

Eskişehir Organize Sanayi Bölgesindeki Sanayi Yapılarının Yapısal Olarak İncelenmesi

Tuncay Kırış

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak, 2009

Analyzing the Structural Situation of Industrial Structures  
in Eskişehir Organized Industrial Zone

Tuncay Kırış

**MASTER OF SCIENCE THESIS**

Department of Civil Engineering

January, 2009

Eskişehir Organize Sanayi Bölgesindeki Sanayi Yapılarının Yapısal Olarak İncelenmesi

Tuncay Kırış

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yapı Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Doç. Dr. Nevzat Kırış

Ocak, 2009

## ONAY

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Tuncay Kırış'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Eskişehir Organize Sanayi Bölgesindeki Sanayi Yapılarının Yapısal Olarak İncelenmesi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

**Danışman** : Doç. Dr. Nevzat Kırış

### **Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:**

**Üye** : Doç. Dr. Nevzat Kırış

**Üye** : Prof. Dr. Eşref ÜNLÜOĞLU

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Mizan DOĞAN

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Selim ŞENGEL

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Necati MAHİR

<p>Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.</p> <p>Prof. Dr. Nimetullah BURNAK</p> <p>Enstitü Müdürü</p>
---

## ÖZET

Bu tez çalışmasında öncelikle, organize sanayi bölgelerinin dünyada ve ülkemizdeki gelişiminden bahsedilmiş, ardından Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi için detaylı bir inceleme yapılmıştır. Bu incelemede; yapıların taşıyıcı sistemleri, kullanım amaçları ve yapı genel bilgileri gibi detayların yanı sıra Eskişehir Organize Sanayi Bölgesinin kuruluşundan bu yana geçen süreçteki gelişimi incelenmiştir. Sanayi yapılarının projelendirildikleri yıllara göre farklı deprem yönetmeliklerine tabi olduğundan yola çıkarak, ülkemizde yürürlüğe girmiş olan tüm deprem yönetmelikleri için bir inceleme yapılmıştır.

Sonraki aşamada Eskişehir Organize Sanayi Bölgesinde 1975 ve 1998 deprem yönetmeliklerine göre projelendirilmiş iki farklı çelik yapının günümüz yönetmeliğine göre uygunluğu incelenmiştir. Yetersiz noktalar belirlenmiş ve yetersizliklerin giderilmesi için gerekli iyileştirmeler sunulmuştur. Bu çalışmada modelleme SAP 2000 V.11 programı kullanılarak yapılmıştır. Son olarak, bu çalışmada elde edilen sonuçlara dayanarak Eskişehir Organize Sanayi Bölgesinin yapısal durumu hakkında bir değerlendirme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi, Deprem Yönetmeliği, Sanayi Yapıları

## SUMMARY

In this thesis, developments of organized industrial zones in the world and in our country are discussed, and then Eskişehir Organized Industrial Zone is analyzed in details. In this analysis; details such as bearing systems of structures, use purposes and general information of the structure together with the development of processes since Eskişehir Organized Industrial Zone's inception are investigated. Starting with the various earthquake codes based on construction years of industrial structures, all codes that come into effect in our country are analyzed.

In the next phase, two different steel structures which are designed according to 1975 and 1998 earthquake codes in Eskişehir Organized Industrial Zone are analyzed according to 2007 earthquake code. Inadequate points are found out and required retrofitting designs are presented. Modeling and analysis are made with SAP2000 V.11 in this study. Finally, structures in Eskişehir Organized Industrial Zone are evaluated according to results of the study.

Keywords: Eskişehir Organized Industrial Zone, Turkish Earthquake Codes, Industrial Structures

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim süresince yardımlarını esirgemeyen ve beni yönlendiren danışmanım Sayın Doç.Dr. Nevzat KIRAÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tezimin hazırlanmasında bana yardımcı olan İnş.Yük.Müh. Buğra ARSLANGİRAY ve İnş.Yük.Müh. Emrah İPEKÇİ'ye, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aile büyüklerime ve öğrenim hayatım boyunca beni destekleyip, her türlü sorunu aşmamda bana engin bilgileri ve yüksek mühendislik öngöröleri ile yardım eden sevgili eşim Yrd.Doç.Dr. Şafak KIRIŞ'a teşekkürlerimi borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖZET .....	v
SUMMARY .....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
2. ESKİŞEHİR ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ.....	3
2.1. Eskişehir Organize Sanayi Bölgesinin Tarihçesi.....	3
2.2. Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi ile İlgili Genel Bilgiler .....	4
2.3. Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi ile İlgili Yapılan Yapısal Araştırma .....	6
3. ÜLKEMİZDE YÜRÜRLÜĞE GİREN DEPREM YÖNETMELİKLERİ İLE İLGİLİ ARAŞTIRMA .....	12
3.1. 1940-Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi	12
3.2. 1944 - Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi.....	13
3.3. 1949 - Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği.....	14
3.4. 1953 - Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik.....	15
3.5. 1962 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY62) .....	16
3.6. 1968 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY68) .....	18
3.7. 1975 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY75) .....	23
3.8. 1998 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY98) .....	31
4. ESKİŞEHİR ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDE BULUNAN HANGAR TİPİ ÇELİK SANAYİ YAPISININ DBYYHY07' YE GÖRE İNCELENMESİ .....	36
4.1. 1975 Deprem Yönetmeliğine Göre Projelendirilmiş Bir Çelik Yapının İncelenmesi .....	37
4.1.1. Zati yükler .....	38
4.1.2. Rüzgar yükü .....	39
4.1.3. Yapı ağırlığının bulunması için yapılan metraj .....	40
4.1.4. Eşdeğer deprem yükü yöntemine göre deprem hesabı .....	41
4.1.5. Sisteme yeni eleman ilave etmeden elemanların kabul edilebilir sınırlar içerisine getirmek için yapılan kesit büyütmesi.....	53
4.1.5.1 Birinci adım .....	53
4.1.5.2 İkinci adım .....	54
4.1.5.3 Üçüncü adım .....	55
4.1.5.4 Dördüncü adım .....	56

## İÇİNDEKİLER(devam)

	<u>Sayfa</u>
4.1.5.5 Beşinci adım .....	57
4.1.5.6 Altıncı adım .....	59
4.1.5.7 Yedinci adım .....	60
4.1.5.8 Sekizinci adım .....	61
4.1.5.9 Dokuzuncu adım .....	62
4.1.6. Sisteme yeni elemanlar ilave ederek elemanların kabul edilebilir sınırlar içerisine getirilmesi .....	67
4.1.6.1 Birinci adım .....	67
4.1.6.2 İkinci adım .....	69
4.1.6.3 Üçüncü adım .....	70
4.1.6.4 Dördüncü adım .....	72
4.1.6.5 Beşinci adım .....	73
4.1.6.6 Altıncı adım .....	74
4.1.6.7 Yedinci adım .....	75
4.1.6.8 Sekizinci adım .....	77
4.1.6.9 Dokuzuncu adım .....	78
4.1.6.10 Onuncu adım .....	79
4.2. 1998 Yönetmeliğine Göre Hazırlanan Bir Çelik Yapının İncelenmesi .....	88
4.2.1. Zati yükler .....	89
4.2.2. Rüzgar yükü .....	90
4.2.3. Yapı ağırlığının bulunması için yapılan metraj .....	93
4.2.4. Eşdeğer deprem yükü yöntemine göre deprem hesabı .....	94
4.2.5. Sistemdeki elemanların kabul edilebilir sınırlar içerisine getirmek için yapılan kesit büyütmesi .....	104
4.2.5.1 Birinci adım .....	104
4.2.5.2 İkinci adım .....	105
4.2.5.3 Üçüncü adım .....	106
4.2.5.4 Dördüncü adım .....	107
4.2.5.5 Beşinci adım .....	108
4.2.5.6 Altıncı adım .....	109
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	114
KAYNAKLAR DİZİNİ .....	116
EKLER .....	118

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. EOSB hava fotoğrafı .....	4
Şekil 2.2. EOSB'deki aktif firmaların üretim yaptıkları sektörler göre dağılımları .....	5
Şekil 2.3. Yıllar içerisinde yatırımcılara tahsis edilen arsa miktarları(bin m <sup>2</sup> /yıl) .....	5
Şekil 2.4. Yıllar içerisinde yatırımcılara tahsis edilen arsa miktarları(adet/yıl) .....	6
Şekil 2.5. Taşıyıcı sistem cinslerine göre dağılım .....	8
Şekil 2.6. Deprem yönetmeliklerine göre dağılım .....	8
Şekil 2.7. Yapı alanı büyüklüğüne göre dağılım .....	9
Şekil 2.8. Duvar dolgu malzemesi cinsine göre dağılım .....	10
Şekil 3.1. Bina yüksekliğine göre kullanılacak C <sub>o</sub> katsayısı (ABYYHY62).....	17
Şekil 3.2. Kolon boyuna ve enine donatı şekilleri (ABYYHY75) .....	25
Şekil 4.1. Mevcut yapının 3 boyutlu görünümü .....	37
Şekil 4.2. Aşık elemanlarına etkiyen kaplama ve kar yükleri .....	43
Şekil 4.3. Kolon ve kirişlere etkiyen x yönü rüzgar yükleri .....	43
Şekil 4.4. Kolonlara etkiyen y yönü rüzgar yükleri .....	44
Şekil 4.5. Sisteme etkiyen x yönü deprem kuvvetleri.....	44
Şekil 4.6. Sisteme etkiyen y yönü deprem kuvvetleri.....	45
Şekil 4.7. Aşıklardan gelen kaplama ve kar yüklerinin tekil yük olarak atanması.....	47
Şekil 4.8. X yönü rüzgar etkisinin yayılı yük olarak kirişlere etkitilmesi .....	47
Şekil 4.9. X yönü deprem etkisinin tekil yük olarak kolon-kiriş düğüm noktasından etkitilmesi.....	48
Şekil 4.10. Çerçeve analiz sonucu .....	48
Şekil 4.11. Moment diyagramı .....	49
Şekil 4.12. Eksenel kuvvet diyagramı .....	49
Şekil 4.13. Kesme kuvveti diyagramı .....	50
Şekil 4.14. Orijinal eleman boyutlarına göre yapılan analiz.....	51
Şekil 4.15. Gerilme-taşıma kapasitesinin SAP2000 v.11 programında hesaplanması.....	52
Şekil 4.16.Üst aşık elemanları 2L50505 alt aşık elemanları L50505 değişikliğine göre yapılan analiz .....	53
Şekil 4.17.Üst aşık elemanları 2L60606 alt aşık elemanları L60606 değişikliğine göre yapılan analiz .....	54
Şekil 4.18.Dış kolonların I300-I900 guseli kolon değişikliğine göre yapılan analiz .....	55
Şekil 4.19. Tüm kolonların HEA200 profil değişikliğine göre yapılan analiz.....	56
Şekil 4.20.Beş adet aşık 2L70707 ve rüzgar rijitlik elemanları L60606 değişikliğine göre yapılan analiz .....	58
Şekil 4.21.Beş adet aşık 2L80808 ve rüzgar rijitlik elemanları L70707 değişikliğine göre yapılan analiz .....	59
Şekil 4.22.Beş adet aşık 2L90909 ve rüzgar rijitlik elemanları L80808 değişikliğine göre yapılan analiz .....	60
Şekil 4.23.Beş adet aşık 2L10010010 ve rüzgar rijitlik elemanları L90909 değişikliğine göre yapılan analiz .....	61
Şekil 4.24.Beş adet aşık 2L11011012 ve rüzgar rijitlik elemanları L10010010 değişikliğine göre yapılan analiz .....	62
Şekil 4.25. Sistemdeki eleman ağırlığı değişimi.....	63

## ŞEKİLLER DİZİNİ(devam)

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 4.26. Her adım için kolon maksimum momenti .....	64
Şekil 4.27. Her adım için kolon eksenel kuvveti .....	64
Şekil 4.28. Her adım için kolon kesme kuvveti .....	65
Şekil 4.29. Her adım için kiriş maksimum momenti .....	65
Şekil 4.30. Her adım için kiriş eksenel kuvveti .....	66
Şekil 4.31. Her adım için kiriş kesme kuvveti .....	66
Şekil 4.32. Sistem kolonlarına eklenen U80 profil değişikliğine göre yapılan analiz....	68
Şekil 4.33. Sistem kolonlarına eklenen U100 profil değişikliğine göre yapılan analiz.	69
Şekil 4.34. Sistem kolonlarına eklenen U120 profil değişikliğine göre yapılan analiz.	70
Şekil 4.35. Sistem kolonlarına eklenen IPE140 profil değişikliğine göre yapılan analiz .....	72
Şekil 4.36. Sistem kolonlarına eklenen IPE180 profil değişikliğine göre yapılan analiz .....	73
Şekil 4.37. Sistem kolonlarına eklenen IPE200 profil değişikliğine göre yapılan analiz .....	74
Şekil 4.38. Sistem dış cephe kolonlarına ilave yatay kuşak eklenerek yapılan analiz...	76
Şekil 4.39. Sistem dış cephe kolonları arası çapraz elemanlar eklenerek yapılan analiz .....	77
Şekil 4.40. Sistem orta aks kolonları arası çapraz elemanlar eklenerek yapılan analiz.	78
Şekil 4.41. Sistem dış akslar kolonları arası beş adet çapraz ve orta aks çaprazlar arası yatay kuşak elemanlar eklenerek yapılan analiz .....	80
Şekil 4.42. Sistemdeki eleman ağırlığı değişimi .....	81
Şekil 4.43. Her adım için kolon maksimum momenti .....	82
Şekil 4.44. Her adım için kolon eksenel kuvveti .....	82
Şekil 4.45. Her adım için kolon kesme kuvveti .....	83
Şekil 4.46. Her adım için kiriş maksimum momenti .....	83
Şekil 4.47. Her adım için kiriş eksenel kuvveti .....	84
Şekil 4.48. Her adım için kiriş kesme kuvveti .....	84
Şekil 4.49. Her iki yöntem için maksimum moment değerleri karşılaştırması.....	85
Şekil 4.50. Her iki yöntem için eksenel kuvvet karşılaştırması.....	85
Şekil 4.51. Her iki yöntem için kesme kuvvet karşılaştırması.....	86
Şekil 4.52. Her iki yöntem için maksimum moment değerleri karşılaştırması.....	86
Şekil 4.53. Her iki yöntem için eksenel kuvvet karşılaştırması.....	87
Şekil 4.54. Her iki yöntem için kesme kuvveti karşılaştırması .....	87
Şekil 4.55. Mevcut yapının 3 boyutlu görünümü .....	88
Şekil 4.56. Aşık elemanlarına etkiyen kaplama ve kar yükleri .....	96
Şekil 4.57. Kolon ve kirişlere etkiyen x yönü rüzgar yükleri .....	97
Şekil 4.58. Kolonlara etkiyen y yönü rüzgar yükleri.....	97
Şekil 4.59. Sisteme etkitilen x yönü deprem kuvvetleri .....	98
Şekil 4.60. Sisteme etkitilen y yönü deprem kuvvetleri .....	98
Şekil 4.61. Aşıklardan gelen kaplama ve kar yüklerinin tekil yük olarak atanması.....	99
Şekil 4.62. X yönü rüzgar etkisinin yayılı yük olarak kirişlere etkitilmesi .....	99

## ŞEKİLLER DİZİNİ(devam)

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 4.63. X yönü deprem etkisinin tekil yük olarak kolon-kiriş düğüm noktasından etkiltilmesi.....	100
Şekil 4.64. Çerçeve analiz sonucu .....	100
Şekil 4.65. Moment diyagramı .....	101
Şekil 4.66. Eksenel kuvvet diyagramı .....	101
Şekil 4.67. Kesme kuvveti diyagramı .....	102
Şekil 4.68. Orijinal eleman boyutlarına göre yapılan analiz.....	103
Şekil 4.69. Üst aşık elemanları 2L50505 alt aşık elemanları L50505 değişikliğine göre yapılan analiz .....	104
Şekil 4.70. Dış cephe kolon ve makas kirişleri IPE360 iç kolonlar HEA240 değişikliğine göre yapılan analiz .....	105
Şekil 4.71. Dış cephe çaprazlarında IPE200 profil değişikliğine göre yapılan analiz..	106
Şekil 4.72. Dış cephe çaprazlarında IPE240 profil değişikliğine göre yapılan analiz..	107
Şekil 4.73. y yönü IPE100 kirişlerin IPE200 profil değişikliğine göre yapılan analiz	108
Şekil 4.74. Aşık ve rüzgar rijitliklerinde yapılan köşebent değişikliğine göre yapılan analiz.....	109
Şekil 4.75. Sistemdeki eleman ağırlığı değişimi.....	110
Şekil 4.76. Her adım için kolon maksimum momenti .....	111
Şekil 4.77. Her adım için kolon eksenel kuvveti .....	111
Şekil 4.78. Her adım için kolon kesme kuvveti .....	112
Şekil 4.79. Her adım için kiriş maksimum momenti .....	112
Şekil 4.80. Her adım için kiriş eksenel kuvveti .....	113
Şekil 4.81. Her adım için kiriş kesme kuvveti .....	113

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Farklı zemin grupları ve deprem bölgeleri için C katsayısı.....	16
Çizelge 3.2. Farklı yapı türleri için n hareketli yük katsayısı .....	16
Çizelge 3.3. Zemin cinsi ve yapı türüne göre seçilen $n_1$ çarpanı (ABYYHY62) .....	18
Çizelge 3.4. 1. ve 2. derece deprem bölgelerine göre seçilen $n_2$ çarpanı (ABYYHY62) .....	18
Çizelge 3.5. Deprem bölgelerine göre seçilen katsayı (ABYYHY68).....	21
Çizelge 3.6. Zemin türlerine göre seçilen katsayı (ABYYHY68).....	21
Çizelge 3.7. Yapı önem katsayısı (ABYYHY68).....	22
Çizelge 3.8. Farklı zemin ve deprem bölgelerine göre bağ kirişi koşulları (ABYYHY75) .....	24
Çizelge 3.9. Kiriş boyuna donatı oranları (ABYYHY75) .....	26
Çizelge 3.10. Deprem bölge katsayısı (ABYYHY75).....	28
Çizelge 3.11. Deprem hesabında kullanılacak yapı önem katsayısı (ABYYHY75) .....	30
Çizelge 3.12. Hareketli yük katsayısı (ABYYHY75).....	30
Çizelge 3.13. Planda düzensizlik durumları (ABYYHY98).....	32
Çizelge 3.14. Düşey doğrultuda düzensizlik durumları (ABYYHY98).....	33
Çizelge 4.1. Orijinal boyutlara göre yapılan çözümlemede seçilen elemanların çalışma kapasiteleri .....	51
Çizelge 4.2. Birinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri.....	54
Çizelge 4.3. İkinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri .....	55
Çizelge 4.4. Üçüncü adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri .....	56
Çizelge 4.5. Dördüncü adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri.....	57
Çizelge 4.6. Beşinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri.....	58
Çizelge 4.7. Altıncı adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri.....	59
Çizelge 4.8. Yedinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri .....	61
Çizelge 4.9. Sekizinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri.....	62
Çizelge 4.10. Dokuzuncu adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri .....	63
Çizelge 4.11. Birinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri.....	68
Çizelge 4.12. İkinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri .....	69
Çizelge 4.13. Üçüncü adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri .....	71
Çizelge 4.14. Dördüncü adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri.....	72
Çizelge 4.15. Beşinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri.....	74
Çizelge 4.16. Altıncı adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri.....	75
Çizelge 4.17. Yedinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri .....	76
Çizelge 4.18. Sekizinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri.....	77
Çizelge 4.19. Dokuzuncu adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri .....	79
Çizelge 4.20. Onuncu adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri .....	80
Çizelge 4.21. Orijinal boyutlara göre yapılan çözümlemede seçilen elemanların çalışma kapasiteleri .....	103
Çizelge 4.22. Birinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri.....	105
Çizelge 4.23. İkinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri .....	106
Çizelge 4.24. Üçüncü adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri .....	107

**ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)****Çizelge****Sayfa**

Çizelge 4.25. Dördüncü adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri.....	108
Çizelge 4.26. Beşinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri.....	109
Çizelge 4.27. Altıncı adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri.....	110

## 1. GİRİŞ

19. Yüzyılın ikinci yarısında, sanayinin gelişimi açısından sanayi bölgelerinin oluşturulmasının önemli bir adım olduğu düşünülmüş ve sanayi bölgesi fikri dünyada ilk olarak 1885 yılında ABD’de hazırlanan bir raporla ortaya çıkmıştır. Sanayi bölgesinin ilk uygulaması ise 1896 yılında İngiltere’nin Manchester kenti yakınlarında kurulan Trafford Park uygulaması ile başlamıştır. ABD’de ise uygulama 1899 yılında başlamıştır.

Ülkemizde sanayileşmenin gelişimi incelendiğinde, Cumhuriyet dönemi öncesinde Osmanlı İmparatorluğu döneminde askeri fabrika ve tersaneler dışında büyük ölçekli pek fazla sanayi yapısına rastlanılmadığı görülmektedir. Devlet tarafından yaptırılan ilk sanayi yapısı 1833 yılında tekstil fabrikası olarak yapılan Feshane Fabrikası-i Hümayun (Dokuma Fabrikası) örnek olarak verilebilir. 19. Yüzyılın sonlarına doğru yapılan Hasköy Tersanesi Bakım Onarım atölyeleri de bir diğer sanayi yapısı olarak karşımıza çıkmaktadır. Cumhuriyet dönemi ile birlikte ülkenin kalkınabilmesi için sanayileşmeye daha çok önem verilmeye başlanmış ve sanayi gelişiminin teşvik edilmesi amaçlanmıştır. Cumhuriyet döneminin ilk sanayi yapıları olarak, 1937 yılında yapılan İzmir Tütün ve İşletme Evi ile 1939 yılında yapılan Sivas Çimento Fabrikası örnek gösterilebilir.

1960’lı yıllara gelindiğinde gelişen Türk Sanayi yapısı sonucu ile Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) oluşturma düşüncesi ortaya çıkmıştır. Organize sanayi bölgeleri birbirleriyle işbirliği içinde üretim yapan orta ve küçük ölçekli işletmelerin planlanmış bir alan üzerinde ve ortak altyapı hizmetlerinden yararlanacak şekilde standart fabrika binaları içinde toplanmaları olarak tanımlanabilmektedir (Çezik ve Eraydın, 1982).

Türkiye’de ilk olarak Bursa’da gerçekleştirilen pilot uygulamada kısa sürede bölgenin dolması ile organize sanayi yapısının ülkemizde kabul göreceği anlaşılmıştır. Bu çalışma sonrasında da farklı bölgeler için OSB planları yapılmıştır. 1962-1975

arasında bir adet, 1976-1985 arasında beş adet, 1986-1996 arasında otuz adet OSB tamamlanmıştır (Sapmaz vd., 1997).

Organize Sanayi Bölgelerinin sağlayacağı bazı önemli faydalar;

- Şehirlerin planlı yerleşimine ve gelişimine katkıda bulunmak,
- Gelişmekte olan sanayilerin arazi gereksinimlerini karşılamak,
- Yatırımcının planlı bir alanda ortak altyapı hizmetlerinden faydalanmasını sağlamak,
- Birbirleriyle ilişkili olarak çalışan sanayilerin belirli bir program çerçevesinde bir arada üretim yapmalarına olanak sağlamak olarak kısaca özetlenebilir.

Bu çalışmada ülkemizde kurulan ilk altı OSB'den biri olan Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi (EOSB)'nin incelenmesi amaçlanmış ve bu doğrultuda EOSB'de bulunan yapılar ile ilgili teknik verilere ulaşılmaya çalışılmıştır. Elde edilen veriler ışığında yapısal olarak genel bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir. İncelenen yapılar arasından 1975 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975) kriterlerine göre projelendirilmiş çelik taşıyıcı sistemli ve 1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1998) kriterlerine göre projelendirilmiş çelik taşıyıcı sistemli iki farklı bina seçilerek 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (DBYYHY-2007) kriterlerine göre yeniden değerlendirilmiştir. Çözümlenmeler SAP 2000 V.11 programı ile 2007 yönetmeliğine göre yapılmıştır.

## 2. ESKİŞEHİR ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ

### 2.1. Eskişehir Organize Sanayi Bölgesinin Tarihçesi

Eskişehir'de sanayi yatırımlarının planlı bir şekilde gerçekleştirilmesi, çevre korunmasına verilen önem ve modern şehircilik anlayışının bir sonucu olarak, 1969 yılında Eskişehir Sanayi Odası'nın öncülüğünde bir Organize Sanayi Bölgesi kurulması çalışmalarına başlanmıştır. İlk aşamada 1 milyon metrekare olarak planlanan OSB alanı 1973 yılında yatırımcıların hizmetine sunulmuştur. Eskişehir Sanayi Odası Organize Sanayi Bölgesi (EOSB)'de ilk parsellerin yoğun talep görmesi neticesinde bölgenin genişletme çalışmalarına başlanmış, 1979 yılında 2 milyon metrekarelik gelişme alanı ile birlikte toplam alan 3 milyon metrekareye ulaşmıştır. 1992 yılında da toplam alan yeni genişleme sahasıyla birlikte 21 milyon metrekareye çıkarılmıştır. Eskişehir'deki sanayileşmenin son yıllarda ivme kazanması sonucunda, Eskişehir Sanayi Odası bölgenin genişletilmesi kararını almıştır. Kısa sürede sonuçlandırılan çalışmalar neticesinde EOSB'nin alanı 1996 yılı sonunda 32 milyon metrekareye genişletilmiştir. 2008 yılı itibariyle bu alanın 15 milyon metrekaresi yatırımcılara tahsis edilmiştir.

EOSB alanının tarihsel gelişimi içindeki en önemli kilometre taşlarından biri 1997 yılında temeli atılan ve inşa çalışmalarına başlanan "Bilim Parkı"dır. Bu alan içindeki "Eskişehir Teknoloji Geliştirme Bölgesi", 10 Nisan 2003 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan "2003/5390 Sayılı Bazı Alanların Teknoloji Geliştirme Bölgesi Olarak Tespit Edilmesine İlişkin" Bakanlar Kurulu kararı ile yasal olarak kurulmuştur. 2004 yılında ilk, 2005 yılında da ikinci piramit binalar hizmete açılarak hem Türkiye hem de Eskişehir sanayisinin bilimsel ve teknolojik gelişimine önemli katkılar sağlayacak firmaların yer alacağı tesisler kullanıma açılmıştır.

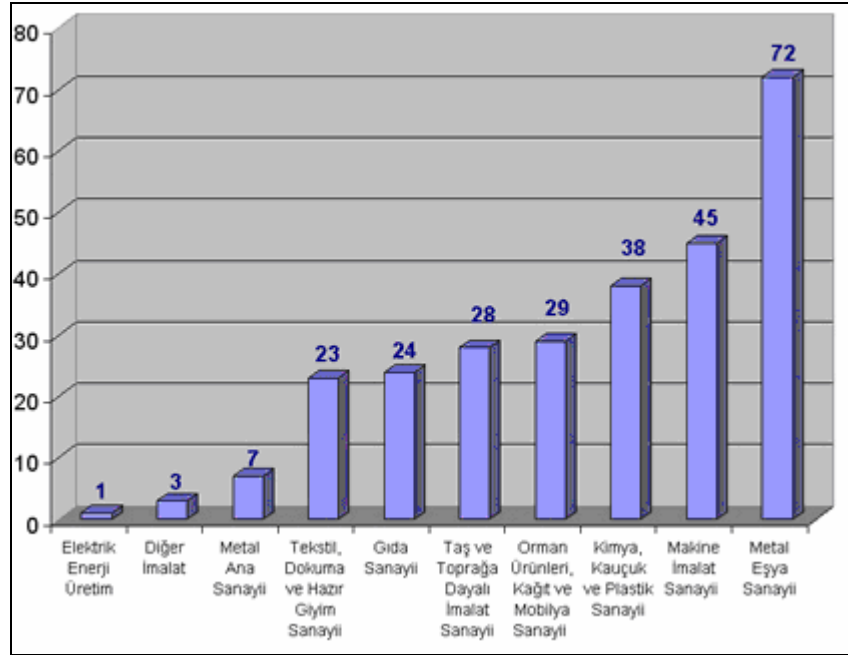
## 2.2. Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi ile İlgili Genel Bilgiler

EOSB’de şu anda 387 adet sanayi kuruluşu aktif olarak faaliyette bulunmaktadır. Bu firmalar haricinde 2007 yılı itibariyle 93 farklı kuruluşun tesis inşaatı devam etmektedir. 90 adet kuruluş da proje aşamasındadır. EOSB’nin hava fotoğrafı Şekil 2.1’de verilmiştir.



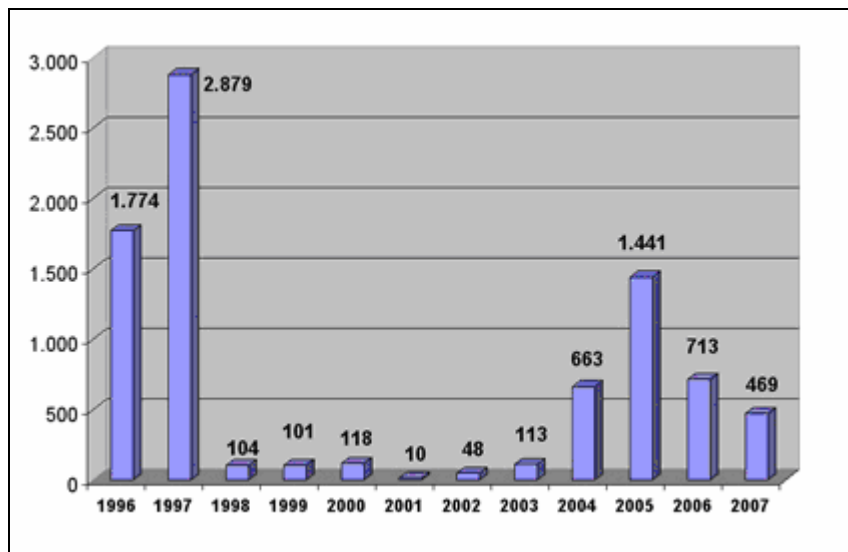
Şekil 2.1. EOSB hava fotoğrafı

EOSB’de faaliyette bulunan firmaları üretim yaptıkları sektörlere göre incelediğimizde en çok üretimin metal eşya sanayinde, en az üretimin ise elektrik enerji üretim sanayinde olduğunu görülmektedir. Bu firmaların dağılımı Şekil 2.2’de verilmiştir.



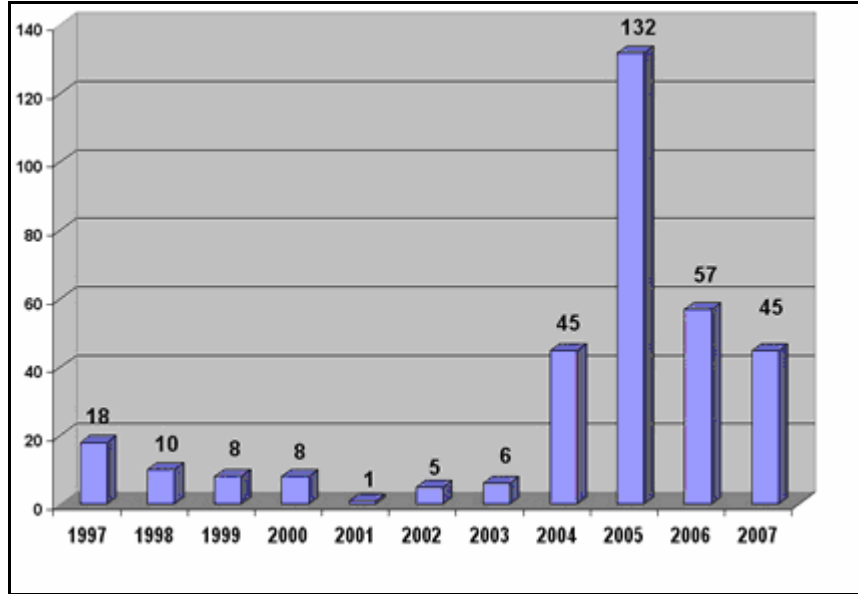
Şekil 2.2. EOSB'deki aktif firmaların üretim yaptıkları sektörlere göre dağılımları

Sanayi kuruluşlarının yıllar içerisindeki artışını gösteren değerler Şekil 2.3 ve Şekil 2.4'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Yıllar içerisinde yatırımcılara tahsis edilen arsa miktarları(bin m<sup>2</sup>/yıl)

Şekil 2.3’de görüldüğü gibi 1996, 1997 ve 2005 yılları arsa talebinin en yüksek olduğu dönemlerdir.



Şekil 2.4. Yıllar içerisinde yatırımcılara tahsis edilen arsa miktarları(adet/yıl)

Şekil 2.4 yorumlanırken Şekil 2.3’ün de dikkate alınması gerekmektedir. Örnek olarak 1997 yılında sadece 18 adet parsel tahsis edilmesine rağmen, o yıl tahsis edilen parsel metrekareleri büyük olduğundan en büyük yapılaşmaya açılan parsel miktarı olarak 1997 olarak görülebilir.

### 2.3. Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi ile İlgili Yapılan Yapısal Araştırma

Bölüm 2.2’de genel bilgileri verilen sanayi kuruluşlarında yaklaşık olarak 21000 kişi çalışmaktadır. Bu çalışan sayısı ülkemizin şehir merkezi olarak en az nüfusa sahip ili olan Bayburt(47000) ilinin neredeyse yarısına eşittir. Buradan yola çıkarak insanların çalıştığı sanayi yapılarının, 2.derece deprem bölgesinde olduğu da göz önüne alındığında EOSB’nin yapısal olarak incelenmesi gerektiği düşünülmüştür. Bu nedenle

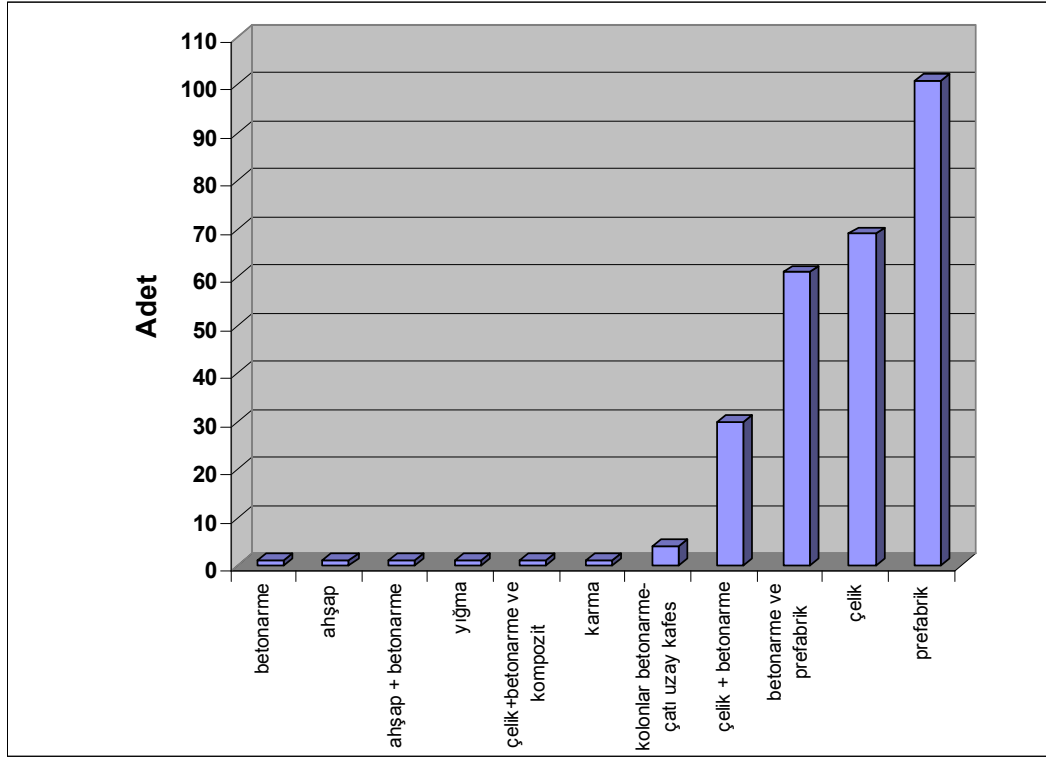
bu çalışmada öncelikle EOSB'deki sanayi yapılarının teknik verileri elde edilmeye çalışılmıştır.

EOSB'nin kuruluşundan 1994 yılına kadar geçen süreçte inşaat ruhsatları dönemin belediyesi olan Eskişehir Belediyesi tarafından verilmiştir. 1994 yılında Büyükşehir Belediyesinin kurulmasıyla EOSB yeni kurulan Odunpazarı Belediyesi yetki sınırları içerisine girmiştir. 1994-2001 yılları arasında EOSB'de yapılan tüm inşaatların ruhsatları Odunpazarı Belediye'since verilmiştir. 15 Nisan 2000 tarihinde 24021 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 4562 sayılı ORGANİZE SANAYİ BÖLGELERİ KANUNU'nun 4.maddesinde belirtilen “yürürlüğe giren mevzii imar planına göre arazi kullanımı, yapı ve tesislerinin projelendirilmesi, inşası ve kullanımıyla ilgili ruhsat ve izinler OSB'ce verilir ve denetlenir” hükmüne göre ruhsat verme işlemi EOSB tarafından gerçekleştirilmiştir.

EOSB'deki yapıların teknik verilerinin incelenmesi için öncelikle bu bölgede yapılan yapıların ruhsat bilgilerine ulaşılmaya çalışılmıştır. Ruhsat bilgilerinden yola çıkılarak özellikle yapıların taşıyıcı sistem cinsi ve hangi deprem yönetmeliğine göre projelendirildiği belirlenmiştir. Bunların dışında yapının kaç katlı olduğu, metrekare miktarı, duvar dolgu malzemesi, ısıtma sistemleri gibi bilgilere ulaşılmıştır.

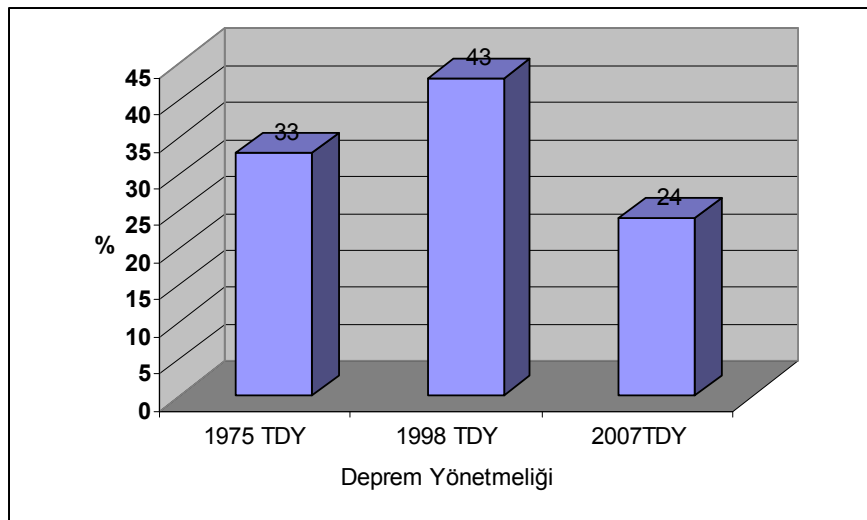
Bu bilgilere ulaşma aşamasında yukarıda da belirtildiği gibi birden fazla kurumun ruhsat vermesi nedeni ile bazı güçlüklerle karşılaşmıştır. Bürokratik engellerin dışında özellikle kurumların arşiv sistemlerinin yetersiz olması ve ruhsat verme yetkisinin değiştiği dönemlerde arşiv devirlerinin yapılması aşamasında bazı ruhsatlarda fiziki hasar ve kayıplar yaşanması nedeniyle geçmişten günümüze yapılan tüm yapıların ruhsat bilgilerine ulaşılamamıştır.

EOSB'deki toplam 387 adet sanayi yapısından 271 adet yapının teknik verileri elde edilmiştir. Bu verilere göre EOSB'nin yapısal olarak durum değerlendirmesi yapılmıştır. Yapıların taşıyıcı sistemlerine göre dağılımı, deprem yönetmeliklerine göre dağılımı, yapı alanı büyüklüğüne ve duvar dolgu malzemelerine göre dağılımları sırasıyla Şekil 2.5, 2.6, 2.7 ve 2.8'de verilmiştir.



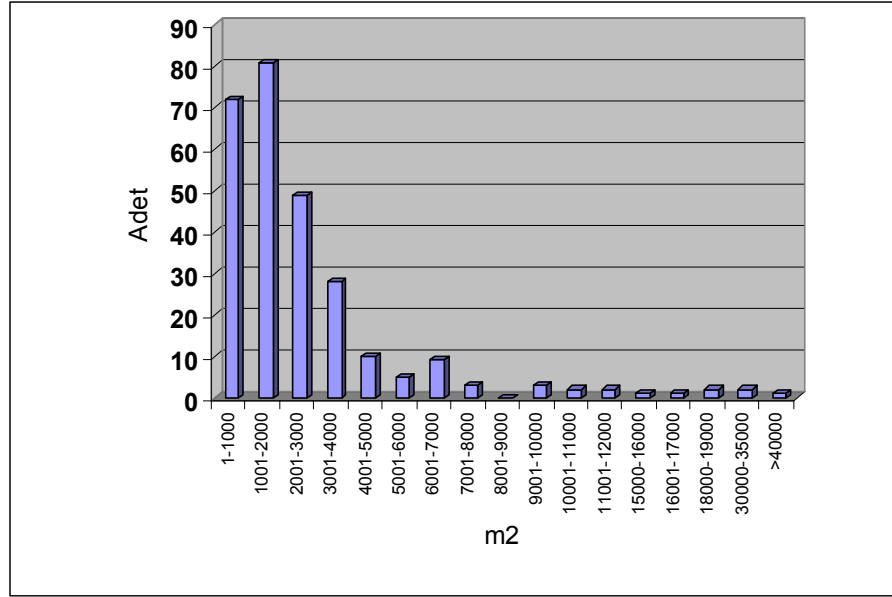
Şekil 2.5. Taşıyıcı sistem cinslerine göre dağılım

Şekil 2.5’de görüldüğü gibi en çok prefabrik yapı tercih edilmiştir. Sırasıyla çelik, betonarme+prefabrik, betonarme+çelik yapılar en çok yapılan diğer yapı tipidir.



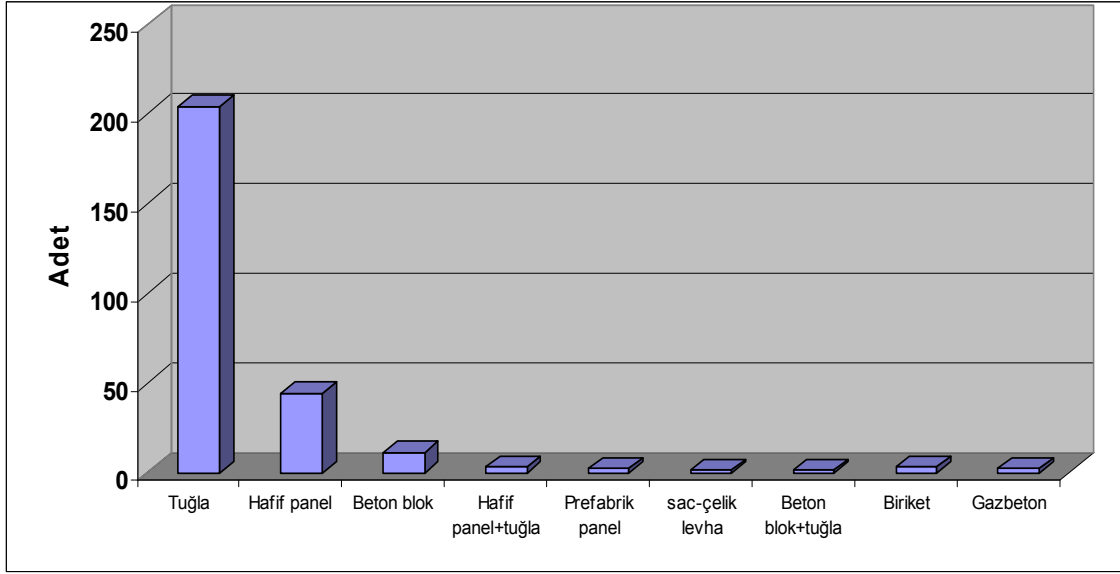
Şekil 2.6. Deprem yönetmeliklerine göre dağılım

EOSB’de bulunan yapıların ruhsat tarihlerine göre deprem yönetmelikleri bakımından en fazla 1998 deprem yönetmeliğine tabi yapı bulunduğu Şekil 2.6’da görülmektedir.



Şekil 2.7. Yapı alanı büyüklüğüne göre dağılım

EOSB’deki sanayi yapılarının çoğunlukla 5000 m<sup>2</sup> nin altındaki yapılar olduğu Şekil 2.7’de görülmektedir. Paşabahçe Schott San. Tic. A.Ş.’ye ait olan 42079 m<sup>2</sup> büyüklüğündeki bina EOSB’deki en büyük sanayi yapısıdır.



Şekil 2.8. Duvar dolgu malzemesi cinsine göre dağılım

EOSB'deki sanayi yapılarında çoğunlukla duvar dolgu malzemesi olarak tuğla tercih edildiği Şekil 2.8'den anlaşılmaktadır. Yapılan araştırma sonucunda 2003 yılından itibaren ise hafif panel ve gazbeton gibi özağırlığı daha düşük olan yapı malzemeleri de kullanılmaya başlandığı görülmektedir.

Elde edilen veriler kat yükseklikleri açısından değerlendirildiğinde;

- betonarme yapılar için 3,22m-13,20m,
- betonarme ve prefabrik elemanların beraber kullanıldığı yapılar için 6m-12,5m,
- çelik yapılar için 3,30m-13,50m,
- çelik ve betonarme elemanların beraber kullanıldığı yapılar için 3,00m-10,20m,
- prefabrik yapılar için 4,20m-9,50m arasında değerlere ulaşılmıştır.

