

**T.C.**  
**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**2007 VE 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM**  
**YÖNETMELİKLERİNİN TASARIM VE DEĞERLENDİRME**  
**YAKLAŞIMLARININ İRDELENMESİ VE**  
**KARŞILAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BURCU KURAL KALAYCI**

**DENİZLİ, AĞUSTOS - 2022**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**2007 VE 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM  
YÖNETMELİKLERİNİN TASARIM VE DEĞERLENDİRME  
YAKLAŞIMLARININ İRDELENMESİ VE  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BURCU KURAL KALAYCI**

**DENİZLİ, AĞUSTOS - 2022**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

**Burcu KURAL KALAYCI** tarafından hazırlanan “**2007 ve 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN TASARIM VE DEĞERLENDİRME YAKLAŞIMLARININ İRDELENMESİ ve KARŞILAŞTIRILMASI**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 16.08.2022 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Prof. Dr. Şevket Murat Şenel

.....

Üye  
Doç. Dr. Mehmet Palancı  
İstanbul Arel Üniversitesi

.....

Üye  
Dr. Öğr. Üyesi Bayram Tanık Çaycı  
Pamukkale Üniversitesi

.....

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. Yusuf ÖNER

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**

**Burcu KURAL KALAYCI**

## ÖZET

**2007 VE 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN  
TASARIM VE DEĞERLENDİRME YAKLAŞIMLARININ  
İRDELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BURCU KURAL KALAYCI  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ŞEVKET MURAT ŞENEL)**

**DENİZLİ, AĞUSTOS - 2022**

Türkiye'nin özellikle son yüzyılda deprem sebebiyle yaşadığı kayıplar depreme dayanıklı yapı üretiminin bir zorunluluk olduğunu göstermektedir. Sürekli değişen ve yenilenen deprem yönetmelikleri bu ihtiyacın bir sonucudur. Özellikle son yıllarda deprem mühendisliği alanında yapılan çalışmalar ve yaşanan depremlerden öğrenilen acı tecrübeler, tüm dünyada deprem yönetmeliklerinin güncellenmesine sebep olmaktadır. Geçmiş depremler sebebiyle mevcut binalarda meydana gelen hasarın büyüklüğü, sadece yeni binaların tasarımı konusunda değil, aynı zamanda mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesi konusuna da deprem yönetmeliklerinin el atmasına sebep olmuştur. Ülkemizde ilk defa 2007 yılında yayınlanan deprem yönetmeliğine eklenen 7. Bölüm ile mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesi konusunda düzenlemeler getirilmiştir. Ardından 2018 yılında ilan edilen ve 2019 yılından itibaren yürürlüğe giren deprem yönetmeliği ile hem yeni binaların dayanıma göre tasarımı, hem de mevcut binaların şekildeğiştirmeye göre deprem performanslarının belirlenmesi konusunda önemli değişiklikler meydana gelmiştir.

Yürütülen bu tez çalışması kapsamında halen kullanılmakta olan 3, 5 ve 7 katlı 3 adet mevcut binanın projeleri elde edilmiştir. Söz konusu binaların 2007 ve 2018 yönetmeliklerine göre önce dayanıma göre tasarımları yapılmış ve böylelikle her iki yönetmeliğin tasarım yaklaşımları karşılaştırılmıştır. Ardından 2007 ve 2018 yönetmeliklerine göre tasarlanan binaların deprem performansları hem 2007, hem de 2018 yönetmeliklerinde tarif edilen şekildeğiştirmeye göre değerlendirme yaklaşımı kullanılarak belirlenmiştir. Böylelikle yakın geçmişte ilan edilen bu iki yönetmeliğe göre yapılan dayanıma göre tasarım ve şekildeğiştirmeye göre değerlendirme yaklaşımları, gerçek binalar kullanılarak karşılaştırılmıştır. Seçilen binaların analizleri sırasında piyasada yaygın bir biçimde kullanılan STA4CAD programından yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlar hem tasarım hem de değerlendirme açısından iki yönetmeliğin farklı sonuçlar verdiğini, 2018 yılında ilan edilen deprem yönetmeliğinin hem tasarım hem de değerlendirme açısından 2007 yönetmeliğine kıyasla daha muhafazakâr sonuçlar verdiğini göstermektedir.

**ANAHTAR KELİMELEER:** DBYBHY2007, TBDY2018, Dayanıma Göre Tasarım, Şekildeğiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım, Mevcut Binaların Deprem Performansı

## **ABSTRACT**

### **EXAMINATION AND COMPARISON OF THE DESIGN AND EVALUATION APPROACHES OF THE 2007 AND 2018 TURKISH BUILDING EARTHQUAKE REGULATIONS**

**MSC THESIS**

**BURCU KURAL KALAYCI**

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**CIVIL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR:PROF. DR. ŞEVKET MURAT ŞENEL)**

**DENİZLİ, AUGUST 2022**

The losses that Turkey has experienced due to earthquakes, especially in the last century, show that the production of earthquake-resistant structures is a necessity. The constantly changing and renewed earthquake regulations are a result of this need. Especially in recent years, the studies in the field of earthquake engineering and the painful experiences learned from the earthquakes cause the earthquake regulations to be updated all over the world. The magnitude of the damage to existing buildings due to past earthquakes has caused earthquake codes to deal with not only the design of new buildings, but also the determination of seismic performance of existing buildings. With the 7th Chapter added to the earthquake regulation published for the first time in our country in 2007, regulations were introduced to determine the earthquake performance of existing buildings. Then, with the earthquake regulation, which was announced in 2018 and entered into force as of 2019, significant changes have occurred both in the design of new buildings according to strength and in determining the earthquake performance of existing buildings according to deformation.

Within the scope of this thesis study, the projects of 3 existing buildings with 3, 5 and 7 floors, which are still in use, were obtained. According to the 2007 and 2018 regulations, the buildings in question were first designed according to strength, and thus the design approaches of both regulations were compared. Then, the earthquake performances of the buildings designed according to the 2007 and 2018 regulations were determined using the deformation evaluation approach described in both the 2007 and 2018 regulations. Thus, the design according to strength and evaluation approaches according to deformation made according to these two regulations, which were announced in the recent past, were compared using real buildings. During the analysis of the selected buildings, the STA4CAD program, which is widely used by the practicing engineers, was used. The results show that the two regulations give different results in terms of both design and evaluation, and the earthquake regulation announced in 2018 gives more conservative results in terms of both design and evaluation compared to the 2007 regulation.

**KEYWORDS:** DBYBHY2007, TBDY2018, Force Based Design, Strain Based Assessment and Design, Earthquake Performance of Existing Buildings.

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vi
SEMBOL LİSTESİ.....	xi
ÖNSÖZ.....	xiii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Giriş .....	1
1.2 Problemin Tanımı .....	2
1.3 Tezin Amacı .....	3
1.4 Tezin Kapsamı.....	4
1.5 Tezin Çalışma Düzeni.....	5
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>6</b>
2.1 TBDY-2018 Yönetmeliğinin Tasarım Açısından Kıyaslanması.....	6
2.2 TBDY-2018 Yönetmeliğinin Performans Açısından Kıyaslanması ..	11
<b>3. TBDY-2018 İLE DBYBHY-2007'NİN KIYASLANMASI .....</b>	<b>13</b>
3.1 Yönetmeliklerin Deprem Talebinin Hesabı .....	13
3.1.1 Deprem Yer Hareketinin Tanımlanması.....	13
3.1.2 Standart Deprem Yer Hareketi Spektrumları.....	18
3.2 Deprem Etkisindeki Binaların Tasarım Ve Değerlendirilme Yaklaşımı.....	24
3.2.1 Yönetmelikler Arası Dayanıma Göre Tasarım Yaklaşımının Karşılaştırılması.....	27
3.2.1.1 Bina Önem Katsayısı ve Bina Kullanım Sınıfları (BKS) .....	27
3.2.1.2 Deprem Tasarım Sınıfları (DTS) .....	28
3.2.1.3 Bina Yükseklik Sınıfları (BYS).....	28
3.2.1.4 Bina Performans Düzeyleri .....	29
3.2.1.5 Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R) ve Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D).....	31
3.2.1.6 Düşey Deprem Etkisi .....	34
3.2.1.7 Etkin Kesit Rijitlikleri.....	35
3.2.1.8 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi.....	37
3.2.1.9 Modal Hesap Yöntemi .....	40
3.2.1.10 Görelî Kat Ötelenmelerin Sınırlandırılması .....	41
3.2.1.11 İkinci Mertebe Etkileri .....	43
3.2.2 Yönetmeliklerin Şekil Değıştirme Yaklaşımına Göre Karşılaştırılması.....	45
3.2.2.1 Kesit Hasar Sınırlarının Tanımı .....	45
3.2.2.2 Bina Performans Sınırlarının Hesabı .....	50
3.3 Yerinde Dökme Betonarme Binaların Taşıyıcı Sistemleri İçin Tasarımında Yer Alan Özel Kurallar .....	53
<b>4. ÖRNEK BİNALAR KULLANILARAK TBDY-2018 VE DBYBHY-2007 YÖNETMELİKLERİNİN DAYANIMA GÖRE TASARIM AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI.....</b>	<b>58</b>

4.1	Seçilen Binaların Yapısal Özellikleri .....	58
4.1.1	Örnek Binaların TBDY-2018' Göre Tasarımı .....	66
4.1.2	Örnek Binaların DBYBHY-2007'ye Göre Tasarımı.....	68
4.2	Örnek Binaların TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 Yönetmeliklerine Göre Tasarım Açısından Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması .....	69
4.2.1	Örnek Binaların İvme Spektrumun Karşılaştırılması .....	69
4.2.2	Örnek Binaların Deplasman Spektrumun Karşılaştırılması .....	73
4.2.3	Örnek Binaların Periyotlarının Karşılaştırılması .....	75
4.2.4	Örnek Binaların Kat Ağırlıklarının Karşılaştırılması .....	76
4.2.5	Örnek Binaların Deprem Kuvvetlerinin Karşılaştırılması .....	76
4.2.6	Örnek Binaların Katlara Göre Deplasmanlarının Karşılaştırılması.....	81
4.2.7	Örnek Binaların Yapı Düzensizliklerin Karşılaştırılması.....	85
4.2.8	Örnek Binaların Göreli Kat Ötelenmelerinin Karşılaştırılması ...	86
4.2.9	Örnek Binaların İkinci Mertebe Etkilerinin Karşılaştırılması .....	88
4.2.10	Örnek Binaların Metrajlarının Karşılaştırılması .....	89
4.2.11	Örnek Binaların Yaklaşık Yapım Maliyetlerinin Karşılaştırılması.....	91
4.3	Örnek Binaların Tasarımından Çıkarılan Sonuçlar .....	93
<b>5. ÖRNEK BİNALARIN DEPREM PERFORMANSININ DOĞRUSAL OLMAYAN HESAP YÖNTEMİ İLE YÖNETMELİKLERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ .....</b>		<b>95</b>
5.1	Bina Bazında Performans Değerlendirilmesi .....	96
5.1.1	Bina Bazında Performans Düzeyleri .....	96
5.1.2	Bina Bazında Spektral Deplasman Kapasitelerin Karşılaştırılması.....	97
5.1.3	Bina Bazında Bulunan Performans Periyotlarının Karşılaştırılması.....	99
5.2	Eleman Bazında Performans Değerlendirilmesi .....	100
5.2.1	Eleman Bazında Performans Hasar Yüzdeleri.....	100
5.2.2	Eleman Bazında Kesme Kuvvetinin (Ve) ve Kesme Dayanımının (Vr) Karşılaştırılması .....	101
5.3	Örnek Binaların Performansından Çıkarılan Sonuçlar .....	102
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>		<b>103</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>		<b>105</b>
<b>8. EKLER .....</b>		<b>110</b>
EK A Örnek Binalara Ait Sismik Tehlike Haritaları ve Raporları .....		110
EK B Performans Hasar Yüzdeleri .....		113
EK C Performans Kesme Kuvveti ve Kesme Dayanımı .....		123
<b>9. ÖZGEÇMİŞ.....</b>		<b>129</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 3.1: Türkiye Deprem Tehlike Haritası (DD-2 için) .....	14
Şekil 3.2: Yatay Elastik Tasarım Spektrumu .....	19
Şekil 3.3: Yatay Elastik Spektral Yer Değiştirmesi.....	20
Şekil 3.4: Düşey Elastik Tasarım Spektrumu.....	21
Şekil 3.5: Spektral İvme Grafiği.....	23
Şekil 3.6: TBDY-2018 için Performans Düzeyleri.....	29
Şekil 3.7: DBYBHY-2007 için Performans Düzeyleri.....	30
Şekil 3.8: TBDY-2018’de esnek derz bağlantısı detayı.....	42
Şekil 3.9: $S_{ac}-T$ grafiği Deprem Yer Hareket Düzeylerinin Karşılaştırılması ..	42
Şekil 3.10: $M-\theta$ Grafiği .....	50
Şekil 3.11: TBDY-2018’de Perde Tasarım Çeşitleri .....	56
Şekil 4.1: 3 Katlı Binanın TBDY-2018’e Göre Tasarımı .....	59
Şekil 4.2: 3 Katlı Binanın DBYBHY-2007’ye Göre Tasarımı .....	60
Şekil 4.3: 5 Katlı Binanın TBDY-2018’e Göre Tasarımı .....	61
Şekil 4.4: 5 Katlı Binanın DBYBHY-2007’ye Göre Tasarımı .....	62
Şekil 4.5: 7 Katlı Binanın TBDY-2018’e Göre Tasarımı .....	63
Şekil 4.6: 7 Katlı Binanın DBYBHY-2007’ye Göre Tasarımı .....	64
Şekil 4.7: 3 Katlı Betonarme Binanın 3 Boyutlu Görüntüsü.....	65
Şekil 4.8: 5 Katlı Betonarme Binanın 3 Boyutlu Görüntüsü.....	65
Şekil 4.9: 7 Katlı Betonarme Binanın 3 Boyutlu Görüntüsü.....	66
Şekil 4.10: TBDY-2018 için İvme Spektrumu.....	70
Şekil 4.11: DBYBHY-2007 için İvme Spektrumu .....	70
Şekil 4.12: 3 Katlı Bina İçin Elastik Spektral İvme Karşılaştırılması .....	71
Şekil 4.13: 5 Katlı Bina İçin Elastik Spektral İvme Karşılaştırılması .....	72
Şekil 4.14: 7 Katlı Bina İçin Elastik Spektral İvme Karşılaştırılması .....	72
Şekil 4.15: TBDY-2018 için Deplasman Spektrumu .....	73
Şekil 4.16: DBYBHY-2007 için Deplasman Spektrumu.....	73
Şekil 4.17: 3 Katlı Bina İçin Deplasman Spektrumun Karşılaştırılması .....	74
Şekil 4.18: 5 Katlı Bina İçin Deplasman Spektrumun Karşılaştırılması .....	74
Şekil 4.19: 7 Katlı Bina İçin Deplasman Spektrumun Karşılaştırılması .....	75
Şekil 4.20: 3 Katlı Binanın X ve Y Deprem Yönü İçin V-H Grafiği .....	79
Şekil 4.21: 5 Katlı Binanın X ve Y Deprem Yönü İçin V-H Grafiği .....	80
Şekil 4.22: 7 Katlı Binanın X ve Y Deprem Yönü İçin V-H Grafiği .....	81
Şekil 4.23: 3 Katlı Bina İçin Yönetmeliklere Göre $\Delta-H$ Karşılaştırılması.....	83
Şekil 4.24: 5 Katlı Bina İçin Yönetmeliklere Göre $\Delta-H$ Karşılaştırılması.....	84
Şekil 4.25: 7 Katlı Bina İçin Yönetmeliklere Göre $\Delta-H$ Karşılaştırılması.....	85
Şekil 5.1: 7 Katlı T2007-P2018 Binasına ait örnek kapasite eğrisi .....	98
Şekil A.1: 3 Katlı Binanın Sismik Tehlike Haritası Raporu .....	110
Şekil A.2: 5 Katlı Binanın Sismik Tehlike Haritası Raporu .....	111
Şekil A.3: 7 Katlı Binanın Sismik Tehlike Haritası Raporu .....	112

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 1.1: Yıllara göre yönetmeliklerde yapılan değişiklikler.....	1
Tablo 3.1: Deprem Yer Hareket Düzeyleri .....	14
Tablo 3.2::TBDY-2018’de Tanımlanan Yerel Zemin Sınıfları.....	15
Tablo 3.3:DBYBHY-2007’de Yerel Zemin Sınıfları .....	16
Tablo 3.4:DBYBHY-2007’de Zemin Grupları .....	17
Tablo 3.5:TBDY-2018’de Kısa Periyot Bölgesi İçin Yerel Zemin Etki Katsayısı.....	18
Tablo 3.6:TBDY-2018’de 1.0 Saniye Periyot İçin Yerel Zemin Etki Katsayısı.....	19
Tablo 3.7: DBYBHY-2007’de Spektrum Karakteristik Periyotlar .....	22
Tablo 3.8: DBYBHY-2007 için Etkin Yer İvme Katsayısı ( $A_0$ ).....	22
Tablo 3.9: DBYBHY-2007 için Bina Önem Katsayısı ( I ).....	23
Tablo 3.10: TBDY-2018 için Yeni Yapılacak Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar (Yüksek Binalar Dışında – $BYS \geq 2$ ).....	25
Tablo 3.11: TBDY-2018 için Yeni Yapılacak veya Mevcut Yüksek Binalar ( $BYS=1$ ).....	25
Tablo 3.12: TBDY-2018 için Mevcut Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar (Yüksek Binalar Dışında – $BYS \geq 2$ ).....	25
Tablo 3.13: DBYBHY-2007 için Performans Hedefleri .....	26
Tablo 3.14: Bina Önem Katsayısı.....	27
Tablo 3.15: Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) .....	28
Tablo 3.16: Bina Yükseklik Sınıfları (BYS) .....	29
Tablo 3.17: Performans Düzeyleri.....	30
Tablo 3.18: TBDY-2018 için Yerinde Dökme Betonarme Bina Taşıyıcı Sistemleri .....	31
Tablo 3.18 (devamı): TBDY-2018 için Yerinde Dökme Betonarme Bina Taşıyıcı Sistemleri .....	32
Tablo 3.18 (devamı): TBDY-2018 için Yerinde Dökme Betonarme Bina Taşıyıcı Sistemleri .....	33
Tablo 3.19: DBYBHY-2007 için Yerinde Dökme Betonarme Binaların Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı .....	34
Tablo 3.20: TBDY-2018 Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı.....	36
Tablo 3.21: DBYBHY-2007’nin Şekil Değiştirmeye Göre Etkin Eğilme Rijitliği .....	37
Tablo 3.22: TBDY-2018 Yönetmeliğinde Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Kullanıldığı Bina Yükseklik Sınırları ve Değerleri....	37
Tablo 3.23: Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin 2007 ve 2018 Yönetmeliklerine Göre Karşılaştırılması .....	38
Tablo 3.24: DBYBHY-2007 Yönetmeliğinde Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Kullanıldığı Bina Yükseklik Sınırları.....	40
Tablo 3.25: TBDY-2018 için Birim Şekil Değiştirme Sınırları .....	46
Tablo 3.26: TBDY-2018 için Donatı Çeliğine Ait Bilgiler .....	47
Tablo 3.27: TBDY-2018 için Beklenen Malzeme Dayanımları .....	47

Tablo 3.28: TBDY-2018’de Kesit Hasar Sınırlarına Karşılık Gelen Plastik Dönme Kapasiteleri .....	48
Tablo 3.29: DBYBHY-2007 için Birim Şekil Değişirme Sınırları .....	49
Tablo 3.30: TBDY-2018’e Göre Bina Performans Sınırları .....	51
Tablo 3.31: DBYBHY-2007’ye Göre Bina Performans Sınırları .....	52
Tablo 4.1: TBDY-2018’e göre 3, 5 ve 7 Katlı Betonarme Bina Verileri .....	67
Tablo 4.2: DBYBHY-2007’ye göre 3, 5 ve 7 Katlı Betonarme Bina Verileri ..	68
Tablo 4.3: 3, 5 ve 7 Katlı Binaların Periyot Karşılaştırılması .....	76
Tablo 4.4: 3, 5 ve 7 Katlı Binaların Toplam Ağırlık Karşılaştırılması .....	76
Tablo 4.5: Yönetmelikler arası deprem yükü hesabının kıyaslanması .....	77
Tablo 4.6: 3 Katlı Binanın X Yönü İçin Deprem Yüklerinin Karşılaştırılması .....	77
Tablo 4.7: 3 Katlı Binanın Y Yönü İçin Deprem Yüklerinin Karşılaştırılması .....	78
Tablo 4.8: 5 Katlı Binanın X Yönü İçin Deprem Yüklerinin Karşılaştırılması .....	78
Tablo 4.9: 5 Katlı Binanın Y Yönü İçin Deprem Yüklerinin Karşılaştırılması .....	78
Tablo 4.10: 7 Katlı Binanın X Yönü İçin Deprem Yüklerinin Karşılaştırılması .....	78
Tablo 4.11: 7 Katlı Binanın Y Yönü İçin Deprem Yüklerinin Karşılaştırılması .....	79
Tablo 4.12: 3 Katlı Bina İçin Yönetmeliklere Göre Maks. Deplasmanların Kıyaslanması .....	82
Tablo 4.13: 5 Katlı Bina İçin Yönetmeliklere Göre Maks. Deplasmanların Kıyaslanması .....	82
Tablo 4.14: 7 Katlı Bina İçin Yönetmeliklere Göre Maks. Deplasmanların Kıyaslanması .....	83
Tablo 4.15 3 Katlı Bina İçin A1 Burulma Düzensizliğinin ve B2 Maks. Rijitlik Düzensizliğinin Şaşırtmalı Deprem Yönü İçin Yönetmeliklerin Karşılaştırılması .....	86
Tablo 4.16: 5 Katlı Bina İçin A1 Burulma Düzensizliğinin ve B2 Maks. Rijitlik Düzensizliğinin Şaşırtmalı Deprem Yönü İçin Yönetmeliklerin Karşılaştırılması .....	86
Tablo 4.17: 7 Katlı Bina İçin A1 Burulma Düzensizliğinin ve B2 Maks. Rijitlik Düzensizliğinin Şaşırtmalı Deprem Yönü İçin Yönetmeliklerin Karşılaştırılması .....	86
Tablo 4.18: 3 Katlı Bina İçin Görelî Kat Ötelenmesinin Şaşırtmalı Deprem Yönü İçin Yönetmelik Karşılaştırılması .....	87
Tablo 4.19: 5 Katlı Bina İçin Görelî Kat Ötelenmesinin Şaşırtmalı Deprem Yönü İçin Yönetmelik Karşılaştırılması .....	87
Tablo 4.20: 7 Katlı Bina İçin Görelî Kat Ötelenmesinin Şaşırtmalı Deprem Yönü İçin Yönetmelik Karşılaştırılması .....	88
Tablo 4.21: 3 Katlı Binanın İkinci Mertebe Etkilerinin Karşılaştırılması .....	88
Tablo 4.22: 5 Katlı Binanın İkinci Mertebe Etkilerinin Karşılaştırılması .....	89
Tablo 4.23: 7 Katlı Binanın İkinci Mertebe Etkilerinin Karşılaştırılması .....	89
Tablo 4.24: 3 Katlı Bina İçin Yönetmelikler Arası Metrajların Karşılaştırılması .....	90
Tablo 4.25: 5 Katlı Bina İçin Yönetmelikler Arası Metrajların Karşılaştırılması .....	90

Tablo 4.26: 7 Katlı Bina İçin Yönetmelikler Arası Metrajların Karşılaştırılması.....	90
Tablo 4.27: 3 Katlı Bina İçin Birim Alana Düşen Düşey Taşıyıcı Elemanların Oranlarının Karşılaştırılması .....	91
Tablo 4.28: 5 Katlı Bina İçin Birim Alana Düşen Düşey Taşıyıcı Elemanların Oranlarının Karşılaştırılması .....	91
Tablo 4.29: 7 Katlı Bina İçin Birim Alana Düşen Düşey Taşıyıcı Elemanların Oranlarının Karşılaştırılması .....	91
Tablo 4.30: 3 Katlı Bina İçin Yaklaşık Maliyet Hesabının Karşılaştırılması ...	92
Tablo 4.31: 5 Katlı Bina İçin Yaklaşık Maliyet Hesabının Karşılaştırılması ...	92
Tablo 4.32: 7 Katlı Bina İçin Yaklaşık Maliyet Hesabının Karşılaştırılması ...	93
Tablo 4.33: Yaklaşık Maliyet Hesabının Yönetmeliklere Göre Karşılaştırılması.....	93
Tablo 4.34 3, 5 ve 7 Katlı Betonarme Binaların TBDY-2018 Yönetmelik Sonrası Değişiklikler.....	94
Tablo 5.1: Yönetmelikler Arası Tasarım ve Değerlendirme Açıklaması .....	95
Tablo 5.2: 12 Model İçin Performans Düzeylerinin Karşılaştırılması.....	96
Tablo 5.3: Spektral İvme (Sa) Kapasitesinin Karşılaştırılması .....	97
Tablo 5.4: Spektral Deplasman (Sd) Kapasitesinin Karşılaştırılması.....	97
Tablo 5.5: Bina Bazında Deplasman Kapasitelerinin Karşılaştırılması.....	98
Tablo 5.6: Periyot Karşılaştırılması .....	99
Tablo 5.7: Performans Seviyelerine Göre Maks. Kesit Hasar Yüzdeleri .....	100
Tablo 5.8: 3, 5 ve 7 Katlı Binaların Kesme Kuvvetinin Karşılaştırılması .....	101
Tablo 5.9: 3, 5 ve 7 Katlı Binaların Kesme Dayanımının Karşılaştırılması ...	101
Tablo B.1: 3 Katlı Bina T2007-P2007 için Kiriş Hasar Yüzdeleri .....	113
Tablo B.2: 3 Katlı Bina T2007-P2007 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı .	113
Tablo B.3: 3 Katlı Bina T2007-P2007 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı .....	113
Tablo B.4: 3 Katlı Bina T2007-P2018 için Kiriş Hasar Yüzdeleri .....	113
Tablo B.5: 3 Katlı Bina T2007-P2018 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı	114
Tablo B.6: 3 Katlı Bina T2007-P2018 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı .....	114
Tablo B.7: 3 Katlı Bina T2018-P2007 için Kiriş Hasar Yüzdeleri .....	114
Tablo B.8: 3 Katlı Bina T2018-P2007 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı .	114
Tablo B.9: 3 Katlı Bina T2018-P2007 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı .....	115
Tablo B.10: 3 Katlı Bina T2018-P2018 için Kiriş Hasar Yüzdeleri.....	115
Tablo B.11: 3 Katlı Bina T2018-P2018 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı .....	115
Tablo B.12: 3 Katlı Bina T2018-P2018 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı .....	115
Tablo B.13: 5 Katlı Bina T2007-P2007 için Kiriş Hasar Yüzdeleri.....	116
Tablo B.14: 5 Katlı Bina T2007-P2007 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı .....	116

Tablo B.15: 5 Katlı Bina T2007-P2007 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı .....	116
Tablo B.16: 5 Katlı Bina T2007-P2018 için Kiriş Hasar Yüzdeleri.....	116
Tablo B.17: 5 Katlı Bina T2007-P2018 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı .....	117
Tablo B.18: 5 Katlı Bina T2007-P2018 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı .....	117
Tablo B.19 5 Katlı Bina T2018-P2007 için Kiriş Hasar Yüzdeleri.....	117
Tablo B.20: 5 Katlı Bina T2018-P2007 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı .....	117
Tablo B.21: 5 Katlı Bina T2018-P2007 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı .....	118
Tablo B.22: 5 Katlı Bina T2018-P2018 için Kiriş Hasar Yüzdeleri.....	118
Tablo B.23: 5 Katlı Bina T2018-P2018 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı .....	118
Tablo B.24: 5 Katlı Bina T2018-P2018 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı .....	119
Tablo B.25: 7 Katlı Bina T2007-P2007 için Kiriş Hasar Yüzdeleri.....	119
Tablo B.26: 7 Katlı Bina T2007-P2007 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı .....	119
Tablo B.27: 7 Katlı Bina T2007-P2007 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı .....	120
Tablo B.28: 7 Katlı Bina T2007-P2018 için Kiriş Hasar Yüzdeleri.....	120
Tablo B.29: 7 Katlı Bina T2007-P2018 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı .....	120
Tablo B.30: 7 Katlı Bina T2007-P2018 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı .....	121
Tablo B.31: 7 Katlı Bina T2018-P2007 için Kiriş Hasar Yüzdeleri.....	121
Tablo B.32: 7 Katlı Bina T2018-P2007 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı .....	121
Tablo B.33: 7 Katlı Bina T2018-P2007 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı .....	122
Tablo B.34: 7 Katlı Bina T2018-P2018 için Kiriş Hasar Yüzdeleri.....	122
Tablo B.35: 7 Katlı Bina T2018-P2018 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı .....	122
Tablo B.36: 7 Katlı Bina T2018-P2018 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı .....	123
Tablo C.1: 3 Katlı Betonarme Binanın Kesme Kuvvetinin Karşılaştırılması .	123
Tablo C.2: 3 Katlı Betonarme Binanın Kesme Dayanımının Karşılaştırılması.....	124
Tablo C.3: 5 Katlı Betonarme Binanın Kesme Kuvvetinin Karşılaştırılması .	125

Tablo C.4: 5 Katlı Betonarme Binanın Kesme Dayanımının Karşılaştırılması.....	126
Tablo C.5: 7 Katlı Betonarme Binanın Kesme Kuvvetinin Karşılaştırılması .	127
Tablo C.6: 7 Katlı Betonarme Binanın Kesme Dayanımının Karşılaştırılması.....	128

## SEMBOL LİSTESİ

<b>AFAD</b>	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
<b>DBYBHY2007</b>	: 2007 tarihli Deprem Bölgelerine Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
<b>TBDY-2018</b>	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği - 2018
<b>GÇ</b>	: Göçme Sınırı (DBYBHY2007)
<b>GÖ</b>	: Göçmenin Önlenmesi (DBYBHY2007)
<b>GV</b>	: Güvenlik Sınırı (DBYBHY2007)
<b>HD</b>	: Hasar Durumu
<b>HK</b>	: Hemen Kullanım (DBYBHY2007)
<b><math>f_c</math></b>	: Beton Basınç Gerilmesi (MPa)
<b><math>f_{cc}</math></b>	: Sargılı Betonun Basınç Dayanımı (MPa)
<b><math>\lambda_c</math></b>	: Sargılı Beton Dayanımının Sargısız Beton Dayanımına Oranı
<b><math>f_{co}</math></b>	: Sargısız Betonun Basınç Dayanımı (MPa)
<b><math>f_{ex}</math></b>	: X yönündeki etkin sargı basıncı
<b><math>f_{ey}</math></b>	: Y yönündeki etkin sargı basıncı
<b><math>k_e</math></b>	: Sargılama etkinlik katsayısı
<b><math>\rho_x</math></b>	: X doğrultusundaki enine donatı oranı
<b><math>\rho_y</math></b>	: Y doğrultusundaki enine donatı oranı
<b><math>f_{yw}</math></b>	: Enine donatının akma dayanımı (MPa)
<b><math>A_s</math></b>	: Toplam boyuna donatı alanı
<b><math>A_{shx}</math></b>	: X doğrultusundaki toplam enine donatı kesit alanı (mm <sup>2</sup> )
<b><math>A_{shy}</math></b>	: Y doğrultusundaki toplam enine donatı kesit alanı (mm <sup>2</sup> )
<b><math>s, s_h</math></b>	: Enine donatı aralığı (mm)
<b><math>b_0</math></b>	: Çekirdek betonun x doğrultusuna paralel boyutu (mm)
<b><math>h_0</math></b>	: Çekirdek betonun y doğrultusuna paralel boyutu (mm)
<b><math>\epsilon_c</math></b>	: Beton basınç birim şekil değiştirmesi
<b><math>\epsilon_{cc}</math></b>	: Sargılı betonun maksimum gerilmeye ulaştığı birim şekil değiştirmesi
<b><math>\epsilon_{co}</math></b>	: Sargısız betonun maksimum gerilmeye ulaştığı birim şekil değiştirmesi
<b><math>E_c</math></b>	: Betonun elastisite modülü
<b><math>\epsilon_{cu}</math></b>	: Sargılı betonun nihai birim şekil değiştirmesi
<b><math>\rho_s</math></b>	: Toplam hacimsel enine donatı oranı
<b><math>\epsilon_{su}</math></b>	: Donatının nihai birim şekil değiştirmesi
<b><math>M_y</math></b>	: Akma momenti (kNm)
<b><math>M_u</math></b>	: Eğilme momenti kapasitesi (kNm)
<b><math>M_{cr}</math></b>	: Eğilmede çatlama momenti (kNm)
<b><math>\phi_y</math></b>	: Akma eğriliği (rad/m)
<b><math>\phi_u</math></b>	: Maksimum eğrilik (rad/m)
<b><math>L_p</math></b>	: Plastik mafsalsal boyu (m)
<b><math>\rho_{sm}</math></b>	: Kesitte bulunması gereken hacimsel enine donatı oranı
<b><math>l_w</math></b>	: Enine donatı uzunluğu (mm)
<b><math>b_k, h_k</math></b>	: Her iki doğrultu için en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık (mm)
<b><math>A_c, A_g</math></b>	: Brüt en kesit alanı (mm <sup>2</sup> )
<b><math>A_{ck}</math></b>	: Sargı donatısının dışından dışına alınan ölçü içinde kalan

	çekirdek beton alanı ( $mm^2$ )
$f_{ck}$	: Betonun karakteristik basınç dayanımı (MPa)
$f_{ywk}$	: Enine donatının karakteristik akma dayanımı (MPa)
$\theta_y$	: Akma dönmesi ( $\theta_y, \theta_p$ )
$\theta_p$	: Plastik dönme (rad)
$L$	: Eleman boyu (m)
$\epsilon_c^{(GÖ)}$	: Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi için beton birim şekil değiştirmesi
$\epsilon_s^{(GÖ)}$	: Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi için donatı birim şekil değiştirmesi
$\omega_{we}$	: Etkin sargı donatısının mekanik sargı donatısına oranı
$\alpha_{se}, \alpha$	: Sargı donatısı etkinlik katsayısı
$\rho_{sh,min}$	: Dikdörtgen kesitte iki yatay doğrultuda hacimsel enine donatı oranının küçük olanı
$\rho_{sh}$	: Göz önüne alınan doğrultuda enine donatının hacimsel oranı
$A_{sh}$	: Göz önüne alınan doğrultuda enine donatı alanı ( $mm^2$ )
$a_i$	: Bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatı eksenleri arasındaki uzaklık (mm)
$f_{ywe}, f_{ytE}$	: Enine donatının ortalama (beklenen) akma dayanımı (MPa)
$f_{ce}, f'_{CE}$	: Betonun ortalama basınç dayanımı (MPa)
$f_{ck}$	: Betonun karakteristik basınç dayanımı (MPa)
$f_{yk}$	: Çeliğin karakteristik akma dayanımı (MPa)
$\theta_p^{(GÖ)}$	: Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı (rad)
$\theta_p^{(SH)}$	: Sınırlı Hasar Performans Düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı (rad)
$\theta_p^{(KH)}$	: Kontrollü Hasar Performans Düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı (rad)
$L_s, L_v$	: Kesme açıklığı (M/V)
$h$	: Kesit yüksekliği (m)
$b_w$	: Kesit genişliği (cm)
$d$	: Kiriş ve kolonun faydalı yüksekliği (mm)
$f_{ctm}$	: Mevcut betonun çekme dayanımı (MPa)
$V_e$	: Kesme kuvveti oranı
$A_s$	: Toplam donatı alanları toplamı ( $mm^2$ )
$\epsilon_y$	: Donatı akma şekil değiştirmesi
$N$	: Tasarım aksenal basınç kuvveti
$\rho_t$	: Enine donatı oranı
$A_v$	: Toplam enine donatı alanı ( $mm^2$ )



## ÖNSÖZ

Öncelikle tez çalışmamda büyük emeği olan lisans ve yüksek lisansım boyunca gerek bilgi gerek tecrübelerinden sonsuz fayda sağladığım, destek ve sabırlı davranışlarından dolayı Danışman hocam Prof. Dr. Şevket Murat ŞENEL'e çok teşekkür ediyorum. Ayrıca lisans ve yüksek lisans öğrenim süresince bana bilgi ve desteklerini esirgemeyen 2020 yılının aralık ayında kaybettiğimiz Arş. Gör. Dr. Ali KALKAN'ı saygıyla anıyorum.

Tez çalışmam esnasında kullandığım STA4CAD programının yazılımını yapan Serdar AMASRALI'ya, programı kullandığım esnada bana destek olan Reza TORKAN ve Muhammet SURAL'a teşekkür ediyorum.

Yüksek lisansım boyunca bana destek veren ve yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Arş. Gör. Dr. Özge ERSU ÇAKIR ve değerli arkadaşım Şeyma Fatma İZCİ'ye ayrıca teşekkür ederim.

Beni bu günlere getiren gerek manevi gerek maddi anlamda sonsuz destek olan değerli ailem; biricik annem Zeynep KURAL'a, sevgili babam Ali KURAL'a ve değerli kardeşim Barış KURAL'a sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca desteklerini benden hiç esirgemeyen anneannem Seyhan TEKİNKAYA'ya ayrıca teşekkür ederim.

Hayatımın 14 senesi boyunca her zaman yanımda olan, yüksek lisansa başladığım zamanda sevgilim ve yüksek lisans zamanında nişanlanıp evlendiğim çok değerli kızımın babası hayat arkadaşım Melih KALAYCI'ya ayrıca çok teşekkür ederim.

Son olarak 2 yıldır hayatımın merkezinde olan, hayatımda herşeyden çok sevdiğim ve değer verdiğim hayat kaynağım bir tanecik kızım Mila KALAYCI'ya sonsuz minnet ve teşekkür ederim.

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Giriş

Ülkemizde afet denilince ilk akla gelen doğal felaket hiç şüphesiz depremdir. Türkiye genel jeolojik yapısından kaynaklı gerek tektonik gerekse zemin koşullarından dolayı deprem riski çok yüksek olan bir ülkedir.

Depreme dayanıklı yapı yapmak için öncelikle deprem olduğunda can kaybının olmaması, yapının ayakta durması ilk hedeftir. Ülkemizde geçmişteki depremler neticesinde yaşanan kötü tecrübeler ve bunların iyileştirilmesi için yapılan bilimsel gelişmeler ışığında mevcut yönetmeliklerde revizyon yapılmıştır. Yıllara göre yönetmeliklerdeki yapılan değişiklikler Tablo 1.1’de verilmiştir. Şu anki mevcut yönetmelik için çalışmalara Kasım 2012’de başlanmış ve Kasım 2016’da taslak olarak çıkarılmıştır. 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Yeni deprem yönetmeliğinin hazırlığında, deprem yer hareketlerinin irdelenmesi AFAD ile birlikte yürütülen bir çalışmayla yapılmış ve daha önceki yönetmeliklerde yer verilmeyen Türkiye Deprem Tehlike Haritası çıkarılmıştır.

