

**2018 TÜRK BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE KARMA BİR
YAPININ ANALİZİ**

HATİCE BONCUK ÖZEL

Yüksek Lisans Tezi

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Bilim Dalı

Danışman: Dr. ÖĞr. Üyesi Kıvanç TAşKIN

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü EĞitim Enstitüsü

şubat 2022

ÖZET

2018 TÜRK BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE KARMA BİR YAPININ ANALİZİ

HATİCE BONCUK ÖZEL

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Bilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Şubat 2022

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kıvanç TAŞKIN

Türkiye son yıllarda doğal afetlerden çok etkilenmektedir. Bu doğal afetlerin en önemlisi ise depremlerdir. Bu sebeple son yıllarda ülkemizdeki yönetmelikler günümüz şartlarına göre yenilenmiştir. Bunlardan en önemlileri 2016 yılında yürürlüğe giren ÇELİK YAPILARIN TASARIM, HESAP VE YAPIM ESASLARINA DAİR YÖNETMELİK ile 2018 yılında yürürlüğe giren TÜRK BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ'dir.

Ülkemizde üretilen yapı stoğunun çoğunu betonarme yapılar oluşturmaktadır. Son yirmi yılda buna ek olarak çelik yapı stoğu da özellikle endüstri bölgelerinde artmıştır. 2000'li yılların başından itibaren artan talep ve ihtiyaca göre yüksek katlı yapılar, biyokimyasal tesisler vb. yapılarda hem betonarme hem de çelik bir arada kullanılmaya başlanmış olup; kompozit yapıya bir geçiş yaşanmıştır.

Bu çalışmada ise hem betonarme bir yapı hem de onun üstüne inşa edilen bir çelik yapıdan oluşan karma bir yapı ele alınmıştır. İncelenen yapı 2800 m²'lik toplam alanı olan ilk iki katı betonarme diğer sekiz katı çelik yapı on katlı bir KARMA YAPIDIR. 2017 yılında tasarlanıp Afyon ilinde inşa edilen bu yapının aynısının 2019 da yeni yönetmeliğe göre tekrar tasarlanmıştır. Böylelikle eski ve yeni yönetmeliklere göre betonarme yapının davranışı STA4-CAD programı kullanılarak incelenmiştir. Çelik yapı ise SAP2000 programında çözülmüş olup en alt kolonlardaki kesit tesirleri betonarme yapıya dışarıdan yük olarak verilmiştir. Bulunan sonuçlar taban kesme kuvvetleri, periyotlar, kritik kesitlerdeki kesit tesirleri bakımından karşılaştırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Yönetmelik ,Yapı, Kolon, Karma yapı, Kompozit yapı, Tasarım.

ABSTRACT

A MIXED BUILDING ANALYSIS ACORDING TO 2018 TURKISH BUILDING EARTHQUAKE REGULATION

HATİCE BONCUK ÖZEL

Department of Civil Engineering

Programme in Structural

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, February 2022

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Kıvanç TAŞKIN

Turkey has significantly been affected by natural disasters in recent years, and the most important of these natural disasters are earthquakes. For this reason, the regulations in our country have been renewed in recent years according to today's conditions. The most important of these are the REGULATION ON DESIGN, ACCOUNT, AND CONSTRUCTION PRINCIPLES OF STEEL STRUCTURES, which came into force in 2016, and the TURKISH BUILDING EARTHQUAKE REGULATION, which entered into force in 2018.

Most of the building stock produced in our country consists of reinforced concrete structures. In addition to this, the supply of steel structures has increased in the last two decades, especially in industrial areas. According to increasing demand and need since the beginning of the 2000s, high-rise buildings, biochemical facilities, etc., both reinforced concrete and steel have been used together in structures; There has been a transition to the HYBRID system. This study discusses a composite structure consisting of both a reinforced concrete structure and a steel structure built on top of it. The system examined is a ten-floor MIXED BUILDING with a total area of 2800 m². The first two floors are reinforced concrete, and the other eight floors are steel. According to the new regulation, the same building, which was designed in 2017 and built-in Afyon, was redesigned in 2019. Thus, the behavior of the reinforced concrete structure according to the old and new regulations was examined using the STA4-CAD program. The steel structure is solved in the SAP2000 program, and the cross-section effects on the lowest columns have been given to the reinforced concrete structure as an external load.

Keywords: Structure, Column, Desing.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarımın yürütülmesi sırasında bilgi, tecrübe ve desteğini her daim yanımda hissettiğim değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Kıvanç TAŞKIN' a gösterdiği ilgi, desteği ve sabrı nedeni ile teşekkürlerimi borç bilirim.

Yaşamakta olduğumuz pandemi sürecinin getirdiği zorluklar ve iş yoğunluğum sebebi ile geçirdiğim zor günlerde, her an yanımda ve yardımda bulunan canım arkadaşım Merve GÜLTEPE' ye, bu süreç boyunca yardımları için Ebru KARAKOÇ' a ve tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

HATİCE BONCUK ÖZEL

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

HATİCE BONCUK ÖZEL

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
BAŞLIK SAYFASI.....	I
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	VI
İÇİNDEKİLER.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİN.....	XV
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Literatür Taraması.....	1
1.2. Betonarme Ne Demek	2
1.3. Betonarme Yapıların Tarihçesi	2
1.4. Betonarmenin Avantajları Ve Dezavantajları	3
1.5. Deprem ve Depremın Taşıyıcı Sistem Üzerindeki Etkileri	4
1.6. Türkiye Deprem Haritasının Gelişimi	5
1.7. Yapıya Etkiyen Yükler	5
Çelik Yapıya Giriş	6
2.MODEL YAPI.....	6
3.BETONARME YAPININ TASARIMI VE ANALİZİ	7
3.1. Betonarme Yapının 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Analizi	7
3.1.1. Malzeme Karakteristikleri	12
3.1.1.1 <i>Beton</i>	12
3.1.1.2 <i>Çelik</i>	13
3.1.2 Yapı Analiz Sonuçları.....	14
3.2. Betonarme Yapının 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre Tasarımı Ve Analizi.....	22
3.2.1. 2007 Deprem Yönetmeliği Ve 2018 Deprem Yönetmeliği Arasındaki Farklılıklar.....	22
3.2.2. 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre Spektrumlar	22

3.2.3 Tbdy 2018 Zemin Sınıflarının İrdelenmesi	23
3.2.4. Betonarme Yapının Analizi	23
3.2.5. Analiz Sonuçları	26
3.2.6. Nonlinear Analiz	28
4. ÇELİK YAPI.....	34
4.1. Çelik Yapıya Giriş	35
4.2. Çalışmanın Amacı	35
4.3. Çelik Yapının Tasarım Esasları	35
4.3.1. Birleşimlerin Tasarımı	35
4.3.2. Yük ve Yük Birleşimleri	35
4.3.3. Yapının Tasarımı	37
4.3.4. TS 648 ve 2016 ÇYTHY Karşılaştırılması	47
4.3.5. Çelik Yapının 2018 TBDY'e Göre Analizi	47
5. SONUÇ.....	51
5.1. Betonarme Sonuçların Değerlendirilmesi.....	51
5.1.1.Kuşatılmışlık Problemi	52
5.1.2.Deprem Yüğü Transfer Yetersizliği.....	53
5.2. Çelik Yapı İçin Sonuçların Karşılaştırılması.....	55
5.2.1.Çelik Kolonlarda Meydana Gelen Deprem Kuvvetleri	55
5.2.2.Çelik Kolonlarda Meydana Gelen Deplasmanlar	62
5.2.3.Çelik Kirişlerde Meydana Gelen Deprem Kuvveti.....	68
KAYNAKÇA.....	73
ÖZGEÇMİŞ.....	74
6.EK.1.....	75
6.1. Bina Taşıyıcı Sistemlerine İlişkin Genel İlkeler	75
6.2. Deprem Yüklerine İlişkin Genel Kurallar	75
6.3. Düzensiz Binalar.....	76
6.3.1.Düzensiz Binaların Tanımı.....	76
6.3.2.Düzensiz Binalara İlişkin Koşullar	76
6.4. Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması.....	79
6.4.1.Etkin Yer İvmesi.....	80
6.4.2.Bina Önem Katsayısı	80
6.4.3.Spektrum Katsayısı	80
6.4.4.Özel Tasarım İvme Spektrumları	81
6.5. Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması.....	82
6.6. Taşıyıcı Sistemlerin Süneklik Düzeyine İlişkin Genel Koşullar	82

6.6.1.Süneklik Düzeyi Yüksek Betonarme Perdeli-Çerçeve Sistemler	84
6.6.2.Süneklik Düzeyi Normal Bazı Sistemlerde Perde Zorunluluğu	84
6.7. Hesap Yönteminin Seçilmesi.....	84
6.7.1.Hesap Yöntemleri	84
6.7.2.Eşdeğer Deprem Yüğü Yönetiminin Uygulama Sınırları.....	85
6.8. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	85
7.EK.2.....	86
7.1. Deprem Yer Hareketi Tanımıyla İlgili Değişiklikler.....	87
7.2. Yerel Zemin Sınıfı Tanımında Yapılan Değişiklikler	88
7.3.Bina Önem Katsayısı İle İlgili Düzenleme Ve Değişiklikler	88
7.4. Deprem Tasarım Sınıfları Ve Bina Yükseklik Sınıfları	88
7.5. Bina Performans Hedefleri Ve Tasarım Yaklaşımları	85
7.6. Dayanıma Göre Tasarım Hesap Esaslarında Başlıca Değişiklikler	90
7.7. Betonarme Sistemlerin Tasarım Esaslarında Başlıca Değişiklikler.....	91
8.EK.3.....	94
8.1. Tasarım Spektrum Periyotlarının Hesabı	95
8.2. ZD Zemin Sınıfı İçin Periyot Hesabı.....	96
9.EK.4.....	100
9.1. Bina Yüksekliği Ve Bina Yükseklik Sınıfları.....	101
9.2. Deprem Yer Hareketi Düzeyleri	102
9.3. Deprem Etkisi Altında Bina Performans Hedefleri ve Tasarım Yaklaşımları	102
9.4. Betonarme Binaların Yapı Elemanlarında Hasar Türlerinin Tespit Edilmesi	102
10.EK.5.....	103
10.1. TS 648 Ve 2016 ÇYTHY Karşılaştırılması	103
11.EK.6.....	105
11.1. Eksenel Kuvvet Altındaki Elemanlar (Kolonlar)	106
11.2. Süneklik Düzeyi Yüksek Kolonlar	107
11.3. Kolonların 2018 TBDY'e Göre İlkeleri.....	108
12.EK.7.....	115
12.1. Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeve Sistemlerin Kolon Birleşim Bölgeleri.....	115
12.2. Süneklik Düzeyi Yüksek Perdeler.....	116
12.3. Kolonların 2018 TBDY Göre İlkeleri	122
13.EK.8.....	130
13.1. Sabit Yüğüler.....	130
13.2. Hareketli Yüğüleri.....	130

13.3. Isı Değişimi	130
13.4. Rüzgar Yükleri.....	131
13.4. Deprem Yükleri.....	131



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1 Betonarme ve Çelik Yapı.....	1
Şekil 1.2 Eyfel Kulesi.....	2
Şekil 1.3 Van Depremi	4
Şekil 1.4 Deprem Haritası	4
Şekil 2.1 Betonarme Yapı 3D	5
Şekil 2.2 Çelik Yapı 3D	6
Şekil 3.1 Aks Sisteminin Oluşturulması	7
Şekil 3.2 Bina Kat Yüksekliğine Göre Programa Veri Girişi Yapılmıştır	7
Şekil 3.3 Kolonların Ön Tasarımı	7
Şekil 3.4 Panellerin Tanımlanması	8
Şekil 3.5 Kirişlerin Tanımlanması	8
Şekil 3.6 Duvar Yüklerinin Tanımlanması.....	8
Şekil 3.7 Döşeme Tanımlanması	9
Şekil 3.8 Plak Sürekliliğinin Tanımlanması	9
Şekil 3.9 TemelTasarımı	10
Şekil 3.10 Bağ Kiriş Elemanlarının Tanımlanması	10
Şekil 3.11 Merdiven Tasarımı	11
Şekil 3.12 Yapı Malzemesi.....	12
Şekil 3.13 Proje Opsiyonları 1	12
Şekil 3.14 Proje Opsiyonları 2	13
Şekil 3.15 Yapıya Ait Analiz Sonucu-1	13
Şekil 3.16 Yapıya Ait Analiz Sonucu-2	14
Şekil 3.17 Deprem Raporu-1	14
Şekil 3.18 Deprem Raporu-2	15
Şekil 3.19 DepremRaporu-3	15
Şekil 3.20 Deprem Raporu-4	16
Şekil 3.21 Deprem Raporu-5	16
Şekil 3.22 Deprem Raporu-6	17
Şekil 3.23 Döşemelere Gelen Moment Ve Kullanılan Donatılar	18
Şekil 3.24 Kirişlere Gelen Moment Ve Kullanılan Donatılar	18
Şekil 3.25 Kolonlara Gelen Moment Ve Kullanılan Donatılar	19

Şekil 3.26 Panellere Gelen Moment Ve Kullanılan Donatılar	19
Şekil 3.27 Yapıda Toplamda Bulunan Demir, Beton Metraji	20
Şekil 3.28 Rijitlik ve Ağırlık Merkezi Çakışma Durumu	20
Şekil 3.29 Yapı Yorumu.....	21
Şekil 3.30 Proje Genel Opsiyonları.....	22
Şekil 3.31 DD2 Ön Tasarım İçin Seçilmiştir.....	23
Şekil 3.32 Yapının Bulunduğu Bölge Haritadan Seçilmiştir.....	23
Şekil 3.33 Elastik Tasarım İvme Spektrumu Düzenlenmiştir	24
Şekil 3.34 Yapı Genel Bilgileri Yeni Yönetmeliğe Göre Ayarlanmıştır	24
Şekil 3.35 Lineer Analiz Opsiyonu Aktifleştirildi.....	25
Şekil 3.36 Analiz Sonuçları Ve Yetersiz Eleman Listesi	25
Şekil 3.37 Yapı Yetersiz Elemanlarının 3D Görünümü.....	26
Şekil 3.38 Yapı Yetersiz Kolonlardan Herhangi Birinin Detaylı Raporu.....	26
Şekil 3.39 Perde Plak Yüğü Transfer Yetersizliği Detaylı Görünümü	27
Şekil 3.40 Nonlinear Analiz	27
Şekil 3.41 DD1 Nonlinear Analiz Opsiyonu	29
Şekil 3.42 DD1 Nonlinear Analiz.....	29
Şekil 3.43 X Yönü İtme Analizi	30
Şekil 3.44 Y Yönü İtme Analizi	30
Şekil 3.45 Analiz Sonucu	31
Şekil 3.46 DD3 Analiz Opsiyonu	31
Şekil 3.47 DD3 Analizi X Yönü İtme Analizi Sonucu	32
Şekil 3.48 DD3 Analizi Y Yönü İtme Analizi Sonucu	32
Şekil 4.1 Çelik Yapı Modeli	33
Şekil 4.2 Yük Kombinasyonu-1.....	35
Şekil 4.3 Yük Kombinasyonu-2.....	35
Şekil 4.4 Yapı Akslarının Tanımlanması	36
Şekil 4.5 Profillerin Tanımlanması Ve Eleman Atanması	37
Şekil 4.6 Merdiven Tanımlama	38
Şekil 4.7 Profillere Mesnet Tanımlama.....	38
Şekil 4.8 Yapı Modelinin 3D Görünümü	39
Şekil 4.9 Yapıya Hareketli Yük Tanımı.....	39
Şekil 4.10 Yapıya Kaplama Yüğü Tanımı.....	40

Şekil 4.11 Yapıya Kar Yükünün Tanımı.....	40
Şekil 4.12 Yapıya Makine Yükünün Tanımı.....	41
Şekil 4.13 Yapıya X Yönü Rüzgar Yükü Tanımı.....	41
Şekil 4.14 Yapıya Y Sağ Yön Rüzgar Yükü Tanımı	42
Şekil 4.15 Yapıya Y Sol Yön Rüzgar Yükü Tanımı.....	42
Şekil 4.16 Yük Çeşitleri	43
Şekil 4.17 Spectrum X Değerini Tanımlama.....	43
Şekil 4.18 Spectrum Y Değerini Tanımlama.....	44
Şekil 4.19 Mass Source Tanımlama.....	44
Şekil 4.19 2007 Dbybhy Seçimi	45
Şekil 4.20 2007 Dbybhy'e Göre Analiz Sonuçları	46
Şekil 4.21 2018 Tbdy'e Göre Deprem Yükleri	47
Şekil 4.22 2018 Tbdy'e Göre Response Spectrum Function Tanımlama	47
Şekil 4.23 2018 Tbdy'e Göre Response Sprectrum Function Tanımlama-2.....	48
Şekil 4.24 2018 Tbdy'e Göre Analiz Sonuçları.....	49
Şekil 5.1 Perde Deprem Yükü Transferi	53
Şekil 5.2 2007 Dbybhy'e Göre Çelik Kolonlara Gelen X Ve Y Yönü Deprem Kuvvetleri	54
Şekil 5.3 2018 Tbdy'e Göre Çelik Kolonlara Gelen X Ve Y Yönü Deprem Kuvvetleri	55
Şekil 5.3 1374 Numaralı Kolona Gelen X Yönü Deprem Kuvvetlerinin Kıyaslanması.....	55
Şekil 5.4 1374 Numaralı Kolona Gelen Y Yönü Deprem Kuvvetlerinin Kıyaslanması.....	56
Şekil 5.5 1374 Numaralı Kolona Gelen X Yönü Deprem Momentlerinin Kıyaslanması.....	56
Şekil 5.6 1374Numaralı Kolona Gelen Y Yönü Deprem Momentlerinin Kıyaslanması.....	57
Şekil 5.7 1389 Numaralı Kolona Gelen X Yönü Deprem Kuvvetlerinin Kıyaslanması.....	57
Şekil 5.8 1389 Numaralı Kolona Gelen Y Yönü Deprem Kuvvetlerinin Kıyaslanması.....	58

Şekil 5.9 1389 Numaralı Kolona Gelen X Yönü Deprem Kuvvetlerinin Kıyaslanması.....	58
Şekil 5.10 1389 Numaralı Kolona Gelen Y Yönü Deprem Kuvvetlerinin Kıyaslanması.....	59
Şekil 5.11 129 Numaralı Kolona Gelen X Yönü Deprem Kuvvetlerinin Kıyaslanması.....	59
Şekil 5.12 129 Numaralı Kolona Gelen Y Yönü Deprem Kuvvetlerinin Kıyaslanması.....	60
Şekil 5.13 2007 Dbybhy'e Göre Deplasman Değerleri	61
Şekil 5.14 2018 Tbdy'e Göre Deplasman Değerleri.....	61
Şekil 5.15 536 Noktasının X Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması.....	62
Şekil 5.16 536 Noktasının Y Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması.....	62
Şekil 5.17 146 Noktasının X Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması.....	63
Şekil 5.18 146 Noktasının Y Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması.....	63
Şekil 5.19 554 Noktasının X Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması.....	64
Şekil 5.20 554 Noktasının Y Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması.....	64
Şekil 5.21 371 Noktasının X Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması.....	65
Şekil 5.22 371 Noktasının Y Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması.....	65
Şekil 5.23 173 Noktasının X Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması.....	66
Şekil 5.24 173 Noktasının Y Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması.....	66
Şekil 5.25 2007 Dbybhy'e Göre Kirişlerde Meydana Gelen Deprem Kuvvetleri.....	67
Şekil 5.26 2018 Tbdy'e Göre Kirişlerde Meydana Gelen Deprem Kuvvetleri.....	67
Şekil 5.27 726 Numaralı Kiriş Kesme Kuvvetlerinin Kıyaslanması	68
Şekil 5.28 726 Numaralı Kiriş Moment Değerlerinin Kıyaslanması.....	68
Şekil 5.29 1600 Numaralı Kiriş Kesme Kuvvetlerinin Kıyaslanması	69
Şekil 5.30 1600 Numaralı Kiriş Moment Değerlerinin Kıyaslanması.....	69
Şekil 5.31 2185 Numaralı Kiriş Kesme Kuvvetlerinin Kıyaslanması	70
Şekil 5.32 2185 Numaralı Kiriş Moment Değerlerinin Kıyaslanması.....	70

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A_a	: Yapısal çelik profilin enkesit alanı
A_c	: Beton enkesit alanı
A_s	: Donatı enkesit alanı
A_v	: Yapısal çelik profilin kesmeye çalışan alanı
E_a	: Yapısal çelik elastisite modülü
$E_{c,eff}$	: Beton efektif elastisite modülü
E_{cm}	: Beton sekant elastisite modülü
E_s	: Donatı çeliği elastisite modülü tasarım değeri
$(EI)_{eff}$	: Bağıl narinlik hesabı için efektif eğilme rijitliği
$(EI)_{eff,II}$	: İkinci mertebe davranış analizinde kullanılan efektif eğilme rijitliği
G_k	: Kalıcı etkiler
I	: Efektif karma kısmın çekmeye çalışan beton bölgesi ihmal edilerek hesaplanan atalet moment
I_a	: Yapısal çelik profilin atalet momenti
I_c	: Çatlamamış beton kısmın atalet momenti
I_s	: Donatı çeliği atalet momenti
$K_e, K_{e,II}$	: Karma kolonların tasarımında kullanılan düzeltme faktörleri
K_o	: Karma kolonların tasarımında kullanılan kalibrasyon faktörü
L	: Uzunluk; açıklık; efektif açıklık
L_e	: Eşdeğer açıklık
M	: Eğilme momenti
M_a	: Karma kısmın tasarım plastik direnç momentine yapısal çelik profilin katkısı
$M_{a,Ed}$	: Yapısal çelik profile uygulanan tasarım eğilme momenti
M_{Ed}	: Tasarım eğilme momenti
$M_{max,Rd}$	: Normal basınç kuvveti bulunması durumunda direnç momenti
$M_{pl,a,Rd}$	: maksimum tasarım değeri
$M_{pl,N,Rd}$	: Yapısal çelik profilin plastik direnç momenti tasarım değeri
$M_{pl,Rd}$	: Tam kayma bağlantılı karma kısmın plastik direnç momenti tasarım değeri
$M_{pl,y,Rd}$	: Tam kayma bağlantılı karma kısmın y-y eksenine göre plastik direnç momenti tasarım değeri

$M_{pl,z,Rd}$	: Tam kayma bağlantılı karma kısmın z-z eksenine göre plastik direnç momenti tasarım değeri
$M_{y,Ed}$	: Karma kısma y-y eksenine göre uygulanan tasarım eğilme momenti
$M_{z,Ed}$	: Karma kısma z-z eksenine göre uygulanan tasarım eğilme momenti
N	: Normal basınç kuvveti
$N_{cr,eff}$	: Karma kolonun efektif eğilme rijitliğine karşılık gelen kritik elastik yükü
N_{cr}	: Kritik elastik normal kuvvet
N_{Ed}	: Normal basınç kuvveti tasarım değeri
$N_{G,Ed}$	: Normal basınç kuvvetinin sürekli bölümünün tasarım değeri
$N_{pl,a}$	: Yapısal çelik profilin normal kuvvete karşı plastik direnç tasarım değeri
$N_{pl,Rd}$	: Karma kısmın normal basınç kuvvetine karşı plastik direnç tasarım değeri
$N_{pl,Rk}$	: Karma kısmın normal basınç kuvvetine karşı plastik direnç karakteristik değeri
$N_{pm,Rd}$	: Betonun normal basınç kuvvetine karşı direnç tasarım değeri
$V_{a,Ed}$	: Yapısal çelik profile etkiyen kesme kuvveti tasarım değeri
V_{Ed}	: Karma kısım üzerine etkiyen kesme kuvveti tasarım değeri
$V_{pl,Rd}$	: Karma kısmın düşey kaymaya karşı plastik direnç tasarım değeri
$V_{pl,a,Rd}$	: Yapısal çelik profilin düşey kaymaya karşı plastik direnç tasarım değeri
Q_k	: Değişken etkiler
$W_{pl,a}$	: Yapısal çelik plastik kesit modülü
$W_{pl,s}$	: Boyuna donatı plastik kesit modülü
$W_{pl,c}$	: Beton plastik kesit modülü
b	: Çelik profil başlık genişliği; döşeme genişliği
b_c	: Çelik profile yapılan beton sargı genişliği
b_{eff}	: Toplam efektif genişlik
b_f	: Çelik profil başlık genişliği
c_y, c_z	: Beton örtü tabakası kalınlığı
d	: İçi boş dairesel çelik profilin dıştan dışa çapı
e	: Yük dış merkezliği

f_{cd}	: Betonun silindir basınç dayanımı tasarım değeri
f_{ck}	: Betonun 28 günlük silindir basınç dayanımı karakteristik değeri
f_{sd}	: Donatı çeliğinin akma dayanımı tasarım değeri
f_{sk}	: Donatı çeliğinin akma dayanımı karakteristik değeri
f_{yd}	: Yapısal çeliğinin akma dayanımı tasarım değeri
h	: Dıştan dışa yükseklik; kalınlık
h_c	: Çelik profile yapılan beton sargının derinliği
k	: İkinci mertebe tesirler için büyütme faktörü; katsayı
t	: Yaş, kalınlık
t_f	: Yapısal çelik profilin başlık kalınlığı
t_w	: Yapısal çelik profilin gövde kalınlığı
t_0	: Yükleme anındaki yaş
u	: A_c alanına sahip kesitin kurumaya maruz kısmının çevre uzunluğu
z	: Enkesitin başlıklara dik eksen; moment kolu
α	: Faktör, parametre
α_{cr}	: Tasarım yüklerini elastik kararsızlığa neden olacak derecede artırabilecek faktör
α_M	: Karma kolonun eğilmesine ilişkin katsayı
$\alpha_{M,y}, \alpha_{M,z}$	: Karma kolonun sırasıyla y-y eksen ve z-z eksenine göre eğilmesine ilişkin katsayı
β	: Faktör; dönüşüm parametresi
γ_c	: Beton için kısmi faktör
γ_M	: Yapısal çelik için kısmi faktör
γ_s	: Donatı çeliği için kısmi faktör
δ	: Çeliğin katkı oranı
η_a, η_{ao}	: Betonun üç eksenli basınç gerilmesine ilişkin faktörler
η_c, η_{co}	: Betonun üç eksenli basınç gerilmesine ilişkin faktörler
$\bar{\lambda}$	: Bağıl narınlık
μ_d	: Basınç ve tek eksenli eğilme için tasarıma ilişkin faktör
μ_{dy}, μ_{dz}	: Eğilme düzlemine ilişkin μ_d faktörü
ρ_s	: Donatı oranı
ϕ	: Çelik donatı çubuğunun çapı
φ_t	: Sünme katsayısı

1. GİRİŞ

Yapılarda uygulanan yöntemler ve çeşitlilik git gide artmaktadır. Artan bu çeşitlilik sayesinde talep miktarları da değişmektedir. Tüm bu durumlar incelendiğinde, insanlar tarafından uzun süreli kullanılan yapıların dayanıklılığı fazla olmalıdır. Beton dayanım açısından sağlam bir malzeme olsa da diğer gereklilikler için çelik malzeme de hayli önem kazanmaktadır. Bu yüzden iki malzemenin birlikte kullanıldığı inşaat sektörü de betonun dayanım kazanmasının yanında donatı çelikleri ile de gevrek olan betonun malzeme yapısını sünekleştirme amacı güdülmüştür. Yapılarda meydana gelen dış etkilere düşünüldüğü takdirde, yapılarda kullanılan donatıların, karakteristik özelliklerinin bilinmesi gerekir. Bunların bilinip yapının sağlamlığı bakımından alınacak diğer tedbirler içinde önemli bir veri olacaktır. Bu yüzden yapının statik analizi diğer aşamaları için çokça önem taşımaktadır. Bir yapının dayanıklılığı onu meydana getiren tüm etmenlere bağlıdır. Sağlamlık yapının en dikkat edilmesi gereken husustur. Bu da yapının meydana gelme aşamasındaki bütün durumlara bağlı olarak gerçekleşir. Sağlamlığın önem taşıdığı bir diğer hususta can ve mal kaybı için çok önemlidir. Bundan ötürü daha sağlam bir yapı için beton ve çeliğin birlikte kullanılması temel şartlardandır. Böylece günümüzde betonarme ve çelik bir hayli önem kazanmıştır.



Şekil 1.1 Betonarme ve Çelik Yapı

1.1. Literatür Taraması

İnş. Müh. Özcan KEÇELİOĞLU (2008), Çok katlı betonarme ve çelik yapıların 2007 türk deprem yönetmeliği esaslarına göre karşılaştırılması

SEZER AYNUR (2017), Mevcut betonarme bir binanın deprem güvenliğinin değerlendirilmesi ve çelik çaprazla güçlendirme önerisi

YASİN MURAT HOTHOT (2018), Betonarme çekirdek perdeli ve çelik taşıyıcı sisteme sahip yüksek binaların zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizi

İlker TEŞTEK (2019) Çok katlı bir yapının betonarme ve çelik taşıyıcı sisteme sahip olarak 2018 Türkiye bina deprem yönetmeliğinde tanımlanan zemin sınıflarına göre çözümlenmesi ve ekonomik açıdan karşılaştırılması

1.2. Betonarme Ne Demek

Betonarme kelimesi 1850 yıllarında ortaya çıkmaya başlamıştır. Bağlayıcı malzeme özelliği olan çimento ile süneklik düzeyi yüksek olan çeliğin bir araya gelmesi ile oluşan karışımdır. Yapının çelik örtüsünün betonla kaplanmasıyla ortaya çıkan bir alışıma betonarme denir. Bu oluşan malzemenin dayanımı içinde kullanılan çelik ve beton miktarlarının oranlarıyla ölçülür. Bu konuda yeterince dikkatli olunması gerekir.

1.3. Betonarme Yapıların Tarihçesi

Uzun yıllardır hayatımızda olan betonarme kavramının gelişimi toplularda farklılıklar göstererek meydana gelmiştir. Örneğin Fransızlar tek başına çelik bir strüktür olan Eyfel Kulesi'nin çevresini betonarme yapılarla kaplamıştır. Romalılar puzolan denilen volkanik kül veya ponza taşı tozuna kireç katarak çimentoya benzeyen güçlü bir harç oluşturarak su yolları ve köprüler yapmış; Colosseum ve Pantheon gibi büyük projelerin inşaatlarında betonarmenin atası denilebilecek bu harcı kullanmıştır bazen bu harca kiremit tozu ekledikleri de bilinmektedir.

Betonarme malzemesinin ilk patenti 1855'de, modern yapı sistemlerinin liderliğini yapan Fransız mühendisler Coignet ve Monier tarafından alınmıştır. 1848 yılında, beton ve demirin karıştırıldığı harcı ilk kullanan kişi Fransız çiftçi Joseph Louis Lambot olmuştur. Betonun içine demir tel ağlar yerleştirdiği bir kano yaparak 1855 yılında Paris'te sergilemiştir. Bu malzemeyi Ferciment olarak adlandırmış ve patentini 1855 yılında almıştır.



Şekil 1.2 Eysel Kulesi

Bir kompozit döşeme plağını oluşturan ve beton gerekli dayanımı kazanmadan önce kalıcı kalıp olarak kullanılan profillenmiş çelik sac ile üzerindeki betonun beraber çalışmasının sağlanması için kompozit kirişte olduğu gibi bu iki malzeme arasındaki kaymanın da oluşmaması için gerekli tedbirler alınmalıdır. Bunun için döşeme ve mesnetlendiği kiriş ile arasında kayma bağlantıları kullanılmalıdır. Döşeme üzerinde eğilmenin çekme bileşenini çelik sac taşıırken basınç bileşenini beton taşır. Günümüzde genellikle geleneksel döşemelere göre daha hafif olduğu için geniş açıklıklı yapılarda kullanılması tercih edilir. (Yorgun, 2005)

1.4. Betonarmenin Avantajları Ve Dezavantajları

- Betonarme basınç dayanımı yüksek bir malzemedir.
- Yangınlara karşı dayanımı oldukça yüksektir.
- Betonarme yapının bakımı, çelik ve ahşap inşaata göre daha düşüktür.
- Betonarme diğer yapılara göre daha uzun ömürlüdür.
- Kolaylıkla şekil verilebilen bir malzemedir.
- Betonarme diğer yapılara göre daha az iş gücü gereksinimi vardır. Bu da ekonomik açıdan avantajdır.
- Betonun çekme dayanımının basınç dayanımına oranı yaklaşık 1/10 kadardır. Bu durumda betonarmenin eksik yanlarından bir diğeridir.

- Betonarmeyi oluşturan betonun yapım aşamaları karıştırma, döküm ve kürleme işlemleridir. Bu işlem adımları betonun dayanım kazanma özelliğini direk etkileyen işlemlerdir. Buda dayanım açısından oldukça önemlidir.

- Betonarme de oluşan büzülme, rötre çatlak gelişmesine neden olur. Bunun sonucunda da dayanımın azalması meydana gelir.

1.5. Deprem ve Depremın Taşıyıcı Sistem Üzerindeki Etkileri

Ülkemizdeki kullanılan yapı sistemlerinin çoğunluk kısmını betonarme yapılar oluşturmaktadır. 1997 ve 2007 yıllarında kullanılan Deprem Yönetmeliği'nden sonra yapılan yapılarda, daha iyi başarılı yapılar yapılmakla birlikte, önceden inşa edilmiş, gerekli denetimler yapılmamış, kullanılan malzeme kalitesi yeterince düşük, çoğu yanlış yapılmış zemin etüdleri ile imal edilmiş, fazla miktarda yapı adedimiz mevcuttur.

Daha önce yaşadığımız, 1999 tarihinde ve merkez üssü Kocaeli-Gölcük olan, 7.4 şiddetindeki depremde (Şekil 1.3) resmi rakamlara göre 18373 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, 23781 vatandaşımız yaralanmış ve 505 vatandaşımız da sakat kalmıştır.

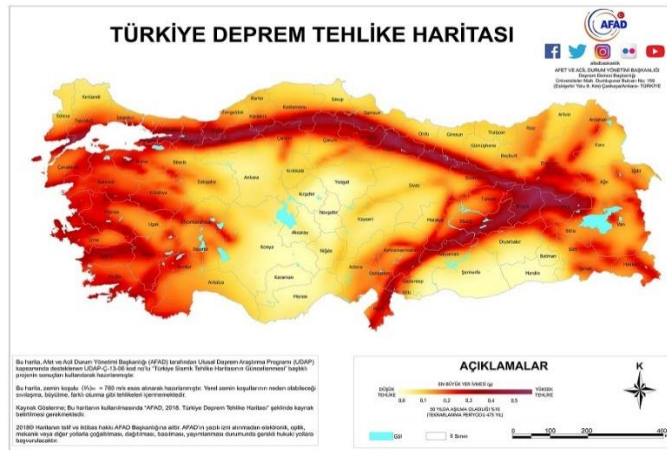
Yine resmi rakamlara göre 285211 konut ve 42902 işyeri hasar görürken 96796 konut ve 15939 işyeri yıkılmıştır. Bu depremin ülkemize maliyeti ise 15 milyar dolar (yaklaşık 80 milyar TL)'dir. Hiroşima'ya atılan atom bombasının 33 katı bir enerjinin açığa çıktığı 7.2 büyüklüğündeki 23 Ekim 2011 Van-Erciş ve 5.6 büyüklüğündeki 9 Kasım 2011 Van-Edremit merkezli depremlerde 644 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, 1966 vatandaşımız yaralanmış, 252 vatandaşımız ise enkazlar dan sağ olarak kurtarılmıştır. 50600 konut, işyeri ve ahırın yıkılmasına ya da ağır hasar görmesine, 22000 konutta ise orta derecede hasar oluşmasına sebep olmuştur. (Volkan Atabey, 2021) Depremlerde hasar gören 22 bin orta hasarlı konuttan bugün sadece 3 bini güçlendirilmiştir. Van depreminin sonucunda meydana gelen sosyal, ekonomik sıkıntılar günümüzde hala devam etmektedir.



Şekil 1.3 Van Depremi

1.6. Türkiye Deprem Haritasının Gelişimi

Türkiye’de oluşturulan ilk resmi deprem bölgesi haritası 1945 yılında “Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası” isminde oluşturulmuştur. Yapılan bu deprem haritasına göre Türkiye üç bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgeler Büyük Hasara Uğramış Bölgeler, Tehlikeli Yersarsıntısı Bölgeleri ve Tehlikesiz Bölgeler olmak üzere üç bölgeye ayrılmıştır. Oluşturulan bu harita günümüze kadar sürekli revizyon geçirmiştir. Günümüzde de kullandığımız 2018 Tbdy haritası olarak devamlılığını sürdürmektedir. (ÖZMEN, 2012)



Şekil 1.4 Deprem Haritası

1.7. Yapıya Etkiyen Yükler

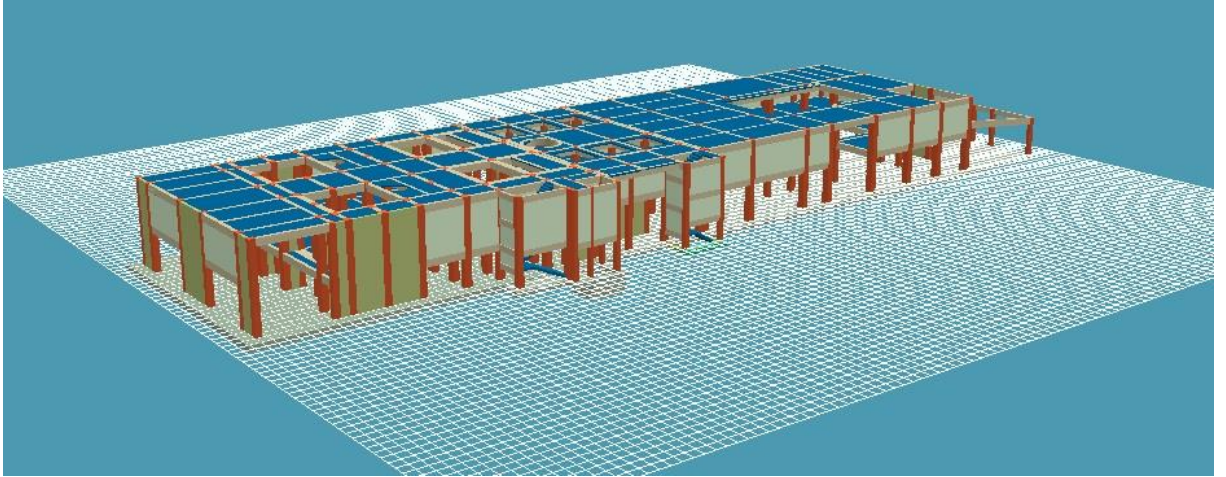
Yapıya çeşitli yükler etkimektedir. Bunlar genellikle sabit yük, hareketli yük, ısı değişimi, rüzgar yükleri, deprem yükleridir. Bu yükler detaylı bir şekilde EK-8 de açıklanmıştır.

1.8. Çelik Yapılara Giriş

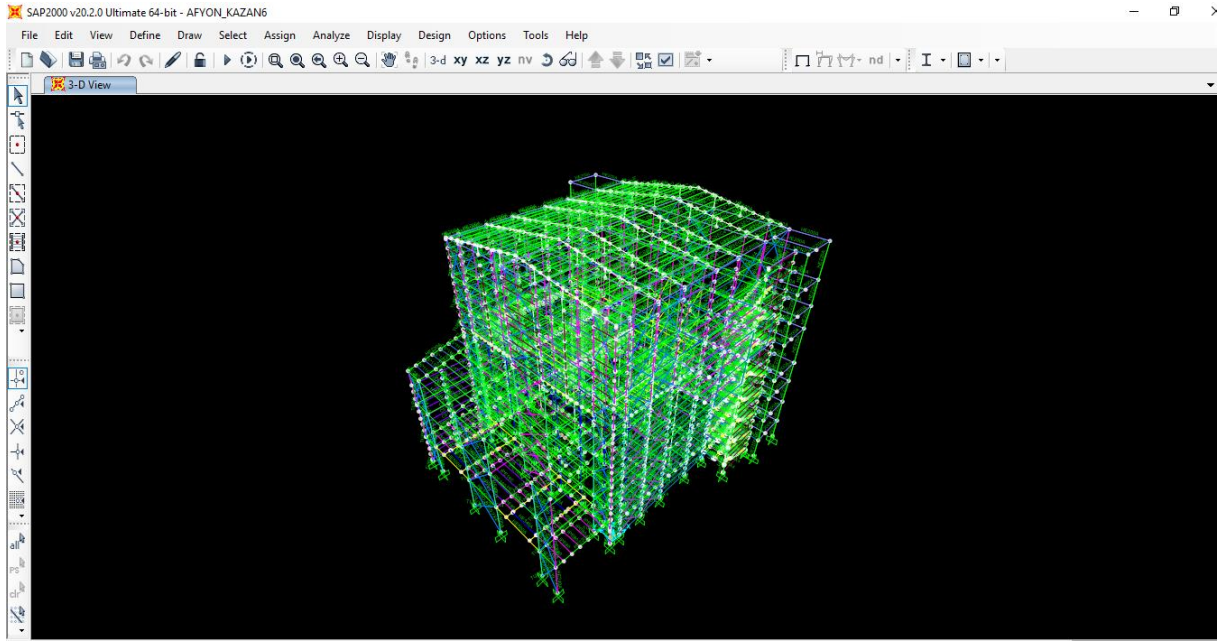
Günümüzde devamlılığını hala sürdürmekte olan afetlerden ülke olarak her türlü etkilenmekteyiz. Örneğin kıta olarak aktif bir deprem kuşağında bulunduğumuz için yapılaşma oranlarımız da git gide hızlanmaktadır. Çeşitli bölgelerde depremler yaşıyor olması yapılaşma hızında olumlu etki oluşturuyor. Bu durum da yapılaşma için alternatif yöntemler gelişmesinde etkili olmaktadır. Bu alternatif yöntemler arasında betonarme yapılarla günümüzde hayli öneme sahip olmaya başlayan çelik yapılar vardır. Çelik yapı, yapı taşıyıcı sistemindeki kolon ve kiriş elemanlarının çelik malzemesinden yapılmasıyla oluşur. Betonarmeye göre daha sünek malzeme olan çelik, günümüzde hayli öneme sahip olmaktadır.

2.MODEL YAPI

İrdelenen yapı betonarme ve çelik tasarımdan meydana gelen karma bir yapıdır. Yapı 2 kat betonarme 9 kat çelik yapıdan oluşmaktadır. Betonarme yapı STA4CAD programında tasarlanmıştır. Çelik yapı ise SAP2000 programında tasarlanmıştır. Yapı Afyonda inşa edilmiştir. Kullanılacak parametreler Afyon iline göre alınmıştır. Yapının betonarme kısmı kolon, perde ve kirişlerden oluşmaktadır. Üzerine çelik taban kesme kuvvetleri iletilecek olan kolon boyutları 70/90, perde kalınlıkları ise minimum 40cm olarak boyutlandırılmıştır. Zemin sınıfı ZC grubundadır. Zemin yatak katsayısı(ko) 2100 t/m^3 , zemin taşıma gücü(qt) $17,5 \text{ t/m}^2$ alınmıştır. İletilecek çelik yükleri betonarme kolonlara STA4CAD programında kuvvet ve moment olarak aktarılmıştır.



Şekil 2.1 Betonarme Yapı 3D



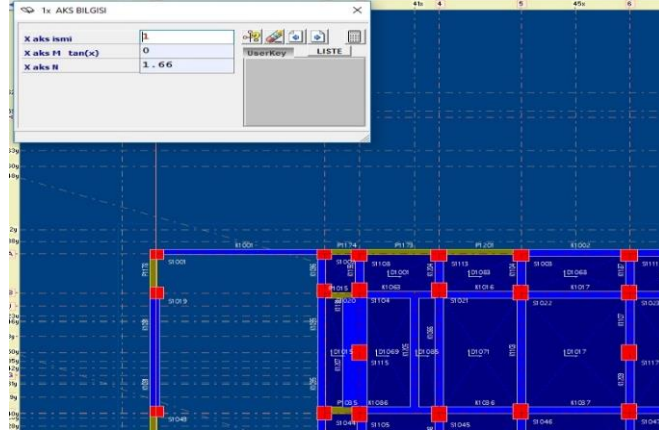
Şekil 2.2 Çelik yapı 3D

3.BETONARME YAPININ TASARIMI VE ANALİZİ

3.1. Betonarme Yapının 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Analizi

Yapının ana taşıyıcı sistemi, planda da yer alan kolon, perde ve kiriş elemanlarından oluşan bir binadır. Meydana gelen deprem kuvvetleri yapıya etkitilip, binayı oluşturan taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların kendi arasında yük aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmaktadır. Yapıda 2 tane betonarme normal kat bulunmaktadır. Kat yüksekliği 1. kat 4.50 m, 2. kat 4.00 m yüksekliğindedir. Yapıda çerçeve sistemi oluşturacak kolon ve kiriş birleşimleri yoğunlukla mevcuttur. Tipik kolon boyutları 160/45, 50/60, 30/60, 60/70, 60/40, 150/76, 80/65, 90/65, 90/60, 70/70, 60/60 ve 50/50 dir. Tipik kiriş boyutları ise 40/70, 30/80, 30/70, 50/70, 25/70 dir. Kazan ayaklarının oturacağı kiriş ebatları daha büyük olup 105/70, 85/70, 80/70, 65/70, şeklindedir. Temel 50(510m²), 30(970m²) ve 60(1265m²)cm kalınlığında radyedir. Bina sınırı dışına 1.20 m ampatmanları mevcuttur.

Tasarımları aşamaları görsellerde belirtilmiştir.



Şekil 3.1 Aks Sisteminin Oluşturulması

KAT BİLGİLERİ

Kat	Kat koordinatı	Kiris benzer	Kat aplikasyon
sembol	(m)	kat çizimi	açıklaması
1. kat	4.5	1	1. NORMAL
2. kat	8.5	2	2. NORMAL
3. kat	0	0	
4. kat	0	0	
5. kat	0	0	
6. kat	0	0	
7. kat	0	0	
8. kat	0	0	
9. kat	0	0	
10. kat	0	0	

Kisaltılmış kat ismini girin,
Z, B, B1, 1, 2 gibi

Şekil 3.2 Bina Kat Yüksekliğine Göre Programa Veri Girişi Yapılmıştır.

1. KOLON BİLGİSİ

KOLON NO	1001
Bx	cm 60
By	cm 60
Kolon tipi	1
Kolon x aksı	1x
Kolon y aksı	1y
Dx	cm -25
Dy	cm -25
Kolon acısı	0
Kolon alt kotu	m 0
Egik Kolon alt Zx	cm 0
Egik Kolon alt Zy	cm 0
Kolon uc kosulu	0
Malzeme	E1

☐ Üst kat kolon boyutlarının değişimi
☒ Alt kolon (bx,by) >= Üst kolon (bx,by)

S2001 (60/60)

Yeni Kolon : S1141

Şekil 3.3 Kolonların Ön Tasarımı

206. KIRIS BILGISI

KIRIS NO		1178
B	cm	30
D	cm	450
G	t/m	3.38
Kiris aksı/Rh		1x
Sol aks		1y
Sag aks		2y
Dxy	cm	-25
Do	cm	0
La	cm	0
Lb	cm	0
Sol kot	cm	0
Sag kot	cm	0
Malzeme		E1/B1
Tugla B/H	cm	

☒ PANEL
☒ Kiris (sol kot = sag kot)

Sol uc:S1001-Sag uc:S1019

Yeni Kiris : K1237

Şekil 3.4 Paneller Tanımlanması

1. KIRIS BILGISI

KIRIS NO		1001
B	cm	30
D	cm	70
G	t/m	0.53
Kiris aksı/Rh		1y
Sol aks		1x
Sag aks		2x
Dxy	cm	-25
Do	cm	0
La	cm	0
Lb	cm	0
Sol kot	cm	-100
Sag kot	cm	-100
Malzeme		E1/B1
Tugla B/H	cm	

☐ PANEL
☒ Kiris (sol kot = sag kot)

Sol uc:S1001-Sag uc:S1002

Yeni Kiris : K1237

Şekil 3.5 Kirişlerin Tanımlanması

243. KIRIS BILGISI

KIRIS NO		1215
B	cm	30
D	cm	60
G	t/m	1.28
Kiris aksı/Rh		52y
Sol aks		10x
Sag aks		11x
Dxy	cm	10
Do	cm	0
La	cm	0
Lb	cm	0
Sol kot	cm	80
Sag kot	cm	80
Malzeme		E1/B1
Tugla B/H	cm	19/260

☐ PANEL
☒ Kiris (sol kot = sag kot)

Sol uc:S1122-Sag uc:S1123

STA4-CAD 3D VIEW

STA4-CAD DUVAR BOSLUKLARI

Şekil 3.6 Duvar Yüklerinin Tanımlanması

PLAK NO		1001
D	cm	15
G	t/m ²	0.587
Q	t/m ²	0.3
Sol aks /Rh		38x
Sag aks /Rh		3x
Ust aks /Rh		1y
Alt aks /Rh		2y
Plak yon opsiyonu		0
Bo	cm	0
Bt	cm	0
t	cm	0
Dusey egim yonu		0
Ust Kot	cm	-100
Alt Kot	cm	-100
Malzeme		E1

UserKey

LISTE

Plak

Bo=0 Bt=0

Rsmolen

Yon=0 Yon=1 Yon=2

x1 x2 y1 y2

Rh (m)

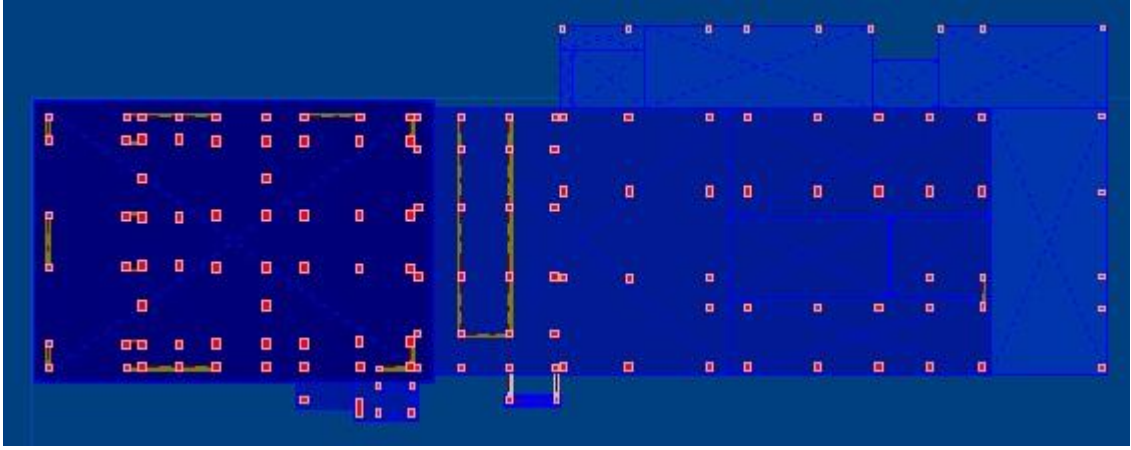
YENİ DOSEME : D1100

Plak doseme- (karo kap. oda)

Şekil 3.7 Döşeme Tanımlanması

STA4-CAD PLAK SÜREKLİLİĞİ		
PLAK SÜREKLİLİĞİ		
Yon	x, y	<- Mesnet> <= Mesnetsiz sureklilik > <+ Alt satirdan devam >
1	X	-D1005-D1006-D1007-
2	X	-D1015-D1069-D1085-D1071-D1017-D1018-D1019-
3	X	-D1021-D1022-D1023-
4	X	-D1024-D1025-D1053-
5	X	-D1027-D1030-
6	X	-D1037-D1038-D1039-
7	X	-D1040-D1070-D1086-D1072-D1041-D1042-D1043-
8	X	-D1045-D1046-D1047-
9	X	-D1048-D1049-D1051-
10	X	-D1055-D1057-

Şekil 3.8 Plak Sürekliliğinin Tanımlanması



Şekil 3.9 Temel Tasarımı

Temel tasarımı kat yüksekliği ve yükler baz alınarak radye temel olarak boyutlandırılmıştır. Bazıları talep ve kat yüksekliğinden dolayı 50(510m²), 30(970m²) ve 60(1265m²)cm olarak tasarlandı.

