

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mohammad Yatim SAMİM

**YAYA ÜST GEÇİTLERİ VE VASİTA GEÇİTLERİNİN İLGİLİ
DEPREM YÖNETMELİKLERİNE GÖRE ANALİZ VE
TASARIMLARI**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA 2022

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAYA ÜST GEÇİTLERİ VE VASITA GEÇİTLERİNİN İLGİLİ DEPREM YÖNETMELİKLERİNE GÖRE ANALİZ VE TASARIMLARI

Mohammad Yatim SAMİM

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Beytullah TEMEL
Yıl: 2022, Sayfa: 179
Jüri : Prof. Dr. Beytullah TEMEL
: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÇAĞATAY
: Prof. Dr. Faruk Fırat ÇALIM

Bu çalışmada, biri kafes sistemli, diğeri kemer askılı olmak üzere iki adet yaya üst geçidinin Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-(TBDY-2018)'e göre ve bir adet de perçinli demiryolu köprüsünün ilgili yönetmeliklere göre analiz ve tasarımları yapılmıştır. Yaya üst geçitlerinin boyutlandırılmasında, Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik-2016 (ÇYTHYE-2016) ile perçinli demiryolu köprüsünün boyutlandırılmasında ise, farklı yönetmelikler kullanılmıştır. Üst geçitlerin ve demiryolu köprüsünün deprem analizlerinde, Mod Birleştirme Yöntemine göre analizler yapılmıştır. Her üç yapının modellenmesi ve yapısal analizlerinde SAP2000 paket programından faydalanılmıştır. Yapı tasarımlarında, Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım (YDKT) ve Güvenlik Katsayıları ile Tasarım (GKT) ilkelerine göre yük birleşimleri oluşturularak boyutlandırmalar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yaya üst geçileri, Perçinli demiryolu köprüleri, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018, Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım, Güvenlik Katsayıları ile Tasarım

ABSTRACT

MSc THESIS

ANALYSIS AND DESIGN OF PEDESTRIAN BRIDGES AND VEHICLE OVERPASSES ACCORDING TO RELEVANT EARTHQUAKE REGULATIONS

Mohammad Yatim SAMIM

**CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**

Supervisor : Prof. Dr. Beytullah TEMEL
Year: 2022, Pages: 179
Jury : Prof. Dr. Beytullah TEMEL
: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÇAĞATAY
: Prof. Dr. Faruk Fırat ÇALIM

This study includes the analysis and design of half-through arch and truss pedestrian bridges as well as riveted railway bridges according to the Turkish Building Earthquake Code 2018. For designing of the footbridges the Steel Structures Calculation, Design and Building Principles Codes-2016 are utilized and different codes are used in the design of the railway overpass. In the earthquake analysis of the pedestrian bridges and vehicle overpasses, the model superposition method is utilized. The modeling and structural analysis of all three structures is done by using the SAP2000 package program. The structures' design is accomplished according to the load combinations based on Design with Load and Capacity Coefficients and Design with Safety Coefficients principles.

Keywords: Pedestrian Bridge, Riveted Railway Bridges, Turkish Building Earthquake Code-2018, Design with Load and Capacity Coefficients, Design with Safety Coefficients

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu tez çalışmasında, biri kafes sistem, diğeri kemer askılı olmak üzere iki adet yaya üst geçidi ve bir adet de perçinli demiryolu köprü projesinin 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre analiz ve tasarımı yapılmıştır. Yaya üst geçitlerinin Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik -2016 (ÇYTHYE-2016) ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği -2018 (TBDY-2018) kullanılarak taşıyıcı sistemleri boyutlandırılmıştır. Demiryolu köprüsü ise, farklı yönetmeliklere göre tasarımı yapılmıştır. Bu standartlar: Yapıya etki eden yüklerin belirlenmesinde; Katar Yükleri için "UIC CODE 702", Ray Yükleri için "EN 13674-1", Balast yükleri için "GC/RC 5510 " Kar yükü için " TS EN 1991-1-3", Rüzgar yükü için "TS EN 1991-1-4", Elemanların Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri" kullanılmıştır. Deprem spektrumunun belirlenmesinde Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) kullanılmıştır.

Ele alınan yapıların, Konya ili 37.500437° enlem ve 34.044326° boylamında inşa edildiği varsayılmış; yerel zemin sınıfı ise ZD “Orta sıkı - sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları ” olarak seçilmiştir.

AFAD’ın hazırlamış olduğu Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması kullanılarak 50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan DD-2 deprem yer hareketi düzeyi seçilmiştir. Haritadan ZD yerel zemin sınıfı için elde edilen kısa periyot tasarım spektral ivme katsayıları, $S_{DS}=0.375$, $S_{DS1}=0.146$, $S_s=0.223$; kısa periyot harita spektral ivme katsayısı $S_1=0.061$ (1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı), $PGA=0.096g$ (En büyük yer ivmes), $PGV = 5.575cm/sn$ (En büyük yer hızı) olarak alınmıştır.

Yaya üst geçitleri kolon ve kirişleri için S275, çaprazlar için S235 yapısal çelik sınıfı seçilmiştir. Kolon ve kiriş kesitleri HEA, çapraz kesitleri ise boru profillerden teşkil edilmiştir. Bulonlu birleşimler için 8.8D kalitesinde yüksek

dayanımlı bulon, kaynaklı birleşimler için mukavemeti 500 N/mm^2 olan malzeme kullanılmıştır.

Yapılara etki eden sabit ve hareketli yüklerin belirlenmesinde "Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri (TS-498)" kullanılmıştır. Deprem yükleri ve spektrum değerlerinin belirlenmesinde "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği -2018 (TBDY-2018)", çelik yapı elemanlarının mekanik özelliklerinin belirlenmesinde ve tasarım sürecinde "Çelik Yapıların Tasarım Hesap Ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik -2016 (ÇYTHYE-2016)" yönetmelikleri kullanılmıştır. Üst geçitlerin doğrusal deprem hesaplarında Mod Birleştirme Yöntemi ile dinamik analizleri yapılmıştır.

Üst geçitler ve demiryolu köprüsünün modellenmesi ve yapısal analizlerinde SAP2000 V.22 paket programından faydalanılmıştır.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım süresince yardım ve desteklerini esirgemeyen ve beni yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Beytullah TEMEL’e teşekkürlerimi sunarım.

Bütün zorluklara katlanarak beni yetiştiren, tüm hayatım boyunca maddi ve manevi her türlü desteğini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. M. Sami AKÖZ’e iligileri için teşekkürlerimi sunarım.

Aynı zamanda, bana her konuda maddi ve manevi destek olan İnş. Müh. Erdem FİTİL’e ve İnş.Yük. Müh. Burcu YILDIZHAN SAĞER’e; Askılı kemer üst geçidi uygulama paftalarını Karayolları 5. Bölge Müdürlüğü’nden temin eden İnş.Yük. Müh. Murat BOZKURT’a ve Karayolları Genel Müdürlüğü’ne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVI
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel.....	1
1.2. Yapılar Hakkında Bilgiler.....	4
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3. MATERYAL VE METOD	11
3.1. Giriş.....	11
3.2. Yükler ve Kullanılan Standartlar.....	11
3.2.1. Sabit ve Hareketli Yükler	11
3.2.2. Rüzgar Yüğü	13
3.2.3. Kar Yüğü	19
3.2.4. Demiryolu Hareketli Yüğü	21
3.2.5. Deprem Yüğü	23
3.3. Yüğü Birleşimleri	26
3.4. Yapısal Analizler	28
4. YAPI ANALİZLERİ VE TASARIMLARI.....	29
4.1. Kafes Kiriş Taşıyıcı Sistemli Yaya Üst Geçit Örneğı	29
4.1.1. Yüğü	32
4.1.2. YDKT'ye Göre Yüğü Birleşimleri.....	46
4.1.3. YDKT'ye Göre Düşey Deplasman Değerleri.....	49

4.1.4. GKT'ye göre Yük Birleşimleri.....	50
4.1.5. GKT'ye göre Düşey Deplasman Değerleri	52
4.1.6. Birleşim Hesapları.....	54
4.1.7. YDKT İÇİN ÇELİK ELEMANLARIN DİZAYN SONUÇLARI..	79
4.1.8. GKT İçin Çelik Elemanların Dizayn Sonuçları.....	82
4.2. Kemer Askılı Yaya Üst Geçit Örneği	84
4.2.1. Yükler.....	86
4.2.2. YDKT'ye Göre Yük Birleşimleri.....	99
4.2.3. YDKT'ye Göre Düşey Deplasman Değerleri.....	102
4.2.4. GKT'ye göre Yük Birleşimleri.....	104
4.2.5. GKT'ye göre Düşey Deplasman Değerleri	106
4.2.6. Birleşim Hesapları.....	108
4.2.7. YDKT İçin Çelik Elemanların Dizayn Sonuçları.....	135
4.2.8. GKT İçin Çelik Elemanların Dizayn Sonuçları.....	140
4.3. Perçinli Demiryolu Köprü Örneği	144
4.3.1. Yükler.....	146
4.3.2. Düşey Deplasman Değerleri.....	162
4.3.3. Köprü Çelik Eleman Dizayn Sonuçları	170
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	173
6. KAYNAKLAR	175
ÖZGEÇMİŞ	179

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1.	Sıcak Haddelenmiş Yapısal Çeliklerde Karakteristik Akma Gerilmesi, F_y ve Çekme Dayanımı, F_u	5
Çizelge 1.2.	Bulonların Karakteristik Akma Gerilmeleri, F_{yb} ve Çekme Dayanımları, F_{ub}	6
Çizelge 3.1.	TS 498 Düzgün Yayılı Düşey Hareketli Yük Hesap Değeri	12
Çizelge 3.2.	Arazi Kategorileri ve Arazi Parametreleri	15
Çizelge 3.3.	A-B-C-D-E Tipi Düşey Duvarlar için Tavsiye Edilen Dış Basınç Katsayısı Değerleri	17
Çizelge 4.1.	Sabit ve Hareketli Yük Değerleri.....	32
Çizelge 4.2.	Farklı topografik alanlar için tavsiye edilen C_e değerleri	33
Çizelge 4.3.	Karın ortalama gevşek yığın birim hacim ağırlığı	34
Çizelge 4.4.	Dikdörtgen Planlı Binaların Düşey Duvarları için Tavsiye Edilen Dış Basınç Katsayısı Değerleri.....	38
Çizelge 4.5.	Düşey Duvarlar için $c_{pe,10}$ Dış Basınç Katsayıları	38
Çizelge 4.6.	Düşey Duvarlar İçin c_{pnet} Net Basınç Katsayıları ($c_{pi} = -0,3$) için	38
Çizelge 4.7.	Düşey Duvarlar İçin c_{pnet} Net Basınç Katsayıları ($c_{pi} = +0,2$) için	38
Çizelge 4.8.	Kullanılacak $w(z)$ $\{kN/m^2\}$ ($c_{pi} = +0,2$ için)	39
Çizelge 4.9.	YDKT'ye Göre Yük Birleşimleri	46
Çizelge 4.10.	YDKT'ye Göre Düşey Deplasman Değerleri	49
Çizelge 4.11.	GKT'ye göre Yük Birleşimleri	50
Çizelge 4.12.	GKT'ye göre Düşey Deplasman Değerleri.....	52
Çizelge 4.13.	Standart Dairesel Delik Çapına Merkezinden Parça Kenarına olan Minimum Uzaklık (mm)	64
Çizelge 4.14.	Karakteristik Delik Boyutları (mm).....	64
Çizelge 4.15.	Üst Geçit Çelik Eleman Dizayn sonuçları	79

Çizelge 4.16. Üst Geçit Çelik Eleman Dizayn sonuçları	82
Çizelge 4.17. Sabit ve Hareketli Yük Değerleri.....	86
Çizelge 4.18. Farklı topografik alanlar için tavsiye edilen C_e değerleri	87
Çizelge 4.19. Karın Ortalama Gevşek Yığın Birim Hacim Ağırlığı.....	88
Çizelge 4.20. Dikdörtgen Planlı Binaların Düşey Duvarları için Tavsiye Edilen Dış Basınç Katsayısı Değerleri.....	92
Çizelge 4.21. Düşey Duvarlar İçin C_{pe} , 10 Dış Basınç Katsayıları	92
Çizelge 4.22. Düşey Duvarlar için c_{pnet} net Basınç Katsayıları ($c_{pi} = -0,3$) için ...	92
Çizelge 4.23. Düşey Duvarlar için c_{pnet} Net Basınç Katsayıları ($c_{pi} = +0,2$) için	93
Çizelge 4.24. Kullanılacak $w(z)$ {kN/m ² } ($c_{pi} = + 0,2$ için).....	93
Çizelge 4.25. YDKT'ye göre Yük Birleşimleri	99
Çizelge 4.26. YDKT'ye göre Düşey Deplasman Değerleri.....	102
Çizelge 4.27. GKT'ye göre Yük Birleşimleri	104
Çizelge 4.28. GKT'ye Göre Düşey Deplasman Değerleri.....	106
Çizelge 4.29. Standart Dairesel Delik Çapı Merkezinden Parça Kenarına olan Minimum Uzaklık (mm)	110
Çizelge 4.30. Karakteristik Delik Boyutları (mm).....	110
Çizelge 4.31. Standart Dairesel Delik Çapı Merkezinden Parça Kenarına Olan Minimum Uzaklık (mm) (ÇYTHYE-2016 Tablo 13.9).....	125
Çizelge 4.32. Karakteristik delik boyutları (mm) (ÇYTHYE-2016 Tablo 13.8) .	126
Çizelge 4.33. Üstgeçit Çelik Eleman Dizayn Sonuçları	135
Çizelge 4.34. Üst Geçit Çelik Eleman Dizayn sonuçlar	140
Çizelge 4.35. Dikdörtgen Planlı Binaların Düşey Duvarları için Tavsiye Edilen Dış Basınç Katsayısı Değerleri.....	154
Çizelge 4.36. Düşey Duvarlar için c_{pe} , 10 Dış Basınç Katsayıları	154
Çizelge 4.37. Düşey Duvarlar için C_{pnet} Net Basınç Katsayıları ($c_{pi} = -0,3$).....	154
Çizelge 4.38. Düşey Duvarlar için c_{pnet} Net Basınç Katsayıları ($c_{pi} = +0,2$) için	154

Çizelge 4.39. Kullanılacak $w(z)$ $\{kN/m^2\}$ ($c_{pi}=+0,2$ için).....	155
Çizelge 4.40. Düşey deplasman değerleri.....	162
Çizelge 4.41. Köprü Çelik Eleman Dizayn Sonuçları.....	170





ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Binanın h ve b değerlerine bağlı, qp(z) hız kaynaklı rüzgar basıncı profili.....	17
Şekil 3.2. A-B-C-D-E Tipi Düşey Duvarlar	18
Şekil 3.3. Tek eğimli çatılar için kar yükü şekil katsayıları	20
Şekil 3.4. Çift Eğimli Çatı Kar Yükü Şekil Katsayıları.....	21
Şekil 3.5. LM71 tren yükü modeli.....	22
Şekil 3.6. İvmelenme ve fren kuvvetlerinin gösterimi.....	23
Şekil 4.1. Üst geçidin 3 Boyutlu Sap2000 Modeli	30
Şekil 4.2. Üst geçit Planı	30
Şekil 4.3. Üst geçide ait C ve D Aksı boykesitleri	31
Şekil 4.4. Üst geçide ait 3, 4, 5 ve 6 Aksı enkesitleri	31
Şekil 4.5. Üst geçid kar yüklemesi	35
Şekil 4.6. A-B-C-D-E Tipi Düşey Duvarlar	37
Şekil 4.7. Kütle Kaynağı.....	40
Şekil 4.8. Tepki Spektrumu	40
Şekil 4.9. X Yönünde Deprem Yüklemeşi	41
Şekil 4.10. Y Yönünde Deprem Yüklemeşi	41
Şekil 4.11. G ₁ Yüklemeşi	42
Şekil 4.12. G ₂ Yüklemeşi	42
Şekil 4.13. G ₃ Yüklemeşi	43
Şekil 4.14. G ₄ Yüklemeşi	43
Şekil 4.15. Q ₁ Yüklemeşi	44
Şekil 4.16. S Yüklemeşi	44
Şekil 4.17. W _{YP} Yüklemeşi.....	45
Şekil 4.18. W _{YN} Yüklemeşi	45
Şekil 4.19. Taban birleşim plan ve kesiti.....	54
Şekil 4.20. L _x ve L _y planı.....	56

Şekil 4.21. L_x ve L_y planı.....	57
Şekil 4.22. L_x ve L_y planı.....	57
Şekil 4.23. A-A kesiti	61
Şekil 4.24. Kiriş Kiriş Birleşim Detayı.....	62
Şekil 4.25. Boru Birleşim Detayı.....	69
Şekil 4.26. Boru Birleşim Detayı.....	72
Şekil 4.27. YDKT'ye Göre Analiz Sonuçları.....	75
Şekil 4.28. GKT'ye Göre Analiz Sonuçları.....	76
Şekil 4.29. YDKT için Tasarım Kodu Parametreleri	77
Şekil 4.30. GKT için Tasarım Kodu Parametreleri	78
Şekil 4.31. Üst geçidin 3 Boyutlu SAP2000 Modeli	85
Şekil 4.32. Üst geçit Planı	85
Şekil 4.33. Üst geçit 1 ve 2 Aksı boykesitleri.....	85
Şekil 4.34. Üst geçit kar yüklemesi	88
Şekil 4.35. A-B-C-D-E Tipi Düşey Duvarlar	91
Şekil 4.36. Kütle Kaynağı.....	94
Şekil 4.37. Tepki Spektrumu	95
Şekil 4.38. X Yönünde Deprem Yüklemeşi	95
Şekil 4.39. Y Yönünde deprem yüklemesi	96
Şekil 4.40. G_1 Yüklemeşi	96
Şekil 4.41. G_2 Yüklemeşi	97
Şekil 4.42. G_3 Yüklemeşi	97
Şekil 4.43. Q_1 Yüklemeşi	98
Şekil 4.44. S Yüklemeşi	98
Şekil 4.45. W_{YP} Yüklemeşi.....	99
Şekil 4.46. Kiriş Kiriş Birleşim Detayı.....	108
Şekil 4.47. Taban Birleşim Planı ve A-A Kesitinde Taban Levhasına Etkiyen Yükler	115
Şekil 4.48. L_x ve L_y planı.....	117

Şekil 4.49. L_x ve L_y planı.....	118
Şekil 4.50. L_x ve L_y planı.....	119
Şekil 4.51. A-A kesiti	123
Şekil 4.52. Kiriş Kiriş Birleşim Detayı.....	124
Şekil 4.53. YDKT'ye Göre Analiz Sonuçları	131
Şekil 4.54. GKT'ye Göre Analiz Sonuçları.....	132
Şekil 4.55. YDKT için Tasarım Kodu Parametreleri	133
Şekil 4.56. GKT için Tasarım Kodu Parametreleri	134
Şekil 4.57. Köprünün 3 Boyutlu Sap2000 modeli	145
Şekil 4.58. Köprü Planı.....	145
Şekil 4.59. Köprüye ait 1 Aksı Sistem Enkesitleri	146
Şekil 4.60. Ray, Travers, Balast en kesiti	146
Şekil 4.61. Ray Yüğü.....	147
Şekil 4.62. Köprü Enkesiti.....	148
Şekil 4.63. Tren yüğü	148
Şekil 4.64. Üst Geçit Kar Yüklemeşi.....	151
Şekil 4.65. A-B-C-D-E Tipi Düşey Duvarlar	153
Şekil 4.66. Köprü En Kesiti.....	155
Şekil 4.67. Kütle Kaynağı.....	156
Şekil 4.68. Tepki Spektrumu	157
Şekil 4.69. X Yönünde Deprem Yüklemeşi	157
Şekil 4.70. Y Yönünde deprem yüklemeşi	158
Şekil 4.71. G_4 Yüklemeşi	158
Şekil 4.72. G_7 Yüklemeşi	159
Şekil 4.73. Katar Yüklemeşi.....	159
Şekil 4.74. Demeraj yüklemeşi.....	160
Şekil 4.75. Fren yüklemeşi	160
Şekil 4.76. W_{yp} Yüklemeşi.....	161
Şekil 4.77. S Yüklemeşi	161

Şekil 4.78. Analiz Sonuçları.....	168
Şekil 4.79. AISC ASD89 için Tasarım Kodu Parametreleri.....	169



SİMGELER VE KISALTMALAR

A_g	: Kompozit elemanın toplam enkesit alanı
C_b	: Moment düzeltme katsayısı
C_{dir}	: Doğrultu katsayısı
C_h	: Taşıyıcı sistemin doğrusal olmayan histeretik davranışına bağlı katsayı
c_{pi}	: İç basınç katsayısı
c_{pnet}	: Net basınç katsayısı
$c_o(z)$	: Orografi katsayısı
$c_r(z)$	: Z metre yükseklikteki engebelilik katsayısı
C_t	: Ampirik doğal titreşim periyodu hesabında kullanılan katsayı
c_{season}	: Mevsim katsayısı
DD-1	: Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu çok seyrek deprem yer hareketi
DD-2	: Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer hareketi
DD-3	: Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %50 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu sık deprem yer hareketi
DD-4	: Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %68 (30 yılda aşılma olasılığı %50) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 43 yıl olduğu çok sık deprem yer hareketi
D	: Dayanım fazlalığı katsayısı
$E_d^{(X)}$	: %5 dışmerkezlik etkisindeki (X) yönlü deprem kuvveti
$E_d^{(Y)}$	: $\pm$ %5 dışmerkezlik etkisindeki (Y) yönlü deprem kuvveti

$E_d^{(Z)}$	: Düşey deprem etkisi
F_1	: 1.0 Saniye Periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı
F_y	: Karakteristik akma gerilmesi
F_u	: Karakteristik çekme dayanımı
F_s	: Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı
G	: Sabit yükler
GKT	: Güvenlik Katsayıları ile Tasarım
k_r	: Arazi katsayısı
L_p	: Akma sınır durumu için yanal olarak desteklenmeyen uzunluk değeri
L_r	: Elastik olmayan yanal burulmalı burkulmada sınır uzunluk değeri
$l_v(z)$	: Z metre yükseklikteki türbülans şiddeti
M_d	: Tasarım eğilme momenti dayanımı
M_n	: Akma sınır durumunda karakteristik eğilme momenti dayanımı
n	: Hareketli yük kütle katılım katsayısı
$q_p(z)$	: Tepe hız kaynaklı rüzgar basıncı
Q	: Hareketli yük
Q_r	: Çatı katı hareketli yük
R	: Taşıyıcı davranış katsayısı
S	: Kar yükü etkisi
$S_{ae}(T)$	: Yatay elastik tasarım spektral ivme
$S_{aR}(T)$	: Azaltılmış tasarım spektral ivme
S_1	: 1,0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı
SS	: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı
T_A	: Yatay tasarım köşe periyotları
T_B	: Yatay tasarım köşe periyotları

T_p	: Bina hakim doğal titreşim periyodu
T_{pA}	: Ampirik hakim doğal titreşim periyodu
YDKT	: Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım
	: Arazi kategorisi II'de yer seviyesinden 10 metre yükseklikte
V_b	yılın herhangi bir bölümünün ve rüzgar yönünün bir fonksiyonu olarak tanımlanan esas rüzgar hızı
$V_{b,0}$	: Rüzgar hızının temel değeri
$V_m(z)$	: Yer seviyesinden z metre yükseklikte ortalama rüzgar hızı
w	: Toplam rüzgar yükü
w_e	: Dış rüzgar basıncı
w_i	: İç rüzgar basıncı
z_0	: Engebelilik uzunluğu



1. GİRİŞ

1.1 Genel

Çelik yapılar; hafifliği, üretilen malzemenin inşaat alanına taşıma kolaylığı, seri yapı üretimi, iklim koşullarından bağımsız olarak inşa edilebilmesi ve imalatın hızlı olması, estetik özelliğe sahip olması, taşınan yararlı yükün malzemenin kendi ağırlına göre çok yüksek olması, Çelik yapı sistemlerinde kullanılan kolon ve kiriş gibi taşıyıcı elemanların boyutları betonarme yapılardakilere göre daha küçük olması, dolayısıyla iç mekanlarda faydalı alan oranının daha fazla olması; depreme karşı dayanıklılığı ve yüksek çekme ve basınç dayanımları nedeniyle çok katlı binaların yapımına uygunluğu, kullanıcıların ihtiyaçlarına göre esnek tasarım olanakları vb. üstün özelliklerden ötürü Türkiye’de ve dünyada yaygın olarak tercih edilmektedir. Türkiye’de halihazırda yapı çeliği, en çok demiryolu ve karayolu köprü inşaatlarında ve yaya üstgeçitlerinde, baraj ve sulama kanallarının kapaklarında, sanayi yapıları ve büyük açıklıklı fabrika vb. yapılarda çokça kullanılırken, buna karşın çok katlı çelik binaların uygulamalarına ise çok az rastlanmaktadır. Bunun sebebi olarak; çelik yapıların betonarmeye göre daha yüksek maliyetli olması, bu alanda yetişmiş mühendis, teknik ara elemanların azlığı, bunlarla beraber Türkiye’de betonarme yapı kültürünün oturmuş olması gibi faktörler sayılabilir.

Çelik malzemesi yüksek sünekliliği ve hafif olması nedeniyle farklı zemin oturumlarını ve depremde oluşacak büyük deformasyonları güvenli bir şekilde tolere edebilmektedir.

Son yıllarda, deprem ve geoteknik mühendisliği alanlardaki bilimsel çalışmaların artması, teknolojik gelişmelerin hız kazanması ile, 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğinin (2007-DBYBHY) geliştirilmesine gereksinim duyulmuş; gerekli araştırmalar sonucunda yönetmelik 2018 yılında güncellenmiş ve 01.01.2019 tarihinde de 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) olarak yürürlüğe girmiştir. Bina tasarımı ve deprem

yükleri hesaplarında önemli değişiklikler yapılarak, yönetmelik daha çağdaş bir düzeye getirilmiştir.

2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelikte (2007-DBYBHY) deprem bölgeleri 5 ayrı bölgede (I, II, III, IV, V) ivme değeri sırasıyla $A_0 = (0.4g, 0.3g, 0.2g, 0.1g)$ olarak ayrılmıştı. Bu bölgelendirme 1996 Deprem Bölgeleri Haritası kullanılarak yapılmış; belirli bölgeler için aynı deprem ivme katsayıları belirlenmiştir. TBDY-2018 Yönetmeliğinde ise deprem bölgeleri kavramı kaldırılarak, AFAD'ın resmi internet sayfasında İnteraktif Web Uygulaması kullanıma girmiştir. Bu uygulama yardım ile haritanın herhangi bir konumu için enlem ve boylam değerleri girilerek noktasal spektral ivme katsayıları (S_1, S_s) bilgisine ulaşılması sağlanmıştır. Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (S_s) ve 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S_1) değerleri yerel zemin etki katsayıları (F_s ve F_1) ile çarpılarak tasarım spektral ivme katsayıları (S_{DS} ve S_{D1}) hesaplanmaktadır. Bununla beraber kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (S_{DS}) ve 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (S_{D1}) değerleri ile deprem tasarım sınıfları belirlenmekte ve bunlar tasarım ivme spektrumu hesaplarında kullanılmaktadır. TBDY-2018 Yönetmeliğinde düşey elastik tasarım ivme spektrumu kavramı ortaya çıkmış olup, bu kavram 2007 Deprem Yönetmeliğinde boyutsuz spektral ivme katsayısı olarak geçmektedir. TBDY-2018 Yönetmeliğinde, EZ doğrultusunda düşey deprem etkisi de yük birleşimi hesaplara dahil edilmiştir. 2007 Deprem Yönetmeliğinde ise sadece E_x ve E_y doğrultularında yükleme yapılmakta olup, düşey deprem etkisi dikkate alınmamaktaydı.

2007 Deprem Yönetmeliğinde deprem yer hareketi düzeyi tüm yapılar için 50 yıl içerisinde aşılma ihtimalinin %10 ve tekrarlanma periyodunun 475 yıl olarak belirlendiği genel bir tanım olarak kullanılmaktaydı. Ancak TBDY-2018 Yönetmeliği ile yer hareketi düzeyi 4 gruba ayrılarak detaylandırılmıştır. Bunlar; DD1 (50 yıl içerisinde aşılma ihtimalinin %2 ve tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu çok seyrek deprem yer hareketi), DD2 (50 yılda içerisinde aşılma

ihtimalinin %10 tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer hareketi – standart tasarım deprem yer hareketi), DD3 (50 yıl içerisinde aşılma ihtimalinin %50 tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu sık deprem yer hareketi) ve DD4 (50 yıl içerisinde aşılma ihtimalinin %68, 30 yıl içerisinde %50 tekrarlanma periyodunun 43 yıl olduğu çok sık deprem yer hareketi) olarak ayrılmıştır.

TBDY-2018 Yönetmeliğinde, yerel zemin grupları kaldırılarak, 6 farklı yerel zemin sınıfı olarak tanımlanmaktadır. Bu sınıflar içinde ZF sınıfına ait zemin için sahaya özel araştırma ve değerlendirme şartı getirilmiştir.

Çelik yapılar, TBDY-2018 Yönetmeliği Bölüm 9’da “Deprem Etkisi Altında Çelik Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar” başlığı altında incelenmiş olup, 2016 yılında yürürlüğe giren Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esasları Yönetmeliği ile uyum içerisinde.

Çelik yapı tasarımı ile ilgili eski yönetmelik TS 648 “Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları” 1980’de yayımlanmıştı. Bu yönetmeliğin büyük bir bölümü güvenlik gerilmeleri ile tasarım yaklaşımına dayanan AISC/ASD (1978) standardının esasları çerçevesinde hazırlanmış olup, 2016 yılına kadar kullanılmaktaydı. Yapısal çelik tasarımı ile ilgili 1980 yönetmeliğinin yetersizliği ve 1997 yılından itibaren, 1975 deprem yönetmeliğinin değiştirilmesi ile yürürlüğe giren deprem yönetmeliklerinden sonra ortaya çıkan gereksinimler doğrultusunda, yapısal çelik tasarımında güncel hesap ve uygulama kuralları ile yapım kontrol esaslarını düzenleyen güncel bir çelik yönetmeliğine ihtiyaç duyulmuş ve 4 Şubat 2016 tarihinde Resmi Gazetede Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esasları Yönetmeliği yayınlanarak 1 Eylül 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Yorgun, Topkaya ve Vatansever, 2017).

Çelik Yapılar Yönetmeliğinde “GKT - Güvenlik Katsayıları ile Tasarım” ve “YDKT - Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım” şeklinde iki farklı tasarım yöntemi uygulanmakta olup, bu tasarım yöntemlerine TBDY-2018 Yönetmeliğinde de yer verilmiştir.

Bu tez çalışması, biri kafes sistem, diğeri kemer askılı olmak üzere iki adet yaya üst geçidinin TBDY-2018 Yönetmeliğine göre ve bir adet de perçinli demiryolu köprüsünün farklı yönetmeliklere göre tasarım ve analizleri yapılmıştır. Bu yapıların tasarımları, Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım (YDKT) ve Güvenlik katsayıları ile tasarım (GKT) ilkelerine göre yapılmıştır.

1.2 Yapılar Hakkında Bilgiler

Bu tez çalışmasında ele alınan örnekler, Konya ilinde, 37.500437° enleminde ve 34.044326° boylamında inşa edileceği varsayılmıştır. Bu yapıların inşa edildiği zemin, “Orta sıkı - sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları” olan ZD yerel zemin sınıfında seçilmiştir.

Üst geçitlerin yapı elemanları için kolon ve kiriş kesitleri HEA profillerinden, çaprazlar ise boru profillerinden oluşturulmuştur. Kolon ve kirişlerin malzemeleri S275 yapısal çelik sınıfında olup, Çelik Yapılar Yönetmeliği Tablo 2.1A'ya göre karakteristik akma gerilmesi (F_y) 275 N/mm² ve çekme dayanımı (F_u) 430 N/mm² değerindedir. Çaprazların malzemeleri ise S235 yapısal çelik sınıfında olup, karakteristik akma gerilmesi (F_y) 235 N/mm² ve çekme dayanımı 360 N/mm²'dir. Sıcak haddelenmiş yapısal çeliklerde karakteristik akma gerilmesi (F_y) ve çekme dayanımı (F_u) değerlerinin değişimi karakteristik kalınlığa (t) bağlı olarak Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Bulonlu birleşimlerde 8.8D kalitesinde yüksek dayanımlı bulon sınıfı seçilmiştir. Bulon sınıfına göre karakteristik akma gerilmeleri (F_{yb}) ve çekme dayanımı (F_{ub}) değerleri Çizelge 1.2'de yer almaktadır. Bu çizelgeye göre 8.8D kalitesinde bulon sınıfı için $F_{yb} = 640$ N/mm² ve $F_{ub} = 800$ N/mm² değerindedir. Kaynak malzemesi için E550 N/mm² mukavemetinde kaynak metal sınıfı seçilmiştir.

Kafes kiriş örneğinde açıklık 35 m, genişlik 2,5 m ve yükseklik ise 3 m olup, dikmeler, enleme kirişleri 1,7 m aralıklar ile dizilmiş, bunlar diagonal ve çaprazlar ile birbirine bağlanmıştır. Aynı zamanda üst geçidin sağ ve solunda birer

tane iki kolu merdiven bulunmakta olup, merdiven genişliği 2,5 m, rıht yüksekliği 0,16 m ve basamak genişliği 0,30 m'dir. Kemer askılı yaya üstgeçit örneğinde ise açıklığı 55 m genişliği 3 m ve üst geçidin platformunun yerden yüksekliği ise 6,4 m'dir. Bu üst geçidin hem sağ hem solunda birer tane iki kolu merdivenler bulunmakta olup, merdiven genişliği 3 m, rıht yükseliği 0,16 m ve basamak genişliği ise 0,30 m'dir. Perçinli demiryolu köprüsü örneğinde ise, tek hatlı demiryolu için tasarlanmış olup, köprü genişliği 3,8 m ve açıklığı ise 9,8 m'dir.

Çizelge 1.1. Sıcak Haddelenmiş Yapısal Çeliklerde Karakteristik Akma Gerilmesi, F_y ve Çekme Dayanımı, F_u (ÇYTHYE-2016)

Standart ve Çelik Sınıfı	Karakteristik Kalınlık, t (mm)			
	$t \leq 40\text{mm}$		$40\text{mm} < t \leq 80\text{mm}$	
	F_y (N/mm ²)	F_u (N/mm ²)	F_y (N/mm ²)	F_u (N/mm ²)
EN 10025-2				
S235	235	360	215	360
S275	275	430	255	410
S355	355	510	335	470
S450	440	550	410	550
EN 10025-3				
S275 N/NL	275	390	255	370
S355 N/NL	355	490	335	470
S420 N/NL	420	520	390	520
S460 N/NL	460	540	430	540
EN 10025-4				
S275 M/ML	275	370	255	360
S355 M/ML	355	470	335	450
S420 M/ML	420	520	390	500
S460 M/ML	460	540	430	530
EN 10025-5				
S235 W	235	360	215	340
S355 W	355	510	335	490
EN 10025-6				
S460 Q/QL/QL1	460	570	440	550

Çizelge 1.2. Bulonların Karakteristik Akma Gerilmeleri, F_{yb} ve Çekme Dayanımları, F_{ub} (ÇYTHYE-2016)

Bulon sınıfı	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
F_{yb}	240	320	300	400	480	640	900
F_{ub}	400	400	500	500	600	800	1000

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Literatür araştırması yapıldığında, konu ile ilgili henüz çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bunun sebebi, (ÇYTHYE-2016) 1 Eylül 2016 tarihinde ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe girmiş olup, her iki yönetmeliğin de henüz yeni olmasıdır. Her iki yönetmeliğin yürürlüğe girmesi ile yönetmelik maddelerinin daha net bir şekilde anlaşılabilmesi için yeni araştırmalara ihtiyaç vardır.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mesleki Hizmetler Genel Müdürlüğü ile İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği arasındaki protokol ile hazırlanan “Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik Uygulama Kılavuzu”nda (2018), ÇYTHYE-2016 Yönetmeliği esaslarına yönelik yapı elemanları ve birleşimlerine ait örnekler, Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım (YDKT) ve Güvenlik Katsayıları ile Tasarım (GKT) yaklaşımları ile ele alınarak çözümlenmiştir.

Yorgun, Topkaya ve Vatansever (2017) tarafından hazırlanan “Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik Hakkında Ders Notları”nda ÇYTHYE-2016 yönetmeliği maddeleri açıklanarak, yönetmeliğe dair örnekler yer almaktadır.

TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası tarafından 2018 tarihinde yayınlanan TBDY-2018 Eğitim El Kitabında, Deprem Yönetmeliği ile ilgili ayrıntılı örnekler ele alınmıştır.