**Tablo 1.1:** Yıllara göre yönetmeliklerde yapılan değişiklikler

1	1940	Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi
2	1944	Zelzele Mıntıklarında Muvakkat Yapı Talimatnamesi
3	1949	Yer Sarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
4	1953	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
5	1961	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
6	1968	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
7	1975	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
8	1997	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
9	2007	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
10	2018	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

Geçmişte meydana gelen depremlerin sonucu olarak ülkemiz çok fazla can ve mal kayıplarına maruz kalmıştır. Bu da bize mevcut yapıların inşaa edildiği zamanda yönetmelik kurallarına uyulmadan sağlıksız bina yapıldığını göstermektedir. Yapılar genelde malzeme kalitesinin yetersizliği, yönetmeliğe uygun modellenmemesi, uygulamada proje ve hesaplara uyulmaması gibi nedenlerden dolayı hasar görmektedir.

Ülkemizde mevcut yapı stoklarının yıkılıp yeniden yapılması ekonomik ve sosyal açıdan uygun olamayacağı için hasar derecelerine göre güçlendirme yapmak daha uygun olmaktadır. Yapılar yapılırken ilk başta sağlam ve projeye uygun yapmak her açıdan olumlu sonuç vermektedir. Hasar gören binayı güçlendirmek ya da yıkılan binayı tekrar baştan yapmak daha maliyetlidir. İlk başta yönetmeliklere göre uygun proje yapıp inşaa etmek hem can güvenliğinin sağlanması hem toplam maliyetin daha az çıkması hem de zaman tasarrufunun sağlanmasına olanak verir.

Mevcut yapıların performans analizi yapılırken doğru parametrelerle hesaplama yapmak çok önemlidir. Bir yapının deprem performansı hasar durumuna göre yapının güvenlik seviyesini göstermektedir. Yapının kullanım durumuna göre binanın talep edilen performans düzeyi değişebilmektedir. Hafif şiddetli deprem olduğunda yapıda hasar olmamalı, orta şiddetli deprem olduğunda yapıda onarılabilir hasar oluşmalı, şiddetli deprem olduğunda ise can kaybının olmaması sağlanmalıdır.

Yapının taşıyıcı sistemindeki hatalar, kötü işçilik, yetersiz malzeme kalitesi, eksik kontrol ve uygulama hataları gibi birçok etken mevcut yapının performansını düşürmektedir. Güçlendirme yapılırken binanın zayıf yönleri belirlenmeli ve buna göre performans analizi yapılmalıdır.

## **1.2 Problemin Tanımı**

Depremden kaçınmak mümkün değildir fakat depremden korunmak mümkündür. Depremin zararlı etkisini minimuma indirmek için gerekli önlemler ve tedbirler alınması gerekmektedir. Depremin etkisini minimuma indirmek için yeni yapılan binaların tasarımında veya mevcut binaların incelenmesinde mühendislik

hesapları doğru yapılmalıdır. Her geçen gün mühendislik hesaplarındaki gelişmelerden dolayı yeni yönetmelikler güncellenip değiştirilmektedir.

Bu tez çalışmasında, 06/03/2006 tarihli ve 26454 sayılı Remi Gazetede yayımlanan ‘Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007’ (DBYBHY-2007) ile 18/03/2018 tarihli 30364 Mükerrer sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 1 Ocak 2019’da yürürlüğe giren ‘Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’ (TBDY-2018) kıyaslanmıştır. İki yönetmelik arasında tasarım ve hesaplarda ne gibi değişiklikler meydana geldiği ve etkileri incelenmiştir.

Bu tez çalışmasında incelenen bir diğer konu ise mevcut binaların DBYBHY-2007 ve TBDY-2018’e göre performans analizlerinin değerlendirilmesidir.

### **1.3 Tezin Amacı**

01.01.2019 tarihinde yürürlüğe giren TBDY-2018 yönetmeliğinde bina tasarımı ve analizi konusunda önemli değişiklikler meydana gelmiştir. 2019 Ocak ayına kadar yürürlükte olan 2007 tarihli deprem yönetmeliği esasen 1998 yılında ilan edilen deprem yönetmeliğinin hemen hemen aynısıdır. 2007 yönetmeliğinin getirmiş olduğu esas değişiklik yeni binaların tasarımından ziyade mevcut binaların nasıl değerlendirileceğini tarif eden kurallar ile ilgilidir. Bu durum ise 2018 yönetmeliğinin 1998 yılında yayımlanan yönetmelikten sonra yeni binaların tasarımı konusunu ele alan ilk önemli yönetmelik olduğunu göstermektedir. Yapılan incelemeler de 2018 deprem yönetmeliğinin 1998 şartnamesine göre önemli değişiklikler içerdiğini ve çok daha katı tasarım kuralları getirdiğini göstermektedir.

Bu tez çalışmasının amacı, yeni yürürlüğe giren TBDY-2018 Yönetmeliğine göre bina tasarımında meydana gelen değişiklikleri (deprem kuvvetleri, betonarme kesitlerin hesabındaki farklar gibi) incelemektir.

TBDY-2018 deprem yönetmeliğinde getirilen bir diğer önemli değişiklik ise mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesi ile ilgili düzenlemeleri kapsamaktadır. Mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesi özellikle son yıllarda inşaat mühendisliği alanında yapılan çalışmalar içinde önemli bir yer

tutmaktadır. Binaların deprem performanslarında, belirlenen performansların yeterli ya da yetersiz olmasına bakılarak binaların güçlendirilmesine ya da yıkılmasına karar verilmektedir. Binanın deprem performansları, kolon ve kirişlerde oluşan hasarın büyüklüğüne ve dağılımına bakılarak karar verilmektedir. Yapılan bu tez çalışmasının bir diğer amacı ise mevcut binaların deprem performansları ve bu binaların kesit hasar sınırlarının DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmelikleri açısından karşılaştırılmasıdır.

#### **1.4 Tezin Kapsamı**

Yenilenen yönetmelik hükümlerinin tasarım ve değerlendirme üzerinde ne türden değişikliklere sebep olduğunu belirleyebilmek için halen kullanılmakta olan 3 farklı binanın (3, 5 ve 7 katlı) projeleri ele alınmıştır. Tez çalışmasında kullanılan bu üç farklı bina Denizli ilinde yapılmış olup 2007 yönetmeliğine göre birinci derece deprem bölgesi içinde yer almaktadır. 3 katlı ve 8,30 metre yüksekliğinde olan 1.bina Çivril ilçesinde, 5 katlı ve 14,00 metre yüksekliğinde olan 2.bina Merkez'de, 7 katlı ve 21,75 metre yüksekliğinde olan 3.bina Çakmak bölgesinde yer almaktadır.

Eski yönetmelik koşullarına göre zaten daha önce tasarlanmış olan bu binaların mimari projeleri kullanılarak söz konusu binalar 2018 deprem yönetmeliği hükümleri göz önüne alınarak yeniden tasarlanmıştır. İncelenen binaların eski ve yeni tasarımı için elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış, eski ve yeni yönetmeliklerin tasarım yaklaşımları değerlendirilmiştir. Buna bağlı olarak mevcuttaki deprem kuvvetlerinin artıp artmadığına, kesit boyutlarının değişip değişmediğine, donatı miktarlarının yeterli olup olmadığına ve buna benzer birçok farklılıklara bakılmıştır. Ayrıca kesme ve eğilme dayanımı açısından da yeni yönetmelikteki farklar incelenmiştir.

Tasarım ile ilgili bu değerlendirmenin ardından incelenen binaların hem 2007 hem de 2018 deprem yönetmeliklerinde verilen kurallara göre deprem performansları, şekil değiştirmeye göre değerlendirme yaklaşımı esas alınarak belirlenmiştir. Böylelikle 2007 ve 2018 yönetmeliklerinde yer alan doğrusal olmayan hesap yöntemi kullanılarak performans belirleme yaklaşımları karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Gerek tasarım ve gerek değerlendirme yaklaşımları incelenirken

yenilenen deprem yönetmeliğinde yer alan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'ndan ve spektrum hesabı yönteminden yararlanılmıştır.

## **1.5 Tezin Çalışma Düzeni**

Tez çalışması toplam altı bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümünde, tezin konusu, amacı, önemi, kapsamı ve çalışma düzenine yer verilmiştir.

İkinci bölümde, şimdiye kadar yürürlüğe giren deprem yönetmeliklerinin tasarım farklarını karşılaştıran ve mevcut bina deprem performanslarının incelenmesini içeren literatür çalışmalarının özetlerine yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde ise tezin konusu olan TBDY-2018 yönetmeliği ile DBYBHY-2007 yönetmelikleri arasındaki temel farklar incelenip her iki yönetmeliğin birbiri ile karşılaştırılmasına yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde, üç farklı örnek binanın STA4CAD programı yardımıyla tasarımı ve analizi yapılarak, sonuçların DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmeliklerine göre karşılaştırılmasına yer verilmiştir.

Beşinci bölümde, seçilen örnek binalar mevcut bina olarak kabul edilip yeniden analizleri yapılmış, DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmeliklerine göre sonuçlarının kıyaslanmasına yer verilmiştir.

Tezin altıncı ve son bölümünde, tezin genel sonuçlarına ve TBDY-2018 yönetmeliğinin DBYBHY-2007'ye göre avantajları ve dezavantajlarına yer verilmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tezin bu bölümünde, tez konusu ile ilgili daha önce yapılan tez çalışmaları ve literatürde yer alan makalelerin özetleri 2 alt başlık halinde sunulmuştur. İlk başlıkta TBDY-2018 yönetmeliği ile eski yönetmelikler arasındaki tasarım karşılaştırılmasına dair çalışmalar yer almaktadır. İkinci başlıkta ise yeni yönetmelik olan TBDY-2018 yönetmeliğinin mevcut yapı üzerindeki performans karşılaştırılmasına dair çalışmalar yer almaktadır.

### 2.1 TBDY-2018 Yönetmeliğinin Tasarım Açısından Kıyaslanması

Ö. F. Nemutlu (2019), yapmış olduğu tez çalışmasında DBYBHY-2007, TBDY-2018 ve Eurocode-8 yönetmeliklerini karşılaştırmış ayrıca Türk yönetmelikleri ve Amerikan yönetmeliklerin teorik olarak farklarını da incelemiştir. Bu farklar incelenirken 3 farklı betonarme binanın tasarımı SAP2000 programı ile yapılmıştır. Yapıların ilkinde 4 katlı betonarme çerçeve sistem, ikincisinde 9 katlı betonarme perdeli çerçeve sistem, üçüncüsünde ikinci binanın sistem yerleşiminin aynısını kullanıp 9 katlı betonarme perdeli çerçeve sisteme ek tünel kalıp sistemine uyumlu perdeler kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda DBYBHY-2007 yönetmeliğinde TBDY-2018'e göre daha düşük taban kesme kuvveti değerleri aldığı görülmüştür. Buna karşılık Avrupa yönetmeliği Eurocode-8 için taban kesme kuvveti her iki yönetmelik olan DBYBHY-2007 VE TBDY-2018 için daha düşük değer almıştır. Ayrıca TBDY-2018'e göre DBYBHY-2007'de ötelenmeler daha düşük değer almıştır. Bu tezde özellikle TBDY-2018 yönetmeliği günümüz teknolojisine uyumlu ve güncel olmasında çok büyük fayda sağlayacağı belirtilmiştir.

A. Ş. Özgören (2019), A-3 Düzensizliğine sahip yapıların TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmeliklerine göre farklar karşılaştırılmıştır. A-3 düzensizliği planda çıkıntılı düzensizliğine sahip binalardır. Yapılan bu tez çalışmasında kalıp planının aynı buna karşılık perde yerleşimleri farklı 3 yapı incelenmiştir. Araştırmalar sonucunda DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmelikleri arasında elastik tasarım spektrumu, deprem bölgesi sınıflandırılması, çatlama kesitler, bina

periyodu, taban kesme kuvvetleri gibi farklar kıyaslanmıştır. Ayrıca rijit diyafram kabulünün yapılması ile iki yönetmelik arası farkları minimuma inmiştir.

Z. Asıgçel (2019), Bu tez çalışmasında yeni binaların TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmelikler arasında doğrusal analiz metodu ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Ayrıca bu karşılaştırmalar neticesinde ne gibi farklılıklar olduğu araştırılmıştır. Bu farkların en belirleyici olanları spektrumda, düşey yöndeki deprem etkisinde, etkin kesit rijitliklerinde, deplasmanlarda olduğu dile getirilmiştir. Genel olarak kesme kuvvetleri ve deplasmanların eski yönetmeliğe göre fazla çıkmasına rağmen TBDY-2018 yönetmeliğinin eski yönetmelik DBYBHY-2007'ye göre daha güvenli tarafta kaldığı savunulmuştur.

M. A. Elyasino (2018), DBYBHY-2007 VE TBDY-2018 yönetmelikleri arasında gerçek ivme değerleri kullanılarak yapılan zaman-tanım alanında doğrusal olmayan analizlerin maksimum ötelenmeleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalarda aynı konum ve zemin sınıfında bulunduğu kabul edilen Tek Serbestlik Dereceli sistemler için eski ve yeni yönetmelikte farklı ötelenme talepleri görülmüştür.

D. Karadağ (2019), yapılan tez çalışmasında yeni yönetmelik olan TBDY-2018 ve eski yönetmelik DBYBHY-2007 arasındaki farklılıklardan ve benzerliklerden bahsedilmiştir. Çalışma kapsamında 5 katlı betonarme yapının tasarımını STA4CAD bilgisayar programı ile yapıp yönetmelikler kıyaslanmıştır. Bulunan sonuçlar TBDY-2018 yönetmeliğinde periyotlarda, görelî kat ötelenmelerinde, ikinci merteye etkilerinde, yer değiştirme ve şekil değiştirmelerde artış görülmüştür. Buna rağmen TBDY-2018 yönetmeliği hesaplarda daha güvenli tarafta kaldığı belirtilmiştir.

Z. Ertosun Karabulut (2019), TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmelikleri arasındaki farklar incelenmiştir. Bu tez çalışmasında İdeCad bilgisayar programı kullanılarak 3 ve 5 katlı betonarme yapının tasarımı yapılmıştır. Bu yapılar değerlendirilirken zemin ve deprem parametreleri değiştirilerek incelemeler yapılmıştır. Ayrıca çıkan sonuçlarda metraj ve maliyetlerin farklarına da değinilmiştir. TBDY-2018 yönetmeliğinde maliyetin ve donatının fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca DBYBHY-2007 eski yönetmeliğin yerel zemin sınıflarına daha



az önem verdiği belirtilmiştir. TBDY-218 yönetmeliğinde her açıdan daha kapsamlı olduğunu ve güvenilir tarafta kaldığı dile getirilmiştir.

ř. Hava (2019), 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giren TBDY-2018 ve eski yönetmelik olan DBYBHY-2007 arasındaki farklar deprem hesabı açısından kıyaslanmış ve sayısal verilerle karşılaştırılmıştır. Bu kıyaslamalar yapılırken çerçevesi, perdeli-çerçevesi, bodrumlu ve bodrumsuz olmak üzere 4 farklı model ile analiz edilmiştir. Bu yapıların konumları İstanbul ve Konya'da olduğu kabul edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda yeni yönetmelik TBDY-2018'de eski yönetmelik DBYBHY-2007'ye göre kat deplasmanlarında, doğal titreşim periyodunda ve eleman boyutlarında artış gözlemlenirken kat kesme kuvvetlerinde ise azalma olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca yeni yönetmeliğin daha gerçekçi sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

M. Öztürk (2018), yapılan çalışmada İç Anadolu bazında incelemeler yapılmıştır. Kırşehir, Eskişehir, Kayseri ve Konya illeri seçilerek iki farklı zemin cinsi ve iki farklı periyot değerleri için DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmelikleri arasında grafik ve tablolarla karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu makalede tasarım spektrumları incelendiğinde ivme değerleri; il ve zemin sınıfı değişikliğine göre TBDY-20018 yönetmeliğinde belirtilen Türkiye Deprem Tehlike Haritasında önemli değişikliklerden dolayı eski yönetmelik DBYBHY-2007'den çok farklı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Bundan dolayı makalede TBDY-2018 için binanın bulunduğu konum ve zemin sınıfının önemli olduğu belirtilmiştir.

M. Koçer ve ark. (2018), bu çalışmada DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmeliklerinde spektral ivme değerleri karşılaştırılmıştır. Bu kıyaslamalarda 4 farklı il ve farklı zemin sınıfları kullanılmıştır. DBYBHY-2007 yönetmeliği için 4 ilde etkin yer ivme katsayıları kullanılmış buna karşılık TBDY-2018'de AFAD'ın internet sitesinde bulunan deprem ivme haritasına göre koordinatlar girilerek değerler bulunmuştur. Genel olarak TBDY-2018 yönetmeliği DBYBHY-2007'ye göre daha zayıf zemin sınıfları için güvenli tarafta kalmıştır.

E. Keskin ve K. B. Bozdoğan (2018), yapılan çalışmada yeni yönetmelik TBDY-2018 ve eski yönetmelik DBYBHY-2007 arasında kıyaslama yapılırken Kırklareli ili için iki farklı zemin sınıfı kullanılmıştır. Bu farklı zemin sınıfları için

elastik tasarım spektrumları karşılaştırılmıştır. Analizler yapılırken Kırklareli ili için 4 katlı binanın deprem analizi ETABS programı yardımıyla yapılmıştır. TBDY-2018 yönetmeliği DBYBHY-2007'ye göre kuvvet ve yer değiştirmelerde önemli artışlar olduğu görülmüştür. Bulunan sonuçlarda zemin etkisi yönetmelikler açısından farklılıklar oluşturmuştur. Yeni yönetmelikte deprem tehlikesinin daha gerçekçi değerler ortaya koyduğu savunulmuştur.

G. Tunç ve T. Tanfener (2016), bu makalede DBYBHY-2007 ve o dönem henüz taslak halinde bulunan 2016 yılında çıkan deprem yönetmeliğinin arasındaki benzerlik ve farklılıklara değinilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde etkin rijitlik katsayısı kullanılmasıyla TBDY-2018 yönetmeliğinde bina salınım periyodunda ve ötelenmelerde artış gözlemlenmiştir. Bu çalışma yapılırken 10 katlı betonarme bina için İzmit'in Sapanca ilçesinde yapılacağı varsayılarak ETABS programı yardımıyla analizler yapılmıştır.

A. Demir ve A. H. Kayhan (2017), makalede o yılda henüz yürürlükte olan DBYBHY-2007 yönetmeliği ve 1 Ocak 2019'da yürürlüğe girecek olan TBDY-2018 yönetmeliğinin zaman-tanım alanında analiz sonuçları kıyaslanmıştır. Bu kıyaslamalar yapılırken ivme kaydı setleri kullanılmıştır. Her iki yönetmelikte belirli ivme kayıtlarının kullanılmasından dolayı çıkan sonuçların ortalamasının kullanabileceği öngörülmüştür. Zaman-tanım alanında analizler yapılırken farklı titreşim periyodu ve yatay dayanıma sahip Tek Serbestlik Dereceli Sistemler kullanılıp maksimum ötelenme talepleri incelenmiştir. Bu ivme setlerinin ortalaması kullanılmıştır. Kıyaslamalar neticesinde yatay dayanım oranı arttıkça TBDY-2018 yönetmeliğinde DBYBHY-2007'ye göre maksimum ötelenme talepleri artmıştır. Titreşim periyodunun bu konu üzerinde bir etkisi olmamıştır. Ayrıca zemin sınıfı iyiden kötüye ( Z1 → Z3'e yada ZB → ZD'ye ) giderken TBDY2018 yönetmeliği DBYBHY-2007'ye göre yine maksimum ötelenmelerde artış görülmüştür. Sonuç olarak Tek Serbestlik Dereceli sistemler için tasarım veya performans değerlendirilmesi yapılırken maksimum ötelenme taleplerinde eski ve yeni yönetmelik arasındaki farklar oluşabileceği savunulmuştur.

M. M. Erdem ve M. Bikçe (2017), bu makalede o dönemde güncel olan DBYBHY-2007 yönetmeliği ile yine o dönemde yeni yürürlüğe girecek olan taslak halinde bulunan 2016 yönetmeliği için maksimum azaltılmış görel kat ötelenmeleri

karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada Türkiye’de her ilden seçilen koordinatlara göre inşa edilecek binalar için Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) 8, Bina önem katsayısı ( I ) 1, kat yüksekliği 3m ve zemin türü ZA veya ZC için farklı doğal titreşim periyotlarına sahip her iki yönetmeliğe göre izin verilen en büyük azaltılmış görelî ötelenmeler mukayese edilmiştir. Bu kıyaslamalar sonucunda illerin çoğunda ZE zemin sınıfına göre ZA zemin sınıfı azaltılmış görelî kat ötelenmelerinde yüksek olduğu görülmüştür. Dolgu duvar – çerçeve bağlantısının derzli olduğu binalarda bitişik binalara göre iki kat fazla görelî ötelenmelere rastlanmıştır. Genel olarak 2016 yönetmelik taslağında illerin çoğunluğunda büyük ötelenmelere müsaade edildiği belirtilmiştir.

M. Zorlu ve B. Akbaş (2017), bu çalışmada çelik binaların tasarımı için yeni yönetmelik TBDY-2018 ve eski yönetmelik DBYBHY-2007 arasındaki farklar incelenmiştir. Bu incelemelerde iki çelik binayı TBDY-2018 yönetmeliği için tasarlayıp analize sokulmuştur. Tasarım aşamasında eski yönetmelik DBYBHY-2007’ye göre taban kesme kuvveti, kapasite tasarımları ve görelî kat ötelenmeleri gibi faktörler değerlendirilmiştir.

H. Öztürk, A. Demir, G. Dok ve H. Güç (2017), yapılan çalışmada betonarme kolonların yönetmeliklere göre etkin kesit rijitliklerinin üzerindeki kıyaslamalar yapılmıştır. Etkin kesit rijitlikleri incelenirken Avrupa yönetmeliği olan Eurocode-8, o dönemde henüz yürürlükte olan DBYBHY-2007 ve yine o dönemde taslak halinde olan 2016 yönetmelikleri kullanılmıştır. Farklı kolon tipleri, farklı donatı oranları ve farklı kesit ölçüleri ve eksenel kuvvetteki değişimler de dikkate alınarak etkin kesit rijitliklerinin değişimi incelenmiştir. Çıkan sonuçlara göre beton basınç dayanımı, eksenel kuvvet ve boyuna donatının artmasıyla her 3 yönetmelikte etkin kesit rijitlikleri artmıştır. Buna rağmen yönetmeliklere göre yapılan analizlerde etkin kesit rijitlik değeri gerçek davranış değeri olmadığı savunulmuştur.

## 2.2 TBDY-2018 Yönetmeliğinin Performans Açısından Kıyaslanması

TBDY-2018 yönetmeliğinde mevcut yapı performansını belirlerken eski yönetmeliklere göre kıyaslamalar yapılmıştır. Yapılan değişiklikler daha önceki çalışmalarda belirtilmiştir.

H. E. Akın (2019), yeni yönetmelik TBDY-2018 ve eski yönetmelik DBYBHY-2007 arasındaki performans farkları detaylı şekilde incelenmiştir. Mevcut 4 katlı lojman binasının performans analizini TBDY-2018 yönetmeliğine göre ProtaStructure programını ile doğrusal deprem performans analizi yaparak güçlendirme yapılmıştır. Aynı 4 katlı lojman binasını İdecad programı kullanılarak DBYBHY-2007 yönetmeliğine göre doğrusal deprem performans analizi yapılmıştır. Bu analizler yapılırken farklı beton sınıfları içinde analizler tekrarlanmış ve kıyaslanmıştır.

Y. Şahin (2019), 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giren TBDY-2018 yönetmeliğinin bölüm 15'te yer alan mevcut binaların performansları incelenmiştir. Bu inceleme kapsamında İstanbul ilinin Beşiktaş ilçesinde Z+7 katlı mevcut yapı SAP2000 ile performansı bulunmuş. Analiz yapılırken deprem kaydı olarak 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin ivme kayıtları kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda yapı performansının hedeflenen performans seviyesini sağlamadığı görülmüştür. Bunun üzerine yapının güçlendirilmesi gerektiği belirtilmiş ve güçlendirme önerileri yapılmıştır.

Y. Zolmaz (2019), yapılan tezde mevcut yapının perdelerle güçlendirilmiş ve performans analizi TBDY-2018 yönetmeliğine göre değerlendirilmiştir. Mevcut yapı 1975 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliğe göre tasarımı yapılmıştır. Performans değerlendirmesi TBDY-2018'e göre yaparken doğrusal elastik performansa göre analizi yapılmış ardından perde eklenerek güçlendirilmesi sağlanmıştır. Yapıya betonarme perdeler eklenmesi yapının yatay rijitliğini arttırdığını buna rağmen yer değiştirmenin ise sınırlar dahilinde kaldığı gözlemlenmiştir. Mevcut yapının performans seviyesinin arttığı fakat hasar seviyesinin azaldığı görülmüştür. Sonuç olarak perde eklenmesiyle yapılan güçlendirme hem pratik hem de etkili bir çözüm olduğu savunulmuştur.

O. H. Sümeli (2017), bu tez çalışmasında mevcut betonarme 10 katlı bir binada DBYBHY-2007 VE TBDY-2018 yönetmelikleri karşılaştırılmıştır. Yapılan tezde TBDY-2018 yönetmeliği o dönem henüz taslak halinde olup daha yürürlüğe girmemiştir. Tezde mevcut yapı olarak İstanbul'da bulunan bir yapının daha önce DBYBHY-2007'de lineer yöntemle göre değerlendirilmiştir. Bu çalışmada bina DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmelikleri için ayrı ayrı doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi kullanılarak kıyaslanmıştır. Statik itme analizi yöntemi 1.modun düşüklüğü sebebiyle kullanılmayıp zaman-tanım alanında dinamik analiz kullanılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar neticesinde yeni yönetmelik eski yönetmeliğe göre yapının periyodunun, binaya gelen kesme kuvvetlerinin, her kata gelen yer değiştirmelerin arttığı görülmüştür. Bunlara rağmen yeni yönetmelikte daha az hasar oluştuğu belirtilmiştir. Ayrıca TBDY-2018 yönetmeliği DBYBHY-2007 yönetmeliğine göre şekil değiştirme sınır değerlerinde de artış görülmüştür. Tezde varılan genel kanı yeni yönetmeliğin daha güvenli tarafta kaldığı belirtilmiştir.

H. Elçi ve K. Akça Göker (2018), makalede DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmelikleri için betonarme yapıların kolonlarının deprem performansını kıyaslama açısından değerlendirilmiştir. Yapılan bu çalışmada örnek 4 adet kolon numunesi alınarak XTRACT betonarme kesit analiz programı kullanılarak deplasman esaslı yükleme oluşturulmuştur. Bu uygulama sonrası numuneler sabit eksenel yükler ve artan tersinir tekrarlı yatay yükler altında deney yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre yatay kuvvet - deplasman ve moment - eğrilik grafikleri elde edilmiştir. Eski yönetmelik olan DBYBHY-2007 ve yeni yönetmelik TBDY-2018'de belirtilen plastik dönme kapasiteleri, beton - çelik şekil değiştirmesine göre hasar sınırları ve hasar bölgeleri bulunmuştur. Yapılan deneysel çalışmalar ve teorik verilere göre çıkan sonuçlar genel olarak uyumlu çıktığı görülmüştür. Her iki yönetmelikte elde edilen hasar sınırları genel olarak birbirine yakın çıkmıştır fakat TBDY-2018 yönetmeliği DBYBHY-2007 yönetmeliğine göre daha güvenli deformasyon limitleri tarafında kalmıştır. Buna bağlı olarak yatay deplasman ve hasar sınırlarında TBDY-2018 yönetmeliğinde daha güvenli çözümler elde edilmiş ve daha sünek çözümler önerdiği görülmüştür.

### **3. TBDY-2018 İLE DBYBHY-2007’NİN KIYASLANMASI**

1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 ile Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik-2007 arasında gerek yeni binaların tasarımı gerekse mevcut binaların değerlendirilme açısından önemli farklar bulunmaktadır. Bu bölümde iki yönetmelik arasındaki farklılıklar değerlendirilmiştir.

#### **3.1 Yönetmeliklerin Deprem Talebinin Hesabı**

TBDY-2018 yönetmeliğinde deprem talebinin hesabı ile ilgili önemli farklılıklar olmuştur. Deprem bölgeleri kavramı ortadan kaldırılırken, parsel bazında ivme talebinin hesaplanmasına yönelik yeni bir sisteme geçilmiştir. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları yayınlanarak yeni bir yaklaşım ile deprem talebinin hesabı öngörülmüştür.

##### **3.1.1 Deprem Yer Hareketinin Tanımlanması**

Deprem yer hareket düzeyleri TBDY-2018’de yeni eklenen bir terimdir. Buna karşılık olarak DBYBHY-2007’ye benzer aşılma olasılığı ve tekrarlanma periyoduna sadece 2007 yönetmeliğinin 7. Bölümünde mevcut binaların deprem performansının değerlendirilmesi ile ilgili kısımda değinilmektedir.

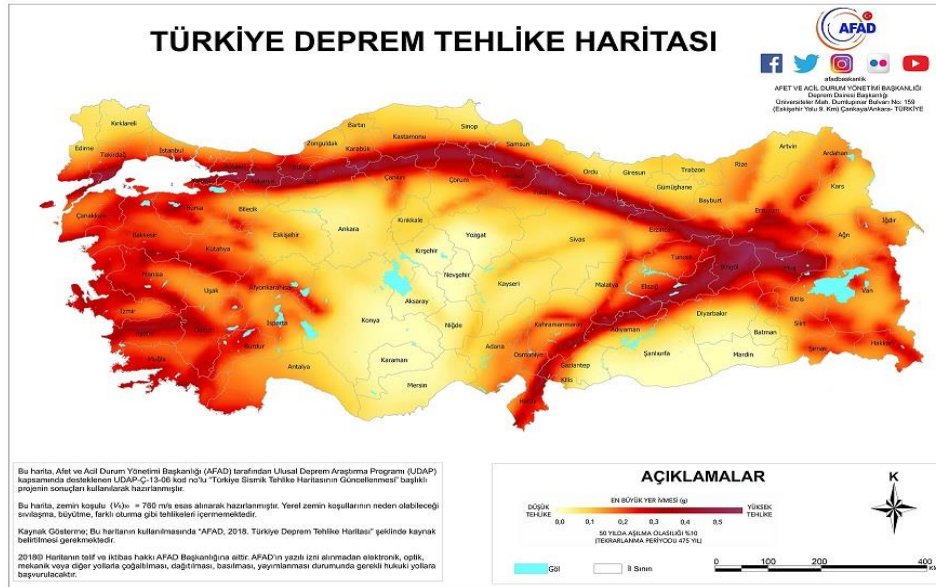
- TBDY-2018’e Göre Deprem Yer Hareketi:

TBDY-2018 yönetmeliğinde yeni terim olan deprem yer hareket düzeyleri gelmiştir. Deprem yer hareket düzeyleri, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığına ve tekrarlanma periyoduna göre deprem yer hareketleri olarak nitelendirilir. Deprem yer hareketi düzeyleri DD-1, DD-2, DD-3 ve DD-4 olarak 4 sınıfa ayrılmıştır. Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

**Tablo 3.1:** Deprem Yer Hareket Düzeyleri

Deprem Yer Hareket Düzeyi	Aşılma Olasılığı ve Tekrarlanma Periyodu
DD - 1	50 yılda %2 aşılma olasılığı ve buna karşılık tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu çok seyrek deprem yer hareketi
DD - 2	50 yılda %10 aşılma olasılığı ve buna karşılık tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer hareketi
DD - 3	50 yılda %50 aşılma olasılığı ve buna karşılık tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu sık deprem yer hareketi
DD - 4	50 yılda %68 (30 yılda %50) aşılma olasılığı ve buna karşılık tekrarlanma periyodunun 43 yıl olduğu çok sık deprem yer hareketi

Ayrıca 20/01/2018 tarihinde 2018/11275 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı gereğince yürürlüğe konulan ve yeni tanımlanan Türkiye Deprem Tehlike Haritası eklenmiştir. Bu harita ve verilere <https://tdth.afad.gov.tr/> adresinden ulaşılabilir. Örnek olarak DD-2 için Türkiye Deprem Tehlike Haritası Şekil 3.1’de verilmiştir.



**Şekil 3.1:** Türkiye Deprem Tehlike Haritası (DD-2 için)

Türkiye Deprem Tehlike Haritasındaki bir diğer unsur Yerel Zemin Sınıflarıdır. Yerel zemin sınıfları DBYBHY-2007 yönetmeliğine benzer olsa bile farklılığı vardır. Tablo 3.2’de ise TBDY-2018 yönetmeliğinin yerel zemin sınıfları; zemin cinsi, ortalama kayma dalgası hızı  $(V_s)_{30}$ , ortalama standart penetrasyon darbe sayısı  $(N_{60})_{30}$  ve ortalama drenajsız kayma dayanımı  $(c_u)_{30}$  verilerine göre belirlenmektedir.

**Tablo 3.2:**TBDY-2018’de Tanımlanan Yerel Zemin Sınıfları

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

- DBYBHY-2007’ye Göre Deprem Yer Hareketi:

DBYBHY–2007 yönetmeliğinde deprem yer hareket düzeyi yer almamaktadır. Fakat Bölüm 7’de aşılma olasılığı ve buna karşılık gelen tekrarlanma periyodu yer almaktadır. Yeni yapılacak binaların ivme spektrumuna göre 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan şiddetli deprem kabulü varsayılmaktadır. Buna karşılık



olarak mevcut binaların değerlendirilmesinde ve güçlendirilmesinde deprem düzeyi tanımlanmıştır. Deprem sonrası kullanımı gereken binalarda DBYBHY-2007 yönetmeliği 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremi, yine 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremin 1.5 katı tarif ederek deprem talebinin hesabını öngörmektedir.

TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmeliklerindeki farklılıklarından biri yerel zemin sınıflarıdır. Yerel zemin sınıfları DBYBHY-2007 yönetmeliğinde 4 zemin grubuna bölünmüş olup TBDY-2018’de 6 zemin grubuna bölünmüştür.

DBYBHY-2007’nin yerel zemin sınıfları Tablo 3.3’de, zemin grupları ise Tablo 3.4’de verilmiştir. Tablo 3.4’ü kullanılarak zemin grubu tanımına, standart penetrasyon darbe sayısına, relatif sıklığa, serbest basınç direncine ve kayma dalgası hızına göre zemin grubu bulunup Tablo 3.3’den yerel zemin sınıfı belirlenmektedir.

**Tablo 3.3:DBYBHY-2007’de Yerel Zemin Sınıfları**

<b>Yerel Zemin Sınıfı</b>	<b>Tablo 3.6’ya Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (<math>h_1</math>)</b>
<b>Z1</b>	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15m$ olan (B) grubu zeminler
<b>Z2</b>	$h_1 > 15m$ olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15m$ olan (C) grubu zeminler
<b>Z3</b>	$15m < h_1 \leq 50m$ olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10m$ olan (D) grubu zeminler
<b>Z4</b>	$h_1 > 50m$ olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10m$ olan (D) grubu zeminler

**Tablo 3.4:DBYBHY-2007’de Zemin Grupları**

<b>Zemin Grubu</b>	<b>Zemin Grubu Tanımı</b>	<b>Stand. Penetr. (N/30)</b>	<b>Relatif Sıkılık (%)</b>	<b>Serbest Basınç Direnci (kPa)</b>	<b>Kayma Dalgası Hızı (m/s)</b>
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar... 2. Çok sıkı kum, çakıl... 3. Sert kil ve siltli kil...	-  > 50 > 32	-  85 – 100 -	> 1000  - > 400	> 1000  > 700 > 700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek ve volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar... 2. Sıkı kum, çakıl... 3. Çok katı kil ve siltli kil...	-  30 – 50 16 - 32	-  65 – 85 -	500 – 1000  - 200 - 400	700 – 1000  400 – 700 300 - 700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar... 2. Orta sıkı kum, çakıl... 3. Katı kil ve siltli kil...	-  10 – 30 8 - 16	-  35 – 65 -	< 500  - 100 – 200	400 – 700  200 – 400 200 - 300
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları... 2. Gevşek kum... 3. Yumuşak kil, siltli kil...	-  < 10 < 8	-  < 35 -	-  - < 100	< 200  < 200 < 200

### 3.1.2 Standart Deprem Yer Hareketi Spektrumları

TBDY-2018'e göre değişen bir diğer konu periyotlarda ve zemin gruplarında olmuştur. TBDY-2018 yönetmeliğinde %5 sönüm oranı için yeni eklenen kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ( $S_S$ ), 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı ( $S_1$ ), kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı ( $F_S$ ), 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı ( $F_1$ ), kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_{DS}$ ) ve 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_{D1}$ ) gibi terimler gelmiştir. Bunlara ilaveten büyük bir etken olan düşey elastik tasarım spektrumuna da ( $S_{aeD}$ ) yer verilmektedir.

- TBDY-2018'e Göre Standart Deprem Yer Hareketleri

$S_S$  ve  $S_1$  katsayıları; zemin etkilerinden arındırılmış, zemin etkilerinin sebep olacağı durumu göz önüne almayan harita verileridir. Yani yerel zemin etkilerinin spektrum üzerindeki etkisini göz önüne almayan katsayılardır.

$F_S$  ve  $F_1$  katsayıları; değişen zemin koşullarına bağlı olarak spektrum ile tarif edilen deprem talebini bulmamızı sağlar. Değişen zemin sınıfına bağlı olarak spektrumun nasıl değiştiiğini tarif edebilmek amacıyla sabit ivme bölgesinde  $F_S$  katsayıları, sabit hız bölgesinde  $F_1$  katsayıları yardımıyla spektrumlar tanımlanmaktadır.

TBDY-2018 yönetmeliğinde Tablo 3.5 ve Tablo 3.6'da  $S_S$  ve  $S_1$  kullanarak  $F_S$  ve  $F_1$  katsayıları bulunmaktadır.

