}^{N} w_j}{V_i h_i} \leq 0{,}12 \qquad (2.1)$$

Denklemde yer alan $(\Delta_i)_{ort}$, i' inci kattaki kolon ve perdelerde hesaplanan göreli kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değerini ifade etmektedir. 1998 Deprem Yönetmeliğe göre Denk.(2.1)'deki koşulun herhangi bir katta sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde arttırılarak deprem hesabı tekrarlanmaktadır (ABYYHY, 1998).

A1 ve B2 türü düzensizlikler, deprem hesabında kullanılacak yöntemin (eşdeğer deprem yükü yöntemi ve dinamik analiz yöntemi) seçiminde etken olan düzensizliklerdir (Tekin, 2001).

2.2 1998 Deprem Yönetmeliği Kapsamında Betonarme Yapıların Onarım Ve Güçlendirilmesinde Uygulanan Temel İlkeler

(Özer, 2000) çalışmasında, bina türü yapıların deprem performansı için 1998 Deprem yönetmeliğinde öngörülen yöntem olan eşdeğer deprem yükü formülasyonunu aşağıda özetlemiştir.

$$A(T)/R_a = A_0 \,.\, I.S(T)/R_a \geq 0{,}10A_0 \qquad (2.2)$$

Denk.(2.2)' de yer alan Etkin yer ivmesi: Ao, Yapı Önem Katsayısı: I, Spektrum Katsayısı: S(T), Deprem Yükü Azaltama Katsayısı: R_a ile ifade edilmiştir.

Eşdeğer deprem yükü yönteminin mevcut betonarme yapıların deprem güvenliklerinin değerlendirilmesinde ve gerekli hallerde bu yapıların güçlendirilmesinde, R_a deprem yükü azaltma katsayısının tayini önemli bir yer tutmaktadır. Bu katsayı değerlendirme aşamasında mevcut yapının süneklik özelliklerine bağlı olarak belirlenmektedir. Güçlendirme aşamasında ise, yapının süneklik düzeyini artırıcı önlemler alınması suretiyle R_a katsayısının artırılması uygun olmaktadır (Özer, 2000).

Mevcut bina sisteminin düşey yükler ve deprem yükleri etkisi altında hesabı yapılmaktadır. Hesaplamada, deprem etkileri 1998 Deprem Yönetmeliğine göre ve mevcut binanın süneklik özelliklerine göre belirlenmektedir. Hesaplanan deprem etkileri altında yapılan sistem analizleri ve betonarme kesit tahkikleri sonucunda, yapının tüm düşey taşıyıcılarında, her iki doğrultudaki deprem kuvvetlerine bağlı olarak bulunan hesap momentleri, mevcut beton dayanımı ve donatı alanları esas alınarak hesaplanan taşıma güçleri ile karşılaştırılarak M kapasite / M hesap > 1 durumu kontrolü yapılmaktadır. Mevcut yapı sisteminin taşıma kapasitesinin yeterli olmaması halinde, güçlendirmeye yönelik temel ilkeler ile inceleme ve hasar tespit çalışmaları sonucunda belirlenen öneriler doğrultusunda güçlendirme sistemi oluşturulmaktadır. Güçlendirilmiş yapı sisteminin düşey yükler + deprem yükleri etkisi altında süneklilik özellikleri göz önünde bulundurularak hesabı yapılmaktadır. Güçlendirilmiş sistemin hesabı sonucunda elde edilen kesit zorları altında, yapıya eklenen güçlendirme elemanları ile temelleri boyutlandırılmakta ve donatısı belirlenmektedir (Girgin, 1999).

Mevcut yapı sisteminin kolon ve kirişlerinin taşıma kapasiteleri kontrolleri 1998 Deprem Yönetmeliği kapsamında Denk.(2. 3), Denk.(2. 4), Denk.(2. 5), Denk.(2. 6), Denk.(2. 7) denklemleri ile belirlenmektedir ve bu denklemlerdeki koşulların sağlanması gerekmektedir. Kolon denklemlerinde yer alan A_s toplam boyuna donatıyı, A_c beton enkesit alanını temsil ederken; kiriş denkleminde yer alan A_s ortalama mesnet donatısı ile açıklık donatısının toplamını ifade etmektedir. Yeterli taşıma kapasitesine sahip olmayan elemanlara bölgesel güçlendirme uygulanmaktadır (Özer, 2000).

Kolon elemanlarının kontrolü için:

$$A_{s,gerekli} \leq (1{,}20 - 1{,}50).\, A_{s,mevcut} \tag{2. 3}$$

$$A_{s,gerekli} \leq (0{,}012 - 0{,}015).\, A_c \tag{2. 4}$$

$$N_d \leq 0{,}60 A_c f_{ck} \tag{2. 5}$$

Kiriş elemanlarının kontrolü için:

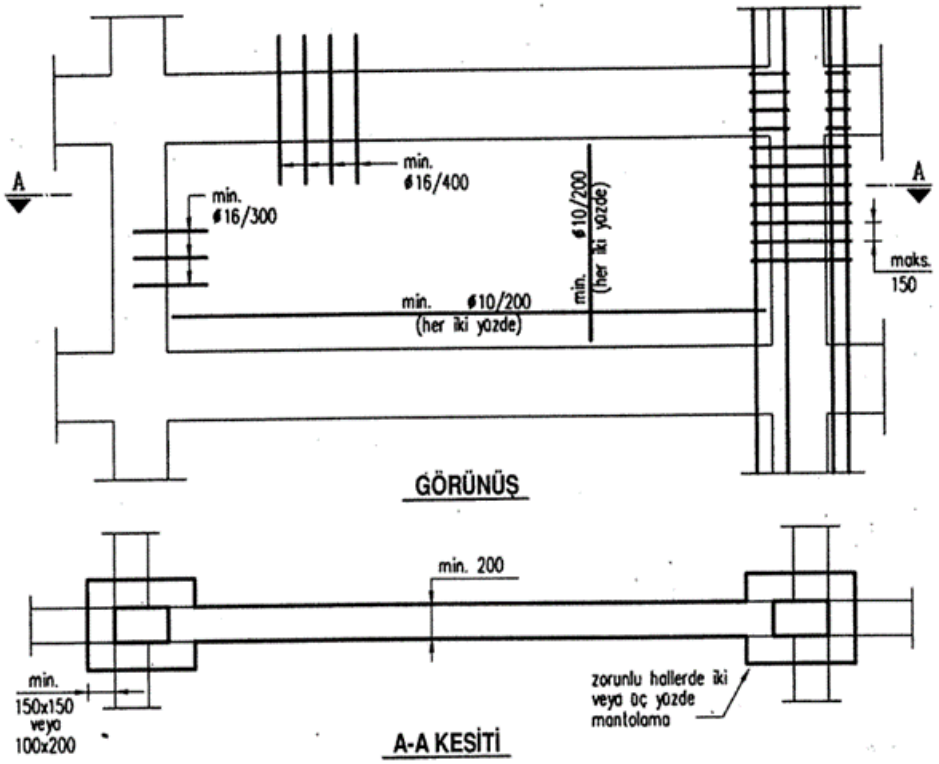
$$A_{s,gerekli} \leq (1{,}00 - 1{,}25).\, A_{s,mevcut} \tag{2. 6}$$

$$A_{s,gerekli} \leq (0{,}015 - 0{,}020).\, A_c \tag{2. 7}$$

Binaya dışmerkez veya eksenel betonarme perde ilavesi, taşıyıcı elemanların çelik veya betonarme manto ile güçlendirilmesi, diyagonalli çelik çerçeve ile güçlendirme, taşıyıcı olmayan duvarlarında donatılı duvarlara dönüştürülmesi güçlendirme yöntemleri arasında yer almaktadır. Bahsi geçen güçlendirme yöntemleri bölgesel olarak uygulanabildikleri gibi bütün halinde de uygulanabilmektedirler (Özer, 2000).

1998 Deprem yönetmeliğinde yer almayan fakat güçlendirme uygulamalarında dikkat edilen hususlar arasında perde güçlendirme işlemleri için; güçlendirme perdelerinin konumlarının mimari tasarım ile uyumlu olmasına, yapı fonksiyonlarını engellememesine, tesisat duvarlarının güçlendirme perdesine dönüştürülmemesine dikkat edilmektedir. Binaya minimum düzeyde bir burulma rijitliği sağlanması adına, yapının her doğrultusunda en az bir perde bulundurularak güçlendirme perdelerinin sayısının en az üç olmasına özen gösterilmektedir. Binaya ilave edilen perdelerin, her iki deprem doğrultusu için ayrı olmak üzere, taban kesme kuvvetinin yaklaşık olarak %80' ini karşılayacak boyutlarda ve sayıda olmasına ayrıca tüm yapı yüksekliği boyunca devam etmesine önem verilmiştir (Özer, 2000).

(Özer, 2000)' e göre güçlendirme perdelerinde ve perde uç bölgelerinde oluşturulan kolon mantolarının donatıları ve enkesit boyutları Şekil 1' de gösterildiği gibi minimum koşulları sağlaması gerekmektedir. Güçlendirme perdelerinin tasarımında ve inşasında göz önünde tutulması gereken önemli bir husus, yapıya etkiyen deprem yüklerinin bir bölümünün bu elemanlara aktarılmasının ve perdelerin mevcut yapı ile bütünleşmesinin sağlanmasıdır. Bu amaçla, güçlendirme perdelerini çevresindeki kirişlere ve kolonlara bağlayan ankraj çubuklarından yararlanmaktadır. Perde ile kat kirişlerinin arakesitlerine yerleştirilen düşey ankraj çubukları katlara etkiyen deprem kuvvetlerinin bir bölümünün perdeye aktarılmasını sağlar ve bu amaca uygun olarak boyutlandırılmaktadır. Güçlendirme perdesini uçlarındaki mevcut kolonlara bağlayan yatay ankraj çubuklarının görevi ise, perdenin ve uç kolonlarının birlikte çalışmasını sağlamaktır. Bu ankraj elemanlarının çap ve sayıları da perde ve uç kolonları arasındaki iç kuvvetleri güvenle aktaracak şekilde belirlenmektedir. Perde uç bölgelerinde ek düşey donatı gerekmesi halinde, perde uçlarındaki mevcut kolonlar genellikle mantolanır ve manto içine yerleştirilen perde uç donatısı döşemede açılan boşluklardan geçirilerek yapı yüksekliği boyunca devam ettirilir.



Şekil 1. Güçlendirme Perdeleri İçin Minimum Koşullar (Özer, 2000)

3. TBDY 2018 VE GÜÇLENDİRME İÇİN KULLANIMI

3.1 Tanım

Mevcut binaların deprem performansının belirlenmesi ve güçlendirmesine yönelik ilk olarak 2007 Deprem Yönetmeliği Bölüm 7' de ayrı bir bölüm oluşturulmuştur. Sonrasında, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Bölüm 5' de Şekildeğiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım hesap esasları kullanılarak mevcut veya daha önce ön tasarımı yapılmış taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal olmayan modelleme yaklaşımları ile uyumlu iç kuvvet – şekildeğiştirme bağıntıları ile performans değerlendirmesine yer verilmiştir. Bölüm 15' de ise Mevcut Binaların Değerlendirmesi ve Güçlendirilmesi başlığı altında bina türü yapıların deprem etkisi altındaki performanslarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kuralları, güçlendirme kararlarında esas alınacak ilkeler ve güçlendirilmesine karar verilen binaların güçlendirme tasarımı ilkelerine yer verilmiştir (TBDY, 2018).

3.2 Bina Performans Düzeyleri

3.2.1 Kesintisiz kullanım (KK) performans düzeyi

Bina taşıyıcı sistem elemanlarında yapısal hasarın meydana gelmediği veya hasarın ihmal edilebilir ölçüde kaldığı durumu ifade etmektedir (TBDY, 2018).

3.2.2 Sınırlı hasar (SH) performans düzeyi

Bina taşıyıcı sistem elemanlarında sınırlı düzeyde hasarın meydana geldiği veya doğrusal olmayan davranışın sınırlı kaldığı hasar düzeyini ifade etmektedir (TBDY, 2018).

3.2.3 Kontrollü hasar (KH) performans düzeyi

Can güvenliğini sağlamak üzere bina taşıyıcı sistem elemanlarında çok ağır olmayan ve çoğunlukla onarılması mümkün olan hasar düzeyine karşı gelmektedir (TBDY, 2018).

3.2.4 Göçmenin önlenmesi (GÖ) performans düzeyi

Bina taşıyıcı sistem elemanlarında ileri düzeyde ağır hasarın meydana geldiği göçme öncesi duruma karşı gelmektedir. Binanın kısmen veya tamamen göçmesi önlenmiştir (TBDY, 2018).

3.3 Bina Performans Hedefleri

TBDY- 2018 Bölüm 3' e göre, deprem yer hareketi düzeyi ve deprem tasarım sınıfı temel alınarak mevcut betonarme bina kategorisine giren bir yapının tasarımında göz önüne alınacak bina performans hedefleri Tablo 1' de gösterilmiştir.

Tablo 1. Mevcut Betonarme Yapılarda Performans Hedefleri (TBDY, 2018)

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

3.4 Deprem Etkisi Tanımı ve Diğer Etkilerle Birleştirilmesi Durumu

İtme yöntemi kullanılarak şekildeğiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım analizinde deprem etkisi yatay elastik tasarım ivme spektrumu veya ölçeklendirilen deprem yer hareketleri ile elde edilirken, zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yönteminde ise ölçeklendirilen deprem kayıtları ile hesap yapılır.

Bina statik sistem elemanlarının tanımında temel alınan düşey yüklerden gelen etkiyle depremden gelen etkinin birleşimi Denk.(3. 1)' de verilen denklemle ifade edilmiştir.

$$G + Q_e + 0{,}2S + E_d^{(H)} + 0{,}3E_d^{(Z)} \qquad (3.1)$$

Denklemde yer alan G ölü yük etkisini, S kar yükü etkisini, $E_d^{(Z)}$düşey deprem etkisini, $E_d^{(H)}$ yatay deprem etkisini, Q_e etkin hareketli yük etkisini ifade etmekte ve $Qe = nQ$ formülü ile hesaplanmaktadır. Formülde yer alan n, hareketli yük kütle katılım katsayısını temsil etmektedir.

Doğrusal olmayan statik hesap için ilk olarak statik düşey yüklerin yapı sistemine artımsal olacak şekilde uygulanması gerekmektedir. Böylece doğrusal olmayan hesaptan ortaya çıkmış iç kuvvetler ve şekildeğiştirmeler yatay deprem kuvvetleri altındaki hesabın başlangıç adımı olacak şekilde göz önünde bulundurulur. Yeni yapılacak ve mevcutta bulunup güçlendirilmesi yapılacak binalarda lineer olmayan şekildeğiştirmelerin oluşmasına izin verilmez (TBDY, 2018).

Doğrusal olmayan yatay deprem hesabı için statik itme yöntemleri kullanılması durumunda, göz önüne alınan iki doğrultunun $\pm E_d^X \pm 0{,}3E_d^Y$ ve $\pm E_d^Y \pm 0{,}3E_d^X$ olarak birleştirilmesi ile $E_d^{(H)}$ yatay deprem etkisi elde edilir. Doğrusal olmayan yatay deprem hesabı için zaman tanım alanında hesap yöntemi kullanılması durumunda ise, (X) ve (Y) yönlerindeki yatay deprem etkileri aynı zamanlamada yapıya tanımlandığından bileşke yatay deprem etkisi olan $E_d^{(H)}$, analiz sonucunda doğrudan hesaba katılmaktadır (TBDY, 2018).

3.5 Doğrusal Olmayan Davranış Modelleri

Deprem etkisi altında taşıyıcı sistemlerde oluşan, hasar olarak tabir edilen plastik şekildeğiştirmelerin meydana geldiği bölgelerin idealleştirilmesiyle, doğrusal olmayan davranış modelleri yığılı veya yayılı olmak üzere iki şekilde sınıflandırılmaktadır.

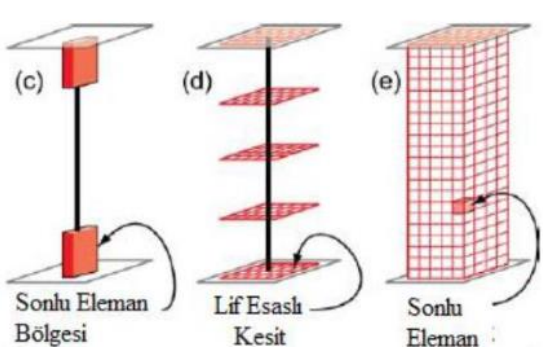
3.5.1 Yığılı plastik davranış modelleri

Doğrusal olmayan şekildeğiştirmelerin taşıyıcı sistemlerin, plastik mafsal adı verilen belirli bir bölgede toplandığı varsayımı ile oluşturulmuş davranış biçimini yığılı plastik davranış modeli olarak kabul edilmiştir. Bu davranış modelinde plastik mafsal bölgesi dışında kalan alanlarda ise sistemin doğrusal davrandığı varsayılmaktadır.

TBDY- 2018’ e göre yığılı plastik davranış modelinde iç kuvvetlerin plastik kapasitelerine eriştiği sonlu uzunluktaki bölgeler boyunca, plastik şekildeğiştirmelerin düzgün yayılı biçimde oluştuğu varsayılmaktadır. Plastik mafsal boyu olarak adlandırılan plastik şekildeğiştirme bölgesinin uzunluğu (L_p) , çalışan doğrultudaki kesit boyutunun (h) yarısına eşit alınacaktır.

3.5.2 Yayılı plastik davranış modelleri

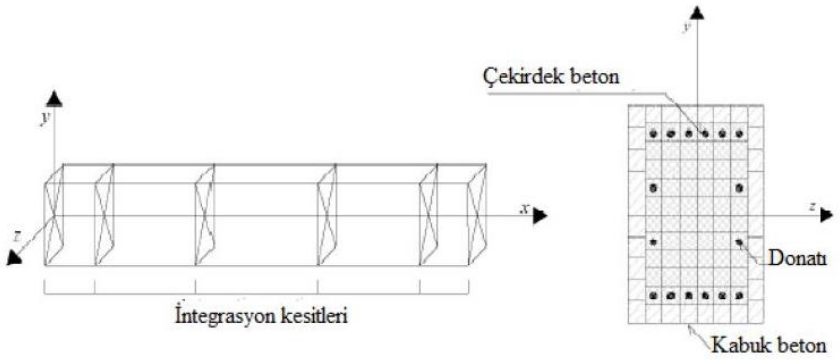
Yayılı plastik davranış modelinde, (Şekil 2) plastik şekil değiştirmelerin gerçekleştiği bölgelerdeki doğrusal olmayan şekil değiştirmeler tüm eleman uzunluğu boyunca yayılı olarak kabul edilmektedir. Yayılı plastik davranış modeli, çubuk veya kabuk sonlu elemanların lifli (fiber) olarak tanımlanması esasına dayanır. Analiz programlarının gelişmesinden sonra perdelerin, kolonların ve kirişlerin fiber model ile modellenmesi yaygınlaştırılmıştır (‘‘Davranış Modelleri, 2020’’).



Şekil 2. Yayılı Plastik davranış Modeli (‘‘Davranış Modelleri, 2020’’)

TBDY- 2018’ e göre, (Şekil 3) lif modelinde her bir çelik ve beton küçük hücrelere ayrılarak modellenmekte ve hücrelerdeki eksenel gerilme-şekil değiştirme ilişkisi çevrimsel olarak elde edilmektedir. Yayılı plastik kolon-kiriş elemanlarında, eleman boyunca herhangi bir yerde plastik mafsal oluşmasına izin verilmektedir ve doğrusal olmayan davranış kesitlerin liflerindeki gerilmeler ve şekil değiştirmeler ile ifade edilmektedir. Yayılı plastik davranış varsayımında, gerçek eleman davranışına en uygun şekilde, doğrusal olmayan davranışın eleman uzunluğunca ve farklı seviyelerde gerçekleşeceği öngörüsü yapılmaktadır. Avantaj olarak yığılı plastik modellere göre yapı

elemanların gerçek davranışına daha yakın bir yaklaşım sağlamaktadır (‘‘Davranış Modelleri, 2020’’).



Şekil 3. Belli Alanlarda Parçalara Bölünen Kesitin Beton ve Donatı Çeliği Modeli (‘‘Davranış Modelleri, 2020’’)

3.6 Doğrusal Olmayan Hesap Modelinin Oluşturulması İle İlgili Kurallar

Hesap yapılacak binanın taşıyıcı sistem modelinin üç boyutlu olarak kurulması gerekmektedir. Birbirine dik iki yatay doğrultu için deprem etkisi daima göz önünde bulundurulmalıdır. Doğrusal sönüm oranı karşı bir durum belirtilmedikçe, %5 alınmaktadır. Taşıyıcı sistemde oluşan ikinci mertebe etkileri göz önüne alınacaktır. Mevcut binaların şekildeğiştirmeye göre yapılan hesaplarında donatı ve beton için TBDY- 2018 Bölüm 15’ de belirtilen mevcut dayanımlar temel alınmaktadır. Kolon ve kirişlerin modellenmesinde çubuk sonlu elemanlar kullanılmakta ve bu elemanlar için yayılı veya yığılı plastik davranış modelleri kullanılabilmektedir. Perdelerin modellenmesinde kabuk sonlu elemanlar kullanılmakta ve bu elemanlar için doğrusal olmayan itme yöntemleri ile hesap yapılması durumunda yığılı plastik davranışından yararlanılabilmektedir ancak, zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi kullanılması durumunda yığılı plastik davranış modelinin kullanılmaması gerekmektedir. TBDY- 2018’ de binayı çevreleyen bodrum perdelerinin ve döşemelerin özel durumlar dışında doğrusal olmayan modellerinin kurulmasının zorunlu olmadığı belirtilmektedir (TBDY, 2018).

3.7 Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri

Doğrusal olmayan hesapta kullanılan yöntemleri şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım kapsamında, itme yöntemleri ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

3.7.1 İtme yöntemleri

TBDY (2018) kapsamında, BYS ≥ 5 olan binalar için tek modlu itme yöntemleri aşağıda belirtilen koşulları sağlamak suretiyle uygulanabilmektedir:

- Kat fark etmeksizin ek dış merkezlik etkisi alınmadan doğrusal elastik davranış göz önünde bulundurularak hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının η_{bi} <1,4 koşulunu sağlaması gerekmektedir (s. 78).
- İlgili deprem doğrultusu için, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci titreşim modunun taban kesme kuvveti etkin kütlesinin, rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç toplam bina kütlesine oranının en az 0,70 olması gerekmektedir (s. 78).

TBDY- 2018 kapsamında BYS ≥ 2 olan binalar için çok modlu itme yöntemleri kullanılabilmektedir.

3.7.2 Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi

TBDY (2018), zaman tanım alanında doğrusal olmayan yöntemde:

> Deprem yer hareketi etkisinde diferansiyel denklem takımıyla anlamlandırılan taşıyıcı sistemin hareket denklemlerinin, zaman artımları ile adım adım doğrudan integrasyonu yapılarak hesaplandığı yöntem zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi olarak tanılandırılmaktadır. Hesaplamada sistemin rijitlik matrisinin zamanla değişimi doğrusal olmayan davranışından dolayı meydana gelmektedir (s. 80).

3.7.2.1 Deprem kayıtlarının seçilmesi ve ölçeklendirilmesi

Zaman tanım alanını kullanılarak yapılacak olan analizler için en az onbir deprem kayıt takımı kullanılmaktadır. Seçilen her bir ivme kayıtların birbirine dik yatay iki doğrultudaki bileşenleri taşıyıcı sistemin her iki doğrultusuna aynı anda birlikte etki ettirilir. Ardından ivme kayıtlarının eksenleri 90° döndürülerek tekrardan hesaplanır ve sisteme etkiletilir (TBDY,2018)

Yönetmeliğe göre analizlerde kullanılacak deprem kayıtlarının seçiminde ve ölçeklendirilmesinde aşağıdaki kurallar dikkate alınır:

- Zaman tanım alanında deprem çözümünde kullanılacak olan deprem kayıtlarının seçiminde en büyük etmenler; yerel zemin koşulları, kaynak mekanizmaları, fay uzaklıkları ve tasarıma esas yer hareketi düzeyi ile uyumlu deprem büyüklükleridir (TBDY, 2018, s. 12).
- Yeterli deprem kaydı seçiminin olağan olmadığı durumlarda, benzeştirilmiş yer hareketi kayıtları da kullanılabilir. Fakat kullanılacak deprem kayıtlarının daha önce bölgede meydana gelen deprem kayıtları ile uyumlu olması gerekmektedir (TBDY, 2018, s. 12).
- Yapılacak analizde on bir adet veya daha fazla deprem kaydı takımı kullanılır. Aynı depremden en fazla üç adet kayıt takımı seçilir(TBDY, 2018, s. 12).
- Üç boyutlu hesap için seçilen deprem kayıtlarının her biri için ayrı ayrı iki yatay bileşenlerinin spektrumlarının kareleri toplamının karekökü hesaplanılır ve bileşke yatay spektrum elde edilmiş olunur. Tüm deprem kayıtlarına ait bileşke spektrumların ortalamasının $0,2T_p$ ve $1,5T_p$ periyotları arasındaki genliklerinin, bina için tanımlanmış olan tasarım spektrumunun 1,3 katı hesaplanılarak elde edilen genlik değerlerinden daha küçük olmayacak şekilde ölçeklendirme yapılması gerekmektedir. Ölçeklendirme işleminde kullanılan ölçek katsayıları deprem kaydı takımının her iki yatay bileşeni için aynı olmalıdır (TBDY, 2018, s. 12).

3.7.2.2 Hesapta dikkate alınacak hususlar

Yapı taşıyıcı sisteminde, doğrusal çalışan elemanlarda oluşan dinamik enerji kaybını ifade eden denklemlerinde viskoz sönüm matrisi kullanılır. Rayleigh orantılı sönüm

matrisi ya da modal sönüm matrisi kullanılarak viskoz sönüm matrisi oluşturulur. Hesap başlangıç adımı olarak doğrusal olmayan statik artımsal hesap, düşey yükler altında yapılır. Deprem hesabının başlangıcında ise düşey yükler altında meydana gelen doğrusal olmayan iç kuvvetler ve şekildeğiştirmeler esas alınacaktır. Binada oluşan tüm titreşim modlarının yeterince temsil edilmesine olanak sağlayacak şekilde bir zaman artımı seçilir (TBDY,2018).

3.7.2.3 Değerlendirmeye esas şekildeğiştirme ve iç kuvvet talepleri

Taşıyıcı elemanların, zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizi sonucunda ortaya çıkan şekildeğiştirme ve iç kuvvet talepleri, elde edilen en büyük mutlak değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmaktadır (TBDY, 2018).

3.8 Şekildeğiştirmelerin ve İç Kuvvetlerin Değerlendirilmesi

3.8.1 Göçmenin önlenmesi (GÖ) performans düzeyi için birim şekildeğiştirme sınırları

Yayılı plastik davranış modeli göçmenin önlenmesi performans düzeyinde, beton toplam birim şekildeğiştirmesi $\varepsilon_c^{(GÖ)}$ ve donatı çeliği toplam birim şekildeğiştirmesi $\varepsilon_s^{(GÖ)}$ için izin verilen sınırlar TBDY- 2018 Bölüm 5.8' de belirtilmiştir. Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için beton birim kısalması dikdörtgen kesitli taşıyıcı elemanlarda Denk.(3.2) ile dairesel kesitli elemanlarda ise Denk.(3.3) ile hesaplanır.

$$\varepsilon_c^{(GÖ)} = 0{,}0035 + 0{,}004\sqrt{\omega_{we}} \leq 0{,}018 \tag{3.2}$$

$$\varepsilon_c^{(GÖ)} = 0{,}0035 + 0{,}07\sqrt{\omega_{we}} \leq 0{,}018 \tag{3.3}$$

Yukarıdaki denklemde yer alan 0,0035 değeri, sargısız betonun birim kısalmasına denk gelmektedir. Etkin sargı donatısının mekanik donatı oranını ifade eden ω_{we} ise Denk.(3.4) ile hesaplanır.

$$\omega_{we} = \alpha_{se}\rho_{sh,min}\frac{f_{ywe}}{f_{ce}} \tag{3.4}$$

Denk.(3.4)' de yer alan f_{ywe} enine donatıların ortalama akma dayanımını, $\rho_{sh,min}$ dikdörtgen kesit için iki yatay doğrultudaki hacimsel enine donatı oranlarından küçük olanını ifade etmekte ve Denk.(3.6) ile hesaplanmaktadır, α_{se} sargı donatısı etkinlik katsayısını ifade etmekte ve dikdörtgen kesitler için Denk.(3.5) ile hesaplanmaktadır.

$$\alpha_{se} = (1 - \frac{\Sigma a_i^2}{6b_o h_o})(1 - \frac{s}{2b_o})(1 - \frac{s}{2h_o}) \tag{3.5}$$

$$\rho_{sh} = \frac{A_{sh}}{b_k s} \tag{3.6}$$

Denk.(3.5)' de yer alan s enine donatı aralığını, b_o ve h_o sargı donatısı eksenlerinden ölçülen sargılı beton boyutlarını, a_i bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklığını ifade etmektedir. Denk.(3.6)' da yer alan A_{sh} ilgili doğrultuda enine donatının alanını, b_k dik doğrultudaki çekirdek boyutunu ifade etmektedir.

Donatı çeliğinin birim şekildeğiştirmesi, Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için Denk.(3.7)' de belirtilen şekilde hesaplanmaktadır.

$$\varepsilon_s^{(G\ddot{O})} = 0{,}4\varepsilon_{su} \tag{3.7}$$

Denk.(3.7)' de yer alan ε_{su} ifadesi, çekme dayanımına karşı gelen birim uzamayı göstermekte ve donatı çeliği kalitesine göre Tablo 2' ye göre seçilmektedir.

3.8.2 Kontrollü hasar (KH) performans düzeyi için birim şekildeğiştirme sınırları

Yayılı plastik davranış modeli kontrollü hasar performans düzeyinde, beton toplam birim şekildeğiştirmesi $\varepsilon_c^{(KH)}$ için izin verilen sınır değer Denk.(3.8) ile hesaplanırken; donatı çeliği toplam birim şekildeğiştirmesi $\varepsilon_s^{(KH)}$ için izin verilen sınır değer Denk.(3.9) ile hesaplanmaktadır.

$$\varepsilon_c^{(KH)} = 0{,}75\varepsilon_c^{(G\ddot{O})} \tag{3.8}$$

$$\varepsilon_s^{(KH)} = 0{,}75\varepsilon_s^{(G\ddot{O})} \tag{3.9}$$

3.8.3 Sınırlı hasar (SH) performans düzeyi için birim şekildeğiştirme sınırları

Sınırlı hasar performans düzeyinde, beton ve donatı çeliği için izin verilen toplam birim şekildeğiştirmeler $\varepsilon_c^{(SH)}$ ve $\varepsilon_s^{(SH)}$, Denk.(3.10) ile Denk.(3.11)' de yer almaktadır.

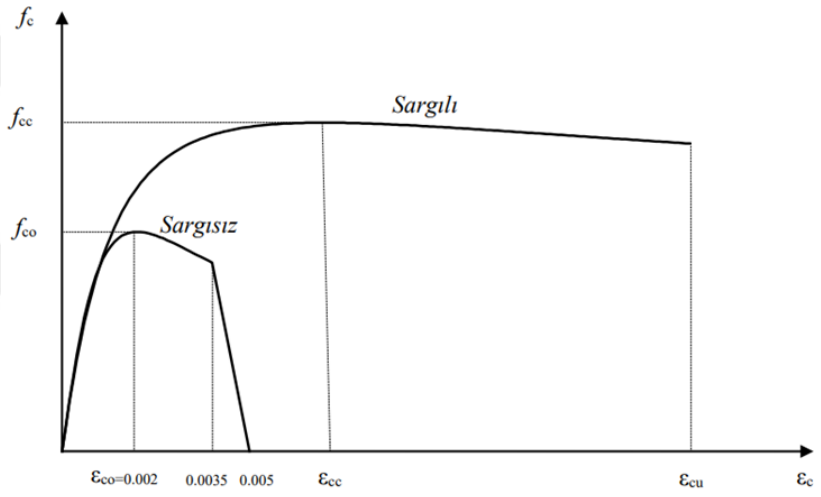
$$\varepsilon_c^{(SH)} = 0{,}0025 \tag{3.10}$$

$$\varepsilon_s^{(SH)} = 0{,}0075 \tag{3.11}$$

3.9 Beton Ve Donatı Çeliği İçin Gerilme- Şekildeğiştirme Bağıntıları

3.9.1 Sargılı ve sargısız beton modelleri

TBDY-2018 Ek-5A'da tanımlanan yapıyı oluşturan sargılı ve sargısız beton davranışı Şekil 4' te verilen gerilme-sekil değiştirme grafiğinde gösterilmiştir. Sargılı beton gerilme-şekil değiştirme ilişkisinin hesabı için aşağıda yer alan denklemler kullanılmaktadır.



Şekil 4. Betonun Sargılı Ve Sargısız Durumu İçin Gerilme-Şekildeğiştirme İlişkisi (TBDY, 2018)

Betonda sargılı durum için beton basınç gerilmesi f_c, basınç birim şekildeğiştirmesi ε_c' nin fonksiyonu olarak Denk.(3.12)' de gösterilmiştir.

$$f_c = \frac{f_{cc} x r}{r - 1 + x^r} \tag{3. 12}$$

Denk.(3.12)' de yer alan x ile r değişkenine ilişkin bağıntılar Denk.(3.13) ve Denk.(3.14)' de verilmiştir, f_{cc} sargılı beton dayanımı ile f_{co} sargısız beton dayanımı arasındaki bağıntı ise Denk.(3.15)' de gösterilmiştir.

$$x = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{cc}}; \qquad \varepsilon_{cc} = \varepsilon_{co}[1 + 5(\lambda_c - 1)]; \quad \varepsilon_{co} \cong 0{,}002 \tag{3.13}$$

$$r = \frac{E_c}{E_C - \varepsilon_{sec}}; \qquad E_c \cong 5000\sqrt{f_{co}} \ \ [MPa]; \quad E_{sec} = \frac{f_{cc}}{\varepsilon_{cc}} \tag{3.14}$$

$$f_{cc} = \lambda_c f_{co}; \qquad \lambda_c = 2{,}254\sqrt{1 + 7{,}94\frac{f_e}{f_{co}}} - 2\frac{f_e}{f_{co}} - 1{,}254 \tag{3.15}$$

Denk.(3.15)' de yer alan f_e etkili sargılama basıncı, dikdörtgen kesitlerde birbirine dik iki doğrultu için Denk.(3.16)'da verilen değerlerin ortalaması olarak hesaplanabilmektedir. Bu denklemde yer alan f_{yw} enine donatının akma dayanımını, ρ_x ve ρ_y ilgili doğrultulardaki enine donatıların hacimsel oranlarını, sargılama etkinlik katsayısı oranını ifade eden k_e ise Denk.(3.17)'deki gibi hesaplanmaktadır.

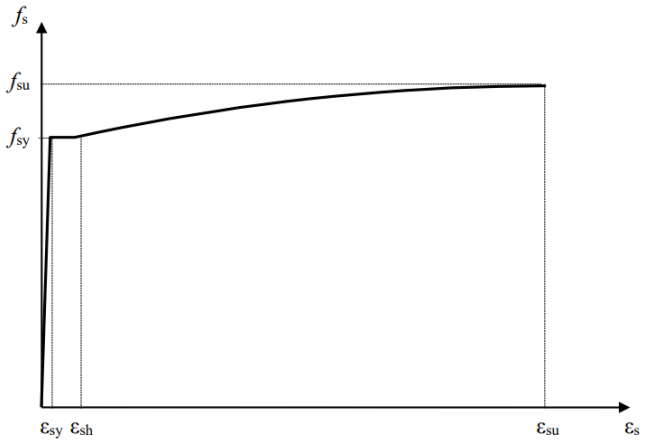
$$f_{ex} = k_e p_x f_{yw}; \qquad f_{ey} = k_e p_y f_{yw} \tag{3.16}$$

$$k_e = \left[1 - \frac{\Sigma a_i^2}{6 b_o h_o}\right]\left[1 - \frac{s}{2b_o}\right]\left[1 - \frac{s}{2h_o}\right][1 - \frac{A_s}{b_o h_o}]^{-1} \tag{3.17}$$

Denk.(3.17)'de yer alan A_s boyuna donatı alanını, s ise boyuna doğrultuda etriyelerin eksenleri arasındaki aralığı, a_i kesit çevresindeki boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklığı, b_o ve h_o göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutlarını ifade etmektedir.

3.9.2 Donatı çeliği modeli

Şekildeğiştirmeye göre değerlendirme ve tasarımında kullanılmak üzere, donatı çeliği için gerilme-şekildeğiştirme bağıntıları Şekil 5' de tanımlanmıştır. Donatı çeliğine ait performans düzeylerini belirlemek için Tablo 2 kullanılır.



Şekil 5. Donatı Çeliği İçin Gerilme-Şekil Değiştirme İlişkisi (TBDY, 2018)

Tablo 2. Donatı Çeliklerine Ait Bilgiler (TBDY, 2018)

Kalite	f_{sy} (Mpa)	ε_{sy}	ε_{sh}	ε_{su}	f_{su} / f_{sy}
S220	220	0.0011	0.011	0.12	1.20
S420	420	0.0021	0.008	0.08	1.15 – 1.35
B420C	420	0.0021	0.008	0.08	1.15 – 1.35
B500C	500	0.0025	0.008	0.08	1.15 – 1.35

3.10 Bilgi Düzeyleri

3.10.1 Betonarme binalarda sınırlı bilgi düzeyi

TBDY- 2018 Bölüm 15’ e göre performas analizi yapılacak binanın mimari projesi mevcut ise röleve çalışmalarında kullanılır, mevcut değilse saha çalışmalarıyla yapının rölevesi elde edilir. Binanın hesap modelini oluşturmak için, röleve çalışmalarında yapının her katında bulunan taşıyıcı sistemin malzemesi, yüksekliği, boyutu, eksen açıklığı yer almalıdır. Temel sisteminin belirlenmesi, yapı içinde veya dışında inceleme çukurları açılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Betonarme taşıyıcı elemanlardaki donatı sayısı ve detayı inşa edildiği tarihteki minimum donatı şartını sağladığı varsayılır. Bu varsayımın doğruluğu içinde, her kat da yer alan kolon veya perdelerden en az birer adet olmak üzere %5’ inin; kirişlerin ise her kattan bir adet beton örtüsünün sıyrılıp donatı tespitinin belirlenmesi gerekmektedir. Donatı tespit cihazları ile beton örtüsü sıyrılmayan perde ve kolonların %20’ sinin enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi belirlenmektedir. Perde ve kolon kapasitelerini belirlemek için perde ve kolonlarda bulunan mevcut donatının minimum donatıya oranını ifade eden donatı gerçekleşme katsayısı temel alınacaktır. Kirişler için düşey tasarım yükleri altında gerekli olan donatılar kullanılacaktır. TS EN 12504-1’ de yer alan koşullar dâhilinde, her katta bulunan kolon veya perdelerden en az üç adet beton örneği alınarak deney yapılmalıdır. Donatı sınıfı tayini ise sıyrılan donatı yüzeylerinin görsel incelemesi ile tespit edilmeli ve bu sınıftaki çeliğin karakteristik akma gerilmesi mevcut çelik dayanımı olarak alınmalıdır. Korozyon gözlenen donatılar, belirlenir ve bu elemanlar kapasite hesaplarında göz ödününde bulundurulur (TBDY, 2018).

3.10.2 Betonarme binalarda kapsamlı bilgi düzeyi

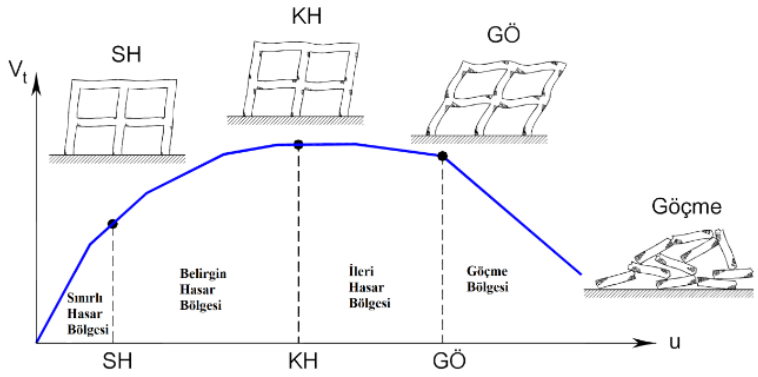
TBDY- 2018 Bölüm 15’ e göre performas analizi yapılacak binanın betonarme projeleri mevcut ise projeye uygunluğu yapılacak ölçümlerle belirlenir. Uygun olmayan yapı için proje yok sayılır ve saha çalışmaları ile taşıyıcı sistem rölevesi elde edilir. Beton örtüsü sıyrılmayan kolon ve perdelerin %20’ sinde ve çerçeve kirişlerin %10’ unda enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenerek, betonarme projede donatı detaylarının kontrolü sağlanır. Proje ile uygulama arasında uyumsuzluk varsa, mevcut donatının projede öngörülen donatıya oranını ifade eden donatı

gerçekleşme katsayısı perdeler, kolonlar, kirişler için tek tek belirlenecektir. Betonarme projeler mevcut değilse, donatı tespit cihazları ile her katta yer alan kolon ve perdelerin beton örtüsü sıyrılarak en az ikişer adet olmak üzere %10' unda okuma yapılır. Beton örtüsü sıyrılmayan kirişlerin %15' inde, kolon ve perdelerin %30' unda enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenmektedir. TS EN 12504-1'de yer alan koşullar dâhilinde, kolon veya perdelerden zemin katta en az üç, diğer katlarda en az iki ve genel olarak binada toplamda en az dokuz adet, her 400 m^2 'den bir adet beton örneği alınarak deney yapılacaktır. Donatı sınıfı tayininde sıyrılan yüzeylerde tespit edilen çelik sınıfları için birer adet örnek alınarak, deney yapılır ve çeliğin akma gerilmesi, kopma dayanımı ve şekildeğiştirme özellikleri belirlenerek projeye uygunluğu saptanır. Projesine uygun ise, eleman kapasite hesaplarında projede kullanılan çeliğin karakteristik akma gerilmesi mevcut çelik akma gerilmesi olarak alınacaktır. Uygun değil ise en az üç adet örnek daha alınarak deney yapılacak, elde edilen en elverişsiz akma gerilmesi eleman kapasite hesaplarında mevcut çelik akma gerilmesi olarak alınacaktır. Korozyon gözlenen donatılar, belirlenir ve bu elemanlar kapasite hesaplarında dikkate göz ödününde bulundurulur (TBDY, 2018).

3.11 Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri

TBDY-2018 Bölüm 15.3' de mevcut binaların performans analizinde sünek elemanlar için kesit düzeyinde Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH) ve Göçme Öncesi Hasar (GÖ) olmak üzere üç hasar durumu ve bunların sınır değerleri tanımlanmıştır. Sınırlı Hasar (SH) kesitte az miktarda plastik davranış olması durumudur. Kontrollü Hasar (KH) kesit dayanımı güvenli olacak şekilde sınırlı miktarda plastik davranış olması durumudur. Göçme Öncesi (GÖ) hasar durumu ise kesitte plastik şekildeğiştirmelerin ileri düzeyde olduğu davranış durumudur (TBDY, 2018).

Sünek davranış gösteren elemanların doğrusal olmayan analiz sonucunda elde edilen şekildeğiştirme ve plastik dönme değerlerine göre hasar bölgeleri belirlenir (Şekil 6). SH sınır değerine ulaşmayan elemanlar Sınırlı Hasar Bölgesinde, SH ve KH sınır değerleri arasında kalan elemanlar Belirgin Hasar Bölgesinde, KH ve GÖ sınır değerleri arasında kalan elemanlar İleri Hasar Bölgesinde ve GÖ sınır değerini aşan elemanlar Göçme Bölgesinde yer alırlar (TBDY, 2018).



Şekil 6. Hasar Sınır Bölgeleri (‘‘Mevcut Binalar, 2018’’)

3.12 Mevcut Binalarda Sınırlı Hasar Performans Düzeyi

TBDY-2018 15.8.3’ e göre betonarme yapıların doğrusal olmayan analizi sonucunda her kat için ayrı olmak üzere kirişlerin en fazla %20’si Belirgin Hasar Bölgesi ’ne geçebilirken, diğer taşıyıcı elemanların tümünün Sınırlı Hasar Bölgesinde olması gerekmektedir. Gevrek olarak hasar gören elemanların bulunması durumunda, gevrek olan taşıyıcı elemanların güçlendirilmeleri kaydı il bu durumdaki yapıların Sınırlı Hasar Performans Düzeyinde olduğu kabul edilir (TBDY, 2018).