2. BAG KIRISI BILGISI

BAG KIRIS ISMI	BK5
B	cm 40
D	cm 40
Kiris aksi	11x
Sol aks	39y
Sag aks	52y
Dxy	cm 0
Alt kot	m - . 6
Aktif/Pasif	0

UserKey LISTE

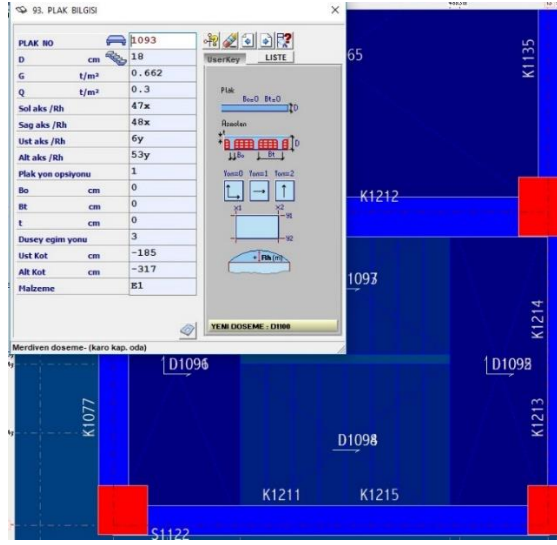
Alt kot

B

D

|sol |sag|

Şekil 3.10 Bağ Kiriş Elemanlarının Tanımlaması



Şekil 3.11 Merdiven Tasarımı

3.1.1 Malzeme Karakteristikleri :

Kullanılan malzeme türleri ve bunların karakteristik dayanımları aşağıda verilmiştir:

3.1.1.1 Beton :

C30/37 betonunun özellikleri aşağıda belirtildiği gibidir.

28 günlük karakteristik silindir mukavemeti = $f_{ck} = 3.000 \text{ kN/cm}^2$

28 günlük tasarım silindir mukavemeti = $f_{cd} = 2.00 \text{ kN/cm}^2$

Karakteristik Eksenel Çekme Mukavemeti = $f_{ctd} = 0.125 \text{ kN/cm}^2$

Elastisite Modülü = $E_c = 3300 \text{ kN/cm}^2$

Betonun Birim Hacim Ağırlığı = $\rho = 25.00 \text{ kN/m}^3$

STA4-CAD YAPI MALZEMESİ			
PLAK - ASMOLEN			
BETON	CELIK		
C30 (fck=300 kg/cm ²)	f _{yk} =4200 kg/cm ²		
ONGERMELI PREFABRIK PLAK			
BETON	CELIK		
C30 (fck=300 kg/cm ²)	Grade 250		
HAZIR NERVURLU PLAK			
BETON	CELIK		
C30 (fck=300 kg/cm ²)	f _{yk} =5000 kg/cm ²		
KIRIS - KOLON			
BETON	CELIK	ETRIYE	
C30 (fck=300 kg/cm ²)	f _{yk} =4200 kg/cm ²	f _{yk} =4200 kg/cm ²	
TEMELLER			
BETON	CELIK	ETRIYE	
C30 (fck=300 kg/cm ²)	f _{yk} =4200 kg/cm ²	f _{yk} =4200 kg/cm ²	
TUGLA DUVAR			
B1	ELASTISITE MODULU	BASINC DAYANIMI	KESME DAYANIMI
kg/cm ²	10000	10	1
KAZIKLAR			
P1	ELASTISITE MODULU	Q _p / Q _u	Qu: Toplam Kazık yuku Qp: Kazık uc noktasındaki yuk
kg/cm ²	250000	0	

Şekil 3.12 Yapı Malzemesi

3.1.1.2 Çelik :

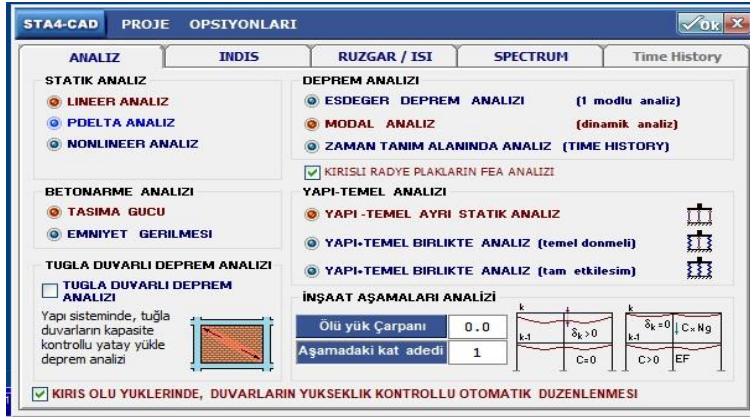
S420 (BÇ III)

Karakteristik Akma Mukavemeti = $f_{yk} = 42.00 \text{ kN/cm}^2$

Tasarım Akma Mukavemeti = $f_{yd} = 36.50 \text{ kN/cm}^2$

AFYON_KAZAN3 PROJESİ OPSİYONLARI	
PLOTTER SETUP	BETONARME OPSİYONLARI
DİZAYN STANDARDLARI	DEPREM STANDARDLARI
ANALİZ OPSİYONLARI	
NONLINEER ANALİZ	
TUM OPSİYONLARI DEPREM YONETMELİĞİNE GÖRE DÜZENLEME	
☒ 2007 TÜRKİYE DEPREM YONETMELİĞİ ☐ 1997 TÜRKİYE DEPREM YONETMELİĞİ ☐ 1975 TÜRKİYE DEPREM YONETMELİĞİ	
☐ EUROCODE - Avrupa Birliği Standardı ☐ UBC - Uniform Building Code ☐ SNIP - Rus Standardı	
GENEL DEPREM OPSİYONLARI	DEPREM ANALİZİ
DEPREM SPECTRUM OPSİYONU	TASARIM OPSİYONLARI
☐ DEPREM TASARIM İYME SPEKTRUMU ☐ DEPREM TASARIM HIZ SPEKTRUMU ☒ SPEKTRUM KUTUPHANESİ	LINEER KAPASİTE KONTROLÜ
1997, 2007 TDY SPEKTRUM EGRİSİ	MODAL ANALİZ OPSİYONU
1997, 2007 TDY SPEKTRUM EGRİSİ	☒ 3D MODAL ANALİZ ☐ DİYAGONAL KÜTLE MATRİSİ
MODAL ANALİZ OPSİYONLARI	
Modal analiz deprem kuvvetlerinin minimum esdeğer deprem kuvvetine oranı 0.8 0.8 Modal analiz minimum etkin kütle oranı 0.9 0.9 Modal analiz CQC Sonuç yüzdesi 0.05 0.05 1975 Deprem Yönetmeliğinde kullanılacak düktilite faktör 5 5	
Modal analiz kuvvetlerinin mod katkısı: %5 sonumlu CQC (Combination Quadratic Complete) ile bulunmaktadır.	
YAPI EKSANTERİSİTE OPSİYONLARI	
Deprem minimum eksantirisitesi 0.05 0.05	
TIME HISTORY OPSİYONLARI	
Newmark -Gamma	Hilber Hughes Taylor-Alpha
Newmark -Beta	İntegrasyon zaman aralığı
0.5 0.5	0.0 0.0
0.25 0.25	0.01 0.01
Eleman tasarımında, minimum Time History/Modal analiz oranı 0.8 0.8	

Şekil 3.13 Proje Opsiyonları 1

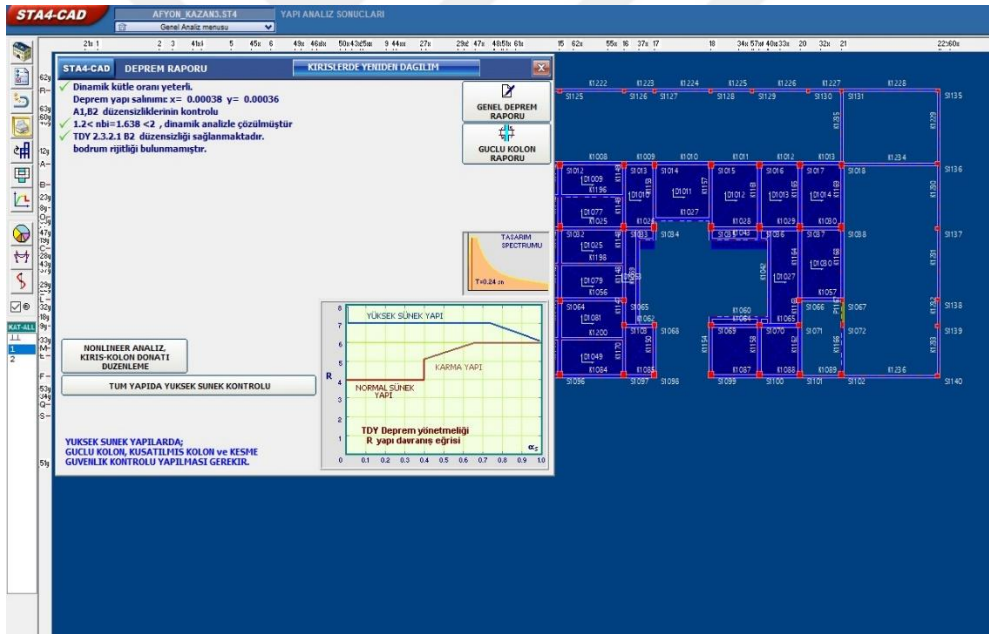


Şekil 3.14 Proje Opsiyonları 2

Beton sınıfı, yapıda kullanılacak tüm değerler projeye işlenmiştir.

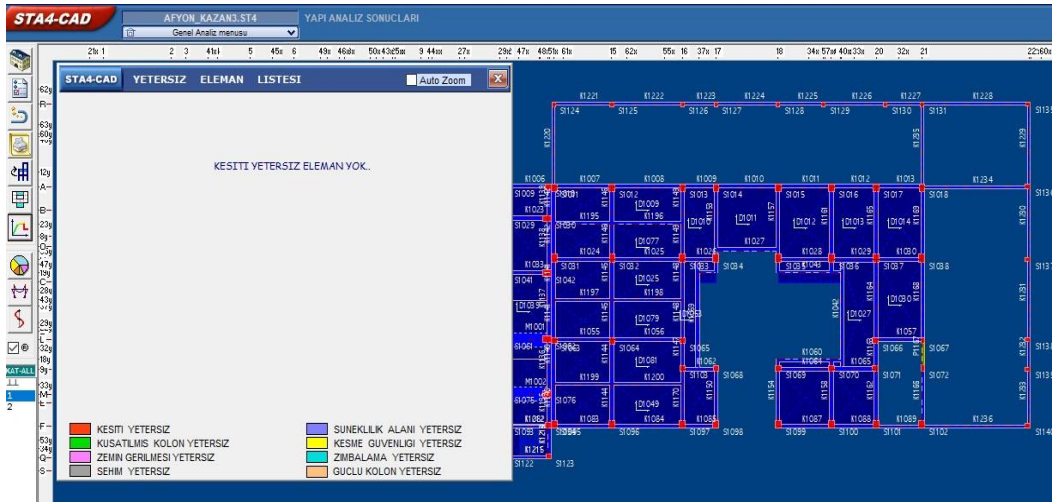
3.1.2. Yapı Analiz Sonuçları

2017 Yılında yapılan bu biokütle ve enerji santrali yapısının betonarme kısmı 2007 deprem yönetmeliğine göre yapılab analiz edilmiştir. Analiz sonuçları aşağıda belirtilmiştir.



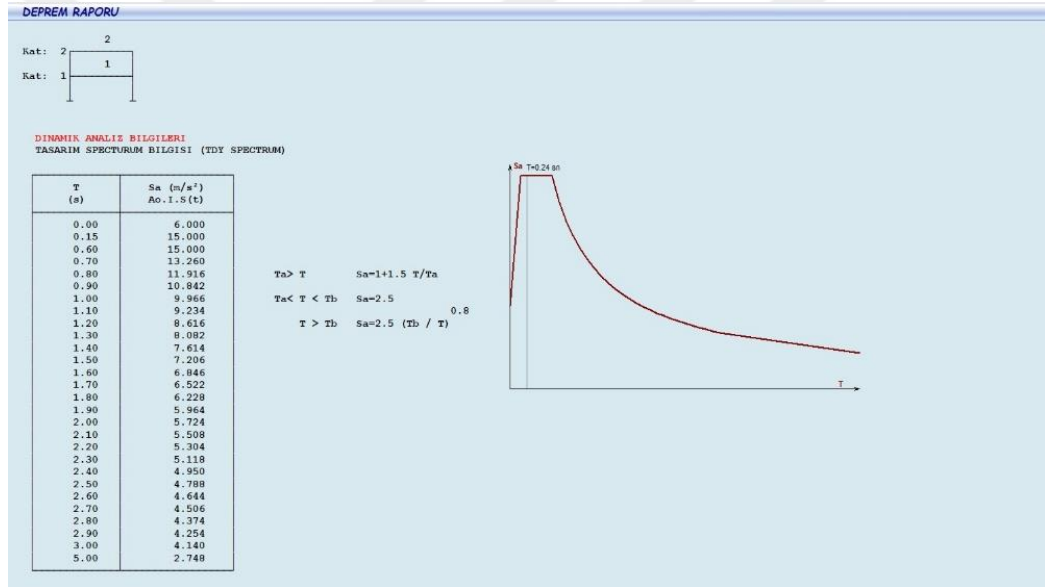
Şekil 3.15 Yapıya Ait Analiz Sonucu-1

Şekilde görüldüğü üzere yapı analizinde dinamik kütle oranı ve düzensizlik kontrolü sağlanmıştır.



Şekil 3.16 Yapıya Ait Analiz Sonucu-2

2007 deprem yönetmeliğine göre yapılan ön tasarımda kullanılan kolon, kiriş, perde ve döşeme boyutları yeterlilik sağlamıştır.



Şekil 3.17 Deprem Raporu-1

MODAL ANALİZ - YAPI PERİYOD VE VEKTÖRLERİ						
Mod w T yön	1.mod 25.75 0.2440 b	2.mod 27.00 0.2327 x	3.mod 27.85 0.2256 y	4.mod 103.83 0.0605 y	5.mod 113.79 0.0552 x	6.mod 162.37 0.0387 b
1/1x	0.00409	0.01240	0.00013	0.00457	0.05368	-0.00091
2/2x	0.01198	0.03145	0.00057	-0.00047	-0.00813	0.00025
1/1y	0.00367	-0.00176	0.01111	0.04277	-0.00410	-0.03299
2/2y	-0.00668	0.00196	0.03333	-0.00511	0.00047	0.00369
1/1b	0.00049	-0.00020	0.00011	0.00133	-0.00007	0.00184
2/2b	0.00118	-0.00045	0.00023	-0.00030	0.00004	-0.00016
Mxr%	11.063	78.968	0.023	0.103	9.843	0.001
Myr%	1.650	0.097	85.087	8.038	0.076	5.052
Mbr%	76.815	11.299	3.122	0.716	0.006	8.041
						Σ=100.00 Σ=100.00

$$Mr = \sum (m_i \cdot \phi_{xir}^2 + m_i \cdot \phi_{yir}^2 + m_{6i} \cdot \phi_{6ir}^2)$$
$$Mxr = \sum [(\sum m \cdot \phi)^2 / Mr] = 100.00 > 100.00$$
$$Myr = \sum [(\sum m \cdot \phi)^2 / Mr] = 100.00 > 100.00$$

Dinamik kütle oranı yeterli. ✓
Dinamik kütle oranı yeterli. ✓

YAPI BURULMA KÜTLE ATALET MOMENTİ J_{mass}=(I_x+I_y)/A

Kat	A (m²)	I _x (m4)	I _y (m4)	Z _g (m)	Y _g (m)	J _{mass} (m²)
2	1663.56	92607.94	1038153.72	45.39	13.86	679.72
1	1684.65	90117.09	855201.03	45.96	13.62	561.14

KAT KÜTLESİ ve RİJİTLİK MERKEZİ (t)

Kat (dyf)	H (m)	W _g	W _q	n	R R _x /R _y	Z _g (m)	Z _r (m)	Y _g (m)	Y _r (m)	Σ W _k
2	8.50	7884.21	566.58	0.80	7	34.43	35.62	13.84	12.96	8337.468
1	4.50	2845.17	509.91	0.80	7	45.03	34.36	13.47	13.75	3253.102

W_t = 11590.571

Şekil 3.18 Deprem Raporu-2

EŞDEĞER DEPREM FORMÜLÜ

$$F_{di} = (V_t - F_t) \cdot \frac{W_i \cdot H_i}{\sum W_i \cdot H_i}$$

DEPREM KUVVETİ (t)

Deprem tepe yükü $F_{tx} = 37.26$ $F_{ty} = 37.26$ (t)

X YÖNÜ

Y YÖNÜ

Kat no	Modal Analiz	Eşdeğer dep.yön.	Deprem yükü	Kat tipi	Modal Analiz	Eşdeğer dep.yön.	Deprem yükü	Kat tipi
2	914.553	2054.405	1938.372	UST KAT	915.412	2054.405	1985.934	UST KAT
1	140.107	429.289	296.952	UST KAT	114.956	429.289	249.390	UST KAT
Σ	1054.660	2483.694	2235.324	GENEL	1030.368	2483.694	2235.324	GENEL

$V_{tx} = W \cdot A(t) / R_a(t) > 0,10 \cdot A_o \cdot I \cdot W$
 $2483.69 > 695.43$
 $V_{ty} = W \cdot A(t) / R_a(t) > 0,10 \cdot A_o \cdot I \cdot W$
 $2483.69 > 695.43$
 X Deprem kontrol: $0,90 \times 2483.694 = 2235.324 > 1054.660 >>> 2235.324$
 Y Deprem kontrol: $0,90 \times 2483.694 = 2235.324 > 1030.368 >>> 2235.324$

Rüzgar kuvvetleri (t)

Kat no	X-yönü F	X-yönü ey m	Y-yönü F	Y-yönü ex m
2	10.810	45.660	33.792	15.861
1	9.801	51.410	26.865	11.786

KOLON DIŞ YATAY YÜKLERİ

KOLON YATAY DIŞ YÜK TOPLAMI (ÖLÜ YÜK) : $X = -218.92$ $Y = 97.88$

Kat Deprem deplasmanları

Kat no	9. yükleme		10. yükleme		11. yükleme		12. yükleme	
	δx (m)	θz (rad)	δx (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)
2	0.0032276	0.0000114	0.0032283	-0.000003	-0.003093	-0.000019	-0.003093	0.0000260
1	0.0012518	0.0000034	0.0012517	-0.000002	-0.000911	-0.000009	-0.000921	0.0000097

Deprem yapı salınımı: $x = 0.00038$ $y = 0.00036$

DEPREM PERDELERİ TABAN KESME KONTROLÜ

Kat deprem yük ve momenti (tm)

Kat	H (m)	Fx	Fx . H	H (m)	Fy	Fy . H	
2	8.50	1938.37	16476.16	8.50	1985.93	16880.44	
1	4.50	296.95	1336.29	4.50	249.39	1122.26	
		2235.32	17812.45			2235.32	18002.70

Şekil 3.19 Deprem Raporu-3

Perde taban kesme kuvveti (t)		
Perde	V _x	V _y
P1003	367.44	-
P1015	46.32	-
P1035	48.22	-
P1046	47.05	-
P1068	163.11	-
P1071	50.31	-
P1126	-	191.81
P1127	-	273.06
P1128	-	192.74
P1129	-	56.88
P1131	-	201.09
P1132	-	285.03
P1133	-	201.07
P1134	-	59.38
P1167	-	36.64
P1173	23.33	-
P1174	39.63	-
P1176	38.41	-
P1177	122.70	-
P1178	-	5.55
P1179	-	24.76
P1180	-	5.35
P1181	-	54.66
P1183	-	62.97
P1184	216.38	-
P1201	194.01	-
P1202	227.32	-
TOPLAM	1584.25	1651.00

Perde taban kesme kuvveti oranı :
Z yönü $\alpha_s = 1584.25 / 2235.32 = 0.71$
Y yönü $\alpha_s = 1651 / 2235.32 = 0.74$

Tüskele Sinek Yapılarda; R=7 olmalıdır. R=7.0 alınmıştır.
Normal Sinek Katma Yapı için $\alpha_s = 0.71 > 0.67$, R=6 alınabilir.

DEPREM PERDELERİ KESME KUVVETİNİN, TOPLAM KAT KESME KUVVETİNE ORANI $\alpha = V_p / \Sigma V_s$

Kat	V _{px}	ΣV_{sx}	α_x	V _{py}	ΣV_{sy}	α_y
1	1584.25	2235.32	0.709	1651.00	2235.32	0.739

Sadece yapı boyunca olan deprem perdelerinin kesme kuvveti alınmıştır.

Perdelerin tüm üst yapıdaki kesme katılım oranı: Yapıdaki perdelerin kesme kuvvetinin, toplam kolon ve perdelerin kesme kuvvetine oranı
Yapı boyunca gitmeyen perdeli düzensiz yapılarda bu değerler alınabilir.
Z yönü $\alpha = \Sigma V_p / (\Sigma V_c + \Sigma V_p) = 0.50$
Y yönü $\alpha = \Sigma V_p / (\Sigma V_c + \Sigma V_p) = 0.48$

Şekil 3.20 Deprem Raporu-4

DEPREMDE YAPI DÜZENSİZLİKLERİNİN KONTROLU

A1,B2 düzensizliklerinin kontrolü

max(di/hi)=0.02

1. kat Δx düst = 0.0012518 + 0.0000034 $\times$ (-6.41 - 13.75)=0.0011822 (S1135)

1. kat Δx dalt = 0.0012518 + 0.0000034 $\times$ (29.74 - 13.75)=0.0013069 (S1121)

2. kat Δx düst = 0.0032276 + 0.0000114 $\times$ (1.79 - 12.96) - 0.0012105 = 0.0018902 (P2003)

2. kat Δx dalt = 0.0032276 + 0.0000114 $\times$ (29.74 - 12.96) - 0.0013069 = 0.0021113 (S2121)

X YONU (+%5)

Kat	ΔX düst (m)	ΔX dalt (m)	ΔX ort	nbi	nki	R· $\Delta x/h$	θ_i	kat tipi
2	0.0018902	0.0021113	0.0020007	1.06	0.00	0.00369	0.00215	Normal kat
1	0.0011822	0.0013069	0.0012446	1.05	0.47	0.00180	0.00121	Normal kat

X YONU (-%5)

Kat	ΔX düst (m)	ΔX dalt (m)	ΔX ort	nbi	nki	R· $\Delta x/h$	θ_i	kat tipi
2	0.0019785	0.0019682	0.0019733	1.00	0.00	0.00346	0.00212	Normal kat
1	0.0013068	0.0012080	0.0012574	1.04	0.48	0.00199	0.00122	Normal kat

Y YONU (+%5)

Kat	ΔY dsol (m)	ΔY dsağ (m)	ΔY ort	nbi	nki	R· $\Delta y/h$	θ_i	kat tipi
2	0.0018310	0.0027118	0.0022714	1.19	0.00	0.00475	0.00239	Normal kat
1	0.0006048	0.0015355	0.0010702	1.43	0.57	0.00234	0.00122	Normal kat

Y YONU (-%5)

Kat	ΔY dsol (m)	ΔY dsağ (m)	ΔY ort	nbi	nki	R· $\Delta y/h$	θ_i	kat tipi
2	0.0027366	0.0013045	0.0020206	1.35	0.00	0.00479	0.00212	Normal kat
1	0.0012392	0.0002736	0.0007564	1.64	0.39	0.00193	0.00086	Normal kat

TDY 2.3.2.1 A1 burulma düzensizliği:
1.2< nbi=1.638 <2 , dinamik analizle çözülmüştür ✓
TDY 2.3.2.1 B2 düzensizliği sağlanmaktadır. ✓
TDY 2.19 koşulu sağlanmaktadır. .0048 < .02 ✓
TDY 2.20 koşulu sağlanmaktadır. max θ_i =0.02 < 0.12 ✓

B1-Düşey doğrultudaki düzensizliklerinin kontrolü

Kat	A _w	A _{gx}	A _{gy}	A _{kx}	A _{ky}	ΣA_{ex}	ΣA_{ey}	ncix	nciy	AÇIKLAMA
2	57.55	7.21	3.83	28.84	14.01	69.09	63.48	1.00	1.00	üst kat ✓
1	60.79	8.17	14.65	0.00	0.00	68.96	75.44	1.00	1.19	Düzenli ✓

Şekil 3.21 Deprem Raporu-5

$Ba=Bax+0.3 \times Bay$, $Ba=0.3 \times Bax+Bay$:
 Kirişlerde, Kolonlarda; ($Ba=Bax+0.3 \times Bay$, $Ba=0.3 \times Bax+Bay$) düzeltilmesi yapılmıştır.
 Örnek: S1001 kolonu;
 $Mx=-0.73+0.12+6.48+0.3 \times 0.71=6.09$
 $My=0.43+0.04+7.21+0.3 \times 0.76=7.91$

Deprem yüklerinin tümünün perdeler tarafından taşınması kontrolü (Tünel kalıp için)
 Yapıda Perde oranı kontrolü $Vt/Ag < 0.5 \cdot f_{ctd}=63.51 \text{ (t/m}^2\text{)}$

Kat	Ap	Agx		Agy		Vtx	Vty	Vtx/Agx	Vty/Agy
		Perde	Başlık	Perde	Başlık				
2	1663.56	7.21	9.14	3.83	4.15	1938.37	1985.93	118.52 ×	248.94 ×
1	1684.65	8.17	10.35	14.65	7.15	2235.32	2235.32	120.67 ×	102.54 ×
	3348.20	0.00		0.00					

$\sum Ag / \sum Ap = 0.0 / 3348.2 = 0.00000 < 0.002 \times$
 (TDY 3.14) koşulu sağlanmadığı için, Perde gövde pirsantajı en az 0.0025 alınmalıdır. $b_w \geq 20 \text{ cm}$, $h/15$

BODRUM PERDESİ KONTROLÜ
 bodrum rijitliği bulunmamıştır.

Şekil 3.22 Deprem Raporu-6

Şekil 3.- deprem raporlarında ayrıntılı bir şekilde analiz sonuçları belirtilmektedir.

Modal analiz : Etkitilecek kuvvet, ivme değerinin yaklaşık olarak sıfır kabul edilip yavaşça uygulanır. Dinamik analiz ise ivme değerinin dikkate alındığı analiz çeşitidir. Bu analizlerle herhangi bir veri girişi sonucu sistemin buna vermiş olduğu cevap ile arasındaki denklemi bizlere gösterir.

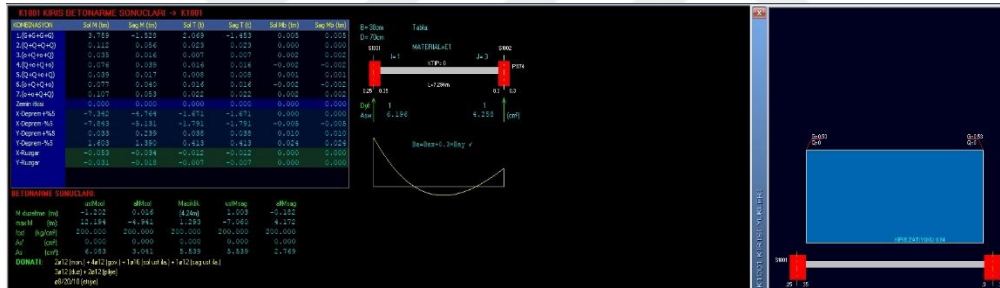
Tüm bunların tersine, bir yapının vermiş olduğu cevapların limitlerinin detaylı bir şekilde incelenmesini ise modal analiz sağlar. Örneğin, belirli bir girdi için sistem yanıtının sınırları ne olur maksimum yer değiştirme ne zaman ve ne kadardır sorularına genel bir cevap verir.

Tüm nesneler doğal bir şekilde titreşebileceği olağan frekansa sahiptir. Bu frekans minimum şekilde enerji transferine izin verebilir. Frekans rezonans frekansına doğru yaklaştıkça, sistemin cevabının genliği asimptotik olarak sonsuza yükselir. Diğer bir deyişle, modal analiz ile genliğin sonsuza gittiği frekans hesaplanır.

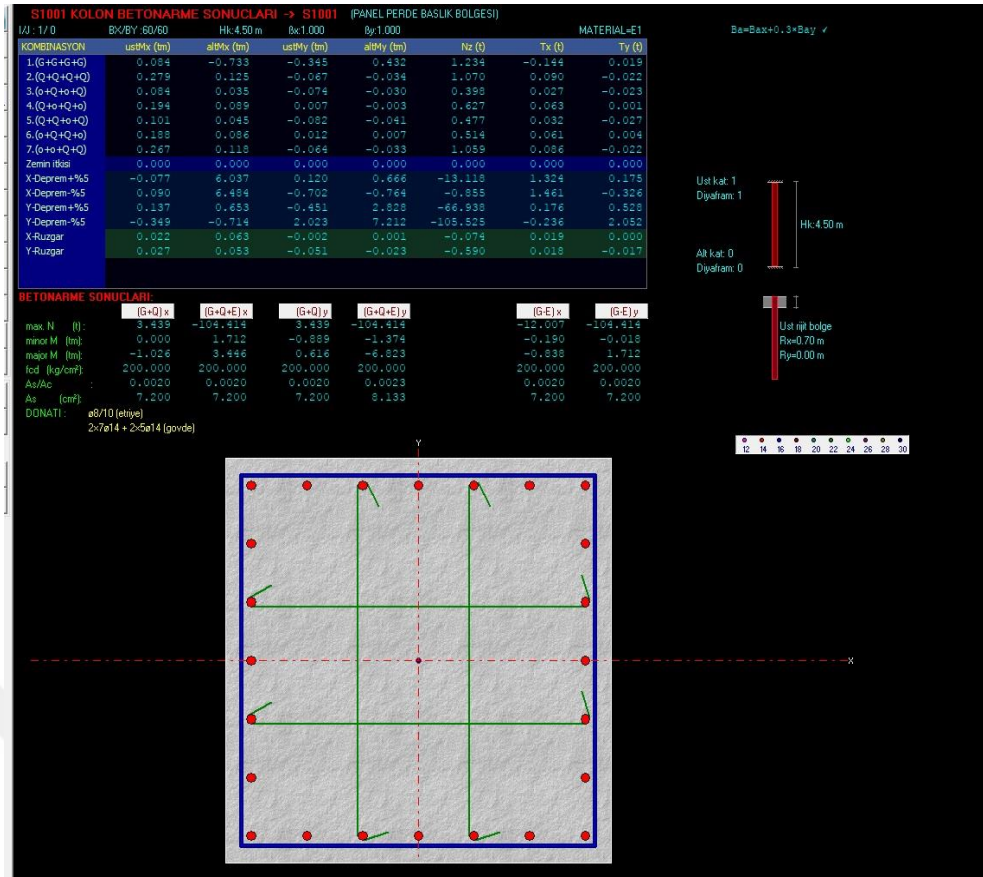
Bizim yapımızda modal analiz ile çözümlenmiş sonuçlar raporda belirtilmiştir.



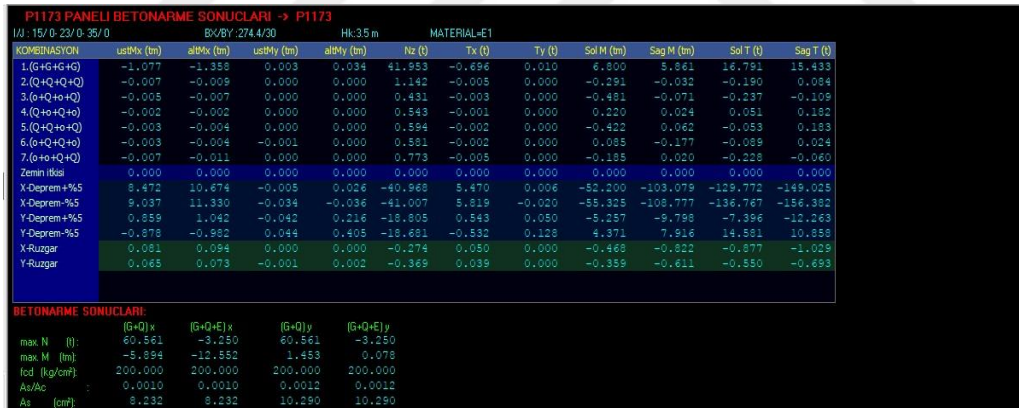
Şekil 3.23 Döşemelere Gelen Moment Ve Kullanılan Donatılar



Şekil 3.24 Kirişlere Gelen Moment Ve Kullanılan Donatılar



Şekil 3.25 Kolonlara Gelen Moment Ve Kullanılan Donatılar



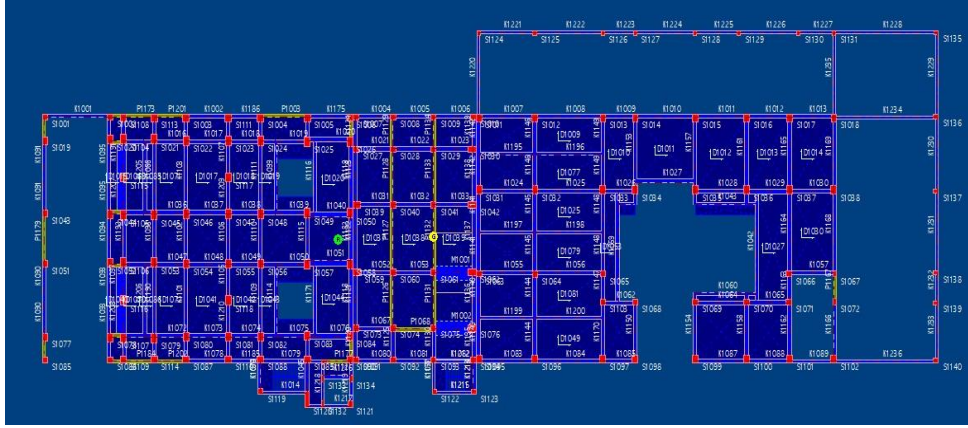
Şekil 3.26 Panellere Gelen Moment Ve Kullanılan Donatılar

METRAJ			
AFYON KAZAN3.ST4 YAPISI BETON/KALIP METRAJ'I			
Kat	Beton m³	Kalip m²	Armolen m³
TEBEL	3.27	6.65	
1.kat Döşeme	245.52	1395.81	0.00
1.kat Kiriş	240.60	1382.26	
1.kat Kolon	361.99	2090.42	
1.kat Toplam	848.11	4868.50	0.00
2.kat Döşeme	237.68	1336.60	0.00
2.kat Kiriş	274.13	1414.14	
2.kat Kolon	281.66	1544.45	
2.kat Toplam	793.48	4295.19	0.00

AFYON KAZAN3.ST4 YAPISI DUVAR METRAJ'I (m²)		
Kat no	19 cm	Sıva alanı
Zemin kat	0.00	2965.73
1.kat	669.23	4039.86
2.kat	6.92	13.84

AFYON KAZAN3.ST4 YAPISI DONATI METRAJ'I														
Kat no	#6 kg	#8 kg	#10 kg	#12 kg	#14 kg	#16 kg	#18 kg	#20 kg	#22 kg	#24 kg	#26 kg	#28 kg	#30 kg	TOPLAM kg
TEBEL	0.0	73.0	0.0	40.1	183.1	0.0	0.0	0.0	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	310.8
1.kat Döşeme	483.5	10125.9	879.0	91.0	115.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11694.7
1.kat Kiriş	0.0	7112.5	55.9	12864.8	1174.3	2495.8	1024.1	726.2	352.8	216.2	297.9	343.3	257.1	26920.8
1.kat Kolon	0.0	14687.8	4228.5	3101.3	10982.9	5109.9	1791.7	8612.3	663.8	0.0	0.0	0.0	0.0	49178.3
1.kat Toplamı	483.5	31926.2	5163.5	16057.1	12272.5	7605.7	2815.8	9338.5	1016.6	216.2	297.9	343.3	257.1	87793.8
2.kat Döşeme	821.8	9106.7	851.0	125.5	94.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10999.5
2.kat Kiriş	0.0	8612.1	168.3	11999.2	2598.1	3207.2	1709.4	1012.8	830.2	330.0	728.9	1335.4	180.8	32712.4
2.kat Kolon	0.0	13135.5	2031.4	1753.8	9520.9	3959.9	773.1	8025.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39200.3
2.kat Toplamı	821.8	30854.2	3050.8	13878.4	12213.5	7167.1	2482.6	9038.4	830.2	330.0	728.9	1335.4	180.8	82912.2
TOPLAM	1305.3	62850.4	8214.3	29975.6	24669.1	14772.8	5298.3	18376.9	1861.4	546.2	1026.8	1678.8	437.9	171016.8

Şekil 3.27 Yapıda Toplamda Bulunan Demir, Beton Metrajı



Şekil 3.28 Rijitlik Ve Ağırlık Merkezinin Çakışma Durumu

Kütle ve rijitlik merkezi çakışması önemlidir. Kütle ve rijitlik merkezleri üst üste gelmediği zaman yapıda burulma momenti meydana gelir. İstenmeyen durum olarak bilinen yapının rijitlik merkezi etrafında dönme oluşur. Bu durumun giderilmesi için kolon ya da perdelerin yön ve boyutları ile ilgili değişiklik yapılır. Kütle rijitlik merkezleri çakıştırılmaya özen gösterilir. İki merkez arasındaki mesafe = dış merkezlik yapının kaçıklığa paralel kenarının %10'unu aşmamalıdır.

STA4-CAD YAPI YORUMU					
A-STATİK YORUM					
Yapi Perde oranı: $\alpha_x=0.71$, $\alpha_y=0.74$					
Kiriş ortalama (M _{gqe} /M _{gq}) $x=1.027$ (M _{gqe} /M _{gq}) $y=1.08$					
X yönü kirişleri, daha etkin olan düşey yüke göre tasarlanmıştır. ✓					
Y yönü kirişleri, daha etkin olan düşey yüke göre tasarlanmıştır. ✓					
Kiriş ortalama donatı oranı (ρ/ρ_{min}) $x=0.857$ (ρ/ρ_{min}) $y=0.92$					
Toplam yapı alanı=3348.2m ² , Toplam yapı yükü=11805.9 (t)					
Ortalama birim yük=3.526 (t/m ²) Yüklerinizi gözden geçirin.					
Yapı statik analizi; [K].[D]+[P]=0, [K]:Rijitlik matrisi, [D]: deplasman, [P]:yük matrisi					
[P]=0 olduğunda, [D]=0 olur. Yani statik analizde, yapı rijitliği kadar yüklerde önemlidir.					
Eleman boyutlarına gösterdiğiniz dikkati, yüklerde gösterin.					
B-SÜNEKLİLİK YORUMU					
Zımbalama, kuşatılmış kolon, kesme güvenlik, güçlü kolon kontrolleri yeterlidir					
C-STABİLİTE YORUMU					
Maksimum 2. mertebe etkisi:					
$\theta_x=0.0033 < 0.05$ X yönü kat tutuludur. ✓					
$\theta_y=0.0034 < 0.05$ Y yönü kat tutuludur. ✓					
Yatay rijitliğiniz stabilite için yeterlidir. ✓					
D-EKONOMİ YORUMU					
266 adet kolon ortalama donatı oranı=0.0106 (ρ/ρ_{min})=1.059					
44 adet perde ortalama donatı oranı=0.0034 (ρ/ρ_{min})=0.677					
486 adet kiriş ortalama donatı oranı=0.0031 (ρ/ρ_{min})=0.89					
Kolonlarınız Perdeleriniz Kirişleriniz beklenen donatı yüzdesinin altındadır. ✓					
E-TEMEL VE ZEMİN YORUMU					
Temel alanı= 3019.2m ² Toplam temel gelen yük =15744 (t)					
Efektif zemin gerilmesi $G_{zef}= 15744 / 3019.2 = 5.21$ (t/m ²)					
Efektif zemin gerilmesi, yeterli görünmektedir.					
KOLON VE PERDE ALAN ORANI (m²)					
Kat (Diyafram)	Kat alanı Ak	Kolon Alanı, %Ac/Ak	Perde alanı, %Ap/Ak		
1 (1)	1684.65	43.29	40.32		
2 (2)	1663.56	44.26	24.33		
Toplam	3348.20	87.55	64.65		

Şekil 3.29 Yapı Yorumu

Yukarıda belirtilen ebatlar ve analiz sonuçları baz alınarak 2007 deprem yönetmeliğine göre tasarlanmış yapı inşa edilmiştir. Aynı yapı 2019 yılında tekrar yapılması gündeme gelmiştir. Yönetmelik değişiklikleri dikkate alınarak aynı ebatlarla tekrar modelleme ve analiz yapılarak hem yönetmelik farklılıkları hem de yeni yapı donatı ve ebat farklılıkları bir sonraki bölümde incelenecektir.

3.2 Betonarme Yapının 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre Tasarımı Ve Analizi

3.2.1 2007 Deprem Yönetmeliği Ve 2018 Deprem Yönetmeliği Arasındaki Farklılıklar

Yapı ilk olarak 2017 yılında yapıldığı için yürürlükte bulunan 2007 deprem yönetmeliğine göre analiz edilmiştir. Daha sonra 2019 yılında yapılacak diğer binada yönetmelik değişimi meydana gelmiştir. 2018 Tbdy 01.01.2018 tarihinde yürürlüğe girdiğinden dolayı analizlerde değişiklikler oluşmuştur. Bu değişiklikler Ek-2' de açıklanmıştır.

3.2.2. 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre Spektrumlar

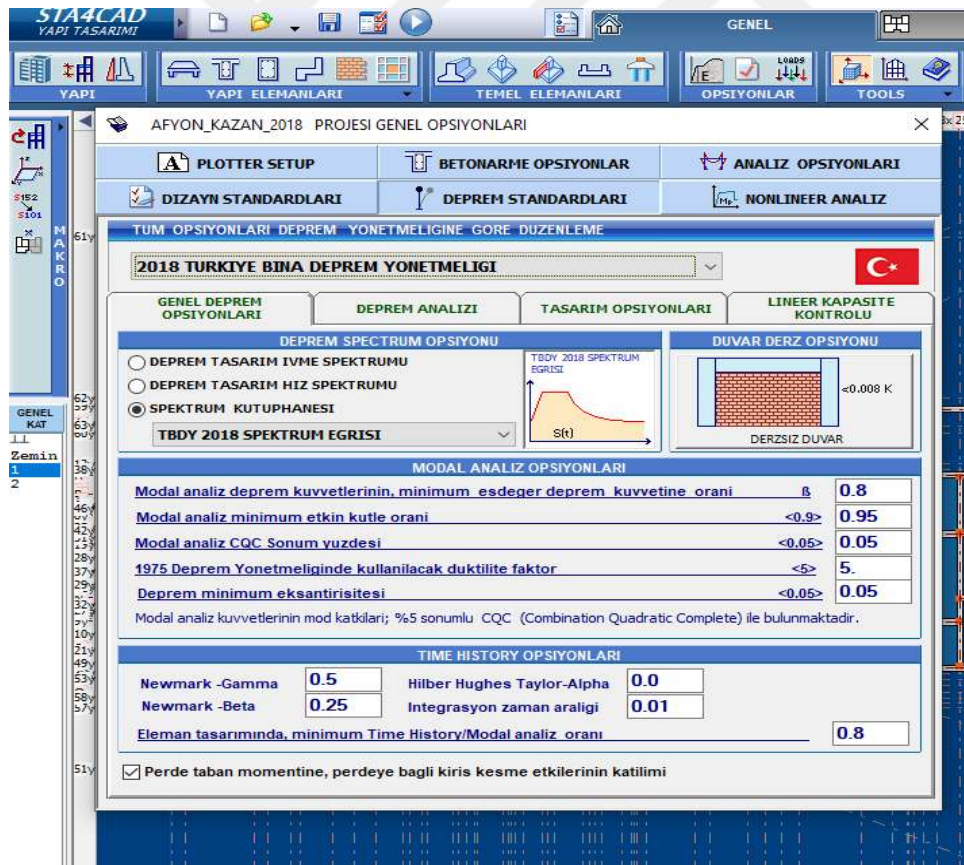
Lineer analizde genellikle kullanılan analiz yöntemi spektral analiz yöntemidir. 2018 deprem yönetmeliğinde sismik tehlike analizleri elastik tasarım spektrumunun elde edilebilmesi için kullanılmış olup 2007 yönetmeliğine göre her enlem ve boylamda noktasal olarak ivme değeri bulunmaktadır.

3.2.3 Tbdy 2018 Zemin Sınıflarının İrdelenmesi

2018 Tbdy ile yeni eklenen deprem tehlikeleri haritası, her enlem ve boylamda bulunan tüm noktaların periyot değerleri bulunmaktadır. İncelenen yapı ZD zemin sınıfında ve il olarak da Afyonda bulunduğu için buranın ivme katsayısı(S_s , S_1 , F_s , F_1) ve periyot değerleri(T_a , T_b) deprem tehlike haritasından raporlanarak alınmıştır. Yapının deprem tasarım sınıfı (DTS), bina yükseklik sınıfı (BYS), bina kullanım sınıfı (BKS), Bina önem katsayısı (I) değerleri raporda verilmiştir. Tablo 3.3'te yapının 2018 Tbdy'e göre hangi analizlerin ve tasarım yaklaşımları yapılacağı belirtilmiştir. Bina öncelikle DD2 deprem yer hareketine göre tasarım yapıp, DD1 ve DD3 'e göre de nonlinear analiz yapılacağı tablo 3.3 bakıldığında anlaşılmaktadır. EK-3 de detaylı bir şekilde belirtilmiştir.

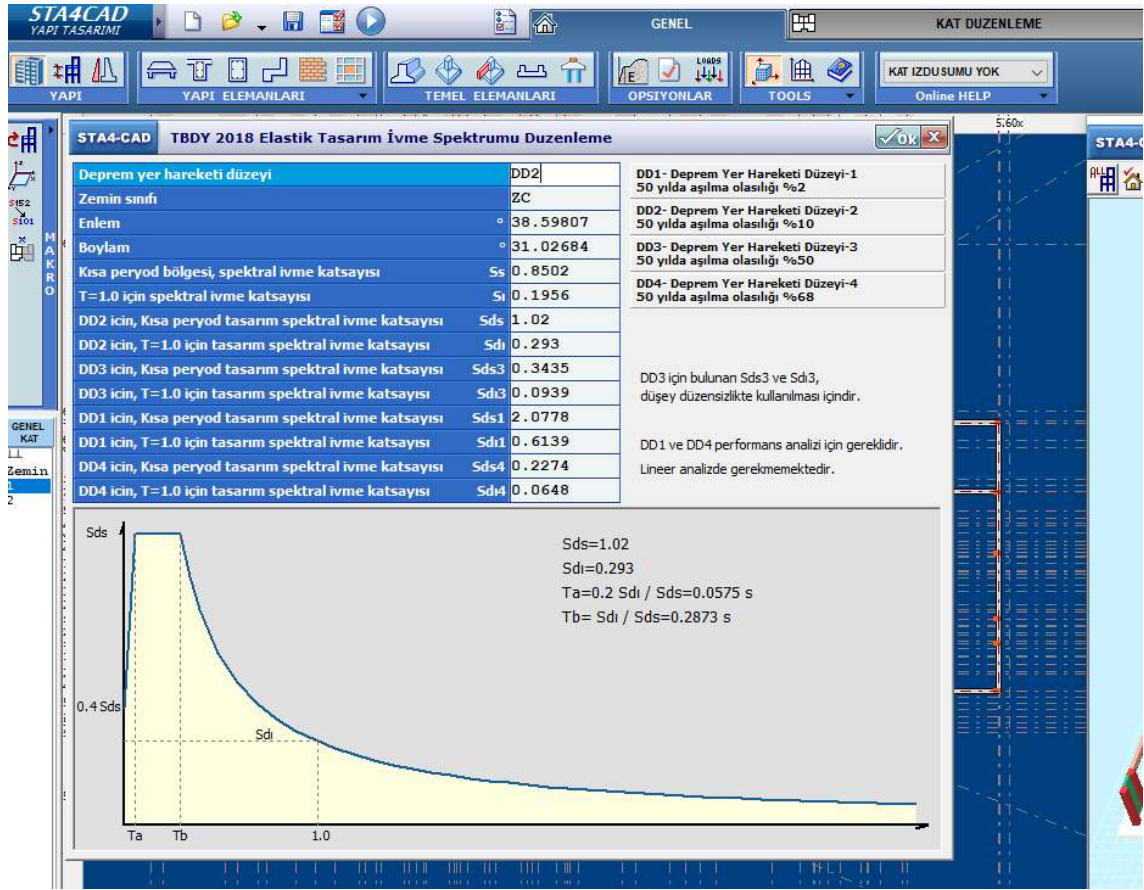
3.2.4. Betonarme Yapının Analizi

Yapı için verilerin zemin etüd raporunda da yer alan değerler (zemin sınıfına göre) yönetmelikten de yapının dahil olduğu sınıfların (S_{ds} , DTS, BKS değerleri) tayin edilmesi EK-4 te belirtilmiştir. Aşağıdaki görsellerde belirlenen değerler programda ilgili yerlerde opsiyon olarak seçilmiştir.

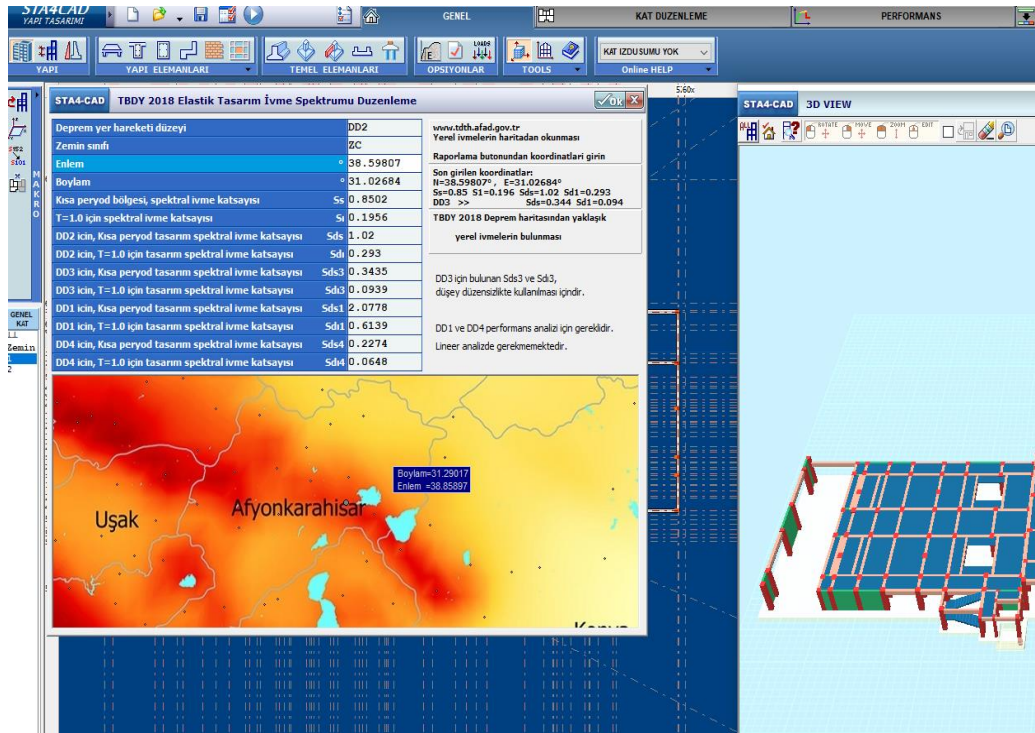


Şekil 3.30 Proje Genel Opsiyonları

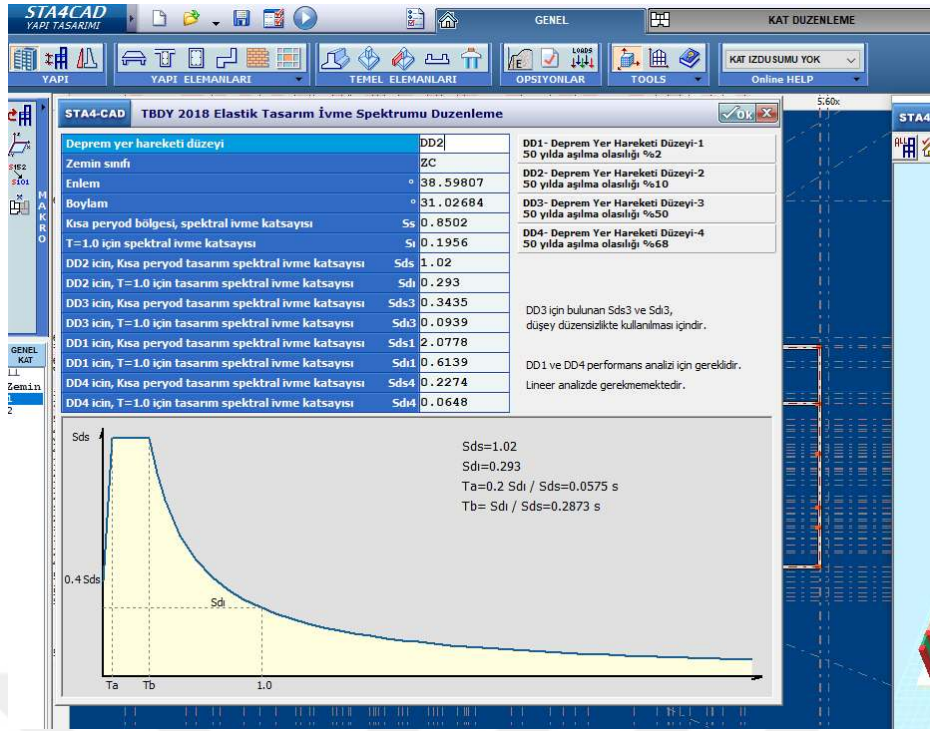
İlk olarak yapımız için 2018 deprem yönetmeliğini seçiyoruz.



