



**MEVCUT BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİNDE
YENİ DEPREM YÖNETMELİĞİ YAKLAŞIMI**

Mustafa KOP

Yüksek Lisans Tezi

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN

2020

(Her hakkı saklıdır)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MEVCUT BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİNDE YENİ DEPREM
YÖNETMELİĞİ YAKLAŞIMI**

(New Earthquake Regulation Approach in Evaluation of Existing Buildings)

Mustafa KOP

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN

Erzurum
Haziran, 2020

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN danışmanlığında, Mustafa KOP tarafından hazırlanan “MEVCUT BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİNDE YENİ DEPREM YÖNETMELİĞİ YAKLAŞIMI” başlıklı çalışması 29/06/ 2020 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yapı Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Doç. Dr. Ahmet BUDAK
Atatürk Üniversitesi

Danışman: Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN
Atatürk Üniversitesi

Jüri Üyesi: Dr. Öğretim Üyesi Dilek OKUYUCU
Erzurum Teknik Üniversitesi

Enstitü Yönetim Kurulunun
.../.../.... tarih ve sayılı
kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN

Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak *Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN* danışmanlığında sunulan “Mevcut Binaların Değerlendirilmesinde Yeni Deprem Yönetmeliği Yaklaşımı” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	29	30
Kuramsal Temeller	30	30
Materyal ve Yöntem	14	35
Bulgular	0	20
Tartışma	4	20
Tezin Geneli	24	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Mustafa KOP	Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN
31.5.2020	31.5.2020
İmza:	İmza:

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmam sırasında, çalışmamın her aşamasında ilgi ve desteğini benden esirgemeyen, bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, bu çalışmamın yürütülmesinde en büyük paya sahip saygıdeğer danışmanım Sayın Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında tecrübelerinden ve yardımlarından çokça faydalandığım ve her konuda bana destek olan Sayın Dr. Öğ. Üyesi Tuba Eroğlu AZAK'a, Sayın Araş. Gör. İsmail Hakkı TARHAN ve canım ablam Çevre Yüksek Mühendisi Arzu UZUN'a canı gönülden teşekkür ederim.

Ayrıca, benim bu aşamalara gelmemde en büyük emeğe sahip olan aileme bana olan sevgi, sonsuz destek, güven ve sabırlarından dolayı en içten dileklerle teşekkürlerimi sunarım.

Mustafa KOP

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ MEVCUT BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİNDE YENİ DEPREM YÖNETMELİĞİ YAKLAŞIMI

Mustafa KOP

Danışman: Doç. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN

Amaç: Geçmişte meydana gelen depremler ülke olarak yaşadığımız büyük hasarlar ve can kayıplarının oluşması mevcut binalarımızın deprem performanslarının yeterli olmadığını açık bir biçimde göstermektedir. Bu çalışmada mevcut binaların deprem performansının belirlenmesinde 2007 ve 2018 deprem yönetmelikleri için ayrı ayrı deprem analizleri yapılarak iki yönetmeliğin avantajlarının ve dezavantajlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Yöntem: Bu çalışmada mevcut binanın deprem performansının belirlenmesinde betonarme çerçeve sistemli bir konut binası Sta4CAD v14 programı yardımıyla analizleri yapılmıştır. Yöntemler betonarme bir bina çerçevesi üzerinde, deprem tehlikesi yüksek olan ve deprem tehlikesi düşük bölgeler için yapılan tasarımın analizi 2007 ve 2018 deprem yönetmelikleri için ayrı ayrı incelenmiştir.

Bulgular: Deprem tehlikesi yüksek olan Tokat ili için yapılan analizde 2018 Deprem Yönetmeliği incelenmesinde kesit hasar düzeylerine bakıldığı zaman bina göçme durumundadır. Ancak 2007 yönetmeliğiyle yapılan incelemede bina can güvenliği performans düzeyinde kaldığı görülmüştür. Deprem tehlikesi düşük olan Kırşehir ili için yapılan analiz sonucunda kesit hasar düzeylerinin 2007 ve 2018 yönetmelikleri için sonuçlar birbirine yakın gelmiştir.

Sonuç: Yapılan bu analizlerle birlikte 2018 Deprem Yönetmeliği özellikle deprem tehlikesi yüksek olan bölgeler göz önünde bulundurulunca çok daha güvenli tarafta kaldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Hasar düzeyi, 2007 Deprem Yönetmeliği, 2018 Deprem Yönetmeliği, mevcut bina, deprem performansı

Haziran 2020, 72 sayfa

ABSTRACT

MASTER THESIS

NEW EARTHQUAKE REGULATION APPROACH IN EVALUATION OF EXISTING BUILDINGS

Mustafa KOP

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN

Purpose: The earthquakes that occurred in the past show that the major damages and loss of lives we have experienced as a country clearly show that the earthquake performances of our existing buildings are not sufficient. In this study, it is aimed to determine the advantages and disadvantages of the two regulations by making separate earthquake analyzes for 2007 and 2018 earthquake regulations in determining the earthquake performance of the existing buildings.

Method: In this study, a residential building with a reinforced concrete frame system was analyzed with the help of Sta4CAD v14 program in determining the earthquake performance of the existing building. The methods were applied for two different earthquake levels with high earthquake risk and low earthquake risk on a reinforced concrete building frame, cross sectional damage levels were compared.

Findings: The analysis of the design for these regions has been examined separately for the 2007 and 2018 earthquake regulations. In the analysis made for the slap city with high earthquake risk, the building is in a collapsed state when the section damage levels are examined in the 2018 earthquake regulation examination. However, in the examination made with the 2007 regulation, it was observed that the building remained at the level of life safety performance.

Results: Analysis made for Kırşehir province with low earthquake risk, the results for the 2007 and 2018 regulations of cross-sectional damage levels came close to each other. As a result, with these analyzes, the 2018 earthquake regulation was found to be on the safer side, especially considering the regions with high earthquake risk.

Keywords: Damage level, 2007 Earthquake Regulation, 2018 Earthquake Regulation, existing building, earthquake performance

June 2020, 72 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xi
GİRİŞ.....	1
Konu İle İlgili Çalışmalar.....	2
KURAMSAL TEMELLER.....	6
1940 Deprem Yönetmeliği	6
1944 Deprem Yönetmeliği	6
1949 Deprem Yönetmeliği	6
1953 Deprem Yönetmeliği	7
1962 Deprem Yönetmeliği	7
1968 Deprem Yönetmeliği	8
1975 Deprem Yönetmeliği	9
1998 Deprem Yönetmeliği	9
2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik.....	9
TBDY 2018'in Getirdiği Yenilikler ve DBYBHY 2007'ye Göre Yapılan Değişiklikler.....	10
Deprem yer hareketi düzeyleri	10
Deprem yer hareketi spektrumları.....	11
Yatay elastik tasarım spektrumu	14
Düşey elastik tasarım spektrumu	16
Bina önem katsayıları ve bina kullanım sınıfları	17
Deprem tasarım sınıfları.....	18
Bina yükseklik sınırları	19
Bina performans düzeyleri	19

Deprem yükü azaltma katsayısı	20
Beton sınıfları.....	20
Çelik sınıfları.....	20
Kolon.....	21
Kiriş.....	22
Perde.....	23
Döşeme.....	26
Temeller	26
Mevcut Binalarda Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri.....	27
DBYBHY-2007 betonarme binaların yapı elemanlarında hasar düzeylerinin belirlenmesi	28
TBDY(2018)'e göre betonarme kesitlerin hasar sınırları	30
DBYBHY-2007 performans bölgeleri	32
TBDY-2018 performans bölgeleri	33
MATERYAL ve YÖNTEM	35
Materyal	35
Yapı hakkında genel bilgiler	35
Yapının geometrik görünüşü ve uygulaması.....	35
Bina bilgileri	36
Harita Spektral İvme Katsayılarının Belirlenmesi	37
Hesaplama sonucuna göre oluşturulan raporlar	37
ARAŞTIRMA BULGULARI	40
Tokat İli Kolonların Performans Değerlendirilmesi	40
Tokat İli İçin Kirişlerin Performans Değerlendirilmesi	48
Kırşehir İli İçin Kolonların Performans Değerlendirilmesi	57
Kırşehir İli İçin Kirişlerin Performans Değerlendirilmesi	61
SONUÇ ve ÖNERİLER	67
KAYNAKLAR	70
ÖZGEÇMİŞ.....	72

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Ülkemizde meydana gelen bazı büyük depremler.....	1
Tablo 2. Ülkemizde kullanılan yönetmelikler	2
Tablo 3. C katsayısı	7
Tablo 4. n katsayısı	7
Tablo 5. Deprem zemin katsayısı “a” değerleri	8
Tablo 6. Zemin hâkim periyodu.....	9
Tablo 7. Yerel zemin sınıfları	12
Tablo 8. Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayıları	12
Tablo 9. 1.0 saniye periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayıları	12
Tablo 10. Yerel zemin grubu	13
Tablo 11. Yerel zemin sınıfları	13
Tablo 12. Etkin yer ivme katsayıları.....	15
Tablo 13. Spektrum karakteristik periyotları	16
Tablo 14. Bina önem katsayısı.....	17
Tablo 15. Bina kullanım sınıfları ve önem katsayıları.....	18
Tablo 16. Deprem tasarım sınıfları	18
Tablo 17. Bina yükseklik sınırları	19
Tablo 18. DBYBHY 2007 Betonarme kirişlerin hasar sınırlarını ifade eden etki/kapasite oranları	29
Tablo 19. DBYBHY 2007 Betonarme kolonların hasar sınırlarını ifade eden etki/kapasite oranları	30
Tablo 20. TBDY 2018’de hasar sınırları için izin verilen birim şekildeğiş-tirmeler.....	30
Tablo 21. TBDY 2018’e göre donatı çelikleriyle ilgili bilgiler	31
Tablo 22. Beklenen (Ortalama) malzeme dayanımları	32
Tablo 23. Bina bilgileri modeli.....	36
Tablo 24. Tokat için oluşan hasar durumları	66
Tablo 25. Kırşehir ili için oluşan hasar durumları	66

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Deprem bölge katsayısı	8
Şekil 2. Yatay tasarım ivme spektrumu (TBDY 2018)	14
Şekil 3. Yatay tasarım ivme spektrumu (DBYBHY 2007)	15
Şekil 4. Düşey elastik tasarım spektrumu (TBDY 2018)	16
Şekil 5. Perdenin boşluk donatısı	25
Şekil 6. 2007 Deprem Yönetmeliği hasar sınırları ve hasar bölgeleri	27
Şekil 7. 2018 Deprem Yönetmeliği hasar sınırları ve hasar bölgeleri	28
Şekil 8. Bina aplikasyonu	35
Şekil 9. Binanın üç boyutlu geometrik modellemesi	36
Şekil 10. Türkiye deprem tehlike haritası raporlama	37
Şekil 11. Kullanıcı girdileri (Tokat ili için)	38
Şekil 12. Harita ve tasarım spektral ivme katsayıları (Tokat ili için)	38
Şekil 13. Yatay ve düşey elastik tasarım spektrum grafikleri (Tokat ili için)	38
Şekil 14. Kullanıcı girdileri (Kırşehir ili için)	39
Şekil 15. Harita ve tasarım spektral ivme katsayıları (Kırşehir ili için)	39
Şekil 16. Yatay ve düşey elastik tasarım spektrum grafikleri (Kırşehir ili için)	39
Şekil 17. DBYBHY-2007 -X deprem yönü 1. kat kolon hasar durumu (Tokat)	40
Şekil 18. DBYBHY-2007 +X deprem yönü 1. kat kolon hasar durumu (Tokat)	41
Şekil 19. DBYBHY-2007 -Y deprem yönü 1. kat kolon hasar durumu (Tokat)	41
Şekil 20. DBYBHY-2007 +Y Deprem Yönü 1. kat kolon hasar durumu (Tokat)	42
Şekil 21. DBYBHY-2007 -X deprem yönü 2. kat kolon hasar durumu (Tokat)	42
Şekil 22. DBYBHY-2007 +X deprem yönü 2. kat kolon hasar durumu (Tokat)	43
Şekil 23. DBYBHY-2007 -Y deprem yönü 2. kat kolon hasar durumu (Tokat)	43
Şekil 24. DBYBHY-2007 +Y deprem yönü 2. kat kolon hasar durumu (Tokat)	44
Şekil 25. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_s) kolon hasar durumu (Tokat)	44
Şekil 26. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_c) kolon hasar durumu (Tokat)	45
Şekil 27. TBDY-2018 Y deprem yönü 1. kat (ϵ_s) kolon hasar durumu (Tokat)	45
Şekil 28. TBDY-2018 Y deprem yönü 1. kat (ϵ_c) kolon hasar durumu (Tokat)	46
Şekil 29. TBDY-2018 X deprem yönü 2. kat (ϵ_s) kolon hasar durumu (Tokat)	46
Şekil 30. TBDY-2018 X deprem yönü 2. kat (ϵ_c) kolon hasar durumu (Tokat)	47
Şekil 31. TBDY-2018 Y deprem yönü 2. kat (ϵ_s) kolon hasar durumu (Tokat)	47
Şekil 32. TBDY-2018 Y deprem yönü 2. kat (ϵ_c) kolon hasar durumu (Tokat)	48

Şekil 33. DBYBHY-2007 -X deprem yönü 1. kat giriş hasar durumu (Tokat)	49
Şekil 34. DBYBHY-2007 +X deprem yönü 1. kat giriş hasar durumu (Tokat)	49
Şekil 35. DBYBHY-2007 -Y deprem yönü 1. kat giriş hasar durumu (Tokat)	50
Şekil 36. DBYBHY-2007 +Y deprem yönü 1. kat giriş hasar durumu (Tokat)	50
Şekil 37. DBYBHY-2007 -X deprem yönü 2. kat giriş hasar durumu (Tokat)	51
Şekil 38. DBYBHY-2007 +X deprem yönü 2. kat giriş hasar durumu (Tokat)	51
Şekil 39. DBYBHY-2007 -Y deprem yönü 2. kat giriş hasar durumu (Tokat)	52
Şekil 40. DBYBHY-2007 +Y deprem yönü 2. kat giriş hasar durumu (Tokat)	52
Şekil 41. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_s) giriş hasar durumu (Tokat)	53
Şekil 42. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_c) giriş hasar durumu (Tokat)	53
Şekil 43. TBDY-2018 Y deprem yönü 1. kat (ϵ_s) giriş hasar durumu (Tokat)	54
Şekil 44. TBDY-2018 Y deprem yönü 1. kat (ϵ_c) giriş hasar durumu (Tokat)	54
Şekil 45. TBDY-2018 X deprem yönü 2. kat (ϵ_s) giriş hasar durumu (Tokat)	55
Şekil 46. TBDY-2018 X deprem yönü 2. kat (ϵ_c) giriş hasar durumu (Tokat)	55
Şekil 47. TBDY-2018 Y deprem yönü 2. kat (ϵ_s) giriş hasar durumu (Tokat)	56
Şekil 48. TBDY-2018 Y deprem yönü 2. kat (ϵ_c) giriş hasar durumu (Tokat)	56
Şekil 49. DBYBHY-2007 -X deprem yönü 1. kat kolon hasar durumu (Kırşehir).....	57
Şekil 50. DBYBHY-2007 +X deprem yönü 1. kat kolon hasar durumu (Kırşehir).....	58
Şekil 51. DBYBHY-2007 -Y deprem yönü 1.kat kolon hasar durumu (Kırşehir).....	58
Şekil 52. DBYBHY-2007 +Y deprem yönü 1. kat kolon hasar durumu (Kırşehir).....	59
Şekil 53. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_s) kolon hasar durumu (Kırşehir).....	59
Şekil 54. TBDY-2018 X deprem yönü 1.kat (ϵ_c) kolon hasar durumu (Kırşehir)	60
Şekil 55. TBDY-2018 Y deprem yönü 1. kat (ϵ_s) kolon hasar durumu (Kırşehir).....	60
Şekil 56. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_c) kolon hasar durumu (Kırşehir)	61
Şekil 57. DBYBHY-2007 -X deprem yönü 1. kat giriş hasar durumu (Kırşehir).....	62
Şekil 58. DBYBHY-2007 +X deprem yönü 1.kat giriş hasar durumu (Kırşehir).....	62
Şekil 59. DBYBHY-2007 -Y deprem yönü 1. kat giriş hasar durumu (Kırşehir).....	63
Şekil 60. DBYBHY-2007 +Y deprem yönü 1. kat giriş hasar durumu (Kırşehir).....	63
Şekil 61. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_s) giriş hasar durumu (Kırşehir).....	64
Şekil 62. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_c) giriş hasar durumu (Kırşehir)	64
Şekil 63. TBDY-2018 Y deprem yönü 1. kat (ϵ_s) giriş hasar durumu (Kırşehir).....	65
Şekil 64. TBDY-2018 Y deprem yönü 1. kat (ϵ_c) giriş hasar durumu (Kırşehir)	65
Şekil 65. Tokat ili için yatay elastik tasarım spektrumları karşılaştırması.....	69

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı
BKS	Bina Kullanım Sınıfı
BYS	Bina Yükseklik Sınıfı
CG	Can Güvenliği Performans Düzeyi
DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
DD	Deprem Düzeyi
DTS	Deprem Tasarım Sınıfı
GÇ	Göçme Sınırı
GÖ	Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi
GV	Güvenlik Sınırı
HK	Hemen Kullanım Performans Düzeyi
HN	Bina yüksekliği
KH	Kontrollü Hasar Performans Düzeyi
KK	Kesintisiz Kullanım Performans Düzeyi
MN	Minimum Hasar Sınırı
SH	Sınırlı Hasar Performans Düzeyi
STA4CAD V14.1	Structural Analysis for Computer Aided Design Version 14.1
TBDY	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

Simgeler

h_0	Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu [mm]
α_i	Yatayda bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklık [mm]
A_{sh}	Enine donatı alanı (dikdörtgen kesit) [mm ²]
b_0	Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu [mm]
b_k	Çekirdek boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık) [mm]
F_1	1 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
f_{ce}	Betonun ortalama (beklenen) basınç dayanımı

f_{ck}	Betonun karakteristik basınç dayanımı
f_{cm}	Mevcut beton dayanımı
F_S	Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
f_y	Taşıyıcı sistemin akma dayanımı
f_{ye}	Çeliğin ortalama (beklenen) akma dayanımı
f_{yk}	Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı
f_{yu}	Boyuna donatının karakteristik kopma dayanımı
f_{ywe}	Enine donatının ortalama (beklenen) akma dayanımı [MPa]
S_1	1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı
$S_{ae}(T)$	Yatay elastik tasarım spektral ivmesi
$S_{aed}(T)$	Düşey elastik tasarım spektral ivmesi
S_{D1}	1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı
S_{DS}	Kısa periyot bölgesi için tasarım spektral ivme katsayısı
S_S	Kısa periyot bölgesi için harita spektral ivme katsayısı
T_A	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
T_{AD}	Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
T_B	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
T_{BD}	Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
T_L	Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yer değiştirme bölgesine geçiş
T_p	Bina hakim doğal titreşim periyodu
ϵ_c	En dış lifteki beton basınç şekil değiştirmesi
$\epsilon_c(GÖ)$	Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı
$\epsilon_c(KH)$	Kontrollü Hasar performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı
$\epsilon_c(SH)$	Sınırlı Hasar performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı
ϵ_{cu}	Sargılı betondaki maksimum basınç birim şekil değiştirmesi
ϵ_s	Donatı çeliği birim yer değiştirmesi
$\epsilon_s(GÖ)$	Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekil değiştirmesi sınırı
ϵ_{su}	Maksimum dayanıma karşı gelen donatı birim uzaması
ρ_{sh}	Göz önüne alınan doğrultuda enine donatının hacimsel oranı
$\epsilon_s(KH)$	Kontrollü Hasar performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekil değiştirmesi sınırı

$\epsilon_s(\text{SH})$

Sınırlı Hasar performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekil
değiştirme sınırı



GİRİŞ

Afet, canlı varlıklar ve cansız objelerin zarar görmesine neden olan tamamen veya çoğunlukla insan kontrolü dışında meydana gelen doğal olay şeklinde tanımlanmaktadır (Kemaloğlu 2015). Afetler oluşum sebepleri çoğunlukla doğa olayı olmasına rağmen insan etkilerinin birleşimiyle oluşmaktadır. Yani bir tehlike tek taraflı afet durumunu oluşturmaz. Doğal olay ve insan etkisi aynı zaman ve mekâna denk geldiklerinde doğal afetler oluşmaktadır (Alcantara 2002). Afetler dünyanın sadece bir kısmında değil her yerinde meydana gelmektedir. Özellikle gelişmekte olan ve gelişmemiş ülkelerde bu tarz doğal afetlerin etkileri gelişmiş ülkelere göre daha büyük olmaktadır. Şehirlerde en yıkıcı ve üzücü etkiler yanlış yapılaşmış alanlarda meydana gelmektedir. Bu olayların azalmasında düzen bir bütün olarak incelenmeli, ekonomik, toplumsal, yasal ve yönetsel gelişmeler bir arada sağlanmalıdır. (Kepenek ve Gençel 2016).

Ülkemizin jeolojik ve topoğrafik özellikleri nedeniyle, ülkemizde sürekli depremler meydana gelmektedir. Ülkemiz her seferinde önemli derecede can ve mal kayıplarına uğramaktadır. Ülkemizde ciddi maddi ve manevi sonuçlara yol açan depremlerden bazıları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Ülkemizde meydana gelen bazı büyük depremler (Kürkçü 2019).

Yer	Tarih	Büyüklik	Can Kaybı
Erzincan	1939	7.9	32962
Bolu-Gerede	1944	7.2	3959
Muş-Varto	1966	6.9	2394
Erzurum-Kars	1983	6.8	1155
Erzincan	1992	6.8	653
Ceyhan	1998	6.3	1998
Gölcük	1999	7.4	18373
Düzce	1999	7.2	845
Van-Edremit	2011	7.2	604

Yukarıda belirtilen rakamlar incelendiğinde Türkiye, afetler karşısında bu kadar hazırlıksız olması sebebi ile büyük bedeller ödemiştir (Adar 2019). Deprem etkilerinin oluşturduğu hasarı en aza indirmek için depreme dayanıklı yapı tasarlamak yapı mühendisliğinde temel felsefe olmaktadır. Depreme dayanıklı yapı tasarımı ülkelerin deprem yönetmeliklerinde belirtilen koşullar ışığında sağlanabilmektedir. Afetler hakkında

ülkemizdeki ilk düzenleme 14.09.1509 günü İstanbul'da meydana gelen takribi 13.000 kişinin ölümüne sebep olan depremden sonra II. Bayezid'in ilan ettiği fermana dayanmaktadır (Kemaloğlu 2015). 26 Aralık 1939'da Erzincan da meydana gelen ve çok büyük yıkımlara neden olan bu deprem sonrasında ilk yönetmelik hazırlanmıştır (Öztürk 2018). Başlangıç olarak 1940 "Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi" ilan edilmiş ve günümüze kadar pek çok değişime uğrayarak farklı şekillerde yayınlanmıştır. Bu değişimler sonrası yayınlanan yönetmelikler Tablo 2'de gösterilmiştir (Alyamaç ve Erdoğan 2005).

Tablo 2. Ülkemizde kullanılan yönetmelikler

Yönetmelik Tarihi	Yönetmeliğin Adı
1940	Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi
1944	Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi
1949	Türkiye Yer Sarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği
1953	Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
1962	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
1968	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
1975	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
1998	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
2007	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
2018	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

Bu çalışmada mevcut binanın deprem performansının belirlenmesinde Sta4Cad v14 programı kullanılarak betonarme çerçeve sistemli 4 katlı bir konut binası, deprem bakımından tehlikesi yüksek ve düşük olmak üzere iki ayrı bölge için deprem analizleri yapılmıştır. Bu analizler 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik ve 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği için ayrı ayrı performanslarına bakılıp karşılaştırılması yapılmıştır.

Çalışmanın amacı ise, mevcut binaların deprem performansının belirlenmesinin 2018-Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ile çözümlemesi yapılarak 2007-Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliği ile karşılaştırmasını yapmak, bu karşılaştırma sonucunda her iki yönetmeliğin avantajlarını, dezavantajlarını belirlemektir.

Konu İle İlgili Çalışmalar

Başaran (2018), Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (TBDY 2018) göre Afyonkarahisar'da olduğu düşünülen 5 katlı ve 10 katlı çerçeve modellerine ait deprem yüklerini, 2007 Deprem Yönetmeliği için Z1, Z2, Z3 ve Z4 zemin sınıfları ve 2018 Deprem Yönetmeliği için ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarına göre hesaplamıştır. Yazar, 5 ve 10

katlı referans çerçevelerin doğal titreşim periyotlarını DBYBHY 2007'e göre sırasıyla 0.44 s ve 0.72 s, TBDY 2018'a göre ise 0.63 s ve 1.03 s olarak hesaplamıştır. Çalışmada, artan titreşim periyotlarına bağlı olarak her iki çerçeve modeli için TBDY 2018'e göre hesapta eşdeğer deprem yüklerinin DBYBHY 2007'e göre azaldığı görülmüştür.

Keskin ve Bozdoğan (2018), yaptıkları çalışmanın ilk bölümünde deprem yönetmeliklerinin Türkiye'deki gelişimini zemin sınıfları ve dinamik analiz sonuçları açısından incelemiştir. Çalışmada, 2018 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği kullanılarak Kırklareli merkezinde bulunan bir binanın iki farklı zemin sınıfı için yatay elastik tasarım spektrumları elde etmişlerdir. Bu spektrumlar, 2007 yönetmeliğinde yer alan elastik tasarım spektrumları ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına bakıldığında özellikle DBYBHY 2007'e göre Z4 olan ve TBDY 2018'e göre ZE zemin sınıfına karşılık gelen bir zemin tipi için en büyük yer ivmesi ve yer değiştirmelerin TBDY 2018 yönetmeliğinde önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Ayrıca, yazarlarca yeni yönetmeliğin deprem tehlikesini daha gerçekçi olarak ortaya koyduğu ifade edilmiştir.

Amani vd. (2020), örnek bir yığma binayı 1998, 2007 ve 2018 Deprem Yönetmelikleriyle karşılaştırmalı olarak irdelemiştir. Yazarlar bu çalışmada, 2018 Deprem Yönetmeliğine göre hesaplanan taban kesme kuvvetini 2007 yönetmeliğine göre hesaplanan değerden %42, 1998 yönetmeliğine göre hesaplanan değerden ise %77 daha büyük çıktığı ifade edilmiştir.

Ulutaş (2019) yaptığı çalışmada, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY, 2007) ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğini (TBDY, 2018) kesit hasar sınırları açısından incelemiştir. Yürütülen çalışmada, birer adet betonarme kiriş, kolon ve perde kesiti için iyi ve düşük dayanımlı beton kullanılarak iki grup kesit oluşturulmuştur. Kolon ve perde kesiti için iki farklı eksenel yük seviyesi belirlenmiş ve toplamda 14 adet kesite ait şekil değiştirme üst sınırları elde edilmiştir. Hesaplanan şekil değiştirme üst sınır değerlerine bağlı olarak kesit hasar seviyeleri belirlenmiş ve her iki yönetmeliğe göre elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, TBDY 2018'e göre belirlenen kesit hasar sınırlarının DBYBHY 2007'e göre elde edilen kesit hasar sınırlarından daha küçük değerler aldığı görülmüştür. Bu sonuçlar ışığında TBDY 2018'in DBYBHY 2007'e göre daha güvenli tarafta olduğu çıkarımı yapılmıştır.

Bozkurt ve Serin (2021) tarafından yürütülen çalışmada ise DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 esas alınarak boyutlandırılan merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin dinamik performansları karşılaştırılmıştır. Bu amaca yönelik olarak 3, 6 ve 9 katlı ters V ve parçalı X tipi toplam 6 adet çerçeve, doğrusal olmayan dinamik analizlere tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre

TBDY-2018 esaslarına göre tasarımı yapılan çelik modellerin maksimum kat ötelemesi, kalıcı görelî kat ötelemesi ve çapraz elemanların süneklilik talepleri açısından daha güvenilir olduğu belirtilmiştir.

Bozer (2020) tarafından yapılan çalışmada, DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmelikleri elastik tasarım ivme değerleri açısından irdelenmiştir. Çalışmada, TBDY 2018 yönetmeliği ile beraber yürürlüğe giren ve UDAP-Ç-13-06 (Akkar vd. 2014) projesi çıktısı olan Türkiye Deprem Tehlike Haritası baz alınarak 81 il merkezi için elde edilen spektral değerler detaylı bir incelemeye tabi tutulmuş ve TBDY 2018 yönetmeliğine göre elde edilen ivme değerleriyle kıyaslanmıştır. Elde edilen bulgular ışığında, DBYBHY 2007 'in özellikle zayıf zemin grupları için TBDY 2018'e göre daha yüksek ivme değerleri verdiği görülmüştür. Çalışmada elde edilen farklı yer ivmelerinin bina davranışı üzerinde etkisi incelenmemekle beraber, artan spektral ivmelerin binaların tasarımında kullanılacak taban kesme kuvvetlerine de benzer şekilde yansyacağı ve bu nedenle özellikle büyük ivme artışlarının olduğu konumlarda yapı stoklarının deprem performanslarının yeniden değerlendirilmesi önerilmiştir.

Elci ve Goker (2018), DBYBHY 2007 ve TBDY 2018'i betonarme kolonların deprem performansının değerlendirilmesi açısından karşılaştırılmıştır. Yapılan deneysel ve teorik çalışma sonucu TBDY 2018, DBYBHY 2007'den daha güvenli tarafta kalan deformasyon limitleri verdiği sonucuna varmışlardır. Nemutlu ve Sarı (2018), 4 ve 9 katlı iki yapıyı TBDY 2018 ve DBYBHY 2007'de verilen esaslar doğrultusunda analiz etmiş, taban kesme kuvvetlerinde meydana gelen değişimlerin nedenlerini gerekçeleriyle birlikte açıklamışlardır.

TBDY-2018, yakın zamanda yürürlüğe girmiş olması itibariyle araştırmacılar ve mühendisler için oldukça yeni bir konudur. Güncel deprem şartnamesinde yeni binaların tasarımı ve mevcut binaların performanslarının değerlendirilmesi konusundaki hususlar bir önceki şartnameye göre büyük farklılıklar içermektedir. Bu nedenle, TBDY 2018'in bir önceki bina deprem yönetmeliği olan DBYBHY 2007'ye kıyasla içerdiği farklılıkların belirlenmesi ve idrak edilmesi konusunda yapılacak çalışmalar büyük önem arz etmektedir. DBYBHY 2007 ve TBDY 2018'in kıyaslanması ile ilgili literatürde yer alan çalışmalara ait genel bir özet bu kısımda sunulmuştur. Konu ile çalışmalara bakıldığında, bu çalışmaların büyük bir kısmının yapı elemanlarının tekil performanslarının hesaplanması üzerinde yoğunlaştığı, bir diğer kısmının ise sadece yapıya gelecek deprem yer hareketi parametrelerinin kıyaslanmasını içerdiği görülmüştür. Bu bağlamda, betonarme bir binanın deprem performansının belirlenmesi konusunda deprem yükleri benzer tutularak sadece yapı performansının belirlenmesine yönelik kriterlerin karşılaştırıldığı ve yeni deprem tehlike haritasına bağlı olarak hesaplanan elastik tasarım spektrumunun neden olduğu farklılıkların ayrı ayrı irdelendiği detaylı bir çalışmaya

literatürde rastlanmamıştır. Çalışmada 3 boyutlu olarak modellenen bir binanın deprem performansının farklı konumlarda ve benzer yer ivmesi etkileri için kıyaslanıyor olması literatüre önemli bir katkı sunacağı düşünülmektedir.