3.13 Mevcut Binalarda Kontrollü Hasar Performans Düzeyi

TBDY-2018 15.8.4’ e göre, analiz sonucunda gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri yapıldığı doğrultuda aşağıdaki şartları sağlayan yapıların Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu kabul edilir:

- Betonarme yapıların her katı ayrı olmak üzere, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan analiz sonucunda, ikincil kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %35’i ve düşey elemanların (kolonlar, perdeler ve güçlendirilmiş bölme duvarlar) aşağıdaki ikinci paragrafında tanımlanan kadarı İleri Hasar Bölgesi ’ne geçebilir (TBDY, 2018, s. 318).
- İleri Hasar Bölgesindeki düşey elemanların, her bir katta düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20’nin altında olmalıdır. En üst katta İleri Hasar Bölgesindeki düşey elemanların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki

tüm düşey elemanların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir(TBDY, 2018, s. 318).

- Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi veya Belirgin Hasar Bölgesindedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir (TBDY, 2018, s. 318).

3.14 Mevcut Binalarda Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi

TBDY-2018 15.8.5' e göre, analiz sonucunda gevrek olarak hasar gören elemanların göçme bölgesinde olduğu göz önünde bulundurularak, aşağıdaki şartları sağlayan binaların Göçme Öncesi Performans Düzeyinde olduğu kabul edilir:

- Betonarme binaların herhangi bir katında, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesine geçebilir (TBDY, 2018, s. 319).
- Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi, Belirgin Hasar Bölgesi veya İleri Hasar Bölgesindedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30 'u aşmaması gerekir (TBDY, 2018, s. 319).
- Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır (TBDY, 2018, s. 319).

3.15 Göçme Durumu

TBDY-2018 15.8.6' ya göre Bina Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyini sağlayamıyorsa Göçme Durumundadır. Binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır (TBDY, 2018).

4. ÖRNEK ÇALIŞMA

4.1 TBDY-2018 Kapsamında Orijinal Yapının Performans Analizinin Yapılması

4.1.1 Giriş

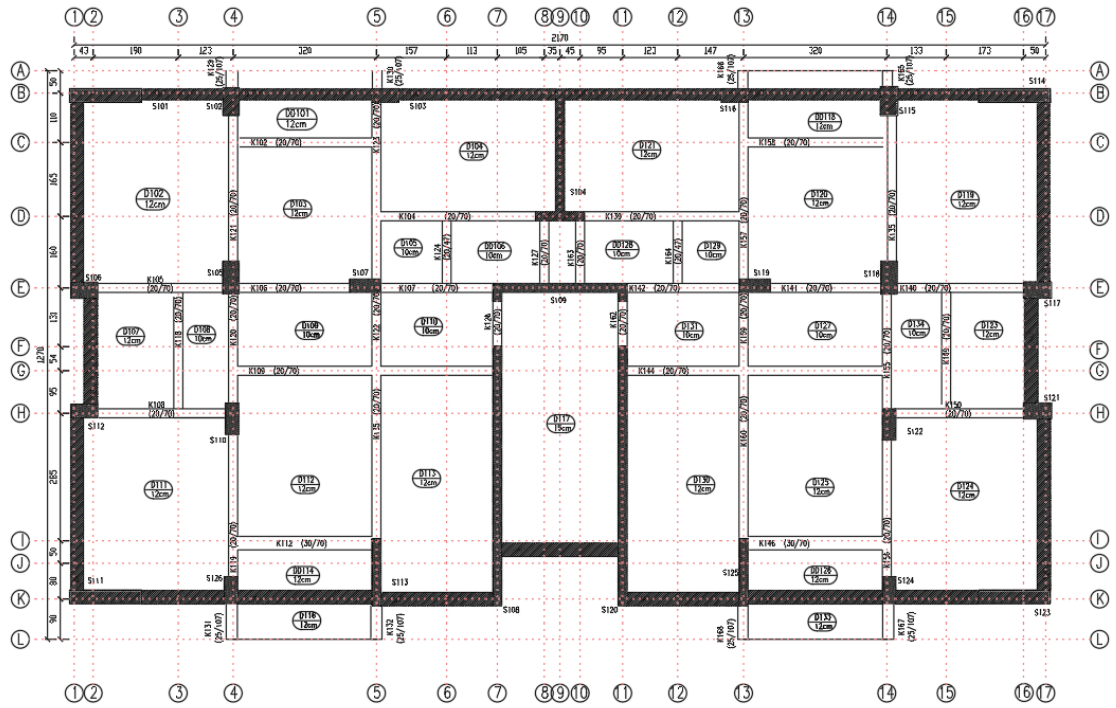
Tezin bu bölümünde 1983 yılında inşa edilen, 2001 yılında perde eklenmesi ve kolon mantolama işlemi ile güçlendirilmiş yapının orijinal halinin TBDY-2018 kapsamında zaman tanım alanında doğrusal olmayan yöntemler kullanılarak performans analizinin belirlenmesi yer alacaktır. Yapı lojman binası olduğundan doğrusal olmayan hesaplar, standart tasarım deprem yer hareketi düzeyi olan DD-2' ye göre yapılacaktır. Yapı analizinde toplam 11 adet deprem ivme kaydı kullanılacak ve analiz sonucunda da eleman bazında mutlak değer olarak en büyük şekil değiştirmeyi gösterecek deprem ivme kaydı temel alınacaktır.

4.1.2 Bina hakkında bilgiler

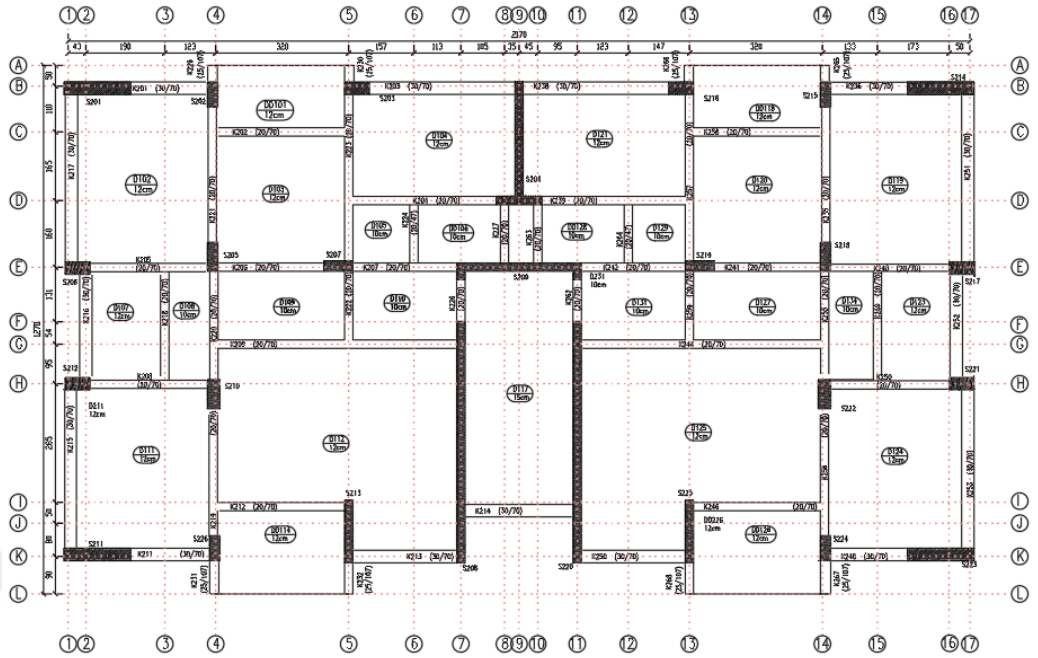
Yapının orijinal hali bir bodrum kat, zemin kat ve dört normal kat olmak üzere toplam altı kattan oluşmaktadır. Yapı taşıyıcı sistemi, bodrum katı çerçeveleyen betonarme bodrum perdelerinden, yapı yüksekliği boyunca sürekli devam eden merdiven perdelerinden, betonarme kolonlardan ve betonarme kiriş ile döşemelerden oluşmaktadır. Yapı yatay doğrultuda 21,7 m ve düşey doğrultuda 11,3 m mesafelerine sahiptir. Binanın bodrum kat yüksekliği 4 m ve diğer kat yükseklikleri 2,9 m olmakla beraber toplam yapı yüksekliği 18,5 metredir. Yapının, 2001 yılında oluşturulmuş güçlendirme raporunda ve rölöve çalışmalarında orijinal durumuna ait eleman donatılarına ve malzeme bilgilerine ulaşılmış ve bu doğrultuda performans analizi yapılmıştır. Yapı modeli Etabs v20 programında oluşturulmuş ve taşıyıcı elamanların modellenmesinde raporlardaki donatılar göz önünde bulundurulmuştur. Malzeme modeli oluştururken de, raporlardaki beton sınıfı ve donatı sınıfı temel alınmıştır. Çalışmada kullanılan yapı Şekil 7' de ve yapıya ait katların kalıp planları Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10' da yer almaktadır.



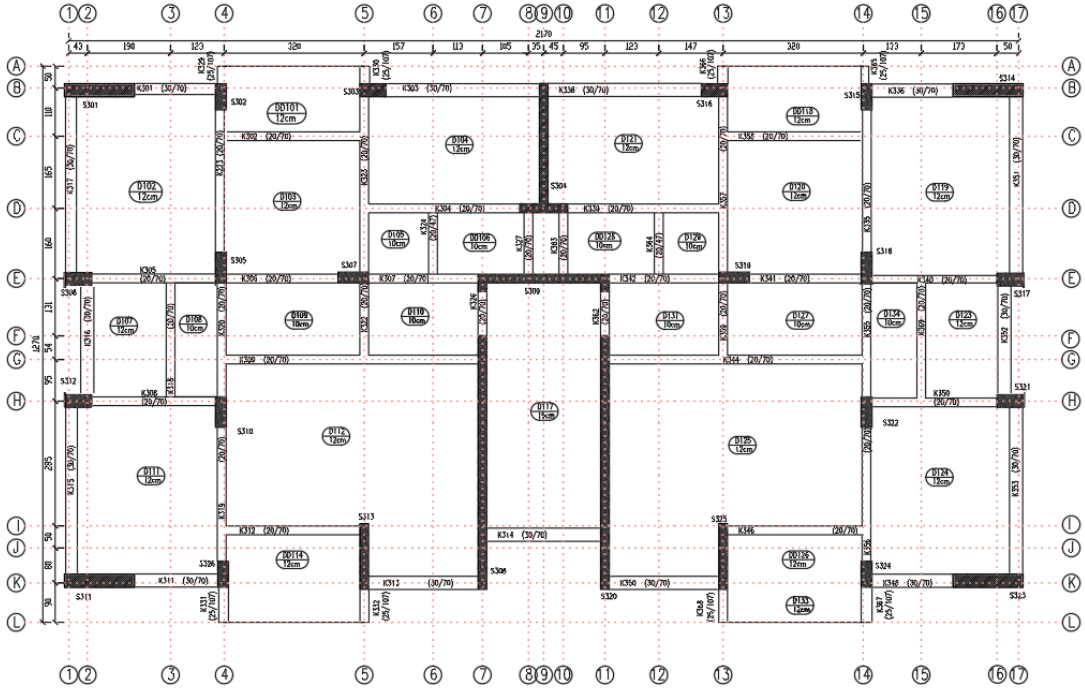
Şekil 7. Çalışmada Kullanılan Betonarme Yapı (Aras, 2016)



Şekil 8. Bodrum Kat Planına Ait Kalıp Planı



Şekil 9. Zemin Kat Planına Ait Kalıp Planı



Şekil 10. Normal Kat Planlarına Ait Kalıp Planı

Yapıya ait perdeler incelendiğinde, bodrum perdeleri 30 cm kalınlığında binanın tüm çevresini sararken, yapı içinde orta kısımda yer alan perdeler 20 cm ve simetrik olarak yer almaktadır. Yapıda yer alan kolonlar incelendiğinde ise, bodrum katından itibaren tüm yapı yüksekliği boyunca devam eden 160X30 ve 60X30 ebatlı kolonlar ile bodrum kattan zemin kata kadar 70X30, 30X60, 30X70 ebatlarında olup; zemin kattan itibaren yapı yüksekliği boyunca 70X25, 25X60, 25X70 olarak devam eden kolonlar yer almaktadır. Yapı dış akslarında bulunan kirişler 30X70, yapı orta akslarında yer alan kirişler 20X70 ve balkon kirişleri 25X107 ebatlarındadır. Yapıda bulunan döşemeler 15 cm, 12 cm ve 10 cm kalınlıklarındadır.

Yapıda bulunan kolonların kesitleri, boyuna donatı ve enine donatılarının çap ve adetleri Tablo 3' de yer almaktadır. Tabloda bulunan değerler Etabs programında her bir kolon kesiti için oluşturulan modellere girilmiştir.

Tablo 3. Kolonlara Ait Kesit Ve Donatı Bilgileri

KOLON KESİTİ (cm)	BOYUNA DONATI	ENİNE DONATI
160X30	14Φ14 12Φ16	Φ8/15
25X60 Tip 1	10Φ14	Φ8/12
25X60 Tip 2	12Φ14	Φ8/12
25X70 Tip 1	12Φ14	Φ8/15
25X70 Tip 2	14Φ14	Φ8/15
30X60	12Φ14	Φ8/15
30X70	14Φ14	Φ8/15
60X30	12Φ14	Φ8/15
70X25	4Φ14 4Φ16	Φ8/12
70X30	14Φ14	Φ8/15

Yapıda bulunan bütün kirişlere ait kiriş kesitleri, enine donatı bilgisi, düz ve montaj donatı çap ve adetleri ile ilave donatı çap ve adetleri Tablo 4' te yer almaktadır. Tabloda yer alan bilgiler doğrultusunda her bir kiriş için yönlere ait alt ve üst toplam donatı alanları hesaplanmış ve hesaplanan alanlar Etabs programında oluşturulmuş kiriş modellerine tanımlanmıştır.

Tablo 4. Kirişlere Ait Kesit Ve Donatı Bilgileri

KİRİŞ KESİTİ (cm)	DÜZ DONATI	MONTAJ DONATI	SOL ÜST İLAVE DONATISI	SAĞ ÜST İLAVE DONATISI	ENİNE DONATI
70X20	3Φ14	2Φ14	2Φ14	2Φ14	Φ8/20/11
70X30	3Φ16	2Φ14	3Φ14	6Φ14	Φ8/20/11
107X25	2Φ14	2Φ14	3Φ16	3Φ16	Φ8/20/11

Yapıda yer alan perde elemanlarına ait başlık ve gövde bölgesi için tanımlanan boyuna ve enine donatıların bilgileri Tablo 5' de yer almaktadır. Tabloda yer alan bilgiler ışığında Etabs programının Section Designer kısmında yapıda bulunan bütün perdelerin modelleri oluşturulmuştur. Yapıda bulunan bodrum perdeleri için de projede yer alan donatılar Etabs modeline üniform olarak atanmıştır.

Tablo 5. Perdelere Ait Kesit Ve Donatı Bilgileri

PERDE KESİTİ (cm)	BAŞLIK KESİTİ (cm)	BOYUNA DONATI		ETRİYE
		BAŞLIK	GÖVDE	
20X150	20X35	12Φ14	6Φ14	Φ8/ 17
20X275	20X110	15Φ12	30Φ12	Φ8/ 15
20X280	20X80	14Φ12	28Φ12	Φ8/ 15
20X580	20X250	30Φ14	32Φ12	Φ8/ 15

4.1.3 Malzeme özellikleri ve bina deprem parametreleri

4.1.3.1 Malzeme özellikleri

Beton sınıfı C8, çelik kalitesi S220' dir. Bina tasarım parametreleri olarak; bina koordinatları, enlemde 40,9961° ve boylamda 29,0696° dir, hareketli yük katılım katsayısı (n) 0,3 olarak ele alınmıştır. Zeminin sınıfı ZC, bina bilgi düzeyi ise Kapsamlı Bilgi Düzeyindedir.

4.1.3.2 Bina deprem parametreleri

Yapının deprem yer hareketi düzeyi, yerel zemin sınıfı ve yapının bulunduğu alanın enlem ve boylam bilgileri Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nca hazırlanan "Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması" üzerinden girilerek,

yapıya ait deprem parametreleri elde edilmiştir. Yapının DD-2 yer hareketi düzeyi altındaki deprem parametreleri Tablo 6' da yer almaktadır.

Tablo 6. Yapının DD-2 Yer Hareketi Düzeyinde Deprem Parametreleri

S_S	S_1	PGA	PGV	S_{DS}	S_{D1}
0. 920	0. 253	0. 378	23. 360	1. 104	0. 379

Yapı kullanım amacı bakımından lojman binası adı altında konut olduğu için TBDY-2018 Bölüm 3. 1' e göre Tablo 7' de belirtildiği gibi BKS 3 ve Bina Önem Katsayısı 1 olarak alınmıştır.

Tablo 7. Bina Kullanım Sınıfı (BKS) Ve Bina Önem Katsayısı (I)

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

Yapının S_{DS} değeri 0,75 den büyük olduğundan ve BKS 3 olduğundan, deprem tasarım sınıfı TBDY-2018 Bölüm 3. 2' e göre Tablo 8' de 1 olarak belirlenmiştir.

Tablo 8. Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)

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

Yapının DTS 1 olduğundan ve binanın bodrum perdelerinin üst kotundan itibaren kat yüksekliği 15 m olduğundan TBDY Bölüm 3. 3'e göre Bina Yükseklik Sınıfı 6 olarak belirlenmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)

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

Tez kapsamında incelenen yapı mevcut betonarme yapı sınıfında ve deprem tasarım sınıfı DTS=1 olarak belirlenmiştir. TBDY-2018 Bölüm 3.5.1'e göre DD-2 yer hareketi düzeyi için şekildeğiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım yaklaşımı temel alınarak oluşturulacak hesaplarda Tablo 10' da belirtildiği gibi normal performans hedefi kontrollü hasar düzeyine denk gelmektedir.

Tablo 10. Tez Kapsamında İncelenen Yapının Performans Hedefi Ve Tasarım Yaklaşımı

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

4.1.4 Yapı yükleri

4.1.4.1 D10- D12- D15 döşeme kaplama yükleri

Kaplama: 0,02x27: 0,54 kN/m^2

Sıva: 0,03x20: 0,6 kN/m^2

Tesviye: 0,05x22: 1,1 kN/m^2

Toplam: 2,24 kN/m^2

4.1.4.2 Duvar ağırlığı (dış duvar)

Dolu Tuğla Dış Duvar: 0,2x10: 2 kN/m^2

Sıva: 2x0,015x10: 0,3 kN/m^2

Toplam: 2,3 kN/m^2

4.1.4.3 Döşeme üzeri yüzeysel duvar yükü

Dolu Tuğla İç Duvar: 0,1x10: 1kN/m^2

Sıva: 2x0,015x10: 0,3 kN/m^2

Toplam: 1,3 kN/m^2

4.1.4.4 Dış kirişler üzerine gelen çizgisel duvar yük

Duvar: (2,9- 0,70)x 2,3: 5,06 kN/m

4.1.4.5 Balkon kirişler üzerine gelen çizgisel yük

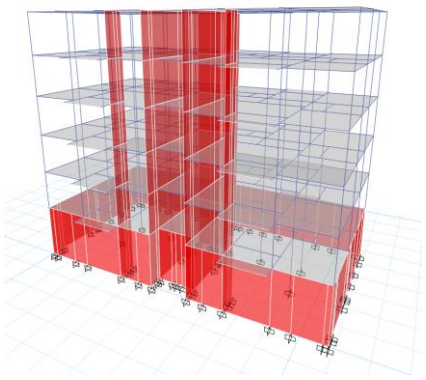
Duvar: (2,9- 1,07)x 2,3: 4,20 kN/m

4.1.4.6 Hareketli yük

İnsanların yoğun olduğu yerlerde 5 kN/m^2, diğer yerlerde 2 kN/m^2 alınmıştır.

4.1.5 Yapı modelinin oluşturulması

Tez kapsamında incelenen binanın üç boyutlu yapısal modeli, Etabs programı kullanılarak sonlu elemanlar metoduyla oluşturulmuştur (Şekil 11). Yapı modellenirken TBDY-2018'de belirtilen kurallar temel alınmıştır. Kiriş ve kolonlar, çubuk sonlu elemanlar ile perdeler ise kabuk sonlu elemanlar ile temsil edilmişlerdir. Döşemelerin, yatay düzlemde modellemesi yapılmış ve her kat da rijit diyafram ataması yapılmıştır. Döşemenin kendi ağırlığı, duvar yükleri, kaplama yükleri ve döşeme üzerindeki hareketli yükler döşemeye etki ettirilmiştir. Dış eksende yer alan kirişler üzerine de duvar yükü etki ettirilmiştir. Binanın temeli yapısal modele eklenmemiş olup, en alt katta taşıyıcı sistem elemanlarının düğüm noktalarına ankastre mesnet ataması yapılmıştır.



Şekil 11. Üç Boyutlu Taşıyıcı Sistem Modeli

Yapıya ait ilk modda burulma oluşmuş (Şekil 12) ve 0,547 s periyot değeri hesaplanmıştır. İkinci modda X doğrultusunda % 48'lik kütle katılım sağlanmış (Şekil 13) ve periyot değeri 0,457 s elde edilmiştir. Üçüncü mod ise Y doğrultusunda % 75' lik kütle katılım ile periyot değeri 0,327 s'dir (Şekil 14). X doğrultusunda 8. modda, Y doğrultusunda ise 6. modda %90 modal kütle katılımı sağlanmıştır. İlk 15 moda ait modal kütle katılım oranları Tablo 11' de verilmiştir.

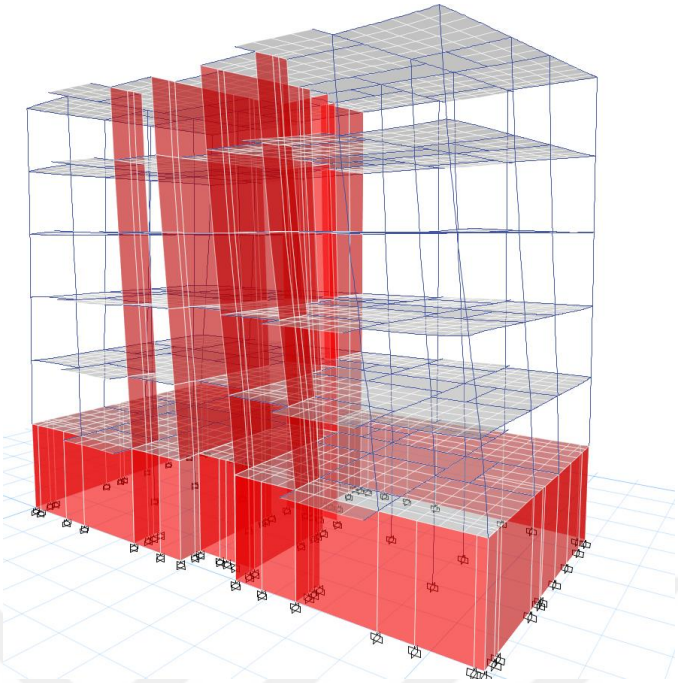
Tablo 11. Yapıya Ait Modal Kütle Katılım Oranları

Mod	Periyot	UX	UY	RY	ΣUX	ΣUY	ΣRZ
1	0.547	0.2617	0	0.0912	0.2617	0	0.4893
2	0.457	0.4831	7.942E-07	0.1629	0.7448	8.227E-07	0.7641
3	0.327	5.349E-07	0.7597	0	0.7448	0.7597	0.7641
4	0.16	0.0223	0	0.0607	0.7671	0.7597	0.8592
5	0.132	0.1062	0	0.3361	0.8733	0.7597	0.8774
6	0.094	0	0.1473	1.273E-06	0.8733	0.907	0.8774
7	0.085	0.0034	0	0.0073	0.8767	0.907	0.9132
8	0.067	0.0415	5.953E-07	0.0849	0.9183	0.907	0.9157
9	0.06	1.188E-06	0.0206	2.546E-06	0.9183	0.9276	0.9157
10	0.059	0.0007	0	0.0019	0.919	0.9276	0.9294
11	0.048	7.328E-07	0.0094	2.138E-06	0.919	0.937	0.9294
12	0.048	0.0001	3.471E-06	0.0002	0.919	0.937	0.9324
13	0.046	0	0.0006	0	0.919	0.9376	0.9324
14	0.045	0.0147	0	0.0432	0.9337	0.9376	0.9329
15	0.041	0	0.0025	0	0.9337	0.9402	0.9329

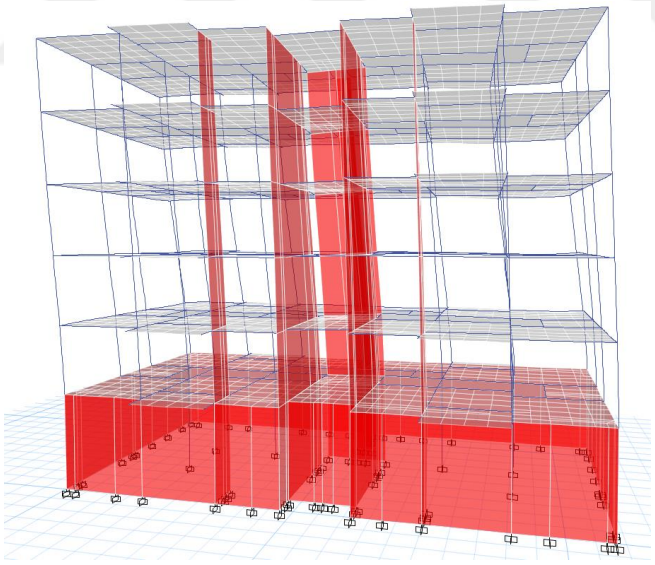
TBDY-2018 Bölüm 3' de yer alan burulma düzensizliği katsayısı, yapının herhangi bir katında ek dışmerkezlik göz önüne alınmaksızın doğrusal elastik davranış temel alınarak Tablo 12' de verilmiştir.

Tablo 12. Yapı Katlarına Ait Burulma Düzensizliği Katsayıları

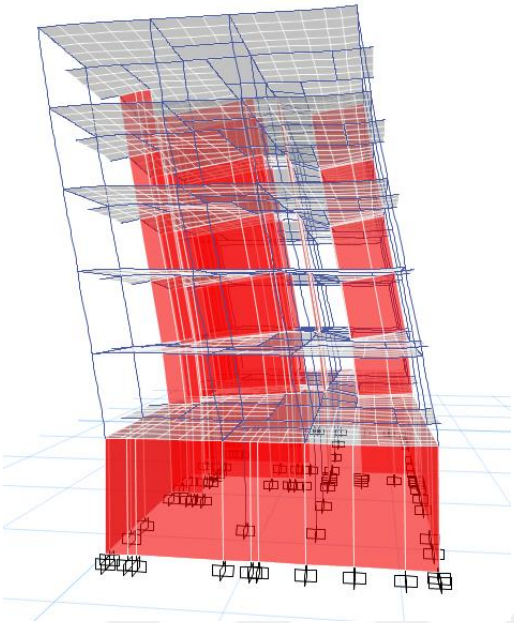
Kat	Doğrultu	Maksimum Öteleme (m)	Ortalama Öteleme (m)	Düzensizlik Katsayısı
4. Kat	X	0.090401	0.082436	1.097
3. Kat	X	0.075398	0.068838	1.095
2.Kat	X	0.056834	0.052017	1.158
1.Kat	X	0.035853	0.032896	1.215
Zemin Kat	X	0.015452	0.014108	1.223
Bodrum	X	0.002368	0.001433	1.653
4. Kat	Y	0.063658	0.050273	1.266
3. Kat	Y	0.053119	0.041555	1.278
2.Kat	Y	0.040058	0.031088	1.289
1.Kat	Y	0.026176	0.020372	1.285
Zemin Kat	Y	0.012421	0.009918	1.252
Bodrum	Y	0.00341	0.001999	1.706



Şekil 12. Yapının 1. Mod Durumu (0,547 s)



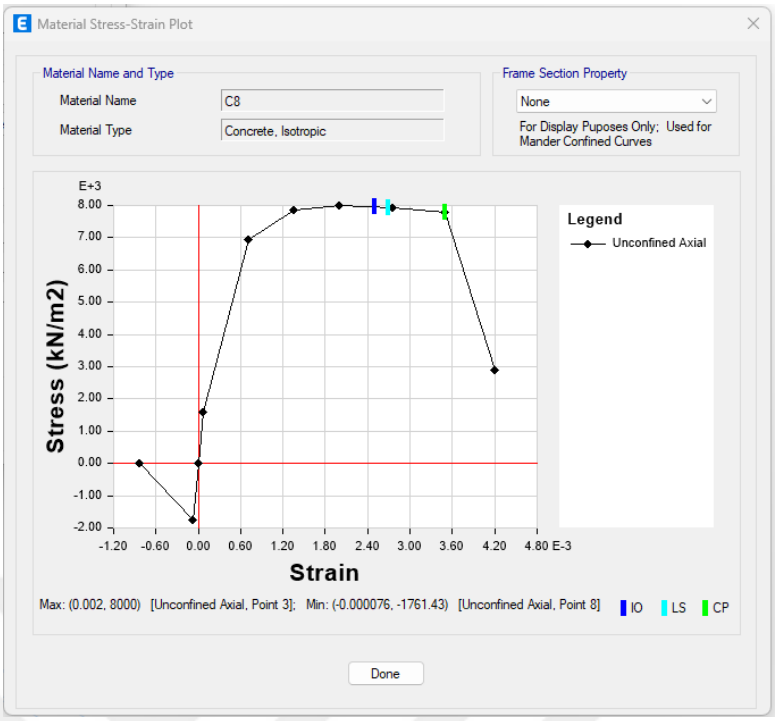
Şekil 13. Yapının 2. Mod Durumu (0,457 s)



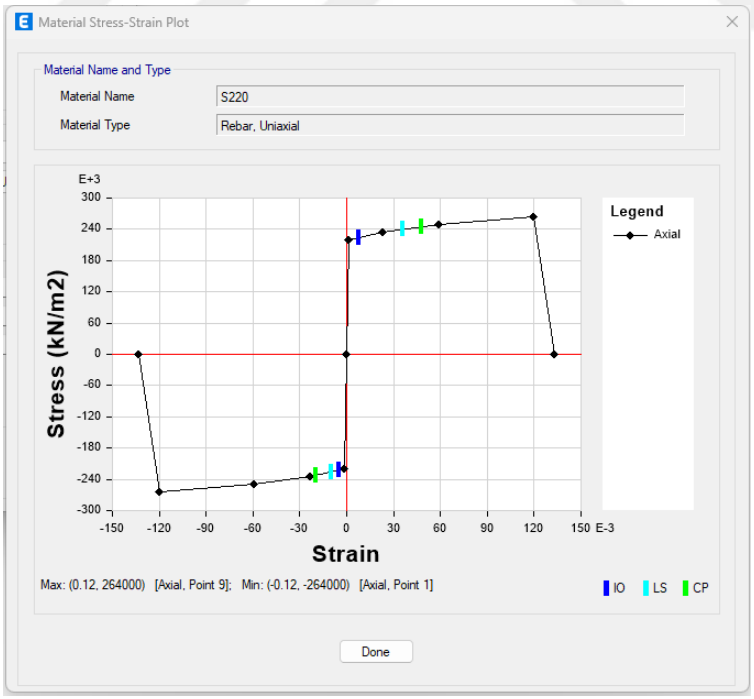
Şekil 14. Yapının 3. Mod Durumu (0,327 s)

4.1.6 Malzeme modeli

Yapının orijinal durumu için beton sınıfı C8 kullanılmıştır. Malzeme bilgileri modele tanımlanırken TBDY-2018 Ek-5A'da yer alan sargılı, sargısız beton ve donatı çeliği davranış modelleri temel alınarak oluşturulmuştur. Taşıyıcı elemanlarda kullanılan etriyelerin kancasız olmasından ve sargı koşullarını sağlanmamasından dolayı, yapıda yer alan tüm elemanların beton modelleri sargısız olarak oluşturulmuştur. Sargısız beton için tanımlanan gerilme- şekildeğiştirme diyagramına ait malzeme modeli Şekil 15'de yer almaktadır. Yapıdaki kolon, kiriş ve perdelerde S220 kalitesinde donatı çeliği kullanılmıştır. Donatı çeliği için tanımlanan gerilme- şekildeğiştirme diyagramına ait malzeme modeli Şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 15. C8 Betonu Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli

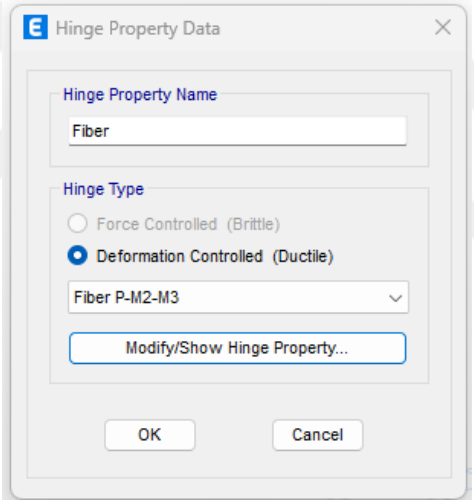


Şekil 16. S220 Çeliği Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli

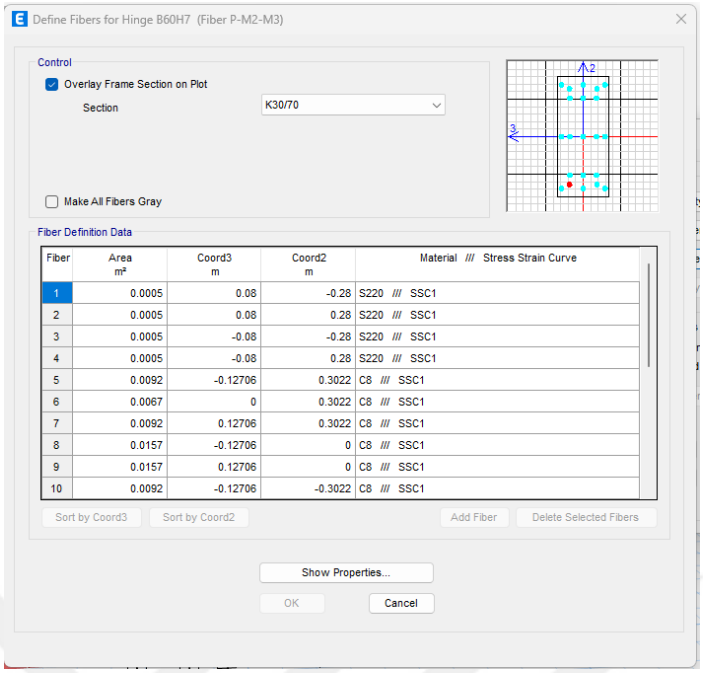
4.1.7 Taşıyıcı elemanların davranış modelleri

4.1.7.1 Betonarme kirişler ve kolonlar için davranış modeli

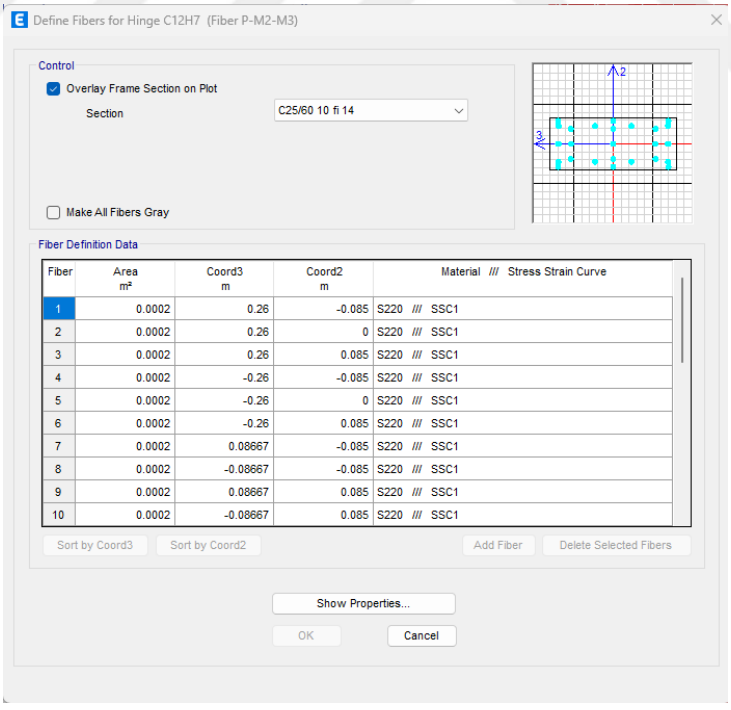
Kiriş ve kolonlarda fiber elemanlar atanırken kesitlerin yeterli miktarda hücrelere bölünmesi, bölünen hücrelerdeki sargısız beton ve donatı çeliği alanlarının, bu alanlara karşılık gelen koordinatları ve malzeme özellikleri Etabs ortamında oluşturulmuştur. Kiriş ve kolon çubuk elemanlar için fiber davranışını esas alan P-M2-M3 mafsalları oluşturulmuştur (Şekil 17). Kirişlerde mesnetten uzaklık 0 ve 1 olacak şekilde; kolonlarda ise mesnetten uzaklık 0,05 ve 0,95 olacak şekilde fiber atama işlemi yapılmıştır. Yapıda yer alan kiriş ve kolonlara örnek olarak, Şekil 18' de K30X70 kirişi için tanımlanan fiber elemanların Etabs programına girilmiş hali ve Şekil 19' da C25X60 kolonu için tanımlanan fiber elemanların Etabs programına girilmiş hali gösterilmiştir.



Şekil 17. Kiriş Ve Kolon Elemanlarında P-M2-M3 Mafsal Tipinin Seçimi



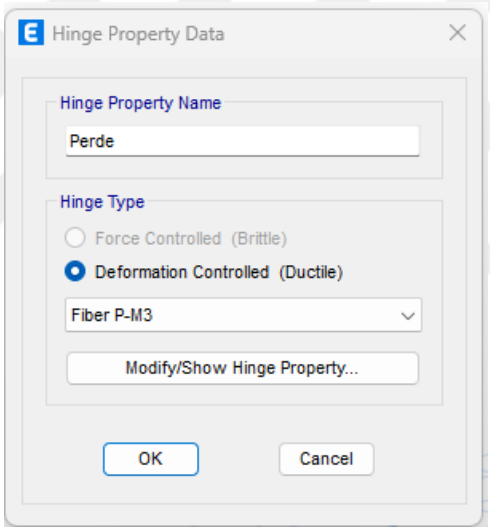
Şekil 18. K30X70 Kirişinde P-M2-M3 Mafsal Özelliklerinin Tanımlanması



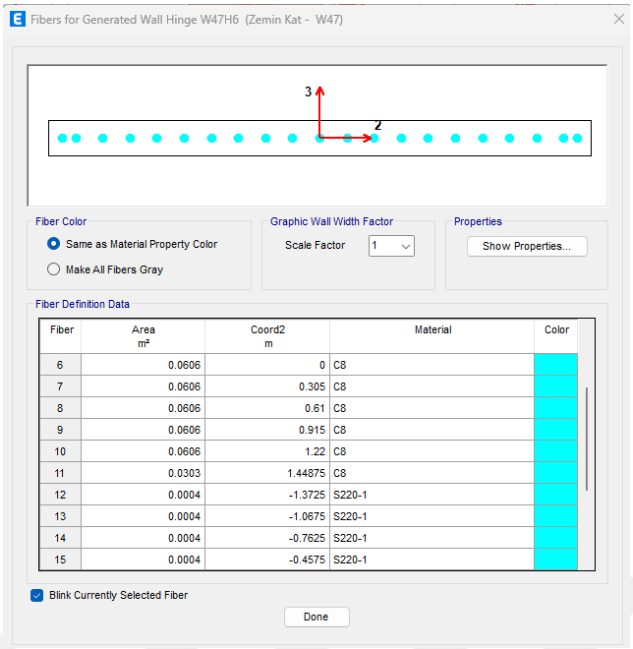
Şekil 19. C25X60 Kolonunda P-M2-M3 Mafsal Özelliklerinin Tanımlanması

4.1.7.2 Betonarme perdeler için davranış modeli

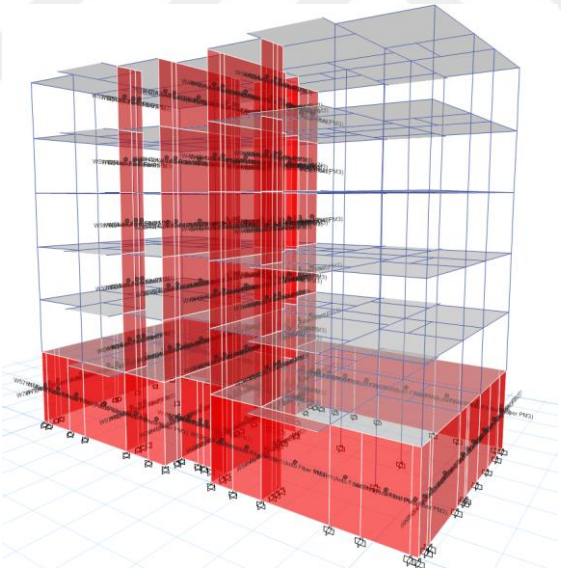
Perdelerde de çubuk elemanlarda olduğu gibi lif elemanlar atanırken; kesitlerin yeterli miktarda hücrelere bölünüp, bu hücrelerdeki sargısız beton ve donatı çeliği alanlarını, bu alanlara karşılık gelen koordinatları ve malzeme özellikleri Etabs ortamında oluşturulmuştur. Perde elemanları için mevcut proje doğrultusunda, yatay ve düşey donatı oranları analiz programına tanımlanmış ve kabuk elemanlar için fiber davranışını esas alan P-M3 mafsalları oluşturulmuştur (Şekil 20). Yapıda yer alan perdelere örnek olarak Şekil 21' de W47 perdesi için tanımlanan fiber elemanların Etabs programına girilmiş hali gösterilmiştir. Şekil 22' de yapının üç boyutlu modelinde, perde elemanlarında oluşturulmuş fiberlerin gösterimi ve Şekil 23' de kolon ile kiriş elemanlarının uç bölgelerinde oluşturulmuş fiberlerin gösterimi yer almaktadır.



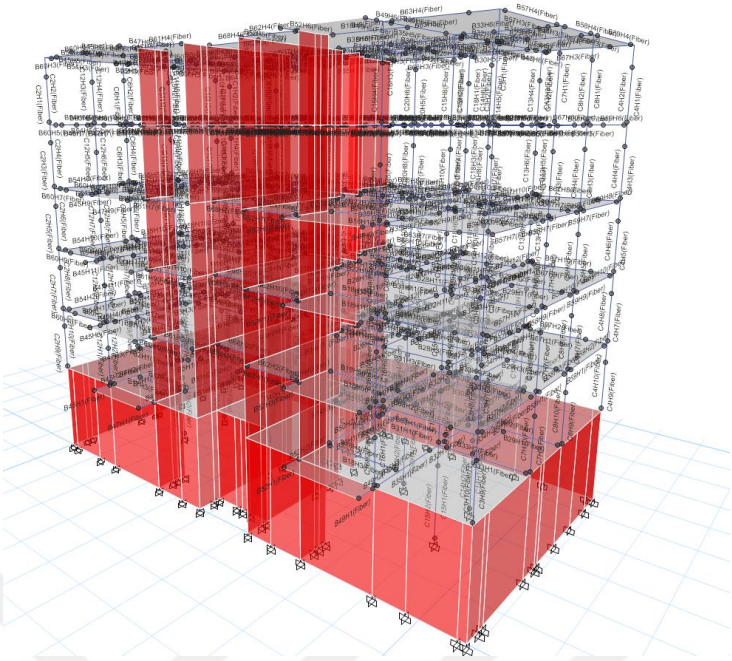
Şekil 20. Perde Elemanlarında P-M3 Mafsal Tipinin Seçimi



Şekil 21. W47 Perdesinde P- M3 Mafsal Özelliklerinin Tanımlanması



Şekil 22. Perde Elemanlarında Oluşturulmuş Fiberlerin Üç Boyutlu Gösterimi



Şekil 23. Kolon Ve Kiriş Elemanlarının Uç Bölgelerinde Oluşturulmuş Fiberlerin Üç Boyutlu Gösterimi

4.1.8 Analiz yönteminin belirlenmesi

Orijinal binanın doğrusal olmayan performans analizleri yöntemlerinden olan tek modlu itme yöntemini kullanmak için Bölüm 3.7.1' de belirtilen şartları sağlaması gerekmektedir. BYS≥ 5 olan yapılarda herhangi bir katta hesaplanan η_{bi}<1,4 koşulunu sağlaması ve doğrusal elastik davranış esas alınarak yapının hesaplanan birinci moduna ait taban kesme kuvveti etkin kütlesinin toplam bina kütlesine oranının en az 0,70 olması koşulunu sağlaması gerekmektedir.

Tez için kullanılan yapının ilk iki modu için taban kesme kuvveti etkin kütlesinin toplam bina kütlesine oranının 0,70' den az olması sebebi ile tek modlu itme yöntemi kullanılmamıştır. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi kullanılmıştır.