Şekil 3.31 DD2 Ön Tasarım İçin Seçilmiştir.



Şekil 3.32 Yapının Bulunduğu Bölge Haritadan Seçilmiştir.



Şekil 3.33 Elastik Tasarım İvme Spektrumu Düzenlenmiştir

YAPI GENEL BİLGİLERİ

Yapı Proje İsmi	Afyon Eber Bes
Kat Sayısı	2
Spektral ivme Katsayısı	S_{ds}/S_{d1} 1.02/0.293
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R_x/R_y 7
Dayanım Fazlalığı Katsayısı	D 2.5
Deprem Yapı Önem Katsayısı	I 1.5
Hareketli Yük Katsayısı	n 0.8
Deprem Yüğü Alt Yüksekliği	H_x/H_y (m) 0
Zemin Yatak Katsayısı	K_0 (t/m^3) 2100
Zemin Taşıma Gücü Gerilmesi	q_t (t/m^2) 17.5
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	C_z 0
Deprem Yüğü Eksantrisitesi	0.05
Modal Analiz Min. Yük Oranı	β 0.9
Üst Kat no (TDY için)	1
Aplikasyon Kot Farkı	(m) 0

YS. CERCEVE + YS. PERDE

Yeni Yapi Projesi DEPREM STANDARDI: TBDY2018 TASARIM STANDARDI: TS500t

UserKey

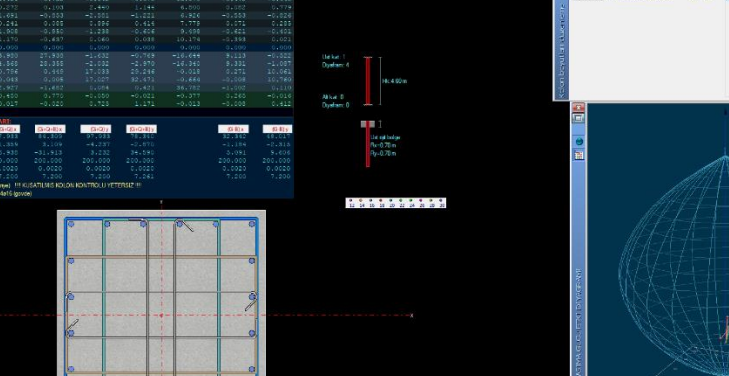
TBDY 2018 - YEREL İVME DEĞERLERİNİN BULUNMASI

Deprem tasarım sınıfı DTS = 1a
Bina yükseklik sınıfı BYS = 8
Bina kullanım sınıfı BKS = 1

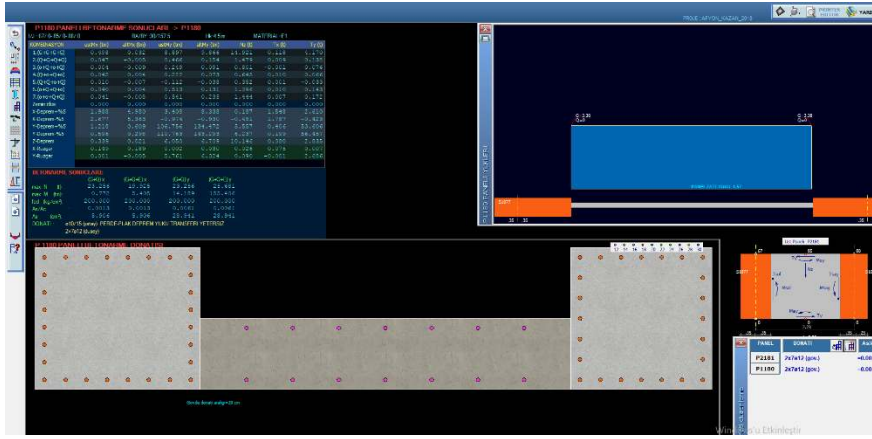
DD2 - Normal Performans Hedefi : KH
Değerlendirme/Tasarım : DGT

KH : Kontrollü Hasar
DGT : Dayanıma Göre Tasarım

Şekil 3.34 Yapı Genel Bilgileri Yeni Yönetmeliğe Göre Ayarlanmıştır.



27

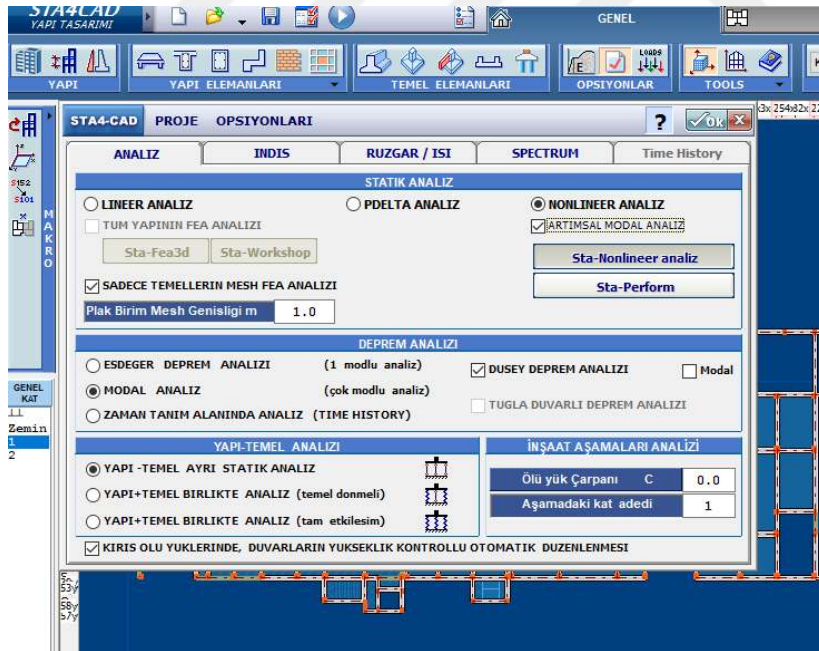


Şekil 3.39 Perde Plak Deprem Yükü Transfer Yetersizliği Detaylı Görünümü

Perde plak deprem yükü transferi yetersizliği yönetmelikte şekil 7.15'te detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bu eksikliği gidermek için ya döşeme kalınlığı artırılmalı ya da daha da rijitlik oluşturmak için perdeyi kalın kirişler ile bağlayarak yük transferini tamamlanmalıdır.

3.2.6. Nonlinear Analiz

BES (biokütle ve enerji santrali) yapıları için nonlinear analiz yapılması gerektiği, yapının bulunduğu yükseklik grubu ve deprem tasarım sınıfına bakılarak yönetmelik tablo 3.3.a da ve EK-4 te gösterilmektedir.



Şekil 3.40 Nonlinear Analiz

Mühendislikte yapı malzemelerinin lineer esnek olduğu kabul edilir. Lineer esnek, malzeme ne kadar sıkıştırılırsa o kadar kısalır anlamına gelir. Örneğin 1 m 'lik çelik çubuğa çekme kuvveti uygulandığı zaman çubuğun boyu uzayacaktır, bu uzama örneğin 5 tonda 0.5 cm ise 10 tonda 1 cm şeklinde olur. Lineer analiz yöntemlerinde bu kural baz alınır ve buna göre hesaplar yapılmaktadır.

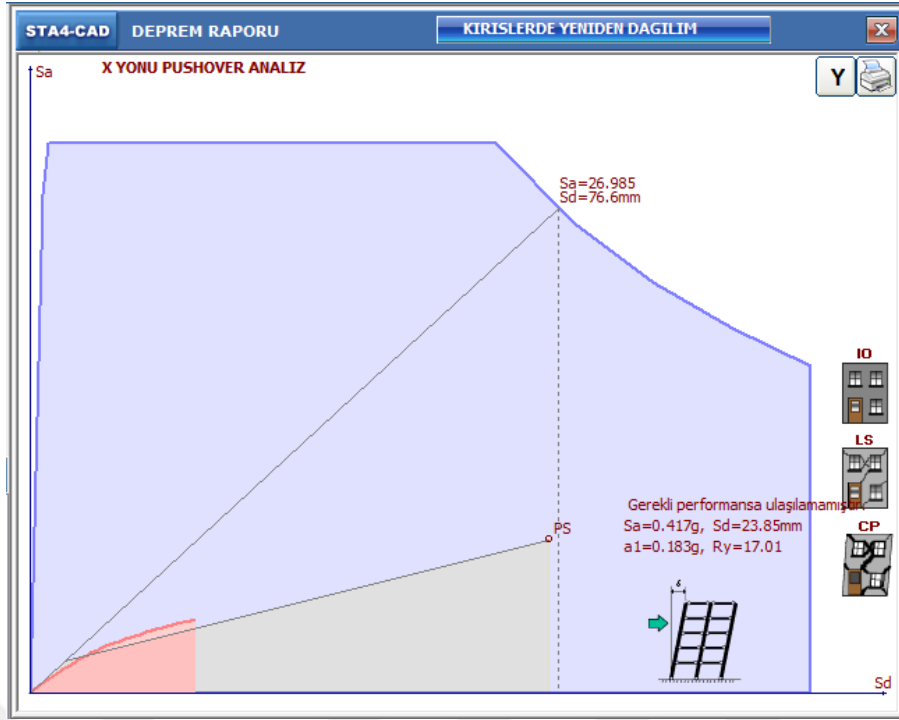
Oysaki elik bu mantıkla çalışacak malzeme değildir. Belli bir noktadan sonra malzeme özelliğini kaybeder ve esnek bir hal alır. Bu durumu baz alan yapı analizlerine nonlinear analiz denir. Her malzeme belli bir noktaya kadar doğrusal esneklik gösterir. Aşırı yüklemeler baz alınmadıkça lineer analizde doğru sonuçlar vermektedir.

Nonlinear analiz; 2018 yönetmeliğinin amacı düşük şiddetli depremlerde yapının zarar görmesini önlemektir. şiddet düzeyi orta olan depremlerde yapı elemanlarının hasar miktarının onarılabilir düzeyde olması istenmektedir. şiddetli depremlerde ise amaç önce can güvenliği daha sonrada yapıda azami miktarda hasar olması ve yapının tamamen göçmesini önlemektir. Ancak bu yönetmeliğe tam uyulması durumunda da yapının performansı hakkında bilgilere ulaşamayız. Ayrıca şiddetli depremlerde yapıda oluşan hasar miktarı ve göçme noktasıyla ilgili net sonuçlar elde edilemez.

1997 Türkiye Deprem Yönetmeliğinde yüksek süneklilik ilgili önemli maddeler yer almaktadır. Bu maddeler yüksek süneklilik şartı için şarttır. İlk olarak kolon-kiriş düğüm noktalarında güçlü kolon, kuşatılmış kolon ve kesme güvenlik kontrolleri yapılır. Yapının toptan göçmesini önlemek için yapının enerji tükenmesinin ilk önce kirişlerde olmasını sağlamak gerekir. Nonlinear analizde; yapıya azar, azar yük transferi yapılarak, yapıda meydana gelen plastikleşen noktaların bulunur. Sonunda yapının göçme yükünün bulunması yapının kapasitesi hakkında ve hasar oranı hakkında çok önemli bilgileri verir. Yapının performansı ve göçme yükünün bilinmesi hem yeni yapılarda, hem de güçlendirilecek yapılarda yapılacak tasarım için çok önemlidir. Kirişte oluşan plastikleşmeler yapının ekonomik çözülmesi için çok önemlidir.

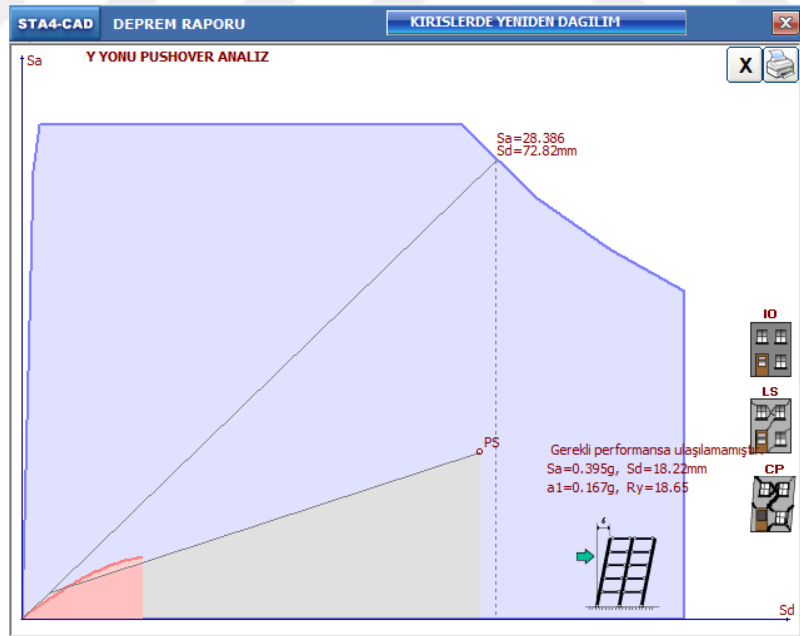
Bu tarz performans analizleri sadece nonlinear analizle meydana gelmektedir. Lineer analizlerde sadece statik analiz yapılarak betonun elastisite modülü ve kesit özelliklerini dikkate alınmaktadır. Oysaki elemanın rijitliği (M_{cr}) betonun çatlamasıyla değişmektedir. Halbuki meydana gelen değişimler (M_y) akma dayanımına geldikten sonra çok daha büyük olmaktadır. Yapının göçme yükünü artırmak için yapıda bulunan elemanları süneklilik koşullarına uygun bir şekilde donatılandırma yapılmalıdır.

Nonlinear çözümlerde yapının tüm davranışının dikkate alınması hususi önem taşır. Özellikle perdeli yapılarda yapı-zemin etkileşimine kesinlikle dikkat edilmesi gerekir. Nonlinear analizde kullanılacak elemanlar depremdaki çalışma prensbine uygun bir şekilde boyutlandırılmış olacaktır. Perde ve kolonlarda çalışma kapasiteleri oranında ebatlandırılıp alıştırılacağından ötürü daha ekonomik çözümlere olacaktır.



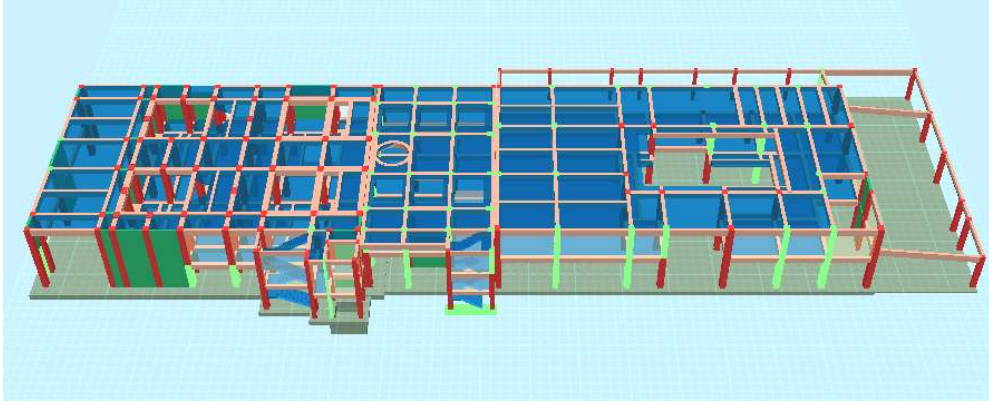
Şekil 3.43 X Yönü İtme Analizi

Yapı Tablo3.3.a ya bakıldığında DD1 nonlineer analiz sonucunda ileri performans düzeyinin kontrollü hasar düzeyine ulaşılması gerekmektedir. Fakat şekil 3.43'e bakıldığında olması gereken performans düzeyine ulaşamamıştır.

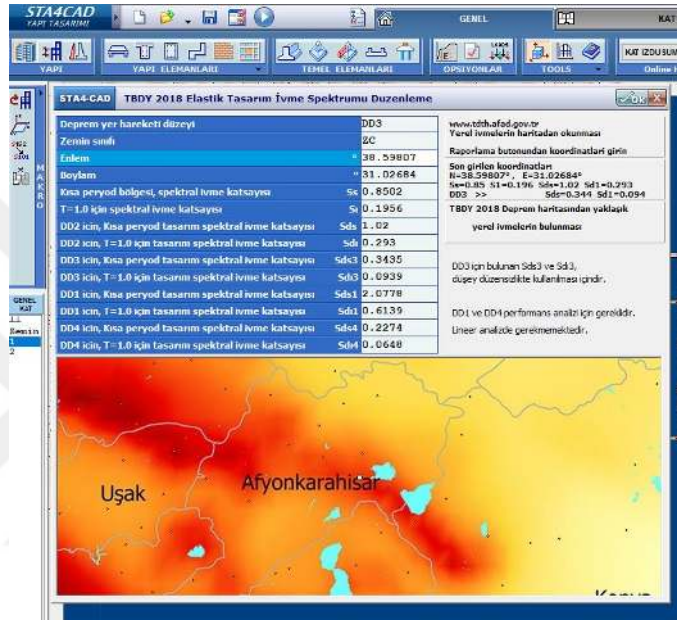


Şekil 3.44 Y Yönü İtme Analizi

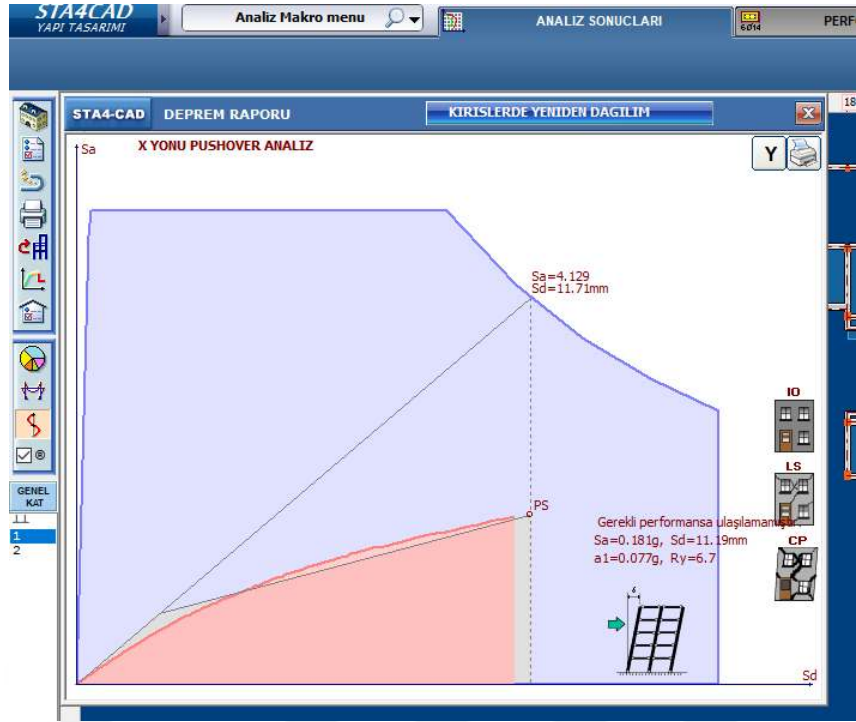
Bina Tablo3.3.a ya bakıldığında DD3 nonlineer analiz sonucunda ileri performans düzeyinin sınırlı hasar düzeyine ulaşılması gerekmektedir. Fakat şekil 3.44'e bakıldığında olması gereken performans düzeyine ulaşamamıştır.



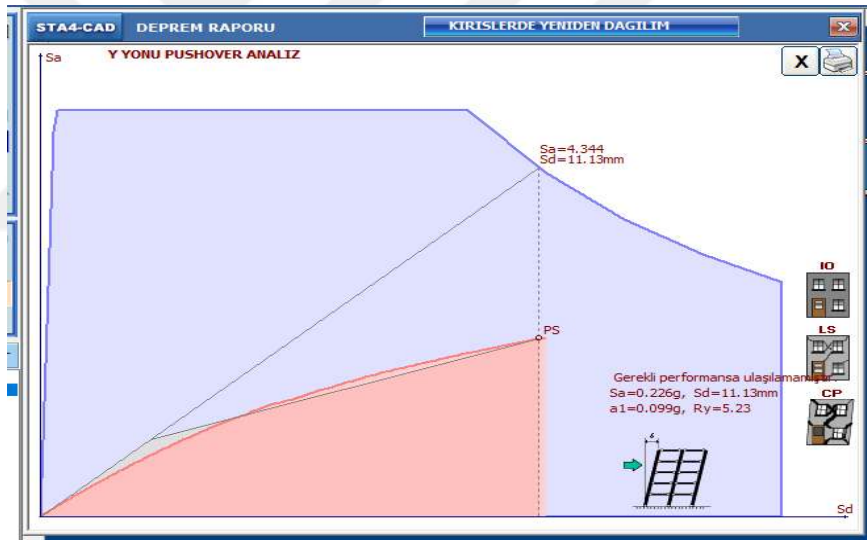
Şekil 3.45 Analiz Sonucu



Şekil 3.46 DD3 Analiz Opsiyonu



Şekil 3.47 DD3 Analizi X Yönü İtme Sonucu



Şekil 3.48 DD3 Analizi Y Yönü İtme Sonucu

4. ÇELİK YAPI

4.1. Çelik Yapı

İncelenen bina da 9 kat çelik yapı kullanılmıştır. Peki neden betonarme değil de çelik yapı kullanılmıştır. Bu durum şu şekilde açıklanmaktadır. Çelik yapı üzerine yaklaşık 250 ton ağırlığında makine ekipmanları oturtulacaktır. Bu ağırlık ve tasarım şekline göre çelik malzeme seçilmiştir.

Hayatımıza giren çelik yapılar birlikte betonarme yapılarda kullanılan yönetmelikler gibi çelik standartlar oluşturulmuş ve kullanılmaya başlanılmıştır. Kullanılan başlayan standartlardan ilki 1980 yılında yürürlüğe giren ve emniyet gerilmeleri yöntemini esas alan TS 648 Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları'dır. Çelik malzemesinin plastik şekil değiştirme durumunun da dikkate alan 1985 yılında yürürlüğe giren TS 4561 Çelik Yapıların Plastik Teoriye Göre Hesap Kuralları standardı da kullanılmaktaydı. TS 648 halen yürürlükte görünmesine rağmen kullanım dışı kalmıştır fakat TS 4561 daha önce yürürlükten kaldırılarak yerine TS EN 1993-1-1 (TSE tarafından Türkçe'ye çevrilen Eurocode 3) geçmiştir. TS 648'in geliştirilen hesap yöntemleri ve malzeme alanındaki çeşitli çalışmalara karşı günümüzdeki geçerliliğini yitirmesi sebebiyle 01.09.2016 tarihinde Çelik Yapıların Tasarım Hesap ve Yapımına Dair Esaslar Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir.



Şekil 4.1 Çelik Yapı Modeli

4.2. Çalışmanın Amacı

Çalışmanın birinci bölümünde 2007 deprem yönetmeliğine göre hazırlanan karma yapıda bulunan çelik taşıyıcıların 2018 deprem yönetmeliği ve 2016 Çelik Yapıların Tasarım Hesap ve Yapımına Dair Esaslar Yönetmeliğine göre tekrar tasarımı ve kıyaslanmasıdır.

4.3. Çelik Yapının Tasarım Esasları

Çelik yapı elemanları tasarımı yapılırken dikkat edilmesi gereken önemli husus, işletme ömrü boyunca yapılması istenen tüm fonksiyonları yerine getirecek dayanım ve rijitliğe sahip olmasıdır. Bunun için dayanım sınır durumu ve kullanılabilirlik sınır durumu dikkate alınarak boyutlandırma yapılmalıdır.

4.3.1. Birleşimlerin Tasarımı

Tasarımda temel alınacak iç kuvvet ve şekil değiştirmeler, yapısal analiz sonucuna ve performans analizine bağlı olarak belirlenir. Birleşimler iki gruba ayrılır. Mafsallı birleşimler ve moment aktaran birleşimlerdir.

Mafsallı birleşimler, eğilme momentinin yaklaşık olarak sıfır kabul edildiği ve elemanlar arasında dönmeye izin verilen birleşimlerdir.

Moment aktaran birleşimler, görelî dönmenin tam olarak sınırlandırıldığı veya tam olarak sınırlandırılmadığı farz edilir.

4.3.2. Yük ve Yük Birleşimleri

Tasarımda karakteristik yük değeri için TS 498, kar yükü için TS EN 1991-1-3, rüzgar yükü için TS EN 1991-1-4 yönetmelikleri baz alınacaktır.

Bu yük birleşimlerinde yer alan yükler aşağıda tanımlanmıştır.

G : Sabit Yük

Q : Hareketli Yük

Q_r : Çatı Hareketli Yükü

S : Kar Yükü

R : Yağmur Yükü

W : Rüzgar Yükü

E : Deprem Etkisi

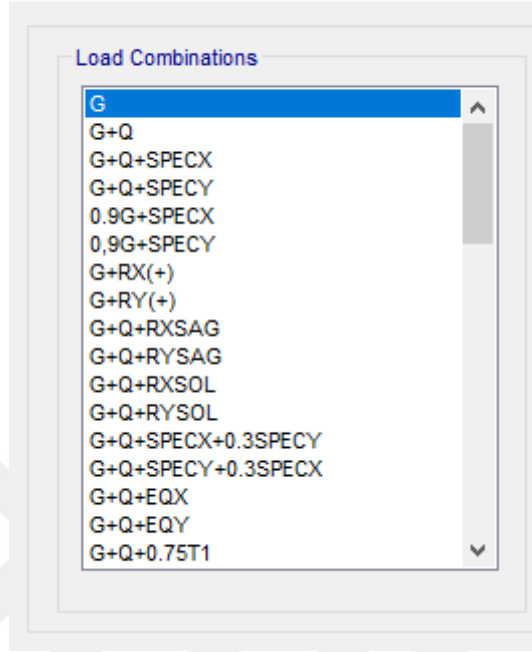
F : Akışkan Madde Basınç Yükü

T : Sıcaklık Değişmesi ve/veya Mesnet Çökmesi Etkileri

H : Yatay Zemin Basıncı, Zemin Suyu Basıncı veya Yığılı Madde Basıncı

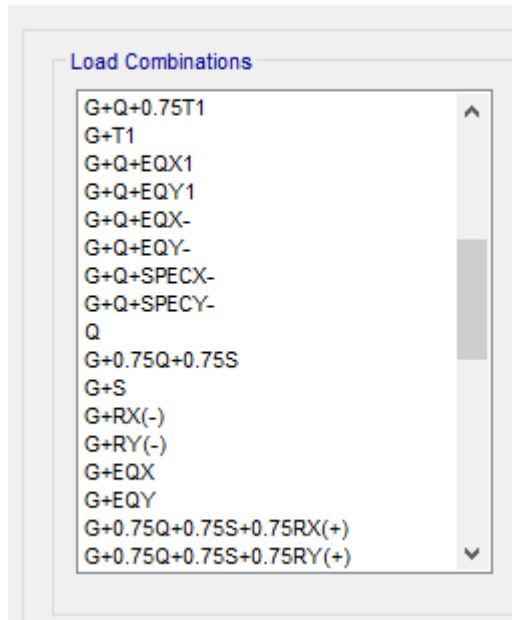
Yapıda kullanılan yük kombinasyonları aşağıdaki gibidir.

 Define Load Combinations



Şekil 4.2 Yük Kombinasyonu-1

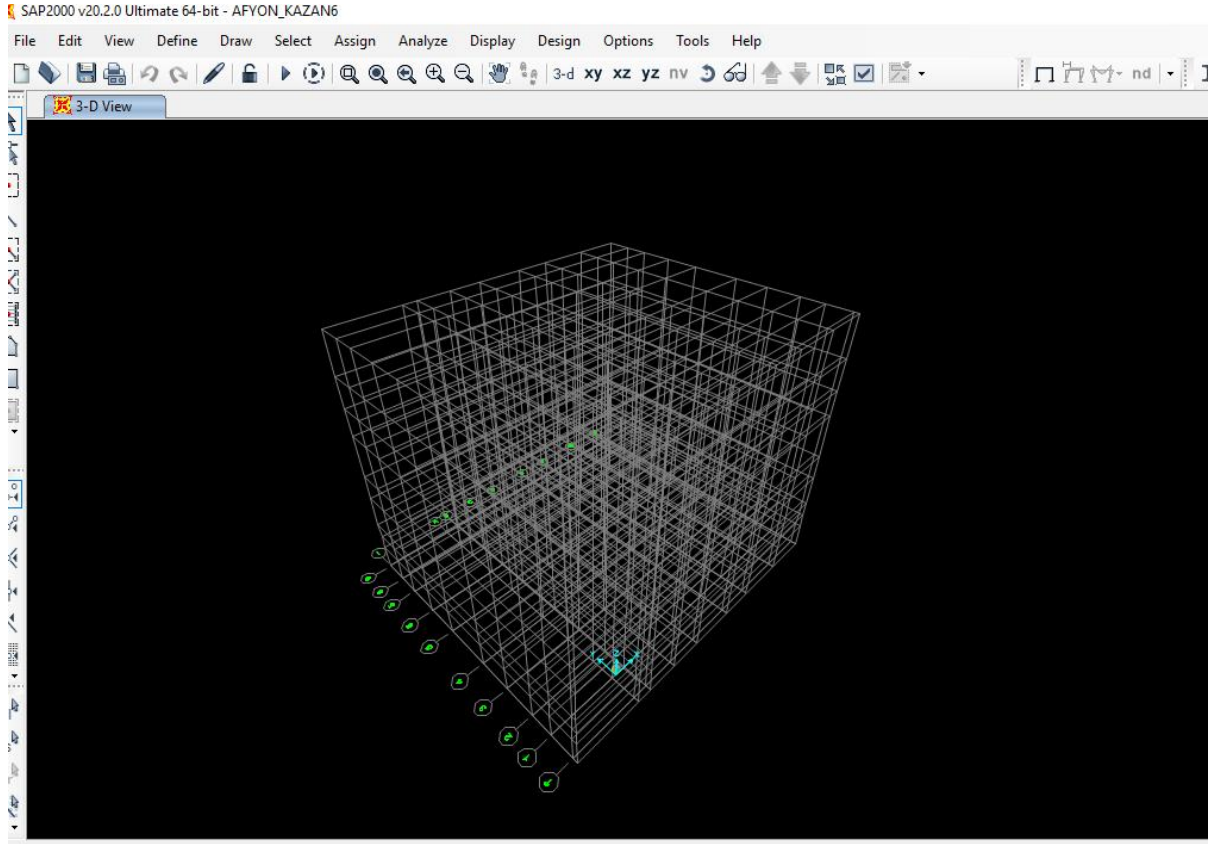
 Define Load Combinations



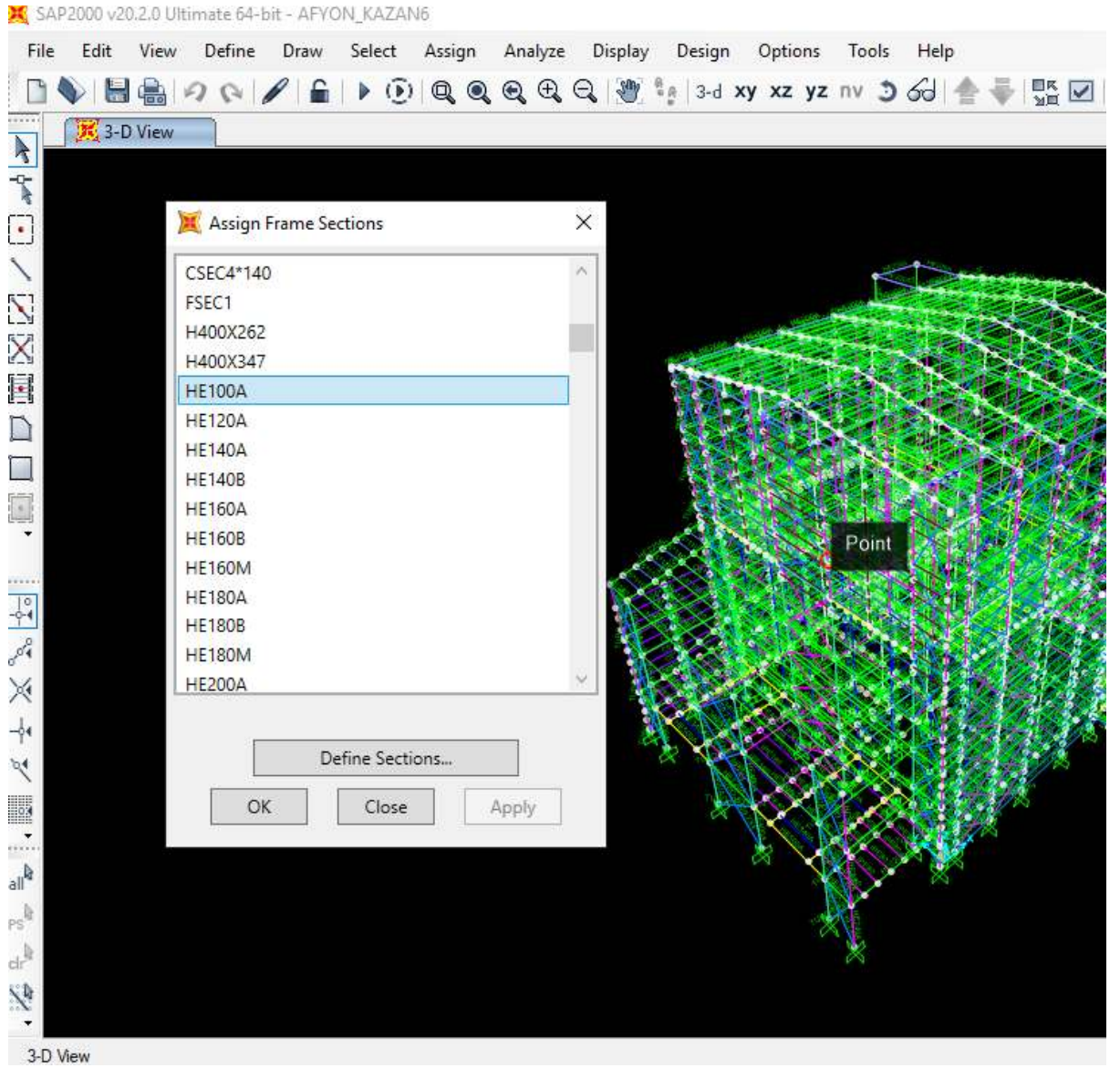
Şekil 4.3 Yük Kombinasyonu-2

4.3.3. Yapının Tasarımı

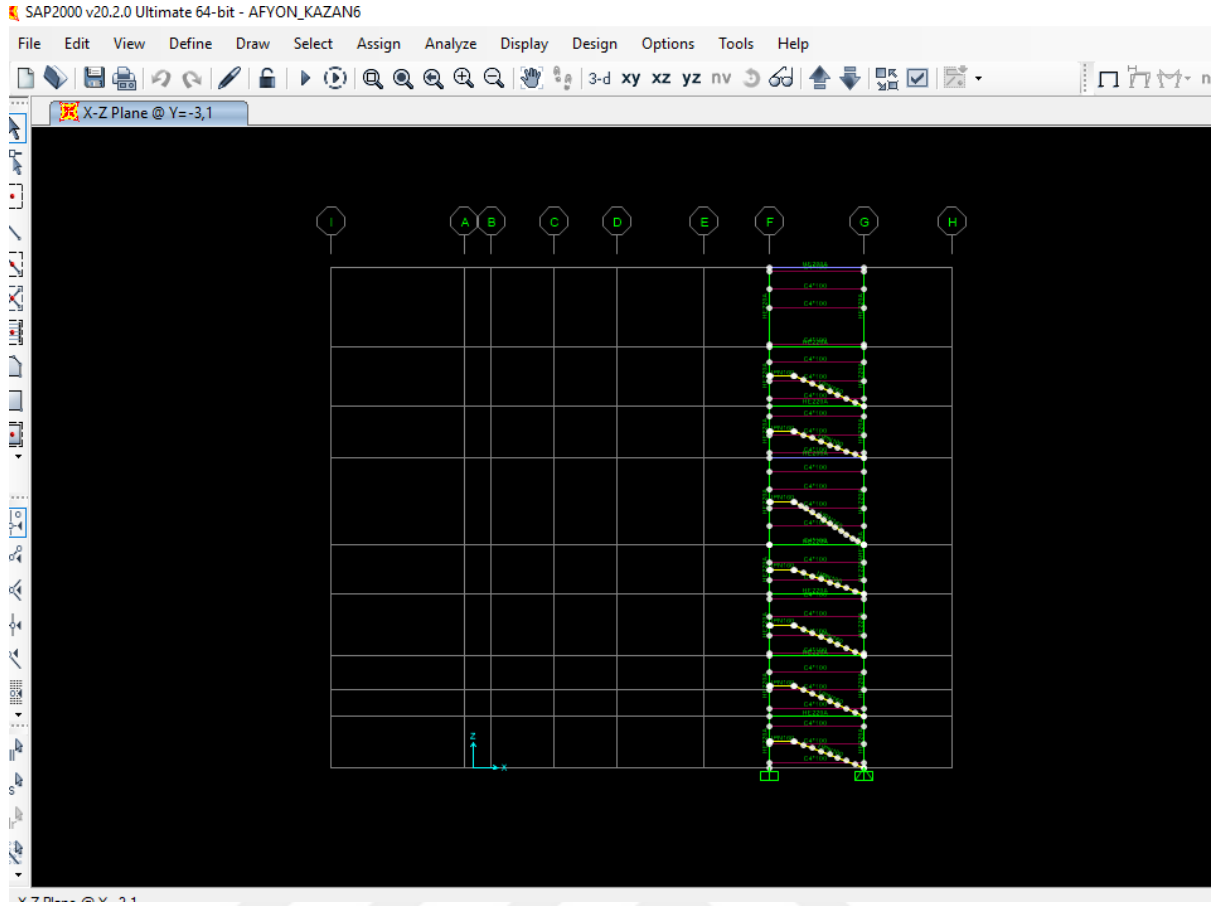
Yapımız 2 kat betonarme 9 kat çelik taşıyıcı sistemden oluşmaktadır. Çelik yapıyı SAP2000 programında modellenip analiz işlemleri yapılmıştır. Tasarım aşamaları aşağıdaki şekillerde belirtilmiştir.



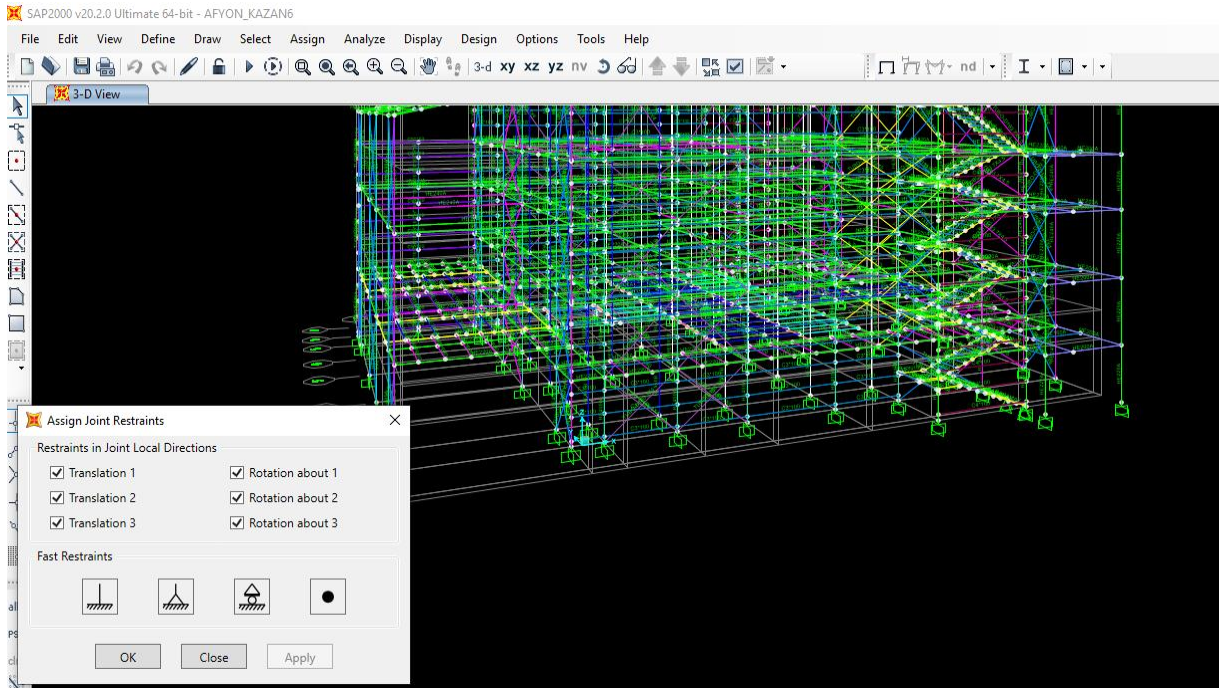
Şekil 4.4 Yapı Akslarının Tanımlanması



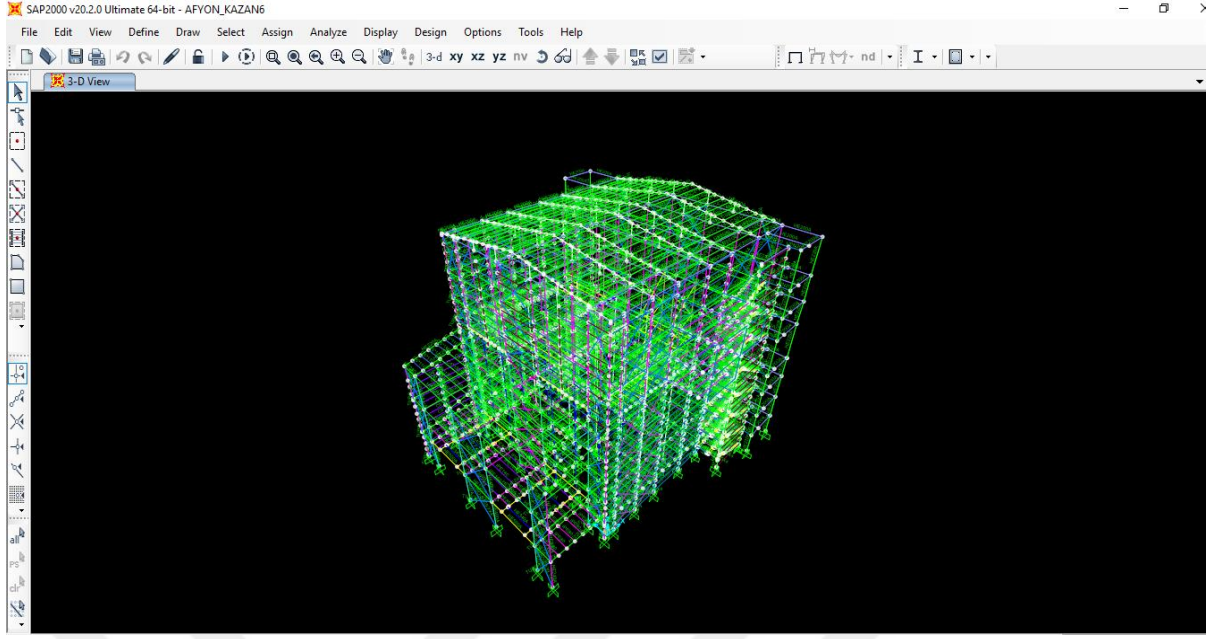
Şekil 4.5 Profillerin Tanımlanması Ve Eleman Atanması



Şekil 4.6 Merdiven Tanımlama

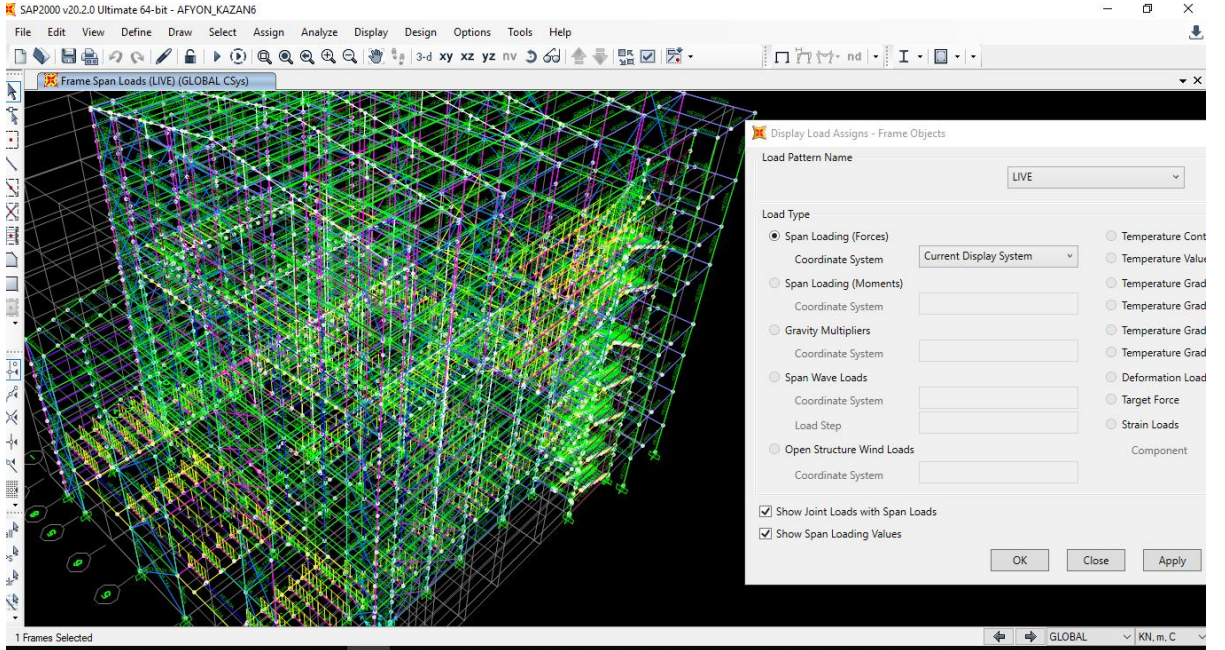


Şekil 4.7 Profillere Mesnet Tanımlama

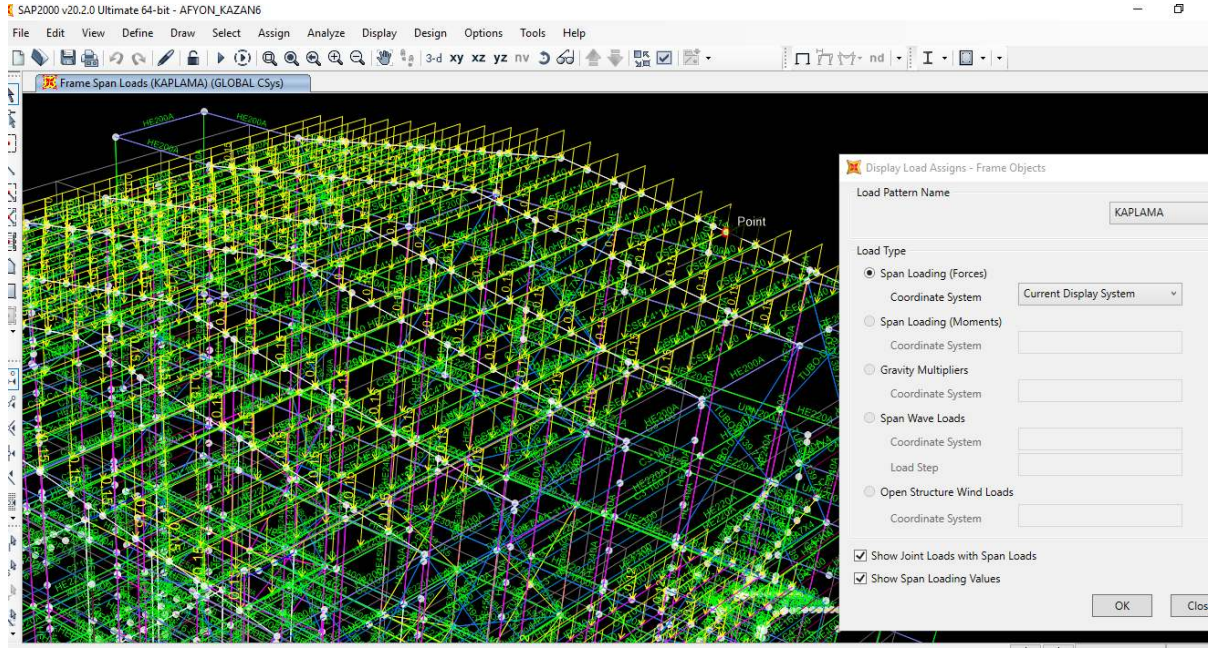


Şekil 4.8 Yapı Modelinin 3D Görünümü

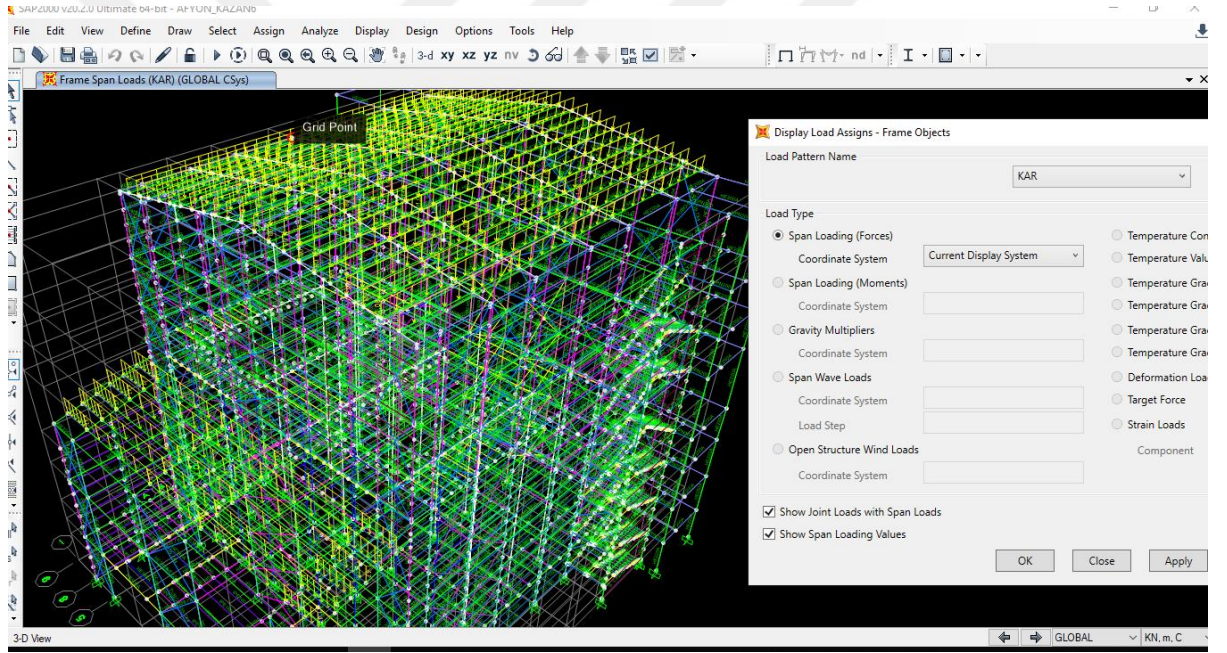
Yapı tasarımında genel olarak kullanılan elemanlar; HEA200, HEA220, HEA240, HEA300, HEA320, HEA340, HEA360, HEA400 ve HEB550 profilleri düşey taşıyıcılarda kullanılmıştır. Kirişlerde ise HEA200, HEA220, HEA240 elemanları kullanılmıştır. Plakaları taşıyacak elemanlar ise IPE80, IPE100 ve C profilleri kullanılmıştır. Boru profillerinde genel de çapraz eleman olarak kullanılmıştır.