EOSB'deki yapılaşmanın son beş yılı incelendiğinde taşıyıcı sistem olarak çoğunlukla prefabrik ve çelik yapıların kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Bu yapı sistemlerinin tercihinde en önemli faktör geniş açıklıklara ihtiyaç duyulan sanayi

yapılarında prefabrik veya çelik eleman kullanılmasının gerekliliğidir. Bu özelliğın dışında yapım süresinin de kısa olması en önemli tercih nedenlerindendir. Özellikle çelik yapılarda bulonlu birleşim kullanılması halinde yapının demonte edilebilmesi gibi büyük bir özelliğı bulunmaktadır. İhtiyaca göre yapıyı büyütme veya küçültme imkanı, hatta yapının tamamen sökülüp başka bir yerde yeniden kullanılabilmesi bulonlu birleşimlerin en büyük avantajıdır.

Ülkemizde son yıllarda çelik yapıların daha fazla kullanım alanı bulduğı düşünülerek, bu çalışmada da EOSB’de yer alan çelik yapılar üzerine odaklanılmıştır. Bu yapıların günümüz deprem yönetmeliğine göre yeniden değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle 1975 ve 1998 deprem yönetmeliklerine göre projelendirilmiş iki farklı yapının 2007 deprem yönetmeliğine göre değerlendirilmesi yapılmıştır.

### 3. ÜLKEMİZDE YÜRÜRLÜĞE GİREN DEPREM YÖNETMELİKLERİ İLE İLGİLİ ARAŞTIRMA

Yapı ile ilgili yönetmelikler, yetkili resmi kuruluşlarca düzenlenmiş yasal dokümanlar olup, güvenli ve fonksiyonel yapıların oluşturulmasında gerekli asgari koşulları belirlerler. Yönetmeliklerin temel amacı, mühendislerin yapı güvenliğini tehlikeye sokacak büyük hatalar yapmasını önlemektir (Ersoy, 2008).

Geçmişten günümüze kadar toplam dokuz adet deprem yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikler özellikle yaşanan depremler sonucunda oluşan can ve mal kayıplarından sonra güncellenmesi gerektiği görülmüş ve yönetmeliklerde gerekli değişiklikler yapılmıştır. Bu bölümde ülkemizde yürürlüğe giren deprem yönetmeliklerinin içerikleri hakkında bilgi verilmektedir. Ülkemizde yürürlüğe giren deprem yönetmelikleri;

- 1940 - Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi
- 1944 - Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi
- 1949 - Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği
- 1953 - Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
- 1962 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY62)
- 1968 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY68)
- 1975 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY75)
- 1998 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY98)
- 2007 - Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (DBYYHY07)

#### 3.1. 1940-Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi

Bu yönetmeliğin yürürlükte olduğu dönemde yığma binalar çoğunluktadır. Bu yönetmelikte teknik konularla ilgili fazla bilgiye rastlanmamaktadır. Çoğunlukla imar

kurallarından bahsedilen bu yönetmeliğin en önemli özelliği, ülkede iki farklı deprem bölgesinin olduğunu belirtmesidir. Birinci ve ikinci sınıf zelzele muntıkası olarak adlandırılan bölgelerde yapılacak inşaatlarla ilgili bazı hesaplardan bahsedilmiştir.

Birinci derece deprem bölgelerinde bina yüksekliği 16m, ikinci derece deprem bölgelerinde ise 20m ile sınırlandırılmıştır. Temeller ile ilgili olarak da dolgu zemin üzerine sadece radyejeneral temel sisteminin uygulanabileceğinden bahsedilmektedir. Kayalık olmayan zeminlerde de emniyet gerilmesinin 2 kg/cm<sup>2</sup> değerini geçmesine izin verilmediğinden bahsedilmektedir.

Bu yönetmelik dört yıl yürürlükte kalmıştır ve yerini Zelzele Muntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi'ne bırakmıştır.

### **3.2. 1944 - Zelzele Muntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi**

1944 yılında yürürlüğe giren yönetmeliğin 6. ve 7. maddelerinde temel zeminlerinden bahsedilmiş ve önceki yönetmeliğe göre biraz daha detaylı bilgiler verilmiştir. Özellikle depremde hasara uğramış araziler, su seviyesinin yüksek olduğu araziler ve eğimin 1/3'ü geçtiği arazilerde inşaat yapılamayacağından bahsedilmiştir. Bina yükseklikleriyle ilgili kurallar geliştirilmiş, betonarme, ahşap, kerpiç ve adi molozlardan yapılmış yapılar için farklı yapı yüksekliklerinden bahsedilmiştir.

Önceki yönetmeliğe ek olarak bu yönetmeliğin 13. maddesinde “*Yapılacak inşaatın nevine göre tulleri 14 üncü maddede gösterilen miktarı tecavüz eden münferid veya blok şeklindeki binaları temelleriyle birlikte tamamıyla müstakilen çalışabilecek bölümlere ayıran faslı müştereklerdir. Bu derzlerin genişliği inşaatın nevine göre tayin edilmekle beraber 0.05m. den dun olmaları lazımdır. Bu derzler; karkaslı binalarda çift kolonlarla, ana duvarları tuğla veya kargirden olan binalarda bitişik çift duvarlarda temin edilir*” ifadesi ile binalarda kullanılacak dilatasyon derzlerinden bahsedilmiştir. Yönetmeliğin 14. maddesinde ise betonarme yapılar için 50m, yığma yapılar için 40m ve kerpiç yapılar için ise 12m’de dilatasyon zorunluluğu getirmiştir.

“Umumi prensipler” başlıklı 15. maddesinde ise “ *Binaların zelzeleye karşı mukavemet edebilmeleri için bu mukavemetlere göre hesap ve inşa edilmiş olmaları lazımdır. Zelzele kuvvetini ufki ve şakuli mürekkiplerden ufki mürekkiibi daha büyük ve çok ehemmiyetlidir. Binaları harabiyetine başlıca sebep hesabatta yalnız şakuli istikamette tesir eden zati ve munzan sıklıkların nazarı itibara alınması ve zelzele ufki kuvvetlerinin ihmal edilmiş olmasıdır*” denilmektedir. Yönetmeliğin 20. maddesi antisismik kuşaklar başlığı altında binadaki duvar, direk, kiriş, döşeme gibi esas kısımların birbirleri ile bağlanarak depreme karşı birlikte çalışması gerektiği söylenmiş, fakat deprem hesabı ile ilgili bir hesaptan bahsedilmemiştir.

### 3.3. 1949 - Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği

Ülkemizde yürürlüğe giren 3. yönetmelik olan bu deprem yönetmeliğinde önceki yönetmeliklerden farklı olarak yapıların simetrisinden bahsedilmiş, yapıların mümkün olduğunca dikdörtgen kesitli olması istenmiştir. L,U,E,H ve T tipindeki yapıların dilatasyonlarla bölünüp dikdörtgenlere dönüştürülmesi gerektiğinden bahsedilmiştir. Bir diğer fark ise yapıların kütle merkezleri ile rijitlik merkezinden bahsedilmiş olmasıdır. Bunların birbirleri ile çakışmasını veya birbirlerine yakın olması istenmiştir. Bu yönetmelikteki en büyük fark deprem hesabının yapılabilmesi için bir denklem verilmesidir. Düşey doğrultuda deprem etkisinin dikkate alınmayacağından bahsedilmiş, yatay yersarsıntısı etkisinin yapının birbirine dik iki eksenine doğrultusunda etki ettiği, fakat her iki doğrultuda aynı zamanda etki etmediğinin kabul edilmesi istenmiştir. Deprem hesabının aşağıdaki gibi yapılması istenmiştir;

*“Yapının herhangi bir parçasına tatbik edilecek yatay yersarsıntısı kuvveti ;*

*$H = C (G+nP)$  formülü ile hesaplanacaktır. Burada,*

*H : Nazarı itibare alınan parçaya tatbik edilecek yatay yersarsıntısı kuvveti*

*G : Parçanın kendi ağırlığı*

*P : Parçaya tesir eden hareketli yükler*

*n : Hareketli yük katsayısı. Yapının kullanımına göre n değeri 1/3 ~ 1 arasında alınacaktır.*

*C : Yatay yersarsıntısı kat sayısı*

*Birinci derece yersarsıntısı bölgelerinde, C : 0.04 ~ 0.02 ; ikinci derece yersarsıntısı bölgelerinde ise C : 0.03 ~ 0.01 alınacaktır. Bu katsayıların seçilmesi, temel zeminin teşekkülâtına ve yapının inşai karakterine göre hesabı yapan mühendisin ve denetleyici makamın takdiri ile olur”* denilmiştir.

Bu formüllere ek olarak yapının hesabında yük kombinasyonlarından da bahsedilmiştir. Düşey yüklerle beraber deprem yükü ve yarım şiddette rüzgar yükü yüklemesi veya düşey yükle beraber tam şiddette rüzgar yüklemesi durumundan hangisi daha müsait olmayan tesirler oluşturuyorsa o yüklemeye göre boyutlandırma yapılması istenmiştir. Deprem hesabı yapılırken malzeme emniyet gerilmelerinin %50 oranında arttırılabileceği ve deprem kuvvetlerinin taşıyıcı elemanlara rijitlikleri ile doğru orantılı olarak etkilmesi istenmiştir.

### **3.4. 1953 - Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**

Bu yönetmelikte zemin emniyet gerilmeleri ile ilgili daha detaylı bilgi verilmiş ve farklı zemin grupları için emniyet gerilmeleri aşağıdaki gibi verilmiştir;

<i>Suya maruz killi topraklar.....</i>	<i>0.7 kg/cm<sup>2</sup></i>
<i>Kumlu çakıllı topraklar veya sıkışık kuru kil.....</i>	<i>1.5 kg/cm<sup>2</sup></i>
<i>Sıkışık çakıl ve iri kum veya sert kil .....</i>	<i>2 kg/cm<sup>2</sup></i>
<i>Küskülük veya sert kayalar .....</i>	<i>5 - 15 kg/cm<sup>2</sup></i>

Yapı temelleri ile ilgili olarak da daha detaylı bilgi verilmiş temellerde kullanılması gereken donatı miktarından bahsedilmiştir. 1949 Yönetmeliğinde kullanılan 1,0G+1,0E+0,5W ve 1,0G+1,0W yük kombinasyonları ve deprem hesabı ile ilgili olarak kullanılan  $H=C(G+nP)$  formülü aynı kalmıştır fakat c ve n değerleri için aşağıdaki çizelge verilmiştir. Bu çizelgedeki değerlerin konsol kısımlarda %50 oranında arttırılması istenmiştir.

Çizelge 3.1. Farklı zemin grupları ve deprem bölgeleri için C katsayısı

	<i>1° Deprem bölgeleri için</i>	<i>2° Deprem bölgeleri için</i>
<i>Yerlikaya kalınlığı 1m den fazla olan zeminler üzerine yapılacak yapılar için</i>	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>
<i>Asgari kalınlığı 3m olan sert kil zeminler üzerine yapılacak yapılar için</i>	<i>0,03</i>	<i>0,02</i>
<i>Diğer iki şıktaki zeminler dışında kalan zeminlerin üzerine yapılacak yapılar için</i>	<i>0,04</i>	<i>0,03</i>

Çizelge 3.2. Farklı yapı türleri için n hareketli yük katsayısı

<i>Yapı Türü</i>	<i>n</i>
<i>Sinema, Tiyatro, Otel, Kahvehane, Fabrika gibi umumi toplantı ve işyeri olarak kullanılacak yapılar</i>	<i>1</i>
<i>Resmi yapılar</i>	<i>1/2</i>
<i>Meskenler</i>	<i>1/3</i>

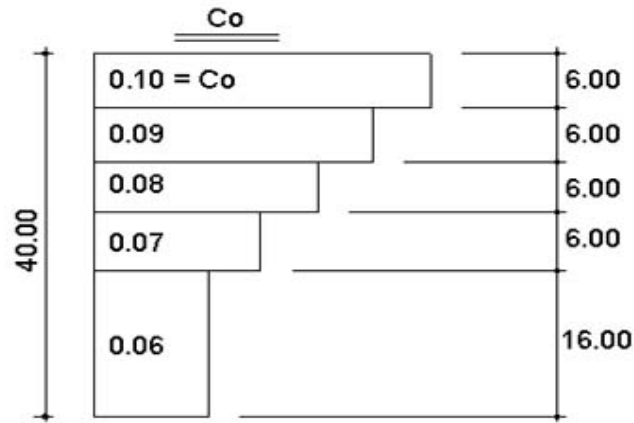
### **3.5. 1962 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY62)**

Bu yönetmelikte önceki yönetmeliklerde kullanılan “*en iyi malzeme ve itinalı işçilik kullanılacaktır*” ifadesi değiştirilmiş ve yerine “*Yapılar; gerek malzeme, gerek işçilik bakımından Türk Standartlarına. « Bayındırlık Bakanlığı Yapı İşleri Umumi Fenni Şartnamesi » ne ve fen ve sanat kaidelerine uygun olarak inşa edilecektir*”

ifadesi kullanılmıştır. 1962 Yönetmeliğindeki bir diğer yenilik ise yangına karşı alınacak tedbirlerden bahsedilmiş olmasıdır. 4. Bölümde ise su baskınına maruz kalacak bölgelerde yapılacak yapılarla ilgili kurallardan bahsedilmiştir.

Yönetmelikte deprem bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yeni bir bölüm oluşturulmuştur. Bu bölümde yapıların temellerinin bina yüksekliği arttıkça derinleştirilmesi gerektiği söylenmiş, 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde kapı ve pencere gibi duvar boşlukları ile ilgili kurallardan bahsedilmiştir. Yapılarda kullanılacak dilatasyon derzlerinin en az 3 cm olması gerektiği söylenmiştir.

Deprem hesabı ile ilgili olarak kullanılan formülde bir değişiklik yapılmamış ancak C değeri için farklı bir formül uygulanmaya başlanmıştır. C deprem katsayısının;  $C=C_0.n_1.n_2$  formülü ile bulunması istenmiştir.  $C_0$  bina yüksekliğine göre seçilecek katsayı,  $n_1$  yapı ve zemin türüne göre seçilecek katsayı,  $n_2$  1. ve 2. derece deprem bölgelerine göre seçilecek katsayıdır. Bu katsayılarla ilgili değerler aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.



Şekil 3.1. Bina yüksekliğine göre kullanılacak  $C_0$  katsayısı (ABYYHY62)

Çizelge 3.3. Zemin cinsi ve yapı türüne göre seçilen  $n_1$  çarpanı (ABYYHY62)

	$n_1$ çarpanı	
	Yapı tipleri	
ZEMİN CİNSİ	ÇELİK	B.A.
I	0.6	0.8
II	0.8	0.9
III	1.0	1.0

Çizelge 3.4. 1. ve 2. derece deprem bölgelerine göre seçilen  $n_2$  çarpanı (ABYYHY62)

Yersarsıntısı Bölgeleri	$n_2$ çarpanı
1. derece	1.0
2. derece	0.6

### 3.6. 1968 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY68)

Ülkemizde yürürlüğe giren altıncı deprem yönetmeliği olan 1968 yönetmeliği gelişen teknoloji ve bilimin sayesinde deprem hesapları ile ilgili olarak önceki yönetmeliklere göre daha detaylı ve bilimsel veriler sunmaktadır. Deprem afetinden korunma adı altındaki altıncı bölümde betonarme yapılar, yığma kargir yapılar, yarım kargir yapılar, ahşap karkas yapılar, kerpiç yapılar ayrı başlıklar altında irdelenmiştir. Çelik yapılar için bir bilgi verilmemiştir.

Betonarme yapılarla ilgili bölümde, 2007 deprem yönetmeliğinin 2.10.3.2. maddesinde belirtilen “*birakılacak minimum derz boşluğu, 6m yüksekliğe kadar*

*minimum 30 mm olacak ve bu değere 6 m'den sonraki her 3 m'lik yükseklik için 10 mm eklenecektir” ifadesinin bir benzeri kullanılmıştır. Bu bölümde ayrıca temel bağlantıları, taşıyıcı elemanlar, perdeler, döşemeler, kirişler ve dolgu duvarları ayrı başlıklar altında incelenmiş, bu yapı elemanları ile ilgili minimum kesit ve donatı miktarlarından bahsedilmiştir. Bu yapı elemanları ile ilgili kurallar şöyle sıralanmaktadır;*

- *Kolonlar: Bodrum katından başlayarak yukarıya doğru, birbirinin üstüne gelecek şekilde düzenlenecektir. Bütün kolonlar, planda mümkün olduğu kadar her iki doğrultuda bir doğru üzerine getirilmelidir.*
- *Düğüm noktaları civarında kolon ve kirişlerin etriye aralığı, bu elemanların ortasındaki etriye aralığının yarısı kadar olacak ve kolon yüzünden başlayarak açıklığa doğru kiriş yüksekliği kadar devam edecektir. Kolonlara ait etriyeler kat kirişleri içinde de devam edecektir.*
- *Kolonların en küçük kenarı 24 cm den ve kat yüksekliğinin 1/20 sinden daha küçük olamaz. Kolonlarda, hatıllar ve bağlantı kirişleri için gerekli teçhizat kadar aderans boyunda filizler bırakılacaktır.*
- *Betonarme perde duvarlarının kalınlığı en az 20 cm ve kat yüksekliğinin 1/25 inden az olamaz. Bu perde duvarlarında kullanılacak teçhizat, yatay ve düşey yönde ve ayrı ayrı her iki yüzde beton kesitinin binde iki buçuğundan az olamaz. Demir aralıkları perde kalınlığından daha az olamaz.*
- *Her kattaki düşey perde alanının % 15 ini geçmeyen boşlukların iç ve dış kenarlarına en az ikişer adet Ø 16 lık çubuk demir konulacaktır. Daha büyük boşluklar için boşluk gözönüne alınarak hesap yapılacaktır. Her iki kenardaki demirlerin toplam alanı boşluk sebebiyle kesilen demirlerin alanından az olmayacaktır. Ayrıca her köşeye de yatay düzlemle 45 °' lik açı meydana getiren en az ikişer adet Ø 16 ' lık demir çubuk konacaktır. Bu demir çubuklar, perde boşluğu kenarından aderans boyu kadar uzatılacaktır.*

- *Perdeler bodrum katından itibaren çatıya kadar üst üste gelecektir.*
- *Betonarme döşemelerin kalınlığı en az 10 cm çatıların oturduğu döşemeler ise en az 8 cm olacaktır.*
- *Konsol plakların kalınlıkları, serbest açıklığın 1/12'sinden az olmayacaktır.*
- *Basit döşeme delikleri çevresinde, en az 2 Ø 12 ' lik demir bulunacak ve bu teçhizat her iki doğrultuda da delik sebebiyle kesilen demirden az olmayacaktır.*
- *1 inci ve 2 nci derece deprem bölgelerinde asmolen döşeme yapılamaz.*
- *kirişler en az 15x30 cm kesitinde olacak ve yükseklikleri kendilerine bağlantılı plak döşeme kalınlığının üç katından fazla olacaktır.*
- *Kirişlerin teçhizat yüzdesi, boyuna doğrultuda en az binde iki buçuk olacaktır. Bundan başka gerekli etriye teçhizatı konacaktır.*
- *Kolon birleşimlerinde gusse yapılması faydalı olacaktır.*

Bu yönetmelikte deprem etkisinin hesaplanmasında kullanılan formüller günümüz yönetmelik kriterlerine daha yakın hale gelmiştir. Depremden dolayı yapıya etkileyen kuvvetin  $F = C.W$  formülü ile hesaplanması istenmiştir. F yapı temel taban seviyesinde meydana gelen kesme kuvvetidir. C deprem katsayısı, W ise toplam yapı ağırlığıdır.

$$C = C_0 . \alpha . \beta . \gamma$$

$$W = \Sigma W_i$$

$$W_i = G_i + n_i . P_i$$

$C_0$  : Deprem bölge katsayısı

$\alpha$  : Zemin katsayısı

$\beta$  : Yapı önem katsayısı

$\gamma$  : Yapı dinamik katsayısı

$W_i$  : i nci katın ağırlığı

$G_i$  : i'nci katın zati ağırlığı

$P_i$  : i'nci kattaki hareketli yükler toplamı

$n_i$  : i'nci kattaki hareketli yük katılım katsayısı

$C_o$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  değerleri aşağıdaki çizelgelerden alınacaktır.  $\gamma$  yapı dinamik katsayısı ise yapı temel periyodu  $T$ 'ye bağlı bir formülle verilmiştir.

Çizelge 3.5. Deprem bölgelerine göre seçilen katsayı (ABYYHY68)

Deprem Bölgesi	$C_o$
1	0,06
2	0,04
3	0,02

Çizelge 3.6. Zemin türlerine göre seçilen katsayı (ABYYHY68)

Zemin Cinsleri	$\alpha$
1 - Sert ve yekpare kayalık zeminler	0,80
2 - Kum, çakıl, sert kumlu kil gibi sağlam ve sıkışık zeminler, çatlak ve kolayca tabakalara ayrılan kayalar	1,00
3 - Suyu havi gevşek ve yukarıdaki sağlam zeminler haricindeki daha az sağlam bilimum zeminler	1,20

Çizelge 3.7. Yapı önem katsayısı (ABYYHY68)

Bir deprem süresince veya hemen sonra kullanılması zaruri binalar (PTT binaları, itfaiye binaları, kuvvet santralleri, radyo evi, pompa istasyonları, hastaneler gibi)	1,50
Önemli veya değerli malları saklayan binalar (Müzeler gibi)	
Halkın çok yığıldığı binalar (Mektepler, stadyumlar, tiyatrolar, sinemalar, ibadet mahalleri, tren istasyonları gibi)	
Halkın az yığıldığı binalar (özel ikametgah, apartmanlar, oteller, iş yerleri, lokantalar, sanayi binaları gibi)	1,00

$\gamma$  yapı dinamik katsayısı;

$T \leq 0,5$  saniye için  $\gamma = 1$

$T > 0,5$  saniye için  $\gamma = 0,5/T$  olarak alınacaktır.

Buradaki  $T = 0,09 H / \sqrt{D}$  olarak hesaplanacaktır.

$H$  = Binanın temel tabanından olan yüksekliği

$D$  = Binayı etkileyen yanal kuvvetlerin doğrultusuna paralel doğrultuda bina genişliğidir.

Bu verilerden elde edilen deprem kuvveti  $F$ , yapı yüksekliğince aşağıdaki formülle dağıtılır;

$$F_i = F \cdot [W_i \cdot h_i / (\sum W_i \cdot h_i)]$$

$F_i$  =  $i$ ' inci kata gelen yanal kuvvet

$W_i$  =  $i$ ' inci katın ağırlığını

$h_i$  =  $i$ ' inci katın bina temel tabanından yüksekliğini gösterir.

Sekizinci bölümün a.2.7. maddesinde “*Deprem kuvvetleri ile rüzgar yükünün yapıya aynı zamanda tesir etmediği kabul edilecek ve herhangi bir yapı elemanı için hesaplarda, deprem veya rüzgardan gayrimüsaait olanı gözönünde tutulacaktır*”

ifadesiyle deprem etkisinin hesaba katıldığı yük kombinasyonundan rüzgar etkisi çıkarılmıştır.

### **3.7. 1975 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY75)**

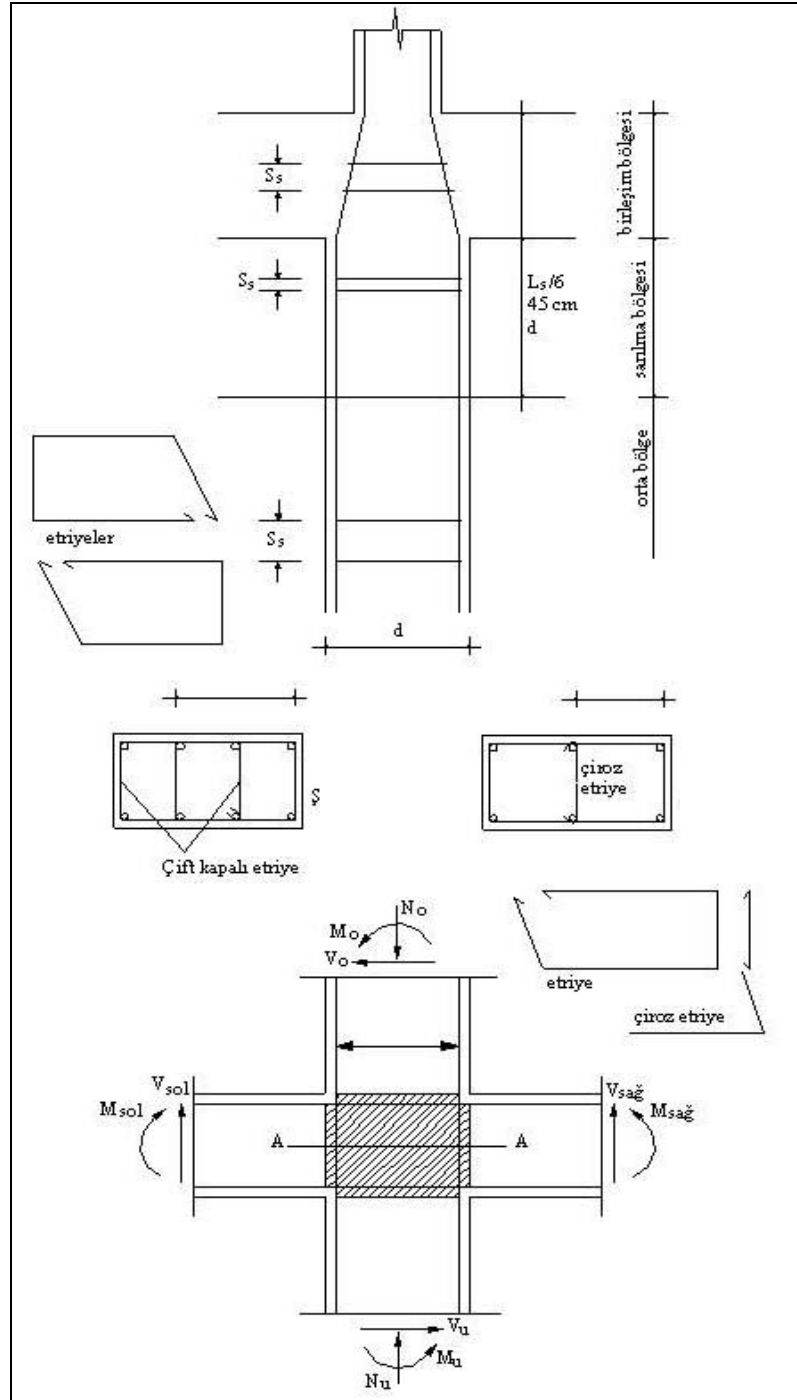
22 Yıl gibi uzun bir süre yürürlükte kalacak olan bu yönetmelik kendisinden önceki yönetmeliklere göre çok daha kapsamlı hale getirilmiştir. Ülkemizdeki deprem bölgeleri değiştirilmiş ve dört farklı deprem bölgesi oluşturulmuştur.

Betonarme yapılarla ilgili olarak çok daha ayrıntılı bilgi verilmiştir. Öncelikle 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde kullanılacak beton sınıfı ile ilgili sınırlama getirilmiş B 225 den daha düşük kalitede beton kullanılmayacağından bahsedilmiştir. Tüm deprem bölgelerinde de vibratörsüz ve betoniyersiz beton yapılması yasaklanmıştır. Temel zemininin kayalık olması hali dışında temel sömellerinin her iki yönde bağ kirişleriyle bağlanması istenmiştir. Deprem bölgesine ve zemin cinsine bağlı olarak temellerdeki bağ kirişlerinin minimum boyutları ve donatı miktarları tablo halinde gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Farklı zemin ve deprem bölgelerine göre bağ kirişi koşulları (ABYYHY75)

<b>Bağlantı kirişi minimum koşulları</b>					
<b>Deprem bölgesi</b>	<b>Boyut cinsi</b>	<b>Zemin cinsleri</b>			
1. bölge	Hesap çekme kuvveti (Bağlandıkları kolonlara gelen düşey kuvvetlerin en büyüğünün yüzdesi olarak)	% 8	% 8	%10	%10
	Minimum enkesit	700 cm <sup>2</sup>	700 cm <sup>2</sup>	900 cm <sup>2</sup>	900 cm <sup>2</sup>
	Minimum boyuna donatı	4 Ø 14	4 Ø 14	4 Ø 14	4 Ø 14
	Minimum boyut	25 cm	25 cm	30 cm	30 cm
2. 3. ve 4. bölgeler	Hesap çekme kuvveti (Bağlandıkları kolonlara gelen düşey kuvvetlerin en büyüğünün yüzdesi olarak)	% 5	% 5	% 8	%10
	Minimum enkesit	700 cm <sup>2</sup>	700 cm <sup>2</sup>	900 cm <sup>2</sup>	900 cm <sup>2</sup>
	Minimum boyuna donatı	4 Ø 14	4 Ø 14	4 Ø 14	4 Ø 14
	Minimum boyut	25 cm	25 cm	30 cm	30 cm

Kolonlar için minimum 25 cm genişlik veya kat yüksekliğinin 1/20'sinden küçük olamaz denilmiş, geniş kenar/dar kenar oranının 3'den küçük eşit olması istenmiştir. Minimum donatı alanı ve farklı beton sınıfları için maksimum donatı alanları belirlenmiştir. Kolonlar enine donatı aralığı bakımından üç farklı bölgede değerlendirilmiş, kolon sarılma bölgesi, kolon orta bölgesi ve kolon-kiriş düğüm bölgesi için değerler verilmiştir. Kolon sarılma bölgesi için kolon enkesitinin büyük boyu, serbest yüksekliğin 1/6'sı veya 45 cm'den az olamaz denilmiştir. Sarılma bölgesinde kapalı sürekli etriyelerden oluşabilecek donatı fazlalığına karşı çiroz etriye kullanılması istenmiştir. Kolon orta bölgesi ve kolon-kiriş birleşim bölgeleri için de kurallar verilmiş ve bunların daha anlaşılabilir olması için çizimle gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Kolon boyuna ve enine donatı şekilleri (ABYYHY75)

Perdeler başlığı altında “*planda uzun kenarının kalınlığına oranı en az beş olan düşey taşıyıcı elemanlardır*” şeklinde tanımlanmış, “*betonarme taşıyıcı perde duvar*

*kalınlığı kat yüksekliğinin ve perde genişliğinin 1/20 sinden ya da 15 cm. den az olamaz*” denilmiştir. Perdeler ile ilgili enine ve boyuna donatıların oranlarının sırasıyla 0,0025 ve 0,0020’den az olmaması istenmiş ve perdelerde bırakılacak boşlukların etrafındaki yırtılma donatılarının minimum miktarları verilmiştir. Perdelerin diğer yapı elemanları ile birleştiği yerlerde birlikte çalışmayı sağlayacak biçimde donatı bağlantısı ve detaylandırma yapılması istenmiştir.

Döşemeler ile ilgili olarak da 1968 yönetmeliğinde deprem bölgelerinde asmolen döşeme yapılmasına izin verilmezken, bu yönetmelikte bazı koşullara uyularak asmolen döşeme yapılabileceği söylenmiştir.

Bu yönetmelikte kirişler ile ilgili olarak da daha fazla bilgi verilmiş, minimum enkesit olarak 20x30 cm ölçülerinde olması istenmiştir. Kirişlerdeki boyuna donatı oranlarının farklı donatı sınıflarına göre miktarları belirlenmiştir.

Çizelge 3.9. Kiriş boyuna donatı oranları (ABYYHY75)

<b>Boyuna Donatı Oranı</b>	<b>BÇ I</b>	<b>BÇ II</b>	<b>BÇ III</b>
$\mu_{min}$	0.005	0.004	0.003

Kirişlerin boyuna donatılarında çekme bölgesinde ve kayma gerilmelerinin yüksek olduğu yerlerde ek yapılmaması istenmiş, uç kolonlara bağlanan kirişlerde boyuna donatıların kolon içerisine doğru 90° kırılarak ankraj boyu kadar uzatılması istenmiştir. Basit kirişlerde boyuna donatıların tek parça olması ve ek yapılmaması söylenmiştir. Etriye çapı olarak 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde minimum Ø8 koşulu getirilmiş, kiriş sarılma bölgesi olarak da 2h kadar minimum mesafe istenmiştir.

1975 Yönetmeliğindeki yeniliklerden bir diğeri de çelik yapılarla ilgili bir bölüm oluşturulmasıdır. Çelik karkas yapılarda rijit kiriş - kolon birleşimlerinin kesit etkilerini tam aktarabilecek şekilde düzenlenmesi, döşemelerin betonarme, prefabrike eleman, yada özel metal profilli döşemelerden yapılabileceği söylenmiştir. Duvar dolgu malzemesi olarak da dinamik etkilerde devrilmeyecek hafif pano, prefabrik duvar elemanı veya örme duvar olabileceği söylenmiştir. Kafes sistemlerde çekme çubuklarının narinliği  $\lambda \leq 250$  olması istenmiş, “ Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde kaba bulonların emniyet gerilmeleri %30 azaltılacak ve çift somunlu olarak yapılacaktır” denilmiştir.

Bu yönetmelikte deprem etkilerine göre hesap bakımından yapılar taşıyıcı sistemi düzenli yapılar ve taşıyıcı sistemi düzensiz yapılar olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır. Taşıyıcı sistemleri döşeme yada kirişler ile düşey kolonlardan oluşan, kolon ve perdeleri sürekli olarak temele kadar inen yapılar “taşıyıcı sistemi düzenli yapılar” olarak, rijitlik ya da kütle yayılımı bakımından süreksizlikler ya da düzensiz yığımlar gösteren yapılar “taşıyıcı sistemi düzensiz yapılar” olarak tanımlanmıştır. Yönetmelikte her iki durum için hangi hesap yönteminin kullanılacağı aşağıdaki gibi açıklanmıştır;

Güvenilir bir dinamik çözümleme yapılmadıkça, "taşıyıcı sistemi düzenli" olan ve temel üst kotundan ölçülen yüksekliği 75 m'yi geçmeyen betonarme yada çelik karkas yapılar ile her türlü yığma binaların, bacaların, kulelerin ve yüksek haznelerin depreme göre hesabı yatay yükler kullanılarak yapılabilir. "Taşıyıcı sistemi düzensiz" olan veya temel üst kotundan ölçülen yüksekliği 75 m'yi geçen tüm yapıların depreme karşı emniyetleri, usulüne uygun ve güvenilir bir dinamik hesap yolu ile saptanmalıdır. Böyle bir dinamik hesaptan zemin ve yapının dinamik özellikleri ayrıntıları ile göz önünde tutulur. Gerçek yada idealleştirilmiş spektrumlara göre mod süperpozisyonu yöntemi yada depremde davranışın zamana göre değişimini veren titreşim denklemlerinin integrasyonu vb. yöntemlerinden biri ya da model deneyleri kullanılabilir. Ancak, dinamik hesap sonucunda bulunacak toplam yatay yükler statik eşdeğer yük hesabına göre bulunan değerlerin % 70 inden daha küçük olamaz denilmiştir.

Yapıya etkiyen deprem kuvvetinin hesabı tekrar güncellenmiş ve deprem katsayısının hesabında spektrum katsayısı kullanılmaya başlamıştır.

$$F = C.W$$

$$C = C_0.K.S.I$$

$C_0$  = Deprem bölge katsayısı,

$K$  = Yapı tipi katsayısı,

$S$  = Yapı dinamik katsayısı (Spektrum katsayısı),

$I$  = Yapı önem katsayısı.

Çizelge 3.10. Deprem bölge katsayısı (ABYYHY75)

<b>Deprem Bölgesi</b>	<b><math>C_0</math></b>
1	0.10
2	0.08
3	0.06
4	0.03

Dolgu duvarı tipleri:

- a) Betonarme ya da yatay ve düşey donatılı yığma bölme duvarlı
- b) Donatısız yığma bölme duvarlı
- c) Hafif ve az bölme duvarlı ya da prefabrike beton bölme duvarlı olmak üzere  $K$  yapı tipi katsayıları aşağıda verildiği gibi;

Aşağıda tanımı ayrıca yapılmış tüm taşıyıcı sistemler

- 1.00

Tüm perde duvarlı kutu sistemler

- 1.33

Çerçeveleri yatay yüklerin tamamı taşıyabilen çerçeve taşıyıcı sistemler

1. Düktil çerçeveleri (Çelik ya da betonarme)

- a) 0.60
- b) 0.80
- c) 1.00

2. Düktil olmayan çerçeveler

- a) 1.20
- b) 1.50
- c) 1.50

3. Diyagonalı çelik kafes çerçeveler

- a) 1.33
- b) 1.50
- c) 1.60

Düktil çerçeveleri ile yatay yüklerin en az % 25 ini taşıyabilen perde duvarlı sistemler

- a) 0.80
- b) 1.00
- c) 1.20

Yığma binalar

1.50

olarak alınacaktır.

Yapı dinamik katsayısı (Spektrum katsayısı)nın  $S = 1/(0,8+T-T_0)$  formülü ile hesaplanması istenmiştir. Burada T birinci doğal periyodu,  $T_0$  ise zemin hakim periyodudur. Bu formüllerden elde edilecek S değerinin 1'den büyük olmaması istenmiştir. Yapının birinci doğal periyodunun hesabı için ise  $T = 0,09H/\sqrt{D}$  ve  $T = (0,07\sim 0,10).N$  formüllerinden elde edilecek değerlerden en elverişsiz olan alınacaktır denmiştir. Bu formüllerde geçen H yapının temel üst kotundan ölçülen yüksekliği, D yatay yükler doğrultusuna paralel doğrultudaki yapı genişliği ve N yapı temel düzeyi üstündeki kat adedidir.

Bu yönetmelikte kullanılan I yapı önem katsayısı ve n hareketli yük katsayıları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 3.11. Deprem hesabında kullanılacak yapı önem katsayısı (ABYYHY75)

Yapı Cinsi		I
a)	Bir deprem süresince ya da hemen sonra kullanılması zorunlu yapılar (PTT, itfaiye ve radyo evi yapıları, kuvvet santralleri, pompa istasyonları, hastaneler, istasyon ve terminaller, rafineriler v.b.)	1.50
b)	Önemli ve değerli malları saklayan yapılar. (müzeler v.b.)	1.50
c)	Halkın çok yığıldığı yapılar (Okullar, spor tesisleri, tiyatrolar, sinema ve konser salonları, ibadet mahalleri, v.b.)	1.50
d)	Halkın az yığıldığı yapılar (Özel konutlar, Oteller, işyerleri, lokantalar, endüstri yapıları v.b.)	1.00

Çizelge 3.12. Hareketli yük katsayısı (ABYYHY75)

Yapı Cinsi	n
Depolar, antrepolar v.b.	0.80
Okullar, öğrenci yurtları, spor tesisleri, sinema ve konser salonları, tiyatrolar, garaj, lokanta, mağaza v.b.	0.60
Özel konutlar, oteller, hastaneler, işyeri v.b	0.30

Kat ağırlığı  $W_i = G_i + n.P_i$  olmak koşulu ile yapının kat düzeylerine uygulanacak olan yatay yüklerin  $F_i = (F-F_t).W_i.h_i/\sum W_i.h_i$  formülü ile hesaplanması istenmiştir. 1968 yönetmeliğine göre fark formülde  $(F-F_t)$  çarpanının kullanılmış olmasıdır. Buradaki  $F_t$

değeri yapının en üst kat düzeyine uygulanacak münferit kuvvettir. Bu kuvvetin hesaplanması için de  $F_t = 0,004F.(H/D)^2$  formülü verilmiş ve  $F_t$  değerinin 0.15 F değerinden büyük olmaması gerektiği söylenmiştir.

Yapıların tasarımında yatay burulma momentlerinin de hesaba katılması istenmiş, rijitlik merkezi ile kütle merkezi arasında bulunan eksantrisiteye deprem doğrultusuna dik doğrultudaki yapı genişliğinin % 5'i eklenerek bulunacak burulma momentlerine göre de tahkikte bulunulması istenmiştir.

### **3.8. 1998 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY98)**

1975 Deprem yönetmeliğinin 22 yıl gibi uzun bir süre yürürlükte kalmasından sonra 2.9.1997 tarihinde 23098 nolu resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren bu yönetmelik 2.7.1998 yılında yapılan değişikliklerle son halini almıştır.

Yönetmeliğin *Amaç, Genel İlkeler ve Kapsamlar* başlıklı 5. bölümünde “ *bu yönetmelikte depreme dayanıklı bina tasarımının ana ilkesi; hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can kaybını önlemek amacı ile binaların kısmen veya tamamen göçmesinin önlenmesidir*” denilmiş ve yönetmelikte esas alınan deprem kuvvetinin yukarıdaki *şiddetli deprem*'e karşılık geldiği söylenmiştir.

Altıncı bölümde depreme dayanıklı yapı tasarımı için taşıyıcı sistemle ilgili genel ilke ve kurallardan bahsedilmiş, “*bir bütün olarak deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmalıdır. Bu bağlamda döşeme sistemleri, deprem kuvvetlerinin taşıyıcı sistem elemanları arasında*

güvenle aktarılmasını sağlayacak düzeyde rijitlik ve dayanıma sahip olmalıdır” denmiştir. Deprem yüklerinin belirlenmesi için ise spektral ivme katsayısı ve deprem yükü azaltma katsayılarının esas alınacağından bahsedilmiştir.

Öncelikle yapıların tasarımı aşamasında karşılaşılan düzensizliklerden bahsedilmiş, depreme dayanıklı bir yapı için bu düzensizliklerden sakınılması istenmiştir. Bu düzensizlikler planda ve düşeyde olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

Çizelge 3.13. Planda düzensizlik durumları (ABYYHY98)

<p><b><u>A1 - Burulma Düzensizliği :</u></b></p> <p>Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden <i>Burulma Düzensizliği Katsayısı</i> <math>\eta_{bi}</math>'nin <b>1.2</b>'den büyük olması durumu  <math>[\eta_{bi} = (\eta_i)_{\max} / (\eta_i)_{\text{ort}} &gt; 1.2]</math>  <i>Görelî kat ötelemelerinin hesabı, <math>\pm</math> %5 ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak, 6.7'ye göre yapılacaktır.</i></p>
<p><b><u>A2 - Döşeme Süreksizlikleri :</u></b></p> <p>Herhangi bir kattaki döşemede  <b>I</b> - Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu,  <b>II</b> - Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,  <b>III</b> - Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu</p>
<p><b><u>A3 - Planda Çıkıntılar Bulunması :</u></b></p> <p>Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu</p>
<p><b><u>A4 - Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması:</u></b></p> <p>Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu</p>

Çizelge 3.14. Düşey doğrultuda düzensizlik durumları (ABYYHY98)

<p><b><u>B1 - Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) :</u></b></p> <p>Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki <i>etkili kesme alanı</i>'nın, bir üst kattaki <i>etkili kesme alanı</i>'na oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı <math>\eta_{ci}</math>'nin <b>0.80</b>'den küçük olması durumu.</p> <p><math>[\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} &lt; 0.80]</math></p> <p><i>Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı :</i></p> <p><math>\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k</math></p>
<p><b><u>B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) :</u></b></p> <p>Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı <math>\eta_{ki}</math>'nin <b>1.5</b>'tan fazla olması durumu</p> <p><math>[\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} &gt; 1.5]</math></p> <p><i>Görelî kat ötelemelerinin hesabı, <math>\pm\%5</math> ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak 6.7'ye göre yapılacaktır.</i></p>
<p><b><u>B3 - Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği :</u></b></p> <p>Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara veya kirişlere oturtulması durumu</p>

Tablolarla verilen düzensizlik durumlarının hepsi için ayrı ayrı çizim yapılmış ve görsel olarak anlaşılması sağlanmıştır. Düzensizlikler incelendikten sonra elastik deprem yüklerinin tanımlanması için spektral ivme katsayısı, bina önem katsayısı, spektrum katsayıları, deprem yükü azaltma katsayısı ve yapıların süneklik durumları ile ilgili bilgiler ve hesaplama şekilleri anlatılmıştır.

Deprem bölgelerinde yapılacak yapılarla ilgili olarak üç farklı hesap yönteminden bahsedilmiş, bunlar *eşdeğer deprem yükü yöntemi*, *mod birleştirme yöntemi* ve *zaman tanım alanında hesap yöntemi* başlıkları altında anlatılmıştır. Boyutlandırılacak olan yapının düzensizlik ve yüksekliklerine bağlı olarak da hangi yöntemin kullanılmasına karar verileceğinden bahsedilmiştir.

Hesap metodunun belirlenmesi ile betonarme yapılar, çelik yapılar, ahşap yapılar, yığma kargir yapılar ve kerpiç yapılar ayrı başlıklar altında incelenmiş ve depreme dayanıklı olarak tasarım yapılabilmesi için birçok formül, denklem ve tablo verilerek uyulması gereken kurallar gösterilmiştir.

Bu yönetmelik 10 yıl yürürlükte kalmış ve yerini Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (DBYYHY07)'ye bırakmıştır.

### **3.9. 2007 - Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (DBYYHY07)**

2007 Deprem yönetmeliği, 1998 yönetmeliğine göre oldukça geliştirilmiş ve kapsamı artırılmıştır. Özellikle mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi konusunda eklenen performans yaklaşımı ile deprem bölgelerinde yapılacak yeni yapıların ve güçlendirilecek yapıların deprem dayanımlarının incelenmesine yeni bir boyut katmıştır. Yönetmelik kapsamında performans değerlendirilmesinde kullanılmak üzere üç farklı doğrusal elastik olmayan analiz yöntemi tanımlanmıştır. Bunlar, *Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi*, *Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi* ve *Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi*'dir. Yönetmeliğin 7.1.2. nolu maddesinde bu yöntemlerin ve değerlendirme esaslarının çelik ve yığma yapılar için geçerli olmadığı söylenmiştir. İlk iki yöntem, yönetmelikte doğrusal olmayan deprem performansının belirlenmesi ve güçlendirme hesapları için temel alınan Artımsal itme Analizi'nde kullanılan yöntemlerdir.