Tütüncü (2019), yüksek lisans tez çalışmasında çok katlı çelik bir yapının TBDY-2018’e göre tasarımını ele almıştır. Tasarımı yapılan çelik yapı 10 katlı olup, boyuna yönde süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çaprazlı çerçevelerden, enine yönde süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistemlerden oluşturulmuştur. Yapı, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre SAP2000 programı ile analiz edilmiş, tasarımı da YDKT’ye göre yapılmıştır.

Öz (2018) tarafından hazırlanan yüksek lisans tez çalışmasında, süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çelik çerçevelerden oluşan 5 katlı yapı ile süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çerçevelerden oluşan 5 katlı bir yapı ele alınmış olup, bu yapıların YDKT ve GKT Yöntemlerine göre tasarımları yapılmıştır. Yapı analizleri SAP2000 programı yardımıyla yapılmıştır.

Uz (2020) tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinde ise, çok katlı bir çelik yapının TBDY-2018 ve ÇYTHYE-2016 yönetmelikleri kullanılarak analiz ve tasarımları yapılmıştır. Çalışmada, 5 katlı ve 13 katlı moment aktaran, X çapraz sistemli ve V çapraz sistemli yapılar tasarlanmış olup, yapıların performansları incelenmiştir. Bu çalışmaların analizleri ETABS programı yardımıyla yapılmıştır.

Aktaş (2019), çelik yapıların dizaynlarının, YDKT ve GKT yöntemleri ile karşılaştırmalarını yapmıştır. Bu çalışmada iki adet çelik yapı ele alınmış olup, yapı kesitleri kıyaslanarak hangi yöntemin daha iyi olduğu değerlendirilmiştir.

Kulak (2019), tez çalışmasında çelik yapıların zaman tanım alanında analizi ve spektrum eşleştirme parametrelerinin etkisini incelenmiştir.

Nowbahari (2021), çalışmasında burulma düzensizliği bulunan çok katlı çelik yapıların TBDY-2018'e göre analiz ve tasarımı incelenmiştir. A1 türü burulma düzensizliği bulunan 10 farklı merkezi çelik çaprazlı modelin analizi ETABS programı yardımıyla yapılmıştır. Eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme yöntemlerine göre modellerin periyotları, ağırlıkları, taban kesme kuvvetleri, maksimum ve minimum tepe noktası yer değiştirmeleri ve burulma düzensizlikleri incelenerek, bu 10 farklı modelden en ideal performansı gösteren model dikkate alınmıştır.

Ünal (2021), tez çalışmasında çelik yapı tasarımında ÇYTHYE-2018 yönetmeliği ile TS-648 standardında belirtilen hesapları dikkat alınarak 2018 yılından önce yapılmış ve imal edilmiş üst geçitleri uygunluğunu araştırmıştır.

Yılmaz (2018), tez çalışmasında Türkiye'deki çelik demiryolu köprülerinin deprem etkisi altında olasılıksal yöntemler yardımı ile incelenmesini yapmıştır.

Üstün (2019), tez çalışmasında çelik çerçeve taşıyıcı sistemli mevcut bir binanın güncellenen yönetmelikler altında zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi ile değerlendirilmesini araştırmıştır.

Çakmalı (2018), tez çalışmasında 42 katlı çelik bir binanın Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ve Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapımına Dair Esaslar (ÇYTHYE-2016) yönetmeliğine göre tasarımı ve gerekli kontrollerin yapılmasını araştırmıştır.

Asfuroğlu (2018), tez çalışmasında yapı sistemlerinin 2018 yılında yürürlüğe giren Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapımına Dair Esaslara uyularak, TBDY-2018 ve Eurocode yönetmeliklerine göre doğrusal ve doğrusal olmayan davranışı araştırmıştır.

Danish (2021), tez çalışmasında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY- 2018) esasları gözönüne alınarak; çok katlı çelik yapılarda doğrusal analiz yöntemlerinden Mod Birleştirme Yöntemi Ve Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanarak merkezi çelik çaprazların yapının dinamik karakteristiklerine etkisini araştırmıştır.

Yıldızhan Sağer (2021), tez çalışmasında, moment aktaran ve merkezi çaprazlı çok katlı çelik yapıların 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre tasarımını araştırmıştır.

Gündüz (2010), tez çalışmasında üstyapısı öngermeli prefabrik kirişlerden oluşan bir çift hatlı hızlı demiryolu köprüsü, düşey yükler, trafik yükleri ve deprem yükleri altında çözülerek boyutlandırılmış ve gerekli kesit hesapları yapılarak projelendirilmesini araştırmıştır.

Literatür incelendiğinde, güncel yönetmelikler çerçevesinde hazırlanan tez çalışmalarında ele alınan çok katlı çelik yapı modellerinin deprem hesaplarında genel olarak Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yönteminin kullanıldığı görülmektedir. Üst geçitler ile ilgili, Türkiye’de yapılmış üst geçit köprüleri ile ilgili tez çalışmasına rastlanamamıştır. Bu tezde 3 tane örnek problem ele alınmış olup, bu problemlerin üçünün de analizleri Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılacaktır.



3. MATERYAL VE METOD

3.1 Giriş

Bu bölümde, 4. Bölümde analizi ve tasarımı yapılan yaya üst geçitleri ve perçinli demiryolu köprüsü örnekleri için kullanılan standartlardan ve ilgili yönetmelik maddelerinden bahsedilmiştir.

3.2 Yükler ve Kullanılan Standartlar

Yapıların tasarımı ve yapı elemanlarının boyutlandırılmasında karakteristik yük değerleri olarak “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri (TS-498)” standardından faydalanılmıştır. Kar yükü hesabında “TS EN 1991-1-3”, rüzgar yükü hesabında “TS EN 1991-1-4” standartları kullanılmıştır. Katar yükleri için "UIC CODE 702 ", Ray yükleri için, "EN 13674-1", Balast yükleri için, "GC/RC 5510", Deprem yüklerinin hesabında ve karakteristik değerlerin belirlenmesinde TBDY-2018 Yönetmeliğinin ilgili maddeleri kullanılmıştır.

3.2.1 Sabit ve Hareketli Yükler

TS-498 Standardında sabit yük; zati yük: kiriş, kolon, çapraz baklavalı saç döşeme, çatı gibi taşıyıcı elemanların ve bunların sıva, kaplama vs. gibi tamamlayıcı kısımlarının ağırlıklarıdır.; hareketli yük ise, zati yüklerin dışındaki, insan, rüzgar, kar gibi yükler şeklinde tanımlanmıştır.

Konya ili baz alınarak üst geçitlerin tasarımı için kar yükünün belirlenmesinde “TS EN 1991-1-3”, rüzgar yükünün belirlenmesinde “TS EN 1991-1-4” standardı ve Katar Yükleri için "UIC CODE 702 ", Ray Yükleri için "EN 13674-1" ve balast yükleri için "GC/RC 5510" kullanılmıştır. Çizelge 3.1’de TS 498’de bulunan düzgün yayılı düşey hareketli yük hesap değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.1. TS 498 Düzgün Yayılı Düşey Hareketli Yük Hesap Değeri

Kullanma Şekli				Hesap Değeri
	ÇATILAR Yatay veya 1/20'ye kadar eğimli	Döşemeler	MERDİVENLER (Sahanlık ve merdiven girişi dahil)	kN/m ²
1		Çatı arası odalar		1,5
2	Zaman zaman kullanılan çatılar	Konut, teras oda ve koridorlar, bürolar, konutlardaki 50 m ² 'ye kadar olan dükkanlar, hastane odaları		2
	ÇATILAR Yatay veya 1/20'ye kadar eğimli	Döşemeler	MERDİVENLER (Sahanlık ve merdiven girişi dahil)	Hesap Değeri kN/m ²
3	Konut toleranslarının kullanılması ve çiçeklik (bahçe yapılması)	Hastanelerin mutfakları, muayene odaları, poliklinik odaları, sınıflar, yatakhaneler, anfiler	Konut Merdivenleri	3,5
4		- Camiler - Tiyatro ve sinemalar, - Spor dans ve sergi salonları, - Tribünler (oturma yeri sabit olan) - Toplantı ve bekleme salonları - Mağazalar, - Lokantalar - Kütüphaneler - Arşivler - Hafif ağırlıklı atölyeler - Büyük mutfaklar, kantinler - Mezbahalar - Fırınlr, - Büyükbaş hayvan ahırları - Balkonlar 10 m²'ye kadar - Büro, hastane okul, tiyatro sinema kütüphane depo vb. genel yapı koridorları	Umuma açık yapılarda büro hastane okul, tiyatro, kütüphane kitaplık vb.	5
5		- Tribünler (oturma yeri sabit olmayan)		7,5
6		- Garajlar (Toplam ağırlığı 2,5 tona kadar olan araçlar için)		5

3.2.2 Rüzgar Yüğü

TS 498 Standardında rüzgar yüğü etkileri yapıların geometrisine bağı olarak yayılışı yetersiz ve basit kalmaktaydı. Özellikle yüksek yapılarda rüzgar yükünden meydana gelecek etkilerin ve bu etkiler altında oluşacak iç kuvvetlerin uygun bir şekilde analiz yapılması gerekmektedir. TS 498 Standardının bu konuda yetersiz kaldığı için T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2017), TS EN 1991-1-4 ü referans olarak vermektedir.

TS EN 1991-1-4 Standardı, yüksekliği en fazla 200 metre olan bina türü yapılar, sanayi yapılar gibi yapıların tasarımında yük etki alanı dikkate alınmış olup, doğal rüzgar etkilerinin belirlenmesi için gerekli tüm bilgileri kapsamaktadır.

Rüzgar basınç etkileri yapının yüzey alanına dik bir şekilde etki etmekte olup, Rüzgar kuvvetlerini hesaplarken tepe hız kaynaklı rüzgar basıncı (q_p), kuvvet ve basınç katsayıları ile yapısal katsayı dikkate alınmaktadır.

Ortalama rüzgar hızı yüksekliğe bağı olarak değişmekte olup, arazi engebelineğine, o arazinin orografik özelliklerine ve esas rüzgar hızına bağıdır. Bir arazide yer seviyesinden z metre yükseklikte ortalama rüzgar hızı, $V_m(z)$ bağıntı 3.1’de gösterilmiştir.

$$V_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot V_b \quad (3.1)$$

Bu bağıntıda $c_r(z)$ yükseklikle değişen Yüzey Pürüzlülük Katsayısı, $c_o(z)$ Topoğrafya Katsayısı, V_b temel rüzgar hızını ifade etmektedir.

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b,0} \quad (3.2)$$

Bağıntı 3.2’de Esas rüzgar hızı V_b , rüzgâr yönleri için doğrultu katsayısı c_{dir} , mevsim katsayısı c_{season} ve $V_{b,0}$ rüzgâr hızının temel değerini ifade etmektedir.

TS EN 1991-1-4'te Esas rüzgâr hızının temel değeri $V_{b,0}$, yılın herhangi bir mevsiminden ve rüzgâr yönünden bağımsız olarak, çayır gibi az bir bitki örtüsüne ve aralarında en az engel yüksekliğinin 20 katı kadar mesafe bulunan engellere sahip açık kırsal alanda yer seviyesinden 10 metre yukarıdaki karakteristik 10 dakikalık ortalama rüzgâr hızıdır. TS EN 1991-1-4'te doğrultu katsayısı c_{dir} , mevsim katsayısı c_{season} için tavsiye edilen değerler 1,0 olarak belirlenmiş olup, bunun için esas rüzgar hızı $V_b=28$ m/sn alınacaktır. 3.1 ifadesindeki $c_o(z)$ için Topoğrafya katsayısının ilgili yönetmelikte aksi belirtilmedikçe 1,0 alınması gerektiği bildirilmiştir. $c_r(z)$, z metre yükseklikle değişen yüzey pürüzlülük katsayısı, ise bağıntı 3.3'te gösterilmektedir.

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right), \quad z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \quad (3.3)$$

Bağıntı 3.3'te z metre yükseklikteki yüzey pürüzlülük katsayısı $c_r(z)$, yüzey pürüzlülük uzunluğu (z_0) ve arazi katsayısına (k_r) bağlı olarak değişmektedir. Arazi katsayısı k_r , 3.4'te gösterilmiştir.

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,u}}\right) \cdot 0,07 \quad (3.4)$$

Burada z_0 değeri ile bağıntı 3.3'te belirtilen zemin değeri arazi kategorisine bağlı olup, Çizelge 3.2'de beş değişik arazi tipi için arazi kategorileri ve parametre değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Arazi Kategorileri ve Arazi Parametreleri (TS-EN 1991-1-4)

	Arazi Kategorisi	z ₀ (m)	z _{min} (m)
0	Açık deniz etkisine maruz deniz veya kıyı alanı	0,003	1
I	Göller veya ihmal edilebilecek seviyede bitki örtüsü olan ve engebeli olmayan düz ve yatay alan	0,01	1
II	Çayır gibi az seviyede bitki örtüsü olan ve aralarında en az engel yüksekliğinin 20 katı kadar mesafe bulunan engellere (ağaçlar, binalar) sahip alan	0,05	2
III	Düzgün yayılı şekilde bir bitki örtüsüne veya binalara veya aralarında en az engel yüksekliğinin 20 katı kadar mesafe bulunan engellere sahip alan(kasabalar, yörekent, ormanlık alan gibi)	0,3	5
IV	Yüzeyinin en az % 15'i, yükseklik ortalaması 15 m'yi aşan binalarla kaplı alan	1,0	10

Yapı yüzeylerine etkiyen iç ve dış rüzgar basınçlarının bulunması için, tepe hız kaynaklı rüzgar basıncı $q_p(z)$ ile z metre yükseklikteki türbülans şiddeti $l_v(z)$ değerlerinin bilinmesi şarttır. TS EN 1991-1-4'te (z) metre yükseklikteki türbülans şiddeti $l_v(z)$, türbülansın standart sapmasının ortalama rüzgar hızına oranı olarak tanımlanmış olup, bağıntı 3.5'te gösterilmiştir. TS EN 1991-1-4'te türbülans katsayısı için tavsiye edilen değer, $k_1=1,0$ dir.

$$l_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad (3.5)$$

z metre yükseklikteki tepe hız kaynaklı rüzgar basıncı $q_p(z)$, bağıntı 3.6'da gösterilmiştir.

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \cdot 1/2 \cdot \rho v_m^2(z) \quad (3.6)$$

TS EN 1991-1-4'te ρ katsayısı için, fırtınalar esnasında beklenen sıcaklık ve basınç ve rakıma bağlı olan hava yoğunluğu olarak $1,25 \text{ kg/m}^3$ alınmasını tavsiye edilmiştir.

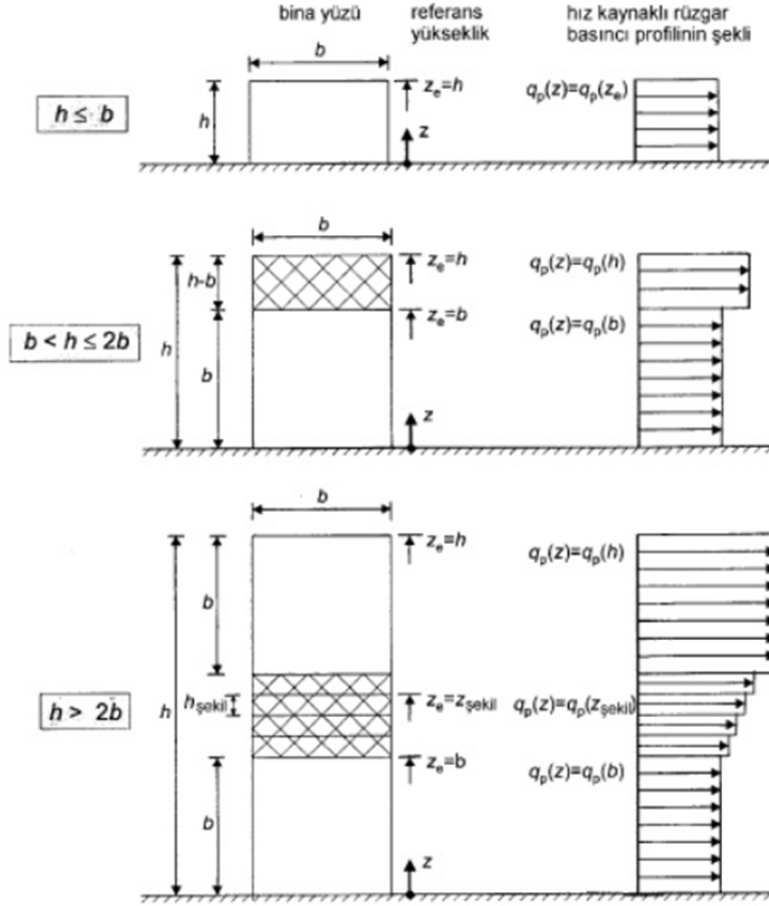
Yapının dış ve iç yüzeyleri üzerindeki rüzgar etkilerini belirlemek için rüzgar basınçlarının ikisi birlikte dikkate alınması gerekmektedir. Tepe hız kaynaklı rüzgar basıncı $q_p(z)$ değeri, yapının yüksekliği (h) ve rüzgar yönüne dik olan boyutu (b) değerlerine bağlıdır.

Dış yüzey (w_e) ve iç yüzey (w_i) rüzgar basınçları, bağıntı 3.7 ve 3.8'de verilmiştir.

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} \quad (3.7)$$

$$w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi} \quad (3.8)$$

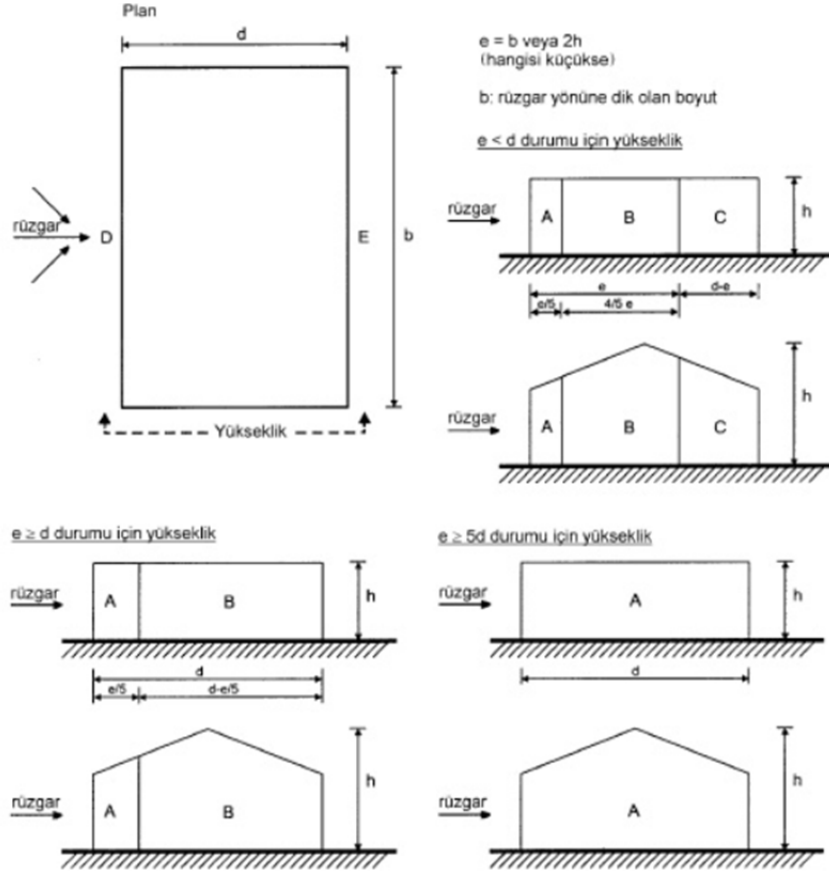
Bağıntı 3.7'de belirtilen c_{pe} dış basınç değeri, yapının rüzgar yönüne dik olan boyutu için h/d oranına bağlıdır. Şekil 3.2 ve Çizelge 3.3'te alınması gereken $c_{pe,10}$ ve $c_{pe,1}$ değerleri gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Bina h ve b değerlerine bağlı, qp(z) hız kaynaklı rüzgar basıncı profili (TS-EN 1991-1-4 Kısım 7)

Çizelge 3.3. A-B-C-D-E Tipi Düşey Duvarlar için Tavsiye Edilen Dış Basıncı Katsayısı Değerleri (TS-EN 1991-1-4 Kısım 7)

Bölge	A		B		C		D		E	
h/d	Cpe,10	Cpe,1	Cpe,10	Cpe,1	Cpe,10	Cpe,1	Cpe,10	Cpe,1	Cpe,10	Cpe,1
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
≤0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,3	



Şekil 3.2. A-B-C-D-E Tipi Düşey Duvarlar (TS-EN 1991-1-4 Kısım 7)

Net basınç katsayısı c_{pnet} 'in bulunabilmesi için iç basınç katsayısının da bilinmesi gerekmektedir. Buna göre iç basınç katsayısı c_{pi} değeri TS EN 1991-1-4'te belirtildiğine göre en olumsuz koşul olan +0,2 ve -0,3 değerlerinde alınması gerekmektedir.

Taşıyıcı sistemlere etkiyen toplam rüzgar yükü (w) aşağıdaki bağıntıda gösterilmiştir.

$$w = q(z) \cdot (c_{pe} - c_{pi}) \cdot A_{ref} = q(z) \cdot (c_{pnet}) \cdot A_{ref} \quad (3.9)$$

$$A_{ref} = b \cdot h \quad (3.10)$$

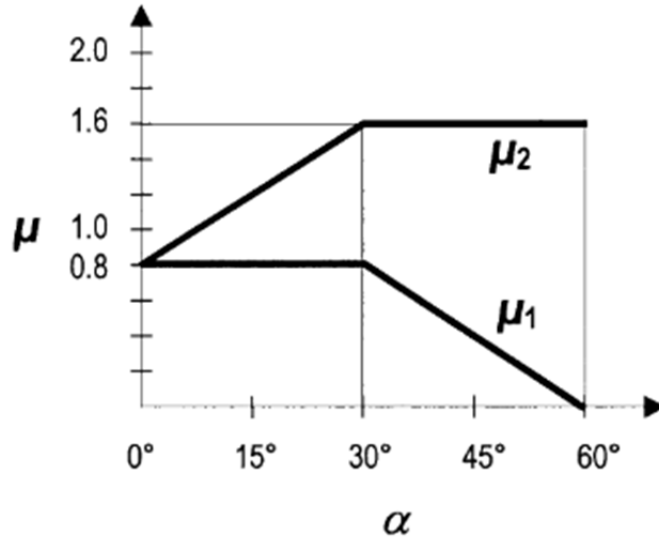
Taşıyıcı sisteme etkileyen toplam rüzgar yükü değeri, kat yükseklikleri oranında dağıtılarak taşıyıcı sisteme yanal yük olarak etkitilmektedir.

3.2.3 Kar Yüğü

4. Bölümde yer alan yaya üst geçitlerinde karın çatı üzerindeki dağılımını belirleyen esas faktör rüzgar olup, kar yağışı ile birlikte rüzgarın olmadığı veya az olduğu durumlarda tüm çatı üzerinde karın düzgün yayılı ve simetrik bir dağılım göstereceği söylenebilir. Bu da çatının projelendirilmesi sırasında, kış mevsimi için dikkate alınan bölgede hakim rüzgar koşullarının doğru bir şekilde belirlenmesini gerektirir. Tek eğimli çatılar için kullanılan kar yükü ve şekil katsayısı (μ), Çizelge 3.4’de ve Şekil 3.3,’te gösterilmiştir. Çift eğimli çatılar için kullanılan kar yükü ve şekil katsayıları Şekil 3.4’te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4 Karakteristik zemin kar yükü (s_k) değerleri kN/m^2 (TS-EN1991-1-3)

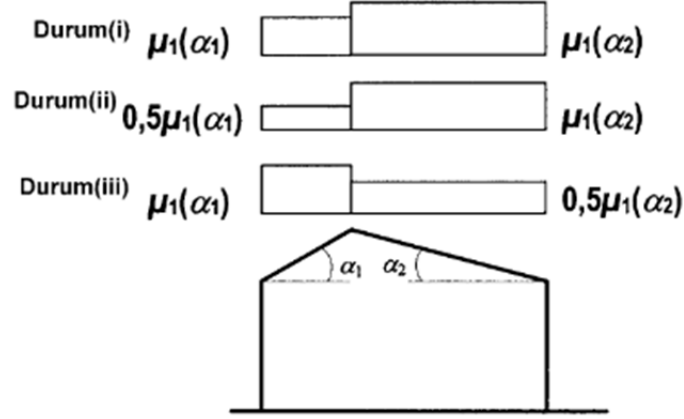
	1	2	3	4	5
1	Yapı yerinin denizden yüksekliği	bölgeler			
	(m)	I	II	III	IV
	≤ 200	0,75	0,75	0,75	0,75
2	300	0,75	0,75	0,75	0,8
	400	0,75	0,75	0,75	0,8
	500	0,75	0,75	0,75	0,85
3	600	0,75	0,75	0,8	0,9
	700	0,75	0,75	0,85	0,95
	800	0,8	0,85	1,25	1,4
4	900	0,8	0,95	1,3	1,5
	1000	0,8	1,05	1,35	1,6
5	1000<1500	0,88	1,16	1,49	1,76
	1500 $\geq$	0,92	1,21	1,55	1,84
>1000 değerleri için :1000 m’ye tekabül eden değerler, 1500 m’ye kadar %10,1500 m’den yukarı yüksekliklerde % 15 artırılır.					
* Kar yağmayan yerlerde kar yükü hesap değeri sıfır alınır.					



Şekil 3.3. Tek eğimli çatılar için kar yükü şekil katsayıları
(TS EN 1991-1-3 Kısım 5)

Çizelge 3.5. Tek Eğimli Çatılar İçin Kar Yükü Şekil Katsayıları

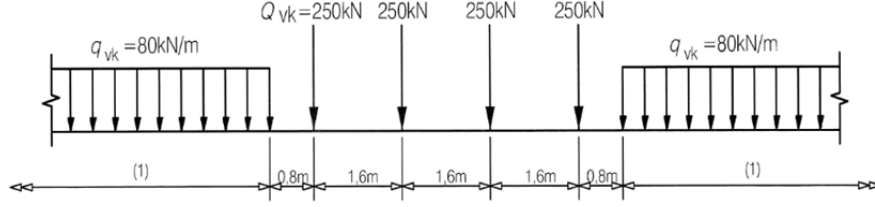
Çatı eğim açısı, α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 (60-\alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8+0,8 \alpha/30$	1,6	--



Şekil 3.4. Çift Eğimli Çatı Kar Yüğü Şekil Katsayıları (TS EN 1991-1-3 Kısım 5)

3.2.4 Demiryolu Hareketli Yüğü

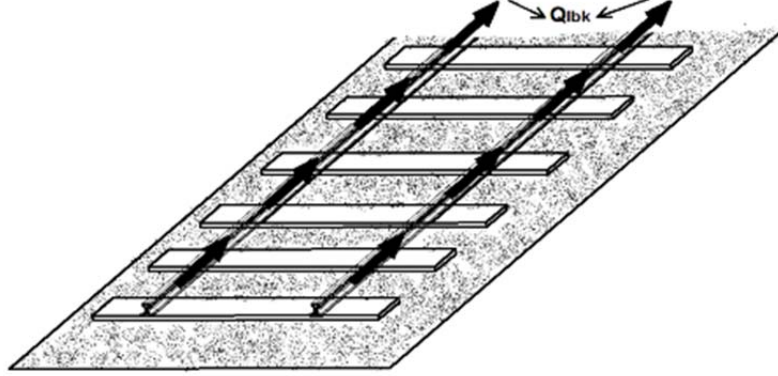
4. Bölümde yer alan perçinli demiryolu köprüsü için hareketli yükün belirlenmesinde Betonarme Alman Demiryolu yönetmeliği kullanılmıştır. Ancak bu yönetmelik daha çok çelik demiryolu köprülerinin tasarımında kullanılması amacı ile hazırlanmıştır. Bu teknik şartnamenin yetersizliği nedeni ile EN 1991 Eurocode Yönetmeliği ve UIC-702 (International Union of Railways) Yönetmeliği kriterlerine göre köprü dizaynları yapılmıştır (GÜNDÜZ, (2010)). Şekil 3.5'deki "Load Model 71 (LM71)" hareketli yük modeli için UIC-702 şartnamesine göre en elverişsiz tren yükleri belirlenmiştir. Bu yük modelinin (LM71), diğer yük modelinden farkı, sistemde oluşabilecek tren yüklerindeki artışları da dikkate almasıdır. Bu yönetmeliğe göre, betonarme, çelik veya öngermeli prefabrike kirişlerle tasarlanan köprüler için tren yükü olarak LM71 modelinin kullanılması ön görülmüştür.



Şekil 3.5. LM71 tren yükü modeli

Demiryolları için muhtemel değişiklikleri de dikkate alan UIC-702 Yönetmeliği Bölüm 2.6'ya göre LM71 yük modelinde yüklerin “ α ” katsayısı ile çarpılması gerekmektedir. Burada “ α ” katsayısı, hareketli dinamik yük büyütme katsayısı olup, 1.4 olarak kullanılması tavsiye edilmektedir.

Demiryollarında trenin hızlanması ve fren yapması sonucunda oluşan kuvvetler, Şekil 3.6' de görüldüğü gibi, raylarının üst kotunda etki ettiği kabul edilmektedir. Sisteme etki eden yükler “ α ” katsayısı ile çarpılmaktadır. Bu durumda “ φ ” titreşim katsayısı ile yükler çarpılmayacaktır. Yönetmelikte belirtilen LM71 yük modelinde ivmelenme kuvvetinin en fazla 30 metreye kadar ivmelenme mesafesi için $LLI = 33 \text{ kN/m}$ şiddetinde etki ettiği kabul edilmektedir. Etki eden toplam kuvvet, en fazla 1000kN şiddetinde olmalıdır. Hareket halindeki trenin fren yapması sonucunda oluşacak kuvvet ise, en fazla 300 metreye kadar frenlenme mesafesi için $LLF = 20 \text{ kN/m}$ şiddetinde yaylı kuvvet oluşturduğu kabul edilmektedir. Etki eden toplam kuvvet, en fazla 6000 kN'u geçmeyecek şekilde olmalıdır.



Şekil 3.6. İvmelenme ve fren kuvvetlerinin gösterimi (GÜNDÜZ, C. Baran (2010), sayfa 19)

3.2.5 Deprem Yüğü

4. Bölümde yer alan yaya üstgeçitleri ve perçinli demiryolu köprüsü için deprem yükleri ile spektrumlarının belirlenmesinde 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giren TBDY-2018'den yararlanılmıştır. Bu bölümde çelik yapılarla ilgili deprem yüklerinin hesaplanabilmesi için TBDY-2018'de yer alan esaslardan bahsedilmiştir.

3.2.5.1 Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

Deprem yüğü azaltma katsayısı, R katsayısı olarak bilinmekte olup, deprem etkisinde kalan yapıların alacağı yüğü, süneklik kabulü ve taşıyıcı sistem tipine göre belirlenen bir katsayıdır. Eğer R katsayısı ile çarpmadan deprem yüğü hesaplırsak, yapının deprem esnasında hiç hasar görmemesini sağlayabiliriz, ancak bu ekonomik bakımdan uygun olmayacaktır. Yapı taşıyıcı sistemleri süneklik düzeyi yüksek, süneklik düzeyi karma ve süneklik düzeyi sınırlı olmak üzere TBDY- 2018 4.3.4.2'ye göre üçe ayrılmaktadır. Birbirine dik doğrultularda taşıyıcı sistemlerin süneklik düzeylerinin aynı olması zorunluluğundan bahsedilmiş; ancak farklı taşıyıcı sistem davranış katsayısı R ve bunlara karşılık gelen dayanım fazlalığı katsayısı D 'ye sahip olabilecekleri belirtilmiştir. Çizelge 3.6'da süneklik

düzeyi yüksek çelik yapı sistemleri için taşıyıcı sistem davranış katsayısı ve dayanım fazlalığı katsayısı değerleri göstermektedir.

Çizelge 3.6. Süneklik Düzeyi Yüksek Çelik Bina Sistemleri için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı ve Dayanım Fazlalığı Katsayısı (TBDY 2018 Kısım 4)

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R	Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
C1. Çelik Bina Taşıyıcı Sistemleri Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
C11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek çelik çerçevelerle karşılandığı</i> binalar	8	3	$BYS \geq 3$
C12. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından karşılandığı binalar	8	2.5	$BYS \geq 2$
C13. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından karşılandığı binalar	5	2	$BYS \geq 4$
C14. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	8	3	$BYS \geq 2$
C15. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	6	2.5	$BYS \geq 2$
C16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	4	2	-

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$, sistemin doğal titreşim periyodu T ile spektrum köşe periyodu T_B 'nin durumuna bağlı olup, $R_a(T)$ aşağıda yer almaktadır. Bu çalışmada $R = 4$ olarak alınmıştır.

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \quad T > T_B \quad (3.11)$$

$$R_a(T) = D + \left[\frac{R}{I} - D \right] \frac{T}{T_B} \quad T \leq T_B \quad (3.12)$$

Denklem 3.11 ve 3.12'de taşıyıcı sistem davranış katsayısını (R), dayanım fazlalığı katsayısı (D), yapı önem katsayısını (I) ve yapının titreşim periyodu (T) ifade etmektedir. T_A ve T_B ise yapının yatay tasarım periyotları olup, S_{DS} ve S_{D1} 'e bağlı olarak aşağıda gösterilmiştir.

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}, \quad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.13)$$

3.2.5.2 Mod Birleştirme Yöntemi

Mod Birleştirme Yöntemi, yapının deprem analizinde kullanılan ve Spektrum Analizi olarak da adlandırılan doğrusal bir dinamik hesap yöntemidir. Bu yöntem, TBDY-2018 Bölüm 4'te göre her türlü yapılar için uygulanabilmektedir.

Bu tez çalışmasında, üstgeçitlerin doğrusal deprem hesabında Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmıştır.

TBDY-2018 4.8.1.2 maddesine göre Mod Birleştirme Yönteminde hesaba katılması gereken mod sayısı Y_M , (X) ve (Y) deprem doğrultularında olmak üzere her bir mod için kütle katılım oranı %95'den daha az olmamalıdır.

3.3 Yük Birleşimleri

Sabit ve hareketli yükler ile deprem ve rüzgar yüklerinin belirlenmesi ve bu yüklerin birleştirilerek bina taşıyıcı sistemine etkitilmesi, ÇYTHYE-2016 5.3.1, TBDY-2018 4.4 ve 9.2.5 maddelerine uygun olarak gerçekleştirilecektir.

Yaya üst geçitler için çelik yapı elemanlarının tasarımında kullanılacak yük birleşimleri YDKT'ye göre şöyledir:

- (1) $1.4G$
- (2) $1.2G+1.6Q + 0.5(Q_r \text{ veya } S \text{ veya } R)$
- (3) $1.2G+ 1.6(Q_r \text{ veya } S \text{ veya } R) + (Q \text{ veya } 0.8 W)$
- (4) $1.2G+ 1.0Q + 0.5(Q_r \text{ veya } S \text{ veya } R) + 1.6W$
- (5) $1.2G+1.0Q + 0.2S+1.0E$
- (6) $0.9G+1.6W$
- (7) $0.9G+1.0E$

Yaya üst geçitler için çelik yapı elemanlarının tasarımında kullanılacak yük birleşimleri GKT'ye göre şöyledir:

- (1) G
- (2) $G + Q$
- (3) $G + (Q_r \text{ veya } S \text{ veya } R)$
- (4) $G + 0.75Q + 0.75(Q_r \text{ veya } S \text{ veya } R)$
- (5) $G + 1.0W$
- (6) $G + 0.7E$
- (7) $G + 0.75Q + 0.75(Q_r \text{ veya } S \text{ veya } R) + 0.75W$
- (8) $G + 0.75Q + 0.75S + 0.75(0.7E)$
- (9) $0.6G + W$
- (10) $0.6G + 0.7E$

DBYBHY- 2007'ye göre deprem etkisi, E , aşağıdaki gibi alınmıştır.

(X) doğrultusu için, $E = E_x \pm 0.30E_y$

(Y) doğrultusu için, $E = E_y \pm 0.30E_x$

Yukarıdaki yük birleşimlerinde kullanılan G sabit yükleri, Q hareketli yükü, Q_r çatı katı hareketli yükünü, W_x ve W_y , (X) ve (Y) doğrultularındaki rüzgar yükünü, S kar yükünü, ve E ise deprem yükünü ifade etmektedir.