KURAMSAL TEMELLER

Bu bölümün birinci kısmında, daha önce yürürlüğe girmiş deprem yönetmelikleri hakkında kısa bilgiler ilgili başlıklar altında verilmektedir. İkinci kısmında ise tez çalışmasına konu olan 2007 ve 2018 Deprem Yönetmelikleri, mevcut betonarme binaların performansının değerlendirilmesiyle ilgili konularda kıyaslamalı olarak irdelenmektedir.

1940 Deprem Yönetmeliği

Betonarme binaların sık görülmediği 1940 lı yıllarda mimari nitelikler ele alınarak kat yüksekliği, duvar kalınlığına benzer konulara yer verilmiştir (Adar 2019).

1944 Deprem Yönetmeliği

1944 yılında kullanılan yönetmelik kapsamında cezai hükümlere ve resmi işlere değinilmiştir. Betonarme yapılar ele alınmıştır fakat ayrıntıya girilmemiştir. 1940 Talimatnamesine göre farklı olarak temel zeminine yer verilmiştir. Bina uzunlukları üzerine sınırlamalar getirilmiştir. Bir bina inşası için gerekli ve en uygun olan yapı malzemesi ile özenli işçilik kavramından söz edilmiştir (Alyamaç ve Erdoğan 2005).

1949 Deprem Yönetmeliği

Yönetmelik kapsamında ayrıntılara yer verilmemekle beraber 1. ve 2. derece deprem bölgeleri için bilgiler verilmiştir. Temel kazma zorunlu hale getirilerek depreme etki eden düşey etkinin dışında, yatay etkiye de yer verilmiştir (Adar 2019). Yatay doğrultudaki deprem etkisinin kesiştiği iki dik eksen üzerinde etkilediğini fakat iki deprem doğrultusu üzerinde de eşit derecede etki göstermediği ifade edilmiştir. Deprem kuvveti Denklem 1'de gösterilmiştir.

$$H = C + (G + n \cdot P) \quad (1)$$

G : Ağırlık

P : Hareketli yük

n : Hareketli yük katsayısı

H : Deprem kuvveti

n : (1/3-1) arasında seçilecek, C değeri 1.derece deprem bölgelerinde 0.04 ile 0.02 arasında; 2.derece deprem bölgeleri için ise 0.03 ile 0.01 arasındaki değerler seçilecektir.

1953 Deprem Yönetmeliği

Deprem kuvvetlerinin hesabı ile ilgili detaylı bilgi verilmiştir. Deprem hesabında bulunan n değeri ve C katsayısı ile ilgili çizelgeler oluşturulmuştur (Alyamaç ve Erdoğan 2005). Bu çizelgeler, Tablo 3 ve 4'te verilmiştir.

Tablo 3. C katsayısı

KOŞULLAR	1° Deprem Bölgesi	2° Deprem Bölgesi
En düşük kalınlığı 3 m olup sert kil zemindeki binalar için	0.03	0.02
Yerlikaya kalınlığının 1m üzerindeki zeminler için yapılacak binalarda	0.02	0.01
Yukarıdaki iki kategorideki zeminler haricinde yapılacak binalar için	0.04	0.03

Tablo 4. n katsayısı (Hareketli yüke bağlı)

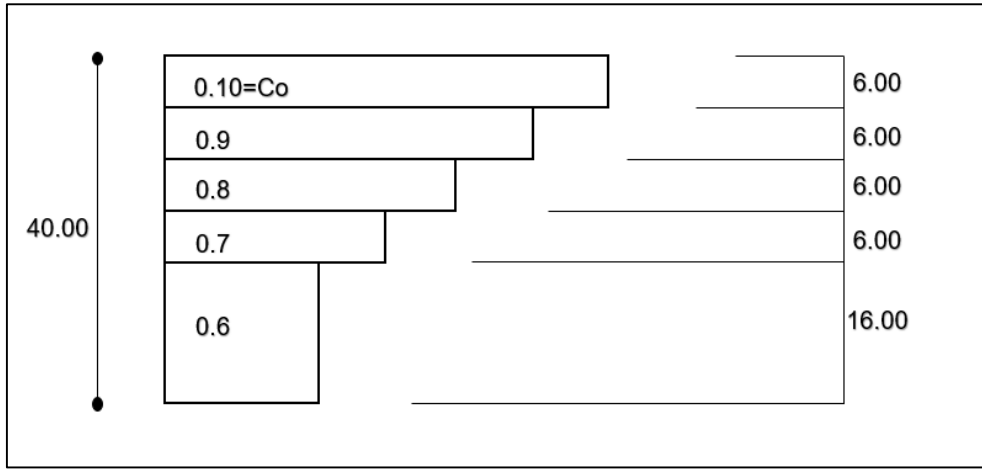
YAPININ TÜRÜ	n
Konutlarda	1/3
Resmi yapılarda	1/2
Tiyatro, Sinema, fabrika, kahvehane, otel, genel toplantı ve işyeri gibi yapılarda	1

1962 Deprem Yönetmeliği

Bu yönetmelik kapsamında deprem hesabı dışında yangın, sel gibi afetlere de yer verilmiştir (Alyamaç ve Erdoğan 2005). Depremi etkileyen yatay yük hesaplanmıştır. Yatay yük Denklem 2'de gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$C=Co.n_1.n_2 \quad (2)$$

Co , bina yüksekliği gereğince kullanılacak katsayıyı ifade etmektedir. n_1 , yapı ve zemin çeşidine göre farklılık gösteren katsayıyı ifade etmektedir. n_2 , deprem bölgesine göre değişecek katsayı olarak tarif edilmektedir. Bina yüksekliği gereğince farklılık gösteren katsayı Şekil 1'de belirtildiği gibidir.



Şekil 1. Deprem bölge katsayısı

1968 Deprem Yönetmeliği

1968 Deprem Yönetmeliği kapsamında, su ile içi içe olan yerlerde veya bu yerlerin genişletilmesinde kullanılacak olan malzemelerin suya dayanabilen malzemeler olması gerekmektedir. Bina yüksekliği betonarme karkas yapılar için sınırlandırılmamış fakat temel seviyesinden yüksekliği 44.00 m'yi aşan karkas yapılar zemin koşulları göz önünde bulundurularak dinamik hesap yöntemiyle uygulanmaktadır. Deprem bölgelerine yapılacak binalarda, binaya etkiyecek yanal kuvvetler doğrultusunda hesaplamalar yapılmaktadır. Bu hesaplamalarda gösterilen kesme kuvveti Denklem 3'te gösterildiği gibi hesaplaması yapılacaktır.

$$F = C.W \quad (3)$$

C: Deprem etkisindeki katsayı

W: Binanın bütün ağırlığı

F: Binada oluşan toplam deprem kuvveti

Zemin türlerine göre değişkenlik gösteren deprem zemin katsayısı olan "a" değerleri Tablo 5'te belirtilmiştir.

Tablo 5. Deprem zemin katsayısı "a" değerleri

Zemin Türleri	Deprem Zemin katsayısı (a)
Dayanıklı ve bütün kayalık zeminler	0.80
Çakıl, kum ve kil gibi dayanıklı zeminler, çatlak ve rahatlıkla tabakalar haline gelebilen kayalar	1.00
Sulu zayıf ve yukarıda belirtilen dayanıklı zeminler dışındaki daha az dayanıklı zeminler	1.20

1975 Deprem Yönetmeliği

1975 yönetmelik kapsamında, dört farklı zemin sınıfı tanımlanmıştır. Dört farklı zemin sınıfı ise "Zemin Hâkim Periyoduna" göre yapılmıştır. Tablo 6'da Zemin hakim periyotları belirtilmiştir.

Tablo 6. Zemin hâkim periyodu

Zemin Türü		Zemin Hakim Periyodu T_0 (sn)	T_0 Ort. (sn)
I	a	0.20	0.25
	b	0.25	
	c	0.30	
II	a	0.35	0.42
	b	0.40	
	c	0.50	
III	a	0.55	0.60
	b	0.60	
	c	0.65	
IV	a	0.70	0.80
	b	0.80	
	c	0.90	

1998 Deprem Yönetmeliği

1998 Deprem Yönetmeliğinde ise belirli kapsamlı ilkeler verilerek bu ilkelere tabi kalınması zorunlu tutulmuştur. İlk olarak bir tür düzensizlik adını verdiği bazı konular ele alınarak depreme dayanıklı yapılar için kullanılacak olan 'Deprem Yüğü Azaltma Katsayıları' ile Spektral İvme Katsayısı' tayin edilmiştir. Deprem hesabı içinde üç ayrı yöntem belirlenmiştir. Bu yöntemler; Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemidir. Deprem yükleri hesaplanırken 'Taşıma Gücü'ne bakılıp hesaplaması yapılarak bütün deprem bölgeleri için 'Sıvılaşma Potansiyeli' nin olup olmadığı ile alakalı deney ve raporların incelenmesi zaruri hale getirilmiştir (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik).

2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik

Bu yönetmelik Marmara depreminin ardından meydana gelen ağır kayıplardan ötürü 1998 Deprem Yönetmeliğinin bazı kısımları değiştirilip düzenlemeler yapılarak ilan edilmiştir.

Bu yönetmelikte en önemli düzenleme ise performans analizlerinin zorunlu hale getirilmesi olmuştur. Yönetmelikte köklü değişimler yapılmadığından artan ihtiyaçlara cevap veremediği için tekrar değiştirme gereksinimi duyulmuştur. İlk adım 2016 yılında atılarak bir taslak oluşturulmuş ve Mart 2018 tarihinde yönetmelik hazırlanarak 1 Ocak 2019 tarihinde resmi gazetede yayımlanarak ilan edilmiştir. Bu yönetmelik hem yapısal hem de deprem açısından irdelenerek daha geniş bir yelpaze içinde sunulmuştur.

TBDY 2018'in Getirdiği Yenilikler ve DBYBHY 2007'ye Göre Yapılan Değişiklikler

Yeni yönetmelik, eski yönetmeliğe göre büyük yenilikler ve oldukça önemli değişiklikler getirmiştir. Yeni yönetmelik hükümleri, deprem etkisine maruz kalan yerinde dökme ve ön üretimli betonarme, yığma, çelik, hafif çelik, ahşap, sismik yalıtımlı ve yüksek yapıların dizaynı için uygulanır. Mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi de 2018 Deprem Yönetmeliği kapsamındadır. Önceki yönetmelikten farklı olarak, yüksek binalar, deprem yalıtımlı binalar, ahşap binalar yeni bölüm olarak yönetmeliğe eklenmiştir. Ön üretimli betonarme ve hafif çelik binalarla ilgili detaylı tasarım kuralları verilerek ayrı birer bölüm olarak verilmiştir (Aşığçel 2019).

Deprem yer hareketi düzeyleri

2018 TBDY gereğince deprem yer hareket düzeyi farklı bir şekilde dört sınıfta incelemesi yapılmıştır.

a) Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1 (DD-1): Spektral büyüklüğünün 50 yıl içinde geçilme olasılığının %2 ve yeniden oluşma sürelerinin 2475 yıl olarak tanımlandığı deprem yer hareketi düzeyini ifade etmektedir.

b) Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD-2): Spektral büyüklüğünün 50 yıl içinde geçilme olasılığının %10 ve yeniden oluşma süresinin 475 yıl olarak ifade edildiği deprem yer hareketi düzeyidir.

c) Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3 (DD-3): Spektral büyüklüğünün 50 yıl içinde geçilme olasılığının %50 ve yeniden oluşma süresinin 72 yıl olduğu deprem yer hareketi düzeyini ifade etmektedir.

d) Deprem Yer Hareketi Düzeyi-4 (DD-4): Spektral büyüklüğünün 50 yıl içinde geçilme olasılığının %68 ve yeniden oluşma süresinin 43 yıl olduğu deprem yer hareketi düzeyini ifade etmektedir.

2007 DBYBHY'de, deprem düzeyi (DD) ile ilgili herhangi bir ayrıntıya yer verilmemiş, bütün yapılacak yeni yapılarda 50 yılda geçilme olasılığı %10 olan depremi esas alınmaktadır (2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği).

Deprem yer hareketi spektrumları

Deprem yer hareketi spektrumları 2018 TBDY'nin ortaya çıkardığı büyük farklılıklardan biri olmuştur. Deprem yer hareketi spektrumu; harita spektral ivme katsayıları ve yerel zemin etki katsayılarına tabii sahaya özel deprem tehlikesi incelemeleriyle tarif edilmiştir.

Harita spektral ivme katsayıları

Yönetmelikte, birbirine dik olan iki yatay doğrultu için deprem tesirlerinin geometrik ortalamasına karşılık gelen, belirlenmiş deprem hareket düzeyi için referans zemin şartı göz önünde bulundurularak %5 sönüm oranı için harita spektral ivme değerlerinin yerçekimi ivmesine bölünmesiyle boyutsuz katsayılar olarak tanımlanmıştır (Bozer 2019).

- 1 saniyedeki periyotta harita spektral ivme katsayısı S_1
- Kısa periyotta harita spektral ivme katsayısı S_s

Yerel zemin etki sayıları

Deprem tasarım spektrumları için tanımlanmasında başlıca seçilecek yerel zemin sınıfları *2018 TBDY'de*, 16. Bölüme göre yapılacak zemin araştırmalarıyla belirlenir. Önceki yönetmeliğe göre büyük değişikliklerin olduğu zemin sınıflandırması Tablo 7'de verilmiştir. Tabloda verildiği gibi 6 sınıfa ayrılan zeminlerden ZF zemin sınıfı, alana özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zemin sınıfı olarak verilmiştir. ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıfları, zemin tabakalarının üst 30 metresinde verilen zemin sınıfı özelliklerine göre elde edilen ortalama değerlere göre belirlenir. Tablo 8 ve Tablo 9'da, zemin sınıfları ve kısa periyot ile 1.0 saniye periyot için hesaplanan değerlere bağlı kalınarak yerel zemin etki katsayıları F_1 ve F_s belirlenir. Ara değerler interpolasyonla bulunur.

Tablo 7. Yerel zemin sınıfları (TBDY-2018)

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Türü	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe/30cm]	$(C_u)_{30}$ kPa
ZA	Dayanıklı, sert kayalar	>1500	-	-
ZB	Az ayrılmış kayalar, orta sağlam kayalar	760-1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış kayalar, çok çatlaklı zayıf kayalar	360-760	>50	>250
ZD	Orta sıkı-sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180-360	15-50	70-250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak- katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası $c_u < 25$ kPa içeren profiller	<180	<15	<70
ZF	Araziye özel değerlendirme ve araştırma yapılması gereken zeminler: 1)deprem etkisine maruz kalan potansiyel göçme ve çökme riskini taşıyan zeminler (yüksek seviyede hassas killer, sıvılaştırılmış zeminler, göçme ihtimali olan zayıf çimentolu zeminler vb.), 2)Kalınlığı 3 metreden fazla organik veya turba içerik bakımından yüksek killer, 3)Kalınlığı 8 metreden fazla olup yüksek plastisiteye sahip ($PI > 50$)killer, 4)Çok kalın (>35m) orta katılıktaki ve yumuşak killer.			

Tablo 8. Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayıları (TBDY 2018)

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_s					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s = 1.25$	$S_s \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	Sahaya özel zemin davranışının analizleri yapılmalıdır.					

Tablo 9. 1.0 saniye periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayıları (TBDY 2018)

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

Denklem 4 ve 5 de S_{D1} ve S_{DS} 'e tasarım spektral ivme katsayıları S_1 ve S_s harita spektral ivme katsayılarından dönüştürülür (Bozer 2019).

$$S_{DS} = S_s F_s \quad (4)$$

$$S_{D1} = S_1 F_1 \quad (5)$$

2007 DBYBHY, yerel zemin sınıfları ve yerel zemin grupları farklı kısımlarda değerlendirilmiştir. Tablo 10 ve Tablo 11'de yerel zemin grupları için bilgiler gösterilmiştir.

Tablo 10. Yerel zemin grubu (DBYBHY 2007)

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Pentr. (N/30)	Rölatif Sıklık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalga Hızı (m/s)
(A)	Sert çimentolu tortul kayalar, ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar ve masif volkanik kayalar.	-	-	>1000	>1000
	2. Çakıl, çok sıkı kum.	>50	85-100	-	>700
	3. Siltli kil ve Sert kil.	>32	-	>400	>700
(B)	1. Aglomera ve tüf gibi sağlam olmayan volkanik kayalar, süreksizlik düzlemlerine sahip ayrışmış çimentolu tortul kayalar.	-	-	500-1000	700-1000
	2. Çakıl, sıkı kum.	30-50	65-85	-	400-700
	3. Siltli kil ve çok katı kil.	16-32	-	200-400	300-700
(C)	1. Çimentolu tortul kayalar ve yumuşak süreksizlik düzlemlere sahip çok ayrışmış metamorfik kayalar.	-	-	<500	400-700
	2. Çakıl, orta sıkı kum.	10-30	35-65	-	200-400
	3. Siltli kil ve katı kil.	8-16	-	100-200	200-300
(D)	1. Yeraltı su seviyesi yüksek olan kalın alüvyon, yumuşak tabakalar.	-	-	-	<200
	2. Gevşek kum.	<10	<35	-	<200
	3. Siltli kil, yumuşak kil.	<8	-	<100	<200

Tablo 11. Yerel zemin sınıfları (DBYBHY 2007)

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Grubu ve Maksimum Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zemin. $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

2007 Deprem Yönetmeliği kapsamında yerel zemin grupları ve sınıfları ayrı ayrı olarak düzenlenmişken 2018 Deprem Yönetmeliği kapsamında yerel zemin grupları ve yerel zemin sınıfları daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Bunun yanında altı farklı grup için ifade edilen yerel zemin sınıfı içerisinde ZF adlı zemin sınıfı için ilaveten koşullar eklenmiştir.

Yatay elastik tasarım spektrumu

2018 TBDY, Denklem 6'da herhangi bir deprem yer hareketi için göz önünde bulundurulmuş yatay elastik tasarım ivme spektrumunun ordinatları olan yatay elastik tasarım ivmeleri $S_{ae}(T)$, doğal titreşim periyoduna bağlı olarak yerçekimi ivmesi [g] cinsinden ifade edilmiştir. Denklem 7, 8, 9, 10'da köşe periyotları T_A ve T_B , S_{D1} ve S_{DS} 'e göre verilmiştir. Denklem 8'de verilen sınır değerlere (T_A , T_B ve T_L) bağlı olarak yatay elastik tasarım spektrumu grafiği Şekil 2.2'de gösterilmiştir.

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad ; \quad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (6)$$

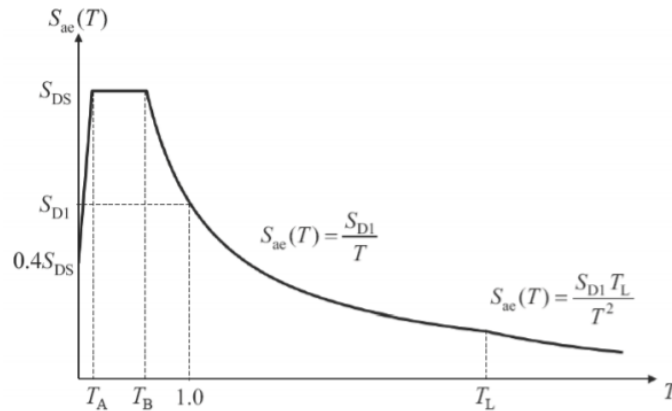
$$S_{ae}(T) = \left[0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A} \right] S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (7)$$

$$S_{ae}(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (8)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \quad (T_B \leq T \leq T_L) \quad (9)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T) \quad (10)$$

Sabit yer değiştirme kısmına geçiş periyodu $T_L = 6s$ olarak alınmalıdır. S_{D1} , S_{DS} , T_A ve T_B değerleri saha koordinatlarıyla ve zemin sınıfıyla değişkenlik göstermektedir.



Şekil 2. Yatay tasarım ivme spektrumu (TBDY 2018)

2007 DBYBHY'de, Spektral ivme katsayısı, $A(T)$, deprem yüklerinin bulunmasında kullanılır. Bu katsayı Denklem 11'de gösterilmiştir. $S_{ae}(T)$ (Elastik spektral ivme değeri)

Denklem 12’de belirtilmiştir. Bu değer yerçekimi ve spektral ivme katsayısının çarpımına denktir (2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik).

$$A(T) = A_0 I S(t) \quad (11)$$

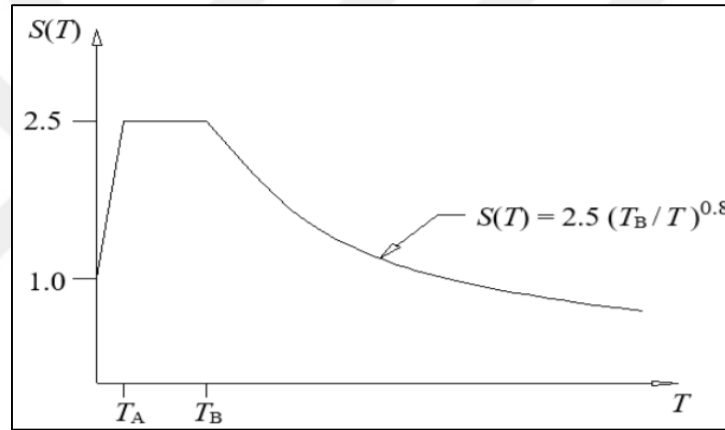
$$S_{ae}(T) = A(T)g \quad (12)$$

Yerel zemin koşullarına göre ve yapı periyodunu tanımlayan T ’ye göre Spektrum katsayısını tanımlayan $S(T)$ değeri, Denklem 13, 14 ve 15’de ifade edildiği gibi hesaplanması yapılmaktadır. T_A ve T_B değerleri yalnız yerel zemin sınıfıyla ilişkilidir.

$$S(T) = \left[1 + 1.5 \frac{T}{T_A}\right] \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (13)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (14)$$

$$S(T) = 2.5 \frac{T_B}{T} \quad (T_B < T) \quad (15)$$



Şekil 3. Yatay tasarım ivme spektrumu (DBYBHY 2007)

Spektrum karakteristik periyot değerleri ve etkin yer ivme katsayıları Tablo 12 ve 13’de gösterilmektedir.

Tablo 12. Etkin yer ivme katsayıları (DBYBHY 2007)

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Tablo 13. Spektrum karakteristik periyotları (DBYBHY 2007)

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

Düşey elastik tasarım spektrumu

2007 DBYBHY'de, düşey tasarım ivme spektrumu ele alınmamıştır.

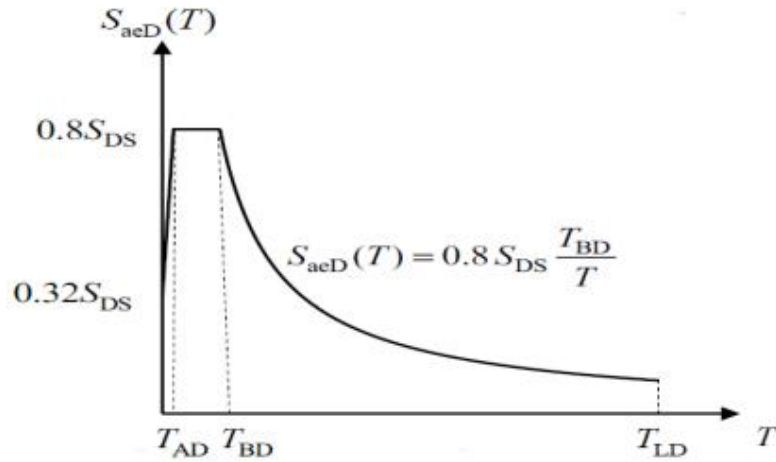
2018 TBDY'de, $S_{aeD}(T)$ düşey elastik tasarım ivme spektrumunun ordinatlarını ifade eden ivmeler düşey elastik tasarım spektral ivmelerdir. Yatay deprem yer hareketi için belirlenen değerler kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ve doğal titreşim periyoduna tabii yer çekimi ivmesi türüdür. Bunlar Denklem 16, 17, 18 de belirtildiği gibi tarif edilmiştir. Denklem 19 ile T_{LD} periyodu ve T_{BD} , T_{AD} düşey spektrum köşe periyotlarının hesaplaması yapılabilmektedir.

$$S_{aeD}(T) = [0.32 + 0.48 \frac{T}{T_{AD}}] S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_{AD}) \quad (16)$$

$$S_{aeD}(T) = S_{DS} \quad (T_{AD} \leq T \leq T_{BD}) \quad (17)$$

$$S_{aeD}(T) = 0.8 S_{DS} \frac{T_{BD}}{T} \quad (T_{BD} \leq T \leq T_{LD}) \quad (18)$$

$$T_{AD} = \frac{T_A}{3} \quad ; \quad T_{BD} = \frac{T_B}{3} \quad ; \quad T_{LD} = \frac{T_L}{2} \quad (19)$$

**Şekil 4.** Düşey elastik tasarım spektrumu (TBDY 2018)

Bina önem katsayıları ve bina kullanım sınıfları

2007 DBYBHY'de, bina önem katsayısına yer verilmiştir ancak bina kullanım katsayısı ve simgesi için herhangi bir tanımlamaya yer verilmemiştir. Bina önem katsayısı değerleri Tablo 14'de belirtilmiştir.

Tablo 14. Bina önem katsayısı (I) (DBYBHY 2007)

Binanın Kullanım Türü	Bina Önem Katsayısı(I)
1. Depremi ardından kullanılması gereken yapılar ve tehlikeli madde içeren yapılar	
a) Depremi ardından hemen kullanılması gereken yapılar (Hastaneler, sağlık ocakları, dispanserler, itfaiye tesis ve binaları, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım terminalleri ve istasyonları, enerji dağıtım ve üretim tesisleri; belediye, kaymakamlık ve vilayet yönetim yapıları, afet ve ilk yardım planlama istasyonları)	1.5
b) Parlayıcı, patlayıcı, toksik gibi kimyasal özelliklere sahip maddelerin olduğu veya depolanmasının yapıldığı yapılar	
2. İnsanların yoğun bir şekilde ve uzun süre boyunca bulunduğu ve değerli eşyalarını sakladığı yapılar	
a) Okullar ve diğer eğitim tesis ve binaları, yatakhane ve yurtlar, cezaevleri, askeri kışlalar, vb.	1.4
b) Müzeler	
3. İnsanların yoğun bir şekilde ve kısa süre boyunca bulunduğu yapılar	
Konser salonları, tiyatro, sinema ve spor tesisleri, vb.	1.2
4. Diğer binalar	
Belirtilen tanım taşımayan yapılar (Oteller, işyerleri, konutlar, bina türündeki endüstri yapıları, vb.)	1

2018 TBDY'de, bina kullanım sınıfları tanımlaması yapılmıştır. Bina önem katsayısı tamamen kaldırılmamış tanımında değişiklikler yapılmıştır. 2018 yönetmeliğinde BKS=1 grubuna dahil olan kısımlar 2007 Deprem Yönetmeliğinde I=1.4 tanım alanında bulunmaktaydı. Bina önem katsayıları Tablo 15'de gösterilmiştir.

Tablo 15. Bina kullanım sınıfları ve önem katsayıları (TBDY 2018)

Kullanım Sınıfı	Bina Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS=1	Depremi ardından kullanılması gereken yapılar, İnsanların yoğun bir şekilde ve uzun süre boyunca bulunduğu yapılar, değerli eşyalarını sakladığı yapılar ve tehlikeli madde içeren yapılar a)Depremi ardından hemen kullanılması gereken yapılar (Hastaneler, sağlık ocakları, dispanserler, itfaiye tesis ve binaları, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım terminalleri ve istasyonları, enerji dağıtım ve üretim tesisleri; belediye, kaymakamlık ve vilayet yönetim yapıları, afet ve ilk yardım planlama istasyonları) b)Okullar ve diğer eğitim tesis ve binaları, yatakhane ve yurtlar, cezaevleri, askeri kışlalar, vb. c)Müzeler d)Parlayıcı, patlayıcı, toksik gibi kimyasal özelliklere sahip maddelerin olduğu veya depolanmasının yapıldığı yapılar	1.5
BKS=2	İnsanların yoğun bir şekilde ve kısa süre boyunca bulunduğu yapılar Konser salonları, tiyatro, sinema, spor tesisleri, alışveriş merkezleri ve ibadethaneler, vb.	1.2
BKS=3	Diğer binalar Bina önem katsayısı 1.5 ve 1.2 de belirtilen tanımları taşımayan diğer binalar (Oteller, işyerleri, konutlar, bina türündeki endüstri yapıları, vb.)	1.0

Deprem tasarım sınıfları

2007 DBYBHY’de, bu konuyla ilgili bilgi ifade edilmemiştir.

2018 TBDY’de, deprem tasarım sınıfları, bina kullanım sınıflarına ve DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için tanımlanan kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına bağlı olarak Tablo 16’da belirtilmiştir.

Tablo 16. Deprem tasarım sınıfları (TBDY 2018)

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

Bina yükseklik sınırları

2007 DBYBHY'de, bina yükseklikleri kapsamına yer verilmemiştir.

2018 TBDY'de, depreme maruz kalan yapılar için bina yükseklik sınıfları sekiz farklı grupta ifade edilmiştir. Bina yükseklik değerleri Tablo 17'de belirtilmiştir.

Tablo 17. Bina yükseklik sınırları (TBDY 2018)

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

BYS=1 olan sınıf yalnızca yüksek binalar için kullanılır.

Bina performans düzeyleri

2007 DBYBHY'de, bina performans düzeyleri yapı da oluşabilecek hasar düzeyi ile ilişkili olup üç farklı grupta ele alınmıştır.

1. Hemen Kullanım Performans Düzeyi
2. Can Güvenliği Performans Düzeyi
3. Göçme Öncesi Performans Düzeyi

2018 TBDY'de, bina için belirlenen performans hedefleriyle bina performans düzeyleri dört biçimde ifade edilmektedir (Tunç ve Tanfaner 2016).

1. Kesintisiz Kullanım (KK) Performans Düzeyi
2. Sınırlı Hasar (SH) Performans Düzeyi
3. Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi
4. Göçmenin Önlenmesi (GÖ) Performans Düzeyi

Deprem yükü azaltma katsayısı

2007 DBYBHY'de, Denklem 20'de gösterildiği gibi deprem yükü azaltma katsayısı hesaplanması yapılmaktadır.

$$Ra(T) = 1.5 + (R - 1.5) \frac{T}{T_A} \quad 0 \leq T \leq T_A \quad (20)$$

$$Ra(T) = R \quad T_A < T$$

2018 TBDY'de, Denklem 21 ve 22 'te gösterildiği gibi deprem yükü azaltma katsayısı hesaplanması yapılmaktadır.

$$Ra(T) = \frac{R}{I} \quad T > T_B \quad (21)$$

$$Ra(T) = D + \left(\frac{R}{I} - D\right) \frac{T}{T_B} \quad T \leq T_B \quad (22)$$

Denklem 22'de taşıyıcı sisteme ait davranış katsayısı R, deprem yükü azaltma katsayısı Ra(T), dayanım fazlalığı katsayısı D, doğal titreşim periyodu T, bina önem katsayısı I ve spektrum köşe periyodu T_B olarak tanımlanmaktadır.

