T.C.

İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

TBDY 2018 VE EUROCODE 8 DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN BETONARME BİR YAPI ÜZERİNDEKİ FARKLILIKLARI VE YAKLAŞIMLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Yüksek Lisans Tezi

Abdirahman AbdillahiAHMED

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Hamit ÖZTÜRK

Eş Danışman

Dr. Timuçin Alp ASLAN

İstanbul – 2025

TEZ TANITIM FORMU

Yazar Adı Soyadı	**:** Abdirahman Abdillahi AHMED
Tezin Dili	**:** Türkçe
Tezin Adı	**:** TBDY 2018 ve Eurocode 8 Deprem Yönetmeliklerinin Betonarme Bir Yapı Üzerindeki Farklılıkları ve Yaklaşımlarının Karşılaştırmalı Analizi
Enstitü	**:** İstanbul Gelişim ÜniversitesiLisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	**:** İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Tezin Türü	**:** Yüksek Lisans
Tezin Tarihi	**:** 21.01.2025
Sayfa Sayısı	**:** 123
Tez Danışmanları	**:** Dr. Öğr. Üyesi Hamit ÖZTÜRK
Dizin Terimleri	**:** Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği TBDY-2018, Deprem, Eurocode 8
Türkçe Özet	**:** Çalışma, Türkiye ve Avrupa'daki yönetmeliklerin avantajlarını ve sınırlamalarını karşılaştırmalı olarak ortaya koymuş ve yüksek yapıların tasarımı konusunda önemli bilgiler sunmaktadır.
Dağıtım Listesi	**:** 1. İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne 2. YÖK Ulusal Tez Merkezine

İmzası

Abdirahman Abdillahi AHMED

T.C.

İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

TBDY 2018 VE EUROCODE 8 DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN BETONARME BİR YAPI ÜZERİNDEKİ FARKLILIKLARI VE YAKLAŞIMLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Yüksek Lisans Tezi

Abdirahman Abdillahi AHMED

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Hamit ÖZTÜRK

Eş Danışman

Dr. Timuçin Alp ASLAN

İstanbul – 2025

BEYAN

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğu, kullanılan verilerde herhangi tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez olarak sunulmadığını beyan ederim.

Abdirahman Abdillahi AHMED

…/…/2025

T.C.

İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Abdirahman Abdillahi AHMED' in **"TBDY 2018 ve Eurocode 8 Deprem Yönetmeliklerinin Betonarme Bir Yapı Üzerindeki Farklılıkları ve Yaklaşımlarının Karşılaştırmalı Analizi"** adlı tez çalışması, jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı İnşaat Mühendisliği Bilim Dalı YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan _____

Dr. Öğr. Üyesi Arman ATASOY

Üye _____

Dr. Öğr. Üyesi Ahmad Reshad NOORI

Üye _____

Dr. Öğr. Üyesi Hamit ÖZTÜRK

(Danışman)

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.... / .... / 20..

Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Günümüzün gelişmiş dünyasında büyük metropoller hızla genişlemekte ve gökdelenler, hızlı büyüyen ağaçlar gibi yükselmektedir. Büyük yüksekliklere sahip, mühendislik açısından yenilikçi ve konforlu tasarımlarla inşa edilen bu yapılar, aynı zamanda depremler gibi doğal afetlere dayanacak şekilde tasarlanmaktadır ve her metropolün merkezinde önemli bir yer almaktadır.

Bu tür yapıların güvenliğini ve dayanıklılığını sağlamak için ülkeler, insan ve maddi kayıpları minimuma indirmeyi amaçlayan inşaat standartlarını benimsemektedir. İnşaat sektörü, doğal afetlere karşı koymak için modern teknolojilerle sürekli olarak gelişmektedir.

Japonya, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği, Kanada ve Yeni Zelanda gibi çok gelişmiş ülkeler kendi inşaat standartlarını kullanmaktadır. Türkiye de bu alanda gelişmiş bir ülke olarak, jeolojik konumu gereği uzun yıllardır kendi inşaat standartlarını oluşturmuş ve uygulamaktadır.

Türkiye'deki ilk inşaat standartlarının ortaya çıkışından bu yana, bu standartlar birçok kez geliştirilmiş, güçlendirilmiş ve değiştirilmiştir. Bu doğrultudagünümüzde Türkiye, 1 Ocak 2019'dan itibaren kabul edilen TBDY 2018 standartlarını kullanmaktadır.

Bu tezde, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018) ile Avrupa Deprem Yönetmeliği (Eurocode 8) karşılaştırılmıştır. Çalışma, İstanbul'da Gelişim Üniversitesi Blok A binasının bulunduğu bölgede, aynı mimari özelliklere sahip ve 5, 6, 7 ve 8 katlı betonarme binalar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Binaların taşıyıcı sistemleri perde duvarlar, kolonlar ve kirişlerden oluşmaktadır. Tasarım ve analiz süreçlerinde SAP2000 yazılımı kullanılarak binalar her iki yönetmeliğe uygun şekilde modellenmiştir.

Analizlerde eşdeğer deprem yükü ve modal birleştirme yöntemleri uygulanmıştır. Deprem spektrumları, titreşim periyotları, kat kesme kuvvetleri, göreli kat ötelenmeleri gibi parametreler detaylı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmada aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

TBDY 2018 yönetmeliğine göre ivme değerleri daha yüksek bulunmuştur. Buna karşılık, Eurocode 8 daha uzun bir hız bölgesi süresine sahiptir. Bu durum, Eurocode 8'e göre tasarlanan binaların daha yüksek taban kesme kuvvetleri ve kat ötelenmeleri sergilemesine neden olmuştur.

Eurocode 8 kapsamında hesaplanan eğilme momentler ve kat ötelenmeleri TBDY 2018'e kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bu farklar, özellikle yüksek katlı binalarda daha belirgin hale gelmiştir.

TBDY 2018'e göre Y yönünde tüm katlarda rijitlik düzensizlikleri gözlemlenmiş, X yönünde ise herhangi bir düzensizlik saptanmamıştır. Eurocode 8 değerlendirmelerinde ise rijitlik düzensizliği sorunu tespit edilmemiştir.

Sonuç olarak, TBDY 2018 ve Eurocode 8 arasındaki farklılıklar, deprem yüklerinin tanımlanması, yük kombinasyonları ve yapı elemanlarının rijitlik yaklaşımından kaynaklanmaktadır. Çalışma, Türkiye ve Avrupa'daki yönetmeliklerin avantajlarını ve sınırlamalarını karşılaştırmalı olarak ortaya koymuş ve yüksek yapıların tasarımı konusunda önemli bilgiler sunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği TBDY-2018, Deprem, Eurocode 8

SUMMARY

In today's developed world, large metropolises are rapidly expanding, and skyscrapers are rising like fast-growing trees. These structures, built with innovative and comfortable designs that reach great heights, are also designed to withstand natural disasters such as earthquakes, making them essential elements at the heart of every metropolis.

To ensure the safety and durability of such buildings, countries adopt construction standards aimed at minimizing human and material losses. The construction sector continually evolves with modern technologies to combat natural disasters.

Highly developed countries like Japan, the United States, the European Union, Canada, and New Zealand use their own construction standards. Turkey, as a developing country with advanced construction practices, has also established and applied its own construction standards due to its unique geological location. Since the introduction of the first construction standards in Turkey, these regulations have been developed, strengthened, and revised multiple times. As a result, Turkey has been using the TBDY 2018 standards since January 1, 2019.

This thesis compares the Turkish Building Earthquake Regulation (TBDY 2018) with the European Earthquake Regulation (Eurocode 8). The study was conducted on reinforced concrete buildings with 5, 6, 7, and 8 stories located near Block A of Istanbul Gelişim University, all sharing the same architectural features. The structural systems of the buildings consist of shear walls, columns, and beams. The design and analysis processes were carried out using the SAP2000 software, and the buildings were modeled according to both regulations.

The analyses applied both the equivalent earthquake load and modal combination methods. Parameters such as earthquake spectra, vibration periods, story shear forces, inter-story drifts, and axial forces were examined in detail. The key findings are as follows:

Acceleration values calculated according to TBDY 2018 were found to be higher. In contrast, Eurocode 8 features a longer constant velocity region, leading to

higher base shear forces and inter-story drifts for buildings designed according to Eurocode 8.

Moments, axial forces, and inter-story drifts calculated according to Eurocode 8 were higher than those based on TBDY 2018. These differences became more pronounced in taller buildings.

According to TBDY 2018, rigidity irregularities were observed along all stories in the Y direction, while no irregularities were detected in the X direction. However, no significant rigidity irregularity issues were identified in buildings evaluated under Eurocode 8.

In conclusion, the differences between TBDY 2018 and Eurocode 8 are mainly due to the definition of seismic loads, load combinations, and approaches to the rigidity of structural elements. The study highlights the advantages and limitations of both regulations, providing valuable insights for designing high-rise buildings in seismic regions.

Keywords: Turkey Building Earthquake Code TBDY-2018, Earthquake, Eurocode 8

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **İ**
SUMMARY ..... **İİİ**
İÇİNDEKİLER ..... **V**
KISALTMALAR ..... **Vİİ**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **Vİİİ**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **Xİ**
ÖNSÖZ ..... **Xİİ**
GİRİŞ **1**

BİRİNCİ BÖLÜM
ÖNCEKİ ÇALIŞMALARIN ÖZETİ

1.1. TBDY 2018 ve EUROCODE 8 6
1.2.TBDY2018 ve TDY 2007 6

İKİNCİ BÖLÜM
DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN TEMEL BİLEŞENLERİ

2.1.TBDY 2018 Yönetmeliği 10
2.1.1. TBDY 2018'in Tarihsel Bağlamı 10
2.2.1.Temel Esaslar 11
2.2.1.1. Deprem Zemin Hareketi Düzeyleri 11
2.2.1.2. Standart Deprem Yer Hareketi Spektrumları 12
2.2.1.2. Bina Kullanım Sınıfları 15
2.2.1.3. Deprem Tasarım Sınıfları 17
2.2.1.4. Bina Yükseklik Sınıfları 17
2.2.1.5. Bina Performans Düzeyleri 18
2.2.1.6.Deprem Etkisi Altında Bina Performans Hedefleri 18
2.2.1.7. Deprem Etkisi Altında Düzensiz Binalar 20
2.2.1.8. Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitlikleri 22
2.2.1.9. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi İle Doğrusal Deprem Hesabı 23
2.2.1.10. Mod Birleştirme Yöntemi ile Deprem Hesabı 31
2.2.1.11. Göreli Kat Ötelemelerinin Hesabı 31
2.2.1.12.İkinci Mertebe Etkileri 32
2.2.Eurocode Yönetmeliğinde Tasarım 33
2.2.1.Temel Esaslar 33
2.2.1.1.Yatay İvme Spektrumu 34

2.2.1.2.Düşey Elastik Deprem Spektrumu 35
2.2.1.3.Davranış Katsayısı ile Tasarım İçin Deprem Spektrumu 35
2.2.1.4.Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi 37

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
BİR BETONARME YAPININ MODEL TASARIMI

3.1.Malzeme Özellikleri 43
3.2. Bina Yapısının Planı ve Taşıyıcı Sistemi 43
3.3.Binaya Uygulanan Yüklerin Belirlenmesi 45

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
BETONARME YAPININ TBDY 2018 VE EUROCODE 8'E GÖRE TASARIM

4.1.TBDY 2018'e Göre Hesaplama ve Tasarım 49
4.1.1.Deprem Spektrumlarının Hesabı 51
4.1.2.Eşdeğer Deprem Kuvvetlerinin Hesabı 51
4.1.3.Düzensizliklerin Incelemesi 54
4.1.4.Göreli Kat Ötelemelerinin Değerlendirilmesi 55
4.1.5.İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü 56
4.2. Örnek Betonarme Yapının EUROCOD-8'e Göre Tasarımı 73
4.2.1.Eşdeğer Deprem Kuvvetlerin Hesabı 74
4.2.2. Düzensizliklerin kontrolü 75
4.2.3.Etkin Göreli Kat Ötelenmelerinin İncelemesi 76
4.2.4.İkincil Mertebe Etkilerinin İncelemesi 76

BEŞİNCİ BÖLÜM
ELDE EDİLEN SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

5.1.Taban Kesme Kuvveti 90
5.2.Moment Değerleri 91
5.3.Kat Deplasmanlarının Karşılaştırılması 93
5.4.Yatay Elastik Tasarım Spektrumu 98

SONUÇLAR VE ÖNERİLER 99
KAYNAKÇA 101
EKLER 103

KISALTMALAR

A(T) : Spektral ivme katsayısı
Cd : Yer değiştirme arttırma katsayısı
Cs : Sismik davranış katsayısı
Ct : Yapı periyot katsayısı
Cu : Periyot üst limit katsayısı
Dfi : Binanın i'inci katında fiktif yüklere göre hesaplanan yer değiştirme
dr : Etkin göreli kat ötelemesi (Eurocode-8)
E : Deprem etkisi Eh : Yatay deprem etkisi
Ev : Düşey deprem etkisi
Fa :Kısa periyot için zemin düzeltme katsayısı
Fb : Eşdeğer deprem yükü yöntemi taban kesme kuuveti (Eurocode 8)
Fbk : Rigit bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükü
Fd : Tasarım kuvveti Ffi : i'inci kata etkiyen fiktif yük
Fi : i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
Fv : Uzun periyot için zemin düzeltme katsayısı
fcd : Beton tasarım basınç dayanımı
fck : Beton karakteristik basınç dayanımı
fctd : Beton tasarım çekme dayanımı
fctk : Beton karakteristik çekme dayanımı
fyd : Donatı akma gerilmesi
g : Yerçekim ivmesi xiv
gi : Binanın i'inci katındaki toplam ölü yük
H : Yapı toplam yüksekliği
h : Kat yüksekliği
Ptot : İlgili kat seviyesi üzerindeki bina toplam yükü
Pu : Tasarım normal kuvveti
Q : Hareketli yük
QE : Yatay deprem etkisi
q : Yapı davranış katsayısı (Eurocode-8)
qi : Binanın i'nci katındaki toplam hareketli yük
R : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
S(T) : Spektrum katsayısı
Sae(T) : Elastik spektral ivme
T : Bina doğal titreşim periyodu
Ta : Yaklaşık periyot TA,B : Spektrum karakteristik periyotları
TL : Uzun periyot bölgesine geçiş periyodu
γi : Bina önem katsayısı (Eurocode-8)
λ : Eşdeğer deprem yükü düzeltme katsayısı
ξ : Yapının sönüm oranının (yüzdelik değeri)

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları 12
Tablo 2. 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları.....13
Tablo 3. Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları 16
Tablo 4. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS) 17
Tablo 5. Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan17
Tablo 6. Yeni yapılacak deprem yalıtımlı binalar 19
Tablo 7. Deprem Yatılımı yapılarak Gecelendirilecek mevcut binalar 19
Tablo 8. Yeni yapilacak ve Guclendirilecek deprem yalitimli binalar 19
Tablo 9. Düzensiz Binalar 20
Tablo 10. Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları 23
Tablo 11. Hareketli Yük Kütle Katılım Katsayısı 26
Tablo 12. BinaTaşıyıcıSistemleriiçinTaşıyıcıSistemDavranışKatsayısı,Dayanım Fazlalığı Katsayısı ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları 26
Tablo 13. Bina Taşıyıcı Sistemleri için Davranış Katsayısı.....28
Tablo 14. Bina Taşıyıcı Sistemleri için Davranış Katsayısı c11 ve c12 29
Tablo 15. Eurocode-8'de Elastik ivme spektrumu (Tip 1).....34
Tablo 16. Eurocode-8'de Elastik ivme spektrumu (Tip 2).....35
Tablo 17. Zemin bilgileri (Eurocod-8).....36
Tablo 18. Hareketli yük azaltma katsayıları.....37
Tablo 19. Bina önem katsayısı.....39
Tablo 20. İvme değerleri 40
Tablo 21. Yapı elemanlarının kesit rijitlik çarpanı 42
Tablo 22. Kullanılan malzeme özellikleri (TS-500).....43
Tablo 23.Döşeme kalınlığının belirlenmesi.....46
Tablo 24. Elemen kesitlere ait 47
Tablo 25. Hesaplarda kullanilan deprem ve zemin.....50
Tablo 26. Bina türü 52
Tablo 27. Eşdeğer deprem yükü yöntemi.....53
Tablo 28. Eşdeğer deprem yükü yöntemi.....53
Tablo 29. Eşdeğer deprem yükü yöntemi.....53
Tablo 30. Taban Kesme Kuvveti ve Tepe Kuvveti.....53
Tablo 31. X yönünde modal analiz ile bulunan periyodun kat kesme kuvvetleri katlara dağıtılması 53
Tablo 32.Y yönünde modal analiz ile bulunan periyodun kat kesme kuvvetleri katlara dağıtılması.....54
Tablo 33. EXO depremi için A1burulma düzensizliğinin incelenmesi 54
Tablo 34.EX+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi.....55
Tablo 35. EY+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi.....55
Tablo 36.X yönünde deprem EX+ için etkin göreli kat ötelemesi incelemesi 56

Tablo 37.Y yönünde deprem EY+ için etkin göreli kat ötelemesi incelemesi 56
Tablo 38. X yönünde EX+ depremi için ikinci mertebe etkileri.....57
Tablo 39.Y yönünde EY+ depremi için ikinci mertebe etkileri 57
Tablo 40.Eşdeğer deprem yükü yöntemi.....58
Tablo 41.Eşdeğer deprem yükü yöntemi.....58
Tablo 42. Esdeger deprem yuk 58
Tablo 43. Taban Kesme Kuvvet Tepe Kuvveti 59
Tablo 44. X yönünde modal analiz ile bulunan periyodun kat kesme kuvvetleri katlara dağıtılması 59
Tablo 45.Y yönünde modal analiz ile bulunan periyodun kat kesme kuvvetleri katlara dağıtılması 59
Tablo 46.EX+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi.....60
Tablo 47.EY+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi.....60
Tablo 48.X yönünde deprem EX+ 61
Tablo 49.Y yönünde deprem EY+ 61
Tablo 50.X yönünde deprem EX+ 62
Tablo 51.Y yönünde deprem EY 62
Tablo 52. Esdeger deprem yuk 63
Tablo 53.Eşdeğer deprem yükü yöntemi.....64
Tablo 54.Eşdeğer deprem yükü yöntemi.....64
Tablo 55. Taban Kesme Kuvveti ve Tepe Kuvveti.....64
Tablo 56.X yönünde modal analiz ile bulunan periyodun kat kesme kuvvetleri katlara dağıtılması 64
Tablo 57.EX+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi.....65
Tablo 58.EY+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi.....66
Tablo 59.X yönünde deprem EX+ 66
Tablo 60.Y yönünde deprem EY+ 67
Tablo 61.X yönünde deprem EX+ 67
Tablo 62.EY+ Y yönünde deprem 68
Tablo 63.Eşdeğer deprem yükü yöntemi parametreleri 69
Tablo 64.Eşdeğer deprem yükü yöntemi parametreleri 69
Tablo 65. Taban Kesme Kuvveti Tepe Kuvveti 69
Tablo 66. Kat kutle.....69
Tablo 67.X yönünde modal analiz ile bulunan periyodun kat kesme kuvvetleri katlara dağıtılması 69
Tablo 68. X yönünde modal analiz ile bulunan periyodun kat kesme kuvvetleri katlara dağıtılması 70
Tablo 69.EX+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi.....70
Tablo 70. EY+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi.....71
Tablo 71. EX+ yönünde deprem.....71
Tablo 72.EY+ yönünde deprem.....72
Tablo 73.EX+ yönünde deprem.....72

Tablo 74. EY yönünde deprem 73
Tablo 75. Modal analiz yöntemi kullanılarak eşdeğer deprem yükü yöntemi 74
Tablo 76. Modal analiz yöntemi ile hesaplanan kat deprem kuvvetleri..... 75
Tablo 77.EX+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi..... 75
Tablo 78.EY+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi..... 75
Tablo 79.EX+ yönünde deprem..... 76
Tablo 80.EY+ yönünde deprem..... 76
Tablo 81.EX+ yönünde deprem..... 76
Tablo 82.EY+ yönünde deprem..... 77
Tablo 83. Esdeğer deprem parametreleri..... 77
Tablo 84. Modal analiz yöntemi kullanılarak eşdeğer deprem yükü yöntemi 78
Tablo 85.EX+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi..... 78
Tablo 86. EY+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi..... 79
Tablo 87.EX+ yönünde deprem..... 79
Tablo 88.EY+ yönünde deprem..... 79
Tablo 89.EX+ yönünde deprem..... 80
Tablo 90.EY+ yönünde deprem..... 80
Tablo 91. Esdeger parametreleri..... 81
Tablo 92. Modal analiz yöntemi kullanılarak eşdeğer deprem yükü yöntemi 81
Tablo 93.EX+ yönünde deprem..... 82
Tablo 94.EY+ yönünde deprem..... 82
Tablo 95.EX+ yönünde deprem etkin goreli 83
Tablo 96.EY+ yönünde deprem etkin goreli 83
Tablo 97.EY+ yönünde deprem ikincil Mertebe 84
Tablo 98. EY+ yönünde deprem ikincil Mertebe 84
Tablo 99. Kat kütlesi 85
Tablo 100. Modal analiz yöntemi kullanılarak eşdeğer deprem yükü yöntemi 86
Tablo 101.Eşdeğer deprem parametreleri..... 86
Tablo 102.EX+ yönünde deprem..... 86
Tablo 103.EY+ yönünde deprem..... 87
Tablo 104. EX+ yönünde deprem etkin goreli otelenmelerin 87
Tablo 105. EY+ yönünde deprem etkin goreli otelenmelerin 88
Tablo 106. EX+ yönünde deprem ikincil mertebe incelemesi 88
Tablo 107.EY+ yönünde deprem ikincil mertebe incelemesi 89

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Cografyaharitadan dünya Deprem Haritası.....1
Şekil2. Tgrthaberden Türkiye deprem tehlike haritası.....2
Şekil 3. Deprem kuvvet analizleri.....11
Şekil 4. Yatay Elastik Tasarım Spektrumu.....14
Şekil 5. Yatay Elastik Tasarım Spektral.....14
Şekil 6. Düşey Elastik Tasarım Spektrumu.....15
Şekil 7. A1 Burulma Düzensizliği.....21
Şekil 8. A1 ve A2 türü düsenzizlik.....21
Şekil 9. Planda çıkıntılar bulunması.....22
Şekil 10. B3Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği.....22
Şekil 11.İki Yükleme Durumlu Hesap Yöntemi.....30
Şekil 12. Depremin Dönüş Periyoduna Göre Yapının Önem Katsayısı Grafiği.....33
Şekil 13.αu/α için varsayılan değerleri.....41
Şekil 14. Kat Kalıp Planının Görüşü.....44
Şekil 15.6 katlı Yapının 3 Boyutlu Görünüşü.....45
Şekil 16. Yapının 3 Boyutlu Görünüşü.....48
Şekil 17. Yapının 3 Boyutlu Görünüşü.....48
Şekil 18. Tasarım İvme Spektrumu TBDY-2018.....51
Şekil 19.5KatlıBinanın 3 Boyutlu Görünüşü.....52
Şekil 20.6 Katlı Binanın 3 Boyutlu Görünüşü.....58
Şekil 21.7 Katlı Binanın 3 Boyutlu Görünüşü.....63
Şekil 22.8 Katlı Binanın 3 Boyutlu Görünüş.....68
Şekil 23.5 Katlı Binanın 3 Boyutlu Görünüşü.....74
Şekil 24. 6 Katlı Binanın 3 Boyutlu Görünüşü.....77
Şekil 25.7Katlı Binanın 3 Boyutlu Görünüşü.....80
Şekil 26.8 Katlı Binanın 3 Boyutlu Görünüşü.....85
Şekil 27. Eşdeğer deprem yükü.....90
Şekil 28. Kat deplasmanların karşılaştırıması.....93
Şekil 29. Kat deplasmanların karşılaştırıması.....94
Şekil 30. Kat deplasmanların karşılaştırıması.....95
Şekil 31. Kat deplasmanların karşılaştırıması.....96
Şekil 32. Sae(t) ec8 ve tbdy 2018.....98
Şekil 33. Kat planı.....103
Şekil 34. 8 katlı bina.....104
Şekil 35. Sae(t) ec8 ve tbdy 2018.....104

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında bana değerli bilgiler sağlayan, her zaman sabırla yönlendiren ve içtenlikle destek veren danışman hocam Sayın Prof. Dr. HAMİT ÖZTÜRK'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Onun kıymetli rehberliği ve sabırlı desteği sayesinde bu süreci başarıyla tamamlayabildim.

Ayrıca, TİMÇİN ALP ASLAN başta olmak üzere, farklı aşamalarda bana yol gösteren, fikirleri ve önerileriyle katkıda bulunan tüm değerli hocalarıma ve akademik hayatımda bana destek olan herkese teşekkür ederim. Onların rehberliği ve ilgisi bu çalışmanın gelişiminde önemli bir rol oynamıştır.

Yükseköğrenim hayatımda bana her zaman ilham kaynağı olan ve en büyük destekçim olan sevgili aileme teşekkür etmek istiyorum. Özellikle anneme ve babama, bana sadece maddi değil, aynı zamanda manevi anlamda da her zaman destek oldukları için sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Onların sevgisi ve öğütleriyle her zaman güçlü kaldım.

Ayrıca, akademik hayatım boyunca yanımda olan kardeşlerime, dostlarıma ve arkadaşlarıma teşekkür etmek isterim

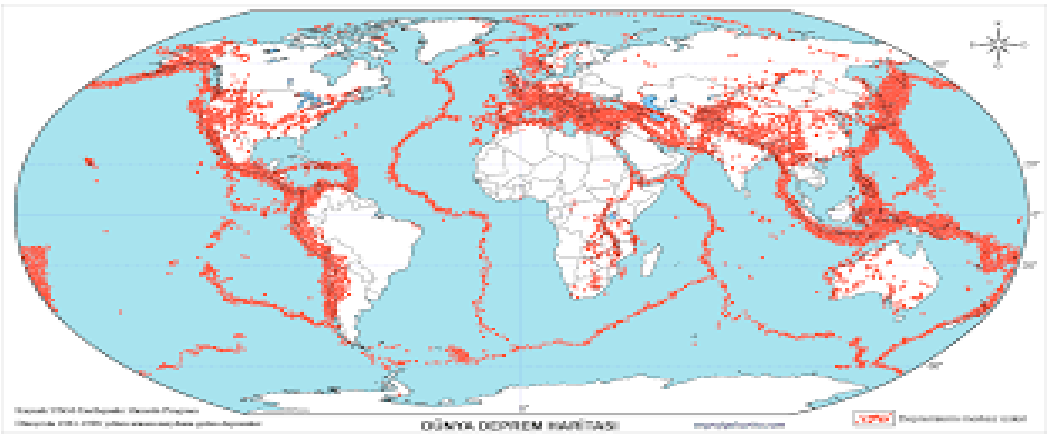
Son olarak, bu süreçte bana inanan, destekleyen ve başarıma katkıda bulunan herkese teşekkür ederim.

GİRİŞ

Dünyada meydana gelen can ve mal kayıplarına yol açan doğal afetler arasında depremler yer almaktadır, Küresel plaka tektoniği teorisine göre, Dünya'nın yüzeyi farklı bloklardan oluşmaktadır. Bu plakaların birbirlerine göre hareket ettiği bilinmektedir (Şekil 1).

Depremler, diğer bölgelere kıyasla daha sık görüldüğü fay hatları boyunca meydana gelir. Yeryüzünü oluşturan altı plaka birbirleriyle etkileşim halindedir. Anadolu plağı kuzeye doğru hareket ediyor ve Avrasya plağına yaklaşmaktadır. Türkiye, sismik riskin yüksek olduğu ve depremlerin çok aktif olduğu bir bölgede yer almaktadır ve Türk nüfusunun çoğunluğu da bu sismik bölgelerde yaşamaktadır (Şekil 2.).

Türkiye'de meydana gelen en büyük deprem 1939 yılında Erzincan'da 7,9 büyüklüğünde olmuştur. 33.000'den fazla kişi hayatını kaybetmiş ve şehir neredeyse tamamen yıkılmıştır. 2023 yılında Kahramanmaraş bölgesinde bir başka büyük deprem meydana geldi. Bu deprem zinciri 6 Şubat'ta başladı ve 7,8 büyüklüğünde iki sarsıntıya yol açtı. Türkiye'nin özellikle sismik bir bölgede yer aldığı ve Türkiye'deki yapıların çoğunun depremlere karşı oldukça hassas olduğu bilinmektedir. Depremler ortadan kaldıramayacağımız doğal afetlerdirAncak, yapıların dayanımını artırarak çökmeleri önleme veya depremlerin neden olduğu hasarı en aza indirme imkânına bulunmaktadır.



Şekil 1. Cografyaharitadan dünya Deprem Haritası



Şekil2. Tgrthaberden Türkiye deprem tehlike haritası

Günümüzdeki toplumda, artan nüfus yoğunluğu ve hızlanan kentleşme ile birlikte çok katlı binalar yaygın bir yapı türü haline gelmiştir. Deprem, dinamik bir yük olup yapıların yüksekliği riskleri artırmaktadır. Can kayıplarını önlemek için yürürlükteki yönetmelikleri anlamak ve uygulayabilmek çok önemlidir. Bu nedenle, inşaat mühendisinin görevi bir sorumluluk olarak kabul edilmektedir.

Mühendislik sektöründe, yapıların depremlere karşı performansı günümüzde kritik bir konu haline gelmiştir**,** Yapıların deprem karşısındaki etkinliği, inşaatların yüksekliği ve deprem şiddetiyle, doğrudan ilişkilidir Çağdaş inşaat tekniklerindeki ilerlemelerle birlikte, depreme dayanıklı yüksek yapılar, günlük hayatımızda yaygınlaşmıştır. Ancak, yakın zamanda İzmir, Elâzığ, Van, Kahramanmaraş ve Hatay gibi bölgelerimizde meydana gelen şiddetli depremler, birçok binanın yıkılmasına ve büyük can kayıplarına yol açmıştır. Bu durum, mevcut binaların güvenliğini sağlamak amacıyla yeterli önlemlerin alınmadığını göstermektedir. Depremlerin yol açtığı hasarları ve can kayıplarını azaltmak için yapıların depreme dayanıklı şekilde inşa edilmesi zorunludur Depremler, son derece ölümcül ve yıkıcı olabilen önemli doğal tehlikelerdir. Parasismik düzenlemelerin temel amacı, halkın korunmasını sağlamak ve güvenliği en üst seviyeye çıkarmaktır. İnsanların güvenliğini tehlikeye atabilecek geri dönüşü olmayan zararlardan kaçınmak amacıyla, anti sismik inşaat standartları oluşturulmuştur

Dünyada, deprem yaşayan ve sismik riskin çok yüksek olduğu bölgelerde bulunan birçok ülke vardır, örneğin Japonya, Amerika Birleşik Devletleri, Yeni Zelanda ve Fransa. Bu durumda, her ülke, inşaatların, binaların ve inşaat

mühendisliği yapılarının tasarımı ve boyutlandırılması için parasismik normlar hazırlamıştırEurocodlar, inşaat ve inşaat mühendisliği tasarımı ile hesaplamaları için Avrupa standartlarını ifade eder ve 1990'lı yıllardan itibaren Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN) tarafından geliştirilmiştir. Bu normların amacı, Avrupa Birliği içinde hesaplama kurallarını standartlaştırmaktır

1940 yılında, Türkiye'de ilk sismik yönetmelik, bir talimat kılavuzu şeklinde hazırlanmıştır. 1944'teki ikinci yönetmelikten sonra.