Yönetmeliğin yedinci bölümü mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesine ayrılmıştır. “*Mevcut binaların taşıyıcı sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesinde ve deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılacak eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisine ve malzeme özelliklerine ilişkin bilgiler, binanın projelerinden ve raporlarından, binada yapılacak gözlem ve ölçümlerden, binadan alınacak malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden elde edilecektir*” denilmiş ve binalardan bilgi toplanması kapsamında yapılacak işlemler anlatılmıştır. Binaların incelenmesinde elde edilecek mevcut bilgilerin kapsamına göre de her bina için bilgi düzeylerinin sınıflandırılması istenmiştir. Bu sınıflandırma sınırlı, orta ve kapsamlı bilgi düzeyi olarak yapılmıştır. Betonarme, çelik, prefabrik ve yığma binalarda bilgi düzeyleri için gerekli açıklamalar yapılmış, çelik ve prefabrik binalarda sınırlı bilgi düzeyinin geçerli olmadığı söylenmiştir.

Yönetmeliğin 7.5. ve 7.6. nolu başlıkları altında depremde bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemleri ve doğrusal olmayan elastik hesap yöntemleri ile belirlenmesi anlatılmıştır.

#### **4. ESKİŞEHİR ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDE BULUNAN HANGAR TİPİ ÇELİK SANAYİ YAPISININ DBYYHY07' YE GÖRE İNCELENMESİ**

Bu bölümde EOSB'de yapılmış çelik taşıyıcı sistemli iki farklı yapının incelemesi yapılmıştır. Bu yapılardan ilki 1990 ikincisi ise 2004 yılında yapılmıştır. Projelendirildikleri yıllara göre ilki 1975 deprem yönetmeliğine, ikincisi ise 1998 deprem yönetmeliğine tabi olan yapılardır. Yapıların ikisi de hangar tipi tek katlı sanayi yapılarıdır. Her iki yapının taşıyıcı sisteminde dolu gövdeli kolon kiriş kullanıldığı görülmüştür. Öncelikle bu yapıların statik projeleri elde edilmiş, projelerdeki eleman ve malzeme özelliklerine göre SAP2000 v.11 programında modelleme yapılmıştır.

Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile deprem hesabı yapıp sisteme etkilmiş ve mevcut yapının elemanlarının taşıma kapasiteleri incelenmiştir. Sisteme etkilenen yük kombinasyonları için 2007 deprem yönetmeliğinin 2.7.5. nolu maddesi ve çelik yapılar için depreme dayanıklı tasarım kuralları bölümündeki arttırılmış deprem etkilerini veren yüklemeler yapılmıştır. Analiz sonucunda taşıma kapasitelerini aşan elemanlar tespit edilmiştir.

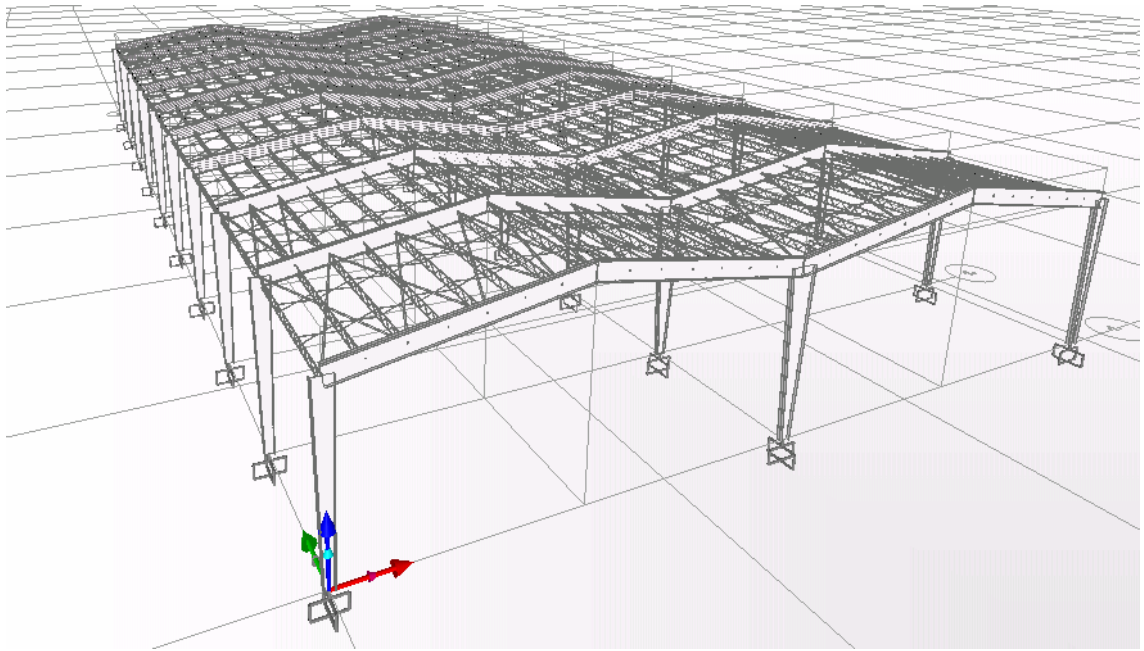
Öncelikle 1990 yılında yapılmış olan yapı için, sisteme herhangi bir yeni eleman ilave etmeden elemanların kabul edilebilir sınırlar içerisinde getirmek için yapılan kesit büyütmesi tespit edilmiştir. Bu adımda eleman kesitlerinin aşırı büyüdüğü ve bu nedenle sisteme yeni eleman ilave edilmesi gerektiği görülmüştür. İkinci adımda ise sistemde eleman kesitlerini büyütmeden (kullanılabilecek minimum eleman kesitleri göz önünde tutularak) ilave elemanlarla deprem etkisi altındaki yapının taşıma kapasitesini aşmayacağı duruma ulaşılmıştır.

2004 yılında yapılmış olan yapı için ise projenin daha kapsamlı ve deprem etkilerini minimuma indirebilecek elemanlar bulunmasından ötürü taşıma kapasitesini aşan elemanlarda kesit büyütmesine gidilmiş ve her adım için ayrı ayrı çözümler yapılarak taşıma kapasitesinin aşılmadığı duruma ulaşılmıştır. Yapıda kullanılan çelik profiller ile ilgili teknik bilgilerin olduğu abaklar Ekler bölümünde verilmiştir.

Yapılan çalışmada öncelikle kaplama yükü, kar yükü, rüzgar etkisi hesaplanmış, eşdeğer deprem yükü yöntemi için yapı ağırlığı bulunmuş ve deprem yükleri yapıya etkilmiştir. Ayrıntılı sonuçlar aşağıda iki farklı yapı için ayrı ayrı verilmiştir.

#### 4.1. 1975 Deprem Yönetmeliğine Göre Projelendirilmiş Bir Çelik Yapının İncelenmesi

Bu bölümde EOSB’de bulunan 1990 yılında yapılmış olan yapı incelenmiştir. Yapının 3 boyutlu görünümü Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Mevcut yapının 3 boyutlu görünümü

Mevcut yapı ile ilgili genel bilgiler aşağıdaki gibidir.

Boyutlar 30m x54m

X yönü makas açıklığı 15m

Y yönü makas sayısı 10 adet

Eleman boyutları;

Dış kolonlar I300-I600 guseli lineer büyüyen kesit

Orta kolonlar I300-I900 guseli lineer büyüyen kesit

Kirişler I600 dolu gövdeli kesit

Üst aşık elemanları 2L30303 köşebent (Aşık R kirişi)

Alt aşık elemanları L30303 köşebent (Aşık R kirişi)

Üst ve alt aşık elemanlar arası askı çubuğu Ø12'lik demir

Aşıklar arası gergi çubuğu Ø14'lük demir

Rüzgar rijitlik elemanları L50505 köşebent

#### 4.1.1. Zati yükler

##### **Çatı kaplaması:**

Üst Eternit : 0,17 kN/m<sup>2</sup>

İzocam : 0,02 kN/m<sup>2</sup>

Alt Eternit : 0,17 kN/m<sup>2</sup>

Toplam = 0,36 kN/m<sup>2</sup>

##### **Kar yükü:**

II.Bölge, rakım 782, Seçilen q=0,75 kN/m<sup>2</sup> (TS498)

Toplam çatı zati yükü

0,36+0,75=1,11 kN/m<sup>2</sup>

b : x yönü iki aşık arası mesafe

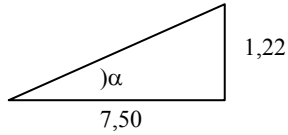
L : y yönü iki makas arası mesafe

b.L.q=1,0855.6.1,11=7,23 kN (iki makas arası)

**Aşıklara gelen yük:**

$$\text{Uç aşıklar: } \frac{7,23}{2,6} = 0,6025 \text{ kN/m}$$

$$\text{Orta aşıklar: } \frac{7,23}{6} = 1,205 \text{ kN/m}$$

**4.1.2. Rüzgar yükü**

$$\text{Arctan}\left(\frac{1,22}{7,50}\right) \Rightarrow \alpha = 9,24^\circ \text{ (Çatı eğimi)}$$

$$H=7,12\text{m} < 8$$

$$\text{Seçilen } q=0,5 \text{ kN/m}^2 \text{ (TS498)}$$

**X yönü rüzgar etkisinin hesaplanması:**

$$L.0,8.q=6.0,8.0,5=2,4 \text{ kN/m}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Uç kolonlar: } 2,4/2=1,2 \text{ kN/m} \\ \text{Orta kolonlar: } 2,4 \text{ kN/m} \end{array} \right\} \text{Rüzgarın etkidiği kenar}$$

$$\left. \begin{array}{l} L.0,4.q=6.0,4.0,5=1,2 \text{ kN/m} \\ \text{Uç kolonlar: } 1,2/2=0,6 \text{ kN/m} \\ \text{Orta kolonlar: } 1,2 \text{ kN/m} \end{array} \right\} \text{Karşı kenar}$$

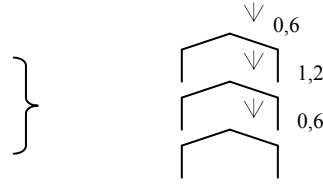
$$(1,2 \cdot \text{Sin}\alpha - 0,4) \cdot q \cdot L = [1,2 \cdot \text{Sin}(9,24) - 0,4] \cdot 0,5 \cdot 6 = -1,05 \text{ kN/m}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Uç kirişler: } 1,05/2=0,525 \text{ kN/m} \\ \text{Orta kirişler: } 1,05 \text{ kN/m} \end{array} \right\} \begin{array}{c} \uparrow \\ 0,525 \\ \uparrow \\ 1,05 \\ \uparrow \\ 0,525 \end{array}$$

$$+0,4 \cdot q \cdot L = 0,4 \cdot 0,5 \cdot 5 = 1,2 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uç kirişler: } 1,2/2 = 0,6 \text{ kN/m}$$

$$\text{Orta kirişler: } 1,2 \text{ kN/m}$$



### Y yönü rüzgar etkisinin hesaplanması:

$$L = 15 \text{ m}$$

$$H = 7,12 < 8$$

$$\alpha = 0^\circ$$

$$\text{Seçilen } q = 0,5 \text{ L} \cdot 0,8 \cdot q$$

$$\text{Uç kolonlar: } \frac{0,8 \cdot 0,5 \cdot 15}{2} = 3 \text{ kN/m}$$

$$\text{Orta kolonlar: } 6 \text{ kN/m}$$

} Rüzgarın etkidiği kenar

$$\text{Uç kolonlar: } \frac{0,4 \cdot 0,5 \cdot 15}{2} = 1,5 \text{ kN/m}$$

$$\text{Orta kolonlar: } 3 \text{ kN/m}$$

} Karşı kenar

### **4.1.3. Yapı ağırlığının bulunması için yapılan metraj**

Dış kolonlar (I300-I600)

$$5,90 \cdot 20 \cdot 93 / 1000 = 10,97 \text{ ton}$$

İç kolonlar (I300-I900)

$$5,90 \cdot 10 \cdot 113 / 1000 = 6,67 \text{ ton}$$

Kirişler (I600)

$$7,60 \cdot 40 \cdot 113 / 1000 = 34,35 \text{ ton}$$

Aşıklar (2L.30.30.3 + L.30.30.3)

$$6 \cdot 270 \cdot 3 \cdot 1,36 / 1000 = 6,6 \text{ ton}$$

Rüzgar rijitlikleri (50.50.5)

$$6,40 \cdot 72 \cdot 3,77 / 1000 = 1,74 \text{ ton}$$

$$6,10 \cdot 60 \cdot 3,77 / 1000 = 1,38 \text{ ton}$$

Aşık gergi (Ø14)

$$7,64 \cdot 144 \cdot 1,208 / 1000 = 1,33 \text{ ton}$$

Aşık bağlantı (Ø12)

$$0,35.24.270.0,888/1000=2,01 \text{ ton}$$

Toplam eleman ağırlığı=65,05 ton

#### 4.1.4. Eşdeğer deprem yükü yöntemine göre deprem hesabı

Bina toplam yükü

$$W+0,3Q \text{ (Q:kar yükü)}$$

$$W=65,05 \text{ ton}$$

$$\text{Kaplama yükü}=36.7,60.6.4.9/1000=59,09 \text{ ton}$$

$$\text{Kar yükü}=75.7,60.6.4.9/1000=123,12 \text{ ton}$$

$$\text{Toplam } W_i=65,05+59,09+0,3.123,12=161,08 \text{ ton}$$

#### X yönü deprem için

Orta kolonlara etkiyen deprem yükü= 17,9 ton

Uç kolonlara etkiyen deprem yükü= 8,95 ton

$T_1=2,463$  Sap2000v.11 programından elde edilen değer

Seçilen zemin sınıfı 3

$$T_A=0,15$$

$$T_B=0,60$$

$I=1$  (Bina önem katsayısı)

$A_0=0,30$  (2° Deprem bölgesi için etkin yer ivmesi katsayısı)

$T_b < T$  olduğundan  $S_t=2,5\left(\frac{T_b}{T}\right)^{0,8}$  formülü ile hesaplanacaktır.

$$S_t=2,5\left(\frac{0,60}{2,463}\right)^{0,8}=0,808$$

$$A_{(T)}=A_0.I. S_{(T)}=0,30.1.0,808=0,242$$

$T_A < T$  olduğundan  $R_{a(T)}=R=5$  alınır.

$$V_t = \frac{W \cdot A(T)}{R_d(T)} \text{ formülünden}$$

$$V_{t\_orta} = \frac{17900 \cdot 0,242}{5} = 866,36 \text{ kg}$$

$$V_{t\_uç} = \frac{8950 \cdot 0,242}{5} = 433,18 \text{ kg}$$

### **Y yönü deprem için**

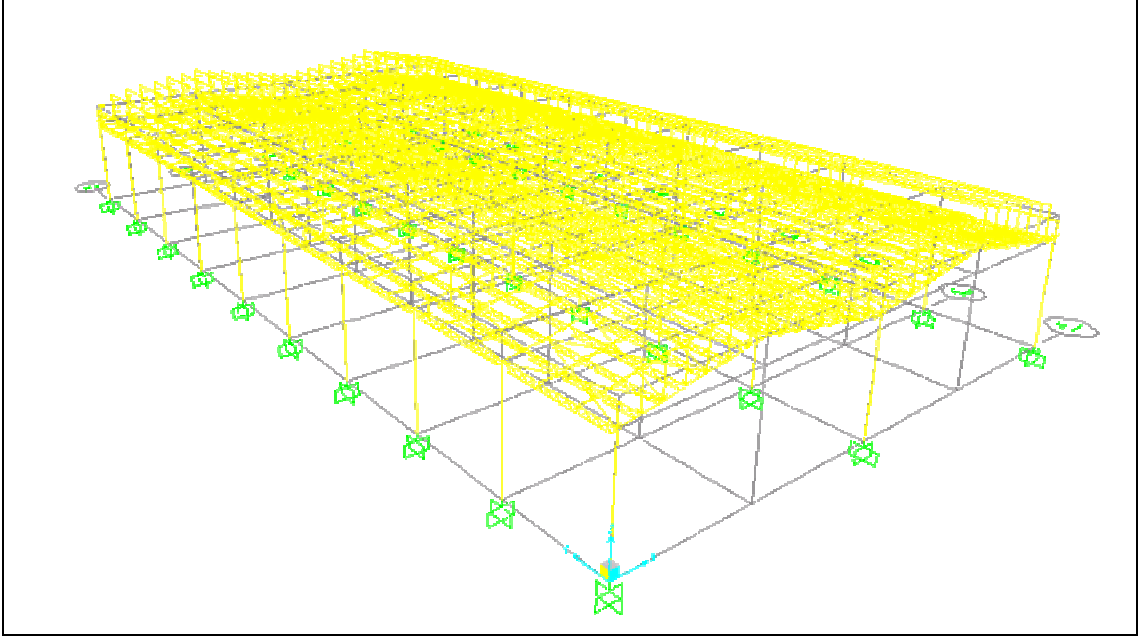
Orta kolonlara etkiyen deprem yükü= 80,54 ton

Uç kolonlara etkiyen deprem yükü=40,27 ton

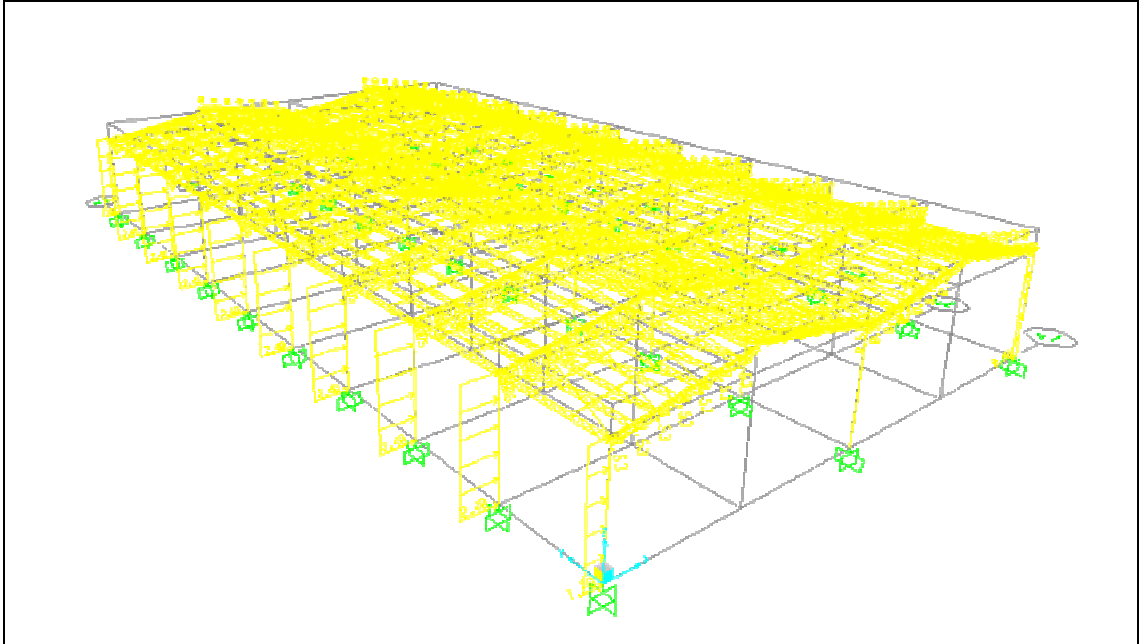
$$V_{t\_orta} = \frac{80540 \cdot 0,242}{5} = 3898 \text{ kg}$$

$$V_{t\_uç} = \frac{40270 \cdot 0,242}{5} = 1949 \text{ kg}$$

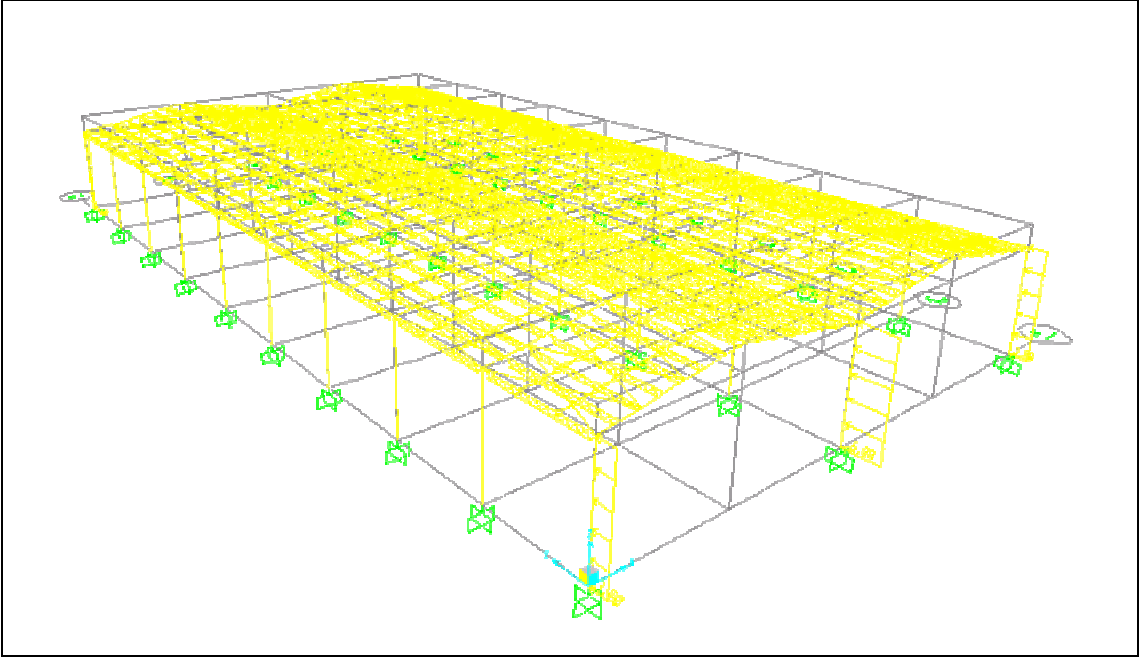
Yukarıda bulunan tüm değerlerin sisteme etkilmiş halleri sırasıyla Şekil 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6'da gösterilmiştir.



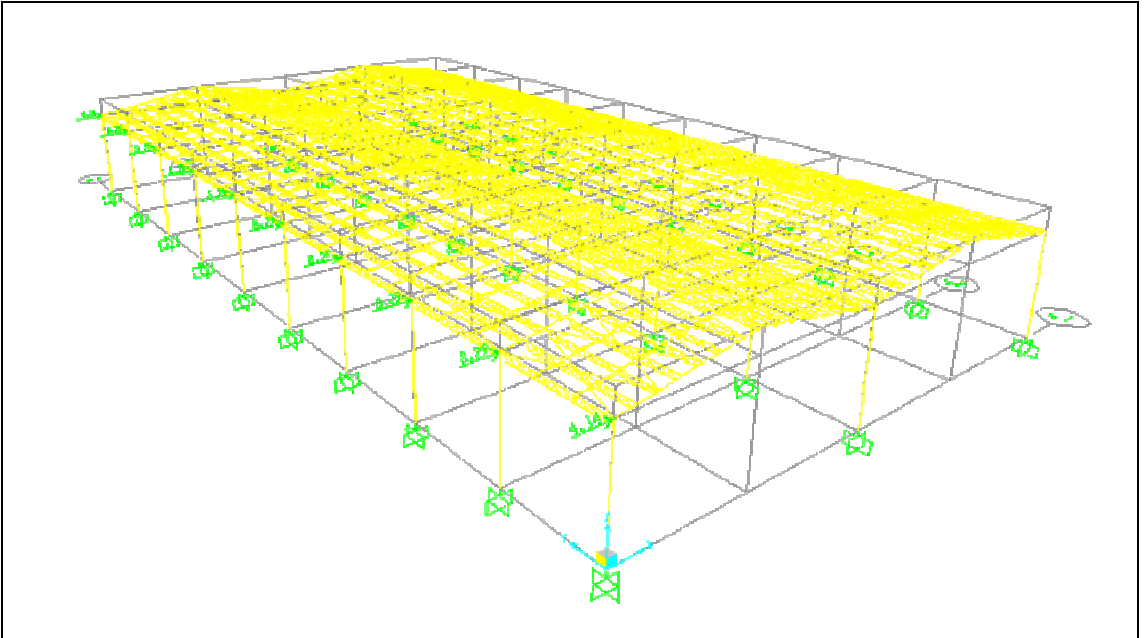
Şekil 4.2. Aşık elemanlarına etkiyen kaplama ve kar yükleri



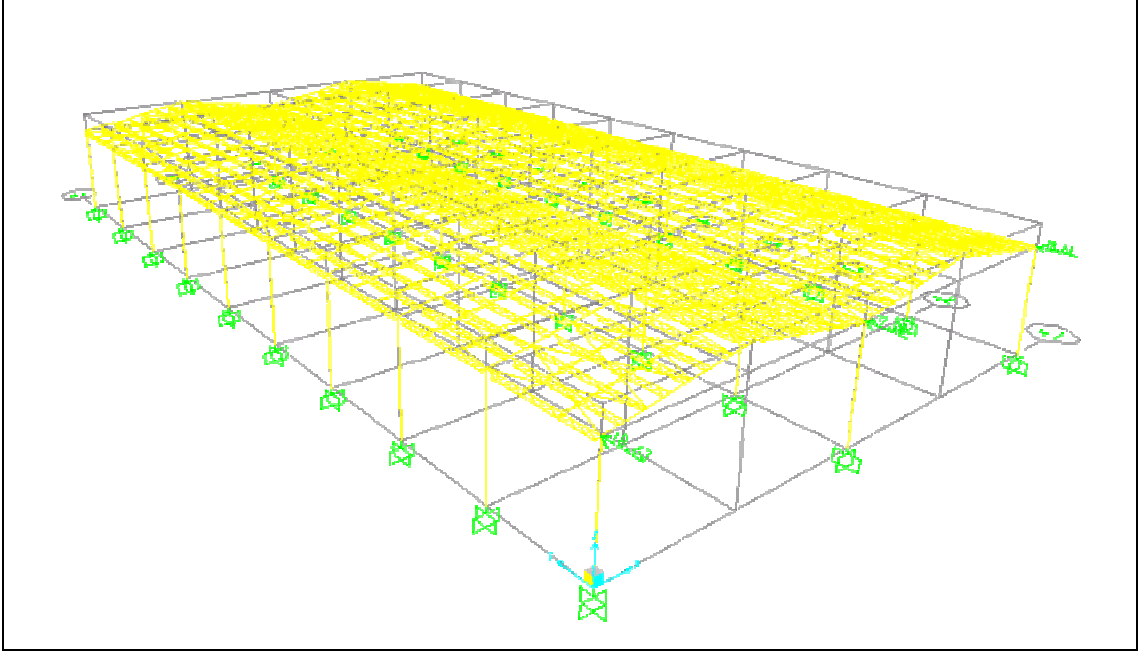
Şekil 4.3. Kolon ve kirişlere etkiyen x yönü rüzgar yükleri



Şekil 4.4. Kolonlara etkiyen y yönü rüzgar yükleri



Şekil 4.5. Sisteme etkiyen x yönü deprem kuvvetleri



Şekil 4.6. Sisteme etkiyen y yönü deprem kuvvetleri

Yukarıda şekilleri verilen yükler sisteme etkitildikten sonra aşağıda verilen yük kombinasyonlarına göre analiz yapılmıştır.

Düşey yük bileşimi:

$G+Q$

Düşey yük + deprem yükleri:

$G+Q+Ex+0,3Ey$

$G+Q+Ex-0,3Ey$

$G+Q-Ex+0,3Ey$

$G+Q-Ex-0,3Ey$

$G+Q+Ey+0,3Ex$

$G+Q+Ey-0,3Ex$

$G+Q-Ey+0,3Ex$

$G+Q-Ey-0,3Ex$

$0,9G+Ex+0,3Ey$

$0,9G+Ex-0,3Ey$

$$0,9G-Ex+0,3Ey$$

$$0,9G-Ex-0,3Ey$$

$$0,9G+Ey+0,3Ex$$

$$0,9G+Ey-0,3Ex$$

$$0,9G-Ey+0,3Ex$$

$$0,9G-Ey-0,3Ex$$

Düşey yük + rüzgar yükleri

$$G+Q+W_x$$

$$G+Q-W_x$$

$$G+Q+W_y$$

$$G+Q-W_y$$

$$0,9G+W_x$$

$$0,9G-W_x$$

$$0,9G+W_y$$

$$0,9G-W_y$$

Arttırılmış deprem yükleri

$$G+Q+2Ex$$

$$G+Q-2Ex$$

$$G+Q+2Ey$$

$$G+Q-2Ey$$

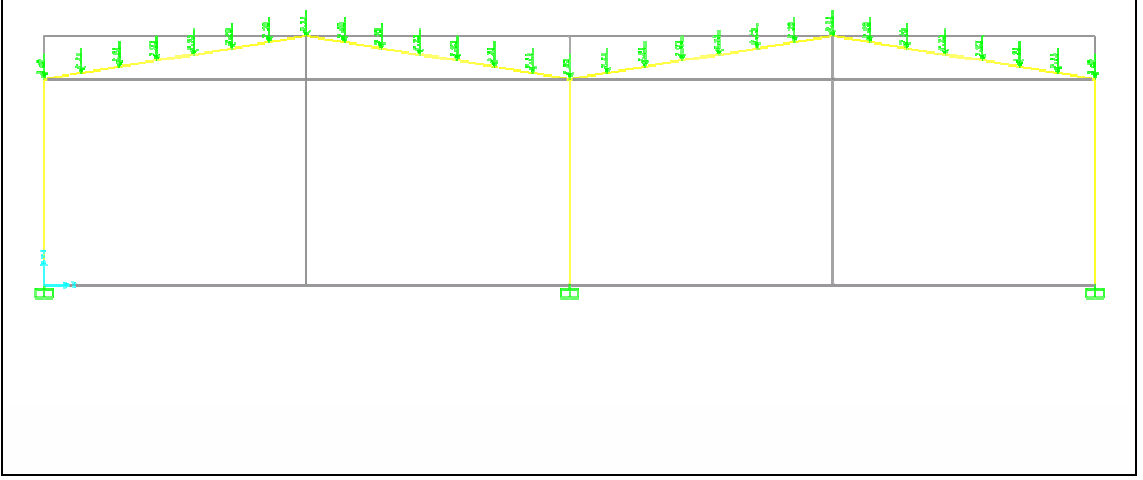
$$0,9G+2Ex$$

$$0,9G-2Ex$$

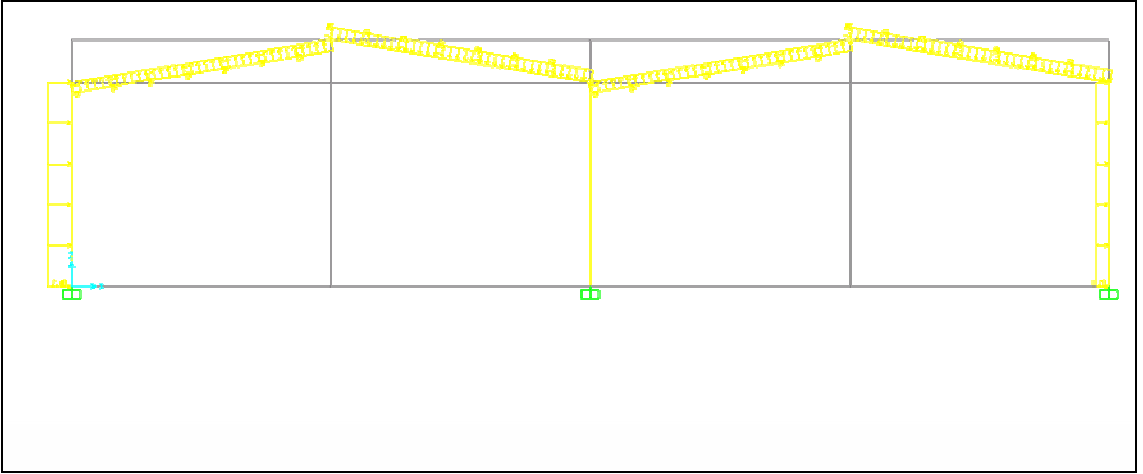
$$0,9G+2Ey$$

$$0,9G-2Ey$$

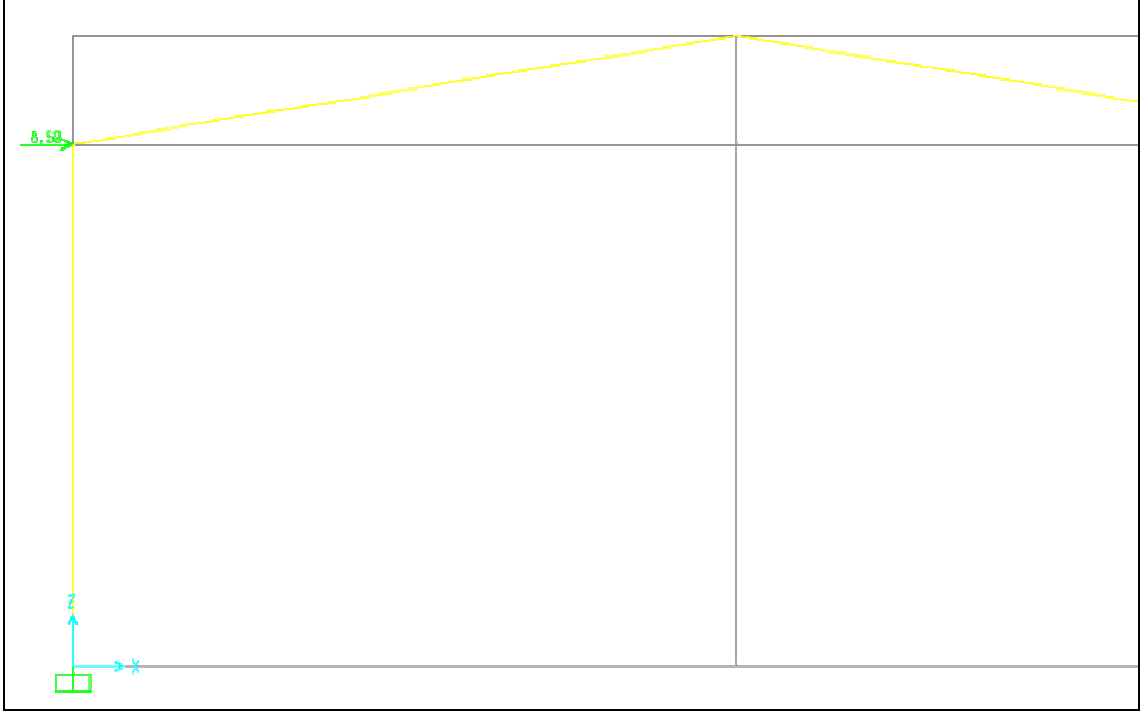
Öncelikle bu yük kombinasyonlarına göre çerçeve çözümü yapılmıştır. Çerçeve çözümü için aşıklardan gelen kaplama yükü ve kar yükü çerçeve kirişlerine aşıkların bastığı yerlerden tekil yük olarak atanmıştır. X yönündeki deprem yükü kolon-kiriş birleşim noktasından etkitilmiştir. X yönü rüzgar kuvvetleri ise kiriş ve kolonlara yayılı yük olarak atanmıştır. Çerçeveye etkileyen yükler Şekil 4.7, 4.8 ve 4.9'da gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Aşıklardan gelen kaplama ve kar yüklerinin tekil yük olarak atanması

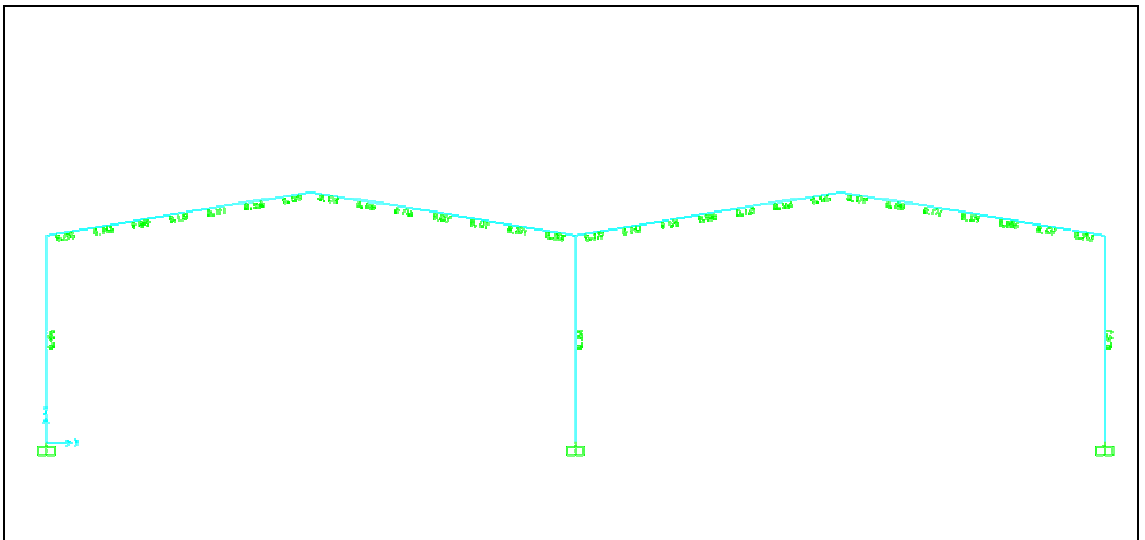


Şekil 4.8. X yönü rüzgar etkisinin yayılı yük olarak kirişlere etkilmesi



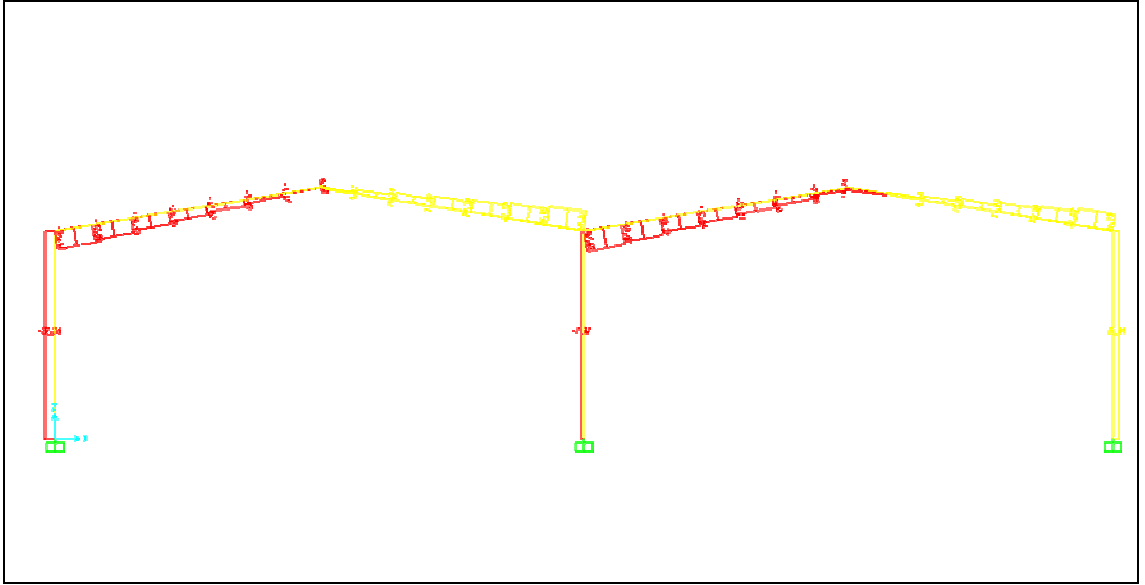
Şekil 4.9. X yönü deprem etkisinin tekil yük olarak kolon-kiriş düğüm noktasından etkililmesi

Şekil 4.7., 4.8. ve 4.9'da yükleme durumları verilen çerçeve için yapılan analiz, Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Çerçeve analiz sonucu

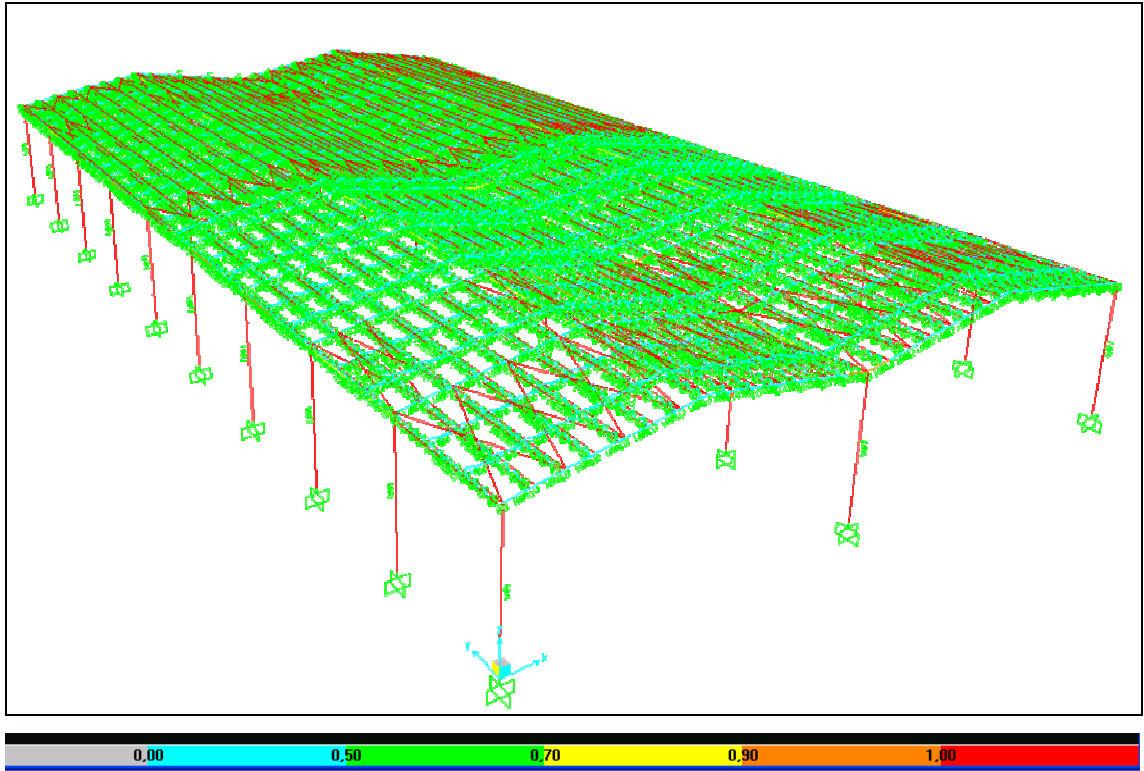




Şekil 4.13. Kesme kuvveti diyagramı

Çerçeve çözümü yapılmış olan yapıda, özellikle bu çerçevelere dik yönde etki edebilecek deprem yüklerinin yapıya olan etkisinin anlaşılabilmesi için sistemin tamamının analizi bu bölümün devamında ayrıntılı olarak yapılmıştır.

Sistemin orijinal halinin analiz sonucundaki durumu Şekil 4.14’de verilmiştir. Şekilde kırmızı olan elemanlar taşıma kapasitesinin üstünde çalışan, yeşil renkte olan elemanlar ise taşıma kapasitesini aşmamış olan elemanlardır.



Şekil 4.14. Orijinal eleman boyutlarına göre yapılan analiz

Orijinal eleman boyutlarına göre yapılan bu analiz sonucunda, taşıma kapasitesinin üzerinde çalışan elemanlar incelenmiş ve en çok gerilmeye maruz kalan elemanlardan bazıları seçilmiştir. Seçilen elemanların hangi yük kombinasyonlarında en çok çalıştıkları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Orijinal boyutlara göre yapılan çözümlemelerde seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	<u><math>G+Q-2Ey = 8,234</math></u>
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	<u><math>G+Q+2Ey = 1,393</math></u>
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	<u><math>G+Q+2Ey = 1,681</math></u>
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	<u><math>G+Q-2Ey = 1,297</math></u>
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	<u><math>G+Q+2Ey = 1,288</math></u>
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	<u><math>G+Q-Wy = 2,328</math></u>
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	<u><math>G+Q-2Ey = 5,955</math></u>
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	<u><math>G+Q+2Ey = 17,150</math></u>

Çizelge 4.1'in birinci sütunu, seçilen elemanların sistemde bulunduğu koordinatları göstermektedir. İkinci sütun ise en gayrimüsaait yükleme durumunu veren yük kombinasyonunu ve elemanda oluşan gerilmelerin taşıma kapasitesine oranını göstermektedir. Gerilme-taşıma kapasitesinin SAP2000 v.11 programında hesaplanışı X1-Y1 Kolonu için Şekil 4.15'de gösterilmiştir.