Beton sınıfları

2007 DBYBHY'de, deprem bölgeleri içerisinde inşa edilecek betonarme binalarında C20/C25, C25/C30, C30/C37, C35/C45, C40/C50, C45/C55, C50/C60 gibi farklı şekilde beton sınıfları kullanılmalıdır.

2018 TBDY'de, deprem bölgeleri için inşa edilecek yapılarda en düşük C25 dayanımlı beton kullanılabilir. C25 ile C80 arasında değişen beton sınıflarına yer verilmiştir. C25 ile C50 değerleri arasında bulunan beton sınıflarında TS 500'de ifade kıstaslar kullanılacaktır. C50 ve daha yüksek beton sınıfları için TS EN 1992-1 kuralları göz önünde bulundurulacaktır.

Çelik sınıfları

2007 DBYBHY'de, betonarme binada S220 ve S420 donatı çeliği kullanılmalıdır.

2018 TBDY'de, depreme maruz kalan inşa edilecek betonarme yapıda TS 708'de belirtilmiş B420C ve B500C nervürlü donatı çeliği kullanılma şartı getirilmiştir. B420C ve B500C nervürlü donatıları için belirtilen çekme dayanım ve akma dayanımları şartlarını sağladığı takdirde S420 beton çeliği de kullanılabilir.

Kolon

2007 DBYBHY;

Dikdörtgen kesitli kolon en düşük 250 mm ve dairesel kesitli kolon çapı 300 mm den küçük olmaması gerekir.

Perde ve kolonlardaki çirozlar uçlarında mutlaka boyuna donatılarla sarılması gerekir.

Kolonun en kesit alanı Denklem 23'te belirtilen değerden düşük olmamalıdır.

$$A_c = N_{dm} / (0.50 f_{ck}) \quad (23)$$

Kolonda boyuna donatı için bindirme ilaveleri olabildiğince kolonun orta kısmına uygulanacaktır.

Kolonun sarılma kısmı da her bir uzunluğa ait alt ve üst uçlarında; kolon serbest yüksekliğinin altıda birinde, 500 mm ve kolonun maksimum kesitinden daha küçük olmaması gerekir.

Sarılma bölgesinde çiroz ve etriye aralığı minimum kesit boyutunun üçte birinden fazla olmayacak ve maksimum 100 mm olacaktır. Ayrıca 50 mm²den küçük olmayacaktır.

Kolonlar için enine donatı hesaplamasında kullanılan kesme kuvveti değeri V_e , Denklem 24, 25, 26 ve 27'de belirtildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$V_e = \frac{M_a + M_{\bar{u}}}{l_n} \quad (24)$$

$$V_e = V_Q + V_G + V_E \quad (25)$$

$$V_e \leq V_r \quad (26)$$

$$V_e \leq 0.22 A_W f_{cd} \quad (27)$$

Denklem 24, 25, 26, 27'de taşıyıcı elemanlarda enine donatı hesabında kullanılan kesme kuvveti V_e , kolonun en uç noktasında, kolon kesme kuvveti hesabında dikkate alınan moment değeri M_a , kolonun üst köşesinde, kolon kesme kuvveti hesabında göz önüne alınan moment değeri $M_{\bar{u}}$, kolonun kirişler arasında kalan serbest açıklığı l_n , kolon, kiriş ya da perde kesme kuvveti V_r , gövde enkesit alanı A_W ve beton basınç dayanımı f_{cd} olarak tanımlanmaktadır.

2018 TBDY;

Dikdörtgen kesitli kolon en küçük 300 mm olacaktır ve dairesel kesitli kolonun çapı en küçük 350 mm olacaktır.

Çirozlar iki ucunu da kesit surette dış etriyeleri ve boyuna donatıları kaplayacaktır.

Kolonun en kesit alanı Denklem 28'de belirtilen değerden düşük olmamalıdır.

$$A_c = N_{dm} / (0.40 f_{ck}) \quad (28)$$

Kolon için boyuna donatının bindirme ilaveleri kolondaki serbest yüksekliğin orta üçte birlik kısmına konumlandırılacaktır.

Kolonda sarılma bölgeleri için her bir uzunluğuna ait alt ve üst uçlarda; kolon serbest yüksekliğin altıda birinden, 500 mm den ve kolon en büyük kesitinden 1.5 katından düşük olmamalıdır.

Sarılma kısmında çiroz ve etriye aralığı minimum kesit boyutunun üçte birinden fazla maksimum 150 mm; boyuna donatı çapının 6 katından fazla olmamalıdır ve 50 mm² den daha küçük olmamalıdır.

Kolonların enine donatı hesaplamasında kullanılan kesme kuvveti değeri V_e , Denklem 29, 30, 31 ve 32'de belirtildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$V_e = \frac{M_a + M_{\bar{u}}}{l_n} \quad (29)$$

$$V_e = V_Q V_G D V_E \quad (30)$$

$$V_e \leq V_r \quad (31)$$

$$V_e \leq 0.85 A_W \sqrt{f_{ck}} \quad (32)$$

Denklem 29, 30, 31, 32'de taşıyıcı elemanlarda enine donatı hesabında kullanılan kesme kuvveti V_e , kolonun en uç noktasında, kolon kesme kuvveti hesabında dikkate alınan moment değeri M_a , kolonun üst köşesinde, kolon kesme kuvveti hesabında göz önüne alınan moment değeri $M_{\bar{u}}$, kolonun kirişler arasında kalan serbest açıklığı l_n , kolon, kiriş ya da perde kesme kuvveti V_r , gövde enkesit alanı A_W , dayanım fazlalığı katsayısı D ve betonun karakteristik basınç dayanımı f_{ck} olarak tanımlanmaktadır.

Kiriş

2007 DBYBHY;

Kirişin kesit genişliği en küçük 250 mm olarak alınacaktır.

Kiriş yüksekliği, döşeme kalınlığının en küçük 3 katı olarak alınacaktır ve minimum 300 mm olacaktır. Kiriş gövde genişliğinin en büyük 3.5 katı olarak alınacaktır.

Boyuna donatı çapı en küçük 12 mm olmalıdır.

Kirişler için enine donatı hesaplamasında göz önünde bulundurulmuş kesme kuvveti V_e , Denklem 33 ve 34’te belirtildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$V_e = Vdy \pm (M_{pi} + M_{pj})/l_n \quad (33)$$

$$V_e \leq 0.22b_w d f_{cd} \quad (34)$$

Denklem 33, 34’de V_e kolon, kiriş ve perde de enine donatı hesabında kullanılan kesme kuvveti, M_{pi} Kirişin sol köşesi i’de hesap edilen pozitif ya da negatif moment, M_{pj} kirişin sağ köşesi j’de hesap edilen pozitif ya da negatif moment, l_n kolonun kirişler arasında kalan serbest açıklığı, f_{cd} beton basınç dayanımı olarak tanımlanmaktadır.

2018 TBDY;

Kirişin genişliği en küçük 250 mm olarak alınacaktır.

Kirişin yüksekliği, döşemenin kalınlığının en küçük 3 katı olmalı ve minimum 300 mm olmalıdır. Kirişin gövde genişliğinin en büyük 3.5 katı olarak alınacaktır.

Boyuna donatı için çap en küçük 12 mm olarak alınacaktır.

Kirişin eksenine dik doğrultudaki etriye kollarının genişliği en büyük 350 mm olmalıdır.

Kirişler için yapılan enine donatı hesaplamasında göz önünde bulundurulacak olan kesme kuvveti V_e , Denklem 35 ve 36’da belirtildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$V_e = Vdy \pm (M_{pi} + M_{pj})/l_n \quad (35)$$

$$V_e \leq 0.85b_w d \sqrt{f_{ck}} \quad (36)$$

Denklem 36’da f_{ck} beton karakteristik basınç dayanımı olarak tanımlanmaktadır.

Kiriş üzerine kolon oturması durumu içinde yeni yönetmelikle birlikte bazı şartlar getirilip o şartlara sağlandığı takdirde izin verilebilmektedir.

Perde

2007 DBYBHY;

Perdeler için uzun kenarının kısa kenarına oranının minimum yedi olması gerekmektedir.

Perdenin kalınlığı en küçük kat yüksekliğinin 1/20’si kadar olmalıdır ve minimum 200 mm olmalıdır.

Perdede tasarım kesme kuvveti Denklem 37, 38 ve 39’da gösterildiği gibi hesaplanması yapılacaktır.

$$V_e = \beta_v \frac{(M_p)_t}{(M_d)_t} V_d \quad (37)$$

$$V_e = V_Q + V_G + V_E \quad (38)$$

$$V_e \leq 0.22 A_{ch} f_{cd} \quad (39)$$

2018 TBDY;

Perdeler için uzun kenarının kısa kenarına oranlaması minimum altı olarak alınacaktır.

Perdenin kalınlığı en küçük kat yüksekliğinin 1/16' sı kadar olmalı ve minimum 200 mm olmalıdır.

Perdede net en kesit alanı Denklem 40'da belirtilen ifadeyi sağlaması gerekmektedir.

$$A_c \geq N_d / (0.35 f_{ck}) \quad (40)$$

Perdeler kolunun her iki ucu için bir perde desteğiyle tutturulmuşsa perdenin kalınlığı en küçük kat yüksekliğinin 1/20' si oranında olmalı ve en küçük 250 mm olmalıdır.

Perdenin uç bölgelerinin diğer bir perde içinde uygulandığı vaziyette perdenin kalınlık değeri en küçük 300 mm perde gövdesi içine uzatılmalıdır.

Perdenin yüzeydeki donatılarda her metre kare için en küçük dört, perdedeki kritik yüksekliğinde her metre kare için minimum on çiroz kullanılmalıdır.

Bindirme boyu en küçük 1.5 *l_b* olmalıdır. *l_b* ifadesi çekme donatısı için verilen kenetlenme boyudur.

Gövde de bulunan yatay donatılarında uç kısımları için kanca kullanılmazsa boyuna donatılar iç bölgede kalacak şekilde tasarlanacaktır ve bindirme donatılarının aralarındaki fark en büyük 200 mm olmalıdır.

Kritik perde yüksekliği, her bir perdenin uç bölgesinde düşey donatı alanının toplamı ile perdenin brüt en kesit alanına oranlamasının en küçük 0.002 olması gerekmektedir. Bu yükseklik haricinde bu değer en küçük 0.001 olması gerekmektedir.

Perdenin yapısı üç kat aşama aşama olacak şekilde tasarlanmalıdır.

Perdenin tasarım kesme kuvveti Denklem 41, 42, 43 ve 44'te belirtildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$V_e = \beta_v \frac{(M_p)_t}{(M_d)_t} V_d \quad (41)$$

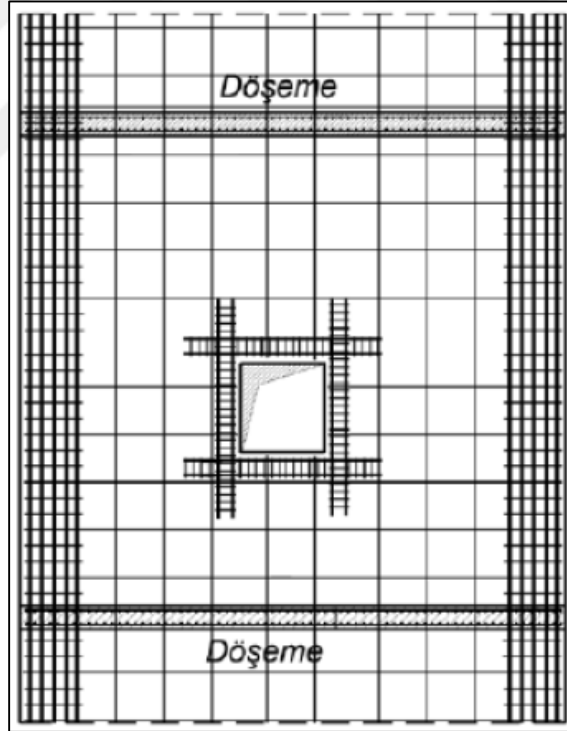
$$V_e = V_Q + V_G + \lambda D V_E \quad (42)$$

$$V_e = 0.85A_{ch}\sqrt{f_{ck}} \quad (\text{Boşluksuz Perdelerde}) \quad (43)$$

$$V_e = 0.65A_{ch}\sqrt{f_{ck}} \quad (\text{Bağ Kirişli Perdeler}) \quad (44)$$

Denklemler 41, 42 ve 43'de, V_e kolon, kiriş ve perde de enine donatı hesabında kullanılan kesme kuvveti, β_v perdede kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı, $(M_d)_t$ perde kaide alanında yük katsayıları ile çarpılan düşey ve deprem yükleri tesirinde hesap edilen eksenel kuvvet, $(M_p)_t$ perdenin taban kesitinde f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan moment kapasitesi, λ eşdeğer deprem katsayılarına bağlı hesaplanan açı, D dayanım fazlalığı katsayısı, f_{ck} beton karakteristik basınç dayanımı, A_{ch} boşluksuz perdenin, bağ kirişli perdede her bir perde parçasının, döşemenin veya boşluklu döşemede her bir döşeme parçasının brüt enkesit alanı olarak tanımlanmaktadır.

Perdelerdeki boşluk kısmı, perdenin 1/3'lük bölgesini oluşturmalıdır. Bu kısım perdenin genişliğinin en küçük 1/5'i kadar olmalıdır. Perdenin uzun kenarı en büyük kat yüksekliğinin 1/5'i kadar olmalıdır. Boşluğun kenarlara uygulanacak donatı çapı 8 mm ve etriye aralığı maksimum 150 mm olacaktır.



Şekil 5. Perdenin boşluk donatısı

Döşeme

2007 DBYBHY;

Deprem etkisine maruz kalan dolgulu veya dolgunsuz yerinde dökme dişli döşemelerin kalınlığı 50 mm'den küçük olmamalıdır. Döşemelerde zımbalama kontrolü TS 500' de belirtilen şartlara uygun olarak yapılmaktadır.

2018 TBDY;

Deprem etkisine maruz kalan dolgulu veya dolgunsuz yerinde dökme dişli döşemelerin kalınlığı 70 mm'den küçük olmamalıdır.

Deprem etkisine maruz kalan kiriş bulunan ve kiriş bulunmayan döşemeli yapılarda düzlem içi ortalama çekme gerilmesi, basınç gerilmesi ve kayma gerilmesinde D ile ifade edilen dayanım fazlalığı katsayıları değeri eklenmelidir.

Döşemenin yüzeyi içinde bulunduğu yatay kayma gerilmelerinin her iki doğrultuda Denklem 45'te hesaplanan τ_r değeri aşmayacaktır. Döşemelerde zımbalama kontrolü yarı rijit sistemlerde zorunlu kılınmıştır.

$$\tau_r = 0.65f_{ctd} + \rho f_{yd} \quad (45)$$

Denklem 45'te τ_r kayma gerilmesi, f_{ctd} betonun tasarım çekme dayanımı, f_{yd} boyuna donatının tasarım akma dayanımı, ρ çekme donatısı oranı olarak tanımlanmaktadır.

Temeller

2007 DBYBHY, temeller için uygulanan bağ kirişlerinde zemin sınıfına uygun olacak şekilde sınırlandırılması yapılmıştır.

Bağ kirişler için en küçük en kesiti boyutu serbest açıklık değerinin en küçük 1/30'u kadar olmamalıdır.

Bağ kirişler için kullanılacak etriyelerin çapı en küçük 8 mm olmalıdır ve etriye aralığı ise en küçük 200 mm olmalıdır.

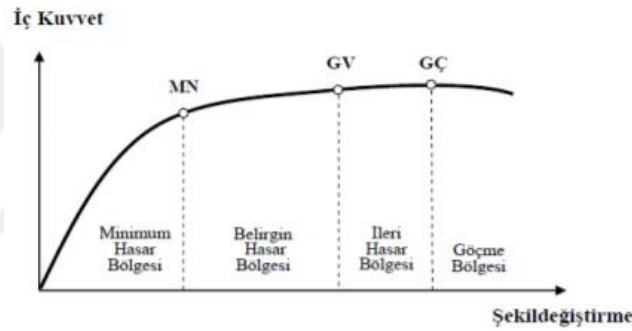
2018 TBDY, bağ kirişler için boyutu en küçük 300 mm × 300 mm olmalı, donatı oranı en küçük 0.005 olmalıdır ve etriye çapı en küçük 8 mm olmalıdır. Etriye için aralık 200 mm'dir.

Eğer betonarme döşeme uygulanırsa döşeme kalınlık değeri en az 150 mm olmalıdır.

Mevcut Binalarda Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri

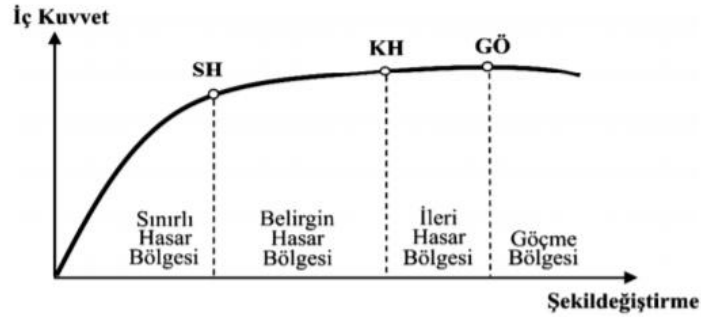
2007 ve 2018 Deprem Yönetmelikleri için hasar sınırlarının tanımlarında farklılıklar görülmektedir.

2007 Deprem Yönetmeliği için sünek elemanlarda toplamda üç farklı şekilde hasar sınırı tanımı yapılmıştır. Tanımlanan sınırlar Minimum Hasar Sınırı (MN), Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GÇ)'dir. Elastik ötesi davranışın başladığı andaki sınır minimum hasar sınırınıdır. Güvenlik sınırı elastik ötesi davranışın sınırını belirtmekte olup kesitin dayanımını güvenli bir şekilde sağlayabilmesidir. Göçme öncesi davranış göçme sınırını belirtir. 2007 Deprem Yönetmeliğinde Minimum Hasar Bölgesi'nde olan kesitler hasar sınırı MN sınırını geçmeyen elemanlardır. Belirgin Hasar Bölgesi'nde olan kesitler MN ile GV arasında bulunan elemanlardır. İleri Hasar Bölgesi'nde olan kesitler GV ile GÇ arasında bulunan elemanlar olduğu belirtilmektedir. Göçme Bölgesi'nde yer alan kesitler GÇ sınırını geçen elemanlar olarak tanımlanır. Bu tanımlamalar Şekil 6 üzerinde verilmiştir (Ateş 2010).



Şekil 6. 2007 Deprem Yönetmeliği hasar sınırları ve hasar bölgeleri

2018 Deprem Yönetmeliğinde de toplamda üç farklı hasar sınırı ve hasar durumu gösterilmiş bu hasar sınırları Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH) ve Göçme Öncesi (GÖ) hasar durumları sınır değerlerini temsil eder. Sınırlı ölçüde elastik ötesi davranışı sergileyen kesitte Sınırlı hasar durumu oluşur. Kesit dayanımının emniyetli bir şekilde sağlanabileceği elastik ötesi davranışın oluşması durumunda kesitte kontrollü hasar durumu oluşur. İlgili olan kesitte ileri seviyede elastik ötesi davranış meydana gelirse Göçme öncesi hasar durumu oluşur. 2018 Deprem Yönetmeliğinde Sınırlı Hasar Bölgesi'nde olan elemanlar hasar sınırı SH'yi geçmeyen elemanlardır. Belirgin Hasar Bölgesi'nde olan elemanlar SH ile KH arasında olan elemanlardır. İleri Hasar Bölgesi'nde olan elemanlar KH ile GÖ arasında bulunan elemanlardır. Göçme Bölgesi'nde elemanların yer alması için GÖ sınırını geçmesi gerekir. Bu tanımlamalar Şekil 7 üzerinde verilmiştir.



Şekil 7. 2018 Deprem Yönetmeliği hasar sınırları ve hasar bölgeleri

DBYBHY-2007 betonarme binaların yapı elemanlarında hasar düzeylerinin belirlenmesi

1) Doğrusal elastik hesap yöntemleriyle betonarme yapıların sünek elemanlarının hasar düzeylerinin tespit edilmesi için kolon, kiriş, perde elemanlarında ve güçlendirilmiş dolgu duvarı kesitlerinde etki/kapasite oranları (r) olacak şekilde belirtilen sayısal veriler alınacaktır (Akdeniz 2008).

2) Betonarme elemanlar, kırılma çeşidi olarak eğilme "sünek", kesme "gevrek" şekilde sınıflandırılırlar.

a) Kolonların, kirişlerin ve perdelerin sünek olarak kabul edilebilmelerinin bu elemanlar için kritik kesitlerde eğilme kapasitesi ile uygun şekilde hesaplaması yapılan kesme kuvveti değeri V_e 'nin, 7.2'de tanımı belirtilmiş bilgi düzeyleriyle uygun mevcut malzeme dayanım değerleri alınarak TS-500'e uygun hesaplaması yapılan kesme kapasitesi V_r 'yi geçmemesi gerekir. V_e 'nin hesabına göre kolonların DBYBHY 3.3.7'ye, kirişlerin DBYBHY 3.4.5'e ve perdelerin DBYBHY 3.6.6'ya uygun yapılması gerekir, fakat Denk.(3.16)'da $\beta_v=1$ olarak alınır. Kolonlarda, kirişlerde ve perdelerde V_e 'nin hesaplamasında pekleşmeli taşıma gücü momentler alınmayıp taşıma gücü momentleri alınacaktır. Düşey yüklerle beraber $R_a=1$ alınıp deprem ile hesaplaması yapılan toplam kesme kuvvetinin V_e 'den küçük olması halinde ise, V_e alınmayıp bu kesme kuvveti alınacaktır (Akdeniz 2008).

b) (1) ve (2) maddelerinde belirtilen sünek eleman şartlarını taşımayan betonarme elemanlar, gevrek hasar gören elemanlar şeklinde ifade edilecektir.

3) Sünek kolon, perde ve kiriş kesitlerinde etki/kapasite oranları, deprem etkisiyle birlikte $R_a = 1$ olarak alınıp hesaplaması yapılan kesit momentinin kesit artık moment kapasitesine bölünmesiyle bulunur. Uygulanan deprem kuvveti yönü değerlendirip Etki/kapasite oranının hesaplaması yapılır.

a) Kesit eğilme momenti kapasitesiyle düşey yük etkisinde olan kesitte hesaplaması yapılan moment etkisinin farkı kesitin artık moment kapasitesini ifade eder. Moment etkisinin kiriş mesnetleri için düşey yük etkisinde hesaplanması, yeniden dağılım ilkesine göre maksimum %15 oranında azaltılabilir.

b) Kolon ve perde kesitleri için etki/kapasite oranları, DBYBHY Bilgilendirme Eki 7A'da belirtildiği gibi hesaplaması yapılabilir.

c) Sarılma kısmındaki enine donatı şartları bakımından DBYBHY 3.3.4'ü karşılayan betonarme kolon, DBYBHY 3.4.4'ü karşılayan betonarme kiriş ve uç bölgeler için DBYBHY 3.6.5.2'yi karşılayan betonarme perdeler "sargılanmış", sağlamayanlarda "sargılanmamış" eleman kabul edilir. "Sargılanmış" kabul edilen elemanlarda sargı donatıları için DBYBHY 3.2.8'e göre "özel deprem etriyeleri ve çirozları" olarak düzenlenmesi ve donatı aralıklarının yukarıdaki maddelerde tarif edilen koşulları sağlaması zorunludur.

Tablo 18. DBYBHY 2007 Betonarme kirişlerin hasar sınırlarını ifade eden etki/kapasite oranları

Sünek Kirişler			Hasar Sınırı		
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.0	Var	≤ 0.65	3	7	10
≤ 0.0	Var	≥ 1.30	2.5	5	8
≥ 0.5	Var	≤ 0.65	3	5	7
≥ 0.5	Var	≥ 1.30	2.5	4	5
≤ 0.0	Yok	≤ 0.65	2.5	4	6
≤ 0.0	Yok	≥ 1.30	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≤ 0.65	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	4

Tablo 18'de ρ çekme donatısı oranı, ρ' basınç donatısı oranı, ρ_b dengeli donatı oranı, V_e tasarım kesme kuvveti, b_w kesit genişliği, d kesit yüksekliği ve f_{ctm} betonun çekme dayanımı olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 19. DBYBHY 2007 Betonarme kolonların hasar sınırlarını ifade eden etki/kapasite oranları

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N_k}{A_c f_{cm}}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.1	Var	≤ 0.65	3	6	8
≤ 0.1	Var	≥ 1.30	2.5	5	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≤ 0.65	2	4	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≤ 0.1	Yok	≤ 0.65	2	3.5	5
≤ 0.1	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≤ 0.65	1.5	2	3
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≥ 1.30	1	1.5	2
≥ 0.7	-	-	1	1	1

Tablo 2.17’de N_k kesit moment kapasitesine karşı gelen aksenal kuvvet, A_c kolonun brüt kesit alanı, f_{cm} mevcut beton dayanımı, V_e tasarım kesme kuvveti, b_w kesit genişliği, d kesit yüksekliği ve f_{ctm} betonun çekme dayanımı olarak tanımlanmaktadır.

TBDY(2018)’e göre betonarme kesitlerin hasar sınırları

Betonarme binaların elemanları için TBDY-2018’de belirtilen toplam birim şekil değiştirme ve iç kuvvet sınırları Tablo 20’de verilmiştir. Göçmenin önlenmesi performans düzeyinde müsaade edilen beton birim şekil değiştirmesi ($\epsilon_{c(GÖ)}$) formülü çalışma kapsamında modellenen dikdörtgen kesitli kolon, kiriş ve perde elemanlar için verilmiştir. Bu bağıntı dairesel kesitler için kullanılmamaktadır ve dairesel kesitlerde farklılık göstermektedir.

Tablo 20. TBDY 2018’de hasar sınırları için izin verilen birim şekildeğiştirmeler

Kesit Hasar Sınırları	Beton Birim Şekildeğiştirmesi	Donatı Birim Şekildeğiştirmesi
Sınırlı Hasar (SH)	$(\epsilon_c)_{SH} = 0.0025$	$(\epsilon_s)_{SH} = 0.0075$
Kontrollü Hasar (KH)	$(\epsilon_c)_{KH} = 0.75(\epsilon_c)_{GÖ}$	$(\epsilon_s)_{KH} = 0.75(\epsilon_s)_{GÖ}$
Göçmenin Önlenmesi (GÖ)	$(\epsilon_c)_{GÖ} = 0.0035 + 0.04\sqrt{\omega_{we}} \leq 0.018$	$(\epsilon_s)_{GÖ} = 0.4\epsilon_{su}$

Beton basınç birim şekil değiştirmesi olan $(\epsilon_c)_{SH}$, $(\epsilon_c)_{KH}$ ve $(\epsilon_c)_{GÖ}$ değerleri sırasıyla Sınırlı Hasar Performans Düzeyi (SH), Kontrollü Hasar Performans Düzeyi (KH) ve Göçmenin Önlenmesi (GÖ) Performans Düzeyi için kesitin üst sınır değerlerini temsil ederken; Donatı

çeliği birim sekil değiştirmesi olan $(\epsilon_s)_{SH}$, $(\epsilon_s)_{KH}$ ve $(\epsilon_s)_{GÖ}$ değerleri bu performans düzeylerindeki üst sınır değerlerini ifade etmektedir.

$(\epsilon_s)_{GÖ}$ değerinde ifade edilen ϵ_{su} çekme dayanımına karşılık gelen birim uzamayı tanımlamaktadır ve bu çalışmada kullanılan modelde değeri B420C donatı için 0.08 alınmıştır (TBDY-2018, Tablo 5A.1). Donatı çeliklerine ait değerler Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. TBDY 2018’e göre donatı çelikleriyle ilgili bilgiler

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

Etkin sargı donatısının mekanik donatı oranını ifade eden ω_{we} değeri Denklem 46 deki gibi hesaplanır.

$$\omega_{we} = \alpha_{se} \rho_{sh, \min} \frac{f_{ywe}}{f_{ce}} \quad (46)$$

Denklem 3.1’de kullanılan sargı donatısı etkinlik katsayısı (α_{se}) ve dikdörtgen kesit için hacimsel enine donatı oranını temsil eden ρ_{sh} değerinin hesabı Denklem 47 ve 48’de verilmiştir.

$$\alpha_{se} = \left(\frac{\sum \alpha_i^2}{6b_o h_o} \right) \left(1 - \frac{s}{2b_o} \right) \left(1 - \frac{s}{2h_o} \right) \quad (47)$$

$$\rho_{sh} = \frac{A_{sh}}{b_k s} \quad (48)$$

A_{sh} ve ρ_{sh} değerleri dikkate alınan doğrultudaki enine donatı alanını ve hacimsel oranını ifade etmektedir. (b_k) bu doğrultuya dik yöndeki en dıştaki enine donatı eksenleri arasında bulunan uzaklığı ifade etmektedir. (s) enine donatı aralığını ifade etmektedir. (b_o) ve (h_o) sargı donatısı eksenlerinin ölçülmüş olan sargılı beton boyutlarını ifade etmektedir. (α_i) ise bir çiroz veya etriye kolu vasıtasıyla mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki mesafeyi ifade etmektedir.

Yeni yapılacak yapıların şekil değiştirme bakımından değerlendirilmesi ve tasarımında beton, donatı çeliği ve yapı çeliğinin Tablo 22’de verilen beklenen (ortalama) dayanımları kabul edilecektir. Tabloda f_{ce} betonun ortalama basınç dayanımını, f_{ck} betonun karakteristik basınç dayanımını, f_{yk} karakteristik akma dayanımını ve f_{ye} çeliğin ortalama akma dayanımını göstermektedir.

Tablo 22. Beklenen (Ortalama) malzeme dayanımları (TBDY 2018)

Beton	$f_{ce} = 1.3f_{ck}$
Donatı Çeliği	$f_{ye} = 1.2f_{yk}$
Yapı Çeliği(S235)	$f_{ye} = 1.5f_{yk}$
Yapı Çeliği(S275)	$f_{ye} = 1.3f_{yk}$
Yapı Çeliği(S355)	$f_{ye} = 1.1f_{yk}$
Yapı Çeliği(S460)	$f_{ye} = 1.1f_{yk}$

DBYBHY-2007 performans bölgeleri

Bina performans düzeyi uygun tasarım depremine karşılık yapıda meydana gelmesi beklenen en büyük hasarı ifade etmektedir. DBYBHY-2007 Bölüm 7’de bina deprem performansının belirlenmesi ve yapıların ilgili performanslarda sağlaması beklenen şartlar belirtilmektedir. Yapıların hemen kullanım (HK) performans düzeyi, can güvenliği (CG) performans düzeyi, göçme öncesi (GÖ) performans düzeyi ve göçme durumu da dahil olmasıyla bu dört performans düzeyinden hangisini sağladığının belirlenebilmesi için belirtilen şartlar aşağıda gösterildiği gibidir.

Hemen kullanım (HK) performans düzeyi

Yapıda oluşan bütün deprem doğrultuları için yapılan hesaplar sonucunda Hemen Kullanım (HK) Performans Düzeyini sağlanması için herhangi bir katta oluşması gereken şartlar:

- Kirişler maksimum %10 Belirgin Hasar Bölgesi’nde bulunur.
- Diğer taşıyıcılar Minimum Hasar Bölgesi’nde bulunur.
- Gevrek hasar görmüş elemanlar varsa, güçlendirildiği zaman Hemen Kullanım Performans (HK) Düzeyi’ndedir (Şenel vd 2013).

