

T.C.  
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEĞİŞEN DEPREM YÖNETMENLİKLERİNİN BİNA PERFORMANS VE  
MALİYETLERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Muhammed Ömer ŞENER

AĞUSTOS 2022

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEĞİŞEN DEPREM YÖNETMENLİKLERİNİN BİNA PERFORMANS VE  
MALİYETLERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Hazırlayan  
Muhammed Ömer ŞENER

Danışman  
Doç. Dr. Nusret BOZKURT

Jüri Üyeleri  
Prof. Dr. Hakan ÇOBAN  
Prof. Dr. Salih YAZICIOĞLU  
Doç. Dr. Nusret BOZKURT

AĞUSTOS 2022

## ONAY

Muhammed Ömer ŞENER tarafından hazırlanan “**Değişen Deprem Yönetmenliklerinin Bina Performans Ve Maliyetlerine Etkilerinin Araştırılması**” adlı tez çalışması 09/08/2022 tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Salih YAZICIOĞLU

(Başkan)

Prof. Dr. Hakan ÇOBAN

(Üye)

Doç. Dr. Nusret BOZKURT

(Danışman)

### İmza

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Bu tezin kabulü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../...gün ve .../... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Mehmet Bakır ŞENGÜL

Enstitü Müdürü

**BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI**  
**ETİK BEYANI**

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre hazırlamış olduğum “**Değişen Deprem Yönetmenliklerinin Bina Performans Ve Maliyetlerine Etkilerinin Araştırılması.**” adlı tezimin özgün bir çalışma olduğunu, tez hazırlanırken tüm aşamalarda bilimsel etik ilkelerine uygun davrandığımı, tez kapsamında sunulan tüm verileri bilimsel etik ilkelerine uygun elde ettiğimi, tezde faydalandığım tüm eserlere atıf yaptığımı ve kaynaklar kısmında bu eserleri gösterdiğimi beyan ederim. 09/08/2022

**Muhammed Ömer ŞENER**

**İmza**

## ÖZET

### DEĞİŞEN DEPREM YÖNETMENLİKLERİNİN BİNA PERFORMANS VE MALİYETLERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Muhammed Ömer ŞENER

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nusret BOZKURT

Ağustos 2022, 75 sayfa

Bu tez çalışmasında betonarme binalarda TDY-2007 ve TBDY-2018 deprem yönetmenliklerindeki değişiklikler sonucunda oluşan performans farklarıyla maliyetlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla mod-1 mod-2 mod-3 mod-4 mod-5 mod-6 betonarme yapılar ile toplam 6 modelleme üzerinde IDACAD statik paket programıyla çizimler yapılmış ve deprem performans analizleri hesaplatılmıştır. Kaba inşaat metrajları çıkartılıp maliyet hesapları yapılarak her binanın yönetmenlik değişikliği ile yaşadığı analiz değişimleri ve maliyetleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak bu tez çalışmasında ile TBDY-2007 ve TBDY-2018 deprem yönetmenlikleri değişiklikleri ile betonarme yapılarda performans analizindeki değişimler gözlemlenip maliyetlere nasıl etkidiği belirlenmiştir. Her iki deprem yönetmeliğine göre yapılan analiz verilerine incelendiğinde, seçilen örneklerden bina kat adedinin artmasıyla maliyetlerde göreceli artışlar meydana gelirken yapı performanslarında iyileşmeler gözlenmiştir. Bu tez çalışması için seçilen yapı örneklerindeki maliyet farklılıkları sırasıyla %1.29, %24.86, %31,06 oranlarında olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** TDY-2007, TBDY-2018, deprem performan analizi, metraj-maliyet.

## ABSTRACT

# INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF CHANGING EARTHQUAKE REGULATIONS ON BUILDING PERFORMANCE AND COSTS

Muhammed Ömer ŞENER

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate Education Institute

Department of Civil Engineering

Danışman: Doç. Dr. Nusret BOZKURT

August 2022, 75 pages

In In this thesis, it is aimed to compare the performance differences and costs in reinforced concrete buildings as a result of the changes in the earthquake regulations of TDY-2007 and TBDY-2018.

For this purpose, mod-1 mod-2 mod-3 mod-4 mod-5 mod-6 reinforced concrete structures and 6 models in total were drawn with IDACAD static package program and earthquake performance analyzes were calculated. The rough construction quantities were extracted and cost calculations were made, and the analysis changes and costs experienced by each building with the change in the directive were compared. As a result, in this thesis study, the changes in the TBDY-2007 and TBDY-2018 earthquake regulations and the changes in the performance analysis of reinforced concrete structures were observed and how they affected the costs was determined. Examining the analysis data made according to both earthquake codes, among the selected examples, with the increase in the number of floors of the building, there was a relative increase in the costs, while improvements in the building performances were observed. It was determined that the cost differences in the building samples selected for this thesis were 1.29%, 24.86% and 31.06%, respectively.

**Keywords:** TDY-2007, TBDY-2018, earthquake performance analysis, quantity-cost.

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması sırasında, ilk yüksek lisans öğrenimime başlayarak son aşamaya kadar her konuda benden yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Nusret BOZKURT'a ve dekanımız Sayın Prof. Dr. HAKAN ÇOBAN'a şükranlarımı sunarım.

Bu günlere gelmemde büyük emekleri olan annem Tülay, babam Adnan'a, yoğun çalışma temposunda benden desteğini esirgemeyen eşim Esranur'a teşekkür ederim.

## ÖNSÖZ

Deprem kuşağında bulunan ülkemizde yaşanan doğal afetler dolayısıyla yapı tasarımlarının daha sağlıklı ve güvenilir olması için deprem yönetmenliğinin hazırlanmasına önem verilmektedir.

Yıllar geçtikçe teknolojik gelişmeler ve akademik çalışmalar sayesinde deprem yönetmenliklerinde değişiklikler yapılmıştır.

Bu tez çalışmasında amaç 2018 yılında yapılan deprem yönetmenliği ile 2007 yılında hazırlanmış olan deprem yönetmenliklerini karşılaştırarak yapılan değişiklikler sonucunda yapılardaki deprem performans analizindeki değişiklikleri inceleyerek maliyet farklarını karşılaştırmak



## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

|                                                                         | <u>Sayfa</u> |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>ÖZET</b> .....                                                       | I            |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                   | II           |
| <b>TEŞEKKÜR</b> .....                                                   | III          |
| <b>ÖNSÖZ</b> .....                                                      | IV           |
| <b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....                                         | V            |
| <b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....                                            | VIII         |
| <b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....                                          | IX           |
| <b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....                                            | XI           |
| <b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....                                         | XII          |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....                                                   | 1            |
| 1.1. Amaç.....                                                          | 1            |
| 1.2. Konu İle İlgili Yapılmış Çalışmalar .....                          | 1            |
| 1.3. Deprem .....                                                       | 3            |
| 1.3.1. Deprem Türleri .....                                             | 3            |
| 1.3.1.1 Tektonik Deprem Türleri.....                                    | 3            |
| 1.3.1.2. Volkanik Deprem Türleri .....                                  | 3            |
| 1.3.1.3. Patlama Deprem Türleri .....                                   | 4            |
| 1.3.1.4. Çökme Deprem Türleri.....                                      | 4            |
| 1.3.2. Depremler Nasıl Ölçülür .....                                    | 4            |
| 1.3.2.1. Richter Ölçeği.....                                            | 5            |
| 1.3.2.2. Moment Büyüklük Ölçeği .....                                   | 5            |
| 1.3.2.3. Mercalli Ölçeği .....                                          | 6            |
| 1.4. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılarla İlgili Yönetmenlikler..... | 8            |
| 1.4.1. TBDY-2018 Ve TDY-2007 Arasındaki Önemli Farklar.....             | 9            |
| 1.5. Türkiye Bina Deprem Yönetmenliği (TBDY-2018) .....                 | 13           |
| 1.5.1. Deprem Düzeyleri.....                                            | 13           |
| 1.5.2. Yapı Performans Düzeyleri .....                                  | 14           |
| 1.5.3. Yapı Kullanım Sınıfı Ve Yapı Önem Katsayısı .....                | 14           |
| 1.5.4. Yapı Yüksekliğiyle Yapı Yükseklik Sınıfları.....                 | 15           |
| 1.5.5. Türkiye Deprem Tehlike Haritası.....                             | 16           |
| 1.5.6. Deprem Yer Hareketi Spektrumu .....                              | 17           |

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.5.7. Depremi Tasarımsal Sınıflandırılması.....                                                                  | 20 |
| 1.5.8. Yapı Performans İstemleri Ve Uygulanacak Tasarımlar İçin Deprem Etkisinde Ki Yaklaşımları .....            | 21 |
| 1.5.9. Binaların Taşıyıcı Unsurlarının Tanımlanması Ve Deprem Yüklerinin Etkisi .....                             | 23 |
| 1.6. Betonarme Binalarda Sıkça Karşılaşılan Deprem Hasarları.....                                                 | 24 |
| 1.6.1. Sıva Çatlakları .....                                                                                      | 24 |
| 1.6.2. Dolgu Duvar Hasarları .....                                                                                | 24 |
| 1.6.3. Taşıyıcı Sistem Hasarları.....                                                                             | 25 |
| 1.6.3.1 Kolonlarda Hasarlar.....                                                                                  | 25 |
| 1.6.3.2. Kirişlerde Hasarlar.....                                                                                 | 26 |
| 1.6.3.3. Döşeme Hasarları .....                                                                                   | 27 |
| 1.6.3.4. Perde Duvar Hasarları .....                                                                              | 28 |
| 1.6.3.5. Sistem Seçiminden Oluşan Sebepler .....                                                                  | 29 |
| 1.7. Deprem Etkileri Altında Bulunan Yapıların Hesap Esasları .....                                               | 30 |
| 1.7.1. Genel Esaslar .....                                                                                        | 30 |
| 1.7.2. Taşıyıcı Unsurların Uygulama Limitleri, Taşıyıcı Unsur Tepki Sabitleri Ve Dayanım Fazlalığı Sabitleri..... | 30 |
| 1.7.2.1 Taşıyıcı Sistem Uygulama Limitleri .....                                                                  | 30 |
| 1.7.2.2. Süneklik Niteliği Fazla, Limitli Ve Hibrit Taşıyıcı Unsurlar .....                                       | 31 |
| 1.7.2.3. Süneklik Niteliği Fazla, Limitli Ve Hibrit Taşıyıcı Unsurlar .....                                       | 31 |
| 1.7.3. Taşıyıcı Unsurların Doğrusal Hesap Yöntemiyle Tasarlanmasına Dair Esaslar .....                            | 36 |
| 1.7.3.1. Genel Modelleme Esasları.....                                                                            | 36 |
| 1.7.3.2. Kiriş Ve Kolonların Tasarlanması.....                                                                    | 36 |
| 1.7.3.3. Yapılarda Boşluksuz Betonarme Perdelerin Tasarlanması .....                                              | 36 |
| 1.7.3.4. Betonarme Boşluklu Perdelerin Tasarlanması .....                                                         | 37 |
| 1.7.3.5. Bodrum Perdelerin Tasarlanması .....                                                                     | 37 |
| 1.7.3.6. Döşemelerin Modellenmesi.....                                                                            | 38 |
| 1.7.3.7. Geçiş Kat Döşemelerinin Tasarlanması .....                                                               | 38 |
| 1.7.3.8. Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitlikleri .....                                   | 39 |
| 1.7.3.9. Yüklerin Tasarlanması.....                                                                               | 39 |
| 1.7.4. Deprem Yükünün Tespiti Ve Hesaplanan Diğer Yüklerle Beraber Tasarlanması .....                             | 40 |
| 1.7.4.1. Yatay Deprem Yüğü Etkisinde İndirgenmiş Tasarım İvme Spektrumu.....                                      | 40 |
| 1.7.4.2. Yatay Düzlemde Dikey Doğrultudaki Deprem Yüklerinin Kombinasyonu .....                                   | 41 |

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.7.4.3. Düşey Doğrultudaki Deprem Yüğü.....                              | 41        |
| 1.7.4.4. Deprem Yüğüünün Diğer Yüğülerle Kombinasyonu.....                | 42        |
| 1.7.5. Deprem Etki Sabitleri İle Dayanıma Bağlı Hesaplama Temelleri ..... | 42        |
| 1.7.5.1. Deprem Yüğü İndirgeme Sabiti.....                                | 42        |
| 1.7.6. Performans Hedefleri.....                                          | 44        |
| <b>2. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>                                        | <b>45</b> |
| 2.1. Malzeme Tayinindeki Kabuller .....                                   | 45        |
| 2.2. Tasarım Kabul Ve Nitelikleri .....                                   | 45        |
| 2.2.1. Doğrusal Hesap Yönteminin Seçilmesi.....                           | 45        |
| <b>3. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>                                      | <b>61</b> |
| 3.1 Yapı Metrajları .....                                                 | 61        |
| 3.2. Analiz Sonuçları .....                                               | 62        |
| 3.2.1. Mod-1 Analiz Sonuçları .....                                       | 62        |
| 3.2.2. Mod-2 Analiz Sonuçları .....                                       | 63        |
| 3.2.3. Mod-3 Analiz Sonuçları .....                                       | 64        |
| 3.2.4. Mod-4 Analiz Sonuçları .....                                       | 65        |
| 3.2.5. Mod-5 Analiz Sonuçları .....                                       | 65        |
| 3.2.6. Mod-6 Analiz Sonuçları .....                                       | 66        |
| <b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>                                         | <b>70</b> |
| <b>5. KAYNAKLAR.....</b>                                                  | <b>71</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                                     | <b>75</b> |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

| <b><u>ŞEKİL</u></b>                        | <b><u>Sayfa</u></b> |
|--------------------------------------------|---------------------|
| 1.1. Türkiye deprem tehlike haritası ..... | 17                  |
| 1.2. kesme çatlağı .....                   | 25                  |
| 1.3. Basınç çatlakları .....               | 26                  |
| 1.4. Kirişlerde oluşan hasarlar .....      | 27                  |
| 1.5 Döşeme hasarı .....                    | 28                  |
| 1.6 Perde duvar hasarları .....            | 29                  |
| 2.1. Mod-1 kalıp planı .....               | 59                  |
| 2.2 Mod-2 kalıp planı .....                | 59                  |
| 2.3. Mod-3 kalıp planı .....               | 60                  |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### ÇİZELGE

### Sayfa

|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1. Deprem büyüklük ölçeği .....                                                                                                        | 6  |
| 1.2. Mercalli yoğunluk ölçeği.....                                                                                                       | 8  |
| 1.3. TDY-2007 ile TBDY-2018 arasındaki farklar. ....                                                                                     | 9  |
| 1.4. Bina kullanım sınıfları, bina önem katsayısı [8].....                                                                               | 15 |
| 1.5. Yapı sükseklik sınıfları[8] .....                                                                                                   | 16 |
| 1.6. Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları.....                                                                         | 18 |
| 1.7. 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları .....                                                                          | 18 |
| 1.8. Yerel Zemin sınıfları [15].....                                                                                                     | 19 |
| 1.9. DTS [8].....                                                                                                                        | 21 |
| 1.10. Yeni yapılacak ya da mevcut binalar için DTS'ye göre performans hedefleri ve uygulanacak tasarım hedefleri. ....                   | 22 |
| 1.11. Deprem etkileri altında deprem yalıtımlı binaların tasarım hedefleri. ....                                                         | 23 |
| 1.12. Yapı taşıyıcı unsurları için taşıyıcı unsur tepki sabiti, dayanım fazlalığı sabiti ve müsaade edilen bina yükseklik sınıfları..... | 33 |
| 1.13. Betonarme taşıyıcı unsurlarının efektif kesit rijitliği sabitleri.....                                                             | 40 |
| 1.14. Hareketli yük kütle katılım çarpanı .....                                                                                          | 40 |
| 2.1. Modeller ve bilgileri .....                                                                                                         | 45 |
| 2.2 Mod-1 yapı genel bilgileri .....                                                                                                     | 47 |
| 2.3 Mod-1 yapı genel bilgileri .....                                                                                                     | 48 |
| 2.4 Mod-2 yapı genel bilgileri .....                                                                                                     | 49 |
| 2.5 Mod-2 yapı genel bilgileri .....                                                                                                     | 50 |
| 2.6 Mod-3 yapı genel bilgileri .....                                                                                                     | 51 |

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 2.7 Mod-3 yapı genel bilgileri .....       | 52 |
| 2.8 Mod-4 yapı genel bilgileri .....       | 53 |
| 2.9 Mod-4 yapı genel bilgileri .....       | 54 |
| 2.10 Mod-5 yapı genel bilgileri .....      | 55 |
| 2.11 Mod-5 yapı genel bilgileri .....      | 56 |
| 2.12 Mod-6 yapı genel bilgileri .....      | 57 |
| 2.13 Mod-6 yapı genel bilgileri .....      | 58 |
| 3.1 Metraj ve maliyet hesapları .....      | 61 |
| 3.2 Mod-1 performans değerlendirmesi ..... | 62 |
| 3.3 Mod-2 performans değerlendirmesi ..... | 63 |
| 3.4 Mod-3 performans değerlendirmesi ..... | 64 |
| 3.5 Mod-4 performans değerlendirmesi ..... | 65 |
| 3.6 Mod-5 performans değerlendirmesi ..... | 66 |
| 3.7 Mod-6 performans değerlendirmesi ..... | 67 |

## SİMGELER DİZİNİ

|                                 |                                            |
|---------------------------------|--------------------------------------------|
| I                               | Bina Önem katsayısı.                       |
| S(T)                            | Spektrum Katsayısı.                        |
| T                               | Bina doğal titreşim periyodu [s].          |
| H                               | Kat yüksekliği.                            |
| $\sum M_{DEV}$                  | Toplam devrilme momenti.                   |
| S <sub>ae</sub> (T)             | Elastik spektral ivme [m/s <sup>2</sup> ]. |
| T                               | Bina doğal titreşim periyodu [s].          |
| F <sub>s</sub> , F <sub>1</sub> | Yerel zemin etkilerinin kat sayısıdır.     |

## KISALTMALAR DİZİNİ

|           |                                       |
|-----------|---------------------------------------|
| TDY 2007  | Türk Deprem Yönetmenliği 2007         |
| TBDY 2018 | Türkiye Bina Deprem Yönetmenliği 2018 |
| DTS       | Deprem Tasarım Sınıfı                 |
| GÖ        | Göçmenin Önlenmesi                    |
| KH        | Kontrollü Hasar                       |
| SH        | Sınırlı Hasar                         |
| KK        | Kesintisiz Kullanım                   |



## 1. GİRİŞ

Dünyanın varoluşundan beri, sismik yönden aktif bulunan bölgelerde depremlerin sürekli olarak oluştuğu ve milyonlarca insanın, yapıların yok olduğu bilinmektedir.

Deprem Bölgesi Haritası'na göre, ülkemizin %92'sinin deprem bölgesi içinde olduğu, nüfusun %95'inin deprem tehlikesi içinde yaşadığı ve ayrıca sanayi bölgelerinin %98'i ve barajların %93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu belirtilmektedir.

1975 yılından itibaren yapıları tasarımı için bazı yönetmenlikler uygulamaya alınmıştır. 2007 tarihinde uygulanmaya başlanan TDY 2007 (DBYBHY 2007) yönetmeliği 2019 yılından itibaren hazırlıkları 2018 yılında tamamlanan ve uygulanması temel olan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018)'ne bırakmıştır.

Yapıların deprem analizinde uygulanan farklı uygulamalar mevcuttur. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) deprem analizlerinde, deprem tasarım sınıflarına (DTS) ve binaların yüksekliğine bağlı olarak, dayanıma göre modelleme ve şekil değiştirmeye göre modelleme uygulamalarının kullanılabileceği belirtilmiştir.

Deprem sırasında yapının göçmesini engelleyerek olası felaketleri ve can kaybını önlemek ve bu esasları uygun bir şekilde kavrayıp uygulamakla mümkün olacaktır. Bunu uygulayabilmek inşaat mühendislerinin önemli sorumluluklarındandır.

### 1.1. Amaç

Bu tez çalışmasında betonarme binalarda TBDY-2007 ve TBDY-2018 deprem yönetmenliklerinde ki değişiklikler sonucunda oluşan performans farklarıyla maliyetlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

### 1.2. Konu İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Tezin konusu ile alakalı yapılan çalışmaların bazıları aşağıda verilmiştir.

Sayed Qasım (2020) yaptığı çalışmada, TDY 2007 ile TDBY 2018 yönetmenliklerinde bulunan betonarme tasarım ve deprem hesabı için verilen kuralları incelemiştir. Yeni betonarme tasarımlar için örnekler seçerek her iki yönetmenlik içinde tasarım yapmıştır. Çıkan sonuçları inceleyerek yorumlamıştır.

Mustafa MÜCAHİT KÜÇÜK (2020) yaptığı çalışmada, DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 yönetmenliklerini karşılaştırarak farklarını incelemiştir. Konut türündeki birçok katlı yapı üzerinde her iki yönetmenliğe göre analiz ve tasarım yaparak karşılaştırmıştır.

Mustafa KOÇER, vd. (2018) yaptıkları çalışmada, TDY 2007 ve TBDY 2018 yönetmenliklerinde bulunan spektral ivme değerleri ile zemin hakim periyotları, 4 farklı il ve farklı zemin sınıflarıyla elde etmişler. Yaptıkları çalışma sonucunda TBDY 2018 verilerinin zayıf zemin grupları içinde TDY 2007 yönetmenliğine göre güvenilir kısımda bulunduğu yorumlamışlar.

Gölnur KILIÇ (2019) yaptığı çalışmada, 1. Derecedeki bir deprem bölgesini ele alarak, 5 katlı ve 11 katlı betonarme yapılar için farklı tasarımlar yaparak analiz ve hesaplamalar yapmış. Sonucunda betonarme binalarda perde ve kolonların aynı doğrultu üzerlerinde ve x-y eksenlerinde eşit ve simetrik şekilde dağıtıldığında kesme kuvvetinin daha az görüleceğini yorumlamıştır.

Şeyda HAVA, vd. (2021) yaptıkları çalışmada, TBDY 2018 ile DBYBHY 2007 arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları karşılaştırmışlar. Farklı illerde farklı zemin sınıfları ile modeller kullanarak deprem analizleri yapmışlar. Her iki yönetmenlikle yaptıkları analizler sonucunda TBDY 2018 ile analizlerinde kat deplasmanlarında artış gözlemlemişler, kat kesme kuvvetlerinde azalma gözlemlemişler.

Mehmet FERLİBAŞ (2020) yaptığı çalışmada, modellemiş olduğu tasarımları TDY 2007 ve TBDY 2018'e göre farklı iller ele alınarak eşdeğer deprem yükü ve zaman tanım alanında mod toplama yöntemine göre statik ve dinamik analizlerini yapmıştır. Çıkan sonuçların hem kaba inşaat metraj ve maliyetlerini hem de taşıyıcı sistem değişikliklerini gözlemleyip yorumlamıştır.

İlknur DALYAN, vd. (2019) yaptıkları çalışmada, mevcut bulunan 5 katlı betonarme bir yapıyı DBYBHY 2007 ile TBDY 2018'e göre doğrusal olmayan artımsal itme analizi yöntemiyle deprem yükleri altında performans analizi yapmışlar ve karşılaştırmışlar.

Bayram Tanık ÇAYCI, vd. (2021) yaptıkları çalışmada, 5 farklı betonarme yapı üzerinde DBYBHY 2007 ile TBDY 2018'e göre hesaplar yapılarak statik itme analizi gerçekleştirmişlerdir. Bu analizler sonucunda DBYBHY 2007'nin TBDY 2018'e göre daha yetersiz bulunduğu kanısına varmışlardır.