DESIGN MESSAGES						
<b>Section overstressed</b>						
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS						
Location	P	M33	M22	U2	U3	T
0,000	-39,601	-25,995	25,130	-15,050	4,526	-0,057
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO						
Governing Equation (5.5.4)	Total Ratio 1,681	= P Ratio 0,332	+ MMajor Ratio 0,185	+ MMinor Ratio 1,164	Ratio Limit 0,950	Status Check Overstress
AXIAL FORCE DESIGN						
	Fc or Ft Force	Nc.Rd Capacity	Nt.Rd Capacity	Nb33.Rd Major	Nb22.Rd Minor	
Axial	-39,601	119,280	1972,364	1691,544	119,280	
MOMENT DESIGN						
	M.Sd Moment	Mc.Rd Capacity	Mu.Rd Capacity	Mb.Rd Capacity		
Major Moment	-25,995	170,271	170,271	102,205		
Minor Moment	25,130	29,388	29,388			
	K Factor	L Factor	k Factor	k1t Factor	C1 Factor	
Major Moment	1,000	1,000	0,998	0,728	2,549	
Minor Moment	2,327	1,000	1,361			
SHEAR DESIGN						
	U.Sd Force	U.Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion	
Major Shear	15,050	680,224	0,022	OK	0,000	
Minor Shear	4,526	419,891	0,011	OK	0,000	

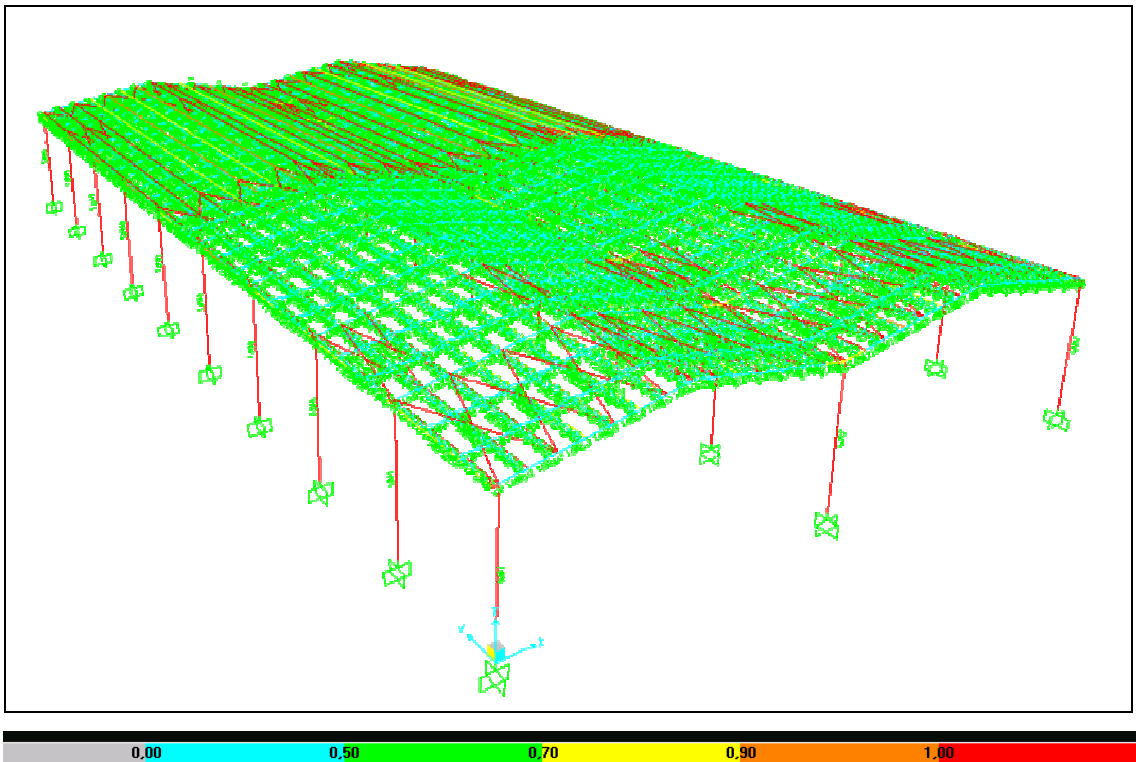
Şekil 4.15. Gerilme-taşıma kapasitesinin SAP2000 v.11 programında hesaplanışı

#### 4.1.5. Sisteme yeni eleman ilave etmeden elemanların kabul edilebilir sınırlar içerisinde getirmek için yapılan kesit büyütmesi

Bu bölümde mevcut duruma göre yapılan analizden sonra sistemdeki elemanların boyutları adım adım büyütülmüş ve sonuçlar şekiller ve çizelgelerle gösterilmiştir. Her adımda sistemdeki elemanların ağırlıkça değişimi hesaplanmış ve bölüm sonunda grafik olarak gösterilmiştir.

##### 4.1.5.1 Birinci adım

Bu adımda üst aşık elemanları 2L50505 alt aşık elemanları L50505 olarak değiştirilmiştir.



Şekil 4.16.Üst aşık elemanları 2L50505 alt aşık elemanları L50505 değişikliğine göre yapılan analiz

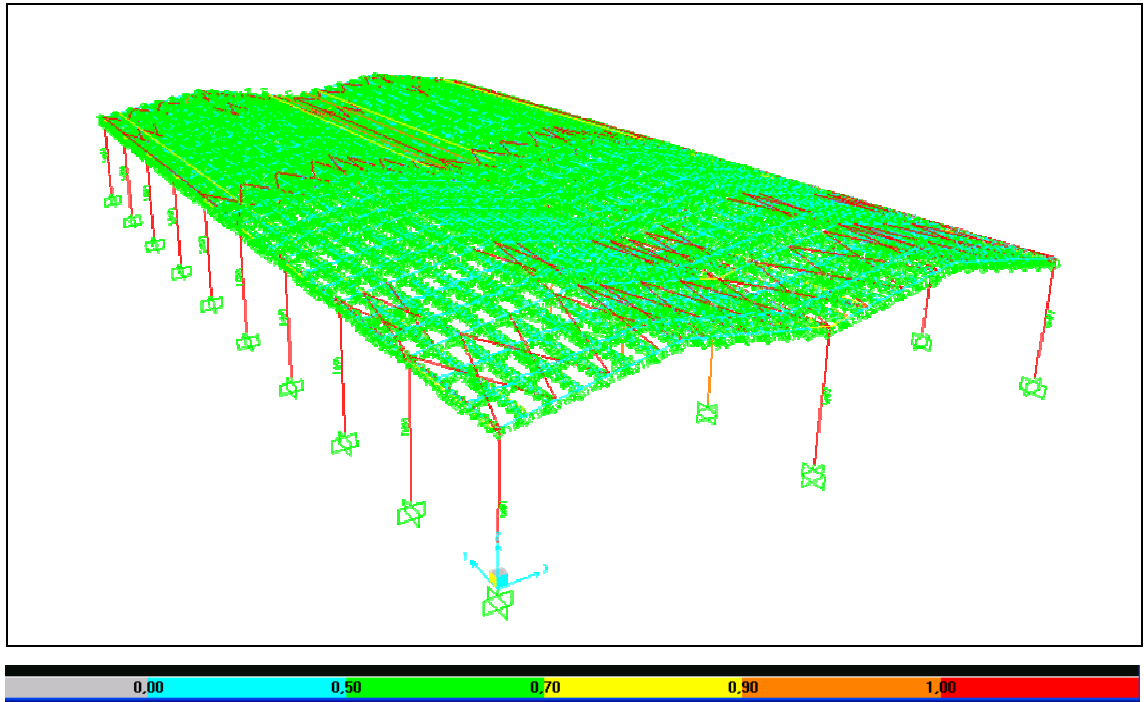
Çizelge 4.2. Birinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$0,9G+2EY=4,173$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$0,9G-2EY=0,879$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=1,465$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=1,192$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=1,286$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=2,253$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q-2EY=2,528$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$G+Q+2EY=11,971$

Bu adımda mevcut aşık elemanlarının boyutu büyütüldüğünde alt aşık elemanının taşıma kapasitesini aşmadığı görülmüştür. Sistemdeki elemanların ağırlığı ilk duruma göre 11.01 ton artmıştır.

#### 4.1.5.2 İkinci adım

Üst aşık elemanları 2L60606 alt aşık elemanları L60606 olarak değiştirilmiştir.



Şekil 4.17.Üst aşık elemanları 2L60606 alt aşık elemanları L60606 değişikliğine göre yapılan analiz

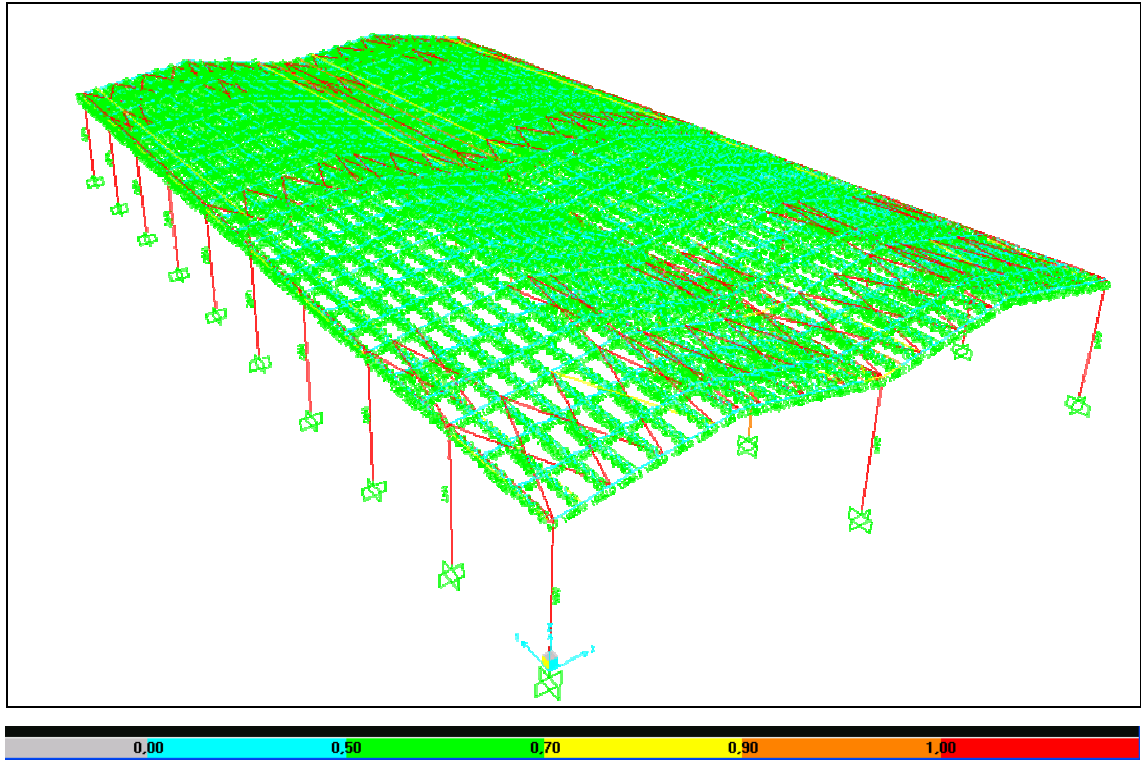
Çizelge 4.3. İkinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$0,9G+2EY=4,173$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$0,9G-2EY=0,879$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=1,465$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=1,192$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=1,286$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=2,253$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q-2EY=2,528$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$G+Q+2EY=11,971$

Bu analizin sonucunda tepe ve uç aşıklar dışındaki aşıkların taşıma kapasitesini aşmadığı görülmüştür. Sistemdeki elemanların ağırlığı 1. adıma göre 7,56 ton artmıştır.

#### 4.1.5.3 Üçüncü adım

İkinci adımdaki değişikliklere ek olarak X1-X1 ve X5-X5 aksında bulunan dış kolonlara X3-X3 aksında bulunan I300'den I900'e lineer büyüyen guseli kolon boyutu atanmıştır.



Şekil 4.18. Dış kolonların I300-I900 guseli kolon değişikliğine göre yapılan analiz

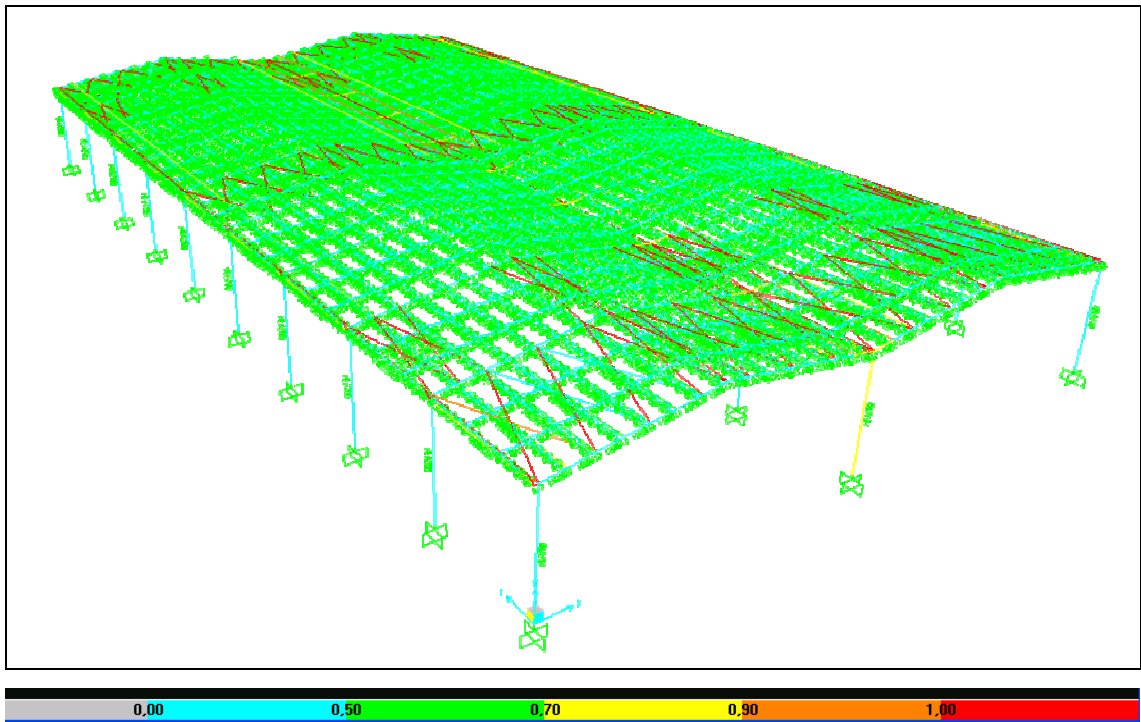
Çizelge 4.4. Üçüncü adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$0,9G+2EY=3,354$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$0,9G-2EY=0,735$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=1,451$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=1,125$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=1,122$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=2,183$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q-2EY=2,181$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$G+Q+2EY=10,101$

Dış kolon boyutlarında yapılan bu değişikliğin sisteme büyük bir kazanç sağlamadığı görülmüş ve bir sonraki adımda H tipi geniş başlıklı profil tercih edilerek kolonlara atama yapılmıştır. Sistemdeki elemanların ağırlığı ikinci adıma göre 2,35 ton artmıştır.

#### 4.1.5.4 Dördüncü adım

Yapıda bulunan tüm kolonların boyutları HEA200 profil olarak değiştirilmiştir.



Şekil 4.19. Tüm kolonların HEA200 profil değişikliğine göre yapılan analiz

Çizelge 4.5. Dördüncü adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

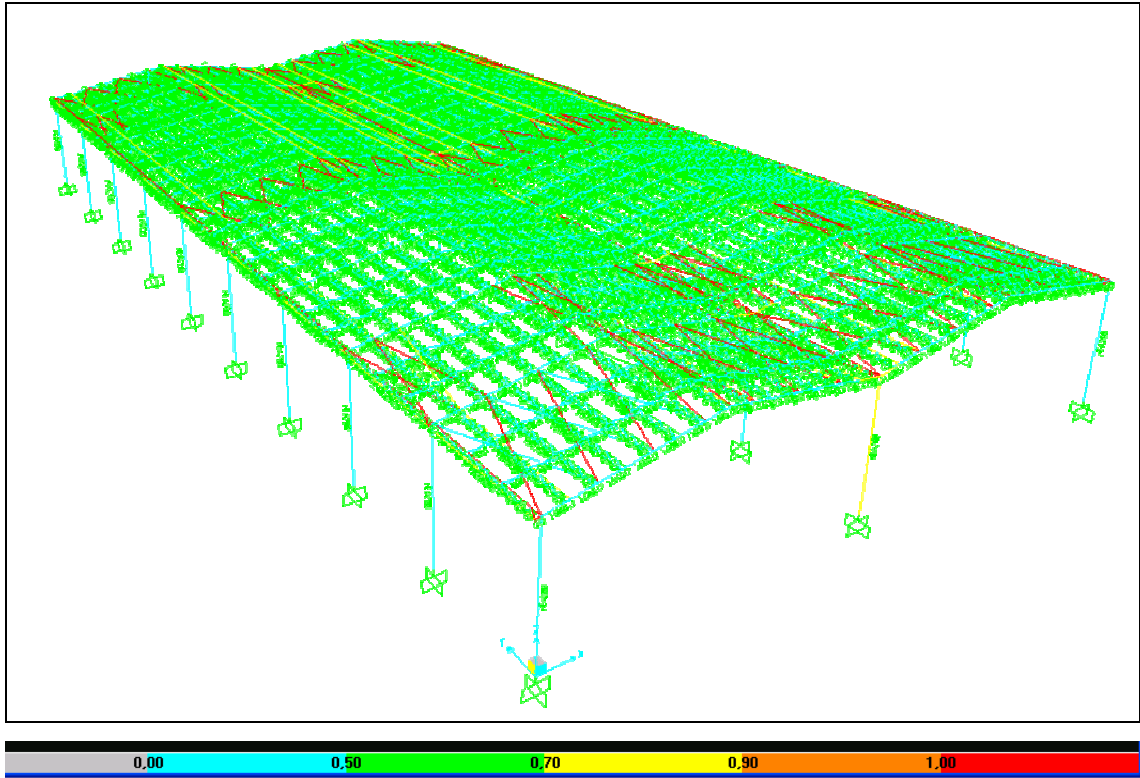
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$0,9G+2EY=3,328$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$0,9G-2EY=0,739$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,490$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,249$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,253$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,836$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$0,9G-2EY=0,922$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$G+Q+2EY=11,019$

Tüm kolonların HEA200 tipi profil seçilmesi kolonların daha az taşıma kapasitesi ile çalışmasını sağladığı gibi rüzgar rijitlik elemanlarında oluşan gerilmeleri de azaltmıştır. Sistemdeki elemanların ağırlığı üçüncü adıma göre 12,5 ton azalmıştır.

#### 4.1.5.5 Beşinci adım

İlk dört adımda yapılan kesit büyütme sonuçlarında sistemde X1,X2,X3,X4 ve X5 akslarında bulunan aşıklar ve rüzgar rijitlik elemanları dışında kalan tüm elemanlarda taşıma kapasitesinin aşılmadığı görülmüştür. 5,6,7,8 ve 9. adımlarda sadece yukarıda bahsedilen akslarda bulunan aşık elemanlarının ve rüzgar rijitlik elemanlarının boyutları büyütülmüştür.

Bu adımda beş aksta bulunan aşıkların üst elemanları 2L70707 alt elemanları L70707 ve rüzgar rijitlik elemanları L60606 köşebent olarak değiştirilmiştir.



Şekil 4.20. Beş adet aşık 2L70707 ve rüzgar rijitlik elemanları L60606 değişikliğine göre yapılan analiz

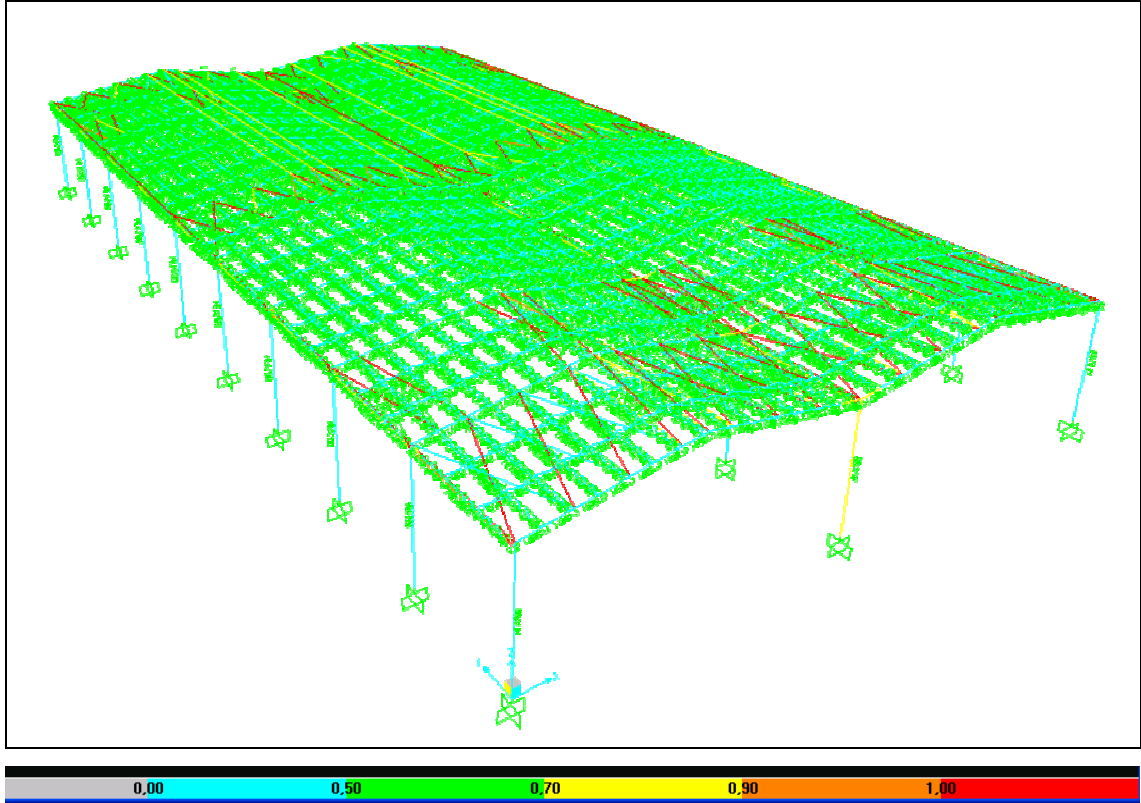
Çizelge 4.6. Beşinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman	$0,9G+2EY=2,503$
X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman	$0,9G-2EY=0,873$
X1-Y1 Kolonu	$G+Q-2EX=0,494$
X1-Y2 Kolonu	$G+Q-2EX=0,250$
X1-Y3 Kolonu	$G+Q-2EX=0,254$
X3-Y1 Kolonu	$G+Q-2EX=0,830$
Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2	$G+Q-2EY=0,461$
Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1	$G+Q+2EY=5,419$

Beşinci adımda kesitleri büyütülen elemanların etkisiyle kolonlara gelen yükler bir miktar artmış fakat aşık ve rijitlik elemanlarında oluşan gerilmeler azalmıştır. Sistemdeki elemanların ağırlığı dördüncü adıma göre 17,34 ton artmıştır.

#### 4.1.5.6 Altıncı adım

Bu adımda aşık elemanları 2L80808, L80808 olarak, rüzgar rijitlik elemanları ise L70707 köşebent seçilerek analiz yapılmıştır.



Şekil 4.21. Beş adet aşık 2L80808 ve rüzgar rijitlik elemanları L70707 değişikliğine göre yapılan analiz

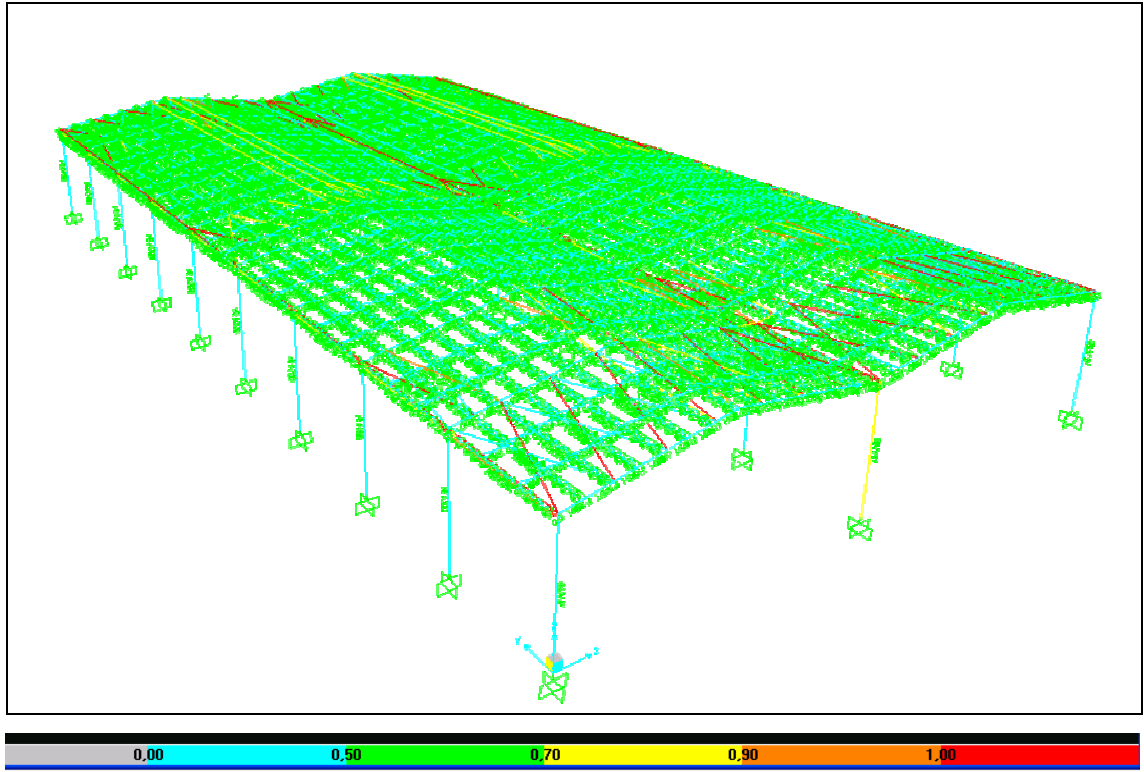
Çizelge 4.7. Altıncı adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q-2EY=1,879$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$0,9G-2EY=0,920$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,496$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,252$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,256$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,819$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q+2EY=0,400$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$G+Q+2EY=2,992$

Sistemdeki elemanların ağırlığı beşinci adıma göre 9,14 ton artmıştır.

#### 4.1.5.7 Yedinci adım

Bu adımda aşık elemanları 2L90909, L90909 olarak, rüzgar rijitlik elemanları ise L80808 köşebent seçilerek analiz yapılmıştır.



Şekil 4.22.Beş adet aşık 2L90909 ve rüzgar rijitlik elemanları L80808 değişikliğine göre yapılan analiz

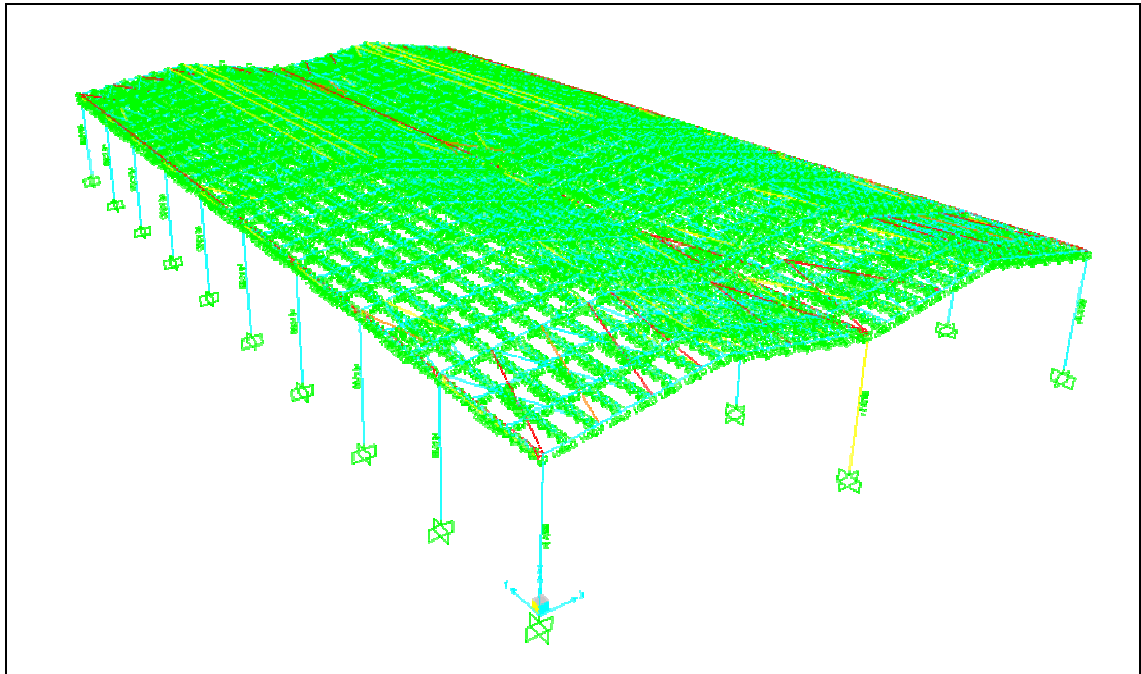
Çizelge 4.8. Yedinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman	$G+Q-2EY=1,467$
X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman	$0,9G-2EY=0,903$
X1-Y1 Kolonu	$G+Q-2EX=0,496$
X1-Y2 Kolonu	$G+Q-2EX=0,254$
X1-Y3 Kolonu	$G+Q-2EX=0,257$
X3-Y1 Kolonu	$G+Q-2EX=0,805$
Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2	$G+Q+2EY=0,352$
Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1	$G+Q+2EY=1,911$

Sistemdeki elemanların ağırlığı altıncı adıma göre 4,26 ton artmıştır.

#### 4.1.5.8 Sekizinci adım

Bu adımda aşık elemanları 2L10010010, L90909 olarak, rüzgar rijitlik elemanları ise L90909 köşebent seçilerek analiz yapılmıştır.



Şekil 4.23. Beş adet aşık 2L10010010 ve rüzgar rijitlik elemanları L90909 değişikliğine göre yapılan analiz

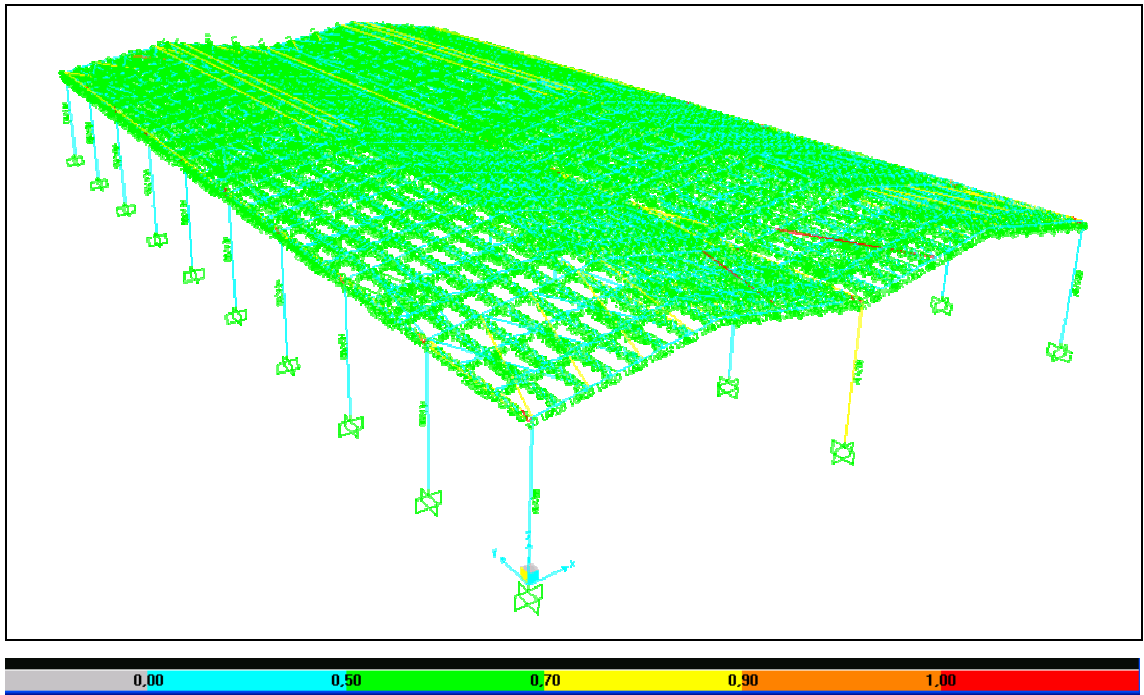
Çizelge 4.9. Sekizinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q-2EY=1,154$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$0,9G-2EY=0,844$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,494$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,257$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,259$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,786$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q+2EY=0,316$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$G+Q+2EY=1,311$

Sistemdeki elemanların ağırlığı yedinci adıma göre 4,63 ton artmıştır.

#### 4.1.5.9 Dokuzuncu adım

Bu adımda aşık elemanları 2L11011012, L11011012 olarak, rüzgar rijitlik elemanları ise L10010010 köşebent seçilerek analiz yapılmıştır.

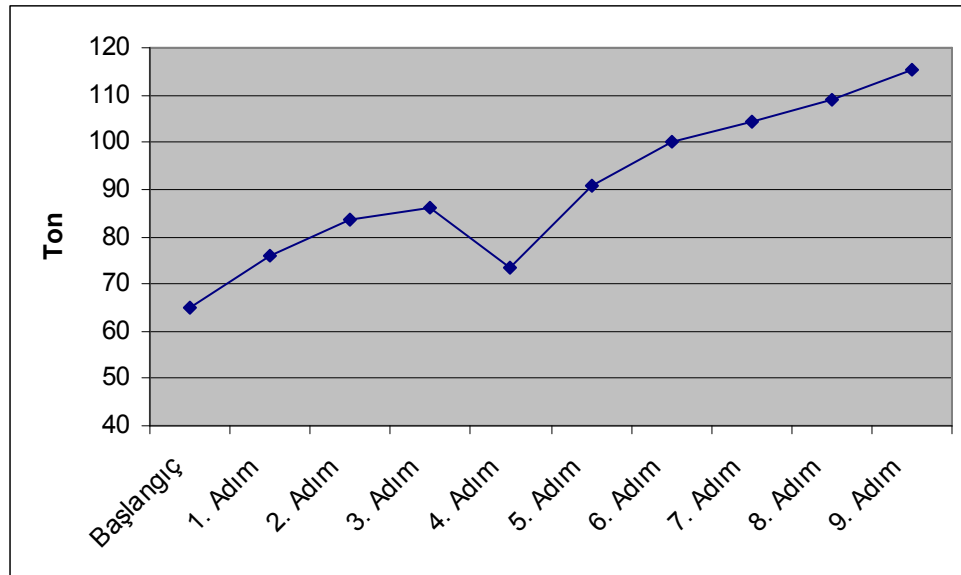


Şekil 4.24. Beş adet aşık 2L11011012 ve rüzgar rijitlik elemanları L10010010 değişikliğine göre yapılan analiz

Çizelge 4.10. Dokuzuncu adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

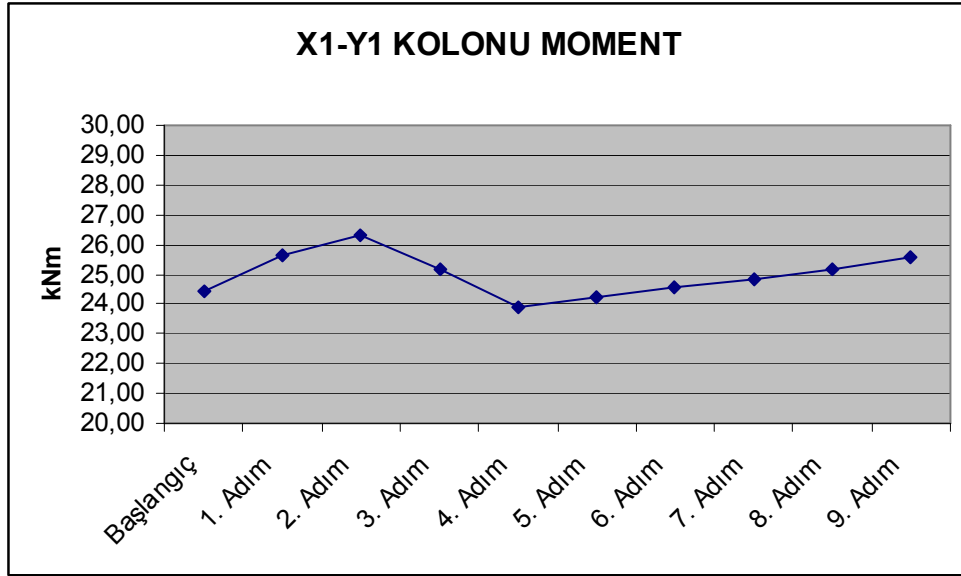
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q-2EY=0,861$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$0,9G-2EY=0,752$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,487$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,260$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,262$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,759$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q+2EY=0,279$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$G+Q+2EY=0,899$

Dokuzuncu ve son adım olan bu analizde, yapıda bulunan elemanların taşıma kapasitesini aşmadığı duruma ulaşılmıştır. Sistemdeki elemanların ağırlığı sekizinci adıma göre 6,31 ton artmıştır. Sistemin her adımdaki eleman ağırlığı değişimi şekil 4.25’de gösterilmiştir.

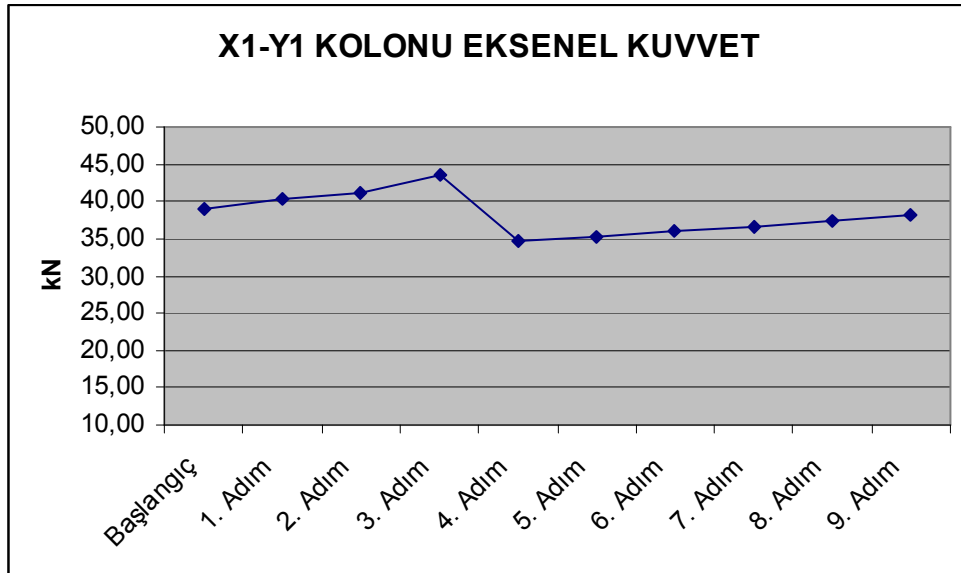


Şekil 4.25. Sistemdeki eleman ağırlığı değişimi

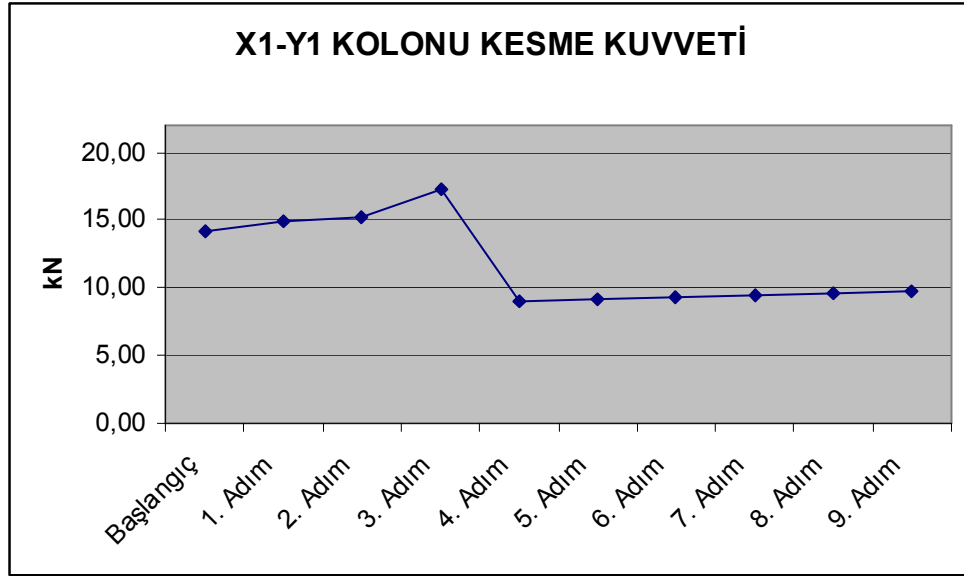
Sistemde X1-X1 kolonu ve X1-Y1 kirişi için her adımda en büyük çalışma kapasitelerine neden olan yükleme durumu için oluşan kesit tesirleri şekil 4.26., 4.27., 4.28., 4.29., 4.30. ve 4.31.’de gösterilmiştir. Bu yükleme durumu  $G+Q-2Ex$  olan zati yük, hareketli yük ve x yönü deprem kuvvetinin 2 katı olan yükleme durumudur.



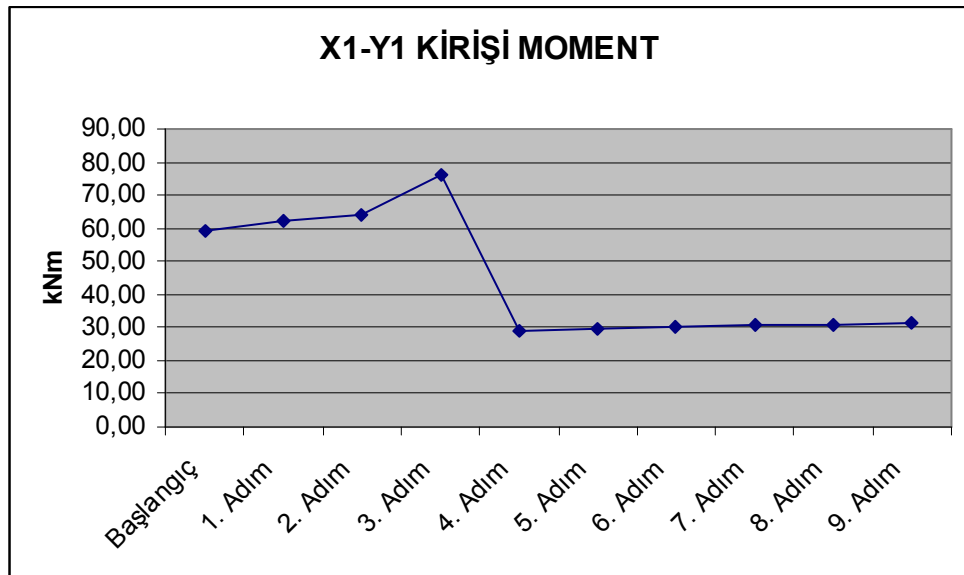
Şekil 4.26. Her adım için kolon maksimum momentini



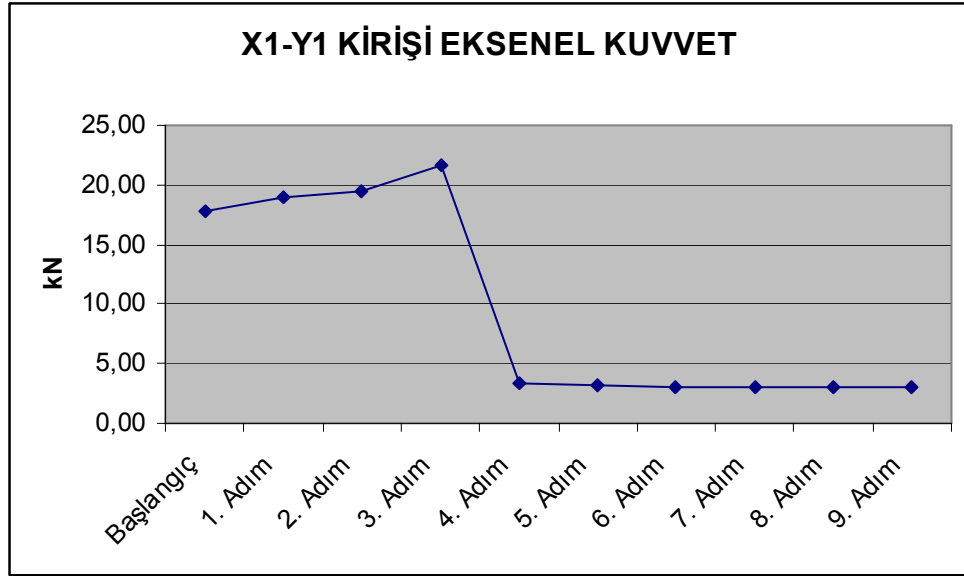
Şekil 4.27. Her adım için kolon eksenel kuvveti



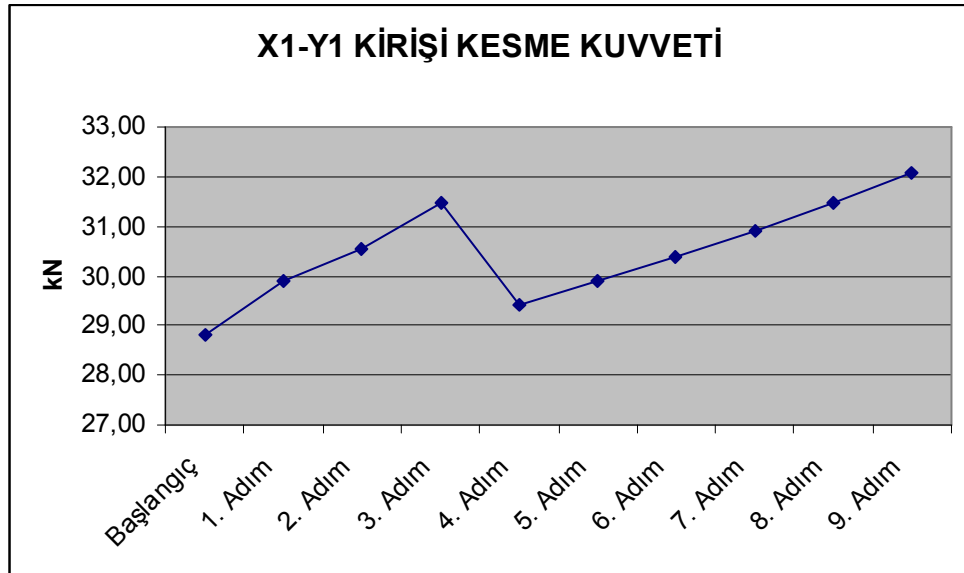
Şekil 4.28. Her adım için kolon kesme kuvveti



Şekil 4.29. Her adım için kiriş maksimum momentini



Şekil 4.30. Her adım için kiriş eksenel kuvveti



Şekil 4.31. Her adım için kiriş kesme kuvveti

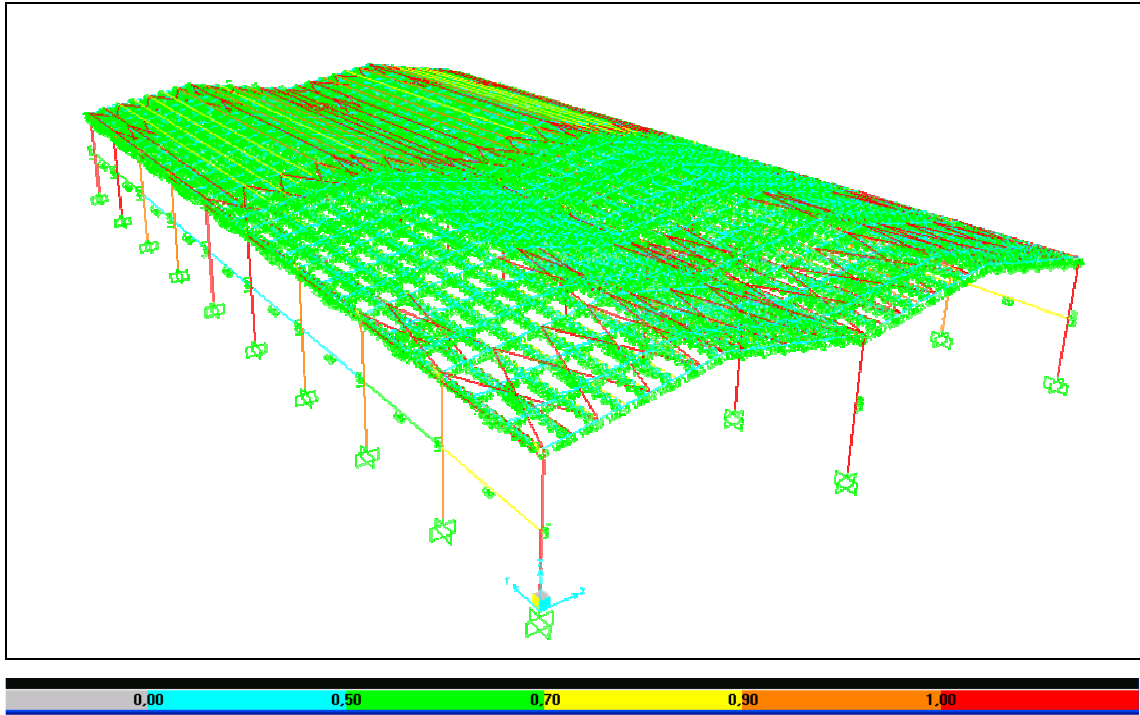
Sisteme yeni eleman ilave etmeden sadece kesit büyüterek yapılan bu uygulamada görülmüştür ki özellikle aşık elemanlarında çok fazla kesit büyütmesi gerekmiştir. Yapılan analizler sonucunda görülmüştür ki yapı projelendirilirken düşey yükler göz önünde tutulmuş, özellikle makaslara dik doğrultuda etki edecek yönde deprem kuvvetlerine karşı tedbir alınmamıştır.

