

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOK KATLI ÇELİK BİR BİNANIN İSTANBUL YÜKSEK BİNALAR DEPREM
YÖNETMELİĞİ'NE VE AISC 360.10'A GÖRE TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğba SERTTAŞ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Deprem Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Barlas ÇAĞLAYAN

MAYIS 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOK KATLI ÇELİK BİR BİNANIN İSTANBUL YÜKSEK BİNALAR DEPREM
YÖNETMELİĞİ'NE VE AISC 360.10'A GÖRE TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğba SERTTAŞ

(501091276)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Deprem Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Barlas ÇAĞLAYAN

MAYIS 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501091276 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Tuğba SERTTAŞ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**ÇOK KATLI ÇELİK BİR BİNANIN İSTANBUL YÜKSEK BİNALAR DEPREM YÖNETMELİĞİ'NE VE AISC 360.10'a GÖRE TASARIMI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. Barlas ÇAĞLAYAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Oğuz Cem ÇELİK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Bülent AKBAŞ
Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü

Teslim Tarihi : **5 Mayıs 2014**

Savunma Tarihi : **6 Haziran 2014**

ÖNSÖZ

Son dönemlerde iş merkezleri, konutlar ve oteller çok katlı binalar olarak tasarlanmaktadır. Binalardaki kat sayısı arttıkça deprem ve rüzgâr etkileri yapıyı daha da zorlamaktadır ve farklı etkiler oluşturmaktadır. Bu aşamada ekonomik ve güvenli yapılar yapmak oldukça titiz bir çalışmayı gerektirmektedir. Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu projede 35 katlı konut olarak kullanılacak bir yapının analizi yapılmıştır.

Beni yüksek lisans tez öğrencisi olarak kabul edip, bu aşamaya kadar gelmemi sağlayan, her türlü desteğini ve emeğini esirgemeyen tez danışmanım saygıdeğer Yrd. Doç. Dr. Barlas Özden ÇAĞLAYAN'a teşekkür ederim. Yüksek lisans eğitimim sırasında tanıştığım, bana her türlü konuda yardımcı olmaya çalışan değerli arkadaşlarım İnşaat Yüksek Mühendisi Sn. Ceren CİCEN'e ve İnşaat Mühendisi Sn. Mert HACİEMİROĞLU'na teşekkür ederim. Her türlü eğitimin kapılarını bana açan ve bu aşamalardan geçerken büyük bir sabır ve özveri göstererek desteklerini eksik etmeyen annem Sabiha SERTTAŞ'a, babam Ergin SERTTAŞ'a, ablam Ebru ATİLLA'ya, eniştem Burak ATİLLA'ya, kardeşim Emre SERTTAŞ'a ve yakında hayatlarımızı birleştireceğimiz müstakbel eşim Koray GÖKTÜRK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2014

Tuğba SERTTAŞ
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Yüksek Binaların Tarihçesi.....	1
1.2 Çalışmanın Amacı ve İçeriği.....	2
2. RÜZGÂR YÜKLERİ HESABINDA KULLANILAN YÖNETMELİK.....	3
2.1 İstanbul Yüksek Binalar Rüzgâr Yönetmeliği (2008).....	3
2.1.1 Rüzgâr hızı	3
2.1.1.1 Ortalama rüzgâr hızı.....	3
2.1.1.2 Dinamik rüzgâr hızı (Rüzgâr türbülansı)	5
2.1.1.3 Maksimum rüzgâr hızı	6
2.1.2 Rüzgâr basıncı.....	6
2.1.2.1 Bir noktaya etkiyen maksimum rüzgâr basıncı.....	6
2.1.2.2 Bir yüzeye etkiyen maksimum rüzgâr basıncı	6
3. RÜZGÂR YÜKLERİNİN HESABI	9
3.1 İstanbul Yüksek Binalar Rüzgâr Yönetmeliğine Göre Hesap.....	9
3.1.1 Rüzgâr hızı ve rüzgâr basıncı hesabı.....	9
3.1.2 Bir yüzeye etkiyen maksimum rüzgâr yükü hesabı	10
3.1.2.1 Basınç katsayısı hesabı.....	10
4. İSTANBUL YÜKSEK BİNALAR DEPREM YÖNETMELİĞİ	13
4.1 Deprem Etkisinin Tanımlanması.....	13
4.1.1 Deprem düzeyleri	13
4.1.1.1 D1 deprem düzeyi	13
4.1.1.2 D2 deprem düzeyi	13
4.1.1.3 D3 deprem düzeyi	14
4.1.2 Deprem tasarım spektrumları.....	14
4.1.3 Zaman tanım alanında deprem etkisi	15
4.2 Yüksek Binalar İçin Tanımlanan Performans Düzeyleri, Performans Bölgeleri Ve Performans Hedefleri.....	16
4.2.1 Minimum Hasar / Kesintisiz Kullanım Performans Düzeyi (MH / KK) ..	17
4.2.2 Kontrollü Hasar / Can Güvenliği Performans Düzeyi (KH / CG)	17
4.2.3 İleri Hasar / Göçmeme Güvenliği Performans Düzeyi (İH / GG)	17
4.2.4 Performans bölgeleri	17
4.2.5 Yüksek binalar için öngörülen minimum performans hedefleri	18
4.3 Yüksek Binalar İçin Analiz Ve Tasarım Yöntemleri.....	18

4.3.1 Yüksek binalar için analiz yöntemleri.....	18
4.3.2 Yüksek binalarda performansa göre deprem tasarımı aşamaları	19
4.3.2.1 Tasarım aşaması (I-A): Kontrollü Hasar / Can Güvenliği Hedef Performansı için Doğrusal Analiz ile ön tasarım (boyutlama).....	19
4.3.2.2 Tasarım aşaması (I-B): Kontrollü Hasar / Can Güvenliği Hedef Performansı için doğrusal olmayan analiz ile tasarım	20
4.3.2.3 Tasarım aşaması (II): Minimum Hasar / Kesintisiz Kullanım Hedef Performansı için doğrusal analiz ile gerçekleştirme	21
4.3.2.4 Tasarım aşaması (III): İleri Hasar / Göçmeme Güvenliği Hedef Performansı için doğrusal olmayan analiz ile gerçekleştirme.....	21
5. ÇOK KATLI ÇELİK YAPININ TASARIMI	23
5.1 Bina Planları.....	23
5.2 Bina Kesitleri.....	26
5.3 Hesap Kriterleri	29
5.3.1 Binaya etkiyen yük değerleri.....	29
5.3.1.1 Döşeme yükleri	29
5.3.1.2 Çatı yükleri	29
5.3.2 Yük kombinasyonları	29
5.3.3 Kütle katılım katsayısı.....	32
6. Deprem hesabı	35
6.1 Tasarım Aşaması I-A	35
6.1.1 Kolon geometrisi ve malzeme kalitesi	38
6.1.2 Kolon ön boyut hesapları	40
6.1.2.1 Eksenel kuvvet taşıma kapasitesi	40
6.1.2.2 Moment taşıma kapasitesi	41
6.1.3 Çapraz elemanı geometrisi ve malzeme kalitesi	44
6.1.4 Çapraz ön boyut hesabı	45
6.1.5 Kiriş elemanı geometrisi ve malzeme kalitesi.....	50
6.1.6 Kiriş ön boyut hesabı	53
6.1.6.1 Eksenel kuvvet taşıma kapasitesi	53
6.1.6.2 Moment taşıma kapasitesi	54
6.2 Tasarım Aşaması I-B.....	55
6.2.1 Yer hareketini ölçekleme yöntemleri;	56
6.2.2 Kullanılan deprem ivme kayıtları;.....	57
6.2.3 Gerçek deprem kayıtlarını seçmek ve ölçeklendirmek için uygulanan yöntem.....	58
6.2.4 SAP2000’de ivme kayıtlarının tanımlanması	59
6.2.5 Tasarım aşaması I-B hesap sonuçları	62
6.3 Tasarım Aşaması II	63
6.4 Tasarım Aşaması III	65
6.5 Deprem Hesabı Sonuç	65
7. KOMPOZİT DÖŞEME HESABI.....	67
8. BAĞLANTI HESAPLARI	69
8.1 Çapraz Elemanı Bağlantı Hesabı.....	71
8.2 Kiriş Kolon Bağlantı Hesabı	73
8.3 Kiriş Kiriş Bağlantı Hesabı	74
8.4 Kolon Ankraj Hesabı.....	77
9. SONUÇ VE ÖNERİLER	81
KAYNAKLAR.....	89
EKLER.....	91

KISALTMALAR

AISC	: American Institute of Steel Construction
ASCE/SEI 7	: American Society of Civil Engineers
ASD	: Allowable Stress Design
İYBDY	: İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği
İYBRY	: İstanbul Yüksek Binalar Rüzgâr Yönetmeliği

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 : Yüzey pürüzlülük uzunlukları (z_0) ve minimum yükseklikler ($z_{\min}$).....	4
Çizelge 2.2 : Dikdörtgen kesitli binalar için basınç katsayıları.....	7
Çizelge 3.1 : Maksimum rüzgâr hızı ve rüzgâr basıncı $qp(z)$ değerleri.....	10
Çizelge 3.2 : Basınç katsayısı değerleri	11
Çizelge 3.3 : Birim yüzeye etkiyen maksimum rüzgâr yükü değerleri.	11
Çizelge 3.4 : Birim yüzeye etkiyen maksimum rüzgâr yükü değerleri.	12
Çizelge 4.1 : Kısa periyod zemin katsayısı F_a	15
Çizelge 4.2 : 1,0 s periyod zemin katsayısı F_v	15
Çizelge 4.3 : Çeşitli deprem düzeylerinde yüksek binalar için hedeflenen minimum	18
Çizelge 4.4 : Yüksek binalar için performans göre tasarım aşamaları.	20
Çizelge 5.1 : Deprem kuvveti dizayn faktörleri.....	29
Çizelge 5.2 : Yük kombinasyonları.	30
Çizelge 6.1 : Tasarım aşaması I-B hesap sonuçları	62
Çizelge 6.2 : Tasarım aşaması II kombinasyonlar	63
Çizelge 6.3 : Tasarım aşaması II hesap sonuçları.....	64
Çizelge 9.1 : Profil kesitleri.....	83
Çizelge 9.2 : Kolon elemanları kombinasyonları.....	84
Çizelge 9.3 : Kolon elemanları kuvvet ve gerilme değerleri	85
Çizelge 9.4 : Kiriş elemanları kombinasyonları	86
Çizelge 9.5 : Kiriş elemanları kuvvet ve gerilme değerleri	87
Çizelge 9.6 : Çapraz elemanları kuvvet ve gerilme değerleri	88

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 : Bina Planı (0-100 m arası).....	2
Şekil 1.2 : Bina Planı (100-140 m arası).....	2
Şekil 2.1 : Çevredeki yapıların ortalama rüzgâr hızı profiline etkisi.....	5
Şekil 2.2 : Dikdörtgen kesitli binalar için basınç katsayısı bölgeleri.....	7
Şekil 3.1 : Dikdörtgen kesitli binalar için basınç katsayısı bölgeleri.....	10
Şekil 3.2 : Sekizgen kesitli bina için basınç katsayısı bölgeleri kabulü.....	11
Şekil 4.1 : Ana Marmara Fay Hattı.	16
Şekil 4.2 : Performans Bölgeleri.....	18
Şekil 5.1 : Plan (0-100 m arası).....	23
Şekil 5.2 : Plan (104-140 m arası).....	23
Şekil 5.3 : 0-100 metre arası kolon kiriş yerleşim planı.....	24
Şekil 5.4 : 104-140 metre arası kolon kiriş yerleşim planı.....	24
Şekil 5.5 : 0-100 metre arası döşeme kirişi yerleşim planı.....	25
Şekil 5.6 : 104-140 metre arası döşeme kirişi yerleşim planı.....	25
Şekil 5.7 : Sistem 3 boyut görünüşü.....	26
Şekil 5.8 : Y=0 m ve Y=11 m kesit görünüşleri.....	27
Şekil 5.9 : Y=19 m ve Y=34 m kesit görünüşleri.....	27
Şekil 5.10 : X=0 m ve X=11 m kesit görünüşleri.....	28
Şekil 5.11 : X=23 m ve X=34 m kesit görünüşleri.....	28
Şekil 5.12 : Kütle katılım katsayıları.....	33
Şekil 6.1 : Tasarım spektrumu (İYBDY-2008).....	36
Şekil 6.2 : Tasarım spektrumu (SAP2000).	36
Şekil 6.3 : $V_{t,x}$ taban kesme kuvveti.....	37
Şekil 6.4 : $V_{t,y}$ taban kesme kuvveti.....	37
Şekil 6.5 : Kolon geometrisi.....	38
Şekil 6.6 : Kolon karakteristik değerleri.	39
Şekil 6.7 : Malzeme kalitesi.....	39
Şekil 6.8 : Çapraz elemanı geometrisi.....	44
Şekil 6.9 : Çapraz elemanı karakteristik değerleri.....	45

Şekil 6.10 : Çaprazlı sisteme yatay kuvvet etki etmesi	45
Şekil 6.11 : Çaprazlı sisteme yatay kuvvet etki etmesi	46
Şekil 6.12 : Çaprazlı sisteme yatay kuvvet etki etmesi	46
Şekil 6.13 : Çapraz elemanın burkulma yüküne kadar yüklenmesi.....	46
Şekil 6.14 : Burkulma.....	47
Şekil 6.15 : $P=0$ hali, elemanda kalıcı deformasyon.....	47
Şekil 6.16 : Elemana akmaya geçinceye kadar çekme kuvveti uygulanıyor.	47
Şekil 6.17 : $P=0$ hali.....	48
Şekil 6.18 : Basınç kuvveti etkisi.....	48
Şekil 6.19 : Eleman orta noktasında plastik mafsall oluşumu.....	48
Şekil 6.20 : Kiriş elemanı geometrisi	51
Şekil 6.21 : Kiriş elemanı karakteristik değerleri.....	52
Şekil 6.22 : Malzeme kalitesi.....	52
Şekil 6.23 : Ölçeklenmiş spektrum eğrisi	57
Şekil 6.24 : Düşey ivme kaydı.....	59
Şekil 6.25 : Düşey deprem etkisi oluşturan deprem kaydının sisteme girilmesi.	60
Şekil 6.26 : Faya dik ivme kaydı	60
Şekil 6.27 : Faya paralel ivme kaydı	61
Şekil 6.28 : Faya dik ve faya paralel deprem kaydının sisteme girilmesi.	61
Şekil 8.1 : Çapraz elemanı bağlantı detayı.....	71
Şekil 8.2 : Kiriş kuvvet değerleri.....	74
Şekil 8.3 : Kiriş kiriş bağlantı detayı	74
Şekil 8.4 : Kiriş kiriş bağlantı detayı 2	75
Şekil 8.5 : Kolon ankraj bağlantı detayı.....	79

ÇOK KATLI ÇELİK BİR BİNANIN İSTANBUL YÜKSEK BİNALAR DEPREM YÖNETMELİĞİ'NE VE AISC 360.10'A GÖRE TASARIMI

ÖZET

Geçmişten günümüze birçok bina çok katlı olarak tasarlanmıştır. Özellikle son dönemlerde iş merkezleri, konutlar ve oteller çok katlı olarak tasarlanmaktadır. Binalardaki kat sayısı arttıkça yükseklik ve kütle artışına bağlı olarak deprem ve rüzgâr etkileri yapıyı daha da zorlamaktadır ve yapıda daha farklı etkiler oluşturmaktadır. Bu aşamada ekonomik ve güvenli yapılar yapmak için titiz bir çalışma ile birlikte çok katlı yapıların tasarım kriterlerinin de iyi biliniyor olması gerekmektedir.

Bu proje kapsamında Maslak mevkiinde yapılacağı varsayılan 35 katlı konut tipi yapı tasarlanmıştır. Yapı elemanları seçilirken kiriş ve çapraz elemanlarında Hıstar kalitesinde Arcelormittal profilleri tercih edilmiştir. Kolon profilleri ise hac şeklinde yapma profillerden oluşturulmuştur. Binanın analizinde İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği ve İstanbul Yüksek Binalar Rüzgâr Yönetmeliği'nden faydalanılmıştır. Ayrıca deprem hesabı için ve yük kombinasyon durumu için AISC yönetmelik esasları dikkate alınmıştır. Süneklik düzeyi normal kabul edilen bu sistem Sap2000 programı ile analiz edilip, hesap sonuçları AISC esaslarına göre manuel olarak hesaplanan değerler ile karşılaştırılıp doğruluğu kontrol edilmiştir. Döşeme sistemi olarak kompozit çalışan döşeme sistemi seçilmiştir.

Bölüm 2 ve 3'te İYBRY'ne göre rüzgâr hesabı kriterleri ve hesap sonuçları detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Rüzgâr hesabında yüzey pürüzlülük katsayısının ve bina yüksekliğinin önemli bir faktör olduğunu görülmektedir.

Bölüm 4 ve 6'da İYBDY'ne göre binanın deprem hesabı kriterleri ve hesap detayları açıklanmıştır. Deprem hesabında aşama aşama Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Analiz yöntemlerinin her ikisi de kullanılmıştır.

Bölüm 5'te binanın genel olarak kabul edilen yük değerleri, yük kombinasyonları, vb sistem özellikleri açıklanmıştır.

Bölüm 6'da AISC esaslarına göre projede kullanılan eleman kesit tahkikleri Excel programı kullanılarak hesaplanmıştır.

Bölüm 7'de ise kolon kiriş birleşimi, kolon çapraz elemanı birleşimi, kolon mesnet hesapları detaylı bir şekilde irdelenmiştir.

**HIGHRISE STEEL BUILDING DESIGN AND CALCULATION
REGARDING TO ISTANBUL EARTHQUAKE REGULATIONS AND
AISC360-10**

SUMMARY

There is a resurgence of high rise and ultra-high rise building construction around the world. The design of these tall buildings in seismically active regions varies dramatically from region to region. Whereas laborious performance-based assessments are required in some countries, including Japan and China, many other countries do not require anything beyond traditional design practice that is based on fundamental mode response and force reduction factors.

The objective of the Guide called “İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği” is to set out best-practice principles for the seismic design of high rise buildings for any level of seismic hazard. Best practice for high rise buildings is not represented by the traditional design code Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik even it is referenced to US codes or its successor, the International Building Code.

A performance based philosophy is consistent with the best international practice, and has been explicitly required by regulatory authorities in Japan for buildings exceeding 60 m since 1981. In China, height limits on tall buildings are set out in the Chinese code for seismic design of buildings GB50011-2001 and depend on the seismic zone, the structural material and the structural systems adopted. For instance, in China’s zone of highest seismic hazard, the maximum height for code- designed reinforced concrete structures is 80 m and for steel structures is 180 m. For taller buildings, a performance-based approach must be adopted to demonstrate satisfactory seismic performance and the design must pass an expert panel review. Building codes in the United States such as the UBC and IBC, and other national codes based on these documents permit performance-based design but provide little-to-no specific guidance. The direct application of the traditional design procedures in

these codes can lead to poor structural forms, uneconomical structural designs, and, in some cases, to buildings that will not perform well in moderate and severe earthquake shaking.

Performance based methods require the designer to assess how a building will likely perform under earthquake shaking and their correct application will help to identify unsafe designs. At the same time this approach enables arbitrary restrictions to be lifted and provides scope for the development of safer and more cost-effective structural solutions.

The seismic performance objectives that are relevant for high rise buildings are based upon the performance expectations embedded in the prescriptive provisions of most building codes around the world. For example, the expectations of buildings designed in accordance with American, Japanese, Chinese and New Zealand codes, and Eurocode 8, are that they will:

1. Resist minor earthquake ground shaking, which is anticipated to occur several times during the life of a building, without damage to structural and non-structural components.
2. Resist rare earthquake ground shaking, which may occur only once in the life of a building, with damage to structural and non-structural components, but without substantial loss of life. (The damage caused may not be economically repairable.)
3. Resist the strongest earthquake shaking ever likely to occur at the site with substantial damage but a very low probability of collapse.

These performance objectives have formed the basis of structural design of countless high rise buildings worldwide over the last few decades, although the three performance levels are rarely verified explicitly. Whilst designing a high rise building to achieve superior performance objectives is possible, and may be desirable for high-occupancy or mission-critical buildings, fundamental economic and societal pressures indicate that these three objectives strike a reasonable balance between construction cost and risk of damage.

In this study, a 35-stories steel building with 4m story and 140 m total height was designed. In the view of above mentioned design philosophy, İstanbul Yüksek

Yapılar Deprem Yönetmeliği was used for defining the seismic loads as well as İstanbul Yüksek Yapılar Rüzgar Yönetmeliği for wind loading.

The high rise building that was design in this study has octagonal shape in plan from terra to 100m high. Then there is a setback which is hexagonal in plan for the rest elevations.

The construction materials for beam and brace elements are selected as Arcelormittal HiStar profile. Column profiles are built-up section with pilgrimage shape. Flooring system is composite flooring system. Building importance factor is taken 1 as it is a residential building. Load combinations that were used during the design were taken from AISC/SEI 7-10.

The system was modelled by using SAP2000 and the results were derived.

In Chapter 2 and 3 regarding to İstanbul Yüksek Yapılar Rüzgar Yönetmeliği; wind calculation criteria and calculation results were explained in full detail. It is seen that through the wind calculations surface roughness coefficient and building height are playing very important role.

In Chapter 4 and 5 regarding to İstanbul Yüksek Yapılar Deprem Yönetmeliği; seismic calculation criteria and calculation results were explained in full detail. It is seen that through the seismic calculations linear analysis and non linear analysis methods are using.

Number of modes are determined to use in linear analysis. A sufficient number of modes are used to capture at least 90% of total mass in each direction.

Natural mode shapes are used in non linear analysis. At least seven ground motion records are used in non linear analysis. Where the required number of motions are not available simulated motions may be used.

In Chapter 6 regarding to AISC guides; profile sections were calculated using equation.

In Chapter 7 regarding to AISC guides; connection results were explained in full detail.

1. GİRİŞ

1.1 Yüksek Binaların Tarihçesi

Tarih boyunca insan, önce yaşamını sürdürebilmek ve barınabilmek daha sonrasında ise iyi bir yaşam sürdürebilmek amacıyla yapılar inşa etmiştir. Bunun yanı sıra sosyal hayat ve değer yargılarına göre piramit, kule ve minare gibi simgesel yapılar yapmıştır. Barınma amaçlı yapılan yapılar uzun yıllar yatay olarak gelişme gösterse de insanoğlunun yüksekte olma arzusu, yapıların düşey olarak gelişmesinde etkili olmuştur.

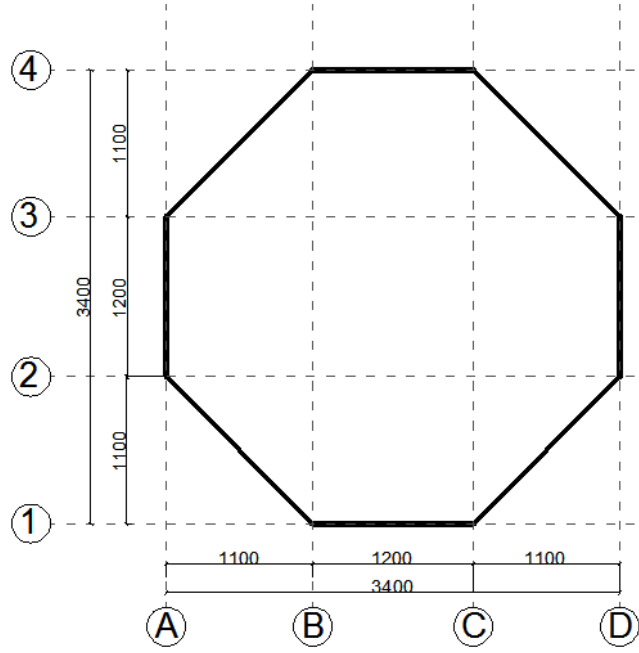
Yükseklik tarihi süreç içerisinde insanlar için farklı anlamlar ifade etmekteydi. İlk yapılan yüksek yapılar anıtsal, dini amaçlı yapılar olarak yapılmaktaydı ve insanoğlunun düşüncesi gökyüzüne yaklaşp ilahi güçlerle iletişim kurmaktı. Daha sonraları bir güç göstergesi olarak veya itibar amaçlı inşa edildiler. Günümüzde ise, artan nüfus ve inşaat alanlarının zamanla azalması yüksek yapıları artık bir ihtiyaç haline getirmiştir.

Yüksek yapıların gelişimi ve değişimi 19. Yüzyıl sonlarında başlamış ve günümüze kadar sürmüştür. Yüksek yapıların gelişim sürecini 4 temel dönemle belirlemek olasıdır. Bu bağlamda ana ölçüt yeni teknolojiler ve teknikler, ekonomik olanaklar ile değişen sosyal ve estetik yöndeki gereksinimlerdir. Yüksek yapıların gelişim süreci aşağıdaki gibi sıralanmaktadır;

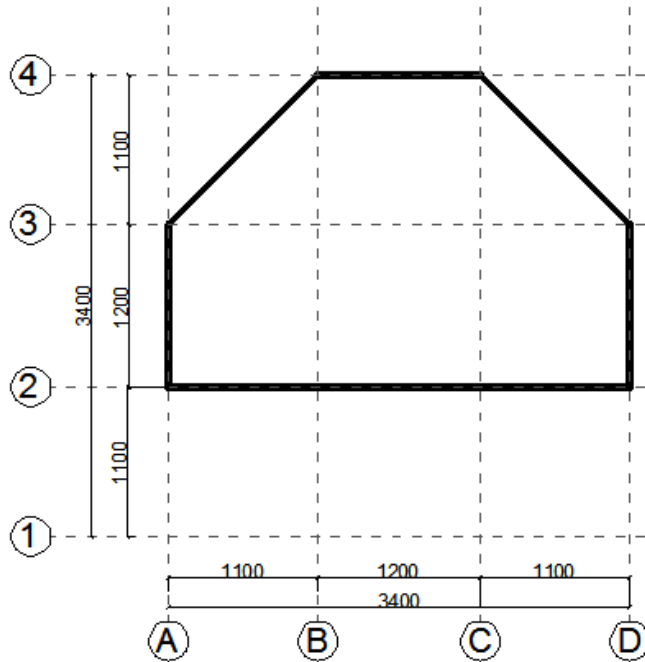
- a. 1885 yılına kadar olan ve çelik taşıyıcı sistemlerin kullanılmaya başladığı dönem,
- b. 1885-1930 yılları arasında asansörün icat edildiği, yapı içinde yangın tedbirlerinin arttırıldığı, yapıda narinlik kaygısının olduğu dönem,
- c. 1930-1960 yılları arasında, yüksek mukavemetli çeliğin ve betonun üretildiği ve cephelerde hafif malzemelerin kullanılmaya başlandığı dönem,
- d. 1960 'lardan günümüze kadar olan ve teknolojinin ilerlediği, ekonomik gelişmelerin arttığı, rekabet ve itibar yarışının başladığı, cephe anlayışında farklı yaklaşımların olduğu dönem.

1.2 Çalışmanın Amacı ve İçeriği

Bu çalışmada İstanbul Sarıyer mevkiine yapılacağı varsayılan bir konut projesinin hesap detayları verilmiştir. Bina yüksekliği 140 metre olup planda 0-100 metre arasında Şekil.1.1'deki gibi, 100-140 metre arasında ise Şekil 1.2'de görüldüğü gibi modellenecektir. Bina 35 katlı olup kat yüksekliği 4 metredir.



Şekil 1.1 : Bina Planı (0-100 m arası).



Şekil 1.2 : Bina Planı (100-140 m arası).

2. RÜZGÂR YÜKLERİ HESABINDA KULLANILAN YÖNETMELİK

Rüzgâr yüklerinin hesabında İstanbul Yüksek Binalar Rüzgâr Yönetmeliği (2008)'den faydalanılmıştır. Aşağıda yazılmış tüm bilgiler İYBRY'den alınmıştır.

2.1 İstanbul Yüksek Binalar Rüzgâr Yönetmeliği (2008)

2.1.1 Rüzgâr hızı

Binaya etkiyen rüzgâr hızı genel olarak Denk.(2.1) ile tanımlanır.

$$V(z, t) = V_m(z) + w(z, t) \quad (2.1)$$

Bu bağıntıda $V(z, t)$, hem zemin yüzeyinden ölçülen yükseklik z 'ye, hem de zamana (t) bağlı olarak tanımlanan toplam rüzgâr hızını göstermektedir. Ortalama rüzgâr hızı $V_m(z)$, rüzgârın statik bileşeni olarak adlandırılır ve binaya etki eden rüzgâr hızlarının seçilen bir zaman aralığındaki ortalamasına karşı gelir. $w(z, t)$ ise ortalama değerin etrafında ki hız değişimlerini (türbülans) ifade eden dinamik rüzgâr hızıdır.

2.1.1.1 Ortalama rüzgâr hızı

Herhangi bir bölge ve yükseklikteki ortalama rüzgâr hızı $V_m(z)$ aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir.

$$V_m(z) = C_e(z) \times C_t \times V_b \quad (2.2)$$

Bu bağıntıda V_b temel rüzgâr hızını, $C_e(z)$ yükseklikle değişen yüzey pürüzlülük katsayısını ve C_t topoğrafya katsayısını göstermektedir.

Temel rüzgâr hızı

Temel rüzgâr hızı açık bir arazide (örneğin hava alanları gibi), yerden 10m yükseklikte herhangi bir yönde ölçülen 10 dakikalık ortalama rüzgâr hızlarından 50 yılda en az bir kere aşılma olasılığına karşı gelen rüzgâr hızıdır. İstanbul Atatürk Havaalanı'nda sürekli olarak 1 dakika ara ile yapılan rüzgâr hızı ölçüm verilerinin

analizi sonucunda, İstanbul ve civarı için temel rüzgâr hızı $V_b=25\text{m/s}$ olarak tanımlanmıştır.

Yüzey pürüzlülük katsayısı

Yüzey pürüzlülük katsayısı, rüzgârın geldiği doğrultudaki yüzey pürüzlülüğünün ortalama rüzgâr hızına ve hızın yükseklikle değişimine yaptığı etkileri tanımlayan bir katsayıdır. Bu katsayı aşağıdaki bağıntılarla tanımlanır:

$$z > z_{\min} \text{ için } C_e(z) = k_r \times \ln \frac{z}{z_0} \quad ; \quad k_r = 0,23 \times (z_0)^{0,07} \quad (2.3a)$$

$$z \leq z_{\min} \text{ için } C_e(z) = C_e(z_{\min}) \quad (2.3b)$$

Yukarıdaki bağıntılarda z_0 yüzey pürüzlülük uzunluğunu (m) , $z_{\min}$ ise yüzey pürüzlülük katsayısının sabit olduğu minimum yüksekliği (m) göstermektedir. Beş değişik arazi tipi için z_0 ve $z_{\min}$ değerleri Çizelge 2.1 de verilmiştir.

Çizelge 2.1 : Yüzey pürüzlülük uzunlukları (z_0) ve minimum yükseklikler ($z_{\min}$).

Arazi tip no	Arazi tipi	z_0 (m)	$z_{\min}$ (m)
0	Denize açık kıyı şeritleri.	0,003	1
I	Göl çevreleri veya engebesiz düz geniş alanlar.	0,01	1
I I	Seyrek ağaçların ve yapıların olduğu ova, çayır tipi alanlar (engebe aralıkları ortalama engebe yüksekliğinin 20 katından fazla).	0,05	2
I I I	Köyler, banliyöler, ormanlık alanlar (engebe aralıkları ortalama engebe yüksekliğinin 20 katından az).	0,3	5
IV	Şehir merkezleri ve benzeri en az %15 oranında ortalama yüksekliği 15m ve üzeri yapılarla kaplı alanlar.	1	10

C_t topoğrafya katsayısı

İstanbul'daki bütün bölgeler için topoğrafya katsayısı aşağıdaki gibi alınacaktır.

$$Ct = 1 + 0,001\Delta \quad (2.4)$$

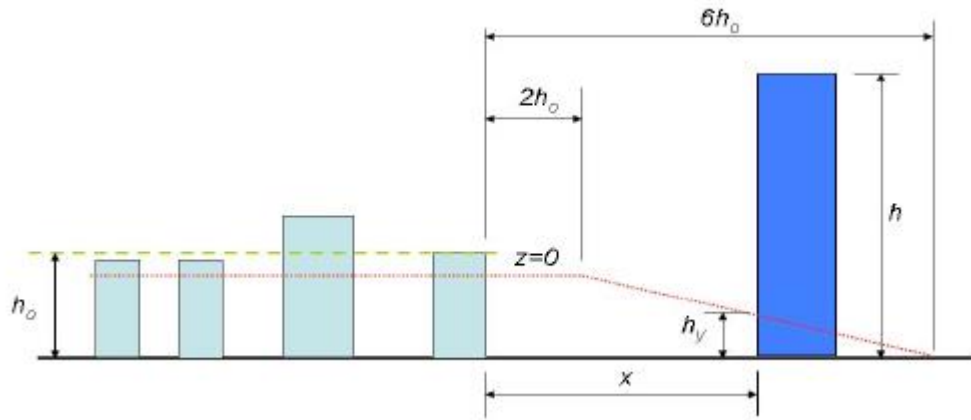
Çevredeki yapıların ortalama rüzgâr hızı profiline etkisi

Şehir merkezlerinde (Arazi tipi IV) etrafı daha alçak yapılarla çevrili yüksek bir yapıya gelen rüzgâr yüklerinin hesabında, rüzgârın alçak yapılar tarafından bloke edilmesinin etkisi, zemin seviyesini fiktif olarak yükselterek göz önüne alınır. Yükseltme ile ilgili kurallar aşağıda verilmiştir. Yüksek yapının rüzgâr hesabı normal koşullarda yapıya etkiyen rüzgâr profili ve yüklerini düşey yönde h_y kadar öteleyerek yapılır.

$$x \leq 2h_o \text{ ise } h_y = \min[0.8h_o, 0.6h] \quad (2.5a)$$

$$2h_o < x \leq 6h_o \text{ ise } h_y = \min[1.2h_o - 0.2x, 0.6h] \quad (2.5b)$$

$$x \geq 6h_o \text{ ise } h_y = 0 \quad (2.5c)$$



Şekil 2.1 : Çevredeki yapıların ortalama rüzgâr hızı profiline etkisi.

2.1.1.2 Dinamik rüzgâr hızı (Rüzgâr türbülansı)

Dinamik rüzgâr hızı rüzgâr türbülansı olarak adlandırılır. Rüzgâr türbülansı, ortalama değeri sıfır olan normal dağılımlı rastgele süreç olarak modellenir ve türbülansın standart sapması σ_w cinsinden aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$\sigma_w = k_r \times V_b \quad (2.6)$$

Binalara etkisi açısından, maksimum türbülans rüzgâr hızı, $\bar{w}_{max}$, standart sapmanın 3,5 katı olarak alınır.

$$\bar{w}_{max} = 3,5 \sigma_w \quad (2.7)$$

2.1.1.3 Maksimum rüzgâr hızı

$$|V(z, t)|_{max} = V_m(z) + \bar{w}_{max} \quad (2.8)$$

2.1.2 Rüzgâr basıncı

2.1.2.1 Bir noktaya etkiyen maksimum rüzgâr basıncı

Rüzgâr basıncı havanın kütle yoğunluğu ve rüzgâr hızının karesi ile orantılıdır. Rüzgâra dik doğrultudaki düzlemde z yüksekliğindeki bir birim alana gelen maksimum rüzgâr basıncı $q_p(z)$ Denk.(2.9) ile hesaplanır.

$$q_p(z) = \frac{1}{2} \rho |V(z, t)|_{max}^2 \quad (2.9)$$

Yukarıda ki bağıntıda, $|V(z, t)|_{max}$ **Denk.(2.8)**'ye göre z yüksekliğinde etki eden maksimum rüzgâr hızını, ρ ise havanın yoğunluğunu göstermektedir ($\rho = 1,25 \text{ Nm}^3$).

2.1.2.2 Bir yüzeye etkiyen maksimum rüzgâr basıncı

Rüzgâra dik doğrultudaki düzlemde z yüksekliğindeki bir yüzeye etkiyen maksimum rüzgâr yükü $Q(z)$, maksimum rüzgâr basıncı $q_p(z)$ 'nin yüzey alanı A ve yüzey basınç katsayısı C_p ile çarpılmasıyla bulunur.

$$Q(z) = q_p(z) \times C_p \times A \quad (2.10)$$

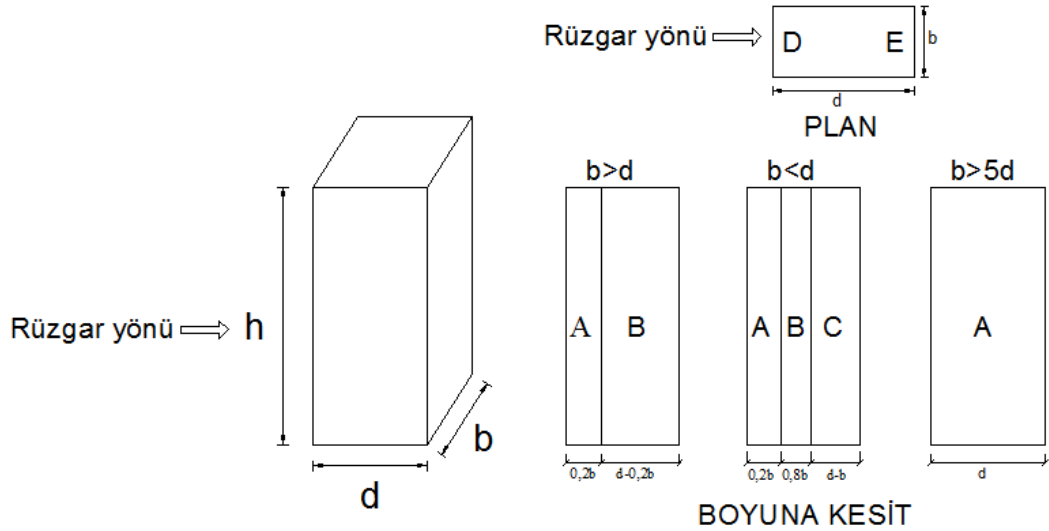
C_p katsayısının değeri ve işareti yüzeyin binadaki konumuna göre (örneğin, binanın rüzgâra göre ön yüzünde, arka yüzünde, yan yüzünde, çatıda veya yapının içinde olmasına göre) değişir. Artı işaretli katsayılar yüzeye dik doğrultudaki basıncı, eksi işaretli katsayılar ise yüzeye dik doğrultudaki çekmeyi gösterir.

