



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**BETONARME BİR YAPININ STATİK VE
DİNAMİK ANALİZ SONUÇLARININ TDY
2007 VE TBDY 2018 YÖNETMELİKLERİNE
GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI**

Mehmet FERLİBAŞ

YÜKSEK LİSANS

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak, 2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

MEHMET FERLİBAŞ tarafından hazırlanan “BETONARME BİR YAPININ STATİK VE DİNAMİK ANALİZ SONUÇLARININ TDY 2007 VE TBDY 2018 YÖNETMELİKLERİNE GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması 15/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Doktor Öğretim Üyesi Fatih Süleyman BALIK

Danışman

Prof. Dr. Mahmud Sami DÖNDÜREN

Üye

Doktor Öğretim Üyesi Alptuğ ÜNAL

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Mehmet FERLİBAŞ

15.01.2020



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BETONARME BİR YAPININ STATİK VE DİNAMİK ANALİZ SONUÇLARININ TDY 2007 VE TBDY 2018 YÖNETMELİKLERİNE GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI

Mehmet FERLİBAŞ

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Mahmud Sami DÖNDÜREN

2020, 216 Sayfa

Jüri

**Prof. Dr. Mahmud Sami DÖNDÜREN
Doktor Öğretim Üyesi Alptuğ ÜNAL
Doktor Öğretim Üyesi Fatih Süleyman BALIK**

Bu çalışmada STA4CAD programında modellenecek bir yapının TDY 2007 ve TBDY 2018'e göre Konya ve İstanbul illerine göre ayrı ayrı dayanıma göre tasarım yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yüğü ve Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemine göre statik ve dinamik analizleri yapılarak yönetmeliklerin karşılaştırılması yapılmıştır.

Sonuç olarak hem Konya hemde İstanbul illeri için ayrı ayrı her iki yönetmeliğe göre betonarme bir yapıda kalıp, demir ve beton metrajlarında nasıl bir değişim gösterdiği perde-çerçeveli taşıyıcı sistemli yapılar için araştırılmıştır. Ayrıca seçilen bir deprem kayıtları kullanılarak Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemine göre dinamik analiz yapılarak sonuçları karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: STA4CAD, TDY 2007, TBDY 2018, Eşdeğer Deprem Yüğü, Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemi

ABSTRACT

MS THESIS

COMPARISON OF STATIC AND DYNAMIC ANALYSIS RESULTS OF A REINFORCED CONCRETE STRUCTURE ACCORDING TO TDY2007 AND TBDY 2018

Mehmet FERLİBAŞ

**The Graduate Education Institute of Konya Technical University
The Degree of Master of Science
in Civil Engineering**

Advisor: Prof. Dr. Mahmud Sami DÖNDÜREN

2020, 216 Pages

Jury

**Prof. Dr. Mahmud Sami DÖNDÜREN
Doktor Öğretim Üyesi Alptuğ ÜNAL
Doktor Öğretim Üyesi Fatih Süleyman BALIK**

In this research, a reinforced concrete building modelled in the program of STA4CAD was compared according to Turkish Earthquake Regulation version 2007 and Turkish Earthquake Regulation for Constructions version 2018. For this comparison, Istanbul and Konya were selected because they belong to different level of earthquake regions. Comparisons were made according to Equivalent Earthquake Load and Mode Super-Position Method at Time History Analysis.

As a result, it was researched to what extend construction's quantities of formwork, rebar, and concrete change in both regulation versions when shear-wall layout constructions were taken into consideration. Also by selecting one history of earthquake acceleration record the results of analysis of Mode Super-position Method at Dynamic analysis were compared.

Keywords: STA4CAD, Turkish Earthquake Regulation version 2007, Turkish Earthquake Regulation for Constructions version 2018, Equivalent Earthquake Load, Mode Super-Position Method at Time History Analysis.

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitim sürecim boyunca bana çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen, her daim bana destek olan sayın hocam Prof. Dr. Mahmud Sami DÖNDÜREN'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Çalışmalarında bana manevi desteklerini esirgemeyen, motivasyon olan canım aileme sevgilerimi sunuyorum.

Mehmet FERLİBAŞ
KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	ii
TEZ BİLDİRİMİ	vi
DECLARATION PAGE	vi
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
2. DEPREM	2
2.1. Deprem Oluş Nedenleri ve Türleri	2
2.2. Deprem Türleri	5
2.2.1. Tektonik Depremler:	5
2.2.2. Volkanik Depremler:	6
2.2.3. Çöküntü Depremler:	6
2.2.4. Tsunami	6
2.3. Deprem Şiddeti	6
3. KAYNAK ARAŞTIRMASI	10
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
4.1. TDY 2007 VE TBDY 2018 ‘e GÖRE DEPREM ETKİSİ ALTINDAKİ BİNALAR İLE İLGİLİ TEMEL KONULARIN KARŞILAŞTIRILMASI.....	17

5. EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ İLE DOĞRUSAL DEPREM

HESABI.....	19
5.1. TDY 2007' ye Göre Konya İlinde Seçilen Bir Yapının Genel Bilgileri ve Statik Analiz Sonuçları	19
5.1.1. Yapının Genel Bilgileri.....	19
5.1.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metrajı Bulguları	28
5.1.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metrajı Bulguları.....	29
5.1.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları.....	30
5.1.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu	31
5.2. TDY 2007' ye Göre İstanbul İlinde Seçilen Bir Yapının Genel Bilgileri ve Statik Analiz Sonuçları	33
5.2.1. Yapının Genel Bilgileri.....	33
5.2.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metrajı Bulguları	42
5.2.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metrajı Bulguları.....	43
5.2.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları.....	44
5.2.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu	45
5.3. TBDY 2018' e Göre Konya İlinde Seçilen Bir Yapının Genel Bilgileri ve Statik Analiz Sonuçları	47
5.3.1. Yapının Genel Bilgileri.....	47
5.3.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metrajı Bulguları	63
5.3.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metrajı Bulguları	64
5.3.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları.....	65
5.3.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu.....	66
5.4. TBDY 2018' e Göre İstanbul İlinde Seçilen Bir Yapının Genel Bilgileri ve Statik Analiz Sonuçları	68
5.4.1. Yapının Genel Bilgileri.....	68
5.4.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metrajı Bulguları	83
5.4.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metrajı Bulguları.....	84
5.4.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları.....	85
5.4.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu	86
5.5. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle Doğrusal Deprem Hesabı Karşılaştırmaları.....	88
5.5.1. Konya İli İçin Tdy 2007 ve Tbdy 2018' e Göre Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması	88

5.5.2. İstanbul İli İçin Tdy 2007 ve Tbdy 2018' e Göre Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	95
---	----

6. ZAMAN TANIM ALANINDA MOD TOPLAMA YÖNTEMİ 102

6.1. TDY 2007' ye Göre Konya İlinde Seçilen Bir Yapının Genel Bilgileri ve Dinamik Analiz Sonuçları	102
6.1.1. Yapının Genel Bilgileri.....	102
6.1.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metrajı Bulguları	112
6.1.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metrajı Bulguları.....	113
6.1.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları.....	114
6.1.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu	115
6.2. TDY 2007' ye Göre İstanbul İlinde Seçilen Bir Yapının Genel Bilgileri ve Dinamik Analiz Sonuçları	118
6.2.1. Yapının Genel Bilgileri.....	118
6.2.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metrajı Bulguları	128
6.2.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metrajı Bulguları.....	129
6.2.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları.....	130
6.2.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu	131
6.3. TBDY 2018' e Göre Konya İlinde Seçilen Bir Yapının Genel Bilgileri ve Dinamik Analiz Sonuçları.....	133
6.3.1. Yapının Genel Bilgileri.....	135
6.3.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metrajı Bulguları	149
6.3.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metrajı Bulguları.....	149
6.3.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları.....	150
6.3.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu	151
6.4. TBDY 2018' e Göre İstanbul İlinde Seçilen Bir Yapının Genel Bilgileri ve Dinamik Analiz Sonuçları	153
6.4.1. Yapının Genel Bilgileri.....	155
6.4.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metrajı Bulguları	168
6.4.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metrajı Bulguları.....	169
6.4.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları.....	170
6.4.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu	171

6.5. Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemine Göre Karşılaştırmaları... 173	
6.5.1. Konya İli İçin TDY 2007 ve TBDY 2018' e Göre Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması..... 173	
6.5.2. İstanbul İli İçin TDY 2007 ve TBDY 2018' e Göre Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması..... 181	
7. TDY 2007 VE TBDY 2018 'e GÖRE DEPREM ETKİSİ ALTINDAKİ YAPILAR İLE İLGİLİ TEMEL KONULARIN KARŞILAŞTIRILMASI..... 189	
7.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle TDY 2007 ve TBDY 2018 Yönetmeliklerinin Karşılaştırılması.....189	
7.1.1. Konya İli İçin Yapılan Karşılaştırmalar.....189	
7.1.2. İstanbul İli İçin Yapılan Karşılaştırmalar.....192	
7.2. Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemine Göre TDY 2007 ve TBDY 2018 Yönetmeliklerinin Karşılaştırılması.....195	
7.2.1. Konya İli İçin Yapılan Karşılaştırmalar.....195	
7.2.2. İstanbul İli İçin Yapılan Karşılaştırmalar.....198	
KAYNAKÇA..... 201	
ÖZGEÇMİŞ..... 204	

SİMGELER VE KISALTMALAR

At	: Ampirik doğal titreşim periyodu hesabında kullanılan eşdeğer alan [m ²]
A _{wj}	: j'inci perdenin gövde enkesit alanı [m ²]
BYS	: Bina Yükseklik Sınıf
Ch	: İkinci merteye hesabında kullanılan ampirik katsayı
Ct	: Ampirik doğal titreşim periyodu hesabında kullanılan katsayı
C	: Boşluklu perde parçalarının ağırlık merkezleri arasındaki uzaklık [m]
D	: Dayanım Fazlalığı Katsayısı
Dalt	: Binanın alt bölümüne uygulanan Dayanım Fazlalığı Katsayısı
BKS	: Bina Kullanım Sınıfı
DD-1	: 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-2	: 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-3	: 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-4	: 50 yılda aşılma olasılığı %68 olan deprem yer hareketi düzeyi
DTS	: Deprem Tasarım Sınıfı
GÖ	: Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi
H _N	: Bina Toplam Yüksekliği [m]
h _i	: Binanın i'inci katının kat yüksekliği [m]
KH	: Kontrollü Hasar Performans Düzeyi
KK	: Kesintisiz Kullanım Performans Düzeyi
I	: Bina Önem Katsayısı
SH	: Sınırlı Hasar Performans Düzeyi
S _{DS}	: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
∑ A _e	: Herhangi bir katta, alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı [m ²]
∑ A _g	: Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı [m ²]
∑ A _k	: Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanlarının (kapı ve pencere boşlukları hariç) toplamı [m ²]
∑ A _w	: Herhangi bir katta, kolon enkesiti etkin gövde alanlarının toplamı [m ²]
η _{bi}	: i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
η _{ci}	: i'inci katta tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı
η _{ki}	: i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı
F _S	: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
F ₁	: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
g	: Yerçekimi ivmesi [g = 9.81 m/s ²]
S _{ae(T)}	: Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
S _{aeD(T)}	: Düşey elastik tasarım spektral ivmesi [g]
S _{de(T)}	: Yatay elastik tasarım spektral yerdeğiştirmesi [m]
S _{D1}	: 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S _S	: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S ₁	: 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
T	: Doğal titreşim periyodu [s]
T _A	: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]

T_{AD}	: Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
T_B	: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
T_{BD}	: Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
T_L	: Yatay elastik tasarım spektrumunda yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu[s]
T_{LD}	: Düşey elastik tasarım spektrumunda yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu[s]
T_p	: Binanın hakim doğal titreşim periyodu [s]
R_{alt}	: Binanın alt bölümüne uygulanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$R_{üst}$: Binanın üst bölümüne uygulanan <i>Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı</i>
$(R_a)_{alt}$: Binanın alt bölümüne uygulanan Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
$(R_a)_{n,alt}$: n'inci titreşim modunda binanın alt bölümüne uygulanan Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
$(R_a)_{üst}$: Binanın üst bölümüne uygulanan Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
$(R_a)_{n,üst}$: n'inci titreşim modunda binanın üst bölümüne uygulanan Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
$S_{ae}(T)$: Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
$S_{aR}(T)$: Azaltılmış tasarım spektral ivmesi [g]
$V_i^{(x)}$: X deprem doğrultusunda i'inci kattaki azaltılmış kat kesme kuvveti [kN]
$u_i^{(x)}$: (X) deprem doğrultusunda herhangi bir kolon veya perde için, i'inci kattaki <i>azaltılmış yer değiştirme</i> [m]
$T_p^{(x)}$: (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodu [s]
$V_{xn,tüm}^{(x)}$: Binanın tümü için (X) doğrultusundaki depremin etkisi altında n'inci modda hesaplanan taban kesme kuvveti [kN]
$V_{x,üst}^{(x)}$: Binanın üst bölümü için (X) doğrultusundaki depremin etkisi altında hesaplanan taban kesme kuvveti [kN]
$V_{tE}^{(x)}$: (X) deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) [kN]
$V_{tx}^{(x)}$: Modal hesap yöntemlerinden biri ile x doğrultusu'nda elde edilen en Büyük toplam deprem yükü [kN]
$W_i^{(S)}$: Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil ağırlık [kN]
$W_{G,j}^{(S)}$: Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil sabit ağırlık [kN]
$W_{Q,j}^{(S)}$: Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil ek ağırlık [kN]
W_k	: k'inci kata etkiyen toplam ağırlık [kN]
YM	: Yeterli titreşim modu sayısı

1. GİRİŞ

Depremler; tüm dünyada maddi ve manevi kayıplara neden olan doğal afetlerdendir. Türkiye de önemli fay hatlarının üzerinde bulunduğu için sık sık büyük ve küçük depremler yaşanabilmektedir. Bu depremlerin sonucunda ciddi mal ve can kayıpları olabilmektedir. Depremlerin neden olduğu hasarlar binaların sağlamlığı ve depreme dayanıklılığı konusunda daha fazla araştırma ve denetleme yapılmasını sağlamıştır. Bununla birlikte yapı projelendirme ve inşasında belirli kurallara ihtiyaç duyulmuştur. Böylece yapı inşasında kullanılan yönetmelikler ortaya çıkmıştır.

Deprem Yönetmelikleri, 1975 yılından beri yapı inşasında kullanılmaktadır. Gelişen bilgisayar teknolojisi ve hesaplama alanındaki yenilikler bu yönetmeliklerin geliştirilip değiştirilme ihtiyacını doğurmuştur. Ülkemizde 2007 yılında yürürlüğe giren TDY 2007 hala kullanılıyor. 18 Mart 2018 tarihinde resmi gazetede yayımlanan TBDY 2018, 2019 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Ülkemizin deprem fay kuşaklarının üzerinde bulunduğu göz önüne alındığında binaların bu depremlere daha da sağlam hazırlanması önem arz etmektedir. TBDY 2018 yapı inşası alanındaki yenilikleri baz alarak ülkemizin depreme dayanıklı yapılarının inşası gereksinimini karşılaması beklenmektedir.

Betonarme yapıların deprem hesabında kullanılan farklı yöntemler mevcuttur. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) deprem analizlerinde, binaların yükseklik ve deprem tasarım sınıflarına bağlı olarak, dayanıma göre tasarım ve şekildeğiştirmeye göre tasarım yöntemlerinin kullanılabilmesi belirtilmiştir.

Dayanıma göre tasarım yöntemleri; Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemidir.

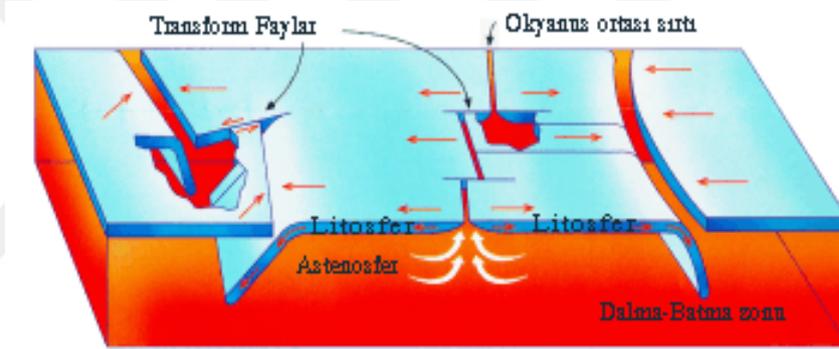
Şekil değiştirmeye göre tasarım yöntemleri; Doğrusal Olmayan İtme Yöntemleri (Tek Modlu İtme Yöntemleri ve Çok Modlu İtme Yöntemleri), Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemidir.

Bu çalışmada STA4CAD programında modellenen bir yapının TDY 2007 ve TBDY 2018'e göre Konya ve İstanbul illerine göre ayrı ayrı Eşdeğer Deprem Yüğü ve Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemlerine göre statik ve dinamik analizleri yapılarak yönetmeliklerin karşılaştırılması yapılmıştır.

2. DEPREM

Yerkabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yeryüzeyini sarsma olayına "deprem" denir. Deprem, insanın hareketsiz kabul ettiği ve güvenle ayağını bastığı toprağın da oynayacağını ve üzerinde bulunan tüm yapıların da hasar görüp, can kaybına uğrayacak şekilde yıkılabileceklerini gösteren bir doğa olayıdır.

Depremi nasıl oluştuğunu, deprem dalgalarının yeryuvarı içinde ne şekilde yayıldıklarını, ölçü aletleri ve yöntemlerini, kayıtların değerlendirilmesini ve deprem ile ilgili diğer konuları inceleyen bilim dalına "sismoloji" denir. (Anonim, 2020a). Yer kabuğu hareketinin şematik anlatımı Şekil 2.1.'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Yer Kabuğu Hareketinin Şematik Anlatımı (Anonim, 2020a)

2.1. Depremi Oluş Nedenleri ve Türleri

Dünyanın iç yapısı konusunda, jeolojik ve jeofizik çalışmalar sonucu elde edilen verilerin desteklediği bir yeryüzü modeli bulunmaktadır. Bu modele göre, yerkürenin dış kısmında yaklaşık 70-100 km.kalınlığında oluşmuş bir taşküre (Litosfer) vardır. Kıtalar ve okyanuslar bu taşkürede yer alır.Litosfer ile çekirdek arasında kalan ve kalınlığı 2.900 km olan kuşağa Manto adı verilir. Manto'nun altındaki çekirdeğin Nikel-Demir karışımından oluştuğu kabul edilmektedir. Yerin, yüzeyden derine gidildikçe ısının arttığı bilinmektedir. Enine deprem dalgalarının yerin çekirdeğinde yayılamadığı olgusundan giderek çekirdeğin sıvı bir ortam olması gerektiği sonucuna varılmaktadır.

Manto genelde katı olmakla beraber yüzeyden derine inildikçe içinde yerel sıvı ortamları bulundurmaktadır. Taşküre'nin altında Astenosfer denilen yumuşak Üst Manto bulunmaktadır. Burada oluşan kuvvetler, özellikle konveksiyon akımları nedeni ile, taş kabuk parçalanmakta ve birçok "Levha"lara bölünmektedir. Üst Manto'da oluşan konveksiyon akımları, radyoaktivite nedeni ile oluşan yüksek ısıya bağlanmaktadır. Konveksiyon akımları yukarıya yükseldikçe taşıyuvarda gerilmelere ve daha sonra da zayıf zonların kırılmasıyla levhaların oluşmasına neden olmaktadır. Halen 10 kadar büyük levha ve çok sayıda küçük levhalar vardır. Bu levhalar üzerinde duran kıtalarla birlikte, Astenosfer üzerinde sal gibi yüzmekte olup, birbirlerine göre insanların hissedemeyeceği bir hızla hareket etmektedirler.

Konveksiyon akımlarının yükseldiği yerlerde levhalar birbirlerinden uzaklaşmakta ve buradan çıkan sıcak magmada okyanus ortası sırtlarını oluşturmaktadır. Levhaların birbirlerine değdikleri bölgelerde sürtünmeler ve sıkışmalar olmakta, sürtünen levhalardan biri aşağıya Manto'ya batmakta ve eriyerek yitme zonlarını oluşturmaktadır. Konveksiyon akımlarının neden olduğu bu ardışıklı olay taşkürenin altında devam edip gitmektedir.

İşte yerkabuğunu oluşturan levhaların birbirine sürtündükleri, birbirlerini sıkıştırdıkları, birbirlerinin üstüne çıktıkları ya da altına girdikleri bu levhaların sınırları dünyada depremlerin oldukları yerler olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünyada olan depremlerin hemen büyük çoğunluğu bu levhaların birbirlerini zorladıkları levha sınırlarında dar kuşaklar üzerinde oluşmaktadır.

Yukarıda, yerkabuğunu oluşturan "Levha"ların, Astenosferdeki konveksiyon akımları nedeniyle hareket halinde olduklarını ve bu nedenle birbirlerini ittiklerini veya birbirlerinden açıldıklarını ve bu olayların meydana geldiği zonların da deprem bölgelerini oluşturduğunu söylemiştik. Birbirlerini iten ya da diğerinin altına giren iki levha arasında, harekete engel olan bir sürtünme kuvveti vardır. Bir levhanın hareket edebilmesi için bu sürtünme kuvvetinin giderilmesi gerekir.

İtilmekte olan bir levha ile bir diğer levha arasında sürtünme kuvveti aşıldığı zaman bir hareket oluşur. Bu hareket çok kısa bir zaman biriminde gerçekleşir ve şok niteliğindedir. Sonunda çok uzaklara kadar yayılabilen deprem (sarsıntı) dalgaları ortaya çıkar. Bu dalgalar geçtiği ortamları sarsarak ve depremin oluş yönünden

uzaklaştıkça enerjisi azalarak yayılır. Bu sırada yeryüzünde, bazen gözle görülebilen, kilometrelerce uzanabilen ve “fay” adı verilen arazi kırıkları oluşabilir. Bu kırıklar bazen yeryüzünde gözlenemez, yüzey tabakaları ile gizlenmiş olabilir. Bazen de eski bir depremden oluşmuş ve yeryüzüne kadar çıkmış, ancak zamanla örtülmüş bir fay yeniden oynayabilir. (Anonim, 2020a)

Depremlerinin oluşumunun bu şekilde ve "Elastik Geri Sekme Kuramı" adı altında anlatımı 1911 yılında Amerikalı Reid tarafından yapılmıştır ve laboratuvarlarda da denenerak ispatlanmıştır.

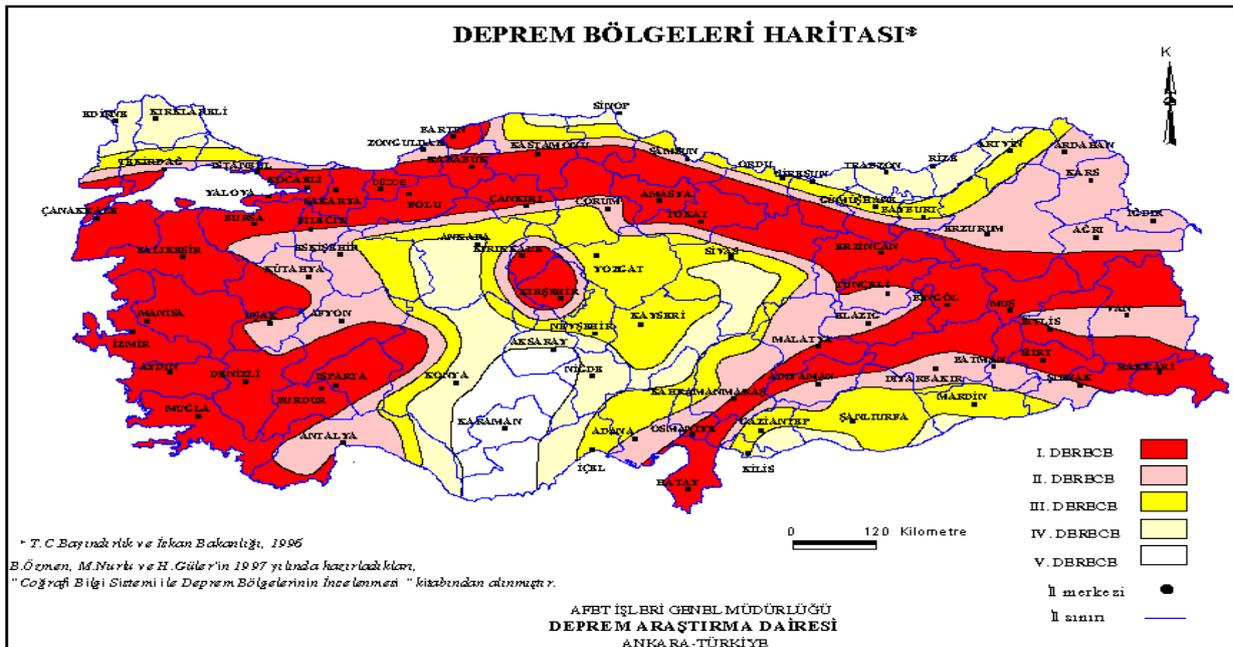
Bu kurama göre, herhangi bir noktada, zamana bağımlı olarak, yavaş yavaş oluşan birim deformasyon birikiminin elastik olarak depoladığı enerji, kritik bir değere eriştiğinde, fay düzlemi boyunca var olan sürtünme kuvvetini yenerek, fay çizgisinin her iki tarafındaki kayaç bloklarının birbirine göreli hareketlerini oluşturmaktadır. Bu olay ani yer değiştirme hareketidir. Bu ani yer değiştirmeler ise bir noktada biriken birim deformasyon enerjisinin açığa çıkması, boşalması, diğer bir deyişle mekanik enerjiye dönüşmesi ile ve sonuç olarak yer katmanlarının kırılma ve yırtılma hareketi ile olmaktadır.

Aslında kayaların, önceden bir birim yer değiştirme birikimine uğramadan kırılmaları olanaksızdır. Bu birim yer değiştirme hareketlerini, hareketsiz görülen yer kabuğunda, üst mantoda oluşan konveksiyon akımları oluşturmakta, kayalar belirli bir deformasyona kadar dayanıklılık gösterebilmekte ve sonrada kırılmaktadır. İşte bu kırılmalar sonucu depremler oluşmaktadır. Bu olaydan sonra da kayalardan uzak zamandan beri birikmiş olan gerilmelerin ve enerjinin bir kısmı ya da tamamı giderilmiş olmaktadır. Çoğunlukla bu deprem olayı esnasında oluşan faylarda, elastik geri sekmeler (atım), fayın her iki tarafında ve ters yönde oluşmaktadır.

Faylar genellikle hareket yönlerine göre isimlendirilirler. Daha çok yatay hareket sonucu meydana gelen faylara "Doğrultu Atımlı Fay" denir. Fayın oluşturduğu iki ayrı blokun birbirlerine göreli olarak sağa veya sola hareketlerinden de bahsedilebilir ki bunlar sağ veya sol yönlü doğrultulu atımlı faya bir örnektir. Düşey hareketlerle meydana gelen faylara da "Eğim Atımlı Fay" denir. Fayların çoğunda hem yatay, hem de düşey hareket bulunabilir. (Anonim, 2020a)

2.2. Deprem Türleri

Cisimlerin bir etki altında yaptıkları bir hareket deprem olarak nitelendirilebildiğinden depremler yapay depremler ve doğal depremler olarak ikiye ayrılır. Depremler büyüklüğü, şiddeti ve zamanı belli olan yapay depremler ve parametreleri önceden belli olmayan doğal depremler olarak sınıflandırmak mümkündür. Yapay depremlerin etkileri belli olduğu için incelemeye konu olmazken doğal depremlerin parametreleri kesin olarak belli değildir. Doğal depremler, doğadaki değişiklikler sonucu oluşan depremleri oluş nedenlerine göre; Tektonik depremler, Volkanik depremler, Çöküntü Depremle ve Tsunami olarak sınıflandırılır. Yeryüzünde olan depremlerin %90'ı Tektonik Depremler grubuna girer. Türkiyede olan depremler de büyük çoğunlukla Tektonik depremlerdir. Türkiye deprem tehlike haritası Şekil 2.2' de verilmiştir. (Anonim, 2020a)



Şekil 2.2. Deprem Tehlike Haritası (Anonim, 2020b)

2.2.1. Tektonik Depremler: Yeryüzünde oluşan depremlerin % 90'ı tektonik depremlerdir. Yer kabuğunu oluşturan levhaların birbirine basınç uygulamaları ve birbirlerini hareket ettirmeleri sonucu oluşan deprem türüdür. Türkiye'de oluşan depremlerin büyük bir bölümü tektonik depremler grubundadır. Şekil 2'de Türkiye'de bulunana deprem bölgeleri gösterilmiştir.

2.2.2. Volkanik Depremler: Volkan patlamaları nedeniyle oluşan depremlerdir. Yerin altında bulunan lav dediğimiz yanıcı katı ve gaz kütlelerinden oluşan sıvı yeryüzüne çıkmak istediğinde, lavların hareketinden dolayı bir gaz sıkışması olur. Bu gaz sıkışmaları ise volkan patlamalarını meydana getirmektedir. Japonya ve İtalya’da oluşan depremlerin bir kısmı volkanik depremlerdir. Türkiye’de ise aktif bir yanardağ bulunmadığından bu tür depremler görülmemektedir.

2.2.3. Çöküntü Depremler: Bu tür depremler yerin altında oluşan boşlukların tavanlarında bulunan toprağın erimesi, yumuşaması ya da çökmesi sonucu oluşan depremlerdir. Çöküntü depremlerin oluşmasında maden ocaklarında yapılan kazı çalışmalarının olumsuz etkisi olmaktadır. Ayrıca barajlar yapılırken bir fay hattına denk gelinip toprağın çökmesiyle de çöküntü depremler oluşabilir. Bu tür depremlerin hissedilme alanı yerel olduğundan enerjileri ve etkileri diğer türlere göre daha azdır.

2.2.4. Tsunami: Deprem odağı denizin altında olan ve denizin içerisinde meydana gelen deprem türüdür. Depremin meydana geldiği denizde dalgalar kıyıya doğru olur ve o kadar büyük boyutlara ulaşır ki, kıyıdaki tüm ev ve binalara zarar verir. Bu dev dalgalara ise tsunami adı verilmektedir. Deniz depremlerinin en çok görüldüğü ülke olan Japonya’da 1896 yılında tsunamiden 30.000 kişi hayatını kaybetmiştir.

2.3. Depremin Şiddeti

Depremin yeryüzünde hissedildiği bir noktada çevre üzerindeki etkisinin ölçülmesidir. Yani insana, yapılara ve doğaya verdiği hasarın büyüklüğünün bir ölçüsüdür. Çevre üzerindeki etkisi, depremin merkez üssüne yakın olup olmaması, binaların dayanıklılık derecesi gibi etkenlere değişiklik göstermektedir.

Depremin şiddetinin ölçülmesi, depremin kaynağındaki büyüklük hakkında kesin bir sonuç bildiremeyebilir. Meydana gelen hasarın boyutunu yukarıda bahsedilen etkenlere göre yansıtır.

Mercalli şiddet ölçeği; depremin şiddetini ölçmek için kullanılmaktadır. Depremin; yeryüzü, insanlar, yapılar ve doğal cisimler üzerindeki etkisini I ile XII arasında bir ölçek ile nicelendirmektedir; bu ölçeğe göre I hissedilmez, XII ise tam yıkım anlamına gelmektedir. (Anonim, 2020c). Çizelge 2.1’de deprem şiddetini gösteren dereceler gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Deprem Şiddeti

I. Aletsel	Birçok kişi tarafından, hissedilemeyebilir.
II. Zayıf	En iyi şartlarda, genelde yapıların üst katlarında, birkaç kişi tarafından hissedilir. Duvarda asılı objeler sallanabilir.
III. Hafif	Kapalı mekânlarda, bilhassa yapıların üst katlarındaki kişiler tarafından hissedilebilir. Birçok kişi bunun deprem olduğunun bilincine varamayabilir. Hareketsiz halde bulunan otomobiller hafifçe sallanabilir. Yoldan geçen ağır bir aracın titreşimlerine benzer. Deprem süresi tahmin edilir.
IV. Orta	Hem kapalı mekânlarda hem de açık mekânlarda hissedilir. Gece bazı kişiler uyanabilir. Pencere, kapılar oynar; tabak-çanakların ve duvarların çatırtı sesleri gelir. Ağır bir araç binaya şiddetle çarpmış gibi gelir. Park halindeki otomobiller hissedilir şekilde yalpalar.
V. Güçlü	Açık alanda birçok kişi tarafında hissedilir, pencere camları kırılabilir, oldukça büyük çanlar çalabilir. Sanki binanın yakınından büyük bir tren geçiyor hissi yaratarak titreşimler hissedilir.
VI. Güçlü	Herkesçe hissedilir; birçok kişi korku halinde dışarı koşarak dengesiz bir şekilde yürür. Tabak-çanak, bardaklar ve Pencere kırılır. Kitaplar raflardan düşer; bazı büyük mobilyalar yerinden oynar veya devrilir; bazı yerlerde duvar ve tavandan alçı dökülür.
VII. Çok güçlü	Ayakta durmak oldukça güçtür; iyi inşa edilmiş binalarda hasar ihmal edilebilir düzeydedir; mobilyalar kırılır; iyi yapılmış binalarda hafif ve orta derece hasar; kötü inşa edilmiş binalarda ise önemli hasarlar görülür. Hareket eden araçlardaki kişiler tarafından hissedilir.
VIII. Yıkıcı	Özel olarak tasarlanmış yapılarda hafif hasarlar; alelade büyük yapılarda önemli hasarlar ve kısmi çökmeler. Kötü bir şekilde tasarlanan yapılarda ise büyük hasarlar meydana gelir. Abideler, sütunlar, fabrika bacaları, ev, ve duvarlar yıkılır.
IX. Şiddetli	Genel panik görülmekle birlikte; özel tasarlanmış yapılarda ciddi hasar oluşur. Bu yapıların iskeletleri eğilir. Alelade binalarda ise büyük hasar, kısmen çöküntü şeklinde görülür. Binalar temellerinden oynar.
X. Yoğun	İyi inşa edilmiş ahşap binalar yıkılır; tuğlalar binanın temeliyle birlikte yıkılır. Raylar eğrilir.

XI. Aşırı	Tuğla ile inşa edilmiş binaların çoğu çöker. Yeraltı boruları kullanılamaz duruma gelir. Köprüler çöker, yeryüzünde devasa çatlaklar meydana gelir. Raylar çok eğrilir.
XII. Afetsel	Tam yıkımdır. Afet alanının yeryüzü şekli değişir. Hiç sağlam bina kalmaz. Deprem dalgaları yeryüzünden izlenebilmektedir. Ufuk ve yataylık kavramı yoktur. Cisimlerin tamamı havaya fırlar.

Kaynak: (Anonim, 2020d)

Depremin Richter Büyüklük değerleri ve bu değerlere ilişkin tanımlar Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Depremin Büyüklüğü

Richter Büyüklüğü	Tanımı
8 ve üstü	Çok büyük depremdir, yüzlerce km’de felakete neden olur.
7.0 - 7.9	Büyük depremdir, büyük alanlarda ciddi yıkımlara neden olur.
6.1 - 6.9	Merkez üssünden yaklaşık 100 km mesafeye kadar bölgelerde yıkımlara neden olabilir.
5.4 - 6.0	İyi tasarlanarak inşa edilmiş yapılarda hasar görülmez iken, iyi inşa edilmemiş yapılarda yıkıcı etkisi fazla olabilir.
3.5 - 5.4	Küçük depremler hissedilmekle birlikte nadiren olarak hasar verdiği görülür.
3.5'den küçük	Hissedilmez ancak kaydedilebilir.

Kaynak: (Anonim, 2020e)

Deprem büyüklükleri ve ilgili yıllık gerçekleşme ortalaması Çizelge 2.3’te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Deprem Büyüklük Ortalaması

Tanım	Büyüklük	Depremin Yıllık Gerçekleşme Ortalaması
Çok Çok Şidetli	8 >=	1
Çok Şiddetli	7 – 7.9	18
Şiddetli	6 – 6.9	120
Orta Şiddette	5 – 5.9	800
Hafif	4 – 4.9	6,200 (tahmini olarak)
Çok Hafif	3 – 3.9	49,000 (tahmini olarak)
Çok Çok Hafif	< 3.0	Magnitüd 2 -3: günde yaklaşık 1,000 Magnitüd 1- 2: günde yaklaşık 8,000

Kaynak: (Anonim, 2020f)



3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ekinci (2002) çalışmasında, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik incelenerek, kavramlar ve yaklaşımlar özetlenmektedir. Bu yönetmeliğe göre hesap yöntemleri planda ve düşeyde farklı üç çok katlı yapıya uygulanmıştır. Eşdeğer Deprem Yüğü, Mod Birleştirme ve Zaman Tanım Alanında Analiz Yöntemleri kullanılarak her bir yapının toplam kat kesme kuvvetleri ve kat yer değiştirmeleri hesaplanmıştır. Master düğüm noktalarına ait yer değiştirmeler de bulunmuş, değerler karşılaştırılmış ve sonuçlar grafiklerle açıklanmıştır. Tüm uygulamalar SAP 2000 programı ile analiz edilmiştir.

Döndüren ve Karaduman (2004) çalışmasında, T şeklinde, L şeklinde ve kare şeklinde geometriye sahip yapı modellerinin deprem davranışlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Her bir model perde sistemli çözülmüştür. Bütün modellerde, zemin kat yüksekliği 3 m. alınarak çözümler yapılmıştır. Bu analizlerde çözülen modeller, 15 katlı olarak seçilmiştir. Dinamik analizlerin yapılmasında SAP 2000 programında faydalanılmıştır. Dinamik analizde “ Zaman-Tanım Alanında Hesap Metodu ” tercih edilmiştir.

Dilek (2006) çalışmasında, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Modların Süperpozisyonu Yöntemi ile yapıya etki eden deprem kuvvetlerinin belirlenmiş ve hesap detayları üzerinde durulmuştur. 98 Yönetmeliğinin genel ilke ve kuralları tanıtilip betonarme çerçeve yapılarla ilgili tasarım kuralları ve deprem hesap yöntemleri verilmiştir. Perde ve çerçeve sistemden oluşan çok katlı betonarme bir binanın tasarımı yapılmıştır. Sonlu elemanlar analiz programı kullanılarak binanın 3 boyutlu modellenmesi yapılmıştır. Bina deprem yüklemesi, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemine göre çözümlenerek davranışı incelenmiştir. Sonlu elemanlar analiz programından elde edilen sonuçlar kullanılarak, zemin kat kolon ve kirişleri ile perde duvarları için betonarme hesaplar yapılmıştır. Bu arada binanın 98 Yönetmeliğinin de belirtilen bina düzensizliklerinden olan A1 - Burulma Düzensizliği ve B2 - Yumuşak Kat Düzensizliği açısından irdelenmiştir. Ayrıca yine 98 Yönetmeliğinin de belirtilen kontrollerden olan Görelî Kat Ötelemesi ve İkinci Mertebe Etkileri kontrolleri de yapılmıştır.

Yavuzarslan (2007) çalışmasında, 1998 ABYYHY ile 2007 DBYBHY lerin çelik yapılar ile ilgili içerdikleri kavram ve kabuller açısından farklı yanlarını ortaya koymak ve bu farklılıkları tek katlı bir çelik yapı üzerinde irdelemektir, Her iki

yönetmelik genel olarak incelenmiş ve yeni yönetmelikte yer alan farklı kavramlar karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir. Her iki yönetmelikte, verilen deprem yükleri ve hesap kurallarında kullanılan standartlar belirtilmiş, Malzeme koşulları ve emniyet gerilmeleri, arttırılmış deprem etkileri, iç kuvvet kapasiteleri ve gerilme sınır değerleri başlıkları altında her iki yönetmelik arasındaki farklar belirtilmiştir. Çalışmada bir endüstri yapısı “2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” esas alınarak çözülmüştür.

Yanık (2008) çalışmasında, betonarme binaların deprem davranışları hakkında genel bilgiler vererek, deprem yönetmeliğinde yapılan değişiklikler ile mevcut betonarme binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi irdelenmiştir. Bir okul binasının değerlendirilmesi doğrusal elastik hesap yöntemlerinden biri olan eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılmıştır. Bu çalışmadan çıkartılabilecek bazı sonuç ve öneriler verilmiştir. Yapılan incelemelerde, bu çalışmaya konu olan hasarsız mevcut okul binasının hedeflenen Can Güvenliği performans seviyesini sağlamadığı görülmüştür. Yanık yaptığı çalışmasında, mevcut deprem yönetmeliği ile yürürlükten kaldırılan deprem yönetmeliğini mevcut bir yapı üzerinde karşılaştırmıştır.

Mokarrami (2009) çalışmasında, İran Deprem Yönetmeliği ile Türk Deprem Yönetmeliğinin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu çalışmadan amaç, deprem konusunda, İran ve Türkiye arasındaki iletişim kolaylığı çalışmalarına bir katkıda bulunmaktır. Depreme dayanıklı yapı inşa etmenin önemi vurgulandıktan sonra çeşitli deprem hesap yöntemleri anlatılan bu çalışmada İran Deprem Yönetmeliği, Türk Deprem Yönetmeliği ile karşılaştırması yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada, Türk Deprem Yönetmeliğinin İran Deprem Yönetmeliğine göre daha kapsamlı olduğu göstermektedir. Ancak bununla kalmayıp deprem konusunda yeni teknik gelişmelerin izlenmesi gerektiği de açık olduğu çalışmada belirtilmiştir.

Naimi (2010) çalışmasında, geleneksel çerçeveli, farklı olarak düzenlenen eğik elemanlı ve betonarme perdeli yapı sistemlerinin deprem davranışının Türkiye ve İran deprem yönetmeliklerine göre incelenmesi ve elde edilen bulgulara bağlı olarak bu iki yönetmeliğin karşılaştırılmasını amaçlamıştır. Bu amaçla dört açıklıklı beş ve on katlı betonarme çerçeve sistemler üzerinde Türkiye ve İran deprem yönetmeliklerinde tanımlanan Eşdeğer Deprem Yükü yöntemine göre analizler gerçekleştirilerek karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışmada depreme dayanıklı yapı taşıyıcı sistem seçiminde dikkat edilecek hususlar ile yapılarda kullanılan başlıca taşıyıcı elemanlar, taşıyıcı sistemler ve Eşdeğer Deprem Yükü yöntemine göre yapı tasarımı hakkında

bilgiler verilmiştir. Ayrıca seçilen taşıyıcı sistemlerin Türkiye ve İran deprem yönetmeliklerinde tanımlanan Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemine göre analizleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak tablolar ve şekiller halinde sunulmuştur.