**Tablo 3.5:**TBDY-2018'de Kısa Periyot Bölgesi İçin Yerel Zemin Etki Katsayısı

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

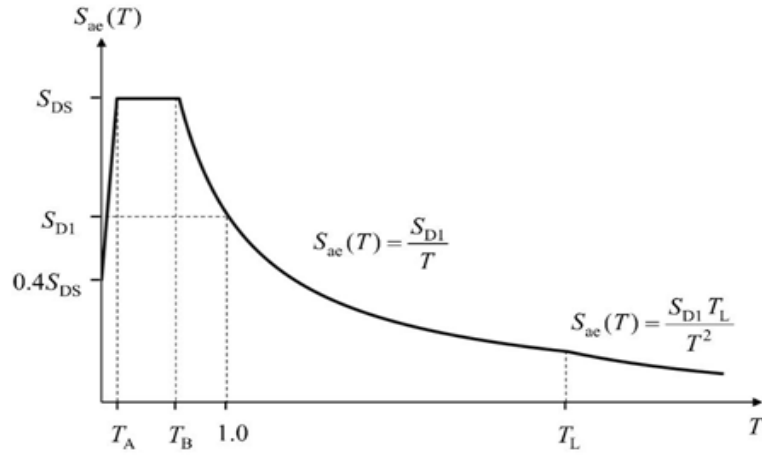
**Tablo 3.6:**TBDY-2018’de 1.0 Saniye Periyot İçin Yerel Zemin Etki Katsayısı

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 Saniye Periyot İçin Yerel Etki Katsayısı $F_1$					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_S = 0.20$	$S_S = 0.30$	$S_S = 0.40$	$S_S = 0.50$	$S_S \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	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 davranış analizi yapılacaktır.					

Bu katsayıların çarpımıyla  $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$  elde edilmektedir. Türkiye Deprem Tehlike Haritasında yer alan harita spektral ivme katsayıları ( $S_S$  ve  $S_1$ ), tasarım spektral ivme katsayıları ( $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$ ), ve yerel zemin etki katsayıları ( $F_S$  ve  $F_1$ ) arasındaki bağlantı Denklem 3.1 ve Denklem 3.2’deki gibidir. Ayrıca  $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$  Şekil 3.2’de grafik olarak gösterilmektedir.

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

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



**Şekil 3.2:** Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

DBYBHY-2007 yönetmeliğinde zemin gruplarının bilinmesiyle yerel zemin sınıfından direk spektrum karakteristik periyotlarına ulaşmak mümkündür. Buna karşılık TBDY-2018 Denklem 3.3, Denklem 3.4 ve Denklem 3.5 ’i kullanarak periyotlar elde edilmektedir.

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.3)$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.4)$$

$$T_L = 6 \text{ s} \quad (3.5)$$

TBDY-2018 yönetmeliğinde periyotları bulduktan sonra yatay elastik tasarım spektrumunu (Şekil 3.2) çizilebilmektedir. Spektrum grafiği çizilirken yatay elastik tasarım spektral ivmeleri  $S_{ae}(T)$  bulmak için Denklem 3.6, Denklem 3.7, Denklem 3.8 ve Denklem 3.9 kullanılmaktadır.

$$S_{ae}(T) = \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.6)$$

$$S_{ae}(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (3.7)$$

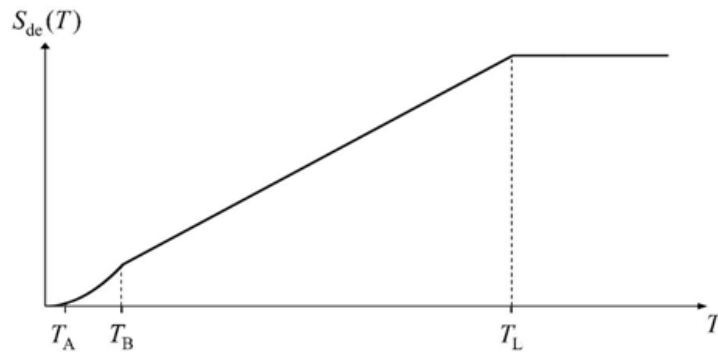
$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \quad (T_B \leq T \leq T_L) \quad (3.8)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T) \quad (3.9)$$

Ayrıca TBDY-2018 yönetmeliğine  $T_L$  terimi yeni gelmiştir. Sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu  $T_L=6$  sn olarak alınmaktadır.

Yatay elastik tasarım spektrumundan, yatay elastik spektral yer değiştirmesini bulmak için Denklem 3.10'u kullanarak  $S_{de}(T)$  grafiği Şekil 3.3 'de gösterildiği gibi çizilmektedir.

$$S_{de}(T) = \frac{T^2}{4\pi^2} g S_{ae}(T) \quad (3.10)$$



**Şekil 3.3:** Yatay Elastik Spektral Yer Değiştirmesi

TBDY-2018 yönetmeliğinde yeni eklenen ifadelerden biri düşey elastik tasarım spektrumu olmuştur. Düşey elastik tasarım spektrumu  $S_{aeD}(T)$  şeklinde ifade edilmektedir.  $T_A$  ve  $T_B$ 'yi (Denklem 3.3 ve Denklem 3.4) kullanarak düşey spektrumun köşe periyotlarını Denklem 3.11-3.13'den bulunabilmektedir.

$$T_{AD} = \frac{T_A}{3} \quad (3.11)$$

$$T_{BD} = \frac{T_B}{3} \quad (3.12)$$

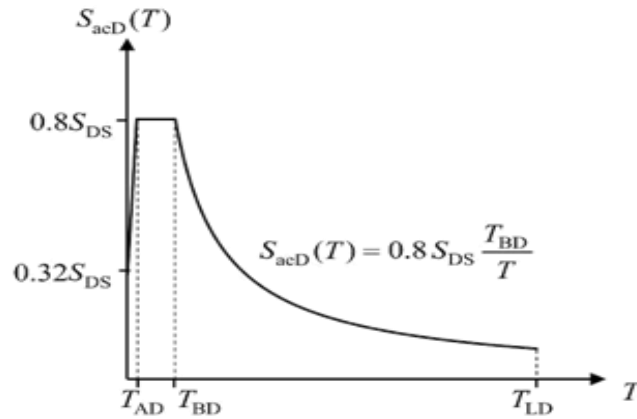
$$T_{LD} = \frac{T_L}{2} \quad (3.13)$$

Düşey spektrumun köşe periyotlarını kullanarak düşey elastik tasarım spektrumunu Denklem 3.14, Denklem 3.15 ve Denklem 3.16'dan elde edilmektedir. Düşey elastik tasarım spektrumu Şekil 3.4'te gösterilmektedir.

$$S_{aeD}(T) = \left(0.32 + 0.48 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_{AD}) \quad (3.14)$$

$$S_{aeD}(T) = 0.8 S_{DS} \quad (T_{AD} \leq T \leq T_{BD}) \quad (3.15)$$

$$S_{aeD}(T) = 0.8 S_{DS} \frac{T_{BD}}{T} \quad (T_{BD} \leq T \leq T_{LD}) \quad (3.16)$$



**Şekil 3.4:** Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

DBYBHY-2007 yönetmeliğinde düşey elastik tasarım spektrumu ifadesi geçmemektedir. Düşey elastik tasarım spektrumu da TBDY-2018 yönetmeliğinin önemli değişikliklerinden biridir.

- DBYBHY-2007'ye Göre Standart Deprem Yer Hareketleri

DBYBHY-2007'de yerel zemin sınıflarına göre Tablo 3.7'den periyotlar belirlenmektedir.

**Tablo 3.7:** DBYBHY-2007'de Spektrum Karakteristik Periyotlar

Yerel Zemin Sınıfı	T <sub>A</sub> (saniye)	T <sub>B</sub> (saniye)
<b>Z1</b>	0.10	0.30
<b>Z2</b>	0.15	0.40
<b>Z3</b>	0.15	0.60
<b>Z4</b>	0.20	0.90

DBYBHY-2007 yönetmeliğinde deprem yer hareket spektrumunu Denklem 3.17 ve Denklem 3.18'i kullanarak bulunmaktadır.

$$A(T) = A_0 I S(T) \quad (3.17)$$

$$S_{ac}(T) = A(T) g \quad (3.18)$$

A<sub>0</sub>; etkin yer ivme katsayısını temsil eder ve Tablo 3.8'den elde edilmektedir.

**Tablo 3.8:** DBYBHY-2007 için Etkin Yer İvme Katsayısı (A<sub>0</sub>)

Deprem Bölgesi	A <sub>0</sub>
<b>1</b>	0.40
<b>2</b>	0.30
<b>3</b>	0.20
<b>4</b>	0.10

I; Bina önem katsayısını gösterir. Tablo 3.9'dan bulunmaktadır.

**Tablo 3.9:** DBYBHY-2007 için Bina Önem Katsayısı ( I )

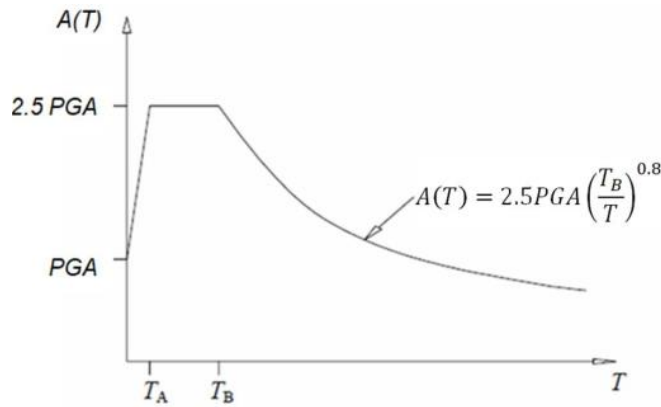
Bina Kullanım Amacı veya Türü	I
1. <u>Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u> a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye binave tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksik,patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
2. <u>İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyaların saklandığı binalar</u> a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
3. <u>İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u> Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
4. <u>Diğer binalar</u> Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerler, oteller, bina türü endüstri yapıları,vb.)	1.0

Elastik spektral ivme grafiğini Şekil 3.5'teki gibi çizdirmek için Denklem 3.19, Denklem 3.20 ve Tablo 3.21'de gösterilen  $T_A$  ve  $T_B$  spektrum karakteristik periyotlardan yararlanılmaktadır.

$$S(T) = \left(1 + 1.5 \frac{T}{T_A}\right) \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.19)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (3.20)$$

$$S(T) = 2.5 \left(\frac{T_B}{T}\right)^{0.8} \quad (T_B \leq T) \quad (3.21)$$



**Şekil 3.5:** Spektral İvme Grafiği

PGA: Yer Hareketi Parametresi



### 3.2 Deprem Etkisindeki Binaların Tasarım Ve Değerlendirilme Yaklaşımı

Bina türü yapıların tasarım ve değerlendirilmesinde TBDY-2018 yönetmeliğinin DBYBHY-2007 yönetmeliğine göre farklı yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Yeni yönetmelik TBDY-2018'de yeni bina tasarımı yaparken hem dayanıma göre tasarım hem de şekil değiştirmeye göre tasarımın yapılabileceği vurgulanmıştır. Fakat DBYBHY-2007'de yeni bina tasarımında sadece dayanıma göre tasarım yapılırken mevcut bina değerlendirilmesinde ise şekil değiştirmeye göre analiz yapılmaktadır.

TBDY-2018 yönetmeliğinde yeni bina tasarımı yaparken karşımıza çıkan yaklaşımlardan ilki dayanıma göre tasarım (DGT) ikincisi şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarımdır (ŞGDT). Burada ifade edilen DGT, DBYBHY-2007 yönetmeliğinin 2. Bölümünde ifade edilen depreme dayanıklı binalar için hesap kurallarına benzerlik göstermektedir fakat farklılıkları mevcuttur. ŞGDT ise DBYBHY-2007 yönetmeliğinin 7. Bölümünde bahsedilen mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi bölümüne benzerlik gösterir yine burada da farklılıklar mevcuttur. Sonuç olarak öncelikle TBDY-2018 yönetmeliğinde bina tasarımı yapmadan DGT veya ŞGDT'nin hangisine göre tasarım yapılacağını belirlemek önemlidir.

- TBDY-2018'e Göre Tarif Edilen Bina Performans Hedefleri;

Deprem yer hareketleri düzeyleri (DD-1, DD-2, DD-3, DD-4) bina performans düzeylerine göre belirlenmektedir. Bina performans hedefleri; normal performans hedefleri ve ileri performans hedefleri olarak 2'ye ayrılmaktadır. İleri performans hedefi; deprem sonrasında kullanımı gereken ve deprem talebinin yüksek olduğu binalardır. Buna göre değerlendirmekte ve tasarlanmaktadır. Performans hedefleri ve değerlendirme/tasarım yaklaşımları Tablo 3.10, Tablo 3.11 ve Tablo 3.12'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.10:** TBDY-2018 için Yeni Yapılacak Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar (Yüksek Binalar Dışında –  $BYS \geq 2$ )

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

**Tablo 3.11:** TBDY-2018 için Yeni Yapılacak veya Mevcut Yüksek Binalar (BYS=1)

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

**Tablo 3.12:** TBDY-2018 için Mevcut Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar (Yüksek Binalar Dışında –  $BYS \geq 2$ )

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

Performans hedefleri Tablo 3.10, Tablo 3.11 ve Tablo 3.12’de bina yükseklik sınıfına ve bina kullanım sınıfına bağılı olarak binalardan beklenen performans hedefleri değişkenlik göstermektedir. Ayrıntılar TBDY-2018 yönetmeliğinde yer almaktadır.

- DBYBHY-2007’ye Göre Tarif Edilen Bina Performans Hedefleri:

2007 yönetmeliğine göre farklı deprem düzeylerindeki binalar için öngörülen minimum performans hedefleri Tablo 3.13’te verilmiştir. Fakat daha önce belirtildiği gibi bu performans hedefleri DBYBHY-2007 yönetmeliğinde yer alan mevcut bina değerlendirilmesinde kullanılan performans düzeyleridir. 2007 yönetmeliğinde dayanıma göre yeni yapılacak binalar için böyle bir tanım yoktur.

**Tablo 3.13:** DBYBHY-2007 için Performans Hedefleri

Binanın Kullanım Amacı ve Türü	Deprem Aşılma Olasılığı		
	50 yılda %50	50 yılda %10	50 yılda %2
<u>Deprem sonrası kullanımı gereken binalar</u> Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, ulaşım istasyonları, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, afet yönetim merkezleri, vb.	-	HK	CG
<u>İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u> Okullar, yatakhaneler, yurtlar, pansiyonlar, askeri kışlalar, cezaevleri, müzeler,vb.	-	HK	CG
<u>İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u> Sinema, tiyatro, konser salonları, kültür merkezleri, spor tesisleri, vb.	HK	CG	-
<u>Tehlikeli madde içeren binalar</u> Toksit, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin bulunduğu ve depolandığı binalar	-	HK	GÖ
<u>Diğer binalar</u> Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerler, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları,vb.)	-	CG	-

### 3.2.1 Yönetmelikler Arası Dayanıma Göre Tasarım Yaklaşımının Karşılaştırılması

Dayanıma göre tasarım yapılacak binalarda hesap yaklaşımı olarak doğrusal hesap kullanılmaktadır. Bina performans hedeflerinde dayanıma göre tasarım (DGT) yapılması gereken binalar bu bölümde incelenmektedir.

#### 3.2.1.1 Bina Önem Katsayısı ve Bina Kullanım Sınıfları (BKS)

TBDY-2018 yönetmeliğinde yeni eklenen diğer bir ifade bina kullanım sınıfı (BKS) olmuştur. Bu ifade DBYBHY-2007’de kullanılmaktadır fakat TBDY-2018’de Tablo 3.14’te gösterildiği gibi birtakım farklılıklar olmuştur.

**Tablo 3.14:** Bina Önem Katsayısı

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

DBYBHY-2007’de ise bina kullanım amacına göre bina önem katsayısı (I) Tablo 3.9’da verilmiştir. TBDY-2018 ve DBYBHY-2007’nin bina önem katsayıları arasındaki fark BKS=1’de 1.4 katsayısının kaldırılıp yerine 1.5 katsayısı kullanılmasıyla katsayı değeri arttırılmıştır. Bina önem katsayısı; dayanıma göre tasarımda göz önüne alınan yatay deprem kuvvetlerinin bulunmasında kullanıldığı için yatay deprem kuvvetlerinin de artmasına yol açmıştır.

### 3.2.1.2 Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)

TBDY-2018 yönetmeliğine yeni eklenen deprem tasarım sınıfı (DTS), 3.1.2’de gösterilen kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı olan  $S_{DS}$  ile Bina kullanım sınıfına (BKS) bağlı olarak değişmektedir Deprem tasarım sınıfları Tablo 3.15’te verilmiştir.

**Tablo 3.15:** Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)

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

### 3.2.1.3 Bina Yükseklik Sınıfları (BYS)

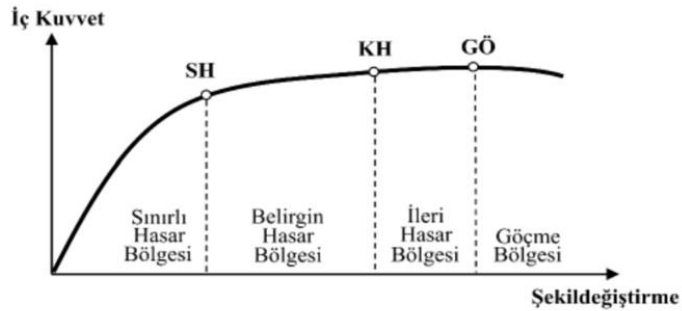
TBDY-2018 yönetmeliğine yeni eklenen kavramlardan bir tanesi bina yükseklik sınıfıdır (BYS). Bina yükseklik sınıfı, deprem tasarım sınıfına ve binanın yüksekliğine ( $H_N$ ) göre değişmekte olup Tablo 3.16’da gösterilmiştir.

**Tablo 3.16:** Bina Yükseklik Sınıfları (BYS)

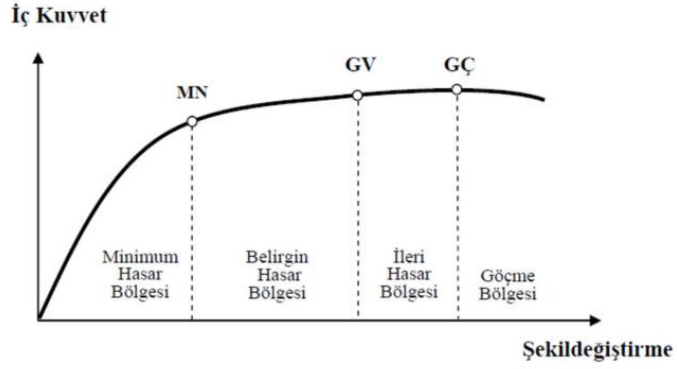
Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları Ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları (m)		
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a	DTS = 4, 4a
<b>BYS = 1</b>	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
<b>BYS = 2</b>	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
<b>BYS = 3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

### 3.2.1.4 Bina Performans Düzeyleri

TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmelikleri arasındaki farklılıklarından biri performans düzeylerinin tanımı ile ilgilidir. DBYBHY-2007 yönetmeliğinde performans düzeyleri; mevcut binaların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Buna karşılık TBDY-2018 yönetmeliğinde ise binanın tasarım aşamasında bina performans hedefleri belirlenirken performans düzeyleri etki etmektedir. Ayrıca performans düzeyinin isimlendirilmesinde de farklılık olmuştur. TBDY -2018 yönetmeliği için performans düzeyleri Şekil 3.6’da ve DBYBHY-2007 yönetmeliği için performans düzeyleri Şekil 3.7’de gösterilmiştir.



**Şekil 3.6:** TBDY-2018 için Performans Düzeyleri



**Şekil 3.7:** DBYBHY-2007 için Performans Düzeyleri

TBDY-2018 yönetmeliğindeki performans düzeylerinin tanımları Tablo 3.17’de verilmiştir.

**Tablo 3.17:** Performans Düzeyleri

<b>TBDY-2018’de Performans Düzey Tanımları</b>	<b>TBDY-2018 yeni ismi</b>	<b>DBYBHY-2007 eski ismi</b>
Yapısal hasarın meydana gelmediği veya ihmal edilebilir ölçüde olması	Kesintisiz Kullanım (KK)	Hemen Kullanım (HK)
Sınırlı düzeyde hasarın meydana geldiği yani doğrusal olmayan davranışın sınırlı hasar düzeyinde olması	Sınırlı Hasar (SH)	
Can güvenliğini sağlamak üzere bina taşıyıcı sistem elemanlarında çok ağır olmayan ve çoğunlukla onarılması mümkün olması	Kontrollü Hasar (KH)	Can Güvenliği (CG)
İleri düzeyde ağır hasarın meydana geldiği göçme öncesi durumun olması ayrıca bina kısmen veya tamamen göçmesi önlenmiştir.	Göçmenin Önlenmesi (GÖ)	Göçme Öncesi (GÇ)

### 3.2.1.5 Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R) ve Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) her iki yönetmelik için farklı değerler almıştır. Ayrıca TBDY-2018'e yeni gelen bir diğer ifade dayanım fazlalığı katsayısı (D) olmuştur. DBYBHY-2007 yönetmeliğinde taşıyıcı sistem davranış katsayısı kısa bir şekilde tarif edilirken TBDY-2018'de farklı süneklik düzeyleri için farklı taşıyıcı sistem davranış katsayıları daha detaylı bir şekilde tarif edilmektedir.

- TBDY-2018'e Göre Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R) ve Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D):

Bina yükseklik sınıfının (BYS) izin verdiği taşıyıcı sistem davranış katsayısı ve dayanım fazlalığı katsayısı Tablo 3.18'de gösterilmiştir. Bina taşıyıcı sistemleri; süneklik düzeyi yüksek, karma ve sınırlı olmak üzere üç gruba ayrılmıştır.

**Tablo 3.18:** TBDY-2018 için Yerinde Dökme Betonarme Bina Taşıyıcı Sistemleri

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları (BYS)
1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
1.1. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	$BYS \geq 3$
1.2. Deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar	7	2.5	$BYS \geq 2$
1.3. Deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	6	2.5	$BYS \geq 2$



**Tablo 3.18 (devamı):** TBDY-2018 için Yerde Dökme Betonarme Bina Taşıyıcı Sistemleri

1.4. Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar <sup>(1)</sup>	8	2.5	BYS $\geq$ 2
1.5. Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar <sup>(1)</sup>	7	2.5	BYS $\geq$ 2
1.6. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12m'yi geçmeyen süneklik düzeyi yüksek betonarme kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	3	2	-
2. Süneklik Düzeyi Karma Taşıyıcı Sistemler <sup>(2, 3)</sup>			
2.1. Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi sınırlı betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar <sup>(4)</sup>	6	2.5	BYS $\geq$ 4
2.2. Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi sınırlı betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar <sup>(4)</sup>	5	2.5	BYS $\geq$ 4
2.3. Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi sınırlı dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu dişli döşemeli betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından karşılandığı binalar	6	2.5	BYS $\geq$ 6

**Tablo 3.18 (devamı):** TBDY-2018 için Yerinde Dökme Betonarme Bina Taşıyıcı Sistemleri

2.4. Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi sınırlı dolgulu (asmolen) veya dolgunsuz tek doğrultulu dışlı döşemeli betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	5	2.5	$BYS \geq 6$
3. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler <sup>(2, 5, 6)</sup>			
3.1. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran süneklik düzeyi sınırlı betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	4	2.5	$BYS \geq 7$
3.2. Deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi sınırlı boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 6$
3.3. Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi sınırlı betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi sınırlı boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 6$

Farklı süneklik düzeyleri ve yükseklik sınıfına sahip binalar için tasarım sırasında göz önüne alınacak diğer hususların ayrıntıları TBDY-2018 yönetmeliğinde tarif edilmiştir.

- DBYBHY-2007'e Göre Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R):

DBYBHY-2007'de taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R); yerinde dökme binalar için süneklik düzeyi normal ve yüksek olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. DBYBHY-2007'ye göre taşıyıcı sistem davranış katsayısı Tablo 3.19'da 4 maddede tanımlanmıştır.

**Tablo 3.19:** DBYBHY-2007 için Yerinde Dökme Betonarme Binaların Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı

Bina Taşıyıcı Sistemi	Süneklik Düzeyi	Süneklik Düzeyi
	Normal Sistemler	Yüksek Sistemler
1. Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
2. Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar	4	7
3. Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar	4	6
4. Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	4	7

Ayrıca Tablo 3.19’da verilen taşıyıcı sistem katsayısının (R) ek şartları DBYBHY-2007 yönetmeliğinde yer almaktadır.

### 3.2.1.6 Düşey Deprem Etkisi

TBDY-2018 yönetmeliğine yeni eklenen bir diğer ifade düşey elastik tasarım spektrumudur. DBYBHY-2007’de düşey deprem etkisi göz önüne alınmamaktadır. Düşey deprem etkisinin hesabında bütün taşıyıcı sistemlerde  $R/I = 1$  ve  $D = 1$  alınmalıdır. Düşey deprem etkisi ( $E_d^{(Z)}$ ) mod birleştirme yöntemi yardımıyla aşağıdaki durumlarda;

- DTS = 1, 1a, 2, 2a olan binalarda,
- Açıklıklarının yatay düzlemdeki izdüşümü 20m veya daha çok olan kirişlere sahip binalarda,
- Açıklıklarının yatay düzlemdeki izdüşümü 5m veya daha çok olan konsolları olan binalarda,
- Kirişlere oturan kolonları olan binalarda,

- Kolonları düşey düzleme göre eğimli olan binalarda kullanılmalıdır.

Yukarıdaki maddelere uymayan binalarda düşey deprem etkisinin hesabı yapılırken Denklem 3.22'yi kullanarak yaklaşık değer hesaplanmaktadır.

$$E_d^{(Z)} \approx (2/3) S_{DS} G \quad (3.22)$$

G : Sabit Yük Etkisi

$S_{DS}$  : Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme

Yük birleşimlerinde düşey deprem etkisi Denklem 3.23 ve Denklem 3.24'teki gibi kullanılmaktadır.

$$G + Q + 0.2 S + E_d^{(H)} + 0.3 E_d^{(Z)} \quad (3.23)$$

$$0.9 G + H + E_d^{(H)} - 0.3 E_d^{(Z)} \quad (3.24)$$

Q : Hareketli Yük Etkisi

S : Kar Yüğü

H : Yatay zemin etkisi

### 3.2.1.7 Etkin Kesit Rijitlikleri

2018 yönetmeliğinde etkin kesit rijitliğı hem dayanıma göre tasarımda hem de şekil değıştirmeye göre tasarımda kullanılmaktadır. Buna rağmen DBYBHY-2007 yönetmeliğı için tasarımda çatlamış kesit rijitliğı kullanılmamakta, sadece performans analizinin tarif edildiğı 7. Bölümde çatlamış kesit rijitliğı kullanımı şart koşulmaktadır.

- TBDY-2018'e Göre Etkin Kesit Rijitlikleri:

TBDY-2018 yönetmeliğindeki en önemli hususlardan bir tanesi bina tasarımında ve şekil değıştirme hesabında çatlamış kesit rijitliğinin kullanılmasıdır.

Doğrusal hesap yönteminin kullanıldığı binalarda, taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitlik çarpanları Tablo 3.20’de verilmiştir.

**Tablo 3.20:** TBDY-2018 Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı

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

TBDY-2018 yönetmeliğinde şekil değiştirmeye göre analiz yapılırken doğrusal olmayan hesap yönteminin kullanıldığı binalarda taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitlikleri Denklem 3.25 yardımıyla bulunmaktadır.

$$(EI)_0 = \frac{My Ls}{\theta y 3} \quad (3.25)$$

- DBYBHY-2007’ye Göre Etkin Kesit Rijitlikleri:

DBYBHY-2007 yönetmeliğinde tasarım aşamasında betonarme elemanlar için etkin kesit rijitliği kullanılmamaktadır. DBYBHY-2007 yönetmeliği ve TBDY-2018 yönetmeliği arasındaki en büyük farklıklardan biri etkin kesit rijitlikleridir. Bu fark periyodu çok etkilemektedir. DBYBHY-2007’ye göre mevcut bina değerlendirilmesi yapılırken performans analizinde kullanılacak taşıyıcı sistem elemanların etkin kesit rijitlikleri Tablo 3.21’de verilmiştir.

**Tablo 3.21:** DBYBHY-2007'nin Şekil Değiştirmeye Göre Etkin Eğilme Rijitliği

Betonarme Taşıyıcı Eleman	Etkin Eğilme Rijitliği (EI) <sub>0</sub>
Kirişler	0.40
Kolon ve Perdeler ( $N_D / (A_c f_{cm}) \leq 0.10$ )	0.40
Kolon ve Perdeler ( $N_D / (A_c f_{cm}) \geq 0.40$ )	0.80

$N_D$  : Eksenel Basınç Kuvveti

### 3.2.1.8 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmeliklerin her ikisinde de eşdeğer deprem yükü ile deprem hesabı yaklaşımı tarif edilmektedir. Fakat iki yaklaşım arasında farklılıklar bulunmaktadır.

- TBDY-2018'e Göre Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi:

Eşdeğer deprem yükü yönteminde kullanılacak izin verilen bina yükseklik sınıfları Tablo 3.22'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.22:** TBDY-2018 Yönetmeliğinde Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Kullanıldığı Bina Yükseklik Sınırları ve Değerleri

Bina Türü	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfı	
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a, 4, 4a
Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca komşu katlar arası rijitlik düzensizliğinin (yumuşat kat) olmadığı binalar	BYS $\geq 4$ <b>(<math>H_N \leq 42</math> m)</b>	BYS $\geq 5$ <b>(<math>H_N \leq 42</math> m)</b>
Diğer tüm binalar <b>(<math>\eta_{bi} \geq 2.0</math> veya <math>\eta_{ki} \geq 2.0</math>)</b>	BYS $\geq 5$ <b>(<math>H_N \leq 28</math> m)</b>	BYS $\geq 6$ <b>(<math>H_N \leq 28</math> m)</b>

Toplam eşdeğer deprem yükünü bulmak için TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmelikleri arasındaki hesap farklılıkları Tablo 3.23'te gösterilmektedir. İki

yönetmelik arası toplam eşdeğer deprem yükü ile taban kesme kuvvetinin farklı olması azaltılmış tasarım spektral ivmelerin yani deprem spektrumunun farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

**Tablo 3.23:** Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin 2007 ve 2018 Yönetmeliklerine Göre Karşılaştırılması

<b>TBDY-2018</b>	<b>DBYBHY-2007</b>
$\bullet S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)}$	$\bullet A(T) = A_0 I S(T)$  $S_{ae}(T) = A(T) g$
$\bullet V_{IE}^{(X)} = m_t S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0.04 m_t I S_{DS} g$  $\rightarrow R_a(T) = D + \left(\frac{R}{I} - D\right) \frac{T}{T_B} ; T \leq T_B$  $\rightarrow R_a(T) = \frac{R}{I} ; T > T_B$	$\bullet V_t = \frac{W A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 A_0 I W$  $\rightarrow R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5) \frac{T}{T_B} ; 0 \leq T \leq T_A$  $\rightarrow R_a(T) = R ; T_A < T$

$m_t$ : Binanın toplam kütlesi

$V_{IE}^{(X)}$ : x deprem doğrultusundaki yapının tamamına etkiye toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)

$S_{aR}(T)$ : Azaltılmış tasarım spektral ivme

$R_a(T)$ : Periyoda bağlı olarak değişen deprem yükü azaltma katsayısı

Binanın doğal titreşim periyodunun formülü TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmeliklerin ikisi içinde aynı olup Denklem 3.26'da gösterilmiştir.

$$T_p^{(X)} = 2 \pi \left( \frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^{(x)2}}{\sum_{i=1}^N F_{fi}^{(x)} d_{fi}^{(x)}} \right)^{1/2} \quad (3.26)$$

TBDY-2018 yönetmeliğine yeni gelen ifade amprik hakim doğal titreşim periyodu ( $T_{pA}$ ) Denklem 3.27'den bulunmaktadır.

$$T_{pA} = C_t (H_N)^{3/4} \quad (3.27)$$

Binanın doğal titreşim periyodu ( $T_p^{(X)}$ ) hesabında dikkat edilecek husus Denklem 3.28’de gösterildiği gibi  $T_p^{(X)}$ ’in en büyük değeri,  $T_{pA}$  periyodunun 1.4 katından büyük olmamasıdır.

$$T_p^{(X)} \leq 1.4 \cdot T_{pA} \quad (3.28)$$

Ayrıca DTS = 1,1a, 2,2a ve  $BYS \geq 6$  olan yapılarda ve DTS = 3,3a ,4, 4a olan tüm yapılarda Denklem 3.26’da doğal titreşim periyodu hesaplanmadan Denklem 3.29’daki gibi bina doğal titreşim periyodu ampirik hakim doğal titreşim periyoduna eşit sayılmaktadır.

$$T_p^{(X)} \approx T_{pA} \quad (3.29)$$

Denklem 3.27’de kullanılan  $C_t$  katsayısı ise betonarme çerçevelerden oluşan bir yapı ise  $C_t = 0.1$ , çelik çerçeveli veya çaprazlı çelik çerçevelerden oluşuyorsa  $C_t = 0.08$ , diğer tüm binalarda  $C_t = 0.07$  alınmaktadır. Fakat deprem etkilerinin hepsini betonarme perdeler tarafından karşılıyorsa  $C_t$  katsayısı Denklem 3.30’dan hesaplanmaktadır.

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{A_t}} \leq 0.07 \quad (3.30)$$

Denklem 3.30’da kullanılan  $A_t$  eşdeğer alanı Denklem 3.31’den hesaplanmaktadır.

$$A_t = \sum_j A_{wj} \left[ 0.2 + \left( \frac{l_{wj}}{H_N} \right)^2 \right] \leq \sum_j A_{wj} \quad (3.31)$$

- DBYBHY-2007’ye Göre Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

DBYBHY-2007 yönetmeliğinde ise eşdeğer deprem yüğü yönteminin sınırları Tablo 3.24’te gösterilmiştir.



**Tablo 3.24:** DBYBHY-2007 Yönetmeliğinde Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Kullanıldığı Bina Yükseklik Sınırları

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1, 2	Her bir katta burulma düzensiliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq 25$ m
1, 2	Her bir katta burulma düzensiliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca komşu katlar arası rijitlik (B2 türü) düzensizliğinin (yumuşat kat) olmadığı binalar	$H_N \leq 40$ m
3, 4	Tüm Binalar	$H_N \leq 40$ m

TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmelikleri için izin verilen eşdeğer deprem yüğü yöntemi kullanılırken Tablo 3.22 ve Tablo 3.24'te görüldüğü gibi TBDY-2018 yönetmeliğinde izin verilen bina yükseklik sınırlarında çok az artış meydana gelmiştir.

### 3.2.1.9 Modal Hesap Yöntemi

TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmelikleri arasında modal hesap yönteminde de farklılıklar olmuştur.

- TBDY-2018'e Göre Modal Hesap Yöntemi:

TBDY-2018 yönetmeliğinde dayanıma göre tasarım (DGT) için yapılan doğrusal hesap yöntemlerinden biri modal hesap yöntemidir.

TBDY-2018 ile DBYBHY-2007 yönetmelikleri arasındaki farklardan biri modal hesap yöntemlerinde bulunan yeterli titreşim modu (YM) sayısıdır. TBDY-2018'de her bir mod için hesaplanan taban kesme kuvveti; modal etkin kütlelerinin toplamının, toplam yapı kütlelerinden %95 az olmaması gerektiğini belirtir. Bu sınır Denklem 3.32'de gösterilmektedir. Ayrıca katkısı %3'ten büyük olan tüm modlar göz önüne alınmalıdır.

$$\sum_{n=1}^{YM} m_{txn}^{(X)} \geq 0.95 m_t \quad ; \quad \sum_{n=1}^{YM} m_{ty n}^{(Y)} \geq 0.95 m_t \quad (3.32)$$

- DBYBHY-2007'ye Göre Modal Hesap Yöntemi:

DBYBHY-2007 yönetmeliğinde ise hesaba katılması gereken yeterli titreşim mod sayısı, X ve Y doğrultuları olmak üzere her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının, toplam yapı külesinden %90 oranından daha az olmamalıdır. Bu sınır ise Denklem 3.33'te belirtilmiştir.

$$\sum_{n=1}^Y M_{xn} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad ; \quad \sum_{n=1}^Y M_{yn} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (3.33)$$

### 3.2.1.10 Görelî Kat Ötelenmelerin Sınırlandırılması

Her iki yönetmelikte yer alan görelî kat ötelenmeler farklı formüller ile tarif edilmektedir.

- TBDY-2018'e Göre Görelî Kat Ötelenmelerinin Sınırları:

TBDY-2018 yönetmeliğinde görelî kat ötelenme sınırları; gevrek malzemedan yapılmış olan dolgu duvarların çerçeve elemanlarına bağlantısından dolayı ikiye ayrılmıştır.

a) Gevrek malzemedan yapılmış boşluklu veya boşluksuz dolgu duvarlar ile çerçeve elemanları arasındaki esnek derz veya bağlantı olmadan tamamen bitişik olması durumu olursa Denklem 3.34 ile hesaplanmaktadır.

$$\lambda \frac{\delta_{i,max}^{(X)}}{h_i} \leq 0.008 \kappa \quad (3.34)$$

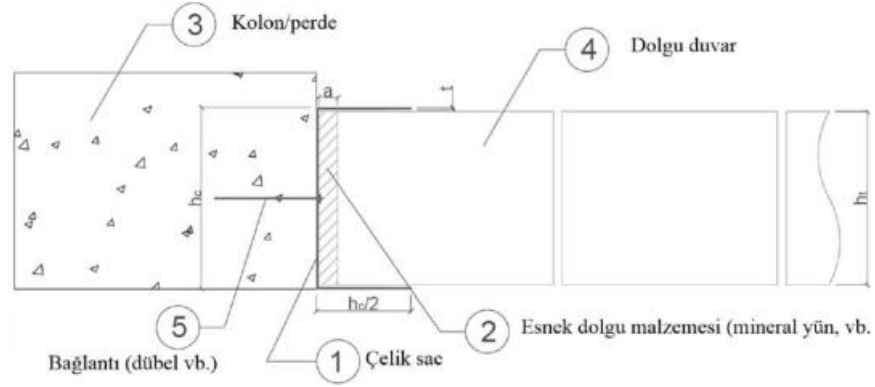
b) Gevrek malzemedan yapılmış boşluklu veya boşluksuz dolgu duvarlar ile çerçeve elemanları arasındaki esnek derz yapılması, dış çerçevelerle esnek bağlantılarla bağlantı yapılması veya dolgu duvarların çerçeveden bağımsız olması durumunda Denklem 3.35 ile hesaplanmaktadır.

$$\lambda \frac{\delta_{i,max}^{(X)}}{h_i} \leq 0.016 \kappa \quad (3.35)$$

$\kappa = 1.0$  Betonarme elemanlar için

$\kappa = 0.5$  Çelik elemanlar için

Şekil 3.8’de esnek derz bağlantısı için örnek bir uygulama görülmektedir. (Denklem 3.35’in kullanıldığı durumlar gösterilmiştir.)