Ali BOZER (2020) yaptığı çalışmada, DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 yönetmenliklerinde ki tasarım spektral ivme katsayılarını detaylıca inceleyerek karşılaştırıp yorumlamıştır.

İsmail ÜNSAL, vd. (2020) yaptıkları çalışmada, 30 katlı bir yapıyı her hesaplama ve analizden sonra birer kat azaltarak 5 kata inene kadar TDY 2007 ile TBDY 2018'e göre analizlerini tek tek yaparak taban kesme kuvveti ve tepe deplasmanı üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır.

### **1.3. Deprem**

Bir fay üzerinde ani bir kayma sonucu deprem meydana gelir. Tektonik plakalar sürekli yavaş hareket eder, fakat sürtünme nedeniyle kenarlarında sıkışıp kalırlar. Kenardaki stres sürtünmeyi yendiğinde, yerkabuğundan geçen dalgalar halinde enerji açığa çıkaran ve hissettiğimiz sarsıntıya neden olan bir deprem olur [1].

#### **1.3.1. Deprem Türleri**

##### **1.3.1.1 Tektonik Deprem Türleri**

Yerkabuğu, tektonik plakalar olarak adlandırılan gevşek, çatlak kara parçalarından oluşur. Bu plakalar yavaş ve kademeli olarak hareket etme yeteneğine sahiptir. Bu plakaların hareketi farklı şekillerde gerçekleşir; birbirine doğru, birbirinden uzaklaşarak, birbirinin yanından kayarak veya birbirine çarparak. 2 hareketli tektonik plaka birbiri üzerine kaydığında büyük bir sarsıntı meydana gelir. Bu tür depremlere tektonik deprem denir.

Tektonik depremler, dünyadaki en yaygın deprem türleridir. Büyüklüğü küçük veya büyük olabilir. Tektonik depremler, gezegenin kitlesel yıkımının çoğuna neden oldu. Tektonik depremlerin tetiklediği sarsıntılar her zaman şiddetlidir ve eğer büyüklükleri yüksekse saniyeler içinde bütün bir şehri yerle bir edebilirler.

##### **1.3.1.2. Volkanik Deprem Türleri**

Tektonik depremlerle kıyaslandığında, volkanik depremler az görülür. Genellikle bir patlamadan önce veya sonra gerçekleşirler. Volkanik depremler iki şekilde gelir: uzun dönemli volkanik depremler ve volkanik tektonik depremler. Volkanik tektonik depremler çoğunlukla volkanik bir patlamadan sonra meydana gelir. Bir deprem sırasında, magma yer kabuğunun içinden püskürür ve arkasında bir boşluk bırakır. Magma patlamasından sonra kalan boşluk doldurulmalıdır. Doldurmak için kayalar, şiddetli depremlerle sonuçlanan boşluğa doğru hareket eder.

Birçok durumda, magma volkanik aktivite sırasında havalandırma deliklerini tıkar. Bu, yüksek basıncın serbest bırakılamadığı anlamına gelir. Basıncın birikmesi dayanılmaz hale gelir ve büyük bir patlama ile kendini serbest bırakır. Büyük patlama acımasız bir depremle sonuçlanır.

Öte yandan, bir volkanik patlamadan sonra uzun bir volkanik deprem dönemi meydana gelir. Büyük patlamadan birkaç gün önce, yer kabuğunun içindeki magma, ısıda hızlı değişiklikler yaşar. Isıdaki değişim sismik dalgaları tetikleyerek depreme neden olur.

#### **1.3.1.3. Patlama Deprem Türleri**

Bunlar nükleer patlamalardan kaynaklanır. Esasen insan kaynaklı depremlerdir ve günümüz nükleer savaşının en büyük etkisini temsil ederler. 1930'larda Amerika Birleşik Devletleri tarafından yapılan nükleer denemeler sırasında, bu vahim eylem sonucunda çok sayıda küçük kasaba ve köy harap oldu.

#### **1.3.1.4. Çökme Deprem Türleri**

Bu tür depremler genellikle daha küçüktür ve en yaygın olarak yer altı madenlerinin yakınında meydana gelir. Bazen mayın patlamaları olarak adlandırılırlar. Çökme depremleri, kayaların içinde oluşan basınç tarafından başlatılır. Bu tür bir deprem, daha fazla sarsıntıya neden olan madenin çatısının çökmesine neden olur. Yeraltı madenlerinin bulunduğu küçük kasabalarda çökme depremleri yaygındır.

#### **1.3.2. Depremler Nasıl Ölçülür**

Depremler, ürettikleri kuvvet veya enerji miktarı ile ölçülür. Bu, Richter ölçeği aracılığıyla yapılır. Bu araç, California Teknoloji Enstitüsü'nden Charles F. Richter tarafından geliştirilmiştir. Çoğu zaman haberlerde veya internette bu aracı duymuş veya okumuşsunuzdur. Richter ölçeği, depremin büyüklüğünü hesaplamak için sismograf aracılığıyla üretilen bilgileri kullanır.

Bir depremin büyüklüğü size bir depremin etkisi hakkında bir fikir verir. Richter ölçeğine göre 7'nin üzerinde meydana gelen depremlerin bu kadar yıkıcı etkilerinin olduğu ve can ve mal kaybına neden olabileceği bilinmektedir [2].

Richter ölçeğine göre 3'ün altında meydana gelen depremler hissedilmez. 3 ile 6 arasında meydana gelen depremlerin hafif tipte olduğu söylenir. Japonya gibi ülkeler, yüksek sismik bir bölgede geldikleri için depremlere eğilimlidir. Denizde bir deprem meydana geldiğinde, Tsunami'ye yol açar. En yıkıcı Tsunamilerden biri 26 Aralık 2004'te Hint Okyanusu'nda meydana geldi.

### 1.3.2.1. Richter Ölçeği

İlk yaygın olarak kullanılan yöntem olan Richter ölçeği, 1934'te Charles F. Richter tarafından geliştirildi. Belirli bir sismometre tipinde kaydedilen en büyük dalganın genliğini ve deprem ile sismometre arasındaki mesafeyi temel alan bir formül kullandı. Bu ölçek Kaliforniya depremlerine ve kabuğuna özeldi; dalga genlikleri ve toplam deprem süresine dayalı diğer ölçekler, diğer durumlarda kullanılmak üzere geliştirildi ve Richter ölçeği ile tutarlı olacak şekilde tasarlandı.

### 1.3.2.2. Moment Büyüklük Ölçeği

Ne yazık ki, Richter ölçeği gibi birçok ölçek, büyük büyüklükteki depremler için doğru tahminler sağlamaz. Bugün moment büyüklük ölçeği, kısaltılmış M<sub>W</sub>, daha geniş bir deprem boyutu aralığında çalıştığı ve dünya çapında uygulanabilir olduğu için tercih edilmektedir. Moment büyüklük ölçeği, depremin toplam moment salınımına dayanır. Moment, bir arızanın hareket ettiği mesafenin ve onu hareket ettirmek için gereken kuvvetin bir ürünüdür. Birden fazla istasyondaki deprem kayıtlarının modellenmesinden elde edilir. Moment büyüklük tahminleri, küçükten büyüğe depremler için Richter büyüklükleri ile hemen hemen aynıdır. Ancak yalnızca moment büyüklük ölçeği M<sub>8</sub>'i ("büyüklük 8" olarak okuyun) ve daha büyük olayları doğru bir şekilde ölçebilir.

Büyüklükler, logaritmik bir ölçeğe (taban 10) dayanır. Bunun anlamı, büyüklük ölçeğinde yukarı çıktığınız her tam sayı için, bir sismograf tarafından kaydedilen yer hareketinin genliği on kat artar. Bu ölçeği kullanarak, 5 büyüklüğündeki bir deprem, 4 büyüklüğündeki bir depremin on katı yer sarsıntısı ile sonuçlanacaktır (ve yaklaşık 32 katı daha fazla enerji açığa çıkacaktır). Size bu sayıların nasıl toplanabileceği hakkında bir fikir vermek için, bunu patlayıcılar tarafından salınan enerji açısından düşünün: 1 büyüklüğündeki bir sismik dalga, 6 ons TNT'yi havaya uçurmak kadar enerji açığa çıkarır. 8 büyüklüğünde bir deprem, 6 milyon ton TNT patlatmak kadar enerji açığa çıkarır. Oldukça etkileyici, ha? Neyse ki, her yıl meydana gelen depremlerin çoğu, çoğu insan tarafından hissedilemeyecek kadar küçüktür.

Negatif sayılarla ifade edilebilecek kadar küçük depremleri tanımlamak için büyüklük ölçekleri kullanılabilir. Ayrıca ölçeğin bir üst sınırı yoktur. Kaydedilen en büyük deprem, 1960 yılında Şili'de dalma zonu boyunca meydana geldi. 9.5 büyüklüğündeydi, ancak daha büyük depremler mümkün olabilir [3].

**Çizelge 1.1.** Deprem büyüklük ölçeği

| Deprem Büyüklük Ölçeği |                                                                             |                      |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Büyüklük               | Deprem Etkileri                                                             | Her Yıl Tahmini Sayı |
| 2.5 veya daha az       | Genellikle hissedilmez, ancak sismograf ile kaydedilebilir.                 | Milyonlarca          |
| 2.5 ila 5.4            | Genellikle hissedilir, ancak yalnızca küçük hasara neden olur.              | 500.000              |
| 5.5 ila 6.0            | Binalarda ve diğer yapılarda hafif hasar.                                   | 350                  |
| 6,1 ila 6,9            | Çok kalabalık alanlarda çok fazla hasara neden olabilir.                    | 100                  |
| 7,0 ila 7,9            | Büyük deprem. Ciddi hasar.                                                  | 10-15                |
| 8.0 veya üstü          | Büyük deprem. Merkez üssünün yakınındaki toplulukları tamamen yok edebilir. | Her yıl bir veya iki |

### 1.3.2.3. Mercalli Ölçeği

Bir depremin gücünü ölçmenin bir başka yolu, depremin şiddetini tahmin etmek için depremi yaşayan insanların gözlemlerini ve meydana gelen hasar miktarını kullanmaktır. Mercalli ölçeği tam da bunu yapmak için tasarlandı Orijinal ölçek 1902'de Giuseppe Mercalli tarafından icat edildi ve 1931'de Harry Wood ve Frank Neumann tarafından değiştirilerek şimdi Modifiye Mercalli Yoğunluk Ölçeği olarak bilinen hale geldi. MMI ölçeği, büyüklük ölçeklerinden ayırt edilmesine yardımcı olmak için romen rakamları kullanır [4].

Mercalli ölçeği sismik dalgaları ölçmek için bilimsel ekipman kullanmasa da, büyük depremlerin neden olduğu hasarı anlamak için çok faydalı olmuştur. Ayrıca, sismometreler olmadan önce meydana gelen depremleri araştırmak için yaygın olarak kullanılmıştır.

Meydana gelen hasar miktarını etkileyen bazı faktörler şunlardır:

- Depremin büyüklüğü (büyüklüğü)
- Merkez üssünden uzaklık,
- Depremin derinliği,
- Bina (veya diğer yapı) tasarımı,

- Binaların dayandığı yüzey malzemesinin türü (kaya veya kir).

Farklı bina tasarımları bir depremde farklı şekilde durur ve depremden ne kadar uzak olursanız, genellikle o kadar az hasar görürsünüz. Bir binanın sağlam kaya veya kum üzerine inşa edilmiş olup olmadığı, ne kadar hasara maruz kaldığı konusunda büyük bir fark yaratır. Katı kaya genellikle kumdan daha az sallanır, bu nedenle sağlam kaya üzerine inşa edilmiş bir bina, kumlu bir arazide oturuyorsa olabileceği kadar hasar görmemelidir.



**Çizelge 1.2. Mercalli yoğunluk ölçeği**

| <b>Yoğunluk</b> | <b>Tanık Algıları ve Hasar</b>                                                                                                                |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I               | Çok az kişi tarafından hissedilen; Neredeyse farkedilir.                                                                                      |
| II              | Özellikle üst katlarda birkaç kişi tarafından hissedilir.                                                                                     |
| III             | İç mekânlarda özellikle üst katlarda fark edilebilir ancak deprem olarak algılanmayabilir.                                                    |
| IV              | İçeride pek çok, dışarıda çok az kişi tarafından hissedildi. Geçen ağır bir kamyon gibi hissedebilir.                                         |
| V               | Hemen herkes tarafından hissedildi, bazıları uyandı. Küçük nesneler taşındı. Ağaçlar ve direkler sallanabilir.                                |
| VI              | Herkes tarafından hissedildi. Ayakta durmak zor. Bazı ağır mobilyalar hareket etti, bazı sıvalar düştü. Bacalar hafif hasar görebilir.        |
| VII             | İyi inşa edilmiş, sıradan yapılarda hafif ila orta hasar. Kötü inşa edilmiş yapılarda önemli hasar. Bazı duvarlar düşebilir.                  |
| VIII            | Özel olarak inşa edilmiş yapılarda az hasar. Sıradan binalarda önemli hasar, kötü inşa edilmiş yapılarda ciddi hasar. Bazı duvarlar çöker.    |
| IX              | Özel olarak inşa edilmiş yapılarda önemli hasarlar, binaların temelden kayması. Zemin gözle görülür şekilde çatladı. Toptan imha. Heyelanlar. |
| X               | Çoğu yığma ve çerçeve yapı ve temelleri tahrip olmuştur. Zemin çok çatlamış. Heyelanlar. Toptan imha.                                         |
| XI              | Toplam hasar. Varsa az sayıda, ayakta duran yapılar. Köprüler yıkıldı. Yerde geniş çatlaklar. Yerde görülen dalgalar.                         |
| XII             | Toplam hasar. Yerde görülen dalgalar. Havaya fırlatılan nesneler.                                                                             |

#### **1.4. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılarla İlgili Yönetmenlikler**

Deprem yönetmenlikleri ülkemizde 1947, 1953, 1961, 1968, 1975, 1998, 2007 ve 2018 olarak 8 kez değişime uğramıştır.

Uygulamaya geçen yönetmenliklerde, binanın var olduğu deprem bölgesi ile zemin nitelikleri göz önünde bulundurularak binaların, depreme dayanıklı tasarımı ile uygulanması için

ihitiyaç duyulan asgari şartlar belirtilmektedir. Yukarıda kronolojik olarak revizesinden bahsedilen deprem yönetmenliğinin son hali, ilgili konuda çalışan komisyon ve alt çalışma gruplarının birlikte katılımıyla oluşturulan 8 adet çalıştay sonunda 18.03.2018 tarihinde yayımlanarak 01.01.2019 tarihinde de yürürlüğe girmesi sağlanmıştır.

#### 1.4.1. TBDY-2018 Ve TDY-2007 Arasındaki Önemli Farklar

1 Ocak 2019 tarihi itibariyle uygulanmaya başlayan TBDY-2018 Deprem Yönetmeliği, inşaat sektöründeki pek çok gerçeği değiştirdi. Depremi etkisi altında bulunan yapıların esas ve tasarım yeni literatürler yaşantımıza dâhil oldu.

**Çizelge 1.3.** TDY-2007 ile TBDY-2018 arasındaki farklar.

| KONU                    | TDY2007                                                                                                                                               | TBDY2018                                                                                                    |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Spektral Deprem İvmesi  | <p><u>Ao : Bölgesel spektral ivme katsayısı.</u></p> <p>4 bölgeye göre Ta ve Tb zemin karakteristik periyotlarına göre hazırlanmış ivme spektrumu</p> | <p>Ss, Si: Yerel koordinat üzerinden, o noktaya ait haritadan doğrudan, ivme spektrumunun elde edilmesi</p> |
| R Davranış Katsayısı    | <p>Yüksek ve normal <u>sünek</u> yapılarda, perde kesme oranına göre formülle belirlenir.</p>                                                         | <p>R ve D dayanım fazlalığı katsayısı, yapı tipine göre tablodan belirlenir.</p>                            |
| I (Yapı Önem Katsayısı) | <p>3 tip olarak tablodan belirlenir.</p>                                                                                                              | <p>3 tip olarak tablodan, BKS bina kullanım sınıfıyla birlikte belirlenir.</p>                              |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DTS (Deprem Tasarım Sınıfı)       | —                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <u>Sds</u> ve BKS değerlerine göre, DTS belirlenir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| BYS (Bina Yükseklik Sınıfı)       | —                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DTS ve <u>Hn</u> bina yüksekliğine göre BYS belirlenir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Bodrum Kat Kontrolü               | <p>Deprem alt kotuna göre, <u>Rüst</u> ve <u>Ralt</u> olarak deprem analizi yapılır. Bodrum kat kontrolü yapılmaz.</p> <p><u>Ralt</u>=1.5 alınarak bodrum deprem yükleri bulunur. Bodrum perdeleriniz, <u>R</u>=1.5 alınarak bulunan deprem yüklerine göre yeterli ise, bodrum kabul edilebilir.</p> | Deprem alt kotuna göre, iki <u>modal</u> analiz yapılır. Tüm yapıda kütleler dikkate alınarak <u>modal</u> analiz yapılır. Ayrıca bodrumdaki kütleler dikkate alınmadan yapılan <u>modal</u> analizde, elde edilen <u>doğrultu periyotları</u> , ile tam çözümde elde edilen periyotların değişimi %10dan büyük değilse; bodrum kat kabul edilerek, <u>Rüst</u> ve <u>Ralt</u> olarak deprem analizi yapılır. |
| Mantar Sistemlerde Deprem Analizi | Mantar sistemler, normal <u>sünek</u> sistem olarak değerlendirilerek, mutlaka <u>yüksek sünek</u> perde ile yapılma zorunluluğu bulunmaktadır.                                                                                                                                                      | Mantar sistem, her iki yönde perdeli ve tüm yapı, FEA3d ile <u>meshlenerek</u> yapılmak zorundadır. İki aşamalı hesap, FEA3d analiz yapılmalıdır. 2. aşamadaki modelde, kolonlar alt ve üst noktasından mafsals alınarak, tüm deprem etkilerinin, perdeler tarafından taşınması dikkate alınmaktadır.                                                                                                         |

|                             |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Temel Hesapları             | Deprem etkileri için, üst yapı sonuçlarından elde edilen reaksiyon tesirleri, temele verilerek temel deprem analizi yapılır. | Deprem etkileri için, üst yapı sonuçlarından elde edilen reaksiyon tesirleri, kolonlarda; $0.6 \times D_{üst}$ , perdelerde; $M_r$ kapasitesini geçmemek üzere, $D_{üst}$ ile çarpılarak temel yükü olarak alınarak temel analizi yapılır. |
| A1 Düzensizlik Kontrolü     | Görelî kat ötelemeleri ile elde edilen burulma düzensizliğinde, dış merkezlik büyütülerek deprem analizi yapılır.            | Görelî kat ötelemeleri ile elde edilen burulma düzensizliğinde, dış merkezlik büyütülerek deprem analizi yapılır.                                                                                                                          |
| A2, A3 Düzensizlik Kontrolü | Diyafram üzerinde, deprem tesirlerinin kesme ve eğilme etkileri kontrol edilir.                                              | Fea3d ile boşluk ve çıkıntı düzensizlik kontrolü esnek diyafram olarak kontrol edilir.                                                                                                                                                     |
| B1,B2 Düzensizlik Kontrolü  | Düşey düzensizlik kontrolü yapılmaktadır.                                                                                    | Düşey düzensizlik kontrolü yapılmaktadır.                                                                                                                                                                                                  |
| B3 Düzensizlik Kontrolü     | Kiriş üzerine oturan kolonlarda, 1.5 dinamik etki çarpanı ile statik tesirler büyütülerek tasarım yapılmaktadır.             | Kiriş üzerine oturan kolonlarda, düşey deprem analizi yapılmalıdır.                                                                                                                                                                        |

|                                              |                                                                                                                       |                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kolon<br>Boyuna Donatı<br>Bindirme<br>Ekleri | Kolon filiz boyu; kolon üst noktasında bindirmelerde;<br>1.5 <u>Lb</u> , kolon orta bölgesinde <u>Lb</u> alınmalıdır. | Kolon bindirmeleri mutlaka<br>kolon ortasında<br>yapılmalıdır.                                                                         |
| Perdelerin<br>Yatay<br>Donatıları            | Perdenin yatay donatıları, düşey boyuna donatılarının<br>dışından geçirilerek, perde altında <u>gönyelenecektir.</u>  | Perdenin yatay donatıları,<br>düşey boyuna donatılarının<br>içinden geçirilerek, perde<br>uç bölgesi içinde<br><u>gönyelenecektir.</u> |
| Kiriş Yatay<br>Çirozları                     | Zorunlu değildir.                                                                                                     | Yüksek kirişlerde, yatay<br>çirozlar en fazla 60 cm ara<br>ile konulmalıdır.                                                           |
| Kolon Ve<br>Perde Çirozları                  | Kolon boyuna donatılarına bağlanmalıdır                                                                               | Kolon boyuna donatısı ve<br><u>etriyeyi</u> de kapsayacak<br>şekilde bağlanmalıdır.                                                    |
| Minimum<br>Kolon Kalınlığı                   | Dikdörtgen kesitte 25 cm, daire kesitte 30cm                                                                          | Dikdörtgen kesitte 30 cm,<br>daire kesitte 35cm                                                                                        |
| Minimum Kiriş<br>Kalınlığı                   | 25cm                                                                                                                  | 25 cm                                                                                                                                  |
| Perde Kalınlığı<br>Ve Oranı                  | Minimum 20 cm, oran 7 olmalıdır.                                                                                      | Minimum 25 cm, oran 6<br>olmalıdır.                                                                                                    |

## **1.5. Türkiye Bina Deprem Yönetmenliği (TBDY-2018)**

TBDY 2018 yönetmenliğinde yer alan deprem yer hareketleri, deprem yükü altında yapıların değerlendirilmesi ve tasarımdaki temeller konuları ele alınmış ve anlatılmıştır.

### **1.5.1. Deprem Düzeyleri**

TBDY 2018’de 4 çeşit deprem yer hareketi düzeyleri belirlenmiştir.

#### **DD-1 Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1**

DD-1, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu çok seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir. Konu olan hareket düzeyi, literatürde bulunan en yüksek deprem yer hareketidir.

#### **DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2**

DD-2, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir. Konu olan hareket düzeyi, literatürde bulunan standart yer hareketidir.

#### **DD-3 Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3**

DD-3, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %50 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu sık deprem yer hareketini nitelemektedir.

#### **DD-4 Deprem Yer Hareketi Düzeyi-4**

DD-4, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %68 (30 yılda aşılma olasılığı %50) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 43 yıl olduğu çok sık deprem yer hareketini nitelemektedir. . Konu olan hareket düzeyi, literatürde bulunan servis yer hareketidir [5].

### 1.5.2. Yapı Performans Düzeyleri

TBDY-2018’de depremin etkisi altında bulunan bina taşıyıcı sistemleri ile ilgili 4 farklı yapı performans düzeyi tanımlanmıştır [6].

#### **Kesintisiz kullanım (KK) performans düzeyi**

Bu düzey, yapının sisteminde elemanlarla ilgili hasarların oluşmadığını yada hasarın ihmal edilebilir düzeyde kaldığını gösterir.

#### **Sınırlı hasar (SH) performans düzeyi**

Bu hasar düzeyi, yapının sisteminde elemanlarla ilgili sınırlı düzeyde hasarların meydana geldiğini, diğer bir söylemle doğrusallığı bulunmayan bu davranışın sınırlı kaldığı ve bu düzeyin dışına çıkmadığına karşı gelmektedir [7].