Can güvenliği (CG) performans düzeyi

Yapının bütün deprem doğrultuları için yapılan hesaplar sonucunda Can Güvenliği (CG) Performans Düzeyini sağlanması için herhangi bir kat için oluşması gereken şartlar:

- İkincil kirişler hariç diğer kirişler maksimum %30 İleri Hasar Bölgesi’nde bulunabilir.
- İleri Hasar Bölgesi’nde bulunan kolonlarda, her bir kat için bulunan kolonlar vasıtasıyla taşınan kesme kuvvetinin %20’nin altında olmak zorundadır. En üst kat için bu oran maksimum %40 olarak değerlendirilmelidir.
- Diğer taşıyıcı elemanlar Belirgin Hasar Bölgesi’ni aşmamalıdır. Fakat herhangi bir kat için alt ve üst kesitlerinde ikisi içinde Minimum Hasar Sınırını geçmiş olan kolonlar tarafından

taşınan kesme kuvvetlerinin, o katta bulunan bütün kolonlar vasıtasıyla taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmamalıdır.

Göçme öncesi (GÖ) performans düzeyi

Yapının bütün deprem doğrultusu için yapılmış olan hesaplar sonucuna göre Göçme Öncesi (GÖ) Performans Düzeyini sağlanması için herhangi bir katta oluşması gereken şartlar:

- Bu performans düzeyini sağlması için ikincil kirişler dışındaki diğer kirişler göçme bölgesine maksimum %20 geçebilir.

- Diğer taşıyıcılar için hiçbiri İleri Hasar Bölgesi'ni aşmamalıdır. Fakat herhangi bir kat için alt ve üst kesitlerinde ikisi içinde Minimum Hasar Sınırını geçmiş olan kolonlar vasıtasıyla taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki bütün kolonlar vasıtasıyla taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmamalıdır.

Binanın bu durumda kullanılması can güvenliği için tehlike arz etmektedir.

Göçme durumu.

- Yapıda Göçme Durumu oluşması için Göçme Öncesi Performans Düzeyi'ni karşılayamaması gerekir. Yapının bu durumda kullanılması can güvenliği açısından tehlike arz etmektedir.

TBDY-2018 performans bölgeleri

Mevcut binaların deprem performansı, gerçekleşmesi beklenen deprem etkisiyle binada meydana gelecek hasarın miktarına bağlı olarak TBDY-2018'de dört hasar durumu esas alınarak belirtilmiştir. Performans düzeyi, uygun tasarım depremi etkisinde yapıda meydana gelmesi beklenen en büyük hasarı ifade eder.

TBDY-2018 Bölüm 15'te binaların deprem performansının belirlenmesi için uygulanacak kurallara ve performans düzeylerine ait şartlar verilmiştir.

Sınırlı hasar (SH) performans düzeyi

Öngörülen deprem sonrası taşıyıcı sistem elemanlarındaki hasarın sınırlı düzeyde olduğu, doğrusal olmayan davranışın gerçekleştiği duruma karşılık gelmektedir. Yapının her bir deprem doğrultusunda yapılan hesaplar sonucunda Sınırlı Hasar (SH) Performans Düzeyini sağlanması için herhangi bir katta oluşması gereken şartlar:

- Kirişlerin bulunabileceği maksimum Belirgin Hasar Bölgesi %20'dir.
- Diğer taşıyıcı elemanlar Sınırlı Hasar Bölgesi'nde bulunmalıdır.

- Gevrek hasar görmüş elemanlar varsa, güçlendirildiği zaman Sınırlı Hasar Performans Düzeyi'nde olur.

Kontrollü hasar (KH) performans düzeyi

Yapı taşıyıcı sistem elemanlarında öngörülen deprem sonrasında hasarın can güvenliğini tehdit etmeyecek düzeyde yani onarılabilir miktarda olduğu duruma karşılık gelmektedir. Yapının her bir deprem doğrultusunda yapılmış olan hesaplar sonucuna göre Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyini sağlanması için herhangi bir katta oluşması gereken şartlar:

- İkincil kirişler hariç diğer kirişler en fazla %35 İleri Hasar Bölgesi'nde olabilir.
- İleri Hasar Bölgesi'nde kalan kolonlar, her bir kat için kolonlar vasıtasıyla taşınan kesme kuvvetine toplam kattığı oran %20'den az olması gerekir. En üst kat için bu oran maksimum %40 olması gerekmektedir.
- Diğer taşıyıcı elemanlar Belirgin Hasar Bölgesi'ni aşmamalıdır. Fakat herhangi bir kat için alt ve üst kesitlerinde ikisi içinde Belirgin Hasar Sınırı geçilmiş olan kolonlar vasıtasıyla taşınan kesme kuvvetlerinin, o katta bulunan bütün kolonlar vasıtasıyla taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmamalıdır.

Göçmenin önlenmesi (GÖ) performans düzeyi

Yapı taşıyıcı sistem elemanları için ileri düzeyde hasarın oluşması durumuna karşı gelmektedir. Yapının kısmen ve ya tamamen göçmesi önlenmiştir. Yapının her bir deprem doğrultusu için elde edilen hesapların sonucuna göre Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyini sağlanması için herhangi bir katta oluşması gereken şartlar:

- İkincil kirişler dışındaki diğer kirişler maksimum %20 Göçme Bölgesi'nde bulunabilir.
- Diğer taşıyıcı elemanlar İleri Hasar Bölgesi'ni aşmamış olmaları gerekir. Fakat herhangi bir kat için alt ve üst kesitlerinin ikisi içinde Belirgin Hasar Sınırını geçmiş olan kolonlar vasıtasıyla taşınan kesme kuvvetlerinin, o katta bulunan tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmamalıdır. Binanın bu durumda kullanılması can güvenliği için tehlike arz etmektedir.

Göçme durumu

- Göçme durumunda yapı Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi'ni karşılamaz.

Binanın bu durumda kullanılması can güvenliği için tehlike arz etmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

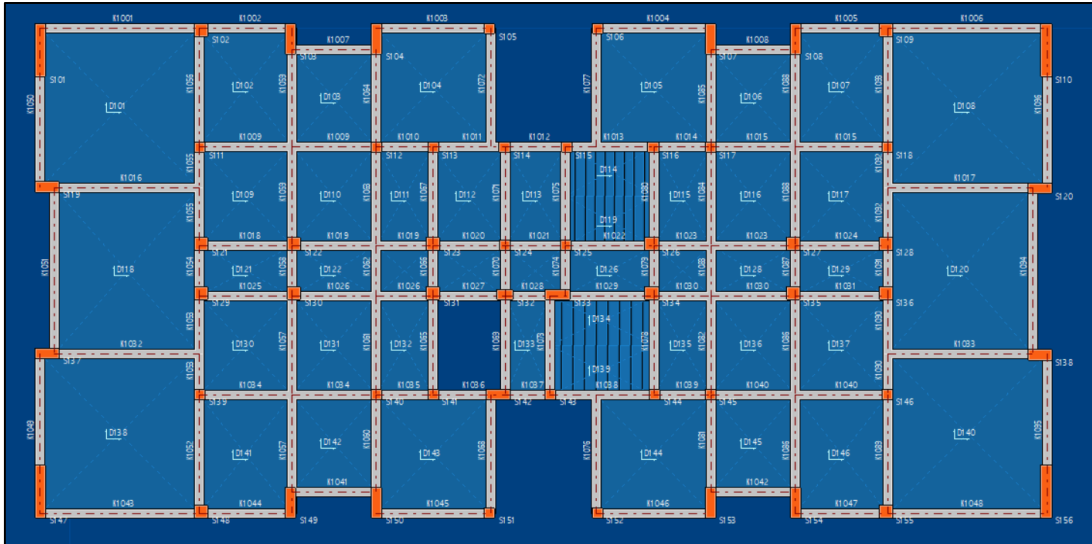
Gerçekleştirilen çalışmada mevcut binanın deprem performansının belirlenmesinde 4 katlı betonarme çerçeve sistemli konut binası Sta4CAD v14 programı yardımıyla DBYBHY-2007'ye ve TBDY-2018 göre deprem tehlikesi yüksek olan ve deprem tehlikesi düşük olan iki bölge için analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda her iki deprem yönetmeliği için incelemeler yapılmıştır.

Yapı hakkında genel bilgiler

Bina, bir konut projesidir, mevcut binanın değerlendirilmesi kapsamında Tokat ve Kırşehir illeri için deprem analizleri yapılmıştır. Yapı analiz açısından Sta4CAD v14 statik program kapsamında deprem performansları incelenmiştir.

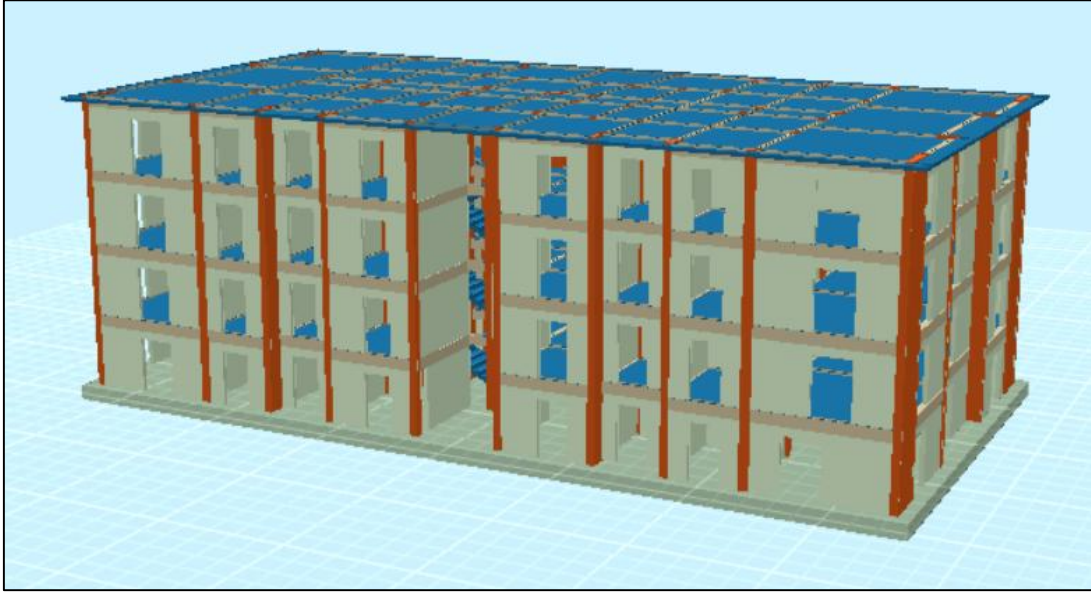
Yapının geometrik görünüşü ve aplikasyonu

Binanın aplikasyonu Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Bina aplikasyonu

Binanın üç boyutlu geometrik modellemesi Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Binanın üç boyutlu geometrik modellemesi

Bina bilgileri

Uygulamaya esas taşıyıcı sistemi modelinin tasarımında kullanılacak genel bilgiler Tablo 23’de verilmiştir. Her iki yönetmelik tasarım esasları göz önüne alınarak veriler elde edilmiştir. Tabloda verilmeyen diğer tasarım bilgileri ise eski ve yeni yönetmeliğin tasarım esasları sınırları içinde kalacak şekilde seçilerek sistem modellenmesinde kullanılmıştır.

Tablo 23. Bina bilgileri modeli

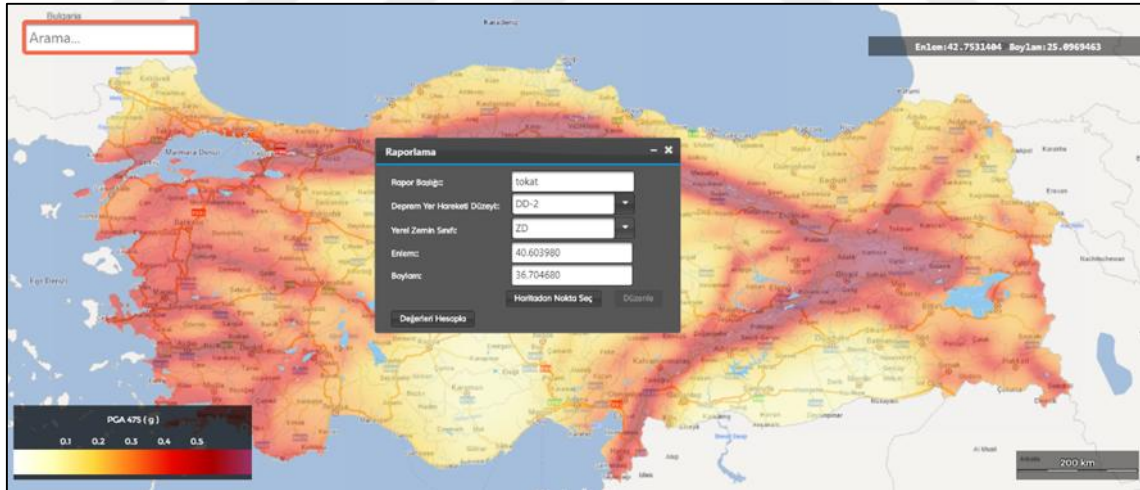
BİNA BİLGİLERİ	TBDY 2018	DBYBHY 2007
Bina modeli	3 Boyutlu	3 Boyutlu
Kat Yüksekliği	3 m	3 m
Kat Sayısı	4	4
Beton	C25(fck:250 kg/cm ²)	C25(fck:250 kg/cm ²)
Donatı Çeliği	S420(4200 kg/cm ²)	S420(4200 kg/cm ²)
Zemin Sınıfı	ZD	Z3
Bina koordinatları(Tokat)	Enlem:40.60398° Boylam:36.70468°	-
Bina koordinatları(Kırşehir)	Enlem: 39.09262° Boylam:34.26838°	-
Deprem Bölgesi(Tokat)	-	1
Deprem Bölgesi(Kırşehir)	-	4
Bina Önem Katsayısı	I= 1.0	I= 1.0
Harita Spektral İvme katsayısı S _s (Tokat)	1,915	-

Tablo 23. (devamı)

Harita Spektral İvme katsayısı S_1 (Tokat)	0,531	-
Harita Spektral İvme katsayısı S_s (Kırşehir)	0.1849	-
Harita Spektral İvme katsayısı S_1 (Kırşehir)	0.0653	-
Deprem Tasarım Sınıfı	DTS=1	-
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (Tokat)	-	$A_0=0.4$
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (Kırşehir)	-	$A_0=0.1$
Doğrusal Hesap Yöntemi	Mod Birleştirme (Spektral Analiz)	Mod Birleştirme (Spektral Analiz)

Harita Spektral İvme Katsayılarının Belirlenmesi

E-devlet sisteminden Türkiye Deprem Tehlike Haritaları (TDTH) Web uygulaması ana sayfasına giriş yapılır. Şekil 10’da gösterilen Raporlama sekmesinden; rapor adı, deprem yer hareketi düzeyi, tespit edilen zemin sınıfı seçilir ve belirlenen noktanın enlem/boylam koordinatları girilerek değerler hesaplanır.



Şekil 10. Türkiye deprem tehlike haritası raporlama

Hesaplama sonucuna göre oluşturulan raporlar

Bu hesaplama sonucunda harita ve tasarım spektral ivme katsayıları, yatay ve düşey elastik tasarım spektrum grafikleri elde edilir. Tokat ilinde seçilen koordinat noktaları için elde edilen değerler ve grafikler Şekil 11, 12, 13’de gösterilmiştir. Kırşehir ilinde seçilen koordinat noktaları için elde edilen değerler ve grafikler Şekil 14, 15, 16’da gösterilmiştir.

Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması

Kullanıcı Girdileri

[Özet Raporu Göster](#) [Yazdır](#)

Rapor Başlığı:	tokat	
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZD	Orta sıkı - sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları
Enlem:	40.60398°	
Boylam	36.70468°	

Şekil 11. Kullanıcı girdileri (Tokat ili için)

Çıktılar

$S_S = 1.915$	$S_1 = 0.531$	$S_{DS} = 1.915$	$S_{D1} = 0.939$
$PGA = 0.782$	$PGV = 64.829$		

S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

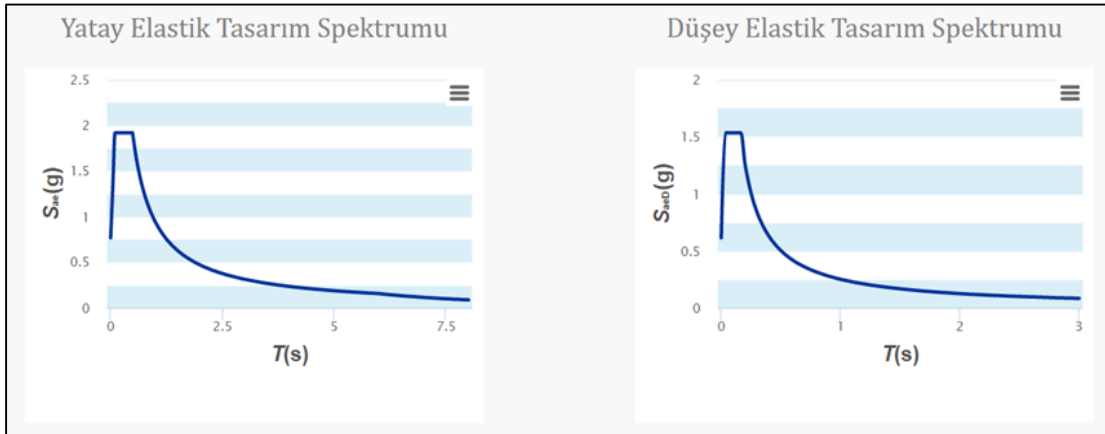
S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

Şekil 12. Harita ve tasarım spektral ivme katsayıları (Tokat ili için)



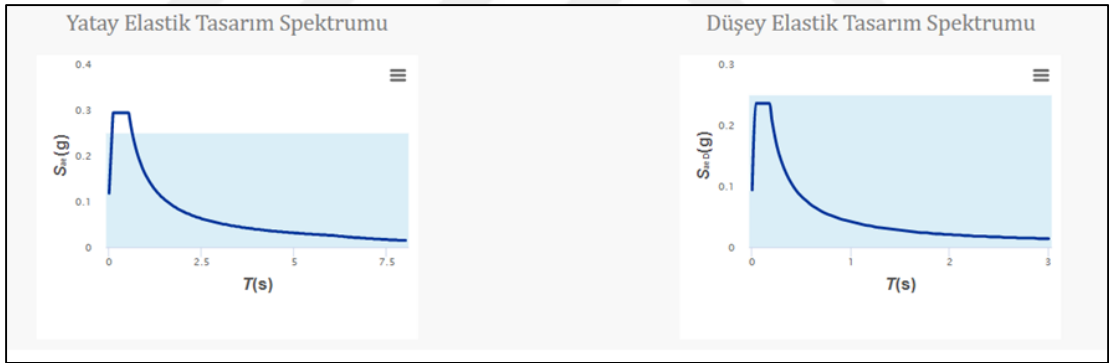
Şekil 13. Yatay ve düşey elastik tasarım spektrum grafikleri (Tokat ili için)

Kullanıcı Girdileri		Özet Raporu Göster Yazdır
Rapor Başlığı:	Kırşehir	
Deprem Yer Hareketi Düzeyi:	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı:	ZD	Orta sıkı - sıkı kum, çakıl veya çok katlı kil tabakaları
Enlem:	39.09262°	
Boylam:	34.26838°	

Şekil 14. Kullanıcı girdileri (Kırşehir ili için)

Çıktılar			
$S_S = 0.184$	$S_1 = 0.065$	$S_{DS} = 0.294$	$S_{D1} = 0.156$
$PGA = 0.081$	$PGV = 5.490$		
<p>S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz] S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz] S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz] S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz] PGA : En büyük yer ivmesi [g] PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]</p>			

Şekil 15. Harita ve tasarım spektral ivme katsayıları (Kırşehir ili için)



Şekil 16. Yatay ve düşey elastik tasarım spektrum grafikleri (Kırşehir ili için)

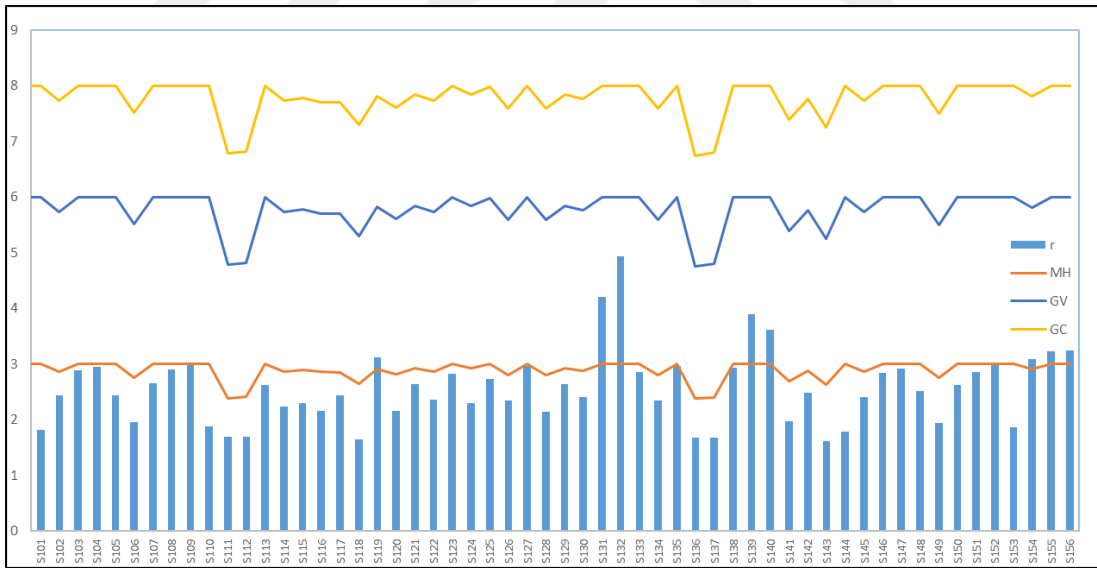
ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu kısımda analiz sonuçlarına göre hasar sınır değerleri grafikte gösterilmiştir.

Tokat İli Kolonların Performans Değerlendirilmesi

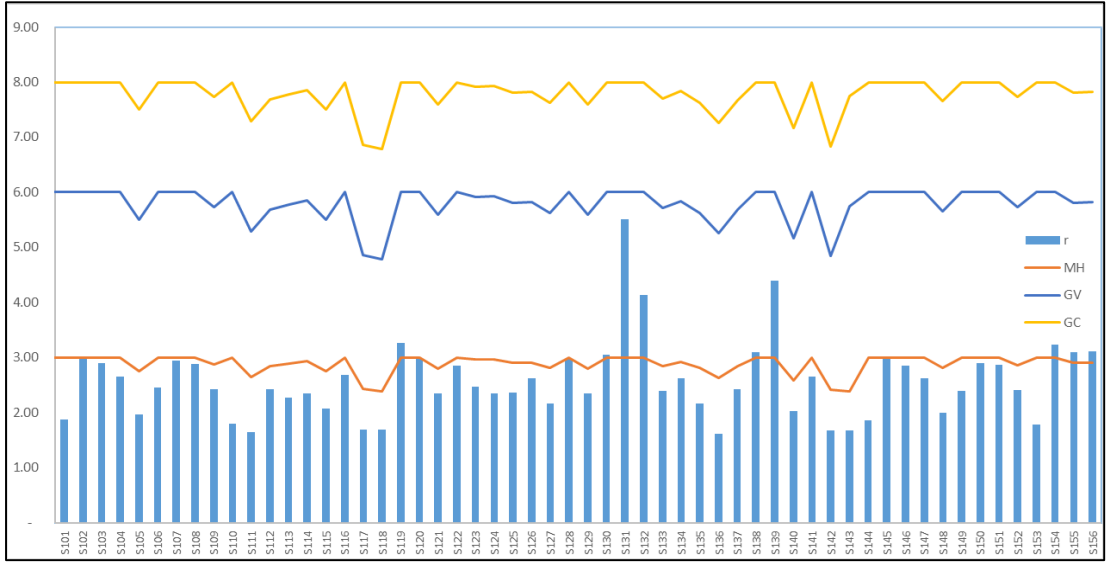
DBYBHY-2007 ye göre kolonların elde edilen normal kuvvet ve moment kapasitesi ile elemanlara ait etki/kapasite (r) katsayısı hesaplanmıştır. Daha sonra kolonların sınır değerler ile (r) katsayısı karşılaştırma yapılarak kolonların eleman düzeyinde “Hasar Sınırı” tespit edilmiştir.

TBDY-2018’e göre kesitlerin malzeme durumu için beton ve donatı şekildeğiştirme üst sınırları belirlenip kesit hasar sınırları belirlenmiştir. TBDY-2018’e göre grafikteki değerler 10^3 ile çarpılarak gösterilmiştir. DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 olarak her iki yönetmelik için hasar sınırları grafiklerle incelemesi yapılmıştır. DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 için kolon hasar durumları Şekil 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32’de gösterilmiştir.



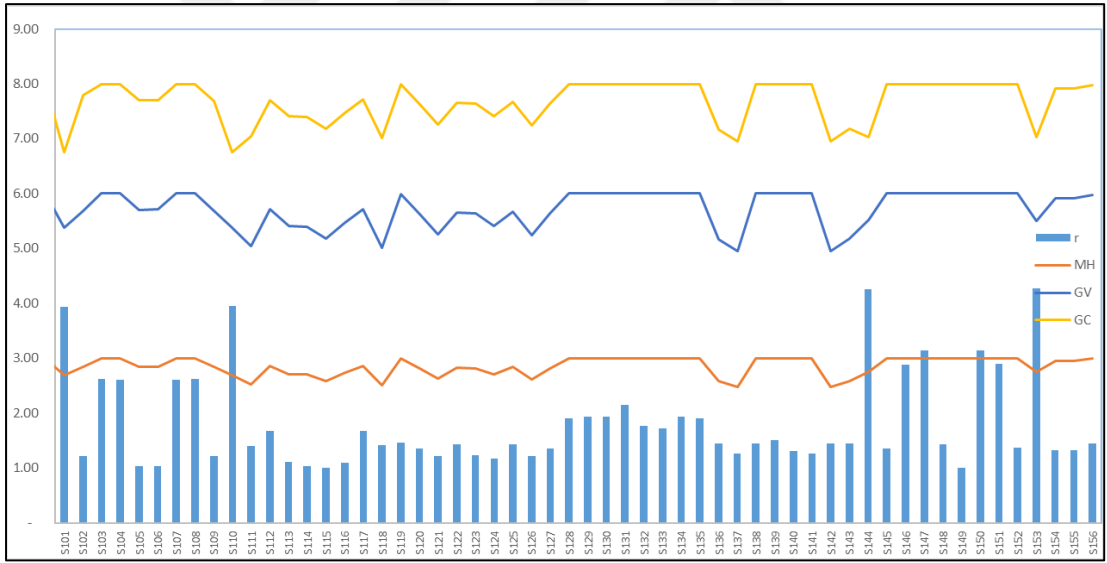
Şekil 17. DBYBHY-2007 -X deprem yönü 1. kat kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 17’de DBYBHY-2007’e göre -X deprem yönü için 1. kat kolon hasar durumuna bakıldığı zaman toplamda 9 adet kolon belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. Diğer kolonlar minimum hasar bölgesindedir.



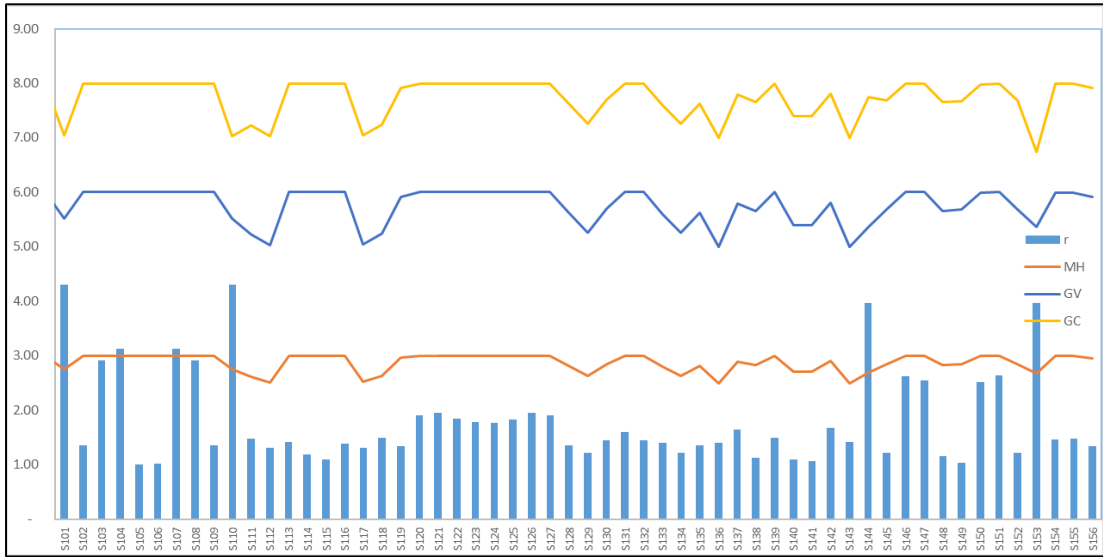
Şekil 18. DBYBHY-2007 +X deprem yönü 1. kat kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 18’de DBYBHY-2007’e göre +X deprem yönü için 1. kat kolon hasar durumuna bakıldığında toplamda 11 adet kolon belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. Diğer kolonlar minimum hasar bölgesindedir.



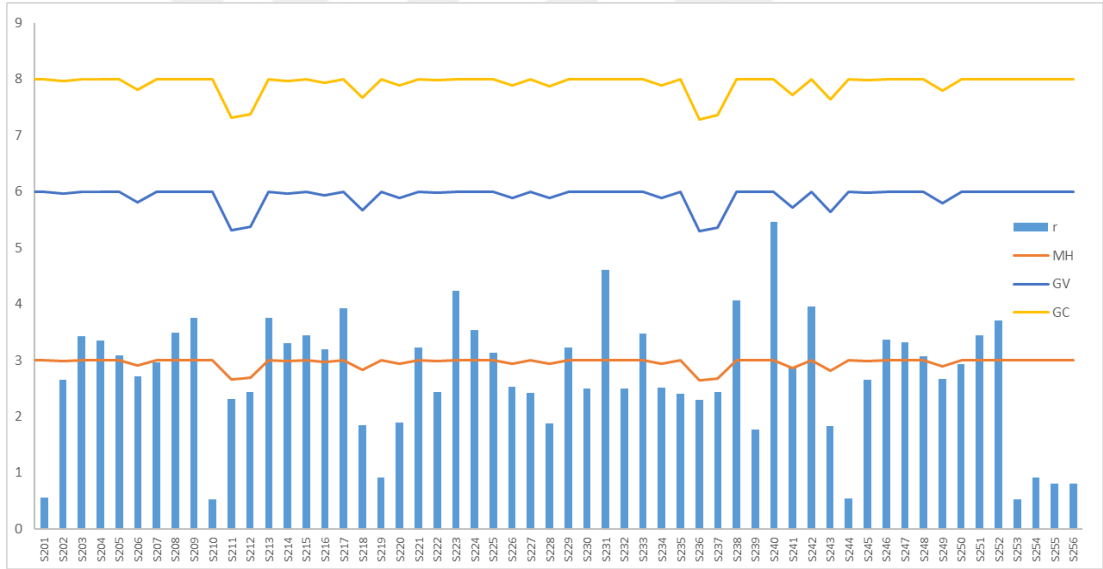
Şekil 19. DBYBHY-2007 -Y deprem yönü 1. kat kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 19’da DBYBHY-2007’e göre -Y deprem yönü için 1. kat kolon hasar durumuna bakıldığında toplamda 6 adet kolon belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. Diğer kolonlar minimum hasar bölgesindedir.