Perçinli çelik köprü için çelik yapı elemanlarının tasarımında kullanılacak yük birleşimleri AISC / ASD89'ye göre şöyledir:

- (1) $G + Q$
- (2) $G + Q + S$
- (3) $G + G + 1.47LLT + 1.4LL\dot{I} + Q + E_x$
- (4) $G + G + 1.47LLT + 1.4LLF + Q + E_x$
- (5) $G + G + 1.47LLT + 1.4LL\dot{I} + Q + E_y$
- (6) $G + G + 1.47LLT + 1.4LLF + Q + E_y$
- (7) $G + G + 1.47LLT + 1.4LL\dot{I} + Q + W$
- (8) $G + G + 1.47LLT + 1.4LLF + Q + W$
- (9) $G + G + 1.47LLT + 1.4LL\dot{I} + Q + S$
- (10) $G + G + 1.47LLT + 1.4LLF + Q + S$

AISC/ASD89'ye göre deprem etkisi, E, aşağıdaki gibi alınmıştır.

(X) doğrultusu için, $E = E_x \pm 0.30E_y$

(Y) doğrultusu için, $E = E_y \pm 0.30E_x$.

Yukarıdaki yük birleşimlerinde kullanılan G sabit yükleri, Q hareketli yükünü, LLT katar hareketli yükünü, LL $\dot{I}$ katar ivmelenme yükünü, LLF Fren yükünü, W rüzgar yükünü, S kar yükünü ve E ise deprem yükünü ifade etmektedir.

3.4 Yapısal Analizler

Bu çalışmada ele alınan yaya üst geçitlerinin analiz ve tasarımında 2019 yılında yürürlüğe giren TBDY-2018 Yönetmeliği, boyutlandırılmasında 2016 yılında yürürlüğe giren Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik esas alınmıştır. Yaya üst geçitlerin tasarımında her iki yönetmelikte de belirtilen YDKT ve GKT için yük birleşimleri kullanılmıştır. Perçinli çelik köprüde ise çelik yapı elemanlarının tasarımı AISC/ASD89 için yük birleşimleri

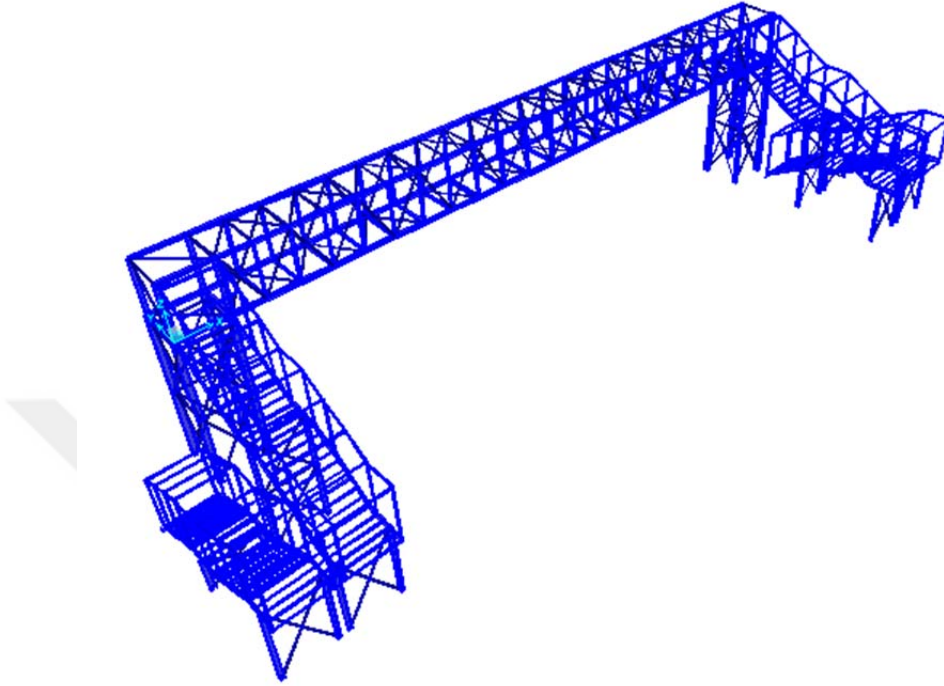
kullanılmıştır. Modelleme veyapısal analizler analizler SAP2000 V22 paket programında, çizimler TEKLA STRUCTURES V21 ve AUTOCAD 2021 paket programında, yük analizleri, birleşim hesapları, kaynaklı birleşim hesapları, Microsoft Excelde hazırlanan program yardımıyla yapılmıştır.

4. YAPI ANALİZLERİ VE TASARIMLARI

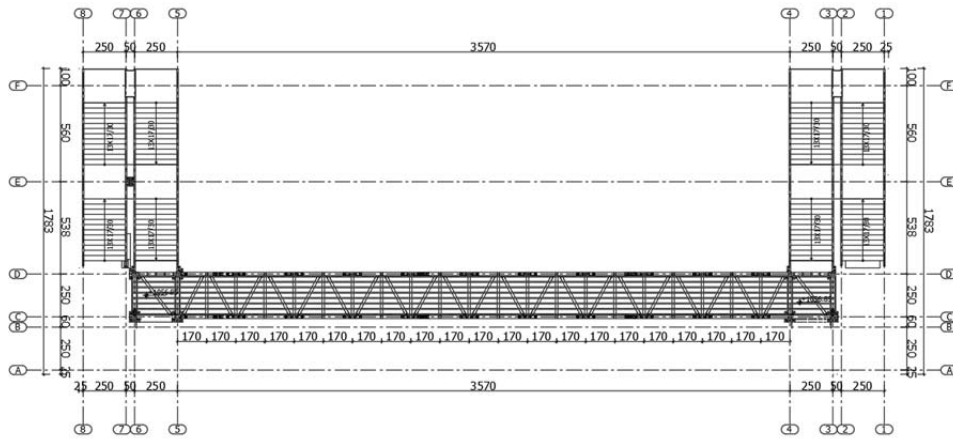
Bu tez çalışmasında üç örnek projenin analiz, tasarım ve birleşim hesapları yapılacaktır.

4.1 Kafes Kiriş Taşıyıcı Sistemli Yaya Üst Geçit Örneği

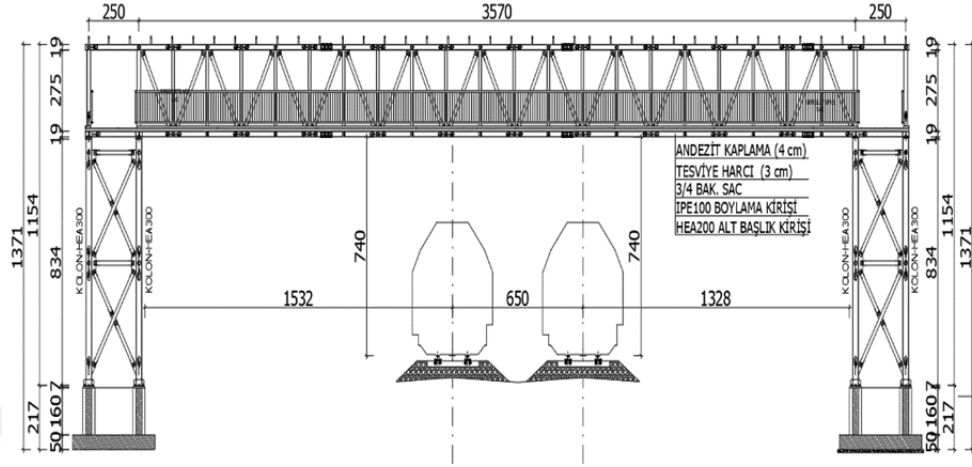
Kafes kiriş iki hat demiryolu hattı üzerinde tasarlanmış olup, üst geçidin demiryolu rayın üstünden kiriş alt başlığına kadar olan yüksekliği 7,4 m'dir, kafes kirişin açıklığı 35 m, genişliği 2,5 m, ve yüksekliği ise 3 m'dir. Kirişin alt ve üst başlıklarda HEA200 profili, kolonlarda HEA300, dikmelerde HEA140, diyagonal ve çaprazlarda ise $\phi 139.7 \times 5$ çapında borular kullanılmıştır. Diyagonal ve çaprazlar üst geçitte mafsallı olarak bağlanmıştır. Kiriş ve kolonların bağlantı noktaları bir tarafta sabit ve diğer tarafta kayıcı olarak mesnetlenmiştir. Şekil 4.1'de üst geçide ait 3 boyutlu SAP2000 modeli, Şekil 4.2'de üst geçit planı, Şekil 4.3'te yapının boykesitleri ve Şekil 4.4'te ise yapının enkesitleri yer almaktadır. Kolon, kiriş ve dikmeler için S275; çapraz ve diyagonal profilleri için S235 çelik malzemesi seçilmiştir.



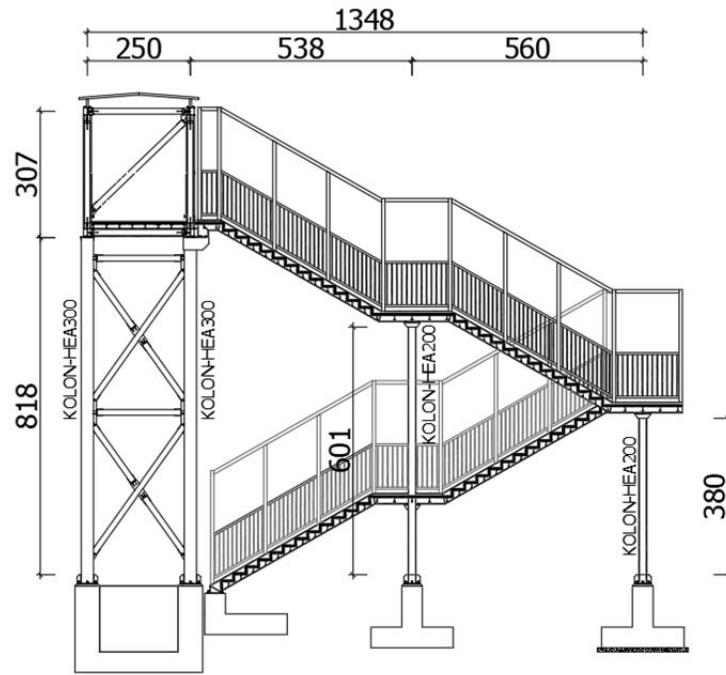
Şekil 4.1. Üst geçidin 3 Boyutlu Sap2000 Modeli



Şekil 4.2. Üst geçit Planı



Şekil 4.3. Üst geçide ait C ve D Aksı boykesitleri



Şekil 4.4. Üst geçide ait 3, 4, 5 ve 6 Aksı enkesitleri

4.1.1 Yükler

Çizelge 4.1. Sabit ve Hareketli Yük Değerleri

Üstgeçit Zati Yükü	:	Program tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır.
Kaplama Birim Hacim Ağırlığı	:	2,400 ton/m ³
G ₂ -Korkuluk Yükü	:	0,05 ton /m
G ₃ -Çatı kaplama (Polikarbonat yükü)	:	0,005 ton/m ²
G ₄ -Kaplama (3/4 Baklavalı Saç) Yükü	:	0,027 ton/m ²
Q ₁ -Üstgeçit Hareketli Yükü	:	0,500 ton/m ²
S-Çatı Kar Yükü	:	Yeni kar yönetmeliğine göre hesaplanmıştır.
W - Rüzgar Yükü	:	Yeni rüzgar yönetmeliğine göre hesaplanmıştır.

4.1.1.1 Sabit ve Hareketli Yükler

- Özağırlık (Dead) Yükleme program tarafından hesaplanacaktır.
- Üstgeçit için kaplama yükü bulunurken; kaplama birim hacim ağırlığı, kaplama kalınlığı ve enleme kirişler arası mesafe ile çarpılmıştır.

$$G_1 = 2,4 \text{ ton/m}^3 \times 0,07 \text{ m} \times 1,70 \text{ m} = 0,286 \text{ ton/m}$$

- Merdiven İçin kaplama yükü bulunurken; kaplama birim hacim ağırlığı, kaplama kalınlığı ve basamak genişliği ile çarpılmıştır.

$$G_1 = 2,4 \text{ ton/m}^3 \times 0,07 \text{ m} \times 0,46 \text{ m} = 0,077 \text{ ton/m}$$

- Korkuluk Yükü

$$G_2 = 0,05 \text{ ton/m}$$

- Üstgeçit için çatı kaplama yükü bulunurken; çatı kaplama yükü ile enleme kirişler arası mesafe çarpılmıştır.

$$G_3 = 0,005 \text{ ton/m}^2 \times 1,70 \text{ m} = 0,009 \text{ ton/m}$$

- Üstgeçit için baklavalı saç yükü bulunurken; baklavalı saç yükü ile enleme kirişler arası mesafe çarpılmıştır.

$$G_4 = 0,027 \text{ ton/m}^2 \times 1,70 \text{ m} = 0,0459 \text{ ton/m}$$

- Merdiven için baklavalı saç yükü bulunurken; baklavalı saç yükü ile basamak genişliği çarpılmıştır.

$$G_4 = 0,027 \text{ ton/m}^2 \times 0,046 \text{ m} = 0,012 \text{ ton/m}$$

- Üstgeçit için hareketli yükü bulunurken; hareketli yük ile enleme kirişler arası mesafesi çarpılmıştır.

$$Q_1 = 0,50 \text{ ton/m}^2 \times 1,70 \text{ m} = 0,850 \text{ ton/m}$$

- Merdiven için hareketli yükü bulunurken; hareketli yük ile enleme kirişler arası mesafesi çarpılmıştır.

$$Q_1 = 0,50 \text{ ton/m}^2 \times 0,46 \text{ m} = 0,230 \text{ ton/m}$$

4.1.1.2 Kar Yüğü Hesabı

Çizelge 4.2. Farklı topografik alanlar için tavsiye edilen C_e değerleri

Topografik bölge	C_e
Rüzgara açık (a)	0,8
Normal (b)	1
Korunmuş (c)	1,2

$C_e = 1$ olarak seçilmiştir .

a: Rüzgara açık topografik alanlar: her coğrafi yönden etkiye maruz kalan, arazi tarafından korunma imkanının olmadığı veya az olduğu daha yüksek yapıların veya ağaçların bulunmadığı engelsiz düz alanlar

b: Normal topografik alanlar: rüzgarın yapı üzerine etkisiyle kar kütlelerinin, arazi, diğer yapılar ve ağaçlar sebebiyle önemli bir değişime uğramadığı alanlar

c: Korunmuş topografik alanlar: dikkate alınan yapının yüksekliğinin önemli ölçüde çevre arazisinden veya çevresindeki yüksek ağaçlardan ve/veya çevresindeki daha yüksek yapılardan düşük olduğu alanlar

Çizelge 4.3. Karın ortalama gevşek yığın birim hacim ağırlığı

Kar tipi	Yığın birim hacim ağırlığı (kN/m ³)
Yeni	1
Yerleşmiş(Kar yağdıktan sonra birkaç saat veya gün geçmiştir)	2
Eski (Kar yağdıktan sonra bir kaç hafta veya ay geçmiştir)	2,5 - 3,5
Islak	4

Çift Eğimli Çatılar İçin

Isı katsayısı C_t , yüksek sıcaklık iletiminden ($>1 \text{ W/m}^2\text{K}$) dolayı, özellikle binanın çatısı altındaki ısı kaybının çatı yüzeyini etkilemesi sebebiyle erimelerin meydana geldiği bazı cam kaplı çatılarda çatı kar yükündeki azalmanın hesaba katılması için kullanılır. Diğer bütün durumlar için $C_t = 1,0$ alınmalıdır.

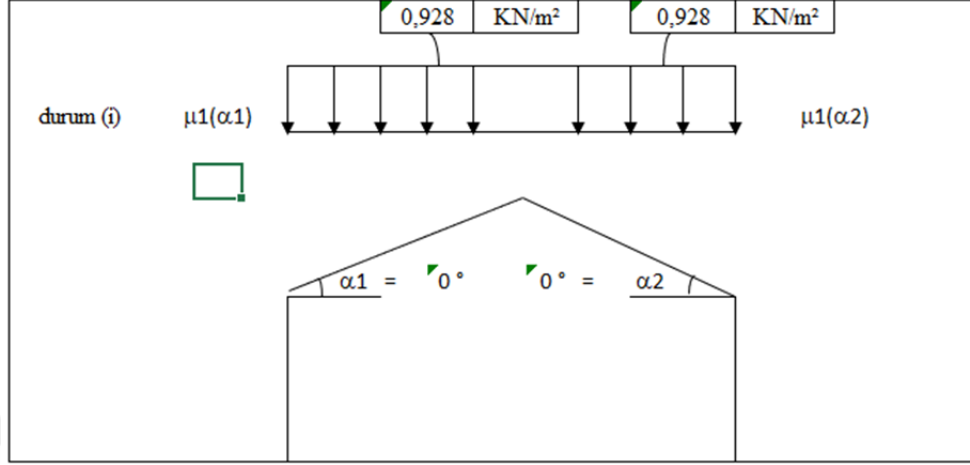
Kar Bölgesi :II

Yapının denizden yüksekliği :1050 m

Kar yükü = $1,16 \text{ kN/m}^2$ Çizelge 3.4 ten alınmıştır.

Durum (i)

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0,8 \times 1 \times 1 \times 1,16 = 0,928 \text{ kN/m}^2$$



Şekil 4.5. Üst geçid kar yüklemesi

- Üstgeçit için kar yükü bulunurken; kar yükü ile enleme kirişler arası mesafesi çarpılmıştır.
 $S = 0,0928 \text{ ton/m}^2 \times 1,70 \text{ m} = 0,1578 \text{ ton/m}$
- Merdiven için kar yükü bulunurken; kar yükü ile enleme kirişler arası mesafesi çarpılmıştır.
 $S = 0,0928 \text{ ton/m}^2 \times 1,7 \text{ m} = 0,1578 \text{ ton/m}$

4.1.1.3 Rüzgar Yükü Hesabı

$V_{b0} = 28,00 \text{ m/sn}$ esas rüzgar hızının temel değeri

$C_{dir} = 1$ Doğrultu katsayısı (Tavsiye edilen değer $1,0$ 'dir.)

$C_{season} = 1$ Mevsim katsayısı (Tavsiye edilen değer $1,0$ 'dir.)

$k = 0,2$ Şekil Parametresi (Tavsiye edilen değer k için.)

$n = 0,5$ Üstel Sayı (Tavsiye edilen değer n için.)

$p = 0,02$ (Tekerrür Süresi 50 yıla eşit için)

$C_o(z) = 1$ esas rüzgâr hızı hesabında orografî dikkate alınır
 (Tavsiye edilen değer $1,0$ dir.)

$K_1 = 1$ Türbülans Katsayısı. (Tavsiye edilen değer $1,0$ 'dir.)

$r = 0,00125 \text{ kN/m}^3$ Havanın yoğunluğu

$Z(h) = 11 \text{ m}$ (Yapı yüksekliği)

$b = 40,70 \text{ m}$ (Yapı uzunluğu)

$d = 2,50 \text{ m}$ (Yapı genişliği)

$Z_{o1} = 0,3 \text{ m}$ (Arazi kategori) III için

$Z_{o2} = 0,05 \text{ m}$ (Arazi kategori) II için

$Z_{\min} = 5 \text{ m}$ $Z_{\max} = 200 \text{ m}$ $\alpha = 0^\circ$ (Çatı eğimi)

$$C_{\text{prop}} = \left[\frac{1 - K \cdot \ln(1-p)}{1 - K \cdot \ln(1 - \ln(0,98))} \right] = 1 \quad (\text{TS EN 1991_1_4})$$

Esas rüzgar hızı (V_b)

$$V_b = C_{\text{dir}} \cdot C_{\text{season}} \cdot V_{b0} \cdot C_{\text{pro}} \quad (\text{TS EN 1991_1_4})$$

$$V_b = 1 \times 1 \times 28,00 \text{ m/sn} \times 1 = 28,00 \text{ m/sn}$$

Engelbelilik uzunluğu (K_r)

$$K_r = 0,19 \left(\frac{Z_{o1}}{Z_{o2}} \right)^{0,07} = 0,19 \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215 \quad (\text{TS EN 1991_1_4})$$

Engelbelilik katsayısı $C_r(z)$

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln \left(\frac{z(h)}{Z_{o1}} \right) = 0,215 \times \ln \left(\frac{11}{0,3} \right) = 0,776 \quad Z_{\min} \leq z \leq Z_{\max}$$

Ortalama Rüzgâr Hızı $V_m(z)$

$$V_m(z) = C_r(z) \cdot C_o(z) \cdot V_b = 0,776 \times 1 \times 28 = 21,72 \text{ m/sn}$$

Rüzgar Türbülansı (σ_v)

$$\sigma_v = K_r \cdot V_b \cdot K_I = 0,215 \times 28 \times 1 = 6,031 \quad (\text{TS EN 1991_1_4 Denk.(4.6)})$$

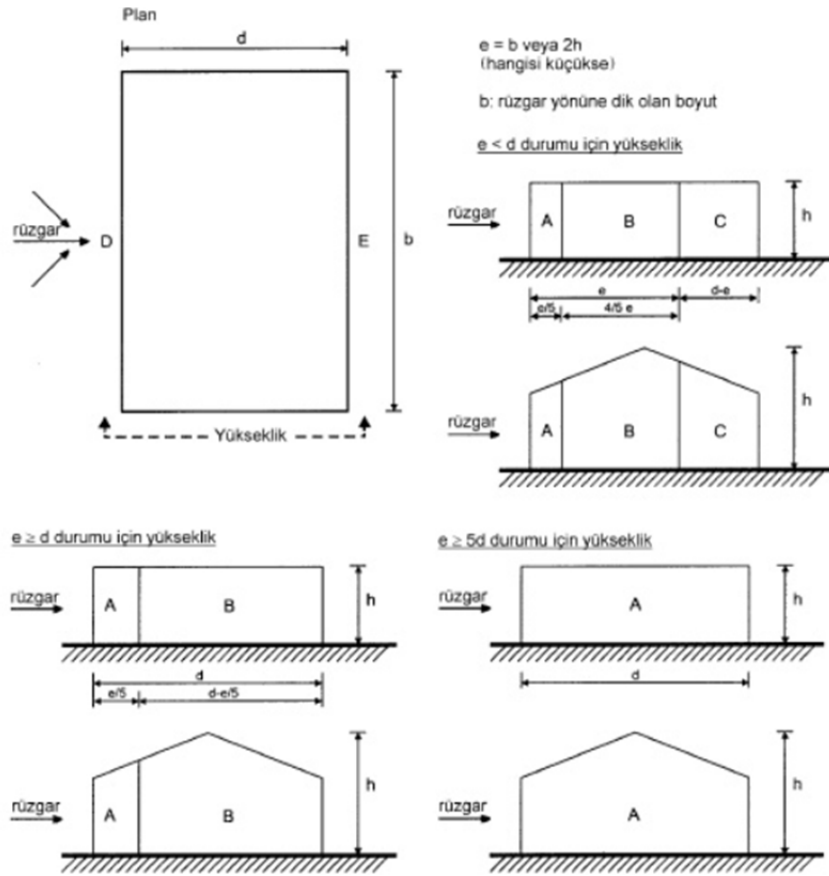
Z metre Yükseklikteki Türbülans Şiddeti $I_v(z)$

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{V_m(z)} = \frac{6,031}{21,723} = 0,278 \quad Z_{\min} \leq z \leq Z_{\max}$$

Tepe Hız Kaynaklı Rüzgar Hasıncı $q_p(z)$ (TS EN 1991_1_4 Denk.(4.8))

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \frac{1}{2} \rho v^2 m(z)$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \times 0,278] \frac{1}{2} 0,00125 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \times 21,723 \times 21,723 = 0,868 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



Şekil 4.6. A-B-C-D-E Tipi Düşey Duvarlar

Rüzgar Yönü $\theta = 0^\circ$ İçin üst geçide etkiyen rüzgar yükünün belirlenmesi

$b = 41$ m (Rüzgar yönüne dik boyut)

$d = 2,5$ m

$e = b$ veya $2h$ (Hangisi küçükse)

$e = \min(b; 2h) = \min(41; 2 \times 11) = 22$ m

$e = 22$ m $>$ $d = 2,5$ m 3. durum geçerli

$e = 22$ m $>$ $5d = 12,5$ m 3. durum geçerli

$h / d = 11 / 2,5 = 4,4 > 0,25$

Çizelge 4.4. Dikdörtgen Planlı Binaların Düşey Duvarları için Tavsiye Edilen Dış Basınç Katsayısı Değerleri

Bölge	A		B		C		D		E	
h / d	c _{pe,10}	c _{pe,1}	c _{pe,10}	c _{pe,1}	c _{pe,10}	c _{pe,1}	c _{pe,10}	c _{pe,1}	c _{pe,10}	c _{pe,1}
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1,0	-0,5	
≤ 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,7	1,0	-0,3	

Çizelge 4.5. Düşey Duvarlar için c_{pe,10} Dış Basınç Katsayıları

Bölge	A	B	C	D	E
c _{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,68

Güvenli tarafta kalmak için yönetmelikte " $h/d \leq 1$ olan binalar için bileşke kuvvet 0,85 ile çarpılır." ifadesi dikkate alınmamıştır. Bir duvara, çatıya veya yapı elemanına etkiyen net basınç, elemanların zıt yüzeylerde oluşan basınçların yönleri (işaretleri) de dikkate alınarak hesaplanan farkına eşittir. Bu örnekte iç basınç katsayısı, c_{pi} değeri +0,2 veya -0,3 olmak üzere, TS EN 1991-1-4 Bölüm 7.2.9 Not (2) uyarınca, tavsiye edilen değerleri kullanılarak hesaplanan net basınç katsayıları aşağıda verilmektedir.

Çizelge 4.6. Düşey Duvarlar İçin c_{pnet} Net Basınç Katsayıları (c_{pi} = -0,3) için

Bölge	A	B	C	D	E
c _{pnet} = c _{pe} - c _{pi}	-0,9	-0,5	-0,2	1,1	-0,38
w(z)=c _{pnet} · q _p (z)	-0,78	-0,43	-0,17	0,95	-0,33

Çizelge 4.7. Düşey Duvarlar İçin c_{pnet} Net Basınç Katsayıları (c_{pi} = +0,2) için

Bölge	A	B	C	D	E
c _{pnet} = c _{pe} - c _{pi}	-1,4	-1	-0,7	0,6	-0,88
w(z)=c _{pnet} · q _p (z)	-1,22	-0,87	-0,61	0,52	-0,76

Çizelge 4.8. Kullanılacak $w(z)$ $\{kN/m^2\}$ ($c_{pi} = +0,2$ için)

Bölge	A	B	C	D	E
$w(z)=c_{pnet} \cdot q_p(z)$	-1,22	-0,87	-0,61	0,52	-0,76

Dikmelere Gelen Rüzar Basıncı E ve D Bölgesi için

W_{YP} - Y Yönü Rüzar Basıncı E Bölgesi

- Üst geçit için Y Yönü Rüzar Basıncı E Bölgesi yükünü bulunurken Rüzar Basıncı dikmeler arasındaki mesafe ile çarpılmıştır.

$$W_{YP} = 0,052 \text{ ton/m}^2 \times 1,70 \text{ m} = 0,089 \text{ ton/m}$$

- W_{YN} - Y Yönü (Rüzar emme D bölgesi)
- Üst geçit için Y (Yönü (Rüzar emme D bölgesi) yükü bulunurken; Rüzar yükü dikmeler arasındaki mesafe ile çarpılmıştır.

$$W_{YN} = 0,076 \text{ ton/m}^2 \times 1,70 \text{ m} = 0,130 \text{ ton/m}$$

Deprem yükü (E): SAP2000 programına tanımlanacak deprem spektrumunun belirlenmesinde TBDY-2018' den faydalanılmıştır.

Yapının bulunduğu yerde zemin tipi : ZD

Bina önem katsayısı: 1

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı R_x/R_y : 4/4 - (TBDY-2018-Tablo4.1)

Çarpan değer (Scale Factor) = $A_0 \cdot I \cdot g / R = 1 \times 9,81 / 4 = 2,4525$

A_0 : Değeri SAP2000 program tarafından otomatik olarak hesaplanacak

Mass Source Data

Mass Source Name: MSSSRC1

Mass Source

☐ Element Self Mass and Additional Mass

☒ Specified Load Patterns

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
G2	1,
DEAD	1,
Q1	0,3
G1	1,
G2	1,
G3	1,
G4	1,

Buttons: Add, Modify, Delete, OK, Cancel

Şekil 4.7 Kütle Kaynağı

Function Name: SPECTRUM

Function Damping Ratio: 0,05

Parameters

0.2 Sec Spectral Accel, Ss: 0,223

1 Sec Spectral Accel, S1: 0,061

Long-Period Transition Period: 6,

Site Class: ZD

Site Coefficient, Fs: 1,6

Site Coefficient, F1: 2,4

Design Spectrum Direction: Horizontal

Calculated Values for Response Spectrum Curve

SDS = $F_s \cdot S_s$: 0,3568

SD1 = $F_1 \cdot S_1$: 0,1464

Define Function

Period	Acceleration
0,	0,1427
0,0821	0,3568
0,4103	0,3568
0,6	0,244
0,8	0,183
1,	0,1464
1,2	0,122
1,4	0,1046

Function Graph

Graph showing the response spectrum curve with a red dot at (1,0625, 0,1388).

Buttons: Convert to User Defined, Display Graph, OK, Cancel

Şekil 4.8 Tepki Spektrumu

Load Case Name: EX Set Def Name Modify/Show...

Notes

Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:

- ☒ CQC
- ☐ SRSS
- ☐ Absolute
- ☐ GMC
- ☐ NRC 10 Percent
- ☐ Double Sum

GMC f1: 1, GMC f2: 0, Periodic + Rigid Type: SRSS

Modal Load Case:

Use Modes from this Modal Load Case: MODAL

- ☒ Standard - Acceleration Loading
- ☐ Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	SPECTURM	2.4525
Accel	U1	SPECTURM	2.4525

Add Modify Delete

☐ Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:

Modal Damping: Constant at 0,05 Modify/Show...

OK Cancel

Şekil 4.9 X Yönünde Deprem Yüklemesi

Load Case Name: EY Set Def Name Modify/Show...

Notes

Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:

- ☒ CQC
- ☐ SRSS
- ☐ Absolute
- ☐ GMC
- ☐ NRC 10 Percent
- ☐ Double Sum

GMC f1: 1, GMC f2: 0, Periodic + Rigid Type: SRSS

Modal Load Case:

Use Modes from this Modal Load Case: MODAL

- ☒ Standard - Acceleration Loading
- ☐ Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U2	SPECTURM	2.4525
Accel	U2	SPECTURM	2.4525

Add Modify Delete

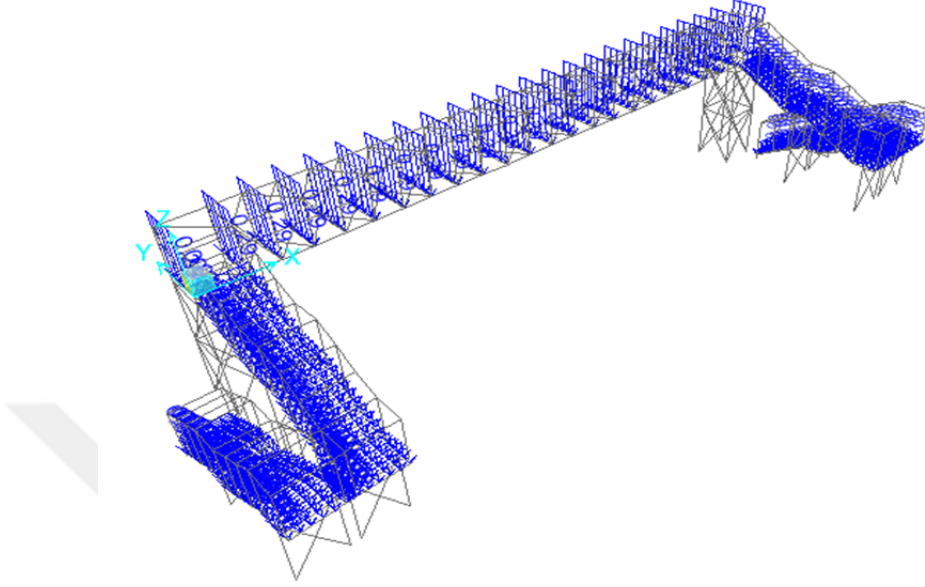
☐ Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:

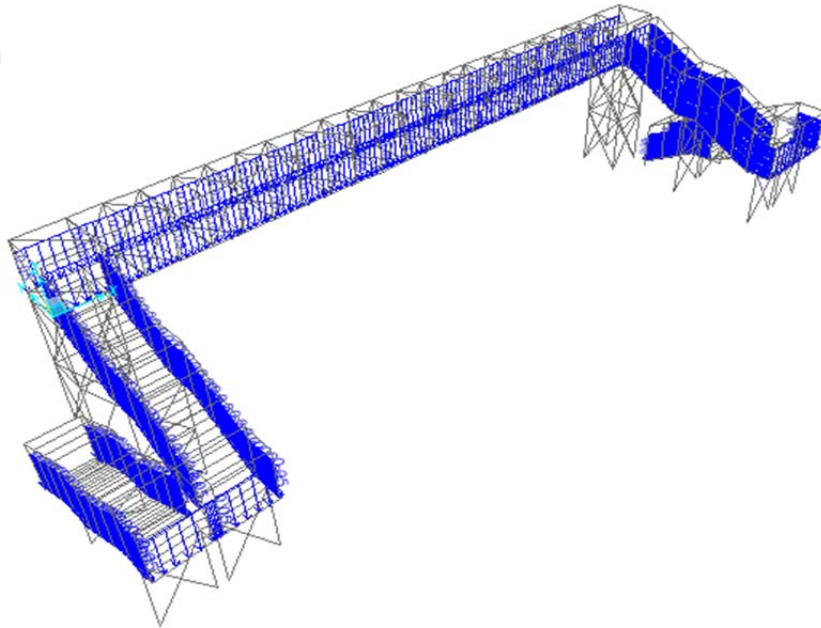
Modal Damping: Constant at 0,05 Modify/Show...