Binaya ve bina elemanlarına gelen rüzgâr yüklerinin hesabında kullanılacak C_p katsayısının değeri rüzgâra maruz yüzeyin büyüklüğüne göre değişir. $1,0 \text{ m}^2$ veya daha küçük alanlar için $C_{p,1}$ katsayısı, 10 m^2 veya daha büyük alanlar için $C_{p,10}$ katsayısı kullanılır. Aradaki alan değerlerine karşı gelen değerleri logaritmik interpolasyonla aşağıdaki denklemlerle gösterildiği şekilde bulunur.

$$C_{p,A} = C_{p,1} - (C_{p,1} - C_{p,10}) \times \log_{10} A \quad (1 \text{ m}^2 \leq A \leq 10 \text{ m}^2) \quad (2.11)$$

Genel olarak, $C_{p,1}$ katsayısı yapısal olmayan elemanlara ve bağlantılarına gelen rüzgâr yüklerinin hesabında, $C_{p,10}$ katsayısı ise yapının taşıyıcı sistemine gelen yüklerin hesabında kullanılır.

Dikdörtgen kesitli yapılar için yapının rüzgâr yükleri açısından değişik bölgeleri Şekil 2.2’de, her bölgeye karşı gelen $C_{p,1}$ ve $C_{p,10}$ katsayıları ise Çizelge 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2 : Dikdörtgen kesitli binalar için basınç katsayısı bölgeleri.

Çizelge 2.2 : Dikdörtgen kesitli binalar için basınç katsayıları.

	A (yan yüz)		B (yan yüz)		C (yan yüz)		D (ön yüz)		E (arka yüz)	
h/d	$C_{p,10}$	$C_{p,1}$	$C_{p,10}$	$C_{p,1}$	$C_{p,10}$	$C_{p,1}$	$C_{p,10}$	$C_{p,1}$	$C_{p,10}$	$C_{p,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-	+ 0,8	+ 1,0	-0,7	-
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-	+ 0,8	+ 1,0	-0,5	-

Not: h/d nin ara değerlerine karşı gelen katsayılar interpolasyonla bulunur. $h/d > 5$ için $h/d = 5$ değeri kullanılabilir.

3. RÜZGÂR YÜKLERİNİN HESABI

3.1 İstanbul Yüksek Binalar Rüzgâr Yönetmeliğine Göre Hesap

3.1.1 Rüzgâr hızı ve rüzgâr basıncı hesabı

Maksimum rüzgâr hızı ($|V(z, t)|_{max}$) **Denk.2.2** (ortalama rüzgâr hızı) ve **Denk.2.6** (maksimum türbülans rüzgâr hızı)'dan, rüzgâr basıncı **Denk.2.8** ve **Denk.2.9**'dan faydalanarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sadece $z = 10m$ için adım adım gösterilmiştir. Diğer yükseklikler için yapılan hesaplar excel programı ile hesaplanmıştır, hesap sonuçları ise Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Veriler:

Arazi tip no: IV

$$z_o(m) = 1,0 \quad (3.1)$$

$$z_{min}(m) = 10 \quad (3.2)$$

$$V_b = 25m/s \text{ (İstanbul ve civarı için)} \quad (3.3)$$

$$\Delta = 400m \text{ (Maslak)} \quad (3.4)$$

$$\rho = 1,25N/m^3 \quad (3.5)$$

$$z = 10m \text{ için hesap adımları:} \quad (3.6)$$

$$C_t = 1 + 0,001\Delta = 1 + 0,001 \times 400 = 1,4 \quad (3.7)$$

$$k_r = 0,23 \times (z_o)^{0,07} = 0,23 \times (1,0)^{0,07} = 0,23 \quad (3.8)$$

$$z \leq z_{min} \text{ için } C_e(z) = C_e(z_{min}) = k_r \times \ln \frac{z}{z_o} = 0,23 \times \ln \frac{10}{1} = 0,530 \quad (3.9)$$

$$V_m(z) = C_e(z) \times C_t \times V_b = 0,530 \times 1,4 \times 25 = 18,536m/s \quad (3.10)$$

$$\sigma_w = k_r \times V_b = 0,23 \times 25 = 5,75 \quad (3.11)$$

$$\bar{w}_{max} = 3,5 \times \sigma_w = 3,5 \times 5,75 = 20,125m/s \quad (3.12)$$

$$|V(z, t)|_{max} = V_m(z) + \bar{w}_{max} = 18,536 + 20,125 = 38,661m/s \quad (3.13)$$

$$q_p(z) = \frac{1}{2} \rho |V(z, t)|_{max}^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1,25}{1000} \times 38,861 = 0,934 kN/m^2 \quad (3.14)$$

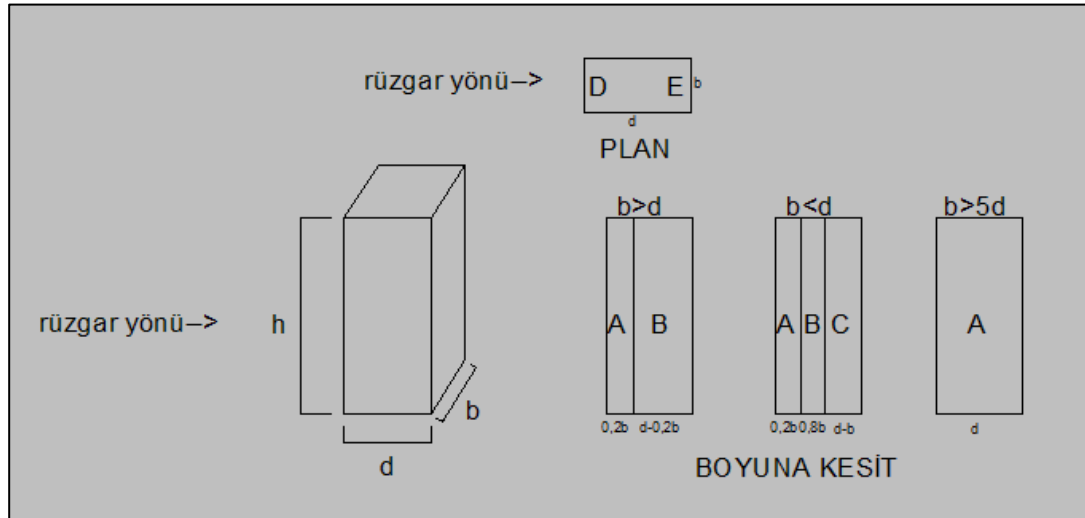
Çizelge 3.1 : Maksimum rüzgâr hızı ve rüzgâr basıncı $q_p(z)$ değerleri.

z	C_e	V_m	$ V(z, t) _{max} = V_m + w_{max}$	$q_p(z) = \frac{1}{2} * \rho * V(z, t) _{max}^2$
m	-	m/s	m/s	kN/m^2
10	0,530	18,536	38,661	0,934
20	0,689	24,116	44,241	1,223
30	0,782	27,380	47,505	1,410
40	0,848	29,695	49,820	1,551
50	0,900	31,492	51,617	1,665
60	0,942	32,959	53,084	1,761
70	0,977	34,200	54,325	1,845
80	1,008	35,275	55,400	1,918
90	1,035	36,223	56,348	1,984
100	1,059	37,072	57,197	2,045
110	1,081	37,839	57,964	2,100
120	1,101	38,539	58,664	2,151
130	1,120	39,184	59,309	2,198
140	1,137	39,780	59,905	2,243

3.1.2 Bir yüzeye etkiyen maksimum rüzgâr yükü hesabı

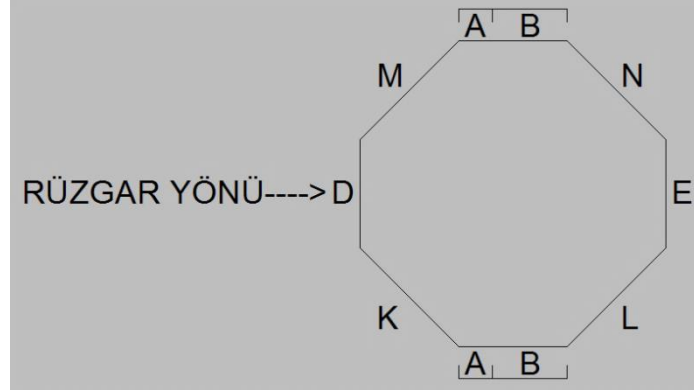
3.1.2.1 Basınç katsayısı hesabı

Rüzgârın estiği yöne bağlı olarak rüzgârın estiği yöne dik veya paralel olan bina yüzeylerinde farklı basınç etkileri oluşmaktadır. Şekil 3.1’de rüzgâr yönü ve basınç katsayısı bölgeleri dikdörtgen kesitli binalar için verilmiştir.



Şekil 3.1 : Dikdörtgen kesitli binalar için basınç katsayısı bölgeleri.

Bu proje kapsamındaki binada dikdörtgen kabulü yapılarak basınç katsayısı değerleri belirlenecektir. Basınç katsayısı bölgeleri kabulü Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 : Sekizgen kesitli bina için basınç katsayısı bölgeleri kabulü.

Bu projede $b=d$ olduğundan $b>d$ kabulüne göre basınç katsayısı değeri hesaplanacaktır. Rüzgâr etki alanı 10 m^2 den fazla olduğu için $C_{p,10}$ katsayısı kullanılacaktır. Dikdörtgen kesitli binalar için basınç katsayısı değerlerine bağlı olarak hesaplanan basınç katsayısı değerleri çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 : Basınç katsayısı değerleri

	$b>d$
	$C_{p,10}$
A	-1,2
B	-0,8
D	0,8
E	-0,656

Birim yüzeye etkiyen maksimum rüzgâr değerleri ise denklem 2.10’ göre hesaplanmıştır, hesap sonuçları Çizelge 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3.3 : Birim yüzeye etkiyen maksimum rüzgâr yükü değerleri.

z	Birim yüzeye etkiyen maksimum rüzgâr yükü			
m	D	E	A	B
0	0,75	-0,61	-1,12	-0,75
10	0,75	-0,61	-1,12	-0,75
20	0,98	-0,80	-1,47	-0,98
30	1,13	-0,93	-1,69	-1,13
40	1,24	-1,02	-1,86	-1,24
50	1,33	-1,09	-2,00	-1,33

Çizelge 3.4 : Birim yüzeye etkiyen maksimum rüzgâr yükü değerleri.

60	1,41	-1,16	-2,11	-1,41
70	1,48	-1,21	-2,21	-1,48
80	1,53	-1,26	-2,30	-1,53
90	1,59	-1,30	-2,38	-1,59
100	1,64	-1,34	-2,45	-1,64
110	1,68	-1,38	-2,52	-1,68
120	1,72	-1,41	-2,58	-1,72
130	1,76	-1,44	-2,64	-1,76
140	1,79	-1,47	-2,69	-1,79

4. İSTANBUL YÜKSEK BİNALAR DEPREM YÖNETMELİĞİ

Bu yönetmelik, İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde yapılacak yüksek binaların depreme karşı tasarımı için uygulanacaktır. Yüksek binalar, tamamı yer altında olan ve binayı tümü ile kuşatan yüksek yatay rijitlikli çevre perdelerine sahip bodrum katları hariç olmak üzere, en düşük yer seviyesinden itibaren yüksekliği en az 60 metre olan binalardır.

Bu kısımda açıklanan tüm bilgiler İYBDY'nden alınmıştır.

4.1 Deprem Etkisinin Tanımlanması

4.1.1 Deprem düzeyleri

Bu yönetmelik kapsamındaki yüksek binaların performansa göre tasarımında esas alınacak deprem düzeyleri aşağıda tanımlanmıştır.

4.1.1.1 D1 deprem düzeyi

Bu deprem düzeyi, yönetmelik kapsamındaki yüksek binaların servis ömürleri boyunca meydana gelebilme olasılığı fazla olan, görelî olarak sık ancak şiddeti çok yüksek olmayan deprem yer hareketlerini ifade etmektedir. D1 düzeyindeki depremin 50 yılda aşılma olasılığı %50, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 72 yıldır.

4.1.1.2 D2 deprem düzeyi

Bu deprem düzeyi, yönetmelik kapsamındaki yüksek binaların servis ömürleri boyunca meydana gelebilme olasılığı çok fazla olmayan, seyrek ancak şiddetli deprem yer hareketlerini ifade etmektedir. D2 düzeyindeki depremin 50 yılda aşılma olasılığı %10, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 475 yıldır.

4.1.1.3 D3 deprem düzeyi

Bu deprem düzeyi, yönetmelik kapsamındaki yüksek binaların maruz kalabileceği en şiddetli deprem yer hareketini ifade etmektedir. D3 düzeyindeki bu çok seyrek depremin 50 yılda aşılma olasılığı %2, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 2475 yıldır.

4.1.2 Deprem tasarım spektrumları

D1, D2 ve D3 deprem düzeyleri için kısa doğal titreşim periyodu (0,2 saniye) ve 1 saniyelik doğal titreşim periyoduna karşı gelen yatay deprem spektral ivme değerleri (sırası ile S_s ve S_1), referans olarak alınan B ve C zemin sınıfları ara sınırı için (en üst 30 m için eşdeğer kayma dalgası hızı=760m/s) Ek D’da verilmiştir. Diğer zemin sınıfları için, aynı doğal titreşim periyodlarına karşı gelen spektral ivme değerleri S_{MS} ve S_{M1} aşağıda verilen denklemler kullanılarak hesaplanacaktır.

$$S_{MS} = F_a \times S_s \quad (4.1)$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 \quad (4.2)$$

F_a ve F_v zemin etkisi parametreleri, sırası ile, Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de tanımlanmıştır. Bu çizelgelerde gösterilen zemin sınıfları aşağıda listelenmiştir.

- A sınıfı: Sert kaya,
- B sınıfı: Kaya,
- C sınıfı: Çok sıkı zeminler ve yumuşak kaya,
- D sınıfı: Katı zeminler,
- E sınıfı: 3 metreden kalın yumuşak kil bulunan zemin profili,
- F sınıfı: Sahaya özel değerlendirme gerektiren zeminler.

Yatay deprem için tasarım spektrumları aşağıdaki şekilde tanımlanacaktır:

$$S_{ae}(T) = 0,4 \times S_{MS} + 0,6 \times \frac{S_{MS}}{T_o} \times T \quad (T_o \leq T) \quad (4.3)$$

$$S_{ae}(T) = S_{MS} \quad (T_o \leq T \leq T_s) \quad (4.4)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{M1}}{T} \quad (T_s \leq T \leq T_L) \quad (4.5)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{M1} \times T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T) \quad (4.6)$$

Spektrum köşe periyotları T_0 ve T_S ise aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$T_S = \frac{S_{M1}}{S_{MS}} \quad (4.7)$$

$$T_0 = 0,2 \times T_S \quad (4.8)$$

Uzun periyod bölgesine geçiş periyodu, İstanbul ili için $T_L=12s$ olarak alınacaktır.

Çizelge 4.1 : Kısa periyod zemin katsayısı F_a .

Zemin Sınıfı	Kısa Periyod Spektral İvmesi (g) ^a				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,50$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,00$	$S_s \geq 1,25$
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	_{-b}	_{-b}	_{-b}	_{-b}	_{-b}

^a S_s 'in ara değerleri için lineer interpolasyon yapılacaktır.
^bSahaya özel geoteknik inceleme ve dinamik zemin davranış analizi yapılacaktır.

Çizelge 4.2 : 1,0 s periyod zemin katsayısı F_v .

Zemin Sınıfı	1,0 s Periyodunda Spektral İvme (g) ^a				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,20$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
D	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
E	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
F	_{-b}	_{-b}	_{-b}	_{-b}	_{-b}

^a S_1 'in ara değerleri için lineer interpolasyon yapılacaktır.
^bSahaya özel geoteknik inceleme ve dinamik zemin davranış analizi yapılacaktır.

4.1.3 Zaman tanım alanında deprem etkisi

Zaman tanım alanında yapılacak analizler için, aşağıda verilen özelliklere sahip en az yedi deprem yer hareketi takımı (yatay doğrultuda birbirine dik iki yatay bileşen için ivme kayıtları) seçilecektir. Her bir deprem yer hareketi takımı için senaryo depremi parametreleri ile uyumlu gerçek deprem ivme kayıtları kullanılacaktır. İstanbul ili için bu ivme kayıtlarının büyüklüğü ve B veya C zemin sınıfı esas alınacaktır. Deprem mesafesi olarak ise, bina ile Ana Marmara Fay Hattı arasındaki en kısa uzaklık alınacaktır (Bkz. Şekil 4.1).

kabul edilebilir hasar limitleri, her bir yapı tipi veya elemanı için ayrı ayrı ve sayısal olarak tanımlanacaktır.

4.2.1 Minimum Hasar / Kesintisiz Kullanım Performans Düzeyi (MH / KK)

Yüksek binalarda ve bunları oluşturan elemanlarda deprem etkisi ile hiç yapısal ve yapısal olmayan hasar meydana gelmemesi veya meydana gelecek hasarın çok sınırlı düzeyde olması durumunu tanımlayan performans düzeyidir. Bu durumda yüksek bina kesintisiz olarak kullanılmaya devam eder veya meydana gelebilecek aksamalar birkaç gün içinde kolayca giderilebilecek düzeyde kalır.

4.2.2 Kontrollü Hasar / Can Güvenliği Performans Düzeyi (KH / CG)

Yüksek binalarda ve bunları oluşturan elemanlarda deprem etkisi altında sınırlı ve onarılabilir düzeyde yapısal ve yapısal olmayan hasarın meydana gelmesine izin veren performans düzeyi olarak tanımlanır. Bu durumda, yüksek binanın kullanımında kısa süreli (birkaç hafta veya ay) aksamaların meydana gelmesi normaldir.

4.2.3 İleri Hasar / Göçmeme Güvenliği Performans Düzeyi (İH / GG)

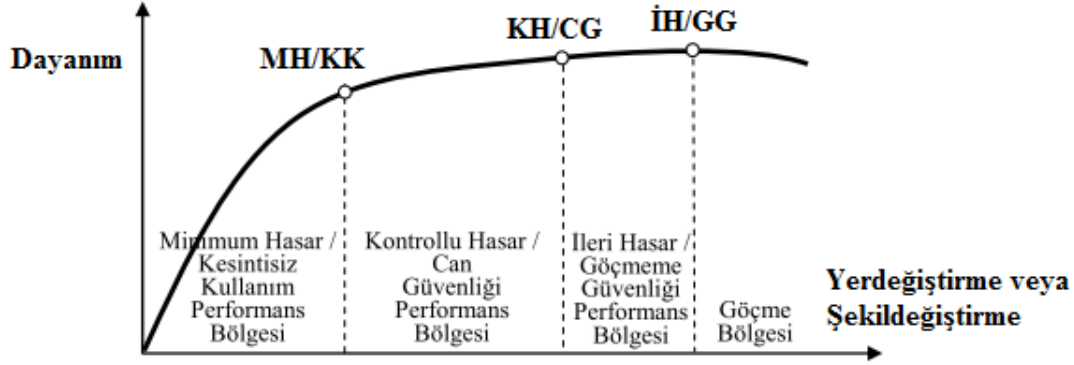
Yüksek binalarda ve bunları oluşturan elemanlarda deprem etkisi altında göçme öncesinde meydana gelen ileri derecedeki yaygın hasarı temsil etmektedir. Bu durumda, yüksek binanın kullanımında uzun süreli aksamaların meydana gelmesi, hatta binanın kullanımına son verilmesi mümkündür.

4.2.4 Performans bölgeleri

Yukarıda tanımlanan performans düzeyleri arasında performans bölgeleri tanımlanır (Bkz. Şekil 4.2). MH/KK Performans Düzeyi'nin altında kalan bölge Minimum Hasar / Kesintisiz Kullanım Performans Bölgesi, MH/KK Performans Düzeyi ile KH/CG Performans Düzeyi arasında kalan bölge Kontrollü Hasar / Can Güvenliği Performans Bölgesi, KH/CG Performans Düzeyi ile İH/GG Performans Düzeyi arasında kalan bölge İleri Hasar / Göçmeme Güvenliği Performans Bölgesi ve İH/GG Performans Düzeyi'nin üstündeki bölge Göçme Bölgesi olarak tanımlanmıştır.

4.2.5 Yüksek binalar için öngörülen minimum performans hedefleri

Yüksek binalar için öngörülen minimum performans hedefleri, yukarıda tanımlanmış bulunan deprem düzeylerine bağlı olarak aşağıda verilmiştir (Bkz. Çizelge 4.3)



Şekil 4.2 : Performans Bölgeleri.

Kullanım bakımından Normal Sınıf'a giren yüksek binaların (konut, otel, ofis binaları, vb) performanslarının D1 depremi altında Minimum Hasar / Kesintisiz Kullanım Performans Bölgesi'nde, D2 depremi altında Kontrollü Hasar / Can Güvenliği Performans Bölgesi'nde ve D3 depremi altında İleri Hasar / Göçmeme Güvenliği Performans Bölgesi'nde olması öngörülmektedir.

Çizelge 4.3 : Çeşitli deprem düzeylerinde yüksek binalar için hedeflenen minimum performans bölgeleri.

Kullanım Bakımından bina sınıfı	D1 Deprem Düzeyi	D2 Deprem Düzeyi	D3 Deprem Düzeyi
Normal sınıf binalar: Konut, otel, ofis binaları vb.	MH/KK	KH/CG	İH/GG
Özel sınıf binalar: Sağlık, eğitim, kamu, yönetim binaları vb.	-	MH/KK	KH/CG

4.3 Yüksek Binalar İçin Analiz Ve Tasarım Yöntemleri

4.3.1 Yüksek binalar için analiz yöntemleri

Yüksek binalar için doğrusal (lineer) elastik analizlerde spektral Mod Birleştirme Yöntemi, doğrusal olmayan (nonlineer) analizlerde ise Zaman Tanım Alanında Doğrudan Entegrasyon Yöntemi kullanılacaktır.

Yüksek binaların dinamik analizlerinde kat kütlelerinin hesabı için, kat sayısına (N) bağlı olarak, hareketli yük katılım katsayısı aşağıdaki şekilde tanımlanacak, ancak 0,30'dan daha büyük alınmayacaktır.

$$n = 0,01 \times (50 - N) \quad N \leq 40 \quad (4.8)$$

$$n = 0,1 \quad N > 40 \quad (4.9)$$

4.3.2 Yüksek binalarda performansa göre deprem tasarımı aşamaları

Yüksek binalarda performansa göre tasarım aşamaları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

4.3.2.1 Tasarım aşaması (I-A): Kontrollü Hasar / Can Güvenliği Hedef Performansı için Doğrusal Analiz ile ön tasarım (boyutlama)

Kontrollü Hasar / Can Güvenliği hedef performansı için ön boyutlama amaçlı bu tasarım aşamasında, Çizelge 4.3'e göre Normal Sınıf Binalar'da D2 düzeyindeki depremin, Özel Sınıf Binalar'da ise D3 düzeyindeki depremin etkisi altında Dayanıma Göre Tasarım yaklaşımı ile DBYBHY (2007)'ye göre ön tasarım yapılacaktır.

Aşağıda tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı'na ve doğal titreşim periyoduna (T) bağlı olarak, elastik deprem yüklerinin azaltılmasında kullanılacak Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı aşağıda tanımlanmıştır.

$$R_a(T) = 1,5 + (R - 1,5) \times \frac{T}{T_S} \quad 0 \leq T \leq T_S \quad (4.10)$$

$$R_a(T) = R \quad T_S < T \quad (4.11)$$

Kullanılan R katsayısından bağımsız olarak ön tasarımda gözönüne alınacak taban kesme kuvveti, aşağıda verilen bağıntı ile hesaplanan değerden küçük olamaz.

$$V_{t,min} = 0,04 \times S_{MS(D2)} \times W \quad (4.12)$$

Burada $S_{MS(D2)}$, D2 düzeyindeki deprem için tanımlanan kısa periyod spektral ivmesini, W ise binanın kütlesine karşı gelen ağırlığını göstermektedir. Mod Birleştirme Yöntemi ile bulunan tüm iç kuvvet büyüklükleri, aynı yöntemle hesaplanan taban kesme kuvveti ($V_{t,min}$)'ne eşit olacak şekilde ölçeklendirilecektir.

4.3.2.2 Tasarım aşaması (I-B): Kontrollü Hasar / Can Güvenliği Hedef

Performansı için doğrusal olmayan analiz ile tasarım

Yüksekliği 75 metreden fazla olan ve tasarım aşaması (I-A)'da Çizelge 4.3'e göre Normal Sınıf Binalar'da (D2) düzeyindeki depremin, Özel Sınıf Binalar'da ise (D3) düzeyindeki depremin etkisi altında Dayanıma Göre Tasarım yaklaşımı ile ön tasarımı yapılarak ön boyutları saptanan yüksek bina taşıyıcı sisteminin tasarımı, yine aynı depremin etkisi altında Kontrollü Hasar / Can Güvenliği hedef performansı için, doğrusal olmayan (nonlinear) analiz ile yapılacaktır.

Çizelge 4.4 : Yüksek binalar için performansa göre tasarım aşamaları.

Tasarım Aşaması	Tasarım Aşaması I-A	Tasarım Aşaması I-B	Tasarım Aşaması II	Tasarım Aşaması III
Tasarım Türü	Ön Tasarım (Boyutlama)	Tasarım	Gerçekleme	Gerçekleme
Deprem Düzeyi	Normal Sınıf Binalarda D2 depremi	Normal Sınıf Binalarda D2 depremi	Normal Sınıf Binalarda D1 depremi	Normal Sınıf Binalarda D3 deprem
	Özel Sınıf Binalarda D3 depremi	Özel Sınıf Binalarda D3 depremi	Özel Sınıf Binalarda D2 depremi	
Hedef performans	Can güvenliği	Can güvenliği	Kesintisiz kullanım	Göçmeme güvenliği
Analiz türü	Mod Birleştirme Yöntemi ile Lineer Üç Boyutlu Analiz	Zaman Tanım Alanında Nonlineer Üç Boyutlu Analiz	Mod Birleştirme Yöntemi ile Lineer Üç Boyutlu Analiz	Zaman Tanım Alanında Nonlineer Üç Boyutlu Analiz
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	$R \leq 7$	-	$R = 1,5$	-
Görelî Kat Ötelemesi Oranı Limiti	%2	%2,5	%1	%3,5
B/A çubuk elemanlarda kesit rijitliği	Etkin rijitlik (DBYBHY 2007'den)	Etkin rijitlik (moment-eğrilik eğrisinden)	Etkin rijitlik (moment-eğrilik eğrisinden)	Etkin rijitlik (moment-eğrilik eğrisinden)

Çizelge 4.4 : Yüksek binalar için performans göre tasarım aşamaları

Dayanım parametresi	Karakteristik dayanım	Ortalama (Expected) dayanım	Ortalama (Expected) dayanım	Ortalama (Expected) dayanım
Kabul kriteri	Dayanım - Görelî kat öteleme oranı	Birim şekil değıştirme - Görelî kat öteleme oranı	Dayanım – Görelî kat öteleme oranı	Birim şekil değıştirme - Görelî kat öteleme oranı

4.3.2.3 Tasarım aşaması (II): Minimum Hasar / Kesintisiz Kullanım Hedef

Performansı için doğrusal analiz ile gerçelleme

Tasarım aşaması (I-A)'da Çizelge 4.3'e göre Normal Sınıf Binalar'da (D2) düzeyindeki depremin, Özel Sınıf Binalar'da ise (D3) düzeyindeki depremin etkisi altında Dayanıma Göre Tasarım yaklaşımı ile ön tasarımı yapılarak ön boyutları saptanan ve tasarım aşaması (I-B)'de yine aynı depremin etkisi altında tasarımı yapılan yüksek bina taşıyıcı sistemi, Normal Sınıf Binalar'da (D1) düzeyindeki depremin, Özel Sınıf Binalar'da ise (D2) düzeyindeki depremin etkisi altında Minimum Hasar / Kesintisiz Kullanım hedef performansı için doğrusal (lineer) analiz ile gerçellenecektir. Yüksekliği 75 metreden fazla olmayan binalarda bu aşama ile bina tasarımı tamamlanacaktır.

4.3.2.4 Tasarım aşaması (III): İleri Hasar / Göçmeme Güvenliği Hedef

Performansı için doğrusal olmayan analiz ile gerçelleme

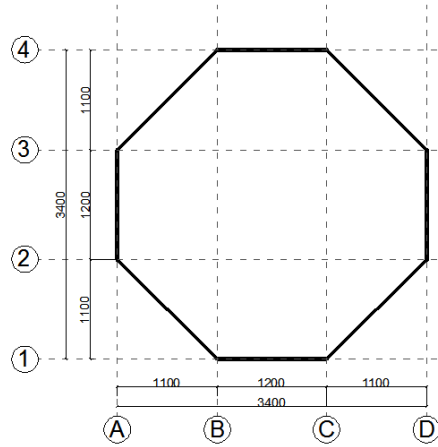
Yüksekliği 75 metreden fazla olan ve tasarım aşaması (I-A)'da Çizelge 4.3'e göre Normal Sınıf Binalar'da (D2) düzeyindeki depremin etkisi altında Dayanıma Göre Tasarım yaklaşımı ile ön tasarımı yapılarak ön boyutları saptanan ve tasarım aşaması (I-B)'de yine aynı depremin etkisi altında tasarımı yapılan yüksek bina taşıyıcı sistemi, D3 düzeyindeki depremin etkisi altında İleri Hasar / Göçmeme Güvenliği hedef performansı için doğrusal olmayan (nonlinear) analiz ile gerçellenecektir.

5. ÇOK KATLI ÇELİK YAPININ TASARIMI

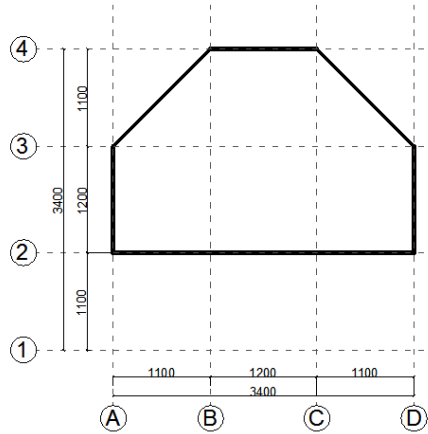
Bu çalışmada hesapları yapılan binanın İstanbul Maslak mevkiine yapılacağı düşünülmüştür.

5.1 Bina Planları

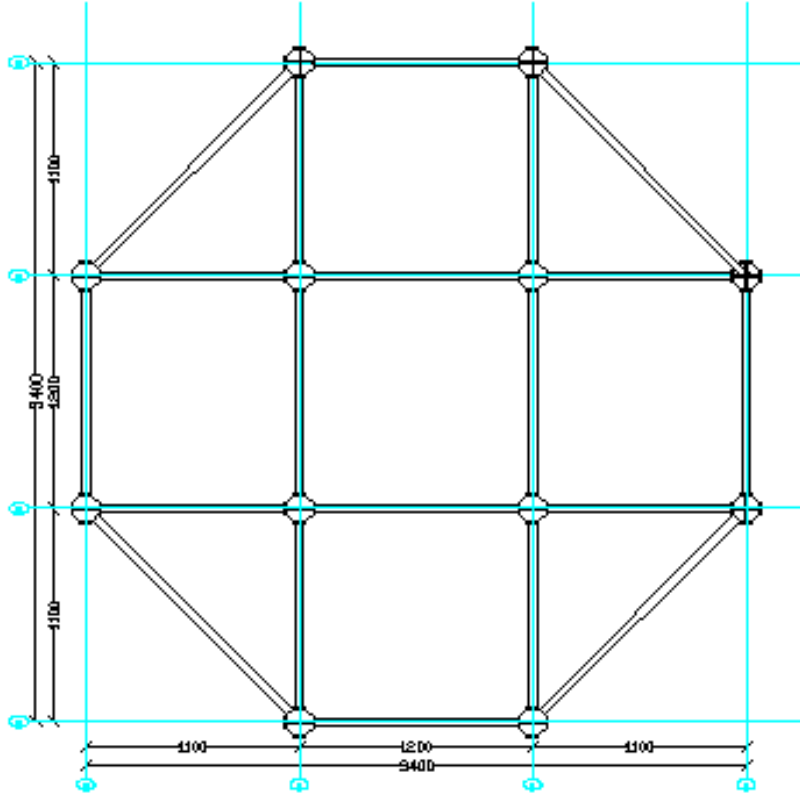
Bina yüksekliği 140 metre olup planda 0-100 metreleri arasında Şekil.5.1 deki gibi 104-140 metreleri arasında ise Şekil 5.2 de görüldüğü gibi modellenecektir. Bina 34 katlı olup kat yüksekliği 4 metredir.



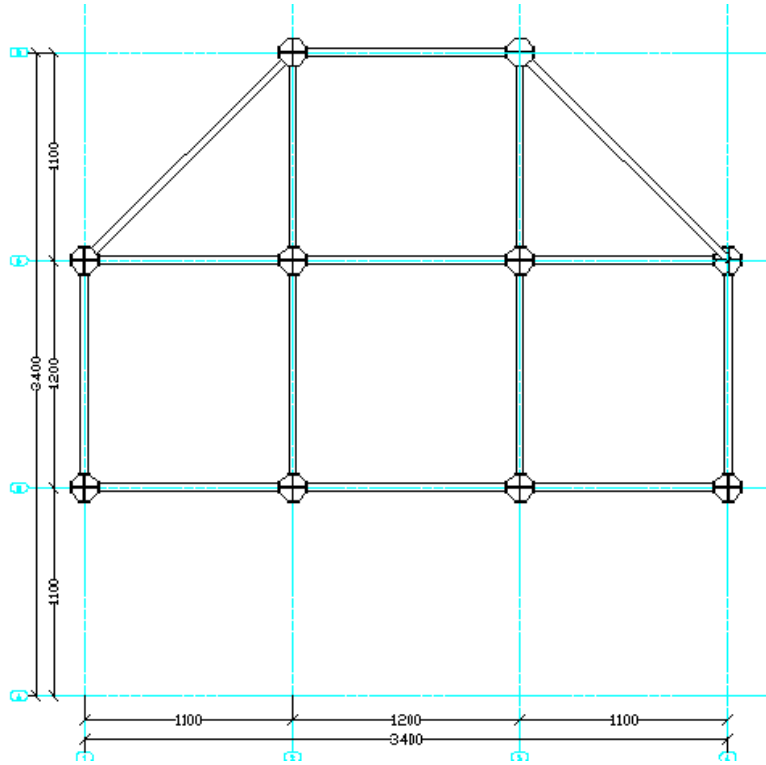
Şekil 5.1 : Plan (0-100 m arası).



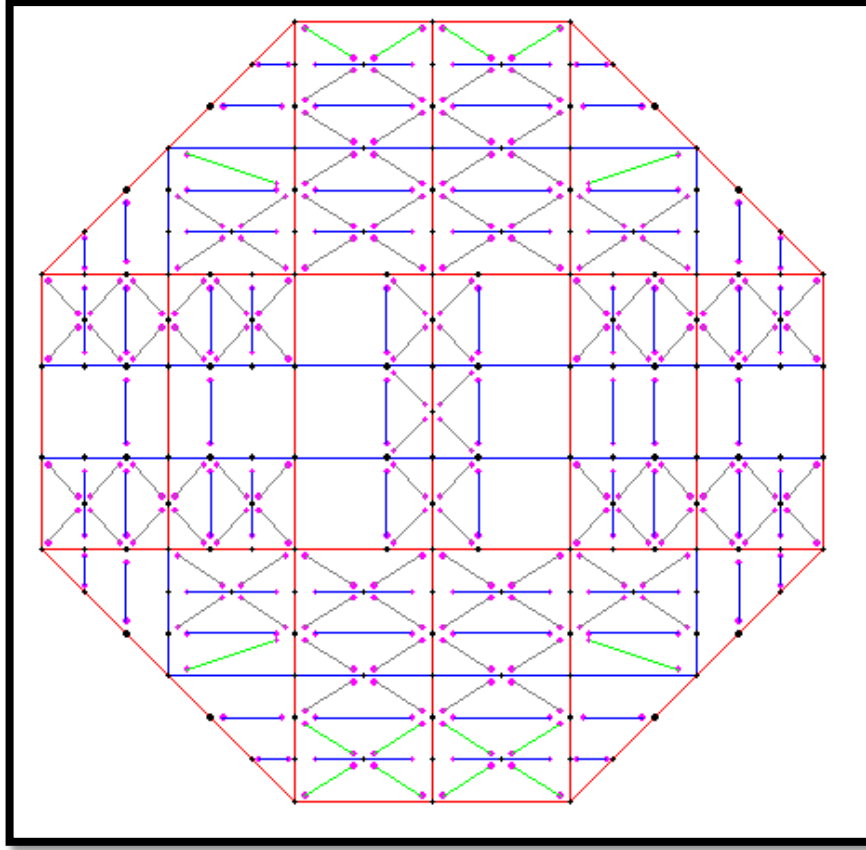
Şekil 5.2 : Plan (104-140 m arası).



