



**BETONARME YÜKSEK BİR BİNANIN TÜRKİYE BİNA  
DEPREM YÖNETMELİĞİ'NE GÖRE TASARIMININ  
İRDELENMESİ**

**Serkan TOPÇU**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME YÜKSEK BİR BİNANIN TÜRKİYE BİNA DEPREM  
YÖNETMELİĞİ'NE GÖRE TASARIMININ İRDELENMESİ**

Serkan TOPÇU  
0000-0003-3220-2443

Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN  
0000-0002-1867-7103  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2019

**Her Hakkı Saklıdır.**  
**TEZ ONAY SAYFASI**

Serkan TOPÇU tarafından hazırlanan “BETONARME YÜKSEK BİR BİNANIN TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ'NE GÖRE TASARIMININ İRDELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN

**Başkan :** Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN  
0000-0002-1867-7103  
Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

**Üye :** Dr. Öğr. Üye. Serkan SAĞIROĞLU  
0000-0001-7248-3409  
Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

**Üye :** Dr. Öğr. Üye. Tamer BİROL  
0000-0003-2428-6202  
Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım  
Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN  
Enstitü Müdürü

21/11/2019

**U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**24/10/2019**

**Serkan TOPÇU**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### BETONARME YÜKSEK BİR BİNANIN TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ'NE GÖRE TASARIMININ İRDELENMESİ **Serkan TOPÇU**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN

Dünyada ve Türkiye’de artan nüfusla birlikte özellikle büyük şehirlerdeki yerleşim alanlarının maliyetlerinde ciddi bir artış olmuştur. Artan bu maliyetler ve yaşam alanlarına duyulan gereksinimler neticesinde tüm dünyada ve ülkemizde yüksek yapıların sayıları ve yükseklikleri sürekli artmaktadır.

Yapıların yüksekliklerinin artması, mevcut yönetmeliklerin bu yapılar için de yeterli olup olmadığı sorusunu akla getirmeye başlamıştır. 2019 yılına kadar yürürlükte kalmış olan DBYBHY 2007’de yüksek yapılar için özel bir bölüm bulunmamakta ve tüm yapılar aynı değerlendirmeye tabi tutulmaktaydı. 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’nde yüksek yapılar, diğer yapılardan ayrılarak farklı bir bölümde ele alınmaktadır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’nde yüksek yapılar deprem tasarım sınıflarına göre üç ayrı yükseklik sınıfına ayrılmış ve bu yükseklikleri aşan binaların, yüksek bina olarak tasarlanması gerekmektedir.

Tez çalışmasının başlıca amacı, yeni (2019) yürürlüğe girmiş olan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği hükümlerine göre betonarme çekirdek perde ve çerçeve sistemin birlikte kullanıldığı yüksek bir binanın tasarımını gerçekleştirerek, seçilen taşıyıcı sistemi ve dikkate alınan etkiler altında analizlerden elde edilen değerleri açıklamalı olarak irdelenmek ve doğrusal hesap sonuçlarının DBYBHY 2007 yönetmeliği ile karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla hazırlanan çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm giriş bölümü olup, ikinci bölümde betonarme yüksek yapılar hakkında genel bilgiler verilmekte ve bu yapılarda kullanılan taşıyıcı sistemler irdelenmektedir. Üçüncü bölümde 2019 da yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’nde yüksek yapıların hesap ve tasarımında öngörülen ve tez kapsamında da kullanılacak olan parametreler öz olarak verilmektedir. Dördüncü bölümde 30 katlı ve 108 m yüksekliğinde betonarme yüksek bir binanın Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’ne göre tasarımı ve performans analizleri gerçekleştirilmekte ve elde edilen değerler açıklamalı olarak sunulmaktadır. Beşinci bölüm sonuçlar bölümü olup, bu bölümü kaynaklar listesi ve ekler bölümü izlemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yüksek bina, Deprem etkileri, Performans analizi, Deprem yönetmeliği.

**2019, xii + 140 sayfa.**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### INSPECTION OF A HIGH-RISE BUILDING DESIGN ACCORDING TO TURKISH EARTHQUAKE CODE

**Serkan TOPÇU**

Bursa Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Civil Engineering

**Supervisor:** Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN

Since the population of the World and Turkey increases, square-meter cost of metro pols are increases respectively. Along with increases and the demand for living areas makes number of high rise buildings and the cost desirable.

Thenceforth the high-rise buildings has been rising higher, spring to mind that, regulations are adequate or not. According to earthquake regulations 2007 that was well accepted till 2019 high rise buildings are not separated from other structures and equate together. Publishing of Turkish Building Earthquake Regulation in 2019, high-rise buildings has been evaluate separately from the other kind of structures. Turkish Building Earthquake Regulation divide high-rise buildings into three different level class, regarding their design matters it has been decided to inspect them according to that content.

Aim of this study is comprising earthquake regulation 2019 (new) with 2007 version on be half of examine results of linear calculations of high rise building that designed by using reinforced concrete curtain wall and frame system along with considered effects that comes from analysis. The study consist of five chapters. Introduction part is in the first chapter, the second chapter gives information about load bearing capacity system that is used at reinforced concrete high rise buildings. Third chapter includes mainly parameters which are going to be used in this thesis such as predicted calculation and design of high rise structures in Turkish Building Earthquake Regulation in 2019. Fourth chapter covers performance analysis and design of 108 meter high and 30 stories reinforced concrete high rise building according to Turkish Building Earthquake Regulation in 2019 and compares linear calculation results with Turkish Building Earthquake Regulation in 2007. Fifth chapter is the conclusion part and it is followed by the list of resources and annexures.

**Keywords:** Tall building, Earthquake effects, Performance analysis, Earthquake code.  
**2019, xii + 140 pages.**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca bana her konuda yardımcı olan ve yol gösteren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN' e ve üzerimde emeği olan bölümümüzün tüm hocalarına teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Dr. Öğr. Üye. Serkan SAĞIROĞLU' na tez çalışmama yapmış olduğu katkılardan ötürü teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Öğr. Üye. Tamer BİROL' a tez çalışmama yapmış olduğu katkılardan ötürü teşekkürlerimi sunarım.

Tüm yaşantım boyunca beni her zaman destekleyen ve yanımda olan; bu tez çalışmamı bitirmemde büyük katkısı olan başta babam Nurhan TOPÇU olmak üzere tüm aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamdaki katkılarından dolayı bölümümüz Araş. Gör. Mehmet Ömer TİMURAĞAOĞLU ve Fikrat ALMAHDİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Değerli iş arkadaşım İnş. Yük. Müh. Abdulkadir MERAL' a tez çalışmamdaki yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında ihmal ettiğim fakat hep yanımda olan sevgili eşime ve biricik oğlum Aras TOPÇU' ya anlayışlarından, bana olan inançlarından ve desteklerinden dolayı en içten teşekkürlerimi sunarım.

Serkan TOPÇU

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	2
2.1. Yüksek Yapılar Hakkında Genel Bilgiler.....	2
2.2 Yüksek Yapılarda Kullanılan Taşıyıcı Sistemler.....	5
2.2.1. Çerçeve Sistem.....	5
2.2.2. Perde Duvarlı Sistem.....	6
2.2.3. Çekirdek Sistem.....	7
2.2.4. Tübüler Sistem.....	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1. Deprem Etkisinin Tanımlanması.....	9
3.1.1. Deprem Düzeyleri.....	9
3.1.2. Deprem Yer Hareketi Spektrumları.....	11
3.1.3. Harita ve Tasarım Spektral İvme Katsayıları.....	11
3.1.4. Yatay Elastik Tasarım Spektrumu.....	12
3.1.5. Düşey Elastik Tasarım Spektrumu.....	14
3.2. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde Binaların Tasarımı İçin Genel Esaslar.....	15
3.3. Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi ile Zaman Tanım Alanında Deprem Hesabı.....	18
3.3.1. Sargılı ve Sargısız Beton Modeli.....	19
3.3.2. Donatı Çeliği Modeli.....	20
3.3.3. İç Kuvvet ve Şekil Değiştirme Talepleri.....	22
3.4. Yüksek Yapı Tasarımı İçin Özel Kurallar.....	23
3.4.1. Tasarım Aşaması I.....	23
3.4.2 Tasarım Aşaması II.....	25
3.4.3 Tasarım Aşaması III.....	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	30
4.1. Yapıya Ait Genel Bilgiler.....	30
4.2. Yapıya Ait Taşıyıcı Sistem Bilgileri.....	32
4.3. Yapının Yapılacağı Araziye Ait Bilgiler ve Zemin Sınıfı.....	34
4.4. Yapının Performans Düzeylerinin Belirlenmesi.....	34
4.5. Tasarım Aşaması I.....	37
4.5.1. Malzeme Özellikleri.....	39
4.5.2. Deprem Parametreleri.....	40
4.5.3. Yük ve Yük Kombinasyonları.....	42
4.5.4. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı ve Dayanım Fazlalığı Katsayısı.....	43
4.5.5. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı.....	43
4.5.6. Etkin Kesitlik Rijitlikleri.....	44
4.5.7. Kat Kütleleri ve Kat Ağırlıkları.....	45
4.5.8. Doğrusal Hesap Yönteminin Belirlenmesi.....	46
4.5.9. Mod Birleştirme Hesaplarının Ölçeklendirilmesi.....	47
4.5.10. Göreli Kat Ötelemelerinin Hesaplanması.....	48



4.5.11. İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü.....	51
4.5.12. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Donatılandırılması .....	54
4.5.13. Kolon Donatıları.....	55
4.5.14. Perde Donatıları .....	56
4.5.15. Kiriş Donatıları.....	58
4.6. Tasarım Aşaması II .....	59
4.6.1. Malzeme Özellikleri.....	60
4.6.2. Deprem Parametreleri .....	61
4.6.3. Yük ve Yük Kombinasyonları .....	63
4.6.4. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Kapasite Hesabı .....	64
4.6.5. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etki/Kapasite Oranları .....	66
4.7. TBDY 2018 ile DBYBHY 2007 Analizlerinin Karşılaştırılması .....	80
4.7.1. DBYBHY 2007 Deprem Parametreleri .....	80
4.7.2. Yatay Elastik Spektrumların Karşılaştırılması .....	82
4.7.3. Göreli Kat Ötelemelerinin Karşılaştırılması .....	83
4.7.4. İç Kuvvetlerin Karşılaştırılması .....	85
4.8. Tasarım Aşaması III .....	90
4.8.1. Elastik Spektrumun Belirlenmesi.....	91
4.8.2. Tasarım Aşaması III İçin Uygulanacak Kurallar .....	93
4.8.3. Deprem Kayıtlarının Seçilmesi.....	94
4.8.4. Deprem Kayıtlarının Ölçeklendirilmesi.....	95
4.8.5. İç Kuvvet ve Şekildeğiştirme Sınırlarının Belirlenmesi .....	97
4.8.6. III. Aşama Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	100
5. SONUÇLAR .....	113
KAYNAKLAR .....	116
EKLER.....	118
EK 1. B2 kirişi donatı alanları.....	119
EK 2. B18 kirişi donatı alanları.....	121
EK 3. B25 kirişi donatı alanları.....	123
EK 4. B29 kirişi donatı alanları.....	125
EK 5. B45 kirişi donatı alanları.....	127
EK 6. B57 kirişi donatı alanları.....	129
EK 7. C8 kolonu donatı alanları.....	131
EK 8. C13 kolonu donatı alanları.....	132
EK 9. P1 perdesi donatı alanları.....	134
EK 10. P5 perdesi donatı alanları.....	135
EK 11. S2 bağ kirişi donatı alanları .....	137
EK 12. S4 bağ kirişi donatı alanları .....	138
ÖZGEÇMİŞ .....	140

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
$a_i$	Yatayda bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklık
$A_{os}$	Enine donatının alanı (dairesel kesit)
$A_{sh}$	Enine donatı alanı (dikdörtgen kesit)
$A_t$	Ampirik doğal titreşim periyodu hesabında kullanılan eşdeğer alan
$A_{wj}$	$j$ 'inci perdenin gövde enkesit alanı
$b_k$	Çekirdek boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık)
$b_o$	Göbek betonunu sargılayan etriyelerin arasında kalan kesit boyutu
$b_w$	Kirişin gövde genişliği, perdenin gövde kalınlığı
$C_h$	İkinci mertebe hesabında kullanılan ampirik katsayı
$C_t$	Ampirik doğal titreşim periyodu hesabında kullanılan katsayı
$D$	Dayanım Fazlalığı Katsayısı
$d$	Kirişin faydalı yüksekliği
$d_b$	Boyuna donatı çapı (çekmede ortalama)
$D_{bi}$	$i$ 'inci katta ek dışmerkezlilik büyütme katsayısı
$E$	Deprem etkisi
$E_d$	Doğrultu birleştirmesi uygulanmış tasarıma esas yatay deprem etkisi
$E_d^{(X)}$	X doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi
$E_d^{(Y)}$	Y doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi
$E_d^{(Z)}$	Z doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi
$(EI)_e$	Yığılı plastik davranışına göre modellenen kolon, kiriş, ba kirişi veya perdenin etkin kesit rijitliği
$F_1$	1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
$f_{cd}$	Betonun tasarım basınç dayanımı
$f_{ce}$	Betonun ortalama (beklenen) basınç dayanımı
$f_{ck}$	Betonun karakteristik basınç dayanımı
$f_{ctd}$	Betonun tasarım çekme dayanımı
$f_e$	Taşıyıcı sistem için hesaplanan doğrusal (elastik) dayanım talebi
$F_S$	Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
$f_y$	Taşıyıcı sistemin akma dayanımı
$f_{yd}$	Boyuna donatının tasarım akma dayanımı
$f_{ye}$	Çeliğin ortalama (beklenen) akma dayanımı
$f_{yk}$	Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı
$f_{ywd}$	Enine donatının tasarım akma dayanımı
$f_{ywe}$	Enine donatının ortalama (beklenen) akma dayanımı
$f_{ywk}$	Enine donatının karakteristik akma dayanımı
$G$	Sabit yük etkisi
$g$	Yerçekimi ivmesi
$H$	Kesit yüksekliği
$H_{cr}$	Perde kritik yüksekliği
$H_i$	Binanın $i$ 'inci katının kat yüksekliği
$H_N$	Bina Toplam Yüksekliği
$H_w$	Toplam perde yüksekliği

I	Bina Önem Katsayısı
$L_p$	Plastik mafsal boyu
$L_s$	Kesme açıklığı
$M_{DEV}$	Taban devrilme momenti
$m_i$	i'inci katın toplam kütlesi
$M_o$	Toplam devrilme momenti
$m_t$	Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölümünün toplam kütlesi
$M_y$	Etkin akma momenti
$m_{\theta i}$	i'inci katın kütle eylemsizlik momenti
N	Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölümdeki toplam kat sayısı
n	Hareketli yük katılım katsayısı
Q	Hareketli yük etkisi
$Q_e$	Etkin hareketli yük etkisi
R	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$R_a(T)$	Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
$R_y$	Dayanımı Azaltma Katsayısı
S	Kar yüğü etkisi
s	Sargı donatısı aralığı
$S_1$	1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı
$S_{ae}(T)$	Yatay elastik tasarım spektral ivmesi
$S_{aeD}(T)$	Düşey elastik tasarım spektral ivmesi
$S_{aR}(T)$	Azaltılmış tasarım spektral ivmesi
$S_{D1}$	1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı
$S_{de}(T)$	Yatay elastik tasarım spektral yer değiştirmesi
$S_{DS}$	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı
$S_S$	Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı
T	Doğal titreşim periyodu
$T_A$	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
$T_{AD}$	Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
$T_B$	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
$T_{BD}$	Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
$T_L$	Düşey spektrumunda sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu
$T_L$	Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş
$T_n$	n'inci moda ait doğal titreşim periyodu
$T_p$	Binanın hakim doğal titreşim periyodu
$T_{pA}$	Amprik olarak hesaplanan hakim doğal titreşim periyodu
$T_p^{(X)}$	X deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodu
$V_i^{(X)}$	Kat kesme kuvveti
$(V_S)_{30}$	Üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı
$V_{tE}^{(X)}$	X deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yüğü (taban kesme kuvveti)
$V_{tx}^{(X)}$	X doğrultusunda elde edilen en büyük toplam deprem yüğü
$\alpha_{se}$	Sargı donatısı etkinlik katsayısı
$\beta_v$	Perde kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı
$\gamma$	Bağ kirişinde kullanılan çapraz donatı demetinin yatayla yaptığı açı
$\eta_{bi}$	i'inci katta burulma düzensizliği katsayısı

$\theta_y$	Akma durumu için yer değiştirmiş eksen dönmesi
$\kappa$	Görelî kat ötelemelerinin tanımında kullanılan katsayı
$\lambda$	Görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılmasında kullanılan katsayı
$\mu$	Kesme sürtünmesi katsayısı
$\rho$	Kiriş mesnedinde üstteki veya alttaki çekme donatısı oranı
$\rho_s$	Kolonda spiral donatının hacimsel oranı
$\rho_{sh}$	Gözönüne alınan doğrultuda enine donatının hacimsel oranı
$\rho_{sh,min}$	İki yatay doğrultuda hacimsel enine donatı oranının küçük olanı
$\Sigma A_w$	Herhangi bir katta, kolon enkesiti etkin gövde alanlarının toplamı
$\varphi$	Donatı çapı
$\varphi_u$	Göçme öncesi eğrilik
$\varphi_y$	Akma eğriliği
$\omega_{we}$	Etkin sargı donatısının mekanik donatı oranı
$(\Delta_i^{(X)})_{ort}$	Azaltılmış görelî kat ötelemesi
$\beta_{tE,x}$	Eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısı
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	GÖ performans düzeyi için donatı çeliği birim şekil değiştirmesi sınırı
$\theta_p^{(GÖ)}$	GÖ performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı
$\varepsilon_c^{(GÖ)}$	GÖ performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması
$\theta_{II,i}$	her bir i'inci kat için tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri
$\varepsilon_s^{(KH)}$	KH performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim
$\theta_p^{(KH)}$	KH performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı
$\varepsilon_c^{(KH)}$	KH performans düzeyi için sargılı beton birim kısalması sınırı
$\varepsilon_{su}$	Maksimum dayanıma karşı gelen donatı birim uzaması
$\theta_{II,max}$	Maksimum ikinci mertebe gösterge değeri
$\varepsilon_s^{(SH)}$	SH performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim
$\theta_p^{(SH)}$	SH performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı
$\varepsilon_c^{(SH)}$	SH performans düzeyi için sargılı beton birim kısalması sınırı
$w_j^{(S)}$	Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil ağırlık
$w_{Qj}^{(S)}$	Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen (hareketli) ağırlık
$w_{Gj}^{(S)}$	Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil sabit ağırlık
$\sum_{k=i}^N w_k$	Toplam sismik ağırlık
$\delta_{i,max}^{(X)}$	Binanın i'inci katındaki etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri
$\delta_i^{(X)}$	Binanın i'inci katındaki kolon veya perdeler için etkin görelî kat ötelemesi
$u_i^{(X)}$	Herhangi kolon veya perdenin, i'inci kattaki azaltılmış yer değiştirme

$\Delta_i^{(X)}$	Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i^{(X)})_{\max}$	Binanın i'inci katındaki maksimum azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i^{(X)})_{\text{ort}}$	Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi

### **Kısaltmalar Açıklama**

BYS	Bina yükseklik sınıfı
BKS	Bina kullanım sınıfı
DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
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 sınırı
GÖ	Göçmenin önlenmesi
KH	Kontrollü hasar
KK	Kesintisiz kullanım
SH	Sınırlı hasar
TBDY	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TBI	Tall buildings initiative

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Kısa ve yüksek yapıların yatay yükler altında şekil değiştirmiş halleri .....	3
Şekil 2.2. Yüksek yapıların taşıyıcı sistemlerinin sınıflandırılması.....	5
Şekil 2.3. Çerçeve sistem .....	6
Şekil 2.4. Perde ve çerçeveden oluşan sistem .....	7
Şekil 2.5. Perde, çerçeve ve çekirdekten oluşan sistem .....	7
Şekil 2.6. Taşıyıcı tüp sistem .....	8
Şekil 3.1. Deprem yer hareketi tekrarlıma periyodu .....	11
Şekil 3.2. Yatay elastik tasarım ivme spektrum grafiği .....	13
Şekil 3.3. Yatay elastik tasarım spektral yer değiştirme grafiği .....	14
Şekil 3.4. Düşey elastik tasarım ivme spektrum grafiği.....	15
Şekil 3.5. Performans düzeyleri ve bölgeleri .....	17
Şekil 3.6. Sargılı, sargısız beton gerilme şekildeğiştirme grafiği .....	19
Şekil 3.7. Donatı çeliği gerilme şekildeğiştirme grafiği .....	21
Şekil 4.1. Kat kalıp planı.....	30
Şekil 4.2. Taşıyıcı sistem 3 boyutlu görünümü.....	31
Şekil 4.3. 1. Kat taşıyıcı sistem ebatları .....	32
Şekil 4.4. Perde kalınlık değişim görünümü .....	33
Şekil 4.5. Binanın yapılacağı arazinin konumu .....	34
Şekil 4.6. Sünme hesabı düşey kat deplasmanları.....	38
Şekil 4.7. Rüzgar hesabı maksimum kat deplasmanları.....	39
Şekil 4.8. DD-2 deprem düzeyi yatay elastik tasarım ivme spektrumu .....	41
Şekil 4.9. DD-2 deprem düzeyi düşey elastik tasarım ivme spektrumu .....	42
Şekil 4.10. DD-2 deprem düzeyi azaltılmış yatay elastik tasarım ivme spektrumu .....	44
Şekil 4.11. X-X ve Y-Y doğrultuları görelî kat ötelemeleri .....	51
Şekil 4.12. Betonarme elemanlar .....	54
Şekil 4.13. Kolon aksel yük gerilmelerinin kontrolü .....	55
Şekil 4.14. Kolon boyuna ve enine donatıları .....	56
Şekil 4.15. Perdelerin aksel yük gerilmelerinin kontrolü.....	57
Şekil 4.16. Kiriş isimleri ve ebatları.....	58
Şekil 4.17. DD-4 deprem düzeyi yatay elastik tasarım ivme spektrumu .....	62
Şekil 4.18. DD-4 deprem düzeyi düşey elastik tasarım ivme spektrumu .....	63
Şekil 4.19. 50/80 kiriş moment kapasite eğrisi .....	64
Şekil 4.20. 50/80 kiriş kesme kuvveti kapasite eğrisi .....	65
Şekil 4.21. Taşıyıcı sistem eleman isimlendirmesi .....	67
Şekil 4.22. 1. kat kirişlerinin kesme kuvveti E/K oranları .....	68
Şekil 4.23. 11. kat kirişlerinin kesme kuvveti E/K oranları .....	68
Şekil 4.24. 20. kat kirişlerinin kesme kuvveti E/K oranları .....	69
Şekil 4.25. 30. kat kirişlerinin kesme kuvveti E/K oranları .....	69
Şekil 4.26. 1. kat kirişlerinin moment E/K oranları .....	70
Şekil 4.27. 11. kat kirişlerinin moment E/K oranları .....	71
Şekil 4.28. 20. kat kirişlerinin moment E/K oranları .....	71
Şekil 4.29. 30. kat kirişlerinin moment E/K oranları .....	72
Şekil 4.30. Bağ kirişlerinin kesme kuvveti E/K oranları .....	73
Şekil 4.31. Bağ kirişlerinin moment E/K oranları .....	73
Şekil 4.32. Perde kesme kuvveti E/K oranları .....	74
Şekil 4.33. Perde P-M-M E/K oranları.....	75

Şekil 4.34. 1. kat kolon kesme kuvveti E/K oranları .....	76
Şekil 4.35. 11. kat kolon kesme kuvveti E/K oranları .....	76
Şekil 4.36. 20. kat kolon kesme kuvveti E/K oranları .....	77
Şekil 4.37. 30. kat kolon kesme kuvveti E/K oranları .....	77
Şekil 4.38. 1. kat kolon P-M-M E/K oranları.....	78
Şekil 4.39. 11. kat kolon P-M-M E/K oranları.....	78
Şekil 4.40. 20. kat kolon P-M-M E/K oranları.....	79
Şekil 4.41. 30. kat kolon P-M-M E/K oranları.....	79
Şekil 4.42. Yatay elastik spektrum karşılaştırması .....	82
Şekil 4.43. Azaltılmış yatay elastik spektrum karşılaştırması.....	83
Şekil 4.44. X yönü etkin görel kat ötelemelerinin karşılaştırması .....	84
Şekil 4.45. Y yönü etkin görel kat ötelemelerinin karşılaştırması .....	84
Şekil 4.46. X yönü kat kesme kuvvetleri .....	85
Şekil 4.47. Y yönü kat kesme kuvvetleri .....	85
Şekil 4.48. C17 kolonu kesme kuvveti değerleri .....	86
Şekil 4.49. C17 kolonu moment değerleri .....	87
Şekil 4.50. C17 kolonu aksenal kuvvet değerleri.....	87
Şekil 4.51. P1 perdesi kesme kuvveti değerleri .....	88
Şekil 4.52. P1 perdesi moment değerleri .....	89
Şekil 4.53. B57 kirişi kesme kuvveti değerleri .....	89
Şekil 4.54. B57 kirişi moment değerleri .....	90
Şekil 4.55. DD-1 deprem düzeyi yatay elastik tasarım ivme spektrumu .....	92
Şekil 4.56. DD-1 deprem düzeyi düşey elastik tasarım ivme spektrumu .....	93
Şekil 4.57. Programa tanımlanmış deprem kayıtları.....	95
Şekil 4.58. Ölçeklendirilmiş deprem kayıtları .....	96
Şekil 4.59. Bileşke spektrumların ortalaması.....	96
Şekil 4.60. Sap2000 moment-eğrilik hesaplaması .....	98
Şekil 4.61. Hector Mine kaydı taban kesme kuvveti diyagramı .....	101
Şekil 4.62. Hector Mine kaydı kat kesme kuvveti değerleri .....	101
Şekil 4.63. Görel kat ötelemeleri (22 analiz ortalaması).....	102
Şekil 4.64. Görel kat ötelemeleri (22 analizin maksimumu) .....	103
Şekil 4.65. Hector Mine kaydı analizinde plastikleşen kesitler .....	104
Şekil 4.66. Düzce (1636) analizinde sönmölenen enerji diyagramı .....	112



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. Deprem yer hareketi aşılma olasılığı tekrarlama periyodu .....	10
Çizelge 3.2. Kısa periyot bölgesi yerel zemin etki katsayıları .....	12
Çizelge 3.3. 1,0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları.....	12
Çizelge 3.4. Bina kullanım sınıfı ve bina önem katsayıları .....	15
Çizelge 3.5. Deprem tasarım sınıfları (DTS) .....	16
Çizelge 3.6. Bina yükseklik sınıfları .....	16
Çizelge 3.7. Yeni yapılacak veya mevcut yüksek binalar (BYS1) .....	18
Çizelge 3.8. Donatı çeliğine ait bilgiler .....	21
Çizelge 3.9. İzin verilen şekil değiştirme ve iç kuvvet sınırları.....	22
Çizelge 3.10. Hareketli yük kütle katılım katsayısı .....	25
Çizelge 3.11. Etkin kesit rijitliği çarpanları .....	25
Çizelge 3.12. II. aşama etkin kesit rijitliği çarpanları .....	26
Çizelge 3.13. Beklenen (ortalama) malzeme dayanımları .....	28
Çizelge 3.14. Yüksek binalar için performans göre tasarım aşamaları .....	29
Çizelge 4.1. Kısa periyot bölgesi yerel zemin etki katsayıları .....	35
Çizelge 4.2. 1,0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları.....	35
Çizelge 4.3. Deprem tasarım sınıfları (DTS) .....	36
Çizelge 4.4. Bina yükseklik sınıfları .....	36
Çizelge 4.5. Yeni yapılacak veya mevcut yüksek binalar (BYS1) .....	37
Çizelge 4.6. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı, dayanım fazlalığı katsayısı .....	43
Çizelge 4.7. Etkin kesit rijitliği çarpanları .....	44
Çizelge 4.8. Kat kütleleri ve kat ağırlıkları .....	45
Çizelge 4.9. Periyot ve kütle katılım oranları .....	46
Çizelge 4.10. X-X doğrultusu görelî kat ötelemeleri .....	49
Çizelge 4.11. Y-Y doğrultusu görelî kat ötelemeleri .....	50
Çizelge 4.12. X-X doğrultusu ikinci mertebe hesabı .....	52
Çizelge 4.13. Y-Y doğrultusu ikinci mertebe hesabı .....	53
Çizelge 4.14. Perde boyuna donatıları .....	57
Çizelge 4.15. Kiriş eğilme donatıları .....	59
Çizelge 4.16. Ortalama malzeme dayanımları .....	60
Çizelge 4.17. II. aşamada uygulanacak etkin kesit rijitlikleri .....	60
Çizelge 4.18. Kiriş kapasite değerleri .....	65
Çizelge 4.19. Kolon, perde kesme kuvveti kapasiteleri .....	66
Çizelge 4.20. Etkin yer ivmesi katsayıları .....	80
Çizelge 4.21. Spektrum karakteristik periyotları .....	81
Çizelge 4.22. Seçilen deprem kayıtları ve özellikleri .....	94
Çizelge 4.23. Taşıyıcı sistem elemanlarının kesit hasar sınırları .....	99
Çizelge 4.24. Perde şekil değiştirme sınır değerleri.....	100
Çizelge 4.25. Kiriş maksimum kesme kuvvetleri .....	105
Çizelge 4.26. Kiriş plastik dönme oranları.....	106
Çizelge 4.27. Kolon maksimum kesme kuvvetleri .....	107
Çizelge 4.28. Kolon plastik dönme oranları.....	108
Çizelge 4.29. Perde maksimum kesme kuvvetleri .....	109
Çizelge 4.30. Perdelerin beton birim şekil değiştirme oranları.....	110
Çizelge 4.31. Perdelerin donatı birim şekil değiştirme oranları.....	111



## GİRİŞ

Mühendislik yapıları; kullanım süreleri boyunca maruz kalacakları düşey ve yatay yüklere ve dış etkilere göre tasarlanmaktadır. Yapıların özelliklerine bağlı olarak bu yüklerin etkinlik derecesi de farklılık göstermektedir. Tez kapsamında irdelenen yüksek yapıların tasarımlarında düşey yüklerin yanında, yatay yükler de çok önemli olabilmektedir. Bunların başında rüzgar yükleri ve deprem etkisi gelmektedir. Bu her iki etki de dinamik karakterde olup, gerçeğe yakın değerlerinin hesaplanabilmesi ve etkilerin modellerde gerçekçi olarak dikkate alınabilmesi için, daha özel hesaplamaların yapılmasını gerekli kılmaktadır. (Nahum ve Oliveira 2010)

Ülkemiz gibi deprem tehlikesi olan ve yıkıcı depremlerin meydana geldiği ülkelerde yatay yük olarak değerlendirilen deprem yükleri, yüksek yapılar için çok daha önemli yük etkisi durumuna gelmektedir. Bu nedenle ülkemizde yeni deprem yönetmeliği olarak da adlandırılan ve 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde yüksek yapıların tasarımı için özel bir bölüm ayrılmıştır.

Bu tez çalışmasında Bursa ili sınırlarında yapılacağı kabul edilen, yönetmelikteki yüksek yapı sınıfı olarak nitelendirilen, betonarme çekirdek perde ve çerçeve sistemin birlikte kullanıldığı bir bina dikkate alınmaktadır. Bina 30 katlı olup 108 m yüksekliğindedir. Seçilen bu yüksek binanın Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre tasarımı ve performans analizleri gerçekleştirilmektedir. Performans analizlerinden elde edilen bulgulara göre, deprem etkileri altında binada oluşabilecek hasarların izin verilen sınırların altında kalıp kalmadığı kontrol edilmektedir. Yapılan doğrusal analiz sonuçları DBYBHY 2007 yönetmeliğinde belirlenen kurullarla tekrarlanarak iki yönetmelik karşılaştırılacaktır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre; bir yapının yüksek bina olarak sınıflandırılabilmesi için; bölgenin depremselliğine (DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı,  $S_{DS}$  ) ve Bina Kullanım Sınıfına bağlı olan Deprem Tasarım Sınıfına (DTS) göre karar verilmektedir.

- a) DTS 1, 1a, 2, 2a olan yapılar için 70 metre;
- b) DTS 3, 3a olan yapılar için 91 metre;
- c) DTS 4, 4a olan yapılar için 105 metreden daha yüksek binalar yüksek yapı olarak tanımlanmaktadır.

Tez kapsamında seçilen yapı 108 m yüksekliğinde olduğundan ülkemizin her yerinde yüksek yapı sınıfına girmektedir.

### 2.1. Yüksek Yapılar Hakkında Genel Bilgiler

Yüksek binaları, diğer binalardan ayıran kesin standart bir tanım olmasa da, bu husus yönetmeliklerde belirli parametrelere bağlı olarak sınıflandırılarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla parametrelere bağlı olarak yükseklik sınırları da değişmektedir. (Aydınöglü 2009) Yüksek yapıları diğer yapılardan ayıran en önemli parametreler aşağıdaki gibi belirtilebilir:

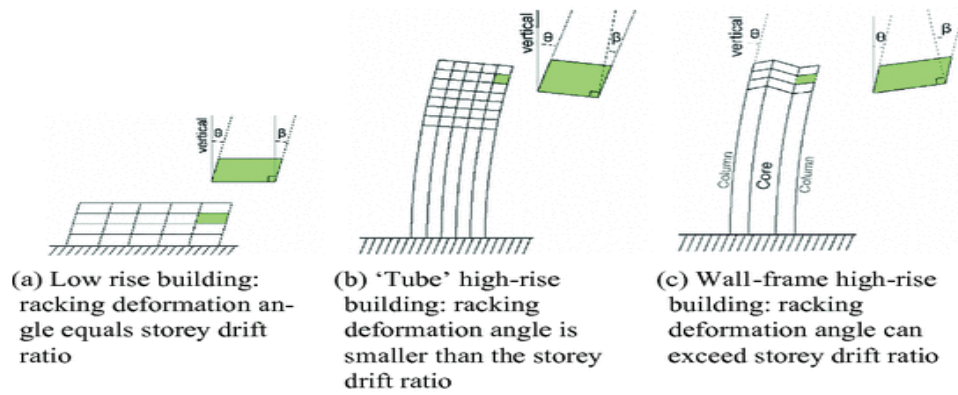
- (1) En/boy oranı,
- (2) eğilme deformasyonlarından kaynaklanan büyük kat ötelemeleri oranı,
- (3) daha uzun hakim titreşim periyodu,
- (4) yüksek modlarda daha fazla kütle katılımı,
- (5) daha büyük ikinci merteye etkileri (P-delta).

Bu parametrelerin önemi aşağıda kısa yapılarla karşılaştırmalı olarak irdelenmektedir.

Yüksek yapıların en/boy oranının önemi aynı yatay yükler altında kısa ve yüksek yapıların karşılaştırılmasıyla daha iyi anlaşılabilir. Kısa yapılar daha yüksek en/boy oranına sahip olduğundan, Şekil 1a'da görüldüğü gibi kayma deformasyonlarına bağlı

global bir şekil değiştirme sergiler. Her ne kadar yapısal elemanların lokal deformasyonları eğilmeye çalışsa da, yapının global davranışına katkısında kesme etkilidir. Yüksek yapılar ise, tam tersine, daha yüksek en/boy oranına sahip olmalarından dolayı daha büyük momentlere maruz kalırlar. Meydana gelen bu momentlere karşı koymak için kolonların aksenal kısalma ve uzamasından kaynaklanan eğilme deformasyonları oluşur. Dolayısıyla, kısa yapılara nazaran yüksek yapılarda eğilmenin global şekil değiştirmeye katkısı daha fazladır. Artan eğilme davranışı ile beraber, yüksek yapıların lokal ve global davranışı arasında sapma meydana gelebilir. Kısa ve yüksek yapıların global kat dönmelerinin karşılaştırması Şekil 2.1’de verilmiştir. Şekilde  $\theta$  yapının düşeyde yaptığı açığı,  $\beta$  ise kat içinde yaptığı açığı belirtmektedir. Burada  $\theta$  rijit cisim yer değiştirmesinden dolayı oluşan dönmeyi temsil ederken (eğilme davranışı),  $\beta$  kaymadan dolayı oluşan dönmeyi (kesme) ifade etmektedir. (Döndüren ve Karaduman 2007)

Yapının davranışında, eğilme davranışından doğan katlar arası rölatif ötelenmeler (deformasyonlar) önemli olmaktadır. Bunun yanında,  $\beta$  bileşeni de her açıklıktaki lokal deformasyonla ve taleple yakından ilişkilidir. Kısa yapılarda baskın olan, kayma deformasyonları altında lokal kayma kat dönmesine bağlı olan davranıştır Şekil 2.1 (a). Yüksek yapılarda ise, kesme davranışına eğilme davranışının eklenmesiyle, lokal deformasyon davranışı kat deformasyonunu önemli derecede geçebilmektedir Şekil 2.1 (c) veya çok altında kalabilmektedir Şekil 2.1 (b). Birçok elemanda ötelenmeler, hasarın, dayanımın ve kapasitenin önemli bir ölçüsüdür.



**Şekil 2.1.** Kısa ve yüksek yapıların yatay yükler altında şekil değiştirmiş halleri (Willford ve ark. 2008)

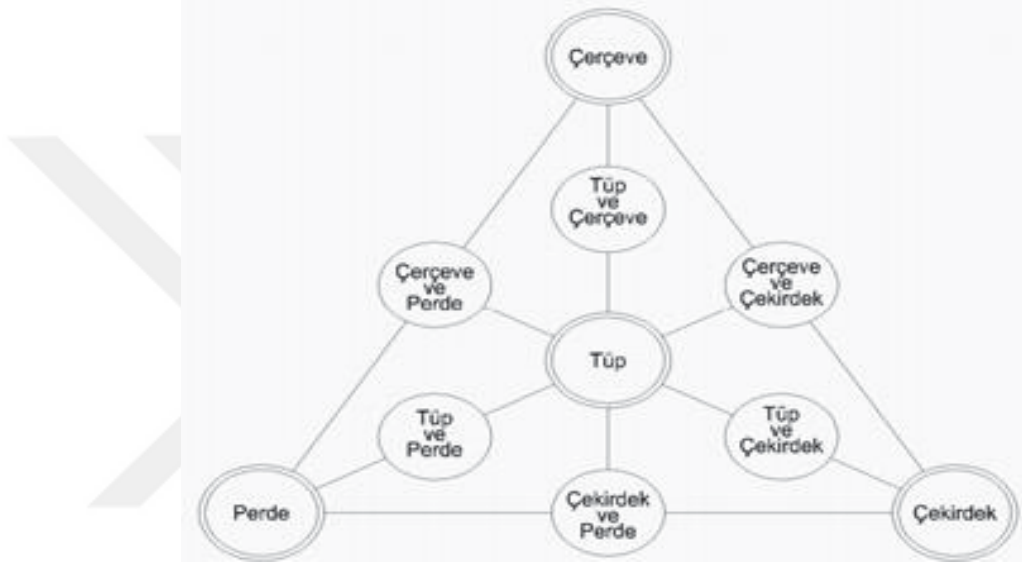
Yüksek yapılar kısa olanlara göre daha uzun hâkim periyoda sahiptirler. TBI de hakim periyodu 1,0 saniyenin üzerinde olan yapılar yüksek yapı sınıfında kabul edilmektedir. Yüksek yapıların uzun periyotlu olmasının en büyük gerekçelerinden biri bina yüksekliğinin artmasından kaynaklanan yanal rijitliğin azalmasıdır. Rijitlikteki bu farklılık, teorik olarak, bir yapının temeli ile beraber ankastre olarak zemine gömülen bir konsol kirişe benzetilerek anlaşılabilir. Bir yapının yüksekliğinin artırılması o yapının yanal ötelenmesinde payı olan kolonların katılımından gelen konsol hareketini artırır.

Yüksek yapılar ayrıca önemli titreşimlere karşı yüksek mod etkileri gösterirler. Bir yapının titreşim altında yapacağı deplasmanın çözümü normal mod şekillerinin süperpozisyonu (birleştirilmesi) ile belirlenebilir. Yüksek modun yapının tepkisine katkısı kütle katılım faktörü ile ölçülmektedir. Bir mod için daha yüksek kütle katılımı, o modun yapının tepkisini ölçmede daha etkin olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, yüksek yapılar için yer hareketinin, hâkim periyod yerine, bir periyod aralığını göz önüne almak, önem arz etmektedir.

Yüksek yapılarda, yanal ötelenme ve düşey yüklerin birleşmesiyle oluşan ikinci mertebe etkileri de (P-delta) davranışta etkin rol oynamaktadır. Yüksek yapılar, daha esnek olduklarından ve kısa yapılara göre yapısal elemanları daha fazla yük taşıdığından ikinci mertebe momentleri etkili olmaktadır. Bu etkiler, taban kesme kuvvetini, kat momentlerini veya kolon eksenel kuvvetlerini büyütmede, dolayısıyla tasarım ve sismik değerlendirmede göz önüne alınması gerektiği açıktır. P-delta etkisi özellikle yapının stabilitesini belirlemek ve geçmeden kaçınmak için kritik bir hal almaktadır. Alt katlar üst katlardan gelen bütün yükleri aldığından bu etkiye karşı daha hassasiyet göstermektedir. Ayrıca, aşırı ötelenme yapan herhangi bir kat da bu etkiye karşı duyarlıdır. İç kuvvetlerin ve yer hareketinin düşey bileşeninin etkileşimi az katlı yapıların sismik analizlerinde bazen önemsiz kabul edilir, ancak yüksek yapılarda yer hareketinin büyük düşey enerji içerdiğinde P-delta etkilerinden dolayı bu kabulün geçersiz olabileceği bilinmelidir.

## 2.2 Yüksek Yapılarda Kullanılan Taşıyıcı Sistemler

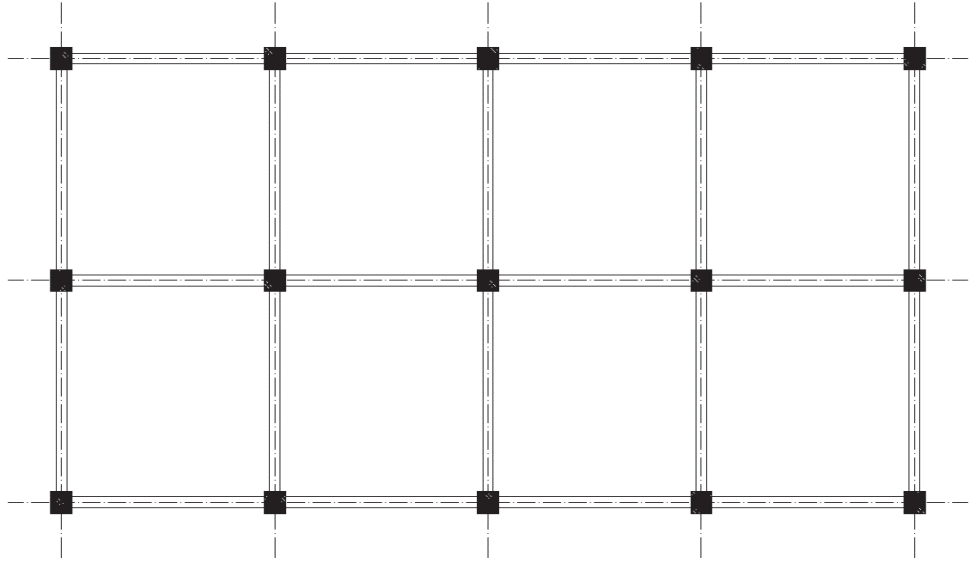
Yüksek yapılarda kullanılacak taşıyıcı sistemlere; yapının kat adedi, yapı yüksekliği, kullanılan malzeme ve yapının işlevine göre karar verilmektedir. Bu taşıyıcı sistemler Şekil 2.2’de verildiği üzere genel olarak, çerçeve sistem, perde duvarlı ve çerçeve sistem, çekirdek sistem ve tübüler sistem olarak sınıflandırılabilir. (Hasgür ve Gündüz 1996, Taranat 1997)



Şekil 2.2. Yüksek yapıların taşıyıcı sistemlerinin sınıflandırılması (Drosdov ve Lishak 1978)

### 2.2.1. Çerçeve Sistem

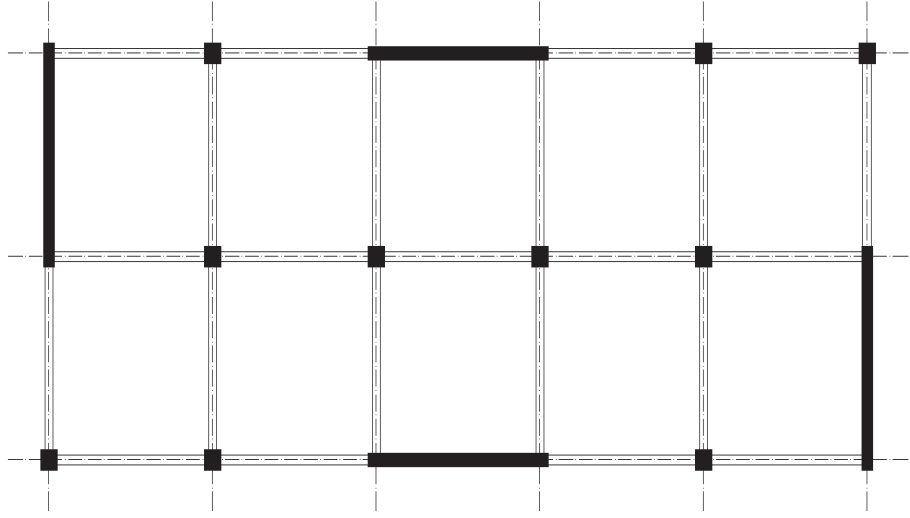
Yapılarda düşey yüklerle, deprem ve rüzgar gibi yatay yüklerin de taşınabilmesi için kolon ve kirişlerin birbirine rijit olarak bağlanması ile çerçeve sistemler oluşturulmaktadır. Yüksek yapılardaki yatay yüklerin çok yüksek mertebelere ulaşmasından dolayı çerçeve sistemler tek başına kullanılamazlar. Çerçeve sistem için örnek bir taşıyıcı sistem Şekil 2.3’de sunulmuştur. (Koç ve ark. 2009)



Şekil 2.3. Çerçeve sistem

### 2.2.2. Perde Duvarlı Sistem

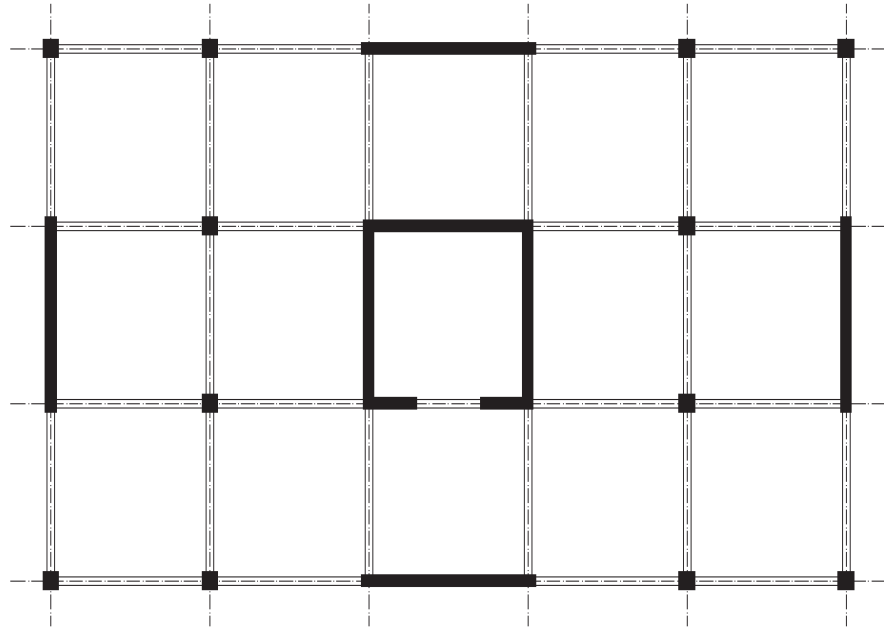
Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre uzun ve kısa kenar oranının en az 6 olduğu düşey taşıyıcı eleman perde olarak tanımlanmaktadır. Yüksek binalarda yatay yük etkilerinin çok yüksek olması nedeniyle perde kullanımı zorunlu hale gelmektedir. Perdelerin uzun doğrultularındaki atalet momentleri çok büyük olduğundan yanal yükleri bu doğrultularda önemli ölçüde taşıyabilirler. Bu nedenle bina taşıyıcı sistemi hazırlanırken her iki doğrultuda da perdelerin simetrik yerleşimi çok önemlidir. Binalarda en fazla hasara neden olan görelî kat ötelemeleri de perdeler sayesinde sınırlandırılabilir. Perde duvarlı ve çerçeve sistemler Şekil 2.4’de şematik olarak ifade edilmektedir.



**Şekil 2.4.** Perde ve çerçeveden oluşan sistem

### 2.2.3. Çekirdek Sistem

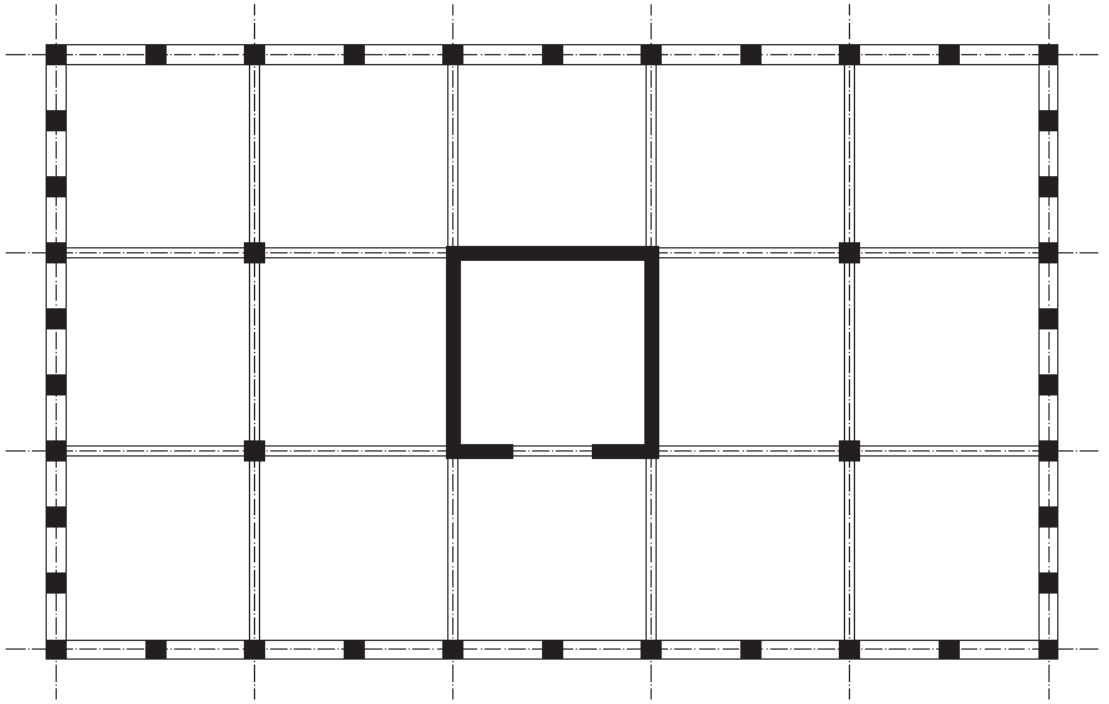
Çekirdekli sisteme sahip yapılarda yatay yüklerin nerdeyse tamamı bir veya birkaç çekirdek sistem tarafından taşınır. Yapılarda çekirdek sistemin yanında, perdeler ve çerçevelerle çekirdeğe yardımcı sistemler oluşturulabilir. Çekirdek sistemler Şekil 2.5’de şematik olarak gösterilmektedir.



**Şekil 2.5.** Perde, çerçeve ve çekirdekten oluşan sistem

#### 2.2.4. Tübüler Sistem

Yapı yüksekliğinin 100 metreden daha fazla olduğu binalarda, etkilerin büyüklük derecesine bağlı olarak, çekirdek sistemler yatay rijitliği sağlayamaz duruma gelebilmektedir. Bu gibi durumlarda tübüler sistemlerin kullanılmasına mecbur kalınmaktadır. Tübüler sisteme geçilmesinin bir diğer önemli etkeni ise ekonomiktir. Çekirdek sistemler belirli yüksekliklerden sonra ekonomiktikten uzaklaşmaktadırlar. Tüp sistemlerde kolonlar yapının dış akslarına en fazla beş metre aralıklarla dizilerek kat seviyelerinde kirişlerle birbirine bağlanırlar. Bu oluşturulan sistem çok yüksek yapılarda daha fazla önem kazanan rüzgar yüklerinin neredeyse tamamına karşı koymaktadır. Tübüler sistemin yatay etkilere tek başına karşı koyamadığı durumlarda iç tüplerden veya çekirdek perdelerinden faydalanılabilir. Tübüler sistemler Şekil 2.6'da şematik olarak ifade edilmektedir. (Özgen ve Sev 2000)



Şekil 2.6. Taşıyıcı tüp sistem



### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

Ülkemizde yapılacak yapılarla ilgili 1998 yılında Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 2007 yılında Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik ve son olarak da 2019 yılında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) yürürlüğe girmiştir. Yeni deprem yönetmeliği olarak nitelendirilebilecek TBDY birçok bakımdan yeni parametreler ve hesap esasları içermektedir. Yüksek yapılar için ilk defa ülkemiz deprem yönetmeliğinde, diğer yapılardan ayrılarak, farklı bir bölüm bulunmaktadır. Tez kapsamında kullanılacak olan ve bu yeni deprem yönetmeliğinde tanımlanan yeni parametreler aşağıda açıklanmaktadır.

#### **3.1. Deprem Etkisinin Tanımlanması**

##### **3.1.1. Deprem Düzeyleri**

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (TBDY) dört farklı deprem yer hareketi düzeyi tanımlanmaktadır.

##### **(a) Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1 (DD-1)**

Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan ve tekrarlanma periyodu 2475 yıl olan deprem yer hareketidir. Bu deprem yapılar için göz önüne alınacak en büyük deprem yer hareketidir ve oluşma sıklığı çok seyrekdir.

##### **(b) Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD-2)**

Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan ve tekrarlanma periyodu 475 yıl olan deprem yer hareketidir. Bu deprem tasarım depremi olarak da adlandırılmaktadır ve oluşma sıklığı seyrekdir.

##### **(c) Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3 (DD-3)**

Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan ve tekrarlanma periyodu 72 yıl olan deprem yer hareketidir. Bu deprem düzeyi sık oluşan depremleri tanımlamaktadır.

#### (d) Deprem Yer Hareketi Düzeyi-4 (DD-4)

Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığı %68 olan ve tekrarlanma periyodu 43 yıl olan deprem yer hareketidir. Bu deprem servis depremi olarak da adlandırılmaktadır. Bu deprem düzeyi çok sık oluşan depremleri tanımlamaktadır.

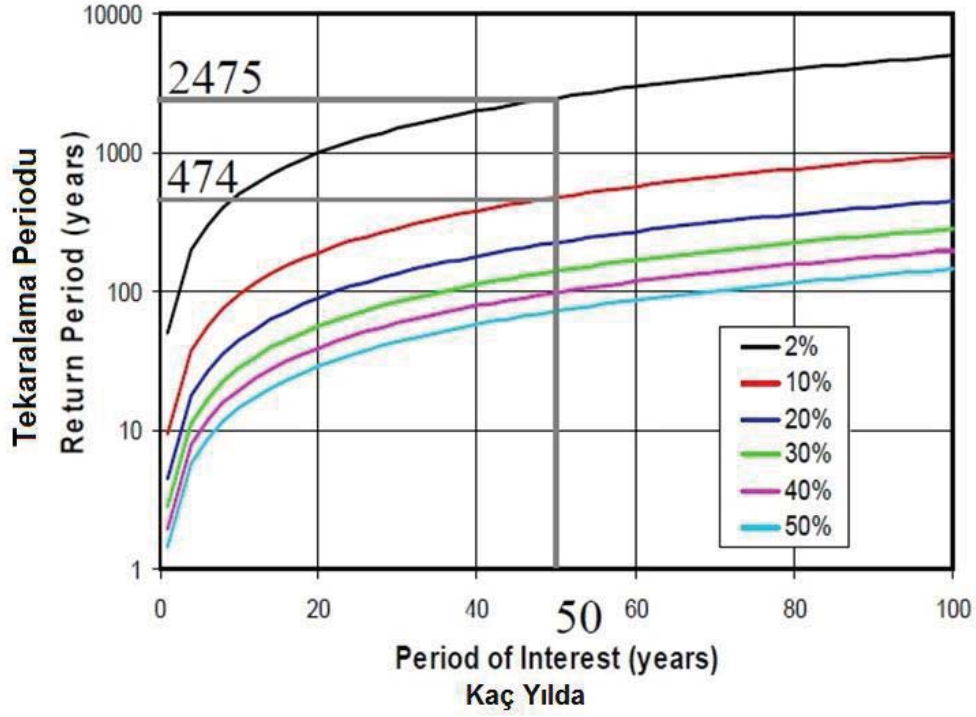
Yukarıda tanımlanan deprem yer hareketi düzeyleri Denk.(3.1) ile hesaplanmaktadır.

$$P(N \geq 1) = 1 - e^{-\lambda t}$$
$$\lambda = \ln(1 - P) / t \quad (3.1)$$
$$T = 1 / \lambda$$

Denklemden  $\lambda$  yıllık aşılma olasılığını,  $t$  periyot aralığını göstermektedir.  $T$  tekrarlanma periyodudur. Tüm deprem yer hareketi düzeyleri için Çizelge 3.1’de değerler hesaplanmış ve Şekil 3.1’de sunulmuştur. (Fahjan ve ark. 2011)

**Çizelge 3.1.** Deprem yer hareketi aşılma olasılığı tekrarlanma periyodu

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Kaç Yılda	Aşılma Olasılığı	Yıllık Aşılma Olasılığı	Tekrarlanma Periyodu
DD1	50	2	0.00040	2474,9
DD2	50	10	0.00211	474,6
DD3	50	50	0.01386	72,1
DD4	50	68	0.02279	43,9



Şekil 3.1. Deprem yer hareketi tekrarlama periyodu

### 3.1.2. Deprem Yer Hareketi Spektrumları

Deprem yer hareketi spektrumları %5 sönüm oranı için belirli bir deprem düzeyi için harita spektral ivme katsayıları ve yerel zemin etki katsayıları kullanılarak standart biçimde veya yerel zemin sınıfının ZF olması veya proje mühendisinin gerekli görmesi durumunda sahaya özel deprem tehlikesi analizleri ile de tanımlanabilir.