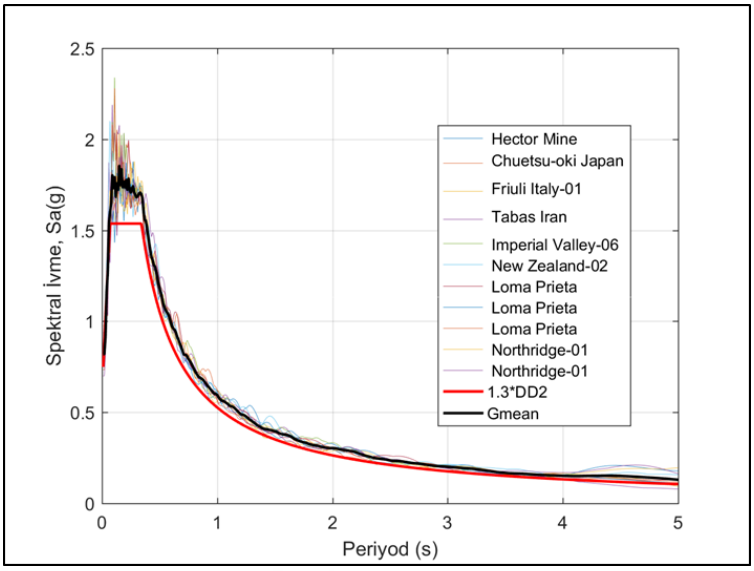
4.1.8.1 Analizde kullanılan deprem kayıtları

Tez kapsamında zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizi gerçekleştirmek adına TBDY-2018 uyarınca, DD-2 spektrumu ile uyumlu 11 adet yer hareketi takımı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan yer hareketlerinin listesi Tablo 13'de verilmiştir.

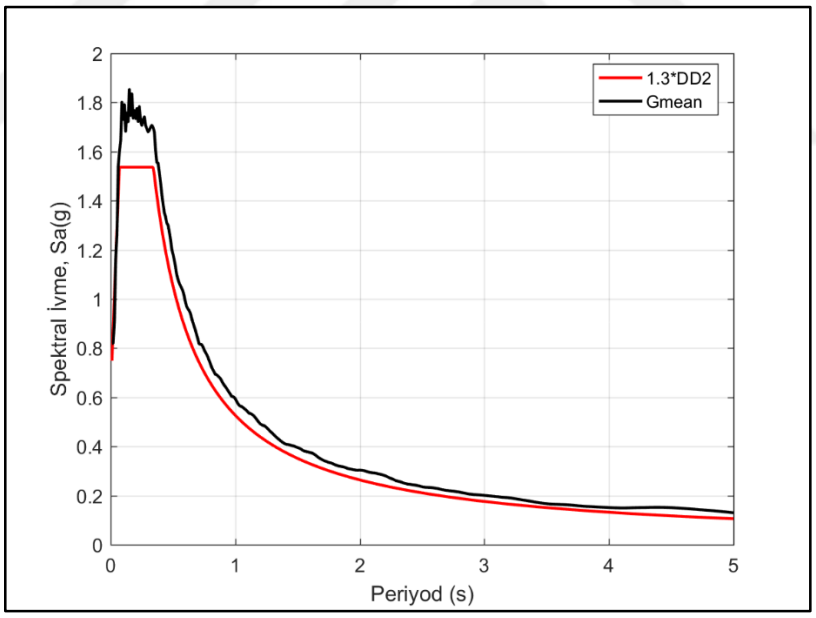
DD-2 yatay ivme spektrumu için ölçeklendirilmiş 11 adet 2 yönlü deprem yer hareketlerinin bileşke spektral ivme grafiği Şekil 24' te verilmiştir. Şekil 25' de ise 11 adet deprem ivme kaydının yatay bileşenleri kullanılarak elde edilmiş bileşke spektrumlarının ortalamaları ve sahaya özgü elde edilen DD-2 seviyesi yatay spektrumları ile karşılaştırması verilmiştir.

Tablo 13. Tez Kapsamında Kullanılan Deprem Kayıtları

Deprem	Yıl	Deprem Büyüklüğü (Mw)	Fay Mekanizması	İstasyon Adı	Deprem Merkezine Uzaklık (km)	Vs30 (m/sn)	Ölçek Kats.	Kullanılabilir en düşük frek. (Hz)	Kayıt İsmi (H1) (H2)
Friuli_ Italy-01	1976	6.5	Ters	Tolmezzo	15.82	505	1.5	0.1625	RSN171 IMPVALL.H (H-EMO000)(H-EMO270)
Tabas_ Iran	1978	7.35	Ters	Dayhook	13.94	472	1.13	0.25	RSN803 LOMAP (WVC000)(WVC270)
Imperial Valley	1979	6.53	oğrultu Atım	Cerro Prieto	15.19	472	1.66	0.1125	RSN821 ERZINCAN (ERZ-NS)(ERZ-EW)
New Zealand	1987	6.6	Normal	Matahina Dam	16.09	551	1.24	0.25	RSN949 NORTHR (ARL090)(ARL360)
Loma Prieta	1989	6.93	Ters Oblik	Anderson Dam (Downstream)	20.26	489	1.47	0.1	RSN1114 KOBE (PRI000)(PRI090)
Loma Prieta	1989	6.93	Ters Oblik	Coyote Lake Dam - Southwest Abutment	20.34	561	1.26	0.1625	RSN1141 DINAR (DIN090)(DIN180)
Loma Prieta	1989	6.93	Ters Oblik	San Jose - Santa Teresa Hills	14.69	672	1.52	0.0375	RSN1176 KOCAELI (YPT060)(YPT150)
Northridge-01	1994	6.69	Ters	LA 00	19.07	706	1.67	0.1625	RSN1244 CHICHI (CHY101-E)(CHY101-N)
Northridge-01	1994	6.69	Ters	Santa Susana Ground	16.74	715	1.63	0.14	RSN1605 DUZCE (DZC180)(DZC270)
Hector Mine	1999	7.13	oğrultu Atım	Hector	11.66	726	1.07	0.0375	RSN2114 DENALI (PS10-047)(PS10-317)
Chuetsu-oki Japa	2007	6.8	Ters	Joetsu Uragawaraku I	22.74	655	1.54	0.075	RSN6906 DARFIELD (GDLCN55W)(GDLCS35W)



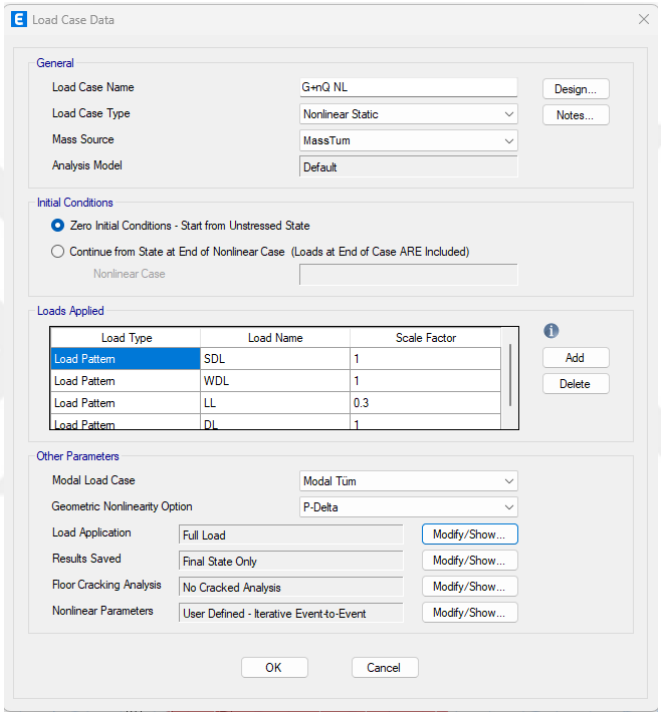
Şekil 24. Çalışmada Kullanılan DD-2 Spektrumu ile Uyumlu 11 adet 2 Yönlü Deprem Yer Hareketlerinin Spektral İvme Değerleri



Şekil 25. Çalışmada Kullanılan DD-2 Spektrumu ile Uyumlu 11 adet 2 Yönlü Deprem Yer Hareketlerinin Spektral İvme Bileşkelerinin Ortalamaları

4.1.8.2 Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yönteminin etabs programına tanımlanması

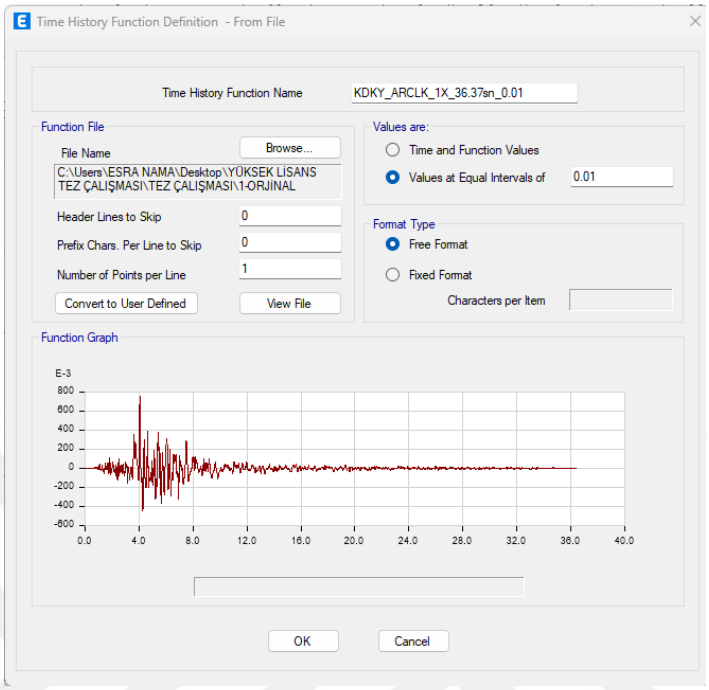
Doğrusal olmayan hesap yöntemlerinin başlangıcı olarak, düşey yükler altında doğrusal olmayan artımsal statik hesap yapılmıştır. Yükleme işleminde düşey deprem etkisi göz önünde bulundurularak etkin hareketli yük etkisi içinde hareketli yük katılım katsayısı n 0,3 olarak alınmış ve hesaplanmıştır. Düşey yükler altında doğrusal olmayan artımsal statik hesabın Etabs programı üzerinde tanımlanması Şekil 26' da gösterilmiştir.



Şekil 26. Başlangıç Düşey Yük Tarifi (G+ nQ)

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap için, 11 adet ölçeklendirilmiş her bir deprem ivme kaydına ait ivme değerleri bir metin belgesi dosyasına girilerek Etabs programında tanımlanmıştır (Şekil 27). Tanımlama yapılırken metin belgesi içerisinde ivmelere ait zaman değerleri bir arada verilmediği için tanımlama ekranındaki "Values are" bölümünde "Values At Equal Intervals of " sekmesinde zaman değeri girilmiştir. Tanımlanan deprem ivme kaydında değerler ilk satırdan başladığı için "Header Lines to

skip’’ sekmesine sıfır değeri girilmiştir. Her satırda tek veri olduğundan “Number of Points per Line” kısmına da 1 değeri girilmiştir.

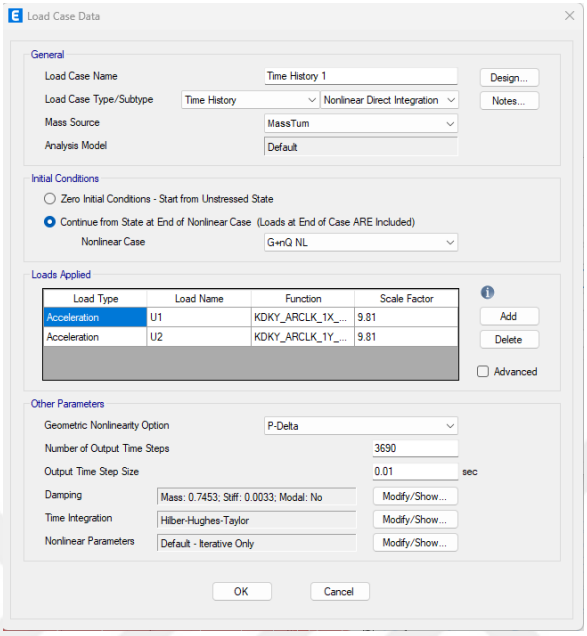


Şekil 27. Deprem İvme Kaydının Etabs Programına Tanımlanması

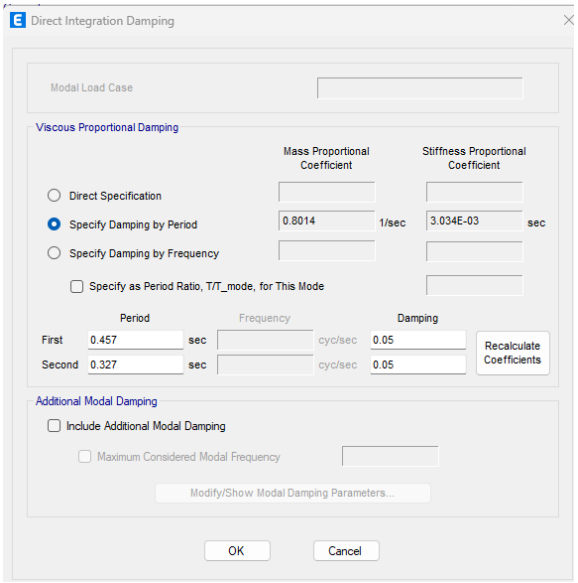
Deprem ivme kayıtları programa girilmesi ardından Etabs programında zaman tanım alanında doğrusal olmayan yükleme işlemi yapılmıştır (Şekil 28). Bahsi geçen yükleme tanımında Etabs programına; yüklemenin başlangıç koşulu olarak daha önce tanımlanmış olan G+ nQ fonksiyonu seçilmiş, yüklemenin tipi, deprem ivme kayıtları, etkitileceği doğrultular ve deprem ivme kayıtlarının ölçekleme katsayıları girilmiştir. “Other Parameters” bölümünde “Modal Load Case” kısmında ikinci mertebe etkilerini göz önünde bulundurmak için P-delta seçeneği seçilmiştir. “ Output Time Step Size” kısmında deprem ivme kayıtları için adım aralıkları ve “ Number Of Output Time Steps” kısmında toplam adım sayısı programa tanımlanmıştır.

Zaman tanım analizinde yapısal sönüm için rayleigh orantılı sönüm matrisi kullanılmıştır. Rayleigh sönüm matrisi tanımlanırken, yapının birinci, ikinci periyotlarının ve sönüm oranının programa girilmesi gerekmektedir. Şekil 29’ da gösterildiği gibi yapının birinci periyodunda kütle katılım sağlanmadığından, ikinci ve üçüncü periyodu daha önce

yapılan analizlerde sırayla 0,457 s ve 0,327 s olarak bulunarak bu değerler programa girilmiş ve sönüm oranları %5 olarak alınmıştır.



Şekil 28. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Yüklemenin Programa Tanımlanması

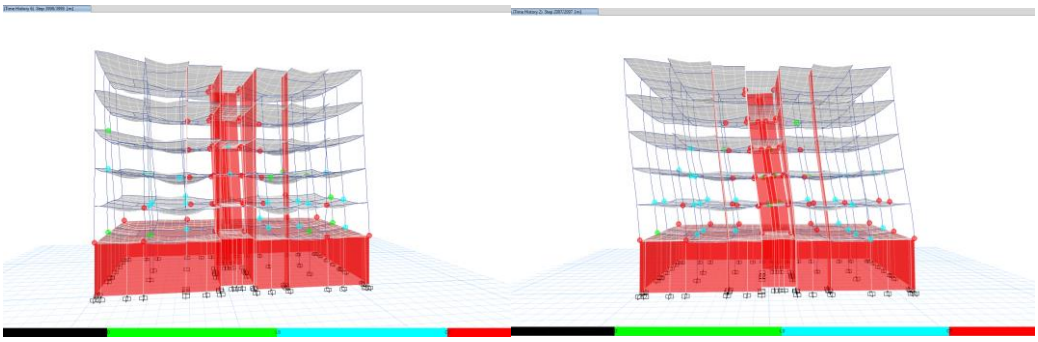


Şekil 29. Sönümlemenin Etabs Programına Tanımlanması

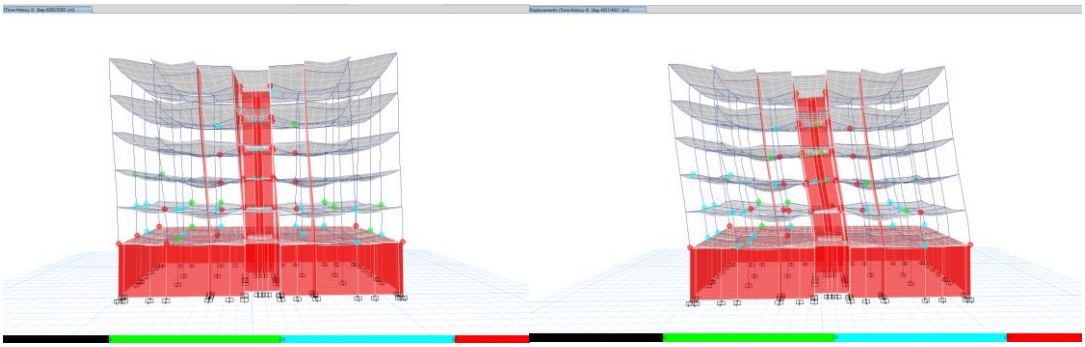
4.1.9 Analiz sonuçları

Etabs programına tanımlanmış deprem kayıtları ile yapılan zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonuçları, 11 analizden elde edilen sonuçların en elverişsiz durumu göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir. Binada bulunan yapısal elemanların eğilme kaynaklı hasar durumunu belirlemek üzere, deprem kayıtları ile yapılmış her analiz sonucunda her bir taşıyıcı sistem için oluşturulmuş excel dosyasına ulaşılmıştır. Bu excel dosyasında ise tüm fiberlere ait malzemeler ve bu malzemelerin oluşturmuş olduğu alanlar, koordinatlar, hasar bölgeleri, hasar sınıfı ve şekil değiştirmeler yer almaktadır. Excel dosyasında donatı için ayrı ve beton için ayrı her kat da yer alan taşıyıcı sistemlerden hasar bölgesi ve şekil değiştirmesi en elverişsiz olan fiber seçilerek sadeleştirilmiş ve bu durum 11 deprem kaydı için de yapılmıştır. Analiz sonucunda kolon, kiriş ve perde elemanlarının her birinde oluşan kesme kuvveti kapasitesinin, TS-500 ve TBDY-2018 kapsamında beton ile enine donatı için hesaplanan kesme kuvveti kapasitelerine oranı ($V_e/b_w d f_{ctm}$) hesaplanarak taşıyıcı sistemin kesme etkileri bakımından gevrek hasar oluşturma durumu incelenmiştir.

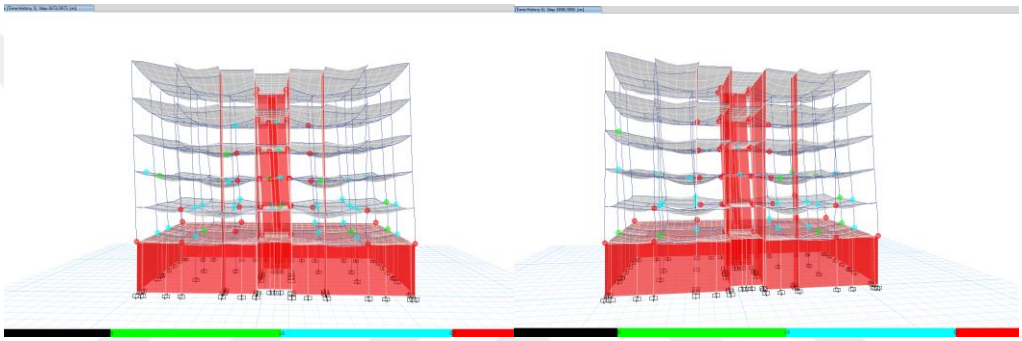
11 adet deprem ivme kaydı ile çözümlenmiş, hasar bölgelerinin yer aldığı zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonuçlarına ait görseller Şekil 30, Şekil 31, Şekil 32, Şekil 33, Şekil 34 ve Şekil 35’ de gösterilmiştir.



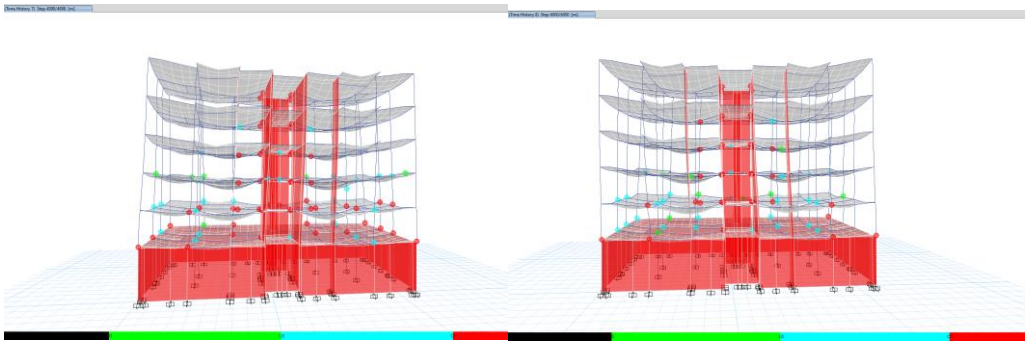
Şekil 30. Orijinal Yapıda 1. Ve 2. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları



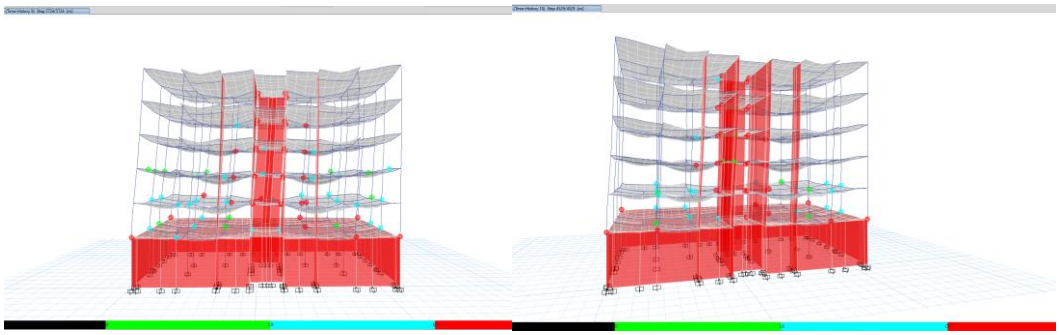
Şekil 31. Orijinal Yapıda 3. Ve 4. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları



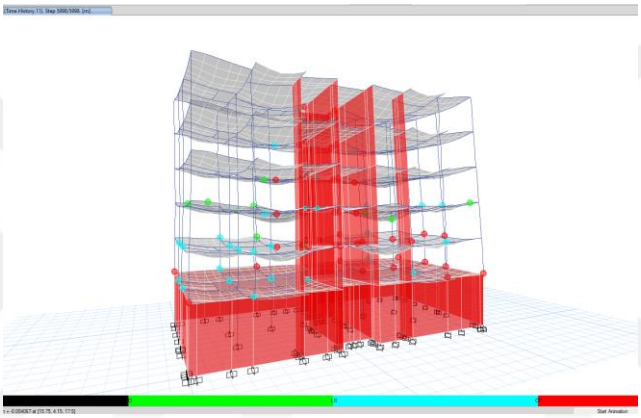
Şekil 32. Orijinal Yapıda 5. Ve 6. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları



Şekil 33. Orijinal Yapıda 7. Ve 8. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları



Şekil 34. Orijinal Yapıda 9. Ve 10. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları

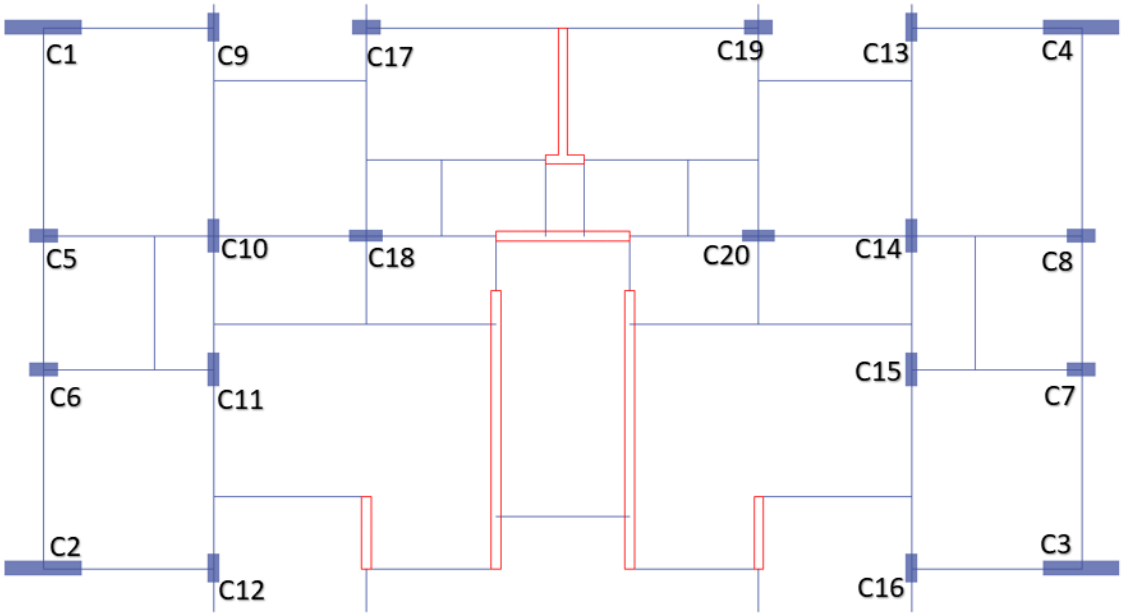


Şekil 35. Orijinal Yapıda 11. Deprem İvme Kaydına Ait Analiz Sonucu

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonucunda taşıyıcı sistem elemanlarında kesme etkileri bakımından gevrek kırılmanın oluşması durumu kontrolünde;

Kolon elemanları bakımından incelendiğinde, analiz sonucunda her katta bulunan kolonların (Şekil 36) çoğunlukla kesme kuvveti isteminin, betonun ve enine donatının kesmeye olan katkısına bağlı olarak hesaplanan kesme kuvveti kapasitesine olan oranı (etki/kapasite) > 1.00 olmaktadır. Bu durumda, aşağıdaki şekillerde 1 değerini aşan kolon elemanlarında gevrek kırılmanın oluşması beklenmektedir. Tablo 14, Tablo 15, Tablo 16, Tablo 17, Tablo 18 ve Tablo 19' da TBDY-2018 ve TS-500'deki kurallar ve denklemler dâhilinde detaylı olarak mevcut yapının betonarme kolon elemanları üzerinde yapılan kesme kuvveti kontrolü verilmiştir. Şekil 37, Şekil 38, Şekil 39, Şekil 40, Şekil 41 ve

Şekil 42’ de katlarda yer alan kolonlara ait kesme güvenliği ve gevrek kırılma oluşma grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 36. Orijinal Yapıda Bulunan Kolonlara Ait Etabs Etiketleri

Tablo 14. Bodrum Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

KOLON	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{top}$	$V3_{top}$	Kontrol	Kontrol
	kN	*kN*	*m*	*m*		E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	$V_2/V2_{top}$	$V_3/V3_{top}$
C10	4.73	19.07	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	36.86	412.85	70.64	446.63	*0.07<1*	*0.04<1*
C11	3.13	18.51	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	36.86	412.85	70.64	446.63	*0.04<1*	*0.04<1*
C14	5.48	15.12	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	36.86	412.85	70.64	446.63	*0.08<1*	*0.03<1*
C15	2.16	19.07	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	36.86	412.85	70.64	446.63	*0.03<1*	*0.04<1*
C19	20.97	10.29	0.70	0.25	Φ	8	/	15	33.78	103.21	36.86	136.99	70.64	*0.15<1*	*0.15<1*
C20	18.34	10.45	0.70	0.25	Φ	8	/	15	33.78	103.21	36.86	136.99	70.64	*0.13<1*	*0.15<1*

Tablo 15. Zemin Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

KOLON	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{-top}$	$V3_{-top}$	Kontrol	Kontrol
	kN	*kN*	*m*	*m*		E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	$V_2/V2_{top}$	$V_3/V3_{top}$
C1	534.39	199.61	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*1.63>1*	*0.74<1*
C2	570.86	99.12	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*1.74>1*	*0.37<1*
C3	612.36	86.17	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*1.86>1*	*0.32<1*
C4	527.17	95.64	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*1.6>1*	*0.35<1*
C5	73.39	87.96	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.6<1*	*1.11>1*
C6	78.87	88.81	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.64<1*	*1.12>1*
C7	93.79	76.57	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.76<1*	*0.97<1*
C8	89.26	75.13	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.72<1*	*0.95<1*
C9	41.24	96.31	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	55.29	88.47	84.25	117.42	*0.49<1*	*0.82<1*
C10	53.93	175.38	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.43<1*	*1.28>1*
C11	70.70	199.61	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.56<1*	*1.46>1*
C12	48.75	81.50	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	92.15	88.47	121.11	117.42	*0.4<1*	*0.69<1*
C13	43.56	90.13	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	55.29	88.47	84.25	117.42	*0.52<1*	*0.77<1*
C14	52.68	157.01	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.42<1*	*1.15>1*
C15	70.24	176.70	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.56<1*	*1.29>1*
C16	44.33	70.98	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	92.15	88.47	121.11	117.42	*0.37<1*	*0.6<1*
C17	109.64	40.91	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.89<1*	*0.52<1*
C18	123.18	32.60	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*1<1*	*0.41<1*
C19	177.55	48.37	0.70	0.25	Φ	8	/	15	33.78	103.21	73.72	136.99	107.50	*1.3>1*	*0.45<1*
C20	171.43	37.53	0.70	0.25	Φ	8	/	15	33.78	103.21	73.72	136.99	107.50	*1.25>1*	*0.35<1*

Tablo 16. 1. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

KOLON	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{-top}$	$V3_{-top}$	Kontrol	Kontrol
	kN	*kN*	*m*	*m*		E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	$V_2/V2_{top}$	$V_3/V3_{top}$
C1	403.86	216.62	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*1.23>1*	*0.8<1*
C2	397.94	105.82	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*1.21>1*	*0.39<1*
C3	501.44	92.52	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*1.53>1*	*0.34<1*
C4	466.20	112.23	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*1.42>1*	*0.42<1*
C5	93.93	98.87	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.76<1*	*1.25>1*
C6	94.06	100.00	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.76<1*	*1.27>1*
C7	109.30	91.20	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.89<1*	*1.15>1*
C8	105.93	90.23	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.86<1*	*1.14>1*
C9	53.70	112.53	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	55.29	88.47	84.25	117.42	*0.64<1*	*0.96<1*
C10	69.64	206.57	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.55<1*	*1.51>1*
C11	58.28	216.62	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.46<1*	*1.58>1*
C12	58.23	98.19	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	92.15	88.47	121.11	117.42	*0.48<1*	*0.84<1*
C13	54.97	103.15	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	55.29	88.47	84.25	117.42	*0.65<1*	*0.88<1*
C14	69.22	180.76	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.55<1*	*1.32>1*
C15	58.94	184.05	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.47<1*	*1.34>1*
C16	54.65	80.40	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	92.15	88.47	121.11	117.42	*0.45<1*	*0.68<1*
C17	121.58	61.05	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.99<1*	*0.77<1*
C18	135.93	51.64	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*1.1>1*	*0.65<1*
C19	208.13	65.36	0.70	0.25	Φ	8	/	15	33.78	103.21	73.72	136.99	107.50	*1.52>1*	*0.61<1*
C20	203.59	55.06	0.70	0.25	Φ	8	/	15	33.78	103.21	73.72	136.99	107.50	*1.49>1*	*0.51<1*

Tablo 17. 2. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

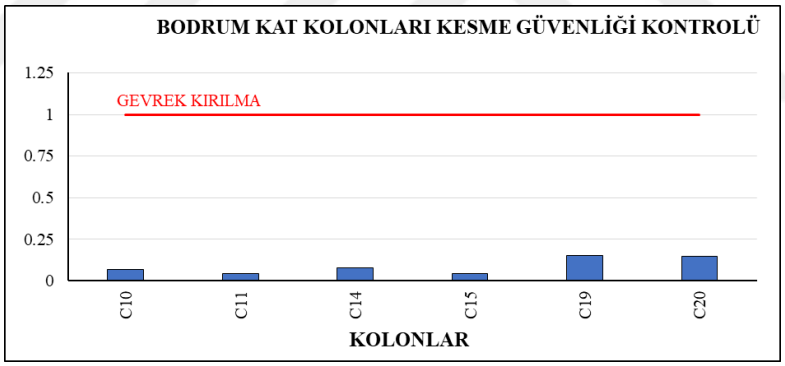
KOLON	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{top}$	$V3_{top}$	Kontrol	Kontrol
	kN	*kN*	*m*	*m*		E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	$V_2/V2_{top}$	$V_3/V3_{top}$
C1	282.43	206.27	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*0.86<1*	*0.77<1*
C2	301.79	101.62	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*0.92<1*	*0.38<1*
C3	335.95	91.58	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*1.02>1*	*0.34<1*
C4	304.60	107.28	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*0.93<1*	*0.4<1*
C5	88.01	95.86	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.71<1*	*1.21>1*
C6	88.03	97.32	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.71<1*	*1.23>1*
C7	92.98	88.62	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.75<1*	*1.12>1*
C8	92.56	87.88	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.75<1*	*1.11>1*
C9	51.92	102.58	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	55.29	88.47	84.25	117.42	*0.62<1*	*0.87<1*
C10	66.69	194.34	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.53<1*	*1.42>1*
C11	56.15	206.27	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.45<1*	*1.51>1*
C12	55.62	85.24	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	92.15	88.47	121.11	117.42	*0.46<1*	*0.73<1*
C13	52.46	100.13	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	55.29	88.47	84.25	117.42	*0.62<1*	*0.85<1*
C14	66.90	172.62	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.53<1*	*1.26>1*
C15	56.17	180.20	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.45<1*	*1.32>1*
C16	50.56	74.06	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	92.15	88.47	121.11	117.42	*0.42<1*	*0.63<1*
C17	124.98	59.15	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*1.01>1*	*0.75<1*
C18	128.02	51.95	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*1.04>1*	*0.66<1*
C19	196.97	63.26	0.70	0.25	Φ	8	/	15	33.78	103.21	73.72	136.99	107.50	*1.44>1*	*0.59<1*
C20	192.08	58.72	0.70	0.25	Φ	8	/	15	33.78	103.21	73.72	136.99	107.50	*1.4>1*	*0.55<1*

Tablo 18. 3. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

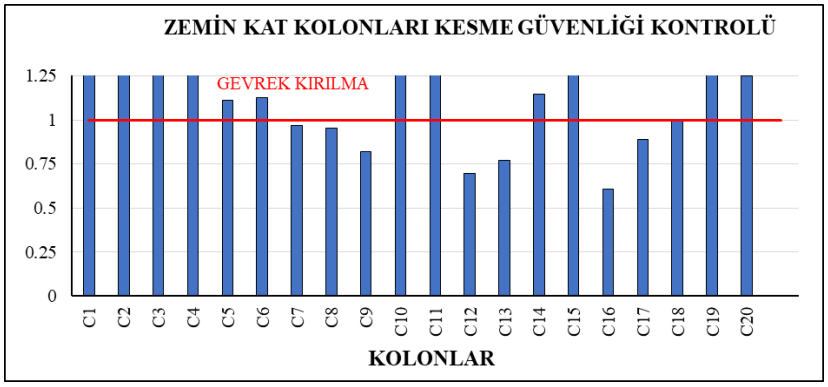
KOLON	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{top}$	$V3_{top}$	Kontrol	Kontrol
	kN	*kN*	*m*	*m*		E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	$V_2/V2_{top}$	$V_3/V3_{top}$
C1	184.18	197.57	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*0.56<1*	*0.73<1*
C2	231.24	97.32	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*0.7<1*	*0.36<1*
C3	218.98	83.16	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*0.67<1*	*0.31<1*
C4	200.34	98.70	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*0.61<1*	*0.37<1*
C5	81.27	88.73	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.66<1*	*1.12>1*
C6	77.80	91.49	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.63<1*	*1.16>1*
C7	82.46	84.06	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.67<1*	*1.06>1*
C8	79.17	81.20	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.64<1*	*1.03>1*
C9	44.97	99.61	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	55.29	88.47	84.25	117.42	*0.53<1*	*0.85<1*
C10	58.74	185.03	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.47<1*	*1.35>1*
C11	48.67	197.57	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.39<1*	*1.44>1*
C12	46.81	83.31	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	92.15	88.47	121.11	117.42	*0.39<1*	*0.71<1*
C13	44.90	99.95	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	55.29	88.47	84.25	117.42	*0.53<1*	*0.85<1*
C14	57.77	175.60	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.46<1*	*1.28>1*
C15	48.62	181.55	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.39<1*	*1.33>1*
C16	46.19	74.61	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	92.15	88.47	121.11	117.42	*0.38<1*	*0.64<1*
C17	117.47	55.63	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.95<1*	*0.7<1*
C18	114.76	52.54	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.93<1*	*0.67<1*
C19	183.23	59.84	0.70	0.25	Φ	8	/	15	33.78	103.21	73.72	136.99	107.50	*1.34>1*	*0.56<1*
C20	174.19	56.95	0.70	0.25	Φ	8	/	15	33.78	103.21	73.72	136.99	107.50	*1.27>1*	*0.53<1*

Tablo 19. 4. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

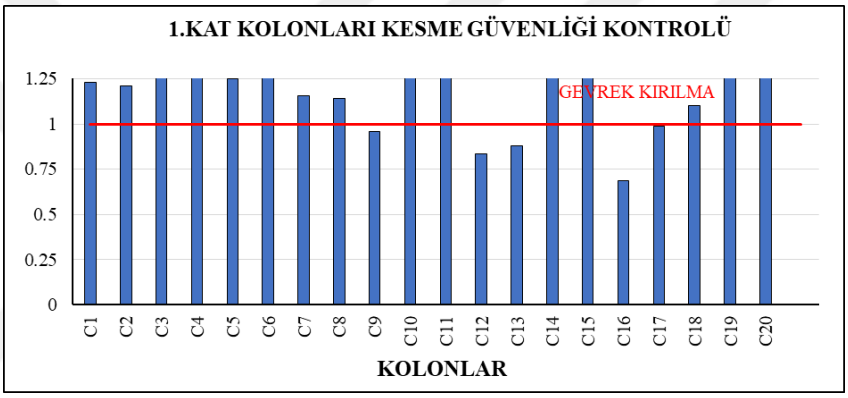
KOLON	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{-top}$	$V3_{-top}$	Kontrol	Kontrol
	kN	*kN*	*m*	*m*		E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	$V_2/V2_{top}$	$V_3/V3_{top}$
C1	135.39	217.99	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*0.41<1*	*0.81<1*
C2	129.64	99.28	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*0.39<1*	*0.37<1*
C3	116.58	94.59	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*0.35<1*	*0.35<1*
C4	115.42	113.27	1.60	0.30	Φ	8	/	15	92.66	235.91	176.93	328.57	269.59	*0.35<1*	*0.42<1*
C5	81.26	76.96	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.66<1*	*0.97<1*
C6	75.13	80.39	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.61<1*	*1.02>1*
C7	75.56	79.31	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.61<1*	*1>1*
C8	75.34	75.86	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*0.61<1*	*0.96<1*
C9	39.68	105.93	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	55.29	88.47	84.25	117.42	*0.47<1*	*0.9<1*
C10	49.38	194.27	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.39<1*	*1.42>1*
C11	41.86	217.99	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.33<1*	*1.59>1*
C12	39.17	90.49	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	92.15	88.47	121.11	117.42	*0.32<1*	*0.77<1*
C13	37.23	116.06	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	55.29	88.47	84.25	117.42	*0.44<1*	*0.99<1*
C14	46.43	193.22	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.37<1*	*1.41>1*
C15	41.08	204.71	0.25	0.70	Φ	8	/	15	33.78	92.15	103.21	125.94	136.99	*0.33<1*	*1.49>1*
C16	40.64	82.61	0.25	0.60	Φ	8	/	15	28.96	92.15	88.47	121.11	117.42	*0.34<1*	*0.7<1*
C17	128.21	54.02	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*1.04>1*	*0.68<1*
C18	128.60	54.10	0.60	0.30	Φ	8	/	15	34.75	88.47	44.23	123.21	78.98	*1.04>1*	*0.68<1*
C19	216.10	52.22	0.70	0.25	Φ	8	/	15	33.78	103.21	73.72	136.99	107.50	*1.58>1*	*0.49<1*
C20	186.90	50.05	0.70	0.25	Φ	8	/	15	33.78	103.21	73.72	136.99	107.50	*1.36>1*	*0.47<1*



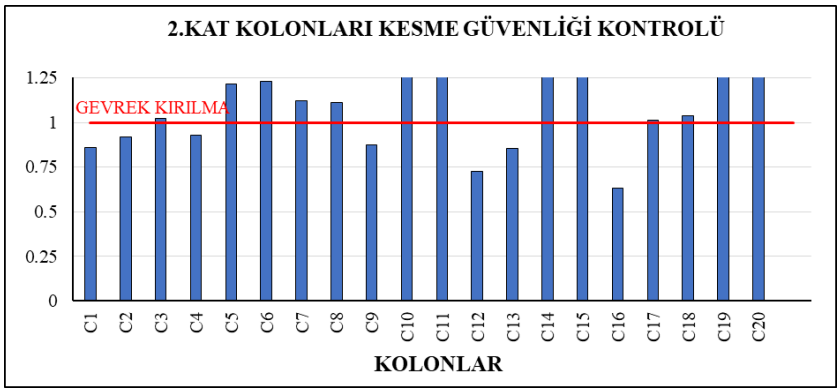
Şekil 37. Bodrum Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



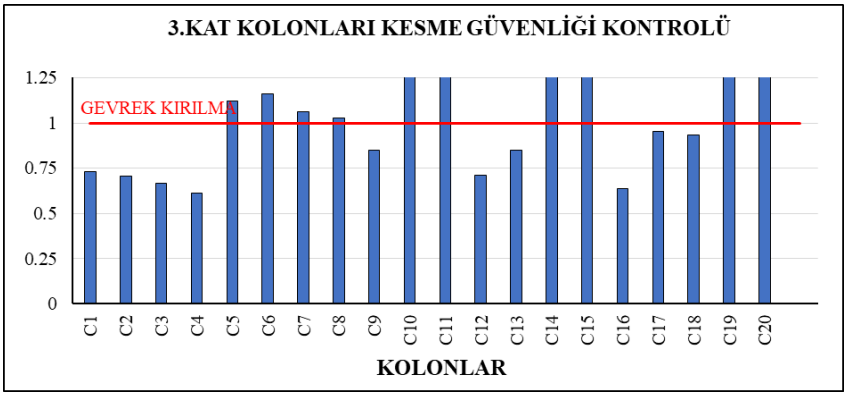
Şekil 38. Zemin Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



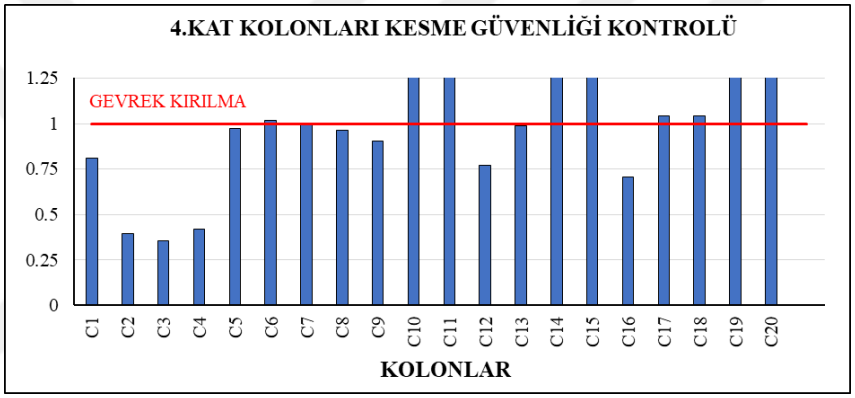
Şekil 39. 1. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



Şekil 40. 2. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

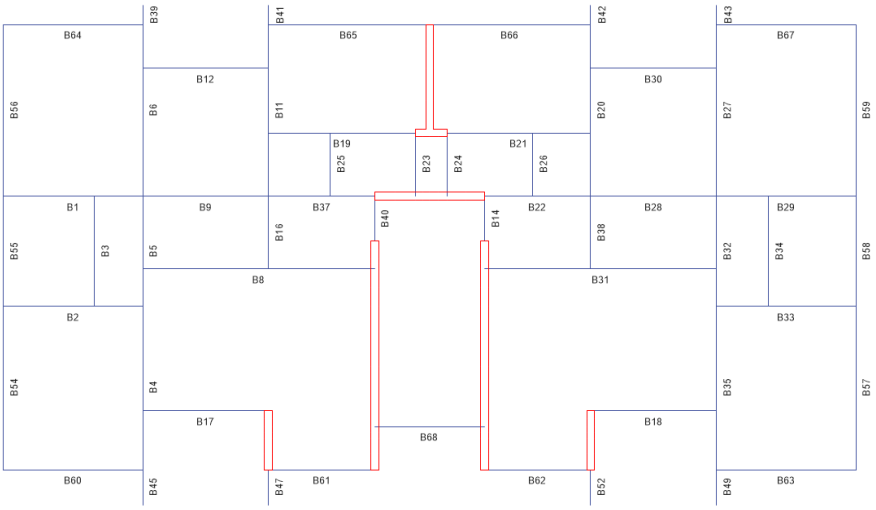


Şekil 41. 3. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



Şekil 42. 4. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

Her katta yer alan kiriş elemanları bakımından incelendiğinde (Şekil 43), analiz sonucunda her katta bulunan kirişlerin çoğunlukla kesme kuvveti isteminin, betonun ve enine donatının kesmeye olan katkısına bağlı olarak hesaplanan kesme kuvveti kapasitesine olan oranı (etki/kapasite) > 1.00 olmaktadır. Bu durumda, 1 değerini aşan kiriş elemanlarında gevrek kırılmanın oluşması beklenmektedir. Tablo 20, Tablo 21, Tablo 22, Tablo 23, Tablo 24 ve Tablo 25' de TBDY-2018 ve TS-500'deki kurallar ve denklemler dâhilinde detaylı olarak mevcut yapının betonarme kiriş elemanları üzerinde yapılan kesme kuvveti kontrolü verilmiştir. Şekil 44, Şekil 45, Şekil 46, Şekil 47, Şekil 48 ve Şekil 49' da katlarda yer alan kirişlere ait kesme güvenliği ve gevrek kırılma oluşma grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 43. Orijinal Yapıda Bulunan Kirişlere Ait Etabs Etiketleri