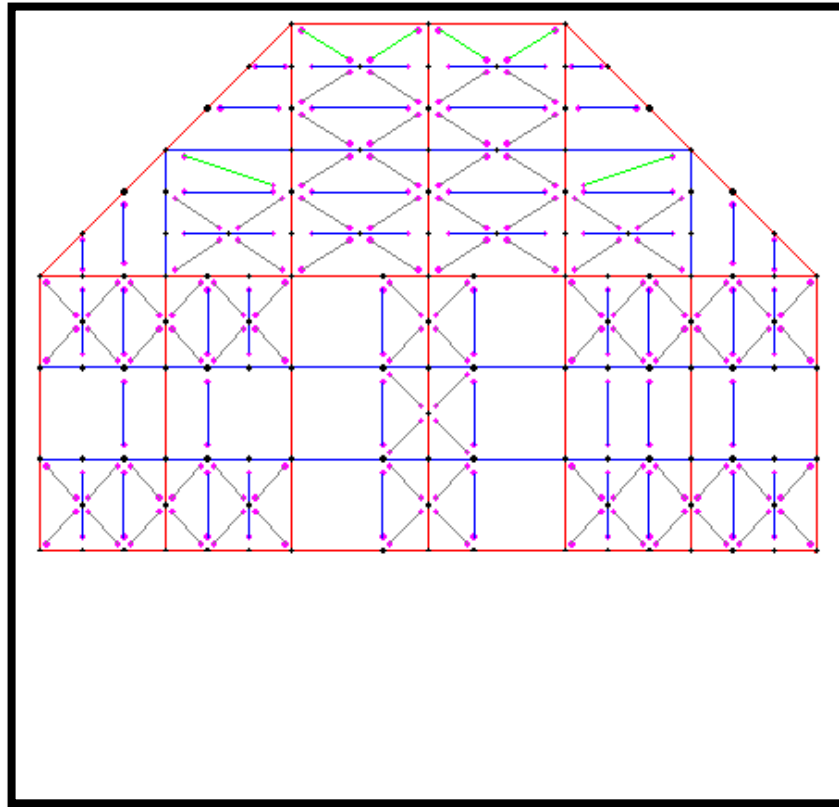
Şekil 5.3 : 0-100 metre arası kolon kiriş yerleşim planı



Şekil 5.4 : 104-140 metre arası kolon kiriş yerleşim planı

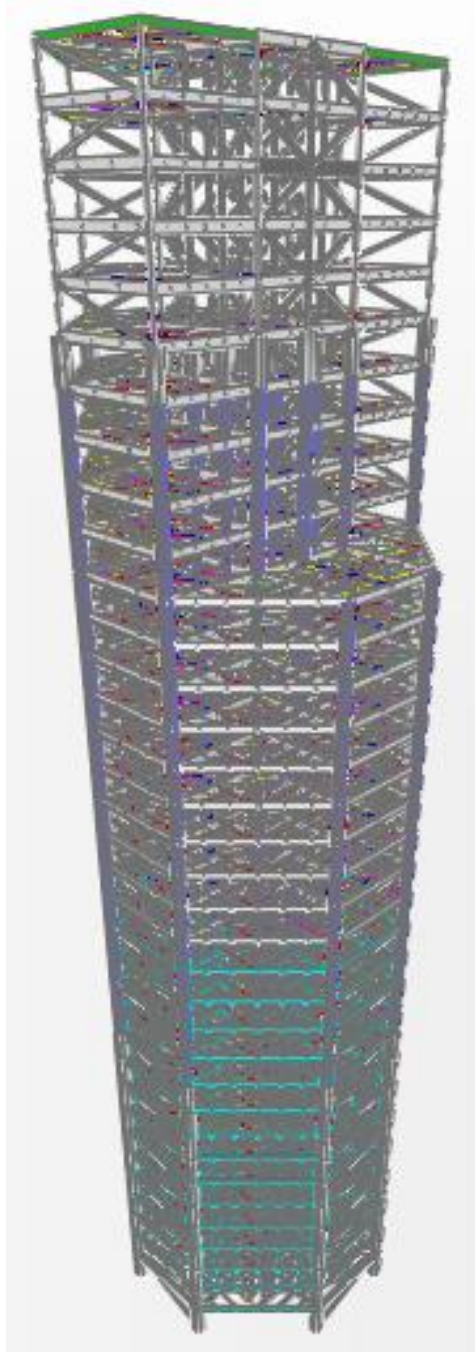


Şekil 5.5 : 0-100 metre arası döşeme kirişi yerleşim planı

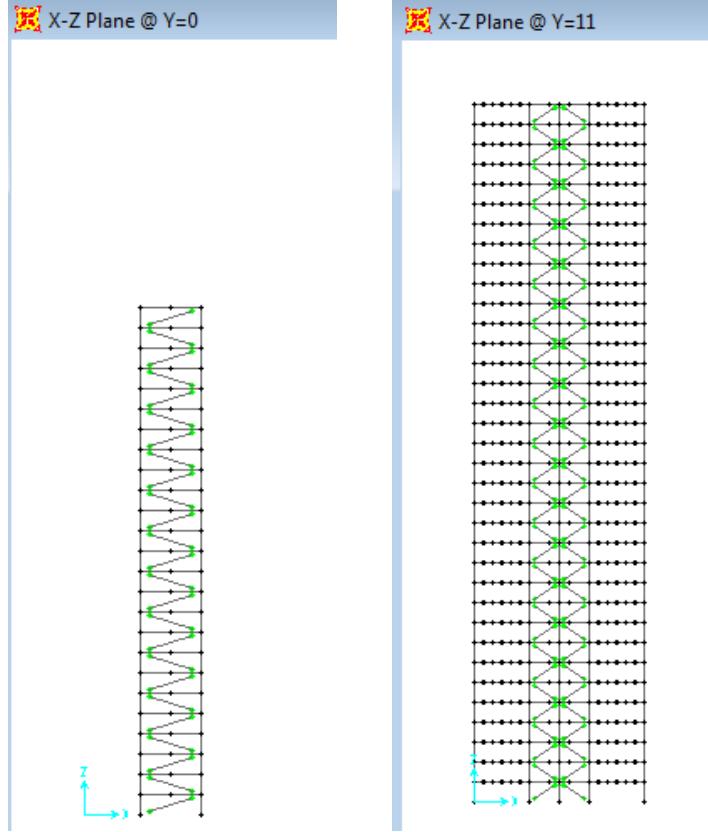


Şekil 5.6 : 104-140 metre arası döşeme kirişi yerleşim planı

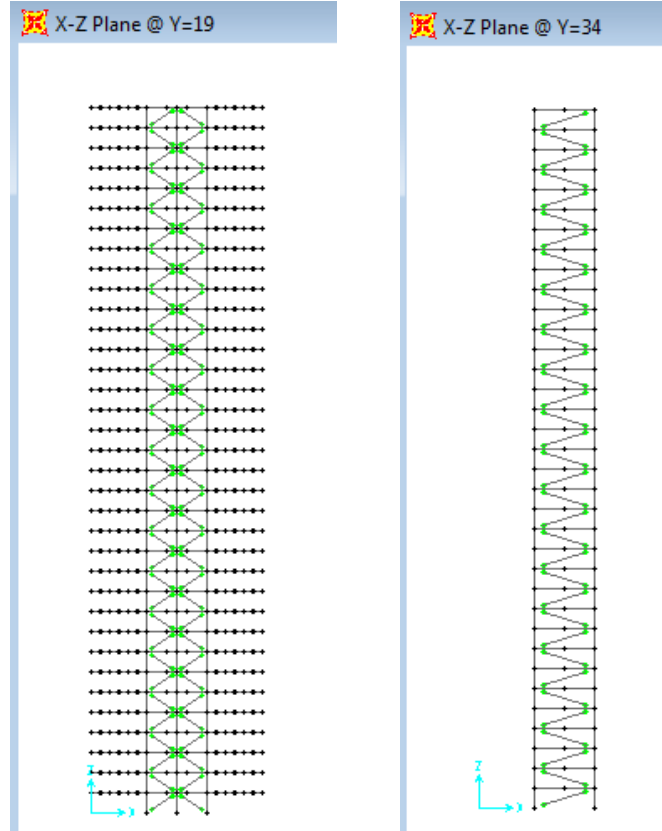
5.2 Bina Kesitleri



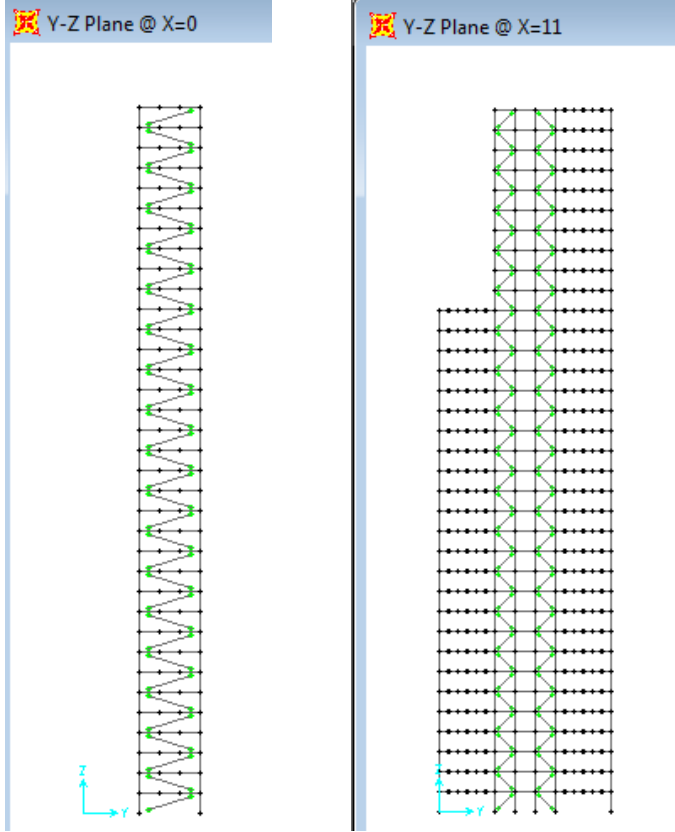
Şekil 5.7 : Sistem 3 boyut görünüş



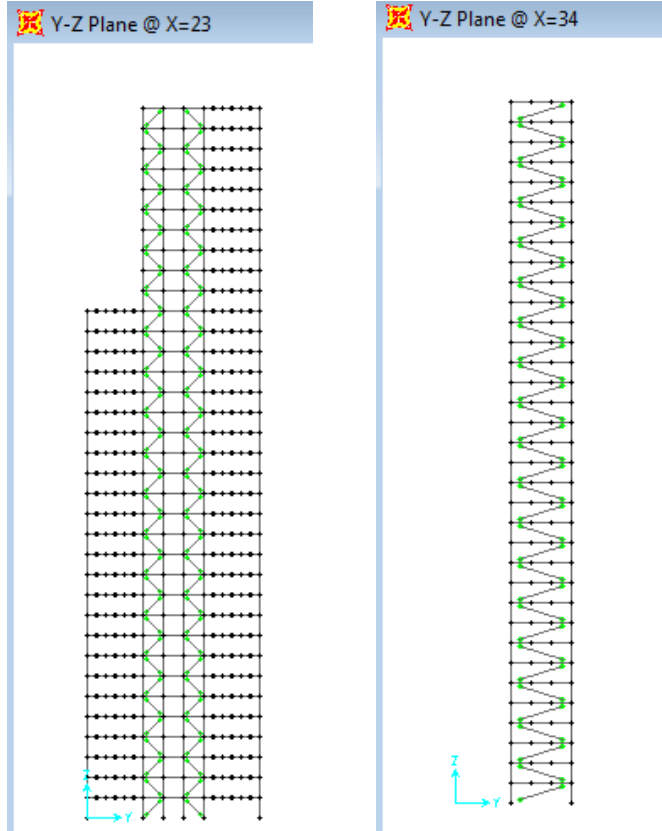
Şekil 5.8 : Y=0 m ve Y=11 m kesit görünüşleri



Şekil 5.9 : Y=19 m ve Y=34 m kesit görünüşleri.



Şekil 5.10 : X=0 m ve X=11 m kesit görünüşleri.



Şekil 5.11 : X=23 m ve X=34 m kesit görünüşleri.

5.3 Hesap Kriterleri

5.3.1 Binaya etkiyen yük değerleri

5.3.1.1 Döşeme yükleri

Konstrüksiyon ağırlığı = Program hesaplamaktadır.

Kaplama ağırlığı (5 cm şap) = 1,2 kN/m²

Hareketli yük (Duvar ağırlıkları dahil) = 6,5 kN/m²

5.3.1.2 Çatı yükleri

Konstrüksiyon ağırlığı = Program hesaplamaktadır.

Kaplama ağırlığı (5 cm şap) = 1,2 kN/m²

Hareketli yük = 3,5 kN/m²

Kar yükü = 0,75 kN/m²

5.3.2 Yük kombinasyonları

Binanın dizaynı yapılırken göz önüne alınan yük kombinasyonları Amerikan İnşaat Mühendisleri Toplumu Standardı (ASCE/SEI 7-10)'ndan alınmıştır. Hesaplar izin verilebilir emniyet gerilmesi esasına (AISC-ASD) göre yapıldığından yük kombinasyonları ilgili yönetmelikten aynı esas için alınmıştır. Çizelge 5.1 de yük kombinasyonları oluşturulurken kullanılacak gerilme faktörü değeri verilmiştir.

Çizelge 5.1 : Deprem kuvveti dizayn faktörleri

Seismic Force-Resisting System	ASCE 7 Section Where Detailing Requirements Are Specified	Response Modification Coefficient, R ^d	Overstrength Factor, Ω_0 ^g	Deflection Amplification Factor, C _d ^b	Structural System Limitations Including Structural Height, h _s (ft) Limits ^c				
					Seismic Design Category				
					B	C	D ^d	E ^d	F ^e
D. DUAL SYSTEMS WITH SPECIAL MOMENT FRAMES CAPABLE OF RESISTING AT LEAST 25% OF PRESCRIBED SEISMIC FORCES	12.2.5.1								
1. Steel eccentrically braced frames	14.1	8	2½	4	NL	NL	NL	NL	NL
2. Steel special concentrically braced frames	14.1	7	2½	5½	NL	NL	NL	NL	NL
3. Special reinforced concrete shear walls ^f	14.2	7	2½	5½	NL	NL	NL	NL	NL
4. Ordinary reinforced concrete shear walls ^f	14.2	6	2½	5	NL	NL	NP	NP	NP

Çizelge 5.2 : Yük kombinasyonları.

D+SD
D+SD+L
D+SD+LR
D+SD+S
D+SD+0,75L+0,75LR
D+SD+0,75L+0,75S
D+SD+0,6WXP
D+SD+0,6WXN
D+SD+0,6WYP
D+SD+0,6WYN
1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
1,4D+1,4SD+0,7SPECY+0,21SPECX
1,4D+1,4SD-0,7SPECX-0,21SPECY
1,4D+1,4SD-0,7SPECY-0,21SPECX
1,4D+1,4SD+0,7SPECX-0,21SPECY
1,4D+1,4SD+0,7SPECY-0,21SPECX
1,4D+1,4SD-0,7SPECX+0,21SPECY
1,4D+1,4SD-0,7SPECY+0,21SPECX
D+SD+0,75L+0,45WXP+0,75LR
D+SD+0,75L+0,45WXN+0,75LR
D+SD+0,75L+0,45WYP+0,75LR
D+SD+0,75L+0,45WYN+0,75LR
D+SD+0,75L+0,45WXP+0,75S
D+SD+0,75L+0,45WXN+0,75S
D+SD+0,75L+0,45WYP+0,75S
D+SD+0,75L+0,45WYN+0,75S
1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX-0,158SPECY+0,75LR
1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX-0,158SPECY+0,75LR
1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECY+0,158SPECX+0,75LR
1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECY-0,158SPECX+0,75LR
1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECY-0,158SPECX+0,75LR

Çizelge 5.2 (devam) : Yük kombinasyonları.

1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECY+0,158SPECX+0,75LR
1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75S
1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX-0,158SPECY+0,75S
1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX-0,158SPECY+0,75S
1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75S
1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECY+0,158SPECX+0,75S
1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECY+0,158SPECX+0,75S
0,6D+SD+0,6WXP
0,6D+SD+0,6WXN
0,6D+SD+0,6WYP
0,6D+SD+0,6WYN
0,23D+0,23SD+0,7SPECX+0,21SPECY
0,23D+0,23SD-0,7SPECX-0,21SPECY
0,23D+0,23SD+0,7SPECX-0,21SPECY
0,23D+0,23SD-0,7SPECX+0,21SPECY
0,23D+0,23SD+0,7SPECY+0,21SPECX
0,23D+0,23SD-0,7SPECY-0,21SPECX
0,23D+0,23SD+0,7SPECY-0,21SPECX
0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
1,4D+1,4SD-2,1SPECX-0,63SPECY
1,4D+1,4SD+2,1SPECX-0,63SPECY
1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY
1,4D+1,4SD+2,1SPECY+0,63SPECX
1,4D+1,4SD-2,1SPECY-0,63SPECX
1,4D+1,4SD+2,1SPECY-0,63SPECX
1,4D+1,4SD-2,1SPECY+0,63SPECX
1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX-0,473SPECY+0,75LR
1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX-0,473SPECY+0,75LR
1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECY+0,473SPECX+0,75LR
1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECY-0,473SPECX+0,75LR

Çizelge 5.2 (devam) : Yük kombinasyonları.

1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECY-0,473SPECX+0,75LR
1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECY+0,473SPECX+0,75LR
1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75S
1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX-0,473SPECY+0,75S
1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX-0,473SPECY+0,75S
1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75S
1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECY+0,473SPECX+0,75S
1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECY-0,473SPECX+0,75S
1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECY-0,473SPECX+0,75S
1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECY+0,473SPECX+0,75S
0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
0,23D+0,23SD-2,1SPECX-0,63SPECY
0,23D+0,23SD+2,1SPECX-0,63SPECY
0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
0,23D+0,23SD-2,1SPECY-0,63SPECX
0,23D+0,23SD+2,1SPECY-0,63SPECX
0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX

5.3.3 Kütle katılım katsayısı

Binalara ölü yükler deprem sırasında tam olarak etki ettirilirken hareketli yükler azaltma katsayısı ile çarpılarak etki ettirilir. İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği'ne göre hareketli yük katılım katsayısı denklem 5.1 ile hesaplanacaktır. Hesap için sisteme girilen kütle katılım katsayıları ise Şekil 5.12 de gösterilmiştir.

$$n = 0,01 \times (50 - 35) \quad (5.1)$$

$$n = 0,15 \quad (5.2)$$

Define Mass Source

Mass Definition

☐ From Element and Additional Masses

☒ From Loads

☐ From Element and Additional Masses and Loads

Define Mass Multiplier for Loads

Load	Multiplier
DEAD	1.
DEAD	1.
KAPLAMA	1.
HAREKETLİ	0,15
ÇATI HARETKETLİ	0,15
KAR	0,15

Add

Modify

Delete

OK Cancel

Şekil 5.12 : Kütle katılım katsayıları.

6. DEPREM HESABI

Deprem hesabı Çizelge 4.4'te gösterildiği gibi İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği'ne göre dört aşamadan oluşmaktadır. Deprem hesabı yapılırken aynı zamanda AISC-360-10 yönetmeliğinden de faydalanılmıştır.

6.1 Tasarım Aşaması I-A

Tasarım aşaması I-A'da mod birleştirme yöntemi ile sistemin ön tasarımı yapılır. Normal sınıf binalarda D2 deprem düzeyi için 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan ve %5 sönüm oranlı S_s ve S_1 spektral ivme haritaları EK-D'da mevcuttur.

$$S_{MS} = F_a \times S_s \quad (6.1)$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 \quad (6.2)$$

$$t = 0,2 \text{ sn} \quad S_s = 0,5 \quad (6.3)$$

$$t = 1,0 \text{ sn} \quad S_1 = 0,25 \quad (6.4)$$

$$F_a = 0,8 \quad (6.5)$$

$$F_v = 0,8 \quad (6.6)$$

$$S_{MS} = 0,8 \times 0,5 \times 9,81 = 3,924 \quad (6.7)$$

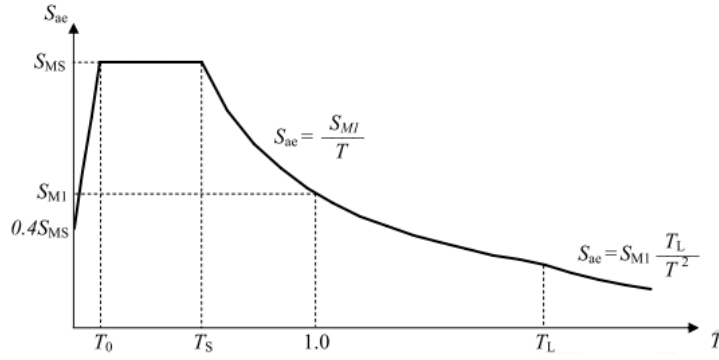
$$S_{M1} = 0,8 \times 0,25 \times 9,81 = 1,962 \quad (6.8)$$

$$T_s = \frac{S_{M1}}{S_{MS}} = 0,5 \text{ sn} \quad (6.9)$$

$$T_o = 0,2 \times T_s = 0,1 \text{ sn} \quad (6.10)$$

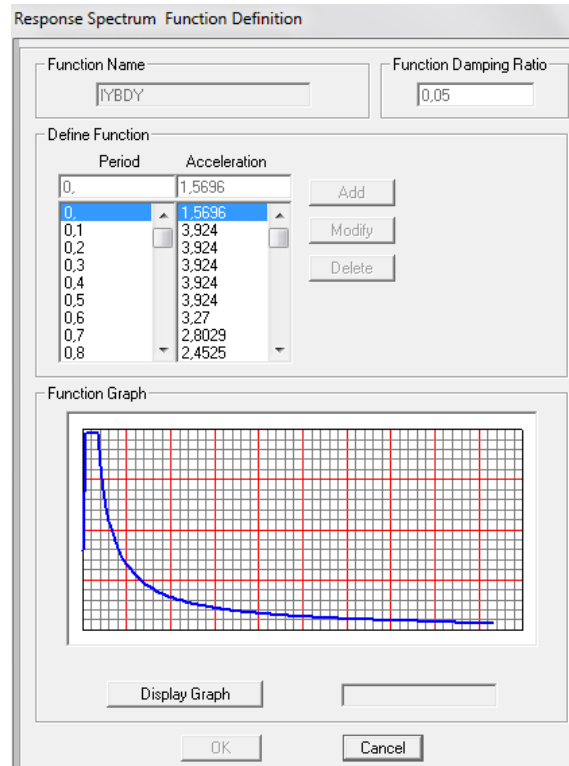
$$T_L = 12 \quad (6.11)$$

Yatay deprem için tasarım spektrumu Şekil 6.1'te görüldüğü gibi hesaplanmaktadır.



Şekil 6.1 : Tasarım spektrumu (İYBDY-2008).

Hesaplamalar sonucu sisteme girilen tasarım spektrumu Şekil 6.2’te verilmiştir.



Şekil 6.2 : Tasarım spektrumu (SAP2000).

$$V_{t,min} = 0,04 \times S_{MS(D2)} \times W \quad (6.12)$$

$$V_{t,min} = 0,04 \times 3,924 \times 50035,64 \quad (6.13)$$

$$V_{t,min} = 7853,59 \text{ kN} \quad (6.14)$$

Taban kesme kuvvetinin minimum değeri denklem (5.15)’de hesaplanan değerden daha küçük olmayacaktır. Bunun için sistemde taban kesme kuvveti kontrolü yapılmalıdır. Şekil 6.3 ve Şekil 6.4’te sırası ile X ve Y yönlerindeki taban kesme kuvveti değerini göstermektedir.

$$V_{t,min} \leq V_{t,x} \quad (6.15)$$

$$V_{t,min} \leq V_{t,y} \quad (6.16)$$

Section Cut Stresses & Forces

Section Cutting Line Projected Coordinates

	X	Y
Start Point	-4,225E-15	0,
End Point	38,8566	0,2699

Resultant Force Location and Angle

	X	Y	Z	Angle (X to 1)
	19,4283	0,1349	0,	0,398

Include ☒ Frames ☒ Shells ☒ Asolids ☒ Planes ☒ Solids ☐ Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	27035,562	1715,2287	9913,9347	28009,183	1599,9017	2130,7372
Moment	214757,39	1640043,1	534931,9	41906,08	1819115,8	566352,9

Save Cut Save Cut

Close Refresh

Şekil 6.3 : $V_{t,x}$ taban kesme kuvveti

Section Cut Stresses & Forces

Section Cutting Line Projected Coordinates

	X	Y
Start Point	-0,4949	0,2669
End Point	38,3552	0,1437

Resultant Force Location and Angle

	X	Y	Z	Angle (X to 1)
	18,9302	0,2053	0,	359,8183

Include ☒ Frames ☒ Shells ☒ Asolids ☒ Planes ☒ Solids ☐ Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	1171,8011	23266,714	3118,4861	1171,8011	23266,714	3118,4861
Moment	1522048,6	8393,4903	47830,17	1522048,6	8393,4903	47830,17

Save Cut Save Cut

Close Refresh

Şekil 6.4 : $V_{t,y}$ taban kesme kuvveti.

6.1.1 Kolon geometrisi ve malzeme kalitesi

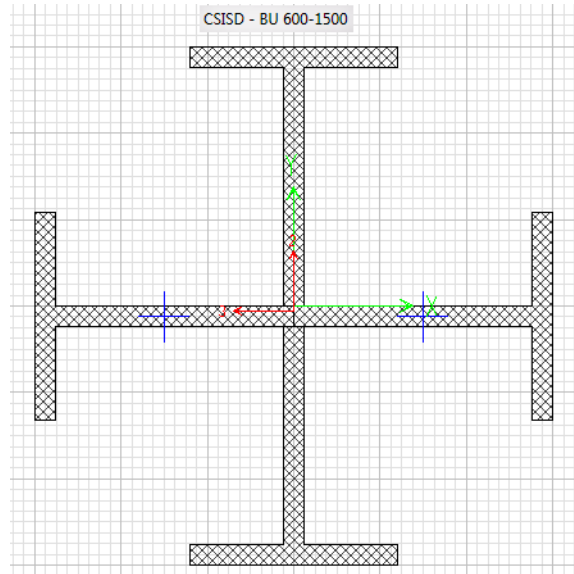
Ön tasarımda kullanılan kolon boyutları aşağıda verilmiştir ve kolon geometrisi Şekil 6.5'te gösterilmiştir.

Kolon yüksekliği $d=1500$ mm,

Kolon başlık genişliği $b_f=600$ mm,

Kolon gövde kalınlığı $t_w=60$ mm,

Kolon başlık kalınlığı $t_f=60$ mm.



Şekil 6.5 : Kolon geometrisi

Kolon elemanının karakteristik değerleri ise mm cinsinden Şekil 6.6'da gösterilmiştir.

Kolon elemanının malzeme kalitesi Histar 460 olarak seçilmiştir. Histar 460 kalitesindeki çeliğin akma mukavemeti 450 MPa, kopma mukavemeti ise 540 MPa'dır. Çeliğin elastisite modülü 210000 MPa ve kayma modülü ise 81000 MPa'dır.

Properties

Base Material: HISTAR460

Xcg: 0,

Ycg: -0,0148

Axis Angle: 90 >>

A	0,306
J	3,919E-04
I33	0,0527
I22	0,0527
I23	0,
AS2	0,143
AS3	0,1434
S33(+face)	0,069
S33(-face)	0,0717
S22(+face)	0,0702
S22(-face)	0,0702
Z33	0,0924
Z22	0,0924
r33	0,4152
r22	0,4149
d33pna	-0,014
d22pna	0,

OK

Şekil 6.6 : Kolon karakteristik değerleri.

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: HISTAR460

Material Type: Steel

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 76,9729

Mass per Unit Volume: 7,849

Units: KN, m, C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2,059E+08

Poisson's Ratio, U: 0,3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1,170E-05

Shear Modulus, G: 79207559

Other Properties for Steel Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 441299,3

Minimum Tensile Stress, Fu: 529559,1

Effective Yield Stress, Fye: 441299,3

Effective Tensile Stress, Fue: 529559,1

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Şekil 6.7 : Malzeme kalitesi.

6.1.2 Kolon ön boyut hesapları

Kolon ön boyut hesapları yapılırken AISC360-10 yönetmeliğinden faydalanılmıştır.

6.1.2.1 Eksenel kuvvet taşıma kapasitesi

- Eğilme burkulması

$$F_{e,1x} = \pi^2 \times E / (k_x \times L / r_x)^2 \quad (6.17)$$

$$F_{e,1x} = 22326,0807 \text{ MPa} \quad (6.18)$$

$$k_x \times L / r_x = 9,64 \quad (6.19)$$

$$4,71 \times \sqrt{(E / F_y)} = 101,75 \quad (6.20)$$

$$k_x \times L / r_x \leq 4,71 \times \sqrt{(E / F_y)} \quad (6.21)$$

$$F_{cr,1x} = 0,658^{(F_y / F_{e,1x})} \times F_y \quad (6.22)$$

$$F_{cr,1x} = 446,22 \text{ MPa} \quad (6.23)$$

$$F_{e,1y} = \pi^2 \times E / (k_y \times L / r_y)^2 \quad (6.24)$$

$$F_{e,1y} = 22296,94 \text{ MPa} \quad (6.25)$$

$$k_y \times L / r_y = 9,64 \quad (6.26)$$

$$4,71 \times \sqrt{(E / F_y)} = 101,75 \quad (6.27)$$

$$k_y \times L / r_y \leq 4,71 \times \sqrt{(E / F_y)} \quad (6.28)$$

$$F_{cr,1y} = 0,658^{(F_y / F_{e,1y})} \times F_y \quad (6.29)$$

$$F_{cr,1y} = 446,22 \text{ MPa} \quad (6.30)$$

- Burulma burkulması

$$F_{e,2} = \left(\frac{\pi^2 \times E \times C_w}{(k_z \times L)^2} + G \times J \right) \times 1 / (I_x + I_y) \quad (6.31)$$

$$C_w = I_y \times \frac{h_o^2}{4} = 2,7304 \times 10^6 \text{ mm}^6 \quad (6.32)$$

$$h_o = d - t_f = 1440 \text{ mm} \quad (6.33)$$

$$F_{e,2} = 33855,25 \text{ MPa} \quad (6.34)$$

$$F_{cr,2} = 0,658^{(F_y / F_{e,2})} \times F_y \quad (6.35)$$

$$F_{cr,2} = 447,50 \text{ MPa} \quad (6.36)$$

$$F_{cr} = \min(F_{cr,1x}, F_{cr,1y}, F_{cr,2}) = 446,22 \text{ MPa} \quad (6.37)$$

$$P_n = F_{cr} \times A \times 10^{-3} \quad (6.38)$$

$$P_n = 136541,714 \text{ kN} \quad (6.39)$$

$$P_c = \frac{P_n}{\Omega_c} = 81761,51 \text{ t} \quad (6.40)$$

$$P_t = F_y \times A \times 10^{-3} / \Omega_t = 82455,09 \text{ kN} \quad (6.41)$$

- Yerel burkulma kontrolü

Başlık yerel burkulma kontrolü;

$$b_f / (2 \times t_f) \leq 0,56 \times \sqrt{(E/F_y)} \quad (6.42)$$

$$5 \leq 12,10 \quad (6.43)$$

Gövde yerel burkulma kontrolü;

$$h/t_w \leq 1,49 \times \sqrt{(E/F_y)} \quad (6.44)$$

$$23 \leq 32,19 \quad (6.45)$$

6.1.2.2 Moment taşıma kapasitesi

X yönü için;

$$M_{n.1} = R_{pg} \times F_y \times S_{xc} \times 10^{-7} \quad (6.46)$$

$$R_{pg} = 1 - \frac{a_w}{1200+300a_w} + \left(\frac{h_c}{t_w} - 5,7 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right) \leq 1 \quad (6.47)$$

$$b_{fc} = b_f \quad t_{fc} = t_f \quad (6.48)$$

$$h_c = d - 2 \times t_f = 1380 \text{ mm} \quad (6.49)$$

$$a_w = (h_c \times t_w) / (b_{fc} \times t_{fc}) = 2,3 \quad (6.50)$$

$$R_{pg} = 1,12 \geq 1 \text{ olduğundan } R_{pg} = 1 \text{ alınır} \quad (6.51)$$

$$M_{n.1} = 1 \times 450 \times 71737008 \times 10^{-6} = 32281,65 \text{ kNm} \quad (6.52)$$

$$r_t = b_{fc} / \sqrt{12 \times \left(\frac{h_o}{d} + \frac{1}{6} \times a_w \times \frac{h^2}{h_o \times d} \right)} = 152,03 \quad (6.53)$$

$$L_r = \pi \times r_t \times \sqrt{\frac{E}{0,7 \times F_y}} = 12331,96 \quad (6.54)$$

$$L_p = 1,1 \times r_t \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 3612,63 \quad (6.55)$$

$$L_b = 4000 \quad (6.56)$$

$$L_p = 3612,63 < L_b = 4000 < L_r = 12331,9 \quad (6.57)$$

$$F_{cr} = C_b \times (F_y - 0,3 \times F_y(L_b - L_p)/(L_r - L_p)) \leq F_y \quad (6.58)$$

$$F_{cr} = 1,669 \times (450 - 0,3 \times 450(4000 - 3612,63)/(12331,9 - 4000)) \quad (6.59)$$

$$F_{cr} = 741,04 \geq F_y = 450 \text{ MPa} \quad (6.60)$$

$$F_{cr} = 450 \text{ MPa} \quad (6.61)$$

$$M_{n.2} = R_{pg} \times F_{cr} \times S_{xc} \times 10^{-6} \quad (6.62)$$

$$M_{n.2} = 32281,65 \text{ kNm} \quad (6.63)$$

$$\lambda = \frac{b_f}{2 \times t_f} = 5 \quad (6.64)$$

$$\lambda_{pf} = 0,38 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 8,20 \quad (6.65)$$

$$\lambda < \lambda_{pf} \quad (6.66)$$

$$M_{n.3} = R_{pg} \times F_y \times S_{xc} \times 10^{-6} \quad (6.67)$$

$$M_{n.3} = 32281,65 \text{ kNm} \quad (6.68)$$

$$S_{xt} < S_{xc} \quad (6.69)$$

$$M_{n.4} = F_y \times S_{xt} \times 10^{-6} \quad (6.70)$$

$$M_{n.4} = 31030,31 \text{ kNm} \quad (6.71)$$

$$M_{nx} = \min(M_{n1}, M_{n2}, M_{n3}, M_{n4}) \quad (6.72)$$

$$M_{nx} = 31030,31 \text{ kNm} \quad (6.73)$$

$$M_{cx} = M_{nx}/\Omega_c \quad (6.74)$$

$$M_{cx} = 18581,03 \text{ kNm} \quad (6.75)$$

Y yönü için;

$$M_{n.1} = R_{pg} \times F_y \times S_{yc} \times 10^{-6} \quad (6.76)$$

$$R_{pg} = 1 - \frac{a_w}{1200+300a_w} + \left(\frac{h_c}{t_w} - 5,7 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}}\right) \leq 1 \quad (6.77)$$

$$b_{fc} = b_f \quad t_{fc} = t_f \quad (6.78)$$

$$h_c = d - 2 \times t_f = 1380 \text{ mm} \quad (6.79)$$

$$a_w = (h_c \times t_w) / (b_{fc} \times t_{fc}) = 2,3 \quad (6.80)$$

$$R_{pg} = 1,12 \geq 1 \text{ olduğundan } R_{pg} = 1 \text{ alınır} \quad (6.81)$$

$$M_{n.1} = 1 \times 450 \times 70227000 \times 10^{-6} = 31602,31 \text{ kNm} \quad (6.82)$$

$$r_t = b_{fc} / \sqrt{(12 \times (\frac{h_o}{d} + \frac{1}{6} \times a_w \times \frac{h^2}{h_o \times d})} = 152,0295 \quad (6.83)$$

$$L_r = \pi \times r_t \times \sqrt{\frac{E}{0,7 \times F_y}} = 12331,96 \quad (6.84)$$

$$L_p = 1,1 \times r_t \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 3612,63 \quad (6.85)$$

$$L_b = 4000 \quad (6.86)$$

$$L_p = 3612,63 < L_b = 4000 < L_r = 12331,9 \quad (6.87)$$

$$F_{cr} = C_b \times (F_y - 0,3 \times F_y (L_b - L_p) / (L_r - L_p)) \leq F_y \quad (6.88)$$

$$F_{cr} = 1,669 \times (450 - 0,3 \times 450 (4000 - 3612,63) / (12331,9 - 4000)) \quad (6.89)$$

$$F_{cr} = 741,04 \geq F_y = 450 \text{ MPa} \quad (6.90)$$

$$F_{cr} = 450 \text{ MPa} \quad (6.91)$$

$$M_{n.2} = R_{pg} \times F_{cr} \times S_{yc} \times 10^{-6} \quad (6.92)$$

$$M_{n.2} = 31602,31 \text{ kNm} \quad (6.93)$$

$$\lambda = \frac{b_f}{2 \times t_f} = 5 \quad (6.94)$$

$$\lambda_{pf} = 0,38 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 8,20 \quad (6.95)$$

$$\lambda < \lambda_{pf} \quad (6.96)$$

$$M_{n.3} = R_{pg} \times F_y \times S_{yc} \times 10^{-6} \quad (6.97)$$

$$M_{n.3} = 31602,31 \text{ kNm} \quad (6.98)$$

$$M_{ny} = \min(M_{n1}, M_{n2}, M_{n3}) \quad (6.99)$$

$$M_{ny} = 31602,31 \text{ kNm} \quad (6.100)$$

$$M_{cy} = M_{ny} / \Omega_c \quad (6.101)$$

$$M_{cy} = 18923,54 \text{ kNm} \quad (6.102)$$

Kolon elemanına etkiyen kuvvet değerleri;

$$P_r = 6151,03 \text{ t}$$

$$M_{rx} = 2622,4 \text{ kNm}$$

$$M_{ry} = 2415,6 \text{ kNm}$$

$$P_r / P_c > 0,2 \quad (6.103)$$

$$S = \frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \quad (6.104)$$

$$S = \frac{61510,3}{81761,5} + \frac{8}{9} \left(\frac{2622,4}{18581,1} + \frac{2415,6}{18923,54} \right) \quad (6.105)$$

$$S = 0,99 \quad (6.106)$$

6.1.3 Çapraz elemanı geometrisi ve malzeme kalitesi

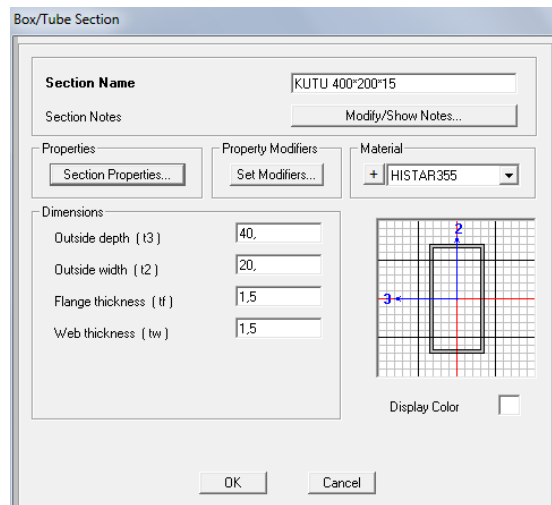
Ön tasarımda kullanılan çapraz elemanı boyutları aşağıda verilmiştir ve çapraz elemanı geometrisi Şekil 6.8’te gösterilmiştir.