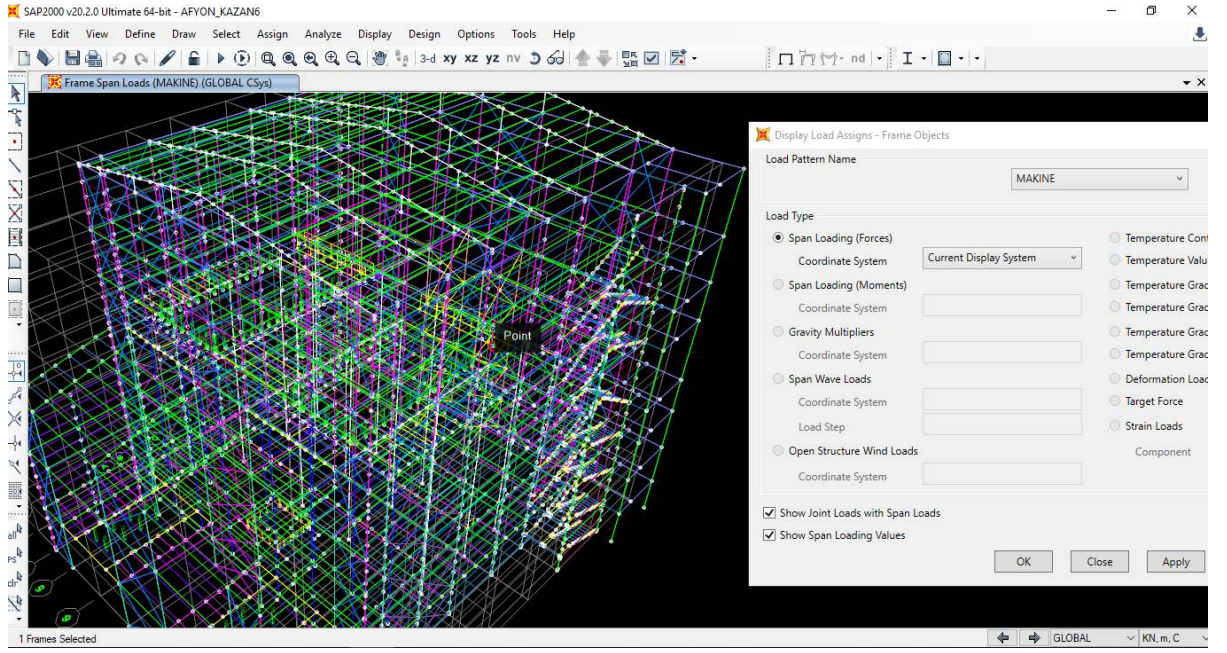
Şekil 4.9 Yapıya Hareketli Yük Tanımı



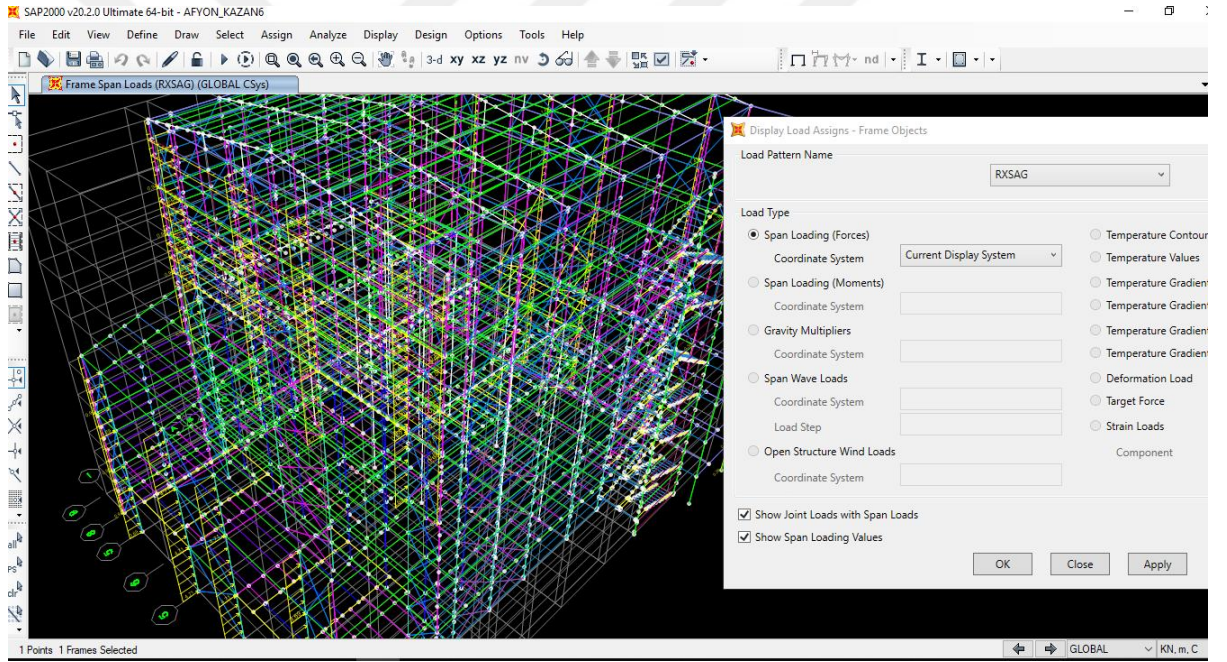
Şekil 4.10 Yapıya Kaplama Yükünün Tanımı



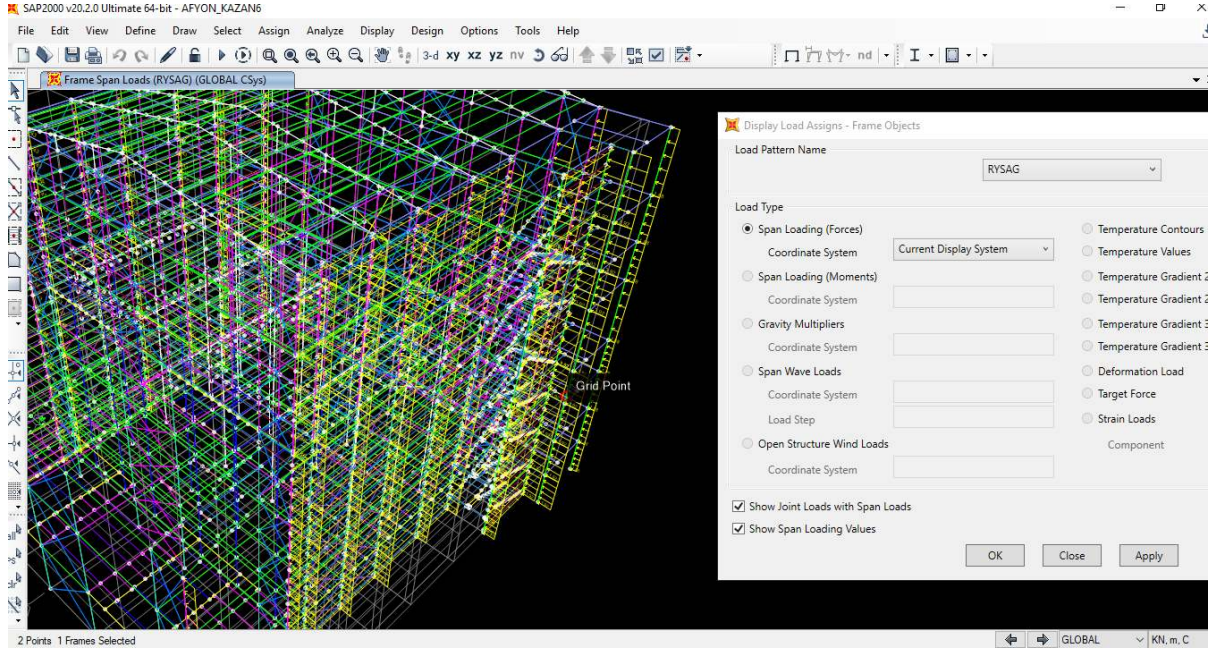
Şekil 4.11 Yapıya Kar Yükünün Tanımı



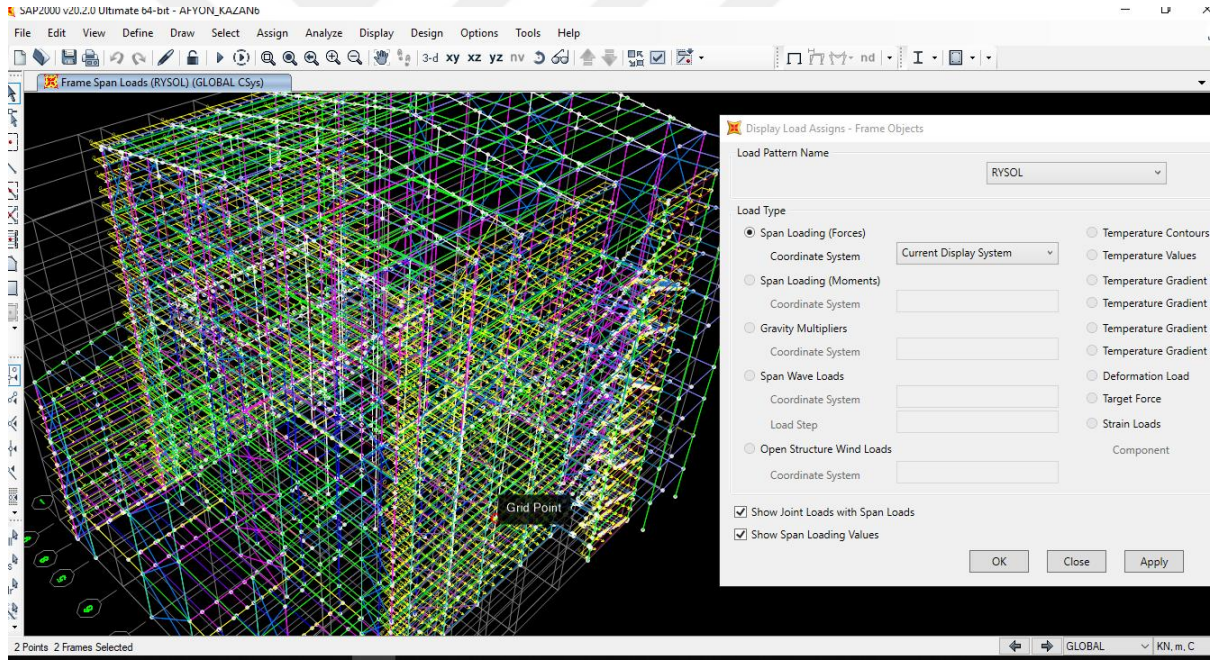
Şekil 4.12 Yapıya Makina Yükünün Tanımı



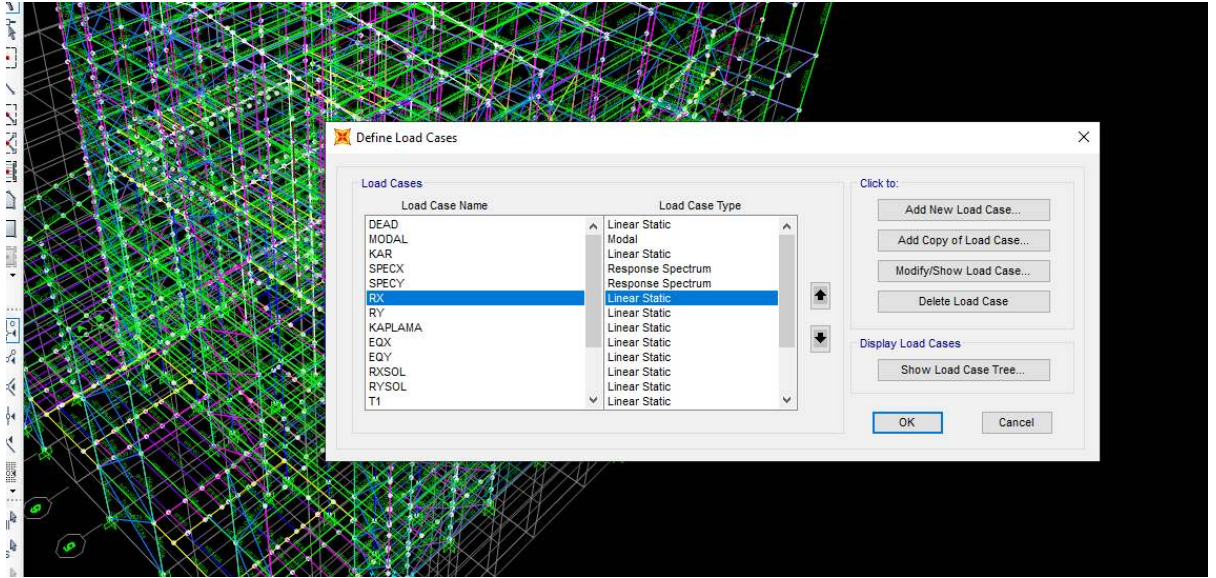
Şekil 4.13 Yapıya X Yönü Rüzgar Yükü Tanımı



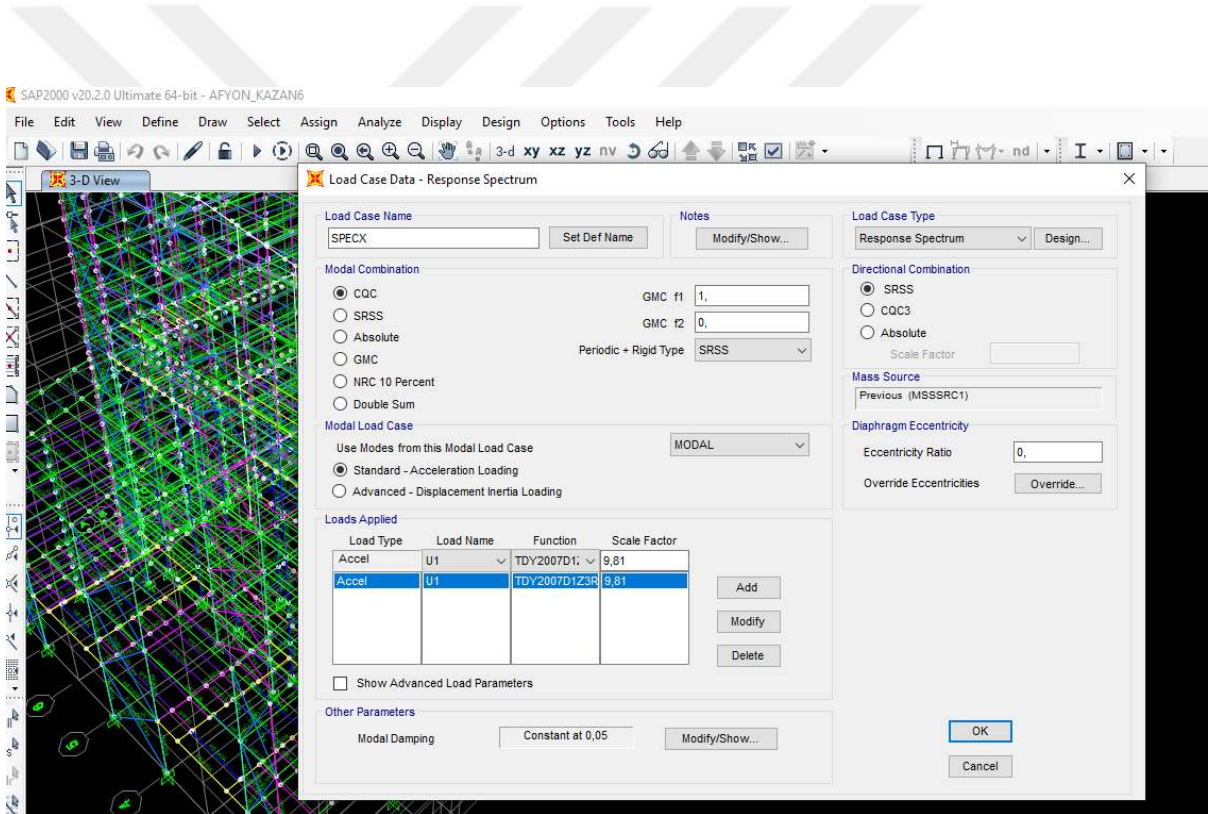
Şekil 4.14 Yapıya Y Yönü Sağ Yön Rüzgar Tanımı



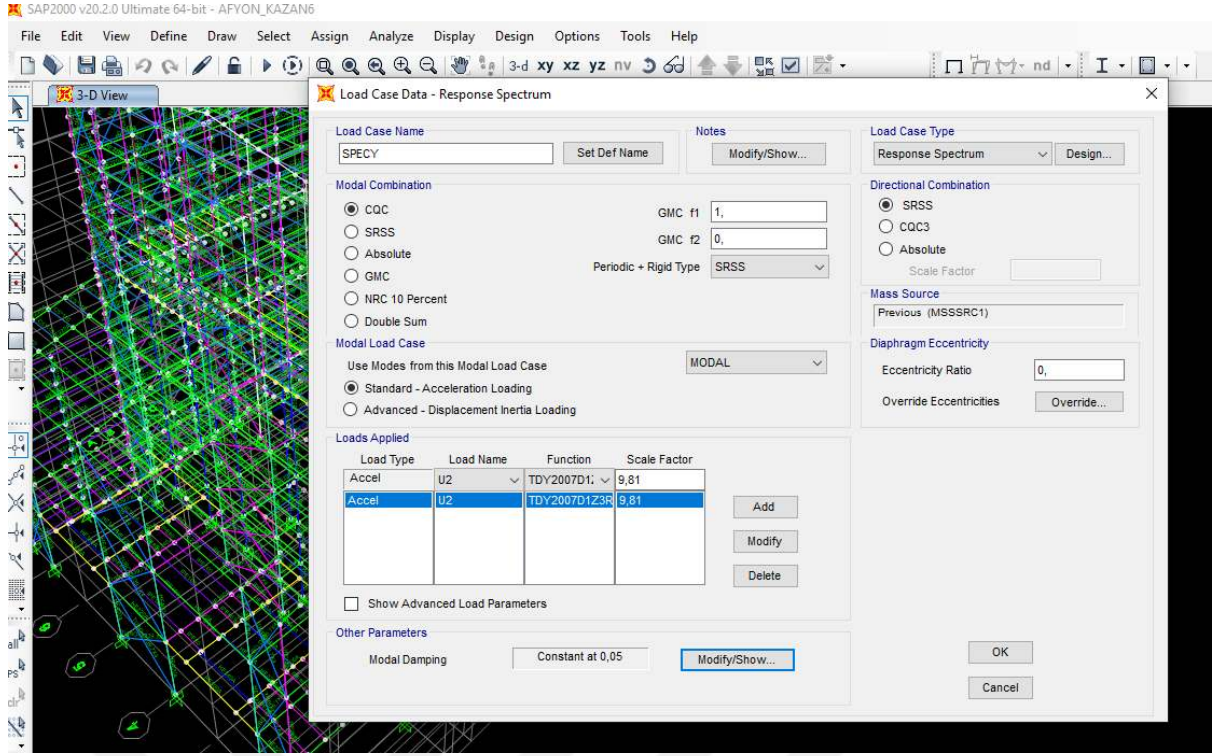
Şekil 4.15 Yapıya Y Yönü Sol Yön Rüzgar Tanımı



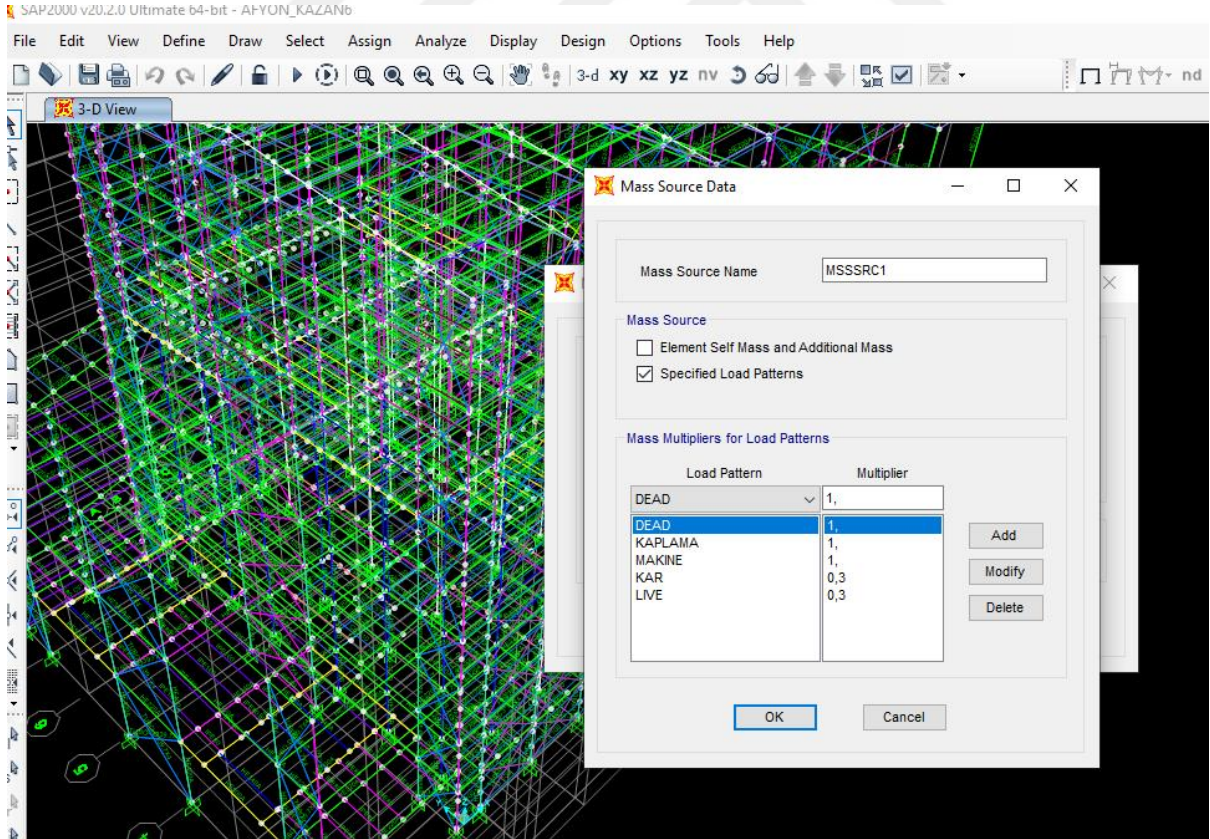
Şekil 4.16 Yük Çeşitleri



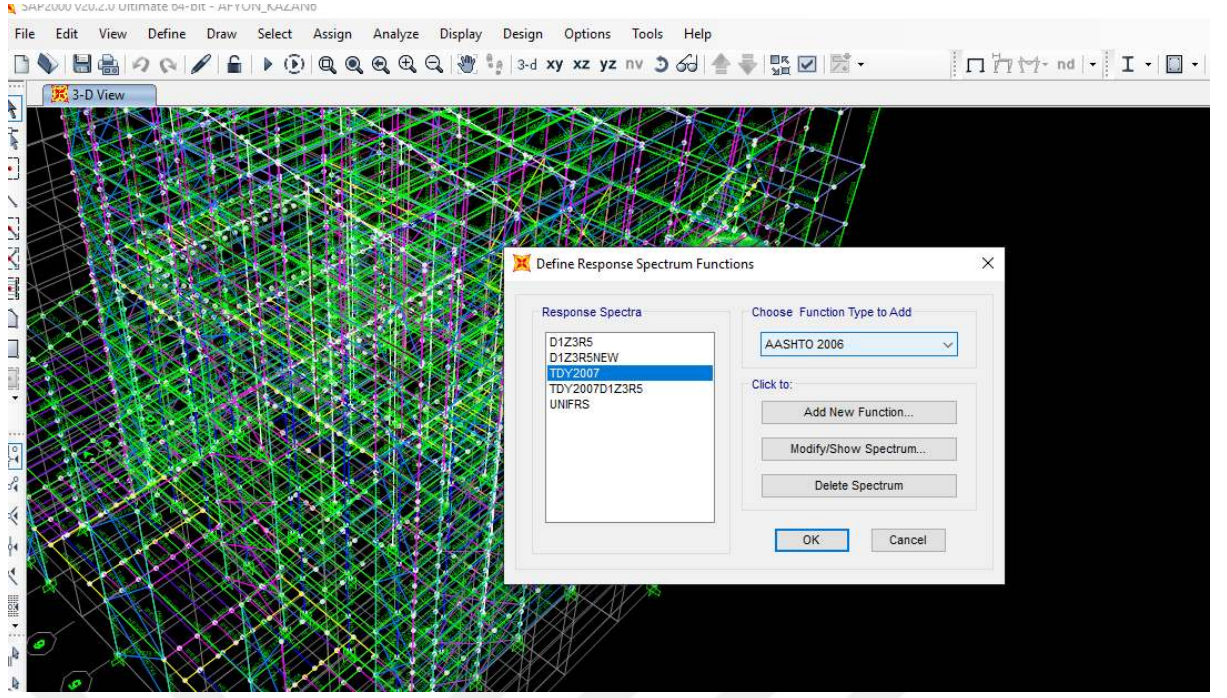
Şekil 4.17 Spectrumx Değerini Tanımlama



Şekil 4.18 Spectrummy Tanımlama

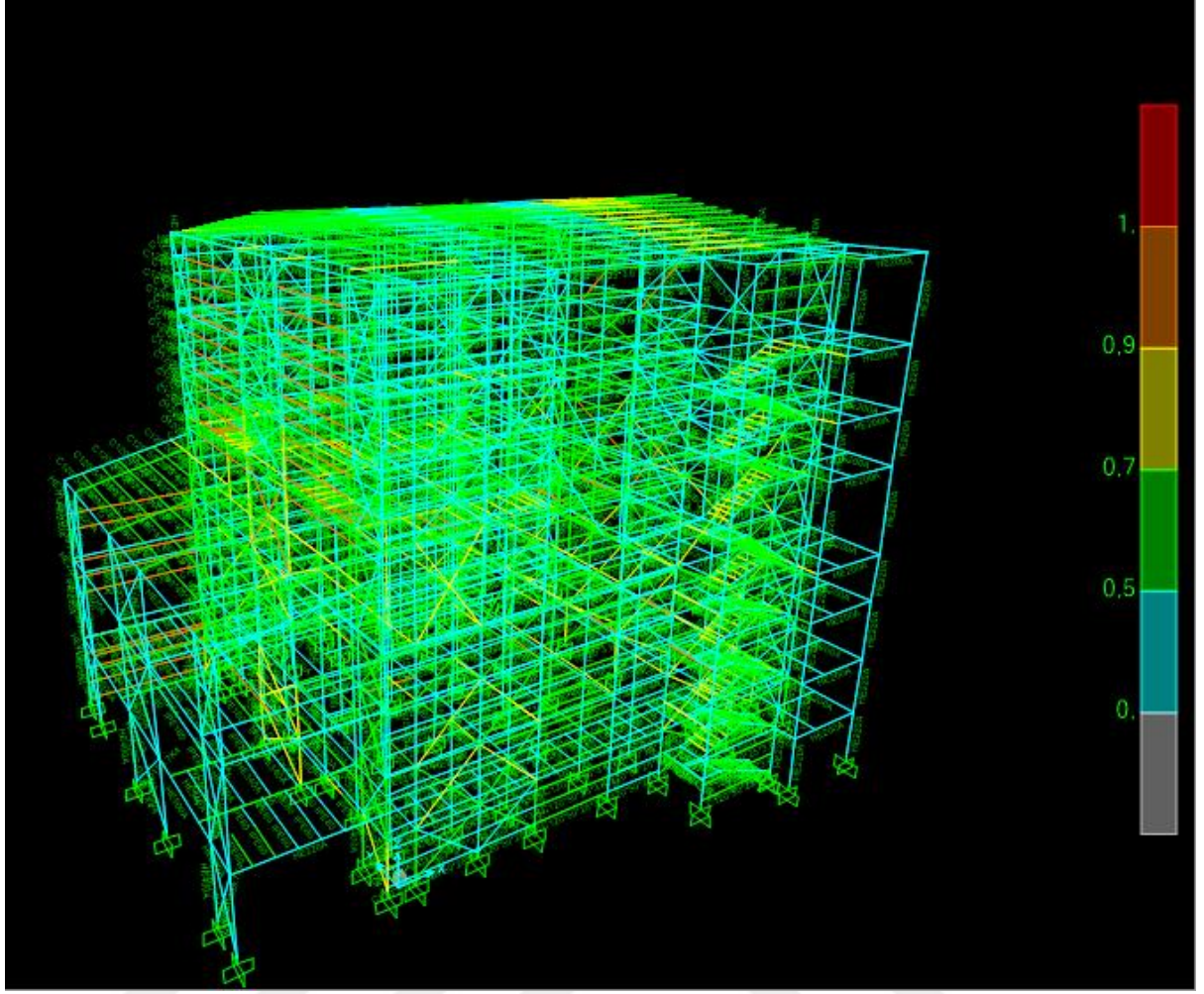


Şekil 4.19 Mass Source Tanımlama



Şekil 4.19 2007 Dbybhy Seçimi

Yapının tasarım işi yukarıdaki görsellerde belirtilmiştir. 2007 Dbybhy göre analiz işlemleri yapıp sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır.



Şekil 4.20 2007 Dbybhy'e Göre Analiz Sonuçları

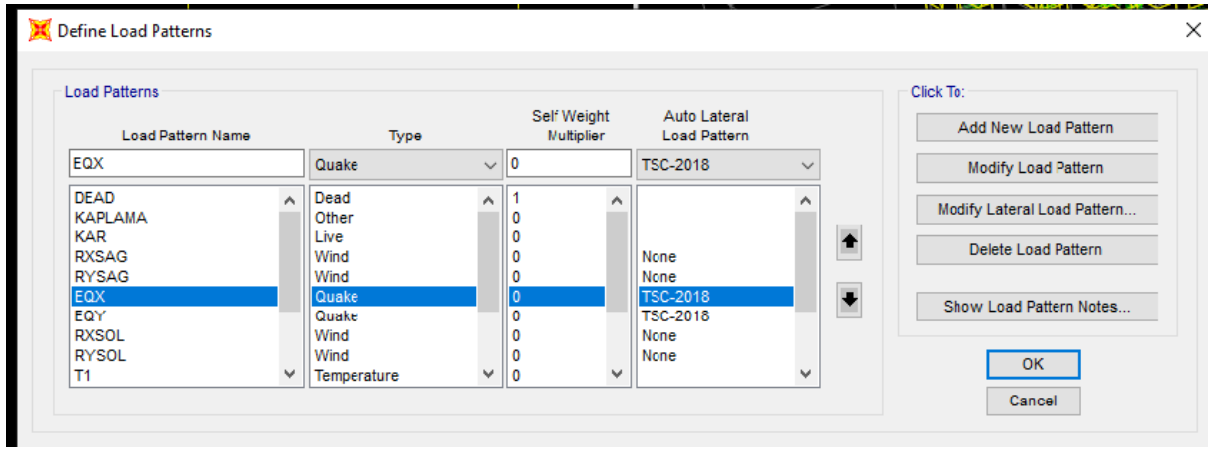
Yukarıda analiz sonuçlarına bakıldığında yapı da herhangi bir kapasite(kesit) yetersizliğine rastlanılmamıştır. Seçilen ebatlar yeterli olup, eleman kesitleri yönetmelik şartlarını sağlamıştır.

4.3.4. TS 648 ve 2016 Çythy Karşılaştırılması

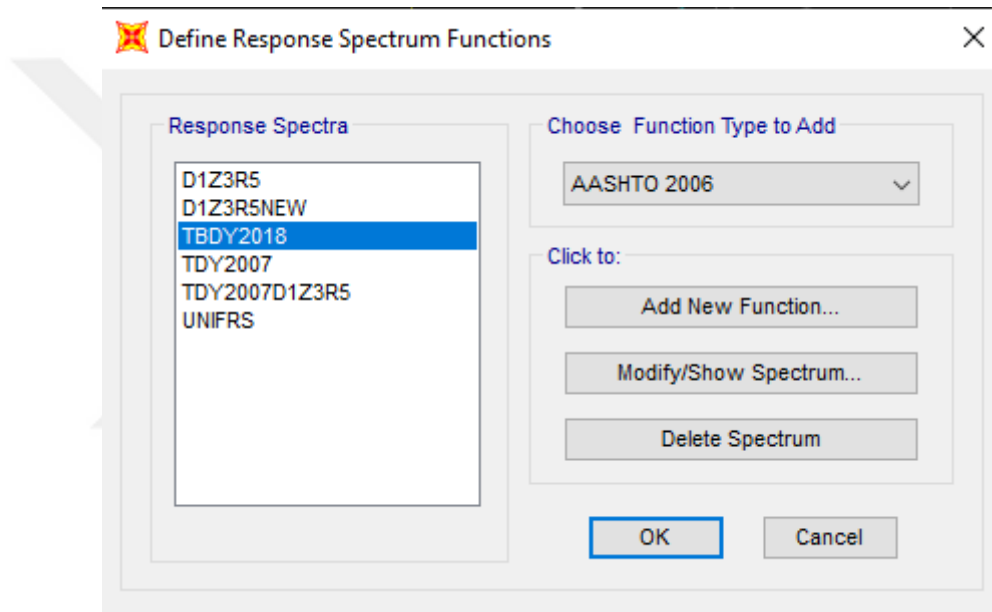
1980 yılında yayınlanan TS 648 standardı yerini 2016 yılında yürürlüğe giren Çythy yönetmeliğine bırakmıştır. Bu iki standart arasındaki farklılıklar ele alınmıştır. EK-5'te detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

4.3.5. Çelik Yapının 2018 Tbdy'e Göre Analizi

Yönetmeliğin 2018 de güncellenmesi ile deprem bölgelerinde ve birçok parametre de değişikliğe gidilmiştir. Bu değişiklikler betonarme kısmında detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Meydana gelen bu değişiklikler çelik yapıyı da deprem yükleri (E_x , E_y), spectrum değerleri($Spec_x$, $Spec_y$), ivme katsayıları(S_s , S_1) değerleri değişmiştir. Bunlar aşağıdaki görsellerde gösterilmektedir.



Şekil 4.21 2018 Tbdy'e Göre Deprem Yükleri



Şekil 4.22 2018 Tbdy'e Göre Response Spectrum Function Tanımlama

Response Spectrum TSC-2018 Function Definition

Function Name: Function Damping Ratio:

Parameters

0.2 Sec Spectral Accel, Ss:

1 Sec Spectral Accel, S1:

Long-Period Transition Period:

Site Class:

Site Coefficient, Fs:

Site Coefficient, F1:

Design Spectrum Direction:

Calculated Values for Response Spectrum Curve

SDS = Fs * Ss:

SD1 = F1 * S1:

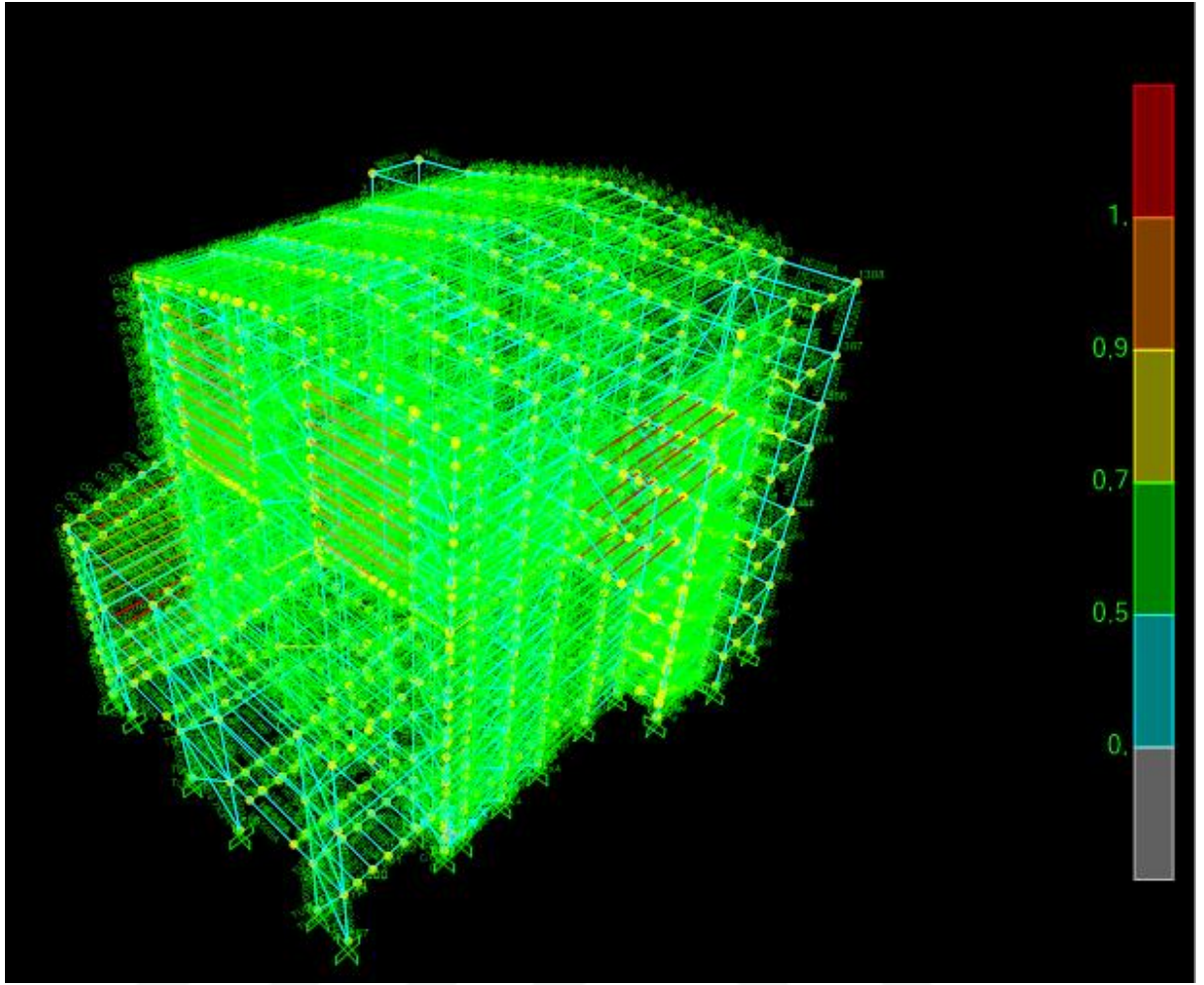
Define Function

Period	Acceleration
0,	0,407
0,0575	1,0176
0,2874	1,0176
0,4	0,7313
0,6	0,4875
0,8	0,3656
1,	0,2925
1,2	0,2438

Function Graph

(6,1308 , 0,0469)

Şekil 4.23 2018 Tbdy'e Göre Response Spectrum Function Tanımlama-2



Şekil 4.24 2018 Tbdy'e Göre Analiz Sonuçları

2007 Dbybhy'e göre tasarlanmış çelik yapının 2018 Tbdy'e göre analiz sonuçları şekil 4.24'te gösterilmiştir. Yapıda birçok elemanın kesme kuvveti, moment değerleri ve deplasman değerlerinin yetersiz olduğu, kesitlerin tam kapasite(yeterli eleman) ile çalışmadığı anlaşılmaktadır. 2007 ve 2018 analiz sonuçları karşılaştırmalı bir şekilde sonuçlar kısmında incelenecektir.

5.SONUÇ

2018 Tbdy'e göre süneklik düzeyine göre çerçeve sisteminde kolonlarda ve kirişlerde meydana gelen kesme güvenliği, kuşatılmış kolon şartlarının sağlanıp sağlanmama durumunda meydana gelen durumlar EK-7'de detaylı bir şekilde belirtilmiştir.

5.1. Betonarme Sonuçların Değerlendirilmesi

Bu alışma kapsamında 2007-2018 deprem yönetmeliklerinin aynı yapı tasarımı üzerindeki farklılıkları değerlendirilmiştir. 2018 yönetmeliğinin 2007 yönetmeliğinden olan farklıları, ele alınan konular itibariyle madde madde incelenmiştir. Betonarme 2 katlı bir yapının iki tür yönetmeliğe göre tasarım ve analiz sonuçları detaylı bir şekilde karşılaştırılmıştır. Bu sırada ticari bir yazılım olan STA4CAD yazılımının hem 2007 hem de 2018 yönetmeliğine uygun olan sürümleri ile analiz yapılmıştır.

Bina önem katsayısı (I) yönetmelik değişiminden ötürü farklılıklar meydana gelmiştir. 2007 yönetmeliğinde bina önem katsayısı 1.4 değeri altındaki kategoriye giren sınıflandırma kaldırılıp, 2018 yönetmeliğinde 1.5 olarak meydana getirilen I değeri "Deprem sonrası kullanımı gereken binalar " adı altında bir araya getirilmiştir. Tezde kullanılan yapıda ise 2007 yönetmeliğinde bina önem katsayısı 1.5 olup 2018 deprem yönetmeliğinde de 1.5 olarak hesaplanmıştır.

Bina Kullanım Sınıfı (BKS) 2007 deprem yönetmeliğinde bulunmamaktadır. Bu terim yeni yönetmelik ile hayatımıza girmiştir. Yapıların kullanım amacı uygun olarak ortaya konulmuştur. Kullanılan yapıda bina kullanım sınıfı 1 olarak belirlenmiş " Daha sonra kullanılması gereken binalar" adı altında değerlendirilmiştir.

Yönetmeliğin değişmesiyle birlikte eklenen diğer bir parametrede Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D) yapının ana taşıyıcı sistemine ve bina yükseklik durumuna göre belirlenir. Yapının süneklik düzeyi yüksek olmasından ötürü ve bina yükseklik sınıfından dolayı dayanım fazlalığı katsayısı X ve Y doğrultularında 2.5 olarak belirlenmiştir.

Deprem Yer Hareketi Düzeyi, 2007 yönetmeliğinde tüm yapılar için aşılma ihtimalinin 50 yıl içerisinde 1/10 ve tekrar oluşum periyodunun da 475 yıl olarak belirlendiği genel bir tanım olarak ifade edilmiştir. Ancak 2018 yönetmeliği ile yer hareketi düzeyi dört grupta incelenip açıklanmıştır. Tez de kullanılan yapıda ise deprem yer hareketi düzeyi DD-2 olarak belirlenip sık depremlerin yaşanabileceği yerler olarak gösterilmektedir.

Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) yeni eklenen parametrelerdendir. Kısa periyot tasarım ivme değeri ve DD-2 yer hareketi düzeyinin yakından ilgilendiren bir parametredir. Ele alınan yapıda kısa periyot değeri 0.0575 olup, bu değer belirtilen ivme katsayısı değerinden

küçük olduğu için ve yer hareketi düzeyi DD-2 olduğundan tasarım sınıfı 1a olarak belirlenmiştir.

Yeni yönetmelikle eklenen bir diğer parametre de bina yükseklik sınıfıdır. Bina yükseklik sınıfı, bina yükseklik aralıkları ve deprem tasarım sınıflarına bağlı olarak oluşturulmaktadır. Verilen şartlara bağlı olarak da incelenen yapının yükseklik sınıfı 8 olarak belirlenmiştir.

Bina performans hedefi ve uygulama tasarımı, deprem yer hareketi düzeyi, tasarım sınıfı ve bina yüksekliğine bağlı olarak oluşturulan yeni bir parametredir. Bu şartlar dahilinde yapının performans hedefi kontrollü hasar sınıfı içerisinde olup, uygulama tasarımı yaklaşımı ise “dayanıma göre tasarım” olarak belirlenmiştir.

Taşıyıcı sistem türüne göre belirlenen tasarım davranış katsayısı hem 2007 deprem yönetmeliğinde hem de yeni yönetmelikte bulunmaktadır. 2007 yönetmeliğinde sadece yapının süneklik durumuna göre belirlenirken yeni yönetmelikte bina yükseklik sınıfı ve dayanım fazlalığı katsayısı şartı da eklenmiştir. Belirtilen şartlar dâhilinde yapının X ve Y doğrultusunda davranış katsayısı 6.49 ve 6.25 olurken, bu değer yeni yönetmelikte 7.00 olarak belirlenmiştir. Bu da yapı dayanımının arttığının göstergesidir.

Deprem bölgesi sınıflandırılması 2007 deprem yönetmeliğinde yer alıp yeni yönetmelikte bulunmamaktadır. 2007 deprem yönetmeliğinde, deprem ivmesinin yüksek ve düşük değerlik aldığı yerler sırasıyla 1. 2. 3. ve 4. bölge olarak sınıflandırılırken, yeni yönetmelikte her bölgenin deprem riski taşıdığı belirtilip bir sınıflandırma yapılmamıştır. Bu nedenle bina bulunduğu konum itibarıyla 2007 yönetmeliğinde 1. deprem bölgesinde yer almakla beraber 2018 yönetmeliğinde bir sınıflandırma yapılmamıştır.

Yerel zemin sınıfı, 2007 deprem yönetmeliğinde dört grup altında toplanırken 2018 deprem yönetmeliğinde daha geniş bir çerçevede ele alınıp altı grupta sunulmuştur. Yapı 2007 yönetmeliğinde Z3 olarak belirtilen grupta yer alırken, yeni yönetmelikte ZC grubunda tanımlanmıştır.

Spektrum karakteristik periyotları olan T_a ve T_b değerleri, 2007 deprem yönetmeliğinde yerel zemin sınıfına bağlı olarak belirtilen şartlara uygun olarak alınmaktaydı, yeni yönetmeliğin yürürlüğe girmesiyle AFAD’ın resmi internet sayfasında e-Devlet uygulaması dahilinde de yapı konum bilgileri girilerek bu değerlere ulaşılmaktadır. 2007 yönetmeliğinde yapı spektrum periyotları Z1 zemin sınıfı için 0.15 s ve 0.60 s değerleri arasında değer alırken, bu periyot değerleri 2018 deprem yönetmeliğinde 0.08 s ve 0.41 s aralığı olarak belirlenmiştir.

Harita spektral ivme katsayıları ve tasarım spektral ivme katsayıları yeni yönetmelikle birlikte gelen parametreler içerisinde yer almaktadır. Bu değerler deprem haritaları kapsamında yapı bilgileri dahilinde tanımlanmaktadır. Bu bilgiler ışığında AFAD resmi sayfasından alınan bilgilere göre kısa periyot harita spektral ivme katsayısı, $S_s=0.8481$ g, 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı $S_1=0.1952$ g, kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı, $S_{Ds}=1.0118$ g ve 1.0 saniye için tasarım spektral ivme katsayısı, $S_{D1}=0.293$ g'dir.

Yapıyı genel olarak incelediğimizde temel tipi olarak radye temel kullanılmıştır. Radye temel statik hesaplarına bakıldığında moment değerleri, M11 2007 yönetmeliğinde -95,38 tfm olarak hesaplanırken, M22 değeri 54.82 tfm olarak hesaplanmıştır. 2018 deprem yönetmeliğinde ise M11 değeri 91.57 tfm, M22 değeri 60.89 tfm olarak hesaplanmıştır. Moment değerlerinde azalma meydana gelmiştir.

Temelde donatı hesabı yapıldığında 2007 deprem yönetmeliği şartları dahilinde donatı yetersizliği tespit edilirken, 2018 deprem yönetmeliğinde ise tüm donatı şartları sağlanmıştır.

Yük aktarımında önemli rol oynayan döşemelerde 2007 yönetmeliğinde belirli bir sınıflandırma yapılmamışken, 2018 deprem yönetmeliğinde yapı kirişli ya da kasetli döşeme olarak belirtilmiştir.

Kolonlara bakıldığı zaman 2007 deprem yönetmeliğinde herhangi bir kuşatılmışlık problemi vermezken yeni yönetmelikte bu sorunla karşı karşıya gelindiği sonuçlar kısmında belirtilmiştir.

Sonuç olarak yönetmelikleri dikkatli incelediğimizde yeni yönetmeliğimizin eski yönetmeliğe kıyasla bizleri daha güvenli bir bölgede bıraktığı aşikardır.

5.1.1 Kuşatılmışlık Problemi

Her iki yönetmelikte de kuşatılmış kolon açıklaması şu şekildedir. Kirişlerin kolonun dört tarafını sarması ve kolona saplanan kirişin genişliği, saplandığı kolonun kirişe dik kenarının en az $\frac{3}{4}$ ü kadar olmalı şartını sağlamalıdır. Benzer terimler her iki yönetmelikte olsa da analiz sonuçlarının karşılaştırılması ile kuşatılmışlık sorunu farklılıklar ortaya koymaktadır.

İncelenen durumlardan çıkarılan sonuçlara bakıldığında kuşatılmışlık problemi için deprem etkisi çok önemlidir. 2018 Tbdy de deprem etkisi enlem ve boylam olarak tam konumun belirtilmesinden ötürü daha sağlıklıdır. 2007 Dbybhy de ise ülkemiz 4 deprem bölgesine ayrılmıştır. Yapının inşa edileceği bölge hangi gruba giriyorsa deprem etkisi de o dikkate alınıyordu. Böylece sonuçlarda pek sağlıklı olmuyordu. Bundan ötürü değişen deprem etkileri kuşatılmışlık üzerinde belirgin sonuçlar meydana getirmiştir.

5.1.2 Deprem Yüğü Transfer Yetersizliğı

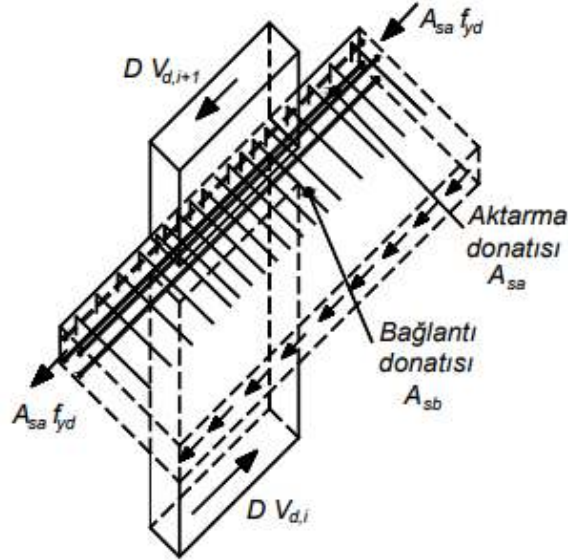
Yeni 2018 Tbdy ile eklenen bir terimdir. Perdeler yatay kuvveti yeterli miktarda iletmediğı zamanda meydana gelir. Yeni yönetmelikle eklenen bu terimden de anlıyoruz ki 2007 deprem yönetmeliğıne göre analiz edilen yapı 2018 de bu terimi karşılamamaktadır.

Perdeye kuvvetli doğrultuda saplanan eksenel donatı (aktarma donatısı) miktarında hesaplandığı perde uzunluğu boyunca azaltma yapılmayacak, kesme sürtünmesi (bağlantı) donatısı, hem perde içinde ve hem de döşeme içinde kenetlenme koşullarını sağlayacaktır.