Yönetmelikler

1947: Türkiye Yer Sarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği

1953: Yer Sarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

1961: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)

1968: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)

1975: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)

1998: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)

2007: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY 2007)

2019: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2019)

Bu tez kapsamında, Türkiye'deki inşaat yönetmeliği (TBDY 2018) ile Eurocode 8 arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Çalışma, İstanbul bölgesinde yer alan 8 katlı bir betonarme binaya odaklanmaktadır ve bu bina, Türkiye'nin parasismik normlarının (TBDY) ve Eurocode 8'in değerlendirilmesi için bir örnek olarak kullanılmaktadır. Bu bina, hem Türk hem de Avrupa yönetmeliklerine uygun olarak tasarlanmıştır. Elde edilen sonuçlar analiz edilmiş ve karşılaştırılmış, böylece her iki yönetmelik yaklaşımı arasındaki benzerlikler ve farklar değerlendirilmiştir.

Problemin Tanımı

Dünya üzerinde bazı bölgeler daha yoğun sismik hareketlere maruz kalmaktadır. Bu doğal tehlike karşısında, farklı ülkeler kendi parasismik yönetmeliklerini geliştirmiştir. Bu yönetmelikler genellikle tasarım hesapları ve hesaplama kuralları gibi temel prensiplerde benzerlikler gösterse ,de bazı özgül konularda önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu konular arasında depreme spektrumlarının tanımlanması, deprem kuvvetlerinin hesaplanması, yapı elemanlarının kesit rijitlikleri, deprem yükünü azaltan katsayılar ve dayanım fazlalığı kavramı yer almaktadır. Bu tez, söz konusu farklılıkların etkisini incelemekte ve

özellikle yapısal düzensizliklerin tanımlanmasında bu farklılıkların rolünü değerlendirmekteyiz.

Tezin Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'nin deprem yönetmeliği (TBDY 2018) ile Avrupa Birliği'nin deprem yönetmeliği (Eurocode 8) arasındaki karşılaştırmadan elde edilen sonuçları incelemektir. Bu amaç doğrultusunda, aynı sismik yüke maruz kalan ve aynı mimari özelliklere sahip 5,6,7 ve 8 katlı betonarme bir bina analiz edilmiştir. Yapılan hesaplamalar deprem spektrumlarının, kat deplasmanları, göreli kat ötelenmeler, periyotlar, taban kesme kuvveti ve kat deprem kuvvetini içermektedir. Son olarak, her iki yönetmelik için ayrı ayrı elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak tasarım ve hesaplama açısından farklılıklar ve benzerlikler detaylı bir şekilde ortaya konulmuştur.

Tezin Kapsamı

Bu çalışma kapsamında, 5.6.7 ve 8 katlı bir betonarme yapı analiz edilmiştir. Söz konusu binanın hesap ve tasarımı, Türkiye bina yönetmeliği (TBDY 2018) ve Avrupa Birliği'nde geçerli olan Eurocode 8 standartlarına göre yapılmıştır. Analizleri gerçekleştirmek için SAP2000 programı kullanılmıştır

Birinci bölümde, problemin tanımı yapılmış, çalışmanın amacı ve kapsamı detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

İkinci bolümde, ilgili konular hakkında yapılan çalışmalar aktarılmıştır.

Üçüncü bölümde, Türk ve Avrupa yönetmeliklerine göre tasarımın temel prensipleri ele alınmıştır. Türk Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018) ve Eurocode-8'de yer alan hükümler ayrıntılı şekilde incelenmiş ve açıklanmıştır. Ayrıca bu bölümde deprem hesaplarında kullanılacak parametrelere dair bilgiler de sunulmuştur.

Dördüncü bölümde, tasarımı yapılacak olan 5,6,7ve8 katlı betonarme binanın özellikleri tanımlanmıştır. Denizli il sınırları içinde yer aldığı kabul edilen bu betonarme konut yapısının yapısal ve mimari özellikleri açıklanmış ve bölgeye özgü zemin ivmesi gibi bilgiler detaylı bir şekilde verilmiştir.

Beşincibölümde, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne (TBDY 2018) ve Eurocode-8 göre yapılan hesaplamalar ayrıntılı olarak sunulmuştur. Binaya ait

spektrum hesaplamaları, yapı periyotlarının belirlenmesi ve kat kesme kuvvetlerinin hesaplanması gibi konular bu bölümde detaylandırılmıştır.

Altıncıbölümde, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ve Eurocode-8'e göre yapılan hesaplama sonuçları karşılaştırılmıştır. İki yönetmeliğe göre hesaplanan tasarım deprem kuvvetleri, kat kesme kuvvetleri ve göreli yer değiştirmeler gibi parametrelerin karşılaştırılması bu bölümde ele alınmıştır.

Yedinci ve son bölümde, çalışmadan elde edilen sonuçlar özetlenmiş, bulgular değerlendirilmiş ve gelecekteki çalışmalara yönelik öneriler sunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALARIN ÖZETİ

1.1. Tbdy 2018 ve Eurocode 8

Asfuroğlu (2018), binayi Türk Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ve Eurocode yönetmeliklerine göre doğrusal ve doğrusal olmayan davranış analizleri yapmış, çelik çerçeveli bir yapının tasarımı ve performans değerlendirmesi gerçekleştirmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, doğrusal ve doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin karşılaştırılması ile performans değerlendirmelerinin önemini vurgulamaktadır.

Konak (2022), betonarme yapıların performans değerlendirmesini doğrusal olmayan yöntemlerle yapmış, zaman tanım alanında analiz ve itme analizi yöntemleri kullanılarak TBDY-2018 ve EC8 kuralları karşılaştırlmıştır. Yapıların rijitlik merkezi ile kütle merkezi arasındaki uzaklıklar ve düşük beton dayanımının performans üzerindeki etkileri incelemiştir.

Mamadou (2023) TBDY-2018 ile Avrupa'da ve diğer birçok ülkede kullanılan Eurocode-8 yönetmeliklerini karşılaştırmaktadır. Çalışmada, her iki yönetmeliğin binaların tasarımına ilişkin hükümleri ve esasları incelenmiş, benzerlik ve farklılıklar özetlenmiştir. Ayrıca, Pamukkale Üniversitesi'nde yer aldığı kabul edilen 10 katlı bir yapının tasarımı ve analizi yapılmış, yönetmeliklerin deprem spektrumları ve taban kesme kuvvetleri hesaplamalarında önemli farklılıklar bulunduğu ortaya konmuştur. Özellikle, etkin kesit rijitlikleri ve spektrum köşe periyodlarının hesaplamasında ortaya çıkan farklılıklar, moment ve kesme kuvvetleri ile yapı deformasyonları üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır. Çalışmasında ayrıca taşıyıcı sistem davranış katsayısı, düzensizlik tanımlamaları ve deprem kuvvetlerinin dağıtımı gibi konularda da önemli farklılıklar bulmuş ve hesap sonuçlarını etkilemiştir.

1.2.Tbdy2018 ve Tdy 2007

Özgören (2019), A-3 planda çıkıntı düzensizliğine sahip binaların TBDY 2018 ve DBYBHY 2007 deprem yönetmeliklerine göre nasıl hesaplandığını ve davranışlarını karşılaştırmıştırdır. Üç farklı bina modelini benzer kalıp planlarıyla ancak farklı perde yerleşimleriyle incelemiş ve taşıyıcı sistemlerinin deprem etkileri, periyotlar, kütle katılım oranları ve taban kesme kuvvetlerini karşılaştırmıştır.

Ayrıca, rijit diyafram kabulü yapılıp yapılmaması durumunda periyotlar, taban kesme kuvvetleri ve perdelerin taban kesme kuvvetleri oranlarını karşılaştırmıştır.

Sümer ve Hamsici (2019) TBDY-2018 ve TDY-2007 ilkelerine göre tasarlanan 4, 7 ve 10 katlı konut binaları, spektrum eğrileri, temel kayma kuvvetleri ve katların maksimum etkili göreli hareketleri açısından değerlendirmiştir.

Kuşu ve Beyen (2019), 12 katlı bir binanın betonarme ve çelik sistemlerinin Ayvacık ve Çanakkale bölgelerinde ayrı ayrı davranışlarını incelemiştir. Zaman alanındaki doğrusal analizler gerçekleştirmiş ve TBDY 2018'e göre kontroller yapmıştır.

Gökçeoğlu (2020), İstanbul Tuzla'da inşa edilmesi planlanan 26 katlı, 83 metre yüksekliğindeki bir binanın TBDY-2018 uyarınca doğrusal olmayan davranışını incelemiştir. Binayı betonarme perdeler, kolonlar, kirişler ve döşemelerden oluşmaktadır ve üç tasarım aşamasında ele almıştır: Ayrıca, zaman tanım alanında yapılan doğrusal olmayan analizleri Perform3D programını kullanarak gerçekleştirmiş ve yapının istenen performans seviyelerini karşıladığını doğrulamıştır.

Yalın (2021), boyuna donatıları düz donatı çeliği ile düzenlenmiş bir okul binasının DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 deprem yönetmeliklerine göre deprem performansı incelemiş ve iki yönetmeliğin sonuçları karşılaştırmıştır. Analizleri doğrusal elastik olmayan yöntemle yapmış, DBYBHY 2007'ye artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi, TBDY 2018'e ise tek modlu itme yöntemini uygulamıştır.

Çiğdem (2022), Denizli ilinde yer alan ve kat sayıları 2 ile 8 arasında değişen 126 betonarme binanın projelerini incelemiştir. Binalar, 1998 öncesi ve sonrası inşa edilenler olarak iki gruba ayırmış ve her iki grup içinde, farklı yönetmeliklere göre kesit hasar sınırları belirlenmiş ve sismik talepler zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemiyle hesaplanmıştır.

Koçoğlu (2022), DBYBHY 2007 ile TBDY 2018 arasındaki farkları belirlemiş ve TBDY 2018'deki yenilikleri açıklamıştır. Antalya'da DBYBHY 2007 esaslarına göre kaya zemin tipi üzerinde inşa edilmiş 5 betonarme binayı ETABS yazılımını kullanarak modellemiş ve serbest titreşim periyodları, maksimum kat deplasmanları, kat kesme kuvvetleri ve kat rijitlikleri gibi değerler karşılaştırmıştır.

Sezgin (2022) kolon süreksizliği bulunan 7 katlı betonarme bir binanın DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 esaslarına göre incelenmesini ve sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirilmesini amaçlamıştır. Ayrıca, mevcut binanın performansı zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi ile değerlendirmiştir.

Temiz (2022) 1 Ocak 2019 itibarıyla yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 (TBDY-2018) esas alınmış ve depreme dayanıklı bina tasarımında yapılan yenilikler ele almıştır A1 burulma ve A3 planda çıkıntı düzensizliklerine sahip 10 katlı betonarme bir binanın TBDY-2018 esaslarına göre tasarımı ve performans değerlendirmesi yapmıştır. Binanın doğrusal-elastik ve doğrusal olmayan analizleri ETABS programı kullanılarak gerçekleştirilmiş, yapı elemanlarının boyut ve donatı miktarları belirlenmiştir. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizde, gerçek deprem ivme kayıtları kullanılarak binanın performansı değerlendirilmiş ve sonuçlar mod birleştirme yöntemi ile karşılaştırmıştır.

Sağlam (2023), Sakarya İli Kaynarca İlçesi'nde inşa edilmesi planlanan 27 katlı betonarme bir yapının deprem performansı, TBDY 2018 kriterlerine göre ZTA doğrusal elastik ötesi hesap yöntemi ile tasarlayıp analiz etmiştir. İncelemeler sonucunda yapısal düzensizlik bulunmadığı, kütle katılımının yeterli olduğu ve göreli kat ötelenmelerinin sınır değerlerde kaldığı belirlemiştir.

Ermiş (2023), güçlendirilmiş bir betonarme yapının TBDY 2018'e göre mod birleştirme yöntemi ile analizini gerçekleştirmiştir. Dört katlı asimetrik bir okul binası üzerinde SAP2000 programı kullanarak yaptığı analizde, yapı üzerindeki perde eklemenin etkisini incelemiştir.

Tqazgel (2023), yeni bir betonarme yapının TBDY-2018 ve DBYBHY'ye göre hesaplarını yapmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır. İdeCAD yazılımı kullanarak yaptıkları değerlendirme sonucu TBDY 2018'nin daha güvenilir ve gerçekçi bir yaklaşım sunduğunu ortaya koymuştur.

Avcı (2023), İstanbul Ataşehir'de DBYBHY 2007 ve TS500 standartlarına göre tasarlanmış mevcut betonarme bir yapıya TBDY 2018 kapsamında yeni bir çerçeve ekleyerek deprem performansını değerlendirmiştir. "Etabs" ve "Perform 3D" yazılımları kullanarak iki farklı çerçeve tasarımı (düz ve eğik kolonlu) oluşturulmuş ve deprem performans analizleri zaman tanım alanında yapmıştır.

Orakçı (2023), Kocaeli'nin Gebze ilçesinde bir veri merkezinin TBDY 2018'e göre ankastre temelli tasarımı ve inşasını ele almıştır. Bodrum katının olmaması nedeniyle sismik izolatör kullanımı mümkün olmadığı, bu sebeple yükseltilmiş döşeme sistemlerinin (ekstra ağır, ağır ve orta seviye) server cihazlarının deprem performansına etkisi incelemiştir. Zaman tanım alanında yapılan analizlerde, 11 farklı deprem ivme kaydı kullanılarak, her döşeme tipi için ivme ve deplasman değerleri karşılaştırmıştır.

Sönmez (2023), 16 katlı bir betonarme binayi Türk Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ve eski yönetmelik (DBYBHY-2007) gerekliliklerine göre analiz etmiştir. TBDY-2018 ve DBYBHY-2007'ye göre tasarım ve hesaplamaları detaylandırmış, uyum kontrolleri ve maliyetler dahil etmiştir. Her iki düzenlemenin sonuçlarını karşılaştırmakta, periyotlar, kayma kuvvetleri, eleman boyutları, güçlendirme ihtiyaçları, yaklaşık maliyetler ve düzensizliklerin etkileri arasındaki farkları ayrıntılı şekilde incelemiştir.

Yılmaz (2024), 10, 15 ve 20 katlı mevcut betonarme binaların sismik performansını TBDY-2018 ve Eurocode 8 standartlarına göre, zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemiyle değerlendirmiştir. Tez çalışmasında SAP (2000) programını kullanarak 3D modellemeyi gerçekleştirmiş ve TBDY-2018 ve Eurocode 8 kriterleri, ve doğrusal olmayan analiz ile ilgili sayısal çalışmaları yapmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN TEMEL BİLEŞENLERİ

2.1.TBDY 2018 Yönetmeliği

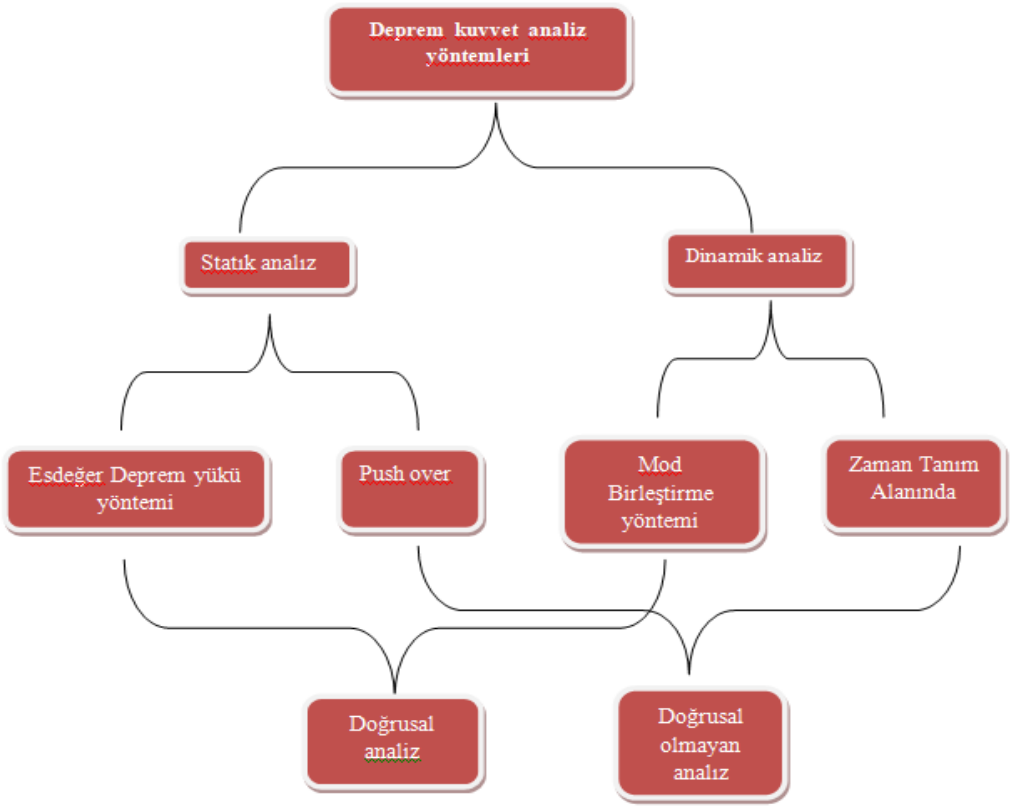
2.1.1 TBDY 2018'in Tarihsel Bağlamı

18 Mart 2018 tarihli Resmî Gazete'nin mükerrer sayısındaTürkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) *ve* Türkiye Deprem Tehlike Haritası ve İlgili Parametre Değerleriyayımlanmıştır. Bu yönetmelik, 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe girmiş ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) yürürlükten kaldırılmıştır.

TBDY-2018'in temel amacı, son bilimsel veriler ve geçmiş depremlerden elde edilen deneyimler ışığında, yapıların depreme karşı dayanıklılığını artırmaktır. Bu yönetmelikte yapılan en önemli değişikliklerden biri, sismik hareketlerin, yapıların bulunduğu coğrafi konum ve yerel zemin özelliklerine göre değerlendirilmesidir. Bu sayede, daha ayrıntılı ve yerel koşullara uygun analizlerin yapılması mümkün hale gelmiş ve yapı tasarımlarında daha güvenli çözümler sağlanmıştır.

Yönetmelik, deprem yüklerinin ve yapıdaki deplasmanların hesaplanmasında yeni yaklaşımlar sunmaktadır. Özellikle yeni tanımlanan deprem tepki spektrumları ve detaylı risk senaryolarıyla, tasarım süreçleri daha modern bir çerçevede ele alınmaktadır. Türkiye'nin aktif deprem kuşaklarında yer aldığı göz önüne alındığında, TBDY-2018, yapı güvenliğini artırma konusunda önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Ayrıca, bu yönetmelik sadece yeni yapılacak yapıların tasarımını değil, aynı zamanda mevcut yapıların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesini de kapsamaktadır. Yapı standartlarının sürekli güncellenmesi ve deprem risklerine uyarlanması, insan hayatını ve mülkiyeti koruma hedefi doğrultusunda kritik bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 3. Deprem kuvvet analizleri

2.2.1.Temel Esaslar

2.2.1.1.Deprem Zemin Hareketi Düzeyleri

Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1 (DD-1)

DD-1 Bu deprem yer hareketi, 50 yıl içinde aşılma olasılığı %2 olan ve karşılık gelen tekrarlanma periyodu 2475 yıl olan çok nadir bir deprem yer hareketini tanımlar. Aynı zamanda, dikkate alınan en büyük deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır.

Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD-2)

DD-2 Deprem Yer Hareketi, 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan ve buna karşılık gelen tekrarlama periyodu 475 yıl olan nadir bir deprem yer hareketini tanımlar. Bu deprem yer hareketi, aynı zamanda standart tasarım deprem hareketi olarak da adlandırılmaktadı

Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3 (DD-3)

DD-3 Deprem Yer Hareketi, 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan ve buna denk gelen tekrarlama periyodu 72 yıl olan sık görülen deprem yer hareketini tanımlar

Deprem Yer Hareketi Düzeyi-4 (DD-4

DD-4 Deprem Yer Hareketi, 50 yılda aşılma olasılığı %68 (30 yılda aşılma olasılığı %50) olan ve buna denk gelen tekrarlama periyodu 43 yıl olan oldukça sık görülen deprem yer hareketini tanımlar. Bu deprem yer hareketi, servis deprem hareketi olarak da bilinir.

2.2.1.2. Standart Deprem Yer Hareketi Spektrumları

Deprem yer hareketi spektrumları, belirli bir deprem hareketi seviyesine göre, %5 sönüm oranı ile tanımlanır. Bu spektrumlar, harita spektral ivme katsayıları ve yerel zemin etki katsayılarına bağlıdır Harita Spektral İvme Katsayıları ve Tasarım Spektral İvme KatsayılarıBoyutsuz spektral ivme katsayıları, Türkiye Deprem Risk Haritaları kapsamında, 2,2'de belirtilen dört farklı yer hareketi seviyesi için tanımlanmıştırHarita spektral ivme katsayıları SS ve S1, aşağıdaki şekilde tasarım spektral ivme katsayılarıSDS ve SD1 'e dönüştürülür

$$S_{DS} = S_s F_s \qquad 1)$$

$$S_{D1} = S_1 F_1$$

S_S: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı

S_1:Bu 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı

Tablo 1.Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	**Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_S**					
	S_S≤0.25	**S_S=0.50**	**S_S=0.75**	**S_S=1**	**S_S=1.25**	**S_S≥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					

Tablo 2. 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1					
	$S_S \leq 0.10$	$S_S = 0.20$	$S_S = 0.30$	$S_S = 0.40$	$S_S = 0.50$	$S_S \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	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					

a)Yatay elastik tasarım spektrumu

$$\mathbf{S_{ae}(T) = \left(0.40 + 0.60\frac{T}{T_A}\right) S_{DS}} \qquad \mathbf{0 \leq T \leq T_A} \qquad \mathbf{(2)}$$

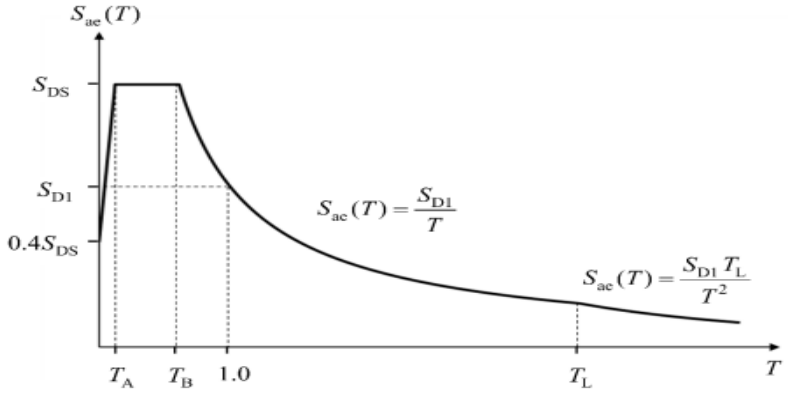
$$\mathbf{S_{ae}(T) = S_{DS}} \qquad \mathbf{T_A \leq T \leq T_B}$$

$$\mathbf{S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T}} \qquad \mathbf{T_B \leq T \leq T_L}$$

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

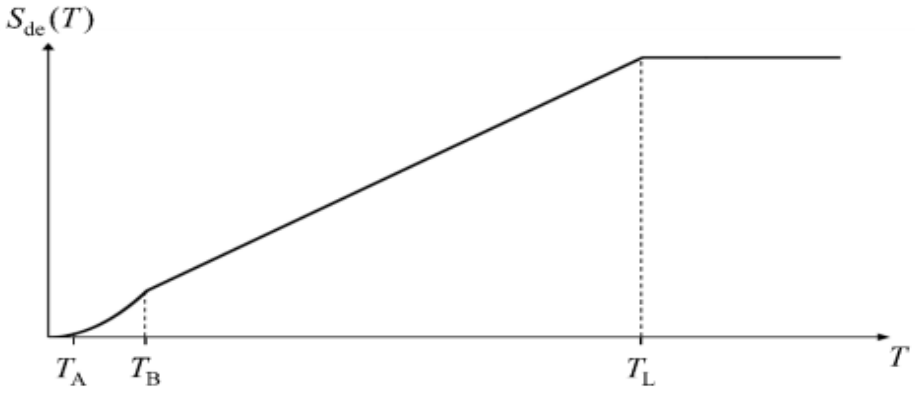
Tasarım spektral ivme Katsayıları'nı, T ise doğal titreşim periyodunu göstermektedir. Yatay tasarım spektrumu köşe periyotları $\mathbf{T_A}$ ve $\mathbf{T_B}$ Denk.(3.3) ile $\mathbf{S_{D1}}$ ve $\mathbf{S_{DS}}$ 'e bağlı olarak tanımlanır

$$\mathbf{T_A = 0.20\frac{S_{D1}}{S_{DS}}} \qquad \mathbf{T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}} \qquad \mathbf{(3)}$$



Şekil4. Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

$$\boldsymbol{S_{de}(T)=\frac{T^2}{4\pi^2}gS_{ae}(T)} \quad \textbf{(4)}$$



Şekil 5. Yatay Elastik Tasarım Spektral

b) Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

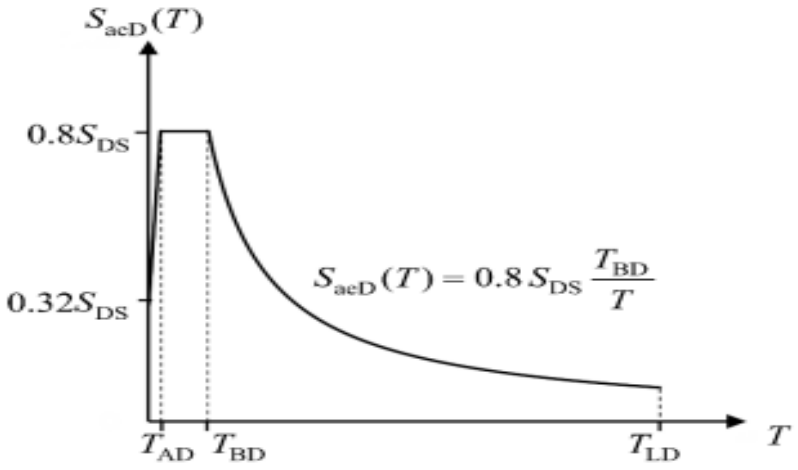
Düşey elastik tasarım ivme Spektrumu'nun ordinatları olan düşey elastik tasarım spektral ivmeleri , $\mathbf{S_{ae}(T)}$yatay deprem yer hareketi için tanımlanan kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına ve doğal titreşim periyoduna bağlı olarak yerçekimi ivmesi Denk.(2.5) ile tanımlanır (Şekil 2.3)

$$S_{ae}(T) = \left(0.32 + 0.48\frac{T}{T_A}\right) S_{DS} \qquad 0 \leq T \leq T_A \tag{5}$$

$$S_{ae}(T) = 0.8 S_{DS} \quad T_A \leq T \leq T_B$$

$$S_{ae}(T) = 0.8\frac{S_{D1}}{T} \quad T_B \leq T \leq T_L$$

$$T_{AB} = \frac{T_A}{3} \quad T_{BD} = \frac{T_B}{3} \quad T_{LD} = \frac{T_L}{2} \tag{6}$$



Şekil .6. Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

2.2.1.2. Bina Kullanım Sınıfları

Deprem Tasarım Sınıflarının belirlenmesine temel oluşturmak amacıyla, Bina Kullanım Sınıfları (BKS), binaların kullanım amaçlarına bağlı olarak Tablo 3,1'de tanımlanmıştır

Bina Önem Katsayıları

Bina Kullanım Sınıfları'na bağlı olarak Bina Önem Katsayıları Tablo 3.'de tanımlanmıştır(TBDY-2018).

Tablo 3. Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS=1	Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar 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) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. Müzeler Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	**1.5**
BKS=2	**İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar** Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	**1.2**
BKS=3	**Diğer binalar** BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	**1.0**

2.2.1.3. Deprem Tasarım Sınıfları

Bina Kullanım Sınıflarına ve DD-2 deprem yer hareketi seviyesi için 2.3.2.2'de tanımlanan Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısına bağlı olarak, bu Yönetmelik'te deprem etkisi altında tasarımda dikkate alınacak Deprem Tasarım Sınıfları (DTS) belirlenmiştir (TBDY-2018)

Tablo 4.Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)

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

2.2.1.4.Bina Yükseklik Sınıfları

Deprem etkisi altında tasarımda, binalar yükseklikleri açısından sekiz Bina Yükseklik Sınıfına (BYS) ayrılmıştır. Bu sınıflara dahil olan binalar için, 3.3.1.3'e göre tanımlanan yükseklik aralıkları, Tablo 3.2'deki Deprem Tasarım Sınıflarına bağlı olarak Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan

Bina Yükseklik Sınıf	**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 > 105
BYS =2	56 <H_N≤70	70<H_N≤91	91 <H_N≤ 105
BYS =3	42<H_N≤56	70<H_N≤70	56 <H_N≤ 91
BYS =4	28<H_N≤42	42 <H_N≤ 53	
BYS =5	17.5<H_N≤28	28 <H_N≤ 42	

BYS =6	$10.50<H_N\leq 17.5$	$17.50 <H_N\leq 28$
BYS =7	$7<H_N\leq 10.50$	$10.5 <H_N\leq 17.50$
BYS =8	$H_N\leq 7$	$H_N\leq 10.50$

2.2.1.5. Bina Performans Düzeyleri

Deprem etkisi altında bina performans hedeflerinin tanımına esas olmak üzere, bina taşıyıcı sistemleri için Bina Performans Düzeyleri 1.2.3 ve 4'te tanımlanmıştır.

Kesintisiz Kullanım (KK) Performans Düzeyi

Bu performans düzeyi, bina taşıyıcı sistem elemanlarında yapısal hasarın oluşmadığı ya da hasarın ihmal edilebilir düzeyde kaldığı durumu ifade etmektedir.