OK Cancel

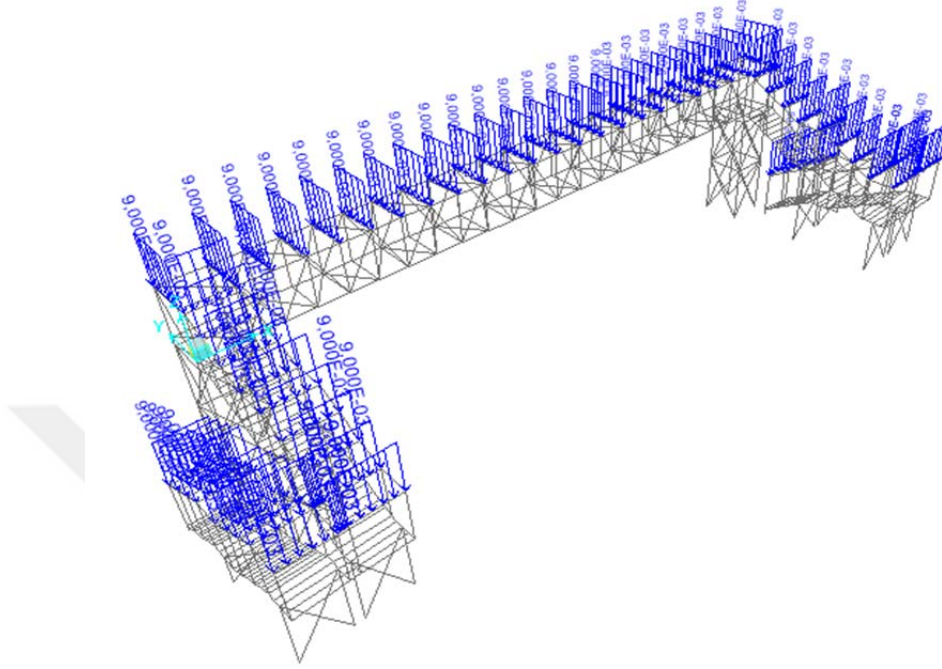
Şekil 4.10 Y Yönünde Deprem Yüklemesi



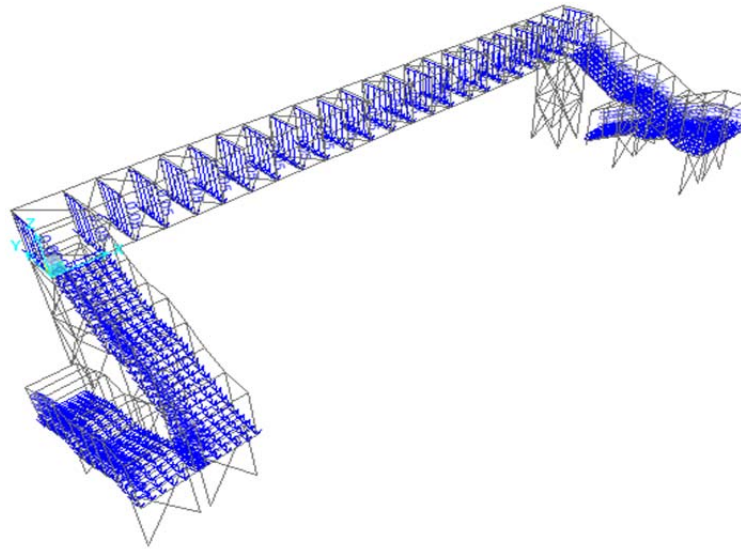
Şekil 4.11 G_1 Yükleme



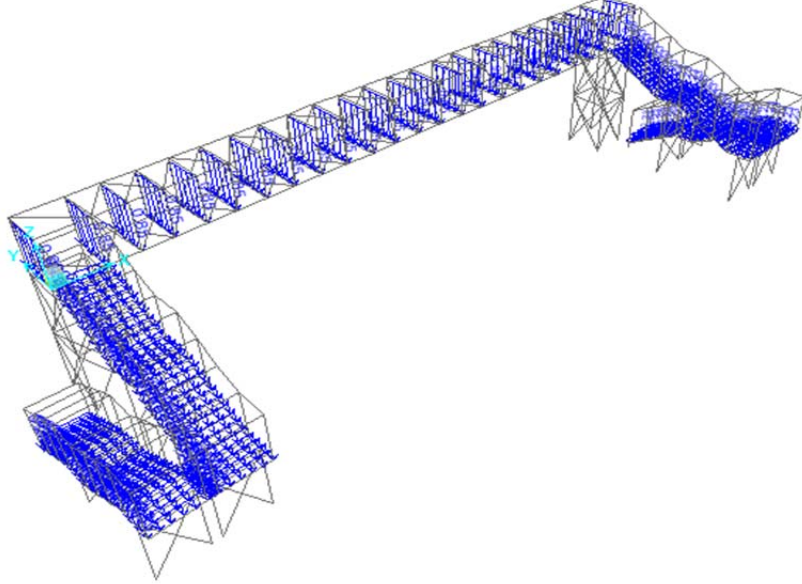
Şekil 4.12 G_2 Yükleme



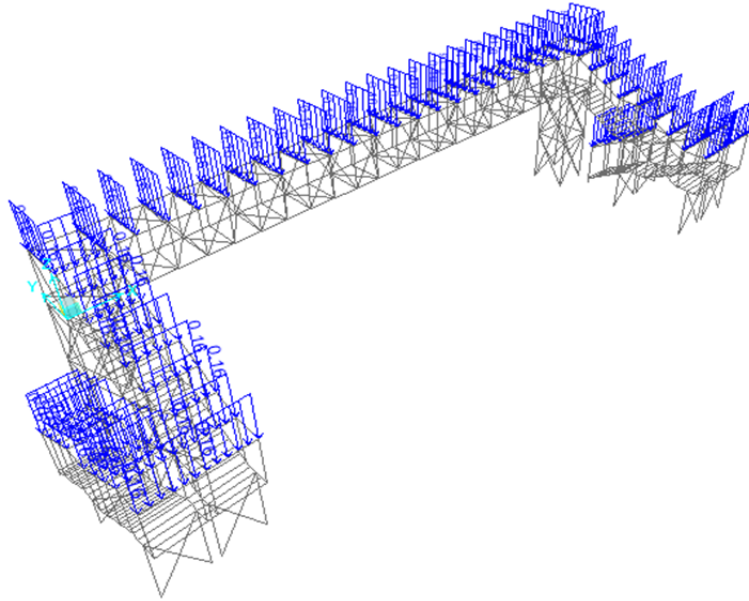
Şekil 4.13 G₃ Yükleme



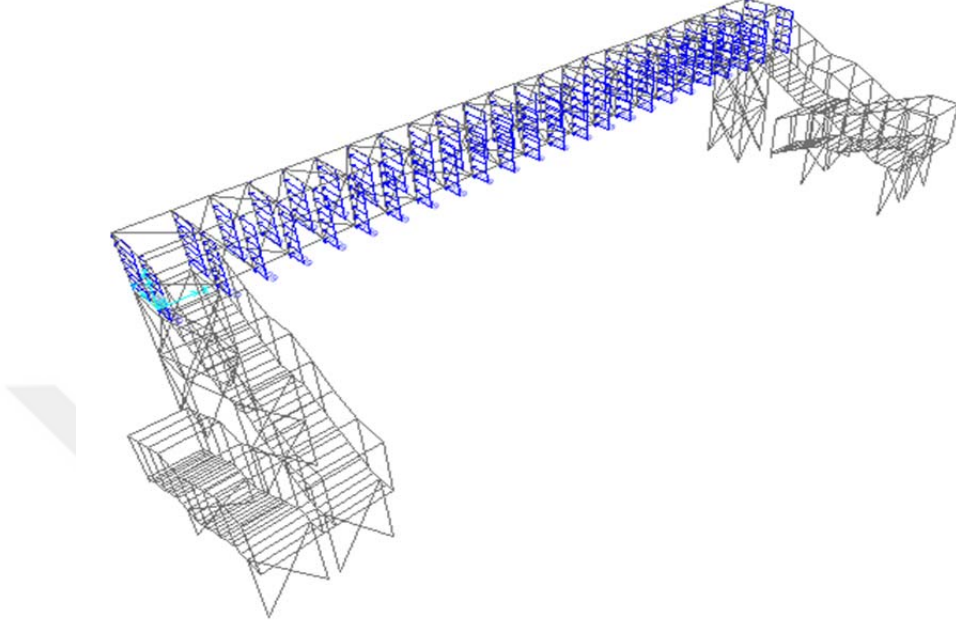
Şekil 4.14 G₄ Yükleme



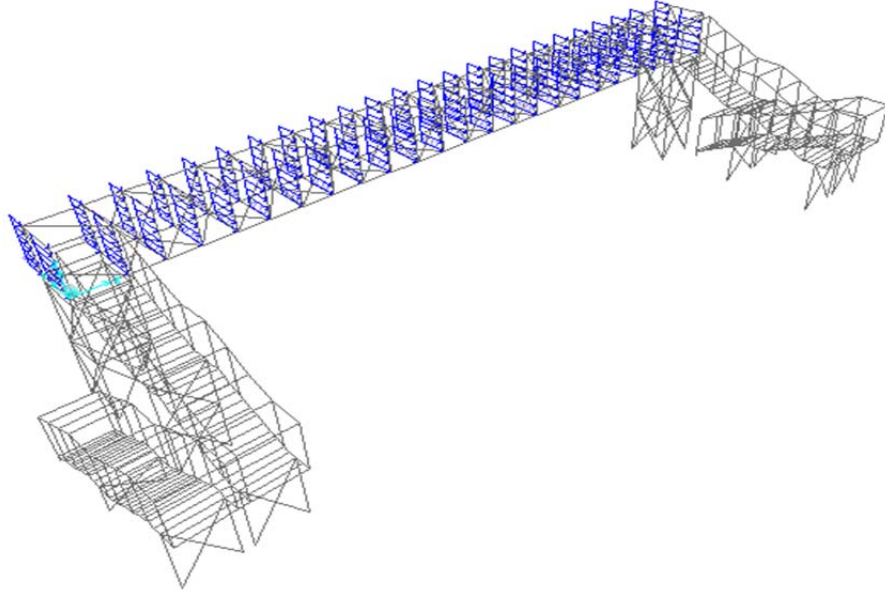
Şekil 4.15 Q_1 Yükleme



Şekil 4.16 S Yükleme



Şekil 4.17 W_{yp} Yükleme



Şekil 4.18 W_{vN} Yükleme

4.1.2 YDKT'ye Göre Yük Birleşimleri

Çizelge 4.9 YDKT'ye Göre Yük Birleşimleri

YÜK BİRLEŞİMLERİ			
ComboName	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Unitless
G	Linear Static	G2	1
G	Linear Static	G4	1
G	Linear Static	G3	1
G	Linear Static	DEAD	1
G	Linear Static	G1	1
1.4G	Response Combo	G	1,4
1.2G+1.6Q+0,5Qr	Linear Static	S	0,5
1.2G+1.6Q+0,5Qr	Linear Static	Q1	1,6
1.2G+1.6Q+0,5Qr	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WXN	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WXN	Linear Static	S	0,5
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WXN	Linear Static	WXN	1,6
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP	Linear Static	S	0,5
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP	Linear Static	WYP	1,6
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN	Linear Static	S	0,5
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN	Linear Static	WYN	1,6
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WXP	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WXP	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WXP	Linear Static	S	0,5
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WXP	Linear Static	WXP	1,6
1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN	Linear Static	S	0,2
1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN	Linear Static	EX	-1

Çizelge 4.9.(devamı)

1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN	Linear Static	EY	-0,3
1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP	Linear Static	S	0,2
1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP	Linear Static	EY	1
1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP	Linear Static	EX	0,3
1.2G+1.0Q+0.2S+1EXP+0,3EYP	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.2S+1EXP+0,3EYP	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.0Q+0.2S+1EXP+0,3EYP	Linear Static	S	0,2
1.2G+1.0Q+0.2S+1EXP+0,3EYP	Linear Static	EX	1
1.2G+1.0Q+0.2S+1EXP+0,3EYP	Linear Static	EY	0,3
1.2G+1.0Q+0.2S-1EYN-0,3EXN	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.2S-1EYN-0,3EXN	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.0Q+0.2S-1EYN-0,3EXN	Linear Static	S	0,2
1.2G+1.0Q+0.2S-1EYN-0,3EXN	Linear Static	EY	-1
1.2G+1.0Q+0.2S-1EYN-0,3EXN	Linear Static	EX	-0,3
0.9G+1.6WXP	Response Combo	G	0,9
0.9G+1.6WXP	Linear Static	WXP	1,6
0.9G+1.6WXN	Response Combo	G	0,9
0.9G+1.6WXN	Linear Static	WXN	1,6
0.9G+1.6WYP	Response Combo	G	0,9
0.9G+1.6WYP	Linear Static	WYP	1,6
0.9G+1.6WYN	Response Combo	G	0,9
0.9G+1.6WYN	Linear Static	WYN	1,6
0.9G+1.0EXP	Response Combo	G	0,9
0.9G+1.0EXP	Linear Static	EX	1
0.9G-1.0EXN	Response Combo	G	0,9
0.9G-1.0EXN	Linear Static	EX	-1
0.9G+1.0EYP	Response Combo	G	0,9
0.9G+1.0EYP	Linear Static	EY	1
0.9G-1.0EYN	Response Combo	G	0,9
0.9G-1.0EYN	Linear Static	EY	-1
1.2G+1.6Qr	Response Combo	G	1,4

Çizelge 4.9.(devamı)

1.2G+1.6Qr	Linear Static	S	1,6
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP	Linear Static	S	1,6
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP	Linear Static	WXP	0,8
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXN	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXN	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXN	Linear Static	S	1,6
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXN	Linear Static	WXN	0,8
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYP	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYP	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYP	Linear Static	S	1,6
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYP	Linear Static	WYP	0,8
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYN	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYN	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYN	Linear Static	S	1,6
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYN	Linear Static	WYP	0,8
G+Q	Response Combo	G	1
G+Q	Linear Static	Q1	1

4.1.3 YDKT'ye Göre Düşey Deplasman Değerleri

Çizelge 4.10. YDKT'ye Göre Düşey Deplasman Değerleri

Kafes giriş düşey deplasman değerleri l = 35m					
Joint	OutputCase	U3	Mutlak U3	Max. Sehim	Kontrol
Text	Text	m	cm	L/300 (cm)	OK / Hata
1	G+Q	-0,00057	0,0571	11,667	OK
2	G+Q	-0,00036	0,0363	11,667	OK
6	G+Q	-0,00055	0,055	11,667	OK
7	G+Q	-0,0008	0,0802	11,667	OK
175	G+Q	-0,00818	0,8175	11,667	OK
176	G+Q	-0,00811	0,8109	11,667	OK
259	G+Q	-0,01598	1,5979	11,667	OK
279	G+Q	-0,045	4,5002	11,667	OK
280	G+Q	-0,045	4,5003	11,667	OK
283	G+Q	-0,04825	4,8247	11,667	OK
284	G+Q	-0,04817	4,8171	11,667	OK
287	G+Q	-0,05037	5,0368	11,667	OK
288	G+Q	-0,05037	5,037	11,667	OK
291	G+Q	-0,05148	5,148	11,667	OK
292	G+Q	-0,05141	5,1405	11,667	OK
295	G+Q	-0,05142	5,1416	11,667	OK
296	G+Q	-0,05142	5,1417	11,667	OK
299	G+Q	-0,05032	5,0323	11,667	OK
300	G+Q	-0,05025	5,0248	11,667	OK
303	G+Q	-0,04807	4,8072	11,667	OK
304	G+Q	-0,04807	4,8074	11,667	OK
307	G+Q	-0,04485	4,4849	11,667	OK
308	G+Q	-0,04477	4,4774	11,667	OK
311	G+Q	-0,04056	4,0562	11,667	OK
312	G+Q	-0,04056	4,0563	11,667	OK
315	G+Q	-0,03543	3,5433	11,667	OK
316	G+Q	-0,03536	3,5358	11,667	OK
319	G+Q	-0,02941	2,9408	11,667	OK
320	G+Q	-0,02941	2,9409	11,667	OK
323	G+Q	-0,02275	2,2746	11,667	OK
324	G+Q	-0,02267	2,2672	11,667	OK
327	G+Q	-0,01544	1,5437	11,667	OK
328	G+Q	-0,01545	1,5445	11,667	OK
331	G+Q	-0,00753	0,7528	11,667	OK
332	G+Q	-0,00764	0,7637	11,667	OK
335	G+Q	-0,00025	0,0246	11,667	OK

Çizelge 4 .10’de görüldüğü üzere, açıklıktaki maksimum düşey deplasman 291. elamanda 5,14 cm çıkmıştır. İzin verilen deplasman değeri 11,667 cm olup, (G +Q) yük birleşimi altında elde edilen deplasman izin verilen deplasmandan küçüktür.

4.1.4 GKT’ye göre Yük Birleşimleri

Çizelge 4.11. GKT’ye göre Yük Birleşimleri

YÜK BİRLEŞİMLERİ			
ComboName	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Unitless
G	Linear Static	G2	1
G	Linear Static	G4	1
G	Linear Static	G3	1
G	Linear Static	DEAD	1
G	Linear Static	G1	1
G+Q	Response Combo	G	1
G+Q	Linear Static	Q1	1
Q	Linear Static	Q1	1
Q	Linear Static	Q2	1
G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EX	Response Combo	G	1
G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EX	Response Combo	Q	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EX	Linear Static	S	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EX	Response Spectrum	EX	0,525
G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EX	Response Combo	G	1
G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EX	Response Combo	Q	0,75
G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EX	Linear Static	S	0,75
G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EX	Response Spectrum	EX	-0,525
G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EY	Response Combo	G	1
G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EY	Response Combo	Q	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EY	Linear Static	S	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EY	Response Spectrum	EY	0,525
G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EY	Response Combo	G	1
G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EY	Response Combo	Q	0,75
G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EY	Linear Static	S	0,75
G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EY	Response Spectrum	EY	-0,525
G+0,7EX	Response Combo	G	1
G+0,7EX	Response Spectrum	EX	0,7
G-0,7EX	Response Combo	G	1
G-0,7EX	Response Spectrum	EX	-0,7

Çizelge 4.11.(devamı)

G+0,7EY	Response Combo	G	1
G+0,7EY	Response Spectrum	EY	0,7
G-0,7EY	Response Combo	G	1
G-0,7EY	Response Spectrum	EY	-0,7
G+0,75Q+0,75S+0,75WYP	Response Combo	G	1
G+0,75Q+0,75S+0,75WYP	Response Combo	Q	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WYP	Linear Static	WYP	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WYP	Linear Static	S	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WYN	Response Combo	G	1
G+0,75Q+0,75S+0,75WYN	Response Combo	Q	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WYN	Linear Static	WYP	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WYN	Linear Static	S	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WYN	Linear Static	WYN	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXN	Response Combo	G	1
G+0,75Q+0,75S+0,75WXN	Response Combo	Q	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXN	Linear Static	WYP	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXN	Linear Static	S	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXN	Linear Static	WXN	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXP	Response Combo	G	1
G+0,75Q+0,75S+0,75WXP	Response Combo	Q	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXP	Linear Static	WYP	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXP	Linear Static	S	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXP	Linear Static	WXP	0,75
G+WYP	Response Combo	G	1
G+WYP	Linear Static	WYP	1
G+WYN	Response Combo	G	1
G+WYN	Linear Static	WYN	1
G+WXP	Response Combo	G	1
G+WXP	Linear Static	WXP	1
G+WXN	Response Combo	G	1
G+WXN	Linear Static	WXN	1
0,6G+0,7EX	Response Combo	G	0,6
0,6G+0,7EX	Response Spectrum	EX	0,7
0,6G-0,7EX	Response Combo	G	0,6
0,6G-0,7EX	Response Spectrum	EX	-0,7
0,6G+0,7EY	Response Combo	G	0,6
0,6G+0,7EY	Response Spectrum	EY	0,7
0,6G-0,7EY	Response Combo	G	0,6
0,6G-0,7EY	Response Spectrum	EY	-0,7
G+0,5S	Response Combo	G	1
G+0,5S	Linear Static	S	0,5
G+0,5S+WYP	Response Combo	G	1
G+0,5S+WYP	Linear Static	S	0,5

Çizelge 4.11.(devamı)

G+0,5S+WYP	Linear Static	WYP	1
G+0,5S+WYN	Response Combo	G	1
G+0,5S+WYN	Linear Static	S	0,5
G+0,5S+WYN	Linear Static	WYN	1
G+0,5S+WXP	Response Combo	G	1
G+0,5S+WXP	Linear Static	S	0,5
G+0,5S+WXP	Linear Static	WXP	1
G+0,5S+WXN	Response Combo	G	1
G+0,5S+WXN	Linear Static	S	0,5
G+0,5S+WXN	Linear Static	WXN	1

4.1.5 GKT'ye göre Düşey Deplasman Değerleri

Çizelge 4.12. GKT'ye göre Düşey Deplasman Değerleri

Kafes giriş düşey deplasman değerleri l = 35m					
Joint	OutputCase	U3	Mutlak U3	Max. Sehim	Kontrol
Text	Text	m	cm	L/300 (cm)	OK / Hata
2	G+Q	-0,00049	0,0489	11,667	OK
7	G+Q	-0,00094	0,0939	11,667	OK
175	G+Q	-0,00852	0,8521	11,667	OK
176	G+Q	-0,00846	0,8455	11,667	OK
259	G+Q	-0,01653	1,6525	11,667	OK
260	G+Q	-0,01641	1,6414	11,667	OK
263	G+Q	-0,02384	2,3841	11,667	OK
264	G+Q	-0,02385	2,3845	11,667	OK
271	G+Q	-0,03674	3,6739	11,667	OK
272	G+Q	-0,03674	3,6741	11,667	OK
275	G+Q	-0,04203	4,2032	11,667	OK
276	G+Q	-0,04196	4,1958	11,667	OK
279	G+Q	-0,04631	4,6306	11,667	OK
280	G+Q	-0,04631	4,6308	11,667	OK
283	G+Q	-0,04966	4,966	11,667	OK
284	G+Q	-0,04959	4,9585	11,667	OK
287	G+Q	-0,05186	5,1857	11,667	OK
288	G+Q	-0,05186	5,1859	11,667	OK
291	G+Q	-0,05304	5,3039	11,667	OK

Çizelge 4.12.(devamı)

292	G+Q	-0,05297	5,2965	11,667	OK
295	G+Q	-0,05301	5,3008	11,667	OK
296	G+Q	-0,05301	5,301	11,667	OK
299	G+Q	-0,05194	5,1942	11,667	OK
300	G+Q	-0,05187	5,1869	11,667	OK
303	G+Q	-0,04968	4,9679	11,667	OK
304	G+Q	-0,04968	4,9682	11,667	OK
307	G+Q	-0,04644	4,6437	11,667	OK
308	G+Q	-0,04636	4,6363	11,667	OK
311	G+Q	-0,04209	4,2087	11,667	OK
312	G+Q	-0,04209	4,2089	11,667	OK
315	G+Q	-0,03689	3,6888	11,667	OK
316	G+Q	-0,03681	3,6814	11,667	OK
319	G+Q	-0,03075	3,0747	11,667	OK
320	G+Q	-0,03075	3,075	11,667	OK
323	G+Q	-0,02396	2,3961	11,667	OK
324	G+Q	-0,02389	2,3888	11,667	OK
327	G+Q	-0,01648	1,6479	11,667	OK

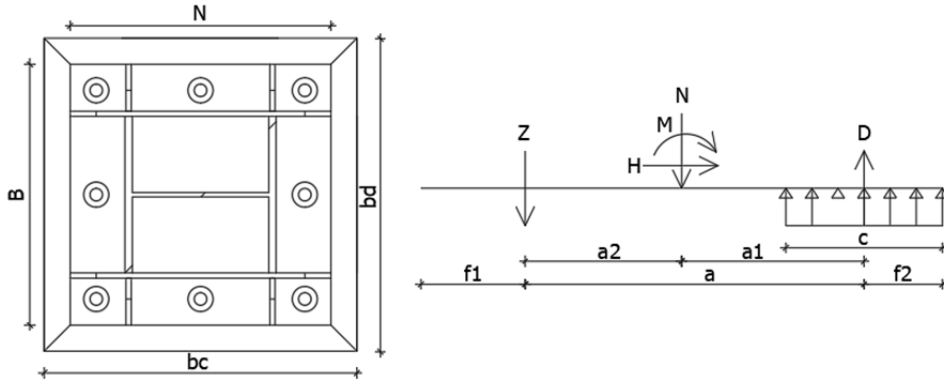
Çizelge 4.12’de görüldüğü üzere, açıklıktaki maksimum düşey deplasman 291. elemanda 5,303 cm çıkmıştır. Maksimum deplasman (G + Q) yük birleşimi altında elde edilmiş olup, deplasman izin verilen deplasmandan küçüktür.

4.1.6 Birleşim Hesapları

4.1.6.1 Taban Birleşim Hesabı

YDKT için Tasarım

$$P_u = 545,18 \text{ kN}, M_u = 112,49 \text{ kNm}, V_x = 13,19 \text{ kN}, V_y = 3,04 \text{ kN}$$



Şekil 4.19 Taban birleşim plan ve kesiti

Maksimum Basınç ve Çekme Kuvvetleri ile Beton Ezilme Dayanımı
(Yönetmelik madde 13.7 uyarınca)

$$A_1 = 500 \text{ mm} \times 500 \text{ mm} = 250000 \text{ mm}^2 \text{ (Taban levhası alanı)}$$

$$A_2 = 600 \text{ mm} \times 600 \text{ mm} = 360000 \text{ mm}^2 \text{ (Beton yüzeyi alanı)}$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2,00 \text{ olmak üzere beton ezilme dayanımı}$$

$$P_p = 0,85 \cdot f_{ck} \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1,7 \cdot f_{ck} \cdot A_1$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{360000 \text{ mm}^2}{250000 \text{ mm}^2}} = 1,2 < 2 \text{ ise OK}$$

$$P_p = 0,85 \cdot f_{ck} \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

$$P_p = 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 250000 \text{ mm}^2 \times 1,2 = 7650,00 \text{ kN}$$

$$P_p = 1,7 \cdot f_{ck} \cdot A_1 \quad P_p = 1,7 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 250000 \text{ mm}^2 = 12750,00 \text{ kN}$$

Eğer $7650,00 \text{ kN} < 12750,00 \text{ kN}$ ise OK

Küçük olan kullanılacak $P_p = 7650,00 \text{ kN}$

$c = 125,00 \text{ mm}$ (Basınç bölgesi derinliği: %25 N)

$a = 387,50 \text{ mm}$ ($a_1 + a_2$)

$a_1 = 187,50 \text{ mm}$ ($N/2 - c/2$)

$a_2 = 200,00 \text{ mm}$ ($N/2 - f_1$)

$\max D = (112,49 \text{ kNm} + 545 \text{ kN} \times 0,20 \text{ m}) / 0,388 \text{ m} = 571,67 \text{ kN}$

$\max Z = (112,49 \text{ kNm} - 545 \text{ kN} \times 0,188 \text{ m}) / 0,388 \text{ m} = 26,49 \text{ kN}$

Tasarım ezilme dayanımı

$\phi_c = 0,65$ (Yönetmelik Bölüm 12.7.2.1)

$P_p = 0,65 \times 7650 \text{ kN} = 4972,50 \text{ kN}$

$\max D / P_d = 571,67 \text{ kN} / 4972,50 \text{ kN} = 0,115 < 1$ ise OK

GKT için Tasarım

$P_u = 291,383 \text{ kN}$ $M_u = 58,07 \text{ kNm}$ $V_x = 6,82 \text{ kN}$ $V_y = 1,72 \text{ kN}$

$\max D = (58,07 \text{ kNm} + 291,383 \text{ kN} \times 0,20 \text{ m}) / 0,388 \text{ m} = 300,26 \text{ kN}$

$\max Z = (58,07 \text{ kNm} - 291,383 \text{ kN} \times 0,188 \text{ m}) / 0,388 \text{ m} = 8,87 \text{ kN}$

Tasarım ezilme dayanımı

$\Omega = 2,31$ (Yönetmelik Bölüm 12.7.2.1)

$P_p / \Omega = 7650,00 \text{ kN} / 2,31 = 3311,69 \text{ kN}$

$\max D / P_d = 300,26 \text{ kN} / 3311,69 \text{ kN} = 0,09 < 1$ ise OK

Taban Levhası Kontrolü

$N = 500,00 \text{ mm}$ (Taban levhası genişliği)

$B = 500,00 \text{ mm}$ (Taban levhası uzunluğu)

$F_y = 275 \text{ N/mm}^2$ (Levha akma gerilmesi)

$F_u = 430 \text{ N/mm}^2$ (Levha çekme gerilmesi)

$t = 25 \text{ mm}$ (Levha kalınlığı)

YDKT için Taban Gerilmesi (P)

$P = (M_u + P_u \cdot a_1) / (c \cdot B \cdot a)$

$P = (112,49 \text{ kNm} + 545 \text{ kN} \times 0,18 \text{ m}) / (0,125 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times 0,388 \text{ m}) =$

$8865,40 \text{ kN/m}^2$

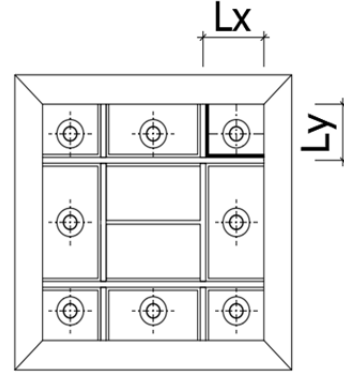
GKT için Taban Gerilmesi (P)

$$P = (M_u + P_u \cdot a_1) / (c \cdot B \cdot a)$$

$$P = (58,07 \text{ kNm} + 291,38 \text{ kN} \times 0,188 \text{ m}) / (0,125 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times 0,388 \text{ m}) = 4653,71 \text{ kN/m}^2$$

$$L_x = 140,00 \text{ mm} \quad L_y = 125,00 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 140,00 \text{ mm} / 125,00 \text{ mm} = 1,12$$

Şekil 4.20 L_x ve L_y planı**YDKT**

$$K = P \cdot L_x \cdot L_y$$

$$K = 8865,40 \text{ kN/m}^2 \times 0,140 \text{ m} \times 0,125 \text{ m} = 155,14 \text{ kN}$$

$$M_{mxr} = 155,14 \text{ kN} / 13,70 = 11,32 \text{ kNmm}$$

$$M_{mxm} = 155,14 \text{ kN} / 37,00 = 4,19 \text{ kNmm}$$

$$M_{myr} = 155,14 \text{ kN} / 15,00 = 10,34 \text{ kNmm}$$

$$M_{mymax} = 155,14 \text{ kN} / 48,00 = 3,23 \text{ kNmm}$$

Çizelge 4.16. M_{mxr} , M_{mxm}, M_{myr}, M_{mymax} Değerleri

ε	1	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5	1,55	1,6	1,65	1,7	1,75	1,8	1,85	1,9	1,95	2
-mxr	14,3	14	14	13,8	13,8	13,9	13,9	13,9	14	14,2	14,4	14,6	14,7	15	15,1	15,4	15,6	15,9	16,2	16,4	16,8
mxm	42,7	39,9	38,6	37	36	35	34,5	34	33,7	33,5	33,5	33,6	33,7	33,8	34,1	34,4	34,6	35	35,3	35,8	
-myr	14,3	14,5	15	15,3	15,7	16,1	16,6	17,2	17,6	18,1	18,6	19,1	19,7	20,1	20,7	21,4	22	22,6	23,2	23,8	24,4
mymax	40,2	43,1	46,2	49,3	52,8	57	61,9	67	71,4	75,5	79,5	83,9	87,7	91,7	95,7	99,8	104	108	112	116	120

(Çetmeli, E. (1987) Plaklar Kitabından Syf.60)

(mm⁻¹)**GKT**

$$K = P \cdot L_x \cdot L_y$$

$$K = 4653,71 \text{ kN/m}^2 \times 0,14 \text{ m} \times 0,125 \text{ m} = 81,44 \text{ kN}$$

$$M_{mxr} = 81,44 \text{ kN} / 13,70 = 5,94 \text{ kNmm}$$

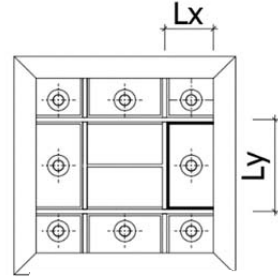
$$M_{mxm} = 81,44 \text{ kN} / 37,00 = 2,20 \text{ kNmm}$$

$$M_{myr} = 81,44 \text{ kN} / 15,00 = 5,43 \text{ kNmm}$$

$$M_{mymax} = 81,44 \text{ kN} / 48,00 = 1,70 \text{ kNmm}$$

$$L_y = 250,00 \text{ mm} \quad L_x = 140,00 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 250,00 \text{ mm} / 125,00 \text{ mm} = 1,786$$

Şekil 4.21 L_x ve L_y planı**YDKT**

$$K = P \cdot L_x \cdot L_y$$

$$K = 8865,39 \text{ kN/m}^2 \times 0,140 \text{ m} \times 0,250 \text{ m} = 310,29 \text{ kN}$$

$$M_{mxr} = 310,29 \text{ kN} / 15,50 = 20,02 \text{ kNmm}$$

$$M_{mxm} = 310,29 \text{ kN} / 34,20 = 9,07 \text{ kNmm}$$

$$M_{myr} = 310,29 \text{ kN} / 21,50 = 14,43 \text{ kNmm}$$

$$M_{my\max} = 310,29 \text{ kN} / 102,00 = 3,04 \text{ kNmm}$$

GKT

$$K = P \cdot L_x \cdot L_y$$

$$K = 4653,71 \text{ kN/m}^2 \times 0,140 \text{ m} \times 0,250 \text{ m} = 162,88 \text{ kN}$$

$$M_{mxr} = 162,88 \text{ kN} / 15,50 = 10,51 \text{ kNmm}$$

$$M_{mxm} = 162,88 \text{ kN} / 34,20 = 4,76 \text{ kNmm}$$

$$M_{myr} = 162,88 \text{ kN} / 21,50 = 7,58 \text{ kNmm}$$

$$L_y = 125,00 \text{ mm} \quad L_x = 218,00 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 218,00 \text{ mm} / 125,00 \text{ mm} = 1,744$$

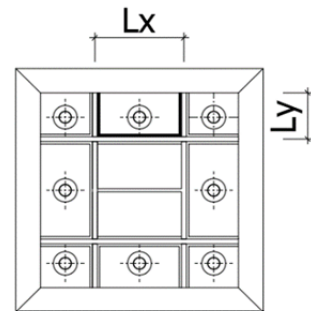
$$M_{my\max} = 162,88 \text{ kN} / 102,00 = 1,60 \text{ kNmm}$$

YDKT

$$K = P \cdot L_x \cdot L_y$$

$$K = 8865,40 \text{ kN/m}^2 \times 0,218 \text{ m} \times 0,125 \text{ m} = 241,58 \text{ kN}$$

$$M_{mxr} = 241,58 \text{ kN} / 15,2 = 15,89 \text{ kNmm}$$

Şekil 4.22 L_x ve L_y planı

$$M_{mxm} = 241,58 \text{ kN} / 33,70 = 7,17 \text{ kNmm}$$

$$M_{myer} = 241,58 \text{ kN} / 20,90 = 11,56 \text{ kNmm}$$

$$M_{mymax} = 241,58 \text{ kN} / 97,50 = 2,48 \text{ kNmm}$$

GKT

$$K = P \cdot L_x \cdot L_y$$

$$K = 4653,71 \text{ kN/m}^2 \times 0,218 \text{ m} \times 0,125 \text{ m} = 126,81 \text{ kN}$$

$$M_{mxer} = 126,81 \text{ kN} / 15,20 = 8,34 \text{ kNmm}$$

$$M_{mxm} = 126,81 \text{ kN} / 33,70 = 3,76 \text{ kNmm}$$

$$M_{myer} = 126,81 \text{ kN} / 20,90 = 6,07 \text{ kNmm}$$

$$M_{mymax} = 126,81 \text{ kN} / 97,50 = 1,30 \text{ kNmm}$$

$$W_n = 1 \cdot t^2 / 6 = 1,00 \text{ mm} \times (25 \text{ mm})^2 / 6 = 104,17 \text{ mm}^3$$

$$M_n = F_y \cdot W_n = 275 \text{ N/mm}^2 \times 104,17 \text{ mm}^3 = 0,0286 \text{ kNm}$$

YDKT

$$M_u(\max) = 20,01 \text{ kNmm}$$

$$\Phi = 0,9 \text{ (Yönetmelik Bölüm 8.1.2)}$$

$$M_d = 0,90 \times 0,0286 \text{ kNm} = 0,0257 \text{ kNm}$$

$$M_{u\max}/M_d = 0,020 \text{ kNm} / 0,0257 \text{ kNm} = 0,77 < 1 \text{ ise OK}$$

GKT

$$M_u(\max) = 10,508 \text{ kN.mm}$$

$$\Omega = 1,67 \text{ (Yönetmelik Bölüm 8.1.2)}$$

$$M_g / \Omega = 0,0286 \text{ kNm} / 1,67 = 0,017 \text{ kNm}$$

$$M_{u\max} / M_g = 0,0105 \text{ kNm} / 0,017 \text{ kNm} = 0,61 < 1 \text{ ise OK}$$

Ankraj Bulonlarının Tahkiki :

Cıvata: 8.8D Kalitesinde

$\varnothing = 24 \text{ mm}$ (Ankraj çapı)

$L = 600 \text{ mm}$ (Ankraj boyu)

$n = 3$ (Bir sıradaki ankraj sayısı)

$$F_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulon malzemesinin karakterisitik çekme dayanımı)}$$

$$F_{nv} = 0,450 F_{ub} = 360 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi Dayanımı)}$$

$$F_{nv} = 0,750 F_{ub} = 600 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi Dayanımı)}$$

Başlık Bulon Karakteristik Çekme Dayanımı:

$$A_b = \pi \cdot d^2/4 = \pi \times 24^2/4 = 452,4 \text{ mm}^2 \text{ (Bulon kesit alanı)}$$

$$R_{nt} = n \cdot F_{nv} \cdot A_b = 3 \times 600 \text{ N/mm}^2 \times 452,4 \text{ mm}^2 = 814,30 \text{ kN}$$

YDKT

Tasarım ezilme dayanımı

$$\phi = 0,75 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

$$R_d = \phi R_n = 0,75 \times 814,30 \text{ kN} = 611,73 \text{ kN}$$

$$\max Z / R_d = 26,49 \text{ kN} / 611,73 \text{ kN} = 0,04 < 1 \text{ ise OK}$$

GKT

Birleşimin güvenli dayanımı

$$\Omega = 2 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

$$R_g = R_n / \Omega = 814,30 \text{ kN} / 2 = 407,15 \text{ kN}$$

$$\max Z / R_g = 8,87 \text{ kN} / 407,15 \text{ kN} = 0,02 < 1 \text{ ise OK}$$

HEA-300 için Kolon Kesit Özellikleri

$$d = 290 \text{ mm} \text{ (Profil yüksekliği)} \quad t_f = 14 \text{ mm} \text{ (Profil baş kalınlığı)}$$

$$b_f = 300 \text{ mm} \text{ (Profil genişliği)} \quad t_w = 8,5 \text{ mm} \text{ (Profil gövde kalınlığı)}$$

$$h-2d = 208 \text{ mm} \text{ (Profil gövde yüksekliği)}$$

$$F_y = 275 \text{ N/mm}^2 \text{ (Profile akma gerilmesi)}$$

$$F_u = 430 \text{ N/mm}^2 \text{ (Profile çekme gerilmesi)}$$

Guse levhası yüksekliğinin hesabı. (Yönetmelik 2.4 Uyarınca)

$$F_E = 550 \text{ N/mm}^2 \text{ (Kaynak metali karakteristik çekme dayanımı)}$$

Köşe kaynağın etkin kalınlığı (a) (Yönetmelik 13.2.2.2 Uyarınca)

$$a_{min} = 3,5 \text{ mm} \text{ (Tablo 13.4)}$$

$$a = 4 \text{ mm seçildi} > 3,5 \text{ mm} \text{ Seçilen köşe kaynak kalınlığı uygun.}$$

$$t \leq 6 \text{ mm ise } a_{max} = 0,7 t \text{ olmalı (t kaynaklanan elemanın kalınlığı)}$$

$$t > 6 \text{ mm ise } a_{max} = 0,7 (t - 2) \text{ olmalı : (t kaynaklanan elemanın kalınlığı)}$$

$t = 10 \text{ mm}$ seçildi (Guse levhası kalınlığı)

$L = 200 \text{ mm}$ seçildi (Guse levhası yüksekliği)

$t = 10 \text{ mm} > 6 \text{ mm}$

$a_{\max} = 5,6 \text{ mm}$ ($a_{\max} = 0,7 (t - 2)$)

$a = 4 \text{ mm} < 5,6 \text{ mm}$ Seçilen köşe kaynak kalınlığı uygun.