Tablo 20. Bodrum Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

Kiriş	V_2	b	h	Yatay Donatı					As	Vc	Vs	V_{top}	Kontrol
	kN	*m*	*m*						cm^2	*kN*	*kN*	*kN*	V_2/V_{top}
B1	59.79	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.57<1*
B2	74.67	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.72<1*
B3	16.35	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.16<1*
B4	103.93	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1<1*
B5	105.16	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.01>1*
B6	81.13	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.78<1*
B8	36.42	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.35<1*
B9	64.30	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.62<1*
B11	60.98	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.58<1*
B12	12.70	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.12<1*
B16	78.36	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.75<1*
B20	61.97	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.59<1*
B23	111.29	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.07>1*
B24	112.07	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.07>1*
B25	26.88	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.26<1*
B26	24.22	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.23<1*
B27	71.92	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.69<1*
B28	59.25	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.57<1*
B29	61.04	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.58<1*
B30	11.90	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.11<1*
B31	34.46	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.33<1*
B32	92.10	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.88<1*
B33	67.03	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.64<1*
B34	15.43	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.15<1*
B35	91.07	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.87<1*
B38	73.38	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.7<1*
B39	6.83	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.04<1*
B41	6.79	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.04<1*
B42	6.88	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.04<1*
B43	6.28	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.04<1*
B45	12.39	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.07<1*
B47	12.06	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.07<1*
B49	12.18	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.07<1*
B52	12.00	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.07<1*
B14	277.17	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.65>1*
B40	283.51	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.71>1*
B50	61.97	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.59<1*
B51	63.99	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.61<1*
B17	19.99	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.19<1*
B18	19.70	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.19<1*
B19	66.00	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.63<1*
B21	79.84	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.76<1*
B22	139.58	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.34>1*
B37	133.19	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.28>1*

Tablo 21. Zemin Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

Kiriş	V_2	b	h	Yatay Donatı					As	Vc	Vs	V_{top}	Kontrol
	kN	*m*	*m*						cm^2	*kN*	*kN*	*kN*	V_2/V_{top}
B1	109.40	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.05>1*
B2	137.78	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.32>1*
B3	27.37	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.26<1*
B4	210.26	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.01>1*
B5	219.27	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.1>1*
B6	210.45	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.02>1*
B8	82.76	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.79<1*
B9	135.27	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.3>1*
B11	104.50	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1>1*
B12	24.76	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.24<1*
B16	79.06	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.76<1*
B20	108.21	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.04>1*
B23	230.87	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.21>1*
B24	222.98	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.14>1*
B25	64.77	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.62<1*
B26	40.34	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.39<1*
B27	194.79	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.87>1*
B28	110.52	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.06>1*
B29	137.56	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.32>1*
B30	27.05	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.26<1*
B31	74.10	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.71<1*
B32	185.47	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.78>1*
B33	154.31	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.48>1*
B34	23.45	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.22<1*
B35	176.08	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.69>1*
B38	83.22	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.8<1*
B39	12.41	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.07<1*
B41	11.40	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.07<1*
B42	10.57	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.06<1*
B43	10.41	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.06<1*
B45	15.36	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.09<1*
B47	21.96	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.13<1*
B49	14.54	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.09<1*
B52	20.65	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.12<1*
B54	130.07	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.1>1*
B55	93.45	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.79<1*
B56	145.92	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.24>1*
B57	123.23	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.04>1*
B58	90.27	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.77<1*
B59	129.08	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.09>1*
B60	169.03	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.43>1*
B61	106.30	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.9<1*
B62	97.82	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.83<1*
B63	161.35	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.37>1*
B64	150.79	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.28>1*
B65	171.14	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.45>1*
B66	167.14	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.42>1*
B67	158.27	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.34>1*
B68	130.32	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.1>1*
B14	684.00	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*6.55>1*
B40	652.60	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*6.25>1*
B17	37.52	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.36<1*
B18	38.17	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.37<1*
B19	125.13	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.2>1*
B21	132.94	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.27>1*
B22	249.11	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.39>1*
B37	248.86	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.38>1*

Tablo 22. 1. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

Kiriş	V_2	b	h	Yatay Donatı					As	Vc	Vs	V_{top}	Kontrol
	kN	*m*	*m*						cm^2	*kN*	*kN*	*kN*	V_2/V_{top}
B1	129.39	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.24>1*
B2	133.14	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.27>1*
B3	32.29	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.31<1*
B4	234.27	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.24>1*
B5	236.71	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.27>1*
B6	239.69	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.3>1*
B8	87.35	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.84<1*
B9	167.31	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.6>1*
B11	121.68	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.17>1*
B12	28.91	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.28<1*
B16	81.84	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.78<1*
B20	103.25	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.99<1*
B23	256.72	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.46>1*
B24	252.88	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.42>1*
B25	60.89	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.58<1*
B26	46.66	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.45<1*
B27	225.60	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.16>1*
B28	138.64	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.33>1*
B29	151.95	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.45>1*
B30	31.15	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.3<1*
B31	73.59	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.7<1*
B32	196.45	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.88>1*
B33	159.97	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.53>1*
B34	24.84	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.24<1*
B35	189.60	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.82>1*
B38	83.01	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.79<1*
B39	13.84	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.08<1*
B41	11.85	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.07<1*
B42	11.40	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.07<1*
B43	11.13	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.07<1*
B45	18.55	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.11<1*
B47	20.73	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.12<1*
B49	16.71	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.1<1*
B52	20.24	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.12<1*
B54	154.00	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.31>1*
B55	96.45	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.82<1*
B56	156.69	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.33>1*
B57	130.66	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.11>1*
B58	96.18	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.82<1*
B59	142.31	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.21>1*
B60	176.69	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.5>1*
B61	114.99	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.97<1*
B62	114.35	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.97<1*
B63	172.65	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.46>1*
B64	163.64	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.39>1*
B65	195.16	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.65>1*
B66	179.42	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.52>1*
B67	174.62	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.48>1*
B68	138.76	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.18>1*
B14	737.36	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*7.06>1*
B40	739.26	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*7.08>1*
B17	43.99	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.42<1*
B18	43.20	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.41<1*
B19	125.93	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.21>1*
B21	134.37	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.29>1*
B22	250.98	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.4>1*
B37	255.99	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.45>1*

Tablo 23. 2. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

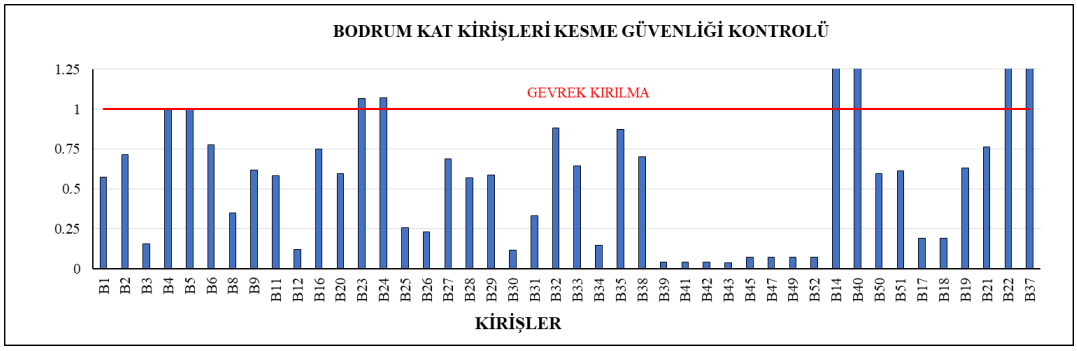
Kiriş	V_2	b	h	Yatay Donatı					As	Vc	Vs	V_{top}	Kontrol
	kN	*m*	*m*						cm^2	*kN*	*kN*	*kN*	V_2/V_{top}
B1	127.19	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.22>1*
B2	121.14	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.16>1*
B3	30.57	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.29<1*
B4	225.28	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.16>1*
B5	226.86	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.17>1*
B6	225.44	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.16>1*
B8	81.41	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.78<1*
B9	155.18	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.49>1*
B11	118.23	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.13>1*
B12	31.42	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.3<1*
B16	76.61	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.73<1*
B20	101.66	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.97<1*
B23	255.61	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.45>1*
B24	250.16	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.4>1*
B25	64.79	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.62<1*
B26	49.65	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.48<1*
B27	225.52	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.16>1*
B28	143.35	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.37>1*
B29	134.37	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.29>1*
B30	32.93	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.32<1*
B31	66.83	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.64<1*
B32	202.03	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.93>1*
B33	139.30	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.33>1*
B34	24.65	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.24<1*
B35	195.41	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.87>1*
B38	80.91	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.77<1*
B39	13.30	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.08<1*
B41	11.54	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.07<1*
B42	11.19	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.07<1*
B43	11.33	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.07<1*
B45	17.94	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.11<1*
B47	21.19	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.12<1*
B49	16.63	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.1<1*
B52	20.44	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.12<1*
B54	148.45	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.26>1*
B55	93.46	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.79<1*
B56	148.32	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.26>1*
B57	126.26	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.07>1*
B58	92.31	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.78<1*
B59	131.42	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.11>1*
B60	160.11	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.36>1*
B61	105.04	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.89<1*
B62	113.12	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.96<1*
B63	157.75	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.34>1*
B64	154.18	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.31>1*
B65	192.30	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.63>1*
B66	176.36	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.5>1*
B67	158.22	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.34>1*
B68	124.13	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.05>1*
B14	661.63	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*6.34>1*
B40	712.29	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*6.82>1*
B17	46.18	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.44<1*
B18	44.80	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.43<1*
B19	134.40	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.29>1*
B21	136.62	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.31>1*
B22	249.87	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.39>1*
B37	255.73	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.45>1*

Tablo 24. 3. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

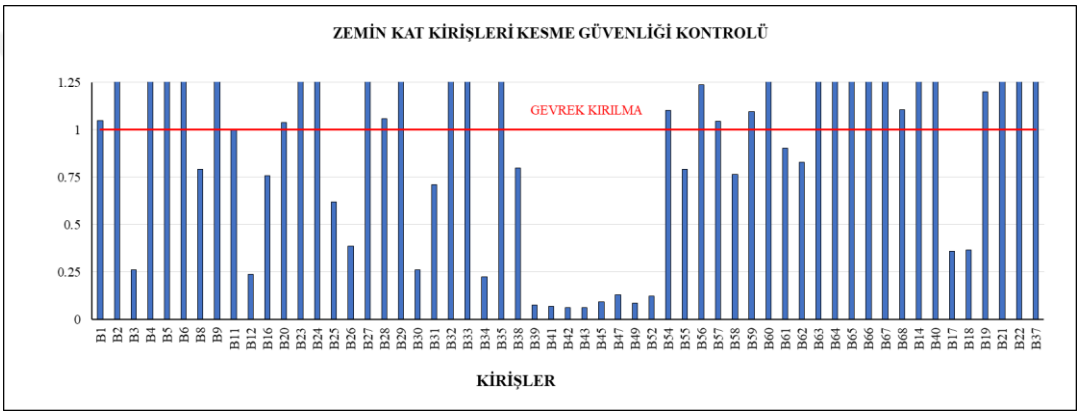
Kiriş	V_2	b	h	Yatay Donatı					As	Vc	Vs	V_{top}	Kontrol
	kN	*m*	*m*						cm^2	*kN*	*kN*	*kN*	V_2/V_{top}
B1	114.70	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.1>1*
B2	106.47	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.02>1*
B3	27.96	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.27<1*
B4	211.91	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.03>1*
B5	216.54	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.07>1*
B6	202.85	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.94>1*
B8	71.66	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.69<1*
B9	139.06	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.33>1*
B11	110.27	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.06>1*
B12	32.22	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.31<1*
B16	70.45	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.67<1*
B20	95.43	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.91<1*
B23	250.91	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.4>1*
B24	247.01	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.37>1*
B25	59.78	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.57<1*
B26	50.93	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.49<1*
B27	225.46	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.16>1*
B28	141.36	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.35>1*
B29	108.77	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.04>1*
B30	34.12	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.33<1*
B31	60.69	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.58<1*
B32	201.64	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.93>1*
B33	120.12	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.15>1*
B34	23.48	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.22<1*
B35	196.43	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.88>1*
B38	75.14	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.72<1*
B39	12.51	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.07<1*
B41	10.89	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.06<1*
B42	10.74	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.06<1*
B43	10.81	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.06<1*
B45	17.53	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.1<1*
B47	20.51	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.12<1*
B49	16.77	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.1<1*
B52	19.63	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.12<1*
B54	137.31	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.16>1*
B55	86.06	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.73<1*
B56	134.88	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.14>1*
B57	118.96	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.01>1*
B58	86.16	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.73<1*
B59	130.44	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.11>1*
B60	130.50	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.11>1*
B61	102.42	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.87<1*
B62	109.05	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.92<1*
B63	142.30	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.21>1*
B64	137.07	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.16>1*
B65	179.04	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.52>1*
B66	176.41	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.5>1*
B67	131.39	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.11>1*
B68	107.60	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.91<1*
B14	558.28	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*5.35>1*
B40	631.44	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*6.05>1*
B17	45.25	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.43<1*
B18	43.83	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.42<1*
B19	136.55	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.31>1*
B21	127.94	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.23>1*
B22	244.43	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.34>1*
B37	242.64	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.32>1*

Tablo 25. 4. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

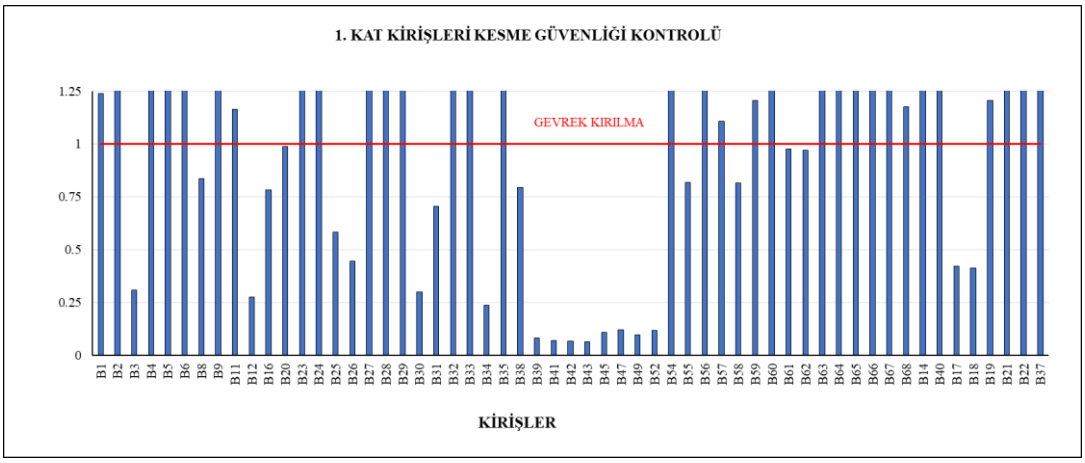
Kiriş	V_2	b	h	Yatay Donatı					As	Vc	Vs	V_{top}	Kontrol
	kN	*m*	*m*						cm^2	*kN*	*kN*	*kN*	V_2/V_{top}
B1	72.29	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.69<1*
B2	71.12	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.68<1*
B3	18.36	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.18<1*
B4	151.22	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.45>1*
B5	132.76	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.27>1*
B6	148.19	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.42>1*
B8	51.30	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.49<1*
B9	93.76	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.9<1*
B11	80.02	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.77<1*
B12	27.69	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.27<1*
B16	63.26	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.61<1*
B20	81.47	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.78<1*
B23	170.75	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.63>1*
B24	169.76	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.63>1*
B25	61.46	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.59<1*
B26	53.21	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.51<1*
B27	162.41	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.56>1*
B28	95.87	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.92<1*
B29	68.85	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.66<1*
B30	30.12	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.29<1*
B31	50.82	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.49<1*
B32	121.60	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.16>1*
B33	78.29	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.75<1*
B34	16.89	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.16<1*
B35	148.94	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.43>1*
B38	66.13	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.63<1*
B39	10.57	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.06<1*
B41	9.28	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.05<1*
B42	9.47	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.06<1*
B43	9.10	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.05<1*
B45	14.54	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.09<1*
B47	21.12	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.12<1*
B49	14.82	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.09<1*
B52	20.12	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	51.64	118.32	169.96	*0.12<1*
B54	91.98	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.78<1*
B55	50.10	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.42<1*
B56	92.44	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.78<1*
B57	89.86	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.76<1*
B58	48.89	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.41<1*
B59	90.77	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.77<1*
B60	99.85	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.85<1*
B61	65.84	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.56<1*
B62	64.82	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.55<1*
B63	110.09	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.93<1*
B64	105.46	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.89<1*
B65	135.82	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.15>1*
B66	139.62	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*1.18>1*
B67	100.13	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.85<1*
B68	55.46	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	40.54	77.41	117.95	*0.47<1*
B14	455.48	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*4.36>1*
B40	517.22	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*4.95>1*
B17	37.26	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.36<1*
B18	37.64	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*0.36<1*
B19	130.26	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.25>1*
B21	110.44	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*1.06>1*
B22	216.77	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.08>1*
B37	236.94	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	27.03	77.41	104.43	*2.27>1*



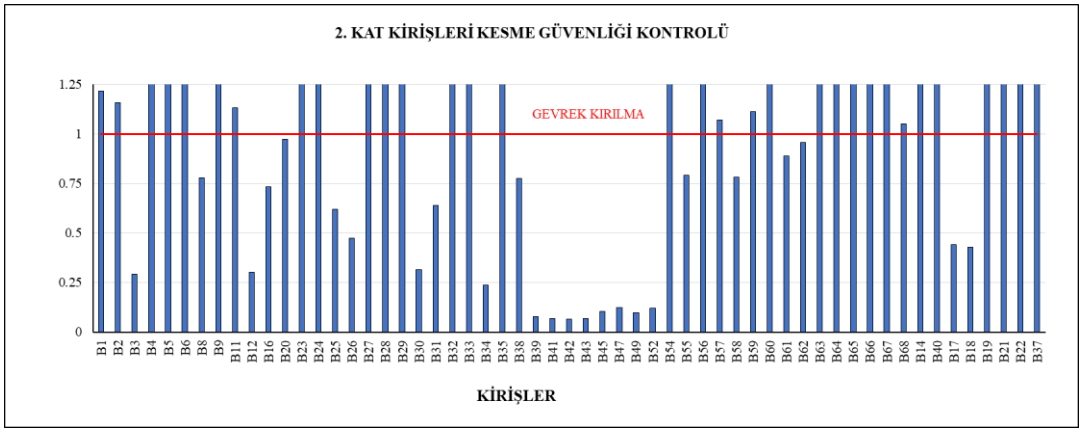
Şekil 44. Bodrum Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



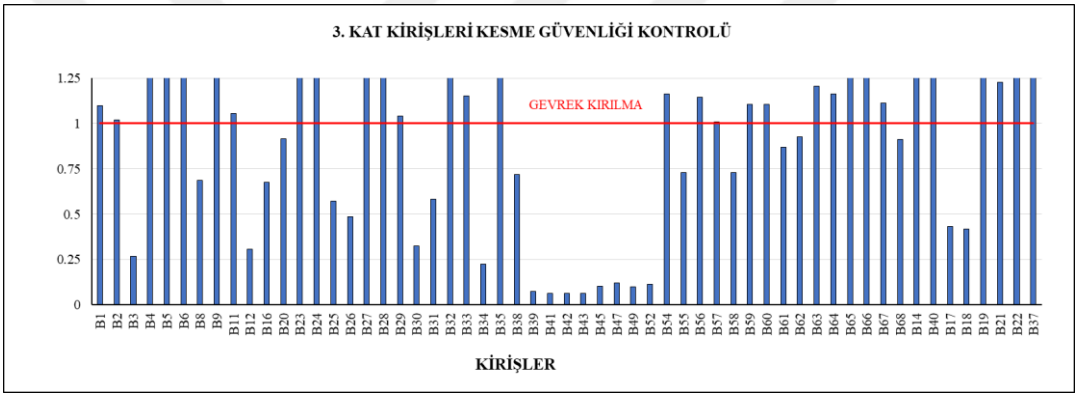
Şekil 45. Zemin Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



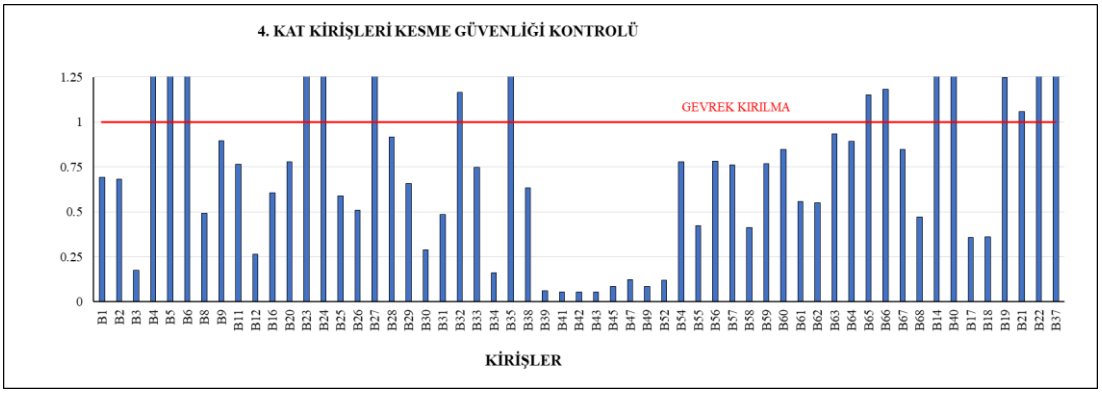
Şekil 46. 1. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



Şekil 47. 2. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



Şekil 48. 3. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



Şekil 49. 4. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

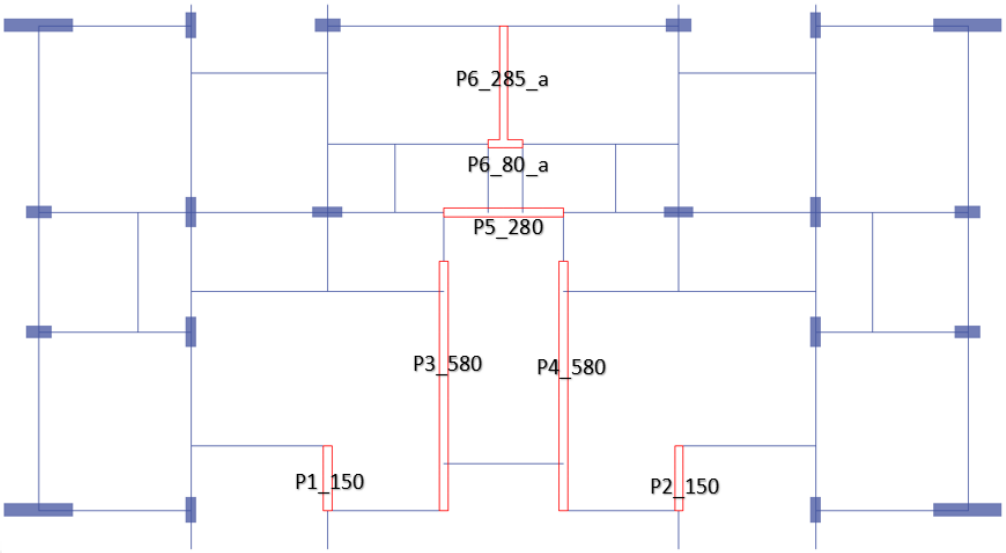
Şekil 50’ de Etabs programında perde elemanları pier isimleri ile belirtilmiş ve kesme kontrolünde perdeleri nitelendirmiştir. Bodrum katında yer alan toprak perdelerinin eğilme kontrollerinde güvenli tarafta kaldığı göz önünde bulundurularak pier ataması yapılmamış ve hesaba katılmamıştır. Analiz sonucunda Tablo 26’ da kırmızı ile gösterilmiş perdelerin kesme kuvveti isteminin, betonun ve enine donatının kesmeye olan katkısına bağlı olarak hesaplanan kesme kuvveti kapasitesine olan oranı (etki/kapasite) > 1.00 olmaktadır. Bu durumda kesme isteminin, mevcut kesme kapasitesi tarafından karşılanmadığı perde elemanlarında gevrek kırılmanın oluşması beklenmektedir.

Tablo 26’ da yer alan kesme hesabı TBDY-2018 ile TS-500’ deki esaslar ve denklemler göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Denk.(4.1)’ de yer alan hesap ile, perde kesme dayanımı V_r elde edilmektedir. V_c tasarım kesme kuvveti, boşluksuz perdeler için Denk.(4.2) ile bağ kirişli perdeler için ise Denk.(4.3) ile hesaplanmaktadır.

$$V_r = A_{ch}(0{,}65 f_{ctd} + \rho_{sh} f_{ywd}) \tag{4.1}$$

$$V_e \leq 0{,}85 A_{ch} \sqrt{f_{ck}} \tag{4.2}$$

$$V_e \leq 0{,}65 A_{ch} \sqrt{f_{ck}} \tag{4.3}$$



Şekil 50. Perde Elemanlarının Etabs Modeli Etiketleri

Tablo 26. Perde Elemanlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

Kat	Pier	V_{ed}	L	d	Yatay Donatı						V_c	V_s	V_r	V_e	Kontrol-1	Kontrol-2
											$0.65*F_{ctd}*b_w*d$	A_s*f_{yd}	(V_c+V_s)	$0.85*A_{ch}*\sqrt{f_{ck}}$		
		kN	*cm*	*cm*	ϕ	*Çap*	/	*s*	*n*	cm2/m	*kN*	*kN*	*kN*	*KN*	$V_d \leq V_r$	$V_d \leq V_e$
4. Kat	P1_150	44.84	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P2_150	37.40	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P3_580	619.38	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P4_580	743.25	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P5_280	412.85	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1346.33	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P6_285_a	227.83	285	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	244.52	365.41	609.93	1370.37	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P6_80_a	152.47	80	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	68.64	102.57	171.21	384.67	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P1_150	85.18	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P2_150	78.08	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P3_580	1483.54	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
3. Kat	P4_580	1311.62	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
3. Kat	P5_280	790.49	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1346.33	xxxxxx	UYGUN
3. Kat	P6_285_a	542.67	285	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	244.52	365.41	609.93	1370.37	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P6_80_a	118.99	80	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	68.64	102.57	171.21	384.67	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P1_150	85.21	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P2_150	85.32	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P3_580	2028.47	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
2.Kat	P4_580	1752.69	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
2.Kat	P5_280	862.36	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1346.33	xxxxxx	UYGUN
2.Kat	P6_285_a	624.33	285	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	244.52	365.41	609.93	1370.37	xxxxxx	UYGUN
2.Kat	P6_80_a	218.69	80	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	68.64	102.57	171.21	384.67	xxxxxx	UYGUN
1.Kat	P1_150	70.04	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P2_150	74.27	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P3_580	2537.33	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
1.Kat	P4_580	2327.14	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
1.Kat	P5_280	1191.23	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1346.33	xxxxxx	UYGUN
1.Kat	P6_285_a	858.13	285	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	244.52	365.41	609.93	1370.37	xxxxxx	UYGUN
1.Kat	P6_80_a	99.24	80	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	68.64	102.57	171.21	384.67	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P1_150	367.29	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	xxxxxx	UYGUN
Zemin Kat	P2_150	295.33	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P3_580	2838.25	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	xxxxxx
Zemin Kat	P4_580	2459.07	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
Zemin Kat	P5_280	1544.90	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1346.33	xxxxxx	xxxxxx
Zemin Kat	P6_285_a	1512.31	285	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	244.52	365.41	609.93	1370.37	xxxxxx	xxxxxx
Zemin Kat	P6_80_a	360.44	80	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	68.64	102.57	171.21	384.67	xxxxxx	UYGUN
Bodrum	P1_150	321.26	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	xxxxxx	UYGUN
Bodrum	P2_150	293.91	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
Bodrum	P3_580	1762.31	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
Bodrum	P4_580	1777.44	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
Bodrum	P5_280	1232.25	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1346.33	xxxxxx	UYGUN
Bodrum	P6_285_a	1166.75	285	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	244.52	365.41	609.93	1370.37	xxxxxx	UYGUN
Bodrum	P6_80_a	255.34	80	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	68.64	102.57	171.21	384.67	xxxxxx	UYGUN

TBDY-2018 Bölüm 5. 8' de belirtilen şekildeğiştime sınırlarına göre kirişlerin, kolonların ve perdelerin hasar bölgeleri analiz sonucunda oluşturulan excelde sonuçlandırılmıştır. Oluşturulan excel tablosunun 2155 satırdan oluşması sebebi ile taşıyıcı elemanlar için projede yer alan örnek göçme bölgesini, sınırlı hasar bölgesini, belirgin hasar bölgesini ve ileri hasar bölgesini ifade eden durumlar Tablo 27' de gösterilmiştir. Tablo 27' de her kat için örnek kolon, kiriş ve perdelerin şekildeğiştirmelerine yer verilmiştir. Donatı liflerinin şekildeğiştirme talepleri bütün elemanlarda sınırlı hasar bölgesinde kalırken, hasarların beton liflerinde oluştuğu gözlemlenmiştir. Beton liflerinde şekildeğişiminin 0,0035 aştığı yerde göçme bölgesinde, 0,0027 ile 0,0035 arasındaki bölgede

şekildeğiştirmenin ileri hasar bölgesinde, 0,0025 ile 0,0027 arasında şekildeğiştirmenin belirgin hasar bölgesinde ve 0,0025 den az şekildeğiştirmeninde sınırlı hasar bölgesinde olması esası doğrultusunda taşıyıcı elemanların beton kaynaklı oluşan hasar bölgeleri belirlenmiştir. Donatı liflerinde şekildeğişiminin 0,048 aştığı yerde göçme bölgesinde, 0,036 ile 0,048 arasındaki bölgede şekildeğiştirmenin ileri hasar bölgesinde, 0,036 ile 0,0075 arasında şekildeğiştirmenin belirgin hasar bölgesinde ve 0,0075 den az şekildeğiştirmeninde sınırlı hasar bölgesinde olması esası doğrultusunda taşıyıcı elemanların donatı kaynaklı oluşan hasar bölgeleri belirlenmiştir.

Eğilme kaynaklı hasarların yer aldığı 2155 satırdan oluşan excel tablosunun özeti; kat bazında, yapısal elemanlarda meydana gelen hasarların miktarı ve yüzdesel durumu göz önünde bulundurularak Tablo 28' de oluşturulmuştur. Tablo 29' da ise belirgin hasar bölgesi, ileri hasar bölgesi ve göçme bölgesinde yer alan kolon ile kiriş elemanları kat bazında gösterilmiştir.

Tablo 27. Yapıda Belirtilen Örnek Taşıcı Elemanlara Ait 11 Adet Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analizin Sonucu

Kat	Eleman	Seçilen Deprem Kaydı	Fiber	Şekildeğiştirme	Etabs Hasar Bölgeleri	Etabs Hasar Durumları	Malzeme	Sınır Değerler	Hasar Bölgesi	
Zemin	B60	Time History 9	B60H7	0.000445	A to B	A to IO	S220	SHB	SHB	BHB
Zemin	B60	Time History 6	B60H7	-0.000345	A to B	A to IO	C8	SHB		
Zemin	B60	Time History 6	B60H8	0.002865	B to C	A to IO	S220	SHB	BHB	
Zemin	B60	Time History 6	B60H8	-0.002554	B to C	IO to LS	C8	BHB		
2.Kat	B14	Time History 6	B14H7	0.001544	B to C	A to IO	S220	SHB	SHB	GB
2.Kat	B14	Time History 6	B14H7	-0.001606	A to B	A to IO	C8	SHB		
2.Kat	B14	Time History 2	B14H8	0.015547	B to C	IO to LS	S220	BHB	GB	
2.Kat	B14	Time History 2	B14H8	-0.016292	>E	>CP	C8	GB		
2.Kat	B19	Time History 9	B19H7	0.00306	B to C	A to IO	S220	SHB	İHB	İHB
2.Kat	B19	Time History 9	B19H7	-0.003158	B to C	LS to CP	C8	İHB		
2.Kat	B19	Time History 5	B19H8	0.000062	A to B	A to IO	S220	SHB	SHB	
2.Kat	B19	Time History 11	B19H8	-0.00004	A to B	A to IO	C8	SHB		
3. Kat	B18	Time History 7	B18H1	0.00006	A to B	A to IO	S220	SHB	SHB	SHB
3. Kat	B18	Time History 8	B18H1	-0.000067	A to B	A to IO	C8	SHB		
3. Kat	B18	Time History 6	B18H2	0.000197	A to B	A to IO	S220	SHB	SHB	
3. Kat	B18	Time Story 11	B18H2	-0.000061	A to B	A to IO	C8	SHB		
4. Kat	C5	Time History 9	C5H5	0.001727	B to C	A to IO	S220	SHB	SHB	İHB
4. Kat	C5	Time History 3	C5H5	-0.001679	A to B	A to IO	C8	SHB		
4. Kat	C5	Time History 7	C5H6	0.002925	B to C	A to IO	S220	SHB	İHB	
4. Kat	C5	Time History 3	C5H6	-0.002716	B to C	LS to CP	C8	İHB		
2.Kat	C6	Time History 9	C6H5	0.001624	B to C	A to IO	S220	SHB	SHB	BHB
2.Kat	C6	Time History 3	C6H5	-0.001639	A to B	A to IO	C8	SHB		
2.Kat	C6	Time History 7	C6H6	0.003036	B to C	A to IO	S220	SHB	BHB	
2.Kat	C6	Time History 3	C6H6	-0.002693	B to C	IO to LS	C8	BHB		
2.Kat	C14	Time History 6	C14H9	0.001327	B to C	A to IO	S220	SHB	SHB	GB
2.Kat	C14	Time History 7	C14H9	-0.002463	B to C	A to IO	C8	SHB		
2.Kat	C14	Time History 4	C14H10	0.002032	B to C	A to IO	S220	SHB	GB	
2.Kat	C14	Time History 7	C14H10	-0.004295	>E	>CP	C8	GB		
2.Kat	C17	Time History 6	C17H5	0.000892	A to B	A to IO	S220	SHB	SHB	SHB
2.Kat	C17	Time History 6	C17H5	-0.000387	A to B	A to IO	C8	SHB		
2.Kat	C17	Time History 6	C17H6	0.002673	B to C	A to IO	S220	SHB	SHB	
2.Kat	C17	Time History 6	C17H6	-0.001292	A to B	A to IO	C8	SHB		
Bodrum	W2	Time History 5	W2H4	0.000045	A to B	A to IO	S220	SHB	SHB	
Bodrum	W2	Time History 2	W2H4	-0.000192	A to B	A to IO	C8	SHB		

Tablo 28. Tez Kapsamında İncelenen Yapının Kolon Ve Kiriş Elemanlarındaki Hasar Dağılımı (%)

Kat	Eleman Tipi	Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi	Toplam Eleman
4	Kolon	20 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	20
	Kiriş	53 (%92.98)	0 (%0)	0 (%0)	4 (%7.01)	57
3	Kolon	17 (%85)	1 (%5)	2 (%10)	0 (%0)	20
	Kiriş	51 (%89.47)	0 (%0)	0 (%0)	6 (%10.52)	57
2	Kolon	5 (%25)	2 (%10)	12 (%60)	1 (%5)	20
	Kiriş	45 (%78.94)	2 (%3.50)	4 (%7.01)	6 (%10.52)	57
1	Kolon	4 (%20)	2 (%10)	8 (%40)	6 (%30)	20
	Kiriş	41 (%71.93)	0 (%0)	4 (%7.01)	12 (%21.05)	57
Zemin	Kolon	0 (%0)	0 (%0)	4 (%20)	16 (%80)	20
	Kiriş	49 (%85.97)	1 (%1.75)	1 (%1.75)	6 (%10.52)	57
Bodrum	Kolon	6 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	6
	Kiriş	42 (%95.45)	0 (%0)	0 (%0)	2 (%4.54)	44

Tablo 29. Yapıda Yer Alan Kolon Ve Kiriş Elemanlarının Hasar Bölgeleri

KAT	BHB		İHB		GB	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ
4. KAT						B14, B40, B22, B37
3. KAT	C19		C10, C14,			B23, B24, B14, B40, B22, B37
2. KAT	C6, C9,	B9, B60,	C5, C7, C8, C10, C11, C12, C13, C15, C16, C18, C19, C20	B5, B28, B19, B21,	C14	B23, B24, B14, B40, B22, B37
1. KAT		B2, B29	C5, C6, C11, C17	B5, B9, B28, B60, B63, B64, B19, B21,	C7, C8, C9, C10, C12, C13, C14, C15, C16, C18, C19, C20	B23,B24, B14, B40, B22, B37,
ZEMİN		B24,	C5, C10, C11, C15	B23,	C1, C2, C3, C4, C6, C7, C8, C9, C12, C13, C14, C16, C17, C18, C19, C20	B14, B40, B19, B21, B22,B37
BODRUM						B14, B40

11 adet analizin sonucunda bodrum katında 44 adet ve diğer katlarda 57 adet bulunan kirişlerin hasar bölgeleri incelendiğinde, dördüncü katta 4 (%7) tanesinin; üç, iki ve zemin

katlarda 6 (%10,52) tanesinin; birinci katta 12 (%21,05) ve bodrum katında 2 (% 4,54) tanesinin göçme bölgesine geçtiği görülmektedir. Yapıda yer alan kirişlerde kesme kapasitesi yetersizliğinden, gevrek kırılmanın gözlenebileceği belirtilmişti. TBDY-2018 Bölüm 15.8.4' e göre binanın kontrollü hasar performans düzeyini sağlaması için; gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile yapının herhangi bir katında uygulanan deprem analizi sonucunda kirişlerin en fazla %35' i ileri hasar bölgesine geçebilir koşulu bu aşamada sağlanmamaktadır.

Bodrum katında 6 adet ve diğer katlarda 20 adet bulunan kolonların hasar bölgeleri incelendiğinde, ikinci katta 1 (%5) tanesinin, birinci katta 6 (%30) tanesinin, zemin katta 16 (%80) tanesinin göçme bölgesine geçtiği gözükmektedir. Yapının dördüncü ve bodrum katlarında tüm kolonların sınırlı hasar bölgesinde kaldığı ve üçüncü katta ise 2 (%10) tanesinin ileri hasar bölgesine geçtiği gözükmektedir. TBDY-2018 Bölüm 15.8.4' e göre kesme yetersizliği mevcut olan ve göçme bölgesine geçen kolonların bulunması sebebi ile bu aşamada bina kontrollü hasar performans düzeyini sağlamamaktadır.

Binada yer alan perde elemanların tamamının, beton ve donatı çeliği için birim uzama ve kısalma şekil değiştirme istemlerinin, ilgili sınır şekildeğiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılmasıyla elde edilen en elverişsiz hasarın donatı çeliğinde ve betonda Sınırlı Hasar Bölgesinde oluştuğu gözlemlenmiştir. Kesme güvenliği kontrolünde ise, Tablo 14' te işaretlenmiş perdelerin kayma kapasiteleri yetersizliğinden gevrek kırılma oluşturabileceği nedeniyle TBDY-2018 15.8.4' te tanımlanan kontrollü hasar performans düzeyi ön koşulu sağlanmamaktadır.

4.2 TBDY-2018 Kapsamında Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunun Performans Analizinin Belirlenmesi

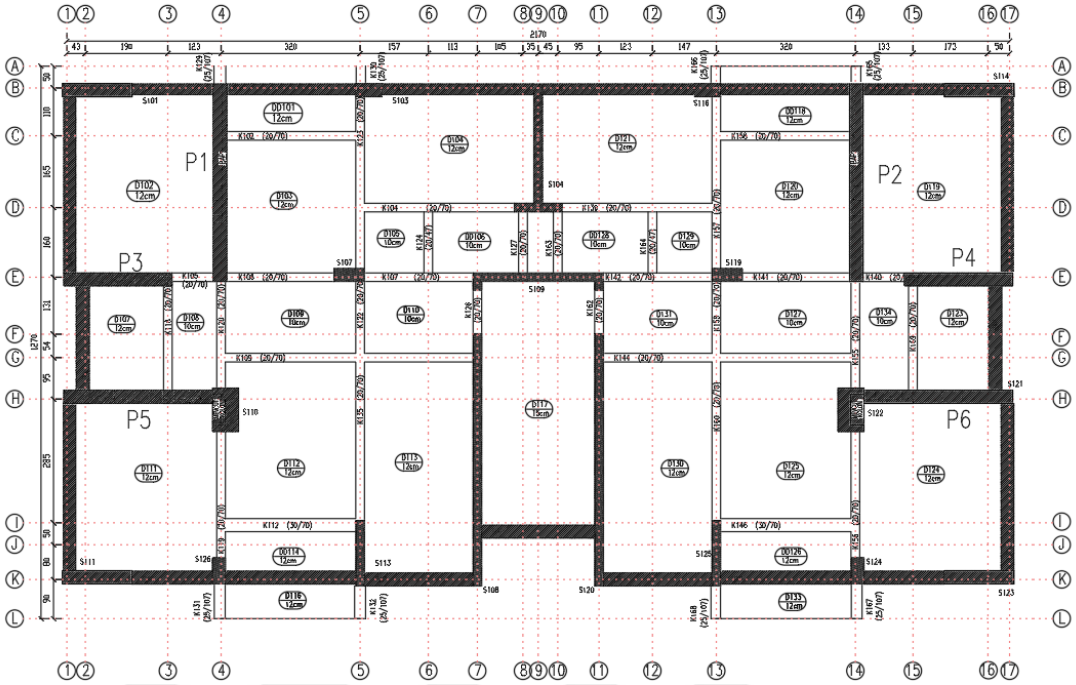
4.2.1 Giriş

Tezin bu bölümünde, bir önceki bölümde performans analizi yapılmış olan binanın 2001 yılında ilave perde ekleme ve kolon mantolama işlemi yapılarak güçlendirilmiş durumunun performans analizinin belirlenmesi ele alınacaktır. Güçlendirme projesindeki plan, donatı detayları ve malzeme özellikleri göz önünde bulundurularak Etabs programında modelleme işlemi yapılmıştır. İlave perdeler ve kolon mantolamada

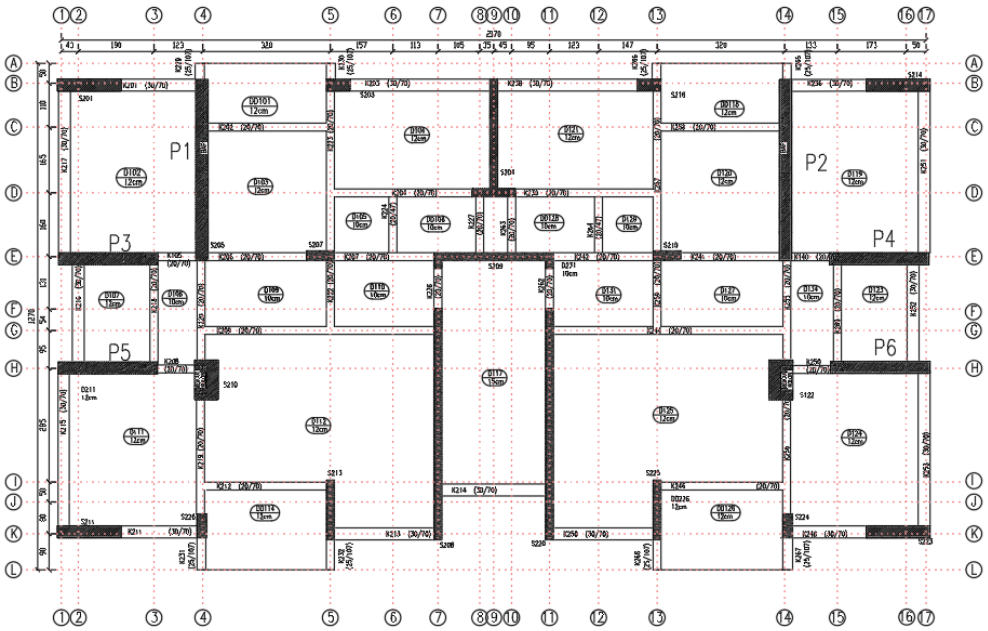
kullanılan beton ve donatı çeliğinin malzeme sınır değerleri TBDY-2018' e göre belirlenmiş ve analizler bu doğrultuda yapılmıştır. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan performans analizi için, mevcut yapının analizinde kullanılan 11 adet deprem ivme kayıtları kullanılmıştır. Mevcut yapının değerlenmesinde olduğu gibi bu yapı modeli içinde, analiz sonucunda taşıyıcı eleman bazında mutlak değer olarak en büyük şekildeğiştirmeyi gösterecek deprem ivme kaydı temel alınmıştır.