Başot (2010) çalışmasında, betonarme yüksek bir binada DBYBHY ile İYBDY ilkelerinin doğrusal olmayan dinamik çözümleme ile karşılaştırmasını konu olarak almıştır. Bu çalışmada DBYBHY ile yürürlüğe girmesi planlanan İYBDY'in esasları mevcut 1975 tarihli Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY) esaslarınca boyutlandırılmış bodrum katları dâhil 25 katlı betonarme yüksek bina üzerinde irdelenmiştir. Konuya yönelik depreme dayanıklı tasarım felsefesi, kapasite tasarımı, performansa dayalı tasarım, yüksek binaların tasarımı ve hesap yöntemleri bu çalışmada ele alınmıştır. Çalışmada incelemeye tabi olan betonarme yüksek yapının özellikleri açıklanmıştır. Modellemede ve çözümlemelerde yapılan yaklaşımlar, yönetmeliklerdeki spektrumlar, DBYBHY ve İYBDY tanımlanan tasarım spektrumları ile uyumlu olarak üretilen ivme kayıtları, çözümlemelerde kullanılacak yapı modelinin oluşturulması, çözümleme yöntemlerinin tanımlanması ve her iki yönetmelik için yapılan mod birleştirme yöntemi ve doğrusal olmayan zaman tanım alanında çözümleme yöntemi sonuçların ele alınmıştır.

Ethemoğlu (2012) çalışmasında, deprem yönetmeliğine göre tasarlanmış betonarme binaların dayanım fazlalığı araştırılmıştır. Bu amaçla 3, 5 ve 7 katlı, süneklilik düzeyi yüksek, betonarme çerçeveli binaların tasarımları yapılmış ve bu tasarımlara ait detaylı bilgiler verilmiştir. Binaların doğrusal olmayan analizleri zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi ile yapılmıştır. Bu analiz yöntemi için dünyada ve ülkemizde meydana gelişmiş, 28 adet deprem kaydı seçilmiştir. Analizlerde deprem kayıtları ölçeklenerek kullanılmıştır. İzlenen bu hesap yöntemi ile binaların artan yatay yük altında davranışları elde edilmiş, dayanım fazlalıkları hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Turan (2012) çalışmasında, betonarme bir yapının eşdeğer deprem yükünün ve mod birleştirme yöntemine göre tasarımını ele almıştır. Çalışmada her iki yöntemle yapılmış olan analizler sonucu elde edilen iç kuvvetler ve düzensizlik durumları çizelgeler ve grafikler haline bir arada verilmiş, her iki yöntemde elde edilen sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılarak sonuçların değişimi incelenmiştir. Her iki yöntemde elde edilen sonuçlar kıyaslanmış ve çalışma sonucu elde edilen bilgiler sunulmuştur. Bu çalışmada seçilen betonarme binanın analizi Sap2000 programında yapılmıştır.

Üstün (2013) çalışmasında, betonarme bir binanın farklı yöntemler ile onarım ve güçlendirilmesi ele alınmıştır. Ayrıca çalışmada 1961 Deprem Yönetmeliğinden önce çıkarılan deprem yönetmeliklerinde betonarme yapı tasarımı hakkında fazla bilgi olmayışından dolayı 1961, 1968, 1975, 1997 ve 2007 yıllarında çıkarılan deprem yönetmeliklerindeki hesap esasları ve gelişmeler incelenmiştir. Söz konusu yönetmelikler çerçevesinde kat yüksekliği 2.8 m olan ve 1 bodrum, 1 zemin ve 9 normal kattan oluşan toplam 11 katlı betonarme bir yapı ele alınmıştır. Bu yapının taşıyıcı sistemi perde + çerçeve sistem olarak seçilmiştir. Taşıyıcı sistemlerinin çözümlenmesinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda kat deplasmanları, kat ağırlıkları, zemin kat düşey taşıyıcı eleman beton ve donatı metraj sonuçları karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler, tasarımlar ve karşılaştırmalara bakılarak yorumlar yapılmıştır.

Karasu (2015) çalışmasında, yapılan bu çalışmada yapısal analiz programları kullanılarak ele alınan zemin ve 10 normal kattan oluşan betonarme bir yapının Türk yönetmeliklerinden DBYBHY ve TS500, Amerikan yönetmeliklerinden ACI 318-11 ve deprem yükleri için referans gösterilen ASCE/SEI 7-10, ve Avrupa yönetmeliklerinden Eurocode 2 ve Eurocode 8 kullanılarak farklı yönetmeliklerin gerektirdiği koşullar incelenerek depreme dayanıklı bir yapı tasarlanarak sonuçları karşılaştırılmıştır.

Tunç ve Tanfener (2016) çalışmalarında, 2007 ve 2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliklerinin örneklerle mukayesesini ele almışlardır. 2007 ve 2016 deprem yönetmelikleri arasındaki benzerlikler ve farklılıklar özet halde sunulmuştur. Örnek olarak seçilecek betonarme bina üzerinde yapılacak analitik çalışma ile 2016 deprem yönetmeliğinin 2007 deprem yönetmeliğine göre ortaya çıkardığı tasarımsal farklılıklar irdelenmiştir. Ayrıca bu çalışmada, 2016 deprem yönetmeliğinin kamu ve özel sektör çalışanları açısından uygulama aşamasında yaratacağı potansiyel sorunlara ve eğitim altyapısı hazırlanmadan uygulamaya konulmasına dönük kararların özellikle tasarım aşamasında yaratacağı olumsuz yönlerine de değinilmiştir.

Demir ve Kayhan (2017) çalışmalarında, şu anda yürürlükte olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik ile önümüzdeki günlerde yürürlüğe girmesi beklenen Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ile uyumlu zaman tanım alanında analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. İki yönetmelikte yer alan, tanımlamalar ve gerekli koşullar dikkate alınarak ivme kaydı setleri elde edilmiş ve analizlerde kullanılmıştır. Zaman tanım alanında analiz sonuçları kullanılarak, ivme kayıtlarından elde edilen maksimum ötelenme taleplerinin set içerisindeki ortalaması hesaplanmıştır ve karşılaştırılmıştır.

Keskin ve Bozdoğan (2018) çalışmalarında, Bu çalışmada Kırklareli ili sınırlarında bulunan 4 katlı bir binanın deprem analizi ETABS programı yardımıyla hem 2007 yönetmeliği hem de 2018 yönetmeliği kapsamında karşılaştırılmıştır. Bu amaçla 2007 yönetmeliğine göre Z3 ve Z4, 2018 yönetmeliğine göre ise ZC ve ZE zemin sınıfları seçilerek oluşturulan Yatay Elastik Spektrumlar kullanılmıştır.

Tokmak (2018) çalışmasında, OpenSees programı ile yapıların şekil değiştirmeye dayalı olarak değerlendirilmesini esas alan ön ve ard işleme programları geliştirilmiştir. Bu program ile yeni yapılacak yapıların gerçek deprem etkileri altındaki şekil değiştirmeler hesaplanarak TBDY 2018’ de verilen sınır değerler ile kıyaslanmıştır. Bunun sonucunda yapıların deprem performansları tespit edilmiştir.

Öztürk (2018) çalışmasında, Bu çalışmada öncelikle 1996 ve 2018 tarihli deprem tehlike haritalarının İç Anadolu bölgesi bazında karşılaştırması yapılmıştır. 1996 haritasına göre sırasıyla 1., 2., 3. ve 4. deprem bölgesinde yer alan Kırşehir-Merkez, Eskişehir-Merkez, Kayseri Merkez ve Konya-Selçuk Üniversitesi Kampüs bölgelerinde, TDY-2007 [5]’de tanımlanan ve TBDY-2018’de de DD-2 tasarım depremi olarak yerini koruyan 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan şiddetli deprem etkisi için, 2 farklı zemin sınıfı dikkate alınarak tasarım ve azaltılmış yatay ivme spektrumları kıyaslanmıştır. Ardından her iki yönetmeliğe göre eşdeğer deprem yükü yönteminin kullanılabilceği, X yönünde hâkim periyodu 0.52 s ve 1.05 s olan yapılar dikkate alınarak, TDY-2007 ve TBDY-2018’e göre elde edilen taban kesme kuvvetleri kıyaslanmıştır.

Koçer ve arkadaşları (2018) çalışmalarında, Türk Deprem Yönetmeliği 2007 (TDY 2007) ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY 2018)’de tanımlanan spektral ivme değerleri ile zemin hâkim periyotları, risk durumuna göre dört farklı il ve farklı zemin sınıfları için elde edilmişlerdir. TDY 2007’de tanımlanan deprem bölgelerine göre seçilen iller Kocaeli, Eskişehir, Kayseri, Konya olarak belirlenmiştir ve bu bölgeler için tanımlanan etkin yer ivme katsayıları kullanılmıştır. Diğer taraftan, TBDY 2018 için bu değerler, bu illerin merkez koordinatları dikkate alınarak Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (AFAD) kurumunun internet sitesinde yer alan deprem ivm haritasından elde edilmiştir. Dört farklı il ve farklı zemin sınıfları için TDY 2007 ve TBDY 2018’de yer alan tasarım spektrumlarından elde edilen spektral ivme değerleri arasında bir kıyaslama yapılarak yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, bu bölgelerle sınırlı olmakla beraber genel olarak zayıf zemin grupları için TBDY 2018’in TDY 2007’ye göre daha güvenli tarafta kaldığını göstermektedir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada STA4CAD programında modellenen bir yapının TDY 2007 ve TBDY 2018'e göre Konya ve İstanbul illerine göre ayrı ayrı dayanıma göre tasarım yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yüğü ve Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemine göre statik ve dinamik analizleri yapılarak yönetmeliklerin karşılaştırılması yapılmıştır.

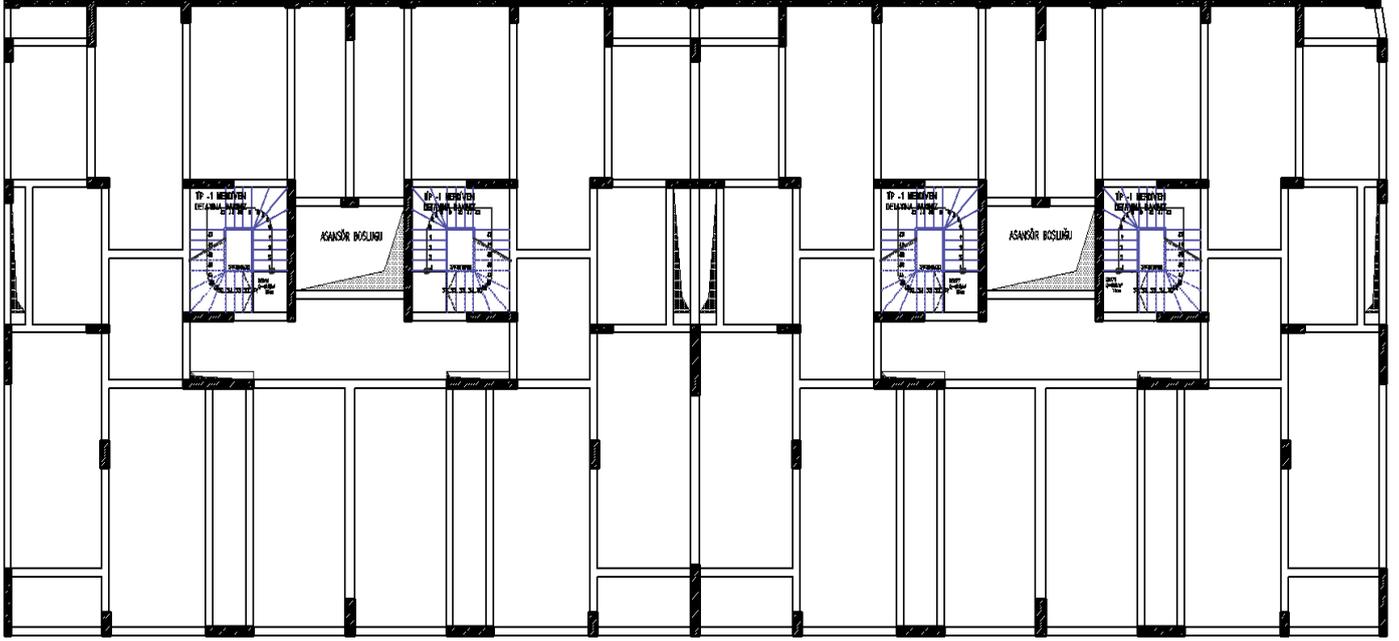
Yapının yapılacağı yer olarak İstanbul ve Konya ili seçilmiştir. TDY 2007'ye göre yapının yapılacağı yer olan İstanbul mevcut durumda 1. Derece, Konya ise 4. Derece deprem bölgesinde yer almaktadır. TBDY 2018'e göre yapılacak hesapta kullanılacak kısa ve uzun periyod bölgelerine karşılık gelen spektral ivme katsayıları AFAD'ın yayınladığı deprem tehlike haritalarından belirlenmiştir. Plan boyutları 19.90 m x 48.00 m, kat yüksekliği 3.00 m ve modelin toplam kat yüksekliği 36 m olup 12 katlı olarak seçilmiştir. Modellenecek yapıya ait zemin sınıfı TDY 2007'ye göre Z3, TBDY 2018'e göre ZC olarak belirlenmiştir. Taşıyıcı sistemi perdeli-çerçeve olarak modellenecek yapı, kullanım amacı $I=1$ olan otel, konut, misafırhane türü yapı seçilmiştir.

Oluşturulan bu model zemin sınıfına ve deprem bölgelerine göre ve her iki yönetmeliğe göre Konya ve İstanbul illeri için ayrı ayrı statik ve dinamik analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda betonarme yapının kalıp, demir ve beton metraj sonuçlarının karşılaştırmaları yapılmıştır.

Yapının taşıyıcı elemanlarından olan kirişlerin çoğunluğu 25/50 ve 25/60 olarak, kolonların çoğunluğu 30/60, 30/70, 30/75, 30/80, 30/120, 30/140 olarak, perdelerin çoğunluğu 25/175, 25/200, 30/210, 25/300, 25/420 olarak, döşeme kalınlıkları ise 12 cm ve 15 cm olarak tasarlanmıştır. Yapının temelinde yükün zemine düzgün bir şekilde dağılmasını sağlayan radye temel yapılmıştır. Temelimiz 48,00 m x 19,90 m ölçülerinde taban alanı 955,2 m² olacak şekilde tasarlanmıştır.

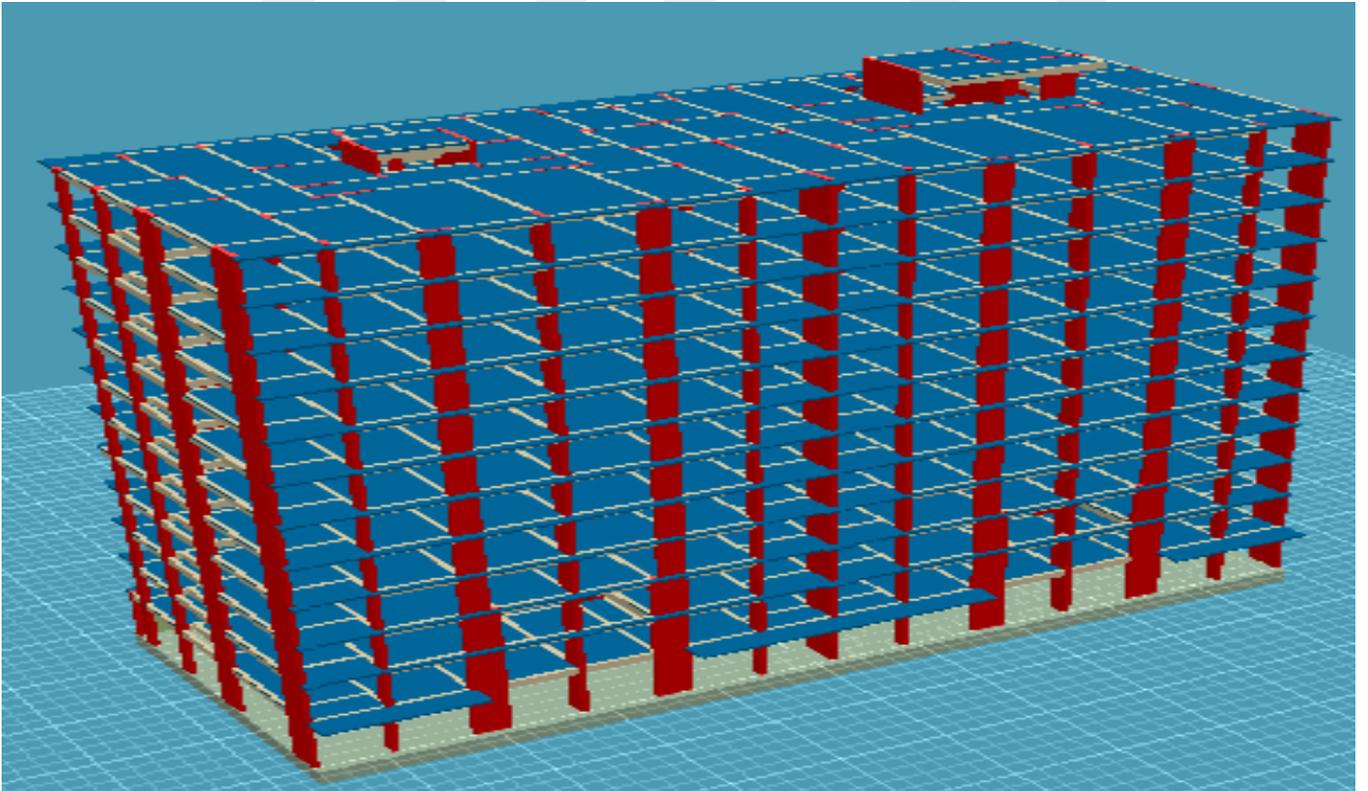
Yapının 3 boyutlu modellemesi ve analizi yapısal analiz programı Sta4Cad kullanılarak yapılmıştır. Yapının planı ve 3 boyutlu görüntüsü Şekil 4.1 ve Şekil 4.2' de verilmiştir.

Seçilen yapının perde-çerçeve taşıyıcı sistemli planı Şekil 4.1' de verilmiştir.



Şekil 4.1. Perde-Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Binanın Planı

Seçilen yapının perde-çerçeve taşıyıcı sistemli 3 boyutlu planı Şekil 4.2' de verilmiştir.



Şekil 4.2. Perde - Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Binanın 3 Boyutlu Görüntüsü

4.1. TDY 2007 VE TBDY 2018 'e GÖRE DEPREM ETKİSİ ALTINDAKİ YAPILAR İLE İLGİLİ TEMEL KONULARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde TDY 2007 ile TBDY 2018 yönetmeliklerinin Modal Birleştirme ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri açısından karşılaştırılması sonucunda şu sonuçlara ulaşılmıştır;

1. Yeni yönetmeliğe göre depreme dayanıklı binaların tasarımında iki ana tasarım yaklaşımı belirlenmiştir. Bunlar dayanıma göre tasarım (DGT) ve şekil değiştirmeye göre tasarım(ŞGDT) yaklaşımlarıdır. Her iki yönetmelikte de geçerli olan hesap esası dayanımına göre hesaptır. Bu yöntemlerde 2007 deprem yönetmeliğinde bina tasarımı için kullanılan eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme yöntemi gibi doğrusal deprem hesabı yapılmaktadır. Ancak hesap esaslarında 2007 yönetmeliğine göre önemli değişiklikler ve eklemeler yapılmıştır.
2. Modal hesap yöntemi ile yapılacak bodrumlu binaların hesabında her iki yönetmeliğe göre binanın üst bölümü ve bodrumlu alt bölümü bir arada ortak bir taşıyıcı sistem olarak modellenecek ve ilk yükleme durumunda sadece üst bölümün kütleleri göz önüne alınarak modal hesaplama yapılacaktır. Fakat yeni yönetmelikte Tablo 4.1'den seçilen $R_{üst}$ ve $D_{üst}$ katsayılarına göre deprem yükü azaltma katsayısı $(R_a)_{m,üst}$ kullanılacaktır. Eski yönetmelikte ise Tablo 2.5'e göre R değeri kullanılmaktaydı. İkinci yükleme durumunda ise sadece alt bölümün kütleleri göz önüne alınarak modal hesaplama yapılacaktır. Ayrıca her iki yönetmeliğin belirlediği şekilde $(R_a)_{n,alt}$ kullanılacaktır.
3. Hesap yöntemlerinde yatay doğrultuda azaltılmış deprem yüklerinin belirlenmesi için kullanılacak azaltılmış tasarım ivme spektrumunun belirli bir T doğal titreşim periyodu için ordinatı olan azaltılmış tasarım spektral ivmesi $(S_{aR}(T))$ 'nin hesaplanmasında kullanılan deprem yükü azaltma katsayısında $(R_a(T))$ doğal titreşim periyoduna göre değişiklikler yapılmıştır.
4. Deprem yükü azaltma katsayısını belirlemede kullanılan taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R), süneklilik düzeylerine ve belirli kriterlere göre değişiklikler yapıp daha kapsamlı hale getirilmiştir.
5. Deprem yükü azaltma katsayısını belirlemede kullanılan bir başka parametrelerden olan bina önem katsayısı, bina kullanım sınıfı(BKS)'na göre bazı değişiklikler

yapılmıştır. Örneğin; okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri ve müzelerin katsayısı 1,4'ten 1,5'e çıkarılmıştır. Buna bağlı olarak deprem kuvvetinde belirli bir artış gerçekleşecektir. Eski yönetmelikte kullanılan 1,4 değeri yeni yönetmelikte iptal edilmiştir.

6. Yeni yönetmeliğe deprem yükü azaltma katsayısını belirlemede kullanılacak olan Dayanım Fazlalığı Katsayısı(D) eklenmiştir. Bu dayanım fazlalığı katsayısı; davranış katsayısına benzer şekilde yapı özelliklerine göre belirlenecektir.
7. Deprem yükü azaltma katsayısının bulunmasında kullanılan spektrum köşe periyotları(TA,TB), tasarım spektral ivme katsayıları(S_{DS}, S_{D1})'na göre belirlenecektir. Bu spektral ivme katsayıları ise yeni yönetmelikte daha detaylı hale getirilen zemin sınıfları ve zemin etki katsayılarına göre belirlenecektir. Böylece spektral ivme katsayısı, kısa ve uzun periyot bölgeleri için ayrı ayrı belirlenecektir.
8. Azaltılmış tasarım spektral ivmesinin ($S_{aR}(T)$) hesaplanmasında kullanılan yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{ae}(T)$) doğal titreşim periyoduna bağlı olarak daha detaylı formüller ile yerçekimi ivmesi(g) cinsinden tanımlanmıştır.
9. Eski yönetmelikte her bir mod için hesaplanan taban kesme kuvveti modal etkin kütlelerinin toplamının bina toplam kütlelerinin %90'ından az olmaması kuralı yeni yönetmelikte %95'den az olmaması şeklinde değişmiştir.
10. Her iki yönetmelikte de modal hesap yöntemi ile elde edilen tüm azaltılmış iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri, eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısı ile çarpılarak büyütülecektir. Düzensizlik durumları her iki yönetmelikte de aynı olduğu için sabit çarpanlarda her iki yönetmelik için aynıdır.
11. Yeni yönetmeliğe göre binanın i'inci katındaki kolon veya perdeler için etkin görelî kat ötelemesinin ($\delta_i^{(x)}$) hesabında ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden azaltılmış görelî kat ötelemesi($\Delta_i^{(x)}$) ile davranış katsayısının çarpımına eski yönetmeliğe ek olarak bina önem katsayısına bölünmesi kuralı eklenmiştir.
12. Yeni yönetmelikte etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri($\delta_{i,max}^{(x)}$)sağlayacak koşullarda değişiklikler olmuştur.

5. EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ İLE DOĞRUSAL DEPREM HESABI

Deprem hareketinin yapıya etkisinin hesaplanması için birçok metot bulunmaktadır. Bu metodlar içerisinde en sade, en anlaşılır ve uygulaması en kolay olan metot Eş Değer Deprem Yükü Metodudur. Eş Değer Deprem Yükü Metodu genel olarak yapıya deprem esnasında etki edecek yatay yükün belirli katsayılar yardımı ile hesaplanmasına dayanmaktadır. Eş Değer Deprem Yükü yöntemi, birbirine dik (X) ve (Y) deprem doğrultularında binaya etkiyen depremler için ayrı ayrı uygulanacaktır.

Bu bölümde seçilen betonarme yapının genel bilgileri ve bu yapının Eş Değer Deprem Yükü yöntemiyle çözülen statik analizine ilişkin sonuçlar yer almaktadır.

5.1. TDY 2007' ye Göre Konya İlinde Seçilen Bir Yapının Genel Bilgileri ve Statik Analiz Sonuçları

5.1.1. Yapının Genel Bilgileri

TDY 2007'ye göre Konya ili için yapı genel bilgileri aşağıdaki gibidir;

Deprem Bölge Katsayısı	(A_0)	: 0,1
Yapı Davranış Katsayısı	(R_x/R_y)	: 7,00
Yapı Önem Katsayısı	(I)	: 1
Spektrum Karakteristik Peryodu (T_a/T_b)		: 0,15 / 0,60
Hareketli Yük Katsayısı	(n)	: 0,3
Deprem Yükü Alt Yüksekliği (H_x/H_y) (m)		: 3,70
Zemin Yatak Katsayısı	(K_0)	: 2500 (t/m³)
Zemin Emniyet Gerilmesi	(G_z)	: 21 (t/m²)
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (C_z)		: 1
Aplikasyon Kot Farkı	(m)	: -3,70
Zemin Gerilmesi Deprem Artırım Oranı		: 0,5
Modal Analiz Minimum Deprem Yükü Oranı		: 0,9
Deprem Yükü Eksantirisitesi		: 0,05
Zemin Sınıfı		: Z3

Bu bölümde yapıya ait genel bilgilere yer verilmiştir. Bu genel bilgileri yapının kat kütlesi ve rijitlik merkezi, X ve Y yönündeki deprem kuvveti hesapları, X ve Y yönündeki deprem yükü ve momentleri, perde taban kesme kuvvetleri, X ve Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler, kolon ve perde alanları

oluşturmaktadır. Betonarme yapının katlarına ilişkin kat kütlesi ve rijitlik merkezi bilgileri Çizelge 5.1’ de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Kat Kütlesi (t) ve Rijitlik Merkezi (m)

Kat No	Xg(m)	Xr(m)	Yg(m)	Yr(m)	Σwk(ton)
1	73,30	73,31	9,58	3,63	1321,704
2	73,30	73,31	9,35	5,92	1085,315
3	73,30	73,31	9,75	7,42	1163,603
4	73,30	73,31	9,78	8,26	1163,305
5	73,26	73,30	9,74	8,77	1180,245
6	73,30	73,30	9,76	9,11	1175,690
7	73,30	73,30	9,76	9,35	1176,065
8	73,30	73,31	9,76	9,52	1176,065
9	73,30	73,31	9,76	9,66	1178,040
10	73,30	73,31	9,76	9,77	1178,040
11	73,30	73,32	9,75	9,87	1183,931
12	73,64	73,34	10,05	9,95	809,736
13	77,78	72,43	8,25	9,89	98,579
Wt=13890,321 ton					

Çizelge 5.1 incelendiğinde betonarme yapının toplam kütlesinin 13890,321 ton olduğu görülmektedir.

Betonarme yapının x ve y yönündeki deprem kuvvet sonuçları bulunup kuvvetlerin kontrolü yapılmıştır. Analizin X yönündeki sonuçları Çizelge 5.2’ de verilmiştir.

Çizelge 5.2. X Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (ton)

Kat No	Deprem Yükü (ton)
1	88,11
2	3,22
3	6,91
4	10,36
5	14,02
6	17,45
7	20,95
8	24,44
9	27,98
10	31,48
11	35,16
12	46,02
13	5,89
Σ	332,05
Bodrum Kat	88,11
Σ - Bodrum Kat	243,94

$V_{tx} = W \times A(t) / R_a(t) > 0,10 \times A_o \times I \times W$ denklemine göre yukarıdaki Çizelge 5.2 incelendiğinde x yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 243,94 ton > 138,90 ton olarak bulunmuştur. Y yönündeki analiz sonuçları Çizelge 5.3' de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Y Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (ton)

Kat No	Deprem Yükü (ton)
1	88,11
2	3,28
3	7,05
4	10,57
5	14,30
6	17,81
7	21,38
8	24,95
9	28,56
10	32,13
11	35,88
12	46,97
13	6,01
Σ	337,06
Bodrum Kat	88,11
Σ - Bodrum Kat	248,95

$V_{ty} = W \times A(t) / R_a(t) > 0,10 \times A_o \times I \times W$ denkleminde göre yukarıdaki Çizelge 5.3 incelendiğinde y yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 248,95 ton > 138,90 ton olarak bulunmuştur.

Çizelge 5.4' te X yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 5.4. X Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	F_x (t)	F_x * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	3,22	9,67
3	6,00	6,91	41,47
4	9,00	10,36	93,28
5	12,00	14,02	168,25
6	15,00	17,46	261,87
7	18,00	20,96	377,22
8	21,00	24,45	513,44
9	24,00	27,99	671,74
10	27,00	31,49	850,17
11	30,00	35,16	1054,84
12	33,00	46,03	1518,83
13	36,00	5,90	212,26
Σ		243,98	5773,05

Çizelge 5.4’de X yönündeki toplam deprem yükü 243,98 ton ve toplam momenti 5773,05 tm olarak bulunmuştur. Çizelge 5.5’ te Y yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 5.5. Y Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	Fy (t)	Fy * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	3,29	9,87
3	6,00	7,05	42,32
4	9,00	10,58	95,20
5	12,00	14,31	171,70
6	15,00	17,82	267,25
7	18,00	21,39	384,97
8	21,00	24,95	523,98
9	24,00	28,56	685,53
10	27,00	32,13	867,63
11	30,00	35,88	1076,50
12	33,00	46,97	1550,02
13	36,00	6,02	216,61
Σ		248,95	5891,58

Çizelge 5.5' de Y yönündeki toplam deprem yükü 248,95 ton ve toplam momenti 5891,58 tm olarak bulunmuştur. Seçilen yapının perde taban kesme kuvvetine ilişkin bulgular Çizelge 5.6' da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Perde Taban Kesme Kuvveti (t)

Perde	V _x (t)	V _y (t)
SZ023	6,71	-
SZ024	-	22,26
SZ025	-	24,33
SZ026	6,72	-
SZ028	11,75	-
SZ030	6,72	-
SZ031	-	34,42
SZ032	-	36,59
SZ033	6,71	-
SZ038	6,69	-
SZ039	6,73	-
SZ040	6,74	-
SZ041	6,68	-
SZ042	-	2,58
SZ045	-	7,63
SZ048	-	6,65
SZ049	14,41	-
SZ050	14,47	-
SZ051	14,47	-
SZ052	14,41	-
SZ057	-	2,12
SZ058	-	5,84
SZ059	-	6,05
Toplam	123,22	148,46

X ve Y yönündeki perde taban kesme kuvveti oranı Çizelge 5.6' da ki perde taban kesme kuvvetinin Çizelge 5.4 ve 5.5' teki deprem yüküne oranıdır. Deprem yüküne ilişkin oran aşağıdaki gibidir:

X yönü $\alpha_s = 123,22 / 243,94 = 0,51$

Y yönü $\alpha_s = 148,46 / 248,95 = 0,60$

Çizelge 5.7' de X yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 5.7. X Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	V _{fi}	Θ	$\sum N_g$	$\sum N_{kr}$
1	1,47	497,26	0,0044	21545,80	22103772,00
2	5,89	308,91	0,0286	19427,10	3309250,80
3	7,37	304,89	0,0362	17770,40	3476242,50
4	7,40	296,00	0,0375	15925,30	3235515,80
5	6,86	283,09	0,0363	14278,40	3264983,80
6	5,96	267,86	0,0333	12596,50	3292564,80
7	4,90	252,37	0,0291	10932,60	3331005,80
8	3,81	233,30	0,0245	9242,10	3368586,80
9	2,74	211,98	0,0194	7467,30	3403925,00
10	1,78	189,24	0,0141	5603,00	3436315,00
11	0,97	165,17	0,0088	3644,90	3463165,00
12	0,37	172,49	0,0032	1666,20	3597998,00
13	0,038	17,92	0,0032	184,40	484976,10

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1.3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemi sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik.

Çizelge 5.8' de Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 5.8. Y Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	V _{fi}	Θ	$\sum N_g$	$\sum N_{kr}$
1	3,39	410,30	0,0124	21545,80	10840941,00
2	5,72	358,72	0,0239	19427,10	8958207,00
3	6,57	320,16	0,0308	17770,40	8983231,00
4	6,59	316,72	0,0312	15925,30	8885370,00
5	6,20	306,49	0,0303	14278,40	8835161,00
6	5,49	290,66	0,0283	12596,50	8904297,00
7	4,64	274,82	0,0253	10932,60	8978528,00
8	3,71	255,96	0,0217	9242,10	9080677,00
9	2,78	234,35	0,0178	7467,30	9184786,00
10	1,90	210,30	0,0135	5603,00	9295610,00
11	1,12	178,51	0,0094	3644,90	9426951,00
12	0,46	187,03	0,0037	1666,20	9691417,00
13	0,05	36,26	0,0024	184,40	8879772,00

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1,3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemini sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik.

Çizelge 5.9' da her katın kolon ve perde alanları verilmiştir.

Çizelge 5.9. Kolon ve Perde Alanları (m²)

Kat No	Kat Alanı (m²)	Kolon Alanı (m²)	Perde Alanı (m²)
1	922,00	7,60	25,96
2	787,03	10,12	13,79
3	885,52	10,12	13,79
4	869,28	9,72	13,79
5	887,08	9,72	13,79
6	887,08	9,72	13,79
7	887,08	9,72	13,79
8	887,08	9,72	13,79
9	887,08	9,72	13,79
10	887,08	9,72	13,79
11	887,08	9,72	13,79
12	923,50	9,72	13,79
13	57,12	0,00	4,48
Σ	10654,01	115,32	182,07

5.1.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metraji Bulguları

Çizelge 5.10' da seçilen yapının beton metraji verilmiştir.

Çizelge 5.10. Seçilen Yapının Beton Metrajı (m³)

Kat No	Döşeme (m³)	Kiriş (m³)	Kolon (m³)	Toplam (m³)
1	105,20	53,85	124,17	283,23
2	90,13	51,55	71,71	213,39
3	103,12	54,30	71,71	229,13
4	98,46	56,01	70,51	224,99
5	101,12	55,82	70,51	227,45
6	101,01	55,67	70,52	227,19
7	101,15	55,67	70,51	227,34
8	101,15	55,67	70,51	227,34
9	101,15	55,67	70,51	227,34
10	101,15	55,67	70,51	227,34
11	101,15	55,67	70,51	227,34
12	103,99	50,35	70,51	224,86
13	7,64	4,59	11,17	23,40
Σ				2790,35 m³

5.1.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metrajı Bulguları

Çizelge 5.11' de seçilen yapının kalıp metrajı verilmiştir.

Çizelge 5.11. Seçilen Yapının Kalıp Metrajı (m²)

Kat No	Döşeme (m ²)	Kiriş (m ²)	Kolon (m ²)	Toplam (m ²)
1	805,09	434,19	1088,00	2327,28
2	688,80	423,11	625,61	1737,52
3	775,42	433,94	625,43	1834,79
4	760,42	456,47	616,07	1832,95
5	778,13	455,14	616,04	1849,30
6	777,12	453,75	616,17	1847,03
7	778,33	453,75	616,17	1848,24
8	778,33	453,75	616,17	1848,24
9	778,33	453,75	616,17	1848,24
10	778,33	453,75	616,17	1848,24
11	778,33	453,75	616,17	1848,24
12	811,25	401,34	614,87	1827,46
13	49,42	39,16	94,70	183,28
Σ				22680,83

5.1.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları

Çizelge 5.12' de seçilen yapının donatı metrajı verilmiştir.

Çizelge 5.12. Seçilen Yapının Donatı Metrajı (kg)

Kat No	Döşeme (kg)	Kiriş (kg)	Kolon (kg)	Toplam (kg)
1	7098,00	6284,00	15850,55	29232,50
2	6452,60	5849,70	10564,80	22867,00
3	7090,80	6629,50	10584,60	24304,90
4	7541,40	6964,10	9896,40	24401,90
5	7515,00	6958,60	9896,40	24370,10
6	7044,50	6905,10	9896,40	23846,00
7	7583,30	6819,40	9896,40	24299,10
8	7592,30	6735,40	9896,40	24224,20
9	7592,30	6645,30	9896,40	24134,00
10	7583,30	6588,60	9896,40	24068,40
11	7430,60	6558,00	9896,40	23885,00
12	6705,60	5568,80	9529,30	21803,60
13	376,60	507,30	1157,20	2041,10
Σ				293478,00 kg

5.1.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu

Yapılan analiz sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Yapı'nın periyodu : $T_x=1,29$ s, $T_y=1,25$ s
- X yönü rijitlik beklenen değerde çıkmıştır.
- Y yönü rijitlik beklenen değerde çıkmıştır.
- Yapı perde oranı : $\alpha_x=0,51$, $\alpha_y=0,60$
- Yapı perde oranlarımıza göre boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75' inden daha fazla olmayacaktır. ($\alpha_s \leq 0,75$)
- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 7,00$ alınmıştır.

- Toplam yapı alanı = 10654 m²
- Toplam yapı yükü = 16203,6 (t)
- Ortalama birim yük = 1,521 (t/m²)
- Zımbalama kontrolleri sağlanmıştır.
- Kuşatılmış kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Kesme güvenliği kontrolleri sağlanmıştır.
- Güçlü kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Analiz sonucunda kesiti yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Analiz sonucunda sehimi yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Maksimum ikinci merteye etkisi:
 $\Theta_x = 0,0375 \leq 0,05$ X yönü kat tutuludur.
 $\Theta_y = 0,0289 \leq 0,05$ Y yönü kat tutuludur.
- Yönetmeliğe göre en çok deplasmanı yapan kolonumuz 0,05'den küçük olduğu için her iki yönde de katlarımızı tutuludur ve yatay rijitliğimiz stabilite için yeterlidir.
- TDY 2007 madde 2.3.2.1' e göre A1 burulma düzensizliği:
 $1,2 < n_{bi} = 1,558 < 2$ Deprem Yüğü Eksantirisitesi: % 7,8 alınmış, koşul sağlanmıştır.
- TDY 2007 madde 2.3.2.1 B2 düzensizliği sağlanmıştır.
- TDY 2007 madde 2.19 koşulu sağlanmıştır.
 $X_{max} (d_i/h_i) = 0,0040 < 0,02$ $Y_{max} (d_i/h_i) = 0,0047 < 0,02$
- 475 adet kolon ortalama donatı oranı = 0,0106 (p/p_{min}) = 1,057
- 298 adet perde ortalama donatı oranı = 0,0066 (p/p_{min}) = 1,323
- 1915 adet kiriş ortalama donatı oranı = 0,0031 (p/p_{min}) = 0,811
- Kolonlarımız, kirişlerimiz ve perdelerimiz beklenen donatı yüzdesindedir.
- Temel alanı = 955,2 m²
- Toplam temele gelen yük = 17782 (t)
- Efektif zemin gerilmesi $G_{zef} = 17782 / 955,2 = 18,62$ (t/m²)
- Efektif zemin gerilmesi, yeterli görünmektedir.

5.2. TDY 2007' ye Göre İstanbul İlinde Seçilen Bir Yapının Genel Bilgileri ve Statik Analiz Sonuçları

5.2.1. Yapının Genel Bilgileri

TDY 2007' ye göre İstanbul ili için yapı genel bilgileri aşağıdaki gibidir;

Deprem Bölge Katsayısı	(A_0)	: 0,4
Yapı Davranış Katsayısı	(R_x/R_y)	: 7,00
Yapı Önem Katsayısı	(I)	: 1
Spektrum Karakteristik Peryodu (T_a/T_b)		: 0,15 / 0,60
Hareketli Yük Katsayısı	(n)	: 0,3
Deprem Yüğü Alt Yüksekliği	(H_x/H_y) (m)	: 3,70
Zemin Yatak Katsayısı	(K_0)	: 10000 (t/m³)
Zemin Emniyet Gerilmesi	(G_z)	: 50 (t/m²)
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	(C_z)	: 1
Aplikasyon Kot Farkı	(m)	: -3,70
Zemin Gerilmesi Deprem Artırım Oranı		: 0,5
Modal Analiz Minimum Deprem Yüğü Oranı		: 0,9
Deprem Yüğü Eksantirisitesi		: 0,05
Zemin Sınıfı		: Z3

Bu bölümde yapıya ait genel bilgilere yer verilmiştir. Bu genel bilgileri yapının kat kütlesi ve rijitlik merkezi, X ve Y yönündeki deprem kuvveti hesapları, X ve Y yönündeki deprem yüğü ve momentleri, perde taban kesme kuvvetleri, X ve Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler, kolon ve perde alanları oluşturmaktadır. Betonarme yapının katlarına ilişkin kat kütlesi ve rijitlik merkezi bilgileri Çizelge 5.13' de verilmiştir.