Sınırlı Hasar (SH) Performans Düzeyi

Bu performans düzeyi, bina taşıyıcı sistem elemanlarında sınırlı düzeyde hasarın meydana geldiği, yani doğrusal olmayan davranışın sınırlı kaldığı hasar düzeyini tanımlar.

Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi
Bu performans düzeyi, can güvenliğini sağlamaya yönelik olarak, bina taşıyıcı sistem elemanlarında çok ağır olmayan ve çoğunlukla onarılabilir hasar düzeyini ifade eder.

Göçmenin Önlenmesi (GÖ) Performans Düzeyi

Bu performans düzeyi, bina taşıyıcı sistem elemanlarında ileri düzeyde ağır hasarın meydana geldiği ancak binanın kısmi veya tamamen göçmesinin engellendiği durumu ifade eder

2.2.1.6.Deprem Etkisi Altında Bina Performans Hedefleri

Deprem etkisi altında bina performans hedefleri, 2,2'de tanımlanan deprem yer hareketi düzeyleri ve 3,4'e göre tanımlanan bina performans düzeyleri altında hedeflenen performansı ifade eder.

Bina Performans Hedefleri

Bu Yönetmelik kapsamındaki binalara uygulanmak üzere, dört deprem yer hareketi düzeyi için Deprem Tasarım Sınıfı DTS 1, 2, 3, 3a, 4, 4 için tanımlanan Normal Performans Hedefleri ile Deprem Tasarım Sınıfı DTS 1a, 2a iç

Tablo 6. Yeni yapılacak deprem yalıtımlı binalar

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	--	--	--	--

Tablo 7. Deprem Yatılımı yapılarak Gecelendirilecek mevcut binalar

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	--	--	--	--

Tablo 8. Yeni yapilacak ve Guclendirilecek deprem yalitimli binalar

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	$ŞGDT^{(1)} - DGT^{(2)}$	KK	$ŞGDT^{(1)} - DGT^{(2)}$

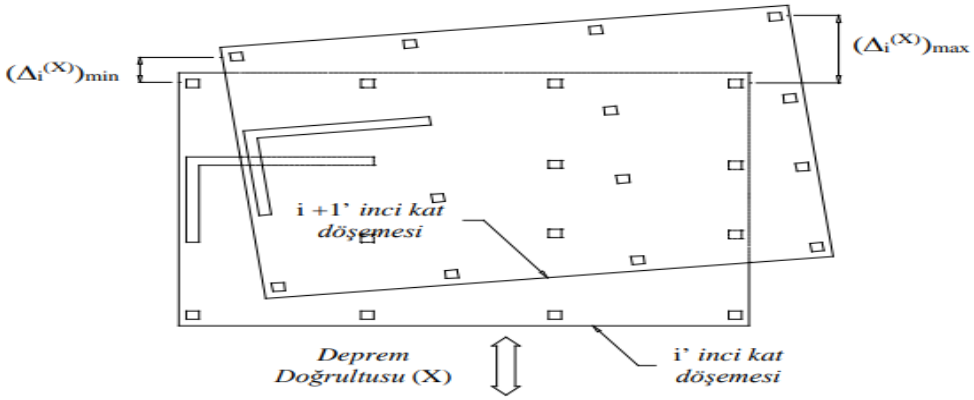
2.2.1.7. Deprem Etkisi Altında Düzensiz Binalar

Depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeniyle tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken düzensiz binaların tanımlanmasıyla ilgili olarak, planda ve düşey doğrultuda düzensizlik oluşturan durumlar Tablo 9'da verilmiştir(TBDY-2018).

Tablo 9. Düzensiz Binalar

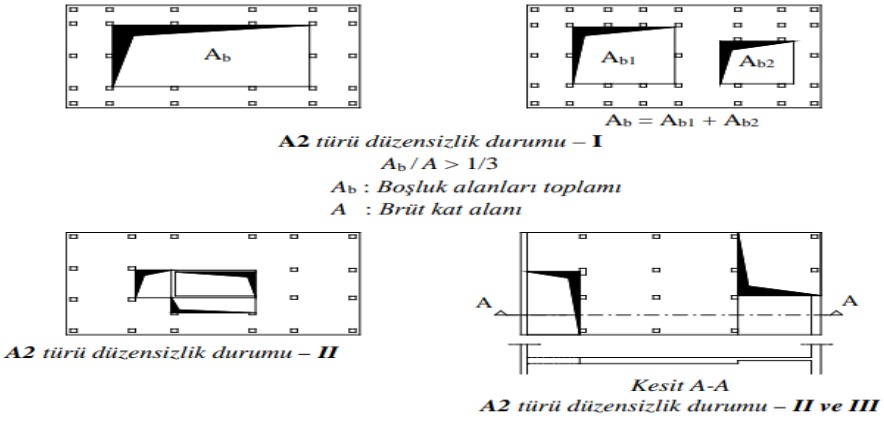
A – PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	
A1 – Burulma Düzensizliği: Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük göreli kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama göreli ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı ηbi 'nin 1.2'den büyük olması durumu $[\eta_{bi} = (\Delta_i^{(x)})max/(\Delta_i^{(x)})dort > 1.2]$ Göreli kat ötelemelerinin hesabı dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak,	3.6.2.1
A2 – Döşeme Süreksizlikleri: Herhangi bir kattaki döşemede (Şekil 3.2); I – Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu, II – Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, III – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durum	3.6.2.2
A3 – Planda Çıkıntılar Bulunması: Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu	3.6.2.2
B – DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
B1 – Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat): Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki toplam etkili kesme alanı'nın, bir üst kattaki toplam etkili kesme alanı'na oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı ηci 'nin 0.80'den küçük olması durumu. $\left[\eta_{ci} = \frac{(\sum A_e)i}{(\sum A_e)i+1} < 0.85\right]$	3.6.2.3
B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat): Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında, herhangi bir i'inci kattaki ortalama göreli kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama göreli kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı ηki 'nin 2.0'den fazla olması durumu. $\left[\eta_{bi} = \left(\frac{\Delta_i^{(x)}}{h_i}\right)max/\left(\frac{\Delta_i^{(x)}}{h_{i-1}}\right)dort > 2.0\right]$ $\eta_{bi} = \left(\frac{\Delta_i^{(x)}}{h_i}\right)max/\left(\frac{\Delta_i^{(x)}}{h_{i-1}}\right)dort > 2.0$	3.6.2.1

Göreli kat ötelemelerinin hesabı, ± %5 ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak	
B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği: Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu	3.6.2.4



Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda
$(\Delta_i^{(X)})_{ort} = 1/2\ [(\Delta_i^{(X)})_{max} + (\Delta_i^{(X)})_{min}]$
Burulma düzensizliği katsayısı: $\eta_{bi} = (\Delta_i^{(X)})_{max} / (\Delta_i^{(X)})_{ort}$
Burulma düzensizliği durumu: $\eta_{bi} > 1.2$

Şekil 7. A1 Burulma Düzensizliği

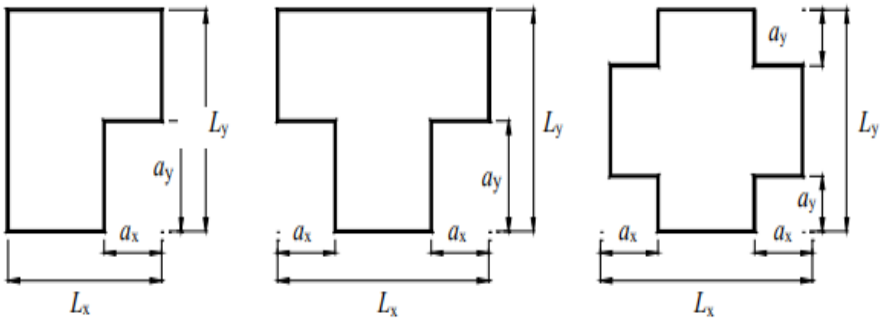


A2 *türü düzensizlik durumu –* **I**
$A_b / A > 1/3$
A_b : *Boşluk alanları toplamı*
A : *Brüt kat alanı*

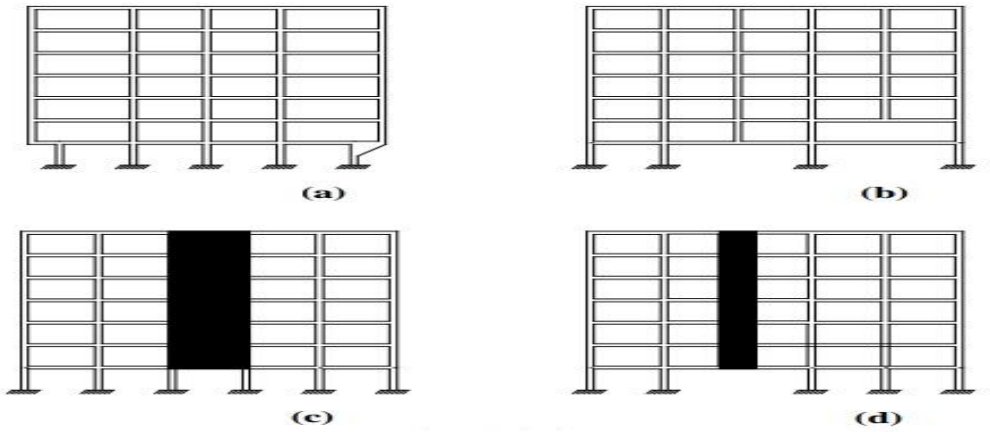
A2** türü düzensizlik durumu –* ***II

A2** türü düzensizlik durumu –* ***II ve III

Şekil 8.A1 ve A2 türü düsenzizlik



Şekil 9. Planda çıkıntılar bulunması



Şekil 11. B3Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

2.2.1.8. Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitlikleri

Dayanıma Göre Tasarım kapsamında, betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının kesit özelliklerinin modellenmesinde Tablo 10'da belirtilen etkin kesit rijitliği katsayıları kullanılacaktır (TBDY- 2018)

Tablo 10. Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	**Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı**	
Perde – Döşeme (Düzlem İçi	**Eksenel**	**Kayma**
Perde	0.50	0.50
Bodrum perdesi	0.80	0.50
Döşeme	0.25	0.25
Perde – Döşeme (Düzlem Dışı)	**Eksenel**	**Kayma**
Perde	0.25	1.00
Bodrum perdesi	0.50	1.00
Döşeme	0.25	1.00
Çubuk eleman	**Eksenel**	**Kayma**
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

2.2.1.9. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi İle Doğrusal Deprem Hesabı

Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi, birbirine dik olan (X) ve (Y) deprem doğrultularında binaya etkiyen depremler için ayrı ayrı uygulanacaktır. Aşağıdaki bağıntılar, (X) deprem doğrultusu için verilmiştir. Bodrumlu ve bodrumsuz binalarda bina tabanı ve bina yüksekliği tanımları için 3.3.1 esas alınacaktır.

Gözönüne alınan (X) deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) ile belirlenecektir

$$V_{tE}^{(x)} = m_t s_{ar}(T_p^{(x)}) \geq 0.04 m_t I S_{Ds} g \qquad (7)$$

Burada SaR(X), göz önüne alınan X deprem doğrultusunda, binanın 4.7.3'e göre hesaplanan hâkim doğal titreşim periyodu Tp(X) dikkate alınarak, Denklem (8)'den hesaplanan Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi'ni göstermektedir. SDSS ise kısa periyot için 2.3.2.2'de tanımlanan tasarım spektral ivme katsayısıdır

$$m_t = \sum_{i=I}^{N} m_i \tag{8}$$

$$\Delta F_{NE}^{(x)} = 0.0075 N V_{tE}^{(x)} \tag{9}$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün $\Delta \mathrm{FN}E^{(x)}$ dışında geri kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına Denk.(10) ile dağıtılacaktır (Şekil 4.2a).

$$F_{iE}^{(x)} = \left(\boldsymbol{V_{tE}^{(x)}} - \Delta F_{NE}^{(x)}\right) \frac{m_i H_i}{\sum_{j=1}^{N} m_i H_i} \tag{10}$$

$$f_{jE}^{(s)} = \frac{F_{iE}^{(x)}}{m_i} m_j^{(s)} \tag{11}$$

Kat döşemelerinin membran tipi sonlu elemanlarla modellenmesi durumunda, ilgili kattaki jjj'inci seviyeye etki eden toplam deprem yükü Denklem (11) kullanılarak hesaplanacaktır.

$$M_o^{(x)} = \sum_{i=l}^{N} F_{iE}^{(x)} H_i \tag{12}$$

Deprem yükleri nedeniyle binanın tabanında oluşan toplam devrilme momenti, Denk.(2.12) kullanılarak hesaplanır.

a)Binanın Hakim Doğal Titreşim Periyodu

Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin uygulandığı tüm yapılar için, dikkate alınan (X) deprem yönündeki binanın baskın doğal titreşim periyodu T_p olarak ifade edilmektedir Denk.(13) kullanılarak hesaplanmalıdır.

$$\mathrm{Tp}^{(\mathrm{x})} = 2\pi\left(\frac{\sum_{i=I}^{N} m_i d_{fi}^{(x)2}}{\sum_{i=I}^{N} F_{fi}^{(x)} d_{fi}^{(x)}}\right)^{1/2} \quad \textbf{(13)}$$

Denklem (13) ile hesaplanan binanın hakim doğal titreşim periyodunun $\mathrm{Tp}^{(\mathrm{x})}$, deprem hesabında dikkate alınacak en yüksek değeri, 2.14'te belirtilen T_{PA} periyodunun 1.4 katını aşmayacaktır.DTS = 1, 1a, 2, 2a ve BYS 6 ≥ olan binalarda ve DTS = 3, 3a, 4, 4a olan tüm binalarda hakim doğal titreşim periyodu, 4.7.3.1'den hesaplanmaksızın, doğrudan 2.14'te verilen ampirik TpA periyodu olarak alınabilir (($\mathrm{Tp}^{(\mathrm{x})} \cong T_{PA}$).Ampirik hakim doğal titreşim periyodu Denk.(14) ile hesaplanacaktır:

$$T_{PA} = C_t H_N^{3/4} \quad \textbf{(14)}$$

Taşıyıcı sistemi yalnızca betonarme çerçevelerden oluşan yapılar için $C_t = 0{,}1$değeri alınır. Çelik çerçevelerden veya çapraz çelik meydana gelen binalarda

$C_t = 0.08$diğer tüm bina türlerinde ise $C_t = 0.07$ olarak kabul edilir.

$$S_{ar}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \quad \textbf{(15)}$$

Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi'nde yer alan hesaplama yöntemlerinde, yatay yöndeki azaltılmış deprem yüklerinin belirlenmesi için kullanılacak azaltılmış tasarım ivme spektrumunun, belirli bir doğal titreşim periyodu T için ordinatı olan azaltılmış tasarım spektral ivmesi $S_{ar}(T)$, Denklem (4,8) ile tanımlanmıştır.

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \qquad \mathrm{T} > T_B \quad \textbf{(16)}$$

$$R_a(T) = \mathrm{D} + \left(\frac{R}{I} - D\right)\frac{T}{T_B}\mathrm{T} \leq T_B$$

Doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında esas alınacak Deprem Yükü Azaltma Katsayısı $R_a(T)$ üstünde açıklama Denk 16'te şekilde tanımlanmıştır

b)Kütlelerin Hesaplaması

Yapısal sistemin elemanları sonlu elemanlar ile modellendiğinde, düğüm noktalarındaki bireysel kütleler, bağlı bölgelerdeki yayılı kütlelerin toplamı olarak belirlenir. Sonlu eleman düğümlerindeki bu bireysel kütleler, yalnızca iki yatay veya dikey öteleme, serbestlik derecesi olarak tanımlanır. Düğüm noktasına etki eden bireysel kütle m_j Denklem (17) ile hesaplanacaktır.

$$w_j^{(s)}=w_{Gj}^{(s)}+nw_{Qj}^{(s)} \quad \textbf{(17)}$$

$$m_j=\frac{w_j^{(s)}}{g}$$

Denklem (17)'de, $w_{Gj}^{(s)}$ ve $w_{Qj}^{(s)}$ sırasıyla sabit yük ve hareketli yükle ilgili kütleyi temsil etmektedir. Denklemde geçen n katsayısı ise Tablo 11'da belirtilmiştir.

Tablo 11. Hareketli Yük Kütle Katılım Katsayısı

Binanın Kullanım Amacı	n
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

Bina Taşıyıcı Sistemleri için Davranış Katsayısı, Dayanım Katsayısı ve Bina Yükseklik Sınıflar

Tablo 12. BinaTaşıyıcıSistemleriiçinTaşıyıcıSistemDavranışKatsayısı,Dayanım Fazlalığı Katsayısı ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları

BinaTaşıyıcıSistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı *R*	Dayanım Fazlalığı Katsayısı *D*	İzinVerilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
A.YERİNDEDÖKMEBETONARMEBİNATAŞIYICISİSTEMLERİ			
A1.SüneklikDüzeyiYüksekTaşıyıcıSistemler			
A11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran *süneklik düzeyi yüksek* betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	BYS≥3
A12. Depremetkilerinintamamının*süneklikdüzeyiyüksek* bağkirişli	7	2.5	BYS≥2

(boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar			
A13. Deprem etkilerinin tamamının *süneklik düzeyi yüksek* boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	6	2.5	BYS≥2
A14. Deprem etkilerinin moment aktaran *süneklik düzeyi yüksek* betonarme çerçeveler ile *süneklik düzeyi yüksek* bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.**4.3.4.5**)	8	2.5	BYS≥2
A15. Deprem etkilerinin moment aktaran *süneklik düzeyi yüksek* betonarmeçerçeveler ile *süneklik düzeyi yüksek* boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.**4.3.4.5**)	7	2.5	BYS≥2
A16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği12 m'yi geçmeyen *süneklik düzeyi yüksek* betonarme kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	3	2	–
A2.SüneklikDüzeyiKarmaTaşıyıcıSistemler(Bkz.4.3.4.1,4.3.4.6)			
A21. Deprem etkilerinin moment aktaran *süneklik düzeyi sınırlı* betonarme çerçeveler ile *süneklik düzeyi yüksek* bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.**4.3.1.2**)	6	2.5	BYS≥4
A22. Deprem etkilerinin moment aktaran *süneklik düzeyi sınırlı* betonarmeçerçeveler ile *süneklik düzeyi yüksek* boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.**4.3.1.2**)	5	2.5	BYS≥4
A23. Deprem etkilerinin moment aktaran *süneklik düzeyi sınırlı dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu dişli döşemeli* betonarme çerçeveler ile *süneklik düzeyi yüksek* bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	6	2.5	BYS≥6
A24. Deprem etkilerinin moment aktaran *süneklik düzeyi sınırlı dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu dişli döşemeli* betonarmeçerçeveler ile *süneklik düzeyi yüksek* boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	5	2.5	BYS≥6
A3.SüneklikDüzeyiSınırlıTaşıyıcıSistemler(Bkz.4.3.4.1,4.3.4.3,4.3.4.7)			
A31. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran *süneklik düzeyi sınırlı* betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	4	2.5	BYS≥7
A32. Deprem etkilerinin tamamının *süneklik düzeyi sınırlı* boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	4	2	BYS≥6
A33. Deprem etkilerinin moment aktaran *süneklik düzeyi sınırlı* betonarme çerçeveler ile *süneklik düzeyi sınırlı* boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	4	2	BYS≥6

Tablo 13. Bina Taşıyıcı Sistemleri için Davranış Katsayısı

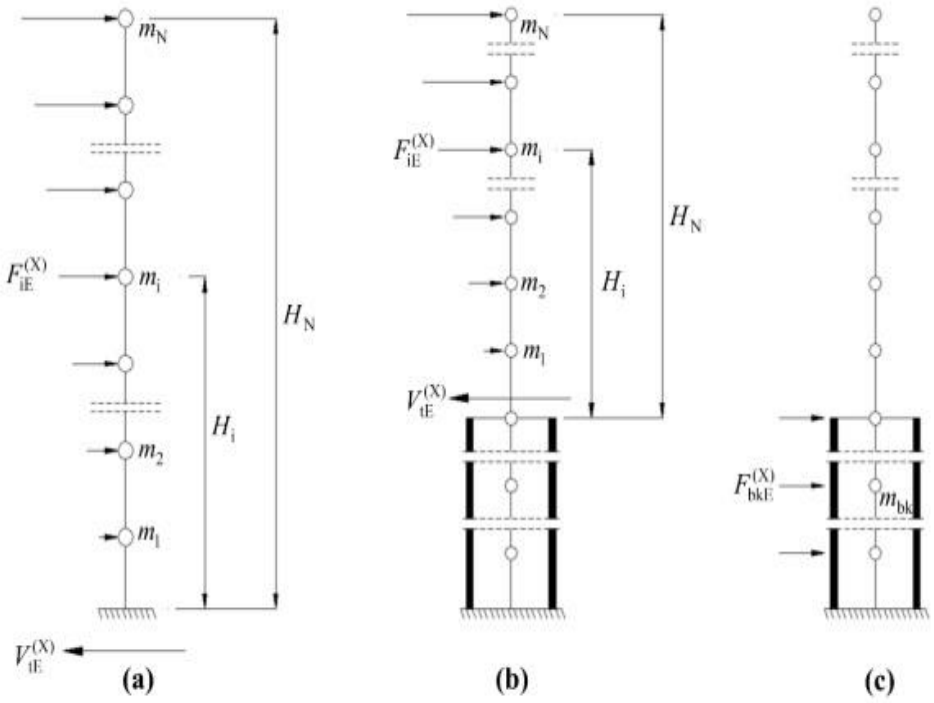
BinaTaşıyıcıSistemi	TaşıyıcıSistemDavranışKatsayısı *R*	DayanımFazlalığıKatsayısı *D*	İzin VerilenBinaYüksekliksınıflarıBYS
B.ÖNÜRETİMLİBETONARMEBİNATAŞIYICISİSTEMLERİ			
B1.SüneklikDüzeyiYüksekTaşıyıcıSistemler			
B11. Depremetkilerinintamamınınbağlantılarımomentaktaran *süneklikdüzeyiyüksek*önüretimliçerçevelerlekarşılandığıbinalar			
MAB1,**MAB2**tipimomentaktaranbağlantılar:	7	2.5	BYS≥ 4
MAB3,**MAB4**tipimomentaktaranbağlantılar:	5	2.5	BYS≥ 6
B12. Deprem etkilerinin bağlantıları moment aktaran *süneklik düzeyiyüksek*önüretimliçerçevelerile,*süneklikdüzeyiyüksek*yerindedökmebağkirişli(boşluklu)betonarmeperdelertarafındanbirliktekarşılandığıbinalar(Bkz.**4.3.4.5**)			
MAB1,**MAB2**tipimomentaktaranbağlantılar:	7	2.5	BYS≥ 2
MAB3,**MAB4**tipimomentaktaranbağlantılar:	5	2.5	BYS≥ 6
B13. Deprem etkilerinin bağlantıları moment aktaran *süneklik düzeyiyüksek*önüretimliçerçevelerile,*süneklikdüzeyiyüksek*yerindedökmeboşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar(Bkz.**4.3.4.5**)			
MAB1,**MAB2**tipimomentaktaranbağlantılar:	6	2.5	BYS≥ 2
MAB3,**MAB4**tipimomentaktaranbağlantılar:	5	2.5	BYS≥ 6
B14. Düşey yüklerin bağlantıları mafsallı önüretimli ve iki doğrultuluçerçevelerile,depremetkilerinintamamınınise*süneklikdüzeyiyüksek*yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) betonarmeperdelerlekarşılandığı binalar	4	2	BYS≥7
B15. Depremetkilerinintamamınınçatıdüzeyindekibağlantılarımafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen *süneklik düzeyi yüksek*kolonlar tarafından karşılandığıtekkatlıbinalar	3	2	–
B2.SüneklikDüzeyiKarmaTaşıyıcıSistemler(Bkz.4.3.4.1,4.3.4.6)			
B21. Deprem etkilerinin bağlantıları moment aktaran *süneklik düzeyisınırlı*önüretimliçerçevelerile,*süneklikdüzeyiyüksek*yerindedökmebağ kirişli (boşluklu) veya boşluksuz betonarme perdeler tarafındanbirliktekarşılandığı binalar			
MAB1,**MAB2**tipimomentaktaranbağlantılar:	5	2.5	BYS≥ 5
MAB3,**MAB4**tipimomentaktaranbağlantılar:	4	2.5	BYS≥ 6
B3.SüneklikDüzeyiSınırlı TaşıyıcıSistemler(Bkz.4.3.4.1,4.3.4.7)			
B31. Depremetkilerinintamamınınbağlantılarımomentaktaran *süneklikdüzeyisınırlı*önüretimliçerçevelerlekarşılandığıbinalar	3	2	BYS= 8
B32. Deprem etkilerinin bağlantıları moment aktaran *süneklik düzeyisınırlı* önüretimli çerçeveler ile, yerinde dökme *süneklik düzeyi sınırlı*boşluksuzbetonarmeperdelertarafındanbirliktekarşılandığıbinalar	3	2	BYS≥7
B33. Depremyüklerinintamamınınönüretimlibetonarmedüşeyçiftcidarlıpanellertarafındankarşılandığı*süneklikdüzeyisınırlı*binalar	4	2	BYS≥6
B34. Depremyüklerinintamamınınönüretimlibetonarmedüşeytekcidarlıpanellertarafındankarşılandığı*süneklikdüzeyisınırlı*binalar	3	2	BYS≥7

Tablo 14: Bina Taşıyıcı Sistemleri için Davranış Katsayısı c11 ve c12

BinaTaşıyıcıSistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı *R*	Dayanım Fazlalığı Katsayısı *D*	İzinVerilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
C.ÇELİKBİNATAŞIYICISİSTEMLERİ			
C1.SüneklikDüzeyiYüksekTaşıyıcıSistemler			
C11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran *süneklik düzeyi yüksek* çelik çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	BYS≥3
C12. Depremetkilerinintamamının*süneklikdüzeyiyüksek*dışmerkez veyaburkulmasıönlenmişmerkeziçaprazlıçelikçerçevelertarafından karşılandığı binalar	8	2.5	BYS≥2
C13. Depremetkilerinintamamının*süneklikdüzeyiyüksek*merkezi çaprazlıçelikçerçevelertarafındankarşılandığıbinalar	5	2	BYS≥4
C14. Depremetkilerininmomentaktaran*süneklikdüzeyiyüksek*çelik çerçeveler ile *süneklik düzeyi yüksek* dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya *süneklik düzeyi yüksek* bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.**4.3.4.5**)	8	3	BYS≥2
C15. Depremetkilerininmomentaktaran*süneklikdüzeyiyüksek*çelik çerçevelerile*süneklikdüzeyiyüksek*merkeziçaprazlıçelikçerçeveler veya *süneklik düzeyi yüksek* boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.**4.3.4.5**)	6	2.5	BYS≥2
C16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği12 m'yi geçmeyen *süneklikdüzeyiyüksek* çelik kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	4	2	–
C2.SüneklikDüzeyiKarmaTaşıyıcıSistemler(Bkz.4.3.4.1,4.3.4.6)			
C21. Depremetkilerinin moment aktaran *süneklik düzeyi sınırlı* çelik çerçeveler ile *süneklik düzeyi yüksek* dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya *süneklik düzeyi yüksek* bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.**4.3.1.2**)	6	2.5	BYS≥4
C22. Depremetkilerinin moment aktaran *süneklik düzeyi sınırlı* çelik çerçevelerile*süneklikdüzeyiyüksek*merkeziçaprazlıçelikçerçeveler veya *süneklik düzeyi yüksek* boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.**4.3.1.2**)	5	2	BYS≥4
C3.SüneklikDüzeyiSınırlıTaşıyıcıSistemler(Bkz.4.3.4.1,4.3.4.7)			

C31. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran *süneklik düzeyi sınırlı* çelik çerçevelerle karşılandığı binalar	4	2.5	BYS≥7
C32. Depremetkilerinintamamının*süneklikdüzeyisınırlı*merkezi çaprazlıçelikçerçevelerlekarşılandığıbinalar	3	2	BYS=8
C33. Depremetkilerinin moment aktaran *süneklik düzeyi sınırlı* çelik çerçeveler ile *süneklik düzeyi sınırlı* merkezi çaprazlı çelikçerçeveler tarafından birlikte karşılandığı binalar	4	2	BYS≥7

$$F_{NE}^{(x)} + \Delta F_{NE}^{(x)} F_{NE}^{(x)} + \Delta F_{NE}^{(x)} \quad \textbf{(18)}$$



Şekil 12.İki Yükleme Durumlu Hesap Yöntemi

2.2.1.10. Mod Birleştirme Yöntemi ile Deprem Hesabı

Mod Birleştirme Yöntemi, belirli bir deprem doğrultusunda deprem yanıt spektrumu kullanılarak, her bir titreşim modunda davranış parametrelerinin maksimum değerlerinin belirlenmesini sağlar. Yeterli sayıda titreşim modu için hesaplanan, ancak eşzamanlı olmayan bu maksimum davranış değerleri, istatistiksel yöntemlerle birleştirilerek davranış büyüklüklerinin toplam maksimum değerine yaklaşık bir tahmin elde edilir. Bu yöntemin ayrıntıları detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

$$\sum_{n=1}^{YM} m_{txn}^{(X)} \geq 0.95 m_{t} \quad ; \quad \sum_{n=1}^{YM} m_{tyn}^{(Y)} \geq 0.95 m_{t} \qquad \textbf{(19)}$$

$$m_{ixn}^{(X)} = m_{i} \Phi_{iixnn} \Gamma_{iyn}^{(X)} ; m_{iyn}^{(X)} = m_{i} \Phi_{iiynn} \Gamma_{i\theta n}^{(X)} ; m_{i\theta n}^{(X)} = m_{i} \Phi_{ii\theta nn}$$

Azaltılmış İç Kuvvetlerin ve Yerdeğiştirmelerin Eşdeğer Taban Kesme Kuvvetine Göre Büyütülmesi

Belirli bir deprem doğrultusunda (X), $\boldsymbol{V_{tE}^{(x)}}$ ve $\gamma_{\boldsymbol{E}} \boldsymbol{V_{tE}^{(s)}}$ olması durumunda, 4.8.2 veya 4.8.3'e göre uygulanan modal hesap yöntemiyle elde edilen tüm azaltılmış iç kuvvet ve yer değiştirme değerleri, Denklem (20) ile tanımlanan ve $\boldsymbol{\beta_{tE}^{(x)}}$ olarak gösterilen eşdeğer tabankesmekuvveti büyütme katsayısı ile çarpılarak büyütülecektir.

$$\boldsymbol{\beta_{tE}^{(x)}} = \frac{\gamma_{\boldsymbol{E}} \boldsymbol{V_{tE}^{(s)}}}{\boldsymbol{V_{tx}^{(x)}}} \geq \mathbf{1} \qquad \textbf{(20)}$$