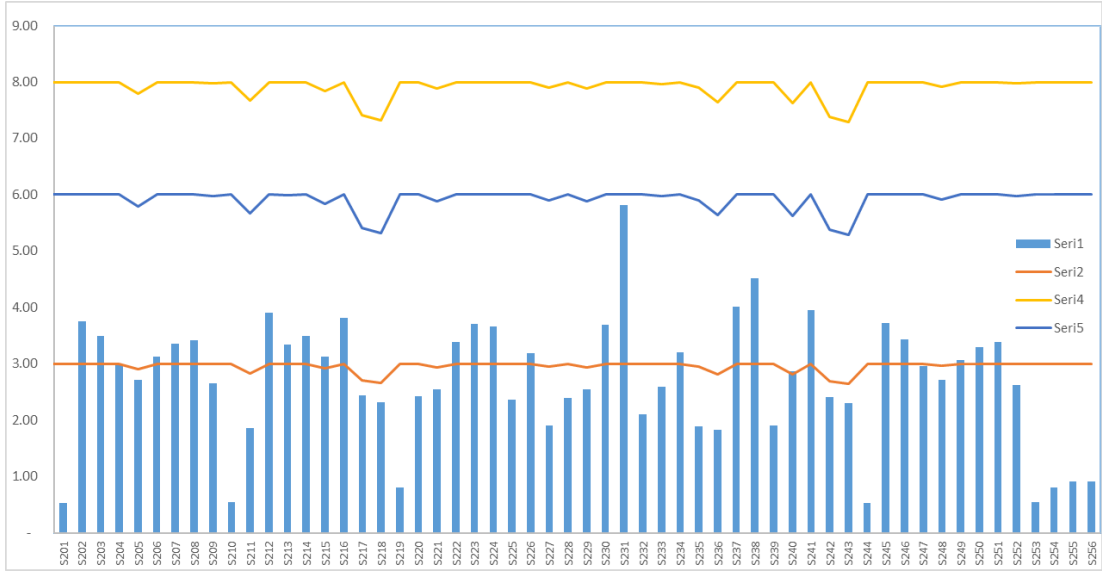
Şekil 20. DBYBHY-2007 +Y Deprem Yönü 1. kat kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 20’de DBYBHY-2007’e göre +Y deprem yönü için 1. kat kolon hasar durumuna bakıldığı zaman toplamda 6 adet kolon belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. Diğer kolonlar minimum hasar bölgesindedir.



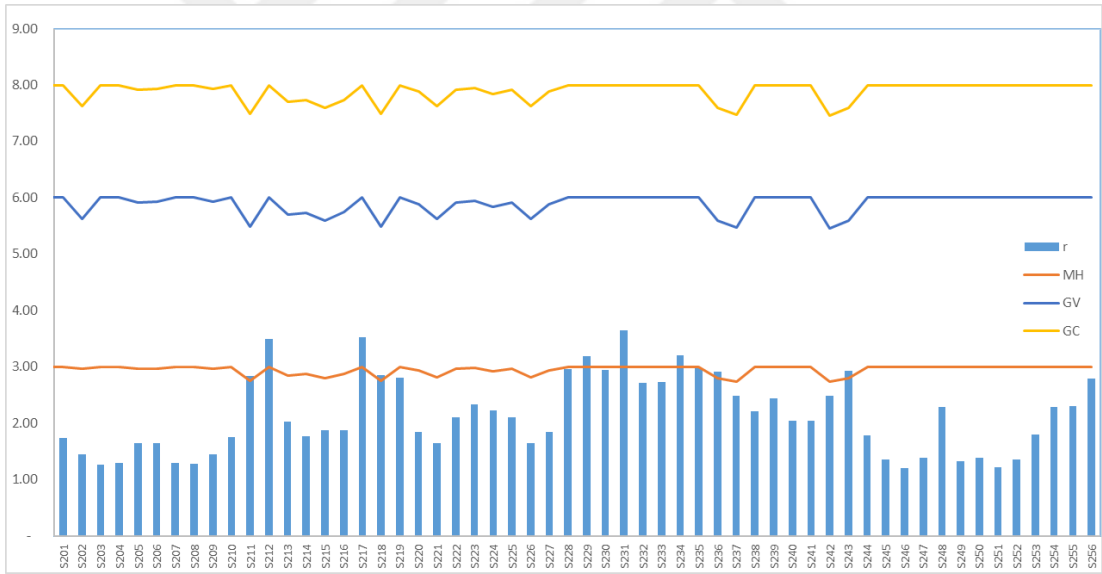
Şekil 21. DBYBHY-2007 -X deprem yönü 2. kat kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 21’de DBYBHY-2007’e göre -X deprem yönü için 2. kat kolon hasar durumuna bakıldığı zaman toplamda 25 adet kolon belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. Diğer kolonlar minimum hasar bölgesindedir.



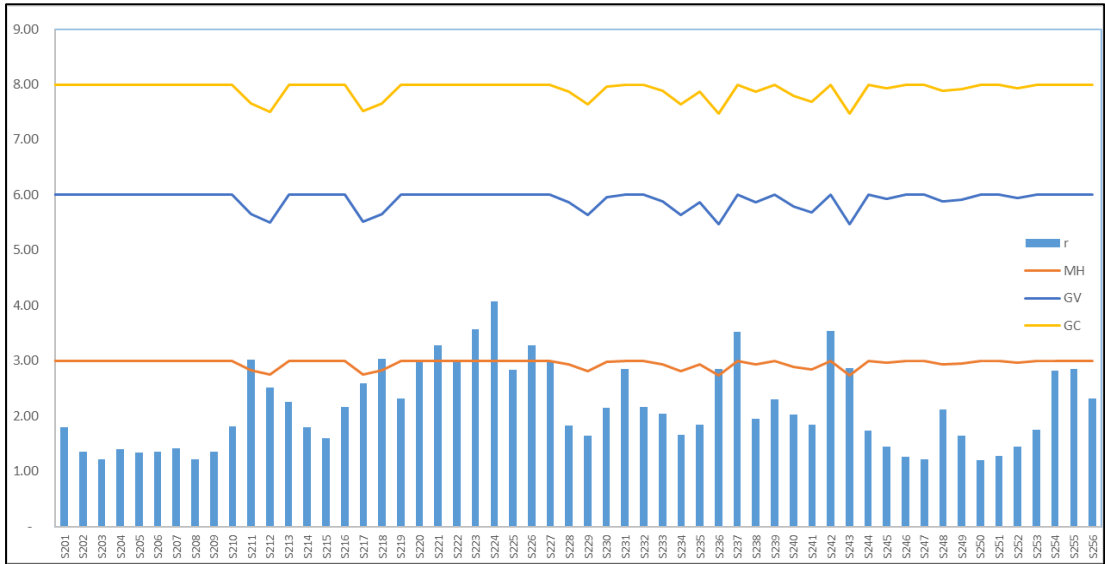
Şekil 22. DBYBHY-2007 +X deprem yönü 2. kat kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 22’de DBYBHY-2007’e göre +X deprem yönü için 2. kat kolon hasar durumuna bakıldığı zaman toplamda 26 adet kolon belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. Diğer kolonlar minimum hasar bölgesindedir.



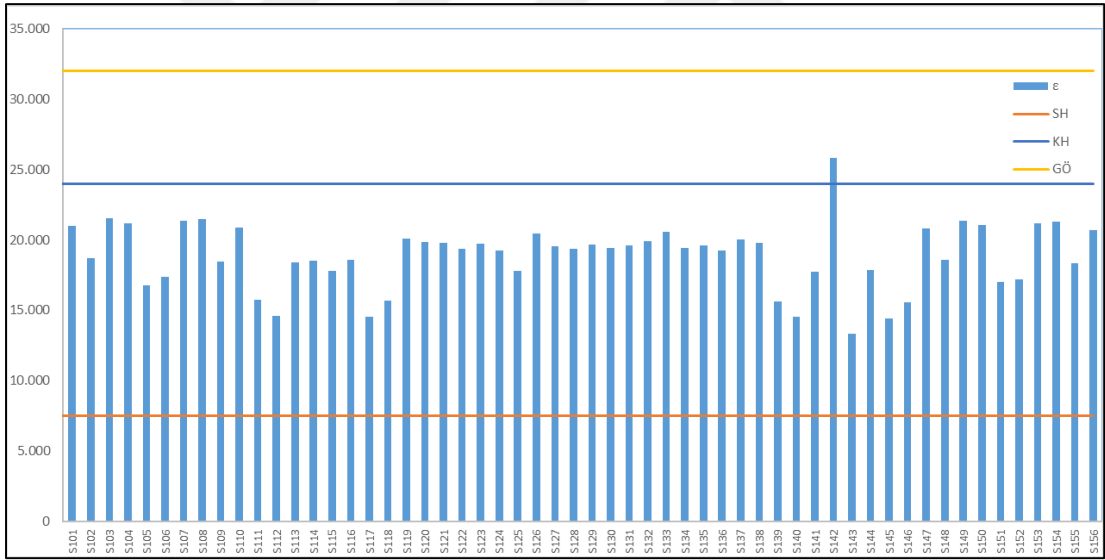
Şekil 23. DBYBHY-2007 -Y deprem yönü 2. kat kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 23’te DBYBHY-2007’e göre -Y deprem yönü için 2. kat kolon hasar durumuna bakıldığı zaman kolonların büyük bir kısmı minimum hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



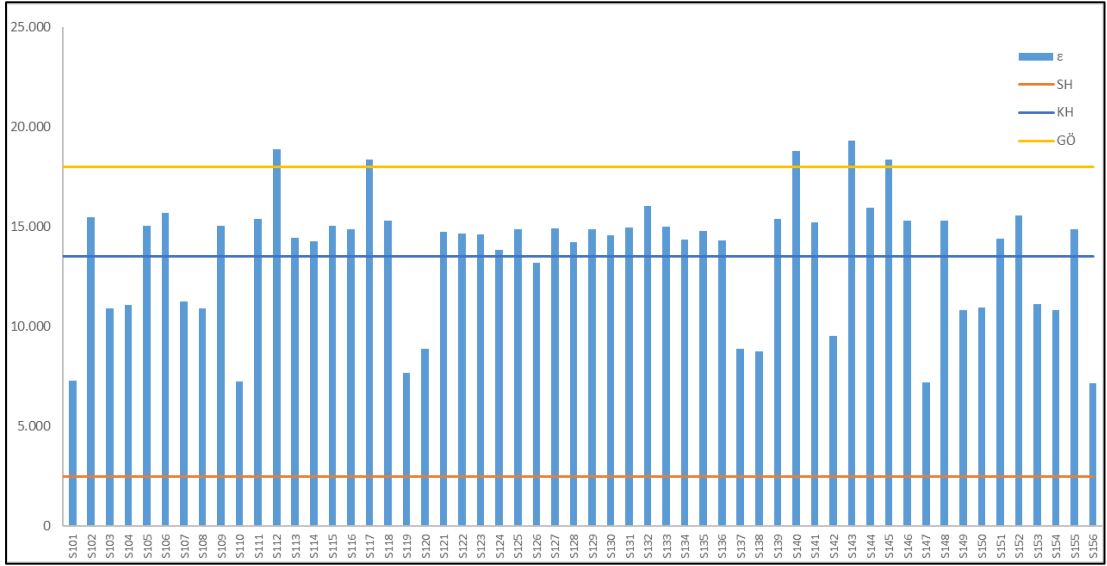
Şekil 24. DBYBHY-2007 +Y deprem yönü 2. kat kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 24'te DBYBHY-2007'e göre +Y deprem yönü için 2. kat kolon hasar durumuna bakıldığında toplamda 10 adet kolon belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. Diğer kolonlar minimum hasar bölgesindedir.



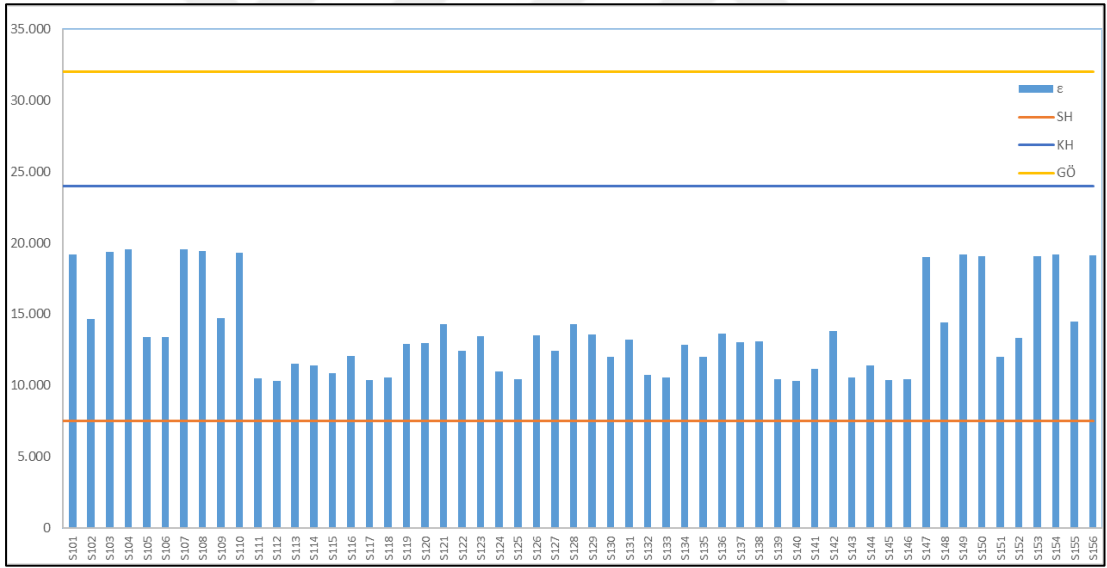
Şekil 25. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_s) kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 25'te TBDY-2018'e göre X deprem yönü için 1. kat ϵ_s kolon hasar durumuna bakıldığında sadece 1 adet kolon ileri hasar bölgesinde olduğu geri kalan kolonların belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



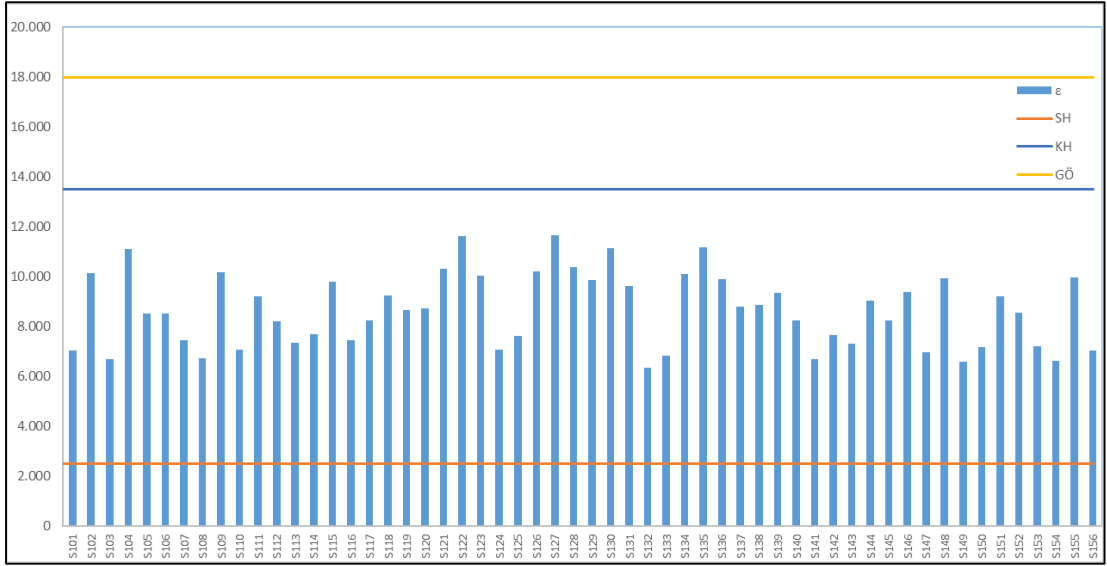
Şekil 26. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_c) kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 26’da TBDY-2018’e göre X deprem yönü için 1. kat ϵ_c kolon hasar durumuna bakıldığı zaman kolonların büyük çoğunluğu ileri hasar ve göçme bölgesinde olduğu görülmektedir.



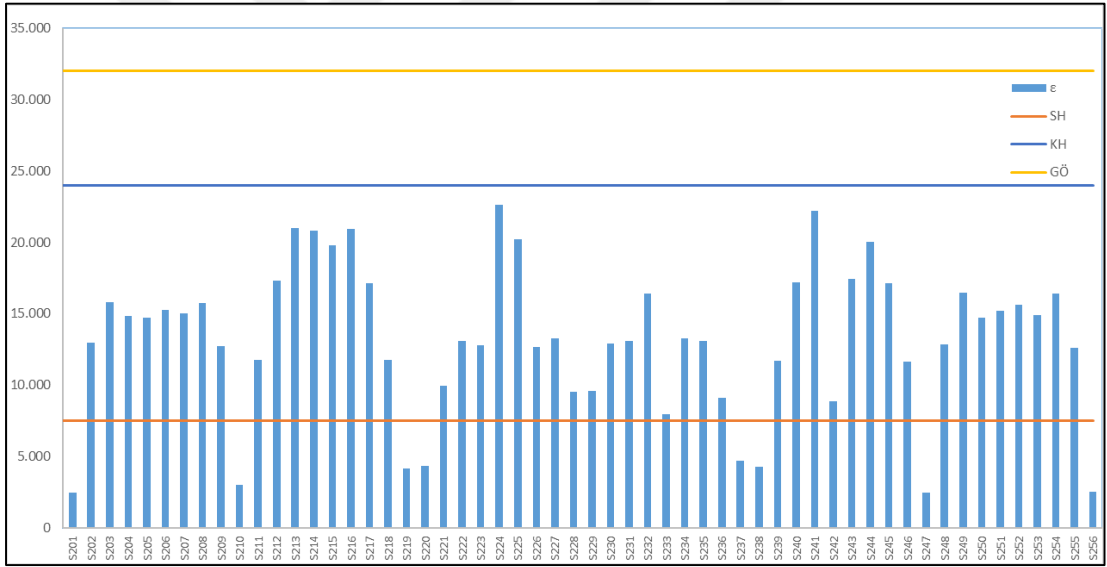
Şekil 27. TBDY-2018 Y deprem yönü 1. kat (ϵ_s) kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 27’de TBDY-2018’e göre Y deprem yönü için 1. kat ϵ_s kolon hasar durumuna bakıldığı zaman bütün kolonların belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



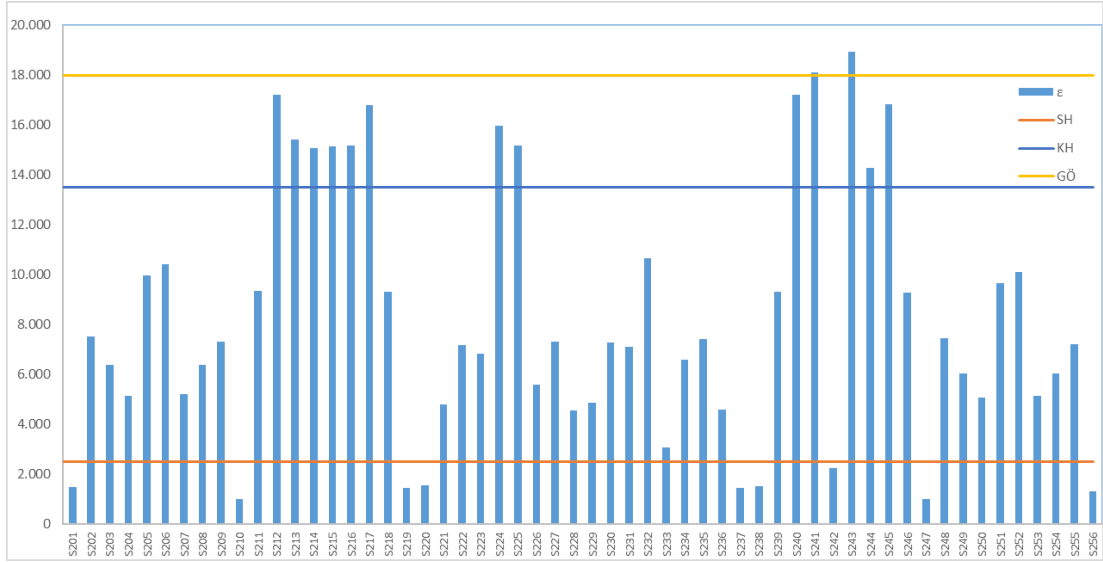
Şekil 28. TBDY-2018 Y deprem yönü 1. kat (ϵ_c) kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 28’de TBDY-2018’e göre Y deprem yönü için 1. kat ϵ_c kolon hasar durumuna bakıldığı zaman bütün kolonların belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



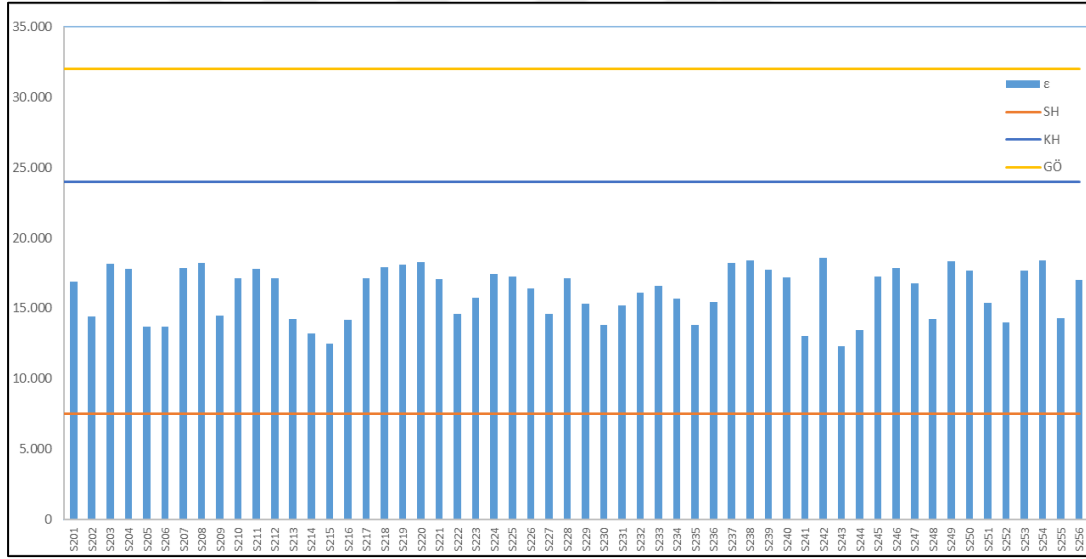
Şekil 29. TBDY-2018 X deprem yönü 2. kat (ϵ_s) kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 29’da TBDY-2018’e göre X deprem yönü için 2. kat ϵ_s kolon hasar durumuna bakıldığı zaman kolonların büyük bir kısmı belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



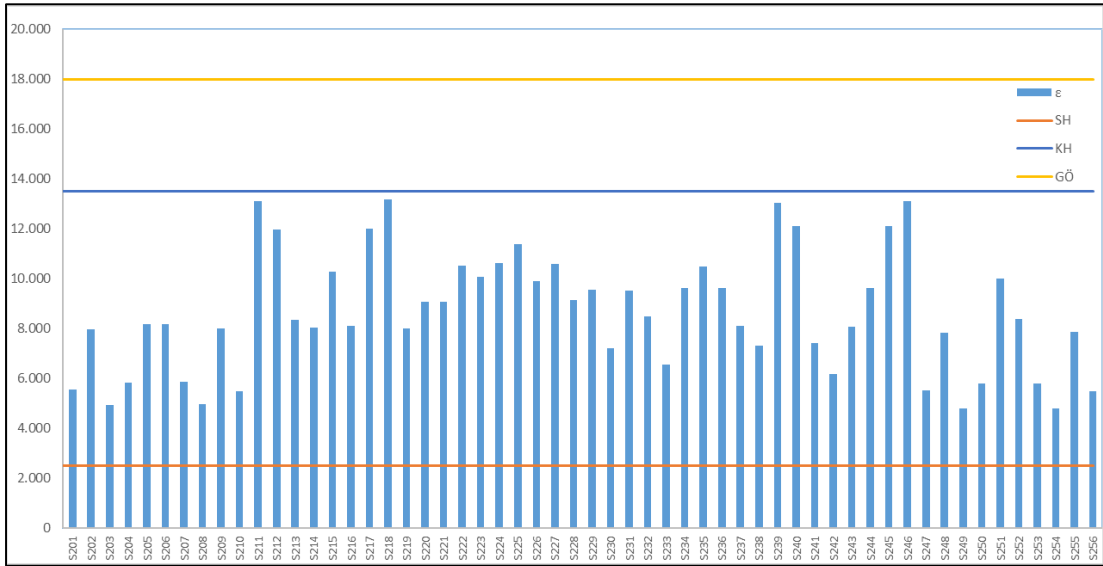
Şekil 30. TBDY-2018 X deprem yönü 2. kat (ϵ_c) kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 30’da TBDY-2018’e göre X deprem yönü için 2. kat ϵ_c kolon hasar durumuna bakıldığı zaman 2 adet kolon göçme bölgesinde olduğu, 11 adet kolonun ileri hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



Şekil 31. TBDY-2018 Y deprem yönü 2. kat (ϵ_s) kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 31’de TBDY-2018’e göre Y deprem yönü için 2. kat ϵ_s kolon hasar durumuna bakıldığı zaman bütün kolonlar belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



Şekil 32. TBDY-2018 Y deprem yönü 2. kat (ϵ_c) kolon hasar durumu (Tokat)

Şekil 32’de TBDY-2018’e göre Y deprem yönü için 2. kat ϵ_c kolon hasar durumuna bakıldığı zaman bütün kolonlar belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.

DBYBHY-2007’ye göre hasar düzeyi 1. Kat +X deprem yönü için kolonların %0 göçme ve ileri hasar bölgesinde, %28’i belirgin hasar bölgesinde, %72’si minimum hasar bölgesinde olduğu görülmüştür. 2. Kat +X deprem yönünde %45’i belirgin hasar bölgesinde, %55’si minimum hasar bölgesinde olduğu görülmüştür.

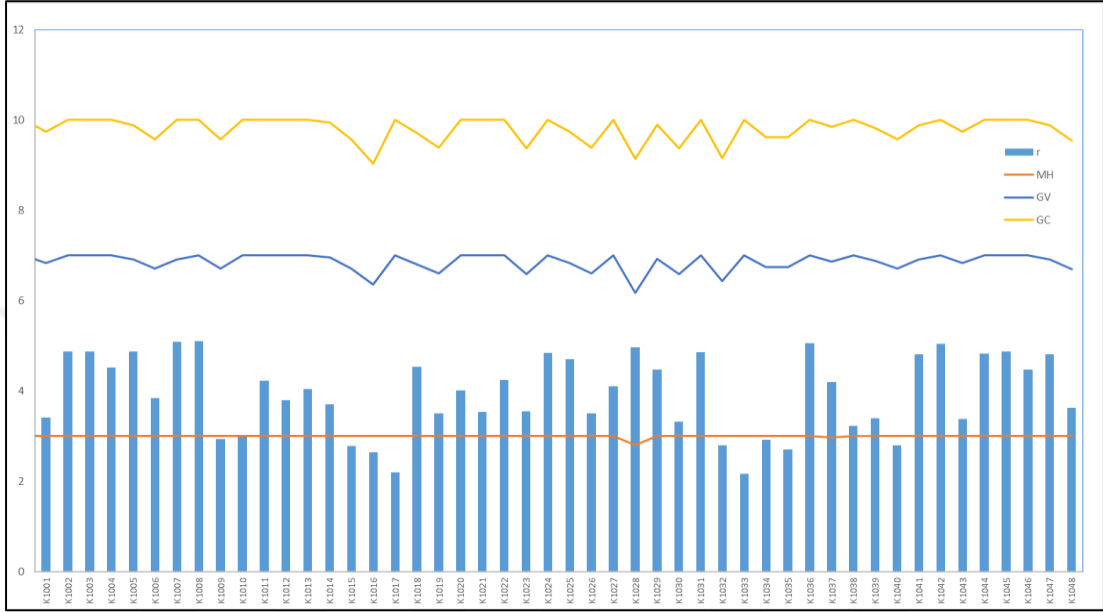
TBDY-2018’e göre hasar düzeyi en yüksek olan 1. Kat X deprem yönü için kolonların %4.7 si göçme bölgesinde %30.4 ü ileri hasar bölgesinde %64.9’u belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmüştür.

Kolonların hasar sınırları her iki yönetmelikle analizi yapılmış olup bu bölge için çok farklı sonuçlarla karşılaşmıştır. 2007 Deprem Yönetmeliğine göre göçme bölgesinde ve ileri hasar bölgesinde kalan eleman sayısı, 2018 Deprem Yönetmeliğiyle kıyaslama yapıldığı zaman daha az olduğu görülmüştür.

Tokat İli İçin Kirişlerin Performans Değerlendirilmesi

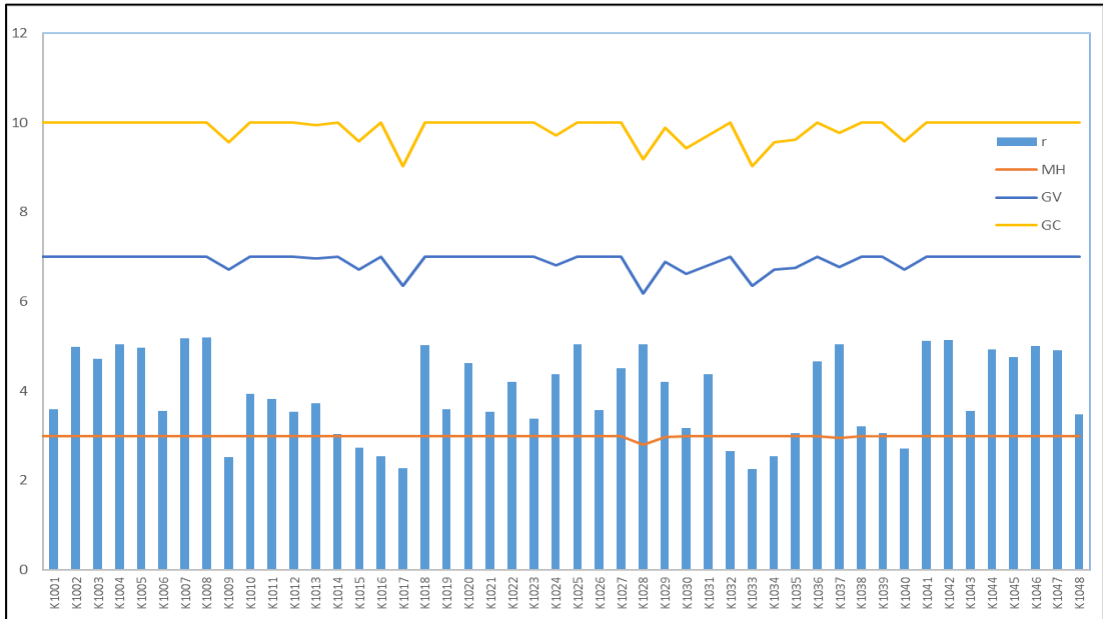
Modeli oluşturulan yapı, Sta4Cad v14.1 programında kirişlerin deprem yönündeki eşdeğer deprem kuvvetleri(Md) bulunmuştur. Deprem kuvvetinin artık moment kapasitesine(Mr) bölünerek kirişlerin etki/kapasite(r) oranı hesaplanmıştır. DBYBHY 2007’ye göre belirtilmiş Tablo3.2 yardımıyla Etki/Kapasite (rs) değeri hesaplanmıştır. Kirişler için hesaplanan (r) oranı ile (rs) oranının karşılaştırılması yapılarak kirişlerin kesit düzeyinde hasar sınırı belirlenmiştir.