4.2.2 Bina bilgileri

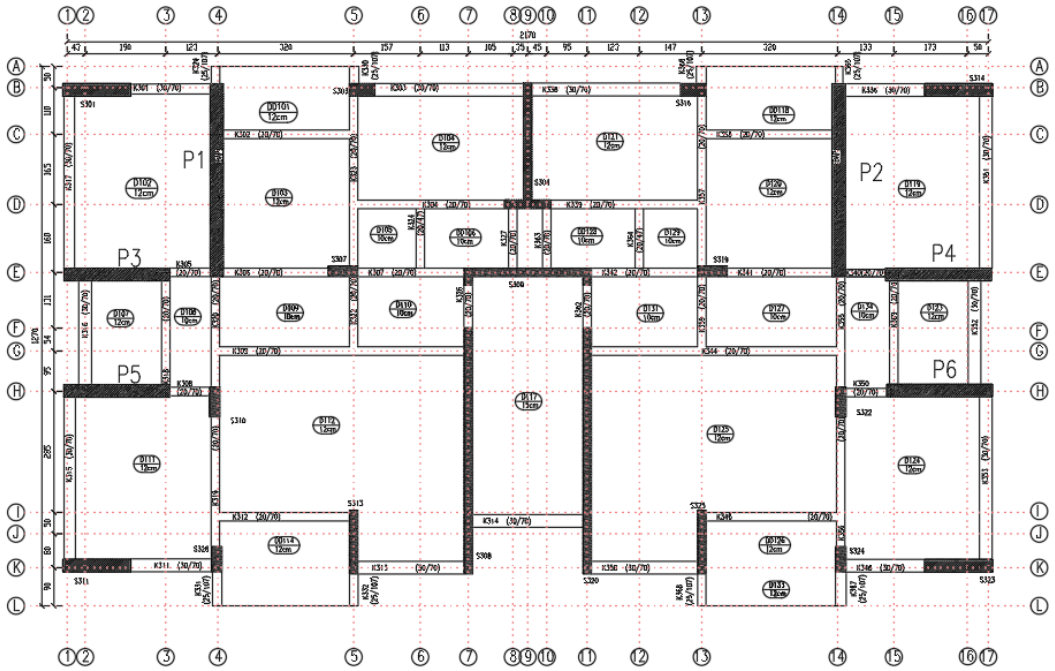
Yapıda H-4 ve H-14 akslarında yer alan 30X70 ebatlı kolonlara, 60X100 ebatlı olacak şekilde 15 cm kalınlığında üç taraflı manto teşkil edilmiştir. Mantolama işlemi bodrum kat ve zemin katta yapılmışken normal katlarda yapılmamıştır. Mevcut yapıya 30 cm kalınlığında betonarme perdeler eklenmiştir. Bu betonarme perdeler; B4 ile E-4 aksları arasına, B-14 ile E-14 aksları arasına, E-2 ile E-3 aksları arasına, E-15 ile E-17 aksları arasına, H-2 ile H-3 aksları arasına ve H-15 ile H-17 aksları arasına eklenmiştir. İlave perdeler ve mantolanan kolonlar dışında kalan diğer taşıyıcı sistemler orijinal yapı ile birebirdir. Bina kirişlerine herhangi bir güçlendirme çalışması yapılmamıştır. Yapıya ilave edilen perdeler ve kolon mantolarında C30 beton sınıfı ve S420 kalitesinde donatı çeliği kullanılmıştır. Bina tasarım parametreleri, bina deprem parametreleri, binanın performans hedefi ve binaya ait yükler orijinal yapı ile aynıdır. Binanın 2001 yılında güçlendirilmiş durumuna ait kalıp planları Şekil 51, Şekil 52 ve Şekil 53' de gösterilmiştir.



Şekil 51. 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunun Bodrum Kat Kalıp Planı

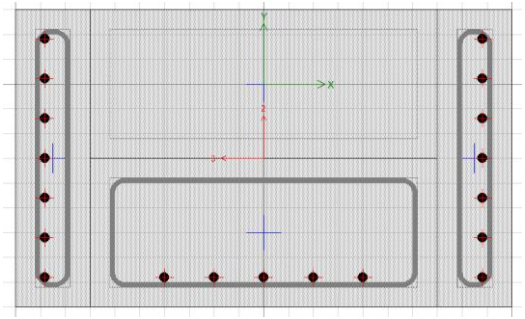


Şekil 52. 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunun Zemin Kat Kalıp Planı



Şekil 53. 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunun Normal Kat Kalıp Planı

Yapının 2001 yılında güçlendirilmiş durumunun yer aldığı projede; üç taraflı mantolanmış kolonların kesitinin 60X100 ebatlı, boyuna donatının Φ18 çapında 19 adet olduğu ve enine donatının da Φ10 çapında 15 cm aralıkla tasarlandığı bilgiler temel alınarak, Etabs programından Şekil 54' te gösterildiği gibi mantolanmış kolon modeli oluşturulmuştur.

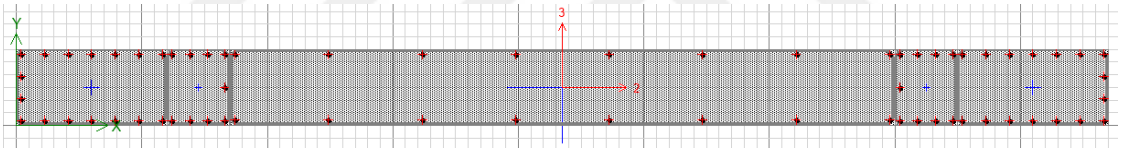


Şekil 54. 60X100 Ebatında Üç Taraflı Manto Teşkil Edilmiş Kolonun Etabs Modeli

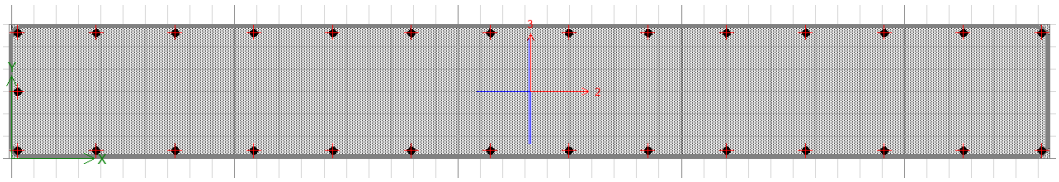
Yapıya ilave edilen perdelerin mevcut iki kolon arasına eklendiği ve donatıların yerleşiminin de kolon dış aksı temel alınarak konumlandığı projede yer almaktadır. Yapıya ilave edilen P1, P2, P3, P4, P5 ve P6 perdelerinin boyutları, donatı çap ve adetleri Tablo 30' da gösterilmiştir. İlave perde elemanları Etabs programında ''Section Designer'' kısmında Tablo 30' da yer alan bilgiler doğrultusunda modellenmiştir. Şekil 55, Şekil 56 ve Şekil 57' de ise programda oluşturulan modeller gösterilmiştir.

Tablo 30. İlave Perde Elemanlarına Ait Kesit Ve Donatı Bilgisi

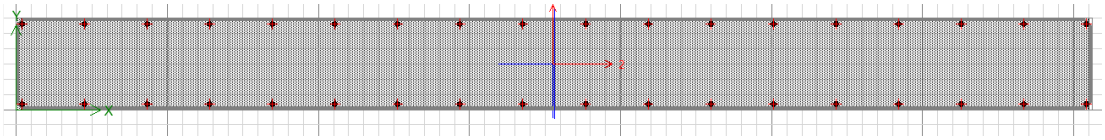
PERDE KESİTİ (cm)	BAŞLIK KESİTİ (cm)	BOYUNA DONATI		TEVZİ DONATI	ETRİYE
		BAŞLIK	GÖVDE		
P1- P2	30X 485	16Φ18	34Φ18	Φ12/ 15	Φ10/ 15
P3- P4	30X250	16Φ16	12Φ16	Φ12/ 15	Φ10/ 15
P5- P6	30X250	16Φ16	12Φ16	Φ12/ 16	Φ10/ 15
P5- P6 (bodrum)	30X320	16Φ17	20Φ16	Φ12/ 17	Φ10/ 16



Şekil 55. P1 Ve P2 İlave Perdelerine Ait Etabs Modeli



Şekil 56. P3, P4, P5 Ve P6 İlave Perdelerine Ait Etabs Modeli

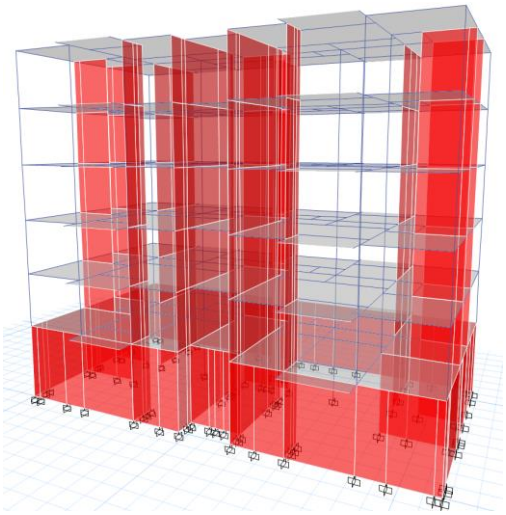


Şekil 57. Bodrum Katında Yer Alan P5 Ve P6 İlave Perdelerine Ait Etabs Modeli

4.2.3 Yapı modelinin oluşturulması

Etabs programı kullanılarak daha önce yapının mevcut durumuna ilaveten güçlendirilmiş projede yer alan mantolama kolonlar ve ilave perdeler eklenerek üç boyutlu yapısal model oluşturulmuştur (Şekil 58). Modellemede ilave edilen perdeler ile mantolama yapılan kolonların ebatları, donatı detayları ve konumları güçlendirme projesine uyumlu olarak oluşturulmuştur.

Yapıya ait birinci mod, X doğrultusunda % 40'lık modal kütle katılım ile periyot değeri 0,371 s olarak elde edilmiştir (Şekil 59). İkinci modda burulma oluşmuş ve 0,296 s periyot değeri hesaplanmıştır (Şekil 60). Üçüncü mod ise Y doğrultusunda % 63' lük modal kütle katılım ile periyot değeri 0,251 s'dir (Şekil 61). X doğrultusunda 28. modda, Y doğrultusunda ise 25. modda %90 modal kütle katılımı sağlanmıştır. İlk 30 moda ait modal kütle katılım oranları Tablo 31' de gösterilmiştir.



Şekil 58. 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumuna Ait Taşıyıcı Sistem Modeli

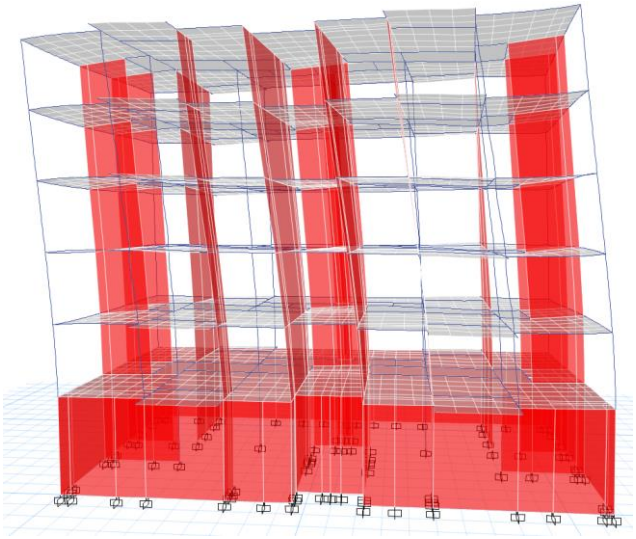
Tablo 31. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunun Modal Kütle Katılım Oranları

Mod	Periyot	UX	UY	RZ	ΣUX	ΣUY	ΣRZ
1	0.371	0.4096	1.45E-06	0.1722	0.4096	1.45E-06	0.1722
2	0.296	0.1853	0.0003	0.4177	0.5949	0.0003	0.59
3	0.251	0.0001	0.6327	0.0002	0.595	0.633	0.5902
4	0.094	0.1228	0	0.0301	0.7178	0.633	0.6203
5	0.083	0.0258	8.84E-06	0.1122	0.7435	0.633	0.7324
6	0.069	1.7E-06	0.1719	3.81E-06	0.7435	0.8049	0.7324
7	0.047	1.79E-06	0.0025	2.14E-06	0.7435	0.8074	0.7324
8	0.046	0.0197	0	0.028	0.7632	0.8074	0.7604
9	0.044	0.044	0	0.0101	0.8072	0.8074	0.7705
10	0.041	0	0.0276	0	0.8072	0.835	0.7705
11	0.039	1.19E-06	0.0103	0	0.8072	0.8453	0.7705
12	0.034	0.0009	0	0.0148	0.8081	0.8453	0.7853
13	0.031	5.03E-06	0.0178	0	0.8081	0.8631	0.7853
14	0.03	0.0274	3.18E-06	0.0008	0.8355	0.8631	0.7861
15	0.029	1.5E-06	0.0191	2.22E-05	0.8355	0.8823	0.7861
16	0.029	0.0001	0.0001	2.22E-05	0.8355	0.8824	0.7906
17	0.028	8.19E-06	0	0.0045	0.8356	0.8824	0.7907
18	0.028	0	1.45E-05	0.0001	0.8356	0.8824	0.7907
19	0.027	0	0.0001	0	0.8356	0.8824	0.7907
20	0.026	1.19E-05	0	9.7E-07	0.8356	0.8824	0.7928
21	0.026	7.78E-07	2.65E-05	0.0022	0.8357	0.8825	0.7928
22	0.024	0.0087	0	0	0.8357	0.8825	0.7934
23	0.023	0.0005	2.73E-06	0.0006	0.8444	0.8825	0.8045
24	0.023	0	0.0129	0.0111	0.8449	0.8954	0.8045
25	0.023	1.39E-06	0.0061	1.73E-06	0.8449	0.9015	0.8045
26	0.021	0.0011	3.95E-06	8.28E-07	0.8449	0.9015	0.8241
27	0.02	0.0543	0	0.0196	0.846	0.9015	0.8269
28	0.02	0.0013	0.0027	0.0027	0.9002	0.9042	0.8274
29	0.019	0.0095	0.0014	0.0005	0.9015	0.9056	0.8355
30	0.019	0.0005	0.0071	0.0081	0.9111	0.9127	0.8362

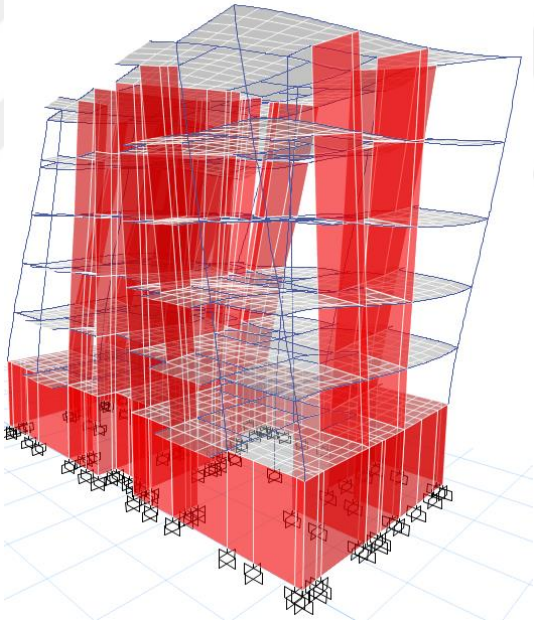
Yapının her katı için ek dışmerkezlik göz önüne alınmaksızın hesaplanmış, burulma düzensizliği katsayısı Tablo 32' de belirtilmektedir.

Tablo 32. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumuna Ait Burulma Düzensizliği Katsayısı

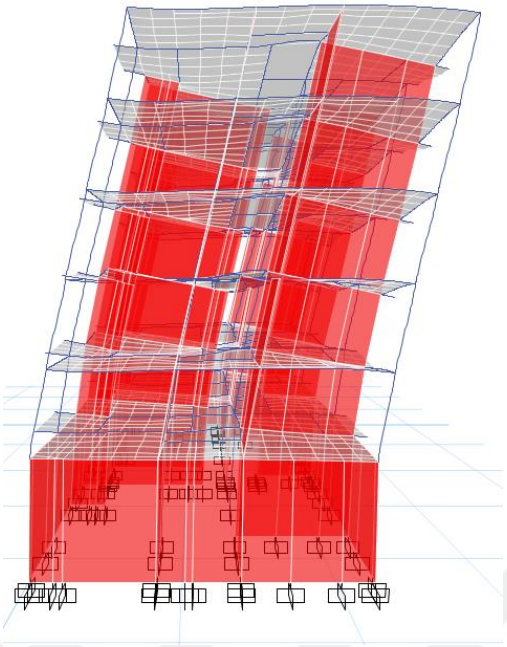
Kat	Doğrultu	Maksimum Öteleme (m)	Ortalama Öteleme (m)	Düzensizlik Katsayısı
4. Kat	X	0.04664	0.031544	1.479
3. Kat	X	0.036859	0.025	1.474
2.Kat	X	0.026218	0.017801	1.473
1.Kat	X	0.015607	0.010591	1.474
Zemin Kat	X	0.006468	0.004395	1.472
Bodrum	X	0.000997	0.000607	1.644
4. Kat	Y	0.037868	0.036863	1.027
3. Kat	Y	0.030647	0.029683	1.032
2.Kat	Y	0.022603	0.021902	1.032
1.Kat	Y	0.014535	0.014082	1.032
Zemin Kat	Y	0.007261	0.006989	1.039
Bodrum	Y	0.002639	0.001666	1.584



Şekil 59. Yapıya Ait 1. Mod Durumu (0,371 s)



Şekil 60. Yapıya Ait 2. Mod Durumu (0,295 s)



Şekil 61. Yapıya Ait 3. Mod Durumu (0,251 s)

4.2.4 Malzeme modelinin oluşturulması

Yapıda manto teşkil edilmiş kolonlar ile ilave perdelerde kullanılmış olan C30 beton kalitesi ve S420 donatı çeliği için TBDY-2018 Bölüm 5.8’ de beton ve donatı çeliği şekil değiştirmeleri için izin verilen sınır değerler hesaplanmıştır. TBDY-2018 Bölüm 5.8’ de yer alan denklemler ile boyutlarının farklılığından sebep; mantolanmış kolon için ayrı, ilave perdeler için de ayrı göçmenin önlenmesi performans düzeyi beton birim kısalması hesabı yapılmış ve bu hesaba bağlı kontrollü hasar ile sınırlı hasar performans düzeylerinin beton birim kısalmaları belirlenmiştir. S420 donatı çeliğinde izin verilen sınır değerlerin hesabı için; Tablo 2’ de yer alan ε_{su} çekme dayanımına karşı gelen birim uzama belirlenmiş ve belirlenen bu değer ile TBDY-2018 Bölüm 5.8’ e göre göçme önlenmesi performans düzeyi için donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi hesabı yapılmış ve bu hesaba bağlı olarak kontrollü hasar ile sınırlı hasar performans düzeylerinin donatı çeliği şekildeğiştirmeleri belirlenmiştir. İlave perdeler ve mantolanmış kolonlarda beton modeli oluşturulurken etriyelerin kancalı olması ve sargı koşullarını sağlar nitelikte olması göz önünde bulundurulmuştur. Projede yer alan mevcut taşıyıcı sistemler ise C8 beton modeli ve S220 donatı çeliği modeli ile karşılanmıştır.

4.2.4.1 Manto teşkil edilmiş kolon için C30 beton modelinin oluşturulması

Göçmenin Önlenmesi performans düzeyinde beton birim kısalması, TBDY-2018 Bölüm 5.8' de yer alan ve tezin üçüncü bölümünde belirtilmiş dikdörtgen kesitli taşıyıcı elemanların hesabında kullanılan Denk.(3.2) ile hesaplanmaktadır. Öncelikle Denk.(3.2)' de yer alan ω_{we} etkin sargı donatı oranının belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için tezin üçüncü bölümünde bulunan Denk.(3.4) kullanılmaktadır. Etkin sargı donatı oranını (ω_{we}) belirlemek içinde öncelikle; sargı donatısı etkinlik katsayısının (α_{se}) ve göz önüne alınan doğrultuda enine donatı hacimsel oranının ($\rho_{sh,\,min}$) hesaplanması gerekmektedir, bunların hesabı sırasıyla tezin üçüncü bölümünde yer alan Denk.(3.5) ve Denk.(3.6) ile elde edilmektedir.

60X100 ebatlı mantolanmış kolonda paspayı (d_p) 2,5 cm, Φ10 çaplı etriye için etriye merkezinden paspayı (d_o) 3 cm, Φ18 çaplı boyuna donatı için boyuna donatı merkezinden paspayı (d_m) 4,4 cm, etriye aralığı (s) 15 cm olarak belirlenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutları (b_o) ve (h_o) aşağıda hesaplanmıştır.

b_o= 100- 2x3= 94 cm

h_o= 60- 2x3= 54 cm

Sargı donatısının etkinlik katsayısı α_{se} hesabında yer alan, α_i bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklığı göstermektedir. Mantolama kolonunun X doğrultusunda 15,3 cm ara ile 6 adet kol sayısı ve Y doğrultusunda ise 10 cm ara ile 5 adet kol sayısı bulunmaktadır, bu bilgiler ışığında aşağıda α_{se} hesaplanmıştır.

$$\left(1-\frac{6x\ 15{,}3^2+5x10^2}{6x94x54}\right)\left(1-\frac{15}{2x94}\right)\left(1-\frac{15}{2x54}\right)=0{,}742$$

Göz önüne alınan doğrultuda enine donatının hacimsel oranı $\rho_{sh,\ min}$ kolonun X ve Y doğrultusu için ayrı hesaplanmıştır. A_{sh}, enine donatı alanını ifade etmektedir. En dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklığı ifade eden b_k, X doğrultusu için 60 cm ve Y doğrultusu için 100 cm alınmıştır. Denk.(3.6)' a göre aşağıda, iki doğrultu içinde ρ_{sh} hesabı yapılmıştır. ω_{we} hesabında ise, enine donatı hacimsel oranından minimum olan hesaba katılmıştır.

$$\rho_x = {}^{2x\pi 10^2/400}\!/_{60x15} = 0{,}001745 \qquad \rho_y = {}^{2x\pi 10^2/400}\!/_{100x15} = 0{,}001047$$

ω_{we} etkin sargı donatısı oranı, aşağıda Denk.(3.4) ile elde edilmiştir.

$$0{,}742x\ 0{,}001047x\frac{420}{30} = 0{,}010891$$

Denk.(3.2)' de yer alan, göçmenin önlenmesi performans düzeyi için beton birim kısalması manto teşkil edilmiş kolon için aşağıda hesaplanmıştır.

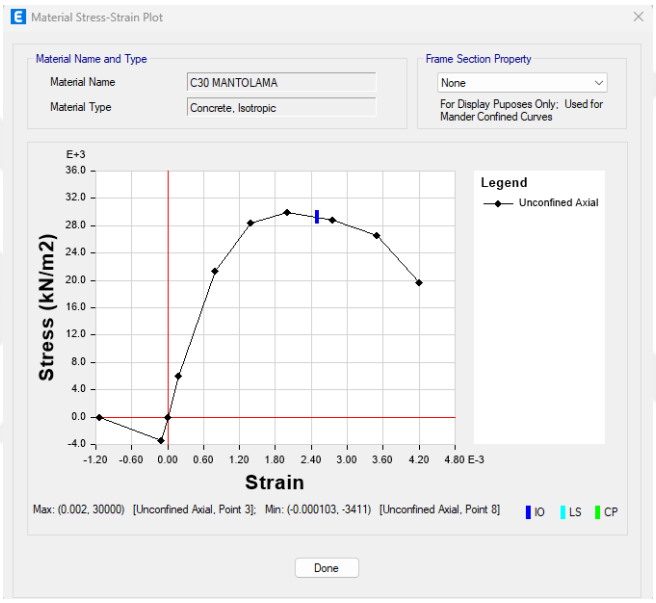
$$0{,}0035 + 0{,}04\sqrt{0{,}010891} = 0{,}0077$$

Kontrollü hasar performans düzeyi için betonda izin verilen toplam birim şekil değiştirme sınırı Denk.(3.8)' e göre aşağıda hesaplanmıştır.

$$0{,}75x0{,}0077 = 0{,}0057$$

Sınırlı hasar performans düzeyi için betonda izin verilen toplam birim şekil değiştirme sınırı TBDY-2018 Bölüm 5.8' de 0,0025 olarak tanımlanmıştır. TBDY-2018 uyarınca hesaplanan; göçmenin önlenmesi performans düzeyi, kontrollü hasar performans düzeyi ve sınırlı hasar performans düzeyi için betonda izin verilen toplam birim şekil değiştirme sınırları Etabs programına tanımlanmıştır.

Manto teşkil edilmiş kolonlarda kullanılan C30 betonuna ait Etabs programında oluşturulan, gerilme- şekildeğiştirme diyagramı malzeme modeli Şekil 62' de gösterilmiştir.



Şekil 62. Mantolanmış Kolonlarda Kullanılan C30 Betonuna Ait Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli

4.2.4.2 İlave perdeler için C30 beton modelinin oluşturulması

Yapıya ilave edilen üç tip perdeden, göçmenin önlenmesi performans düzeyi için beton birim kısalması değerlerinden en elverişsiz olan perde tipi seçilmiş ve bu perde üzerinden hesap yapılarak sınır değerler diğer ilave perdelerinde de kullanılmıştır.

30X250 ebatlı ilave perdede paspayı (d_p) 2,5 cm, Φ10 çaplı etriye için etriye merkezinden paspayı (d_o) 3 cm, Φ16 çaplı boyuna donatı için boyuna donatı merkezinden paspayı (d_m)

4,3 cm, etriye aralığı (s) 15 cm olarak belirlenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutları (b_o) ve (h_o) aşağıda hesaplanmıştır.

b_o= 250- 2x3= 244 cm

h_o= 30- 2x3= 24 cm

İlave perdenin, X doğrultusunda 30 cm ara ile 8 adet kol sayısı bulunmaktadır, Y doğrultusunda ise 12 cm ara ile 2 adet kol sayısı bulunmaktadır. Denk.(3.5)' e göre, sargı donatısının etkinlik katsayısı α_{se} hesabı aşağıda yapılmıştır.

$$\left(1-\frac{8x\ 30^2+2x12^2}{6x244x24}\right)\left(1-\frac{15}{2x244}\right)\left(1-\frac{15}{2x24}\right)=0{,}524$$

En dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklığı ifade eden b_k X doğrultusu için 30 cm ve Y doğrultusu için 250 alınmıştır. Denk.(3.6)' a göre aşağıda, iki doğrultu içinde ρ_{sh} enine donatının hacimsel oranları hesabı yapılmış ve minimum olan seçilerek ω_{we} hesabında kullanılmıştır.

$$\rho_x = {}^{2x\pi 10^2/400}\!/_{30x15} = 0{,}00349 \qquad \rho_y = {}^{2x\pi 10^2/400}\!/_{250x15} = 0{,}00041$$

İlave perdeler için hesaplanan α_{se} ve $\rho_{sh,\,min}$ kullanılarak Denk.(3.4)' de yer alan ω_{we} etkin sargı donatısı oranı elde edilmiştir.

$$0{,}524x\ 0{,}00041x\frac{420}{30}=0{,}00307$$

Denk.(3.2)’ de yer alan, göçmenin önlenmesi performans düzeyi için beton birim kısalması ilave perdeler için aşağıda hesaplanmıştır.

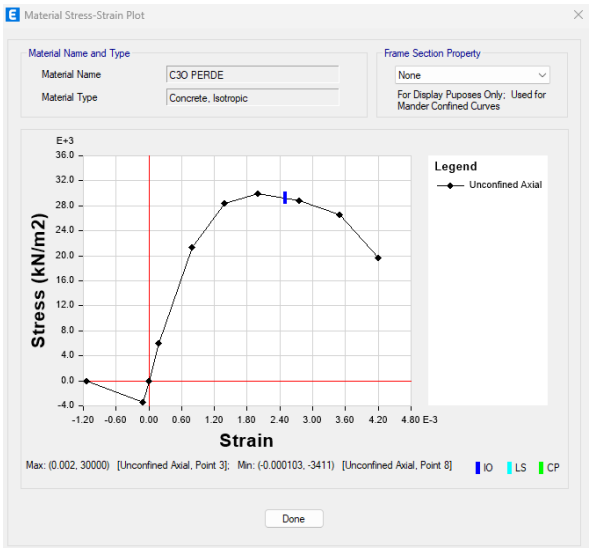
$$0{,}0035 + 0{,}04\sqrt{0{,}00307} = 0{,}00579$$

Sınırlı hasar performans düzeyi için betonda izin verilen toplam birim şekil değiştirme sınırı TBDY-2018 Bölüm 5.8’ de 0,0025 olarak tanımlanmıştır. Kontrollü hasar performans düzeyi için betonda izin verilen toplam birim şekil değiştirme sınırı Denk.(3.8)’ e göre aşağıda hesaplanmıştır.

$$0{,}75x0{,}0058 = 0{,}0043$$

TBDY-2018 uyarınca performas düzeyleri için hesaplanan betonda izin verilen toplam birim şekildeğiştirme sınırları Etabs programına tanımlanmıştır.

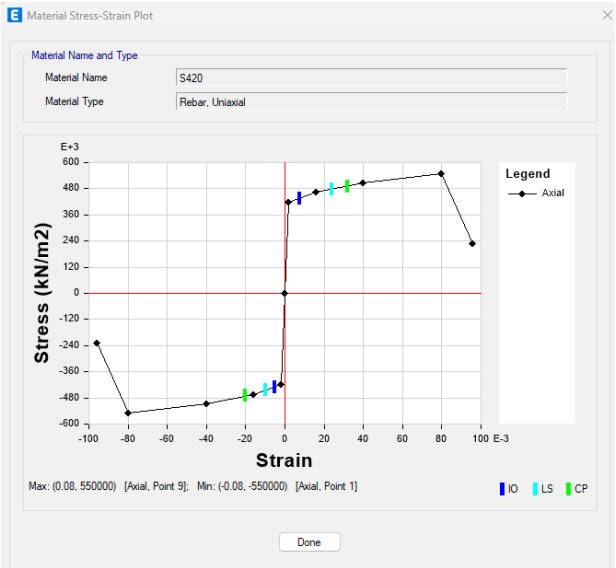
İlave perdelerde kullanılan C30 betonuna ait Etabs programında oluşturulan, gerilme-şekildeğiştirme diyagramı malzeme modeli Şekil 63’ de gösterilmiştir.



Şekil 63. İlave Perdelerde Kullanılan C30 Betonuna Ait Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli

4.2.4.3 S420 donatı çeliğinin malzeme modeli

TBDY-2018 Bölüm 5.8' de yer alan esaslar doğrultusunda, donatı çeliğinin birim şekildeğiştirme sınırları performans düzeyleri için ayrı ayrı elde edilmiş ve bu sınırlar Etabs programında tanımlanarak; Şekil 64' de gösterildiği gibi S420 donatı çeliğine ait gerilme- şekildeğiştirme diyagramı malzeme modeli oluşturulmuştur.

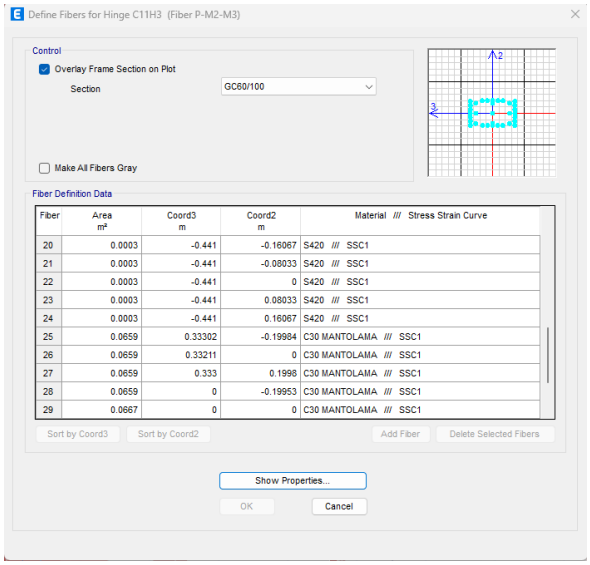


Şekil 64. S420 Çeliği Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli

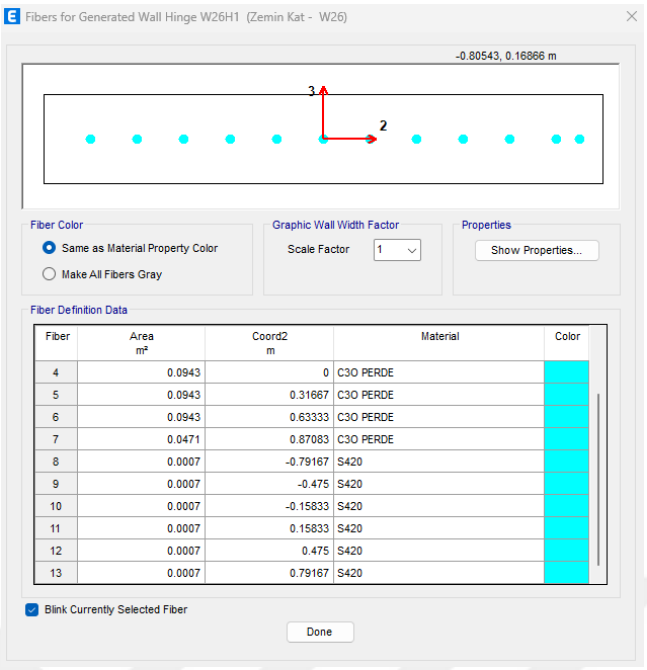
4.2.5 İlave perdeler ve manto teşkil edilmiş kolonun davranış modeli

Yapıya eklenmiş mantolama kolon ve ilave perdeler Etabs programında, plastik şekil değiştirmelerin gerçekleştiği bölgelerdeki doğrusal olmayan şekil değiştirmelerin tüm eleman uzunluğu boyunca yayılı olarak kabul edildiği yayılı plastik davranış modeli ile modellenmiştir.

Mantolama kolonlar ve ilave perdelerde lif elemanlar atanırken kesitlerin yeterli miktarda hücrelere bölünmesi, bölünen hücrelerdeki C30 sargılı beton ve S420 donatı çeliği alanlarının, bu alanlara karşılık gelen koordinatları ve malzeme özellikleri Etabs ortamında oluşturulmuştur. Yapıda bulunan orijinal taşıyıcı elemanlar ise daha önceki bölümde belirtildiği gibi C8 sargısız beton modeli ve S220 donatı çeliği modeline göre oluşturulmuştur. Fiber atama işleminde kolonlar için mesnetten uzaklık 0,05 ve 0,95 olacak şekilde tanımlanmış ve kolon çubuk elemanı için lif (fiber) davranışını esas alan P-M2-M3 mafsalları oluşturulmuştur. Perde kabuk elemanlar için orijinal proje doğrultusunda, yatay ve düşey donatı oranları analiz programına tanımlanmış ve lif (fiber) davranışını esas alan P-M3 mafsalları oluşturulmuştur. Şekil 65' de Manto teşkil edilmiş 60X100 ebatlı kolon için, Şekil 66' da ise W26 ilave perdesi için tanımlanan fiber elemanlarının Etbas programına girilmiş hali gösterilmiştir.



Şekil 65. C60X100 Mantolanmış Kolonda P-M2-M3 Mafsal Özelliklerinin Tanımlanması



Şekil 66. W26 İlave Perdesinde P- M3 Mafsal Özelliklerinin Tanımlanması

4.2.6 Analiz yöntemi

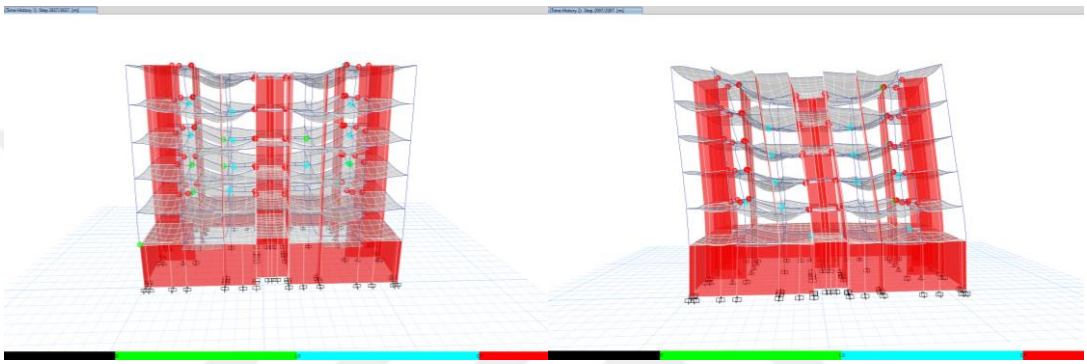
Orijinal yapıya ilaveten mantolanmış kolonlar ve ilave perdelerin eklenmesi ile oluşturulmuş yapının Tablo 31' de belirtildiği şekilde ilk üç modu için taban kesme kuvveti etkin kütlesinin toplam bina kütlesine oranının 0,70' den az olması ve Tablo 20' de yer verilmiş olan katlarda hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının 1,4' den fazla olmasından tek modlu itme yöntemi kullanılmamıştır. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi kullanılmıştır.

Daha önce orijinal yapının doğrusal olmayan analizinde kullanılan, Etabs programına tanımlanan DD-2 deprem yer hareketi düzeyinde 11 adet deprem ivme kaydı ile zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yapılmıştır.

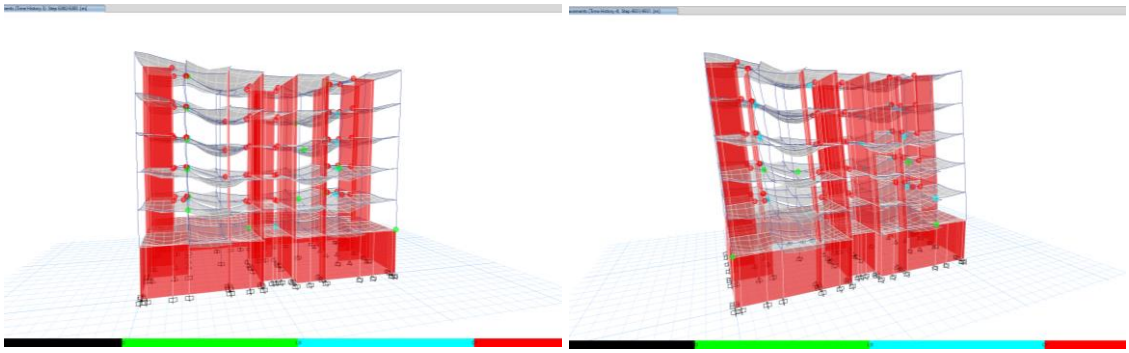
4.2.7 Analiz sonucunun değerlendirilmesi

İlave perde ve mantolanmış kolon ile güçlendirilmiş yapıda yer alan taşıyıcı sistem elemanlarının eğilme kaynaklı hasar durumunu tespit etmek için, Etabs programına tanımlanmış 11 adet deprem kaydı ile yapılan her analiz sonucunda her bir taşıyıcı sistem

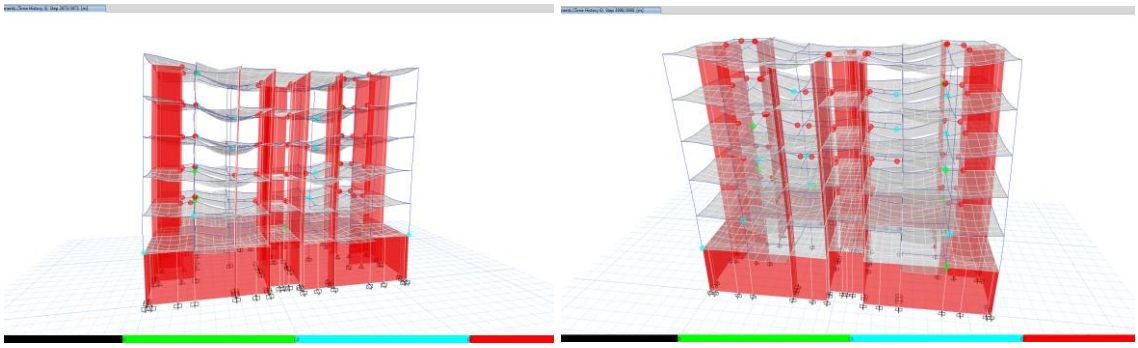
için oluşturulmuş excel dosyasına ulaşılmıştır. Excel dosyasında donatı için ayrı ve beton için ayrı her kat da yer alan taşıyıcı sistemlerden hasar bölgesi ve şekil değiştirmesi en elverişsiz olan fiber seçilerek sadeleştirilmiştir ve bu durum 11 deprem kaydı için de yapılmıştır. Şekil 67, Şekil 68, Şekil 69, Şekil 70, Şekil 71 ve Şekil 72' de 11 adet deprem ivme kaydı ile çözümlenmiş, hasar bölgelerinin yer aldığı zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonuçlarına ait görseller gösterilmiştir.