2.2.1.11.Göreli Kat Ötelemelerinin Hesabı

Belirli bir deprem doğrultusunda (X), herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki göreceli yer değiştirme farkını ifade eden azaltılmış değer, $\Delta_i^{(x)}$ Denklem (21) kullanılarak hesaplanacaktır.

$$\Delta_i^{(x)} = U_i^{(x)} - U_{l-1}^{(x)} \qquad \textbf{(21)}$$

Bu bağlamda,$U_i^{(x)}$ ve $U_{I-1}^{(x)}$yapının ilgili kat seviyesindeki bir kolon ya da perdenin tepesinde, azaltılmış deprem yüklerine bağlı olarak hesaplanan yatay yer değiştirme değerlerini ifade etmektedir. Binanın etkin göreli kat ötelemesi$\partial^{(x)}$), Denklem (22)'de tanımlanmıştır.

$$\partial^{(x)} = \frac{R}{I}\Delta_i^{(x)} \quad \textbf{(22)}$$

Kısmen dolu olan, boşluklu dolgu duvarlar ve kırılgan malzemeden yapılmış, çerçeve kirişlerine bitişik, esnek derz içermeyen veya aralarında cephe elemanları bulunan durumlarda.

$$\lambda\frac{\delta_{i.max}^{(x)}}{h_i} \leq 0.008k \quad \textbf{(23)}$$

Kırılgan malzemeden yapılmış dolgu duvarları ile çerçeve elemanları arasında esnek derzlerin oluşturulması.

$$\lambda\frac{\delta_{i.max}^{(x)}}{h_i} \leq 0.016k \quad \textbf{(24)}$$

2.2.1.12.İkinci Mertebe Etkileri

Ele alınan (X) deprem doğrultusunda, her bir ilgili kat için İkinci Mertebe Gösterge Değeri

$\theta_{II,i}^{(x)}$Denklem (25) kullanılarak hesaplanacaktır.

$$\theta_{ii,i}^{(x)} = \frac{\left(\Delta_i^{(x)}\right) ort \sum_{k=i}^{N} Wk}{V_i^{(x)} h_i} \quad \textbf{(25)}$$

Tüm katlar için hesaplanan ikinci mertebe en yüksek değeri $\theta_{II,max}^{(x)}$aşağıda belirtilen sınır koşulunu sağlamalıdır. Bu koşul sağlanmazsa, dikkate alınan (X) deprem yönü için tüm iç kuvvetler, aşağıda tanımlanan ikinci mertebe büyütme katsayısı ile çarpılarak artırılacaktır. Bu durumda, yapı sisteminin rijitliği veya dayanım kapasitesi yeterli olana kadar artırılacak ve hesaplama tekrar yapılacaktır.

$$\theta_{II,max}^{(x)} \leq 0.12\frac{D}{C_h R} \quad \textbf{(26)}$$

$$\beta_{ll}^{(x)} = 0.88 + \frac{C_h R}{D}\theta_{II,max}^{(x)} \geq 1 \quad \textbf{(27)}$$

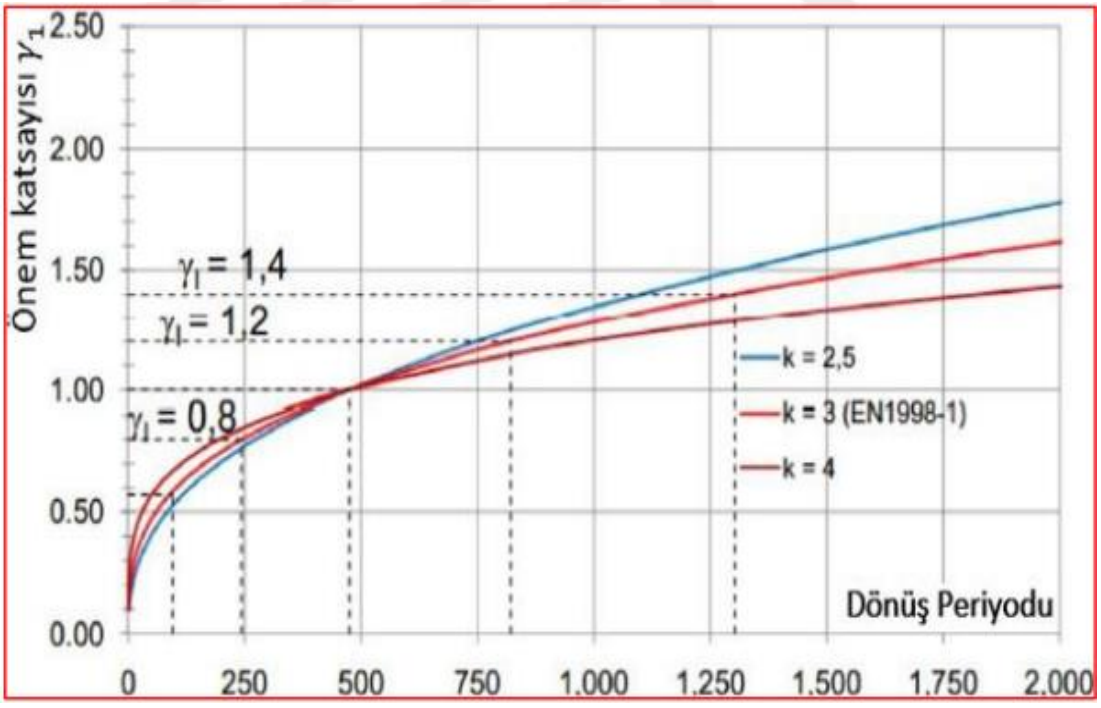
2.2.Eurocode Yönetmeliğinde Tasarım

2.2.1.Temel Esaslar

Avrupa yönetmeliğinde sismik yapılarda iki ana hedef belirlenmiştir. Bu yönetmelikte, sismik tasarım sürecinde deprem dönüş periyodu, yapıların kullanım amacına göre belirlenmiş ve yapıların önemine göre uygun bir tasarım hedeflenmiştir. Yapının önem katsayısı, denklem ile hesaplanmaktadır:

$$\gamma 1=(\frac{Tlr}{Tl})^{-1/k} \quad \textbf{(28)}$$

γ1\gamma_1 yapı önem katsayısını, TLRT sismik dönüş periyodunu, TL ise yapı tasarımında kullanılacak olan sismik dönüş periyodunu göstermektedir. kk katsayısı, bölgenin depremsel katsayısını ifade eder ve genellikle 3 olarak kabul edilir. Depremin dönüş periyoduna göre yapıların önem



Şekil 13. Depremin Dönüş Periyoduna Göre Yapının Önem Katsayısı Grafiği

2.2.1.1.Yatay İvme Spektrumu

Eurocode-8'de yatay elastik ivme spektrum (Se (T)), denklem (29) kullanarak elde edilecektir

$$S_e(T) = a_g xs\left[1 + \frac{T}{T_B}(\eta X\ 2.5 - 1)\right] 0 \leq \mathrm{T} \leq T_B \quad \textbf{(29)}$$

$$\mathrm{S_e(T)} = \mathrm{a_g x\ S\ x\ \eta\ x\ 2.5} \qquad T_B \leq \mathrm{T} \leq T_C$$

$$S_e(T) = a_g \text{ x S x } \eta \text{ x } 2.5\frac{T_C}{T} \qquad T_C \leq \mathrm{T} \leq T_D$$

$$S_e(T) = a_g \text{ x S x } \eta \text{ x } 2.5\frac{T_C X T_D}{T^2} T_D \leq \mathrm{T} \leq 4\ \mathrm{s}$$

Elastik İvme Spektrumu ve Parametreler

Bu denklemlerde Se(T) elastik ivme katsayısını, T periyodu, aga_gag tasarım yer ivmesini, Tb başlangıç ivme spektrumunun (sabit) periyodunu, Tc bitiş ivme spektrumunun (sabit) periyodunu ve Td başlangıç sabit yer değiştirme periyodunu ifade eder. S zemin katsayısını, η ise sönüm oranı düzelten katsayısını gösterir ve %5'lik bir sönüm oranı için η değeri 1 kabul edilir.Avrupa yönetmeliği Eurocode 8'e göre iki tip elastik ivme spektrumu vardır. Bu iki elastik ivme spektrumu, bölgenin sismik özelliklerine göre ayrılmaktadır. Eurocode 8 kapsamında elastik ivme spektrumunun grafiği çizilirken, sönüm oranı %5 olarak kabul edilmiştir. Eurocode 8'de tanımlanan bu iki tip elastik ivme spektrumunun parametreleri Tablo 15 ve Tablo 16'de verilmiştir.

Tablo 15. Eurocode-8'de Elastik ivme spektrumu (Tip 1)

Zemin sınıf	**S**	$\boldsymbol{T_B^{(s)}}$	$\boldsymbol{T_C^{(s)}}$	$\boldsymbol{T_D^{(s)}}$
A	1.0	0.15	0.4	2.0
B	1.2	0.15	0.5	2.0
C	1.15	0.20	0.6	2.0
D	1.35	0.20	0.8	2.0
E	1.4	0.15	0.5	2.0

Tablo 16. Eurocode-8'de Elastik ivme spektrumu (Tip 2)

Zemin sınıf	**S**	$T_B^{(s)}$	$T_C^{(s)}$	$T_D^{(s)}$
A	1.0	0.05	0.25	1.2
B	1.35	0.05	0.25	1.2
C	1.50	0.10	0.30	1.2
D	1.80	0.10	0.30	1.2
E	1.6	0.05	0.25	1.2

2.2.1.2.Düşey Elastik Deprem Spektrumu

Düşey elastik ivme spektrumu $S_{ve}(T)$, denklem (30) aşağıdaki hesablabilir.

$$S_e(T) = a_g x s \left[1 + \frac{T}{T_B}(\eta X\ 3 - 1)\right] \quad 0 \leq \mathrm{T} \leq T_B \qquad \textbf{(30)}$$

$$\mathrm{S_e(T)} = \mathrm{a_g x\ S\ x\ \eta\ x\ 3} \qquad T_B \leq \mathrm{T} \leq T_C$$

$$S_e(T) = a_g \text{ x S x } \eta \text{ x } 3\,\frac{T_c}{T} T_C \leq \mathrm{T} \leq T_D$$

$$S_e(T) = a_g \text{ x S x } \eta \text{ x } 3\,\frac{T_C X T_D}{T^2} T_D \leq \mathrm{T} \leq 4 \text{ s}$$

2.2.1.3.Davranış Katsayısı ile Tasarım İçin Deprem Spektrumu

Eurocode-8'e göre tasarım spektrumu hesaplanırken, tasarım ivme spektrumu %5 sönüm oranı göz önünde bulundurularak belirlenir. Yapının doğrusal olmayan davranışları ise, davranış katsayısı dikkate alınarak Denklem aracılığıyla hesaplanır.

$$S_d(T) = a_g \text{x S} \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B}\left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3}\right)\right] 0 \leq \mathrm{T} \leq T_B \qquad \textbf{(31)}$$

$$S_d(T) = a_g \text{x S}\left(\frac{2.5}{q}\right) T_B \leq \mathrm{T} \leq T_C$$

$$S_e(T) = \begin{cases} = a_g x S \left(\frac{2.5}{q}\right)\frac{T_c}{T} \\ \quad \geq \beta x a_g \end{cases} \qquad T_C \leq \mathrm{T} \leq T_D$$

$$S_e(T) = \begin{cases} = a_g x S \left(\frac{2.5}{q}\right)\frac{T_C T_D}{T} \\ \quad \geq \beta x a_g \end{cases} \qquad T_D \leq \mathrm{T} \leq 4 \text{ s}$$

Burada Sd(T) ve q, sırasıyla tasarım spektrumu ve davranış katsayısını ifade ederken, β ise yatay hesaplama spektrumunun alt sınırında karşılık gelen katsayıyı gösterir ve önerilen değeri 0,2'dir.Eurocode 8, deprem dayanıklılığı için yapıların tasarım ve boyutlandırılmasında kullanılmakla birlikte, aynı zamanda zemin sıvılaşması riski çalışmaları çerçevesinde zemin sınıflandırmasını mümkün kılar. Bu sınıflandırma, zemin üzerindeki ilk 30 metreye kadar olan kesme dalgalarının hızlarının harmonik ortalamasının hesaplanmasına dayanmaktadı

Tablo 17. Zemin bilgileri (Eurocod-8)

Zemin Sınıfı	**Zemin Katmanlarinin tanimi**	**Parametreler**		
		$V_{S.30}(\frac{m}{s})$	$N_{spt}(30cm)$	$C_u(KPA)$
A	Kaya veya benzeri jeolojik oluşmular	>8000	-	-
B	Siki kum, çakıl çok katlı kıl	360-800	>50	>250
C	Orta sıkı kum, çakıl katlı kıl	180-360	15-50	70-250
D	Gevşek kum orta sıklıkta kohezyonsuz zemın yumşak kohezyonlu zemın	<180	<15	<70
E	Yüzeyi alüvyon tabaklı, 5 ıle 20m arası derinlikte C veya D tipi zemin $V_{S,30} > 800\ m/s$ olan daha katı zemin			
S1	Yer altı su seviyesinşn yüksek olduğu	<100	-	10-20
S2	Sıvılaşabılır zeminler A-E arası			

$$V_{s.30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_i}} \quad \textbf{(32)}$$

Kayma dalgası hızı ortalaması $V_{s.30}$ denklem (32) kullanılarak hesaplanacaktır. Burada h_i, zemin kalınlığını ve $V_i$kayma dalga hızını ifade etmektedir

$$\sum G_{kj} + \sum G_{Kj} + \sum \Psi_{2.i} Q_i \quad \textbf{(33)}$$

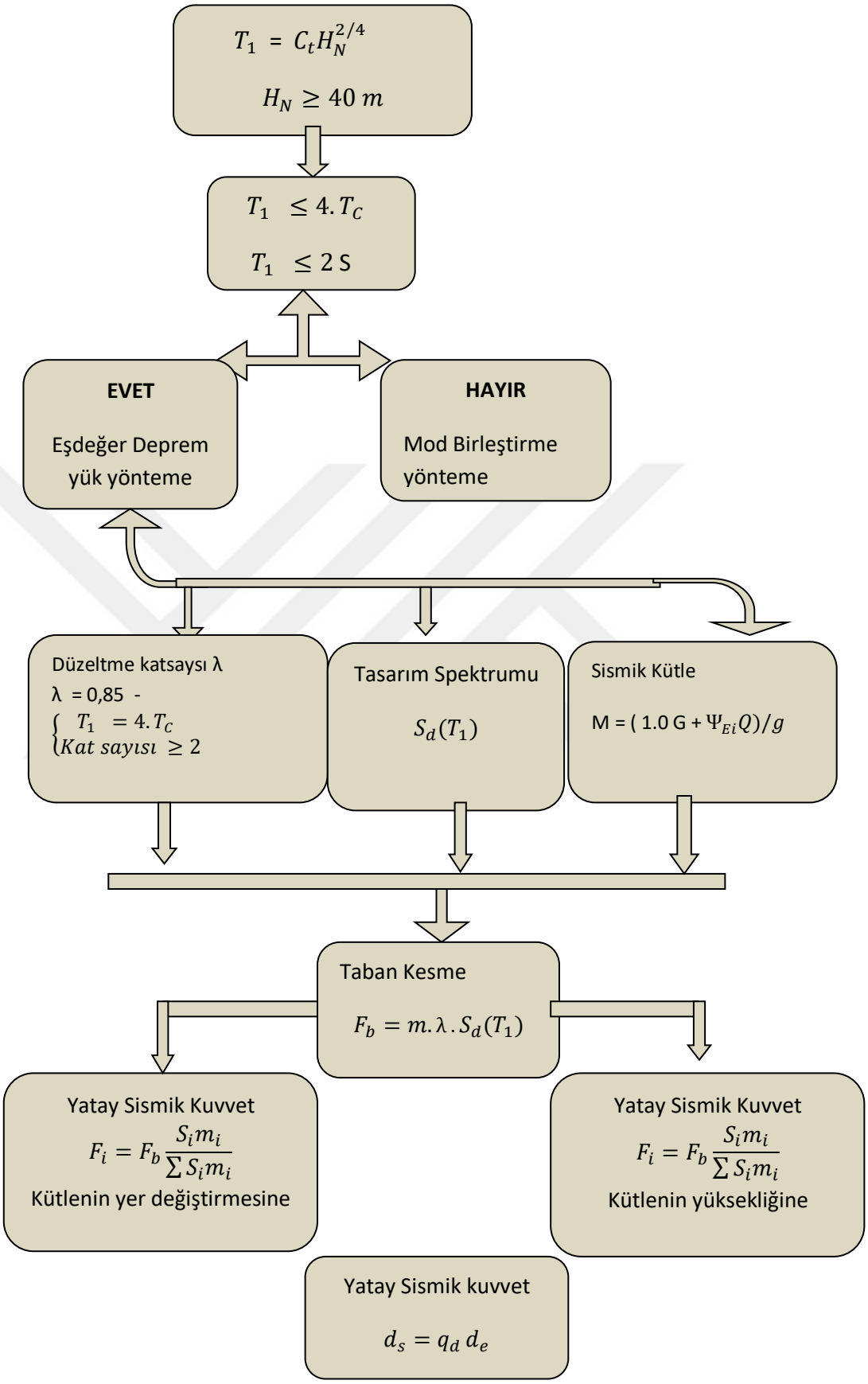
Avrupa yönetmeliği, Eurocode-8'de bina ağırlığı denklem (33) ile elde edilecektir. Denklem (33)'de G_{kj} ölü yükü, $\Psi_{2.i}$ ise hareketli yük azaltma katsayısını ifade eder. Bina kategorisine bağlı $\Psi_{2.i}$değerleri, Tablo 18'de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir

Tablo 18. Hareketli yük azaltma katsayıları

Bina kategorisi	$\boldsymbol{\Psi_{2,1}}$
Konut binaları	0,30
Ofis binaları	0,30
Toplantı salonları	0,60
Alişveriş mağazaları	0,60
Depo alanları	0,80
Araç ağırlıgının 30 KN den küçük	0,60
Araç ağırlıgının 30 KN ile 160KN	0,30
Çatı katları	0

2.2.1.4.Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi

Yapının yatay doğrultuda titreşim periyodu ,T_1 eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabilmesi için aşağıdaki şartlara sağlanmalıdır


$T_1 = C_t H_N^{2/4}$
$H_N \geq 40\ m$
$T_1 \leq 4.T_C$
$T_1 \leq 2$ S
EVET
Eşdeğer Deprem yük yönteme
HAYIR
Mod Birleştirme yönteme
Düzeltme katsayısı λ
λ = 0,85 -
$\begin{cases} T_1 = 4.T_C \\ Kat\ sayısı \geq 2 \end{cases}$
Tasarım Spektrumu
$S_d(T_1)$
Sismik Kütle
M = (1.0 G + $\Psi_{Ei} Q)/g$
Taban Kesme
$F_b = m.\lambda.S_d(T_1)$
Yatay Sismik Kuvvet
$F_i = F_b \frac{S_i m_i}{\sum S_i m_i}$
Kütlenin yer değiştirmesine
Yatay Sismik Kuvvet
$F_i = F_b \frac{S_i m_i}{\sum S_i m_i}$
Kütlenin yüksekliğine
Yatay Sismik kuvvet
$d_s = q_d\, d_e$

Eurocode-8'e Göre Eşdeğer Deprem Yükü Yöntem

Eurocode-8'de taban kesme kuvveti eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesaplamak için denklem'te belirtiği gibi hesaplanacaktır.

$$F_b = m\lambda S_d(T_1) \quad \textbf{(34)}$$

Burada, $F_b$taban kesme kuvvetini ifade eder. $S_d(T_1)$ periyoduna karşılık gelen tasarım spektrumu ivmesini temsil eder. m, binanın toplam kütlesini ifade ederken, λ katsayısı düzeltme katsayısını gösterir ve değeri göre T_C'ye bağlı olarak bulunur

$$F_b = C_t H^{3/4} \quad \textbf{(35)}$$

Burada belirtilen C_t, çelik çerçeveler için 0,085, betonarme çerçeveler ve dış merkezli çelik çerçeveler için 0,075, diğer tüm yapılar için 0,050 değerini alan bir katsayıdır. H, zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen bina yüksekliğini ifade eder

$$q = q_0 K_w \geq 1.5 \quad \textbf{(36)}$$

Burada belirtilen q0 yapı temel davranış katsayısını ifade eder ve K_w perdeli yapılarda 1 olarak kabul edilir

Tablo 19. Bina önem katsayısı

Bina Önemi katsayisi	**Bina turu**	**γ1**
I	Kamu güveliği için düşük öneme sahip binalar	0.80
III	Yıkılması durumunda doğuracağı sonuçları neden ile sismik dayanımı	1.2
IV	Deprem durumunda kullanılabılırlığı hayatı önem taşıyan binalar	1.4
II	Diğer binalar	1.0

Tasarım yer ivmesi, $a_g$olarak tanımlanmış olup Denklem verilmiştir:

$$a_g = Y_i a_{gr} \quad \textbf{(37)}$$

Y_i: Bina önem katsayısı

a_{gr}: Referans alınan maksimum zemin ivmesi değeri

Denklem, Y_i'nın Denklem hesaplamada kullanıldığını belirtmektedir. Y_i'nın artması, yapıya etki eden eşdeğer deprem yükünün artmasına neden olacaktır. Çizelge bina önem sınıfları ve bu sınıfların katsayı değerleri verilmiştir.

Denklemde Y_i, bina önem katsayısını,a_{gr} ise maksimum yer ivmesini göstermektedir.

Tablo 20. İvme değerleri

Sismik Bölgeler	$\boldsymbol{a_g(m/s2)}$
1 (çok düşük)	0,4
2 (düşük)	0,7
3 (orta)	1.1
4 (normal)	1.6
5 (güçlü)	3.0

Deprem kuvvetini katlara dağıtmak için dikkate alınır. Bu denklemde

$$\mathrm{F_i} = \mathrm{F_b}\frac{\mathrm{Z_i m_i}}{\sum \mathrm{Z_j m_j}} \quad \textbf{(38)}$$

F_iİlgili katın yatay deprem yükünü gösterir

F_bTaban kesme kuvvetini ifade eder

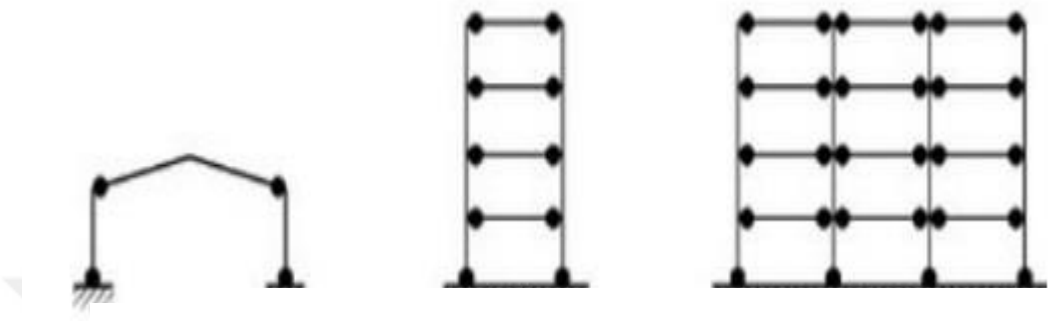
$Z_i Z_j$Sırasıyla kat yüksekliklerini belirtir

$m_i m_j$İlgili katların etkin sismik kütlelerini temsil etmektedir

$$\mathrm{e_{ai}} = \pm 0.50\mathrm{L_i} \quad \textbf{(39)}$$

Denklemde, e_{ai} kat ağırlık merkezinin dış merkezlik mesafesini temsil eder ve bu, zeminin kayma mukavemetini binada etkiler. L_i Hesap yönüne dik olarak binanın yüzey mesafesini ifade etmektedir.

$$\frac{a_u}{a_i} = 1.1 \qquad \frac{a_u}{a_i} = 1.2 \qquad \frac{a_u}{a_i} = 1.3$$



Şekil 14.αu/α için varsayılan değerleri

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BİR BETONARME YAPININ MODEL TASARIMI

Bu çalışma, Türk ve Avrupa yönetmeliklerinde yer alan tasarım yaklaşımlarına dayanarak aynı özelliklerdeki betonarme bir binanın tasarım ve analizlerinin yapılması, ardından sonuçların karşılaştırılarak incelenmesi amacını gütmektedir. Modellenen örnek bina, DD-2 Sismik Yer Hareketi Seviyesi bölgesinde yer almaktadır. Özellikleri, ilgili bölge için AFAD'ın interaktif web uygulaması kullanılarak elde edilen nihai rapordan alınmıştır.

Eurocode-8 ve TBDY-2018'e göre spektrum hesaplamaları yapılırken, örnek binanın İstanbulilindeki Gelişim Üniversitesi bölgesinde yer aldığı ve zeminin kayma dalgası hızının (Vs30) 500 m/s olduğu kabul edilmiştir. Binanın her katındaki kolon ve kiriş kesitleri aynıdır; çatlamış kesit rijitliği ise her iki yönetmeliğe göre dikkate alınmış ve sunulmuştur. Seçilen dikey taşıyıcı elemanlar, Türk yönetmeliği TS-500'e göre artan yükler (1,4G + 1,6Q) ve Avrupa yönetmeliği Eurocode-1'e göre artan yükler (1,35G + 1,05Q) altında yeterli kesit boyutlarına sahip olacak şekilde tasarlanmıştır.

Her iki yönetmelik için de taşıyıcı sistem hesaplamalarında beton sınıfı C25 ve donatı sınıfı B420C dikkate alınmış olup, kullanılan malzemelerin özellikleri Tablo 22'de verilmiştir. Binanın taşıyıcı sistemi, tüm sismik etkiler altında çalışan betonarme perdeli binalarda sünekliği yüksek bir sistem olarak kabul edilmiştir.

Tablo 21. Yapı elemanlarının kesit rijitlik çarpanı

Kesit	**TBDY 2018**		**EUROCODE 8**	
	Eğilme	Kesme	Eğilme	Kesme
Kolon	0,70	1,0	0,50	1,0
Perde	0,50	1,0	0,50	1,0
Kiriş	0,35	1,0	0,50	1,0
Döşeme	0,25	1,0	0,50	1,0

3.1.Malzeme Özellikleri

Tasarımı yapılan binada, C25 sınıfı beton ve B420C nervürlü donatı çeliği kullanılmıştır. Beton ve donatı malzemelerinin sınıflarına ait malzeme özellikleri ile tasarım dayanımları Tablo 22'de sunulmuştur. Ayrıca, malzeme güvenlik katsayıları γmc = 1.50 ve γms = 1.15 olarak belirlenmiştir.

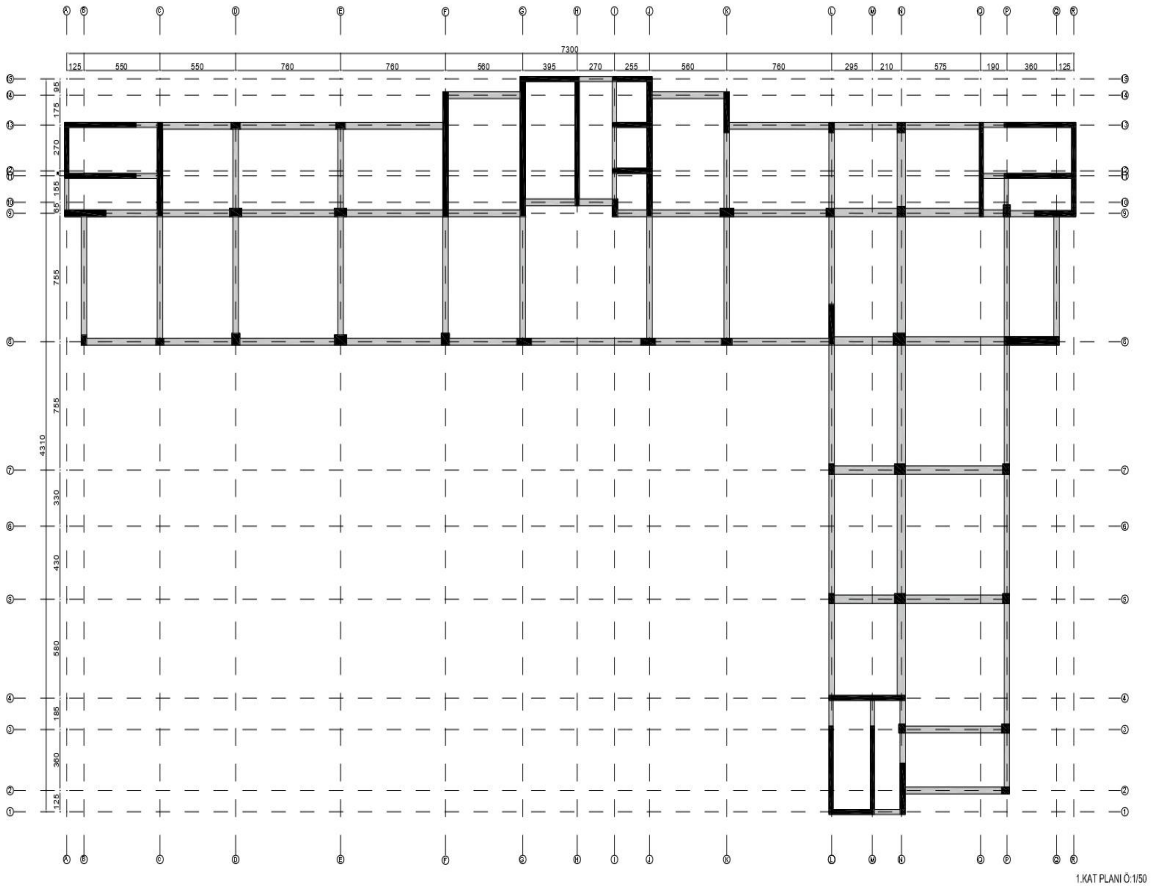
Tablo 22. Kullanılan malzeme özellikleri (TS-500)

Beton	C 25/30	Karakteristik Basınç Dayanımı , f_{ck}	25MPA
		Karakteristik Eksenel çekme Dayanımı , f_{ck}	1.725MPA
		Tasarım basınç Dayanımı , f_{ck}	16.67MPA
		Eksenel çekme Dayanımı , f_{ck}	1.15MPÄ
		28 Günlük Elastik Modülü, E_c	32000MPA
Donatı	B420C	Karakteristik akma Dayanımı , f_{yk}	420 MPA
		Kopma Dayanımı , f_{su}	500 MPA
		Tasarım akma Dayanımı , f_{yd}	365.22 MPA
		Elastik Modülü, E_s	200000 MPA

3.2. Bina Yapısının Planı ve Taşıyıcı sistemi

Bu tezde ele alınan bina, 5 ve 7 kattan oluşan, taşıyıcı sistemi perde ve çerçeve yapı elemanlarından meydana gelen betonarme bir yapıdır ve kullanım amacı konut olarak planlanmıştır.