Döşeme ve perde birleşimlerde kesme sürtünmesi TS 500'e uygun olarak hesaplanacak, sürtünme katsayısı için $\mu \leq 1.0$ değeri kullanılacaktır. Aktarma donatısı miktarında donatının saplandığı perde yüzeyinden başlayarak perde yüzünden uzaklaştıkça uygun miktarda azaltma yapılabileceğı dikkate alınmalıdır.

Bu biçimde oluşturulmuş aktarma elemanları ile döşeme arasında aktarma elemanı uzunluğu boyunca kesme sürtünmesi kontrolü ayrıca yapılacaktır (Şekil 7.15).

7.11.6 – Döşemde büyük olan boşlukların bulunduğu durumda boşluğun her iki kenarına her bir doğrultuda etriyelerle sarılı ilave yatay donatı yerleştirilecek; bu bölgelerdeki ilave yatay donatının toplam kesit alanı, boşluk bölgesine yerleştirilmemiş olan toplam yatay donatı kesit alanından az olmayacak ve etriye aralığı 150 mm'den daha büyük alınmayacaktır. Bu ilave yatay donatılar her bir doğrultuda boşluk uzunluğunun en az üç katı uzunlukta olacaktır.



Şekil 7.15

Şekil 5.1 Perde Deprem Yüğü Transferi

5.2. Çelik Yapı İçin Sonuçların Karşılaştırılması

Çelik yapının elemanları önce 2007 Dbybhy'e göre analiz yapıp kapasite kontrolüyle birlikte eleman boyutlarına karar verilmiştir. Aynı yapı elemanları 2018 Tbdy'e göre de analiz edilmiştir. İki yönetmelik arasındaki farklılıklar ve elemanlara gelen yüklerdeki değişiklikler grafiksel olarak aşağıda kıyaslanmaktadır.

F: Kuvvet (Birimi: Kilo Newton alınmıştır.)

F1: X yönünde oluşan kuvvet

F2: Y yönünde oluşan kuvvet

F3: Z yönünde oluşan kuvvet

M: Moment (Birimi: Kilo Newton- Metre alınmıştır.)

M1: X yönünde oluşan moment

M2: Y yönünde oluşan moment

M3: Z yönünde oluşan moment

5.2.1 Çelik Kolonlarda Meydana Gelen Deprem Kuvvetleri

TABLE: Element Joint Forces - Frames-2007											
Frame	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3	FrameElem
Text	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text
1374	535	EQX	LinStatic		-7,018	0,75	46,91	-2,7894	-24,5387	0,0155	1374-1
1374	535	EQY	LinStatic		0,262	-53,312	-17,788	256,5467	0,0176	0,0564	1374-1
129	145	EQX	LinStatic		-36,495	-0,555	86,294	1,7533	-57,9645	0,0233	129-1
129	145	EQY	LinStatic		-0,581	-66,686	-106,354	263,8476	-0,8893	1,41E-05	129-1
1389	553	EQX	LinStatic		-6,465	-0,299	-2,943	0,8951	-24,7837	-0,0296	1389-1
1389	553	EQY	LinStatic		0,139	-98,296	-16,394	283,3798	0,5716	4,13E-05	1389-1
329	370	EQX	LinStatic		-8,162	-1,263	362,524	1,7164	-16,8454	-0,0021	329-1
329	370	EQY	LinStatic		0,765	-2,619	318,215	4,7869	1,4874	0,0013	329-1
153	172	EQX	LinStatic		-18,594	-0,454	-1932,09	1,1436	-36,5795	0,0063	153-1
153	172	EQY	LinStatic		-1,146	-30,895	-248,677	126,6477	-1,6918	0,0076	153-1

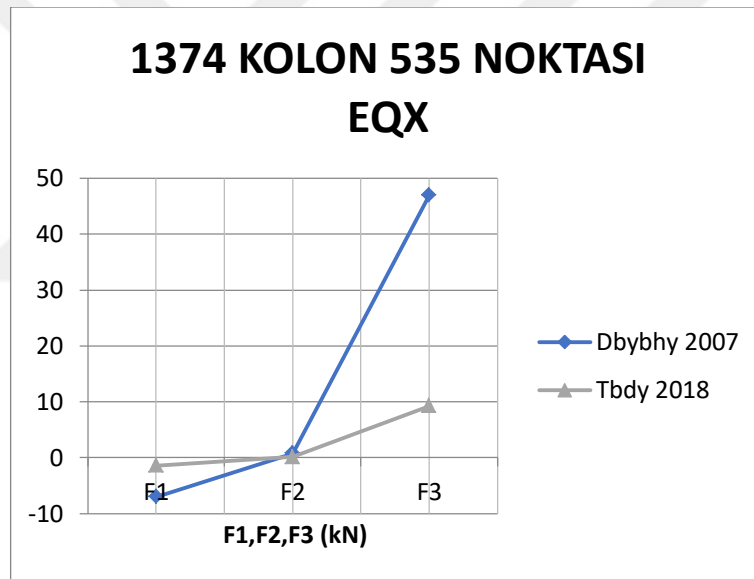
Şekil 5.2 2007 Dbybhy'e Göre Çelik Kolonlara Gelen X ve Y Yönü Deprem Kuvvetleri

Yukarıda çelik kolonlardan hangilerinin seçildiği eleman numaralarına ve noktalarına bakılarak anlaşılmaktadır. Bu çelik kolonlara 2007 Dbybhy' e göre gelen x ve y yönü deprem kuvvetleri tabloda belirtilmiştir. Kullanılan birim KN-m olarak alınmıştır.

TABLE: Element Joint Forces - Frames-2018											
Frame	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3	FrameElem
Text	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text
1374	535	EQX	LinStatic		-1,381	0,148	9,229	-0,5488	-4,8276	0,0031	1374-1
1374	535	EQY	LinStatic		-1,381	0,148	9,229	-0,5488	-4,8276	0,0031	1374-1
129	145	EQX	LinStatic		-7,18	-0,109	16,977	0,3449	-11,4035	0,0046	129-1
129	145	EQY	LinStatic		-7,18	-0,109	16,977	0,3449	-11,4035	0,0046	129-1
1389	553	EQX	LinStatic		-1,272	-0,059	-0,579	0,1761	-4,8758	-0,0058	1389-1
1389	553	EQY	LinStatic		-1,272	-0,059	-0,579	0,1761	-4,8758	-0,0058	1389-1
329	370	EQX	LinStatic		-1,606	-0,248	71,321	0,3377	-3,314	-0,00041	329-1
329	370	EQY	LinStatic		-1,606	-0,248	71,321	0,3377	-3,314	-0,00041	329-1
153	172	EQX	LinStatic		-3,658	-0,089	-380,106	0,225	-7,1964	0,0012	153-1
153	172	EQY	LinStatic		-3,658	-0,089	-380,106	0,225	-7,1964	0,0012	153-1

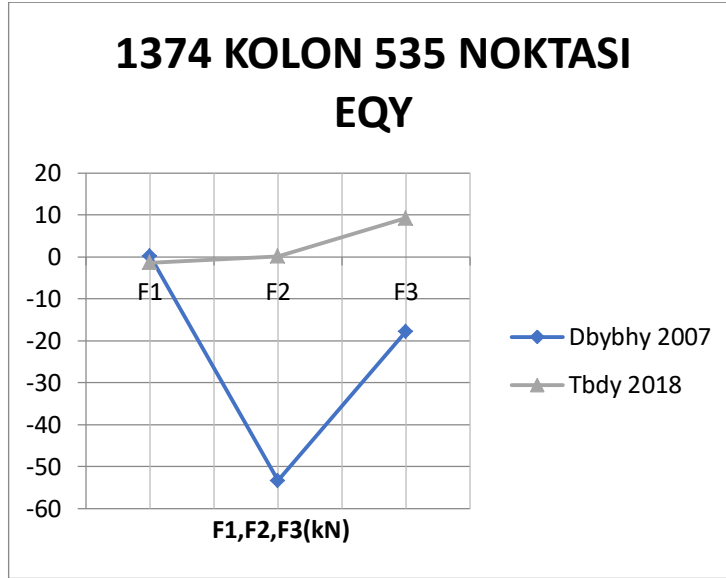
Şekil 5.3 2018 Tbdy'e Göre Çelik Kolonlara Gelen X ve Y Yönü Deprem Kuvvetleri

Seçilen elemanların 2018 Tbdy'e göre analiz sonucunda meydana gelen x ve y yönü deprem kuvvetleri grafiksel olarak yukarıda belirtilmiştir. Kullanılan birim KN-m olarak alınmıştır.



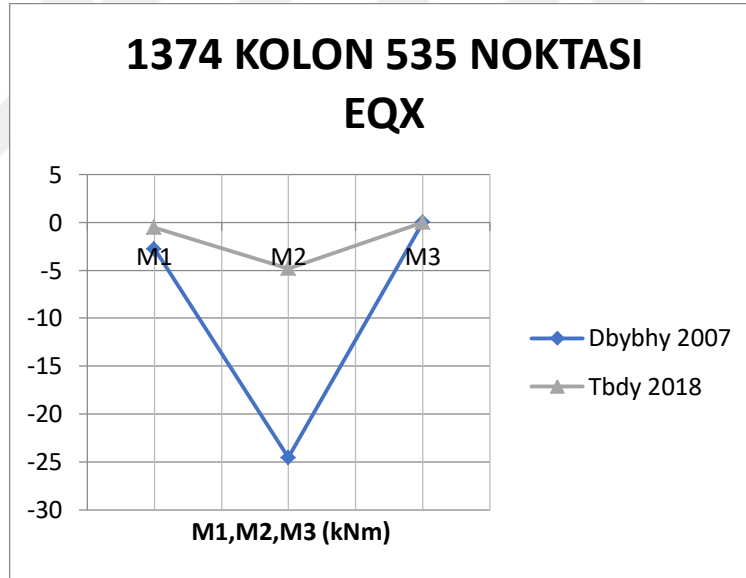
Şekil 5.3 1374 Numaralı Kolona Gelen X Yönü Deprem Kuvvetlerinin Kıyaslanması

1374 numaralı kolon HEA500 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.3'e bakıldığında elemanda oluşan EQX tarafından gelen Z(F3) yönündeki deprem kuvvetleri azalmaktadır. Değer 47 kN iken 9 kN'a inmiştir. Profil boyutlarında küçültmeye gidilebilir.



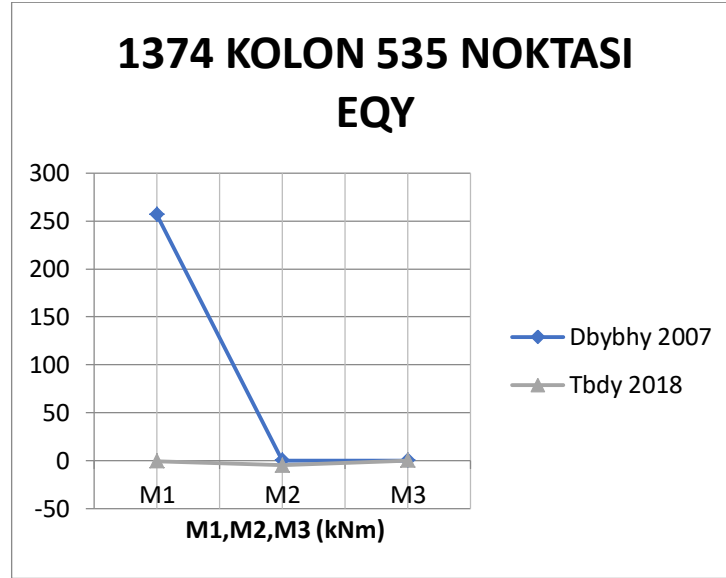
Şekil 5.4 1374 Numaralı Kolona Gelen Y Yönü Deprem Kuvvetlerinin Kıyaslanması

1374 numaralı kolon HEA500 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.4'e bakıldığında elemanda EQY kombinasyonunun da oluşan Y(F2) ve Z(F3) yönlerdeki deprem kuvvetleri artmaktadır. X(F1) yönündeki deprem kuvveti azalmaktadır.



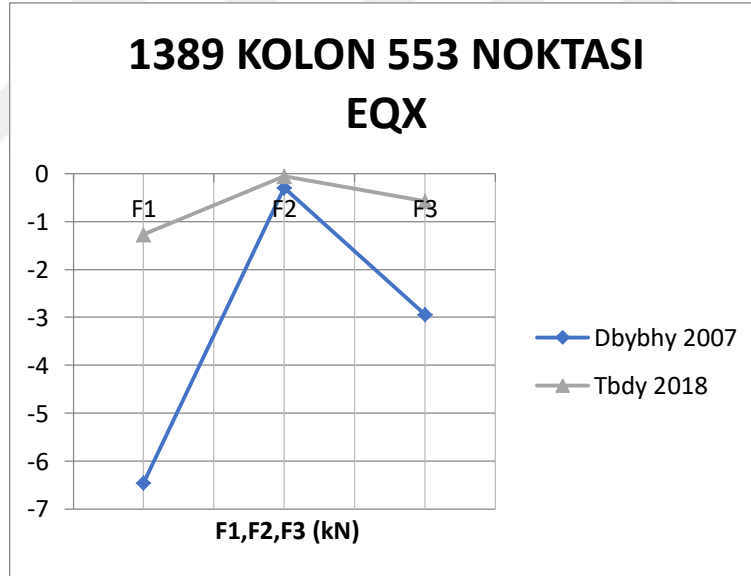
Şekil 5.5 1374 Numaralı Kolona Gelen X Yönü Deprem Momentlerinin Kıyaslanması

1374 numaralı kolon HEA500 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.5'e bakıldığında elemanda EQX kombinasyonunun da oluşan tüm yönlerdeki deprem momentleri artmaktadır.



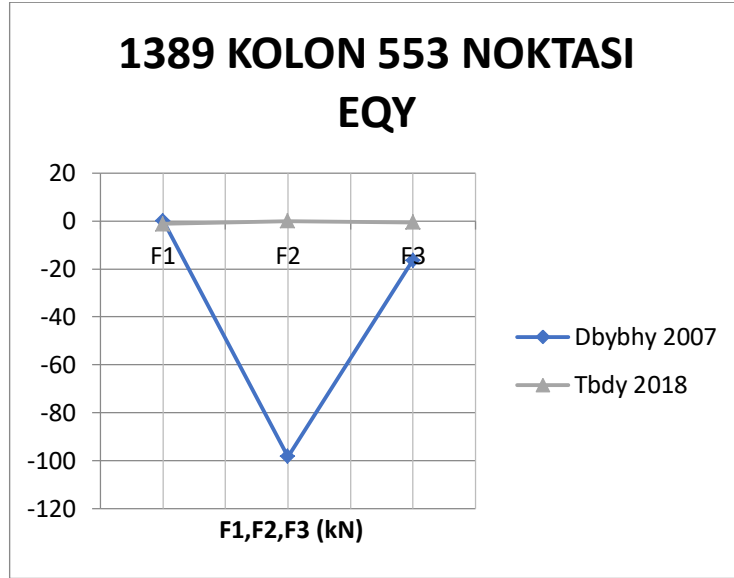
Şekil 5.6 1374 Numaralı Kolona Gelen Y Yönü Deprem Momentlerinin Kıyaslanması

1374 numaralı kolon HEA500 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.6'e bakıldığında elemanda EQY kombinasyonunun da oluşan tüm yönlerdeki deprem momentleri azalmaktadır.



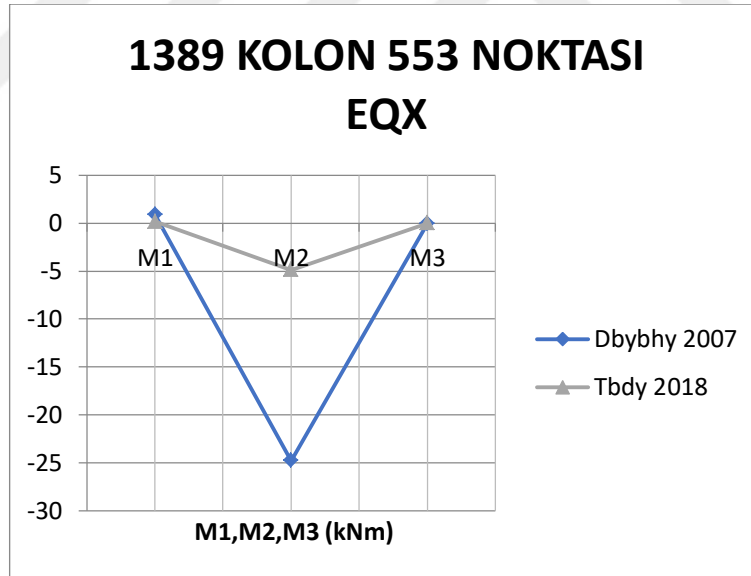
Şekil 5.7 1389 Numaralı Kolona Gelen X Yönü Deprem Kuvvetlerinin Kıyaslanması

1389 numaralı kolon HEA400 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.7'e bakıldığında elemanda EQX kombinasyonunun da oluşan tüm yönlerdeki deprem kuvvetleri artmaktadır.



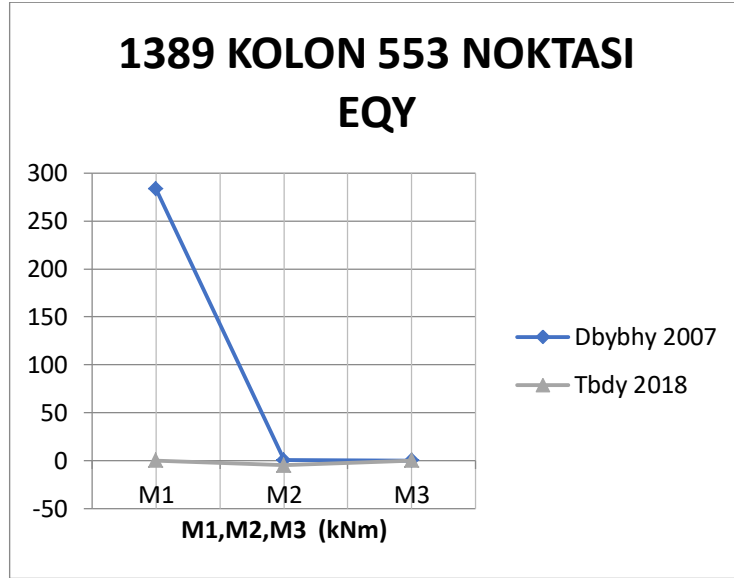
Şekil 5.8 1389 Numaralı Kolona Gelen Y Yönü Deprem Kuvvetlerinin Kıyaslanması

1389 numaralı kolon HEA400 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.8'e bakıldığında elemenda EQY kombinasyonunun da oluşan Y(F2), Z(F3) yönlerdeki deprem kuvvetleri artmaktadır. X(F1) yönündeki deprem kuvvetleri azalmaktadır.



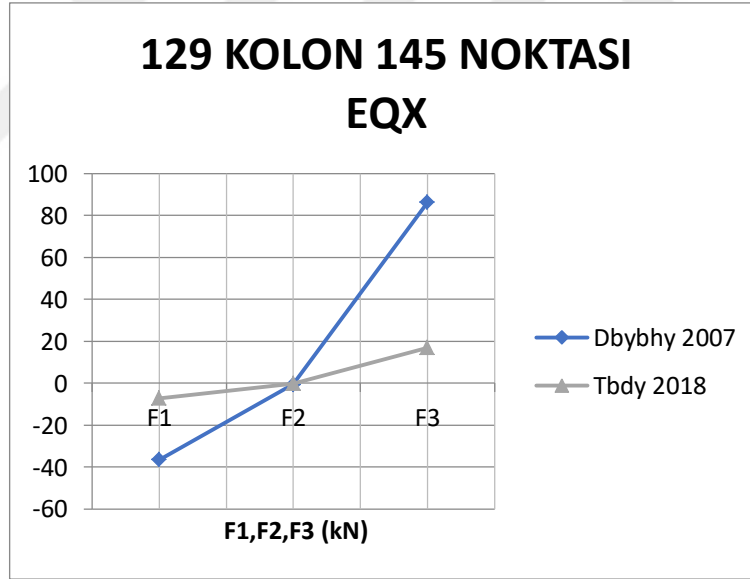
Şekil 5.9 1389 Numaralı Kolona Gelen X Yönü Deprem Momentlerinin Kıyaslanması

1389 numaralı kolon HEA400 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.9'e bakıldığında elemenda EQX kombinasyonunun da oluşan Y(M2), Z(M3) yönlerdeki deprem momentleri artmaktadır. X(M1) yönündeki deprem momentleri azalmaktadır.



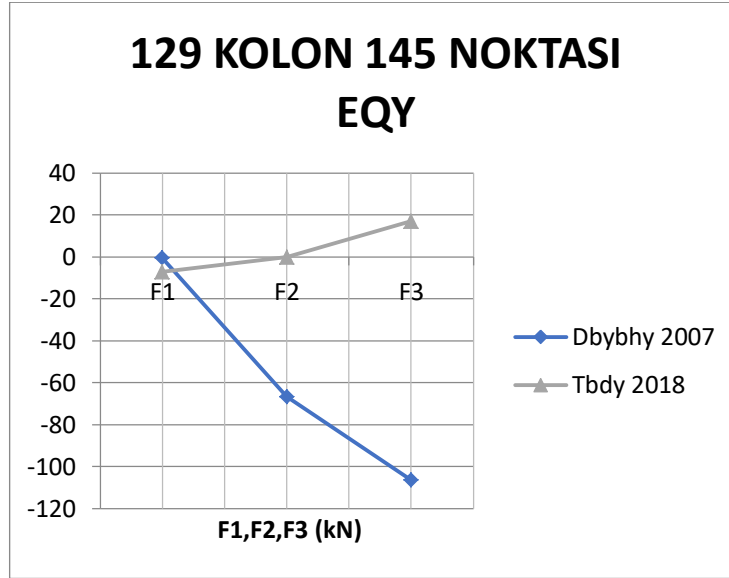
Şekil 5.10 1389 Numaralı Kolona Gelen Y Yönü Deprem Momentlerinin Kıyaslanması

1389 numaralı kolon HEA400 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.10'e bakıldığında elemanda EQY kombinasyonunun da oluşan tüm yönlerdeki deprem momentleri azalmaktadır.



Şekil 5.11 129 Numaralı Kolona Gelen X Yönü Deprem Kuvvetlerinin Kıyaslanması

129 numaralı kolon HEA320 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.11'e bakıldığında elemanda EQX kombinasyonunun da oluşan Y(F2), Z(F3) yönlerdeki deprem kuvvetleri azalmaktadır. X(F1) yönündeki deprem kuvvetleri artmaktadır.



Şekil 5.12 129 Numaralı Kolona Gelen Y Yönü Deprem Kuvvetlerinin Kıyaslanması

129 numaralı kolon HEA320 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.12'e bakıldığında elemenda EQY kombinasyonun da oluşan Y(F2), Z(F3) yönlerdeki deprem kuvvetleri artmaktadır. X(F1) yönündeki deprem kuvvetleri azalmaktadır.

Yukarıda grafiksel olarak belirtilen elemanlara genel olarak bakıldığında her iki yönetmelik içinde x ve y yönü deprem kuvvetleri F1,F2,F3 ve moment değerleri M1,M2,M3 değerleri karşılaştırılmıştır. Yapılan kıyaslamada görüldüğü üzere bazı elemanlarda yönetmelik değişikliğinden kaynaklı meydana deprem kuvvetleri ve momentlerde artmalar ve azalmalar olmuştur. Moment değeri olarak bakıldığında şekil5.10 da 2007 Dbybhy analiz sonucun da x yönü moment değeri(M1) 284 kN-m çıkarken 2018 Tbdy'e göre analiz sonucunda 0.98 kN-m değeri çıkmıştır. Bu moment değerinin azalması kesit boyutlarında azaltma yoluna gidilebileceğini gösterir. Deprem kuvvetlerine bakıldığında şekil5.12 de z yönü deprem kuvveti(F3) 2007 Dbybhy -115 kN değeri çıkarken 2018 Tbdy de +16.64 kN değeri oluşmuştur. Burada da HEA320 elemanına gelen deprem kuvvetinin arttığı anlaşılmaktadır. Bu sonuçlara bakıldığında önceden deprem bölgeleri olan, 1. Derece 2. Derece gibi gruplar bulunmaktaydı. Yapıyı inşa edileceği il hangi grup içinde yer alıyor ise o grup hesap kısmında kullanılmaktaydı. Yeni yönetmelikte ise enlem ve boylam olarak noktasal ivme değerleri dikkate alındığı için yukarıda bahsedilen farklılıklar meydana gelmektedir.

5.2.2 Çelik Kolonlarda Meydana Gelen Deplasmanlar

Çelik kolonlara 2007 ve 2018 Tbdy' e göre gelen deprem kuvvetleri ve bunların oluşturduğu deplasman ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Ve aşağıdaki grafik ve tablolarda belirtilmiştir.

U: Deplasman(Birimi: Metre alınmıştır.)

U1: X yönünde oluşan deplasman

U2: Y yönünde oluşan deplasman

U3: Z yönünde oluşan deplasman

R: Dönme (Birimi: Radyan alınmıştır.)

R1: X yönünde oluşan dönme

R2: Y yönünde oluşan dönme

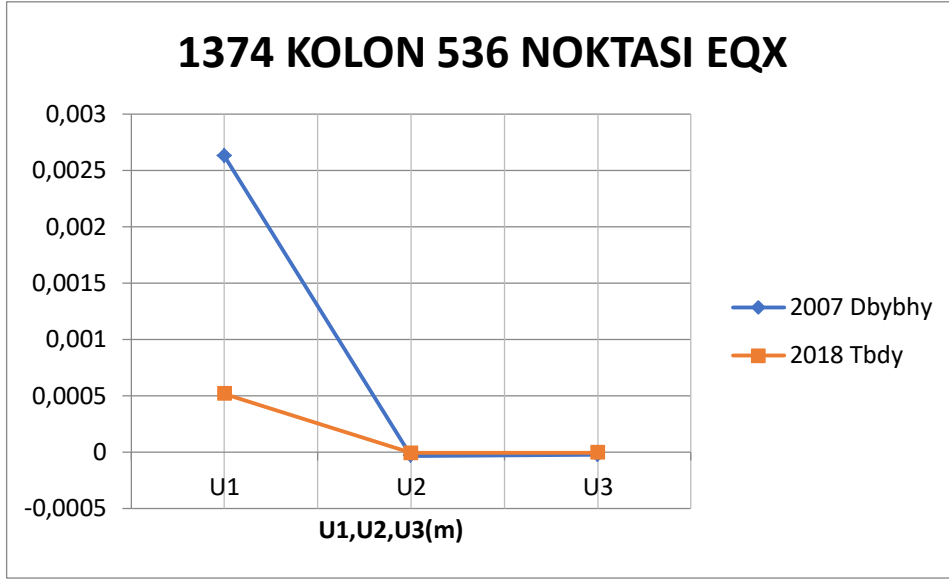
R3: Z yönünde oluşan dönme

TABLE: Joint Displacements 2007									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
536	EQX	LinStatic		0,002632	-3,2E-05	-2,5E-05	0,000017	0,001528	-0,00009
536	EQY	LinStatic		0,000032	0,003105	9,51E-06	-0,00181	0,000036	-0,00033
146	EQX	LinStatic		0,003694	0,000025	-4,9E-05	-1,2E-05	0,00074	-0,00015
146	EQY	LinStatic		0,000054	0,003901	0,00006	-0,00216	8,23E-06	-9,1E-08
554	EQX	LinStatic		0,002842	0,000012	1,67E-06	-6E-06	0,001693	0,000191
554	EQY	LinStatic		-6,7E-05	0,003878	9,32E-06	-0,00185	-4,1E-05	-2,7E-07
371	EQX	LinStatic		0,002427	0,000379	-0,00064	0,000025	0,000948	0,000173
371	EQY	LinStatic		-0,00021	0,001628	-0,00056	-0,00055	-7,3E-05	-0,00011
173	EQX	LinStatic		0,003925	0,000025	0,001474	-1,1E-05	0,001514	-8,9E-05
173	EQY	LinStatic		0,000129	0,003135	0,00019	-0,00178	0,000013	-0,00011

Şekil 5.13 2007 Dbybhy'e Göre Deplasman Değerleri

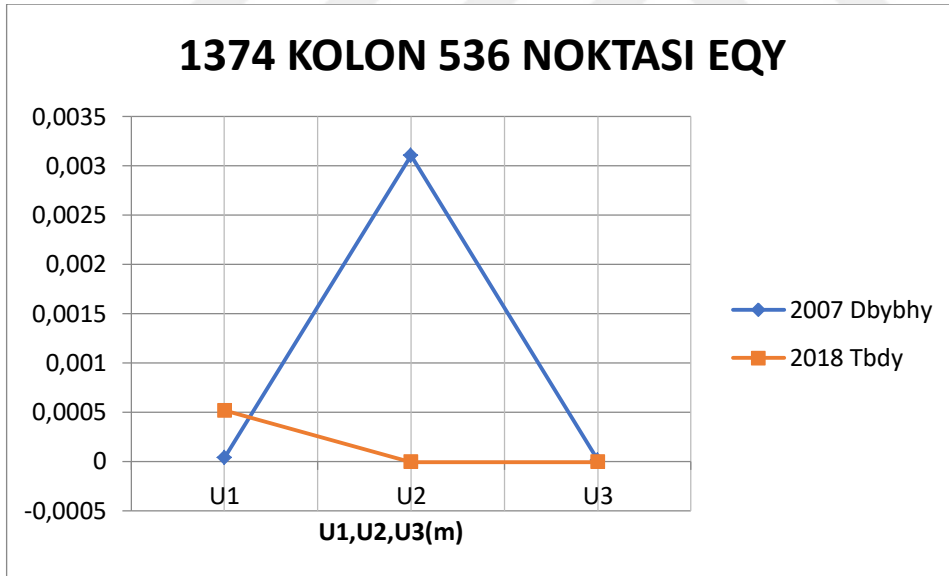
TABLE: Joint Displacements 2018									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
536	EQX	LinStatic		0,000518	-6,4E-06	-4,9E-06	3,4E-06	0,000301	-1,8E-05
536	EQY	LinStatic		0,000518	-6,4E-06	-4,9E-06	3,4E-06	0,000301	-1,8E-05
146	EQX	LinStatic		0,000727	4,84E-06	-9,6E-06	-2,4E-06	0,000145	-0,00003
146	EQY	LinStatic		0,000727	4,84E-06	-9,6E-06	-2,4E-06	0,000145	-0,00003
554	EQX	LinStatic		0,000559	2,44E-06	3,29E-07	-1,2E-06	0,000333	0,000037
554	EQY	LinStatic		0,000559	2,44E-06	3,29E-07	-1,2E-06	0,000333	0,000037
371	EQX	LinStatic		0,000478	0,000075	-0,00013	4,95E-06	0,000187	0,000034
371	EQY	LinStatic		0,000478	0,000075	-0,00013	4,95E-06	0,000187	0,000034
173	EQX	LinStatic		0,000772	4,85E-06	0,00029	-2,1E-06	0,000298	-1,8E-05
173	EQY	LinStatic		0,000772	4,85E-06	0,00029	-2,1E-06	0,000298	-1,8E-05

Şekil 5.14 2018 Tbdy'e Göre Deplasman Değerleri



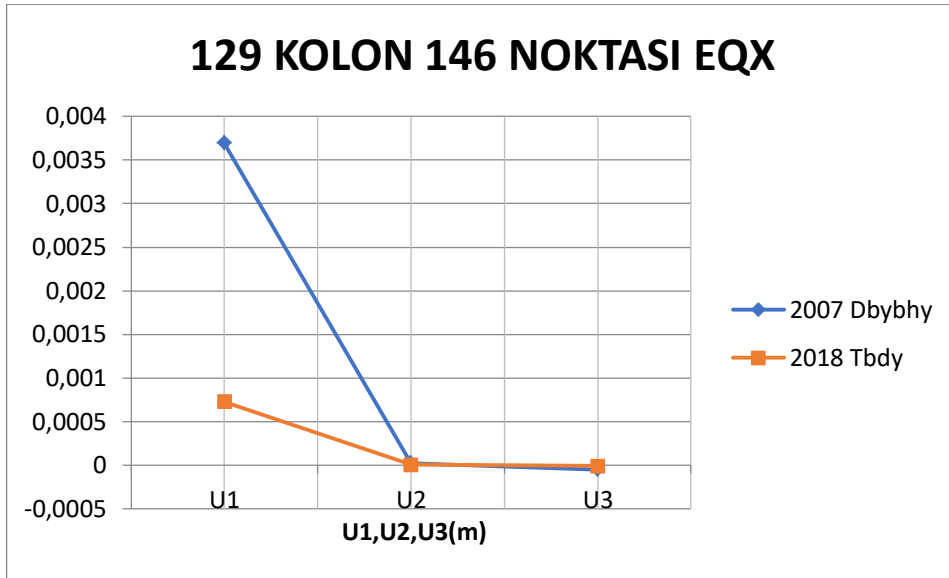
Şekil 5.15 536 Noktasının X Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması

1374 numaralı kolon HEA500 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil5.15'e bakıldığında elemanda oluşan EQX tarafından gelen X(U1) yönündeki deplasman miktarı azalmaktadır. Değer 0,00266 m iken 0,0005 m ye düşmüştür. Profil boyutlarında küçültmeye gidilebilir.



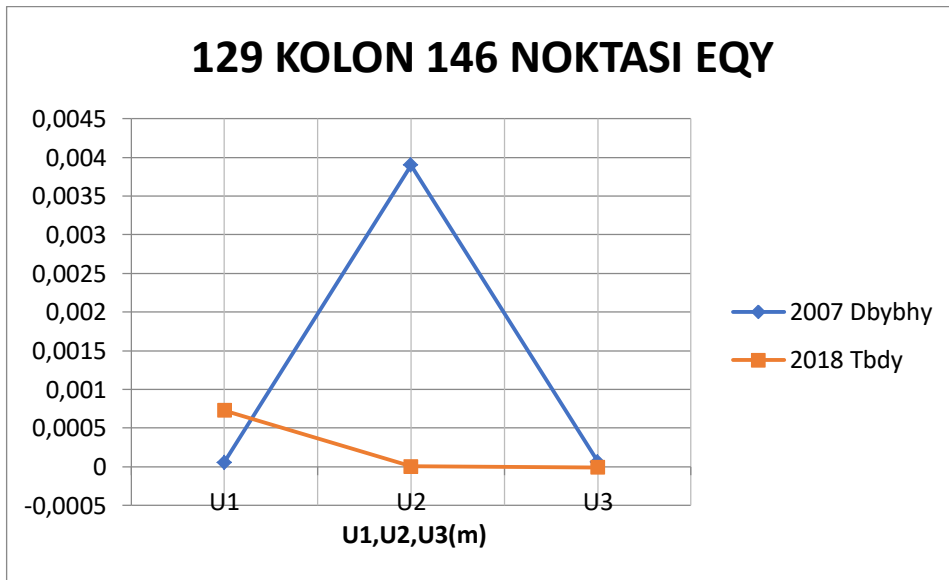
Şekil 5.16 536 Noktasının Y Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması

1374 numaralı kolon HEA500 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil5.16'e bakıldığında elemanda oluşan EQY tarafından gelen X(U1) yönündeki deplasman miktarı artmaktadır. Değer 0,00011 m iken 0,0005 m ye çıkmıştır. Profil boyutlarında değişikliğe gidilebilir. Y(U2) yönü deplasman değeri 2007 Dbybhy de 0.00311 m iken 2018 Tbdy'e göre 0 m değerine düşmüştür. Z(U3) yönü deplasman değeri değişmemektedir.



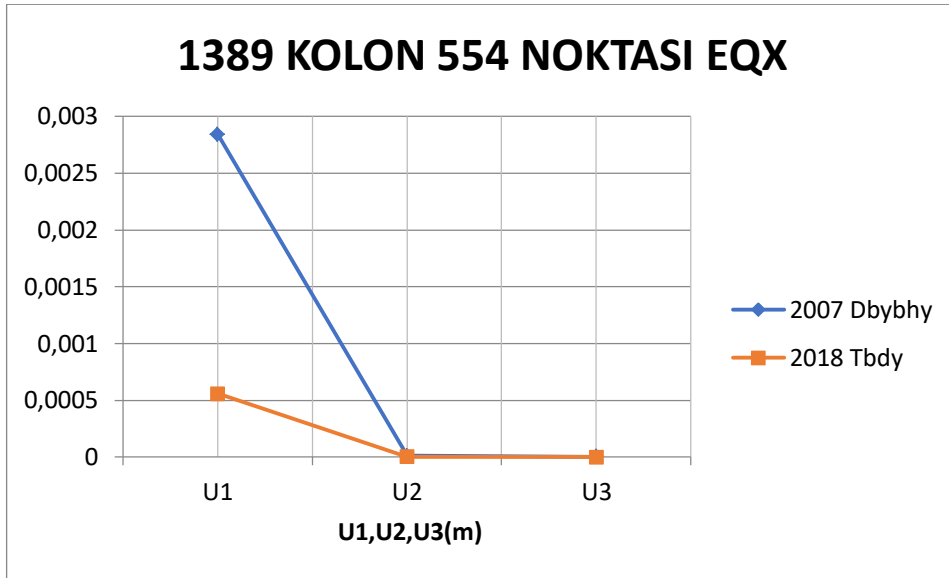
Şekil 5.17 146 Noktasının X Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması

129 numaralı kolon HEA320 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.17'e bakıldığında elemanda oluşan EQX tarafından gelen X(U1) yönündeki deplasman miktarı azalmaktadır. Değer 0,00388 m iken 0,0007 m ye düşmüştür. Profil boyutlarında değişikliğe gidilebilir. Z(U3) yönü deplasman değeri 2007 Dbybhy de 0,00016 m iken 2018 Tbdy'e göre 0,00 m değerine düşmüştür. Y(U2) yönü deplasman değeri değişmemektedir.



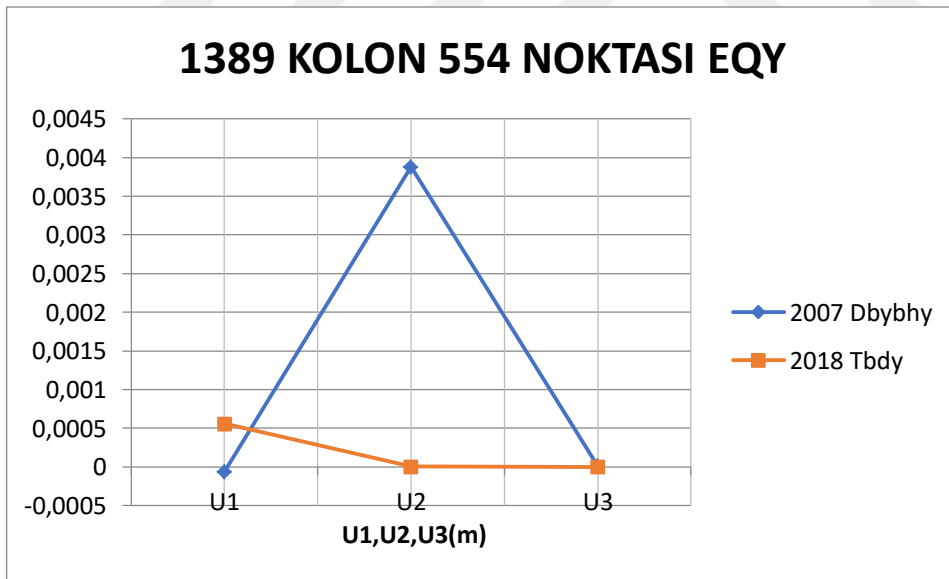
Şekil 5.18 146 Noktasının Y Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması

129 numaralı kolon HEA320 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.18'e bakıldığında elemanda oluşan EQY tarafından gelen X(U1) yönündeki deplasman miktarı artmaktadır. Değer 0,00 m iken 0,0007 m ye çıkmıştır. Profil boyutlarında değişikliğe gidilebilir. Y(U2) yönü deplasman değeri 2007 Dbybhy de 0,0038m iken 2018 Tbdy'e göre 0,00 m değerine düşmüştür. Z(U2) yönü deplasman değeri değişmemektedir.



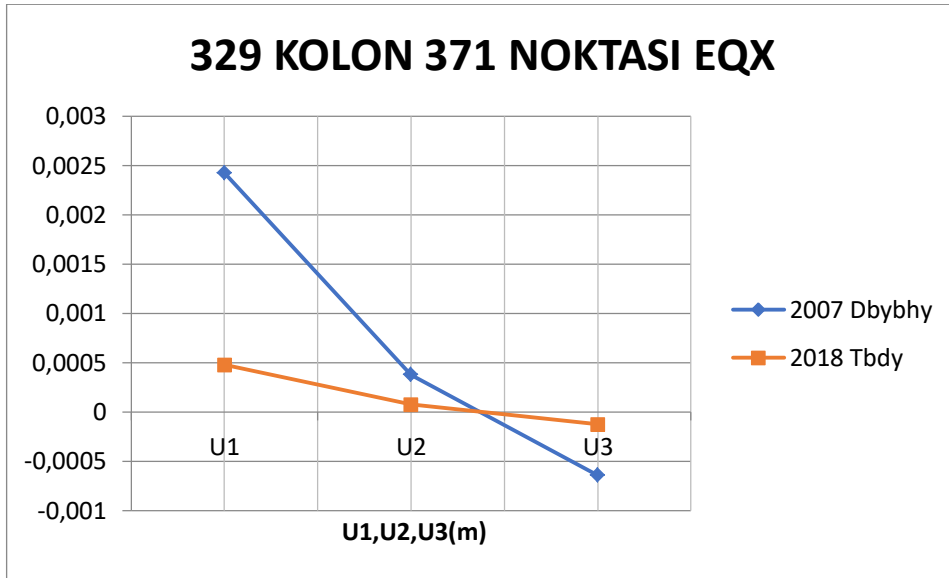
Şekil 5.19 554 Noktasının X Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması

1389 numaralı kolon HEA400 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.19'e bakıldığında elemanda oluşan EQX tarafından gelen X(U1) yönündeki deplasman miktarı azalmaktadır. Değer 0,0028 m iken 0,00055 m ye düşmüştür. Profil boyutlarında değişikliğe gidilebilir. Y(U2) yönü deplasman değeri 2007 Dbybhy de 0,00012m iken 2018 Tbdy'e göre 0,00 m değerine düşmüştür. Z(U2) yönü deplasman değeri değişmemektedir.



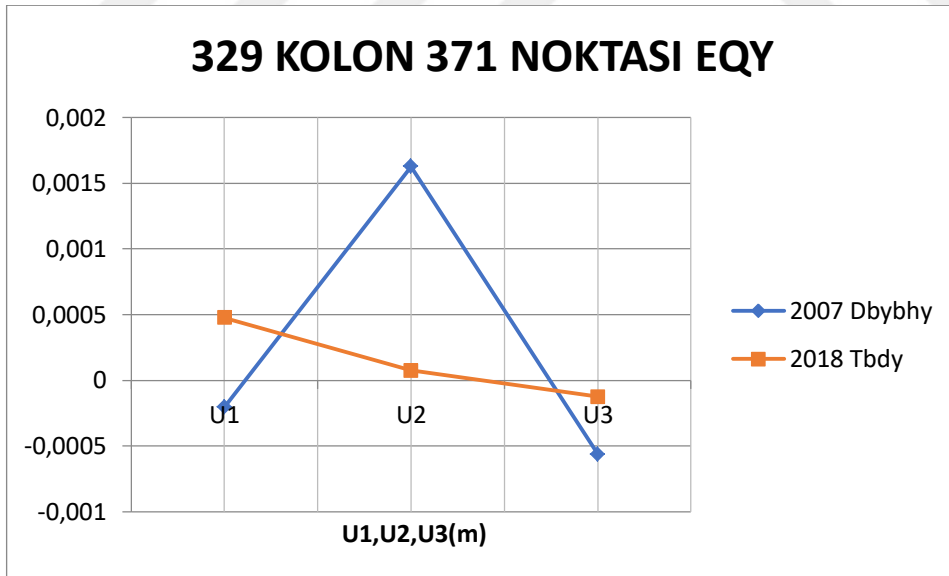
Şekil 5.20 554 Noktasının Y Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması

1389 numaralı kolon HEA400 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.20'e bakıldığında elemanda oluşan EQY tarafından gelen X(U1) yönündeki deplasman miktarı artmaktadır. Değer -0,0001 m iken 0,0005 m ye çıkmıştır. Profil boyutlarında değişikliğe gidilebilir. Y(U2) yönü deplasman değeri 2007 Dbybhy de 0,0038m iken 2018 Tbdy'e göre 0,00m değerine düşmüştür. Z(U2) yönü deplasman değeri değişmemektedir.



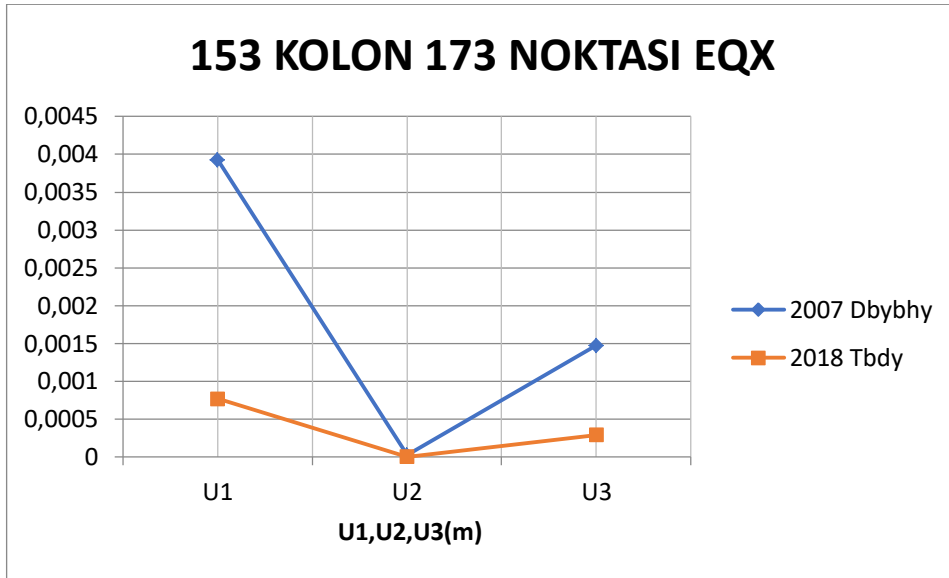
Şekil 5.21 371 Noktasının X Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması

329 numaralı kolon HEA360 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.21'e bakıldığında elemanda oluşan EQX tarafından gelen X(U1) yönündeki deplasman miktarı azalmaktadır. Değer 0,0022 m iken 0,0005 m ye düşmüştür. Profil boyutlarında değişikliğe gidilebilir. Y(U2) yönü deplasman değeri 2007 Dbybhy de 0,0003m iken 2018 Tbdy'e göre 0,0001 m değerine düşmüştür. Z(U3) yönü deplasman değeri 2007 Dbybhy de -0,0042m iken 2018 Tbdy'e göre -0,00001 m değerine düşmüştür.



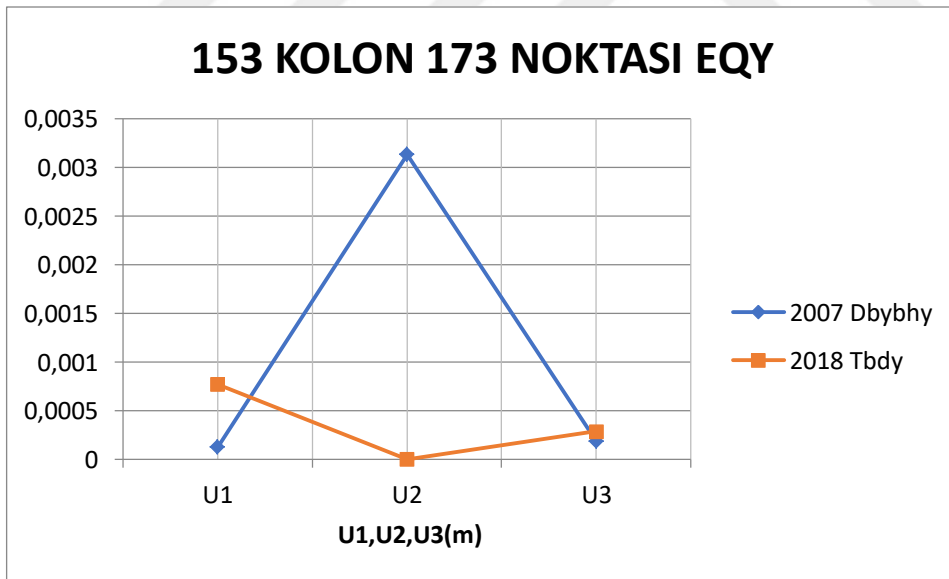
Şekil 5.22 371 Noktasının Y Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması

329 numaralı kolon HEA360 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.22'e bakıldığında elemanda oluşan EQY tarafından gelen X(U1) yönündeki deplasman miktarı artmaktadır. Değer -0,00022 m iken 0,0005 m ye çıkmıştır. Y(U2) yönü deplasman değeri 2007 Dbybhy de 0,0019m iken 2018 Tbdy'e göre 0,0001 m değerine düşmüştür. Z(U3) yönü deplasman değeri 2007 Dbybhy de -0,00056m iken 2018 Tbdy'e göre -0,000461 m değerine çıkmıştır.



Şekil 5.23 173 Noktasının X Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması

173 numaralı kolon HEA240 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.23'e bakıldığında elemanda oluşan EQX tarafından gelen X(U1) yönündeki deplasman miktarı azalmaktadır. Değer 0,0039 m iken 0,00055 m ye azalmıştır. Y(U2) yönü deplasman değeri değişmemiştir. Z(U3) yönü deplasman değeri 2007 Dbybhy de 0,0015m iken 2018 Tbdy'e göre 0,00032 m değerine düşmüştür.



Şekil 5.24 173 Noktasının Y Yönü Deplasman Değerlerinin Kıyaslanması

173 numaralı kolon HEA240 çelik kolonuna denk gelmektedir. Şekil 5.23'e bakıldığında elemanda oluşan EQY tarafından gelen X(U1) yönündeki deplasman miktarı artmaktadır. Değer 0,0008 m iken 0,00022 m ye azalmıştır. Y(U2) yönü deplasman değeri 2007 Dbybhy de 0,0031m iken 2018 Tbdy'e göre 0,00m değerine düşmüştür. Z(U3) yönü deplasman değeri 2007 Dbybhy de 0,00015m iken 2018 Tbdy'e göre 0,00027 m değerine çıkmıştır.

5.2.3 Çelik Kirişlerde Meydana Gelen Deprem Kuvvetleri

P: Kuvvet(Birimi: Kilo Newton alınmıştır.)

V2: X yönünde oluşan kesme kuvveti

V3: Z yönünde oluşan kesme kuvveti

T: Burulma

M2: Y yönü momenti (Birimi: Kilo Newton- Metre alınmıştır.)