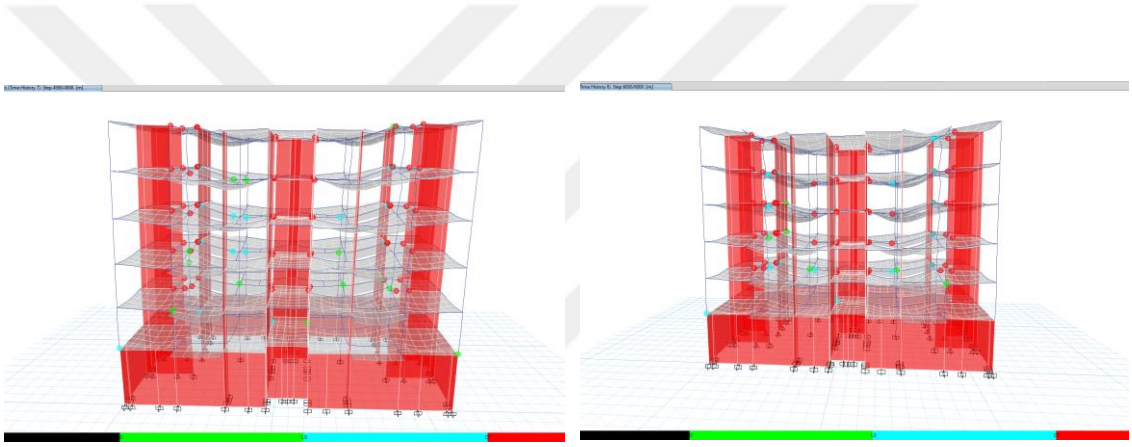
Şekil 67. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunda 1. Ve 2. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları



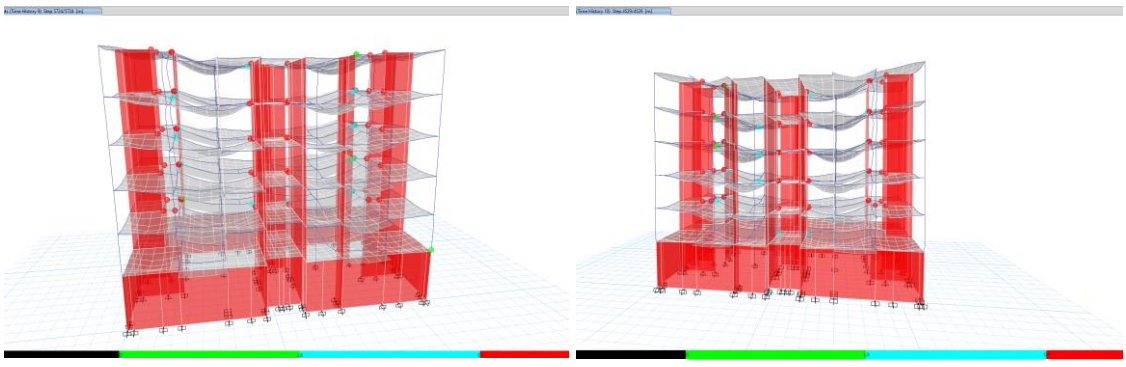
Şekil 68. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunda 3. Ve 4. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları



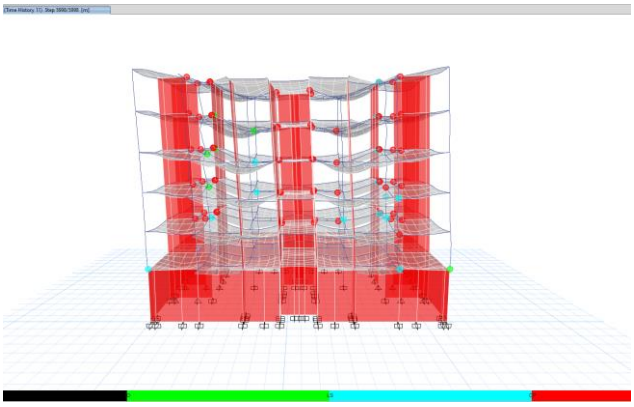
Şekil 69. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunda5. Ve 6. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları



Şekil 70. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunda 7. Ve 8. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları



Şekil 71. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunda 9. Ve 10. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları



Şekil 72. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunda 11. Deprem İvme Kayıtlarına Ait Analiz Sonuçları

Orijinal yapıda yer alan taşıyıcı elemanlara ek olarak, C30 kalitesinde beton sınıfı ile S420 kalitesinde donatı çeliği kullanılarak oluşturulan mantolama kolon ve ilave perdelerle güçlendirilen yapıda yer alan kirişlerin, kolonların ve perdelerin hasar bölgeleri analiz sonucunda ulaşılan excelde sonuçlandırılmıştır. 2103 satırdan oluşan excel tablosunun uzunluğu sebebi ile taşıyıcı elemanlar için projede yer alan örnek sınırlı hasar bölgesini, belirgin hasar bölgesini, göçme bölgesini ve ileri hasar bölgesini ifade eden durumlar Tablo 33' de gösterilmiştir. Güçlendirme yapılmamış elemanlarda kullanılan S220 çeliğinde ve ilave perdeler ile mantolama kolonlarında kullanılmış S420 çeliğinde donatı liflerinin şekildeğiştirme talepleri bütün elemanlarda sınırlı hasar bölgesinde kalmıştır. C30 betonun kullanıldığı ilave perdeler ve mantolama kolonlarda hasarlar oluşmamışken, güçlendirmenin yapılmadığı kiriş ve kolonlarda kullanılan C8 beton liflerinde hasarlar gözlemlenmiştir. Orijinal yapıda yer alan taşıyıcı elemanlarda kullanılan C8 betonunda şekildeğişiminin; 0,0035 aştığı yerde göçme bölgesinde, 0,0027 ile 0,0035 arasında ileri hasar bölgesinde, 0,0025 ile 0,0027 arasında belirgin hasar bölgesinde ve 0,0025' den az ise sınırlı hasar bölgesinde olduğu göz önünde bulundurulmuştur. Manto teşkil edilmiş kolonda kullanılan C30 betonunda şekildeğişiminin; 0,0077 aştığı yerde göçme bölgesinde, 0,0057 ile 0,0077 arasında ileri hasar bölgesinde, 0,0025 ile 0,0057 arasında belirgin hasar bölgesinde ve 0,0025' den az ise sınırlı hasar bölgesinde olduğu göz önünde bulundurulmuştur. İlave perdelerde kullanılan C30 betonunda şekildeğişiminin; 0,0058 aştığı yerde göçme bölgesinde, 0,0043 ile 0,0058 arasında ileri hasar bölgesinde, 0,0025 ile 0,0058 arasında belirgin

hasar bölgesinde ve 0,0025' den az ise sınırlı hasar bölgesinde olduğu göz önünde bulundurulmuştur. Orijinal yapıda bulunan taşıyıcı elemanlarda kullanılan S220 çeliğinde donatı liflerinde oluşan şekildeğişiminin; 0,048 aştığı yerde göçme bölgesinde, 0,036 ile 0,048 arasında ileri hasar bölgesinde, 0,036 ile 0,0075 arasında belirgin hasar bölgesinde ve 0,0075' den az ise sınırlı hasar bölgesinde olduğu temel alınmıştır. Mantolama kolonları ve ilave perdelerde kullanılan S420 çeliğinde donatı liflerinde şekildeğişiminin; 0,032 aştığı yerde göçme bölgesinde, 0,024 ile 0,032 arasında ileri hasar bölgesinde, 0,024 ile 0,0075 arasında belirgin hasar bölgesinde ve 0,0075' den az ise sınırlı hasar bölgesinde olduğu temel alınmıştır. Her beton sınıfı ile donatı çeliği için göz önünde bulundurulan sınır değerler doğrultusunda beton kaynaklı ve donatı kaynaklı oluşan hasar bölgeleri belirlenmiştir.

Tablo 33. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunun Örnek Taşıyıcı Elemanlarına Ait Analiz Sonucu

Kat	Eleman	Seçilen Deprem Kaydı	Fiber	Şekildeğiştirme	Etabs Hasar Bölgeleri	Etabs Hasar Durumları	Malzeme	Sınır Değerler	Hasar Bölgesi	
2.Kat	B12	Time History 8	B12H9	0.002602	B to C	A to IO	S220	SHB	BHB	BHB
2.Kat	B12	Time History 8	B12H9	-0.002595	B to C	IO to LS	C8	BHB		
2.Kat	B12	Time History 8	B12H10	0.000232	A to B	A to IO	S220	SHB	SHB	
2.Kat	B12	Time History 8	B12H10	-0.000219	A to B	A to IO	C8	SHB		
1.Kat	B28	Time History 5	B28H11	0.003187	B to C	A to IO	S220	SHB	İHB	GB
1.Kat	B28	Time History 5	B28H11	-0.003099	B to C	LS to CP	C8	İHB		
1.Kat	B28	Time History 1	B28H12	0.004008	B to C	A to IO	S220	SHB	GB	
1.Kat	B28	Time History 1	B28H12	-0.004158	>E	>CP	C8	GB		
4. Kat	B9	Time History 2	B9H5	0.002777	B to C	A to IO	S220	SHB	İHB	İHB
4. Kat	B9	Time History 2	B9H5	-0.002776	B to C	LS to CP	C8	İHB		
4. Kat	B9	Time History 2	B9H6	0.001082	A to B	A to IO	S220	SHB	SHB	
4. Kat	B9	Time History 2	B9H6	-0.000819	A to B	A to IO	C8	SHB		
Zemin Kat	B19	Time History 7	B19H11	0.000053	A to B	A to IO	S220	SHB	SHB	SHB
Zemin Kat	B19	Time History 7	B19H11	-0.000055	A to B	A to IO	C8	SHB		
Zemin Kat	B19	Time History 5	B19H12	0.002005	B to C	A to IO	S220	SHB	SHB	
Zemin Kat	B19	Time History 5	B19H12	-0.002017	B to C	A to IO	C8	SHB		
Zemin Kat	C1	Time History 8	C1H9	0.006128	B to C	A to IO	S220	SHB	İHB	İHB
Zemin Kat	C1	Time History 6	C1H9	-0.002979	B to C	LS to CP	C8	İHB		
Zemin Kat	C1	Time History 5	C1H10	0.003354	B to C	A to IO	S220	SHB	SHB	
Zemin Kat	C1	Time History 6	C1H10	-0.000732	A to B	A to IO	C8	SHB		
4. Kat	C19	Time History 6	C19H5	0.004227	B to C	A to IO	S220	SHB	SHB	BHB
4. Kat	C19	Time History 6	C19H5	-0.00247	B to C	A to IO	C8	SHB		
4. Kat	C19	Time History 6	C19H6	0.007509	B to C	IO to LS	S220	BHB	BHB	
4. Kat	C19	Time History 6	C19H6	-0.00237	B to C	A to IO	C8	SHB		
1.Kat	C16	Time History 5	C16H9	0.003753	B to C	A to IO	S220	SHB	GB	GB
1.Kat	C16	Time History 11	C16H9	-0.004159	>E	>CP	C8	GB		
1.Kat	C16	Time History 5	C16H10	0.002419	B to C	A to IO	S220	SHB	SHB	
1.Kat	C16	Time History 11	C16H10	-0.001372	A to B	A to IO	C8	SHB		
Bodrum	C11	Time History 6	C11H1	0.000197	A to B	A to IO	S420	SHB	SHB	SHB
Bodrum	C11	Time History 6	C11H1	-0.000163	A to B	A to IO	C30 MANTOLAMA	SHB		
Bodrum	C11	Time History 6	C11H2	0.000476	A to B	A to IO	S420	SHB	SHB	
Bodrum	C11	Time History 5	C11H2	-0.000209	A to B	A to IO	C30 MANTOLAMA	SHB		
2.Kat	W31	Time History 2	W31H4	-0.000012	A to B	A to IO	S220	SHB	SHB	
2.Kat	W31	Time History 8	W31H4	-0.000137	A to B	A to IO	C8	SHB		
3. Kat	W12	Time History 3	W12H3	0.000034	A to B	A to IO	S420	SHB	SHB	
3. Kat	W12	Time History 2	W12H3	-0.000066	A to B	A to IO	C30 PERDE	SHB		

İlave perde ve mantolanmış kolon ile güçlendirilen yapıda analiz sonrası elde edilen eğilme kaynaklı hasarların yer aldığı 2103 satırdan oluşan excel tablosunun özeti; kat bazında, yapısal elemanlarda meydana gelen hasarların miktarı ve yüzdesel durumu temel alınarak Tablo 34' te oluşturulmuştur. Tablo 35' de ise yapıda bulunan kolon ve kiriş elemanlarının hasar dağılımı gösterilmiştir.

Tablo 34. Yapının 2001 Yılında Güçlendirilmiş Durumunun Kolon Ve Kiriş Elemanlarındaki Hasar Dağılımı (%)

Kat	Eleman Tipi	Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi	Toplam Eleman
4	Kolon	11 (%91.66)	1 (%8.33)	0 (%0)	0 (%0)	12
	Kiriş	43 (%78.18)	0 (%0)	2 (%3.63)	10 (%18.18)	55
3	Kolon	11 (%91.66)	1 (%8.33)	0 (%0)	0 (%0)	12
	Kiriş	43 (%78.18)	0 (%0)	0 (%0)	12 (%21.82)	55
2	Kolon	8 (%66.66)	0 (%0)	3 (%25)	1 (%8.33)	12
	Kiriş	41 (%74.54)	2 (%3.63)	0 (%0)	12 (%21.82)	55
1	Kolon	6 (%50)	1 (%8.33)	4 (%33.34)	1 (%8.33)	12
	Kiriş	41 (%74.54)	1 (%1.82)	1 (%1.82)	12 (%21.82)	55
Zemin	Kolon	8 (%66.66)	0 (%0)	4 (%33.33)	0 (%0)	12
	Kiriş	42 (%76.36)	1 (%1.82)	2 (%3.63)	10 (%18.18)	55
Bodrum	Kolon	4 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	4
	Kiriş	36 (%90)	0 (%0)	3 (%7.5)	1 (%2.5)	40

Tablo 35. 2001 Yılında Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Kolon Ve Kiriş Elemanlarının Hasar Bölgeleri

KAT	BHB		İHB		GB	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ
4. KAT	C19			B9, B28		B5, B32, B14, B40, B22, B37,B7, B10, B13, B15
3. KAT	C11					B5, B9, B28, B32, B14, B40, B22, B37, B7, B10, B13, B15
2. KAT		B12, B21	C11, C16, C19		C15	B5, B9, B28, B32, B14, B40, B22, B37, B7, B10, B13, B15
1. KAT	C11,	B12,	C12, C15, C19, C20,	B21	C16,	B5, B9, B28, B32, B14, B40, B22, B37, B7, B10, B13, B15
ZEMİN		B21,	C1, C2, C3, C16	B9, B28		B5, B32, B14, B40, B22, B37,B7, B10, B13, B15
BODRUM				B14, B40, B10,		B7,

C30 beton, S420 donatı çeliği ile oluşturulmuş ilave perdeler ve C8 beton, S220 donatı çeliği ile oluşturulmuş orijinal perde elemanlarının tamamında, beton ve donatı çeliği için şekildeğiştirme istemlerinin, ilgili sınır şekildeğiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılmasıyla elde edilen en elverişsiz hasarın donatı çeliğinde ve betonda Sınırlı Hasar Bölgesinde oluştuğu sonucuna varılmıştır.

Yapının bodrum ve zemin katında oluşturulmuş mantolama kolonları diğer katlarda oluşturulmamıştır, bu durum ilerleyen katlarda devam eden kolonların ileri hasar bölgesine, göçme bölgesine ve belirgin hasar bölgesine geçmesine sebep olmuştur. Bodrum ve zemin katında yer alan mantolama kolonlarındaki beton ve donatı liflerinde meydana gelen şekildeğiştirmelerin sınırlı hasar bölgesinde oluştuğu gözlemlenmiştir. Bodrum katında 6 adet ve diğer katlarda 12 adet bulunan kolonların hasar bölgeleri incelendiğinde, birinci ve ikinci katlarında 1 (%8,33) tanesinin göçme bölgesine geçtiği gözükmektedir. Yapının üçüncü ve dördüncü katlarında 1 (%8,33) tanesinin belirgin hasar bölgesine geçtiği gözükmektedir. Bodrum katında yer alan tüm kolonların sınırlı hasar bölgesinde kaldığı ve zemin katta ise 4 (%33,33) tanesinin ileri hasar bölgesine geçtiği gözükmektedir. TBDY-2018 Bölüm 15.8.4' e göre göçme bölgesine geçen kolonların bulunması sebebi ile binanın kontrollü hasar performans düzeyi bu aşamada sağlanmamaktadır.

Yapının bodrum katında 40 adet ve diğer katlarında 55 adet bulunan kirişlerin hasar bölgeleri incelendiğinde, bodrum katta 1 (%2,5) tanesinin, zemin ve dördüncü katlarda 10 (%18,18) tanesinin ve birinci, ikinci, üçüncü katlarda ise 12 (%21,82) tanesinin göçme bölgesine geçtiği görülmektedir. TBDY-2018 bölüm 15.8.4' e göre binanın kontrollü hasar performans düzeyini sağlaması için, yapının herhangi bir katında uygulanan deprem analiz sonucunda kirişlerin en fazla %35' i ileri hasar bölgesine geçebilir koşulu bu aşamada sağlamamaktadır.

4.3 Orijinal Yapının TBDY 2018 Kapsamında Güçlendirilmesi

4.3.1 Orijinal yapı için güçlendirme yönteminin belirlenmesi

Tezin 4.1 bölümünde TBDY-2018 kapsamında, orijinal yapının performans analizi sonucunda yapının kontrollü hasar performans düzeyini sağlamadığı görülmüştür, dolayısıyla eğilmeden kaynaklı hasar alan elemanlar ve kesme kapasitesi yetersizliği gözlenen elemanlar tespit edilmiştir. Bu bölümde ise orijinal yapıda, eğilme hasarı gözlenen ve kesme kapasitesi yetersiz olan elemanlara güçlendirme uygulamasının yapılması ve ardından güçlendirilmiş yapının TBDY-2018 esasları doğrultusunda performans analizinin belirlenmesi ele alınacaktır.

Binaların güçlendirilmesi, yatay yükler altında mevcut yapıda oluşabilecek hasarların giderilmesi, mevcut elemanların deprem davranışlarını iyileştirmeye yönelik büyütülmesi veya ilave eleman eklenmesi, bina yük aktarımı konusunda ise mevcut yapı yüksekliği boyunca sürekliliğin sağlanması işlemlerini içermektedir. TBDY-2018 Bölüm 15.9.3' e göre güçlendirme uygulamaları iki ana başlık altında ele alınmaktadır. İlki eleman güçlendirilmesi adı altında, yapıda bulunan kolon, kiriş, perde birleşim bölgesi gibi yatay yükleri karşılayan elemanlarda dayanım ve şekildeğiştirme kapasitelerinin artırılmasına yönelik olarak uygulanan işlemler. İkincisi ise sistem güçlendirmesi adı altında, kolon ve kiriş kesitlerinin artırılması, lifli polimer ile sarılması, mevcut yapı sistemine ilave yeni elemanlar eklenmesi gibi yapı dayanımını artırmaya yönelik uygulanan işlemlerdir.

Yapılacak güçlendirme çalışmasında, yapıda bulunan tüm kolon elemanlarının mantolama yöntemi ile güçlendirilmesi ve orijinal yapıya her iki doğrultuda perde elemanlarının ilave edilmesi ile yapının TBDY-2018' de öngörülen Kontrollü Hasar

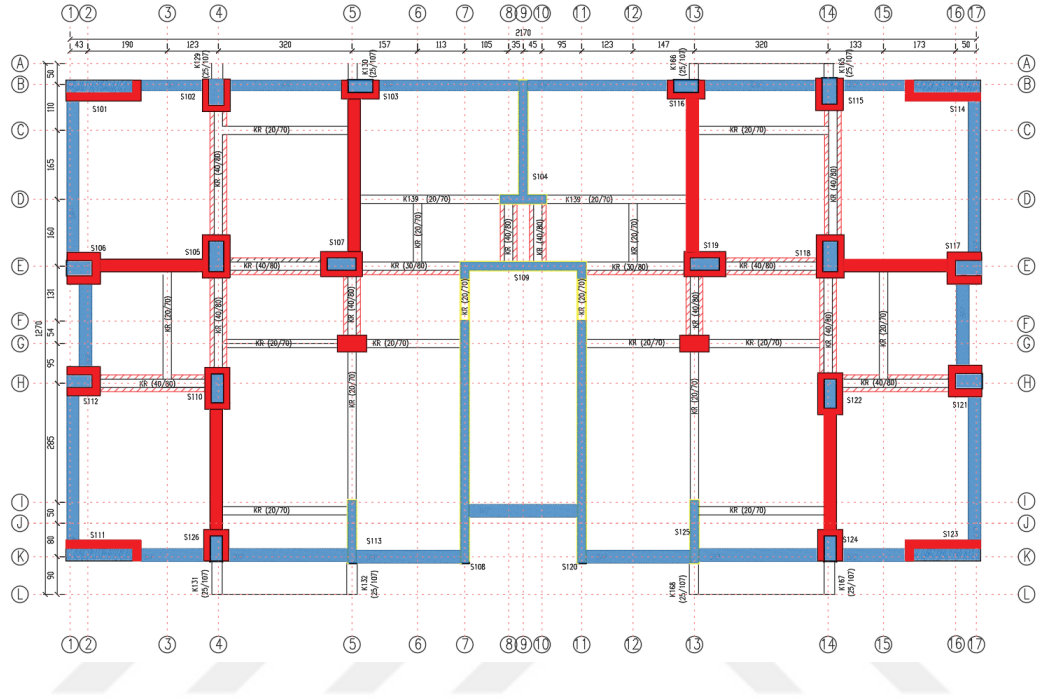
performans düzeyi esaslarını sağlar nitelikte olması beklenmektedir. Mevcut kolon ve perde elemanlarının yeni yapılacak olan güçlendirme çalışması ile kayma kapasitesi yetersizliği de karşılanabilecektir. Bu sebeple, mimari boyutta göz önünde bulundurularak gerekli görülen mevcut kiriş elemanlarına mantolama ile güçlendirme işlemi uygulanacaktır. Orijinal yapıda yer alan 20 cm kalınlığındaki perdeler kesme güvenliği kontrolünü sağlamamaktadır, kesme kapasitesini karşılamak amacıyla perdeler için Lifli Polimer Sargı (FRP) ile güçlendirme yöntemi uygun görülmektedir.

4.3.2 Orijinal yapının TBDY-2018 kapsamında güçlendirilmiş halinin taşıyıcı sistem tanımı

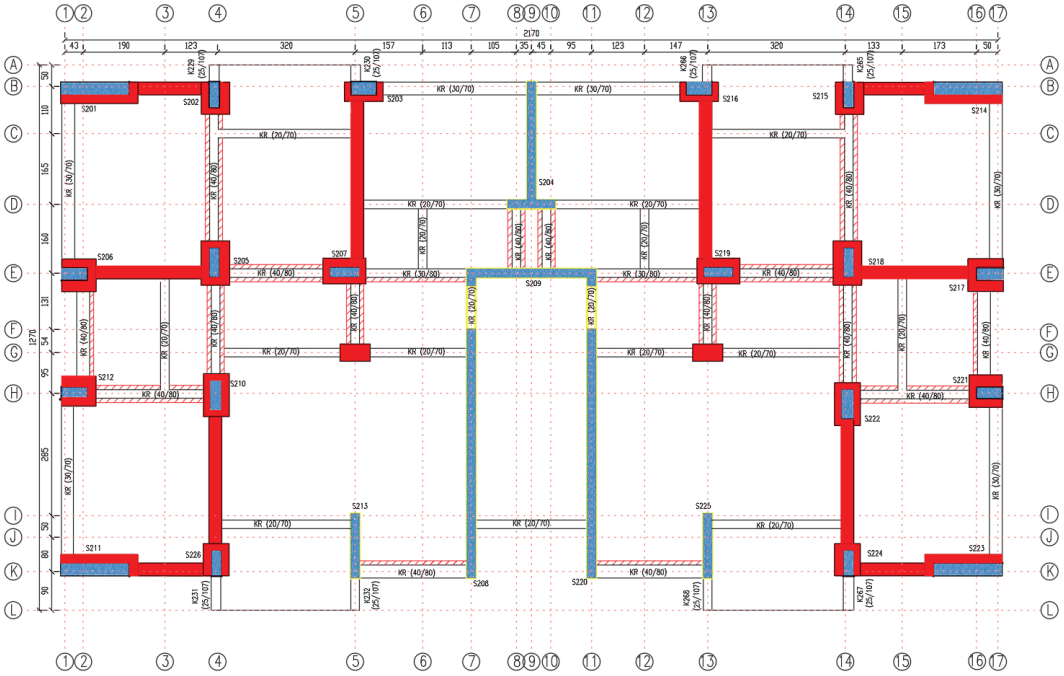
Mevcut taşıyıcı sisteme deprem yüklerini karşılamak ve yapı rijitliğini artırması amacıyla 30 cm kalınlığında betonarme ilave perdeler eklenmiştir. İlave edilen betonarme perdeler kalıp planlarında gösterildiği gibi; 1-4/B, 1-4/E, 1-4/K, 14-17/B, 14-17/E, 14-17/K, H-K/4, H-K/14, B-E/5 ve B-E/13 aksları arasına yapı mimarisi de göz önünde bulundurularak konumlandırılmıştır. Perde ilave edilen aksların arasına denk gelen kolonlara manto teşkil edilmiştir. Yapıda bulunan kesme kapasitesini karşılamayan 20 cm kalınlığındaki mevcut perde elemanlarına kesme kapasitelerini artırmak amaçlı iki taraflı Lifli Polimer Sargı uygulaması ile güçlendirme işlemi yapılmıştır. Yapının dış çerçevesinde yer alan, köşelere denk gelen kolonlarda iki taraflı ve kenarda yer alan kolonlarda üç taraflı 20 cm kalınlıklarında mantolar teşkil edilmiştir, yapı içerisinde yer alan kolonlara ise dört taraflı 15 cm kalınlığında mantolar teşkil edilmiştir. Yapının 5-G ve 13-G akslarına saplama kirişleri önlemek amacıyla 70X40 boyutlu betonarme kolon ilave edilmiştir.

Kiriş elemanlarında eğilmeden ve kesme kapasitesinden oluşan hasarları gidermek amaçlı, yapının mimarisi de dikkate alınarak kalıp planlarında gösterildiği şekilde belirli kiriş elemanlarına manto işlemi uygulanmıştır. Manto teşkil edilmiş kirişlerde; dış çerçevede yer alan kiriş elemanlarında tek taraflı 10 cm kalınlığında içe doğru manto, mantolanmış iki kolon arasında yer alan kirişlere üç taraflı 10 cm kalınlığında manto ve mevcut perde ile mantolanmış kolon arasına denk gelen kirişlere iki taraflı 10 cm kalınlığında manto teşkil edilmiştir. Manto teşkil edilmeyen ve kesme kapasitesi yetersiz olan mevcut kiriş elemanları Lifli Polimer Sargı (FRP) ile güçlendirilmiştir.

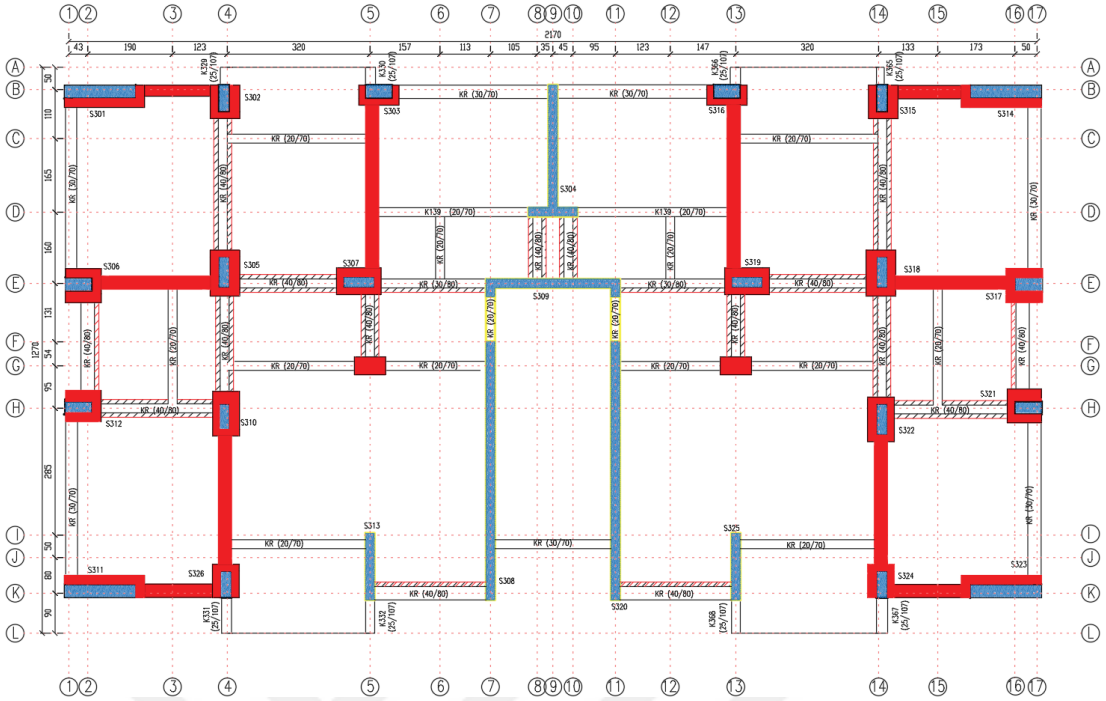
Güçlendirme işlemi yapıda bulunan tüm katlara ve binanın tüm yüksekliği boyunca süreklilik sağlamak amacıyla uygulanmıştır. Şekil 73, Şekil 74 ve Şekil 75' de yapının güçlendirilmiş durumunun bodrum kat, zemin kat ve normal kat kalıp planları gösterilmiştir.



Şekil 73. Orijinal Yapının TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Haline Ait Bodrum Kat Kalıp Planı



Şekil 74. Orijinal Yapının TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Haline Ait Zemin Kat Kalıp Planı



Şekil 75. Orijinal Yapının TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Haline Ait Normal Kat Kalıp Planı

Güçlendirme yöntemi kapsamında orijinal yapıya teşkil edilmiş mantolarda boyuna donatı Φ18 çapında, enine donatı ise Φ10 çapında 15 cm aralıkla tasarlanmıştır. Kolon ve kiriş donatı detayları TBDY-2018 ve TS-500 ' deki esaslar dikkate alınarak belirlenmiştir. Yapıya ilave edilen perdeler mevcut iki kolon arasına eklenmiş, boyuna donatılarında çap olarak Φ18, tevzi donatılarında 10 cm ara ile Φ12 ve etriye donatılarında ise15 cm ara ile Φ10 donatıları belirlenmiş ve ilave perde modelleri Etabs programında oluşturulmuştur. Perde donatı detayları TBDY-2018 (Bölüm 7.6.3- Bölüm 7.6.5)'deki esaslar göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

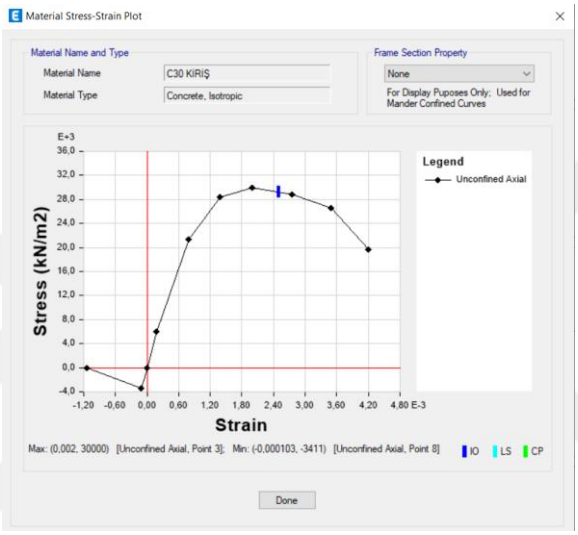
4.3.3 Orijinal yapının TBDY-2018 kapsamında güçlendirilmiş sisteminde yer alan Manto ve ilave perde elemanlarının malzeme modeli

Yapıda manto teşkil edilmiş kolonlar, kirişler ile ilave perdelerde C30 beton kullanılmıştır. TBDY-2018 Bölüm 5.8' de yer alan esaslar doğrultusunda beton için malzeme modeli oluşturulmuştur. Mantolanmış kiriş ve kolon için ayrı, ilave perdeler için de ayrı göçmenin önlenmesi performans düzeyi beton birim kısalması hesabı yapılmış ve

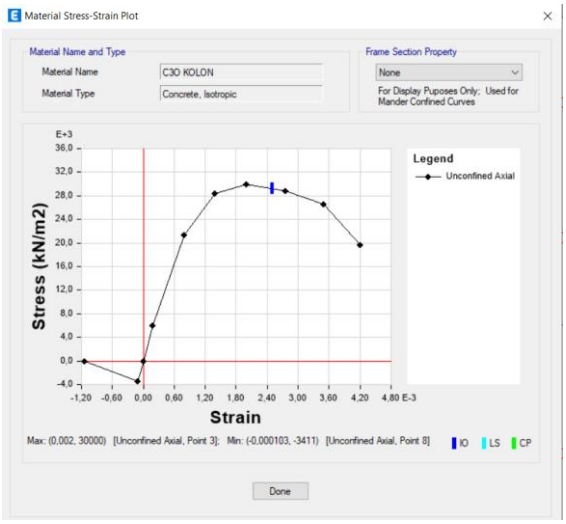
bu hesaba bağlı kontrollü hasar ile sınırlı hasar performans düzeylerinin beton birim kısalmaları belirlenmiştir. Kiriş mantolarında kullanılan C30 betonu (Şekil 76), kolon mantolarında kullanılan C30 betonu (Şekil 77) ve ilave perde elemanlarında kullanılan C30 betonu (Şekil 78) için doğrusal olmayan malzeme modelleri oluşturulmuştur.

C30 (TS500,2000)

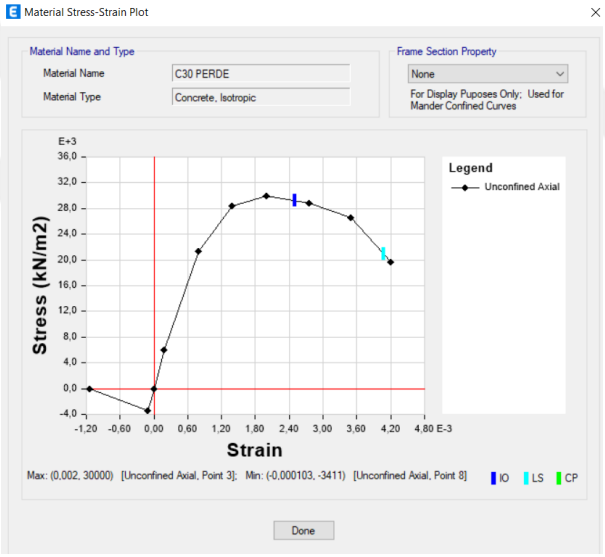
f_{ck}=30 N/mm^2 [MPa], f_{ctk}=1,9 N/mm^2[MPa], f_{cd}=20 N/mm^2[MPa]



Şekil 76. Kiriş Mantolarında Kullanılan C30 Betonuna Ait Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli

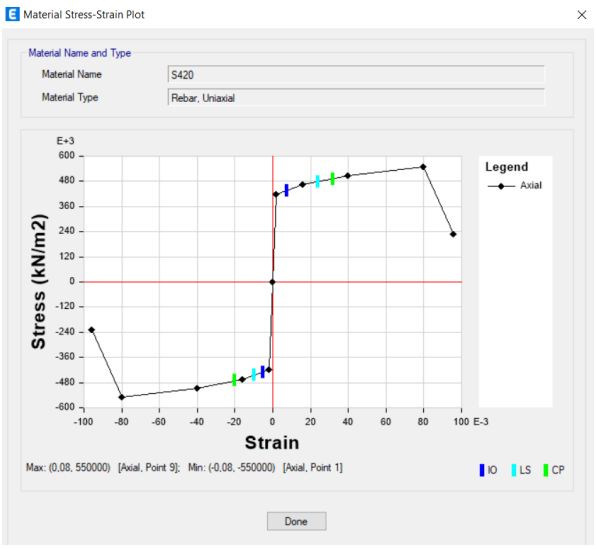


Şekil 77. Kolon Mantolarında Kullanılan C30 Betonuna Ait Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli



Şekil 78. İlave Perde Elemanlarında Kullanılan C30 Betonuna Ait Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli

Güçlendirilmiş elemanlarda S420 kalitesinde donatı çeliği kullanılmıştır. TBDY-2018 Bölüm 5.8' e göre S420 donatı çeliği için performans düzeylerine göre şekildeğiştirmeler belirlenmiştir. Şekil 79' da Etabs programında tanımlanan gerilme- şekildeğiştirme diyagramına ait malzeme modeli verilmiştir.

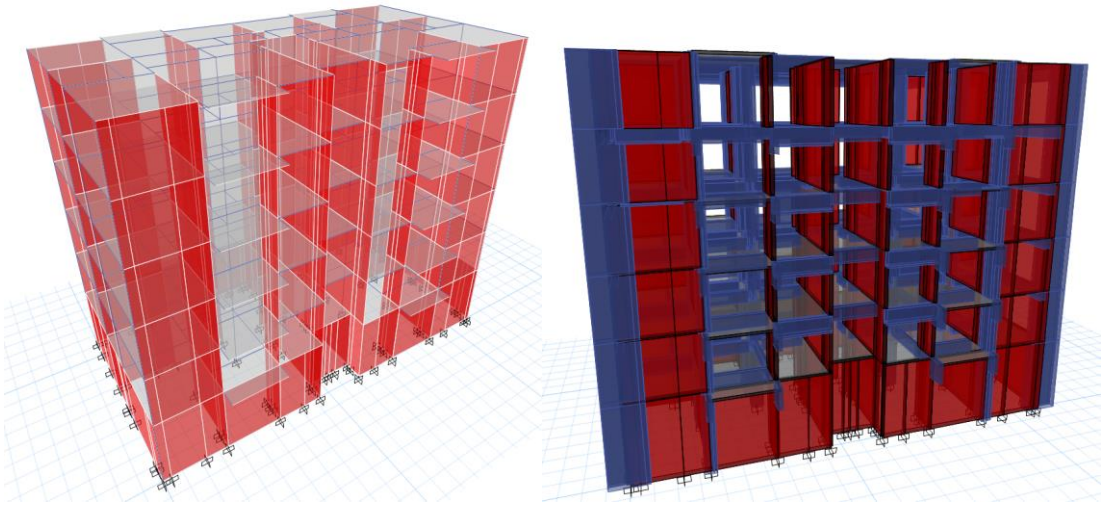


Şekil 79. Güçlendirme Elemanlarında Kullanılan S420 Donatı Çeliğine Ait Doğrusal Olmayan Malzeme Modeli

4.3.4 TBDY-2018 kapsamında güçlendirilmiş orijinal yapının taşıyıcı sistem modellemesi

Orijinal yapının performansa dayalı deprem analizinin belirlenmesi kapsamında Bölüm 4.1' de belirlenmiş yükler ve zemin özellikleri göz önünde bulundurularak ilave manto uygulanmış kolon ve kiriş elemanları ile ilave perdelerle güçlendirilmiş yapının üç boyutlu yapısal modeli Etabs programıyla oluşturulmuştur (Şekil 80).

Yapının TBDY-2018 doğrultusunda güçlendirilmiş durumuna ait ilk modda burulma oluşmuş ve 0,205 s periyot değeri hesaplanmıştır (Şekil 81). İkici mod X doğrultusunda % 52'lik modal kütle katılım ile periyot değeri 0,179 s olarak elde edilmiştir (Şekil 82). Üçüncü mod ise Y doğrultusunda % 67' lik modal kütle katılım ile periyot değeri 0,172 s'dir (Şekil 83). X doğrultusunda 25. modda, Y doğrultusunda ise 27. modda %90 modal kütle katılımı sağlanmıştır. İlk 27 moda ait modal kütle katılım oranları Tablo 36' da gösterilmiştir.



Şekil 80. Orijinal Yapının TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Durumuna Ait Taşıyıcı Sistem Modeli

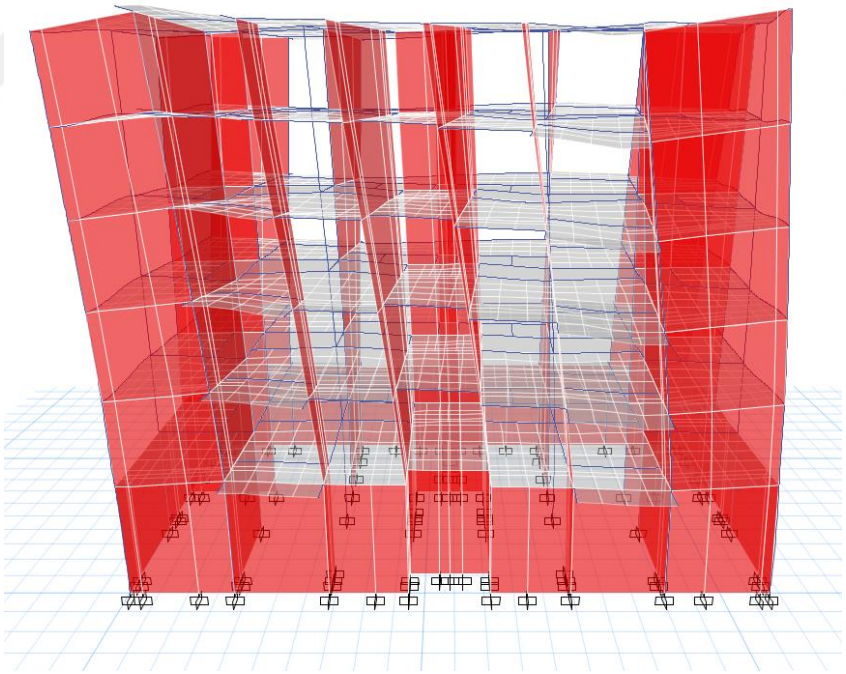
Tablo 36. Yapının TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Durumuna Ait Modal Kütle Katılım Oranları

Mod	Periyot	UX	UY	RZ	ΣUX	ΣUY	ΣRZ
1	0.205	0.1305	1.22E-06	0.4807	0.1305	1.22E-06	0.4807
2	0.179	0.5144	1.31E-06	0.1283	0.6449	2.53E-06	0.609
3	0.172	2.45E-06	0.6676	0	0.6449	0.6676	0.609
4	0.055	0.0424	0	0.1232	0.6873	0.6676	0.7322
5	0.05	0	0.1473	0	0.6873	0.8149	0.7322
6	0.05	0	0.0013	0	0.6873	0.8162	0.7322
7	0.049	0.1423	0	0.0333	0.8296	0.8162	0.7655
8	0.034	0	0.0267	0	0.8296	0.8429	0.7655
9	0.031	0.0013	0	0.0063	0.8309	0.8429	0.7718
10	0.03	0.0109	0	0.0277	0.8418	0.8429	0.7995
11	0.03	0	0.0014	0	0.8418	0.8442	0.7995
12	0.029	7.65E-06	0.0189	1.33E-06	0.8418	0.8631	0.7995
13	0.029	0.0299	4.97E-06	0.0092	0.8717	0.8631	0.8087
14	0.025	0	0.0007	0	0.8717	0.8638	0.8087
15	0.024	0.0026	0	0.0008	0.8743	0.8638	0.8096
16	0.024	0.006	0	0.013	0.8803	0.8638	0.8226
17	0.023	0.008	0.0002	0.0141	0.8883	0.864	0.8367
18	0.023	0.0001	0.0208	0.0001	0.8884	0.8848	0.8369
19	0.021	0.0002	1.48E-06	0.0002	0.8885	0.8848	0.837
20	0.021	0	0.011	0	0.8885	0.8959	0.837
21	0.021	0.0084	0	0.0023	0.8969	0.8959	0.8393
22	0.021	5.38E-06	0.0003	5.31E-06	0.8969	0.8961	0.8393
23	0.02	4.5E-05	0.0005	0.0001	0.897	0.8966	0.8394
24	0.02	0.0015	0.0022	0.0003	0.8985	0.8988	0.8397
25	0.02	0.0082	0.0004	0.0005	0.9067	0.8992	0.8401
26	0.019	0.0021	0.0001	0.0091	0.9088	0.8993	0.8493
27	0.019	1.16E-05	0.0048	0.0001	0.9088	0.9041	0.8494

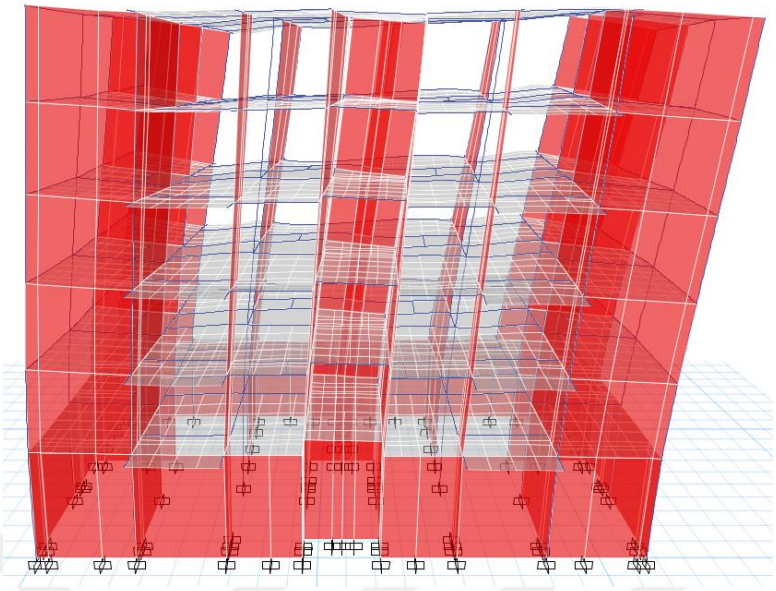
Yapının her katı için ek dışmerkezlik gözönüne alınmaksızın hesaplanmış, burulma düzensizliği katsayısı Tablo 37' de belirtilmektedir.

Tablo 37. Yapının TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Durumuna Ait Burulma Düzensizliği Katsayısı

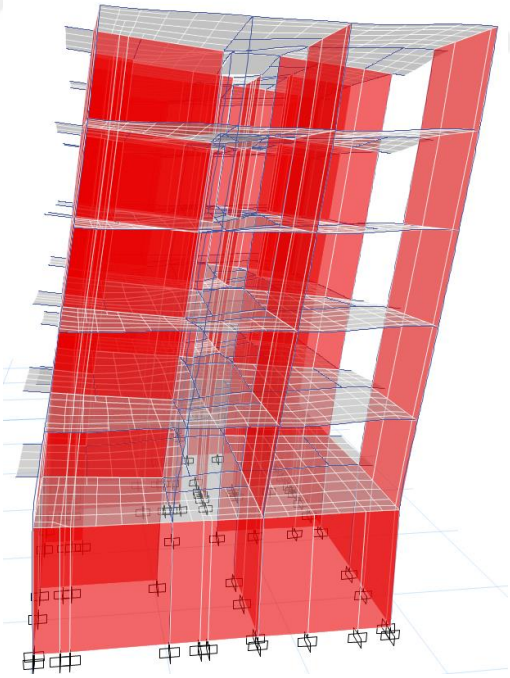
Kat	Doğrultu	Maksimum Öteleme (m)	Ortalama Öteleme (m)	Düzensizlik Katsayısı
4. Kat	X	0.019773	0.017736	1.115
3. Kat	X	0.015941	0.014309	1.114
2.Kat	X	0.011744	0.010606	1.107
1.Kat	X	0.007601	0.00692	1.099
Zemin Kat	X	0.003842	0.003564	1.078
Bodrum	X	0.00128	0.000862	1.385
4. Kat	Y	0.019314	0.016901	1.243
3. Kat	Y	0.016181	0.014044	1.152
2.Kat	Y	0.012553	0.010843	1.158
1.Kat	Y	0.008663	0.007458	1.162
Zemin Kat	Y	0.004563	0.004004	1.14
Bodrum	Y	0.001658	0.001097	1.311



Şekil 81. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıya Ait 1. Mod Durumu (0,205 s)



Şekil 82. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıya Ait 2. Mod Durumu (0,179 s)



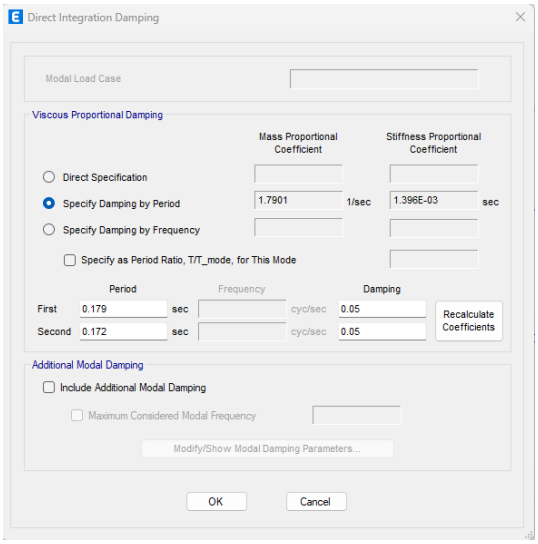
Şekil 83. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıya Ait 3. Mod Durumu (0,172 s)

Etabs programında yapıya eklenmiş kolon ve perdelerin, kolon ve kirişlerde uygulanan mantoların ve mevcut yapının eleman bazında davranış modeli, Bölüm 4.2 ve 4.3' deki gibi yayılı plastik davranış modelleri ile oluşturulmuştur. Güçlendirilmiş vs orijinal kiriş ve kolon çubuk elemanlar için fiber davranışını esas alan P-M2-M3 mafsalları oluşturulmuştur. Mevcut ve ilave perde kabuk elemanları için de fiber davranışını esas alan P-M3 mafsalları oluşturulmuştur.