Kat Kalıp Planının Görüşü



Şekil 15. Kat Kalıp Planının Görüşü

Bu tezde incelenen binalar, taşıyıcı sistemi perde ve çerçeve sistemlerinden oluşan betonarme yapılardır ve kullanım amacı konut olarak planlanmıştır.

Kat Sayısı: 5, 6, 7 ve 8

Bina Yüksekliği: 15.00 m, 18.00m, 21,00m ve 24,00 m

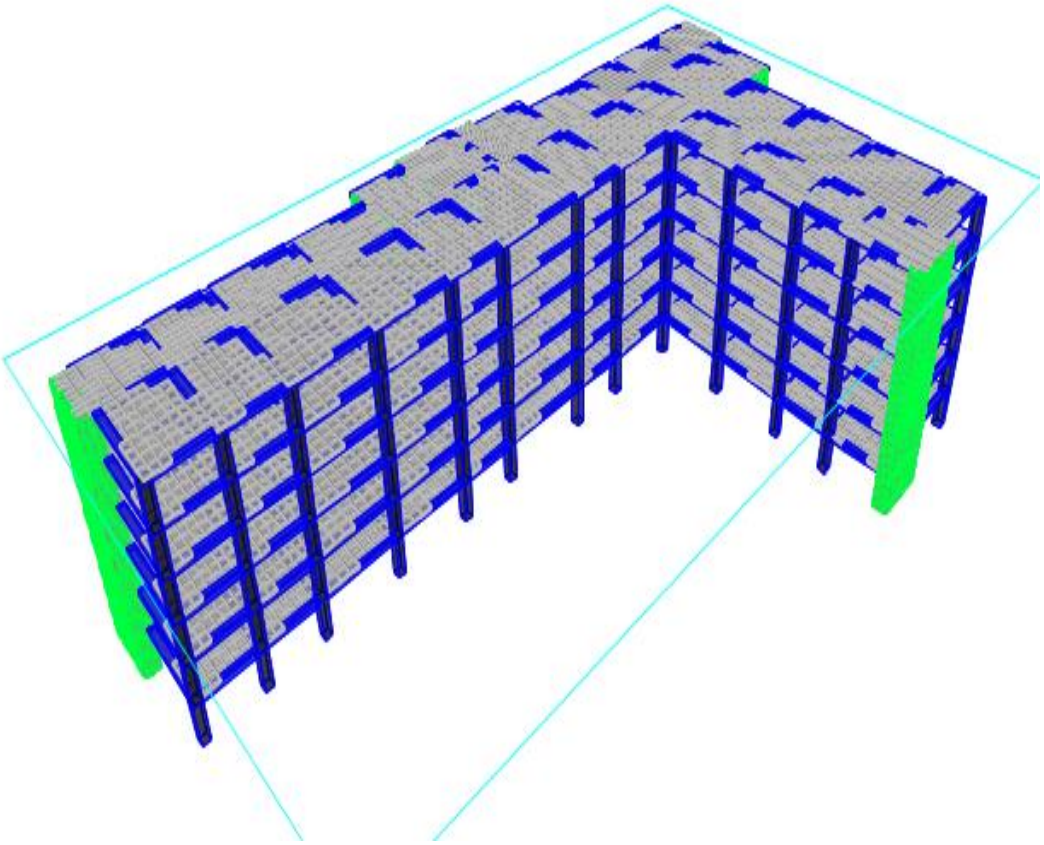
Kat Yüksekliği: 3.00 m

Sismik Kuvvete Dayanıklı Temel Sistemi: Etkileşimli Perde Duvar Sistemi – Çekirdek Destekli Çerçeve Sistemi

Modelde Kullanılan Yapısal Elemanlar: Rijit diyaframlar, betonarme çerçeve, kolonlar, betonarme perde duvarlar

Temeller: Ankastre

Tipik Kat Planı Boyutları: Uzun Kenar: 73.00 m, Kısa Kenar: 43.1.00 m



Şekil 16.6 katlı Yapının 3 Boyutlu Görünüşü

3.3.Binaya Uygulanan Yüklerin belirlenmesi

Yük analizleri yapılırken, Türkiye Yönetmeliği için Türk Standardı TS-498 esas alınmış, Avrupa yönetmeliği ise EN 1991-1-1-2002 temel alınmıştır. Hesaplanan yük, sırasıyla denklem (40) ve denklem (41) ile belirlenen formüllerle hesaplanmaktadır.

$$\mathbf{P_d = 1.4\,G + 1.6\,Q} \qquad \textbf{(40)}$$

$$\mathbf{P_d = 1.35\,G + 1.5\,Q} \qquad \textbf{(41)}$$

Burada, **G** sabit yükü (döşemelere etkiyen), **Q** ise hareketli yükü (döşemelere etkiyen) ifade etmektedir.

Binaya ait Ölü Yüklerin

Betonarme birim ağırlığı = 25.00 (kN/m3)

Sıva birim ağırlığı = 20.00 (kN/m3)

Şap birim ağırlığı = 22.00 (kN/m3)

Kaplama ve şap betonu ağırlıkları = 1.5 kN/m2 , oturtma çatı elemanları, Kiremit ve İzolasyon ise sırasıyla 0.50 kN/m2 , 0.50 kN/m2 ve 0.20 kN/m2 'dir.

Duvar kalınlığı 20 cm (14kN/m3) kullanmıştır.

Binaya ait hareketli yüklerin belirlenmesi

Çatı kat döşemesinde: q = 1.00 kN/m2

Normal kat döşemesinde: q = 2.00 kN/m2

b)Döşeme kalınlığının belirlenmesi

Tablo 23.Döşeme kalınlığının belirlenmesi

Döşeme	Sürekli kenarları toplamı(m)	Kenar uzunlukları toplamı(m)	m	a_s	l_{sn} (m)	h_f (m)
D01	30,3	30,3	1	1	7,05	0,151
D02	30,5	60,5	1,773	1	5	0,143
D03	25,6	25,6	1,462	1	4,7	0,123
D04	25,1	25,1	1,241	1	5,1	0,123
D05	22,4	22,4	1,835	1	3,45	0,000
D06	30,4	30,4	1,013	1	7,05	0,152

Döşeme: 20 cm

c)Eleman kesitlere ait ön boyutlar

Tablo 24. Elemen kesitlere ait

Eleman	**Boyut**
Kolon	80cmx80cm
Perde	30cmx300cm
Kiriş	30cmx60cm
Döşeme	20cm

e)Döşeme Yüklerinin Hesabı

Normal kat döşemelerinde

Betonarmedöşeme 0.20m ×25kN/m^3=5kN/m^2

Sıva0.02m×20kN/m^3=0.40 kN/m^2

Şap0.03m ×22kN/m^3=0.66kN/m^2

Kaplama +Yalıtımmalzemesi=0.44kN/m^2

Toplamsabityükg=6.5 kN/m^2

Çatıkat döşemesinde**;**

Betonarme döşeme:0.20m×25 kN/m^3=5 kN/m^2

Sıva:0.02m×20kN/m^3= 0.40kN/m^2

Oturtma çatı elemanları: 0.50 kN/m^2

Kiremit: 0.50 kN/m^2

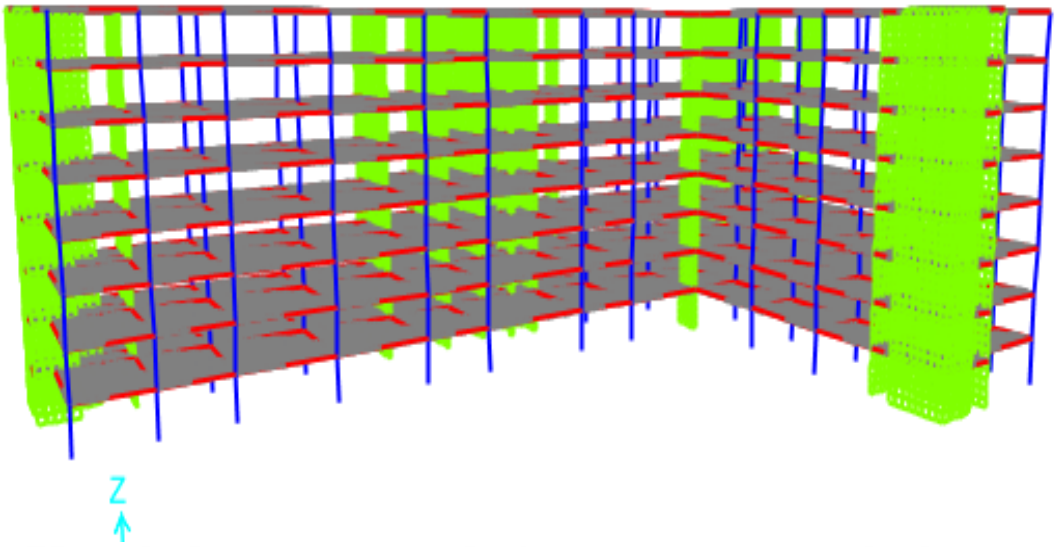
İzolasyon: 0.20 kN/m^2

Toplam sabit yük: g=6,6kN/m^2

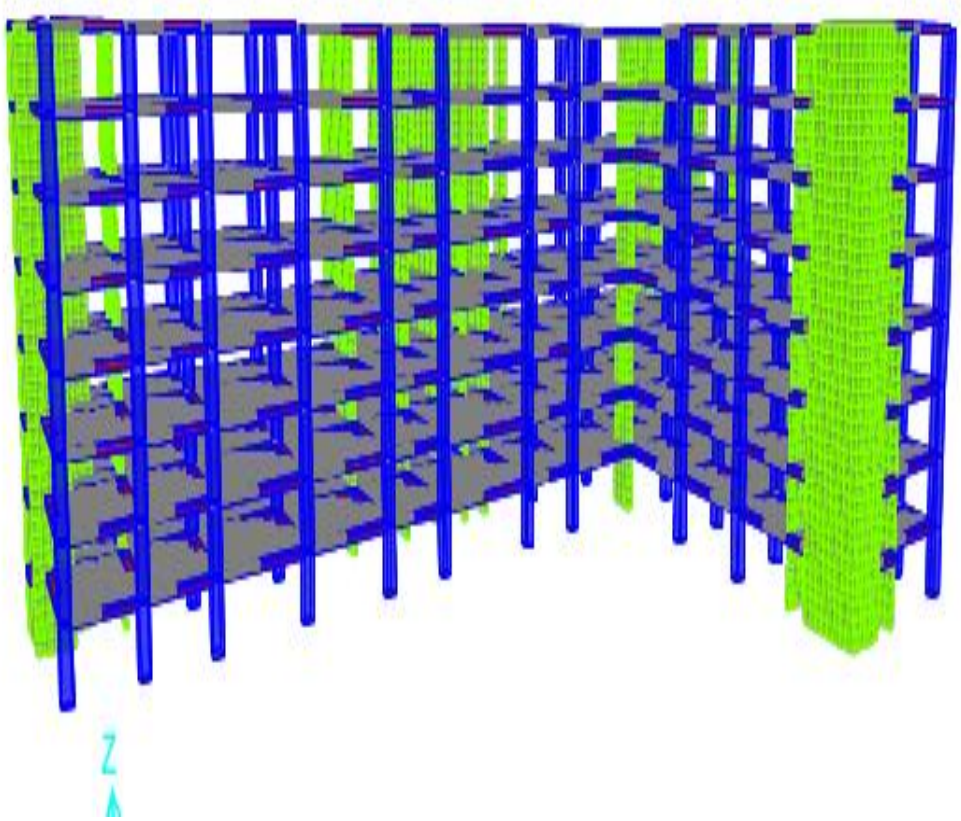
Kirişlere Etkiyen Yükü

0.20 m ×14 kN/m^3=7.0 kN/m^2

2×0.02 m×20 kN/m^3 =0.80 kN/m^2 (çift tarafı)



Şekil 17. Yapının 3 Boyutlu Görünüşü



Şekil 18. Yapının 3 Boyutlu Görünüşü

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BETONARME YAPININ TBDY 2018 VE EUROCODE 8'E GÖRE TASARIM

4.1.TBDY 2018'e Göre Hesaplama ve Tasarım

Bu bölümde, farklı yüksekliklere sahip beş betonarme binanın TBDY 2018 standardına göre hesaplamaları yapılacaktır. Her bir bina için hesaplamalar, birkaç aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, eşdeğer sismik kuvvetler site parametreleri ve binanın özelliklerine göre belirlenmiştir. Ardından, yapısal düzensizliklerin kontrolü yapılmış ve depremin etkisiyle katların göreli yer değiştirmeleri incelenmiştir.

Mod birleştirme hesaplamaları, yapının doğal modlarının dinamik tepkilerini dikkate alacak şekilde yapılmıştır. Sonrasında, her bir sismik duruma göre katların göreli ötelemeleri X ve Y doğrultularında analiz edilmiştir.

Son olarak, her bir bina için ikinci dereceden etkiler kontrol edilmiştir ve bu etkilerin standardın belirlediği sınırları aşmadığından emin olunmuştur. Bu süreç, yapının TBDY 2018 tarafından belirlenen güvenlik ve stabilite gereksinimlerine uygunluğunu garanti eder.

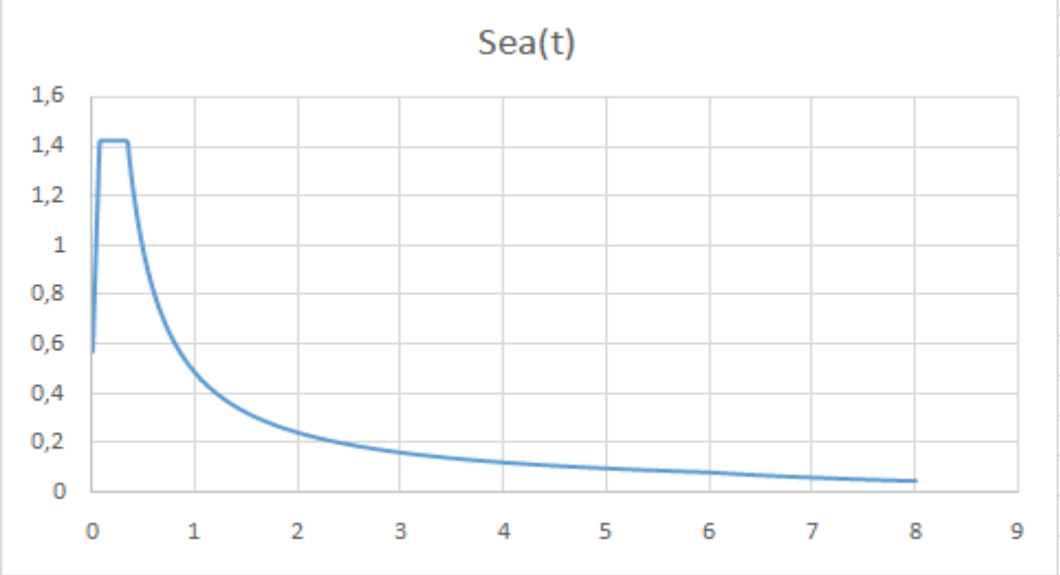
Örnek binanın Denizli ilinde, Gelisim Üniversitesi bölgesinde yer aldığı ve zemin kayma dalgası hızının (Vs30) 500 m/s olarak kabul edildiği varsayılmıştır. Hesaplamalar, 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ve Türk Standardı (TS-500) esas alınarak tasarlanan betonarme taşıyıcı sistem modelleri için, deprem ve zemin parametreleri AFAD'ın web uygulamasından (**https://tdth.afad.gov.tr**) alınan verilerle belirlenmiştir. Seçilen kayma dalgası hızına dayanarak, binanın zemin sınıfının ZC olduğu tespit edilmiştir

Tablo 25. Hesaplarda kullanilan deprem ve zemin

Zemin Tipi	ZC
Deprem yer Hareketi Düzeyi	DD-2
Kisa Periyot için Harita Spektral ivme Katsayisi	S_s=1,188
1.0 Saniye için Harita Spektral ivme Katsayısı	S_1=0,322
Kisa Periyot Tasarım Spektral ivme katsayısı	S_{DS}=1,426
1,0 Sanıye Periyot için Tasarım Sektral ivme katsayısı	S_{D1}=0,483
Bina Kullanım sınıfı	BKS=3
Bina önem Katsayısı	I=1.0
Eksantrisite oranı	0.05
Deprem Tasarım sınıf	DTS =1
Bina yüksekliği sınıfı	BYS=6
Normal Performans Hedefi	KH
Bina davranış Katsayısı	R=8
Bina dayanım fazlığı	D=3
Spektrum Karakteristik periyotları	T_A=0.068 T_B=0.339

4.1.1.Deprem Spektrumlarının Hesabı

2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde, tasarım ivmesi spektrumu, haritadaki spektral ivme katsayısı ve yerel zemin etki katsayısına göre, kısa ve 1.0 saniyelik periyot için belirlenmektedir.



Şekil 19. Tasarım İvme Spektrumu TBDY-2018

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ve 1.0 saniyelik periyot için harita spektral ivme katsayısı kullanılarak, deplasman karşılık spektrum durumları aşağıdaki şekilde sunulmuştur.

4.1.2.Eşdeğer Deprem Kuvvetlerinin Hesabı

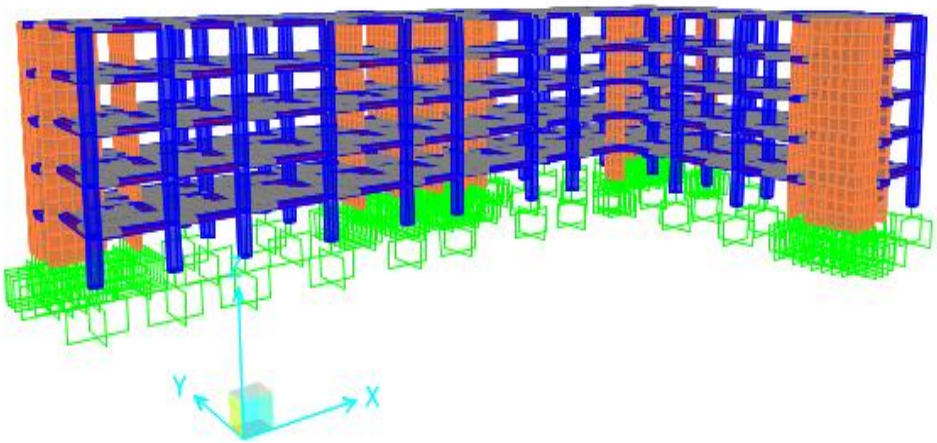
2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre, dayanım esaslı tasarımda kullanılan doğrusal hesaplama yöntemlerinden biri, deprem eşdeğer deprem yükü yöntemidir, bu yöntem yönetmelikte detaylı bir şekilde açıklanmıştır.Yönetmelik kapsamında yer alan tüm binalar için, deprem hesaplamalarında herhangi bir modal yöntem kullanılabilir, bu yöntemler de yönetmelikte ayrıntılı olarak belirtilmiştir.Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar, yönetmelikte açıkça belirtilmiştir.

Tablo 26. Bina türü

Bina türü	**Izin verilen bina yüksekliği sınıfı**	
	DTS=1, 1a, 2,2a	DTS= 3,3a, 4, 4a
Her bir katta burulma düzensizliği katsaysinin sağladiği ve ayrıca a B2 türü düzensizliğinin olmadiği binalar	BYS ≥ 4	BYS ≥ 5
Diğer binalar	BYS ≥ 5	BYS ≥ 6

$$V_{tE}^{(x)}=m_t s_{ar}(T_p^{(x)})\geq 0.04\, m_t \mathrm{I}\, S_{Ds}\, \mathrm{g} \quad \textbf{(42)}$$

Bu bölümde ilk olarak şekilde verilen 5 katli binaya ait değerler Eşdeğer deprem yükü yöntemine göre hesaplanmış ve analizler sunulmuştur.



Şekil 19.5KatlıBinanın 3 Boyutlu Görünüşü

a) Eşdeğer Deprem Kuvvetlerinin Hesabı

$$V_{tE}^{(x)}=m_t s_{ar}(T_p^{(x)})\geq 0.04\, m_t \mathrm{I}\, S_{Ds}\, \mathrm{g} \quad \textbf{(43)}$$

Tablo 27. Eşdeğer deprem yükü yöntemi

DYHD	**DTS**	**Zemin sınıfı**	**Bina önemi katsayısı**	**Bina davranış Katsayısı**
DD-2	DTS =1	ZC	I=1.0	R=8

Tablo 28. Eşdeğer deprem yükü yöntemi

$\mathbf{T_A}$	$\mathbf{T_B}$	$\mathbf{S_{D1}}$	$\mathbf{S_{DS}}$	$\mathbf{T_x}$	$\mathbf{T_y}$
0.068	0.339	0,483	1,426	0.577	0.435

Tablo 29. Eşdeğer deprem yükü yöntemi

$\mathbf{R_a(Tx)}$	$\mathbf{R_a(Ty)}$	$\mathbf{S_{ae}(Tx)}$	$\mathbf{S_{ae}(Ty)}$	$\mathbf{S_{ar}(Tx)}$	$\mathbf{S_{ar}(Ty)}$	$\boldsymbol{M_t}$**(KN)**
8	8	0,837	1,110	0,105	0,139	20 049,1

Tablo 30. Taban Kesme Kuvveti ve Tepe Kuvveti

Taban Kesme Kuvveti		**Tepe Kuvveti**	
$V_{tE}^{(x)}$(KN)	$V_{tE}^{(y)}$(KN)	ΔF_{NX}(KN)	ΔF_{Xy}(KN)
20651,575	27338,752	774,434	1025,203

Incelendiğinde Y yönünde taban kesme kuvveti değerinin daha büyük çıktığı görülmüştür**. Toplam: 20049,1**

Tablo 31. X yönünde modal analiz ile bulunan periyodun kat kesme kuvvetleri katlara dağıtılması

K	**hi**	**Hi**	**mi**	**mi*Hi**	$\frac{\boldsymbol{mixHi}}{\sum \boldsymbol{mixHi}}$	**fiex**
5	3	15	3298,020	49470,300	0,283	6390,134
4	3	12	4187,770	50253,240	0,287	5704,576
3	3	9	4187,770	37689,930	0,215	4278,432
2	3	6	4187,770	25126,620	0,143	2852,288

1	3	3	4187,770	12563,310	0,072	1426,144
toplam			**20049,1**	**175103,400**	**1,000**	**20651,575**

Tablo 32.Y yönünde modal analiz ile bulunan periyodun kat kesme kuvvetleri katlara dağıtılması

K	**hi**	**Hi**	**mi**	**mi*Hi**	$\frac{mixHi}{\sum mixHi}$	**fiey**
5	3	15	3298,020	49470,300	0,283	8459,37
4	3	12	4187,770	50253,240	0,287	7551,773
3	3	9	4187,770	37689,930	0,215	5663,830
2	3	6	4187,770	25126,620	0,143	3775,886
1	3	3	4187,770	12563,310	0,072	1887,943
toplam			**20049,1**	**175103,400**	**1,000**	**27338,752**

4.1.3.Düzensizliklerin Incelemesi

Yapılarımızın yeterli rijitliğe sahip olduğundan emin olmak amacıyla ayrı kontroller yapılmıştır. Bu kontroller, X ve Y doğrultularında sismik etkiler altında katların göreli ötelenmelerinin EX+ ve EY+ pozitif etkilerini dikkate alır

Tablo 33. EXO depremi için A1burulma düzensizliğinin incelenmesi

K	di(min)	di(maks)	Δi(min)	Δi(max)	Δi(ort)	nbi	Düzensizlik Durumu
5	1,50342	1,741832	0,344632	0,399204	0,371918	1,073366	yok
4	1,158788	1,342628	0,363774	0,421662	0,392718	1,073702	yok
3	0,795014	0,920966	0,351683	0,407854	0,379769	1,073954	yok
2	0,443331	0,513112	0,287855	0,337433	0,312644	1,079288	yok
1	0,155476	0,175679	0,155476	0,175679	0,165578	1,061008	yok

Tablo 34.EX+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi

K	di(min)cm	di(maks)cm	Δi(min)	Δi(max)	Δi(ort)	nbi	Düzensizlik Durumu
5	1,528985	1,63391	0,350332	0,374887	0,36261	1,033859	yok
4	1,178653	1,259023	0,369811	0,395879	0,382845	1,034045	yok
3	0,808842	0,863144	0,357573	0,382769	0,370171	1,034033	yok
2	0,451269	0,480375	0,295845	0,316322	0,306084	1,03345	yok
1	0,155424	0,164053	0,155424	0,164053	0,159739	1,02701	yok

Tablo 35. EY+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi

K	di(min)	di(max)	Δi(min)	Δi(max)	Δi(ort)	nbi	Düzensizlik Durumu
5	0,870857	1,40975	0,208479	0,314124	0,261302	1,202152	yok
4	0,662378	1,095626	0,213422	0,334998	0,27421	1,221684	var
3	0,448956	0,760628	0,199563	0,326928	0,263246	1,241913	var
2	0,249393	0,4337	0,161301	0,276914	0,219108	1,263827	var
1	0,088092	0,156786	0,088092	0,156786	0,122439	1,280523	var

Tablolar incelendiğinde 5 katlı yapı için X yönünde burulma düzensizliği oluşmaz iken Y yönünde oluştuğu görülmüştür.

4.1.4.Göreli Kat Ötelemelerinin Değerlendirilmesi

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018)**,** yapıların göreli kat ötelemelerine sınır empoze etmiştir. göreli kat ötelemeleri, bir yapısal elemanın bir üst veya bir alt kattaki düşey elemana göre hesaplanan yer değiştirme farkını ifade etmektedir.

$$\delta_i^{(x)} = \frac{R\Delta_i^{(x)}}{I} \qquad \textbf{(44)}$$

$$\lambda \frac{\delta_i^{(x)} max}{hi} \leq 0.008k$$

Tablo 36.X yönünde deprem EX+ için etkin göreli kat ötelemesi incelemesi

K	di(maks)	Δi(maks)	δi(maks)	hi (cm)	λx	λx,δi(max)/hi	durum
5	1,63391	0,374887	2,999096	300	0,361	0,003608912	iyi
4	1,259023	0,395879	3,167032	300	0,361	0,003810995	iyi
3	0,863144	0,382769	3,062152	300	0,361	0,00368479	iyi
2	0,480375	0,316322	2,530576	300	0,361	0,003045126	iyi
1	0,164053	0,164053	1,312424	300	0,361	0,001579284	iyi

Tablo 37.Y yönünde deprem EY+ için etkin göreli kat ötelemesi incelemesi

K	di(max)	Δi(max)	δi(max)	hi (cm)	λy	λy,δi(max)/hi	durum
5	1,512128	0,354092	2,832736	300	0,359	0,003389841	iyi
4	1,158036	0,366918	2,935344	300	0,359	0,003512628	iyi
3	0,791118	0,348162	2,785296	300	0,359	0,003333071	iyi
2	0,442956	0,285834	2,286672	300	0,359	0,002736384	iyi
1	0,157122	0,157122	1,256976	300	0,359	0,001504181	iyi

4.1.5.İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci dereceden etkiler, mevcut betonarme ve çelik sistemler göz önünde bulundurularak incelenecektir. Yapılarda ikinci derece etkilerin bir ölçütü olan θi\theta_iθi parametresine atıfta bulunularak gerekli düzenlemeler yapılır

$$\theta_{ii,i}^{(x)} \frac{\Delta_i^{(x)}(ort)\sum_{k=1}^{N} Wk}{V_i^{(x)} h_i} \quad \textbf{(45)}$$

Θiimax ≤0,12$\frac{D}{C_h R}$Θiimax=0,090

Tablo 38. X yönünde EX+ depremi için ikinci mertebe etkileri

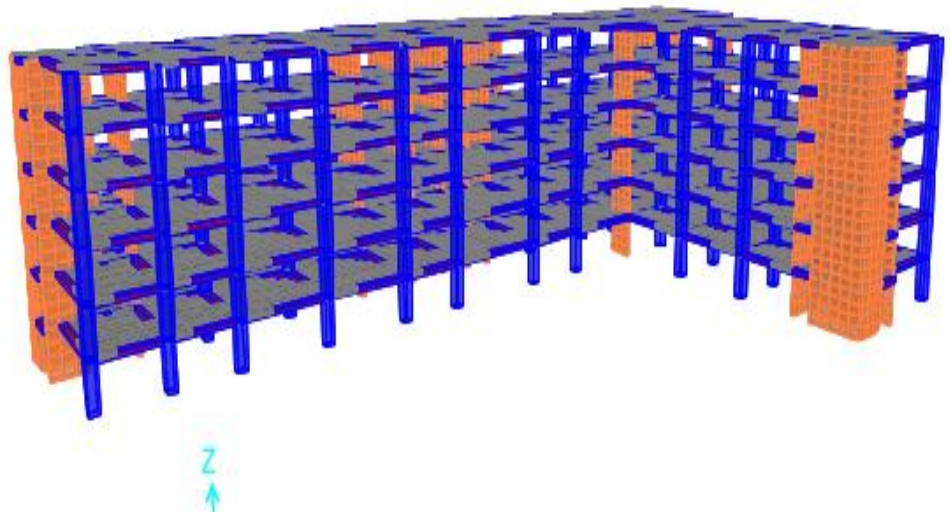
K	Δi(ort)	mk(KN)	wk(KN)	Vi(KN)	hi(cm)	Θii,i
5	0,36261	3298,02	32353,58	5615,700	300	0,00696364
4	0,382845	4187,77	41082,02	5704,576	300	0,01642801
3	0,370171	4187,77	41082,02	4278,432	300	0,033026975
2	0,306084	4187,77	41082,02	2852,288	300	0,055658803
1	0,159739	4187,77	41082,02	1426,144	300	0,073432586

Tablo 39.Y yönünde EY+ depremi için ikinci mertebe etkileri

K	Δi(ort)	mk(KN)	wk(KN)	Vi(KN)	hi(cm)	θii,i
5	0,314124	3298,02	32353,58	7434,117	300	0,004556934
4	0,334998	4187,77	41082,02	7551,773	300	0,010858721
3	0,326928	4187,77	41082,02	5663,83	300	0,022033982
2	0,276914	4187,77	41082,02	3775,886	300	0,038037625
1	0,156786	4187,77	41082,02	1887,943	300	0,05444538

Tüm katlarda Θiimax=0,090 değerlerinden küçük olduğu için İkinci Mertebe Gösterge koşulu sağlanmaktadır. Bu bakımdan, İkinci mertebe etkilerinin tasarıma esas iç kuvvetlerinin hesabında göz önüne alınması gerekli değildir.