M3: Z yönü momenti

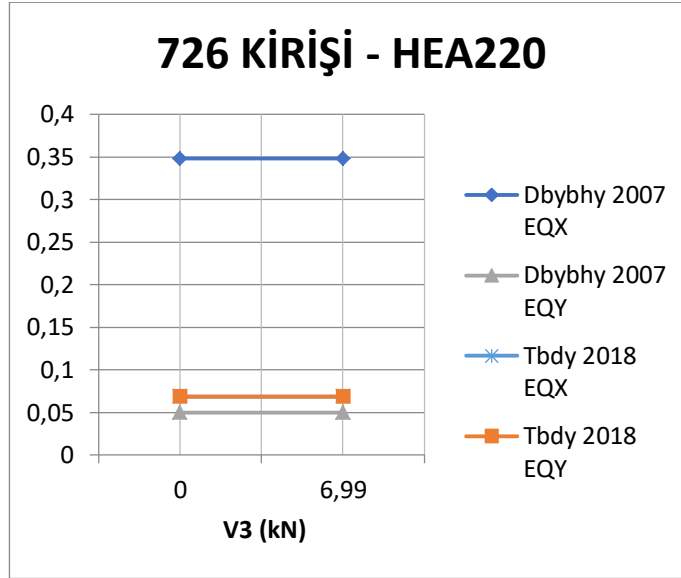
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
726	0	EQX	LinStatic	-6,393	0,069	0,348	0,0027	1,2015	0,2201	726-1	0
726	6,99	EQX	LinStatic	-6,393	0,069	0,348	0,0027	-1,2327	-0,2606	726-1	6,99
726	0	EQY	LinStatic	-6,957	10,928	0,05	-0,00028	0,2391	38,1594	726-1	0
726	6,99	EQY	LinStatic	-6,957	10,928	0,05	-0,00028	-0,1137	-38,2265	726-1	6,99
1600	0	EQX	LinStatic	39,754	1,144	-2,124	-0,0082	-7,8583	2,5537	1600-1	0
1600	6,99	EQX	LinStatic	39,754	1,144	-2,124	-0,0082	6,9871	-5,4446	1600-1	6,99
1600	0	EQY	LinStatic	-60,577	29,368	0,642	-0,00077	1,7191	105,2276	1600-1	0
1600	6,99	EQY	LinStatic	-60,577	29,368	0,642	-0,00077	-2,7661	-100,053	1600-1	6,99
2185	0	EQX	LinStatic	0	-1,6E-14	22,665	0	0	-6,4E-15	2185-1	0
2185	0,66857	EQX	LinStatic	0	-1,6E-14	22,665	0	-15,1528	4,14E-15	2185-1	0,66857
2185	0	EQY	LinStatic	17,606	-6,3E-14	0	0	-2,6E-14	0	2185-1	0
2185	0,66857	EQY	LinStatic	17,606	-6,3E-14	0	0	-2,6E-14	4,23E-14	2185-1	0,66857

Şekil 5.25 2007 Dbybhy'e Göre Kirişlerde Meydana Gelen Deprem Kuvvetleri

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
726	0	EQX	LinStatic	-1,258	0,014	0,069	0,000541	0,2364	0,0433	726-1	0
726	6,99	EQX	LinStatic	-1,258	0,014	0,069	0,000541	-0,2425	-0,0513	726-1	6,99
726	0	EQY	LinStatic	-1,258	0,014	0,069	0,000541	0,2364	0,0433	726-1	0
726	6,99	EQY	LinStatic	-1,258	0,014	0,069	0,000541	-0,2425	-0,0513	726-1	6,99
1600	0	EQX	LinStatic	7,821	0,225	-0,418	-0,0016	-1,546	0,5024	1600-1	0
1600	6,99	EQX	LinStatic	7,821	0,225	-0,418	-0,0016	1,3746	-1,0711	1600-1	6,99
1600	0	EQY	LinStatic	7,821	0,225	-0,418	-0,0016	-1,546	0,5024	1600-1	0
1600	6,99	EQY	LinStatic	7,821	0,225	-0,418	-0,0016	1,3746	-1,0711	1600-1	6,99
2185	0	EQX	LinStatic	0	0	4,459	0	4,11E-13	0	2185-1	0
2185	0,66857	EQX	LinStatic	0	0	4,459	0	-2,9811	0	2185-1	0,66857
2185	0	EQY	LinStatic	0	0	4,459	0	4,11E-13	0	2185-1	0
2185	0,66857	EQY	LinStatic	0	0	4,459	0	-2,9811	0	2185-1	0,66857

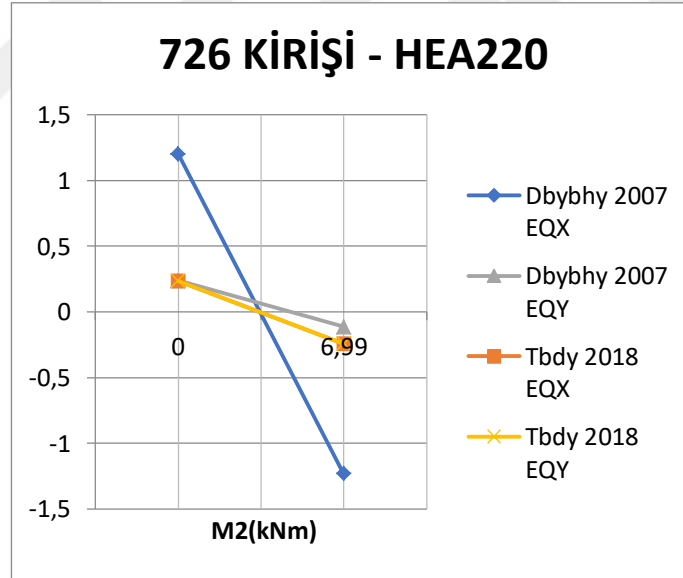
Şekil 5.26 2018 Tbdy'e Göre Kirişlerde Meydana Gelen Deprem Kuvvetleri

Çelik yapıda tasarlanan kiriş elemanlar ve bunların eleman boyutları belirtilmiştir. Bu elemanların 2007 ve 2018 Tbdy'e göre oluşan deprem kuvvetleri yukarıda tablo şeklinde belirtilmiştir. Meydana gelen kuvvetlerin birimi KN-m alınmıştır. Elemanlarda oluşan kesme kuvveti ve moment değerleri detaylı bir şekilde irdelenmiştir.



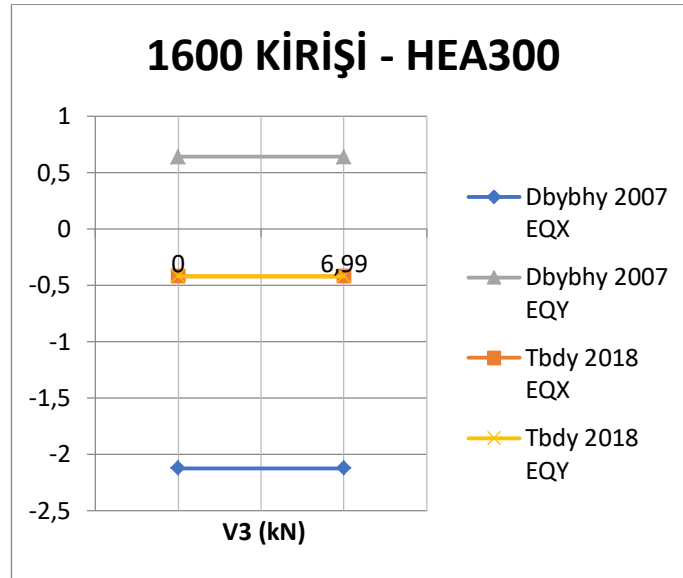
Şekil 5.27 726 Numaralı Kiriş Kesme Kuvvetlerinin Kıyaslanması

726 numaralı kirişin üzerine gelen kesme kuvveti grafikte belirtilmiştir. Boyut olarak HEA220 profile kullanılmıştır. Y yönünde(EQY) meydana gelen kesme kuvveti(V3) 2007 yönetmeliğinde 0,05 2018 Tbdy'e göre 0,069 değerindedir. Burada bir artış söz konusudur. X yönündeki(EQX) değerlere bakıldığında herhangi bir değişiklik meydana gelmemiştir.



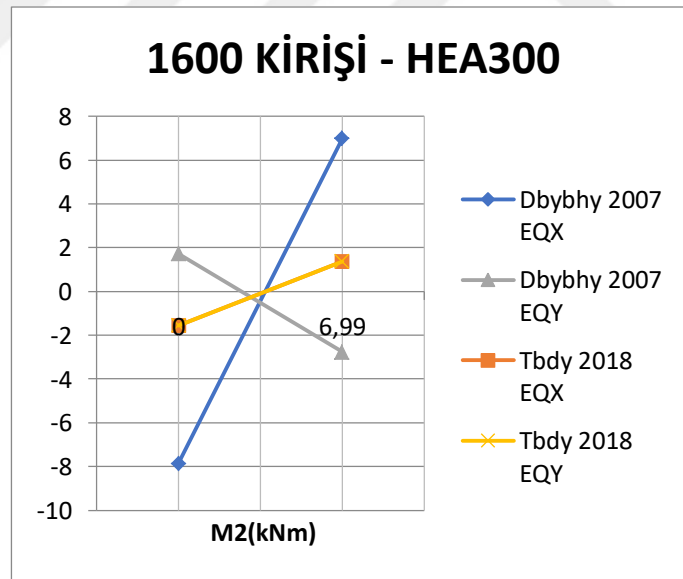
Şekil 5.28 726 Numaralı Kiriş Moment Değerlerinin Kıyaslanması

726 numaralı kirişin üzerine gelen momentler grafikte belirtilmiştir. Boyut olarak HEA220 profile kullanılmıştır. Y yönünde(EQY) meydana gelen moment(M2) 2007 yönetmeliğinde 0,293 2018 Tbdy'e göre 0,236 değerindedir. Burada bir azalış söz konusudur. X yönündeki(EQX) değerlere bakıldığında meydana gelen moment(M2) 2007 yönetmeliğinde 1,20 2018 Tbdy'e göre 0,264 değerindedir.



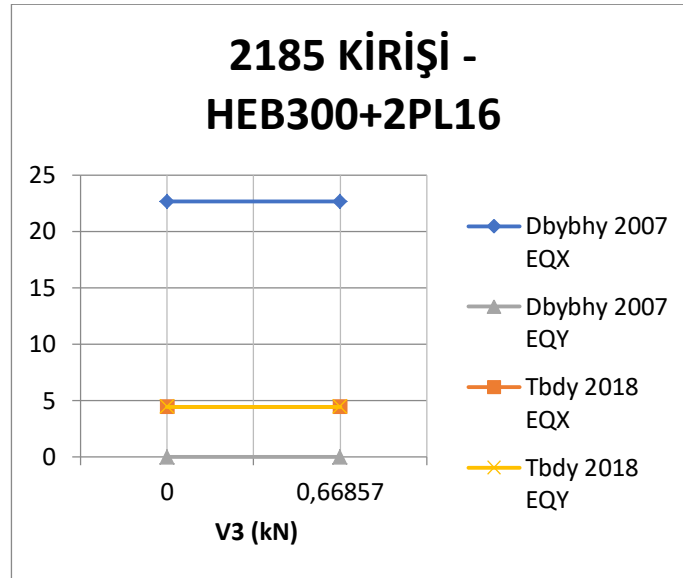
Şekil 5.29 1600 Numaralı Kiriş Kesme Kuvvetlerinin Kıyaslanması

1600 numaralı kirişin üzerine gelen kesme kuvveti grafikte belirtilmiştir. Boyut olarak HEA300 profile kullanılmıştır. Y yönünde(EQY) meydana gelen kesme kuvveti(V3) 2007 yönetmeliğinde 0,642 2018 Tbdy'e göre -0,408 değerindedir. Burada bir azalış söz konusudur. X yönündeki(EQX) değerlere bakıldığında meydana gelen kesme kuvveti(V2) 2007 yönetmeliğinde -2,124 2018 Tbdy'e göre -0,408 değerindedir.



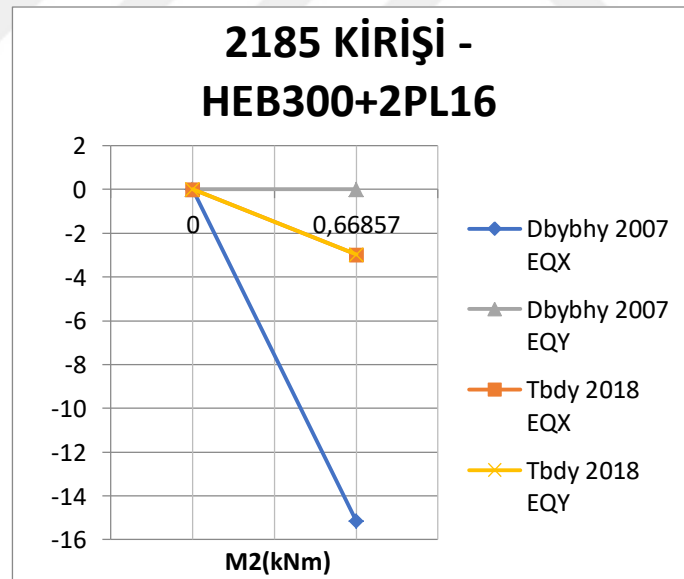
Şekil 5.30 1600 Numaralı Kiriş Moment Değerlerinin Kıyaslanması

1600 numaralı kirişin üzerine gelen kesme kuvveti grafikte belirtilmiştir. Boyut olarak HEA300 profile kullanılmıştır. Y yönünde(EQY) meydana gelen moment(M3) 2007 yönetmeliğinde -2,76 2018 Tbdy'e göre -1,548 değerindedir. Burada bir azalış söz konusudur. X yönündeki(EQX) değerlere bakıldığında meydana gelen moment(V2) 2007 yönetmeliğinde -7,85 2018 Tbdy'e göre -1,55 değerindedir.



Şekil 5.31 2185 Numaralı Kiriş Kesme Kuvvetlerinin Kıyaslanması

2185 numaralı kirişin üzerine gelen kesme kuvveti grafikte belirtilmiştir. Boyut olarak HEB300+2PL16 özel profil kullanılmıştır. Y yönünde(EQY) meydana gelen kesme kuvveti(V3) 2007 yönetmeliğinde 0,00 2018 Tbdy'e göre 4,45 değerindedir. Burada bir artış söz konusudur. X yönündeki(EQX) değerlere bakıldığında meydana gelen kesme kuvveti(V2) 2007 yönetmeliğinde 22,665 2018 Tbdy'e göre 4,46 değerindedir.



Şekil 5.32 2185 Numaralı Kiriş Moment Değerlerinin Kıyaslanması

2185 numaralı kirişin üzerine gelen kesme kuvveti grafikte belirtilmiştir. Boyut olarak HEB300+2PL16 özel profil kullanılmıştır. Y yönünde(EQY) meydana gelen moment(M3) 2007 yönetmeliğinde -2,76 2018 Tbdy'e göre -1,548 değerindedir. Burada bir azalış söz konusudur. X yönündeki(EQX) değerlere bakıldığında meydana gelen moment(V2) 2007 yönetmeliğinde -7,85 2018 Tbdy'e göre -1,55 değerindedir.

Yapılan karşılaştırmalar yukarıdaki grafiklerde sunulmuştur. Sonuçlar değerlendirilip karşılaştırıldığında yönetmelik değişikliğiyle farklı sonuçlar elde edilmiştir. Kolonlardaki deprem kuvveti, deplasman değerleri; kirişlerdeki kesme ve moment değerleri arasındaki farklılıklar sayısal değerlerle ortaya konulmuştur. 2007 Dbybhy'e göre deprem bölgeleri 4 sınıfta incelenmekteydi. Bu deprem bölgelerine göre ivme değerleri sabit katsayılar olarak verilmiştir. 2018 Tbdy'e göre deprem tehlike haritası verilmiş olup, Ss ve S1 spektral ivme katsayıları koordinata ve zemin özelliklerine ayrıca da deprem yer hareketi düzeyine(DD1, DD2, DD3 ve DD4) göre değişkenlik göstermektedir. Böylece daha önce binanın yer aldığı deprem bölgesine bağlı olarak tek bir değer alan spektral ivme katsayısı kısa ve uzun periyodlarda ayrı ayrı alınmıştır. Bu değişikliklerde zemin sınıflarında yapılan değişikliklerde önem arz etmektedir. 2007 Dbybhy de Z1 en iyi ve Z4 en kötü olmak üzere 4 tane zemin sınıfı vardı. 2018 Tbdy de ise A,B,C ve D zemin grupları ve binanın oturduğu alanın zemin katman yüksekliğine bağlı olarak iyi zeminden kötü zemine doğru ZA, ZB, ZC, ZD, ZE, ve ZF diye sınıflandırılmıştır. Etkileyen bir diğer durum ise deprem tasarım sınıfları(DTS) ve (BYS)bina yükseklik sınıfıdır. Bu terimlerde yönetmelikle beraber sisteme eklenmiştir. Kat ötelemelerinde 2018 Tbdy ile artan deprem kuvvetinden ötürü değişiklikler göstermiştir. Çıkan sonuçların grafik değerlerine bakıldığında örneğin şekil 5.10 da 2007 Dbybhy analiz sonucunda x yönü moment değeri(M1) 284 kN-m çıkarken 2018 Tbdy'e göre analiz sonucunda 0.98 kN-m değeri çıkmıştır. Bu moment değerinin azalması kesit boyutlarında azaltma yoluna gidilebileceğini gösterir. Deprem kuvvetlerine bakıldığında şekil 5.12 de z yönü deprem kuvveti(F3) 2007 Dbybhy -115 kN değeri çıkarken 2018 Tbdy de +16.64 kN değeri oluşmuştur. İrdelenen tüm durumlar ve yapılan tüm karşılaştırmalar gösteriyor ki yönetmelik değişikliği yapıda betonarme ve çelik yapıyı gerek eleman gerekse kuvvet olarak önemli derecede etkilemiştir.

Linear ve nonlinear analiz sonuçlarına bakıldığında, linear analizdeki hesap ve buna göre yapılan boyutlandırılmış betonarme taşıyıcı sistem nonlinear analizde DD1 deprem yer hareketi düzeyine göre ileri performans hedefinin kontrollü hasar, DD3 deprem yer hareketi düzeyinde ileri performans hedefi kontrollü hasara(Tablo 3.3.a) ulaşamamıştır. Elemanlar istenilen hasar durumlarında yer almamıştır. 2007 Dbybhy' e göre analiz sonucu elemanlar tam boyutlandırılıp tasarım sonuçlandırılmışken 2018 Tbdy' e göre yapılan nonlinear ve linear analiz sonuçları yukarıda belirtilen sorunlara neden olmaktadır.

KAYNAKÇA

- KAYA, V. (2000). *1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikteki Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Ve Çok Katlı Çelik Yapının Bu Yöntemle Analizi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü.
- KEÇELİOĞLU, Ö. (2008). *ÇOK KATLI BETONARME VE ÇELİK YAPILARIN 2007 TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ ESASLARINA GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI*. İSTANBUL: İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ.
- ÖZMEN, B. (2012). The Historical Development of Seismic Zoning Maps of Turkey. *Türkiye Jeoloji Bülteni*.
- POLAT, G. (2004). *BETONARME YÜKSEK YAPILARDA KULLANILABİLECEK TAŞIYICI SİSTEMLER VE PERDE ÇERÇEVELİ BİR SİSTEMİN STATİK VE DİNAMİK HESABI*. İSTANBUL : İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ.
- TUNÇ, G., & TANFENER, T. (2016). 2007 ve 2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliklerinin Örneklerle Mukayesesi. *3.ULUSAL YAPI KONGRESİ VE SERGİSİ TEKNİK TASARIM, GÜVENLİK VE ERİŞİLEBİLİRLİK*. Ankara: TMMOB MİMARLAR ODASI.
- Yorgun, C. (2005). *ÇELİK SAC-BETON KOMPOZİT DÖŞEME SİSTEMLERİNİN UYGULAMALARINA YÖNELİK DEĞERLENDİRMELERİ. TÜRKİYE MÜHENDİSLİK HABERLERİ*.
- Yürekli, A. (2019). Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, 1-12.

ÖZGEÇMİŞ

Hatice Boncuk ÖZEL

Deneyim : 2015 Haziran / Temmuz : Öz-Ka İnşaat/Şantiye Stajı

2015 Eylül / Kasım : Öz-Ka İnşaat /Şantiye Bazlı Uzun Dönem Staj

2016 Haziran / Ağustos : Yüce Mühendislik/Büro Stajı

6 Haziran-6 Temmuz 2017: Yüce Mühendislik/Deneyim kazanmak amacıyla

20 Şubat 2018-06 Aralık 2019 Mizan Yapı Mühendislik

Eğitim Durumu : 2012-2017 : Erciyes Üniversitesi - İnşaat Mühendisliği

2012-2009 : Prof. Dr. Şevket Raşit Hatipoğlu Anadolu Lisesi

Programlar : Autocad, Sta4cad : İyi

Sap2000 : Orta

Ms Office : İleri

TEKLA : Orta

Etkinlikler : Avrasya Tünel Gezisi

Civil Ankara 2017 üyeliği

Projeler: KONYA 2000 KİŞİLİK YURT PROJESİ

ELAZIĞ YURT PROJESİ

GİRESUN YURT PROJESİ

ERZURUM GÜMRÜK PROJESİ

ÇANAKKALE 11 İLÇEDE ASTM PROJESİ

VE-GE KAĞIT ÇELİK FABRİKA

KİPAŞ BES PROJE

AFYON BES PROJE

45 DAİRELİK KONUT /OKUL PROJESİ

6.EK.1

6.1.Bina Taşıyıcı Sistemlerine İlişkin Genel İlkeler

– Bir bütün olarak deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte *rijitlik*, *kararlılık* ve *dayanım* bulunmalıdır.

– Döşeme sistemleri, deprem kuvvetlerinin taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenli aktarılmasını sağlayacak düzeyde rijitlik ve dayanıma sahip olmalıdır. Yeterli olmayan durumlarda, döşemelerde uygun aktarma elemanları düzenlenmelidir.

tanımlanan düzensiz binaların tasarımından ve yapımından kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistem planda simetrik veya simetriğe yakın düzenlenmeli ve Tablo 2.1’de A1 başlığı ile tanımlanan burulma düzensizliğine olabildiğince yer verilmemelidir. Bu bağlamda, perde vb rijit taşıyıcı sistem elemanlarının binanın burulma rijitliğini arttıracak biçimde yerleştirilmesine özen gösterilmelidir. Düşey doğrultuda ise özellikle Tablo 2.1’de B1 ve B2 başlıkları ile tanımlanan ve herhangi bir katta *zayıf kat* veya *yumuşak kat* durumu oluşturan düzensizliklerden kaçınılmalıdır.

– Bölüm 6, Tablo 6.1’de tanımlanan (C) ve (D) gruplarına giren zeminlere oturan kolon ve özellikle perde temellerindeki dönmelerin taşıyıcı sistem hesabına etkileri, uygun idealleştirme yöntemleri ile gözönüne alınmalıdır.

6.2.Deprem Yüklerine İlişkin Genel Kurallar

– Binalara etkiyen deprem yüklerinin belirlenmesi için, bu bölümde aksi belirtilmedikçe, **2.4**’te tanımlanan *Spektral İvme Katsayısı* ve **2.5**’te tanımlanan *Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı* esas alınacaktır.

– Deprem yükleri ile diğer yüklerin ortak etkisi altında binanın taşıyıcı sistem elemanlarında oluşacak tasarım iç kuvvetlerinin *taşıma gücü* ilkesine göre hesabında kullanılacak yük katsayıları, bu Yönetmelikte aksi belirtilmedikçe, ilgili yapı yönetmeliklerinden alınacaktır.

– Deprem yükleri ile rüzgar yüklerinin binaya aynı zamanda etkilediği varsayılacak ve her bir yapı elemanının boyutlandırılmasında, deprem ya da rüzgar etkisi için hesaplanan büyüklüklerin elverişsiz olanı gözönüne alınacaktır. Ancak, rüzgardan oluşan büyüklüklerin daha elverişsiz olması durumunda bile; elemanların boyutlandırılması, detaylandırılması ve birleşim noktalarının düzenlenmesinde, bu Yönetmelikte belirtilen koşullara uyulması zorunludur.

6.3.Düzensiz Binalar

6.3.1 Düzensiz Binaların Tanımı

Depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken *düzensiz binalar*'ın tanımlanması ile ilgili olarak, planda ve düşey doğrultuda düzensizlik meydana getiren durumlar Tablo 2.1'de, bunlarla ilgili koşullar ise 2.3.2'de verilmiştir.

6.3.2 Düzensiz Binalara İlişkin Koşullar

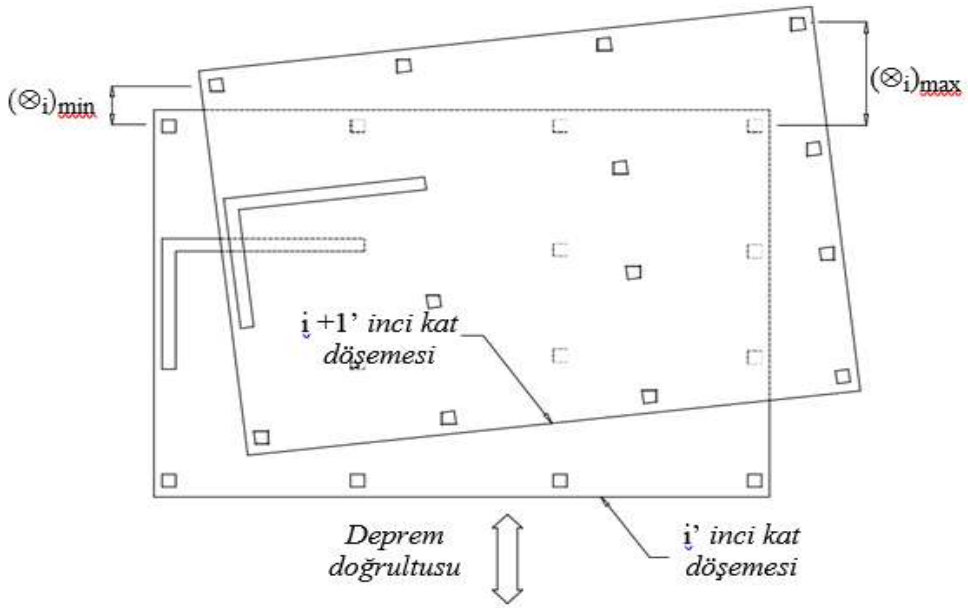
Tablo 2.1'de tanımlanan düzensizlik durumlarına ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir:

- A1 ve B2 türü düzensizlikler, 2.6'da belirtildiği üzere, deprem hesap yönteminin seçiminde etken olan düzensizliklerdir.
- A2 ve A3 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiği hesapla doğrulanacaktır.
- B1 türü düzensizliğinin bulunduğu binalarda, gözönüne alınan i'inci kattaki dolgu duvarı alanlarının toplamı bir üst kattakine göre fazla ise, η_{ci} 'nin hesabında dolgu duvarları gözönüne alınmayacaktır. $0.60 \leq (\eta_{ci})_{\min} < 0.80$ aralığında **Tablo 2.5**'te verilen taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $1.25 (\eta_{ci})_{\min}$ değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanacaktır. Ancak hiçbir zaman $\eta_{ci} < 0.60$ olmayacaktır. Aksi durumda, zayıf katın dayanımı ve rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.
- B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalara ilişkin koşullar, bütün deprem bölgelerinde uygulanmak üzere, aşağıda belirtilmiştir:

Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez

A – PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
A1 – Burulma Düzensizliği : Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden <i>Burulma Düzensizliği Katsayısı</i> η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumu [$\eta_{bi} = (\otimes_i)_{\max} / (\otimes_i)_{\text{ort}} > 1.2$] <i>Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm$ %5 ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak, 2.7'ye göre yapılacaktır.</i>	2.3.2.1

<u>A2 – Döşeme Süreksizlikleri :</u> Herhangi bir kattaki döşemede I – Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu, II – Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, III – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu	2.3.2.2
<u>A3 – Planda Çıkıntılar Bulunması :</u> Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu	2.3.2.2
B – DÜŞEY DOĞRULTUDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
<u>B1 – Komsu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) :</u> Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki <i>etkili kesme alanı</i>'nın, bir üst kattaki <i>etkili kesme alanı</i>'na oranı olarak tanımlanan <i>Dayanım Düzensizliği Katsayısı</i> η_{ci}'nin 0.80'den küçük olması durumu. [$\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80$] <i>Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı:</i> $\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k$ (Simgeler için Bkz. 3.0)	2.3.2.3
<u>B2 – Komsu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumusak Kat) :</u> Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat öteleme oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat öteleme oranına bölünmesi ile tanımlanan <i>Rijitlik Düzensizliği Katsayısı</i> η_{ki}'nin 2.0'den fazla olması durumu. [$\eta_{ki} = (\otimes_i / h_i)_{ort} / (\otimes_{i+1} / h_{i+1})_{ort} > 2.0$ veya $\eta_{ki} = (\otimes_i / h_i)_{ort} / (\otimes_{i-1} / h_{i-1})_{ort} > 2.0$] <i>Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm$ %5 ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak 2.7'ye göre yapılacaktır.</i>	2.3.2.1
<u>B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği :</u> Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu (Şekil 2.4).	2.3.2.4



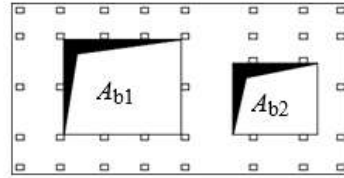
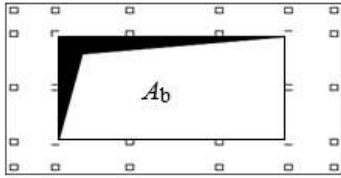
Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda

$$(\otimes i)_{ort} = 1/2 [(\otimes i)_{max} + (\otimes i)_{min}]$$

Burulma düzensizliği katsayısı :

$$\eta_{bi} = (\otimes i)_{max} / (\otimes i)_{ort}$$

Burulma düzensizliği durumu : $\eta_{bi} > 1.2$



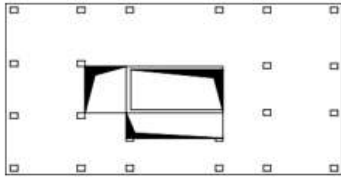
$$A_b = A_{b1} + A_{b2}$$

A2 türü düzensizlik durumu - I

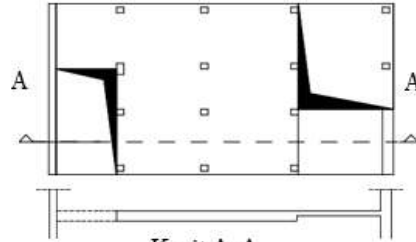
$$A_b / A > 1/3$$

A_b : Boşluk alanları toplamı

A : Brüt kat alanı



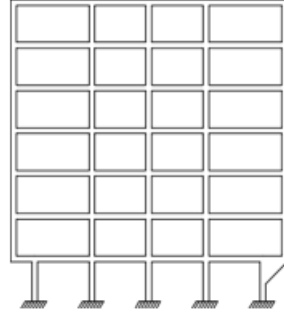
A2 türü düzensizlik durumu - II



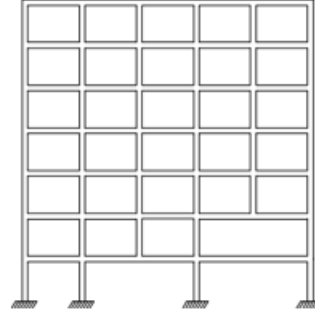
Kesit A-A

A2 türü düzensizlik durumu - II ve III

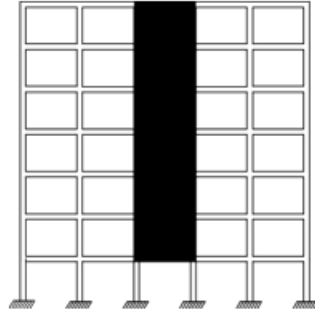
Şekil 2.2



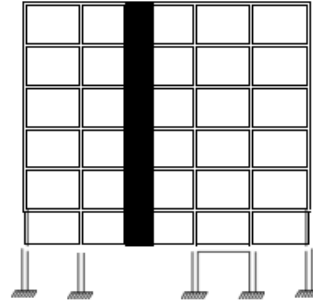
Bkz. 2.3.2.4 (a)



Bkz. 2.3.2.4 (b)



Bkz. 2.3.2.4 (c)



Bkz. 2.3.2.4 (d)

Şekil 2.4

Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılacaktır.

Üst katlardaki perdenin altta kolonlara oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

6.4.Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması : Spektral İvme Katsayısı

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan *Spektral İvme Katsayısı*, $A(T)$, Denk.(2.1) ile verilmiştir. %5 sönüm oranı için tanımlanan *Elastik İvme Spektrumu*'nun ordinatı olan *Elastik Spektral İvme*, $S_{ae}(T)$, Spektral İvme Katsayısı ile yerçekimi ivmesi g 'nin çarpımına karşı gelmektedir.

$$A(T) = A_0 I S(T)$$

$$S_{ae}(T) = A(T) g \quad (2.1)$$

6.4.1 Etkin Yer İvmesi Katsayısı

Denk.(2.1)'de yer alan *Etkin Yer İvmesi Katsayısı*, A_0 , Tablo 2.2'de tanımlanmıştır

TABLO 2.2 – ETKİN YER İVMESİ KATSAYISI (A_0)

<i>Deprem Bölgesi</i>	<i>A_0</i>
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

6.4.2 Bina Önem Katsayısı

Denk.(2.1)'de yer alan *Bina Önem Katsayısı*, I , Tablo 2.3'te tanımlanmıştır

BİNA ÖNEM KATSAYISI (I)

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

6.4.3 Spektrum Katsayısı

– Denk.(2.1)'de yer alan *Spektrum Katsayısı*, $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak Denk.(2.2) ile hesaplanacaktır (Şekil 2.5).

$$\begin{aligned}
S(T) &= 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\
S(T) &= 2.5 & (T_A < T \leq T_B) \\
S(T) &= 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} & (T_B < T)
\end{aligned} \tag{2.2}$$

Denk.(2.2)'deki *Spektrum Karakteristik Periyotları*, T_A ve T_B , Bölüm 6'da Tablo 6.2 ile tanımlanan *Yerel Zemin Sınıfları*'na bağlı olarak Tablo 2.4'te verilmiştir.

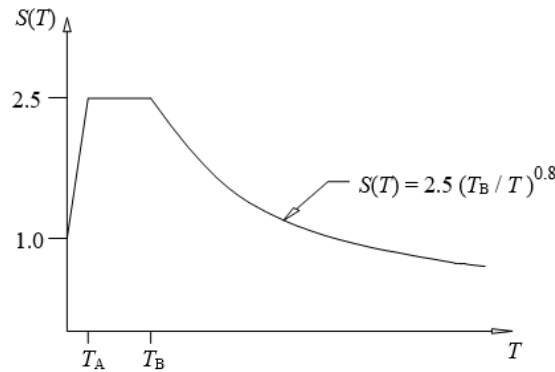
SPEKTRUM KARAKTERİSTİK PERİYOTLARI (T_A , T_B)

Tablo 6.2'ye göre 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

– Bölüm 6'da 6.2.1.2 ve 6.2.1.3'te belirtilen koşulların yerine getirilmemesi durumunda, Tablo 2.4'te Z4 yerel zemin sınıfı için tanımlanan spektrum karakteristik periyotları kullanılacaktır.

6.4.4 Özel Tasarım İvme Spektrumları

Gerekli durumlarda elastik tasarım ivme spektrumu, yerel deprem ve zemin koşulları göz önüne alınarak yapılacak özel araştırmalarla da belirlenebilir. Ancak, bu şekilde belirlenecek ivme spektrumu ordinatlarına karşı gelen spektral ivme katsayıları, tüm periyotlar için, Tablo 2.4'teki ilgili karakteristik periyotlar göz önüne alınarak Denk. (2.1)'den bulunacak değerlerden hiçbir zaman daha küçük olmayacaktır.



Şekil 2.5

6.5 Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını gözönüne almak üzere, 2.4'te verilen spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, aşağıda tanımlanan *Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı*'na bölünecektir. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı, çeşitli taşıyıcı sistemler için Tablo 2.5'te tanımlanan *Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı*, R 'ye ve doğal titreşim periyodu, T 'ye bağılı olarak Denk.(2.3) ile belirlenecektir.

$$\begin{aligned} R_a(T) &= 1.5 + (R - 1.5) \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\ R_a(T) &= R & (T_A < T) \end{aligned} \quad (2.3)$$

6.6 Taşıyıcı Sistemlerin Süneklik Düzeylerine İlişkin Genel Koşullar

- Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları Tablo 2.5'te verilen *süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler* ve *süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistemler*'e ilişkin tanımlar ve uyulması gerekli koşullar, betonarme binalar için Bölüm 3'te, çelik binalar için ise Bölüm 4'te verilmiştir.
- Tablo 2.5'te *süneklik düzeyi yüksek* olarak gözönüne alınacak taşıyıcı sistemlerde, süneklik düzeyinin her iki yatay deprem doğrultusunda da yüksek olması zorunludur. Süneklik düzeyi bir deprem doğrultusunda yüksek veya karma, buna dik diğer deprem doğrultusunda ise normal olan sistemler, her iki doğrultuda da *süneklik düzeyi normal sistemler* olarak sayılacaktır.
- Süneklik düzeyleri her iki doğrultuda aynı olan veya bir doğrultuda yüksek, diğer doğrultuda karma olan sistemlerde, farklı doğrultularda birbirinden farklı R katsayıları kullanılabilir.
- Perde içermeyen kirişsiz döşemeli betonarme sistemler ile, kolon ve kirişleri 3.3, 3.4 ve 3.5'te verilen koşullardan herhangi birini sağlamayan dolgulu veya dolgusuz dişli ve kaset döşemeli betonarme sistemler, *süneklik düzeyi normal sistemler* olarak gözönüne alınacaktır.
- Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde;
 - (a) Aşağıdaki (b) paragrafı dışında, taşıyıcı sistemi sadece çerçevelerden oluşan binalarda *süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler*'in kullanılması zorunludur.
 - (b) Tablo 2.3'e göre Bina Önem Katsayısı $I = 1.2$ ve $I = 1.0$ olan çelik binalarda, $H_N \leq 16$ m olmak koşulu ile, sadece süneklik düzeyi normal çerçevelerden oluşan taşıyıcı sistemler kullanılabilir.
 - (c) Tablo 2.3'e göre Bina Önem Katsayısı $I = 1.5$ ve $I = 1.4$ olan tüm binalarda *süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler* veya 2.5.4.1'de tanımlanan *süneklik düzeyi bakımından karma taşıyıcı sistemler* kullanılacaktır.
- Perde içermeyen *süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistemler*'e, sadece üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde, aşağıdaki koşullarla izin verilebilir:
 - (a) 2.5.1.4'te tanımlanan betonarme binalar, $H_N \leq 13$ m olmak koşulu ile yapılabilir.
 - (b) 2.5.1.4'te tanımlananların dışında, taşıyıcı sistemi sadece süneklik düzeyi normal çerçevelerden oluşan betonarme ve çelik binalar, $H_N \leq 25$ m olmak koşulu ile

yapılabilir.

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
<u>(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR</u>		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar..	4	7
<u>(2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR</u>		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3	7
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	3
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrike binalar..	—	5
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	6
<u>(3) ÇELİK BİNALAR</u>		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	4
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	5
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	7
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	6
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	5	6
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	8
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	7

6.6.1 Süneklik Düzeyi Yüksek Betonarme Boşluksuz Perdeli-Çerçevesiz Sistemlere İlişkin Koşullar

Deprem yüklerinin *süneklik düzeyi yüksek* boşluksuz (bağ kirişsiz) betonarme perdeler ile *süneklik düzeyi yüksek* betonarme veya çelik çerçeveler tarafından birlikte taşındığı binalara ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir:

– Bu tür sistemlerde, Tablo 2.5'te yerinde dökme betonarme ve çelik çerçeve durumu için verilen $R = 7$ 'nin veya prefabrik betonarme çerçeve durumu için verilen $R = 6$ 'nın kullanılabilmesi için, boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75'inden daha fazla olmayacaktır ($\alpha_s \leq 0.75$).

– 2.5.2.1'deki koşulun sağlanamaması durumunda, $0.75 < \alpha_s \leq 1.0$ aralığında kullanılacak R katsayısı, yerinde dökme betonarme ve çelik çerçeve durumu için $R = 10 - 4 \alpha_s$ bağıntısı ile, prefabrik betonarme çerçeve durumu için ise $R = 9 - 4 \alpha_s$ bağıntısı ile belirlenecektir.

– $H_w / \ell_w \leq 2.0$ olan perdelerde, yukarıda tanımlanan R katsayılarına göre hesaplanan iç kuvvetler, $[3 / (1 + H_w / \ell_w)]$ katsayısı ile çarpılarak büyültülecektir. Ancak bu katsayı, 2'den büyük alınmayacaktır.

6.6.2 Süneklik Düzeyi Normal Bazı Sistemlerde Perde Kullanım Zorunluluğuna İlişkin Koşullar

2.5.1.6'nın (a) ve (b) paragraflarında tanımlanan süneklik düzeyi normal sistemler, bütün deprem bölgelerinde ve aynı paragraflarda tanımlanan yükseklik sınırlarının üzerinde de yapılabilir. Ancak bu durumda, betonarme binalarda tüm yükseklik boyunca devam eden ve aşağıdaki koşulları sağlayan süneklik düzeyi normal veya yüksek betonarme boşluksuz ya da bağ kirişli (boşluklu) perdelerin, çelik binalarda ise süneklik düzeyi normal veya yüksek merkezi veya dışmerkez çaprazlı perdelerin kullanılması zorunludur.

– Taşıyıcı sistemde *süneklik düzeyi normal* perdelerin kullanılması durumunda, her bir deprem doğrultusunda, deprem yüklerine göre perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75'inden daha fazla olacaktır.

– Taşıyıcı sistemde *süneklik düzeyi yüksek* perdelerin kullanılması durumunda, aşağıda karma taşıyıcı sistemler için verilen 2.5.4.1 uygulanacaktır.

6.7 Hesap Yönteminin Seçilmesi

6.7.1 Hesap Yöntemleri

Binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılacak yöntemler; 2.7'de verilen *Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi*, 2.8'de verilen *Mod Birleştirme Yöntemi* ve 2.9'da verilen *Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri*'dir. 2.8 ve 2.9'da verilen yöntemler, tüm binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılabilir.

6.7.2 Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulama Sınırları

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanabileceği binalar Tablo 2.6'da özetlenmiştir. Tablo 2.6'nın kapsamına girmeyen binaların deprem hesabında, veya 2.9'da verilen yöntemler kullanılacaktır.

TABLO 2.6 – EŞDEĞER DEPREM YÜĞÜ YÖNTEMİ'NİN UYGULANABİLECEĞİ BİNALAR

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq 25$ m
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$H_N \leq 40$ m
3, 4	Tüm binalar	$H_N \leq 40$ m

6.8 EŞDEĞER DEPREM YÜĞÜ YÖNTEMİ

– Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen *Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü* (taban kesme kuvveti), V_t , **Denk.(2.4)** ile belirlenecektir.

$$V_t = \frac{WA(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 A_0 I W \quad (2.4)$$

Binanın birinci doğal titreşim periyodu T_1 , **2.7.4**'e göre hesaplanacaktır.

– **Denk.(2.4)**'te yer alan ve binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak toplam ağırlığı, W , **Denk.(2.5)** ile belirlenecektir.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (2.5)$$

Denk.(2.5)'teki w_i kat ağırlıkları ise **Denk.(2.6)** ile hesaplanacaktır.

$$w_i = g_i + n q_i \quad (2.6)$$

Denk.(2.6)'da yer alan *Hareketli Yük Katılım Katsayısı*, n , Tablo 2.7'de verilmiştir. Endüstri binalarında sabit ekipman ağırlıkları için $n = 1$ alınacak, ancak vinç kaldırma yükleri kat ağırlıklarının hesabında gözönüne alınmayacaktır. Deprem yüklerinin belirlenmesinde kullanılacak çatı katı ağırlığının hesabında kar yüklerinin %30'u gözönüne alınacaktır.

– HAREKETLİ YÜK KATILIM KATSAYISI (N)

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

7. EK-2

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Ulusal Deprem Araştırma Programı (UDAP) kapsamında Türkiye Deprem Yönetmeliği ve Türkiye Sismik Tehlike Haritasının güncellenmesi çalışmalarını tamamladı ve Resmi Gazetede 01.01.2018 tarihinde yürürlüğe gireceği bildirilerek yayınlandı. (insapedia, 2021)

Yeni deprem yönetmeliği TBDY 2018'de deprem yüklerinin hesabında ve bina tasarımında kullanılacak hesap yaklaşımlarında TDY 2007'ye göre önemli ölçüde değişiklikler bulunuyor. Bunun yanı sıra yüksek binalar, yalıtımlı binalar ve zeminin çok zayıf olduğu durumlar gibi özel konularda yeni hesap yaklaşımlarının kullanılması zorunlu hale gelmektedir. Ayrıca bu tür özel hesaplar uzman kişilerin ya da kuruluşların gözetim ve kontrolüne tabi tutulmaktadır.

2007 deprem yönetmeliği ilave bir bölüm ve küçük çaplı değişiklikler haricinde 1997 yönetmeliği ile hemen hemen aynıdır. Dolayısıyla 20 yıla yakın bir süredir deprem mühendisliği alanındaki bilimsel çalışmaların kazanımları tasarım kurallarına yansıtılmamıştı. Ayrıca kullanımı yaygınlaşmakta olan sismik temel yalıtımı gibi modern yapım metotları ile son yıllarda sürekli artmakta olan yüksek binalara ait inşaat sektöründeki gelişmeler yeni yönetmelik kapsamında değerlendirmesi gereken konu başlıkları olarak ortaya çıkmıştır. 2007 deprem yönetmeliğindeki “Depreme Dayanıklı Binalar için Hesap Kuralları” başlıklı 2. bölümünde verilen deprem hesap esasları yeni yönetmelik kapsamında genişletilerek dört bölüm haline getirilmiştir. Bu bölümlerde tasarım için belirleyici olacak “deprem tasarım sınıfları” ve “bina yükseklik sınıfları” gibi yeni kavramlar tanımlanmıştır.

TBDY 2018-Yeni yönetmelik ön üretimli betonarme, hafif çelik ve ahşap bina taşıyıcı sistemlerine ilişkin tasarım kuralları da ayrı birer bölüm halinde incelenmiştir. Yönetmeliğe eklenen diğer bölümler ise yüksek bina ve yalıtımlı bina taşıyıcı sistemlerine ait tasarım kurallarını içeren bölümlerdir. Yeni eklenen bu iki bölüm ile birlikte sahaya özel deprem analizleri ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan deprem hesapları yeni yönetmelik taslağında özel uzmanlık gerektiren konular olarak tanımlanmış ve uzmanların tasarım gözetim ve kontrolüne tabi tutulmuştur.

7.1. Deprem Yer Hareketinin Tanımıyla İlgili Değişiklikler;

Deprem yer hareketinin hesabıyla ilgili başlıca ilk değişiklik **TBDY 2018** ile birlikte kullanılmaya başlayacak olan güncellenmiş Türkiye Deprem Tehlikesi Haritalarıdır. Yeni deprem tehlikesi haritalarıyla birlikte deprem bölgeleri kavramı tamamen ortadan kalkmış durumda. Bunun yerine Türkiye’deki her nokta için haritadan S_s ve S_1 değerleri okunabilmektedir. Bunlar sırasıyla $T = 0.2$ saniye kısa periyod ve $T = 1.0$ saniye uzun periyod bölgelerine karşılık gelen harita spektral ivme katsayılarıdır. Bu değerler zemin özelliklerini yansıtan katsayılarla çarpılarak tasarım spektral ivme katsayılarına (SDS ve SD_1) dönüştürülmekte ve tasarım ivme spektrumu bu değerlere bağlı olarak oluşturulmaktadır. (TUNÇ & TANFENER, 2016) Böylelikle daha önce binanın bulunduğu deprem bölgesine bağlı olarak tek bir değer alan spektral ivme katsayısı kısa ve uzun periyod bölgeleri için ayrı ayrı belirlenecektir. Tasarım spektrumu üzerinde kısa periyod bölgesi spektral katsayının periyoddan bağımsız olarak en yüksek değerleri aldığı ve ivmenin etkin olduğu bölge, uzun periyod bölgesi ise değerlerin periyoda bağlı olarak azaldığı ve hızın etkin olduğu bölgedir. Böylelikle, ilk kez, 1997 yılına ait Amerikan yapı yönetmeliklerinde yayınlanan tasarım spektrumu yeni yönetmelikle birlikte Türkiye için de tanımlanmış bulunuyor. Deprem yer hareketinin tanımlanmasıyla ilgili bir diğer yenilik ise fay hattına yakın bölgeler için uygulanacak olan bir katsayı ile ilgilidir. Fay hattına, 25 km’den daha yakın bölgelerde uzun periyoda bağlı tasarım spektral ivme katsayısı aşağıda verilen γ_F katsayısı ile arttırılmaktadır.

$$\gamma_F = 1.2$$

$$LF \leq 15$$

$$\gamma_F = 1.2 - 0.02 (LF - 15) \quad 15 \leq LF \leq 25$$

Burada “ γ_F ”, faya yakınlık katsayısını (birimsiz); “ LF ”, fay düzlemine olan mesafeyi (km) göstermektedir. Yeni deprem yönetmeliği TBDY 2018’e göre standart tasarım deprem yer hareketi için baz alınan istatistiksel parametrelerde değişiklik yapılmamış, TDY 2007 deprem yönetmeliğindeki olduğu gibi 50 yılda aşılma olasılığı %10 ve tekrarlanma periyodu 475 yıl olan deprem hareketi kullanılmıştır. Ancak yüksek katlı bina gibi özel konuların tasarımı için farklı deprem düzeylerinin kullanımı zorunlu tutulmuştur. Buna göre deprem düzeyleri DD-1, DD-2, DD-3 ve DD-4 olmak üzere 4 ayrı kategoriye ayrılmıştır. En yüksek düzey olan DD-1, 50 yılda aşılma olasılığı %2 ve tekrarlanma periyodu 2475 yıl, en düşük düzey olan DD-4 ise 50 yılda aşılma olasılığı %68 ve tekrarlanma periyodu 43 yıl olan deprem düzeyini ifade etmektedir. Standart tasarım deprem yer hareketi ise DD-2 deprem düzeyine tekabül etmektedir.

7.2. Yerel Zemin Sınıfı Tanımında Yapılan Değişiklikler

2007 deprem yönetmeliğinde zeminler Z1 en iyi ve Z4 en kötü olmak üzere 4 zemin sınıfına ayrılmaktaydı. Zemin sınıfının tayini ise yine sırasıyla en iyiden en kötüye doğru zemin özelliklerini ifade eden A, B, C ve D zemin gruplandırmasına ve binanın yerleştiği zemin katmanının yüksekliğine bağlı olarak yapılmaktaydı. Yeni yönetmelikte zemin sınıfları ile zemin grupları tek bir tabloda birleştirilerek iyi zeminden kötü zemine doğru ZA, ZB, ZC, ZD, ZE ve ZF olarak ayrılmıştır. En kötü zeminleri ifade eden ZF sınıfı sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler olarak adlandırılmaktadır. Bu tür zeminler için sahaya özel davranış analizlerinin yapılması ve özel deprem yer hareketi spektrumunun kullanılması zorunlu hale gelmektedir. Bu çalışma önceki bölümlerde de belirtildiği üzere tasarım ve gözetim kontrolüne tabi olup konunun uzmanlarından tasarım gözetim ve kontrol hizmeti alınmasını gerektirmektedir.

7.3. Bina Önem Katsayısı ile İlgili Düzenleme ve Değişiklikler

TDY 2007’de “binanın kullanım amacı veya türü” başlığı altında sınıflandırılmakta olan binalar yeni 2018 TBDY’de üç adet bina kullanım sınıfına (BKS) ayrılmıştır. Daha önce ikinci önemli düzeyde bulunan okul, yurt, cezaevi ve müze gibi yapılar birinci önem düzeyine yükseltilerek önem katsayıları 1.4’ten 1.5’e çıkarılmıştır. Böylece bu yapılara etkiyecek deprem kuvvetinde önem katsayısı ile doğru orantılı olarak yaklaşık %7 mertebesinde artış gerçekleşecektir. Bina önem katsayısı olarak kullanılmakta olan 1.4 değeri ise yeni yönetmelikte iptal edilmiştir.

7.4. Deprem Tasarım Sınıfları ve Bina Yükseklik Sınıfları

Yeni deprem yönetmeliğinde, yapıların sınıflandırılmasına yönelik olarak önceki yönetmelikte bulunmayan yeni tasarım kriterlerine de yer verilmiştir. Bunlardan ilki, Deprem Tasarım Sınıfları (DTS) olarak adlandırılan kısa periyod tasarım ivme spektral katsayısına (SDS) ve bina kullanım sınıfına (BKS) göre yapılan sınıflandırmadır. Buna göre binaların DTS değeri SDS değerlerine göre beklenen yer hareket seviyesi en yüksekte en düşüğe olacak şekilde 1, 2, 3 veya 4 değerlerinden birini almaktadır. Eğer bina, BKS=1 sınıfında yer alıyorsa bu değer yanına “a” harfi eklenerek DTS değeri 1a, 2a ve benzeri şekilde adlandırılacaktır. Böylece 1a sınıfı en kritik tasarım kurallarını içermek üzere 1a’dan 4’e kadar toplamda sekiz adet deprem tasarım sınıfı meydana gelmiş olacaktır.