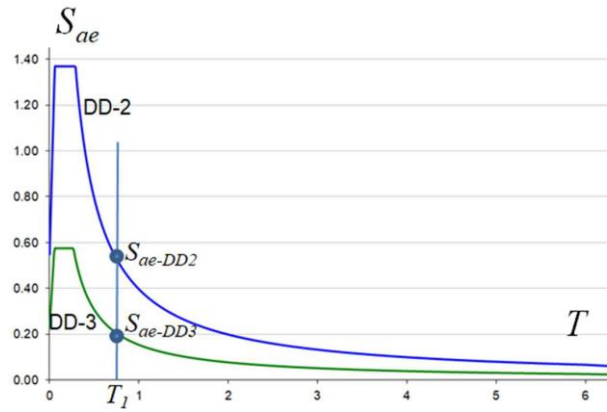
**Şekil 3.8:** TBDY-2018’de esnek derz bağlantısı detayı

Denklem 3.34 ve Denklem 3.35’de yer alan  $\lambda$  katsayısı Denklem 3.36 ile hesaplanmaktadır.

$$\lambda = \frac{S_{aeDD3}}{S_{aeDD2}} \quad (3.36)$$

Deprem yer hareket düzeylerinde aynı periyot değerine karşılık gelen spektral ivmelerin;  $\lambda$  katsayısı hesabındaki etkisine bir örnek Şekil 3.9’da verilmiştir.

(  $\lambda = 0.20/0.55 = 0.36$  )



**Şekil 3.9:**  $S_{ae}$ - $T$  grafiği Deprem Yer Hareket Düzeylerinin Karşılaştırılması

TBDY-2018 yönetmeliğinde etkin görelî kat ötelenme sınırları Denklem 3.37’de verilmektedir.

$$\delta_i^{(X)} = \frac{R}{I} \Delta_i^{(X)} \quad (3.37)$$

$\delta_i^{(X)}$  : etkin görelî kat ötelenmesi

$\Delta_i^{(X)}$  : azaltılmış görelî kat ötelenmesi

- DBYBHY-2007’ye Göre Görelî Kat Ötelenmelerinin Sınırları:

DBYBHY-2007 yönetmeliğinde görelî kat ötelenme sınırları Denklem 3.38 ve Denklem 3.39’da verilmiştir.

$$\delta_i = R \Delta_i \quad (3.38)$$

$$\frac{(\delta_i)_{maks}}{h_i} \leq 0.02 \quad (3.39)$$

TBDY-2018’in DBYBHY-2007 yönetmeliğine göre görelî kat ötelenme sınırları farklıdır. Şekil 3.9’daki grafikte gösterilen değerleri Denklem 3.36’da yerine koyulduğunda  $\lambda=0.36$  hesaplanmaktadır. Bulunan  $\lambda=0.36$  değeri Denklem 3.35’te formülde yerine yerleştğinde  $\frac{(\delta_i)_{maks}}{h_i} \leq 0.044$  (Betonarme elemanlar için) sınır değeri hesaplanmaktadır. DBYBHY-2007’de bu sınır değeri  $\frac{(\delta_i)_{maks}}{h_i} \leq 0.02$  olduğundan TBDY-2018 yönetmeliğinde görelî kat ötelenme değerlerinin arttığı sonucuna ulaşılmaktadır.

### 3.2.1.11 İkinci Mertebe Etkileri

İkinci mertebe etkileri TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmeliklerinde farklı formüllerde tanımlanmıştır.

- TBDY-2018'e Göre İkinci Mertebe Etkileri:

TBDY-2018 yönetmeliğindeki ikinci mertebe etkilerinin maksimum sınır değerleri Denklem 3.40'da verilmiştir.

$$\theta_{II,i}^{(X)} = \frac{(\Delta_i^{(X)})_{ort} \sum_{k=i}^N w_k}{V_i^{(X)} h_i} \leq 0.12 \frac{D}{C_{hR}} \quad (3.40)$$

$C_h = 0.5$  Betonarme elemanlar

$C_h = 1.0$  Çelik elemanlar

Denklem 3.40'da maksimum ikinci mertebe etkilerinin sınırları aşılsa X deprem doğrultusu için tüm kuvvetler Denklem 3.41'de tanımlanan ikinci mertebe büyütme katsayısı  $\beta_{II}^{(X)}$  ile çarpılarak arttırılacaktır.

$$\beta_{II}^{(X)} = 0.88 + \frac{C_{hR}}{D} \theta_{II,max}^{(X)} \geq 1 \quad (3.41)$$

- DBYBHY-2007'ye Göre İkinci Mertebe Etkileri:

TBDY-2018 yönetmeliğinde DBYBHY-2007'ye göre ikinci mertebe etkilerinin sınır değerleri düşürülmüştür. DBYBHY-2007 yönetmeliğinde İkinci mertebe etkileri Denklem 3.42'de gösterilmiştir.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=i}^N w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \quad (3.42)$$

TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmeliklerinde ikinci mertebe etkilerini bulmak için Denklem 3.40 ve Denklem 3.42'de verilen formulasyonun sağ tarafındaki kısım değişmiştir. Bu değişiklik tez kapsamının 4. Bölümünde seçilen örnek 3, 5 ve 7 katlı binalar için gösterilmiştir.

$$3 \text{ katlı bina için; } 0.12 \frac{3}{0.5 \cdot 8} = 0.09 < 0.12$$

$$5 \text{ katlı bina için; } 0.12 \frac{3}{0.5 \cdot 8} = 0.09 < 0.12$$

$$7 \text{ katlı bina için; } 0.12 \frac{2.5}{0.5 \cdot 4} = 0.15 > 0.12$$

TBDY-2018'in DBYBHY-2007 yönetmeliğine göre taşıyıcı sistem davranış katsayısı ve dayanım fazlalığı katsayısının; ikinci merteye etkisinde örnekte hesaplandığı gibi değişikliğe yol açtığı görülmüştür.

### **3.2.2 Yönetmeliklerin Şekil Değiştirme Yaklaşımına Göre Karşılaştırılması**

TBDY-2018 yönetmeliğinde tasarım ve mevcut bina değerlendirilmesi için şekil değiştirmeye göre analiz yapılmaktadır. Buna karşılık DBYBHY-2007 yönetmeliğinde sadece mevcut bina değerlendirilmesi için şekil değiştirmeye göre analiz yapılmaktadır.

#### **3.2.2.1 Kesit Hasar Sınırlarının Tarifi**

2018 ve 2007 deprem yönetmeliklerinde doğrusal olmayan analiz yöntemi ile yapılan hesaplamalar sırasında donatıda oluşan uzama ve betonda oluşan ezilme şekil değiştirmesi açısından kesit hasar sınırları tarif edilmektedir. Ayrıca 2018 ve 2007 deprem yönetmeliklerinin şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarımı ile ilgili kesit hasar sınırları tarifinde önemli değişiklikler meydana gelmiştir.

- TBDY-2018'e Göre Kesit Hasar Sınırlarının Tarifi:

TBDY-2018 yönetmeliğinde sınırlı hasar, kontrollü hasar ve göçmenin öncesi olarak üç ayrı kesit hasar sınırı tarif edilmektedir. Bölüm 3.2.1.4'te ve Tablo 3.17, Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de görüldüğü gibi kesit hasar sınırlarının isimleri değişmiştir. Kritik kesit hasar sınırına ulaşmayan elemanlar sınırlı hasar bölgesinde; sınırlı hasar ve kontrollü hasar arasında kalan elemanlar belirgin hasar bölgesinde; kontrollü hasar ve göçme öncesi hasar arasında kalan elemanlar ise ileri hasar bölgesinde ve son olarak göçme öncesi hasarı geçen elemanlar ise göçme bölgesinde olduğu kabul edilmektedir.

Ayrıca hasar sınırının belirlendiği şekil değiştirme sınırları yeniden düzenlenmiştir. TBDY-2018 yönetmeliği için Tablo 3.25'te beton ve donatı birim şekil değiştirme sınır değerleri verilmiştir.

**Tablo 3.25:** TBDY-2018 için Birim Şekil Değiştirme Sınırları

Hasar Sınırı	Beton Şekil Değiştirme	Donatı Şekil Değiştirme
Sınırlı Hasar Sınırı (SH)	$\epsilon_c^{(SH)} = 0.0025$	$\epsilon_s^{(SH)} = 0.0075$
Kontrollü Hasar Sınırı (KH)	$\epsilon_c^{(KH)} = 0.75 \epsilon_c^{(GÖ)}$	$\epsilon_s^{(KH)} = 0.75 \epsilon_s^{(GÖ)}$
Göçmenin Önlenmesi Sınırı (GÖ)	Dikdörtgen Kesitlerde: $\epsilon_c^{(KH)} = 0.0035 + 0.04 \sqrt{w_{we}} \leq 0.018$	$\epsilon_s^{(GÖ)} = 0.4 \epsilon_{su}$
	Dairesel Kesitlerde: $\epsilon_c^{(KH)} = 0.0035 + 0.07 \sqrt{\omega_{we}} \leq 0.018$	

$\epsilon_{su}$  : Çekme dayanımına karşılık gelen birim uzama

$\omega_{we}$  : Etkin sargı donatısının mekanik sargı donatısına oranı (Denklem 3.43 - 3.45)

$$\omega_{we} = \alpha_{se} \rho_{sh, \min} \frac{f_{ywe}}{f_{ce}} \quad (3.43)$$

$$\alpha_{se} = \left(1 - \frac{\sum a_i^2}{6b_0h_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2b_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2h_0}\right) \quad (3.44)$$

$$\rho_{sh} = \frac{A_{sh}}{b_k s} \quad (3.45)$$

$\alpha_{se}$  : Sargı donatısı etkinlik katsayısı

$\rho_{sh, \min}$  : minimum hacimsel enine donatı oranını

$\rho_{sh}$  : enine donatının hacimsel oranı

$f_{ywe}$  : enine donatının ortalama akma dayanımı

$f_{ce}$  : betonun ortama basınç dayanımı

TBDY-2018 yönetmeliğine göre Tablo 3.25'te verilen şekil değiştirme hesabında betonarme kesitin kesme kuvveti oranı Denklem 3.46'yı sağlanıyorsa Tablo 3.26'daki sınır değerleri geçerlidir.

$$V_e / (b_w d f_{ctm}) < 0.65 \quad (3.46)$$

Eğer betonarme kesitin kesme kuvvetinin oranı Denklem 3.47'deki gibi ise şekil değiştirme hesabı Tablo 3.25'te yer alan üst sınırlar 0.50 ile çarpılarak azaltılmaktadır. Ara değerlere enterpolasyon yapılmaktadır.

$$V_e / (b_w d f_{ctm}) > 1.30 \quad (3.47)$$

TBDY-2018 yönetmeliğinde donatı çeliğine ait değerler Tablo 3.26'da verilmiştir.

**Tablo 3.26:** TBDY-2018 için Donatı Çeliğine Ait Bilgiler

Kalite	$f_{sy}$ (Mpa)	$\epsilon_{sy}$	$\epsilon_{sh}$	$\epsilon_{su}$	$f_{su} / f_{sy}$
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

TBDY-2018 yönetmeliği için beklenen malzeme dayanımları Tablo 3.27'de verilmiştir.

**Tablo 3.27:** TBDY-2018 için Beklenen Malzeme Dayanımları

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

$f_{yk}$  : betonun karakteristik basınç dayanımı

$f_{sk}$  : çeliğin karakteristik akma dayanımı



TBDY-2018 yönetmeliğinde plastik dönme sınır değerleri de değişmiştir. TBDY-2018 yönetmeliği için Tablo 3.28’de plastik dönme kapasiteleri verilmiştir.

**Tablo 3.28:** TBDY-2018’de Kesit Hasar Sınırlarına Karşılık Gelen Plastik Dönme Kapasiteleri

Hasar Sınırı	Dönme Sınırları
Akma	$\theta_y = \frac{\phi_y L_s}{3} + 0.0015 \eta \left( 1 + 1.5 \frac{h}{L_s} \right) + \frac{\phi_y d_b f_{ye}}{8 \sqrt{f_{ce}}}$
Sınırlı Hasar (SH)	$\theta_p^{(SH)} = 0$
Kontrollü Hasar (KH)	$\theta_p^{(KH)} = 0.75 \theta_p^{(GÖ)}$
Göçmenin Önlenmesi (GÖ)	$\theta_p^{(GÖ)} = \frac{2}{3} \left[ (\phi_u - \phi_y) L_p \left( 1 - 0.5 \frac{L_p}{L_s} \right) + 4.5 \phi_u d_b \right]$

$\phi_u$  : Göçme öncesi toplam eğrilik

$d_b$  : Mesnede kenetlenen donatının ortalama çapı

$L_p$ : Plastik mafsalsal boyu

$\eta$  : Katsayı (Kolon ve kirişlerde = 1, perdelerde = 0.5)

Ayrıca TBDY-2018 yönetmeliğinde eğrilik talebi hesabı Denklem 3.48’de verilmektedir.

$$\phi_t = \frac{(\theta_k - \theta_y)}{L_p} + \phi_y \quad (3.48)$$

$\phi_t$ : Toplam eğrilik talebi

$\phi_y$  : Etkin akma eğriliği

$\theta_k$  : Yer değiştirmiş eksen dönmesi

- DBYBHY-2007'ye Göre Kesit Hasar Sınırlarının Tarifi

TBDY-2018'e göre DBYBHY-2007 yönetmeliğinde şekil değiştirme sınırlarının tarifi farklıdır. DBYBHY-2007 yönetmeliğinde şekil değiştirme sınırları Tablo 3.29'da verilmiştir. Denklem 3.50'de elde edilen değerlerden en kritik olan  $\rho_{sm}$  referans alınmaktadır.

**Tablo 3.29:** DBYBHY-2007 için Birim Şekil Değiştirme Sınırları

Hasar Sınırı	Beton Şekil Değiştirme	Donatı Şekil Değiştirme
Minimum Hasar Sınırı (MN)	$(\epsilon_c)_{MN} = 0.0035$	$(\epsilon_s)_{MN} = 0.01$
Güvenlik Sınırı (GV)	$(\epsilon_c)_{GV} = 0.0035 + 0.01(\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0.0135$	$(\epsilon_s)_{GV} = 0.04$
Göçme Sınır (GÇ)	$(\epsilon_c)_{GÇ} = 0.004 + 0.014 (\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0.018$	$(\epsilon_s)_{GÇ} = 0.06$

$\rho_s$  = kesitte mevcut bulunan hacimsel enine donatı oranı (Denklem 3.49)

$\rho_{sm}$  = kesitte bulunması gereken hacimsel enine donatı oranı (Denklem 3.50)

$$\rho_s = \frac{\sum A_s l_w}{s b_k h_k} \quad (3.49)$$

$$\rho_{sm} = 0.6 \left( \frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right) \left( \frac{f_{ck}}{f_{yw k}} \right) \quad \text{veya} \quad \rho_{sm} = 0.15 \frac{f_{ck}}{f_{yw k}} \quad (3.50)$$

2018 yönetmeliğinde Tablo 3.28'de yer alan akma anına karşılık gelen dönme kapasitesinin hesabı sırasında hem eğilme hem kesime hem de sıyrılma deformasyonların hesabı göz önüne alınmaktadır. 2007 yönetmeliğinde buna benzer tarif olmadığı için DBYBHY-2007'de dönme kapasiteleri doğrudan moment alan teoremleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Akma değeri ve plastik dönme değerleri Denklem 3.51 ve Denklem 3.52'den hesaplanmaktadır.

$$\theta_y = \Theta_y (L / 4) \quad (3.51)$$

$$\theta_p = (\Theta_t - \Theta_y) L_p \quad (3.52)$$

$\phi_t$  : Maksimum eğrilik

$\phi_y$  : Akma eğriliği

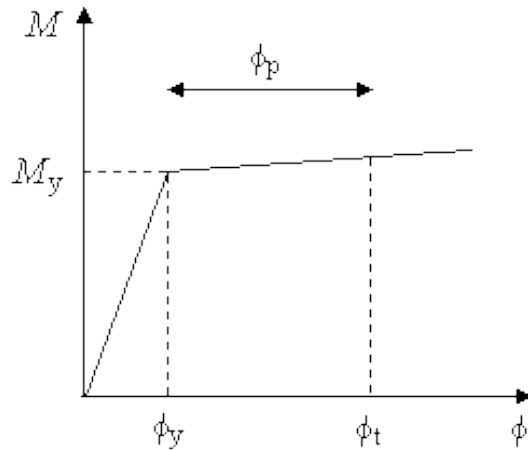
$L_p$ : Plastik mafsal boyu

$L$  : Elemanın net boyu

DBYBHY-2007 yönetmeliğinde plastik eğrilik ve toplam eğrilik Denklem 3.53 ve Denklem 3.54'den hesaplanmaktadır. Şekil 3.10'da Moment-Eğrilik grafiği verilmiştir.

$$\phi_p = \frac{\theta_p}{L_p} \quad (3.53)$$

$$\phi_t = \phi_y + \phi_p \quad (3.54)$$



Şekil 3.10: M- $\phi$  Grafiği

### 3.2.2.2 Bina Performans Sınırlarının Hesabı

Şekil değiştirmeye göre tasarım hesabı yapılırken kolon, kiriş ve perdelerin hasar sınırlarının tarifinde küçük değişiklikler meydana gelmiştir. Özellikle kirişlerin hasar durumlarının tarifinde farklar olmuştur. 2007 ve 2018 yönetmeliklerine göre performans hesabı kriterleri Tablo 3.30 ve Tablo 3.31'de açıklanmıştır

- TBDY-2018'e Göre Bina Performans Sınırlarının Hesabı

**Tablo 3.30:** TBDY-2018'e Göre Bina Performans Sınırları

Performans Düzeyi	Taşıyıcı Eleman	Şart No	Performans Şartı
Sınırlı Hasar (SH)	Kiriş	SH1	Kirişlerin en fazla %20'nu Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir.
	Kolon/Perde	SH2	Taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi'ndedir.
Kontrollü Hasar (KH)	Kiriş	KH1	Birincil kirişlerin en fazla %35'i İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir.
	Kolon/Perde	KH2	İleri Hasar Bölgesi'nde bulunan düşey elemanların, her katta düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. (En üst katta en fazla %40 olabilir.)
		KH3	Herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlarla taşınan kesme kuvvetlerin, o kattaki tüm düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir.
Göçmenin Önlenmesi (GÖ)	Kiriş	GÖ1	Birincil kirişlerin en fazla %20'si Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi'nde yer alır.
	Kolon/Perde	GÖ2	Göçme bölgesinde hiçbir düşey taşıyıcı eleman yer alamaz.
		GÖ3	Herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlarla taşınan kesme kuvvetlerin, o kattaki tüm düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir.

- DBYBHY-2007'ye Göre Bina Performans Sınırlarının Hesabı

DBYBHY-2007'ye göre Performans sınır şartları aşağıda Tablo 3.31'de verilmiştir.

**Tablo 3.31: DBYBHY-2007'ye Göre Bina Performans Sınırları**

Performans Düzeyi	Taşıyıcı Eleman	Şart No	Performans Şartı
Hemen Kullanım (HK)	Kiriş	HK1	Kirişlerin en fazla %10'nu Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir.
	Kolon/Perde	HK2	Taşıyıcı elemanların tümü Minimum Hasar Bölgesi'ndedir.
Can Güvenliği (CG)	Kiriş	CG1	Birincil kirişlerin en fazla %30'u İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir.
	Kolon/Perde	CG2	İleri Hasar Bölgesi'nde bulunan düşey elemanların, her katta düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. (En üst katta en fazla %40 olabilir.)
		CG3	Herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlarla taşınan kesme kuvvetlerin, o kattaki tüm düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir.
Göçmenin Önlenmesi (GÖ)	Kiriş	GÖ1	Birincil kirişlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesi'nde yer alır.
	Kolon/Perde	GÖ2	Göçme bölgesinde hiçbir düşey taşıyıcı eleman yer alamaz.
		GÖ3	Herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlarla taşınan kesme kuvvetlerin, o kattaki tüm düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir.

Tablo 3.30 ve Tablo 3.31 karşılaştırıldığında Şart No SH1 ve KH1, HK1 ve CG1’lerde farklılık olduğu görülmüştür. Sınırlı hasar ve hemen kullanımda kırıışlerin belirgin hasar bölgesine geçerken 2007 yönetmeliğinde %10 olan değer 2018 yönetmeliğinde %20’ye çıkarılmıştır.

### 3.3 Yerinde Dökme Betonarme Binaların Taşıyıcı Sistemleri İçin Tasarımında Yer Alan Özel Kurallar

TBDY-2018 yönetmeliğinin bina tasarım aşamasında taşıyıcı sistem elemanların boyutlandırılması ve donatılandırılmasındaki farklar ve yeni gelen kurallar incelenmiştir. Çoğu maddenin sonunda bulunan parantez içine alınan ve koyu renkte gösterilen yazılarda DBYBHY-2007’ye ait kurallara yer verilmiş ve farklılıklar belirtilmiştir.

- Betonarme binalarda C25’ten daha az dayanımlı beton kullanılmamaktadır. **(DBYBHY-2007’de C20.)**
- Dikdörtgen kesitli kolonların en küçük en kesit boyutu 30 cm’den daha az olmamalıdır. Dairesel kolonların boyutu ise en küçük 35cm olmalıdır. **(DBYBHY-2007’de  $b > 25\text{cm}$  ve dairesel  $b > 30\text{cm}$ )**
- Kolon brüt en kesit alanı  $G+Q+E$  düşey yükleri ve deprem yükleri etkisi altında olmak üzere,  $A_c \geq N_{dm} / (0.40 f_{ck})$  koşulunu sağlamalıdır. **(DBYBHY-2007’de  $A_c \geq N_{dm} / (0.50 f_{ck})$  . Burada denklemden görüldüğü üzere 0.50 katsayısı 0.40 ters orantı olması nedeniyle minimum kolon boyutunun TBDY-2018’de arttırıldığı görülmektedir.)**
- Kolonların kesme güvenliğinde Denklem 3.43 ile elde edilen kesme kuvveti  $V_e$ , yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti olan  $V_d$ ’den daha küçük olmayacaktır. Ayrıca Denklem 3.55-3.56 şartı sağlanmalıdır. İkinci koşulun sağlanmaması durumunda kesit boyutları büyütülerek deprem hesabı tekrarlanmalıdır.

$$V_e \leq V_r \quad (3.55)$$

$$V_e \leq 0.85 A_w \sqrt{f_{ck}} \quad (3.56)$$

**(DBYBHY-2007’de  $V_e \leq 0.22 A_w f_{cd}$  . TBDY-2018 yönetmeliğinde  $V_r$  formülündeki katsayı fazla olduğundan yeni yönetmelikte kesme dayanımı fazla bulunmaktadır.)**

- Herhangi bir kolon kiriş birleşim bölgesinde Denklem 3.57 ile hesaplanan kesme kuvveti  $V_e$ , göz önünde bulundurulan deprem doğrultusunda hiçbir zaman Denklem 3.58 ve Denklem 3.59 sınır değerlerini aşmamalıdır. Bu sınırların aşılması halinde kolon veya kiriş kesit boyutları büyütülerek tekrar deprem hesabı yapılmalıdır.

$$V_e = 1.25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol} \quad (3.57)$$

a) Kuşatılmış birleşimlerde:

$$V_e \leq 1.7 b_j h \sqrt{f_{ck}} \quad (3.58)$$

**(DBYBHY-2007’de kuşatılmış birleşimlerde  $V_e \leq 0.60 b_j h f_{cd}$  )**

b) Kuşatılmamış birleşimlerde:

$$V_e \leq 1.0 b_j h \sqrt{f_{ck}} \quad (3.59)$$

**(DBYBHY-2007’de kuşatılmamış birleşimlerde  $V_e \leq 0.45 b_j h f_{cd}$  )**

\*\* TBDY-2018 yönetmeliğinde kuşatılmış ve kuşatılmamış birleşimlerde denklemin değiştiği görülmektedir. Denklemin sağ tarafında değer olarak veriler yerine koyulduğunda TBDY-2018 yönetmeliği DBYBHY-2007’ye göre daha az bulunduğu görülmektedir. Bu da TBDY-2018’in  $V_e$  kesme kuvvetinin daha az bulunmasına yol açar.

- Betonarme perdeler, uzun kenarın perde kalınlığına oranının en az 6 olduğu düşey taşıyıcı sistemler olarak tanımlanmıştır.

**(DBYBHY-2007’de ise bu oran 7’dir.)**

- Perdelerin en kesit koşullarında; perdelerin boşlukları varsa boşluklar çıkarıldıktan sonra kalan enkesit alanı  $A_c$ ,  $N_{dm}$  olarak tanımlanmaktadır.  $G+Q+E$  yüklerinin hesabı altında eksenel basınç kuvvetinin en büyüğü dikkate alınarak Denklem 3.60 koşulunu sağlamalıdır. (TBDY-2018 yönetmeliğinde ilk defa perde alanı eksenel basınç kuvvetiyle ilişkisinden bahsedilmiştir.)

$$A_c \geq N_{dm} / (0.35 f_{ck}) \quad (3.60)$$

- Perde kalınlığı, yapıdaki en yüksek katın yüksekliğinin 1/20'sinden ve 200mm'den az olmamalıdır. (Denklem 3.61 ve Denklem 3.62)

$$b_w \geq h_{i,max} / 20 \quad (3.61)$$

$$b_w \geq 200 \text{ mm} \quad (3.62)$$

**(DBYBHY-2007'de  $b_w \geq 150$  mm olmalıdır. TBDY-2018 yönetmeliğinde perde kalınlığının DBYBHY-2007'ye göre minimum 50mm daha fazla seçilmesi gerektiğini belirtmektedir.)**

- U, L ve T gibi perdelerin gövde bölgesinde yer alan perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/16'sından ve 250mm'den küçük olmamalıdır.

**(DBYBHY-2007'de gövde bölgesindeki perdenin kalınlığı kat yüksekliğinin 1/20'sinden ve 200mm'den az olmamalıdır. Yeni yönetmelikte perde kalınlığının daha fazla kullanılması gerektiğini belirtmektedir.)**

- Perdenin enine ve boyuna toplam gövde donatısının oranı 0.002'den büyük olmalıdır. Fakat bu durumda donatı aralığı 300mm geçmemelidir. Denklem 3.63 ve Denklem 3.64'te gösterilmiştir. **(DBYBHY-2007'de  $P_{gövde} \geq 0.0015$  ve  $s \leq 300$ mm olmalıdır. Yeni yönetmelikte toplam gövde donatı oranı daha fazla olması gerektiği görülmektedir.)**

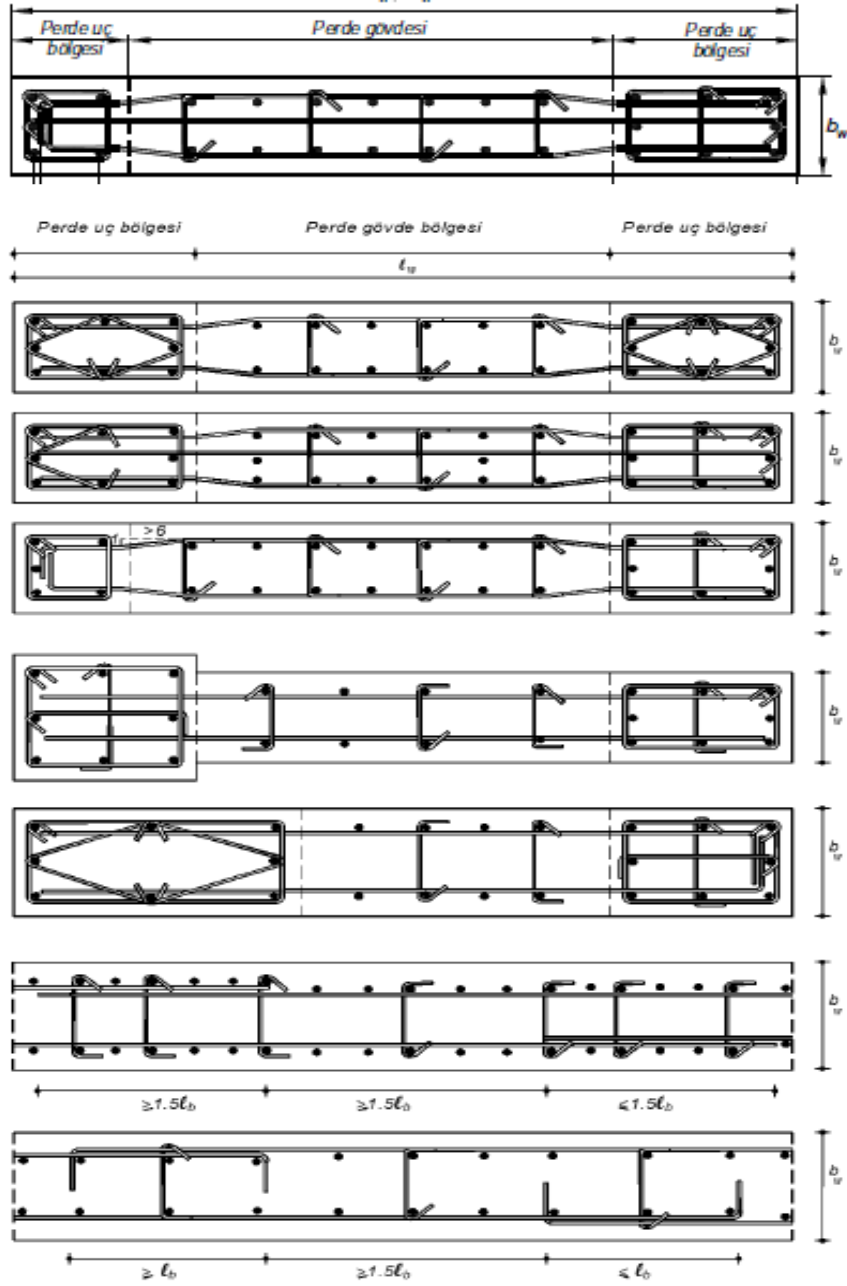
$$P_{gövde} \geq 0.002 \quad (3.63)$$

$$s \leq 300 \text{ mm} \quad (3.64)$$

- Perde uç bölgesi ve gövdesinde donatı yerleşim farklılıkları Şekil 3.11'de görülmektedir.

*TBDY-2018'de DBYBHY-2007'den farklı olarak perde uç bölgesindeki boyuna donatılar etriyenin içine sokulduğu görülmektedir. Yani perde uç bölgelerindeki donatılar etriyelerin içine sargılanmaktadır. TBDY-2018'de donatılar sargılanmış betonun içine sokularak donatıların açılmasının önüne geçilmiştir.)*





**Şekil 3.11:** TBDY-2018'de Perde Tasarım Çeşitleri

- Perde uç bölgesindeki kritik perde yüksekliğinin etriye veya çiroz aralığı 50mm'den daha küçük, 150mm'den daha büyük olmamalıdır. Bu aralık donatı çapının 6 katı ve perde kalınlığının 1/3'den fazla olmamalıdır. Denklem 3.65 - 3.67'de verilmiştir.

$$50 < s < 150 \quad (3.65)$$

$$s < b_w/3 \quad (3.66)$$

$$s < 6\phi_1 \quad (3.67)$$

**(DBYBHY-2007’de  $50 < s < 100$  ve  $s < b_w/2$  olmalıdır. Yeni yönetmelikte ciroz aralığının maks değeri artmaktadır. Fakat perde kalınlığının etkisiyle ciroz aralığı sınırlandırılmaktadır.)**

- Perdelerin kesme dayanımı  $V_r$ , Denklem 3.68 ile elde edilmektedir.

$$V_r = A_{ch} (0.65 f_{ctd} + \rho_{sh} f_{ywd}) \quad (3.68)$$

Kolonların kesme kuvvetine benzer olarak  $V_e$  tasarım kesme kuvveti Denklem 3.69 ve Denklem 3.70 ile elde edilmektedir. Aksi durumda perde enine donatısı veya perde kesit boyutları bu koşullar sağlanarak arttırılmalıdır.

$$V_e \leq 0.85 A_{ch} \sqrt{f_{ck}} \quad (\text{Boşluksuz perdeler}) \quad (3.69)$$

$$V_e \leq 0.65 A_{ch} \sqrt{f_{ck}} \quad (\text{Bağ kirişli perdeler}) \quad (3.70)$$

**(DBYBHY-2007’de  $V_e \leq 0.22 A_{ch} f_{cd}$  olmalıdır. Yeni yönetmelik 2018’de kolonların kesme dayanımı gibi perdelerin kesme dayanımının da fazla olduğu görülmektedir. TBDY-2018’de  $V_e$  kesme kuvveti DBYBHY-2007’ye göre daha az bulunmaktadır.)**

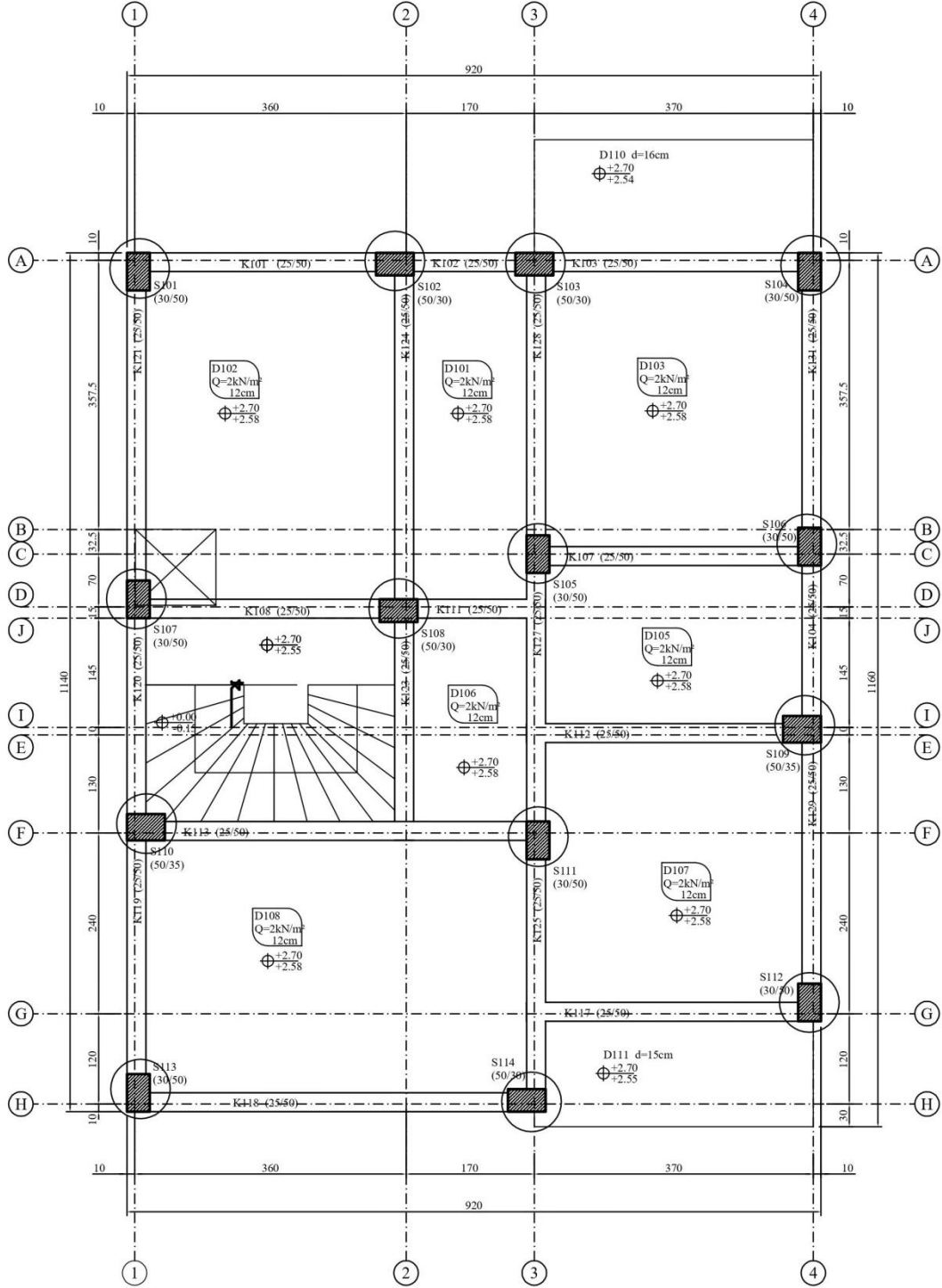
## **4. ÖRNEK BİNALAR KULLANILARAK TBDY-2018 VE DBYBHY-2007 YÖNETMELİKLERİNİN DAYANIMA GÖRE TASARIM AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI**

Yapılan tez çalışması kapsamında 2007 ve 2018 deprem yönetmeliğinin getirdiği tasarım esaslarını karşılaştırmak için 3 adet örnek bina seçilmiştir. Seçilen örnek binaların her iki yönetmelik hükümlülüğüne göre hem dayanıma göre tasarımı hem de şekil değiştirmeye göre değerlendirmesi yapılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışma sırasında binaların analizi STA4CAD programı kullanılarak yapılmıştır.