#### **Kontrollü hasar (KH) performans düzeyi**

Bu hasar düzeyi, binanın yıkılmasını engellemek adına yapının taşıyıcı sistemlerinde çok fazla ağır olmayan ve genellikle onarılabilir hasarların meydana geldiğini tanımlar.

#### **Göçmenin önlenmesi (GÖ) performans düzeyi**

Bu hasar düzeyi, yapının taşıyıcı sistemlerinde ağır hasarların bulunduğunu binanın tamamının veya bir kısmının göçmesini engellediği durum olarak tanımlanabilir.

### 1.5.3. Yapı Kullanım Sınıfı Ve Yapı Önem Katsayısı

Yapı kullanım sınıfları deprem tasarımlarında seçilip kullanılması zorunlu esaslardır bu esaslar aşağıdaki çizelgede belirtilmekle beraber aynı çizelgede yapı önem sabitleri de bulunur.

**Çizelge 1.4.** Bina kullanım sınıfları, bina önem katsayısı [8]

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

#### 1.5.4. Yapı Yüksekliğiyle Yapı Yükseklik Sınıfları

##### Bina tabanı ve bina yüksekliği

Rijit bodrumda bulunan perdelerin binanın her tarafını yada minimum üç tarafını çevirmesi veya kendi aralarında dik olan binanın eksenlerinde bütün doğrultulardaki hakim titreşim modunu, bodrumları da içeren yapının tümü için hesaplanmış doğal titreşim periyodunun, ilk katta ki döşemesini de içerecek su basman altı katlarının ağırlığının dahil edilmeksizin bir doğrultuda tahmin edilen doğal titreşim periyoduna bölümünün 1.1 den az olması ( $T_p$ , tüm  $\leq 1.1 T_p$ , üst) durumunda bunları doğrulayan bodrumlu yapılarda yapı temeli; bodrumdaki perdelerin üst kotunda bulunan kat döşemesindeki mertebesi temel alınır. Bu esasları sağlayamayan bodrumu

bulunan yapılarda ve bodrumu bulunmayan yapılarda yapı tabanını temelin üst kotunda kabul görülür.

Deprem hesaplarında dikkate alınması gereken yapı yüksekliği “HN” gösterilen yapı tabanından devamen ölçülmüş uzunluktur [9].

### Bina yükseklik sınıfı

Deprem yönetmenliğinde sekiz adet BYS gösterilmiştir. BYS; tanımlanmış olan yapı uzunluklarına (HN) ve depremin tasarım sınıflarına göre aşağıda verilen çizelge 1.5.’den alınır. BYS=1 ile gösterilen yapılar Yüksek yapılar olarak adlandırılır. Hesap temellerine Bölüm 13’de değinilmektedir [10].

**Çizelge 1.5.** Yapı yükseklik sınıfları[8]

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

#### 1.5.5. Türkiye Deprem Tehlike Haritası

Yönetmenlikte kullanılması için deprem tehlike haritası hazırlanmıştır. Bu haritaya AFAD’ın internet sitesinden ulaşılabilir. Harita Şekil 1.1.’de verilmiştir [11].



Şekil 1.1. Türkiye deprem tehlike haritası [12]

#### 1.5.6. Deprem Yer Hareketi Spektrumu

##### Harita Spektral İvme Katsayıları Ve Tasarım Spektral İvme Katsayıları

Yönetmenlikte bulunan yer hareketleri düzeyleri için deprem tehlike haritasından faydalanılarak yapının yapılması gereken konuma ait harita spektral ivme katsayısı bulunur. TBDY 2018'de iki adet harita spektral ivme katsayısı kullanılmıştır [13].

- (i) Kısa periyod bölgesi için harita spektral ivme katsayısı  $S_s$
- (ii) 1.0 saniye periyod için harita spektral ivme katsayısı  $S_1$

Yatay doğrultuda meydana gelen iki dik depremin geometrik ortalamasına denk gelen spektral ivme sabitleri, belirlenebilmiş bir hareket düzeyi için kaynak alınan zemin şartı  $[(V_s)_{30}=760$  m/s] temel gösterilerek %5 itfa miktarı için Deprem Tehlike Haritaları'nda verilen harita spektral ivmesinin yerçekimi ivmesiyle oranlanması boyutsuz sabitler olarak belirtilmiştir [8].

Bu kat sayılar  $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$  tasarım spektral ivme kat sayısına dönüştürülür.

$$S_{DS}=S_S F_S \quad (1.1.)$$

$$S_D=S_1 F_1 \quad (1.2.)$$

Formüllerde bulunan  $F_S$  ve  $F_1$  yerel zemin etkilerinin kat sayısıdır. Harita spektral katsayısı ve yerel zemin sınıflarına göre çizelge 1.6. ve çizelge 1.7.'ye göre belirlenir. Zemin cinsine göre yerel zemin sınıfları Tablo 1.8.'de verilen zemin sınıflarına bağlı olarak alınır [14].

**Çizelge 1.6.** Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları

| Yerel Zemin Sınıfı | Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı $F_S$  |              |              |              |              |                 |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
|                    | $S_S \leq 0.25$                                             | $S_S = 0.50$ | $S_S = 0.75$ | $S_S = 1.00$ | $S_S = 1.25$ | $S_S \geq 1.50$ |
| ZA                 | 0.8                                                         | 0.8          | 0.8          | 0.8          | 0.8          | 0.8             |
| ZB                 | 0.9                                                         | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9             |
| ZC                 | 1.3                                                         | 1.3          | 1.2          | 1.2          | 1.2          | 1.2             |
| ZD                 | 1.6                                                         | 1.4          | 1.2          | 1.1          | 1.0          | 1.0             |
| ZE                 | 2.4                                                         | 1.7          | 1.3          | 1.1          | 0.9          | 0.8             |
| ZF                 | Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır (Bkz.16.5). |              |              |              |              |                 |

**Çizelge 1.7.** 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları

| Yerel Zemin Sınıfı | 1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı $F_1$    |              |              |              |              |                 |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
|                    | $S_1 \leq 0.10$                                             | $S_1 = 0.20$ | $S_1 = 0.30$ | $S_1 = 0.40$ | $S_1 = 0.50$ | $S_1 \geq 0.60$ |
| ZA                 | 0.8                                                         | 0.8          | 0.8          | 0.8          | 0.8          | 0.8             |
| ZB                 | 0.8                                                         | 0.8          | 0.8          | 0.8          | 0.8          | 0.8             |
| ZC                 | 1.5                                                         | 1.5          | 1.5          | 1.5          | 1.5          | 1.4             |
| ZD                 | 2.4                                                         | 2.2          | 2.0          | 1.9          | 1.8          | 1.7             |
| ZE                 | 4.2                                                         | 3.3          | 2.8          | 2.4          | 2.2          | 2.0             |
| ZF                 | Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır (Bkz.16.5). |              |              |              |              |                 |

**Çizelge 1.8. Yerel Zemin sınıfları [15].**

| Yerel Zemin Sınıfı | Zemin Cinsi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Üst 30 metrede ortalama |                                   |                       |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $(V_s)_{30}$<br>[m/s]   | $(N_{60})_{30}$<br>[darbe /30 cm] | $(c_u)_{30}$<br>[kPa] |
| ZA                 | Sağlam, sert kayalar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | > 1500                  | –                                 | –                     |
| ZB                 | Az ayrılmış, orta sağlam kayalar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 760 – 1500              | –                                 | –                     |
| ZC                 | Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 360 – 760               | > 50                              | > 250                 |
| ZD                 | Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 180 – 360               | 15 – 50                           | 70 – 250              |
| ZE                 | Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya<br>$PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ( $c_u < 25$ kPa) içeren profiller                                                                                                                                                                                                                                                                             | < 180                   | < 15                              | < 70                  |
| ZF                 | Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler:<br>1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaşabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.),<br>2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer,<br>3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ( $PI > 50$ ) killer,<br>4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer. |                         |                                   |                       |

### Yatay elastik tasarım ivme spektrumu

Göz önünde bulundurulan rastgele deprem yer hareketine dahil yatay elastik tasarım spektrumu çizgesine dahil yatay elastik tasarım ivme spektralleri  $S_{ae}(T)$ , tabi titreşim periyoduna bağımlı şekilde formüllerde gösterildiği gibi hesaplanır [16].

$$\begin{aligned}
 S_{ae}(T) &= (0.4 + 0.6 T / TA) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq TA) \\
 S_{ae}(T) &= S_{DS} \quad (TA \leq T \leq TB) \\
 S_{ae}(T) &= SD1 T \quad (TB \leq T \leq TL) \\
 S_{ae}(T) &= SD1 TL T^{-2} \quad (TL \leq T)
 \end{aligned} \tag{1.3.}$$

Yukarıdaki formüllerde bulunan TB ve TA yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe kısım dönemleridir ve aşağıda ki eşitlikle hesaplanır. Değişmez yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu  $TL=6$  s olarak kullanılır [17].

$$TA = 0.2 S_{D1}/S_{DS} ; TB = S_{D1}/S_D \tag{1.4.}$$

Yatay elastik tasarım spektral yer deşiştirmeleri; izlenen rastgele bir deprem yer hareketi için yatay elastik tasarım konum değiştirme spektrumunun apsisleri olarak ifade edildiği gibi  $S_{de}(T)$  m cinsinden formül ile bulunur [18].

$$S_{de}(T) = T^2/4\pi^2 g S_{ae}(T) \quad (1.5.)$$

### **Dikey elastik tasarım spektrumu**

Gözlemlenen rastgele bir deprem yer hareketi düzeyine dahil düşey elastik tasarım spektrumu çizgesinde varolan düşey elastik tasarım spektral ivmeleri  $S_{aeD}(T)$ , doğal titreşim periyodu ile kısa periyot tasarımına bağlı olan ve yatay deprem yer hareketi için hesaplar verilen denklemlerle elde edilir [19].

$$\begin{aligned} S_{aeD}(T) &= (0.32 + 0.48 T/T_{AD}) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_{AD}) \\ S_{aeD}(T) &= 0.8 S_{DS} \quad (T_{AD} \leq T \leq T_{BD}) \\ S_{aeD}(T) &= 0.8 S_{DS} T_{BD}/T \quad (T_{BD} \leq T \leq T_{LD}) \end{aligned} \quad (1.6.)$$

Düşey elastik tasarım ivme spektrumu grafiğinde bulunan düşey elastik tasarım spektral ivme ( $S_{aeD}(T)$ ) değerleri denklemlerle bulunur. Denklemden bulunan  $T_{AD}$  bilinmezi ve  $T_{BD}$  bilinmezi düşey spektrum köşe periyotları ile  $T_{LD}$  verilen formülle hesaplanır [20].

$$T_{AD} = TA/3 ; T_{BD} = TB/3 ; T_{LD} = TL/2 \quad (1.7.)$$

### **1.5.7. Deprem Tasarımsal Sınıflandırılması**

Deprem yükü etkisinde modellemede temel gösterilecek DTS; yapı kullanım sınıfları ve kısa periyot tasarım spektral sabiti ikinci deprem yer hareketi düzeyi için belirlenmiş biçimde çizelge 1.9.'da belirtilmiştir.

**Çizelge 1.9. DTS [8]**

| (DD-2) Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyod Tasarım Spektral İvme Katsayısı ( $S_{Ds}$ ) | Bina Kullanım Sınıfı |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------|
|                                                                                                | BKS = 1              | BKS = 2, 3 |
| $S_{Ds} < 0.333$                                                                               | DTS = 4a             | DTS = 4    |
| $0.333 \leq S_{Ds} < 0.667$                                                                    | DTS = 3a             | DTS = 3    |
| $0.667 \leq S_{Ds} < 1.00$                                                                     | DTS = 2a             | DTS = 2    |
| $1.00 \leq S_{Ds}$                                                                             | DTS = 1a             | DTS = 1    |

#### 1.5.8. Yapı Performans İstemleri Ve Uygulanacak Tasarımlar İçin Deprem Etkisinde Ki Yaklaşımları

Gösterilen dört adet deprem yer hareketi düzeyi için TBDY-2018 kapsamında bulunan yapılarda kullanmak için DTS 1, 2, 3, 3a, 4, 4a belirtilen NPH ile DTS 1a, 2a için belirtilen İPH olarak iki adet performans hedefi (PH) gösterilmiştir [13].

Deprem kuvveti anında yapı taşıyıcı unsurlarının tasarlanmasında türkiye bina deprem yönetmenliği-2018'de Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme ile birlikte Dayanıma Göre Tasarım (DGT) şeklinde iki adet tasarım tanımlanması yapılmıştır. Aşağıdaki çizelgelerde bu hesapların uygulama bölgeleri de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.10.** Yeni yapılacak ya da mevcut binalar için DTS'ye göre performans hedefleri ve uygulanacak tasarım hedefleri.

(a) Yeni Yapılacak Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar  
(Yüksek Binalar Dışında –  $BYS \geq 2$ )

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

(b) Yeni Yapılacak veya Mevcut Yüksek Binalar (  $BYS = 1$  )

| Deprem<br>Yer H.<br>Düzeyi | DTS = 1, 2, 3, 3a, 4, 4a |                                 | DTS = 1a, 2a            |                                 |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
|                            | 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                            |

(c) Mevcut Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar  
(Yüksek Binalar dışında –  $BYS \geq 2$ )

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

- <sup>(1)</sup>  $BYS > 3$  olan binalarda uygulanacaktır.  
<sup>(2)</sup>  $BYS = 2,3$  olan binalarda uygulanacaktır.  
<sup>(3)</sup> Ön tasarım olarak yapılacaktır.  
<sup>(4)</sup>  $I = 1,5$  alınarak uygulanacaktır.  
<sup>(5)</sup> Bkz. 3.5.2.2.

TDY-2007' de olmayan TBDY-2018'de olan deprem yalıtımı yapılması gereken yapılar için tasarıma da alan bırakılmıştır.

**Çizelge 1.11.** Deprem etkileri altında deprem yalıtımlı binaların tasarım hedefleri.

| (a) Yeni Yapılacak Deprem Yalıtımlı Binalar – Üstyapı |                          |                                 |                         |                                 |
|-------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Deprem Yer H. Düzeyi                                  | DTS = 1, 2, 3, 3a, 4, 4a |                                 | DTS = 1a, 2a            |                                 |
|                                                       | Normal Performans Hedefi | Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı | İleri Performans Hedefi | Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı |
| DD-2                                                  | SH                       | DGT                             | KK                      | DGT                             |
| DD-1                                                  | —                        | —                               | —                       | —                               |

| (b) Deprem Yalıtımı Yapılarak Güçlendirilecek Mevcut Binalar – Üstyapı |                          |                                 |                         |                                 |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Deprem Yer H. Düzeyi                                                   | DTS = 1, 2, 3, 3a, 4, 4a |                                 | DTS = 1a, 2a            |                                 |
|                                                                        | Normal Performans Hedefi | Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı | İleri Performans Hedefi | Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı |
| DD-2                                                                   | KH                       | DGT                             | SH                      | DGT                             |
| DD-1                                                                   | —                        | —                               | —                       | —                               |

| (c) Yeni Yapılacak ve Güçlendirilecek Deprem Yalıtımlı Binalar – Yalıtım Sistemi ve Altyapı |                          |                                         |                         |                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|
| Deprem Yer H. Düzeyi                                                                        | DTS = 1, 2, 3, 3a, 4, 4a |                                         | DTS = 1a, 2a            |                                         |
|                                                                                             | Normal Performans Hedefi | Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı         | İleri Performans Hedefi | Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı         |
| DD-2                                                                                        | —                        | —                                       | —                       | —                                       |
| DD-1                                                                                        | KK                       | ŞGDT <sup>(1)</sup> -DGT <sup>(2)</sup> | KK                      | ŞGDT <sup>(1)</sup> -DGT <sup>(2)</sup> |

<sup>(1)</sup> Yalıtım sistemi için uygulanacaktır.  
<sup>(2)</sup> Altyapı için uygulanacaktır.

### 1.5.9. Binaların Taşıyıcı Unsurlarının Tanımlanması Ve Deprem Yüklerinin Etkisi

Yapısal modellerin ve yapısal elemanların davranışında olan belirsizlikler, analizinin ve tasarımının yöntemindeki yaklaşık değerler nedeni ile yapının depreme karşı olan davranışının öngörülebilir olması açısından taşıyıcı sistem yapılabildiğince düz ve basite indirgenmiş olmalıdır.

Yapının taşıyıcı sistemlerinin düşey doğrultuda düzgün simetrik ve devamlı bir biçimde tasarlanması ile öngörülebilir deprem davranışının gerçekleştirilmesi mümkün olabilir. Bu şartlarda kat rijitliğinde ve dayanımında anlık yüklemeler nedeni ile oluşabilecek yumuşak kat ve zayıf kat düzensizliklerinden oldukça kaçınılmalıdır [21].

#### Taşıyıcı sistemlerde yeterli dayanım ve rijitlik

Deprem yer hareketlerinin bütün eksenlerden etkili olabileceğini düşünerek taşıyıcı sistemin birbirine dik olan iki asal doğrultuda düzenlenmesi ve birbirine yakın dayanım ve rijitliğe sahip olarak tasarlanmalıdır. rijit ve yüksek dayanımlı elemanlar yapı çevresine koyularak taşıyıcı sistemin düzensizlikleri ortadan kaldırılabilir.

## **Katlarda yeterli döşeme dayanım ve rijitliği**

Döşemelerin yüksek düzlemler i i dayanım ve rijitliğe sahip olmaları, eylemsizlik kuvvetlerinin düşeyde bulunan taşıyıcılara aktarılmasını ve farklı rijitlikteki elemanlarına deprem esnasında güvene dağıtılmasını sağlar. D  şemelerdeki etkilerin düşeyde taşıma yapan elemanlara güvenli bir biçimde aktarıldığı tasarımlarda belirtilmelidir. Hele ki diğer katlara istinaden daha fazla rijit kalan bodrumlara geçişte bulunan yukarı katlardan etkiyen deprem etkilerinin su zemin kat altı perdelerine geçişine yardım eden döşemelerde asgari dayanım ve rijitlik sağlanması temeldir.

### **1.6. Betonarme Binalarda Sıkça Karşılaşıl an Deprem Hasarları**

Ülkemiz deprem bölgesinde bulunmaktadır. Özellikle son zamanlarda yaşanan depremler sonucu var olan birçok yapının depreme dayanımının yeterli miktarda olmadığı saptanmıştır. Bu durum, yanlış sisten tercihi, donatı detayı yetersizliği ve yapı denetiminin kusurlu olmasından kaynaklanmaktadır[22].

Deprem olasılığı fazla olan bölgelerde yapılarda aranan en önemli faktör deprem güvenliğidir. Yapının depreme dayanımlı olabilmesi için 3 koşulu sağlaması gerekmektedir.

- Yeterli dayanım
- Sünek davranış
- Sınırlı yanal ötelenme (yanal rijitlik)

#### **1.6.1. Sıva  atlakları**

Yapıdaki hasarların ilk aşamasıdır. Bu hasarlar genelde dolgu yapılan tesisat döşeme noktalarında ve duvarların perde veya kolonlarla birleşim noktalarında oluşur. Eğer yapıdaki tek hasar sıva çatlakları ise taşıyıcı sistem zarar görmemiş sayılır [23].

#### **1.6.2. Dolgu Duvar Hasarları**

Sıva çatlaklarını takiben gerçekleşen ikinci aşama duvarlarda oluşan hasarlardır. Bu hasarlar genelde dayanımı düşük malzemelerin kullanımı ile oluşur. Taşıyıcı bölgeler ile ayrılmaları sonucunda çapraz çatlaklar oluşmaya başlar ve yer yer sıva d   lmeleri gözlenir.

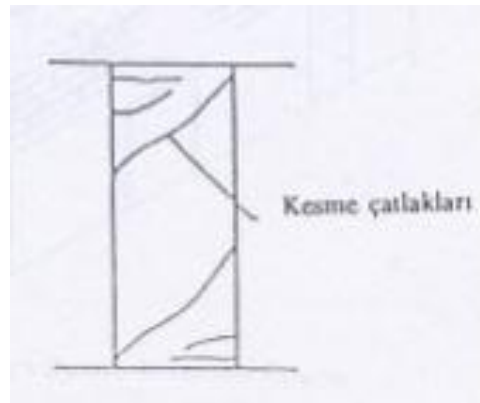
Çatlak boyutları arttıkça duvardan kopmalar ve dökülmelerde meydana gelebilir. Duvarın hasar düzeyi ileriye eğer taşıyıcı sisteminde hasar görmüş olması olası bir durumdur.

### 1.6.3. Taşıyıcı Sistem Hasarları

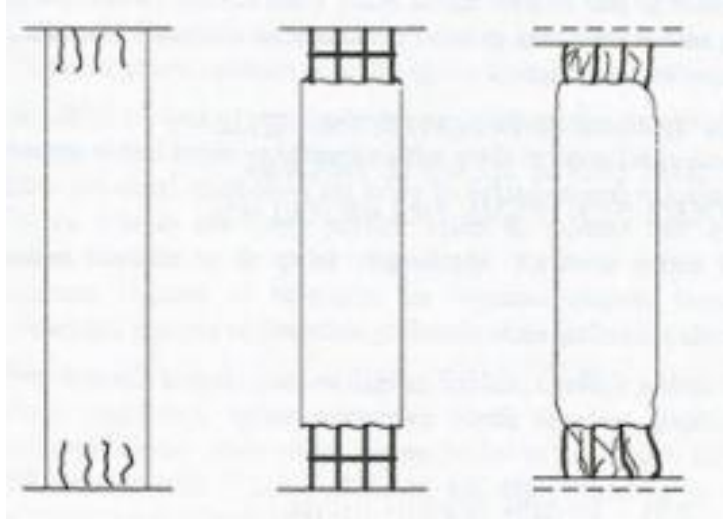
Taşıyıcıda görülen her hasarın sıkı bir denetimle incelenmesi gerekmektedir. Bu tarz hasarlar yapının taşıma gücünün azaldığını bize göstermektedir. Taşıyıcı sistemde ki hasar tipleri sınıflandırarak incelenecektir.

#### 1.6.3.1 Kolonlarda Hasarlar

Deprem sırasında kolanlara etkiyen kesme kuvvetini karşılayacak yeterli miktarda sargı donatısı bulunmuyorsa kolonlarda gevrek kırılmalar oluşabilir. Kolonlarda oluşan kesme hasarları genişlemişse ağır hasarın oluştuğuna işarettir. Doğru hesaplanmış ve planına göre yerleştirilmiş donatı, çatlakların betonun yüzeyinde kılcal olarak kalmasını sağlar. Betonarme içinde donatıların olabildiğince çekme gerilmeleri doğrultusunda konumlandırılması gerekmektedir. Kolonların kesme kuvveti dayanımı yetersiz ise 45 derece eğimli çatlaklar oluşur. Kolona binen eksenel yük, taşıma kapasitesinin üzerinde ise basınç kırılması ile hasarlar oluşacaktır.