#### **4.1.6. Sisteme yeni elemanlar ilave ederek elemanların kabul edilebilir sınırlar içerisine getirilmesi**

Bu bölümde mevcut duruma göre yapılan analizden sonra sistemdeki elemanlara özellikle Y yönünde elemanlar ilave ederek taşıma kapasitesini aşmayacak duruma ulaşılmıştır. Sisteme her eleman ilave edilişi adım adım incelenmiş ve sonuçlar şekiller ve çizelgelerle gösterilmiştir. Her adımda sistemdeki elemanların ağırlıkça değişimi hesaplanmış ve bölüm sonunda grafik olarak gösterilmiştir.

##### **4.1.6.1 Birinci adım**

İlk adımda dış kolonlar arasına, kolon ortasından ve kolon üst uçlarından y yönünde rijitliği sağlamak için U80 profil ilave edilmiştir. X3-X3 aksında bulunan orta kolonlarda ise yapı içerisindeki geçişi engellemek için sadece kolon üst uçları arasında U80 profil ilave edilmiştir. Bu ilaveden sonra yapılan analiz sonuçları aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.32. Sistem kolonlarına eklenen U80 profil değişikliğine göre yapılan analiz

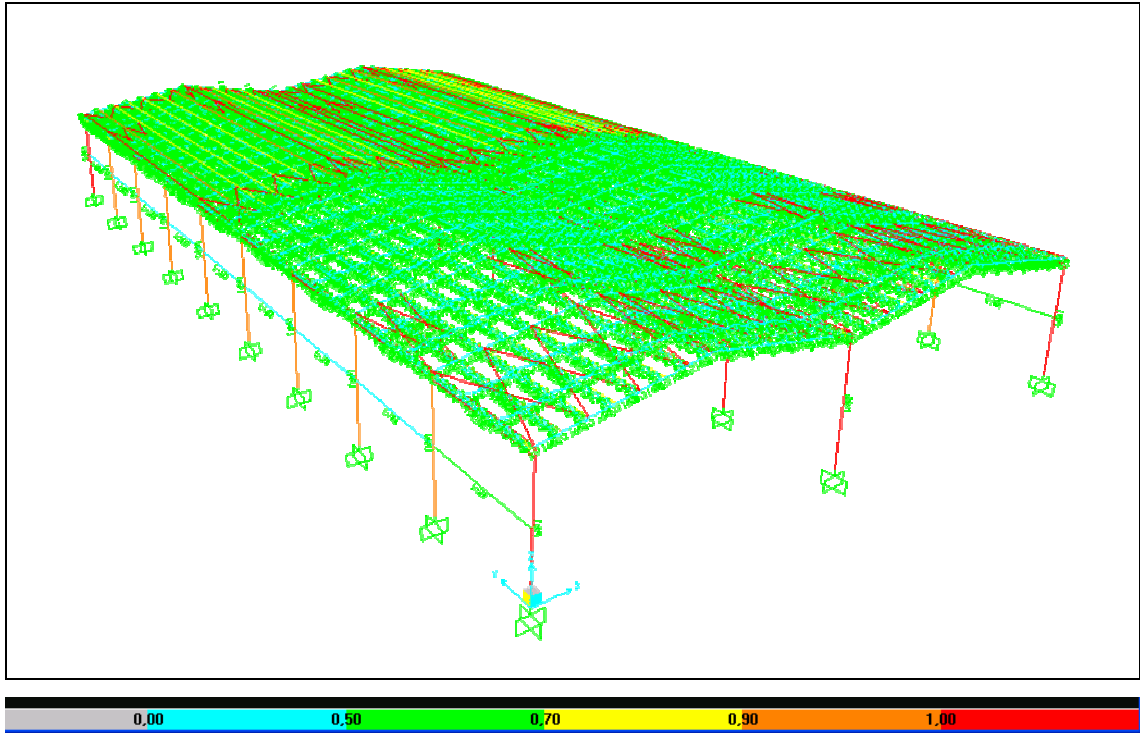
Çizelge 4.11. Birinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$0,9G+2EY=2,882$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$0,9G-2EY=0,552$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=1,104$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,997$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,995$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=1,931$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q+2EY=2,784$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$G+Q+2EY=8,306$
<u>X3-Y1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q-2EY=2,434$

Yapıya ilave edilen dış kuşaklar ile dış akslarda bulunan kolonlardan bazılarında taşıma kapasitesinin aşılmadığı ancak taşıma kapasitesi sınırında olduğu görülmüştür. Bu nedenle eklenen dış kuşakların kesitinin büyütülmesine karar verilmiştir. Sistemdeki elemanların ağırlığı ilk duruma göre 13,28 ton artmıştır.

#### 4.1.6.2 İkinci adım

Bu adımda sisteme eklenen kuşakların boyutu U100 profil olarak değiştirilmiştir.



Şekil 4.33. Sistem kolonlarına eklenen U100 profil değişikliğine göre yapılan analiz

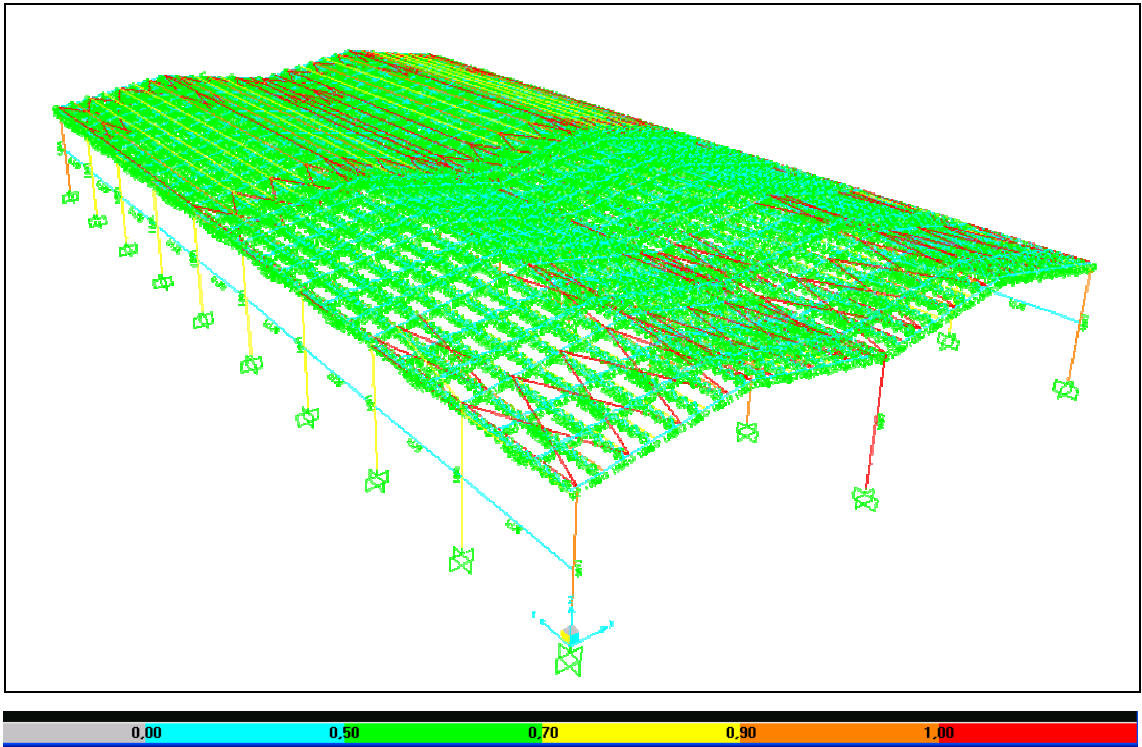
Çizelge 4.12. İkinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$0,9G+2EY=2,294$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$0,9G-2EY=0,387$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=1,018$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,929$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,927$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=1,876$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q+2EY=3,017$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$G+Q+2EY=7,612$
<u>X3-Y1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=2,096$

Yapılan kesit büyütmesinin kolonlarda oluşan gerilmeleri %7 mertebesinde azalttığı Çizelge 4.12’de görülmektedir. Bu nedenle sisteme eklenen elemanlarda kesit büyütmesine devam edilmiştir. Sistemdeki elemanların ağırlığı 1. adıma göre 0,6 ton artmıştır.

#### 4.1.6.3 Üçüncü adım

Sisteme ilave edilen kuşakların boyutu U120 profil olarak değiştirilmiştir. Analiz sonuçları aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.34. Sistem kolonlarına eklenen U120 profil değişikliğine göre yapılan analiz

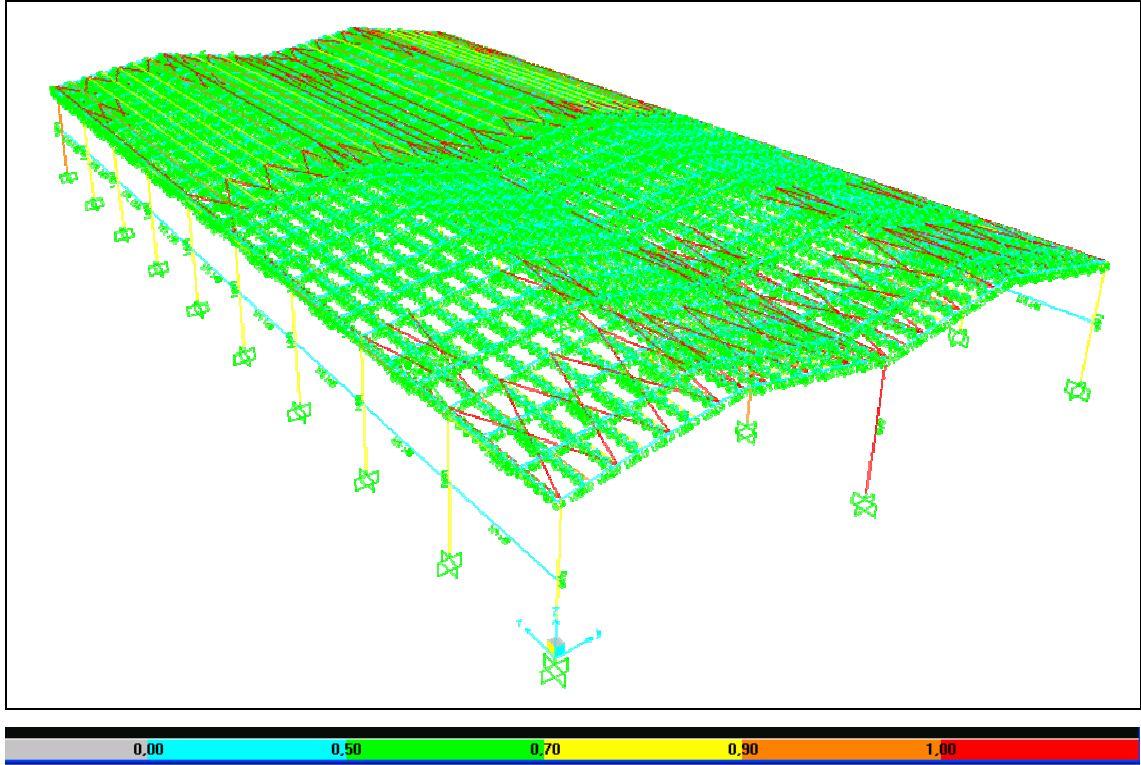
Çizelge 4.13. Üçüncü adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$0,9G+2EY=1,780$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$0,9G-2EY=0,246$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,941$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,870$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,868$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=1,820$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q+2EY=3,301$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$G+Q+2EY=6,854$
<u>X3-Y1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=1,931$

İlk üç adımda yapılan değişiklikler sonucunda kolonlar arası kuşaklarda kullanılan U profillerin sağladığı faydalar görülmüştür. . Sistemdeki elemanların ağırlığı 2. adıma göre 0,76 ton artmıştır.

#### 4.1.6.4 Dördüncü adım

Bu adımda kuşaklarda kullanılan U120 profili IPE140 profili olarak değiştirilmiştir.



Şekil 4.35. Sistem kolonlarına eklenen IPE140 profil değişikliğine göre yapılan analiz

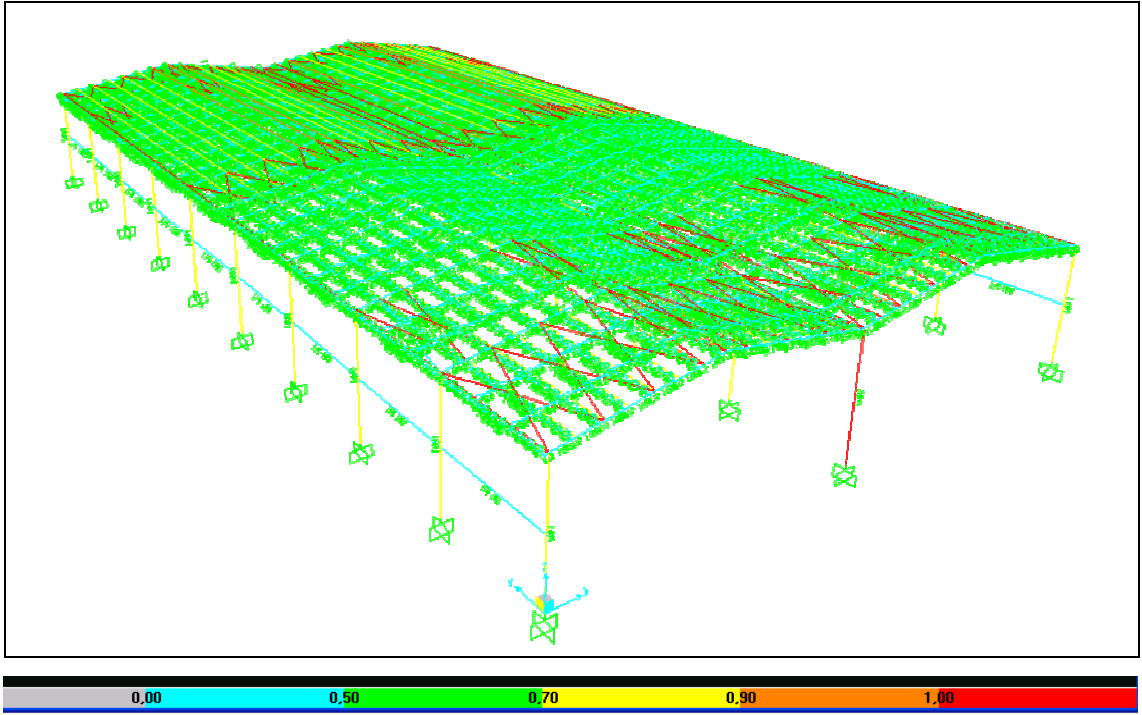
Çizelge 4.14. Dördüncü adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=1,506$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$G+Q+2EY=0,164$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,892$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,833$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,832$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=1,783$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q+2EY=3,344$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$G+Q+2EY=6,639$
<u>X3-Y1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=1,831$

Kolonlar arası kuşaklarında U tipi profil yerine IPE profilin kullanıldığı bu adımda, elemanlarda oluşan gerilmelerin azaldığı görülmüştür. Sistemdeki elemanların ağırlığı 3. adıma göre 0,19 ton azalmıştır.

#### 4.1.6.5 Beşinci adım

Bu adımda sisteme eklenen kuşakların boyutları IPE180 profil olarak değiştirilmiştir.



Şekil 4.36. Sistem kolonlarına eklenen IPE180 profil değişikliğine göre yapılan analiz

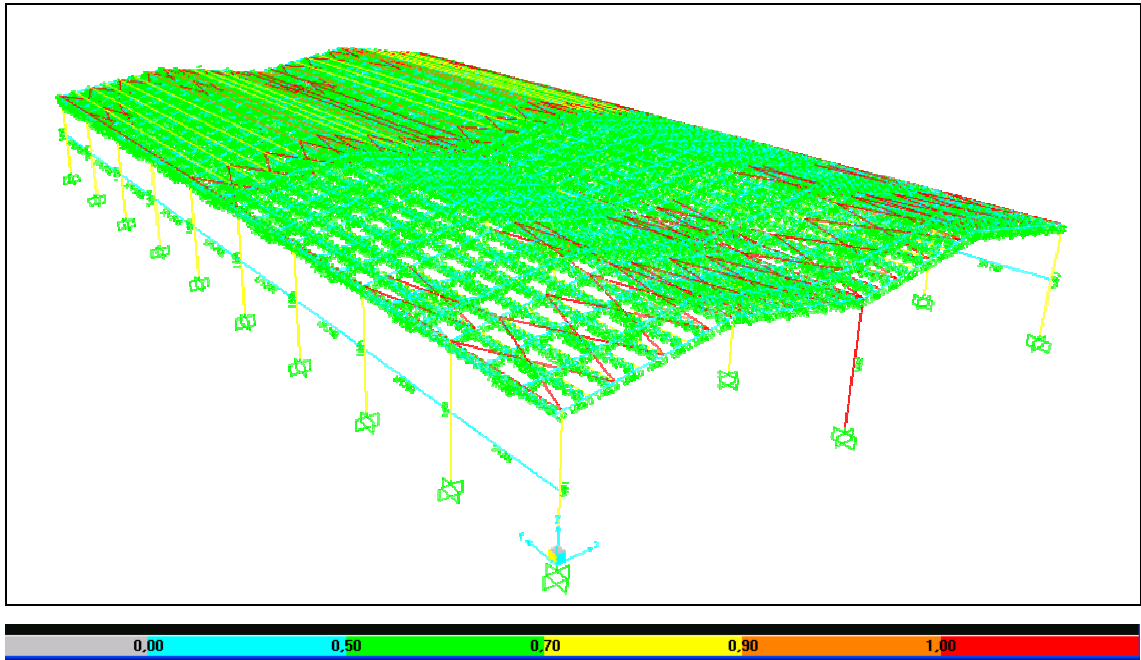
Çizelge 4.15. Beşinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=1,226$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$G+Q+2EY=0,154$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,811$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,769$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=0,769$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=1,692$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q+2EY=3,963$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$G+Q+2EY=5,330$
<u>X3-Y1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=1,623$

Y yönünde kolonları birbirine bağlayan kuşaklarındaki kesit artırımının, elemanların maruz kaldıkları gerilmelerin azalmasını sağladığı Çizelge 4.15'de görülmektedir. . Sistemdeki elemanların ağırlığı 4. adıma göre 1,5 ton artmıştır.

#### 4.1.6.6 Altıncı adım

Bu adımda sisteme eklenen kuşakların boyutları IPE200 profil olarak değiştirilmiştir.



Şekil 4.37. Sistem kolonlarına eklenen IPE200 profil değişikliğine göre yapılan analiz

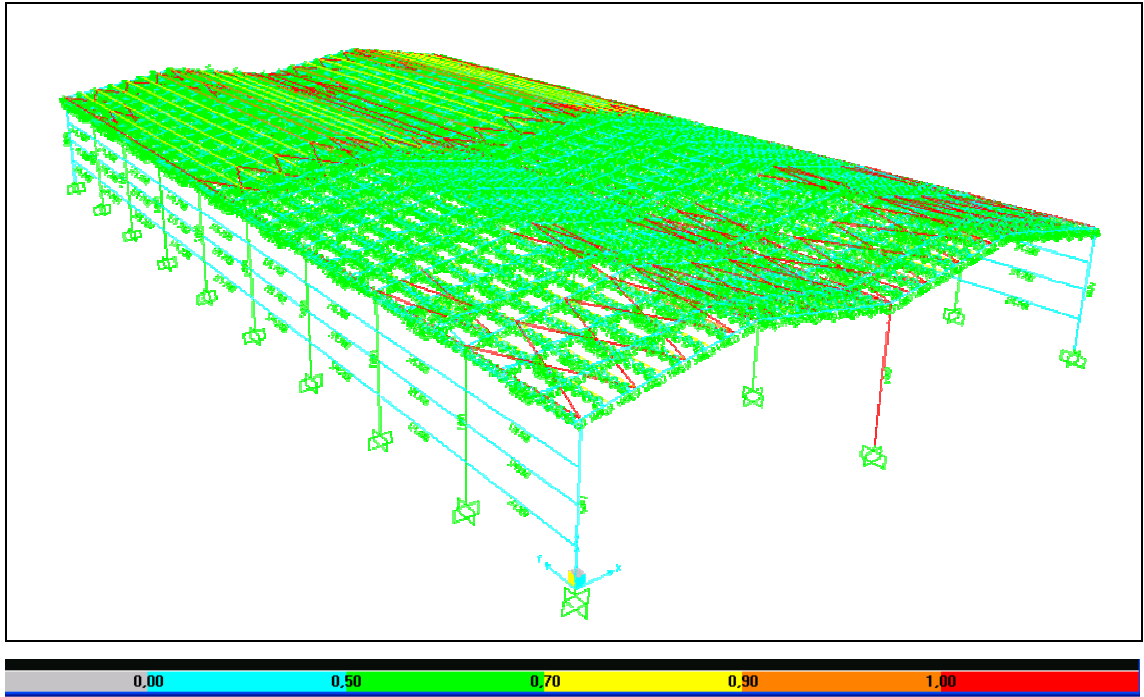
Çizelge 4.16. Altıncı adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=1,125$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$G+Q+2EY=0,151$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,790$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=0,754$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=0,752$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=1,654$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q+2EY=4,261$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$G+Q+2EY=4,716$
<u>X3-Y1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=1,542$

İlk altı adımda sistemde dış cephe kolonları arasında iki adet, iç cephe kolonları arasında ise bir adet kuşak eklenerek y yönünde rijitlik sağlanmaya çalışılmıştır. Sistemin ilk durumuna göre özellikle dış cephe kolonlarındaki gerilmelerin her adımda azaldığı görülmüş, fakat atanan elemanların makul kesit boyutları düşünülerek sisteme y yönünde rijitliği arttıracak yeni elemanlar ilave edilmesi uygun görülmüştür. . Sistemdeki elemanların ağırlığı 5. adıma göre 0,97 ton artmıştır.

#### 4.1.6.7 Yedinci adım

Bu adımda dış cephe kolonları arasında bulunan yatay kuşak sayısı ikiden dörde çıkarılarak y yönü rijitliğin arttırılmasına çalışılmıştır. Yatay kuşakların kesiti değiştirilmemiş, tüm kuşaklarda IPE200 profili kullanılmıştır.



Şekil 4.38. Sistem dış cephe kolonlarına ilave yatay kuşak eklenerek yapılan analiz

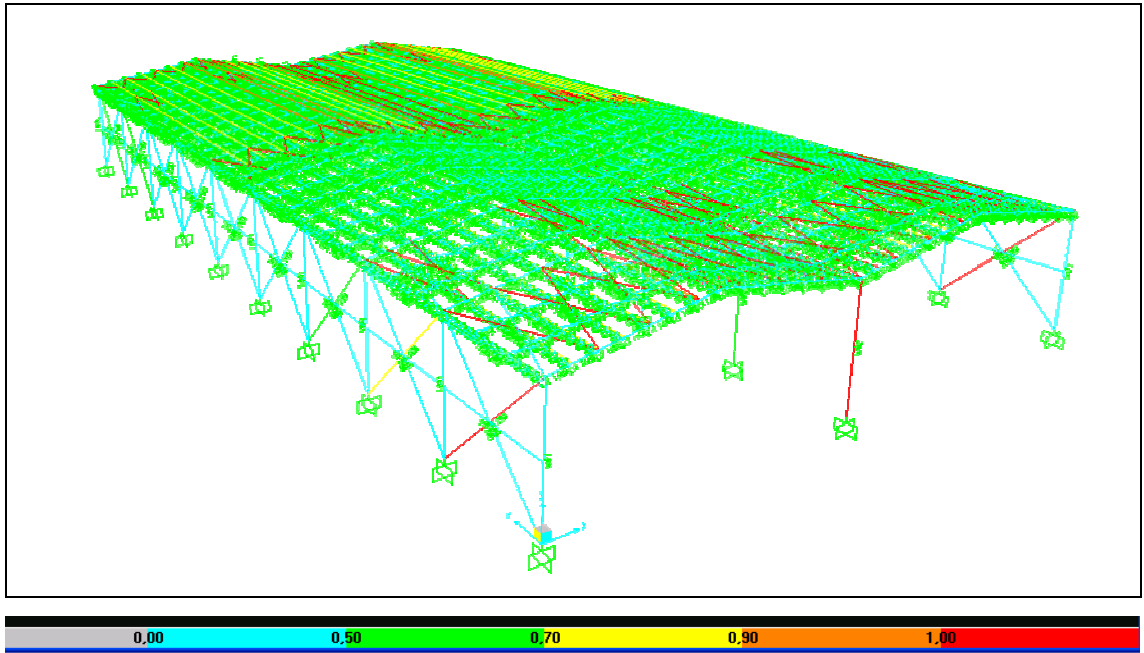
Çizelge 4.17. Yedinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=1,014$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$G+Q+2EY=0,149$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,472$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=0,566$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=0,566$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=1,593$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q+2EY=4,637$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$G+Q+2EY=3,867$
<u>X3-Y1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=1,475$

Bu adımda yapılan eleman artırımı ile aşık elemanlarına etki eden y yönü deprem kuvvetlerinin etkisinin azaldığı görülmüş fakat sisteme eklenen ilave kuşakların yeteri düzeyde çalışmadığı ve y yönünde etki eden kuvvetlerin dağıtımına katkısının az olduğu analiz sonuçlarından tespit edilmiştir. Sistemdeki elemanların ağırlığı 6. adıma göre 4,84 ton artmıştır.

#### 4.1.6.8 Sekizinci adım

Bu adımda ise bir önceki adımda sisteme eklenen üçüncü ve dördüncü kuşaklar çıkarılmış, onların yerine dış cepheye merkezi çaprazlar eklenmiştir.



Şekil 4.39. Sistem dış cephe kolonları arası çapraz elemanlar eklenerek yapılan analiz

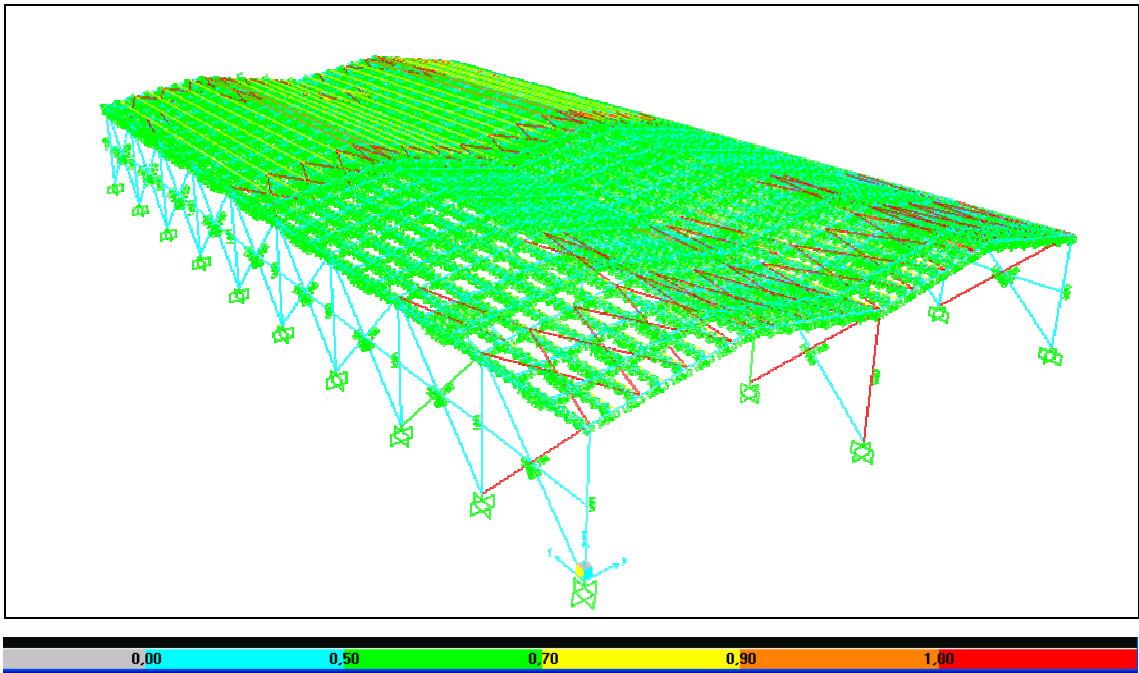
Çizelge 4.18. Sekizinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=0,592$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$G+Q+2EY=0,140$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=0,433$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,416$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,421$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q+WY=1,531$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q+2EY=4,621$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$0,9G-WY=3,560$
<u>X3-Y1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=1,405$

Dış cephe çaprazlarının eklenmesiyle dış cephe kolonlarında ve aşıklarda gerilmelerin azaldığı görülmüştür. Orta aks kolonlarında ise taşıma kapasitesinin aşılmasından dolayı bu aksta da eleman ilave edilmesi uygun görülmüştür. Sistemdeki elemanların ağırlığı 7. adıma göre 1,94 ton artmıştır.

#### 4.1.6.9 Dokuzuncu adım

Bu adımda X3-X3 aksında 1-2 ve 9-10. kolonlar arasında IPE200 çapraz elemanlar eklenmiştir.



Şekil 4.40. Sistem orta aks kolonları arası çapraz elemanlar eklenerek yapılan analiz

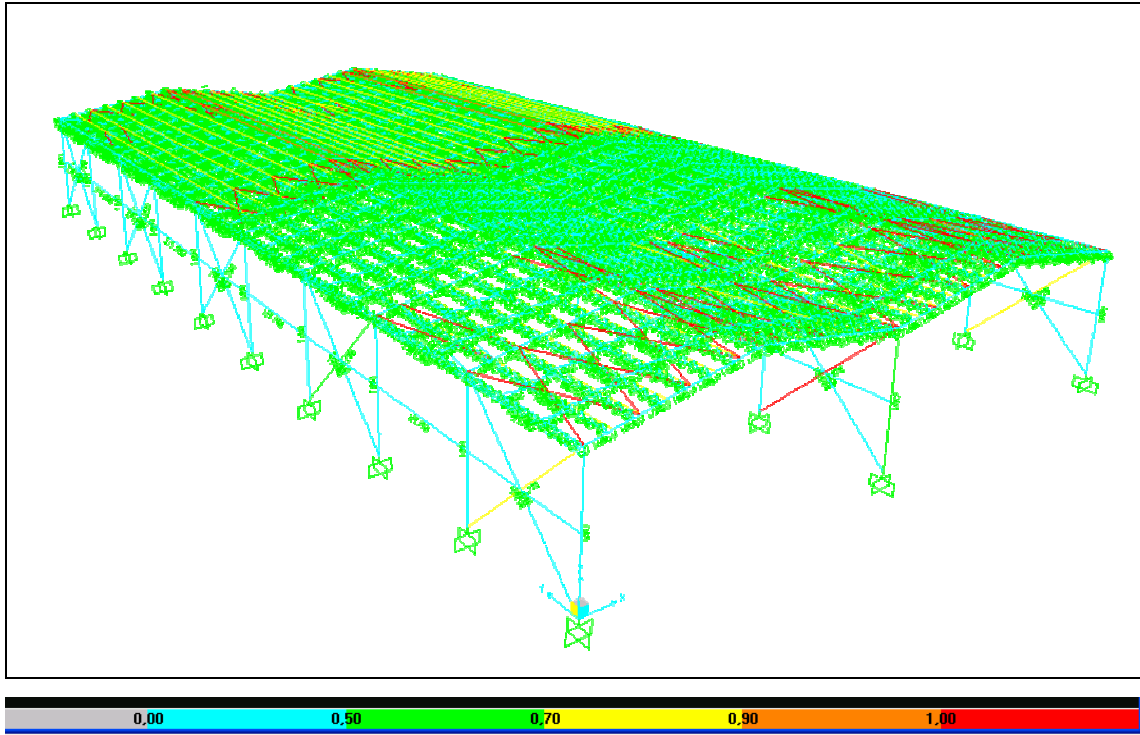
Çizelge 4.19. Dokuzuncu adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=0,586$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$G+Q+2EY=0,142$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=0,424$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,416$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,421$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=1,307$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q+2EY=4,653$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$0,9G+2EY=1,615$
<u>X3-Y1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=0,870$

Bu adımda orta aksta sisteme ilave edilen elemanların özellikle bu aksta bulunan aşık elemanlarındaki gerilmeleri azalttığı görülmüştür. Sistemdeki elemanların ağırlığı 8. adıma göre 0,75 ton artmıştır.

#### 4.1.6.10 Onuncu adım

Bu adımda sekizinci adımda uygulanan dış cephe çaprazları bir dolu bir boş olacak şekilde bir aksta toplam beş adet olacak şekilde sisteme girilmiştir. X3-X3 aksında bulunan iki adet dış cephe çaprazlarının arasına da birer adet yatay kuşak eklenmiştir.



Şekil 4.41. Sistem dış akslar kolonları arası beş adet çapraz ve orta aks çaprazları arası yatay kuşak elemanlar eklenerek yapılan analiz

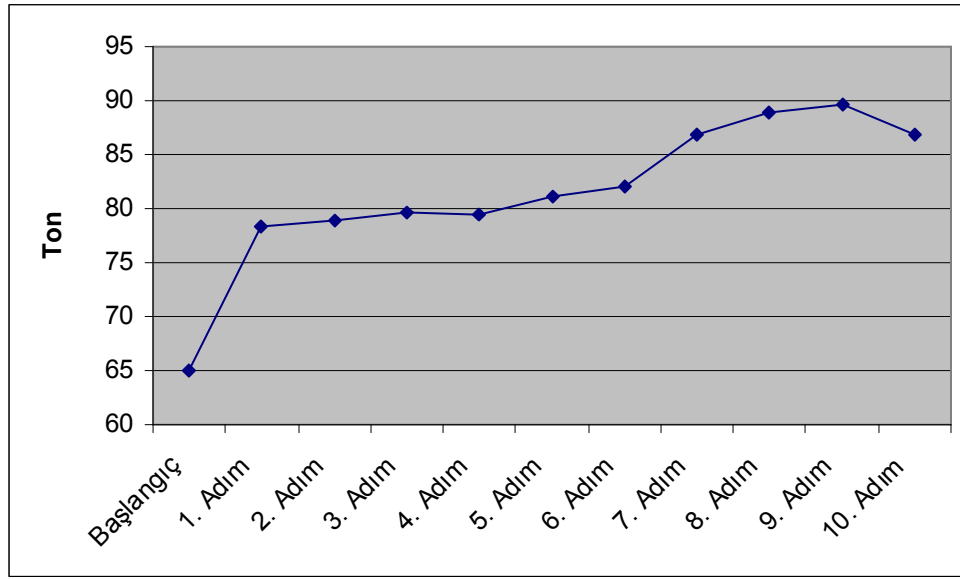
Çizelge 4.20. Onuncu adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q+2EY=0,483$
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık alt eleman</u>	$G+Q+2EY=0,141$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=0,421$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,424$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,422$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=0,669$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sol uç X1-Y2</u>	$G+Q+2EX=4,199$
<u>Rüzgar rijitlik çubuğu sağ uç X1-Y1</u>	$0,9G+2EY=1,437$
<u>X3-Y1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q-WY=0,874$

Yapılan bu son adımda sisteme eklenen yatay kuşaklar ve merkezi çaprazlar ile yapının y yönünde rijitliği sağlanmaya çalışılmıştır. Sistemdeki elemanların ağırlığı 9. adıma göre 2,74 ton azalmıştır.

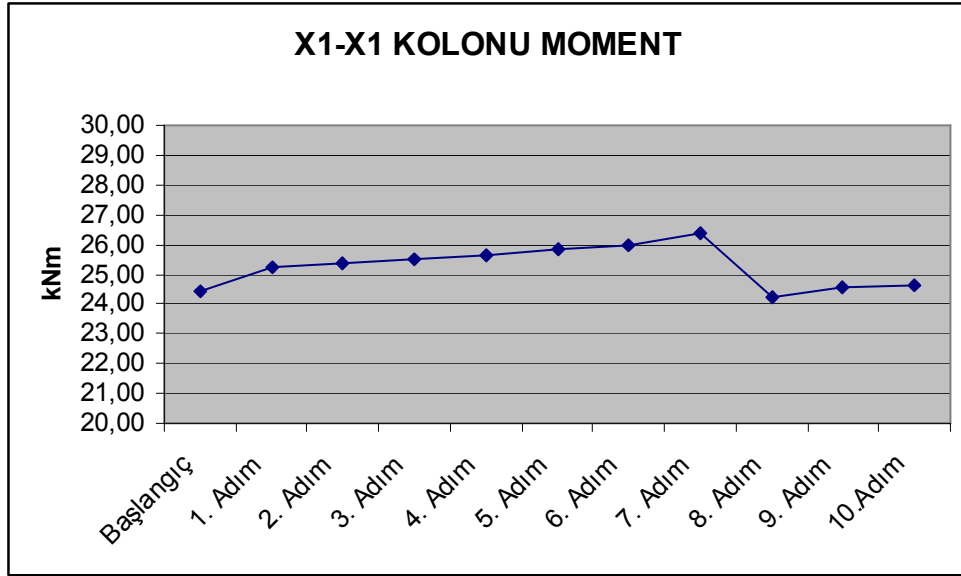
Çizelge 4.20'den görüleceği gibi sadece rüzgar rijitlik elemanları taşıma kapasitelerini aşmıştır. Bu elemanlar için bölüm 4.1'de yapılan kesit büyütme işlemi uygulanıp elemanlar istenilen düzeye getirilebilir.

Sistemin her adımdaki eleman ağırlığı değişimi şekil 4.42'de gösterilmiştir.

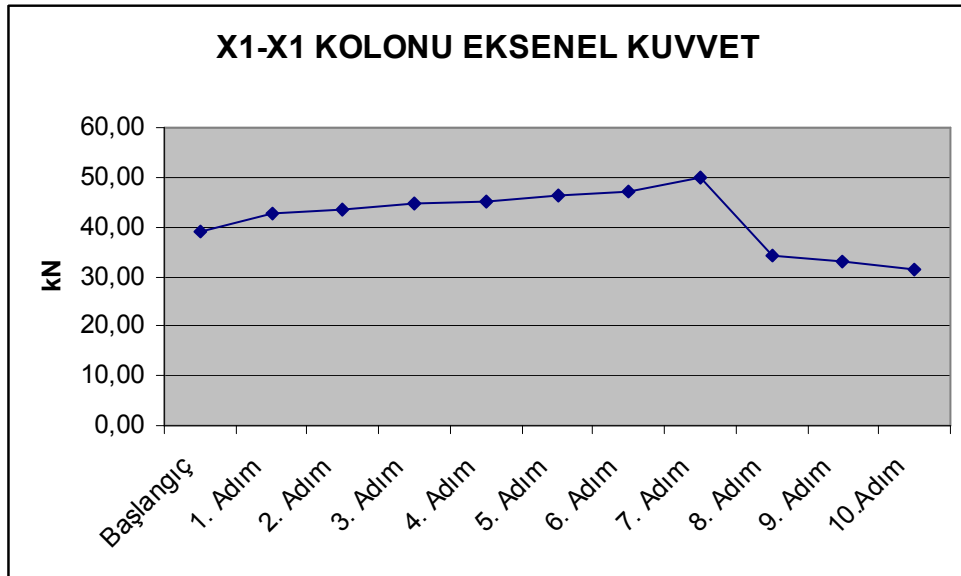


Şekil 4.42. Sistemdeki eleman ağırlığı değişimi

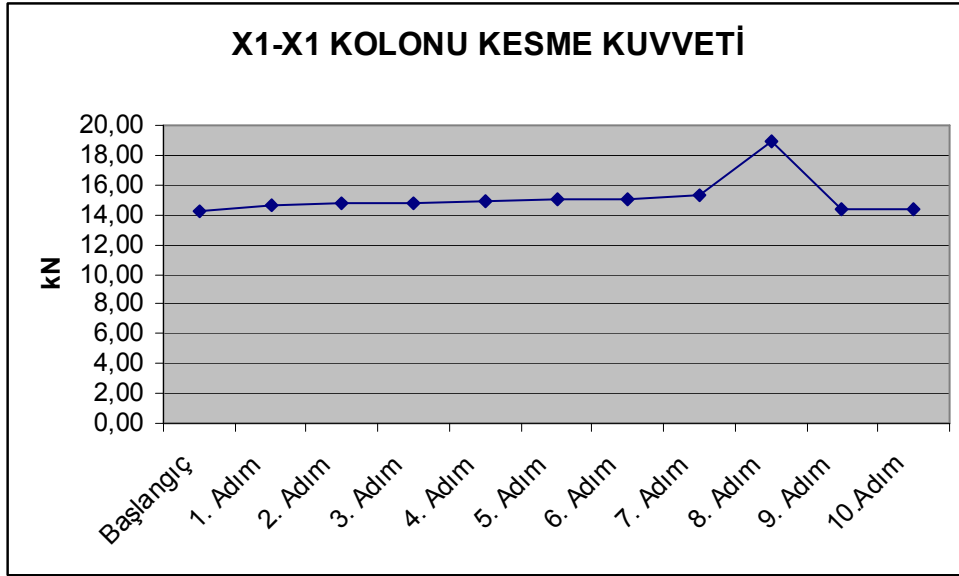
Sistemde X1-X1 kolonu ve X1-Y1 kirişi için her adımda en büyük çalışma kapasitelerine neden olan yükleme durumu için oluşan kesit tesirleri şekil 4.43., 4.44., 4.45., 4.46., 4.47. ve 4.48.'de gösterilmiştir.