TBDY-2018'e göre kirişlerin kesitleri malzeme durumu için beton ve donatı şekil değiştirme üst sınırları belirlenip kesit hasar sınırları belirlenmiştir. DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 olarak her iki yönetmelik için hasar sınırları daha fazla olan 1. ve 2.katlardaki durum grafiklerle gösterilmiştir. DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 için kiriş hasar durumları Şekil 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48'de gösterilmiştir.



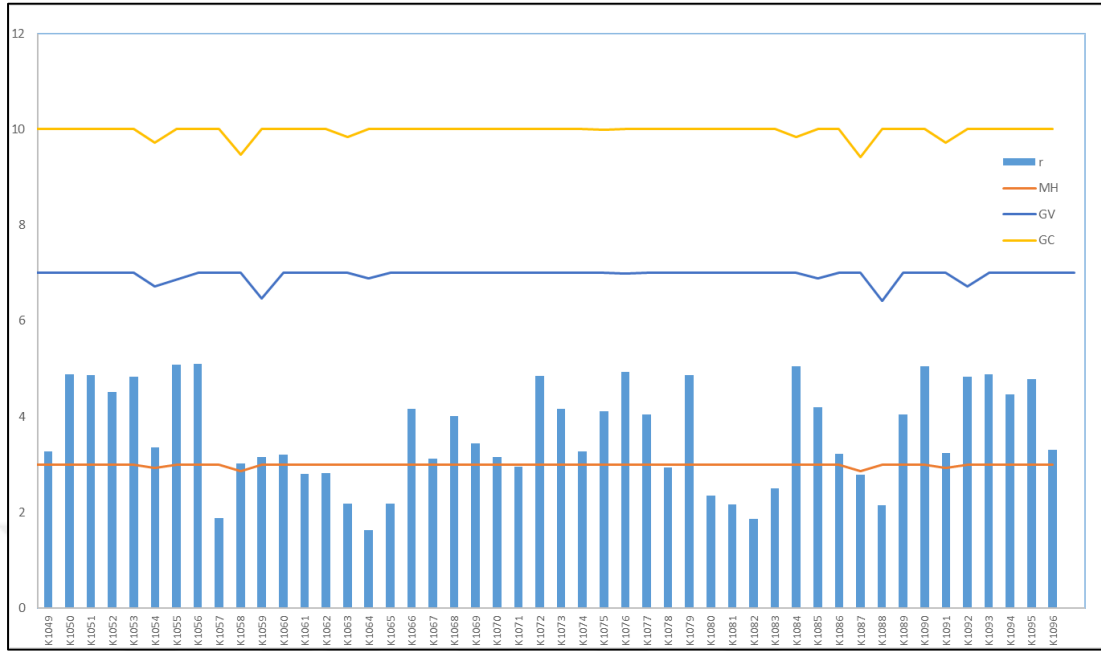
Şekil 33. DBYBHY-2007 -X deprem yönü 1. kat kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 33'te DBYBHY-2007'e göre -X deprem yönü için 1. kat kiriş hasar durumuna bakıldığında zaman kirişlerin büyük kısmı belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



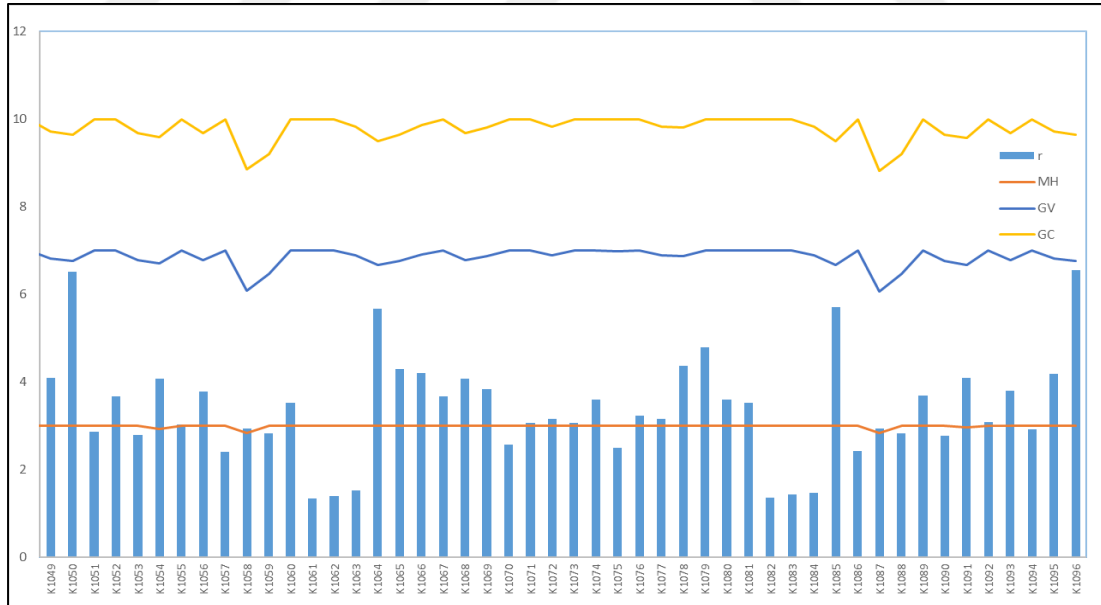
Şekil 34. DBYBHY-2007 +X deprem yönü 1. kat kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 34’te DBYBHY-2007’e göre +X deprem yönü için 1. kat kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman kirişlerin büyük kısmı belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



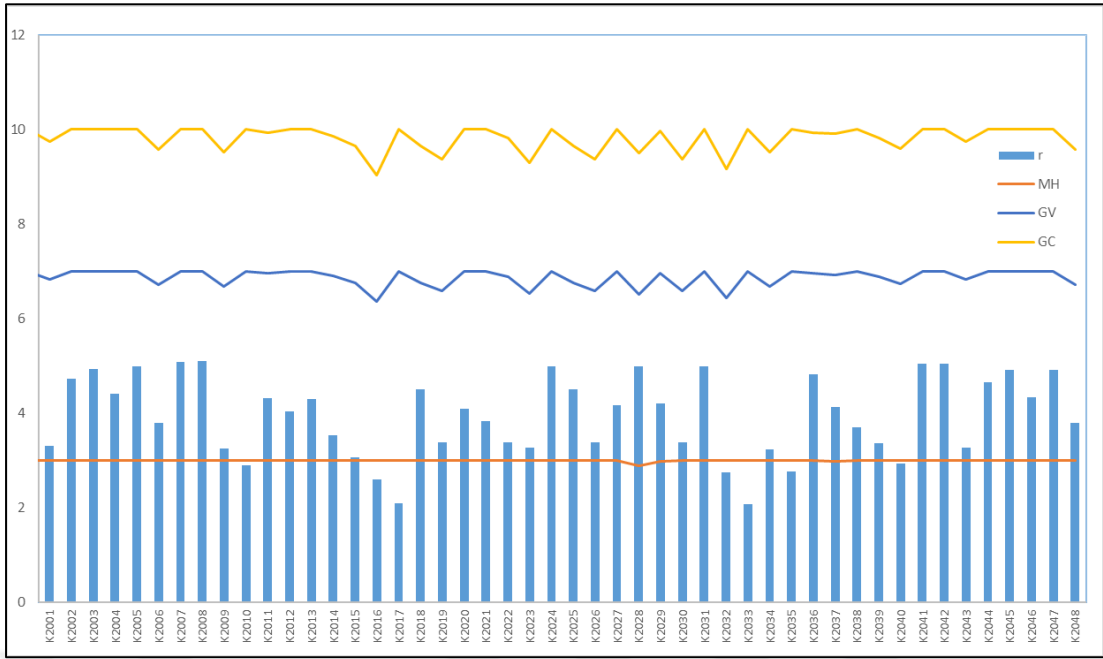
Şekil 35. DBYBHY-2007 -Y deprem yönü 1. kat kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 35’te DBYBHY-2007’e göre -Y deprem yönü için 1. kat kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman kirişlerin büyük kısmı belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



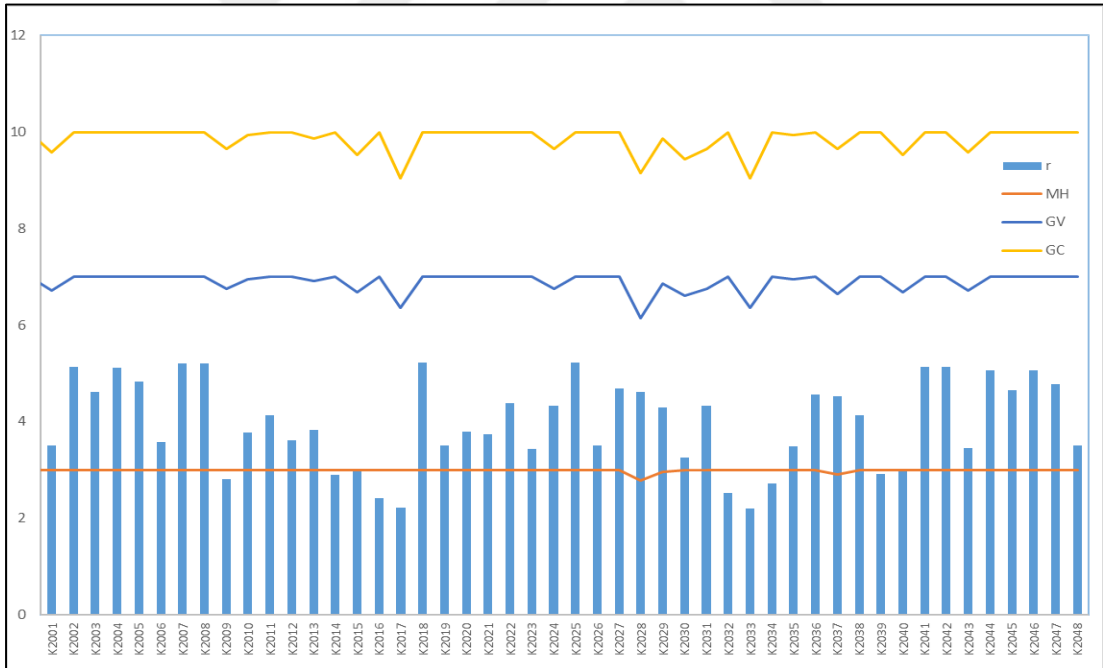
Şekil 36. DBYBHY-2007 +Y deprem yönü 1. kat kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 36’da DBYBHY-2007’e göre +Y deprem yönü için 1. kat kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman kirişlerin büyük kısmı belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



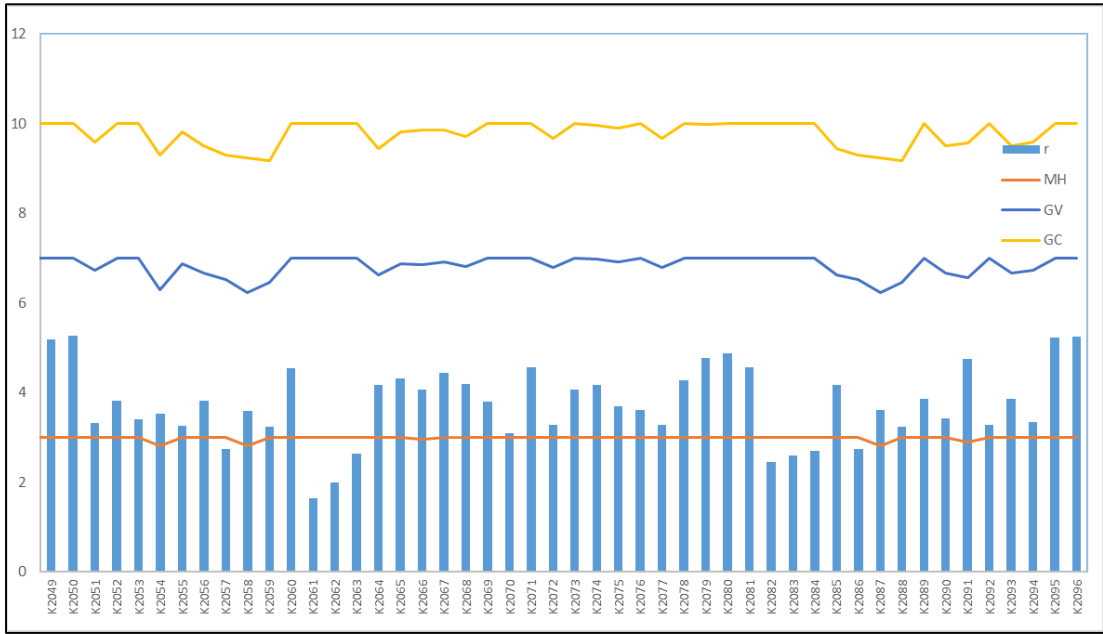
Şekil 37. DBYBHY-2007 -X deprem yönü 2. kat kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 37’de DBYBHY-2007’e göre -X deprem yönü için 2. kat kiriş hasar durumuna bakıldığında zaman kirişlerin büyük kısmı belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



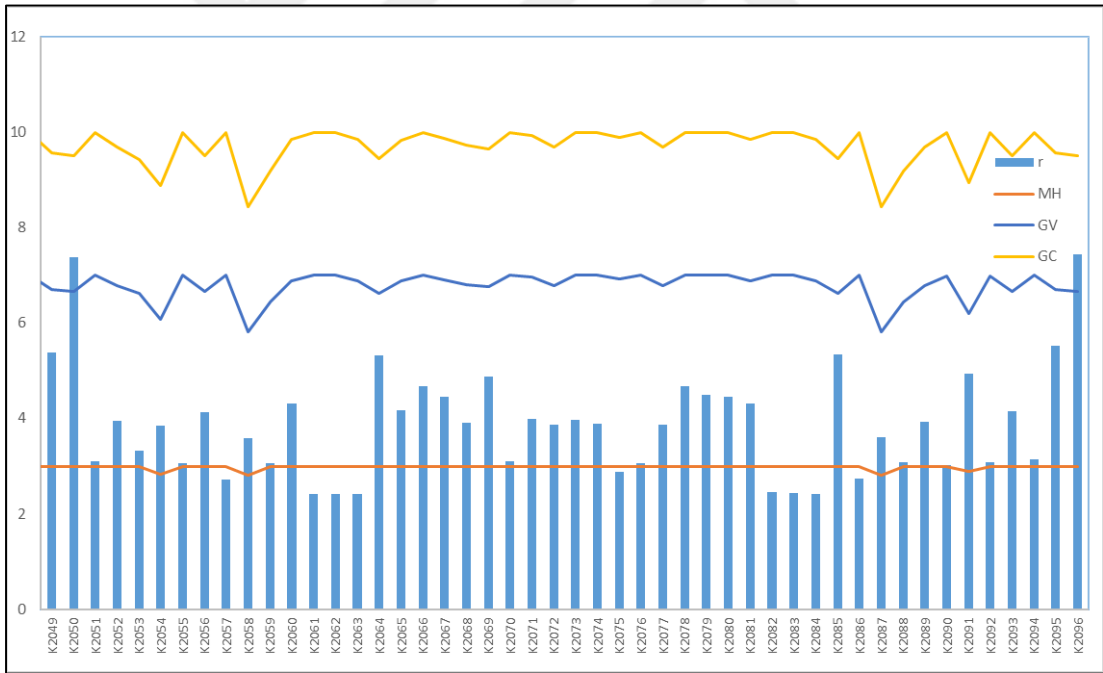
Şekil 38. DBYBHY-2007 +X deprem yönü 2. kat kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 38’de DBYBHY-2007’e göre +X deprem yönü için 2. kat kiriş hasar durumuna bakıldığında zaman kirişlerin büyük kısmı belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



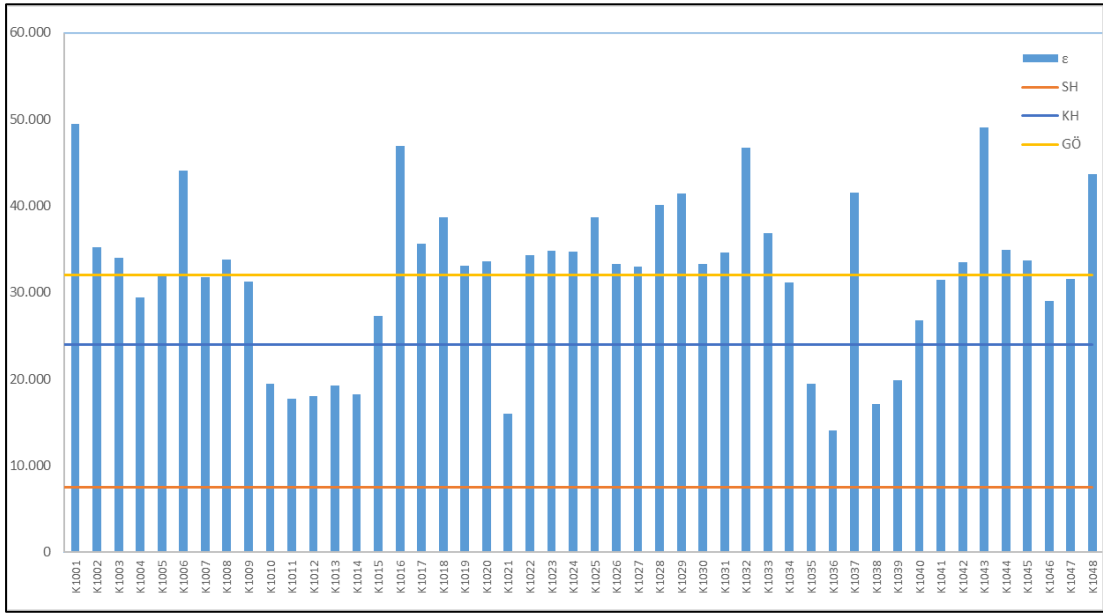
Şekil 39. DBYBHY-2007 -Y deprem yönü 2. kat kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 39'da DBYBHY-2007'e göre -Y deprem yönü için 2. kat kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman kirişlerin büyük kısmı belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



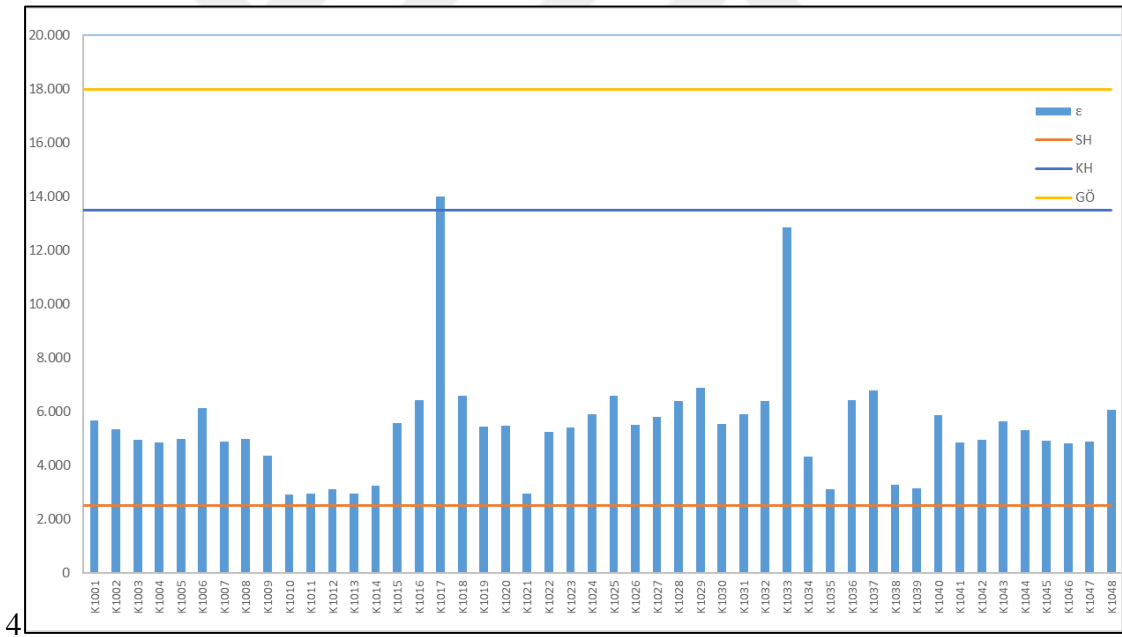
Şekil 40. DBYBHY-2007 +Y deprem yönü 2. kat kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 40'da DBYBHY-2007'e göre +Y deprem yönü için 2. kat kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman kirişlerin büyük kısmı belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. 2 adet kirişinde ileri hasar bölgesinde kaldığı görülmektedir.



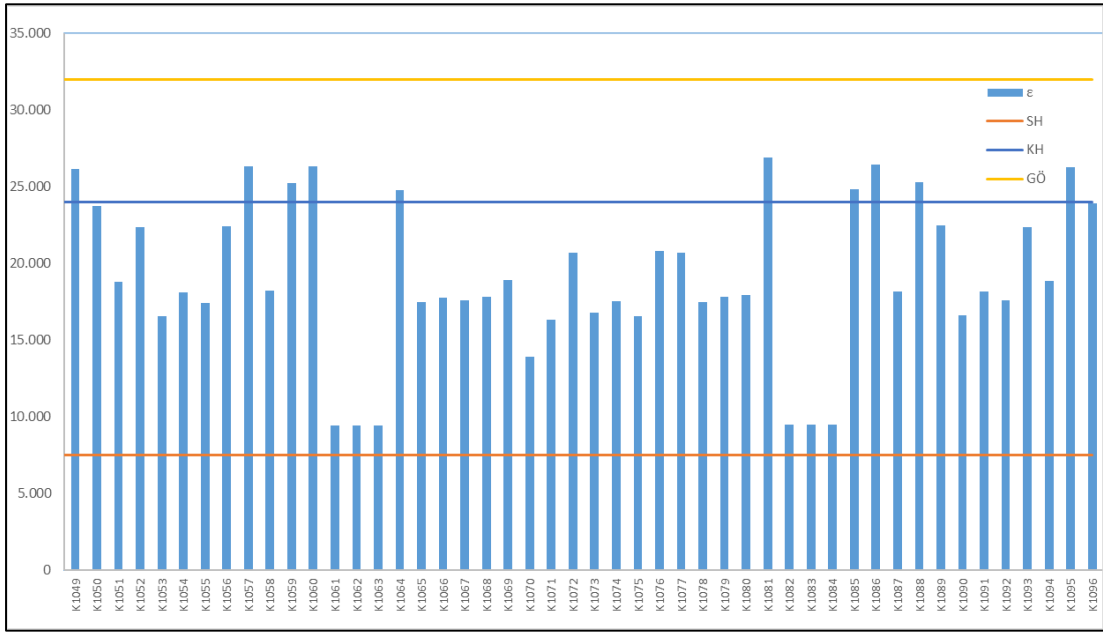
Şekil 41. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_s) kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 41’de TBDY-2018’e göre X deprem yönü için 1. Kat ϵ_s kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman kirişlerin büyük kısmı ileri hasar ve göçme bölgesinde olduğu görülmektedir.



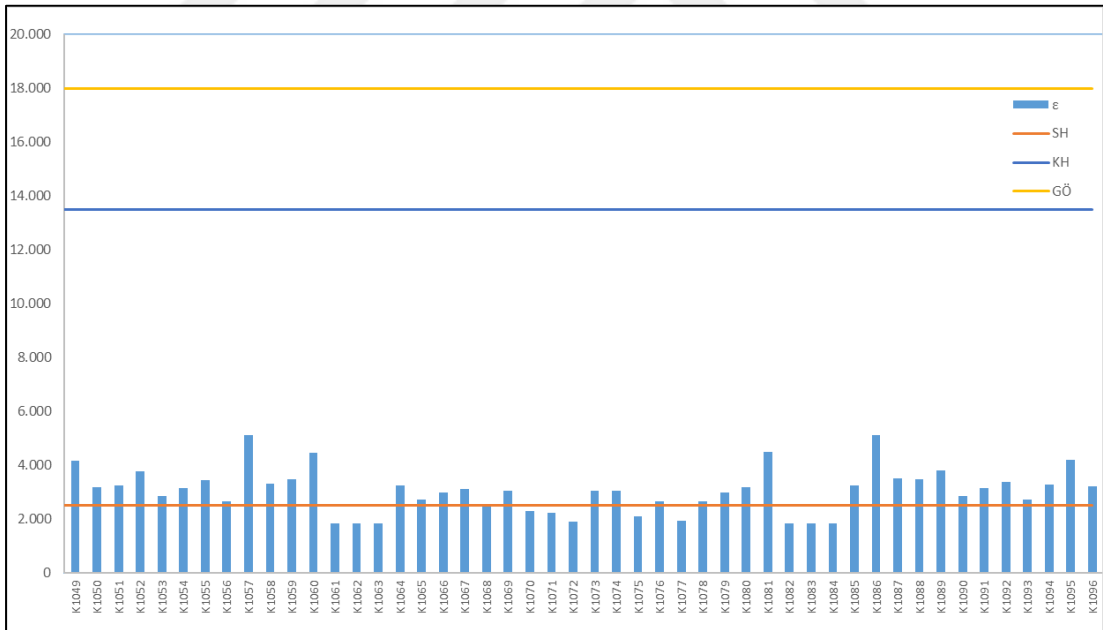
Şekil 42. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_c) kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 42’de TBDY-2018’e göre X deprem yönü için 1. kat ϵ_c kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman kirişlerin büyük kısmı belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. 1 adet kirişinde ileri hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



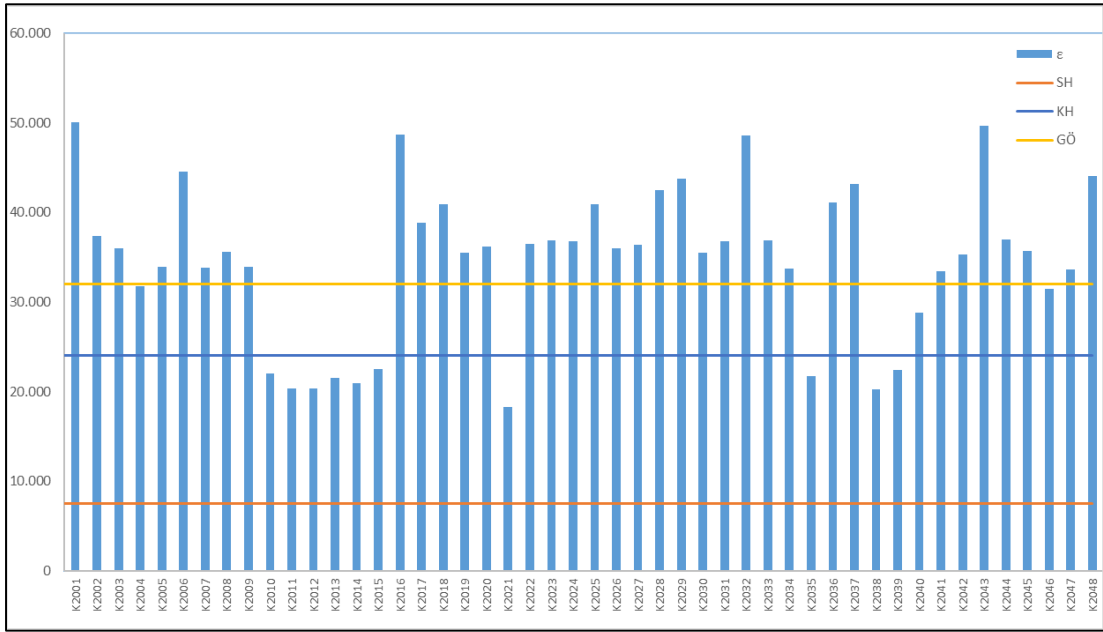
Şekil 43. TBKY-2018 Y deprem yönü 1. kat (ϵ_s) kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 43'te TBKY-2018'e göre Y deprem yönü için 1. kat ϵ_s kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman 10 adet kiriş ileri hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. Diğer kiriş elemanların belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



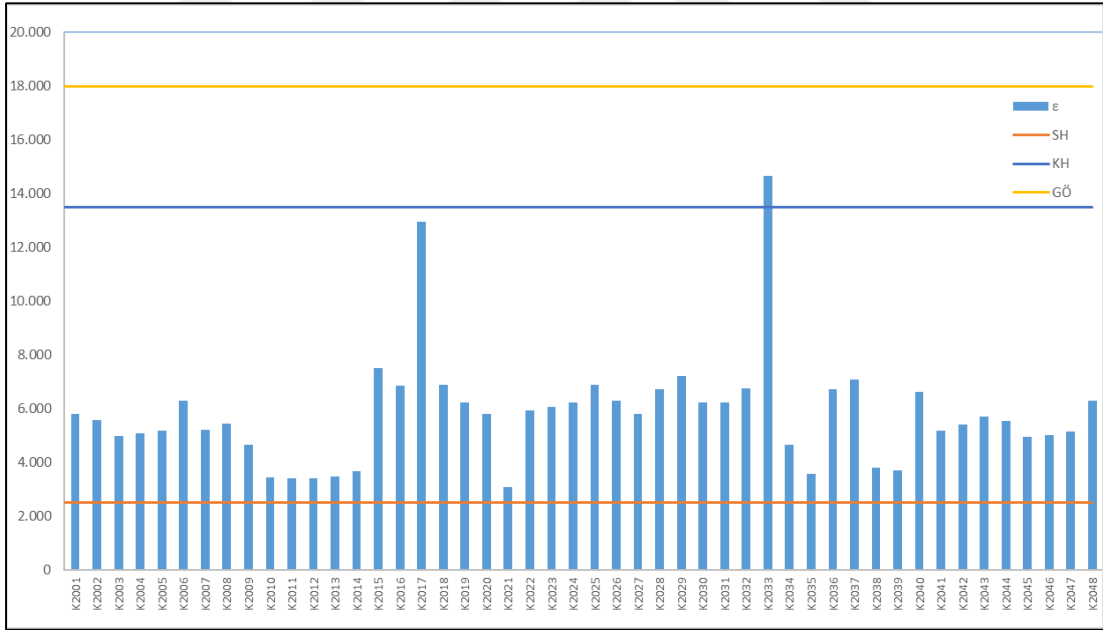
Şekil 44. TBKY-2018 Y deprem yönü 1. kat (ϵ_c) kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 44'te TBKY-2018'e göre Y deprem yönü için 1. kat ϵ_c kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman kirişlerin büyük kısmı belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. Diğer kiriş elemanlar minimum hasar bölgesindedir.