### **4.1 Seçilen Binaların Yapısal Özellikleri**

Seçilen örnek binalar daha önce DBYBHY-2007'ye göre modellenip inşa edilmiş olup şu an hali hazırda kullanılmaktadır. Bu üç adet örnek betonarme bina TBDY-2018 yönetmeliğine göre modellenmiş ve analizi yapılmıştır. Şekil 4.1-4.6'da 3, 5 ve 7 katlı binaların kat kalıp planları mevcuttur. Ayrıca seçilen binaların 3 boyutlu görüntüsü ise Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

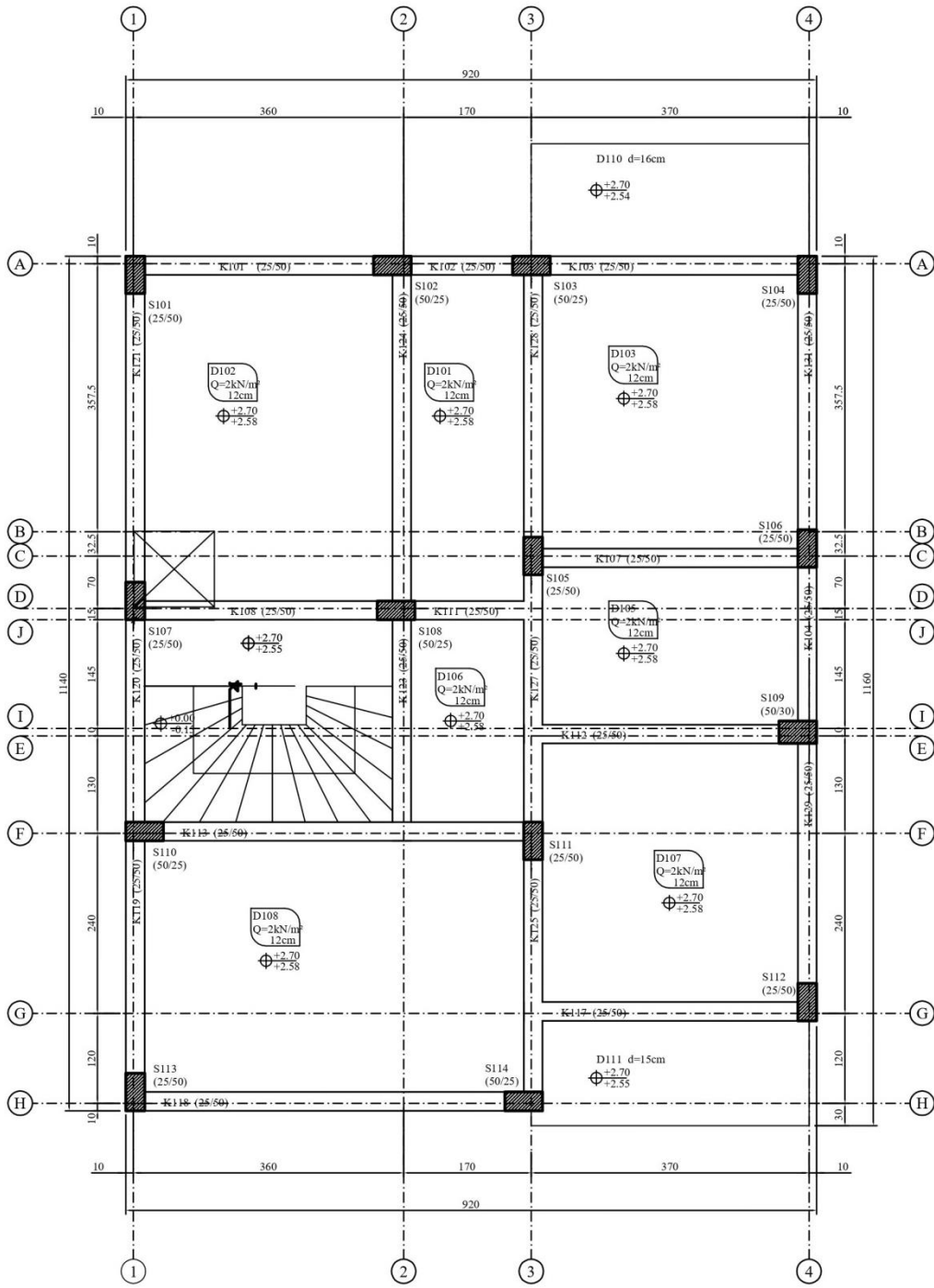
Tasarım aşamasında TBDY-2018 yönetmeliğine göre modellenen binaların DBYBHY-2007 yönetmeliğine kıyaslandığında planda kolon, kiriş ve perdelerin boyutları artmıştır. Şekil 4.1-4.6'da değişiklikler yuvarlak ve dikdörtgene alınıp gösterilmiştir. DBYBHY-2007 yönetmeliğine göre modellenen binalar TBDY-2018 yönetmeliğine göre modellendiğinde min. kolon-kiriş boyut şartından dolayı eleman boyutları da artmıştır. Örneğin yeni yönetmelikte min. kolon boyutu 30 cm olduğundan 25cm kolon boyutu 30cm'e çıkarılmıştır. Aynı şekilde TBDY-2018'de kirişler için min. kiriş yüksekliği 25 cm olduğundan küçük kirişler büyütülmüştür. Kiriş yüksekliğinin arttırılmasına ilave olarak güçlü kolon-zayıf kiriş kabulünü sağlamak için kiriş genişlikleri arttırılmıştır ve X-Y yönünde kaydırmalar da yapılmıştır. Yeni yönetmeliğin getirdiği şartlardan dolayı kolon, kiriş ve perde gibi elemanlarda farklılıklar yapılmak zorunda kalmıştır.



1. NORMAL KAT KALIP PLANI



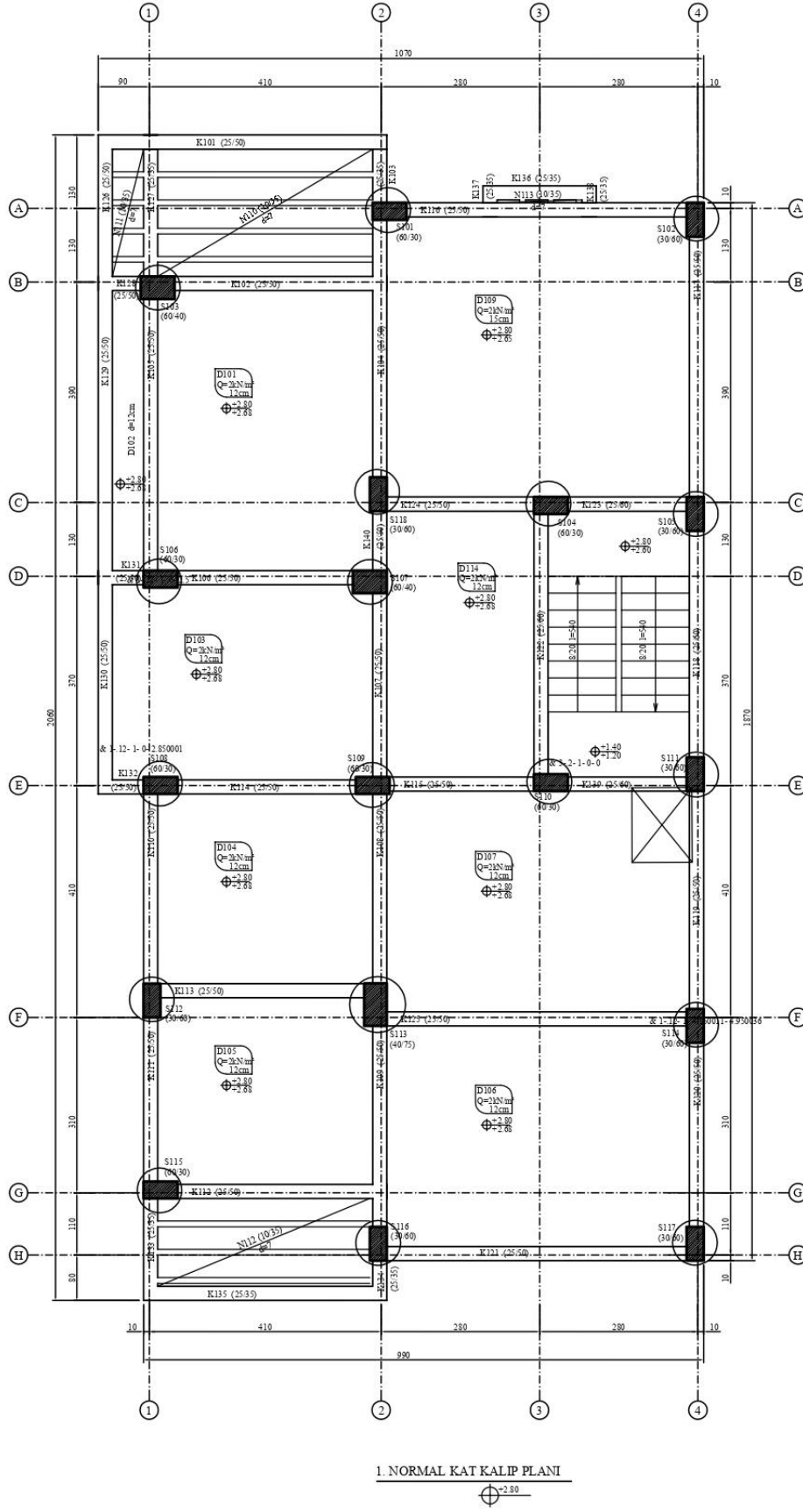
Şekil 4.1: 3 Katlı Binanın TBDY-2018'e Göre Tasarımı



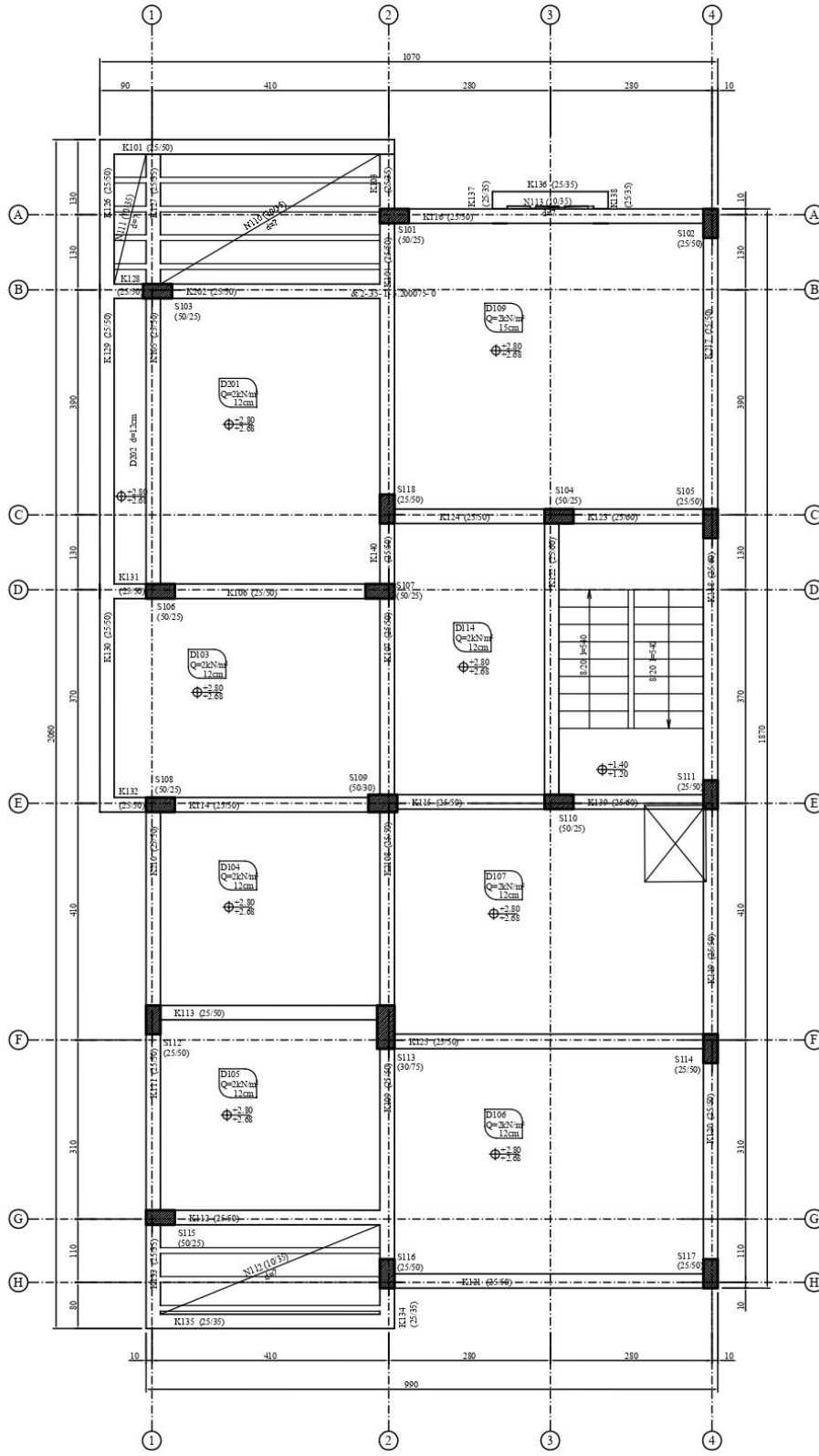
1. NORMAL KAT KALIP PLANI



Şekil 4.2: 3 Katlı Binanın DBYBHY-2007'ye Göre Tasarımı

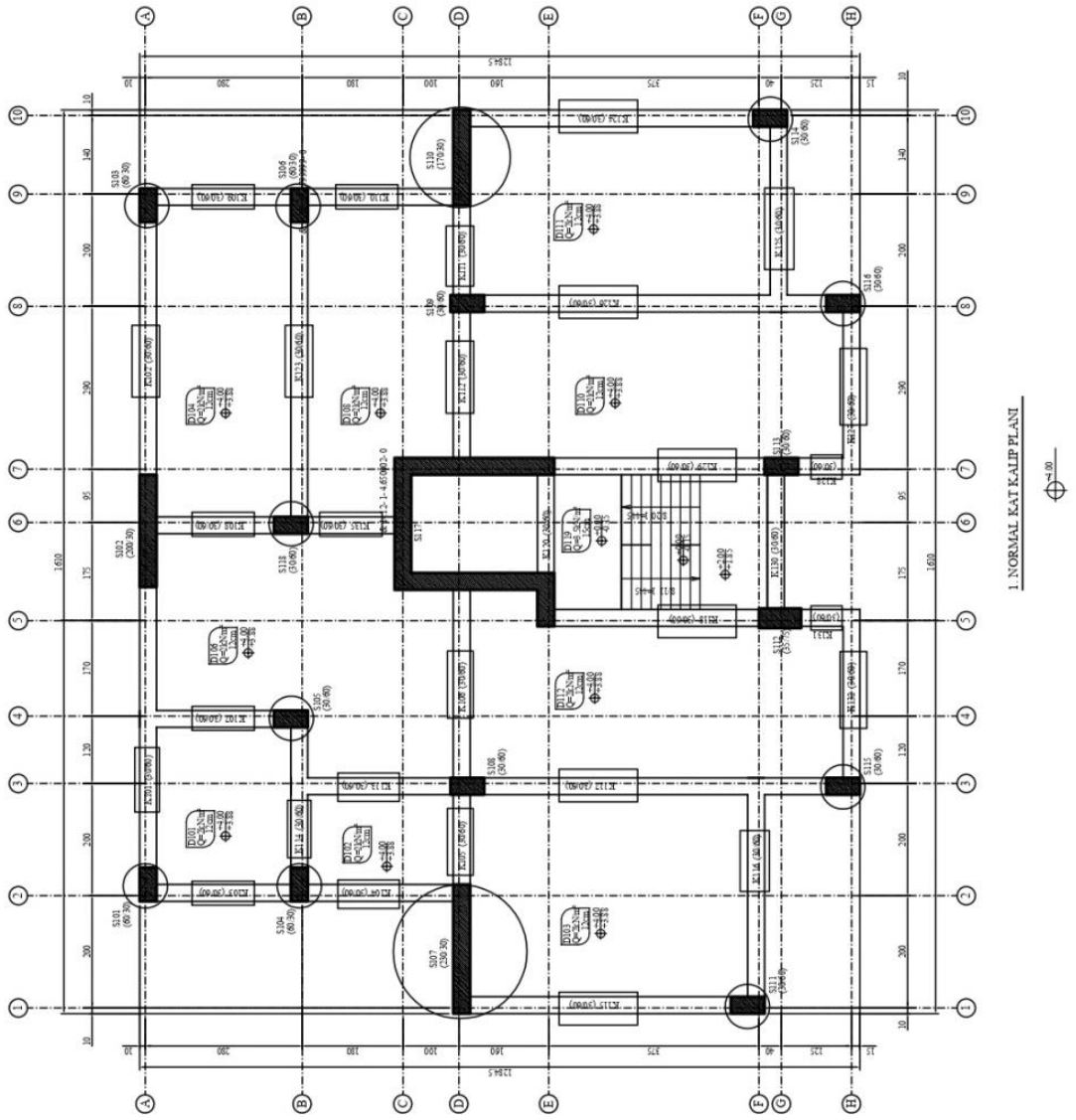


Şekil 4.3: 5 Katlı Binanın TBDY-2018'e Göre Tasarımı



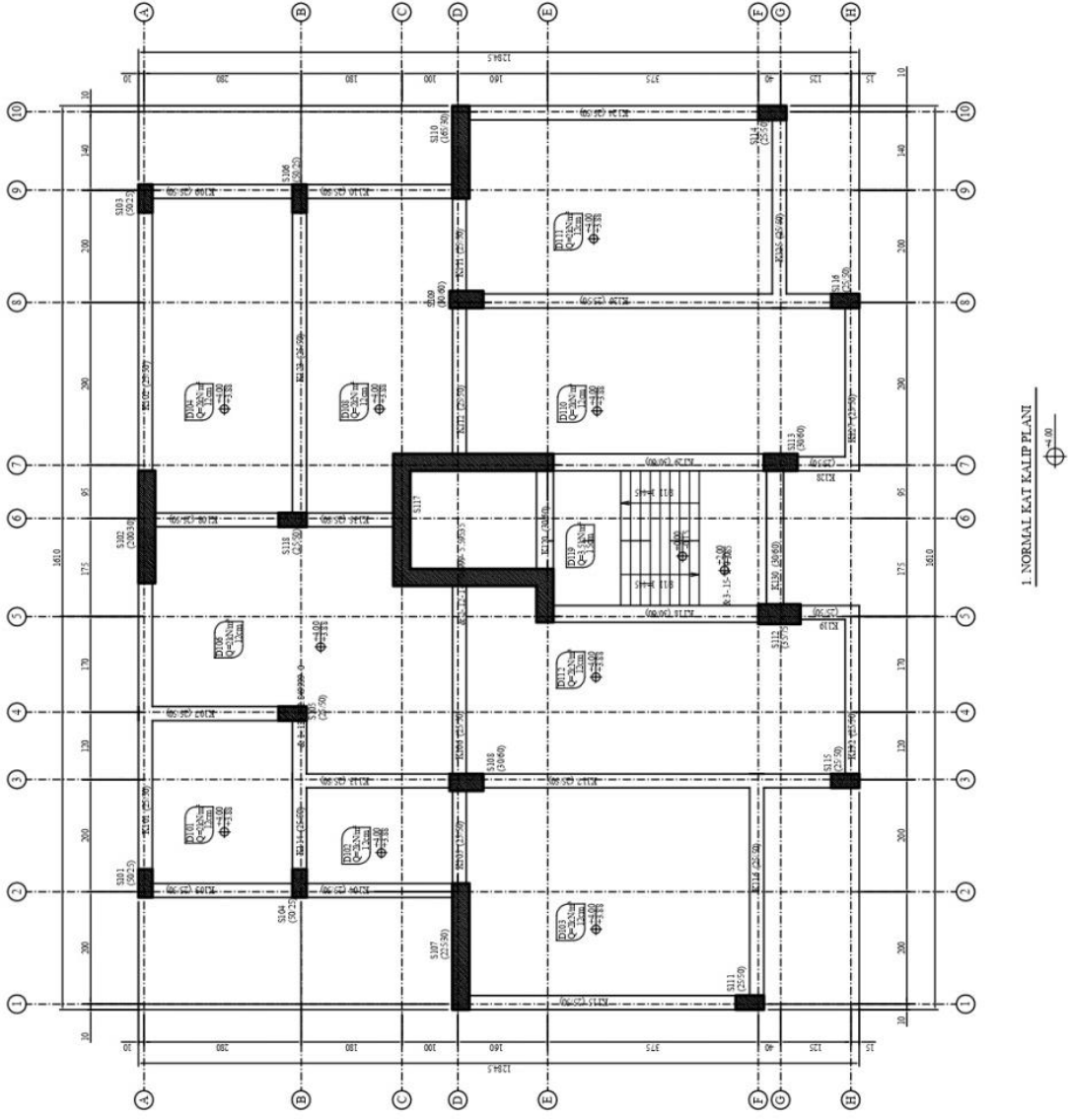
1. NORMAL KAT KALIP PLANI  
 ±2.80

Şekil 4.4: 5 Katlı Binanın DBYBHY-2007'ye Göre Tasarımı



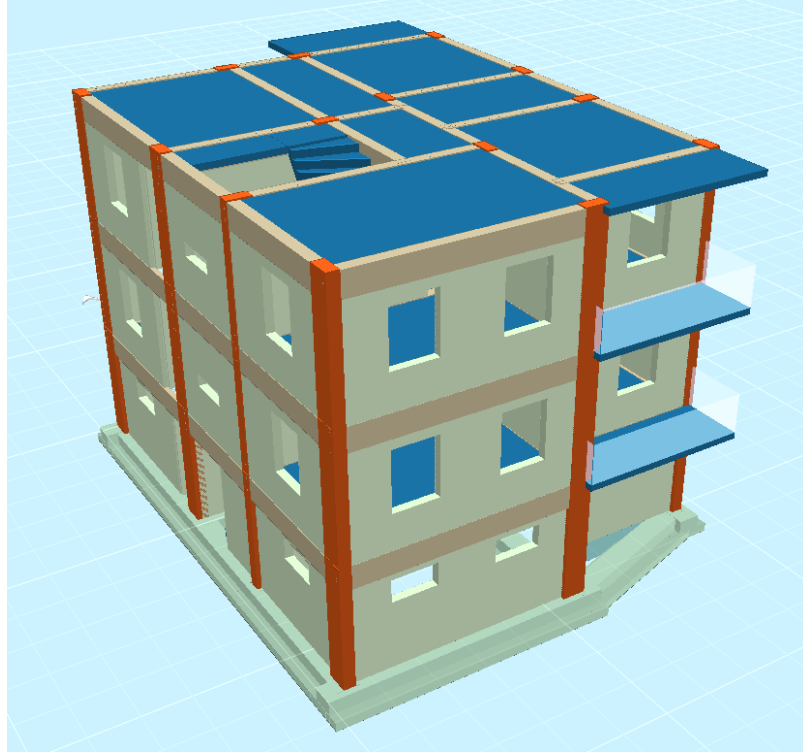
Şekil 4.5: 7 Katlı Binanın TBDY-2018'e Göre Tasarımı



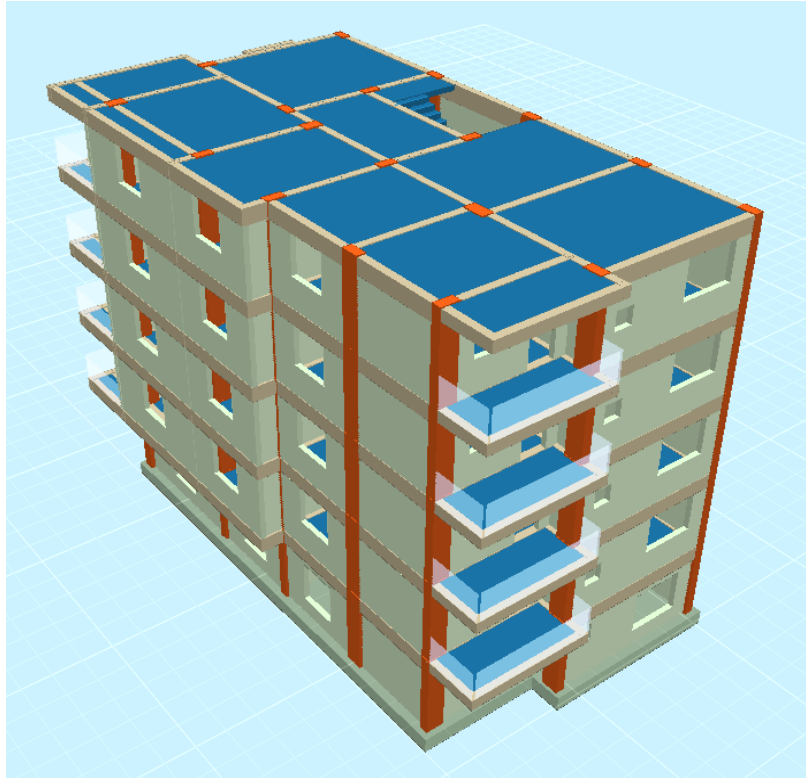


1. NORMAL KAT KALIP PLANI

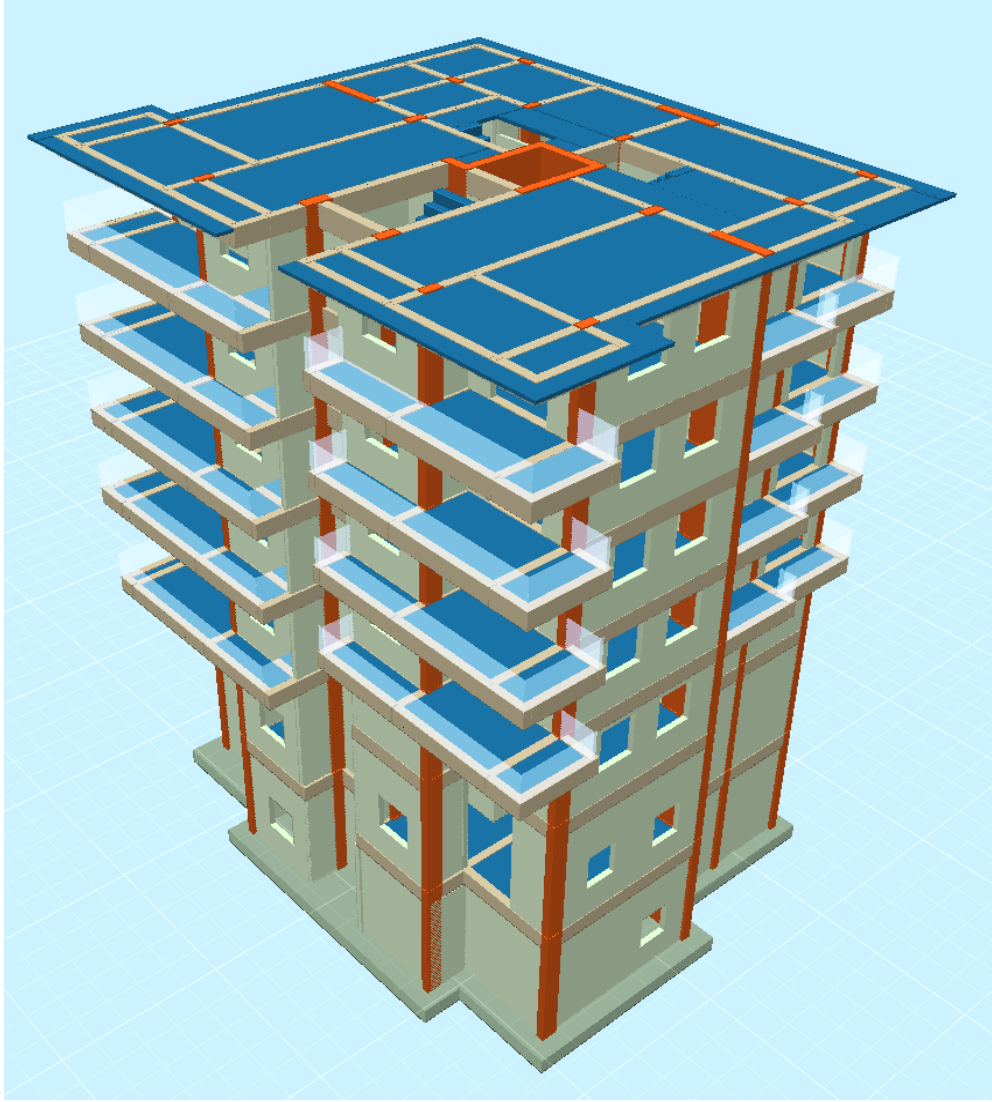
Şekil 4.6: 7 Katlı Binanın DBYBHY-2007'ye Göre Tasarımı



**Şekil 4.7:** 3 Katlı Betonarme Binanın 3 Boyutlu Görüntüsü



**Şekil 4.8:** 5 Katlı Betonarme Binanın 3 Boyutlu Görüntüsü



**Şekil 4.9:** 7 Katlı Betonarme Binanın 3 Boyutlu Görüntüsü

#### **4.1.1 Örnek Binaların TBDY-2018' Göre Tasarımı**

Seçilen örnek binalar önceki yıllarda DBYBHY-2007'ye göre inşaa edilip şu an hali hazırda kullanılmaktadır. Bu tez kapsamında örnek binalar DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 deprem yönetmeliğine göre tasarlanıp modellenmiştir. Seçilen 3 katlı betonarme bina Denizli'de Çivril ilçesinin merkez koordinatı alınarak Deprem Tehlike Haritası Raporu çıkarılmıştır. EK A.1'de detaylı gösterilmiştir. Seçilen 5 katlı betonarme bina ise Denizli'nin merkez koordinatı alınarak Deprem Tehlike Haritası Raporu çıkarılmıştır. EK A.2'de detaylı verilmiştir. Son olarak seçilen 7 katlı betonarme bina Denizli'nin Merkezefendi ilçesine ait Çakmak mahallesi merkez

koordinatı alınarak Deprem Tehlike Haritası Raporu çıkarılmıştır. EK A.3'te detaylı verilmiştir.

TBDY-2018 yönetmeliğine göre seçilen örnek 3, 5 ve 7 katlı örnek binaların program verileri Tablo 4.1'de verilmiştir.

**Tablo 4.1:** TBDY-2018'e göre 3, 5 ve 7 Katlı Betonarme Bina Verileri

Proje İsmi	Proje Verileri	Proje Verileri	Proje Verileri
<b>Kat adedi</b>	3	5	7
<b>Spektral İvme Katsayısı</b> ( $S_{DS} / S_{D1}$ )	0.972 / 0.425	1.186 / 0.544	1.358 / 0.396
<b>Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)</b>	8	8	5.6
<b>Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)</b>	3	3	2.5
<b>Yapı Önem Katsayısı (I)</b>	1	1	1
<b>Hareketli Yük Katsayısı (n)</b>	0.30	0.30	0.30
<b>Zemin Yatak Katsayısı (<math>K_0</math>) t/m<sup>3</sup></b>	3000	3000	5000
<b>Zemin Emniyet Gerilmesi (<math>G_z</math>) t/m<sup>2</sup></b>	20	20	20
<b>Yerel Zemin Sınıfı</b>	ZD	ZD	ZC
<b>Zemin Cinsi</b>	Orta-Sıkı Kum	Orta-Sıkı Kum	Çok Sıkı Kum
<b>Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (<math>C_z</math>)</b>	1	1	1
<b>Modal Analiz Minimum Yük Oranı (<math>\beta</math>)</b>	0.9 (Düzensiz Yapı)	0.9 (Düzensiz Yapı)	0.9 (Düzensiz Yapı)
<b>Beton Yoğunluğu t/m<sup>3</sup></b>	C25	C30	C30
<b>Derem Yer Hareketi Düzeyi</b>	DD2	DD2	DD2

#### 4.1.2 Örnek Binaların DBYBHY-2007'ye Göre Tasarımı

Seçilen örnek 3, 5 ve 7 katlı betonarme binalar Denizli'de inşaa edildiğinden dolayı 1. Derece deprem bölgesi kabulüne göre tasarlanıp modellenmiştir. Ayrıca bu örnek binalar DBYBHY-2007'ye göre analizi de yapılmıştır. Elde edilen veriler Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.2:** DBYBHY-2007'ye göre 3, 5 ve 7 Katlı Betonarme Bina Verileri

Proje İsmi	Proje Verileri	Proje Verileri	Proje Verileri
<b>Kat adedi</b>	3	5	7
<b>Deprem Katsayısı (<math>A_0</math>)</b>	0.4	0.4	0.4
<b>Deprem Yapı Davranış Katsayısı (R)</b>	8	8	6.08
<b>Deprem Yapı Önem Katsayısı (I)</b>	1	1	1
<b>Spektrum Karakteristik Periyot (<math>T_a / T_b</math>)</b>	0.15 / 0.60	0.15 / 0.60	0.15 / 0.40
<b>Hareketli Yük Katsayısı (n)</b>	0.30	0.30	0.30
<b>Zemin Yatak Katsayısı (<math>K_0</math>) t/m<sup>3</sup></b>	3000	3000	5000
<b>Zemin Emniyet Gerilmesi (<math>G_z</math>) t/m<sup>2</sup></b>	20	20	20
<b>Yerel Zemin Sınıfı</b>	Z3	Z3	Z2
<b>Zemin Cinsi</b>	Orta-Sıkı Kum	Orta-Sıkı Kum	Orta-Sıkı Kum
<b>Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (<math>C_z</math>)</b>	1	1	1
<b>Modal Analiz Minimum Yük Oranı (<math>\beta</math>)</b>	0.9 (Düzensiz Yapı)	0.9 (Düzensiz Yapı)	0.9 (Düzensiz Yapı)
<b>Beton Yoğunluğu t/m<sup>3</sup></b>	C20	C30	C30

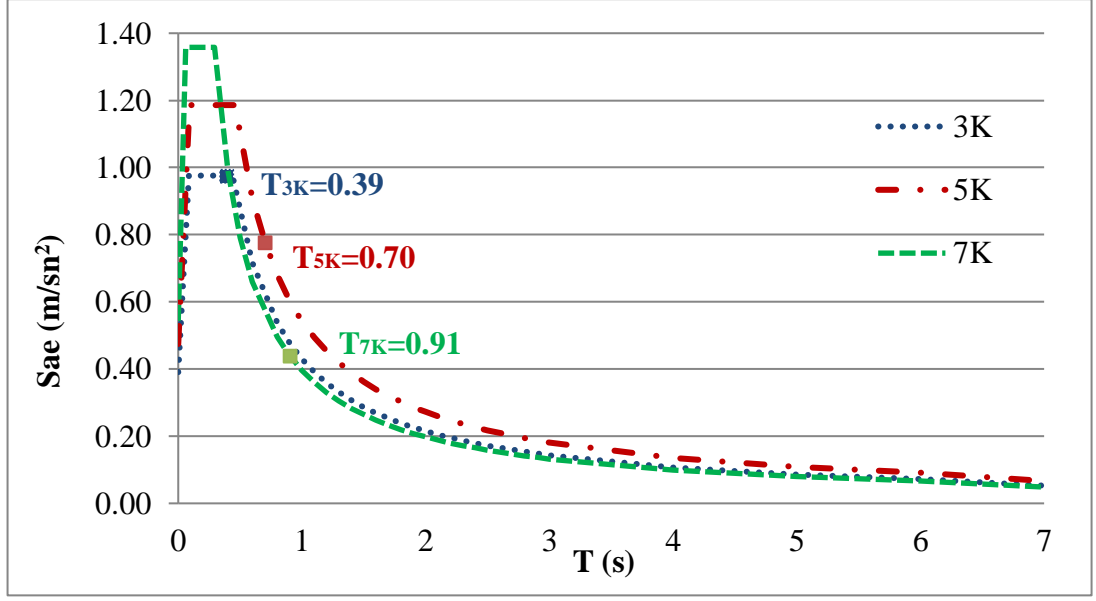
## 4.2 Örnek Binaların TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 Yönetmeliklerine Göre Tasarım Açısından Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

Yeni yönetmelik TBDY-2018 ve eski yönetmelik DBYBHY-2007'ye göre modellenen örnek binaların analiz sonuçları incelenmiştir. Ortaya çıkan analiz sonuçları bu bölümde karşılaştırılmıştır. Seçilen örnek 3, 5 ve 7 katlı betonarme binaları öncelikle DBYBHY-2007 yönetmeliğine göre daha önce inşaa edildiği kolon, kiriş ve varsa perde boyutlarına uygun olarak çözüm yapılmıştır. Daha sonra aynı kalıp planı baz alınarak yeni yönetmelik TBDY-2018'e göre çözülmüştür. TBDY-2018 yönetmeliğinin DBYBHY-2007'ye göre min. kolon-kiriş boyutları arttığı için seçilen örnek binalar yeni yönetmeliğin şartlarına uygun olarak modellenmiştir. Kolon kiriş yerleşiminde küçük farklar da meydana gelmiştir. Örneğin TBDY-2018 yönetmeliğinde yeni gelen şartlardan biri kolon boyutlarının en az 30cm olmasıdır. Bu şarttan dolayı kolon boyutları eski yönetmeliğe göre artmıştır. TBDY-2018'e göre modellenen binalarda kolon boyutlarının büyümesi ile kuşatılmışlık probleminin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Kuşatılmışlık probleminin çözülebilmesi için kolon-kiriş birleşim yerlerinin yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Kolon-kiriş birleşim yerlerinde küçük kaydırmalar yapıldığında kuşatılmışlık sorununun giderildiği görülmektedir. Kaydırmaların yeterli olmadığı durumlarda ise kolon boyutları arttırılmıştır.

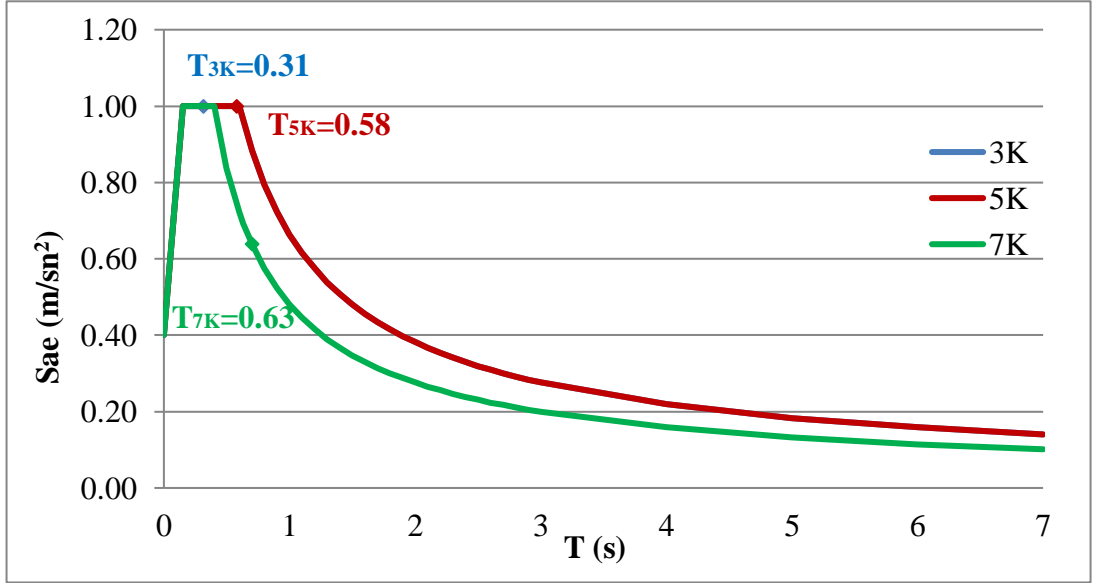
DBYBHY-2007'de eksenel kuvvet oranı %50 ilen TBDY-2018'de bu oran %40'a düşürülmüştür. Ayrıca yeni yönetmelikte minimum beton sınıfı C25 olmuştur.

### 4.2.1 Örnek Binaların İvme Spektrumun Karşılaştırılması

TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmelikleri için modellenen örnek binaların periyotları ve ivme spektrumları Şekil 4.10 ve Şekil 4.11'de gösterilmektedir. 3 ve 5 katlı binaların yerel zemin sınıfları aynı olduğundan DBYBHY-2007 yönetmeliğine göre ivme spektrumları da aynı çıkmaktadır.