Şekil 1.2. kesme çatlağı

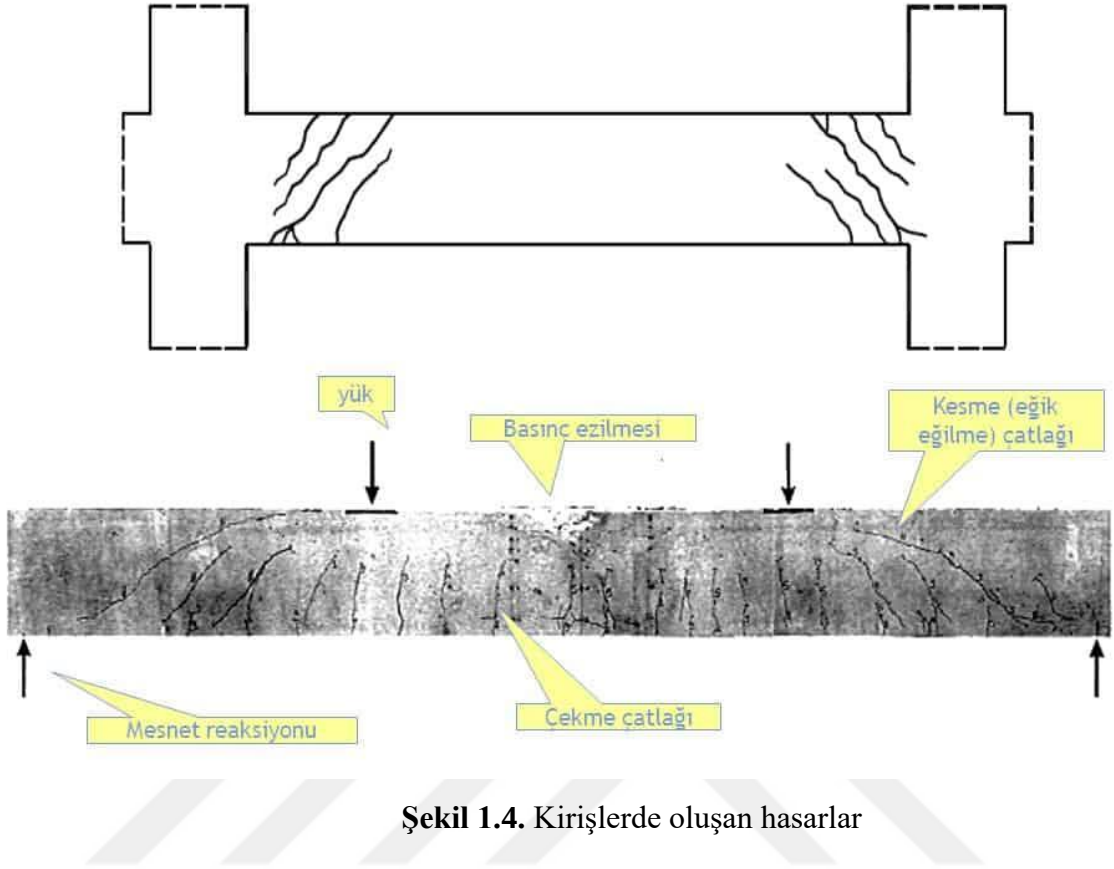


**Şekil 1.3.** Basınç çatlakları

Bir diğer önemli hasar ise burulma çatlaklarıdır. Bu kırılma türü de gevrek kırılmalar grubu içinde sınıflandırılır. Burulma kolonun birbirine komşu iki yüzünde diyagonal çekme çatlakları olurken diğer iki yüzünde diyagonal olarak betonda ezilmeler olur [24]. Bu kırılma burulma hasarının tanınması için tipik bir şekil arz eder.

#### **1.6.3.2. Kirişlerde Hasarlar**

Genel olarak kesme ve/veya eğilme çatlakları görülür. Kirişlerde ki eğilmeden dolayı oluşan çatlaklar genelde mesnet birleşim bölgelerinde üst kısımda, kiriş açıklık bölgesinde de alt kısımda oluşur. Betonun dayanımı düşükse ve/veya yeterli miktarda donatı yoksa kesme çatlakları oluşacaktır.



**Şekil 1.4.** Kirişlerde oluşan hasarlar

#### 1.6.3.3. Döşeme Hasarları

Bu hasar tipi genellikle büyük açıklıklarda ortaya çıkan bir kusurdur. Aşırı büyük olmadığı sürece döşemede oluşan çatlaklar taşıyıcı sistemi yok fazla etkilememektedir. Döşeme kalınlığının doğru seçilmesi şartı ile taşıyıcı sistemin en güvenli elemanlarından [25].



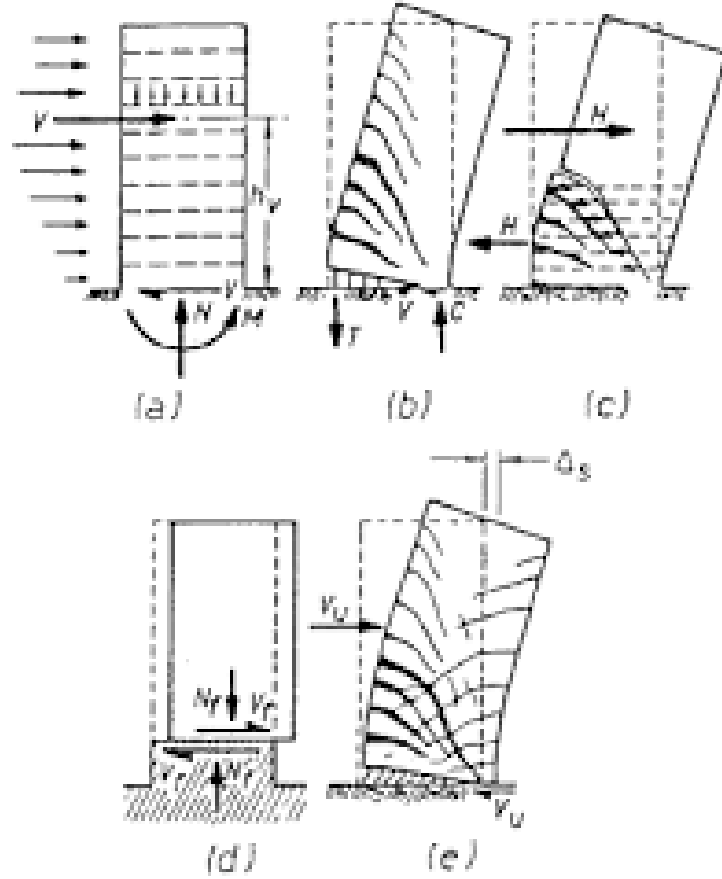
**Şekil 1.5 Döşeme hasarı**

#### **1.6.3.4. Perde Duvar Hasarları**

Perdelerde toptan göçme, eğilme göçmesi ve kesme kuvveti göçmesi olarak üç çeşit göçme tipi görülmektedir. Eğilme göçmesi sünek olduğundan istenilebilir fakat diğer iki tip göçme gevrek olduğundan dolayı istenilmez.

Perdelerde ki hasarların sebeplerinden biride yükseklik/uzunluk oranıdır.

- Yükseklik > uzunluk olursa kısa perde
- Yükseklik < uzunluk olursa uzun perde olarak adlandırılır.



Şekil 1.6 Perde duvar hasarları

#### 1.6.3.5. Sistem Seçiminden Oluşan Sebepler

Birbiriyle dik açıyla kesişen iki deprem doğrultusunun herhangi biri, bodrum katı hariç bir katta ki ortalama görelî kat ötelemesi oranının komşu üst ya da alt katındaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile anlatılan rijitlik düzensizliği katsayısının 2,0'den fazla olması durumuna yumuşak kat oluşumu denir. Yani birbirine komşu olan katlar arasındaki rijitlik düzensizliğidir [26].

Birbiriyle dik açıyla kesişen iki deprem doğrultusunun birinde, rastgele bir katta ki toplam etkili kesme alanının, komşu üst katının toplam etkili kesme alanına oranı olarak belirtilen, dayanım düzensizliği katsayısının 0.80'den küçük olması durumuna zayıf kat oluşumu denir. Yani birbirine komşu katlar arasındaki dayanım düzensizliğidir [8].

## **1.7. Deprem Etkileri Altında Bulunan Yapıların Hesap Esasları**

### **1.7.1. Genel Esaslar**

Dayanıma Göre Tasarım (DGT) esaslarında;

İstenilen taşıyıcı unsur süreklilik sınırlarına denk gelen indirgenmiş deprem etkileri seçilerek göz önüne alınan PH'leri yakalanır. Seçilen yüklemeler etkisinde taşıyıcı sistemler için doğrusal deprem hesapları yapılır. Bahsi geçen bu hesaplar sonucunda elde edilen esas azaltılmış iç kuvvetleri, gerekli koşullarda direnç fazlalığı da önemsenerek, geri kalan kuvvetlerden aktarılan iç kuvvetler ile toplanarak dayanım istekleri yani tasarıma esas iç kuvvetleri bulunur [20].

Öngörülen PH'leri için hesaplanmış olan sistem eleman iç kuvvet kapasiteleri diğer bir deyişle direnç kapasiteleri sistem elemanlarının dayanım istekleri ile karşılaştırılır. Bulunan bu dayanım isteklerinin dayanım kapasitesinin altında kaldığı ve deprem hesabında ortaya çıkan görelî kat ötelenmelerinin kabul görülen sınır dışında olduğu belirtilir ve tasarım sonlandırılır. Bu koşulların olmaması durumunda sistem elemanı kesitlerinde değişimler yapıp hesap yenilenir.

Dayanıma Göre Tasarım hesabında TBDY-2018'de bulunan, Yüksek Binalar' ın tasarımı, Deprem Yalıtımlı Binaların Tasarımı, Mevcut Binaların Değerlendirilmesi Güçlendirilmesi haricinde kalan yönetmelik dâhilinde sonraki bölümlerde anlatılan ve çizelge 1.12.' de gösterilen yapıların tamamının dizaynında kullanılır.

### **1.7.2. Taşıyıcı Unsurların Uygulama Limitleri, Taşıyıcı Unsur Tepki Sabitleri Ve Dayanım Fazlalığı Sabitleri**

#### **1.7.2.1 Taşıyıcı Sistem Uygulama Limitleri**

Dayanıma göre dizayn kapsamında bu kısımdaki hesap kurallarının tatbik edilebileceği yapı taşıyıcı unsurları ve bu unsurlar için müsaade edilen bina yükseklik sınıfları (BYS), süreklilik seviyesine göre Tablo 12' de gösterilmiştir. Çok katlı yapılar (BYS=1) için taşıyıcı unsur ve hesap kuralları diğer bir kısımda ele alınmıştır.

A11, A22, ve C21, C22 ile gösterilmiş bulunan taşıyıcı unsurlarda, yalnız DTS=4 olan yapılar ile limitli kalmak için müsaade edilen yapı yükseklik sınıfı  $BYS \geq 2$  ' ye yükseltgenebilir.

### 1.7.2.2. Süneklik Niteliği Fazla, Limitli Ve Hibrit Taşıyıcı Unsurlar

Betonarme ve çelik taşıyıcı unsurlar süneklik seviyeleri açısından süneklik seviyesi fazla taşıyıcı unsurlar, süneklik seviyesi limitli taşıyıcı unsurlar ve süneklik seviyesi hibrit taşıyıcı unsurlar olarak üç grup şeklinde incelenmektedir. Süneklik seviyesi hibrit taşıyıcı unsurlar, süneklik seviyesi limitli çerçeve taşıyıcı unsurlarının süneklik seviyesi fazla betonarme perdeler veya çelik diyagonalli çerçevelerle beraber kullanılması ile teşkil edilen unsurlardır [27].

### 1.7.2.3. Süneklik Niteliği Fazla, Limitli Ve Hibrit Taşıyıcı Unsurlar

Süneklik niteliği hibrit taşıyıcı unsurların kullanılmasının uygun olmadığı  $BYS \leq 6$ ,  $DTS=1a$  ve  $DTS=2a$  olan yapılardır. Süneklik niteliği limitli taşıyıcı unsurların kullanılmasının uygun olmadığı yapılar ise  $DTS=1a$ ,  $2a$ ,  $3a, 4a$  olarak gruplandırılan yapılardır.

Birbirine doksan derecelik açı ile teşkil edilmiş taşıyıcı unsurlarda iki doğrultuda da süneklik niteliğinin eşit olması gereklidir. Fakat bu taşıyıcı unsurların doğrultularında farklı  $R$  ve  $D$  sabitleri kullanılabilir. Müsaade edilen bina yükseklik sınıfı, iki doğrultudan en düşük dayanıma sahip olana göre seçilecektir [28].

Deprem kuvvetlerinin hepsi moment ileten süneklik niteliği limitli betonarme tasarımlarla karşılanan taşıyıcı unsurlar yalnız  $DTS-3$  ile  $DTS-4$  olan yapılarda esas alınacaktır.

Tek dolgulu, dolgusuz, asmolen küçük kirişli döşeme olan tasarım unsurlarında perde kullanılmaması koşuluyla süneklik niteliği limitli tasarım unsurları olarak gruplandırılır, bu tarz unsurlar  $DTS-3$  ve  $DTS-4$  olan yapılarda esas alınır.

Kiriş bulunmayan döşeme tasarlanmış unsurlarda, deprem etkisiyle oluşan kuvvetlerin hepsi demirli beton kullanılan yapılarda süneklik niteliği fazla bağ kirişli (boşluklu) ile boşluksuz perdelerle veya süneklik niteliği limitli boşluksuz perdelerle taşınacaktır.

Süneklik niteliği fazla bağ kirişli veya boşluksuz yerinde hazırlanma veya hazır beton ile oluşan betonarme perdeler ile konsentrik, eksentrik veya bükülmesi engellenmiş çelik diyagonalli çerçevelerin moment ileten süneklik niteliği fazla çerçevelerle beraber teşkil edildiği yapılarda, perdelerin yada diyagonalli çerçeve tasarımlarının tabanında deprem etkilerinden mütevellit gerçekleşen devrilme etkilerinin tamamı, yapının bütününde deprem etkilerinden mütevellit meydana gelen devrilme momentinin %40' ından az %75' inden yüksek olmamalıdır.

$$0.40 M_o < \sum M_{DEV} < 0.75 M_o$$

(1.8.)

Yukarıdaki denklemde üst sınırın karşılanmaması durumunda deprem yüklerinin hepsinin süneklik niteliği fazla perdelerle taşındığı haller için belirlenen çizelge 1.12.' de gösterilen R ve D sabitleri ile müsaade edilen maksimum bina yükseklik sınıfı kullanılacaktır. Minimum koşulun karşılanmaması halinde ise tablodaki R ve D sabitleri değiştirilmeksizin müsaade edilen maksimum bina yükseklik sınıfının bir adım üstü kullanılacaktır.

Betonarme ve çelik süneklik niteliği hibrit taşıyıcı unsurlarda, süneklik niteliği fazla bağ kirişli veya boşluksuz betonarme perdelerle konsentrik, eksentrik veya bükülmesi engellenmiş çelik diyagonalli çerçevelerin tabanında deprem etkilerinden kaynaklanan toplam devrilme momentinin %75'inden fazla olacaktır veya eşit olacaktır.

$$\sum M_{DEV} \geq 0.75 M_0 \quad (1.9.)$$

Verilen şartın karşılanmaması halinde yüklerin tümünün süneklik niteliği limitli çerçevelerle taşındığı haller için tanımlanan R ve D sabitleri ile müsaade edilen maksimum bina yükseklik sınıfı kullanılacaktır.

Bodrum çevre perdeleri haricinde  $Hw/lw \leq 2$  olan boşluksuz perdelerde çizelge 1.12' de gösterilen R sabitleri ele alınarak belirlenen iç yükler,  $[3(1 + Hw/lw)]$  sabiti ile çarpılmak suretiyle nicelik bakımından yükseltilecektir fakat bu sayı 2' den fazla olmayacaktır.

Yapıların bodrum kısımlarının etrafında imal edilen rijit betonarme perdeler çizelge 1.13.' de gösterilen perdeli ya da perdeli-çerçevesel unsurlara ait parçalar olarak değerlendirilmez.

**Çizelge 1.12.** Yapı taşıyıcı unsurları için taşıyıcı unsur tepki sabiti, dayanım fazlalığı sabiti ve müsaade edilen bina yükseklik sınıfları

| Bina Taşıyıcı Sistemi                                                                                                                                                                                                                                                                       | Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R$ | Dayanım Fazlalığı Katsayısı $D$ | İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları<br>BYS |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>A. YERİNDE DÖKME BETONARME BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ</b>                                                                                                                                                                                                                                  |                                        |                                 |                                              |
| <b>A1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler</b>                                                                                                                                                                                                                                        |                                        |                                 |                                              |
| <b>A11.</b> Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar                                                                                                                                                           | 8                                      | 3                               | $BYS \geq 3$                                 |
| <b>A12.</b> Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar                                                                                                                                                     | 7                                      | 2.5                             | $BYS \geq 2$                                 |
| <b>A13.</b> Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar                                                                                                                                                                  | 6                                      | 2.5                             | $BYS \geq 2$                                 |
| <b>A14.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)                                                         | 8                                      | 2.5                             | $BYS \geq 2$                                 |
| <b>A15.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)                                                                      | 7                                      | 2.5                             | $BYS \geq 2$                                 |
| <b>A16.</b> Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar                                                                              | 3                                      | 2                               | –                                            |
| <b>A2. Süneklik Düzeyi Karma Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.6)</b>                                                                                                                                                                                                                 |                                        |                                 |                                              |
| <b>A21.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)                                                        | 6                                      | 2.5                             | $BYS \geq 4$                                 |
| <b>A22.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)                                                                     | 5                                      | 2.5                             | $BYS \geq 4$                                 |
| <b>A23.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> <i>dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu dişli döşemeli</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar | 6                                      | 2.5                             | $BYS \geq 6$                                 |
| <b>A24.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> <i>dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu dişli döşemeli</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar              | 5                                      | 2.5                             | $BYS \geq 6$                                 |
| <b>A3. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.3, 4.3.4.7)</b>                                                                                                                                                                                                      |                                        |                                 |                                              |
| <b>A31.</b> Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar                                                                                                                                                          | 4                                      | 2.5                             | $BYS \geq 7$                                 |
| <b>A32.</b> Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar                                                                                                                                                                 | 4                                      | 2                               | $BYS \geq 6$                                 |
| <b>A33.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar                                                                                  | 4                                      | 2                               | $BYS \geq 6$                                 |

| Bina Taşıyıcı Sistemi                                                                                                                                                                                                                                               | Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R$ | Dayanım Fazlalığı Katsayısı $D$ | İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları<br>BYS |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>B. ÖNÜRETİMLİ BETONARME BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ</b>                                                                                                                                                                                                             |                                        |                                 |                                              |
| <b>B1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler</b>                                                                                                                                                                                                                |                                        |                                 |                                              |
| <b>B11.</b> Deprem etkilerinin tamamının bağlantıları moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> öntüretimli çerçevelerle karşılandığı binalar                                                                                                                    |                                        |                                 |                                              |
| <b>MAB1, MAB2</b> tipi moment aktaran bağlantılar:                                                                                                                                                                                                                  | 7                                      | 2.5                             | $BYS \geq 4$                                 |
| <b>MAB3, MAB4</b> tipi moment aktaran bağlantılar:                                                                                                                                                                                                                  | 5                                      | 2.5                             | $BYS \geq 6$                                 |
| <b>B12.</b> Deprem etkilerinin bağlantıları moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> öntüretimli çerçeveler ile, <i>süneklik düzeyi yüksek</i> yerinde dökme bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)   |                                        |                                 |                                              |
| <b>MAB1, MAB2</b> tipi moment aktaran bağlantılar:                                                                                                                                                                                                                  | 7                                      | 2.5                             | $BYS \geq 2$                                 |
| <b>MAB3, MAB4</b> tipi moment aktaran bağlantılar:                                                                                                                                                                                                                  | 5                                      | 2.5                             | $BYS \geq 6$                                 |
| <b>B13.</b> Deprem etkilerinin bağlantıları moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> öntüretimli çerçeveler ile, <i>süneklik düzeyi yüksek</i> yerinde dökme boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)                |                                        |                                 |                                              |
| <b>MAB1, MAB2</b> tipi moment aktaran bağlantılar:                                                                                                                                                                                                                  | 6                                      | 2.5                             | $BYS \geq 2$                                 |
| <b>MAB3, MAB4</b> tipi moment aktaran bağlantılar:                                                                                                                                                                                                                  | 5                                      | 2.5                             | $BYS \geq 6$                                 |
| <b>B14.</b> Düşey yüklerin bağlantıları mafsallı öntüretimli ve iki doğrultulu çerçeveler ile, deprem etkilerinin tamamının ise <i>süneklik düzeyi yüksek</i> yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar      | 4                                      | 2                               | $BYS \geq 7$                                 |
| <b>B15.</b> Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen <i>süneklik düzeyi yüksek</i> kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar                                                                | 3                                      | 2                               | –                                            |
| <b>B2. Süneklik Düzeyi Karma Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.6)</b>                                                                                                                                                                                         |                                        |                                 |                                              |
| <b>B21.</b> Deprem etkilerinin bağlantıları moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> öntüretimli çerçeveler ile, <i>süneklik düzeyi yüksek</i> yerinde dökme bağ kirişli (boşluklu) veya boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar |                                        |                                 |                                              |
| <b>MAB1, MAB2</b> tipi moment aktaran bağlantılar:                                                                                                                                                                                                                  | 5                                      | 2.5                             | $BYS \geq 5$                                 |
| <b>MAB3, MAB4</b> tipi moment aktaran bağlantılar:                                                                                                                                                                                                                  | 4                                      | 2.5                             | $BYS \geq 6$                                 |
| <b>B3. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.7)</b>                                                                                                                                                                                       |                                        |                                 |                                              |
| <b>B31.</b> Deprem etkilerinin tamamının bağlantıları moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> öntüretimli çerçevelerle karşılandığı binalar                                                                                                                   | 3                                      | 2                               | $BYS = 8$                                    |
| <b>B32.</b> Deprem etkilerinin bağlantıları moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> öntüretimli çerçeveler ile, yerinde dökme <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar                            | 3                                      | 2                               | $BYS \geq 7$                                 |
| <b>B33.</b> Deprem yüklerinin tamamının öntüretimli betonarme düşey çift cidarlı paneller tarafından karşılandığı <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> binalar                                                                                                            | 4                                      | 2                               | $BYS \geq 6$                                 |
| <b>B34.</b> Deprem yüklerinin tamamının öntüretimli betonarme düşey tek cidarlı paneller tarafından karşılandığı <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> binalar                                                                                                             | 3                                      | 2                               | $BYS \geq 7$                                 |

| Bina Taşıyıcı Sistemi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R$ | Dayanım Fazlalığı Katsayısı $D$ | İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları<br>BYS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>C. ÇELİK BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                        |                                 |                                              |
| <b>C1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                        |                                 |                                              |
| <b>C11.</b> Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik çerçevelerle karşılandığı binalar                                                                                                                                                                                                            | 8                                      | 3                               | $BYS \geq 3$                                 |
| <b>C12.</b> Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından karşılandığı binalar                                                                                                                                                              | 8                                      | 2.5                             | $BYS \geq 2$                                 |
| <b>C13.</b> Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından karşılandığı binalar                                                                                                                                                                                                 | 5                                      | 2                               | $BYS \geq 4$                                 |
| <b>C14.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)  | 8                                      | 3                               | $BYS \geq 2$                                 |
| <b>C15.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)                                                  | 6                                      | 2.5                             | $BYS \geq 2$                                 |
| <b>C16.</b> Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar                                                                                                                               | 4                                      | 2                               | –                                            |
| <b>C2. Süneklik Düzeyi Karma Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.6)</b>                                                                                                                                                                                                                                                              |                                        |                                 |                                              |
| <b>C21.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2) | 6                                      | 2.5                             | $BYS \geq 4$                                 |
| <b>C22.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)                                                 | 5                                      | 2                               | $BYS \geq 4$                                 |
| <b>C3. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.7)</b>                                                                                                                                                                                                                                                            |                                        |                                 |                                              |
| <b>C31.</b> Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> çelik çerçevelerle karşılandığı binalar                                                                                                                                                                                                           | 4                                      | 2.5                             | $BYS \geq 7$                                 |
| <b>C32.</b> Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> merkezi çaprazlı çelik çerçevelerle karşılandığı binalar                                                                                                                                                                                                         | 3                                      | 2                               | $BYS = 8$                                    |
| <b>C33.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından birlikte karşılandığı binalar                                                                                                                              | 4                                      | 2                               | $BYS \geq 7$                                 |

### 1.7.3. Taşıyıcı Unsurların Doğrusal Hesap Yöntemiyle Tasarlanmasına Dair Esaslar

Dayanıma göre tasarım çerçevesinde gerçekleştirilecek lineer hesaplamalarda istifade edilmek üzere bir takım esaslar belirlenmiştir. TDY 2007’ de belirtilen esaslar bulunmazken, TBDY 2018’de bu kısım bulunmaktadır.