4.3.5 TBDY-2018 kapsamında güçlendirilmiş orijinal yapıya ait taşıyıcı sistem analizi

Yapının güçlendirilmiş durumu için; Bölüm 4.2 ve Bölüm 4.3' de doğrusal olmayan analizlerde kullanılan, Etabs programına tanımlanmış DD-2 deprem yer hareketi düzeyinde 11 adet deprem ivme kaydı ile zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yapılmıştır. Analiz sonuçları, 11 analizden elde edilen sonuçların en elverişsiz durumu göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

Yapının güçlendirilmiş projesinde rayleigh damping sönüm oranları kullanılmıştır. Güçlendirilmiş yapının mod analizi Tablo 36' da belirtilmiştir. Yapının ilk modunda burulma oluştuğundan 2. mod ve 3. mod değerleri ETABS programı içeresinde ilgili yere tanımlanmış ve sönüm değeri hesaplanmıştır. ETABS programına periyotların tanımlanması Şekil 84' te gösterilmiştir.



Şekil 84. Orijinal Yapının TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Durumu İçin Sönümlemenin Programa Tanımlanması

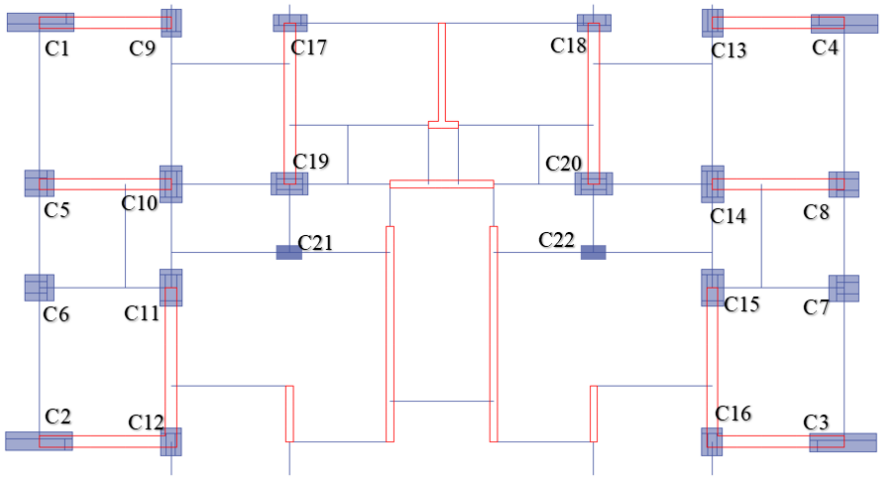
4.3.6 Orijinal yapının TBDY-2018 doğrultusunda güçlendirilmiş durumuna ait analiz sonuçları ve performans değerlendirmesi

4.3.6.1 TBDY-2018 doğrultusunda güçlendirilmiş yapı elemanlarının kesme kapasitesi kontrolleri

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonucunda ilave perde ve kolon eklenmesi ile mantolanmış kolon ve kirişlerle güçlendirilmiş yapının, taşıyıcı sistem elemanlarının kesme kuvveti altında gevrek kırılmaya maruz kalıp kalmadığı kontrolü yapılmıştır. Taşıyıcı sistem elemanlarının kesme kuvveti kontrolleri TBDY-2018 ve TS500' deki hususlar doğrultusunda yapılmıştır.

Kolon elemanları incelendiğinde (Şekil 85), güçlendirilmiş yapıda yer alan C30 beton kalitesi ve S420 donatı çeliği kullanılarak mantolanmış kolonların yatay yükler sonucunda oluşan kesme kuvvetine karşın dayanım gösterdiği sonucuna varılmıştır. Tüm katlardaki kolonların etki/ kapasite< 1.00 olmakta ve kesme kuvvetinden kaynaklı hasar oluşumu gözlemlenmemiştir. Tablo 38, Tablo 39, Tablo 40, Tablo 41, Tablo 42 ve Tablo 43' de yapının güçlendirilmiş durumuna ait kolon elemanlarının detaylı olarak kesme kuvveti kontrolü hesapları verilmiştir. Şekil 86, Şekil 87, Şekil 88, Şekil 89, Şekil 90 ve

Şekil 91’ de katlarda yer alan kolonların kesme güvenliği kontrolleri grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 85. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Kolonlara Ait Etabs Etiketleri

Tablo 38. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı Bodrum Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

KOLON	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{-top}$	$V3_{-top}$	Kontrol	Kontrol
	kN	*kN*	*m*	*m*		E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	$V_2/V2_{top}$	$V_3/V3_{top}$
C1	166.62	82.55	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.09<1*	*0.04<1*
C2	370.17	42.78	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.19<1*	*0.02<1*
C3	348.98	35.70	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.18<1*	*0.02<1*
C4	121.12	40.51	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.06<1*	*0.02<1*
C5	68.67	50.73	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.07<1*	*0.05<1*
C6	48.01	40.37	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.05<1*	*0.04<1*
C7	39.33	44.59	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.04<1*	*0.04<1*
C8	62.69	53.41	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.06<1*	*0.05<1*
C9	44.33	50.54	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.06<1*	*0.06<1*
C10	52.88	82.55	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.04<1*	*0.07<1*
C11	37.77	71.94	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.03<1*	*0.06<1*
C12	33.07	65.06	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.04<1*	*0.08<1*
C13	43.60	58.02	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.06<1*	*0.07<1*
C14	57.06	76.69	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.04<1*	*0.06<1*
C15	42.69	80.98	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.03<1*	*0.07<1*
C16	38.49	59.70	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.05<1*	*0.07<1*
C17	104.15	70.45	0.90	0.45	Φ	10	/	15	504.66	395.84	296.88	900.50	801.54	*0.12<1*	*0.09<1*
C18	117.09	64.89	0.90	0.45	Φ	10	/	15	504.66	395.84	296.88	900.50	801.54	*0.13<1*	*0.08<1*
C19	97.78	64.21	1.00	0.60	Φ	10	/	15	747.64	439.82	527.79	1187.46	1275.43	*0.08<1*	*0.05<1*
C20	99.17	58.05	1.00	0.60	Φ	10	/	15	747.64	439.82	527.79	1187.46	1275.43	*0.08<1*	*0.05<1*
C21	18.66	30.68	0.70	0.40	Φ	10	/	15	348.90	307.88	175.93	656.78	524.83	*0.03<1*	*0.06<1*
C22	18.33	31.74	0.70	0.40	Φ	10	/	15	348.90	307.88	175.93	656.78	524.83	*0.03<1*	*0.06<1*

Tablo 39. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı Zemin Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

KOLON	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{-top}$	$V3_{-top}$	Kontrol	Kontrol
	kN	*kN*	*m*	*m*		E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	$V_2/V2_{top}$	$V_3/V3_{top}$
C1	329.24	382.87	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.17<1*	*0.19<1*
C2	311.11	193.89	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.16<1*	*0.1<1*
C3	355.06	198.13	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.19<1*	*0.1<1*
C4	343.73	275.02	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.18<1*	*0.14<1*
C5	130.93	378.25	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.12<1*	*0.38<1*
C6	155.00	444.46	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.15<1*	*0.44<1*
C7	141.88	408.80	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.14<1*	*0.41<1*
C8	128.61	382.87	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.12<1*	*0.38<1*
C9	171.23	132.73	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.23<1*	*0.16<1*
C10	132.71	378.60	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.09<1*	*0.32<1*
C11	136.05	186.58	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.1<1*	*0.16<1*
C12	146.89	102.24	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.19<1*	*0.12<1*
C13	175.75	123.52	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.23<1*	*0.15<1*
C14	141.89	360.00	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.1<1*	*0.3<1*
C15	121.64	177.18	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.09<1*	*0.15<1*
C16	129.36	96.07	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.17<1*	*0.11<1*
C17	321.77	98.00	0.90	0.45	Φ	10	/	15	504.66	395.84	296.88	900.50	801.54	*0.36<1*	*0.12<1*
C18	334.00	100.92	0.90	0.45	Φ	10	/	15	504.66	395.84	296.88	900.50	801.54	*0.37<1*	*0.13<1*
C19	358.84	108.08	1.00	0.60	Φ	10	/	15	747.64	439.82	527.79	1187.46	1275.43	*0.3<1*	*0.08<1*
C20	393.52	100.79	1.00	0.60	Φ	10	/	15	747.64	439.82	527.79	1187.46	1275.43	*0.33<1*	*0.08<1*
C21	80.38	104.75	0.70	0.40	Φ	10	/	15	348.90	307.88	175.93	656.78	524.83	*0.12<1*	*0.2<1*
C22	82.17	96.26	0.70	0.40	Φ	10	/	15	348.90	307.88	175.93	656.78	524.83	*0.13<1*	*0.18<1*

Tablo 40. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 1. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

KOLON	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{-top}$	$V3_{-top}$	Kontrol	Kontrol
	kN	*kN*	*m*	*m*		E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	$V_2/V2_{top}$	$V_3/V3_{top}$
C1	391.58	411.51	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.2<1*	*0.21<1*
C2	346.15	49.71	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.18<1*	*0.02<1*
C3	335.54	49.87	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.18<1*	*0.02<1*
C4	402.10	135.59	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.21<1*	*0.07<1*
C5	115.24	175.96	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.11<1*	*0.17<1*
C6	165.55	231.41	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.16<1*	*0.23<1*
C7	164.00	243.81	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.16<1*	*0.24<1*
C8	119.41	188.71	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.11<1*	*0.19<1*
C9	59.29	138.01	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.08<1*	*0.16<1*
C10	131.45	411.51	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.09<1*	*0.35<1*
C11	138.21	201.45	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.1<1*	*0.17<1*
C12	57.38	82.81	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.08<1*	*0.1<1*
C13	59.22	128.74	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.08<1*	*0.15<1*
C14	132.28	378.51	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.09<1*	*0.32<1*
C15	131.98	190.95	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.09<1*	*0.16<1*
C16	63.88	106.93	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.08<1*	*0.13<1*
C17	23.70	50.66	0.90	0.45	Φ	10	/	15	504.66	395.84	296.88	900.50	801.54	*0.03<1*	*0.06<1*
C18	29.68	51.41	0.90	0.45	Φ	10	/	15	504.66	395.84	296.88	900.50	801.54	*0.03<1*	*0.06<1*
C19	439.87	119.35	1.00	0.60	Φ	10	/	15	747.64	439.82	527.79	1187.46	1275.43	*0.37<1*	*0.09<1*
C20	461.14	117.47	1.00	0.60	Φ	10	/	15	747.64	439.82	527.79	1187.46	1275.43	*0.39<1*	*0.09<1*
C21	85.83	115.48	0.70	0.40	Φ	10	/	15	348.90	307.88	175.93	656.78	524.83	*0.13<1*	*0.22<1*
C22	84.64	110.04	0.70	0.40	Φ	10	/	15	348.90	307.88	175.93	656.78	524.83	*0.13<1*	*0.21<1*

Tablo 41. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 2. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

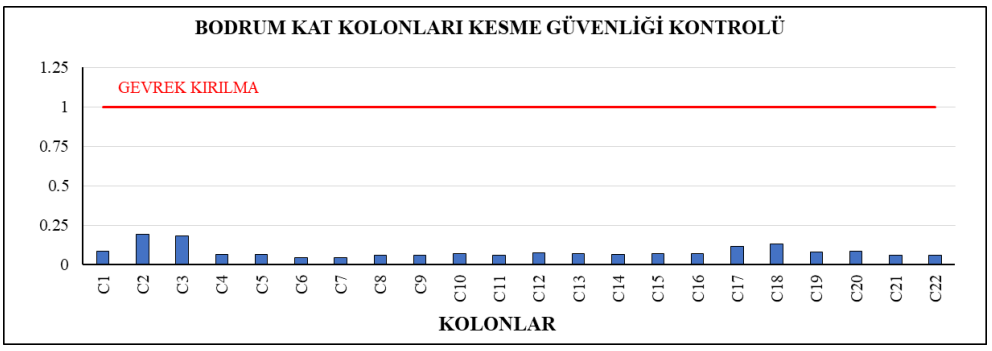
KOLON	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	V2-$_{top}$	V3-$_{top}$	Kontrol	Kontrol
	kN	*kN*	*m*	*m*		E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	$V_2/V2_{top}$	$V_3/V3_{top}$
C1	282.96	404.89	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.15<1*	*0.2<1*
C2	252.99	44.22	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.13<1*	*0.02<1*
C3	276.12	50.06	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.14<1*	*0.03<1*
C4	275.23	63.84	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.14<1*	*0.03<1*
C5	107.12	188.07	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.1<1*	*0.19<1*
C6	164.05	226.95	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.16<1*	*0.23<1*
C7	166.26	246.34	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.16<1*	*0.24<1*
C8	104.59	210.27	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.1<1*	*0.21<1*
C9	40.11	134.10	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.05<1*	*0.16<1*
C10	134.17	404.89	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.1<1*	*0.34<1*
C11	141.98	184.77	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.1<1*	*0.16<1*
C12	48.56	80.54	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.06<1*	*0.1<1*
C13	39.77	121.23	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.05<1*	*0.14<1*
C14	128.17	370.98	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.09<1*	*0.31<1*
C15	138.49	175.95	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.1<1*	*0.15<1*
C16	57.54	96.89	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.08<1*	*0.11<1*
C17	63.89	30.69	0.90	0.45	Φ	10	/	15	504.66	395.84	296.88	900.50	801.54	*0.07<1*	*0.04<1*
C18	65.64	32.10	0.90	0.45	Φ	10	/	15	504.66	395.84	296.88	900.50	801.54	*0.07<1*	*0.04<1*
C19	487.00	101.95	1.00	0.60	Φ	10	/	15	747.64	439.82	527.79	1187.46	1275.43	*0.41<1*	*0.08<1*
C20	488.68	99.58	1.00	0.60	Φ	10	/	15	747.64	439.82	527.79	1187.46	1275.43	*0.41<1*	*0.08<1*
C21	91.72	106.57	0.70	0.40	Φ	10	/	15	348.90	307.88	175.93	656.78	524.83	*0.14<1*	*0.2<1*
C22	91.64	103.11	0.70	0.40	Φ	10	/	15	348.90	307.88	175.93	656.78	524.83	*0.14<1*	*0.2<1*

Tablo 42. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 3. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

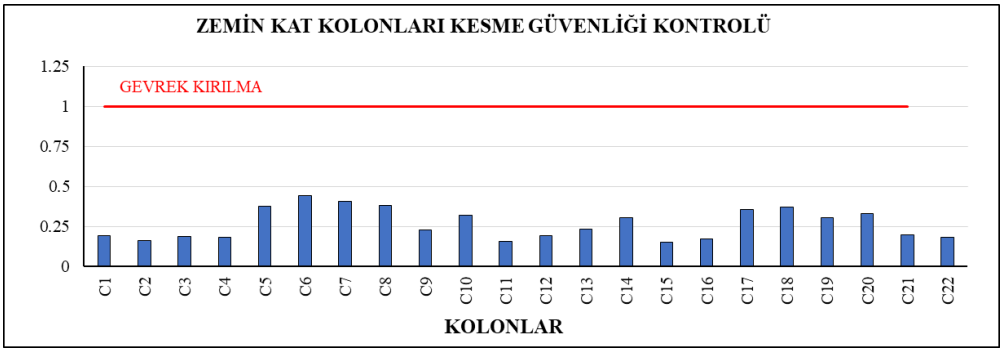
KOLON	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	V2-$_{top}$	V3-$_{top}$	Kontrol	Kontrol
	kN	*kN*	*m*	*m*		E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	$V_2/V2_{top}$	$V_3/V3_{top}$
C1	142.06	396.42	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.07<1*	*0.2<1*
C2	181.18	47.83	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.09<1*	*0.02<1*
C3	209.11	50.98	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.11<1*	*0.03<1*
C4	128.96	69.13	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.07<1*	*0.03<1*
C5	76.81	190.51	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.07<1*	*0.19<1*
C6	159.31	224.77	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.15<1*	*0.22<1*
C7	162.59	246.88	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.15<1*	*0.25<1*
C8	71.63	210.06	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.07<1*	*0.21<1*
C9	23.82	137.89	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.03<1*	*0.16<1*
C10	120.54	396.42	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.09<1*	*0.33<1*
C11	136.48	158.80	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.1<1*	*0.13<1*
C12	32.61	54.37	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.04<1*	*0.06<1*
C13	22.70	122.34	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.03<1*	*0.14<1*
C14	112.41	361.32	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.08<1*	*0.3<1*
C15	134.67	150.06	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.1<1*	*0.13<1*
C16	38.26	66.96	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.05<1*	*0.08<1*
C17	71.58	14.69	0.90	0.45	Φ	10	/	15	504.66	395.84	296.88	900.50	801.54	*0.08<1*	*0.02<1*
C18	70.80	16.36	0.90	0.45	Φ	10	/	15	504.66	395.84	296.88	900.50	801.54	*0.08<1*	*0.02<1*
C19	499.23	75.50	1.00	0.60	Φ	10	/	15	747.64	439.82	527.79	1187.46	1275.43	*0.42<1*	*0.06<1*
C20	490.30	74.22	1.00	0.60	Φ	10	/	15	747.64	439.82	527.79	1187.46	1275.43	*0.41<1*	*0.06<1*
C21	93.09	91.37	0.70	0.40	Φ	10	/	15	348.90	307.88	175.93	656.78	524.83	*0.14<1*	*0.17<1*
C22	92.03	91.22	0.70	0.40	Φ	10	/	15	348.90	307.88	175.93	656.78	524.83	*0.14<1*	*0.17<1*

Tablo 43. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 4. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

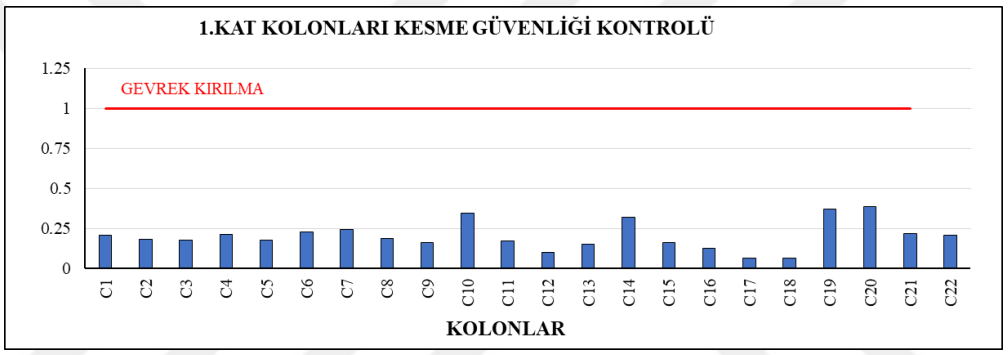
KOLON	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{-top}$	$V3_{-top}$	Kontrol	Kontrol
	kN	*kN*	*m*	*m*		E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	$V_2/V2_{top}$	$V_3/V3_{top}$
C1	26.47	428.39	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.01<1*	*0.21<1*
C2	72.54	39.98	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.04<1*	*0.02<1*
C3	74.39	43.95	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.04<1*	*0.02<1*
C4	27.50	57.41	1.80	0.50	Φ	10	/	15	1121.46	791.68	879.65	1913.14	2001.11	*0.01<1*	*0.03<1*
C5	18.94	196.39	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.02<1*	*0.2<1*
C6	151.79	214.80	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.14<1*	*0.21<1*
C7	164.19	244.11	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.16<1*	*0.24<1*
C8	19.32	208.00	0.80	0.70	Φ	10	/	15	697.80	351.86	307.88	1049.66	1005.67	*0.02<1*	*0.21<1*
C9	8.49	151.04	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.01<1*	*0.18<1*
C10	89.85	428.39	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.06<1*	*0.36<1*
C11	137.02	129.83	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.1<1*	*0.11<1*
C12	18.73	18.87	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.02<1*	*0.02<1*
C13	7.87	134.29	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.01<1*	*0.16<1*
C14	88.39	383.67	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.06<1*	*0.32<1*
C15	148.96	118.52	0.60	1.00	Φ	10	/	15	747.64	659.73	439.82	1407.38	1187.46	*0.11<1*	*0.1<1*
C16	20.15	21.68	0.55	0.75	Φ	10	/	15	514.00	241.90	329.87	755.91	843.87	*0.03<1*	*0.03<1*
C17	56.24	3.69	0.90	0.45	Φ	10	/	15	504.66	395.84	296.88	900.50	801.54	*0.06<1*	*0<1*
C18	58.43	3.34	0.90	0.45	Φ	10	/	15	504.66	395.84	296.88	900.50	801.54	*0.06<1*	*0<1*
C19	563.52	51.55	1.00	0.60	Φ	10	/	15	747.64	439.82	527.79	1187.46	1275.43	*0.47<1*	*0.04<1*
C20	551.28	50.31	1.00	0.60	Φ	10	/	15	747.64	439.82	527.79	1187.46	1275.43	*0.46<1*	*0.04<1*
C21	112.94	87.01	0.70	0.40	Φ	10	/	15	348.90	307.88	175.93	656.78	524.83	*0.17<1*	*0.17<1*
C22	108.69	86.38	0.70	0.40	Φ	10	/	15	348.90	307.88	175.93	656.78	524.83	*0.17<1*	*0.16<1*



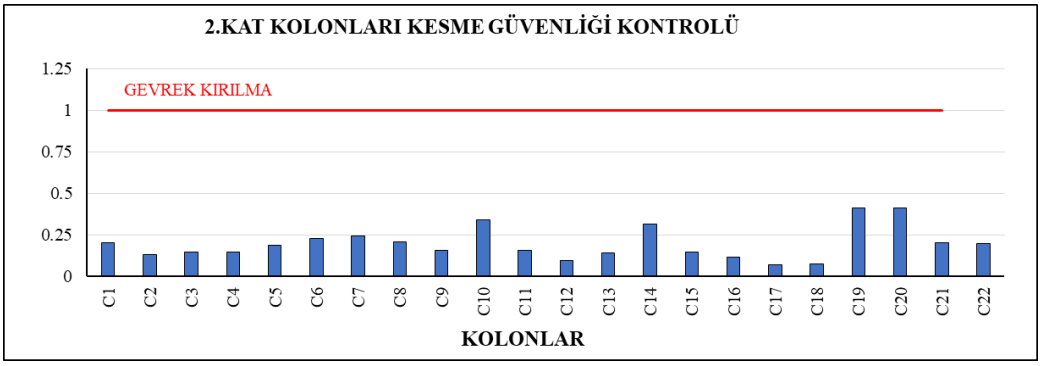
Şekil 86. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Bodrum Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



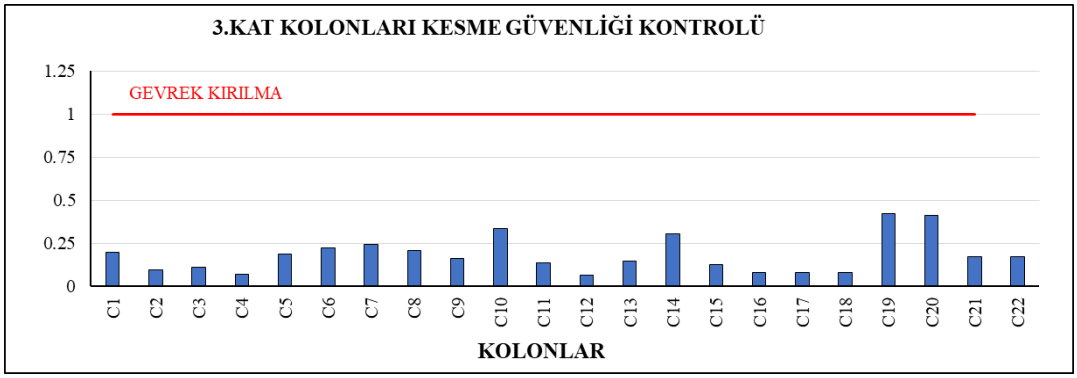
Şekil 87. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Zemin Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



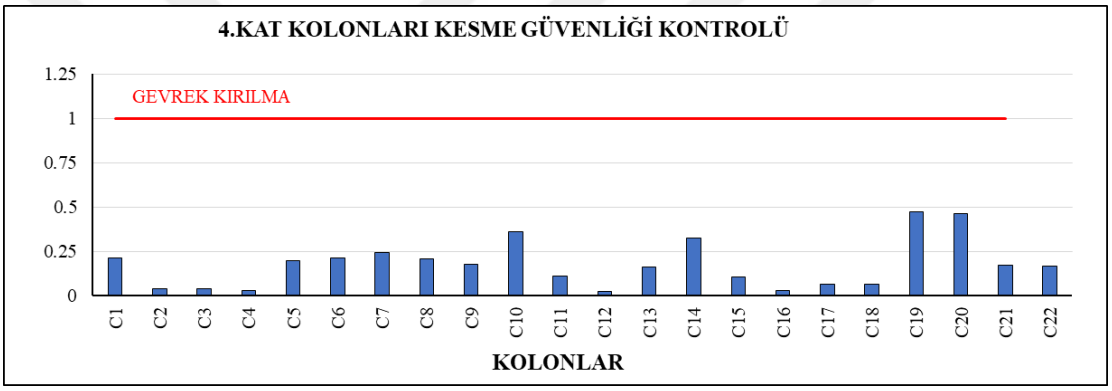
Şekil 88. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 1. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



Şekil 89. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 2. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



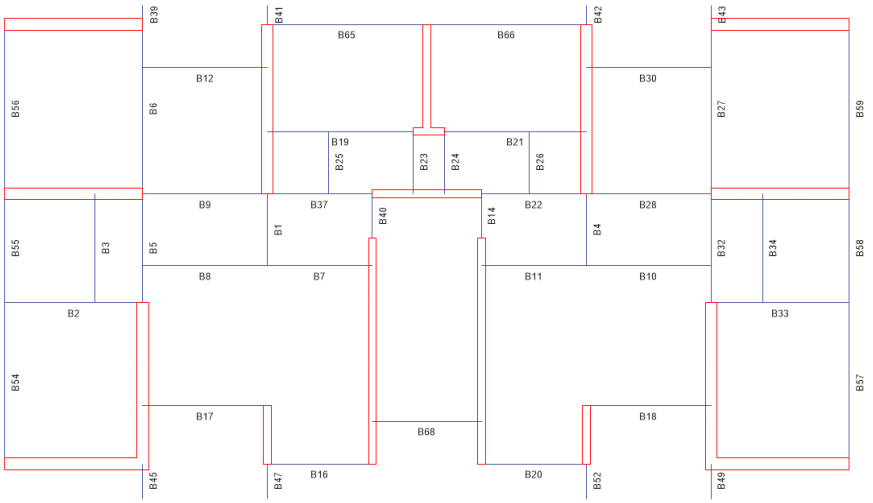
Şekil 90. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 3. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



Şekil 91. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 4. Kat Kolonlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

Kiriş elemanları incelendiğinde (Şekil 92), güçlendirilmiş projede yer alan S420 donatı çeliği ve C30 beton kalitesi kullanılarak mantolanmış kirişler ile mevcut kirişlerden B14-B40 kirişleri hariç tüm kirişlerin yatay yükler sonucunda oluşan kesme kuvvetine karşın dayanım gösterdiği sonucuna varılmıştır. Her katta yer alan mimari boyuttan dolayı mantolanmamış K20X70 ebatlı B14 ile B40 kirişleri kesme kuvvetini karşılamadığından gevrek kırılmaya maruz kalmıştır. Bu kirişlerin kesme etkisini karşılamak için Lifli Polimer (FRP) ile sargılayarak güçlendirme çalışması yapılacaktır. Katlarda yer alan diğer kirişlerde ise kesme etkisinden sebep gevrek kırılma durumu oluşmamıştır. Yapının güçlendirilmiş durumuna ait kiriş elemanlarının detaylı olarak kesme kuvveti kontrolü hesapları Tablo 44, Tablo 45, Tablo 46, Tablo 47, Tablo 48 ve Tablo 49' da verilmiştir.

Katlarda yer alan kiriş kesme güvenliği kontrolleri grafiksel olarak Şekil 93, Şekil 94, Şekil 95, Şekil 96, Şekil 97 ve Şekil 98’ de gösterilmiştir.



Şekil 92. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Kirişlere Ait Etabs Etiketleri

Tablo 44. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı Bodrum Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

Kiriş	V_2	b	h	Yatay Donatı					As	Vc	Vs	V_{top}	Kontrol
	kN	*m*	*m*						cm^2	*kN*	*kN*	*kN*	V_2/V_{top}
B1	300.39	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.27<1*
B2	203.34	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.18<1*
B3	57.58	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.29<1*
B4	271.60	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.25<1*
B5	486.20	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.44<1*
B6	160.18	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.15<1*
B7	68.83	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.34<1*
B8	67.77	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.34<1*
B9	316.90	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.29<1*
B10	78.73	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.39<1*
B11	61.29	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.31<1*
B12	55.81	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.28<1*
B14	258.31	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*1.29>1*
B17	42.84	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.21<1*
B18	39.80	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.2<1*
B19	63.14	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.32<1*
B21	66.55	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.33<1*
B22	303.59	0.30	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	299.06	703.72	1002.77	*0.3<1*
B23	51.69	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.05<1*
B24	49.06	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.04<1*
B25	30.11	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.15<1*
B26	27.55	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.14<1*
B27	152.23	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.14<1*
B28	354.36	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.32<1*
B30	52.72	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.26<1*
B32	472.16	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.43<1*
B33	195.94	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.18<1*
B34	55.12	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.28<1*
B37	346.06	0.30	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	299.06	703.72	1002.77	*0.35<1*
B39	2.46	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.01<1*
B40	242.29	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*1.21>1*
B41	3.54	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.01<1*
B42	3.55	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.01<1*
B43	2.49	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.01<1*
B45	8.05	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B47	12.24	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.04<1*
B49	8.07	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B50	66.76	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.33<1*
B51	70.80	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.35<1*
B52	12.22	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.04<1*

Tablo 45. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı Zemin Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

Kiriş	V_2	b	h	Yatay Donatı					As	Vc	Vs	V_{top}	Kontrol
	kN	*m*	*m*						cm^2	*kN*	*kN*	*kN*	V_2/V_{top}
B1	470.86	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.43<1*
B2	283.15	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.26<1*
B3	93.40	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.47<1*
B4	441.79	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.4<1*
B5	705.56	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.64<1*
B6	250.13	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.23<1*
B7	105.78	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.53<1*
B8	101.24	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.51<1*
B9	476.76	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.43<1*
B10	116.35	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.58<1*
B11	95.05	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.47<1*
B12	90.70	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.45<1*
B14	256.23	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*1.28>1*
B16	29.63	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.03<1*
B17	75.29	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.38<1*
B18	63.36	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.32<1*
B19	90.15	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.45<1*
B20	35.54	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.03<1*
B21	96.47	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.48<1*
B22	456.24	0.30	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	299.06	703.72	1002.77	*0.45<1*
B23	76.03	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.07<1*
B24	71.78	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.07<1*
B25	36.18	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.18<1*
B26	33.69	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.17<1*
B27	220.39	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.2<1*
B28	515.62	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.47<1*
B30	94.13	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.47<1*
B32	690.71	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.63<1*
B33	297.66	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.27<1*
B34	90.17	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.45<1*
B37	504.27	0.30	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	299.06	703.72	1002.77	*0.5<1*
B39	6.91	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B40	258.22	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*1.29>1*
B41	6.33	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B42	6.18	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B43	6.92	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B45	12.11	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.04<1*
B47	15.33	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.05<1*
B49	12.14	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.04<1*
B52	15.41	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.05<1*
B54	97.81	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.43<1*
B55	431.00	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.39<1*
B56	100.52	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.44<1*
B57	99.71	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.44<1*
B58	424.40	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.38<1*
B59	99.36	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.44<1*
B65	86.52	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.38<1*
B66	93.63	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.41<1*
B68	44.25	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.2<1*

Tablo 46. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 1.Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

Kiriş	V_2	b	h	Yatay Donatı					As	Vc	Vs	V_{top}	Kontrol
	kN	*m*	*m*						cm^2	*kN*	*kN*	*kN*	V_2/V_{top}
B1	481.93	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.44<1*
B2	308.70	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.37<1*
B3	97.43	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.49<1*
B4	461.68	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.56<1*
B5	596.28	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.72<1*
B6	289.87	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.35<1*
B7	118.06	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.59<1*
B8	115.94	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.58<1*
B9	554.91	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.67<1*
B10	132.91	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.66<1*
B11	107.01	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.53<1*
B12	104.54	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.52<1*
B14	261.00	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*1.3>1*
B16	31.77	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.04<1*
B17	93.29	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.47<1*
B18	79.20	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.4<1*
B19	100.93	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.5<1*
B20	36.92	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.04<1*
B21	103.35	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.52<1*
B22	524.20	0.30	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	89.72	703.72	793.43	*0.66<1*
B23	82.03	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.1<1*
B24	78.57	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.1<1*
B25	40.80	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.2<1*
B26	39.29	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.2<1*
B27	255.01	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.31<1*
B28	598.51	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.73<1*
B30	106.46	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.53<1*
B32	584.32	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.71<1*
B33	335.05	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.41<1*
B34	95.03	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.47<1*
B37	573.99	0.30	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	89.72	703.72	793.43	*0.72<1*
B39	6.99	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B40	251.00	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*1.25>1*
B41	6.37	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B42	6.41	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B43	7.18	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B45	12.15	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.04<1*
B47	15.63	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.05<1*
B49	12.22	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.04<1*
B52	15.59	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.05<1*
B54	96.34	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.43<1*
B55	385.14	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.47<1*
B56	98.57	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.44<1*
B57	100.02	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.44<1*
B58	404.06	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.49<1*
B59	100.10	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.44<1*
B65	84.33	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.37<1*
B66	89.11	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.39<1*
B68	44.61	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.2<1*

Tablo 47. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 2.Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

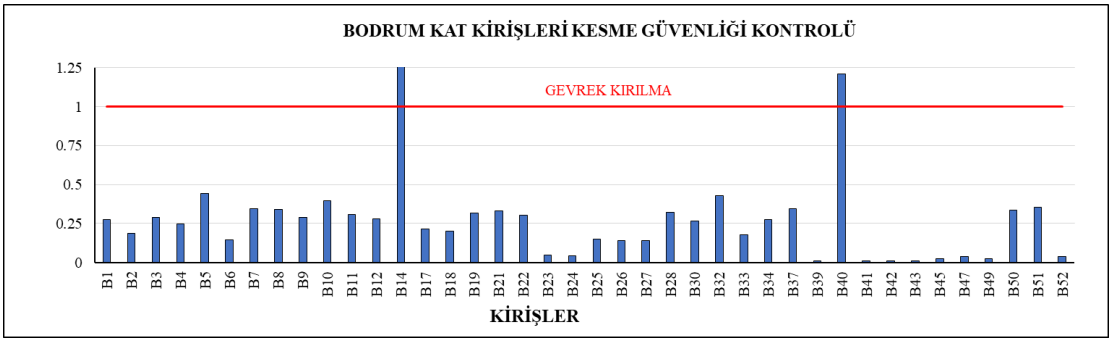
Kiriş	V_2	b	h	Yatay Donatı					As	Vc	Vs	V_{top}	Kontrol
	kN	*m*	*m*						cm^2	*kN*	*kN*	*kN*	V_2/V_{top}
B1	427.94	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.52<1*
B2	309.92	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.38<1*
B3	96.41	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.48<1*
B4	422.94	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.51<1*
B5	604.00	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.73<1*
B6	300.07	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.36<1*
B7	123.51	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.62<1*
B8	122.74	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.61<1*
B9	582.17	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.71<1*
B10	139.63	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.7<1*
B11	112.88	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.56<1*
B12	113.25	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.57<1*
B14	245.00	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*1.22>1*
B16	33.29	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.04<1*
B17	102.04	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.51<1*
B18	86.99	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.43<1*
B19	105.35	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.53<1*
B20	38.25	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.05<1*
B21	105.55	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.53<1*
B22	546.57	0.30	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	89.72	703.72	793.43	*0.69<1*
B23	82.39	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.1<1*
B24	78.87	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.1<1*
B25	40.92	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.2<1*
B26	40.68	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.2<1*
B27	265.90	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.32<1*
B28	600.13	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.73<1*
B30	114.27	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.57<1*
B32	594.12	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.72<1*
B33	342.28	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.42<1*
B34	94.49	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.47<1*
B37	523.25	0.30	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	89.72	703.72	793.43	*0.66<1*
B39	6.91	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B40	249.00	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*1.24>1*
B41	6.43	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B42	6.48	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B43	7.15	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B45	12.35	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.04<1*
B47	15.62	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.05<1*
B49	12.45	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.04<1*
B52	15.58	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.05<1*
B54	94.78	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.42<1*
B55	362.54	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.44<1*
B56	98.51	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.44<1*
B57	100.66	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.44<1*
B58	392.98	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	119.62	703.72	823.34	*0.48<1*
B59	101.12	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.45<1*
B65	87.06	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.38<1*
B66	89.72	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.4<1*
B68	47.08	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.21<1*

Tablo 48. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 3.Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

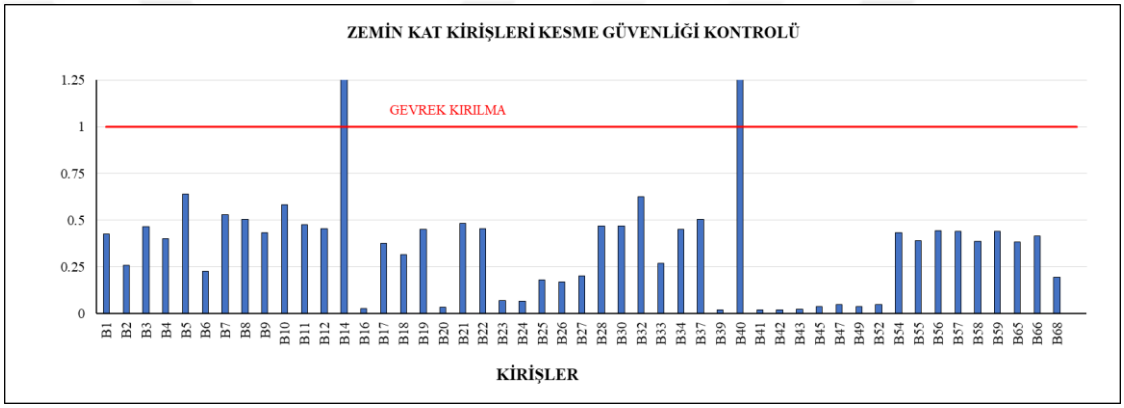
Kiriş	V_2	b	h	Yatay Donatı					As	Vc	Vs	V_{top}	Kontrol
	kN	*m*	*m*						cm^2	*kN*	*kN*	*kN*	V_2/V_{top}
B1	384.54	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.35<1*
B2	295.06	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.27<1*
B3	91.43	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.46<1*
B4	378.71	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.34<1*
B5	774.09	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.7<1*
B6	295.41	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.27<1*
B7	122.90	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.61<1*
B8	122.72	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.61<1*
B9	580.03	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.53<1*
B10	139.85	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.7<1*
B11	112.27	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.56<1*
B12	114.14	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.57<1*
B14	254.98	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*1.27>1*
B16	33.68	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.03<1*
B17	102.05	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.51<1*
B18	87.26	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.44<1*
B19	104.00	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.52<1*
B20	38.58	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.03<1*
B21	103.55	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.52<1*
B22	528.43	0.30	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	299.06	703.72	1002.77	*0.53<1*
B23	80.21	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.07<1*
B24	76.78	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.07<1*
B25	37.89	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.19<1*
B26	38.42	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.19<1*
B27	262.43	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.24<1*
B28	607.52	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.55<1*
B30	114.65	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.57<1*
B32	762.74	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.69<1*
B33	330.92	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.3<1*
B34	89.25	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.45<1*
B37	572.53	0.30	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	299.06	703.72	1002.77	*0.57<1*
B39	6.60	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B40	253.36	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*1.27>1*
B41	6.45	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B42	6.54	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B43	6.83	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B45	12.48	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.04<1*
B47	15.63	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.05<1*
B49	12.52	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.04<1*
B52	15.67	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.05<1*
B54	89.53	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.4<1*
B55	337.28	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.31<1*
B56	94.70	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.42<1*
B57	96.68	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.43<1*
B58	357.18	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.32<1*
B59	97.16	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.43<1*
B65	85.26	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.38<1*
B66	86.86	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.38<1*
B68	45.40	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.2<1*

Tablo 49. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapı 4.Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

Kiriş	V_2	b	h	Yatay Donatı					As	Vc	Vs	V_{top}	Kontrol
	kN	*m*	*m*						cm^2	*kN*	*kN*	*kN*	V_2/V_{top}
B1	263.34	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.24<1*
B2	234.44	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.21<1*
B3	71.01	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.35<1*
B4	257.31	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.23<1*
B5	637.02	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.58<1*
B6	228.21	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.21<1*
B7	100.53	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.5<1*
B8	112.64	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.56<1*
B9	497.35	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.45<1*
B10	130.90	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.65<1*
B11	90.92	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.45<1*
B12	94.50	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.47<1*
B14	231.59	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*1.16>1*
B16	20.76	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.02<1*
B17	72.90	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.36<1*
B18	62.28	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.31<1*
B19	81.92	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.41<1*
B20	23.88	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.02<1*
B21	81.21	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.41<1*
B22	425.33	0.30	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	299.06	703.72	1002.77	*0.42<1*
B23	50.70	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.05<1*
B24	49.25	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.04<1*
B25	32.89	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.16<1*
B26	33.89	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.17<1*
B27	202.97	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.18<1*
B28	536.86	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.49<1*
B30	93.39	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.47<1*
B32	624.48	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.57<1*
B33	259.87	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.24<1*
B34	69.06	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*0.35<1*
B37	462.32	0.30	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	299.06	703.72	1002.77	*0.46<1*
B39	5.34	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B40	274.76	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	52.33	147.78	200.12	*1.37>1*
B41	6.44	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B42	6.53	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B43	5.53	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.02<1*
B45	12.57	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.04<1*
B47	15.58	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.05<1*
B49	12.55	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.04<1*
B52	15.64	0.25	1.07	1	Φ	8	/	20	5.03	100.00	225.89	325.89	*0.05<1*
B54	83.62	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.37<1*
B55	255.15	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.23<1*
B56	82.95	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.37<1*
B57	88.57	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.39<1*
B58	257.39	0.40	0.80	2	Φ	10	/	15	20.94	398.74	703.72	1102.46	*0.23<1*
B59	87.66	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.39<1*
B65	78.72	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.35<1*
B66	81.05	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.36<1*
B68	29.36	0.30	0.70	1	Φ	8	/	20	5.03	78.50	147.78	226.28	*0.13<1*



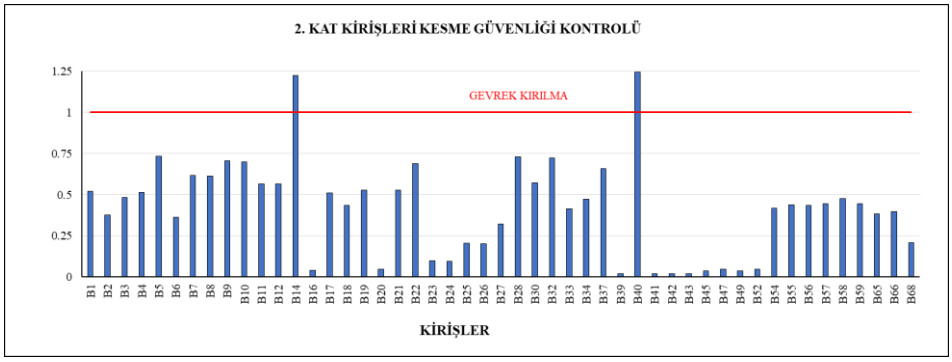
Şekil 93. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Bodrum Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



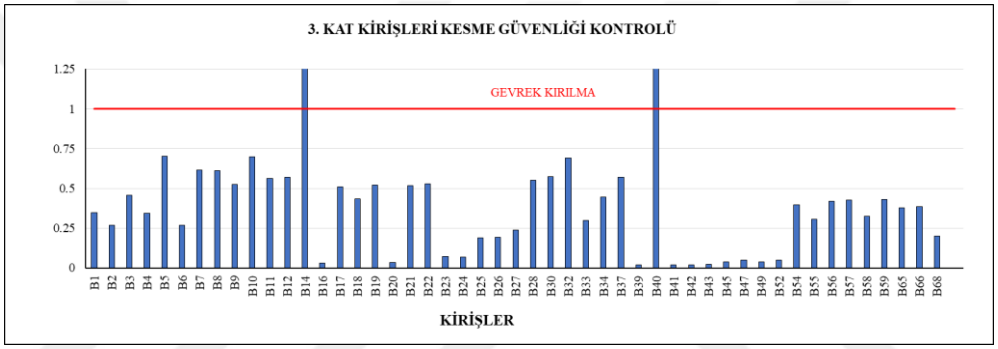
Şekil 94. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Zemin Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



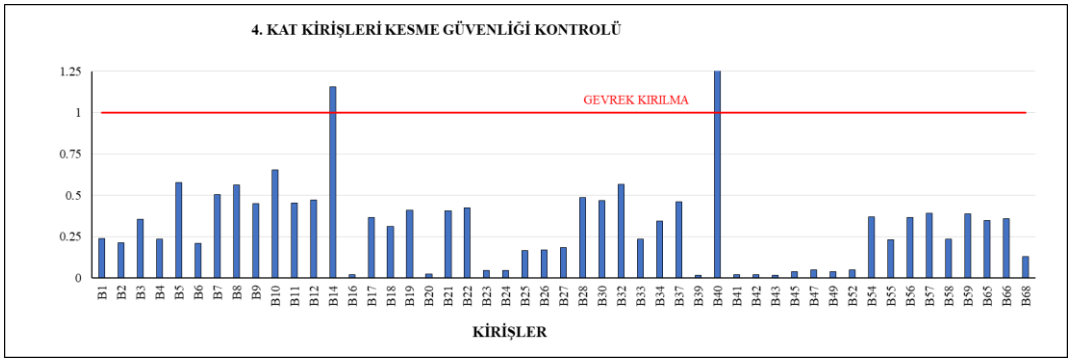
Şekil 95. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 1. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



Şekil 96. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 2. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

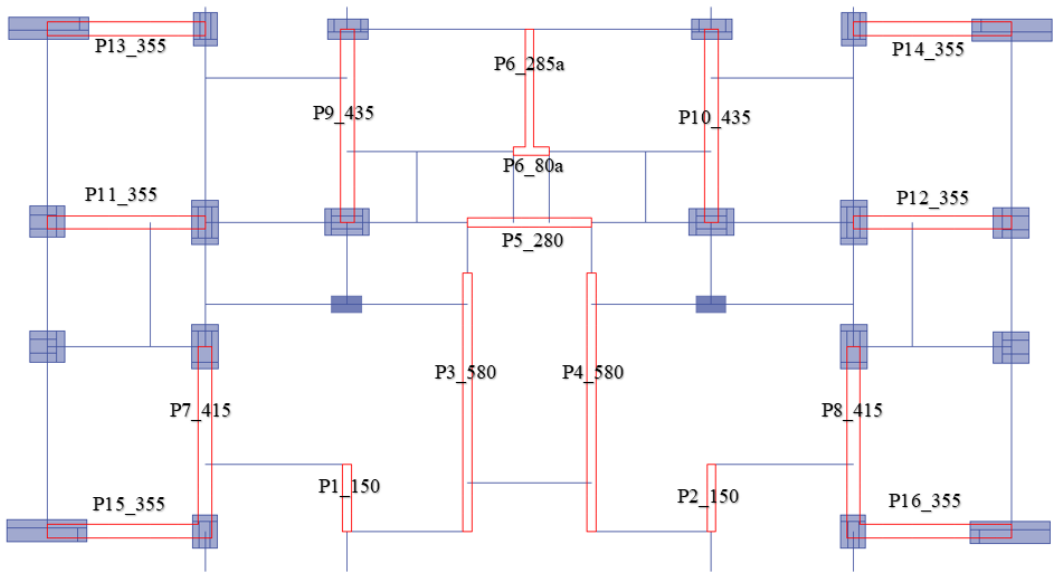


Şekil 97. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 3. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü



Şekil 98. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan 4. Kat Kirişlerine Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

Perde elemanları incelendiğinde, Yapının TBDY-2018 kapsamında güçlendirilmiş durumunda yer alan taşıyıcı perde elemanlarının Etabs modelindeki etiketleri pier isimleri ile belirtilmiştir. Şekil 99' da Etabs programında perde elemanlarına ait pier isimleri gösterilmiştir. Yapıda yer alan perde kesme kuvveti kapasitesi ile perde elemanlarına gelen deprem etkisi altındaki deprem kesme kapasitesi karşılaştırılmıştır. Yapıda bulunan orijinal perde elemanlar 20 cm kalınlığında ve C8 beton kalitesi ile S220 donatı sınıfında, enine donatısı 8 mm çapında 150 cm donatı aralığıyla olduğu belirtilmiştir. Yapıda ilave edilen güçlendirme perde elemanlar ise 30 cm kalınlığında ve C30 beton kalitesi ile S420 donatı sınıfında, enine donatısı 12 mm çapında 150 cm donatı aralığıyla yer almaktadır. Tablo 50' de kırmızı ile belirtilmiş olan perdelerde deprem etkisi ile oluşan kesme kuvveti isteminin, perde elemanlarının beton ve donatıya bağlı olarak hesaplanmış kesme kuvveti kapasitesine olan oranı (etki/kapasite) > 1.00 olmaktadır ve bu perde elemanları gevrek kırılmaya maruz kalmaktadır. Gevrek kırılmaya maruz kalan perdelerin, kesme etkisini karşılamak için Lifli Polimer (FRP) ile güçlendirme çalışması yapılacaktır.