Çizelge 5.13. Kat Kütlesi (t) ve Rijitlik Merkezi (m)

Kat No	Xg(m)	Xr(m)	Yg(m)	Yr(m)	$\Sigma wk(\text{ton})$
1	73,31	72,99	9,55	3,88	1344,55
2	73,35	73,05	9,41	6,09	1126,84
3	73,32	73,13	9,77	7,75	1223,23
4	73,32	73,18	9,76	8,71	1232,51
5	73,27	73,21	9,73	9,32	1243,82
6	73,31	73,25	9,76	9,75	1235,92
7	73,33	73,29	9,75	10,07	1237,00
8	73,31	73,32	9,75	10,33	1217,45
9	73,32	73,34	9,78	10,54	1213,03
10	73,31	73,36	9,74	10,67	1200,95
11	73,31	73,37	9,73	10,73	1201,39
12	73,63	73,38	10,03	10,73	832,28
13	77,89	72,29	8,28	10,58	99,86
Wt=14408,88 ton					

Çizelge 5.13 incelendiğinde betonarme yapının toplam kütlesinin 14408,887 ton olduğu görülmektedir.

Betonarme yapının x ve y yönündeki deprem kuvvet sonuçları bulunup kuvvetlerin kontrolü yapılmıştır. Analizin X yönündeki sonuçları aşağıda Çizelge 5.14' de verilmiştir.

Çizelge 5.14. X Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (ton)

Kat No	Deprem Yükü (ton)
1	359,88
2	20,82
3	45,20
4	68,31
5	91,92
6	114,17
7	137,06
8	157,35
9	179,17
10	199,40
11	221,57
12	294,64
13	37,17
Σ	1926,70
Bodrum Kat	359,88
Σ - Bodrum Kat	1566,81

$V_{tx} = W \times A(t) / R_a(t) > 0,10 \times A_o \times I \times W$ denklemine göre Çizelge 5.14 incelendiğinde x yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 1566,81 ton > 576,35 ton olarak bulunmuştur. Y yönündeki analiz sonuçları Çizelge 5.15' de verilmiştir.

Çizelge 5.15. Y Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (ton)

Kat No	Deprem Yükü (ton)
1	359,88
2	22,02
3	47,82
4	72,27
5	97,24
6	120,79
7	145,01
8	166,48
9	189,55
10	210,96
11	234,41
12	311,72
13	39,32
Σ	2017,53
	359,88
Σ - Bodrum Kat	1657,64

$V_{ty} = W \times A(t) / R_a(t) > 0,10 \times A_o \times I \times W$ denklemine göre Çizelge 5.15 incelendiğinde y yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 1657,64 ton > 576,35 ton olarak bulunmuştur.

Çizelge 5.16' da X yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 5.16. X Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	F _x (t)	F _x * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	20,82	62,47
3	6,00	45,20	271,21
4	9,00	68,31	614,82
5	12,00	91,92	1103,03
6	15,00	114,17	1712,09
7	18,00	137,07	2467,17
8	21,00	157,36	3304,53
9	24,00	179,17	4300,12
10	27,00	199,40	5383,84
11	30,00	221,57	6647,24
12	33,00	294,64	9723,19
13	36,00	37,17	1338,20
Σ		1566,82	36928,44

Çizelge 5.16' da X yönündeki toplam deprem yükü 1566,82 ton ve toplam momenti 36928,44 tm olarak bulunmuştur. Çizelge 5.17' de Y yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 5.17. Y Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	Fy (t)	Fy * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	22,03	66,09
3	6,00	47,82	286,93
4	9,00	72,27	650,46
5	12,00	97,25	1166,98
6	15,00	120,79	1811,90
7	18,00	145,01	2610,19
8	21,00	166,48	3496,09
9	24,00	189,56	4549,39
10	27,00	210,96	5695,32
11	30,00	234,42	7032,58
12	33,00	311,72	10286,83
13	36,00	39,33	1415,78
Σ		1657,64	39069,16

Çizelge 5.17’de X yönündeki toplam deprem yükü 1657,64 ton ve toplam momenti 39069,16 tm olarak bulunmuştur. Seçilen yapının perde taban kesme kuvvetine ilişkin bulgular Çizelge 5.18’ de verilmiştir.

Çizelge 5.18. Perde Taban Kesme Kuvveti (t)

Perde	V _x (t)	V _y (t)
SZ023	40,41	-
SZ024	-	171,83
SZ025	-	186,96
SZ026	40,27	-
SZ028	54,99	-
SZ030	40,22	-
SZ031	-	245,79
SZ032	-	293,54
SZ033	40,44	-
SZ042	39,76	-
SZ043	46,76	-
SZ045	-	43,25
SZ047	45,39	-
SZ048	45,13	-
SZ051	112,09	-
SZ052	112,75	-
SZ053	112,23	-
SZ054	106,75	-
SZ059	-	16,12
SZ060	-	34,91
Toplam	837,18	992,39

X ve Y yönündeki perde taban kesme kuvveti oranı Çizelge 5.18' de ki perde taban kesme kuvvetinin Çizelge 5.16 ve 5.17'deki deprem yüküne oranıdır. Deprem yüküne ilişkin oran aşağıdaki gibidir:

$$X \text{ yönü } \alpha_s = 837,18 / 1566,82 = 0,53$$

$$Y \text{ yönü } \alpha_s = 992,39 / 1657,64 = 0,60$$

Çizelge 5.19' da X yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 5.19. X Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	V _{fi}	Θ	$\sum N_{g}$	$\sum N_{kr}$
1	6,80	2168,67	0,0047	22270,00	22902964,00
2	24,42	1563,34	0,0234	20122,50	4068490,30
3	28,07	1542,58	0,0272	18405,90	4211864,00
4	26,74	1497,52	0,0267	16475,60	3995036,50
5	24,60	1429,92	0,0258	14731,70	3853158,80
6	21,73	1337,77	0,0243	12960,90	3878025,00
7	18,40	1223,96	0,0225	11214,10	3951556,80
8	15,00	1087,33	0,0207	9439,00	3736037,50
9	11,36	930,38	0,0183	7606,40	3692976,00
10	7,68	751,75	0,0153	5693,20	3517909,30
11	4,35	555,13	0,0117	3703,00	3531269,30
12	1,67	460,85	0,0054	1699,50	3674505,50
13	0,18	88,89	0,0030	186,30	449899,40

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1,3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemini sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik.

Çizelge 5.20' de Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 5.20. Y Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	V _{fi}	Θ	$\sum N_g$	$\sum N_{kr}$
1	13,29	2003,10	0,0099	22270,00	17247564,00
2	21,18	1642,23	0,0193	20122,50	14580660,00
3	23,48	1620,80	0,0217	18405,90	14714423,00
4	23,19	1573,69	0,0221	16475,60	16019287,00
5	21,78	1502,21	0,0217	14731,70	15439046,00
6	19,52	1406,49	0,0208	12960,90	15927433,00
7	16,83	1287,16	0,0196	11214,10	16299703,00
8	13,85	1143,32	0,0181	9439,00	14803969,00
9	10,78	978,26	0,0165	7606,40	14893859,00
10	7,74	790,51	0,0146	5693,20	15003668,00
11	4,80	582,03	0,0123	3703,00	14962673,00
12	2,07	677,81	0,0045	1699,50	15320927,00
13	0,27	210,79	0,0019	186,30	9659792,00

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1,3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemi sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik.

Çizelge 5.21' de her katın kolon ve perde alanları verilmiştir.

Çizelge 5.21. Kolon ve Perde Alanları (m²)

Kat No	Kat Alanı (m²)	Kolon Alanı (m²)	Perde Alanı (m²)
1	922,00	9,97	27,58
2	787,03	12,58	14,75
3	885,52	12,46	14,38
4	869,28	12,06	14,26
5	887,08	12,06	14,26
6	887,08	12,00	14,26
7	887,08	11,40	14,76
8	887,08	11,40	14,76
9	887,08	11,37	14,76
10	887,08	11,17	14,76
11	887,08	11,17	14,76
12	923,50	11,17	14,76
13	57,12	0,00	4,60
Σ	10654,01	138,79	192,59

5.2.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metraji Bulguları

Çizelge 5.22' de seçilen yapının beton metraji verilmiştir.

Çizelge 5.22. Seçilen Yapının Beton Metrajı (m³)

Kat No	Döşeme (m ³)	Kiriş (m ³)	Kolon (m ³)	Toplam (m ³)
1	104,98	53,44	136,61	295,02
2	88,83	64,52	81,60	234,95
3	100,79	77,19	80,18	258,16
4	95,82	82,75	78,62	257,18
5	98,87	79,47	78,62	256,95
6	98,67	78,10	78,53	255,30
7	99,00	77,36	78,53	254,89
8	99,86	69,30	78,53	247,69
9	100,18	65,30	78,53	244,00
10	100,89	58,59	78,53	238,00
11	101,04	55,40	78,53	234,96
12	105,14	50,07	78,53	233,74
13	7,64	4,55	11,63	23,81
Σ				3034,65 m³

5.2.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metrajı Bulguları

Çizelge 5.23' de seçilen yapının kalıp metrajı verilmiştir.

Çizelge 5.23. Seçilen Yapının Kalıp Metrajı (m²)

Kat No	Döşeme (m²)	Kiriş (m²)	Kolon (m²)	Toplam (m²)
1	803,34	430,73	1112,05	2346,13
2	679,09	483,80	637,86	1800,76
3	758,02	537,88	631,18	1927,09
4	740,19	568,80	620,22	1929,21
5	760,95	559,54	620,85	1941,34
6	759,26	552,44	620,97	1932,67
7	762,01	549,83	621,27	1933,11
8	768,45	518,41	625,56	1912,41
9	771,01	498,99	627,56	1897,56
10	776,35	468,41	629,99	1874,75
11	777,56	451,42	630,87	1859,84
12	810,50	398,10	629,57	1838,16
13	49,42	38,83	98,30	186,54
Σ				23379,55 m²

5.2.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları

Çizelge 5.24' de seçilen yapının donatı metrajı verilmiştir.

Çizelge 5.24. Seçilen Yapının Donatı Metrajı (kg)

Kat No	Döşeme (kg)	Kiriş (kg)	Kolon (kg)	Toplam (kg)
1	6864,10	9165,90	30796,80	46826,70
2	6339,60	14257,60	20474,20	41071,40
3	6960,50	18996,60	19109,20	45066,30
4	7421,70	20139,70	19070,00	46631,40
5	7446,80	19515,90	18043,40	45006,10
6	7042,90	19178,80	17138,00	43359,70
7	7519,40	18439,60	16016,30	41975,30
8	7555,10	16465,40	14997,40	39017,90
9	7555,30	15461,10	14165,00	37181,40
10	7579,20	13184,80	12803,30	33567,30
11	7431,20	11596,20	11729,70	30757,10
12	6598,70	8891,30	11139,10	26629,10
13	376,60	582,00	1212,50	2171,10
Σ				479260,90 kg

5.2.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu

Yapılan analiz sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Yapı'nın periyodu : $T_x=1,12$ s, $T_y=1,04$ s
- X yönü rijitlik beklenen değerde çıkmıştır.
- Y yönü rijitlik beklenen değerde çıkmıştır.
- Yapı perde oranı : $\alpha_x=0,53$, $\alpha_y=0,60$
- Yapı perde oranlarımıza göre boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75' inden daha fazla olmayacaktır. ($\alpha_s \leq 0,75$)
- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 7,00$ alınmıştır.
- Toplam yapı alanı = 10654 m^2
- Toplam yapı yükü = $16725,5$ (t)

- Ortalama birim yük = 1,57 (t/m²)
- Zımbalama kontrolleri sağlanmıştır.
- Kuşatılmış kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Kesme güvenliği kontrolleri sağlanmıştır.
- Güçlü kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Analiz sonucunda kesiti yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Analiz sonucunda sehimi yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Maksimum ikinci merteye etkisi:
 $\Theta_x = 0,0271 \leq 0,05$ X yönü kat tutuludur.
 $\Theta_y = 0,0217 \leq 0,05$ Y yönü kat tutuludur.
- Yönetmeliğe göre en çok deplasmanı yapan kolonumuz 0,05'den küçük olduğu için her iki yönde de katlarımızı tutuludur ve yatay rijitliğimiz stabilite için yeterlidir.
- TDY 2007 madde 2.3.2.1' e göre A1 burulma düzensizliği:
 $1,2 < n_{bi} = 1,543 < 2$ Deprem Yüğü Eksantirisitesi: % 7,8 alınmış, koşul sağlanmıştır.
- TDY 2007 madde 2.3.2.1 B2 düzensizliği sağlanmıştır.
- TDY 2007 madde 2.19 koşulu sağlanmıştır.
- $X_{max} (d_i/h_i) = 0,018 < 0,020$ $Y_{max} (d_i/h_i) = 0,019 < 0,02$
- 505 adet kolon ortalama donatı oranı = 0,0188 (p/p_{min}) = 1,882
- 268 adet perde ortalama donatı oranı = 0,0096 (p/p_{min}) = 1,912
- 1915 adet kiriş ortalama donatı oranı = 0,0070 (p/p_{min}) = 2,013
- Kolonlarımız, kirişlerimiz ve perdelerimiz beklenen donatı yüzdesindedir.
- Temel alanı = 955,2 m²
- Toplam temele gelen yük = 18299 (t)
- Efektif zemin gerilmesi $G_{zef} = 18299 / 955,2 = 19,16$ (t/m²)
- Efektif zemin gerilmesi, yeterli görünmektedir.

5.3. TBDY 2018' e Göre Konya İlinde Seçilen Bir Yapının Genel Bilgileri ve Statik Analiz Sonuçları

5.3.1. Yapının Genel Bilgileri

AFAD'ın sitesinden alınan Konya iline ait yapı genel bilgileri Şekil 5.1 ve 5.2' de verilmiştir. (AFAD, 2020)



Şekil 5.1. Yapı Genel Bilgileri (AFAD, 2020)

Çıktılar

$$S_S = 0.308$$

$$S_1 = 0.073$$

$$S_{DS} = 0.400$$

$$S_{D1} = 0.109$$

$$PGA = 0.133$$

$$PGV = 6.745$$

S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

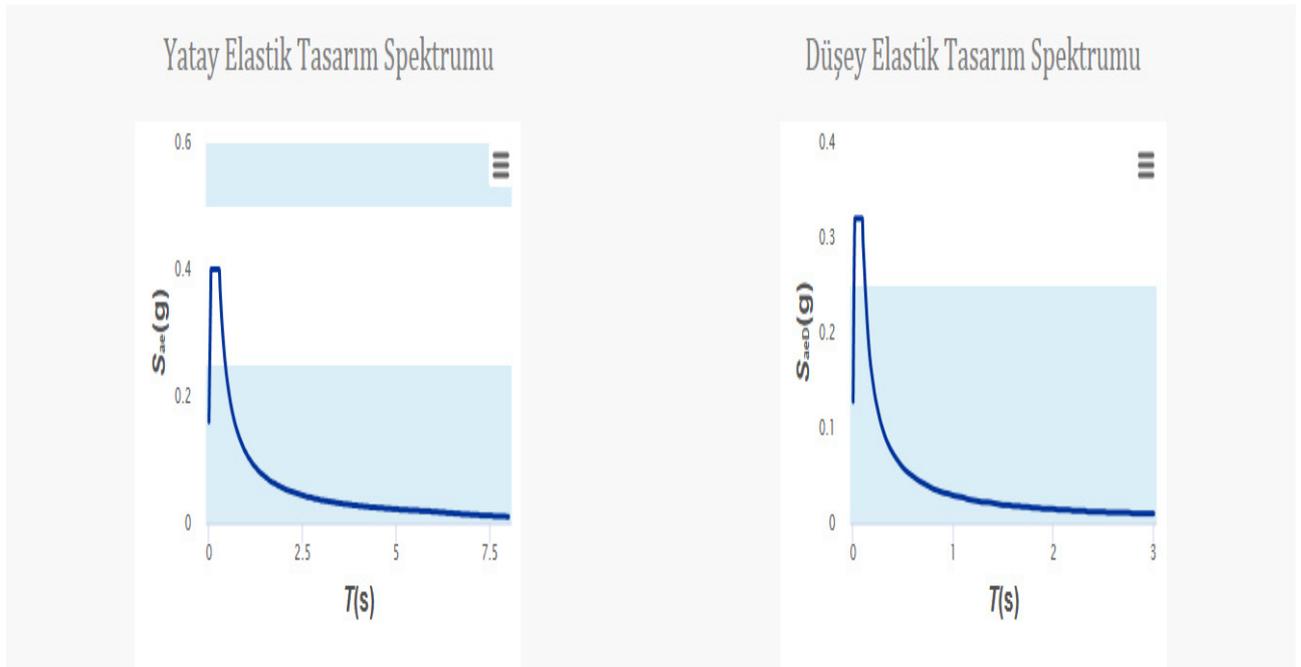
S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

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

PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]



Şekil 5.2. Yapı Genel Bilgileri (AFAD, 2020)

TBDY 2018'e göre Konya ili için yapı genel bilgileri aşağıdaki gibidir;

Spektral İvme Katsayısı	(S_{ds}/S_{d1})	: 0,4 / 0,109
Deprem Yer Hareketi Düzeyi		: DD2
Zemin Sınıfı		: ZC
Enlem		: 37.96677
Boylam		: 32.50795
Kısa Peryod Bölgesi	(S_s)	: 0,3076
T=1,0 için Spektral İvme Katsayısı	(S_1)	: 0,0727
DD2 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds})	: 0,400
DD2 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d1})	: 0,109
DD3 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds3})	: 0,1301
DD3 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d13})	: 0,0412
DD1 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds1})	: 0,843
DD1 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d11})	: 0,2216
DD4 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds4})	: 0,0913
DD4 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d14})	: 0,0294
$T_a = 0.2 S_{d1} / S_{ds}$: 0,0545
$T_b = S_{d1} / S_{ds}$: 0,2725
Yapı Davranış Katsayısı	(R_x/R_y)	: 7,00
Dayanım Fazlalığı Katsayısı	(D)	: 2,50
Yapı Önem Katsayısı	(I)	: 1
Hareketli Yük Katsayısı	(n)	: 0,3
Deprem Yüğü Alt Yüksekliği	(H_x/H_y) (m)	: 3,70
Zemin Yatak Katsayısı	(K_o)	: 2500 (t/m³)
Zemin Emniyet Gerilmesi	(G_z)	: 21 (t/m²)
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	(C_z)	: 1
Aplikasyon Kot Farkı	(m)	: -3,70
Zemin Gerilmesi Deprem Artırım Oranı		: 0,5
Modal Analiz Minimum Deprem Yüğü Oranı		: 0,9
Deprem Yüğü Eksantirisitesi		: 0,05
Deprem Tasarım Sınıfı	(DTS)	: 3
Bina Yükseklik Sınıfı	(BYS)	: 5 (H_n = 33,0 m)
Bina Kullanım Sınıfı	(BKS)	: 3

Bu bölümde yapıya ait genel bilgilere yer verilmiştir. Bu genel bilgileri yapının birinci doğal titreşim periyodunu, kat kütlesi ve rijitlik merkezi, X ve Y yönündeki deprem kuvveti hesapları, bodrumlu yapının periyod kontrolü, Ralt ve Dalt katsayılarının bulunması, X ve Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler, X ve Y yönündeki deprem yükü ve momentleri, perde taban momentleri, bina taşıyıcı sistemin seçimi, tuğla duvarlı analiz sonuçlarını, kolon ve perde alanlarını oluşturmaktadır. Betonarme yapının birinci doğal titreşim periyodu kontrol edilmiştir.

$$\begin{aligned}
 H_n &= 33 \text{ m} & C_{tx} &= 0,07 & C_{ty} &= 0,07 \\
 T_{1x} &= C_{tx} * H_n^{3/4} = 0,964 \text{ s} , & T_x &= 1,925 > 1,4 * 0,964 = 1,349 \text{ s} \\
 T_{1y} &= C_{ty} * H_n^{3/4} = 0,964 \text{ s} , & T_y &= 1,814 > 1,4 * 0,964 = 1,349 \text{ s}
 \end{aligned}$$

Yukarıdaki denklemlere göre yapımızın birinci doğal titreşim periyodunun kontrolü yapılmıştır ve denklemlerimiz sağlanmıştır.

Seçilen betonarme yapının katlarına ilişkin kat kütlesi ve rijitlik merkezi bilgileri Çizelge 5.25' de verilmiştir.

Çizelge 5.25. Kat Kütlesi (t) ve Rijitlik Merkezi (m)

Kat No	Xg(m)	Xr(m)	Yg(m)	Yr(m)	$\Sigma wk(\text{ton})$
1	73,30	73,31	9,58	3,70	1323,52
2	73,30	73,31	9,34	5,68	1088,55
3	73,30	73,31	9,79	7,14	1181,77
4	73,30	73,31	9,78	8,00	1168,15
5	73,26	73,31	9,74	8,52	1185,09
6	73,30	73,31	9,76	8,86	1180,53
7	73,30	73,31	9,76	9,09	1180,91
8	73,30	73,31	9,76	9,26	1180,91
9	73,30	73,31	9,76	9,38	1182,89
10	73,30	73,32	9,76	9,49	1182,89
11	73,30	73,33	9,75	9,57	1188,77
12	73,63	73,34	10,05	9,63	814,99
13	77,78	72,46	8,25	9,61	98,58
					Wt=13957,56 ton

Çizelge 5.25 incelendiğinde betonarme yapının toplam kütlesinin 13957,56 ton olduğu görülmektedir.

Seçilen betonarme yapının x ve y yönündeki deprem kuvvet sonuçları bulunup kuvvetlerin kontrolü yapılmıştır. Analizin X yönündeki sonuçları Çizelge 5.26'da verilmiştir.

Çizelge 5.26. X Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (t)

Kat No	Deprem Yükü (ton)
1	29,87
2	4,16
3	7,29
4	10,18
5	13,21
6	16,45
7	19,05
8	22,04
9	25,78
10	28,37
11	32,52
12	42,79
13	5,86
Σ	257,57
Bodrum Kat	29,87
Σ - Bodrum Kat	227,70

$V_{tx} = 0,04 \times S_{ds} \times I \times W$ denkleminde göre yukarıdaki çizelge 5.26 incelendiğinde x yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 227,70 ton > 223,32 ton olarak bulunmuştur.

Y yönündeki analiz sonuçları Çizelge 5.27'de verilmiştir.

Çizelge 5.27. Y Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (t)

Kat No	Deprem Yükü (ton)
1	29,87
2	4,16
3	7,29
4	10,18
5	13,21
6	16,45
7	19,05
8	22,04
9	25,78
10	28,37
11	32,52
12	42,79
13	5,86
Σ	257,57
Bodrum Kat	29,87
Σ - Bodrum Kat	227,70

. $V_{ty} = 0,04 \times S_{ds} \times I \times W$ denklemine göre yukarıdaki çizelge 5.27 incelendiğinde y yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 227,70 ton > 223,32 ton olarak bulunmuştur.

Çizelge 5.28'de bodrumlu yapının periyodları verilmiştir.

Çizelge 5.28. Periyodların Bulunması

Mod	1. Mod	2. Mod	3. Mod	4. Mod	5. Mod	6. Mod
W	3,38	3,81	3,99	11,49	14,52	14,76
T	1,85	1,65	1,57	0,55	0,43	0,42
M_{xr} %	7730,47	0,710	32,54	1169,83	1,49	0,91
M_{yr} %	0,05	7353,54	84,80	0,002	587,38	851,12

Yapımızın bodrum katlar dahil binanın tümü için hesaplanan doğal titreşim periyodunun, aynı taşıyıcı sistemde zemin kat döşemesi dahil tüm bodrum kütleleri hesaba katılmaksızın aynı doğrultuda hesaplanan doğal titreşim periyoduna oranının 1,1' den küçük olması gereklidir. (TBDY 3.3.1.1)

$$T_x \text{ tüm} = 1,925 \text{ s} < 1,1 * T_x \text{ üst} (1,858 \text{ s}) = 2,044 \text{ s}$$

$$T_y \text{ tüm} = 1,813 \text{ s} < 1,1 * T_y \text{ üst} (1,648 \text{ s}) = 1,814 \text{ s}$$

Aşağıdaki denklemlere göre yapımızın üst ve alt bölümlerinde farklı R ve D katsayılarının eşdeğer deprem ve modal analize göre değerlerinin bulunması gösterilmiştir. (TBDY 4.3.6.1)

Eşdeğer Deprem :

$$S_a(T_{x1}) = S_a(1,349) = 0,081$$

$$S_a(T_{y1}) = S_a(1,349) = 0,081$$

$$V_{tüm x} = V_{üst x} + S_a(T_{x1}) * W_b / 1,5 = 202,14 + 1323,521 * 0,081 / 1,5 = 273,422$$

$$V_{tüm y} = V_{üst y} + S_a(T_{y1}) * W_b / 1,5 = 202,14 + 1323,521 * 0,081 / 1,5 = 273,422$$

$$X \text{ yönü } v_{üst x} = V_{üst} / V_{tüm} = 202,145 / 273,423 = 0,739$$

$$Y \text{ yönü } v_y = V_{üst} / V_{tüm} = 202,145 / 273,423 = 0,739$$

$$V_{xalt} = (1 - v_{xüst}) * R_a / 1,5 = 1,217$$

$$V_{yalt} = (1 - v_{yüst}) * R_a / 1,5 = 1,217$$

$$V_x = v_{xüst} + v_{xalt} = 1,956$$

$$V_y = v_{yüst} + v_{yalt} = 1,956$$

$$D_{alt X} = (0,6 * v_{xüst} * D_{üst} + v_{xalt} * 1,5) / v_x = 1,500$$

$$D_{alt Y} = (0,6 * v_{yüst} * D_{üst} + v_{yalt} * 1,5) / v_y = 1,500$$

$$R_{alt X} = R_a / v_x = 3,579$$

$$R_{alt Y} = R_a / v_y = 3,579$$

Çizelge 5.29' da X yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 5.29. X Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	V _{fi}	Θ	$\sum N_g$	$\sum N_{kr}$
1	1,86	361,51	0,0077	21629,60	22106268,00
2	8,07	203,05	0,0596	19515,40	545359,70
3	10,59	204,50	0,0777	17858,30	436672,60
4	10,79	203,21	0,0796	15986,50	420109,80
5	10,12	203,18	0,0747	14328,90	420924,70
6	8,83	198,94	0,0666	12637,00	420076,00
7	7,29	192,13	0,0569	10972,20	420076,30
8	5,67	183,91	0,0462	9276,80	3377465,50
9	4,08	174,10	0,0352	7494,90	3410705,50
10	2,65	164,53	0,0241	5623,90	3443929,50
11	1,45	150,28	0,0145	3659,00	3473502,80
12	0,55	178,11	0,0046	1673,20	3610675,80
13	0,05	9,19	0,0096	184,40	429877,10

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1,3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemi sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik. Çizelge 5.30' da Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 5.30. Y Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	V _{fi}	Θ	$\sum N_g$	$\sum N_{kr}$
1	4,39	254,05	0,0259	21629,60	10832691,00
2	7,33	270,26	0,0406	19515,40	8969821,00
3	8,45	244,89	0,0518	17858,30	3349430,00
4	8,57	257,02	0,0500	15986,50	8863645,00
5	8,17	245,39	0,0499	14328,90	8865865,00
6	7,34	237,59	0,0463	12637,00	8930278,00
7	6,29	228,71	0,0412	10972,20	9001929,00
8	5,12	218,38	0,0351	9276,80	9101127,00
9	3,90	206,09	0,0284	7494,90	9202857,00
10	2,73	194,24	0,0210	5623,90	9311966,00
11	1,64	172,21	0,0143	3659,00	9438207,00
12	0,69	199,69	0,0052	1673,20	9678942,00
13	0,08	36,29	0,0035	184,40	8863800,00

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1,3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemi sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik. Çizelge 5.31' de X yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 5.31. X Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	F_x (t)	F_x * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	4,16	12,48
3	6,00	7,29	43,74
4	9,00	10,18	91,62
5	12,00	13,21	158,52
6	15,00	16,45	246,75
7	18,00	19,05	342,9
8	21,00	22,04	462,84
9	24,00	25,78	618,72
10	27,00	28,37	765,99
11	30,00	32,52	975,6
12	33,00	42,79	1412,07
13	36,00	5,86	210,96
Σ		227,70	5342,19

Çizelge 5.31’de X yönündeki toplam deprem yükü 227,70 ton ve toplam momenti 5342,19 tm olarak bulunmuştur. Çizelge 5.32’ de Y yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 5.32. Y Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	Fy (t)	Fy * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	4,16	12,48
3	6,00	7,29	43,74
4	9,00	10,18	91,62
5	12,00	13,21	158,52
6	15,00	16,45	246,75
7	18,00	19,05	342,9
8	21,00	22,04	462,84
9	24,00	25,78	618,72
10	27,00	28,37	765,99
11	30,00	32,52	975,6
12	33,00	42,79	1412,07
13	36,00	5,86	210,96
Σ		227,70	5342,19

Çizelge 5.32'de Y yönündeki toplam deprem yükü 227,70 ton ve toplam momenti 5342,19 tm olarak bulunmuştur. Seçilen yapının X yönündeki perde taban momentlerine ilişkin bulgular Çizelge 5.33' de verilmiştir.

Çizelge 5.33. Perde Taban Momentleri (tm)

Perde	Mx	ΣM _{xk}	ΣM _{xr}	M/M _o <1/3
SZ023	27,88	53,10	80,98	-
SZ024	-	-	-	-
SZ025	-	-	-	-
SZ026	27,78	53,53	81,31	-
SZ028	41,90	153,93	195,83	-
SZ030	27,77	53,43	81,21	-
SZ031	-	-	-	-
SZ032	-	-	-	-
SZ033	27,89	53,24	81,13	-
SZ040	-	-	-	-
SZ042	27,19	64,06	91,25	-
SZ043	27,45	65,11	92,56	-
SZ045	-	-	-	-
SZ047	27,45	64,99	92,44	-
SZ048	27,19	64,52	91,71	-
SZ050	-	-	-	-
SZ051	67,54	107,29	174,83	-
SZ052	67,65	106,91	174,57	-
SZ053	67,65	106,88	174,53	-
SZ054	67,54	107,33	174,87	-
SZ059	-	-	-	-
SZ060	-	-	-	-
SZ061	-	-	-	-
Toplam	532,90		1587,22	

Çizelge 5.33'e göre perde taban moment oranı ve deprem perde devrilme oranı aşağıdaki denklemlere göre bulunmuştur.

$$\alpha_m = 1587,22 / 5342,19 = 0.30$$

$$M_{dev} / M_o = 0.30$$

Seçilen yapının Y yönündeki perde taban momentlerine ilişkin bulgular Çizelge 5.34' de verilmiştir.

Çizelge 5.34. Perde Taban Momentleri (tm)

Perde	My	ΣMyk	ΣMyr	M/Mo<1/3
SZ023	-	-	-	-
SZ024	205,66	52,69	258,34	-
SZ025	217,16	55,35	272,52	-
SZ026	-	-	-	-
SZ028	-	-	-	-
SZ030	-	-	-	-
SZ031	271,50	67,71	339,20	-
SZ032	283,22	70,21	353,43	-
SZ033	-	-	-	-
SZ040	13,14	66,58	79,72	-
SZ042	-	-	-	-
SZ043	-	-	-	-
SZ045	37,94	121,56	159,49	-
SZ047	-	-	-	-
SZ048	-	-	-	-
SZ050	24,01	109,68	133,69	-
SZ051	-	-	-	-
SZ052	-	-	-	-
SZ053	-	-	-	-
SZ054	-	-	-	-
SZ059	19,07	33,59	52,66	-
SZ060	37,12	67,98	105,10	-
SZ061	34,82	55,07	89,90	-
Toplam	1143,64		1844,06	

Yukarıdaki Çizelge 5.34'e göre perde taban moment oranı ve deprem perde devrilme oranı aşağıdaki denklemlere göre bulunmuştur.

$$\alpha_m = 1844,06 / 5342,19 = 0.35$$

$$M_{dev} / M_o = 0.30$$

Denklemlere göre süneklilik düzeyi yüksek binamzın taşıyıcı sisteminin seçimini yapılmıştır. (TBDY 4.3.4.5)

$$H_n = H - H_{\text{bodrum}} = 36,7 - 3,7 = 33,0 \text{ m}$$

$$\text{BYS} = 5$$

$$\text{BYS} = 5 \geq 2 \quad M_{\text{dev}}/M_o = 0,30 < 0,4 \text{ koşulu sağlanmaktadır.}$$

$$\text{BYS} = 5 \geq 2 + 1 \text{ sağlamaktadır.}$$

$S_{ds} < 0,5$ Kenar aks perdeleri kontrolü yapılmaz. Boşluklu perde bulunmamıştır.

Yapısal olmayan eleman veya donanımın ağırlığı bulunduğu katın toplam ağırlığının %10 'undan büyük ise, eleman veya donanım bina taşıyıcı sistemin bir parçası olarak kabul edilecektir. Bu durumda eleman veya donanımın kütlesi ile binaya bağlantısının rijitlik özellikleri, bina taşıyıcı sisteminin deprem hesabında gözönüne alınacaktır. (TBDY 6.1.3)

$G_{\text{tuğla}} / G_{\text{bina}} = 0,27 > 0,10$ olduğu için yapmzın analizleri tuğla duvarlı deprem analizi ile olmuştur.

Çizelge 5.35'de her katın kolon ve perde alanları verilmiştir.

Çizelge 5.35. Kolon ve Perde Alanları (m²)

Kat No	Kat Alanı (m ²)	Kolon Alanı (m ²)	Perde Alanı (m ²)
1	922,00	7,82	25,96
2	787,03	8,97	15,44
3	885,35	8,97	15,44
4	869,28	10,47	13,79
5	887,08	10,47	13,79
6	887,08	10,47	13,79
7	887,08	10,47	13,79
8	887,08	10,47	13,79
9	887,08	10,47	13,79
10	887,08	10,47	13,79
11	887,08	10,47	13,79
12	923,50	10,47	13,79
13	57,12	0,00	4,48
Σ	10654,01	119,99	185,37

5.3.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metrajı Bulguları

Çizelge 5.36' da seçilen yapının beton metrajı verilmiştir.

Çizelge 5.36. Seçilen Yapının Beton Metrajı (m³)

Kat No	Döşeme (m³)	Kiriş (m³)	Kolon (m³)	Toplam (m³)
1	105,20	53,82	124,99	284,02
2	90,10	51,50	73,21	214,82
3	102,35	56,56	73,21	232,13
4	98,44	55,93	72,76	227,14
5	101,10	55,74	72,76	229,60
6	100,98	55,59	72,77	229,34
7	101,13	55,59	72,76	229,49
8	101,13	55,59	72,76	229,49
9	101,13	55,59	72,76	229,49
10	101,13	55,59	72,76	229,49
11	101,13	55,59	72,76	229,49
12	103,97	50,27	72,76	227,00
13	7,64	4,59	11,17	23,40
Σ				2814,89 m³

5.3.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metrajı Bulguları

Çizelge 5.37' de seçilen yapının kalıp metrajı verilmiştir.

Çizelge 5.37. Seçilen Yapının Kalıp Metrajı (m²)

Kat No	Döşeme (m²)	Kiriş (m²)	Kolon (m²)	Toplam (m²)
1	805,09	433,99	1090,22	2329,30
2	688,66	422,71	628,61	1739,98
3	770,30	451,12	628,65	1850,07
4	760,23	455,83	620,27	1836,32
5	777,97	454,50	620,24	1852,72
6	776,96	453,11	620,37	1850,44
7	778,18	453,11	620,37	1851,65
8	778,18	453,11	620,37	1851,65
9	778,18	453,11	620,37	1851,65
10	778,18	453,11	620,37	1851,65
11	778,18	453,11	620,37	1851,65
12	811,09	400,70	619,07	1830,86
13	49,42	39,16	94,70	183,28
Σ				22731,23 m²

5.3.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları

Çizelge 5.38’ de seçilen yapının donatı metrajı verilmiştir.

Çizelge 5.38. Seçilen Yapının Donatı Metrajı (kg)

Kat No	Döşeme (kg)	Kiriş (kg)	Kolon (kg)	Toplam (kg)
1	6846,80	6183,90	14648,70	27679,30
2	6406,10	5647,80	11724,90	23778,70
3	6960,10	6531,10	11723,50	25214,70
4	7506,70	6620,10	11705,20	25832,00
5	7506,80	6609,20	11421,80	25537,90
6	7112,80	6590,10	11315,90	25018,70
7	7580,60	6588,30	10990,50	25159,40
8	7589,60	6555,80	10879,40	25024,80
9	7589,60	6522,10	10577,10	24688,80
10	7580,60	6485,10	10577,10	24642,80
11	7433,40	6484,60	10577,10	24495,10
12	6732,90	5555,20	12158,10	24446,20
13	376,60	537,00	1157,20	2070,80
Σ				303589,30 kg

5.3.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu

Yapılan analiz sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Yapı'nın periyodu : $T_x=1,93$ s, $T_y=1,81$ s
- X yönü rijitlik beklenen değerde çıkmıştır.
- Y yönü rijitlik beklenen değerde çıkmıştır.
- Yapı perde oranı : $\alpha_x=0,30$, $\alpha_y=0,35$
- Yapı perde oranlarımıza göre boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75' inden daha fazla olmayacaktır. ($\alpha_s \leq 0,75$)
- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 7,00$ alınmıştır.
- Toplam yapı alanı = 10654 m^2
- Toplam yapı yükü = $16270,6$ (t)
- Ortalama birim yük = $1,527$ (t/m^2)

- Zımbalama kontrolleri sağlanmıştır.
- Kuşatılmış kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Kesme güvenliği kontrolleri sağlanmıştır.
- Güçlü kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Analiz sonucunda kesiti yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Analiz sonucunda sehimi yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Maksimum ikinci merteye etkisi:
 $\Theta_x = 0,0797 \leq 0,08$ X yönü kat tutuludur.
 $\Theta_y = 0,0516 \leq 0,08$ Y yönü kat tutuludur.
- Yönetmeliğe göre en çok deplasmanı yapan kolonumuz 0,08' den küçük olduğu için her iki yönde de katlarımızı tutuludur ve yatay rijitliğimiz stabilite için yeterlidir.
- TBDY 2018 madde 3.6.2.1' e göre A1 burulma düzensizliği:
 $1,2 < n_{bi} = 1,567 < 2$ Deprem Yüğü Eksantirisitesi: % 7,9 alınmış, koşul sağlanmıştır.
- TBDY 2018 madde 4.9.1.3 B2 düzensizliği sağlanmıştır.
- TBDY 2018 madde 4.9.1.3 koşulu sağlanmıştır.
- $X_{max} (d_i/h_i) = 0,0074 < 0,02$ $Y_{max} (d_i/h_i) = 0,0080 < 0,02$
- 467 adet kolon ortalama donatı oranı = 0,0104 (p/p_{min}) = 1,044
- 306 adet perde ortalama donatı oranı = 0,0066 (p/p_{min}) = 1,327
- 1923 adet kiriş ortalama donatı oranı = 0,0026 (p/p_{min}) = 0,757
- Kolonlarımız, kirişlerimiz ve perdelerimiz beklenen donatı yüzdesindedir.
- Temel alanı = 955,2 m²
- Toplam temele gelen yük = 17843 (t)
- Efektif zemin gerilmesi $G_{zef} = 17843 / 955,2 = 18,68$ (t/m²)
- Efektif zemin gerilmesi, yeterli görünmektedir.

Çıktılar

$$S_S = 1.337$$

$$S_1 = 0.361$$

$$S_{DS} = 1.604$$

$$S_{D1} = 0.541$$

$$PGA = 0.549$$

$$PGV = 34.424$$

S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

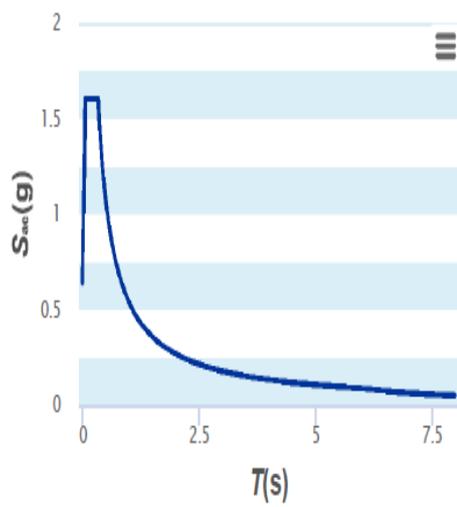
S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

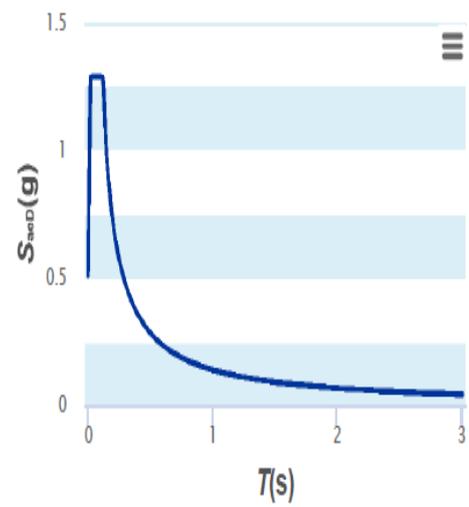
PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



Düşey Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil 5.4. Yapı Genel Bilgileri (AFAD, 2020)

TBDY 2018'e göre İstanbul ili için yapı genel bilgileri aşağıdaki gibidir;

Spektral İvme Katsayısı	(S_{ds}/S_{d1})	: 1,6 / 0,54
Deprem Yer Hareketi Düzeyi		: DD2
Zemin Sınıfı		: ZC
Enlem		: 40.95861
Boylam		: 28.81465
Kısa Peryod Bölgesi	(S_s)	: 1,3332
T=1,0 için Spektral İvme Katsayısı	(S_1)	: 0,36
DD2 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds})	: 1,6
DD2 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d1})	: 0,54
DD3 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds3})	: 0,6426
DD3 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d13})	: 0,1894
DD1 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds1})	: 2,7888
DD1 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d11})	: 0,9077
DD4 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds4})	: 0,3946
DD4 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d14})	: 0,1142
$T_a = 0.2 S_{d1} / S_{ds}$: 0,0675
$T_b = S_{d1} / S_{ds}$: 0,3375
Yapı Davranış Katsayısı	(R_x/R_y)	: 7,00
Dayanım Fazlalığı Katsayısı	(D)	: 2,50
Yapı Önem Katsayısı	(I)	: 1
Hareketli Yük Katsayısı	(n)	: 0,3
Deprem Yüğü Alt Yüksekliği	(H_x/H_y) (m)	: 3,70
Zemin Yatak Katsayısı	(K_o)	: 10000 (t/m³)
Zemin Emniyet Gerilmesi	(G_z)	: 50 (t/m²)
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	(C_z)	: 1
Aplikasyon Kot Farkı	(m)	: -3,70
Zemin Gerilmesi Deprem Artırım Oranı		: 0,5
Modal Analiz Minimum Deprem Yüğü Oranı		: 0,9
Deprem Yüğü Eksantirisitesi		: 0,05
Bina Yükseklik Sınıfı	(BYS)	: 4 ($H_n = 33,0$ m)
Bina Kullanım Sınıfı	(BKS)	: 3
Deprem Tasarım Sınıfı	(DTS)	: 1

Bu bölümde yapıya ait genel bilgilere yer verilmiştir. Bu genel bilgileri yapının birinci doğal titreşim periyodunu, kat kütlesi ve rijitlik merkezi, X ve Y yönündeki deprem kuvveti hesapları, bodrumlu yapının periyod kontrolü, Ralt ve Dalt katsayılarının bulunması, X ve Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler, X ve Y yönündeki deprem yükü ve momentleri, perde taban momentleri, bina taşıyıcı sistemin seçimi, tuğla duvarlı analiz sonuçlarını, kolon ve perde alanlarını oluşturmaktadır. Betonarme yapının birinci doğal titreşim periyodu kontrol edilmiştir.

$$\begin{aligned}
 H_n &= 33 \text{ m} & C_{tx} &= 0,07 & C_{ty} &= 0,07 \\
 T_{1x} &= C_{tx} * H_n^{3/4} = 0,964 \text{ s} , & T_x &= 1,660 > 1,4 * 0,964 = 1,349 \text{ s} \\
 T_{1y} &= C_{ty} * H_n^{3/4} = 0,964 \text{ s} , & T_y &= 1,500 > 1,4 * 0,964 = 1,349 \text{ s}
 \end{aligned}$$

Yukarıdaki denklemlere göre yapımızın birinci doğal titreşim periyodunun kontrolü yapılmıştır ve denklemlerimiz sağlanmıştır.