#### 1.7.3.1. Genel Modelleme Esasları

Çoğunlukla; taşıyıcı unsur modellemesi uygulamalarında yapı taşıyıcı unsurları her zaman 3 boyutlu şekilde tasarlanmalıdır, iki yatay doğrultunun dik kesişmesinde deprem yükü dikkate alınacaktır ve düşey deprem yükü  $E_d (Z)$  de hesaplamalara dahil edilecektir, sönüm oranı farklı bir değerde bildirilmedikçe %5 olarak hesaba katılacaktır.

#### 1.7.3.2. Kiriş Ve Kolonların Tasarlanması

Çerçeve sonlu elemanlar olarak tasarlanması gereken unsurlar arasında Kiriş ve kolonlar bulunur. Kolon ve kirişlerin bir araya geldiği kesişim yerlerinde 6 serbestlik derecesinin tamamı değerlendirilsede döşemeler rijit diyafram şeklinde tasarlandığında bahsedilen serbestlik derecelerinin ihtiyaç duyulmayanları hesaba katılmayacaktır. Kolon kesişim alanları rijit yada yarı rijit tasarlanabilir [29].

#### 1.7.3.3. Yapılarda Boşluksuz Betonarme Perdelerin Tasarlanması

Tasarımlarda dikey taşıyıcı unsurlardan genişliğinin kalınlığa oranının 6 ve üstü olacak unsurlar betonarme perde olarak tanımlanır. En kesit şekli I,T,L,U ya da C olan betonarme yapıli perdelerle, çalışan doğrultuda minimum bir perde kısmı bu koşulu karşılamalıdır.

Aşağıda belirtilen metotlarla betonarme perdelerin tasarımı yapılacaktır.

En kesit şekli dikdörtgen, I, T, L, U ya da C şeklinde varolan betonarme perdeler düzlem dahili ve düzlem harici deplasmanlarla alakalı serbestlik derecelerine sahip kabuk sonlu elemanlarla tasarlanacaktır. Tasarımda sonlu elemanların çakıştığı birleşim noktalarında 6 serbestlik derecesi de değerlendirmeye dahil edilir. Dikdörtgen, I, T, L, U ya da C en kesitli yapı unsurlarında sonlu eleman birleşim bölgelerindeki dirençlerin vektörel toplamı betonarme kesit tasarımında göz önünde bulundurulmak suretiyle en kesit kütle merkezinde denk çubuk kesit

etkileri (eğilme/ burulma momentleri, kesme dirençleri, eksenel direnç) şeklinde bulunur. Böylece perde tabanında tespit edilen eğilme momenti perde taban devrilme momenti  $M_{DEV}$  olarak kullanılır.

Dikdörtgen, I, T, L, U ya da C en kesitli perdelerde perde kol uzunluğunun perde yüksekliğine oranı 1/2'nin altında kaldığında perdeler eksenine en kesitin kütle merkez noktasından geçen denk çubuk sonlu elemanı biçiminde tasarlanabilir.

#### 1.7.3.4. Betonarme Boşluklu Perdelerin Tasarlanması

İki boşluksuz perde kısmının kesme dayanımı aşırı olan boşluklu kiriş ile birleştirilerek beraber yekpare şekilde olarak çalışan düşey taşıyıcı sistem unsurlarına boşluklu perde ismiyle nitelendirilir. Anlatılan yapıdaki perdeler dayanımı yüksek bağ kirişleri vesilesiyle çıkma biçiminde davranan boşluksuz perdeler ile çerçeveler içinde bir hareket gösterir. boşluklu perdeyi teşkil eden perde kısımlarının en kesit biçimleri “U”, dikdörtgen ya da “C” biçiminde tasarlanabilir.

Taban devrilme momenti boşluklu perdeler için aşağıda verildiği şekilde hesaplanır.  $M_{DEV}$  boşluklu perdenin tabanında bulunan total atalet momentini,  $M_2$  ve  $M_1$  perde kısımlarının deprem tesirinden kaynaklanan eğilme momentlerini, deprem tesirinde bağ kirişlerinde meydana gelen kesme kuvvetlerinin perdenin bütünü yüksekliğince toplamı şeklinde tanımlanan  $N_v$ , perde bölümlerinin tabanında meydana gelen eşit şiddetteki eksenel bası ve çeki kuvvetlerine tekabül etmektedir. “c” perde kısımlarının en kesit ağırlık merkezleri arasındaki uzaklığı temsil eder [30].

Boşluklu perdeler nitelendirilirken bağ derece sabiti  $\Omega$  göz önünde bulundurulur. Bağ derece sabiti  $\Omega \geq 1/3$  şartını karşılaması durumunda perde boşluklu perde olarak tanımlanır. Bu şartın karşılanmaması durumunda perde kısımlarının her biri bağ kirişli perde olarak tanımlanır.

$$\Omega = c N_v / M_{DEV} = c N_v / (M_1 + M_2 + c N_v) \quad (1.10.)$$

#### 1.7.3.5. Bodrum Perdelerin Tasarlanması

Bu tarz yapılarda yapının yukarı kısımlarında oluşan kuvvetlerin tamamını yada bir bölümünü geçiş döşemeleri vasıtasıyla üstlenerek temel yapıya ileten ve deprem sırasında zeminin itici kuvvetlerini sönümleyen yapı unsurlarıdır. Bu perdelerin tasarımı kabuk sonlu eleman şeklinde dizayn edilir.

### 1.7.3.6. Döşemelerin Modellenmesi

Döşemeler; depremlerin yükü altında kat açıklıklarında bulunan kuvvetleri düşey taşıyıcı elemanlara ileterek yükün dağılmasını ve düzenli şekilde aktarılmasını sağlar.

A2 ve A3 tipi düzensizlerinin bulunduğu veya döşemelerin rijit diyafram şeklinde davranmasının uygun olmadığı yapılarda döşemeler, düzlem dahili serbestlik derecelerini barındıracak biçimde iki boyutlu levha sonlu elemanı olarak tasarlanabilir. Bu halde düğümün tamamı için üç serbestlik derecesi göz önünde bulundurulur. Tercihen düzlem harici deplasmanlara dair serbestlik derecelerine de sahip olması durumunda kabuk sonlu elemanlar olarak da tasarlanabilir. Belirtilen tasarıma göre yapılan hesaplamalar neticesinde döşemelerde ve kirişlerde oluşan ve dikey taşıyıcı unsura iletilen iç kuvvetler direkt olarak belirlenir.

A3 ile A2 tipi düzensizliklerin var olmadığı ve düzlem dahilinde anlamlı biçim değişimlerinin oluşmasının beklenmediği şekilde planlanmış düzenli yapılarda döşemeler rijit diyafram şeklinde ele alınarak tasarlanabilir. Bu halde kat ağırlık merkezinde yataydaki dik doğrultularda öteleme ve dikey ekseninde dönme olacak biçimde üç serbestlik derecesi belirlenecektir.

Rijit diyafram tasarımına uygun olarak gerçekleştirilen hesaplamalar neticesinde rastgele aynı doğrultuda döşemeden rastgele bir dikey taşıyıcı unsuruna iletilen kuvvet, döşemenin aşağısındaki ve yukarısındaki katlar o unsura ait doğrultuda bulunan kesme kuvvetlerinin arasındaki fark olarak belirlenecektir.

### 1.7.3.7. Geçiş Kat Döşemelerinin Tasarlanması

Normal katlara nazaran çok rijit bodrum kat geçişlerinde bulunan ve yukarı katlarda meydana gelen kuvvetleri bodrum kat perdelerine iletilmek durumunda olan geçiş katları yatay düzlemlerinde kafi miktarda düzlem dahili rijitlik ve dayanımın karşılanmalıdır. A2 ile A3 tipi düzen dışı durumların varlığı dikkate alınmaksızın geçiş kat döşemeleri A2 ile A3 tipi düzen dışı durumların olduğu ya da döşemelerin rijit diyafram şeklinde davranmasının doğru olmadığı yapılardakine benzer şekilde iki boyutlu sonlu elemanlarla tasarlanacaktır.

### 1.7.3.8. Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitlikleri

Dayanıma göre tasarım çerçevesinde betonarme taşıyıcı unsurlarının kesit niteliklerinin tasarlanmasında efektif kesit rijitliği katsayısı biçiminde bir değişken belirlenmiştir [31]. Bu katsayı Tablo 13 kullanılarak tespit edilir. Tabloda gösterilen her iki katsayı da hesaplamalarda göz önünde bulundurulacaktır. Efektif kesit rijitlikleri katsayısı, yalnız deprem yük bileşimleri dahilinde bulunan ve bu bileşimlere etki eden yükler dahilindeki hesaplamalarda kullanılacaktır.

### 1.7.3.9. Yüklerin Tasarlanması

Taşıyıcı unsurların kabuk, çubuk veya levha sonlu eleman biçiminde tasarlandığında tekli düğüm noktası yükleri, bağlı sonlu elemanların içindeki yayılı yüklerin bileşkeleri şeklinde değerlendirilir. Sonlu eleman düğüm noktalarındaki tekli yükler, yalnız iki yatay veya ilaveten dikey öteleyici serbestlik derecelerine tekabül edecek biçimde belirlenir [32].

Sonlu eleman düğüm noktası  $j$ 'ye etkiyen tekli yük  $m_j (S)$  değeri aşağıda verilen eşitlikle hesaplanır. Eşitlikteki  $w_{G,j} (S)$  ve  $w_{Q,j} (S)$  sonlu eleman düğüm noktası  $j$ 'ye tesir eden sabit ve hareketli yüklerin vektörel toplamını belirtir.  $n$  değeri çizelge 1.14.'te yapının kullanım maksadına uygun şekilde belirlenen hareketli yük kütle katılım sabitidir.

$$w_j^{(S)} = w_{G,j}^{(S)} + n w_{Q,j}^{(S)} ; m_j^{(S)} = w_j^{(S)} / g \quad (1.11.)$$

Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak kendi içlerinde tasarlanması halinde kat yükleri, kat ağırlık merkezindeki ana birleşim noktası'nda düzlem dahili üç bağlı olmayan rijit davranış serbestlik derecesine tekabül edecek biçimde belirlenir. Bağımsız serbestlik dereceleri çoğunlula iki yatay öteleme serbestlik derecesiyle ana birleşim bölgesinden devam eden dikey eksen çevresindeki dönme serbestlik derecesi biçiminde kabul edilir [33].

**Çizelge 1.13.** Betonarme taşıyıcı unsurlarının efektif kesit rijitliği sabitleri

| Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı   | Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı |              |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------|
| <i>Perde – Döşeme (Düzlem İçi)</i>  | <i>Eksenel</i>                | <i>Kayma</i> |
| Perde                               | 0.50                          | 0.50         |
| Bodrum perdesi                      | 0.80                          | 0.50         |
| Döşeme                              | 0.25                          | 0.25         |
| <i>Perde – Döşeme (Düzlem Dışı)</i> | <i>Eğilme</i>                 | <i>Kesme</i> |
| Perde                               | 0.25                          | 1.00         |
| Bodrum perdesi                      | 0.50                          | 1.00         |
| Döşeme                              | 0.25                          | 1.00         |
| <i>Çubuk eleman</i>                 | <i>Eğilme</i>                 | <i>Kesme</i> |
| 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         |

**Çizelge 1.14.** Hareketli yük kütle katılım çarpanı

| Binanın Kullanım Amacı                                                                             | <i>n</i> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Depo, antrepo, vb.                                                                                 | 0.80     |
| Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, ibadethane, lokanta, mağaza, vb. | 0.60     |
| Konut, işyeri, otel, hastane, otopark, vb.                                                         | 0.30     |

#### 1.7.4. Deprem Yükünün Tespiti Ve Hesaplanan Diğer Yüklerle Beraber Tasarlanması

##### 1.7.4.1. Yatay Deprem Yükü Etkisinde İndirgenmiş Tasarım İvme Spektrumu

Deprem hesap metotlarından olan mod birleştirme yöntemi ile eşdeğer deprem yükü hesaplarında, yatay düzlemde indirgenmiş deprem etkilerinin tespitinde kullanılan indirgenmiş tasarım ivme spektrumu'nun bilinen T doğal titreşim periyodu amacıyla ordinatı olan indirgenmiş tasarım spektral ivmesi  $S_aR(T)$  sayısı DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için tespit edilen yatay elastik tasarım spektral ivmesinin, tespit edilen deprem etkisi indirgeme sabitine oranı şeklinde tanımlanır [34].

$$S_{aR}(T) = S_{ae}(T) / R_a(T) \quad (1.12.)$$

#### 1.7.4.2. Yatay Düzlemde Dikey Doğrultudaki Deprem Yüklerinin Kombinasyonu

Yatay deprem yükü karşısında taşıyıcı unsur deprem hesaplaması Eşdeğer Deprem Etkisi yada Mod Birleştirme metotlarından herhangi biri kullanılarak hesaplanması durumunda yatay düzlemde kendi içlerinde dik (X) ile (Y) doğrultularındaki depremlerden meydana gelen deprem yükleri aşağıda belirtilen denklemler ile kombine edilir [35].

$$E_d^{(H)} = \pm E_d^{(X)} \pm 0.3E_d^{(Y)} \quad (1.13.)$$

$$E_d^{(H)} = \pm 0.3E_d^{(X)} \pm E_d^{(Y)}$$

Denklemden  $E_d^{(X)}$  ve  $E_d^{(Y)}$  rastgele bir bölümdeki X ile Y doğrultusunda tespit edilen deprem yüklerinin,  $E_d^{(H)}$  ise doğrultu kombinasyonu tatbik edilmiş dizayna temel deprem yükünü belirtir [36].

#### 1.7.4.3. Düşey Doğrultudaki Deprem Yükü

DTS=1, DTS=1a, DTS=2, DTS=2a şeklinde gruplandırılan ve alt kısımdaki unsurları içeren yapılarda düşey deprem hesaplaması, bu unsurların lokal düşey titreşim modları kullanılarak yalnız bu nitelikteki unsurlar için düşey elastik ivme spektrumuna göre Mod Birleştirme metodu ile deprem hesaplaması yapılacaktır. Düşey deprem yükü  $E_d^{(Z)}$  'in bu metodla elde edilmesinde bütün taşıyıcı unsurlar için  $R/I=1$  ve  $D=1$  olarak kullanılacaktır [37].

Aralıklarının yataydaki izdüşüm mesafesi 20 m ya da daha çok olan kirişlere sahip yapılar,  
Aralıklarının yataydaki izdüşüm mesafesi 5 m ya da daha çok olan konsollara sahip yapılar,  
Kirişlere binen kolonlara sahip yapılar.

Kolonları yatay düzlemin normaline göre eğime sahip olan yapılar.

Yukarıdaki kısımda zikredilen unsurların haricindeki taşıyıcı unsurlarda ve DTS=1,1a,2,2a kapsamının haricinde bulunan yapılarda düşey deprem yükü  $E_d^{(Z)}$  aşağıda verilen eşitlik ile bulunur. Eşitlikte G sabit yükünü, SDS kısa periyod tasarım spektral ivme sabitini ifade etmektedir [38].

$$E_d^{(Z)} = (2/3) S_{DS}G \quad (1.14.)$$

#### 1.7.4.4. Deprem Yükünün Diğer Yüklerle Kombinasyonu

Taşıyıcı sistem unsurlarında temel alınmak üzere deprem yükünün etkilediği yük değerleri aşağıda verilen eşitliklerde gösterildiği biçimdedir.

$$\begin{aligned} G + Q + 0.2S + E_d^{(H)} + 0.3E_d^{(Z)} \\ 0.9G + H + E_d^{(H)} - 0.3E_d^{(Z)} \end{aligned} \quad (1.15.)$$

Eşitlikte bulunan Q sabit olmayan yük tesirini, S kar etkisini, H ise horizontal zemin etkisini tanımlamaktadır.

#### 1.7.5. Deprem Etki Sabitleri İle Dayanıma Bağlı Hesaplama Temelleri

##### 1.7.5.1. Deprem Yükü İndirgeme Sabiti

Dayanıma göre dizayn kapsamında, modal tek serbestlik dereceli tasarım için varsayılan süneklik kapasitesi – dayanım talebi bağlantısı ve buna uygun şekilde seçilen deprem etkisi sabitleri aşağıda verildiği şekilde belirlenmiştir.

**Akma Dayanımı:** DGT kabulünde taşıyıcı sistemin karşılaması hedeflenen akma dayanım  $f_y(T, \mu_k)$  sayısı varsayılan süneklik limitini  $\mu_k$  ile bağıntılı şekilde aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir.

$$f_y(T, \mu_k) = f_e(T)/R_y(T, \mu_k) \quad (1.16.)$$

**Akma Dayanımı indirgeme sabiti:** Akma dayanımı indirgeme sabiti  $R_y(T, \mu_k)$ ; rijitliği düşük olan taşıyıcı unsurlarda varsayılan süneklik kapasitesi  $\mu_k$ ' ya eşit olarak hesaplanır.

$$R_y(T, \mu_k) = \mu_k \quad T > T_B \quad (1.17.)$$

Rijitliği yüksek olan taşıyıcı unsurlarda ise aşağıdaki denklem esas alınır.

$$R_y(T, \mu_k) = 1 + (\mu_k - 1) T/T_B \quad T \leq T_B \quad (1.18.)$$

**Tasarım Dayanımı:** Dayanıma göre yapılan dizaynda, varsayılan süneklik değeri aralığına uygun şekilde, taşıma gücü değerlemesi ile kesit dizaynı için, taşıyıcı unsurun karşılaması gereken dizayn dayanım ölçüsü  $f_d(\mu, T)$  eşitlik ile belirlenmiştir.

$$f_d(T, \mu k) = f_y(T, \mu k)/D \quad (1.19.)$$

**Dayanım Fazlalığı sabiti:** Dayanım fazlalığı sabiti (D) akma direncinin tasarım direncine kıyasla yüksekliği anlatılmaktadır.

**Taşıyıcı unsur tepki sabiti:** Taşıyıcı unsur tepki sabiti (R) eşitlikteki gibi ifade edilir.

$$R/I = \mu k D \quad (1.20.)$$

Yukarıda belirtilmiş olan eşitlikler kapsamında dayanıma göre dizaynda kesit dizaynı için her bir taşıyıcı unsur tipi için belirlenen süneklik niceliğine denk gelen deprem yükü indirgeme sabiti  $R_a(T)$ ; lineer elastik dayanım gereksiniminin dizayn dayanımına oranı olarak ifade edilir ve aşağıdaki şekilde yazılır.

$$\begin{aligned} R_a(T) &= f_e(T) / f_d(\mu k, T) \\ R_a(T) &= D R_y(\mu k, T) \end{aligned} \quad (1.21.)$$

Sonuç olarak deprem yükü azaltma katsayısı

$$\begin{aligned} R_a(T) &= R/I \quad T > T_B \\ R_a(T) &= D + (R/I - D) T/T_B \quad T \leq T_B \end{aligned} \quad (1.22.)$$

Dayanıma göre dizayn yaklaşımında yapı taşıyıcı unsurlarının dizaynında, bu kısımdaki esasların yanı sıra kapasite dizaynı prensipleri dikkate alınır. Kapasite dizayn varsayımı, taşıyıcı unsurda lineer olmayan sünek tepkinin net şekilde ifade edilen belirli unsurlarla (veya kesitlerle) limitli bırakılmasını, bu tepkiyle paralel şekilde diğer tüm unsurların kafi düzeyde dayanım kapasitesinde bulunmasını kabul eden varsayımdır [30].

### 1.7.6. Performans Hedefleri

Bu kısım dâhilinde bütün yapılarda yukarıdaki kısımda, Tablo 10 'de gösterilen Normal PH diye açıklanan kontrollü hasar performans şartını karşılayan, DD-2 maruz kalan yapılarda DGT hesap kuralları ile deprem koşullarına karşı dayanım hesapları uygulanacaktır.

Tablo 10(a)' da bulunan  $DTS=1a$  ve  $DTS=2a$  ve  $BYS=2,3$  olan yapılarda DD-2 deprem yer hareketi tesirinde,  $I=1.5$  belirlenerek DGT hesap kuralları kullanılarak oluşturulan dizayn ön dizayn şeklinde ele alınır. Ön dizaynı gerçekleştirilmiş olan yapı taşıyıcı unsurların DD-1 deprem yer hareketine tepkisinde Tablo 10'de bulunan ileri performans şartı şeklinde belirlenmiş olan kontrollü hasar şartını ve DD-3 deprem altında sınırlı hasar performans şartını karşılamak koşuluyla ŞGDT kabulü ile ele alınmalıdır[39].

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Malzeme Tayinindeki Kabuller

Malzeme klasmanları ve hareketlerine dair nitelikler aşağıdaki şekilde açıklanmıştır.

- ✓ Beton; doğrusal, sünek, eş dağılımlı ve izotrop malzeme olarak,
- ✓ Tasarımlarda belirlenen beton dayanım sınıfları C25-C30-C35 olarak,
- ✓ Deprem hesaplamalarında, yapı unsurları sünekliği fazla unsurlar olarak kabul edilmiştir.

### 2.2. Tasarım Kabul Ve Nitelikleri

#### 2.2.1. Doğrusal Hesap Yönteminin Seçilmesi

Yapılan bu tez çalışmasında modeller her iki yönetmenliğe göre performans analizleri alınarak raporlanmıştır. Raporlar İDECAD yardımcı programı ile alınmıştır. Modellere ait özet bilgiler Çizelge 2.1.'de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.15. Modeller ve bilgileri**

|           | model adı | taşıyıcı sistem türü | yerel zemin sınıfı | kat sayısı |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------|------------|
| TDY-2007  | mod-1     | çerçeve-perde        | Z2                 | 5          |
|           | mod-2     | çerçeve-perde        | Z3                 | 9          |
|           | mod-3     | çerçeve-perde        | Z2                 | 13         |
| TBDY-2018 | mod-4     | çerçeve-perde        | ZB                 | 5          |
|           | mod-5     | çerçeve-perde        | ZC                 | 9          |
|           | mod-6     | çerçeve-perde        | ZB                 | 13         |

Yapı genel bilgileri standartların ve deprem yönetmenliğinin belirtmiş olduğu aralıklarda uygun ve doğru bir biçimde seçilmiştir. Bilgilerin tamamı yapıların bulunduğu konuma, zemin değerlerine ve ikliminin özelliklerine göre standartlardan ve yönetmenliklerden belirlenerek analizlerin yapılması için paket programa işlenmiştir.

Paket programa işlenen yapı genel bilgileri program alıntıları olarak;

Mod-1 yapı genel bilgileri Çizelge 2.2. , Çizelge 2.3.

Mod-2 yapı genel bilgileri Çizelge 2.4. , Çizelge 2.5.