Şekil 4.10: TBDY-2018 için İvme Spektrumu



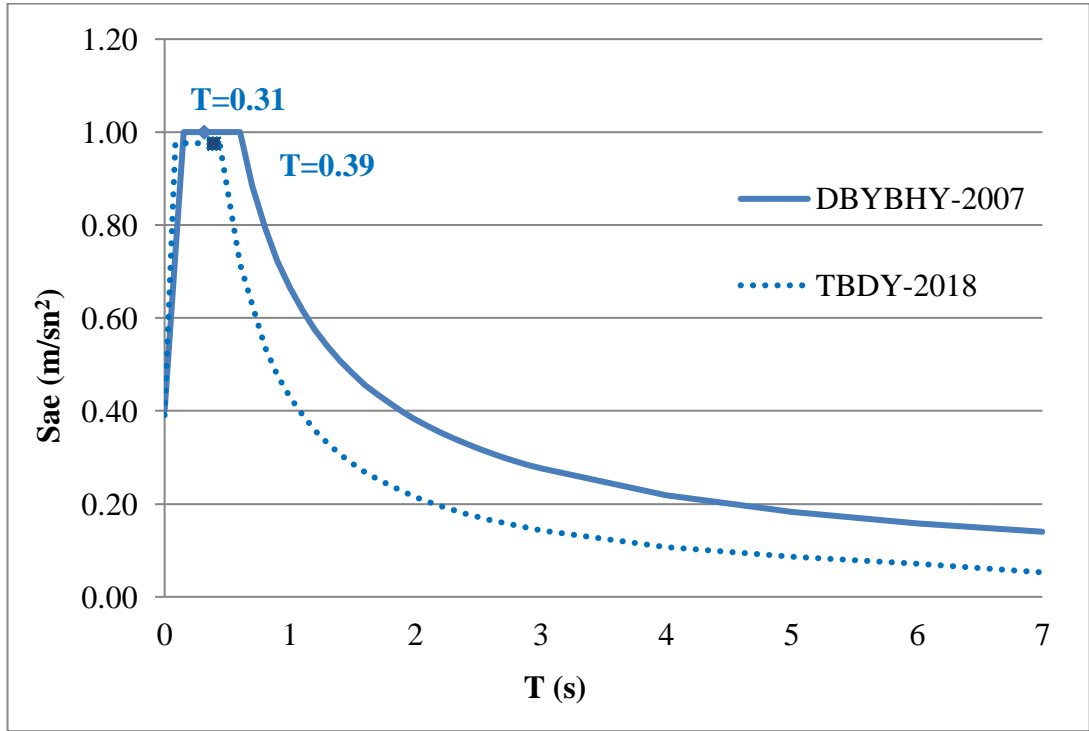
Şekil 4.11: DBYBHY-2007 için İvme Spektrumu

Her iki yönetmeliğin talep ivme spektrumları 3 katlı bina için Şekil 4.12’de, 5 katlı bina için Şekil 4.13’de, 7 katlı bina için Şekil 4.14’te karşılaştırılmıştır. yönetmelikleri arası etkin kesit rijitliklerinin değişmesinden dolayı periyot değerleri etkilenmektedir. TBDY-2018 yönetmeliğinde 5 ve 7 katlı binaların elastik spektral ivme grafiği 3 katlıya göre farklılık göstermektedir. 5 ve 7 katlı binaların TBDY-2018’e göre hesaplanan spektrum ivmeleri DBYBHY-2007 yönetmeliği için bulunan değerlerden daha küçüktür. Söz konusu binaların titreşim periyotları sabit hız bölgesindedir ve TBDY2018 yönetmeliği sabit ivme bölgesinde daha küçük ivme

değerleri öngörmektedir. Sabit ivme bölgesinde ivme talepleri daha büyük olsa da 2018 yönetmeliği tarafından önerilen ifadeler sabit hız bölgesindeki ivme taleplerinin görece olarak daha küçük hesaplanmasına sebep olmaktadır.

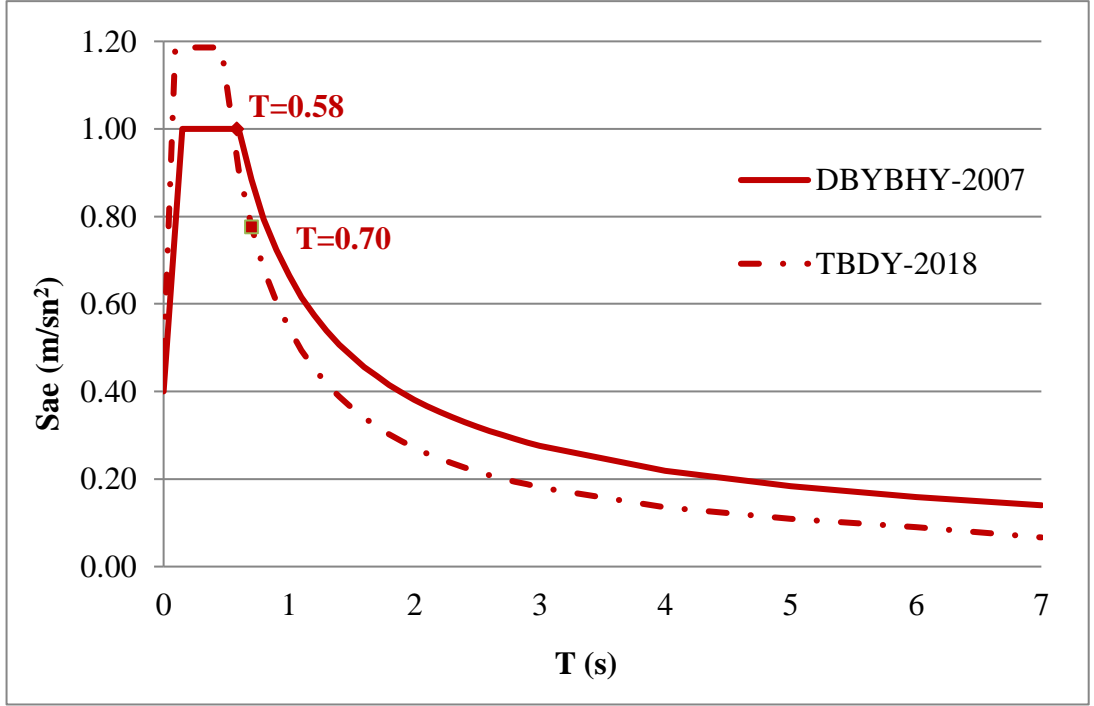
2018 yönetmeliğine göre yapılan tasarım işleminde etkin kesit rijitliklerinin kullanılması, hesaplanan bina periyodlarının büyümesine sebep olmaktadır. Hem periyodların uzaması hem de sabit hız bölgesinde daha da düşen ivme talepleri deprem hesabında göz önüne alınacak ivme talebini etkilemektedir.

2018 yönetmeliği ile gelen Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndaki koordinata göre ivme değerlerinin farklılaşmasıyla spektrum eğrileri değişmektedir. İvme değerleri Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nda deprem bölgelerine göre değil koordinata ve konuma göre farklılık göstermektedir.

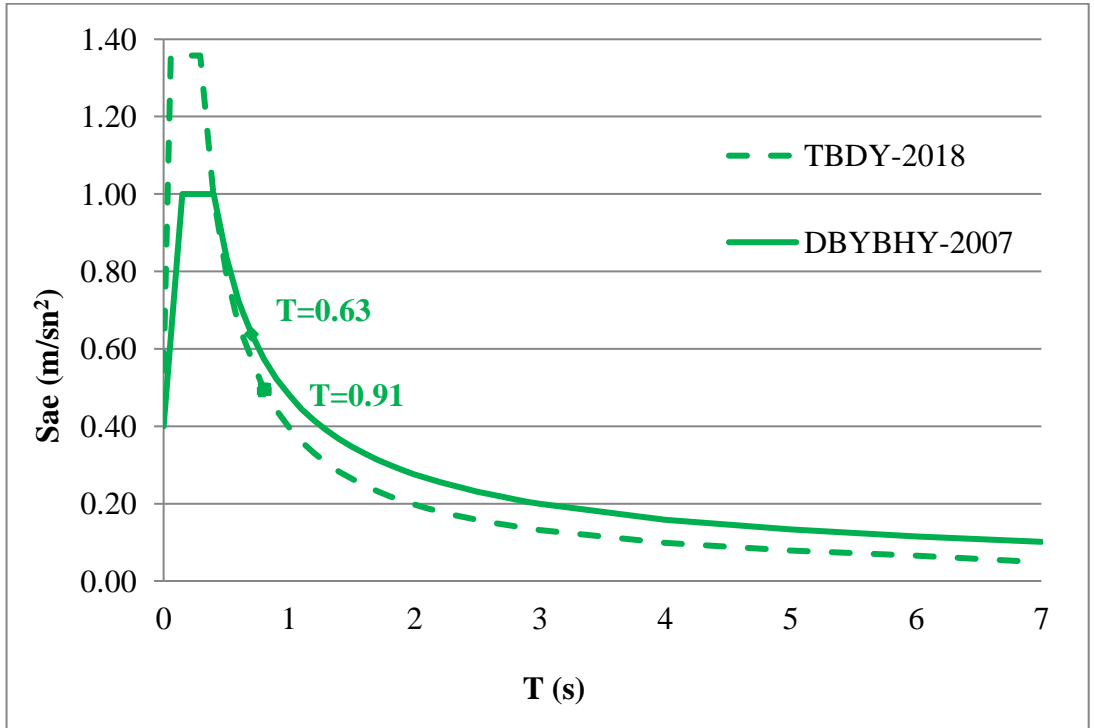


Şekil 4.12: 3 Katlı Bina İçin Elastik Spektral İvme Karşılaştırılması





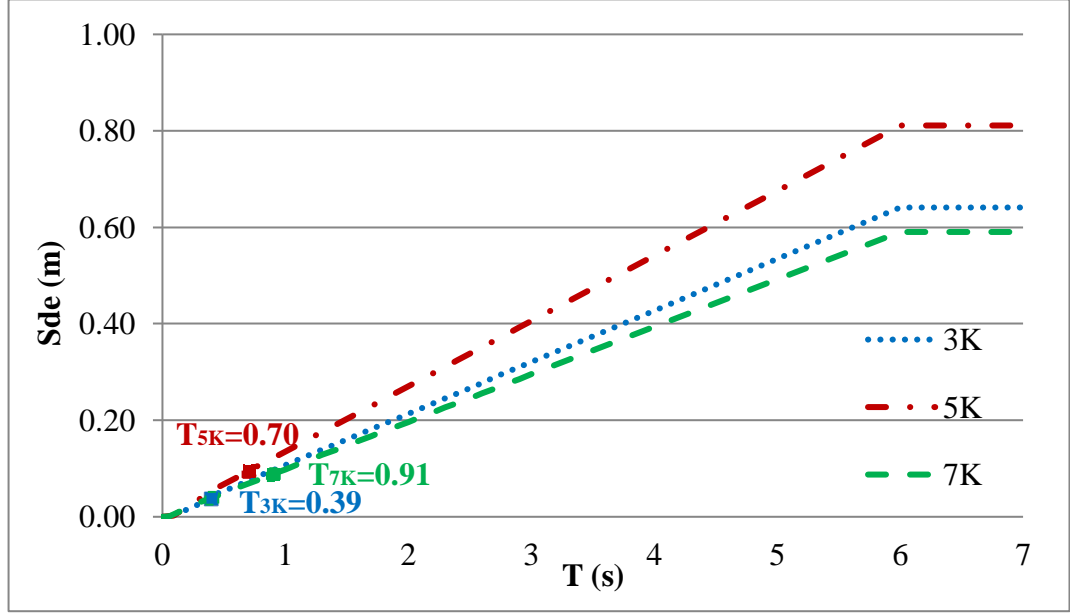
Şekil 4.13: 5 Katlı Bina İçin Elastik Spektral İvme Karşılaştırılması



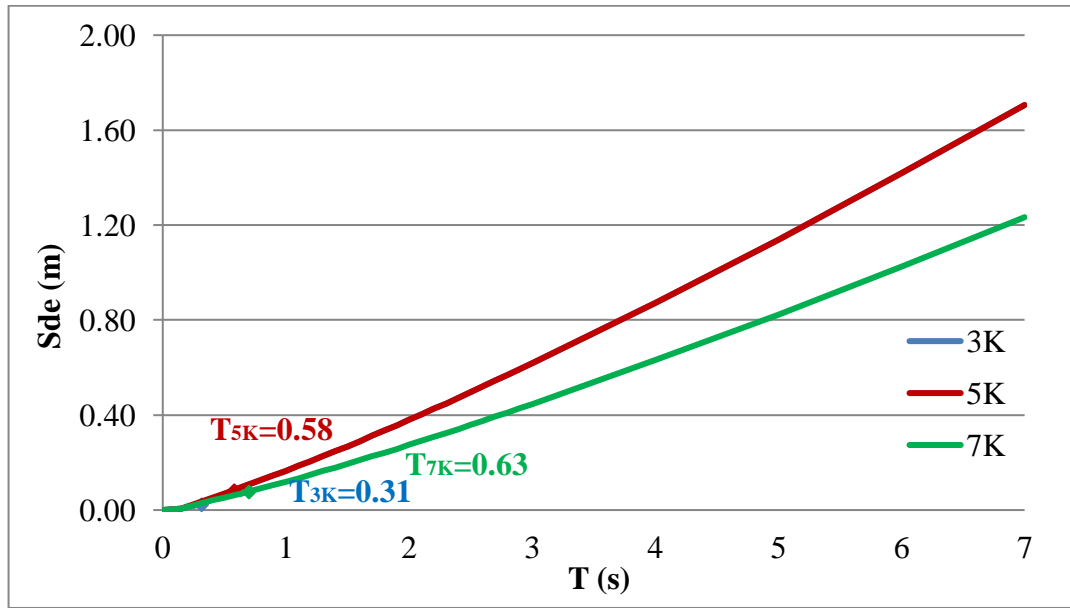
Şekil 4.14: 7 Katlı Bina İçin Elastik Spektral İvme Karşılaştırılması

#### 4.2.2 Örnek Binaların Deplasman Spektrumunun Karşılaştırılması

Bu bölümde DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmelikleri için deplasman spektrumları Şekil 4.15 ve Şekil 4.16’da karşılaştırılmaktadır. TBDY-2018 yönetmeliğine yeni eklenen  $T_L=6$ sn değeri de gösterilmiştir.



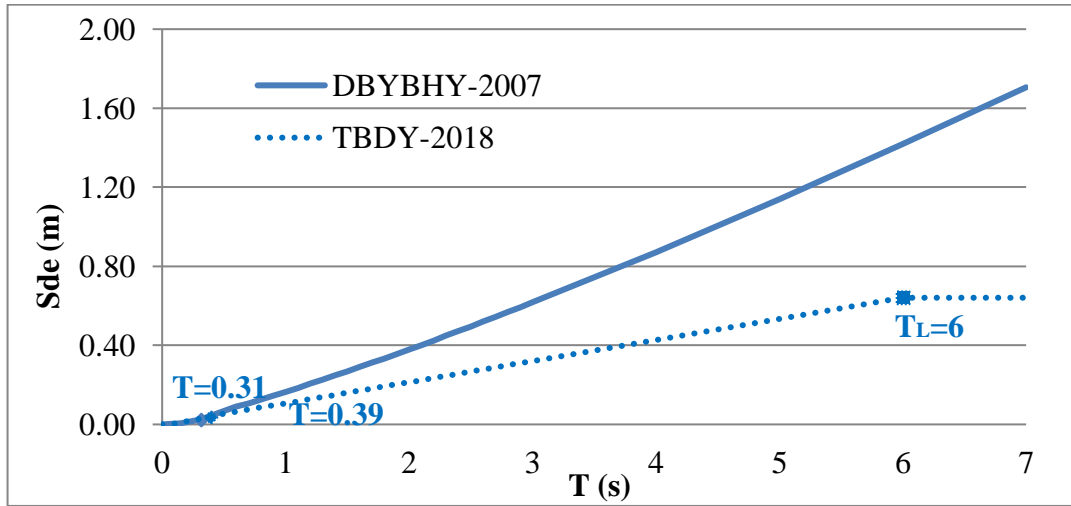
Şekil 4.15: TBDY-2018 için Deplasman Spektrumu



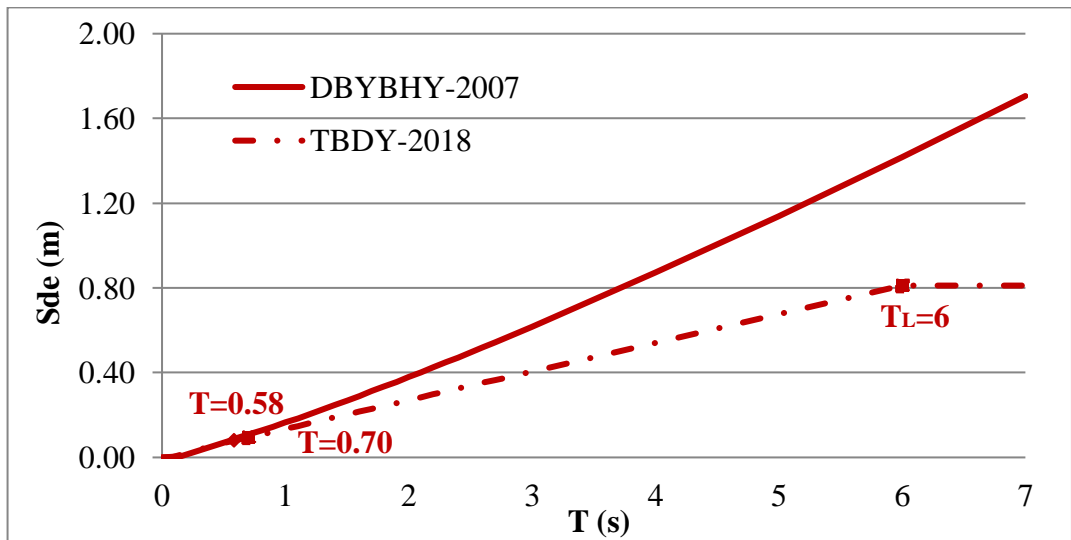
Şekil 4.16: DBYBHY-2007 için Deplasman Spektrumu

Her iki yönetmelik için seçilen 3, 5 ve 7 katlı örnek binalara ait deplasman spektrumları Şekil 4.17, Şekil 4.18 ve Şekil 4.19’da gösterilmektedir. Seçilen örnek binaların deplasman spektrumu karşılaştırılmasında TBDY-2018 yönetmeliğinin deplasman eğrisi DBYBHY-2007’ye göre daha az hesaplanmaktadır. TBDY-2018 yönetmeliğinde yeni eklenen  $T_L=6$ sn (sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu) ifadesi 6sn sonra sabitlenmektedir.

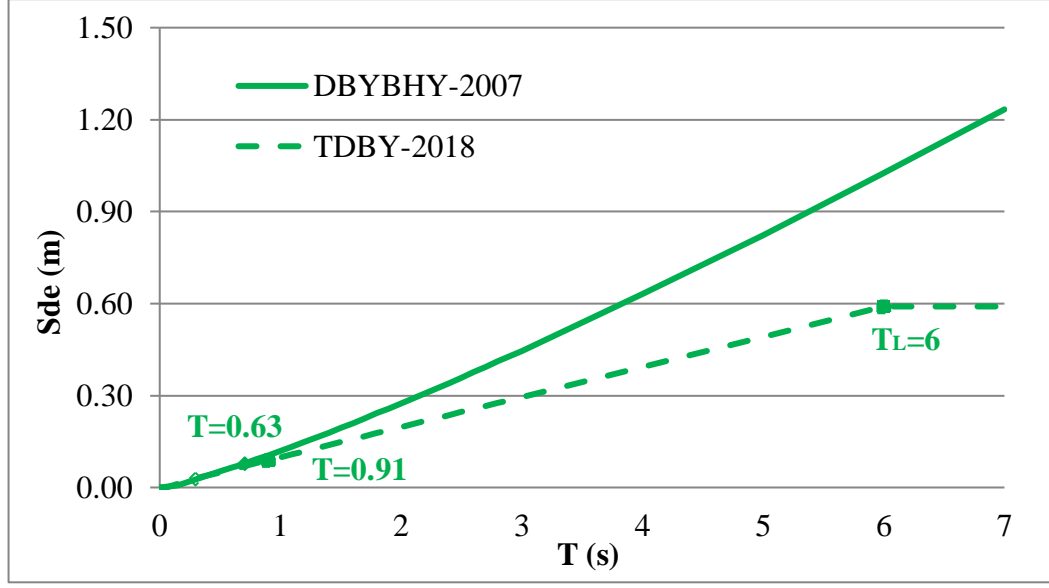
İvme mukabele spektrumlarını etkileyen bu durum benzer şekilde deplasman spektrumlarını da etkilemektedir. Verilen grafiklerden de anlaşılacağı gibi seçilen TBDY-2018 yönetmeliğinin tarif ettiği spektrumlara göre hesaplanan deplasman talepleri 2007 yönetmeliği tarafından öngörülen değerlerden daha küçüktür.



Şekil 4.17: 3 Katlı Bina İçin Deplasman Spektrumunun Karşılaştırılması



Şekil 4.18: 5 Katlı Bina İçin Deplasman Spektrumunun Karşılaştırılması



Şekil 4.19: 7 Katlı Bina İçin Deplasman Spektrumunun Karşılaştırılması

#### 4.2.3 Örnek Binaların Periyotlarının Karşılaştırılması

TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmeliklerin periyotları Tablo 4.3'te verilmiştir. 3 katlı binanın doğal titreşim periyodu TBDY-2018 yönetmeliği için  $T=0.39$ sn; DBYBHY-2007 için  $T=0.31$ sn hesaplanmıştır. 5 katlı binanın doğal titreşim periyodu TBDY-2018 yönetmeliği için  $T=0.70$ sn; DBYBHY-2007 için  $T=0.58$ sn hesaplanmıştır. 7 katlı binanın doğal titreşim periyodu TBDY-2018 yönetmeliği için  $T=0.91$ sn; DBYBHY-2007 için  $T=0.63$ sn hesaplanmıştır. Tablo 4.3'te görüldüğü gibi TBDY-2018 yönetmeliğinin DBYBHY-2007'ye göre daha fazla periyot değerleri bulunmuştur. TBDY-2018 yönetmeliğinde periyodun fazla çıkmasının asıl nedeni çatlamış kesit rijitliğidir. DBYBHY-2007'de tasarım aşamasında çatlamış kesit rijitliği kullanılmamaktadır. Bölüm 3.2.1.7'de etkin kesit rijitlikleri gösterilmiştir. TBDY-2018 yönetmeliğinde Tablo 3.20'de etkin kesit rijitlik çarpanı katsayılarından dolayı doğal titreşim periyodu uzamaktadır.

**Tablo 4.3:** 3, 5 ve 7 Katlı Binaların Periyot Karşılaştırılması

	<b>TBDY-2018 için Periyot</b>	<b>DBYBHY-2007 için Periyot</b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007 Periyot Oranı</b>
<b>3 Katlı Bina</b>	0.39	0.31	1.26
<b>5 Katlı Bina</b>	0.70	0.58	1.21
<b>7 Katlı Bina</b>	0.91	0.63	1.44

#### 4.2.4 Örnek Binaların Kat Ağırlıklarının Karşılaştırılması

İki yönetmelik arasındaki farklardan biri toplam bina ağırlığıdır. 3 katlı betonarme binanın toplam ağırlığı TBDY-2018 için 340; DBYBHY-2007 için 298 hesaplanmıştır. 5 katlı betonarme binanın toplam ağırlığı TBDY-2018 için 1045; DBYBHY-2007 için 917 hesaplanmıştır. 7 katlı betonarme binanın toplam ağırlığı TBDY-2018 için 1865; DBYBHY-2007 için 1697 hesaplanmıştır. Örnek binaların toplam kat ağırlıkları Tablo 4.4'te verilmiştir. Bölüm 4.2'de belirtilen kolon boyutlarının büyümesinden dolayı iki yönetmelik arası farklar meydana gelmektedir. TBDY-2018 ile DBYBHY-2007 arasında yaklaşık %10 ağırlık farkı ortaya çıktığı görülmüştür.

**Tablo 4.4:** 3, 5 ve 7 Katlı Binaların Toplam Ağırlık Karşılaştırılması

	<b>TBDY-2018 için Toplam Ağırlık</b>	<b>DBYBHY-2007 için Toplam Ağırlık</b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007 Toplam Ağırlık Oranı</b>
<b>3 Katlı Bina</b>	340	298	1.14
<b>5 Katlı Bina</b>	1045	917	1.14
<b>7 Katlı Bina</b>	1865	1697	1.10

#### 4.2.5 Örnek Binaların Deprem Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

Seçilen örnek 3, 5 ve 7 katlı binaların deprem yükleri Tablo 4.6 – 4.11'de verilmiştir. Deprem yükü hesabında toplam kütle (W), elastik spektral ivme ( $S_{ae}$ ) ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) kullanıldığı için bu değerlerin az ya da çok

olması etkileyici bir faktördür. TBDY-2018 yönetmeliğinde elastik spektral ivme değerlerini etkileyen periyotların fazla bulunması Bölüm 4.2.3'te belirtildiği gibi toplam kütle ve çatlama kesit rijitliği ile ilgilidir. 5 ve 7 katlı binalarda ise Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'te ki gibi fazla periyot hesaplanması elastik spektral ivme değerinin daha az bulunmasına yol açmaktadır. Şekil 4.12'de ise 3 katlı binada periyot, sabit ivme bölgesinde olduğundan  $S_{ae}$  değeri değişmemiştir. Ayrıca deprem kuvvetini etkileyen bir diğer faktör taşıyıcı sistem davranış katsayısıdır.

Tablo 4.5'te deprem yükünün toplam kütle, elastik spektral ivme ve taşıyıcı sistem davranış katsayısına göre etkisi kıyaslanmaktadır. Tablo 4.5'ten de anlaşılacağı üzere deprem yükü hesabında yeni yönetmelik ile gelen çatlama kesit rijitliğinin etkisi çok fazladır. Denklem 4.1 ve Denklem 4.2 yardımıyla Tablo 4.5'teki değerler bulunmaktadır.

$$\text{TBDY-2018 için;} \quad V_{tE}^{(X)} = m_t \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \quad (4.1)$$

$$\text{DBYBHY-2007 için;} \quad V_t = \frac{W A(T_1)}{R_a(T_1)} \quad (4.2)$$

**Tablo 4.5:** Yönetmelikler arası deprem yükü hesabının kıyaslanması

	<b>TBDY-2018</b>	<b>DBYBHY-2007</b>	<b>Kıyaslama</b>
<b>3 Katlı</b>	$\frac{340*1}{8} = 42.5$	$\frac{298*1}{8} = 37.3$	1.14
<b>5 Katlı</b>	$\frac{1045*0.77}{8} = 100.6$	$\frac{917*1}{8} = 114.6$	0.88
<b>7 Katlı</b>	$\frac{1865*0.43}{5,6} = 143.2$	$\frac{1697*0.69}{6.08} = 192.6$	0.74

**Tablo 4.6:** 3 Katlı Binanın X Yönü İçin Deprem Yüklerinin Karşılaştırılması

<b>Kat</b>	<b>TBDY-2018</b> <b>F<sub>i</sub></b>	<b>DBYBHY-2007</b> <b>F<sub>i</sub></b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007</b> <b>Oranı</b>
<b>3</b>	17.498	14.475	1.21
<b>2</b>	14.317	14.968	0.96
<b>1</b>	8.260	7.849	1.05
<b>Σ</b>	40.075	37.292	1.07

**Tablo 4.7:** 3 Katlı Binanın Y Yönü İçin Deprem Yüklerinin Karşılaştırılması

<b>Kat</b>	<b>TBDY-2018 F<sub>i</sub></b>	<b>DBYBHY-2007 F<sub>i</sub></b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007 Oranı</b>
<b>3</b>	18.238	14.321	1.27
<b>2</b>	15.629	15.008	1.04
<b>1</b>	8.811	7.963	1.11
<b>Σ</b>	<b>42.678</b>	<b>37.292</b>	1.14

**Tablo 4.8:** 5 Katlı Binanın X Yönü İçin Deprem Yüklerinin Karşılaştırılması

<b>Kat</b>	<b>TBDY-2018 F<sub>i</sub></b>	<b>DBYBHY-2007 F<sub>i</sub></b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007 Oranı</b>
<b>5</b>	30.088	28.034	1.07
<b>4</b>	23.642	32.879	0.72
<b>3</b>	17.082	26.093	0.65
<b>2</b>	13.393	18.385	0.73
<b>1</b>	9.248	9.248	1.00
<b>Σ</b>	93.453	114.639	0.82

**Tablo 4.9:** 5 Katlı Binanın Y Yönü İçin Deprem Yüklerinin Karşılaştırılması

<b>Kat</b>	<b>TBDY-2018 F<sub>i</sub></b>	<b>DBYBHY-2007 F<sub>i</sub></b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007 Oranı</b>
<b>5</b>	31.429	27.676	1.14
<b>4</b>	25.872	32.814	0.79
<b>3</b>	18.876	26.199	0.72
<b>2</b>	14.573	18.535	0.79
<b>1</b>	9.810	9.415	1.04
<b>Σ</b>	<b>100.560</b>	<b>114.639</b>	0.88

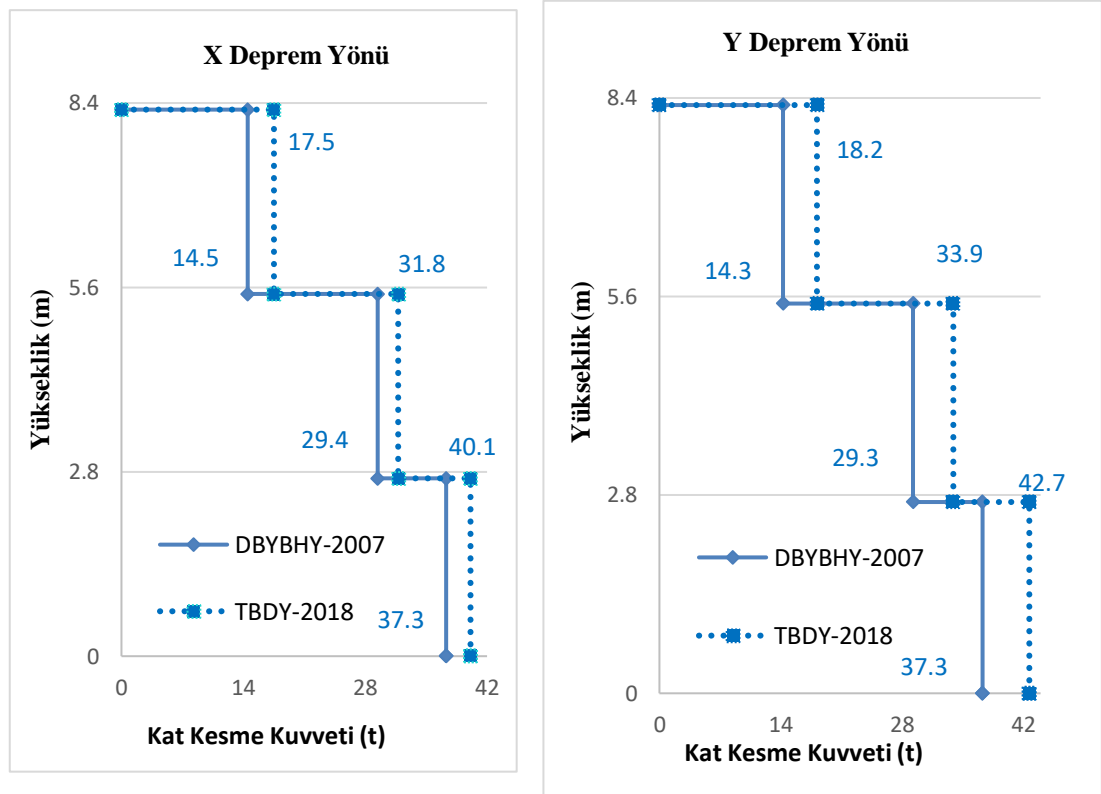
**Tablo 4.10:** 7 Katlı Binanın X Yönü İçin Deprem Yüklerinin Karşılaştırılması

<b>Kat</b>	<b>TBDY-2018 F<sub>i</sub></b>	<b>DBYBHY-2007 F<sub>i</sub></b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007 Oranı</b>
<b>7</b>	40.35	43.407	0.90
<b>6</b>	24.84	38.942	0.93
<b>5</b>	15.91	31.990	0.96
<b>4</b>	12.82	26.074	0.99
<b>3</b>	12.86	21.159	1.01
<b>2</b>	12.57	14.643	0.90
<b>1</b>	10.72	6.493	0.92
<b>Σ</b>	130.07	182.708	0.93

**Tablo 4.11:** 7 Katlı Binanın Y Yönü İçin Deprem Yüklerinin Karşılaştırılması

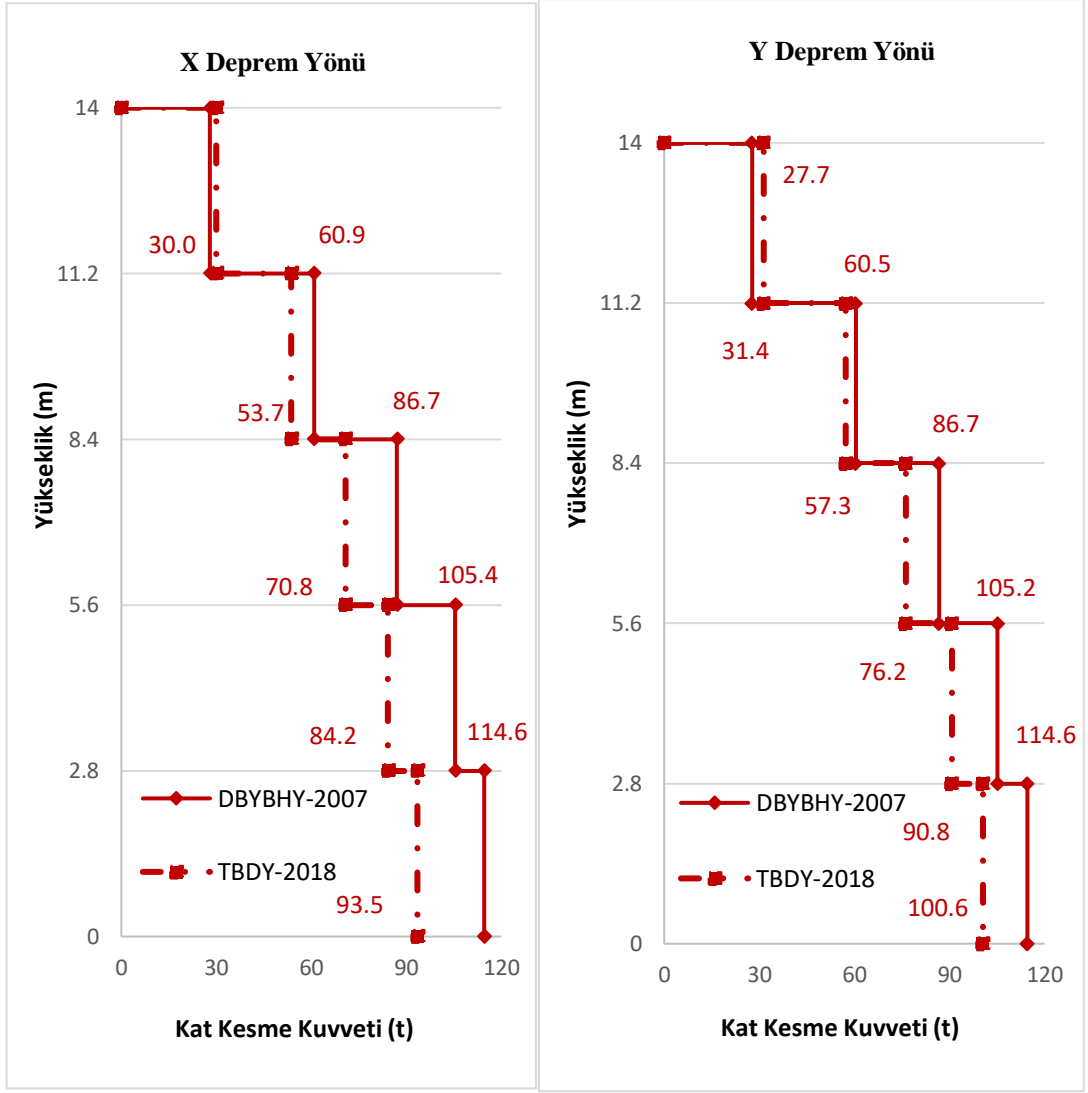
Kat	TBDY-2018 $F_i$	DBYBHY-2007 $F_i$	TBDY-2018 / DBYBHY-2007 Oranı
7	44.98	45.919	0.98
6	26.80	40.833	0.66
5	16.61	33.372	0.50
4	12.90	27.243	0.47
3	12.71	22.331	0.57
2	13.90	16.003	0.87
1	11.65	6.879	1.70
$\Sigma$	<b>139.55</b>	<b>192.580</b>	0.73

Yönetmelikler arası Kat kesme kuvveti ( $V_i$ ) – Yükseklik (H) grafiği Şekil 4.20, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de gösterilmektedir.

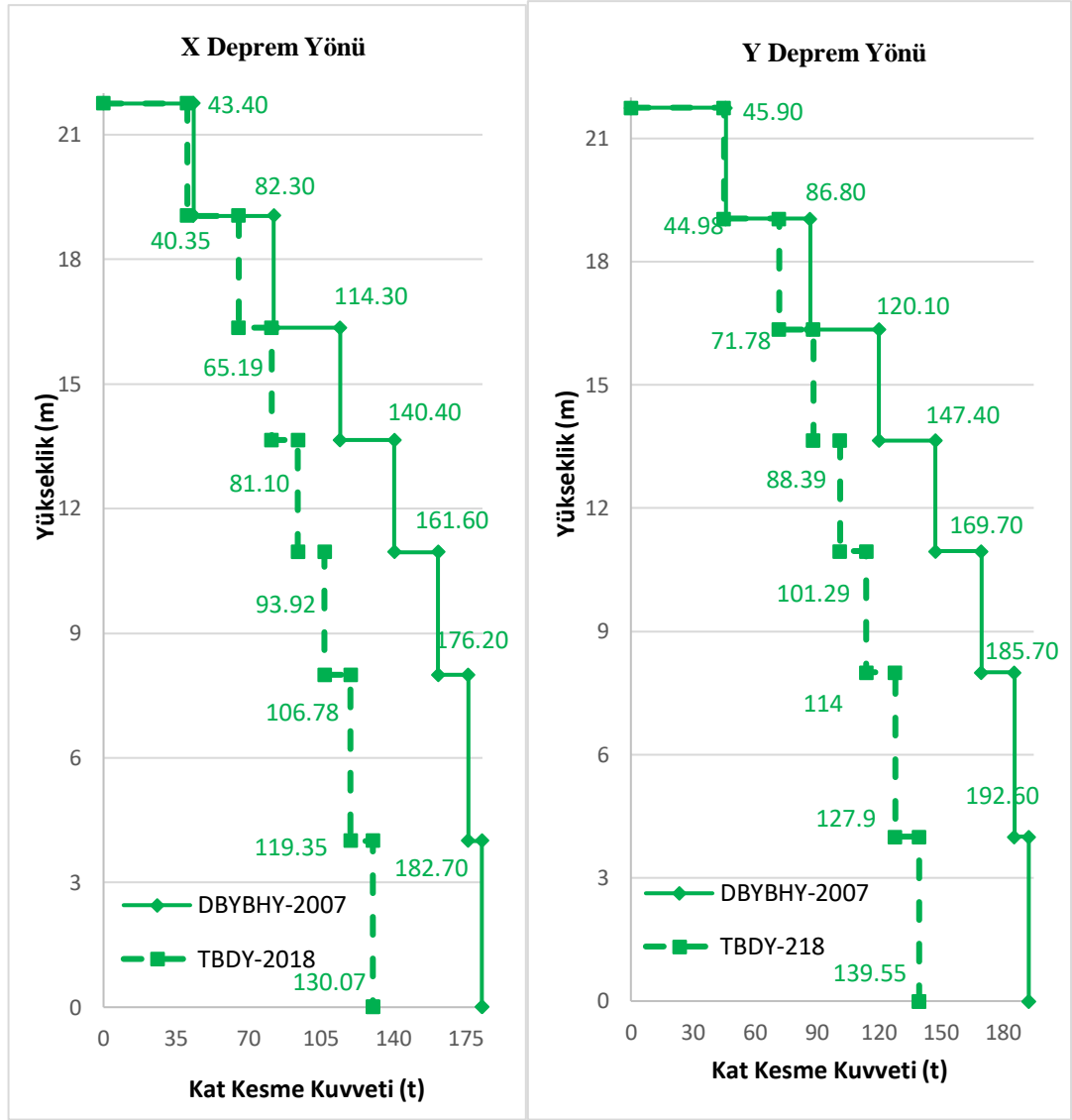


**Şekil 4.20:** 3 Katlı Binanın X ve Y Deprem Yönü İçin V-H Grafiği





Şekil 4.21: 5 Katlı Binanın X ve Y Deprem Yönü İçin V-H Grafiği



Şekil 4.22: 7 Katlı Binaların X ve Y Deprem Yönü İçin V-H Grafiği

#### 4.2.6 Örnek Binaların Katlara Göre Deplasmanlarının Karşılaştırılması

Seçilen örnek 3, 5 ve 7 Katlı betonarme binaların TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmelikleri için deprem kuvvetleri altında katlarda oluşan deplasmanlar Tablo 4.12, Tablo 4.13 ve Tablo 4.14’te gösterilmiştir. Her üç bina tipi için maks. kat deplasmanların TBDY-2018 / DBYBHY-2007 oranı 1’den büyük hesaplanmıştır. Fakat 5 katlı binada bu oran 3 ve 7 katlı binaya göre 1’e daha yakın değer okunmaktadır. Bölüm 4.2.5’te belirtildiği gibi deprem kuvvetleri deplasmanlara da

etki etmektedir. Sonuç olarak 2018 yönetmeliğinde deplasmanlar fazla hesaplanmaktadır. Hesaplanan deplasmanların fazla olmasının temel nedeni çatlamış kesit rijitliği kabulündendir. Bu kabulden dolayı hem periyot hem de yatay ötelenmeler fazla bulunmaktadır.