Çapraz elemanı yüksekliği $d=400 \text{ mm}$,

Çapraz elemanı başlık genişliği $b_f=200 \text{ mm}$,

Çapraz elemanı gövde kalınlığı $t_w=15 \text{ mm}$,

Çapraz elemanı başlık kalınlığı $t_f=15 \text{ mm}$.



Şekil 6.8 : Çapraz elemanı geometrisi

Çapraz elemanın karakteristik değerleri ise cm cinsinden Şekil 6.9’da gösterilmiştir.

Çapraz elemanın malzeme kalitesi Histar 355 olarak seçilmiştir.

The image shows a 'Property Data' dialog box for a 'KUTU 400*200*15' section. It lists various properties and their values in a table format.

Section Name: KUTU 400*200*15			
Properties			
Cross-section (axial) area	171,	Section modulus about 3 axis	1745,4125
Torsional constant	26700,003	Section modulus about 2 axis	1151,825
Moment of Inertia about 3 axis	34908,25	Plastic modulus about 3 axis	2181,75
Moment of Inertia about 2 axis	11518,25	Plastic modulus about 2 axis	1326,75
Shear area in 2 direction	120,	Radius of Gyration about 3 axis	14,2878
Shear area in 3 direction	60,	Radius of Gyration about 2 axis	8,2072

OK

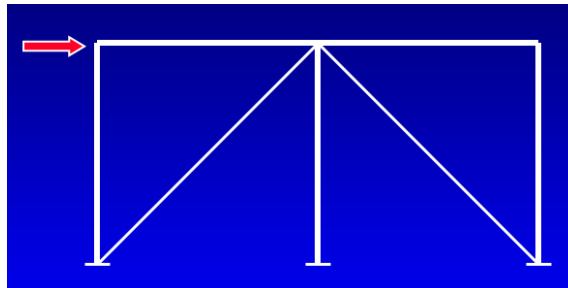
Şekil 6.9 : Çapraz elemanı karakteristik değerleri.

6.1.4 Çapraz ön boyut hesabı

Çapraz elemanı sistemde sigorta elemanlardır ve plastikleşmesi istenen elemanlardır. Sistemin sünek davranış gösterebilmesi için; çapraz elemanları çekme kuvveti etkisinde akma gerilmesine ulaşacak şekilde, basınç kuvveti etkisinde burkulacak şekilde boyutlandırılmalıdır. Ayrıca narinlik ve kompaktlığı da sünek davranış için önemlidir. Narinlikleri $4/(E/F_y)^{(1/2)}$ değerinden küçük olmalıdır.

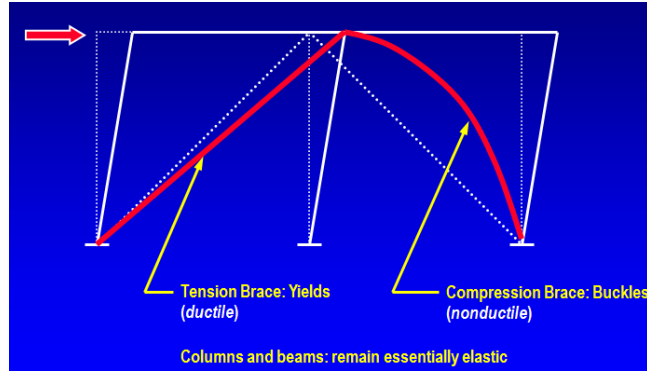
Çapraz elemanın davranışını kısaca inceleyecek olursak;

Yatay kuvvet etkimesi durumunda çapraz elemanlarından bir tanesi çekme kuvveti etkisinde akmaya, diğeri ise basınç etkisi altında burkulmaya gidecektir ve sistem enerji sönmüleyecektir. Şekil 6.10’da sisteme etkiyen kuvvet doğrultusu görülmektedir.

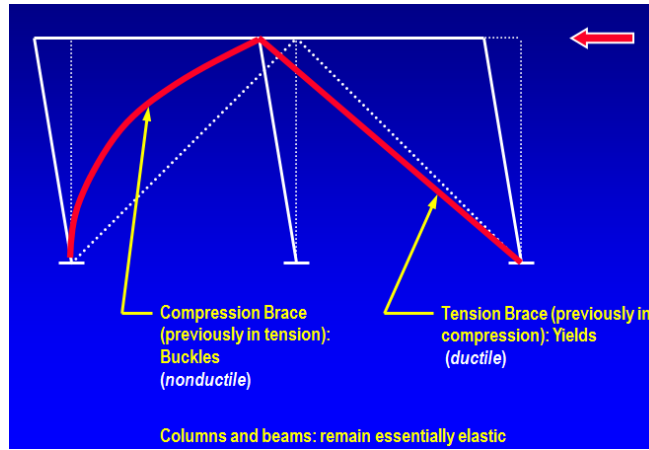


Şekil 6.10 : Çaprazlı sisteme yatay kuvvet etki etmesi

Şekil 6.11’de ise kuvvet etkisindeki davranışı görülmektedir. Yükün tersinir etkisi ile çapraz elemanlarındaki davranış değişikliği Şekil 6.12’de görülmektedir.

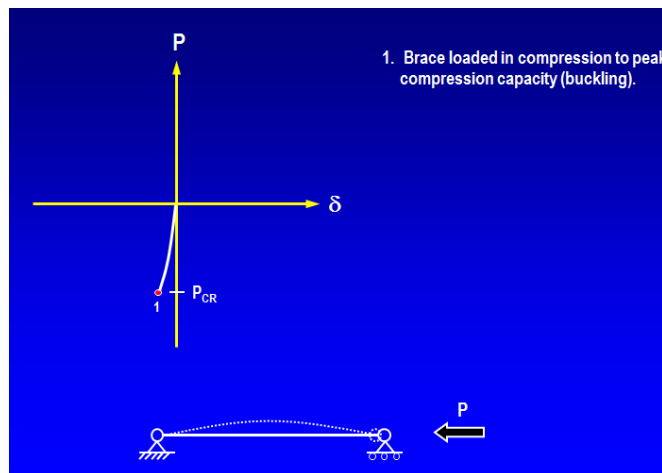


Şekil 6.11 : Çaprazlı sisteme yatay kuvvet etki etmesi



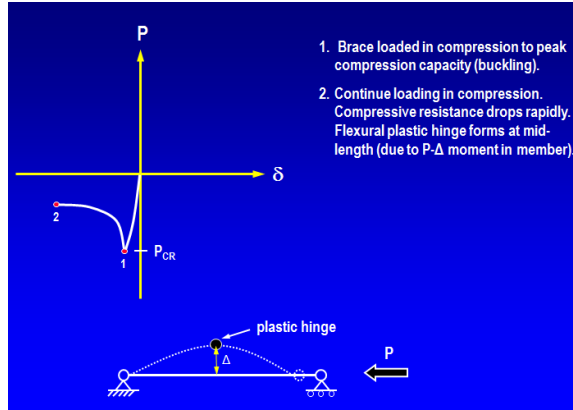
Şekil 6.12 : Çaprazlı sisteme yatay kuvvet etki etmesi

Çapraz elemanının yüklemeye bağlı olarak davranışını kuvvet-şekil değiştirme diyagramı üzerinde inceleyecek olursak eğer;



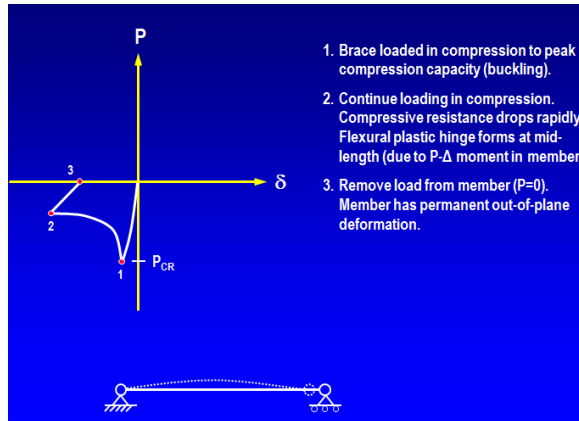
Şekil 6.13 : Çapraz elemanının burkulma yüküne kadar yüklenmesi

Şekil 6.14'te çapraz elemanına basınç kuvveti uygulanmaya devam ediyor ancak basınç dayanımı aniden düşüyor. Çapraz elemanın orta noktasında eğilme plastikleşmesi oluyor (elemandaki $P-\Delta$ etkisi).



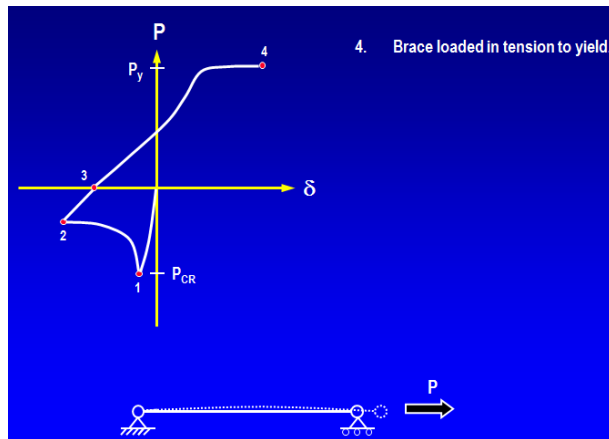
Şekil 6.14 : Burkulma

Şekil 6.15'te görüldüğü gibi yük sıfırlandığında ($P=0$) elemanda düzlem dışı deformasyon kalıyor.



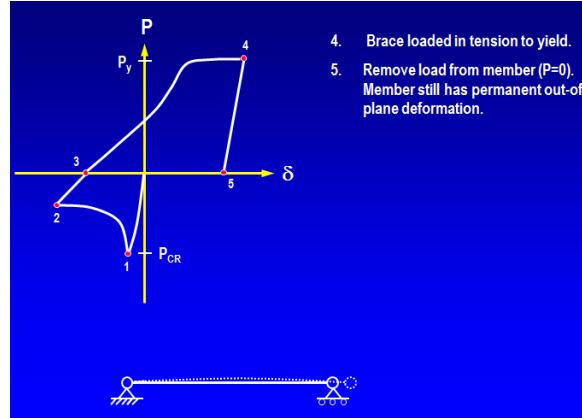
Şekil 6.15 : $P=0$ hali, elemanda kalıcı deformasyon.

Elemana akmaya geçene kadar çekme kuvveti uygulanıyor.



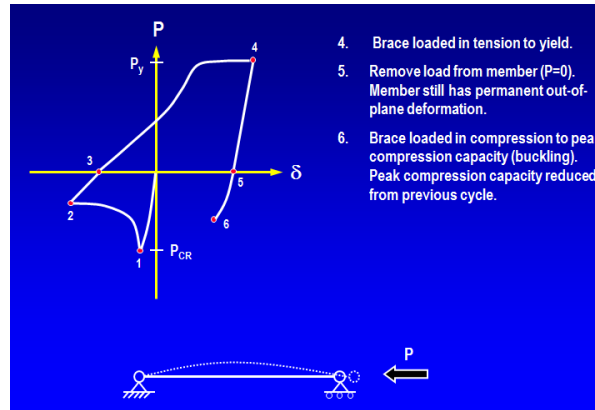
Şekil 6.16 : Elemana akmaya geçinceye kadar çekme kuvveti uygulanıyor.

Yük kaldırıldığında eleman üzerinde hala kalıcı düzlem dışı deformasyon olduğunu görüyoruz Şekil 6.17’de.



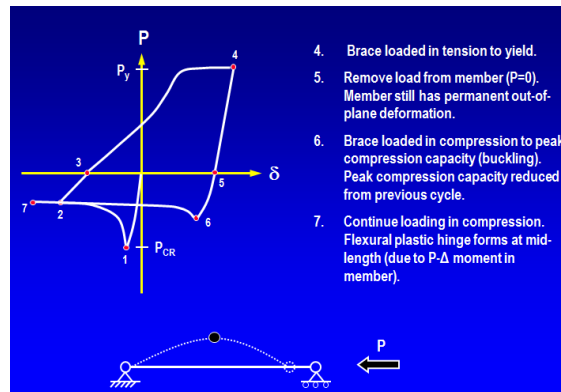
Şekil 6.17 : $P=0$ hali.

Elemana tekrardan burkuluncaya kadar yükleme yapılıyor. Şekil 6.18’de görüldüğü gibi eleman ilk burkulduğu kuvvete ulaşmadan burkuluyor. Bunun sebebi ise üzerindeki kalıcı deformasyonun yük taşıma kapasitesinde azaltıcı bir etki yaratmasıdır.



Şekil 6.18 : Basınç kuvveti etkisi.

Basınç bölgesinde yük tatbik edilmeye devam ediyor.



Şekil 6.19 : Eleman orta noktasında plastik mafsal oluşumu.

Yükleme sonucunda elemanın orta noktasında plastik mafsall oluşuyor ve sistem enerji sönümlüyor. Yukarıdaki hesap kriterleri dahilinde çapraz elemanın boyutlandırılması aşağıdaki gibi yapılmıştır.

Ön boyut hesabı yapılan çapraz elemanın boyu $L=7211 \text{ mm}$ 'dir.

- Eğilme burkulması

$$F_{e,1x} = \pi^2 \times E / (k_x \times L / r_x)^2 \quad (6.107)$$

$$F_{e,1x} = 2938,49 \text{ MPa} \quad (6.108)$$

$$k_x \times L / r_x = 25,29 \quad (6.109)$$

$$4 \times \sqrt{(E / F_y)} = 97,28 \quad (6.110)$$

$$k_x \times L / r_x \leq 4 \times \sqrt{(E / F_y)} \quad (6.111)$$

$$F_{cr,1x} = 0,658^{(F_y / F_{e,1x})} \times F_y \quad (6.112)$$

$$F_{cr,1x} = 226,05 \text{ MPa} \quad (6.113)$$

$$F_{e,1y} = \pi^2 \times E / (k_y \times L / r_y)^2 \quad (6.114)$$

$$F_{e,1y} = 3240,44 \text{ MPa} \quad (6.115)$$

$$k_y \times L / r_y = 56,03 \quad (6.116)$$

$$4 \times \sqrt{(E / F_y)} = 97,28 \quad (6.117)$$

$$k_y \times L / r_y \leq 4,71 \times \sqrt{(E / F_y)} \quad (6.118)$$

$$F_{cr,1y} = 0,658^{(F_y / F_{e,1y})} \times F_y \quad (6.119)$$

$$F_{cr,1y} = 362,10 \text{ MPa} \quad (6.112)$$

- Burulma burkulması

$$F_{e,2} = \left(\frac{\pi^2 \times E \times C_w}{(k_z \times L)^2} + G \times J \right) \times 1 / (I_x + I_y) \quad (6.121)$$

$$C_w = I_y \times \frac{h_o^2}{4} = 1,2315 \times 10^{13} \text{ mm}^6 \quad (6.122)$$

$$h_o = d - t_f = 356,4 \text{ mm} \quad (6.123)$$

$$F_{e,2} = 1200,0914 \text{ MPa} \quad (6.124)$$

$$F_{cr,2} = 0,658^{(F_y / F_{e,2})} \times F_y \quad (6.125)$$

$$F_{cr,2} = 384,6382 \text{ MPa} \quad (6.126)$$

$$F_{cr} = \min(F_{cr,1x}, F_{cr,1y}, F_{cr,2}) = 226,05 \text{ MPa} \quad (6.127)$$

$$P_n = 1,1 \times F_{cr} \times A \times 10^{-4} \quad (6.128)$$

$$P_n = 425,20 \text{ t} \quad (6.129)$$

$$P_c = \frac{P_n}{\Omega_c} = 265,75 \text{ t} \quad (6.130)$$

$$P_t = F_y \times A \times 10^{-4} / \Omega_t = 523,78 \text{ t} \quad (6.131)$$

- Yerel burkulma kontrolü

Başlık yerel burkulma kontrolü;

$$b_f / (2 \times t_f) \leq 0,30 \times \sqrt{(E / F_y)} \quad (6.132)$$

$$0,5 \leq 6,48 \quad (6.133)$$

Gövde yerel burkulma kontrolü;

$$C_a = P_u / (F_y \times A \times 10^{-4} / \Omega_c) \quad (6.134)$$

$$C_a = 0,1401 \quad (6.135)$$

$$C_a = 0,1401 \leq 0,125 \quad (6.136)$$

$$\lambda_{psw} = 3,14 \times \sqrt{\left(\frac{E}{F_y}\right)} \times (1 - 1,54 \times C_a) \quad (6.137)$$

$$h / t_w = 14,15 \leq \lambda_{psw} = 52,98 \quad (6.138)$$

6.1.5 Kiriş elemanı geometrisi ve malzeme kalitesi

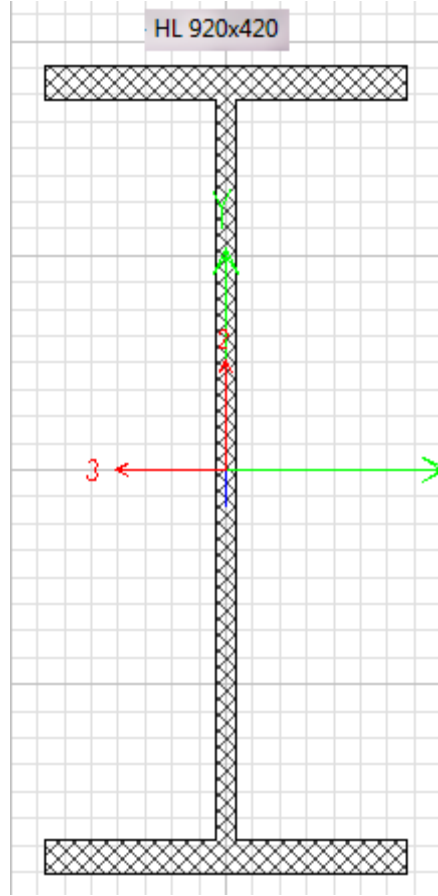
Ön tasarımda kullanılan çapraz elemanı boyutları aşağıda verilmiştir ve çapraz elemanı geometrisi Şekil 6.11’te gösterilmiştir.

Kiriş elemanı yüksekliği $d=943 \text{ mm}$,

Kiriş elemanı başlık genişliği $b_f=422 \text{ mm}$,

Kiriş elemanı gövde kalınlığı $t_w=22,5 \text{ mm}$,

Kiriş elemanı başlık kalınlığı $t_f=39,9 \text{ mm}$.



Şekil 6.20 : Kiriş elemanı geometrisi

Kiriş elemanının karakteristik değerleri ise mm cinsinden Şekil 6.12’de gösterilmiştir.

Kiriş elemanının malzeme kalitesi Histar460 olarak seçilmiştir. Histar460 kalitesindeki çeliğin akma mukavemeti 450 MPa, kopma mukavemeti ise 540 MPa’dır. Çeliğin elastisite modülü 210000 MPa ve kayma modülü ise 81000 MPa’dır.

Properties

Base Material: HISTAR460

Xcg: 0,

Ycg: 0,

Axis Angle: 90 >>

A	53098
J	21279432
I33	8,077E+09
I22	5,006E+08
I23	0,
AS2	20942
AS3	31126
S33(+face)	17130016
S33(-face)	17130016
S22(+face)	2372400
S22(-face)	2372400
Z33	19397485
Z22	3662025
r33	390,0159
r22	97,0952
d33pna	0,
d22pna	0,

OK

Şekil 6.21 : Kiriş elemanı karakteristik değerleri.

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: HISTAR460

Material Type: Steel

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 7.849

Mass per Unit Volume: 0.8004

Units: Ton/m.C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 21000000

Poisson's Ratio, U: 0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1,170E-05

Shear Modulus, G: 8076923,

Other Properties for Steel Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 45000,

Minimum Tensile Stress, Fu: 54000,

Effective Yield Stress, Fye: 45000,

Effective Tensile Stress, Fue: 54000,

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Şekil 6.22 : Malzeme kalitesi.

6.1.6 Kiriş ön boyut hesabı

Ön boyut hesabı yapılan kiriş elemanının boyu $L=6000$ mm'dir.

6.1.6.1 Eksenel kuvvet taşıma kapasitesi

- Eğilme burkulması

$$F_{e,1x} = \pi^2 \times E / (k_x \times L / r_x)^2 \quad (6.139)$$

$$F_{e,1x} = 8757,525 \text{ MPa} \quad (6.140)$$

$$k_x \times L / r_x = 15,384 \quad (6.141)$$

$$4,71 \times \sqrt{(E / F_y)} = 101,7476 \quad (6.142)$$

$$k_x \times L / r_x \leq 4,71 \times \sqrt{(E / F_y)} \quad (6.143)$$

$$F_{cr,1x} = 0,658^{(F_y / F_{e,1x})} \times F_y \quad (6.144)$$

$$F_{cr,1x} = 440,4252 \text{ MPa} \quad (6.145)$$

$$F_{e,1y} = \pi^2 \times E / (k_y \times L / r_y)^2 \quad (6.146)$$

$$F_{e,1y} = 542,763 \text{ MPa} \quad (6.147)$$

$$k_y \times L / r_y = 61,79 \quad (6.148)$$

$$4,71 \times \sqrt{(E / F_y)} = 101,7476 \quad (6.149)$$

$$k_y \times L / r_y \leq 4,71 \times \sqrt{(E / F_y)} \quad (6.150)$$

$$F_{cr,1y} = 0,658^{(F_y / F_{e,1y})} \times F_y \quad (6.151)$$

$$F_{cr,1y} = 318,0572 \text{ MPa} \quad (6.152)$$

- Burulma burkulması

$$F_{e,2} = \left(\frac{\pi^2 \times E \times C_w}{(k_z \times L)^2} + G \times J \right) \times 1 / (I_x + I_y) \quad (6.153)$$

$$C_w = I_y \times \frac{h_o^2}{4} = 1,0215 \times 10^{14} \text{ mm}^6 \quad (6.154)$$

$$h_o = d - t_f = 903,1 \text{ mm} \quad (6.155)$$

$$F_{e,2} = 886,2369 \text{ MPa} \quad (6.156)$$

$$F_{cr,2} = 0,658^{(F_y / F_{e,2})} \times F_y \quad (6.157)$$

$$F_{cr,2} = 363,843 \text{ MPa} \quad (6.158)$$

$$F_{cr} = \min(F_{cr,1x}, F_{cr,1y}, F_{cr,2}) = 318,0572 \text{ MPa} \quad (6.159)$$

$$P_n = F_{cr} \times A \times 10^{-4} \quad (6.160)$$

$$P_n = 1688,8074 \text{ t} \quad (6.161)$$

$$P_c = \frac{P_n}{\Omega_c} = 1011,2619 \text{ t} \quad (6.162)$$

$$P_t = F_y \times A \times 10^{-4} / \Omega_t = 1430,774 \text{ t} \quad (6.163)$$

- Yerel burkulma kontrolü

Başlık yerel burkulma kontrolü;

$$b_f / (2 \times t_f) \leq 0,38 \times \sqrt{(E/F_y)} \quad (6.164)$$

$$5,2882 \leq 8,2089 \quad (6.165)$$

Gövde yerel burkulma kontrolü;

$$h_k / t_w \leq 3,76 \times \sqrt{(E/F_y)} \quad (6.166)$$

$$38,36 \leq 81,225 \quad (6.167)$$

6.1.6.2 Moment taşıma kapasitesi

X yönü için;

$$M_p = F_y \times Z_x \quad (6.168)$$

$$M_p = 8,73 \text{ MPa} \quad (6.169)$$

$$r_{ts} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{I_y \times C_w}}{S_x} \right)} \quad (6.170)$$

$$r_{ts} = 114,92 \quad (6.171)$$

$$L_p = 1,76 \times r_y \times \sqrt{\left(\frac{E}{F_y} \right)} \quad (6.172)$$

$$L_p = 3691,58 \text{ mm} \quad (6.173)$$

$$L_b = L/2 - b_c/2 \quad (6.174)$$

$$L_b = 2250 \text{ mm} \quad (6.175)$$

$$L_b \leq L_p \quad (6.176)$$

$$M_{nx} = M_p \times 10^{-7} \quad (6.177)$$

$$M_{nx} = 872,88 \text{ tonm} \quad (6.178)$$

$$M_{cx} = M_{nx} / \Omega_c \quad (6.179)$$

$$M_{cx} = 522,68 \text{ tonm} \quad (6.180)$$

Y yönü için moment taşımadığı varsayılmıştır.

Kiriş elemanına gelen yükler;

$$P_r = -263,341 \text{ ton}$$

$$M_{rx} = 209,232 \text{ tonm}$$

$$M_{ry} = 0 \text{ tonm}$$

$$P_r / P_c < 0,2 \quad (6.181)$$

$$S = \frac{P_r}{2 \times c} + \frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \quad (6.182)$$

$$S = 0,616 \quad (6.183)$$

6.2 Tasarım Aşaması I-B

Yapıların sismik yüklere göre boyutlandırılması;

- Eşdeğer deprem yükü yöntemi,
- Mod birleştirme yöntemi,
- Zaman tanım alanında doğrusal elastik ve/veya doğrusal olmayan

hesap yöntemlerinden birisi kullanılarak yapılır.

Tasarım aşaması I-B'de yüksekliği 75 m'den fazla olan ve Tasarım aşaması (I-A)'da ön tasarımı yapılarak ön boyutları saptanan yüksek bina taşıyıcı sisteminin tasarımı, yine aynı depremin etkisi altında doğrusal olmayan analiz ile yapılacaktır.

Doğrusal olmayan analizde 2*7 deprem kaydı kullanılacaktır. Sonuç eleman kuvvetleri bu 7 deprem çiftinden elde edilen değerlerin ortalaması alınarak bulunacaktır ve kesitler o değerlere göre boyutlandırılacaktır.

Zaman tanım alanında doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan analizlerin gerçekleştirilmesinde en önemli konu, uygun sismik kayıtların seçilmesi ve bunların ölçeklenmesidir.

Hesaplarda kullanılacak olan ivme kayıtları üç farklı yolla elde edilebilir.

- Yapay olarak üretilmiş kayıtlar (RSPMATCH yazılımı buna bir örnektir.),
- Simüle edilerek üretilmiş kayıtlar (SMSIM yazılımı buna bir örnektir.);
- Gerçek depremlerden elde edilmiş kayıtlar kullanılabilir.

Gerçek deprem kayıtları, yer sarsıntısının doğası ve belli başlı özellikleri hakkında sağlıklı bilgiler içerir. Mevcut olan kuvvetli yer hareketi kayıtlarının artması sebebi ile depremlerde kaydedilmiş ivme kayıtlarının kullanılması ve ölçeklenmesi yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu proje kapsamında da gerçek depremlerden elde edilmiş kayıtlar kullanılmıştır.

İstanbul ili için deprem kaydı seçerken dikkat edilmesi gereken hususlar; depremin yanal atımlı deprem kaynak mekanizmasına sahip olması gerekmektedir, $7 < M_w < 7,5$ deprem moment büyüklüğüne sahip olmalı, B ve C zemin sınıfları esas alınmalı, deprem mesafesi olarak Ana Marmara Fay Hattı arasındaki en kısa uzaklık alınacaktır.

Deprem kaydının kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın birinci doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır. Her bir deprem yer hareketi takımının iki bileşenine ait %5 sönüm oranlı spektrumlarını karelerinin toplamının karekökü alınarak bileşke spektrum elde edilecektir. Bütün kayıtlara ait bileşke spektrumların ortalaması $0,2T$ ve $1,2T$ periyotları arasındaki genliklerinin tanımlanan tasarım spektrumunun aynı periyod aralığındaki genliklerinin 1,3 katından daha az olmaması kuralına göre yer hareketi bileşenlerinin genlikleri ölçeklendirilecektir.

Ölçekleme yapıldıktan sonra yeterli yaklaşıklığın sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmelidir. Ölçekleme sonrasında gerçek kayıttaki genlik ve şiddet özelliklerinin korunması gerekmektedir.

6.2.1 Yer hareketini ölçekleme yöntemleri;

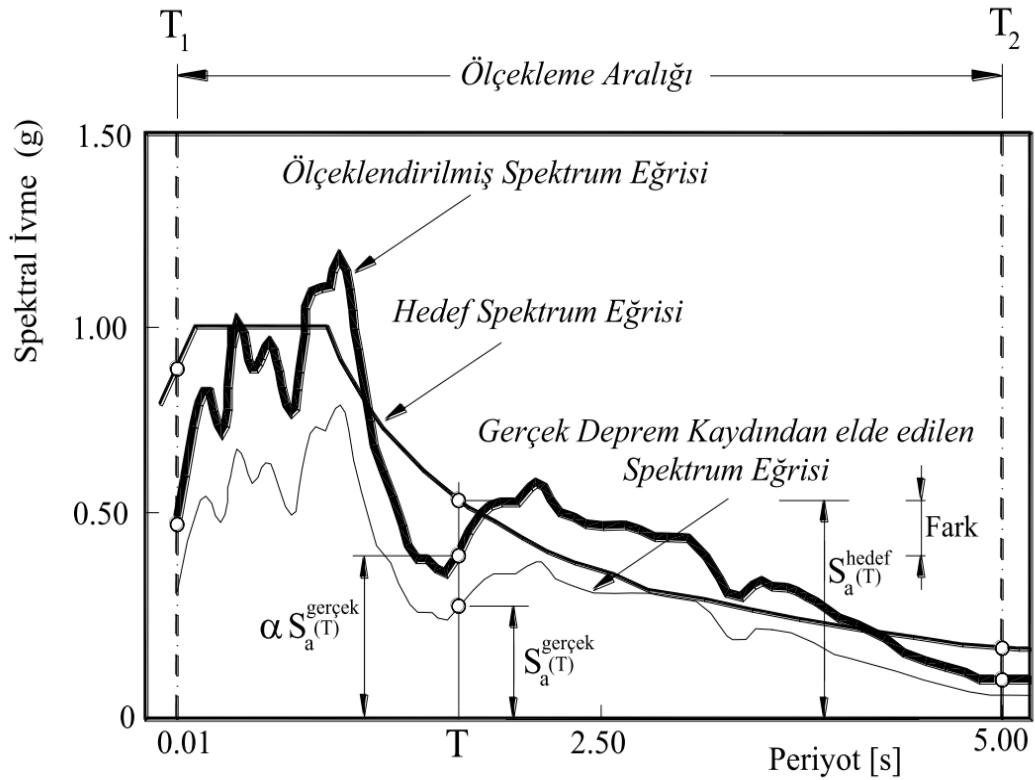
- Zaman tanım alanında ölçekleme,
- Frekans tanım alanında ölçekleme.

Bu çalışmada zaman tanım alanında ölçekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde yer hareketi kaydı aynı miktarda yukarı veya aşağı yönde ölçeklenerek (1'den büyük veya 1'den küçük ve sabit bir katsayı ile çarpılarak), istenilen periyot aralığında,

hedef tasarım ivme spektrumuna en uygun eşleştirme yapılır. Bu işlem kaydın frekans içeriğini değiştirmez.

Tek bir deprem kaydı için genel yöntem;

En küçük kareler tekniği kullanılarak ölçeklenmiş ve hareketin davranış spektrumu ile tasarım ivme spektrumu arasındaki farkın küçültülmesi esasına dayanır.



Şekil 6.23 : Ölçeklenmiş spektrum eğrisi

Bu çalışmada, Pasifik Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi (Pacific Earthquake Engineering Research (PEER) Center kuvvetli yer hareketi veri bankasında bulunan deprem kayıtları kullanılmıştır.

6.2.2 Kullanılan deprem ivme kayıtları;

- ChiChi depremi (CHI-CHI 09/20/99, CHY034, W)
- Landers 879 (Landers 6/28/92 11:58, Lucerne, 260 (SCE Station 24)
- Landers 864 (Landers 6/28/92 11:58, Joshua Tree, 090 (CDMG Station 22170)
- Hector 1787 (Hector Mine Oct. 16,1999 02:47, HEC, 090)
- Düzce 1618 (Düzce 11/12/99, 531, E (Lamont Station 531)

- Düzce 1617 (Düzce 11/12/99, 375, E (Lamont Station 375))
- Düzce 1616

6.2.3 Gerçek deprem kayıtlarını seçmek ve ölçeklendirmek için uygulanan yöntem

Zaman tanım alanında yapılacak hesaplarda kullanılacak kayıtları elde etmek için bu çalışmada uygulanan yöntem aşağıdaki gibi özetenebilir.

- PEER veri bankasında bulunan kayıtların büyüklük, faylanma mekanizması, mesafe ve zemin koşulları gibi özellikleri listelenir.
- Tam Artımsal Yöntem (Piecewise Exact Method) kullanılarak, tek serbestlik dereceli doğrusal bir sistemin %5 sönümüne sahip olacak şekilde tepki spektrumunu hesaplamak için hazırlanan MATLAB programı kullanılarak kayıtların yatay bileşenlerinin herbiri için tepki spektrumları oluşturulur.
- Kayıtların tepki spektrumları zemin türüne göre gruplandırılır ve ilgili zemin tipine ait tasarım spektrumu kullanılarak her bir kaydın ölçekleme katsayısı hesaplanır.
- Ölçekleme katsayıları, α_{st} , 20 ‘den büyük ve 1/20’den küçük olan kayıtlar elenir.
- Ölçekleme katsayısı ile çarpılan kayıtlar için Matlab programı kullanılarak tepki spektrumları oluşturulur.
- Bu tepki spektrumlarının içinden süre ve genlik bakımından yönetmeliğimizde (İYBDY,2008) verilen şartları sağlamayan kayıtlar elenir.
- Her bir kayıt için tasarım spektrumu ve ölçeklenmiş kayda ait tepki spektrumunun genlikleri arasındaki farklar $T_A=0,01$ saniye $T_B=12$ saniye periyot aralığında, denklem 6.184’de tanımlanan ‘Toplam Göreceli Hata’ formülü ile hesaplanır.

$$|Toplam Göreceli Hata| = \sum_{T_A}^{T_B} |(\alpha S_a^{gerçek}(T) - S_a^{hedef}(T))/S_a^{hedef}(T)| \quad (6.184)$$

- Bulunan ‘Toplam Göreceli Hata’ denklem 6.185’e yerleştirilerek hata miktarı yüzde olarak bulunur.

$$|Oransal Göreceli Hata (\%)| = (1/k)|Toplam Göreceli Hata| \times 100 \quad (6.185)$$

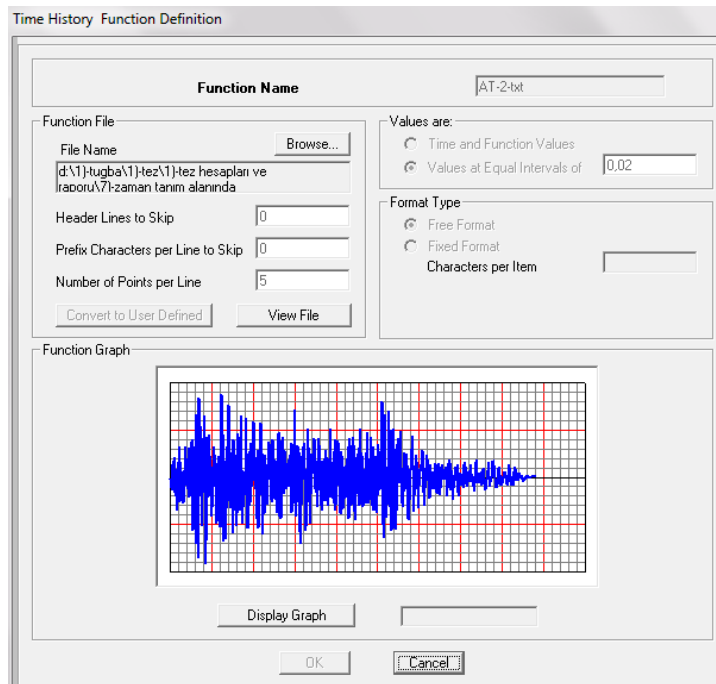
Burada k; kaydın tepki spektrumu çizdirilirken kullanılan periyot adım sayısıdır.

$$k = (T_A - T_B)/\Delta T \quad (6.186)$$

- Zemin türlerine göre gruplanmış kayıtların içinden ölçekleme katsayıları ve oransal göreceli hataları en küçük olan ilk 50 kayıt alınır ve bunlardan tasarım spektrumuyla en iyi eşleşen 10 adet kayıt seçilir. Proje kapsamında kullanılan spektrumlar Ek E’de verilmiştir.

6.2.4 SAP2000’de ivme kayıtlarının tanımlanması

Sap2000 programı içerisine 3 doğrultu (faya paralel, faya dik ve düşey doğrultular) için deprem kayıtları çekilmiştir ve doğrusal olmayan analiz için gerekli ayarlamalar yapılmıştır. Aşağıda Şekil 6.24 ve Şekil 6.25’te doğrusal olmayan analiz için düşey deprem yükünün nasıl hesaba katıldığı gösterilmiştir. İvme kayıtları g cinsinden verildiği için 9.81 katsayısı ile artırılarak etki ettirilmiştir. Sadece düşey doğrultuda deprem etkisinin yarısı hesaba katılacağından $9.81/2=4,905$ katsayısı kullanılmıştır.



Şekil 6.24 : Düşey ivme kaydı

Load Case Name: TH-GRAV Set Def Name Modify/Show... Notes: Modify/Show... Load Case Type: Time History Design...

Initial Conditions: ☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State ☐ Continue from State at End of Nonlinear Case Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case: Use Modes from Case: MODAL

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Load Pattern	DEAD	AT-2.txt	4.905
Load Pattern	DEAD	AT-2.txt	4.905

☐ Show Advanced Load Parameters

Time Step Data: Number of Output Time Steps: 2200 Output Time Step Size: 0.02

Time History Motion Type: ☒ Transient ☐ Periodic

Other Parameters: Damping: Proportional Damping Modify/Show... Time Integration: Newmark Modify/Show... Nonlinear Parameters: Default Modify/Show... OK Cancel

Şekil 6.25 : Düşey deprem etkisi oluşturan deprem kaydının sisteme girilmesi.