Mod-3 yapı genel bilgileri Çizelge 2.6. , Çizelge 2.7.

Mod-4 yapı genel bilgileri Çizelge 2.8. , Çizelge 2.9.

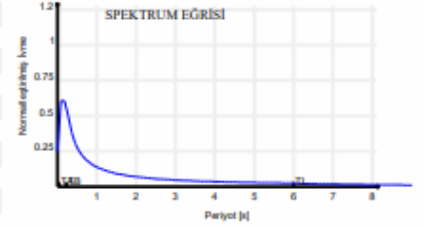
Mod-5 yapı genel bilgileri Çizelge 2.10. , Çizelge 2.11.

Mod-6 yapı genel bilgileri Çizelge 2.12. , Çizelge 2.13.

Gösterilmiştir.

**Çizelge 2.2. Mod-1 yapı genel bilgileri**

|                                                                  |                              |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <b>YAPI GENEL BİLGİLERİ</b>                                      |                              |
| <b>YAPI KONUM BİLGİLERİ</b>                                      |                              |
| Yapı İli :                                                       | ANTALYA                      |
| Yapı İlçesi :                                                    | KEPEZ                        |
| Yapı Pafta No :                                                  |                              |
| Yapı Ada No :                                                    | 6644                         |
| Yapı Parsel No :                                                 | 02                           |
| Enlem :                                                          | 39.767982                    |
| Boylam :                                                         | 30.514771                    |
| <b>YAPI GEOMETRİK BİLGİLERİ</b>                                  |                              |
| Kat sayısı :                                                     | 7                            |
| Yapı Yüksekliği :                                                | 20.80 (m)                    |
| Rijit Bodrum Üstü Yapı Yüksekliği :                              | 17.80 (m)                    |
| Rijit Bodrum Kat Sayısı :                                        | 1                            |
| Rijit Bodrum Kat Numarası :                                      | -1                           |
| Maksimum Kat Yüksekliği :                                        | 3.30 (m)                     |
| Maksimum Kiriş Açıklığı :                                        | 10.15 (m)                    |
| Planlanan Kullanım :                                             | MESKEN                       |
| Rijit Diyafram Sayısı :                                          | 7                            |
| <b>DEPREM PARAMETRELERİ</b>                                      |                              |
| Bina Önem Katsayısı (I) :                                        | 1                            |
| Deprem Yükü Azaltma Katsayısı Ra(T) :                            | 1                            |
| Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D) :                                | 1                            |
| Eksantriste Oranı :                                              | Uygulanmadı                  |
| Süneklik Düzeyi :                                                | Yüksek                       |
| Deprem Yer Hareketi Düzeyi :                                     | DD2                          |
| Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) :                                    | 2                            |
| Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) :                                    | 5                            |
| Normal Performans Hedefi :                                       | Kontrollü Hasar              |
| Değerlendirme / Tasarım Yaklaşımı :                              | ŞGDT                         |
| <b>ZEMİN PARAMETRELERİ</b>                                       |                              |
| Zemin Tipi :                                                     | ZB                           |
| Spektrum Karakteristik Periyotları :                             | Ta : 0.046, Tb : 0.228       |
| Zemin taşıma gücü :                                              | 42.00 [tf/m <sup>2</sup> ]   |
| Yatak Katsayısı :                                                | 2500.00 [tf/m <sup>3</sup> ] |
| Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (Ss) :               | 0.672807                     |
| 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S1) :    | 0.172749                     |
| Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (SDs) :             | 0.605526                     |
| 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (SD1) :  | 0.1382                       |
| En Büyük Yer İvmesi (g) (PGA) :                                  | 0.285772                     |
| En Büyük Yer Hızı (PGV) :                                        | 16.26573                     |
| <b>KATLAR ARASI ÖTELEME KONTROLÜ İÇİN SPEKTRUM PARAMETRELERİ</b> |                              |
| Deprem Yer Hareketi Düzeyi :                                     | DD-3                         |
| Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (Ss) :               | 0.325                        |
| 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S1) :    | 0.095                        |
| Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (SDs) :             | 0.501                        |
| 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (SD1) :  | 0.227                        |
| En Büyük Yer İvmesi (g) (PGA) :                                  | 0.142                        |
| En Büyük Yer Hızı (PGV) :                                        | 9.003                        |
| <b>MALZEME BİLGİLERİ</b>                                         |                              |
| Kolonlar :                                                       | C30 B420C                    |
| Perdeler :                                                       | C30 B420C                    |
| Kirişler :                                                       | C30 B420C                    |
| Döşemeler :                                                      | C30 B420C                    |



## Çizelge 16 Mod-1 yapı genel bilgileri

### MALZEME BİLGİLERİ

|                              |                                         |
|------------------------------|-----------------------------------------|
| Temeller :                   | C30 B420C                               |
| Beton Güvenlik Katsayısı :   | 1                                       |
| Donatı Güvenlik Katsayısı :  | 1                                       |
| Beton Birim Hacim Ağırlığı : | 2.50                                    |
| Eğilme Rijitliği :           | Çatlama kesit değerleri kullanılmıştır. |

### KULLANILAN STANDARTLAR VE YÖNETMELİKLER

TS 500 (Şubat 2000)  
TBDY 2018

### RİJİTLİK ÇARPANLARI İLE BETON ÇATLAMIŞ KESİT ÖZELLİKLERİ MODELLENMESİ

| Perde - Döşeme (düzlem içi) | Eksenel | Kayma |
|-----------------------------|---------|-------|
| Perde                       | 0.50    | 0.50  |
| Bodrum Çevre Perdesi        | 0.80    | 0.50  |
| Döşeme                      | 0.25    | 0.25  |

| Perde - Döşeme (düzlem dışı) | Eğilme | Kesme |
|------------------------------|--------|-------|
| Perde                        | 0.25   | 1.00  |
| Bodrum Çevre Perdesi         | 0.50   | 1.00  |
| Döşeme                       | 0.25   | 1.00  |

| Çubuk Eleman | Eğilme | Kesme |
|--------------|--------|-------|
| Bağ kirişi   | 0.15   | 1.00  |
| Kiriş        | 0.35   | 1.00  |
| Kolon        | 0.70   | 1.00  |

**Çizelge 17 Mod-2 yapı genel bilgileri**

**YAPI GENEL BİLGİLERİ**

**YAPI KONUM BİLGİLERİ**

|                  |           |
|------------------|-----------|
| Yapı İli :       |           |
| Yapı İlçesi :    |           |
| Yapı Pafta No :  |           |
| Yapı Ada No :    |           |
| Yapı Parsel No : |           |
| Enlem :          | 40.230357 |
| Boylam :         | 28.985784 |

**YAPI GEOMETRİK BİLGİLERİ**

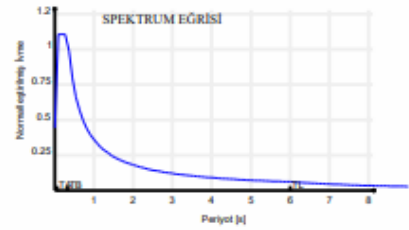
|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| Kat sayısı :                        | 11        |
| Yapı Yüksekliği :                   | 32.70 (m) |
| Rijit Bodrum Üstü Yapı Yüksekliği : | 29.50 (m) |
| Rijit Bodrum Katı Sayısı :          | 1         |
| Rijit Bodrum Kat Numarası :         | -1        |
| Maksimum Kat Yüksekliği :           | 3.25 (m)  |
| Maksimum Kiriş Açıklığı :           | 6.62 (m)  |
| Planlanan Kullanım :                |           |
| Rijit Diyafram Sayısı :             | 11        |

**DEPREM PARAMETRELERİ**

|                                        |                 |
|----------------------------------------|-----------------|
| Bina Önem Katsayısı (I) :              | 1               |
| Deprem Yüklü Azaltma Katsayısı Ra(T) : | 1               |
| Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D) :      | 1               |
| Eksantriste Oranı :                    | Uygulanmadı     |
| Süneklik Düzeyi :                      | Yüksek          |
| Deprem Yer Hareketi Düzeyi :           | DD2             |
| Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) :          | 1               |
| Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) :          | 4               |
| Normal Performans Hedefi :             | Kontrollü Hasar |
| Değerlendirme / Tasarım Yaklaşımı :    | ŞGDT            |

**ZEMİN PARAMETRELERİ**

|                                                                 |                              |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Zemin Tipi :                                                    | ZC                           |
| Spektrum Karakteristik Periyotları :                            | Ta : 0.065, Tb : 0.325       |
| Zemin taşıma gücü :                                             | 42.00 (tf/m <sup>2</sup> )   |
| Yatak Katsayısı :                                               | 2000.00 (tf/m <sup>3</sup> ) |
| Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (Ss) :              | 0.921069                     |
| 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S1) :   | 0.23977                      |
| Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (SDs) :            | 1.105283                     |
| 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (SD1) : | 0.359655                     |
| En Büyük Yer İvmesi (g) (PGA) :                                 | 0.387273                     |
| En Büyük Yer Hızı (PGV) :                                       | 23.182373                    |



**KATLAR ARASI ÖTELEME KONTROLÜ İÇİN SPEKTRUM PARAMETRELERİ**

|                                                                 |       |
|-----------------------------------------------------------------|-------|
| Deprem Yer Hareketi Düzeyi :                                    | DD-3  |
| Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (Ss) :              | 0.325 |
| 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S1) :   | 0.095 |
| Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (SDs) :            | 0.501 |
| 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (SD1) : | 0.227 |
| En Büyük Yer İvmesi (g) (PGA) :                                 | 0.142 |
| En Büyük Yer Hızı (PGV) :                                       | 9.003 |

**MALZEME BİLGİLERİ**

|             |           |
|-------------|-----------|
| Kolonlar :  | C25 B420C |
| Perdeler :  | C25 B420C |
| Kirişler :  | C25 B420C |
| Döşemeler : | C25 B420C |

## Çizelge 18 Mod-2 yapı genel bilgileri

### MALZEME BİLGİLERİ

|                            |   |                                          |
|----------------------------|---|------------------------------------------|
| Temeller                   | : | C25 B420C                                |
| Beton Güvenlik Katsayısı   | : | 1                                        |
| Donatı Güvenlik Katsayısı  | : | 1                                        |
| Beton Birim Hacim Ağırlığı | : | 2.50                                     |
| Eğilme Rijitliği           | : | Çatlamış kesit değerleri kullanılmıştır. |

### KULLANILAN STANDARTLAR VE YÖNETMELİKLER

TS 500 (Şubat 2000)  
TBDY 2018

### RİJİTLİK ÇARPANLARI İLE BETON ÇATLAMIS KESİT ÖZELLİKLERİ MODELLENMESİ

| Perde - Döşeme (düzlem içi) | Eksenel | Kayma |
|-----------------------------|---------|-------|
| Perde                       | 0.50    | 0.50  |
| Bodrum Çevre Perdesi        | 0.80    | 0.50  |
| Döşeme                      | 0.25    | 0.25  |

| Perde - Döşeme (düzlem dışı) | Eğilme | Kesme |
|------------------------------|--------|-------|
| Perde                        | 0.25   | 1.00  |
| Bodrum Çevre Perdesi         | 0.50   | 1.00  |
| Döşeme                       | 0.25   | 1.00  |

| Çubuk Eleman | Eğilme | Kesme |
|--------------|--------|-------|
| Bağ kirişi   | 0.15   | 1.00  |
| Kiriş        | 0.35   | 1.00  |
| Kolon        | 0.70   | 1.00  |

**Çizelge 19. Mod-3 yapı genel bilgileri**

**YAPI GENEL BİLGİLERİ**

**YAPI KONUM BİLGİLERİ**

|                  |            |
|------------------|------------|
| Yapı İli :       | ANTALYA    |
| Yapı İlçesi :    | DÖŞEMEALTI |
| Yapı Pafta No :  |            |
| Yapı Ada No :    | 9215       |
| Yapı Parsel No : | 01         |
| Enlem :          | 39.767982  |
| Boylam :         | 30.514771  |

**YAPI GEOMETRİK BİLGİLERİ**

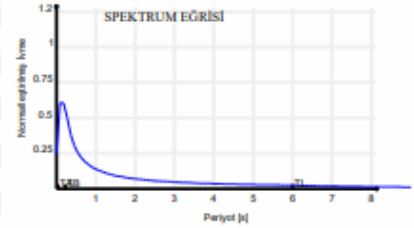
|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Kat sayısı :                        | 15            |
| Yapı Yüksekliği :                   | 48.00 (m)     |
| Rijit Bodrum Üstü Yapı Yüksekliği : | 44.50 (m)     |
| Rijit Bodrum Katı Sayısı :          | 1             |
| Rijit Bodrum Kat Numarası :         | -1            |
| Maksimum Kat Yüksekliği :           | 5.00 (m)      |
| Maksimum Kiriş Açıklığı :           | 10.95 (m)     |
| Planlanan Kullanım :                | MESKEN+İŞYERİ |
| Rijit Diyafram Sayısı :             | 15            |

**DEPREM PARAMETRELERİ**

|                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| Bina Önem Katsayısı (I) :             | 1               |
| Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı Ra(T) : | 1               |
| Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D) :     | 1               |
| Eksantriste Oranı :                   | Uygulanmadı     |
| Süneklik Düzeyi :                     | Yüksek          |
| Deprem Yer Hareketi Düzeyi :          | DD2             |
| Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) :         | 2               |
| Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) :         | 3               |
| Normal Performans Hedefi :            | Kontrollü Hasar |
| Değerlendirme / Tasarım Yaklaşımı :   | ŞGDT            |

**ZEMİN PARAMETRELERİ**

|                                                                 |                              |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Zemin Tipi :                                                    | ZB                           |
| Spektrum Karakteristik Periyotları :                            | Ta : 0.046, Tb : 0.228       |
| Zemin taşıma gücü :                                             | 42.00 (tf/m <sup>2</sup> )   |
| Yatak Katsayısı :                                               | 3000.00 (tf/m <sup>3</sup> ) |
| Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (Ss) :              | 0.672807                     |
| 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S1) :   | 0.172749                     |
| Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (SDs) :            | 0.605526                     |
| 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (SD1) : | 0.1382                       |
| En Büyük Yer İvmesi (g) (PGA) :                                 | 0.285772                     |
| En Büyük Yer Hızı (PGV) :                                       | 16.26573                     |



**KATLAR ARASI ÖTELEME KONTROLÜ İÇİN SPEKTRUM PARAMETRELERİ**

|                                                                 |       |
|-----------------------------------------------------------------|-------|
| Deprem Yer Hareketi Düzeyi :                                    | DD-3  |
| Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (Ss) :              | 0.325 |
| 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S1) :   | 0.095 |
| Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (SDs) :            | 0.501 |
| 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (SD1) : | 0.227 |
| En Büyük Yer İvmesi (g) (PGA) :                                 | 0.142 |
| En Büyük Yer Hızı (PGV) :                                       | 9.003 |

**MALZEME BİLGİLERİ**

|             |           |
|-------------|-----------|
| Kolonlar :  | C30 B420C |
| Perdeler :  | C30 B420C |
| Kirişler :  | C30 B420C |
| Döşemeler : | C30 B420C |

## Çizelge 2.7 Mod-3 yapı genel bilgileri

### MALZEME BİLGİLERİ

|                            |   |                                          |
|----------------------------|---|------------------------------------------|
| Temeller                   | : | C30 B420C                                |
| Beton Güvenlik Katsayısı   | : | 1                                        |
| Donatı Güvenlik Katsayısı  | : | 1                                        |
| Beton Birim Hacim Ağırlığı | : | 2.50                                     |
| Eğilme Rijitliği           | : | Çatlamış kesit değerleri kullanılmıştır. |

### KULLANILAN STANDARTLAR VE YÖNETMELİKLER

TS 500 (Şubat 2000)  
TBDY 2018

### RİJİTLİK ÇARPANLARI İLE BETON ÇATLAMIS KESİT ÖZELLİKLERİ MODELLENMESİ

| Perde - Döşeme (düzlem içi) | Eksenel | Kayma |
|-----------------------------|---------|-------|
| Perde                       | 0.50    | 0.50  |
| Bodrum Çevre Perdesi        | 0.80    | 0.50  |
| Döşeme                      | 0.25    | 0.25  |

| Perde - Döşeme (düzlem dışı) | Eğilme | Kesme |
|------------------------------|--------|-------|
| Perde                        | 0.25   | 1.00  |
| Bodrum Çevre Perdesi         | 0.50   | 1.00  |
| Döşeme                       | 0.25   | 1.00  |

| Çubuk Eleman | Eğilme | Kesme |
|--------------|--------|-------|
| Bağ kirişi   | 0.15   | 1.00  |
| Kiriş        | 0.35   | 1.00  |
| Kolon        | 0.70   | 1.00  |

## Çizelge 20 Mod-4 yapı genel bilgileri

### YAPI GENEL BİLGİLERİ

#### YAPI KONUM BİLGİLERİ

|                |             |
|----------------|-------------|
| Yapı İli       | : ANTALYA   |
| Yapı İlçesi    | : KEPEZ     |
| Yapı Pafta No  | :           |
| Yapı Ada No    | : 6644      |
| Yapı Parsel No | : 02        |
| Enlem          | : 36.767982 |
| Boylam         | : 31.514771 |

#### YAPI GEOMETRİK BİLGİLERİ

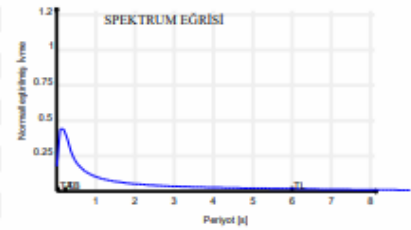
|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| Kat sayısı                        | : 7         |
| Yapı Yüksekliği                   | : 20.80 (m) |
| Rijit Bodrum Üstü Yapı Yüksekliği | : 17.80 (m) |
| Rijit Bodrum Katı Sayısı          | : 1         |
| Rijit Bodrum Kat Numarası         | : -1        |
| Maksimum Kat Yüksekliği           | : 3.30 (m)  |
| Maksimum Kiriş Açıklığı           | : 10.15 (m) |
| Planlanan Kullanım                | : MESKEN    |
| Rijit Diyafram Sayısı             | : 7         |

#### DEPREM PARAMETRELERİ

|                                        |                  |
|----------------------------------------|------------------|
| Bina Önem Katsayısı (I)                | : 1              |
| Deprem Yükü Azaltma Katsayısı $R_a(T)$ | : 1              |
| Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)        | : 1              |
| Eksantrisme Oranı                      | : Uygulanmadı    |
| Süneklik Düzeyi                        | : Yüksek         |
| Deprem Yer Hareketi Düzeyi             | : DD2            |
| Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)            | : 3              |
| Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)            | : 7              |
| Normal Performans Hedefi               | : Kontrolü Hasar |
| Değerlendirme / Tasarım Yaklaşımı      | : ŞGDT           |

#### ZEMİN PARAMETRELERİ

|                                                                    |                                |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Zemin Tipi                                                         | : ZB                           |
| Spektrum Karakteristik Periyotları                                 | : $T_a : 0.047, T_b : 0.233$   |
| Zemin taşıma gücü                                                  | : 42.00 [tf/m <sup>2</sup> ]   |
| Yatak Katsayısı                                                    | : 2500.00 [tf/m <sup>3</sup> ] |
| Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ( $S_s$ )              | : 0.488                        |
| 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı ( $S_1$ )   | : 0.128                        |
| Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_Ds$ )            | : 0.4392                       |
| 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_D1$ ) | : 0.1024                       |
| En Büyük Yer İvmesi (g) (PGA)                                      | : 0.231                        |
| En Büyük Yer Hızı (PGV)                                            | : 9.534                        |



#### KATLAR ARASI ÖTELEME KONTROLÜ İÇİN SPEKTRUM PARAMETRELERİ

|                                                                    |         |
|--------------------------------------------------------------------|---------|
| Deprem Yer Hareketi Düzeyi                                         | : DD-3  |
| Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ( $S_s$ )              | : 0.191 |
| 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı ( $S_1$ )   | : 0.049 |
| Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_Ds$ )            | : 0.172 |
| 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_D1$ ) | : 0.039 |
| En Büyük Yer İvmesi (g) (PGA)                                      | : 0.09  |
| En Büyük Yer Hızı (PGV)                                            | : 3.645 |

#### MALZEME BİLGİLERİ

|           |             |
|-----------|-------------|
| Kolonlar  | : C30 B420C |
| Perdeler  | : C30 B420C |
| Kirişler  | : C30 B420C |
| Döşemeler | : C30 B420C |

## Çizelge 21 Mod-4 yapı genel bilgileri

### MALZEME BİLGİLERİ

|                            |   |                                          |
|----------------------------|---|------------------------------------------|
| Temeller                   | : | C30 B420C                                |
| Beton Güvenlik Katsayısı   | : | 1                                        |
| Donatı Güvenlik Katsayısı  | : | 1                                        |
| Beton Birim Hacim Ağırlığı | : | 2.50                                     |
| Eğilme Rijitliği           | : | Çatlamış kesit değerleri kullanılmıştır. |

### KULLANILAN STANDARTLAR VE YÖNETMELİKLER

TS 500 (Şubat 2000)  
TBDY 2018

### RİJİTLİK ÇARPANLARI İLE BETON ÇATLAMIS KESİT ÖZELLİKLERİ MODELLENMESİ

| Perde - Döşeme (düzlem içi) | Eksenel | Kayma |
|-----------------------------|---------|-------|
| Perde                       | 0.50    | 0.50  |
| Bodrum Çevre Perdesi        | 0.80    | 0.50  |
| Döşeme                      | 0.25    | 0.25  |

| Perde - Döşeme (düzlem dışı) | Eğilme | Kesme |
|------------------------------|--------|-------|
| Perde                        | 0.25   | 1.00  |
| Bodrum Çevre Perdesi         | 0.50   | 1.00  |
| Döşeme                       | 0.25   | 1.00  |

| Çubuk Eleman | Eğilme | Kesme |
|--------------|--------|-------|
| Bağ kirişi   | 0.15   | 1.00  |
| Kiriş        | 0.35   | 1.00  |
| Kolon        | 0.70   | 1.00  |

## Çizelge 22 Mod-5 yapı genel bilgileri

### YAPI GENEL BİLGİLERİ

#### YAPI KONUM BİLGİLERİ

|                  |           |
|------------------|-----------|
| Yapı İli :       |           |
| Yapı İlçesi :    |           |
| Yapı Pafta No :  |           |
| Yapı Ada No :    |           |
| Yapı Parsel No : |           |
| Enlem :          | 40.230357 |
| Boylam :         | 28.985784 |

#### YAPI GEOMETRİK BİLGİLERİ

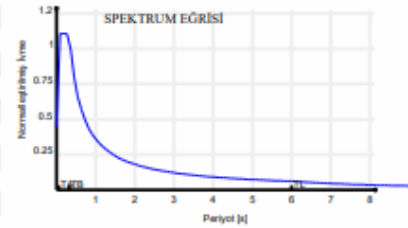
|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| Kat sayısı :                        | 11        |
| Yapı Yüksekliği :                   | 32.70 (m) |
| Rijit Bodrum Üstü Yapı Yüksekliği : | 29.50 (m) |
| Rijit Bodrum Katı Sayısı :          | 1         |
| Rijit Bodrum Kat Numarası :         | -1        |
| Maksimum Kat Yüksekliği :           | 3.25 (m)  |
| Maksimum Kiriş Açıklığı :           | 6.62 (m)  |
| Planlanan Kullanım :                |           |
| Rijit Diyafram Sayısı :             | 11        |