**Tablo 4.12:** 3 Katlı Bina İçin Yönetmeliklere Göre Maks. Deplasmanların Kıyaslanması

<b>Kat</b>	<b>Yükseklik (m)</b>	<b>Maks. Deplasman(mm) TBDY-2018</b>	<b>Maks. Deplasman(mm) DBYBHY-2007</b>	<b>Maks. Deplasman(mm) TDBY2018/DBYBHY-2007</b>
1	2.7	2.1878	1.4855	1.47
2	5.5	4.9361	3.0767	1.60
3	8.3	6.7021	3.9674	1.69

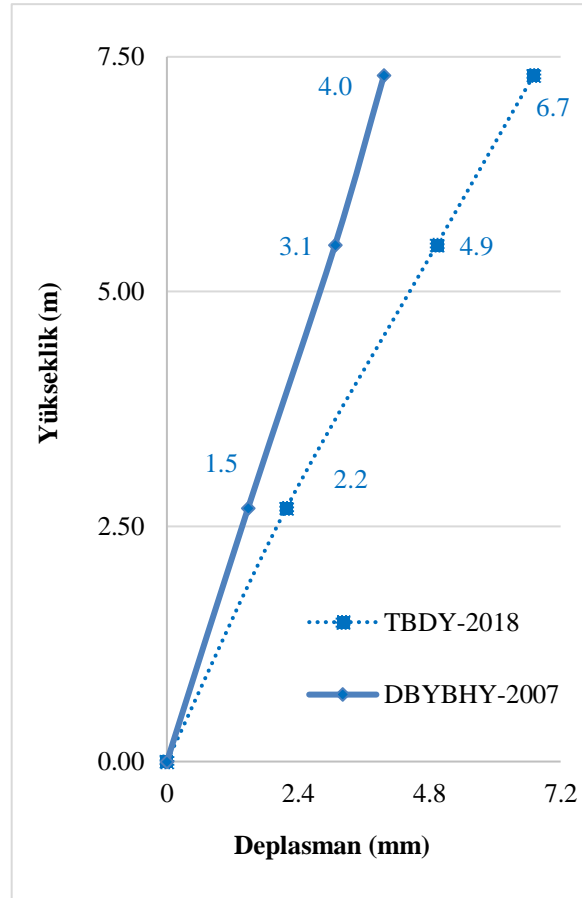
**Tablo 4.13:** 5 Katlı Bina İçin Yönetmeliklere Göre Maks. Deplasmanların Kıyaslanması

<b>Kat</b>	<b>Yükseklik (m)</b>	<b>Maks. Deplasman(mm) TBDY-2018</b>	<b>Maks. Deplasman(mm) DBYBHY-2007</b>	<b>Maks. Deplasman(mm) TDBY2018/DBYBHY-2007</b>
1	2.8	3.0898	3.1641	0.98
2	5.6	7.5761	6.9122	1.10
3	8.4	11.7353	10.1387	1.16
4	11.2	15.0004	12.4939	1.20
5	14.0	17.1312	13.7958	1.24

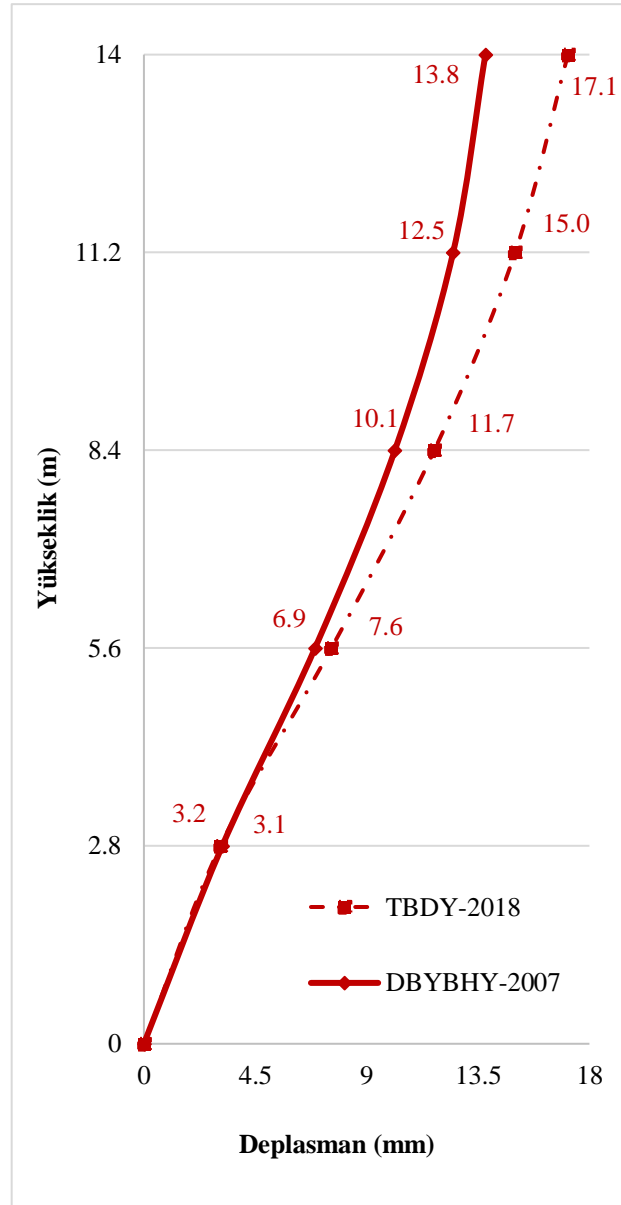
**Tablo 4.14:** 7 Katlı Bina İçin Yönetmeliklere Göre Maks. Deplasmanların Kıyaslanması

Kat	Yükseklik (m)	Maks. Deplasman(mm) TBDY-2018	Maks. Deplasman(mm) DBYBHY-2007	Maks. Deplasman(mm) TBDY2018/DBYBHY-2007
1	4.00	3.488	1.7242	2.02
2	8.00	8.081	4.8537	1.66
3	10.95	11.556	7.5456	1.53
4	13.65	14.630	10.0622	1.45
5	16.35	17.543	12.5185	1.40
6	19.05	20.265	14.8525	1.37
7	21.75	22.775	17.0428	1.34

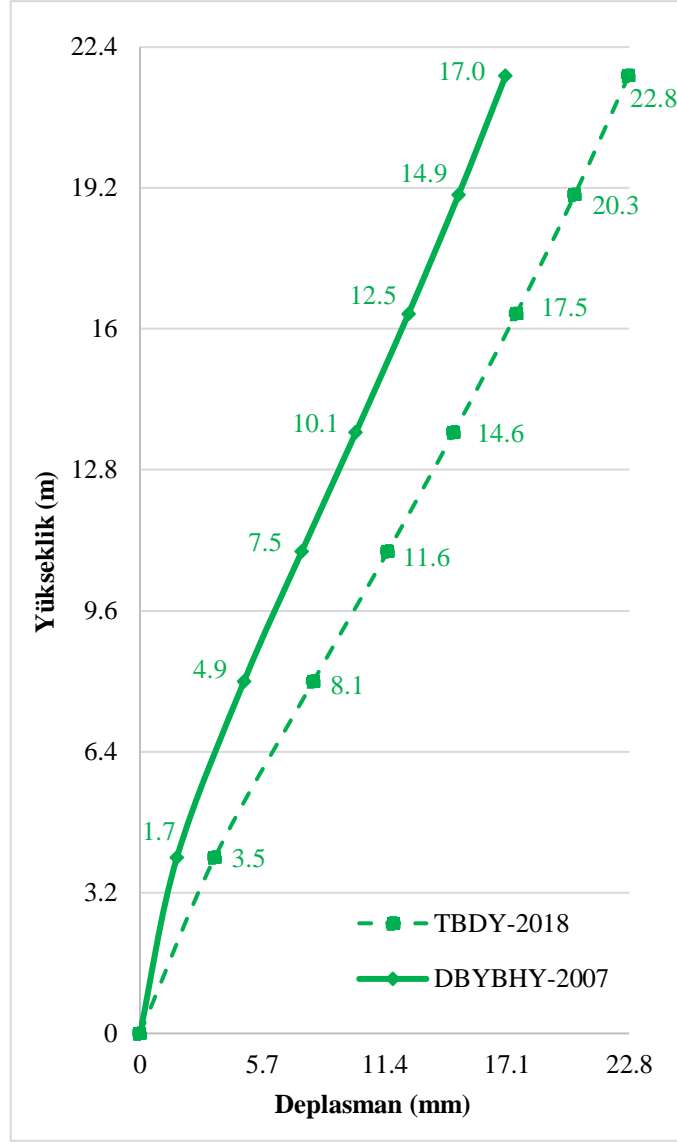
Şekil 4.23, Şekil 4.24 ve Şekil 4.25’de Deplasman-Yükseklik grafiği verilmiştir.



**Şekil 4.23:** 3 Katlı Bina İçin Yönetmeliklere Göre Δ-H Karşılaştırılması



Şekil 4.24: 5 Katlı Bina İçin Yönetmeliklere Göre  $\Delta$ -H Karşılaştırılması



Şekil 4.25: 7 Katlı Bina İçin Yönetmeliklere Göre  $\Delta$ -H Karşılaştırılması

#### 4.2.7 Örnek Binaların Yapı Düzensizliklerinin Karşılaştırılması

Seçilen örnek 3, 5 ve 7 katlı betonarme binaların yapı düzensizlikleri incelenmiştir. Yönetmelikler arası A1 burulma ve B2 maks. rijitlik düzensizlikleri Tablo 4.15, Tablo 4.16 ve Tablo 4.17’de karşılaştırılmaktadır. 3, 5 ve 7 katlı binalarda burulma düzensizlikleri deprem yüklerine bağlı olduğundan deprem yüklerinin artışları da burulma düzensizliklerini etkilemektedir. Yani çatlama kesit rijitliği yine önemli bir rol oynamaktadır.

**Tablo 4.15** 3 Katlı Bina İçin A1 Burulma Düzensizliğinin ve B2 Maks. Rijitlik Düzensizliğinin Şaşırtmalı Deprem Yönü İçin Yönetmeliklerin Karşılaştırılması

Deprem Yönü	TBDY-2018 $\eta_{bi}$	DBYBHY-2007 $\eta_{bi}$	TBDY-2018 $\eta_{ki}$	DBYBHY-2007 $\eta_{ki}$
X + %5	1.29	1.26	1.52	1.77
X - %5	1.07	1.04	1.53	1.78
Y + %5	1.07	1.05	1.58	1.82
Y - %5	1.11	1.11	1.58	1.81

**Tablo 4.16:** 5 Katlı Bina İçin A1 Burulma Düzensizliğinin ve B2 Maks. Rijitlik Düzensizliğinin Şaşırtmalı Deprem Yönü İçin Yönetmeliklerin Karşılaştırılması

Deprem Yönü	TBDY-2018 $\eta_{bi}$	DBYBHY-2007 $\eta_{bi}$	TBDY-2018 $\eta_{ki}$	DBYBHY-2007 $\eta_{ki}$
X + %5	1.26	1.25	1.54	1.82
X - %5	1.28	1.24	1.53	1.81
Y + %5	1.01	1.05	1.57	1.84
Y - %5	1.14	1.17	1.57	1.84

**Tablo 4.17:** 7 Katlı Bina İçin A1 Burulma Düzensizliğinin ve B2 Maks. Rijitlik Düzensizliğinin Şaşırtmalı Deprem Yönü İçin Yönetmeliklerin Karşılaştırılması

Deprem Yönü	TBDY-2018 $\eta_{bi}$	DBYBHY-2007 $\eta_{bi}$	TBDY-2018 $\eta_{ki}$	DBYBHY-2007 $\eta_{ki}$
X + %5	1.25	1.25	1.08	1.06
X - %5	1.08	1.06	1.08	1.06
Y + %5	1.09	1.11	1.11	1.09
Y - %5	1.14	1.32	1.11	1.09

#### 4.2.8 Örnek Binaların Görelî Kat Ötelenmelerinin Karşılaştırılması

Bu bölümde seçili 3, 5 ve 7 katlı örnek betonarme binaların görelî kat ötelenmeleri kıyaslanmaktadır. Tablo 4.18, Tablo 4.19 ve Tablo 4.20’de örnek binaların %5 şaşırtmalı deprem yönleri için görelî kat ötelenme değerleri mevcuttur. Tablo 4.18, Tablo 4.19 ve Tablo 4.20’de görüldüğü üzere TBDY-2018’in DBYBHY-

2007 yönetmeliğine göre tasarlanan binaların maksimum görelî kat ötelenme oranları daha fazla hesaplanmıştır. 3, 5 ve 7 Katlı binalar için görelî kat ötelenmeleri TBDY-2018’de daha fazla çıkması periyoda ve bina rijitliğine bağlıdır.

**Tablo 4.18:** 3 Katlı Bina İçin Görelî Kat Ötelenmesinin Şaşırtmalı Deprem Yönü İçin Yönetmelik Karşılaştırılması

<b>Deprem Yönü</b>	<b>TBDY-2018 Görelî Kat Ötelenmesi ((R/I*Δ)/h)</b>	<b>DBYBHY-2007 Görelî Kat Ötelenmesi (R*Δ/h)</b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007 Görelî Kat Ötelenmesi (R*Δ/h)</b>
<b>X + %5</b>	% 1.1	% 0.6	1.83
<b>X - %5</b>	% 0.8	% 0.5	1.60
<b>Y + %5</b>	% 0.8	% 0.4	2.00
<b>Y - %5</b>	% 0.8	% 0.4	2.00

**Tablo 4.19:** 5 Katlı Bina İçin Görelî Kat Ötelenmesinin Şaşırtmalı Deprem Yönü İçin Yönetmelik Karşılaştırılması

<b>Deprem Yönü</b>	<b>TBDY-2018 Görelî Kat Ötelenmesi ((R/I*Δ)/h)</b>	<b>DBYBHY-2007 Görelî Kat Ötelenmesi (R*Δ/h)</b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007 Görelî Kat Ötelenmesi (R*Δ/h)</b>
<b>X + %5</b>	% 1.6	% 1.3	1.23
<b>X - %5</b>	% 1.5	% 1.3	1.15
<b>Y + %5</b>	% 1.3	% 1.0	1.30
<b>Y - %5</b>	% 1.4	% 1.1	1.54



**Tablo 4.20:** 7 Katlı Bina İçin Göreli Kat Ötelenmesinin Şaşırtmalı Deprem Yönü İçin Yönetmelik Karşılaştırılması

<b>Deprem Yönü</b>	<b>TBDY-2018 Göreli Kat Ötelenmesi ((R/T*Δ)/h)</b>	<b>DBYBHY-2007 Göreli Kat Ötelenmesi (R*Δ/h)</b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007 Göreli Kat Ötelenmesi (R*Δ/h)</b>
<b>X + %5</b>	% 0.8	% 0.7	1.14
<b>X - %5</b>	% 0.7	% 0.6	1.17
<b>Y + %5</b>	% 0.7	% 0.6	1.17
<b>Y - %5</b>	% 0.8	% 0.6	1.33

#### 4.2.9 Örnek Binaların İkinci Mertebe Etkilerinin Karşılaştırılması

Seçili örnek binaların %5 şaşırtmalı deprem yönleri için yönetmelikler arası ikinci mertebe etkilerinin karşılaştırılması Tablo 4.21, Tablo 4.22 ve Tablo 4.23'te gösterilmiştir. İkinci mertebe etkileri TBDY-2018'de DBYBHY-2007 yönetmeliğine göre daha fazla hesaplanmıştır. İkinci mertebe etkileri Bölüm 3.2.1.11'de gösterildiği gibi göreli ötelenmeler ile doğru orantılıdır. TBDY-2018 yönetmeliğinde göreli kat ötelenme değerleri arttığı için ikinci mertebe etkileri de artmaktadır.

**Tablo 4.21:** 3 Katlı Binanın İkinci Mertebe Etkilerinin Karşılaştırılması

<b>Deprem Yönü</b>	<b>TBDY-2018 İkinci Mertebe Etkileri (Θ<sub>i</sub>)</b>	<b>DBYBHY-2007 İkinci Mertebe Etkileri (Θ<sub>i</sub>)</b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007 İkinci Mertebe Etkileri (Θ<sub>i</sub>)</b>
<b>X + %5</b>	% 0.7	% 0.5	1.40
<b>X - %5</b>	% 0.7	% 0.5	1.40
<b>Y + %5</b>	% 0.6	% 0.4	1.50
<b>Y - %5</b>	% 0.6	% 0.4	1.50

**Tablo 4.22:** 5 Katlı Binanın İkinci Mertebe Etkilerinin Karşılaştırılması

<b>Deprem Yönü</b>	<b>TBDY-2018 İkinci Mertebe Etkileri (<math>\Theta_i</math>)</b>	<b>DBYBHY-2007 İkinci Mertebe Etkileri (<math>\Theta_i</math>)</b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007 İkinci Mertebe Etkileri (<math>\Theta_i</math>)</b>
<b>X + %5</b>	% 1.6	% 1.0	1.60
<b>X - %5</b>	% 1.6	% 1.0	1.60
<b>Y + %5</b>	% 1.4	% 1.0	1.40
<b>Y - %5</b>	% 1.5	% 1.0	1.50

**Tablo 4.23:** 7 Katlı Binanın İkinci Mertebe Etkilerinin Karşılaştırılması

<b>Deprem Yönü</b>	<b>TBDY-2018 İkinci Mertebe Etkileri (<math>\Theta_i</math>)</b>	<b>DBYBHY-2007 İkinci Mertebe Etkileri (<math>\Theta_i</math>)</b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007 İkinci Mertebe Etkileri (<math>\Theta_i</math>)</b>
<b>X + %5</b>	% 1.6	% 0.8	2.00
<b>X - %5</b>	% 1.6	% 0.7	2.29
<b>Y + %5</b>	% 1.6	% 0.7	2.29
<b>Y - %5</b>	% 1.6	% 0.7	2.29

#### 4.2.10 Örnek Binaların Metrajlarının Karşılaştırılması

Seçilen örnek binaların TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmeliklerine göre hesaplanan metrajları Tablo 4.24, Tablo 4.25 ve Tablo 4.26’da verilmiştir..

Tablo 4.24, Tablo 4.25 ve Tablo 4.26’da TBDY-2018 yönetmeliğine göre elde edilen metrajların daha fazla bulunduğu görülmektedir. Bunun temel nedeni kolon-kiriş boyutlarındaki artış olmuştur.

**Tablo 4.24: 3 Katlı Bina İçin Yönetmelikler Arası Metrajların Karşılaştırılması**

	<b>TBDY-2018</b>	<b>DBYBHY-2007</b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007</b>
<b>Toplam Donatı Metraji</b>	10830.4 kg	10445.5 kg	1.04
<b>Toplam Beton Metraji</b>	104.42 m <sup>3</sup>	101.57 m <sup>3</sup>	1.03
<b>Toplam Kalıp Metraji</b>	731.74 m <sup>3</sup>	721.47 m <sup>3</sup>	1.01

**Tablo 4.25: 5 Katlı Bina İçin Yönetmelikler Arası Metrajların Karşılaştırılması**

	<b>TBDY-2018</b>	<b>DBYBHY-2007</b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007</b>
<b>Toplam Donatı Metraji</b>	24013.3 kg	22751.1 kg	1.06
<b>Toplam Beton Metraji</b>	233.68 m <sup>3</sup>	219.93 m <sup>3</sup>	1.06
<b>Toplam Kalıp Metraji</b>	1870.12 m <sup>3</sup>	1805.52 m <sup>3</sup>	1.04

**Tablo 4.26: 7 Katlı Bina İçin Yönetmelikler Arası Metrajların Karşılaştırılması**

	<b>TBDY-2018</b>	<b>DBYBHY-2007</b>	<b>TBDY-2018 / DBYBHY-2007</b>
<b>Toplam Donatı Metraji</b>	52153.3 kg	49845.9 kg	1.05
<b>Toplam Beton Metraji</b>	487.62 m <sup>3</sup>	403.00 m <sup>3</sup>	1.21
<b>Toplam Kalıp Metraji</b>	3351.79 m <sup>3</sup>	3198.93 m <sup>3</sup>	1.05

Üç bina için birim alana düşen düşey taşıyıcı elemanların oranları Tablo 4.27, Tablo 4.28 ve Tablo 4.29’da gösterilmiştir. TBDY-2018 yönetmeliğinde yatay dayanım taleplerindeki artış planda daha fazla düşey taşıyıcı elemana ihtiyaç duyulduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

**Tablo 4.27:** 3 Katlı Bina İçin Birim Alana Düşen Düşey Taşıyıcı Elemanların Oranlarının Karşılaştırılması

<b>Taban Alanı = 101.74 m<sup>2</sup></b>	<b>TBDY-2018</b>	<b>DBYBHY-2007</b>
<b>Kolon Elemanların Toplam Alanı</b>	2.15 m <sup>2</sup>	1.78 m <sup>2</sup>
<b>Kolon Elemanların Bina Alanına Oranı</b>	% 2.1	% 1.8

**Tablo 4.28:** 5 Katlı Bina İçin Birim Alana Düşen Düşey Taşıyıcı Elemanların Oranlarının Karşılaştırılması

<b>Taban Alanı = 183.82 m<sup>2</sup></b>	<b>TBDY-2018</b>	<b>DBYBHY-2007</b>
<b>Kolon Elemanların Toplam Alanı</b>	3.36 m <sup>2</sup>	2.38 m <sup>2</sup>
<b>Kolon Elemanların Bina Alanına Oranı</b>	% 1.8	% 1.3

**Tablo 4.29:** 7 Katlı Bina İçin Birim Alana Düşen Düşey Taşıyıcı Elemanların Oranlarının Karşılaştırılması

<b>Taban Alanı = 174.25 m<sup>2</sup></b>	<b>TBDY-2018</b>	<b>DBYBHY-2007</b>
<b>Kolon-Perde Elemanların Toplam Alanı</b>	6.83 m <sup>2</sup>	6.25 m <sup>2</sup>
<b>Kolon Elemanların Bina Alanına Oranı</b>	% 3.9	% 3.6

#### 4.2.11 Örnek Binaların Yaklaşık Yapım Maliyetlerinin Karşılaştırılması

Seçili örnek 3, 5 ve 7 katlı binaların TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmeliklerine göre analizi yapıp bina toplam metrajları bulunmuştur. Yönetmeliklere göre bulunan metrajların 2022 ilk yarıyılı için yaklaşık piyasa maliyet hesabının karşılaştırılması Tablo 4.30, Tablo 4.31, Tablo 4.32’de verilmiştir.

Örnek binaların metraj ve toplam maliyet analiz tabloları oluşturulurken Çevre Şehircilik Bakanlığının 2022 ilk yarıyılı için inşaat birim fiyatları kullanılmıştır.

**Tablo 4.30: 3 Katlı Bina İçin Yaklaşık Maliyet Hesabının Karşılaştırılması**

Birim Fiyat Tarifi	TBDY-2018			DBYBHY-2007		
	Birim Fiyat	Miktar	Tutar	Birim Fiyat	Miktar	Tutar
Beton Sınıfı	571,46 (C25)	104,42 m <sup>3</sup>	59.671,85 TL	552,71 (C20)	101,57 m <sup>3</sup>	56.138,76 TL
Betonarme Kalıp	129,53 (plywood)	731,74 m <sup>2</sup>	94.782,28 TL	129,53 (plywood)	721,47 m <sup>2</sup>	93.452,01 TL
Betonarme Demiri	13.678,13 (Ø8-Ø12)	5,68 t	77.691,78 TL	13.678,13 (Ø8-Ø12)	7,7 t	105.321,6 TL
Betonarme Demiri	13.630,00 (Ø14-Ø28)	5,15 t	70.194,50 TL	13.630,00 (Ø14-Ø28)	2,8 t	38.164,0 TL
Ara Toplam (Nakliye Dahil)			302.340,41 TL			
KDV %18			54.421,28 TL			
TOPLAM			356.761,68 TL			
				293.076,37 TL		
				52.753,75 TL		
				345.830,12 TL		

**Tablo 4.31: 5 Katlı Bina İçin Yaklaşık Maliyet Hesabının Karşılaştırılması**

Birim Fiyat Tarifi	TBDY-2018			DBYBHY-2007		
	Birim Fiyat	Miktar	Tutar	Birim Fiyat	Miktar	Tutar
Beton Sınıfı	590,21 (C30)	233,68 m <sup>3</sup>	137.920,27 TL	590,21 (C30)	219,93 m <sup>3</sup>	129.391,74 TL
Betonarme Kalıp	129,53 (plywood)	1870,1 m <sup>2</sup>	242.234,05 TL	129,53 (plywood)	1805,52 m <sup>2</sup>	233.869,0 TL
Betonarme Demiri	13.678,13 (Ø8-Ø12)	17,9 t	244.838,53 TL	13.678,13 (Ø8-Ø12)	16,5 t	225.689,15 TL
Betonarme Demiri	13.630,00 (Ø14-Ø28)	6,1 t	83.143,00 TL	13.630,00 (Ø14-Ø28)	6,2 t	84.506,0 TL
Ara Toplam (Nakliye Dahil)			708.135,85 TL			
KDV %18			127.464,45 TL			
TOPLAM			835.600,3 TL			
				673.455,89 TL		
				121.222,06 TL		
				794.677,95 TL		

**Tablo 4.32: 7 Katlı Bina İçin Yaklaşık Maliyet Hesabının Karşılaştırılması**

Birim Fiyat Tarifi	TBDY-2018			DBYBHY-2007		
	Birim Fiyat	Miktar	Tutar	Birim Fiyat	Miktar	Tutar
Beton Sınıfı	590,21 (C30)	487,62 m <sup>3</sup>	287.798,20 TL	590,21 (C30)	403,00 m <sup>3</sup>	237.854,63 TL
Betonarme Kalıp	129,53 (plywood)	3351,79 m <sup>2</sup>	434.324,95 TL	129,53 (plywood)	3.198,93 m <sup>2</sup>	414.357,40 TL
Betonarme Demiri	13.678,13 (Ø8-Ø12)	35,95 t	491.728,77 TL	13.678,13 (Ø8-Ø12)	33,3 t	455.481,73 TL
Betonarme Demiri	13.630,00 (Ø14-Ø28)	16,2 t	220.806,00 TL	13.630,00 (Ø14-Ø28)	16,6 t	226.258,0 TL
Ara Toplam (Nakliye Dahil)			1.434.657,92 TL			1.333.951,76 TL
KDV %18			258.238,42 TL			240.111,32 TL
TOPLAM			1.692.896,34 TL			1.574.063,08 TL

Tablo 4.33'te TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmelikleri için bina maliyetlerinin toplam fark ve artış oranları karşılaştırılmıştır

**Tablo 4.33: Yaklaşık Maliyet Hesabının Yönetmeliklere Göre Karşılaştırılması**

	TBDY-2018	DBYBHY-2007	Toplam Fark	Artış Oranı
3 Katlı	356.761,68TL	345.830,12 TL	10.931,56 TL	% 3.07
5 Katlı	835.600,3TL	794.677,95TL	40.922,35 TL	% 4.90
7 Katlı	1.692.896,34TL	1.574.063,08 TL	118.833,26 TL	% 7.02

### 4.3 Örnek Binaların Tasarımından Çıkarılan Sonuçlar

Seçili örnek 3, 5 ve 7 katlı betonarme binaların TBDY-2018 yönetmeliğinde tasarımından bulunan sonuçlar Tablo 4.34'te verilmiştir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'de en düşük beton sınıfı C25 olduğundan beton sınıfında artış

meydana gelmiştir. Ayrıca kolon ve kiriş boyutları da artmıştır. Bundan dolayı hem toplam metraj hem de toplam ağırlıkta artış meydana gelmiştir. Toplam metrajın artmasıyla yapım maliyetleri de yükselmiştir. İzin verilen maksimum eksenel kuvvet oranı %50'den %40'a düşürülmesi de özellikle 7 katlı binada kolon boyutlarının artmasına sebep olmuştur. Etkin kesit rijitliklerinin TBDY-2018'de tasarımda göz önüne alınması, titreşim periyodlarının büyümesinin esas sebebidir.

Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nın yürürlüğe girmesi sonucu hem ivme katsayıları, hem de sabit hız bölgesinin formülasyonu değişmiştir. TBDY2018'e göre yapılan hesaplamalarda sabit hız bölgesi için daha küçük ivme değerleri bulunmaktadır. Uzayan bina periyodları ve sabit hız bölgesi için hesaplanan daha küçük ivme değerleri özellikle 5 ve 7 katlı binalarda oluşan ivme ve deplasman taleplerinin azalmasına sebep olmuştur. TBDY-2018 yönetmeliğine göre yapılan hesaplamalar sonucunda kat seviyelerinde daha büyük görece ötelenmeler bulunmuştur. Kat deplasmanlarının artmasının sebebi uzayan periyot ve çatlamış kesit rijitliğidir. İkinci mertebe etkileri ise yine kat deplasmanlarındaki artışa bağlı olduğundan artmaktadır.

**Tablo 4.34:** 3, 5 ve 7 Katlı Betonarme Binaların TBDY-2018 Yönetmelik Sonrası Değişiklikler

	<b>TBDY-2018</b>
<b>Beton Sınıfı</b>	↑
<b>Periyot (T)</b>	↑
<b>Kat Deplasmanları (<math>\Delta</math>)</b>	↑
<b>Toplam Ağırlık (W)</b>	↑
<b>Kolon-Kiriş Boyutları</b>	↑
<b>Görece Kat Ötelenmeleri</b>	↑
<b>İkinci Mertebe Etkileri</b>	↑
<b>Metraj</b>	↑
<b>Yapım Maliyeti</b>	↑
<b>Deplasman Spektrumu (Sd)</b>	↓

## 5. ÖRNEK BİNALARIN DEPREM PERFORMANSININ DOĞRUSAL OLMAYAN HESAP YÖNTEMİ İLE YÖNETMELİKLERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde seçilen örnek 3, 5 ve 7 katlı betonarme binalar doğrusal olmayan analiz yöntemi kullanılarak 2018 ve 2007 yönetmeliklerine göre incelenmiştir. Bu binaların deprem performansları doğrusal olmayan analiz yöntemiyle belirlenmiştir. Seçilen örnek binaların öncelikle dayanıma göre tasarımı yapılmıştır. Dayanıma göre tasarım sonucunda ortaya çıkan binalar için ilgili yönetmeliklerin şekil değiştirmeye göre değerlendirme yaklaşımı ile tekrar performansı belirlenmiştir. Toplamda 12 farklı mevcut bina modeli oluşturulmuştur. Bu modellerin isimlendirilmesi Tablo 5.1’de gösterilmektedir.

**Tablo 5.1:** Yönetmelikler Arası Tasarım ve Değerlendirme Açıklaması

<b>Bina Modelleri</b>	<b>Tasarım Yönetmeliği</b>	<b>Değerlendirme Yönetmeliği</b>
3K-T2007-P2007	DBYBHY-2007	DBYBHY-2007
3K-T2007-P2018	DBYBHY-2007	TBDY-2018
3K-T2018-P2007	TBDY-2018	DBYBHY-2007
3K-T2018-P2018	TBDY-2018	TBDY-2018
5K-T2007-P2007	DBYBHY-2007	DBYBHY-2007
5K-T2007-P2018	DBYBHY-2007	TBDY-2018
5K-T2018-P2007	TBDY-2018	DBYBHY-2007
5K-T2018-P2018	TBDY-2018	TBDY-2018
7K-T2007-P2007	DBYBHY-2007	DBYBHY-2007
7K-T2007-P2018	DBYBHY-2007	TBDY-2018
7K-T2018-P2007	TBDY-2018	DBYBHY-2007
7K-T2018-P2018	TBDY-2018	TBDY-2018



## 5.1 Bina Bazında Performans Değerlendirilmesi

Bu bölümde Tablo 5.1’de isimlendirilmesi verilen 12 farklı binanın mevcut bina değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeler yapılırken bina bazında incelenmiştir.

### 5.1.1 Bina Bazında Performans Düzeyleri

Bina bazında örnek 12 model için performans noktasına karşılık gelen hasar seviyesi Tablo 5.2’de verilmiştir. Tablo 5.2’de görüldüğü üzere örnek 12 modelin hasar düzeyleri sadece 5 katlıda benzerlik göstermektedir. Örneğin 5 Katlı DBYBHY-2007’ye göre tasarlanan binanın 2007 ve 2018 yönetmeliklerine göre performans analizi yapıp performans noktasına karşılık gelen hasar seviyesi sırasıyla Can Güvenliği ve Kontrollü Hasar bulunması uyumlu olduğunun göstergesidir. 3 ve 7 katlı bina için TBDY-2018 yönetmeliği daha güvenli tarafta kalmıştır.

**Tablo 5.2:** 12 Model İçin Performans Düzeylerinin Karşılaştırılması

Kat Adedi	Bina Modelleri	Performans Düzeyleri	Uyumluluk
3	3K-T2007-P2007	HK (Hemen Kullanım)	uyumlu değil
	3K-T2007-P2018	KH (Kontrollü Hasar)	
	3K-T2018-P2007	HK (Hemen Kullanım)	uyumlu değil
	3K-T2018-P2018	KH (Kontrollü Hasar)	
5	5K-T2007-P2007	CG (Can Güvenliği)	uyumlu
	5K-T2007-P2018	KH (Kontrollü Hasar)	
	5K-T2018-P2007	CG (Can Güvenliği)	uyumlu
	5K-T2018-P2018	KH (Kontrollü Hasar)	
7	7K-T2007-P2007	CG (Can Güvenliği)	uyumlu
	7K-T2007-P2018	KH (Kontrollü Hasar)	
	7K-T2018-P2007	HK (Hemen Kullanım)	uyumlu değil
	7K-T2018-P2018	KH (Kontrollü Hasar)	

### 5.1.2 Bina Bazında Spektral Deplasman Kapasitelerinin Karşılaştırılması

Bu bölümde analizi yapılan 12 binanın mevcut bina değerlendirmesine göre performans noktasına karşılık gelen spektral ivme ve spektral deplasmanlar Tablo 5.3 ve Tablo 5.4'te verilmiştir.

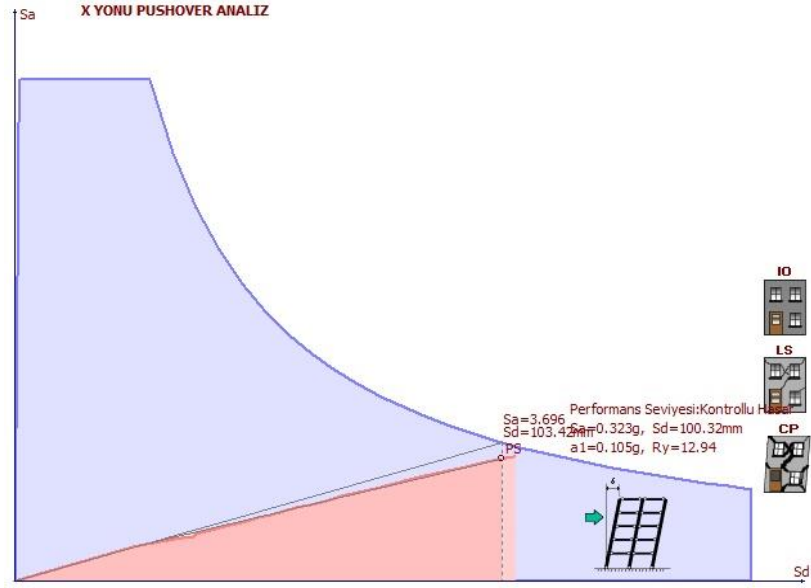
**Tablo 5.3:** Spektral İvme (Sa) Kapasitesinin Karşılaştırılması

	<b>T2007-P2007</b>	<b>T2007-P2018</b>	<b>T2018-P2007</b>	<b>T2018-P2018</b>
<b>3</b>	1.0g	0.98g	1.0g	0.98g
<b>5</b>	0.75g	0.65g	1.0g	0.79g
<b>7</b>	0.50g	0.32g	0.55g	0.44g

**Tablo 5.4:** Spektral Deplasman (Sd) Kapasitesinin Karşılaştırılması

<b>(mm)</b>	<b>T2007-P2007</b>	<b>T2007-P2018</b>	<b>T2018-P2007</b>	<b>T2018-P2018</b>
<b>3</b>	54.53	40.77	43.83	35.02
<b>5</b>	136.95	99.01	151.18	93.19
<b>7</b>	115.20	100.32	103.72	90.18

Tablo 5.3 ve Tablo 5.4'te performansı yapılan binaların TDBY-2018 yönetmeliğinde spektral ivmesi (Sa) ve spektral deplasmanları (Sd) daha az hesaplanmıştır. TBDY-2018 yönetmeliğinin daha güvenli tarafta kaldığı sonucuna ulaşılmaktadır. Şekil 5.1'de örnek olarak DBHYBHY-2007'ye göre tasarlanan 7 katlı binanın TBDY-2018'e göre performans analizinden bulunan kapasite eğrisi gösterilmiştir.