Time History Function Definition

Function Name: FN-txt

Function File: Browse... d:\1\tugba\1\tez\1\tez hesapları ve rapor\7\zaman tanım alanında

Header Lines to Skip: 0

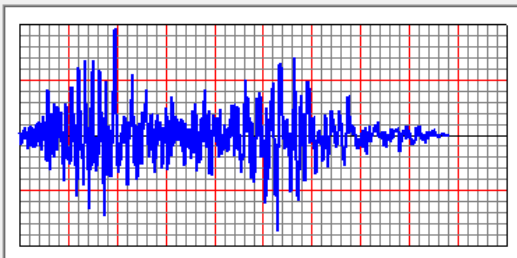
Prefix Characters per Line to Skip: 0

Number of Points per Line: 5

Convert to User Defined View File

Values are: ☐ Time and Function Values ☒ Values at Equal Intervals of: 0.02

Format Type: ☒ Free Format ☐ Fixed Format Characters per Item

Function Graph: 

Display Graph OK Cancel

Şekil 6.26 : Faya dik ivme kaydı

Time History Function Definition

Function Name

Function File

File Name

Header Lines to Skip

Prefix Characters per Line to Skip

Number of Points per Line

Values are:

☐ Time and Function Values

☒ Values at Equal Intervals of

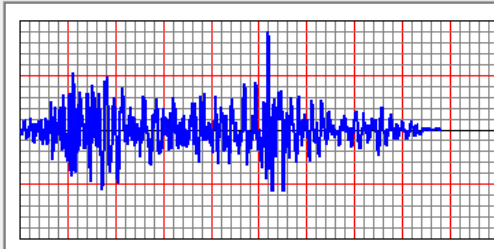
Format Type

☒ Free Format

☐ Fixed Format

Characters per Item

Function Graph



Şekil 6.27 : Faya paralel ivme kaydı

Load Case Name

Notes

Load Case Type

Initial Conditions

☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

☐ Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case

Analysis Type

☐ Linear

☒ Nonlinear

Time History Type

☐ Modal

☒ Direct Integration

Geometric Nonlinearity Parameters

☐ None

☒ P-Delta

☐ P-Delta plus Large Displacements

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U2	FN-txt	9,81
Accel	U2	FN-txt	9,81
Accel	U1	FP-txt	9,81

☐ Show Advanced Load Parameters

Time Step Data

Number of Output Time Steps

Output Time Step Size

Time History Motion Type

☒ Transient

☐ Periodic

Other Parameters

Damping

Time Integration

Nonlinear Parameters

Şekil 6.28 : Faya dik ve faya paralel deprem kaydının sisteme girilmesi.

6.2.5 Tasarım aşaması I-B hesap sonuçları

Çizelge 6.1 : Tasarım aşaması I-B hesap sonuçları

Eleman	Kombinasyon	P	M2	M3	oran
763	TH-LACC	-4009	-255	-792	0,99
435	TH-LACC	-3169	-612	-650	0,99
350	TH-LACC	-3154	-963	-239	0,95
8667	TH-LACC	-2936	-977	-243	0,93
8562	TH-LACC	-4188	-294	-697	0,98
848	TH-LACC	-4039	-740	-151	0,91
8564	TH-LACC	-2360	-843	-603	0,97
8280	TH-LACC	-3237	-301	-802	0,92
619	TH-GRAV	-3185	-178	-412	0,67
669	TH-GRAV	-4163	-201	-421	0,80
8282	TH-LACC	-4161	-288	-701	0,98
1656	TH-LACC	-1114	-931	-773	0,98
669	TH-LACC	-3315	-690	-505	0,97
524	TH-GRAV	-3151	-125	-528	0,70
216	TH-GRAV	-3043	-153	-452	0,66
143	TH-GRAV	-3031	-109	-517	0,67
47	TH-GRAV	-2987	-149	-448	0,65
524	TH-LACC	-2981	-309	-989	0,98
47	TH-LACC	-2857	-707	-547	0,94
8281	TH-LACC	-2732	-968	-362	0,96
1	TH-GRAV	-2515	-251	-395	0,61
309	TH-GRAV	-2507	-253	-429	0,63
216	TH-LACC	-2099	-611	-903	0,98
143	TH-LACC	-2171	-807	-705	0,98
619	TH-LACC	-2072	-402	-965	0,90
8563	TH-LACC	-2128	-502	-1014	0,98
1	TH-LACC	-1976	-571	-1029	1,00
8667	TH-GRAV	-1863	-420	-117	0,48
8282	TH-GRAV	-1795	-488	-139	0,52
1656	TH-GRAV	-1781	-421	-197	0,51
8564	TH-GRAV	-1744	-470	-112	0,49
8281	TH-GRAV	-1741	-466	-150	0,50
8280	TH-GRAV	-1739	-473	-115	0,49
435	TH-GRAV	-1667	-112	-444	0,47
8563	TH-GRAV	-1664	-444	-117	0,47
8562	TH-GRAV	-1664	-441	-86	0,45
350	TH-GRAV	-1612	-121	-421	0,39
848	TH-GRAV	-1600	-157	-442	0,42

6.3 Tasarım Aşaması II

Çizelge 6.2 : Tasarım aşaması II kombinasyonlar

Eleman	Kombinasyonlar
619	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
669	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8282	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
435	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
350	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
763	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
47	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8564	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
216	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
848	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8280	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
350	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8282	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
435	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
619	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
619	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
47	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
669	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8562	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
216	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8564	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
763	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
309	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8282	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
1	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
143	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
524	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
848	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8280	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
763	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
763	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8562	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
435	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
524	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
143	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
435	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
350	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
47	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX

Çizelge 6.3 : Tasarım aşaması II hesap sonuçları

Eleman	P	V2	V3	M2	M3	oran
619	-3547	-37	-31	-916	-201	0,96
669	-2502	-31	-38	-172	-892	0,81
8282	-2501	-23	-22	-81	-152	0,42
435	-3497	-471	-62	-252	-183	0,63
350	-2486	-48	-38	-1218	-184	0,96
763	-2482	-7	-48	-166	-1168	0,94
47	-2474	-12	-27	-154	-73	0,41
8564	-4462	-129	-21	-143	-514	0,86
216	-2109	-122	-140	-919	-349	0,86
848	-4958	-74	-143	-633	-117	0,96
8280	-2393	-22	-43	-209	-103	0,44
350	-2369	-208	-56	-215	-822	0,78
8282	-2331	-172	-38	-203	-685	0,71
435	-2329	-31	-51	-224	-111	0,44
619	-2292	-31	-54	-217	-112	0,44
619	-2224	-52	-25	-61	-205	0,40
47	-2158	-36	-178	-727	-199	0,70
669	-2086	-105	-43	-160	-516	0,58
8562	-2049	-34	-175	-723	-189	0,68
216	-1991	-53	-156	-661	-233	0,67
8564	-1895	-43	3	-37	-171	0,33
763	-1815	-139	-55	-216	-688	0,65
309	-1799	-97	-41	-163	-480	0,53
8282	-1786	-35	-16	-51	-173	0,33
1	-1769	-18	-78	-327	-90	0,41
143	-1756	-19	-77	-329	-92	0,41
524	-1756	-19	-77	-329	-92	0,41
848	-1748	-69	-24	-74	-274	0,38
8280	-1634	-32	-13	-51	-160	0,21
763	-1628	-34	-26	-109	-193	0,26
763	-1575	-57	-7	-61	-228	0,25
8562	-1573	-51	-18	-69	-229	0,26
435	-1569	-24	-51	-212	-105	0,26
524	-1569	-24	-51	-212	-105	0,26
143	-1566	-26	-58	-249	-103	0,28
435	-1566	-35	-26	-103	-207	0,26
350	-1556	-25	-60	-252	-100	0,28
47	-1552	-54	-19	-79	-228	0,26

6.4 Tasarım Aşaması III

Tasarım aşaması III'te normal sınıf binalarda D3 depremi için zaman tanım alanında nonlinear üç boyutlu analiz yapılması gerekmektedir. Tasarım aşaması I-B'de kullanılan deprem kaydı D3 depremine eş değer olduğundan tasarım aşaması III' hesabında sadece görelî kat ötelemesi kontrolü yapılmıştır. Görelî yat öteleme değerleri **EK J**'de verilmiştir.

6.5 Deprem Hesabı Sonuç

Deprem hesabı İYBDY'ne göre 4 aşamada hesap yapılmıştır. Tasarım aşaması I-A'da mod birleştirme yöntemi kullanılarak ön tasarım yapılmıştır. Tasarım aşaması I-A'da hedef performans can güvenliğidir. Ön boyutlaması tamamlanan sistemin daha sonra tasarım aşaması I-B'ye göre kesit tasarımları yapılmıştır. Normal sınıf binalarda D2 düzeyi deprem kullanılması gerekirken bu çalışmada D3 düzeyinde deprem kayıtları kullanılmıştır. Zaman tanım alanında nonlinear üç boyutlu analiz gerçek deprem kayıtları kullanılarak yapılmıştır. Yüksekliği 75 metreden fazla olan binalar için deprem hesabı tasarım aşaması II ile gerçekleştirilecektir. Tasarım aşaması II'de hedef performans kesintisiz kullanımdır. Analiz $R=1,5$ kabul edilerek, mod birleştirme yöntemine göre yapılmıştır. Görelî kat ötelemesi sınırı ise %1'dir. Hesap kriterlerinin tasarım aşaması I-B'de ki kesitler ile karşılanması durumunda tasarım aşaması III kriterlerinin sağlanıp sağlanmadığına bakılır. Daha öncede bahsedildiği üzere tasarım aşaması I-B'de normal sınıf binalarda D3 düzeyine denk gelen deprem kayıtları kullanıldığından hesap sadece tasarım aşaması III için deplasmanların kontrol edilmesi ile sonuçlandırılmıştır.

7. KOMPOZİT DÖŞEME HESABI

Veriler:

Döşeme elemanları arasındaki mesafe	$s=183 \text{ cm},$
Döşeme elemanının uzunluğu	$L=600 \text{ cm},$
Trapez sac üstünde kalan net beton örtüsü kalınlığı	$t_c=5 \text{ cm},$
Trapez sacın dış yüksekliği	$h_r=3 \text{ cm},$
Beton basınç dayanımı (C25)	$f'_c=2 \text{ kN/cm}^2$
Beton birim hacim ağırlığı	$w_c=2,5 \times 10^{-5} \text{ kN/cm}^2$
Çelik akma dayanımı (St44)	$f_y=28,5 \text{ kN/cm}^2$
Çelik döşeme profilinin alanı (IPE180)	$A_s=23,9 \text{ cm}^2$
Çelik profil yüksekliği	$d=18 \text{ cm}$
Kayma kaması çapı	$d_k=1,9 \text{ cm}$
Kayma kaması alanı	$A_{sc}= 2,84 \text{ cm}^2$
Kayma kaması adedi	$n=5 \text{ adet}$
Döşeme sabit yükü	$w_d=0,39 \text{ kN/m}^2$
Döşeme hareketli yükü	$w_L=6,5 \text{ kN/m}^2$

Hesaplamalar:

$$b = \min \left(s, \frac{L}{4} \right) = 150 \text{ cm} \quad (7.1)$$

Beton etkili alanı;

$$A_c = b \times t_c = 750 \text{ cm}^2 \quad (7.2)$$

Beton basınç dayanımı;

$$0,85 \times f'_c \times A_c = 1275 \text{ kN} \quad (7.3)$$

Çelik çekme dayanımı;

$$f_y \times A_s = 681,2 \text{ kN} \quad (7.4)$$

$$a = (f_y \times A_s) / (0,85 \times f'_c \times A_c) = 2,67 \text{ cm} \quad (7.5)$$

$$Y_{con} = t_c + h_r = 8 \text{ cm} \quad (7.6)$$

$$Y_2 = Y_{con} - a/2 = 6,66 \text{ cm} \quad (7.7)$$

$$Y = d/2 + Y_2 = 16,66 \text{ cm} \quad (7.8)$$

$$T = f_y \times A_s = 68,12 \text{ cm} \quad (7.9)$$

$$M_n = T \times Y = 10669,8 \text{ kNcm} \quad (7.10)$$

Kompozit döşemenin moment kapasitesi;

$$M = M_n / \Omega_b = 6389,1 \text{ kNcm} \quad (7.11)$$

Döşemede oluşan moment değeri;

$$M_a = q \times \frac{L^2}{8} = (0,039 + 0,65) \times \frac{\left(\frac{600}{100}\right)^2}{8} \times 100 = 3100,5 \text{ kNcm} \quad (7.12)$$

$$M > M_a \text{ olduğundan döşeme elemanı kurtarıyor.} \quad (7.13)$$

Kayma kaması hesabı;

$$\frac{w_r}{h_r} = 3,33 > 1,5 \text{ olduğundan } R_g = 1 \text{ olarak alınır.} \quad (7.14)$$

$$R_p = 0,75 \quad (7.15)$$

$$Q_n = R_g \times R_p \times A_{sc} \times F_u = 1107,6 \text{ kN} \quad (7.16)$$

$$\Sigma Q_n = n \times Q_n / 2 = 2769 \text{ kN} \quad (7.17)$$

$$a = \Sigma Q_n / (0,85 \times f'_c \times b) = 10,86 \text{ cm} \quad (7.18)$$

$$Y_2 = Y_{con} - a/2 = 2,57 \text{ cm} \quad (7.19)$$

$$Y = d/2 + Y_2 = 11,57 \text{ cm} \quad (7.20)$$

$$T = \Sigma Q_n = 2769 \text{ kN} \quad (7.21)$$

$$M_n = T \times Y = 32038,9 \text{ kNcm} \quad (7.22)$$

$$M = M_n / \Omega_b = 19185 \text{ kNcm} \quad (7.23)$$

$$M > M_a \text{ olduğundan kayma kaması adeti yeterlidir.} \quad (7.24)$$

8. BAĞLANTI HESAPLARI

Elemanların bağlantı hesabına başlamadan önce bağlantıda kullanılacak plakalar, köşebentler ve bağlanan elemanların geometrik özellikleri listelenecektir.

- Çapraz elemanı: KUTU 400-200

Çapraz elemanı yüksekliği $d_1=0,4$ m,

Çapraz elemanı başlık genişliği $b_{f1}=0,4$ m,

Çapraz elemanı gövde kalınlığı $t_{w1}=0,015$ m,

Çapraz elemanı başlık kalınlığı $t_{f1}=0,015$ m,

$A_1=0,0059$ m²

$F_{y1}=450000$ kN/m

$F_{u1}=540000$ kN/m

- Kolon elemanı: BU 600-1500

Kolon kesit yüksekliği $d_2=1,500$ m,

Kolon başlık genişliği $b_{f2}=0,600$ m,

Kolon gövde kalınlığı $t_{w2}=0,060$ m,

Kolon başlık kalınlığı $t_{f2}=0,060$ m,

$F_{y2}=450000$ kN/m

$F_{u2}=540000$ kNt/m

- Kiriş elemanı: HL920-420

Kiriş elemanı yüksekliği $d_3=0,943$ m,

Kiriş elemanı başlık genişliği $b_{f3}=0,422$ m,

Kiriş elemanı gövde kalınlığı $t_{w3}=0,0225$ m,

Kiriş elemanı başlık kalınlığı $t_{f3}=0,0399$ m,

$$F_{y3}=450000 \text{ kN/m}$$

$$F_{u3}=540000 \text{ kN/m}$$

- Guse plakası= 20mm Plaka

$$\text{Guse plakası kalınlığı} \quad t_{g4}=0,02 \text{ m,}$$

$$F_{y4}=240000 \text{ kN/m,}$$

$$F_{u4}=370000 \text{ kN/m,}$$

- Çapraz elemanı guse plakası ile bağlayan plaka

$$\text{Plaka yüksekliği} \quad d_4=0,56 \text{ m,}$$

$$\text{Plaka kalınlığı} \quad t_4=0,02 \text{ m,}$$

$$F_{y4}=240000 \text{ kN/m,}$$

$$F_{u4}=370000 \text{ kN/m,}$$

- Bağlantı elemanı 2L150.150.15

$$\text{Bağlantı elemanı alanı} \quad A_5=0,0855 \text{ m}^2$$

$$F_{y5}=240000 \text{ kN/m,}$$

$$F_{u5}=370000 \text{ kN/m,}$$

$$x'=0,036 \text{ m}$$

- Bulon

$$\text{Bulon çapı } \varnothing 30$$

$$\text{Delik çapı } d_{bw}=0,033 \text{ m}$$

$$\text{Bir bulonun taşıma kapasitesi} \quad r_n=200 \text{ kN/bolt}$$

Elemana gelen kuvvetler

$$\text{Çapraz elemanı eksenel yükü} \quad P_{u1}=4641,9 \text{ kN (Basınç)} \quad P_{a1}=2980 \text{ kN (Çekme)}$$

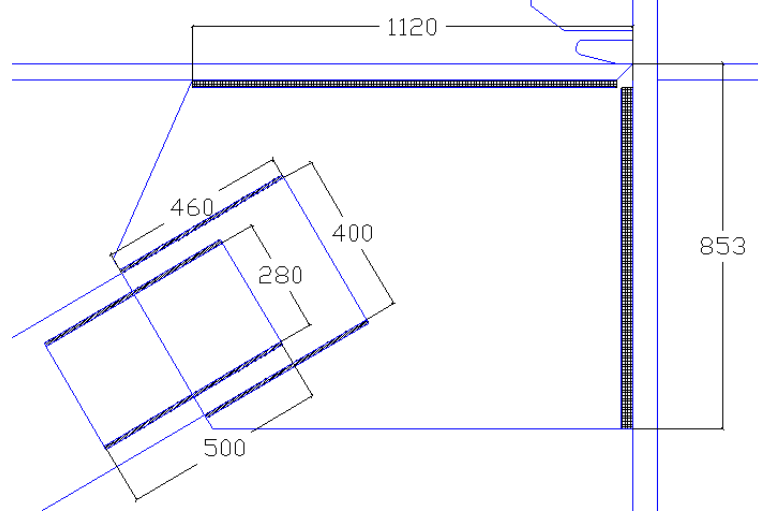
$$\text{Kolon elemanı eksenel yükü} \quad P_{u2}=76611,6 \text{ kN (Basınç)} \quad P_{a1}=61614,8 \text{ kN (Çekme)}$$

$$\text{Kiriş uç kuvvetleri} \quad R_u=1631,3 \text{ kN (Basınç)} \quad R_a=1630,8 \text{ kN (Çekme)}$$

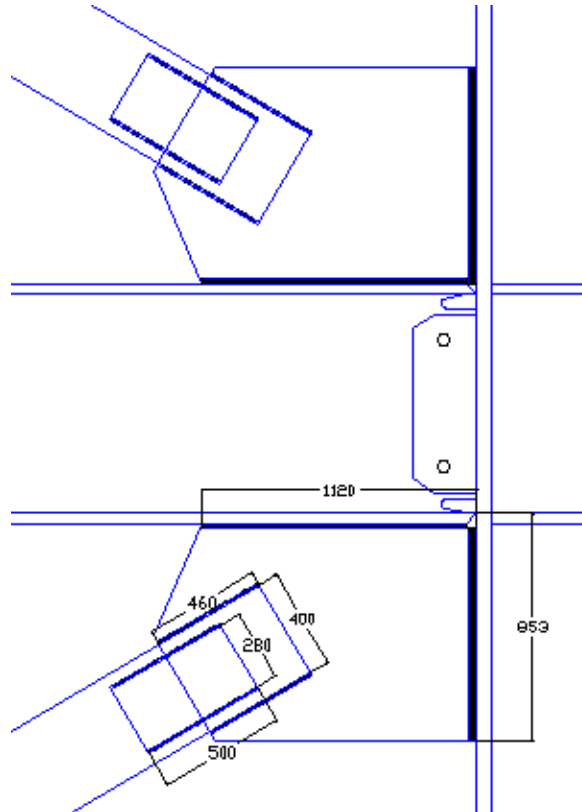
$$\text{Kiriş elemanı eksenel yükü} \quad P_{u3}=2635,2 \text{ kN (Basınç)} \quad P_{a3}=2637,7 \text{ kN (Çekme)}$$

8.1 Çapraz Elemanı Bağlantı Hesabı

Çapraz elemanına gelen kuvvetler eleman başlığına ve eleman gövdesine farklı oranlarda etki eder. Çapraz elemanı ve kiriş bağlantı detayı Şekil 8.1’de ve Şekil 8.2’de gösterildiği gibi yapılacaktır.



Şekil 8.1 : Çapraz elemanı bağlantı detayı



Şekil 8.2 : Çapraz elemanı bağlantı detayı 2

- Guse plakası burkulma hesabı ve taşıma kapasitesi kontrol;

Kaynak boyu $l = 0,46 \text{ m}$

Guse plakası kalınlığı $t_p=0,06\text{m}$

$$r = \sqrt{(t_p^3 \times l/12)/(l \times t_p)} = 0,017 \quad (8.1)$$

$$\lambda_c = K \times l/r = 26,55 \quad (8.2)$$

- Lokal burkulma gerilmesi;

$$\lambda = 4,7 \times \sqrt{E/F_y} = 29394,9 \text{ kN} \quad (8.3)$$

$$F_{cr} = 0,658^{F_y/F_e} \times F_y = 2260,53 \text{ kN} \quad (8.4)$$

$$P_b = 1,1 \times A_g \times F_y = 8747,2 \text{ kN} \quad (8.5)$$

$$P_b \geq 5178 \text{ kN} \quad (8.6)$$

- Gövde ek plakası;

- Gövde plakası kalınlığı $t_{gp}=0,015 \text{ m}$

$$A_{gp} = t_{gp} \times h_{gp} = 0,0075 \text{ m}^2 \quad (8.7)$$

$$h_{gp} = 0,5 \text{ m} \quad (8.8)$$

$$A_{e2} = ((B - t_p) \times t + (H - 2 \times t) \times t + h_{gp} \times t_{gp}) \times 2 \quad (8.9)$$

$$R = F_u \times A_e / \Omega_1 = 8225 \text{ kN} \quad (8.10)$$

$$R \geq 5178 \text{ kN} \quad (8.11)$$

- Guse plakası kolon ve kiriş bağlantı hesabı

- Guse plakası genişliği $X=1,12 \text{ m}$

- Guse plakası yüksekliği $Y=0,853 \text{ m}$

- Kolon elemanı yüksekliği $d_3=1,5 \text{ m}$

- Kiriş elemanı yüksekliği $d_2=0,943 \text{ m}$

$$e_b = d_3/2 = 0,75 \quad (8.12)$$

$$e_c = d_2/2 = 0,47 \quad (8.13)$$

$$\tan \theta = X/Y = 1,69 \quad (8.14)$$

$$e_b \times \tan \theta - e_c = 0,80 \quad (8.15)$$

$$a' = X/2 + 0,5 = 1,06 \quad (8.16)$$

$$\beta' = Y/2 = 0,43 \quad (8.17)$$

$$a = e_b \times \tan\theta - e_c + \beta' \times \tan\theta = 1,52 \quad (8.18)$$

$$\alpha - a' = 0,46 \quad (8.19)$$

$$r = \sqrt{(\alpha + e_c)^2 + (\beta' + e_b)^2} = 2,31 \quad (8.20)$$

Guse plakası ve kiriş bağlantısı;

$$H = \alpha \times P_{a1} = 3405,18 \text{ kN} \quad (8.21)$$

$$V = e_b \times P_{a1}/r = 1677,35 \text{ kN} \quad (8.22)$$

$$P_{ab} = \sqrt{H^2 + V^2} = 3795,88 \text{ kN} \quad (8.23)$$

$$R_n = F \times A \quad (8.24)$$

$$F = 0,6 \times E \times 1,403 \quad (8.25)$$

$$A = 0,707 \times w \times (l - 2w) = 0,021 \quad (8.26)$$

$$R = 2 \times R_n/2 \quad (8.27)$$

$$R = 13652,7 \text{ kN} \geq 5178,03 \text{ kN} \quad (8.28)$$

Guse plakası ve kolon bağlantısı;

$$H = e_c \times P_{a1}/r = 1054,49 \text{ kN} \quad (8.29)$$

$$V = \beta' \times P_{a1}/r = 953,85 \text{ kN} \quad (8.30)$$

$$P_{ac} = \sqrt{H^2 + V^2} = 1421,90 \text{ kN} \quad (8.31)$$

$$R_n = F \times A \quad (8.32)$$

$$F = 0,6 \times E \times 1,403 \quad (8.33)$$

$$A = 0,707 \times w \times (l - 2w) = 0,021 \quad (8.34)$$

$$R = 2 \times R_n/2 \quad (8.35)$$

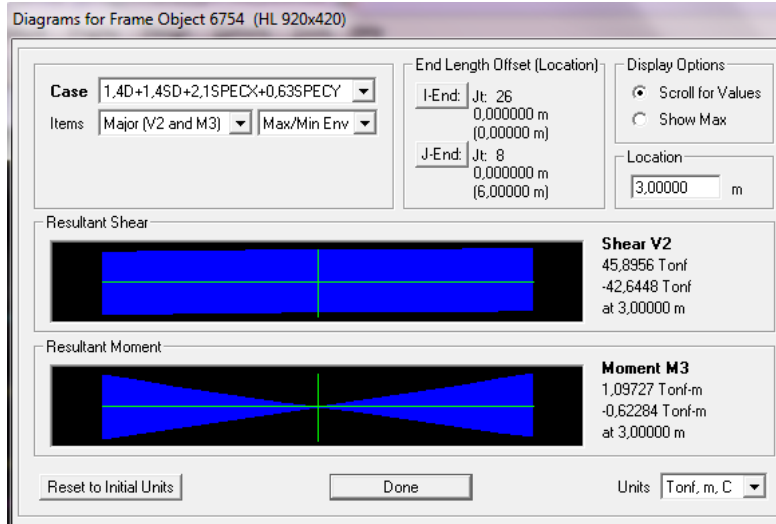
$$R = 10226,69 \text{ kN} \geq 5178,03 \text{ kN} \quad (8.36)$$

8.2 Kiriş Kolon Bağlantı Hesabı

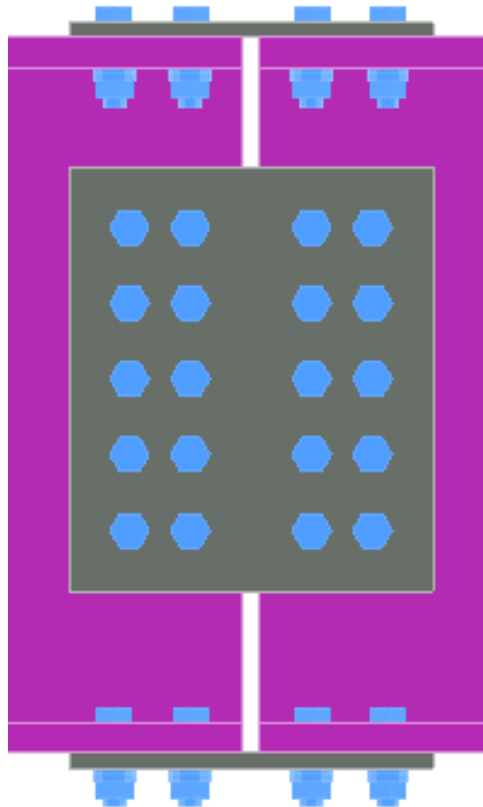
Kiriş bağlantı detayı Şekil 8.2'de gösterildiği gibi tam penetrasyonlu kaynak ile birleştirilecektir.

8.3 Kiriş Kiriş Bağlantı Hesabı

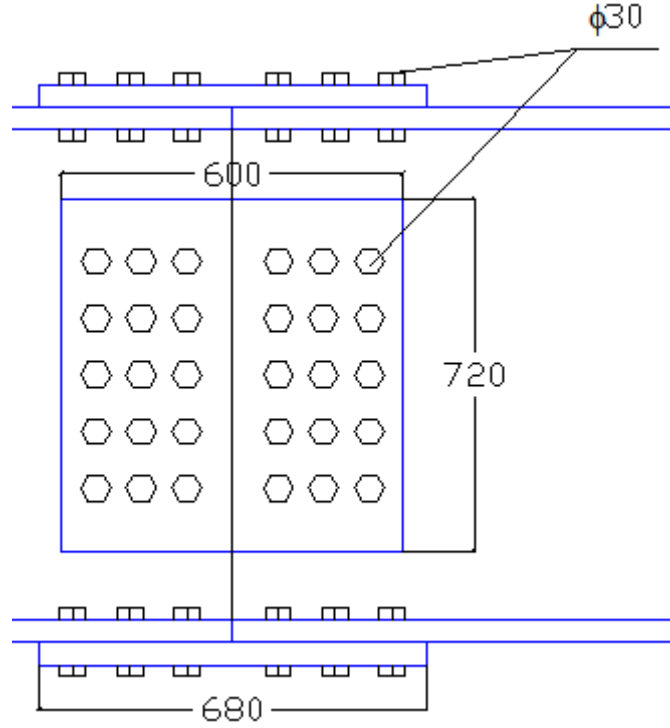
Kiriş eki yapılması gereken durumlarda bağlantı momentin en küçük olduğu kesitte yapılmalıdır. Kirişi etkileyen kuvvet değerleri Şekil 8.2’de gösterilmiş. Bağlantı kirişin üçüncü metresinde yapılmıştır. Bağlantı detayı ise Şekil 8.3’de gösterildiği gibi modellenmiştir.



Şekil 8.2 : Kiriş kuvvet değerleri.



Şekil 8.3 : Kiriş kiriş bağlantı detayı



Şekil 8.4 : Kiriş kiriş bağlantı detayı 2

- Gövde plakası;

Plaka yüksekliği	$b=0,72 \text{ m,}$
Plaka genişliği	$a=0,60 \text{ m}$
Plaka kalınlığı	$t_3=0,02 \text{ m,}$
Bulonun plaka kenarına olan mesafesi	$a_1=0,08 \text{ m}$
Bulonlar arası mesafe	$b_1=0,08\text{m}$
Bulon çapı	$d_{wb}=0,03 \text{ m,}$
Bulon delik çapı	$d=0,033 \text{ m}$
Düşey bulon sayısı	$n_b=5$
Yatay bulon sayısı	$n_{b1}=4$

- Başlık plakası;

Plaka yüksekliği	$b=0,42 \text{ m,}$
Plaka genişliği	$a=0,68 \text{ m}$
Plaka kalınlığı	$t_3=0,02 \text{ m,}$

Bulonun plaka kenarına olan mesafesi $a_1=0,06$ m

Bulonlar arası mesafe $b_1=0,10$ m

Bulon çapı $d_{wb}=0,03$ m,

Bulon delik çapı $d=0,033$ m

Düşey bulon sayısı $n_b=4$

Yatay bulon sayısı $n_{b1}=4$

$F_{y4}=24000$ t/m,

$F_{u4}=37000$ t/m,

Kirişe etkiyen eksenel kuvvet $P=7150$ kN

Bulon taşıma gücü;

$$l_{c1} = a_1 - 0,5 \times d = 0,0435 \text{ m} \quad (8.37)$$

$$1,2 \times l_{c1} \times t \times \frac{F_u}{\Omega} = 5794,2 \text{ kN/bulon} \quad (8.38)$$

$$2,4 \times d_b \times t \times F_u / \Omega = 7992 \text{ kN/bulon} \quad (8.39)$$

$$r_n / \Omega = \min(2,4 \times d_b \times t \times F_u / \Omega; 1,2 \times l_{c1} \times t \times F_u / \Omega) \quad (8.40)$$

$$\frac{r_n}{\Omega} = 5794,2 \text{ kN/bulon} \quad (8.41)$$

Plaka akma dayanımı;

$$A_{gv} = b \times t = 0,043 \text{ m}^2 \quad (8.42)$$

$$\frac{0,6 \times F_y \times A_{gv}}{\Omega} = 8294,4 \text{ kN} \quad (8.43)$$

$$\frac{0,6 \times F_y \times A_{gv}}{\Omega} > R_a = 7153,9 \text{ kN} \quad (8.44)$$

Plaka kesme dayanımı;

$$A_{nv} = (b - n_b \times d) \times t = 0,033 \text{ m}^2 \quad (8.45)$$

$$0,6 \times F_y \times A_{nv} / \Omega = 7392,6 \text{ kN} \quad (8.46)$$

$$0,6 \times F_y \times A_{nv} / \Omega > R_a = 7153,9 \text{ kN} \quad (8.47)$$

Blok kesme dayanımı;

$$A_{nt} = a_1 \times t = 0,0036 \text{ m}^2 \quad (8.48)$$

$$U_{bs} \times F_u \times A_{nt} / \Omega = 666 \text{ kN} \quad (8.49)$$

$$0,6 \times F_y \times A_{gv} / \Omega = 3110,4 \text{ kN} \quad (8.50)$$

$$0,6 \times F_u \times A_{nv} / \Omega = 876,9 \text{ kN} \quad (8.51)$$

$$\frac{r_n}{\Omega} = \frac{U_{bs} \times F_u \times A_{nt}}{\Omega} + \min(0,6 \times F_u \times A_{nv} / \Omega); (0,6 \times F_u \times A_{nv} / \Omega) \quad (8.52)$$

$$r_n / \Omega = 7552,8 \text{ t} > R_a = 7153,9 \quad (8.53)$$

Başlık plakası akma dayanımı;

$$R_{nf} = F_y \times t \times b = 6528 \text{ kN} \quad (8.54)$$

$$P_{af} = \frac{M_a}{d+t} = 2658,59 \text{ kN} \quad (8.55)$$

$$R_{nf} / \Omega = 3908,9 \text{ kN} > P_a \quad (8.56)$$

Başlık plakası kesme dayanımı;

$$A_{nv} = (b - n_b \times d) \times t = 0,021 \text{ m}^2 \quad (8.57)$$

$$R_n = F_u \times A_{nv} = 7622 \text{ kN} \quad (8.58)$$

$$\frac{R_n}{\Omega} = 3811 \text{ kN} > P_a \quad (8.59)$$

Başlık plakası bulon hesabı;

$$r_n / \Omega = 386,28 \text{ kN/bulon} \quad (8.60)$$

$$\frac{r_n}{\Omega} = 386,28 \times 8 = 3090,24 \text{ kN} \quad (8.61)$$

$$r_n / \Omega = 3090,24 > P_a \quad (8.62)$$

8.4 Kolon Ankraj Hesabı

Plaka eni B=2,89 m,

Plaka boyu N=2,92 m

$F_{y1}=240000 \text{ kN/m}^2$,

$F_{u1}=370000 \text{ kN/m}^2$,

Beton boyutları;

Beton eni B_b=3 m,

Beton boyu N_b=3 m

Kolon elemanı boyutları;

Kolon yüksekliği d=1,500 m,

Kolon başlık genişliği b_f=0,600 m,

Kolon gövde kalınlığı $t_w=0,060$ m,

Kolon başlık kalınlığı $t_f=0,060$ m,

$F_{y2}=450000$ kN/m

$F_{u2}=540000$ kN/m

Kolona etkiyen basınç kuvveti $P=61510,3$ kN,

Temel betonu basınç dayanımı $f'_c=33300$ kN/m² (C50 betonu için)

Gerekli taban plakası alanı;

$$A_{1,req} = \Omega_c \times P / (0,85 \times f'_c = 5,02 \text{ m}^2) \quad (8.63)$$

Taban palaksı alanı;

$$A_1 = N \times B = 8,44 \text{ m}^2 \quad (8.64)$$

$$A_1 > A_{1,req} \quad (8.65)$$

$A_1 > A_{1,req}$ olduğundan plaka boyutları uygundur.

$$A_2 = N_b \times B_b = 9 \text{ m}^2 \quad (8.66)$$

$$P_p = 0,85 \times f'_c \times A_1 \times \sqrt{A_2/A_1} \quad (8.67)$$

$$P_p/\Omega_c = 106785,6 \quad (8.68)$$

$$1,7 \times f'_c \times A_1/\Omega_c = 206805,54 \quad (8.69)$$

$$P_1/\Omega_c = \min(P_p/\Omega_c; 1,7 \times f'_c \times A_1/\Omega_c) \quad (8.70)$$

$$P_1/\Omega_c = 106785,6 \quad (8.71)$$

$$P_1/\Omega_c > P \quad (8.72)$$

Gerekli plaka kalınlığı;

$$t = 0,12 \text{ m olarak seçilsin} \quad (8.73)$$

$$f_{pa} = P/(B \times N) \quad (8.74)$$

$$f_{pa} = 7288,9 \text{ kN} \quad (8.75)$$

$$M_a = f_{pa} \times l^2/2 \quad (8.76)$$

$$M_a = 583,1 \text{ kNm} \quad (8.77)$$

$$Z = t^2/4 \quad (8.78)$$

$$Z = 0,0036 \quad (8.79)$$

$$\sigma = M_a/Z \quad (8.80)$$

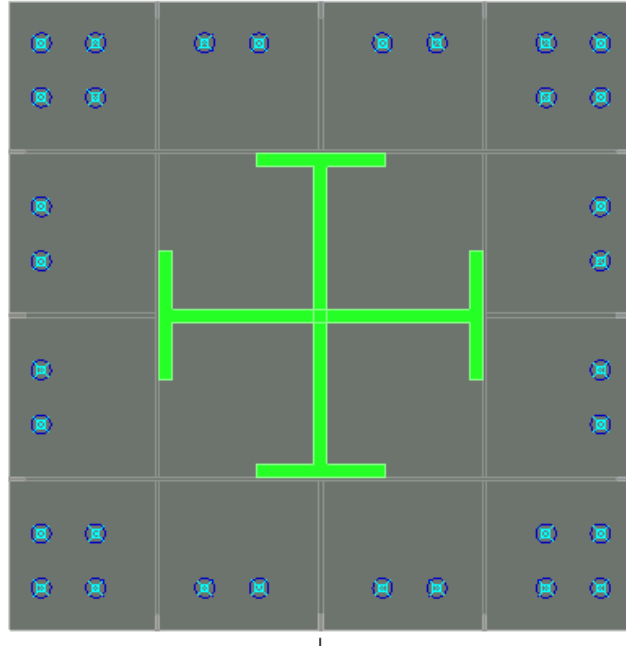
$$\sigma = 161977,8 \text{ kN/m}^2 \quad (8.81)$$

$$\sigma = 161977,8 \text{ kN/m}^2 < F_{y1} = 240000 \text{ kN/m}^2 \quad (8.82)$$

$$t = 0,12 \text{ m} \text{ uygundur.} \quad (8.83)$$

Ankraj elemanları tahkiki;

Ankraj elemanı olarak 10.9 kalitesinde M90 saplamalar kullanılacaktır. Saplama adetinin yeterli olup olmadığını bulmak için aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır.