Seçilen betonarme yapının katlarına ilişkin kat kütlesi ve rijitlik merkezi bilgileri Çizelge 5.39' da verilmiştir.

Çizelge 5.39. Kat Kütlesi (t) ve Rijitlik Merkezi (m)

Kat No	Xg(m)	Xr(m)	Yg(m)	Yr(m)	$\Sigma w_k(\text{ton})$
1	73,31	72,90	9,54	3,98	1353,09
2	73,35	72,96	9,39	5,92	1133,98
3	73,32	73,06	9,75	7,56	1228,41
4	73,32	73,13	9,76	8,56	1238,01
5	73,27	73,18	9,73	9,20	1248,68
6	73,31	73,23	9,76	9,65	1240,76
7	73,33	73,28	9,75	9,98	1241,66
8	73,31	73,33	9,75	10,25	1222,29
9	73,32	73,36	9,78	10,45	1217,89
10	73,31	73,38	9,75	10,57	1205,61
11	73,31	73,39	9,73	10,60	1206,05
12	73,62	73,40	10,03	10,58	837,54
13	77,89	72,36	8,28	10,47	99,86
					Wt=14473,85 ton

Çizelge 5.39 incelendiğinde betonarme yapının toplam kütleinin 14473,85 ton olduğu görülmektedir.

Seçilen betonarme yapının x ve y yönündeki deprem kuvvet sonuçları bulunup kuvvetlerin kontrolü yapılmıştır. Analizin X yönündeki sonuçları Çizelge 5.40' da verilmiştir.

Çizelge 5.40. X Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (t)

Kat No	Deprem Yükü (ton)
1	174,39
2	14,55
3	31,52
4	47,66
5	64,09
6	79,61
7	95,60
8	109,79
9	125,03
10	139,24
11	154,77
12	206,19
13	25,86
Σ	1268,35
Bodrum Kat	174,39
Σ - Bodrum Kat	1093,95

$V_{tx} = 0,04 \times S_{ds} \times I \times W$ denklemine göre yukarıdaki tablo incelendiğinde x yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 1093,95 ton > 926,32 ton olarak bulunmuştur. Y yönündeki analiz sonuçları Çizelge 5.41' de verilmiştir.

Çizelge 5.41. Y Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (t)

Kat No	Deprem Yükü (ton)
1	174,39
2	14,55
3	31,52
4	47,66
5	64,09
6	79,61
7	95,60
8	109,79
9	125,03
10	139,24
11	154,77
12	206,19
13	25,86
Σ	1268,35
Bodrum Kat	174,39
Σ - Bodrum Kat	1093,95

. $V_{ty} = 0,04 \times S_{ds} \times I \times W$ denkleminde göre yukarıdaki tablo incelendiğinde y yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 1093,95 ton > 926,32 ton olarak bulunmuştur. Çizelge 5.42' de bodrumlu yapının periyodları verilmiştir.

Çizelge 5.42 Periyodların Bulunması

Mod	1. Mod	2. Mod	3. Mod	4. Mod	5. Mod	6. Mod
W	3,91	4,64	5,23	12,08	17,22	17,60
T	1,6086	1,3551	1,2005	0,5203	0,3649	0,3570
Mxr %	7536,40	0,256	129,41	1267,52	0,935	3,57
Myr %	0,139	7317,32	0,908	0,003	1278,30	280,89

Yapımızın bodrum katlar dahil binanın tümü için hesaplanan doğal titreşim periyodunun, aynı taşıyıcı sistemde zemin kat döşemesi dahil tüm bodrum kütleleri hesaba katılmaksızın aynı doğrultuda hesaplanan doğal titreşim periyoduna oranının 1,1' den küçük olması gereklidir. (TBDY 3.3.1.1)

$$T_x \text{ tüm} = 1,660 \text{ s} \leq 1,1 * T_x \text{ üst} (1,609 \text{ s}) = 1,770 \text{ s}$$

$$T_y \text{ tüm} = 1,500 \text{ s} \leq 1,1 * T_y \text{ üst} (1,355 \text{ s}) = 1,500 \text{ s}$$

Aşağıdaki denklemlere göre yapımızın üst ve alt bölümlerinde farklı R ve D katsayılarının eşdeğer deprem ve modal analize göre değerlerinin bulunması gösterilmiştir. (TBDY 4.3.6.1)

Eşdeğer Deprem :

$$S_a(T_{x1}) = S_a(1,349) = 0,400$$

$$S_a(T_{y1}) = S_a(1,349) = 0,400$$

$$V_{\text{tüm}x} = V_{\text{üst}x} + S_a(T_{x1}) * W_b / 1,5 = 1093,95 + 1353,092 * 0,400 / 1,5 = 1454,96$$

$$V_{\text{tüm}y} = V_{\text{üst}y} + S_a(T_{y1}) * W_b / 1,5 = 1093,95 + 1353,092 * 0,400 / 1,5 = 1454,96$$

$$X \text{ yönü } v_{\text{üst}x} = V_{\text{üst}x} / V_{\text{tüm}x} = 1093,956 / 1454,965 = 0,752$$

$$Y \text{ yönü } v_y = V_{\text{üst}y} / V_{\text{tüm}y} = 1093,956 / 1454,965 = 0,752$$

$$V_{x\text{alt}} = (1 - v_{x\text{üst}}) * R_a / 1,5 = 0,794$$

$$V_{y\text{alt}} = (1 - v_{y\text{üst}}) * R_a / 1,5 = 0,794$$

$$V_x = v_{x\text{üst}} + v_{x\text{alt}} = 1,546$$

$$V_y = v_{y\text{üst}} + v_{y\text{alt}} = 1,546$$

$$D_{\text{alt}X} = (0,6 * v_{x\text{üst}} * D_{\text{üst}} + v_{x\text{alt}} * 1,5) / v_x = 1,500$$

$$D_{\text{alt}Y} = (0,6 * v_{y\text{üst}} * D_{\text{üst}} + v_{y\text{alt}} * 1,5) / v_y = 1,500$$

$$R_{\text{alt}X} = R_a / v_x = 3,105$$

$$R_{\text{alt}Y} = R_a / v_y = 3,105$$

Çizelge 5.43' de X yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 5.43. X Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	V _{fi}	Θ	$\sum N_g$	$\sum N_{kr}$
1	9,23	1688,00	0,0082	22348,00	23854722,00
2	34,79	1093,96	0,0477	20187,80	4080893,50
3	42,13	1079,37	0,0585	18466,40	880572,40
4	40,71	1047,86	0,0582	16526,40	605032,60
5	37,85	1002,26	0,0566	14769,70	586518,80
6	33,63	936,05	0,0539	12987,50	579056,30
7	28,67	857,00	0,0501	11255,00	579517,60
8	23,48	761,42	0,0462	9473,10	3700506,00
9	17,86	651,75	0,0411	7633,90	3676085,80
10	12,16	526,55	0,0346	5713,70	3513452,30
11	6,94	392,50	0,0265	3717,00	3537023,00
12	2,69	375,76	0,0107	1706,90	3682765,50
13	0,2909	61,90	0,0070	186,60	410438,00

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1,3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemi sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik. Çizelge 5.44' de Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 5.44. Y Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	V _{fi}	Θ	$\sum N_g$	$\sum N_{kr}$
1	17,69	1267,84	0,0209	22348,00	17534436,00
2	27,56	1110,24	0,0372	20187,80	14852235,00
3	30,60	1076,76	0,0426	18466,40	14885074,00
4	30,55	1045,23	0,0438	16526,40	16072180,00
5	29,00	998,29	0,0435	14769,70	15434498,00
6	26,26	935,10	0,0421	12987,50	15908277,00
7	22,90	855,83	0,0401	11255,00	16272973,00
8	19,02	760,48	0,0375	9473,10	14781836,00
9	14,96	652,19	0,0344	7633,90	14875053,00
10	10,84	527,19	0,0308	5713,70	14993388,00
11	6,82	390,70	0,0261	3717,00	14962371,00
12	2,99	506,65	0,0088	1706,90	15304792,00
13	0,38	205,77	0,0027	186,60	9646265,00

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1,3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemini sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik. Çizelge 5.45' de X yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 5.45. X Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	F_x (t)	F_x * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	14,55	43,66
3	6,00	31,53	189,17
4	9,00	47,66	428,95
5	12,00	64,10	769,16
6	15,00	79,61	1194,18
7	18,00	95,60	1720,87
8	21,00	109,80	2305,74
9	24,00	125,03	3000,75
10	27,00	139,24	3759,53
11	30,00	154,77	4643,11
12	33,00	206,19	6804,41
13	36,00	25,87	931,23
Σ		1093,96	25790,75

Çizelge 5.45' de X yönündeki toplam deprem yükü 1093,96 ton ve toplam momenti 25790,75 tm olarak bulunmuştur. Çizelge 5.46' da Y yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 5.46 Y Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	Fy (t)	Fy * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	14,55	43,66
3	6,00	31,53	189,17
4	9,00	47,66	428,95
5	12,00	64,10	769,16
6	15,00	79,61	1194,18
7	18,00	95,60	1720,87
8	21,00	109,80	2305,74
9	24,00	125,03	3000,75
10	27,00	139,24	3759,53
11	30,00	154,77	4643,11
12	33,00	206,19	6804,41
13	36,00	25,87	931,23
Σ		1093,96	25790,75

Çizelge 5.46'da Y yönündeki toplam deprem yükü 1093,96 ton ve toplam momenti 25790,75 tm olarak bulunmuştur. Seçilen yapının X yönündeki perde taban momentlerine ilişkin bulgular Çizelge 5.47' de verilmiştir.

Çizelge 5.47. Perde Taban Momentleri (tm)

Perde	Mx	ΣM _{xk}	ΣM _{xr}	M/M _o <1/3
SZ023	111,62	310,55	422,17	0,016
SZ024	-	-	-	-
SZ025	-	-	-	-
SZ026	110,80	307,81	418,60	0,016
SZ028	165,75	275,33	441,07	0,017
SZ030	110,86	307,48	418,34	0,016
SZ031	-	-	-	-
SZ032	-	-	-	-
SZ033	111,58	311,11	422,69	0,016
SZ042	108,14	349,08	457,22	0,018
SZ043	108,46	326,10	434,56	0,017
SZ045	-	-	-	-
SZ047	108,37	365,75	474,12	0,018
SZ048	107,53	367,87	475,40	0,018
SZ051	310,97	815,32	1126,29	0,044
SZ052	311,47	779,81	1091,28	0,042
SZ053	311,63	750,77	1062,40	0,041
SZ054	311,35	835,53	1146,88	0,044
SZ059	-	-	-	-
SZ060	-	-	-	-
SZ061	-	-	-	-
Toplam	2288,52		8391,03	

Çizelge 5.47' ye göre perde taban moment oranı ve deprem perde devrilme oranı aşağıdaki denklemlere göre bulunmuştur.

$$\alpha_m = 8391,03 / 25790,75 = 0.33$$

$$M_{dev} / M_o = 0.33$$

Seçilen yapının Y yönündeki perde taban momentlerine ilişkin bulgular Çizelge 5.48' de verilmiştir.

Çizelge 5.48. Perde Taban Momentleri (tm)

Çizelge 5.48. Perde Taban Momentleri (tm)

Perde	My	ΣMyk	ΣMyr	M/Mo<1/3
SZ023	-	-	-	-
SZ024	1119,66	218,07	1337,72	0,052
SZ025	1197,10	230,38	1427,48	0,055
SZ026	-	-	-	-
SZ028	-	-	-	-
SZ030	-	-	-	-
SZ031	1547,71	250,93	1798,63	0,070
SZ032	1631,22	316,78	1948,00	0,076
SZ033	-	-	-	-
SZ042	-	-	-	-
SZ043	-	-	-	-
SZ045	119,31	735,19	854,50	0,033
SZ047	-	-	-	-
SZ048	-	-	-	-
SZ051	-	-	-	-
SZ052	-	-	-	-
SZ053	-	-	-	-
SZ054	-	-	-	-
SZ059	55,11	324,28	379,39	0,015
SZ060	116,44	540,78	657,23	0,025
SZ061	113,88	639,40	753,28	0,029
Toplam	5900,42		9156,23	

Çizelge 5.48'e göre perde taban moment oranı ve deprem perde devrilme oranı aşağıdaki denklemlere göre bulunmuştur.

$$\alpha_m = 9156,23 / 25790,75 = 0.36$$

$$M_{dev} / M_o = 0.33$$

Denklemlere göre süneklilik düzeyi yüksek binamızın taşıyıcı sisteminin seçimi yapılmıştır. (TBDY 4.3.4.5)

$$H_n = H - H_{\text{bodrum}} = 36,7 - 3,7 = 33,0 \text{ m}$$

$$\text{BYS} = 4$$

$$\text{BYS} = 4 \geq 2 \quad M_{\text{dev}}/M_o = 0,33 < 0,4 \text{ koşulu sağlanmaktadır.}$$

$$\text{BYS} = 4 \geq 2 + 1 \text{ sağlamaktadır.}$$

TBDY 2018 madde 4.3.2.4' e göre DTS=1, 1a, 2, 2a olan betonarme perdeli veya çelik çaprazlı çerçevesel yapılarda, herhangi bir doğrultuda (a) ve (b)' de tanımlanan iki koşuldun birinin sağlanamaması durumunda, o doğrultuda Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R yerine (4/5)R gözönüne alınacaktır. Dayanım Fazlalığı Katsayısı D' de herhangi bir değişiklik yapılmayacaktır.

(a) Taban devrilme momenti M_{dev} , o doğrultuda binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam taban devrilme momenti M_o ' ın 1/3' ünden fazla olmayacaktır.

(b) Taban devrilme momenti M_{dev} veya M_{dev} ' lerin toplamı, o doğrultuda binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam taban devrilme momenti M_o ' ın 1/6' sından az olmayacaktır.

Yukarıda ki (b) maddesine göre;

$$\text{SZ059} \quad M_{\text{dev}} = 379,39 \quad \sum M_{\text{dev}} / \sum M_o = 0,015 < 1/6 \text{ olduğu için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R yerine } (4/5)R \text{ alınmıştır. (} 7 * 4/5 = 5,60 \text{)}$$

Yapısal olmayan eleman veya donanımın ağırlığı bulunduğu katın toplam ağırlığının %10 'undan büyük ise, eleman veya donanım bina taşıyıcı sistemin bir parçası olarak kabul edilecektir. Bu durumda eleman veya donanımın kütlesi ile binaya bağlantısının rijitlik özellikleri, bina taşıyıcı sisteminin deprem hesabında gözönüne alınacaktır. (TBDY 6.1.3)

$G_{\text{tuğla}} / G_{\text{bina}} = 0,25 > 0,10$ olduğu için yapımızın analizleri tuğla duvarlı deprem analizi ile olmuştur. Çizelge 5.49' da her katın kolon ve perde alanları verilmiştir.

Çizelge 5.49. Kolon ve Perde Alanları (m²)

Kat No	Kat Alanı (m ²)	Kolon Alanı (m ²)	Perde Alanı (m ²)
1	922,00	9,95	28,28
2	787,03	11,47	17,15
3	885,52	10,99	16,78
4	869,28	12,14	15,01
5	887,08	11,96	15,01
6	887,08	11,92	15,01
7	887,08	11,92	15,01
8	887,08	11,92	15,01
9	887,08	11,92	15,01
10	887,08	11,92	15,01
11	887,08	11,92	15,01
12	923,50	11,92	15,01
13	57,12	0,00	4,63
Σ	10654,01	139,91	201,93

5.4.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metrajı Bulguları

Çizelge 5.50' de seçilen yapının beton metrajı verilmiştir.

Çizelge 5.50. Seçilen Yapının Beton Metrajı (m³)

Kat No	Döşeme (m³)	Kiriş (m³)	Kolon (m³)	Toplam (m³)
1	104,97	53,01	141,44	299,42
2	88,78	63,96	85,87	238,60
3	100,77	76,78	83,30	260,85
4	95,79	82,50	81,45	259,74
5	98,85	79,35	80,91	259,11
6	98,65	78,00	80,78	257,43
7	98,98	77,23	80,78	256,98
8	99,84	69,20	80,78	249,82
9	100,15	65,21	80,78	246,14
10	100,87	58,47	80,78	240,11
11	101,01	55,29	80,78	237,07
12	105,12	49,99	80,78	235,88
13	7,64	4,55	11,63	23,81
Σ				3064,98 m³

5.4.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metrajı Bulguları

Çizelge 5.51' de seçilen yapının kalıp metrajı verilmiştir.

Çizelge 5.51 Seçilen Yapının Kalıp Metrajı (m²)

Kat No	Döşeme (m²)	Kiriş (m²)	Kolon (m²)	Toplam (m²)
1	803,23	427,41	1137,61	2368,25
2	678,73	479,71	657,06	1815,50
3	757,88	535,04	644,98	1937,90
4	740,00	567,14	628,32	1935,46
5	760,79	558,71	625,35	1944,85
6	759,11	551,71	625,17	1935,99
7	761,86	548,77	625,47	1936,09
8	768,30	517,71	629,76	1915,76
9	770,85	498,33	631,76	1900,94
10	776,20	467,43	634,19	1877,82
11	777,40	450,44	635,07	1862,91
12	810,34	397,46	633,77	1841,56
13	49,42	38,83	98,30	186,54
Σ				23459,59 m²

5.4.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları

Çizelge 5.52' de seçilen yapının donatı metrajı verilmiştir.

Çizelge 5.52. Seçilen Yapının Donatı Metrajı (kg)

Kat No	Döşeme (kg)	Kiriş (kg)	Kolon (kg)	Toplam (kg)
1	7533,60	7337,10	28107,30	42977,90
2	6325,90	9961,90	20784,10	37072,00
3	6965,20	12863,20	17755,90	37584,30
4	7426,60	14128,20	17130,70	38685,40
5	7447,70	13640,20	16210,50	37298,40
6	7065,00	13507,20	15069,00	35641,30
7	7521,10	13312,30	14358,70	35192,10
8	7556,80	11935,90	13636,30	33129,00
9	7557,00	11312,30	13147,60	32016,90
10	7580,90	9971,10	12825,80	30377,90
11	7432,90	9085,20	12814,50	29332,50
12	6772,30	7304,30	14513,20	28589,80
13	442,50	562,30	1771,10	2775,90
Σ				420673,40 kg

5.4.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu

Yapılan analiz sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Yapı'nın periyodu : $T_x=1,66$ s, $T_y=1,50$ s
- X ve Y yönü rijitliklerimiz beklenen değerlerde çıkmıştır.
- Yapı perde oranı : $\alpha_x=0,33$, $\alpha_y=0,36$
- Yapı perde oranlarımıza göre boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75' inden daha fazla olmayacaktır. ($\alpha_s \leq 0,75$)
- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 5,60$ ($7 * 4/5 = 5,60$) alınmıştır.
- Toplam yapı alanı = 10654 m^2
- Toplam yapı yükü = $16790,50$ (t)
- Ortalama birim yük = $1,576$ (t/m^2)

- Zımbalama kontrolleri sağlanmıştır.
- Kuşatılmış kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Kesme güvenliği kontrolleri sağlanmıştır.
- Güçlü kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Analiz sonucunda kesiti yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Analiz sonucunda sehimi yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Maksimum ikinci merteye etkisi:
 - $\Theta_x = 0,0586 \leq 0,08$ X yönü kat tutuludur.
 - $\Theta_y = 0,0438 \leq 0,08$ Y yönü kat tutuludur.

Yönetmeliğe göre en çok deplasmanı yapan kolonumuz 0,08'den küçük olduğu için her iki yönde de katlarımızı tutuludur ve yatay rijitliğimiz stabilite için yeterlidir.

- TBDY 2018 madde 3.6.2.1' e göre A1 burulma düzensizliği:
 $1,2 < n_{bi} = 1,553 < 2$ Deprem Yüğü Eksantirisitesi: % 7,8 alınmış, koşul sağlanmıştır.
- TBDY 2018 madde 4.9.1.3 B2 düzensizliği sağlanmıştır.
- TBDY 2018 madde 4.9.1.3 koşulu sağlanmıştır.
- $X_{max} (d_i/h_i) = 0,019 < 0,02$ $Y_{max} (d_i/h_i) = 0,018 < 0,02$
- 491 adet kolon ortalama donatı oranı = $0,0128$ (p/p_{min}) = 1,283
- 282 adet perde ortalama donatı oranı = $0,0112$ (p/p_{min}) = 2,243
- 1915 adet kiriş ortalama donatı oranı = $0,0051$ (p/p_{min}) = 1,466
- Kolonlarımız, kirişlerimiz ve perdelerimiz beklenen donatı yüzdesindedir.
- Temel alanı = $955,2 \text{ m}^2$ 'dir. Toplam temele gelen yük = 18356 (t)
- Efektif zemin gerilmesi $G_{zef} = 18356 / 955,2 = 19,22$ (t/m^2)
- Efektif zemin gerilmesi, yeterli görünmektedir.

5.5. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle Doğrusal Deprem Hesabı Karşılaştırmaları

5.5.1. Konya İli İçin TDY 2007 ve TBDY 2018' e Göre Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

TDY 2007 ve TBDY 2018 Yönetmelikleri arasındaki farklar şunlardır:

5.5.1.1.Yapının Periyodu ve Rijitliği

TDY 2007 göre;

$$T_x = 1,29 \text{ s} \quad T_y = 1,25 \text{ s}$$

X ve Y yönü rijitliğimiz beklenen değerde çıkmıştır.

TBDY 2018 göre;

$$T_x = 1,93 \text{ s} \quad T_y = 1,81 \text{ s}$$

X ve Y yönü rijitliğimiz beklenen değerde çıkmıştır.

Çok katlı yapıların titreşim periyodu yapının ağırlığı ve taşıyıcı sisteminin yatay yüklere karşı rijitliğine bağlıdır.

TDY 2007' ye göre kesit rijitliği için brüt kesit rijitliği kullanılıyordu. TBDY 2018'e göre kesit rijitliği için etkin kesit rijitliği ile kesitlerin rijitlikleri çarpılmıştır. Ayrıca tasarladığımız yapının zemin hakim periyodu ile yapı doğal periyodu aynı olmadığı için rezonans olayından da kaçınılmıştır.

5.5.1.2.Yapı Perde Oranları

TDY 2007 göre;

$$\alpha_s = 0.51 \text{ (x yönü) , } \alpha_s = 0.60 \text{ (y yönü)}$$

TBDY 2018 göre;

$$\alpha_m = 0.30 \text{ (x yönü) , } \alpha_m = 0.35 \text{ (y yönü)}$$

Yapı perde oranlarımıza göre boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda

meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75' inden daha fazla olmayacaktır.
($\alpha_s \leq 0,75$)

TDY 2007'ye göre perdelerin kesme kuvveti oranı, α_s hesabına göre belirleniyordu ($V_{x,y} / F_{x,y}$). TBDY 2018'e göre perdelerin devrilme momentleri, Mdev hesabına göre belirleniyor. ($\sum M_{xr} / F_x * H$).

5.5.1.3. Eşdeğer Deprem Yüğü

TDY 2007 göre;

X yönündeki deprem kuvveti = 21.95 t

Y yönündeki deprem kuvveti = 22.41 t

TBDY 2018 göre;

X yönündeki deprem kuvveti = 18.19 t

Y yönündeki deprem kuvveti = 18.19 t

TDY 2007'de taban kesme kuvveti

(V_t) = $W A(T1) / R_a(T1) \geq 0.10 A_0 I W$ ve $A(T) = A_0 I S(T)$

TBDY 2018'de taban kesme kuvveti

$V_t = m_t S_{aR}(T_p) \geq 0.04 m_t I S_{DS} g$ ve $S_{aR}(T) = S_{ae}(T) / R_a(T)$

Yeni yönetmelikte taban kesme kuvveti formülü değiştiği için ve yapı periyodumuz T_a 'dan büyük olduğu için deprem yükünün TDY 2007 'ye oranla küçüldüğü görülmüştür. Ayrıca yeni yönetmeliğe göre periyodumuz arttığı için buna bağlı frekans ve kuvvet azalmaktadır.

5.5.1.4. Deprem Yapı Salınımı

TDY 2007 göre ;

X yönündeki salınım = 0.00038

Y yönündeki salınım = 0.00039

TBDY 2018 göre ;

X yönündeki salınım = 0.00070

Y yönündeki salınım = 0.00067

TDY 2007’de görelî öteleme sınır değeri tasarım depremine göre yani TBDY 2018’ de ki DD2 depremine göre yapılmaktadır. Öteleme hesaplarında çatlamamış kesite göre yapıldığı için TDY 2007’ de ötelemeler nispeten düşük çıkıyordu fakat TBDY 2018’ de öteleme kontrolü tasarım depreminden daha küçük olan DD3 depremine göre yapılmış ve çatlamış kesit rijitliği kullanıldığı için öteleme TBDY 2018’ de daha fazla çıkmıştır. Yeni yönetmeliğe göre eğilme rijitlikleri kolonlar için % 30, kirişler için % 65, mertebelerinde azaltılarak yapı tasarımı yapılacağı için yatay deplasman değerleri artmıştır.

5.5.1.5. Tuğla Duvarlı Analiz Kontrolü

TBDY 2018 madde 6.1.3’ e göre tuğla duvarlı deprem analizi ile çözüm yapılmıştır. Yapısal olmayan eleman veya donanımın ağırlığı bulunduğu katın toplam ağırlığının %10’undan büyük ise, eleman veya donanım bina taşıyıcı sistemin parçası olarak kabul edilecektir. Bu durumda eleman veya donanımın kütlesi ile binaya bağlantısının rijitlik özellikleri, bina taşıyıcı sisteminin deprem hesabında gözönünde alınacaktır.

$$G_{tuğla} / G_{bina} = 0.27 > 0.10$$

5.5.1.6. Süneklilik Yorumu

Her iki yönetmeliğe göre;

- Zımbalama kontrolleri sağlanmıştır.
- Kuşatılmış kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Kesme güvenliği kontrolleri sağlanmıştır.
- Güçlü kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Analiz sonucunda kesiti yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Analiz sonucunda sehimi yetersiz elemana rastlanmamıştır.

5.5.1.7. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı

TDY 2007 göre;

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 7,00$ alınmıştır.

TBDY 2018 göre;

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 7,00$ alınmıştır.

TDY 2007 tablo 2.5'e göre deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz veya boşluklu perdeler tarafından birlikte taşındığı duruma göre taşıyıcı sistem davranış katsayısını (R) yapımızın analizinden önce $R = 7$ olarak seçilmiştir.

TBDY 2018 tablo 4.1'e göre deprem etkilerinin moment aktaran süneklilik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ile süneklilik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı duruma göre taşıyıcı sistem davranış katsayısını (R) yapımızın analizinden önce $R = 7$ olarak seçilmiştir.

Analizden sonra TBDY 2018 madde 4.3.2.4 (a) ve (b)' de tanımlanan her iki koşulda sağlanmıştır.

5.5.1.8. Maksimum ikinci mertebe etkisi

TDY 2007 göre;

$\Theta_x = 0,0375 \leq 0,05$ X yönü kat tutuludur.

$\Theta_y = 0,0289 \leq 0,05$ Y yönü kat tutuludur.

TBDY 2018 göre;

$\Theta_x = 0,0797 \leq 0,08$ X yönü kat tutuludur.

$\Theta_y = 0,0516 \leq 0,08$ Y yönü kat tutuludur.

TDY 2007 madde 2.10.2.1 gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, İkinci Mertebe Gösterge Değeri, Θ_i ' nin Denk 2.20' ye göre sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliğine göre değerlendirilmiştir.

TBDY 2018 madde 4.9.2.3 tüm katlar için hesaplanan Θ_i ' lerin maksimum değeri Θ_{max} ' in denklem 4.36' da verilen koşulu sağlamaması durumunda, gözönüne alınan (X) deprem doğrultusu için tüm iç kuvvetler denklem 4.37 ile tanımlanan ikinci mertebe büyütme katsayısı β ile çarpılarak arttırılacaktır.

TDY 2007 ve TBDY 2018' e göre maksimum ikinci mertebe etkilerinin kontrolleri sağlanmıştır.

5.5.1.9. Efektif Zemin Gerilmesi

TDY 2007 göre;

Temel Alanı = 955.2 m², Toplam Temele Gelen Yük = 17782 t
Efektif zemin gerilmesi, $G_{zef} = 17782/955.2 = 18.62$ (t/m²)

TBDY 2018 göre;

Temel Alanı = 955.2 m², Toplam Temele Gelen Yük = 17843 t
Efektif zemin gerilmesi, $G_{zef} = 17843/955.2 = 18.68$ (t/m²)

Her iki yönetmeliğe göre efektif zemin gerilmesi yeterli görülmektedir.

5.5.1.10. Kolon ve Perde Alan Oranları

TDY 2007 göre;

Toplam Kolon Alan Oranı = % $A_c/A_k = 115.32 / 10654.01 = \% 1.082$
Toplam Perde Alan Oranı = % $A_p/A_k = 182.07 / 10654.01 = \% 1.709$

TBDY 2018 göre;

Toplam Kolon Alan Oranı = % $A_c/A_k = 119.99 / 10654.01 = \% 1.126$
Toplam Perde Alan Oranı = % $A_p/A_k = 185.37 / 10654.01 = \% 1.740$

5.5.1.11. Kalıp Metraji

TDY 2007 göre;

Kalıp Metraji: 22680,83 m²

TBDY 2018 göre;

Kalıp Metraji: 22731,10 m²

TBDY2018'e göre kalıp metrajında 50,27 m² artış olmuştur.

5.5.1.12. Beton Metraji

TDY 2007 göre ;

Beton Metraji: 2790,40 m³

TBDY 2018 göre ;

Beton Metraji: 2814,89 m³

TBDY2018'e göre beton metrajında 24,49 m³ artış olmuştur.

5.5.1.13. Donatı Metraji

TDY 2007 göre;

ϕ 8 = 161919,40 kg

ϕ 10 = 1959,30 kg

ϕ 12 = 53323,30 kg

ϕ 14 = 49279,10 kg

ϕ 16 = 17224,60 kg

ϕ 18 = 5113,20 kg

ϕ 20 = 4659,30 kg

TOPLAM = 293478,00 kg donatı kullanılmıştır.

TBDY 2018 göre;

ϕ 8 = 175636,10 kg

ϕ 10 = 2572,30 kg

ϕ 12 = 52775,20 kg

ϕ 14 = 47545,90 kg

ϕ 16 = 16706,00 kg

ϕ 18 = 4810,20 kg

ϕ 20 = 3543,60 kg

TOPLAM = 303589,30 kg donatı kullanılmıştır.

TBDY2018'e göre donatı metrajında 10111,30 kg artış olmuştur.

5.5. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle Doğrusal Deprem Hesabı Karşılaştırmaları

5.5.2. İstanbul İli İçin TDY 2007 ve TBDY 2018' e Göre Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

TDY 2007 ve TBDY 2018 Yönetmelikleri arasındaki farklar şunlardır:

5.5.2.1.Yapının Periyodu ve Rijitliği

TDY 2007 göre;

$$T_x = 1,12 \text{ s} \quad T_y = 1,04 \text{ s}$$

X ve Y yönü rijitliğimiz beklenen değerde çıkmıştır.

TBDY 2018 göre;

$$T_x = 1,66 \text{ s} \quad T_y = 1,50 \text{ s}$$

X ve Y yönü rijitliğimiz beklenen değerde çıkmıştır.

Çok katlı yapıların titreşim periyodu yapının ağırlığı ve taşıyıcı sisteminin yatay yüklere karşı rijitliğine bağlıdır.

TDY 2007' ye göre kesit rijitliği için brüt kesit rijitliği kullanılmıştır. TBDY 2018'e göre kesit rijitliği için etkin kesit rijitliği ile kesitlerin rijitlikleri çarpılmıştır. Ayrıca tasarladığımız yapının zemin hakim periyodu ile yapı doğal periyodu aynı olmadığı için rezonans olayından da kaçınılmıştır.

5.5.2.2. Yapı Perde Oranları

TDY 2007 göre;

$$\alpha_s = 0.53 \text{ (x yönü) , } \alpha_s = 0.60 \text{ (y yönü)}$$

TBDY 2018 göre;

$$\alpha_m = 0.33 \text{ (x yönü) , } \alpha_m = 0.36 \text{ (y yönü)}$$

Yapı perde oranlarımıza göre boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75' inden daha fazla olmayacaktır. ($\alpha_s \leq 0,75$)

TDY 2007'ye göre perdelerin kesme kuvveti oranı, α_s hesabına göre belirleniyordu ($V_{x,y} / F_{x,y}$). TBDY 2018'e göre perdelerin devrilme momentleri, Mdev hesabına göre belirleniyor. ($\sum M_{xr} / F_x * H$).

5.5.2.3. Eşdeğer Deprem Yüğü

TDY 2007 göre;

X yönündeki deprem kuvveti = 141,01 t

Y yönündeki deprem kuvveti = 149,19 t

TBDY 2018 göre;

X yönündeki deprem kuvveti = 98,46 t

Y yönündeki deprem kuvveti = 98,46 t

TDY 2007' de taban kesme kuvveti

$(V_t) = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0,10 A_0 I W$ ve $A(T) = A_0 I S(T)$

TDY 2018' de taban kesme kuvveti

$V_t = m_t S_{aR}(T_p) \geq 0,04 m_t I S_{DS} g$ ve $S_{aR}(T) = S_{ac}(T) / R_a(T)$

Yeni yönetmelikte taban kesme kuvveti formülü değiştiği için ve yapı periyodumuz T_a 'dan büyük olduğu için deprem yükünün TDY 2007 'ye oranla küçüldüğu görülmüştür. Ayrıca yeni yönetmeliğe göre periyodumuz arttığı için buna bağlı frekansımız ve kuvvetimiz azaldı.

5.5.2.4. Deprem Yapı Salınımı

TDY 2007 göre;

X yönündeki salınım = 0,00184

Y yönündeki salınım = 0,00181

TBDY 2018 göre;

X yönündeki salınım = 0,00284

Y yönündeki salınım = 0,00248

TDY 2007' de görelî öteleme sınır değeri tasarım depremine göre yani TBDY 2018' de ki DD2 depremine göre yapılmıştır. Öteleme hesaplarında çatlamamış kesite göre yapıldığı için TDY 2007' de ötelemeler nispeten düşük çıkmıştır fakat TBDY 2018' de öteleme kontrolü tasarım depreminden daha küçük olan DD3 depremine göre yapılmış ve çatlamış kesit rijitliği kullanılacağı için öteleme TBDY 2018' de daha fazla çıkmıştır.

Yeni yönetmeliğe göre eğilme rijitlikleri kolonlar için % 30, kirişler için % 65, mertebelerinde azaltılarak yapı tasarımı yapılacağı için yatay deplasman değerleri artmıştır.

5.5.2.5. Tuğla Duvarlı Analiz Kontrolü

TBDY 2018 madde 6.1.3'e göre tuğla duvarlı deprem analizi ile çözüm yapılmıştır. Yapısal olmayan eleman veya donanımın ağırlığı bulunduğu katın toplam ağırlığının %10'undan büyük ise, eleman veya donanım bina taşıyıcı sistemin parçası olarak kabul edilecektir. Bu durumda eleman veya donanımın kütlesi ile binaya bağlantısının rijitlik özellikleri, bina taşıyıcı sisteminin deprem hesabında gözönünde alınmıştır.

$$G_{tuğla} / G_{bina} = 0,25 > 0,10$$

5.5.2.6. Süneklilik Yorumu

Her iki yönetmeliğe göre;

- Zımbalama kontrolleri sağlanmıştır.
- Kuşatılmış kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Kesme güvenliği kontrolleri sağlanmıştır.
- Güçlü kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Analiz sonucunda kesiti yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Analiz sonucunda sehimi yetersiz elemana rastlanmamıştır.

5.5.1.7. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı

TDY 2007 göre;

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 7,00$ alınmıştır.

TBDY 2018 göre;

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 5,60$ alınmıştır.

TDY 2007 tablo 2.5'e göre deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz veya boşluklu perdeler tarafından birlikte taşındığı duruma göre taşıyıcı sistem davranış katsayısını (R) yapımızın analizinden önce $R = 7$ olarak seçilmiştir.

TBDY 2018 tablo 4.1'e göre deprem etkilerinin moment aktaran süneklilik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ile süneklilik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı duruma göre taşıyıcı sistem davranış katsayısını (R) yapımızın analizinden önce $R = 7$ olarak seçilmiştir.

TBDY 2018 madde 4.3.2.4' e göre $DTS=1, 1a, 2, 2a$ olan betonarme perdeli veya çelik çaprazlı çerçevesiz yapılarda, herhangi bir doğrultuda (a) ve (b)' de tanımlanan iki koşuldan birinin sağlanamaması durumunda, o doğrultuda Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R yerine $(4/5)R$ gözönüne alınacaktır. Dayanım Fazlalığı Katsayısı D' de herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

(a) Taban devrilme momenti M_{dev} , o doğrultuda binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam taban devrilme momenti M_o ' ın $1/3$ ' ünden fazla olmayacaktır.

(b) Taban devrilme momenti M_{dev} veya M_{dev} ' lerin toplamı, o doğrultuda binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam taban devrilme momenti M_o ' ın $1/6$ ' sından az olmayacaktır.

Yukarıda ki (b) maddesine göre;

SZ059 $M_{dev} = 379,39$ $\sum M_{dev} / \sum M_o = 0,015 < 1/6$ olduğu için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R yerine $(4/5)R$ alınmıştır. ($7 * 4/5 = 5,60$)

5.5.1.8. Maksimum ikinci mertebe etkisi

TDY 2007 göre;

$$\Theta_x = 0,0271 \leq 0,05 \quad \text{X yönü kat tutuludur.}$$

$$\Theta_y = 0,0217 \leq 0,05 \quad \text{Y yönü kat tutuludur.}$$

TBDY 2018 göre;

$$\Theta_x = 0,0586 \leq 0,08 \quad \text{X yönü kat tutuludur.}$$

$$\Theta_y = 0,0438 \leq 0,08 \quad \text{Y yönü kat tutuludur.}$$

TDY 2007 madde 2.10.2.1 gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, İkinci Mertebe Gösterge Değeri, Θ_i ' nin Denk 2.20' ye göre sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliğine göre değerlendirilmiştir.

TBDY 2018 madde 4.9.2.3 tüm katlar için hesaplanan Θ_i ' lerin maksimum değeri Θ_{\max} ' in denklem 4.36' da verilen koşulu sağlamaması durumunda, gözönüne alınan (X) deprem doğrultusu için tüm iç kuvvetler denklem 4.37 ile tanımlanan ikinci mertebe büyütme katsayısı β ile çarpılarak arttırılmıştır.

TDY 2007 ve TBDY 2018' e göre maksimum ikinci mertebe etkilerinin kontrolleri sağlanmıştır.

5.5.2.9. Efektif Zemin Gerilmesi

TDY 2007 göre;

$$\text{Temel Alanı} = 955,2 \text{ m}^2 \quad \text{Toplam Temele Gelen Yük} = 18299 \text{ t}$$

$$\text{Efektif zemin gerilmesi} = \text{Gzef} = 18299/955,2 = 19,16 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

TBDY 2018 göre;

$$\text{Temel Alanı} = 955,2 \text{ m}^2 \quad \text{Toplam Temele Gelen Yük} = 18356 \text{ t}$$

$$\text{Efektif zemin gerilmesi} = \text{Gzef} = 18356/955,2 = 19,22 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

Her iki yönetmeliğe göre efektif zemin gerilmesi yeterli görünmektedir.

5.5.2.10. Kolon ve Perde Alan Oranları

TDY 2007 göre;

Toplam Kolon Alan Oranı = % $A_c/A_k = 138.79 / 10654,01 = \% 1,303$

Toplam Perde Alan Oranı = % $A_p/A_k = 192.59 / 10654,01 = \% 1,808$

TBDY 2018 göre;

Toplam Kolon Alan Oranı = % $A_c/A_k = 139,91 / 10654,01 = \% 1,313$

Toplam Perde Alan Oranı = % $A_p/A_k = 201,93 / 10654,01 = \% 1,895$

5.5.2.11. Kalıp Metraji

TDY 2007 göre;

Kalıp Metraji: 23379,55 m²

TBDY 2018 göre;

Kalıp Metraji: 23459,59 m²

TBDY2018'e göre kalıp metrajında 80,04 m² artış olmuştur.