### 3.1.3. Harita ve Tasarım Spektral İvme Katsayıları

Referans zemin  $V_{S30} = 760$  m/s koşulu ve %5 sönüm esas alınarak:

(a) Kısa periyot bölgesi katsayısı  $S_s$

(b) 1 saniye periyot için katsayı  $S_1$

Türkiye Deprem Tehlike Haritalarında tanımlanmıştır. Harita spektral ivme katsayıları Denk.(3.2) ile tasarım spektral ivme katsayılarına dönüştürülmüştür.

$$S_{DS} = S_S F_S \quad (3.2)$$

$$S_{D1} = S_1 F_1$$

Denk.(3.2)'deki  $F_S$  ve  $F_1$  yerel zemin etki katsayılarıdır ve Çizelge 3.2 ve 3.3'de verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Kısa periyot bölgesi yerel zemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı $F_S$					
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S = 1.25$	$S_S \geq 1.50$
ZA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ZB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
ZC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
ZD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
ZE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi					

**Çizelge 3.3.** 1,0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	1,0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı $F_1$					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ZB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ZC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
ZD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
ZE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi					

### 3.1.4. Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Yatay elastik tasarım spektrumu Denk. (3.3)'de doğal titreşim periyoduna bağlı olarak tanımlanmıştır.

$$S_{ac}(T) = \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_A} \right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

$$S_{ac}(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (3.3)$$

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

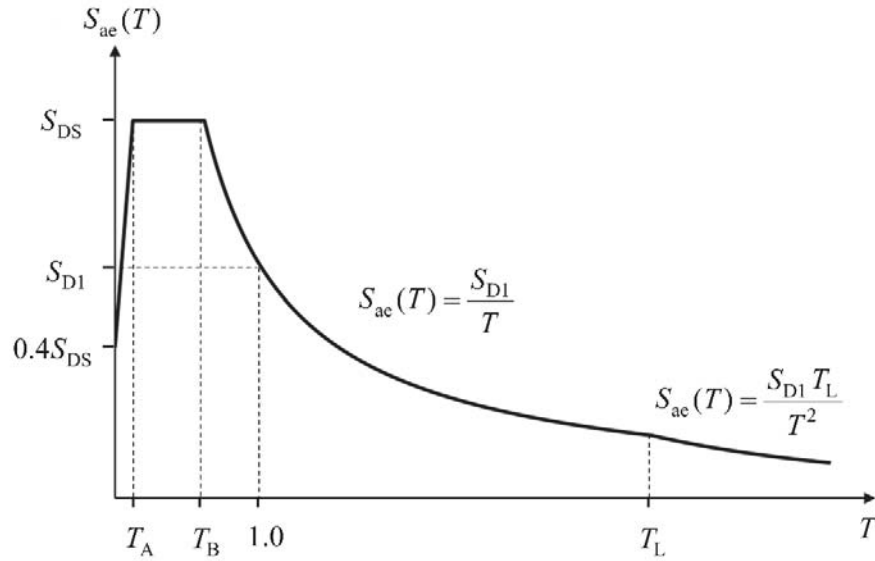
$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T)$$

Denklemden kullanılan  $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$  tasarım spektral ivme katsayılarıdır.  $T_A$  ve  $T_B$  ise Denk.(3.4)'de tanımlanmıştır.

$$T_A = 0,2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.4)$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

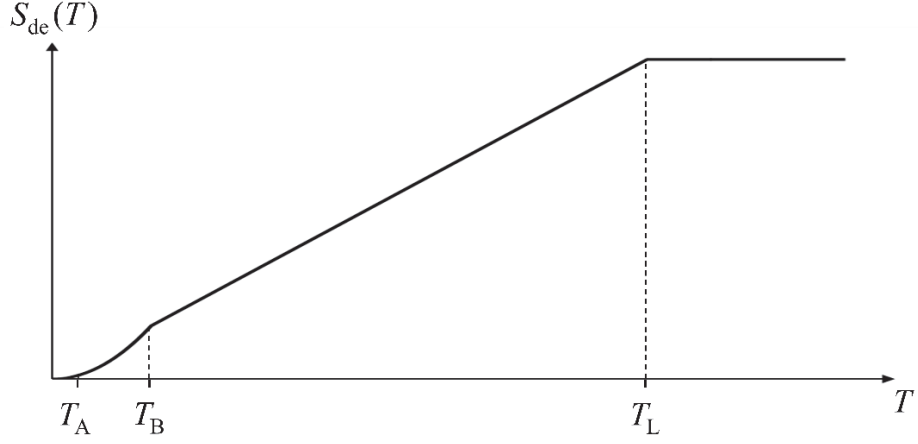
Sabit yer değıştirme bölgesine geçiş değeri  $T_L = 6$  s. olarak alınacaktır.



**Şekil 3.2.** Yatay elastik tasarım ivme spektrum grafiği

Şekil 3.2'deki grafiğin ordinatı olan  $S_{ae}(T)$  yatay elastik tasarım spektral ivmeleri yerine  $S_{de}(T)$  yatay elastik tasarım spektral yer değıştirmeler kullanılacak olursa  $S_{de}(T)$ ,  $S_{ae}(T)$  bağlı olarak Denk. (3.5) ile hesaplanmış ve Şekil 3.3'de çizilmiştir.

$$S_{de}(T) = \frac{T^2}{4\pi^2} g S_{ae}(T) \quad (3.5)$$



Şekil 3.3. Yatay elastik tasarım spektral yer değıştirme grafiği

### 3.1.5. Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Düşey elastik tasarım ivme spektrumunun oluşturulması için periyoda ve kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına bağlı olarak  $S_{aeD}(T)$  düşey elastik tasarım spektral ivmeleri Denk. (3.6) belirlenir.

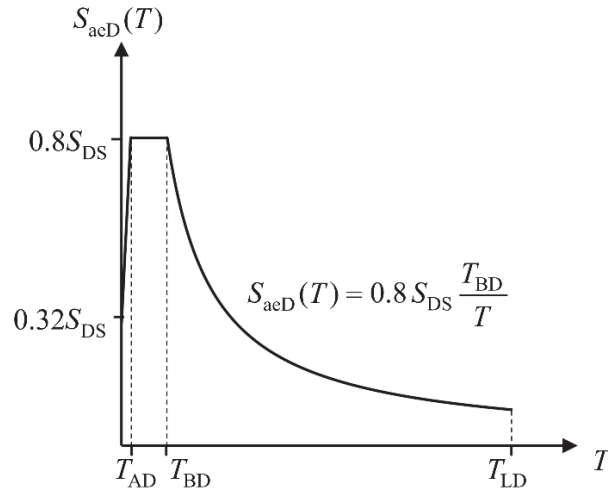
$$S_{aeD}(T) = (0,32 + 0,48 \frac{T}{T_{AD}}) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_{AD})$$

$$S_{aeD}(T) = 0,8 S_{DS} \quad (T_{AD} \leq T \leq T_{BD}) \quad (3.6)$$

$$S_{aeD}(T) = 0,8 S_{DS} \frac{T_{BD}}{T} \quad (T_{BD} \leq T \leq T_{LD})$$

Denk.(3.6)'da düşey spektrumun köşe periyotları olan  $T_{AD}$ ,  $T_{BD}$  ve  $T_{LD}$  Denk.(3.7)'den hesaplanarak Şekil 3.4' de çizilmiştir.

$$T_{AD} = \frac{T_A}{3} \quad ; \quad T_{BD} = \frac{T_B}{3} \quad ; \quad T_{LD} = \frac{T_L}{3} \quad (3.7)$$



Şekil 3.4. Düşey elastik tasarım ivme spektrum grafiği

### 3.2. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde Binaların Tasarımı İçin Genel Esaslar

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde bina performans hedeflerinin belirlenebilmesi için dört aşamalı bir değerlendirme yapmak gerekmektedir.

1. aşamada Çizelge (3.4)'de binaların kullanım amaçlarına göre üç farklı tip belirlenmiştir. Bunlardan ilki deprem sonrası hemen kullanılması gereken çok önemli binalar; ikincisi insanların kısa süreli fakat çok yoğun kullandıkları binalar; üçüncü tip ise bu binaların dışında kalan tüm bina tipleridir. Burada aynı zamanda binanın kullanım amacıyla bina önem katsayısı da belirlenmiş olur.

Çizelge 3.4. Bina kullanım sınıfı ve bina önem katsayıları

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar	1,5
BKS = 2	İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar	1,2
BKS = 3	Diğer binalar	1,0

2. aşamada belirlenen bina kullanım sınıfına ve DD-2 deprem yer hareketi düzeyinde kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına bağlı olarak Çizelge 3.5’den yapının deprem tasarım sınıfı belirlenmektedir.

**Çizelge 3.5.** Deprem tasarım sınıfları (DTS)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı ( $S_{DS}$ )	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS1	BKS2, 3
$S_{DS} < 0,33$	DTS4a	DTS4
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	DTS3a	DTS3
$0,50 \leq S_{DS} < 0,75$	DTS2a	DTS2
$0,75 \leq S_{DS}$	DTS1a	DTS1

3. aşamada belirlenen deprem tasarım sınıfına ve Bina yüksekliği  $H_N$ ’e bağlı olarak bina yükseklik sınıfı (BYS) Çizelge 3.6’ dan belirlenir. BYS 1 olarak belirlenen yüksekliklerin üzerindeki yapılar yüksek bina sınıfına girmektedir.

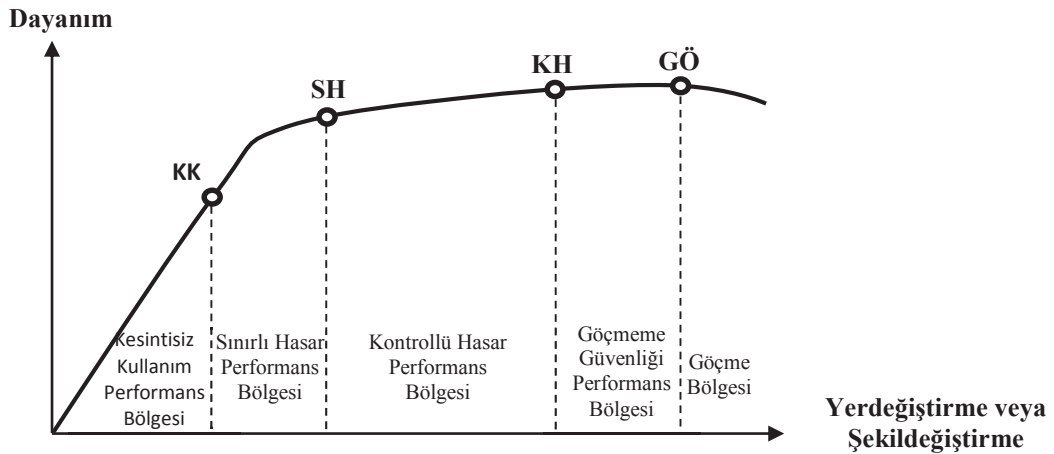
**Çizelge 3.6.** Bina yükseklik sınıfları

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları [m]		
	DTS1, 1a, 2, 2a	DTS3, 3a	DTS4, 4a
BYS 1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS 2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS 3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS 4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	
BYS 5	$17,5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$	
BYS 6	$10,5 < H_N \leq 17,5$	$17,5 < H_N \leq 28$	
BYS 7	$7 < H_N \leq 10,5$	$10,5 < H_N \leq 17,5$	
BYS 8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10,5$	



TBDY’de sekiz farklı bina yükseklik sınıfı bulunmaktadır. Yapının yüksekliği bodrumsuz binalar için temel üst kotu ile en üst tabliye kotu arasındaki mesafedir. En az üç tarafı rijit perdelerle çevrili bodrumlu binalarda yapının bodrum katları dahil ve hariç olmak üzere iki farklı modelleme ile yapının doğal titreşim periyodu hesaplanacaktır. Yapının tümü için bulunan doğal titreşim periyodu yapının üst bölümü için bulunan doğal titreşim periyoduna oranının 1.1’den küçük olması durumunda yapı yüksekliği bodrum perdelerinin bittiği kattaki kat tabliyesinden ölçülecektir. Aksi durumda yapı yüksekliği temel üstünden en üst kat tabliyesi arasındaki mesafe olarak kabul edilecektir. Ayrıca binada bulunan merdiven kulesi gibi küçük uzantılar bina yüksekliğine dahil edilmeyecektir.

3. aşamada binanın performans hedefleri belirlenecektir. Performans hedefleri Çizelge 3.7’de deprem yer hareketi düzeylerine ve deprem tasarım sınıflarına bağlı olarak verilmektedir. Ayrıca bu performans hedeflerinin hangi tasarım yaklaşımı ile belirleneceği de verilmektedir. TBDY’de dört adet performans düzeyi tanımlanmıştır: Kesintisiz kullanım (KK) performans düzeyi, sınırlı hasar (SH) performans düzeyi, kontrollü hasar (KH) performans düzeyi ve göçmenin önlenmesi (GÖ) performans düzeyi. Performans düzeyleri arasında kalan bölgelere ise performans bölgeleri tanımlanmıştır. Şekil 3.5’de performans düzey ve bölgeleri sunulmuştur.



Şekil 3.5. Performans düzeyleri ve bölgeleri

**Çizelge 3.7.** Yeni yapılacak veya mevcut yüksek binalar (BYS1)

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

<sup>(1)</sup> Ön tasarım olarak yapılacaktır.

<sup>(2)</sup> I = 1.5 alınarak uygulanacaktır.

Kesintisiz kullanım (KK) performans hedefinde yapıda herhangi bir hasar olmadığı veya ihmal edilebilir çok küçük mertebelerdeki hasarların oluştuğu durumdur.

Sınırlı hasar (SH) performans hedefinde yapıda meydana gelen hasarların sınırlı düzeyde kalması yani doğrusal olmayan davranışın sınırlı kaldığı hasar düzeyleri durumudur.

Kontrollü Hasar (KH) performans hedefinde yapıda onarılabilir hasarların meydana geldiği durumdur.

Göçmenin Önlenmesi (GÖ) performans hedefinde yapıda ağır hasarların meydana geldiği fakat yapının tamamının veya bir kısmının göçmesinin önlendiği durumdur.

### **3.3. Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi ile Zaman Tanım Alanında Deprem Hesabı**

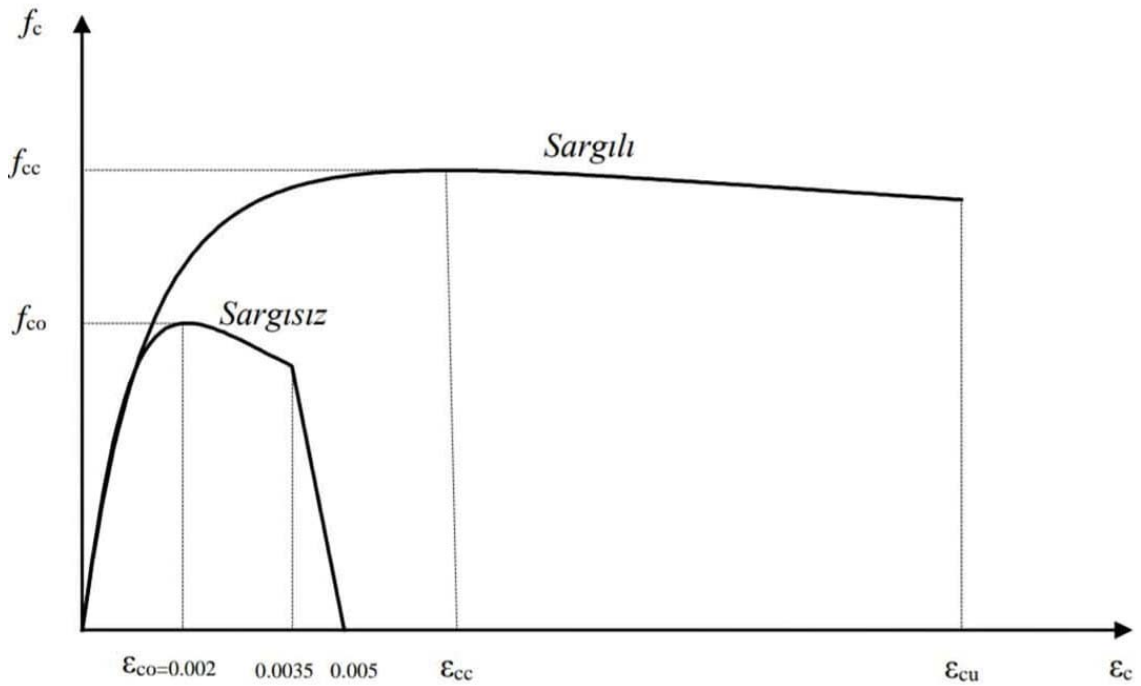
Zaman tanım alanında deprem hesabı gerçek deprem kayıtlarından elde edilen yüklerin binaya doğrudan etkitildiği ve buna bağlı olarak taban kesme kuvveti ve iç kuvvet gibi parametrelerin zamana bağlı olarak bulunabildiği hesap yöntemidir. Yapının gerçek davranışını belirleyebilmek amacıyla zaman tanım alanında deprem hesabı kullanılmaktadır.

Doğrusal olmayan hesap yönteminde ilk olarak düşey yükler artımsal olarak binaya uygulanıp doğrusal olmayan statik hesap yapılmaktadır. Burada bulunan şekil değiştirme ve iç kuvvet değerleri yatay deprem hesabının başlangıç noktası olarak alınmaktadır.

Bu hesap yönteminde 11 adet deprem takımının X ve Y bileşenleri aynı anda etkitilmektedir. Aynı işlem kayıtlar 90° çevrilerek yeniden yapılmaktadır. Yani tasarımı yapışacak bina için en az 22 adet analiz yapılması gerekmektedir.

### 3.3.1. Sargılı ve Sargısız Beton Modeli

Doğrusal olmayan analizde kullanılmak üzere sargılı ve sargısız beton için gerilme şekil değiştirme grafiği ve bağıntıları Şekil 3.6'da tanımlanmıştır. (Mander ve ark. 1988)



Şekil 3.6. Sargılı, sargısız beton gerilme şekil değiştirme grafiği

$$f_c = \frac{f_{cc} x^r}{r - 1 + x^r} \quad (3.8)$$

Denk.(3.8)'de  $f_c$  beton basınç gerilmesi (sargılı),  $\epsilon_c$ 'nin fonksiyonu olarak verilmiştir.

$$f_{cc} = \lambda_c f_{co} \quad ; \quad \lambda_c = 2,254 \sqrt{1 + 7,94 \frac{f_e}{f_{co}} - 2 \frac{f_e}{f_{co}} - 1,254 f_{cc} = \lambda_c f_{co}} \quad (3.9)$$

$f_e$  etkili sargılama basıncı simetrik olmayan kesitler için Denk.(3.10)'da tanımlanan iki doğrultunun ortalaması alınmıştır.

$$f_{ex} = k_e \rho_x f_{yw} \quad ; \quad f_{ey} = k_e \rho_y f_{yw} \quad (3.10)$$

Denklem (3.10)'da verilen  $\rho_x$  ve  $\rho_y$  değerleri o doğrultudaki enine donatıların hacimsel oranıdır.

$$k_e = \left(1 - \frac{\sum a_i^2}{6b_0 h_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2b_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2h_0}\right) \left(1 - \frac{A_s}{b_0 h_0}\right)^{-1} \quad (3.11)$$

$$x = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{cc}} \quad ; \quad \varepsilon_{cc} = \varepsilon_{co} [1 + 5(\lambda_c - 1)] \quad ; \quad \varepsilon_{co} \cong 0,002 \quad (3.12)$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - E_{sec}} \quad ; \quad E_c \cong 5000 \sqrt{f_{co}} \text{ [MPa]} \quad ; \quad E_{sec} = \frac{f_{cc}}{\varepsilon_{cc}} \quad (3.13)$$

Denklemlerde ifadelerin açıklamaları aşağıdaki gibidir:

$f_{cc}$  : Sargılı beton dayanımı

$f_{co}$  : Sargısız beton dayanımı

$f_{yw}$  : Enine donatının akma dayanımı

$k_e$  : Sargılama etkinlik katsayısı oranı

$a_i$  : Boyuna donatıların merkezleri arası mesafe

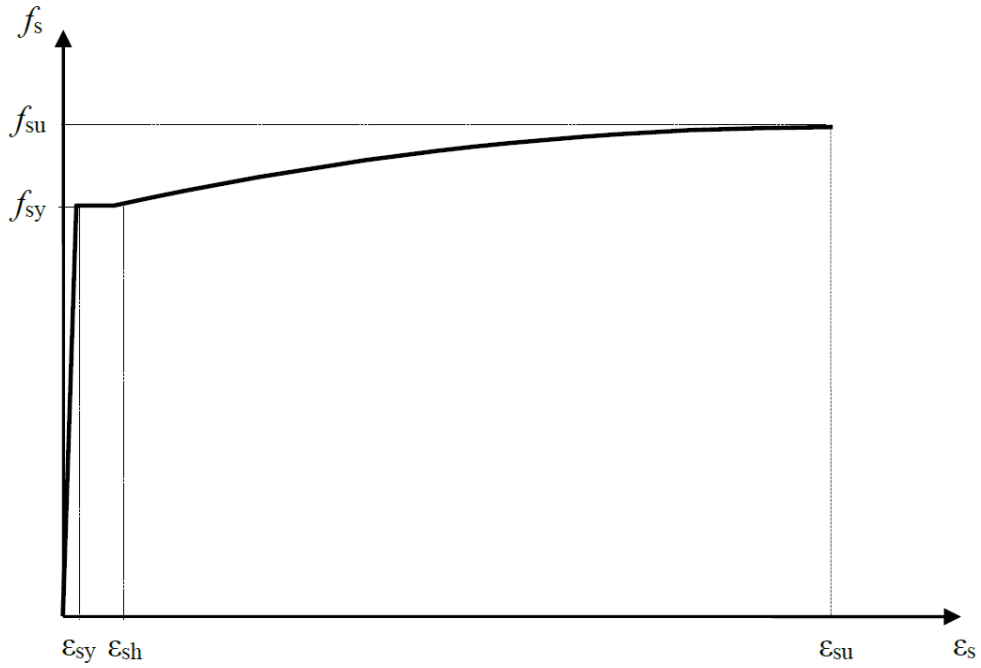
$b_0, h_0$  : Etriyelerin eksenleri arasındaki kesitin boyutları

$s$  : Etriyelerin eksenleri arasındaki boyuna mesafe

$A_s$  : Boyuna donatı alanı

### 3.3.2. Donatı Çeliği Modeli

Doğrusal olmayan analizde kullanılmak üzere donatı çeliği için gerilme şekil değiştirme grafiği Şekil 3.7'de bağıntıları ise Denk. (3.14)'de tanımlanmıştır.



**Şekil 3.7.** Donatı çeliği gerilme şekildeğiştirme grafiği

$$f_s = E_s \varepsilon_s \quad (\varepsilon_s \leq \varepsilon_{sy})$$

$$f_s = f_{sy} \quad (\varepsilon_{sy} < \varepsilon_s \leq \varepsilon_{sh})$$

$$f_s = f_{su} - (f_{su} - f_{sy}) \frac{(\varepsilon_{su} - \varepsilon_s)^2}{(\varepsilon_{su} - \varepsilon_{sh})^2} \quad (\varepsilon_{sh} < \varepsilon_s \leq \varepsilon_{su})$$

(3.14)

Donatı çeliğine ait bilgiler Çizelge 3.8’de tanımlanmıştır.

**Çizelge 3.8.** Donatı çeliğine ait bilgiler

Kalite	$f_{sy}$ (Mpa)	$\varepsilon_{sy}$	$\varepsilon_{sh}$	$\varepsilon_{su}$	$f_{su} / f_{sy}$
S220	220	0,0011	0,011	0,12	1,20
S420	420	0,0021	0,008	0,08	1,15 – 1,35
B420C	420	0,0021	0,008	0,08	1,15 – 1,35
B500C	500	0,0025	0,008	0,08	1,15 – 1,35

$E_s 2 \times 10^5$  MPa

### 3.3.3. İç Kuvvet ve Şekil Değişirme Talepleri

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi ile yapılan analizler neticesinde:

(a) Sünek elemanlarda şekil değişirme talepleri 22 adet analizden elde edilen sonuçların mutlak değerce en büyüklerinin ortalaması olarak alınmaktadır.

(b) Kritik iç kuvvet talepleri 22 adet analizden elde edilen sonuçların mutlak değerce en büyüklerinin ortalamasına bir standart sapma eklenmektedir. Bunun neticesinde hesaplanan değer ortalama değer 1,2 katından az ve 1,5 katından fazla olamaz.

Yeni betonarme bina elemanları için izin verilen şekil değişirme ve iç kuvvet sınırları her bir performans düzeyi için Çizelge 3.9'da verilmiştir. Bu çizelgede,  $\epsilon_c^{(ii)}$ : ii performans düzeyi için sargılı beton toplam birim şekil değişirmesini;  $\epsilon_s^{(ii)}$ : donatı çeliği toplam birim şekil değişirmesini;  $\theta_p^{(ii)}$  ii performans düzeyi için izin verilen beton ve donatı çeliği plastik dönmesini (rad);  $\omega_{we}$ : etkin sargı donatısının mekanik donatı oranını;  $\phi_u$ : göçme öncesi toplam eğriliğini ( $m^{-1}$ );  $\phi_y$ : toplam akma eğriliğini ( $m^{-1}$ );  $L_p$ : plastik mafsal boyunu (m);  $L_s$ : kesme açıklığını (m);  $d_b$  boyuna donatı çapını (m) ve  $\epsilon_{su}$ : donatı çeliğinde çekme dayanımına karşı gelen birim uzamayı göstermektedir.

**Çizelge 3.9.** İzin verilen şekil değişirme ve iç kuvvet sınırları

Performans düzeyi	Dikdörtgen kesitli kolon, kiriş ve perdelerde		
	Beton birim kısalması	Donatı çeliği birim şekil değişirmesi	Plastik dönme sınırı
Kesintisiz kullanım	-	-	-
Sınırlı Hasar	$\epsilon_c^{(HK)} = 0,0025$	$\epsilon_s^{(HK)} = 0,0075$	$\theta_p^{(HK)} = 0$
Kontrollü Hasar	$\epsilon_c^{(CG)} = 0,75\epsilon_c^{(GÖ)}$	$\epsilon_s^{(CG)} = 0,75\epsilon_s^{(GÖ)}$	$\theta_p^{(CG)} = 0,75\theta_p^{(GÖ)}$
Göçmenin önlenmesi	$\epsilon_c^{(GÖ)} = 0,0035 + 0,04\sqrt{\omega_{we}} \leq 0,0018$	$\epsilon_s^{(GÖ)} = 0,4\epsilon_{su}$	$\theta_p^{(GÖ)} = \frac{2}{3} \left[ (\phi_u - \phi_y)L_p \left(1 - 0,5 \frac{L_p}{L_s}\right) + 4,5\phi_u d_b \right]$

### 3.4. Yüksek Yapı Tasarımı İçin Özel Kurallar

Yeni deprem yönetmeliği olan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde (TBDY) yüksek binaların tasarımı, Çizelge 3.7’de tanımlanan üç performans hedefini de sağlamak üzere aşağıda belirtilen üç aşamada yapılması öngörülmektedir:

Tasarım Aşaması I

Tasarım Aşaması II

Tasarım Aşaması III

Tasarım aşaması I: DD-2 deprem yer hareketi altında ön tasarım boyutlandırma aşaması, Tasarım Aşaması II: DD-4 veya DD-3 deprem yer hareketi altında kesintisiz kullanım veya hemen kullanım performans hedefi için değerlendirme iyileştirme aşaması ve son olarak tasarım aşaması III: DD-1 deprem yer hareketi altında göçmenin önlenmesi veya can güvenliği performans hedefi için değerlendirme iyileştirme, son tasarım aşaması olarak tanımlanmaktadır.

#### 3.4.1. Tasarım Aşaması I

Bu aşamada yüksek bina taşıyıcı sisteminin DD2 deprem yer hareketi etkisi altında dayanıma göre tasarım yaklaşımı kullanılarak ön boyutlandırması yapılmaktadır.

Bu aşamada uyulması gereken kurallar ve izlenecek yöntemler aşağıda açıklanmaktadır.

Yüksek yapı taşıyıcı sistem modellemesi üç boyutlu olarak yapılmaktadır.

Denk. (3.15) ve Denk. (3.16)’da verilen yük bileşenleri kullanılacaktır.

$$G + Q + 0,2S + E_d^{(H)} + 0,3 E_d^{(Z)} \quad (3.15)$$

$$0,9G + H + E_d^{(H)} - 0,3 E_d^{(Z)} \quad (3.16)$$

Deprem hesaplarından önce rüzgar hesabı ile sünme ve inşaat aşamaları düşey yük hesabı yapılmaktadır. Deprem hesabında taşıyıcı sistem davranış katsayısı R ve Dayanım fazlalığı katsayısı D kullanılmaktadır.

Deprem hesabında mod toplama veya mod birleştirme yöntemlerinden herhangi biri kullanılarak doğrusal analiz yapılacaktır.

Yüksek yapılarda azaltılmış iç kuvvetlerin büyütülmesi katsayısı Denk.(3.17)'de tanımlanmıştır.

$$\beta_{tE}^{(x)} = \frac{\gamma_E V_{t,\min}}{V_{tx}^{(x)}} \geq 1 \quad (3.17)$$

Denklemden  $\gamma_E = 1$  alınacaktır.  $V_{tx}^{(x)}$  yapının x doğrultusunda elde edilen toplam deprem yükünü göstermektedir.  $V_{t,\min}$  minimum taban kesme kuvveti ise Denk.(3.18) ile hesaplanacaktır.

$$V_{t,\min} = 0,04\alpha_H m_t S_{DS} g \quad (3.18)$$

Minimum taban kesme kuvveti hesaplanırken kullanılan  $m_t$  yapının üst bölümünün kütle kümesini,  $S_{DS}$  DD-2 deprem düzeyi için kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısını belirtmektedir.  $\alpha_H$  toplam bina yüksekliği ne bağlı bir katsayıdır ve Denk.(3.19)'de tanımlanmıştır.

$$\begin{aligned} \alpha_H &= 1,0 & H_N &\leq 105 \text{ m.} \\ \alpha_H &= 2,05 - 0,01H_N & 105 \text{ m.} &< H_N \leq 155 \text{ m.} \\ \alpha_H &= 0,5 & 155 \text{ m.} &< H_N \end{aligned} \quad (3.19)$$

Hareketli yük kütle katılım katsayısı (n) bina kullanım amacına göre Çizelge 3.10'a göre belirlenecektir.

Etkin kesit rijitliği çarpanları için depremler için yük kombinasyonlarında Çizelge 3.11'deki değerler kullanılacaktır.



**Çizelge 3.10.** Hareketli yük kütle katılım katsayısı

Binanın Kullanım Amacı	<i>n</i>
Depo, antrepo, vb.	0,80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, ibadethane, lokanta, mağaza, vb.	0,60
Konut, işyeri, otel, hastane, otopark, vb.	0,30

**Çizelge 3.11.** Etkin kesit rijitliği çarpanları

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	
	Eksenel	Kayma
<b>Perde – Döşeme (Düzlem İçi)</b>		
Perde	0,50	0,50
Bodrum perdesi	0,80	0,50
Döşeme	0,25	0,25
<b>Perde – Döşeme (Düzlem Dışı)</b>	<b>Eğilme</b>	<b>Kesme</b>
Perde	0,25	1,00
Bodrum perdesi	0,50	1,00
Döşeme	0,25	1,00
<b>Çubuk eleman</b>	<b>Eğilme</b>	<b>Kesme</b>
Bağ kirişi	0,15	1,00
Çerçeve kirişi	0,35	1,00
Çerçeve kolonu	0,70	1,00
Perde (eşdeğer çubuk)	0,50	0,50

### 3.4.2 Tasarım Aşaması II

Tasarım aşaması II ileri performans hedefi ve normal performans hedefi olarak iki kısma ayrılmaktadır. Tez konusu binanın konut olarak kullanılacak bir bina seçilmesi nedeni ile bu aşamada sadece normal performans hedefi ile ilgili bilgi verilecektir.

Tasarım aşaması I de ön boyutlandırması yapılan yapının bu aşamada DD4 deprem düzeyinde dayanıma göre tasarım yaklaşımı kullanılarak kesintisiz kullanım performans

düzeyini sağladığı kontrol edilecektir. Bu aşamada uyulması gereken kurallar ve izlenecek yöntemler aşağıda açıklanmaktadır:

Yük bileşenleri Denk. (3.15) ve Denk. (3.16)'da verildiği şekliyle tanımlanmaktadır. Ek dışmerkezlilik etkisi göz önüne alınmayacaktır.

Sönüm oranı %2,5 alınmaktadır. Etkin kesit rijitliği çarpanları için Çizelge 3.12'deki değerler öngörülmektedir.

**Çizelge 3.12.** II. aşama etkin kesit rijitliği çarpanları

<b>Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı</b>	<b>Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı</b>	
	<b>Eksenel</b>	<b>Kayma</b>
<b>Perde – Döşeme (Düzlem İçi)</b>		
Perde	0,75	1,00
Bodrum perdesi	1,00	1,00
Döşeme	0,50	0,80
<b>Perde – Döşeme (Düzlem Dışı)</b>	<b>Eğilme</b>	<b>Kesme</b>
Perde	1,00	1,00
Bodrum perdesi	1,00	1,00
Döşeme	0,50	1,00
<b>Çubuk eleman</b>	<b>Eğilme</b>	<b>Kesme</b>
Bağ kirişi	0,30	1,00
Çerçeve kirişi	0,70	1,00
Çerçeve kolonu	0,90	1,00
Perde (eşdeğer çubuk)	0,80	1,00

Deprem hesabının modal yöntemler ile yapılması durumunda; iç kuvvetlerin belirlenmesinde dayanım fazlalığı katsayısı ve R/I değeri 1 alınmakta ve minimum taban kesme kuvveti şartı uygulanmayacaktır.

İç kuvvet kapasite hesabında ortalama malzeme dayanım değerleri kullanılmaktadır. Yapısal elemanların iç kuvvet karşılaştırmaları iki yöntemle yapılacaktır.

Sünek elemanlarda E/K oranı 1,5'i aşmayacaktır.

Sünek olmayan elemanlarda E/K 0,7 değerini aşmayacaktır.

### 3.4.3 Tasarım Aşaması III

Aşama I de ön tasarımı yapılan, aşama II de kesintisiz kullanım performans hedefinin sağlandığı gösterilen, III. aşamada en büyük deprem yer hareketi olan DD1 deprem düzeyi için göçmenin önlenmesi performans düzeyini sağlayan, yani binanın bir kısmının veya tamamının en büyük deprem yer hareketinde dahi çökmeyeceği gösterilmektedir.

Bu aşamada uyulması gereken kurallar ve izlenecek yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

Bu bölümde hedeflenen performans düzeyinin sağlandığını göstermek için zaman tanım alanında şekil değiştirmeye göre tasarım yaklaşımı kullanılmaktadır. Bu aşama için uygulanacak yük bileşenleri Denklem (3.20)'de tanımlanmıştır.

$$G + Q_e + 0,2S + E_d^{(H)} + 0,3 E_d^{(Z)} \quad ; \quad Q_e = nQ \quad (3.20)$$

Denklem 3.20 deki düşey yükler artımsal olarak binaya uygulanıp doğrusal olmayan statik hesap yapılmaktadır. Burada bulunan şekil değiştirme ve iç kuvvet değerleri yatay deprem hesabının başlangıç noktası olarak alınmaktadır. Hesabın zaman tanım alanında yapılmasından dolayı yatay deprem etkisi  $E_d^{(H)}$  X ve Y doğrultusundaki kayıtların aynı anda birleştirilmesi ile elde edilecektir.

Ek dışmerkezlilik etkisi alınmayacaktır.

Sönüm oranı %2,5 alınacaktır.

Bina modeli üç boyutlu tasarlanacaktır.

Taşıyıcı sistemin şekil değiştirmiş haline eksenel kuvvetlerin oluşturacağı ikinci mertebeye etkiler irdelenmelidir. Donatı ve beton için Çizelge 3.13 ile hesaplanan ortalama malzeme dayanımları kullanılmaktadır. Tabloda  $f_{ce}$  betonun karakteristik dayanımını,  $f_{ck}$  betonun ortalama dayanımını,  $f_{ye}$  çeliğin karakteristik dayanımını ve  $f_{yk}$  çeliğin ortalama dayanımını göstermektedir.

**Çizelge 3.13.** Beklenen (ortalama) malzeme dayanımları

Beton	$f_{ce} = 1,3 f_{ck}$
Donatı çeliği	$f_{ye} = 1,2 f_{yk}$
Yapı çeliği (S235)	$f_{ye} = 1,5 f_{yk}$
Yapı çeliği (S275)	$f_{ye} = 1,3 f_{yk}$
Yapı çeliği (S355)	$f_{ye} = 1,1 f_{yk}$
Yapı çeliği (S460)	$f_{ye} = 1,1 f_{yk}$

Zaman tanım alanında şekil değiştirmeye göre analizde kolon ve kirişlerde plastik mafsallık, bağ kirişli boşluklu ve boşluksuz perdelerde lif modeli kullanılmaktadır.

Perde, kolon, kiriş ve bağ kirişlerinin yığılı plastik davranışta etkin kesit rijitliklerinin hesabı Denk.(3.21)'e göre hesaplanmaktadır.

$$(EI)_e = \frac{M_y L_s}{\theta_y} \cdot \frac{L_s}{3} \quad ; \quad \theta_y = \frac{\Phi_y L_s}{3} + 0,0015\eta \left( 1 + 1,5 \frac{h}{L_s} \right) + \frac{\Phi_y d_b f_{ye}}{8\sqrt{f_{ce}}} \quad (3.21)$$

Denklemden  $M_y$  tanımlanan elemanların uçlarındaki plastik mafsalların etkin akma momentlerini,  $\theta_y$  bu plastik mafsalların akma dönmelerinin ortalamasını göstermektedir.  $L_s$  ise kesme açıklığıdır.  $\theta_y$  hesabında kullanılan  $\eta$  perdelerde 0,5 kolon ve kirişlerde 1 alınarak çözüm yapılmaktadır. Burada  $h$  kesitin yüksekliğidir.  $d_b$  mesnette kenetlenmeyi sağlayan donatının çapını ifade etmektedir.

Yüksek yapıların tasarım aşamaları ve sınır değerleri, Çizelge 3.14'de detaylı olarak verilmektedir: (Karaçöp 2010)

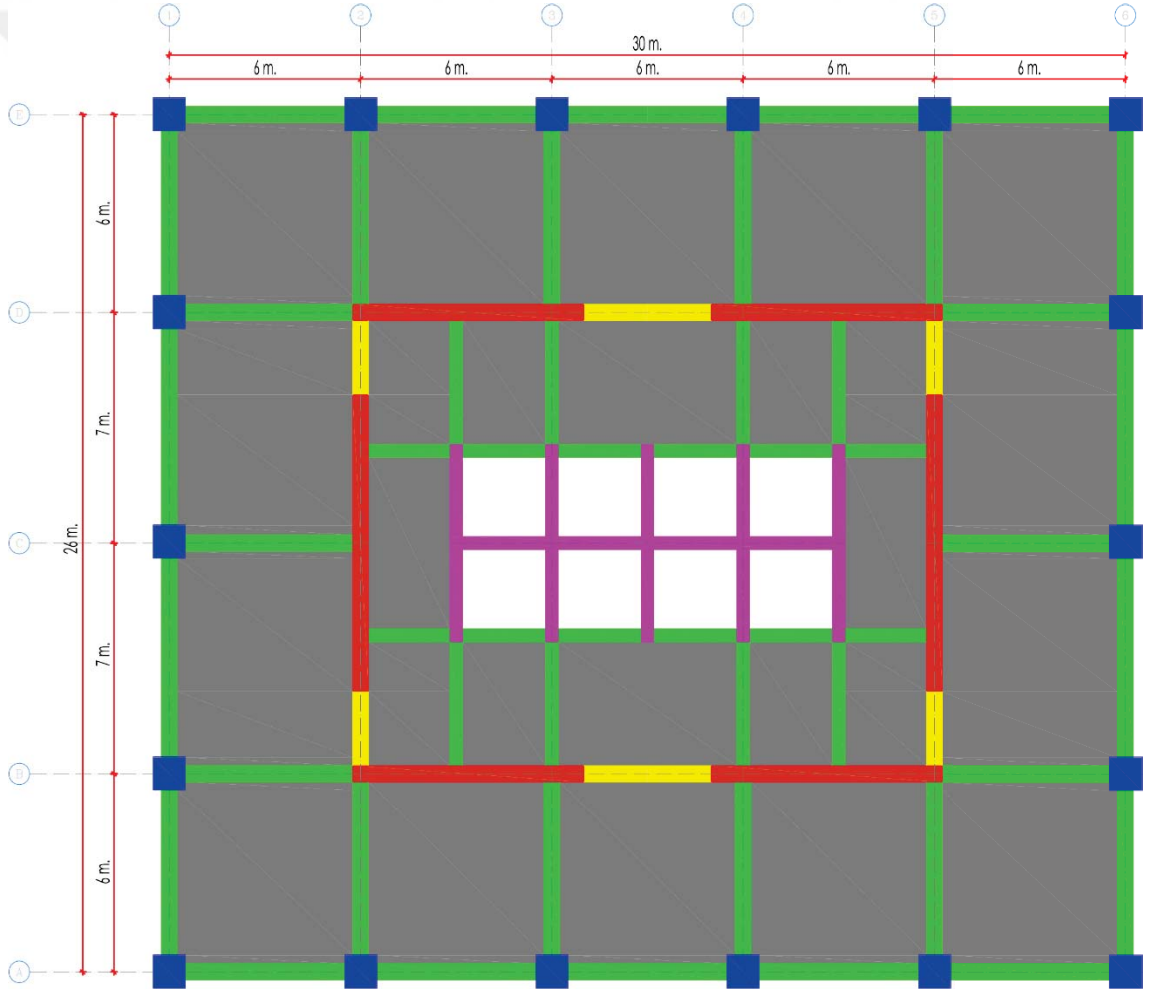
**Çizelge 3.14.** Yüksek binalar için performansa göre tasarım aşamaları

<b>Tasarım aşaması</b>	<b>I. AŞAMA</b>	<b>II. AŞAMA - A</b>	<b>II. AŞAMA - B</b>	<b>III. AŞAMA</b>
Tasarım türü	Ön tasarım (Boyutlandırma)	Değerlendirme	Değerlendirme	Değerlendirme – Son tasarım
Deprem düzeyi	(DD-2) depremi	(DD-4) depremi	(DD-3) depremi	(DD-1) depremi
Hedef performans	Kontrollü Hasar	Normal performans hedefi için Kesintisiz kullanım	İleri performans hedefi için Sınırlı Hasar	Normal Perf. Hed: Göçmenin önlenmesi İleri Perf. Hed: Kontrollü Hasar
Analiz türü	Mod birleştirme yöntemi ile lineer üç boyutlu analiz	Mod birleştirme yöntemi ile lineer üç boyutlu analiz	Zaman tanım alanında nonlineer üç boyutlu analiz (2*11 çözüm ort)	Zaman tanım alanında nonlineer üç boyutlu analiz (2*11 çözüm ort)
Ek dışmerkezlilik	Var	Yok	Yok	Var
Görelî kat ötelemesi oranı sınırı	0,008	-	-	Ort: 3,00% Max: 4,5%
B/A çubuk elemanlarda kesit rijitliği	Etkin rijitlik (Çizelge 3.11)	Etkin rijitlik (Çizelge 3.12)	Etkin rijitlik (Moment-eğrilik)	Etkin rijitlik (Moment-eğrilik)
Sönüm oranı	%5	%2,5	%2,5	%2,5
Dayanım parametreleri	Karakteristik dayanım	Ortalama (Expected) dayanım	Ortalama (Expected) dayanım	Ortalama (Expected) dayanım
Kabul kriteri	Dayanıma göre tasarım	Dayanıma göre tasarım	Birim şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım	Birim şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım
Şekil değiştirme üst sınırları	-	-	Çizelge 3.9	Çizelge 3.9

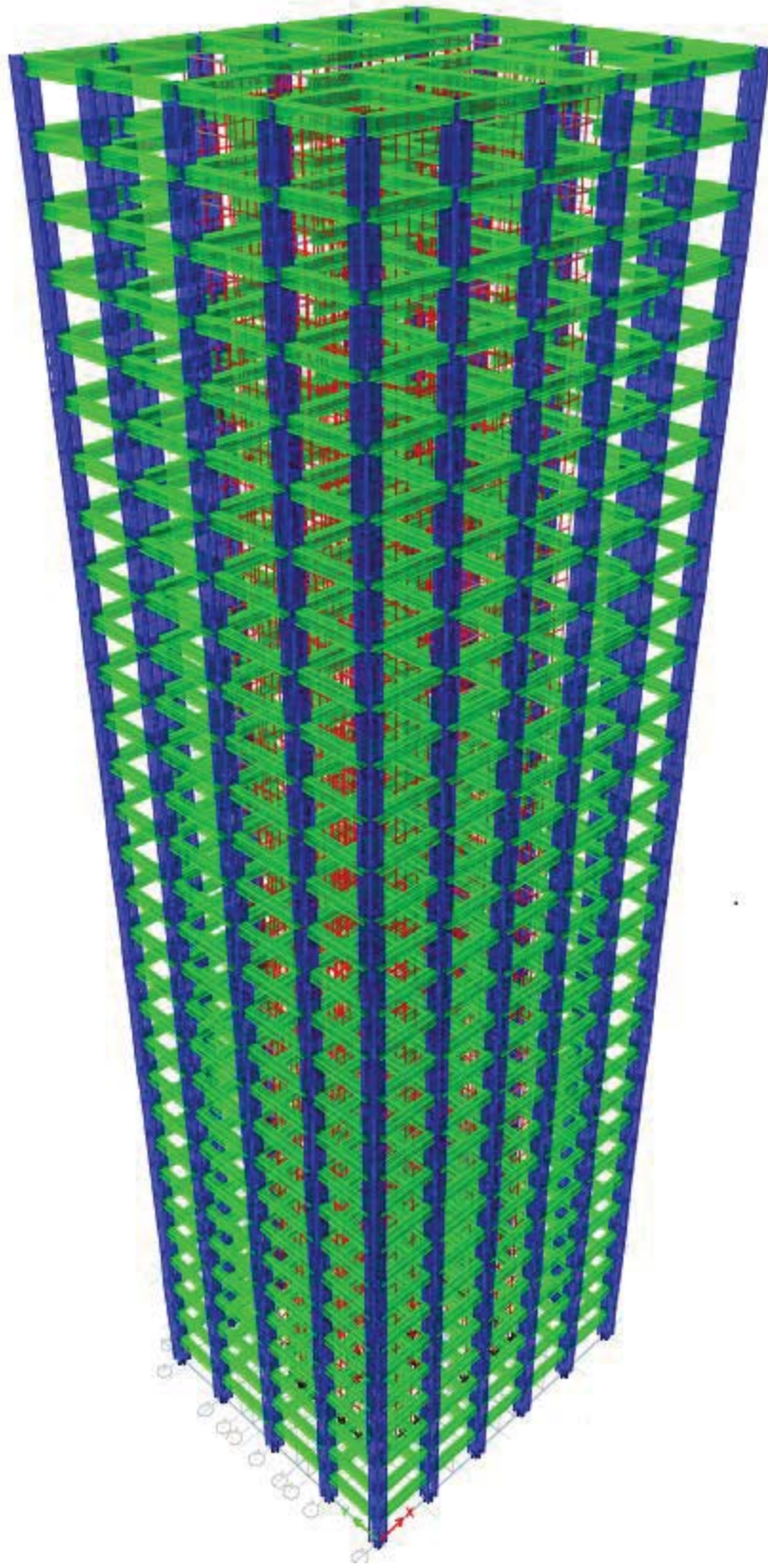
## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Yapıya Ait Genel Bilgiler

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği kapsamında incelenecek olan bina toplam 30 kattan oluşmakta olup her bir katın yüksekliği 3,60 metredir. Yapının toplam uzunluğu 108 metredir. Binanın X doğrultusundaki boyu 30 metre, Y doğrultusundaki boyu ise 26 metre olup her iki yönde de simetrik bir yapıdır. Kat planı Şekil 4.1’de sunulmuştur. Bina konut amaçlı kullanılacaktır. Şekil 4.2’de görülen yapının taşıyıcı sistem modellemesi 3 boyutlu olarak ETABS programında yapılmıştır.



Şekil 4.1. Kat kalıp planı

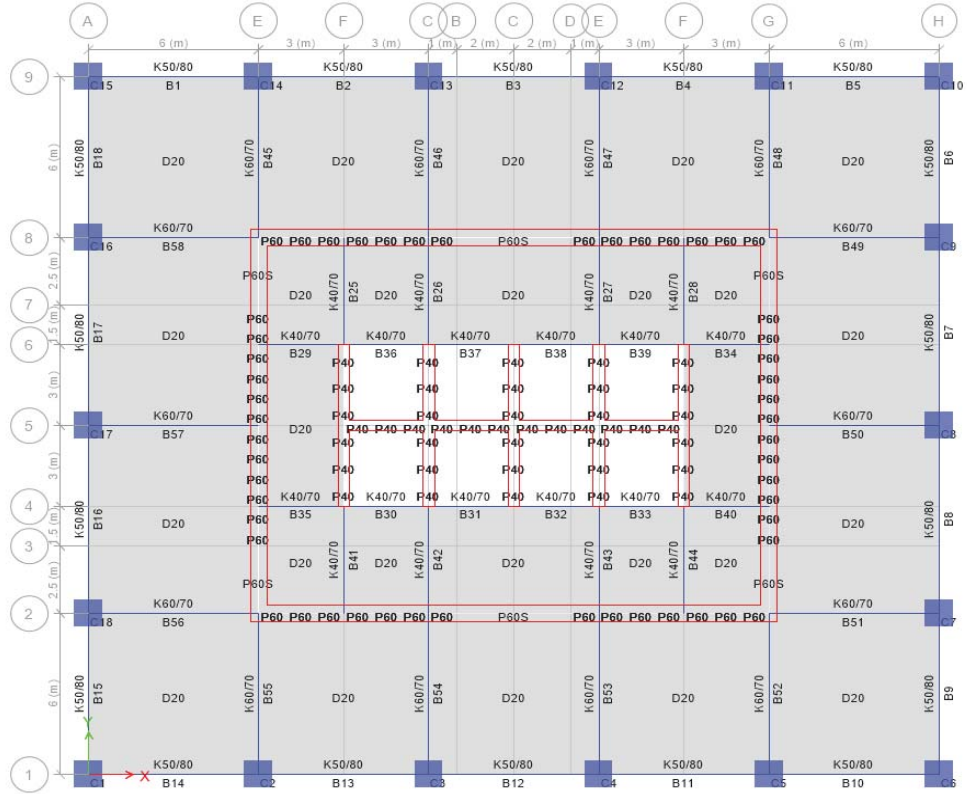


Şekil 4.2. Taşıyıcı sistem 3 boyutlu görünümü



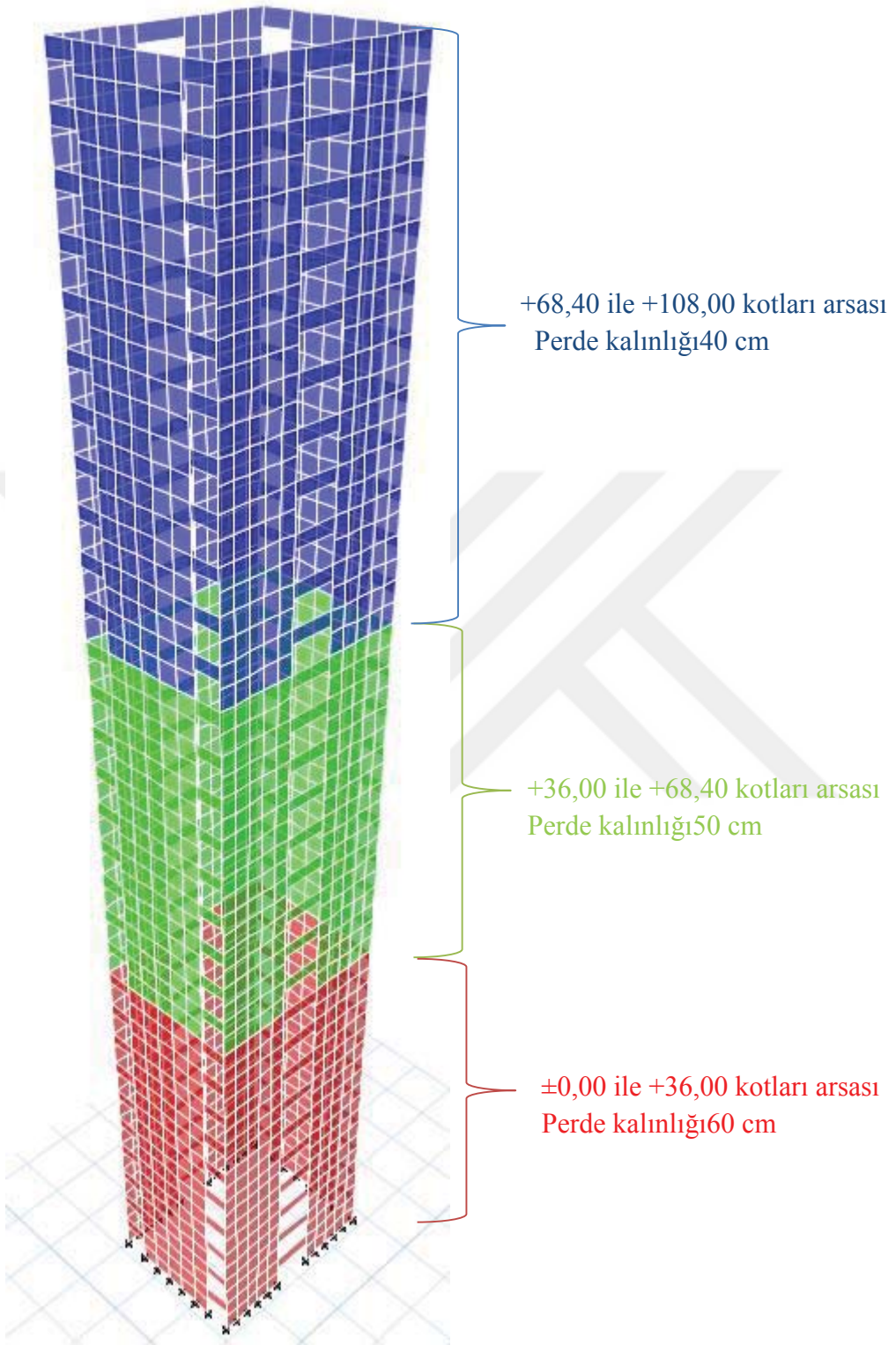
## 4.2. Yapıya Ait Taşıyıcı Sistem Bilgileri

Yapı taşıyıcı sistemi ortada bir çekirdek perdesi ve dış aksta çerçeve sistemden oluşmaktadır. Şekil 4.1’de elemanların tanımlanabilmesi için farklı renklendirmeler kullanılmıştır. Mavi renkli olan bina kolonları 100/100 cm ebadında olup; bina boyunca aynı boyutlardadır. Magenta renkli çekirdek perdesi 40 cm kalınlığında olup tüm bina boyunca aynı kalınlıkta devam etmektedir. Kırmızı renkli perdeler binanın 1-10 katları arasında 60 cm, 11-19 katları arasında 50 cm ve 20-21 katları arasında 40 cm olacak şekilde tasarlanmıştır. Döşeme sistemi kirişli plak sistemdir ve plak kalınlıkları her katta 20 cm’dir. Döşeme plaklarına gelen yükleri düşey taşıyıcı elemanlara iletmek üzere kirişler kullanılmıştır. Binanın en dış aksındaki kirişler tüm katlarda 50/80 cm ebadındadır. Sarı renklendirilen bağ kirişleri bağlandıkları perdelerin kalınlıkları ile aynı olup 1-10 katları arası 60/120, 11-19 katları arası 50/120 ve 20-30 katları arası 40-120 ebatlarındadırlar. Diğer tüm kirişler 70 cm yüksekliğinde olup genişlikleri 40 ila 60 cm arası değişkenlik göstermektedir. 1. kat taşıyıcı sistemi Şekil 4.3’ de sunulmuştur. Perde kalınlıklarının katlara göre değişimi Şekil 4.4’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. 1. Kat taşıyıcı sistem ebatları

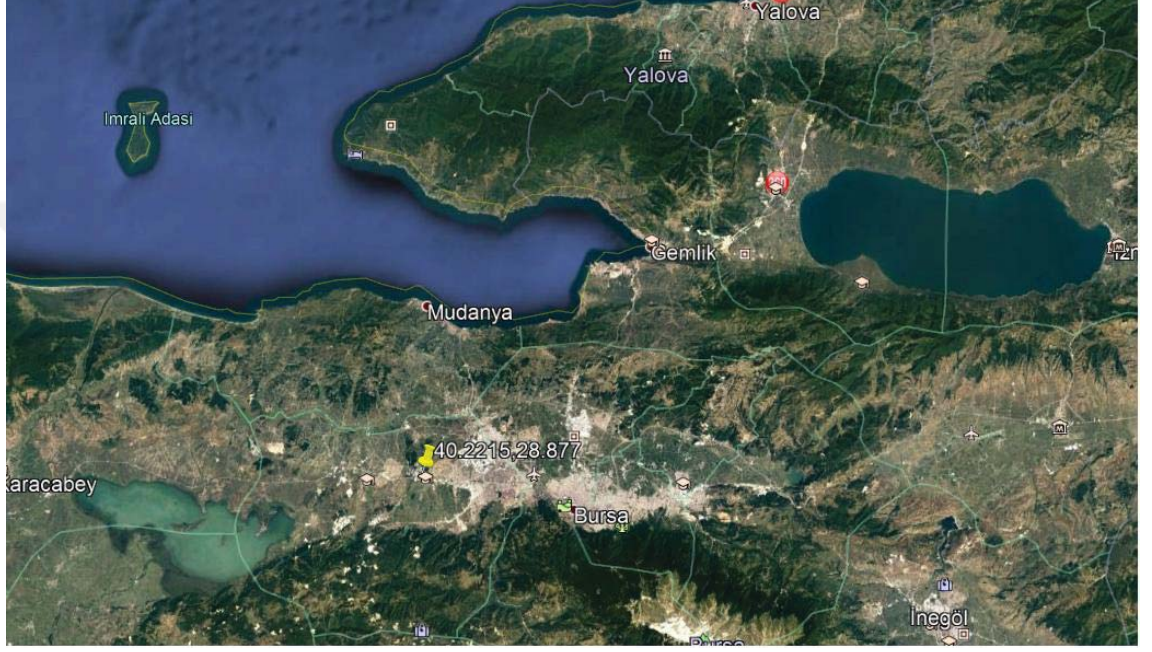




Şekil 4.4. Perde kalınlık değişim görünümü

### 4.3. Yapının Yapılacağı Araziye Ait Bilgiler ve Zemin Sınıfı

Analizi yapılacak olan yüksek yapı Bursa ili, Nilüfer ilçesi sınırlarında yer almaktadır. Şekil 4.5’de görülen haritada konumu işaretlenmiştir. Arazinin bulunduğu noktanın enlemi 40,2215°, boylamı 28,877°’dir. Deprem verileri bu enlem ve boylam değerleri kullanılarak Türkiye Deprem Tehlike Haritalarından alınmıştır.