Bu kısımda Şekil 21'de verilen 6 katlı binaya ait değerler Eş değer deprem yükü yöntemine göre hesaplanmış ve analizler sunulmuştur.



Şekil 20.6 Katlı Binanın 3 Boyutlu Görünüşü

b) Eşdeğer Deprem Kuvvetlerinin Hesabı

Tablo 40.Eşdeğer deprem yükü yöntemi

T_A	T_B	S_{D1}	S_{DS}	T_x	T_y
0.068	0.339	0,483	1,426	0.786	0.594

Tablo 41.Eşdeğer deprem yükü yöntemi

$R_a(Tx)$	$R_a(Ty)$	$S_{ae}(Tx)$	$S_{ae}(Ty)$	$S_{ar}(Tx)$	$S_{ar}(Ty)$	M_t(KN)
8	8	0,615	0,813	0,077	0,102	25316,31

Tablo 42. Esdeger deprem yuk

kat	kütle
6	3542,96
5	4354,67
4	4354,67
3	4354,67
2	4354,67
1	4354,67
Toplam	25316,31

Tablo 43. Taban Kesme Kuvvet Tepe Kuvveti

Taban Kesme Kuvveti		**Tepe Kuvveti**	
$V_{tE}^{(x)}$(KN)	$V_{tE}^{(y)}$(KN)	ΔF_{NX}(KN)	ΔF_{Xy}(KN)
19123,181	25332,006	860,543	1139,94

Tablo 44. X yönünde modal analiz ile bulunan periyodun kat kesme kuvvetleri katlara dağıtılması

kat	hi	Hi	mi	mi Hi	$\frac{mixHi}{\sum mixHi}$	Fiex
6	3	18	3542,96	63773,28	0,245534	5344,634
5	3	15	4354,67	65320,05	0,251489	4592,849
4	3	12	4354,67	52256,04	0,201191	3674,279
3	3	9	4354,67	39192,03	0,150893	2755,709
2	3	6	4354,67	26128,02	0,100596	1837,14
1	3	3	4354,67	13064,01	0,050298	918,5698
			25316,31	259733,4	1	19123,181

Tablo 45.Y yönünde modal analiz ile bulunan periyodun kat kesme kuvvetleri katlara dağıtılması

kat	hi	Hi	mi	mi Hi	$\frac{mixHi}{\sum mixHi}$	Fiey
6	3	18	3542,96	63773,28	0,245534	7079,905
5	3	15	4354,67	65320,05	0,251489	6084,034
4	3	12	4354,67	52256,04	0,201191	4867,227
3	3	9	4354,67	39192,03	0,150893	3650,42
2	3	6	4354,67	26128,02	0,100596	2433,614
1	3	3	4354,67	13064,01	0,050298	1216,807
			25316,31	259733,4	1	25332,006

c) Düzensizliklerin incelemesi

Tablo 46.EX+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi

K	di(min)cm	di(maks)cm	Δi(min)	Δi(max)	Δi(ort)	nbi	Düzensizlik Durumu
6	2,133363	2,299628	0,408112	0,440734	0,424423	1,038431	yok
5	1,725251	1,858894	0,429802	0,464177	0,44699	1,03845169	yok
4	1,295449	1,394717	0,430409	0,464785	0,447597	1,03840061	yok
3	0,86504	0,929932	0,395784	0,427056	0,41142	1,03800496	yok
2	0,469256	0,502876	0,312734	0,336736	0,324735	1,03695629	yok
1	0,156522	0,16614	0,156522	0,16614	0,161331	1,02980828	yok

Tablo 47.EY+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi

K	di(min)	di(max)	Δi(min)	Δi(max)	Δi(ort)	nbi	Düzensizlik Durumu
6	1,257548	1,983441	0,256967	0,378387	0,317677	1,19	yok
5	1,000581	1,605054	0,262053	0,397811	0,329932	1,21	var
4	0,738528	1,207243	0,252901	0,396472	0,324687	1,22	var
3	0,485627	0,810771	0,224245	0,363889	0,294067	1,24	var
2	0,261382	0,446882	0,172448	0,291392	0,23192	1,26	var
1	0,088934	0,15549	0,088934	0,15549	0,122212	1,27	var

Tablolar incelendiğinde 6 katlı yapı için X yönünde burulma düzensizliği oluşmaz iken Y yönünde oluştuğu görülmüştür.

d) Göreli Kat Ötelemelerinin Değerlendirilmesi

Tablo 48.X yönünde deprem EX+

K	di(maks)	Δi(maks)	δi(maks)	hi (cm)	λ	λx,δi(max)/hi	durum
6	2,299628	0,440734	3,525872	300	0,491	0,00577068	iyi
5	1,858894	0,464177	3,713416	300	0,491	0,00607762	iyi
4	1,394717	0,464785	3,71828	300	0,491	0,00608558	iyi
3	0,929932	0,427056	3,416448	300	0,491	0,00559159	iyi
2	0,502876	0,336736	2,693888	300	0,491	0,004409	iyi
1	0,16614	0,16614	1,32912	300	0,491	0,00217533	iyi

Tablo 49.Y yönünde deprem EY+

K	di(max)	Δi(max)	δi(max)	hi (cm)	λ	λx,δi(max)/hi	durum
6	1,983441	0,378387	3,027096	300	0,491	0,004954	iyi
5	1,605054	0,397811	3,182488	300	0,491	0,005209	iyi
4	1,207243	0,396472	3,171776	300	0,491	0,005191	iyi
3	0,810771	0,363889	2,911112	300	0,491	0,004765	iyi
2	0,446882	0,291392	2,331136	300	0,491	0,003815	iyi
1	0,15549	0,15549	1,24392	300	0,491	0,002036	iyi

e) İkincil mertebe

Tablo 50.X yönünde deprem EX+

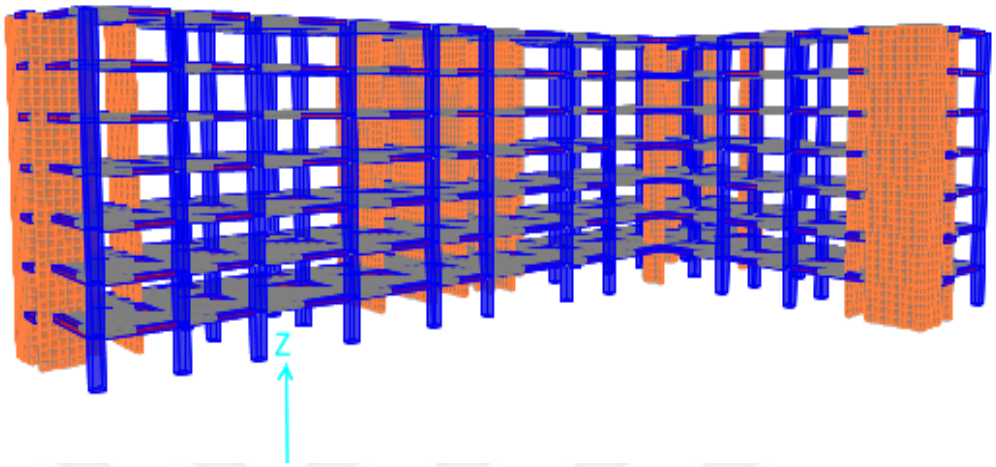
K	Δi(ort)(cm)	mk(KN)(cm)	wk(KN)	Vi(KN)	hi(cm)	Θii,i
6	0,424423	3542,96	34756,44	4484,091	300	0,01096575
5	0,44699	4354,67	42719,31	4592,849	300	0,02513392
4	0,447597	4354,67	42719,31	3674,279	300	0,04880681
3	0,41142	4354,67	42719,31	2755,709	300	0,08107561
2	0,324735	4354,67	42719,31	1837,14	300	0,12116017
1	0,161331	4354,67	42719,31	918,5698	300	0,14539646

Tablo 51.Y yönünde deprem EY

K	Δi(ort)	mk(KN)	wk(KN)	Vi(KN)	hi(cm)	Θii,i
6	0,317677	3542,96	34756,44	5939,965	300	0,00619606
5	0,329932	4354,67	42719,31	6084,34	300	0,01400411
4	0,324687	4354,67	42719,31	4867,227	300	0,02672691
3	0,294067	4354,67	42719,31	3650,42	300	0,04374633
2	0,23192	4354,67	42719,31	2433,614	300	0,06532201
1	0,122212	4354,67	42719,31	1216,807	300	0,0831458

Tüm katlarda Θiimax=0,090 değerlerinden küçük olduğu için İkinci Mertebe Gösterge koşulu sağlanmaktadır. Bu bakımdan, İkinci mertebe etkilerinin tasarıma esas iç kuvvetlerinin hesabında göz önüne alınması gerekli değildir.

Şekil 22'de verilen 7 katlı binaya ait değerler Eş değer deprem yükü yöntemine göre hesaplanmış ve analizler sunulmuştur.



Şekil 21.7 Katlı Binanın 3 Boyutlu Görünüşü

h) Esdeger deprem yuk

Tablo 52. Esdeger deprem yuk

kat	kutle
7	3462,58
6	4354,04
5	4354,04
4	4354,04
3	4354,04
2	4354,04
1	4354,04
toplam	29586,82

Tablo 53.Eşdeğer deprem yükü yöntemi

T_A	T_B	S_{D1}	S_{DS}	T_x	T_y
0.068	0.339	0,483	1,426	0.96	0.765

Tablo 54.Eşdeğer deprem yükü yöntemi

$R_a(Tx)$	$R_a(Ty)$	$S_{ae}(Tx)$	$S_{ae}(Ty)$	$S_{ar}(Tx)$	$S_{ar}(Ty)$	M_t(KN)
8	8	0,503	0,631	0,063	0,072	29586,82

Tablo 55. Taban Kesme Kuvveti ve Tepe Kuvveti

Taban Kesme Kuvveti		Tepe Kuvveti	
$V_{tE}^{(x)}$(KN)	$V_{tE}^{(y)}$(KN)	ΔF_{NX}(KN)	ΔF_{Xy}(KN)
18285,542	22929,49	895,99	1123,55

Tablo 56.X yönünde modal analiz ile bulunan periyodun kat kesme kuvvetleri katlara dağıtılması

kat	hi	Hi	mi	mi Hi	$\frac{mixHi}{\sum mixHi}$	fiex
7	3	21	3462,58	72714,18	0,20954	4539.79
6	3	18	4354,04	78372,72	0,225846	3927,357
5	3	15	4354,04	65310,6	0,188205	3272,798
4	3	12	4354,04	52248,48	0,150564	2618,238
3	3	9	4354,04	39186,36	0,112923	1963,679
2	3	6	4354,04	26124,24	0,075282	1309,119
1	3	3	4354,04	13062,12	0,037641	654,5595
top			29586,82	347018,7	1	18285,542

Yyönünde

kat	hi	Hi	mi	mi Hi	$\frac{mixHi}{\sum mixHi}$	fiex
7	3	21	3462,58	72714,18	0,20954	5692.779
6	3	18	4354,04	78372,72	0,225846	4924,78
5	3	15	4354,04	65310,6	0,188205	4103,984
4	3	12	4354,04	52248,48	0,150564	3283,187
3	3	9	4354,04	39186,36	0,112923	2462,39
2	3	6	4354,04	26124,24	0,075282	1641,593
1	3	3	4354,04	13062,12	0,037641	820,7967
top			29586,82	347018,7	1	22929,49

f) Düzensizliklerin incelemesi

Tablo 57.EX+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi

K	di(min)(cm)	di(maks)(cm)	Δi(min)	Δi(max)	Δi(ort)	nbi	Düzensizlik Durumu
7	2,811286	3,001868	0,456286	0,485299	0,4707925	1,030812938	yok
6	2,355	2,516569	0,480773	0,512517	0,496645	1,031958441	yok
5	1,874227	2,004052	0,490311	0,52378	0,5070455	1,033003941	yok
4	1,383916	1,480272	0,475089	0,508444	0,4917665	1,033913453	yok
3	0,908827	0,971828	0,42357	0,4538	0,438685	1,034455247	yok
2	0,485257	0,518028	0,325751	0,348965	0,337358	1,034405587	yok
1	0,159506	0,169063	0,159506	0,169063	0,1642845	1,029086737	yok

Tablo 58.EY+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi

K	di(min)	di(max)	Δi(min)	Δi(max)	Δi(ort)	nbi	Düzensizlik Durumu
7	1,710343	2,557134	0,304516	0,422086	0,363301	1,16	yok
6	1,405827	2,135048	0,309779	0,441425	0,375602	1,18	yok
5	1,096048	1,693623	0,303553	0,445063	0,374308	1,19	yok
4	0,792495	1,24856	0,282178	0,426446	0,354312	1,20	yok
3	0,510317	0,822114	0,241638	0,377693	0,3096655	1,22	var
2	0,268679	0,444421	0,179633	0,29287	0,2362515	1,24	var
1	0,089046	0,151551	0,089046	0,151551	0,1202985	1,26	var

Tablolar incelendiğinde 7 katlı yapı için X yönünde burulma düzensizliği oluşmaz iken Y yönünde oluştuğu görülmüştür.

g) Göreli Kat Ötelemelerinin Değerlendirilmesi

Tablo 59.X yönünde deprem EX+

K	di(max)	Δi(max)	δi(max)	hi (cm)	λ	λx,δi(max)/hi	durum
7	3,001868	0,485299	3,882392	300	0,287	0,003714155	iyi
6	2,516569	0,512517	4,100136	300	0,287	0,003922463	iyi
5	2,004052	0,52378	4,19024	300	0,287	0,004008663	iyi
4	1,480272	0,508444	4,067552	300	0,287	0,003891291	iyi
3	0,971828	0,4538	3,6304	300	0,287	0,003473083	iyi
2	0,518028	0,348965	2,79172	300	0,287	0,002670745	iyi
1	0,169063	0,169063	1,352504	300	0,287	0,001293895	iyi

Tablo 60.Y yönünde deprem EY+

K	di(max)	Δi(max)	δi(max)	hi (cm)	λ	λx,δi(max)/hi	durum
7	2,557134	0,422086	3,376688	300	0,23	0,002588794	iyi
6	2,135048	0,441425	3,5314	300	0,23	0,002707407	iyi
5	1,693623	0,445063	3,560504	300	0,23	0,00272972	iyi
4	1,24856	0,426446	3,411568	300	0,23	0,002615535	iyi
3	0,822114	0,377693	3,021544	300	0,23	0,002316517	iyi
2	0,444421	0,29287	2,34296	300	0,23	0,001796269	iyi
1	0,151551	0,151551	1,212408	300	0,23	0,000929513	iyi

h) İkincil mertebe

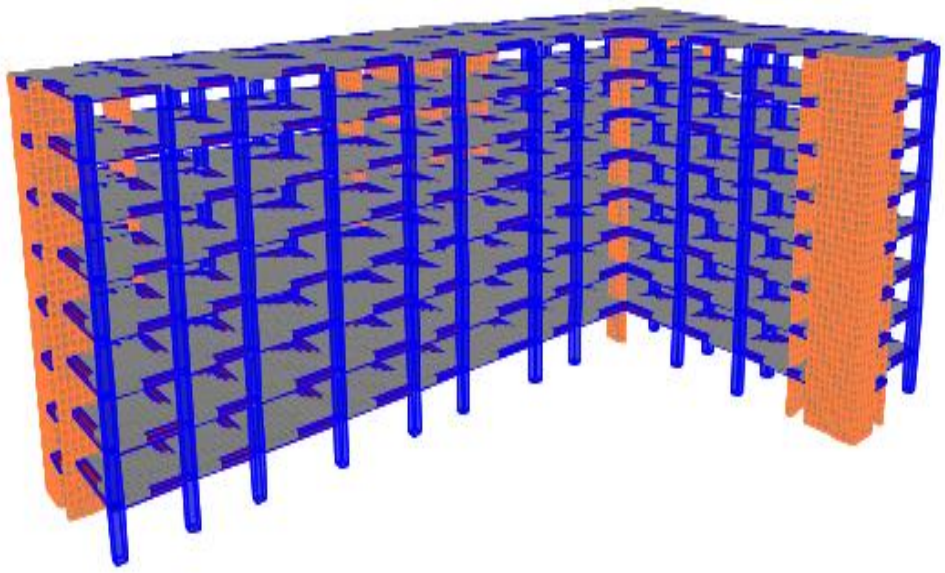
Tablo 61.X yönünde deprem EX+

K	Δi(ort)	mk(KN)	wk(KN)	Vi(KN)	hi(cm)	Θii,i
7	0,4707925	3462,58	33967,9098	3643,800374	300	0,014629266
6	0,496645	4354,04	42713,1324	3927,357036	300	0,032323058
5	0,5070455	4354,04	42713,1324	3272,79753	300	0,061658035
4	0,4917665	4354,04	42713,1324	2618,238024	300	0,101491846
3	0,438685	4354,04	42713,1324	1963,678518	300	0,152522682
2	0,337358	4354,04	42713,1324	1309,119012	300	0,212630097
1	0,164245	4354,04	42713,1324	654,559506	300	0,242766672

Tablo 62.EY+ Y yönünde deprem

K	Δi(ort)	mk(KN)	wk(KN)	Vi(KN)	hi(cm)	Θii,i
7	0,363301	3462,58	33967,9098	4569,209228	300	0,009002707
6	0,375602	4354,04	42713,1324	4924,780221	300	0,001987187
5	0,374308	4354,04	42713,1324	4103,983517	300	0,036298225
4	0,354312	4354,04	42713,1324	3283,186814	300	0,058313835
3	0,3096655	4354,04	42713,1324	2462,39011	300	0,085859431
2	0,2362515	4354,04	42713,1324	1641,593407	300	0,118746777
1	0,1202985	4354,04	42713,1324	820,7967034	300	0,141798178

Bu kısımda şekil 23 de verilen 8 katlı binaya ait değerler Eş değer deprem yükü yöntemine göre hesaplanmış ve analizler sunulmuştur.



Şekil 22.8 Katlı Binanın 3 Boyutlu Görünüş

i) Esdeger deprem yuk

Tablo 63.Eşdeğer deprem yükü yöntemi parametreleri

T_A	T_B	S_{D1}	S_{DS}	T_x	T_y
0.068	0.339	0,483	1,426	1,062	0.95

Tablo 64.Eşdeğer deprem yükü yöntemi parametreleri

$R_a(Tx)$	$R_a(Ty)$	$S_{ae}(Tx)$	$S_{ae}(Ty)$	$S_{ar}(Tx)$	$S_{ar}(Ty)$	M_t(KN)
8	8	0,455	0,508	0,057	0,072	29586,82

Tablo 65. Taban Kesme Kuvveti Tepe Kuvveti

Taban Kesme Kuvveti		Tepe Kuvveti	
$V_{tE}^{(x)}$(KN)	$V_{tE}^{(y)}$(KN)	ΔF_{NX}(KN)	ΔF_{Xy}(KN)
18978,00	22307,744	895,99	1123,55

Tablo 66. Kat kutle

kat	kutle
8	3462,58
7	4354,04
6	4354,04
5	4354,04
4	4354,04
3	4354,04
2	4354,04
1	4354,04
top	33940,86

Tablo 67.X yönünde modal analiz ile bulunan periyodun kat kesme kuvvetleri katlara dağıtılması

kat	hi	Hi	mi	mi Hi	$\frac{mixHi}{\sum mixHi}$	fiex
8	3	24	3462,58	83101,92	0,185147676	4198.88
7	3	21	4354,04	91434,84	0,203713081	3634,102839
6	3	18	4354,04	78372,72	0,174611212	3114,945291

5	3	15	4354,04	65310,6	0,145509344	2595,787742
4	3	12	4354,04	52248,48	0,116407475	2076,630194
3	3	9	4354,04	39186,36	0,087305606	1557,472645
2	3	6	4354,04	26124,24	0,058203737	1038,315097
1	3	3	4354,04	13062,12	0,029101869	519,1575484
		top	33940,86	448841,28	1	18978,00

Tablo 68. X yönünde modal analiz ile bulunan periyodun kat kesme kuvvetleri katlara dağıtılması

kat	hi	Hi	mi	mi Hi	$\frac{mixHi}{\sum mixHi}$	fiey
8	3	24	3462,58	83101,92	0,185147676	5005,963
7	3	21	4354,04	91434,84	0,203713081	4271,716634
6	3	18	4354,04	78372,72	0,174611212	3661,4714
5	3	15	4354,04	65310,6	0,145509344	3051,226167
4	3	12	4354,04	52248,48	0,116407475	2440,980934
3	3	9	4354,04	39186,36	0,087305606	1830,7357
2	3	6	4354,04	26124,24	0,058203737	1220,490467
1	3	3	4354,04	13062,12	0,029101869	610,2452334
		top	33940,86	448841,28	1	22307,744

P) Düzensizliklerin incelemesi

Tablo 69.EX+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi

K	di(min)cm	di(maks)cm	Δi(min)	Δi(max)	Δi(ort)	nbi	Düzensizlik Durumu
8	3,869942	4,115097	0,545686	0,57631	0,560998	1,027294215	yok
7	3,324256	3,538787	0,573388	0,607294	0,590341	1,028717301	yok
6	2,750868	2,931493	0,589613	0,626191	0,607902	1,030085441	yok
5	2,161255	2,305302	0,586576	0,624618	0,605597	1,031408676	yok

4	1,574679	1,680684	0,554129	0,591387	0,572758	1,03252508	yok
3	1,02055	1,089297	0,48288	0,516123	0,4995015	1,033276176	yok
2	0,53767	0,573174	0,363611	0,388801	0,376206	1,033478998	yok
1	0,174059	0,184373	0,174059	0,184373	0,179216	1,028775333	yok

Tablo 70. EY+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi

K	di(min)	di(max)	Δi(min)	Δi(max)	Δi(ort)	nbi	Düzensizlik Durumu
8	2,224206	3,215991	0,350561	0,469682	0,4101215	1,145226476	yok
7	1,873645	2,746309	0,355842	0,48813	0,421986	1,156744537	yok
6	1,517803	2,258179	0,351742	0,494279	0,4230105	1,168479269	yok
5	1,166061	1,7639	0,335582	0,483749	0,4096655	1,180839002	yok
4	0,830479	1,280151	0,303954	0,450342	0,377148	1,194072354	yok
3	0,526525	0,829809	0,254052	0,388572	0,321312	1,20932925	yok
2	0,272473	0,441237	0,184209	0,293719	0,238964	1,229134932	var
1	0,088264	0,147518	0,088264	0,147518	0,117891	1,251308412	var

Tablolar incelendiğinde 8 katlı yapı için X yönünde burulma düzensizliği oluşmaz iken Y yönünde oluştuğu görülmüştür.

j) Göreli Kat Ötelemelerinin Değerlendirilmesi

Tablo 71. EX+ yönünde deprem

K	di(max)	Δi(max)	δi(max)	hi (cm)	λ	λx,δi(max)/hi	durum
8	4,115097	0,57631	4,61048	300	0,36	0,005532576	iyi
7	3,538787	0,607294	4,858352	300	0,36	0,005830022	iyi
6	2,931493	0,626191	5,009528	300	0,36	0,006011434	iyi
5	2,305302	0,624618	4,996944	300	0,36	0,005996333	iyi
4	1,680684	0,591387	4,731096	300	0,36	0,005677315	iyi
3	1,089297	0,516123	4,128984	300	0,36	0,004954781	iyi

2	0,573174	0,388801	3,110408	300	0,36	0,00373249	iyi
1	0,184373	0,184373	1,474984	300	0,36	0,001769981	iyi

Tablo 72.EY+ yönünde deprem

K	di(max)	Δi(max)	δi(max)	hi (cm)	λ	λx,δi(max)/hi	durum
8	3,215991	0,469682	3,757456	300	0,36	0,004508947	iyi
7	2,746309	0,48813	3,90504	300	0,36	0,004686048	iyi
6	2,258179	0,494279	3,954232	300	0,36	0,004745078	iyi
5	1,7639	0,483749	3,869992	300	0,36	0,00464399	iyi
4	1,280151	0,450342	3,602736	300	0,36	0,004323283	iyi
3	0,829809	0,388572	3,108576	300	0,36	0,003730291	iyi
2	0,441237	0,293719	2,349752	300	0,36	0,002819702	iyi
1	0,147518	0,147518	1,180144	300	0,36	0,001416173	iyi

g) İkincil mertebe

Tablo 73.EX+ yönünde deprem

K	Δi(ort)	mk(KN)	wk(KN)	Vi(KN)	hi(cm)	Θii,i
8	0,560998	3462,58	33967,91	3302,91	300	0,019231463
7	0,590341	4354,04	42713,132	3634,1	300	0,041521448
6	0,607902	4354,04	42713,132	3114,95	300	0,07766852
5	0,605597	4354,04	42713,132	2595,79	300	0,126065391
4	0,572758	4354,04	42713,132	2076,63	300	0,188305948
3	0,499502	4354,04	42713,132	1557,47	300	0,264623996
2	0,376206	4354,04	42713,132	1038,32	300	0,350544043

1	0,179216	4354,04	42713,132	519,158	300	0,383131802

Tablo 74. EY yönünde deprem

K	Δi(ort)	mk(KN)	wk(KN)	Vi(KN)	hi(cm)	Θii,i
8	0,410122	3462,58	33967,9098	3882,4135	300	0,011960747
7	0,421986	4354,04	42713,1324	4271,7166	300	0,025250057
6	0,423011	4354,04	42713,1324	3661,4714	300	0,045978774
5	0,409666	4354,04	42713,1324	3051,2262	300	0,072549818
4	0,377148	4354,04	42713,1324	2440,9809	300	0,105487126
3	0,321312	4354,04	42713,1324	1830,7357	300	0,1448152
2	0,238964	4354,04	42713,1324	1220,4905	300	0,189427981
1	0,117891	4354,04	42713,1324	610,24523	300	0,214410896

4.2. Örnek Betonarme Yapının EUROCOD-8'e Göre Tasarımı

Bu bölümde, farklı yüksekliklerdeki (5, 6, 7 ve 8 katlı) betonarme yapıların Eurocode-8'e göre tasarımı ve analiz süreçleri açıklanmaktadır. Tasarım, yapının dinamik davranışını ve sismik etkiler altındaki performansını değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, eşdeğer deprem yükü yöntemi düzensizliklerin kontrol edilmesi, etkin göreli kat ötelenmelerinin incelenmesi ve ikinci mertebe etkilerinin değerlendirilmesi gibi temel aşamalar izlenmiştir. Çalışma boyunca SAP2000 yazılımı kullanılarak tüm analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar sistematik bir şekilde raporlanmıştır.

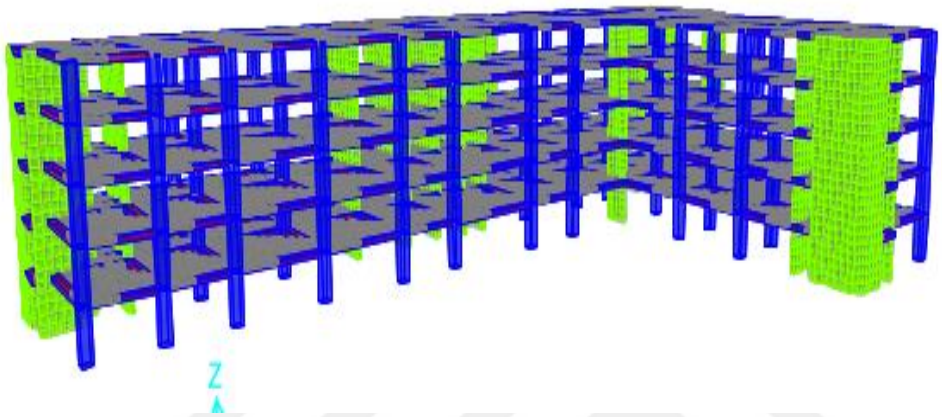
Yapılan Çalışma ve Kullanılan Yöntemler

Her bir bina için aşağıdaki adımlar izlenmiştir:

Eşdeğer Deprem Kuvvetlerinin Hesabı: İlk olarak, her yapı için eşdeğer deprem yükü yöntemi uygulanmış ve her katta oluşan deprem kuvvetleri hesaplanmıştır.Düzensizliklerin İncelenmesi: Yapılarda düzensizlik (, A1 düzensizliği) varlığı kontrol edilmiştir. Bunun için EX+ ve EY+ yönlerindeki

maksimum ve minimum deplasmanlar karşılaştırılmıştır.Etkin Göreli Kat Ötelenmelerinin İncelenmesi: Her katta etkin göreli kat ötelenmeleri hesaplanmış ve Eurocode-8 sınır değerleriyle karşılaştırılmıştır.İkinci Mertebe Etkilerinin Değerlendirilmesi: P-Delta etkileri analiz edilerek, yapının stabilitesi ve güvenliği değerlendirilmiştir.

Bu bölümde şekil 24'de verilen 5 katlı binaya ait değerler Eurocode 8 göre hesaplanmış ve analiz sonuçları sunulmuştur.