#### DEPREM PARAMETRELERİ

|                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| Bina Önem Katsayısı (I) :             | 1               |
| Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı Ra(T) : | 1               |
| Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D) :     | 1               |
| Eksantriste Oranı :                   | Uygulanmadı     |
| Sönüklük Düzeyi :                     | Yüksek          |
| Deprem Yer Hareketi Düzeyi :          | DD2             |
| Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) :         | 1               |
| Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) :         | 4               |
| Normal Performans Hedefi :            | Kontrollü Hasar |
| Değerlendirme / Tasarım Yaklaşımı :   | ŞGDT            |

#### ZEMİN PARAMETRELERİ

|                                                                 |                              |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Zemin Tipi :                                                    | ZC                           |
| Spektrum Karakteristik Periyotları :                            | Ta : 0.065, Tb : 0.326       |
| Zemin taşıma gücü :                                             | 42.00 (tf/m <sup>2</sup> )   |
| Yatak Katsayısı :                                               | 2000.00 (tf/m <sup>3</sup> ) |
| Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (Ss) :              | 0.921                        |
| 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S1) :   | 0.24                         |
| Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (SDs) :            | 1.1052                       |
| 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (SD1) : | 0.36                         |
| En Büyük Yer İvmesi (g) (PGA) :                                 | 0.387                        |
| En Büyük Yer Hızı (PGV) :                                       | 23.182                       |



#### KATLAR ARASI ÖTELEME KONTROLÜ İÇİN SPEKTRUM PARAMETRELERİ

|                                                                 |       |
|-----------------------------------------------------------------|-------|
| Deprem Yer Hareketi Düzeyi :                                    | DD-3  |
| Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (Ss) :              | 0.325 |
| 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S1) :   | 0.095 |
| Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (SDs) :            | 0.423 |
| 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (SD1) : | 0.143 |
| En Büyük Yer İvmesi (g) (PGA) :                                 | 0.142 |
| En Büyük Yer Hızı (PGV) :                                       | 9.003 |

#### MALZEME BİLGİLERİ

|             |           |
|-------------|-----------|
| Kolonlar :  | C30 B420C |
| Perdeler :  | C30 B420C |
| Kirişler :  | C30 B420C |
| Döşemeler : | C30 B420C |

## Çizelge 23 Mod-5 yapı genel bilgileri

### MALZEME BİLGİLERİ

|                            |   |                                          |
|----------------------------|---|------------------------------------------|
| Temeller                   | : | C30 B420C                                |
| Beton Güvenlik Katsayısı   | : | 1                                        |
| Donatı Güvenlik Katsayısı  | : | 1                                        |
| Beton Birim Hacim Ağırlığı | : | 2.50                                     |
| Eğilme Rijitliği           | : | Çatlamış kesit değerleri kullanılmıştır. |

### KULLANILAN STANDARTLAR VE YÖNETMELİKLER

TS 500 (Şubat 2000)  
TBDY 2018

### RİJİTLİK ÇARPANLARI İLE BETON ÇATLAMIS KESİT ÖZELLİKLERİ MODELLENMESİ

| Perde - Döşeme (düzlem içi) | Eksenel | Kayma |
|-----------------------------|---------|-------|
| Perde                       | 0.50    | 0.50  |
| Bodrum Çevre Perdesi        | 0.80    | 0.50  |
| Döşeme                      | 0.25    | 0.25  |

| Perde - Döşeme (düzlem dışı) | Eğilme | Kesme |
|------------------------------|--------|-------|
| Perde                        | 0.25   | 1.00  |
| Bodrum Çevre Perdesi         | 0.50   | 1.00  |
| Döşeme                       | 0.25   | 1.00  |

| Çubuk Eleman | Eğilme | Kesme |
|--------------|--------|-------|
| Bağ kirişi   | 0.15   | 1.00  |
| Kiriş        | 0.35   | 1.00  |
| Kolon        | 0.70   | 1.00  |

## Çizelge 24 Mod-6 yapı genel bilgileri

### YAPI GENEL BİLGİLERİ

#### YAPI KONUM BİLGİLERİ

|                  |            |
|------------------|------------|
| Yapı İli :       | ANTALYA    |
| Yapı İlçesi :    | DÖŞEMEALTI |
| Yapı Pafta No :  |            |
| Yapı Ada No :    | 9215       |
| Yapı Parsel No : | 01         |
| Enlem :          | 39.767982  |
| Boylam :         | 30.514771  |

#### YAPI GEOMETRİK BİLGİLERİ

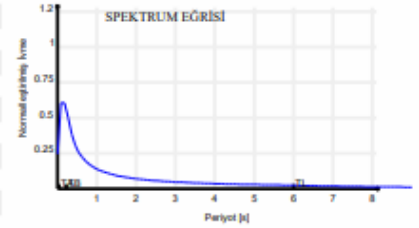
|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Kat sayısı :                        | 15            |
| Yapı Yüksekliği :                   | 48.00 (m)     |
| Rijit Bodrum Üstü Yapı Yüksekliği : | 44.50 (m)     |
| Rijit Bodrum Katı Sayısı :          | 1             |
| Rijit Bodrum Kat Numarası :         | -1            |
| Maksimum Kat Yüksekliği :           | 5.00 (m)      |
| Maksimum Kiriş Açıklığı :           | 9.69 (m)      |
| Planlanan Kullanım :                | MESKEN+İŞYERİ |
| Rijit Diyafram Sayısı :             | 15            |

#### DEPREM PARAMETRELERİ

|                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| Bina Önem Katsayısı (I) :             | 1               |
| Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı Ra(T) : | 1               |
| Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D) :     | 1               |
| Eksantriste Oranı :                   | Uygulanmadı     |
| Süneklik Düzeyi :                     | Yüksek          |
| Deprem Yer Hareketi Düzeyi :          | DD2             |
| Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) :         | 2               |
| Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) :         | 3               |
| Normal Performans Hedefi :            | Kontrollü Hasar |
| Değerlendirme / Tasarım Yaklaşımı :   | ŞGDT            |

#### ZEMİN PARAMETRELERİ

|                                                                 |                              |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Zemin Tipi :                                                    | ZB                           |
| Spektrum Karakteristik Periyotları :                            | Ta : 0.046, Tb : 0.228       |
| Zemin taşıma gücü :                                             | 42.00 [tf/m <sup>2</sup> ]   |
| Yatak Katsayısı :                                               | 3000.00 [tf/m <sup>4</sup> ] |
| Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (Ss) :              | 0.673                        |
| 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S1) :   | 0.173                        |
| Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (SDs) :            | 0.6057                       |
| 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (SD1) : | 0.1384                       |
| En Büyük Yer İvmesi (g) (PGA) :                                 | 0.286                        |
| En Büyük Yer Hızı (PGV) :                                       | 16.266                       |



#### KATLAR ARASI ÖTELEME KONTROLÜ İÇİN SPEKTRUM PARAMETRELERİ

|                                                                 |       |
|-----------------------------------------------------------------|-------|
| Deprem Yer Hareketi Düzeyi :                                    | DD-3  |
| Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (Ss) :              | 0.325 |
| 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S1) :   | 0.095 |
| Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (SDs) :            | 0.293 |
| 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (SD1) : | 0.076 |
| En Büyük Yer İvmesi (g) (PGA) :                                 | 0.142 |
| En Büyük Yer Hızı (PGV) :                                       | 9.003 |

#### MALZEME BİLGİLERİ

|             |           |
|-------------|-----------|
| Kolonlar :  | C35 B420C |
| Perdeler :  | C35 B420C |
| Kirişler :  | C35 B420C |
| Döşemeler : | C35 B420C |

## Çizelge 25 Mod-6 yapı genel bilgileri

### MALZEME BİLGİLERİ

|                              |                                          |
|------------------------------|------------------------------------------|
| Temeller :                   | C35 B420C                                |
| Beton Güvenlik Katsayısı :   | 1                                        |
| Donatı Güvenlik Katsayısı :  | 1                                        |
| Beton Birim Hacim Ağırlığı : | 2.50                                     |
| Eğilme Rijitliği :           | Çatlamış kesit değerleri kullanılmıştır. |

### KULLANILAN STANDARTLAR VE YÖNETMELİKLER

TS 500 (Şubat 2000)  
TBDY 2018

### RİJİTLİK ÇARPANLARI İLE BETON ÇATLAMIS KESİT ÖZELLİKLERİ MODELLENMESİ

| Perde - Döşeme (düzlem içi) | Eksenel | Kayma |
|-----------------------------|---------|-------|
| Perde                       | 0.50    | 0.50  |
| Bodrum Çevre Perdesi        | 0.80    | 0.50  |
| Döşeme                      | 0.25    | 0.25  |

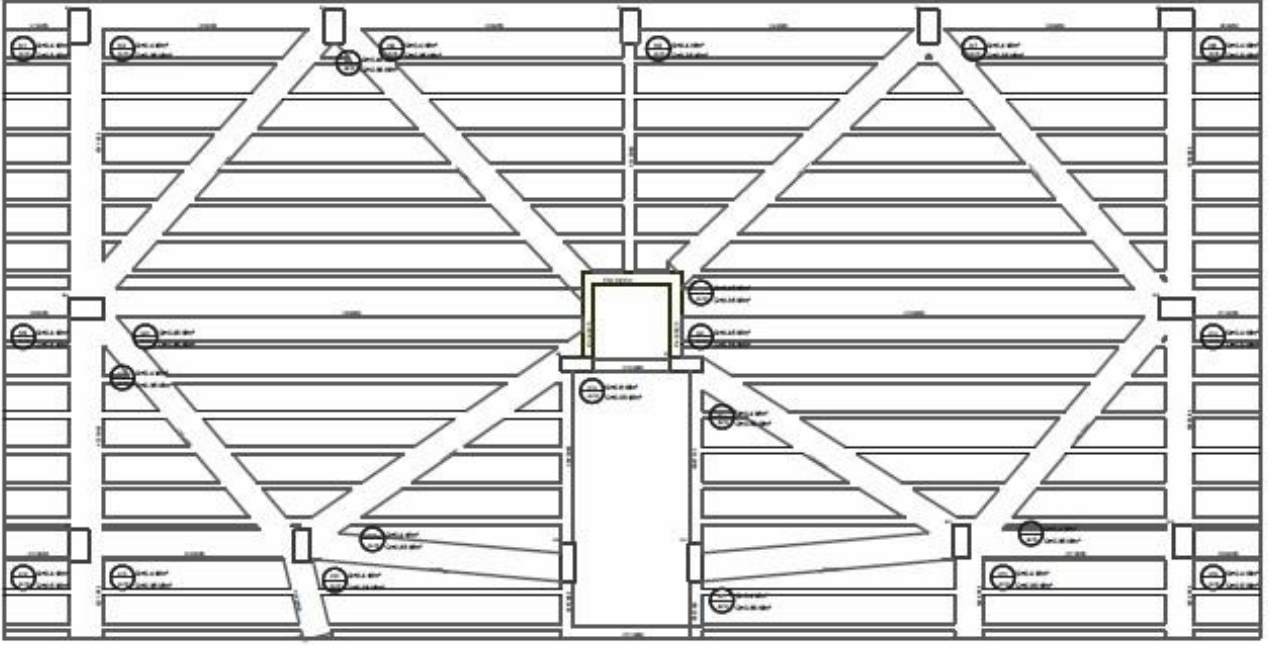
  

| Perde - Döşeme (düzlem dışı) | Eğilme | Kesme |
|------------------------------|--------|-------|
| Perde                        | 0.25   | 1.00  |
| Bodrum Çevre Perdesi         | 0.50   | 1.00  |
| Döşeme                       | 0.25   | 1.00  |

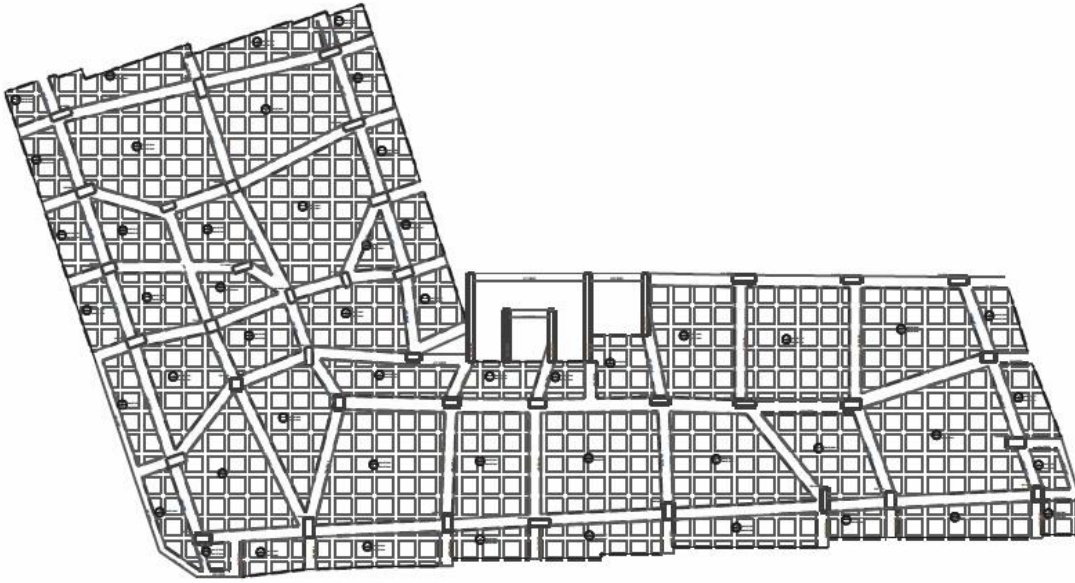
  

| Çubuk Eleman | Eğilme | Kesme |
|--------------|--------|-------|
| Bağ kirişi   | 0.15   | 1.00  |
| Kiriş        | 0.35   | 1.00  |
| Kolon        | 0.70   | 1.00  |

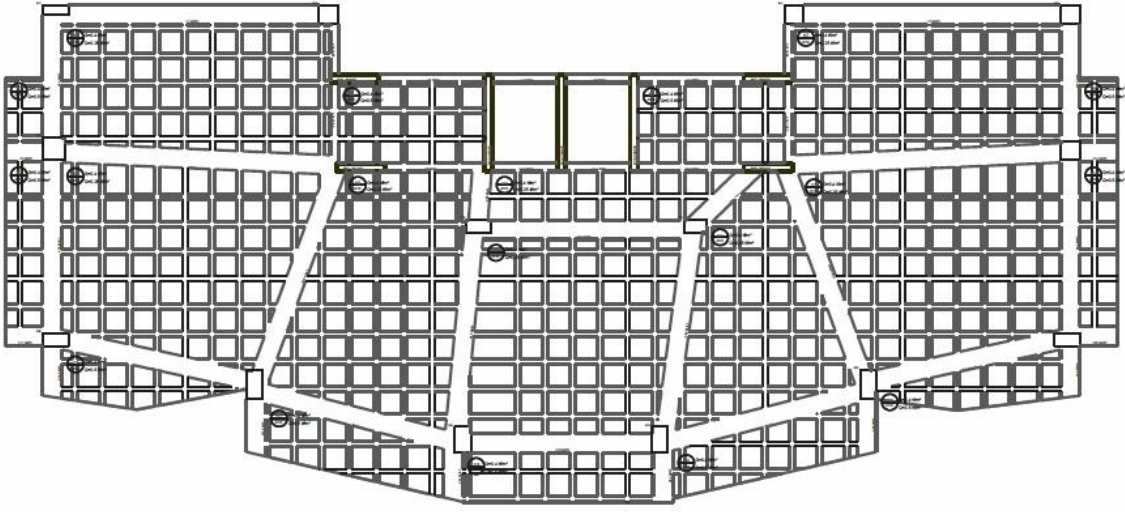
Modeller tasarlanırken mühendislik temel ilkesi olan az maliyet ile tam iş yapabilme prensibi uygulanarak maliyetleri düşürmek fakat güvenli tarafta kalabilmek amaçlanmıştır. Modellerin katları arasında plan değişikliği olmadığı için tek kata dair kalıp planları paket program şekilleri olarak aşağıda şekil-2.1, şekil-2.2, ve şekil-2.3.' de verilmiştir.



Şekil 2.1. Mod-1 kalıp planı



Şekil 2.2. Mod-2 kalıp planı



Şekil 2.3. Mod-3 kalıp planı

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1 Yapı Metrajları

Yapılan tez çalışmasında bir önceki bölümde açıklanmış olan yapı modellerine ait analizler yine ilgili bölümde açıklanan paket program yardımıyla analiz edildikten sonra, tez konusu her iki yönetmeliğe göre metraj verileri elde edilmiştir. Çıkarılan metrajlar, Çevre Ve Şehircilik güncel birim fiyatlarıyla hesaplanarak kaba inşaat maliyetleri hesaplanmıştır.

Yapılan hesapların sonuçları Çizelge 3.1 de verilmiştir.

**Çizelge 26** Metraj ve maliyet hesapları

|           | model adı | ince demir metraj | ince demir birim fiyatı | kalın demir metraj | kalın demir birim fiyatı | beton metrajı | Beton sınıfı | beton birim fiyatı | toplam maliyet  |
|-----------|-----------|-------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|---------------|--------------|--------------------|-----------------|
| TDY-2007  | mod-1     | 40,865690         | 18.809,50 ₺             | 25,152940          | 18.858,88 ₺              | 651,03        | c30          | 982,73 ₺           | 1.882.806,19 ₺  |
|           | mod-2     | 102,452980        | 18.810,50 ₺             | 136,334240         | 18.859,88 ₺              | 2.038,88      | c25          | 951,48 ₺           | 6.438.392,73 ₺  |
|           | mod-3     | 185,880980        | 18.811,50 ₺             | 106,417020         | 18.860,88 ₺              | 2.210,44      | c30          | 982,73 ₺           | 7.676.084,40 ₺  |
| TBDY-2018 | mod-4     | 42,498740         | 18.812,50 ₺             | 24,700220          | 18.861,88 ₺              | 653,08        | c30          | 982,73 ₺           | 1.907.201,44 ₺  |
|           | mod-5     | 174,978270        | 18.813,50 ₺             | 129,989090         | 18.862,88 ₺              | 2.335,47      | c30          | 982,73 ₺           | 8.039.058,72 ₺  |
|           | mod-6     | 185,396420        | 18.814,50 ₺             | 131,654410         | 18.863,88 ₺              | 3.911,90      | c35          | 1.045,23 ₺         | 10.060.489,17 ₺ |

## 3.2. Analiz Sonuçları

### 3.2.1. Mod-1 Analiz Sonuçları

Çizelge 3.27 Mod-1 performans değerlendirmesi

#### BİNA PERFORMANSININ DEĞERLENDİRMESİ

##### Sınırlı Hasar Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                            | Sonuç | Kontrol |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirişlerin en fazla %20'si Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir | 100%  | X       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi'nde olmalıdır               |       | ✓       |

##### Kontrollü Hasar Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                                                    | Sonuç | Kontrol |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirişlerin en fazla %35'i İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir                             | 0%    | ✓       |
| İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %20'nin altında olmalıdır             | 0%    | ✓       |
| En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %40'ın altında olmalıdır | 0%    | ✓       |
| Belirgin Hasar Sınırı aşmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti oranı %30'u aşmamalıdır | 0%    | ✓       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı ya da Belirgin Hasar Bölgesi'nde olmalıdır                        |       | ✓       |

##### Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                                                    | Sonuç | Kontrol |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirişlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesi'ne geçebilir                                  | 0%    | ✓       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı, Belirgin ya da İleri Hasar Bölgesi'nde olmalıdır                 |       | ✓       |
| Belirgin Hasar Sınırı aşmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti oranı %30'u aşmamalıdır | 0%    | ✓       |

Doğrusal performans raporu sonuçlarına göre sınırlı hasar performans düzeyi içinde kalabilmesi için Rastgele bir katta kirişlerin maksimum %20'si Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir kriterinde %100 belirgin hasar oluştuğu için bu düzey içinde yer alamamıştır.

Kontrollü hasar performans değerlendirmesi içinde

- Rastgele bir katta bulunan kirişler maksimum %35'i İleri Hasar Bölgesi'ne ulaşabilir
- İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %20'den düşük olmalıdır.
- En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %40'ı aşmamalıdır.
- Belirgin Hasar Sınırını geçmiş bulunan düşey elemanlarla taşınan kesme kuvveti oranı %30'un üstüne çıkmamalıdır.
- Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı ya da Belirgin Hasar Bölgesi'nde olmalıdır

Belirlenen kriterlerin tamamında %0'lık bir performans sağlayarak **KONTROLLÜ HASAR PERFORMANS DÜZEYİ** değerlendirmesi içinde kalmıştır.

### 3.2.2. Mod-2 Analiz Sonuçları

Çizelge 28 Mod-2 performans değerlendirmesi

#### BİNA PERFORMANSININ DEĞERLENDİRMESİ

##### Sınırlı Hasar Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                            | Sonuç | Kontrol |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirişlerin en fazla %20'si Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir | 100%  | X       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi'nde olmalıdır               |       | X       |

##### Kontrollü Hasar Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                                                      | Sonuç | Kontrol |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirişlerin en fazla %35'i İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir                               | 0%    | ✓       |
| İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %20'nin altında olmalıdır               | 1.3%  | ✓       |
| En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %40'ın altında olmalıdır   | 0%    | ✓       |
| Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti oranı %30'u aşmamalıdır | 5.3%  | ✓       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı ya da Belirgin Hasar Bölgesi'nde olmalıdır                          |       | ✓       |

##### Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                                                      | Sonuç | Kontrol |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirişlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesi'ne geçebilir                                    | 0%    | ✓       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı, Belirgin ya da İleri Hasar Bölgesi'nde olmalıdır                   |       | ✓       |
| Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti oranı %30'u aşmamalıdır | 5.3%  | ✓       |

Doğrusal performans raporu sonuçlarına göre sınırlı hasar performans düzeyi içinde kalabilmesi için

- Rastgele bir katta bulunan kirişler maksimum %20'si Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir
- Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi'nde olmalıdır

Kriterinde %100 belirgin hasar oluştuğu için bu düzey içinde yer alamamıştır.

Kontrollü hasar performans değerlendirmesi içinde

- Rastgele bir katta bulunan kirişler maksimum %35'i İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir
- İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %20'den düşük olmalıdır.
- En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %40'ı aşmamalıdır.
- Belirgin Hasar Sınırını geçmiş bulunan düşey elemanlarla taşınan kesme kuvveti oranı %30'un üstüne çıkmamalıdır.
- Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı ya da Belirgin Hasar Bölgesi'nde olmalıdır

Belirlenen kriterlerin ilkinde %0, ikincisinde %1,3, üçüncüsünde %0, dördüncüsünde %5,3'lük ve beşincisinde olumlu bir performans sağlayarak **KONTROLLÜ HASAR PERFORMANS DÜZEYİ** değerlendirmesi içinde **kalmıştır.**

### 3.2.3. Mod-3 Analiz Sonuçları

Çizelge 29 Mod-3 performans değerlendirmesi

#### BİNA PERFORMANSININ DEĞERLENDİRMESİ

##### Sınırlı Hasar Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                            | Sonuç | Kontrol |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirişlerin en fazla %20'si Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir | 100%  | X       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi'nde olmalıdır               |       | X       |

##### Kontrollü Hasar Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                                                      | Sonuç | Kontrol |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirişlerin en fazla %35'i İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir                               | 0%    | ✓       |
| İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %20'nin altında olmalıdır               | 13.3% | ✓       |
| En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %40'ın altında olmalıdır   | 32.7% | ✓       |
| Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti oranı %30'u aşmamalıdır | 0%    | ✓       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı ya da Belirgin Hasar Bölgesi'nde olmalıdır                          |       | X       |

##### Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                                                      | Sonuç | Kontrol |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirişlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesi'ne geçebilir                                    | 0%    | ✓       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı, Belirgin ya da İleri Hasar Bölgesi'nde olmalıdır                   |       | X       |
| Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti oranı %30'u aşmamalıdır | 0%    | ✓       |

Doğrusal performans raporu sonuçlarına göre sınırlı hasar performans düzeyi içinde kalabilmesi için

- Rastgele bir katta bulunan kirişler maksimum %20'si Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir
- Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi'nde olmalıdır

Kriterinde %100 belirgin hasar olduğu için bu düzey içinde yer alamamıştır.