Şekil 4.5. Binanın yapılacağı arazinin konumu

### 4.4. Yapının Performans Düzeylerinin Belirlenmesi

Yapının performans hedeflerinin belirlenebilmesi için öncelikli olarak Türkiye Deprem Tehlike Haritalarından DD2 deprem düzeyi için  $S_s$  kısa periyot spektral ivme katsayısı ve  $S_1$  1.0 saniye periyot spektral ivme katsayıları alınmıştır.

$$S_s = 0,990$$

$$S_1 = 0,253$$

Harita spektral ivme katsayıları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’den alınacak yerel zemin etki katsayıları ile çarpılarak tasarım spektral ivme katsayılarına ( $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$ ) dönüştürülecektir.

**Çizelge 4.1.** Kısa periyot bölgesi yerel zemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı $F_s$					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,50$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,00$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,50$
ZA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ZB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
ZC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
ZD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
ZE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi					

**Çizelge 4.2.** 1,0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	1,0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı $F_1$					
	$S_1 \leq 0,10$	$S_1 = 0,20$	$S_1 = 0,30$	$S_1 = 0,40$	$S_1 = 0,50$	$S_1 \geq 0,60$
ZA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ZB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ZC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
ZD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
ZE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi					

Kısa periyot yerel zemin etki katsayısı 0,9, 1,0 saniye periyot yerel zemin etki katsayısı 0,8 olarak alınmıştır. Buradan tasarım spektral ivme katsayıları:

$$S_{DS} = S_s F_s = 0,990 \times 0,9 = 0,891$$

$$S_{D1} = S_1 F_1 = 0,253 \times 0,8 = 0,2024$$

Deprem tasarım sınıfı; bina kullanım sınıfı ve DD2 düzeyi kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına bağlı olarak Çizelge 4.3’den belirlenecektir. Binamızın kullanım amacı konut olduğundan ötürü bina kullanım sınıfı 3’dür.  $S_{DS}$  değerimizi de 0,891 olarak hesaplamıştır. Bunlar neticesinde Çizelge 4.3’den  $DTS = 1$  olarak bulunmuştur.

**Çizelge 4.3.** Deprem tasarım sınıfları (DTS)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı ( $S_{DS}$ )	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS1	BKS2, 3
$S_{DS} < 0,33$	DTS4a	DTS4
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	DTS3a	DTS3
$0,50 \leq S_{DS} < 0,75$	DTS2a	DTS2
$0,75 \leq S_{DS}$	DTS1a	DTS1

Belirlenen bina tasarım sınıfı ve bina yüksekliğine bağlı olarak Çizelge 4.4'den bina yükseklik sınıfı belirlenecektir. DTS değerimiz 1 ve bina toplam yüksekliğimiz 108 metre olduğu için Çizelge 4.4'den bulunan bina yükseklik sınıfı 1'dir. Sadece BYS=1 olan yapılar Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde yüksek yapı olarak kabul edilmektedir.

**Çizelge 4.4.** Bina yükseklik sınıfları

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları [m]		
	DTS1, 1a, 2, 2a	DTS3, 3a	DTS4, 4a
BYS 1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS 2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS 3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS 4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	
BYS 5	$17,5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$	
BYS 6	$10,5 < H_N \leq 17,5$	$17,5 < H_N \leq 28$	
BYS 7	$7 < H_N \leq 10,5$	$10,5 < H_N \leq 17,5$	
BYS 8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10,5$	

Son olarak belirlenen BYS=1 değeri için Çizelge 4.5'den yapının sağlaması gereken performans hedefleri ve tasarım yaklaşımları belirlenecektir.

**Çizelge 4.5.** Yeni yapılacak veya mevcut yüksek binalar (BYS1)

Deprem yer hareketi düzeyi	DTS=1, 2, 3, 3a, 4, 4a		DTS=1a, 2a	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/ Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/ Tasarım Yaklaşımı
DD-4	KK	DGT	-	-
DD-3	-	-	SH	ŞGDT
DD-2	KH	DGT	KH	DGT
DD-1	GÖ	ŞGDT	KG	ŞGDT

Tablo 4.5’den belirlenen kriterler çerçevesinde uygulama olarak seçilen binanın tasarımı üç aşamadan oluşacaktır.

Tasarım aşaması I de kontrollü hasar performans hedefini sağlamak için dayanıma göre tasarım kuralları uygulanarak yapının ön tasarımı ve boyutlandırılması yapılacaktır. Deprem düzeyi DD-2 için hesaplamalar yapılacaktır.

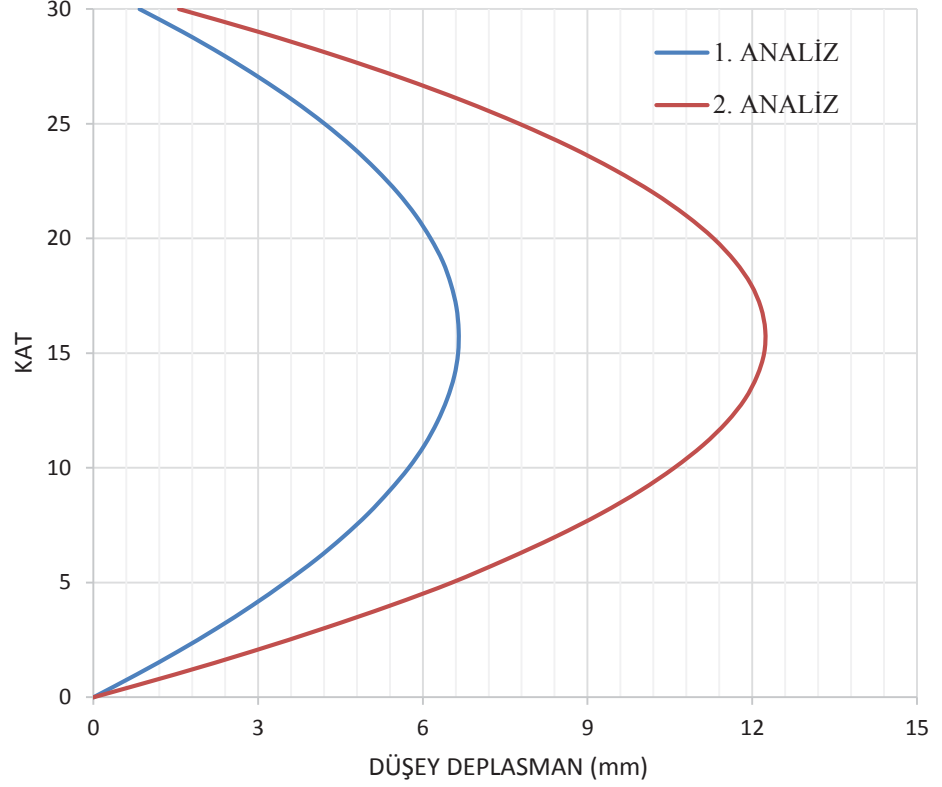
Tasarım aşaması II de kesintisiz kullanım performans hedefini sağlamak için dayanıma göre tasarım kuralları uygulanarak yapının performansı değerlendirilecektir. Deprem düzeyi DD-4 için hesaplamalar yapılacaktır.

Tasarım aşaması III de göçmenin önlenmesi performans hedefini sağlamak için şekil değiştirmeye göre tasarım kuralları uygulanarak yapının performansı değerlendirilecektir. Deprem düzeyi DD-1 için hesaplamalar yapılacaktır.

#### **4.5. Tasarım Aşaması I**

Yapısal analizin ilk aşamasında yapının sünme hesabı yapılmaktadır. Bu hesapta inşaat aşamaları göz önüne alınacaktır. Yapılacak olan analizlerin tümü için ETABS programı kullanılmıştır. Yapının sünme hesabı inşaat aşamalarını göz önüne alınarak ve inşaat aşamaları göz önünde bulundurulmadan iki aşamada yapılmış ve düşey kat deplasmanları Şekil 4.6’de verilmiştir. 1. analizde yapının inşasında geçen süreler göz ardı edilerek sünme şekil değiştirme değerleri hesaplanmıştır. 2. analizde ise her bir katın hazırlık

aşamasının 7 gün olduğu ve beton dökümü sonrası 3 gün bekleneceği varsayımı ile sünme şekil değiştirmeleri hesaplanmıştır.

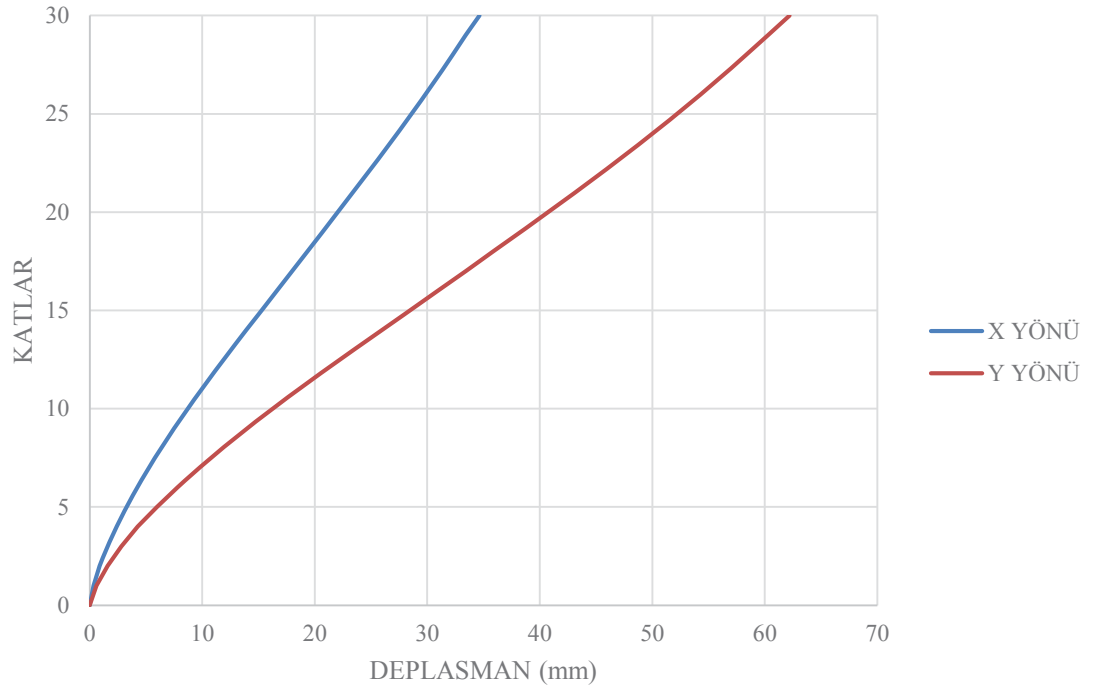


**Şekil 4.6.** Sünme hesabı düşey kat deplasmanları

İnşaat yapım aşamalarının göz önüne alınması her bir kattaki sünme şekil değiştirmelerini %85 oranında arttırdığı görülmektedir. Bekleme ve hazırlık sürelerinin daha fazla uzatılmasının bu şekil değiştirmeleri arttıracığı belirtilebilir. Bu nedenle özellikle yüksek yapılarda her katın yapım aşamasında düşey taşıyıcı sistemdeki kısalmalar ölçülmeli ve gerekli durumlarda üst katta bu kısalma dikkate alınmalıdır.

Yapının rüzgar hesabı TS 498 yönetmeliğine göre yapılmıştır. Yönetmelikte 100 metre ve üzerindeki yapılar için rüzgar hızının 46 m/s alınması öngörülmektedir. Bu hesaplamalar sonucunda elde edilen maksimum kat deplasmanları Şekil 4.7'de verilmiştir.





Şekil 4.7. Rüzgar hesabı maksimum kat deplasmanları

#### 4.5.1. Malzeme Özellikleri

Yapının tüm taşıyıcı sistem elemanlarında C50/60 sınıfı beton ve B420C sınıfı donatı çeliği kullanılmaktadır.

C50/60 için karakteristik dayanımlar;

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa (Betonun karakteristik basınç dayanımı)}$$

$$E_c = 37 \text{ GPa (Betonun elastisite modülü)}$$

$$f_{ctk} = 0,35\sqrt{f_{ck}} = 0,35\sqrt{50} = 2,5 \text{ MPa (Betonun karakteristik çekme dayanımı)}$$

C50/60 için tasarım dayanımlar;

Betonun malzeme katsayısı  $\gamma_{mc} = 1,50$  'dir.

$$f_{cd} = 50 / 1,5 = 33,33 \text{ MPa (Betonun tasarım basınç dayanımı)}$$

$$f_{ctd} = 2,5 / 1,5 = 1,66 \text{ MPa (Betonun tasarım çekme dayanımı)}$$

B420C donatı çeliği için dayanımlar;

$$f_{yk} = R_e = 420 \text{ MPa (Akma dayanımı)}$$

Çekme Dayanımı/Akma Dayanımı  $1,15 \leq f_{su} / f_{yk} < 1,35$

$$f_{su} = R_m = 525 \text{ MPa (Çekme dayanımı)}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa (Elastisite modülü)}$$

Donatı çeliğinin malzeme katsayısı  $\gamma_{mc} = 1,15$  'dir.

$$f_{yd} = 420 / 1,15 = 365,22 \text{ MPa}$$

#### 4.5.2. Deprem Parametreleri

Yüksek yapıların 1. tasarım aşaması için kullanılacak deprem düzeyi DD2'dir. Yapı Bursa İli 40,2215° enlem ve 28,877° boylamında yer almaktadır. Yatay elastik spektrum için  $S_s$  ve  $S_1$  değerleri Türkiye Deprem Tehlike Haritalarından alınmıştır.

$$S_s = 0,990$$

$$S_1 = 0,253$$

Yerel zemin sınıfı ZB olarak kabul edilmiştir. Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'den kısa periyot yerel zemin etki katsayısı 0,9, 1,0 saniye periyot yerel zemin etki katsayısı 0,8 olarak alınmıştır. Buradan tasarım spektral ivme katsayıları

$$S_{DS} = S_s F_s = 0,990 \times 0,9 = 0,891$$

$$S_{D1} = S_1 F_1 = 0,253 \times 0,8 = 0,2024$$

Yatay tasarım spektrumunun çizilebilmesi için köşe periyotları hesaplanacaktır:

$$T_A = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,2 \frac{0,2024}{0,891} = 0,045$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{0,2024}{0,891} = 0,227$$



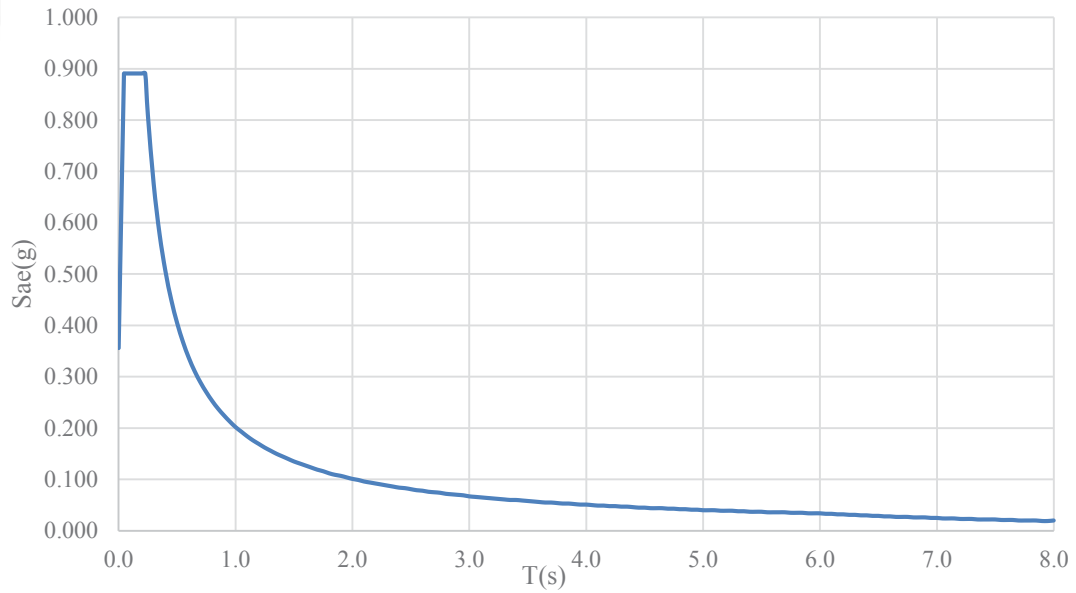
Yatay elastik tasarım spektrumu doğal titreşim periyoduna bağlı olarak Şekil 4.8’de tanımlanmıştır:

$$S_{ae}(T) = \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_A} \right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

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

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

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



**Şekil 4.8.** DD-2 deprem düzeyi yatay elastik tasarım ivme spektrumu

Düşey elastik tasarım ivme spektrumunun oluşturulması için periyoda ve kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına bağlı olarak  $S_{aeD}(T)$  düşey elastik tasarım spektral ivmeleri belirlenir.

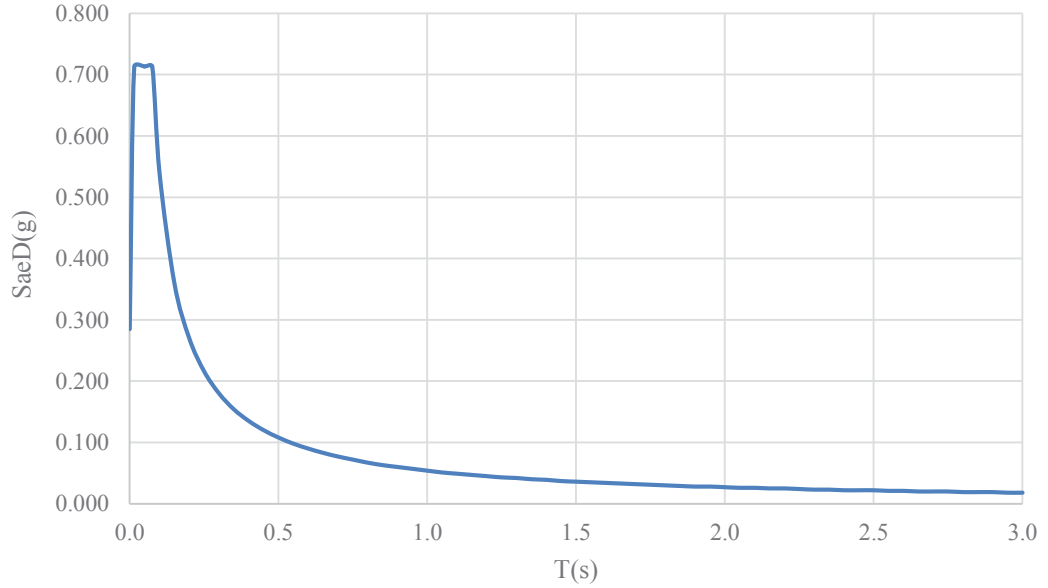
$$S_{aeD}(T) = \left( 0,32 + 0,48 \frac{T}{T_{AD}} \right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_{AD})$$

$$S_{aeD}(T) = 0,8S_{DS} \quad (T_{AD} \leq T \leq T_{BD})$$

$$S_{aeD}(T) = 0,8S_{DS} \frac{T_{BD}}{T} \quad (T_{BD} \leq T \leq T_{LD})$$

Düsey spektrumun köşe periyotları olan  $T_{AD}$ ,  $T_{BD}$  ve  $T_{LD}$ 'nin hesaplanması:

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



**Şekil 4.9.** DD-2 deprem düzeyi düşey elastik tasarım ivme spektrumu

#### 4.5.3. Yük ve Yük Kombinasyonları

Tasarımda kullanılacak yükler:

Betonarme eleman sabit ağırlığı: 25 kN/m<sup>3</sup>

Sabit kaplama yükü: 2,5 kN/m<sup>2</sup>

Kiriş duvar yükü: 6 kN/m

Hareketli yük: 3,5 kN/m<sup>2</sup>

Dizaynda kullanılacak yük kombinasyonları:

1,4G + 1,6Q

$$G + Q \pm E_d^{(x)} \pm 0,3 E_d^{(y)} \pm 0,3 E_d^{(z)}$$

$$G + Q \pm 0,3 E_d^{(x)} \pm E_d^{(y)} \pm 0,3 E_d^{(z)}$$

$$0,9G \pm E_d^{(x)} \pm 0,3 E_d^{(y)} \pm 0,3 E_d^{(z)}$$

$$0,9G \pm 0,3 E_d^{(x)} \pm E_d^{(y)} \pm 0,3 E_d^{(z)}$$

#### 4.5.4. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı ve Dayanım Fazlalığı Katsayısı

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı ve dayanım fazlalığı katsayısı bina yükseklik sınıfına göre Çizelge 4.6'da verilmiştir. Yapımızda deprem etkilerinin tamamının perdelerle karşılandığı ve  $BYS = 1$  olduğu için  $R = 6$  ve  $D = 2,5$  alınmıştır.

**Çizelge 4.6.** Taşıyıcı sistem davranış katsayısı, dayanım fazlalığı katsayısı

Bina Taşıyıcı Sistemi	R	D	BYS
<b>A. YERİNDE DÖKME BETONARME BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ</b>			
<b>A1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler</b>			
<b>A13.</b> Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	6	2,5	$BYS \geq 2$

#### 4.5.5. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

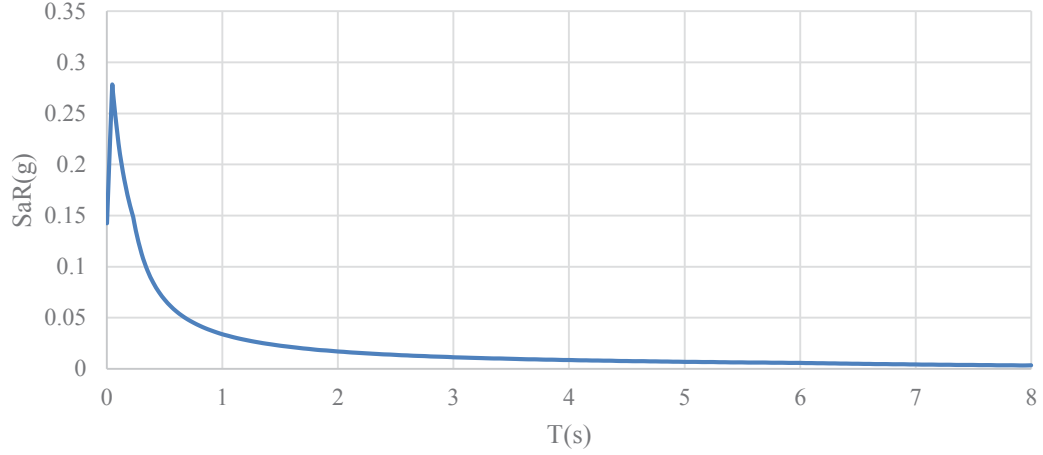
Deprem yüğü azaltma katsayısı  $R_a(T)$ ,  $T$ 'nin farklı değerleri için Denk. (4.1)'den hesaplanmıştır.

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \quad T > T_B \quad (4.1)$$

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

Yatay elastik tasarım spektral ivmeleri bulunan deprem yüğü azaltma katsayısı Denk. (4.2) ile boyutlandırılarak Şekil 4.10'deki DD-2 deprem düzeyi azaltılmış yatay elastik tasarım ivme spektrumu elde edilmiştir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \quad (4.2)$$



Şekil 4.10. DD-2 deprem düzeyi azaltılmış yatay elastik tasarım ivme spektrumu

#### 4.5.6. Etkin Kesitlik Rijitlikleri

Dayanıma göre tasarımda taşıyıcı sistem elemanlarının modellenmesinde Çizelge 4.7’de verilen değerler kullanılmıştır.

Çizelge 4.7. Etkin kesit rijitliği çarpanları

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	
	Eksenel	Kayma
<b>Perde – Döşeme (Düzlem İçi)</b>		
Perde	0,50	0,50
Bodrum perdesi	0,80	0,50
Döşeme	0,25	0,25
<b>Perde – Döşeme (Düzlem Dışı)</b>	<b>Eğilme</b>	<b>Kesme</b>
Perde	0,25	1,00
Bodrum perdesi	0,50	1,00
Döşeme	0,25	1,00
<b>Çubuk eleman</b>	<b>Eğilme</b>	<b>Kesme</b>
Bağ kirişi	0,15	1,00
Çerçeve kirişi	0,35	1,00
Çerçeve kolonu	0,70	1,00
Perde (eşdeğer çubuk)	0,50	0,50

#### 4.5.7. Kat Kütleleri ve Kat Ağırlıkları

Analizi yapılacak olan binanın kullanım amacı konut olmasından ötürü hareketli yük azaltma katsayısı (n) 0.30 alınmıştır. Denk. (4.3)'de verilen formüller kullanılarak hesaplanan kat kütleleri ve kat ağırlıkları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

$$w_j^{(S)} = w_{Gj}^{(S)} + nw_{Qj}^{(S)} \quad (4.3)$$

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

Çizelge 4.8. Kat kütleleri ve kat ağırlıkları

KAT	KAT AĞIRLIĞI (kN)	KAT KÜTLESİ (ton)
KAT 30	12216,6	1245,3
KAT 29	14646,7	1493,0
KAT 28	14646,7	1493,0
KAT 27	14646,7	1493,0
KAT 26	14646,7	1493,0
KAT 25	14646,7	1493,0
KAT 24	14646,7	1493,0
KAT 23	14646,7	1493,0
KAT 22	14646,7	1493,0
KAT 21	14646,7	1493,0
KAT 20	14685,2	1497,0
KAT 19	14937,3	1522,7
KAT 18	15153,3	1544,7
KAT 17	15153,3	1544,7
KAT 16	15153,3	1544,7
KAT 15	15153,3	1544,7

KAT	KAT AĞIRLIĞI (kN)	KAT KÜTLESİ (ton)
KAT 14	15153,3	1544,7
KAT 13	15153,3	1544,7
KAT 12	15153,3	1544,7
KAT 11	15153,3	1544,7
KAT 10	15443,8	1574,3
KAT 9	15659,8	1596,3
KAT 8	15659,8	1596,3
KAT 7	15659,8	1596,3
KAT 6	15659,8	1596,3
KAT 5	15659,8	1596,3
KAT 4	15659,8	1596,3
KAT 3	15659,8	1596,3
KAT 2	15659,8	1596,3
KAT 1	15659,8	1596,3
BASE	2862,1	291,8
TOPLAM	454130,0	46292,6

#### 4.5.8. Doğrusal Hesap Yönteminin Belirlenmesi

TBDY kapsamında tüm binalar için mod birleştirme yönteminin kullanılmasına izin verilmektedir. Çizelge 4.9’da yapının ilk 30 modunun periyodu ve kütle katılım oranları verilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Periyot ve kütle katılım oranları

MOD	Periyot	U <sub>X</sub>	U <sub>Y</sub>	R <sub>Z</sub>	Σ U <sub>X</sub>	Σ U <sub>Y</sub>
	saniye					
Mod 1	2.571	0.0000	0.6666	0.0000	0.0000	0.6666
Mod 2	2.045	0.6614	0.0000	0.0000	0.6614	0.6666
Mod 3	1.25	0.0000	0.0000	0.7713	0.6614	0.6666
Mod 4	0.691	0.0000	0.1733	0.0000	0.6614	0.8399
Mod 5	0.529	0.1889	0.0000	0.0000	0.8503	0.8399
Mod 6	0.447	0.0000	0.0000	0.1108	0.8503	0.8399
Mod 7	0.334	0.0000	0.0614	0.0000	0.8503	0.9013
Mod 8	0.265	0.0000	0.0000	0.0425	0.8503	0.9013
Mod 9	0.255	0.0618	0.0000	0.0000	0.9120	0.9013
Mod 10	0.21	0.0000	0.0285	0.0000	0.9120	0.9298
Mod 11	0.184	0.0000	0.0000	0.0185	0.9120	0.9298
Mod 12	0.165	0.0268	0.0000	0.0000	0.9388	0.9298
Mod 13	0.148	0.0000	0.0185	0.0000	0.9388	0.9483
Mod 14	0.14	0.0000	0.0000	0.0131	0.9388	0.9483
Mod 15	0.122	0.0161	0.0000	0.0000	0.9549	0.9483
Mod 16	0.112	0.0000	0.0124	0.0000	0.9549	0.9607
Mod 17	0.097	0.0103	0.0000	0.0000	0.9652	0.9607
Mod 18	0.089	0.0000	0.0082	0.0000	0.9652	0.9689
Mod 19	0.081	0.0067	0.0000	0.0000	0.9719	0.9689
Mod 20	0.074	0.0000	0.0052	0.0006	0.9719	0.9742
Mod 21	0.069	0.0052	0.0001	0.0000	0.9772	0.9742
Mod 22	0.066	0.0002	0.0046	0.0019	0.9774	0.9789
Mod 23	0.06	0.0043	0.0004	0.0000	0.9817	0.9793
Mod 24	0.054	0.0013	0.0056	0.0010	0.9830	0.9849
Mod 25	0.05	0.0038	0.0018	0.0000	0.9868	0.9867
Mod 26	0.041	0.0047	0.0016	0.0003	0.9916	0.9883
Mod 27	0.038	0.0011	0.0065	0.0004	0.9927	0.9948
Mod 28	0.03	0.0053	0.0004	0.0001	0.9980	0.9952
Mod 29	0.025	0.0002	0.0046	0.0003	0.9982	0.9998
Mod 30	0.02	0.0017	0.0001	0.0001	0.9999	0.9998

#### 4.5.9. Mod Birleştirme Hesaplarının Ölçeklendirilmesi

Azaltılmış iç kuvvetler ve yerdeğıştirmelerin eşdeğer taban kesme kuvvetine göre büyütülmesi Denk.(4.4)'de verilen minimum taban kesme kuvvetine göre hesaplanacaktır.

$$V_{t,\min} = 0,04 \alpha_H S_{DS} W \quad (4.4)$$

$\alpha_H$  katsayısı bina yüksekliğine bağlı olarak Denk.(4.5) ile hesaplanacaktır.

$$\begin{aligned} \alpha_H &= 1,0 & H_N \leq 105 \text{ m.} \\ \alpha_H &= 2,05 - 0,01H_N & 105 \text{ m.} < H_N \leq 155 \text{ m.} \\ \alpha_H &= 0,5 & H_N < 155 \text{ m.} \end{aligned} \quad (4.5)$$

Toplam bina yüksekliğimiz 108 metre olduğu için ikinci bağıntı geçerli olacaktır.

$$\alpha_H = 2,05 - 0,01H_N = 2,05 - 0,01 \times 108 = 0,97$$

$$V_{t,\min} = 0,04 \alpha_H S_{DS} W = 0,04 \times 0,97 \times 0,891 \times 454130 = 15699,6 \text{ kN}$$

Mod birleştirme yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvvetleri  $V_{tx} = 8956,3 \text{ kN}$ ,  $V_{ty} = 7048,1 \text{ kN}$ 'dur. Buradan eşdeğer taban kesme kuvveti katsayısı hesaplanacak olursa:

$$\beta_{tE,x} = \frac{\gamma_E V_{t,\min}}{V_{t,x}} = \frac{1 \times 15699,6}{8956,3} = 1,75 \geq 1$$

$$\beta_{tE,y} = \frac{\gamma_E V_{t,\min}}{V_{t,y}} = \frac{1 \times 15699,6}{7048,1} = 2,23 \geq 1$$

$\gamma_E$  değeri yüksek yapılar için 1 alınacaktır.

Matematiksel modeldeki mod birleştirme yöntemi ile bulunan taban kesme kuvvetleri hesaplanan  $\beta_{tE,x}$  ve  $\beta_{tE,y}$  değerleri ile büyütülecektir.

#### 4.5.10. Göreli Kat Ötelemelerinin Hesaplanması

Yapının göreli kat ötelemeleri hesabında öncelikle X ve Y doğrultusundaki depremlerde ardışık iki kat arasındaki herhangi bir kolon veya perdenin yerdeğiştirme farkları Denk.(4.6) ile hesaplanmaktadır. Bu hesaplanan değer azaltılmış göreli kat ötelemesidir.

$$\Delta_i^{(X)} = u_i^{(X)} - u_{i-1}^{(X)} \quad (4.6)$$

Hesaplanan azaltılmış göreli kat ötelemesi değeri Denk.(4.7) kullanılarak etkin göreli kat ötelemeleri elde edilecektir.

$$\delta_i^{(X)} = \frac{R}{I} \Delta_i^{(X)} \quad (4.7)$$

Her bir katta bulunan kolon ve perdeler için hesaplanan  $\delta_i^{(X)}$  değerlerinin maksimumu belirlenerek Denk.(4.8) verilen sınır değerlerle karşılaştırılacaktır. Sınır değerler dolgu duvarların taşıyıcı sistem elemanlarına bağlantısında esnek derz kullanılıp kullanılmama durumuna göre ikiye ayrılmaktadır.

$$\lambda \frac{\delta_{i,\max}^{(X)}}{h_i} \leq 0,008\kappa \quad (\text{Esnek derz uygulanmamış}) \quad (4.8)$$

$$\lambda \frac{\delta_{i,\max}^{(X)}}{h_i} \leq 0,016\kappa \quad (\text{Esnek derz uygulanmış})$$

Denklemden verilen  $\lambda$  katsayısı kullanılan deprem yönündeki hakim titreşim periyodunun DD3 düzeyi ve DD2 düzeyi depremlerdeki elastik tasarım spektral ivme değerlerinin oranı olarak Denk. (4.9)'da tanımlanmıştır.  $\kappa$  katsayısı betonarme binalar için 1,0 kullanılacaktır.

$$\lambda = \frac{S_{ae-DD3}(T_{px})}{S_{ae-DD2}(T_{px})} \quad (4.9)$$



### (a) X-X Doğrultusu Göreli Kat Ötelemeleri Hesabı

X-X yönü hakim titreşim periyodu = 2,045

$$S_{ae-DD3}(T_{px}) = 0,038 \quad ; \quad S_{ae-DD2}(T_{px}) = 0,099 \quad ; \quad \lambda = \frac{0,038}{0,099} = 0,384$$

**Çizelge 4.10.** X-X doğrultusu göreli kat ötelemeleri

KAT	h (m)	$\Delta_{i,max}$	$\delta_{i,max}$	$\delta_{i,max}/h$	$\lambda (\delta_{i,max}/h)$
KAT30	3.60	0.00168	0.01009	0.00280	0.00108
KAT 29	3.60	0.00176	0.01055	0.00293	0.00113
KAT28	3.60	0.00180	0.01080	0.00300	0.00115
KAT27	3.60	0.00183	0.01100	0.00306	0.00117
KAT26	3.60	0.00186	0.01114	0.00309	0.00119
KAT25	3.60	0.00187	0.01121	0.00312	0.00120
KAT24	3.60	0.00188	0.01126	0.00313	0.00120
KAT23	3.60	0.00188	0.01127	0.00313	0.00120
KAT22	3.60	0.00188	0.01126	0.00313	0.00120
KAT21	3.60	0.00187	0.01120	0.00311	0.00119
KAT20	3.60	0.00185	0.01109	0.00308	0.00118
KAT19	3.60	0.00180	0.01080	0.00300	0.00115
KAT18	3.60	0.00178	0.01069	0.00297	0.00114
KAT17	3.60	0.00176	0.01058	0.00294	0.00113
KAT16	3.60	0.00174	0.01045	0.00290	0.00111
KAT15	3.60	0.00172	0.01029	0.00286	0.00110
KAT14	3.60	0.00168	0.01010	0.00281	0.00108
KAT13	3.60	0.00165	0.00989	0.00275	0.00105
KAT12	3.60	0.00161	0.00964	0.00268	0.00103
KAT11	3.60	0.00155	0.00931	0.00259	0.00099
KAT10	3.60	0.00146	0.00876	0.00243	0.00093
KAT9	3.60	0.00141	0.00844	0.00235	0.00090
KAT8	3.60	0.00136	0.00813	0.00226	0.00087
KAT7	3.60	0.00130	0.00777	0.00216	0.00083
KAT6	3.60	0.00123	0.00738	0.00205	0.00079
KAT5	3.60	0.00115	0.00692	0.00192	0.00074
KAT4	3.60	0.00106	0.00637	0.00177	0.00068
KAT3	3.60	0.00095	0.00567	0.00158	0.00060
KAT2	3.60	0.00079	0.00472	0.00131	0.00050
KAT1	3.60	0.00049	0.00292	0.00081	0.00031

Çizelge 4.10'da X-X deprem doğrultusu için hesaplanan göreli kat ötelemeleri değeri 0,008 değerinin de altında olduğu için binanın taşıyıcı sistem elemanları ile dolgu duvarlar veya cephe elemanları arasında esnek derz kullanılmasına gerek yoktur.

### (b) Y-Y Doğrultusu Görelî Kat Ötelemeleri Hesabı

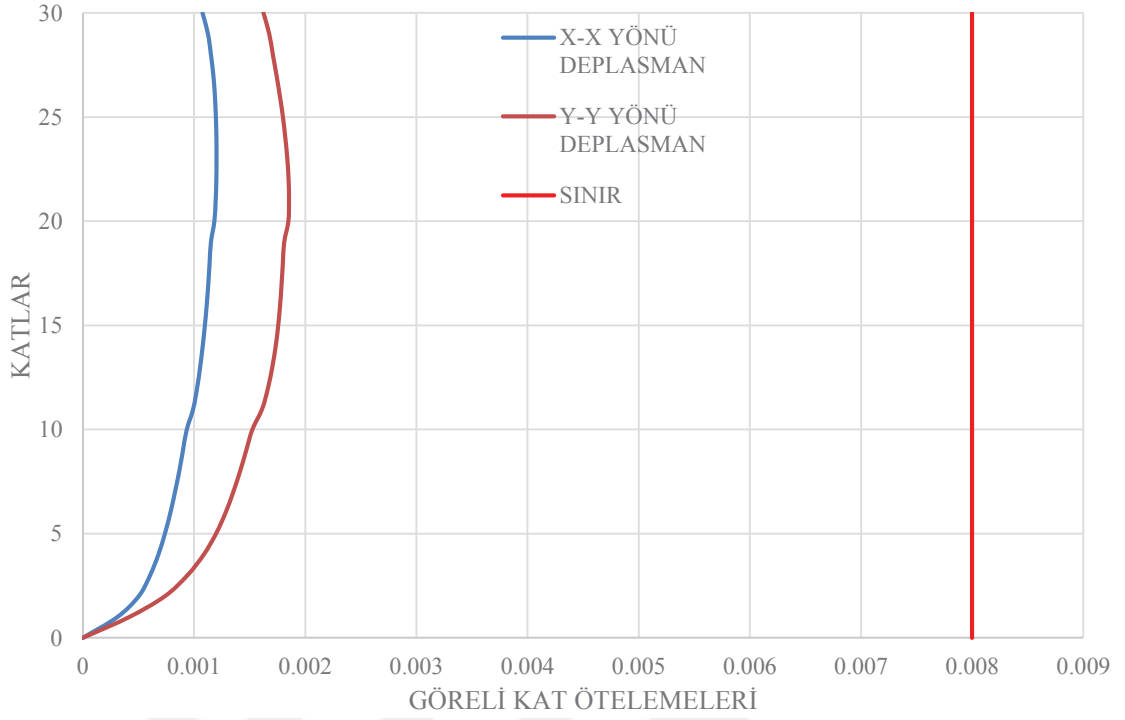
Y-Y yönü hakim titreşim periyodu = 2,571

$$S_{ae-DD3}(T_{px}) = 0,03 \quad ; \quad S_{ae-DD2}(T_{px}) = 0,079 \quad ; \quad \lambda = \frac{0,03}{0,079} = 0,380$$

**Çizelge 4.11.** Y-Y doğrultusu görelî kat ötelemeleri

KAT	h (m)	$\Delta_{i,max}$	$\delta_{i,max}$	$\delta_{i,max} / h$	$\lambda (\delta_{i,max} / h)$
KAT30	3.60	0.00256	0.01538	0.00427	0.00162
KAT 29	3.60	0.00265	0.01587	0.00441	0.00168
KAT28	3.60	0.00270	0.01618	0.00450	0.00171
KAT27	3.60	0.00275	0.01649	0.00458	0.00174
KAT26	3.60	0.00280	0.01678	0.00466	0.00177
KAT25	3.60	0.00284	0.01704	0.00473	0.00180
KAT24	3.60	0.00287	0.01724	0.00479	0.00182
KAT23	3.60	0.00290	0.01741	0.00484	0.00184
KAT22	3.60	0.00292	0.01752	0.00487	0.00185
KAT21	3.60	0.00293	0.01756	0.00488	0.00185
KAT20	3.60	0.00292	0.01750	0.00486	0.00185
KAT19	3.60	0.00286	0.01715	0.00476	0.00181
KAT18	3.60	0.00284	0.01703	0.00473	0.00180
KAT17	3.60	0.00282	0.01693	0.00470	0.00179
KAT16	3.60	0.00280	0.01680	0.00467	0.00177
KAT15	3.60	0.00277	0.01664	0.00462	0.00176
KAT14	3.60	0.00274	0.01642	0.00456	0.00173
KAT13	3.60	0.00269	0.01613	0.00448	0.00170
KAT12	3.60	0.00263	0.01577	0.00438	0.00166
KAT11	3.60	0.00255	0.01528	0.00424	0.00161
KAT10	3.60	0.00241	0.01444	0.00401	0.00152
KAT9	3.60	0.00232	0.01391	0.00387	0.00147
KAT8	3.60	0.00223	0.01339	0.00372	0.00141
KAT7	3.60	0.00214	0.01281	0.00356	0.00135
KAT6	3.60	0.00203	0.01215	0.00338	0.00128
KAT5	3.60	0.00189	0.01134	0.00315	0.00120
KAT4	3.60	0.00172	0.01030	0.00286	0.00109
KAT3	3.60	0.00148	0.00890	0.00247	0.00094
KAT2	3.60	0.00117	0.00699	0.00194	0.00074
KAT1	3.60	0.00066	0.00396	0.00110	0.00042

Çizelge 4.11’de Y-Y deprem doğrultusu için hesaplanan görelî kat ötelemeleri değeri 0.008 değerinin de altında olduğu için binanın taşıyıcı sistem elemanları ile dolgu duvarlar veya cephe elemanları arasında esnek derz kullanılmasına gerek yoktur. Görelî kat ötelemeleri grafiksel olarak Şekil 4.11’de sunulmuştur.



Şekil 4.11. X-X ve Y-Y doğrultuları görelî kat ötelemeleri

#### 4.5.11. İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

Her iki deprem doğrultusu içinde tüm katlarda Denk.(4.10) ile ikinci mertebe gösterge değeri hesaplanacaktır.

$$\theta_{II,i}^{(X)} = \frac{(\Delta_i^{(X)})_{\text{ort}} \sum_{k=i}^N w_k}{V_i^{(X)} h_i} \quad (4.10)$$

$(\Delta_i^{(X)})_{\text{ort}}$  : Kattaki azaltılmış göre kat ötelemelerinin ortalaması

$\sum_{k=i}^N w_k$  : Toplam sismik ağırlık ;  $V_i^{(X)}$  : Kat kesme kuvveti

Hesaplanan ikinci mertebe gösterge değerleri Denk.(4.11) ile hesaplanacak maksimum  $\theta_{II,\text{max}}^{(X)}$  değeri ile Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13'de karşılaştırılacaktır.

$$\theta_{II,max}^{(X)} \leq 0.12 \frac{D}{C_h R} \quad (4.11)$$

$C_h$  değeri betonarme binalar için 0,5 alınacaktır.

**Çizelge 4.12.** X-X doğrultusu ikinci merteye hesabı

KAT	h (m)	$\Delta_{i,ort}$	$w_{k,i}(t)$	$\sum w_k(t)$	$V_i(t)$	$\theta_{II,i}$	$\leq 0,12(D/C_h R)$
KAT30	3.60	0.001675	1507.88	1507.88	200.64	0.00350	0.10
KAT 29	3.60	0.001747	1464.67	2972.55	387.25	0.00372	0.10
KAT28	3.60	0.001787	1464.67	4437.23	520.65	0.00423	0.10
KAT27	3.60	0.001817	1464.67	5901.9	609.82	0.00488	0.10
KAT26	3.60	0.001838	1464.67	7366.57	665.36	0.00565	0.10
KAT25	3.60	0.001851	1464.67	8831.25	696.15	0.00652	0.10
KAT24	3.60	0.001858	1464.67	10295.92	711.31	0.00747	0.10
KAT23	3.60	0.001859	1464.67	11760.6	719.49	0.00844	0.10
KAT22	3.60	0.001856	1464.67	13225.27	726.54	0.00938	0.10
KAT21	3.60	0.001847	1464.67	14689.95	736.33	0.01024	0.10
KAT20	3.60	0.001829	1468.52	16158.47	751.25	0.01093	0.10
KAT19	3.60	0.001783	1493.73	17652.2	771.57	0.01133	0.10
KAT18	3.60	0.001764	1515.33	19167.52	797.57	0.01178	0.10
KAT17	3.60	0.001746	1515.33	20682.85	826.79	0.01213	0.10
KAT16	3.60	0.001723	1515.33	22198.18	856.54	0.01240	0.10
KAT15	3.60	0.001697	1515.33	23713.51	885.05	0.01263	0.10
KAT14	3.60	0.001665	1515.33	25228.83	912.27	0.01279	0.10
KAT13	3.60	0.001628	1515.33	26744.16	938.51	0.01289	0.10
KAT12	3.60	0.001587	1515.33	28259.49	964.91	0.01291	0.10
KAT11	3.60	0.001531	1515.33	29774.81	994.20	0.01274	0.10
KAT10	3.60	0.001442	1544.38	31319.19	1029.52	0.01219	0.10
KAT9	3.60	0.00139	1565.98	32885.17	1074.42	0.01182	0.10
KAT8	3.60	0.001336	1565.98	34451.15	1129.26	0.01132	0.10
KAT7	3.60	0.001275	1565.98	36017.13	1192.60	0.01070	0.10
KAT6	3.60	0.001209	1565.98	37583.11	1263.23	0.00999	0.10
KAT5	3.60	0.001132	1565.98	39149.09	1337.25	0.00921	0.10
KAT4	3.60	0.00104	1565.98	40715.07	1410.26	0.00834	0.10
KAT3	3.60	0.000921	1565.98	42281.05	1475.88	0.00733	0.10
KAT2	3.60	0.000765	1565.98	43847.02	1527.75	0.00610	0.10
KAT1	3.60	0.000472	1565.98	45413.	1558.40	0.00382	0.10

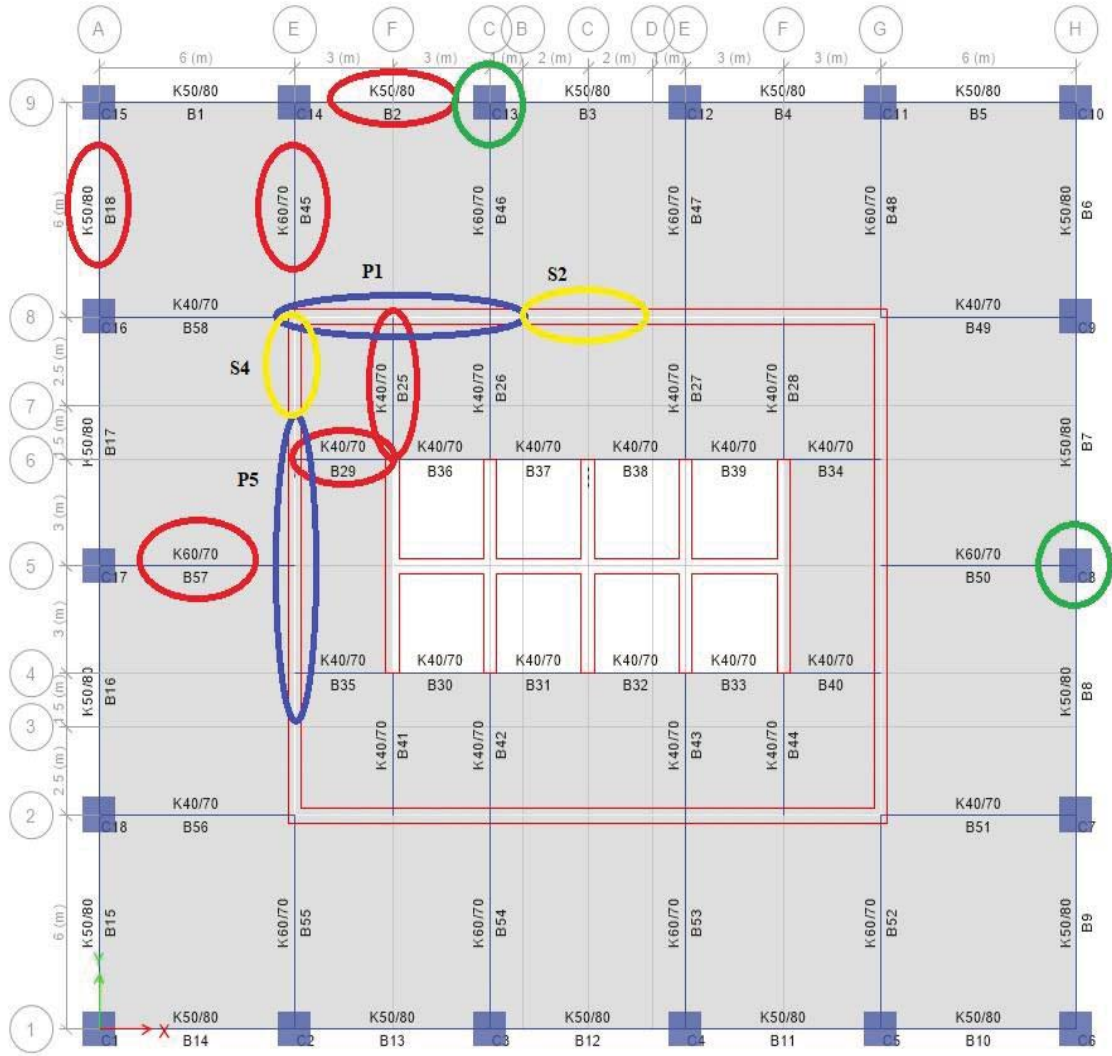
**Çizelge 4.13.** Y-Y doğrultusu ikinci merteye hesabı

KAT	h (m)	$\Delta_{i,ort}$	$w_{k,i}(t)$	$\sum w_k(t)$	$V_i(t)$	$\theta_{II,i}$	$\leq 0,12(D/C_h R)$
KAT30	3.60	0.002554	1507.88	1507.88	232.77	0.00460	0.10
KAT 29	3.60	0.002632	1464.67	2972.55	429.03	0.00507	0.10
KAT28	3.60	0.00268	1464.67	4437.23	550.64	0.00600	0.10
KAT27	3.60	0.00273	1464.67	5901.9	620.03	0.00722	0.10
KAT26	3.60	0.002777	1464.67	7366.57	659.67	0.00861	0.10
KAT25	3.60	0.002818	1464.67	8831.25	683.48	0.01011	0.10
KAT24	3.60	0.002853	1464.67	10295.92	700.43	0.01165	0.10
KAT23	3.60	0.002879	1464.67	11760.6	717.65	0.01311	0.10
KAT22	3.60	0.002897	1464.67	13225.27	738.01	0.01442	0.10
KAT21	3.60	0.002903	1464.67	14689.95	760.47	0.01558	0.10
KAT20	3.60	0.002893	1468.52	16158.47	783.56	0.01657	0.10
KAT19	3.60	0.002838	1493.73	17652.2	806.74	0.01725	0.10
KAT18	3.60	0.002818	1515.33	19167.52	831.18	0.01805	0.10
KAT17	3.60	0.002801	1515.33	20682.85	856.05	0.01880	0.10
KAT16	3.60	0.002779	1515.33	22198.18	880.98	0.01945	0.10
KAT15	3.60	0.002751	1515.33	23713.51	905.48	0.02001	0.10
KAT14	3.60	0.002714	1515.33	25228.83	930.29	0.02044	0.10
KAT13	3.60	0.002667	1515.33	26744.16	955.97	0.02073	0.10
KAT12	3.60	0.002605	1515.33	28259.49	981.30	0.02084	0.10
KAT11	3.60	0.002522	1515.33	29774.81	1007.26	0.02071	0.10
KAT10	3.60	0.002386	1544.38	31319.19	1037.28	0.02001	0.10
KAT9	3.60	0.002297	1565.98	32885.17	1073.19	0.01955	0.10
KAT8	3.60	0.00221	1565.98	34451.15	1117.02	0.01893	0.10
KAT7	3.60	0.002113	1565.98	36017.13	1171.54	0.01804	0.10
KAT6	3.60	0.002001	1565.98	37583.11	1233.78	0.01693	0.10
KAT5	3.60	0.001865	1565.98	39149.09	1306.51	0.01552	0.10
KAT4	3.60	0.001692	1565.98	40715.07	1383.12	0.01384	0.10
KAT3	3.60	0.001457	1565.98	42281.05	1457.74	0.01174	0.10
KAT2	3.60	0.00114	1565.98	43847.02	1518.18	0.00915	0.10
KAT1	3.60	0.000643	1565.98	45413.	1557.64	0.00521	0.10

Her iki deprem doğrultusu içinde  $\theta_{II,max}$  değeri sınır değerinin altındadır. Bu nedenle ikinci merteye etkiler iç kuvvet hesaplarında göz önüne alınmayacaktır.

#### 4.5.12. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Donatılandırılması

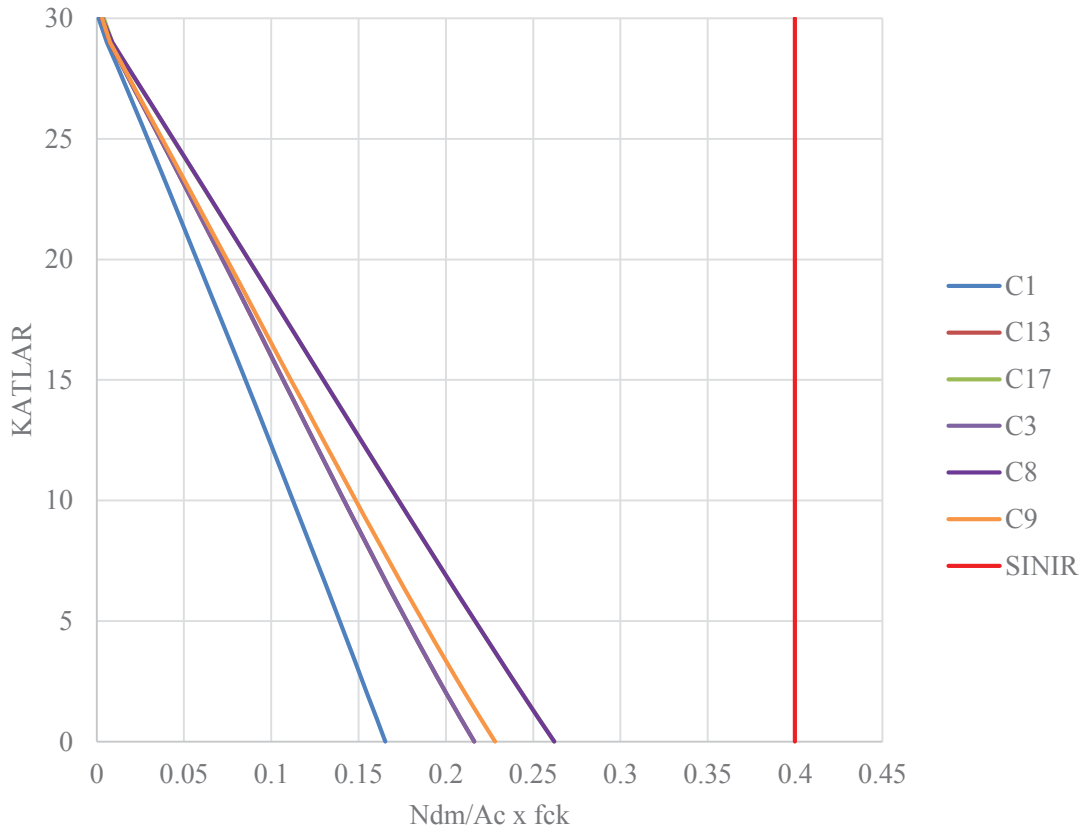
Taşıyıcı sistem elemanlarının fazla sayıda olmaları nedeni ile Şekil 4.12’de belirtilen B2, B18, B25, B29, B45 ve B57 kirişleri, C8 ve C13 kolonları, P1 ve P7 perdeleri ve S2 ve S4 bağ kirişleri için minimum donatı tabloları ekler bölümünde sunulmaktadır. Eleman donatı hesaplamaları için Doğangün (2019) kaynağı kullanılarak TS 500 (2000)’deki kurallar uygulanmıştır.