Köşe kaynağın etkin uzunluğu, L_e (Yönetmelik 13.2.2 Uyarınca)

$L_e = 200 \text{ mm} - 2 \times 4 \text{ mm} = 192 \text{ mm}$ ($L_e = (L - 2a)$)

$L_{\min} = 40 \text{ mm}$ ($L_{\min} = \max(6a; 40)$)

$L_{\min} = 40 \text{ mm} < 192 \text{ mm}$ Seçilen köşe kaynak kalınlığı uygun.

$L \leq 150a$ için $L_e = L$

$150a < L \leq 400a$ için $L_e = b \cdot L$

$400a < L$ için $L_e = 250a$

$\beta = 1,2 - 0,0014 \times L / a \leq 1$ Olmalı

$\beta = 1,2 - 0,0014 \times 192 / 4 = 1,13$

Seçilen $\beta = 1$

$150a = 150 \times 4 \text{ mm} = 600 \text{ mm}$

$400a = 400 \times 4 \text{ mm} = 1600 \text{ mm}$

$L_e = L = 192 \text{ mm}$ $L \leq 150a$

Köşe kaynak etkin alanı A_{we} (Yönetmelik 13.2.2.1 Uyarınca)

$A_{we} = \sum a \cdot L_e = 2 \times 4 \times 192 = 1536 \text{ mm}^2$

Kaynak metali karakteristik dayanımı, R_{nw} (Yönetmelik Tablo 13.5)

$F_E = 550 \text{ N/mm}^2$

$F_{nw} = 0,6 \times 550 \text{ N/mm}^2 = 330 \text{ N/mm}^2$ ($F_{nw} = 0,60 F_E$)

$R_{nw} = 1536 \text{ mm}^2 \times 330 \text{ N/mm}^2 = 506,88 \text{ kN}$ ($A_{we} \cdot F_{nw}$)

YDKT için bir başlığa gelen kuvvet

$P_u = (545 \text{ kN} / 4) + 112,49 \text{ kNm} / (2 \times 0,290 \text{ m}) = 330,24 \text{ kN}$: ($P_u = p/4 + M_u / (2 \cdot$

d)

Tasarım Ezilme Dayanımı

$$\phi = 0,75 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

$$R_d = \phi R_n = 0,75 \times 506,88 \text{ kN} = 380,16 \text{ kN}$$

$$P_u / R_d = 330,24 \text{ kN} / 380,16 \text{ kN} = 0,87 < 1 \text{ ise OK}$$

GKT için bir başlığa gelen kuvvet

$$P_u = (291,38 \text{ kN} / 4) + 58,07 \text{ kNm} / (2 \times 0,290 \text{ m}) = 172,97 \text{ kN} : (P_u = p/4 + M_u / (2.d))$$

Birleşimin Güvenli Dayanımı

$$\Omega = 2 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

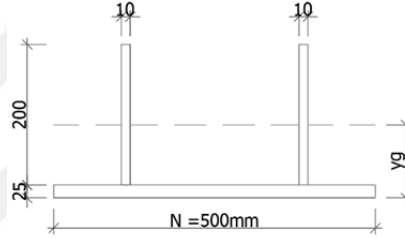
$$R_g = R_n / \Omega = 506,88 \text{ kN} / 2 = 253,44 \text{ kN}$$

$$P_u / R_g = 172,97 \text{ kN} / 253,44 \text{ kN} = 0,68 < 1 \text{ ise OK}$$

y_g =A-A Kesitin ağırlık merkezi

I_x =A-A Kesitin ağırlık merkezi

W_x =A-A Kesitin ağırlık merkezi



Şekil 4.23 A-A kesiti

$$y_g = (500 \times 25 \times 12,5 + 2 \times 200 \times 10 \times 125) / (500 \times 25 + 2 \times 200 \times 10) = 39,77 \text{ mm}$$

$$I_x = (2 \times 10 \times 200^3 / 12 + 2 \times 200 \times 10 \times 85,2^2 + 500 \times 25^3 / 12 + 500 \times 25 \times 27,3^2)$$

$$I_x = 52336647,73 \text{ mm}^4$$

$$W_x = 52336647,73 \text{ mm}^4 / (200 \text{ mm} + 25 \text{ mm} - 39,77 \text{ mm}) = 282553,7 \text{ mm}^3$$

$$M_n = (1,6 \times 275 \text{ N/mm}^2 \times 282553,7 \text{ mm}^3) = 124,32 \text{ kNm} \quad (M_n = 1,6 \cdot F_y \cdot W_n)$$

YDKT

$$M_u = D_{\max} (N / 2 - d / 2 - c / 2)$$

$$M_u = 571,67 \text{ kN} \times (500 \text{ mm} / 2 - 290 \text{ mm} / 2 - 125 \text{ mm} / 2) = 24,30 \text{ kNm}$$

$$(M_u = Z_{\max} (N / 2 - d / 2 - c / 2)$$

$$M_u = 26,49 \text{ kN} \times (500 \text{ mm} / 2 - 290 \text{ mm} / 2 - 125 \text{ mm} / 2) = 1,46 \text{ kNm}$$

$$\text{Kullanılacak } M_u = 24,30 \text{ kNm}$$

$$M_g = 0,90 \times 124,32 \text{ kNm} = 111,89 \text{ kNm} \quad (M_g = \phi M_n)$$

$$M_u / M_g = 24,30 \text{ kNm} / 111,89 \text{ kNm} = 0,21 < 1 \text{ ise OK}$$

GKT

$$(M_u = D_{\max} (N / 2 - d / 2 - c / 2))$$

$$M_u = 300,26 \text{ kN} \times (500 \text{ mm} / 2 - 290 \text{ mm} / 2 - 125 \text{ mm} / 2) = 12,76 \text{ kNm}$$

$$M_u = Z_{\max} (N / 2 - d / 2 - c / 2)$$

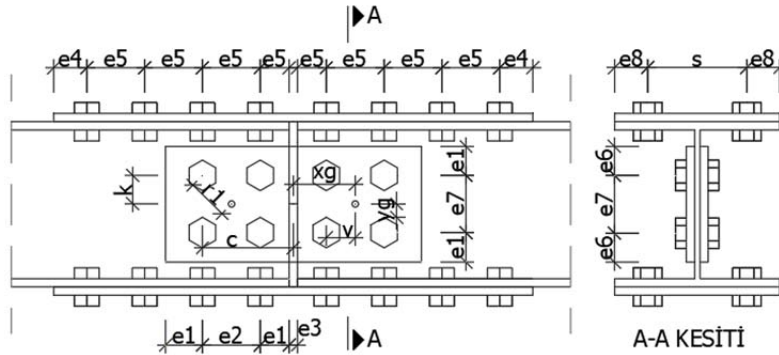
$$M_u = 8,87 \text{ kN} \times (500 \text{ mm} / 2 - 290 \text{ mm} / 2 - 50 \text{ mm}) = 0,49 \text{ kNm}$$

$$\text{Kullanılacak } M_u = 12,76 \text{ kNm}$$

$$\Omega = 1,67 \text{ (Yönetmelik Bölüm 8.1.2)}$$

$$M_g = M_n / \Omega = 124,32 \text{ kNm} / 1,67 = 74,45 \text{ kNm}$$

$$M_u / M_g = 12,76 \text{ kNm} / 74,45 \text{ kNm} = 0,17 < 1 \text{ ise OK}$$

4.1.6.2 Kiriş Kiriş Birleşim Hesabı

Şekil 4.24 Kiriş Kiriş Birleşim Detayı

Gövde Bulonları Aralık ve Kenara Mesafeleri

$$e_1 = 35 \text{ mm}, e_2 = 70 \text{ mm}, e_3 = 0 \text{ mm}, e_6 = 35 \text{ mm}, e_7 = 60 \text{ mm}$$

$$n_1 = 2 \text{ (Gövde bulon sırası yatay yönde)}$$

$$n_2 = 2 \text{ (Gövde bulon sırası düşey yönde)}$$

$$h = 130 \text{ mm} \text{ (Gövde levhası yüksekliği)}$$

$$B_1 = 280 \text{ mm} \text{ (Gövde levhası uzunluğu)}$$

$$t_1 = 10 \text{ mm} \text{ (Gövde levhası kalınlığı)}$$

Cıvata: 8.8D Kalitesinde

$\varnothing = 16 \text{ mm}$ (Bulon çapı)

$e_2 \geq 3 \varnothing$ (bulon aralığı)

$e_2 = 70 \text{ mm} \geq 3 \times 16 = 48 \text{ mm}$ Bulon aralığı uygun

$e_1 = 35 \text{ mm} \geq 22 = \text{Bulon kenara aralık uygun} : e_1 \geq s'$

Başlık Bulonları Aralık ve Kenara Mesafeleri

$e_5 = 70 \text{ mm}, e_4 = 35 \text{ mm}, e_8 = 45 \text{ mm}, s = 110 \text{ mm}$

$n_3 = 2$ (Başlık bulon sayısı)

$B = 200 \text{ mm}$ (Başlık levhası genişliği)

$t = 12 \text{ mm}$ (Başlık levhası kalınlığı)

$B_2 = 420 \text{ mm}$ (Başlık levhası uzunluğu)

Cıvata: 8.8D Kalitesinde

$\varnothing = 16 \text{ mm}$ (Bulon çapı)

$e_5 \geq 3 \varnothing$ (bulon aralığı)

$e_5 = 70 \text{ mm} \geq 3 \times 16 = 48 \text{ mm}$ Bulon aralığı uygun

$e_4 = 35 \text{ mm} \geq 22 = \text{Bulon kenara aralık uygun} : e_4 \geq s'$

$e_8 = 45 \text{ mm} \geq 22 = \text{Bulon kenara aralık uygun} : e_8 \geq s'$

Çizelge 4.13. Standart Dairesel Delik Çapına Merkezinden Parça Kenarına olan Minimum Uzaklık (mm) (ÇYTHYE-2016 Tablo 13.9)

Bulon Çapı	Kenara Olan Minimum Uzaklık
16	22
20	26
22	29
24	32
27	36
30	40
36	48
>36	1,3*d
Büyük Dairesel Delik Çapı Veya Oval Delik Çaplarına Uygulanacak Artım Değerleri İçin bkz.Tablo 13.10	

Çizelge 4.14 Karakteristik Delik Boyutları (mm) (ÇYTHYE-2016 Tablo 13.8)

Delik Boyutları				
Bulon Çapı	Standart Dairesel Delik Çapları	Büyük Dairesel Delik Çapları	Kısa Oval Delik (Genişlik*Uzunluk)	Uzun Oval Delik (Genişlik*Uzunluk)
M 16	18	20	18 x 22	18 x 40
M 20	22	24	22 x 26	22 x 50
M 22	24	28	24 x 30	24 x 55
M 24	26	30	26 x 32	26 x 60
M 27	30	35	30 x 37	30 x 67
M 30	33	38	33 x 40	33 x 75
≥M36	d + 3	d + 8	(d+3) x (d+10)	(d+3)x2,5xd

HEA-200 için Kiriş. Kesit Özellikleri

$d = 190 \text{ mm}$ (Profil yüksekliği) $t_f = 10 \text{ mm}$ (Profil baş kalınlığı)

$b_f = 200 \text{ mm}$ (Profil genişliği) $t_w = 6,5 \text{ mm}$ (Profil gövde kalınlığı)

$A_p = 5380 \text{ mm}^2$ (Profil en kesit alanı)

$F_y = 275 \text{ N/mm}^2$ (Profile akma gerilmesi)

$F_u = 430 \text{ N/mm}^2$ (Profile çekme gerilmesi)

Başlık ve gövde levhası kesit tahkiki:

Ezilme dayanımı için bulon delik çapı (dh) (Yönetmelik Tablo 13.8 Uyarınca)

$dh = 18 \text{ mm}$

$$A_{\text{başlıkek}} = (B \cdot t \cdot 2 \cdot dh \cdot t)$$

$$A_{\text{başlık ek}} = 200 \text{ mm} \times 12 \text{ mm} \cdot 2 \times 18 \text{ mm} \times 12 \text{ mm} = 1968 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{başlık profil}} = (B \cdot t \cdot 2 \cdot dh \cdot t)$$

$$A_{\text{başlık profil}} = 200 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \cdot 2 \times 18 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} = 1640 \text{ mm}^2$$

$1968 \text{ mm}^2 > 1640 \text{ mm}^2$ ise Başlık ek levha kalınlığı uygun

$$A_{\text{gövde ek}} = (B \cdot t_1 \cdot 2)$$

$$A_{\text{gövde ek}} = 130 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 2 = 2600 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{gövde profil}} = 200 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 2 = 4000 \text{ mm}^2$$

$$(A_{\text{gövde}} = A_{\text{profil}} - A_{\text{başlık}})$$

$$A_{\text{gövde}} = 5300 \text{ mm}^2 - 4000 \text{ mm}^2 = 1380 \text{ mm}^2$$

$2600 \text{ mm}^2 > 1380 \text{ mm}^2$ ise Gövde ek levha kalınlığı uygun

$$I_{ek} = 2 \left(B \cdot t \left(d + \frac{t}{2} \right)^2 + \left(t_1 \cdot \frac{B_1^3}{12} \right) \right)$$

$$I_{ek} = 2 \left(200 \text{ mm} \times 12 \text{ mm} (101 \text{ mm})^2 + \left(10 \text{ mm} \times \frac{130 \text{ mm}^3}{12} \right) \right) = 52626466,67 \text{ mm}^4$$

$$I_{\text{başlıkek}} = 2 \cdot (B \cdot t \left(d + \frac{t}{2} \right)^2)$$

$$I_{\text{başlıkek}} = 2(200 \text{ mm} \times 12 \text{ mm} (101 \text{ mm})^2) = 48964800 \text{ mm}^4$$

$$I_{\text{gövdeek}} = 2 \left(t_1 \cdot \frac{B_1^3}{12} \right) = 2 \left(10 \text{ mm} \times \frac{130 \text{ mm}^3}{12} \right) = 3661666,667 \text{ mm}^4$$

Başlık Bulonlarının tahkiki :

Bulon: (8.8D Kalitesinde)

$\varnothing = 16 \text{ mm}$ (Bulon çapı)

$n_{sp} = 1$ (kayma düzlemi sayısı)

$n = 8$ (Bulon sayısı)

$F_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2$ (Bulon malzemesinin karakterisitik çekme dayanımı)

$F_{nv} = 0,450 F_{ub} = 360 \text{ N/mm}^2$ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)

$F_{nv} = 0,750 \times F_{ub} = 600 \text{ N/mm}^2$ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)

$A_b = \pi \cdot d^2/4 = \pi \times 16^2/4 = 201,06 \text{ mm}^2$ (Bulon kesit alanı)

$R_{nt} = n \cdot n_{sp} \cdot F_{nv} \cdot A_b = 8 \times 360 \text{ N/mm}^2 \times 201,06 \text{ mm}^2 = 579,06 \text{ kN}$

YDKT için Kesit Tesirleri

$P_u = 654,00 \text{ kN}$ $M_u = 4,26 \text{ kNm}$ $V = 2,55 \text{ kN}$

$(M_{başlıkek} = M_u \cdot I_{başlıkek} / I_{ek})$

$M_{başlıkek} = 4,26 \text{ kNm} \times 48964800 \text{ mm}^4 / 52626466,67 \text{ mm}^4 = 3,96 \text{ kNm}$

$(Z_{başlıkek} = M_{başlıkek} / d)$

$Z_{başlıkek} = 3,96 \text{ kNm} / 0,19 \text{ m} = 20,86 \text{ Kn}$

$Z_{başlıkek} = 20,86 \text{ kN} + 654,00 \text{ kN} / 2 = 347,90 \text{ kN}$

Birleşimin tasarım dayanımı

$\phi = 0,75$ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)

$R_d = \phi R_n = 0,75 \times 579,06 \text{ kN} = 434,29 \text{ kN}$

$P_b / R_d = 347,90 \text{ kN} / 434,29 \text{ kN} = 0,81 < 1$ ise OK

GKT için Kesit Tesirleri

$P_u = 470,00 \text{ kN}$ $M_u = 3,05 \text{ kNm}$ $V = 2,02 \text{ kN}$

$(M_{başlıkek} = M_u \cdot I_{başlıkek} / I_{ek})$

$M_{başlıkek} = 3,05 \text{ kNm} \times 48964800 \text{ mm}^4 / 52626466,67 \text{ mm}^4 = 2,84 \text{ kNm}$

$(Z_{başlıkek} = M_{başlıkek} / d)$

$Z_{başlıkek} = 2,84 \text{ kNm} / 0,19 \text{ m} = 14,94 \text{ kN}$

$Z_{başlıkek} = 14,94 \text{ kN} + 470,00 \text{ kN} / 2 = 249,90 \text{ kN}$

Birleşimin güvenli dayanımı

$$\Omega = 2 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

$$R_g = R_n / \Omega = 579,06 \text{ kN} / 2 = 289,53 \text{ kN}$$

$$V_a / R_g = 249,90 \text{ kN} / 289,53 \text{ kN} = 0,863 < 1 \text{ ise OK}$$

Gövde Bulonlarının tahkiki :

$$(M_{gövdeek} = M_u \cdot I_{gövdeek} / I_{ek}$$

$$M_{gövdeek} = 4,26 \text{ kNm} \times 3661667 \text{ mm}^4 / 52626466,67 \text{ mm}^4 = 0,30 \text{ kNm}$$

Bulon: (8.8D Kalitesinde)

$$\emptyset = 16 \text{ mm (Bulon çapı)}$$

$$n_{sp} = 2 \text{ (kayma düzlemi sayısı)}$$

$$n = 4 \text{ (Bulon sayısı)}$$

$$F_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulon malzemesinin karakteristik çekme dayanımı)}$$

$$F_{nv} = 0,450 F_{ub} = 360 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)}$$

$$F_{nv} = 0,750 F_{ub} = 600 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)}$$

$$A_b = \pi \cdot d^2 / 4 = \pi \times 16^2 / 4 = 201,06 \text{ mm}^2 \text{ (Bulon kesit alanı)}$$

Gövde Bulonları Polar Atalet Momentleri

$$x_g = \left(\frac{e_2}{2} + e_1 + \frac{e_3}{2} \right) = \left(\frac{70 \text{ mm}}{2} + 35 \text{ mm} + \frac{0}{2} \right) = 70 \text{ mm}$$

$$y_g = \frac{e_7}{2} = \frac{60 \text{ mm}}{2} = 30 \text{ mm}$$

$$r_1 = \sqrt{\left(\frac{e_2}{2} \right)^2 + \left(\frac{e_7}{2} \right)^2} = \sqrt{\left(\frac{70 \text{ mm}}{2} \right)^2 + \left(\frac{60 \text{ mm}}{2} \right)^2} = 46,098 \text{ mm}$$

$$J_p = 4 \times (46,098)^2 = 8500 \text{ mm}^2$$

$$c = \left(e_1 + e_2 + \frac{e_3}{2} \right) = \left(35 \text{ mm} + 70 \text{ mm} + \frac{0}{2} \right) = 105 \text{ mm}$$

YDKT

$$(M_{gövdeek} = M_{gövde} + v_3 \cdot c)$$

$$K = 30 \text{ mm}$$

$$M_{gövdeek} = 0,30 \text{ kNm} + 2,55 \text{ kN} \times 0,105 \text{ m} = 0,56 \text{ kNm}$$

$$P_{1x} = 0,56 \text{ kNm} \times 0,3 \text{ m} / 8500 \text{ mm}^2 = 1,99 \text{ kN} \quad (P_{1x} = M_g \cdot k / J_p)$$

$M = 4$ Gövdede Bulon Sayısı

$$P_{1y} = (M_g \cdot v / J_p + V / m)$$

$$P_{1y} = 0,56 \text{ kNm} \times 0,35 \text{ m} / 8500 \text{ mm}^2 + 2,55 \text{ kN} / 4 = 2,96 \text{ kN}$$

$$P_1 = \sqrt{(P_x)^2 + (P_y)^2} = \sqrt{(1,99 \text{ kN})^2 + (2,96 \text{ kN})^2} = 3,57 \text{ kN}$$

En Dış Gövde Bulon Karakteristik Kesme Kuvveti Dayanımı

$$R_{nt} = 1 \times 2 \times 360 \text{ N/mm}^2 \times 201,06 \text{ mm}^2 = 144,76 \text{ kN} \quad (R_{nt} = n \cdot n_{sp} \cdot F_{nv} \cdot A_b)$$

Birleşimin Tasarım Dayanımı

$$\phi = 0,75 \quad (\text{Yönetmelik Bölüm 7.2.2})$$

$$R_d = \phi R_n = 0,75 \times 144,76 \text{ kN} = 108,57 \text{ kN}$$

$$P_u / R_d = 3,75 \text{ kN} / 108,57 \text{ kN} = 0,033 < 1 \text{ ise OK}$$

GKT

$$M_{gövdeek} = M_{gövde} + v_3 \cdot c$$

$$K = 30 \text{ mm}$$

$$M_{gövdeek} = 0,21 \text{ kNm} + 2,02 \text{ kN} \times 0,105 \text{ m} = 0,42 \text{ kNm}$$

$$P_{1x} = 0,42 \text{ kNm} \times 0,3 \text{ m} / 8500 \text{ mm}^2 = 1,50 \text{ kN} \quad (P_{1x} = M_g \cdot k / J_p)$$

$M = 4$ Gövdede Bulon Sayısı

$$P_{1y} = M_g \cdot v / J_p + V / m$$

$$P_{1y} = 0,42 \text{ kNm} \times 0,35 \text{ m} / 8500 \text{ mm}^2 + 2,02 \text{ kN} / 4 = 2,252 \text{ kN}$$

$$P_1 = \sqrt{(P_x)^2 + (P_y)^2} = \sqrt{(1,50 \text{ kN})^2 + (2,252 \text{ kN})^2} = 2,70 \text{ kN}$$

En Dış Gövde Bulon Karakteristik Kesme Kuvveti Dayanımı

$$R_{nt} = 1 \times 2 \times 360 \text{ N/mm}^2 \times 201,06 \text{ mm}^2 = 144,76 \text{ kN} \quad (R_{nt} = n \cdot n_{sp} \cdot F_{nv} \cdot A_b)$$

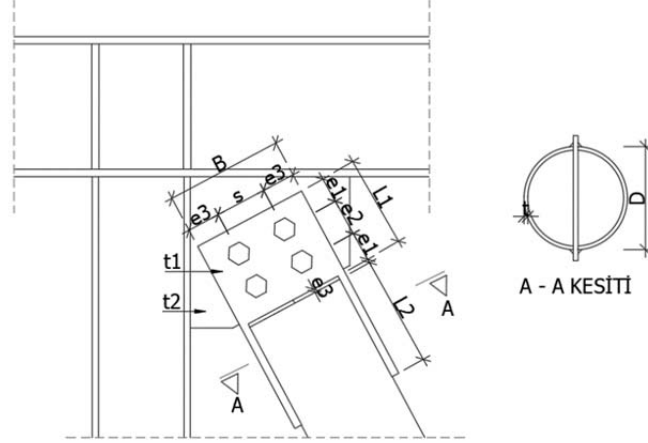
Birleşimin güvenli dayanımı

$$\Omega = 2 \quad (\text{Yönetmelik Bölüm 7.2.2})$$

$$R_g = R_n / \Omega = 144,76 \text{ kN} / 2 = 72,38 \text{ kN}$$

$$P_u / R_g = 2,70 \text{ kN} / 72,38 \text{ kN} = 0,037 < 1 \text{ ise OK}$$

4.1.6.3 Boru Profil Yarılarak Leha Kaynaklı Bolunlu Birleşim Hesabı



Şekil 4.25. Boru Birleşim Detayı

Gövde Bulonları Aralık ve Kenara Mesafeleri

$$e_1 = 35 \text{ mm}, e_2 = 65 \text{ mm}, e_3 = 45 \text{ mm}$$

$$n_1 = 2 \text{ (Gövde bulon sırası yatay yönde)}$$

$$n_2 = 2 \text{ (Gövde bulon sırası düşey yönde)}$$

$$L_1 = 135 \text{ mm} \quad L_2 = 230 \text{ mm} \quad B = 160 \text{ mm}$$

$$t_1 = 10 \text{ mm} \text{ (Levha1 kalınlığı)}$$

$$t_2 = 12 \text{ mm} \text{ (Levha2 kalınlığı)}$$

$$F_y = 275 \text{ N/mm}^2 \text{ (Levha akma gerilmesi)}$$

$$F_u = 430 \text{ N/mm}^2 \text{ (Levha çekme gerilmesi)}$$

Cıvata: 8.8D Kalitesinde

$$\varnothing = 20 \text{ mm} \text{ (Bulon çapı)}$$

$$e_2 \geq 3\varnothing \text{ (bulon aralığı)}$$

$$e_2 = 65 \text{ mm} \geq 3 \times 20 = 60 \text{ mm} \text{ Bulon aralığı uygun}$$

$$e_1 = 35 \text{ mm} \geq 26 = \text{Bulon kenara aralık uygun} \quad e_1 \geq s'$$

Boru Profil Ve Levha Kaynak Birleşimi

Boru Profil Kesit Özellikleri (Q139.7*5)

$A_g = 1977 \text{ mm}^2$ (Profil En Kesit Alanı)

$t_1 = 5 \text{ mm}$ (Profil Et Kalınlığı)

$D = 139,7 \text{ mm}$ (Profil Dış Çapı)

$F_E = 550 \text{ N/mm}^2$ (Kaynak Metali Karakteristik Çekme Dayanımı)

Köşe Kaynağın Etkin Kalınlığı (a) (Yönetmelik 13.2.2.2 uyarınca)

$a_{\min} = 3 \text{ mm}$ (Tablo 13.4 den)

$a = 3 \text{ mm}$ seçildi $\geq 3 \text{ mm}$. Seçilen köşe kaynak kalınlığı uygun.

$t \leq 6 \text{ mm}$ ise $a_{\max} = 0,7 t$ Olmalı (t kaynaklanan elemanın kalınlığı)

$t > 6 \text{ mm}$ ise $a_{\max} = 0,7 (t - 2)$ Olmalı (t kaynaklanan elemanın kalınlığı)

$t = 0,93 \times 5 = 4,65 \text{ mm}$ (Yönetmelik 5.4.2 Uyarınca)

$t = 4,65 \text{ mm}$ seçildi

$L_2 = 230 \text{ mm}$ seçildi

$t = 4,65 \text{ mm} < 6 \text{ mm}$

$a_{\max} = 3,25 \text{ mm}$ ($a_{\max} = 0,7 t$)

$a = 3 \text{ mm} < 3,25 \text{ mm}$ Seçilen köşe kaynak kalınlığı uygun.

Köşe kaynağın etkin uzunluğu , L_e (Yönetmelik 13.2.2 Uyarınca)

$L_e = 230 \text{ mm} - 2 \times 3 \text{ mm} = 224 \text{ mm}$ ($L_e = (L - 2 a)$)

$L_{\min} = 40 \text{ mm}$ ($L_{\min} = \max (6 a ; 40)$)

$L_{\min} = 40 \text{ mm} < 224 \text{ mm}$ Seçilen köşe kaynak kalınlığı uygun.

$L \leq 150 a$ için $L_e = L$

$150 a < L \leq 400 a$ için ($L_e = b . L$)

$400 a < L$ için ($L_e = 250 a$)

$\beta = 1,2 - 0,0014 L / a \leq 1$ olmalı

$\beta = 1,2 - 0,0014 \times 224 / 3 = 1,12$

Seçilen $\beta = 1$

$150 a = 150 \times 4 \text{ mm} = 600 \text{ mm}$

$$400 a = 400 \times 4 \text{ mm} = 1600 \text{ mm}$$

$$L_e = L = 224 \text{ mm} \quad L \leq 150 a$$

Köşe kaynak etkin alanı A_{we} (Yönetmelik 13.2.2.1 uyarınca)

$$A_{we} = \sum a \cdot L_e = 4 \times 3 \times 224 = 2688 \text{ mm}^2$$

Kaynak metali karakteristik dayanımı , (R_{nw} Yönetmelik Tablo 13.5)

$$F_E = 550 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{nw} = 0,6 \times 550 \text{ N/mm}^2 = 330 \text{ N/mm}^2 \quad (F_{nw} = 0,60 F_E)$$

$$R_{nw} = 2688 \text{ mm}^2 \times 330 \text{ N/mm}^2 = 887,04 \text{ kN} \quad (A_{we} F_{nw})$$

Esas metal karakteristik dayanımı , R_{nBM} (yönetmelik 13.4.2 uyarınca)

$$F_{nBM} = 0,60 \times 275 \text{ N/mm}^2 = 165 \text{ N/mm}^2 \quad (F_{nBM} = 0,60 F_y)$$

$$R_{nBM} = 2 \times 165 \text{ N/mm}^2 \times 4,65 \text{ mm} \times 224 \text{ mm} = 343,7 \text{ kN} \quad (R_{nBM} = F_{nBM} \cdot t \cdot L_e)$$

$$F_{nBM} = 0,60 \times 430 \text{ N/mm}^2 = 258 \text{ N/mm}^2 \quad (F_{nBM} = 0,60 F_u)$$

$$R_{nBM} = 2 \times 258 \text{ N/mm}^2 \times 4,65 \text{ mm} \times 224 \text{ mm} = 537,5 \text{ kN} \quad (R_{nBM} = F_{nBM} \cdot t \cdot L_e)$$

Birleşimin karakteristik dayanımının belirlenmesi

$$R_n = \min (R_{nw} ; R_{nBM}) = 537,5 \text{ kN}$$

YDKT

Gerekli çekme kuvveti dayanımı

$$\phi = 0,75 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

$$R_d = \phi R_n = 0,75 \times 537,5 \text{ kN} = 403,1 \text{ kN}$$

$$R_d = \phi R_n = 1 \times 343,7 \text{ kN} = 343,7 \text{ kN}$$

$$P_u / R_d = 262 \text{ kN} / 343,7 \text{ kN} = 0,76 < 1 \text{ ise OK}$$

GKT

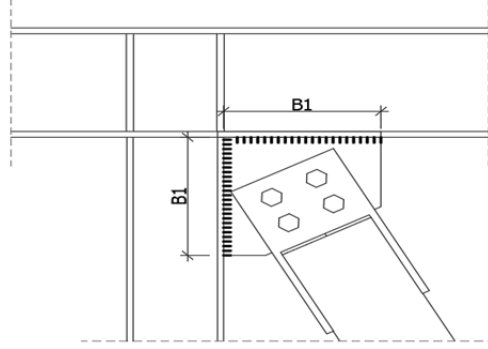
Gerekli çekme kuvveti dayanımı

$$\Omega = 2 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

$$R_g = R_n / \Omega = 537,5 \text{ kN} / 2 = 268,73 \text{ kN}$$

$$R_g = R_n / \Omega = 343,7 \text{ kN} / 1,5 = 229,15 \text{ kN}$$

$$P_a / R_g = 213 \text{ kN} / 229,15 \text{ kN} = 0,93 < 1 \text{ ise OK}$$

HEA200 Profil Ve Levha Kaynak Birleşimi

Şekil 4.26. Boru Birleşim Detayı

$F_E = 550 \text{ N/mm}^2$ (Kaynak metali karakteristik çekme dayanımı)

Köşe Kaynağın Etkin Kalınlığı (a) (Yönetmelik 13.2.2.2 uyarınca)

$a_{\min} = 3 \text{ mm}$ (Tablo 13.4)

$a = 3 \text{ mm}$ seçildi $\geq 3 \text{ mm}$ Seçilen köşe kaynak kalınlığı uygun.

$t \leq 6 \text{ mm}$ ise $a_{\max} = 0,7 t$ olmalı. (t kaynaklanan elemanın kalınlığı)

$t > 6 \text{ mm}$ ise $a_{\max} = 0,7 (t - 2)$ olmalı. (t kaynaklanan elemanın kalınlığı)

$t = 12 \text{ mm}$ seçildi

$2 B_1 = 300 \text{ mm}$ seçildi

$t = 12 \text{ mm} > 6 \text{ mm}$

$a_{\max} = 7 \text{ mm}$ ($a_{\max} = 0,7 (t - 2)$)

$a = 3 \text{ mm} < 7 \text{ mm}$ Seçilen köşe kaynak kalınlığı uygun.