Bina yükseklik sınıfları (BYS), bina yüksekliği ve deprem tasarım sınıfına bağlı olarak 1'den 8'e kadar değer almaktadır. Bu tanıma göre BYS=1 en yüksek bina sınıfını temsil etmektedir. Bu sınıfa giren binaların tasarımı temel hesap esaslarına göre değil yüksek binaların tasarım kurallarını içeren bölüme göre yapılacaktır. Yüksek bina kabul edilme sınırı deprem tasarım sınıfı 1a'dan 2'ye kadar olan binalar için 70 m; deprem tasarım sınıfı 3a / 3 olan binalar için 91 m ve deprem tasarım sınıfı 4a / 4 olan binalar için 105 m olarak belirlenmiştir. Buna göre mevcut yönetmeliğe göre 1. derece deprem bölgesinde yer alan ve kat yüksekliği 3 m olan 25 katlı bir konut binası yeni yönetmelikle birlikte özel tasarım şartlarına tabi olacaktır. Aynı şekilde 3. veya 4. derece deprem bölgesinde bulunan 35 katlı konut binası da yüksek katlı bina olarak değerlendirilecek ve buna göre tasarlanacaktır.

Yüksek binaların tasarımı yeni yönetmelikte ayrı bir bölüm halinde ele alınmaktadır. Bu bölüm uyarınca tasarımda kullanılacak etkin rijitlik katsayıları, minimum taban kesme kuvveti, tasarım spektrumu gibi parametrelerin tamamı normal binalar için kullanılan parametrelerden ayrılmaktadır. Ayrıca yüksek binaların çözümlemesinde zaman tanım alanında doğrusal olmayan deprem hesabının kullanımı zorunlu hale gelmektedir.

7.5.Bina Performans Hedefleri ve Tasarım Yaklaşımları

Yeni deprem yönetmeliğinde bina performans düzeyleri, kesintisiz kullanım (KK), hemen kullanım (HK), can güvenliği (CG) ve göçmenin önlenmesi (GÖ) olarak 4 ayrı kategoride tanımlanmıştır. 2007 deprem yönetmeliğinde sadece mevcut binaların değerlendirilmesi için kullanılan performans düzeyleri yeni yönetmelikle birlikte yeni yapılacak binaların tasarım kriterleri arasına girmiştir. Yeni binaların tasarımı veya mevcut binaların değerlendirilmesi için deprem tasarım sınıfı ve bina yükseklik sınıfına bağlı olarak bir performans hedefi belirlenecek ve bu performans hedefine uygun tasarım yaklaşımı seçilecektir.

Yeni yönetmelikte iki ana tasarım yaklaşımı belirlenmiştir. Bunlar dayanıma göre tasarım (DGT) ve şekildeğiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım (ŞGDT) yaklaşımlarıdır. Yüksek binalar ve yalıtımlı binaların tasarımıyla mevcut binaların değerlendirilmesi dışında kalan tüm binaların tasarımı DGT hesap esaslarına göre yapılmaktadır. DGT esaslarına göre yapılan standart tasarımda DD-2 deprem yer hareketi ve can güvenliği performans hedefi dikkate alınmaktadır. Bu yöntemde, 2007 deprem yönetmeliğinde bina tasarımı için kullanılan eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme yöntemi gibi alışlageldik metotlarla doğrusal deprem hesabı

yapılmaktadır. Ancak hesap esaslarında 2007 yönetmeliğine göre önemli değişiklikler veya eklemeler mevcuttur.

Özel yapıların tasarım ve değerlendirilmesinde kullanılan ŞGDT hesap esasları zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi veya belli koşullarda itme analizi yöntemlerinden birinin kullanımını gerektirmektedir. Bu hesap yönteminde belirlenen performans hedefine bağlı olarak malzeme ve yapı elemanları için izin verilebilir şekilde değiştirme sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlara göre sünek davranışa sahip elemanların doğrusal olmayan şekilde değiştirme talepleri, gevrek elemanlar için de dayanım talepleri belirlenerek tasarım yapılır.

Yeni yönetmelikte ŞGDT hesap esaslarının yüksek katlı binalar haricinde bina yükseklik sınıfı 2 veya 3, deprem tasarım sınıfı ise 1a veya 2a olan binalar için de kullanılması zorunlu hale gelmektedir. Bu sınıfa girecek binalar, mevcut 2007 deprem yönetmeliğine göre tarif edilecek olursa; yapı yüksekliği 42 metreyi aşan, önem katsayısı 1.4 veya 1.5 olan ve 1. veya 2. deprem bölgesi içerisinde yer alan binalardır.

7.6. Dayanıma Göre Tasarım Hesap Esaslarında Başlıca Değişiklikler

TDY 2007 deprem yönetmeliği ile TBDY-2018 yönetmeliğinde geçerli olan hesap esasları dayanıma göre tasarımı esas almaktadır. Bu tasarım yaklaşımında deprem kuvvetleri yapı özelliklerine bağlı bir davranış katsayısı ile azaltılmakta ve doğrusal hesap metodları ile çözümleme yapılmaktadır. Sonuçta elde edilen talepler eleman kapasiteleri ile karşılaştırılarak bina tasarımı gerçekleştirilmektedir. Yeni yönetmelikte yöntem kısaca DGT olarak adlandırılmaktadır.

Yeni deprem yönetmeliği taslağında DGT hesap esaslarına ilişkin göze çarpan en önemli değişikliklerden biri taşıyıcı sistem davranış katsayısının (R) yanı sıra dayanım fazlalığı katsayısının (D) kullanılacak olmasıdır. Dayanım fazlalığı katsayısı davranış katsayısına benzer şekilde yapı özelliklerine bağlı olarak belirlenmektedir. Sünek davranış göstermesi beklenmeyen elemanlarda davranış katsayısı ile azaltılmış deprem yüklerinden elde edilen azaltılmış iç kuvvetler bu katsayı ile arttırılmaktadır. Böylece gevrek özellik gösteren elemanların her koşulda elastik sınırlar içinde kalması sağlanmaktadır. Bu katsayının uygulanacağı elemanlar her yapı sistemi için ilgili bölümde belirtilmektedir. Örnek olarak betonarme elemanların kesme kuvveti ile ilgili tahkiklerinde “D” katsayısı ile büyütülmüş iç kuvvetler dikkate alınmaktadır.

TDY 2007’de kullanılacak taşıyıcı sistemin seçimine dair deprem bölgelerine ve yapı önem katsayısına bağlı olarak yapılan sınırlandırmalar **TBDY 2018’de deprem tasarım**

sınıfı ve bina yükseklik sınıfına bağlı olarak tanımlanmıştır. Bu sınırlandırmalara göre eski yönetmelikten farklı olarak deprem tasarım sınıfı 1a ve 2a olan yapılarda, yani önem katsayısı mevcut yönetmeliğe göre 1.4 ve 1.5 olan ve depremselliği yüksek bölgede yer alan binalarda, süneklik düzeyi karma taşıyıcı sistemlerin kullanılmasına izin verilmemektedir. Yine yeni yönetmelikte taşıyıcı sistemlere ilişkin davranış ve dayanım fazlalığı katsayılarının yanı sıra uygulanabilecekleri bina yükseklik sınıfı da tanımlanmaktadır. Buna örnek olarak perde bulunmayan süneklik düzeyi yüksek çerçeveli sistemlerin uygulanabilmesi için bina yükseklik sınıfının 3'ten az olmaması gerekmektedir. Böylece her taşıyıcı sistem için bir yükseklik sınırı belirlenmiştir.

Yeni yönetmelikte geçiş döşemesi olarak adlandırılan ve bodrum katlarıyla üstyapı arasında kuvvet aktarımını sağlayan döşemelerin detaylı olarak tasarlanması gerektiğine de ayrıca vurgu yapılmıştır.

DGT hesap esaslarına göre yapılan bina tasarımlarında yeni yönetmelikle birlikte etkin kesit rijitliklerinin dikkate alınması zorunlu hale gelmektedir. Bu durumda eğilme rijitlikleri kolonlar için %30, kirişler için %65 mertebelerinde azaltılarak bina tasarımı yapılacaktır. Bunun sonucunda bina çözümlerinde elde edilen yatay deplasman değerleri önemli ölçüde artacaktır. Ötelenmenin belirleyici kriter olduğu yapılarda yeterli rijitliğin sağlanabilmesi için eleman boyutlarının artırılması gerekecektir.

7.7.Betonarme Sistemlerin Tasarım Esaslarında Başlıca Değişiklikler

Betonarme yapıların tasarımında yeni yönetmeliğe göre önceki bölümde de belirtildiği üzere “D” katsayısı yeni bir parametre olarak kullanılacaktır. Bunun sonucu olarak tüm yapı elemanlarında kesme kuvveti talepleri artacaktır. Özellikle perde duvar gibi boyutlandırılmasında kesme kuvvetlerinin belirleyici olduğu elemanların boyutlarında artışlar oluşacağı beklenmektedir.

Betonarme yapıların tasarımı ile ilgili bölümde dikkat çeken bir diğer yenilik ise kolon, perde ve kiriş elemanlarının yanı sıra döşemeler için de detaylandırma kurallarının ayrı bir başlık halinde verilmiş olmasıdır.

TDY 2007’de verilen minimum eleman boyutlarında da değişiklikler yapıldığı görülmektedir. Perdelerin minimum kalınlığı kat yüksekliğinin 1/20’si yerine 1/16’sı olacak şekilde düzenlenmiş, belirli koşullar altında izin verilebilir minimum kalınlık değeri ise 150 mm’den 200 mm’ye çıkartılmıştır. Kolonlarda da minimum en kesit boyutları arttırılarak

dikdörtgen kesit için 250 mm'den 300 mm'ye; dairesel kesit için çap 300 mm'den 350 mm'ye çıkartılmıştır.

Boyutlarda yapılan değişikliklerin yanı sıra malzeme özelliklerinde de bir takım yeni sınırlandırmalar yapılmıştır. Mevcut yönetmelikte C20 ve C50 olarak tanımlanan minimum ve maksimum beton sınıfları sırasıyla C25 ve C80'e yükseltilmiştir.

Hesap Yöntemleri	Yönetmelik Mod Birleştirme ve Zaman Tanım alanında hesap yönteminin, yönetmelik kapsamına giren tüm binalarda uygulanabileceğini belirtmektedir. A1 ve B2 düzensizliğin olmadığı binalarda ve deprem bölgesine göre belirli yükseklik sınırları altında Eşdeğer deprem yükü yöntemine izin vermektedir.	Yönetmelik Mod Birleştirme ve Zaman Tanım alanında hesap yönteminin, yönetmelik kapsamına giren tüm binalarda uygulanabileceğini belirtmektedir. A1 ve B2 düzensizliğin olmadığı binalarda ve deprem bölgesine göre belirli bina yükseklik sınıfı sınırları altında Eşdeğer deprem yükü yöntemine izin vermektedir.	Yönetmelik Mod Birleştirme ve Zaman Tanım alanında hesap yönteminin, yönetmelik kapsamına giren tüm binalarda uygulanabileceğini belirtmektedir. Yapısal düzensizlikleri olmayan, belirli yükseklik ve kat sayısı sınırlarını sağlayan betonarme binalar için eşdeğer yatay kuvvet yöntemine yönetmelik izin vermektedir.
Deprem Haritaları	Deprem bölgeleri haritası kullanılmaktadır. 4 farklı deprem bölgesi mevcuttur. Bu deprem bölgelerine göre ivme değerleri sabit katsayılar olarak verilmiştir.	Deprem tehlike haritaları tanımlanmıştır. S5 ve S1 spektral ivme katsayıları koordinata, zemin özelliklerine ve deprem yer hareket düzeylerine göre değişkenlik göstermektedir. 4 farklı deprem yer hareket düzeyi için farklı haritalar mevcuttur.	TBDY-2018 yönetmeliğinde DD-1(2475 yıl tekrarlanma periyodu) deprem yer hareket düzeyine karşı gelen yer hareket düzeyine göre tehlike haritası tanımlanmıştır. Bu haritadaki spektral ivme katsayıları kullanılır. Diğer yer hareket düzeylerine sabit katsayılarla geçilir.

Deprem Haritaları	Deprem bölgeleri haritası kullanılmaktadır. 4 farklı deprem bölgesi mevcuttur. Bu deprem bölgelerine göre ivme değerleri sabit katsayılar olarak verilmiştir.	Deprem tehlike haritaları tanımlanmıştır. S5 ve S1 spektral ivme katsayıları koordinata, zemin özelliklerine ve deprem yer hareket düzeylerine göre değişkenlik göstermektedir. 4 farklı deprem yer hareket düzeyi için farklı haritalar mevcuttur.	TBDY-2018 yönetmeliğinde DD-1(2475 yıl tekrarlanma periyodu) deprem yer hareket düzeyine karşı gelen yer hareket düzeyine göre tehlike haritası tanımlanmıştır. Bu haritadaki spektral ivme katsayıları kullanılır. Diğer yer hareket düzeylerine sabit katsayılarla geçilir.
Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması	Deprem doğrultularından her biri için, binanın herhangi bir i'inci katındaki kolon veya perdelerde, denklemle hesaplanan δ_i etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\delta_i)_{max}$, aşağıda verilen (1) denklemdeki koşulu sağlayacaktır	Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i'inci katındaki kolon veya perdelerde, aşağıdaki denklem (a) ile hesaplanan $\delta_i(X)$, aşağıda (b)'de verilen koşulu sağlayacaktır.	İzin verilen görelî kat ötelemeleri yapının özelliklerine göre çizelge verilmiştir. Çizelgede verilen h_{sx} katın zeminden itibaren yüksekliğini ifade etmektedir. Çizelge aşağıdadır.

Buradan çıkarılacak sonuçlardan bir tanesi düzensiz yapıların analizlerinin önemli olduğudur. Kat kütle düzensizlikleri birbirine komşu iki kat kütlelerinin birbirlerinden çok farklı olması sonucu ortaya çıkan önemli bir problemdir. İki kat arasındaki bu fark ne kadar büyük olursa yapıya etkisi de o kadar büyük olacaktır. Kat kütle düzensizliklerinin çalışılmış olduğu bu makalede bulunan sonuçlar şöyle özetlenebilir.

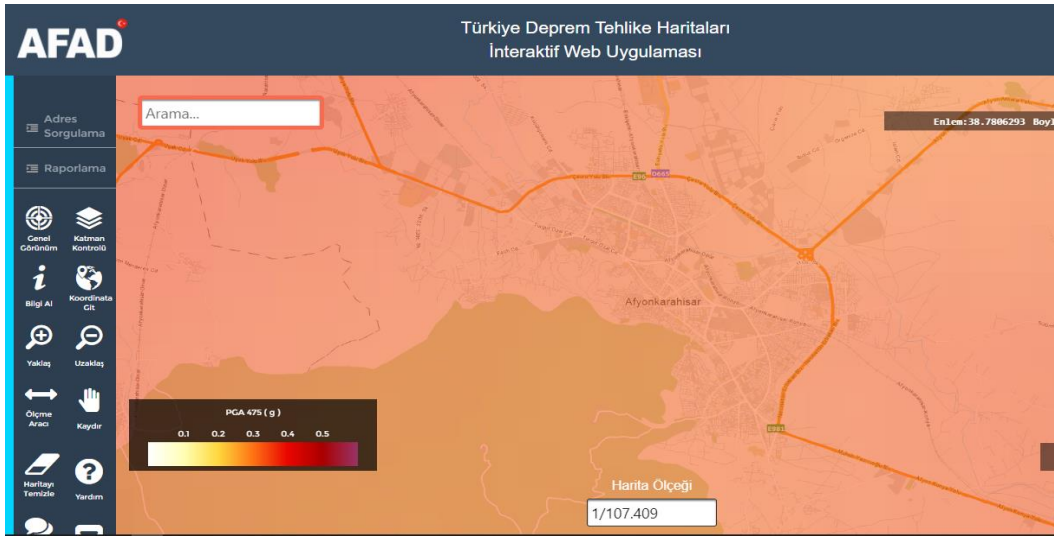
- Kat kütle düzensizliği altındaki kompozit yapı X ve Y yönlerindeki görelî kat ötelemesi değerlerinde azalma göstermiştir.
- Aynı etki altında kompozit yapının taban kesme kuvveti azalmıştır.
- Kompozit yapının ölü yükü azalmıştır.
- Taban kesme kuvveti azaldığından dolayı yapının katlarına gelen kesme kuvvetlerinde azalma meydana gelmiştir.
- Kompozit yapının düğüm noktası yer değiştirmeleri de azalma eğilimi göstermiştir.

8.EK-3

TBDY 2018 Bölüm 2.3 (Standart Deprem Yer Hareketi Spektrumları)’e göre;
Kısa periyot *harita spektral ivme katsayısı* **SS1.0** saniye periyot için *harita spektral ivme katsayısı* **S1** olmak üzere,

SDS = **SS** x **FS** ve **SD1** = **S1** x **F1** (2.1) *tasarım spektral ivme katsayıları* belirlenir.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) interaktif web sitesi uygulama sayfası üzerinden deprem yer hareketi düzeyi (DD), yerel zemin sınıfı ve yapının yapılacağı yere ait koordinatların veri girişi Şekil 2.12’deki gibi girilerek bütün spektral değerlerin hesabı yapıp köşe periyot değerleri (TA ve TB) tespit edilmiştir.



Şekil 9.1 AFAD İnteraktif Web Uygulaması

Tablo 2.9. TBDY 2018 Yerel Zemin Sınıfları

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

TBDY 2018 Bölüm 16.4’te tanımlanan yerel zemin sınıfları (Tablo 2.9) ile kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ve 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısına bağlı olarak **FS** ve **FI** değerleri tespit edilip, bu değerler doğrultusunda analizler yapılmıştır.

8.1. Tasarım Spektrumu Periyotlarının Hesabı

Deprem yer hareketi düzeyi, yerel zemin sınıfı ve yapının yapılacağı yere ait koordinatların veri girişi yapıldıktan sonra, SS ve S1 değerleri AFAD interaktif web sitesi uygulama sayfası tarafından Şekil 23’deki gibi hesaplanmaktadır.

Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması

Kullanıcı Girdileri

Rapor Başlığı:	DD2	
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZD	Orta sıkı - sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları
Enlem:	38.756843°	
Boylam	30.53859°	

Çıktılar

$S_s = 0.799$	$S_1 = 0.182$	$PGA = 0.328$	$PGV = 18.381$
---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

S_s : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

8.2. ZD Zemin Sınıfı İçin Periyot Hesabı

Burada hesaplanan değerler, ZD zemin sınıfı için $S_s=0.925$ ve $S_1=0.261$ 'dir. Hesaplanan bu değerlere bağlı olarak, yine uygulama tarafından Şekil 24'deki gibi F_s ve F_1 değerleri ile şekildeki gibi T_A ve T_B değerleri hesaplanmıştır.

AFAD İnteraktif Web Uygulaması tarafından, ZD zemin sınıfı için $T_A=0.029$ ve $T_B=0.144$ olarak hesaplanmıştır

Yerel Zemin Etki Katsayıları

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

Yerel Zemin Sınıfı ZD ve $S_S = 0.799$ için $F_S = 1.180$

Yerel Zemin Sınıfı ZD ve $S_S = 0.799$ için $F_S = 1.180$

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

Yerel Zemin Sınıfı ZD ve $S_1 = 0.182$ için $F_1 = 2.236$

Tasarım Spektral İvme Katsayıları

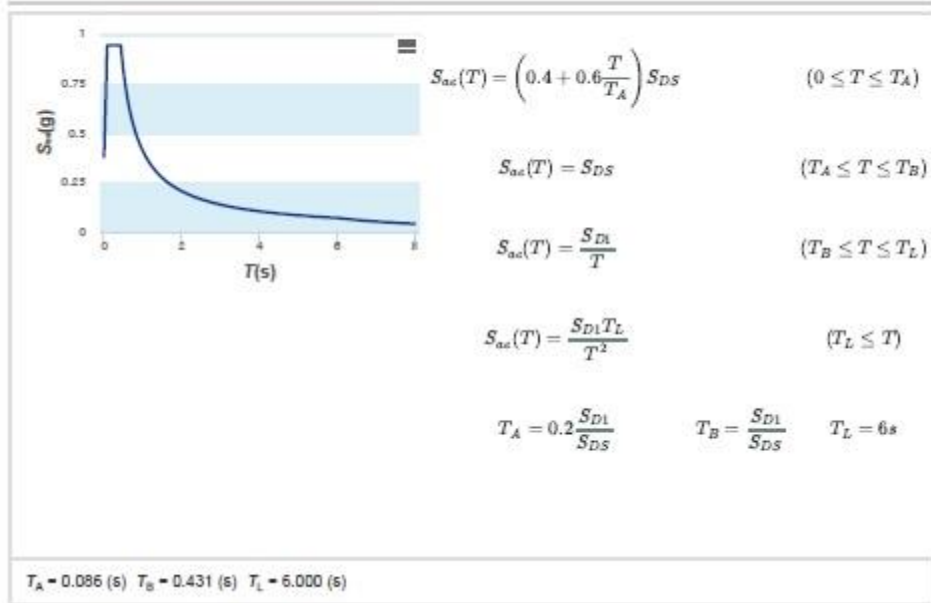
$$S_{DS} = S_S F_S = 0.799 \times 1.180 = 0.943$$

$$S_{D1} = S_1 F_1 = 0.182 \times 2.236 = 0.407$$

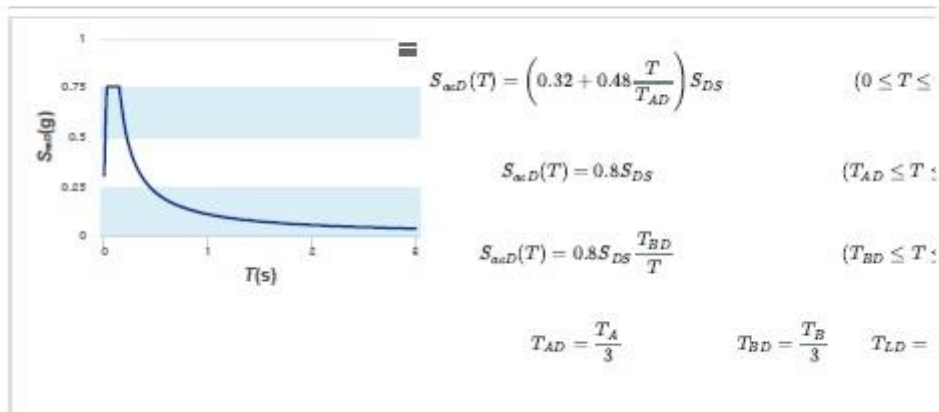
S_{D8} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



Düşey Elastik Tasarım Spektrumu



$$T_{AD} = 0.029 (s) \quad T_{BD} = 0.144 (s) \quad T_{LD} = 3.000 (s)$$

A)DOLMA ZEMİNLER: (Yapay olarak sıkıştırılmamış zeminler)	
Temel tabakalarının özellik ve kalınlığına, sıklık ve intizamına göre	
1. Tabii dolgu zeminler.....	0.1-0.6 kg/cm ²
2. Sıkıştırılmış stabilize dolgu zeminler.....	0.7-1.0 kg/cm ²
3. Vibrasyonlu silindirle sıkıştırılmış dolgu zeminler.....	1.0-1.5 kg/cm ²
B)TABİİ ZEMİNLER:	
1. Çamur Zeminler: Turba, Bataklık, organik zeminler.....	0 kg/cm ²
2. Kohezyonsuz Zeminler: (Kum, çakıl) Ayırık taneli yeterli sıklıkta zemin	
a. Tane çapı 1 mm den küçük ince kum.....	2 kg/cm ²
b. Tane çapı 1 mm den küçük orta kum.....	2 kg/cm ²
c. Tane çapı 1-3 mm olan kaba kum.....	3 kg/cm ²
3. Kohezyonlu Zeminler: (Balçık, kıl, marn)	
a. Cıvık: Avuçta sıkılınca parmaklar arasında dışarı kaçar.....	0 kg/cm ²
b. Yumuşak Hamur: Kolayca yoğurulabilen kıvamda	0.4 kg/cm ²
c. Katı Hamur: Zor yoğurulabilen kıvamda.....	0.8 kg/cm ²
d. Yarı Sert: Yoğurulunca çatlar, parçalanır	
• Yumuşak kil ve gevşek kum zeminler.....	1.0-1.5 kg/cm ²
• Sıkı kil ve sıkı kumlu.....	1.5-2.0 kg/cm ²
• Sıkışmış kaba kum ve çakıl.....	2.0-2.5 kg/cm ²
e. Sert Zeminler: Kuru zeminler, Tortul taşlar.....	2.5-3.0 kg/cm ²
4. Kaya Zeminler: Hava etkisiyle bozulmamış, az çatlaklı, sağlam	
Sert Kayalar	
h) Kapalı Tabakalar Halinde Oluşmuş Kaya Zemin (Kalker, Kum Taşı)	
8 Az dayanıklı kapalı tabakalar halinde oluşan.....	10 kg/cm ²
9 Sağlam kapalı tabakalar.....	15 kg/cm ²
i) Masif Kütleler Veya Sütunlar Halinde Oluşmuş Kaya Zemin.....	30 kg/cm ²

Şekil 9.3 Basit Durumlar İçin Zemin Emniyet Gerilmeleri Tablosu (URL-13, 2018)

9. EK-4

Tablo 2.1 – Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayıları

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

Tablo 2.2 – 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 yapılacaktır (Bkz.16.5).					

Tablo 3.1 – Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları

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

Tablo 3.2 – Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)

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

Tablo 3.3 – Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları

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

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

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

9.1. Bina Yüksekliği ve Bina Yükseklik Sınıfları

Şekil değiştirme göstermeyen bodrum perdeleri minimum üç veya her kenarının örtünmesi gerekmektedir.

Bodrum katlarını da içinde bulundurup binanın tamamı için doğal titreşim periyodu hesaplanıp ve aynı sistem üzerinde bodrum katlar hariç tüm binanın doğal titreşim periyodu değerinin oranı 1.1'den düşük olması gerekmektedir. Bu şartlardan herhangi birinin sağlanamadığı bodrumlu binalar ve bina tabanı temel üst kotundan tanımlanmaktadır.

H_N olarak tanımlanan bina yüksekliği, bina tabanından itibaren ölçülmektedir. Deprem tesiri altında tasarımda binalar, deprem tasarım sınıflarına bağlı olarak sekiz bina yükseklik sınıfına ayrılmıştır

9.2. Deprem Yer Hareketi Düzeyleri

2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre yer hareketi düzeyi dört grupta incelenmiştir.

a) Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1 (DD-1): Çok nadir oluşabilecek yer davranışı olarak bilinip ve spektral büyüklüğünün 50 içerisinde geçilme ihtimalinin %2 ve tekrar oluşma periyodunun 2475 yıl olduğu yer hareketi düzeyini nitelemektedir.

b) Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD-2): Seyrek oluşabilecek yer davranışı olarak bilinip ve spektral büyüklüğünün 50 yıl içerisinde geçilme ihtimalinin %10 ve tekrar oluşma periyodunun 475 yıl olarak belirtildiği yer hareketi düzeyini oluşturmaktadır. Bu hareket standart tasarım yer hareketi olarak da nitelendirilmektedir.

c) Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3 (DD-3): Sıklıkla oluşabilecek yer davranışı olarak bilinip spektral büyüklüğünün 50 yıl içerisinde geçilme ihtimalinin %50 ve tekrar oluşma periyodunun ise 72 yıl olarak belirtilen yer hareketi düzeyini nitelemektedir.

d) Deprem Yer Hareketi Düzeyi-4 (DD-4): Çok sık oluşabilecek yer davranışı düzeyi olup spektral büyüklüğünün 50 yıl içerisinde geçilme ihtimalinin %68 ve tekrar oluşma periyodunun ise 43 yıl olarak belirtildiği yer hareketi düzeyini nitelemektedir.

Yapı ilk olarak DD2 seçilerek linear analiz ile ön tasarım yapıp daha sonra DD3 ile çözülüp sınırlı hasar, DD1 ile nonlinear çözülüp kontrollü hasar performans düzeyini vermelidir. Kullanılan analiz programında ilk olarak 2018 deprem haritası seçilip işlem adımları şekillerde gösterildiği gibi yapılmaktadır.

9.3. Deprem Etkisi Altında Bina Performans Hedefleri ve Tasarım Yaklaşımları

Bina performans hedefleri, deprem yer davranış düzeyinde amaçlanan bina performans düzeyini göstermektedir. Yönetmelikte bulunan dört farklı yer hareketi normal ve ileri performans hedefi olarak sınıflandırılmıştır.

9.4. Betonarme Binaların Yapı Elemanlarında Hasar Türlerinin Tespit Edilmesi

Betonarme yapılarda uygulama sınırlarını belirleyebilmek için kiriş, kolon ve perde kesitlerinde etki/kapasite oranları hesaplanmaktadır. Bu etki/kapasite oranı, düşey yükler ve

deprem yükü azaltma katsayısı bir olarak alınıp toplam kesit momentinin kesit moment kapasitesine bölünmesiyle hesaplanmaktadır.

Etki/kapasite oranı hesabında kullanılacak olan deprem kuvvetinde yön durumu da ele alınacaktır. Kolon ve perdelerdeki eğilme momentine denk gelen kuvvetler, deprem yükü azaltma katsayısının ve düşey yükün dört alındığı ortak tesirde hesaplanacaktır.

10. EK-5

10.1. TS 648 ve 2016 ÇYTHY Karşılaştırılması

Bilindiği gibi, ülkemizde 1980 yılında yayımlanan TS 648 “Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları” standardı bulunmaktadır. Bu standardın büyük bir bölümü güvenlik gerilmeleri ile tasarım yaklaşımını ele almaktadır. Fakat günümüzde bu standardın yetersiz kalması nedeniyle 2016 yılında “Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esasları” yönetmeliği ve 2018 yılında “Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslar Düzeltme” yayımlandı. Bu yönetmelik güvenlik katsayıları, yük ve dayanım katsayıları ile tasarım yaklaşımlarını ele almaktadır. Mevcut iki yönetmelik farklı tasarım prensiplerine dayanmaktadır.

TS 648’de kullanılmayan çelik sınıfları çıkartılıp sadeleştirildi ve 4 adet çelik sınıfının akma ve çekme dayanımlarına ait değerler verildi. TS 648’de çekme dayanımı belirli bir aralıkta verilirken ÇYTHYE’de net değerler verilmekte ve malzeme kalınlığına göre değişmektedir. Elemanın kalınlığı artarken çekme ve akma dayanımının azalmaktadır. Ayrıca elastisite modülü TS 648’de 210000 MPa iken ÇYTHYE’de 200000 MPa olarak değiştirildi.

TS 648’de yükleme durumları ve yük birleşimleri hakkında bilgi verilmediği için proje konusunda çalışan birçok mühendis sorun yaşadı.. ÇYTHYE’nin yürürlüğe girmesi ile birlikte öngörülemeyen yük durumları ile ilgili yoruma açık kısımlar netlik kazandı. (İlave edilenler; yağmur yükü, akışkan madde basınç yükü, yatay zemin basıncı yükü)

Kesit dayanımları için kullanılan en kesit değerlerinde net enkesit alanı ve kayıpsız en kesit alanı kullanılıyorken, uniform olmayan yük dağılımlarını göz önüne alan etkin net enkesit alanı kavramı ilave edildi. Elemanların en kesit özellikleri ile ilgili bir bilgi TS648’de verilmedi, ÇYTHYE’de eksenel basınç kuvveti ve eğilme momentinin basınç bileşini etkisinde, rijitleştirilmiş veya rijitleştirilmemiş enkesit parçaları için narinlik ve kompaktlık durumlarına göre hesap yöntemleri verildi.

Çekme dayanımı için narinlik değeri TS 648’de 250 iken ÇYTHYE’de 300’e yükseltildi. Akma ve kırılma sınır durumlarının yanında blok kırılma sınır duruma da incelendi. Kırılma sınır durumunda TS 648’de net enkesit alanı kullanılırken ÇYTHYE’de etkin net enkesit alanı kullanıldı.

Basınç dayanımında narinlik oranı TS 648’de 250 iken ÇYTHYE’de 200 olarak değiştirildi ve mesnet durumlarına göre burkulma boyu hesabı kaldırıldı. Çerçeve sistemler için kullanılan nomogramlara ek olarak burkulma boyunu net olarak hesap edilen formül verildi. TS 648’de basınç dayanımı hesaplanırken kullanılan burkulma katsayısı kavramı için Fe37 ve Fe52 çelikleri için verilmişti. Yeni yönetmelikte kritik burkulma gerilmesi hesabında bu durum netlik kazandı. İki yönetmelikte de basınç gerilmesi veya kritik burkulma gerilmesi

hesaplanırken plastik narinlik ve narinlik ön sınır koşuluna bağlıdır. Fakat kullanılan katsayılar değiştirildi. İki yönetmelikte eğilmeli burkulma sınır durumu mevcut iken yeni yönetmelikle birlikte burulmalı ve eğilmeli- burulmalı burkulma ve burulmalı burkulma sınır durumu ilave edilmiştir. Tek korniyerden oluşan, yapma ve narin enkesitli basınç elemanları için hesaplar verildi.

Çift simetri eksenine sahip kompakt I ve kompakt U kesitlerin eğilme dayanımı TS 648’de narinlik sınır konusuna bağlıyken, ÇHTHYE’de akma sınır durumunda ve yanal burulmalı burkulmalı eğilme dayanımı sınır durumlarında kritik olanına bağlıdır. Ayrıca ÇHTHYE’de;

- Kuvvetli eksenleri etrafında eğilme etkisindeki, kompakt gövdeli ve kompakt olmayan veya narin başlıklı çift simetri eksenli I-enkesitli,
- Kuvvetli eksenleri etrafında eğilme etkisindeki çift ve tek simetri eksenli narin gövdeli I-enkesitli,
- Zayıf eksenleri etrafında eğilme etkisindeki I-enkesitli ve U-enkesitli,
- Kutu enkesitli,
- Boru enkesitli,
- Simetri düzleminde yük etkisindeki çift korniyer ve T-enkesitli,
- Dolu enkesitli,
- Simetri ekseni olmayan enkesitli elemanlar için hesap yöntemleri verildi.

İki yönetmelikte de kullanılan moment azaltma katsayısı C_b ’nin hesap yöntemi değiştirildi.

Bileşik etkiler incelendiğinde ise eğilme momenti ve eksenel kuvvet etkisindeki çift ve tek simetri eksenli elemanlar için sınır koşulu TS 648'de 0.15 iken ÇHTHYE'de 0.2 olarak değiştirildi.

Ayrıca ÇHTHYE'de;

- Tek eksenli eğilme ve basınç etkisindeki çift simetri eksenli kompakt enkesitli hadde elemanlar,
- Eğilme momenti ve eksenel kuvvet etkisindeki diğer elemanlar,
- Burulma etkisindeki elemanlar ve burulma, eğilme, kesme ve/veya eksenel kuvvetin ortak etkisindeki elemanlar,
- Burulma etkisindeki boru ve kutu enkesitli elemanlar,
- Burulma, kesme kuvveti, eğilme ve eksenel kuvvetin ortak etkisindeki boru ve kutu enkesitli elemanlar için bileşik etki hesap yöntemleri verildi.

TS 648'de verilen fakat net olmayan kesme dayanımı, ÇHTHYE'de ayrıntılı olarak verildi. Ayrıca TS 648'de verilmeyen birleşim hesapları ÇHTHYE'de verildi. (ÜLKER 2018) (ÖZCAN 2010)

11.EK-6

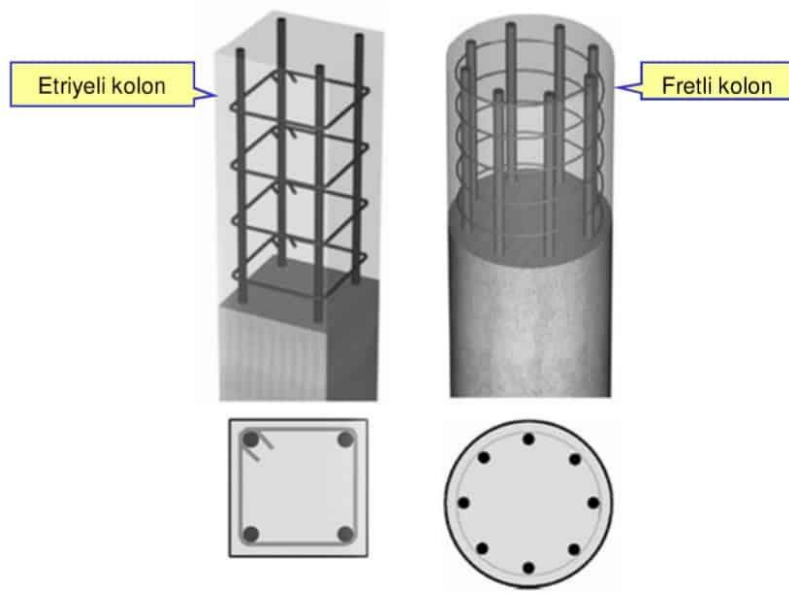
11.1. Eksenel Kuvvet Altındaki Elemanlar (Kolonlar)

İçerisine donatı(çelik) konularak, beton ile imal edilen kolonlara **betonarme kolon** denir.

Betonarme kolonlar sınıflandırılırken donatının türü ve niteliği göz önünde bulundurulur.

Kolon Türleri

- Etriyelikolon
- Fretli kolon



Kolon Türleri

Etriyeli Kolonlar

Enine donatıları bildiğimiz basit etriyeler şeklinde olan kolonlardır. Kesitleri dikdörtgen veya karedir.

Etriyeler, beton dökülürken boyuna demirlerin oynamasını önler ve de onların burkulma boylarını kısaltarak taşıyıcı olmalarını sağlar.

Etriyeli Kolon Nedir?

Fretli Kolonlar

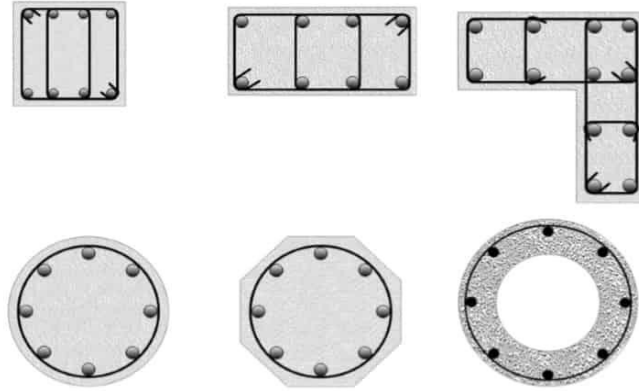
Fretli Kolon, dairesel kesitli göbek betonunu sarmal şeklindeki **fret** adı verilen enine donatı ile kuşatan kolona denir.

Fret donatısı beton çekirdeğinin mukavemetini daha çok arttırdığı için aynı kesitteki etriyeli kolondan daha fazla yük taşımaktadır.

Kolon Kesit Tipleri

- Dikdörtgen
- Dairesel, sekizgen, halka
- Çokgen (L, I, T, C, kutu, ... kesitli)

- Uygulamada genellikle dikdörtgen kolon kesiti kullanılır. Diğerleri dikdörtgen kolon tipine göre daha az tercih edilmektedir. Biz projemizde dikdörtgen kolonları tercih ettik.



Kolon kesiti örnekleri

KOLONLARIN 2007 TBDY GÖRE İLKELERİ

11.2. Süneklik Düzeyi Yüksek Kolonlar

Enkesit Koşulları

- Dikdörtgen kesitli kolonların en küçük boyutu 250 mm'den ve enkesit alanı 75000 mm²'den daha az olmayacaktır. Dairesel kolonların çapı en az 300 mm olacaktır.
- Kolonun brüt enkesit alanı, N_{dm} düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan aksenal basınç kuvvetlerinin en büyüğü olmak üzere, $A_c \geq N_{dm} / (0.50 f_{ck})$ koşulunu sağlayacaktır.

Boyuna Donatı Koşulları

- Kolonlarda boyuna donatı brüt alanı kesitin %1'inden az, %4'ünden fazla olmayacaktır. En az donatı, dikdörtgen kesitli kolonlarda 4Ø16 veya 6Ø14, dairese kolonlarda ise 6Ø14 olacaktır.
- Bindirmeli ek yapılan kesitlerde boyuna donatı oranı %6'yı geçmeyecektir.

Boyuna Donatının Düzenlenmesi

- Kolon boyuna donatılarının bindirmeli ekleri, mümkün olabildiğince 3.3.4.2'de tanımlanan kolon orta bölgesinde yapılmalıdır. Bu durumda bindirmeli ek boyu, TS-500'de çekme donatısı için verilen kenetlenme boyu ℓ_b 'ye eşit olacaktır.
- Boyuna donatıların bindirmeli eklerinin kolon alt ucunda yapılması durumunda ise, aşağıdaki koşullara uyulacaktır:

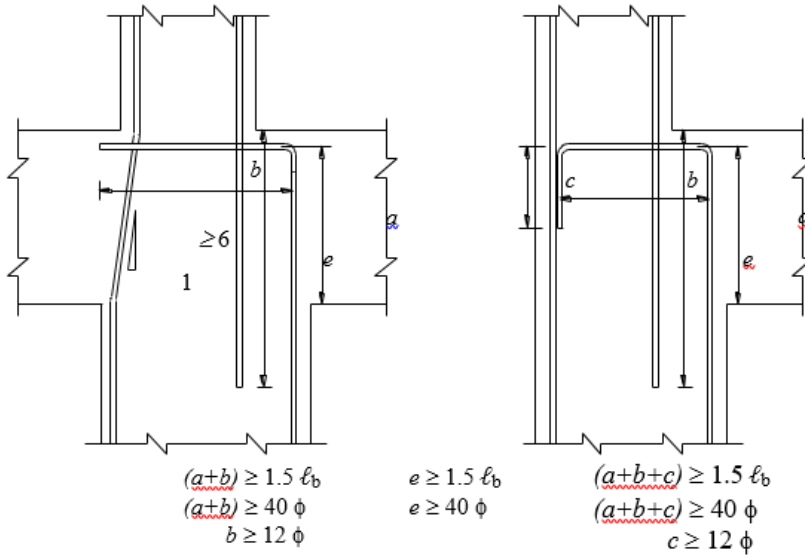
- (a) Boyuna donatıların %50'sinin veya daha azının kolon alt ucunda eklenmesi durumunda bindirmeli ek boyu, ℓ_b 'nin en az 1.25 katı olacaktır.

(b) Boyuna donatıların %50'den fazlasının kolon alt ucunda eklenmesi durumunda bindirmeli ek boyu, ℓ_b 'nin en az 1.5 katı olacaktır. Temelden çıkan kolon filizlerinde de bu koşula uyulacaktır.

(c) Yukarıdaki her iki durumda da, bindirmeli ek boyunca 3.3.4.1'de tanımlanan minimum enine donatı kullanılacaktır.

– Katlar arasında kolon kesitinin değişmesi durumunda, boyuna donatının kolon-kiriş birleşim bölgesi içinde düşeye göre eğimi $1/6$ 'dan daha fazla olmayacaktır. Kesit değişiminin daha fazla olması durumunda veya en üst kat kolonlarında; alttaki kolonun boyuna donatısının karşı taraftaki kirişin içindeki kenetlenme boyu, TS-500'de çekme donatısı için verilen kenetlenme boyu ℓ_b 'nin 1.5 katından ve 40ϕ 'den daha az olmayacaktır. Karşı tarafta kiriş bulunmadığı durumlarda kenetlenme, gerekirse kolonun karşı yüzünde aşağıya doğru kıvrım yapılarak sağlanacaktır. 90 derecelik yatay kancanın veya aşağıya kıvrılan düşey kancanın boyu en az 12ϕ olacaktır

– Yanyana boyuna donatılarda yapılan manşonlu veya kaynaklı eklerin arasındaki boyuna uzaklık 600 mm'den az olmayacaktır.



Sekil 3.2

Enine Donatı Koşulları

daha elverişsiz bir durum elde edilmedikçe, kolonlarda kullanılacak minimum enine donatıya ilişkin koşullar, kolon sarılma bölgeleri için 3.3.4.1'de ve kolon orta bölgesi için 3.3.4.2'de verilmiştir (Şekil 3.3). Tüm kolon boyunca, 3.2.8'de tanımlanan özel deprem

etrijeleri ve özel deprem çirozları kullanılacaktır.

– Her bir kolonun alt ve üst uçlarında özel *sarılma bölgeleri* oluşturulacaktır. Sarılma bölgelerinin her birinin uzunluğu, döşeme üst kotundan yukarıya doğru veya kolona bağlanan en derin kirişin alt yüzünden başlayarak aşağıya doğru ölçülmek üzere, kolon kesitinin büyük boyutundan (dairesel kesitlerde kolon çapından), kolon serbest yüksekliğinin 1/6'sından ve 500 mm'den az olmayacaktır. Konsol kolonlarda sarılma bölgesi kolon alt ucunda oluşturulacak ve uzunluğu kolon büyük boyutunun 2 katından az olmayacaktır. Sarılma bölgelerinde kullanılacak enine donatıya ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir. Bu donatılar temelin içinde de, 300 mm' den ve en büyük boyuna donatı çapının 25 katından az olmayan bir yükseklik boyunca devam ettirilecektir. Ancak, çanak temellere mesnetlenen kolonlarda, sarılma bölgesindeki enine donatı çanak yüksekliği boyunca devam ettirilecektir.

(a) Sarılma bölgelerinde $\varnothing 8$ 'den küçük çaplı enine donatı kullanılmayacaktır. Bu bölgede, boyuna doğrultudaki etriye ve çiroz aralığı en küçük enkesit boyutunun 1/3'ünden ve 100 mm'den daha fazla, 50 mm'den daha az olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık, a , etriye çapının 25 katından fazla olmayacaktır. Sürekli dairesel spirallerin adımı, göbek çapının 1/5'inden ve 80 mm'den fazla olmayacaktır.

(b) Etriyeli kolonlarda $N_d > 0.20 A_c f_{ck}$ olması durumunda sarılma bölgelerindeki minimum toplam enine donatı alanı, **Denk.(3.1)**'de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde hesaplanacaktır. Bu hesapta kolonun çekirdek boyutu b_k , her iki doğrultu için ayrı ayrı gözönüne alınacaktır.

$$\begin{aligned} A_{sh} &\geq 0.30 s b_k [(A_c / A_{ck}) - 1] (f_{ck} / f_{ywk}) \\ A_{sh} &\geq 0.075 s b_k (f_{ck} / f_{ywk}) \end{aligned} \quad (3.1)$$

(c) Spiral donatılı kolonlarda $N_d > 0.20 A_c f_{ck}$ olması durumunda sarılma bölgelerindeki enine donatının minimum hacımsal oranı, **Denk.(3.2)**'deki koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde hesaplanacaktır.

$$\begin{aligned} \rho_s &\geq 0.45 [(A_c / A_{ck}) - 1] (f_{ck} / f_{ywk}) \\ \rho_s &\geq 0.12 (f_{ck} / f_{ywk}) \end{aligned} \quad (3.2)$$

(d) $N_d \leq 0.20 A_c f_{ck}$ olması durumunda, kolon sarılma bölgelerinde **Denk.(3.1)** ve **Denk.(3.2)** ile verilen enine donatıların en az 2/3'ü, minimum enine donatı olarak kullanılacaktır.

3.3.4.1 – Kolon orta bölgesi, kolonun alt ve üst uçlarında tanımlanan sarılma bölgeleri arasında kalan bölgedir (**Şekil 3.3**). Kolon orta bölgesinde Ø8'den küçük çaplı enine donatı kullanılmayacaktır. Kolon boyunca etriye, çiroz veya spiral aralığı, en küçük enkesit boyutunun yarısından ve 200 mm'den daha fazla olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık, a , etriye çapının 25 katından daha fazla olmayacaktır.

Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

– Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon - kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki kesitlerindeki taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olacaktır (**Şekil 3.4**)

$$(M_{ra} + M_{r\bar{u}}) \geq 1.2(M_{ri} + M_{rj}) \quad (3.3)$$

– **Denk.(3.3)**'ün uygulanabilmesi için, düğüm noktasına birleşen kirişlerin **3.4.1.1**'de verilen boyut koşullarını sağlaması zorunludur.

– **Denk.(3.3)**, her bir deprem doğrultusunda ve depremin her iki yönü için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanacaktır (**Şekil 3.4**). Kolon taşıma gücü momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri *en küçük yapan* N_d aksenal kuvvetleri gözönüne alınacaktır.

11.3. Kolonların 2018 TBDY Göre İlkeleri

Süneklik Düzeyi Yüksek Kolonlar

Enkesit Koşulları

– Dikdörtgen kesitli kolonların en küçük enkesit boyutu 300 mm'den ve dairesel kolonların çapı 350 mm'den küçük olmayacaktır.

– Kolonun brüt enkesit alan TS 498' de hareketli yükler için tanımlanmış olan hareketli yük azaltma katsayıları da dikkate alınarak, G ve Q düşey yükler ve E deprem

etkisinin ortak etkisi $G + Q$ altında hesaplanan aksenal basınç kuvvetlerinin en büyüğü $+E$

olmak üzere, $A_c \geq N_{dm}$

$$/(0.40 f_{ck})$$

- Bindirmeli ek yapılan kesitlerde toplam boyuna donatı oranı %6'yı geçmeyecektir.

Boyuna Donatının Düzenlenmesi

- Kolon boyuna donatılarının bindirmeli ekleri, kolonun serbest yüksekliğinin orta üçte birlik bölgesinde yapılacaktır. Bindirmeli ekinin boyu ℓ_b 'den küçük olmayacaktır. Bindirmeli ek boyunca yerleştirilecek enine donatıların aralığı kolonun en küçük boyutunun 1/3'ünden ve 150 mm'den büyük olmayacaktır.
- Katlar arasında kolon kesitinin değişmesi durumunda, boyuna donatının kolon-kiriş birleşim bölgesi içinde düşeye göre eğimi 1/6'dan daha büyük olmayacaktır. Kesit değişiminin daha büyük olması durumunda veya en üst kat kolonlarında; alttaki kolonun boyuna donatısının bulunmadığı durumlarda kenetlenme, gerekirse kolonun karşı yüzünde aşağıya doğru kıvrım yapılarak sağlanacaktır. 90 derecelik yatay kancanın veya aşağıya kıvrılan düşey kancanın boyu en az 12ϕ olacaktır (Şekil 7.2).
- Yanyana boyuna donatılarda yapılan manşonlu veya kaynaklı eklerin arasındaki boyuna mesafe 600 mm'den az olmayacaktır.

Enine Donatı Koşulları

ya göre daha elverişsiz bir durum elde edilmedikçe, kolonlarda kullanılacak minimum enine donatıya ilişkin koşullar, *kolon sarılma bölgeleri* için 7.3.4.1'de ve *kolon orta bölgesi* için 7.3.4.2'de verilmiştir (Şekil 7.3). Tüm kolon boyunca, 7.2.8'de tanımlanan *özel deprem etriyeleri* ve *özel deprem çirozları* kullanılacaktır.

- Her bir kolonun alt ve üst uçlarında özel *sarılma bölgeleri* oluşturulacaktır. Sarılma bölgelerinin her birinin uzunluğu, döşeme üst kotundan yukarıya doğru veya kolona bağlanan yüksekliği en büyük kirişin alt yüzünden başlayarak aşağıya doğru ölçülmek üzere, kolon serbest yüksekliğinin 1/6'sından, kolon en büyük kesit boyutunun 1.5 katından ve 500 mm'den, daha küçük olmayacaktır. Konsol kolonlarda sarılma bölgesi kolon alt ucunda oluşturulacak ve uzunluğu kolon büyük boyutunun iki katından daha küçük alınmayacaktır. Sarılma bölgelerinde kullanılacak enine donatıya ilişkin koşullar aşağıda (a) ila (d)'de verilmiştir. Bu donatılar temelin içinde kolonun minimum boyutundan küçük olmayan bir yükseklik boyunca devam ettirilecektir. Ancak, çanak temellere mesnetlenen kolonlarda, sarılma bölgesindeki enine donatı çanak yüksekliği boyunca devam ettirilecektir.