Şekil 4.12. Betonarme elemanlar

#### 4.5.13. Kolon Donatıları

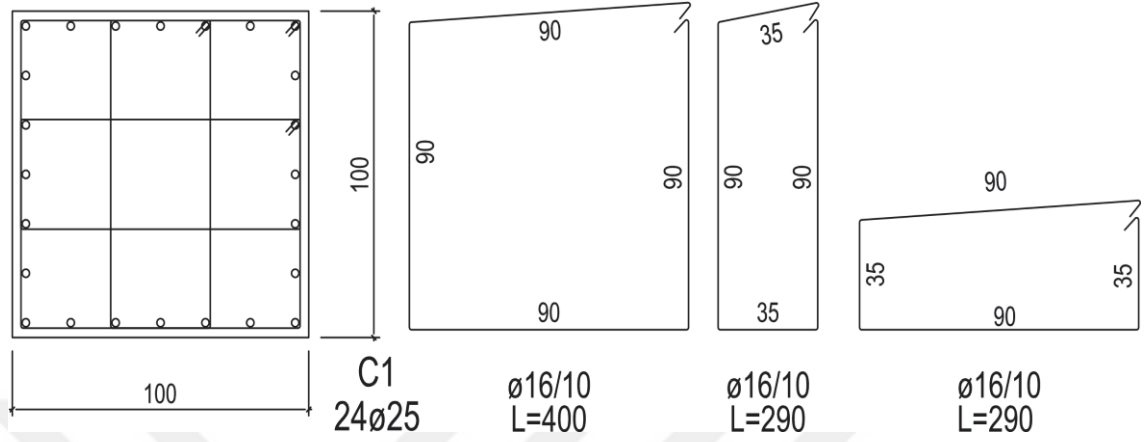
Kolonların tasarımı için öncelikle deprem etkisinin altında kolonlarda oluşacak maksimum aksenal kuvvet belirlenecektir. Bu kuvvetin kesitin taşıyabileceği  $A_c \geq N_{dm} / (0,4f_{ck})$  koşulunu sağladığı kontrol edilecektir. Şekil 4.13’de maksimum aksenal kuvvetler için sınır değer 0,40’ın geçilmediği gösterilmektedir.



Şekil 4.13. Kolon aksenal yük gerilmelerinin kontrolü

Yapıdaki tüm kolonların boyuna donatı oranının %1 olduğu ETABS programından alınan sonuçlarda görülmektedir. Dokümanı Ekler bölümünde mevcuttur. Bu nedenle 100/100 ebadındaki kolonların boyuna donatısı 24Ø25 olarak seçilmiştir. Bu durumda boyuna donatı oranı %1.18 olarak sınır değerinin üzerindedir. Kolon etriye hesabında gerekli kesme donatısı alanı 1355 mm<sup>2</sup>/m olarak belirlenmiştir. Kolon etriyesi 4 kollu olarak Ø16/10

olarak belirlenmiştir. Sağlanan donatı alanı 8040 mm<sup>2</sup>/m'dir. Kolon tip kesiti Şekil 4.14'de verilmiştir.



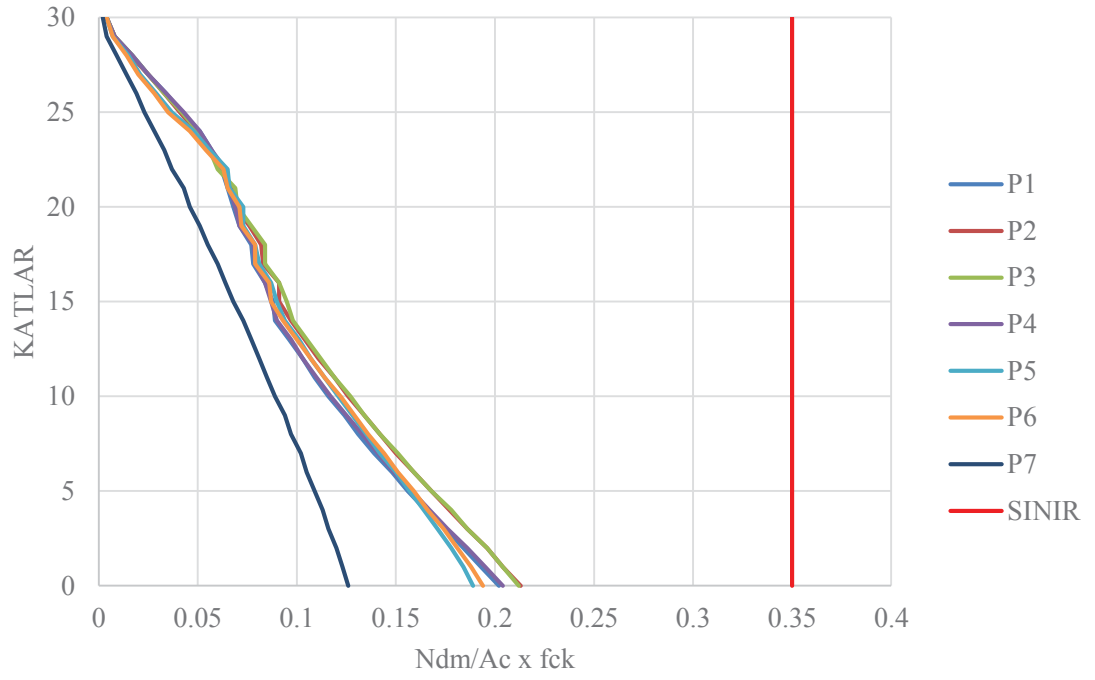
Şekil 4.14. Kolon boyuna ve enine donatıları

#### 4.5.14. Perde Donatıları

Perdelerin tasarımı için öncelikle deprem etkisinin altında perdelerde oluşacak maksimum aksenal kuvvet belirlenecektir. Bu kuvvetin kesitin taşıyabileceği  $A_c \geq N_{dm} / (0,35 f_{ck})$  koşulunu sağladığı kontrol edilecektir. Şekil 4.15'de maksimum aksenal kuvvetler için sınır değer 0,35'in geçilmediği gösterilmektedir.

Yapıda üç tip perde eleman mevcuttur. Plandaki boyları 700 cm ve 900 cm olan perdelerin 1-10 katları arası perde kalınlığı 60 cm, 11-19 katları arası perde kalınlığı 50cm ve 20-30 katları arası perde kalınlığı 40 cm'dir. Poligon perdenin tüm katlardaki kalınlığı eşit ve 40 cm'dir. Perdelerde kullanılan donatılar Çizelge 4.14'de verilmiştir. Gösterilen tüm donatılar 15 cm ara ile perdelerde teşkil edilecektir.





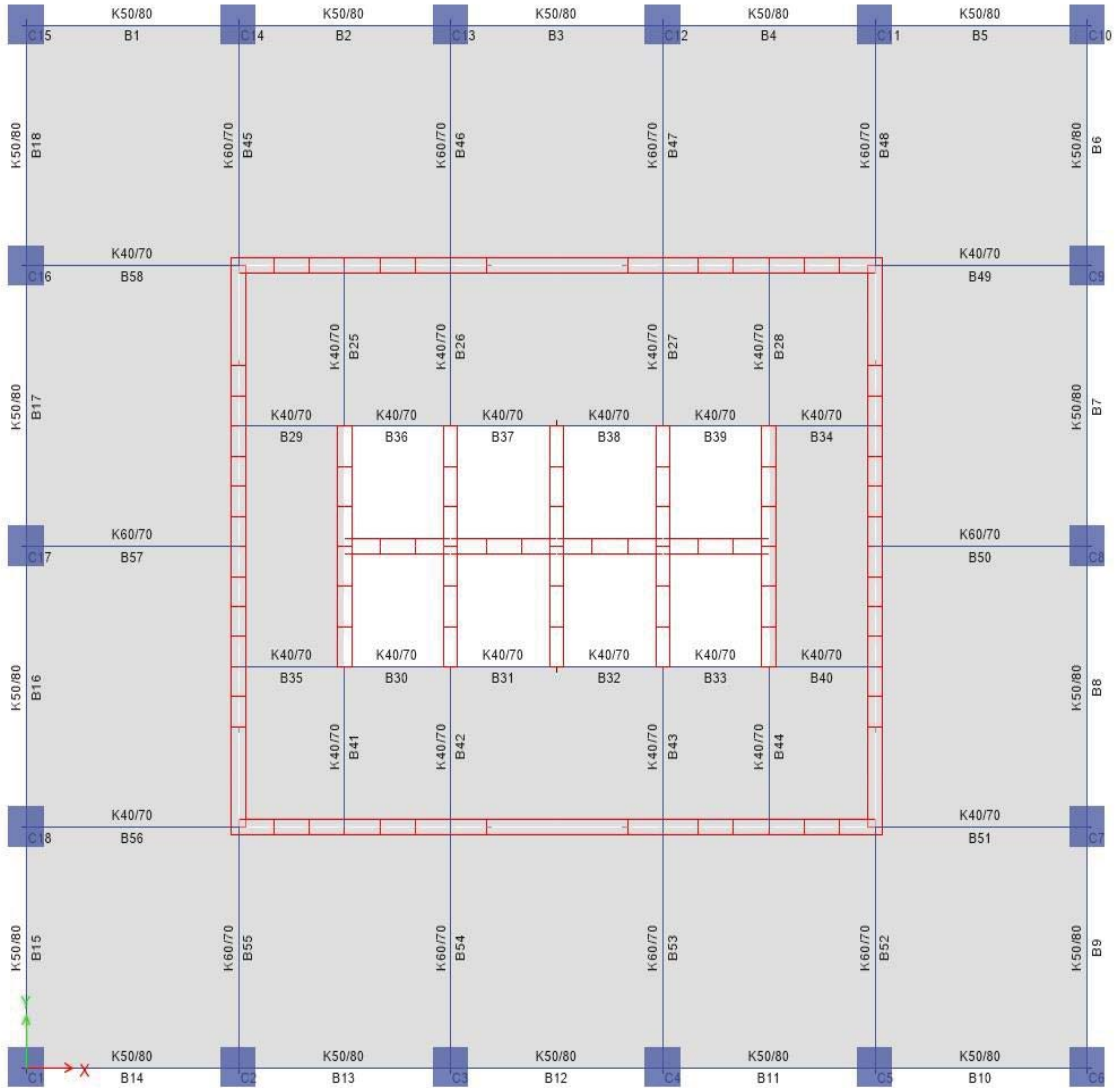
Şekil 4.15. Perdelerin aksenal yük gerilmelerinin kontrolü

Çizelge 4.14. Perde boyuna donatıları

Eleman Adı	ELEMEN BOYU (mm)	Donatı Bölgesi	KATLAR		
			1-10	11-19	20-30
P1	700	Başlık	Ø20	Ø18	Ø16
		Gövde	Ø20	Ø18	Ø16
P2	700	Başlık	Ø20	Ø18	Ø16
		Gövde	Ø20	Ø18	Ø16
P3	700	Başlık	Ø20	Ø18	Ø16
		Gövde	Ø20	Ø18	Ø16
P4	700	Başlık	Ø20	Ø18	Ø16
		Gövde	Ø20	Ø18	Ø16
P5	900	Başlık	Ø22	Ø20	Ø18
		Gövde	Ø22	Ø20	Ø18
P6	900	Başlık	Ø22	Ø20	Ø18
		Gövde	Ø22	Ø20	Ø18
P7	POLİGON	Başlık	Ø20	Ø18	Ø16
		Gövde	Ø20	Ø18	Ø16

#### 4.5.15. Kiriş Donatıları

Tasarımı yapılan binada toplam 1560 adet kiriş eleman bulunmaktadır. Kiriş elemanlarının fazlalığı nedeni ile donatılandırılırken tiplendirme yoluna gidilmiştir. Kiriş elemanların isimleri ve boyutları Şekil 4.16’de verilen kalıp planında gösterilmiştir. Bu elemanlara tanımlanan boyuna donatılar Çizelge 4.15’de detaylı bir şekilde gösterilmiştir.



Şekil 4.16. Kiriş isimleri ve ebatları

**Çizelge 4.15.** Kiriş eğilme donatıları

	<b>KAT 1-10</b>	<b>KAT 11-19</b>	<b>KAT 20-30</b>
<b>B-6-7-8-9</b> <b>B15-16-17-18</b>	5Ø26 5Ø26	5Ø26 5Ø26	5Ø26 5Ø26
<b>B1-2-3-4-5</b> <b>B10-11-12-13-14</b>	5Ø26 5Ø26	5Ø26 5Ø26	5Ø26 5Ø26
<b>B49-51-56-58</b>	5Ø22 5Ø22	5Ø22 5Ø20	5Ø20 5Ø20
<b>B29-30-31-32-33-34</b> <b>B-35-36-37-38-39-40</b>	4Ø18 4Ø18	4Ø18 4Ø18	4Ø18 4Ø18
<b>B-45-46-47-48</b> <b>B-52-53-54-55</b>	6Ø22 6Ø22	6Ø22 6Ø22	6Ø22 6Ø22
<b>B25-26-27-28</b> <b>B-41-42-43-44</b>	5Ø20 5Ø20	5Ø20 5Ø20	5Ø20 5Ø20
<b>S1-S2</b>	8Ø32 5Ø26	6Ø32 4Ø26	4Ø32 4Ø26
<b>S3-S4-S5-S6</b>	7Ø32 5Ø32	5Ø32 5Ø28	4Ø32 4Ø26
	<b>ÜST/ALT</b>	<b>ÜST/ALT</b>	<b>ÜST/ALT</b>

#### **4.6. Tasarım Aşaması II**

Tasarım aşaması I' de DD-2 düzeyi deprem etkisinde ön boyutlandırması ve tasarımı yapılan taşıyıcı sistemin bu aşamada DD-4 deprem etkisi altında doğrusal hesap yöntemleri kullanılarak kesintisiz kullanım (KK) performans hedefini sağlamak üzere iç kuvvet kapasitelerinin kontrolü yapılacaktır. Bu aşamada uygulanacak kurallar aşağıda sunulmuştur:

Bu aşamada ek dışmerkezlilik uygulanmayacaktır.

Sönüm oranı %2,5 olarak hesaplanacaktır.

Deprem hesabında mod birleştirme yöntemi kullanılacağı için  $R/I=1$  ve  $D=1$  alınacaktır.

I. aşamada uygulanan minimum taban kesme kuvveti bu aşamada göz önüne alınmayacaktır.

Bu aşamada iç kuvvet kapasitelerinin hesabında Çizelge 4.16.'da verilen ortalama malzeme dayanımları alınacaktır.

**Çizelge 4.16.** Ortalama malzeme dayanımları

Beton	$f_{ce} = 1,3 f_{ck}$
Donatı çeliği	$f_{ye} = 1,2 f_{yk}$
Yapı çeliği (S235)	$f_{ye} = 1,5 f_{yk}$
Yapı çeliği (S275)	$f_{ye} = 1,3 f_{yk}$
Yapı çeliği (S355)	$f_{ye} = 1,1 f_{yk}$
Yapı çeliği (S460)	$f_{ye} = 1,1 f_{yk}$

Hesapların doğrusal hesaba dayalı dayanıma göre tasarım yaklaşımı ile yapılacağı için betonarme elemanların etkin kesit rijitlikleri Çizelge 4.17.' den belirlenecektir.

**Çizelge 4.17.** II. aşamada uygulanacak etkin kesit rijitlikleri

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	
	Eksenel	Kayma
<b>Perde – Döşeme (Düzlem İçi)</b>		
Perde	0,75	1,00
Bodrum perdesi	1,00	1,00
Döşeme	0,50	0,80
<b>Perde – Döşeme (Düzlem Dışı)</b>	<b>Eğilme</b>	<b>Kesme</b>
Perde	1,00	1,00
Bodrum perdesi	1,00	1,00
Döşeme	0,50	1,00
<b>Çubuk eleman</b>	<b>Eğilme</b>	<b>Kesme</b>
Bağ kirişi	0,30	1,00
Çerçeve kirişi	0,70	1,00
Çerçeve kolonu	0,90	1,00
Perde (eşdeğer çubuk)	0,80	1,00

#### 4.6.1. Malzeme Özellikleri

Yapının tüm taşıyıcı sistem elemanlarında C50/60 sınıfı beton ve B420C sınıfı donatı çeliği kullanılmaktadır.

C50/60 için dayanımlar;

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa (Betonun karakteristik basınç dayanımı)}$$

$$f_{ce} = 50 \times 1,3 = 65 \text{ MPa (Betonun ortalama basınç dayanımı)}$$

$$E_c = 37 \text{ GPa (Betonun elastisite modülü)}$$

$$f_{ctk} = 0,35 \sqrt{f_{ck}} = 0,35 \sqrt{50} = 2,5 \text{ MPa (Betonun karakteristik çekme dayanımı)}$$

B420C donatı çeliği için dayanımlar;

$$f_{yk} = R_e = 420 \text{ MPa (Karakteristik akma dayanımı)}$$

$$f_{ye} = 420 \times 1,2 = 504 \text{ MPa (Ortalama akma dayanımı)}$$

$$f_{su} = R_m = 525 \text{ MPa (Çekme dayanımı)}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa (Elastisite modülü)}$$

#### 4.6.2. Deprem Parametreleri

Yüksek yapıların II. tasarım aşaması için kullanılacak deprem düzeyi DD4'dür. Yapı Bursa İli 40,2215° enlem ve 28,877° boylamında yer almaktadır. Yatay elastik spektrum için  $S_S$  ve  $S_1$  değerleri Türkiye Deprem Tehlike Haritalarından alınmıştır.

$$S_S = 0,238 \quad ; \quad S_1 = 0,068$$

Yerel zemin sınıfı ZB olarak kabul edilmiştir. Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'den kısa periyot yerel zemin etki katsayısı 0,9, 1,0 saniye periyot yerel zemin etki katsayısı 0,8 olarak alınmıştır. Buradan tasarım spektral ivme katsayıları:

$$S_{DS} = S_S F_S = 0,238 \times 0,9 = 0,214$$

$$S_{D1} = S_1 F_1 = 0,068 \times 0,8 = 0,054$$

Yatay tasarım spektrumunun çizilebilmesi için köşe periyotları hesaplanacaktır:

$$T_A = 0,2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,2 \times \frac{0,054}{0,214} = 0,051$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{0,054}{0,214} = 0,252$$

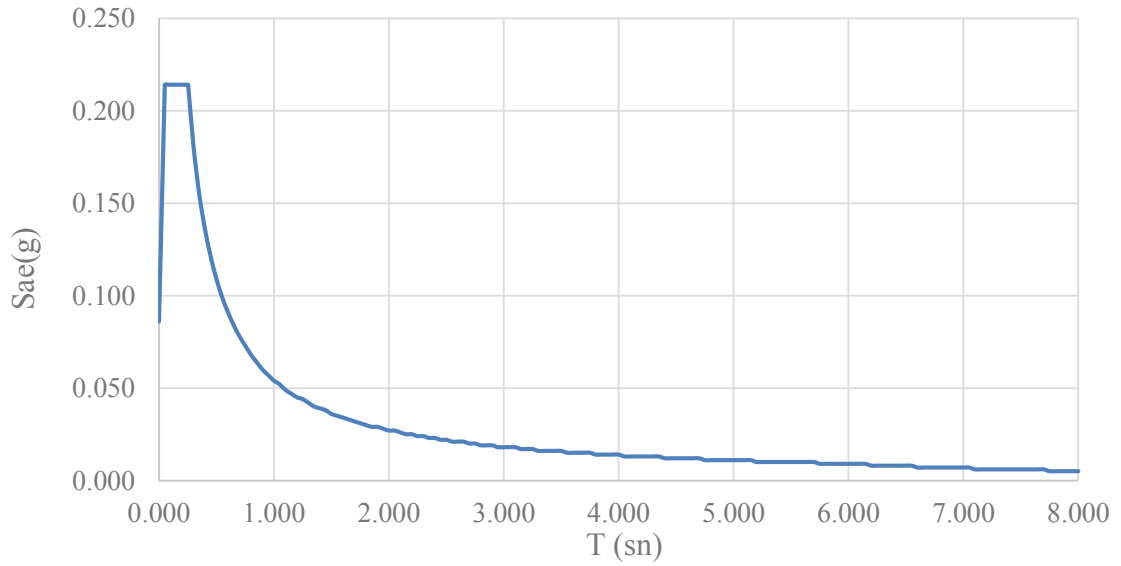
Yatay elastik tasarım spektrumu doğal titreşim periyoduna bağlı olarak Şekil 4.17’de tanımlanmıştır:

$$S_{ae}(T) = \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_A} \right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

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

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

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



Şekil 4.17. DD-4 deprem düzeyi yatay elastik tasarım ivme spektrumu

Düşey elastik tasarım ivme spektrumunun oluşturulması için periyoda ve kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına bağlı olarak  $S_{aeD}(T)$  düşey elastik tasarım spektral ivmeleri belirlenerek Şekil 4.18’de sunulmuştur.

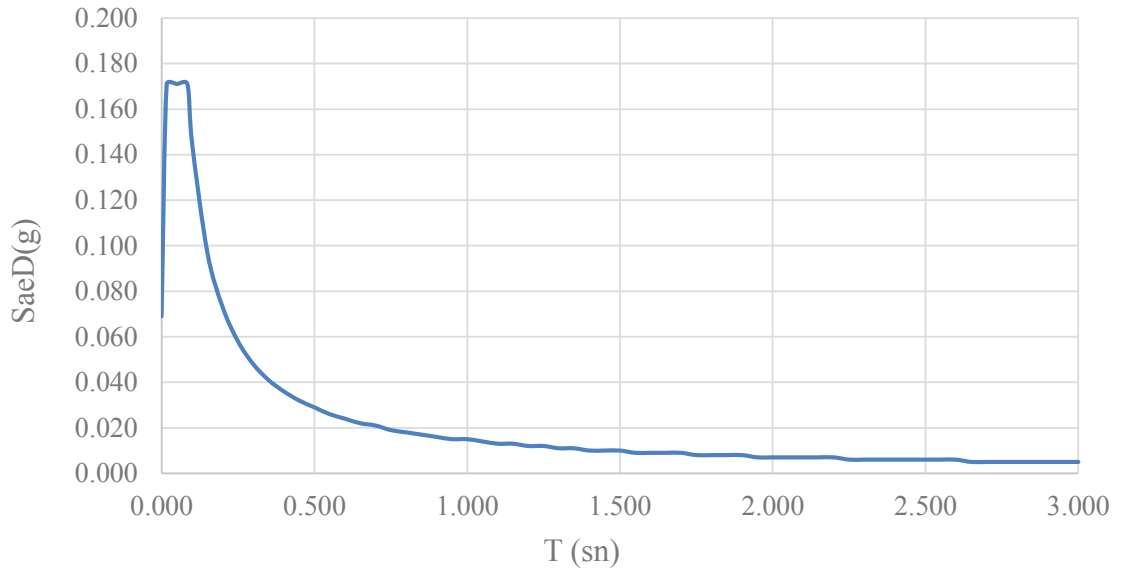
$$S_{aeD}(T) = (0,32 + 0,48 \frac{T}{T_{AD}}) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_{AD})$$

$$S_{aeD}(T) = 0,8 S_{DS} \quad (T_{AD} \leq T \leq T_{BD})$$

$$S_{aeD}(T) = 0,8 S_{DS} \frac{T_{BD}}{T} \quad (T_{BD} \leq T \leq T_{LD})$$

Düsey spektrumun köşe periyotları olan  $T_{AD}$ ,  $T_{BD}$  ve  $T_{LD}$ 'nin hesaplanması:

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



Şekil 4.18. DD-4 deprem düzeyi düşey elastik tasarım ivme spektrumu

#### 4.6.3. Yük ve Yük Kombinasyonları

Tasarımda kullanılacak yükler:

Betonarme eleman sabit ağırlığı: 25 kN/m<sup>3</sup>

Sabit kaplama yükü: 2,5 kN/m<sup>2</sup>

Kiriş duvar yükü: 6 kN/m

Hareketli yük: 3,5 kN/m<sup>2</sup>

Dizaynda kullanılacak yük kombinasyonları:

$$G + Q \pm E_d^{(x)} \pm 0,3 E_d^{(y)} \pm 0,3 E_d^{(z)}$$

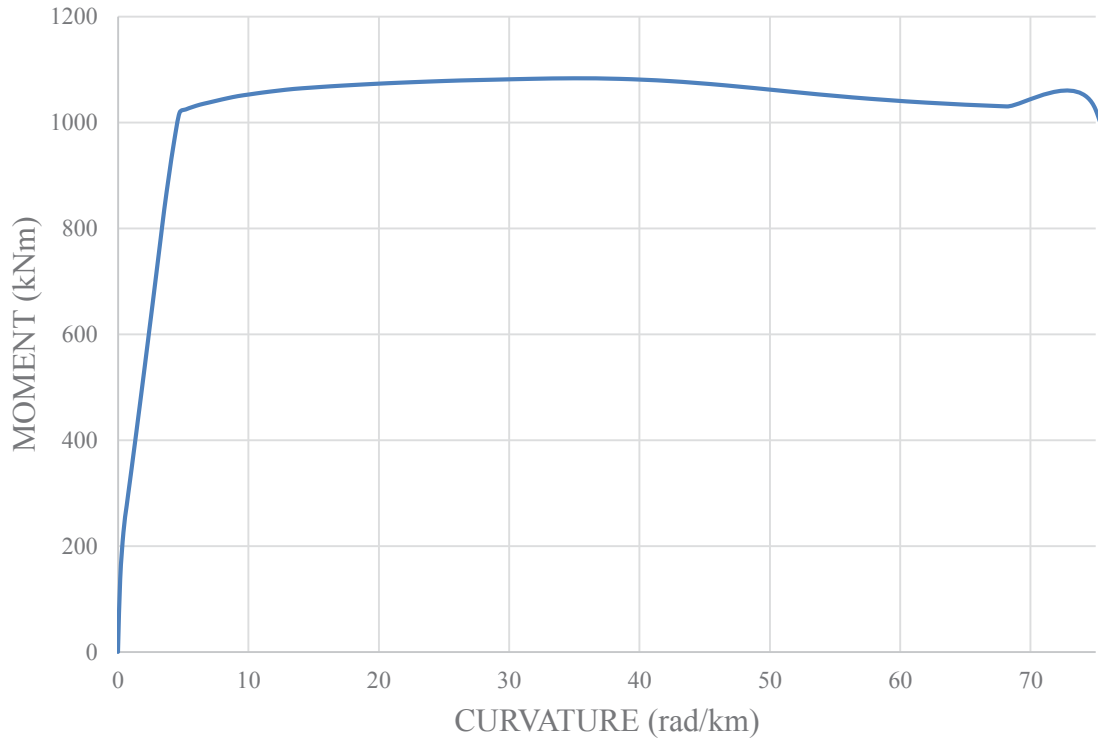
$$G + Q \pm 0,3 E_d^{(x)} \pm E_d^{(y)} \pm 0,3 E_d^{(z)}$$

$$0,9G \pm E_d^{(x)} \pm 0,3 E_d^{(y)} \pm 0,3 E_d^{(z)}$$

$$0,9G \pm 0,3 E_d^{(x)} \pm E_d^{(y)} \pm 0,3 E_d^{(z)}$$

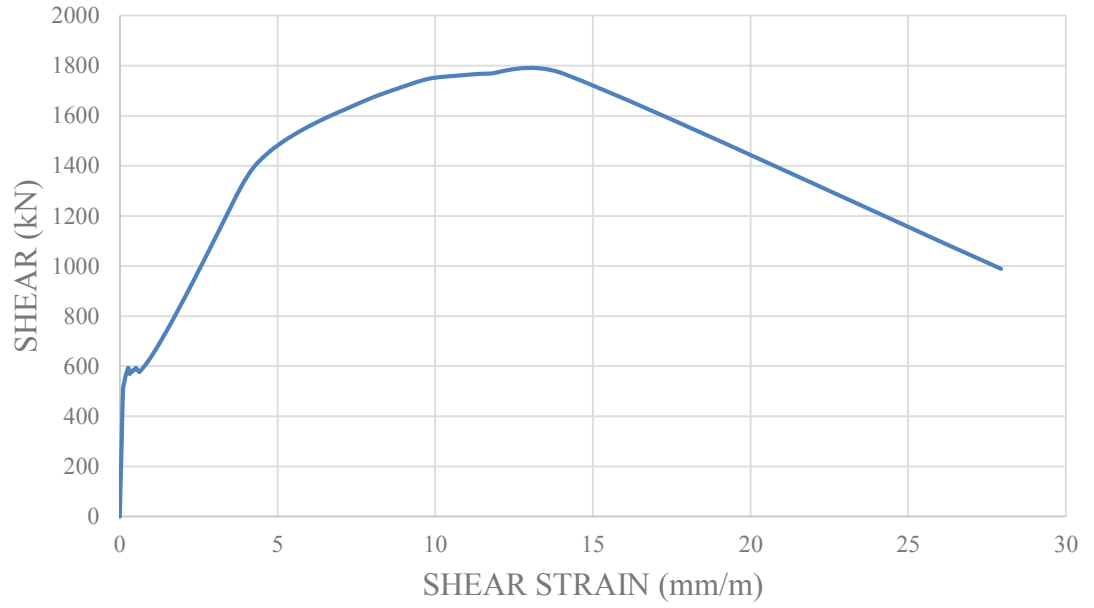
#### 4.6.4. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Kapasite Hesabı

Taşıyıcı sistem elemanlarının kapasite hesapları ortalama malzeme dayanımları kullanılarak Response-2000 (2019) programında hesaplanmıştır. Örnek olarak 50/80 ebadındaki kirişin moment ve kesme kuvveti kapasitesi Şekil 4.19 ve Şekil 4.20’de çizilmiştir. Diğer tüm elemanların kapasite değerleri Çizelge 4.18’de gösterilmektedir.



Şekil 4.19. 50/80 kiriş moment kapasite eğrisi





Şekil 4.20. 50/80 kiriş kesme kuvveti kapasite eğrisi

Çizelge 4.18. Kiriş kapasite değerleri

ELEMAN ADI	KAT NO	EBAT (mm)	$M_r$ (kNm)	$V_r$ (kN)
B1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11 B12-13-14-15-16-17-18	TÜM KATLAR	500/800	1084	1768
B49-51-56-58	1-10	600/700	583	1241
B49-51-56-58	11-19	500/700	621	1273
B49-51-56-58	20-30	400/700	609	1305
B29-30-31-32-33-34 B35-36-37-38-39-40	TÜM KATLAR	400/700	452	1100
B-45-46-47-48-52-53-54-55	TÜM KATLAR	600/700	665	1337
B25-26-27-28-41-42-43-44	TÜM KATLAR	400/700	609	1305
S1-S2	1-10	600/1200	2028	2993
S1-S2	11-19	500/1200	1734	2758
S1-S2	20-30	400/1200	1719	2694
S3-S4-S5-S6	1-10	600/1200	2750	3431
S3-S4-S5-S6	11-19	500/1200	2238	3075
S3-S4-S5-S6	20-30	400/1200	1719	2694

Kolon ve perdelerin E/K oranları her aksenal kuvvet değeri için ayrı momentler oluşacak ve kapasite değişeceği için elle hesap yapılmamış ETABS (2019) programında hesaplanmıştır. Perde ve kolonların kesme kapasiteleri Çizelge 4.19’da verilmiştir.

**Çizelge 4.19.** Kolon, perde kesme kuvveti kapasiteleri

ELEMAN ADI	KAT NO	EBAT (mm)	Vr (kN)
TÜM KOLONLAR	TÜM KATLAR	1000/1000	3215
P1-P2-P3-P4	1-10	600/7000	5305
P1-P2-P3-P4	11-19	500/7000	4422
P1-P2-P3-P4	20-30	400/7000	3541
P5-P6	1-10	600/9000	6821
P5-P6	11-19	500/9000	5688
P5-P6	20-30	400/9000	4553

#### 4.6.5. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etki/Kapasite Oranları

TBDY' ye göre II. aşama analizlerinin doğrusal hesap yöntemleri kullanılarak yapıldığı durumda sünek davranışa sahip elemanların iç kuvvetlerinin E/K oranı 1,50'yi aşmamalıdır. Sünek davranışa sahip olmayan iç kuvvetlerin E/K oranı 0,70'i aşmamalıdır.

Sünek davranışa sahip iç kuvvetler:

Perdelerde iki doğrultuda eğilme ve eksenel kuvvet etkisinde akma.

Kirişlerde eğilme etkisinde akma.

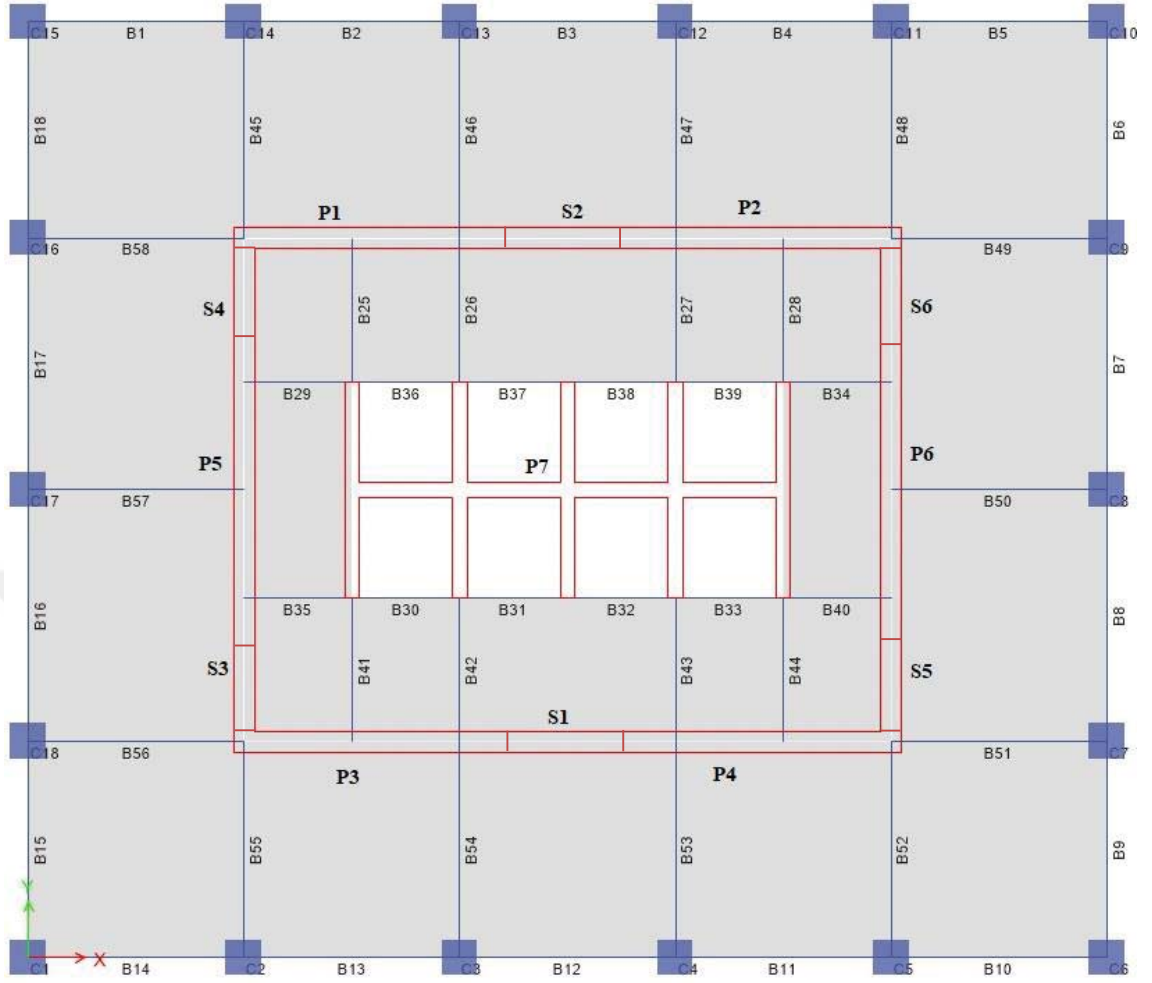
Kolonlarda iki doğrultuda eğilme ve eksenel kuvvet etkisinde akma.

Çapraz donatılı bağ kirişlerinde kesme.

Sünek davranışa sahip olmayan iç kuvvetler:

Perde, kolon ve kirişlerde kesme kuvvetleri.

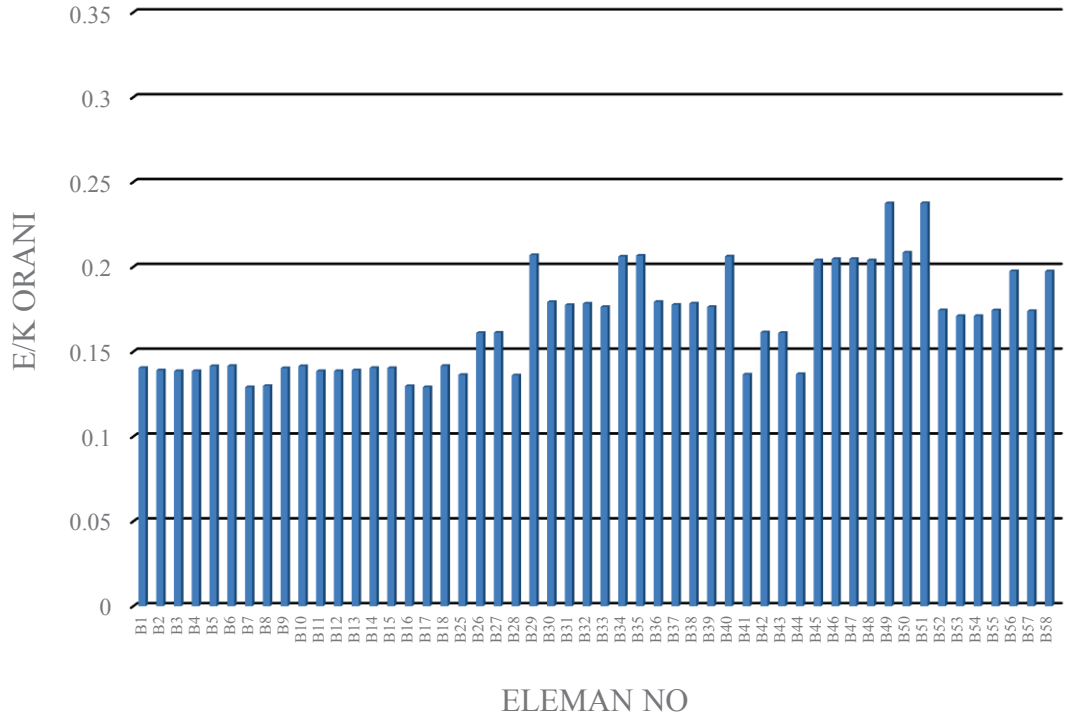
Taşıyıcı sistem eleman sayısının çok fazla olması nedeniyle sonuçlar eleman kesitlerinin değiştiği katlardan (1-11-20-30) verilmiştir. E/K diyagramlarında kullanılacak taşıyıcı sistem elemanlarının isimlendirmesi Şekil 4.21'de verilmiştir.



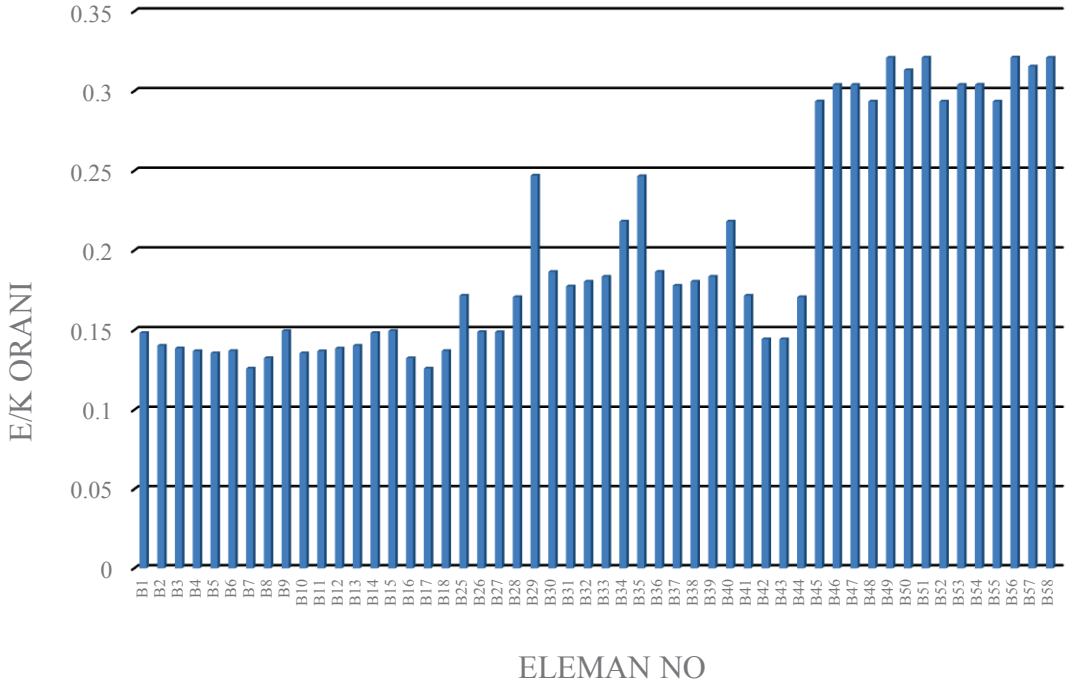
**Şekil 4.21.** Taşıyıcı sistem eleman isimlendirmesi

Kirişlerin Kesme Kuvveti E/K Oranları:

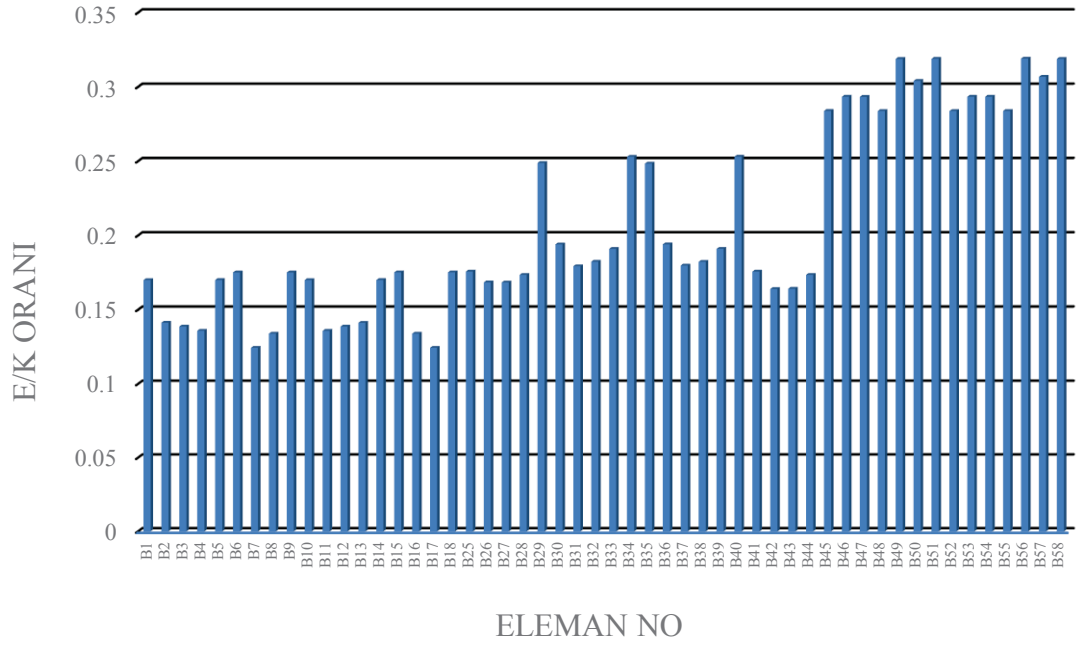
Kirişlerin DD-4 deprem yer hareketi etkisindeki kesme kuvveti değerleri Etabs programından alınarak hesaplanan kapasite değerleri ile oranlanmıştır. 1. Kat sonuçları Şekil 4.22’de, 11. kat sonuçları Şekil 4.23’de, 20. kat sonuçları Şekil 4.24’de ve 30. kat sonuçları Şekil 4.25’de verilmiştir. Kirişlerin kesme kuvveti değerleri incelendiğinde en büyük etkilerin çekirdek sistemi çerçeve kolonlara bağlayan kirişlerde olduğu görülmektedir. Bulunan oranlar 1. kat kirişleri için maksimum 0,23, 11. kat kirişleri için maksimum 0,31, 20. kat kirişleri için maksimum 0,32 ve 30. kat kirişleri için maksimum 0,27 olarak hesaplanmıştır. TBDY’ de kiriş kesme kuvveti E/K oranı olan 0,70 değeri tüm katlarda sağlanmaktadır.



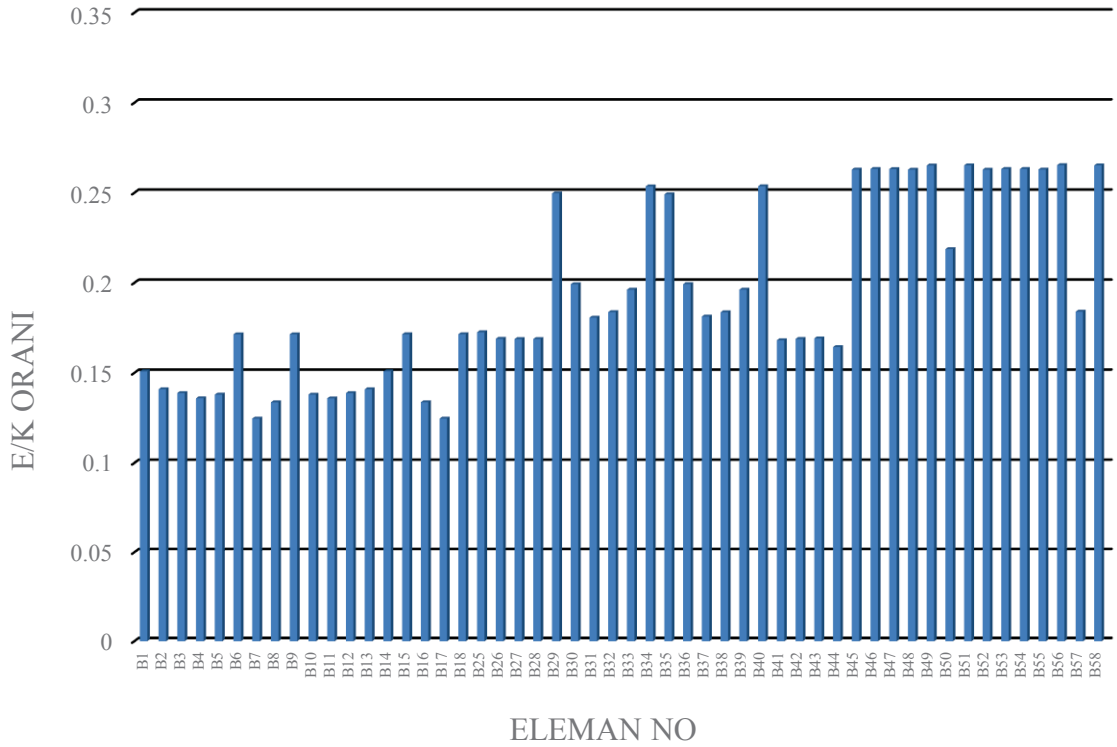
Şekil 4.22. 1. kat kirişlerinin kesme kuvveti E/K oranları



Şekil 4.23. 11. kat kirişlerinin kesme kuvveti E/K oranları



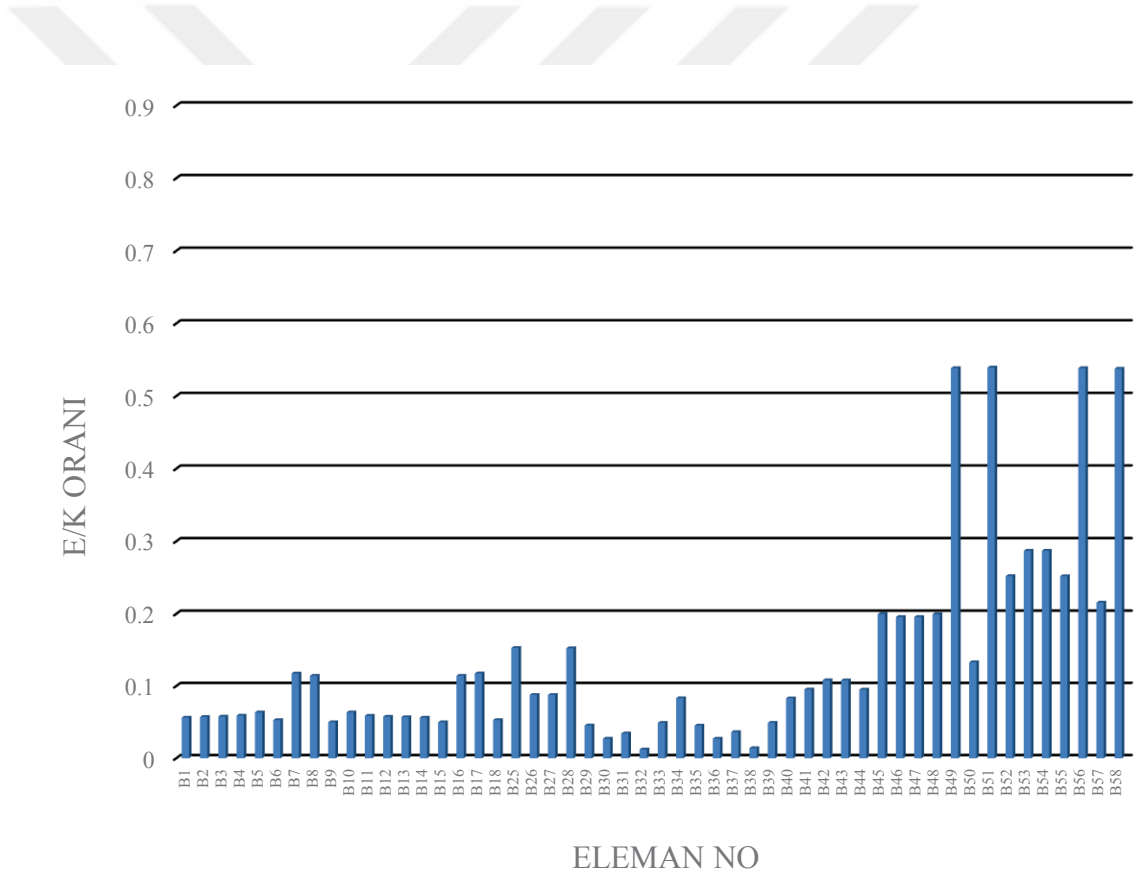
Şekil 4.24. 20. kat kirişlerinin kesme kuvveti E/K oranları



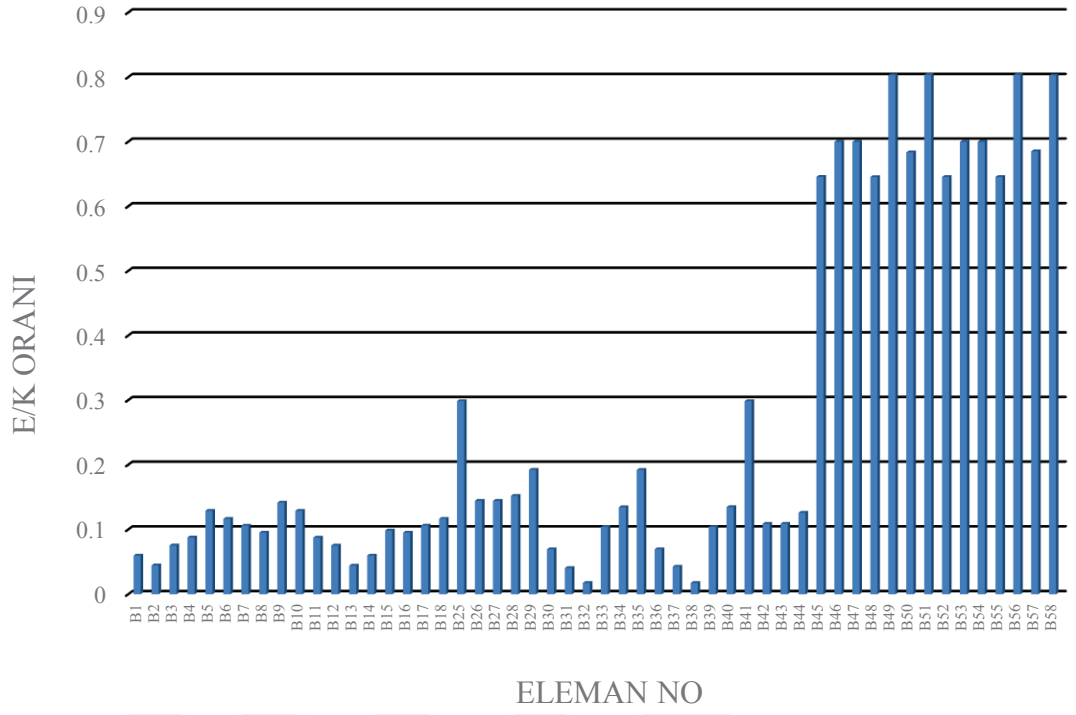
Şekil 4.25. 30. kat kirişlerinin kesme kuvveti E/K oranları

### Kirişlerin Moment E/K Oranları:

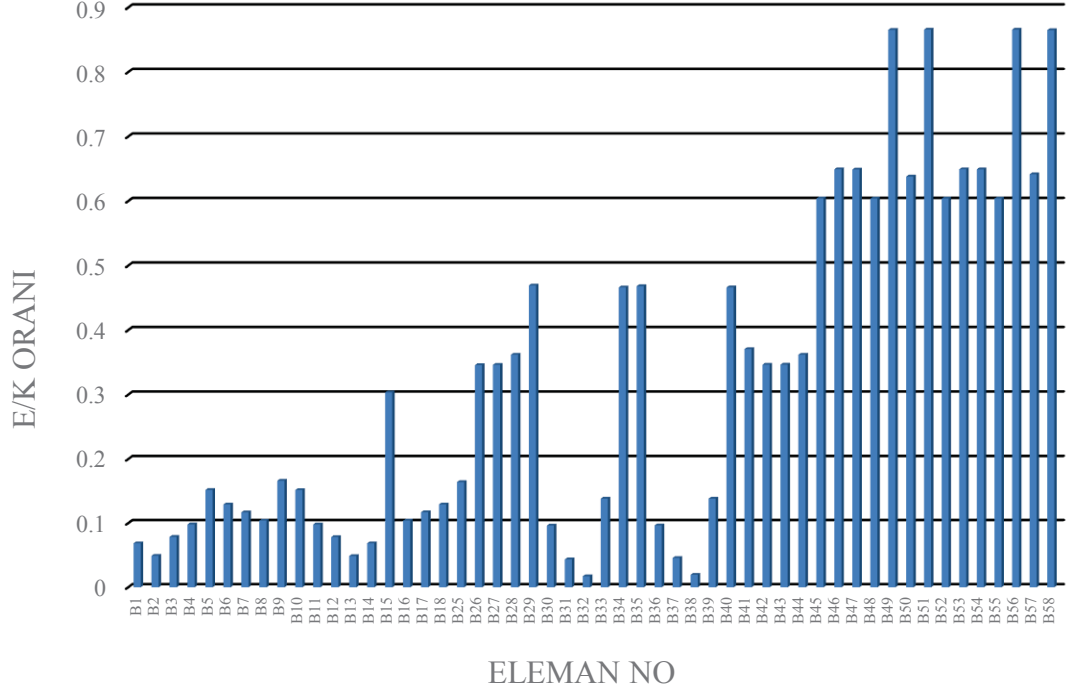
Kirişlerin DD-4 deprem yer hareketi etkisindeki moment değerleri Etabs programından alınarak hesaplanan kapasite değerleri ile oranlanmıştır. 1. kat sonuçları Şekil 4.26'da, 11. kat sonuçları Şekil 4.27'de, 20. kat sonuçları Şekil 4.28'de ve 30. kat sonuçları Şekil 4.29'da verilmiştir. Kirişlerin moment değerleri incelendiğinde en büyük etkilerin çekirdek sistemi çerçeve kolonlara bağlayan kirişlerde olduğu görülmektedir. Bulunan oranlar 1. kat kirişleri için maksimum 0,54, 11. kat kirişleri için maksimum 0,80, 20. kat kirişleri için maksimum 0,86 ve 30. kat kirişleri için maksimum 0,73 olarak hesaplanmıştır. TBDY' de kiriş momenti E/K oranı olan 1,50 değeri tüm katlarda sağlanmaktadır.