Köşe kaynağın etkin uzunluğu , L_e (Yönetmelik 13.2.2 uyarınca)

$L_e = 300 \text{ mm} - 2 \times 3 \text{ mm} = 294 \text{ mm}$ ($L_e = (L - 2 a)$)

$L_{\min} = 40 \text{ mm}$ ($L_{\min} = \max (6 a ; 40)$)

$L_{\min} = 40 \text{ mm} < 294 \text{ mm}$ Seçilen köşe kaynak kalınlığı uygun

$L \leq 150 a$ için $L_e = L$

$150 a < L \leq 400 a$ için ($L_e = b L$)

$400 a < L$ için ($L_e = 250 a$)

$\beta = 1,2 - 0,0014 L / a \leq 1$ olmalı

$$\beta = 1,2 - 0,0014 \times 294 / 3 = 1,09$$

Seçilen $\beta = 1$

$$150 \text{ a} = 150 \times 4 \text{ mm} = 600 \text{ mm}$$

$$400 \text{ a} = 400 \times 4 \text{ mm} = 1600 \text{ mm}$$

$$L_e = L = 294 \text{ mm} \quad L \leq 150 \text{ a}$$

Köşe kaynak etkin alanı A_{we} (Yönetmelik 13.2.2.1 uyarınca)

$$A_{we} = \sum a \cdot L_e = 2 \times 3 \times 294 = 1764 \text{ mm}^2$$

Kaynak metali karakteristik dayanımı , R_{nw} (Yönetmelik Tablo 13.5)

$$F_E = 550 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{nw} = 0,6 \times 550 \text{ N/mm}^2 = 330 \text{ N/mm}^2 \quad (F_{nw} = 0,60 F_E)$$

$$R_{nw} = 1764 \text{ mm}^2 \times 330 \text{ N/mm}^2 = 582,12 \text{ kN} \quad R_{nw} = (A_{we} \cdot F_{nw})$$

Esas metal karakteristik dayanımı , R_{nBM} (Yönetmelik 13.4.2 uyarınca)

$$F_{Nbm} = 0,60 \times 275 \text{ N/mm}^2 = 165 \text{ N/mm}^2 \quad (F_{nBM} = 0,60 F_y)$$

$$R_{nBM} = 165 \text{ N/mm}^2 \times 12 \text{ mm} \times 294 \text{ mm} = 582,1 \text{ kN} \quad (R_{nBM} = F_{nBM} \cdot t \cdot L_e)$$

$$F_{nBM} = 0,60 \times 430 \text{ N/mm}^2 = 258 \text{ N/mm}^2 \quad (F_{nBM} = 0,60 F_u)$$

$$R_{nBM} = 258 \text{ N/mm}^2 \times 12 \text{ mm} \times 294 \text{ mm} = 910,2 \text{ kN} \quad (R_{nBM} = F_{nBM} \cdot t \cdot L_e)$$

Birleşimin karakteristik dayanımının belirlenmesi

$$R_n = \min (R_{nw} ; R_{nBM}) = 582,12 \text{ kN}$$

(YDKT)

Gerekli çekme kuvveti dayanımı

$$\phi = 0,75 \quad (\text{Yönetmelik Bölüm 7.2.2})$$

$$R_d = \phi R_n = 0,75 \times 582,12 \text{ kN} = 436,6 \text{ kN}$$

$$R_d = \phi R_n = 1 \times 582,12 \text{ kN} = 582,12 \text{ kN}$$

$$P_u / R_d = 262 \text{ kN} / 436,6 \text{ kN} = 0,60 < 1 \text{ ise OK}$$

GKT

Gerekli çekme kuvveti dayanımı

$$\Omega = 2 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

$$R_g = R_n / \Omega = 582,12 \text{ kN} / 2 = 291,06 \text{ kN}$$

$$R_g = R_n / \Omega = 582,12 \text{ kN} / 1,5 = 388,08 \text{ kN}$$

$$P_a / R_g = 213 \text{ kN} / 291,06 \text{ kN} = 0,73 < 1 \text{ ise OK}$$

Başlık Bulonlarının Tahkiki :

Bulon (8.8D Kalitesinde)

$$\varnothing = 20 \text{ mm (Bulon çapı)}$$

$$n_{sp} = 1 \text{ (kayma düzlemi sayısı)}$$

$$n = 4 \text{ (Bulon sayısı)}$$

$$F_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulon malzemesinin karakteristik çekme dayanımı)}$$

$$F_{nv} = 0,450 F_{ub} = 360 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)}$$

$$F_{nv} = 0,750 F_{ub} = 600 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)}$$

$$A_b = \pi \cdot d^2 / 4 = \pi \times 20^2 / 4 = 314 \text{ mm}^2 \text{ (Bulon kesit alanı)}$$

$$R_{nt} = n \cdot n_{sp} \cdot F_{nv} \cdot A_b = 4 \times 1 \times 360 \text{ N/mm}^2 \times 314 \text{ mm}^2 = 452,39 \text{ kN}$$

YDKT

Gerekli çekme kuvveti dayanımı

$$\phi = 0,75 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

$$R_d = \phi R_n = 0,75 \times 452,39 \text{ kN} = 339,30 \text{ kN}$$

$$P_u / R_d = 262 \text{ kN} / 339,30 \text{ kN} = 0,77 < 1 \text{ ise OK}$$

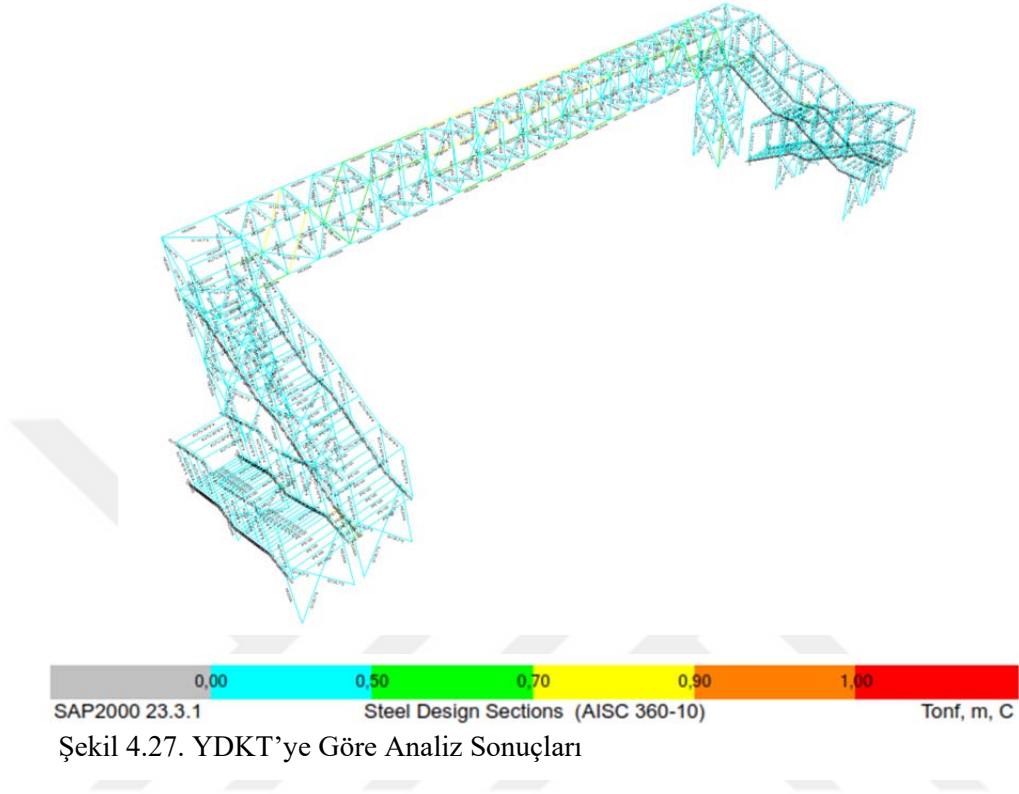
GKT

Birleşimin güvenli dayanımı

$$\Omega = 2 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

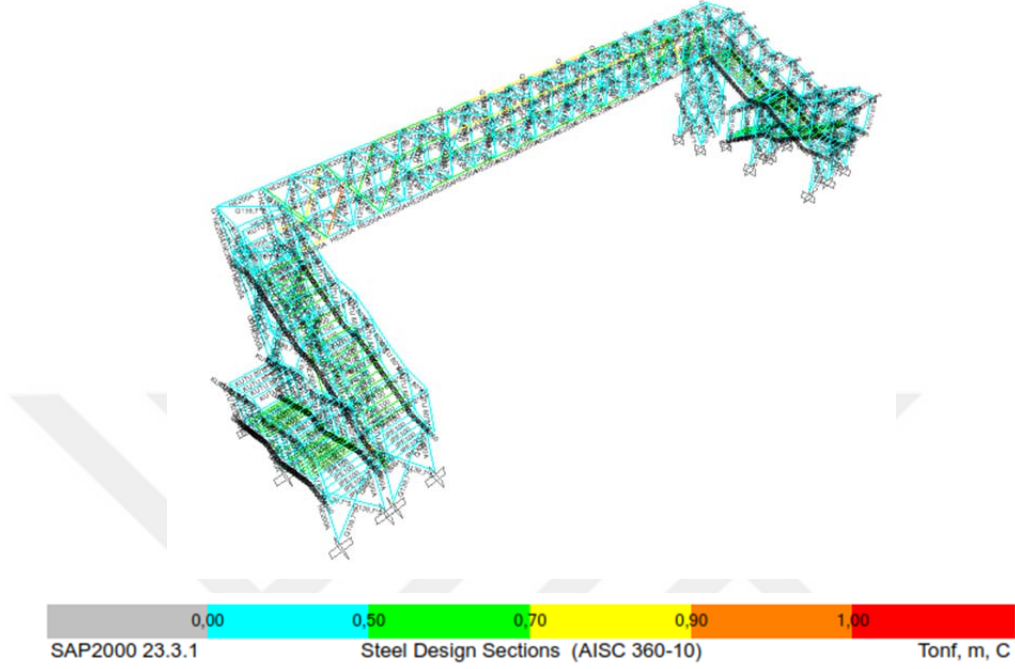
$$T_g = R_n / \Omega = 452,39 \text{ kN} / 2 = 226,19 \text{ kN}$$

$$V_a / R_g = 213 \text{ kN} / 226,19 \text{ kN} = 0,94 < 1 \text{ ise OK}$$



Şekil 4.27. YDKT'ye Göre Analiz Sonuçları

Bu örnekte açıklık ve mesnet bölgesindeki elemanlar maksimum yüklere maruz kalmış olup, bu elemanların taşıma kapasiteleri (0,70 -0,90) aralığındadır.



Şekil 4.28. GKT'ye Göre Analiz Sonuçları

Bu örnekte açıklık ve mesnet bölgesindeki elemanlar maksimum yüklere maruz kalmış olup, bu elemanların taşıma kapasiteleri (0,7 -0,90) aralığındadır.

S Steel Frame Design Preferences for AISC 360-10

Item	Value
1 Design Code	AISC 360-10
2 Multi-Response Case Design	Envelopes
3 Framing Type	SMF
4 Seismic Design Category	D
5 Importance Factor	1,
6 Design System Rho	1,
7 Design System Sds	0,683
8 Design System R	4,
9 Design System Omega0	3,
10 Design System Cd	5,5
11 Design Provision	LRFD
12 Analysis Method	Effective Length
13 Second Order Method	General 2nd Order
14 Stiffness Reduction Method	Tau-b Fixed
15 Phi(Bending)	0,9
16 Phi(Compression)	0,9
17 Phi(Tension-Yielding)	0,9
18 Phi(Tension-Fracture)	0,75
19 Phi(Shear)	0,9
20 Phi(Shear-Short Webbed Rolled I)	1,
21 Phi(Torsion)	0,9
22 Ignore Seismic Code?	Yes
23 Ignore Special Seismic Load?	Yes

Item Description

Explanation of Color Coding for Values

Blue: Default Value

Black: Not a Default Value

Red: Value that has changed during the current session

Set To Default Values

All Items Selected Items

Reset To Previous Values

All Items Selected Items

OK Cancel

Şekil 4.29. YDKT için Tasarım Kodu Parametreleri

S Steel Frame Design Preferences for AISC 360-10

Item	Value
1 Design Code	AISC 360-10
2 Multi-Response Case Design	Envelopes
3 Framing Type	SMF
4 Seismic Design Category	D
5 Importance Factor	1,
6 Design System Rho	1,
7 Design System Sds	0,683
8 Design System R	4,
9 Design System Omega0	3,
10 Design System Cd	5,5
11 Design Provision	ASD
12 Analysis Method	Effective Length
13 Second Order Method	General 2nd Order
14 Stiffness Reduction Method	Tau-b Fixed
15 Omega(Bending)	1,67
16 Omega(Compression)	1,67
17 Omega(Tension-Yielding)	1,67
18 Omega(Tension-Fracture)	2,
19 Omega(Shear)	1,67
20 Omega(Shear-Short Webed Rolled I)	1,5
21 Omega(Torsion)	1,67
22 Ignore Seismic Code?	Yes
23 Ignore Special Seismic Load?	Yes

Item Description

Explanation of Color Coding for Values

Blue: Default Value

Black: Not a Default Value

Red: Value that has changed during the current session

Set To Default Values

All Items Selected Items

Reset To Previous Values

All Items Selected Items

OK Cancel

Şekil 4.30. GKT için Tasarım Kodu Parametreleri

4.1.7 YDKT İÇİN ÇELİK ELEMANLARIN DİZAYN SONUÇLARI

Çizelge 4.15. Üst Geçit Çelik Eleman Dizayn sonuçları

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - AISC 360-10					
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	Combo
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text
836	HE200A	Beam	No Messages	0,81	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
837	HE140A	Column	No Messages	0,12	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
841	HE200A	Beam	No Messages	0,61	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
844	HE200A	Beam	No Messages	0,81	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
845	HE140A	Column	No Messages	0,11	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
849	HE200A	Beam	No Messages	0,60	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
852	HE200A	Beam	No Messages	0,77	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
853	HE140A	Column	No Messages	0,12	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
857	HE200A	Beam	No Messages	0,55	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
860	HE200A	Beam	No Messages	0,77	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
861	HE140A	Column	No Messages	0,11	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
865	HE200A	Beam	No Messages	0,53	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
868	HE200A	Beam	No Messages	0,67	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
869	HE140A	Column	No Messages	0,12	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
873	HE200A	Beam	No Messages	0,44	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
876	HE200A	Beam	No Messages	0,67	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
877	HE140A	Column	No Messages	0,11	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
881	HE200A	Beam	No Messages	0,41	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
884	HE200A	Beam	No Messages	0,51	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP

Çizelge 4.15.(devamı)

885	HE140A	Column	No Messages	0,12	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
889	HE200A	Beam	No Messages	0,28	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
892	HE200A	Beam	No Messages	0,51	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
893	HE140A	Column	No Messages	0,11	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
897	HE200A	Beam	No Messages	0,14	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
900	HE200A	Beam	No Messages	0,29	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
901	HE140A	Column	No Messages	0,13	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
905	HE200A	Beam	No Messages	0,11	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
908	HE200A	Beam	No Messages	0,30	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
909	HE200A	Column	No Messages	0,06	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
913	HE200A	Beam	No Messages	0,64	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
916	HE200A	Beam	No Messages	0,30	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
1065	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,45	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1066	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,76	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1067	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,50	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1068	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,57	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1069	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,38	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1070	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,41	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1071	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,26	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1072	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,25	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1073	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,07	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN

Çizelge 4.15.(devamı)

1074	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,05	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1075	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,02	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
1076	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,03	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1077	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,08	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
1078	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,10	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1079	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,31	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1080	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,31	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1081	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,47	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1082	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,43	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1083	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,63	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1084	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,57	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
1085	Q139,7*5	Brace	No Messages	0,57	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
245	HE300A	Column	No Messages	0,38	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
381	HE200A	Column	No Messages	0,13	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
6	HE300A	Column	No Messages	0,16	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
8	HE300A	Column	No Messages	0,16	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN

Çizelge 4. 15'te görüldüğü gibi, maksimum yük taşıma kapasiteleri 844 ve 836 nolu elemanlarda meydana gelmiş olup, bu oran $(1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP)$ yük birleşimi için 0,81 çıkmış ve sınır değerden küçük olduğu için tüm kesitler yeterlidir.

4.1.8 GKT İçin Çelik Elemanların Dizayn Sonuçları

Çizelge 4.16 Üst Geçit Çelik Eleman Dizayn sonuçları

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - AISC 360-10					
Frame	Design Sect	Design Type	Status	Ratio	Combo
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text
547	HE140A	Column	No Message	0,11	G+WYN
551	HE200A	Beam	No Message	0,83	G+Q
554	HE200A	Beam	No Message	0,39	G+0,75Q+0,75S+0,75WY
757	HE140A	Column	No Message	0,11	G+0,5S+WYN
761	HE200A	Beam	No Message	0,21	G+Q
764	HE200A	Beam	No Message	0,12	G+0,75Q+0,75S+0,75WY
765	HE140A	Column	No Message	0,11	G+0,5S+WYN
769	HE200A	Beam	No Message	0,10	G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EY
772	HE200A	Beam	No Message	0,44	G+0,75Q+0,75S+0,75WY
773	HE140A	Column	No Message	0,11	G+0,5S+WYN
777	HE200A	Beam	No Message	0,35	G+Q
780	HE200A	Beam	No Message	0,44	G+0,75Q+0,75S+0,75WY
781	HE140A	Column	No Message	0,11	G+0,5S+WYN
785	HE200A	Beam	No Message	0,35	G+Q
788	HE200A	Beam	No Message	0,65	G+0,75Q+0,75S+0,75WY

4.YAPI ANALİZLERİ VE TASARIMLARI

Mohammad Yatim SAMIM

Çizelge 4.16.(devamı)

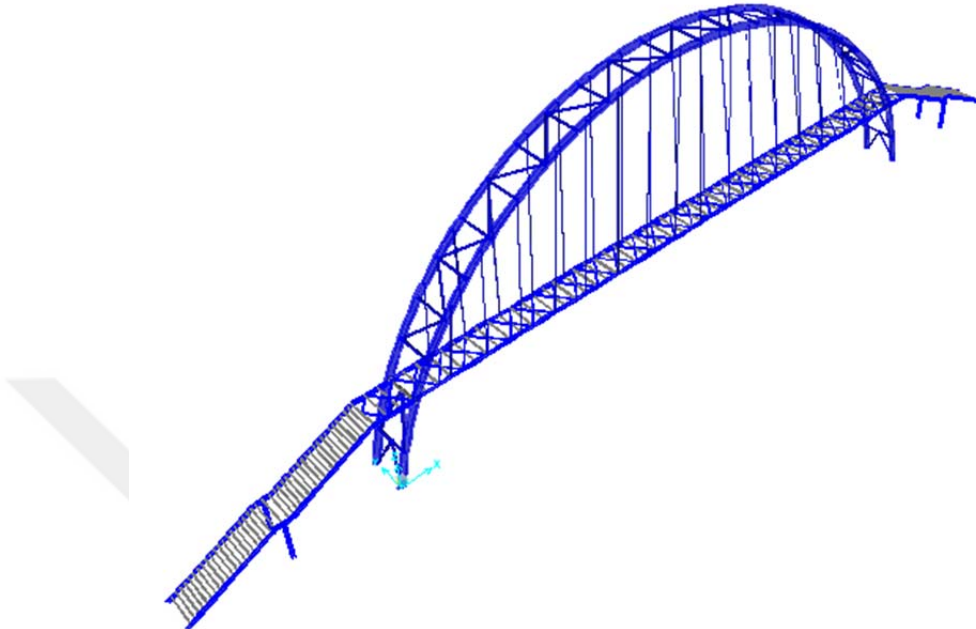
789	HE140A	Column	No Message	0,11	G+0,5S+WYN
793	HE200A	Beam	No Message	0,51	G+Q
796	HE200A	Beam	No Message	0,65	G+0,75Q+0,75S+0,75WY
797	HE140A	Column	No Message	0,11	G+0,5S+WYN
801	HE200A	Beam	No Message	0,51	G+Q
804	HE200A	Beam	No Message	0,79	G+0,75Q+0,75S+0,75WY
805	HE140A	Column	No Message	0,11	G+0,5S+WYN
809	HE200A	Beam	No Message	0,61	G+Q
812	HE200A	Beam	No Message	0,79	G+0,75Q+0,75S+0,75WY
813	HE140A	Column	No Message	0,11	G+0,5S+WYN
817	HE200A	Beam	No Message	0,61	G+Q
820	HE200A	Beam	No Message	0,87	G+0,75Q+0,75S+0,75WY
821	HE140A	Column	No Message	0,10	G+0,5S+WYN
825	HE200A	Beam	No Message	0,65	G+Q
828	HE200A	Beam	No Message	0,87	G+0,75Q+0,75S+0,75WY
829	HE140A	Column	No Message	0,11	G+0,5S+WYN
833	HE200A	Beam	No Message	0,65	G+Q
836	HE200A	Beam	No Message	0,89	G+0,75Q+0,75S+0,75WY
837	HE140A	Column	No Message	0,11	G+0,5S+WYN
841	HE200A	Beam	No Message	0,64	G+Q
844	HE200A	Beam	No Message	0,89	G+0,75Q+0,75S+0,75WY
845	HE140A	Column	No Message	0,11	G+0,5S+WYN

Çizelge 4. 16'de görüldüğü gibi, maksimum yük taşıma kapasiteleri 844 ve 836 nolu elemanlarda meydana gelmiş olup, bu oran ($G+0,75Q+0,75S+0,75WYP$) yük birleşimi için 0,89 çıkmış ve sınır değerden küçük olduğu için tüm kesitler yeterlidir.

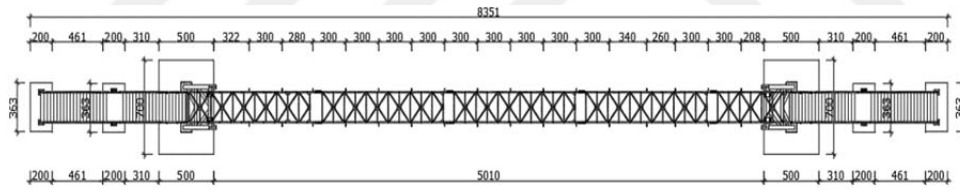
Ele aldığımız bu örnekte hem GKT hem de YDKT yöntemlerine göre tüm kesitlerin yeterli olduğu görülmüştür.

4.2 Kemer Askılı Yaya Üst Geçit Örneği

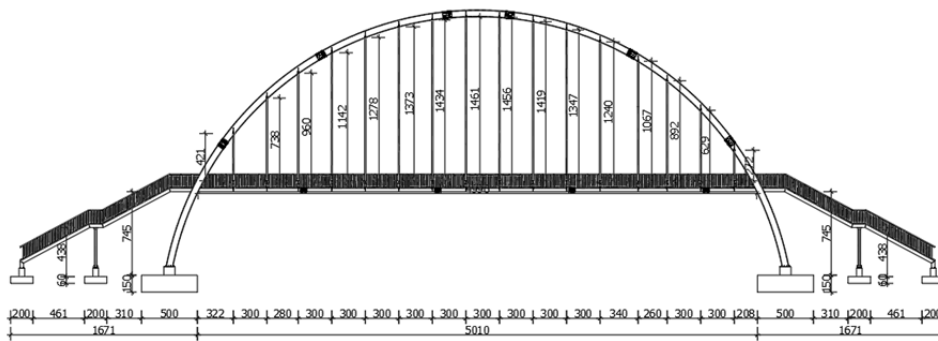
Kemer askılı yaya üst geçit örneği, Karayolları 5. Bölge Müdürlüğü Toprakkale-İskenderun Otoyolu 239 + 400. Km mevkiinde mevcut ve yapılmış olan köprü projesinin güncel yönetmeliklere göre bu çalışma yeniden analiz ve tasarımı yapılmıştır. Karayolu üzerinde tasarlanmış olan köprü'nün üst geçidin asfalt kotu üstünden kirişin alt başlığına kadar yüksekliği 6,4 m, açıklığı 55 m ve genişliği 3 m 'dir. Kirişin alt başlığı UPN300, enleme kirişleri UPN140, platformun çaprazları L70x7, kemer kirişi PL550, kemer kirişin çaprazları $\phi 219.1 \times 10$ çapında borular ve platform kirişine birbirine bağlayan boruların ise çapı $\phi 114.3 \times 7.1$ 'dir. Çaprazlar üst geçide mafsallı olarak bağlanmıştır. Şekil 4.31'de üst geçide ait 3 boyutlu SAP2000 modeli, Şekil 4.32'de üst geçit planı, Şekil 4.33'te yapının Boy kesiti yer almaktadır. Kolon, kiriş ve dikmeler için S275; çapraz profilleri için S235 çelik malzemesi seçilmiştir.



Şekil 4.31. Üst geçidin 3 Boyutlu SAP2000 Modeli



Şekil 4.32. Üst geçit Planı



Şekil 4.33. Üst geçit 1 ve 2 Aksı boykesitleri

4.2.1 Yükler

Çizelge 4.17. Sabit ve Hareketli Yük Değerleri

Zati Yükü	:	Program tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır.
G ₁ - Kaplama Birim Hacim Ağırlığı	:	2,400 ton/m ³
G ₂ - Korkuluk Yükü	:	0,05 ton /m
G ₃ - Kaplama (3/4 Baklavalı Sac) Yükü	:	0,027 ton/m ²
Q ₁ - Üstgeçit Hareketli Yük	:	0,500 ton/m ²
S -Çatı Kar Yükü	:	Yeni kar yönetmeliğine göre hesaplanmıştır.
W - Rüzgar Yükü	:	Yeni rüzgar yönetmeliğine göre hesaplanmıştır.

4.2.1.1 Sabit ve Hareketli Yükler

- Özağırlık Yükleme program tarafından hesaplanacaktır.
- Üstgeçit için kaplama yükü bulunurken; kaplama birim hacim ağırlığı, kaplama kalınlığı ve enleme kirişler arası mesafesi ile çarpılmıştır.

$$G_1 = 2,4 \text{ ton/m}^3 \times 0,07 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} = 0,168 \text{ ton/m}$$

- Merdiven için kaplama yükü bulunurken; kaplama birim hacim ağırlığı, kaplama kalınlığı ve basamak genişliği ile çarpılmıştır.

$$G_1 = 2,4 \text{ ton/m}^3 \times 0,07 \text{ m} \times 0,46 \text{ m} = 0,077 \text{ ton/m}$$

- Korkuluk Yükleme.

$$G_2 = 0,05 \text{ ton/m}$$

- Üstgeçit için çatı kaplama yükü bulunurken; çatı kaplama yükü ile enleme kirişler arası mesafesi ile çarpılmıştır.

$$G_3 = 0,027 \text{ ton/m}^2 \times 1,00 \text{ m} = 0,027 \text{ ton/m}$$

- Merdiven için baklavalı sac yükü bulunurken; baklavalı sac yükü ile basamak genişliği çarpılmıştır.

$$G_3 = 0,027 \text{ ton/m}^2 \times 0,46 \text{ m} = 0,012 \text{ ton/m}$$

- Üstgeçit için hareketli yükü bulunurken; hareketli yük ile enleme kirişler arası mesafesi ile çarpılmıştır.

$$Q_1 = 0,50 \text{ ton/m}^2 \times 1,00 \text{ m} = 0,50 \text{ ton/m}$$

- Merdiven için hareketli yükü bulunurken; hareketli yük ile enleme kirişler arası mesafesi ile çarpılmıştır.

$$Q_1 = 0,50 \text{ ton/m}^2 \times 0,46 \text{ m} = 0,230 \text{ ton/m}$$

4.2.1.2 Kar Yüğü Hesabı

Çizelge 4.18. Farklı topografik alanlar için tavsiye edilen C_e değerleri
(TS EN 1991-1-3 Kısım 5)

Topografik bölge	C_e
Rüzgara açık (a)	0,8
Normal (b)	1
Korunmuş (c)	1,2

$C_e = 1$ olarak seçilmiştir.

a: Rüzgara açık topografik alanlar : her coğrafi yönden etkiye maruz kalan, arazi tarafından korunma imkanının olmadığı veya az olduğu daha yüksek yapıların veya ağaçların bulunmadığı engelsiz düz alanlar

b: Normal topografik alanlar: rüzgarın yapı üzerine etkisiyle kar kütlesinin, arazi diğer yapılar ve ağaçlar sebebiyle önemli bir değişime uğramadığı alanlar

c: Korunmuş topografik alanlar: dikkate alınan yapının yüksekliğinin önemli ölçüde çevre arazisinden veya çevresindeki yüksek ağaçlardan ve/veya çevresindeki daha yüksek yapılardan düşük olduğu alanlar

Çizelge 4.19. Karın Ortalama Gevşek Yığın Birim Hacim Ağırlığı

Kar tipi	Yığın birim hacim ağırlığı (kN/m ³)
Yeni	1
Yerleşmiş(Kar yağdıktan sonra birkaç saat veya gün geçmiş)	2
Eski (Kar yağdıktan sonra bir kaç hafta veya ay geçmiş)	2,5 - 3,5
Islak	4

Çift Eğimli Çatılar İçin

Isı katsayısı C_t , yüksek sıcaklık iletiminden ($>1 \text{ W/m}^2\text{K}$) dolayı, özellikle binanın çatısı altındaki ısı kaybının çatı yüzeyini etkilemesi sebebiyle erimelerin meydana geldiği bazı cam kaplı çatılarda çatı kar yükündeki azalmanın hesaba katılması için kullanılır. Diğer bütün durumlar için: $C_t = 1,0$ alınmalıdır.

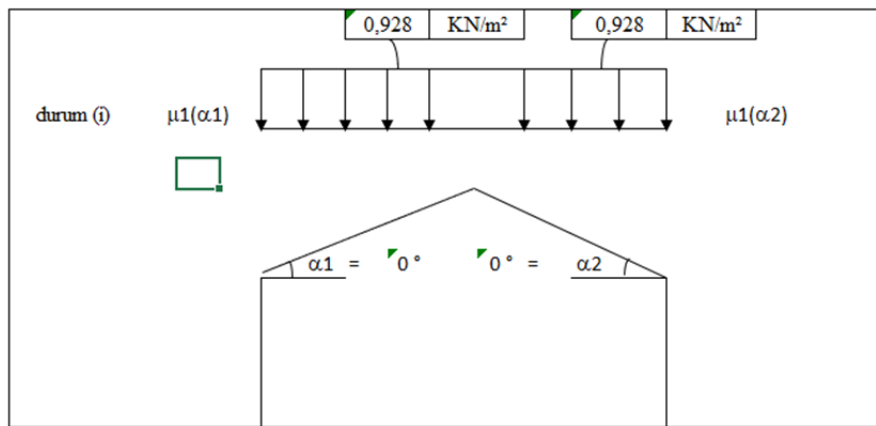
Kar bölgesi :II

Yapının denizden yüksekliği : 1050 m

Kar yükü = $1,16 \text{ kN/m}^2$ Çizelge 3.4 ten alınmıştır.

Durum (i)

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0,8 \times 1 \times 1 \times 1,16 = 0,928 \text{ kN/m}^2$$



Şekil 4.34. Üst geçid kar yüklemesi

- Üstgeçit için kar yükü bulunurken; kar yükü ile enleme kirişler arası mesafesi ile çarpılmıştır.

$$S = 0,0928 \text{ ton/m}^2 \times 1,00 \text{ m} = 0,0928 \text{ ton/m}$$

- Merdiven için kar yükü bulunurken; kar yükü ile enleme kirişler arası mesafesi ile çarpılır.

$$S = 0,0928 \text{ ton/m}^2 \times 0,46 \text{ m} = 0,043 \text{ ton/m}$$

4.2.1.3 Rüzgar Yükü Hesabı

$V_{b0} = 28,00 \text{ m/sn}$ esas rüzgâr hızının temel değeri

$C_{dir} = 1$ Doğrultu katsayısı (Tavsiye edilen değer 1,0'dir.)

$C_{season} = 1$ Mevsim katsayısı (Tavsiye edilen değer 1,0'dir.)

$k = 0,2$ Şekil Parametresi (Tavsiye edilen değer k için.)

$n = 0,5$ Üstel Sayı (Tavsiye edilen değer n için.)

$p = 0,02$ (Tekerrür Süresi 50 yıla eşit için)

$C_o(z) = 1$ esas rüzgâr hızı hesabında orografi dikkate alınmırsa (Tavsiye edilen değer 1,0'dir.)

$K_1 = 1$ Türbülans Katsayısı. (Tavsiye edilen değer 1,0'dir.)

$\rho = 0,00125 \text{ kN/m}^3$ Havanın yoğunluğu

$Z(h) = 7,00 \text{ m}$ (Yapı yüksekliği)

$b = 55,00 \text{ m}$ (Yapı uzunluğu)

$d = 3,00 \text{ m}$ (Yapı genişliği)

$Z_{o1} = 0,3 \text{ m}$ (Arazi kategori) III için

$Z_{o2} = 0,05 \text{ m}$ (Arazi kategori) II için

$Z_{min} = 5 \text{ m}$ $Z_{max} = 200 \text{ m}$ $\alpha = 0^\circ$ (Çatı eğimi)

$$C_{prop} = \left[\frac{1-K \cdot \ln(1-p)}{1-K \cdot \ln(1-\ln(0,98))} \right] = 1 \quad (\text{TS EN 1991_1_4})$$

Esas rüzgar hızı (V_b)

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b0} \cdot C_{prop} \quad (\text{TS EN 1991_1_4})$$

$$V_b = 1 \times 1 \times 28,00 \text{ m/sn} \times 1 = 28,00 \text{ m/sn}$$

Engebelilik uzunluğu (K_r)

$$K_r = 0,19 \left(\frac{Z_{01}}{Z_{02}} \right)^{0,07} = 0,19 \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215 \quad (\text{TS EN 1991_1_4})$$

Engebelilik katsayısı $C_r(z)$

$$C_r(z) = K_r \cdot \ln \left(\frac{z(h)}{z_{01}} \right) = 0,215 \times \ln \left(\frac{7}{0,3} \right) = 0,678 \quad z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

Ortalama Rüzgâr Hızı $V_m(z)$

$$V_m(z) = C_r(z) \cdot C_o(z) \cdot V_b = 0,678 \times 1 \times 28 \text{ m/sn} = 18,997 \text{ m/sn}$$

Rüzgar Türbülansı (σ_v)

$$\sigma_v = K_r \cdot V_b \cdot K_I = 0,215 \times 28 \text{ m/sn} \times 1 = 6,031 \quad (\text{TS EN 1991_1_4 Denk.(4.6)})$$

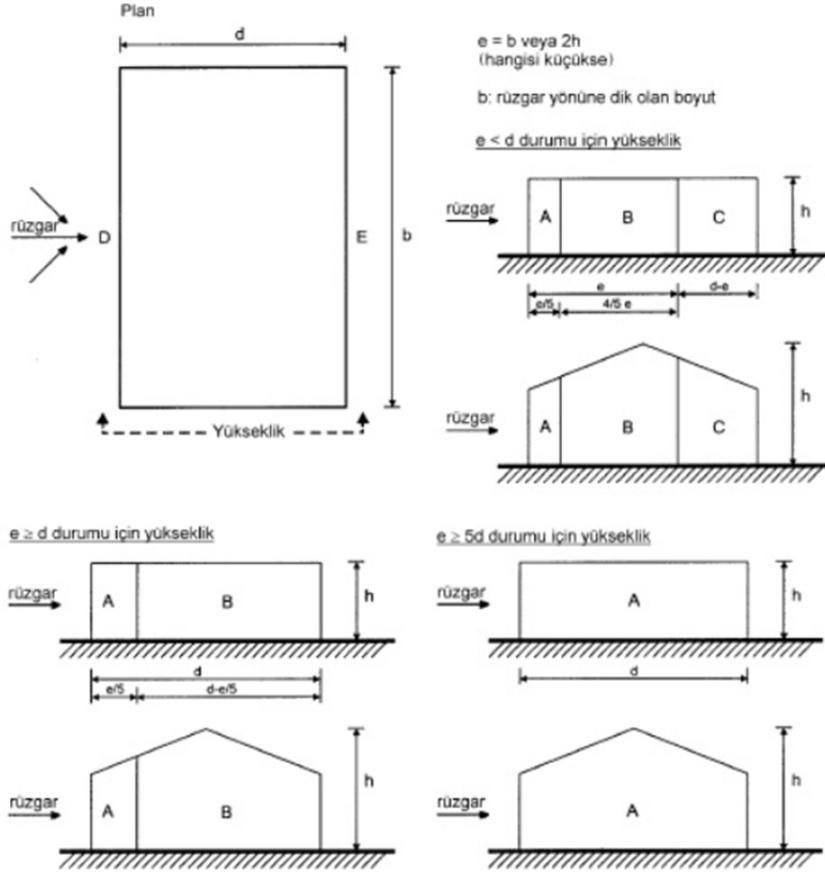
Z metre Yükseklikteki Türbülans Şiddeti $I_v(z)$

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{V_m(z)} = \frac{6,031}{18,997} = 0,317 \quad z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

Tepe Hız Kaynaklı Rüzgar Hasıncı $q_p(z)$ (TS EN 1991_1_4 Denk.(4.8))

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \frac{1}{2} \rho v^2 m(z)$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \times 0,317] \frac{1}{2} 0,00125 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \times 18,997 \times 18,997 = 0,729 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



Şekil 4.35 A-B-C-D-E Tipi Düşey Duvarlar

Rüzgar Yönü $\theta = 0^\circ$ İçin üst geçide etkiyen rüzgar yükünün belirlenmesi

$b = 55,00$ m (Rüzgar yönüne dik boyut)

$d = 3,00$ m

$e = b$ veya $2h$ (Hangisi küçükse)

$e = \min(b; 2h) = \min(55; 2 \times 7) = 14$ m

$e = 14$ m $> d = 3$ m 2.durum geçerli

$e = 14$ m $< 5d = 15$ m 2.durum geçerli

$h/d = 7/3 = 2,33 > 0,25$

Çizelge 4.20. Dikdörtgen Planlı Binaların Düşey Duvarları için Tavsiye Edilen Dış Basınç Katsayısı Değerleri

Bölge	A		B		C		D		E	
h / d	c _{pe,10}	c _{pe,1}	c _{pe,10}	c _{pe,1}	c _{pe,10}	c _{pe,1}	c _{pe,10}	c _{pe,1}	c _{pe,10}	c _{pe,1}
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1,0	-0,5	
≤ 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,7	1,0	-0,3	

Çizelge 4.21. Düşey Duvarlar İçin C_{pe,10} Dış Basınç Katsayıları

Bölge	A	B	C	D	E
c _{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,57

Güvenli tarafta kalmak için yönetmelikte ön görülen " $h/d \leq 1$ olan binalar için bileşke kuvvet 0,85 ile çarpılır." ifadesi dikkate alınmamıştır. Bir duvara, çatıya veya yapı elemanına etkiyen net basınç, elemanların zıt yüzeylerde oluşan basınçların yönleri (işaretleri) de dikkate alınarak hesaplanan farkına eşittir. Bu örnekte iç basınç katsayısı, c_{pi} değeri + 0,2 veya - 0,3 olmak üzere, TS EN 1991-1-4 Bölüm 7.2.9 Not (2) uyarınca, tavsiye edilen değerleri kullanılarak hesaplanan net basınç katsayıları aşağıda verilmektedir.