Kontrollü hasar performans değerlendirmesi içinde

- Rastgele bir katta bulunan kirişler maksimum %35'i İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir
- İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %20'den düşük olmalıdır.
- En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %40'ı aşmamalıdır.
- Belirgin Hasar Sınırını geçmiş bulunan düşey elemanlarla taşınan kesme kuvveti oranı %30'un üstüne çıkmamalıdır.
- Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı ya da Belirgin Hasar Bölgesi'nde olmalıdır

Belirlenen kriterlerin ilkinde %0, ikincisinde %13,3, üçüncüsünde %32,7, dördüncüsünde %0'lık performans göstermiştir fakat beşincisinde olumsuz bir performans göstererek **KONTROLLÜ HASAR PERFORMANS DÜZEYİ** değerlendirmesi içinde **kalamamıştır**.

Göçmenin önlenmesi performans düzeyi değerlendirmesi içinde

- Rastgele bir katta bulunan kirişler maksimum %20'si Göçme Bölgesi'ne geçebilir
- Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı, Belirgin ya da İleri Hasar Bölgesi'nde olmalıdır
- Belirgin Hasar Sınırını geçmiş bulunan düşey elemanlarla taşınan kesme kuvveti oranı %30'un üstüne çıkmamalıdır.

Belirlenen kriterlerin ilkinde ve üçüncüsünde %0'lık performans göstermiştir fakat ikinci kriteri sağlamadığı için **GÖÇME DURUMU** meydana gelmiştir.

### 3.2.4. Mod-4 Analiz Sonuçları

Çizelge 30 Mod-4 performans değerlendirmesi

#### BİNA PERFORMANSININ DEĞERLENDİRMESİ

##### Sınırlı Hasar Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                            | Sonuç | Kontrol |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirişlerin en fazla %20'si Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir | 9.1%  | ✓       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi'nde olmalıdır               |       | ✓       |

##### Kontrollü Hasar Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                                                      | Sonuç | Kontrol |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirişlerin en fazla %35'i İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir                               | 9.1%  | ✓       |
| İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %20'nin altında olmalıdır               | 0%    | ✓       |
| En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %40'ın altında olmalıdır   | 0%    | ✓       |
| Belirgin Hasar Sınırını aşmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti oranı %30'u aşmamalıdır | 0%    | ✓       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı ya da Belirgin Hasar Bölgesi'nde olmalıdır                          |       | ✓       |

##### Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                                                      | Sonuç | Kontrol |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirişlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesi'ne geçebilir                                    | 9.1%  | ✓       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı, Belirgin ya da İleri Hasar Bölgesi'nde olmalıdır                   |       | ✓       |
| Belirgin Hasar Sınırını aşmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti oranı %30'u aşmamalıdır | 0%    | ✓       |

Doğrusal performans raporu sonuçlarına göre sınırlı hasar performans düzeyi içinde kalabilmesi için

- Rastgele bir katta bulunan kirişler maksimum %20'si Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir
- Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi'nde olmalıdır

İlk kriteri %9,1 ve ikinci kriteri olumlu olarak tamamlayarak **SINIRLI HASAR PERFORMANS DÜZEYİ** değerlendirmesi içinde **kalmıştır.**

### 3.2.5. Mod-5 Analiz Sonuçları

## Çizelge 31.6. Mod-5 performans değerlendirmesi

### BİNA PERFORMANSININ DEĞERLENDİRMESİ

#### Sınırlı Hasar Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                            | Sonuç | Kontrol |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta girişlerin en fazla %20'si Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir | 100%  | X       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi'nde olmalıdır               |       | X       |

#### Kontrollü Hasar Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                                                    | Sonuç | Kontrol |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta girişlerin en fazla %35'i İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir                             | 3%    | ✓       |
| İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %20'nin altında olmalıdır             | 2.3%  | ✓       |
| En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %40'ın altında olmalıdır | 0%    | ✓       |
| Belirgin Hasar Sınırı aşmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti oranı %30'u aşmamalıdır | 0%    | ✓       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı ya da Belirgin Hasar Bölgesi'nde olmalıdır                        |       | ✓       |

#### Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                                                    | Sonuç | Kontrol |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta girişlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesi'ne geçebilir                                  | 0%    | ✓       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı, Belirgin ya da İleri Hasar Bölgesi'nde olmalıdır                 |       | ✓       |
| Belirgin Hasar Sınırı aşmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti oranı %30'u aşmamalıdır | 0%    | ✓       |

Doğrusal performans raporu sonuçlarına göre sınırlı hasar performans düzeyi içinde kalabilmesi için

- Rastgele bir katta bulunan girişler maksimum %20'si Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir
- Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi'nde olmalıdır

Kriterinde %100 belirgin hasar olduğu için bu düzey içinde yer alamamıştır.

Kontrollü hasar performans değerlendirmesi içinde

- Rastgele bir katta bulunan girişler maksimum %35'i İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir
- İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %20'den düşük olmalıdır.
- En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %40'ı aşmamalıdır.
- Belirgin Hasar Sınırını geçmiş bulunan düşey elemanlarla taşınan kesme kuvveti oranı %30'un üstüne çıkmamalıdır.
- Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı ya da Belirgin Hasar Bölgesi'nde olmalıdır

Belirlenen kriterlerin ilkinde %3, ikincisinde %2,3, üçüncüsünde %0, dördüncüsünde %0'lık ve beşincisinde olumlu bir performans sağlayarak **KONTROLLÜ HASAR PERFORMANS DÜZEYİ** değerlendirmesi içinde kalmıştır.

### 3.2.6. Mod-6 Analiz Sonuçları

## Çizelge 32 Mod-6 performans değerlendirmesi

### BİNA PERFORMANSININ DEĞERLENDİRMESİ

#### Sınırlı Hasar Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                           | Sonuç | Kontrol |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirşlerin en fazla %20'si Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir | 85.7% | X       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi'nde olmalıdır              |       | ✓       |

#### Kontrollü Hasar Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                                                     | Sonuç | Kontrol |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirşlerin en fazla %35'i İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir                               | 3.8%  | ✓       |
| İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %20'nin altında olmalıdır              | 1.6%  | ✓       |
| En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %40'ın altında olmalıdır  | 0%    | ✓       |
| Belirgin Hasar Sınırı aılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti oranı %30'u aşmamalıdır | 0%    | ✓       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı ya da Belirgin Hasar Bölgesi'nde olmalıdır                         |       | ✓       |

#### Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi Değerlendirmesi :

| Kriter                                                                                                     | Sonuç | Kontrol |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Herhangi bir katta kirşlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesi'ne geçebilir                                    | 0%    | ✓       |
| Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı, Belirgin ya da İleri Hasar Bölgesi'nde olmalıdır                  |       | ✓       |
| Belirgin Hasar Sınırı aılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti oranı %30'u aşmamalıdır | 0%    | ✓       |

Doğrusal performans raporu sonuçlarına göre sınırlı hasar performans düzeyi içinde kalabilmesi için

- Rastgele bir katta bulunan kirşler maksimum %20'si Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir
- Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi'nde olmalıdır

Kriterinde %85,7 belirgin hasar oluştuğu için bu düzey içinde yer alamamıştır.

Kontrollü hasar performans değerlendirmesi içinde

- Rastgele bir katta bulunan kirşler maksimum %35'i İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir
- İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %20'den düşük olmalıdır.
- En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetine katkısı %40'ı aşmamalıdır.
- Belirgin Hasar Sınırını geçmiş bulunan düşey elemanlarla taşınan kesme kuvveti oranı %30'un üstüne çıkmamalıdır.
- Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı ya da Belirgin Hasar Bölgesi'nde olmalıdır

Belirlenen kriterlerin ilkinde %3,8, ikincisinde %1,6, üçüncüsünde %0, dördüncüsünde %0'lık ve beşincisinde olumlu bir performans sağlayarak **KONTROLLÜ HASAR PERFORMANS DÜZEYİ** değerlendirmesi içinde kalmıştır.

Analiz Ve Maliyet Sonuçlarının Karşılaştırılması.

## Mod-1 Ve Mod-4 Analiz Ve Maliyet Karşılaştırılması.

Mod-1’de yapılan performans analizi sonucunda **kontrollü hasar değerlendirilmesi** yapılmıştır. İstenilen performans değerini yerine getirmesine rağmen sınırlı hasar performans değerini bulamamıştır.

TDY-2007 ile tasarlanmış bu yapının metrajlarına bakıldığında ÇŞB güncel birim fiyatlarıyla maliyet çıkartıldığında 1.882.806,19 ₺’lik bir kaba inşaat maliyeti olduğu anlaşıyor.

Mod-4’de yapılan performans analizi sonucunda **sınırlı hasar performans değerlendirilmesi** kapsamında kaldığı görülmüştür. İstenilen performans değerleri içinde kaldığı anlaşıyor.

TBDY-2018 ile tasarlanmış bu yapının metrajlarına bakıldığında ÇŞB güncel birim fiyatlarıyla maliyet çıkartıldığında 1.907.201,44 ₺’lik bir kaba inşaat maliyeti olduğu anlaşıyor.

TDY-2007 ile tasarlanmış olan mod-1 ve bunun TBDY-2018 versiyonuna göre tekrar hesaplanarak analizi yapılmış olan mod-4 performans analizlerine bakıldığında zaman TBDY-2018 ile tekrar tasarlanmış olan mod-4’ün depremde daha güvenli tarafta kaldığı görülmüştür.

Maliyet hesaplamalarına bakıldığında zaman mod-4’ün mod-1’e göre 24.395,26₺ daha fazla maliyetle tasarlandığı anlaşılmıştır.

## Mod-2 Ve Mod-5 Analiz Ve Maliyet Karşılaştırılması

Mod-2’de yapılan performans analizi sonucunda **kontrollü hasar değerlendirilmesi** yapılmıştır. İstenilen performans değerini yerine getirmesine rağmen sınırlı hasar performans değerini bulamamıştır.

TDY-2007 ile tasarlanmış bu yapının metrajlarına bakıldığında ÇŞB güncel birim fiyatlarıyla maliyet çıkartıldığında 6.438.392,73 ₺’lik bir kaba inşaat maliyeti olduğu anlaşıyor.

Mod-5’de yapılan performans analizi sonucunda **kontrollü hasar değerlendirilmesi** yapılmıştır. İstenilen performans değerini yerine getirmesine rağmen sınırlı hasar performans değerini bulamamıştır.

TBDY-2018 ile tasarlanmış bu yapının metrajlarına bakıldığında ÇŞB güncel birim fiyatlarıyla maliyet çıkartıldığında 8.039.058,72 ₺’lik bir kaba inşaat maliyeti olduğu anlaşıyor.

TDY-2007 ile tasarlanmış olan mod-2 ve bunun TBDY-2018 versiyonuna göre tekrar hesaplanarak analizi yapılmış olan mod-5 performans analizlerine bakıldığında zaman analizler arasında büyük farklar bulunmamaktadır.

Maliyet hesaplamalarına bakıldığı zaman mod-5'ün mod-2'ye göre 1.600.665,99₺ daha fazla maliyetle tasarlandığı anlaşılmıştır.

#### Mod-3 Ve Mod-6 Analiz Ve Maliyet Karşılaştırılması

Mod-3'de yapılan performans analizi sonucunda **göçme durumu hasar değerlendirilmesi** yapılmıştır. İstenilen performans değerleri içinde kalamayıp bina göçük durumu gözlenmiştir.

TDY-2007 ile tasarlanmış bu yapının metrajlarına bakıldığında ÇŞB güncel birim fiyatlarıyla maliyet çıkartıldığında 7.676.084,40 ₺'lik bir kaba inşaat maliyeti olduğu anlaşıyor.

Mod-6'de yapılan performans analizi sonucunda **kontrollü hasar değerlendirilmesi** yapılmıştır. İstenilen performans değerini yerine getirmesine rağmen sınırlı hasar performans değerini bulamamıştır.

TBDY-2018 ile tasarlanmış bu yapının metrajlarına bakıldığında ÇŞB güncel birim fiyatlarıyla maliyet çıkartıldığında 10.060.489,17 ₺'lik bir kaba inşaat maliyeti olduğu anlaşıyor.

TDY-2007 ile tasarlanmış olan mod-3 ve bunun TBDY-2018 versiyonuna göre tekrar hesaplanarak analizi yapılmış olan mod-6 performans analizlerine bakıldığı zaman TBDY-2018 ile tekrar tasarlanmış olan mod-6'nın depremde daha güvenli tarafta kaldığı görülmüştür ve analiz sonuçlarında mod-3'de istenmeyen durum olan can ve mal kaybına sebep olan göçme durumu görülmüştür.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışması kapsamında yapılan analizlerden ve analiz verilerinin tartışılarak yorumlanmasından aşağıdaki genel sonuçlara ulaşılmıştır;

- TDY-2007 ile tasarlanmış binalarda 5 ve 9 katlı yapıların istenilen değerler içerisinde olduğu görülürken 13 katlı yapının istenilen değerler dışında kaldığı görülmüştür.
- TBDY-2018 ile tekrar tasarlanan binalarda tüm yapıların istenilen değerler içinde olduğu görülmüştür.
- TDY-2007 ile tasarlanan yapıların TBDY-2018 ile tasarlanan yapılara göre daha az maliyete sahip olduğu görülmüştür.

Tüm bu sonuçlar beraber değerlendirildiği zaman her ne kadar TDY-2007 ile tasarımlarda maliyetler TBDY-2018'e göre daha düşük çıksa da, performans analizlerinde TBDY-2018'in TDY-2007'e göre daha güvenli tarafta kalarak can ve mal kaybına müsaade etmediği anlaşılmıştır.

İnşaat mühendisliği temel ilkeleri kapsamında can ve mal kaybını önleyerek istenilen sınırlar içinde kalmak için TBDY-2018'in zaten zorunlu tasarım kriterleri olduğunu da göz önünde bulundurarak dikkatli ve harfiyen uygulayarak tasarımların tamamlanması gerekmektedir.

Halihazırda yapılan kentsel dönüşüm planlamaları kapsamında her ne kadar eski binaların yıkımı ve güçlendirmesi söz konusu olsa da, yapılan bu tez çalışması sonucunda elde edilen performans analizlerine göre TDY-2007 ile tasarlanmış ve yapılmış çok katlı yapıların bile TBDY-2018 ile tekrar analizleri yapılarak güçlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

## 5. KAYNAKLAR

- [1] Akçora AA, 2020. Betonarme yüksek binaların 2018 yılı Türkiye bina deprem yönetmeliğine göre incelenmesi: 30 katlı bina örneği. Yüksek Lisans Tezi Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] Dalyan İ, Şahin B, 2019. Mevcut Betonarme Bir Binanın 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Deprem Yükleri Altındaki Taşıyıcı Sistem Performansının Değerlendirilmesi. Türk Deprem Araştırma Dergisi, 1(2): 134-147.
- [3] Valensise G, Guidoboni E and Iervolino I, 2021. What Is an Exceptional Earthquake? Seismological Research Letters, 92(6): 3309-3315.
- [4] Bozer A, 2020. Tasarım Spektral İvme Katsayılarının DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 Yönetmeliklerine Göre Karşılaştırması. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 11(1): 393-404.
- [5] Döndüren MS, Şeyda H, Ecemiş AS, 2021. Betonarme Bir Binanın Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle Dbybhy 2007 Ve Tbdy 2018 Yönetmeliklerine Göre Analizi. Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi. 9(2): 327-342.
- [6] Yalin M, Ulutaş H, 2021. Mevcut Okul Türü Bir Binanın Deprem Performansının 2007 Ve 2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Değerlendirilmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(2): 648-661.
- [7] Hava Ş, 2019. Betonarme Bir Binanın Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle Tdy 2007 Ve Tbdy 2018 Yönetmeliklerine Göre Analizi. Yüksek Lisans Tezi Konya Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [8] Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. 30364, 18.03.2018 (Erişim tarihi: 05.05.2022).
- [9] Çaycı BT, Eldemir O, 2021. Tbdy-2018 Ve Dbybhy-2007 Deprem Yönetmelikleri Performans Seviyelerinin Karşılaştırılması. Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi, 9(4): 1386-1397.
- [10] Küçük MM, 2020. Çok katlı betonarme bir binanın 2007 ve 2018 Türk deprem yönetmelikleri hükümlerine göre tasarım ve analizinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi Bursa Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- [11] Öztürk M, 2018. 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası İle İlgili İç Anadolu Bölgesi Bazında Bir Değerlendirme. Selçuk-Teknik Dergisi, 17(2): 31-42.
- [12] <https://www.afad.gov.tr/turkiye-bina-deprem-yonetmeliği> (Erişim tarihi: 05.05.2022).

- [13] Nemutlu ÖF, Sarı A, 2018. Comparison of Turkish Earthquake Code in 2007 With Turkish Earthquake Code in 2018. in International Engineering and Natural Sciences Conference (IENSC 2018), Diyarbakır, s: 568-576.
- [14] Akyildiz Mh, Ulu AE, Kübra A, 2021. Tbdy-2018'deki Yerel Zemin Koşullarının Deprem Kesit Tesirlerine Etkisi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 12(4): 679-687.
- [15] Peşin S, 2021. Türkiye Deprem Tehlike Haritası Ve 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Zemin Sınıflarının Dayanma Yapılarının Davranışlarına Getirdiği Farklılıklar. Yüksek Lisans Tezi Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- [16] Sadat SQ, 2020. Mevcut deprem yönetmeliği (TBDY-2018) ve yürürlükten kaldırılan deprem yönetmeliği (TDY-2007) nin yeni betonarme bina tasarımı açısından kıyaslanması. Yüksek Lisans Tezi Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- [17] Nemutlu ÖF, 2020. Bingöl ve Elazığ İlleri Özelinde 2007 ve 2018 Türk Deprem Yönetmeliklerine Göre İvme Spektrumlarının Değişiminin İncelenmesi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 11(3): 1341-1356.
- [18] Özşahin B, 2021. Edirne İli Özelinde 2019 Ve 2007 Türk Deprem Yönetmeliklerine Göre Yatay Tasarım İvme Spektrumlarının Değişiminin İncelenmesi. Journal Of Advanced Research In Natural And Applied Sciences, 7(4): 590-608.
- [19] Sümer Y, Hamsici M, 2020. Çok Katlı Betonarme Binalarda 2018 Deprem Yönetmeliği İle Tanımlanan Spektrum Eğrilerinin Etkisi. Academic Platform-Journal Of Engineering And Science, 8(2): 349-354.
- [20] Alver O, Sezen A, Eseller Ee, 2021. Geotechnical Design With Respect To Tbdy-2018: Liquefaction And Soil-Pile-Structure Interaction Analyses Teknik Dergi, 32(5): 11197-11225.
- [21] Tolunay İ, Ulutaş H, 2021. Yeni Yapılacak Betonarme Bir Binanın Tbdy 2018'e Göre Deprem Performansının Belirlenmesi. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 10(3): 1104-1124.
- [22] Çirak İF, 2011. Betonarme Binalarda Gözlenen Hasarlar, Nedenleri Ve Öneriler. Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, 3(3): 62-71.
- [23] Yüksel I, 2008. Betonarme Binaların Deprem Sonrası Acil Hasar Değerlendirmeleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 24(1): 260-276.
- [24] Bayülke N, 1989. Depremler ve Depreme Dayanıklı Betonarme Yapılar. Teknik Yayın Evi.

- [25] Coza H, 2003. Betonarme Yapılarda Gözlenen Deprem Hasarları Ve Nedenleri. Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [26] Çavdar Ö, Yolcu A, 2018. Mevcut Bir Okul Binasının Türk Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e Göre Yapısal Düzensizliklerinin İncelenmesi. Ordu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi, 8(2): 153-164.
- [27] Ulutaş H, 2019. Dbybhy (2007) Ve Tbdy (2018) Deprem Yönetmeliklerinin Kesit Hasar Sınırları Açısından Kıyaslanması. Avrupa Bilim Ve Teknoloji Dergisi, (17): 351-359.
- [28] Kılıç G, 2019. Betonarme yapıda perde yeri seçiminin yapısal davranışa etkisinin TBDY 2018 ve DBYBHY 2007 yönetmeliklerine göre karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- [29] Döndüren MS, Hava Ş And Ecemiş AS, 2021. An Analysis According To Regulation Of DBYBHY 2007 And TBDY 2018 By Equivalent Earthquake Load Method Of A Reinforced Concrete Building. Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(2): 327-342.
- [30] Ünsal İ, Öncel Fa, Şahan F, 2020. Tdy 2007 Ve Tbdy 2018 Yönetmeliklerine Göre Yapı Yüksekliğinin Taban Kesme Kuvveti Ve Tepe Deplasmanı Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(4): 930-942.
- [31] Ilkhun M, 2017. Betonarme Yapılarda Çerçeve Süreksizliklerinin Yapı Davranışlarına Etkisinin İncelenmesi. Saü Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21(5): 842-850.
- [32] Bozkurt Mb, Serin B, 2021. Dbybhy-2007 Ve Tbdy-2018 Esas Alınarak Boyutlandırılan Mççç'lerin Deprem Performanslarının Karşılaştırılması. Teknik Dergi, 32(1): 10441-10476.
- [33] Ferlibaş M, 2020. Betonarme bir yapının statik ve dinamik analiz sonuçlarının TDY 2007 ve TBDY 2018 yönetmeliklerine göre karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya.
- [34] Karaca H, Merve O, Erbil M, 2020. Yapısal Tasarım Bağlamında 2007 Ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Karşılaştırılması, Niğde Örneği. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(2): 898-903.
- [35] Balıkçı İ, 2019. Mevcut binaların deprem performanslarının 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerine göre değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- [36] Özmen A, Sayın E, 2021. Deprem Etkisinde Çok Katlı Betonarme Bir Binanın TDY-2007 Ve TBDY-2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Eşdeğer Deprem Yüklerinin

- Karşılaştırılması. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(2): 124-133.
- [37] Koçer M, 2018. Deprem Kuvvetine Esas Spektral Ivme Değerlerinin TBDY 2018 Ve TDY 2007'ye Göre Karşılaştırılması. Selçuk-Teknik Dergisi, 17(2): 43-58.
- [38] Ergunes OI, Ozkul TA,2022. Seismic Assessment Of Tall Buildings Designed According To The Turkish Building Earthquake Code. Civil Engineering Journal-Tehran, 8(3): 567-579.
- [39] Ayaz U, 2020. Mevcut bir betonarme binanın 2007 ve 2018 Türkiye bina deprem yönetmeliklerine göre deprem performansının değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

## ÖZGEÇMİŞ

██████████ta doğdum. İlköğretimi ██████████ İlköğretim Okulu'nda, ortaokulu ██████████ İlköğretim Okulu'nda ve liseyi ██████████ Lisesi'nde tamamladım. 2013 yılında kazandığım ██████████ Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden 2020 yılında mezun oldum. ██████████ Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladım. Ağustos 2022'de yüksek lisansımı tamamladım. Yabancı dilim İngilizcedir

Muhammed Ömer ŞENER