Şekil 8.5 : Kolon ankraj bağlantı detayı

Saplama özellikleri;

Saplama kesme gerilmesi $F_{nv}=270000 \text{ kN/ m}^2$,

Saplama çekme gerilmesi $F_{nt}=410000 \text{ kN/ m}^2$,

Toplam saplama adeti $n=32$ adet,

Saplama çapı $d=0,09 \text{ m}$,

Delik çapı $d_1=0,093 \text{ m}$,

Saplamanın plaka kenarına mesafesi $l_{c1}=0,18 \text{ m}$,

Saplamalar arası mesafesi $l_{c2}=0,27 \text{ m}$,

Taban plakası kopma gerilmesi $F_u=360000 \text{ kN/ m}^2$,

$\Omega=2$

Saplama kesme dayanımı;

$$A_b = \pi \times d^2 / 4 = 0,0064 \text{ m}^2 \quad (8.84)$$

$$R_{ns}/\Omega = F_{nv} \times A_b / \Omega = 858,8 \text{ kN} \quad (8.85)$$

Saplama grubunun taşıyabileceği kesme kuvveti;

$$s_1 = R_{ns}/\Omega \times n = 29200,3 \text{ kN} \quad (8.86)$$

Saplama çekme dayanımı;

$$R_{nt}/\Omega = F_{nt} \times A_b / \Omega = 1304,1 \text{ kN} \quad (8.87)$$

Saplama grubunun taşıyabileceği çekme kuvveti;

$$s_c = R_{nt}/\Omega \times n = 44341,2 \text{ kN} \quad (8.88)$$

Minimum saplama mesafeleri;

Saplamanın plaka kenarına mesafesi;

$$l_{c1,min} = 2 \times d = 0,18 \text{ m} \quad (8.89)$$

Saplamalar arası mesafesi;

$$l_{c2,min} = 3 \times d = 0,27 \text{ m} \quad (8.90)$$

Kontrol;

Elemana gelen kesme kuvveti $S=2340 \text{ kN} < S_1=29200 \text{ kN}$

Bağlantıya gelen çekme kuvveti $S_s=42150 < S_c=44340 \text{ kN}$

Kullanılan saplama sayısının yeterli olduğu kontrol edilmiştir.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma sırasında İstanbul yüksek binalar rüzgâr yönetmeliği ve İstanbul yüksek binalar deprem yönetmeliği baz alınarak 35 katlı bir binanın tasarımı 360-10 standardı uyarınca yapılmıştır.

İstanbul yüksek binalar rüzgâr yönetmeliği, yüksek binaların ana taşıyıcı sistemlerinin, dış cephe elemanlarının ve rüzgâr yüklerine maruz yapısal ve yapısal olmayan diğer elemanların rüzgâra karşı tasarımında kullanılacak minimum rüzgâr yüklerini belirler.

Rüzgâr yükleri statik ve dinamik olmak üzere iki kısımdan oluşur. İstanbul yüksek binalar rüzgâr yönetmeliğinde verilen rüzgâr yükleri, binanın rüzgâr altında yaptığı statik ve maksimum dinamik yer değiştirmelerin toplamına eşit statik yer değiştirmeye karşı gelen eşdeğer statik yükler olarak ifade edilmiştir. Binanın ana taşıyıcı sistemine gelen toplam rüzgâr yükü, binanın tüm yüzeylerine gelen rüzgâr yüklerinin vektörel toplamından oluşur. Binanın ana taşıyıcı sistemine, dış cephe kaplamalarına ve rüzgâra maruz yapısal ve yapısal olmayan diğer elemanlara gelen rüzgâr yükleri $0,5 \text{ kN/m}^2$ den daha az olamaz.

İstanbul yüksek binalar deprem yönetmeliği, İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde yapılacak yüksek binaların, depreme karşı tasarımı için bu yüksek lisans tez çalışmasında uygulanmıştır. Yüksek binalar, tamamı yer altında olan ve binayı tümü ile kuşatan yüksek yatay rijitlikli çevre perdelerine sahip bodrum katları hariç olmak üzere, en düşük yer seviyesinden itibaren yüksekliği en az 60 metre olan binalar olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmaya konu olan yüksek yapı 35 katlı yapı toplam yüksekliği itibarıyla 140m'dir.

Bu çalışmada kullanılan sismik boyutlandırma ile ilgili yönetmelik, deprem etkileri altında temel ilke olarak performansa göre tasarımı esas alır. Bu tasarım yaklaşımında, belirli düzeylerdeki deprem yer hareketleri altında yüksek binaların taşıyıcı sistem elemanlarında oluşabilecek hasar sayısal olarak tahmin edilir ve bu

hasarın her bir elemanda kabul edilebilir hasar limitlerinin altında kalıp kalmadığı kontrol edilir. Kabul edilebilir hasar limitleri, çeşitli deprem düzeylerinde yapı için öngörülen performans hedefleri ile uyumlu olacak şekilde tanımlanır. Eleman düzeyinde hesaplanması öngörülen deprem hasarı, şiddetli depremlerde genel olarak doğrusal elastik sınırlar ötesinde meydana nonlinear deformasyonlara karşı geldiğinden performansa göre tasarım yaklaşımı, doğrusal olmayan (nonlinear) analiz yöntemleri ve şekil değiştirmeye (deformasyona) göre tasarım kavramı ile doğrudan ilişkilidir. Yönetmelikte, hasarın sınırlı olmasının öngörüldüğü performans hedefleri için, geleneksel dayanıma göre tasarım ilkesi çerçevesinde doğrusal (linear) analiz yöntemlerinin kullanılmasına da izin verilmektedir.

Kullanılan yönetmelik kapsamındaki yüksek binaların performansa göre tasarımında esas alınacak deprem düzeyleri;

(D1) Deprem Düzeyi: Bu deprem düzeyi, Yönetmelik kapsamındaki yüksek binaların servis ömürleri boyunca meydana gelebilmesi olasılığı fazla olan, göreceli olarak sık ancak şiddeti çok yüksek olmayan deprem yer hareketlerini ifade etmektedir. (D1) düzeyindeki depremin 50 yılda aşılma olasılığı %50, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 72 yıldır.

(D2) Deprem Düzeyi: Bu deprem düzeyi, Yönetmelik kapsamındaki yüksek binaların servis ömürleri boyunca meydana gelebilmesi olasılığı çok fazla olmayan, seyrek ancak şiddetli deprem yer hareketlerini ifade etmektedir. (D2) düzeyindeki depremin 50 yılda aşılma olasılığı %10, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 475 yıldır.

(D3) Deprem Düzeyi: Bu deprem düzeyi, Yönetmelik kapsamındaki yüksek binaların maruz kalabileceği en şiddetli deprem yer hareketini ifade etmektedir. (D3) düzeyindeki bu çok seyrek depremin 50 yılda aşılma olasılığı %2, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 2475 yıldır.

olarak tanımlanır.

İYBDY'ne göre tasarımın 4 aşamada yapılması öngörülmektedir. Tasarım aşaması I-A'da yapılan doğrusal analiz (Mod birleştirme yöntemi) sonucu ön boyutlama yapılmıştır. Tasarım aşaması I-B'de doğrusal olmayan analiz (Zaman tanım alanında analiz) yapılarak ön tasarımda bulunan kesitlerin yeterli olup olmadığına bakılmıştır. Tasarım aşaması II'de $R_a=1,5$ alınarak elde edilen eleman kuvvetlerin, hesaplanan

kesit taşıma kapasitesini aşmadığı gösterilmiştir. Tasarım aşaması I-B’de kullanılan deprem kaydının ‘Normal sınıf binalarda D2 depremi’ ne eşdeğer bir deprem olması gerekirken kullanılmış olan deprem kayıtları ‘Normal sınıf binalarda D3 depremi’ ne eşdeğerdir. ‘Normal sınıf binalarda D3 depremi’ tasarım aşaması III’de kullanılması öngörülen deprem kaydı olduğundan hesaplamalar tasarım aşaması III için yanıl öteleme kontrolü yapılarak sonlandırılmıştır.

İYBRY, İYBDY ve AISC 360-10’a göre hesapları yapılan binanın kesitleri Çizelge 9.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 9.1 : Profil kesitleri

KATLAR	KOLON PROFİLİ	KİRİŞ PROFİLİ	ÇAPRAZ PROFİLİ
1. ve 7. katlar arası	BU 600-1500-60	HL 920-420	400-200-15
8. ve 14. katlar arası	BU 600*1500*50	HL 920-390	300-200-15
9. ve 21. katlar arası	BU 550*1500*50	HL 920-368	300-150-15
22. ve 28. katlar arası	BU 550*1500*40	HL 920-344	300-150-10
29. ve 35. katlar arası	BU 550*1450*40	HL 920-344	300-100-10

Genel kesit profilleri Çizelge 9.1 de gösterildiği gibi bulunmuştur. Kolon ve kiriş elemanları için yüklerin oluşmasına sebep olan kombinasyonlar Çizelge 9.2 ve Çizelge 9.3 ile ayrıca verilmiştir. Sap2000’de yapılan hesaplar sonucunda elemanlarda oluşan kuvvet ve gerilme değerlerinin bir kısmı, kolon elemanları için Çizelge 9.3’de, kiriş elemanları için Çizelge 9.4’de ve çapraz elemanları için Çizelge 9.6’de verilmiştir. Kuvvet ve gerilme değerlerinin devamı Ek B’de verilmektedir.

Hesaplarda kullanılan kombinasyonlar ASCE/SEI 7’den alınmıştır. Hesap sonuçları incelendiğinde, elemanlara etkiyen yük değerlerinin deprem etkisinin olduğu kombinasyonlarda daha yüksek olduğu görülmektedir. Seçilen kesitler bu yükleri güvenli bir şekilde taşımaktadır.

Bu çalışma sırasında bodrum katlar ve zemin etkisi göz önüne alınmamıştır. Daha ileri bir çalışma için bu durumun da göz önüne alınarak yapı davranışının irdelenmesi, boyutlandırmanın doğru bir şekilde tamamlanabilmesi için bir gerektir.

Ayrıca yüksek binalarda karşılaşılan iki önemli husus daha bu çalışmada göz ardı edilmiştir. Bunlar; yapı yükseldikçe zeminde olan oturma, diğeri de yapı yükseldikçe kolonlarda oluşan boy kısaltmalarıdır. Yapı yükseldikçe, düşeyliğinin sağlanması da imalat açısından önem arz etmektedir.

Çizelge 9.2 : Kolon elemanları kombinasyonları

Eleman	Kombinasyonlar
619	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
669	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
619	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
669	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8282	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
435	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
350	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8562	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
763	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
47	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8564	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
216	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
848	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8280	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
350	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8282	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
435	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
619	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
619	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
47	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
669	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8562	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
216	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8564	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
763	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
309	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8282	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
1	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
143	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
524	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
848	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8280	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
763	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
763	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8562	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
435	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
524	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
143	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
435	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
350	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY

Çizelge 9.3 : Kolon elemanları kuvvet ve gerilme değerleri

Eleman	P	V2	V3	M2	M3	Oran
619	-6151,03	-50,51	-234,10	-241,56	-262,24	0,99
669	-6095,90	-53,49	-231,68	-241,56	-268,59	0,99
619	-5700,34	-30,42	-176,62	-230,23	-186,21	0,89
669	-5631,27	-33,03	-172,63	-244,16	-191,32	0,89
8282	-5477,52	-101,43	-77,84	-228,34	-376,73	0,96
435	-5328,55	-82,03	-169,59	-346,21	-312,42	0,96
350	-5326,52	-76,89	-183,65	-356,22	-299,92	0,96
8562	-5216,75	-104,20	-79,31	-207,55	-523,51	0,99
763	-5200,27	-67,18	-156,17	-437,42	-312,04	0,99
47	-5216,77	-122,22	-116,25	-481,36	-252,76	0,99
8564	-5161,23	-108,32	-87,76	-210,46	-515,34	0,98
216	-5109,50	-122,32	-139,88	-418,77	-349,31	0,99
848	-4958,13	-74,03	-142,53	-632,74	-117,32	0,96
8280	-4943,57	-99,60	-86,89	-135,81	-587,77	0,95
350	-4827,54	-62,86	-143,61	-570,60	-227,63	0,97
8282	-4794,96	-77,20	-58,29	-247,58	-429,87	0,91
435	-4778,54	-68,48	-121,34	-555,48	-239,58	0,96
619	-4760,40	-58,32	-232,90	-683,37	-173,89	0,99
619	-4760,40	-58,32	-232,90	-583,37	-273,89	0,99
47	-4755,75	-90,11	-77,71	-423,61	-415,46	0,98
669	-3532,67	-60,84	-233,01	-885,78	-179,73	0,93
8562	-4714,11	-77,17	-60,69	-228,61	-470,85	0,91
216	-4640,13	-90,17	-114,50	-477,63	-411,89	0,99
8564	-4615,28	-82,27	-67,84	-258,31	-458,44	0,91
763	-4573,36	-44,31	-122,96	-482,68	-227,59	0,89
309	-4529,69	-73,17	-155,29	-462,77	-311,48	0,92
8282	-4498,38	-100,35	-78,12	-326,42	-580,96	0,98
1	-2490,05	-73,37	-159,58	-657,75	-313,94	0,76
143	-2404,69	-138,54	-139,50	-689,70	-561,14	0,89
524	-2399,00	-138,72	-163,66	-722,32	-558,92	0,90
848	-4397,70	-50,91	-101,42	-471,41	-233,64	0,87
8280	-4390,01	-73,76	-65,04	-249,74	-443,70	0,87
763	-4369,66	-156,18	-51,88	-204,36	-688,12	0,96
763	-4357,97	-73,06	-150,29	-633,43	-317,75	0,98
8562	-4295,70	-105,16	-77,96	-310,53	-618,72	0,97
435	-2291,94	-75,26	-175,56	-749,84	-308,10	0,78
524	-4265,96	-106,21	-132,17	-554,48	-416,95	0,98
143	-4257,31	-106,00	-94,86	-503,34	-419,30	0,96
435	-4247,76	-158,25	-58,12	-238,96	-683,60	0,96
350	-2242,98	-72,44	-177,82	-753,75	-298,97	0,77

Çizelge 9.4 : Kiriş elemanları kombinasyonları

Eleman	Kombinasyonlar
183	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
183	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
172	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
172	0,23D+0,23SD-2,1SPECY-0,63SPECX
396	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
396	0,23D+0,23SD-2,1SPECX-0,63SPECY
396	0,23D+0,23SD-2,1SPECX-0,63SPECY
396	0,23D+0,23SD-2,1SPECX-0,63SPECY
396	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY
396	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY
396	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY
396	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
396	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
396	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY
396	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY
8804	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
9048	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
9048	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
8963	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
8963	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
432	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
6	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
432	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
6	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8802	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
9050	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
9050	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
8726	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
8727	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
8726	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
8802	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
8727	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
251	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
3	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
9049	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
9049	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
8803	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
251	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8961	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
8803	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX

Çizelge 9.5 : Kiriş elemanları kuvvet ve gerilme değerleri

Eleman	P	V2	M3	Oran
183	-296,12	-16,46	-36,91	0,36
183	-295,41	-20,49	-34,89	0,35
172	-293,73	-20,10	-34,45	0,35
172	-289,23	-16,34	-36,38	0,35
396	-271,40	-23,27	-128,26	0,49
396	-271,40	-23,37	-105,83	0,45
396	-271,40	-23,32	-117,03	0,47
396	-271,40	-23,27	-128,26	0,49
396	-264,88	-25,87	-99,75	0,43
396	-264,88	-25,58	-109,76	0,45
396	-264,88	-25,28	-119,92	0,47
396	-264,04	-20,39	-119,72	0,46
396	-264,04	-20,10	-109,60	0,45
396	-264,04	-20,39	-119,72	0,46
396	-264,04	-20,10	-109,60	0,45
8804	-29,34	-107,06	-214,77	0,43
9048	-28,44	-104,71	-209,70	0,42
9048	-28,44	-105,09	-208,99	0,41
8963	-20,42	-96,03	-194,11	0,38
8963	-20,92	-96,42	-191,20	0,38
432	-13,56	-50,57	-177,06	0,35
6	-13,42	-49,71	-174,03	0,34
432	-13,78	10,15	-170,83	0,33
6	-18,26	9,86	-169,62	0,33
8802	-54,08	-81,35	-163,02	0,34
9050	-62,78	-80,62	-162,99	0,34
9050	-62,78	-81,01	-162,21	0,34
8726	-70,02	-54,30	-161,85	0,34
8727	-63,57	-52,91	-161,67	0,34
8726	-48,59	-53,54	-161,45	0,33
8802	-54,08	-80,97	-161,12	0,34
8727	-44,36	-53,66	-160,53	0,33
251	-11,66	-47,08	-158,07	0,31
3	-12,42	-46,69	-157,42	0,31
9049	-48,99	-77,56	-155,55	0,32
9049	-48,99	-77,94	-155,19	0,32
8803	-51,32	-76,84	-154,95	0,32
251	-13,88	13,69	-154,26	0,30
8961	-41,19	-75,48	-153,10	0,31
8803	-51,32	-76,46	-152,57	0,32

Çizelge 9.6 : Çapraz elemanları kuvvet ve gerilme değerleri

Eleman	Kombinasyonlar	P	Oran
6137	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX	467,93	0,74
6137	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX	467,80	0,74
6137	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX	467,66	0,74
9244	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY	461,54	0,73
9244	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	461,41	0,73
9244	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY	461,28	0,73
8262	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX	456,12	0,72
8262	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX	455,99	0,72
8262	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX	455,86	0,72
9242	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	451,03	0,72
9242	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY	450,90	0,72
9242	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	450,77	0,72
9294	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY	449,27	0,71
9294	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	449,14	0,71
9294	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY	449,01	0,71
9295	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	448,70	0,71
9295	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY	448,57	0,71
9295	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	448,43	0,71
9295	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	426,31	0,68
9294	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	426,15	0,68
9295	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	425,51	0,68
9294	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	425,35	0,68
9295	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	424,71	0,67
9294	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	424,55	0,67
134	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY	422,62	0,67
134	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	422,49	0,67
134	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY	422,35	0,67
9190	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	418,45	0,66
9190	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY	418,31	0,66
9190	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	418,18	0,66
9244	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	416,23	0,66
9244	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	415,43	0,66
9244	1,4D+1,4SD-2,1SPECX-0,63SPECY	415,43	0,66
9244	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	414,63	0,66
9192	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	414,61	0,66
9192	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY	414,48	0,66
9192	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	414,35	0,66

KAYNAKLAR

- AISC Design Examples, Version 14.1** (2011). American Institute of Steel Construction.
- AISC Seismic Design Manual**, (2005). American Institute of Steel Construction Inc. and The Structural Steel Educational Council.
- AISC Seismic Design Module 3**, (2007). Design of Seismic Resistant Steel Steel Building Structures, 3. Concentrically Braced Frames
- AISC Steel Construction Manual 13th**, (2005). American Institute of Steel Construction Inc. Thirteenth edition.
- ANSI/AISC 360-10**, (2010). An American National Standard, Specification for Structural Steel Buildings, American Institute of Steel Construction
- ASCE/SEI 7-10**, (2010). American Society of Civil Engineers, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.
- Doğan, O.**, (2007), Yüksek Mukavemetli Bulonların Emniyet Gerilmeleri ve Yapı Çeliği Burkulma Katsayıları, İmo İstanbul Bülten.
- Duru, B.** (2000), Gökdelenler ve Kent
- Eğilmez, O.Ö.**, Basınç Altındaki Elemanların Taşıma Gücü Hesabı, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü.
- IBC**, (2012). International Building Code.
- İYBDY**, (2008). İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği, Versiyon-IV
Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Boğaziçi Üniversitesi Çengelköy, İstanbul.
- İYBRY**, (2008). İstanbul Yüksek Binalar Rüzgâr Yönetmeliği, Versiyon-V
Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Boğaziçi Üniversitesi Çengelköy, İstanbul.
- Kırkan H.S.**, (2005), Çok Katlı Yüksek Yapıların Tasarımına Etki Eden Faktörlerin İrdelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık Bölümü, Bina Bilgisi Anabilim Dalı, İzmir

Türker, İ. Y, (2011), Çelik Yapılar Tasarımı-2, TMMOB İMO Ankara Şubesi, Meslek İçi Eğitim Programları.

University of Bradford, Time History Seismic Analysis With Sap2000.

Url-I<http://amsections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/2-Products_Services/1_Product_Range/HD.pdf> alındığı tarih: 27.04.2014

Url-I<http://amsections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/2-Products_Services/1_Product_Range/HL.pdf> alındığı tarih: 27.04.2014

Url-I<http://amsections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/4-Library/1-Sales_programme_Brochures/Histar/Histar_EN.pdf> alındığı tarih: 27.04.2014

EKLER

EK A : Kolon Elemanları Kuvvet Değerleri ve Dizayn Sonuçları

EK B: Kiriş Elemanları Kuvvet Değerleri ve Dizayn Sonuçları

EK C: Çapraz Elemanları Kuvvet Değerleri ve Dizayn Sonuçları

EK D: Deprem Tehlike Haritaları

EK E: Ölçeklenmiş Spektrum Eğrileri

EK F: Burulma Düzensizliği Hesabı

EK G: Tasarım Aşaması I-A için Yanal Ötelenme Değerleri

EK H: Tasarım Aşaması I-B için Yanal Ötelenme Değerleri

EK I: Tasarım Aşaması II için Yanal Ötelenme Değerleri

EK J: Tasarım Aşaması III için Yanal Ötelenme Değerleri

EK K: Kütle Katılım Oranı

EK A:**Çizelge A1 : Kolon elemanları kombinasyonları**

47	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
309	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8564	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
1	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
47	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
848	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
216	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
216	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8280	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
1656	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
143	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
524	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
669	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
619	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
848	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
309	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
1	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
619	1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
350	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
669	1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
8562	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
619	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
8282	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
143	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
669	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
524	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
8667	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
309	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
1	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
47	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
524	1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
524	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
143	1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
143	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
350	1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
350	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
216	1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
435	1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
8667	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR

Çizelge A1(Devam) : Kolon elemanları kombinasyonları

8562	1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
47	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
8564	1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
8282	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
350	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
8282	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
216	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
435	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
8562	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
8564	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
309	1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
8280	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
524	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
143	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
763	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
848	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
1656	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
763	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
1	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
8280	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
848	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
8667	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
1656	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
309	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
1	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
8667	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
8564	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
8563	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8280	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
8563	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
1656	1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
8563	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8281	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8563	1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
619	0,23D+0,23SD-0,7SPECX+0,21SPECY
669	0,23D+0,23SD+0,7SPECX+0,21SPECY
669	0,23D+0,23SD-0,7SPECX+0,21SPECY
8667	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
8281	1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
8282	0,23D+0,23SD+0,7SPECX+0,21SPECY
1656	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY

Çizelge A1(Devam) : Kolon elemanları kombinasyonları

763	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
763	0,23D+0,23SD+0,7SPECX+0,21SPECY
763	0,23D+0,23SD-0,7SPECX+0,21SPECY
435	0,23D+0,23SD-0,7SPECX+0,21SPECY
8562	0,23D+0,23SD-0,7SPECX+0,21SPECY
350	0,23D+0,23SD-0,7SPECX+0,21SPECY
435	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
47	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
8564	0,23D+0,23SD-0,7SPECX+0,21SPECY
47	0,23D+0,23SD+0,7SPECX+0,21SPECY
8281	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY
216	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
216	0,23D+0,23SD-0,7SPECX+0,21SPECY
848	0,23D+0,23SD+0,7SPECX+0,21SPECY
8280	0,23D+0,23SD-0,7SPECX+0,21SPECY
143	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
524	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
8563	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
1656	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
669	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
619	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
1656	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
848	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
309	0,23D+0,23SD+0,7SPECX+0,21SPECY
1	0,23D+0,23SD-0,7SPECX+0,21SPECY
350	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
8281	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
143	0,23D+0,23SD+0,7SPECX+0,21SPECY
524	0,23D+0,23SD-0,7SPECX+0,21SPECY
8562	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
8282	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
8667	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8667	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
8281	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
309	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
1	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
8564	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
8280	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
8563	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
8563	0,23D+0,23SD-0,7SPECY+0,21SPECX
1656	0,23D+0,23SD+0,7SPECX+0,21SPECY

Çizelge A2 : Kolon elemanları kuvvet değerleri ve dizayn sonuçları

Eleman	P	V2	V3	M2	M3	Oran
47	-4155,47	-181,91	-41,26	-189,77	-809,02	0,98
309	-4152,88	-62,60	-115,72	-500,84	-241,98	0,86
8564	-4125,14	-107,32	-85,94	-337,76	-619,97	0,96
1	-4094,27	-62,46	-120,65	-491,40	-243,56	0,85
47	-3055,45	-123,71	-126,20	-595,08	-550,56	0,92
848	-4030,08	-77,96	-147,99	-634,96	-320,33	0,94
216	-4022,24	-179,24	-43,90	-202,41	-795,26	0,97
216	-3700,43	-123,79	-129,73	-600,63	-540,87	0,99
8280	-3969,94	-100,52	-86,83	-337,87	-583,40	0,92
1656	-3844,62	-62,29	-136,08	-641,01	-230,27	0,88
143	-3802,82	-185,59	-47,30	-228,48	-810,54	0,96
524	-3743,13	-184,29	-52,12	-229,43	-801,27	0,95
669	-3631,94	-132,63	-80,55	-316,40	-642,65	0,90
619	-3608,60	-131,00	-78,87	-312,09	-639,71	0,89
848	-3585,62	-161,17	-48,67	-208,83	-685,93	0,86
309	-3503,44	-65,14	-156,19	-658,28	-302,26	0,88
1	-3492,57	-65,71	-158,42	-660,30	-305,07	0,88
619	-3456,82	-0,49	-60,28	-238,09	-48,12	0,56
350	-3433,90	-161,16	-58,94	-243,93	-680,68	0,86
669	-3398,93	-1,88	-56,00	-251,57	-50,35	0,56
8562	-3206,18	-35,50	-164,66	-692,55	-201,13	0,81
619	-3159,68	-10,61	-78,99	-322,59	-78,12	0,58
8282	-3145,87	-34,02	-164,29	-697,38	-186,16	0,80
143	-3128,34	-136,59	-149,80	-705,22	-564,52	0,98
669	-3119,44	-11,97	-76,17	-332,13	-80,64	0,58
524	-3107,25	-136,65	-153,72	-708,22	-562,79	0,98
8667	-3023,21	-73,64	-142,53	-641,07	-271,44	0,80
309	-2936,05	-135,69	-53,31	-212,75	-651,63	0,77
1	-2884,75	-137,59	-59,83	-221,74	-658,60	0,77
47	-2842,17	-28,11	-13,63	-124,72	-140,40	0,47
524	-2839,30	-38,08	-56,29	-201,76	-135,17	0,51
524	-2839,30	-38,08	-56,29	-201,76	-135,17	0,51
143	-2818,60	-37,89	-18,95	-149,21	-136,71	0,48
143	-2818,60	-37,89	-18,95	-149,21	-136,71	0,48
350	-2812,55	-27,07	-55,27	-193,97	-78,24	0,47
350	-2812,55	-27,07	-55,27	-193,97	-78,24	0,47
216	-2760,89	-28,13	-50,63	-177,30	-138,10	0,49
435	-2734,46	-31,52	-32,97	-180,20	-85,95	0,46

Çizelge A2(Devam) : Kolon elemanları kuvvet değerleri ve dizayn sonuçları

8667	-2689,75	-156,02	-49,62	-166,40	-616,16	0,70
8562	-2666,62	-24,49	-21,85	-73,05	-161,97	0,44
47	-2665,34	-39,55	-30,81	-182,84	-186,01	0,50
8564	-2654,55	-28,70	-25,04	-89,70	-148,00	0,44
8282	-2642,01	-27,13	-19,20	-84,56	-138,97	0,43
350	-2639,87	-29,17	-65,87	-254,05	-100,74	0,49
8282	-2606,92	-34,67	-25,73	-110,98	-188,87	0,46
216	-2603,85	-39,61	-54,72	-218,33	-184,25	0,51
435	-2603,10	-32,74	-51,77	-245,84	-107,59	0,49
8562	-2586,76	-33,98	-27,51	-100,13	-211,66	0,46
8564	-2546,91	-36,90	-30,70	-115,64	-201,43	0,46
309	-2502,02	-30,82	-37,53	-172,14	-91,75	0,43
8280	-2500,74	-23,41	-21,63	-80,61	-152,43	0,42
524	-2496,79	-47,89	-62,48	-252,02	-183,22	0,51
143	-2486,40	-47,74	-38,28	-217,52	-184,34	0,49
763	-2481,79	-7,21	-48,40	-166,35	-68,16	0,41
848	-2473,88	-11,54	-26,88	-153,71	-73,17	0,41
1656	-2462,02	-129,40	-20,75	-143,06	-513,69	0,61
763	-2458,51	-17,70	-56,75	-215,65	-99,46	0,45
1	-2446,03	-30,36	-41,56	-161,00	-91,89	0,42
8280	-2424,55	-32,47	-29,02	-110,30	-199,42	0,44
848	-2393,04	-21,54	-43,15	-209,14	-103,36	0,44
8667	-2369,01	-208,35	-56,44	-215,38	-821,79	0,78
1656	-2331,02	-172,39	-38,49	-202,70	-685,19	0,71
309	-2328,55	-30,79	-51,04	-224,50	-111,18	0,44
1	-2292,40	-30,57	-54,12	-217,22	-111,72	0,44
8667	-2223,66	-51,76	-25,20	-60,53	-205,31	0,40
8564	-2157,61	-35,75	-177,76	-726,59	-199,30	0,70
8563	-2086,34	-104,83	-42,77	-160,08	-516,21	0,58
8280	-2049,46	-33,60	-175,48	-723,20	-189,01	0,68
8563	-1991,19	-53,00	-156,30	-661,20	-232,69	0,67
1656	-1895,12	-43,21	3,12	-36,83	-170,83	0,33
8563	-1815,44	-139,49	-55,18	-215,51	-687,57	0,65
8281	-1799,45	-96,53	-40,94	-163,43	-480,12	0,53
8563	-1786,17	-35,21	-16,16	-51,04	-172,75	0,33
619	-1769,05	-18,42	-77,79	-327,19	-89,77	0,41
669	-1756,21	-19,32	-77,50	-329,00	-91,78	0,41
669	-1756,21	-19,32	-77,50	-329,00	-91,78	0,41
8667	-1747,55	-69,34	-23,88	-74,23	-273,99	0,38
8281	-1634,20	-32,22	-13,08	-50,94	-160,02	0,21
8282	-1627,78	-33,59	-26,00	-109,06	-193,10	0,26

Çizelge A2(Devam) : Kolon elemanları kuvvet değerleri ve dizayn sonuçları

1656	-1575,15	-57,47	-6,66	-61,06	-228,05	0,25
763	-1573,10	-51,29	-18,07	-68,64	-228,62	0,26
763	-1569,20	-23,58	-50,87	-211,67	-105,17	0,26
763	-1569,20	-23,58	-50,87	-211,67	-105,17	0,26
435	-1566,50	-25,97	-57,74	-249,47	-103,27	0,28
8562	-1565,71	-34,93	-26,16	-103,12	-206,87	0,26
350	-1556,33	-24,73	-60,04	-251,57	-99,78	0,28
435	-1551,77	-53,64	-18,59	-79,18	-228,43	0,26
47	-1537,35	-60,44	-12,45	-61,46	-269,96	0,27
8564	-1510,83	-35,90	-28,89	-112,94	-206,05	0,26
47	-1504,01	-41,04	-40,76	-196,56	-183,81	0,29
8281	-1491,17	-128,65	-55,16	-221,46	-640,16	0,55
216	-1488,72	-59,56	-15,96	-69,45	-265,27	0,27
216	-1474,78	-41,07	-44,57	-203,19	-182,81	0,30
848	-1464,98	-25,47	-48,62	-211,36	-106,38	0,26
8280	-1450,91	-33,39	-28,95	-112,35	-195,04	0,25
143	-1434,88	-62,12	-14,42	-74,13	-269,74	0,27
524	-1417,00	-61,70	-18,67	-78,32	-266,58	0,27
8563	-1415,21	-46,66	-19,70	-70,13	-229,62	0,25
1656	-1412,66	-20,77	-44,35	-212,60	-76,70	0,24
669	-1389,30	-43,25	-26,68	-105,88	-212,76	0,26
619	-1385,11	-42,64	-26,45	-103,43	-211,71	0,25
1656	-1330,49	-172,38	-46,22	-210,86	-685,63	0,56
848	-1316,83	-53,21	-15,51	-69,32	-228,25	0,24
309	-1302,31	-22,77	-51,95	-220,01	-101,96	0,25
1	-1294,91	-22,91	-52,96	-219,77	-102,85	0,25
350	-1286,64	-54,30	-20,41	-81,64	-227,02	0,24
8281	-1270,84	-42,91	-18,01	-71,47	-213,36	0,23
143	-1210,05	-45,79	-48,58	-233,04	-187,73	0,30
524	-1205,04	-45,82	-52,54	-237,92	-187,09	0,30
8562	-1202,54	-11,71	-55,06	-230,46	-67,67	0,23
8282	-1176,95	-11,48	-54,73	-232,71	-61,50	0,23
8667	-1168,24	-208,48	-50,08	-212,33	-821,72	0,63
8667	-1165,10	-24,53	-48,34	-214,09	-90,49	0,23
8281	-1125,18	-49,76	-163,73	-682,17	-218,31	0,55
309	-1113,18	-46,28	-17,65	-71,50	-218,42	0,22
1	-1092,31	-46,87	-20,10	-73,58	-220,70	0,22
8564	-854,99	-12,05	-59,49	-242,55	-65,83	0,22
8280	-810,75	-11,08	-58,50	-240,80	-63,58	0,21
8563	-799,97	-139,28	-53,54	-217,65	-687,03	0,53
8563	-796,81	-17,70	-52,31	-220,12	-77,63	0,21

EK B:**Çizelge B1 : Kiriş elemanları kombinasyonları**

Eleman	Kombinasyonlar
3	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8961	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
8962	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
432	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
6	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
6753	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
234	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
6754	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
234	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
8726	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
489	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
8727	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
399	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
308	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
520	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
396	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
399	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
417	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
308	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
251	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
417	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
8726	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
251	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
8727	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
399	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
520	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
9048	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
432	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
183	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
396	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
417	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
348	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
234	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
172	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
177	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8804	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
251	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
348	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR

Çizelge B1 (Devam) : Kiriş elemanları kombinasyonları

Eleman	Kombinasyonlar
6754	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
251	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
308	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
489	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
399	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
520	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
399	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
206	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
417	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
407	1,3D+1,3SD+0,75L-0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
432	1,4D+1,4SD-0,7SPECX+0,21SPECY
6	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
9048	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
183	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
168	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
172	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
168	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
177	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
8802	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
348	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
396	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
251	1,4D+1,4SD+0,7SPECX+0,21SPECY
206	1,3D+1,3SD+0,75L+0,525SPECX+0,158SPECY+0,75LR
348	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
407	D+SD+0,75L+0,45WYN+0,75S
251	1,4D+1,4SD-0,7SPECX+0,21SPECY
9048	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
396	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
8802	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
8802	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
396	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
396	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
183	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
396	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
168	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
177	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
396	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
6754	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR

Çizelge B1 (Devam) : Kiriş elemanları kombinasyonları

396	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
183	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
396	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
172	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
183	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
396	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR
396	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8962	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
8961	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
8803	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
8961	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
9049	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
8803	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
9049	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
8727	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY
8726	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY
8802	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
9050	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX
8963	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
9048	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX
8804	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX

Çizelge B2 : Kiriş elemanları kuvvet değerleri ve dizayn sonuçları

Eleman	P	V2	M3	Oran
3	-11,59	12,99	-150,98	0,29
8961	-41,92	-75,08	-148,54	0,30
8962	-35,20	-73,52	-147,83	0,30
432	-23,69	-29,03	-147,03	0,29
6	-23,49	-28,83	-146,18	0,29
6753	-52,37	-46,22	-138,07	0,29
234	-18,53	-26,46	-135,67	0,27
6754	-57,54	-43,72	-133,78	0,28
234	-20,47	-20,01	-132,89	0,26
8726	-47,67	-44,89	-131,90	0,28
489	-18,41	-25,70	-131,63	0,26
8727	-41,21	-35,71	-131,23	0,27
399	-19,85	3,23	-129,83	0,26
308	-19,78	-25,19	-129,17	0,26
520	-19,64	3,24	-128,83	0,26
396	-271,15	-22,38	-127,93	0,49
399	-49,43	-24,83	-127,83	0,27
417	-19,45	-24,51	-125,68	0,25
308	-15,92	-18,73	-125,18	0,25
251	-21,03	-24,69	-123,41	0,25
417	-17,06	-18,27	-122,55	0,24
8726	-33,54	-39,64	-118,81	0,24
251	-24,00	-17,00	-118,80	0,24
8727	-29,04	-40,96	-118,73	0,24
399	-27,55	-13,23	-118,20	0,24
520	-26,11	-13,16	-117,51	0,24
9048	-17,85	-55,83	-112,18	0,22
432	-1,46	-37,67	-107,25	0,21
183	-230,42	-19,40	-107,16	0,41
396	-271,40	-23,37	-105,83	0,45
417	-10,19	22,34	-101,21	0,20
348	-24,04	7,01	-101,17	0,21
234	-6,28	-34,00	-101,16	0,20
172	-225,11	-17,31	-100,77	0,39
177	-38,06	-21,28	-100,52	0,21
8804	-19,06	-49,61	-100,43	0,20
251	-0,91	-36,34	-100,00	0,19
348	-39,49	-21,17	-99,61	0,21