Çizelge 4.22. Düşey Duvarlar için c_{pnet} net Basınç Katsayıları (c_{pi} = -0,3) için

Bölge	A	B	C	D	E
c _{pnet} = c _{pe} - c _{pi}	-0,9	-0,5	-0,2	1,1	-0,27
w(z)=c _{pnet} · qp(z)	-0,65	-0,36	-0,15	0,80	-0,20

Çizelge 4.23. Düşey Duvarlar için c_{pnet} Net Basınç Katsayıları ($c_{pi} = +0,2$) için

Bölge	A	B	C	D	E
$c_{pnet} = c_{pe} - c_{pi}$	-1,4	-1	-0,7	0,6	-0,77
$w(z) = c_{pnet} \cdot q_p(z)$	-1,02	-0,73	-0,51	0,44	-0,56

Çizelge 4.24. Kullanılacak $w(z)$ {kN/m²} ($c_{pi} = + 0,2$ için)

Bölge	A	B	C	D	E
$w(z) = c_{pnet} \cdot q_p(z)$	-1,02	-0,73	-0,51	0,44	-0,56

Dikmelere gelen rüzar basıncı hesabı

W_{YP} - Y Yönü (Rüzar basıncı E bölgesi)

- Üst geçit için Y yönü rüzgar basıncı E bölgesi yükünü bulurken, rüzgar basıncı korkuluk yüksekliği ile çarpılmıştır.

$$W_{YP} = 0,044 \text{ ton/m}^2 \times 1,00 \text{ m} = 0,044 \text{ ton/m}$$

- W_{YN} - Y Yönü (Rüzar emme D bölgesi)
- Üst geçit için Y Yönü (Rüzar emme D bölgesi) yükünü bulurken; Rüzar yükü korkuluk yüksekliği ile çarpılmıştır.

$$W_{YN} = 0,056 \text{ ton/m}^2 \times 1,00 \text{ m} = 0,056 \text{ ton/m}$$

4.2.1.4 Deprem Yüğü (E)

4.2.1.5 SAP2000 programına tanımlanacak deprem spektrumunun belirlenmesinde TBDY-2018' den faydalanılmıştır.

Yapının bulunduğu yerde zemin tipi : ZD

Bina önem katsayısı: 1

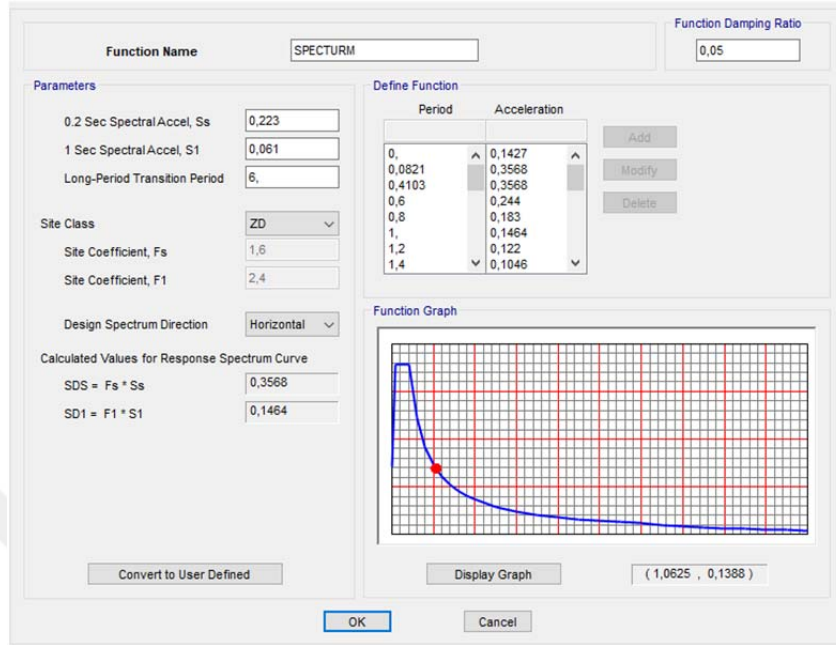
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı R_x/R_y : 4/4 - (TBDY-2018-Tablo4.1)

Çarpan değeri (Scale Factor) = $A_0 \cdot I \cdot g / R = 1 \times 9,81 / 4 = 2,4525$

A_0 : Değeri SAP2000 programı tarafından otomatik olarak hesaplanacaktır.

Load Pattern	Multiplier
DEAD	1,
DEAD	1,
Q1	0,3
G1	1,
S	0,3
G2	1,
G3	1,
G4	1,

Şekil 4.36. Kütle Kaynağı



Şekil 4.37. Tepki Spektrumu

The dialog box 'Load Case Name' for 'EX' includes the following parameters:

- Load Case Name: EX
- Load Case Type: Response Spectrum
- Directional Combination: SRSS
- Mass Source: Previous (MSSSRC1)
- Diaphragm Eccentricity: Eccentricity Ratio: 0,
- Modal Load Case: MODAL
- Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	SPECTURM	2,4525
Accel	U1	SPECTURM	2,4525
- Other Parameters: Modal Damping: Constant at 0,05
- Buttons: OK, Cancel, Modify/Show...

Şekil 4.38. X Yönünde Deprem Yükleme

Load Case Name: EY Set Def Name Modify/Show...

Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:

- ☒ CQC
- ☐ SRSS
- ☐ Absolute
- ☐ GMC
- ☐ NRC 10 Percent
- ☐ Double Sum

 GMC f1: 1, GMC f2: 0, Periodic + Rigid Type: SRSS

Modal Load Case:

- Use Modes from this Modal Load Case: MODAL
- ☒ Standard - Acceleration Loading
- ☐ Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U2	SPECTURM	2.4525
Accel	U2	SPECTURM	2.4525

 Add Modify Delete

Other Parameters:

- Modal Damping: Constant at 0,05 Modify/Show...

Directional Combination:

- ☒ SRSS
- ☐ CQC3
- ☐ Absolute

 Scale Factor:

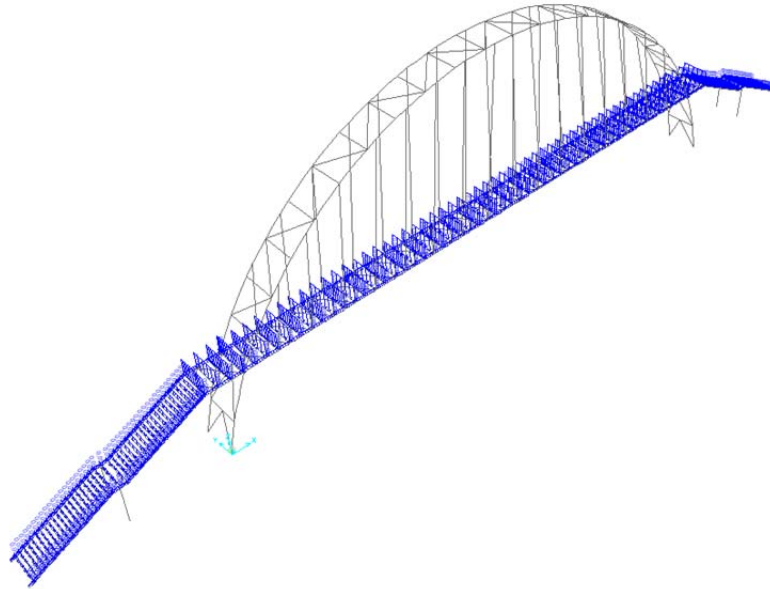
Mass Source: Previous (MSSSRC1)

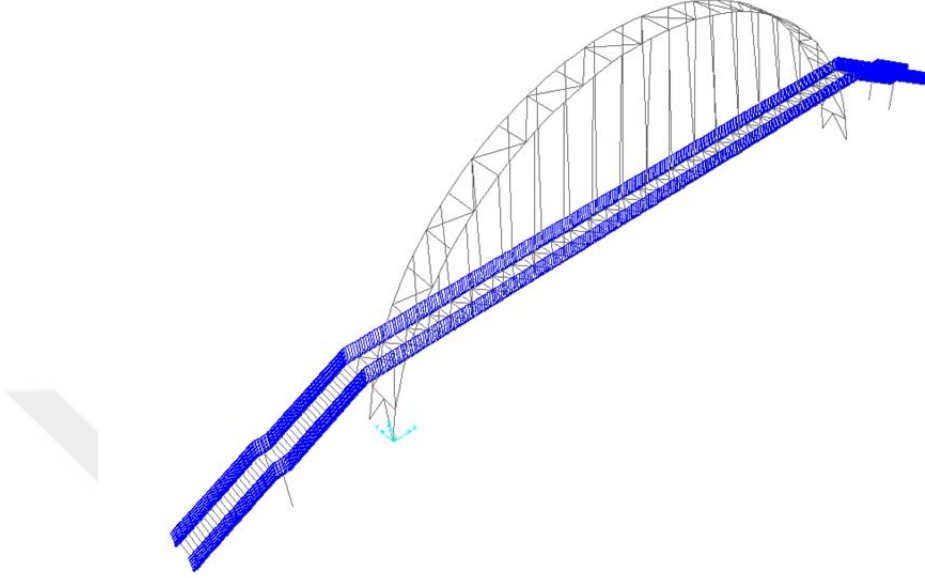
Diaphragm Eccentricity:

- Eccentricity Ratio: 0, Override...

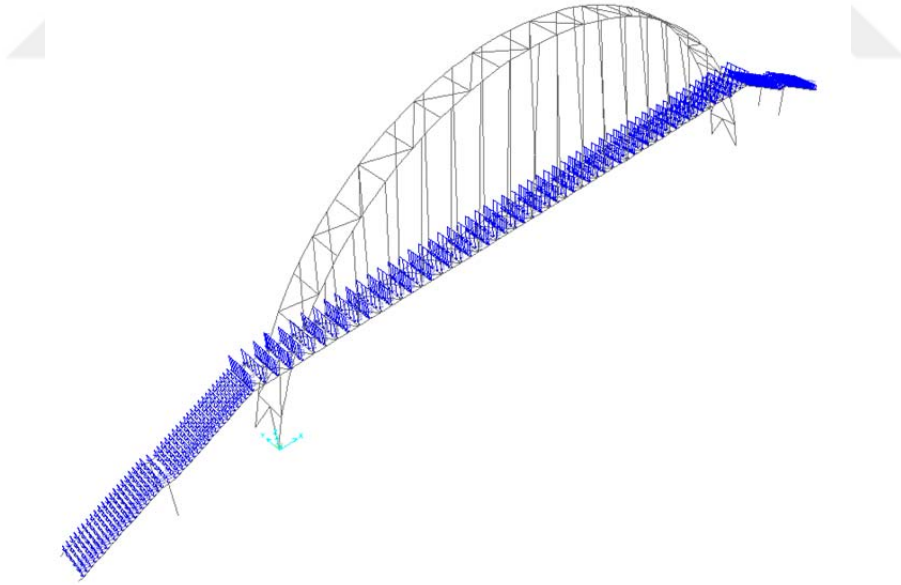
OK Cancel

Şekil 4.39. Y Yönünde deprem yüklemesi

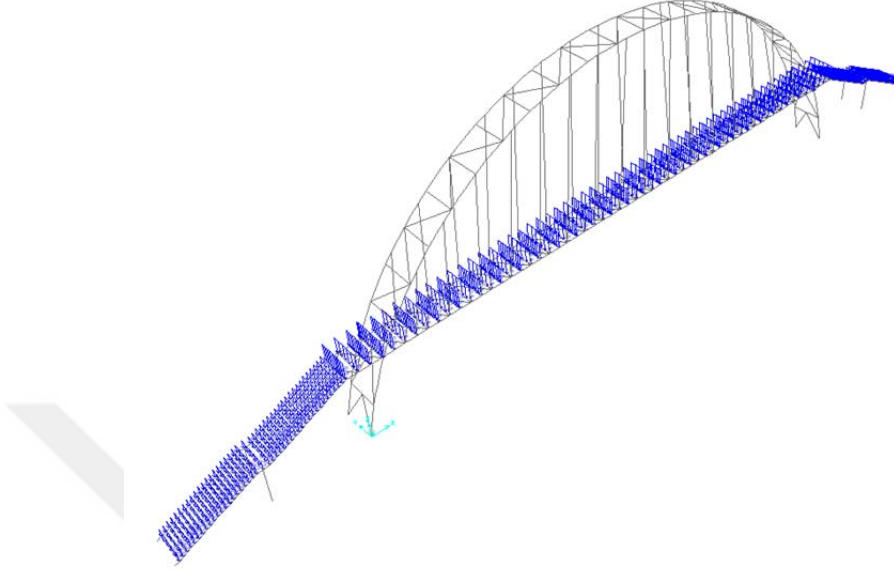
Şekil 4.40. G_1 Yüklemesi



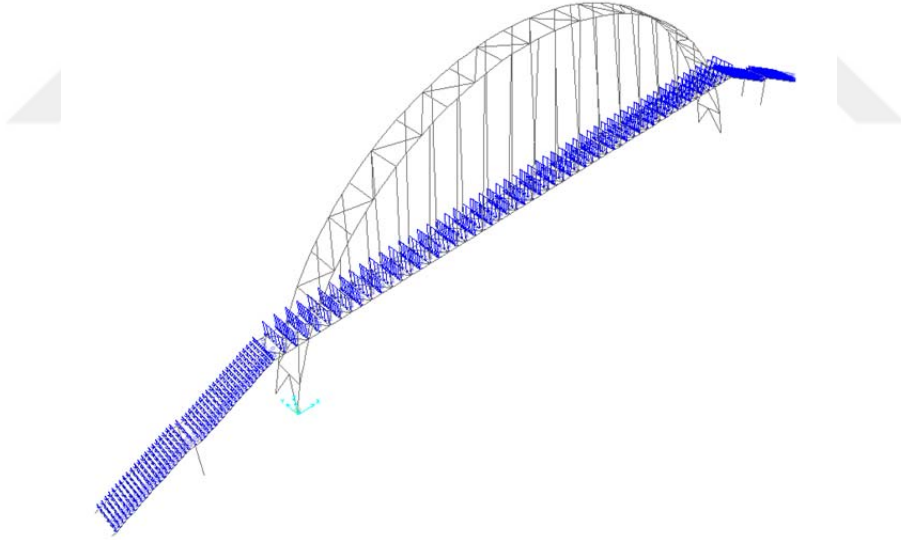
Şekil 4.41. G_2 Yükleme



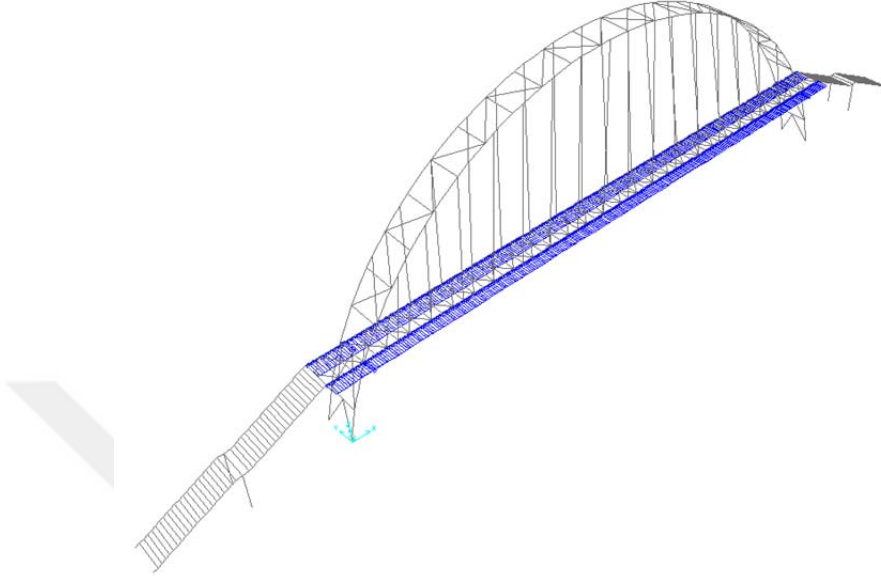
Şekil 4.42. G_3 Yükleme



Şekil 4.43. Q_1 Yükleme



Şekil 4.44. S Yükleme

Şekil 4.45. W_{YP} Yükleme

4.2.2 YDKT'ye Göre Yük Birleşimleri

Çizelge 4.25 YDKT'ye göre Yük Birleşimleri

YÜK BİRLEŞİMLERİ			
ComboName	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Unitless
G	Linear Static	G2	1
G	Linear Static	G4	1
G	Linear Static	G3	1
G	Linear Static	DEAD	1
G	Linear Static	G1	1
1.4G	Response Combo	G	1,4
1.2G+1.6Q+0,5Qr	Linear Static	S	0,5
1.2G+1.6Q+0,5Qr	Linear Static	Q1	1,6
1.2G+1.6Q+0,5Qr	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WXN	Response Combo	G	1,2

Çizelge 4.25.(devamı)

1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WXN	Linear Static	S	0,5
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WXN	Linear Static	WXN	1,6
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP	Linear Static	S	0,5
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP	Linear Static	WYP	1,6
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN	Linear Static	S	0,5
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN	Linear Static	WYN	1,6
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WXP	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WXP	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WXP	Linear Static	S	0,5
1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WXP	Linear Static	WXP	1,6
1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN	Linear Static	S	0,2
1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN	Linear Static	EX	-1
1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN	Linear Static	EY	-0,3
1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP	Linear Static	S	0,2
1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP	Linear Static	EY	1
1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP	Linear Static	EX	0,3
1.2G+1.0Q+0.2S+1EXP+0,3EYP	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.2S+1EXP+0,3EYP	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.0Q+0.2S+1EXP+0,3EYP	Linear Static	S	0,2
1.2G+1.0Q+0.2S+1EXP+0,3EYP	Linear Static	EX	1
1.2G+1.0Q+0.2S+1EXP+0,3EYP	Linear Static	EY	0,3
1.2G+1.0Q+0.2S-1EYN-0,3EXN	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.0Q+0.2S-1EYN-0,3EXN	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.0Q+0.2S-1EYN-0,3EXN	Linear Static	S	0,2

Çizelge 4.25.(devamı)

1.2G+1.0Q+0.2S-1EYN-0,3EXN	Linear Static	EY	-1
1.2G+1.0Q+0.2S-1EYN-0,3EXN	Linear Static	EX	-0,3
0.9G+1.6WXP	Response Combo	G	0,9
0.9G+1.6WXP	Linear Static	WXP	1,6
0.9G+1.6WXN	Response Combo	G	0,9
0.9G+1.6WXN	Linear Static	WXN	1,6
0.9G+1.6WYP	Response Combo	G	0,9
0.9G+1.6WYP	Linear Static	WYP	1,6
0.9G+1.6WYN	Response Combo	G	0,9
0.9G+1.6WYN	Linear Static	WYN	1,6
0.9G+1.0EXP	Response Combo	G	0,9
0.9G+1.0EXP	Linear Static	EX	1
0.9G-1.0EXN	Response Combo	G	0,9
0.9G-1.0EXN	Linear Static	EX	-1
0.9G+1.0EYP	Response Combo	G	0,9
0.9G+1.0EYP	Linear Static	EY	1
0.9G-1.0EYN	Response Combo	G	0,9
0.9G-1.0EYN	Linear Static	EY	-1
1.2G+1.6Qr	Response Combo	G	1,4
1.2G+1.6Qr	Linear Static	S	1,6
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP	Linear Static	S	1,6
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP	Linear Static	WXP	0,8
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXN	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXN	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXN	Linear Static	S	1,6
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXN	Linear Static	WXN	0,8
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYP	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYP	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYP	Linear Static	S	1,6
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYP	Linear Static	WYP	0,8
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYN	Response Combo	G	1,2
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYN	Linear Static	Q1	1
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYN	Linear Static	S	1,6
1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WYN	Linear Static	WYP	0,8
G+Q	Response Combo	G	1

4.2.3 YDKT'ye Göre Düşey Deplasman Değerleri

Çizelge 4.26 YDKT'ye göre Düşey Deplasman Değerleri

Açıklık kafes giriş düşey deplasman değerleri L =55 m					
Joint	Output Case	U3	Mutlak U3	Max. Sehim	Kontrol
Text	Text	m	cm	L/300 (cm)	OK / Hata
1	G+Q	0,000088	0,0088	18,333	OK
3	G+Q	0,000662	0,0662	18,333	OK
16	G+Q	0,000262	0,0262	18,333	OK
263	G+Q	0,002958	0,2958	18,333	OK
265	G+Q	0,006623	0,6623	18,333	OK
266	G+Q	0,010356	1,0356	18,333	OK
267	G+Q	0,012544	1,2544	18,333	OK
268	G+Q	0,013833	1,3833	18,333	OK
269	G+Q	0,014058	1,4058	18,333	OK
273	G+Q	0,000247	0,0247	18,333	OK
274	G+Q	0,006614	0,6614	18,333	OK
275	G+Q	0,013011	1,3011	18,333	OK
276	G+Q	-0,01957	1,9578	18,333	OK
277	G+Q	-0,0257	2,5779	18,333	OK
278	G+Q	-0,03165	3,1654	18,333	OK
279	G+Q	-0,03802	3,8027	18,333	OK
280	G+Q	-0,04406	4,4062	18,333	OK
281	G+Q	-0,04959	4,9599	18,333	OK
282	G+Q	-0,0551	5,512	18,333	OK
283	G+Q	-0,05987	5,9874	18,333	OK
284	G+Q	-0,06368	6,3685	18,333	OK
285	G+Q	0,067121	6,7121	18,333	OK
286	G+Q	-0,06951	6,9512	18,333	OK
287	G+Q	-0,07088	7,0884	18,333	OK
288	G+Q	-0,07187	7,1877	18,333	OK
289	G+Q	-0,07179	7,1794	18,333	OK
290	G+Q	-0,07055	7,0553	18,333	OK

Çizelge 4.26.(devamı)

291	G+Q	-0,06879	6,8792	18,333	OK
292	G+Q	-0,06614	6,6143	18,333	OK
293	G+Q	-0,06297	6,2973	18,333	OK
294	G+Q	-0,06021	6,0211	18,333	OK
295	G+Q	-0,05681	5,6818	18,333	OK
296	G+Q	-0,05238	5,2381	18,333	OK
297	G+Q	-0,04718	4,7185	18,333	OK
298	G+Q	-0,04089	4,0895	18,333	OK
299	G+Q	-0,03395	3,3952	18,333	OK
300	G+Q	-0,02736	2,736	18,333	OK
301	G+Q	-0,02066	2,0662	18,333	OK
302	G+Q	-0,01404	1,4049	18,333	OK
303	G+Q	-0,00837	0,8377	18,333	OK
304	G+Q	-0,00283	0,2835	18,333	OK

Çizelge 4 .26'da görüldüğü üzere, açıklıktaki maksimum düşey deplasman 288. elamanda 7,19 cm çıkmıştır. Maksimum deplasman (G+Q) yük birleşimi altında elde edilmiş olup, deplasman izin verilen deplasmandan küçüktür.

4.2.4 GKT'ye göre Yük Birleşimleri

Çizelge 4.27 GKT'ye göre Yük Birleşimleri

YÜK BİRLEŞİMLERİ			
ComboName	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Unitless
G	Linear Static	G2	1
G	Linear Static	G4	1
G	Linear Static	G3	1
G	Linear Static	DEAD	1
G	Linear Static	G1	1
G+Q	Response Combo	G	1
G+Q	Linear Static	Q1	1
Q	Linear Static	Q1	1
Q	Linear Static	Q2	1
$G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EX$	Response Combo	G	1
$G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EX$	Response Combo	Q	0,75
$G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EX$	Linear Static	S	0,75
$G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EX$	Response Spectrum	EX	0,525
$G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EX$	Response Combo	G	1
$G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EX$	Response Combo	Q	0,75
$G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EX$	Linear Static	S	0,75
$G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EX$	Response Spectrum	EX	-0,525
$G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EY$	Response Combo	G	1
$G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EY$	Response Combo	Q	0,75
$G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EY$	Linear Static	S	0,75
$G+0,75Q+0,75S+0,75*0,7EY$	Response Spectrum	EY	0,525
$G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EY$	Response Combo	G	1
$G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EY$	Response Combo	Q	0,75
$G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EY$	Linear Static	S	0,75
$G+0,75Q+0,75S-0,75*0,7EY$	Response Spectrum	EY	-0,525
G+0,7EX	Response Combo	G	1
G+0,7EX	Response Spectrum	EX	0,7

Çizelge 4.27.(devamı)

G-0,7EX	Response Combo	G	1
G-0,7EX	Response Spectrum	EX	-0,7
G+0,7EY	Response Combo	G	1
G+0,7EY	Response Spectrum	EY	0,7
G-0,7EY	Response Combo	G	1
G-0,7EY	Response Spectrum	EY	-0,7
G+0,75Q+0,75S+0,75WYP	Response Combo	G	1
G+0,75Q+0,75S+0,75WYP	Response Combo	Q	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WYP	Linear Static	WYP	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WYP	Linear Static	S	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WYN	Response Combo	G	1
G+0,75Q+0,75S+0,75WYN	Response Combo	Q	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WYN	Linear Static	WYP	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WYN	Linear Static	S	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WYN	Linear Static	WYN	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXN	Response Combo	G	1
G+0,75Q+0,75S+0,75WXN	Response Combo	Q	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXN	Linear Static	WYP	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXN	Linear Static	S	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXN	Linear Static	WXN	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXP	Response Combo	G	1
G+0,75Q+0,75S+0,75WXP	Response Combo	Q	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXP	Linear Static	WYP	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXP	Linear Static	S	0,75
G+0,75Q+0,75S+0,75WXP	Linear Static	WXP	0,75
G+WYP	Response Combo	G	1
G+WYP	Linear Static	WYP	1
G+WYN	Response Combo	G	1
G+WYN	Linear Static	WYN	1
G+WXP	Response Combo	G	1
G+WXP	Linear Static	WXP	1
G+WXN	Response Combo	G	1
G+WXN	Linear Static	WXN	1

Çizelge 4.27.(devamı)

0,6G+0,7EX	Response Combo	G	0,6
0,6G+0,7EX	Response Spectrum	EX	0,7
0,6G-0,7EX	Response Combo	G	0,6
0,6G-0,7EX	Response Spectrum	EX	-0,7
0,6G+0,7EY	Response Combo	G	0,6
0,6G+0,7EY	Response Spectrum	EY	0,7
0,6G-0,7EY	Response Combo	G	0,6
0,6G-0,7EY	Response Spectrum	EY	-0,7
G+0,5S	Response Combo	G	1
G+0,5S	Linear Static	S	0,5
G+0,5S+WYP	Response Combo	G	1
G+0,5S+WYP	Linear Static	S	0,5
G+0,5S+WYP	Linear Static	WYP	1
G+0,5S+WYN	Response Combo	G	1
G+0,5S+WYN	Linear Static	S	0,5
G+0,5S+WYN	Linear Static	WYN	1
G+0,5S+WXP	Response Combo	G	1
G+0,5S+WXP	Linear Static	S	0,5

4.2.5 GKT'ye göre Düşey Deplasman Değerleri

Çizelge 4.28 GKT'ye Göre Düşey Deplasman Değerleri
Açıklık kafes giriş düşey deplasman değerleri L = 55,00m

Joint	OutputCase	U3	Mutlak U3	Max. Sehim	Kontrol
Text	Text	m	cm	L/300 (cm)	OK / Hata
1	G+Q	0,00004	0,004	18,333	OK
3	G+Q	0,000557	0,0557	18,333	OK
8	G+Q	-0,001982	0,1982	18,333	OK
16	G+Q	0,0002	0,02	18,333	OK
80	G+Q	0,000648	0,0648	18,333	OK
263	G+Q	0,002709	0,2709	18,333	OK
265	G+Q	0,006087	0,6087	18,333	OK
266	G+Q	0,009519	0,9519	18,333	OK

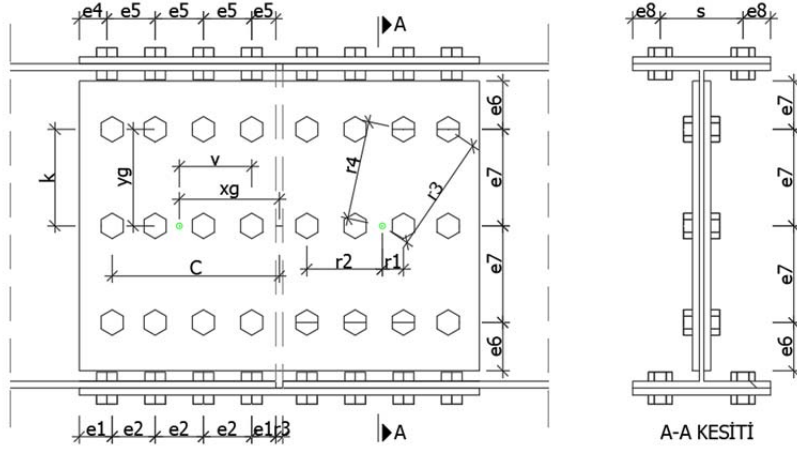
Çizelge 4.28.(devamı)

267	G+Q	0,011548	1,1548	18,333	OK
272	G+Q	0,005205	0,5205	18,333	OK
273	G+Q	-0,000095	0,0095	18,333	OK
274	G+Q	-0,005928	0,5928	18,333	OK
275	G+Q	-0,011793	1,1793	18,333	OK
276	G+Q	-0,017808	1,7808	18,333	OK
277	G+Q	-0,02349	2,349	18,333	OK
278	G+Q	-0,02888	2,888	18,333	OK
279	G+Q	-0,034719	3,4719	18,333	OK
280	G+Q	-0,040254	4,0254	18,333	OK
281	G+Q	-0,045336	4,5336	18,333	OK
282	G+Q	-0,050398	5,0398	18,333	OK
283	G+Q	-0,05476	5,476	18,333	OK
284	G+Q	-0,058262	5,8262	18,333	OK
285	G+Q	-0,061414	6,1414	18,333	OK
286	G+Q	-0,063611	6,3611	18,333	OK
287	G+Q	-0,064877	6,4877	18,333	OK
288	G+Q	-0,065788	6,5788	18,333	OK
289	G+Q	-0,065715	6,5715	18,333	OK
290	G+Q	-0,064586	6,4586	18,333	OK

Çizelge 4 .28’de görüldüğü üzere, açıklıktaki maksimum düşey deplasman 288. elemanda 6,57 cm çıkmıştır. İzin verilen deplasman değeri 18,33 cm olup, (G+Q) yük birleşimi altında elde edilen deplasman izin verilen deplasman küçüktür.

4.2.6 Birleşim Hesapları

4.2.6.1 Kiriş Kiriş Birleşim Hesabı



Şekil 4.46 Kiriş Kiriş Birleşim Detayı

Gövde Bulonları Aralık ve Kenara Mesafeleri

$e_1 = 70 \text{ mm}$, $e_2 = 90 \text{ mm}$, $e_3 = 0 \text{ mm}$, $e_6 = 70 \text{ mm}$ $e_7 = 140 \text{ mm}$

$n_1 = 3$ (Gövde bulon sırası yatay yönde)

$n_2 = 4$ (Gövde bulon sırası düşey yönde)

$h = 130 \text{ mm}$ (Gövde levhası yüksekliği)

$B_1 = 420 \text{ mm}$ (Gövde levhası uzunluğu)

$t_1 = 20 \text{ mm}$ (Gövde levhası kalınlığı)

Cıvata: (8.8D Kalitesinde)

$\varnothing = 24 \text{ mm}$ (Bulon çapı)

$e_2 \geq 3 \varnothing$ (bulon aralığı)

$e_2 = 90 \text{ mm} \geq 3 \times 24 = 72 \text{ mm}$ Bulon aralığı uygun

$e_1 = 70 \text{ mm} \geq 32 = \text{Bulon kenara aralık uygun} : e_1 \geq s'$

Başlık Bulonları Aralık ve Kenara Mesafeleri

$e_5 = 90 \text{ mm}$, $e_4 = 70 \text{ mm}$, $e_8 = 70 \text{ mm}$, $s = 160 \text{ mm}$

$n_3 = 2$ (Başlık bulun sayısı)

$B = 300 \text{ mm}$ (Başlık levhası genişliği)

$t = 25 \text{ mm}$ (Başlık levhası kalınlığı)

$B_2 = 860 \text{ mm}$ (Başlık levhası uzunluğu)

Cıvata (8.8D Kalitesinde)

$\varnothing = 24 \text{ mm}$ (Bulon çapı)

$e_5 \geq 3 \varnothing$ (Bulon aralığı)

$e_5 = 90 \text{ mm} \geq 3 \times 24 = 72 \text{ mm}$ Bulon aralığı uygun

$e_4 = 70 \text{ mm} \geq 32 = \text{Bulon kenara aralık uygun}$ $e_4 \geq s'$

$e_8 = 70 \text{ mm} \geq 32 = \text{Bulon kenara aralık uygun}$ $e_8 \geq s'$

Çizelge 4.29 Standart Dairesel Delik Çapı Merkezinden Parça Kenarına olan Minimum Uzaklık (mm) (ÇYTHYE-2016 Tablo 13.9)

Bulon Çapı	Kenara Olan Minimum Uzaklık
16	22
20	26
22	29
24	32
27	36
30	40
36	48
>36	1,3*d
Büyük Dairesel Delik Çapı Veya Oval Delik Çaplarına Uygulanacak Artım Değerleri İçin bkz. Tablo 13.10	

Çizelge 4.30 Karakteristik Delik Boyutları (mm) (ÇYTHYE-2016 Tablo 13.8)

Delik Boyutları				
Bulon Çapı	Standart Dairesel Delik Çapları	Büyük Dairesel Delik Çapları	Kısa Oval Delik (Genişlik*Uzunluk)	Uzun Oval Delik (Genişlik*Uzunluk)
M 16	18	20	18 x 22	18 x 40
M 20	22	24	22 x 26	22 x 50
M 22	24	28	24 x 30	24 x 55
M 24	26	30	26 x 32	26 x 60
M 27	30	35	30 x 37	30 x 67
M 30	33	38	33 x 40	33 x 75
≥M36	d + 3	d + 8	(d+3) x (d+10)	(d+3)x2,5xd

IPE-590 için Kesit Özellikleri

$d = 590 \text{ mm}$ (Profil yüksekliği) $t_f = 20 \text{ mm}$ (Profil baş kalınlığı)

$b_f = 300 \text{ mm}$ (Profil genişliği) $t_w = 20 \text{ mm}$ (Profil gövde kalınlığı)

$A_p = 23000 \text{ mm}^2$ (Profil en kesit alanı)

$F_y = 275 \text{ N/mm}^2$ (Profile akma gerilmesi)

$F_u = 430 \text{ N/mm}^2$ (Profile çekme gerilmesi)

Başlık ve gövde levhası kesit tahkiki:

Ezilme dayanımı için bulon delik çapı (dh) (Yönetmelik Tablo 13.8 Uyarınca)

$dh = 26 \text{ mm}$

$$A_{\text{başlık ek}} = (B \cdot t \cdot 2 \cdot dh \cdot t)$$

$$A_{\text{başlık ek}} = 300 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \cdot 2 \times 26 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} = 6200 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{başlık profil}} = (B \cdot t \cdot 2 \cdot dh \cdot t)$$

$$A_{\text{başlık profil}} = 300 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \cdot 2 \times 26 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} = 4960 \text{ mm}^2$$

$6200 \text{ mm}^2 > 4960 \text{ mm}^2$ ise Başlık ek levha kalınlığı uygun

$$A_{\text{gövde ek}} = (B \cdot t_1 \cdot 2)$$

$$A_{\text{gövde ek}} = 420 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 2 = 16800 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{gövde profil}} = 300 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 2 = 12000 \text{ mm}^2$$

$$(A_{\text{gövde}} = A_{\text{profil}} - A_{\text{başlık}})$$

$$A_{\text{gövde}} = 23000 \text{ mm}^2 - 12000 \text{ mm}^2 = 11000 \text{ mm}^2$$

$16800 \text{ mm}^2 > 11000 \text{ mm}^2$ ise Gövde ek levha kalınlığı uygun

$$I_{ek} = 2(B \cdot t (d + \frac{t}{2})^2) + (t_1 \cdot \frac{B_1^3}{12})$$

$$I_{ek} = 2(300 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} (308 \text{ mm})^2) + (20 \text{ mm} \cdot \frac{420 \text{ mm}^3}{12}) = 1665303750 \text{ mm}^4$$

$$I_{\text{başlık ek}} = 2(B \cdot t (d + \frac{t}{2})^2)$$

$$I_{\text{başlık ek}} = 2(300 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} (308 \text{ mm})^2) = 1418343750 \text{ mm}^4$$

$$I_{\text{gövde ek}} = 2(t_1 \cdot \frac{B_1^3}{12}) = 2(20 \text{ mm} \cdot \frac{420 \text{ mm}^3}{12}) = 246960000 \text{ mm}^4$$

Başlık Bulonlarının tahkiki :

Bulon: 8.8D Kalitesinde

$\varnothing = 24 \text{ mm}$ (Bulon çapı)

$n_{sp} = 1$ (Kayma düzlemi sayısı)

$n = 8$ (Bulon sayısı)

$F_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2$ (Bulon malzemesinin karakterisitik çekme dayanımı)

$F_{nv} = 0,450 F_{ub} = 360 \text{ N/mm}^2$ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)

$F_{nv} = 0,750 F_{ub} = 600 \text{ N/mm}^2$ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)

$A_b = \pi \cdot d^2 / 4 = \pi \times 24^2 / 4 = 452,39 \text{ mm}^2$ (Bulon kesit alanı)

$R_{nt} = n \cdot n_{sp} \cdot F_{nv} \cdot A_b = 8 \times 360 \text{ N/mm}^2 \times 452,39 \text{ mm}^2 = 1302,88 \text{ kN}$