Şekil 99. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Perde Elemanlarına Ait Etabs Etiketleri

Tablo 50. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıda Yer Alan Perde Elemanlarına Ait Kesme Güvenliği Kontrolü

Kat	Pier	V_{ed}	L	d	Yatay Donatı						V_c	V_s	V_r	V_e	Kontrol-1	Kontrol-2
											$0.65*F_{ctd}*b_w*d$	A_s*f_{yd}	(V_c+V_s)	$0.85*A_{ch}*\sqrt{f_{ck}}$		
		kN	*cm*	*cm*	ϕ	*Çap*	/	*s*	*n*	cm2/m	*kN*	*kN*	*kN*	*KN*	$V_d \leq V_r$	$V_d \leq V_e$
4. Kat	P1_150	16.63	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P2_150	18.45	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P3_580	312.22	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P4_580	345.80	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P5_280	931.82	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1346.33	xxxxxx	UYGUN
4. Kat	P6_285_a	43.11	285	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	244.52	365.41	609.93	1370.37	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P6_80_a	146.78	80	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	68.64	102.57	171.21	384.67	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P13_355	264.39	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P11_355	774.45	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P15_355	873.82	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P14_355	260.71	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P12_355	750.61	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P16_355	967.17	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P9_435	579.38	435	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1340.24	2395.70	3735.93	6075.61	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P10_435	559.90	435	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1340.24	2395.70	3735.93	6075.61	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P7_415	1154.77	415	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1278.62	2285.55	3564.16	5796.27	UYGUN	UYGUN
4. Kat	P8_415	1205.19	415	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1278.62	2285.55	3564.16	5796.27	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P1_150	27.03	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P2_150	26.68	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P3_580	669.09	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P4_580	680.71	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P5_280	1134.44	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1346.33	xxxxxx	UYGUN
3. Kat	P6_285_a	94.50	285	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	244.52	365.41	609.93	1370.37	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P6_80_a	116.82	80	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	68.64	102.57	171.21	384.67	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P13_355	1215.54	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P11_355	1994.73	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P15_355	1693.57	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P14_355	1109.42	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P12_355	1846.11	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P16_355	1955.29	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P9_435	1725.59	435	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1340.24	2395.70	3735.93	6075.61	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P10_435	1664.99	435	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1340.24	2395.70	3735.93	6075.61	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P7_415	2896.71	415	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1278.62	2285.55	3564.16	5796.27	UYGUN	UYGUN
3. Kat	P8_415	2959.58	415	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1278.62	2285.55	3564.16	5796.27	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P1_150	28.48	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P2_150	29.86	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P3_580	1024.49	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P4_580	1004.44	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P5_280	1046.04	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1346.33	xxxxxx	UYGUN
2.Kat	P6_285_a	179.27	285	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	244.52	365.41	609.93	1370.37	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P6_80_a	130.11	80	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	68.64	102.57	171.21	384.67	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P13_355	2100.68	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P11_355	2650.34	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P15_355	2344.56	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P14_355	1996.87	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P12_355	2530.47	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P16_355	2701.11	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P9_435	2748.45	435	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1340.24	2395.70	3735.93	6075.61	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P10_435	2649.81	435	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1340.24	2395.70	3735.93	6075.61	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P7_415	3422.28	415	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1278.62	2285.55	3564.16	5796.27	UYGUN	UYGUN
2.Kat	P8_415	3523.89	415	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1278.62	2285.55	3564.16	5796.27	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P1_150	53.52	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P2_150	53.40	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P3_580	1456.51	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
1.Kat	P4_580	1370.35	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
1.Kat	P5_280	999.29	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1346.33	xxxxxx	UYGUN
1.Kat	P6_285_a	213.23	285	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	244.52	365.41	609.93	1370.37	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P6_80_a	90.97	80	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	68.64	102.57	171.21	384.67	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P13_355	2847.38	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P11_355	2977.63	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P15_355	2695.44	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P14_355	2862.40	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P12_355	2925.25	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P16_355	2989.23	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P9_435	3508.91	435	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1340.24	2395.70	3735.93	6075.61	UYGUN	UYGUN

1.Kat	P10_435	3402.72	435	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1340.24	2395.70	3735.93	6075.61	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P7_415	3424.69	415	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1278.62	2285.55	3564.16	5796.27	UYGUN	UYGUN
1.Kat	P8_415	3546.36	415	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1278.62	2285.55	3564.16	5796.27	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P1_150	93.93	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P2_150	99.40	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P3_580	1902.35	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
Zemin Kat	P4_580	1712.21	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
Zemin Kat	P5_280	833.88	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1346.33	xxxxxx	UYGUN
Zemin Kat	P6_285_a	584.22	285	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	244.52	365.41	609.93	1370.37	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P6_80_a	155.51	80	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	68.64	102.57	171.21	384.67	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P13_355	3023.85	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P11_355	2941.75	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P15_355	2941.26	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P14_355	3024.89	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P12_355	2824.47	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P16_355	3026.77	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P9_435	3716.66	435	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1340.24	2395.70	3735.93	6075.61	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P10_435	3552.74	435	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1340.24	2395.70	3735.93	6075.61	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P7_415	3425.26	415	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1278.62	2285.55	3564.16	5796.27	UYGUN	UYGUN
Zemin Kat	P8_415	3410.18	415	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1278.62	2285.55	3564.16	5796.27	UYGUN	UYGUN
Bodrum	P1_150	321.18	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	xxxxxx	UYGUN
Bodrum	P2_150	285.77	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	721.25	UYGUN	UYGUN
Bodrum	P3_580	2069.61	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
Bodrum	P4_580	1852.33	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	2788.83	xxxxxx	UYGUN
Bodrum	P5_280	238.78	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1346.33	UYGUN	UYGUN
Bodrum	P6_285_a	852.60	285	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	244.52	365.41	609.93	1370.37	xxxxxx	UYGUN
Bodrum	P6_80_a	47.73	80	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	68.64	102.57	171.21	384.67	UYGUN	UYGUN
Bodrum	P11_355	1815.63	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
Bodrum	P12_355	1663.44	355	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1093.76	1955.11	3048.86	4958.26	UYGUN	UYGUN
Bodrum	P9_435	3243.72	435	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1340.24	2395.70	3735.93	6075.61	UYGUN	UYGUN
Bodrum	P10_435	3206.53	435	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1340.24	2395.70	3735.93	6075.61	UYGUN	UYGUN
Bodrum	P7_415	2557.90	415	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1278.62	2285.55	3564.16	5796.27	UYGUN	UYGUN
Bodrum	P8_415	2243.50	415	30	ϕ	12	/	15	2	15.08	1278.62	2285.55	3564.16	5796.27	UYGUN	UYGUN

4.3.6.2 Gevrek kırılma gözlemlenen kiriş ve perde elemanlarının lifli polimer kullanılarak güçlendirilmesi

Perde, kolon ve kiriş elemanlarının Lifli Polimer kullanarak sargılama işlemi sonucunda elde edilen kesme kuvveti dayanımı Denk.(4. 4) ile hesaplanmaktadır.

$$V_r = V_c + V_w + V_f \leq V_{max} \quad (4.\ 4)$$

Denklemde yer alan V_c betonun kesme kuvveti dayanımına katkısı, V_w enine donatının kesme kuvveti dayanımına katkısı, V_{max} TS-500' de yer alan denklemler ile belirlenmekte ve V_f Lifli Polimerin kesme kuvveti dayanımına katkısı olmakta ve sargılamanın şeritli olması durumunda Denk.(4. 5) ile hesaplanmaktadır.

$$V_f = \frac{2n_f t_f w_f E_f \varepsilon_f d}{s_f} \quad (4.5)$$

n_f tek yüzdeki LP sargı tabaka sayısını ifade etmekte ve çalışmada elemanlar için iki kat tabaka kullanılmıştır. t_f LP' in bir tabakasının etkili kalınlığını ifade etmekte olup çalışmada Karbon Lifli Polimer kullanılarak tabaka kalınlığı 0,167 mm olarak hesaba katılmıştır. E_f LP' in elastiside modulünü ifade etmekte ve Karbon Lifli Polimer için 230000 MPa değerindedir. ε_f LP'in birim uzama sınırını ifade etmekte ve çalışma için TBDY-2018 denklemleri doğrultusunda 0,004 olarak belirlenmiştir. d yapı elemanının faydalı yüksekliğini ifade etmektedir. w_f LP şeridinin genişliğini, s_f ise LP şeritlerin, eksenden eksene olmak üzere aralıklarını göstermektedir ve çalışmada kullanılacak LP sargılama sürekli yapılacağından TBDY-2018' de belirtilen husus çerçevesinde $w_f = s_f$ alınmıştır.

Kesme güvenliği kontrollerinde her katta B14 ve B40 etiketli mevcut kirişlerin yetersiz olduğu gözlemlenmiştir. 20X70 ebatlı bu kirişlerin FRP ile güçlendirmesi kapsamında kesme kuvveti dayanımı aşağıda hesaplanmış ve her katta Tablo 51' de gösterildiği şekilde toplam kesme kuvveti dayanımına eklenerek deprem etkisi altında oluşan kesme kuvveti dayanımı ile oranlanmış, sonucunda ise bu kirişlerin FRP sargılama ile gevrek kırılmanın önüne geçtiği belirtilmiştir.

$$V_f = 2 \times 2 \times 0.167mm \times 230000\ Mpa \times 0.004 \times 650\ mm = 399.46\ kN$$

Tablo 51. Gevrek Kırılmaya Maruz Kalan Kirişlerin FRP İle Güçlendirilmesi

Kat	Kiriş	V_2	b	h	Yatay Donatı					Vc	Vw	V_{top}	Vf (FRP)	Vr	Kontrol	Kontrol
		kN	*m*	*m*						*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	V_2/V_{top}	V_2/Vr
4. Kat	B14	231.59	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	52.33	147.78	200.12	399.46	600	1.16>1	*0.39<1*
4. Kat	B40	274.76	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	52.33	147.78	200.12	399.46	600	1.37>1	*0.46<1*
3. Kat	B14	254.98	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	52.33	147.78	200.12	399.46	600	1.27>1	*0.43<1*
3. Kat	B40	253.36	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	52.33	147.78	200.12	399.46	600	1.27>1	*0.42<1*
2. Kat	B14	245.00	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	52.33	147.78	200.12	399.46	600	1.22>1	*0.41<1*
2. Kat	B40	249.00	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	52.33	147.78	200.12	399.46	600	1.24>1	*0.42<1*
1. Kat	B14	261.00	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	52.33	147.78	200.12	399.46	600	1.3>1	*0.44<1*
1. Kat	B40	251.00	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	52.33	147.78	200.12	399.46	600	1.25>1	*0.42<1*
Zemin Kat	B14	256.23	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	52.33	147.78	200.12	399.46	600	1.28>1	*0.43<1*
Zemin Kat	B40	258.22	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	52.33	147.78	200.12	399.46	600	1.29>1	*0.43<1*
Bodrum Kat	B14	258.31	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	52.33	147.78	200.12	399.46	600	1.29>1	*0.43<1*
Bodrum Kat	B40	242.29	0.20	0.70	1	Φ	8	/	20	52.33	147.78	200.12	399.46	600	1.21>1	*0.4<1*

Tablo 50' de kesme yetersizliği gözlemlenen kırmızıyla işaretlenmiş mevcut perde elemanlarının FRP ile güçlendirilmesi Denk. (4.5) kullanılarak Tablo 52' de hesaplanmıştır. Hesaplanmış olan FRP' nin kesme kuvveti dayanımı Tablo 53' de gösterildiği şekilde her elemanın kesme kuvveti dayanımına ilave edilerek toplam kesme dayanımı elde edilmiş ve deprem altında oluşan kesme dayanımı ile oranlanarak kesme kapasitesini sağladığı gözlemlenmiştir. Böylece kesme kapasitesi yetersiz olan perde elemanların FRP ile sarılması gevrek kırılma durumunu önlemiştir.

Tablo 52. Perde Elemanlarında Kullanılacak FRP' nin Kesme Kuvveti Dayanımının Hesabı

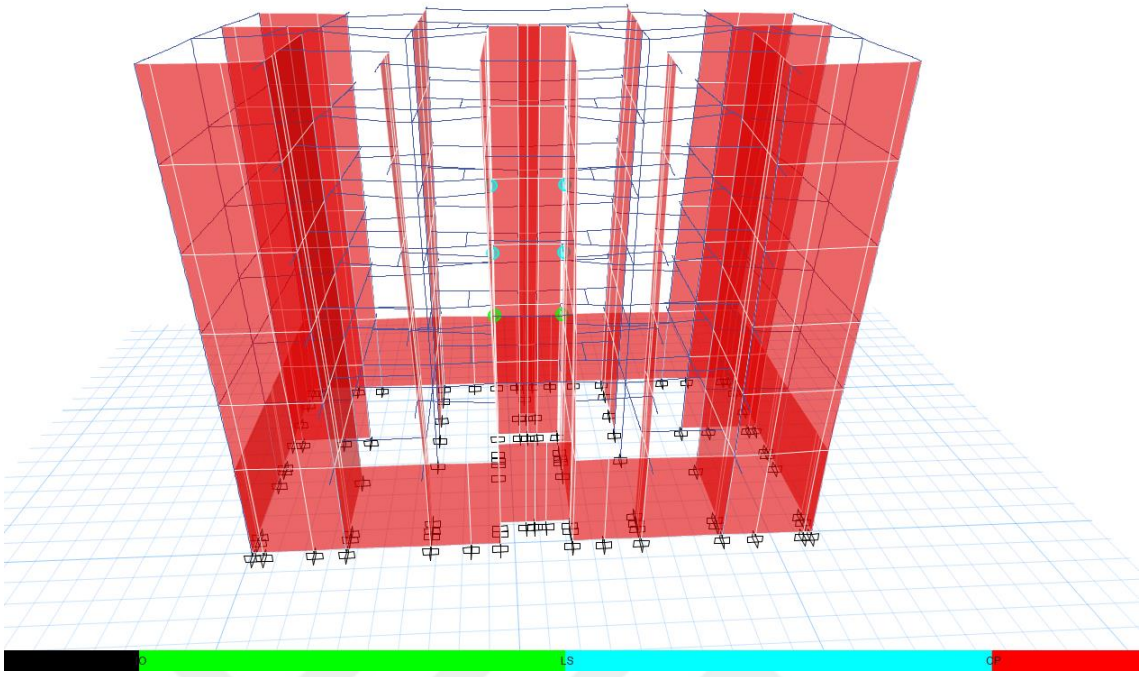
Kat	Perde	L	nf	tf	Ef	εf	Vf (kN)
4. Kat	P5_280	2.8	2	0.167	230000	0.004	1720.768
3. Kat	P5_280	2.8	2	0.167	230000	0.004	1720.768
2. Kat	P5_280	2.8	2	0.167	230000	0.004	1720.768
1. Kat	P3_580	5.8	2	0.167	230000	0.004	3564.448
1. Kat	P4_580	5.8	2	0.167	230000	0.004	3564.448
1. Kat	P5_280	2.8	2	0.167	230000	0.004	1720.768
Zemin Kat	P3_580	5.8	2	0.167	230000	0.004	3564.448
Zemin Kat	P4_580	5.8	2	0.167	230000	0.004	3564.448
Zemin Kat	P5_280	2.8	2	0.167	230000	0.004	1720.768
Bodrum Kat	P1_150	1.5	2	0.167	230000	0.004	921.84
Bodrum Kat	P3_580	5.8	2	0.167	230000	0.004	3564.448
Bodrum Kat	P4_580	5.8	2	0.167	230000	0.004	3564.448
Bodrum Kat	P6_285_a	2.85	2	0.167	230000	0.004	1751.496

Tablo 53. Gevrek Kırılmaya Maruz Kalan Perde Elemanlarının FRP İle Güçlendirilmesi

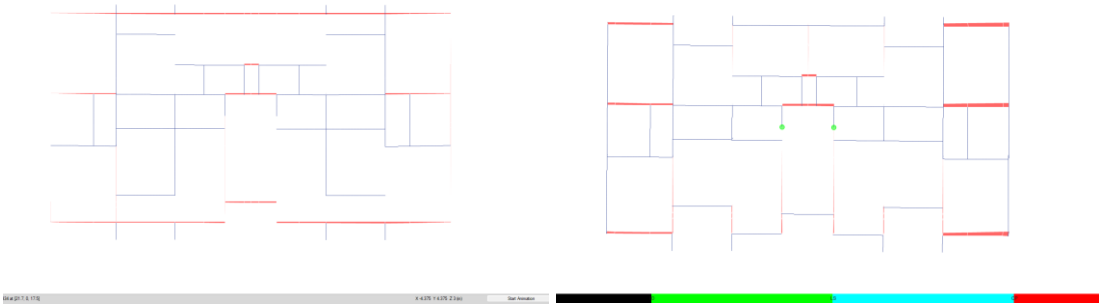
Kat	Pier	V_{ed}	L	d	Yatay Donatı					V_c	V_s	V_r	Vfrp	Vtoplam	V_e	Kontrol-1	Kontrol-2	Kesme Dayanımı oranı	Kontrol-FRP
										$0.65*F_{ctd}*b_w*d$	A_s*f_{yd}	(V_c+V_s)	(Vfrp)	(Vr+Vfrp)	$0.85*A_{ch}*\sqrt{f_{ck}}$				
		kN	*cm*	*cm*	ϕ	*Çap*	/	*s*	*n*	cm2/m	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*KN*	$V_d \leq V_r$	$V_d \leq V_e$	Vtoplam≤Ve	Vtoplam≤Ve
4. Kat	P5_280	931.82	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1720.77	2319.99	1346.33	xxxxxx	UYGUN	0.4<1	UYGUN
3. Kat	P5_280	1134.44	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1720.77	2319.99	1346.33	xxxxxx	UYGUN	0.49<1	UYGUN
2. Kat	P5_280	1046.04	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1720.77	2319.99	1346.33	xxxxxx	UYGUN	0.45<1	UYGUN
1. Kat	P3_580	1456.51	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	3564.45	4805.70	2788.83	xxxxxx	UYGUN	0.3<1	UYGUN
1. Kat	P4_580	1370.35	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	3564.45	4805.70	2788.83	xxxxxx	UYGUN	0.29<1	UYGUN
1. Kat	P5_280	999.29	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1720.77	2319.99	1346.33	xxxxxx	UYGUN	0.43<1	UYGUN
Zemin Kat	P3_580	1902.35	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	3564.45	4805.70	2788.83	xxxxxx	UYGUN	0.4<1	UYGUN
Zemin Kat	P4_580	1712.21	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	3564.45	4805.70	2788.83	xxxxxx	UYGUN	0.36<1	UYGUN
Zemin Kat	P5_280	833.88	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	1720.768	2319.99	1346.33	xxxxxx	UYGUN	0.36<1	UYGUN
Bodrum Kat	P1_150	321.18	150	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	128.69	192.32	321.01	921.84	1242.85	721.25	xxxxxx	UYGUN	0.26<1	UYGUN
Bodrum Kat	P3_580	2069.61	580	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	497.61	743.64	1241.25	3564.44	4805.69	2788.83	xxxxxx	UYGUN	0.43<1	UYGUN
Bodrum Kat	P4_580	1852.33	280	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	240.23	359.00	599.23	3564.44	4163.67	1346.33	xxxxxx	xxxxxx	0.44<1	UYGUN
Bodrum Kat	P6_285_a	852.60	285	20	ϕ	8	/	15	2	6.70	244.52	365.41	609.93	1751.49	2361.42	1370.37	xxxxxx	UYGUN	0.36<1	UYGUN

4.3.6.3 TBDY-2018 kapsamında güçlendirilmiş yapı elemanlarının eğilme kaynaklı hasar durumunun kontrolü

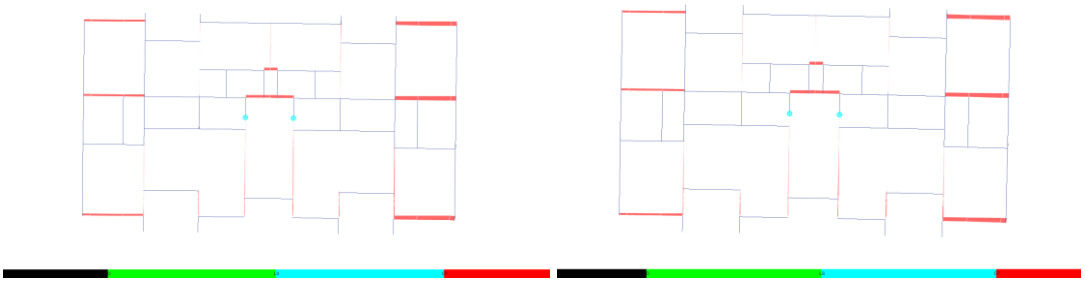
11 adet deprem ivme kaydı ile yapılan zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler sonucunda yapıya ait en elverişsiz hasar durumlarını gösteren 2296 satırlık excel dosyası hazırlanmış ve hazırlanan excel dosyası üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Tezin önceki bölümlerinde, orijinal yapı ve yapının 2001 yılında güçlendirilmiş durumu için hazırlanan excel dosyalarında olduğu gibi her kat da yer alan taşıyıcı sistem elemanlarının beton ve donatı için ayrı hasar durumları ve şekil değiştirmelerinden en uygun olmayan fiber seçilmiş ve seçilen fiber üzerinden taşıyıcı elemanların hasar durumu belirlenmiştir. 11 analizden en elverişsiz hasar durumlarının gözlemlendiği 2. Deprem ivme kaydı ile analizin sonucu Şekil 100’ de üç boyutlu olarak gösterilmiştir. Şekil 101, Şekil 102 ve Şekil 103’ de yapının katlarında oluşan hasar durumları yer almaktadır.



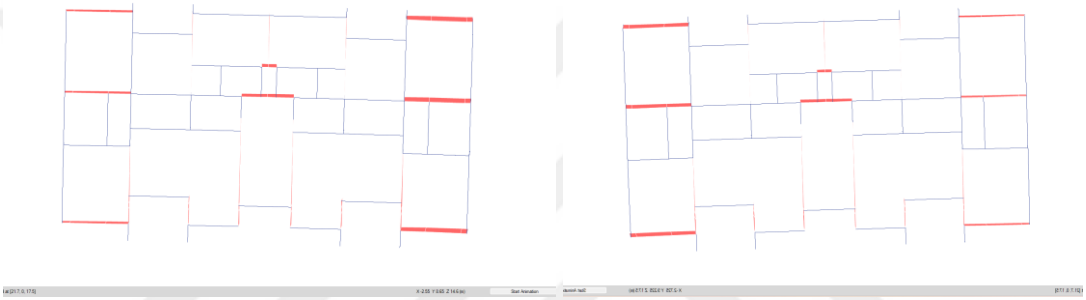
Şekil 100. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapıya Ait Analiz Sonucu



Şekil 101. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapının Bodrum ve Zemin Katlarında Oluşan Hasar Bölgeleri



Şekil 102. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapının 1. Ve 2. Katlarında Oluşan Hasar Bölgeleri



Şekil 103. TBDY-2018 Doğrultusunda Güçlendirilmiş Yapının 3. Ve 4. Katlarında Oluşan Hasar Bölgeleri

Yapıda kullanılmış S220 ve S420 donatı çeliğinde, donatı liflerinin şekildeğiştirme talepleri bütün elemanlarda sınırlı hasar bölgesinde kalmıştır. Kolon ve perde elemanlarında hasar oluşmamıştır. Mantolama işlemi yapılmamış B14 ve B40 kirişlerinin C8 beton liflerinde ileri hasar ve belirgin hasarlar gözlemlenmiştir. Güçlendirme elemanlarında kullanılan C30 beton sınıfının kolon, kiriş ve perde elemanları için ayrı sınır değerleri, mevcut elemanlarda kullanılan C8 beton sınıfı için ayrı sınır değerleri ve S420 ile S220 donatı sınıfları için ayrı sınır değerler hesaplanmış ve Etabs programında bu sınır değerler ile malzeme modelleri oluşturulmuştur. Malzeme modelleri oluşturulurken temel alınan sınır değerler ışığında donatı kaynaklı ve beton kaynaklı oluşan hasar bölgeleri excel ile gösterilmiştir. 2296 satırlık excel tablosunun uzunluğundan sebep, orijinal veya güçlendirilmiş taşıyıcı elemanlara ait sınırlı hasar

bölgesi, belirgin hasar bölgesi, ileri hasar bölgesi ve göçme durumu örnek olarak Tablo 54' te gösterilmiştir.

Tablo 54. Yapının TBDY-2018 Kapsamında Güçlendirilmiş Durumunun Örnek Taşıyıcı Elemanlarına Ait Analiz Sonucu

Kat	Eleman	Seçilen Deprem Kaydı	Fiber	Şekildeğiştirme	Etabs Hasar Bölgeleri	Etabs Hasar Durumları	Malzeme	Sınır Değerler	Hasar Bölgesi	
1.Kat	B14	Time History 2	B14H3	0.002822	B to C	A to IO	S220	SHB	İHB	İHB
1.Kat	B14	Time History 2	B14H3	-0.00287	B to C	LS to CP	C8	İHB		
1.Kat	B14	Time History 2	B14H4	0.000232	A to B	A to IO	S220	SHB	SHB	
1.Kat	B14	Time History 2	B14H4	-0.00216	A to B	A to IO	C8	SHB		
4. Kat	B5	Time History 4	B5H5	0.0003	A to B	A to IO	S420	SHB	SHB	SHB
4. Kat	B5	Time History 3	B5H5	-0.000351	A to B	A to IO	C30 GC KİRİŞ	SHB		
4. Kat	B5	Time History 11	B5H6	0.000611	A to B	A to IO	S420	SHB	SHB	
4. Kat	B5	Time History 8	B5H6	-0.000037	A to B	A to IO	C30 GC KİRİŞ	SHB		
Zemin Kat	B40	Time History 2	B40H3	0.005266	B to C	A to IO	S220	SHB	BHB	BHB
Zemin Kat	B40	Time History 2	B40H3	-0.002582	B to C	IO to LS	C8	BHB		
Zemin Kat	B40	Time History 2	B40H4	-0.003242	B to C	A to IO	S220	SHB	BHB	
Zemin Kat	B40	Time History 2	B40H4	-0.002672	B to C	IO to LS	C8	BHB		
3. Kat	C11	Time History 10	C11H7	0.000077	A to B	A to IO	S420	SHB	SHB	SHB
3. Kat	C11	Time History 7	C11H7	-0.000156	A to B	A to IO	C30 KOLON	SHB		
3. Kat	C11	Time History 1	C11H8	0.000075	A to B	A to IO	S420	SHB	SHB	
3. Kat	C11	Time History 7	C11H8	-0.000175	A to B	A to IO	C30 KOLON	SHB		
2. Kat	C21	Time History 1	C21H7	0.000107	A to B	A to IO	S420	SHB	SHB	SHB
2. Kat	C21	Time History 5	C21H7	-0.000175	A to B	A to IO	C30 KOLON	SHB		
2. Kat	C21	Time History 1	C21H8	0.000128	A to B	A to IO	S420	SHB	SHB	
2. Kat	C21	Time History 6	C21H8	-0.000168	A to B	A to IO	C30 KOLON	SHB		
Bodrum	W41	Time History 7	W41H1	0.000045	A to B	A to IO	S220	SHB	SHB	
Bodrum	W41	Time History 2	W41H1	-0.000196	A to B	A to IO	C8	SHB		
4. Kat	W30	Time History 9	W30H4	-0.000002	A to B	A to IO	S420	SHB	SHB	
4. Kat	W30	Time History 2	W30H4	-0.000008	A to B	A to IO	C30 PERDE	SHB		

Güçlendirilmiş yapının, kolon ve kiriş elemanlarında oluşan hasar bölgeleri ve hasar yüzdeleri kat bazında Tablo 55' de sonuçlandırılmıştır.

Tablo 55. TBDY-2018 Kapsamında Güçlendirilmiş Yapının Kolon Ve Kiriş Elemanlarındaki Hasar Dağılımı (%)

Kat	Eleman Tipi	Sınırlı Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi	Toplam Eleman
4	Kolon	22 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	22
	Kiriş	49 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	49
3	Kolon	22 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	22
	Kiriş	49 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	49
2	Kolon	22 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	22
	Kiriş	47(%95.91)	0 (%0)	2(%4.08)	0 (%0)	49
1	Kolon	22 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	22
	Kiriş	47 (%95.91)	0 (%0)	2 (%4.08)	0 (%0)	49
Zemin	Kolon	22 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	22
	Kiriş	47 (%95.91)	2 (%4.08)	0 (%0)	0 (%0)	49
Bodrum	Kolon	22 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	22
	Kiriş	40 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	40

Kolon- kirişlere teşkil edilen manto ve ilave perdeler ile güçlendirilen yapının, zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizleri doğrultusunda kiriş elemanlarında eğilme kaynaklı hasar durumu görülmemiştir. Bodrum, 3 ve 4. Katta yer alan tüm kirişler sınırlı hasar bölgesinde kalırken, 1 ve 2. Kattaki B14 ve B40 etiketli iki adet kirişin ileri hasar bölgesinde, zemin katta yer alan B14 ve B40 etiketli iki adet kirişin belirgin hasar bölgesinde kaldığı görülmektedir. Güçlendirilmiş yapıda 2 adet belirgin hasar bölgesinde ve 4 adet ileri hasar bölgesinde kalan kirişler mevcut olup, geriye kalan tüm kirişlerin hasarsız olduğu mevcuttur. İleri ve belirgin hasar bölgesinde kalan kirişler iki perde arasında kalan ve kısa kiriş olmasından kaynaklı problem teşkil etmemektedir. Güçlendirilmiş yapının her kat için kesme güvenliği kontrolü yapıldığında, B14 ve B40 kirişleri dışında kalan tüm kirişlerin yatay deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetine karşın yeterli dayanım gösterdiği Bölüm 4.3.6.1' de açıklanmıştır. Kesmede etki/ kapasite oranını sağlamayan her kattaki B14 ve B40 kirişleri Bölüm 4.3.6.2' de Tablo 51' de gösterildiği şekilde FRP işlemi ile güçlendirilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda güçlendirilmiş yapının kiriş elemanları, TBDY-2018 Bölüm 15.8.4' e göre binanın kontrollü hasar performansına uygun olduğu gözükmektedir.

Güçlendirilen yapının, zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizleri doğrultusunda kolon elemanlarında eğilme kaynaklı hasar durumu görülmemiştir. Her katta bulunan kolonların tamamı sınırlı hasar bölgesinde kalmaktadır ve eğilmeden kaynaklı hasar durumu oluşmamaktadır. Güçlendirilmiş yapının Bölüm 4.3.6.2' de kesme güvenliği kontrolünde kolonların hepsinin etki/ kapasite oranını sağladığı ve gevrek kırılmaya maruz kalmadığı görülmektedir. Bu bilgiler ışığında güçlendirilmiş yapının kolon elemanları TBDY-2018 Bölüm 15.8.4' e göre binanın kontrollü hasar performansına uygun olduğu gözükmektedir.

Güçlendirilen yapıda yer alan orijinal ve ilave perde elemanlarının tamamı analizler sonucunda beton için uzama ve donatı çeliği için kısalma veya ezilme durumları, şekildeğiştirme istemlerinin istenilen sınır değerleri ile karşılaştırılması sonucunda Sınırlı Hasar Bölgesinde oluştuğu gözlemlenmiştir. Perde elemanlarının kesme güvenliği kontrolüne bakıldığında Tablo 50' de işaretli olan perdelerin etki/ kapasite oranının 1 üzerinde olduğu görülmektedir. Bu perdeler için Bölüm 4.3.6.2' de Lifli Polimer (FRP) ile sargılama işlemi yapılmış ve etki/ kapasite oranı 1 değerinin altına düşürülmüştür dolayısıyla gevrek kırılmanın önüne geçilmiştir. Yapılan işlemler doğrultusunda perde elemanlar için TBDY-2018 Bölüm 15.8.4' te yer alan binanın kontrollü hasar performansı sağlanmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye'de mevcut yapıların güçlendirilmesi alanında yetkin bir yönetmeliğin olmamasından dolayı 2007 yılına kadar güçlendirilmiş binaların deprem performansları belirlenerek sorgulanmıştır. Bu doğrultuda 1983 yılında inşa edilmiş ve 2001 yılında güçlendirilmesi yapılmış altı katlı betonarme bir bina incelenmiştir.

İlk olarak, söz konusu yapının güçlendirme görmemiş orijinal hali Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 (TBDY-2018) kapsamında incelenmiş, ardından yapının kolon ve kirşlerinin eğilme etkileri altında KH-Kontrollü Hasar performans düzeyi gereklerini sağlamadığı belirlenmiştir. Perde elemanların ise eğilme etkileri altında Kontrollü Hasar Performans Düzeyi gerekliliklerini sağladığı tespit edilmiştir. Tüm elemanların kesme etkileri bakımından yetersiz olduğu ve bu elemanlarda gevrek göçme oluşabileceği gözlenmiştir.

İkinci olarak yapının 2001 yılında uygulanan perde eklemesi ve kolon mantolaması ile güçlendirilmiş hali Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 (TBDY-2018) kapsamında incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda; kolon ve kiriş elemanlarının eğilme etkileri altında KH-Kontrollü Hasar performans düzeyini sağlamadığı ve yapının orijinal haline göre kiriş elemanların hasar düzeyinin elemanlara etki eden kesme kuvvetinin artmasına bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. Perde elemanlar ise eğilme etkileri altında Kontrollü Hasar Performans Düzeyi gerekliliklerini sağlamaktadır. Ancak kolon, kiriş ve perde elemanlarının kesme etkileri bakımından yetersiz olduğu ve bu elemanlarda gevrek göçme oluşabileceği gözlenmiştir. Bu nedenle yapının güçlendirilmiş durumunun da TBDY-2018'e göre yeniden güçlendirilmesi gerektiği aşikârdır.

Son olarak incelenen yapının deprem performansının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 (TBDY-2018) kapsamında yeterli hale gelmesi için binaya yeni perde elemanlarının ilave edilmesi aynı zamanda yapıdaki tüm kolon elemanlarında ve bazı kiriş elemanlarında mantolama yapılması gerektiği belirlenmiştir. Buna ek olarak yönetmelik ön koşulu olan yapı elemanlarının kesme etkileri bakımından gevrek göçme oluşmasının engellenmesi koşulu göz önüne alınarak kesme etkileri bakımından yetersiz bulunan

perde ve kiriş elemanlarda Lifli Polimer Sargı (FRP) uygulamasının gerektiği ön plana çıkmıştır. Konvansiyonel güçlendirme bina taşıyıcı sistemine ilave bir dayanım ve rijitlik katacağından, mevcut yapının deprem performansını olumlu yönde etkileyeceği ve ilgili mevcut yapıda TBDY-2018 Yönetmeliği'nin öngördüğü Kontrollü Hasar-(KH) Performans Düzeyinin gereklerini sağlar duruma gelmesinin mümkün olabileceği görülmüştür.

Özetle; ülkemizde yaşanan büyük can ve mal kayıplarına yol açan 1999 depremleri sonrası mevcut yapıların güçlendirilmesine yönelik çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ancak 2007 ve 2018 yıllarında yürürlüğe giren yönetmeliklerden daha önce yapılan güçlendirme çalışmalarının yetersiz kalabileceği gözlenmiştir. Bu durumda söz konusu yapıların 2018 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018'e (TBDY-2018) yeniden değerlendirilerek bu yönetmeliğin öngördüğü performans düzeyini sağlaması amacı ile mutlaka tekrardan güçlendirilmesi, benzer kayıpların yaşanmaması adına önem arz etmektedir. Yapılan çalışma sonucu 2007 Türkiye Deprem Yönetmeliği (TDY-2007) henüz yayınlanmamışken güçlendirilen bir yapının TBDY-2018 Yönetmeliği'ne göre yetersiz kaldığı ve yeniden değerlendirilerek güçlendirilmesi gerektiği gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı). (2018). Türkiye Deprem Tehlike Haritaları. 08 Mart 2023 tarihinde İnteraktif Web Uygulaması https://tdth.afad.gov.tr adresinden alındı.

Aras, F. (2016). Ambient and forced vibration testing with numerical identification for rc buildings. *Earthquakes And Structures*, 11(5), 809-822.

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı. (2 Eylül 1997). Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete, 23098. 25 Mart 2023' de https://resmigazete.gov.tr adresinden alındı.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (18 Mart 2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) *T. C. Resmi Gazete*, 30364. 22 Şubat 2023' de https://resmigazete.gov.tr adresinden alındı.

ETABS, (2020). *Structural Analysis Program, Computers and Structures,* Inc., Berkeley, California, USA.

Girgin, K. (1999). Deprem Bölgelerindeki Mevcut Betonarme Yapıların Deprem Güvenliklerinin Belirlenmesi Ve Rehabilitasyonu. *Türkiye Deprem Vakfı Teknik Rapor*, 28(45). 1 Ağustos 2023' de http:// www.turkiyedepremvakfi.org.tr/ adresinden indirildi.

İdecad İnternet Sitesi. (2018). *Mevcut Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesi*. 21.10.2023 tarihinde https://help.idecad.com.tr/ideCAD/mevcut-binalarin-performansi-15-8-2 adresinden alındı.

İnsapedia İnternet Adresi. (2020). *Yığılı Plastik-Yayılı Plastik Davranış Modelleri-Doğrusal Olmayan Davranış*. 21.10.2023 tarihinde https://insapedia.com/yigili-plastik-yayili-plastik-davranis-modelleri-dogrusal-olmayan-davranis/ adresinden alındı.

Özbalaban, G. (2002). *Betonarme Bir Binanın Perdelerle Güçlendirilmesinde Karşılaşılan Zorluklar Ve Perde Yüksekliğinin İncelenmesi* (Yayın no. 127004) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Özer, E. (2000). İstanbul'daki Betonarme Yapıların Deprem Güvenliklerinin Belirlenmesi, Onarımı ve Güçlendirilmesi. *İkinci İstanbul ve Deprem Sempozyumu* içinde (75- 94). İstanbul: Maya Yayınevi.

Taşkın, K. (2002). *Hasar Görmüş Önemli Bir Binanın Onarım ve Güçlendirmesi*. (Yayın no. 119738) [Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Tekin, Z. (2001). Kentimiz Yapılarında Onarım Ve Güçlendirme Projelerinin Güvenilirlikleri Ve Yapım Aşaması Denetimi. *İstanbul Bülten,* 12(55). 19 Eylül 2023' de http://imoistanbul.org/. adresinden indirildi.

TSE 500 (12 Temmuz 2000). Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları. Ankara Türk Standartları Enstitüsü T. C. Resmi Gazete, 24107. 20 Şubat 2023' de https://resmigazete.gov.tr adresinden alındı.

Yıldızlar, B. (2004). *Binalarda Güçlendirme Teknikleri ve Detaylarının Önemi*. (Yayın no. 184815) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

ÖZGEÇMİŞ

Esra NAMA

Eğitim

Derece	*Yıl*	*Üniversite, Enstitü, Anabilim/Anasanat Dalı*
Yüksek Lisans	2024	Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı
Lisans	2019	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
Lise	2015	Kartal Hacı Hatice Bayraktar Anadolu Lisesi

İş/İstihdam

Yıl	*Görev*
2019-2019	Semtrio Mühendislik Danışmanlık A.Ş. (İnşaat Mühendisi)
2020-	İBB Bimtaş A.Ş. (İnşaat Mühendisi)

Mesleki Birlik/Dernek Üyelikleri

Yıl	*Kurum*
2019	Üye: İnşaat Mühendisleri Odası