- (a) Sarılma bölgelerinde $\phi 8$ 'den küçük çaplı enine donatı kullanılmayacaktır. Bu bölgede,

boyuna doğrultudaki etriye ve çiroz aralığı en küçük kesit boyutunun 1/3 ünden, 150 mm'den

daha büyük, boyuna donatı çapının altı katından daha büyük, 50 mm'den daha küçük olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay mesafe, a , etriye çapının 25 katından daha büyük alınmayacaktır. Sürekli dairesel spirallerin adımı, göbek çapının 1/5'inden ve 80 mm'den daha büyük olmayacaktır. Dairesel kolonlarda tüm sargı donatısı çevreye yerleştirilen çembersel enine donatı ile sağlanacaktır.

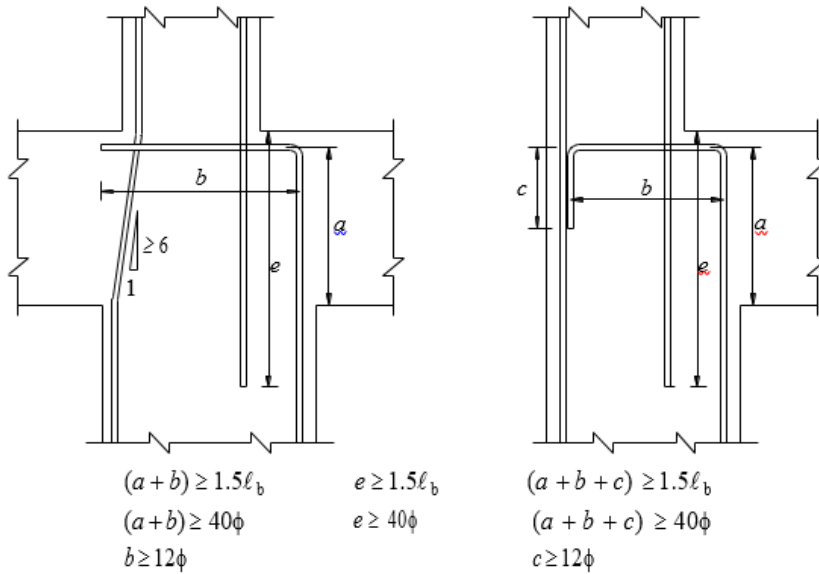
(b) Etriveli kolonlarda $N_d > 0.20 A_c f_{ck}$ (basıncı) olması durumunda sarılma bölgelerindeki minimum toplam enine donatı alanı, Denk.(7.1)'de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde hesaplanacaktır. Bu hesapta kolonun çekirdek boyutu b_k , her iki doğrultu için ayrı ayrı gözönüne alınacaktır (Şekil 7.3):

$$\begin{aligned} A_{sh} &\geq 0.30 s b_k [(A_c / A_{ck}) - 1] (f_{ck} / f_{vyk}) \\ A_{sh} &\geq 0.075 s b_k (f_{ck} / f_{vyk}) \end{aligned} \quad (7.1)$$

(c) Dairesel donatılı kolonlarda $N_d > 0.20 A_c f_{ck}$ (basıncı) olması durumunda sarılma bölgelerindeki enine donatının minimum hacimsel oranı, Denk.(7.2)'deki koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde hesaplanacaktır.

$$\begin{aligned} \rho_s &\geq 0.45 [(A_c / A_{ck}) - 1] (f_{ck} / f_{vyk}) \\ \rho_s &\geq 0.12 (f_{ck} / f_{vyk}) \end{aligned} \quad (7.2)$$

(d) $N_d \leq 0.20 A_c f_{ck}$ olması durumunda, kolon sarılma bölgelerinde Denk.(7.1) ve Denk.(7.2) ile verilen enine donatıların en az 2/3'ü, minimum enine donatı olarak kullanılacaktır.



Sekil 7.2

– *Kolon orta bölgesi*, kolonun alt ve üst uçlarında tanımlanan sarılma bölgeleri arasında kalan bölgedir (**Şekil 7.3**). Kolon orta bölgesinde $\phi 8$ 'den küçük çaplı enine donatı

kullanılmayacaktır. Kolon boyunca etriye, çiroz veya spiral aralığı, en küçük enkesit boyutunun yarısından ve 200 mm'den daha büyük alınmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay mesafe, a , etriye çapının 25 katından daha fazla olmayacaktır.

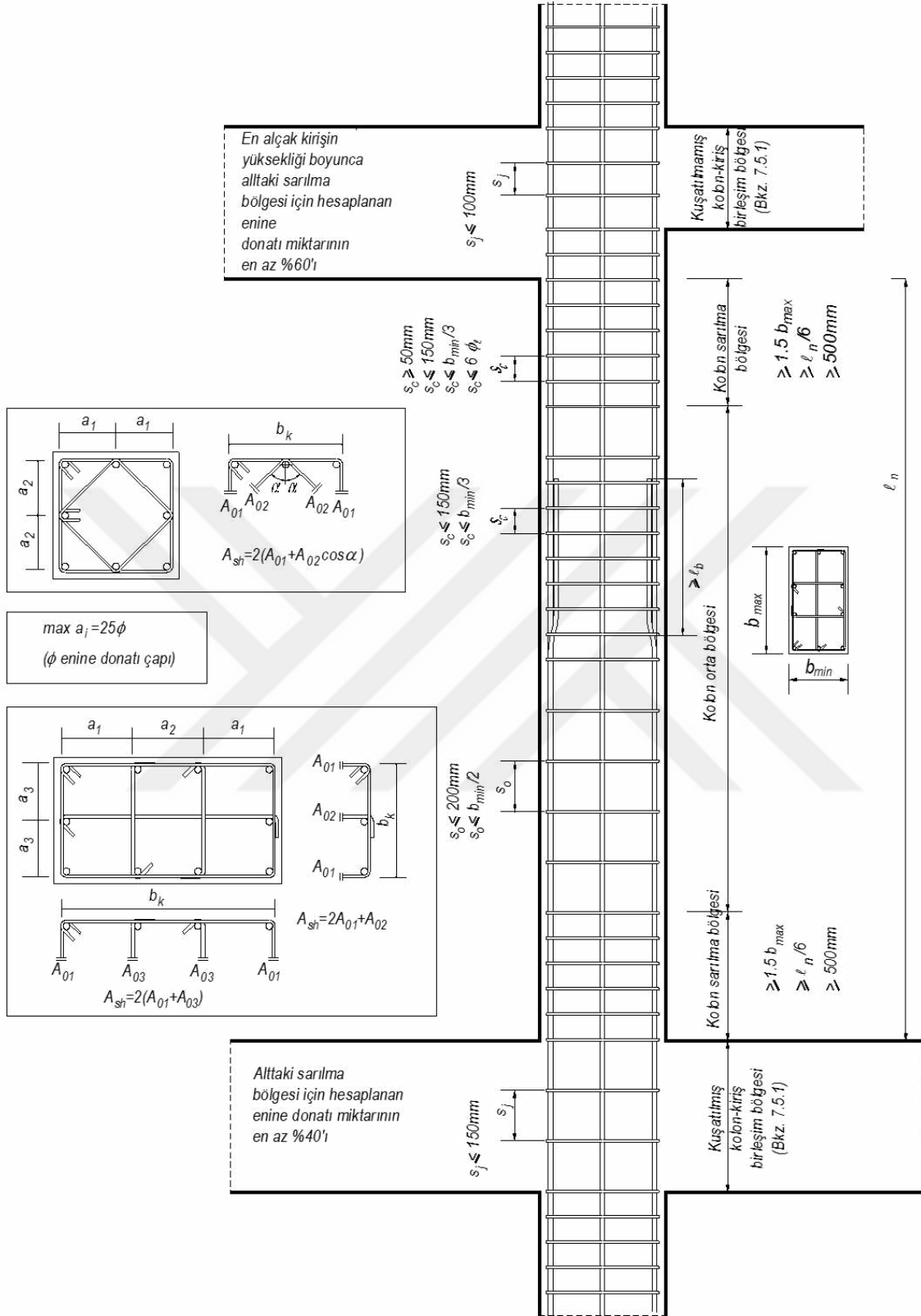
Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

– Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon-kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki kesitlerindeki taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olacaktır (**Şekil 7.4**):

$$(M_{ra} + M_{r\bar{u}}) \geq 1.2(M_{ri} + M_{rj}) \quad (7.3)$$

– **Denk.(7.3)**, her bir deprem doğrultusunda ve depremin her iki yönü için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanacaktır (**Şekil 7.4**). Kolon taşıma gücü momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en küçük N_d eksenel yapan kuvvetleri gözönüne alınacaktır.

– **Denk.(7.3)**'ün uygulanmasına ilişkin özel durumlar aşağıda (a), (b) ve (c)'de belirtilmiştir:



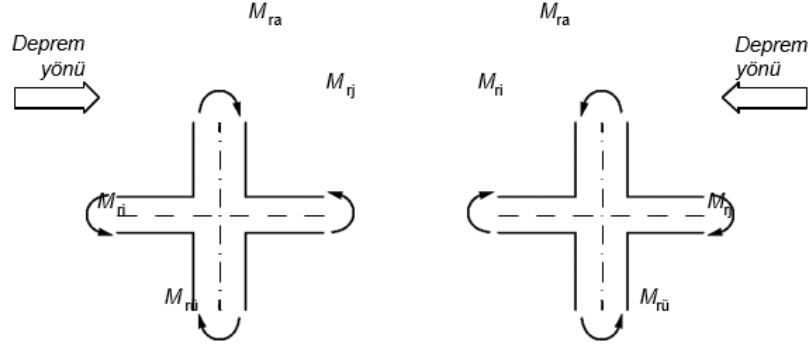
a- Düğüm noktasına birleşen kolonların her ikisinde de $N_d \leq 0.10 A_c f_{ck}$ olması durumunda **Denk.(7.3)**'ün sağlanması zorunlu değildir.

b- Tek katlı binalarda ve çok katlı binaların kolonları üst kata devam etmeyen

düğüm noktalarında **Denk.(7.3)**'ün sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.

c- Kirişlerin saplandığı perdenin zayıf doğrultuda kolon gibi çalışması durumunda,

Denk.(7.3)'ün sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.



Şekil 7.4

Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulunun Bazı Kolonlarda

Sağlanamaması Durumu

– Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın herhangi bir i 'inci katında, **Denk.(7.4)**'ün sağlanması koşulu ile, ilgili katın alt ve/veya üstündeki bazı düğüm noktalarında **Denk.(7.3)**'ün sağlanamamış olmasına izin verilebilir.

$$\alpha_i = V_{is} / N_{ik} \geq 0.70 \quad (7.4)$$

$N_d \leq 0.10 A_c f_{ck}$ koşulunu sağlayan kolonların uçlarında, **Denk. (7.3)** sağlanmasa bile, bu

kolonlar da V_{is} 'nin hesabında gözönüne alınabilir.

7.3.6.2 – Denk.(7.4)'ün sağlanması durumunda, $0.70 \leq \alpha_i \leq 1.0$ aralığında, **Denk. (7.3)**'ün hem alttaki, hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlara etkiyen eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri ($1 / \alpha_i$) oranı ile çarpılarak arttırılacaktır. **Denk. (7.3)**'ü sağlamayan kolonlar, kesitlerinde oluşan düşey yük ve deprem etkileri altında donatılacaktır.

7.3.6.3 – Herhangi bir katta **Denk.(7.4)**'ün sağlanamaması durumunda, sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerdeki tüm çerçeveler **Tablo 4.1**'e göre *süneklik düzeyi sınırlı çerçeve* olarak gözönüne alınacaktır. **7.2.1.3**'te belirtildiği üzere süneklik düzeyi sınırlı çerçevelerin, süneklik düzeyi yüksek perdelerle bir arada süneklik düzeyi karma sistemler olarak kullanılması da mümkündür.

7.3.7. Kolonların Kesme Güvenliği

7.3.7.1 – Kolonlarda enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti hesaplanacaktır.

V_e , Denk. (7.5) ile

$$V_e = (M_a + M_u) / \ell_n \quad (7.5)$$

Denk.(7.5)'teki M_a ve M_u 'nün hesaplanması için, kolonun alt ve/veya üst uçlarında

Denk.(7.3)'ün sağlanması durumunda 7.3.7.2, sağlanamaması durumunda ise, 7.3.7.3 uygulanacaktır (Şekil 7.5). Düşey yükler ile birlikte D ile artırılmış depremden hesaplanan kesme kuvvetinin toplamının, Denk. (7.5) ile hesaplanan V_e 'den küçük olması durumunda, V_e yerine bu kesme kuvveti kullanılacaktır.

Kat No.	M_u 'nün hesaplanması		M_a 'nün hesaplanması	
	Kolon üst ucunda Denk. 7.3'ün sağlanması durumu	Kolon üst ucunda Denk. 7.3'ün sağlanamaması durumu	Kolon alt ucunda Denk. 7.3'ün sağlanamaması durumu	Kolon alt ucunda Denk. 7.3'ün sağlanması durumu
$i+1$				
i				
$i-1$				
	$\Sigma M_p = M_{pi} + M_{pj}$ $M_u = \frac{M_{hu(i)}}{M_{hu(i)} + M_{ha(i+1)}} \Sigma M_p$			
	$M_{hu(i)}$ i'inci kat kolonu üst ucunda Bölüm 3 ve Bölüm 4'e göre bulunan moment $M_{ha(i)}$ i'inci kat kolonu alt ucunda Bölüm 3 ve Bölüm 4'e göre bulunan moment			

Şekil 7.5

7.3.7.2 – Denk.(7.3)’ün sağlandığı düğüm noktasına birleşen kirişlerin uçlarındaki moment kapasitelerinin toplamı olan $\sum M_p$ momenti hesaplanacaktır:

$$\sum M_p = M_{pi} + M_{pj} \quad (7.6)$$

Daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda, $M_{pi} \approx 1.4M_{ri}$ ve $M_{pj} \approx 1.4M_{rj}$ alınabilir. $\sum M_p$ momenti, kolonların düğüm noktasına birleşen uçlarında **Bölüm 4**’e göre elde edilen momentler oranında kolonlara dağıtılacak ve dağıtım sonucunda ilgili kolonun alt veya üst ucunda elde edilen moment, **Denk.(7.5)**’te M_a veya M_u olarak gözönüne alınacaktır.

Deprem her iki yönü için **Denk.(7.6)** ayrı ayrı uygulanacak ve her bir doğrultuda elde edilen en büyük $\sum M_p$ değeri dağıtımda esas alınacaktır.

Denk.(7.3)’ün sağlanmış olmasına karşın **Denk.(7.5)**’teki tarafta kalmak üzere, **7.3.7.3**’e göre de yapılabilir.

M_a veya M_u ’nün hesabı, güvenli

F_{ck}

12. EK-7

12.1.Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeve Sistemlerinde Kolon Birleşim Bölgeleri Kuşatılmış ve Kuşatılmamış Birleşimler

Süneklik düzeyi yüksek kolon ve kirişlerin oluşturduğu çerçeve sistemlerinde kolon-kiriş birleşimleri, aşağıda (a) ve (b)’de tanımlandığı üzere, iki sınıfa ayrılacaktır.

- (a) Kirişlerin kolona dört taraftan birleşmesi ve her bir kirişin genişliğinin birleştiği kolon genişliğinin 3/4’ünden daha az olmaması durumunda, kolon-kiriş birleşimi *kuşatılmış birleşim* olarak tanımlanacaktır.
- (b) Yukarıda (a)’daki koşulları sağlamayan tüm birleşimler, *kuşatılmamış birleşim* olarak tanımlanacaktır

12.1.1 Kolon-Kiriş Birleşim Bölgelerinin Kesme Güvenliği

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda kolon-kiriş birleşim bölgelerindeki kesme kuvveti, **Denk.(7.11)** ile hesaplanacaktır (**Şekil 7.10**)

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

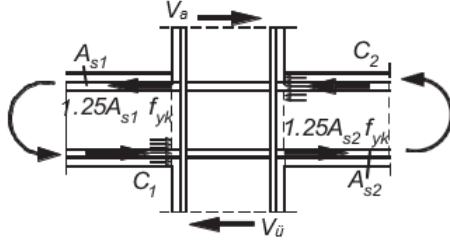
Kirişin kolona sadece bir taraftan saplandığı ve öbür tarafta devam etmediği durumlar için $A_{s2} = 0$ alınacaktır.

Kuşatılmış birleşim koşulları:

$$b_{w1} \text{ ve } b_{w2} > 3b/4$$

$$b_{w3} \text{ ve } b_{w4} > 3h/4$$

(Bkz. 7.5.1)

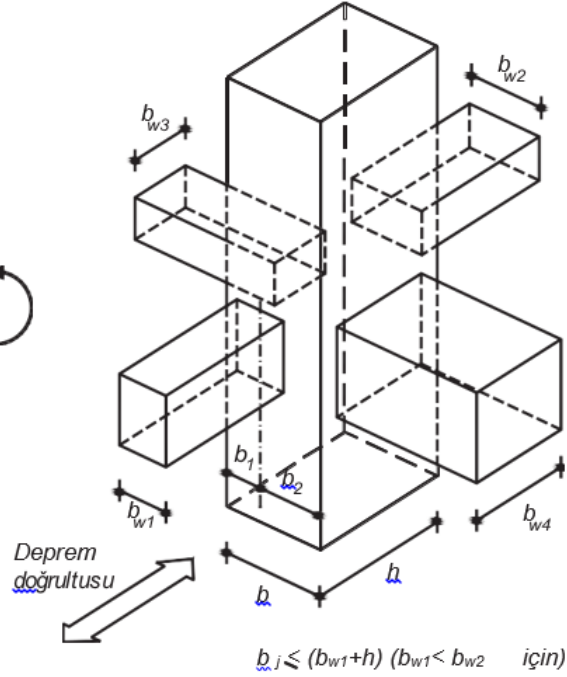


$$V_{kol} = \min(V_a; V_u)$$

(Bkz. 7.5.2.1)

$$b_{w1} \geq b \text{ ve } b_{w2} > b \text{ ise } b_j = b$$

$$b_{w1} < b \text{ ve } b_{w2} < b \text{ ise } b_j = 2\min(b_1; b_2)$$



$$b_j \leq (b_{w1} + h) \text{ (} b_{w1} < b_{w2} \text{ için)}$$

- Herhangi bir birleşim bölgesinde **Denk.(4.11)** ile hesaplanan kesme kuvveti, gözönüne alınan deprem doğrultusunda hiçbir zaman **Denk. (4.12)** ve **Denk. (4.13)**'de verilen sınırları aşmayacaktır. Bu sınırların aşılması durumunda, kolon ve/veya kiriş kesit boyutları büyütülerek deprem hesabı tekrarlanacaktır.

$$\sqrt{f_{ck}}$$

a- Kuşatılmış birleşimlerde: $V_e \leq 1.7 b_j h$ Denklem (7.12)

b- Kuşatılmamış birleşimlerde: $V_e \leq 1.0 b_j h \sqrt{f_{ck}}$ Denklem (7.13)

Kolon-kiriş birleşim bölgesindeki minimum enine donatı koşulları aşağıda **(a)** ve **(b)**'de verilmiştir:

(a) Kuşatılmış birleşimlerde, alttaki kolonun sarılma bölgesi için hesaplanan enine donatı miktarının en az %40'ı, birleşim bölgesi boyunca kullanılacaktır. Ancak, enine donatının çapı 8 mm'den küçük olmayacak ve aralığı 150 mm'yi aşmayacaktır.

(b) Kuşatılmamış birleşimlerde, alttaki kolonun sarılma bölgesi için hesaplanan enine donatı miktarının en az %60'ı, birleşim bölgesi boyunca kullanılacaktır. Ancak bu durumda, enine donatının çapı 8 mm'den küçük alınmayacak ve aralığı 100 mm'yi aşmayacaktır.

12.2 Süneklik Düzeyi Yüksek Perdeler

Enkesit Koşulları

Bodrum perdeleri dışındaki perdeler için aşağıdaki en kesit koşulları sağlanacaktır.

4.2.1.1. Perdenin boşluklar çıkarıldıktan sonra kalan net enkesit alanı, N_{dm} TS 498'de hareketli yükler için tanımlanmış olan hareketli yük azaltma katsayıları da dikkate alınarak G ve Q düşey yükler ve E deprem etkisinin ortak etkisi $G + Q + E$ altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü olmak üzere, $A_c \Sigma N_{dm} / (0.35 f_{ck})$

koşulunu sağlayacaktır. Bağ kirişli (boşluklu) perdelerde A_c ve N_{dm} değerlerinin hesabında, boşluklu perde kesitinin tümü (perde parçalarının toplamı) göz önüne alınacaktır.

4.2.1.2. Perdeler, planda uzun kenarının kalınlığına oranı en az altı olan düşey taşıyıcı sistem elemanlarıdır.

a- 4.1.2.3'te belirtilen özel durumlar dışında, dikdörtgen ve U, L ve T gibi perdelerin gövde bölgesindeki perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/16'sından ve 250 mm'den küçük olmayacaktır.

b- Dikdörtgen perde veya perde kolu kalınlığı perdenin veya perde kolunun plandaki yanıl doğrultuda tutulmamış boyunun 1/30'undan küçük olmayacaktır.

c- Perde kolu her iki ucundan yanıl doğrultuda bir perde ile tutulu ise, perde kolu kalınlığı kat yüksekliğinin 1/20'sinden ve 250 mm'den küçük olmayacaktır

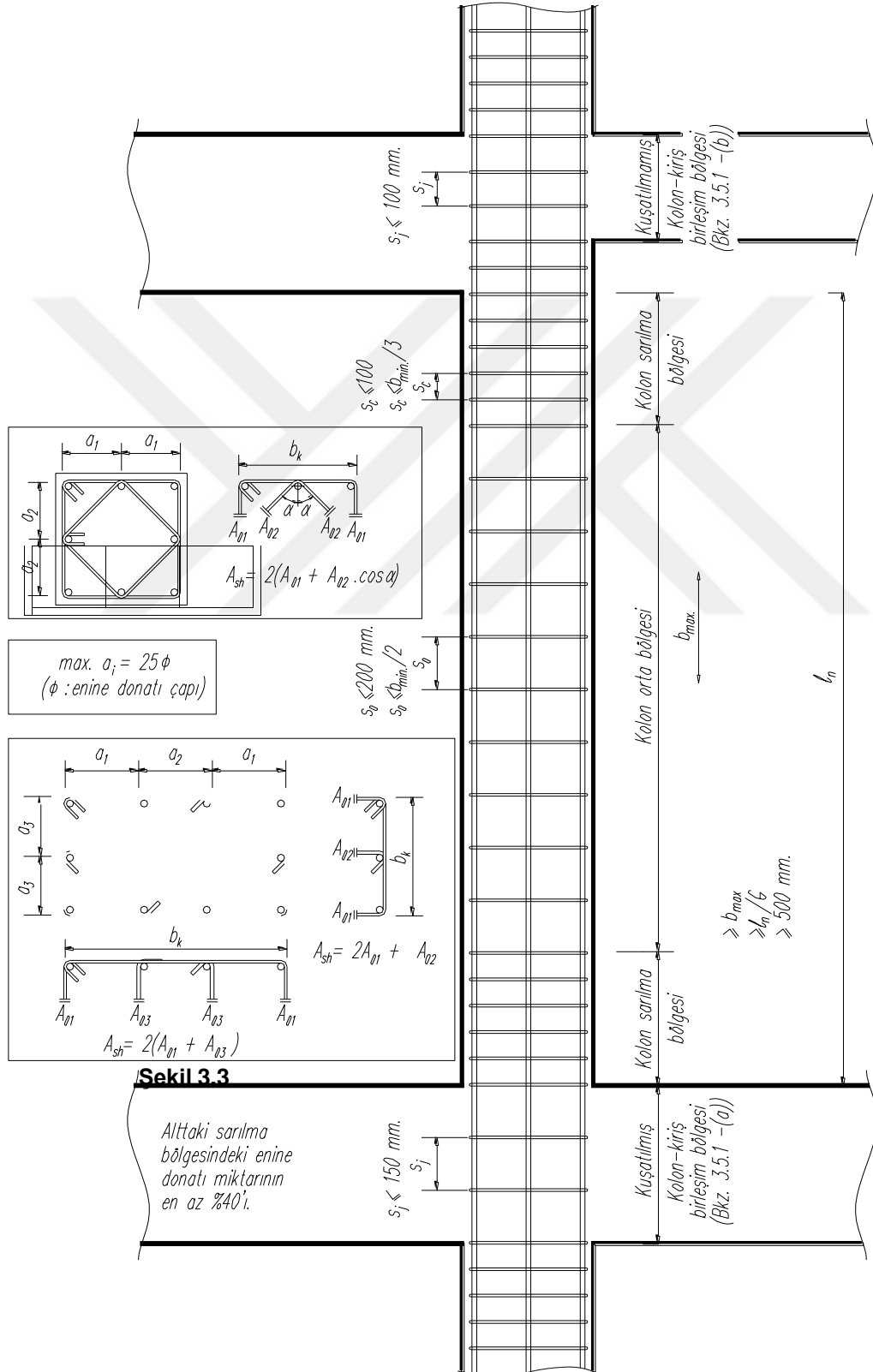
4.2.1.3. Taşıyıcı sistemi perdelerden oluşan binalarda, **Denk.(4.14)** ile verilen koşulların her ikisinin de sağlanması durumunda perde kalınlığı, binadaki en yüksek katın yüksekliğinin 1/20'sinden ve 200 mm'den az olmayacaktır. Ayrıca, **4.2.1.1**'deki koşula uyulacaktır

$$\Sigma A_g / \Sigma A_p \geq 0.002$$

$$V_t / \Sigma A_g \geq 0.5 f_{ctd}$$

Denklem 4.14

Denk.(4.14), bodrum katlarının çevresinde çok rijit betonarme perdelerin bulunduğu binalarda zemin kat düzeyinde, diğer binalarda ise temel üst kotu düzeyinde uygulanacaktır.



alttaki, hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlara etkiyen eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri ($1/\alpha_i$) oranı ile çarpılarak arttırılacaktır. **Denk. (3.3)**'ü sağlamayan kolonlar, kesitlerinde oluşan düşey yük ve deprem etkileri altında donatılacaktır.

– Herhangi bir katta **Denk.(3.4)**'ün sağlanamaması durumunda, sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerdeki tüm çerçeveler *süneklik düzeyi normal çerçeve* olarak gözönüne alınacak ve **Tablo 2.5**'e göre taşıyıcı sistem davranış katsayısı değiştirilerek hesap tekrarlanacaktır. **Bölüm 2**' deki **2.5.4.1**'de belirtildiği üzere süneklik düzeyi normal çerçevelerin, süneklik düzeyi yüksek perdelerle birarada kullanılması da mümkündür.

Kolonların Kesme Güvenliği

– Kolonlarda enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti, V_e , **Denk. (3.5)** ile hesaplanacaktır.

$$V_e = (M_a + M_u) / l_n \quad (3.5)$$

Denk.(3.5)'teki M_a ve M_u 'nün hesaplanması için, kolonun alt ve/veya üst uçlarında **Denk.(3.3)**'ün sağlanması durumunda **3.3.7.2**, sağlanamaması durumunda ise **3.3.7.3** uygulanacaktır (**Şekil 3.5**). Düşey yükler ile birlikte $R_a = 2$ alınarak **Bölüm 2**'ye göre depremden hesaplanan kesme kuvvetinin **Denk. (3.5)** ile hesaplanan V_e 'den küçük olması durumunda, V_e yerine bu kesme kuvveti kullanılacaktır.

– **Denk.(3.3)**'ün sağlandığı düğüm noktasına birleşen kirişlerin uçlarındaki moment kapasitelerinin toplamı olan $\sum M_p$ momenti hesaplanacaktır:

$$\sum M_p = M_{pi} + M_{pj} \quad (3.6)$$

Daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda, $M_{pi} \cong 1.4 M_{Ti}$ ve $M_{pj} \cong 1.4 M_{Tj}$ olarak alınabilir.

$\sum M_p$ momenti, kolonların düğüm noktasına birleşen uçlarında **Bölüm 2**'ye göre elde edilmiş bulunan momentler oranında kolonlara dağıtılacak ve dağıtım sonucunda ilgili kolonun alt veya üst ucunda elde edilen moment, **Denk.(3.5)**'te M_a veya M_u olarak gözönüne alınacaktır. Depremin her iki yönü için **Denk.(3.6)** ayrı ayrı uygulanacak ve elde edilen en büyük $\sum M_p$ değeri dağıtımda esas alınacaktır.

Denk.(3.3)'ün sağlanmış olmasına karşın **Denk.(3.5)**'teki M_a veya M_u 'nün hesabı, güvenli tarafta kalmak üzere, **3.3.7.3**'e göre de yapılabilir.

– **Denk.(3.3)**’ün sağlanamadığı düğüm noktasına birleşen kolonların uçlarındaki momentler, kolonların moment kapasiteleri olarak hesaplanacak ve **Denk. (3.5)**’te M_a ve/veya M_u olarak kullanılacaktır. Moment kapasiteleri, daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda, $M_{pa} \cong$

$1.4 M_{ra}$ ve $M_{pu} \cong 1.4 M_{ru}$ olarak alınabilir. M_{pa} ve M_{pu} momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en büyük yapan N_d eksenel kuvvetleri gözönüne alınacaktır.

– Temele bağlanan kolonların alt ucundaki M_a momenti de, **3.3.7.3**’e göre moment kapasiteleri olarak hesaplanacaktır.

– **Denk.(3.5)** ile hesaplanan kesme kuvveti, V_e , yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti V_d ’den daha küçük olmayacak ve ayrıca **Denk.(3.7)** ile verilen koşulları sağlayacaktır. **Denk.(3.7)**’deki ikinci koşulun sağlanamaması durumunda, kesit boyutları gereği kadar büyütülerek deprem hesabı tekrarlanacaktır.

$$V_e \leq V_r$$
$$V_e \leq 0.22 A_w f_{cd} \quad (3.7)$$

– Kolon enine donatısının V_e kesme kuvvetine göre hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı, V_c , TS-500’e göre belirlenecektir. Ancak, **3.3.4.1**’de tanımlanan kolon sarılma bölgelerindeki enine donatının hesabında, sadece deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetinin depremlili durumdaki toplam kesme kuvvetinin yarısından daha büyük olması ve aynı zamanda $N_d \leq 0.05 A_c f_{ck}$ koşulunun sağlanması halinde, betonun kesme dayanımına katkısı $V_c = 0$ alınacaktır.

Kat No.	M_{ij} 'nin hesaplanması		M_o 'nın hesaplanması	
	Kolon üst ucunda Denk. 3.3'ün sağlanması durumu	Kolon üst ucunda Denk. 3.3'ün sağlanmaması durumu	Kolon alt ucunda Denk. 3.3'ün sağlanmaması durumu	Kolon alt ucunda Denk. 3.3'ün sağlanması durumu
$i+1$				
i	$\sum M_p = M_{pi} + M_{pj}$ $M_{ij} = \frac{M_{hü(i)}}{M_{hü(i)} + M_{ha(i+1)}} \sum M_p$			$\sum M_p = M_{pi} + M_{pj}$ $M_o = \frac{M_{ha(i)}}{M_{ha(i)} + M_{hü(i-1)}} \sum M_p$
$i-1$				

Şekil 3.5

$M_{hü(i)}$: i'inci kat kolonu üst ucunda Bölüm 2'ye göre bulunan moment
 $M_{ha(i)}$: i'inci kat kolonu alt ucunda Bölüm 2'ye göre bulunan moment

Kısa Kolonlara İlişkin Koşullar

Kısa kolonlar, taşıyıcı sistem nedeni ile veya dolgu duvarlarında kolonlar arasında bırakılan boşluklar nedeni ile oluşabilirler (Şekil 3.6). Kısa kolon oluşumunun engellenemediği durumlarda, enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti **Denk.(3.5)** ile hesaplanacaktır. **Denk.(3.5)**'teki momentler, kısa kolonun alt ve üst uçlarında $M_a \cong 1.4 M_{ra}$ ve $M_{ü} \cong 1.4 M_{rü}$ olarak hesaplanacak, ℓ_n ise kısa kolonun boyu olarak alınacaktır. Ancak hesaplanan kesme kuvveti **Denk.(3.7)**'de verilen koşulları sağlayacaktır. Kısa kolon boyunca, **3.3.4.1**'de kolonların sarılma bölgeleri için tanımlanan minimum enine donatı ve yerleştirme koşulları uygulanacaktır. Dolgu duvarları arasında kalarak kısa kolon durumuna dönüşen kolonlarda, enine donatılar tüm kat yüksekliğince devam ettirilecektir (Şekil 3.6).

12.3 Kolonların 2018 TBDY göre ilkeleri

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KOLONLAR

Enkesit Koşulları

7.3.1.1 – Dikdörtgen kesitli kolonların en küçük enkesit boyutu 300 mm'den ve dairesel kolonların çapı 350 mm'den küçük olmayacaktır.

7.3.1.2 – Kolonun brüt enkesit alanı, N_{dm} TS 498'de hareketli yükler için tanımlanmış olan

hareketli yük azaltma katsayıları da dikkate alınarak, G ve Q düşey yükler ve E deprem etkisinin ortak etkisi $G+Q+E$ altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü

olmak üzere, $A_c \geq N_{dm} / (0.40 f_{ck})$ koşulunu sağlayacaktır.

Boyuna Donatı Koşulları

– Kolonlarda boyuna donatı alanı, brüt kesitin %1'inden az, %4'ünden daha büyük olmayacaktır. Kolonlarda $\phi 14$ den daha ince ve dairesel kolonlarda 6 adetden daha az donatı kullanılmayacaktır.

– Bindirmeli ek yapılan kesitlerde toplam boyuna donatı oranı %6'yı geçmeyecektir.

Boyuna Donatının Düzenlenmesi

– Kolon boyuna donatılarının bindirmeli ekleri, kolonun serbest yüksekliğinin orta üçte birlik bölgesinde yapılacaktır. Bindirmeli ekinin boyu ℓ_b 'den küçük olmayacaktır. Bindirmeli ek boyunca yerleştirilecek enine donatıların aralığı kolonun en küçük boyutunun 1/3'ünden ve 150 mm'den büyük olmayacaktır.

– Katlar arasında kolon kesitinin değişmesi durumunda, boyuna donatının kolon-kiriş birleşim bölgesi içinde düşeye göre eğimi 1/6'dan daha büyük olmayacaktır. Kesit değişiminin daha büyük olması durumunda veya en üst kat kolonlarında; alttaki kolonun boyuna donatısının karşı taraftaki kirişin içindeki kenetlenme boyu, TS 500'de çekme donatısı için verilen

kenetlenme boyu $1.5 \ell_b$ 'den ve 40ϕ 'den daha kısa alınmayacaktır. Karşı tarafta kiriş

bulunmadığı durumlarda kenetlenme, gerekirse kolonun karşı yüzünde aşağıya doğru kıvrım yapılarak sağlanacaktır. 90 derecelik yatay kancanın veya aşağıya kıvrılan düşey kancanın boyu en az 12ϕ olacaktır (Şekil 7.2).

– Yanyana boyuna donatılarda yapılan manşonlu veya kaynaklı eklerin arasındaki boyuna mesafe 600 mm’den az olmayacaktır.

7.3.4. Enine Donatı Koşulları

7.3.7.6’ya göre daha elverişsiz bir durum elde edilmedikçe, kolonlarda kullanılacak minimum enine donatıya ilişkin koşullar, *kolon sarılma bölgeleri* için 7.3.4.1’de ve *kolon orta bölgesi* için 7.3.4.2’de verilmiştir (Şekil 7.3). Tüm kolon boyunca, 7.2.8’de tanımlanan *özel deprem etriyeleri* ve *özel deprem çirozları* kullanılacaktır.

7.3.4.1 – Her bir kolonun alt ve üst uçlarında özel *sarılma bölgeleri* oluşturulacaktır. Sarılma bölgelerinin her birinin uzunluğu, döşeme üst kotundan yukarıya doğru veya kolona bağlanan yüksekliği en büyük kirişin alt yüzünden başlayarak aşağıya doğru ölçülmek üzere, kolon serbest yüksekliğinin $1/6$ ’sından, kolon en büyük kesit boyutunun 1.5 katından ve 500 mm’den, daha küçük olmayacaktır. Konsol kolonlarda sarılma bölgesi kolon alt ucunda oluşturulacak ve uzunluğu kolon büyük boyutunun iki katından daha küçük alınmayacaktır. Sarılma bölgelerinde kullanılacak enine donatıya ilişkin koşullar aşağıda (a) ila (d)’de verilmiştir. Bu donatılar temelin içinde kolonun minimum boyutundan küçük olmayan bir yükseklik boyunca devam ettirilecektir. Ancak, çanak temellere mesnetlenen kolonlarda, sarılma bölgesindeki enine donatı çanak yüksekliği boyunca devam ettirilecektir.

(a) Sarılma bölgelerinde $\phi 8$ ’den küçük çaplı enine donatı kullanılmayacaktır. Bu bölgede,

boyuna doğrultudaki etriye ve çiroz aralığı en küçük kesit boyutunun $1/3$ ’ünden, 150 mm’den daha büyük, boyuna donatı çapının altı katından daha büyük, 50 mm’den daha küçük olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay mesafe, a , etriye çapının 25 katından daha büyük alınmayacaktır. Sürekli dairesel spirallerin adımı, göbek çapının $1/5$ ’inden ve 80 mm’den daha büyük olmayacaktır. Dairesel kolonlarda tüm sargı donatısı çevreye

(b) Etriyeli kolonlarda $N_d > 0.20 A_c f_{ck}$ (basınç) olması durumunda sarılma bölgelerindeki

minimum toplam enine donatı alanı, **Denk.(7.1)**’de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde hesaplanacaktır. Bu hesapta kolonun çekirdek boyutu b_k , her iki doğrultu için ayrı ayrı gözönüne alınacaktır (Şekil 7.3):

$$\begin{aligned} A_{sh} &\geq 0.30 s b_k [(A_c / A_{ck}) - 1] (f_{ck} / f_{ywk}) \\ A_{sh} &\geq 0.075 s b_k (f_{ck} / f_{ywk}) \end{aligned} \quad (7.1)$$

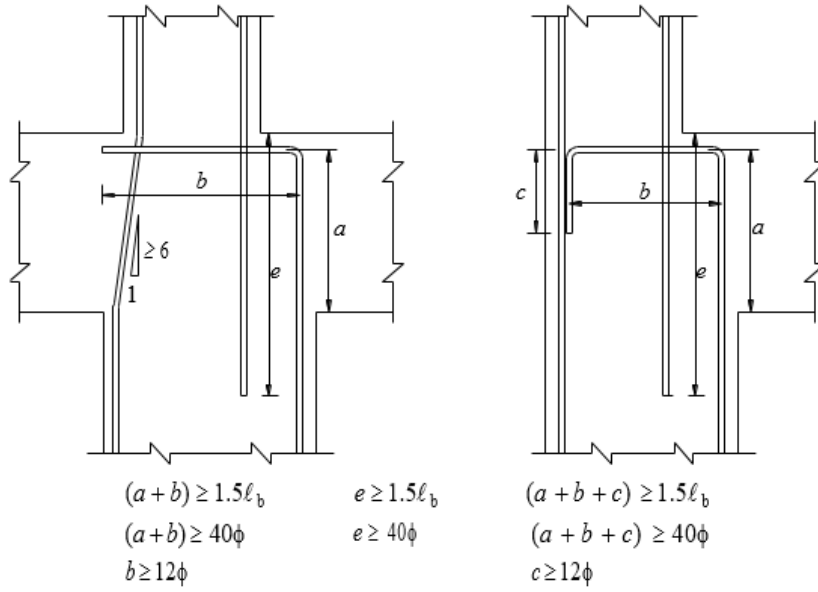
(c) Dairesel donatılı kolonlarda $N_d > 0.20 A_c f_{ck}$ (basınç) olması durumunda sarılma

bölgelerindeki enine donatının minimum hacimsel oranı, **Denk.(7.2)**’deki koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde hesaplanacaktır.

$$\begin{aligned}\rho_s &\geq 0.45 [(A_c / A_{rk}) - 1] (f_{ck} / f_{vfk}) \\ \rho_s &\geq 0.12 (f_{ck} / f_{vfk})\end{aligned}\quad (7.2)$$

(d) $N_d \leq 0.20 A_c f_{ck}$ olması durumunda, kolon sarılma bölgelerinde [Denk.\(7.1\)](#) ve [Denk.\(7.2\)](#)

ile verilen enine donatıların en az 2/3'ü, minimum enine donatı olarak kullanılacaktır.



Şekil 7.2

7.3.4.2 – Kolon orta bölgesi, kolonun alt ve üst uçlarında tanımlanan sarılma bölgeleri arasında kalan bölgedir (Şekil 7.3). Kolon orta bölgesinde $\phi 8$ 'den küçük çaplı enine donatı

kullanılmayacaktır. Kolon boyunca etriye, çiroz veya spiral aralığı, en küçük enkesit boyutunun yarısından ve 200 mm'den daha büyük alınmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay mesafe, a.etriye çapının 25 katından daha fazla olmayacaktır.

7.3.5. Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

7.3.5.1 – Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon-kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki kesitlerindeki taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olacaktır (Şekil 7.4):

$$(M_{ra} + M_{rb}) \geq 1.2 (M_{ri} + M_{rj}) \quad (7.3)$$

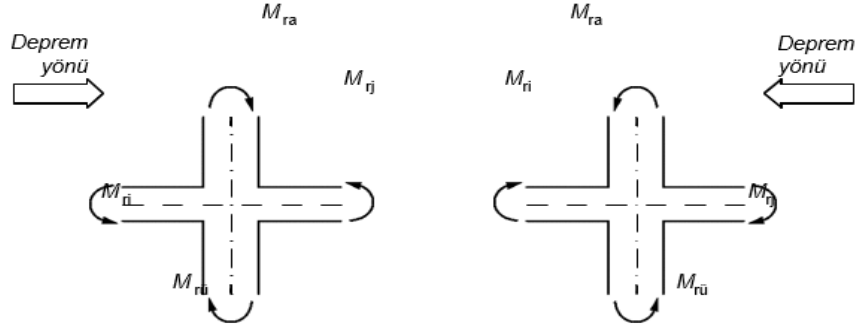
7.3.5.2 – Denk.(7.3), her bir deprem doğrultusunda ve depremin her iki yönü için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanacaktır (Şekil 7.4). Kolon taşıma gücü momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en küçük yapan N_d aksenal kuvvetleri gözönüne alınacaktır.

7.3.5.3 – Denk.(7.3)'ün uygulanmasına ilişkin özel durumlar aşağıda (a), (b) ve (c)'de belirtilmiştir:



(b) Tek katlı binalarda ve çok katlı binaların kolonları üst kata devam etmeyen düğüm noktalarında **Denk.(7.3)**'ün sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.

(c) Kirişlerin saplandığı perdenin zayıf doğrultuda kolon gibi çalışması durumunda, **Denk.(7.3)**'ün sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.



Şekil 7.4

Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulunun Bazı Kolonlarda Sağlanamaması Durumu

– Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın herhangi bir i 'inci katında, **Denk.(7.4)**'ün sağlanması koşulu ile, ilgili katın alt ve/veya üstündeki bazı düğüm noktalarında **Denk.(7.3)**'ün sağlanamamış olmasına izin verilebilir.

$$\alpha_i = V_{is} / N_{ik} \geq 0.70 \quad (7.4)$$

$N_d \leq 0.10 A_c f_{ck}$ koşulunu sağlayan kolonların uçlarında, **Denk. (7.3)** sağlanmasa bile, bu

kolonlar da V_{is} 'nin hesabında gözönüne alınabilir.

7.3.6.2 – Denk.(7.4)'ün sağlanması durumunda, $0.70 \leq \alpha_i \leq 1.0$ aralığında, **Denk. (7.3)**'ün hem alttaki, hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlara etkiyen eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri $(1 / \alpha_i)$ oranı ile çarpılarak arttırılacaktır. **Denk. (7.3)**'ü sağlamayan kolonlar, kesitlerinde oluşan düşey yük ve deprem etkileri altında donatılacaktır.

7.3.6.3 – Herhangi bir katta **Denk.(7.4)**'ün sağlanamaması durumunda, sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerdeki tüm çerçeveler **Tablo 4.1**'e göre *süneklik düzeyi sınırlı çerçeve* olarak gözönüne alınacaktır. **7.2.1.3**'te belirtildiği üzere süneklik düzeyi sınırlı çerçevelerin, süneklik düzeyi yüksek perdelerle bir arada süneklik düzeyi karma sistemler olarak kullanılması da mümkündür.

7.3.7. Kolonların Kesme Güvenliği

7.3.7.1 – Kolonlarda enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti hesaplanacaktır.

V_e , **Denk. (7.5)** ile

$$V_e = (M_a + M_b) / \ell_n \quad (7.5)$$

Denk.(7.5)'teki M_a ve M_u 'nün hesaplanması için, kolonun alt ve/veya üst uçlarında

Denk.(7.3)'ün sağlanması durumunda 7.3.7.2, sağlanamaması durumunda ise, 7.3.7.3 uygulanacaktır (Şekil 7.5). Düşey yükler ile birlikte D ile artırılmış depremden hesaplanan kesme kuvvetinin toplamının, **Denk. (7.5)** ile hesaplanan V_e 'den küçük olması durumunda, V_e yerine bu kesme kuvveti kullanılacaktır.

Kat No.	M_u 'nün hesaplanması		M_a 'nün hesaplanması	
	Kolon üst ucunda Denk. 7.3'ün sağlanması durumu	Kolon üst ucunda Denk. 7.3'ün sağlanmaması durumu	Kolon alt ucunda Denk. 7.3'ün sağlanmaması durumu	Kolon alt ucunda Denk. 7.3'ün sağlanması durumu
$i+1$				
i				
$i-1$				
	$\Sigma M_p = M_{pi} + M_{pj}$ $M_u = \frac{M_{hu(i)}}{M_{hu(i)} + M_{ha(i+1)}} \Sigma M_p$			
	$\Sigma M_p = M_{pi} + M_{pj}$ $M_a = \frac{M_{ha(i)}}{M_{ha(i)} + M_{hu(i+1)}} \Sigma M_p$			
	$M_{hu(i)}$ i'inci kat kolonu üst ucunda Bölüm 3 ve Bölüm 4'e göre bulunan moment $M_{ha(i)}$ i'inci kat kolonu alt ucunda Bölüm 3 ve Bölüm 4'e göre bulunan moment			

7.3.7.2 – Denk.(7.3)’ün sağlandığı düğüm noktasına birleşen kirişlerin uçlarındaki moment kapasitelerinin toplamı olan $\sum M_p$ momenti hesaplanacaktır:

$$\sum M_p = M_{pi} + M_{pj} \quad (7.6)$$

Daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda, $M_{pi} \approx 1.4M_{ri}$ ve $M_{pj} \approx 1.4M_{rj}$ alınabilir. $\sum M_p$

momenti, kolonların düğüm noktasına birleşen uçlarında Bölüm 4’e göre elde edilen momentler oranında kolonlara dağıtılacak ve dağıtım sonucunda ilgili kolonun alt veya üst ucunda elde edilen moment, Denk.(7.5)’te M_a veya M_u olarak gözönüne alınacaktır.

Deprem her iki yönü için Denk.(7.6) ayrı ayrı uygulanacak ve her bir doğrultuda elde edilen en büyük $\sum M_p$ değeri dağıtımda esas alınacaktır.

(7.3)’ün sağlanmış olmasına karşın **Denk.(7.5)**’teki tarafta kalmak üzere, 7.3.7.3’e göre de yapılabilir.

M_a veya M_u ’nün hesabı, güvenli

13. EK-8

13.1 Sabit Yükler

Yapının kullanım ömrü boyunca taşıyıcı sisteme etki eden yüklerdir. Taşıyıcı elemanların ağırlığı, kaplama, döşeme, çatı örtüsü, yalıtım, duvar ağırlıkları vb. sabit yükler olup birim değerleri TS 498’de verilmiştir. Yapıya etkiyecek olan deprem yüklerini etkileyen en önemli yük grubudur. Yapının hafif malzemeler ile inşa edilmesi bu açıdan çok önemlidir. Diğer bir konu ise zemin ile etkileşimidir. Hafif malzemeler ile inşa edilen bir yapı, özellikle dayanıksız zeminlerde yapı güvenliğini çok büyük oranlarda etkilemektedir. (Grubu, 2012)

13.2. Hareketli Yükler

Sabit yüklerden farklı olarak hareketli yükler değişken olduklarından tahmin edilmeleri zordur. Bu yükler insan, mobilya, hareketli bölme, mekanik aletler, kar ve araçlar gibi yapıya etkiyen fakat taşıyıcı sistemin bir parçası olmayan yüklerdir. Deneyim ve analitik 15 çalışmalar sonucunda olabilecek maksimum yükleme koşulları için ampirik formüller geliştirilmiş ve böylece yapıya optimum şekilde aktarılmaları sağlanmıştır.

13.3 Isı Değişimi

Çok katlı yapılarda, yapılara etkiyecek en önemli dış etkenlerden biri de dış ortam ısı değişimleri sebebiyle yapının taşıyıcı sisteminde oluşabilecek genleşme ve büzülmelelerdir. Özellikle çelik yapılarda, ısı yalıtımı konusunda gerekli önlemlerin

alınmaması durumunda yapıda büyük deplasmanlara yol açılabilir. Bu konuda da gerekli malzeme seçimi önemlidir.

13.4 Rüzgar Yükleri

Çerçeve sistemlerin tasarlanması ve teknolojik gelişmelere paralel olarak yapı ağırlığındaki büyük azalmalar rüzgar etkisini özellikle çok katlı yapılarda önemli mertebelere ulaştırmıştır. Yapıdaki rüzgar etkisi dinamik etkili bir yük olup, yapı etrafındaki yeryüzü şekline, pürüzlülüğüne, taşıyıcı sistemin şekline ve komşu yapıların dizilme şekli gibi çevresel 16 faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu gibi nedenler, yapıyı etkileyen rüzgar hızını ve doğrultusunu değiştirerek yapının davranışını etkilemektedir. Çok katlı yapılarda rüzgar nedeniyle oluşabilecek türbülans ve girdap etkilerini azaltacak önlemler alınmalı ve yapı, bu şekilde rüzgar etkilerine karşı güvenli hale getirilmelidir.

13.5 Deprem Yükleri

Yeryüzü kabuğu erimiş iç çekirdek üzerinde yüzen kalın kaya tabakalar halindedir. Bukayaların hareketleri sonucunda yeryüzüne şok dalgaları yayılır. Deprem de bu dalga hareketleri ile meydana gelir. Deprem, yapının temelinden başlayarak en üst noktaya kadar etkir. Yapı taşıyıcı sistem elemanları, bu harekete karşı koyacak şekilde tasarlanmalıdır. Yeryüzü kabuğu derinliklerinde aktif fay denilen bölgelerde rölatif hareket ile biriken enerjinin aniden ortaya çıkması sonucu deprem meydana gelir. Bu noktaya deprem odağı adı verilir. Deprem odağının tam üstüne tekabül eden yer kabuğu üzerindeki noktaya ise deprem merkezi denir. Deprem odağında açığa çıkan büyük enerji, her yönde enerji dalgaları olarak yayılır. Bu enerji dalgaları yeryüzü kabuğuna ulaşır ve taban kayasında hareketler oluştururlar. Bu dalga hareketi zamanla değiştiği için genellikle deprem ölçüm aletleri tarafından zamana bağlı ivmeler olarak kaydedilir. Ancak bu ivmeler yerçekimi ivmesi olan $g=9,81 \text{ m/sn}^2$ 'nin bir oranı olarak verilmektedir.

Yayılan bu deprem dalgaları, *Eşdeğer Deprem Kuvveti Yöntemi*'nde yapıya, ağırlığına ve taşıyıcı sistem davranış katsayısına bağlı olarak kesme kuvveti şeklinde etki ettiği varsayılmaktadır. Bu katsayı, binanın toplam ağırlığına, deprem bölgelerine göre değişen

etkin yer ivmesi katsayısına, binanın birinci moddaki doğal titreşim periyoduna, ivme spektrum periyoduna ve sünekliliğe bağlıdır. (POLAT, 2004)