5.5.2.12. Beton Metraji

TDY 2007 göre;

Beton Metraji: 3034,65 m³

TBDY 2018 göre;

Beton Metraji: 3064,98 m³

TBDY 2018'e göre beton metrajında 30.33 m³ artış olmuştur.

5.5.2.13. Donatı Metraji

TDY 2007 göre;

ϕ 8 = 138414,50 kg

ϕ 10 = 33309,80 kg

ϕ 12 = 71627,00 kg

ϕ 14 = 43187,30 kg

ϕ 16 = 45797,70 kg

ϕ 18 = 49780,30 kg

ϕ 20 = 97144,20 kg

TOPLAM = 479260,90 kg donatı kullanılmıştır.

TBDY 2018 göre;

ϕ 8 = 177246,50 kg

ϕ 10 = 16948,50 kg

ϕ 12 = 52950,00 kg

ϕ 14 = 37150,20 kg

ϕ 16 = 42330,70 kg

ϕ 18 = 36720,60 kg

ϕ 20 = 57326,80 kg

TOPLAM = 420673,40 kg donatı kullanılmıştır.

TBDY 2018'e göre donatı metrajında 58587,50 kg azalış olmuştur.

6. ZAMAN TANIM ALANINDA MOD TOPLAMA YÖNTEMİ

Mod Toplama Yöntemi'nde, depremin eşzamanlı olarak birbirine dik iki yatay doğrultuda etkidiğinin gözönüne alınması durumunda, her bir titreşim moduna ait modal davranış büyüklükleri zaman tanım alanında modal hesap yöntemi ile hesaplanır. Yeteri kadar titreşim modu için hesaplanan eşzamanlı modal davranış büyüklükleri daha sonra zaman tanım alanında doğrudan toplanarak davranış büyüklüklerinin zamana göre değişimi ve tasarımda esas alınmak üzere en büyük değerleri elde edilir.

Bu bölümde seçilen betonarme yapının genel bilgileri ve bu yapının zaman tanım alanında mod toplama yönteminde çözülen dinamik analizine ilişkin sonuçlar yer almaktadır.

6.1. TDY 2007' ye Göre Konya İlinde Seçilen Bir Yapının Genel Bilgileri ve Dinamik Analiz Sonuçları

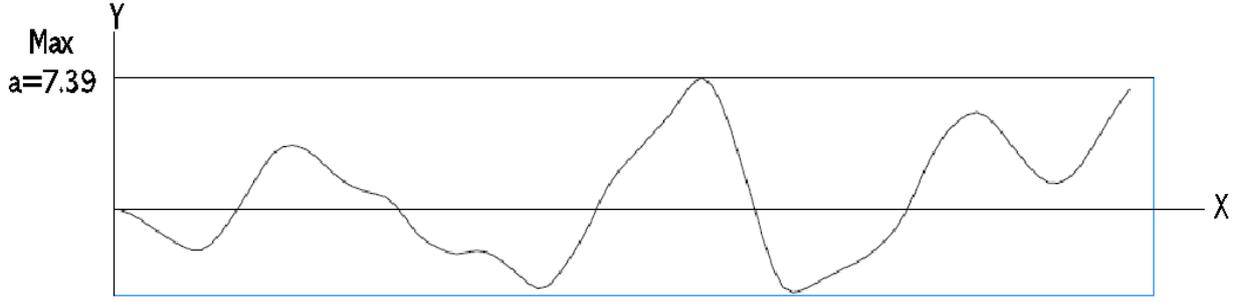
6.1.1. Yapının Genel Bilgileri

TDY 2007'ye göre Konya ili için yapı genel bilgileri aşağıdaki gibidir;

Deprem Bölge Katsayısı	(A_0)	: 0,1
Yapı Davranış Katsayısı	(R_x/R_y)	: 7,00
Yapı Önem Katsayısı	(I)	: 1
Spektrum Karakteristik Peryodu (T_a/T_b)		: 0,15 / 0,60
Hareketli Yük Katsayısı	(n)	: 0,3
Deprem Yüğü Alt Yüksekliği	(H_x/H_y) (m)	: 3,70
Zemin Yatak Katsayısı	(K_0)	: 2500 (t/m³)
Zemin Emniyet Gerilmesi	(G_z)	: 21 (t/m²)
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	(C_z)	: 1
Aplikasyon Kot Farkı	(m)	: -3,70
Zemin Gerilmesi Deprem Artırım Oranı		: 0,5
Modal Analiz Minimum Deprem Yüğü Oranı		: 0,9
Deprem Yüğü Eksantirisitesi		: 0,05
Zemin Sınıfı		: Z3

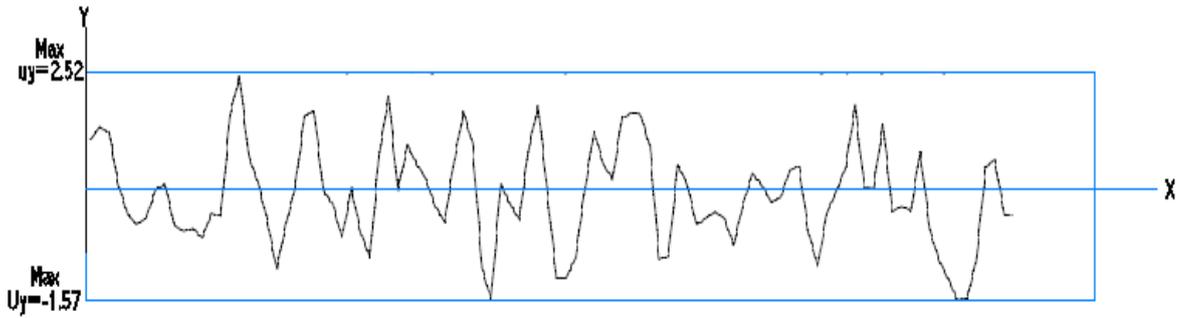
Zaman tanım alanında Mod Toplama Yöntemi ile yapılacak doğrusal hesaplarda en az 11 deprem yer hareketi takımı kullanılmıştır. Birbirine dik yatay iki doğrultudaki ivme kayıtları taşıyıcı sistemin (X) ve (Y) asal eksenleri doğrultusunda aynı anda birlikte etki ettirilmiştir. Hesaplarda kullanılan deprem kayıtlarının seçimi ve ölçeklendirilmesi TBDY 2018 2.5' e göre yapılmıştır.

Bu bölümde yapıya ait genel bilgilere yer verilmiştir. Bu genel bilgiler, yapıya tanımlanan ivme kayıtlarından, yapının kat kütlesi ve rijitlik merkezi, X ve Y yönündeki deprem kuvveti hesapları, X ve Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler, X ve Y yönündeki deprem yükü ve momentleri, perde taban kesme kuvvetleri ve kolon ve perde alanları oluşturmaktadır. Yapıya tanımlanan ivme kayıtları Şekil 6.1’ de verilmiştir.



Şekil 6.1. Konya ilinde seçilen yapıya tanımlanan ivme kayıtları

Şekil 6.2’de verilen ivme kayıtlarına ilişkin yapıdaki yer değiştirme grafiği verilmiştir.



Şekil 6.2. Konya ilinde seçilen yapıya tanımlanan ivme kayıtlarına göre yerdeğiştirmeler

Yapıya tanımlanan ivme kayıtlarına göre yerdeğiştirme aralığı minimum -1,5755 cm ile maksimum 2,5247 cm arasında bulunmuştur. Betonarme yapının katlarına ilişkin kat kütlesi ve rijitlik merkezi bilgileri Çizelge 6.1’ de verilmiştir.

Çizelge 6.1 Kat Kütlesi (t) ve Rijitlik Merkezi (m)

Kat No	Xg(m)	Xr(m)	Yg(m)	Yr(m)	$\Sigma wk(\text{ton})$
1	73,30	73,31	9,58	3,63	1321,704
2	73,30	73,31	9,35	5,92	1085,315
3	73,30	73,31	9,75	7,42	1163,603
4	73,30	73,31	9,78	8,26	1163,305
5	73,26	73,30	9,74	8,77	1180,245
6	73,30	73,30	9,76	9,11	1175,690
7	73,30	73,30	9,76	9,35	1176,065
8	73,30	73,31	9,76	9,52	1176,065
9	73,30	73,31	9,76	9,66	1178,040
10	73,30	73,31	9,76	9,77	1178,040
11	73,30	73,32	9,75	9,87	1183,931
12	73,64	73,34	10,05	9,95	809,736
13	77,78	72,43	8,25	9,89	98,579
					Wt=13890,321 ton

Çizelge 6.1 incelendiğinde betonarme yapının toplam kütlesinin 13890,321 ton olduğu görülmektedir.

Betonarme yapının x ve y yönündeki deprem kuvvet sonuçları bulunup kuvvetlerin kontrolü yapılmıştır. Analizin x yönündeki sonuçları Çizelge 6.2' de verilmiştir.

Çizelge 6.2. X Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (ton)

Kat No	Modal Analiz (ton)	Eş Değer Deprem Yöntemi (ton)	Deprem Yükü (ton)
1	3,76	88,11	3,76
2	6,63	4,06	7,07
3	11,21	8,70	11,96
4	14,30	13,05	15,25
5	17,03	17,65	18,15
6	19,03	21,98	20,29
7	21,35	26,38	22,76
8	24,34	30,78	25,95
9	28,39	35,24	30,26
10	33,77	39,64	35,99
11	40,78	44,27	43,47
12	35,27	57,95	37,48
13	7,30	7,42	7,78
Σ	263,10	395,24	280,18
Bodrum Kat	3,76	88,11	3,76
Σ - Bodrum Kat	259,34	307,12	276,41

$V_{tx} = W \times A(t) / R_a(t) > 0,10 \times A_o \times I \times W$ denklemine göre Çizelge 6.2 incelendiğinde x yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 259,34 ton $> 138,90$ ton olarak bulunmuştur.

X yönündeki deprem kontrolü $0,90 \times 307,12 = 276,41$ ton $> 259,34$ ton denklemine göre yapılmıştır. Y yönündeki analiz sonuçları Çizelge 6.3' de verilmiştir.

Çizelge 6.3 Y Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (ton)

Kat No	Modal Analiz (ton)	Eş Değer Deprem Yöntemi (ton)	Deprem Yükü (ton)
1	5,75	88,11	5,75
2	8,33	4,14	8,76
3	12,37	8,88	13,01
4	15,03	13,32	15,80
5	17,35	18,01	18,24
6	19,14	22,45	20,12
7	21,26	26,93	22,36
8	24,15	31,41	25,39
9	28,30	35,96	29,76
10	34,07	40,46	35,83
11	42,71	45,18	44,91
12	39,23	59,14	41,25
13	6,32	7,58	6,65
Σ	274,01	401,54	287,84
Bodrum Kat	5,75	88,11	5,75
Σ - Bodrum Kat	268,26	313,43	282,09

$V_{ty} = W \times A(t) / R_a(t) > 0,10 \times A_o \times I \times W$ denklemine göre Çizelge 6.3 incelendiğinde y yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 268,26 ton > 138,90 ton olarak bulunmuştur.

Y yönündeki deprem kontrolü $0,90 \times 313,43 = 282,08$ ton > 268,26 ton denklemine göre yapılmıştır. Çizelge 6.4.' de X yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 6.4. X Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	V _{fi}	Θ	$\sum N_g$	$\sum N_{kr}$
1	1,16	416,53	0,0042	21545,80	22103772,00
2	5,09	276,88	0,0275	19427,10	3309250,80
3	6,39	269,80	0,0355	17770,40	3476242,50
4	6,38	257,81	0,0371	15925,30	3235515,80
5	5,87	246,25	0,0357	14278,40	3264983,80
6	5,05	234,27	0,0323	12596,50	3292564,80
7	4,13	220,29	0,0281	10932,60	3331005,80
8	3,19	205,17	0,0233	9242,10	3368586,80
9	2,29	189,02	0,0181	7467,30	3403925,00
10	1,47	171,72	0,0129	5603,00	3436315,00
11	0,79	151,30	0,0079	3644,90	9426951,00
12	0,29	164,66	0,0027	1666,20	3597998,00
13	0,03	13,55	0,0036	184,40	484976,10

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1.3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemini sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik.

Çizelge 6.5' de Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 6.5. Y Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	V _{fi}	Θ	$\sum N_g$	$\sum N_{kr}$
1	2,70	302,14	0,0134	21545,80	10840941,00
2	4,84	329,39	0,0220	19427,10	89582070,00
3	5,60	291,91	0,0287	17770,40	8983231,00
4	5,59	288,81	0,0290	15925,30	8885370,00
5	5,24	275,41	0,0285	14278,40	8835161,00
6	4,62	259,82	0,0266	12596,50	3292564,80
7	3,89	246,13	0,0237	10932,60	8978528,00
8	3,10	232,11	0,0200	9242,10	9080677,00
9	2,32	216,22	0,0161	7467,30	3403925,00
10	1,58	197,54	0,0120	5603,00	9295610,00
11	0,92	170,63	0,0081	3644,90	9426951,00
12	0,38	174,38	0,0032	1666,20	9691417,00
13	0,04	29,27	0,0025	184,40	8879772,00

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1,3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemini sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik.

Çizelge 6.6' da X yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 6.6. X Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	F_x (t)	F_x * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	7,07	21,20
3	6,00	11,96	71,73
4	9,00	15,25	137,26
5	12,00	18,15	217,81
6	15,00	20,29	304,34
7	18,00	22,76	409,73
8	21,00	25,95	544,97
9	24,00	30,26	726,33
10	27,00	35,99	971,83
11	30,00	43,47	1304,00
12	33,00	37,48	1236,94
13	36,00	7,78	279,99
Σ		276,41	6226,13

Çizelge 6.6' da X yönündeki toplam deprem yükü 276,41 ton ve toplam momenti 6226,13 tm olarak bulunmuştur. Çizelge 6.7' de Y yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 6.7. Y Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	Fy (t)	Fy * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	8,76	26,27
3	6,00	13,01	78,06
4	9,00	15,80	142,20
5	12,00	18,24	218,93
6	15,00	20,12	301,84
7	18,00	22,36	402,50
8	21,00	25,40	533,30
9	24,00	29,76	714,31
10	27,00	35,83	967,32
11	30,00	44,91	1347,25
12	33,00	41,25	1361,27
13	36,00	6,65	239,42
Σ		282,09	6332,66

Çizelge 6.7' de Y yönündeki toplam deprem yüğü 282,09 ton ve toplam momenti 6332,66 tm olarak bulunmuştur. Seçilen yapının perde taban kesme kuvetine ilişkin bulgular Çizelge 6.8' de verilmiştir.

Çizelge 6.8. Perde Taban Kesme Kuvveti (t)

Perde	V _x (t)	V _y (t)
SZ023	7,88	-
SZ024	-	27,81
SZ025	-	29,33
SZ026	7,89	-
SZ028	13,50	-
SZ030	7,89	-
SZ031	-	36,69
SZ032	-	38,29
SZ033	7,88	-
SZ038	7,85	-
SZ039	7,88	-
SZ040	7,90	-
SZ041	7,84	-
SZ042	-	4,01
SZ045	-	9,21
SZ048	-	7,15
SZ049	16,50	-
SZ050	16,56	-
SZ051	16,57	-
SZ052	16,50	-
SZ057	-	3,62
SZ058	-	7,32
SZ059	-	6,77
Toplam	142,65	170,20

X ve Y yönündeki perde taban kesme kuvveti oranı Çizelge 6.8' de ki perde taban kesme kuvvetinin Çizelge 6.6 ve 6.7' de ki deprem yüküne oranıdır. Deprem yüküne ilişkin oran aşağıdaki gibidir:

$$X \text{ yönü } \alpha_s = 142.65 / 276.41 = 0.52$$

$$Y \text{ yönü } \alpha_s = 170,20 / 282,09 = 0.60$$

Normal sünek karma yapılarda taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R), yukarıdaki orana göre $R=4+1.5 \times 0.52 \times (6-4)=5.56$ denkleminde $R=5,56$ olarak alınmıştır. Çizelge 6.9’ da her katın kolon ve perde alanları verilmiştir.

Çizelge 6.9. Kolon ve Perde Alanları (m²)

Kat No	Kat Alanı (m²)	Kolon Alanı (m²)	Perde Alanı (m²)
1	922,00	7,60	25,96
2	787,03	10,12	13,79
3	885,52	10,12	13,79
4	869,28	9,72	13,79
5	887,08	9,72	13,79
6	887,08	9,72	13,79
7	887,08	9,72	13,79
8	887,08	9,72	13,79
9	887,08	9,72	13,79
10	887,08	9,72	13,79
11	887,08	9,72	13,79
12	923,50	9,72	13,79
13	57,12	0,00	4,48
Σ	10654,01	115,32	182,07

6.1.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metraji Bulguları

Çizelge 6.10’ da seçilen yapının beton metraji verilmiştir.

Çizelge 6.10. Seçilen Yapının Beton Metraji (m³)

Kat No	Döşeme (m³)	Kiriş (m³)	Kolon (m³)	Toplam (m³)
1	105,20	53,85	124,17	283,23
2	90,13	51,55	71,71	213,39
3	103,12	54,30	71,71	229,13
4	98,46	56,01	70,51	224,99
5	101,12	55,82	70,51	227,45
6	101,01	55,67	70,52	227,19
7	101,15	55,67	70,51	227,34
8	101,15	55,67	70,51	227,34
9	101,15	55,67	70,51	227,34
10	101,15	55,67	70,51	227,34
11	101,15	55,67	70,51	227,34
12	103,99	50,35	70,51	224,86
13	7,64	4,59	11,17	23,40
Σ				2790,35 m³

6.1.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metraji Bulguları

Çizelge 6.11' de seçilen yapının kalıp metraji verilmiştir.

Çizelge 6.11. Seçilen Yapının Kalıp Metrajı (m²)

Kat No	Döşeme (m²)	Kiriş (m²)	Kolon (m²)	Toplam (m²)
1	805,09	434,19	1088,00	2327,28
2	688,80	423,11	625,61	1737,52
3	775,42	433,94	625,43	1834,79
4	760,42	456,47	616,07	1832,95
5	778,13	455,14	616,04	1849,30
6	777,12	453,75	616,17	1847,03
7	778,33	453,75	616,17	1848,24
8	778,33	453,75	616,17	1848,27
9	778,33	453,75	616,17	1848,27
10	778,33	453,75	616,17	1848,27
11	778,33	453,75	616,17	1848,27
12	811,25	401,34	614,87	1827,46
13	49,42	39,16	94,70	183,28
Σ				22680,83 m²

6.1.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları

Çizelge 6.12’ de seçilen yapının donatı metrajı verilmiştir.

Çizelge 6.12. Seçilen Yapının Donatı Metrajı (kg)

Kat No	Döşeme (kg)	Kiriş (kg)	Kolon (kg)	Toplam (kg)
1	7098,00	6223,20	15869,10	29190,40
2	6452,60	5726,60	10564,80	22743,90
3	7090,80	6432,40	10584,60	24107,90
4	7541,40	6726,90	9896,40	24164,80
5	7515,00	6676,80	9896,40	24088,30
6	7044,50	6613,20	9896,40	23554,10
7	7583,30	6583,50	9896,40	24063,30
8	7592,30	6572,40	9896,40	24061,20
9	7592,30	6526,40	9896,40	24015,20
10	7583,30	6540,30	9896,40	24020,00
11	7430,60	6499,70	9896,40	23826,70
12	6705,60	5531,70	9529,30	21766,50
13	376,60	507,30	1157,20	2041,10
Σ				291643,50 kg

6.1.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu

Yapılan analiz sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Yapı periyodu: $T_x=1,29$ s, $T_y=1,25$ s
- X yönü rijitlik beklenen değerde çıkmıştır.
- Y yönü rijitlik beklenen değerde çıkmıştır.
- Yapı perde oranı : $\alpha_x=0,52$, $\alpha_y=0,6$
- Yapı perde oranlarımıza göre boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75' inden daha fazla olmayacaktır. ($\alpha_s \leq 0,75$)
- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 5,56$ alınmıştır.

Normal sünek karma yapılarda taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R), yukarıdaki orana göre $R=4+1.5 \times 0.52 \times (6-4)=5.56$ denkleminde $R=5,56$ olarak alınmıştır.

- TDY 2007 madde 2.8.3' e göre hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı Y, gözönüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütle' lerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütesinin % 90' ından daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir. (Denklem 2.14)

$$M_{xR} = \sum [(\sum m \cdot \omega)^2 / M_r] = \% 96,17 > \% 90,00 \text{ Dinamik kütle oranı yeterlidir.}$$

$$M_{yR} = \sum [(\sum m \cdot \omega)^2 / M_r] = \% 98,13 > \% 90,00 \text{ Dinamik kütle oranı yeterlidir.}$$

- Toplam yapı alanı = 10654 m²
- Toplam yapı yükü = 16203,6 (t)
- Ortalama birim yük = 1,521 (t/m²)
- Zımbalama kontrolleri sağlanmıştır.
- Kuşatılmış kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Kesme güvenliği kontrolleri sağlanmıştır.
- Güçlü kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Analiz sonucunda kesiti yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Analiz sonucunda sehimi yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Maksimum ikinci merteye etkisi :

$$\Theta_x = 0,0371 \leq 0,05 \quad \text{X yönü kat tutuludur.}$$

$$\Theta_y = 0,0291 \leq 0,05 \quad \text{Y yönü kat tutuludur.}$$

Yönetmeliğe göre en çok deplasmanı yapan kolonumuz 0,05'den küçük olduğu için her iki yönde de katlarımızı tutuludur ve yatay rijitliğimiz stabilite için yeterlidir.

- TDY 2007 madde 2.3.2.1' e göre A1 burulma düzensizliği:
1,2 < n_{bi}=1,507 < 2 Modal Hesap Yöntemi ile çözülmüştür.
- TDY 2007 madde 2.3.2.1 B2 düzensizliği sağlanmıştır.
- TDY 2007 madde 2.19 koşulu sağlanmıştır.
 $X_{max} (d_i/h_i) = 0,0034 < 0,02 \quad Y_{max} (d_i/h_i) = 0,0036 < 0,02$
- 475 adet kolon ortalama donatı oranı = 0,0106 (p/p_{min}) = 1,058
- 298 adet perde ortalama donatı oranı = 0,0066 (p/p_{min}) = 1,323
- 1915 adet kiriş ortalama donatı oranı = 0,0026 (p/p_{min}) = 0,757

- Kolonlarımız, kirişlerimiz ve perdelerimiz beklenen donatı yüzdesindedir.
- Temel alanı = 955,2 m²
- Toplam temele gelen yük = 17782 (t)
- Efektif zemin gerilmesi $G_{zef} = 17782 / 955,2 = 18,62$ (t/m²)
- Efektif zemin gerilmesi, yeterli görünmektedir.



6.2. TDY 2007' ye Göre İstanbul İlinde Seçilen Bir Yapının Genel Bilgileri ve Dinamik Analiz Sonuçları

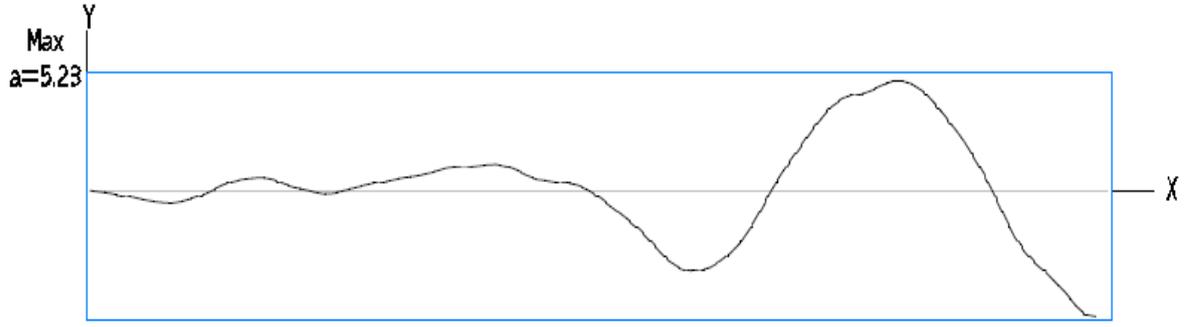
6.2.1. Yapının Genel Bilgileri

TDY 2007' ye göre İstanbul ili için yapı genel bilgileri aşağıdaki gibidir;

Deprem Bölge Katsayısı	(A_0)	: 0,4
Yapı Davranış Katsayısı	(R_x/R_y)	: 7,00
Yapı Önem Katsayısı	(I)	: 1
Spektrum Karakteristik Peryodu (T_a/T_b)		: 0,15 / 0,60
Hareketli Yük Katsayısı	(n)	: 0,3
Deprem Yüğü Alt Yüksekliği	(H_x/H_y) (m)	: 3,70
Zemin Yatak Katsayısı	(K_0)	: 10000 (t/m³)
Zemin Emniyet Gerilmesi	(G_z)	: 50 (t/m²)
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	(C_z)	: 1
Aplikasyon Kot Farkı	(m)	: -3,70
Zemin Gerilmesi Deprem Artırım Oranı		: 0,5
Modal Analiz Minimum Deprem Yüğü Oranı		: 0,9
Deprem Yüğü Eksantirisitesi		: 0,05
Zemin Sınıfı		: Z3

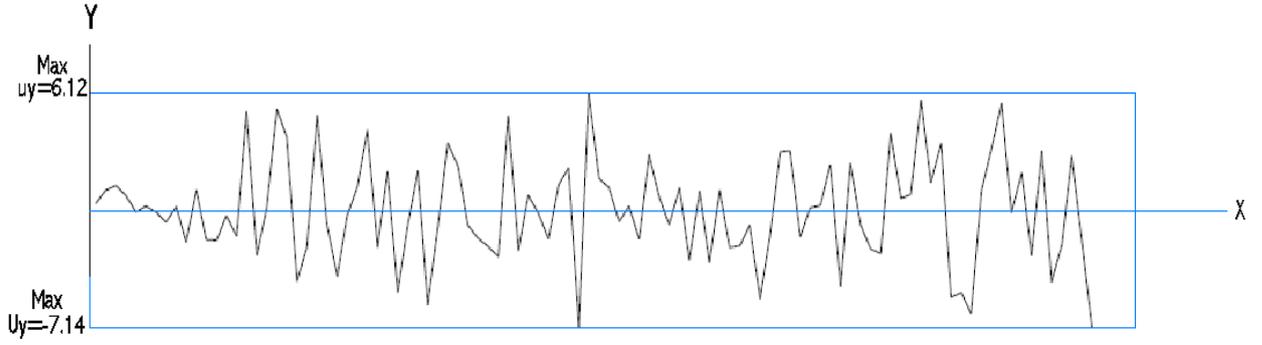
Zaman tanım alanında Mod Toplama Yöntemi ile yapılacak doğrusal hesaplarda en az 11 deprem yer hareketi takımı kullanılmıştır. Birbirine dik yatay iki doğrultudaki ivme kayıtları taşıyıcı sistemin (X) ve (Y) asal eksenleri doğrultusunda aynı anda birlikte etki ettirilmiştir. Hesaplarda kullanılan deprem kayıtlarının seçimi ve ölçeklendirilmesi TBDY 2018 2.5' e göre yapılmıştır.

Bu bölümde yapıya ait genel bilgilere yer verilmiştir. Bu genel bilgiler, yapıya tanımlanan ivme kayıtlarından, yapının kat kütlesi ve rijitlik merkezi, X ve Y yönündeki deprem kuvveti hesapları, X ve Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler, X ve Y yönündeki deprem yüğü ve momentleri, perde taban kesme kuvvetleri ve kolon ve perde alanları oluşturmaktadır. Yapıya tanımlanan ivme kayıtları Şekil 6.3' de verilmiştir.



Şekil 6.3. İstanbul ilinde seçilen yapıya tanımlanan ivme kayıtları

Şekil 6.4' de verilen ivme kayıtlarına ilişkin yapıdaki yer değiştirme grafiği verilmiştir.



Şekil 6.4. İstanbul ilinde seçilen yapıya tanımlanan ivme kayıtlarına göre yerdeğiştirmeler

Yapıya tanımlanan ivme kayıtlarına göre yerdeğiştirme aralığı minimum $-7,1472$ cm ile maksimum $6,1198$ cm arasında bulunmuştur. Betonarme yapının katlarına iliştirin kat kütleleri ve rijitlik merkezi bilgileri Çizelge 6.13' de verilmiştir.

Çizelge 6.13. Kat Kütlesi (t) ve Rijitlik Merkezi (m)

Kat No	Xg(m)	Xr(m)	Yg(m)	Yr(m)	Σwk(ton)
1	73,31	72,99	9,55	3,88	1344,55
2	73,35	73,05	9,41	6,09	1126,84
3	73,32	73,13	9,77	7,75	1223,23
4	73,32	73,18	9,76	8,71	1232,51
5	73,27	73,21	9,73	9,32	1243,82
6	73,31	73,25	9,76	9,75	1235,92
7	73,33	73,29	9,75	10,07	1237,00
8	73,31	73,32	9,75	10,33	1217,45
9	73,32	73,34	9,78	10,54	1213,03
10	73,31	73,36	9,74	10,67	1200,95
11	73,31	73,37	9,73	10,73	1201,39
12	73,63	73,38	10,03	10,73	832,28
13	77,89	72,29	8,28	10,58	99,86
Wt=14408,88 ton					

Çizelge 6.13 incelendiğinde betonarme yapının toplam kütlesinin 14408,88 ton olduğu görülmektedir.

Betonarme yapının x ve y yönündeki deprem kuvvet sonuçları bulunup kuvvetlerin kontrolü yapılmıştır. Analizin x yönündeki sonuçları Çizelge 6.14' de verilmiştir.

Çizelge 6.14. X Yöntündeki Deprem Kuvveti Hesabı (ton)

Kat No	Modal Analiz (ton)	Eş Değer Deprem Yöntemi (ton)	Deprem Yükü (ton)
1	14,64	358,54	14,64
2	32,58	25,84	35,81
3	60,54	56,11	66,55
4	83,88	84,81	92,20
5	106,17	114,12	116,71
6	125,89	141,75	138,38
7	146,24	170,25	160,75
8	165,35	195,48	181,76
9	188,34	222,60	207,03
10	212,78	247,93	233,89
11	242,83	275,58	266,93
12	194,97	366,48	214,32
13	34,70	46,26	38,15
Σ	1608,96	2305,80	1767,17
Bodrum Kat	14,64	358,54	14,64
Σ - Bodrum Kat	1594,32	1947,25	1752,53

$V_{tx} = W \times A(t) / R_a(t) > 0,10 \times A_0 \times I \times W$ denklemine göre Çizelge 6.14 incelendiğinde x yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 1594,32 ton > 576,35 ton olarak bulunmuştur.

X yönündeki deprem kontrolü $0,90 \times 1947,26 = 1752,53$ ton > 1594,32 ton denklemine göre yapılmıştır. Y yönündeki analiz sonuçları Çizelge 6.15' de verilmiştir.

Çizelge 6.15. Y Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (ton)

Kat No	Modal Analiz (ton)	Eş Değer Deprem Yöntemi (ton)	Deprem Yükü (ton)
1	24,87	358,55	24,87
2	40,85	27,20	44,51
3	66,75	59,05	72,73
4	89,00	89,25	96,97
5	110,93	120,09	120,87
6	130,84	149,16	142,55
7	152,02	179,15	165,63
8	171,62	205,70	186,99
9	195,60	234,23	213,11
10	222,35	260,89	242,25
11	259,79	289,98	283,04
12	220,41	385,63	240,14
13	32,43	48,68	35,33
Σ	1717,48	2407,57	1868,99
Bodrum Kat	24,87	358,55	24,87
Σ - Bodrum Kat	1692,62	2049,02	1844,12

$V_{ty} = W \times A(t) / R_a(t) > 0,10 \times A_o \times I \times W$ denklemine göre Çizelge 6.15 incelendiğinde y yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 1692,62 ton > 576,35 ton olarak bulunmuştur.

Y yönündeki deprem kontrolü $0,90 \times 2049,02 = 1844,12$ ton > 1692,62 ton denklemine göre yapılmıştır. Çizelge 6.16' da X yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 6.16. X Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	V _{fi}	Θ	$\sum N_g$	$\sum N_{kr}$
1	6,82	2334,37	0,0043	22270,00	22902964,00
2	26,57	1752,51	0,0227	20122,50	4068490,30
3	30,75	1716,69	0,0268	18405,90	4211864,00
4	29,16	1650,13	0,0265	16475,60	3995036,50
5	26,62	1558,18	0,0256	14731,70	3853158,80
6	23,29	1441,18	0,0242	12960,90	3878025,00
7	19,49	1302,78	0,0224	11214,10	3951556,80
8	15,68	1142,09	0,0206	9439,00	3736037,50
9	11,67	960,32	0,0182	7606,40	3692976,00
10	7,72	753,34	0,0153	5693,20	3517909,30
11	4,25	521,92	0,0122	3703,00	3531269,30
12	1,58	420,59	0,0056	1699,50	3674505,50
13	0,17	85,66	0,0030	186,30	449899,40

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1,3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemini sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik.

Çizelge 6.17' de Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 6.17. Y Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	V _{fi}	Θ	$\sum N_g$	$\sum N_{kr}$
1	13,54	1868,47	0,0108	22270,00	17247564,00
2	22,69	1840,34	0,0185	20122,50	14580660,00
3	25,29	1797,17	0,0211	18405,90	14714423,00
4	24,91	1724,74	0,0216	16475,60	16019287,00
5	23,27	1627,95	0,0214	14731,70	15439046,00
6	20,72	1507,78	0,0206	12960,90	15927433,00
7	17,73	1365,65	0,0194	11214,10	16299703,00
8	14,46	1200,02	0,0180	9439,00	14803969,00
9	11,15	1013,11	0,0165	7606,40	14893859,00
10	7,92	800,30	0,0148	5693,20	15003668,00
11	4,85	560,97	0,0129	3703,00	14962673,00
12	2,08	714,03	0,0043	1699,50	15320927,00
13	0,25	216,33	0,0017	186,30	9659792,00

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1,3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemini sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik.

Çizelge 6.18' de X yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 6.18. X Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	F _x (t)	F _x * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	35,82	107,45
3	6,00	66,55	399,30
4	9,00	92,20	829,84
5	12,00	116,71	1400,53
6	15,00	138,39	2075,81
7	18,00	160,75	2893,59
8	21,00	181,77	3817,12
9	24,00	207,03	4968,74
10	27,00	233,90	6315,29
11	30,00	266,93	8007,98
12	33,00	214,32	7072,72
13	36,00	38,15	1373,41
Σ		1752,53	39261,78

Çizelge 6.18' de X yönündeki toplam deprem yükü 1752,53 ton ve toplam momenti 39261,78 tm olarak bulunmuştur. Çizelge 6.19' da Y yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 6.19. Y Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	Fy (t)	Fy * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	44,51	133,53
3	6,00	72,73	436,36
4	9,00	96,97	872,71
5	12,00	120,87	1450,40
6	15,00	142,55	2138,30
7	18,00	165,63	2981,28
8	21,00	186,99	3926,75
9	24,00	213,12	5114,79
10	27,00	242,25	6540,78
11	30,00	283,04	8491,24
12	33,00	240,14	7924,55
13	36,00	35,33	1271,97
Σ		1844,12	41282,67

Çizelge 6.19' da Y yönündeki toplam deprem yükü 1844,12 ton ve toplam momenti 41282,67 tm olarak bulunmuştur. Seçilen yapının perde taban kesme kuvetine ilişkin bulgular Çizelge 6.20' de verilmiştir.

Çizelge 6.20. Perde Taban Kesme Kuvveti (t)

Perde	Vx (t)	Vy (t)
SZ023	46,53	-
SZ024	-	212,61
SZ025	-	225,85
SZ026	46,41	-
SZ028	62,79	-
SZ030	46,38	-
SZ031	-	275,51
SZ032	-	290,26
SZ033	46,68	-
SZ042	45,77	-
SZ043	53,39	-
SZ045	-	51,31
SZ047	51,90	-
SZ048	51,80	-
SZ051	126,77	-
SZ052	127,40	-
SZ053	126,84	-
SZ054	120,52	-
SZ059	-	22,45
SZ060	-	42,11
SZ061	-	39,99
Toplam	953,18	1160,09

X ve Y yönündeki perde taban kesme kuvveti oranı Çizelge 6.20' de ki perde taban kesme kuvvetinin Çizelge 6.18 ve 6.19' da ki deprem yüküne oranıdır. Deprem yüküne ilişkin oran aşağıdaki gibidir:

$$X \text{ yönü } \alpha_s = 953,18 / 1752,53 = 0,54$$

$$Y \text{ yönü } \alpha_s = 1160,09 / 1844,12 = 0,63$$

Normal sünek karma yapılarda taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R), yukarıdaki orana göre $R=4+1,5 \times 0,54 \times (6-4)=5,62$ denkleminde $R=5,62$ olarak alınmıştır.

Çizelge 6.21’ de her katın kolon ve perde alanları verilmiştir.

Çizelge 6.21. Kolon ve Perde Alanları (m²)

Kat No	Kat Alanı (m²)	Kolon Alanı (m²)	Perde Alanı (m²)
1	922,00	9,11	27,81
2	787,03	11,70	15,50
3	885,52	11,60	15,13
4	869,28	11,20	15,01
5	887,08	11,20	15,01
6	887,08	11,17	15,01
7	887,08	11,17	15,01
8	887,08	11,17	15,01
9	887,08	11,17	15,01
10	887,08	11,17	15,01
11	887,08	11,17	15,01
12	923,50	11,17	15,01
13	57,12	0,00	4,63
Σ	10654,01	132,95	198,16

6.2.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metrajı Bulguları

Çizelge 6.22’ de seçilen yapının beton metrajı verilmiştir.

Çizelge 6.22. Seçilen Yapının Beton Metrajı (m³)

Kat No	Döşeme (m³)	Kiriş (m³)	Kolon (m³)	Toplam (m³)
1	104,98	53,44	136,61	295,02
2	88,83	64,52	81,60	234,95
3	100,79	77,19	80,18	258,16
4	95,82	82,75	78,62	257,18
5	98,87	79,47	78,62	256,95
6	98,67	78,10	78,53	255,30
7	99,00	77,36	78,53	254,89
8	99,86	69,30	78,53	247,69
9	100,18	65,30	78,53	244,00
10	100,89	58,59	78,53	238,00
11	101,04	55,40	78,53	234,96
12	105,14	50,07	78,53	233,74
13	7,64	4,55	11,63	23,81
Σ				3034,65 m³

6.2.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metrajı Bulguları

Çizelge 6.23' de seçilen yapının kalıp metrajı verilmiştir.

Çizelge 6.23. Seçilen Yapının Kalıp Metrajı (m²)

Kat No	Döşeme (m²)	Kiriş (m²)	Kolon (m²)	Toplam (m²)
1	803,34	430,73	1112,05	2346,13
2	679,09	483,80	637,86	1800,76
3	758,02	537,88	631,18	1927,09
4	740,19	568,80	620,22	1929,21
5	760,95	559,54	620,85	1941,34
6	759,26	552,44	620,97	1932,67
7	762,01	549,83	621,27	1933,11
8	768,45	518,41	625,56	1912,41
9	771,01	498,99	627,56	1897,56
10	776,35	468,41	629,99	1874,75
11	777,56	451,42	630,87	1859,84
12	810,50	398,10	629,57	1838,16
13	49,42	38,83	98,30	186,54
Σ				23379,55 m²

6.2.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları

Çizelge 6.24' de seçilen yapının donatı metrajı verilmiştir.

Çizelge 6.24. Seçilen Yapının Donatı Metrajı (kg)

Kat No	Döşeme (kg)	Kiriş (kg)	Kolon (kg)	Toplam (kg)
1	6720,30	8270,30	26105,10	41095,70
2	6339,60	11830,20	18425,60	36595,40
3	6960,50	15704,60	17360,80	40026,00
4	7421,70	16593,90	16029,10	40044,70
5	7446,80	15932,10	14974,40	38353,20
6	7042,90	15455,80	14090,90	36589,60
7	7519,40	14993,30	13254,80	35767,50
8	7555,10	13392,80	12431,40	33379,20
9	7555,30	12522,60	11598,00	31675,90
10	7579,20	10787,00	11087,90	29454,00
11	7431,20	9463,70	11066,00	27961,00
12	6598,70	7637,50	10616,00	24852,20
13	376,60	555,40	1188,70	2120,70
Σ				417915,20 kg

6.2.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu

Yapılan analiz sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Yapı'nın periyodu : $T_x=1,12$ s, $T_y=1,05$ s
- X yönü rijitlik beklenen değerde çıkmıştır.
- Y yönü rijitlik beklenen değerde çıkmıştır.
- Yapı perde oranı : $\alpha_x=0,54$, $\alpha_y=0,63$
- Yapı perde oranlarımıza göre boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75' inden daha fazla olmayacaktır. ($\alpha_s \leq 0,75$)
- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 5,62$ alınmıştır.
Normal sünek karma yapılarda taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R), yukarıdaki orana göre $R=4+1.5 \times 0.54 \times (6-4)=5.62$ denkleminde $R=5,62$ olarak alınmıştır.
- TDY 2007 madde 2.8.3' e göre hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı Y, gözönüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her

birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütle'lerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütesinin % 90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir. (Denklem 2.14)

$$M_{xr} = \sum [(\sum m \cdot \omega)^2 / M_r] = \% 97,40 > \% 90,00 \text{ Dinamik kütle oranı yeterlidir.}$$

$$M_{yr} = \sum [(\sum m \cdot \omega)^2 / M_r] = \% 98,15 > \% 90,00 \text{ Dinamik kütle oranı yeterlidir.}$$

- Toplam yapı alanı = 10654 m²
- Toplam yapı yükü = 16725,5 (t)
- Ortalama birim yük = 1,57 (t/m²)
- Zımbalama kontrolleri sağlanmıştır.
- Kuşatılmış kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Kesme güvenliği kontrolleri sağlanmıştır.
- Güçlü kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Analiz sonucunda kesiti yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Analiz sonucunda sehimi yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Maksimum ikinci merteye etkisi:
 $\Theta_x = 0,0269 \leq 0,05$ X yönü kat tutuludur.
 $\Theta_y = 0,0217 \leq 0,05$ Y yönü kat tutuludur.
- Yönetmeliğe göre en çok deplasmanı yapan kolonumuz 0,05'den küçük olduğu için her iki yönde de katlarımızı tutuludur ve yatay rijitliğimiz stabilite için yeterlidir.
- TDY 2007 madde 2.3.2.1' e göre A1 burulma düzensizliği:
 $1,2 < n_{bi} = 1,497 < 2$ Modal Hesap Yöntemi ile çözülmüştür.
- TDY 2007 madde 2.3.2.1 B2 düzensizliği sağlanmıştır.
- TDY 2007 madde 2.19 koşulu sağlanmıştır.
 $X_{max} (d_i/h_i) = 0,0153 < 0,02$ $Y_{max} (d_i/h_i) = 0,0153 < 0,02$
- 499 adet kolon ortalama donatı oranı = 0,0147 (p/p_{min}) = 1,466
- 274 adet perde ortalama donatı oranı = 0,0076 (p/p_{min}) = 1,514
- 1915 adet kiriş ortalama donatı oranı = 0,0058 (p/p_{min}) = 1,648
- Kolonlarımız, kirişlerimiz ve perdelerimiz beklenen donatı yüzdesindedir.
- Temel alanı = 955,2 m²
- Toplam temele gelen yük = 18299 (t)
- Efektif zemin gerilmesi $G_{zef} = 18299 / 955,2 = 19,16$ (t/m²)
Efektif zemin gerilmesi, yeterli görünmektedir.