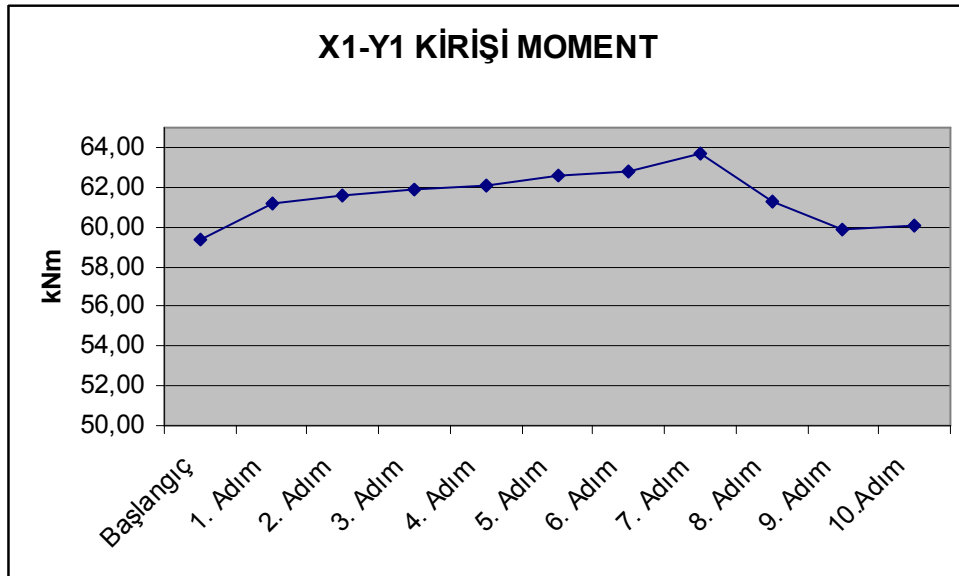
Şekil 4.43. Her adım için kolon maksimum momentini



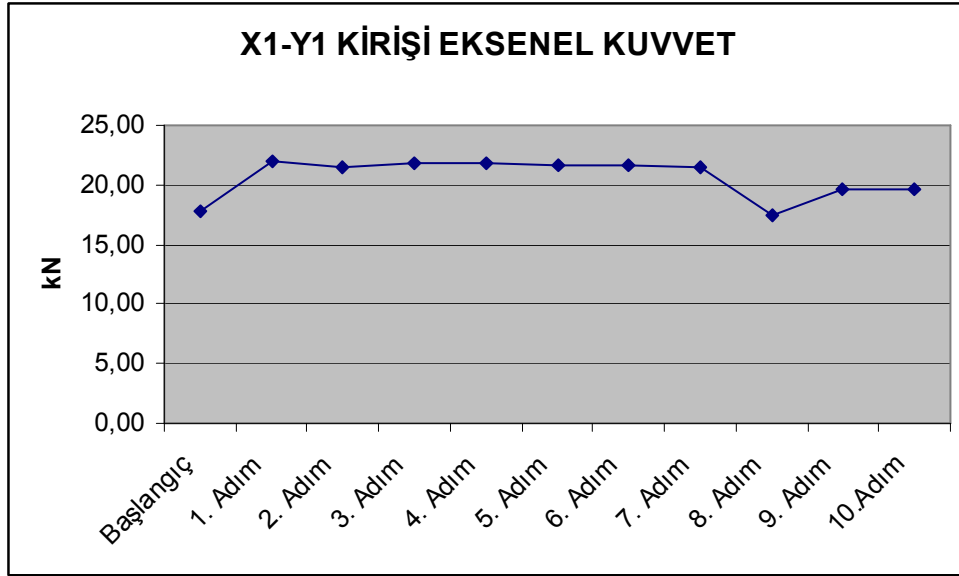
Şekil 4.44. Her adım için kolon eksenel kuvveti



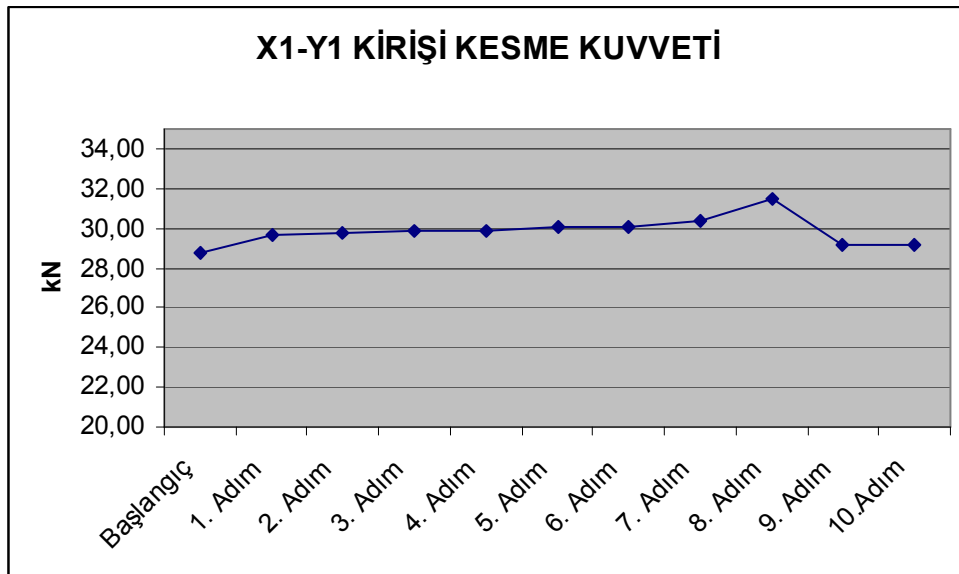
Şekil 4.45. Her adım için kolon kesme kuvveti



Şekil 4.46. Her adım için kiriş maksimum momentini

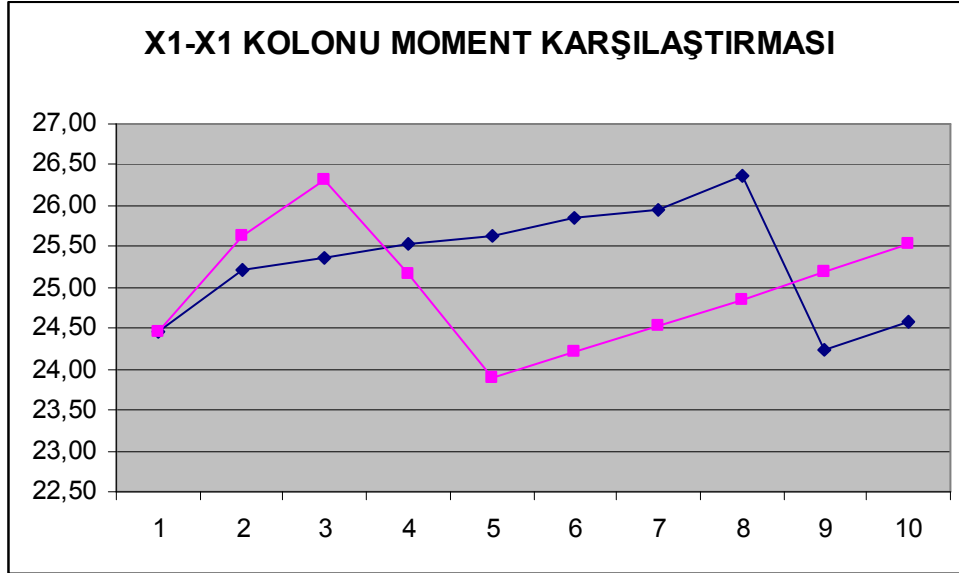


Şekil 4.47. Her adım için kiriş aksenal kuvveti

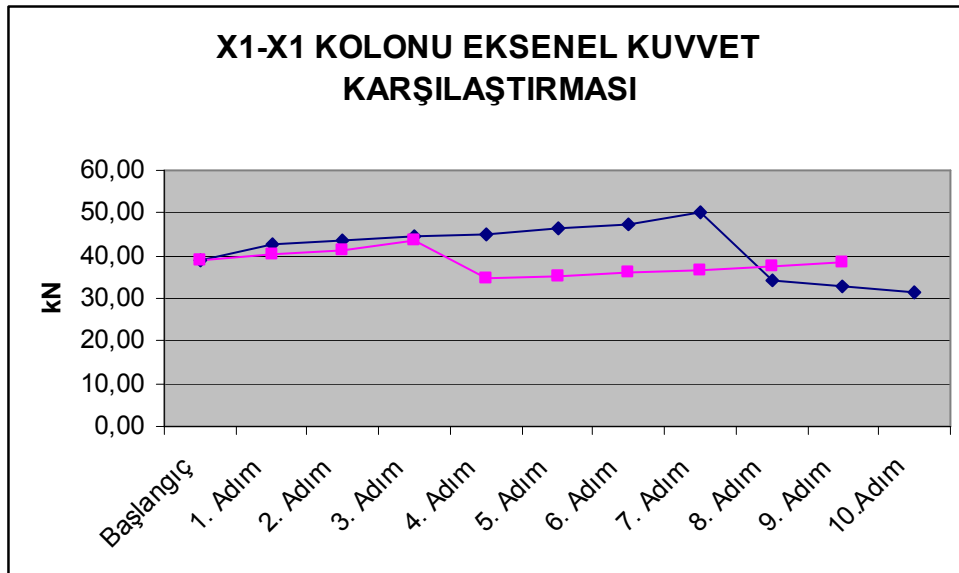


Şekil 4.48. Her adım için kiriş kesme kuvveti

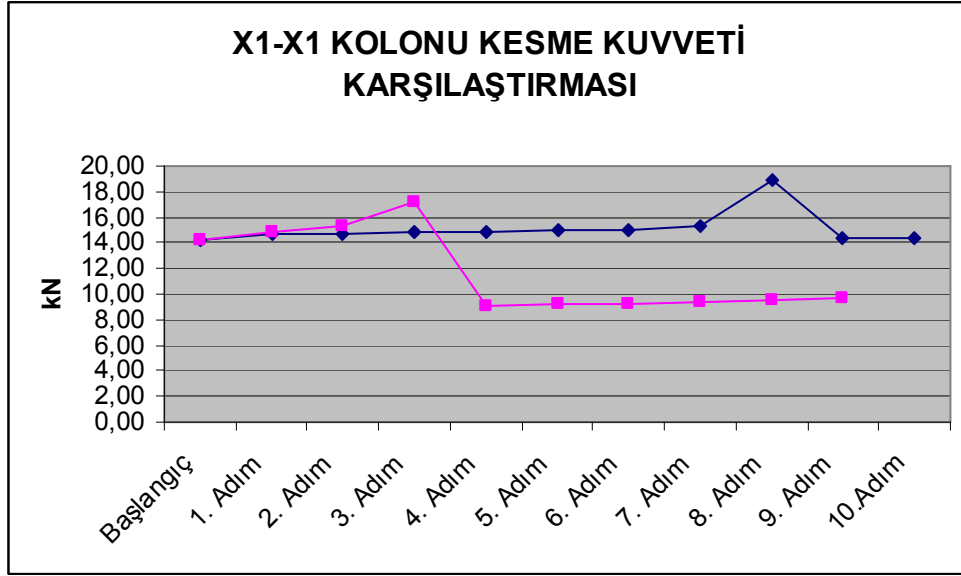
İki farklı yöntemle taşıma kapasitesinin aşılmadığı duruma ulaşılmıştır. Bu yöntemlerde seçilen elemanların her adımdaki kesit tesirleri ikili grafiklerle şekil 4.49., 4.50., 4.51., 4.52., 4.53. ve 4.54'de gösterilmiştir.



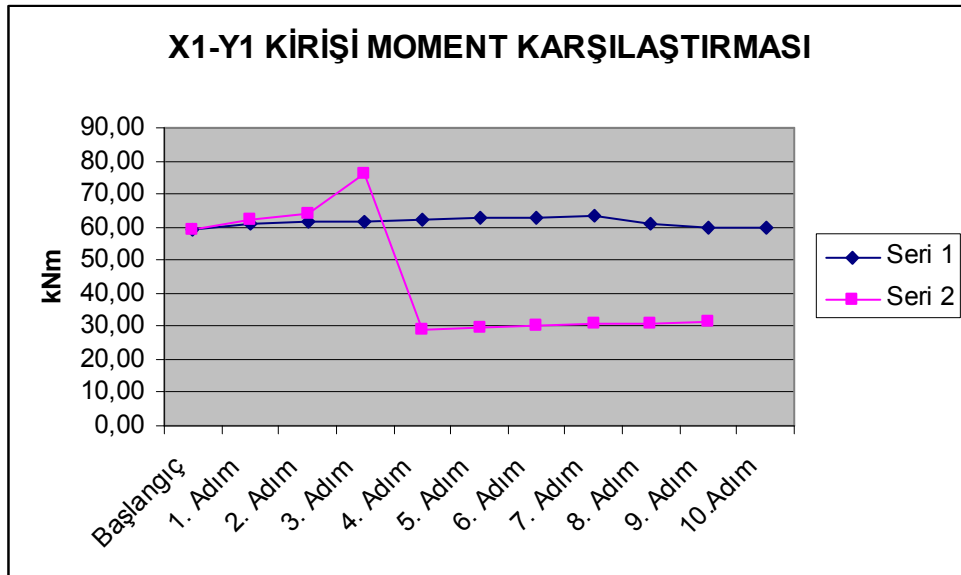
Şekil 4.49. Her iki yöntem için maksimum moment değerleri karşılaştırması



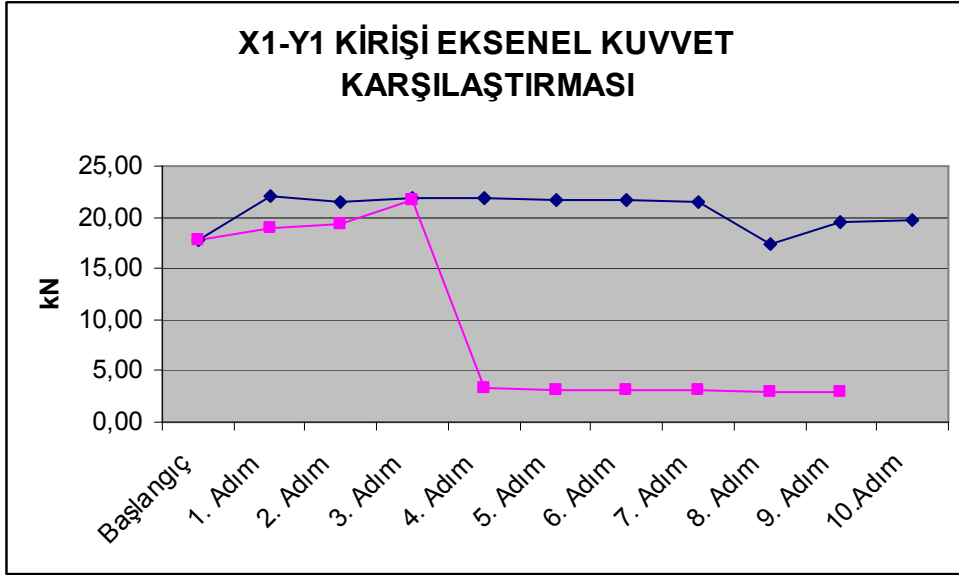
Şekil 4.50. Her iki yöntem için aksenal kuvvet karşılaştırması



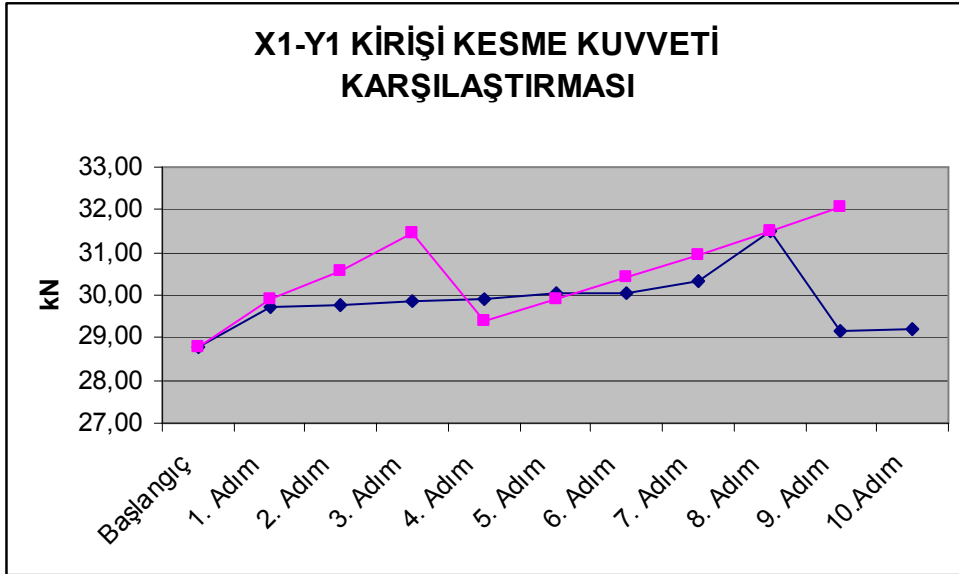
Şekil 4.51. Her iki yöntem için kesme kuvvet karşılaştırması



Şekil 4.52. Her iki yöntem için maksimum moment değerleri karşılaştırması



Şekil 4.53. Her iki yöntem için eksenel kuvvet karşılaştırması

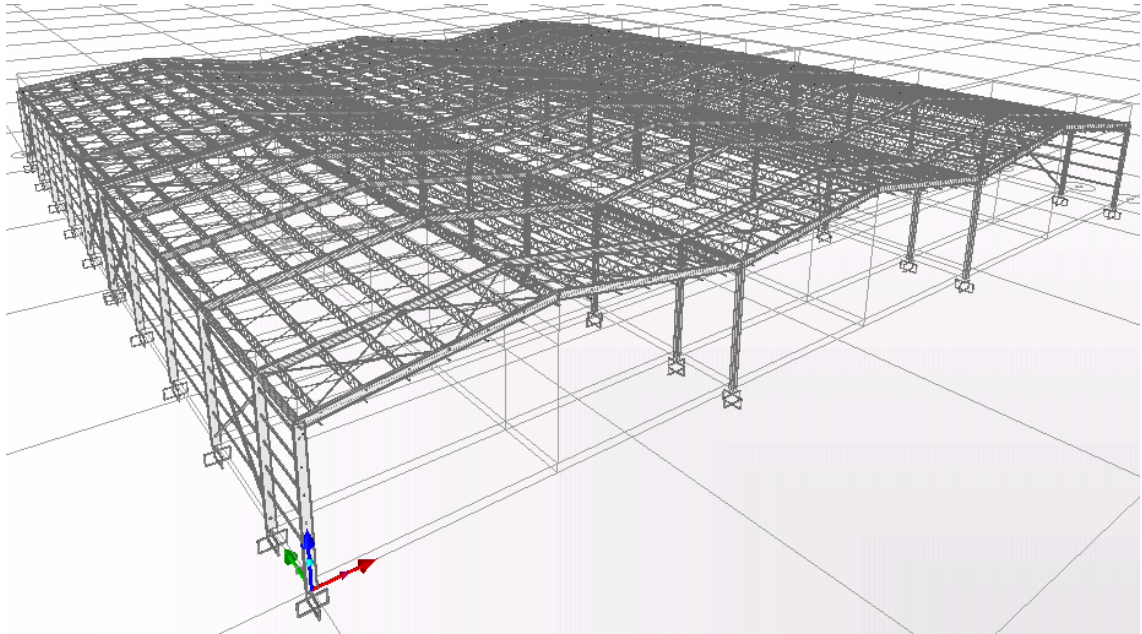


Şekil 4.54. Her iki yöntem için kesme kuvveti karşılaştırması

Şekil 4.49, 4.50, 4.51, 4.52, 4.53 ve 4.54'de karşılaştırmalı olarak verilen grafiklerden anlaşılacağı gibi sisteme yeni eleman ilave etmek, sistemdeki eleman kesitlerini büyütme yöntemine göre daha az kesit tesiri oluşmasını sağlamıştır.

#### 4.2. 1998 Yönetmeliğine Göre Hazırlanan Bir Çelik Yapının İncelenmesi

Bu bölümde EOSB’de bulunan 2004 yılında yapılmış olan yapı incelenmiştir. Yapının 3 boyutlu görünümü Şekil 4.55’de verilmiştir.



Şekil 4.55. Mevcut yapının 3 boyutlu görünümü

Mevcut yapı ile ilgili genel bilgiler aşağıdaki gibidir.

Boyutlar	59,46m x57,1m
X yönü makas açıklığı	19,82m
Y yönü makas sayısı	12 adet 6 ve 7. makaslar arası 45cm dilatasyon bulunmaktadır
Eleman boyutları;	
Dış kolonlar	CASTIPE360 profil
Orta kolonlar	HEA200 profil

Kirişler CASTIPE360 profil

Üst aşık elemanları kar birikme bölgesinde 2L40404 köşebent (Aşık R kirişi)

Alt aşık elemanları kar birikme bölgesinde L40404 köşebent (Aşık R kirişi)

Üst aşık elemanları kar birikme bölgesi dışında 2L30303 köşebent(Aşık R kirişi)

Alt aşık elemanları kar birikme bölgesi dışında L30303 köşebent (Aşık R kirişi)

Üst ve alt aşık elemanlar arası askı çubuğu kar birikme bölgesinde Ø14'lük demir

Üst ve alt aşık elemanlar arası askı çubuğu kar birikme bölgesi dışında Ø12'lük demir

Aşıklar arası gergi çubuğu Ø14'lük demir

Rüzgar rijitlik elemanları L50505 köşebent

Dış cephe kolonlar arası merkezi çarpazlar 2L10010010 köşebent

Dış cephe kolonlar arası yatay kuşak U80 profil

#### 4.2.1. Zati yükler

##### **Çatı kaplaması:**

Üst Eternit : 0,17 kN/m<sup>2</sup>

İzocam : 0,02 kN/m<sup>2</sup>

Alt Eternit : 0,17 kN/m<sup>2</sup>

Toplam = 0,36 kN/m<sup>2</sup>

##### **Kar yükü:**

II.Bölge, rakım 782, Seçilen q=0,75 kN/m<sup>2</sup> (TS498)

0,36+0,75=1,11 kN/m<sup>2</sup> Toplam çatı zati yükü

##### **Aşıklara gelen yükler:**

1. aşık:  $\frac{0,6}{2} \cdot 1,11 = 0,333$  kN/m

2. aşık:  $\left(\frac{0,6}{2} + \frac{1,5}{2}\right) \cdot 1,11 = 1,166$  kN/m

$$3-4-5-6-7. \text{ aşıklar: } \left( \frac{0,6}{2} + \frac{1,5}{2} \right) \cdot 1,11 = 1,166 \text{ kN/m}$$

$$8. \text{ aşık: } \frac{1,5}{2} \cdot 1,11 = 0,83 \text{ kN/m}$$

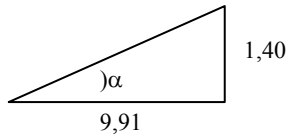
$$9. \text{ aşık: } \frac{1,5}{2} \cdot 1,11 = 0,83 \text{ kN/m}$$

$$10-11-12-13-14. \text{ aşıklar: } \left( \frac{1,5}{2} + \frac{1,5}{2} \right) \cdot 1,11 = 1,665 \text{ kN/m}$$

$$15. \text{ aşıklar: } \left( \frac{1,5}{2} + \frac{0,78}{2} \right) \cdot 1,11 = 1,266 \text{ kN/m}$$

$$16. \text{ aşık: } \frac{0,78}{2} \cdot 1,11 = 0,433 \text{ kN/m}$$

#### 4.2.2. Rüzgar yükü



$$\text{Arctan} \left( \frac{1,40}{9,91} \right) \Rightarrow \alpha = 8,04^\circ \text{ (Çatı eğimi)}$$

$$H=7,40\text{m} < 8$$

$$\text{Seçilen } q=0,5 \text{ kN/m}^2 \text{ TS(498)}$$

#### X yönü rüzgar etkisinin hesaplanması:

##### Kolonlar için

$$\text{Rüzgarın etkideği kenar: } 0,8 \cdot q \cdot L \text{ (TS498)}$$

$$1. \text{ kolon: } 0,8 \cdot q \cdot L = 0,8 \cdot 0,5 \cdot (3,46/2) = 0,92 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ kolon: } 0,8 \cdot q \cdot L = 0,8 \cdot 0,5 \cdot (3,46/2 + 6/2) = 1,892 \text{ kN/m}$$

$$3. \text{ ve } 4. \text{ kolon: } 0,8 \cdot q \cdot L = 0,8 \cdot 0,5 \cdot (6/2 + 6/2) = 2,4 \text{ kN/m}$$

5. kolon:  $0,8.q.L=0,8.0,5.(6/2+5,775/2)= 2,355 \text{ kN/m}$

6. kolon:  $0,8.q.L=0,8.0,5.(3,46/2+6/2)= 1,155 \text{ kN/m}$

7. kolon:  $0,8.q.L=0,8.0,5.(3,46/2+6/2)= 1,155 \text{ kN/m}$

8. kolon:  $0,8.q.L=0,8.0,5.(6/2+5,775/2)= 2,355 \text{ kN/m}$

9. ve 10. kolon:  $0,8.q.L=0,8.0,5.(6/2+6/2)= 2,4 \text{ kN/m}$

11. kolon:  $0,8.q.L=0,8.0,5.(6/2+5,75/2)= 2,35 \text{ kN/m}$

12. kolon:  $0,8.q.L=0,8.0,5.(5,75/2)= 1,15 \text{ kN/m}$

Karşı kenar:  $0,4.q.L$  (TS498)

1. kolon:  $0,4.q.L=0,4.0,5.(3,46/2)= 0,346 \text{ kN/m}$

2. kolon:  $0,4.q.L=0,4.0,5.(3,46/2+6/2)= 0,946 \text{ kN/m}$

3. ve 4. kolon:  $0,4.q.L=0,4.0,5.(6/2+6/2)= 1,2 \text{ kN/m}$

5. kolon:  $0,4.q.L=0,4.0,5.(6/2+5,775/2)= 1,1775 \text{ kN/m}$

6. kolon:  $0,4.q.L=0,4.0,5.(3,46/2+6/2)= 0,5775 \text{ kN/m}$

7. kolon:  $0,4.q.L=0,4.0,5.(3,46/2+6/2)= 0,5775 \text{ kN/m}$

8. kolon:  $0,4.q.L=0,4.0,5.(6/2+5,775/2)= 1,1775 \text{ kN/m}$

9. ve 10. kolon:  $0,4.q.L=0,4.0,5.(6/2+6/2)= 1,2 \text{ kN/m}$

11. kolon:  $0,4.q.L=0,4.0,5.(6/2+5,75/2)= 1,175 \text{ kN/m}$

12. kolon:  $0,4.q.L=0,4.0,5.(5,75/2)= 0,575 \text{ kN/m}$

Kirişler için

1.kiriş:  $(1,2.Sin\alpha-0,4).q.L=[1,2.Sin(8,04)-0,4].0,5.(3,46/2)=-0,2 \text{ kN/m}$

2.kiriş:  $(1,2.Sin\alpha-0,4).q.L=[1,2.Sin(8,04)-0,4].0,5.(3,46/2+6/2)=-0,55 \text{ kN/m}$

3. ve 4. kiriş:  $(1,2.Sin\alpha-0,4).q.L=[1,2.Sin(8,04)-0,4].0,5.(6/2+6/2)=-0,70 \text{ kN/m}$

5.kiriş:  $(1,2.Sin\alpha-0,4).q.L=[1,2.Sin(8,04)-0,4].0,5.(6/2+5,775/2)=-0,68 \text{ kN/m}$

6.kiriş:  $(1,2.Sin\alpha-0,4).q.L=[1,2.Sin(8,04)-0,4].0,5.(5,775/2)=-0,335 \text{ kN/m}$

7.kiriş:  $(1,2.Sin\alpha-0,4).q.L=[1,2.Sin(8,04)-0,4].0,5.(5,775/2)=-0,335 \text{ kN/m}$

8.kiriş:  $(1,2.Sin\alpha-0,4).q.L=[1,2.Sin(8,04)-0,4].0,5.(6/2+5,775/2)=-0,68 \text{ kN/m}$

9. ve 10. kiriş:  $(1,2.Sin\alpha-0,4).q.L=[1,2.Sin(8,04)-0,4].0,5.(6/2+6/2)=-0,70 \text{ kN/m}$

$$11. \text{ kiriş: } (1,2 \cdot \sin \alpha - 0,4) \cdot q \cdot L = [1,2 \cdot \sin(8,04) - 0,4] \cdot 0,5 \cdot (6/2 + 5,75/2) = -0,68 \text{ kN/m}$$

$$12. \text{ kiriş: } (1,2 \cdot \sin \alpha - 0,4) \cdot q \cdot L = [1,2 \cdot \sin(8,04) - 0,4] \cdot 0,5 \cdot (5,75/2) = -0,333 \text{ kN/m}$$

$$1. \text{ kiriş: } 0,4 \cdot q \cdot L = 0,4 \cdot 0,5 \cdot (3,46/2) = 0,46 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ kiriş: } 0,4 \cdot q \cdot L = 0,4 \cdot 0,5 \cdot (3,46/2 + 6/2) = 0,946 \text{ kN/m}$$

$$3. \text{ ve } 4. \text{ kiriş: } 0,4 \cdot q \cdot L = 0,4 \cdot 0,5 \cdot (6/2 + 6/2) = 1,2 \text{ kN/m}$$

$$5. \text{ kiriş: } 0,4 \cdot q \cdot L = 0,4 \cdot 0,5 \cdot (6/2 + 5,775/2) = 1,1775 \text{ kN/m}$$

$$6. \text{ kiriş: } 0,4 \cdot q \cdot L = 0,4 \cdot 0,5 \cdot (3,46/2 + 6/2) = 0,5775 \text{ kN/m}$$

$$7. \text{ kiriş: } 0,4 \cdot q \cdot L = 0,4 \cdot 0,5 \cdot (3,46/2 + 6/2) = 0,5775 \text{ kN/m}$$

$$8. \text{ kiriş: } 0,4 \cdot q \cdot L = 0,4 \cdot 0,5 \cdot (6/2 + 5,775/2) = 1,1775 \text{ kN/m}$$

$$9. \text{ ve } 10. \text{ kiriş: } 0,4 \cdot q \cdot L = 0,4 \cdot 0,5 \cdot (6/2 + 6/2) = 1,2 \text{ kN/m}$$

$$11. \text{ kiriş: } 0,4 \cdot q \cdot L = 0,4 \cdot 0,5 \cdot (6/2 + 5,75/2) = 1,175 \text{ kN/m}$$

$$12. \text{ kiriş: } 0,4 \cdot q \cdot L = 0,4 \cdot 0,5 \cdot (5,75/2) = 0,575 \text{ kN/m}$$

### **Y yönü rüzgar etkisinin hesaplanması:**

$$L = 19,82 \text{ m}$$

$$H = 7,40 < 8$$

$$\alpha = 0^\circ \text{ (Çatı eğimi)}$$

$$\text{Seçilen } q = 0,5 \text{ (TS498)}$$

Rüzgarın etkidiği kenar

$$0,8 \cdot q \cdot L \text{ (TS498)}$$

$$\text{Dış kolonlar: } 0,8 \cdot q \cdot L = 0,8 \cdot 0,5 \cdot (19,82/2) = 3,964 \text{ kN/m}$$

$$\text{İç kolonlar: } 0,8 \cdot q \cdot L = 0,8 \cdot 0,5 \cdot 19,82 = 7,928 \text{ kN/m}$$

Karşı kenar

$$0,4 \cdot q \cdot L \text{ (TS498)}$$

$$\text{Dış kolonlar: } 0,4 \cdot q \cdot L = 0,4 \cdot 0,5 \cdot (19,82/2) = 1,982 \text{ kN/m}$$

$$\text{İç kolonlar: } 0,4 \cdot q \cdot L = 0,4 \cdot 0,5 \cdot 19,82 = 3,964 \text{ kN/m}$$

#### 4.2.3. Yapı ağırlığının bulunması için yapılan metraj

Dış kolonlar CASTIPE 360

$24.57,1.6=8222,4$  kg

İç kolonlar HEA 200

$24.42,3.6=6091,2$  kg

Kirişler CASTIPE 360

$72.57,1.10,01=41153,1$  kg

Üst aşık elemanları 2L.30.30.3

$40.2.1,36.(27,235+29,525)=6175,49$  kg

Üst aşık elemanları 2L.40.40.4

$16.2.2,42.(27,235+29,525)=4395,50$  kg

Alt aşık elemanları L.30.30.3

$40.1,36.(27,235+29,525)=3087,75$  kg

Alt aşık elemanları L.40.40.4

$16.2,42.(27,235+29,525)=2197,75$  kg

Aşık bağlantı demirleri ( $\varnothing 12$ )

Üst-alt

$7264.0,888.0,472=3044,60$  kg

Aşık bağlantı demirleri ( $\varnothing 14$ )

Üst-alt

$3632.1,208.0,472=2070,88$  kg

Aşıklar arası gergi çubuğu demirleri ( $\varnothing 12$ )

$L_{ort}=1,467$  m

$1596.0,888.1,467=2079,1$  kg

Rüzgar rijitlik elemanları L.50.50.5

$L_{ort}=7,2$  m

$96.3,77.7,2=2605,82$  kg

Merkezi çaprazlar 2L.100.100.10

$$L_{ort}=7,677 \text{ m}$$

$$16.2.15,10.7,677=3709,53 \text{ kg}$$

Dış cephe kuşaklar

$$10.8,4.(57,21-0,45)=4767,84 \text{ kg}$$

$$\text{Toplam eleman ağırlığı}=89609 \text{ kg}$$

#### 4.2.4. Eşdeğer deprem yükü yöntemine göre deprem hesabı

$$\text{Kaplama yükü}=36.(10,0084.56,76.6)= 122704,58 \text{ kg}$$

$$\text{Kar yükü}=75.10,0084.56,76.6=255634,55 \text{ kg}$$

$$W_T = W_i + n.q_i = 89609 + 122704,58 + 0,3.255634,55 = 289004 \text{ kg} = 289 \text{ ton}$$

$$T_1 = 0,481 \text{ SAP2000 v.11'den elde edilen değer}$$

$Z_3$  için

$$T_A = 0,15$$

$$T_B = 0,60$$

$I=1$  (Bina önem katsayısı)

$A_0=0,30$  ( $2^\circ$  Deprem bölgesi için etkin yer ivmesi katsayısı)

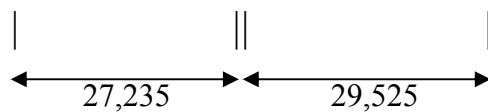
$T_A < T \leq T_B$  olduğundan  $S_{(T)}=2,5$  alınır.

$T_A < T$  olduğundan  $R_{a(T)}=R=5$  alınır.

$$A_{(T)} = A_0 \cdot I \cdot S_{(T)} = 0,30 \cdot 1 \cdot 2,5 = 0,75$$

$$V_t = \frac{W \cdot A_{(T)}}{R_{a(T)}} = \frac{289 \cdot 0,75}{5} = 43,35 \text{ ton}$$

#### X yönü deprem için deprem kuvvetinin kolonlara dağıtılması



$$27,235/56,76=0,48$$

$$29,525/56,76=0,52$$

Deprem etkisi dağıtım oranları

43,35.0,48=20,808 ton (dilatasyona kadar olan kısım)

43,35.0,52=22,542 ton (dilatasyondan sonraki kısım)

$$1. \text{ kolon: } \frac{(3,46/2)}{27,235} \cdot 20,808 = 1,322 \text{ ton}$$

$$2. \text{ kolon: } \frac{(3,46/2 + 6/2)}{27,235} \cdot 20,808 = 3,614 \text{ ton}$$

$$3. \text{ ve } 4. \text{ kolon: } \frac{(6/2 + 6/2)}{27,235} \cdot 20,808 = 4,584 \text{ ton}$$

$$5. \text{ kolon: } \frac{(6/2 + 5,775/2)}{27,235} \cdot 20,808 = 4,498 \text{ ton}$$

$$6. \text{ kolon: } \frac{(5,775/2)}{27,235} \cdot 20,808 = 2,206 \text{ ton}$$

$$7. \text{ kolon: } \frac{(5,775/2)}{29,525} \cdot 22,542 = 2,206 \text{ ton}$$

$$8. \text{ kolon: } \frac{(5,775/2 + 6/2)}{29,525} \cdot 22,542 = 4,495 \text{ ton}$$

$$9. \text{ ve } 10. \text{ kolon: } \frac{(6/2 + 6/2)}{29,525} \cdot 22,542 = 4,581 \text{ ton}$$

$$11. \text{ kolon: } \frac{(6/2 + 5,75/2)}{29,525} \cdot 22,542 = 4,485 \text{ ton}$$

$$12. \text{ kolon: } \frac{(5,75/2)}{29,525} \cdot 22,542 = 2,145 \text{ ton}$$

### **Y yönü deprem için deprem kuvvetinin kolonlara dağıtılması**

Dilatasyona kadar olan kısma etkiyen deprem kuvveti

$$V_{t\_orta} = 14,45 \cdot 0,48 = 6,936 \text{ ton}$$

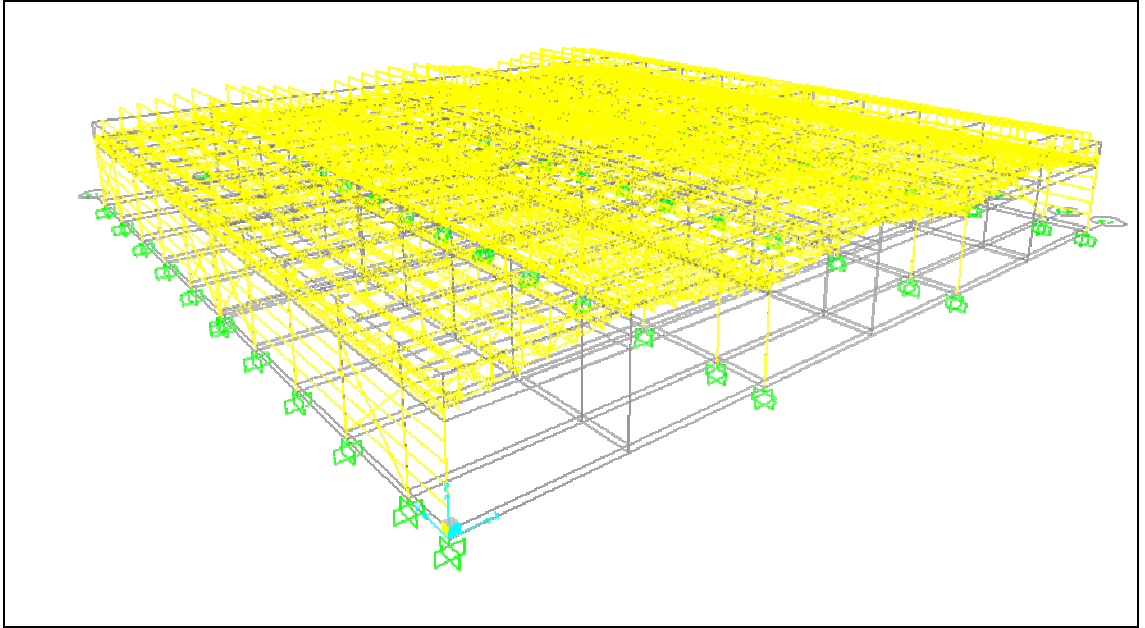
$$V_{t\_uç} = 7,225 \cdot 0,48 = 3,468 \text{ ton}$$

Dilatasyondan sonraki kısma etkiyen deprem kuvveti

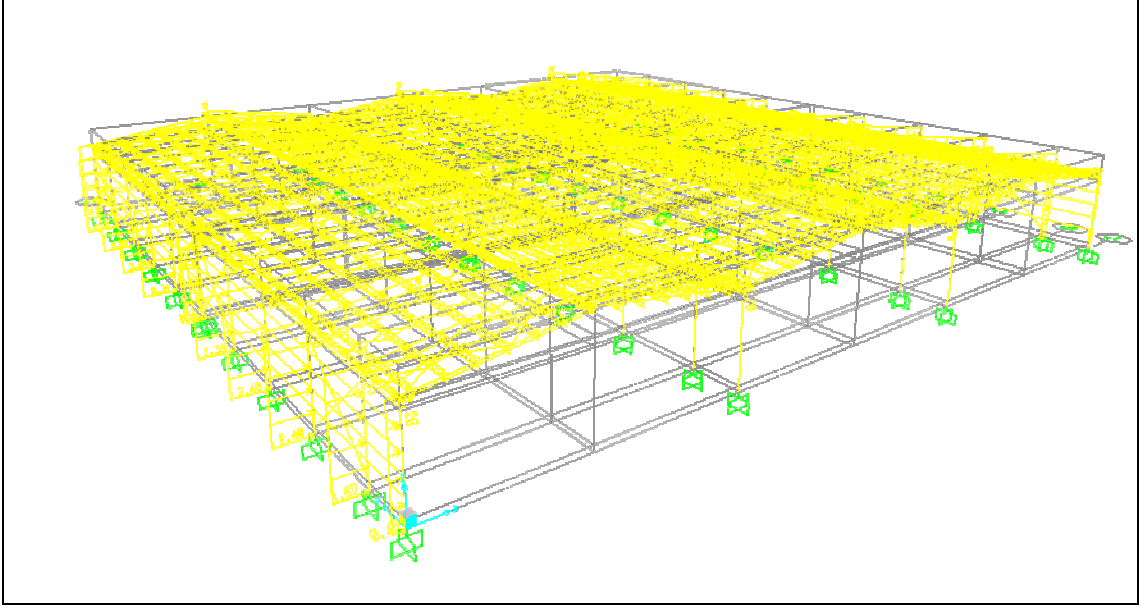
$$V_{t\_orta} = 14,45 \cdot 0,52 = 7,514 \text{ ton}$$

$$V_{t_{u\check{c}}} = 7,225 \cdot 0,52 = 3,757 \text{ ton}$$

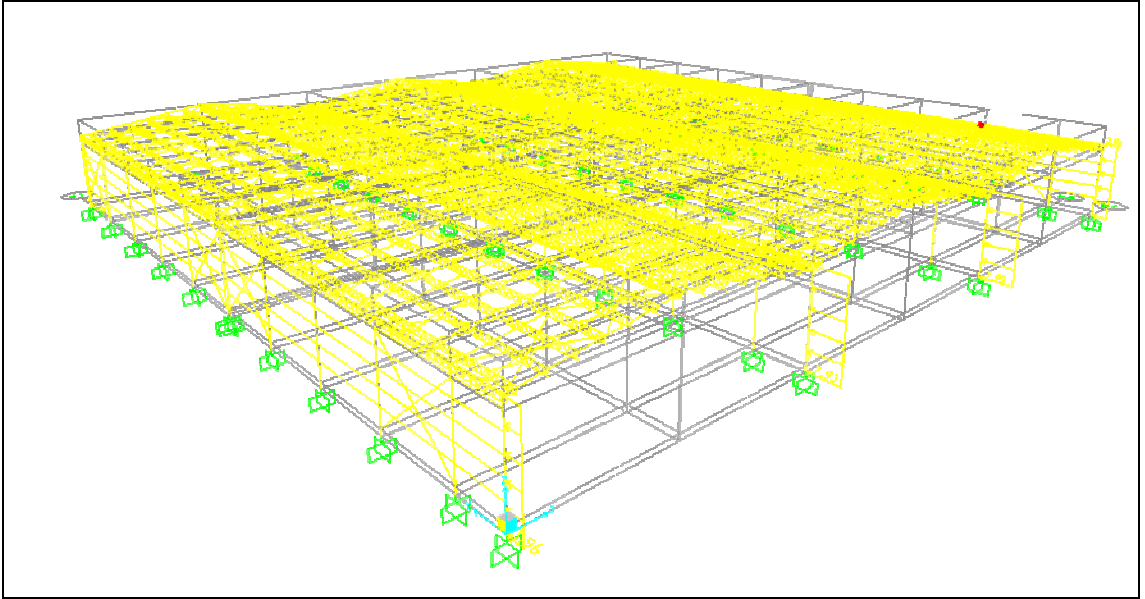
Yukarıda bulunan tüm değerlerin sisteme etkilmiş halleri sırasıyla Şekil 4.56, 4.57, 4.58, 4.59 ve 4.60'da gösterilmiştir.