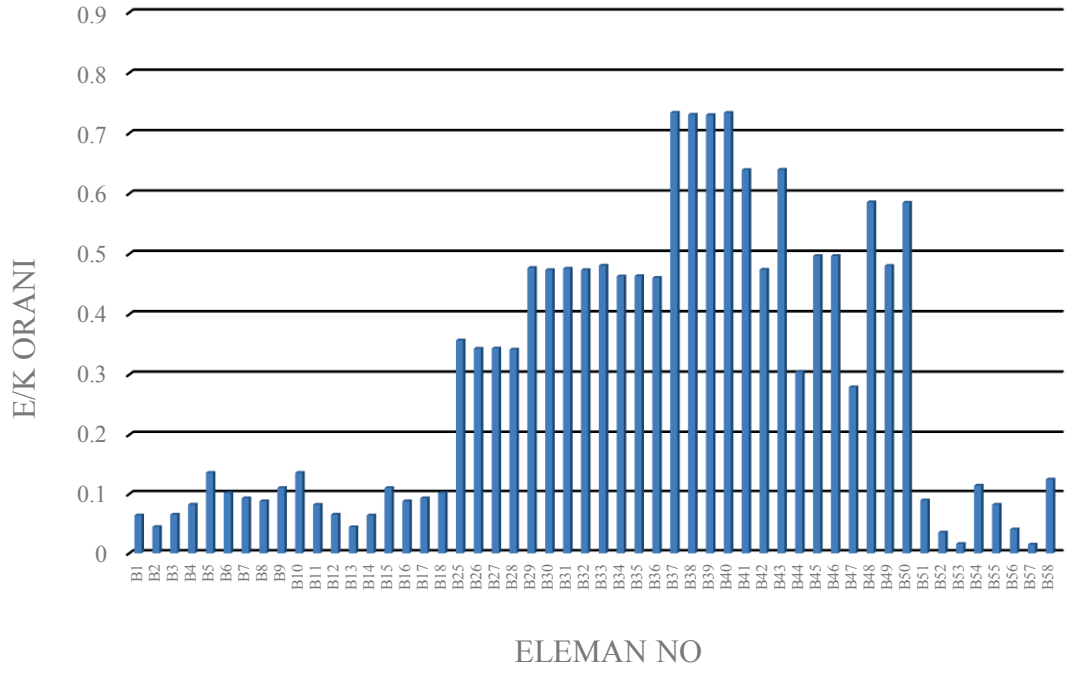
Şekil 4.26. 1. kat kirişlerinin moment E/K oranları



Şekil 4.27. 11. kat kirişlerinin moment E/K oranları



Şekil 4.28. 20. kat kirişlerinin moment E/K oranları

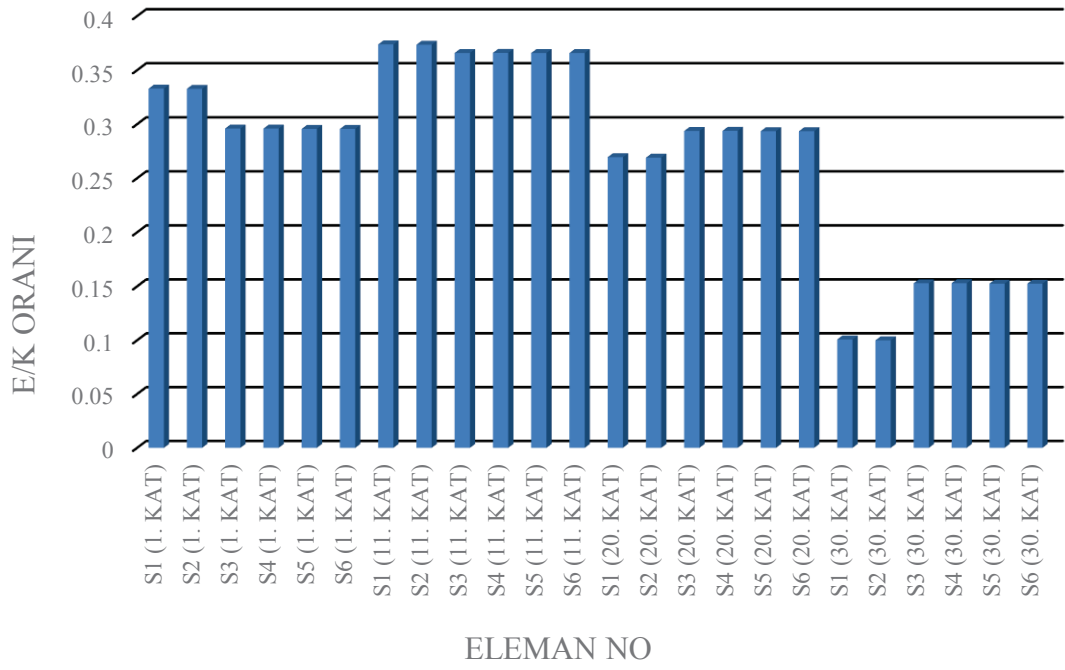


**Şekil 4.29.** 30. kat kirişlerinin moment E/K oranları

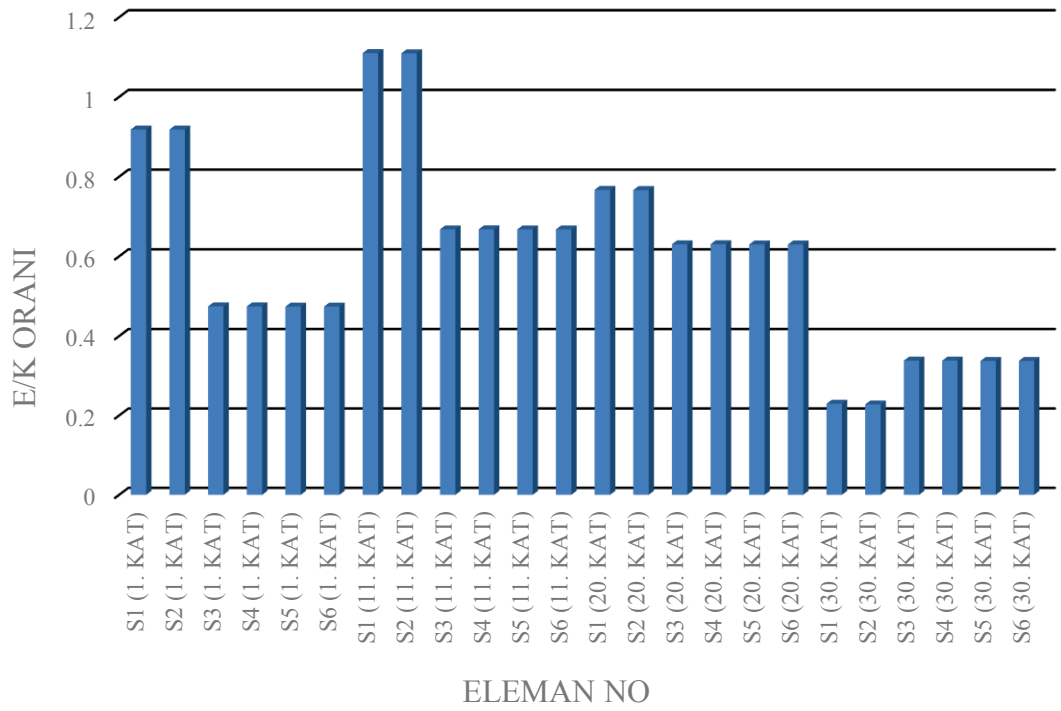
Bağ Kirişlerin E/K Oranları:

Bağ kirişlerin DD-4 deprem yer hareketi etkisindeki kesme kuvveti ve moment değerleri Etabs programından alınarak hesaplanan kapasite değerleri ile oranlanmıştır. Şekil 4.30'da kesme kuvveti E/K oranları, Şekil 4.31'de moment E/K oranları verilmektedir. Bağ kirişlerinde kesme kuvveti E/K oranı maksimum 0,36 bulunmuştur. Bu değer TBDY'de tanımlanan 0,70 değerini sağladığı görülmüştür. Moment için E/K oranına bakıldığında maksimum 1.11 oranının olduğu hesaplanmıştır. TBDY'de bağ kirişlerinin moment E/K oranınının 1,50'yi geçmemesi istendiğinden bağ kirişleri yönetmelikteki tüm sınırları sağlamış bulunmaktadır. Bağ kirişlerinin E/K oranlarındaki en büyük değer 11. Katta gözlenmektedir. Bunun nedeni eleman kesitinin 11. Katta azaltılmasıdır. Bağ kirişlerinin boyutları çok büyük seçildiğinden özellikle betonun kapasiteye olan katkısı daha fazladır. Bu nedenle etkilerin çok azalmadığı fakat eleman boyutlarının değiştirildiği katta bu oranda ciddi bir artış olduğu gözlenmiştir.





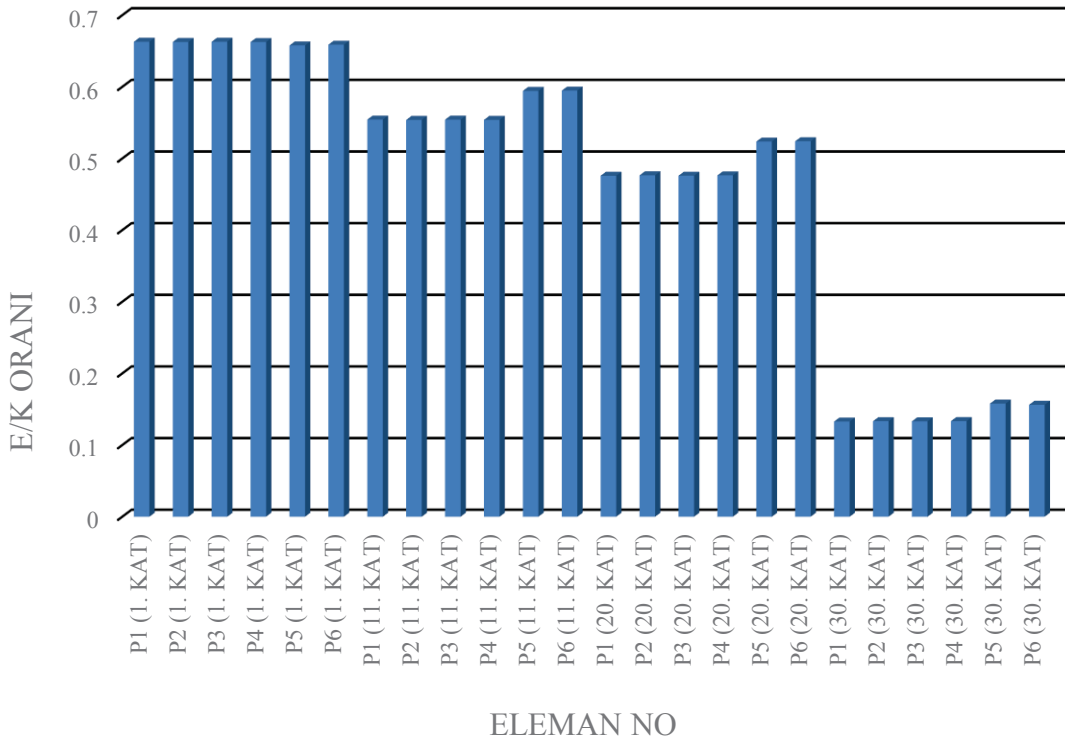
Şekil 4.30. Bağ kirişlerinin kesme kuvveti E/K oranları



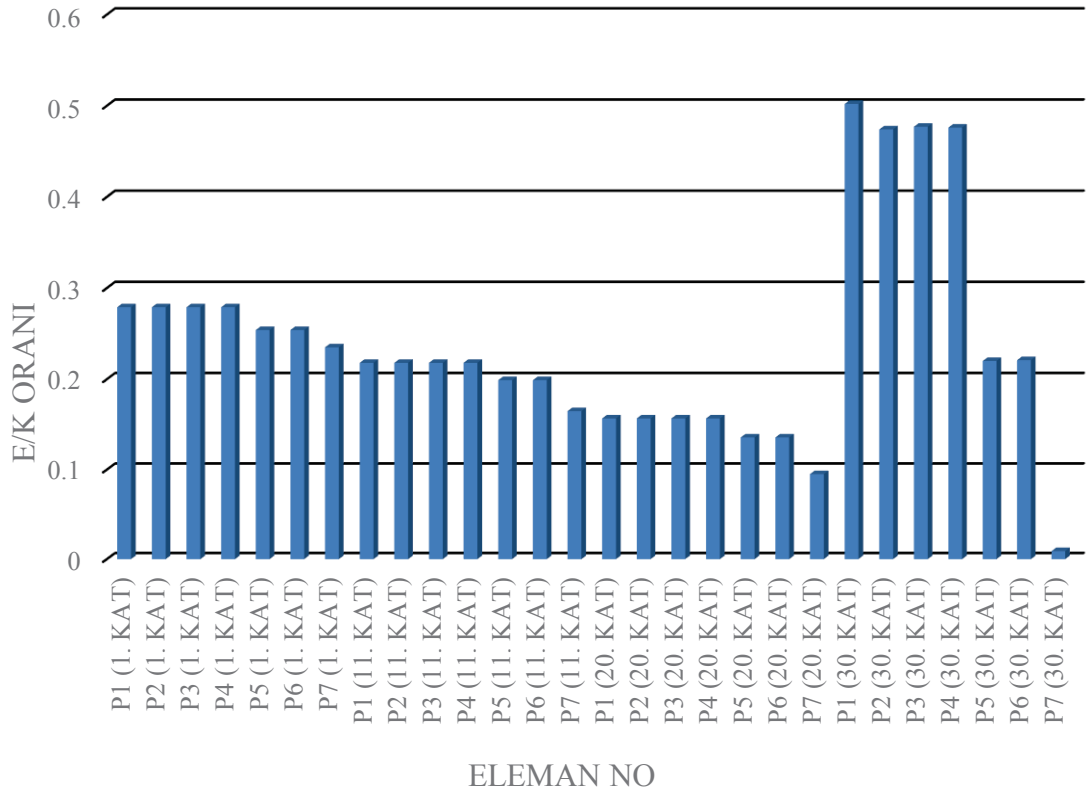
Şekil 4.31. Bağ kirişlerinin moment E/K oranları

#### Perdelerin E/K Oranları:

Perdelerin DD-4 deprem yer hareketi etkisindeki kesme kuvveti değerleri Etabs programından alınarak hesaplanan kapasite değerleri ile oranlanmıştır. Şekil 4.32’de kesme kuvveti E/K oranları verilmiştir. Perdelerin en büyük kesme kuvvetleri bina tabanında oluşmaktadır. Buradaki E/K oranı 0,66 olarak hesaplanmıştır. TBDY’ de perdelerin kesme kapasite oranlarının 0,70 olması koşulunu sağladığı görülmektedir. Deprem yüklerinin tamamının perdelerle karşılandığı yapımızda çok güçlü perde kesitleri tanımlanmasına rağmen sınır değere çok yaklaştığı görülmektedir. Perdelerin iki doğrultuda eğilme ve eksenel kuvvet etkisinde akma durumu için hesaplamalar tamamen Etabs programında yapılmıştır. Değişen her eksenel kuvvet durumu için ayrı ayrı moment kapasite değerleri hesaplanmaktadır. Şekil 4.33’de E/K oranları verilmektedir. Grafikte en büyük değer 0,50 olduğu görülmektedir. TBDY’ de perdeler için sınır değer 1,50 olarak tanımlandığından perde kapasitelerinin yeterli olduğu kanaatine varılmıştır.



Şekil 4.32. Perde kesme kuvveti E/K oranları

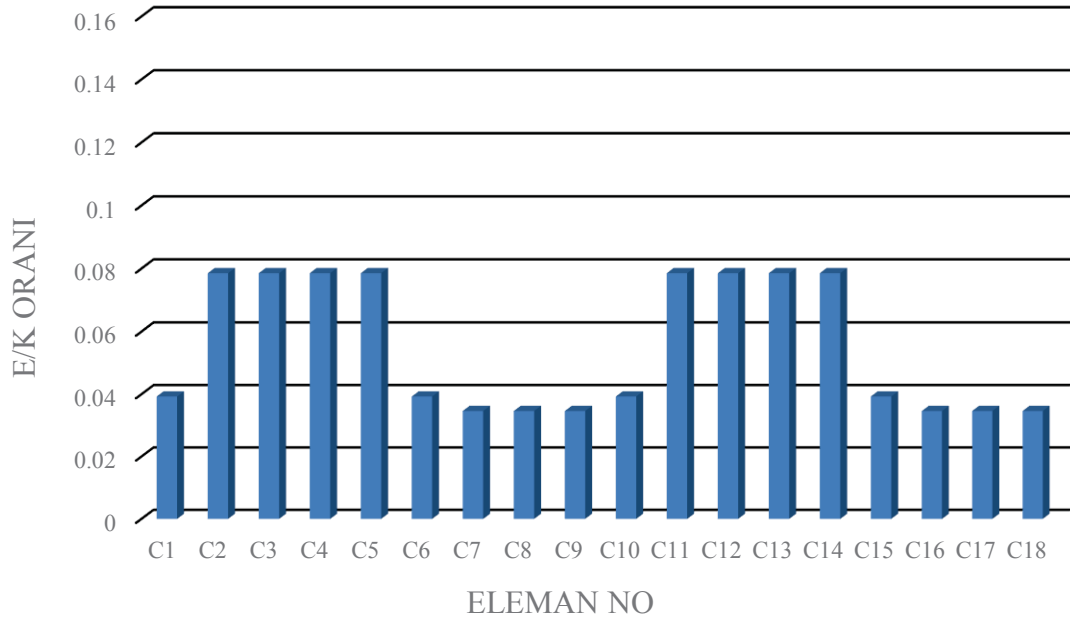


**Şekil 4.33.** Perde P-M-M E/K oranları

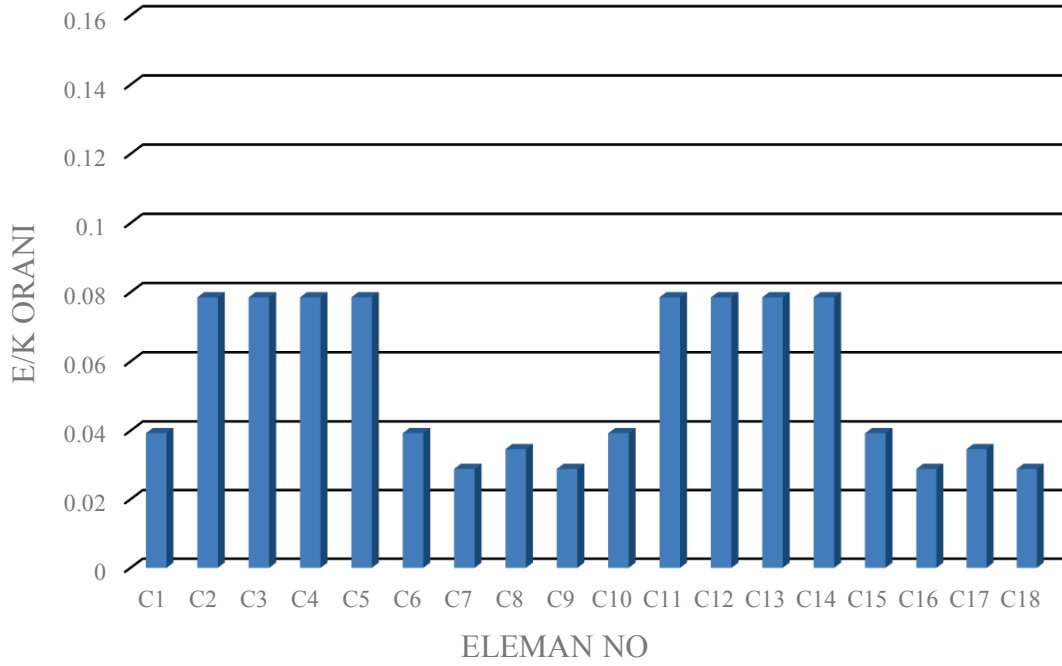
Kolonların E/K Oranları:

Kolonların DD-4 deprem yer hareketi etkisindeki kesme kuvveti değerleri Etabs programından alınarak hesaplanan kapasite değerleri ile oranlanmıştır. 1. kat sonuçları Şekil 4.34'de, 11. kat sonuçları Şekil 4.35'de, 20. kat sonuçları Şekil 4.36'da ve 30. kat sonuçları Şekil 4.37'de verilmiştir. E/K oranının en büyüğü 0,15 olarak hesaplanmıştır. TBDY' de kesme E/K oranı kolonlar için 0,70 olarak tanımlanmıştır. Yapının deprem yüklerinin tamamının perdeler tarafından taşınmasından dolayı kolon kesme kuvvetleri çok küçük mertebelerde kalmıştır. Kolonların iki doğrultuda eğilme ve eksenel kuvvet etkisinde akma durumu için hesaplamalar tamamen Etabs programında yapılmıştır. Değişen her eksenel kuvvet durumu için ayrı ayrı moment kapasite değerleri hesaplanmaktadır. E/K oranlarının 1. kat sonuçları Şekil 4.38'de, 11. kat sonuçları Şekil 4.39'da, 20. kat sonuçları Şekil 4.40'da ve 30. kat sonuçları Şekil 4.41'de verilmiştir. Değerlerin en büyüğü eksenel kuvvetin maksimum olduğu 1. katta 0,37 olarak

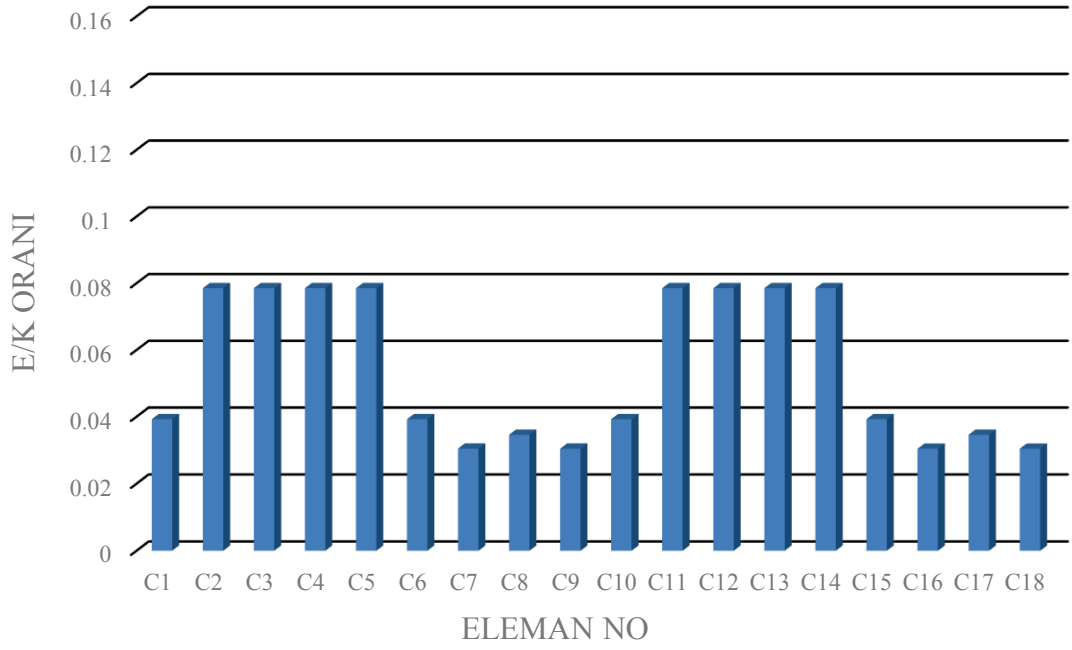
hesaplanmıştır. TBDY’ de verilen sınır koşul 1,50 olduğundan kolon kapasiteleri yeterlidir.



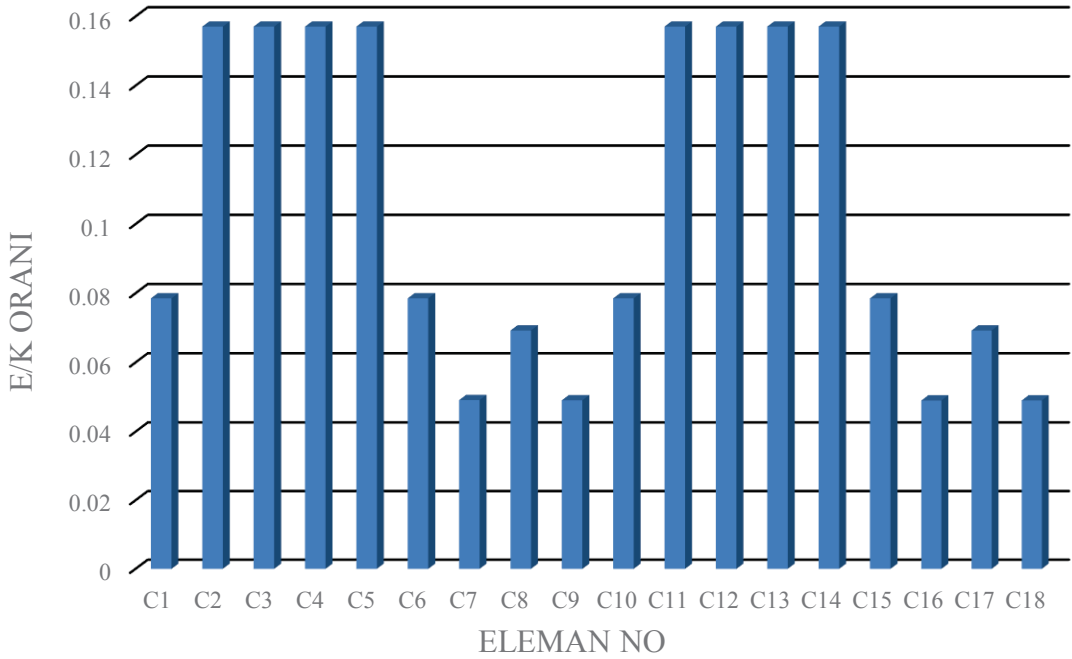
Şekil 4.34. 1. kat kolon kesme kuvveti E/K oranları



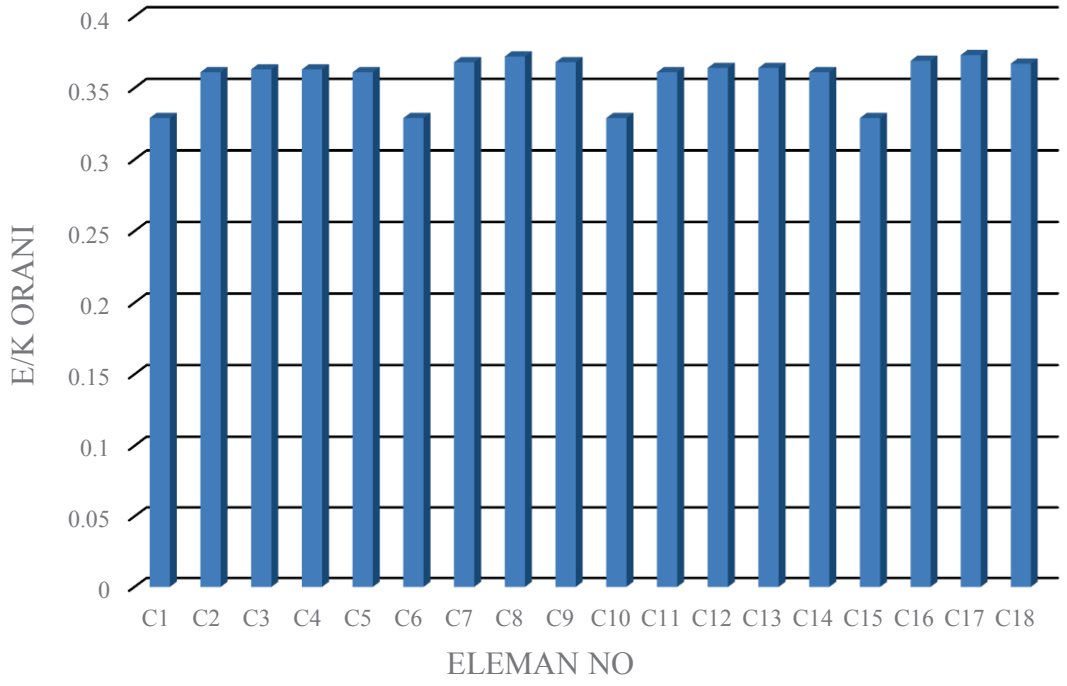
Şekil 4.35. 11. kat kolon kesme kuvveti E/K oranları



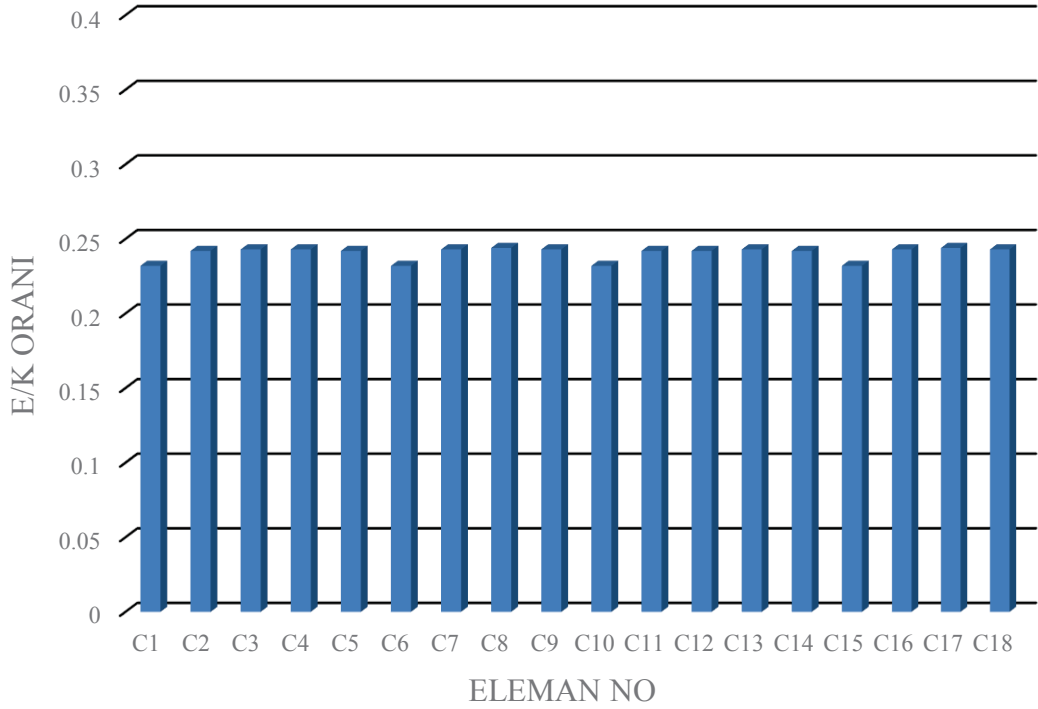
Şekil 4.36. 20. kat kolon kesme kuvveti E/K oranları



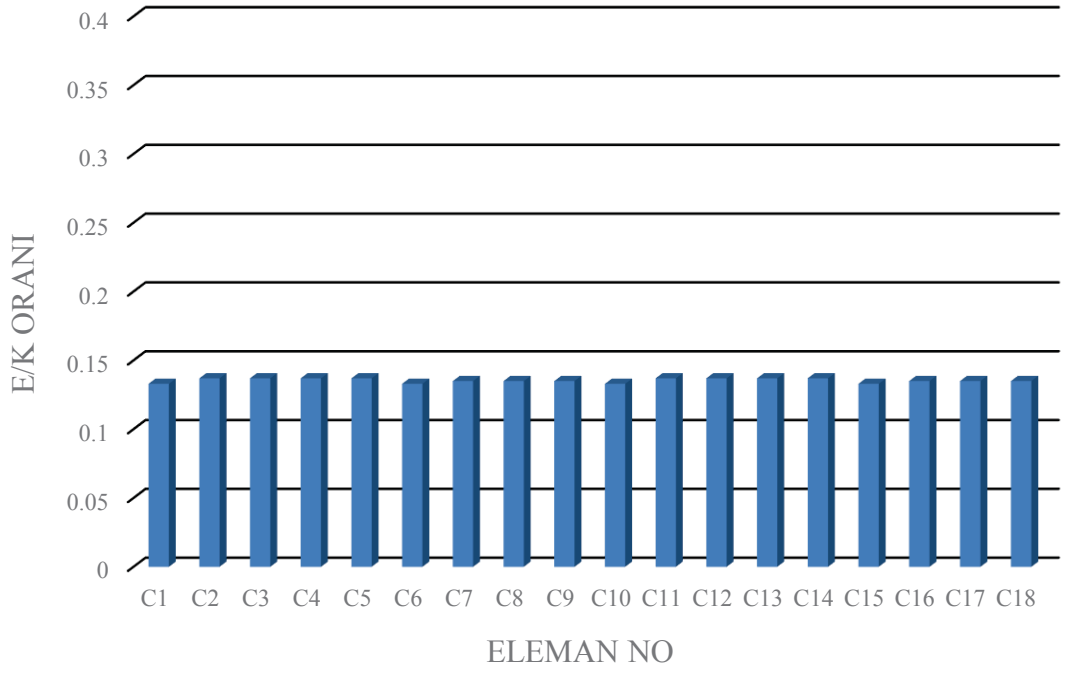
Şekil 4.37. 30. kat kolon kesme kuvveti E/K oranları



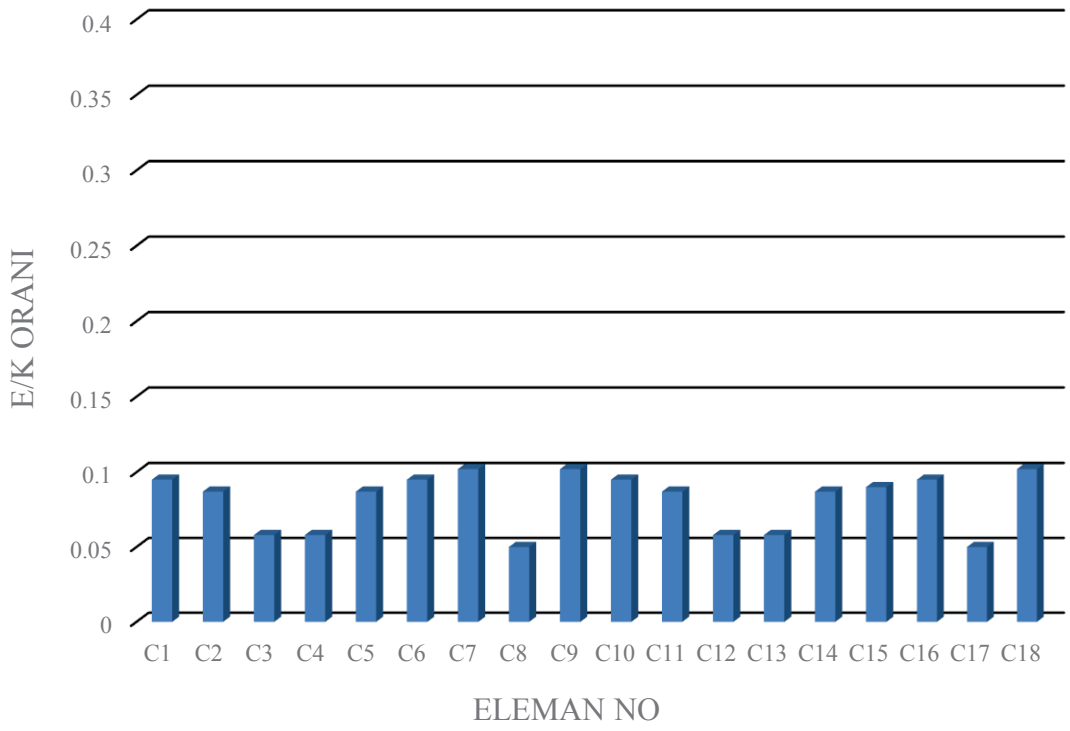
Şekil 4.38. 1. kat kolon P-M-M E/K oranları



Şekil 4.39. 11. kat kolon P-M-M E/K oranları



Şekil 4.40. 20. kat kolon P-M-M E/K oranları



Şekil 4.41. 30. kat kolon P-M-M E/K oranları

#### 4.7. TBDY 2018 ile DBYBHY 2007 Analizlerinin Karşılaştırılması

Taşıyıcı sistemi ve malzeme özellikleri aynı kabul edilerek yapı DBYBHY 2007 yönetmeliği kapsamında Z2 zemin sınıfı ve 1. Derece deprem bölgesi kabulü yapılarak analizi gerçekleştirilecektir. (Pakoğlu 2009)

##### 4.7.1. DBYBHY 2007 Deprem Parametreleri

Yapının deprem yüklerinin belirlenebilmesi için esas alınacak olan spektral ivme katsayısı  $A(T)$  belirlenmelidir. Bilindiği gibi depremin bir ivmesi mevcuttur. Yer hareketinden dolayı, binada da bir ivme oluşur. Ancak binada oluşan ivme ile deprem ivmesinin değeri aynı değildir. Yapıda oluşacak deprem kuvvetini, yapıda oluşan ivme belirler. Yapıda oluşacak ivmenin, yerçekimi ivmesine oranına spektral ivme katsayısı denir.  $A(T)$  Denk. (4.12)' de verildiği üzere etkin yer ivmesi katsayısı  $A_0$ , bina önem katsayısı  $I$  ve spektrum katsayısı  $S(T)$ 'nin çarpımına eşittir.

$$A(T) = A_0 \times I \times S(T) \quad (4.12)$$

Etkin yer ivmesi katsayısı ( $A_0$ ):

Etkin yer ivmesi katsayısı ( $A_0$ ) Çizelge 4.20 den yapının yapılacağı bölgenin Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasındaki deprem bölgesine göre seçilmelidir.

**Çizelge 4.20.** Etkin yer ivmesi katsayıları

Deprem Bölgesi	$A_0$
1	0,40
2	0,30
3	0,20
4	0,10



Spektrum katsayısı S(T):

Spektrum katsayısı S(T) yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyoduna bağlı olarak Denk. (4.13) ile hesaplanacaktır.

$$\begin{aligned} S(T) &= 1 + 1,5(T/T_A) & (0 \leq T \leq T_A) \\ S(T) &= 2,5 & (T_A \leq T \leq T_B) \\ S(T) &= 2,5 \times (T_B/T)^{0,8} & (T_B \leq T) \end{aligned} \quad (4.13)$$

Denk. (4.13) de kullanılan spektrum karakteristik periyotları  $T_A$  ve  $T_B$  Çizelge 4.21'den yerel zemin sınıflarına bağlı olarak alınır.

**Çizelge 4.21.** Spektrum karakteristik periyotları

Yerel Zemin Sınıfı	$T_A$ (saniye)	$T_B$ (saniye)
Z1	0,10	0,30
Z2	0,15	0,40
Z3	0,15	0,60
Z4	0,20	0,90

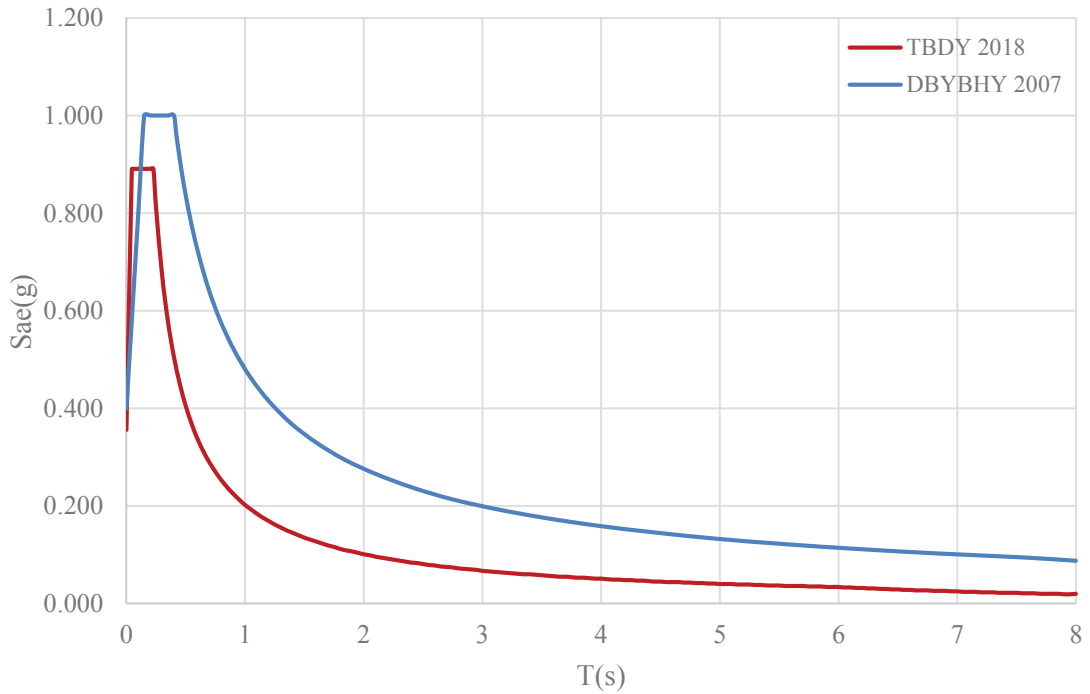
Deprem yükü azaltma katsayısı:

Deprem yükü azaltma katsayısı, taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını göz önünde bulundurmak için kullanılır.  $R_a$ , deprem yükü azaltma katsayısı doğal titreşim periyodu taşıyıcı sistem davranış katsayısı  $R'$ 'ye bağlı olarak Denk.(4.14) ile belirlenecektir.

$$\begin{aligned} R_a(T) &= 1,5 + (R - 1,5) \times (T/T_A) & (0 \leq T \leq T_A) \\ R_a(T) &= R & (T_A \leq T) \end{aligned} \quad (4.14)$$

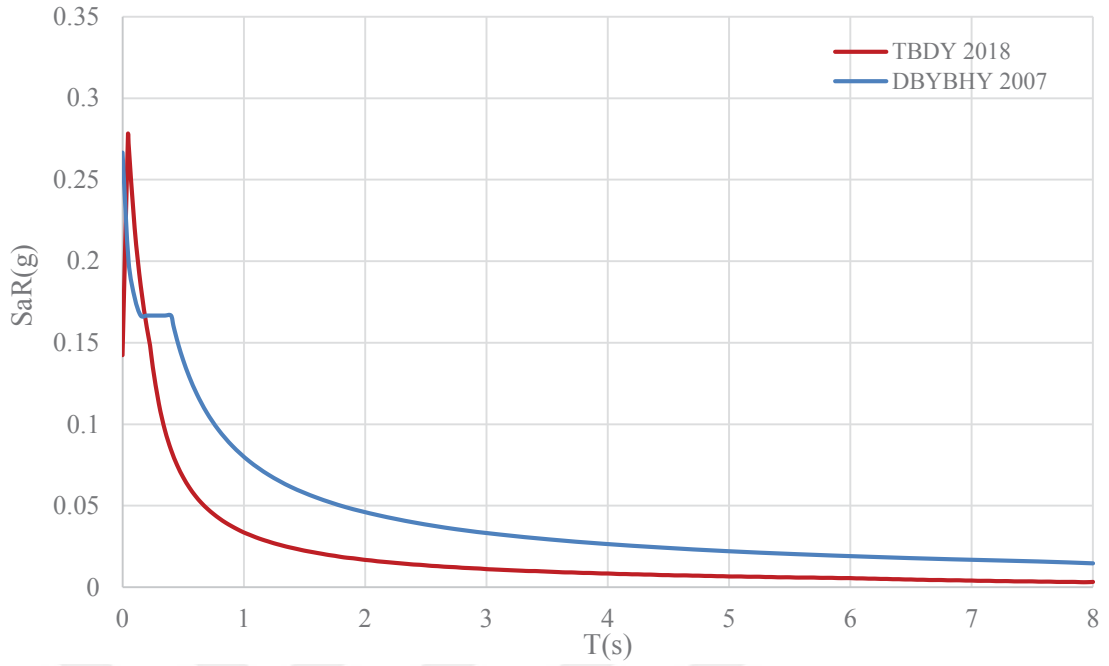
#### 4.7.2. Yatay Elastik Spektrumların Karşılaştırması

2007 yönetmeliği için Z2 yerel zemin sınıfında ve 2018 yönetmeliği için DD-2 düzeyi deprem için yatay elastik tasarım spektrumları hesaplanarak Şekil 4.42’de çizilmiştir. Spektrumlar incelendiğinde yapımızın hakim doğal titreşim periyodu 2,571 sn. değerine karşılık gelen yatay elastik tasarım ivme değeri 2007 yönetmeliği için 0,227 g iken; 2018 yönetmeliğinde bu değer 0,081 g olarak hesaplanmıştır. Yani yeni yönetmelikte yapının maruz kalacağı kuvvet 2,8 katı oranında azaltılmış durumdadır. (Keskin ve Bozdağ 2018, Koçer ve ark. 2018, Öztürk 2018)



Şekil 4.42. Yatay elastik spektrum karşılaştırması

Aynı deprem düzeylerinin azaltılmış yatay elastik tasarım ivme spektrumu Şekil 4.43’de elde edilmiştir. Burada yapının hakim doğal titreşim periyodu 2,571 sn. değerine karşılık gelen azaltılmış yatay elastik tasarım ivme değeri 2007 yönetmeliği için 0,0376 g iken; 2018 yönetmeliğinde bu değer 0,01316 g olarak hesaplanmıştır. Yapılan her iki incelemede de yapıya etkitilecek yüklerin 2018 yönetmeliğinde azalacağı aşıkardır.



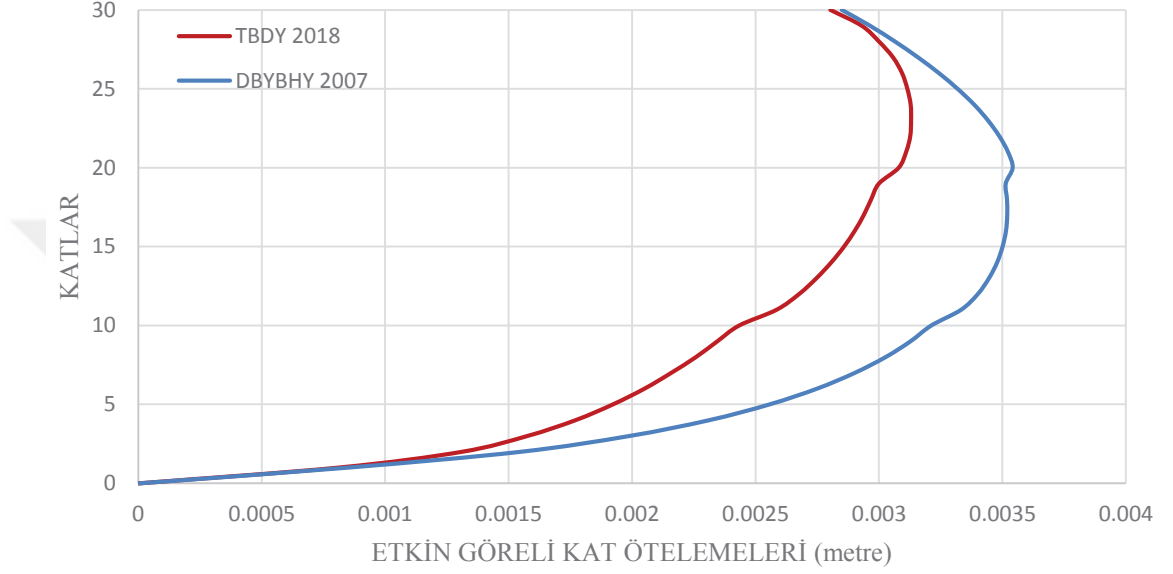
**Şekil 4.43.** Azaltılmış yatay elastik spektrum karşılaştırması

#### 4.7.3. Görelî Kat Ötelemelerinin Karşılaştırılması

Yapının her iki deprem doğrultusunda etkin görelî kat ötelemeleri hesaplanarak Şekil 4.44 ve Şekil 4.45’de sunulmuştur. X doğrultusunda maksimum etkin görelî kat ötelemesi 21. katta meydana gelmiştir. 2007 yönetmeliğine göre bu değer 0,0035 metre iken 2018 yönetmeliğinde aynı katta 0,0031 metre olarak hesaplanmıştır. Y yönü için bakıldığında ise maksimum değerler 20. katta meydana gelmektedir ve bu değerlerde 2007 yönetmeliği için 0,0056 metre iken 2018 yönetmeliği için 0,0049 metredir. 2018 yönetmeliğinde hesaplanan değerler X yönü için %13, Y yönü için %14 azalmıştır. Sınır şartı incelendiğinde ise 2007 yönetmeliğinde etkin görelî kat ötelemesi sınırı 0,02 olarak her iki doğrultu içinde sabittir. 2018 yönetmeliğinde ise  $\lambda$  katsayısı hesaplanarak bu sınır değeri belirlenmektedir. Örnek yapımız için daha önceden hesaplanan X yönü  $\lambda$  değeri 0,384, Y yönü  $\lambda$  değeri 0.380’dir. Denklem 4.15’de bu değerler ile hesaplanan etkin görelî kat ötelemesi sınır değerleri X yönü için 0,0208 ve Y yönü için 0,021’dir.

$$\lambda \frac{\delta_{i,\max}^{(X)}}{h_i} \leq 0,008\kappa \quad (4.15)$$

Sınır değerler örnek yapımız için iki yönetmelikte de çok fazla farklılık göstermezken 2018 yönetmeliğinde esnek derz uygulanan binalar için bu sınır değerinin 2 katına çıkartılmasına müsaade edilmektedir.  $\lambda$  katsayısının DD2 ve DD3 elastik spektral ivmelerinin oranı olması nedeni ile yapılan araştırmalarda bu oranın farklı zemin koşullarında da çok fazla değişmeyeceği saptanmıştır.



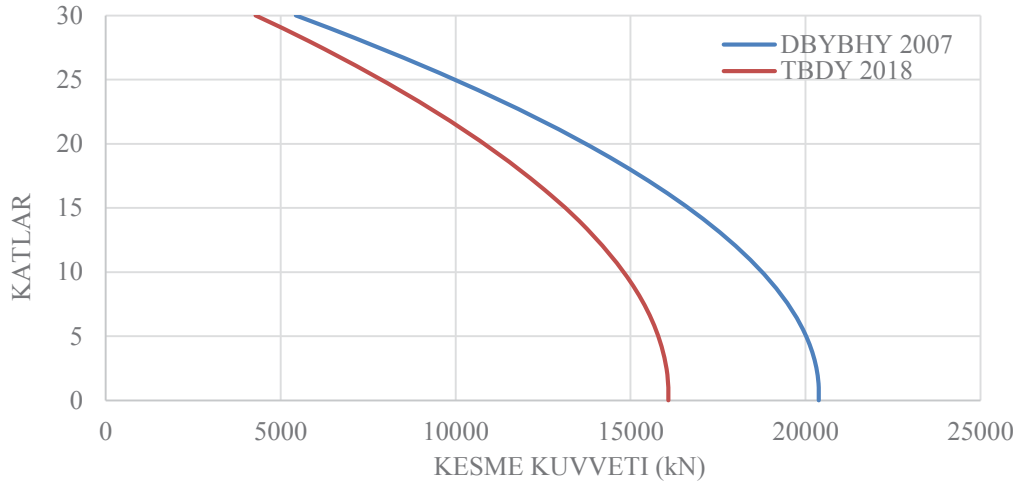
**Şekil 4.44.** X yönü etkin görelî kat ötelemelerinin karşılaştırması



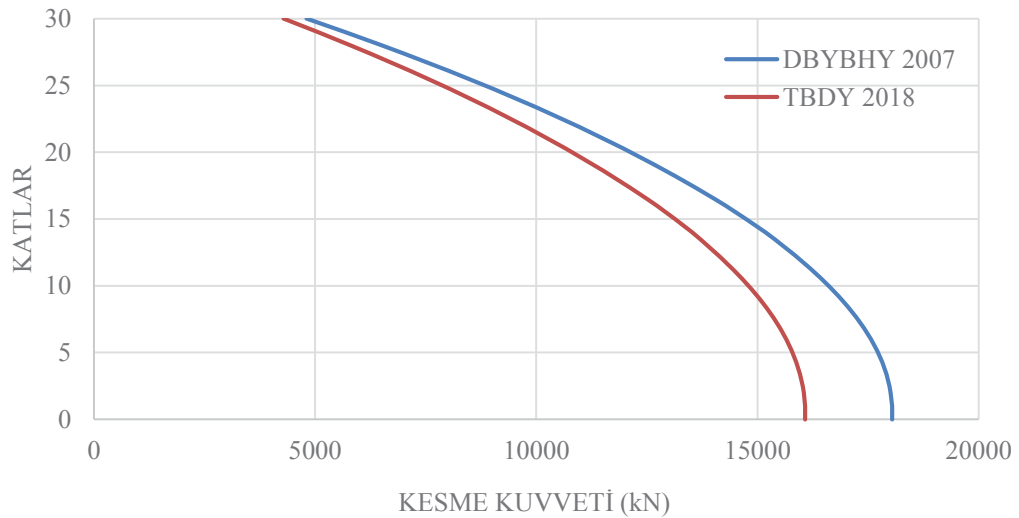
**Şekil 4.45.** Y yönü etkin görelî kat ötelemelerinin karşılaştırması

#### 4.7.4. İç Kuvvetlerin Karşılaştırılması

Mod birleştirme yöntemi kullanılarak yapılan doğrusal analiz sonucunda yapının kat kesme kuvvetleri X yönü için Şekil 4.46'da Y yönü için Şekil 4.47'de sunulmuştur. 2018 yönetmeliği için hesaplanan X yönü taban kesme kuvveti 16077 kN iken bu değer 2007 yönetmeliğinde 20380 kN değerine ulaşmıştır. Y yönü için bakıldığında ise 2018 yönetmeliği için 16077 kN ve 2007 yönetmeliği için 18044 kN taban kesme kuvvetleri bulunmuştur. Bu değerler neticesinde yapının maruz kalacağı yatay yüklerin 2007 yönetmeliğinde X yönünde %27, Y yönünde ise %12 daha büyük olacağı anlaşılmaktadır.

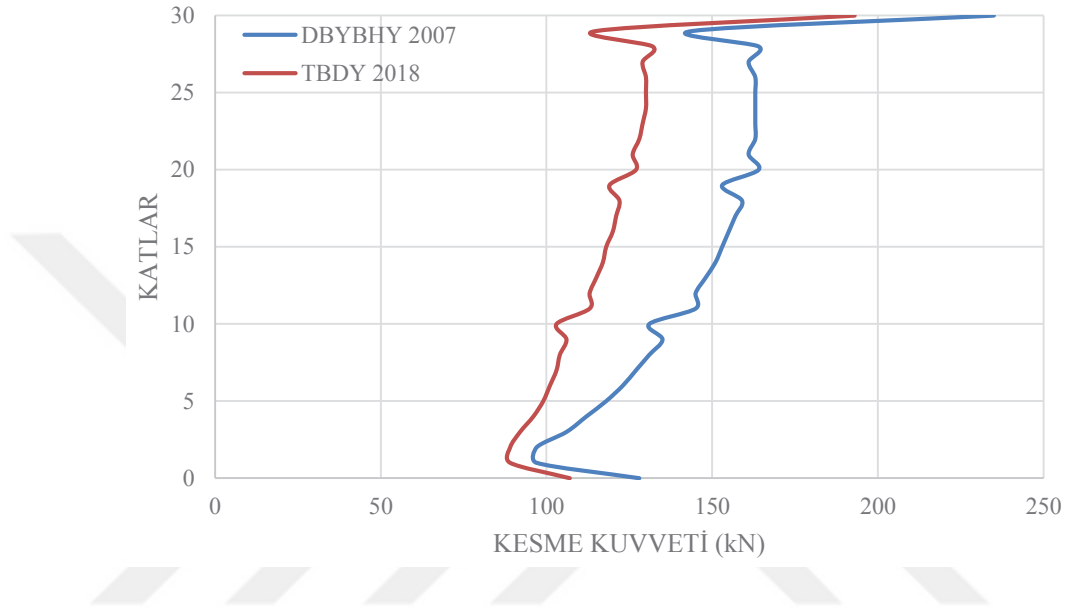


Şekil 4.46. X yönü kat kesme kuvvetleri



Şekil 4.47. Y yönü kat kesme kuvvetleri

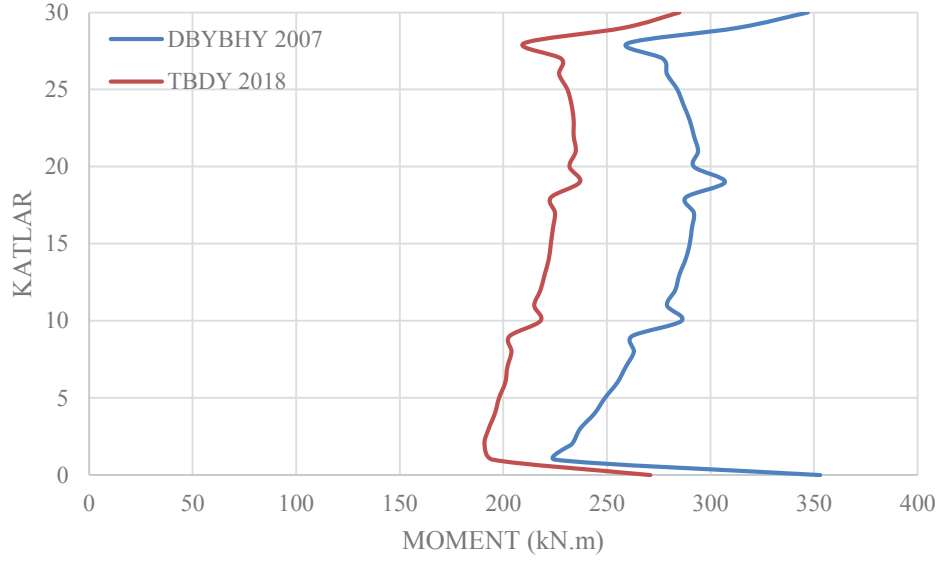
Her iki yönetmelik içinde doğrusal analiz sonucunda elde edilen kesit tesirleri  $G+Q+E_x+0.3E_y$  kombinasyonu için bir adet kolon, bir adet kiriş ve bir adet perde elemanda incelenecektir. C17 kolonunda elde edilen kesme kuvveti değerleri Şekil 4.48’de, momentler Şekil 4.49’da ve aksenal kuvvetler Şekil 4.50’de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.