6.3. TBDY 2018' e Göre Konya İlinde Seçilen Bir Yapının Genel Bilgileri ve Dinamik Analiz Sonuçları

6.3.1. Yapının Genel Bilgileri

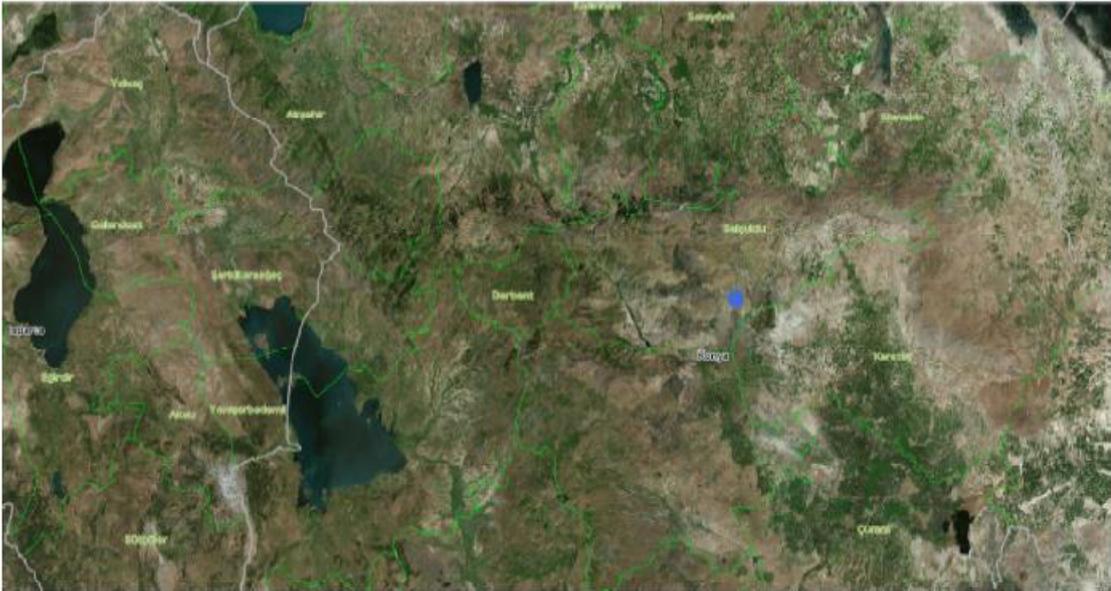
AFAD'ın sitesinden alınan Konya iline ait yapı genel bilgileri Şekil 6.1 ve 6.2' de verilmiştir. (AFAD, 2020)



Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması

Kullanıcı Girdileri

Rapor Başlığı:	konya
Deprem Yer Hareketi Düzeyi:	DD-2 50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZC Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar
Enlem:	37.96677°
Boylam	32.50795°



Şekil 6.1. Yapı Genel Bilgileri (AFAD, 2020)

Çıktılar

$$S_s = 0.308$$

$$S_1 = 0.073$$

$$S_{DS} = 0.400$$

$$S_{D1} = 0.109$$

$$PGA = 0.133$$

$$PGV = 6.745$$

S_s : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

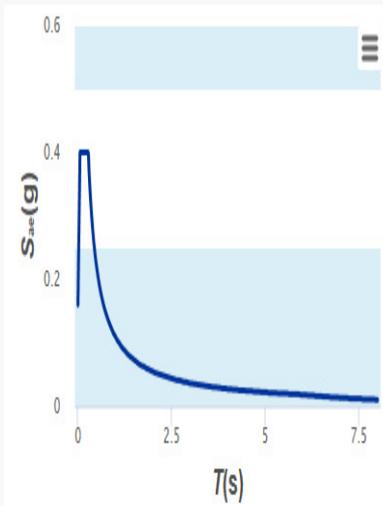
S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

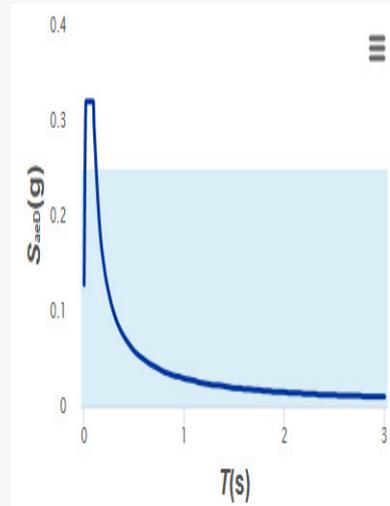
PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



Düsey Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil 6.2. Yapı Genel Bilgileri (AFAD, 2020)

TBDY 2018'e göre Konya ili için yapı genel bilgileri aşağıdaki gibidir;

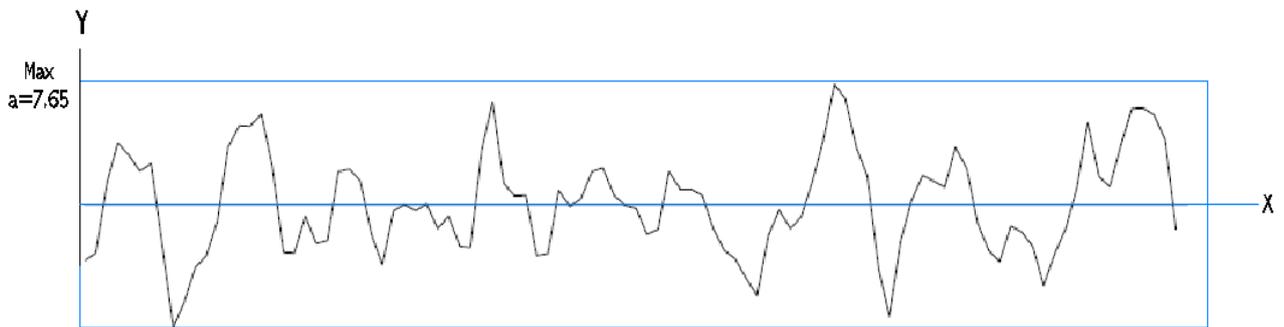
Spektral İvme Katsayısı	(S_{ds}/S_{d1})	: 0,4 / 0,109
Deprem Yer Hareketi Düzeyi		: DD2
Zemin Sınıfı		: ZC
Enlem		: 37.96677
Boylam		: 32.50795
Kısa Peryod Bölgesi	(S_s)	: 0,3076
T=1,0 için Spektral İvme Katsayısı	(S_1)	: 0,0727
DD2 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds})	: 0,400
DD2 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d1})	: 0,109
DD3 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds3})	: 0,1301
DD3 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d13})	: 0,0412
DD1 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds1})	: 0,843
DD1 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d11})	: 0,2216
DD4 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds4})	: 0,0913
DD4 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d14})	: 0,0294
$T_a = 0.2 S_{d1} / S_{ds}$: 0,0545
$T_b = S_{d1} / S_{ds}$: 0,2725
Yapı Davranış Katsayısı	(R_x/R_y)	: 7
Dayanım Fazlalığı Katsayısı	(D)	: 2,50
Yapı Önem Katsayısı	(I)	: 1
Hareketli Yük Katsayısı	(n)	: 0,3
Deprem Yüğü Alt Yüksekliği	(H_x/H_y) (m)	: 3,70
Zemin Yatak Katsayısı	(K_o)	: 2500 (t/m³)
Zemin Emniyet Gerilmesi	(G_z)	: 21 (t/m²)
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	(C_z)	: 1
Aplikasyon Kot Farkı	(m)	: -3,70
Zemin Gerilmesi Deprem Artırım Oranı		: 0,5
Modal Analiz Minimum Deprem Yüğü Oranı		: 0,9
Deprem Yüğü Eksantirisitesi		: 0,05
Deprem Tasarım Sınıfı	(DTS)	: 3
Bina Yükseklik Sınıfı	(BYS)	: 5 ($H_n = 33,0$ m)
Bina Kullanım Sınıfı	(BKS)	: 3

Zaman tanım alanında Mod Toplama Yöntemi ile yapılacak doğrusal hesaplarda en az 11 deprem yer hareketi takımı kullanılmıştır. Birbirine dik yatay iki doğrultudaki ivme kayıtları taşıyıcı sistemin (X) ve (Y) asal eksenleri doğrultusunda aynı anda birlikte etki ettirilmiştir. Hesaplarda kullanılan deprem kayıtlarının seçimi ve ölçeklendirilmesi TBDY 2018 2.5' e göre yapılmıştır.

Bu bölümde yapıya ait genel bilgilere yer verilmiştir. Bu genel bilgileri, yapının birinci doğal titreşim periyodunu, yapıya tanımlanan ivme kayıtlarını, kat kütlesi ve rijitlik merkezi, X ve Y yönündeki deprem kuvveti hesapları, bodrumlu yapının periyod kontrolü, Ralt ve Dalt katsayılarının bulunması, X ve Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler, X ve Y yönündeki deprem yükü ve momentleri, perde taban momentleri, bina taşıyıcı sistemin seçimi, tuğla duvarlı analiz sonuçlarını, kolon ve perde alanlarını oluşturmaktadır. Betonarme yapının birinci doğal titreşim periyodu kontrol edilmiştir.

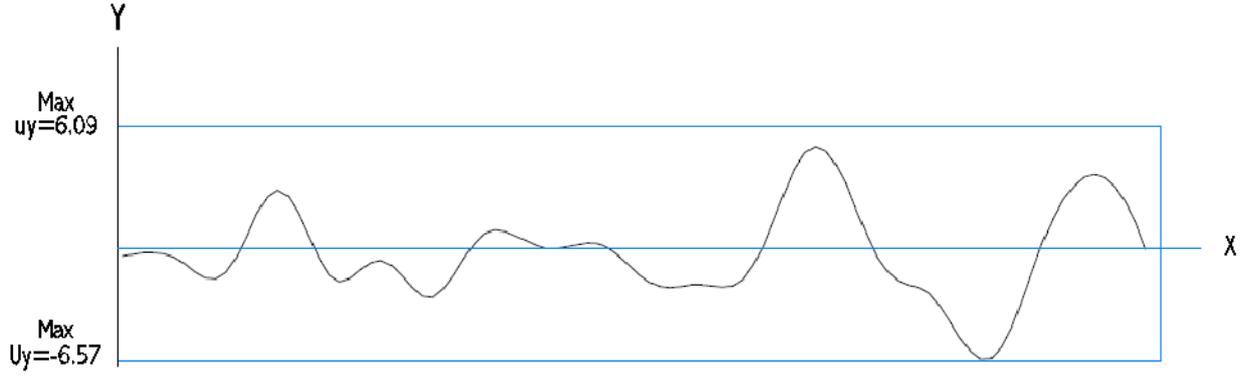
$$\begin{aligned} H_n &= 33 \text{ m} & C_{tx} &= 0,07 & C_{ty} &= 0,07 \\ T_{1x} &= C_{tx} * H_n^{3/4} = 0,964 \text{ s}, & T_x &= 1,925 > 1,4 * 0,964 = 1,349 \text{ s} \\ T_{1y} &= C_{ty} * H_n^{3/4} = 0,964 \text{ s}, & T_y &= 1,814 > 1,4 * 0,964 = 1,349 \text{ s} \end{aligned}$$

Yukarıdaki denklemlere göre yapımızın birinci doğal titreşim periyodunun kontrolü yapılmıştır ve denklemlerimiz sağlanmıştır. Betonarme yapıya tanımlanan ivme kayıtları Şekil 6.3' de verilmiştir.



Şekil 6.3. Konya ilinde seçilen yapıya tanımlanan ivme kayıtları

Şekil 6.4' de verilen ivme kayıtlarına ilişkin yapıdaki yer değiştirme grafiği verilmiştir.



Şekil 6.4. Konya ilinde seçilen yapıya tanımlanan ivme kayıtlarına göre yerdeğiştirmeler

Yapıya tanımlanan ivme kayıtlarına göre yerdeğiştirme aralığı minimum -6,5742 cm ile maksimum 6,0952 cm arasında bulunmuştur. Betonarme yapının katlarına ilişkin kat kütlesi ve rijitlik merkezi bilgileri Çizelge 6.25’ de verilmiştir.

Çizelge 6.25. Kat Kütlesi (t) ve Rijitlik Merkezi (m)

Kat No	Xg(m)	Xr(m)	Yg(m)	Yr(m)	Σwk(ton)
1	73,30	73,31	9,58	3,70	1323,52
2	73,30	73,31	9,34	5,68	1088,55
3	73,30	73,31	9,79	7,14	1181,77
4	73,30	73,31	9,78	8,00	1168,15
5	73,26	73,31	9,74	8,52	1185,09
6	73,30	73,31	9,76	8,86	1180,53
7	73,30	73,31	9,76	9,09	1180,91
8	73,30	73,31	9,76	9,26	1180,91
9	73,30	73,31	9,76	9,38	1182,89
10	73,30	73,32	9,76	9,49	1182,89
11	73,30	73,33	9,75	9,57	1188,77
12	73,63	73,34	10,05	9,63	814,99
13	77,78	72,46	8,25	9,61	98,58

Wt=13957,56 ton

Çizelge 6.25 incelendiğinde betonarme yapının toplam kütlesinin 13957,56 ton olduğu görülmektedir.

Betonarme yapının x ve y yönündeki deprem kuvvet sonuçları bulunup kuvvetlerin kontrolü yapılmıştır. Analizin x yönündeki sonuçları Çizelge 6.26' da verilmiştir.

Çizelge 6.26. X Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (ton)

Kat No	Modal Analiz (ton)	Eş Değer Deprem Yöntemi (ton)	Deprem Yükü (ton)
1	63,39	32,80	63,39
2	10,62	2,67	15,04
3	8,79	5,79	12,45
4	5,67	8,58	8,03
5	5,77	11,61	8,18
6	6,46	14,46	9,14
7	6,89	17,36	9,76
8	7,74	20,25	10,96
9	7,79	23,18	11,03
10	9,74	26,08	13,79
11	16,23	29,12	22,99
12	29,87	38,19	42,30
13	12,88	4,86	18,25
Σ	191,87	234,94	245,32
Bodrum Kat	63,39	32,79	63,39
Σ - Bodrum Kat	128,47	202,14	181,93

$V_{tx} = 0,04 \times S_{ds} \times I \times W$ denklemine göre Çizelge 6.26 incelendiğinde x yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 223,32 ton olarak bulunmuştur.

X yönündeki deprem kontrolü $0,90 \times 202,14 = 181,93 \text{ ton} > 128,47 \text{ ton}$ denklemine göre yapılmıştır. Y yönündeki analiz sonuçları Çizelge 6.27' de verilmiştir.

Çizelge 6.27. Y Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (ton)

Kat No	Modal Analiz (ton)	Eş Değer Deprem Yöntemi (ton)	Deprem Yükü (ton)
1	68,75	32,80	68,75
2	13,27	2,67	16,71
3	10,56	5,79	13,30
4	6,89	8,58	8,68
5	5,93	11,61	7,47
6	6,28	14,46	7,91
7	7,07	17,36	8,91
8	7,28	20,25	9,17
9	7,22	23,18	9,10
10	9,44	26,08	11,90
11	21,20	29,12	26,70
12	40,57	38,19	51,11
13	8,70	4,86	10,96
Σ	213,17	234,94	250,68
Bodrum Kat	68,75	32,80	68,75
Σ - Bodrum Kat	144,42	202,145	181,93

. $V_{ty} = 0,04 \times S_{ds} \times I \times W$ denklemine göre yukarıdaki Çizelge 6.27 incelendiğinde y yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 223,32 ton olarak bulunmuştur.

Y yönündeki deprem kontrolü $0,90 \times 202,14 = 181,93$ ton $>$ 144,42 ton denklemine göre yapılmıştır. Çizelge 6.28' de bodrumlu yapının periyodları verilmiştir.

Çizelge 6.28. Periyodların Bulunması

Mod	1. Mod	2. Mod	3. Mod	4. Mod	5. Mod	6. Mod
W	3,38	3,81	3,99	11,49	14,52	14,76
T	1,85	1,65	1,57	0,55	0,43	0,42
M_{xr} %	77,30	0,007	0,32	11,70	0,015	0,009
M_{yr} %	0,001	73,54	0,85	0,00	5,87	8,51

Yapımızın bodrum katlar dahil binanın tümü için hesaplanan doğal titreşim periyodunun, aynı taşıyıcı sistemde zemin kat döşemesi dahil tüm bodrum kütleleri hesaba katılmaksızın aynı doğrultuda hesaplanan doğal titreşim periyoduna oranının 1,1' den küçük olması gereklidir. (TBDY 3.3.1.1)

$$T_x \text{ tüm} = 1,925 \text{ s} < 1,1 * T_x \text{ üst} (1,858 \text{ s}) = 2,044 \text{ s}$$

$$T_y \text{ tüm} = 1,813 \text{ s} < 1,1 * T_y \text{ üst} (1,648 \text{ s}) = 1,814 \text{ s}$$

Yapımızın üst ve alt bölümlerinde farklı R ve D katsayılarının eşdeğer deprem ve modal analize göre değerlerinin bulunması gösterilmiştir. (TBDY 4.3.6.1)

Eşdeğer Deprem :

$$S_a(T_{x1}) = S_a(1,349) = 0,081$$

$$S_a(T_{y1}) = S_a(1,349) = 0,081$$

$$V_{tümX} = V_{üstX} + S_a(T_{x1}) * W_b / 1,5 = 181,930 + 1323,521 * 0,081 / 1,5 = 253,208$$

$$V_{tümY} = V_{üstY} + S_a(T_{y1}) * W_b / 1,5 = 181,930 + 1323,521 * 0,081 / 1,5 = 253,208$$

$$X \text{ yönü } v_{üstX} = V_{üst} / V_{tüm} = 202,145 / 273,423 = 0,739$$

$$Y \text{ yönü } v_y = V_{üst} / V_{tüm} = 202,145 / 273,423 = 0,739$$

$$V_{xalt} = (1 - v_{xüst}) * R_a / 1,5 = 0,966$$

$$V_{yalt} = (1 - v_{yüst}) * R_a / 1,5 = 0,966$$

$$V_x = v_{xüst} + v_{xalt} = 1,706$$

$$V_y = v_{yüst} + v_{yalt} = 1,706$$

$$D_{altX} = (0,6 * v_{xüst} * D_{üst} + v_{xalt} * 1,5) / v_x = 1,500$$

$$D_{altY} = (0,6 * v_{yüst} * D_{üst} + v_{yalt} * 1,5) / v_y = 1,500$$

$$R_{altX} = R_a / v_x = 3,260$$

$$R_{altY} = R_a / v_y = 3,260$$

Modal Analiz :

$$V_{üstX} = 0$$

$$V_{üstY} = 0$$

$$D_{altX} = (0,6 * v_{xüst} * D_{üst} + v_{xalt} * 1,5) / v_x = 1,500$$

$$D_{altY} = (0,6 * v_{yüst} * D_{üst} + v_{yalt} * 1,5) / v_y = 1,500$$

$$R_{altX} = R_a / v_x = 1,500$$

$$R_{altY} = R_a / v_y = 1,500$$

Çizelge 6.29' da X yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 6.29. X Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i \text{ Ndi/L})$	Vfi	Θ	$\sum \text{Ng}$	$\sum \text{Nkr}$
1	1,76	333,36	0,0079	21629,60	22106268,00
2	7,03	183,45	0,0575	19515,40	545359,70
3	8,93	175,63	0,0763	17858,30	436672,60
4	8,93	177,48	0,0755	15986,50	420109,80
5	8,32	176,17	0,0708	14328,90	420924,70
6	7,31	174,79	0,0627	12637,00	420076,00
7	6,14	172,33	0,0534	10972,20	420076,30
8	4,91	169,57	0,0435	9276,80	3377465,50
9	3,69	166,51	0,0333	7494,90	3410705,50
10	2,54	162,89	0,0234	5623,90	3443929,50
11	1,48	154,22	0,0144	3659,00	3473502,80
12	0,60	188,36	0,0047	1673,20	3610675,80
13	0,08	37,12	0,0034	184,40	8863800,00

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i \text{ Ndi/L}) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1,3 * \sum \text{Ng} / \sum \text{Nd}) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum \text{Nd} \leq 0,45 \sum \text{Nkr}$ denklemine göre bütün katlar denklemi sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik. Çizelge 6.30' da Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 6.30. Y Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	V _{fi}	Θ	$\sum N_g$	$\sum N_{kr}$
1	4,08	271,55	0,0225	21629,60	10832691,00
2	6,45	253,46	0,0381	19515,40	8969821,00
3	7,23	214,82	0,0505	17858,30	3349430,80
4	7,23	227,57	0,0477	15986,50	8863645,00
5	6,88	215,78	0,0478	14328,90	8865865,00
6	6,24	211,25	0,0443	12637,00	8930278,00
7	5,43	207,75	0,0392	10972,20	9001929,00
8	4,53	204,21	0,0332	9276,80	9101127,00
9	3,56	200,83	0,0266	7494,90	9202857,00
10	2,58	199,02	0,0194	5623,90	9311966,00
11	1,61	185,53	0,0130	3659,00	9438207,00
12	0,69	199,08	0,0052	1673,20	9678942,00
13	0,08	37,12	0,0034	184,40	8863800,00

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1,3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemi sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik. Çizelge 6.31' de X yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 6.31. X Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	F_x (t)	F_x * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	15,04	45,11
3	6,00	12,45	74,72
4	9,00	8,03	72,31
5	12,00	8,18	98,11
6	15,00	9,14	137,16
7	18,00	9,76	175,71
8	21,00	10,96	230,17
9	24,00	11,03	264,76
10	27,00	13,80	372,47
11	30,00	22,99	689,62
12	33,00	42,30	1395,99
13	36,00	18,25	656,84
Σ		181,93	4212,98

Çizelge 6.31' de X yönündeki toplam deprem yükü 181,93 ton ve toplam momenti 4212,98 tm olarak bulunmuştur. Çizelge 6.32' de Y yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 6.32. Y Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	Fy (t)	Fy * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	16,71	50,14
3	6,00	13,30	79,82
4	9,00	8,68	78,08
5	12,00	7,47	89,59
6	15,00	7,91	118,64
7	18,00	8,91	160,36
8	21,00	9,17	192,57
9	24,00	9,10	218,45
10	27,00	11,90	321,26
11	30,00	26,70	801,11
12	33,00	51,11	1686,77
13	36,00	10,96	394,67
Σ		181,93	4191,47

Çizelge 6.32' de Y yönündeki toplam deprem yükü 181,93 ton ve toplam momenti 4191,47 tm olarak bulunmuştur. Seçilen yapının X yönündeki perde taban momentlerine ilişkin bulgular Çizelge 6.33' de verilmiştir.

Çizelge 6.33. Perde Taban Momentleri (tm)

Perde	Mx	ΣM _{xk}	ΣM _{xr}	M/M _o <1/3
SZ023	23,58	47,23	70,81	-
SZ024	-	-	-	-
SZ025	-	-	-	-
SZ026	23,48	47,59	71,08	-
SZ028	35,55	135,96	171,50	-
SZ030	23,48	47,44	70,92	-
SZ031	-	-	-	-
SZ032	-	-	-	-
SZ033	23,58	48,44	72,02	-
SZ040	-	-	-	-
SZ042	22,88	56,84	79,72	-
SZ043	23,11	57,70	80,81	-
SZ045	-	-	-	-
SZ047	23,11	57,53	80,64	-
SZ048	22,87	58,42	81,29	-
SZ050	-	-	-	-
SZ051	56,86	94,45	151,31	-
SZ052	56,97	94,25	151,22	-
SZ053	56,97	94,19	151,15	-
SZ054	56,86	94,44	151,31	-
SZ059	-	-	-	-
SZ060	-	-	-	-
SZ061	-	-	-	-
Toplam	449,30		1383,79	

Çizelge 6.33' e göre perde taban moment oranı ve deprem perde devrilme oranı aşağıdaki denklemlere göre bulunmuştur.

$$\alpha_m = 1383,79 / 4212,98 = 0,33$$

$$M_{dev} / M_o = 0,33$$

Seçilen yapının Y yönündeki perde taban momentlerine ilişkin bulgular Çizelge 6.34' de verilmiştir.

Çizelge 6.34. Perde Taban Momentleri (tm)

Perde	My	ΣMyk	ΣMyr	M/Mo<1/3
SZ023	-	-	-	-
SZ024	168,59	46,26	214,85	-
SZ025	178,99	48,89	227,88	-
SZ026	-	-	-	-
SZ028	-	-	-	-
SZ030	-	-	-	-
SZ031	227,94	61,04	288,99	-
SZ032	238,54	63,50	302,05	-
SZ033	-	-	-	-
SZ040	9,99	57,68	67,68	-
SZ042	-	-	-	-
SZ043	-	-	-	-
SZ045	30,46	108,89	139,36	-
SZ047	-	-	-	-
SZ048	-	-	-	-
SZ050	19,53	100,25	119,77	-
SZ051	-	-	-	-
SZ052	-	-	-	-
SZ053	-	-	-	-
SZ054	-	-	-	-
SZ059	14,63	29,11	43,74	-
SZ060	29,76	60,87	90,63	-
SZ061	28,52	50,30	78,82	-
Toplam	946,96		1573,76	

Çizelge 6.34' e göre perde taban moment oranı ve deprem perde devrilme oranı aşağıdaki denklemlere göre bulunmuştur.

$$\alpha_m = 1573,76 / 4191,47 = 0,38 \quad M_{dev} / M_o = 0,33$$

Denklemlere göre süneklilik düzeyi yüksek binamızın taşıyıcı sisteminin seçimi yapılmıştır. (TBDY 4.3.4.5)

$$H_n = H - H_{\text{bodrum}} = 36,7 - 3,7 = 33,0 \text{ m}$$

$$BYS = 5$$

$$BYS = 5 \geq 2 \quad M_{\text{dev}}/M_o = 0,33 < 0,4 \text{ koşulu sağlanmaktadır.}$$

$$BYS = 5 \geq 2 + 1 \text{ sağlanmaktadır.}$$

$S_{ds} < 0,5$ Kenar aks perdeleri kontrolü yapılmaz. Boşluklu perde bulunmamıştır.

Yapısal olmayan eleman veya donanımın ağırlığı bulunduğu katın toplam ağırlığının %10 'undan büyük ise, eleman veya donanım bina taşıyıcı sistemin bir parçası olarak kabul edilecektir. Bu durumda eleman veya donanımın kütlesi ile binaya bağlantısının rijitlik özellikleri, bina taşıyıcı sisteminin deprem hesabında gözönüne alınacaktır. (TBDY 6.1.3)

$G_{\text{tuğla}} / G_{\text{bina}} = 0,27 > 0,10$ olduğu için yapımızın analizlerini tuğla duvarlı deprem analiz ile olmuştur. Çizelge 6.35' de her katın kolon ve perde alanları verilmiştir.

Çizelge 6.35. Kolon ve Perde Alanları (m²)

Kat No	Kat Alanı (m ²)	Kolon Alanı (m ²)	Perde Alanı (m ²)
1	922,00	7,82	25,96
2	787,03	8,97	15,44
3	885,35	8,97	15,44
4	869,28	10,47	13,79
5	887,08	10,47	13,79
6	887,08	10,47	13,79
7	887,08	10,47	13,79
8	887,08	10,47	13,79
9	887,08	10,47	13,79
10	887,08	10,47	13,79
11	887,08	10,47	13,79
12	923,50	10,47	13,79
13	57,12	0,00	4,48
Σ	10653,83	119,99	185,37

6.3.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metraji Bulguları

Çizelge 6.36' da seçilen yapının beton metraji verilmiştir.

Çizelge 6.36. Seçilen Yapının Beton Metraji (m³)

Kat No	Döşeme (m³)	Kiriş (m³)	Kolon (m³)	Toplam (m³)
1	105,20	53,82	124,99	284,02
2	90,10	51,50	73,21	214,82
3	102,35	56,56	73,21	232,13
4	98,44	55,93	72,76	227,14
5	101,10	55,74	72,76	229,60
6	100,98	55,59	72,77	229,34
7	101,13	55,59	72,76	229,49
8	101,13	55,59	72,76	229,49
9	101,13	55,59	72,76	229,49
10	101,13	55,59	72,76	229,49
11	101,13	55,59	72,76	229,49
12	103,97	50,27	72,76	227,00
13	7,64	4,59	11,17	23,40
Σ				2814,89 m³

6.3.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metraji Bulguları

Çizelge 6.37' de seçilen yapının kalıp metraji verilmiştir.

Çizelge 6.37. Seçilen Yapının Kalıp Metrajı (m²)

Kat No	Döşeme (m²)	Kiriş (m²)	Kolon (m²)	Toplam (m²)
1	805,09	433,99	1090,22	2329,30
2	688,66	422,71	628,61	1739,98
3	770,30	451,12	628,65	1850,07
4	760,23	455,83	620,27	1836,32
5	777,97	454,50	620,24	1852,72
6	776,96	453,11	620,37	1850,44
7	778,18	453,11	620,37	1851,65
8	778,18	453,11	620,37	1851,65
9	778,18	453,11	620,37	1851,65
10	778,18	453,11	620,37	1851,65
11	778,18	453,11	620,37	1851,65
12	811,09	400,70	619,07	1830,86
13	49,42	39,16	94,70	183,28
Σ				22731,23 m²

6.3.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları

Çizelge 6.38' de seçilen yapının donatı metrajı verilmiştir.

Çizelge 6.38. Seçilen Yapının Donatı Metrajı (kg)

Kat No	Döşeme (kg)	Kiriş (kg)	Kolon (kg)	Toplam (kg)
1	6846,80	6295,20	14648,70	27790,60
2	6406,10	6354,00	11724,90	24485,00
3	6960,10	7635,50	11723,50	26319,10
4	7506,70	7803,30	11720,90	27030,90
5	7506,80	7721,60	11421,80	26650,20
6	7112,80	7565,00	11315,90	25993,60
7	7580,60	7331,20	10990,50	25902,20
8	7589,60	7106,30	10879,40	25575,30
9	7589,60	6918,30	10577,10	25085,00
10	7580,60	6721,30	10577,10	24879,00
11	7433,40	6610,80	10577,10	24621,30
12	6732,90	5612,50	12158,10	24503,40
13	376,60	538,00	1157,20	2071,80
Σ				310907,50 kg

6.3.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu

Yapılan analiz sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Yapı'ı periyodu : $T_x=1,93$ s, $T_y=1,81$ s
- X ve Y yönü rijitliklerimiz beklenen değerlerde çıkmıştır.
- Yapı perde oranı : $\alpha_x=0,33$, $\alpha_y=0,38$
- Yapı perde oranlarımıza göre boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75' inden daha fazla olmayacaktır. ($\alpha_s \leq 0,75$)
- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 5,60$ ($7 * 4/5 = 5,60$) alınmıştır.
- TBDY 2018 madde 4.8.1.2' ye göre hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı Y, gözönüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütle' lerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin % 95' indan daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir. (Denklem 4.30)

$M_{xr} = \sum [(\sum m \cdot \omega)^2 / M_r] = \% 96,91 > \% 95,00$ Dinamik kütle oranı yeterlidir.

$M_{yr} = \sum [(\sum m \cdot \omega)^2 / M_r] = \% 98,11 > \% 95,00$ Dinamik kütle oranı yeterlidir.

- Toplam yapı alanı = 10654 m²
- Toplam yapı yükü = 16270,6 (t)
- Ortalama birim yük = 1,527 (t/m²)
- Zımbalama kontrolleri sağlanmıştır.
- Kuşatılmış kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Kesme güvenliği kontrolleri sağlanmıştır.
- Güçlü kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Analiz sonucunda kesiti yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Analiz sonucunda sehimi yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Maksimum ikinci merteye etkisi :
- $\Theta_x = 0,0763 \leq 0,08$ X yönü kat tutuludur.
- $\Theta_y = 0,0506 \leq 0,08$ Y yönü kat tutuludur.
- Yönetmeliğe göre en çok deplasmanı yapan kolonumuz 0,08' den küçük olduğu için her iki yönde de katlarımızı tutuludur ve yatay rijitliğimiz stabilite için yeterlidir.
- TBDY 2018 madde 3.6.2.1' e göre A1 burulma düzensizliği:
 $1,2 < n_{bi} = 1,534 < 2$ Modal Hesap Yöntemi ile çözülmüştür.
- TBDY 2018 madde 4.9.1.3 B2 düzensizliği sağlanmıştır.
- TBDY 2018 madde 4.9.1.3 koşulu sağlanmıştır.
 $X_{max} (d_i/h_i) = 0,0048 < 0,02$ $Y_{max} (d_i/h_i) = 0,0050 < 0,02$
- 467 adet kolon ortalama donatı oranı = 0,0104 (p/p_{min}) = 1,044
- 306 adet perde ortalama donatı oranı = 0,0066 (p/p_{min}) = 1,327
- 1923 adet kiriş ortalama donatı oranı = 0,0034 (p/p_{min}) = 0,969
- Kolonlarımız, kirişlerimiz ve perdelerimiz beklenen donatı yüzdesindedir.
- Temel alanı = 955,2 m²
- Toplam temele gelen yük = 17843 (t)
- Efektif zemin gerilmesi $G_{zef} = 17843 / 955,2 = 18,68$ (t/m²)
- Efektif zemin gerilmesi, yeterli görünmektedir.

Çıktılar

$$S_S = 1.337$$

$$S_1 = 0.361$$

$$S_{DS} = 1.604$$

$$S_{D1} = 0.541$$

$$PGA = 0.549$$

$$PGV = 34.424$$

S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

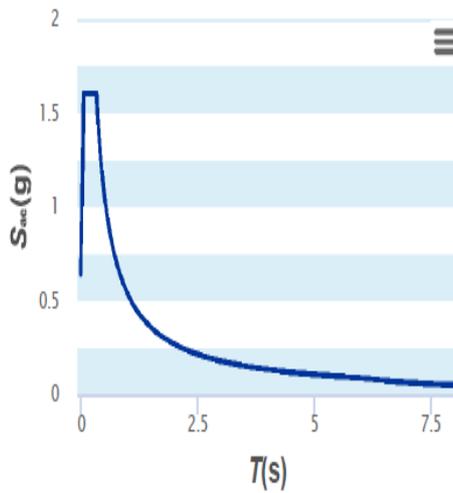
S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

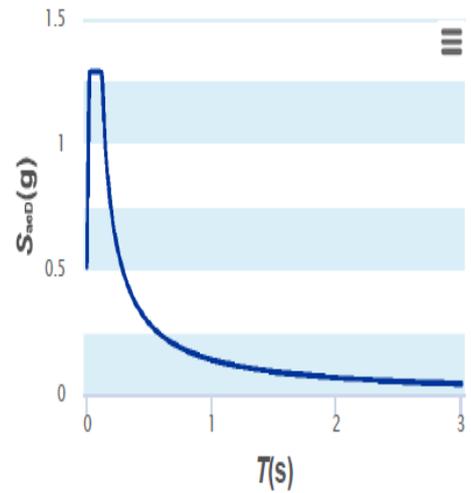
PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



Düşey Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil 6.6. Yapı Genel Bilgileri (AFAD,2020)

TBDY 2018'e göre İstanbul ili için yapı genel bilgileri aşağıdaki gibidir;

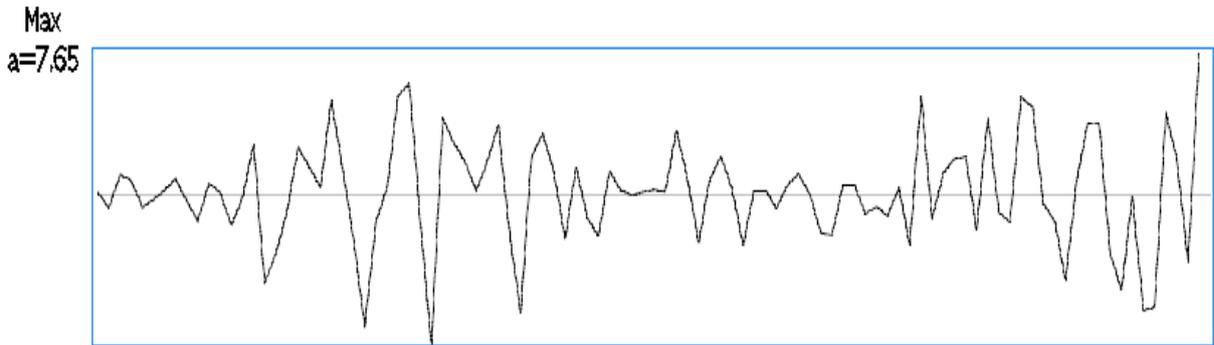
Spektral İvme Katsayısı	(S_{ds}/S_{d1})	: 1,6 / 0,54
Deprem Yer Hareketi Düzeyi		: DD2
Zemin Sınıfı		: ZC
Enlem		: 40.95861
Boylam		: 28.81465
Kısa Peryod Bölgesi	(S_s)	: 1,3332
T=1,0 için Spektral İvme Katsayısı	(S_1)	: 0,36
DD2 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds})	: 1,6
DD2 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d1})	: 0,54
DD3 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds3})	: 0,6426
DD3 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d13})	: 0,1894
DD1 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds1})	: 2,7888
DD1 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d11})	: 0,9077
DD4 için, Kısa Peryod Spektral ivme Katsayısı	(S_{ds4})	: 0,3946
DD4 için, T=1,0 için Spektral ivme Katsayısı	(S_{d14})	: 0,1142
$T_a = 0.2 S_{d1} / S_{ds}$: 0,0675
$T_b = S_{d1} / S_{ds}$: 0,3375
Yapı Davranış Katsayısı	(R_x/R_y)	: 7,00
Dayanım Fazlalığı Katsayısı	(D)	: 2,50
Yapı Önem Katsayısı	(I)	: 1
Hareketli Yük Katsayısı	(n)	: 0,3
Deprem Yüğü Alt Yüksekliği	(H_x/H_y) (m)	: 3,70
Zemin Yatak Katsayısı	(K_o)	: 10000 (t/m³)
Zemin Emniyet Gerilmesi	(G_z)	: 50 (t/m²)
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	(C_z)	: 1
Aplikasyon Kot Farkı	(m)	: -3,70
Zemin Gerilmesi Deprem Artırım Oranı		: 0,5
Modal Analiz Minimum Deprem Yüğü Oranı		: 0,9
Deprem Yüğü Eksantirisitesi		: 0,05
Bina Yükseklik Sınıfı	(BYS)	: 4 (H_n = 33,0 m)
Bina Kullanım Sınıfı	(BKS)	: 3
Deprem Tasarım Sınıfı	(DTS)	: 1

Zaman tanım alanında Mod Toplama Yöntemi ile yapılacak doğrusal hesaplarda en az 11 deprem yer hareketi takımı kullanılmıştır. Birbirine dik yatay iki doğrultudaki ivme kayıtları taşıyıcı sistemin (X) ve (Y) asal eksenleri doğrultusunda aynı anda birlikte etki ettirilmiştir. Hesaplarda kullanılan deprem kayıtlarının seçimi ve ölçeklendirilmesi TBDY 2018 2.5' e göre yapılmıştır.

Bu bölümde yapıya ait genel bilgilere yer verilmiştir. Bu genel bilgileri, yapının birinci doğal titreşim periyodunu, yapıya tanımlanan ivme kayıtlarını, kat kütlesi ve rijitlik merkezi, X ve Y yönündeki deprem kuvveti hesapları, bodrumlu yapının periyod kontrolü, Ralt ve Dalt katsayılarının bulunması, X ve Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler, X ve Y yönündeki deprem yükü ve momentleri, perde taban momentleri, bina taşıyıcı sistemin seçimi, tuğla duvarlı analiz sonuçlarını, kolon ve perde alanlarını oluşturmaktadır. Betonarme yapının birinci doğal titreşim periyodu kontrol edilmiştir.