Çizelge B2 (Devam) : Kiriş elemanları kuvvet değerleri ve dizayn sonuçları

Eleman	P	V2	M3	Oran
6754	-28,02	-34,39	-98,94	0,20
251	-1,62	23,70	-98,53	0,19
308	-7,87	-33,50	-98,49	0,19
489	-6,50	-33,21	-96,65	0,19
399	-40,80	-10,16	-95,94	0,20
520	-37,30	-10,05	-95,00	0,20
399	-33,37	-13,39	-94,72	0,20
206	1,06	37,33	-94,55	0,18
417	-8,71	-32,65	-93,91	0,18
407	-0,76	37,23	-92,74	0,18
432	-5,05	-28,31	-91,74	0,18
6	-4,97	-27,85	-90,05	0,17
9048	-18,40	-45,37	-89,21	0,18
183	-230,42	-19,50	-88,44	0,38
168	-182,26	-15,66	-87,77	0,26
172	-228,23	-19,26	-87,31	0,37
168	-181,51	-15,82	-87,31	0,26
177	-40,12	-8,81	-85,62	0,18
8802	-34,06	-41,91	-85,18	0,18
348	-41,03	-8,54	-83,56	0,18
396	-193,31	-21,23	-83,04	0,25
251	-4,22	-26,71	-83,03	0,16
206	4,46	38,87	-82,84	0,16
348	-29,24	-11,79	-82,50	0,17
407	0,55	33,67	-82,24	0,16
251	-5,10	11,75	-81,84	0,16
9048	-18,40	-43,21	-81,09	0,16
396	273,96	22,19	61,94	0,38
8802	32,43	29,64	63,19	0,14
8802	32,43	29,64	63,19	0,14
396	215,71	12,00	68,29	0,33
396	215,71	12,00	68,29	0,33
183	232,76	18,73	71,37	0,35
396	273,94	23,40	73,03	0,40
168	184,02	15,48	73,09	0,23
177	40,02	12,13	75,83	0,16
396	273,96	22,29	84,83	0,42
6754	48,46	37,26	89,69	0,20

Çizelge B2 (Devam) : Kiriş elemanları kuvvet değerleri ve dizayn sonuçları

Eleman	P	V2	M3	Oran
396	215,71	12,55	90,33	0,37
183	232,76	18,83	90,66	0,38
396	273,96	22,39	108,22	0,45
172	230,63	18,68	108,58	0,41
183	232,76	18,92	109,97	0,42
396	216,70	21,11	111,33	0,40
396	273,94	23,16	131,16	0,49
8962	35,20	73,72	145,48	0,30
8961	43,25	75,32	148,01	0,30
8803	53,03	77,05	151,67	0,32
8961	42,54	74,93	151,98	0,31
9049	49,95	77,19	154,01	0,32
8803	53,03	76,67	154,92	0,32
9049	49,95	77,58	155,82	0,32
8727	65,29	54,10	159,02	0,34
8726	71,38	53,07	159,10	0,34
8802	55,67	80,34	161,01	0,34
9050	65,22	81,58	161,10	0,34
8963	19,87	96,37	193,69	0,38
9048	27,29	104,43	210,62	0,42
8804	28,54	107,14	215,30	0,43

EK C

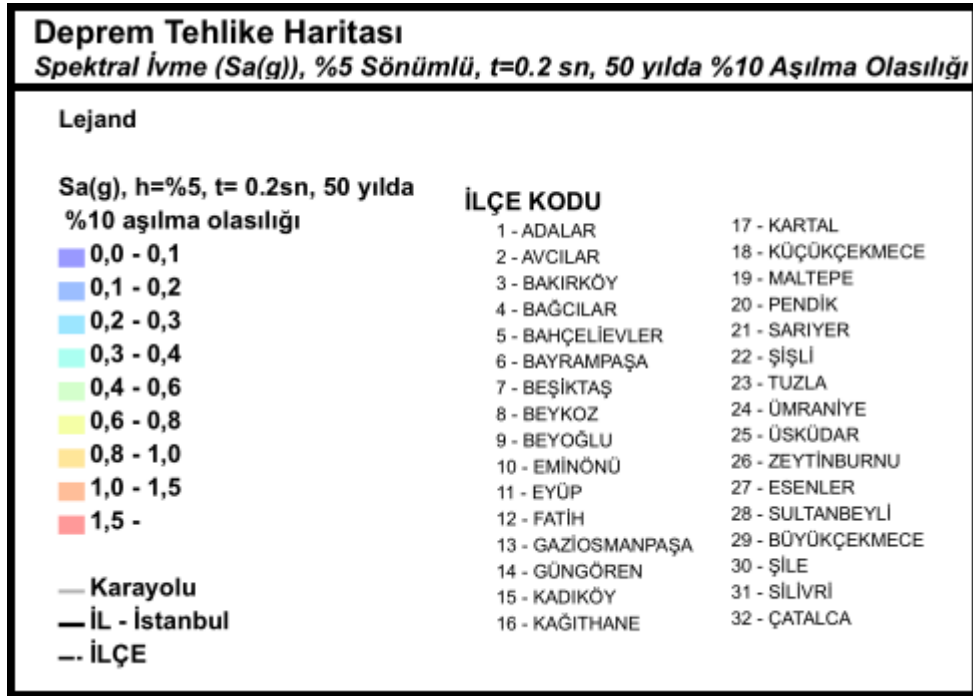
Çizelge C : Çapraz elemanları kuvvet değerleri ve dizayn sonuçları

Eleman	Kombinasyon	P	Oran
202	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY	414,00	0,66
9242	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	404,38	0,64
9242	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	403,58	0,64
8208	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX	400,43	0,64
8208	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX	400,30	0,64
8208	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX	400,17	0,64
8260	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECY+0,473SPECX+0,75S	-402,10	0,64
8260	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECY+0,473SPECX+0,75S	-402,84	0,64
3643	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-414,15	0,66
8260	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX	-415,52	0,66
3697	1,4D+1,4SD-2,1SPECX-0,63SPECY	-417,84	0,66
3697	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-418,64	0,66
9242	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECX+0,473SPECY+0,75LR	-420,18	0,67
8208	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX	-422,32	0,67
9244	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECX+0,473SPECY+0,75S	-425,95	0,68
8260	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-428,62	0,68
8260	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-429,42	0,68
9192	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-431,99	0,69
9190	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-435,53	0,69
9190	0,23D+0,23SD-2,1SPECX-0,63SPECY	-435,53	0,69
6137	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-439,23	0,70
134	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-439,62	0,70
6137	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECY+0,473SPECX+0,75S	-447,69	0,71
8262	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECY+0,473SPECX+0,75S	-447,89	0,71
8262	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECY+0,473SPECX+0,75LR	-448,28	0,71
6137	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECY+0,473SPECX+0,75S	-448,44	0,71
6137	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECY+0,473SPECX+0,75LR	-448,66	0,71
8262	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECY+0,473SPECX+0,75LR	-449,03	0,71
6137	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECY+0,473SPECX+0,75S	-449,18	0,71
8262	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECY+0,473SPECX+0,75S	-449,38	0,71
6137	1,3D+1,3SD+0,75L-1,575SPECY+0,473SPECX+0,75LR	-449,41	0,71
8262	1,3D+1,3SD+0,75L+1,575SPECY+0,473SPECX+0,75LR	-449,77	0,71
9295	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-457,50	0,73
6327	1,4D+1,4SD+2,1SPECY+0,63SPECX	-457,62	0,73
9295	0,23D+0,23SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-457,76	0,73
9294	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-458,36	0,73
6327	1,4D+1,4SD-2,1SPECY+0,63SPECX	-458,42	0,73
9294	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-458,49	0,73
6327	1,4D+1,4SD-2,1SPECY+0,63SPECX	-459,22	0,73

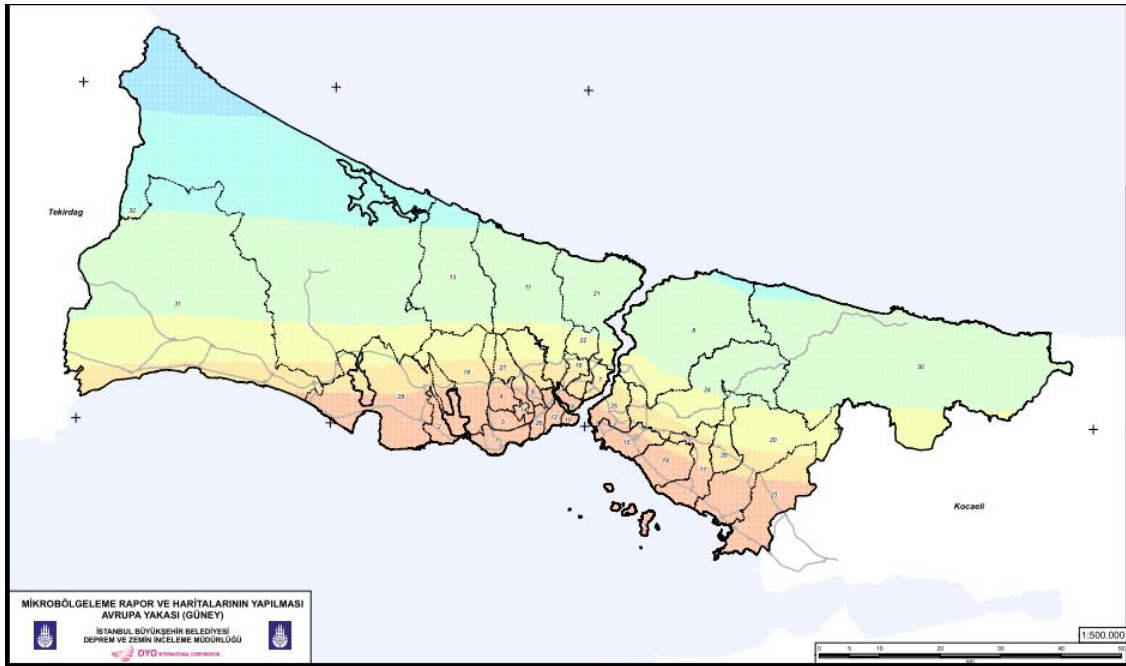
Çizelge C (Devam) : Çapraz elemanları kuvvet değerleri ve dizayn sonuçları

Eleman	Kombinasyon	P	Oran
9242	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-469,06	0,74
9242	0,23D+0,23SD+2,1SPECX-0,63SPECY	-469,32	0,75
202	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-474,69	0,75
9192	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-475,27	0,75
202	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-475,49	0,76
9192	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-476,07	0,76
8260	1,4D+1,4SD-2,1SPECY+0,63SPECX	-476,86	0,76
9192	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-476,87	0,76
8208	1,4D+1,4SD+2,1SPECY-0,63SPECX	-477,08	0,76
8260	1,4D+1,4SD-2,1SPECY+0,63SPECX	-477,66	0,76
8208	1,4D+1,4SD+2,1SPECY+0,63SPECX	-477,88	0,76
8260	1,4D+1,4SD-2,1SPECY+0,63SPECX	-478,46	0,76
8208	1,4D+1,4SD+2,1SPECY+0,63SPECX	-478,68	0,76
9190	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-478,98	0,76
9244	0,23D+0,23SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-479,35	0,76
8262	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX	-479,71	0,76
9190	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-479,78	0,76
9295	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-479,88	0,76
8262	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX	-479,98	0,76
9190	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-480,58	0,76
9295	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-480,68	0,76
9294	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-481,47	0,76
9295	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-481,48	0,76
134	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-482,87	0,77
9294	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-483,08	0,77
134	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-484,47	0,77
6137	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX	-489,75	0,78
6137	0,23D+0,23SD-2,1SPECY+0,63SPECX	-489,88	0,78
6137	0,23D+0,23SD+2,1SPECY+0,63SPECX	-490,01	0,78
9242	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-514,91	0,82
9242	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-515,71	0,82
9242	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-516,51	0,82
9244	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-524,66	0,83
9244	1,4D+1,4SD-2,1SPECX+0,63SPECY	-525,46	0,83
9244	1,4D+1,4SD+2,1SPECX+0,63SPECY	-526,26	0,84
8262	1,4D+1,4SD-2,1SPECY+0,63SPECX	-540,52	0,86
8262	1,4D+1,4SD+2,1SPECY+0,63SPECX	-541,32	0,86
6137	1,4D+1,4SD-2,1SPECY+0,63SPECX	-545,24	0,87
6137	1,4D+1,4SD+2,1SPECY+0,63SPECX	-546,04	0,87

EK D



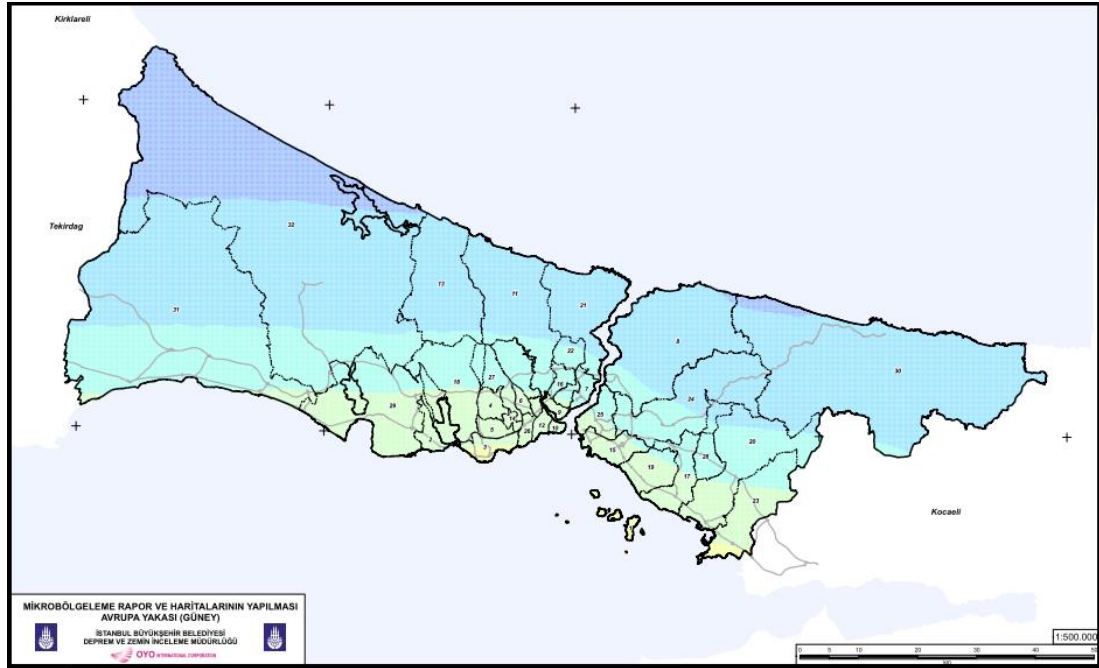
Şekil D1 : $t=0,2$ sn, 50 yılda %10 aşılma olasılığı için spektral ivme değerleri



Şekil D2 : $t=0,2$ sn, 50 yılda %10 aşılma olasılığı için bölgelere göre ivme değerleri



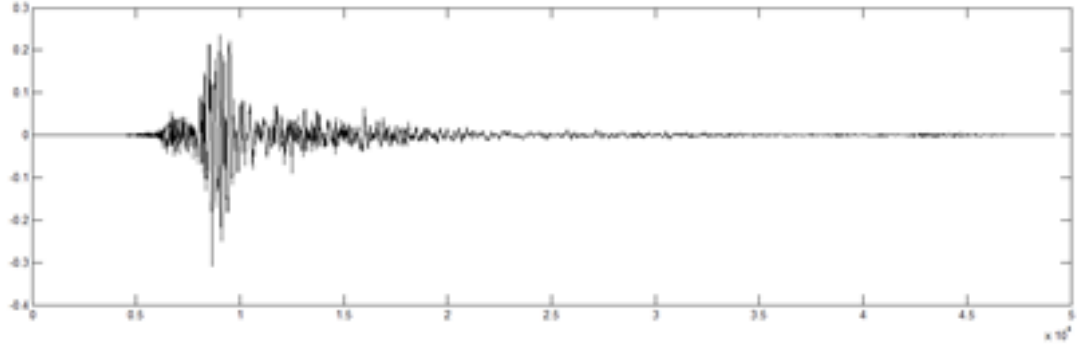
Şekil D3 : $t=1$ sn, 50 yılda %10 aşılma olasılığı için spektral ivme değerleri.



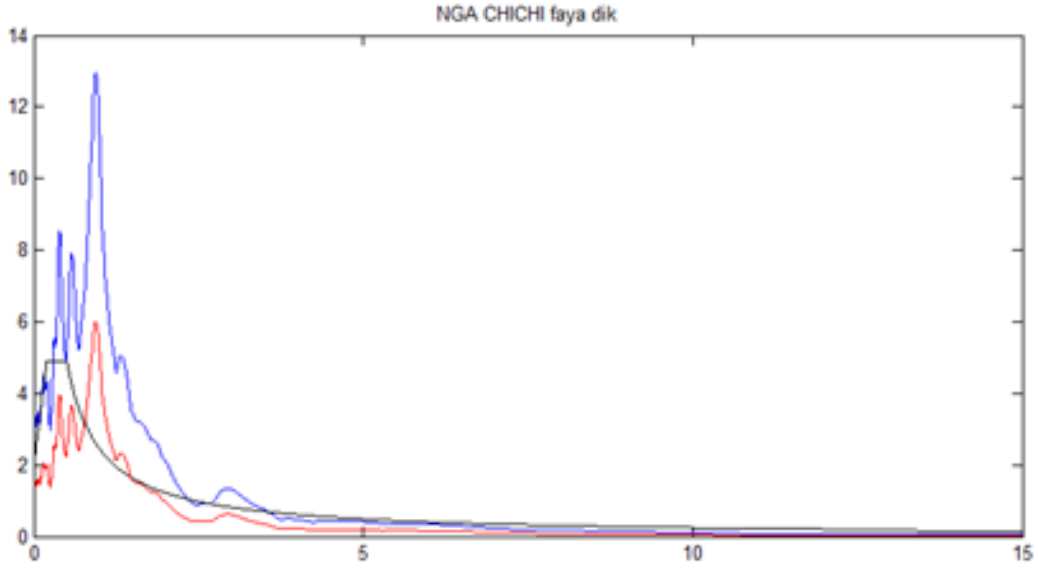
Şekil D4 : $t=1$ sn, 50 yılda %10 aşılma olasılığı için bölgelere ivme değerleri.

EK E

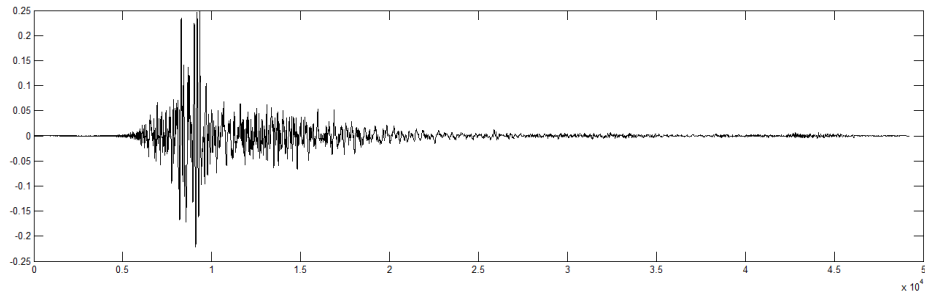
CHICHI 09/20/99, CHY034, W



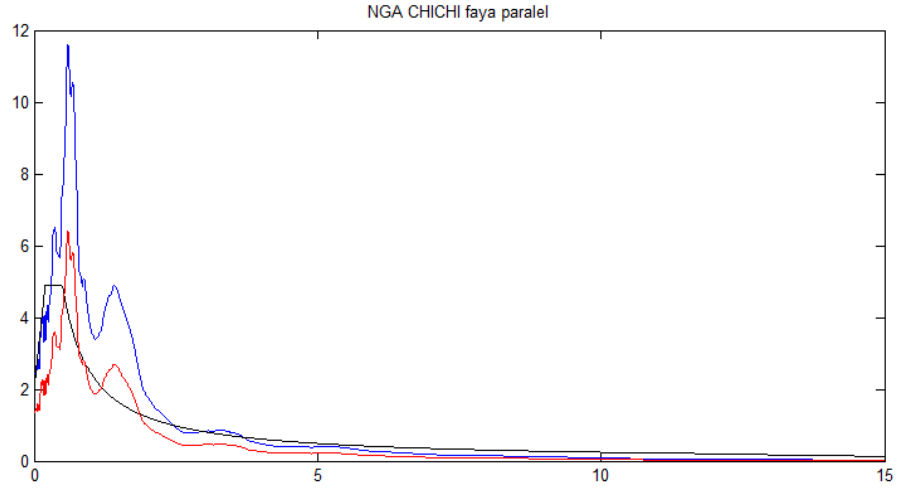
Şekil E1 : CHI-CCHI Faya dik ivme kaydı



Şekil E2 : CHI-CCHI Faya dik ivme spektrumu

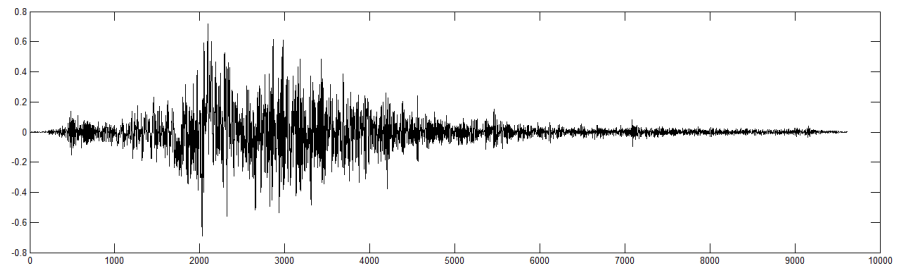


Şekil E3 : CHI-CCHI Faya paralel ivme kaydı

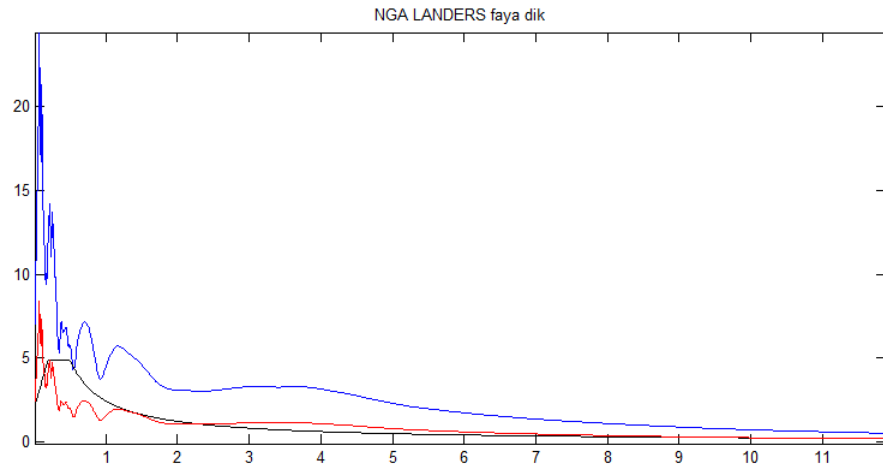


Şekil E4 : CHI-CHI Faya paralel ivme spektrumu

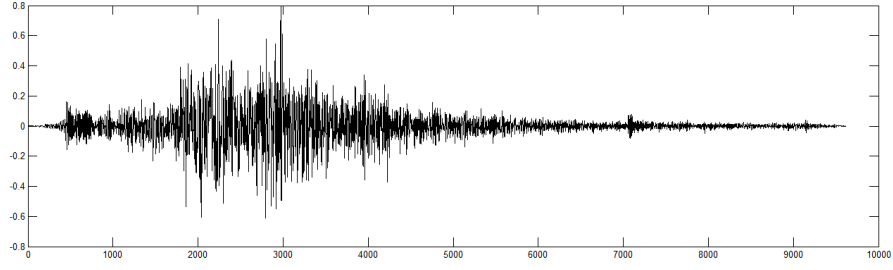
LANDERS879-6/28/92 11:58, LUCERNE, 260 (SCE STATION 24),



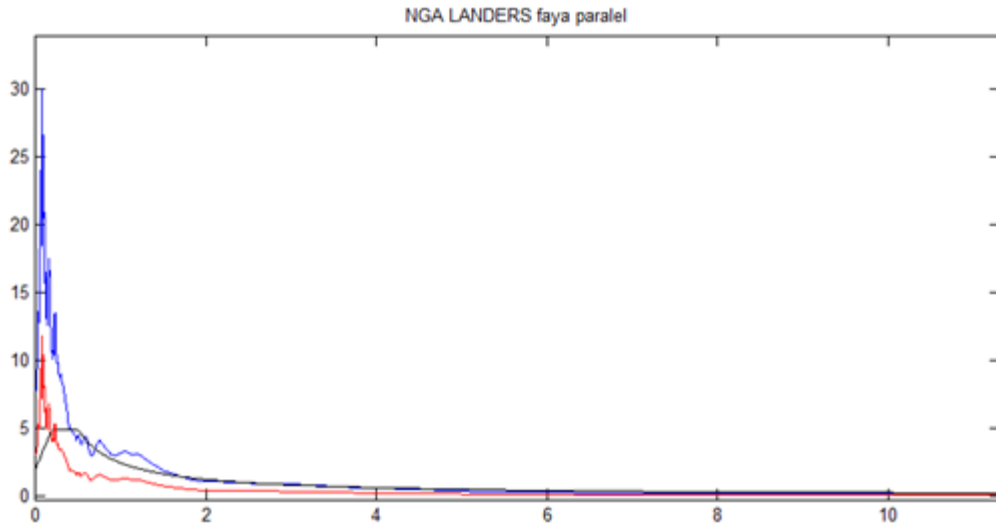
Şekil E5 : LANDERS 879 Faya dik ivme kaydı



Şekil E6 : LANDERS 879 Faya dik ivme spektrumu

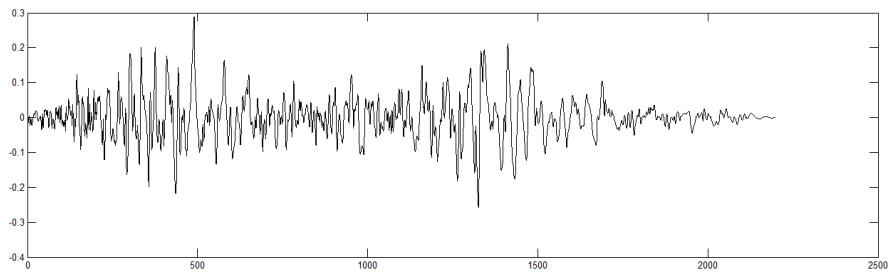


Şekil E7 : LANDERS 879 Faya paralel ivme kaydı

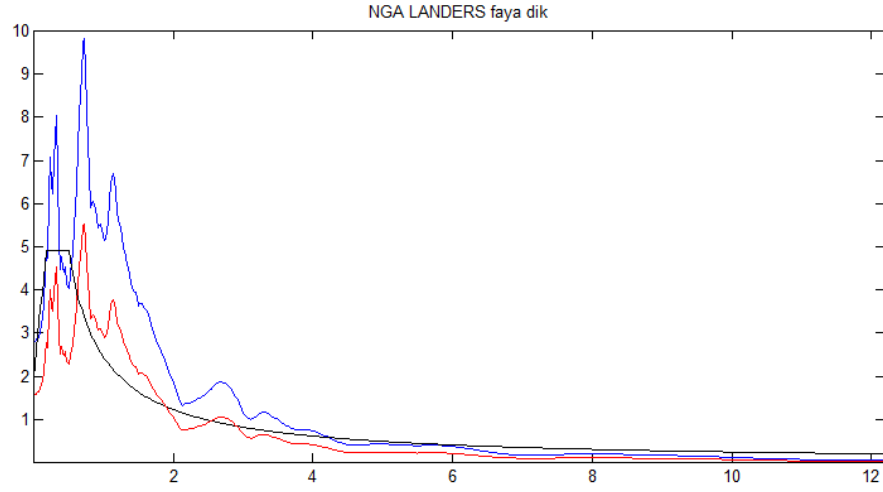


Şekil E6 : LANDERS 879 Faya paralel ivme spektrumu

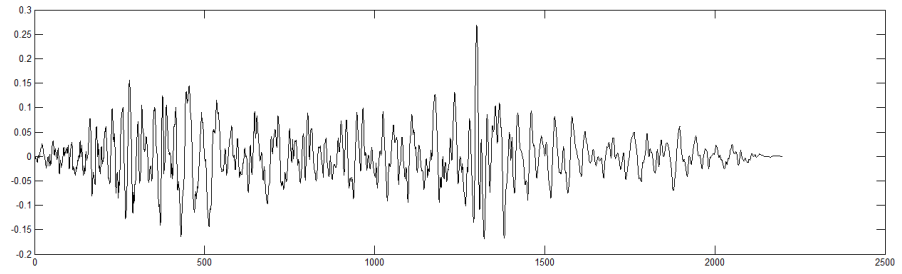
LANDERS 864, 06/28/92 1158, JOSHUA TREE, 090 (CDMG STATION 22170)



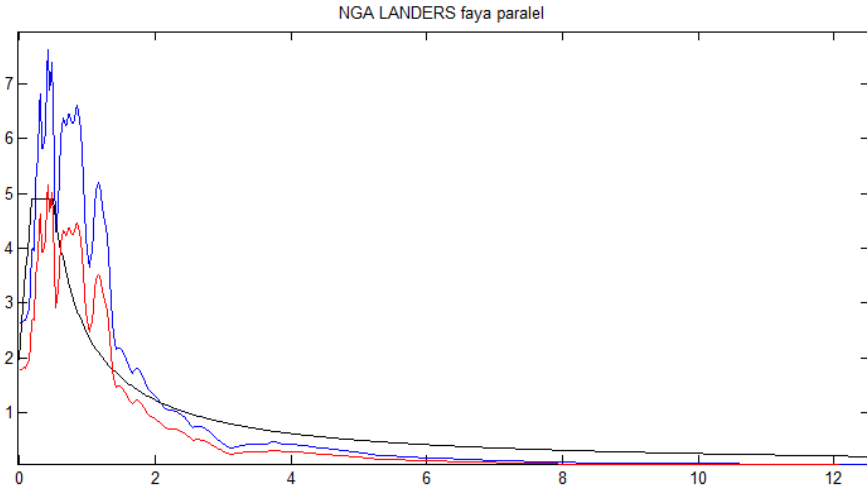
Şekil E7 : LANDERS 864 Faya dik ivme kaydı



Şekil E8 : LANDERS 864 Faya dik ivme spektrumu

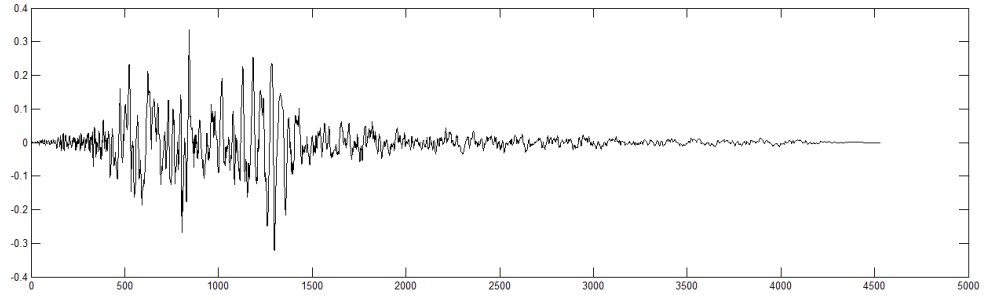


Şekil E9 : LANDERS 864 Faya paralel ivme kaydı

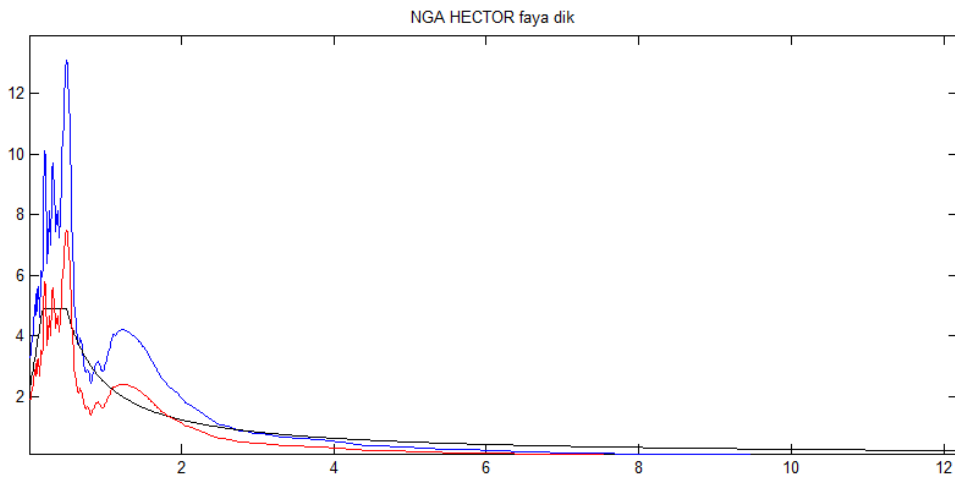


Şekil E10 : LANDERS 864 Faya paralel ivme spektrumu

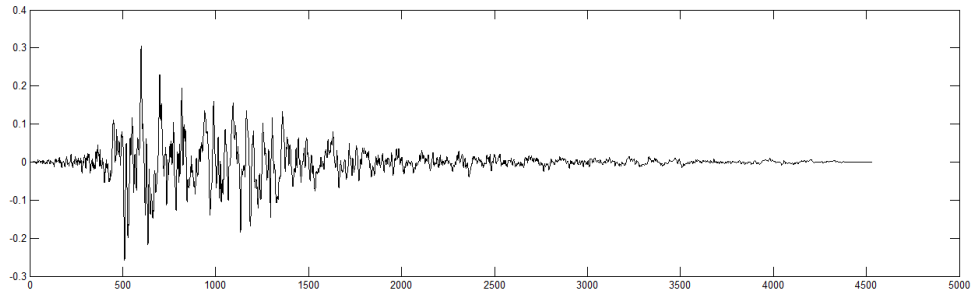
HECTOR 1787 , MİNE OCT 16.1999, 02:47, HEC, 090



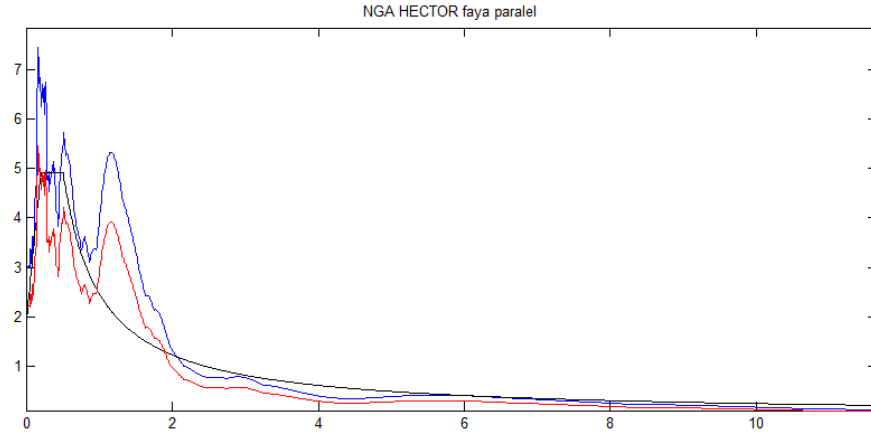
Şekil E11 : HECTOR 1787 Faya dik ivme kaydı



Şekil E12 : HECTOR 1787 Faya dik ivme spektrumu

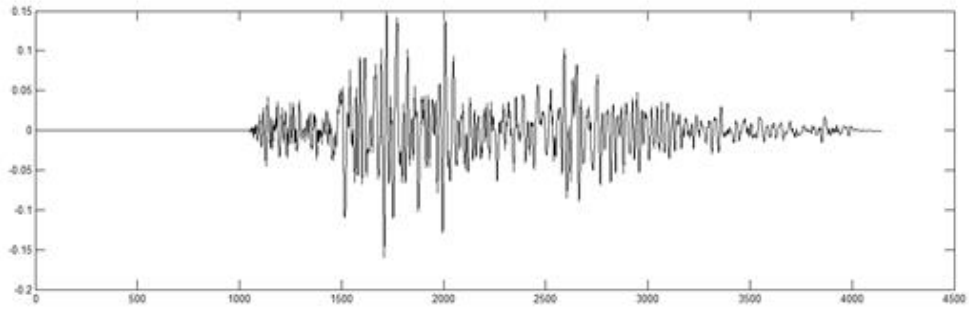


Şekil E13 : HECTOR 1787 Faya paralel ivme kaydı

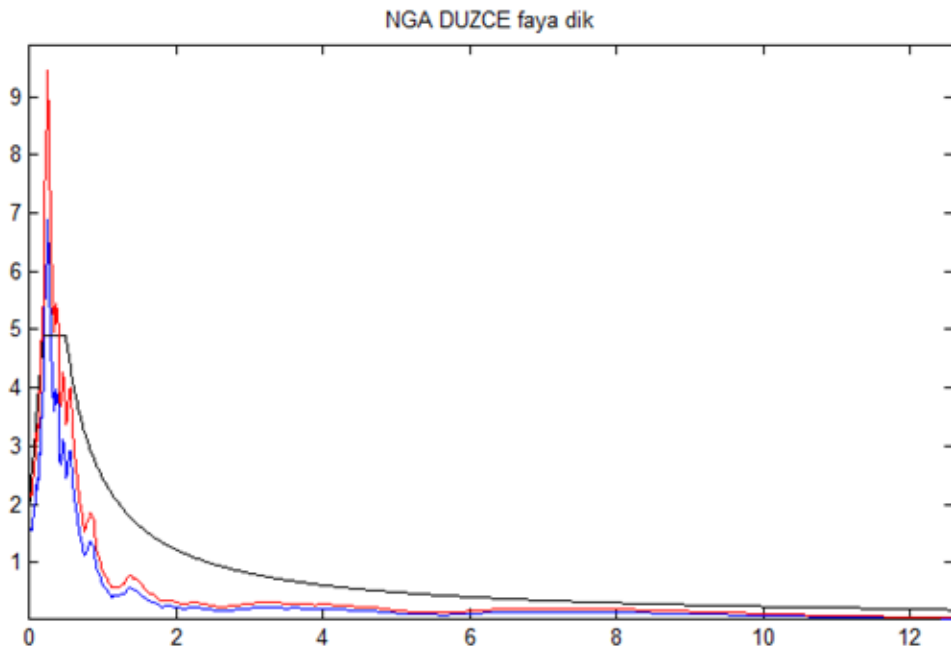


Şekil E14 : HECTOR 1787 Faya paralel ivme spektrumu

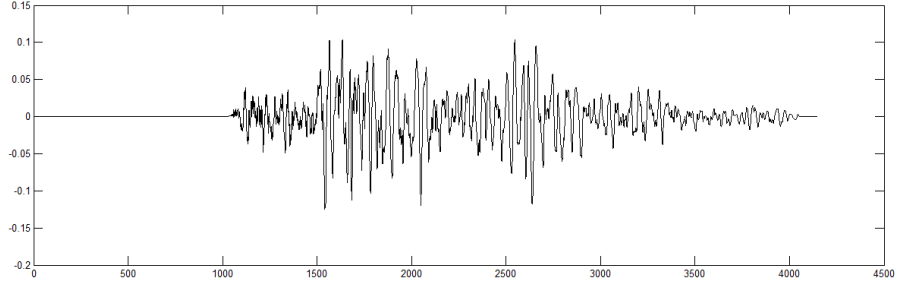
DÜZCE 1618, 11/12/99, 531, E (LAMONT STATION 531)