Şekil 4.48. C17 kolonu kesme kuvveti değerleri

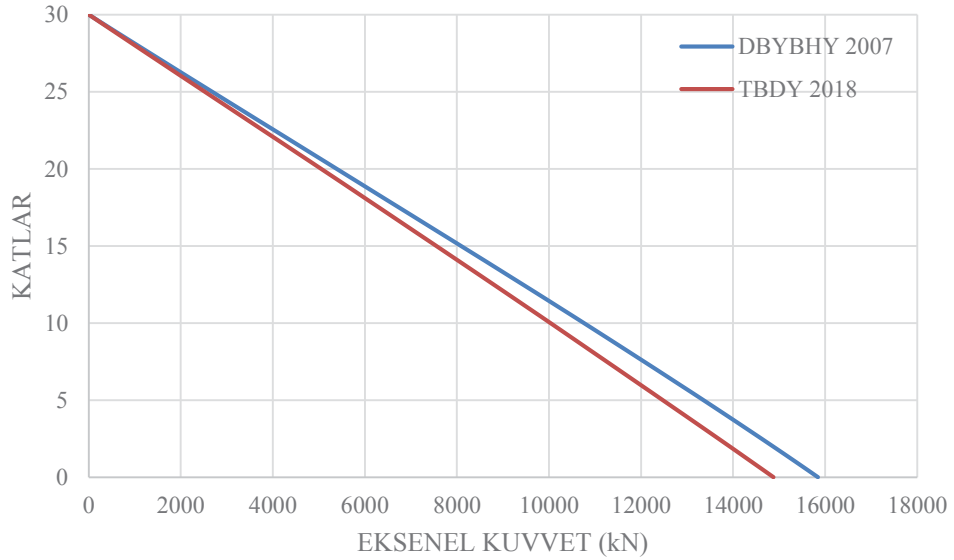
Kolonda oluşan kesme kuvveti değerleri incelendiğinde maksimum farkın oluştuğu yer 18. kat olmuştur. 2007 yönetmeliğinde hesaplanan kesme kuvveti değeri 159 kN iken 2018 yönetmeliğinde bu değer 122 kN olarak bulunmuştur. C17 kolonunun kesme kuvveti değerleri %9 ile %30 arasında değişen oranlarda 2007 yönetmeliği için daha yüksek hesaplanmıştır.

Aynı kolonun moment değerlerine bakıldığında ise tahmin edileceği üzere kesme kuvvetinin en büyük değere ulaştığı katta moment değeri de maksimumdur. 2007 yönetmeliği için hesaplanan moment 292 kN.m’ dir. 2018 yönetmeliğinde aynı kattaki moment değeri 225 kN.m olarak hesaplanmıştır. C17 kolonunun tüm katlar için moment değerleri incelendiğinde %15 ila %30 aralığında 2007 yönetmeliğinde daha büyük kuvvetlere ulaşılmıştır.



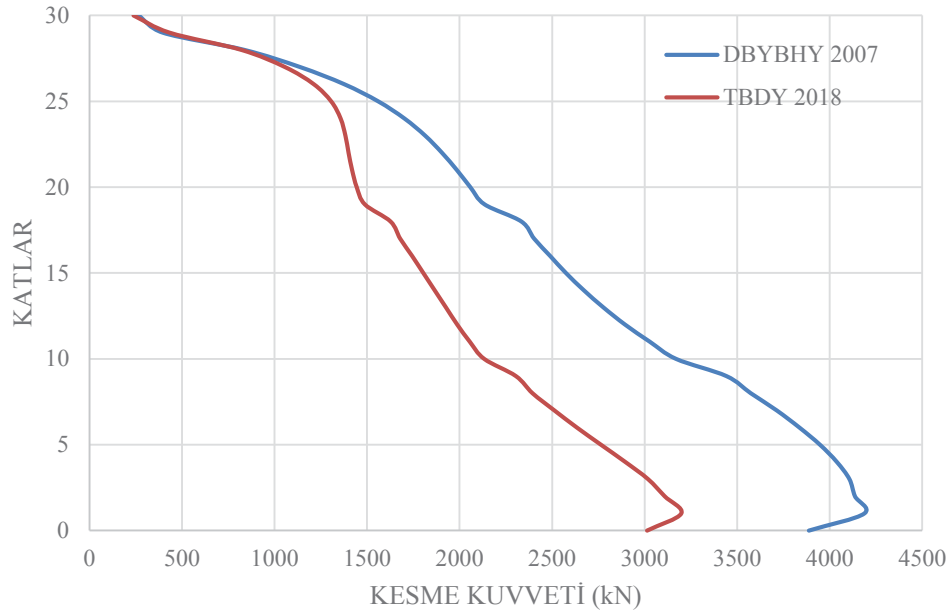
**Şekil 4.49.** C17 kolonu moment değerleri

Kolon için aksenal kuvvetler Şekil 4.50'den incelendiğinde yapı tabanında oluşan maksimum kuvvetler 2018 yönetmeliği için 14878 kN, 2007 yönetmeliği için 15840 kN olarak bulunmuştur. Kolon tabanında oluşan aksenal kuvvet değeri 2007 yönetmeliğinde %6 daha büyüktür. Diğer katlarda da iki yönetmelik arasındaki fark %6-7 aralığında değişmektedir.



**Şekil 4.50.** C17 kolonu aksenal kuvvet değerleri

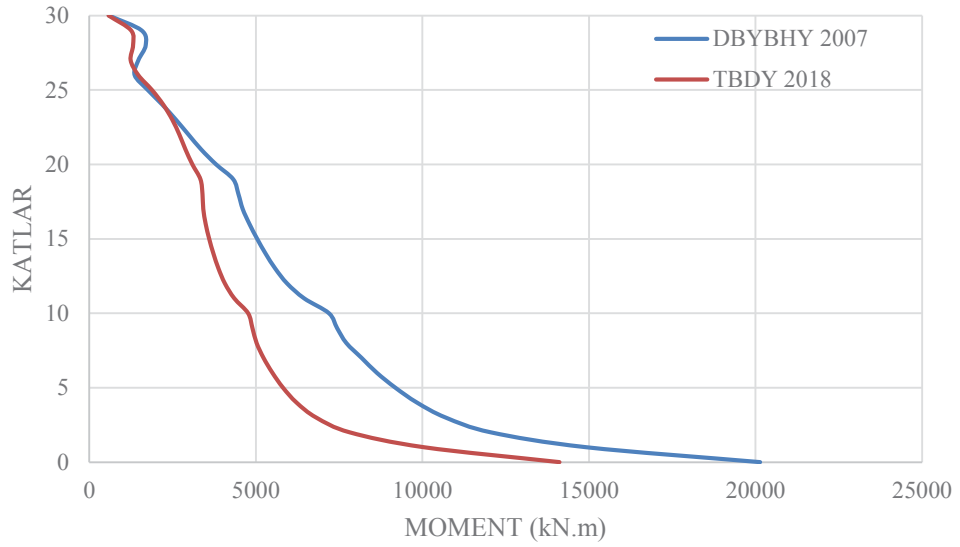
P1 perdesinde her iki yönetmelik içinde hesaplanan kesme kuvveti değerleri Şekil 4.51’de, momentler Şekil 4.52’de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Perde elemanda oluşan kesme kuvveti değerleri 2007 yönetmeliği için 4188 kN, 2018 yönetmeliği için aynı katta 3198 kN olarak bulunmuştur. Kesme kuvvetlerinde oluşan maksimum fark %31 olarak 2007 yönetmeliğinden bulunmuştur. Kesme kuvveti değerlerinde ki fark üst katlara çıkıldıkça azalmıştır.



Şekil 4.51. P1 perdesi kesme kuvveti değerleri

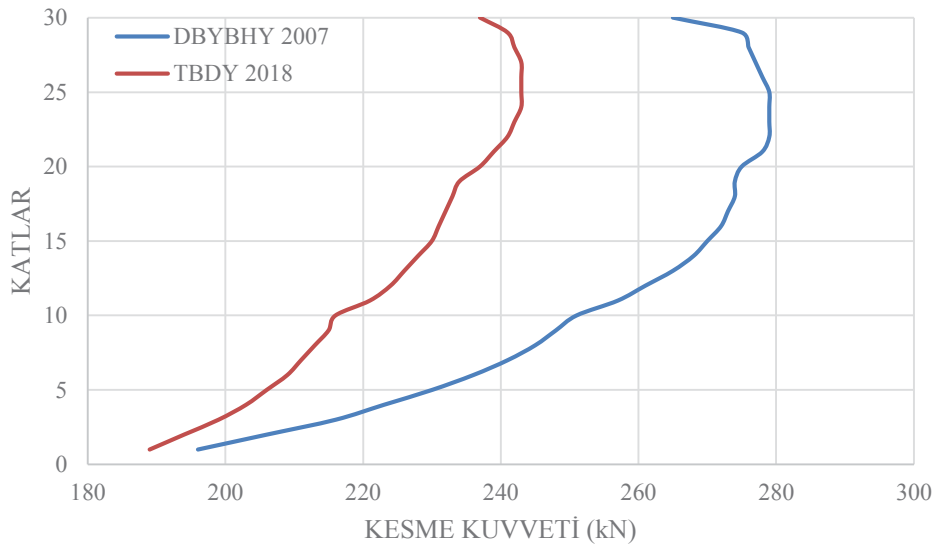
Perde elemanda oluşan moment değerleri incelendiğinde ise tabanda oluşan maksimum moment değeri 2007 yönetmeliği için 20140 kN.m, 2018 yönetmeliği için 14110 kN.m’dir. Tüm katlar incelendiğinde 2007 yönetmeliğinde göre hesaplanan moment değerlerinin %58 oranına kadar değişkenlik gösteren değerlerde daha büyük çıktığı saptanmıştır. Moment kuvvetlerinin de kesme kuvveti değerlerine bağlı olarak üst katlara çıkıldıkça aradaki farkların giderek azaldığı görülmektedir. Yapının deprem yüklerinin çok büyük bir kısmını perdelerin taşıdığı binamızda kolonlarda oluşan kesme kuvveti ve moment farklarına nazaran perdelerde oluşan farklar çok daha fazla hesaplanmıştır. Perde elemanın aksenal yük değişimi kolonda hesaplandığı üzere çok büyük farklılıklar göstermeyeceği aşikar olduğundan karşılaştırma yapılmamıştır.





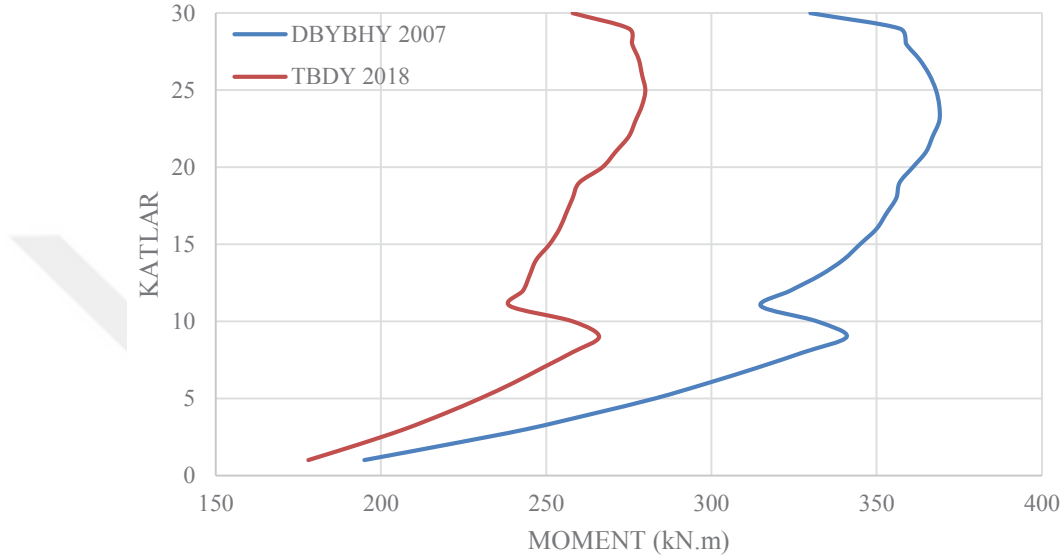
**Şekil 4.52.** P1 perdesi moment değerleri

B57 nolu kirişin 2007 ve 2018 yönetmelikleri için hesaplanmış kesme kuvveti değerleri Şekil 4.53'de, moment değerleri Şekil. 4.54'de sunulmuştur. En büyük kesme kuvveti değeri 2007 yönetmeliğine göre 279 kN olarak hesaplanmıştır. Bu değer aynı kat için 2018 yönetmeliğinde 243 kN olarak bulunmuştur. Tüm katlardaki kiriş kesme kuvvetlerinde her iki yönetmelik arasındaki farklar değişkenlik göstermekle beraber maksimum fark %18 olarak bulunmuştur.



**Şekil 4.53.** B57 kirişi kesme kuvveti değerleri

B57 nolu kirişte hesaplanan moment değerlerinin en büyüğü 2007 yönetmeliği için 369 kN.m, 2018 yönetmeliği için 280 kN.m olarak bulunmuştur. 2007 yönetmeliğinden bulunan moment değerleri 2018 yönetmeliğine göre katlar arasında farklılık göstermekle beraber maksimum %38 daha büyük elde edilmiştir. Karşılaştırmalı moment değerleri Şekil 4.54’de sunulmuştur.



Şekil 4.54. B57 kirişi moment değerleri

#### 4.8. Tasarım Aşaması III

Tasarım aşaması I’ de DD-2 düzeyi deprem etkisinde ön boyutlandırması ve tasarımı yapılan taşıyıcı sistemin tasarım aşaması II’ de DD-4 deprem etkisi altında doğrusal hesap yöntemleri kullanılarak kesintisiz kullanım (KK) performans hedefini sağlamak üzere iç kuvvet kapasitelerinin kontrolü yapılmıştır. Son aşama olan tasarım aşaması III’ de ise göz önüne alınan en büyük deprem olan DD-1 deprem etkisi altında göçmenin önlenmesi performans hedefinin sağlandığı gösterilecektir. Performans hedeflerinin hesaplanmasında yüksek yapı taşıyıcı sisteminin zaman tanım alanında doğrusal olmayan üç boyutlu analizi yapılacaktır. Bu analizden elde edilen şekil değiştirme ve iç kuvvet değerlerinin yönetmelikteki sınır şartların altında kaldığı gösterilecektir.

#### 4.8.1. Elastik Spektrumun Belirlenmesi

Yüksek yapıların III. tasarım aşaması için kullanılacak deprem düzeyi DD1'dir. Yapı Bursa İli 40,2215° enlem ve 28,877° boylamında yer almaktadır. Yatay elastik spektrum için  $S_S$  ve  $S_1$  değerleri Türkiye Deprem Tehlike Haritalarından alınmıştır.

$$S_S = 1,932$$

$$S_1 = 0,496$$

Yerel zemin sınıfı ZB olarak kabul edilmiştir. Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'den kısa periyot yerel zemin etki katsayısı 0,9, 1,0 saniye periyot yerel zemin etki katsayısı 0,8 olarak alınmıştır. Buradan tasarım spektral ivme katsayıları

$$S_{DS} = S_S F_S = 1,932 \times 0,9 = 1,739$$

$$S_{D1} = S_1 F_1 = 0,496 \times 0,8 = 0,397$$

Yatay tasarım spektrumunun çizilebilmesi için köşe periyotları hesaplanacaktır:

$$T_A = 0,2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,2 \times \frac{0,397}{1,739} = 0,046$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{0,397}{1,739} = 0,228$$

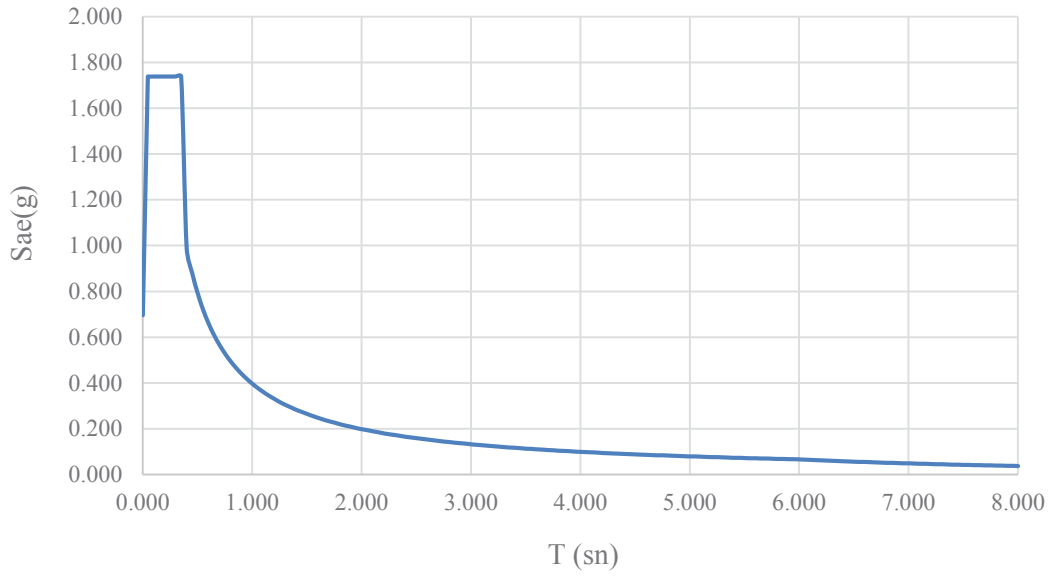
Yatay elastik tasarım spektrumu doğal titreşim periyoduna bağlı olarak Şekil 4.55'de tanımlanmıştır:

$$S_{ae}(T) = \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_A} \right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

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

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

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



**Şekil 4.55.** DD-1 deprem düzeyi yatay elastik tasarım ivme spektrumu

Düşey elastik tasarım ivme spektrumunun oluşturulması için periyoda ve kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına bağlı olarak  $S_{aeD}(T)$  düşey elastik tasarım spektral ivmeleri belirlenerek Şekil 4.56’da çizilmiştir.

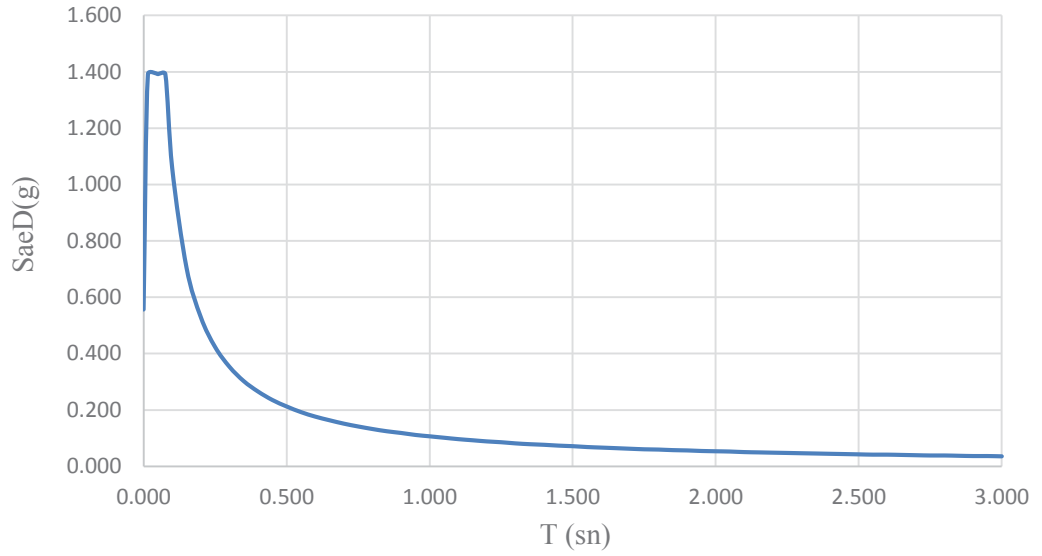
$$S_{aeD}(T) = (0,32 + 0,48 \frac{T}{T_{AD}}) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_{AD})$$

$$S_{aeD}(T) = 0,8 S_{DS} \quad (T_{AD} \leq T \leq T_{BD})$$

$$S_{aeD}(T) = 0,8 S_{DS} \frac{T_{BD}}{T} \quad (T_{BD} \leq T \leq T_{LD})$$

Düşey spektrumun köşe periyotları olan  $T_{AD}$ ,  $T_{BD}$  ve  $T_{LD}$ ’nin hesaplanması:

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



**Şekil 4.56.** DD-1 deprem düzeyi düşey elastik tasarım ivme spektrumu

#### 4.8.2. Tasarım Aşaması III İçin Uygulanacak Kurallar

Bu aşamada ek dış merkezlik uygulanmayacaktır.

Sönüm oranı %2,5 olarak hesaplanacaktır.

III. aşamada kullanılacak yük bileşenleri Denk. (4.16)'da tanımlanmıştır.

$$G + Q_e + 0,2S + E_d^{(H)} + 0,3E_d^{(Z)} \quad ; \quad Q_e = nQ \quad (4.16)$$

Doğrusal olmayan deprem hesabına başlamadan önce Denk. 4.16'da  $E_d^{(H)}$  dışındaki statik düşey yüklerin taşıyıcı sisteme artımsal olarak uygulandığı doğrusal olmayan statik hesap yapılacak ve burada bulunan iç kuvvet ve şekil değiştirme değerleri yatay deprem hesabının başlangıç değerleri olarak alınacaktır.

Deprem etkilerinin daima birbirine dik iki yatay bileşeni alınacaktır.

İkinci mertebe etkileri göz önüne alınacaktır.

Malzeme dayanımları için Çizelge 4.16'da verilen ortalama malzeme dayanımları kullanılacaktır.

Doğrusal olarak modellenen perde ve döşemelerin etkin kesit rijitlikleri Çizelge 3.11'e göre alınacaktır.

Yığılı plastik davranışa göre modelleme yapılan elemanlarda ise etkin kesit rijitlikleri Denk. (4.17)'de verilen denklemler ile hesaplanacaktır.

$$(EI)_e = \frac{M_y L_s}{\theta_y 3} \quad (4.17)$$

#### 4.8.3. Deprem Kayıtlarının Seçilmesi

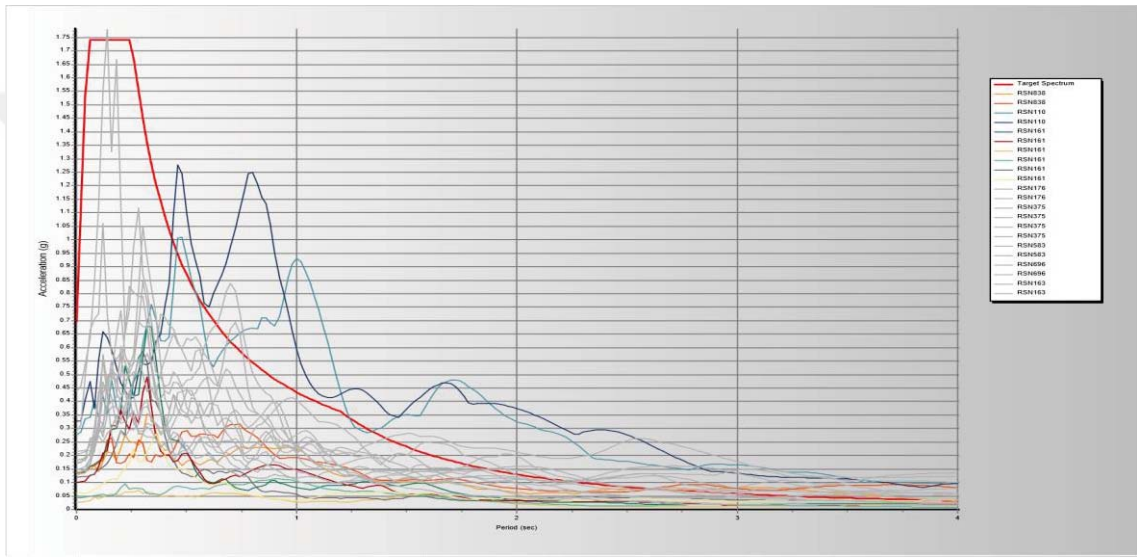
Zaman tanım alanında hesap yapılırken kullanılacak deprem kayıtlarının seçilmesinde DD1 deprem düzeyi ile uyumlu deprem büyüklükleri, faz mekanizmaları, faya olan mesafeleri ve zemin koşulları dikkate alınmıştır. Üç boyutlu deprem hesabı için yönetmeliğin öngördüğü on bir adet deprem takımı seçilmiştir. Aynı depremden seçilen maksimum kayıt takımı üç ile sınırlandırılmıştır. Kullanılacak deprem kayıtları ve özellikleri Çizelge 4.22'de sunulmuştur. (Kuzu 2018)

**Çizelge 4.22.** Seçilen deprem kayıtları ve özellikleri

PEER NO	DEPREM ADI	YILI	İSTASYONU	FAY MEK.	MOMENT BÜYÜK.	EN KISA MES. (km)	ZEMİN (Vs) <sub>30</sub>
838	LANDERS	1992	BARSTOW	YANAL ATIMLI	7,28	34.86	370
1101	KOBE JAPAN	1995	AMAGAZAKI	YANAL ATIMLI	6,90	11.34	256
1614	DUZCE	1999	LAMONT (1061)	YANAL ATIMLI	7,10	11.46	481
1616	DUZCE	1999	LAMONT (362)	YANAL ATIMLI	7,10	23.41	517
1619	DUZCE	1999	MUDURNU	YANAL ATIMLI	7,10	34.3	535
1636	MANJIL	1990	QAZVIN	YANAL ATIMLI	7,37	49.97	303
1762	HECTOR MINE	1999	AMBOY	YANAL ATIMLI	7,13	41,81	383
3753	LANDERS	1992	FUN VALLEY	YANAL ATIMLI	7,28	25,02	388
3757	LANDERS	1992	NORTH P. SPRINGS	YANAL ATIMLI	7,28	26,95	367
5836	EL MAYOR	2010	MELOLAND G. ARRAY	YANAL ATIMLI	7,20	29,00	265
6969	DARFIELD	2010	STYX MILL TRANS. ST.	YANAL ATIMLI	7,00	20,86	247

#### 4.8.4. Deprem Kayıtlarının Ölçeklendirilmesi

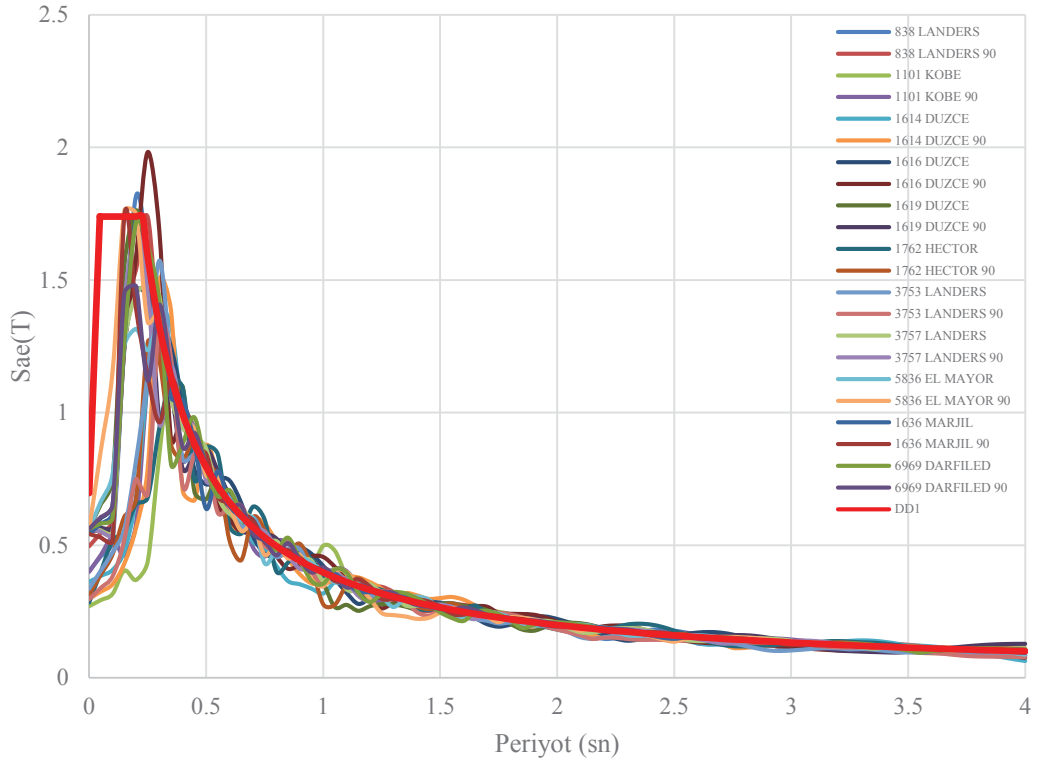
Seçilen on bir adet deprem kaydının her iki bileşeni de Peer (2019) Database'den indirilerek SeismoMatch (2019) programına aktarılmıştır. Kayıtların dışında ölçeklendirme yapılacak referans DD1 deprem tasarım spektrumu da programa tanımlanmıştır. Tüm kayıtların programa tanımlanmış hali Şekil 4.57'de sunulmuştur. Kayıtların ölçeklendirilmesi konusunda Fahjan (2008), Sucuoğlu (2015) dokümanından faydalanılmıştır.



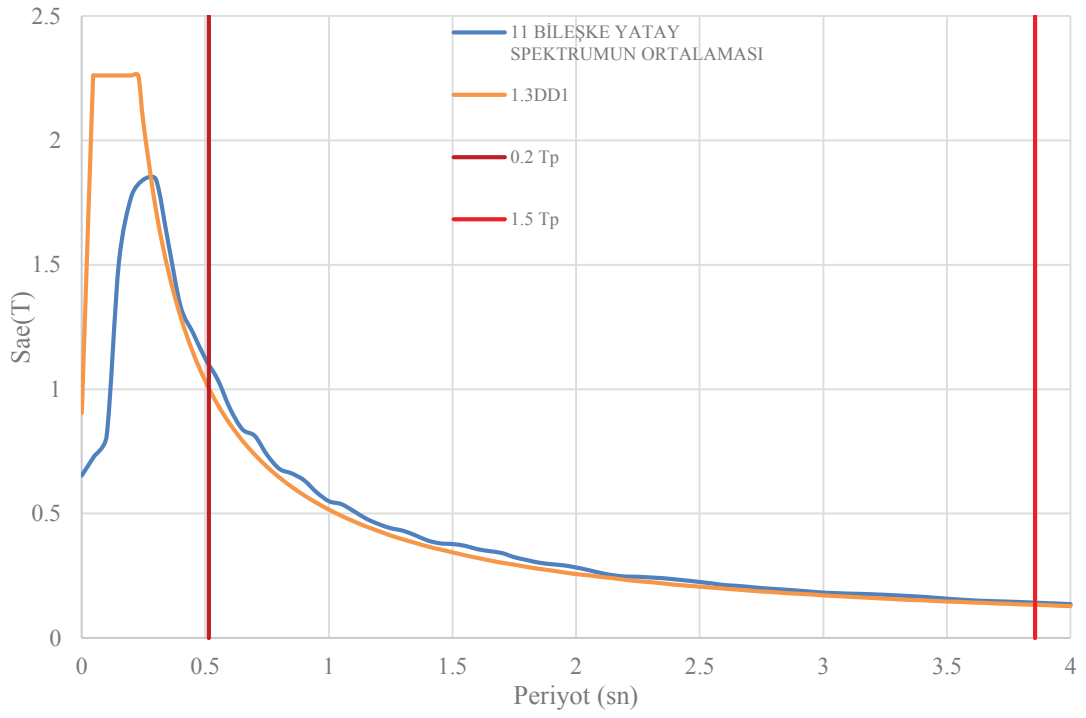
Şekil 4.57. Programa tanımlanmış deprem kayıtları

Seçilen deprem kayıtları DD1 deprem tasarım spektrumuna göre ölçeklendirilerek zaman tanım alanında hesapta kullanılacak deprem yer hareketlerine çevrilmiştir (Kayhan 2012). Ölçeklendirmeden sonraki deprem kayıtları Şekil 4.58'de sunulmuştur. Ölçeklendirme işlemi tamamlandıktan sonra üç boyutlu hesapta kullanılmak üzere seçilen her bir deprem kaydı takımının iki yatay bileşeninin karelerinin toplamının karekökü alınarak bileşke yatay spektrum oluşturulmuştur. Elde edilen tüm bileşke yatay spektrumların ortalaması alınarak  $0,2T_p$  ve  $1,5T_p$  periyotları arasındaki genliklerinin DD1 tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerin 1,3 katından büyük oldukları Şekil 4.59'da gösterilmiştir. Yapımız için  $T_p$  değeri 2,571 sn.'dir.

$$0,2T_p = 0,514 \text{ sn.} \quad ; \quad 1,5T_p = 3,867 \text{ sn.}$$



Şekil 4.58. Ölçeklendirilmiş deprem kayıtları



Şekil 4.59. Bileşke spektrumların ortalaması



#### 4.8.5. İç Kuvvet ve Şekildeğiştirme Sınırlarının Belirlenmesi

Göçmenin önlenmesi performans düzeyinin belirlenebilmesi için  $\varepsilon_c^{(GÖ)}$  ve  $\varepsilon_s^{(GÖ)}$  olarak isimlendirilen beton ve donatı çeliği birim şekil değiştirmelerinin her kesit için sınır değerleri belirlenmelidir. Bu değerlerin hesaplamalarında Denk.(4.18) ve Denk.(4.19) kullanılmıştır. (Celep 2017, Celep 2018, Foroughi ve Yüksek 2019)

$$\varepsilon_c^{(GÖ)} = 0,0035 + 0,04\sqrt{\omega_{we}} \leq 0,018$$
$$\omega_{we} = \alpha_{se} \rho_{sh, \min} \frac{f_{ywe}}{f_{ce}} \quad (4.18)$$

$$\alpha_{se} = \left(1 - \frac{\sum a_i^2}{6b_0 h_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2b_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2h_0}\right) ; \quad \rho_{sh} = \frac{A_{sh}}{b_k s}$$

Yapımızda dairesel kesitli eleman bulunmadığından sadece dikdörtgen kesitli elemanlar için geçerli formüller tanımlanmıştır.

$$\varepsilon_s^{(GÖ)} = 0,4\varepsilon_{su} \quad (4.19)$$

Yığılı plastik davranıştaki plastik dönme sınır değerlerinin ( $\theta_p^{(GÖ)}$ ) yapılacak eğrilik analizinden elde edilmesi gerekmektedir. Kesitlerin plastik dönme sınır değerlerinin hesaplanmasında Denk.(4.20) kullanılmıştır.

$$\theta_p^{(GÖ)} = \frac{2}{3} \left[ (\varphi_u - \varphi_y) L_p \left(1 - 0,5 \frac{L_p}{L_s}\right) + 4,5 \varphi_u d_b \right] \quad (4.20)$$

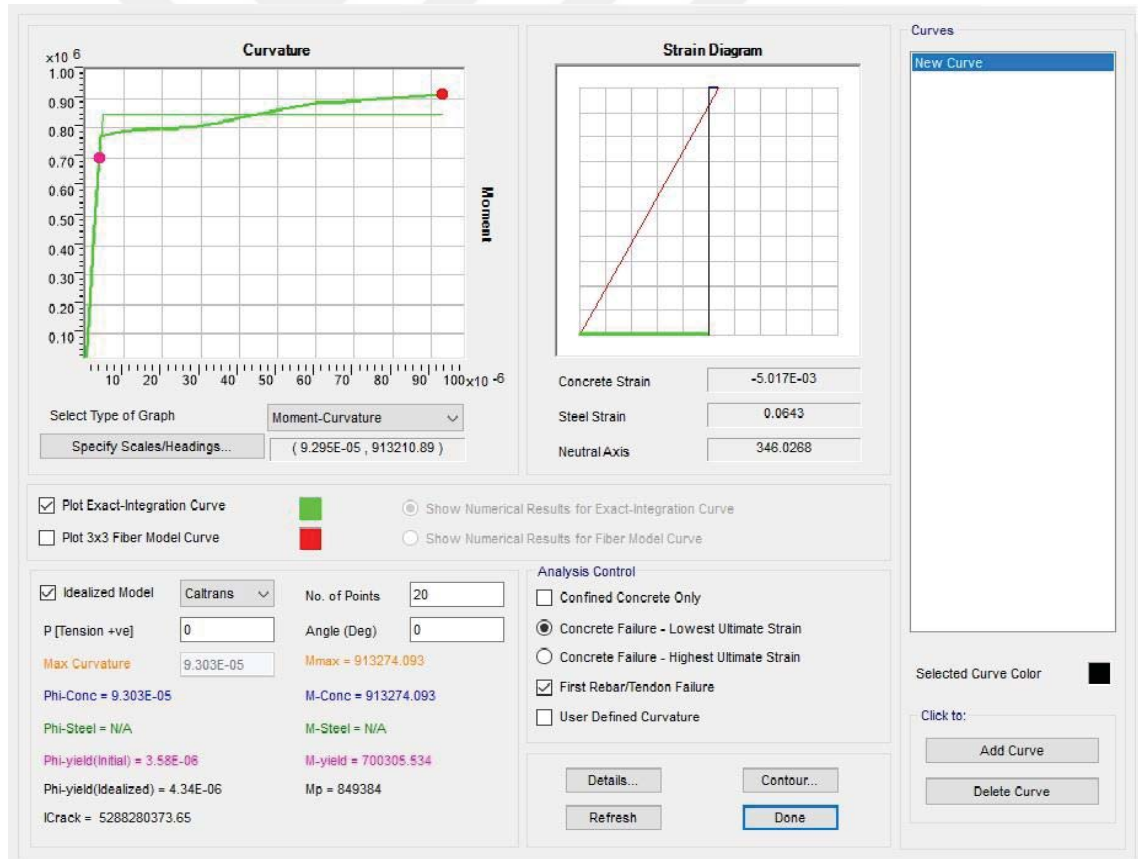
Sünek davranışa sahip yapısal elemanların şekil değiştirme talepleri 11 deprem kaydı takımından elde edilen 22 adet hesap sonucunun mutlak değerlerin ortalaması olarak hesaplanacaktır. Bulunan değerler Denk.(4.18), Denk.(4.19) ve Denk. (4.20) ile hesaplanan sınır değerleri aşmamalıdır.

Perde, kolon ve kiriş kesme kuvvetleri için değerlendirmeye esas talepler 11 deprem kaydı takımından elde edilen 22 adet hesap sonucunun mutlak değerlerin ortalamasına bir

standart sapma eklenmesi ile hesaplanacaktır. Ancak ortalamasının 1,20 katından az veya 1,50 katından fazla olmayacaktır. Bulunan kesme kuvveti değerleri ortalama malzeme dayanımları kullanılarak hesaplanmış kesme kuvveti kapasitelerinden daha düşük olmalıdır.

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan 22 adet hesaptan elde edilen görelî kat ötelemelerinin ortalaması 0,03'ü, tek bir hesaptan elde edilen maksimum görelî kat ötelemesinin de 0,045'i aşmaması gerekmektedir.

Plastik dönme sınır değerlerin hesaplanmasında akma eğriliği ve göçme öncesi eğrilik değerleri Şekil 4.60'da görüldüğü üzere Sap2000 (2019) programının "section designer" bölümünde kesit modellenerek elde edilen moment- eğrilik grafiklerinden okunmuştur.



Şekil 4.60. Sap2000 moment-eğrilik hesaplaması

**Çizelge 4.23.** Taşıyıcı sistem elemanlarının kesit hasar sınırları

KESİT	EBAT (mm)	$M_y$ (kN.m)	$\Phi_y$	$\Phi_u$	$L_p$ (mm)	$L_s$ (mm)	$d_b$ (mm)	$\theta_p^{(G\ddot{O})}$ (rad.)
K1/5Ø26/5Ø26 (B3)	500/800	700	4,337*E-3	9,303*E-5	400	3000	26	0,0296
		700	4,337*E-3	9,303*E-5	400	3000	26	0,0296
K2/5Ø26/5Ø26 (B16)	500/800	700	4,337*E-3	9,303*E-5	400	3500	26	0,0298
		700	4,337*E-3	9,303*E-5	400	3500	26	0,0298
K3/5Ø22/5Ø22 (B58)	600/700	416	5,124*E-3	1,139*E-4	350	3000	22	0,0314
		416	5,124*E-3	1,139*E-4	350	3000	22	0,0314
K4/5Ø22/5Ø20 (B58)	500/700	346	5,079*E-3	1,119*E-4	350	3000	22	0,0309
		425	5,063*E-3	1,095*E-4	350	3000	22	0,0302
K5/5Ø20/5Ø20 (B58)	400/700	358	4,992*E-3	1,069*E-4	350	3000	20	0,0288
		358	4,992*E-3	1,069*E-4	350	3000	20	0,0288
K6/4Ø18/4Ø18 (B30)	400/700	222	5,127*E-3	1,261*E-4	350	1500	18	0,0317
		222	5,127*E-3	1,261*E-4	350	1500	18	0,0317
K7/6Ø22/6Ø22 (B57)	600/700	518	4,993*E-3	1,068*E-4	350	3000	22	0,0294
		518	4,993*E-3	1,068*E-4	350	3000	22	0,0294
K8/5Ø20/5Ø20 (B26)	400/700	358	4,993*E-3	1,069*E-4	350	2000	20	0,0281
		358	4,993*E-3	1,069*E-4	350	2000	20	0,0281
K9/8Ø32/5Ø26 (S2)	600/1200	1200	2,487*E-3	0,903*E-4	600	2000	32	0,0385
		2640	2,920*E-3	0,616*E-4	600	2000	32	0,0286
K10/6Ø32/4Ø26 (S2)	500/1200	967	2,447*E-3	0,912*E-4	600	2000	32	0,0389
		1880	3,032*E-3	0,656*E-4	600	2000	26	0,0264
K11/4Ø32/4Ø26 (S2)	400/1200	812	2,712*E-3	0,856*E-4	600	2000	32	0,0364
		1104	3,121*E-3	0,792*E-4	600	2000	26	0,0320
K12/7Ø32/5Ø32 (S4)	600/1200	1609	2,848*E-3	0,829*E-4	600	1250	32	0,0323
		2133	2,360*E-3	0,702*E-4	600	1250	32	0,0274
K13/5Ø32/5Ø28 (S4)	500/1200	1262	2,795*E-3	0,849*E-4	600	1250	32	0,0331
		1526	3,056*E-3	0,759*E-4	600	1250	28	0,0285
K14/4Ø32/4Ø26 (S4)	400/1200	812	2,712*E-3	0,856*E-4	600	1250	32	0,0334
		1104	3,121*E-3	0,792*E-4	600	1250	26	0,0293
C1/24Ø25 (N=9950 kN)	1000/1000	5093	4,471*E-3	0,204*E-4	500	1800	25	0,00611
		5093	4,471*E-3	0,204*E-4	500	1800	25	0,00611
C2/24Ø25 (N=11915 kN)	1000/1000	5704	4,571*E-3	0,182*E-4	500	1800	25	0,00528
		5704	4,571*E-3	0,182*E-4	500	1800	25	0,00528

Moment-eğrilik grafikleri elde edilen kiriş ve kolon gruplarının Çizelge 4.23’de kesit özellikleri ve plastik dönme kapasiteleri hesaplanmıştır. Çizelgede verilen kesit özelliklerinden ilk tanımlama kiriş grup ismini, ikinci tanımlama üst donatı miktarını ve üçüncü tanımlama da alt donatı miktarını göstermektedir. C1 kolonları yapının köşe kolonları olup 9950 kN aksel yük bulunmaktadır. C2 kolonları ise yapının orta kolonlarını temsil etmekte olup aksel yükü 11915 kN’ dur. (Celep 2011, Budak 2015, Elçi ve Göker 2018). Kolon ve kirişler için hesaplanan plastik dönme sınırları kullanılarak plastik mafsal tanımları yapılmıştır.

Perdelere analiz programında fiber elemanlar atanmıştır. Perde elemanlarının beton ve donatı için birim şekil değiştirme sınır değerleri Çizelge 4.24’de sunulmuştur. Çizelgede verilen değerler sadece ilk 10 kat için hesaplanmıştır.

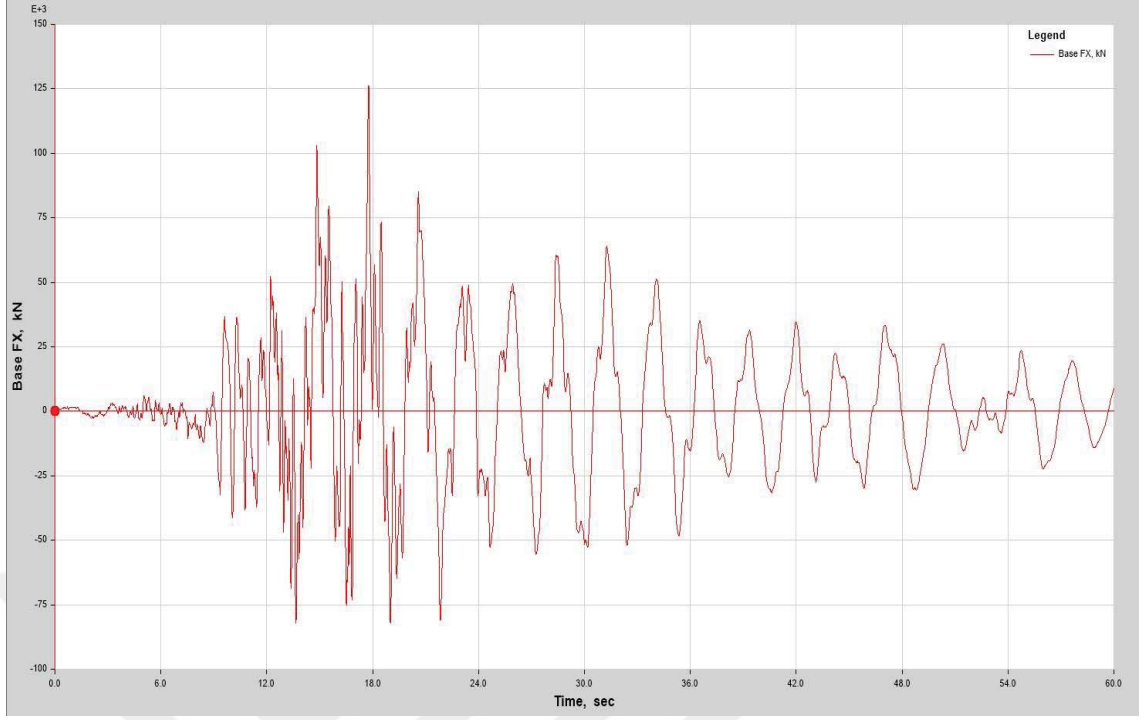
**Çizelge 4.24.** Perde şekil değiştirme sınır değerleri

ELEMAN NO	EBAT (mm)	$\alpha_{se}$	$\rho_{sh}$	$\omega_{we}$	$\epsilon_c^{(GÖ)}$	$\epsilon_s^{(GÖ)}$
P1-P2-P3-P4	600/7000	0.467	0.012	0.047	0.012	0.032
P5-P6	600/9000	0.463	0.012	0.046	0.012	0.032

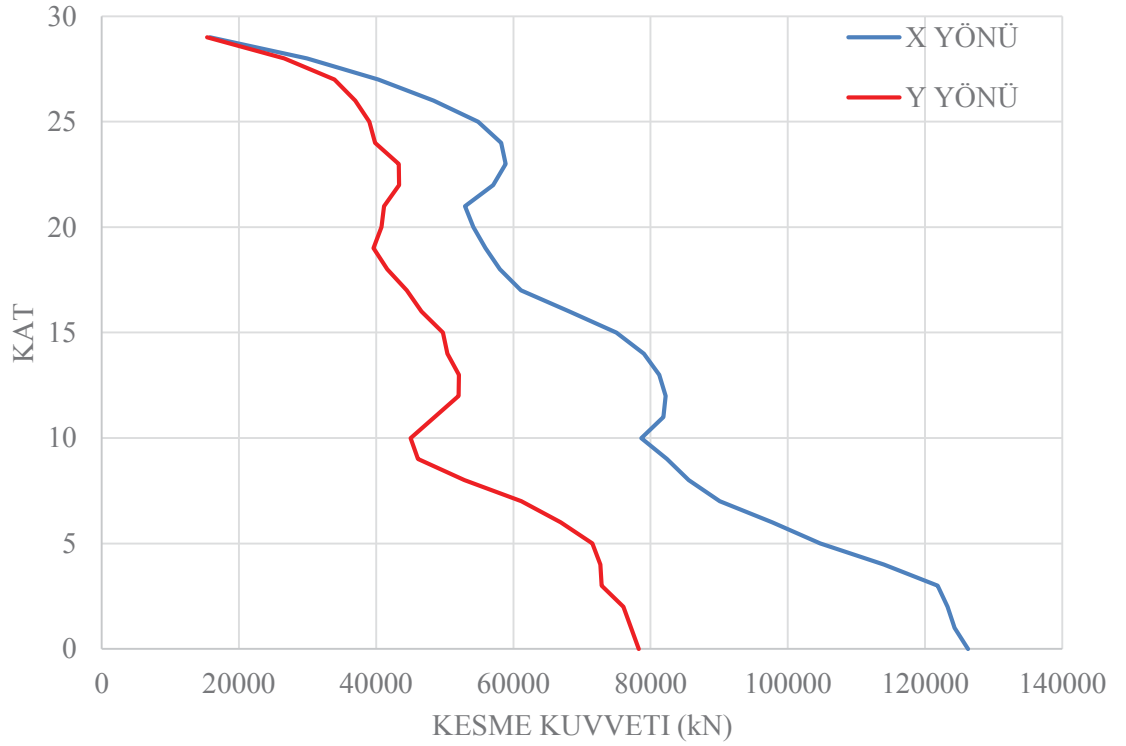
#### 4.8.6. III. Aşama Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Belirlenen sınır değerler kullanılarak kolon ve kirişlerde yığılı plastik mafsallar, perdelerde ise fiber elemanlar tanımlanarak zaman tanım alanında şekil değiştirmeye göre analiz 11 deprem kaydı takımı kullanılarak 22 analiz ile tamamlanmıştır.

Yapının kat kesme kuvvetleri incelendiğinde en büyük taban kesme kuvveti X yönünde Hector Mine (1762) kaydından 17,76. sn.’de 126292 kN olarak ölçülmüştür. Bu kaydın zamana bağlı tabanda oluşturduğu kesme kuvveti diyagramı Şekil 4.61’de sunulmuştur. Şekil 4.62’de ise Hektor Mine (1762) kaydının tüm katlarda X ve Y yönü için oluşturduğu kat kesme kuvveti değerleri sunulmuştur.

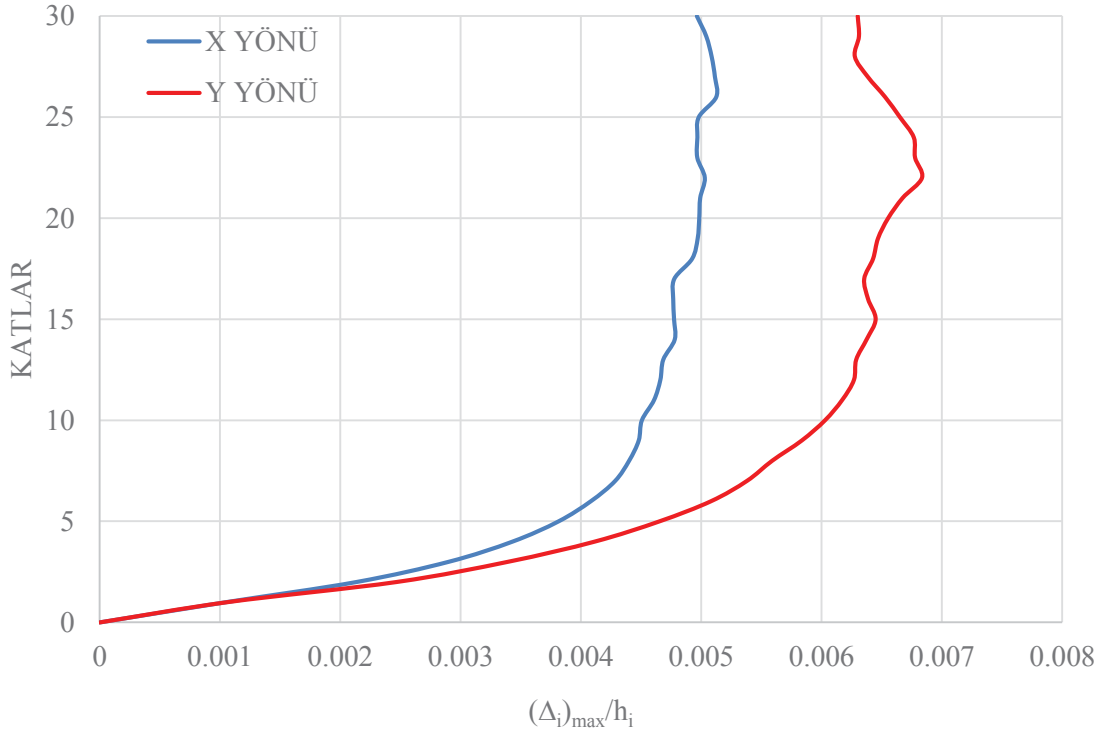


Şekil 4.61. Hector Mine kaydı taban kesme kuvveti diyagramı

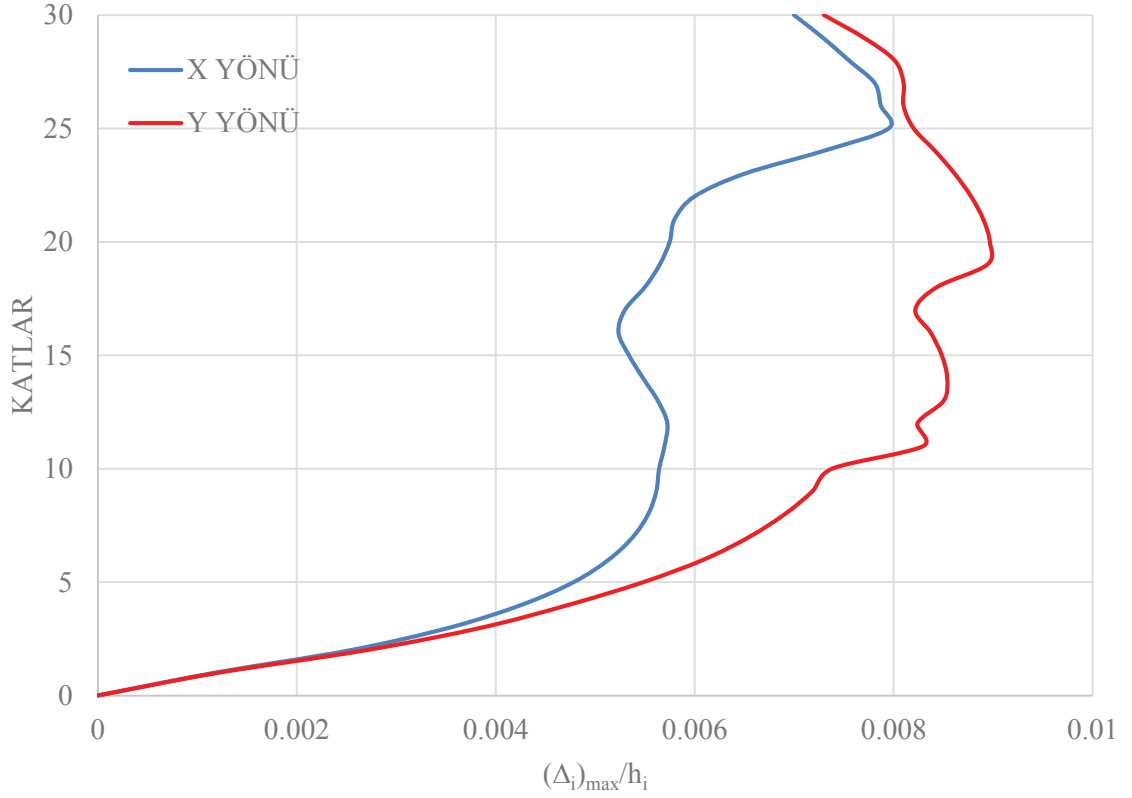


Şekil 4.62. Hector Mine kaydı kat kesme kuvveti değerleri

Görelî kat ötelemeleri hesabında TBDY (2018)'de 22 adet analizden elde edilen sonuçların ortalamasının sınır değeri 0,03'dür. Tek bir deprem kaydından elde edilen maksimum görelî kat ötelemesinin sınır değeri ise 0,045 olarak verilmektedir. Analizler sonucunda hesaplanan görelî kat ötelemelerinin ortalamaları Şekil 4.63'de sunulmuştur. Hesaplanan görelî kat ötelemesi değerleri yönetmeliğin tanımladığı sınır değerinin altında kalmaktadır. 22 analizden elde edilen maksimum görelî kat ötelemeleri değerleri X yönü için Hektor Mine (1762) kaydından, Y yönü için Landers (838) deprem kaydından elde edilmiştir. Hesaplanan maksimum görelî kat ötelemeleri Şekil 4.64'de sunulmuştur. Hesaplanan değerler her iki yön içinde yönetmelikte tanımlanan sınır değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 4.63. Görelî kat ötelemeleri (22 analiz ortalaması)

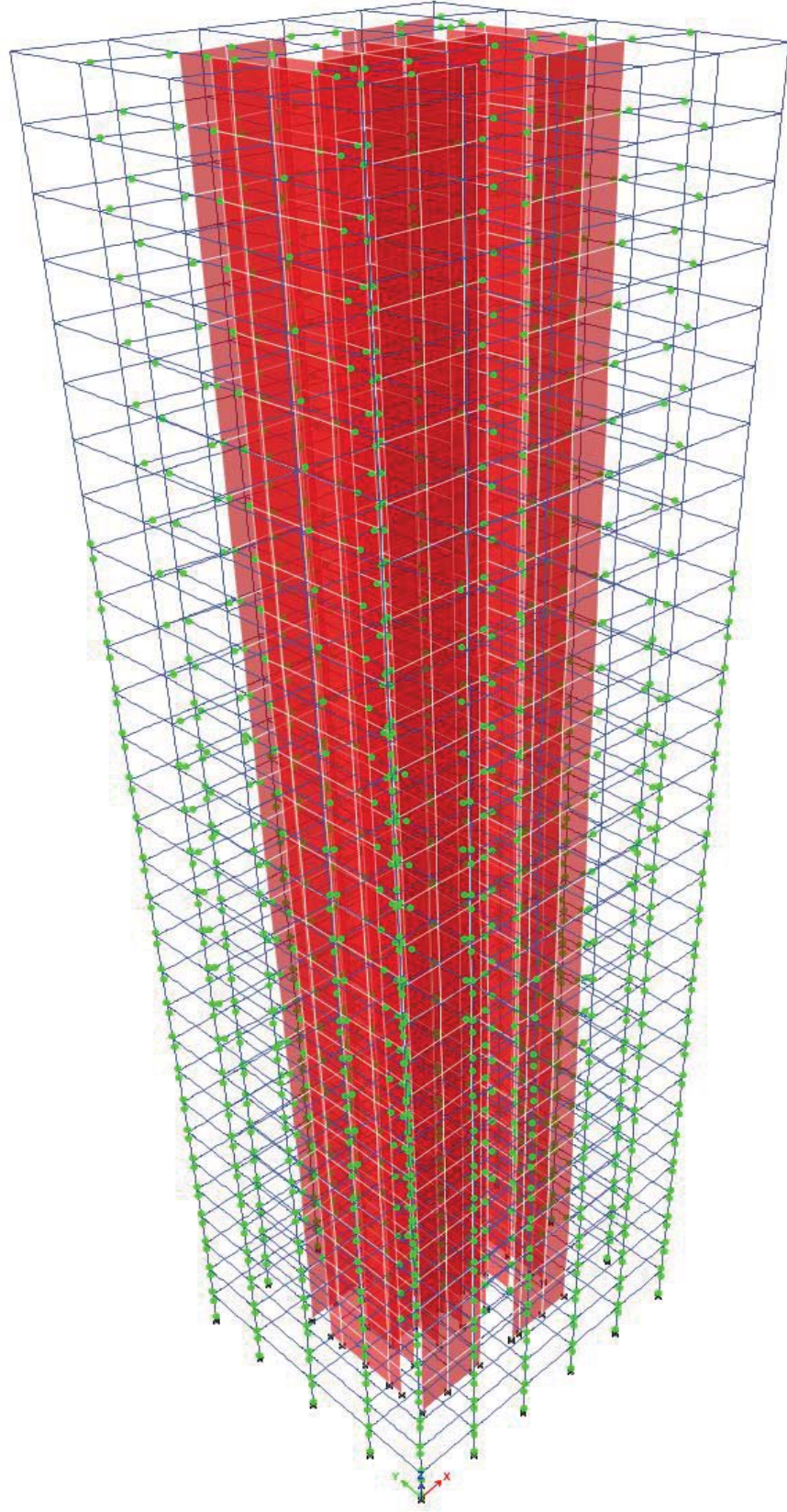


**Şekil 4.64.** Göreli kat ötelemeleri (22 analiz maksimumu)

Yapının DD1 deprem düzeyi için zaman tanım alanında şekil değiştirmeye göre analizinden elde edilen göreli kat ötelemeleri yönetmelik sınırlarına uygundur. Ancak yapının en üst katında oluşan yatay deplasman değerleri X yönü için 594 mm, Y yönü için 792 mm olarak hesaplanmıştır. Tez konusu binanın çok yüksek olmayan nitelikte olmasına rağmen yatay ötelemeler küçümsenmeyecek mertebelindedir.