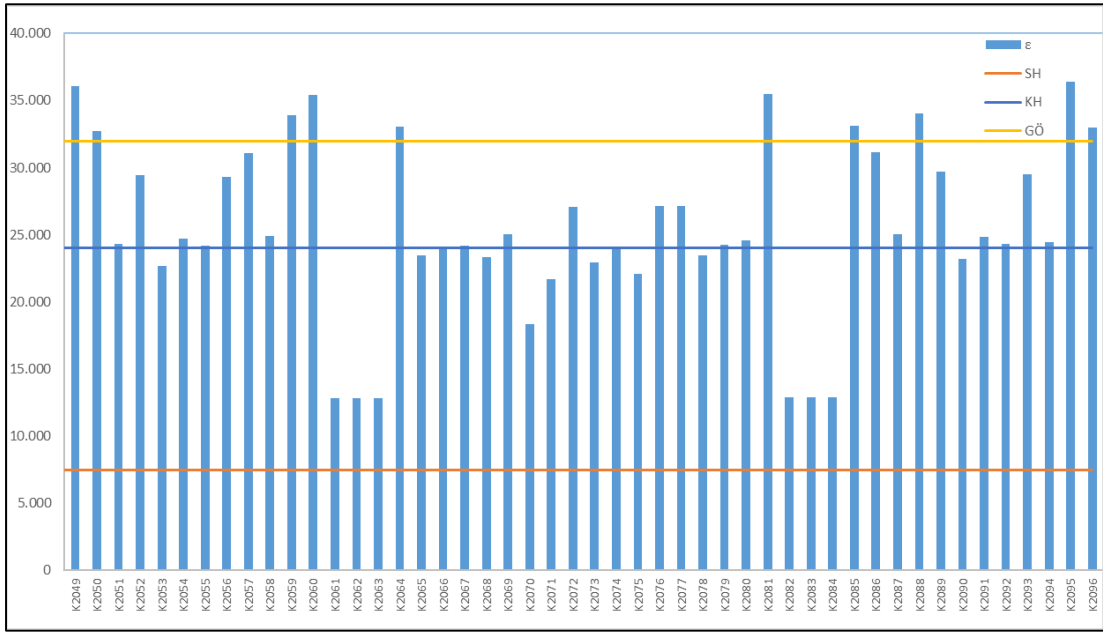
Şekil 45. TBDY-2018 X deprem yönü 2. kat (ϵ_s) kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 45'te TBDY 2018'e göre X deprem yönü için 2. kat ϵ_s kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman kirişlerin büyük kısmı ileri hasar ve göçme bölgesinde olduğu görülmektedir. Diğer kiriş elemanlar belirgin hasar bölgesindedir.



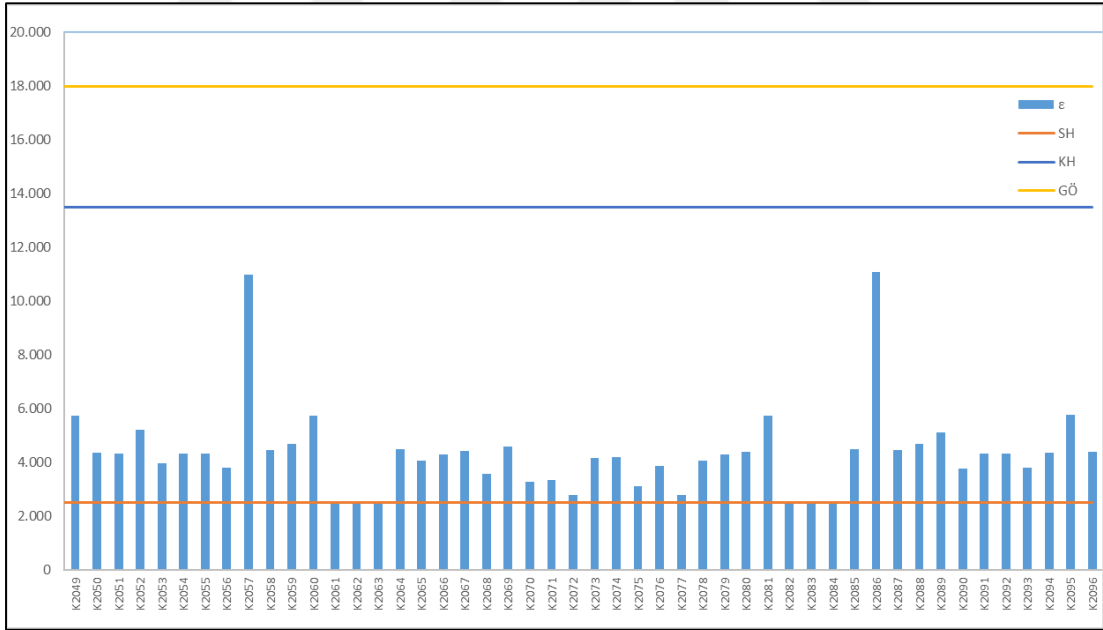
Şekil 46. TBDY-2018 X deprem yönü 2. kat (ϵ_c) kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 46'da TBDY 2018'e göre X deprem yönü için 2. kat ϵ_c kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman kirişlerin büyük kısmı belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. 1 adet kiriş ileri hasar bölgesindedir.



Şekil 47. TBDY-2018 Y deprem yönü 2. kat (ϵ_s) kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 47’de TBDY 2018’e göre Y deprem yönü için 2. kat ϵ_s kiriş hasar durumuna bakıldığında zaman kirişlerin büyük kısmı ileri hasar ve göçme bölgesinde olduğu görülmektedir. Diğer kiriş elemanlar belirgin hasar bölgesindedir.



Şekil 48. TBDY-2018 Y deprem yönü 2. kat (ϵ_c) kiriş hasar durumu (Tokat)

Şekil 48’de TBDY 2018’e göre Y deprem yönü için 2. kat ϵ_c kiriş hasar durumuna bakıldığında zaman bütün kirişlerin belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.

DBYBHY-2007’ye göre hasar düzeyi en yüksek olan 2. Kat +Y deprem yönü için kirişlerin %4’ü ileri hasar bölgesinde, %74’i belirgin hasar bölgesinde, %22’si minimum hasar bölgesinde olduğu görülmüştür.

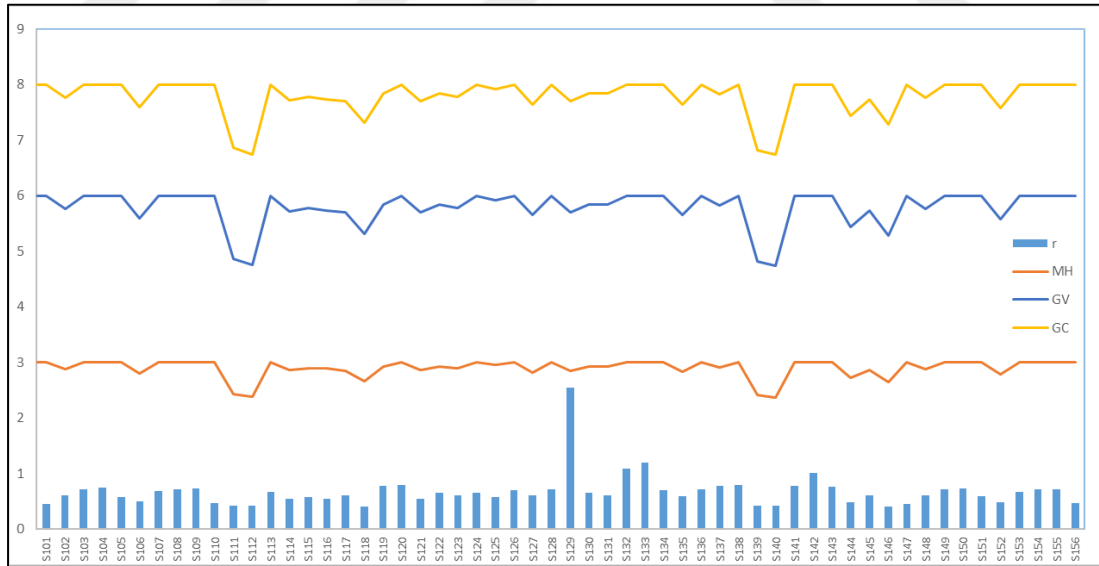
TBDY-2018'e göre hasar düzeyi en yüksek olan X deprem yönü 2. Kat kiriş hasar durumu %36.4'i göçme bölgesinde %3.1'i ileri hasar bölgesinde %60.5'i belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmüştür.

Kirişlerin hasar sınırları her iki yönetmelikle analizi yapılmış olup bu bölge için çok farklı sonuçlarla karşılaşılmıştır. 2018 Deprem Yönetmeliğine göre yapılan analizde kirişlerin büyük çoğunluğu göçme bölgesinde kaldığı gözlemlenmiştir.

Kırşehir İli İçin Kolonların Performans Değerlendirilmesi

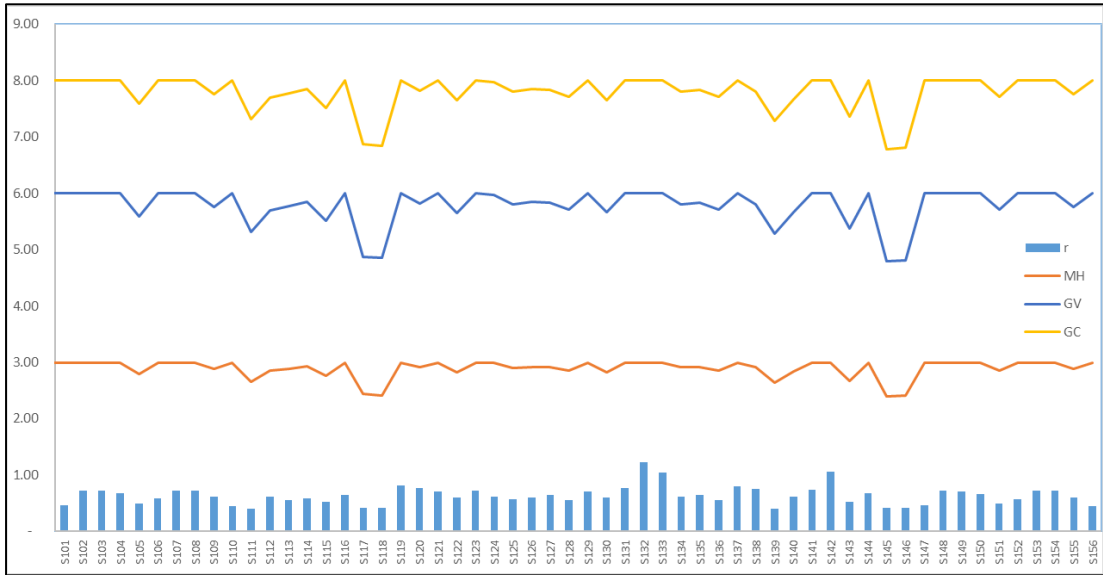
DBYBHY-2007'ye göre kolonların elde edilen normal kuvvet ve moment kapasite ile elemanlara ait etki /kapasite (r) katsayısı hesaplanmıştır. Daha sonra kirişlerin sınır değerler ile (r) katsayısı karşılaştırma yapılarak kolonların eleman düzeyinde "Hasar Sınırı" tespit edilmiştir.

TBDY-2018'e göre kesitlerin malzeme durumu için beton ve donatı şekil değiştirme üst sınırları belirlenip kesit hasar sınırları belirlenmiştir. TBDY-2018'e göre grafikteki değerler 10^3 ile çarpılarak gösterilmiştir. DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 olarak her iki yönetmelik için hasar sınırları grafiklerle incelemesi yapılmıştır. DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 için kolon hasar durumları Şekil 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56'da gösterilmiştir.



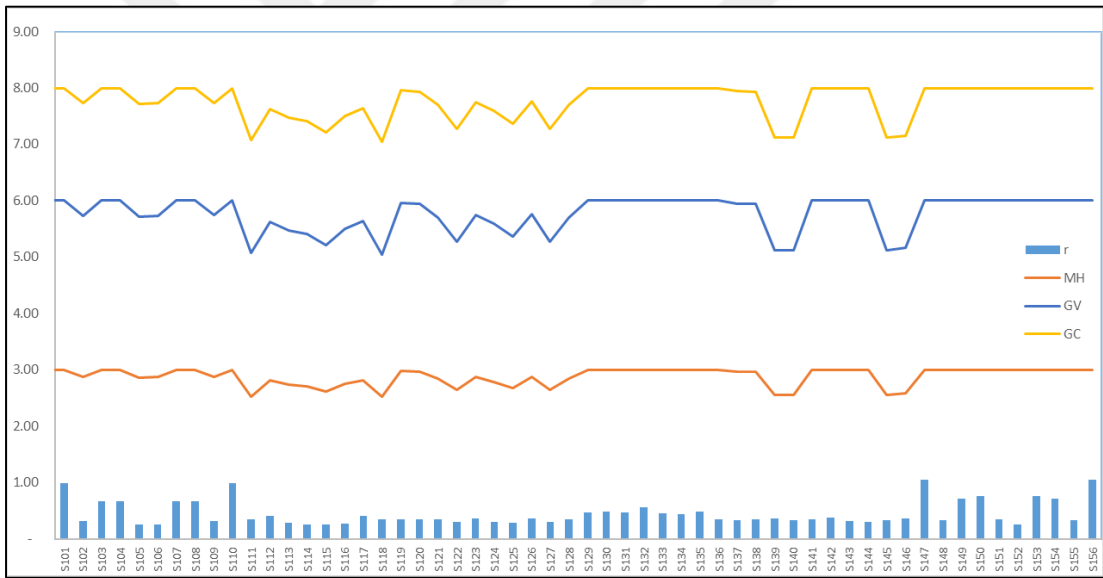
Şekil 49. DBYBHY-2007 -X deprem yönü 1. kat kolon hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 49'da DBYBHY-2007'e göre -X deprem yönü için 1. kat kolon hasar durumuna bakıldığında bütün kolonların minimum hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



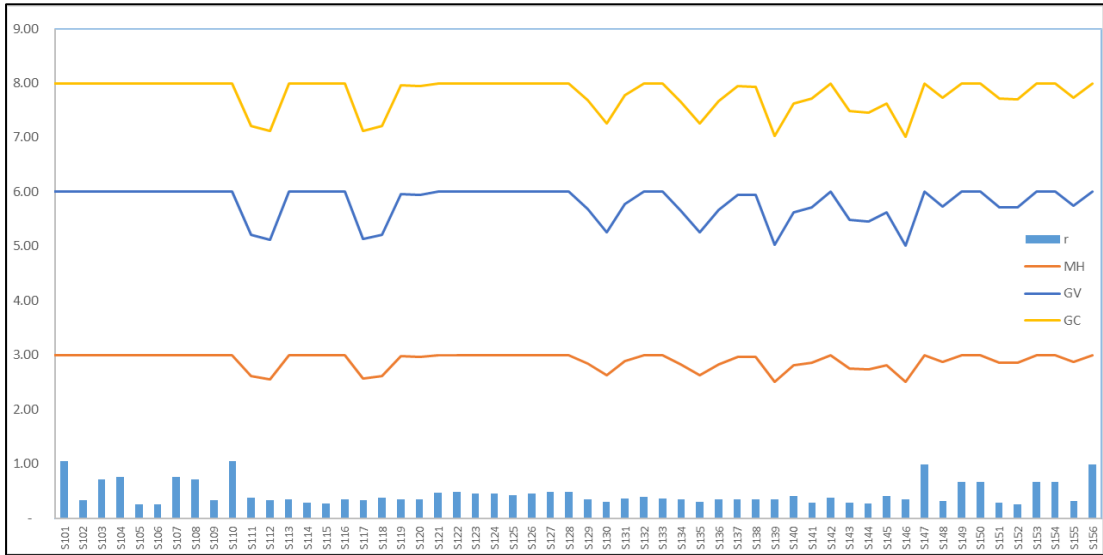
Şekil 50. DBYBHY-2007 +X deprem yönü 1. kat kolon hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 50’de DBYBHY-2007’e göre +X deprem yönü için 1. kat kolon hasar durumuna bakıldığı zaman bütün kolonların minimum hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



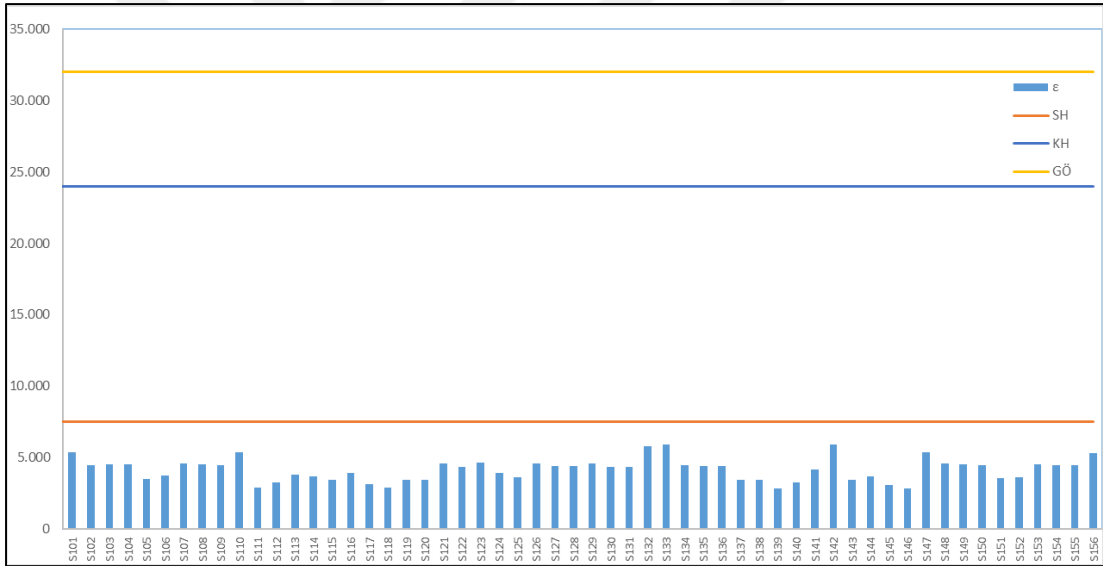
Şekil 51. DBYBHY-2007 -Y deprem yönü 1. kat kolon hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 51’de DBYBHY-2007’e göre -Y deprem yönü için 1. kat kolon hasar durumuna bakıldığı zaman bütün kolonların minimum hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



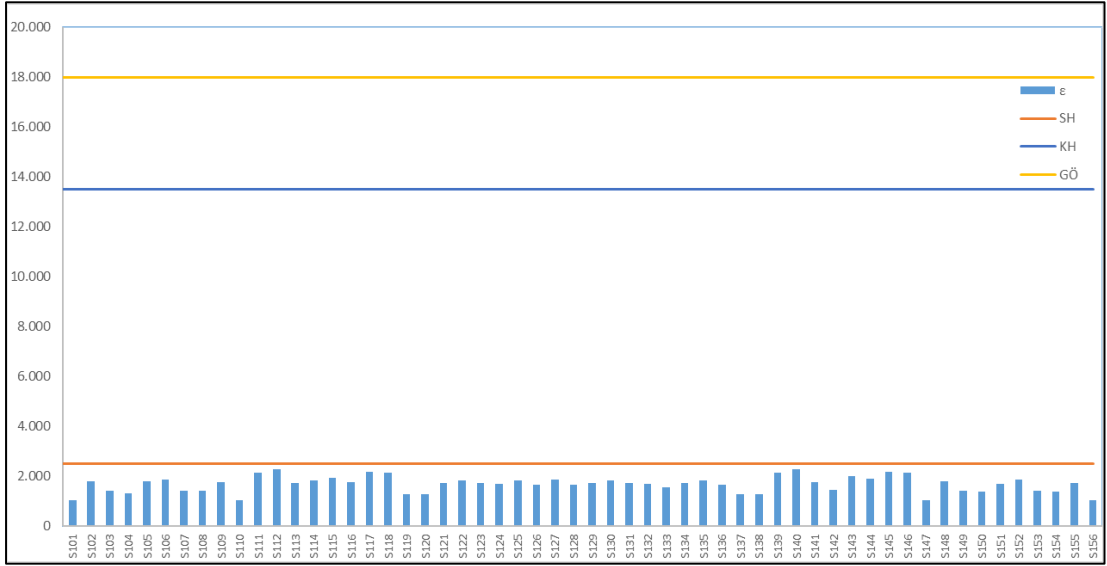
Şekil 52. DBYBHY-2007 +Y deprem yönü 1. kat kolon hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 52’de DBYBHY-2007’e göre +Y deprem yönü için 1. kat kolon hasar durumuna bakıldığında bütün kolonların minimum hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



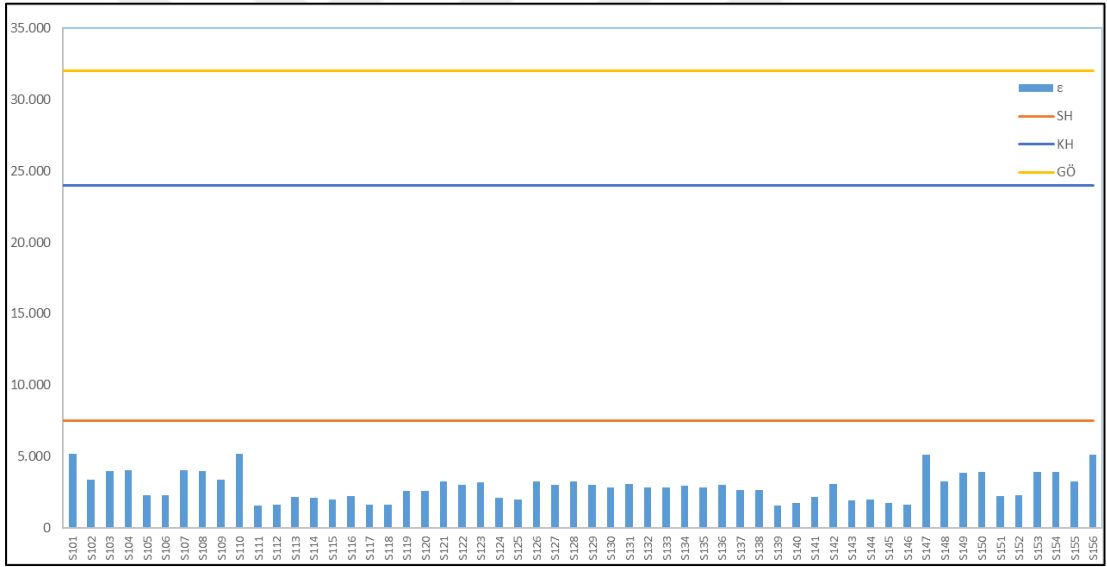
Şekil 53. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_s) kolon hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 53’te TBDY-2018’e göre X deprem yönü için 1. kat ϵ_s kolon hasar durumuna bakıldığında bütün kolonların sınırlı hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



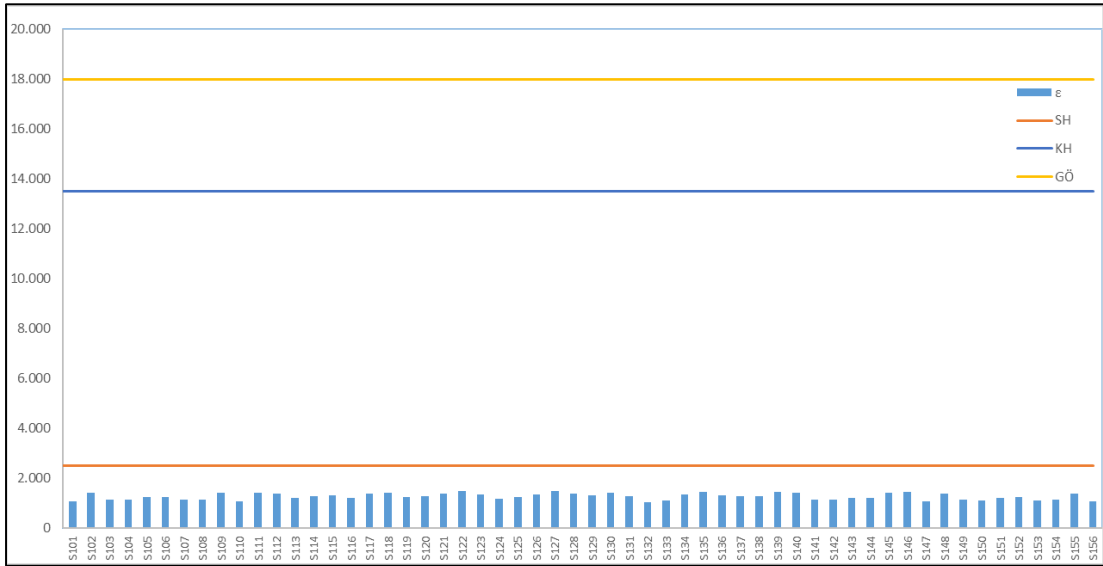
Şekil 54. TBKY-2018 X deprem yönü 1.kat (ϵ_c) kolon hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 54'te TBKY-2018'e göre X deprem yönü için 1. kat ϵ_c kolon hasar durumuna bakıldığında zaman bütün kolonların sınırlı hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



Şekil 55. TBKY-2018 Y deprem yönü 1. kat (ϵ_s) kolon hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 55'te TBKY-2018'e göre Y deprem yönü için 1. kat ϵ_s kolon hasar durumuna bakıldığında zaman bütün kolonların sınırlı hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



Şekil 56. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_c) kolon hasar durumu (Kırşehir)

DBYBHY-2007'ye göre kolonların tamamı sınırlı hasar bölgesinde olduğu görülmüştür.

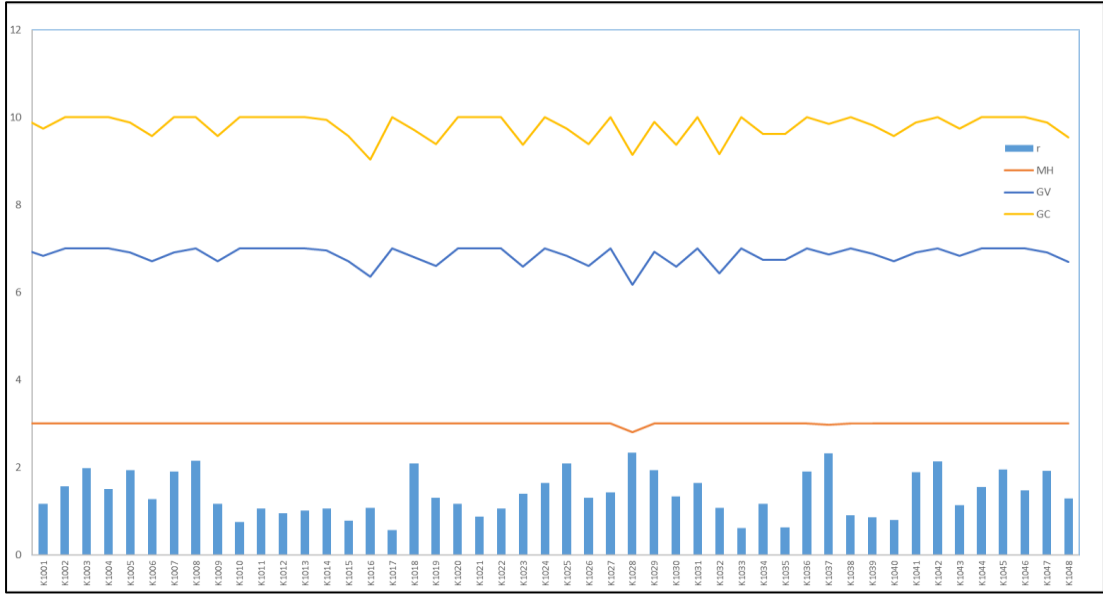
TBDY-2018'e göre kolonların tamamı sınırlı hasar bölgesinde olduğu görülmüştür.

Kolonların hasar sınırları her iki yönetmelikle analizi yapılmış olup bu bölge için yaklaşık aynı sınır değerler geldiği görülmüştür.

Kırşehir İli İçin Kirişlerin Performans Değerlendirilmesi

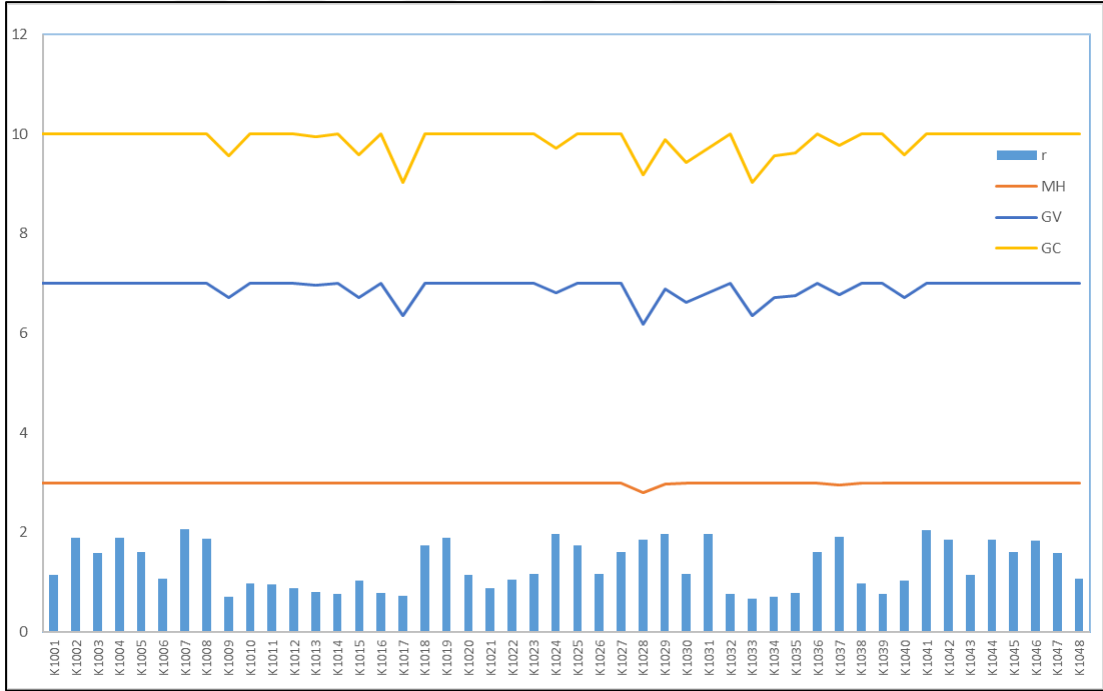
Modeli oluşturulan yapı, Sta4Cad v14.1 programında kirişlerin deprem yönündeki eşdeğer deprem kuvvetleri (M_d) bulunmuştur. Deprem kuvvetinin artık moment kapasitesine (M_r) bölünerek kirişlerin etki/kapasite(r) oranı hesaplanmıştır. DBYBHY 2007'ye göre belirtilmiş Tablo 3.2 yardımıyla Etki/Kapasite (r_s) değeri hesaplanmıştır. Kirişler için hesaplanan (r) oranı ile (r_s) oranının karşılaştırılması yapılarak kirişlerin kesit düzeyinde hasar sınırı belirlenmiştir.

TBDY-2018'e göre kirişlerin kesitleri malzeme durumu için beton ve donatı şekil değiştirme üst sınırları belirlenip kesit hasar sınırları belirlenmiştir. DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 olarak her iki yönetmelik için 1. Kat hasar düzeyleri grafiklerle gösterilmiştir. DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 için kiriş hasar durumları Şekil 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56'da gösterilmiştir.