**Şekil 5.1:** 7 Katlı T2007-P2018 Binasına ait örnek kapasite eğrisi

12 Model için yapılan performans analizi sonrası bina bazında meydana gelen deplasman kapasiteleri Tablo 5.5'te gösterilmiştir. TBY-2018 yönetmeliğinde x ve y deprem yönü için performans analizlerinden bulunan deplasman kapasiteleri daha az hesaplanmıştır. Sonuç olarak TBDY-2018'in daha güvenli tarafta kaldığı görülmektedir.

**Tablo 5.5:** Bina Bazında Deplasman Kapasitelerinin Karşılaştırılması

Kat Adedi	Bina Modelleri	$S_{d_x}$ (cm)	$S_{d_y}$ (cm)
3	3K-T2007-P2007	5.5	4.6
	3K-T2007-P2018	3.9	3.3
	3K-T2018-P2007	4.5	4.2
	3K-T2018-P2018	3.4	2.9
5	5K-T2007-P2007	13.3	12.4
	5K-T2007-P2018	11.2	10.2
	5K-T2018-P2007	16.3	14.9
	5K-T2018-P2018	9.1	8.5
7	7K-T2007-P2007	10.7	10.2
	7K-T2007-P2018	10.3	9.2
	7K-T2018-P2007	9.3	9.2
	7K-T2018-P2018	8.9	8.1

### 5.1.3 Bina Bazında Bulunan Performans Periyotlarının Karşılaştırılması

Seçilen örnek 3, 5 ve 7 katlı binalar için 4. Bölümde bina tasarımında bulunan periyotlar ile bu Bölümde performans değerlendirilmesi yapıldıktan sonraki periyotlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar Tablo 5.6'da gösterilmiştir. Periyot karşılaştırılması yapılırken; TBDY-2018 yönetmeliğinde yeni bina analizi yapılan binaların periyotları daha fazla hesaplanmaktadır. Bunun nedeni 4. Bölümde belirtildiği gibi etkin kesit rijitliği ile ilgilidir. Yeni yapılan binalarda DBYBHY-2007 yönetmeliğinde çatlama kesit rijitliği kullanılmadığı için periyot değerleri düşük bulunmuştur.

TBDY-2018 yönetmeliğinde doğrusal olmayan performans analizi yapılan 3 ve 5 katlı betonarme binada daha az periyot değeri hesaplanmıştır. Buna karşılık olarak 7 katlı binada daha büyük periyot değeri okunmuştur. Bölüm 4.2.3'de belirtildiği gibi TBDY-2018 yönetmelikleri için tasarlanan seçili örnek binaların hepsinde periyot değerleri yüksek bulunmuştur. Yeni bina tasarımı ve mevcut bina değerlendirilmesi yapılırken yönetmelikler için Bölüm 3.2.1.7'de verilen çatlama kesit rijitlik şartları kullanılmaktadır. Yönetmelikler arası doğrusal olmayan hesap yönteminde kullanılan çatlama kesit rijitliği hesabındaki farklılığından periyot değerleri de etkilenmiştir.

**Tablo 5.6:** Periyot Karşılaştırılması

	Tasarım		Performans			
	T2007	T2018	T2007-P2007	T2007-P2018	T2018-P2007	T2018-P2018
<b>3</b>	0.31	0.39	0.46	0.41	0.42	0.38
<b>5</b>	0.58	0.70	0.86	0.78	0.78	0.69
<b>7</b>	0.63	0.91	0.96	1.03	0.87	0.91

## 5.2 Eleman Bazında Performans Değerlendirilmesi

Eleman bazında performans değerlendirilmesi yaparken kiriş, kolon varsa perdelerin hasar yüzdeleri, kesme kuvvetleri ( $V_e$ ) ve kesme dayanımları ( $V_r$ ) karşılaştırılmıştır.

### 5.2.1 Eleman Bazında Performans Hasar Yüzdeleri

Seçilen örnek 3, 5 ve 7 katlı binalar için kiriş hasar yüzdesi ve kolon kesme kuvvet dağılımları Tablo 5.7’de gösterilmiştir. Detaylı tablolar EK B’de yer almaktadır. Önek binalar kıyaslandığında 3 katlı bina için çok farklı hasar sınır değerleri hesaplanmamıştır. Fakat 5 ve 7 katlı binaların performans hasar yüzdeleri kıyaslandığında ise TBDY-2018 yönetmeliğinin hasar sınır değerleri fazla hesaplanmıştır. Öneğin 5 katlı bina için T2007-P2007 modeline karşılık gelen maksimum kiriş hasar yüzdesi 5.6’sı ileri hasarda kalırken, T2007-P2018 modeline karşılık gelen maksimum kiriş hasar yüzdesi 22.2’si ileri hasarda kalmıştır. Her ne kadar performans şartları değişse de mevcut bina değerlendirilmesi yapılırken TBDY-2018 yönetmeliği daha güvenli tarafta kaldığı görülmektedir.

**Tablo 5.7:** Performans Seviyelerine Göre Maks. Kesit Hasar Yüzdeleri

Bina	Performans İsmi	Maks. Kiriş Hasar Yüzdesi	Maks. Kolon Kesme Kuvveti
3	T2007-P2007	0	0
	T2007-P2018	10 (BH)	57.7 (BH)
	T2018-P2007	9.1 (BH)	0
	T2018-P2018	9.1 (BH)	11.8 (BH)
5	T2007-P2007	5.6 (IH)	19.6 (BH)
	T2007-P2018	22.2 (IH)	100 (BH)
	T2018-P2007	16.7 (IH)	17.8 (BH)
	T2018-P2018	44.4 (BH)	100 (BH)
7	T2007-P2007	5 (BH)	1.1 (BH)
	T2007-P2018	12.5 (BH)	22.6 (BH)
	T2018-P2007	4.2 (BH)	0
	T2018-P2018	6.3 (BH)	21.3 (BH)

## 5.2.2 Eleman Bazında Kesme Kuvvetinin ( $V_e$ ) ve Kesme Dayanımının ( $V_r$ ) Karşılaştırılması

Seçilen 3, 5 ve 7 katlı betonarme binaların performans analizinden elde edilen kesme kuvveti ve kesme dayanımlarının ortalamaları Tablo 5.8 ve Tablo 5.9'da gösterilmiştir. Örnek binaların performans analiz sonucunda bulunan detaylı kesme kuvveti ve kesme dayanım değerleri EK C'de verilmiştir. TBDY-2018 yönetmeliğinde kesme kuvveti değerleri daha az hesaplanmaktadır. Bunun nedeni kuşatılmış ve kuşatılmamış birleşimlerde  $V_e$  denklemindeki katsayıların farklılığından dolayıdır. (Bkz. Denklem 3.55-3.56). TBDY-2018 yönetmeliğinde kesme dayanımı değerleri ise daha fazla hesaplanmıştır. Bunun nedeni ise yine  $V_r$  denklemindeki katsayılarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. (Bkz. Denklem 3.55-3.56)

Sonuç olarak  $V_e \leq V_r$  koşulu ile TBDY-2018 yönetmeliğindeki değerlerde  $V_e$ 'nin az,  $V_r$ 'nin fazla olduğu görülmüştür. TBDY-2018 yönetmeliğinde bina kesme dayanım sınırının fazla olmasından dolayı 2018 yönetmeliği daha güvenli tarafta kalmaktadır.

**Tablo 5.8:** 3, 5 ve 7 Katlı Binaların Kesme Kuvvetinin Karşılaştırılması

$V_e (+X)_{ORT}$	T2007-P2007	T2007-P2018	T2018-P2007	T2018-P2018
3 KAT	21.32	15.41	22.19	18.60
5 KAT	27.52	17.51	31.80	26.88
7 KAT	35.87	27.77	41.17	32.95

**Tablo 5.9:** 3, 5 ve 7 Katlı Binaların Kesme Dayanımının Karşılaştırılması

$V_r (+X)_{ORT}$	T2007-P2007	T2007-P2018	T2018-P2007	T2018-P2018
3 KAT	44.73	46.34	37.20	38.30
5 KAT	70.77	74.00	69.69	87.58
7 KAT	99.81	99.42	114.84	105.52

### **5.3 Örnek Binaların Performansından Çıkarılan Sonuçlar**

TBDY-2018 yönetmeliğinde seçilen örnek 3, 5 ve 7 katlı mevcut binaların deplasman kapasitelerinin daha az olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca TBDY-2018 yönetmeliği DBYBHY-2007 yönetmeliğine göre daha güvenli tarafta kaldığı görülmektedir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında 2018 Yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinin, 2007 yılında yürürlüğe giren ve eski yönetmelik olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliği arasındaki farklar incelenmiştir.

- TBDY-2018 yönetmeliği tasarım sırasında hem DGT hem de ŞGDT yaklaşımlarının kullanılmasına imkan vermektedir. DBYBHY-2007’de ise doğrusal olmayan analiz yaklaşımı sadece mevcut binaların değerlendirilmesi için kullanılabilir.
- TBDY-2018 yönetmeliğinde taşıyıcı sistem davranış katsayısı olan R değerinin kapsamı değişmiştir. Bununla birlikte dayanım fazlalığını temsil eden D katsayısı gelmiştir.
- TBDY-2018’de deprem bölgeleri yaklaşımı kaldırılmış ve yerine depremi tarif etmek amacıyla parsel bazında ivme katsayıları tarif getirilmiştir. Deprem hesaplarında kullanılan sabit ivme ve sabit hız bölgelerini tarif eden ifadeler de değiştirilmiştir. Bütün bu değişiklikler gerek dayanıma göre tasarımda göz önüne alınan ivme taleplerini ve gerekse de doğrusal olmayan analizde göz önüne alınan deformasyon taleplerini önemli ölçüde etkilemiştir.
- Hesap sırasında çatlamış beton davranışını göz önüne alan etkin kesit rijitliklerinin kullanılması da hesap sonuçlarını önemli ölçüde etkilemektedir. 2018 yönetmeliğinde tasarım sırasında da etkin kesit rijitliğinin kullanılması, özellikle sabit hız bölgesinde yer alan 5 ve 7 katlı binalarda ivme taleplerinin azalmasına fakat deplasman taleplerinin artmasına sebep olmuştur. Azalan kesit rijitlikleri hesaplanan periyod değerlerinin uzamasına ve kat seviyelerinde oluşan görece ötelenmelerin büyümesine sebep olmaktadır. Bu durum burulma düzensizliklerinin ve ikinci mertebeye etkilerinin de artmasına yol açmıştır.
- TBDY-2018 yönetmeliğinde daha da büyüyen minimum kolon-kiriş kesit boyutları, tasarımda kullanılan betonarme elemanların kesitlerinin büyümesine sebep olmuştur. Bu durum TBDY-2018 yönetmeliğine göre



tasarlanan binaların ağırlığının DBYBHY-2007'ye göre tasarlanan binalara kıyasla yaklaşık %10 civarında artmasına sebep olmaktadır.

- TBDY-2018 yönetmeliği ile birlikte minimum kullanılması gereken kolon, kiriş ve perde boyutlarında meydana gelen ağırlık artışı beton metrajının da artmasına sebep olmuştur. Toplam metrajın artmasıyla yapım maliyetleri de yükselmiştir. Tez kapsamında incelenen binalara bakıldığında 3 katlıda % 3.07, 5 katlıda % 4.90 ve 7 katlıda % 7.02 maliyet artışı görülmüştür.
- 2007 ve 2018 yönetmeliklerine göre yapılan performans analizleri sonrası 3, 5 ve 7 katlı binalar için hesaplanan titreşim periyotları birbirine yakındır. Doğrusal olmayan analizde TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmelikleri çatlamış kesit rijitliğini kullanıldığından titreşim periyotları benzer seviyelerdedir. 2007 ve 2018 yönetmeliklerine göre dayanıma göre yapılan tasarımda titreşim periyotları arasında büyük farklılıklar oluşurken, performans analizi sırasında 2 yönetmelik arasındaki periyot farklılıkları azalmaktadır.
- Performans analizlerinden elde edilen sonuçlar 2018 yönetmeliğinin 2007 yönetmeliğine kıyasla daha muhafazakâr sonuçlar verdiğini göstermektedir. 2018 yönetmeliğine göre hesaplanan kesit deformasyon kapasiteleri ve dolayısı ile de bina deplasman kapasiteleri daha düşüktür. Bu durum 2018 yönetmeliğine göre öngörülen deprem performanslarının 2007 yönetmeliğine kıyasla daha güvenli tarafta kalan sonuçlar verdiğini göstermektedir.

## 7. KAYNAKLAR

Akın, H.E., ''Betonarme Binaların Deprem Performanslarının Değerlendirilmesi Ve Güçlendirilmesi'', Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, (2019).

Aşığçel, Z., ''Betonarme Binalarda Deprem Etkisinin DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Karşılaştırılması'', Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, (2019).

Canbay, E., Ersoy U., Özcebe G., Sucuoğlu H., Wasti S. T., *Binalar İçin Deprem Mühendisliği Temel İlkeler*, Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık (2008).

Celep, Z., ''Betonarme Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış: Plastik Mafsal Kabulü ve Çözümleme'', *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, (2007).

Celep, Z., Kumbasar N., Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul: Beta Dağıtım, (2004).

Celep, Z., Kumbasar N., Betonarme Yapılar, İstanbul: Beta Dağıtım, (2005).

DBYYHY-2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, (2007).

Demir, A., Kayhan, A.H., ''Deprem Yönetmeliği 2007 Ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği İle Uyumlu Zaman Tanım Alanında Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması'', 4.Uluslararası Deprem Deprem Mühendisliği Ve Sismoloji Konferansı, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, (2017).

Ekici, E., ''CoMPArison Of Observed Structural Damages and Code Given Structural Performance Limits'', Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2011).

Eldemir, O., “DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 Yönetmeliklerinin Mevcut Yapıların Sismik Davranış Özellikleri Açısından Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2019).

Elyasino, M.A.,”DBYBHY Ve TBDY İle Uyumlu Gerçek İvme Kaydı Setleri Kullanılarak Elde Edilen Maksimum Ötelenme Taleplerinin Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2018).

Erdem, M., M., Bikçe, M., ‘Maksimum Azaltılmış Göreli Kat Ötelenmelerinin Güncel (DBYBHY2007) Ve Yeni Yönetmelik Taslağına (TBDY2016) Göre Mukayesesi’’, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(2), ss.253-262, (2017)

Ersoy, U., Özcebe G., “Sarılmış Betonarme Kesitlerde Moment Eğrilik İlişkisi Analitik Bir İrdeleme”, *İmo Teknik Dergi*, 1799-1827, (1998).

Ertosun Karabulut, Z., ‘Farklı Zemin Parametreleri Kullanılarak Oluşturulmuş Betonarme Binaların 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Statik Analizi Ve Maliyet Hesabı’’, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Van, (2019).

Hava, Ş., ‘Betonarme Bir Binanın Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle TDY 2007 Ve TBDY 2018 Yönetmeliklerine Göre Analizi’’, Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya, (2019).

İzci, Ş.F., ‘Yönetmeliklere Göre Kesit Hasar Sınırlarının Belirlenmesi’’, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2021).

Karadağ, D.,”Betonarme Binaların Tasarımı Açısından 2007 ve 2018 Türkiye Deprem Yönetmelikleri'nin karşılaştırılması’’, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı , Mekanik Bilim Dalı, Erzurum , (2019).

Keskin, E., Bozdoğan, K., B., “2007 Ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Kırklareli İli Özelinde Değerlendirilmesi”, Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kayalı Yerleşkesi, 4-1 (2018), 74 – 90.

Koçer, M., Nakipoğlu, A., Öztürk, B., Al-Hagri, M., G., Arslan, M., H., “Deprem Kuvvetine Esas Spektral İvme Değerlerinin TBDY 2018 Ve TDY 2007’ye Göre Karşılaştırılması”, Selçuk Üniversitesi Teknik Dergisi, Cilt 17, Sayı 2, 1302-6178, (2018).

Kop, M., “Mevcut Binaların Değerlendirilmesinde Yeni Deprem Yönetmeliği Yaklaşımı”, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum, (2020).

Nemutlu, Ö.F., “2007-2018 Türk Deprem Yönetmeliklerinin ve Amerikan Deprem Yönetmeliğinin Deprem Hesapları Açısından Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2019).

Özgören, A.Ş., “Planda çıkıntı düzensizliğe sahip betonarme yapıların TBDY 2018 ve DBYBHY 2007’ye göre davranışının incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2019).

Öztürk, M., “2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası İle İlgili İç Anadolu Bölgesi Bazında Bir Değerlendirme”, Selçuk Üniversitesi Teknik Dergisi, Cilt 17 Sayı 2, 1302-6178, (2018).

Öztürk, M., Demir, A., Dok, G., Güç, H., “Betonarme Kolonların Etkin Kesit Rijitlikleri Üzerine Yönetmeliklerin Yaklaşımları”, 4.Uluslararası Deprem Deprem Mühendisliği Ve Sismoloji Konferansı, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, (2017).

Solmaz, Y., “Mevcut Betonarme Bir Binanın Perdelerle Güçlendirilmesi Ve Yapısal Performansının TBDY-2018’e Göre Değerlendirilmesi”, Yüksek

Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2019).

Sümeli, O.H., ‘‘Mevcut Betonarme Bir Bina Üzerinde 2007 Ve 2017 Deprem Yönetmeliklerinin Karşılaştırılması’’ Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2019).

Şahin, Y., ‘‘Mevcut Bir Betonarme Binanın 2019 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’ne Göre Zaman Tanım Alanında Analizinin Yapılarak Performansının Belirlenmesi Ve Çelik Güçlendirme Önerileri’’, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2019).

TBDY-2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Başkanlığı, Ankara, Türkiye, (2018).

Tunç. Dr. G., Tanfener, T., ‘‘2007 ve 2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliklerinin Örneklerle Mukayesesi’’, 3.Ulusal Yapı Kongresi Ve Sergisi Teknik Tasarım, Güvenlik Ve Erişebilirlik, Ankara, (2016).

Türk Standardı-TS498, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, (1997).

Türk Standardı-TS500, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, (2000).

Türk Standardı-TS708, Çelik-Betonarme İçin-Donatı Çeliği, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, (2010).

Zorlu, M., Akbaş, B., ‘‘Yeni Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’ne Göre Çelik Yapı Tasarımı’’, Uluslararası Katılımlı 7. Çelik Yapılar Sempozyumu.

# **EKLER**

## 8. EKLER

### EK A Örnek Binalara Ait Sismik Tehlike Haritaları ve Raporları

**AFAD**



#### Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması

##### Kullanıcı Girdileri

Rapor Başlığı:	3 KATLI
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:	38.30177°
Boylam:	29.73173°

##### Çıktılar

$$S_S = 0.853 \quad S_1 = 0.198 \quad S_{DS} = 0.988 \quad S_{D1} = 0.436$$
$$PGA = 0.353 \quad PGV = 19.960$$

$S_S$  : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

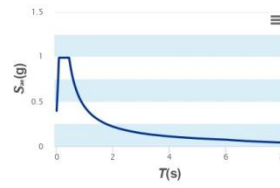
$S_{DS}$  : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

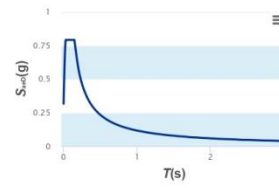
$PGA$  : En büyük yer ivmesi [g]

$PGV$  : En büyük yer hızı [cm/sn]

##### Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



##### Düşey Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil A.1: 3 Katlı Binanın Sismik Tehlike Haritası Raporu

## Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması

### Kullanıcı Girdileri

Rapor Başlığı:	5 KATLI
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:	37.7767°
Boylam	29.08353°

### Çıktılar

$S_s = 1.133$	$S_1 = 0.262$	$S_{DS} = 1.186$	$S_{D1} = 0.544$
$PGA = 0.462$	$PGV = 26.171$		

$S_s$  : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

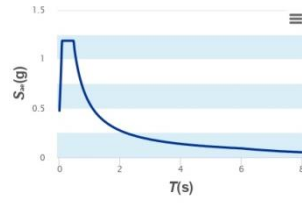
$S_{DS}$  : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

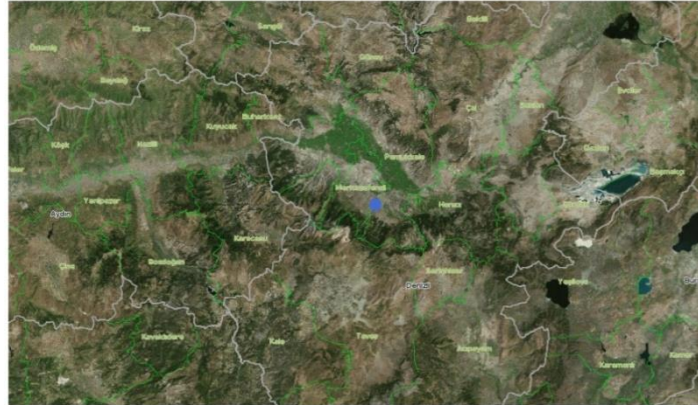
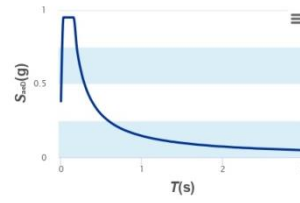
PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



Düşey Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil A.2: 5 Katlı Bina'nın Sismik Tehlike Haritası Raporu



## Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması

### Kullanıcı Girdileri

Rapor Başlığı:	7 KATLI
Deprem Yer Hareketi Düzeyi:	DD-2 50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı:	ZC Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar
Enlem:	37.79301°
Boylam:	29.00264°

### Çıktılar

$$S_S = 1.132 \quad S_1 = 0.264 \quad S_{DS} = 1.358 \quad S_{D1} = 0.396$$

$$PGA = 0.462 \quad PGV = 26.350$$

$S_S$  : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

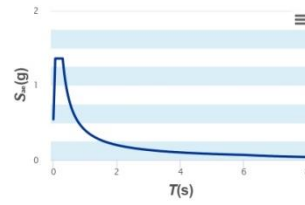
$S_{DS}$  : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

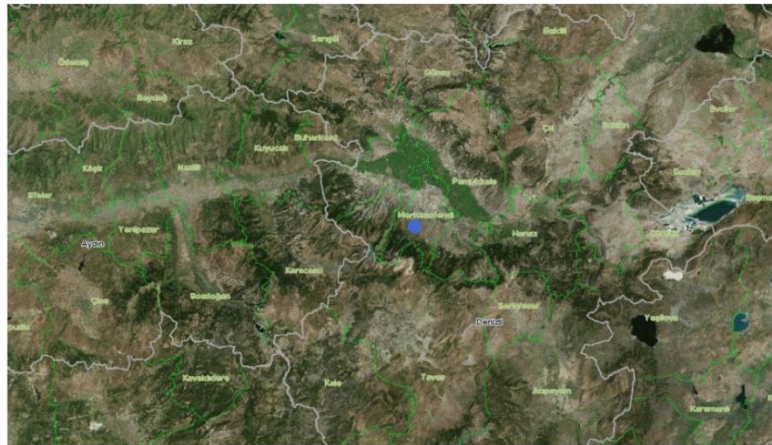
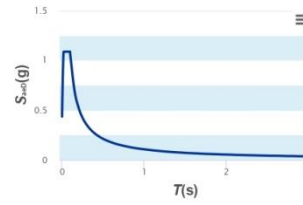
PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



Düşey Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil A.3: 7 Katlı Binanın Sismik Tehlike Haritası Raporu

## EK B Performans Hasar Yüzdeleri

**Tablo B.1:** 3 Katlı Bina T2007-P2007 için Kiriş Hasar Yüzdeleri

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100											

**Tablo B.2:** 3 Katlı Bina T2007-P2007 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100											

**Tablo B.3:** 3 Katlı Bina T2007-P2007 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100											

**Tablo B.4:** 3 Katlı Bina T2007-P2018 için Kiriş Hasar Yüzdeleri

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	90	10	0	100	0	0	100	0	0
Max	100	0			<b>10.0</b>							

**Tablo B.5:** 3 Katlı Bina T2007-P2018 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	86.3	13.7	0	93.1	6.9	0	88.4	11.6	0
1	100	0	0	88.0	12.0	0	51.2	48.8	0	42.3	57.7	0
Max	100										57.7	

**Tablo B.6:** 3 Katlı Bina T2007-P2018 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100											

**Tablo B.7:** 3 Katlı Bina T2018-P2007 için Kiriş Hasar Yüzdeleri

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	90.9	9.1	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100							9.1				

**Tablo B.8:** 3 Katlı Bina T2018-P2007 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100											

**Tablo B.9:** 3 Katlı Bina T2018-P2007 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100											

**Tablo B.10:** 3 Katlı Bina T2018-P2018 için Kiriş Hasar Yüzdeleri

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	90.9	9.1	0	100	0	0
Max	100							<b>9.1</b>				

**Tablo B.11:** 3 Katlı Bina T2018-P2018 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	88.2	11.8	0	89.8	10.2	0	88.9	11.1	0
Max	100				<b>11.8</b>							

**Tablo B.12:** 3 Katlı Bina T2018-P2018 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100											

**Tablo B.13:** 5 Katlı Bina T2007-P2007 için Kiriş Hasar Yüzdeleri

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	94.4	5.6	0	100	0	0	95.5	4.5	0	95.5	4.5	0
2	77.8	22.2	0	77.8	22.2	0	72.7	27.3	0	72.7	27.3	0
1	72.2	27.8	5.6	66.7	33.3	0	72.7	27.3	0	68.2	31.8	0
Max	100		<b>5.6</b>									

**Tablo B.14:** 5 Katlı Bina T2007-P2007 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	100	0	0	100	0	0	92.9	7.1	0	89.5	10.5	0
2	100	0	0	100	0	0	89.8	10.2	0	83.6	16.4	0
1	100	0	0	100	0	0	93.5	6.5	0	80.4	19.6	0
Max	100										<b>19.6</b>	

**Tablo B.15:** 5 Katlı Bina T2007-P2007 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100		<b>0</b>									

**Tablo B.16:** 5 Katlı Bina T2007-P2018 için Kiriş Hasar Yüzdeleri

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
5	100	0	0	100	0	0	95.5	4.5	0	100	0	0
4	72.2	27.8	0	100	0	0	50.0	50.0	0	100	0	0
3	66.7	33.3	0	88.9	11.1	0	50.0	50.0	0	86.4	13.6	0
2	55.6	22.2	22.2	66.7	33.3	0	50.0	36.4	13.6	63.6	36.4	0
1	50.0	38.9	11.1	55.6	44.4	0	45.5	54.5	0	72.7	27.3	0
Max	100		<b>22.2</b>									

**Tablo B.17:** 5 Katlı Bina T2007-P2018 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	28.1	71.9	0	34.8	65.2	0	92.1	7.9	0	92.1	7.9	0
3	15.8	84.2	0	0	100	0	41.2	58.8	0	30.3	69.7	0
2	3.9	96.1	0	0	100	0	20.5	79.5	0	14.2	85.8	0
1	4.0	96.0	0	4.0	96.0	0	39.1	60.9	0	28.3	71.7	0
Max	100				<b>100</b>							

**Tablo B.18:** 5 Katlı Bina T2007-P2018 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100											

**Tablo B.19** 5 Katlı Bina T2018-P2007 için Kiriş Hasar Yüzdeleri

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	66.7	33.3	0	72.2	27.8	0	68.2	31.8	0	68.2	31.8	0
2	33.3	50.0	16.7	33.3	66.7	0	40.9	59.1	0	40.9	59.1	0
1	33.3	50.0	16.7	33.3	66.7	0	40.9	59.1	0	45.5	54.5	0
Max	100		<b>16.7</b>									

**Tablo B.20:** 5 Katlı Bina T2018-P2007 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	100	0	0	100	0	0	93.6	6.4	0	97.2	2.8	0
2	100	0	0	100	0	0	90.4	9.6	0	89.2	10.8	0
1	100	0	0	100	0	0	82.2	17.8	0	86.1	13.9	0
Max	100							<b>17.8</b>				

**Tablo B.21:** 5 Katlı Bina T2018-P2007 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100											

**Tablo B.22:** 5 Katlı Bina T2018-P2018 için Kiriş Hasar Yüzdeleri

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	94.4	5.6	0	83.3	16.7	0	95.5	4.5	0	95.5	4.5	0
2	55.6	44.4	0	55.6	44.4	0	59.1	40.9	0	59.1	40.9	0
1	72.2	27.8	0	61.1	38.9	0	72.7	27.3	0	77.3	22.7	0
Max		<b>44.4</b>		100								

**Tablo B.23:** 5 Katlı Bina T2018-P2018 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	53.1	46.9	0	52.9	47.1	0
3	67.1	32.9	0	88.8	11.2	0	0	100	0	0	100	0
2	27.2	72.8	0	70.5	29.5	0	0	100	0	0	100	0
1	25.3	74.7	0	62.1	37.9	0	0	100	0	0	100	0
Max	100							<b>100</b>				

**Tablo B.24:** 5 Katlı Bina T2018-P2018 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100											

**Tablo B.25:** 7 Katlı Bina T2007-P2007 için Kiriş Hasar Yüzdeleri

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
7	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
6	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
5	95.8	4.2	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	95.8	4.2	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	95.8	4.2	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	95.0	5.0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100							5.0				

**Tablo B.26:** 7 Katlı Bina T2007-P2007 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
7	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
6	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	98.9	1.1	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	99.0	1.0	0
Max	100										1.1	



**Tablo B.27:** 7 Katlı Bina T2007-P2007 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
7	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
6	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	97.3	2.7	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	96.5	3.5	0
Max	100										3.5	

**Tablo B.28:** 7 Katlı Bina T2007-P2018 için Kiriş Hasar Yüzdeleri

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
7	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
6	100	0	0	95.8	4.2	0	100	0	0	100	0	0
5	100	0	0	95.8	4.2	0	100	0	0	92.0	8.0	0
4	91.7	8.3	0	91.7	8.3	0	96.0	4.0	0	92.0	8.0	0
3	91.7	8.3	0	91.7	8.3	0	100	0	0	92.0	8.0	0
2	100	0	0	94.7	5.3	0	95.0	5.0	0	90.0	10.0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	87.5	12.5	0
Max	100	0									12.5	

**Tablo B.29:** 7 Katlı Bina T2007-P2018 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	H	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
7	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
6	100	0	0	100	0	0	100	0	0	94.1	5.9	0
5	100	0	0	100	0	0	93.8	6.2	0	92.0	8.0	0
4	91.7	8.3	0	100	0	0	82.6	17.4	0	77.4	22.6	0
3	85.4	14.6	0	100	0	0	82.2	17.8	0	80.0	20.0	0
2	90.5	9.5	0	98.0	2.0	0	91.3	8.7	0	90.1	9.9	0
1	85.3	14.7	0	97.7	2.3	0	89.1	10.9	0	80.7	19.3	0
Max	100										22.6	

**Tablo B.30:** 7 Katlı Bina T2007-P2018 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
7	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
6	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	<b>100</b>	<b>0</b>										

**Tablo B.31:** 7 Katlı Bina T2018-P2007 için Kiriş Hasar Yüzdeleri

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
7	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
6	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	95.8	4.2	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100	<b>4.2</b>										

**Tablo B.32:** 7 Katlı Bina T2018-P2007 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
7	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
6	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100											

**Tablo B.33:** 7 Katlı Bina T2018-P2007 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB	MH	BH	IH+GB
7	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
6	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	<b>100</b>											

**Tablo B.34:** 7 Katlı Bina T2018-P2018 için Kiriş Hasar Yüzdeleri

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
7	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
6	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	95.8	4.2	0	95.8	4.2	0	96.0	4.0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	95.0	5.0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	93.8	6.3	0
Max	100										<b>6.3</b>	

**Tablo B.35:** 7 Katlı Bina T2018-P2018 için Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	H	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
7	100	0	0	100	0	0	98.7	1.3	0	100	0	0
6	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	96.4	3.6	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	93.6	6.4	0
3	95.3	4.7	0	100	0	0	97.8	2.2	0	84.1	15.9	0
2	92.3	7.7	0	100	0	0	91.2	8.8	0	88.7	11.3	0
1	86.9	13.1	0	98.3	1.7	0	89.4	10.6	0	78.7	21.3	0
Max	100										<b>21.3</b>	

**Tablo B.36:** 7 Katlı Bina T2018-P2018 için Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

Kat	(-X)			(+X)			(-Y)			(+Y)		
	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB	SH	BH	IH+GB
7	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
6	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Max	100											

### EK C Performans Kesme Kuvveti ve Kesme Dayanımı

**Tablo C.1:** 3 Katlı Betonarme Binanın Kesme Kuvvetinin Karşılaştırılması

Ve (+X)	T2007-P2007	T2007-P2018	T2018-P2007	T2018-P2018
S101	11.97	9.47	14.27	10.73
S102	35.40	19.99	33.62	28.64
S103	36.02	24.97	34.36	29.64
S104	12.13	9.13	14.71	12.78
S105	13.20	11.95	16.26	14.22
S106	12.49	9.97	15.33	13.12
S107	13.70	12.10	16.18	14.52
S108	38.19	25.94	36.08	30.84
S109	27.60	19.49	24.95	18.50
S110	27.16	20.31	27.90	22.33
S111	17.05	12.50	19.57	17.18
S112	12.18	9.32	14.07	11.66
S113	14.09	9.71	16.24	13.37
S114	27.23	20.89	27.15	22.92
ORT.	21.32	15.41	22.19	18.60

**Tablo C.2:** 3 Katlı Betonarme Binanın Kesme Dayanımının Karşılaştırılması

Vr (+X)	T2007-P2007	T2007-P2018	T2018-P2007	T2018-P2018
S101	25.76	27.65	27.73	29.14
S102	71.96	53.83	48.08	48.08
S103	72.01	91.79	48.13	48.13
S104	25.80	27.69	27.77	29.18
S105	33.29	46.59	34.95	37.15
S106	33.21	46.51	34.88	37.07
S107	33.25	46.56	34.92	37.12
S108	72.09	53.95	48.20	48.19
S109	48.08	38.56	38.70	43.98
S110	53.84	59.73	38.74	44.01
S111	33.35	46.66	35.02	37.21
S112	25.81	27.71	27.79	29.20
S113	25.77	27.66	27.74	29.15
S114	71.99	53.86	48.11	38.58
ORT.	44.73	46.34	37.20	38.30

**Tablo C.3: 5 Katlı Betonarme Binanın Kesme Kuvvetinin Karşılaştırılması**

Ve (+X)	T2007-P2007	T2007-P2018	T2018-P2007	T2018-P2018
S101	31.23	12.41	35.14	28.57
S102	14.57	9.76	16.68	13.53
S103	32.77	6.22	39.88	26.76
S104	50.23	17.72	55.30	48.02
S105	19.76	23.17	23.10	17.48
S106	27.47	25.16	32.16	27.10
S107	29.37	38.73	45.97	45.26
S108	26.19	27.07	30.02	26.66
S109	48.34	24.62	50.17	44.74
S110	48.68	12.50	52.48	45.36
S111	19.15	21.17	23.30	17.72
S112	15.57	12.67	17.13	15.86
S113	35.81	17.80	43.91	39.4
S114	17.01	8.69	18.37	14.26
S115	29.99	12.89	33.83	23.32
S116	17.57	12.60	19.51	16.86
S117	14.44	16.07	16.83	14.05
S118	17.18	15.93	18.55	18.88
ORT.	27.52	17.51	31.80	26.88

**Tablo C.4: 5 Katlı Betonarme Binanın Kesme Dayanımının Karşılaştırılması**

Vr (+X)	T2007-P2007	T2007-P2018	T2018-P2007	T2018-P2018
S101	93.88	93.88	75.56	60.78
S102	33.42	33.92	38.09	39.42
S103	93.98	72.54	81.66	74.13
S104	118.47	118.46	119.74	115.38
S105	42.52	42.51	38.10	65.80
S106	93.71	93.72	75.40	75.40
S107	93.52	93.53	125.53	101.81
S108	93.59	93.59	75.28	75.28
S109	80.06	99.84	115.34	104.56
S110	118.41	177.75	119.69	303.26
S111	42.47	59.70	38.06	150.17
S112	42.41	53.14	46.73	65.73
S113	61.97	54.83	68.64	78.12
S114	42.61	42.62	38.22	65.92
S115	93.62	72.19	75.30	60.53
S116	42.65	42.64	38.25	54.07
S117	33.34	33.84	38.00	39.33
S118	53.24	53.23	46.82	46.81
ORT.	70.77	74.00	69.69	87.58

**Tablo C.5: 7 Katlı Betonarme Binanın Kesme Kuvvetinin Karşılaştırılması**

Ve (+X)	T2007-P2007	T2007-P2018	T2018-P2007	T2018-P2018
S101	3.52	6.64	4.56	9.73
S102	3.64	102.77	6.24	108.52
S103	3.16	7.00	3.74	9.90
S104	3.93	7.36	5.49	11.36
S105	2.43	4.63	3.80	8.09
S106	3.26	7.54	4.19	11.75
S107	61.52	95.64	69.92	100.04
S108	6.81	11.71	7.26	13.07
S109	5.90	10.83	5.90	11.73
S110	6.03	25.00	5.29	25.83
S111	2.75	4.01	4.79	7.53
S112	7.35	14.87	7.85	14.84
S113	5.51	10.17	5.84	10.18
S114	2.74	4.38	4.63	8.08
S115	3.67	5.04	6.28	9.54
S116	3.54	4.98	6.02	9.31
S117	517.90	173.86	585.46	217.22
S118	2.06	3.43	3.81	6.37
ORT.	35.87	27.77	41.17	32.95



**Tablo C.6:** 7 Katlı Betonarme Binanın Kesme Dayanımının Karşılaştırılması

Vr (+X)	T2007-P2007	T2007-P2018	T2018-P2007	T2018-P2018
S101	39.35	39.34	50.13	50.13
S102	145.10	207.67	145.11	207.64
S103	39.26	39.27	43.72	43.73
S104	39.29	39.34	50.09	50.16
S105	26.03	26.6	31.02	31.06
S106	39.37	39.37	50.16	50.16
S107	180.41	376.13	184.48	384.50
S108	34.41	34.48	34.37	34.45
S109	34.31	34.34	34.26	34.32
S110	119.87	137.26	123.53	123.51
S111	26.49	26.50	34.67	34.69
S112	45.31	49.96	45.31	49.96
S113	34.38	31.22	34.38	31.22
S114	26.35	26.34	34.50	34.50
S115	26.59	26.59	34.74	34.73
S116	26.45	26.45	34.62	34.62
S117	887.70	602.67	1065.85	635.70
S118	25.97	26.05	34.16	34.28
ORT.	99.81	99.42	114.84	105.52

## 9. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Burcu KURAL KALAYCI  
Doğum Yeri ve Tarihi : DENİZLİ / 16.11.1991  
Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi  
Elektronik posta : burcukural1991@gmail.com  
İletişim Adresi : MERKEZEFENDİ / DENİZLİ