En büyük taban kesme kuvvetinin ve en büyük yatay deplasmanların oluştuğu Hektor Mine kaydı analizinin toplam süresi 60 sn.'dir. bu 60 saniye süre sonunda yapımızda bu kayıt altında plastikleşen elemanlar Şekil 4.65'de sunulmuştur. Şekilden anlaşılacağı üzere kolonlar en alt katta en büyük plastik dönme değerlerine ulaşmaktadır. Üst katlara çıkıldıkça bu değer azalmakta ve 23. kat ve üzerinde kolonlar elastik sınırdadır.





**Şekil 4.65.** Hektor Mine kaydı analizinde plastikleşen kesitler



Zaman tanım alanında yapılan 22 analizden elde edilen maksimum kiriş kesme kuvveti değerleri Çizelge 4.25’de sunulmuştur. Yapımız simetrik olduğu için çizelgede sadece farklı kiriş grupları verilmektedir. Değerler 22 kaydın tüm katlarda oluşturduğu en büyük kesme kuvvetleridir. Elde edilen kesme kuvvetlerinin ortalamaları alınarak bir standart sapma eklenmiş ve toplam olarak tanımlanan kesme kuvveti değerleri hesaplanmıştır. TBDY (2018)’de bu değerlerin ortalamasının 1,5 ila 1,2 katları arasında olması istenmektedir. Bulduğumuz değerler 1,2 katından küçük olduğu için karşılaştırma  $1,20 \times V_{ort}$  üzerinden yapılacaktır.

**Çizelge 4.25.** Kiriş maksimum kesme kuvvetleri

DEPREM KAYIT NO	ELEMEN NO						
	B3	B16	B26	B30	B58	S2	S4
838	427	467	583	121	524	2406	2763
1101	391	436	522	118	481	2460	2878
1614	446	488	591	118	476	2488	2891
1616	422	434	537	118	510	2204	2892
1619	421	406	496	121	425	2793	2936
1636	419	423	478	125	420	2288	2879
1762	501	426	575	138	567	2759	2796
3753	407	465	522	119	484	2558	2814
3757	397	430	493	115	467	2208	2896
5836	381	420	480	114	458	2304	2856
6969	405	425	467	112	442	2318	2997
838-1	362	439	553	107	457	2100	2746
1101-1	430	433	528	118	471	2510	2963
1614-1	405	420	460	118	429	2466	2785
1616-1	413	487	547	107	437	2355	2863
1619-1	431	439	481	121	460	2370	2975
1636-1	416	446	513	124	491	2431	2765
1762-1	439	441	558	129	453	2426	2815
3753-1	425	434	501	118	456	2414	2713
3757-1	415	455	472	120	472	2468	2757
5836-1	392	430	440	114	447	2115	2886
6969-1	385	407	527	113	459	2155	2785
$V_{ort}$	415,00	438,68	514,73	118,55	467,55	2390,73	2847,77
S, SAPMA	27,88	22,02	41,87	6,82	33,97	179,77	79,55
TOPLAM	442,88	460,70	556,59	125,36	501,51	2570,49	2927,32
$1,2 \times V_{ort}$	498,00	526,42	617,67	142,25	561,05	2868,87	3417,33
$V_r$	1768,00	1768,00	1305,00	1100,00	1241,00	2993,00	3431,00

Tüm kiriş gruplarının kesme kapasiteleri ortalama malzeme dayanımları kullanılarak hesaplanmış ve tabloda sunulmuştur, Kiriş gruplarından en çok zorlananlar S2 ve S4 olan bağ kirişi gruplarıdır. Kapasitelerinin %99'u kadarlık bir kesme kuvvetine maruz kalmaktadırlar. Analiz sonuçlarından elde edilen kesme kuvvetlerinin tamamı kapasitelerin altında kaldığından kirişlerin kesme kuvveti etkisinde gevrek göçmesi önlenmiş ve sünek davranması sağlanmıştır.

Çizelge 4.26'da tüm kiriş gruplarının DD1 deprem düzeyi için zaman tanım alanında doğrusal olmayan 22 analizden elde edilen maksimum plastik dönmelerinin kesit göçme sınırı için hesaplanmış olan maksimum dönme sınırına oranları gösterilmektedir.

**Çizelge 4.26. Kiriş plastik dönme oranları**

DEPREM KAYIT NO	ELEMEN NO						
	B3	B16	B26	B30	B58	S2	S4
838	0	0	0,02085	0	0,01403	0,03212	0,03172
1101	0	0	0,01548	0	0,01115	0,02871	0,02281
1614	0	0	0,01114	0	0,00958	0,03027	0,01409
1616	0	0	0,01762	0	0,00542	0,02761	0,01704
1619	0	0	0,01409	0	0,00983	0,03152	0,01847
1636	0	0	0,01705	0	0,01323	0,0289	0,01942
1762	0	0	0,01979	0	0,01399	0,02553	0,01529
3753	0	0	0,01075	0	0,00938	0,02913	0,02445
3757	0	0	0,01028	0	0,00899	0,02833	0,01748
5836	0	0	0,01157	0	0,00715	0,02686	0,01978
6969	0	0	0,01466	0	0,01149	0,02678	0,02212
838-1	0	0	0,01833	0	0,00684	0,0225	0,02369
1101-1	0	0	0,01769	0	0,01111	0,03095	0,02697
1614-1	0	0	0,0106	0	0,00851	0,02917	0,02109
1616-1	0	0	0,01811	0	0,00424	0,02689	0,02453
1619-1	0	0	0,01228	0	0,00885	0,02803	0,01953
1636-1	0	0	0,01605	0	0,01292	0,02989	0,02613
1762-1	0	0	0,02032	0	0,01455	0,03027	0,02927
3753-1	0	0	0,01391	0	0,00962	0,02833	0,02613
3757-1	0	0	0,01114	0	0,0076	0,03042	0,01861
5836-1	0	0	0,01036	0	0,00719	0,02288	0,01923
6969-1	0	0	0,01626	0	0,01069	0,02557	0,02781

DD1 deprem düzeyi için zaman tanım alanında doğrusal olmayan 22 analizden sonucunda B3, B16, B30 kiriş gruplarında plastik dönme değerleri sıfır hesaplanmıştır. En büyük plastik dönme oranı S2 grubu bağ kirişinde Landers (838) kaydında %3,21 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak tüm kirişlerin plastik dönme değerleri sınırların çok altında kalmıştır.

Zaman tanım alanında yapılan 22 analizden elde edilen maksimum kolon kesme kuvveti değerleri Çizelge 4.27’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.27.** Kolon maksimum kesme kuvvetleri

DEPREM KAYIT NO	ELEMEN NO	
	C13	C17
838	541	609
1101	450	640
1614	586	756
1616	520	621
1619	515	563
1636	559	569
1762	647	599
3753	468	624
3757	494	520
5836	399	535
6969	491	580
838-1	418	595
1101-1	505	657

DEPREM KAYIT NO	ELEMEN NO	
	C13	C17
1101-1	505	657
1614-1	497	581
1616-1	554	718
1619-1	580	491
1636-1	486	676
1762-1	494	632
3753-1	505	564
3757-1	466	605
5836-1	415	573
6969-1	452	551
$V_{ort}$	501,91	602,68
S. SAPMA	59,99	62,08
TOPLAM	561,90	664,76
$1,2xV_{ort}$	602,29	723,22
$V_r$	3215,00	3215,00

Mevcut yapıda en büyük kesme kuvvetinin oluştuğu C13 ve C17 kolonlarının 22 analizin tüm katlarda oluşturduğu maksimum kesme kuvvetleri değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen kesme kuvvetlerinin ortalamaları alınarak bir standart sapma eklenmiş ve toplam

olarak tanımlanan kesme kuvveti değerleri hesaplanmıştır. TBDY (2018)'de bu değerlerin ortalamasının 1,5 ila 1,2 katları arasında olması istenmektedir. Bulduğumuz değerler 1,2 katından küçük olduğu için karşılaştırma  $1,20 \times V_{ort}$  üzerinden yapılacaktır. Kolonlarda oluşan kesme kuvveti değerleri kapasitelerinin en fazla %22,50 sine ulaşabilmektedir. Kolonların kesme kuvveti etkisinde gevrek göçmesi önlenmiştir.

Çizelge 4.28'de tüm kolonların DD1 deprem düzeyi için zaman tanım alanında doğrusal olmayan 22 analizden elde maksimum plastik dönmelerinin kesit göçme sınırı için hesaplanmış olan maksimum dönme sınırına oranları gösterilmektedir.

**Çizelge 4.28.** Kolon plastik dönme oranları

DEPREM KAYIT NO	ELEMEN NO	
	C13	C17
838	0,0068	0,0053
1101	0,0055	0,0036
1614	0,0036	0,0047
1616	0,0027	0,0055
1619	0,0030	0,0023
1636	0,0055	0,0025
1762	0,0080	0,0047
3753	0,0036	0,0023
3757	0,0021	0,0049
5836	0,0025	0,0040
6969	0,0019	0,0061

DEPREM KAYIT NO	ELEMEN NO	
	C13	C17
838-1	0,0057	0,0045
1101-1	0,0049	0,0032
1614-1	0,0034	0,0042
1616-1	0,0028	0,0051
1619-1	0,0027	0,0008
1636-1	0,0047	0,0028
1762-1	0,0085	0,0049
3753-1	0,0034	0,0019
3757-1	0,0023	0,0044
5836-1	0,0023	0,0049
6969-1	0,0006	0,0049

Kolon elemanların 22 analizden elde edilen plastik dönmeleri kapasitelerine oranla çok düşüktür. En büyük dönme oranının oluştuğu C13 kolonunda Hektor Mine (1762) kaydında % 0,85 değerine ulaşabilmektedir. Kolonların TBDY (2018)'e göre hesaplanan plastik dönme sınırlarını aşmadığı aşıkardır.

Perde elemanlar için 22 analizden elde edilen kesme kuvveti değerlerinin en büyükleri Çizelge 4.29'da sunulmuştur. Elde edilen maksimum kesme kuvvetlerinin ortalamaları alınarak bir standart sapma eklenmiş ve toplam olarak tanımlanan kesme kuvveti değerleri hesaplanmıştır. TBDY (2018)'de bu değerlerin ortalamasının 1,5 ila 1,2 katları

arasında olması istenmektedir. Bulduğumuz değerler 1,2 katından küçük olduğu için karşılaştırma  $1,20 \times V_{ort}$  üzerinden yapılacaktır.

**Çizelge 4.29.** Perde maksimum kesme kuvvetleri

DEPREM KAYIT NO	ELEMEN NO					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
838	16753	17649	17875	17175	29428	28018
1101	13496	13820	15210	14633	27185	28952
1614	17568	17965	16915	15912	32525	33190
1616	13919	14001	13410	13696	28192	26669
1619	17493	16634	17413	18479	29814	33199
1636	16817	16093	16920	17480	26000	25977
1762	15047	14232	15858	15268	30332	33078
3753	15284	15386	14570	14894	30404	27556
3757	14909	15273	14374	14438	26908	24447
5836	17791	17202	16707	17083	23260	23326
6969	14285	14122	13834	14206	28723	33167
838-1	15452	15907	16483	15833	27996	27328
1101-1	14084	14469	15202	15176	36419	33594
1614-1	17018	16104	14680	15429	26391	26715
1616-1	19150	17974	17740	18545	30471	30097
1619-1	17818	17450	17019	17500	20342	25208
1636-1	17138	17201	15925	15998	29714	25480
1762-1	18045	18511	21770	21499	23467	26066
3753-1	16277	16130	17585	17538	24634	21807
3757-1	14239	14583	12729	12571	27065	27919
5836-1	16555	17195	14725	14728	25624	23859
6969-1	15300	14835	14207	13822	32015	31404
$V_{ort}$	16110,82	16033,45	15961,41	15995,59	28041,32	28048,00
S. SAPMA	1584,16	1474,19	1981,16	2023,38	3529,09	3589,74
TOPLAM	17694,98	17507,65	17942,57	18018,97	31570,41	31637,74
$1,2 \times V_{ort}$	19332,98	19240,15	19153,69	19194,71	33649,58	33657,60
$V_r$	25312,00	25315,00	25312,00	25312,00	38813,00	38813,00

Perde gruplarının tümü için en büyük kesme kuvveti değerleri yapının en alt katında oluşmaktadır. Perde kesme kapasite değerleri ortalama malzeme dayanımları kullanılarak

hesaplanmıştır. Perdelerin 60 cm kalınlığındaki bölümlerinde ilk iki analiz aşamasında Ø18/15 gövde donatısı yeterli olmaktaydı. Fakat bu aşamada yapılan kesme hesabında P5 ve P6 perdelerinde gövde donatısı yetersiz kalmıştır. Bu perdeler için hesaplanan 38813 kN kesme kapasitesi değeri Ø18/10 üç kol gövde donatısı içindir.

Perdeler için doğrusal olmayan analitik modelde fiber tanımı yapıldığından beton ve donatıdaki birim şekil değiştirmeler belirlenecektir. Çizelge 4.30'da perde gruplarındaki betonun birim şekil değiştirmelerinin daha önceden hesaplanan birim şekil değiştirme sınırı değerine oranı verilmektedir.

**Çizelge 4.30.** Perdelerin beton birim şekil değiştirme oranları

DEPREM KAYIT NO	ELEMEN NO					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
838	0,102	0,096	0,106	0,123	0,136	0,144
1101	0,103	0,106	0,117	0,118	0,142	0,134
1614	0,107	0,120	0,125	0,111	0,136	0,126
1616	0,096	0,102	0,123	0,106	0,129	0,131
1619	0,106	0,111	0,110	0,104	0,102	0,142
1636	0,097	0,114	0,103	0,111	0,111	0,151
1762	0,100	0,104	0,110	0,120	0,103	0,134
3753	0,101	0,096	0,115	0,125	0,117	0,142
3757	0,101	0,102	0,102	0,126	0,140	0,149
5836	0,108	0,096	0,095	0,117	0,126	0,148
6969	0,110	0,103	0,097	0,114	0,142	0,136
838-1	0,105	0,086	0,093	0,110	0,146	0,139
1101-1	0,104	0,108	0,116	0,106	0,156	0,149
1614-1	0,107	0,122	0,118	0,103	0,137	0,140
1616-1	0,104	0,114	0,115	0,102	0,138	0,140
1619-1	0,108	0,105	0,099	0,103	0,115	0,119
1636-1	0,099	0,114	0,118	0,100	0,147	0,151
1762-1	0,121	0,112	0,123	0,129	0,131	0,144
3753-1	0,104	0,114	0,113	0,104	0,128	0,124
3757-1	0,098	0,094	0,094	0,100	0,131	0,134
5836-1	0,102	0,098	0,098	0,102	0,138	0,135
6969-1	0,103	0,089	0,087	0,102	0,157	0,145

Çizelge 4.31’de perde gruplarındaki donatı birim şekil değiştirmelerinin daha önceden hesaplanan birim şekil değiştirme sınır değerine oranı verilmektedir.

**Çizelge 4.31.** Perdelerin donatı birim şekil değiştirme oranları

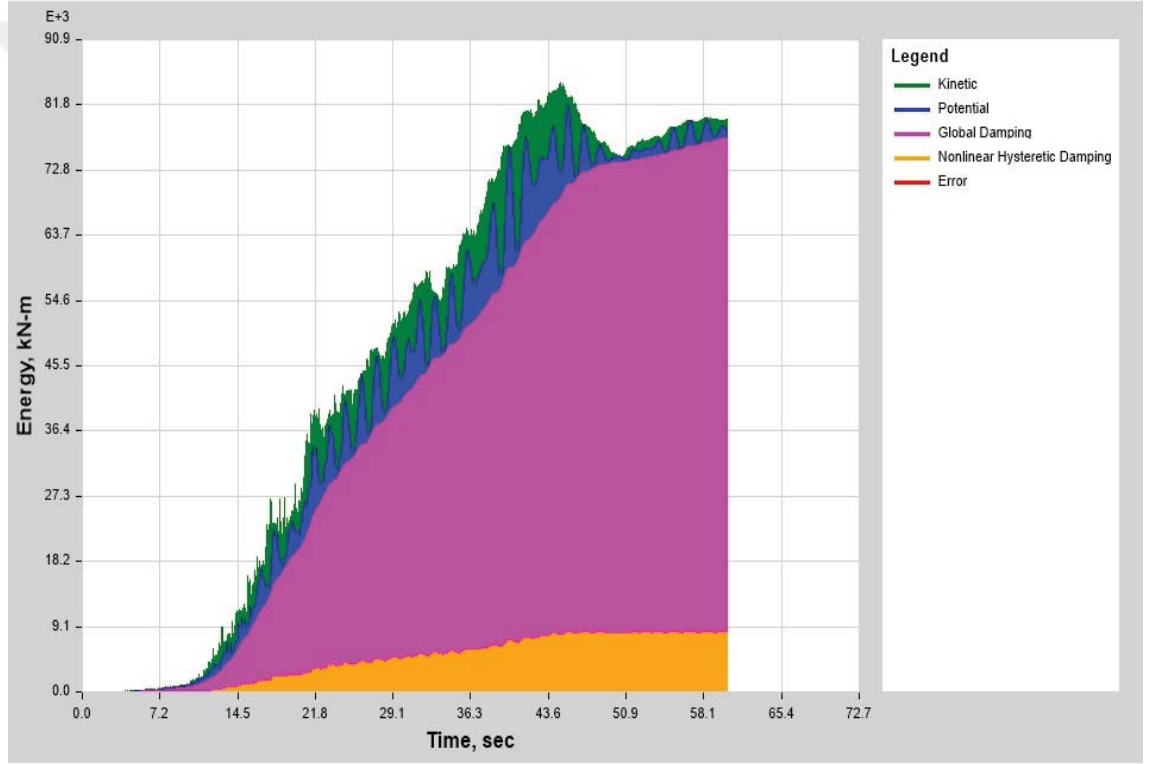
DEPREM KAYIT NO	ELEMEN NO					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
838	0,037	0,033	0,038	0,040	0,056	0,055
1101	0,039	0,039	0,039	0,039	0,056	0,054
1614	0,040	0,039	0,037	0,037	0,053	0,052
1616	0,042	0,043	0,041	0,036	0,051	0,051
1619	0,037	0,045	0,044	0,039	0,048	0,053
1636	0,042	0,044	0,037	0,041	0,052	0,052
1762	0,045	0,037	0,039	0,046	0,050	0,048
3753	0,045	0,040	0,043	0,038	0,048	0,054
3757	0,042	0,041	0,041	0,036	0,492	0,058
5836	0,038	0,045	0,036	0,037	0,051	0,056
6969	0,037	0,038	0,034	0,038	0,056	0,056
838-1	0,039	0,032	0,035	0,041	0,055	0,052
1101-1	0,038	0,034	0,043	0,039	0,058	0,055
1614-1	0,040	0,045	0,043	0,039	0,051	0,052
1616-1	0,039	0,042	0,042	0,038	0,052	0,052
1619-1	0,040	0,039	0,036	0,038	0,043	0,044
1636-1	0,037	0,042	0,044	0,037	0,055	0,057
1762-1	0,045	0,041	0,045	0,047	0,049	0,054
3753-1	0,038	0,042	0,042	0,038	0,048	0,046
3757-1	0,036	0,035	0,035	0,037	0,049	0,050
5836-1	0,037	0,036	0,037	0,038	0,052	0,050
6969-1	0,038	0,034	0,033	0,037	0,058	0,054

Perdelerde beton ve donatı birim şekil değiştirme oranlarının en büyüğü Darfield (6969) kaydından elde edilmiştir.  $\epsilon_s^{(G\ddot{o})}$  oranı %5,80 iken  $\epsilon_c^{(G\ddot{o})}$  oranı %15,70 olarak P5 perdesinde hesaplanmıştır. Deprem yüklerini en fazla karşılayan perdelerin şekil değiştirme oranları da diğerlerine göre yüksek bulunmuştur.

Yapılan hesaplamalar neticesinde bulunan maksimum plastik dönme ve birim şekil değiştirme değerleri tüm eleman grupları için yönetmeliğin belirlemiş olduğu sınır

şartlarının altında kaldığından; 22 analizden elde edilen sonuçların ortalamasının alınmasına ihtiyaç duyulmamıştır. Bulunan maksimum değerler dahi sınır değerlerin çok altında kalmaktadır. Yapılan bu analizler neticesinde yapımızda sınırlı miktarda doğrusal olmayan davranış olduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 4.66'da Düzce (1636) deprem analizinde yapının elastik ve elastik olmayan enerji sönümlenmeleri görülmektedir. Turuncu renk yapı tarafından sönümlenen elastik olmayan toplam enerjiyi göstermektedir. Yapı elastik olmayan davranış ile toplam enerjinin sadece %9'unu sönümlemiştir.



Şekil 4.66. Düzce (1636) analizinde sönümlenen enerji diyagramı



## 5. SONUÇLAR

Ülkemizde yeni deprem yönetmeliği olarak nitelendirilen ve Ocak 2019 yılında yürürlüğe girmiş olan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği hükümlerine göre betonarme çekirdek perde ve çerçeve sistemin birlikte kullanıldığı yüksek bir binanın tasarımı ve performans analizleri gerçekleştirilmiştir. Bina 30 katlı ve 108 m yüksekliğinde olduğundan ülkemizin bütün bölgelerinde yüksek bina olarak nitelendirilmektedir. Çalışmadan çıkartılan başlıca sonuçlar aşağıda sunulmaktadır:

Tez konusu binanın bilgisayar modeli hazırlanırken bağ kirişlerinin tanımlamasının çubuk eleman (frame) olarak yapıldığı modelde yapının doğal titreşim periyodunun 2,86 olarak hesaplandığı, bağ kiriş elemanlarının spandrel olarak tanımlandığı modelde yapının doğal titreşim periyodunun 2,57 olarak hesaplandığı görülmüştür. Bağ kirişlerinin her iki tanımlamada da boyutları ve atalet momentleri aynı olmasına rağmen çıkan fark göz ardı edilemeyecek boyuttadır. Daha yüksek binalarda bu fark çok daha fazla olabilecektir.

Yapının taban kesme kuvvetinin her iki doğrultusu için minimum taban kesme kuvveti etkindir. Doğrusal analiz mod birleştirme yöntemi ile yapıldığında minimum taban kesme kuvveti kuralına göre yapının taşıyıcı sistem davranış katsayısı X doğrultusunda 1,75 ve Y doğrultusunda ise 2,23 oranında küçültülmüştür. Buda yapının daha büyük deprem etkilerine göre boyutlandırılmasına neden olmuştur.

TDBY'nin deprem hesaplarından önce yapılmasını öngördüğü sünme ve rüzgar hesapları irdelendiğinde yapım aşamalarını göz önüne alan hesapta katlarda oluşan düşey deplasman değerlerinin en büyüğünün 12 mm olduğu görülmektedir. Yapının inşaa aşamasında katların hazırlık ve bekleme sürelerinin uzamasının şekildeğişirmeleri arttıracığı belirtilebilir. Yönetmelikte sünme hesapları için herhangi bir sınır değeri bulunmamaktadır. Bu nedenle özellikle yüksek yapılarda her katın yapım aşamasında düşey taşıyıcı sistemdeki kısaltmalar ölçülmeli ve gerekli durumlarda üst katta bu kısaltma dikkate alınmalıdır.

Yapının rüzgar hesabı yapıldığında ise en üst kat yatay deplasmanının 61 mm olduğu hesaplanmıştır. Yönetmelikte rüzgar hesapları için de herhangi bir sınır değer bulunmamaktadır. Fakat daha yüksek yapılarda bu deplasman değerinin çok artacağı ve yapının konfor şartlarını olumsuz etkileyeceği belirtilebilir.

Tasarım aşaması I' de kirişlerin boyutlandırılmasında düşey yük kombinasyonlarındansa depremleri kombinasyonlar daha etkili olmuştur. Bunun nedeni yüksek yapılarda minimum taban kesme kuvvetinin etkisinden azalan taşıyıcı sistem davranış katsayısıdır. R'nin azalması binaya etkiyen deprem kuvvetlerini arttırmakta ve eleman boyutlandırılmasında etkili olmaktadır.

Tasarım aşaması II' de E/K oranları hesaplanan taşıyıcı sistem elemanlarından en büyük zorlamaya maruz kalan elemanların perdeler olduğu görülmüştür. Perdeler deprem yüklerinin tamamına yakınına karşılıkları için bu elemanların kesme kapasiteleri sınır değerlere çok yaklaşmıştır. Perdelerden sonra en kritik değerler bağ kirişlerinde oluşmaktadır. Özellikle deprem yüklerini karşılayan perdeleri bağlayan bağ kirişlerindeki moment kapasitelerinde 1,11 değerlerine yaklaşmıştır. Kolonlarda ise deprem yükleri etkili olmadığından kapasite sınırlarının çok altında kalmıştır. Bu nedenle yapılacak yüksek yapı taşıyıcı sistemlerinde çekirdek sistem çok iyi seçilmelidir. Perde boyutlarından ve bağ kirişi ebatlarından asla taviz verilmemelidir.

TBDY 2018 ve DBYBHY 2007 yönetmeliklerinin karşılaştırılmasında bizim yapımızın bulunduğu bölge için spektral ivme değerleri incelendiğinde Yapımızın doğal titreşim periyodu 2,571 sn. için yeni yönetmelik spektral ivme değeri 0,081 g. iken eski yönetmelikte bu değer 0,227 g. olarak hesaplanmıştır. Bunun en büyük etkisini deprem yüklerini karşılayan perdelerde görebilmekteyiz. Karşılaştırması yapılan perde için 2007 yönetmeliğine göre bulunan sonuçlarda moment büyüklükleri %58, kesme kuvveti büyüklükleri %49 oranında yüksek çıkmıştır. Göreli kat ötelemeleri karşılaştırmasında ise 2018 yönetmeliği için X yönünde %11,43 Y yönünde ise %13,06 azalma olduğu hesaplanmıştır. Bu konuyla ilgili literatürde yapılan araştırmalarda birçok zemin bölgesi için spektral ivmelerin yeni yönetmelikte arttırıldığı saptanmıştır. Fakat bizim seçtiğimiz bölge için tam tersi bir durum söz konusudur.

Tasarım aşaması III için zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizin deprem kayıtları on bir takım olarak seçilmiş ve ölçeklenmiştir. Bileşke spektrumların ortalamalarının  $0,2T_p$  ve  $1,5T_p$  periyotları arasındaki genliklerinin DD1 tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerin 1,3 katından büyük olması gerekmektedir. Yapımızın periyodunun yüksek olması nedeniyle gerekli genlikler sağlanabilmiştir. Fakat  $0,2T_p$  periyodunun DD1 tasarım spektrumunun  $T_A$  ve  $T_B$  aralığına denk gelen daha kısa periyotlu binalar için deprem büyüklükleri, fay mekanizmaları, faya olan mesafeleri ve zemin koşullarının da dikkate alındığında kullanılacak gerçek deprem kaydı sayısı çok azdır.

Tez konusu binanın çok yüksek olmayan nitelikte olmasına rağmen, modelleme programında analiz, tasarım aşaması ve sonuç alma süreleri çok uzundur. Ayrıca modellenen yapının 22 deprem analizinin toplam boyutu 800 GB civarında alan kaplamaktadır. Bu nedenle bu tip yüksek yapı çözümlerinde yüksek kapasiteli bilgisayarlar gerekli kılınmakta ve oldukça fazla CPU zamanı almaktadır.

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz neticesinde yapının tabanında hesaplanan maksimum kesme kuvveti değeri 126292 kN bulunmuştur. Yapımızın taşıyıcı sisteminde deprem yüklerinin neredeyse tamamını perdeler taşıdığı için perdeler etkiyen kesme kuvveti değerleri çok yükselmiştir. İlk iki analiz aşamasında seçilen perde gövde donatıları yetersiz kalmış ve III. Aşamada gövde donatıları artırılarak perde kesme kuvveti kapasitesi yükseltilmiş ve gevrek göçme önlenmiştir.

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizde elastik olmayan davranış ile toplam enerjinin %9'luk bir kısmı sönmülenebilmiştir.

Göçmenin önlenmesi performans hedefi için hesaplanan tüm plastik dönme, birim şekil değiştirme ve kesme kuvveti kapasite sınırları aşılmadığından yapımız DD1 deprem düzeyi altında **göçmenin önlenmesi performans hedefini sağlamıştır.**

## KAYNAKLAR

- Anonim, 1984.** TS498, Betonarme elemanların boyutlandırılmasında alınacak yükler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Anonim, 2000.** TS500, Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2018.** Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- Aydınöglü, N. 2009.** Yüksek binaların tasarımında yeni yaklaşımlar. İnşaat Mühendisleri Odası Betonarme Yapılar Semineri, İstanbul.
- Budak, E. 2015.** Performance based seismic design of reinforced concrete tall buildings. *Yüksek Lisans Tezi*, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Celep, Z. 2011.** Deprem etkisinde betonarme yapıların şekil değiştirmeye dayalı tasarım ve değerlendirmesi. İnşaat Mühendisleri Odası Eskişehir Şubesi Meslek içi Eğitim Semineri, 07 Nisan 2011, Eskişehir.
- Celep, Z. 2017.** Betonarme taşıyıcı sistemlerde doğrusal olmayan davranış ve çözümleme, Beta Dağıtım, İstanbul, 234 s.
- Celep, Z. 2018.** Deprem mühendisliğine giriş ve depreme dayanıklı yapı tasarımı. Beta Basım, İstanbul, 720 s.
- Doğangün, A. 2019.** Betonarme yapıların hesap ve tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul, 844 s.
- Döndüren, M. S., Karaduman, A. 2007.** Çok katlı binaların deprem analizi. *Teknik-Online Dergi*, 6(1): 31-41.
- Drosdov, P. F., Lishak, V. 1978.** I. Spatial rigidity & stability of tall buildings of different structural schemes, Prefabricated Multi-Storey Buildings, Proceedings of Conference held in Moscow, October 1976, Central Research and Design Institute for Dwellings, Moscow.
- Elçi, H., Göker, K. A. 2018.** Comparison of earthquake codes (TEC 2007 and TBEC 2018) in terms of seismic performance of RC columns. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 4(6): 9-21.
- ETABS. 2019.** V17.0.1- The ultimate integrated software package for the structural analysis and design of buildings. [online]. Computer & Structures Inc., Available from www.csiamerica.com.
- Fahjan, Y. 2008.** Deprem kayıtlarının seçilmesi ve ölçeklendirilmesi, İnşaat Mühendisleri Odası Sakarya Temsilciliği Eğitim Seminerleri, Sakarya.
- Fahjan, Y., Akbaş, B., Siyahi, B. 2011.** Yüksek binalar için deprem tehlike değerlendirmesi ve zemin bağımlı tasarım depremi yer hareketlerinin belirlenmesi, 1.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Ankara.
- Foroughi, S., Yüksel, S. B. 2019.** Betonarme kolonların şekil değiştirme esaslı hasar sınırlarının araştırılması. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 11(2): 584-601.
- Hasgür, Z., Gündüz, A. N. 1996.** Betonarme çok katlı yapılar, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul.
- Karaçöp, A. 2010.** Betonarme bir yüksek binanın istanbul yüksek binalar deprem yönetmeliğine göre incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

- Kayhan, A.H. 2012.** Armoni araştırması ile ivme kaydı seçimi ve ölçeklendirme. *İmo Teknik Dergi*, 368: 5751-5775.
- Keskin, E., Bozdoğan, K. B. 2018.** 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerinin Kırklareli ili özelinde değerlendirilmesi. *Kırklareli University Journal of Engineering and Science*, 4(1): 74-90.
- Koç, Y., Gültekin, A.B., Durmuş, G., Dikmen, Ç.B. 2009.** Yüksek yapı tasarımının malzeme ve taşıyıcı sistem kapsamında incelenmesi, Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), Karabük.
- Koçer, M., Nakipoğlu, A., Öztürk, B., Al-Hagri, M. G., Arslan, M. H. 2018.** Deprem kuvvetine esas spektral ivme değerlerinin TBDY 2018 ve tdy 2007'ye göre karşılaştırılması. *Selçuk Teknik Dergisi*, 17(2): 43-58.
- Kuzu, C. 2018.** Uygulamada performansa göre tasarım. İstanbul, istanbulimo.org.tr (01.11.2019).
- Mander, J.B., Priestley, M.J.N., Park, R. 1988.** Theoretical stress-strain model for confined concrete. *Journal of Structural Division*, 114(8): 1804-1826.
- Nahum, K.A.R., Oliveira, D.R.C. 2010.** Monitoring of high-rise buildings reinforced concrete columns. *Ibracon structures and materials journal*, 3(2): 179-194.
- Özgen, A., Sev, A. 2000.** Çok katlı yüksek yapılarda taşıyıcı sistemler, Birsen Yayınevi, İstanbul, 346 s.
- Öztürk, M. 2018.** 2018 Türkiye bina deprem yönetmeliği ve Türkiye deprem tehlike haritası ile ilgili iç anadolu bölgesi bazında bir değerlendirme. *Selçuk Teknik Dergisi*, 17(2): 31-42.
- Pakoğlu, H. 2009.** Çok katlı bir yapının DBYBHY 2007'ye göre tasarımı ve DBYBHY 2007 ile IBC'un teorik olarak karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Peer, NGA Strong Motion Database**, <http://peer.berkeley.edu/nga>, 2019.
- Response 2000, 2019.** <http://www.ecf.utoronto.ca/~bentz/r2k.htm>, 2019.
- SAP 2000, 2019.** V21.0.2 - The ultimate integrated software package for the structural analysis and design of buildings. [online]. Computer & Structures Inc., Available from [www.csiamerica.com](http://www.csiamerica.com).
- Seismomatch, 2019.** <http://www.seismosoft.com>, 2019.
- Sucuoğlu, H. 2015.** Performans esaslı deprem mühendisliği. 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 14-16 Ekim 2015, İzmir.
- Taranath, B. S. 1997.** steel, concrete and composite design of tall buildings, McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, 993 s.
- Willford, M., Whittaker, A., Klemencic, R. 2008.** Recommendations for the seismic design of high-rise buildings. Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 21 February 2008.

## **EKLER**

<b>EK 1</b>	B2 kirişi donatı alanları
<b>EK 2</b>	B18 kirişi donatı alanları
<b>EK 3</b>	B25 kirişi donatı alanları
<b>EK 4</b>	B29 kirişi donatı alanları
<b>EK 5</b>	B45 kirişi donatı alanları
<b>EK 6</b>	B57 kirişi donatı alanları
<b>EK 7</b>	C8 kolonu donatı alanları
<b>EK 8</b>	C13 kolonu donatı alanları
<b>EK 9</b>	P1 perdesi donatı alanları
<b>EK 10</b>	P5 perdesi donatı alanları
<b>EK 11</b>	S1 bağ kirişi donatı alanları
<b>EK 12</b>	S2 bağ kirişi donatı alanları
<b>EK 13</b>	S4 bağ kirişi donatı alanları

## EK 1. B2 kirişi donatı alanları

Elem. No	Kat	Ebat	Lokas.	(-)	As Üst	(+)	As Alt	V	Etriye
				Moment	mm <sup>2</sup>	Moment	mm <sup>2</sup>	kN	mm <sup>2</sup> /m
				kN-m		kN-m			
B2	Kat30	K50/80	End-I	-20.692	1265	20.6924	1265	215.911	677.64
B2	Kat30	K50/80	Middle	-20.692	1265	44.7056	1265	220.739	677.64
B2	Kat30	K50/80	End-J	-55.449	1265	27.7243	1265	249.874	677.64
B2	Kat29	K50/80	End-I	-23.288	1265	23.2881	1265	214.604	677.64
B2	Kat29	K50/80	Middle	-23.288	1265	47.0076	1265	222.069	677.64
B2	Kat29	K50/80	End-J	-0.6718	1265	0.3359	1265	251.077	677.64
B2	Kat28	K50/80	End-I	-23.397	1265	23.397	1265	214.9	677.64
B2	Kat28	K50/80	Middle	-23.397	1265	47.5313	1265	221.768	677.64
B2	Kat28	K50/80	End-J	0	1265	0.2969	1265	250.816	677.64
B2	Kat27	K50/80	End-I	-23.819	1265	23.8186	1265	214.894	677.64
B2	Kat27	K50/80	Middle	-23.819	1265	48.1067	1265	221.769	677.64
B2	Kat27	K50/80	End-J	0	1265	31.0897	1265	250.822	677.64
B2	Kat26	K50/80	End-I	-24.04	1265	24.0395	1265	214.963	677.64
B2	Kat26	K50/80	Middle	-24.04	1265	48.4589	1265	221.684	677.64
B2	Kat26	K50/80	End-J	0	1265	31.6977	1265	250.749	677.64
B2	Kat25	K50/80	End-I	-24.172	1265	24.1718	1265	215.034	677.64
B2	Kat25	K50/80	Middle	-24.172	1265	48.6531	1265	221.592	677.64
B2	Kat25	K50/80	End-J	0	1265	32.1364	1265	250.669	677.64
B2	Kat24	K50/80	End-I	-24.221	1265	24.2214	1265	215.121	677.64
B2	Kat24	K50/80	Middle	-24.221	1265	48.719	1265	221.478	677.64
B2	Kat24	K50/80	End-J	0	1265	32.4686	1265	250.568	677.64
B2	Kat23	K50/80	End-I	-24.206	1265	24.3282	1265	215.22	677.64
B2	Kat23	K50/80	Middle	-24.206	1265	48.6804	1265	221.345	677.64
B2	Kat23	K50/80	End-J	0	1265	32.7152	1265	250.448	677.64
B2	Kat22	K50/80	End-I	-24.127	1265	24.4863	1265	215.332	677.64
B2	Kat22	K50/80	Middle	-24.127	1265	48.5417	1265	221.192	677.64
B2	Kat22	K50/80	End-J	0	1265	32.8606	1265	250.309	677.64
B2	Kat21	K50/80	End-I	-23.993	1265	24.5593	1265	215.453	677.64
B2	Kat21	K50/80	Middle	-23.993	1265	48.3129	1265	221.022	677.64
B2	Kat21	K50/80	End-J	0	1265	32.9293	1265	250.153	677.64
B2	Kat20	K50/80	End-I	-23.837	1265	24.649	1265	215.591	677.64
B2	Kat20	K50/80	Middle	-23.837	1265	48.04	1265	220.846	677.64
B2	Kat20	K50/80	End-J	0	1265	33.0169	1265	249.99	677.64
B2	Kat19	K50/80	End-I	-23.465	1265	24.3815	1265	215.727	677.64
B2	Kat19	K50/80	Middle	-23.465	1265	47.4283	1265	220.64	677.64
B2	Kat19	K50/80	End-J	0	1265	0.4989	1265	249.763	677.64
B2	Kat18	K50/80	End-I	-23.127	1265	24.0705	1265	215.9	677.64
B2	Kat18	K50/80	Middle	-23.127	1265	46.8817	1265	220.436	677.64
B2	Kat18	K50/80	End-J	-0.9538	1265	0.4769	1265	249.554	677.64
B2	Kat17	K50/80	End-I	-22.948	1265	24.2095	1265	216.1	677.64
B2	Kat17	K50/80	Middle	-22.948	1265	46.5724	1265	220.23	677.64
B2	Kat17	K50/80	End-J	-65.248	1265	0.8296	1265	249.372	677.64
B2	Kat16	K50/80	End-I	-22.741	1265	24.328	1265	216.305	677.64



**EK 1. B2 kirişli donatı alanları (devamı)**

B2	Kat16	K50/80	Middle	-22.741	1265	46.2191	1265	220.006	677.64
B2	Kat16	K50/80	End-J	-65.508	1265	32.7539	1265	249.169	677.64
B2	Kat15	K50/80	Middle	-22.512	1265	45.8281	1265	219.768	677.64
B2	Kat15	K50/80	End-J	-65.752	1265	32.876	1265	248.953	677.64
B2	Kat14	K50/80	End-I	-22.255	1265	24.5141	1265	216.747	677.64
B2	Kat14	K50/80	Middle	-22.255	1265	45.3885	1265	219.516	677.64
B2	Kat14	K50/80	End-J	-65.948	1265	32.9741	1265	248.724	677.64
B2	Kat13	K50/80	End-I	-21.968	1265	24.5702	1265	216.981	677.64
B2	Kat13	K50/80	Middle	-21.968	1265	44.8993	1265	219.25	677.64
B2	Kat13	K50/80	End-J	-66.113	1265	33.0566	1265	248.481	677.64
B2	Kat12	K50/80	End-I	-21.638	1265	24.5629	1265	217.222	677.64
B2	Kat12	K50/80	Middle	-21.638	1265	44.3387	1265	218.971	677.64
B2	Kat12	K50/80	End-J	-66.164	1265	33.0819	1265	248.225	677.64
B2	Kat11	K50/80	End-I	-21.271	1265	24.4991	1265	217.47	677.64
B2	Kat11	K50/80	Middle	-21.271	1265	43.7139	1265	218.682	677.64
B2	Kat11	K50/80	End-J	-66.135	1265	33.0676	1265	247.96	677.64
B2	Kat10	K50/80	End-I	-20.681	1265	24.0618	1265	217.727	677.64
B2	Kat10	K50/80	Middle	-20.681	1265	42.7381	1265	218.394	677.64
B2	Kat10	K50/80	End-J	-65.35	1265	32.6751	1265	247.664	677.64
B2	Kat9	K50/80	End-I	-20.13	1265	23.5765	1265	218.019	677.64
B2	Kat9	K50/80	Middle	-20.13	1265	41.8297	1265	218.12	677.64
B2	Kat9	K50/80	End-J	-64.56	1265	32.2799	1265	247.399	677.64
B2	Kat8	K50/80	End-I	-19.759	1265	23.5931	1265	218.319	677.64
B2	Kat8	K50/80	Middle	-19.759	1265	41.1913	1265	217.836	677.64
B2	Kat8	K50/80	End-J	-64.712	1265	32.3562	1265	247.146	677.64
B2	Kat7	K50/80	End-I	-19.352	1265	23.5549	1265	218.621	677.64
B2	Kat7	K50/80	Middle	-19.352	1265	40.4946	1265	217.544	677.64
B2	Kat7	K50/80	End-J	-64.77	1265	32.3849	1265	246.882	677.64
B2	Kat6	K50/80	End-I	-18.89	1265	23.3758	1265	218.926	677.64
B2	Kat6	K50/80	Middle	-18.89	1265	39.7155	1265	217.245	677.64
B2	Kat6	K50/80	End-J	-64.545	1265	32.2723	1265	246.611	677.64
B2	Kat5	K50/80	End-I	-18.402	1265	23.1775	1265	219.233	677.64
B2	Kat5	K50/80	Middle	-18.402	1265	38.8854	1265	216.941	677.64
B2	Kat5	K50/80	End-J	-64.316	1265	32.1578	1265	246.336	677.64
B2	Kat4	K50/80	End-I	-17.857	1265	22.8815	1265	219.541	677.64
B2	Kat4	K50/80	Middle	-17.857	1265	37.9609	1265	216.633	677.64
B2	Kat4	K50/80	End-J	-63.931	1265	31.9655	1265	246.056	677.64
B2	Kat3	K50/80	End-I	-17.228	1265	22.4327	1265	219.846	677.64
B2	Kat3	K50/80	Middle	-17.228	1265	36.8953	1265	216.324	677.64
B2	Kat3	K50/80	End-J	-63.315	1265	31.6577	1265	245.775	677.64
B2	Kat2	K50/80	End-I	-16.358	1265	21.4648	1265	220.152	677.64
B2	Kat2	K50/80	Middle	-16.358	1265	35.4571	1265	216.011	677.64
B2	Kat2	K50/80	End-J	-61.719	1265	30.8594	1265	245.488	677.64
B2	Kat1	K50/80	End-I	-15.479	1265	20.4537	1265	220.429	677.64
B2	Kat1	K50/80	Middle	-15.479	1265	33.9743	1265	215.714	677.64
B2	Kat1	K50/80	End-J	-60.118	1265	30.0589	1265	245.221	677.64



## EK 2. B18 kirişi donatı alanları

Elem. No	Kat	Ebat	Lokas.	(-)	As Üst	(+)	As Alt	V	Etriye
				Moment	mm <sup>2</sup>	Moment	mm <sup>2</sup>	kN	mm <sup>2</sup> /m
				kN-m		kN-m			
B18	Kat30	K50/80	End-I	-57.9836	1265	112.082	1265	309.049	1208.9
B18	Kat30	K50/80	Middle	-57.9836	1265	57.9836	1265	188.851	677.64
B18	Kat30	K50/80	End-J	0	1265	1.1201	1265	226.359	677.64
B18	Kat29	K50/80	End-I	-64.9364	1265	128.495	1265	314.115	1228.7
B18	Kat29	K50/80	Middle	-64.9364	1265	64.9364	1265	184.563	677.64
B18	Kat29	K50/80	End-J	0	1265	129.873	1265	222.35	677.64
B18	Kat28	K50/80	End-I	-65.6236	1265	129.687	1265	312.963	1224.2
B18	Kat28	K50/80	Middle	-65.6236	1265	65.6236	1265	185.776	677.64
B18	Kat28	K50/80	End-J	-314.281	1267	131.247	1265	223.507	677.64
B18	Kat27	K50/80	End-I	-67.087	1265	132.855	1265	314.595	1230.6
B18	Kat27	K50/80	Middle	-67.087	1265	67.087	1265	187.392	677.64
B18	Kat27	K50/80	End-J	-320.159	1291	134.174	1265	225.131	677.64
B18	Kat26	K50/80	End-I	-68.1144	1265	135.035	1265	315.321	1233.4
B18	Kat26	K50/80	Middle	-68.1144	1265	68.1144	1265	188.771	677.64
B18	Kat26	K50/80	End-J	-323.969	1307	136.229	1265	226.502	677.64
B18	Kat25	K50/80	End-I	-68.8756	1265	136.654	1265	315.726	1235
B18	Kat25	K50/80	Middle	-68.8756	1265	68.8756	1265	189.843	677.64
B18	Kat25	K50/80	End-J	-326.71	1318	137.751	1265	227.57	677.64
B18	Kat24	K50/80	End-I	-69.3565	1265	137.669	1265	315.708	1234.9
B18	Kat24	K50/80	Middle	-69.3565	1265	69.3565	1265	190.65	677.64
B18	Kat24	K50/80	End-J	-328.258	1325	138.713	1265	228.371	677.64
B18	Kat23	K50/80	End-I	-69.6052	1265	138.185	1265	315.331	1233.4
B18	Kat23	K50/80	Middle	-69.6052	1265	69.6052	1265	191.224	677.64
B18	Kat23	K50/80	End-J	-328.817	1328	139.21	1265	228.938	677.64
B18	Kat22	K50/80	End-I	-69.6517	1265	138.261	1265	314.601	1230.6
B18	Kat22	K50/80	Middle	-69.6517	1265	69.6517	1265	191.579	677.64
B18	Kat22	K50/80	End-J	-328.505	1326	139.303	1265	229.285	677.64
B18	Kat21	K50/80	End-I	-69.4863	1265	137.894	1265	313.514	1226.3
B18	Kat21	K50/80	Middle	-69.4863	1265	69.4863	1265	191.713	677.64
B18	Kat21	K50/80	End-J	-327.283	1321	138.973	1265	229.411	677.64
B18	Kat20	K50/80	End-I	-69.1659	1265	137.144	1265	311.887	1220
B18	Kat20	K50/80	Middle	-69.1659	1265	69.1659	1265	191.659	677.64
B18	Kat20	K50/80	End-J	-325.374	1313	138.332	1265	229.418	677.64
B18	Kat19	K50/80	End-I	-68.0337	1265	134.739	1265	309.341	1210
B18	Kat19	K50/80	Middle	-68.0337	1265	68.0337	1265	190.718	677.64
B18	Kat19	K50/80	End-J	-320.134	1292	136.068	1265	228.48	677.64
B18	Kat18	K50/80	End-I	-66.888	1265	132.299	1265	306.755	1199.9
B18	Kat18	K50/80	Middle	-66.888	1265	67.284	1265	189.827	677.64
B18	Kat18	K50/80	End-J	-314.775	1270	133.776	1265	227.546	677.64
B18	Kat17	K50/80	End-I	-66.3366	1265	131.084	1265	305.356	1194.4
B18	Kat17	K50/80	Middle	-66.3366	1265	67.8935	1265	190.233	677.64
B18	Kat17	K50/80	End-J	0	1265	132.673	1265	227.902	677.64
B18	Kat16	K50/80	End-I	-65.6517	1265	129.59	1265	304.21	1189.9
B18	Kat16	K50/80	Middle	-65.6517	1265	68.4173	1265	191.052	677.64
B18	Kat16	K50/80	End-J	0	1265	131.303	1265	228.666	677.64

**EK 2. B18 kirişi donatı alanları (devamı)**

B18	Kat15	K50/80	Middle	-64.8939	1265	68.9668	1265	191.94	677.64
B18	Kat15	K50/80	End-J	0	1265	129.788	1265	229.497	677.64
B18	Kat14	K50/80	End-I	-63.9962	1265	125.959	1265	301.624	1179.8
B18	Kat14	K50/80	Middle	-63.9962	1265	69.4334	1265	192.901	677.64
B18	Kat14	K50/80	End-J	0	1265	127.993	1265	230.397	677.64
B18	Kat13	K50/80	End-I	-62.9168	1265	123.592	1265	245.083	677.64
B18	Kat13	K50/80	Middle	-62.9168	1265	69.7536	1265	193.936	677.64
B18	Kat13	K50/80	End-J	0	1265	125.834	1265	231.369	677.64
B18	Kat12	K50/80	End-I	-61.59	1265	120.691	1265	243.951	677.64
B18	Kat12	K50/80	Middle	-61.59	1265	69.8227	1265	195.049	677.64
B18	Kat12	K50/80	End-J	0	1265	123.18	1265	232.415	677.64
B18	Kat11	K50/80	End-I	-60.0431	1265	117.306	1265	242.739	677.64
B18	Kat11	K50/80	Middle	-60.0431	1265	69.691	1265	196.242	677.64
B18	Kat11	K50/80	End-J	0	1265	120.086	1265	233.538	677.64
B18	Kat10	K50/80	End-I	-57.6123	1265	112.035	1265	241.446	677.64
B18	Kat10	K50/80	Middle	-57.6123	1265	68.2314	1265	197.426	677.64
B18	Kat10	K50/80	End-J	0	1265	115.225	1265	234.706	677.64
B18	Kat9	K50/80	End-I	-55.1412	1265	106.721	1265	240.027	677.64
B18	Kat9	K50/80	Middle	-55.1412	1265	66.8369	1265	198.78	677.64
B18	Kat9	K50/80	End-J	0	1265	110.283	1265	235.937	677.64
B18	Kat8	K50/80	End-I	-53.2267	1265	102.534	1265	238.529	677.64
B18	Kat8	K50/80	Middle	-53.2267	1265	66.6601	1265	200.258	677.64
B18	Kat8	K50/80	End-J	0	1265	106.453	1265	237.281	677.64
B18	Kat7	K50/80	End-I	-51.0625	1265	97.8152	1265	236.926	677.64
B18	Kat7	K50/80	Middle	-51.0625	1265	66.278	1265	201.84	677.64
B18	Kat7	K50/80	End-J	0	1265	102.125	1265	238.722	677.64
B18	Kat6	K50/80	End-I	-48.7013	1265	92.6535	1265	235.212	677.64
B18	Kat6	K50/80	Middle	-48.7013	1265	65.7978	1265	203.532	677.64
B18	Kat6	K50/80	End-J	0	1265	97.4026	1265	240.266	677.64
B18	Kat5	K50/80	End-I	-46.0114	1265	86.7742	1265	233.38	677.64
B18	Kat5	K50/80	Middle	-46.0114	1265	65.0138	1265	205.341	677.64
B18	Kat5	K50/80	End-J	0	1265	92.0229	1265	241.92	677.64
B18	Kat4	K50/80	End-I	-42.838	1265	79.8431	1265	231.425	677.64
B18	Kat4	K50/80	Middle	-42.838	1265	63.6724	1265	207.272	677.64
B18	Kat4	K50/80	End-J	0	1265	85.676	1265	243.686	677.64
B18	Kat3	K50/80	End-I	-38.9175	1265	71.2994	1265	229.326	677.64
B18	Kat3	K50/80	Middle	-38.9175	1265	61.404	1265	209.348	677.64
B18	Kat3	K50/80	End-J	0	1265	77.8351	1265	245.587	677.64
B18	Kat2	K50/80	End-I	-33.701	1265	59.963	1265	227.145	677.64
B18	Kat2	K50/80	Middle	-33.701	1265	57.082	1265	211.503	677.64
B18	Kat2	K50/80	End-J	0	1265	67.402	1265	247.56	677.64
B18	Kat1	K50/80	End-I	-27.764	1265	47.1753	1265	224.548	677.64
B18	Kat1	K50/80	Middle	-27.764	1265	52.6753	1265	214.093	677.64
B18	Kat1	K50/80	End-J	0	1265	55.528	1265	249.941	677.64