Şekil 23.5 Katlı Binanın 3 Boyutlu Görünüşü

4.2.1.Eşdeğer Deprem Kuvvetlerin Hesabı

Tablo 75. Modal analiz yöntemi kullanılarak eşdeğer deprem yükü yöntemi

Yapı Davranış Katsayısı	q=5,85
Bina Önem Katsayısı	I = 1
Zemin sınıfı	B → S = 1.2 ; TB = 0.15 ; TC = 0.50
Bina Yüksekliği	$H_N = 15\ m$, $H_N = 18\ m$ $H_N = 21\ m$ $H_N = 24\ m$
Deprem Bölgesi	Yüksek deprem bölgesi
λ Katsayısı	Txy < 2*TC = 1,0 s ve Kat sayısı > 2 → 0.85
$S_d(Tx)$	0,155
$S_d(Ty)$	0,185
m_t	20 961,64
Yaklaşık Yöntemle bulunan Periyot	Tx=0,597 : Ty=0,447

F_{bx}	27 92,24
F_{by}	32 335,90

Tablo 76. Modal analiz yöntemi ile hesaplanan kat deprem kuvvetleri

kat	hi	Hi	mi	mi Hi	$\frac{\text{mixHi}}{\sum \text{mixHi}}$	Fiex	fieY
5	3	15	3542,96	53144,4	0,289167	7834,18	9356,256
4	3	12	4354,67	52256,04	0,284333	7703,224	9199,857
3	3	9	4354,67	39192,03	0,21325	5777,418	6899,893
2	3	6	4354,67	26128,02	0,142167	3851,612	4599,929
1	3	3	4354,67	13064,01	0,071083	1925,806	2299,964
			20961,64	183784,5	1	27092,24	32355,9

4.2.2. Düzensizliklerin kontrolü

Tablo 77.EX+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi

K	Dmaks(m)	Dmin(m)	Δi(maks)	Δi(min)	nbi
5	0,030518	0,028408	0,006971	0,006475	1,076602
4	0,023547	0,021933	0,007383	0,006858	1,076553
3	0,016164	0,015075	0,007155	0,00665	1,07594
2	0,009009	0,008425	0,005926	0,005515	1,074524
1	0,003083	0,00291	0,003083	0,00291	1,05945

Tablo 78.EY+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi

K	dmaks	dmin	Δi(maks)	Δi(min)	nbi
5	0,019546	0,011977	0,004334	0,002839	1,526594
4	0,015212	0,009138	0,004638	0,002923	1,586726
3	0,010574	0,006215	0,004537	0,002749	1,650418

2	0,006037	0,003466	0,00385	0,002234	1,723366
1	0,002187	0,001232	0,002187	0,001232	1,775162

4.2.3.Etkin Göreli Kat Ötelenmelerinin İncelemesi

Tablo 79.EX+ yönünde deprem

K	h	dmaks	dmin	Δi(min)	dr	dr*v/h
5	3	0,030518	0,028408	0,006475	0,002158	0,00036
4	3	0,023547	0,021933	0,006858	0,002286	0,000381
3	3	0,016164	0,015075	0,00665	0,002217	0,000369
2	3	0,009009	0,008425	0,005515	0,001838	0,000306
1	3	0,003083	0,00291	0,00291	0,00097	0,000162

Tablo 80.EY+ yönünde deprem

K	h	dmaks	dmin	Δi(min)	dr	dr*v/h
5	3	0,019546	0,011977	0,002839	0,000946	0,000158
4	3	0,015212	0,009138	0,002923	0,000974	0,000162
3	3	0,010574	0,006215	0,002749	0,000916	0,000153
2	3	0,006037	0,003466	0,002234	0,000745	0,000124
1	3	0,002187	0,001232	0,001232	0,000411	6,84E-05

4.2.4.İkincil Mertebe Etkilerinin İncelemesi

Tablo 81.EX+ yönünde deprem

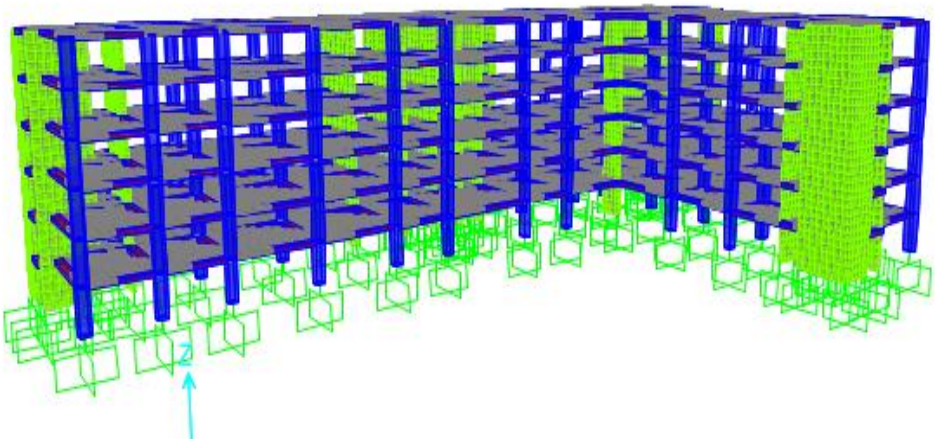
k	h	dr	mi	Ptot	Vtot	Ptot*dr	Vtot*hi	θ
5	3	0,00216	3542,96	34756,44	9356,26	75,00439	28068,77	0,002672
4	3	0,00229	4354,67	42719,31	9199,86	97,65635	27599,57	0,003538
3	3	0,00222	4354,67	42719,31	6899,89	94,70872	20699,68	0,004575
2	3	0,00184	4354,67	42719,31	4599,93	78,5181	13799,79	0,00569

1	3	0,00097	4354,67	42719,31	2299,96	41,43773	6899,892	0,006006

Tablo 82.EY+ yönünde deprem

k	h	dr	mi	Ptot	Vtot	Ptot*dr	Vtot*hi	θ
5	3	0,00216	3542,96	34756,44	9356,26	75,07391	28068,78	0,002675
4	3	0,00229	4354,67	42719,31	9199,86	97,82723	27599,58	0,003545
3	3	0,00222	4354,67	42719,31	6899,89	94,83687	20699,67	0,004582
2	3	0,00184	4354,67	42719,31	4599,93	78,60354	13799,79	0,005696
1	3	0,00097	4354,67	42719,31	2299,96	41,43773	6899,88	0,006006

Bu bölümde şekil 25'de verilen 6 katlı binaya ait değerler Eurocode 8 göre hesaplanmış ve analiz sonuçları sunulmuştur.



Şekil 244.6 Katlı Binanın 3 Boyutlu Görünüşü

Tablo 83. Esdeğer deprem parametreleri

$S_d(Tx)$	0,103
$S_d(Tx)$	0,132
T	0,90 ve 0,69
Mt	25316,31

F_{bx}	27743,31
F_{by}	27865,21

Tablo 84. Modal analiz yöntemi kullanılarak eşdeğer deprem yükü yöntemi

kat	hi	Hi	mi	mi Hi	$\frac{\text{mixHi}}{\sum \text{mixHi}}$	fiex	fieY
6	3	18	3542,96	10628,88	0,139948	3882,613	3899,673
5	3	15	4354,67	13064,01	0,17201	4772,139	4793,107
4	3	12	4354,67	13064,01	0,17201	4772,139	4793,107
3	3	9	4354,67	13064,01	0,17201	4772,139	4793,107
2	3	6	4354,67	13064,01	0,17201	4772,139	4793,107
1	3	3	4354,67	13064,01	0,17201	4772,139	4793,107
			25316,31	75948,93	1	27743,31	27865,21

Düzensizliklerin kontrol

Tablo 85.EX+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi

K	Dmaks(m)	Dmin(m)	Δi(maks)	Δi(min)	nbi
6	0,096504	0,092389	0,017428	0,016814	1,036517
5	0,079076	0,075575	0,018459	0,017724	1,041469
4	0,060617	0,057851	0,018789	0,017962	1,046042
3	0,041828	0,039889	0,01793	0,017068	1,050504
2	0,023898	0,022821	0,01531	0,014547	1,052451
1	0,008588	0,008274	0,008588	0,008274	1,03795

Tablo 86. EY+ depremi için A1 düzensizliğinin incelenmesi

K	dmaks	dmin	Δi(maks)	Δi(min)	nbi
6	0,066475	0,047508	0,011868	0,009122	1,30103
5	0,054607	0,038386	0,01269	0,009335	1,3594
4	0,041917	0,029051	0,012793	0,009172	1,394788
3	0,029124	0,019879	0,01212	0,008523	1,422034
2	0,017004	0,011356	0,01056	0,007234	1,459773
1	0,006444	0,004122	0,006444	0,004122	1,563319

Etkin Göreli Kat Ötelenmelerinin İncelemesi

Tablo 87.EX+ yönünde deprem

K	h	dmaks	dmin	Δi(min)	dr	dr*v/h
6	3	0,096504	0,092389	0,016814	0,005605	0,000934
5	3	0,079076	0,075575	0,017724	0,005908	0,000985
4	3	0,060617	0,057851	0,017962	0,005987	0,000998
3	3	0,041828	0,039889	0,017068	0,005689	0,000948
2	3	0,023898	0,022821	0,014547	0,004849	0,000808
1	3	0,008588	0,008274	0,008274	0,002758	0,00046

Tablo 88.EY+ yönünde deprem

K	h	dmaks	dmin	Δi(min)	dr	dr*v/h
6	3	0,066475	0,047508	0,009122	0,003041	0,000507
5	3	0,054607	0,038386	0,009335	0,003112	0,000519
4	3	0,041917	0,029051	0,009172	0,003057	0,00051
3	3	0,029124	0,019879	0,008523	0,002841	0,000474
2	3	0,017004	0,011356	0,007234	0,002411	0,000402

1	3	0,006444	0,004122	0,004122	0,001374	0,000229

İkincil Mertebe Etkilerinin İncelemesi

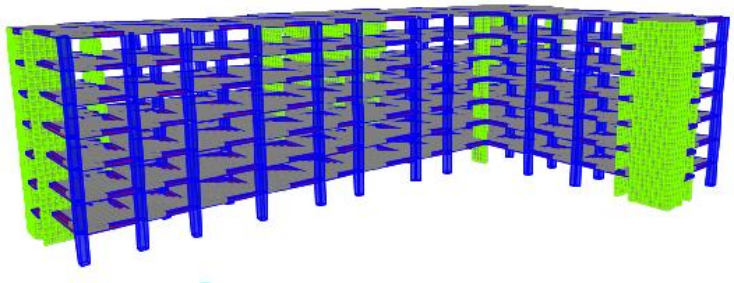
Tablo 89.EX+ yönünde deprem

k	h	dr	mi	Ptot	Vtot	Ptot*dr	Vtot*hi	o
6	3	0,005605	3542,96	34756,44	5465,45	194,8098	16396,35	0,011881
5	3	0,005908	4354,67	42719,31	6717,612	252,3857	20152,84	0,012524
4	3	0,005987	4354,67	42719,31	6717,612	255,7605	20152,84	0,012691
3	3	0,005689	4354,67	42719,31	6717,612	243,0302	20152,84	0,012059
2	3	0,004849	4354,67	42719,31	6717,612	207,1459	20152,84	0,010279
1	3	0,002758	4354,67	42719,31	6717,612	117,8199	20152,84	0,005846

Tablo 90.EY+ yönünde deprem

k	h	dr	mi	Ptot	Vtot	Ptot*dr	Vtot*hi	o
6	3	0,003041	3542,96	34756,44	5465,45	105,6943	16396,35	0,006446
5	3	0,003112	4354,67	42719,31	6717,612	132,9425	20152,84	0,006597
4	3	0,003057	4354,67	42719,31	6717,612	130,5929	20152,84	0,00648
3	3	0,002841	4354,67	42719,31	6717,612	121,3656	20152,84	0,006022
2	3	0,002411	4354,67	42719,31	6717,612	102,9963	20152,84	0,005111
1	3	0,001374	4354,67	42719,31	6717,612	58,69634	20152,84	0,002913

Bu bölümde şekil 26'de verilen 7 katlı binaya ait değerler Eurocode 8 göre hesaplanmış ve analiz sonuçları sunulmuştur.



Şekil 25.7 Katlı Binanın 3 Boyutlu Görünüşü

Yaklaşık yöntem kullanılarak eşdeğer deprem yükü yöntemi

Tablo 91. Esdeger parametreleri

$S_d(Tx)$	0,094
$S_d(Tx)$	0,121
T	0,984 ve 0,765
Mt	29586,82
F_{bx}	23190,71
F_{by}	29851,87

Tablo 92. Modal analiz yöntemi kullanılarak eşdeğer deprem yükü yöntemi

kat	hi	Hi	mi	mi Hi	$\frac{mixHi}{\sum mixHi}$	fiex	fieY
7	3	21	3462,58	10387,74	0,117031	2714,036	3493,599
6	3	18	4354,04	13062,12	0,147161	3412,779	4393,045
5	3	15	4354,04	13062,12	0,147161	3412,779	4393,045
4	3	12	4354,04	13062,12	0,147161	3412,779	4393,045
3	3	9	4354,04	13062,12	0,147161	3412,779	4393,045
2	3	6	4354,04	13062,12	0,147161	3412,779	4393,045
1	3	3	4354,04	13062,12	0,147161	3412,779	4393,045
				88760,46	1	23190,71	29851,87

Düzensizliklerin kontrol

Tablo 93.EX+ yönünde deprem

K	Dmaks(m)	Dmin(m)	Δi(maks)	Δi(min)	nbi
7	0,118699	0,110657	0,01894	0,017733	1,068065
6	0,099759	0,092924	0,020104	0,018776	1,070729
5	0,079655	0,074148	0,020666	0,019257	1,073168
4	0,058989	0,054891	0,020166	0,018754	1,075291
3	0,038823	0,036137	0,018079	0,016793	1,07658
2	0,020744	0,019344	0,013956	0,012965	1,076437
1	0,006788	0,006379	0,006788	0,006379	1,064117

Tablo 94.EY+ yönünde deprem

K	dmaks	dmin	Δi(maks)	Δi(min)	nbi
7	0,080312	0,053865	0,013089	0,009503	1,377355
6	0,067223	0,044362	0,013757	0,009701	1,418101
5	0,053466	0,034661	0,013948	0,009545	1,461289
4	0,039518	0,025116	0,013431	0,008906	1,508084
3	0,026087	0,01621	0,011948	0,007654	1,561014
2	0,014139	0,008556	0,009303	0,005711	1,628962
1	0,004836	0,002845	0,004836	0,002845	1,699824

Etkin Göreli Kat Ötelenmelerinin İncelemesi

Tablo 95.EX+ yönünde deprem etkin goreli

K	h	dmaks	dmin	Δi(min)	dr	dr*v/h
7	3	0,118699	0,110657	0,017733	0,005911	0,000985
6	3	0,099759	0,092924	0,018776	0,006259	0,001043
5	3	0,079655	0,074148	0,019257	0,006419	0,00107
4	3	0,058989	0,054891	0,018754	0,006251	0,001042
3	3	0,038823	0,036137	0,016793	0,005598	0,000933
2	3	0,020744	0,019344	0,012965	0,004322	0,00072
1	3	0,006788	0,006379	0,006379	0,002126	0,000354

Tablo 96.EY+ yönünde deprem etkin goreli

K	h	dmaks	dmin	Δi(min)	dr	dr*v/h
7	3	0,080312	0,053865	0,009503	0,003168	0,000528
6	3	0,067223	0,044362	0,009701	0,003234	0,000539
5	3	0,053466	0,034661	0,009545	0,003182	0,00053
4	3	0,039518	0,025116	0,008906	0,002969	0,000495
3	3	0,026087	0,01621	0,007654	0,002551	0,000425
2	3	0,014139	0,008556	0,005711	0,001904	0,000317
1	3	0,004836	0,002845	0,002845	0,000948	0,000158

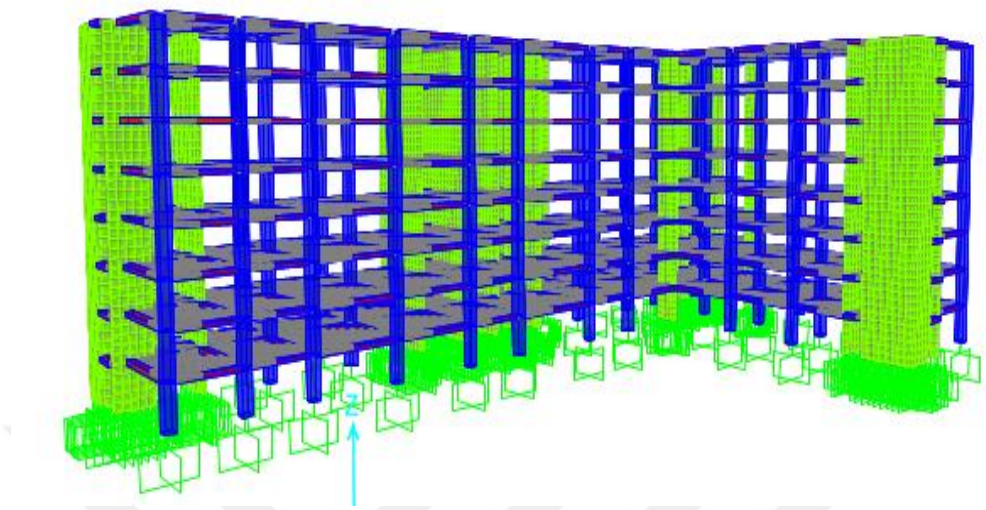
Tablo 97.EY+ yönünde deprem ikincil Mertebe

k	h	dr	mi	Ptot	Vtot	Ptot*dr	Vtot*hi	θ
7	3	0,005911	3462,58	33967,91	5341,453	200,7843	16024,36	0,01253
6	3	0,006259	4354,04	42713,13	6716,639	267,3415	20149,92	0,013268
5	3	0,006419	4354,04	42713,13	6716,639	274,1756	20149,92	0,013607
4	3	0,006251	4354,04	42713,13	6716,639	266,9998	20149,92	0,013251
3	3	0,005598	4354,04	42713,13	6716,639	239,1081	20149,92	0,011866
2	3	0,004322	4354,04	42713,13	6716,639	184,6062	20149,92	0,009162
1	3	0,002126	4354,04	42713,13	6716,639	90,80812	20149,92	0,004507

Tablo 98. EY+ yönünde deprem ikincil Mertebe

k	h	dr	mi	Ptot	Vtot	Ptot*dr	Vtot*hi	o
7	3	0,003168	3462,58	33967,91	5341,453	107,6103	16024,36	0,006715
6	3	0,003234	4354,04	42713,13	6716,639	138,1343	20149,92	0,006855
5	3	0,003182	4354,04	42713,13	6716,639	135,9132	20149,92	0,006745
4	3	0,002969	4354,04	42713,13	6716,639	126,8153	20149,92	0,006294
3	3	0,002551	4354,04	42713,13	6716,639	108,9612	20149,92	0,005408
2	3	0,001904	4354,04	42713,13	6716,639	81,3258	20149,92	0,004036
1	3	0,000948	4354,04	42713,13	6716,639	40,49205	20149,92	0,00201

Bu bölümde şekil 27'de verilen 8 katlı binaya ait değerler Eurocode 8 göre hesaplanmış ve analiz sonuçları sunulmuştur



Şekil 26.8 Katlı Binanın 3 Boyutlu Görünüşü

Tablo 99. Kat kütlesi

kat	kutle
8	3462,58
7	4354,04
6	4354,04
5	4354,04
4	4354,04
3	4354,04
2	4354,04
1	4354,04
top	33940,86

Tablo 100. Modal analiz yöntemi kullanılarak eşdeğer deprem yükü yöntemi

kat	hi	Hi	mi	mi Hi	$\frac{mixHi}{\sum mixHi}$	fiex	fieY
8	3	24	3462,58	10387,74	0,102018	2223,2	2800,654
7	3	21	4354,04	13062,12	0,128283	2795,574	3521,698
6	3	18	4354,04	13062,12	0,128283	2795,574	3521,698
5	3	15	4354,04	13062,12	0,128283	2795,574	3521,698
4	3	12	4354,04	13062,12	0,128283	2795,574	3521,698
3	3	9	4354,04	13062,12	0,128283	2795,574	3521,698
2	3	6	4354,04	13062,12	0,128283	2795,574	3521,698
1	3	3	4354,04	13062,12	0,128283	2795,574	3521,698
				101822,6	1	21792,22	27452,54

Tablo101.Eşdeğer deprem parametreleri

$S_d(Tx)$	0,185
$S_d(Tx)$	0,185
T	0,542
Mt	33940,86
F_{bx}	48112,696
F_{by}	48112,696

Düzensizliklerin kontrol

Tablo 102.EX+ yönünde deprem

K	dmaks	dmin	Δi(maks)	Δi(min)	nbi
8	0,175775	0,164592	0,024207	0,022839	1,059898
7	0,151568	0,141753	0,025646	0,024121	1,063223
6	0,125922	0,117632	0,026616	0,024958	1,066432
5	0,099306	0,092674	0,026711	0,024972	1,069638

4	0,072595	0,067702	0,025423	0,023711	1,072203
3	0,047172	0,043991	0,022288	0,020753	1,073965
2	0,024884	0,023238	0,016857	0,01569	1,074379
1	0,008027	0,007548	0,008027	0,007548	1,063461

Tablo 103.EY+ yönünde deprem

K	dmaks	dmin	Δi(maks)	Δi(min)	nbi
8	0,12304	0,085375	0,017699	0,013313	1,329452
7	0,105341	0,072062	0,018485	0,013558	1,363402
6	0,086856	0,058504	0,018826	0,013457	1,398975
5	0,06803	0,045047	0,018524	0,01289	1,437083
4	0,049506	0,032157	0,01733	0,01172	1,478669
3	0,032176	0,020437	0,015018	0,009833	1,527306
2	0,017158	0,010604	0,011402	0,007156	1,593348
1	0,005756	0,003448	0,005756	0,003448	1,669374

Etkin Göreli Kat Ötelenmelerinin İncelemesi

Tablo 104. EX+ yönünde deprem etkin goreli otelenmelerin

K	h	dmaks	dmin	Δi(min)	dr	dr*v/h
8	3	0,175775	0,164592	0,022839	0,007613	0,001269
7	3	0,151568	0,141753	0,024121	0,00804	0,00134
6	3	0,125922	0,117632	0,024958	0,008319	0,001387
5	3	0,099306	0,092674	0,024972	0,008324	0,001387
4	3	0,072595	0,067702	0,023711	0,007904	0,001317

3	3	0,047172	0,043991	0,020753	0,006918	0,001153
2	3	0,024884	0,023238	0,01569	0,00523	0,000872
1	3	0,008027	0,007548	0,007548	0,002516	0,000419

Tablo 105. EY+ yönünde deprem etkin goreli otelenmelerin

K	h	dmaks	dmin	Δi(min)	dr	dr*v/h
8	3	0,12304	0,085375	0,013313	0,004438	0,00074
7	3	0,105341	0,072062	0,013558	0,004519	0,000753
6	3	0,086856	0,058504	0,013457	0,004486	0,000748
5	3	0,06803	0,045047	0,01289	0,004297	0,000716
4	3	0,049506	0,032157	0,01172	0,003907	0,000651
3	3	0,032176	0,020437	0,009833	0,003278	0,000546
2	3	0,017158	0,010604	0,007156	0,002385	0,000398
1	3	0,005756	0,003448	0,003448	0,001149	0,000192

İkincil Mertebe Etkilerinin İncelemesi

Tablo 106. EX+ yönünde deprem ikincil mertebe incelemesi

k	h	dr	mi	Ptot	Vtot	Ptot*dr	Vtot*hi	o
8	3	0,007613	3462,58	33967,91	4908,363	258,5977	14725,09	0,017562
7	3	0,00804	4354,04	42713,13	6172,048	343,4136	18516,14	0,018547
6	3	0,008319	4354,04	42713,13	6172,048	355,3305	18516,14	0,01919
5	3	0,008324	4354,04	42713,13	6172,048	355,5441	18516,14	0,019202
4	3	0,007904	4354,04	42713,13	6172,048	337,6046	18516,14	0,018233
3	3	0,006918	4354,04	42713,13	6172,048	295,4894	18516,14	0,015958

2	3	0,00523	4354,04	42713,13	6172,048	223,3897	18516,14	0,012065
1	3	0,002516	4354,04	42713,13	6172,048	107,4662	18516,14	0,005804

Tablo 107.EY+ yönünde deprem ikincil mertebe incelemesi

k	h	dr	mi	Ptot	Vtot	Ptot*dr	Vtot*hi	o
8	3	0,004438	3462,58	33967,91	4908,363	150,7496	14725,09	0,010238
7	3	0,004519	4354,04	42713,13	6172,048	193,0206	18516,14	0,010424
6	3	0,004486	4354,04	42713,13	6172,048	191,6111	18516,14	0,010348
5	3	0,004297	4354,04	42713,13	6172,048	183,5383	18516,14	0,009912
4	3	0,003907	4354,04	42713,13	6172,048	166,8802	18516,14	0,009013
3	3	0,003278	4354,04	42713,13	6172,048	140,0136	18516,14	0,007562
2	3	0,002385	4354,04	42713,13	6172,048	101,8708	18516,14	0,005502
1	3	0,001149	4354,04	42713,13	6172,048	49,07739	18516,14	0,002651

BEŞİNCİ BÖLÜM

ELDE EDİLEN SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

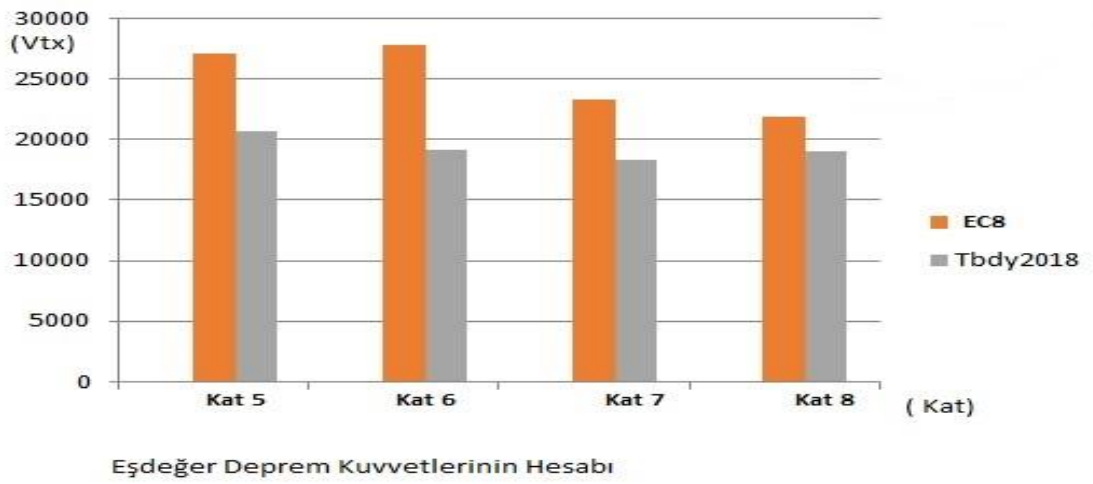
Bu bölümde, farklı yüksekliklerdeki binalar için TBDY-2018 ve Eurocode-8 normlarına göre elde edilen sonuçlar karşılaştırılmaktadır. Sonuçlar, taban kesme kuvvetleri, moment değerleri, kat deplasmanları gibi temel parametreler açısından her iki norm arasındaki farkları daha ayrıntılı incelemeyi sağlayan tablolar halinde sunulmuştur.

5.1.Taban kesme kuvveti

Tablo 114. Taban kesme kuvveti

Kat	Standart	**Vtx (kN)**	**Vty (kN)**	**Fbx (kN)**	**Fby (kN)**
5 Kat	Tbdy2018	20651,575	27338,752	-	-
	Eurocode8	-	-	27 92,24	32 335,90
6 Kat	Tbdy2018	19123,181	25332,006	-	-
	Eurocode8	-	-	27743,31	27865,21
7 Kat	Tbdy2018	18285,542	22929,49	-	-
	Eurocode8	-	-	23190,71	29851,87
8 Kat	Tbdy2018	18978	22307,744	-	-
	Eurocode8	-	-	21792,22	27452,54

Tablo incelendiğinde modellere ait Taban kesme kuvvetleri Eurocode 8'e göre tasarımlarda daha büyük çıktığı anlaşılmaktadır.



Şekil 27. Eşdeğer deprem yükü

Yukarıdaki grafik, farklı kat yüksekliklerine sahip (5, 6, 7 ve 8 katlı) betonarme binalar için Eurocode 8 (EC8) ve TBDY 2018 standartlarına göre hesaplanan eşdeğer deprem kuvvetlerinin karşılaştırmasını göstermektedir. Sonuçlar, EC8'e göre hesaplanan deprem kuvvetlerinin genellikle TBDY 2018'e göre daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Bu farklılık, her iki standardın elastik tepki spektrumlarındaki, sismik yük varsayımlarındaki ve standartlara özgü katsayılardaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Bu durum, yapıların deprem tasarımında yerel koşulların ve metodolojik yaklaşımların dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır.

5.2.Moment Değerleri

Tablo 115.5 katlı Binaya Ait Moment Değerleri

Kat	Tbdy2018	Eurocode8
5	40,4807	71,1779
4	66,5195	121,0994
3	117,1998	216,495
2	148,7118	274,9016
1	359,8209	675,699

Tablo 116.6 katlıBinaya Ait Moment Değerleri

Kat	Tbdy2018	Eurocode 8
6	40,3521	207,0964
5	55,7042	247,6015
4	87,2814	359,5168
3	129,8383	514,5434
2	152,9055	605,9049
1	356,3829	1983,994

Tablo 117.7 katli Binaya Ait Moment Değerleri

kat	Tbdy2018	Eurocode 8
7	57,727	214,820
6	64,7982	243,469
5	91,8748	352,917
4	121,9335	476,233
3	161,3433	638,071
2	181,6089	722,293
1	357,8775	1439,734

Tablo 118.8 Katlı Binaya Ait Moment Değerleri

Kat	Tbdy2018	Eurocode8
8	71,7618	287,6031
7	72,9044	292,6813
6	96,3089	394,8138
5	122,987	513,8922
4	153,124	649,0584
3	190,8347	818,1837
2	208,8	900,0785
1	386,1087	1684,715

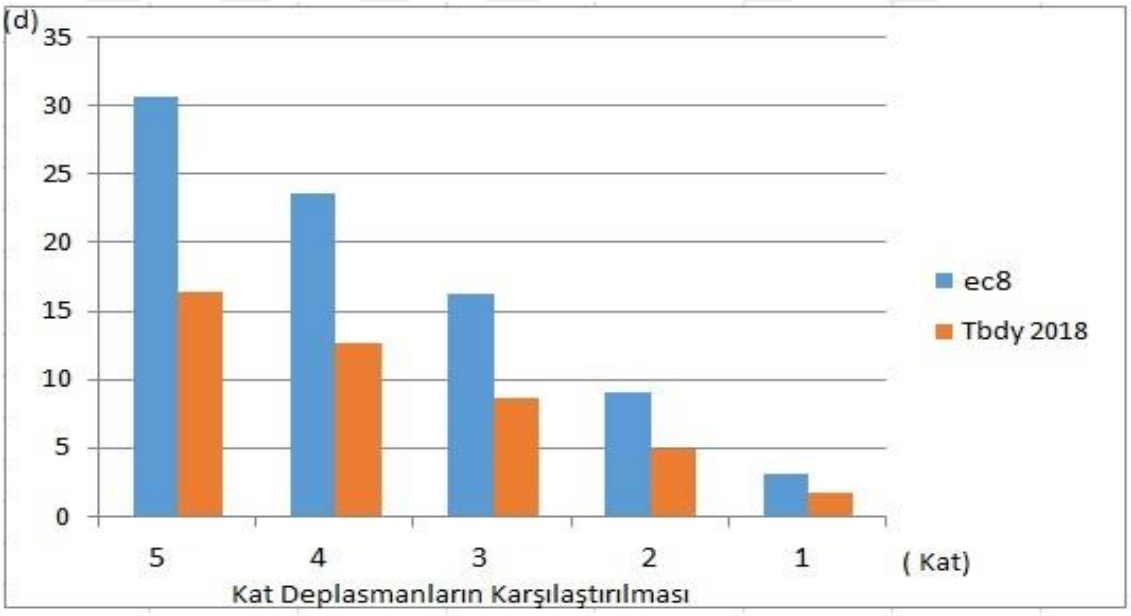
Tablolar incelendiğinde modellere ait moment değerlerinin Eurocode 8'e göre tasarımlarda daha büyük çıktığı anlaşılmaktadır.