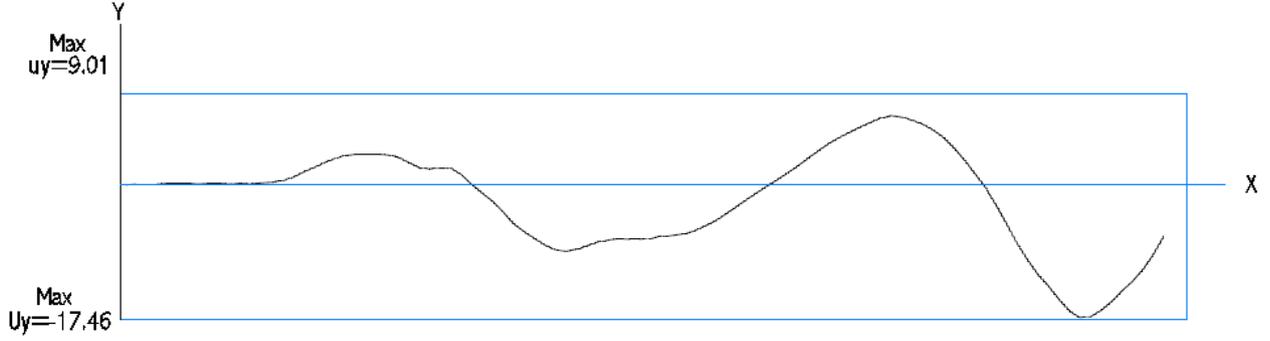
$$\begin{aligned} H_n &= 33 \text{ m} & C_{tx} &= 0,07 & C_{ty} &= 0,07 \\ T_{1x} &= C_{tx} * H_n^{3/4} = 0,964 \text{ s}, & T_x &= 1,660 > 1,4 * 0,964 = 1,349 \text{ s} \\ T_{1y} &= C_{ty} * H_n^{3/4} = 0,964 \text{ s}, & T_y &= 1,500 > 1,4 * 0,964 = 1,349 \text{ s} \end{aligned}$$

Yukarıdaki denklemlere göre yapımızın birinci doğal titreşim periyodunun kontrolü yapılmıştır ve denklemlerimiz sağlanmıştır. Betonarme yapıya tanımlanan ivme kayıtları Şekil 6.7' de verilmiştir.



Şekil 6.7. İstanbul ilinde seçilen yapıya tanımlanan ivme kayıtları

Şekil 6.8' de verilen ivme kayıtlarına ilişkin yapıdaki yer değiştirme grafiği verilmiştir.



Şekil 6.8. İstanbul ilinde seçilen yapıya tanımlanan ivme kayıtlarına göre yerdeğiştirmeler

Yapıya tanımlanan ivme kayıtlarına göre yerdeğiştirme aralığı minimum -17,461 cm ile maksimum 9,011 cm arasında bulunmuştur. Betonarme yapının katlarına ilişkin kat kütlesi ve rijitlik merkezi bilgileri Çizelge 6.39' da verilmiştir.

Çizelge 6.39. Kat Kütlesi (t) ve Rijitlik Merkezi (m)

Kat No	Xg(m)	Xr(m)	Yg(m)	Yr(m)	$\Sigma wk(\text{ton})$
1	73,31	72,90	9,54	3,98	1353,09
2	73,35	72,96	9,39	5,92	1133,98
3	73,32	73,06	9,75	7,56	1228,41
4	73,32	73,13	9,76	8,56	1238,01
5	73,27	73,18	9,73	9,20	1248,68
6	73,31	73,23	9,76	9,65	1240,76
7	73,33	73,28	9,75	9,98	1241,66
8	73,31	73,33	9,75	10,25	1222,29
9	73,32	73,36	9,78	10,45	1217,89
10	73,31	73,38	9,75	10,57	1205,61
11	73,31	73,39	9,73	10,60	1206,05
12	73,62	73,40	10,03	10,58	837,54
13	77,89	72,36	8,28	10,47	99,86

Wt=14473,85 ton

Çizelge 6.39 incelendiğinde betonarme yapının toplam kütleinin 14473,85 ton olduğu görülmektedir.

Betonarme yapının x ve y yönündeki deprem kuvvet sonuçları bulunup kuvvetlerin kontrolü yapılmıştır. Analizin x yönündeki sonuçları Çizelge 6.40' da verilmiştir.

Çizelge 6.40. X Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (ton)

Kat No	Modal Analiz (ton)	Eş Değer Deprem Yöntemi (ton)	Deprem Yükü (ton)
1	193,16	174,40	183,16
2	58,22	14,55	61,06
3	60,35	31,53	65,88
4	52,66	47,66	54,55
5	48,24	64,10	51,73
6	49,86	79,61	53,63
7	57,85	95,60	60,62
8	60,56	109,80	63,79
9	65,14	125,03	69,15
10	85,21	139,24	90,29
11	136,13	154,77	141,63
12	186,64	206,19	198,35
13	68,18	25,87	73,87
Σ	1122,20	1268,35	1177,72
Bodrum Kat	193,16	174,40	193,16
Σ - Bodrum Kat	929,04	1093,96	984,56

$V_{tx} = 0,04 \times S_{ds} \times I \times W$ denkleminde göre Çizelge 6.40 incelendiğinde X yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 926,33 ton olarak bulunmuştur.

X yönündeki deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) 929,04 ton \geq 926,33 ton kontrolü sağlanmıştır. (TBDY 2018 4.7.1.1). Y yönündeki analiz sonuçları Çizelge 6.41' de verilmiştir.

Çizelge 6.41. Y Yönündeki Deprem Kuvveti Hesabı (ton)

Kat No	Modal Analiz (ton)	Eş Değer Deprem Yöntemi (ton)	Deprem Yükü (ton)
1	260,862	174,40	260,86
2	78,57	14,55	78,57
3	78,04	31,53	78,05
4	66,26	47,66	66,26
5	54,45	64,10	54,45
6	47,24	79,61	47,24
7	44,93	95,60	44,93
8	44,85	109,80	44,85
9	55,83	125,03	55,83
10	83,58	139,24	83,58
11	163,89	154,77	163,89
12	239,11	206,19	239,10
13	45,03	25,87	45,03
Σ	1262,65	1268,35	1262,65
Bodrum Kat	260,86	174,40	260,86
Σ - Bodrum Kat	1001,78	1093,96	1001,78

V_{ty}= 0,04 x S_{ds} x I x W denklemine göre Çizelge 6.41 incelendiğinde Y yönündeki eş değer deprem yükü hesabının sonucu 926,33 ton olarak bulunmuştur.

Y yönündeki deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) 1001,78 ton \geq 926,33 ton kontrolü sağlanmıştır. (TBDY 2018 4.7.1.1). Çizelge 6.42' de bodrumlu yapının periyodları verilmiştir.

Çizelge 6.42. Periyodların Bulunması

Mod	1. Mod	2. Mod	3. Mod	4. Mod	5. Mod	6. Mod
W	3,91	4,64	5,23	12,08	17,22	17,60
T	1,6086	1,3551	1,2005	0,5203	0,3649	0,3570
M _{xr} %	75,36	0,003	1,29	12,67	0,009	0,036
M _{yr} %	0,001	73,17	0,009	0,00	12,78	2,81

Yapımızın bodrum katlar dahil binanın tümü için hesaplanan doğal titreşim periyodunun, aynı taşıyıcı sistemde zemin kat döşemesi dahil tüm bodrum kütleleri hesaba katılmaksızın aynı doğrultuda hesaplanan doğal titreşim periyoduna oranının 1,1' den küçük olması gereklidir. (TBDY 3.3.1.1)

$$T_x \text{ tüm} = 1,660 \text{ s} \leq 1,1 * T_x \text{ üst} (1,609 \text{ s}) = 1,770 \text{ s}$$

$$T_y \text{ tüm} = 1,500 \text{ s} \leq 1,1 * T_y \text{ üst} (1,355 \text{ s}) = 1,500 \text{ s}$$

Yapımızın üst ve alt bölümlerinde farklı R ve D katsayılarının eşdeğer deprem ve modal analize göre değerlerinin bulunması gösterilmiştir. (TBDY 4.3.6.1)

Eşdeğer Deprem :

$$S_a(T_{x1}) = S_a(1,349) = 0,400$$

$$S_a(T_{y1}) = S_a(1,349) = 0,400$$

$$V_{\text{tüm}x} = V_{\text{üst}x} + S_a(T_{x1}) * W_b / 1,5 = 984,560 + 1353,092 * 0,400 / 1,5 = 1345,570$$

$$V_{\text{tüm}y} = V_{\text{üst}y} + S_a(T_{y1}) * W_b / 1,5 = 1001,784 + 1353,092 * 0,400 / 1,5 = 1362,793$$

$$X \text{ yönü } v_{\text{üst}x} = V_{\text{üst}} / V_{\text{tüm}} = 1093,956 / 1454,965 = 0,752$$

$$Y \text{ yönü } v_y = V_{\text{üst}} / V_{\text{tüm}} = 1093,956 / 1454,965 = 0,752$$

$$V_{x\text{alt}} = (1 - v_{x\text{üst}}) * R_a / 1,5 = 0,794$$

$$V_{y\text{alt}} = (1 - v_{y\text{üst}}) * R_a / 1,5 = 0,794$$

$$V_x = v_{x\text{üst}} + v_{x\text{alt}} = 1,546$$

$$V_y = v_{y\text{üst}} + v_{y\text{alt}} = 1,546$$

$$D_{\text{alt}X} = (0,6 * v_{x\text{üst}} * D_{\text{üst}} + v_{x\text{alt}} * 1,5) / v_x = 1,500$$

$$D_{\text{alt}Y} = (0,6 * v_{y\text{üst}} * D_{\text{üst}} + v_{y\text{alt}} * 1,5) / v_y = 1,500$$

$$R_{\text{alt}X} = R_a / v_x = 3,105$$

$$R_{\text{alt}Y} = R_a / v_y = 3,105$$

Modal Analiz :

$$V_{üstx} = 0$$

$$V_{üsty} = 0$$

$$D_{altX} = (0,6 * v_{xüst} * D_{üst} + v_{xalt} * 1,5) / v_x = 1,500$$

$$D_{altY} = (0,6 * v_{yüst} * D_{üst} + v_{yalt} * 1,5) / v_y = 1,500$$

$$R_{altX} = R_a / v_x = 1,500$$

$$R_{altY} = R_a / v_y = 1,500$$

Çizelge 6.43' de X yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 6.43. X Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	Vfi	Θ	$\sum N_g$	$\sum N_{kr}$
1	8,31	1528,79	0,0081	22348,00	23854722,00
2	30,35	984,57	0,0462	20187,80	4080893,50
3	35,93	923,47	0,0583	18466,40	880572,40
4	33,99	857,60	0,0594	16526,40	605032,60
5	31,26	805,53	0,0582	14769,70	586518,80
6	27,81	752,12	0,0554	12987,50	579056,30
7	24,04	698,55	0,0516	11255,00	16272973,00
8	20,19	637,86	0,0474	9473,10	3700506,00
9	15,93	574,13	0,0416	7633,90	3676085,80
10	11,37	504,62	0,0338	5713,70	3513452,30
11	6,81	417,83	0,0244	3717,00	3537023,00
12	2,75	409,87	0,0100	1706,90	3682765,50
13	0,36	73,87	0,0075	186,60	410438,00

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1.3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemini sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik. Çizelge 6.44' de Y yönündeki her katın burkulma hesabına ait değerler verilmiştir.

Çizelge 6.44. Y Yönündeki Burkulma Hesabı

Kat No	$\sum(\Delta_i N_{di}/L)$	V _{fi}	Θ	$\sum N_g$	$\sum N_{kr}$
1	16,11	1262,14	0,0191	22348,00	17534436,00
2	24,27	1023,70	0,0355	20187,80	14852235,00
3	26,35	920,69	0,0429	18466,40	14885074,00
4	25,90	842,69	0,0461	16526,40	16072180,00
5	24,46	776,98	0,0472	14769,70	15434498,00
6	22,22	723,44	0,0460	12987,50	15908277,00
7	19,64	676,45	0,0435	11255,00	16272973,00
8	16,66	632,29	0,0395	9473,10	14781836,00
9	13,42	586,86	0,0343	7633,90	14875053,00
10	10,02	533,47	0,0281	5713,70	14993388,00
11	6,43	450,53	0,0214	3717,00	14962371,00
12	2,84	454,66	0,0093	1706,90	15304792,00
13	0,33	202,77	0,0025	186,60	9646265,00

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1.3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemini sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik. Çizelge 6.45' de X yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 6.45. X Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	F_x (t)	F_x * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	61,06	183,19
3	6,00	65,88	395,30
4	9,00	54,55	490,99
5	12,00	51,73	620,73
6	15,00	53,63	804,40
7	18,00	60,62	1091,19
8	21,00	63,79	1339,63
9	24,00	69,15	1659,63
10	27,00	90,29	2437,72
11	30,00	141,63	4248,95
12	33,00	198,35	6545,63
13	36,00	73,87	2659,29
Σ		984,56	22476,65

Çizelge 6.45' de X yönündeki toplam deprem yükü 984,56 ton ve toplam momenti 22476,65 tm olarak bulunmuştur. Çizelge 6.46' da Y yönündeki her katın deprem yükü ve momentleri verilmiştir.

Çizelge 6.46. Y Yönündeki Deprem Yüğü (t) ve Momentleri (tm)

Kat No	H (m)	Fy (t)	Fy * H (tm)
1	-	-	-
2	3,00	78,57	235,70
3	6,00	78,05	468,28
4	9,00	66,26	596,38
5	12,00	54,45	653,37
6	15,00	47,24	708,66
7	18,00	44,93	808,73
8	21,00	44,85	941,85
9	24,00	55,83	1339,97
10	27,00	83,58	2256,66
11	30,00	163,89	4916,62
12	33,00	239,11	7890,56
13	36,00	45,03	1621,02
Σ		1001,78	22437,79

Çizelge 6.46' da Y yönündeki toplam deprem yükü 1001,78 ton ve toplam momenti 22437,79 tm olarak bulunmuştur. Seçilen yapının X yönündeki perde taban momentlerine ilişkin bulgular Çizelge 6.47' de verilmiştir.

Çizelge 6.47. Perde Taban Momentleri (tm)

Perde	Mx	ΣM _{xk}	ΣM _{xr}	M/M ₀ <1/3
SZ023	97,56	271,11	368,68	0,016
SZ024	-	-	-	-
SZ025	-	-	-	-
SZ026	96,94	269,42	366,35	0,016
SZ028	144,79	260,29	405,08	0,018
SZ030	96,98	269,00	365,98	0,016
SZ031	-	-	-	-
SZ032	-	-	-	-
SZ033	97,52	274,98	372,50	0,017
SZ042	94,15	304,66	398,81	0,018
SZ043	94,33	284,37	378,70	0,017
SZ045	-	-	-	-
SZ047	94,24	317,51	411,76	0,018
SZ048	93,59	324,56	418,15	0,019
SZ051	268,88	701,10	969,98	0,043
SZ052	269,29	672,70	941,98	0,042
SZ053	269,42	648,10	917,52	0,041
SZ054	269,19	718,26	987,45	0,044
SZ059	-	-	-	-
SZ060	-	-	-	-
SZ061	-	-	-	-
Toplam	1986,89		7302,94	

Çizelge 6.47' ye göre perde taban moment oranı ve deprem perde devrilme oranı aşağıdaki denklemlere göre bulunmuştur.

$$\alpha_m = 7302,94 / 22476,65 = 0.32$$

$$M_{dev} / M_0 = 0.32$$

Seçilen yapının Y yönündeki perde taban momentlerine ilişkin bulgular Çizelge 6.48' de verilmiştir.

Çizelge 6.48. Perde Taban Momentleri (tm)

Perde	My	ΣMyk	ΣMyr	M/Mo<1/3
SZ023	-	-	-	-
SZ024	1026,92	205,85	1232,78	0,055
SZ025	1068,90	212,56	1281,46	0,057
SZ026	-	-	-	-
SZ028	-	-	-	-
SZ030	-	-	-	-
SZ031	1258,04	215,78	1473,82	0,066
SZ032	1306,59	266,92	1573,52	0,070
SZ033	-	-	-	-
SZ042	-	-	-	-
SZ043	-	-	-	-
SZ045	98,78	645,88	744,66	0,033
SZ047	-	-	-	-
SZ048	-	-	-	-
SZ051	-	-	-	-
SZ052	-	-	-	-
SZ053	-	-	-	-
SZ054	-	-	-	-
SZ059	53,85	322,25	376,10	0,017
SZ060	96,27	473,49	569,76	0,025
SZ061	85,80	516,84	602,64	0,027
Toplam	4995,16		7854,74	

Çizelge 6.48' e göre perde taban moment oranı ve deprem perde devrilme oranı aşağıdaki denklemlere göre bulunmuştur.

$$\alpha_m = 7854,74 / 22437,79 = 0.35 \quad M_{dev} / M_o = 0.32$$

Denklemlere göre süneklilik düzeyi yüksek binamızın taşıyıcı sisteminin seçimi yapılmıştır. (TBDY 4.3.4.5)

$$H_n = H - H_{\text{bodrum}} = 36,7 - 3,7 = 33,0 \text{ m}$$

$$\text{BYS} = 4$$

$$\text{BYS} = 4 \geq 2 \quad M_{\text{dev}}/M_o = 0,32 < 0,4 \text{ koşulu sağlanmaktadır.}$$

$$\text{BYS} = 4 \geq 2 + 1 \text{ sağlamaktadır.}$$

TBDY 2018 madde 4.3.2.4' e göre DTS=1, 1a, 2, 2a olan betonarme perdeli veya çelik çaprazlı çerçevesel yapılarda, herhangi bir doğrultuda (a) ve (b)' de tanımlanan iki koşuldan birinin sağlanamaması durumunda, o doğrultuda Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R yerine (4/5)R gözönüne alınacaktır. Dayanım Fazlalığı Katsayısı D' de herhangi bir değişiklik yapılmayacaktır.

(c) Taban devrilme momenti M_{dev} , o doğrultuda binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam taban devrilme momenti M_o ' ın 1/3' ünden fazla olmayacaktır.

(d) Taban devrilme momenti M_{dev} veya M_{dev} ' lerin toplamı, o doğrultuda binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam taban devrilme momenti M_o ' ın 1/6' sından az olmayacaktır.

Yukarıda ki (b) maddesine göre;

$$\text{SZ059} \quad M_{\text{dev}} = 376,10 \quad \sum M_{\text{dev}} / \sum M_o = 0,017 < 1/6$$

$$\text{SZ061} \quad M_{\text{dev}} = 602,64 \quad \sum M_{\text{dev}} / \sum M_o = 0,027 < 1/6 \text{ olduğu için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı } R = 7,00 \text{ yerine } R = 4,80 \text{ alınmıştır.}$$

Yapısal olmayan eleman veya donanımın ağırlığı bulunduğu katın toplam ağırlığının %10 'undan büyük ise, eleman veya donanım bina taşıyıcı sistemin bir parçası olarak kabul edilecektir. Bu durumda eleman veya donanımın kütlesi ile binaya bağlantısının rijitlik özellikleri, bina taşıyıcı sisteminin deprem hesabında gözönüne alınacaktır. (TBDY 6.1.3)

$G_{\text{tuğla}} / G_{\text{bina}} = 0,25 > 0,10$ olduğu için yapımızın analizleri tuğla duvarlı deprem analizi ile olmuştur. Çizelge 6.49' da her katın kolon ve perde alanları verilmiştir.

Çizelge 6.49. Kolon ve Perde Alanları (m²)

Kat No	Kat Alanı (m²)	Kolon Alanı (m²)	Perde Alanı (m²)
1	922,00	9,95	28,28
2	787,03	11,47	17,15
3	885,52	10,99	16,78
4	869,28	12,14	15,01
5	887,08	11,96	15,01
6	887,08	11,92	15,01
7	887,08	11,92	15,01
8	887,08	11,92	15,01
9	887,08	11,92	15,01
10	887,08	11,92	15,01
11	887,08	11,92	15,01
12	923,50	11,92	15,01
13	57,12	0,00	4,63
Σ	10654,01	139,91	201,93

6.4.2. Yapının Katlarına İlişkin Beton Metraji Bulguları

Çizelge 6.50' de seçilen yapının beton metraji verilmiştir.

Çizelge 6.50. Seçilen Yapının Beton Metrajı (m³)

Kat No	Döşeme (m ³)	Kiriş (m ³)	Kolon (m ³)	Toplam (m ³)
1	104,97	53,01	141,44	299,42
2	88,78	63,96	85,87	238,60
3	100,77	76,78	83,30	260,85
4	95,79	82,50	81,45	259,74
5	98,85	79,35	80,91	259,11
6	98,65	78,00	80,78	257,43
7	98,98	77,23	80,78	256,98
8	99,84	69,20	80,78	249,82
9	100,15	65,21	80,78	246,14
10	100,87	58,47	80,78	240,11
11	101,01	55,29	80,78	237,07
12	105,12	49,99	80,78	235,88
13	7,64	4,55	11,63	23,81
Σ				3064,98 m³

6.4.3. Yapının Katlarına İlişkin Kalıp Metrajı Bulguları

Çizelge 6.51’ de seçilen yapının kalıp metrajı verilmiştir.

Çizelge 6.51. Seçilen Yapının Kalıp Metrajı (m²)

Kat No	Döşeme (m²)	Kiriş (m²)	Kolon (m²)	Toplam (m²)
1	803,23	427,41	1137,61	2368,25
2	678,73	479,71	657,06	1815,50
3	757,88	535,04	644,98	1937,90
4	740,00	567,14	628,32	1935,46
5	760,79	558,71	625,35	1944,85
6	759,11	551,71	625,17	1935,99
7	761,86	548,77	625,47	1936,09
8	768,30	517,71	629,76	1915,76
9	770,85	498,33	631,76	1900,94
10	776,20	467,43	634,19	1877,82
11	777,40	450,44	635,07	1862,91
12	810,34	397,46	633,77	1841,56
13	49,42	38,83	98,30	186,54
Σ				23459,59 m²

6.4.4. Yapının Katlarına İlişkin Donatı Metrajı Bulguları

Çizelge 6.52' de seçilen yapının donatı metrajı verilmiştir.

Çizelge 6.52. Seçilen Yapının Donatı Metrajı (kg)

Kat No	Döşeme (kg)	Kiriş (kg)	Kolon (kg)	Toplam (kg)
1	6723,30	6692,80	20268,90	33685,00
2	6344,60	8465,90	14120,90	28931,40
3	6965,20	10584,90	12301,00	29851,10
4	7426,60	11505,80	11849,50	30781,80
5	7447,70	11167,40	11675,00	30290,10
6	7065,00	11088,10	11671,10	29824,30
7	7521,10	11087,30	11673,50	30281,80
8	7556,80	10044,50	11656,50	29257,80
9	7557,00	9586,70	11662,80	28806,60
10	7580,90	8683,40	11634,40	27898,70
11	7432,90	8151,10	11630,00	27213,90
12	6756,60	6672,80	13393,30	26822,70
13	448,30	557,40	1640,60	2646,30
Σ				356291,60 kg

6.4.5. Seçilen Yapının Analiz Sonuçlarının Yorumu

Yapılan analiz sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Yapı'ı periyodu : $T_x=1,66$ s, $T_y=1,50$ s
- X ve Y yönü rijitliklerimiz beklenen değerlerde çıkmıştır.
- Yapı perde oranı : $\alpha_x=0,32$, $\alpha_y=0,35$
- Yapı perde oranlarımıza göre boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75' inden daha fazla olmayacaktır. ($\alpha_s \leq 0,75$)
- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 4,80$ alınmıştır.
- TBDY 2018 madde 4.8.1.2' ye göre hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı Y, gözönüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütle' lerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin % 95' indan daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir. (Denklem 4.30)

$M_{xr} = \sum [(\sum m^* \omega)^2 / M_r] = \% 97,62 > \% 95,00$ Dinamik kütle oranı yeterlidir.

$M_{yr} = \sum [(\sum m^* \omega)^2 / M_r] = \% 98,19 > \% 95,00$ Dinamik kütle oranı yeterlidir.

- Toplam yapı alanı = 10654 m²
- Toplam yapı yükü = 16790,50 (t)
- Ortalama birim yük = 1,576 (t/m²)
- Zımbalama kontrolleri sağlanmıştır.
- Kuşatılmış kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Kesme güvenliği kontrolleri sağlanmıştır.
- Güçlü kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Analiz sonucunda kesiti yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Analiz sonucunda sehimi yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Maksimum ikinci mertebe etkisi:
- $\Theta_x = 0,0595 \leq 0,08$ X yönü kat tutuludur.
- $\Theta_y = 0,0472 \leq 0,08$ Y yönü kat tutuludur.
- Yönetmeliğe göre en çok deplasmanı yapan kolonumuz 0,08'den küçük olduğu için her iki yönde de katlarımızı tutuludur ve yatay rijitliğimiz stabilite için yeterlidir.
- TBDY 2018 madde 3.6.2.1' e göre A1 burulma düzensizliği:
 $1,2 < n_{bi} = 1,519 < 2$ Modal Hesap Yöntemi ile çözülmüştür.
- TBDY 2018 madde 4.9.1.3 B2 düzensizliği sağlanmıştır.
- TBDY 2018 madde 4.9.1.3 koşulu sağlanmıştır.
 $X_{max} (d_i/h_i) = 0,0156 < 0,02$ $Y_{max} (d_i/h_i) = 0,0149 < 0,02$
- 491 adet kolon ortalama donatı oranı = 0,0105 (p/p_{min}) = 1,054
- 282 adet perde ortalama donatı oranı = 0,0078 (p/p_{min}) = 1,564
- 1915 adet kiriş ortalama donatı oranı = 0,0039 (p/p_{min}) = 1,107
- Kolonlarımız, kirişlerimiz ve perdelerimiz beklenen donatı yüzdesindedir.
- Temel alanı = 955,2 m² 'dir.
- Toplam temele gelen yük = 18356 (t)
- Efektif zemin gerilmesi $G_{zef} = 18356 / 955,2 = 19,22$ (t/m²)
- Efektif zemin gerilmesi, yeterli görünmektedir.

6.5. Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemine Göre Karşılaştırmaları

6.5.1. Konya İli İçin TDY 2007 Ve TBDY 2018' e Göre Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

TDY 2007 ve TBDY 2018 Yönetmelikleri arasındaki farklar şunlardır:

6.5.1.1.Yapının Periyodu ve Rijitliği

TDY 2007 göre;

$$T_x = 1,29 \text{ s} \quad T_y = 1,25 \text{ s}$$

X ve Y yönü rijitliğimiz beklenen değerde çıkmıştır.

TBDY 2018 göre;

$$T_x = 1,93 \text{ s} \quad T_y = 1,81 \text{ s}$$

X ve Y yönü rijitliğimiz beklenen değerde çıkmıştır.

Çok katlı yapıların titreşim periyodu yapının ağırlığı ve taşıyıcı sisteminin yatay yüklere karşı rijitliğine bağlıdır.

TDY 2007' ye göre kesit rijitliği için brüt kesit rijitliği kullanılıyordu. TBDY 2018'e göre kesit rijitliği için etkin kesit rijitliği ile kesitlerin rijitlikleri çarpılmıştır. Ayrıca tasarladığımız yapının zemin hakim periyodu ile yapı doğal periyodu aynı olmadığı için rezonans olayından da kaçınılmıştır.

6.5.1.2.Yapı Perde Oranları

TDY 2007 göre;

$$\alpha_s=0.52 \text{ (x yönü) , } \alpha_s=0.60 \text{ (y yönü)}$$

TBDY 2018 göre;

$$\alpha_m=0.33 \text{ (x yönü) , } \alpha_m=0.38 \text{ (y yönü)}$$

Yapı perde oranlarımıza göre boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75' inden daha fazla olmayacaktır. ($\alpha_s \leq 0,75$)

TDY 2007'ye göre perdelerin kesme kuvveti oranı, α_s hesabına göre belirleniyordu ($V_{x,y} / F_{x,y}$). TBDY 2018'e göre perdelerin devrilme momentleri, M_{dev} hesabına göre belirleniyor. ($\sum M_{xr} / F_x * H$).

6.5.1.3. Eşdeğer Deprem Yüğü

TDY 2007 göre;

X yönündeki deprem kuvveti = 27.64 t

Y yönündeki deprem kuvveti = 28.21 t

TBDY 2018 göre;

X yönündeki deprem kuvveti = 18.19 t

Y yönündeki deprem kuvveti = 18.19 t

TDY 2007' de taban kesme kuvveti

$$(V_t) = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.10 A_o I W \text{ ve } A(T) = A_o I S(T)$$

TBDY 2018' de taban kesme kuvveti

$$V_t = m_t S_{aR}(T_p) \geq 0.04 m_t I S_{DS} g \text{ ve } S_{aR}(T) = S_{ac}(T) / R_a(T)$$

Yeni yönetmelikte taban kesme kuvveti formülü değıştiğı için ve yapı periyodumuz T_a 'dan büyük olduğı için deprem yükünün TDY 2007 'ye oranla küçüldüğü görülmüştür. Ayrıca yeni yönetmeliğe göre periyodumuz arttığı için buna bağılı frekansımız ve kuvvetimiz azaldı.

6.5.1.4. Deprem Yapı Salınımı

TDY 2007 göre ;

X yönündeki salınım = 0.00040

Y yönündeki salınım = 0.00041

TBDY 2018 göre ;

X yönündeki salınım = 0.00063

Y yönündeki salınım = 0.00060

TDY 2007' de görelî öteleme sınır değeri tasarım depremine göre yani TBDY 2018' de ki DD2 depremine göre yapılmıştır. Öteleme hesaplarında çatlamamış kesite göre yapıldığı için TDY 2007' de ötelemeler nispeten düşük çıkmıştır fakat TBDY 2018' de öteleme kontrolü tasarım depreminden daha küçük olan DD3 depremine göre yapılmış ve çatlamış kesit rijitliği kullanılacağı için öteleme TBDY 2018' de daha fazla çıkmıştır.

Yeni yönetmeliğe göre eğilme rijitlikleri kolonlar için % 30, kirişler için % 65, mertebelerinde azaltılarak yapı tasarımı yapılacağı için yatay deplasman değerleri artmıştır.

6.5.1.5. Tuğla Duvarlı Analiz Kontrolü

TBDY 2018-6.1.3 göre tuğla duvarlı deprem analizi ile çözüm yapılmıştır. Yapısal olmayan eleman veya donanımın ağırlığı bulunduğu katın toplam ağırlığının %10'undan büyük ise, eleman veya donanım bina taşıyıcı sistemin parçası olarak kabul edilmiştir. Bu durumda eleman veya donanımın kütlesi ile binaya bağlantısının rijitlik özellikleri, bina taşıyıcı sisteminin deprem hesabında gözönünde alınmıştır.

$$G_{tuğla} / G_{bina} = 0.27 > 0.10$$

6.5.1.6. Süneklilik Yorumu

Her iki yönetmeliğe göre;

- Zımbalama kontrolleri sağlanmıştır.
- Kuşatılmış kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Kesme güvenliği kontrolleri sağlanmıştır.
- Güçlü kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Analiz sonucunda kesiti yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Analiz sonucunda sehimi yetersiz elemana rastlanmamıştır.

5.5.1.7. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı

TDY 2007 göre;

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 5,56$ alınmıştır.

TBDY 2018 göre;

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 5,60$ alınmıştır.

TDY 2007 tablo 2.5'e göre deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz veya boşluklu perdeler tarafından birlikte taşındığı duruma göre taşıyıcı sistem davranış katsayısını (R) yapımızın analizinden önce $R = 7$ olarak seçilmiştir.

TBDY 2018 tablo 4.1'e göre deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı duruma göre taşıyıcı sistem davranış katsayısını (R) yapımızın analizinden önce $R = 7$ olarak seçilmiştir.

TBDY 2018 madde 4.3.2.4' e göre $DTS=1, 1a, 2, 2a$ olan betonarme perdeli veya çelik çaprazlı çerçeveli yapılarda, herhangi bir doğrultuda (a) ve (b)' de tanımlanan iki koşuldan birinin sağlanamaması durumunda, o doğrultuda Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R yerine $(4/5)R$ gözönüne alınmıştır. Dayanım Fazlalığı Katsayısı D' de herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

(c) Taban devrilme momenti M_{dev} , o doğrultuda binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam taban devrilme momenti M_o ' ın $1/3$ ' ünden fazla olmamıştır.

(d) Taban devrilme momenti M_{dev} veya M_{dev} ' lerin toplamı, o doğrultuda binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam taban devrilme momenti M_o ' ın $1/6$ ' sından az olmamıştır.

Yukarıda ki (b) maddesine göre;

SZ059 $M_{dev} = 379,39$ $\sum M_{dev} / \sum M_o = 0,015 < 1/6$ olduğu için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R yerine $(4/5)R$ alınmıştır. ($7 * 4/5 = 5,60$)

5.5.1.8. Maksimum ikinci mertebe etkisi

TDY 2007 göre;

$$\Theta_x = 0,0371 \leq 0,05 \quad \text{X yönü kat tutuludur.}$$

$$\Theta_y = 0,0291 \leq 0,05 \quad \text{Y yönü kat tutuludur.}$$

TBDY 2018 göre;

$$\Theta_x = 0,0763 \leq 0,08 \quad \text{X yönü kat tutuludur.}$$

$$\Theta_y = 0,0506 \leq 0,08 \quad \text{Y yönü kat tutuludur.}$$

TDY 2007 madde 2.10.2.1 gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, İkinci Mertebe Gösterge Değeri, Θ_i ' nin Denk 2.20' ye göre sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliğine göre değerlendirilmiştir.

TBDY 2018 madde 4.9.2.3 tüm katlar için hesaplanan Θ_i ' lerin maksimum değeri Θ_{\max} ' in denklem 4.36' da verilen koşulu sağlamaması durumunda, gözönüne alınan (X) deprem doğrultusu için tüm iç kuvvetler denklem 4.37 ile tanımlanan ikinci mertebe büyütme katsayısı β ile çarpılarak arttırılmıştır.

TDY 2007 ve TBDY 2018' e göre maksimum ikinci mertebe etkilerinin kontrolleri sağlanmıştır.

6.5.1.9. Efektif Zemin Gerilmesi

TDY 2007 göre;

$$\text{Temel Alanı} = 955,2 \text{ m}^2 \quad \text{Toplam Temele Gelen Yük} = 17782 \text{ t}$$

$$\text{Efektif zemin gerilmesi} = \text{Gzef} = 17782/955,2 = 18,62 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

TBDY 2018 göre;

$$\text{Temel Alanı} = 955,2 \text{ m}^2 \quad \text{Toplam Temele Gelen Yük} = 17843 \text{ t}$$

$$\text{Efektif zemin gerilmesi} = \text{Gzef} = 17843/955,2 = 18,68 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

Her iki yönetmeliğe göre efektif zemin gerilmesi yeterli görünmektedir.

6.5.1.10. Kolon ve Perde Alan Oranları

TDY 2007 göre;

Toplam Kolon Alan Oranı = % $A_c/A_k = 115.32 / 10654,01 = \% 1,082$

Toplam Perde Alan Oranı = % $A_p/A_k = 182.07 / 10654,01 = \% 1,709$

TBDY 2018 göre;

Toplam Kolon Alan Oranı = % $A_c/A_k = 119,99 / 10654,01 = \% 1,126$

Toplam Perde Alan Oranı = % $A_p/A_k = 185,37 / 10654,01 = \% 1,740$

6.5.1.11. Kat Burkulması Kontrolleri

TDY 2007 göre ;

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1.3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemi sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik.

TBDY 2018 göre ;

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1.3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemi sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik.

Her iki yönetmeliğe göre X ve Y yönlerinde yapımızın bütün katlarında burkulma kontrolleri sağlanmıştır.

6.5.1.12. Yapıya Tanımlanan İvme Kayıtlarına Göre Yerdeğiştirmeler

TDY 2007 göre;

Yapıya tanımlanan ivme kayıtlarına göre yerdeğiştirme aralığı minimum -1,5755 cm ile maksimum 2,5247 cm arasında bulunmuştur.

TBDY 2018 göre;

Yapıya tanımlanan ivme kayıtlarına göre yerdeğiştirme aralığı minimum -6,5742 cm ile maksimum 6,0952 cm arasında bulunmuştur.

6.5.1.13. Kalıp Metraжі

TDY 2007 göre;

Kalıp Metraжі: 22680.83 m²

TBDY 2018 göre;

Kalıp Metraжі: 22731.23 m²

TBDY2018'e göre kalıp metrajında 50,40 m² artış olmuştur.

6.5.1.14. Beton Metraжі

TDY 2007 göre;

Beton Metraжі: 2790.40 m³

TBDY 2018 göre;

Beton Metraжі: 2814.89 m³

TBDY2018'e göre beton metrajında 24,49 m³ artış olmuştur.

6.5.1.15. Donatı Metraji

TDY 2007 göre;

ϕ 8 = 162050,40 kg

ϕ 10 = 1802,10 kg

ϕ 12 = 53184,60 kg

ϕ 14 = 48454,70 kg

ϕ 16 = 16831,30 kg

ϕ 18 = 5056,10 kg

ϕ 20 = 4264,40 kg

TOPLAM = 291643,50 kg donatı kullanılmıştır.

TBDY 2018 göre;

ϕ 8 = 175776,60 kg

ϕ 10 = 2637,70 kg

ϕ 12 = 54741,40 kg

ϕ 14 = 48889,80 kg

ϕ 16 = 17630,40 kg

ϕ 18 = 5649,50 kg

ϕ 20 = 5583,00 kg

TOPLAM = 310907,50 kg donatı kullanılmıştır.

TBDY2018'e göre donatı metrajında 19264,00 kg artış olmuştur.

6.5.2. İstanbul İli İçin TDY 2007 ve TBDY 2018' e Göre Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

TDY 2007 ve TBDY 2018 Yönetmelikleri arasındaki farklar şunlardır:

6.5.2.1.Yapının Periyodu ve Rijitliği

TDY 2007 göre;

$$T_x = 1,12 \text{ s} \quad T_y = 1,05 \text{ s}$$

X ve Y yönü rijitliğimiz beklenen değerde çıkmıştır.

TBDY 2018 göre;

$$T_x = 1,66 \text{ s} \quad T_y = 1,50 \text{ s}$$

X ve Y yönü rijitliğimiz beklenen değerde çıkmıştır.

Çok katlı yapıların titreşim periyodu yapının ağırlığı ve taşıyıcı sisteminin yatay yüklere karşı rijitliğine bağlıdır.

TDY 2007' ye göre kesit rijitliği için brüt kesit rijitliği kullanılıyordu. TBDY 2018'e göre kesit rijitliği için etkin kesit rijitliği ile kesitlerin rijitlikleri çarpılmıştır. Ayrıca tasarladığımız yapının zemin hakim periyodu ile yapı doğal periyodu aynı olmadığı için rezonans olayından da kaçınılmıştır.

6.5.2.2. Yapı Perde Oranları

TDY 2007 göre;

$$\alpha_s = 0.54 \text{ (x yönü) , } \alpha_s = 0.63 \text{ (y yönü)}$$

TBDY 2018 göre;

$$\alpha_m = 0.32 \text{ (x yönü) , } \alpha_m = 0.35 \text{ (y yönü)}$$

Yapı perde oranlarımıza göre boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75' inden daha fazla olmayacaktır. ($\alpha_s \leq 0,75$)

TDY 2007'ye göre perdelerin kesme kuvveti oranı, α_s hesabına göre belirleniyordu ($V_{x,y} / F_{x,y}$). TBDY 2018'e göre perdelerin devrilme momentleri, Mdev hesabına göre belirleniyor. ($\sum M_{xr} / F_x * H$)

6.5.2.3. Eşdeğer Deprem Yüğü

TDY 2007 göre;

X yönündeki deprem kuvveti = 175,25 t

Y yönündeki deprem kuvveti = 184,41 t

TBDY 2018 göre;

X yönündeki deprem kuvveti = 98,46 t

Y yönündeki deprem kuvveti = 98,46 t

TDY 2007'de taban kesme kuvveti

$(V_t) = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0,10 A_0 I W$ ve $A(T) = A_0 I S(T)$

TDY 2018'de taban kesme kuvveti

$V_t = m_t S_{aR}(T_p) \geq 0,04 m_t I S_{DS} g$ ve $S_{aR}(T) = S_{ac}(T) / R_a(T)$

Yeni yönetmelikte taban kesme kuvveti formülü değiştiği için ve yapı periyodumuz T_a 'dan büyük olduğu için deprem yükünün TDY 2007 'ye oranla küçüldüğü görülmüştür. Ayrıca yeni yönetmeliğe göre periyodumuz arttığı için buna bağlı frekansımız ve kuvvetimiz azaldı.

6.5.2.4. Deprem Yapı Salınımı

TDY 2007 göre;

X yönündeki salınım = 0,00193

Y yönündeki salınım = 0,00190

TBDY 2018 göre;

X yönündeki salınım = 0,00255

Y yönündeki salınım = 0,00219

TDY 2007' de görelî öteleme sınır değeri tasarım depremine göre yani TBDY 2018' de ki DD2 depremine göre yapılmıştır. Öteleme hesaplarında çatlamamış kesite göre yapıldığı için TDY 2007' de ötelemeler nispeten düşük çıkıyordu fakat TBDY 2018' de öteleme kontrolü tasarım depreminden daha küçük olan DD3 depremine göre yapılmış ve çatlamış kesit rijitliği kullanılacağı için öteleme TBDY 2018' de daha fazla çıkmıştır.

Yeni yönetmeliğe göre eğilme rijitlikleri kolonlar için % 30, kirişler için % 65, mertebelerinde azaltılarak yapı tasarımı yapılacağı için yatay deplasman değerleri artmıştır.

6.5.2.5. Tuğla Duvarlı Analiz Kontrolü

TBDY 2018 madde 6.1.3 göre tuğla duvarlı deprem analizi ile çözüm yapılmıştır. Yapısal olmayan eleman veya donanımın ağırlığı bulunduğu katın toplam ağırlığının %10'undan büyük ise, eleman veya donanım bina taşıyıcı sistemin parçası olarak kabul edilmiştir. Bu durumda eleman veya donanımın kütlesi ile binaya bağlantısının rijitlik özellikleri, bina taşıyıcı sisteminin deprem hesabında gözönünde alınmıştır.

$$G_{tuğla} / G_{bina} = 0,25 > 0,10$$

6.5.2.6. Süneklilik Yorumu

Her iki yönetmeliğe göre;

- Zımbalama kontrolleri sağlanmıştır.
- Kuşatılmış kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Kesme güvenliği kontrolleri sağlanmıştır.
- Güçlü kolon kontrolleri sağlanmıştır.
- Analiz sonucunda kesiti yetersiz elemana rastlanmamıştır.
- Analiz sonucunda sehimi yetersiz elemana rastlanmamıştır.

6.5.2.7. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı

TDY 2007 göre;

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 5,62$ alınmıştır.

TBDY 2018 göre;

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 4,80$ alınmıştır.

TDY 2007 tablo 2.5'e göre deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz veya boşluklu perdeler tarafından birlikte taşındığı duruma göre taşıyıcı sistem davranış katsayısını (R) yapımızın analizinden önce $R = 7$ olarak seçilmiştir.