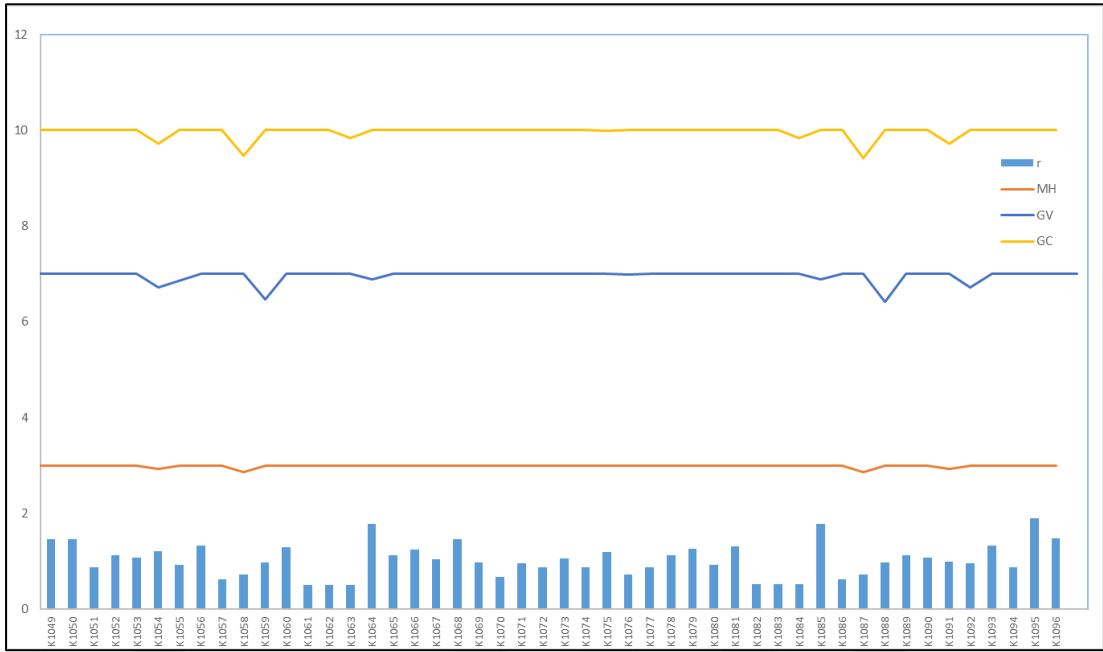
Şekil 57. DBYBHY-2007 -X deprem yönü 1. kat kiriş hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 57’de DBYBHY-2007’e göre -X deprem yönü için 1. kat kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman bütün kirişlerin minimum hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



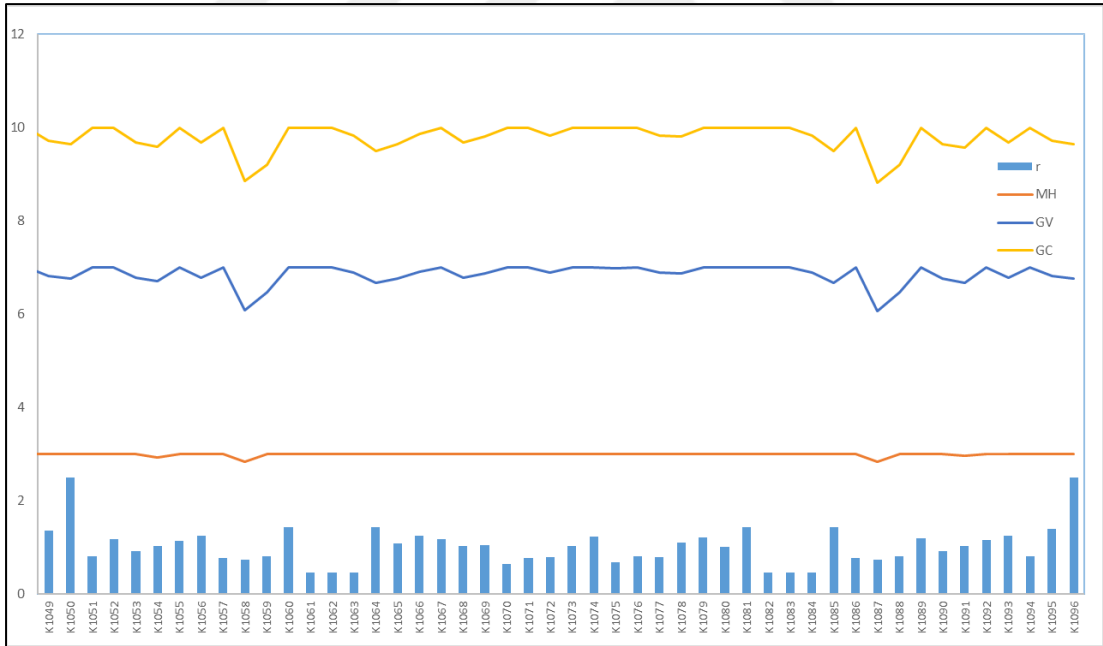
Şekil 58. DBYBHY-2007 +X deprem yönü 1.kat kiriş hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 58’de DBYBHY-2007’e göre +X deprem yönü için 1. kat kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman bütün kirişlerin minimum hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



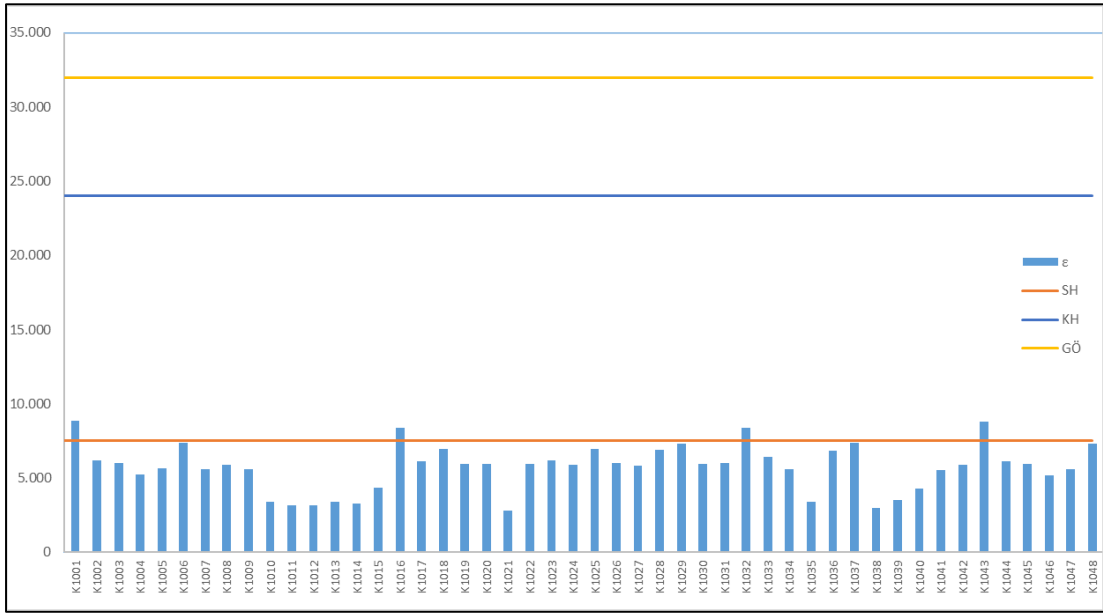
Şekil 59. DBYBHY-2007 -Y deprem yönü 1. kat kiriş hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 59’da DBYBHY-2007’e göre -Y deprem yönü için 1. kat kiriş hasar durumuna bakıldığında bütün kirişlerin minimum hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



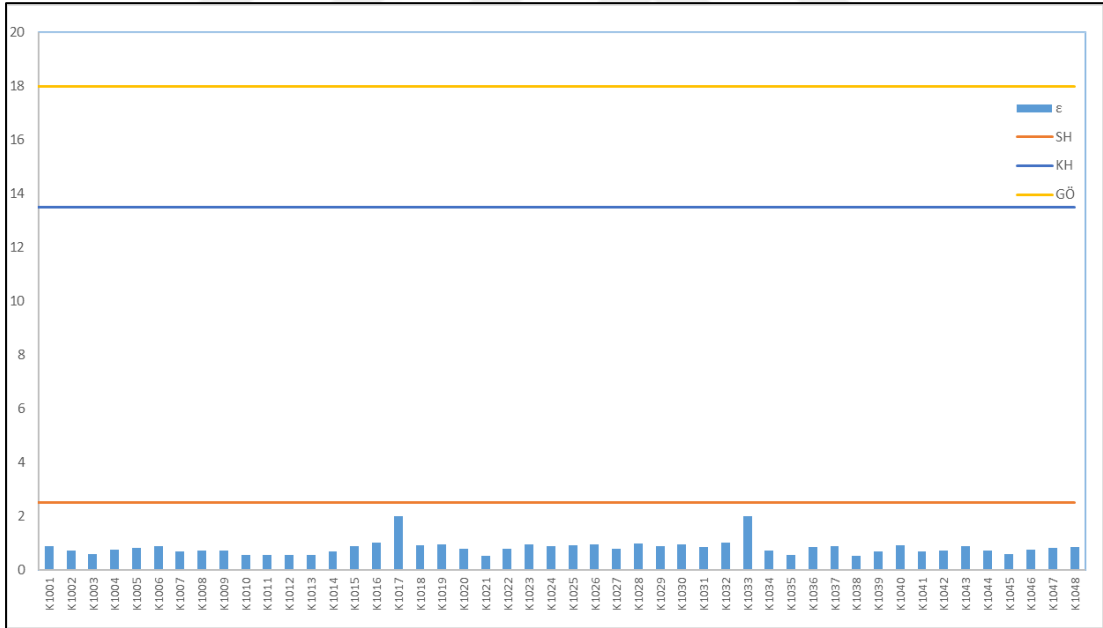
Şekil 60. DBYBHY-2007 +Y deprem yönü 1. kat kiriş hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 60’ta DBYBHY-2007’e göre +Y deprem yönü için 1. kat kiriş hasar durumuna bakıldığında bütün kirişlerin minimum hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



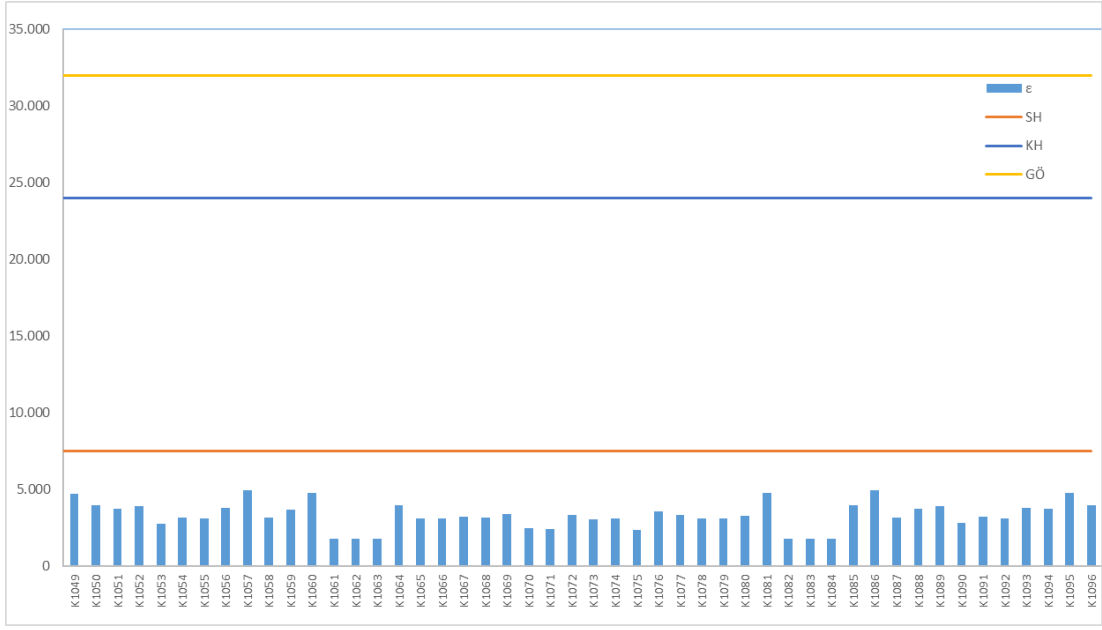
Şekil 61. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_s) kiriş hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 61’de TBDY-2018’e göre X deprem yönü için 1. kat ϵ_s kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman 4 adet kirişin belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. Diğer kiriş elemanlar sınırlı hasar bölgesindedir.



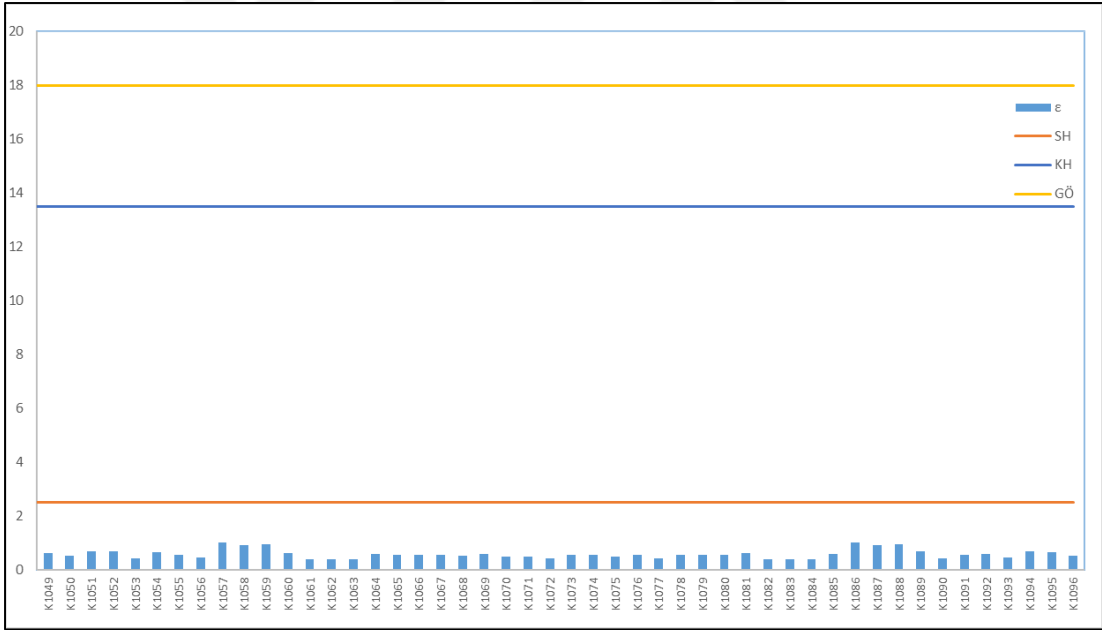
Şekil 62. TBDY-2018 X deprem yönü 1. kat (ϵ_c) kiriş hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 62’de TBDY-2018’e göre X deprem yönü için 1. kat ϵ_c kiriş hasar durumuna bakıldığı zaman bütün kirişlerin sınırlı hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



Şekil 63. TBDY-2018 Y deprem yönü 1. kat (ϵ_s) kiriş hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 63'te TBDY-2018'e göre Y deprem yönü için 1. kat ϵ_s kiriş hasar durumuna bakıldığında zaman bütün kirişlerin sınırlı hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.



Şekil 64. TBDY-2018 Y deprem yönü 1. kat (ϵ_c) kiriş hasar durumu (Kırşehir)

Şekil 64'te TBDY-2018'e göre Y deprem yönü için 1. kat ϵ_c kiriş hasar durumuna bakıldığında zaman bütün kirişlerin sınırlı hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.

DBYBHY-2007'ye göre kirişlerin tamamı minimum hasar bölgesinde olduğu görülmüştür.

TBDY-2018'e göre kirişlerin %8,3'ü belirgin hasar bölgesinde, %91,7'si sınırlı hasar bölgesinde olduğu görülmüştür.

Kirişlerin hasar sınırları her iki yönetmelikle analizi yapılmış olup bu bölge için yaklaşık aynı sınır değerler geldiği görülmüştür.

Tokat ve Kırşehir illeri için maksimum oluşan hasar oranları yüzde olarak Tablo 24 ve Tablo 25’te verilmiştir.

Tablo 24. Tokat için oluşan hasar durumları

TOKAT									
	MN / SH	Kolon			GB	MN / BH	Kiriş		
		BH	İH	GB			BH	İH	GB
2007 DBYBHY	55	45	0	0	22	74	4	0	
2018 TBDY	0	64.9	30.4	4.7	0	60.5	3.1	36.4	

Tablo 25. Kırşehir ili için oluşan hasar durumları

KIRŞEHİR									
	MN / SH	Kolon			GB	MN / BH	Kiriş		
		BH	İH	GB			BH	İH	GB
2007 DBYBHY	100	0	0	0	100	0	0	0	
2018 TBDY	100	0	0	0	91.7	8.3	0	0	

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında 2007-DBYBHY ve 2018-TBDY yönetmeliklerinin aynı yapı tasarımı üzerinde tehlikesi yüksek ve düşük olan deprem bölgesi göz önünde bulundurularak 2 ayrı bölge için analizler yapıldıktan sonra hasar düzeyleri belirlenip farklılıklar değerlendirilmiştir. Bu yapı Sta4CAD v14 programı ile analizi yapılarak hasar sınır bölgeleri tespiti yapılmıştır.

Deprem tehlikesi yüksek olan Tokat ili için yapılan tasarımın analiz sonucunda en kritik kat ve deprem yönüne bakılarak 2007-DBYBHY'e göre hasar sınırı olarak göçme bölgesinde kolon bulunmamaktadır. 2018-TBDY'e göre %4.7 göçme bölgesi hasar düzeyi bulunmuştur. İleri hasar bölgesinde ise aynı şekilde 2007 Deprem Yönetmeliğine göre herhangi bir kolon bu sınırdan bulunmamıştır ancak 2018 Deprem Yönetmeliği için %30,4 oranında kolon bu hasar bölgesinde yer almıştır. 2007 Deprem Yönetmeliğinde kolonlar %45 belirgin hasar bölgesinde kalmıştır, 2018 Deprem Yönetmeliğinde bu oran %64,9 olarak görülmüştür. Benzer bir çalışmada, 2018-TBDY'nin, 2007-DBYBHY'ye göre daha güvenli tarafta kalan deformasyon limitleri verdiği belirtilmiştir ve bunun sonucunda daha güvenli çözümler elde edildiğine işaret edilmiştir (Elci ve Goker 2018).

Kirişlerde ise 2007 Deprem Yönetmeliğine göre göçme bölgesinde eleman bulunmazken 2018 Deprem Yönetmeliğine göre %36.4'i göçme bölgesine ulaşmıştır. İleri hasar bölgesine bakıldığı zaman 2007 yönetmeliğine göre bu oran %4 iken 2018 Deprem Yönetmeliğinde bu oran %3,1 dür. Benzer bir çalışmada, 2007-DBYBHY'ye göre hesaplanan GV (Güvenlik Sınırı) hasar sınırı değerinin 2018-TBDY'e göre elde edilen GÖ (Göçmenin Önlenmesi) hasar sınırı değerinden daha büyük olduğu görülmüştür (Ulutaş 2019).

Deprem tehlikesi yüksek olan Tokat'ta yapılan bu analizler sonucunda 2007 Deprem Yönetmeliğine göre bina performans sonucunda ileri giriş hasar oranı bulunduğu henden kullanım performans düzeyi için uygun değildir. Can güvenliği performans düzeyi kontrolüne göre %4'lük giriş ileri hasar oranı %30 dan küçük olduğu için aynı zamanda kolon ileri hasar oranı %0 olduğu için bu kontrolü sağlamaktadır. 2018 Deprem Yönetmeliği için bakıldığı zaman bina performansı göçmenin önlenmesi durumundadır. Bu durumda can güvenliği için tehlike arz etmektedir.

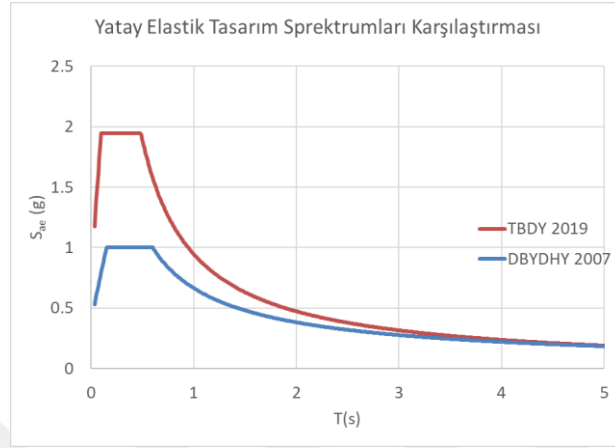
Deprem tehlikesi düşük olan Kırşehir bölgesi için yapılan bu tasarımda ise 2007 Deprem Yönetmeliği için tüm taşıyıcı elemanlar minimum hasar bölgesindedir. 2018 Deprem Yönetmeliğine göre kolonlar sınırlı hasar bölgesinde girişlerde ise sadece %8,3'ü belirgin hasar bölgesinde geri kalan kısım sınırlı hasar bölgesinde olduğu görülmektedir.

Bu analiz sonuçlarında mevcut binanın deprem performansı değerlendirilmesinde deprem tehlikesi fazla olan bölge için ileri hasar ve göçme bölgeleri 2018 Deprem Yönetmeliğine göre yapılan incelemede oldukça fazla çıkmıştır. Her iki yönetmelik için yapılan analizler göz önüne alındığı zaman 2018 Deprem Yönetmeliği deprem tehlikesi yüksek olan bölgeler için daha güvenli tarafta kaldığı görülmüştür. Aynı tasarımı deprem tehlikesi az olan Kırşehir bölgesine bakıldığı zaman çıkan analiz sonuçlarına göre her iki Deprem Yönetmeliği için de yaklaşık aynı sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Yeni yönetmeliğiyle yürürlüğe giren ve eskiye nazaran önemli değişiklik görülen Türkiye Deprem Tehlike Haritası, güncel deprem katalogları ve sismotektonik bilgiler ışığında ihtimale dayalı hesaplar esas alınarak hazırlanmıştır. Güncel deprem tehlike haritasında daha önce kullanılan haritalardan farklı olarak deprem bölgeleri anlayışı terk edilmiş, bunun yerine konuma bağlı olarak deprem yer hareketi parametrelerinin hesaplanması amaçlanmıştır. Referans zemin koşulu olarak en üst 30 m'deki ortalama kayma dalga hızı $(V_s)_{30}$, 760 m/s temel alınarak, 50 yılda %69, %50, %10 ve %2 aşılma olasılıkları için en büyük yer ivmesi (PGA), $T=0.2$ s ve $T=1.0$ s spektral ivme değerleri harita üzerinde enlem ve boylam olarak $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ hücre hassasiyetinde Türkiye kara sınırları içinde hesaplanmıştır. Bu sınır yaklaşık $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$ lik bir alanı temsil etmektedir. Deprem tehlike haritasının hesaplarında, deprem kaynakları olarak fay, alansal kaynak ile çizgisel ve mekânsal olarak düzleştirilmiş sismik kaynak modelleri dikkate alınmış, model ve deprem kaynağına bağlı belirsizliklerin hesaba katılabilmesi için mantık ağacı uygulanmıştır. Bu bağlamda güncellenmiş Türkiye Deprem tehlike haritası birçok açıdan günümüz deprem mühendisliği gereksinimleri karşılamaktadır.

Bu tez çalışmasının amacına yönelik olarak, 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinin kabulü ile yürürlükten kalkan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliğine uygun tasarlanan bir binanın güncel deprem şartnamesine göre performansı değerlendirilmiştir. Bu açıdan bakıldığında yapılan kıyaslamalarda iki husus dikkate alınmalıdır. Öncelikli olarak yeni deprem şartnamesinde yer alan yapı performans değerlendirme kriterleri bir önceki şartnameye göre değişiklik göstermektedir. Bu bağlamda her iki şartnameye göre yapılan performans değerlendirmeleri farklılıklar göstermektedir. Yapılan kıyaslamalarda dikkate alınması gereken bir diğer husus ise, çalışmada dikkate alınan bina için öngörülen deprem tehlikesinin güncel ve yürürlükten kaldırılan deprem şartnamesine göre farklı olduğudur. Çalışmada dikkate alınan Tokat ilinin konumu için Türkiye Deprem Tehlike Haritası ve bu haritanın kabulü ile yürürlükten kaldırılan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası ile hesaplanan elastik yatay ivme spektrumları karşılaştırıldığında, binanın X ve Y yönlerindeki birinci ve ikinci modları için ($T_1=0.75\text{s}$, $T_2=0.61\text{s}$) güncel deprem tehlike spektral

ivmelerin bir önceki tasarım spektrumunda aynı periyot değerlerine kıyasla yaklaşık 1.5 kat arttığı görülmüştür. Yatay elastik tasarım spektrumları karşılaştırılması Şekil 65’de verilmiştir. Bu artış mevcut binanın performansının değerlendirilmesinde ortaya çıkan farklılıkların önemli bir kaynağı olarak gösterilebilir.



Şekil 65. Tokat ili için yatay elastik tasarım spektrumları karşılaştırması

2018 Deprem Yönetmeliğiyle birlikte düzenleme yapılan bölümler ve gelen yenilikler göz önünde bulundurulduğu zaman farklı zemin sınıfları kullanılarak veya farklı konumlar için deprem analizleri yapılabilir ve sonuçlar daha geniş kapsamda incelenebilir. Bunlara ek olarak statik itme analizleri yapılarak, tez çalışmasında incelenen yapının kapasite eğrileri (taban kesme kuvveti-tepe deplasmanı) elde edilebilir. Literatürde yer alan doğrusal olmayan statik analiz yöntemleri kullanılarak yapının deprem performansı incelenebilir. Benzer şekilde binanın doğrusal olmayan zaman tanım alanında dinamik analizleri yapılarak bina performansı daha gerçekçi bir şekilde elde edilebilir. Bu sayede yürürlüğe yeni giren 2018 Deprem Yönetmeliğine göre elde edilen bina performans seviyeleri daha detaylı şekilde incelenmiş ve irdelenmiş olur.

KAYNAKLAR

- Adar, K., 2019. 2007 Deprem Yönetmeliği'nin 2018 Deprem Yönetmeliği ile karşılaştırılması ve deprem yükü hesabındaki farklar. Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitlis.
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik., 1998, Türk Deprem Yönetmeliği, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- Akdeniz, İ., 2008. Mevcut binaların doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemler ile deprem performanslarının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Akkar, S., Eroğlu Azak, T., Çan, T., Çeken, U., Demircioğlu, M. B., Duman, T., Ergintav, S., Kadirioglu, F. T., Kalafat, D., Kale, Ö., Kartal, R. F., Kılıç, T., Özalp, S., Şeşetyan, K., Tekin, S., Yakut, A., Yılmaz, M. T., Zülfikar Ö., 2014. Türkiye Sismik Tehlike Haritasının Güncellenmesi, (UDAP-Ç-13-06), Ulusal Deprem Araştırma Programı, Ankara.
- Aksoylu, C., Arslan, M.H., 2019. Çerçeve+perde türü betonarme binaların periyod hesaplarının TBDY-2019 yönetmeliğine göre ampirik olarak değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 24(3).
- Alcantara, I., 2002. Geomorphology, Natural Hazards, Vulnerability and Prevention of Natural Disasters in Developing Countries, *Geomorphology*, 47, 107-124, Amsterdam.
- Alyamaç, E.K., Erdoğan, A.S., 2005. Geçmişten Günümüze Afet Yönetmelikleri ve Uygulamada Karşılaşılan Tasarım Hataları. Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Elazığ.
- Amani, A., Sağıroğlu, S., Doğan, A., 2020. Örnek Bir Yığma Bina Üzerinde 1998, 2007, 2018 Türk Deprem Yönetmeliklerinin Karşılaştırmalı Olarak İrdelenmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 25, Sayı 1.
- Aşığçel, Z., 2019. Betonarme binalarda deprem etkisinin DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 deprem yönetmeliklerine göre karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Ateş, S. İ., 2010. Mevcut binaların depreme karşı performans analizi için kullanılan alternatif yöntem ve paket programların karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Başaran, V., 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (TBDY2019) Göre Afyonkarahisar İçin Deprem Yüklerinin Değerlendirilmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Cilt 18, S.1028-1035.
- Bozer, A., 2020. Tasarım spektral ivme katsayılarının DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 yönetmeliğine göre karşılaştırılması. DÜMY Mühendislik Dergisi, 11(1), 393-404.
- Bozkurt, M.K., Serin, B., 2021. DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 Esas Alınarak Boyutlandırılan MÇÇÇ'lerin Deprem Performanslarının Karşılaştırılması. Teknik Dergi (basım aşamasında).
- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik., 2007. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- Elci, H., Goker, K., 2018. Comparison of Earthquake Codes (TEC 2007 and TBEC 2018) in Terms of Seismic Performance of RC Columns. *International Journal of Scientific and Technological Research*. Vol 4, No.6.
- Kemaloğlu, M., 2015. Türkiye'de Afet Yönetiminin Tarihi ve Yasal Gelişimi, *Akademik Bakış Dergisi*, 5, 126-147.
- Kepek, E., Gençel, Z., 2016. Türkiye'de afet zararlarını azaltma çalışmaları: mevzuat açısından genel bir değerlendirme. Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi. 1(1), 44-45.

- Keskin, E., Bozdoğan, K.B., 2018. 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Kırklareli İli Özelinde Değerlendirilmesi. Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Bilim Dergisi 4-1, 74-90
- Kürkçü, F., 2019. 20 katlı betonarme bir yapının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre tasarımı ve deprem performansının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Nemutlu, Ö.F., Sarı, A., 2018. Comparison Of Turkish Earthquake Code In 2007 With Turkish Earthquake Code In 2018. International Engineering and Natural Sciences Conference, Diyarbakır.
- Öztürk, M. 2018. 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ve Türkiye deprem tehlike haritası ile ilgili İç Anadolu Bölgesi bazında bir değerlendirme. Selçuk Teknik Dergisi. 17(2), 31-42.
- Şenel, Ş.M., Palancı, M., Kalkan, A. ve Yılmaz, Y., 2013. 2007 Yönetmeliğinde Tarif Edilen Hasar Sınırlarının Bina Performans Düzeyleri İle İlişkisi. 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay.
- Tunç, G. ve Tanfener, T., 2016. 2007 ve 2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliklerinin Örneklerle Mukayesesi. 3. Ulusal Yapı Kongresi ve Sergisi Teknik Tasarım, Güvenlik Ve Erişilebilirlik, Ankara.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği., 2018, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- Ulutaş, A., 2019. DBYBHY(2007) ve TBDY(2018) Deprem Yönetmeliklerinin Kesit Hasar Sınırları Açısından Kıyaslanması Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Sayı 17, S. 351-359.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Mustafa KOP
Doğum tarihi:	06.07.1994
Doğum Yeri:	ERZURUM
Uyruğu:	T.C.
Adres:	Yukarı Bahçelievler Mah. Temel Kuğuloğlu Sok. 6/4 Çankaya/ANKARA
Tel:	05399262963
E-mail:	mkop@kho.edu.tr
Eğitim	
Lise:	Erzurum Lisesi
Lisans:	Atatürk Üniversitesi
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	İyi
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	