5.3.Kat deplasmanlarının Karsılaştırılması

2018 Türk Bina Deprem YönetmeliğiveEurocode 8'e göre gerçekleştirilen analizler sonucunda, depremin (EX+) ve (EY+) olmak üzere iki dik doğrultusundaki ek eksantriklik etkileri göz önünde bulundurularak katların maksimum deplasmandeğerleri sunulmuştur. Bu karşılaştırmanın sonuçları sırasıyla Tablo 118, Tablo 119, Tablo 120 ve Tablo 121'de sunulmuştur.

Tablo 119. EX+ maksimum deplasman değerleri (5 Katlı)

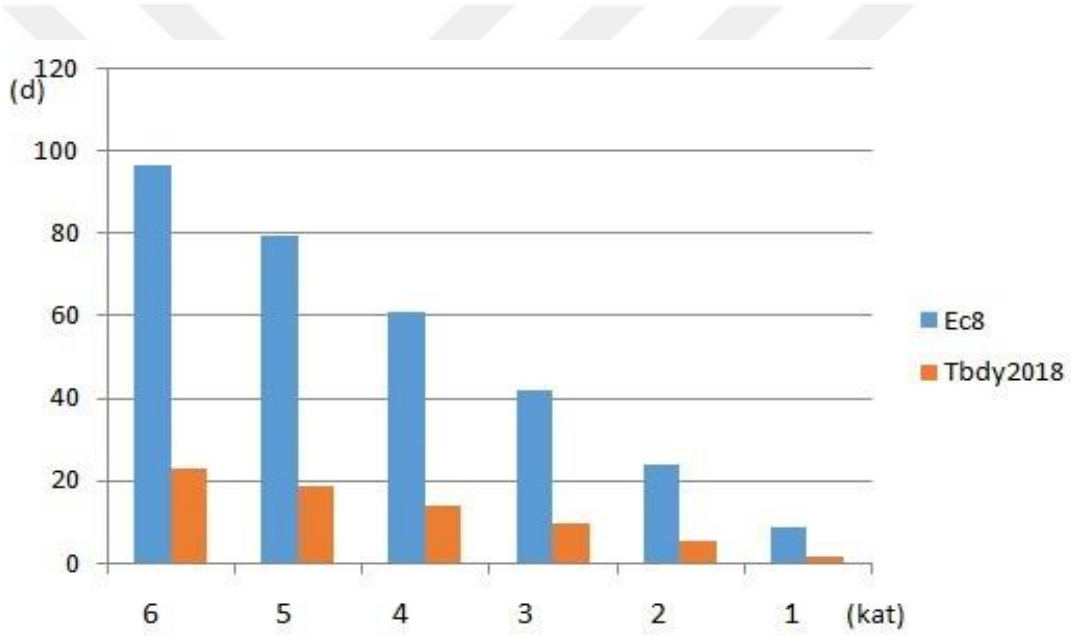
Kat	Tbdy2018(mm)	Eurocode8(mm)
5	16,34	30,52
4	12,59	23,55
3	8,63	16,16
2	4,80	9,01
1	1,64	3,08



Şekil 28. Kat deplasmanların karşılaştırıması

Tablo 120.EX+ maksimum deplasman değerleri (6 Katlı)

Kat	Tbdy2018(mm)	Eurocode8(mm)
6	22,99	96,50
5	18,59	79,08
4	13,95	60,62
3	9,30	41,83
2	5,029	23,90
1	1,66	8,59

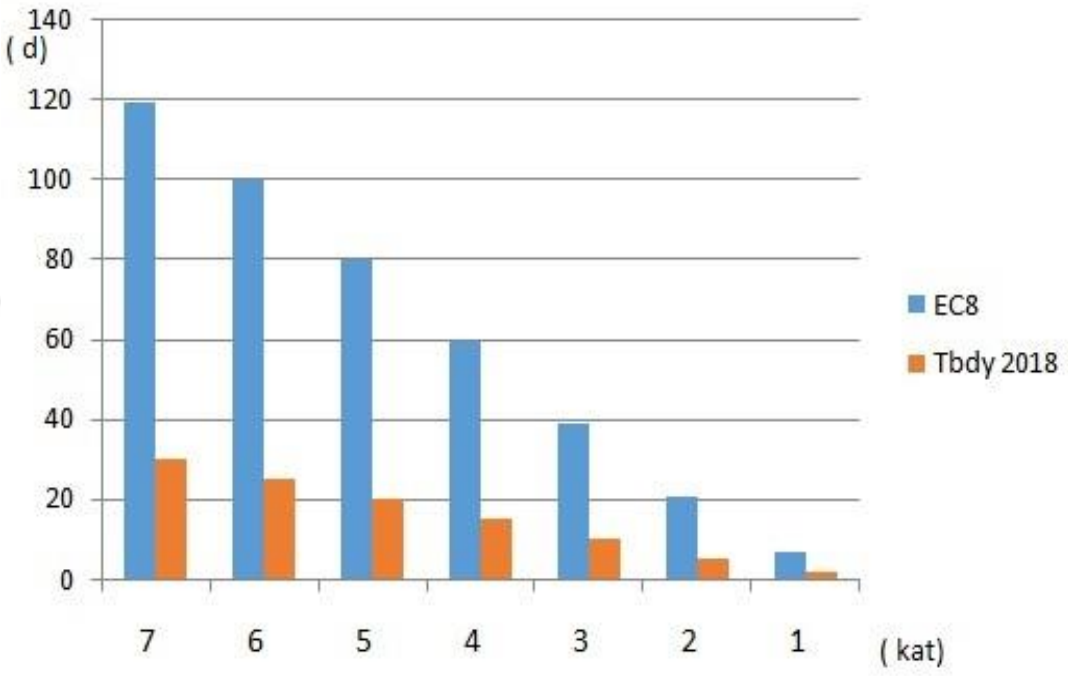


Şekil 29. Kat deplasmanların karşılaştırması

Tablo 121.EX+ maksimum deplasman değerleri (7 Katlı)

Kat	Tbdy2018(mm)	Eurocode8(mm)
7	30,02	118,70
6	25,17	99,76
5	20,04	79,66
4	14,80	58,99

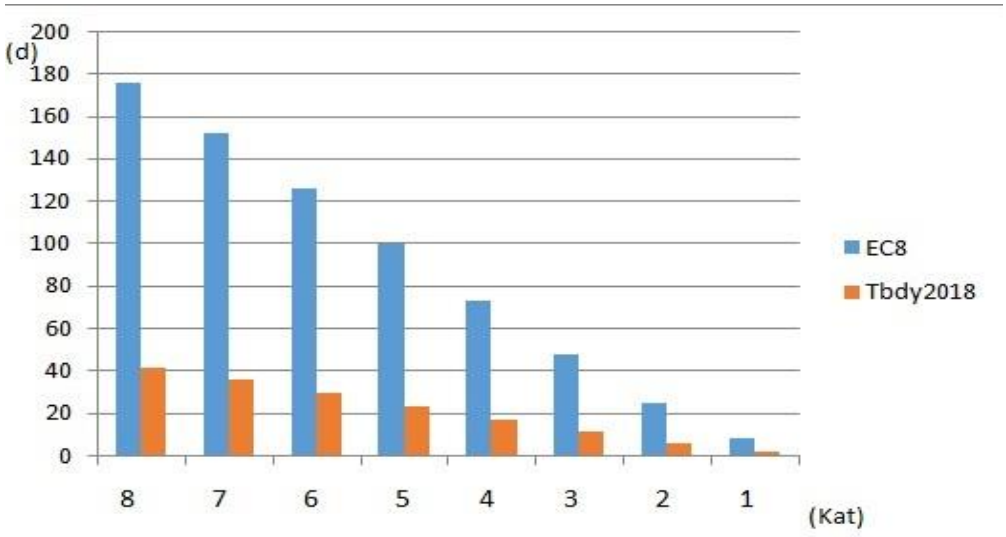
3	9,72	38,82
2	5,18	20,74
1	1,69	6,79



Şekil 29. Kat deplasmanların karşılaştırıması

Tablo 122.EX+ maksimum deplasman değerleri (8 Katlı)

Kat	Tbdy2018(mm)	Eurocode8(mm)
8	41,15	175,78
7	35,39	151,57
6	29,31	125,92
5	23,05	99,31
4	16,80	72,60
3	10,89	47,17
2	5,73	24,88
1	1,84	8,03



Şekil 30. Kat deplasmanların karşılaştırıması

Tablo 123. EY+ maksimum deplasman değerleri (5 Katlı)

Kat	Tbdy2018(mm)	Eurocode8(mm)
5	14,10	19,55
4	10,96	15,21
3	7,62	10,57
2	4,34	6,04
1	1,57	2,19

Tablo 124.EY+ maksimum deplasman değerleri (6 Katlı)

Kat	Tbdy2018(mm)	Eurocode8(mm)
6	19,83	66,48
5	16,05	54,61
4	12,07	41,92
3	8,11	29,12
2	4,47	17,00
1	1,55	6,44

Tablo 125.EY+ maksimum deplasman değerleri (7 Katlı)

Kat	Tbdy2018(mm)	Eurocode8(mm)
7	25,57	80,31
6	21,35	67,22
5	16,94	53,46
4	12,49	39,5
3	8,22	26,087
2	4,44	14,14
1	1,52	4,84

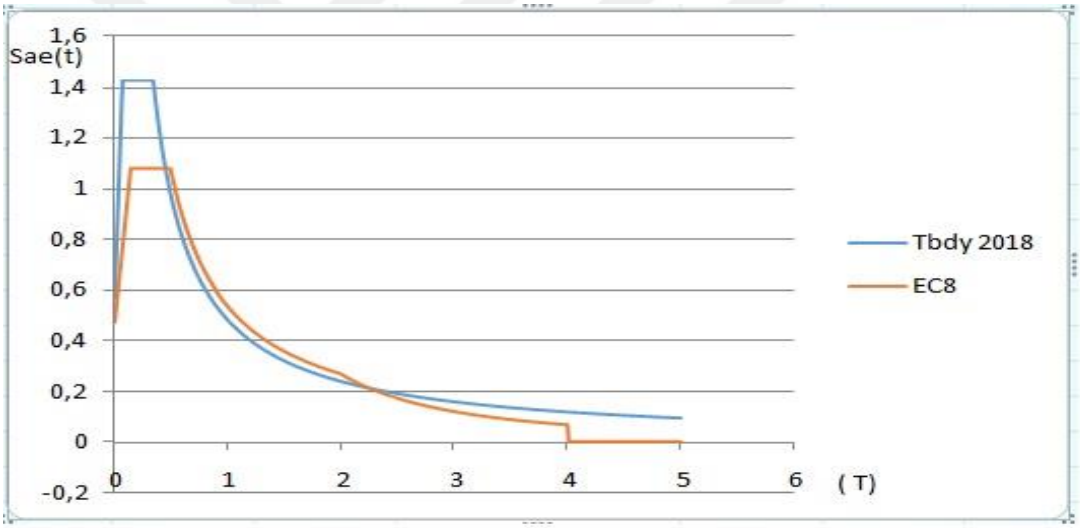
Tablo 126.EY+ maksimum deplasman değerleri (8 Katlı)

Kat	Tbdy2018(mm)	Eurocode8(mm)
8	32,16	123,04
7	27,46	105,34
6	22,58	86,86
5	17,64	68,03
4	12,82	49,51
3	8,30	32,18
2	4,41	17,16
1	1,48	5,76

Tüm tablolar incelendiğinde her iki yön için de deplasman değerlerinin Eurocode 8'e göre tasarımlarda daha büyük çıktığı görülmüştür.

5.4.Yatay elastik tasarım spektrumu

Bu grafikte gördüğünüz, tbdy 2018 (mavi çizgi) ve eurocode 8 (turuncu çizgi) arasındaki Yatay Elastik Tasarım Spektrumu karşılaştırmasını göstermektedir. Yatay eksen, periyodu (t) saniye cinsinden temsil ederken, dikey eksen, yatay elastik tasarım spektral yerdeğiştirmeleri Sde(t) göstermektedirTBDY 2018 yönetmeliği, kısa periyotlar için biraz daha yüksek genliklere sahip bir spektrum sunmaktadır. Bu durum, rijit yapılar için artan deprem kuvvetlerine yol açmaktadırHer iki yönetmelik de daha uzun periyotlar için benzer bir şekilde spektral ivme azalması göstererekBirbirine yaklaşmaktadır TBDY 2018, Türkiye'deki yerel zemin koşulları ve deprem güvenliği gerekliliklerine bağlı olarak özelDüzenlemeler içermektedir. Bu durum, Eurocode 8 ile gözlemlenen farklılıkları açıklayabilir.eurocode-8'de spektrumda hız sabit bölgeden geçiş süresi daha büyüktür



Şekil 31. Sae(t) ec8 ve tbdy 2018

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında, 5, 6, 7 ve 8 katlı betonarme binalar, 2019'da yürürlüğe giren Türkiye Deprem Yönetmeliği (tbdy-2018) ve avrupa deprem yönetmeliği (eurocode-8) hükümleri dikkate alınarak tasarlanmıştır. Binaların incelenmesinde lineer analiz yöntemleri, her iki yönetmelikte belirtilen Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi kullanılarak uygulanmıştır.

Çalışmada ele alınan binanın, Gelişim Üniversitesi A blok'unda yer aldığı ve zemin yüzeyindeki kesilme dalgası hızı (Vs30) değerinin 500 m/s olduğu varsayılmıştır. Bu kriterlere göre, bina Eurocode-8'e göre B tipi, tbdy-2018'e göre ise zc tipi zemin üzerinde kabul edilmiştir. ayrıca, binanın konumuna dayanarak, Türkiye Sismik Risk Haritası verileri kullanılmış ve her iki yönetmelik için, DD2 depremi için belirtilen zemin ivmesi değeri baz alınarak tasarım sismik spektrumları ayrı ayrı belirlenmiştir.

Hesaplama sonuçlarına göre, tbdy-2018'e göre ivme değeri daha yüksek çıkmıştır. Ancak, eurocode-8'de spektrumda hız sabit bölgeden geçiş süresi daha büyüktür. Bu fark, eurocode-8'e göre hesaplanan binanın titreşim periyotlarına göre ivme değerlerinin çok daha yüksek olmasına ve taban kesme kuvvetlerinde belirgin bir artışa yol açmaktadır.

Yapısal düzensizliklerin kontrolü sonuçları, söz konusu binanın tbdy-2018'e göre katlar arasında rijitlik düzensizliği gösterdiğini ortaya koymuştur. x yönünde düzensizlik bulunmazken, y yönünde tüm bina boyunca katlar arasında düzensizlikler gözlemlenmiştir,Bu durumun giderilmesi için, Y yönündeki taşıyıcı elemanların rijitliklerinin artırılması önerilmektedir. Bu bağlamda, kolon ve kiriş kesitlerinin büyütülmesi veya betonarme perdelerin eklenmesi gibi tasarım değişiklikleri yapılabilir. Ayrıca, bu düzensizliklerin bina performansına olan etkisini en aza indirmek amacıyla malzeme kalitesinin artırılması ve bağlantı detaylarının güçlendirilmesi de değerlendirilebilir.Bu sonuçlar, Eşdeğer deprem yükü yöntemi yöntemiyle elde edilen verilerin karşılaştırılması için de değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, incelenen binanın eurocode-8'de belirtilen düzensizliklere bağlı herhangi bir zorluk yaşamadığı sonucuna varılmıştır.

Yapısal modal analiz sonuçları, tbdy-2018 ve eurocode-8 yöntemleriyle hesaplanan titreşim periyotlarının birbirine çok yakın olduğunu göstermektedir. 0,5

saniye ile 1 saniye arasındaki titreşim periyotlarında küçük bir fark bulunurken, binanın yüksekliği arttıkça periyotların daha da uzadığı gözlemlenmiştir. Sonuçlar, hesaplanan periyotların yakın olmasının, binanın genel rijitliği açısından önemli bir fark olmadığını göstermektedir.

Hesaplanan eksenel kuvvetler arasındaki farklar, tbdy-2018 ve eurocode-8 arasında, 5, 6, 7 ve 8 katlı betonarme binalar için hafif bir fark göstermektedir. Genel olarak, eurocode-8'den elde edilen değerler biraz daha yüksek olup, bu fark ortalama olarak %3 ila %5 arasındadır. bu farklar özellikle alt katlarda belirgindir, burada eksenel kuvvetler maksimum değerlerine ulaşmaktadır. bu değişim, her iki yönetmeliğin sismik yükler ve yük kombinasyonlarını tanımlama yöntemlerindeki farklardan kaynaklanmaktadır. Ancak, her iki yönetmelik de genel olarak tutarlı eğilimler sergilemektedir.

Analizler, tbdy -2018 ve Eurocode-8 arasındaki kat yer değiştirmelerinde önemli farklar göstermektedir. Eurocode-8 ile hesaplanan değerler daha yüksektir, bu fark ortalama olarak tbdy -2018'e göre 4 ila 4,5 kat daha fazladır, özellikle daha yüksek binalarda. Bu farklar, eurocode-8'in esneklik ve sismik yükler altındaki dinamik davranış konusunda daha temkinli bir yaklaşımı ifade etmektedir.

Son olarak, momentleri arasındaki farklar da oldukça belirgindir. Eurocode-8 ile hesaplanan momentler sistematik olarak daha yüksektir, bu farklar %75 ile %300 arasında değişmektedir, özellikle alt katlarda. Her ne kadar genel eğilimler her iki yönetmelik arasında tutarlı olsa da, Eurocode-8 daha yüksek moment değerleri sunmakta olup, bu da yapısal elemanlardaki kritik kesitlerin boyutlandırılmasını doğrudan etkilemektedir.

Bina yüksekliği, sismik yük altındaki dinamik davranışı güçlü bir şekilde etkiler. daha yüksek binalar, sismik yüklerden daha fazla etkilenir ve daha yüksek eğilme momentleri ile eksenel kuvvetlere sahip olur, bu da yük altındaki esneklik ve deformasyonun artışıyla tutarlıdır.

tbdy 2018 ve eurocode 8 arasındaki farklar, sismik yük hesaplama metodolojilerindeki, yük kombinasyonlarındaki ve yapıların rijitlik ve esneklik yaklaşımlarındaki farklılıklardan kaynaklanabilir. Eurocode 8, tahminlerinde daha muhafazakar gibi görünmektedir, bu da daha yüksek binalarda daha yüksek momentler ve daha büyük deplasmanların olmasını açıklayabilir.

KAYNAKÇA

Asfuroğlu, N. (2018).Çok katlı çelik binaların itme analizi, *t.c. İstanbul kültür üniversitesi fen bilimleri enstitüsü yüksek lisans tezi, anabilim dalı: inşaat mühendisliği programı:*

Avcı, H. (2023). Betonarme binalarda tbdy 2018 E göre bir güclendirme tasarımının deprem güvenliği hesaplarının irdelenmesi. *T.C. Gebze teknik ünversitesi, fen bilimleri enstitüsü. Yüksek lisans tezi.*

Ermiş, K. (2023). Güçlendirilmiş bir betonarme yapının tbdy 2018 E göre mod toplama töntemi ile incelenmesi. *Iskenderun teknik üniversitesi, lisansüstü eğitim enstitüsü, yüksk lisans tezi.*

Karakaş, Ç. (2022), Mevcut bınaların turkıye bina deprem yönetmelikleri ve eurocode 8'e göre hasar görebiliklerinin irdelenmesi, *tc Pamukkale universitesi, fen bilimleri enstitüsü, inşaat muhensdisligi anabilim dali turkey*

Koçoğlu, N. (2022). Antalya ilinde kaya tipi zemin grubuna sahip olan TDY 2007'E Göre tasarlanmiş betonarme binaların TBDY 2018'E göre değerlendirilmesi. *T.C. Antalya bilim üniversitesi, lisansüstü eğitim enstitüsü, yüksek lisans tezi.*

Mamadou Skouyate (2023).Türk ve avrupa yönetmeliklerinde yer alan tasarım yaklaşımlarının örnek bir binanın tasarımı yapılarak karşılaştırılması, *t.c. pamukkale üniversitesi, fen bilimleri enstitüsü inşaat mühendisliği* anabilim dalı, turkey.

Okarçı, F.(2023). Tbdy 2018 E göre tasarlanan bir veri merkezinin deprem güvenlğinin irdelenmesi. *T.C. Gebze teknik üniversitesi, fen bilimleri enstitüsü. Yüksek lisans tezi.*

Özgören, A. (2019). Planda çikinti düzensizliğine sahip betonarme yapılarıntbdy 2018 vs tdy 2007 ye göre davranışının incelemesi. *İstabul teknik üniversitesi, fen bilimleri enstitüsü, yüksek lisans tezi. yapı, turkey.*

Sağlam, A.B. (2023). Betonarme yüksek bir yapının türkiye bina deprem yönetmeliğine göre tasarım ve performans analizi. *t.c. sakarya uygulamalı bilimler üniversitesi, lisansüstü eğitim enstitüsü, yüksek lisans tezi.*

Sezgin, M. (2022). Düşey düzenizliği bulunan betonarme bir binanın tbd-y 2007 ve tbd-y 2018 esaslarına göre irdelenmesi. *t.c. gebze teknik üniversitesi, fen bilimleri enstitüsü, yüksek lisans tezi.*

Sonmez, M.B. (2023). Betonarme bir yapının tbd-y-2018 ve dbybhy-2007 yönetmeliklerine göre tasarımı. *istanbul teknik üniversitesi, lisansüstü eğitim enstitüsü, yüksek lisans tezi.*

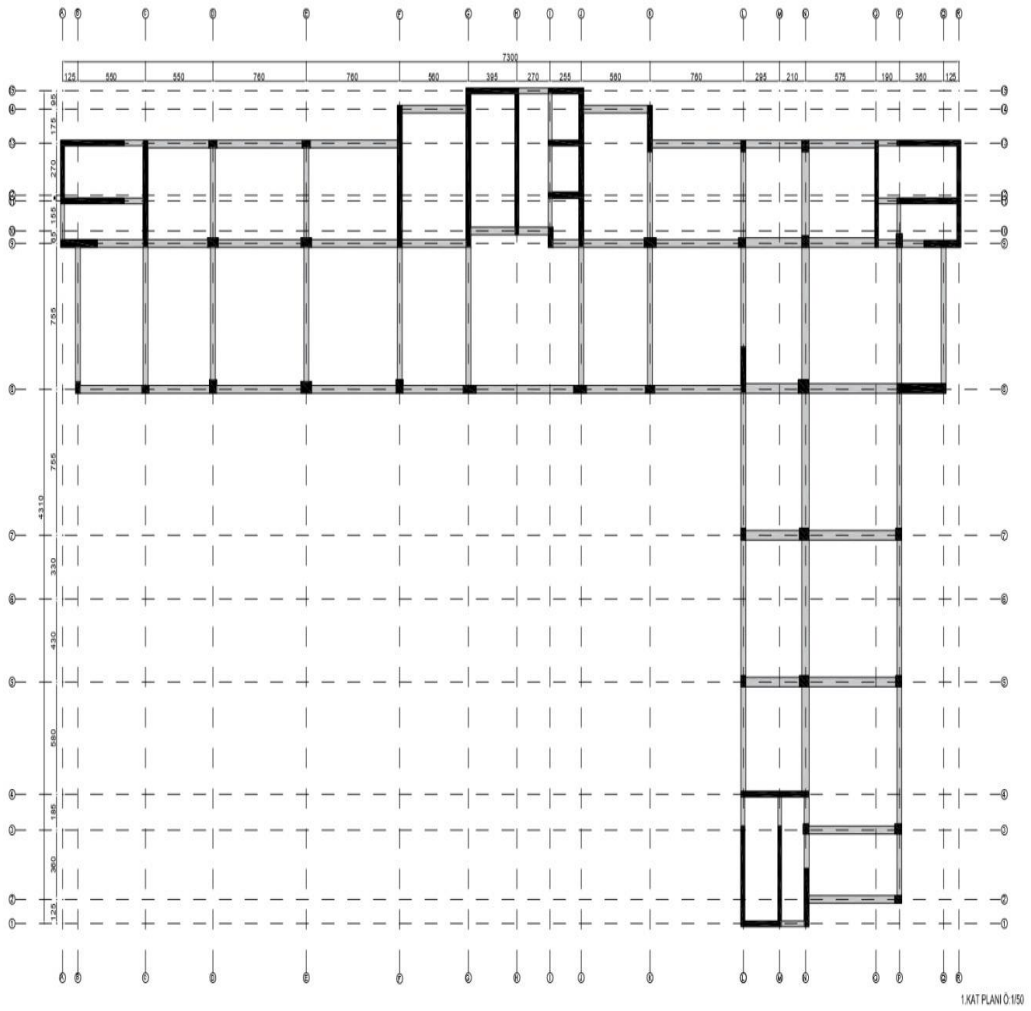
Tazgel, F. (2023) Yeni tasarlanan betonarme bir yapının tbdy 2018 ve tdy 2007 ile karşilaştirilması. *Dicle üniversitesi, fen bilimleri enstitüsü, yüksek lisans tezi.*

Temiz, M.(2022). tbd-y 2018'e göre tasarlanmış planda a1 ve a3 düzensizliği bulunan betonarme bir binanın performans analizi. *bursa teknik üniversitesi, lisansüstü eğitim enstitüsü, yüksek lisans tezi*

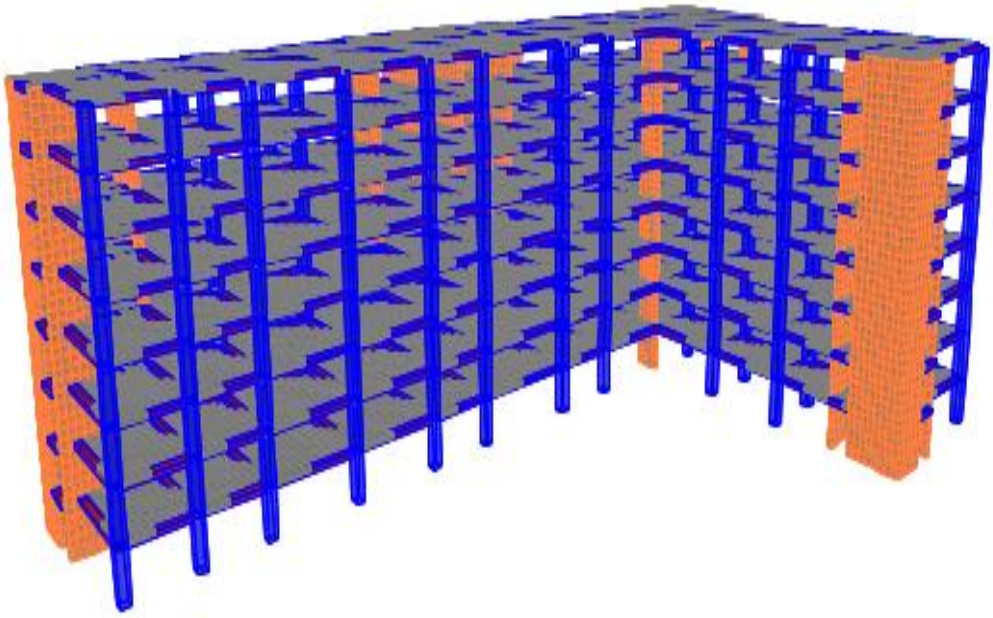
Yalin, M.(2021). Mevcut bir okul binasinin deprem performansinin 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerine göre değerlendirilmesi. *T.C. burdur mehmmet akif Ersoy üniversitesi. Fen bilimleri enstitüsü, yüksek lisans tezi*

Yılmaz, M. (2024) . Kat adedi farklı binaların tbd-y-2018 ve eurocode 8 deprem yönetmeliklerinin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi kullanılarak irdelenmesi. *kto karatay üniversitesi lisansüstü eğitim enstitüsü inşaat mühendisliği anabilim dalı tezli yüksek lisans programı, Turkey*

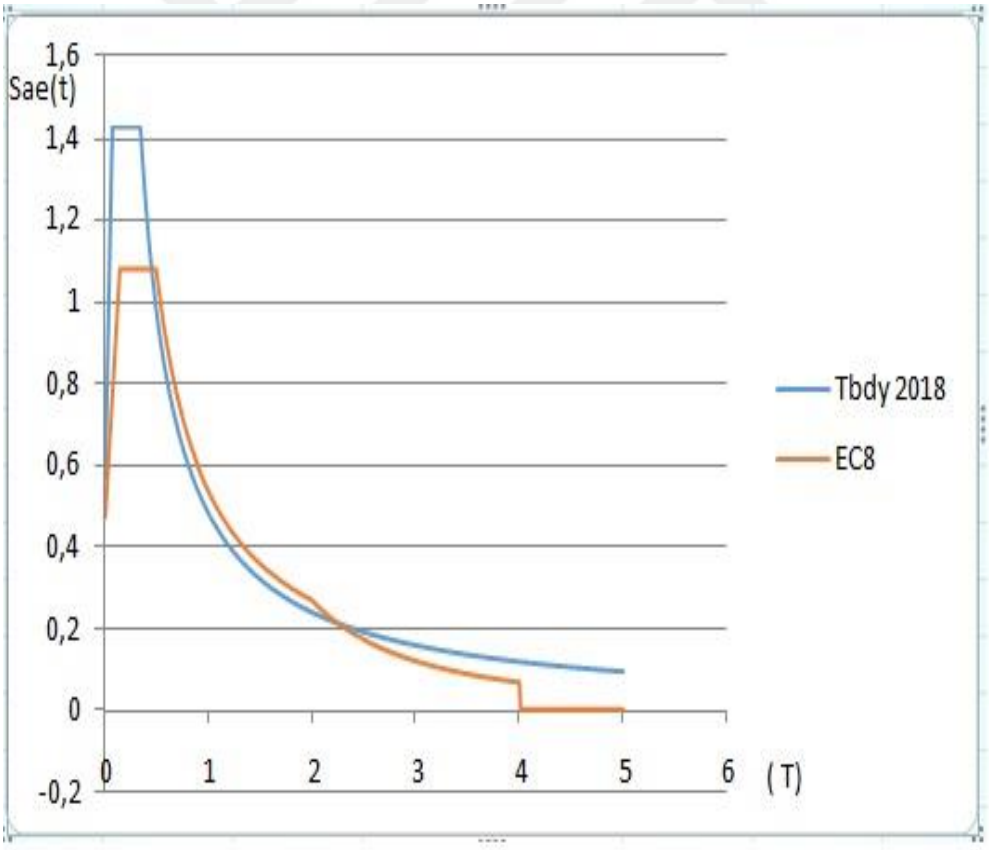
EKLER



Şekil 32. Kat planı



Şekil 33. 8 katlı bina



Şekil 34. Sae(t) ec8 ve tbdy 2018