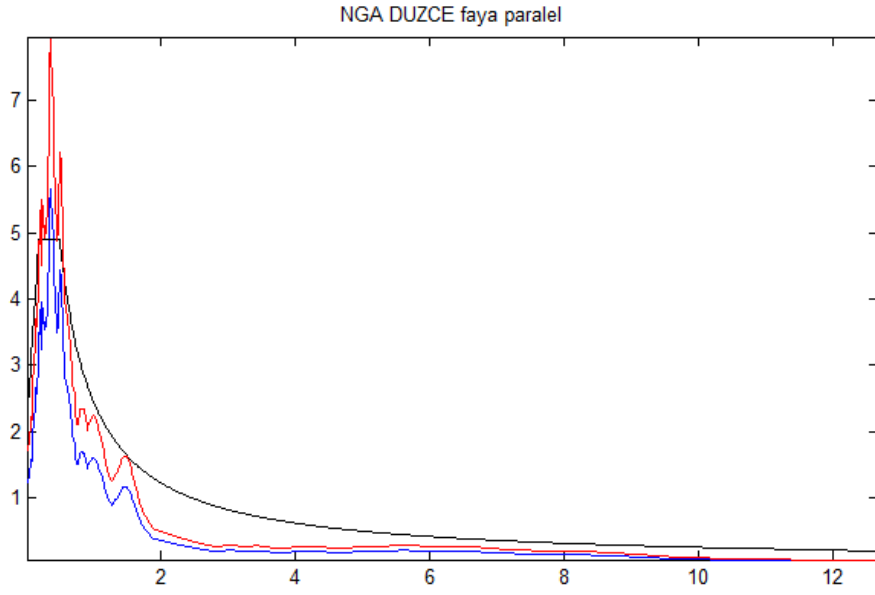
Şekil E15 : Düzce 1618 Faya dik ivme kaydı



Şekil E16 : Düzce 1618 Faya dik ivme spektrumu

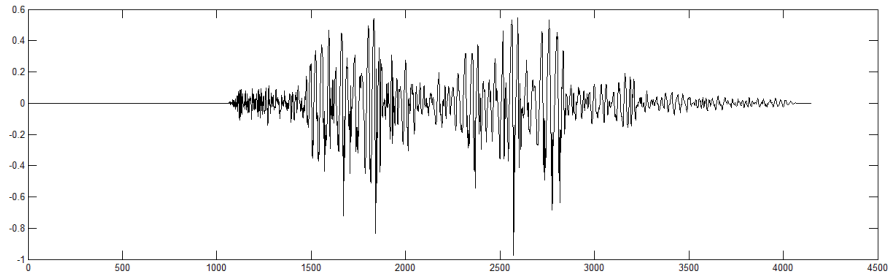


Şekil E17 : Düzce 1618 Faya paralel ivme kaydı

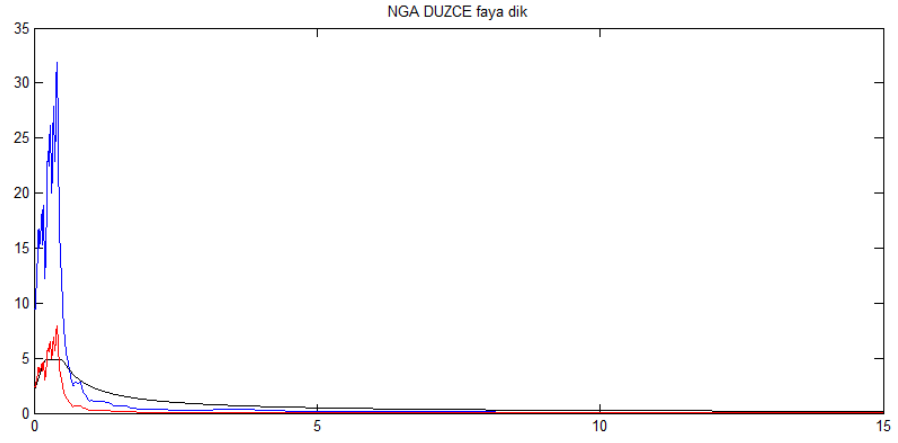


Şekil E18 : Düzce 1618 Faya paralel ivme spektrumu

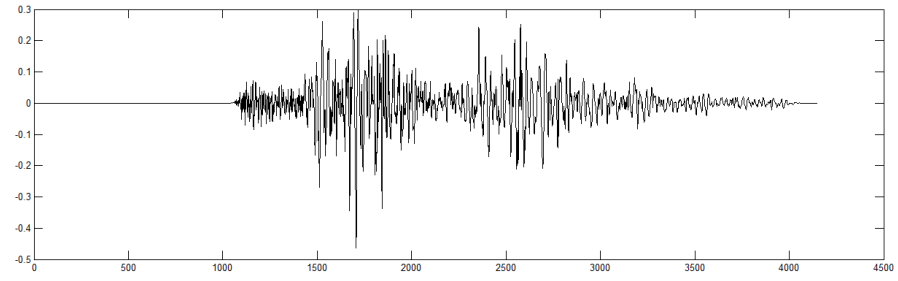
DÜZCE 1617, 11/12/99, 375, E (LAMONT STATION 375)



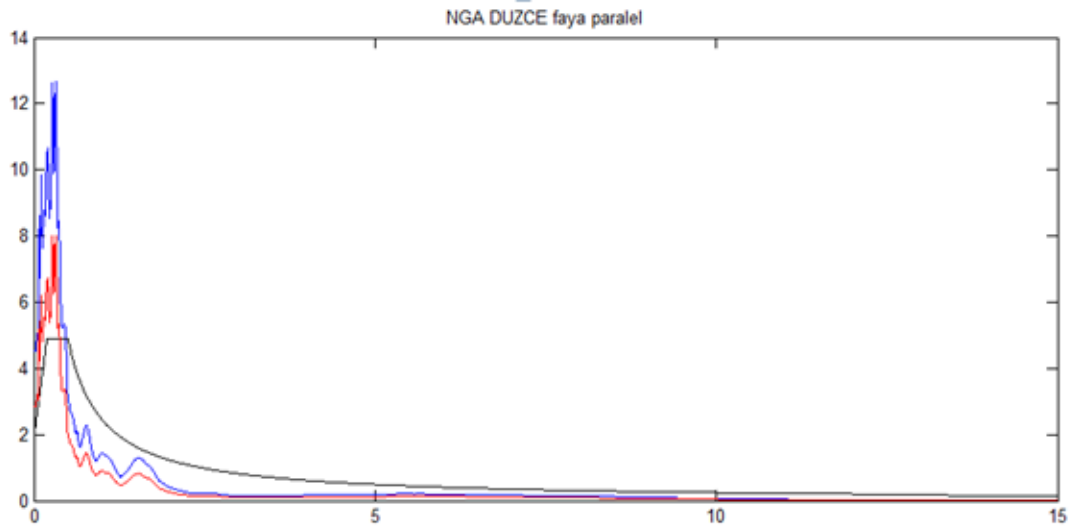
Şekil E19 : Düzce 1617 Faya dik ivme kaydı



Şekil E20 : Düzce 1617 Faya dik ivme spektrumu

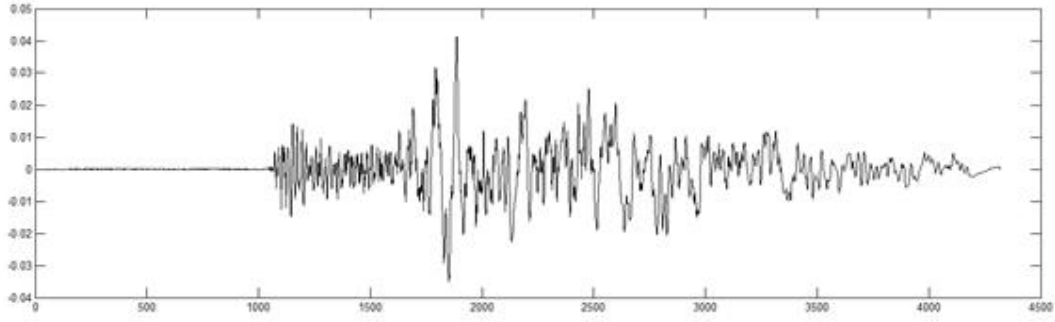


Şekil E21 : Düzce 1617 Faya paralel ivme kaydı

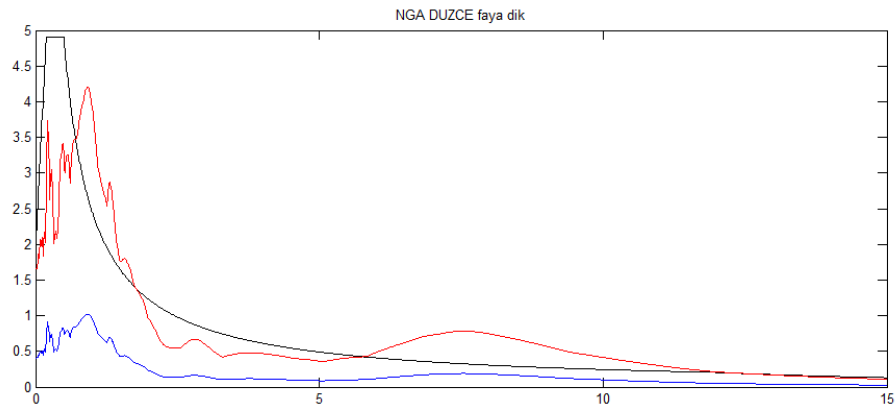


Şekil E22 : Düzce 1617 Faya paralel ivme spektrumu

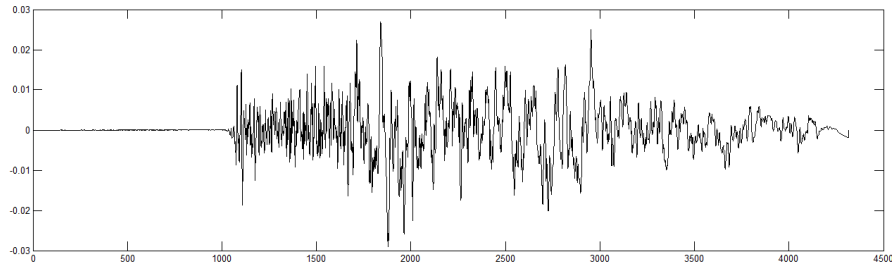
DÜZCE 1616



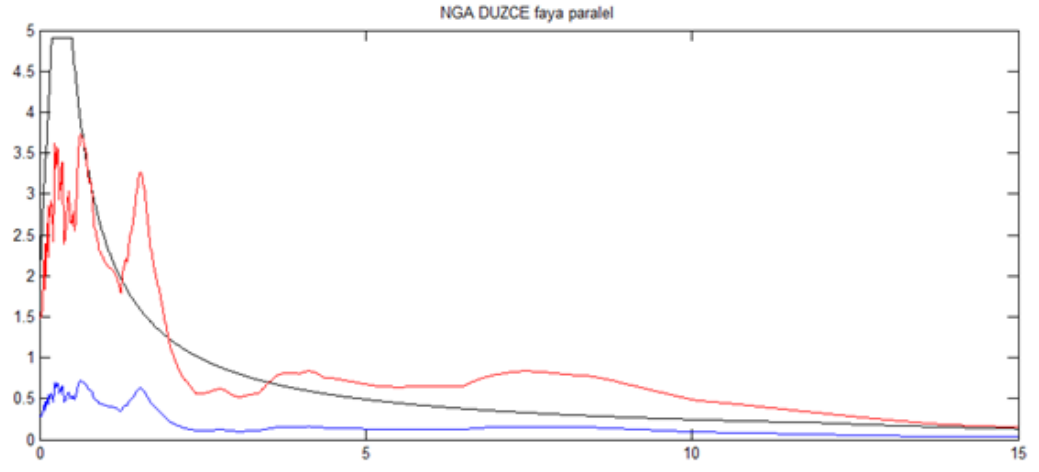
Şekil E23 : Düzce 1616 Faya dik ivme kaydı



Şekil E24 : Düzce 1616 Faya dik ivme spektrumu



Şekil E25 : Düzce 1616 Faya paralel ivme kaydı



Şekil E26 : Düzce 1616 Faya paralel ivme spektrumu

EK F

Burulma Düzensizliği Hesabı

2007 deprem yönetmeliğine göre 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 Burulma Düzensizliği Katsayısı η_{bi} 'nin 1,2'den büyük olması istenmez.

Çizelge F1 : X Yönü burulma düzensizliği kontrolü

X Yönü İçin Burulma Düzensizliği Hesabı					
Kat Yüksekliği (m)	Δ_{max}	Δ_{min}	Δ_{ort}	$\eta_b = \Delta_{max}/\Delta_{ort}$	Sınır Değer
140	0,40	0,30	0,35	1,14	<1,2
136	0,39	0,29	0,34	1,15	<1,2
132	0,38	0,28	0,33	1,15	<1,2
128	0,38	0,27	0,33	1,17	<1,2
124	0,31	0,26	0,28	1,08	<1,2
120	0,34	0,25	0,30	1,16	<1,2
116	0,33	0,24	0,29	1,16	<1,2
112	0,32	0,23	0,28	1,16	<1,2
108	0,31	0,22	0,27	1,16	<1,2
104	0,30	0,21	0,25	1,17	<1,2
100	0,29	0,20	0,24	1,17	<1,2
96	0,27	0,19	0,23	1,17	<1,2
92	0,26	0,18	0,22	1,17	<1,2
88	0,25	0,17	0,21	1,18	<1,2
84	0,24	0,17	0,20	1,18	<1,2
80	0,22	0,16	0,19	1,18	<1,2
76	0,21	0,15	0,18	1,18	<1,2
72	0,20	0,14	0,17	1,18	<1,2
68	0,19	0,13	0,16	1,19	<1,2
64	0,18	0,12	0,15	1,19	<1,2
60	0,16	0,11	0,14	1,19	<1,2
56	0,15	0,10	0,13	1,19	<1,2
52	0,14	0,10	0,12	1,18	<1,2
48	0,13	0,09	0,11	1,19	<1,2
44	0,12	0,08	0,10	1,19	<1,2
40	0,10	0,07	0,09	1,17	<1,2
36	0,09	0,07	0,08	1,15	<1,2
32	0,08	0,06	0,07	1,17	<1,2
28	0,07	0,05	0,06	1,18	<1,2
24	0,06	0,04	0,05	1,19	<1,2
20	0,05	0,03	0,04	1,15	<1,2

Çizelge F1 (Devam) : X Yönü burulma düzensizliği kontrolü

X Yönü İçin Burulma Düzensizliği Hesabı					
Kat Yüksekliği (m)	$\Delta_{\max}$	$\Delta_{\min}$	Δ_{ort}	$\eta_b = \Delta_{\max} / \Delta_{\text{ort}}$	Sınır Değer
16	0,40	0,03	0,03	1,09	<1,2
12	0,02	0,02	0,02	1,11	<1,2
8	0,01	0,01	0,01	1,11	<1,2
4	0,00	0,00	0,00	1,13	<1,2

Çizelge F2 : Y Yönü burulma düzensizliği kontrolü

Y Yönü İçin Burulma Düzensizliği Hesabı					
Kat Yüksekliği (m)	$\Delta_{\max}$	$\Delta_{\min}$	Δ_{ort}	$\eta_b = \Delta_{\max} / \Delta_{\text{ort}}$	Sınır Değer
140	0,31	0,31	0,31	1,00	<1,2
136	0,30	0,30	0,30	1,00	<1,2
132	0,29	0,29	0,29	1,00	<1,2
128	0,29	0,28	0,28	1,02	<1,2
124	0,27	0,27	0,27	1,00	<1,2
120	0,26	0,26	0,26	1,00	<1,2
116	0,25	0,25	0,25	1,00	<1,2
112	0,24	0,24	0,24	1,00	<1,2
108	0,23	0,23	0,23	1,00	<1,2
104	0,22	0,22	0,22	1,00	<1,2
100	0,21	0,21	0,21	1,00	<1,2
96	0,20	0,20	0,20	1,00	<1,2
92	0,19	0,19	0,19	1,00	<1,2
88	0,18	0,18	0,18	1,00	<1,2
84	0,17	0,17	0,17	1,00	<1,2
80	0,16	0,16	0,16	1,00	<1,2
76	0,15	0,15	0,15	1,00	<1,2
72	0,14	0,14	0,14	1,00	<1,2
68	0,13	0,13	0,13	1,00	<1,2
64	0,12	0,12	0,12	1,00	<1,2
60	0,11	0,11	0,11	1,00	<1,2
56	0,10	0,10	0,10	1,00	<1,2
52	0,10	0,09	0,09	1,00	<1,2
48	0,09	0,09	0,09	1,00	<1,2
44	0,08	0,08	0,08	1,00	<1,2
40	0,07	0,07	0,07	1,00	<1,2
36	0,06	0,06	0,06	1,00	<1,2
32	0,05	0,05	0,05	1,00	<1,2
28	0,05	0,05	0,05	1,00	<1,2
24	0,04	0,04	0,04	1,00	<1,2
20	0,03	0,03	0,03	1,00	<1,2
16	0,02	0,02	0,02	1,00	<1,2

Çizelge F2 (Devam) : Y Yönü burulma düzensizliği kontrolü

Y Yönü İçin Burulma Düzensizliği Hesabı					
Kat Yüksekliği (m)	Δ_{max}	Δ_{min}	Δ_{ort}	$\eta_b = \Delta_{max} / \Delta_{ort}$	Sınır Değer
12	0,02	0,02	0,02	1,00	<1,2
8	0,01	0,01	0,01	1,00	<1,2
4	0,00	0,00	0,00	1,02	<1,2

EK G**Tasarım Aşaması I-A için Yanal Ötelenme Değerleri****Çizelge G1 : SpecX için X yönü yatay ötelenme değerleri**

SPEC X DEĞERLERİ İÇİN YATAY ÖTELENME DEĞERLERİ							
KAT	X YÖNÜ (m)	h (m)	Δx (m)	R	$\delta_{ix} = \Delta x \cdot R$	δ_i / h_i	Max
35	0,30	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
34	0,29	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
33	0,28	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
32	0,27	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
31	0,26	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
30	0,25	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
29	0,24	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
28	0,23	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
27	0,22	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
26	0,21	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
25	0,20	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
24	0,19	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
23	0,18	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
22	0,17	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
21	0,17	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
20	0,16	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
19	0,15	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
18	0,14	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
17	0,13	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
16	0,12	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
15	0,11	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
14	0,10	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
13	0,09	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
12	0,09	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
11	0,08	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
10	0,07	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
9	0,06	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
8	0,05	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
7	0,05	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
6	0,04	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
5	0,03	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
4	0,02	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
3	0,02	4	0,01	5	0,03	0,01	0,02
2	0,01	4	0,01	5	0,03	0,01	0,02
1	0,00	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02

Çizelge G2 : SpecX için Y yönü yatay ötelenme değerleri

SPEC X DEĞERLERİ İÇİN YATAY ÖTELENME DEĞERLERİ							
KAT	Y YÖNÜ (m)	h (m)	Δy (m)	R	$\delta_{iy} = \Delta y \cdot R$	δ_i / h_i	Max
35	0,11	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02
34	0,11	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02
33	0,11	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02
32	0,10	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02
31	0,10	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02
30	0,10	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02
29	0,10	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02
28	0,09	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02
27	0,09	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02
26	0,09	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02
25	0,09	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02
24	0,09	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02
23	0,08	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02
22	0,08	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02
21	0,08	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02
20	0,07	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02
19	0,07	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02
18	0,07	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02
17	0,06	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02
16	0,06	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02
15	0,06	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02
14	0,05	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02
13	0,05	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02
12	0,05	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02
11	0,04	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02
10	0,04	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02
9	0,04	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02
8	0,03	4	0,00	5	0,02	0,01	0,02
7	0,03	4	0,00	5	0,02	0,01	0,02
6	0,02	4	0,00	5	0,02	0,01	0,02
5	0,02	4	0,00	5	0,02	0,01	0,02
4	0,01	4	0,00	5	0,02	0,01	0,02
3	0,01	4	0,00	5	0,02	0,01	0,02
2	0,01	4	0,00	5	0,02	0,00	0,02
1	0,00	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02

Çizelge G3 : SpecY için Y yönü yatay ötelenme değerleri

SPEC Y DEĞERLERİ İÇİN YATAY ÖTELENME DEĞERLERİ							
	Y YÖNÜ (m)	h (m)	Δy (m)	R	$\delta_{iy} = \Delta y \cdot R$	δ_i / h_i	0,02
35	0,31	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
34	0,30	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
33	0,29	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
32	0,28	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
31	0,27	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
30	0,26	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
29	0,25	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
28	0,24	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
27	0,23	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
26	0,22	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
25	0,21	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
24	0,20	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
23	0,19	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
22	0,18	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
21	0,17	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
20	0,16	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
19	0,15	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
18	0,14	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
17	0,13	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
16	0,12	4	0,01	5	0,05	0,01	0,02
15	0,11	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
14	0,10	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
13	0,10	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
12	0,09	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
11	0,08	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
10	0,07	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
9	0,06	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
8	0,05	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
7	0,05	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
6	0,04	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
5	0,03	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
4	0,02	4	0,01	5	0,04	0,01	0,02
3	0,02	4	0,01	5	0,03	0,01	0,02
2	0,01	4	0,01	5	0,03	0,01	0,02
1	0,00	4	0,00	5	0,01	0,00	0,02

Çizelge G4 : SpecY için X yönü yatay ötelenme değerleri

SPEC Y DEĞERLERİ İÇİN YATAY ÖTELENME DEĞERLERİ							
	X YÖNÜ (m)	h (m)	Δx (m)	R	$\delta_{ix}=\Delta y.R$	δ_i/h_i	0,02
35	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
34	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
33	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
32	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
31	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
30	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
29	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
28	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
27	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
26	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
25	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
24	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
23	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
22	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
21	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
20	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
19	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
18	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
17	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
16	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
15	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
14	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
13	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
12	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
11	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
10	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
9	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
8	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
7	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
6	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
5	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
4	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
3	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
2	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02
1	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,02

EK H**Tasarım Aşaması I-B için Yanal Ötelenme Değerleri****Çizelge H1 : X yönü yatay ötelenme değerleri**

TIME HISTORY- X DEĞERLERİ İÇİN YATAY ÖTELENME DEĞERLERİ						
KAT	X YÖNÜ (m)	h (m)	Δx (m)	$\delta_{ix}=\Delta x$	δ_i/h_i	Max
35	0,42	4	0,02	0,02	0,00	0,025
34	0,40	4	0,02	0,02	0,00	0,025
33	0,38	4	0,02	0,02	0,00	0,025
32	0,37	4	0,02	0,02	0,00	0,025
31	0,35	4	0,02	0,02	0,00	0,025
30	0,33	4	0,02	0,02	0,00	0,025
29	0,31	4	0,02	0,02	0,00	0,025
28	0,30	4	0,02	0,02	0,00	0,025
27	0,28	4	0,02	0,02	0,00	0,025
26	0,26	4	0,02	0,02	0,00	0,025
25	0,24	4	0,02	0,02	0,00	0,025
24	0,23	4	0,02	0,02	0,00	0,025
23	0,21	4	0,02	0,02	0,00	0,025
22	0,19	4	0,01	0,01	0,00	0,025
21	0,18	4	0,00	0,00	0,00	0,025
20	0,18	4	0,00	0,00	0,00	0,025
19	0,17	4	0,01	0,01	0,00	0,025
18	0,17	4	0,01	0,01	0,00	0,025
17	0,16	4	0,01	0,01	0,00	0,025
16	0,15	4	0,01	0,01	0,00	0,025
15	0,15	4	0,01	0,01	0,00	0,025
14	0,14	4	0,01	0,01	0,00	0,025
13	0,13	4	0,01	0,01	0,00	0,025
12	0,12	4	0,01	0,01	0,00	0,025
11	0,11	4	0,01	0,01	0,00	0,025
10	0,10	4	0,01	0,01	0,00	0,025
9	0,09	4	0,01	0,01	0,00	0,025
8	0,08	4	0,01	0,01	0,00	0,025
7	0,07	4	0,01	0,01	0,00	0,025
6	0,06	4	0,01	0,01	0,00	0,025
5	0,05	4	0,01	0,01	0,00	0,025
4	0,04	4	0,01	0,01	0,00	0,025
3	0,03	4	0,01	0,01	0,00	0,025
2	0,02	4	0,01	0,01	0,00	0,025
1	0,01	4	0,01	0,01	0,00	0,025

Çizelge H2 : Y yönü yatay ötelenme değerleri

TIME HISTORY- Y DEĞERLERİ İÇİN YATAY ÖTELENME DEĞERLERİ						
KAT	Y YÖNÜ (m)	h (m)	Δy (m)	$\delta_{ix}=\Delta y$	δ_i/h_i	Max
35	0,47	4	0,04	0,04	0,01	0,025
34	0,42	4	0,04	0,04	0,01	0,025
33	0,38	4	0,05	0,05	0,01	0,025
32	0,33	4	0,05	0,05	0,01	0,025
31	0,28	4	0,05	0,05	0,01	0,025
30	0,24	4	0,02	0,02	0,00	0,025
29	0,22	4	0,00	0,00	0,00	0,025
28	0,22	4	0,00	0,00	0,00	0,025
27	0,22	4	0,00	0,00	0,00	0,025
26	0,22	4	0,00	0,00	0,00	0,025
25	0,21	4	0,01	0,01	0,00	0,025
24	0,21	4	0,00	0,00	0,00	0,025
23	0,21	4	0,00	0,00	0,00	0,025
22	0,21	4	0,01	0,01	0,00	0,025
21	0,20	4	0,00	0,00	0,00	0,025
20	0,19	4	0,01	0,01	0,00	0,025
19	0,19	4	0,01	0,01	0,00	0,025
18	0,18	4	0,00	0,00	0,00	0,025
17	0,18	4	0,00	0,00	0,00	0,025
16	0,18	4	0,01	0,01	0,00	0,025
15	0,17	4	0,01	0,01	0,00	0,025
14	0,16	4	0,00	0,00	0,00	0,025
13	0,16	4	0,01	0,01	0,00	0,025
12	0,15	4	0,01	0,01	0,00	0,025
11	0,15	4	0,01	0,01	0,00	0,025
10	0,14	4	0,01	0,01	0,00	0,025
9	0,14	4	0,00	0,00	0,00	0,025
8	0,14	4	0,01	0,01	0,00	0,025
7	0,13	4	0,00	0,00	0,00	0,025
6	0,12	4	0,02	0,02	0,01	0,025
5	0,10	4	0,02	0,02	0,01	0,025
4	0,08	4	0,02	0,02	0,01	0,025
3	0,05	4	0,02	0,02	0,01	0,025
2	0,03	4	0,02	0,02	0,01	0,025
1	0,01	4	0,01	0,01	0,00	0,025

EK I

Tasarım Aşaması II için Yanal Ötelenme Değerleri

Çizelge I1 : SpecX için X yönü yatay ötelenme değerleri

SPEC X DEĞERLERİ İÇİN YATAY ÖTELENME DEĞERLERİ							
KAT	X YÖNÜ (m)	h (m)	Δx (m)	R	$\delta_{ix}=\Delta x.R$	δ_i/h_i	Max
35	0,235	4	0,005	5	0,02	0,006	0,01
34	0,230	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
33	0,222	4	0,006	5	0,03	0,008	0,01
32	0,216	4	0,006	5	0,03	0,008	0,01
31	0,210	4	0,002	5	0,01	0,003	0,01
30	0,208	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
29	0,200	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
28	0,192	4	0,004	5	0,02	0,005	0,01
27	0,188	4	0,006	5	0,03	0,008	0,01
26	0,182	4	0,003	5	0,02	0,004	0,01
25	0,179	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
24	0,171	4	0,004	5	0,02	0,005	0,01
23	0,167	4	0,007	5	0,04	0,009	0,01
22	0,160	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
21	0,152	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
20	0,144	4	0,007	5	0,03	0,009	0,01
19	0,137	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
18	0,129	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
17	0,121	4	0,006	5	0,03	0,007	0,01
16	0,115	4	0,007	5	0,04	0,009	0,01
15	0,108	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
14	0,100	4	0,006	5	0,03	0,008	0,01
13	0,094	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
12	0,085	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
11	0,077	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
10	0,069	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
9	0,061	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
8	0,053	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
7	0,046	4	0,008	5	0,04	0,010	0,01
6	0,038	4	0,008	5	0,04	0,009	0,01
5	0,030	4	0,007	5	0,04	0,009	0,01
4	0,023	4	0,007	5	0,04	0,009	0,01
3	0,016	4	0,007	5	0,03	0,009	0,01
2	0,009	4	0,006	5	0,03	0,007	0,01
1	0,003	4	0,003	5	0,02	0,004	0,01

Çizelge I2 : SpecX için Y yönü yatay ötelenme değerleri

SPEC X DEĞERLERİ İÇİN YATAY ÖTELENME DEĞERLERİ							
KAT	Y YÖNÜ (m)	h (m)	Δx (m)	R	$\delta_{ix}=\Delta x.R$	δ_i/h_i	Max
35	0,11	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
34	0,10	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
33	0,10	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
32	0,10	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
31	0,10	4	0,00	5	0,01	0,00	0,01
30	0,10	4	0,01	5	0,04	0,01	0,01
29	0,09	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
28	0,09	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
27	0,09	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
26	0,09	4	0,00	5	0,01	0,00	0,01
25	0,09	4	0,01	5	0,04	0,01	0,01
24	0,08	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
23	0,08	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
22	0,08	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
21	0,07	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
20	0,07	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
19	0,07	4	0,00	5	0,01	0,00	0,01
18	0,07	4	0,00	5	0,02	0,01	0,01
17	0,06	4	0,00	5	0,02	0,00	0,01
16	0,06	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
15	0,05	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
14	0,05	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
13	0,05	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
12	0,04	4	0,00	5	0,01	0,00	0,01
11	0,04	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
10	0,03	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
9	0,03	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
8	0,03	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
7	0,02	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
6	0,02	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
5	0,01	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
4	0,01	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
3	0,01	4	0,00	5	0,02	0,01	0,01
2	0,01	4	0,00	5	0,02	0,00	0,01
1	0,00	4	0,00	5	0,01	0,00	0,01

Çizelge I3 : SpecY için Y yönü yatay ötelenme değerleri

SPEC Y DEĞERLERİ İÇİN YATAY ÖTELENME DEĞERLERİ							
	X YÖNÜ (m)	h (m)	Δy (m)	R	$\delta_{ix}=\Delta y \cdot R$	δ_i/h_i	Max
35	0,20	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
34	0,19	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
33	0,18	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
32	0,18	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
31	0,17	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
30	0,17	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
29	0,16	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
28	0,16	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
27	0,16	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
26	0,15	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
25	0,15	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
24	0,14	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
23	0,14	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
22	0,13	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
21	0,13	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
20	0,13	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
19	0,12	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
18	0,12	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
17	0,11	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
16	0,10	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
15	0,10	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
14	0,09	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
13	0,08	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
12	0,08	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
11	0,07	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
10	0,06	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
9	0,05	4	0,01	5	0,05	0,01	0,01
8	0,04	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
7	0,04	4	0,00	5	0,01	0,00	0,01
6	0,04	4	0,01	5	0,04	0,01	0,01
5	0,03	4	0,01	5	0,04	0,01	0,01
4	0,02	4	0,01	5	0,04	0,01	0,01
3	0,02	4	0,01	5	0,03	0,01	0,01
2	0,01	4	0,01	5	0,03	0,01	0,01
1	0,00	4	0,00	5	0,01	0,00	0,01

Çizelge I4 : SpecY için X yönü yatay ötelenme değerleri

SPEC Y DEĞERLERİ İÇİN YATAY ÖTELENME DEĞERLERİ							
	X YÖNÜ (m)	h (m)	Δx (m)	R	$\delta_{ix}=\Delta y.R$	δ_i/h_i	Max
35	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
34	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
33	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
32	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
31	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
30	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
29	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
28	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
27	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
26	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
25	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
24	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
23	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
22	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
21	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
20	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
19	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
18	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
17	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
16	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
15	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
14	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
13	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
12	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
11	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
10	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
9	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
8	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
7	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
6	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
5	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
4	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
3	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
2	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01
1	0,00	4	0,00	5	0,00	0,00	0,01

EK J**Tasarım Aşaması III için Yanal Ötelenme Değerleri****Çizelge J1 : X yönü yatay ötelenme değerleri**

TIME HISTORY- X DEĞERLERİ İÇİN YATAY ÖTELENME DEĞERLERİ						
KAT	X YÖNÜ (m)	h (m)	Δx (m)	$\delta_{ix}=\Delta x$	δ_i/h_i	Max
35	0,42	4	0,02	0,02	0,00	0,035
34	0,40	4	0,02	0,02	0,00	0,035
33	0,38	4	0,02	0,02	0,00	0,035
32	0,37	4	0,02	0,02	0,00	0,035
31	0,35	4	0,02	0,02	0,00	0,035
30	0,33	4	0,02	0,02	0,00	0,035
29	0,31	4	0,02	0,02	0,00	0,035
28	0,30	4	0,02	0,02	0,00	0,035
27	0,28	4	0,02	0,02	0,00	0,035
26	0,26	4	0,02	0,02	0,00	0,035
25	0,24	4	0,02	0,02	0,00	0,035
24	0,23	4	0,02	0,02	0,00	0,035
23	0,21	4	0,02	0,02	0,00	0,035
22	0,19	4	0,01	0,01	0,00	0,035
21	0,18	4	0,00	0,00	0,00	0,035
20	0,18	4	0,00	0,00	0,00	0,035
19	0,17	4	0,01	0,01	0,00	0,035
18	0,17	4	0,01	0,01	0,00	0,035
17	0,16	4	0,01	0,01	0,00	0,035
16	0,15	4	0,01	0,01	0,00	0,035
15	0,15	4	0,01	0,01	0,00	0,035
14	0,14	4	0,01	0,01	0,00	0,035
13	0,13	4	0,01	0,01	0,00	0,035
12	0,12	4	0,01	0,01	0,00	0,035
11	0,11	4	0,01	0,01	0,00	0,035
10	0,10	4	0,01	0,01	0,00	0,035
9	0,09	4	0,01	0,01	0,00	0,035
8	0,08	4	0,01	0,01	0,00	0,035
7	0,07	4	0,01	0,01	0,00	0,035
6	0,06	4	0,01	0,01	0,00	0,035
5	0,05	4	0,01	0,01	0,00	0,035
4	0,04	4	0,01	0,01	0,00	0,035
3	0,03	4	0,01	0,01	0,00	0,035
2	0,02	4	0,01	0,01	0,00	0,035
1	0,01	4	0,01	0,01	0,00	0,035

Çizelge J2 : Y yönü yatay ötelenme değerleri

TIME HISTORY- Y DEĞERLERİ İÇİN YATAY ÖTELENME DEĞERLERİ						
KAT	Y YÖNÜ (m)	h (m)	Δy (m)	$\delta_{ix}=\Delta y$	δ_i/h_i	Max
35	0,47	4	0,04	0,04	0,01	0,035
34	0,42	4	0,04	0,04	0,01	0,035
33	0,38	4	0,05	0,05	0,01	0,035
32	0,33	4	0,05	0,05	0,01	0,035
31	0,28	4	0,05	0,05	0,01	0,035
30	0,24	4	0,02	0,02	0,00	0,035
29	0,22	4	0,00	0,00	0,00	0,035
28	0,22	4	0,00	0,00	0,00	0,035
27	0,22	4	0,00	0,00	0,00	0,035
26	0,22	4	0,00	0,00	0,00	0,035
25	0,21	4	0,01	0,01	0,00	0,035
24	0,21	4	0,00	0,00	0,00	0,035
23	0,21	4	0,00	0,00	0,00	0,035
22	0,21	4	0,01	0,01	0,00	0,035
21	0,20	4	0,00	0,00	0,00	0,035
20	0,19	4	0,01	0,01	0,00	0,035
19	0,19	4	0,01	0,01	0,00	0,035
18	0,18	4	0,00	0,00	0,00	0,035
17	0,18	4	0,00	0,00	0,00	0,035
16	0,18	4	0,01	0,01	0,00	0,035
15	0,17	4	0,01	0,01	0,00	0,035
14	0,16	4	0,00	0,00	0,00	0,035
13	0,16	4	0,01	0,01	0,00	0,035
12	0,15	4	0,01	0,01	0,00	0,035
11	0,15	4	0,01	0,01	0,00	0,035
10	0,14	4	0,01	0,01	0,00	0,035
9	0,14	4	0,00	0,00	0,00	0,035
8	0,14	4	0,01	0,01	0,00	0,035
7	0,13	4	0,00	0,00	0,00	0,035
6	0,12	4	0,02	0,02	0,01	0,035
5	0,10	4	0,02	0,02	0,01	0,035
4	0,08	4	0,02	0,02	0,01	0,035
3	0,05	4	0,02	0,02	0,01	0,035
2	0,03	4	0,02	0,02	0,01	0,035
1	0,01	4	0,01	0,01	0,00	0,035

EK K

Kütle Katılım Oranı

Çizelge I1 : Kütle katılım oranı

Kütle Katılım Oranı				
Veri	Tip	Yön	Statik (%)	Dinamik (%)
MODAL	Acceleration	UX	100	99,18
MODAL	Acceleration	UY	100	99,42
MODAL	Acceleration	UZ	50,608	32,79

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Tuğba SERTTAŞ

Doğum Yeri ve Tarihi: Kadıköy-27.07.1988

Adres: Faikbey Mescidi Sokak No:27/2 D:1 Acıbadem/Üsküdar-İstanbul

E-Posta: tugba_serttas@hotmail.com

Lisans: YTÜ-İnşaat Mühendisliği Bölümü