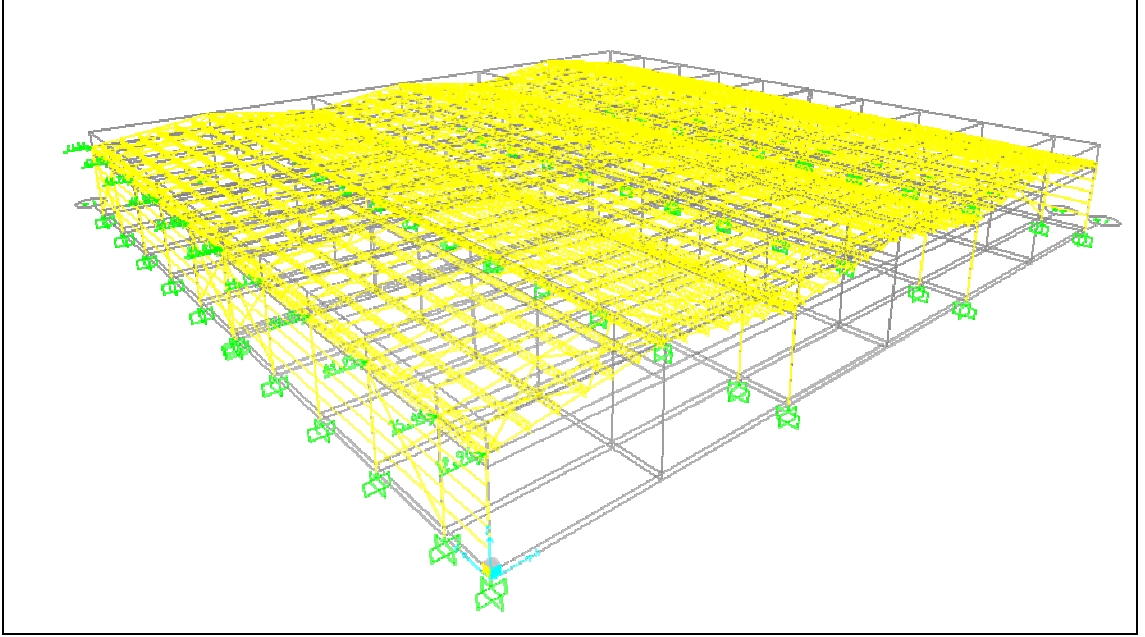
Şekil 4.56. Aşık elemanlarına etkiyen kaplama ve kar yükleri



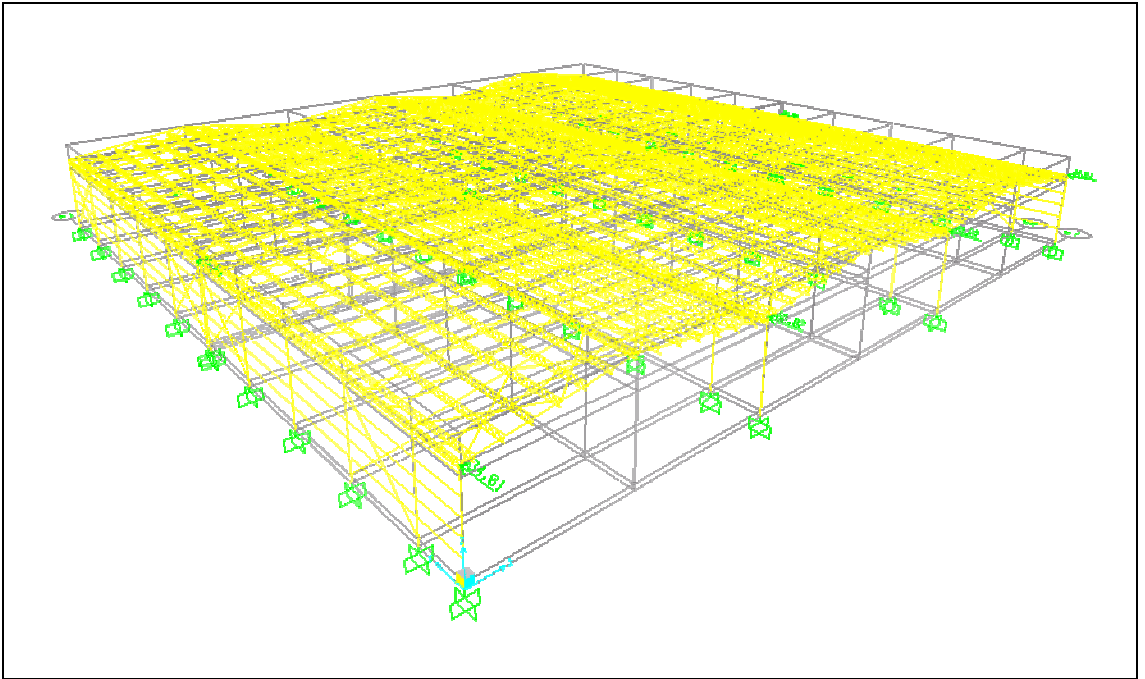
Şekil 4.57. Kolon ve kirişlere etkiyen x yönü rüzgar yükleri



Şekil 4.58. Kolonlara etkiyen y yönü rüzgar yükleri

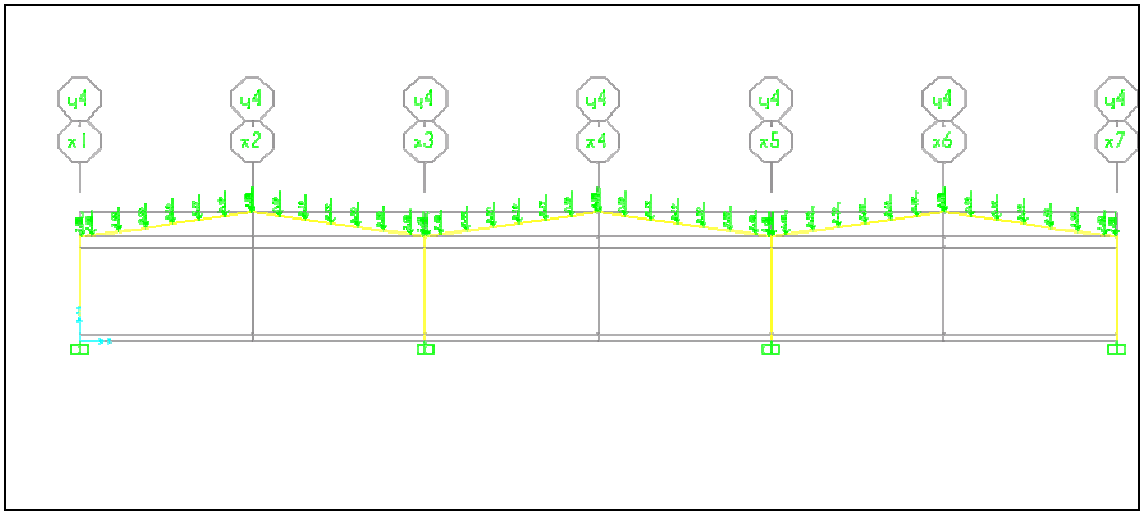


Şekil 4.59. Sisteme etkitilen x yönü deprem kuvvetleri

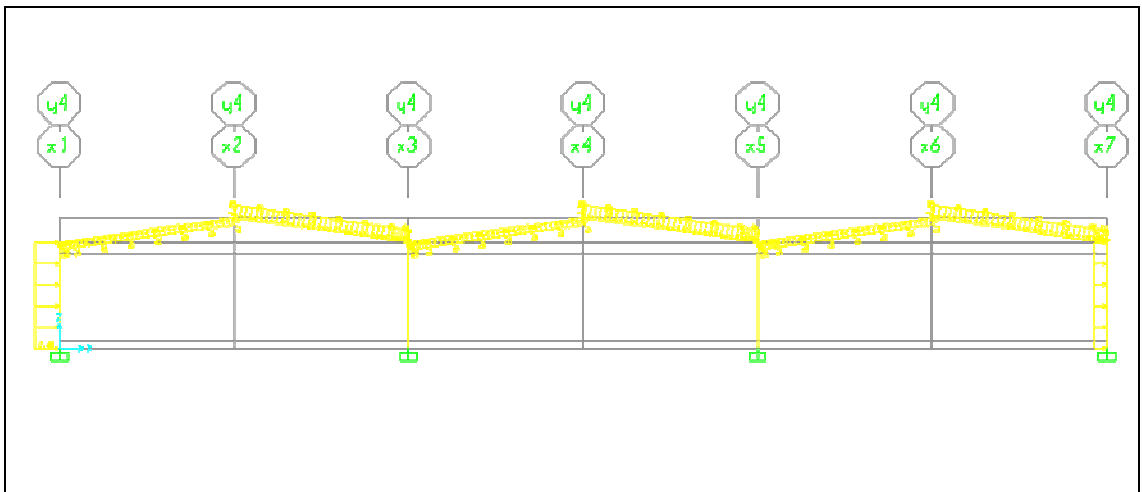


Şekil 4.60. Sisteme etkitilen y yönü deprem kuvvetleri

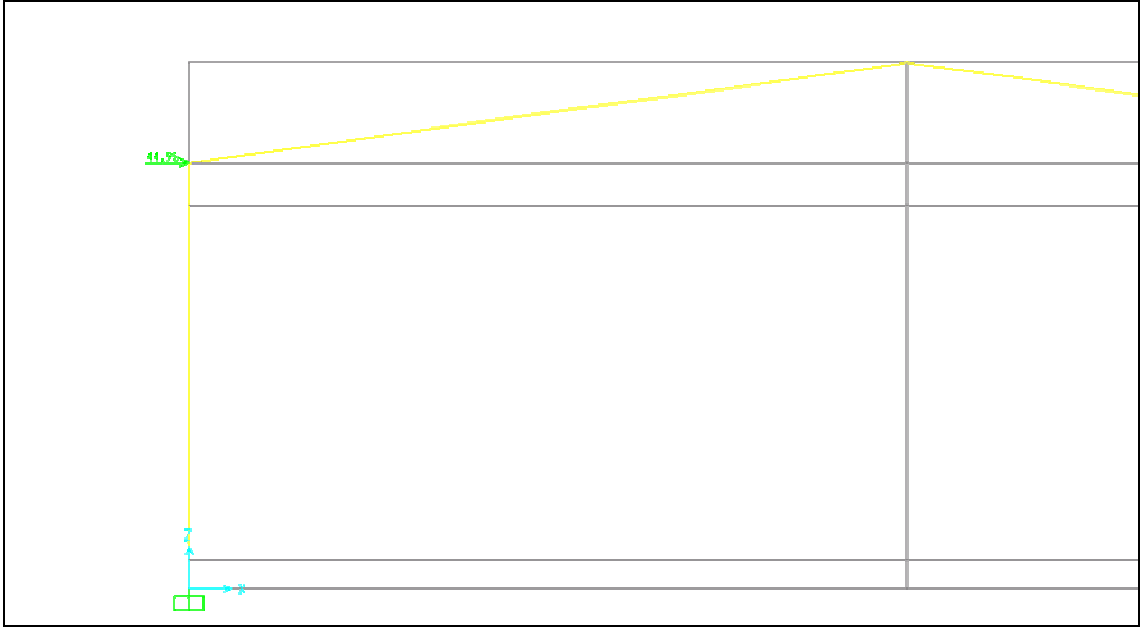
Yukarıda şekilleri verilen yükler sisteme etkitildikten sonra bölüm 4.1.4'de verilen yük kombinasyonlarına göre analiz yapılmıştır. Analizde öncelikle çerçeve çözümü yapılmıştır. Çerçeve çözümü için aşıklardan gelen kaplama yükü ve kar yükü çerçeve kirişlerine aşıkların bastığı yerlerden tekil yük olarak atanmıştır. X yönündeki deprem yükü kolon-kiriş birleşim noktasından etkitilmiştir. X yönü rüzgar kuvvetleri ise kiriş ve kolonlara yayılı yük olarak atanmıştır. Çerçeveye etkiyen yükler Şekil 4.61, 4.62 ve 4.63'de gösterilmiştir.



Şekil 4.61. Aşıklardan gelen kaplama ve kar yüklerinin tekil yük olarak atanması

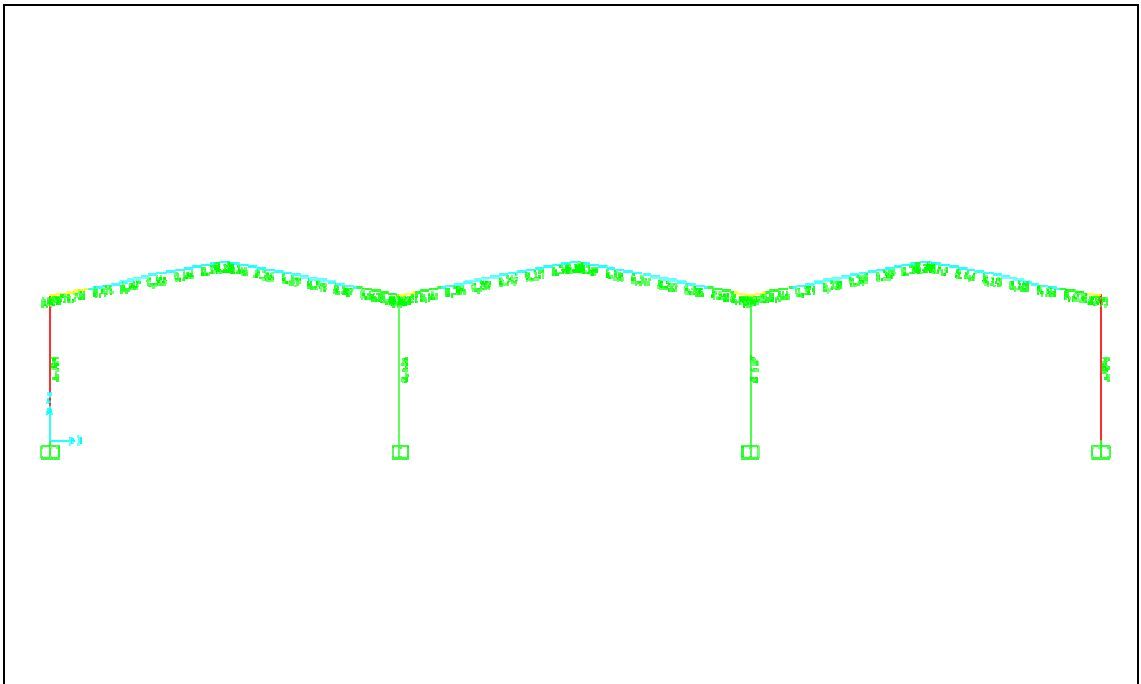


Şekil 4.62. X yönü rüzgar etkisinin yayılı yük olarak kirişlere etkitilmesi



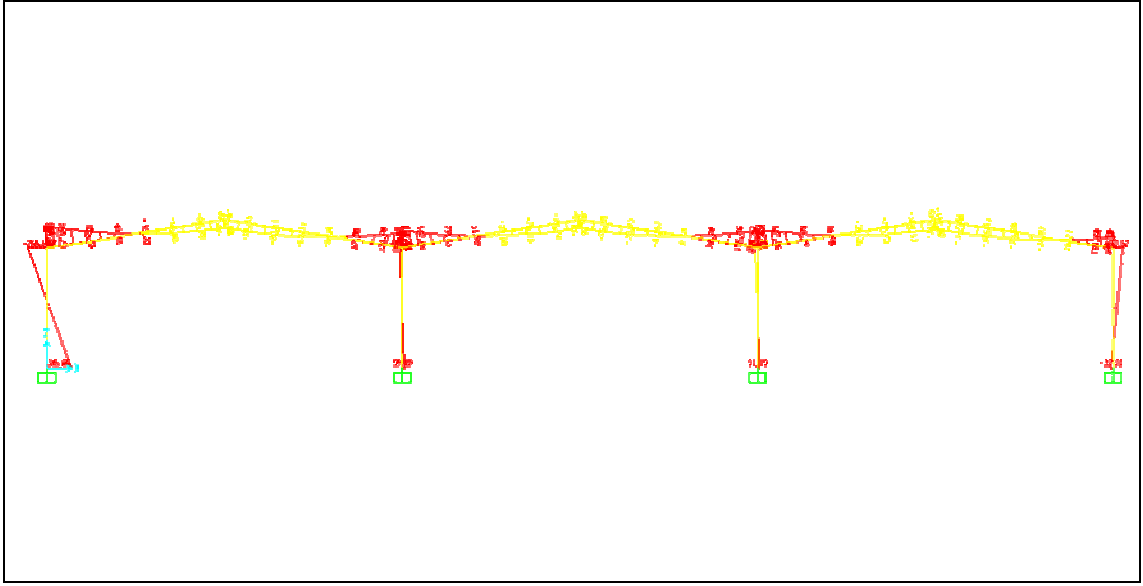
Şekil 4.63. X yönü deprem etkisinin tekil yük olarak kolon-kiriş düğüm noktasından etkililmesi

Şekil 4.61., 4.62. ve 4.63’de yükleme durumları verilen çerçeve için yapılan analiz, Şekil 4.64’de gösterilmiştir.

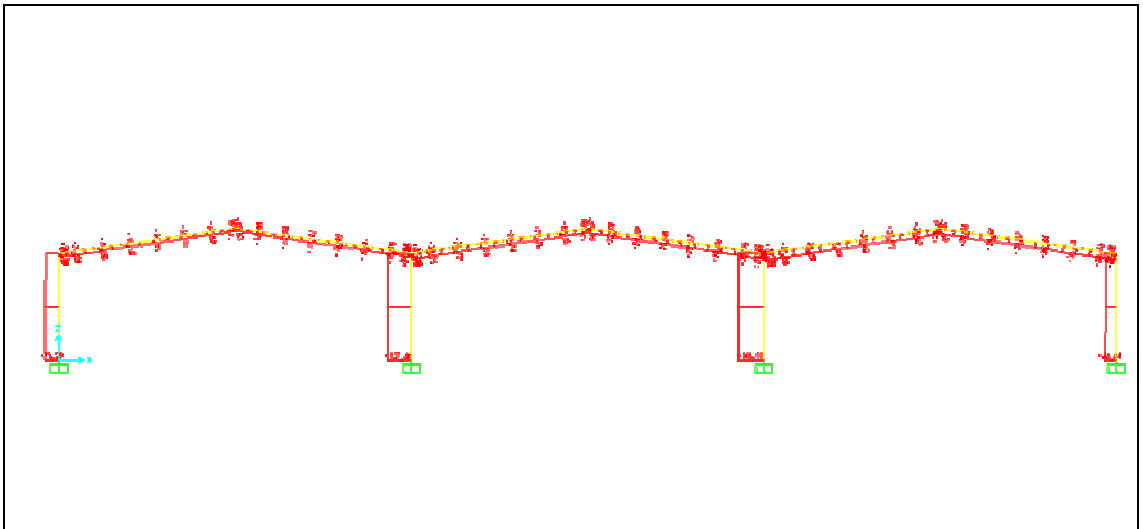


Şekil 4.64. Çerçeve analiz sonucu

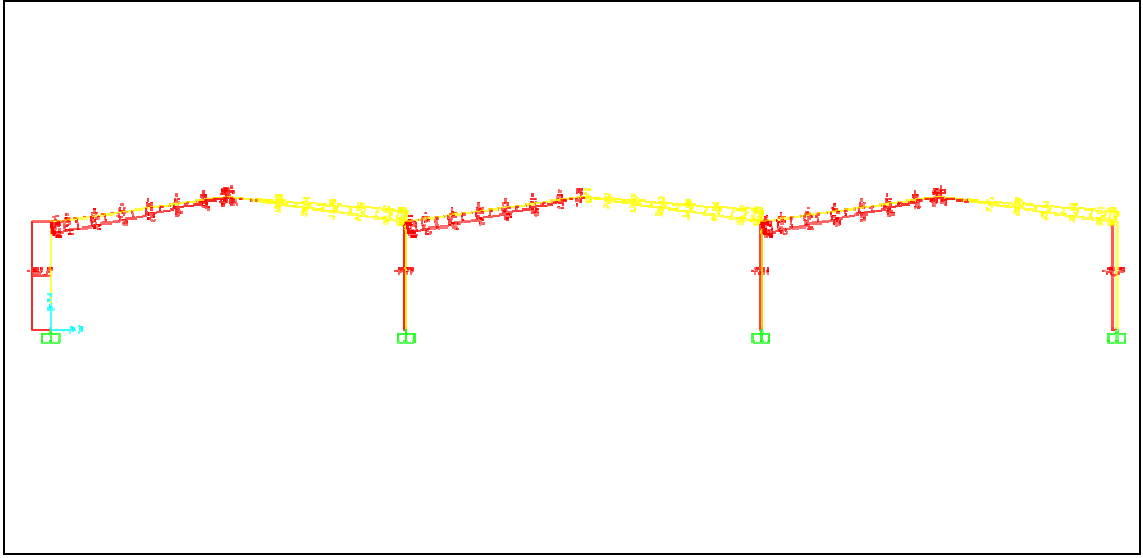
Analiz sonucunda çerçeve elemanlarında dış kolonlarda taşıma kapasitesi aşılmış, diğer tüm elemanlarda taşıma kapasitelerinin aşılmadığı görülmüştür. En çok gerilmeye neden olan yükleme durumu  $G+Q-2Ex$  ve  $G+Q+2Ex$  yüklemeleri olmuştur. Bu yükleme durumuna ait moment, aksenal kuvvet ve kesme kuvveti diyagramları Şekil 4.65., 4.66. ve 4.67’de gösterilmiştir.



Şekil 4.65. Moment diyagramı



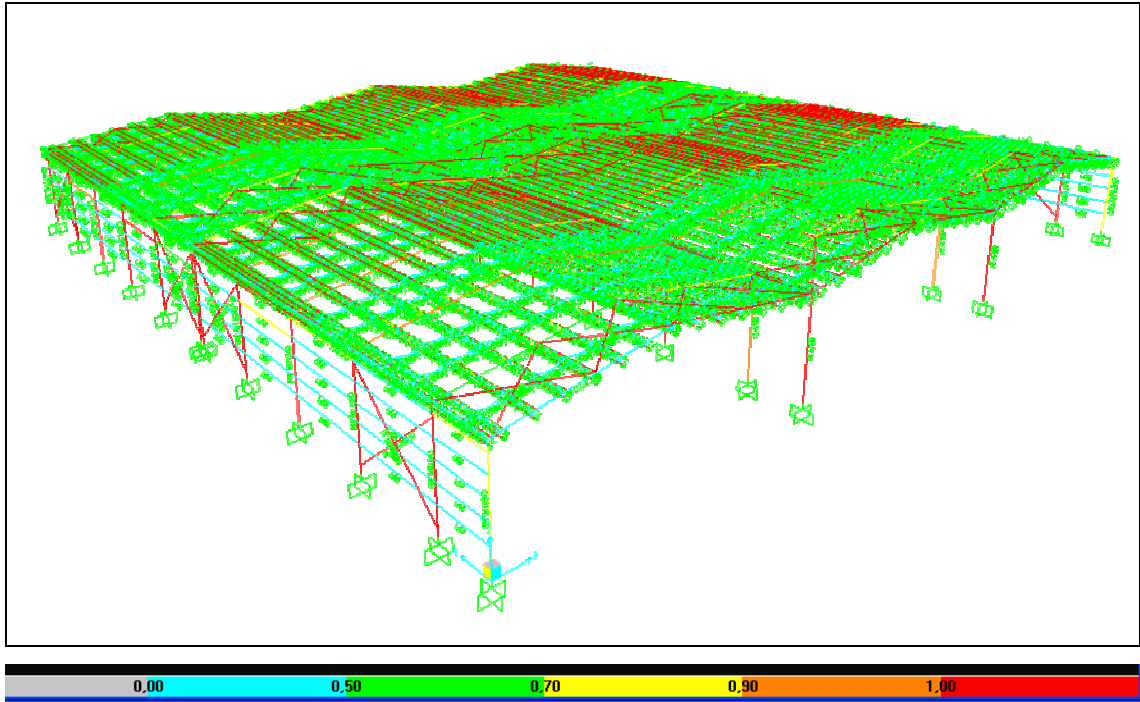
Şekil 4.66. Aksenal kuvvet diyagramı



Şekil 4.67. Kesme kuvveti diyagramı

Çerçeve çözümü yapılmış olan yapıda, özellikle bu çerçevelere dik yönde etki edebilecek deprem yüklerinin yapıya olan etkisinin anlaşılabilmesi için sistemin tamamının analizi bu bölümün devamında ayrıntılı olarak yapılmıştır.

Sistemin orijinal halinin analiz sonucundaki durumu Şekil 4.68’de verilmiştir. Şekilde kırmızı olan elemanlar taşıma kapasitesinin üstünde çalışan, yeşil renkte olan elemanlar ise taşıma kapasitesini aşmamış olan elemanlardır.



Şekil 4.68. Orijinal eleman boyutlarına göre yapılan analiz

Orijinal eleman boyutlarına göre yapılan bu analiz sonucunda, taşıma kapasitesinin üzerinde çalışan elemanlar incelenmiş ve en çok gerilmeye maruz kalan elemanlardan bazıları seçilmiştir. Seçilen elemanların hangi yük kombinasyonlarında en çok çalıştıkları Çizelge 4.21’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. Orijinal boyutlara göre yapılan çözümlemede seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

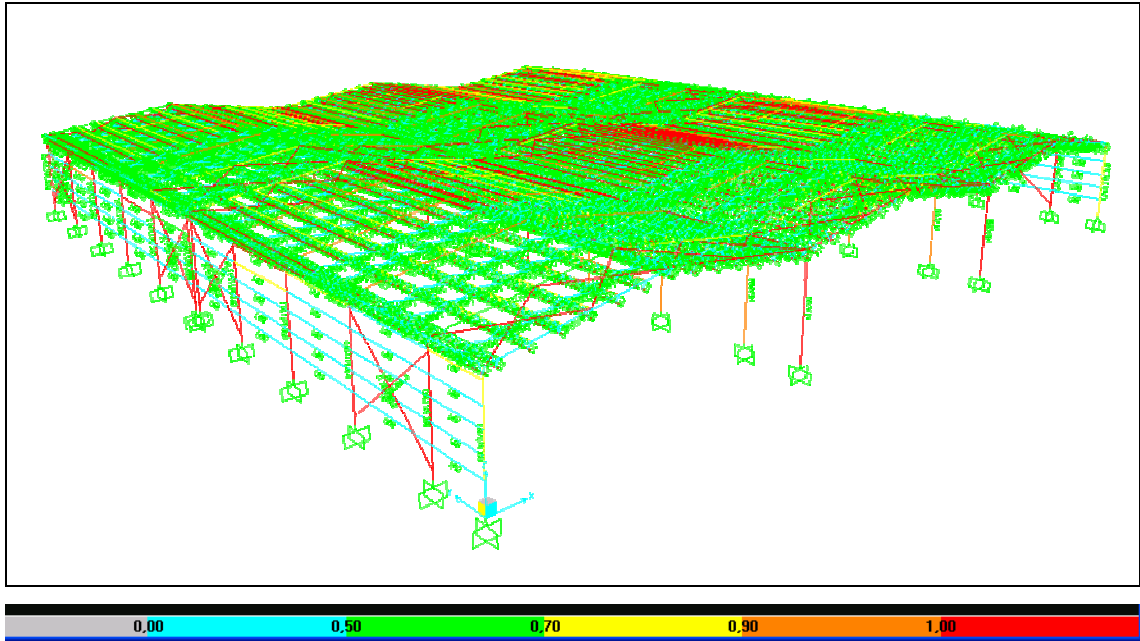
<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$G+Q-2EY=1,502$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,855$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=1,157$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=1,291$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q+WY=1,471$
<u>Y1-Y1 Aksı ikinci kiriş</u>	$G+Q-2EY=1,062$
<u>X1-X1 Aksı birinci merkezi çapraz</u>	$G+Q+2EY=2,824$
<u>X3-X3 Aksı birinci kiriş</u>	$0,9G+2EY=2,175$

#### 4.2.5. Sistemdeki elemanların kabul edilebilir sınırlar içerisinde getirmek için yapılan kesit büyütmesi

Orijinal boyutlara göre yapılan analizde özellikle sistemde bulunan kolon, kiriş, merkezi çapraz ve aşık elemanlarında taşıma kapasitesinin aşıldığı görülmektedir. Bu analizden sonra sistemdeki elemanların boyutları adım adım büyütülerek taşıma sınırını aşmayacak duruma ulaşılmıştır. Her adımda sistemdeki elemanların ağırlıkça değişimi hesaplanmış ve bölüm sonunda grafik olarak gösterilmiştir.

##### 4.2.5.1 Birinci adım

Bu adımda kar birikme bölgelerindeki aşık elemanlarında kullanılan 2L40404 ve bu elemanların dışındaki aşıklarda kullanılan 2L30303 boyutlarındaki köşebentler 2L50505 köşebent olarak değiştirilmiştir.



Şekil 4.69. Üst aşık elemanları 2L50505 alt aşık elemanları L50505 değişikliğine göre yapılan analiz

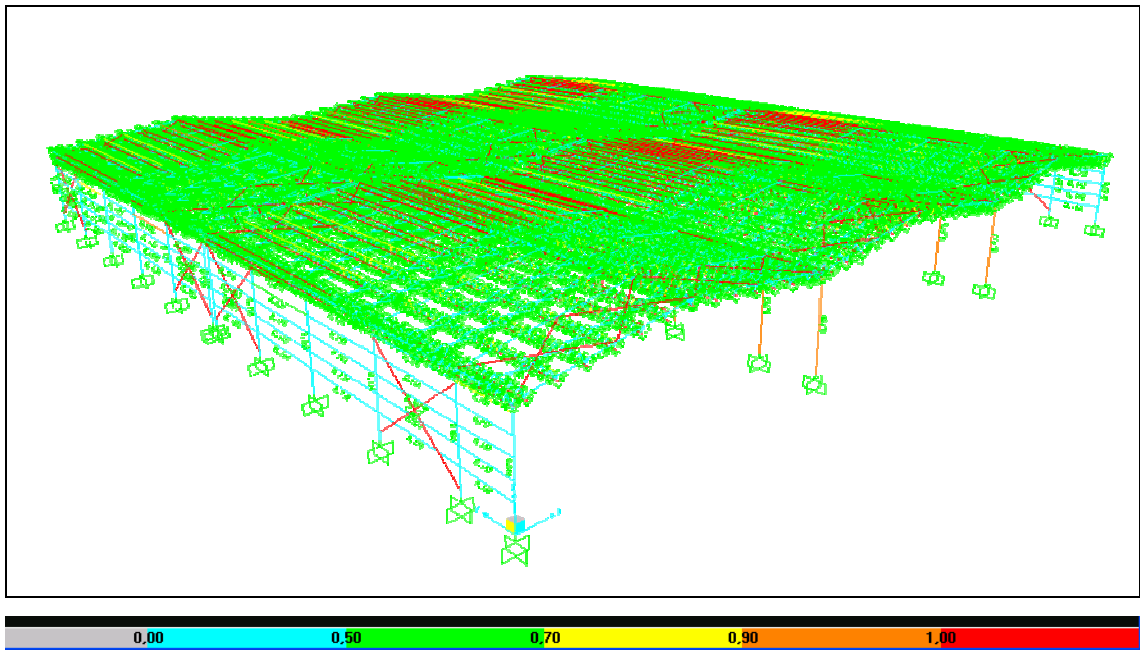
Çizelge 4.22. Birinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$0,9G+2EY=0,538$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,857$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=1,153$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=1,312$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-WY=1,491$
<u>Y1-Y1 Aksı ikinci kiriş</u>	$G+Q-2EY=1,040$
<u>X1-X1 Aksı birinci merkezi çapraz</u>	$G+Q+2EY=2,864$
<u>X3-X3 Aksı birinci kiriş</u>	$0,9G+2EY=1,606$

Aşık elemanlarında yapılan bu değişiklik ile aşıklardaki gerilmelerin azaldığı görülmüştür. Sistemdeki elemanların ağırlığı ilk duruma göre 20,09 ton artmıştır.

#### 4.2.5.2 İkinci adım

Bu adımda birinci adımdaki değişikliklere ek olarak, dış cephe kolonlarında ve makas kirişlerinde IPE360 profil, iç kolonlarda ise HEA240 profil olarak değişiklikler yapılmıştır.



Şekil 4.70. Dış cephe kolon ve makas kirişleri IPE360 iç kolonlar HEA240 değişikliğine göre yapılan analiz

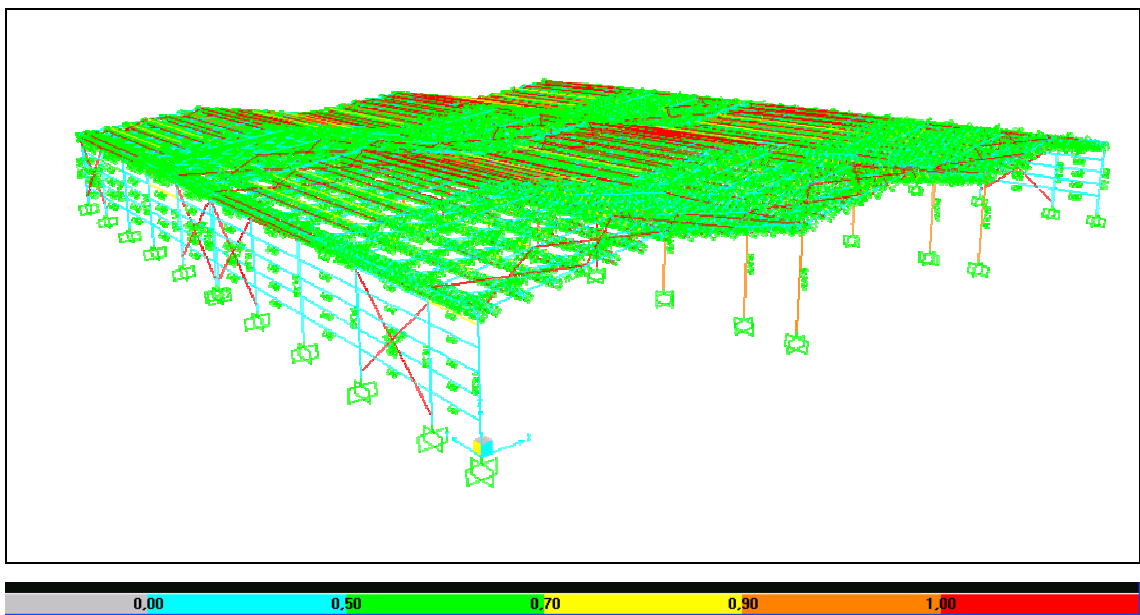
Çizelge 4.23. İkinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$0,9G+2EY=0,522$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,086$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,093$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,114$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q+WY=0,900$
<u>Y1-Y1 Aksı ikinci kiriş</u>	$G+Q-2EY=0,123$
<u>X1-X1 Aksı birinci merkezi çapraz</u>	$G+Q+2EY=2,530$
<u>X3-X3 Aksı birinci kiriş</u>	$0,9G+2EY=1,688$

Kolon ve kiriş kesitlerinin büyütülmesi ile bu elemanların daha ez gerilmeye maruz kaldıkları görülmüştür. Sistemdeki elemanların ağırlığı 1. adıma göre 2,6 ton artmıştır.

#### 4.2.5.3 Üçüncü adım

Bu adımda ise dış cephe kolonları arasında bulunan L10010010 kesitli merkezi çaprazların taşıma kapasitesinin çok üstünde çalışmasından dolayı kesit büyütmesi yapılmış ve kesitler IPE200 profil olarak değiştirilmiştir.



Şekil 4.71. Dış cephe çaprazlarında IPE200 profil değişikliğine göre yapılan analiz

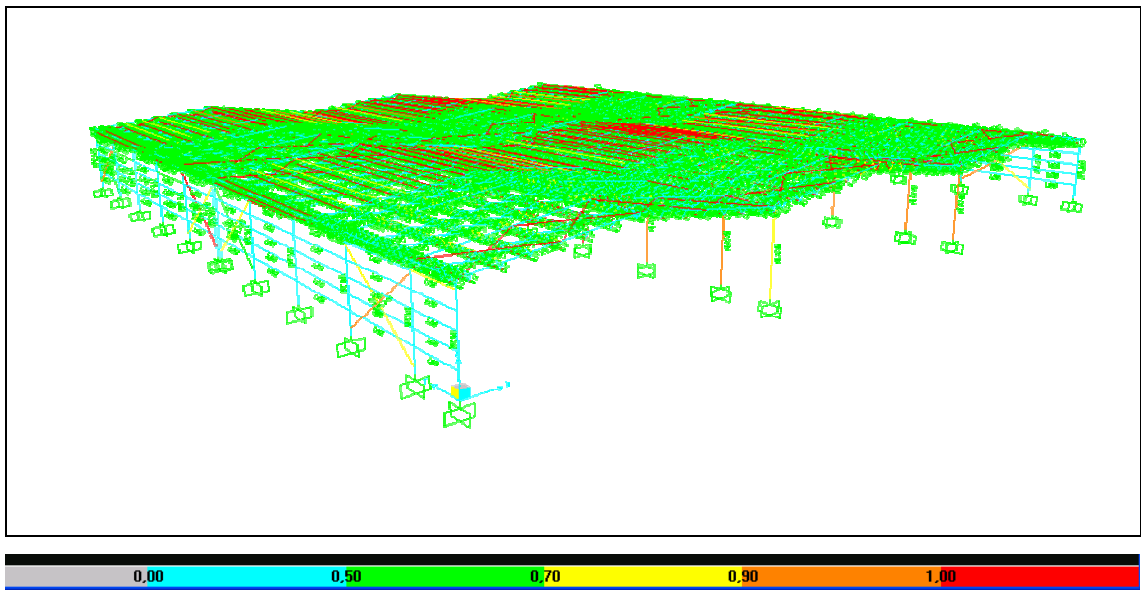
Çizelge 4.24. Üçüncü adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$0,9G+2EY=0,524$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,086$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,094$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=0,114$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q+WY=0,900$
<u>Y1-Y1 Aksı ikinci giriş</u>	$G+Q-2EY=0,123$
<u>X1-X1 Aksı birinci merkezi çapraz</u>	$G+Q+2EY=1,721$
<u>X3-X3 Aksı birinci giriş</u>	$0,9G+2EY=1,687$

Yapılan değişiklik ile dış cephe çaprazlarındaki gerilmeler azalmış fakat taşıma kapasitesinin aşılmış olduğu görülmüştür. Dördüncü adımda kesit boyutu büyütülecektir. Sistemdeki elemanların ağırlığı 2. adıma göre 0,9 ton artmıştır.

#### 4.2.5.4 Dördüncü adım

Dördüncü adımda dış cephe çaprazlarında kullanılan elemanların boyutu IPE240 olarak değiştirilmiş ve y yönü rijitliği sağlayan elemanlarda oluşan gerilmelerin azaltılmasına çalışılmıştır.



Şekil 4.72. Dış cephe çaprazlarında IPE240 profil değişikliğine göre yapılan analiz

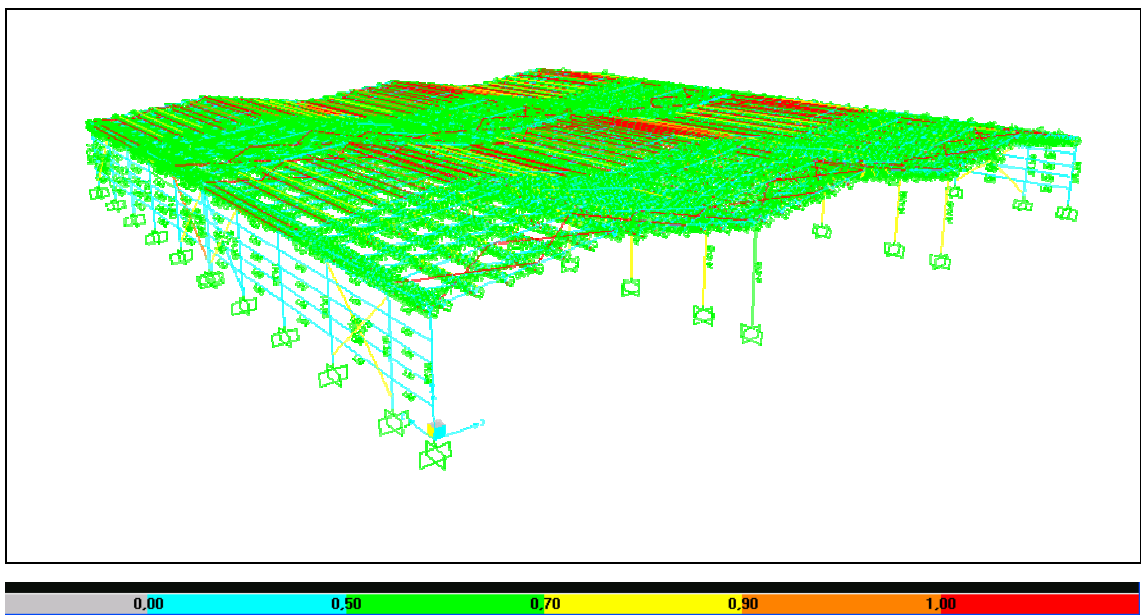
Çizelge 4.25. Dördüncü adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$0,9G+2EY=0,523$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,086$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,096$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=0,115$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q+WY=0,900$
<u>Y1-Y1 Aksı ikinci kiriş</u>	$G+Q-2EY=0,123$
<u>X1-X1 Aksı birinci merkezi çapraz</u>	$G+Q+2EY=0,906$
<u>X3-X3 Aksı birinci kiriş</u>	$0,9G+2EY=1,687$

Bu adımda yapılan değişiklik ile dış cephe çapraz elemanlarda taşıma sınırının aşılmadığı duruma ulaşılmıştır. Sistemdeki elemanların ağırlığı 3. adıma göre 1,02 ton artmıştır.

#### 4.2.5.5 Beşinci adım

Beşinci adımda makasları y yönünde birbirine bağlayan IPE100 kirişler IPE200 olarak değiştirilmiş ve özellikle iç kolonlarda oluşan gerilmelerin azaltılmasına çalışılmıştır.



Şekil 4.73. y yönü IPE100 kirişlerin IPE200 profil değişikliğine göre yapılan analiz

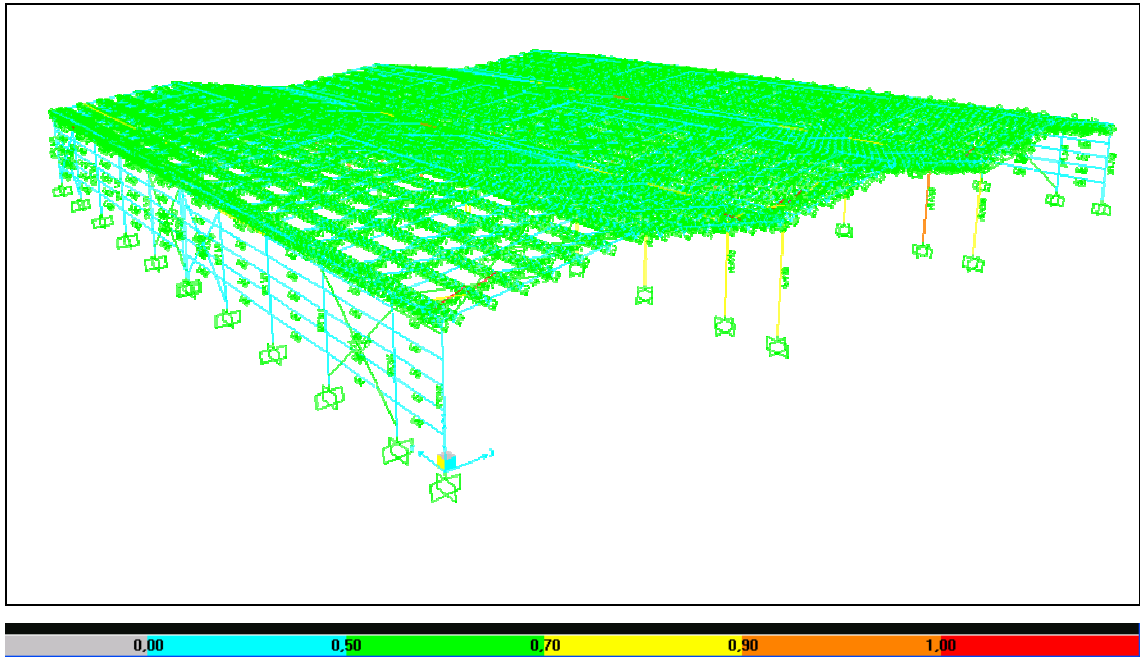
Çizelge 4.26. Beşinci adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$0,9G+2EY=0,505$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,085$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,091$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=0,110$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,689$
<u>Y1-Y1 Aksı ikinci giriş</u>	$G+Q-2EY=0,104$
<u>X1-X1 Aksı birinci merkezi çapraz</u>	$G+Q+2EY=0,817$
<u>X3-X3 Aksı birinci giriş</u>	$0,9G+2EY=0,559$

Sistemdeki elemanların ağırlığı 4. adıma göre 3,26 ton artmıştır.

#### 4.2.5.6 Altıncı adım

Beşinci adımda yapılan değişikliklerle sistemde sadece rüzgar rijitlik elemanları ve aşık alt elemanlarında taşıma kapasitesinin aşıldığı duruma ulaşılmıştır. Bu adımda rüzgar rijitlikleri L60606 köşebent, aşık elemanları da 2L60606 köşebent olarak değiştirilmiştir.



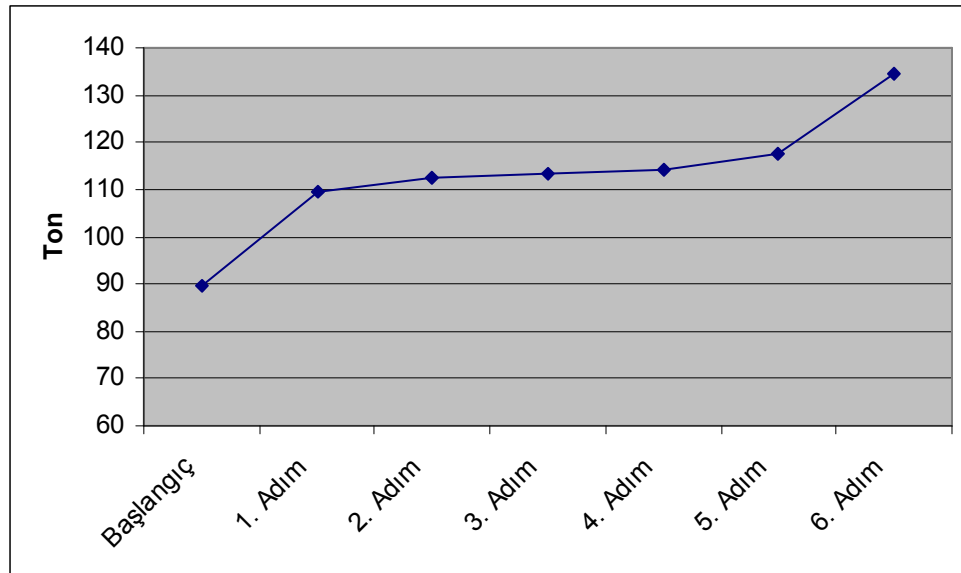
Şekil 4.74. Aşık ve rüzgar rijitliklerinde yapılan köşebent değişikliğine göre yapılan analiz

Çizelge 4.27. Altıncı adımda seçilen elemanların çalışma kapasiteleri

<u>X1-X1 Aksı birinci aşık üst eleman</u>	$0,9G+2EY=0,476$
<u>X1-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EX=0,089$
<u>X1-Y2 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,097$
<u>X1-Y3 Kolonu</u>	$G+Q+2EY=0,115$
<u>X3-Y1 Kolonu</u>	$G+Q-2EY=0,692$
<u>Y1-Y1 Aksı ikinci kiriş</u>	$G+Q-2EY=0,108$
<u>X1-X1 Aksı birinci merkezi çapraz</u>	$G+Q+2EY=0,818$
<u>X3-X3 Aksı birinci kiriş</u>	$0,9G+2EY=0,542$

Altıncı ve son adım olan bu adımda yapılan değişiklikler ile sistemde taşıma kapasitesinin aşılmadığı duruma ulaşılmıştır. Sistemdeki elemanların ağırlığı 5. adıma göre 16,93 ton artmıştır.

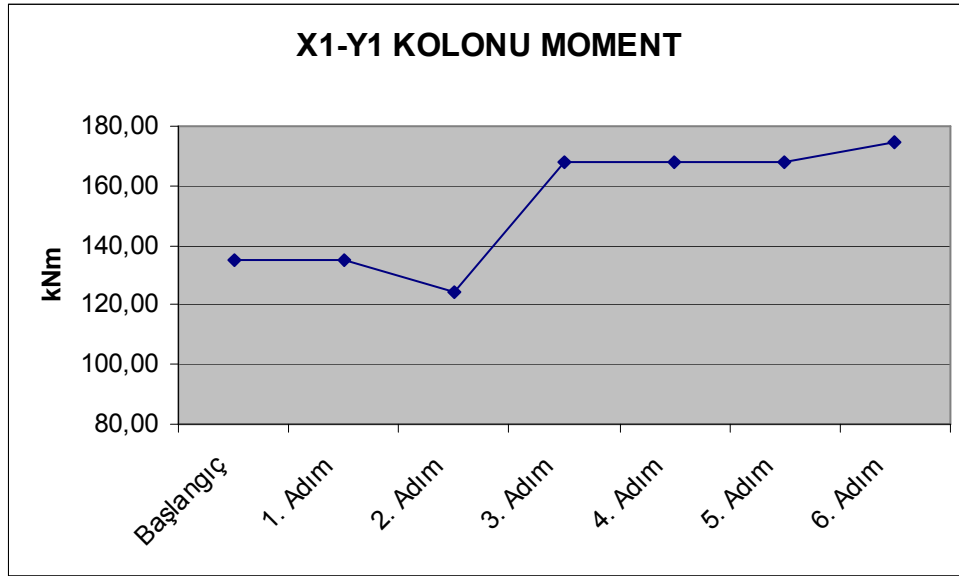
Sistemin her adımdaki eleman ağırlığı değişimi şekil 4.75’de gösterilmiştir.