### EK 3. B25 kirişi donatı alanları

Elem. No	Kat	Ebat	Lokas.	(-)	As Üst	(+)	As Alt	V	Etriye
				Moment	mm <sup>2</sup>	Moment	mm <sup>2</sup>	kN	mm <sup>2</sup> /m
				kN-m		kN-m			
B25	Story30	K40/70	End-I	-61.1657	867	24.3617	867	154.3507	542.12
B25	Story30	K40/70	Middle	-24.3617	867	32.555	867	186.7108	542.12
B25	Story30	K40/70	End-J	0	867	16.795	867	198.409	542.12
B25	Story29	K40/70	End-I	-213.095	997	33.0171	867	157.0173	542.12
B25	Story29	K40/70	Middle	-33.0171	867	44.0443	867	207.1609	542.12
B25	Story29	K40/70	End-J	0	867	48.7377	867	218.859	542.12
B25	Story28	K40/70	End-I	-210.578	988	34.0209	867	156.8548	542.12
B25	Story28	K40/70	Middle	-34.0209	867	44.1686	867	205.6024	542.12
B25	Story28	K40/70	End-J	0	867	50.3782	867	217.3006	542.12
B25	Story27	K40/70	End-I	-208.8174	980	35.0429	867	156.5688	542.12
B25	Story27	K40/70	Middle	-35.0429	867	45.4064	867	204.5924	542.12
B25	Story27	K40/70	End-J	0	867	53.5163	867	216.2906	542.12
B25	Story26	K40/70	End-I	-205.9804	968	35.5978	867	156.0888	542.12
B25	Story26	K40/70	Middle	-35.5978	867	45.8443	867	202.894	542.12
B25	Story26	K40/70	End-J	0	867	55.1218	867	214.5921	542.12
B25	Story25	K40/70	End-I	-202.3171	951	35.7791	867	155.4255	542.12
B25	Story25	K40/70	Middle	-35.7791	867	45.8115	867	200.6876	542.12
B25	Story25	K40/70	End-J	0	867	55.6973	867	212.3857	542.12
B25	Story24	K40/70	End-I	-197.8053	931	35.6729	867	154.5818	542.12
B25	Story24	K40/70	Middle	-35.6729	867	45.3984	867	197.9531	542.12
B25	Story24	K40/70	End-J	0	867	55.4516	867	209.6512	542.12
B25	Story23	K40/70	End-I	-192.4366	906	35.36	867	153.5562	542.12
B25	Story23	K40/70	Middle	-35.36	867	44.7295	867	194.6862	542.12
B25	Story23	K40/70	End-J	0	867	54.6244	867	206.3843	542.12
B25	Story22	K40/70	End-I	-184.4123	877	34.8745	867	152.3811	542.12
B25	Story22	K40/70	Middle	-34.8745	867	43.8546	867	190.8962	542.12
B25	Story22	K40/70	End-J	0	867	53.3114	867	202.5944	542.12
B25	Story21	K40/70	End-I	-90.7759	867	34.1927	867	152.723	542.12
B25	Story21	K40/70	Middle	-34.1927	867	42.7998	867	188.2636	542.12
B25	Story21	K40/70	End-J	0	867	51.5209	867	199.9618	542.12
B25	Story20	K40/70	End-I	-87.6074	867	33.1105	867	154.0594	542.12
B25	Story20	K40/70	Middle	-33.1105	867	40.9949	867	185.9678	542.12
B25	Story20	K40/70	End-J	0	867	48.3419	867	197.6659	542.12
B25	Story19	K40/70	End-I	-84.5463	867	32.3007	867	154.8079	542.12
B25	Story19	K40/70	Middle	-32.3007	867	42.6273	867	184.5174	542.12
B25	Story19	K40/70	End-J	0	867	50.9392	867	196.2155	542.12
B25	Story18	K40/70	End-I	-84.6281	867	32.615	867	154.5869	542.12
B25	Story18	K40/70	Middle	-32.615	867	48.8998	867	184.648	542.12
B25	Story18	K40/70	End-J	0	867	60.0111	867	196.3461	542.12
B25	Story17	K40/70	End-I	-82.9522	867	32.0123	867	155.3415	542.12
B25	Story17	K40/70	Middle	-32.0123	867	47.1231	867	183.5995	542.12
B25	Story17	K40/70	End-J	0	867	57.0643	867	195.2976	542.12
B25	Story16	K40/70	End-I	-82.2009	867	31.7552	867	156.0999	542.12
B25	Story16	K40/70	Middle	-31.7552	867	46.7483	867	182.5051	542.12
B25	Story16	K40/70	End-J	0	867	56.3612	867	194.2032	542.12

**EK 3. B25 kirişi donatı alanları (devamı)**

B25	Story15	K40/70	Middle	-31.4939	867	46.2573	867	181.1869	542.12
B25	Story15	K40/70	End-J	0	867	55.5141	867	192.885	542.12
B25	Story14	K40/70	End-I	-80.5816	867	31.1793	867	158.0443	542.12
B25	Story14	K40/70	Middle	-31.1793	867	45.7098	867	179.6615	542.12
B25	Story14	K40/70	End-J	0	867	54.5394	867	191.3596	542.12
B25	Story13	K40/70	End-I	-79.3311	867	30.7407	867	159.2319	542.12
B25	Story13	K40/70	Middle	-30.7407	867	44.9555	867	177.9078	542.12
B25	Story13	K40/70	End-J	0	867	53.1533	867	189.6059	542.12
B25	Story12	K40/70	End-I	-77.4963	867	30.1084	867	160.5679	542.12
B25	Story12	K40/70	Middle	-30.1084	867	43.92	867	175.9283	542.12
B25	Story12	K40/70	End-J	0	867	51.1642	867	212.9768	971.92
B25	Story11	K40/70	End-I	-74.6346	867	29.1283	867	162.129	542.12
B25	Story11	K40/70	Middle	-29.1283	867	42.2625	867	173.5983	542.12
B25	Story11	K40/70	End-J	0	867	47.9869	867	209.5005	956.05
B25	Story10	K40/70	End-I	-70.8193	867	28.0961	867	164.0334	542.12
B25	Story10	K40/70	Middle	-27.9232	867	40.8727	867	171.475	542.12
B25	Story10	K40/70	End-J	0	867	44.9177	867	206.4725	942.24
B25	Story9	K40/70	End-I	-71.1202	867	28.5275	867	164.1696	542.12
B25	Story9	K40/70	Middle	-28.2128	867	45.0696	867	171.6917	542.12
B25	Story9	K40/70	End-J	0	867	50.7103	867	206.4546	942.15
B25	Story8	K40/70	End-I	-70.9525	867	29.3571	867	164.4959	542.12
B25	Story8	K40/70	Middle	-28.1369	867	44.4845	867	171.3034	542.12
B25	Story8	K40/70	End-J	0	867	49.7586	867	183.0015	542.12
B25	Story7	K40/70	End-I	-71.7523	867	31.6381	867	164.9102	542.12
B25	Story7	K40/70	Middle	-28.4112	867	45.146	867	170.7758	542.12
B25	Story7	K40/70	End-J	0	867	50.8931	867	182.4739	542.12
B25	Story6	K40/70	End-I	-72.6074	867	34.5645	867	165.486	542.12
B25	Story6	K40/70	Middle	-28.6955	867	45.761	867	170.0206	542.12
B25	Story6	K40/70	End-J	0	867	51.9761	867	181.7188	542.12
B25	Story5	K40/70	End-I	-73.056	867	37.6649	867	166.2122	542.12
B25	Story5	K40/70	Middle	-28.8423	867	46.1746	867	169.0498	542.12
B25	Story5	K40/70	End-J	0	867	52.6075	867	180.7479	542.12
B25	Story4	K40/70	End-I	-72.3591	867	40.2176	867	167.0931	542.12
B25	Story4	K40/70	Middle	-28.605	867	45.9171	867	167.8563	542.12
B25	Story4	K40/70	End-J	0	867	51.8372	867	179.5545	542.12
B25	Story3	K40/70	End-I	-69.3063	867	41.0418	867	168.142	542.12
B25	Story3	K40/70	Middle	-27.5801	867	44.2372	867	166.421	542.12
B25	Story3	K40/70	End-J	0	867	48.1396	867	178.1191	542.12
B25	Story2	K40/70	End-I	-61.888	867	38.003	867	169.299	542.12
B25	Story2	K40/70	Middle	-25.0952	867	39.8578	867	164.8234	542.12
B25	Story2	K40/70	End-J	0	867	44.3826	867	176.5215	542.12
B25	Story1	K40/70	End-I	-46.1691	867	27.5124	867	170.8214	542.12
B25	Story1	K40/70	Middle	-19.9803	867	31.7555	867	162.7443	542.12
B25	Story1	K40/70	End-J	-78.6154	867	39.3077	867	174.4425	542.12

#### EK 4. B29 kirişi donatı alanları

Elem. No	Kat	Ebat	Lokas.	(-) Moment	As Üst	(+) Moment	As Alt	V	Etriye
				kN-m	mm <sup>2</sup>	kN-m	mm <sup>2</sup>	kN	mm <sup>2</sup> /m
B29	Kat30	K40/70	End-I	-18.014	867	23.5144	867	234.949	542.12
B29	Kat30	K40/70	Middle	-18.014	867	18.0142	867	186.501	542.12
B29	Kat30	K40/70	End-J	-72.057	867	36.0283	867	181.366	542.12
B29	Kat29	K40/70	End-I	-22.072	867	41.487	867	247.408	542.12
B29	Kat29	K40/70	Middle	-22.072	867	22.0717	867	198.337	542.12
B29	Kat29	K40/70	End-J	-88.287	867	44.1433	867	186.639	542.12
B29	Kat28	K40/70	End-I	-22.213	867	40.4487	867	246.28	542.12
B29	Kat28	K40/70	Middle	-22.213	867	22.2132	867	197.443	542.12
B29	Kat28	K40/70	End-J	-88.853	867	44.4264	867	185.745	542.12
B29	Kat27	K40/70	End-I	-22.396	867	41.0458	867	246.018	542.12
B29	Kat27	K40/70	Middle	-22.396	867	22.396	867	197.182	542.12
B29	Kat27	K40/70	End-J	-89.584	867	44.792	867	185.484	542.12
B29	Kat26	K40/70	End-I	-22.335	867	40.8155	867	245.209	542.12
B29	Kat26	K40/70	Middle	-22.335	867	22.3352	867	196.484	542.12
B29	Kat26	K40/70	End-J	-89.341	867	44.6705	867	184.786	542.12
B29	Kat25	K40/70	End-I	-22.089	867	40.173	867	244.102	542.12
B29	Kat25	K40/70	Middle	-22.089	867	22.0885	867	195.541	542.12
B29	Kat25	K40/70	End-J	-88.354	867	44.177	867	183.843	542.12
B29	Kat24	K40/70	End-I	-21.681	867	39.1467	867	242.671	542.12
B29	Kat24	K40/70	Middle	-21.681	867	21.6812	867	194.332	542.12
B29	Kat24	K40/70	End-J	-86.725	867	43.3625	867	182.634	542.12
B29	Kat23	K40/70	End-I	-21.142	867	37.8327	867	240.923	542.12
B29	Kat23	K40/70	Middle	-21.142	867	21.142	867	192.862	542.12
B29	Kat23	K40/70	End-J	-84.568	867	42.2839	867	181.164	542.12
B29	Kat22	K40/70	End-I	-20.484	867	36.2431	867	238.839	542.12
B29	Kat22	K40/70	Middle	-20.484	867	20.4839	867	191.114	542.12
B29	Kat22	K40/70	End-J	-81.936	867	40.9679	867	179.416	542.12
B29	Kat21	K40/70	End-I	-19.715	867	34.4737	867	236.457	542.12
B29	Kat21	K40/70	Middle	-19.715	867	19.7152	867	189.114	542.12
B29	Kat21	K40/70	End-J	-78.861	867	39.4303	867	178.754	542.12
B29	Kat20	K40/70	End-I	-18.757	867	31.8293	867	233.421	542.12
B29	Kat20	K40/70	Middle	-18.757	867	18.7573	867	186.616	542.12
B29	Kat20	K40/70	End-J	-75.029	867	37.5146	867	181.251	542.12
B29	Kat19	K40/70	End-I	-18.288	867	36.186	867	232.836	542.12
B29	Kat19	K40/70	Middle	-18.288	867	18.2883	867	186.993	542.12
B29	Kat19	K40/70	End-J	-73.153	867	36.5766	867	180.875	542.12
B29	Kat18	K40/70	End-I	-18.357	867	40.1001	867	233.609	542.12
B29	Kat18	K40/70	Middle	-18.357	867	18.3565	867	188.312	542.12
B29	Kat18	K40/70	End-J	-73.426	867	36.7131	867	179.556	542.12
B29	Kat17	K40/70	End-I	-17.984	867	38.7095	867	232.346	542.12
B29	Kat17	K40/70	Middle	-17.984	867	17.9837	867	210.835	962.14
B29	Kat17	K40/70	End-J	-71.935	867	35.9675	867	180.732	542.12
B29	Kat16	K40/70	End-I	-17.629	867	37.7843	867	231.009	542.12
B29	Kat16	K40/70	Middle	-17.629	867	17.6286	867	209.668	956.82
B29	Kat16	K40/70	End-J	-70.514	867	35.2572	867	181.984	542.12

**EK 4. B29 kirişi donatı alanları (devamı)**

B29	Kat15	K40/70	Middle	-17.185	867	17.1853	867	208.191	950.08
B29	Kat15	K40/70	End-J	-68.741	867	34.3706	867	183.569	542.12
B29	Kat14	K40/70	End-I	-16.646	867	34.9522	867	233.136	1063.92
B29	Kat14	K40/70	Middle	-16.646	867	16.6456	867	221.438	1010.53
B29	Kat14	K40/70	End-J	-66.582	867	33.2912	867	185.451	542.12
B29	Kat13	K40/70	End-I	-15.991	867	33.0505	867	230.758	1053.06
B29	Kat13	K40/70	Middle	-15.991	867	15.9914	867	219.06	999.68
B29	Kat13	K40/70	End-J	-63.966	867	31.9828	867	187.661	542.12
B29	Kat12	K40/70	End-I	-15.214	867	30.8443	867	228.05	1040.7
B29	Kat12	K40/70	Middle	-15.214	867	15.2142	867	216.352	987.32
B29	Kat12	K40/70	End-J	-60.857	867	30.4284	867	190.177	542.12
B29	Kat11	K40/70	End-I	-14.244	867	27.7352	867	224.73	1025.55
B29	Kat11	K40/70	Middle	-14.244	867	14.2444	867	213.032	972.17
B29	Kat11	K40/70	End-J	-56.978	867	28.4888	867	193.234	542.12
B29	Kat10	K40/70	End-I	-13.4	867	27.5714	867	245.185	1118.9
B29	Kat10	K40/70	Middle	-4.1156	867	13.4	867	232.187	1059.58
B29	Kat10	K40/70	End-J	-53.6	867	26.7999	867	195.542	542.12
B29	Kat9	K40/70	End-I	-13.53	867	29.5036	867	245.408	1119.92
B29	Kat9	K40/70	Middle	-4.2535	867	13.5304	867	232.41	1060.6
B29	Kat9	K40/70	End-J	-54.122	867	27.0607	867	195.083	542.12
B29	Kat8	K40/70	End-I	-13.492	867	29.2962	867	244.262	1114.69
B29	Kat8	K40/70	Middle	-4.4575	867	13.4918	867	231.264	1055.37
B29	Kat8	K40/70	End-J	-53.967	867	26.9835	867	195.405	542.12
B29	Kat7	K40/70	End-I	-13.429	867	29.2113	867	242.768	1107.87
B29	Kat7	K40/70	Middle	-13.429	867	13.4287	867	229.771	1048.56
B29	Kat7	K40/70	End-J	-53.715	867	26.8574	867	195.997	542.12
B29	Kat6	K40/70	End-I	-13.259	867	28.7203	867	240.733	1098.58
B29	Kat6	K40/70	Middle	-13.259	867	13.2593	867	227.735	1039.27
B29	Kat6	K40/70	End-J	-53.037	867	26.5185	867	196.959	542.12
B29	Kat5	K40/70	End-I	-12.949	867	27.7945	867	238.177	1086.92
B29	Kat5	K40/70	Middle	-12.949	867	12.949	867	225.18	1027.6
B29	Kat5	K40/70	End-J	-51.796	867	4.2122	867	198.277	542.12
B29	Kat4	K40/70	End-I	-12.44	867	26.2515	867	235.077	1072.77
B29	Kat4	K40/70	Middle	-12.44	867	12.4402	867	222.08	1013.46
B29	Kat4	K40/70	End-J	-49.761	867	2.9602	867	199.968	542.12
B29	Kat3	K40/70	End-I	-12.371	867	23.7601	867	231.381	1055.9
B29	Kat3	K40/70	Middle	-11.631	867	12.0758	867	218.383	996.59
B29	Kat3	K40/70	End-J	-3.5422	867	1.7711	867	208.507	951.52
B29	Kat2	K40/70	End-I	-13.717	867	19.8367	867	227.254	1037.07
B29	Kat2	K40/70	Middle	-10.347	867	12.5052	867	214.256	977.76
B29	Kat2	K40/70	End-J	-2.1685	867	1.0843	867	212.618	970.28
B29	Kat1	K40/70	End-I	-13.511	867	12.5363	867	222.231	1014.15
B29	Kat1	K40/70	Middle	-8.1114	867	12.002	867	209.234	954.84
B29	Kat1	K40/70	End-J	-3.6265	867	1.8132	867	217.711	993.52

## EK 5. B45 kirişi donatı alanları

Elem. No	Kat	Ebat	Lokas.	(-)	As Üst	(+)	As Alt	V	Etriye
				Moment	mm <sup>2</sup>	Moment	mm <sup>2</sup>	kN	mm <sup>2</sup> /m
				kN-m		kN-m			
B45	Story30	K60/70	End-I	-74.382	1301	125.277	1301	239.644	813.17
B45	Story30	K60/70	Middle	-74.382	1301	116.683	1301	209.715	813.17
B45	Story30	K60/70	End-J	0	1684	148.763	1301	313.449	1430.42
B45	Story29	K60/70	End-I	-80.144	1301	132.866	1301	246.885	813.17
B45	Story29	K60/70	Middle	-80.144	1301	118.997	1301	215.657	813.17
B45	Story29	K60/70	End-J	0	1805	160.287	1301	319.443	1457.78
B45	Story28	K60/70	End-I	-80.168	1301	132.125	1301	323.115	1474.53
B45	Story28	K60/70	Middle	-80.168	1301	122.087	1301	215.753	813.17
B45	Story28	K60/70	End-J	0	1794	160.336	1301	319.651	1458.73
B45	Story27	K60/70	End-I	-80.946	1301	131.36	1301	323.534	1476.45
B45	Story27	K60/70	Middle	-80.946	1301	124.503	1301	216.67	813.17
B45	Story27	K60/70	End-J	0	1807	161.891	1301	320.608	1463.09
B45	Story26	K60/70	End-I	-81.373	1301	130.312	1301	323.255	1475.17
B45	Story26	K60/70	Middle	-81.373	1301	126.899	1301	217.421	813.17
B45	Story26	K60/70	End-J	0	1813	162.746	1301	321.428	1466.83
B45	Story25	K60/70	End-I	-81.604	1301	129.069	1301	322.671	1472.5
B45	Story25	K60/70	Middle	-81.604	1301	128.927	1301	218.029	813.17
B45	Story25	K60/70	End-J	0	1815	163.207	1301	322.111	1469.95
B45	Story24	K60/70	End-I	-81.581	1301	127.631	1301	321.66	1467.89
B45	Story24	K60/70	Middle	-81.581	1301	130.651	1301	218.465	813.17
B45	Story24	K60/70	End-J	0	1812	163.162	1301	322.637	1472.35
B45	Story23	K60/70	End-I	-81.32	1301	126.008	1301	320.228	1461.36
B45	Story23	K60/70	Middle	-81.32	1301	132.095	1301	218.726	813.17
B45	Story23	K60/70	End-J	0	1804	162.641	1301	323.002	1474.02
B45	Story22	K60/70	End-I	-80.833	1301	124.211	1301	318.348	1452.78
B45	Story22	K60/70	Middle	-80.833	1301	133.308	1301	218.8	813.17
B45	Story22	K60/70	End-J	0	1790	161.665	1301	323.194	1474.89
B45	Story21	K60/70	End-I	-80.116	1301	122.247	1301	316.008	1442.1
B45	Story21	K60/70	Middle	-80.116	1301	134.272	1301	218.698	813.17
B45	Story21	K60/70	End-J	0	1771	160.233	1301	323.225	1475.04
B45	Story20	K60/70	End-I	-79.199	1301	119.962	1301	312.632	1426.69
B45	Story20	K60/70	Middle	-79.199	1301	135.051	1301	218.348	813.17
B45	Story20	K60/70	End-J	0	1747	158.397	1301	323.005	1474.03
B45	Story19	K60/70	End-I	-78.377	1301	122.51	1301	234.065	813.17
B45	Story19	K60/70	Middle	-78.377	1301	135.036	1301	219.57	813.17
B45	Story19	K60/70	End-J	0	1723	156.755	1301	324.82	1482.32
B45	Story18	K60/70	End-I	-272.86	1306	127.151	1301	232.711	813.17
B45	Story18	K60/70	Middle	-78.446	1301	133.987	1301	220.641	813.17
B45	Story18	K60/70	End-J	0	1720	156.891	1301	326.267	1488.92
B45	Story17	K60/70	End-I	-272.88	1307	125.105	1301	231.323	813.17
B45	Story17	K60/70	Middle	-77.744	1301	133.912	1301	220.239	813.17
B45	Story17	K60/70	End-J	0	1703	155.488	1301	326.006	1487.73
B45	Story16	K60/70	End-I	-272.34	1306	122.531	1301	229.615	813.17
B45	Story16	K60/70	Middle	-76.812	1301	133.619	1301	219.67	813.17
B45	Story16	K60/70	End-J	0	1682	153.623	1301	325.581	1485.79



**EK 5. B45 kirişi donatı alanları (devamı)**

B45	Story15	K60/70	Middle	-75.685	1301	133.243	1301	218.961	813.17
B45	Story15	K60/70	End-J	0	1657	151.369	1301	325.025	1483.25
B45	Story14	K60/70	End-I	-74.317	1301	115.654	1301	225.274	813.17
B45	Story14	K60/70	Middle	-74.317	1301	132.664	1301	218.075	813.17
B45	Story14	K60/70	End-J	0	1627	148.635	1301	324.301	1479.95
B45	Story13	K60/70	End-I	-72.679	1301	111.357	1301	222.522	813.17
B45	Story13	K60/70	Middle	-72.679	1301	131.814	1301	216.955	813.17
B45	Story13	K60/70	End-J	0	1591	145.359	1301	323.354	1475.62
B45	Story12	K60/70	End-I	-70.73	1301	106.492	1301	219.323	813.17
B45	Story12	K60/70	Middle	-70.73	1301	130.579	1301	215.569	813.17
B45	Story12	K60/70	End-J	0	1549	141.46	1301	322.154	1470.15
B45	Story11	K60/70	End-I	-68.499	1301	101.192	1301	215.742	813.17
B45	Story11	K60/70	Middle	-68.499	1301	129.012	1301	214.001	813.17
B45	Story11	K60/70	End-J	0	1502	136.998	1301	320.791	1463.93
B45	Story10	K60/70	End-I	-273.96	1323	95.9393	1301	210.092	813.17
B45	Story10	K60/70	Middle	-65.708	1301	126.211	1301	213.125	813.17
B45	Story10	K60/70	End-J	0	1441	131.417	1301	320.558	1462.87
B45	Story9	K60/70	End-I	-281.37	1359	96.901	1301	207.968	813.17
B45	Story9	K60/70	Middle	-64.395	1301	122.207	1301	212.342	813.17
B45	Story9	K60/70	End-J	0	1413	128.789	1301	320.15	1461
B45	Story8	K60/70	End-I	-272.23	1317	91.2789	1301	205.737	813.17
B45	Story8	K60/70	Middle	-62.268	1301	118.934	1301	210.143	813.17
B45	Story8	K60/70	End-J	0	1372	124.536	1301	318.095	1451.62
B45	Story7	K60/70	End-I	-62.923	1301	84.6915	1301	202.959	813.17
B45	Story7	K60/70	Middle	-59.702	1301	115.084	1301	207.534	813.17
B45	Story7	K60/70	End-J	0	1323	119.404	1301	315.641	1440.43
B45	Story6	K60/70	End-I	-56.713	1301	77.06	1301	201.633	813.17
B45	Story6	K60/70	Middle	-56.713	1301	110.741	1301	206.497	813.17
B45	Story6	K60/70	End-J	0	1301	113.426	1301	314.767	1436.44
B45	Story5	K60/70	End-I	-53.212	1301	68.4226	1301	201.439	813.17
B45	Story5	K60/70	Middle	-53.212	1301	105.665	1301	206.708	813.17
B45	Story5	K60/70	End-J	0	1301	106.424	1301	262.227	813.17
B45	Story4	K60/70	End-I	-49.112	1301	58.8232	1301	201.192	813.17
B45	Story4	K60/70	Middle	-49.112	1301	99.582	1301	206.97	813.17
B45	Story4	K60/70	End-J	0	1301	98.223	1301	262.517	813.17
B45	Story3	K60/70	End-I	-44.284	1301	48.3833	1301	200.881	813.17
B45	Story3	K60/70	Middle	-44.284	1301	92.1439	1301	207.293	813.17
B45	Story3	K60/70	End-J	0	1301	88.5674	1301	262.86	813.17
B45	Story2	K60/70	End-I	-38.483	1301	38.483	1301	200.601	813.17
B45	Story2	K60/70	Middle	-38.483	1301	82.2858	1301	207.58	813.17
B45	Story2	K60/70	End-J	-153.93	1301	2.806	1301	263.18	813.17
B45	Story1	K60/70	End-I	-32.175	1301	32.175	1301	200.116	813.17
B45	Story1	K60/70	Middle	-32.175	1301	71.7407	1301	208.061	813.17
B45	Story1	K60/70	End-J	-128.7	1301	64.35	1301	263.644	813.17



## EK 6. B57 kirişi donatı alanları

Elem. No	Kat	Ebat	Lokas.	(-)	As Üst	(+)	As Alt	V	Etriye
				Moment	mm <sup>2</sup>	Moment	mm <sup>2</sup>	kN	mm <sup>2</sup> /m
				kN-m		kN-m			
B57	Kat30	K60/70	End-I	-32.666	1301	45.071	1301	200.957	813.17
B57	Kat30	K60/70	Middle	-32.666	1301	69.69	1301	212.516	813.17
B57	Kat30	K60/70	End-J	-60.131	1301	30.066	1301	239.682	813.17
B57	Kat29	K60/70	End-I	-33.853	1301	44.188	1301	205.666	813.17
B57	Kat29	K60/70	Middle	-33.853	1301	61.423	1301	208.533	813.17
B57	Kat29	K60/70	End-J	-91.728	1301	45.864	1301	237.419	813.17
B57	Kat28	K60/70	End-I	-33.731	1301	45.554	1301	205.567	813.17
B57	Kat28	K60/70	Middle	-33.731	1301	62.785	1301	208.535	813.17
B57	Kat28	K60/70	End-J	-90.411	1301	45.205	1301	237.587	813.17
B57	Kat27	K60/70	End-I	-278.76	1306	45.908	1301	205.926	813.17
B57	Kat27	K60/70	Middle	-33.884	1301	62.625	1301	208.728	813.17
B57	Kat27	K60/70	End-J	-91.35	1301	45.675	1301	237.692	813.17
B57	Kat26	K60/70	End-I	-279.92	1311	46.732	1301	206.302	813.17
B57	Kat26	K60/70	Middle	-33.933	1301	62.666	1301	208.777	813.17
B57	Kat26	K60/70	End-J	-92.25	1301	46.125	1301	237.644	813.17
B57	Kat25	K60/70	End-I	-280.15	1311	47.323	1301	206.529	813.17
B57	Kat25	K60/70	Middle	-33.833	1301	62.421	1301	208.577	813.17
B57	Kat25	K60/70	End-J	-93.027	1301	46.514	1301	237.309	813.17
B57	Kat24	K60/70	End-I	-279.35	1308	47.857	1301	206.578	813.17
B57	Kat24	K60/70	Middle	-33.595	1301	61.994	1301	208.07	813.17
B57	Kat24	K60/70	End-J	-93.743	1301	46.872	1301	236.627	813.17
B57	Kat23	K60/70	End-I	-33.356	1301	48.633	1301	206.525	813.17
B57	Kat23	K60/70	Middle	-33.356	1301	61.531	1301	207.333	813.17
B57	Kat23	K60/70	End-J	-94.761	1301	47.381	1301	235.678	813.17
B57	Kat22	K60/70	End-I	-32.977	1301	49.333	1301	206.888	813.17
B57	Kat22	K60/70	Middle	-32.977	1301	60.861	1301	206.887	813.17
B57	Kat22	K60/70	End-J	-95.698	1301	47.849	1301	234.982	813.17
B57	Kat21	K60/70	End-I	-32.433	1301	49.936	1301	207.332	813.17
B57	Kat21	K60/70	Middle	-32.433	1301	59.919	1301	206.345	813.17
B57	Kat21	K60/70	End-J	-96.661	1301	48.331	1301	234.136	813.17
B57	Kat20	K60/70	End-I	-31.82	1301	50.627	1301	207.417	813.17
B57	Kat20	K60/70	Middle	-31.82	1301	59.123	1301	205.513	813.17
B57	Kat20	K60/70	End-J	-96.83	1301	48.415	1301	233.177	813.17
B57	Kat19	K60/70	End-I	-30.515	1301	52.569	1301	320.803	1463.98
B57	Kat19	K60/70	Middle	-30.515	1301	54.024	1301	201.56	813.17
B57	Kat19	K60/70	End-J	-116.22	1301	58.11	1301	230.771	813.17
B57	Kat18	K60/70	End-I	-32.053	1301	52.838	1301	324.252	1479.72
B57	Kat18	K60/70	Middle	-32.053	1301	51.234	1301	199.378	813.17
B57	Kat18	K60/70	End-J	-128.21	1301	64.106	1301	230.012	813.17
B57	Kat17	K60/70	End-I	-31.776	1301	52.541	1301	324.1	1479.03
B57	Kat17	K60/70	Middle	-31.776	1301	51.185	1301	199.493	813.17
B57	Kat17	K60/70	End-J	-127.11	1301	63.553	1301	230.12	813.17
B57	Kat16	K60/70	End-I	-31.733	1301	52.355	1301	324.217	1479.56
B57	Kat16	K60/70	Middle	-31.733	1301	50.793	1301	199.415	813.17
B57	Kat16	K60/70	End-J	-126.93	1301	63.465	1301	229.977	813.17

**EK 6. B57 kirişi donatı alanları (devamı)**

B57	Kat15	K60/70	Middle	-31.621	1301	50.209	1301	199.295	813.17
B57	Kat15	K60/70	End-J	-126.49	1301	63.243	1301	229.778	813.17
B57	Kat14	K60/70	End-I	-31.544	1301	51.842	1301	214.285	813.17
B57	Kat14	K60/70	Middle	-31.544	1301	49.505	1301	199.108	813.17
B57	Kat14	K60/70	End-J	-126.17	1301	63.087	1301	229.489	813.17
B57	Kat13	K60/70	End-I	-31.509	1301	51.742	1301	214.489	813.17
B57	Kat13	K60/70	Middle	-31.509	1301	48.73	1301	198.86	813.17
B57	Kat13	K60/70	End-J	-126.04	1301	63.018	1301	229.117	813.17
B57	Kat12	K60/70	End-I	-31.45	1301	51.495	1301	214.77	813.17
B57	Kat12	K60/70	Middle	-31.45	1301	47.637	1301	198.528	813.17
B57	Kat12	K60/70	End-J	-125.8	1301	62.899	1301	228.633	813.17
B57	Kat11	K60/70	End-I	-31.251	1301	51.29	1301	214.988	813.17
B57	Kat11	K60/70	Middle	-31.251	1301	46.662	1301	198.239	813.17
B57	Kat11	K60/70	End-J	-125	1301	62.501	1301	228.199	813.17
B57	Kat10	K60/70	End-I	-34.237	1301	51.694	1301	217.917	813.17
B57	Kat10	K60/70	Middle	-34.237	1301	42.05	1301	195.146	813.17
B57	Kat10	K60/70	End-J	-136.95	1301	68.474	1301	226.718	813.17
B57	Kat9	K60/70	End-I	-35.398	1301	50.124	1301	219.026	813.17
B57	Kat9	K60/70	Middle	-35.398	1301	40.309	1301	194.328	813.17
B57	Kat9	K60/70	End-J	-141.59	1301	70.796	1301	227.163	813.17
B57	Kat8	K60/70	End-I	-34.458	1301	48.246	1301	218.301	813.17
B57	Kat8	K60/70	Middle	-34.458	1301	40.474	1301	195.078	813.17
B57	Kat8	K60/70	End-J	-137.83	1301	68.917	1301	227.981	813.17
B57	Kat7	K60/70	End-I	-33.619	1301	46.343	1301	217.699	813.17
B57	Kat7	K60/70	Middle	-33.619	1301	40.391	1301	195.711	813.17
B57	Kat7	K60/70	End-J	-134.47	1301	67.237	1301	228.67	813.17
B57	Kat6	K60/70	End-I	-32.658	1301	44.203	1301	217.126	813.17
B57	Kat6	K60/70	Middle	-32.658	1301	40	1301	196.309	813.17
B57	Kat6	K60/70	End-J	-130.63	1301	65.316	1301	229.314	813.17
B57	Kat5	K60/70	End-I	-31.72	1301	42.104	1301	216.596	813.17
B57	Kat5	K60/70	Middle	-31.72	1301	39.524	1301	196.86	813.17
B57	Kat5	K60/70	End-J	-126.88	1301	63.44	1301	229.9	813.17
B57	Kat4	K60/70	End-I	-30.695	1301	39.795	1301	216.105	813.17
B57	Kat4	K60/70	Middle	-30.695	1301	38.752	1301	197.368	813.17
B57	Kat4	K60/70	End-J	-122.78	1301	61.39	1301	230.432	813.17
B57	Kat3	K60/70	End-I	-29.635	1301	37.445	1301	215.662	813.17
B57	Kat3	K60/70	Middle	-29.635	1301	37.808	1301	197.822	813.17
B57	Kat3	K60/70	End-J	-118.54	1301	59.269	1301	230.898	813.17
B57	Kat2	K60/70	End-I	-28.375	1301	34.407	1301	215.246	813.17
B57	Kat2	K60/70	Middle	-28.375	1301	36.215	1301	198.253	813.17
B57	Kat2	K60/70	End-J	-113.5	1301	56.75	1301	231.333	813.17
B57	Kat1	K60/70	End-I	-26.999	1301	32.25	1301	214.843	813.17
B57	Kat1	K60/70	Middle	-26.999	1301	35.271	1301	198.605	813.17
B57	Kat1	K60/70	End-J	-108	1301	53.998	1301	231.648	813.17

## EK 7. C8 kolonu donatı alanları

Elem. No	Kat	Ebat	Lokas	P	M Major	M Minor	Seçilen Donatı Oranı	V Major	Etr. Major	V Minor	Etr. Minor
				kN	kN-m	kN-m		kN	mm <sup>2</sup> /m	kN	mm <sup>2</sup> /m
C8	Kat30	S100/100	Üst	272	-334	-157	1%	223	1355	505	1355
C8	Kat30	S100/100	Alt	335	168	135	1%	223	1355	505	1355
C8	Kat29	S100/100	Üst	598	-168	-90	1%	112	1355	252	1355
C8	Kat29	S100/100	Alt	661	167	128	1%	112	1355	252	1355
C8	Kat28	S100/100	Üst	924	-167	-101	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat28	S100/100	Alt	987	169	139	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat27	S100/100	Üst	1250	-169	-101	1%	112	1355	252	1355
C8	Kat27	S100/100	Alt	1313	169	149	1%	112	1355	252	1355
C8	Kat26	S100/100	Üst	1576	-169	-102	1%	113	1355	252	1355
C8	Kat26	S100/100	Alt	1639	169	158	1%	113	1355	252	1355
C8	Kat25	S100/100	Üst	1902	-169	-102	1%	113	1355	252	1355
C8	Kat25	S100/100	Alt	1965	169	165	1%	113	1355	252	1355
C8	Kat24	S100/100	Üst	2227	-169	-102	1%	112	1355	252	1355
C8	Kat24	S100/100	Alt	2290	168	170	1%	112	1355	252	1355
C8	Kat23	S100/100	Üst	2552	-168	-102	1%	112	1355	252	1355
C8	Kat23	S100/100	Alt	2615	167	174	1%	112	1355	252	1355
C8	Kat22	S100/100	Üst	2878	-167	-101	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat22	S100/100	Alt	2941	167	177	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat21	S100/100	Üst	3203	-167	-99	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat21	S100/100	Alt	3266	167	178	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat20	S100/100	Üst	3528	-167	-96	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat20	S100/100	Alt	3591	167	193	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat19	S100/100	Üst	3850	-173	-84	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat19	S100/100	Alt	3913	176	170	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat18	S100/100	Üst	4169	-188	-93	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat18	S100/100	Alt	4232	190	172	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat17	S100/100	Üst	4489	-202	-92	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat17	S100/100	Alt	4552	205	171	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat16	S100/100	Üst	4811	-216	-91	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat16	S100/100	Alt	4874	219	171	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat15	S100/100	Üst	5133	-231	-89	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat15	S100/100	Alt	5196	234	172	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat14	S100/100	Üst	5456	-246	-87	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat14	S100/100	Alt	5519	248	172	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat13	S100/100	Üst	5781	-260	-84	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat13	S100/100	Alt	5844	263	172	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat12	S100/100	Üst	6107	-275	-81	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat12	S100/100	Alt	6170	278	170	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat11	S100/100	Üst	6434	-290	-75	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat11	S100/100	Alt	6497	292	182	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat10	S100/100	Üst	6759	-304	-61	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat10	S100/100	Alt	6822	307	156	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat9	S100/100	Üst	7085	-319	-69	1%	111	1355	252	1355

**EK 7. C8 kolonu donatı alanları (devamı)**

C8	Kat8	S100/100	Üst	7413	-334	-66	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat8	S100/100	Alt	7476	336	152	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat7	S100/100	Üst	7745	-349	-62	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat7	S100/100	Alt	7808	351	149	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat6	S100/100	Üst	8079	-364	-58	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat6	S100/100	Alt	8142	366	147	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat5	S100/100	Üst	8417	-379	-51	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat5	S100/100	Alt	8480	382	144	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat4	S100/100	Üst	8757	-394	-42	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat4	S100/100	Alt	8820	397	144	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat3	S100/100	Üst	9100	-410	-31	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat3	S100/100	Alt	9163	412	148	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat2	S100/100	Üst	9447	-425	-31	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat2	S100/100	Alt	9509	428	122	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat1	S100/100	Üst	9797	-441	-69	1%	111	1355	252	1355
C8	Kat1	S100/100	Alt	9859	444	328	1%	111	1355	252	1355

**EK 8. C13 kolonu donatı alanları**

Elem. No	Kat	Ebat	Lokas	P	M Major	M Minor	Seçilen Donatı Oranı	V Major	Etr. Major	V Minor	Etr. Minor
				kN	kN-m	kN-m		kN	mm <sup>2</sup> /m	kN	mm <sup>2</sup> /m
C13	Kat30	S100/100	Üst	207	-758	-273	1%	505	1355	265	1355
C13	Kat30	S100/100	Alt	270	379	245	1%	505	1355	265	1355
C13	Kat29	S100/100	Üst	466	-379	-117	1%	252	1355	142	1355
C13	Kat29	S100/100	Alt	529	379	203	1%	252	1355	142	1355
C13	Kat28	S100/100	Üst	724	-379	-146	1%	252	1355	141	1355
C13	Kat28	S100/100	Alt	787	379	216	1%	252	1355	141	1355
C13	Kat27	S100/100	Üst	981	-379	-141	1%	252	1355	142	1355
C13	Kat27	S100/100	Alt	1044	379	219	1%	252	1355	142	1355
C13	Kat26	S100/100	Üst	1237	-379	-142	1%	252	1355	143	1355
C13	Kat26	S100/100	Alt	1300	379	224	1%	252	1355	143	1355
C13	Kat25	S100/100	Üst	1492	-379	-141	1%	252	1355	143	1355
C13	Kat25	S100/100	Alt	1555	379	228	1%	252	1355	143	1355
C13	Kat24	S100/100	Üst	1745	-379	-140	1%	252	1355	143	1355
C13	Kat24	S100/100	Alt	1808	379	231	1%	252	1355	143	1355
C13	Kat23	S100/100	Üst	1998	-379	-138	1%	252	1355	143	1355
C13	Kat23	S100/100	Alt	2061	379	233	1%	252	1355	143	1355
C13	Kat22	S100/100	Üst	2250	-379	-136	1%	252	1355	142	1355
C13	Kat22	S100/100	Alt	2313	379	234	1%	252	1355	142	1355
C13	Kat21	S100/100	Üst	2502	-379	-134	1%	252	1355	140	1355
C13	Kat21	S100/100	Alt	2565	379	233	1%	252	1355	140	1355
C13	Kat20	S100/100	Üst	2754	-379	-129	1%	252	1355	138	1355

**EK 8. C13 kolonu donatı alanları (devamı)**

C13	Kat19	S100/100	Üst	3000	-379	-120	1%	252	1355	136	1355
C13	Kat19	S100/100	Alt	3063	379	229	1%	252	1355	136	1355
C13	Kat18	S100/100	Üst	3244	-379	-128	1%	252	1355	136	1355
C13	Kat18	S100/100	Alt	3307	379	232	1%	252	1355	136	1355
C13	Kat17	S100/100	Üst	3488	-379	-125	1%	252	1355	134	1355
C13	Kat17	S100/100	Alt	3551	379	230	1%	252	1355	134	1355
C13	Kat16	S100/100	Üst	3734	-379	-124	1%	252	1355	133	1355
C13	Kat16	S100/100	Alt	3797	379	228	1%	252	1355	133	1355
C13	Kat15	S100/100	Üst	3981	-379	-122	1%	252	1355	131	1355
C13	Kat15	S100/100	Alt	4044	379	227	1%	252	1355	131	1355
C13	Kat14	S100/100	Üst	4229	-379	-119	1%	252	1355	129	1355
C13	Kat14	S100/100	Alt	4292	379	225	1%	252	1355	129	1355
C13	Kat13	S100/100	Üst	4479	-379	-115	1%	252	1355	127	1355
C13	Kat13	S100/100	Alt	4542	379	224	1%	252	1355	127	1355
C13	Kat12	S100/100	Üst	4731	-379	-110	1%	252	1355	124	1355
C13	Kat12	S100/100	Alt	4794	379	220	1%	252	1355	124	1355
C13	Kat11	S100/100	Üst	4985	-379	-104	1%	252	1355	120	1355
C13	Kat11	S100/100	Alt	5048	379	229	1%	252	1355	120	1355
C13	Kat10	S100/100	Üst	5239	-379	-92	1%	252	1355	116	1355
C13	Kat10	S100/100	Alt	5302	379	209	1%	252	1355	116	1355
C13	Kat9	S100/100	Üst	5494	-379	-99	1%	252	1355	114	1355
C13	Kat9	S100/100	Alt	5557	379	209	1%	252	1355	114	1355
C13	Kat8	S100/100	Üst	5754	-379	-95	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat8	S100/100	Alt	5817	379	205	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat7	S100/100	Üst	6018	-379	-91	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat7	S100/100	Alt	6081	379	201	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat6	S100/100	Üst	6287	-379	-86	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat6	S100/100	Alt	6350	379	197	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat5	S100/100	Üst	6561	-379	-79	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat5	S100/100	Alt	6624	379	193	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat4	S100/100	Üst	6842	-379	-71	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat4	S100/100	Alt	6905	379	191	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat3	S100/100	Üst	7130	-379	-70	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat3	S100/100	Alt	7193	379	192	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat2	S100/100	Üst	7426	-379	-81	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat2	S100/100	Alt	7489	379	179	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat1	S100/100	Üst	7731	-379	-125	1%	252	1355	111	1355
C13	Kat1	S100/100	Alt	7794	351	328	1%	252	1355	111	1355

**EK 9.** P1 perdesi donatı alanları

Kat	Pier Label	Loks	Perde	Edge	End	Rebar	Required	Current	Shear
			Kalınlığı	Rebar		Spacing	Reinf	Reinf	Rebar
			mm	r		mm	%	%	mm <sup>2</sup> /m
Kat1	P1-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat1	P1-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat2	P1-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat2	P1-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat3	P1-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat3	P1-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat4	P1-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat4	P1-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat5	P1-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat5	P1-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat6	P1-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat6	P1-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat7	P1-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat7	P1-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat8	P1-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat8	P1-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat9	P1-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat9	P1-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat10	P1-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat10	P1-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat11	P1-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat11	P1-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat12	P1-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat12	P1-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat13	P1-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat13	P1-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat14	P1-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat14	P1-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat15	P1-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat15	P1-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat16	P1-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat16	P1-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat17	P1-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat17	P1-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat18	P1-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat18	P1-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat19	P1-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat19	P1-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat20	P1-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat20	P1-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat21	P1-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000

**EK 9. P1 perdesi donatı alanları (devamı)**

Kat21	P1-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat22	P1-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat23	P1-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat23	P1-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat24	P1-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat24	P1-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat25	P1-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat25	P1-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat26	P1-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat26	P1-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat27	P1-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat27	P1-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat28	P1-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat28	P1-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat29	P1-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat29	P1-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat30	P1-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat30	P1-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000

**EK 10. P5 perdesi donatı alanları**

Kat	Pier Label	Lok	Perde	Edge	End	Rebar	Required	Current	Shear
			Kalınlığı			Rebar	Rebar	Reinf	Reinf
			mm			mm	%	%	mm <sup>2</sup> /m
Kat1	P5-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat1	P5-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat2	P5-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat2	P5-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat3	P5-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat3	P5-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat4	P5-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat4	P5-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat5	P5-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat5	P5-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat6	P5-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat6	P5-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat7	P5-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat7	P5-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat8	P5-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat8	P5-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat9	P5-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat9	P5-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat10	P5-ST1-10	Üst	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat10	P5-ST1-10	Alt	600	6	6	250	0.25	0.04	1500
Kat11	P5-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250

**EK 10. P5 perdesi donatı alanları (devamı)**

Kat12	P5-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat12	P5-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat13	P5-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat13	P5-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat14	P5-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat14	P5-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat15	P5-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat15	P5-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat16	P5-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat16	P5-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat17	P5-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat17	P5-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat18	P5-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat18	P5-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat19	P5-ST11-19	Üst	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat19	P5-ST11-19	Alt	500	6	6	250	0.25	0.05	1250
Kat20	P5-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat20	P5-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat21	P5-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat21	P5-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat22	P5-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat22	P5-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat23	P5-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat23	P5-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat24	P5-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat24	P5-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat25	P5-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat25	P5-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat26	P5-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat26	P5-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat27	P5-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat27	P5-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat28	P5-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat28	P5-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat29	P5-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat29	P5-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat30	P5-ST20-30	Üst	400	6	6	250	0.25	0.06	1000
Kat30	P5-ST20-30	Alt	400	6	6	250	0.25	0.06	1000



**EK 11. S2 bağ kirişi donatı alanları**

Kat	Spandrel Label	Lokas.	Üst Donatı	Üst Dizayn Moment	Alt Donatı	Alt Dizayn Moment	Kesme Donatısı	V
			mm <sup>2</sup>	kN-m	mm <sup>2</sup>	kN-m	mm <sup>2</sup> /m	kN
Kat30	S2-ST20-30	Sol	1585	-370	1585	278	660	257
Kat30	S2-ST20-30	Sağ	1585	-370	1585	278	662	257
Kat29	S2-ST20-30	Sol	1585	-596	1585	497	948	368
Kat29	S2-ST20-30	Sağ	1585	-595	1585	497	948	368
Kat28	S2-ST20-30	Sol	2062	-777	1787	676	1180	458
Kat28	S2-ST20-30	Sağ	2060	-776	1789	677	1180	459
Kat27	S2-ST20-30	Sol	2457	-920	2173	817	1363	529
Kat27	S2-ST20-30	Sağ	2455	-919	2175	818	1363	530
Kat26	S2-ST20-30	Sol	2727	-1017	2436	913	1487	578
Kat26	S2-ST20-30	Sağ	2725	-1016	2438	913	1487	578
Kat25	S2-ST20-30	Sol	2888	-1075	2591	968	1559	606
Kat25	S2-ST20-30	Sağ	2886	-1074	2593	969	1560	606
Kat24	S2-ST20-30	Sol	2985	-1109	2681	1000	1602	623
Kat24	S2-ST20-30	Sağ	2983	-1108	2683	1001	1603	623
Kat23	S2-ST20-30	Sol	3042	-1129	2732	1019	1628	632
Kat23	S2-ST20-30	Sağ	3040	-1128	2734	1020	1629	633
Kat22	S2-ST20-30	Sol	3072	-1140	2757	1028	1641	637
Kat22	S2-ST20-30	Sağ	3071	-1139	2759	1028	1642	638
Kat21	S2-ST20-30	Sol	3087	-1145	2766	1031	1647	640
Kat21	S2-ST20-30	Sağ	3086	-1145	2768	1031	1648	640
Kat20	S2-ST20-30	Sol	3091	-1146	2764	1030	1648	640
Kat20	S2-ST20-30	Sağ	3090	-1146	2765	1030	1650	641
Kat19	S2-ST11-19	Sol	3487	-1299	3156	1181	1860	722
Kat19	S2-ST11-19	Sağ	3486	-1299	3157	1181	1861	723
Kat18	S2-ST11-19	Sol	3567	-1328	3231	1208	1896	737
Kat18	S2-ST11-19	Sağ	3567	-1328	3232	1208	1898	737
Kat17	S2-ST11-19	Sol	3677	-1367	3335	1245	1946	756
Kat17	S2-ST11-19	Sağ	3677	-1367	3335	1245	1948	757
Kat16	S2-ST11-19	Sol	3823	-1419	3474	1295	2012	782
Kat16	S2-ST11-19	Sağ	3824	-1419	3475	1295	2014	782
Kat15	S2-ST11-19	Sol	3971	-1471	3615	1345	2078	807
Kat15	S2-ST11-19	Sağ	3972	-1471	3615	1345	2080	808
Kat14	S2-ST11-19	Sol	4124	-1524	3760	1396	2147	834
Kat14	S2-ST11-19	Sağ	4125	-1525	3760	1396	2149	835
Kat13	S2-ST11-19	Sol	4274	-1577	3903	1447	2214	860
Kat13	S2-ST11-19	Sağ	4276	-1578	3903	1447	2216	861
Kat12	S2-ST11-19	Sol	4404	-1622	4025	1490	2271	882
Kat12	S2-ST11-19	Sağ	4406	-1623	4024	1490	2274	884
Kat11	S2-ST11-19	Sol	4488	-1652	4101	1517	2309	897
Kat11	S2-ST11-19	Sağ	4490	-1652	4101	1516	2312	898
Kat10	S2-ST1-10	Sol	5019	-1854	4627	1716	2583	1003
Kat10	S2-ST1-10	Sağ	5022	-1855	4626	1716	2586	1005

**EK 11. S2 bağ kirişi donatı alanları (devamı)**

Kat9	S2-ST1-10	Sağ	5194	-1915	4793	1775	2664	1035
Kat8	S2-ST1-10	Sol	5429	-1997	5024	1856	2766	1075
Kat8	S2-ST1-10	Sağ	5432	-1998	5023	1855	2770	1076
Kat7	S2-ST1-10	Sol	5712	-2095	5298	1951	2891	1123
Kat7	S2-ST1-10	Sağ	5715	-2096	5296	1951	2895	1125
Kat6	S2-ST1-10	Sol	6011	-2198	5588	2052	3023	1174
Kat6	S2-ST1-10	Sağ	6015	-2199	5587	2052	3027	1176
Kat5	S2-ST1-10	Sol	6318	-2303	5885	2155	3157	1227
Kat5	S2-ST1-10	Sağ	6322	-2304	5884	2154	3161	1228
Kat4	S2-ST1-10	Sol	6563	-2386	6121	2236	3263	1268
Kat4	S2-ST1-10	Sağ	6567	-2387	6120	2235	3267	1269
Kat3	S2-ST1-10	Sol	6618	-2404	6169	2252	3286	1277
Kat3	S2-ST1-10	Sağ	6622	-2406	6168	2251	3290	1278
Kat2	S2-ST1-10	Sol	6238	-2275	5785	2120	3117	1211
Kat2	S2-ST1-10	Sağ	6243	-2277	5784	2120	3121	1213
Kat1	S2-ST1-10	Sol	4684	-1736	4231	1576	2419	940
Kat1	S2-ST1-10	Sağ	4688	-1738	4230	1575	2423	941

**EK 12. S4 bağ kirişi donatı alanları**

Kat	Spandrel Label	Lokas	Üst Donatı	Üst Dizayn Moment	Alt Donatı	Alt Dizayn Moment	Kesme Donatısı	V
			mm <sup>2</sup>	kN-m	mm <sup>2</sup>	kN-m	mm <sup>2</sup> /m	kN
Kat30	S4-ST20-30	Sol	1585	-536	1585	270	1019	396
Kat30	S4-ST20-30	Sağ	1585	-219	1585	348	799	310
Kat29	S4-ST20-30	Sol	1889	-714	1585	402	1380	536
Kat29	S4-ST20-30	Sağ	1585	-324	1585	506	1144	445
Kat28	S4-ST20-30	Sol	2130	-801	1585	489	1541	599
Kat28	S4-ST20-30	Sağ	1585	-393	1585	573	1301	505
Kat27	S4-ST20-30	Sol	2326	-873	1585	557	1673	650
Kat27	S4-ST20-30	Sağ	1585	-445	1656	628	1428	555
Kat26	S4-ST20-30	Sol	2470	-925	1599	607	1768	687
Kat26	S4-ST20-30	Sağ	1585	-484	1760	666	1519	590
Kat25	S4-ST20-30	Sol	2570	-961	1693	641	1834	712
Kat25	S4-ST20-30	Sağ	1585	-510	1830	692	1582	615
Kat24	S4-ST20-30	Sol	2641	-986	1759	666	1879	730
Kat24	S4-ST20-30	Sağ	1585	-529	1878	709	1625	631
Kat23	S4-ST20-30	Sol	2691	-1004	1808	684	1912	743
Kat23	S4-ST20-30	Sağ	1585	-543	1911	722	1656	643
Kat22	S4-ST20-30	Sol	2725	-1016	1843	697	1934	751
Kat22	S4-ST20-30	Sağ	1585	-554	1933	730	1676	651
Kat21	S4-ST20-30	Sol	2736	-1020	1858	702	1939	753

**EK 12. S4 bağ kirişi donatı alanları (devamı)**

Kat20	S4-ST20-30	Sol	2707	-1010	1845	697	1918	745
Kat20	S4-ST20-30	Sağ	1585	-558	1911	722	1662	646
Kat19	S4-ST11-19	Sol	3419	-1275	2407	909	2458	955
Kat19	S4-ST11-19	Sağ	2010	-763	2583	973	2190	851
Kat18	S4-ST11-19	Sol	3527	-1314	2483	936	2557	993
Kat18	S4-ST11-19	Sağ	2117	-802	2739	1030	2290	890
Kat17	S4-ST11-19	Sol	3538	-1317	2505	944	2561	995
Kat17	S4-ST11-19	Sağ	2137	-809	2742	1031	2295	892
Kat16	S4-ST11-19	Sol	3594	-1337	2565	966	2599	1010
Kat16	S4-ST11-19	Sağ	2191	-829	2787	1047	2332	906
Kat15	S4-ST11-19	Sol	3669	-1364	2641	994	2650	1029
Kat15	S4-ST11-19	Sağ	2261	-855	2847	1069	2382	926
Kat14	S4-ST11-19	Sol	3748	-1392	2721	1023	2703	1050
Kat14	S4-ST11-19	Sağ	2333	-882	2911	1092	2435	946
Kat13	S4-ST11-19	Sol	3816	-1416	2789	1048	2749	1068
Kat13	S4-ST11-19	Sağ	2397	-905	2965	1112	2480	963
Kat12	S4-ST11-19	Sol	3855	-1430	2829	1063	2775	1078
Kat12	S4-ST11-19	Sağ	2437	-920	2997	1123	2506	974
Kat11	S4-ST11-19	Sol	3845	-1426	2835	1065	2768	1075
Kat11	S4-ST11-19	Sağ	2454	-926	2987	1120	2499	971
Kat10	S4-ST1-10	Sol	4647	-1723	3552	1332	3385	1315
Kat10	S4-ST1-10	Sağ	3177	-1196	3786	1416	3107	1207
Kat9	S4-ST1-10	Sol	4825	-1786	3695	1384	3535	1373
Kat9	S4-ST1-10	Sağ	3358	-1262	4020	1500	3260	1267
Kat8	S4-ST1-10	Sol	4910	-1816	3780	1414	3593	1396
Kat8	S4-ST1-10	Sağ	3438	-1291	4094	1527	3318	1289
Kat7	S4-ST1-10	Sol	5069	-1872	3930	1468	3703	1439
Kat7	S4-ST1-10	Sağ	3580	-1342	4237	1578	3428	1332
Kat6	S4-ST1-10	Sol	5254	-1936	4102	1529	3831	1488
Kat6	S4-ST1-10	Sağ	3743	-1401	4403	1637	3556	1381
Kat5	S4-ST1-10	Sol	5412	-1991	4244	1580	3941	1531
Kat5	S4-ST1-10	Sağ	3880	-1450	4547	1688	3666	1424
Kat4	S4-ST1-10	Sol	5463	-2009	4275	1591	3977	1545
Kat4	S4-ST1-10	Sağ	3921	-1465	4597	1706	3703	1439
Kat3	S4-ST1-10	Sol	5273	-1943	4066	1517	3850	1496
Kat3	S4-ST1-10	Sağ	3750	-1403	4438	1649	3578	1390
Kat2	S4-ST1-10	Sol	4670	-1731	3433	1289	3435	1335
Kat2	S4-ST1-10	Sağ	3198	-1203	3914	1462	3170	1231
Kat1	S4-ST1-10	Sol	3330	-1251	2378	812	2496	970
Kat1	S4-ST1-10	Sağ	2378	-796	2745	1038	2241	871

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : SERKAN TOPÇU

Doğum Yeri ve Tarihi : BURSA, 1986

Yabancı Dil : İNGİLİZCE

### Eğitim Durumu

Lise : BURSA KIZ LİSESİ

Lisans : ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : SERKAN TOPÇU MÜHENDİSLİK (BURSA)

İletişim (e-posta) : serkantopcumuhendislik@gmail.com