TBDY 2018 tablo 4.1'e göre deprem etkilerinin moment aktaran süneklilik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ile süneklilik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı duruma göre taşıyıcı sistem davranış katsayısını (R) yapımızın analizinden önce $R = 7$ olarak seçilmiştir.

TBDY 2018 madde 4.3.2.4' e göre $DTS=1$, 1a, 2, 2a olan betonarme perdeli veya çelik çaprazlı çerçeveli yapılarda, herhangi bir doğrultuda (a) ve (b)' de tanımlanan iki koşuldan birinin sağlanamaması durumunda, o doğrultuda Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R yerine $(4/5)R$ gözönüne alınacaktır. Dayanım Fazlalığı Katsayısı D' de herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

(e) Taban devrilme momenti M_{dev} , o doğrultuda binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam taban devrilme momenti M_o ' ın $1/3$ ' ünden fazla olmamıştır.

(f) Taban devrilme momenti M_{dev} veya M_{dev} ' lerin toplamı, o doğrultuda binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam taban devrilme momenti M_o ' ın $1/6$ ' sından az olmamıştır.

Yukarıda ki (b) maddesine göre;

$$SZ059 \quad M_{dev} = 379,39 \quad \sum M_{dev} / \sum M_o = 0,015 < 1/6$$

$$SZ061 \quad M_{dev} = 602,64 \quad \sum M_{dev} / \sum M_o = 0,027 < 1/6 \text{ olduğu için Taşıyıcı}$$

Sistem Davranış Katsayısı $R = 7,00$ yerine $R = 4,80$ alınmıştır.

6.5.2.8. Maksimum ikinci mertebe etkisi

TDY 2007 göre;

$$\Theta_x = 0,0269 \leq 0,05 \quad \text{X yönü kat tutuludur.}$$

$$\Theta_y = 0,0217 \leq 0,05 \quad \text{Y yönü kat tutuludur.}$$

TBDY 2018 göre;

$$\Theta_x = 0,0595 \leq 0,08 \quad \text{X yönü kat tutuludur.}$$

$$\Theta_y = 0,0472 \leq 0,08 \quad \text{Y yönü kat tutuludur.}$$

TDY 2007 madde 2.10.2.1 gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, İkinci Mertebe Gösterge Değeri, Θ_i ' nin Denk 2.20' ye göre sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliğine göre değerlendirilmiştir.

TBDY 2018 madde 4.9.2.3 tüm katlar için hesaplanan Θ_i ' lerin maksimum değeri Θ_{\max} ' ın denklem 4.36' da verilen koşulu sağlamaması durumunda, gözönüne alınan (X) deprem doğrultusu için tüm iç kuvvetler denklem 4.37 ile tanımlanan ikinci mertebe büyütme katsayısı β ile çarpılarak artırılmıştır.

TDY 2007 ve TBDY 2018' e göre maksimum ikinci mertebe etkilerinin kontrolleri sağlanmıştır.

6.5.2.9. Efektif Zemin Gerilmesi

TDY 2007 göre;

$$\text{Temel Alanı} = 955,2 \text{ m}^2 \quad \text{Toplam Temele Gelen Yük} = 18299 \text{ t}$$

$$\text{Efektif zemin gerilmesi} = \quad G_{zef} = 18299/955,2 = 19,16 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

TBDY 2018 göre;

$$\text{Temel Alanı} = 955,2 \text{ m}^2 \quad \text{Toplam Temele Gelen Yük} = 18356 \text{ t}$$

$$\text{Efektif zemin gerilmesi} = \quad G_{zef} = 18356/955,2 = 19,22 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

Her iki yönetmeliğe göre efektif zemin gerilmesi yeterli görünmüştür.

6.5.2.10. Kolon ve Perde Alan Oranları

TDY 2007 göre;

Toplam Kolon Alan Oranı = % $A_c/A_k = 132,95 / 10654,01 = \% 1,248$

Toplam Perde Alan Oranı = % $A_p/A_k = 198,16 / 10654,01 = \% 1,860$

TBDY 2018 göre;

Toplam Kolon Alan Oranı = % $A_c/A_k = 139,91 / 10654,01 = \% 1,313$

Toplam Perde Alan Oranı = % $A_p/A_k = 201,93 / 10654,01 = \% 1,895$

6.5.2.11. Kat Burkulması Kontrolleri

TDY 2007 göre;

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1,3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemini sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik.

TBDY 2018 göre;

$\Theta = 1,5 \sum(\Delta_i N_{di}/L) / V_{fi}$ denklemine göre Θ değeri $\Theta \leq 0,05$ olduğu için yapımızın bütün katlarının yanal deplasmanları önlenmiştir.

$\beta_s = 1 / (1 - 1,3 * \sum N_g / \sum N_d) \geq 1$ Kat burkulması kontrolleri sağlanmıştır.

$\sum N_d \leq 0,45 \sum N_{kr}$ denklemine göre bütün katlar denklemini sağlamıştır eğer aksi bir durum olsaydı kat kolonlarını büyültecektik.

Her iki yönetmeliğe göre X ve Y yönlerinde yapımızın bütün katlarında burkulma kontrolleri sağlanmıştır.

6.5.2.12. Yapıya Tanımlanan İvme Kayıtlarına Göre Yerdeğiştirmeler

TDY 2007 göre;

Yapıya tanımlanan ivme kayıtlarına göre yerdeğiştirme aralığı minimum -7,1472 cm ile maksimum 6,1198 cm arasında bulunmuştur.

TBDY 2018 göre;

Yapıya tanımlanan ivme kayıtlarına göre yerdeğiştirme aralığı minimum -17,461 cm ile maksimum 9,011 cm arasında bulunmuştur.

6.5.2.13. Kalıp Metrajı

TDY 2007 göre;

Kalıp Metrajı: 23379,55 m²

TBDY 2018 göre;

Kalıp Metrajı: 23459,59 m²

TBDY2018'e göre kalıp metrajında 80,04 m² artış olmuştur.

6.5.2.14. Beton Metrajı

TDY 2007 göre;

Beton Metrajı: 3034,65 m³

TBDY 2018 göre ;

Beton Metrajı: 3064,98 m³

TBDY 2018'e göre beton metrajında 30,33 m³ artış olmuştur.

6.5.2.15. Donatı Metraji

TDY 2007 göre;

ϕ 8 = 150089,40 kg

ϕ 10 = 28413,90 kg

ϕ 12 = 60146,90 kg

ϕ 14 = 41211,80 kg

ϕ 16 = 41056,80 kg

ϕ 18 = 45205,50 kg

ϕ 20 = 51790,70 kg

TOPLAM = 417915,20 kg donatı kullanılmıştır.

TBDY 2018 göre;

ϕ 8 = 169500,50 kg

ϕ 10 = 12138,60 kg

ϕ 12 = 54479,20 kg

ϕ 14 = 50659,10 kg

ϕ 16 = 30373,70 kg

ϕ 18 = 20330,40 kg

ϕ 20 = 18810,10 kg

TOPLAM = 356291,60 kg donatı kullanılmıştır.

TBDY2018'e göre donatı metrajında 61623,60 kg azalma olmuştur.

7. TDY 2007 VE TBDY 2018 'e GÖRE DEPREM ETKİSİ ALTINDAKİ YAPILAR İLE İLGİLİ TEMEL KONULARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde Eşdeğer Deprem Yüğü ve Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemleri esas alınarak TDY 2007 ile TBDY 2018 yönetmeliklerinin karşılaştırılmasıyla varılan sonuçlara yer verilmiştir.

7.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle TDY 2007 ve TBDY 2018 Yönetmeliklerinin Karşılaştırılması

7.1.1. Konya İli İçin Yapılan Karşılaştırmalar

Bu bölümde Konya ili için eşdeğer deprem yüğü yöntemine göre TDY 2007 ve TBDY 2018 yönetmeliklerinin karşılaştırılmasıyla şu sonuçlara ulaşılmıştır;

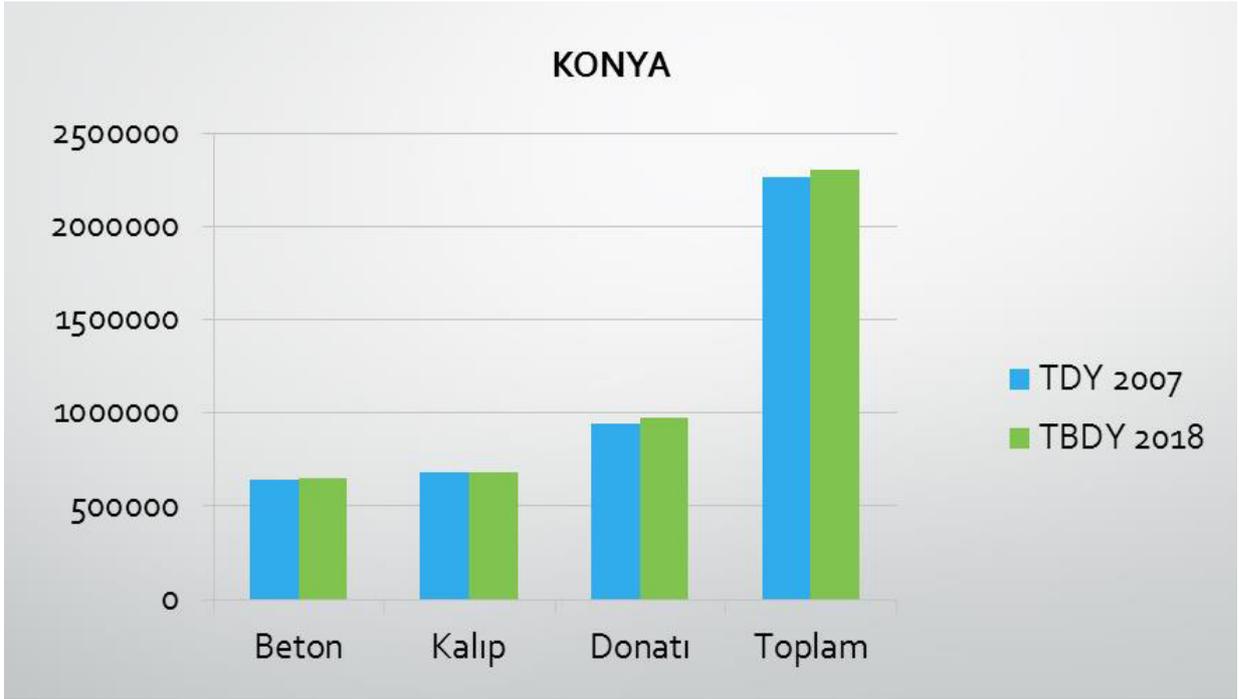
1. Yapının ağırlığının ve taşıyıcı sisteminin yatay yüklere karşı rijitliğine bağlı olan titreşim periyodunun TBDY 2018' de artmış olduğu görülmüştür.
2. Statik analiz sonuçları incelendiğinde her iki yönde de kesme kuvveti değerleri TDY 2007' de daha fazla olduğu görülmüştür.
3. Analiz sonuçları incelendiğinde her iki yönde de normal kuvvetlerin TDY 2007' de daha fazla olduğu görülmüştür.
4. Analiz sonuçları incelendiğinde her iki yönde de eğilme momenti değerleri TDY 2007' de daha fazla olduğu bulunmuştur.
5. Sonuçlar incelendiğinde A1 türü burulma düzensizliği koşulu sağlanması şartıyla TBDY 2018' de bu oranın arttığı görülmüştür.
6. Her iki yönde de etkin görelî kat ötelemelerinin TBDY 2018' de daha fazla olduğu görülmüştür.
7. Maksimum ikinci mertebeye etkisi koşulunun sağlanması şartıyla TBDY 2018' de bu oranın arttığı görülmüştür.
8. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R), her iki yönetmeliğe göre sabit kalmıştır.
9. Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetleri toplamının binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranının (α_s) TBDY 2018' de azalmış olduğu görülmüştür.
10. Sonuçlar incelendiğinde beton metraj sonuçlarının TBDY 2018' de TDY 2007' e göre % 8,8 daha fazla olduğu bulunmuştur.
11. Statik analiz sonuçları incelendiğinde kalıp metraj sonuçlarının TBDY 2018' de TDY 2007' e göre % 0,23 daha fazla olduğu görülmüştür.

12. Konya ili için her iki yönetmeliğin karşılaştırılması sonucunda donatı metraj sonuçlarının TBDY 2018' de TDY 2007' e göre % 3,4 daha fazla olduğu görülmüştür.
13. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre analiz sonucunda bulunan değerler Çizelge 7.1' de verilmiştir.

Çizelge 7.1. Konya İli İçin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Bulunan Analiz Sonuçları

Bulgu Değerleri	TDY 2007	TBDY 2018
Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (V_x)	243,94	227,70
Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (V_y)	248,95	227,70
Katlara Etkiyen Toplam Moment (M_x)	5773,05	5342,19
Katlara Etkiyen Toplam Moment (M_y)	5891,58	5342,19
Kat Kesme Kuvveti (F_x)	21,95	18,19
Kat Kesme Kuvveti (F_y)	22,41	18,19
X yönünde ki Perde Kesme Kuvveti Oranı (α_x)	0,51	0,30
Y yönünde ki Perde Kesme Kuvveti Oranı (α_y)	0,60	0,35
Beton Metraji (m^3)	2790,35	2814,89
Kalıp Metraji (m^2)	22680,83	22731,23
Donatı Metraji (kg)	293478,00	303589,30
Yapı Periyodu (T_x)	1,29	1,93
Yapı Periyodu (T_y)	1,25	1,81
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	7,00	7,00
Maksimum İkinci Derece Mertebe Etkisi (Θ_x)	0,0375	0,0797
Maksimum İkinci Derece Mertebe Etkisi (Θ_y)	0,0289	0,0516
A1 Türü Burulma Düzensizliği (n_{bi})	1,558	1,567
X yönünde ki Etkin Görelî Kat Ötelemesi	0,00038	0,00070
Y yönünde ki Etkin Görelî Kat Ötelemesi	0,00039	0,00067
Beton Maliyeti (TL)	641780,50	647424,70
Kalıp Maliyeti (TL)	680424,90	681936,90
Donatı Maliyeti (TL)	939129,60	971488,00
Toplam Maliyet (TL)	2261335,00	2300850,60

14. Bu sonuçlar incelendiğinde maliyet hesaplarının karşılaştırılması Şekil 7.1' de verilmiştir.



Şekil 7.1. Konya İli İçin Maliyet Hesaplarının Karşılaştırılması

7.1.2. İstanbul İli İçin Yapılan Karşılaştırmalar

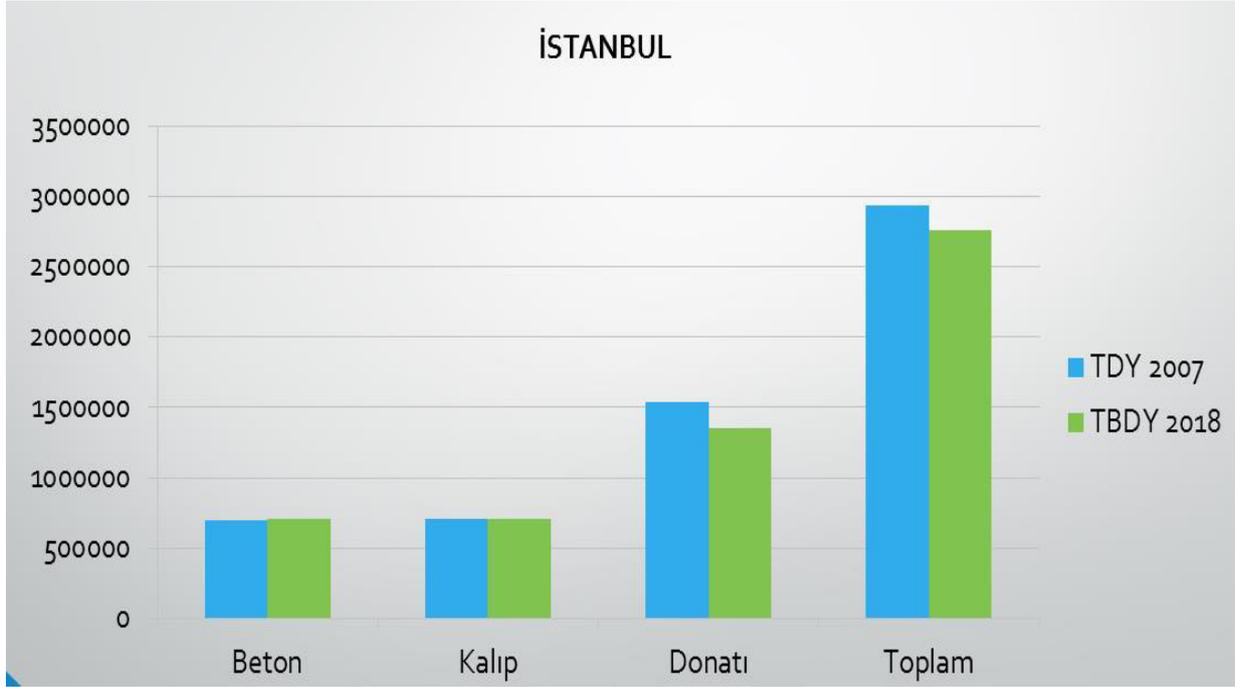
Bu bölümde İstanbul ili için eşdeğer deprem yükü yöntemine göre TDY 2007 ve TBDY 2018 yönetmeliklerinin karşılaştırılmasıyla şu sonuçlara ulaşılmıştır;

1. Yapının ağırlığının ve taşıyıcı sisteminin yatay yüklere karşı rijitliğine bağlı olan titreşim periyodunun TBDY 2018' de artmış olduğu görülmüştür.
2. Statik analiz sonuçları incelendiğinde her iki yönde de kesme kuvveti değerleri TDY 2007' de daha fazla olduğu görülmüştür.
3. Analiz sonuçları incelendiğinde her iki yönde de normal kuvvetlerin TDY 2007' de daha fazla olduğu görülmüştür.
4. Analiz sonuçları incelendiğinde her iki yönde de eğilme momenti değerleri TDY 2007' de daha fazla olduğu bulunmuştur.
5. Sonuçlar incelendiğinde A1 türü burulma düzensizliği koşulu sağlanması şartıyla TBDY 2018' de bu oranın arttığı görülmüştür.
6. Her iki yönde de etkin görelî kat ötelemelerinin TBDY 2018' de daha fazla olduğu görülmüştür.
7. Maksimum ikinci merteye etkisi koşulunun sağlanması şartıyla TBDY 2018' de bu oranın arttığı görülmüştür.
8. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R), TBDY 2018' de azalmıştır. Sebebi ise yeni yönetmeliğe göre 4.5.4.5 madde b' den dolayı R katsayısı yerine 4/5 R dikkate alınmıştır.
9. Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetleri toplamının binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranının (α_s) TBDY 2018' de azalmış olduğu görülmüştür.
10. Sonuçlar incelendiğinde beton metraj sonuçlarının TBDY 2018' de TDY 2007' e göre % 10 daha fazla olduğu bulunmuştur.
11. Statik analiz sonuçları incelendiğinde kalıp metraj sonuçlarının TBDY 2018' de TDY 2007' e göre % 0,35 daha fazla olduğu görülmüştür.
12. İstanbul ili için her iki yönetmeliğin karşılaştırılması sonucunda donatı metraj sonuçlarının TBDY 2018' de TDY 2007' e göre % 12 daha az olduğu görülmüştür. Sebebi ise TBDY 2018' de eşdeğer deprem yükünde % 30' luk bir azalma olduğu için donatı metrajı düşmüştür.
13. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine göre analiz sonucunda bulunan değerler Çizelge 7.2' de verilmiştir.

Çizelge 7.2. İstanbul İli İçin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Bulunan Analiz Sonuçları

Bulgu Değerleri	TDY 2007	TBDY 2018
Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (V_x)	1566,81	1093,95
Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (V_y)	1657,64	1093,95
Katlara Etkiyen Toplam Moment (M_x)	36928,44	25790,75
Katlara Etkiyen Toplam Moment (M_y)	39069,16	25790,75
Kat Kesme Kuvveti (F_x)	141,01	98,46
Kat Kesme Kuvveti (F_y)	149,19	98,46
X yönünde ki Perde Kesme Kuvveti Oranı (α_x)	0,53	0,33
Y yönünde ki Perde Kesme Kuvveti Oranı (α_y)	0,60	0,36
Beton Metraji (m^3)	3034,65	3064,98
Kalıp Metraji (m^2)	23379,55	23459,59
Donatı Metraji (kg)	479260,90	420673,40
Yapı Periyodu (T_x)	1,12	1,66
Yapı Periyodu (T_y)	1,04	1,50
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	7,00	5,60
Maksimum İkinci Derece Mertebe Etkisi (Θ_x)	0,0271	0,0586
Maksimum İkinci Derece Mertebe Etkisi (Θ_y)	0,0217	0,0438
A1 Türü Burulma Düzensizliği (nbi)	1,543	1,553
X yönünde ki Etkin Görelî Kat Ötelemesi	0,00185	0,00284
Y yönünde ki Etkin Görelî Kat Ötelemesi	0,00182	0,00248
Beton Maliyeti (TL)	697969,50	704945,40
Kalıp Maliyeti (TL)	701386,50	703787,70
Donatı Maliyeti (TL)	1533632,00	1346154,88
Toplam Maliyet (TL)	2932988,00	2754887,98

14. Bu sonuçlar incelendiğinde maliyet hesaplarının karşılaştırılması Şekil 7.2' de verilmiştir.



Şekil 7.2. İstanbul İli İçin Maliyet Hesaplarının Karşılaştırılması

7.2. Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemine Göre TDY 2007 ve TBDY 2018 Yönetmeliklerinin Karşılaştırılması

7.2.1. Konya İli İçin Yapılan Karşılaştırmalar

Bu bölümde Konya ili için zaman tanım alanında mod toplama yöntemine göre TDY 2007 ve TBDY 2018 yönetmeliklerinin karşılaştırılmasıyla şu sonuçlara ulaşılmıştır;

1. Yapının ağırlığının ve taşıyıcı sisteminin yatay yüklere karşı rijitliğine bağlı olan titreşim periyodunun TBDY 2018' de artmış olduğu görülmüştür.
2. Dinamik analiz sonuçları incelendiğinde her iki yönde de kesme kuvveti değerleri TDY 2007' de daha fazla olduğu görülmüştür.
3. Analiz sonuçları incelendiğinde her iki yönde de normal kuvvetlerin TDY 2007'de daha fazla olduğu görülmüştür.
4. Analiz sonuçları incelendiğinde her iki yönde de eğilme momenti değerleri TDY 2007' de daha fazla olduğu bulunmuştur.
5. Sonuçlar incelendiğinde A1 türü burulma düzensizliği koşulu sağlanması şartıyla TBDY 2018' de bu oranın arttığı görülmüştür.
6. Her iki yönde de etkin görelî kat ötelemelerinin TBDY 2018' de daha fazla olduğu görülmüştür.
7. Maksimum ikinci mertebeye etkisi koşulunun sağlanması şartıyla TBDY 2018' de bu oranın arttığı görülmüştür.
8. Taşıyıcı sistem davranış katsayısının (R), TBDY 2018' de daha fazla olduğu görülmüştür.
9. Her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının TBDY 2018' de daha fazla olduğu görülmüştür.
10. Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetleri toplamının binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranının (α_s) TBDY 2018' de azalmış olduğu görülmüştür.
11. Sonuçlar incelendiğinde beton metraj sonuçlarının TBDY 2018' de TDY 2007' e göre % 8,8 daha fazla olduğu bulunmuştur.
12. Dinamik analiz sonuçları incelendiğinde kalıp metraj sonuçlarının TBDY 2018' de TDY 2007' e göre % 0,23 daha fazla olduğu görülmüştür.
13. Konya ili için her iki yönetmeliğin karşılaştırılması sonucunda donatı metraj sonuçlarının TBDY 2018' de TDY 2007' e göre % 6,6 daha fazla olduğu

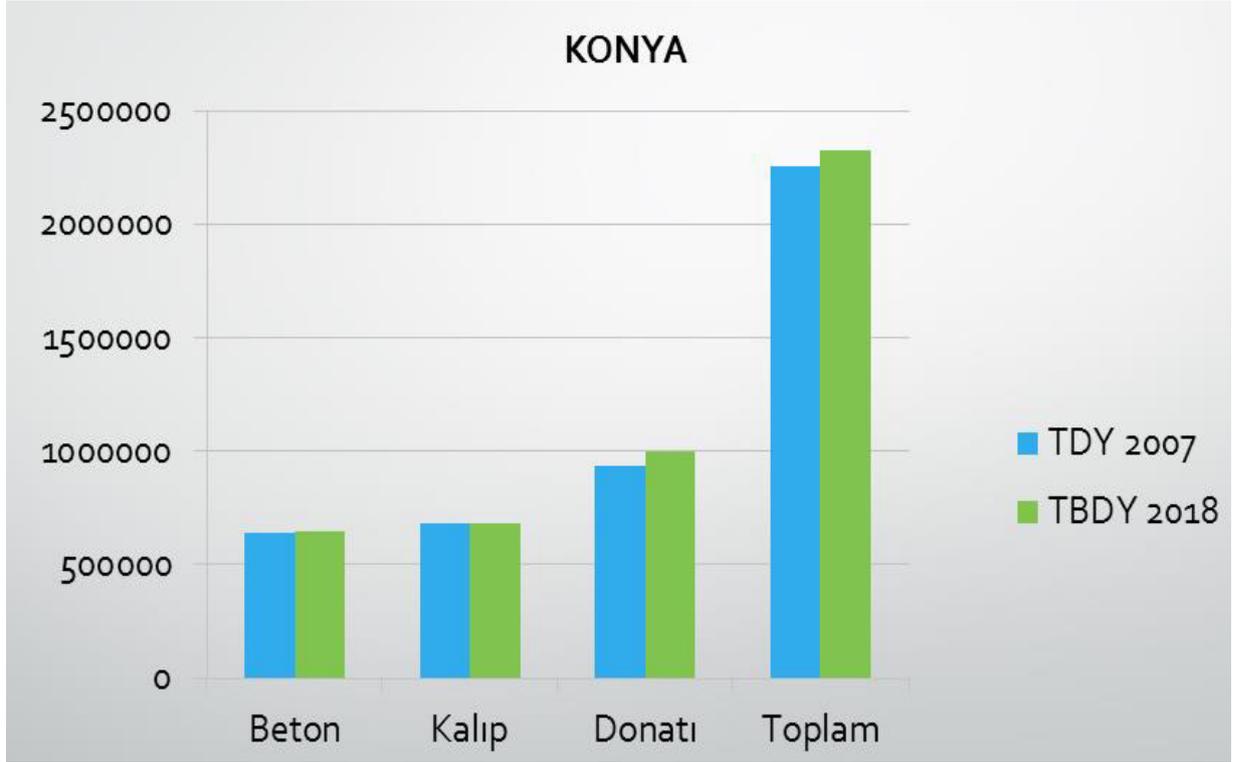
görülmüştür. Sebebi ise TBDY 2018' de eşdeğer deprem yükün de yarı yarıya bir azalma olduğu için donatı metrajı düşmüştür.

14. Zaman tanım alanında mod toplama yöntemine göre analiz sonucunda bulunan değerler Çizelge 7.3' de verilmiştir.

Çizelge 7.3. Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemine Göre Bulunan Analiz Sonuçları

Bulgu Değerleri	TDY 2007	TBDY 2018
Toplam Eşdeğer Deprem Yükü (V _x)	259,34	128,47
Toplam Eşdeğer Deprem Yükü (V _y)	268,26	144,42
Katlara Etkiyen Toplam Moment (M _x)	6226,13	4212,98
Katlara Etkiyen Toplam Moment (M _y)	6332,66	4191,47
Kat Kesme Kuvveti (F _x)	27,64	18,19
Kat Kesme Kuvveti (F _y)	28,21	18,19
X yönünde ki Perde Kesme Kuvveti Oranı (α _s)	0,52	0,33
Y yönünde ki Perde Kesme Kuvveti Oranı (α _s)	0,60	0,38
Beton Metrajı (m ³)	2790,35	2814,89
Kalıp Metrajı (m ²)	22680,83	22731,23
Donatı Metrajı (kg)	291643,50	310907,50
Yapı Periyodu (T _x)	1,29	1,93
Yapı Periyodu (T _y)	1,25	1,81
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	5,56	5,60
Maksimum İkinci Derece Mertebe Etkisi (Θ _x)	0,0371	0,0763
Maksimum İkinci Derece Mertebe Etkisi (Θ _y)	0,0291	0,0506
A1 Türü Burulma Düzensizliği (n _{bi})	1,507	1,534
X yönünde ki Etkin Görelî Kat Ötelemesi	0,00040	0,00063
Y yönünde ki Etkin Görelî Kat Ötelemesi	0,00041	0,00060
X yönünde ki Etkin Kütleler Toplamı	96,17	96,91
Y yönünde ki Etkin Kütleler Toplamı	98,11	98,13
Beton Maliyeti (TL)	641780,50	647424,70
Kalıp Maliyeti (TL)	680424,90	681936,90
Donatı Maliyeti (TL)	933259,20	994902,00
Toplam Maliyet (TL)	2255464,60	2324263,60

15. Bu sonuçlar incelendiğinde maliyet hesaplarının karşılaştırılması Şekil 7.3' de verilmiştir.



Şekil 7.3. Konya İli İçin Maliyet Hesaplarının Karşılaştırılması

7.2.2. İstanbul İli İçin Yapılan Karşılaştırmalar

Bu bölümde İstanbul ili için zaman tanım alanında mod toplama yöntemine göre TDY 2007 ile TBDY 2018 yönetmeliklerinin karşılaştırılmasıyla şu sonuçlara ulaşılmıştır;

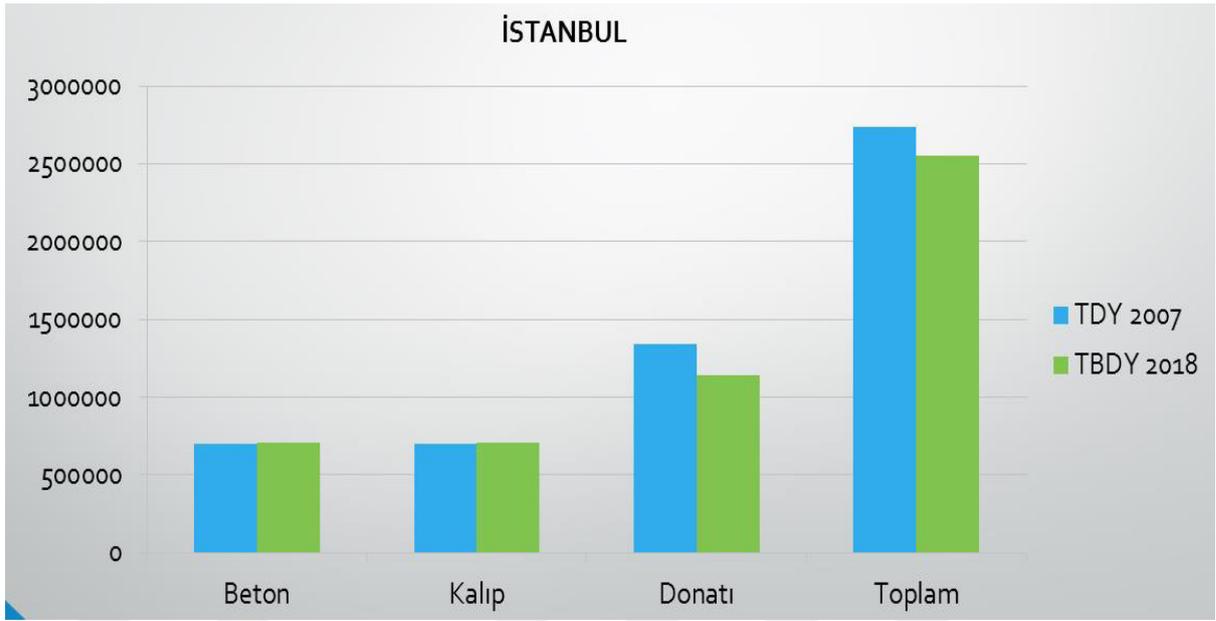
1. Yapının ağırlığı ve taşıyıcı sisteminin yatay yüklere karşı rijitliğine bağlı olan titreşim periyodunun TBDY 2018' de artış gösterdiği bulunmuştur.
2. Dinamik analiz sonuçları incelendiğinde her iki yönde de kesme kuvveti değerlerinin TDY 2007' de daha fazla olduğu görülmüştür.
3. Analiz sonuçları incelendiğinde her iki yönde de normal kuvvetlerin TDY 2007' de daha fazla olduğu görülmüştür.
4. Analiz sonuçları incelendiğinde her iki yönde de eğilme momenti değerlerinin TDY 2007' de daha fazla olduğu görülmüştür.
5. Sonuçlar incelendiğinde A1 türü burulma düzensizliği koşulu sağlanması şartıyla TBDY 2018' de bu oranın arttığı görülmüştür.
6. Her iki yönde de etkin görelî kat ötelemelerinin TBDY 2018' de daha fazla olduğu bulunmuştur.
7. Maksimum ikinci mertebeye etkisi koşulu sağlanması şartıyla TBDY 2018' de bu oranın arttığı görülmüştür.
8. Her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının TBDY 2018' de daha fazla olduğu bulunmuştur.
9. Taşıyıcı sistem davranış katsayısının (R), TDY 2007' de daha fazla olduğu görülmüştür. Sebebi ise yeni yönetmeliğe göre 4.5.4.5 madde b' den dolayı R katsayısı yerine $4/5 R$ dikkate alınmıştır.
10. Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetleri toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranının (α_s) TBDY 2018' de azaldığı görülmüştür.
11. Sonuçlar incelendiğinde beton metraj sonuçlarının TBDY 2018' de TDY 2007' e göre % 10 daha fazla olduğu görülmüştür.
12. Analiz sonuçları incelendiğinde kalıp metraj sonuçlarının TBDY 2018' de TDY 2007' e göre % 0,34 daha fazla olduğu görülmüştür.
13. İstanbul ili için her iki yönetmeliğin karşılaştırılması sonucunda donatı metraj sonuçlarının TBDY 2018' de TDY 2007' e göre % 15 daha az olduğu görülmüştür. Sebebi ise TBDY 2018' de eşdeğer deprem yükünde % 40' lık bir azalma olduğu için donatı metrajı düşmüştür.

14. Zaman tanım alanında mod toplama yöntemine göre analiz sonucunda bulunan değerler Çizelge 7.4' de verilmiştir.

Çizelge 7.4. Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemine Göre Bulunan Analiz Sonuçları

Bulgu Değerleri	TDY 2007	TBDY 2018
Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (Vx)	1594,32	929,04
Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (Vy)	1692,62	1001,78
Katlara Etkiyen Toplam Moment (Mx)	39261,78	22476,65
Katlara Etkiyen Toplam Moment (My)	41282,67	22437,79
Kat Kesme Kuvveti (Fx)	175,25	98,46
Kat Kesme Kuvveti (Fy)	184,41	98,46
X yönünde ki Perde Kesme Kuvveti Oranı (α_x)	0,54	0,32
Y yönünde ki Perde Kesme Kuvveti Oranı (α_y)	0,63	0,35
Beton Metrajı (m ³)	3034,65	3064,98
Kalıp Metrajı (m ²)	23379,55	23459,59
Donatı Metrajı (kg)	417915,20	356291,60
Yapı Periyodu (Tx)	1,12	1,66
Yapı Periyodu (Ty)	1,05	1,50
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	5,62	4,80
Maksimum İkinci Derece Mertebe Etkisi (Θ_x)	0,0269	0,0595
Maksimum İkinci Derece Mertebe Etkisi (Θ_y)	0,0217	0,0472
A1 Türü Burulma Düzensizliği (nbi)	1,497	1,519
X yönünde ki Etkin Görelî Kat Ötelemesi	0,00193	0,00255
Y yönünde ki Etkin Görelî Kat Ötelemesi	0,00190	0,00219
X yönünde ki Etkin Küteller Toplamı	97,40	97,62
Y yönünde ki Etkin Küteller Toplamı	98,15	98,19
Beton Maliyeti (TL)	697969,50	704945,40
Kalıp Maliyeti (TL)	701386,64	703787,70
Donatı Maliyeti (TL)	1337328,64	1140131,20
Toplam Maliyet (TL)	2736684,64	2548864,30

15. Bu sonuçlar incelendiğinde maliyet hesaplarının karşılaştırılması Şekil 7.4' de verilmiştir.



Şekil 7.4. İstanbul İli İçin Maliyet Hesaplarının Karşılaştırılması

KAYNAKÇA

- Afad, 2020** Türkiye Deprem Tehlike Haritaları. Erişim Adresi: www.tdth.afad.gov.tr
- Anonim, (2020a)** Depremle İlgili Teknik Bilgiler. Erişim adresi: <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/Personel/comoglu/depremedir/index.html>.
- Anonim, (2020b)** Türkiye Deprem Tehlike Haritası. Erişim Adresi : <https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi>
- Anonim, (2020c)** Mercalli Şiddet Ölçeği. Erişim Adresi : <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/bilgi/xMercalli.html>.
- Anonim, (2020d)** Magnitüd / Şiddet Karşılaştırması. Erişim Adresi: <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/bilgi/xMercalli.html>.
- Anonim, (2020e)** Richter Büyüklüğü. Erişim Adresi: <http://greenfieldgeography.wikispaces.com>
- Anonim, (2020f)** Deprem Büyüklük Ortalaması. Erişim Adresi: <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/buyukluk/>
- Başot T, 2010**, Betonarme Yüksek bir Binanın DBYBHY ile İYBDY İlkelerinin Doğrusal Olmayan Dinamik Çözümleme ile Karşılaştırılması, *İstanbul Teknik Üniversitesi- Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul
- Demir, A.& Kayhan, A.H. 2017**, Deprem Yönetmeliği 2007 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ile Uyumlu Zaman Tanım Alanında Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması, *4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı* 11-13 Ekim 2017, Anadolu Üniversitesi ,Eskişehir
- Dilek, M.K.,2006**, Çok Katlı Betonarme Bir Yapının Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Ve Mod Birleştirme Yöntemine Göre Tasarımı, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*,İstanbul.
- Döndüren S.. & Karaduman A.. 2004**, Çok Katlı Betonarme Yapıların Dinamik Analizi, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, Konya
- Ekinci N., 2002**, Çok Katlı Yapıların 1997 Deprem Yönetmeliğinde Belirtilen Yöntemlere Göre Deprem hesabı ve Yöntemlerin Karşılaştırılması, *Dicle Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü*, Diyarbakır
- Ethemoğlu H., 2012**, Betonarme Yapılarda Dayanım Fazlalığının Araştırılması, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, İstanbul
- Karasu A., 2015**, Betonarme Bir Yapının Türk, Avrupa ve Amerikan Yönetmeliklerine Göre Tasarımı, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, İstanbul

- Keskin, E. & Bozdoğan, K. B., 2018**, 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Kırklareli İli Özelinde Değerlendirilmesi, Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Kırklareli.
- Koçer, M.& Nakipoğlu, A. & Öztürk, B.& Al-Hagri M. G.& Arslan, M.H.,2018**, Deprem Kuvvetine Esas İvme Değerlerinin TBDY 2018 ve TDY 2007' ye Göre Karşılaştırılması, *Selçuk Teknik Dergisi*, Konya
- Mokarrami, A., 2009**, İran Deprem Yönetmeliğinin Türk Deprem Yönetmeliği ile Karşılaştırılması, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul
- Naimi A., 2010**, Türkiye ve İran Deprem Yönetmeliklerinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Açısından Karşılaştırılması, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Öztürk, M., 2018**, 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası İle İlgili İç Anadolu Bölgesi Bazında Bir Değerlendirme, *Selçuk-Teknik Dergisi*, Konya.
- Sarı H. B.,2010**, Çok Katlı Binalarda Taban Kesme Kuvvetinin 1975 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerine Göre Karşılaştırılması, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya
- TBDY,2018**, Deprem Etkisi Altında Binaların Tasarımı İçin Esaslar.
- TDY, 2007**, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar.
- Tokmak A., 2018**, Betonarme Binaların Opensees Programı İle Doğrusal Olmayan Hesabı İçin Ön ve Ard İşleme Programlarının Geliştirilmesi ve TBDY2018 Uygulamaları, *İstanbul Teknik Üniversitesi- Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul
- Tunç, G.& Tanfener, T.,2016**, 2007 ve 2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliklerinin Örneklerle Mukayesesi. *3. Ulusal Yapı Kongresi ve Sergisi*,Ankara
- Turan, D.,2012**, Betonarme Bir Yapının Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemine Göre Tasarımı, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Üstün M., 2013**, Betonarme Bir Binanın Davranışının Eski ve Güncel Tasarım Yöntemlerine Göre İncelenmesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul
- Yanık A., 2008**, Mevcut Deprem Yönetmeliği ile Yürürlükten Kaldırılan Deprem Yönetmeliğinin Karşılaştırılması ve Mevcut Bir Binanın İncelenmesi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon

Yavuzarslan T., 2007, 2007 Deprem Yönetmeliği'nin 1998 Deprem Yönetmeliği ile Karşılaştırılması ve Sayısal İrdelemesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* İstanbul



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

- **İsim:** MEHMET FERLİBAŞ
- **Uyruğu:** T.C.
- **Doğum Yeri:** KONYA
- **Tel:** 0554 692 3178
- **Doğum Tarihi:** 06.01.1991

İŞ TECRÜBELERİ

- | | | |
|----------------|-----------------------|----------|
| • 2013-2014 | KILIÇ İNŞAAT | KARATAY |
| • 2014-2015 | GÖKCAN MÜHENDİSLİK | SELÇUKLU |
| • 2015-GÜNÜMÜZ | NSG YAPI (BİNKO YAPI) | SELÇUKLU |

ÖĞRENİM DURUMU

- **LİSE:** ENDERUN FEN LİSESİ (2008)
- **ÜNİVERSİTE:** SELÇUK ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ (2015)

KURS VE SERTİFİKALAR

- İŞ GÜVENLİĞİ UZMANLIĞI (C SINIFI) (2016)