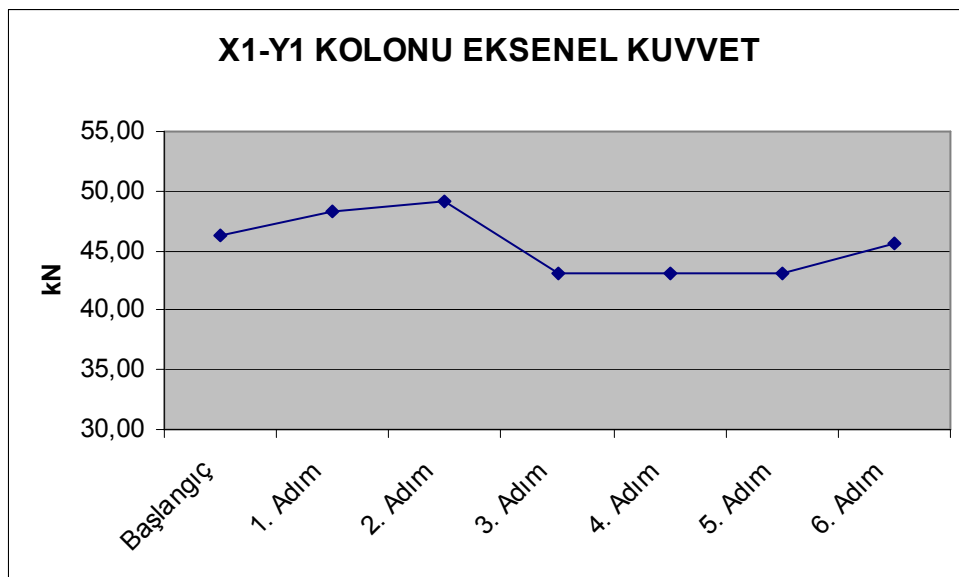
Şekil 4.75. Sistemdeki eleman ağırlığı değişimi

Sistemde X1-X1 kolonu ve X1-Y1 kirişi için her adımda en büyük çalışma kapasitelerine neden olan yükleme durumu için oluşan kesit tesirleri şekil 4.76., 4.77.

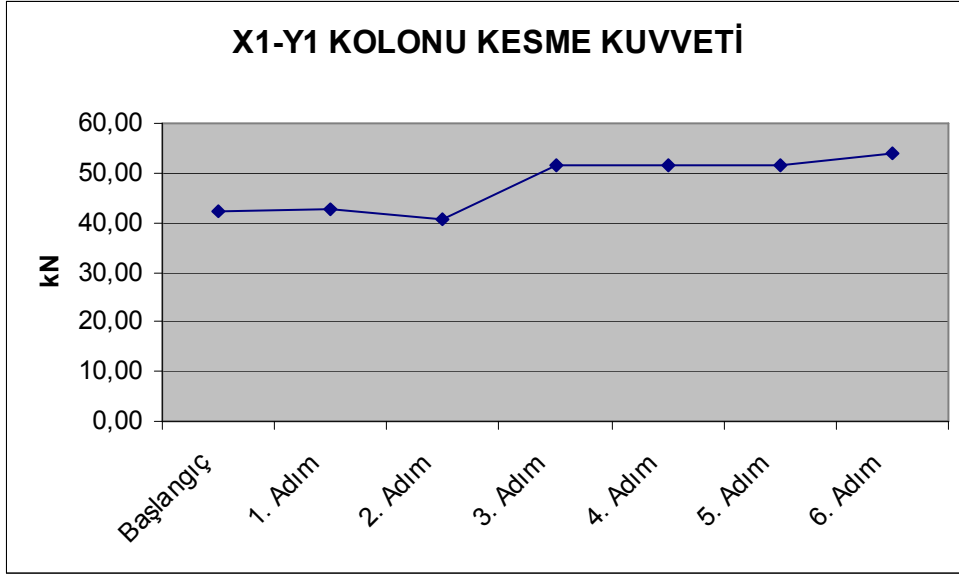
4.78. 4.79. 4.80. ve 4.81.'de gösterilmiştir. Bu yükleme durumu  $G+Q-2E_y$  olan zati yük, hareketli yük ve y yönü deprem kuvvetinin 2 katı olan yükleme durumudur.



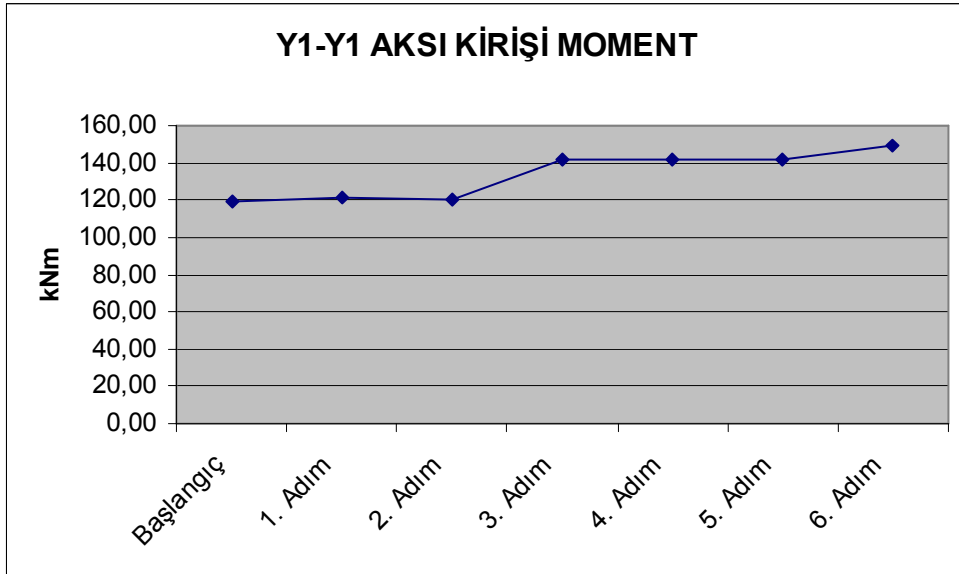
Şekil 4.76. Her adım için kolon maksimum momenti



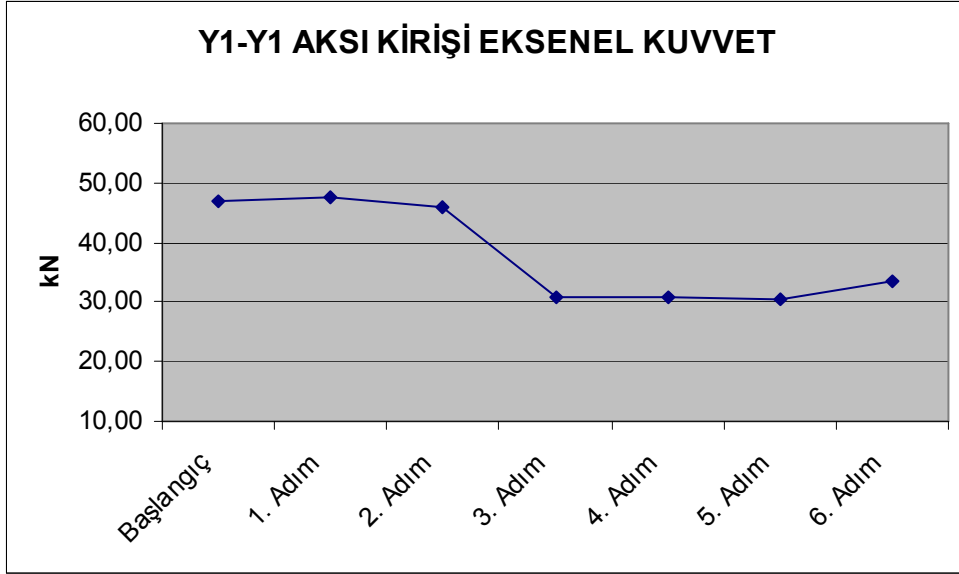
Şekil 4.77. Her adım için kolon aksel kuvveti



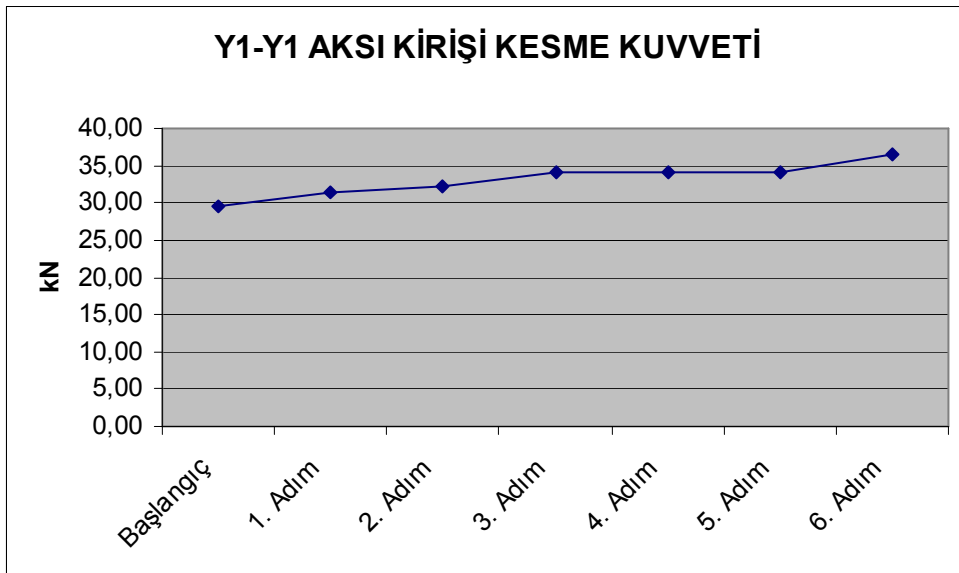
Şekil 4.78. Her adım için kolon kesme kuvveti



Şekil 4.79. Her adım için kiriş maksimum momentini



Şekil 4.80. Her adım için kiriş eksenel kuvveti



Şekil 4.81. Her adım için kiriş kesme kuvveti

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada öncelikle Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunan sanayi yapıları ile ilgili incelemeler yapılmıştır. EOSB'nin kuruluşundan itibaren geçen süreçte yapısal olarak gelişimi ele alınmıştır. Bu süreçte EOSB'deki sanayi yapılarının artışları yıllar içerisinde değerlendirilmiş ve bu yapıların teknik özellikleri incelenmiştir. Bu incelemede yapıların taşıyıcı sistem cinsleri, büyüklükleri, projelendirildikleri yıllara göre tabi oldukları deprem yönetmelikleri gibi özellikleri bakımından sınıflandırmalar yapılmıştır.

Son yıllarda yapılmış olan yapılarda özellikle prefabrik ve çelik yapıların tercih edildiği gözlenmiştir. Bu yapılar, sanayi yapılarının boyutlarının büyük olması ve daha geniş alanlara gereksinim duyulması nedeniyle geniş açıklıkları geçebilecek yapı sistemleridir. Bu çalışmada da EOSB'de kullanımı yaygınlaşmakta olan çelik taşıyıcı sistemli iki farklı yapı incelenmiştir. Bu yapılardan ilki 1975 deprem yönetmeliğine göre, diğeri ise 1998 deprem yönetmeliğine göre projelendirilmiş yapılardır. Bu yapılar SAP 2000 programında modellenmiş ve DBYYHY07'ye göre analiz edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda her iki projede de DBYYHY07 kriterlerine göre eksiklikler gözlenmiştir. Her iki yapı için de bu eksikliklerin, yapıların çoğunlukla düşey yükler altında projelendirilmelerinden kaynaklanmakta olduğu görülmüştür. Çünkü makaslara dik doğrultuda etki edebilecek deprem yüklerine karşı tasarımın eksik yapıldığı mevcut yapı elemanlarından anlaşılmıştır. 2004 yılında projelendirilmiş yapıda bahsedilen deprem etkilerine karşı dış cephelerde merkezi çaprazlar ve yine dış cephe kolonları arasında yatay kuşaklar kullanılmış olmasına rağmen, bu elemanların yapılan analiz sonucunda DBYYHY07'ye göre yetersiz kaldığı gözlenmiştir. 1975 deprem yönetmeliğine göre projelendirilen yapıda ise diğeri projede kullanılmış olan merkezi çapraz ve yatay kuşak gibi elemanların hiçbirisinin kullanılmadığı görülmüştür.

İncelemeler sonucunda yapıların deprem yükleri altında hasar alabilecekleri gözlenmiş ve bu sonuçlar doğrultusunda yapı elemanları büyütülerek, deprem etkilerini karşılayabilecek gerekli kesit değerlerine ulaşılmaya çalışılmıştır.

Farklı iki yönetmeliğe göre projelendirilmiş yapıların incelenmesi sonucunda DBYYHY07'ye göre görülen eksikliklerin EOSB'deki diğer çelik sanayi yapılarında da olabileceği öngörülmektedir. Bu nedenle EOSB'de yer alan diğer benzer sanayi yapılarının da incelenmesinin faydalı olabileceği düşünülmektedir. Bunun yanında yapısal davranışı betonarme elemanlara göre daha kesin olarak bilinen çelik elemanlardan yapılmış olan sanayi yapılarında görülen tasarım eksiklerinden yola çıkarak, farklı yapı malzemelerinden yapılmış binaların da incelenebileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Çezik, Asuman ve Eraydın A., 1982, Türkiye’de Organize Sanayi Bölgeleri, 1961-1981 DPT Yayınları, No.1839, Ankara.
- Sapmaz, Selahattin, Eryaşar A., Yüce Ş., 1997, Organize Sanayi Bölgelerinin Kalkınmadaki Yeri, Denizli.
- Ersoy U., 1984, Yönetmelikler ve Depreme Dayanıklı Yapılar, Kuzeydoğu Anadolu 1. Ulusal Deprem Sempozyumu, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2000, Organize Sanayi Bölgeleri Kanunu, Ankara.
- Eskişehir Sanayi Odası, 2008, Eskişehir Organize Sanayi Bölge’si Verileri, Eskişehir.
- T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, 2008, Haber Bülteni Sayı:9, Ankara.
- TS 498, 1987, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1940, Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata ait İtalyan Yapı Talimatnamesi, Ankara.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1944, Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi, Ankara.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1949, Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği, Ankara.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1953, Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1962, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1968, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1975, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1998, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.

# Eskişehir Organize Sanayi Bölgesindeki Sanayi Yapılarının Yapısal Olarak İncelenmesi

Tuncay Kırış

## **EKLER**

EK-1 Avrupa kesit I profiller (IPE)

EK-2 Geniş başlıklı Avrupa kesit profiller (HE)

EK-3 Paralel başlıklı U profiller (UAP)

EK-4 Eşit kenarlı köşebentler (L)

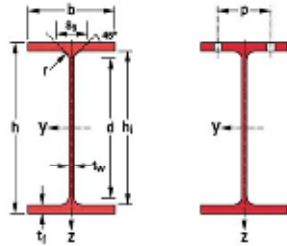
Danışman: Doç. Dr. Nevzat Kırış

Ocak 2009

# EK-1 Avrupa kesit I-profiller

IPE 100 - 600  
Euronorm 19-57  
IPE A 100 - 600  
IPE O 180 - 600  
IPE 750

# IPE

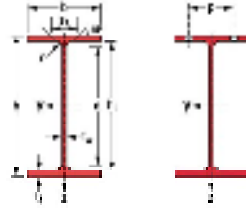


KESİT	ÖLÇÜLER						KESİT ALANI A cm <sup>2</sup>	TASARIM ÖLÇÜLERİ						YÜZEY ALANI		KESİT G kg/m	STATİK DEĞERLER										SINIFLAMA ENV 1993 1-1							
	G kg/m	h mm	b mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r mm		h <sub>1</sub> mm	d mm	Ø mm	p <sub>min</sub> mm	p <sub>max</sub> mm	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	A <sub>G</sub> m <sup>2</sup> /t	KUVVETLİ EKSEN y-y					ZAYIF EKSEN z-z					EĞİLME		BASINÇ							
															I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>		W <sub>el,y</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm	A <sub>Vz</sub> cm <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>z</sub> cm	s <sub>s</sub> mm	I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> ×10 <sup>-3</sup> cm <sup>6</sup>	235	355	460	235	355	460	
IPE A 100	6,9	98	55	3,6	4,7	7	8,78	88,6	74,6	-	-	-	0,397	57,57	IPE A 100	6,9	141,2	28,81	32,98	4,01	4,44	13,12	4,77	7,54	1,22	21,20	0,77	0,28	1	1	-	1	1	-
IPE 100	8,1	100	55	4,1	5,7	7	10,32	88,6	74,6	-	-	-	0,400	49,33	IPE 100	8,1	171,0	34,20	39,41	4,07	5,08	15,92	5,79	9,15	1,24	23,70	1,20	0,35	1	1	-	1	1	-
IPE A 120	8,7	117,6	64	3,8	5,1	7	11,03	107,4	93,4	-	-	-	0,472	54,47	IPE A 120	8,7	257,4	43,77	49,87	4,83	5,41	22,39	7,00	10,98	1,42	22,20	1,04	0,71	1	1	-	1	1	-
IPE 120	10,4	120	64	4,4	6,3	7	13,21	107,4	93,4	-	-	-	0,475	45,82	IPE 120	10,4	317,8	52,96	60,73	4,90	6,31	27,67	8,65	13,58	1,45	25,20	1,74	0,89	1	1	-	1	1	-
IPE A 140	10,5	137,4	73	3,8	5,6	7	13,39	126,2	112,2	-	-	-	0,547	52,05	IPE A 140	10,5	434,9	63,30	71,60	5,70	6,21	36,42	9,98	15,52	1,65	23,20	1,36	1,58	1	1	-	1	2	-
IPE 140	12,9	140	73	4,7	6,9	7	16,43	126,2	112,2	-	-	-	0,551	42,70	IPE 140	12,9	541,2	77,32	88,34	5,74	7,64	44,92	12,31	19,25	1,65	26,70	2,45	1,98	1	1	-	1	1	-
IPE A 160	12,7	157	82	4,0	5,9	9	16,18	145,2	127,2	-	-	-	0,619	48,70	IPE A 160	12,7	689,3	87,81	99,09	6,53	7,80	54,43	13,27	20,70	1,83	26,34	1,96	3,09	1	1	-	1	3	-
IPE 160	15,8	160	82	5,0	7,4	9	20,09	145,2	127,2	-	-	-	0,623	39,47	IPE 160	15,8	869,3	108,7	123,9	6,58	9,66	68,31	16,66	26,10	1,84	30,34	3,60	3,96	1	1	-	1	1	-
IPE A 180	15,4	177	91	4,3	6,5	9	19,58	164,0	146,0	M10	48	48	0,694	45,15	IPE A 180	15,4	1063	120,1	135,3	7,37	9,20	81,89	18,00	27,96	2,05	27,84	2,70	5,93	1	1	-	2	3	-
IPE 180	18,8	180	91	5,3	8,0	9	23,95	164,0	146,0	M10	48	48	0,698	37,13	IPE 180	18,8	1317	146,3	166,4	7,42	11,25	100,9	22,16	34,60	2,05	31,84	4,79	7,43	1	1	-	1	2	-
IPE O 180	21,3	182	92	6,0	9,0	9	27,10	164,0	146,0	M10	50	50	0,705	33,12	IPE O 180	21,3	1605	165,4	189,1	7,45	12,70	117,3	25,50	39,91	2,08	34,54	6,76	8,74	1	1	-	1	1	-
IPE A 200	18,4	197	100	4,5	7,0	12	23,47	183,0	159,0	M10	54	58	0,764	41,49	IPE A 200	18,4	1591	161,6	181,7	8,23	11,47	117,2	23,43	36,54	2,23	32,56	4,11	10,53	1	1	-	2	4	-
IPE 200	22,4	200	100	5,6	8,5	12	28,48	183,0	159,0	M10	54	58	0,768	34,36	IPE 200	22,4	1943	194,3	220,6	8,26	14,00	142,4	28,47	44,61	2,24	36,66	6,98	12,99	1	1	-	1	2	-
IPE O 200	25,1	202	102	6,2	9,5	12	31,96	183,0	159,0	M10	56	60	0,779	31,05	IPE O 200	25,1	2211	218,9	249,4	8,32	15,45	168,9	33,11	51,89	2,30	39,26	9,45	15,57	1	1	-	1	1	-
IPE A 220	22,2	217	110	5,0	7,7	12	28,26	201,6	177,6	M12	60	62	0,843	38,02	IPE A 220	22,2	2317	213,5	240,2	9,05	13,55	171,4	31,17	48,49	2,46	34,46	5,69	18,71	1	1	-	2	4	-
IPE 220	26,2	220	110	5,9	9,2	12	33,37	201,6	177,6	M12	60	62	0,848	32,36	IPE 220	26,2	2772	252,0	285,4	9,11	15,88	204,9	37,25	58,11	2,48	38,36	9,07	22,67	1	1	-	1	2	-
IPE O 220	29,4	222	112	6,6	10,2	12	37,39	201,6	177,6	M10	58	66	0,858	29,24	IPE O 220	29,4	3134	282,3	321,1	9,16	17,66	239,8	42,83	66,91	2,53	41,06	12,27	26,79	1	1	-	1	2	-
IPE A 240	26,2	237	120	5,2	8,3	15	33,31	220,4	190,4	M12	64	68	0,918	35,10	IPE A 240	26,2	3290	277,7	311,6	9,94	16,31	240,1	40,02	62,40	2,68	39,37	8,35	31,26	1	1	-	2	4	-
IPE 240	30,7	240	120	6,2	9,8	15	39,12	220,4	190,4	M12	66	68	0,922	30,02	IPE 240	30,7	3892	324,3	366,6	9,97	19,14	283,6	47,27	73,92	2,69	43,37	12,88	37,39	1	1	-	1	2	-
IPE O 240	34,3	242	122	7,0	10,8	15	43,71	220,4	190,4	M12	66	70	0,932	27,17	IPE O 240	34,3	4369	361,1	410,3	10,00	21,36	328,5	53,86	84,40	2,74	46,17	17,18	43,68	1	1	-	1	2	-
IPE A 270	30,7	267	135	5,5	8,7	15	39,15	249,6	219,6	M16	70	72	1,037	33,75	IPE A 270	30,7	4917	368,3	412,5	11,21	18,75	358,0	53,03	82,34	3,02	40,47	10,30	59,51	1	1	-	3	4	-
IPE 270	36,1	270	135	6,6	10,2	15	45,95	249,6	219,6	M16	72	72	1,041	28,86	IPE 270	36,1	5790	428,9	484,0	11,23	22,14	419,9	62,20	96,95	3,02	44,57	15,94	70,58	1	1	-	2	3	-
IPE O 270	42,3	274	136	7,5	12,2	15	53,84	249,6	219,6	M16	72	72	1,051	24,88	IPE O 270	42,3	6947	507,1	574,6	11,36	25,23	513,5	75,51	117,7	3,09	49,47	24,90	87,64	1	1	-	1	2	-
IPE A 300	36,5	297	150	6,1	9,2	15	46,53	278,6	248,6	M16	72	86	1,156	31,65	IPE A 300	36,5	7173	483,1	541,8	12,42	22,25	519,0	69,20	107,3	3,34	42,07	13,43	107,2	1	2	-	3	4	-
IPE 300	42,2	300	150	7,1	10,7	15	53,81	278,6	248,6	M16	72	86	1,160	27,46	IPE 300	42,2	8356	557,1	628,4	12,46	25,68	603,8	80,50	125,2	3,35	46,07	20,12	125,9	1	1	-	2	4	-
IPE O 300	49,3	304	152	8,0	12,7	15	62,83	278,6	248,6	M16	74	88	1,174	23,81	IPE O 300	49,3	9994	657,5	743,8	12,61	29,05	745,7	98,12	152,6	3,45	50,97	31,06	157,7	1	1	-	1	3	-

# EK-2

## Geniş başlıklı Avrupa kesit profilleri

HEA  
HEB  
HEM



HE A, HE B et HE M 100 - 1000  
Euronorm 53-62  
HE AA 100 - 1000  
HL 1000 / 1100

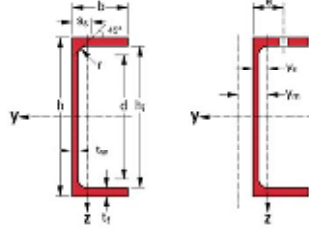
KESİT	ÖLÇÜLER						KESİT ALANI A cm <sup>2</sup>	TASARIM ÖLÇÜLERİ					YÜZEY ALANI		KESİT	G kg/m	STATİK DEĞERLER										SINIFLAMA ENV 1993 1-1							
	G kg/m	h mm	b mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r mm		h <sub>i</sub> mm	d mm	Ø mm	p <sub>min</sub> mm	p <sub>max</sub> mm	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	A <sub>G</sub> m <sup>2</sup> /t			G kg/m	KUVVETLİ EKSEN y-y					ZAYIF EKSEN z-z					EGİLME		BASINÇ				
																		l <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> cm <sup>3</sup>	l <sub>y</sub> cm	A <sub>vz</sub> cm <sup>2</sup>	l <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> cm <sup>3</sup>	l <sub>z</sub> cm	s <sub>s</sub> mm	I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> *10 <sup>-9</sup> cm <sup>6</sup>	235	355	460	235	355
HE 100 AA	12,2	91	100	4,2	5,5	12	15,60	80	56	M10	54	58	0,553	45,170	HE 100 AA	12,2	236,5	51,98	58,36	3,89	6,15	92,06	18,41	28,44	2,43	29,26	2,51	1,68	1	3	-	1	3	-
HE 100 A	16,7	96	100	5,0	8,0	12	21,24	80	56	M10	54	58	0,561	33,680	HE 100 A	16,7	349,2	72,76	83,01	4,06	7,56	133,8	26,76	41,14	2,51	35,06	5,24	2,58	1	1	-	1	1	-
HE 100 B	20,4	100	100	6,0	10,0	12	26,04	80	56	M10	56	58	0,567	27,760	HE 100 B	20,4	449,5	89,91	104,20	4,16	9,04	167,3	33,45	51,42	2,53	40,06	9,25	3,38	1	1	-	1	1	-
HE 100 M	41,8	120	106	12,0	20,0	12	53,24	80	56	M10	62	64	0,619	14,820	HE 100 M	41,8	1143,0	190,4	235,80	4,63	18,04	399,2	75,31	116,30	2,74	66,06	68,21	9,93	1	1	-	1	1	-
HE 120 AA	14,6	109	120	4,2	5,5	12	18,55	98	74	M12	58	68	0,669	45,940	HE 120 AA	14,6	413,4	75,85	84,12	4,72	6,90	158,8	26,47	40,62	2,93	29,26	2,78	4,24	2	3	-	2	3	-
HE 120 A	19,9	114	120	5,0	8,0	12	25,34	98	74	M12	58	68	0,677	34,060	HE 120 A	19,9	606,2	106,3	119,5	4,89	8,46	230,9	38,48	58,85	3,02	35,06	5,99	6,47	1	1	-	1	1	-
HE 120 B	26,7	120	120	6,5	11,0	12	34,01	98	74	M12	60	68	0,686	25,710	HE 120 B	26,7	864,4	144,1	165,2	5,04	10,96	317,5	52,92	80,97	3,06	42,56	13,84	9,41	1	1	-	1	1	-
HE 120 M	52,1	140	126	12,5	21,0	12	66,41	98	74	M12	66	74	0,738	14,160	HE 120 M	52,1	2018,0	288,2	350,6	5,51	21,15	702,8	111,60	171,60	3,25	68,96	91,66	24,79	1	1	-	1	1	-
HE 140 AA	18,1	128	140	4,3	6,0	12	23,02	116	92	M16	64	76	0,787	43,530	HE 140 AA	18,1	719,5	112,4	123,8	5,59	7,92	274,8	39,26	59,93	3,45	30,36	3,54	10,21	3	3	-	3	3	-
HE 140 A	24,7	133	140	5,5	8,5	12	31,42	116	92	M16	64	76	0,794	32,210	HE 140 A	24,7	1033,0	155,4	173,5	5,73	10,12	389,3	55,62	84,85	3,52	36,56	8,13	15,06	1	2	-	1	2	-
HE 140 B	33,7	140	140	7,0	12,0	12	42,96	116	92	M16	66	76	0,805	23,880	HE 140 B	33,7	1509,0	215,6	245,4	5,93	13,08	549,7	78,52	119,80	3,58	45,06	20,06	22,48	1	1	-	1	1	-
HE 140 M	63,2	160	146	13,0	22,0	12	80,56	116	92	M16	72	82	0,857	13,560	HE 140 M	63,2	3291,0	411,4	493,8	6,39	24,46	1144,0	156,80	240,50	3,77	71,06	120,00	54,33	1	1	-	1	1	-
HE 160 AA	23,8	148	160	4,5	7,0	15	30,36	134	104	M20	76	84	0,901	37,810	HE 160 AA	23,8	1283,0	173,4	190,4	6,50	10,38	478,7	59,84	91,36	3,97	36,07	6,33	23,75	3	3	-	3	3	-
HE 160 A	30,4	152	160	6,0	9,0	15	38,77	134	104	M20	78	84	0,906	29,780	HE 160 A	30,4	1673,0	220,1	245,1	6,57	13,21	615,6	76,95	117,6	3,98	41,57	12,19	31,41	1	2	-	1	2	-
HE 160 B	42,6	160	160	8,0	13,0	15	54,25	134	104	M20	80	84	0,918	21,560	HE 160 B	42,6	2492,0	311,5	354,0	6,78	17,59	889,2	111,2	170,0	4,05	51,57	31,24	47,94	1	1	-	1	1	-
HE 160 M	76,2	180	166	14,0	23,0	15	97,05	134	104	M20	86	90	0,970	12,740	HE 160 M	76,2	5098,0	566,5	674,6	7,25	30,81	1759,0	211,9	325,5	4,26	77,57	162,40	108,10	1	1	-	1	1	-
HE 180 AA	28,7	167	180	5,0	7,5	15	36,53	152	122	M24	84	92	1,018	35,510	HE 180 AA	28,7	1967,0	235,6	258,2	7,34	12,16	730,0	81,1	123,6	4,47	37,57	8,33	46,36	3	3	-	3	3	-
HE 180 A	35,5	171	180	6,0	9,5	15	45,25	152	122	M24	86	92	1,024	28,830	HE 180 A	35,5	2510,0	293,6	324,9	7,45	14,47	924,6	102,7	156,5	4,52	42,57	14,80	60,21	1	3	-	1	3	-
HE 180 B	51,2	180	180	8,5	14,0	15	65,25	152	122	M24	88	92	1,037	20,250	HE 180 B	51,2	3831,0	425,7	481,4	7,66	20,24	1363,0	151,4	231,0	4,57	54,07	42,16	93,75	1	1	-	1	1	-
HE 180 M	88,9	200	186	14,5	24,0	15	113,30	152	122	M24	94	98	1,089	12,250	HE 180 M	88,9	7483,0	748,3	883,4	8,13	34,65	2580	277,4	425,2	4,77	80,07	203,30	199,30	1	1	-	1	1	-
HE 200 AA	34,6	186	200	5,5	8,0	18	44,13	170	134	M27	96	100	1,130	32,620	HE 200 AA	34,6	2944,0	316,6	347,1	8,17	15,45	1068,0	106,8	163,2	4,92	42,59	12,69	84,49	3	4	-	3	4	-
HE 200 A	42,3	190	200	6,5	10,0	18	53,83	170	134	M27	98	100	1,136	26,890	HE 200 A	42,3	3692,0	388,6	429,5	8,28	18,08	1336,0	133,6	203,8	4,98	47,59	20,98	108,0	1	3	-	1	3	-
HE 200 B	61,3	200	200	9,0	15,0	18	78,08	170	134	M27	100	100	1,151	18,780	HE 200 B	61,3	5696,0	569,6	642,5	8,54	24,83	2003,0	200,3	305,8	5,07	60,09	59,28	171,1	1	1	-	1	1	-
HE 200 M	103,0	220	206	15,0	25,0	18	131,30	170	134	M27	106	106	1,203	11,670	HE 200 M	103,0	10640,0	967,4	1135,0	9,00	41,03	3651,0	354,5	543,2	5,27	86,09	259,40	346,3	1	1	-	1	1	-

# EK- 3

## Paralel başlıklı U- profiller

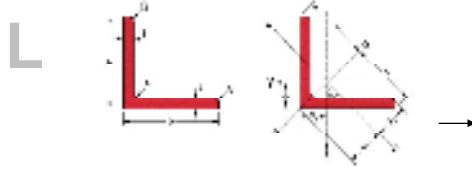
NF A 45-255

# UA



KESİT	ÖLÇÜLER						KESİT ALANI A cm <sup>2</sup>	TASARIM ÖLÇÜLERİ					YÜZEY ALANI		KESİT	G kg/m	STATİK DEĞERLER										SINIFLAMA ENV 1993 1-1							
	h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	r			h <sub>i</sub>	d	Ø	e <sub>min</sub>	e <sub>max</sub>	AL m <sup>2</sup> /m	AG m <sup>2</sup> /t			KUVVETLİ EKSEN y-y					ZAYIF EKSEN z-z					EĞİLME		BASINÇ					
	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	m <sup>2</sup> /m	m <sup>2</sup> /t		kg/m	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm	A <sub>vz</sub> cm <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>z</sub> cm	s <sub>s</sub> mm	I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> ×10 <sup>-3</sup> cm <sup>6</sup>	y <sub>s</sub> cm	y <sub>m</sub> cm	235	355	235	355	
UAP 80	8,4	80	45	5	8	8	10,67	64	48	-	-	-	0,32	38,56	UAP 80	8,4	107,1	26,78	31,87	3,17	4,51	21,33	7,38	13,64	1,41	17,7	1,9	0,18	1,61	3,17	1	1	1	1
UAP 100	10,5	100	50	5,5	8,5	8,5	13,38	83	66	M10	25	30	0,38	36,35	UAP 100	10,5	209,5	41,90	49,59	3,96	6,07	32,83	9,95	18,47	1,57	19,0	2,65	0,45	1,70	3,38	1	1	1	1
UAP 130	13,7	130	55	6	9,5	9,5	17,50	111	92	M10	27	35	0,46	33,48	UAP 130	13,7	459,6	70,70	83,51	5,12	8,52	51,34	13,78	25,55	1,71	21,1	4,15	1,22	1,77	3,56	1	1	1	1
UAP 150	17,9	150	65	7	10,25	10,25	22,84	129,5	109	M16	33	36	0,54	29,96	UAP 150	17,9	796,1	106,1	125,3	5,90	11,28	93,25	20,97	38,78	2,02	23,3	6,51	2,99	2,05	4,15	1	1	1	1
UAP 175	21,2	175	70	7,5	10,75	10,75	27,06	153,5	132	M16	34	41	0,61	28,52	UAP 175	21,2	1270	145,1	171,5	6,85	13,97	126,4	25,92	47,47	2,16	24,5	8,43	5,62	2,12	4,32	1	1	1	1
UAP 200	25,1	200	75	8	11,5	11,5	31,98	177	154	M16	35	46	0,67	26,86	UAP 200	25,1	1946	194,6	230,1	7,80	16,97	169,7	32,13	58,29	2,30	26,2	11,24	9,98	2,22	4,53	1	1	1	1
UAP 220	28,5	220	80	8	12,5	12,5	36,27	195	170	M16	36	51	0,73	25,75	UAP 220	28,5	2710	246,4	289,9	8,64	18,83	222,3	39,68	72,56	2,48	27,8	14,4	15,82	2,40	4,94	1	1	1	1
UAP 250	34,4	250	85	9	13,5	13,5	43,80	223	196	M22	43	47	0,81	23,57	UAP 250	34,4	4136	330,9	391,8	9,72	23,89	295,4	48,87	87,65	2,60	30,4	20,38	27,43	2,45	5,04	1	1	1	1
UAP 300	46,0	300	100	9,5	16	16	58,56	268	236	M27	51	53	0,97	21,04	UAP 300	46,0	8170	544,7	639,3	11,81	30,64	562,1	79,88	145,8	3,10	34,9	36,3	75,04	2,96	6,17	1	1	1	1

# EK- 4 Esit kenarlı köşebentler



KESİT	ÖLÇÜLER					KESİT ALANI A cm <sup>2</sup>	EKSEN ÖLÇÜLERİ				YÜZEY ALANI		KESİT	STATİK DEĞERLER							SINIFLAMA			
	G kg/m	h mm	t mm	r <sub>1</sub> mm	r <sub>2</sub> mm		z <sub>1</sub> cm	v cm	u <sub>1</sub> cm	u <sub>2</sub> cm	A <sub>1</sub> m <sup>2</sup> /m	A <sub>2</sub> m <sup>2</sup> /m		G kg/m	EKSEN y-y / z-z			EKSEN u-u		EKSEN v-v		I <sub>yc</sub> cm <sup>4</sup>	BASINÇ	
															I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>yz</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>u</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>v</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>uv</sub> cm <sup>4</sup>	235			355
L 100 x 100 x 8	12,2	100	8	12	6	15,51	2,74	7,07	3,87	3,52	0,390	32,00	L 100 x 100 x 8	12,2	144,8	19,94	3,06	230,2	3,85	59,47	1,96	-85,37	4	4
L 100 x 100 x 10	15,0	100	10	12	6	19,20	2,82	7,07	3,99	3,54	0,390	25,92	L 100 x 100 x 10	15,0	176,7	24,62	3,04	280,7	3,83	72,65	1,95	-104	1	4
L 100 x 100 x 12	17,8	100	12	12	6	22,71	2,90	7,07	4,11	3,57	0,390	21,86	L 100 x 100 x 12	17,8	206,7	29,12	3,02	328,0	3,80	85,42	1,94	-121,3	1	2
L 110 x 110 x 10	16,6	110	10	13	6,5	21,18	3,06	7,78	4,33	3,88	0,429	25,79	L 110 x 110 x 10	16,6	238,0	29,99	3,35	378,2	4,23	97,72	2,15	-140,3	2	4
L 110 x 110 x 12	19,7	110	12	13	6,5	25,14	3,15	7,78	4,45	3,91	0,429	21,73	L 110 x 110 x 12	19,7	279,1	35,54	3,33	443,3	4,20	115,0	2,14	-164,1	1	3
L 120 x 120 x 10	18,2	120	10	13	6,5	23,18	3,31	8,49	4,69	4,24	0,469	25,76	L 120 x 120 x 10	18,2	312,9	36,03	3,67	497,6	4,63	128,3	2,35	-184,6	4	4
L 120 x 120 x 11	19,9	120	11	13	6,5	25,37	3,36	8,49	4,75	4,25	0,469	23,54	L 120 x 120 x 11	19,9	340,6	39,41	3,66	541,5	4,62	139,8	2,35	-200,9	2	4
L 120 x 120 x 12	21,6	120	12	13	6,5	27,54	3,40	8,49	4,80	4,26	0,469	21,69	L 120 x 120 x 12	21,6	367,7	42,73	3,65	584,3	4,61	151,0	2,34	-216,6	1	4
L 120 x 120 x 13	23,3	120	13	13	6,5	29,69	3,44	8,49	4,86	4,28	0,469	20,12	L 120 x 120 x 13	23,3	394,0	46,01	3,64	625,9	4,59	162,2	2,34	-231,8	1	3
L 120 x 120 x 15	26,6	120	15	13	6,5	33,93	3,51	8,49	4,97	4,31	0,469	17,60	L 120 x 120 x 15	26,6	444,9	52,43	3,62	705,6	4,56	184,2	2,33	-260,7	1	1
L 130 x 130 x 12	23,5	130	12	14	7	30,00	3,64	9,19	5,15	4,60	0,508	21,59	L 130 x 130 x 12	23,5	472,2	50,44	3,97	750,6	5,00	193,7	2,54	-278,5	2	4
L 140 x 140 x 10	21,4	140	10	15	7,5	27,24	3,79	9,90	5,37	4,93	0,547	25,59	L 140 x 140 x 10	21,4	504,4	49,43	4,30	802	5,43	206,8	2,76	-297,6	4	4
L 140 x 140 x 13	27,4	140	13	15	7,5	34,95	3,92	9,90	5,55	4,96	0,547	19,94	L 140 x 140 x 13	27,4	638,5	63,37	4,27	1015	5,39	262,0	2,74	-376,6	2	4
L 150 x 150 x 10	23,0	150	10	16	8	29,27	4,03	10,61	5,71	5,28	0,586	25,51	L 150 x 150 x 10	23,0	624,0	56,91	4,62	992	5,82	256,0	2,96	-368	4	4
L 150 x 150 x 12	27,3	150	12	16	8	34,83	4,12	10,61	5,83	5,29	0,586	21,44	L 150 x 150 x 12	27,3	736,9	67,75	4,60	1172	5,80	302,0	2,94	-434,9	4	4
L 150 x 150 x 14	31,6	150	14	16	8	40,31	4,21	10,61	5,95	5,32	0,586	18,53	L 150 x 150 x 14	31,6	845,4	78,33	4,58	1344	5,77	346,9	2,93	-498,5	2	4
L 150 x 150 x 15	33,8	150	15	16	8	43,02	4,25	10,61	6,01	5,33	0,586	17,36	L 150 x 150 x 15	33,8	898,1	83,52	4,57	1427	5,76	368,9	2,93	-529,1	1	4
L 150 x 150 x 18	40,1	150	18	16	8	51,03	4,37	10,61	6,17	5,37	0,586	14,63	L 150 x 150 x 18	40,1	1050	98,74	4,54	1666	5,71	433,8	2,92	-616,2	1	2
L 160 x 160 x 14	33,9	160	14	17	8,5	43,15	4,45	11,31	6,29	5,66	0,625	18,46	L 160 x 160 x 14	33,9	1034	89,50	4,89	1644	6,17	423,8	3,13	-610	3	4
L 160 x 160 x 15	36,2	160	15	17	8,5	46,06	4,49	11,31	6,35	5,67	0,625	17,30	L 160 x 160 x 15	36,2	1099	95,5	4,88	1747	6,16	450,8	3,13	-648	2	4
L 160 x 160 x 16	38,4	160	16	17	8,5	48,95	4,53	11,31	6,41	5,69	0,625	16,28	L 160 x 160 x 16	38,4	1163	101,4	4,87	1848	6,14	477,6	3,12	-685,1	1	4
L 160 x 160 x 17	40,7	160	17	17	8,5	51,82	4,57	11,31	6,46	5,70	0,625	15,37	L 160 x 160 x 17	40,7	1225	107,2	4,86	1947	6,13	504,1	3,12	-721,3	1	4
L 180 x 180 x 13	35,7	180	13	18	9	45,46	4,90	12,73	6,93	6,35	0,705	19,74	L 180 x 180 x 13	35,7	1396	106,5	5,54	2221	6,99	571,6	3,55	-824,5	4	4
L 180 x 180 x 14	38,3	180	14	18	9	48,79	4,94	12,73	6,99	6,36	0,705	18,40	L 180 x 180 x 14	38,3	1493	114,3	5,53	2375	6,98	611,3	3,54	-882	4	4
L 180 x 180 x 15	40,9	180	15	18	9	52,10	4,98	12,73	7,05	6,37	0,705	17,23	L 180 x 180 x 15	40,9	1589	122,0	5,52	2527	6,96	650,5	3,53	-938	4	4
L 180 x 180 x 16	43,5	180	16	18	9	55,39	5,02	12,73	7,10	6,38	0,705	16,20	L 180 x 180 x 16	43,5	1682	129,7	5,51	2675	6,95	689,4	3,53	-993	3	4
L 180 x 180 x 17	46,0	180	17	18	9	58,66	5,06	12,73	7,16	6,40	0,705	15,30	L 180 x 180 x 17	46,0	1775	137,2	5,50	2822	6,94	727,8	3,52	-1047	2	4
L 180 x 180 x 18	48,6	180	18	18	9	61,91	5,10	12,73	7,22	6,41	0,705	14,50	L 180 x 180 x 18	48,6	1866	144,7	5,49	2965	6,92	766,0	3,52	-1100	1	4
L 180 x 180 x 19	51,1	180	19	18	9	65,14	5,14	12,73	7,27	6,42	0,705	13,78	L 180 x 180 x 19	51,1	1955	152,1	5,48	3106	6,91	803,8	3,51	-1151	1	4
L 180 x 180 x 20	53,7	180	20	18	9	68,35	5,18	12,73	7,33	6,44	0,705	13,13	L 180 x 180 x 20	53,7	2043	159,4	5,47	3244	6,89	841,3	3,51	-1202	1	3
L 200 x 200 x 15	45,6	200	15	18	9	58,10	5,48	14,14	7,75	7,08	0,785	17,20	L 200 x 200 x 15	45,6	2209	162,2	6,17	3516	7,78	903	3,94	-1306	4	4
L 200 x 200 x 16	48,5	200	16	18	9	61,79	5,52	14,14	7,81	7,09	0,785	16,18	L 200 x 200 x 16	48,5	2341	161,7	6,16	3726	7,77	957	3,94	-1384	4	4
L 200 x 200 x 17	51,4	200	17	18	9	65,46	5,56	14,14	7,87	7,10	0,785	15,27	L 200 x 200 x 17	51,4	2472	171,2	6,14	3932	7,75	1011	3,93	-1461	4	4
L 200 x 200 x 18	54,3	200	18	18	9	69,11	5,60	14,14	7,93	7,12	0,785	14,46	L 200 x 200 x 18	54,3	2600	180,6	6,13	4135	7,74	1064	3,92	-1536	3	4
L 200 x 200 x 19	57,1	200	19	18	9	72,74	5,64	14,14	7,98	7,13	0,785	13,74	L 200 x 200 x 19	57,1	2726	189,9	6,12	4335	7,72	1117	3,92	-1609	2	4
L 200 x 200 x 20	59,9	200	20	18	9	76,35	5,68	14,14	8,04	7,15	0,785	13,09	L 200 x 200 x 20	59,9	2851	199,1	6,11	4532	7,70	1169	3,91	-1681	1	4
L 200 x 200 x 21	62,8	200	21	18	9	79,94	5,72	14,14	8,09	7,16	0,785	12,50	L 200 x 200 x 21	62,8	2973	208,2	6,10	4725	7,69	1221	3,91	-1752	1	4
L 200 x 200 x 22	65,6	200	22	18	9	83,51	5,76	14,14	8,15	7,18	0,785	11,97	L 200 x 200 x 22	65,6	3094	217,3	6,09	4915	7,67	1273	3,90	-1821	1	3
L 200 x 200 x 23	68,3	200	23	18	9	87,06	5,80	14,14	8,20	7,19	0,785	11,48	L 200 x 200 x 23	68,3	3213	226,3	6,08	5102	7,66	1324	3,90	-1889	1	2
L 200 x 200 x 24	71,1	200	24	18	9	90,59	5,84	14,14	8,26	7,21	0,785	11,03	L 200 x 200 x 24	71,1	3331	235,2	6,06	5286	7,64	1375	3,90	-1955	1	2
L 200 x 200 x 25	73,9	200	25	18	9	94,10	5,88	14,14	8,31	7,23	0,785	10,62	L 200 x 200 x 25	73,9	3446	244,0	6,05	5467	7,62	1426	3,89	-2020	1	1
L 200 x 200 x 26	76,6	200	26	18	9	97,59	5,91	14,14	8,36	7,25	0,785	10,24	L 200 x 200 x 26	76,6	3560	252,7	6,04	5645	7,61	1476	3,89	-2084	1	1