YDKT için Tasarım

$P_u = 534,00 \text{ kN}$ $M_u = 260,00 \text{ kNm}$ $V = 42,00 \text{ kN}$

$M_{başlıkek} = M_u \cdot I_{başlıkek} / I_{ek}$

$M_{başlıkek} = 260 \text{ kNm} \times 1418343750 \text{ mm}^4 / 1665303750 \text{ mm}^4 = 221,44 \text{ kNm}$

$Z_{başlıkek} = M_{başlıkek} / d$

$Z_{başlıkek} = 221,44 \text{ kNm} / 0,59 = 375,33 \text{ kN}$

$Z_{başlıkek} = 375,33 \text{ kN} + 534,00 \text{ kN} / 2 = 642,30 \text{ kN}$

Birleşimin tasarım dayanımı :

$\phi = 0,75$ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)

$R_d = \phi R_n = 0,75 \times 1302,88 \text{ kN} = 977,16 \text{ kN}$

$P_b / R_d = 642,30 \text{ kN} / 977,16 \text{ kN} = 0,65 < 1$ ise OK

GKT için Tasarım

$P_u = 391,00 \text{ kN}$ $M_u = 186,00 \text{ kNm}$ $V = 30,44 \text{ kN}$

$(M_{başlıkek} = M_u \cdot I_{başlıkek} / I_{ek})$

$M_{başlıkek} = 186,00 \text{ kNm} \times 1418343750 \text{ mm}^4 / 1665303750 \text{ mm}^4 = 158,42 \text{ kNm}$

$(Z_{başlıkek} = M_{başlıkek} / d)$

$Z_{başlıkek} = 158,42 \text{ kNm} / 0,59 = 268,50 \text{ kN}$

$Z_{başlıkek} = 268,50 \text{ kN} + 391,00 \text{ kN} / 2 = 464,00 \text{ kN}$

Birleşimin güvenli dayanımı

$$\Omega = 2 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

$$R_g = R_n / \Omega = 1302,88 \text{ kN} / 2 = 651,44 \text{ kN}$$

$$V_a / R_g = 464,00 \text{ kN} / 651,44 \text{ kN} = 0,71 < 1 \text{ ise OK}$$

Gövde Bulonlarının tahkiki :

$$(M_{gövdeek} = M_u \cdot I_{gövdeek} / I_{ek}$$

$$M_{gövdeek} = 260,00 \text{ kNm} \times 246960000 \text{ mm}^4 / 1665303750 \text{ mm}^4 = 38,56 \text{ kN.m}$$

Bulon: 8.8D Kalitesinde

$$\varnothing = 24 \text{ mm (Bulon çapı)}$$

$$n_{sp} = 2 \text{ (Kayma düzlemi sayısı)}$$

$$n = 12 \text{ (Bulon sayısı)}$$

$$F_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulon malzemesinin karakterisitik çekme dayanımı)}$$

$$F_{nv} = 0,450 F_{ub} = 360 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)}$$

$$F_{nv} = 0,750 F_{ub} = 600 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)}$$

$$A_b = \pi \cdot d^2 / 4 = \pi \times 24^2 / 4 = 452,16 \text{ mm}^2 \text{ (Bulon kesit alanı)}$$

Gövde Bulonları Polar Atalet Momentleri

$$x_g = \left(\frac{e_2}{2} + e_2 + e_1 + \frac{e_3}{2} \right) = (135 \text{ mm} + 70 \text{ mm} + \frac{0}{2}) = 205 \text{ mm}$$

$$y_g = 140 \text{ mm} \quad (y_g = (e_7))$$

$$r_1 = (90 \text{ mm} / 2) = 45,00 \text{ mm} \quad (r_1 = (e_2/2))$$

$$r_2 = (90 \text{ mm} / 2 + 90) = 135,00 \text{ mm} \quad (r_2 = (e_2/2 + e_2))$$

$$r_3 = \sqrt{\left(\frac{e_2}{2} + e_2 \right)^2 + \left(\frac{e_7}{2} \right)^2} = \sqrt{(135 \text{ mm})^2 + (140 \text{ mm})^2} = 194,48 \text{ mm}$$

$$r_4 = \sqrt{\left(\frac{e_2}{2} \right)^2 + (e_7)^2} = \sqrt{(45 \text{ mm})^2 + (140 \text{ mm})^2} = 147,05 \text{ mm}$$

$$\Sigma (r_1)^2 = 2 \times (45)^2 = 4050 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma (r_2)^2 = 2 \times (135)^2 = 36450 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma (r_3)^2 = 4 \times (194,48)^2 = 151289,88 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma (r_4)^2 = 4 \times (147,05)^2 = 86494,81 \text{ mm}^2$$

$$J_p = 4050 + 36450 + 151289,88 + 86494,81 = 278284,68 \text{ mm}^2$$

$$c = \left(e_1 + 3 \cdot e_2 + \frac{e_3}{2} \right) = \left(70 \text{ mm} + 3 \times 90 \text{ mm} + \frac{0}{2} \right) = 340 \text{ mm}$$

YDKT

$$(M_{\text{gövdeek}} = M_{\text{gövde}} + v_3 \cdot c)$$

$$K = 140 \text{ mm}$$

$$M_{\text{gövdeek}} = 45,28 \text{ kNm} + 42 \text{ kN} \times 0,34 \text{ m} = 52,84 \text{ kN.m}$$

$$P_{1x} = 52,84 \text{ kNm} \times 0,14 \text{ m} / 278284,68 \text{ mm}^2 = 26,58 \text{ kN} \quad (P_{1x} = M_g \times k / J_p)$$

$$M = 12 \text{ (Gövdede Bulon Sayısı)}$$

$$P_{1y} = M_g \cdot v / J_p + V / m$$

$$P_{1y} = 52,84 \text{ kNm} \times 0,135 \text{ m} / 278284,68 \text{ mm}^2 + 42 \text{ kN} / 12 = 29,13 \text{ kN}$$

$$P_1 = \sqrt{(P_x)^2 + (P_y)^2} = \sqrt{(26,58 \text{ kN})^2 + (29,13 \text{ kN})^2} = 39,41 \text{ kN}$$

En Dış Gövde Bulon Karakteristik Kesme Kuvveti Dayanımı

$$R_{nt} = 1 \times 2 \times 360 \text{ N/mm}^2 \times 452 \text{ mm}^2 = 325,72 \text{ kN} \quad (R_{nt} = n \cdot n_{sp} \cdot F_{nv} \cdot A_b)$$

Birleşimin Tasarım Dayanımı

$$\phi = 0,75 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

$$R_d = \phi R_n = 0,75 \times 325,72 \text{ kN} = 244,08 \text{ kN}$$

$$P_u / R_d = 39,41 \text{ kN} / 244,08 \text{ kN} = 0,16 < 1 \text{ ise OK}$$

GKT

$$(M_{\text{gövdeek}} = M_{\text{gövde}} + V_3 \cdot c)$$

$$K = 140 \text{ mm}$$

$$M_{\text{gövdeek}} = 27,58 \text{ kNm} + 30,44 \text{ kN} \times 0,34 \text{ m} = 37,93 \text{ kNm}$$

$$P_{1x} = 37,93 \text{ kNm} \times 0,14 \text{ m} / 278284,68 \text{ mm}^2 = 19,08 \text{ kN} \quad (P_{1x} = M_g \cdot k / J_p)$$

$$M = 12 \text{ (Gövdede Bulon Sayısı)}$$

$$(P_{1y} = M_g \cdot V / J_p + V / m)$$

$$P_{1y} = 37,93 \text{ kNm} \times 0,135 \text{ m} / 278284,68 \text{ mm}^2 + 30,44 \text{ kN} / 12 = 20,93 \text{ kN}$$

$$P_1 = \sqrt{(P_x)^2 + (P_y)^2} = \sqrt{(19,08 \text{ kN})^2 + (20,93 \text{ kN})^2} = 28,33 \text{ kN}$$

En Dış Gövde Bulon Karakteristik Kesme Kuvveti Dayanımı

$$R_{nt} = 1 \times 2 \times 360 \text{ N/mm}^2 \times 452 \text{ mm}^2 = 325,72 \text{ kN} \quad (R_{nt} = n \cdot n_{sp} \cdot F_{nv} \cdot A_b)$$

Birleşimin Güvenli Dayanımı

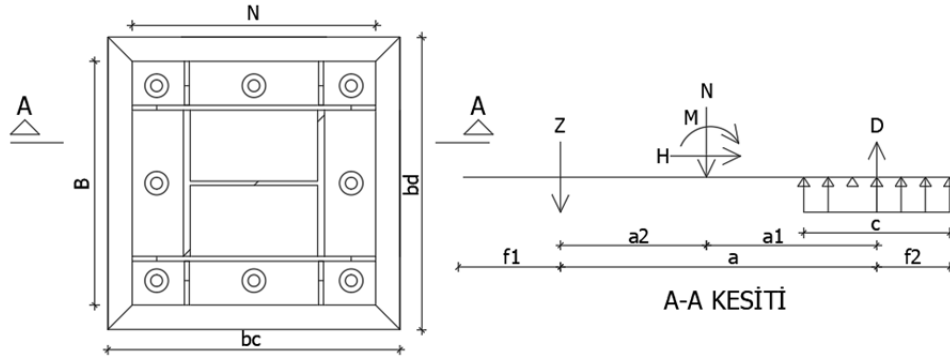
$$\Omega = 2 \quad (\text{Yönetmelik Bölüm 7.2.2})$$

$$R_g = R_n / \Omega = 325,72 \text{ kN} / 2 = 162,86 \text{ kN}$$

$$P_u / R_g = 28,33 \text{ kN} / 162,86 \text{ kN} = 0,17 < 1 \text{ ise OK}$$

4.2.6.2 Taban Birleşim Hesabı**YDKT için Tasarım**

$$P_u = 418,00 \text{ kN} \quad M_u = 216,32 \text{ kNm} \quad V_x = 35,00 \text{ kN} \quad V_y = 3,50 \text{ kN}$$



Şekil 4.47. Taban Birleşim Planı ve A-A Kesitinde Taban Levhasına Etkiyen Yükler

maksimum basınç ve çekme kuvvetleri ile beton ezilme dayanımı

(Yönetmelik madde 13.7 uyarınca)

$$A1 = 960 \text{ mm} \times 740 \text{ mm} = 710400 \text{ mm}^2 \quad (\text{Taban levhası alanı})$$

$$A2 = 750 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm} = 750000 \text{ mm}^2 \quad (\text{Beton yüzeyi alanı})$$

$$\sqrt{\frac{A2}{A1}} \leq 2,00 \text{ olmak üzere beton ezilme dayanımı}$$

$$P_p = 0,85 \cdot f_{ck} \cdot A1 \cdot \sqrt{\frac{A2}{A1}} \leq 1,7 \cdot f_{ck} \cdot A1$$

$$\sqrt{\frac{A2}{A1}} = \sqrt{\frac{750000 \text{ mm}^2}{710400 \text{ mm}^2}} = 1,02 < 2 \text{ ise OK}$$

$$P_p = 0,85 \cdot f_{ck} \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

$$P_p = 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 710400 \text{ mm}^2 \times 1,2 = 18613,3 \text{ kN}$$

$$P_p = 1,7 f_{ck} \cdot A_1 \quad P_p = 1,7 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 710400 \text{ mm}^2 = 36230,4 \text{ kN}$$

Eğer $18613,3 \text{ kN} < 36230,4 \text{ kN}$ ise OK

Küçük olan kullanılacak $P_p = 18613,3 \text{ kN}$

$c = 240,00 \text{ mm}$ (Basınç bölgesi derinliği %25 N)

$$a = 720 \text{ mm} \quad (a_1 + a_2)$$

$$a_1 = 360 \text{ mm} \quad (N/2 - c/2)$$

$$a_2 = 360 \text{ mm} \quad (N/2 - f_1)$$

$$\max D = (216 \text{ kNm} + 418 \text{ kN} \times 0,36 \text{ m}) / 0,72 \text{ m} = 509,44 \text{ kN}$$

$$\max Z = (216 \text{ kNm} - 418 \text{ kN} \times 0,36 \text{ m}) / 0,72 \text{ m} = 91,44 \text{ kN}$$

Tasarım ezilme dayanımı

$$\phi_c = 0,65 \quad (\text{Yönetmelik Bölüm 12.7.2.1})$$

$$P_p = 0,65 \times 18613,3 \text{ kN} = 12098,61 \text{ kN}$$

$$\max D / P_d = 509,44 \text{ kN} / 12098,61 \text{ kN} = 0,042 < 1 \text{ ise OK}$$

GKT için Tasarım

$$P_u = 330,54 \text{ kN} \quad M_u = 150,33 \text{ kNm} \quad V_x = 21,00 \text{ kN} \quad V_y = 1,50 \text{ kN}$$

$$\max D = (150,33 \text{ kNm} + 330,54 \text{ kN} \times 0,36 \text{ m}) / 0,72 \text{ m} = 374,06 \text{ kN}$$

$$\max Z = (150,33 \text{ kNm} - 330,54 \text{ kN} \times 0,36 \text{ m}) / 0,72 \text{ m} = 43,52 \text{ kN}$$

Tasarım ezilme dayanımı

$$\Omega = 2,31 \quad (\text{Yönetmelik Bölüm 12.7.2.1})$$

$$P_p / \Omega = 18613,3 \text{ kN} / 2,31 = 8057,69 \text{ kN}$$

$$\max D / P_d = 374,06 \text{ kN} / 8057,69 \text{ kN} = 0,046 < 1 \text{ ise OK}$$

Taban Levhası Kontrolu

$N = 960,00 \text{ mm}$ (Taban levhası genişliği)

$B = 740,00 \text{ mm}$ (Taban levhası uzunluğu)

$F_y = 275 \text{ N/mm}^2$ (Levha akma gerilmesi)

$F_u = 430 \text{ N/mm}^2$ (Levha çekme gerilmesi)

$t = 25 \text{ mm}$ (Levha kalınlığı)

YDKT için Taban Gerilmesi (P)

$$P = (M_u + P_u \cdot a_1) / (c \cdot B \cdot a)$$

$$P = (216,00 \text{ kNm} + 418 \text{ kN} \times 0,36 \text{ m}) / (0,24 \text{ m} \times 0,74 \text{ m} \times 0,72 \text{ m}) = 2868 \text{ kN/m}^2$$

GKT için Taban Gerilmesi (P)

$$P = (M_u + P_u \cdot a_1) / (c \cdot B \cdot a)$$

$$P = (150 \text{ kNm} + 331 \text{ kN} \times 0,36 \text{ m}) / (0,24 \text{ m} \times 0,74 \text{ m} \times 0,72 \text{ m}) = 2106 \text{ kN/m}^2$$

$$L_x = 95,00 \text{ mm} \quad L_y = 110,00 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 110,00 \text{ mm} / 95,00 \text{ mm} = 1,15$$

YDKT

$$K = P \cdot L_x \cdot L_y$$

$$K = 2868 \text{ kN/m}^2 \times 0,095 \text{ m} \times 0,110 \text{ m} = 29,98 \text{ kN}$$

$$M_{mxr} = 29,98 \text{ kN} / 13,80 = 2,17 \text{ kNm}$$

$$M_{mxm} = 29,98 \text{ kN} / 37,00 = 0,81 \text{ kNm}$$

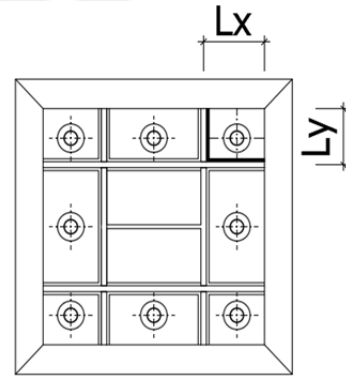
$$M_{myr} = 29,98 \text{ kN} / 15,30 = 1,96 \text{ kNm}$$

$$M_{mymax} = 29,98 \text{ kN} / 49,30 = 0,61 \text{ kNm}$$

Çizelge 4.36. M_{mxr} , M_{mxm} , M_{myr} , M_{mymax} Değerleri

ε	1	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5	1,55	1,6	1,65	1,7	1,75	1,8	1,85	1,9	1,95	2
-mxer	14,3	14	14	13,8	13,8	13,9	13,9	13,9	14	14,2	14,4	14,6	14,7	15	15,1	15,4	15,6	15,9	16,2	16,4	16,8
mxm	42,7	39,9	38,6	37	36	35	34,5	34	33,7	33,5	33,5	33,6	33,7	33,8	34,1	34,4	34,6	35	35,3	35,8	
-myr	14,3	14,5	15	15,3	15,7	16,1	16,6	17,2	17,6	18,1	18,6	19,1	19,7	20,1	20,7	21,4	22	22,6	23,2	23,8	24,4
mymax	40,2	43,1	46,2	49,3	52,8	57	61,9	67	71,4	75,5	79,5	83,9	87,7	91,7	95,7	99,8	104	108	112	116	120

(Çetmeli, E. (1987) Plaklar Kitabından Syf.60)



Şekil 4.48 L_x ve L_y planı

(mm^{-1})

GKT

$$K = P \cdot L_x \cdot L_y$$

$$K = 2106,2 \text{ kN/m}^2 \times 0,095 \text{ m} \times 0,110 \text{ m} = 22,01 \text{ kN}$$

$$M_{mxer} = 22,01 \text{ kN} / 13,80 = 1,59 \text{ kNmm}$$

$$M_{mxm} = 22,01 \text{ kN} / 37,00 = 0,59 \text{ kNmm}$$

$$M_{myer} = 22,01 \text{ kN} / 15,30 = 1,44 \text{ kNmm}$$

$$M_{mymax} = 22,01 \text{ kN} / 49,30 = 0,45 \text{ kNmm}$$

$$L_y = 190,00 \text{ mm} \quad L_x = 95,00 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 190,00 \text{ mm} / 95,00 \text{ mm} = 2$$

YDKT

$$K = P \cdot L_x \cdot L_y$$

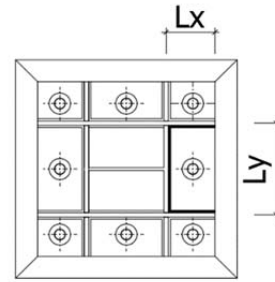
$$K = 2868 \text{ kN/m}^2 \times 0,095 \text{ m} \times 0,190 \text{ m} = 51,78 \text{ kN}$$

$$M_{mxer} = 51,78 \text{ kN} / 16,80 = 3,08 \text{ kNmm}$$

$$M_{mxm} = 51,78 \text{ kN} / 35,80 = 1,45 \text{ kNmm}$$

$$M_{myer} = 51,78 \text{ kN} / 24,40 = 2,12 \text{ kNmm}$$

$$M_{mymax} = 51,78 \text{ kN} / 120,00 = 0,43 \text{ kNmm}$$

Şekil 4.49 L_x ve L_y planı

GKT

$$K = P \cdot L_x \cdot L_y$$

$$K = 2106,20 \text{ kN/m}^2 \times 0,095 \text{ m} \times 0,190 \text{ m} = 38,02 \text{ kN}$$

$$M_{mxer} = 38,02 \text{ kN} / 16,80 = 2,26 \text{ kNmm}$$

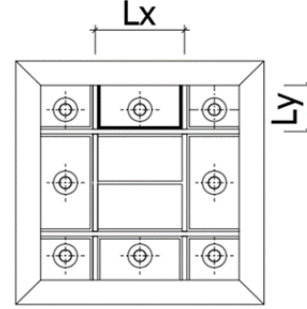
$$M_{mxm} = 38,02 \text{ kN} / 35,80 = 1,06 \text{ kNmm}$$

$$M_{myer} = 38,02 \text{ kN} / 24,40 = 1,56 \text{ kNmm}$$

$$M_{mymax} = 38,02 \text{ kN} / 120,00 = 0,32 \text{ kNmm}$$

$$L_y = 95,00 \text{ mm} \quad L_x = 180,00 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 180,00 \text{ mm} / 95,00 \text{ mm} = 1,89$$

Şekil 4.50 L_x ve L_y planı**YDKT**

$$K = P \cdot L_x \cdot L_y$$

$$K = 2868,50 \text{ kN/m}^2 \times 0,18 \text{ m} \times 0,095 \text{ m} = 49,05 \text{ kN}$$

$$M_{mxer} = 49,05 \text{ kN} / 16,2 = 3,03 \text{ kNmm}$$

$$M_{mxm} = 49,05 \text{ kN} / 35,00 = 1,40 \text{ kNmm}$$

$$M_{myer} = 49,05 \text{ kN} / 23,20 = 2,11 \text{ kNmm}$$

$$M_{mymax} = 49,05 \text{ kN} / 112,00 = 0,44 \text{ kNmm}$$

GKT

$$K = P \cdot L_x \cdot L_y$$

$$K = 2106,20 \text{ kN/m}^2 \times 0,18 \text{ m} \times 0,095 \text{ m} = 36,02 \text{ kN}$$

$$M_{mxer} = 36,02 \text{ kN} / 16,20 = 2,22 \text{ kNmm}$$

$$M_{mxm} = 36,02 \text{ kN} / 35,00 = 1,03 \text{ kNmm}$$

$$M_{myer} = 36,02 \text{ kN} / 23,20 = 1,55 \text{ kNmm}$$

$$M_{mymax} = 36,02 \text{ kN} / 112,00 = 0,32 \text{ kNmm}$$

$$W_n = 1 \cdot t^2 / 6 = 1,00 \text{ mm} \times (25 \text{ mm})^2 / 6 = 104,17 \text{ mm}^3$$

$$M_n = F_y W_n = 275 \text{ N/mm}^2 \times 104,17 \text{ mm}^3 = 0,0286 \text{ kNm}$$

YDKT

$$M_u(\max) = 3,081 \text{ kNm}$$

$$\Phi = 0,9 \text{ (Yönetmelik Bölüm 8.1.2)}$$

$$M_d = 0,90 \times 0,0286 \text{ kNm} = 0,0257 \text{ kNm}$$

$$M_{u\max}/M_d = 0,0031 \text{ kNm} / 0,0257 \text{ kNm} = 0,12 < 1 \text{ ise OK}$$

GKT

$$M_u(\max) = 2,262 \text{ kNm}$$

$$\Omega = 1,67 \text{ (Yönetmelik Bölüm 8.1.2)}$$

$$M_g / \Omega = 0,0286 \text{ kNm} / 1,67 = 0,017 \text{ kNm}$$

$$M_{u\max} / M_g = 0,0023 \text{ kNm} / 0,017 \text{ kNm} = 0,08 < 1 \text{ ise OK}$$

Ankraj bulonlarının tahkiki :

Cıvata: 8.8D Kalitesinde

$$\varnothing = 30 \text{ mm (Ankraj çapı)}$$

$$L = 600 \text{ mm (Ankraj boyu)}$$

$$n = 4 \text{ (Bir sıradaki ankraj sayısı)}$$

$$F_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulon malzemesinin karakterisitik çekme dayanımı)}$$

$$F_{nv} = 0,450 F_{ub} = 360 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)}$$

$$F_{nv} = 0,750 F_{ub} = 600 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)}$$

Başlık Bulon Karakteristik Çekme Kuvveti Dayanımı:

$$A_b = \pi \cdot d^2/4 = \pi \times 30^2/4 = 706,90 \text{ mm}^2 \text{ (Bulon kesit alanı)}$$

$$R_{nt} = n \cdot F_{nv} \cdot A_b = 4 \times 600 \text{ N/mm}^2 \times 706,9 \text{ mm}^2 = 1696,50 \text{ kN}$$

YDKT

Tasarım ezilme dayanımı

$$\phi = 0,75 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

$$R_d = \phi R_n = 0,75 \times 1696,50 \text{ kN} = 1272,35 \text{ kN}$$

$$\max Z / R_d = 91,44 \text{ kN} / 1272,35 \text{ kN} = 0,07 < 1 \text{ ise OK}$$

GKT

Birleşimin güvenli dayanımı

$\Omega = 2$ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)

$R_g = R_n / \Omega = 1696,50 \text{ kN} / 2 = 848,23 \text{ kN}$

$\max Z / R_g = 43,52 \text{ kN} / 848,23 \text{ kN} = 0,05 < 1$ ise **OK**

IPE-590 Kesit Özellikleri

$d = 590 \text{ mm}$: (Profil yüksekliği) $t_f = 20 \text{ mm}$ (Profil baş kalınlığı)

$b_f = 300 \text{ mm}$: (Profil genişliği) $t_w = 20 \text{ mm}$ (Profil gövde kalınlığı)

$h-2d = 550 \text{ mm}$: (Profil gövde yüksekliği)

$F_y = 275 \text{ N/mm}^2$: (Profile akma gerilmesi)

$F_u = 430 \text{ N/mm}^2$: (Profile çekme gerilmesi)

Guse levhası yüksekliğinin hesabı (Kaynaklar yönetmelik 2.4 Uyarınca)

$F_E = 550 \text{ N/mm}^2$ (Kaynak metali karakteristik çekme dayanımı)

Köşe kaynağın etkin kalınlığı (a) (Yönetmelik 13.2.2.2 Uyarınca)

$a_{\min} = 3,5 \text{ mm}$ (Tablo 13.4)

$a = 5 \text{ mm}$ seçildi $> 3,5 \text{ mm}$ Seçilen Köşe Kaynak Kalınlığı Uygun.

$t \leq 6 \text{ mm}$ ise $a_{\max} = 0,7 t$ olmalı. (t kaynaklanan elemanın kalınlığı)

$t > 6 \text{ mm}$ ise $a_{\max} = 0,7 (t - 2)$ olmalı. (t kaynaklanan elemanın kalınlığı)

$t = 15 \text{ mm}$ seçildi (Guse levhası kalınlığı)

$L = 200 \text{ mm}$ seçildi (Guse levhası yüksekliği)

$t = 15 \text{ mm} > 6 \text{ mm}$

$a_{\max} = 9,1 \text{ mm}$ ($a_{\max} = 0,7 (t - 2)$)

$a = 5 \text{ mm} < 9,1 \text{ mm}$ Seçilen köşe kaynak kalınlığı uygun.

Köşe kaynağın etkin uzunluğu , L_e (Yönetmelik 13.2.2 Uyarınca)

$L_e = 200 \text{ mm} - 2 \times 5 \text{ mm} = 190 \text{ mm}$ ($L_e = (L - 2 a)$)

$L_{e_{\min}} = 40 \text{ mm}$ ($L_{e_{\min}} = \max (6 a ; 40)$)

$L_{e_{\min}} = 40 \text{ mm} < 192 \text{ mm}$ Seçilen köşe kaynak kalınlığı uygun.

$L \leq 150 a$ için $L_e = L$

$150 a < L \leq 400 a$ için ($L_e = b L$)

$$400 \text{ a} < L \text{ için } (L_e = 250 \text{ a})$$

$$\beta = 1,2 - 0,0014 \times L / a \leq 1 \text{ Olmalı}$$

$$\beta = 1,2 - 0,0014 \times 190 / 4 = 1,13$$

$$\text{Seçilen } \beta = 1$$

$$150 \text{ a} = 150 \times 5 \text{ mm} = 750 \text{ mm}$$

$$400 \text{ a} = 400 \times 5 \text{ mm} = 2000 \text{ mm}$$

$$L_e = L = 190 \text{ mm } L \leq 150 \times a$$

Köşe Kaynak Etkin Alanı A_{we} (Yönetmelik 13.2.2.1 uyarınca)

$$A_{we} = \sum a \cdot L_e = 2 \times 5 \times 190 = 1900 \text{ mm}^2$$

Kaynak metali karakteristik dayanımı , (R_{nw} Yönetmelik Tablo 13.5)

$$F_E = 550 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{nw} = 0,6 \times 550 \text{ N/mm}^2 = 330 \text{ N/mm}^2 \quad (F_{nw} = 0,60 F_E)$$

$$R_{nw} = 1900 \text{ mm}^2 \times 330 \text{ N/mm}^2 = 627 \text{ kN} \quad R_{nw} = (A_{we} \cdot F_{nw})$$

YDKT için bir başlığa gelen kuvvet

$$P_u = (418 \text{ kN} / 4) + 216 \text{ kNm} / (2 \times 0,59 \text{ m}) = 287,82 \text{ kN} \quad (P_u = p/4 + M_u / (2d))$$

Tasarım ezilme dayanımı

$$\phi = 0,75 \quad (\text{Yönetmelik Bölüm 7.2.2})$$

$$R_d = \phi R_n = 0,75 \times 627 \text{ kN} = 470,25 \text{ kN}$$

$$P_u / R_d = 288 \text{ kN} / 470 \text{ kN} = 0,61 < 1 \text{ ise OK}$$

GKT için bir başlığa gelen kuvvet

$$P_u = (330,54 \text{ kN} / 4) + 150,33 \text{ kNm} / (2 \times 0,59 \text{ m}) = 210,03 \text{ kN} \quad (P_u = p/4 + M_u / (2d))$$

Birleşimin güvenli dayanımı

$$\Omega = 2 \quad (\text{Yönetmelik Bölüm 7.2.2})$$

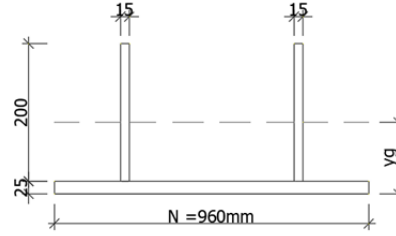
$$R_g = R_n / \Omega = 627 \text{ kN} / 2 = 313,50 \text{ kN}$$

$$P_u / R_g = 210,03 \text{ kN} / 314 \text{ kN} = 0,67 < 1 \text{ ise OK}$$

(y_g =A-A Kesitin Ağırlık Merkezi)

(I_x =A-A Kesitin Ağırlık Merkezi)

(W_x =A-A Kesitin Ağırlık Merkezi)



Şekil 4.51 A-A kesiti

$$y_g = (960 \times 25 \times 12,5 + 2 \times 200 \times 15 \times 125) / (960 \times 25 + 2 \times 200 \times 10) = 35,00 \text{ mm}$$

$$I_x = (2 \times 10 \times 200^3 / 12 + 2 \times 200 \times 15 \times 90^2 + 960 \times 25^3 / 12 + 960 \times 25 \times 22,5^2)$$

$$I_x = 82000000 \text{ mm}^4$$

$$W_x = 82000000 \text{ mm}^4 / (200 \text{ mm} + 25 \text{ mm} - 35 \text{ mm}) = 431578,90 \text{ mm}^3$$

$$M_n = (1,6 \times 275 \text{ N/mm}^2 \times 431578,90 \text{ mm}^3) = 189,89 \text{ kNm} \quad (M_n = 1,6 \cdot F_y \cdot W_n)$$

YDKT

$$(M_u = D_{\max} (N / 2 - d / 2 - c / 2))$$

$$M_u = 509,44 \text{ kN} (960 \text{ mm} / 2 - 590 \text{ mm} / 2 - 240 \text{ mm} / 2) = 33,11 \text{ kNm}$$

$$M_u = Z_{\max} (N / 2 - d / 2 - c / 2)$$

$$M_u = 91,44 \text{ kN} (960 \text{ mm} / 2 - 590 \text{ mm} / 2 - 120 \text{ mm} / 2) = 5,94 \text{ kN.m}$$

$$\text{Kullanılacak } M_u = 33,11 \text{ kNm}$$

$$M_g = 0,90 \times 189,89 \text{ kNm} = 170,91 \text{ kNm} \quad (M_g = \phi M_n)$$

$$M_u / M_g = 33,11 \text{ kNm} / 170,91 \text{ kNm} = 0,19 < 1 \text{ ise OK}$$

GKT

$$(M_u = D_{\max} (N / 2 - d / 2 - c / 2))$$

$$M_u = 374 \text{ kN} (960 \text{ mm} / 2 - 590 \text{ mm} / 2 - 120 \text{ mm} / 2) = 24,31 \text{ kNm}$$

$$(M_u = Z_{\max} (N / 2 - d / 2 - c / 2))$$

$$M_u = 43,52 \text{ kN} (960 \text{ mm} / 2 - 590 \text{ mm} / 2 - 120 \text{ mm} / 2) = 2,83 \text{ kNm}$$

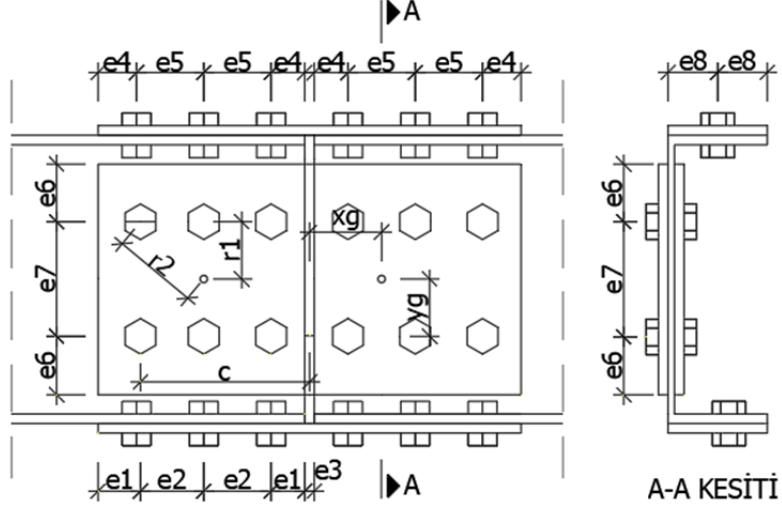
$$\text{Kullanılacak } M_u = 24,31 \text{ kN.m}$$

$$\Omega = 1,67 \text{ (Yönetmelik Bölüm 8.1.2)}$$

$$M_g = M_n / \Omega = 189,89 \text{ kN.m} / 1,67 = 113,71 \text{ kN.m}$$

$$M_u / M_g = 24,31 \text{ kNm} / 113,71 \text{ kNm} = 0,21 < 1 \text{ ise OK}$$

4.2.6.3 Platform Kiriş Kiriş Birleşim Hesabı



Şekil 4.52. Kiriş Kiriş Birleşim Detayı

Gövde Bulonları Aralık ve Kenara Mesafeleri

$e_1 = 60 \text{ mm}$, $e_2 = 90 \text{ mm}$, $e_3 = 0 \text{ mm}$, $e_6 = 60 \text{ mm}$ $e_7 = 130 \text{ mm}$

$n_1 = 2$ (Gövde bulon sırası yatay yönde)

$n_2 = 3$ (Gövde bulon sırası düşey yönde)

$B_1 = 250 \text{ mm}$ (Gövde levhası yüksekliği)

$t_1 = 25 \text{ mm}$ (Gövde levhası kalınlığı)

Cıvata: (8.8D Kalitesinde)

$\varnothing = 24 \text{ mm}$ (Bulon çapı)

$e_2 \geq 3 \varnothing$ (bulon aralığı)

$e_2 = 90 \text{ mm} \geq 3 \times 24 = 72 \text{ mm}$ Bulon aralığı uygun

$e_1 = 70 \text{ mm} \geq 32 = \text{Bulon kenara aralık uygun} : e_1 \geq s'$

Başlık Bulonları Aralık ve Kenara Mesafeleri

$e_5 = 90 \text{ mm}$, $e_4 = 70 \text{ mm}$, $e_8 = 40 \text{ mm}$

$n_3 = 1$ (Başlık bulun sırası)

$B = 90 \text{ mm}$ (Başlık levhası genişliği)

$t = 24 \text{ mm}$ (Başlık levhası kalınlığı)

Cıvata: (8.8D Kalitesinde)

$\varnothing = 24 \text{ mm}$ (Bulon çapı)

$e_5 \geq 3\varnothing$ (bulon aralığı)

$e_5 = 90 \text{ mm} \geq 3 \times 24 = 72 \text{ mm}$ Bulon aralığı uygun

$e_4 = 70 \text{ mm} \geq 32 = \text{Bulon kenara aralık uygun}$ $e_4 \geq s'$

$e_8 = 45 \text{ mm} \geq 32 = \text{Bulon kenara aralık uygun}$ $e_8 \geq s'$

Çizelge 4.31 Standart Dairesel Delik Çapı Merkezinden Parça Kenarına Olan Minimum Uzaklık (mm) (ÇYTHYE-2016 Tablo 13.9)

Bulon Çapı	Kenara Olan Minimum Uzaklık
16	22
20	26
22	29
24	32
27	36
30	40
36	48
>36	1,3*d
Büyük Dairesel Delik Çapı Veya Oval Delik Çaplarına Uygulanacak Artım Değerleri İçin bkz.Tablo 13.10	

Çizelge 4.32. Karakteristik delik boyutları (mm) (ÇYTHYE-2016 Tablo 13.8)

Delik Boyutları				
Bulon Çapı	Standart Dairesel Delik Çapları	Büyük Dairesel Delik Çapları	Kısa Oval Delik (Genişlik *Uzunluk)	Uzun Oval Delik (Genişlik*Uzunluk)
M 16	18	20	18 x 22	18 x 40
M 20	22	24	22 x 26	22 x 50
M 22	24	28	24 x 30	24 x 55
M 24	26	30	26 x 32	26 x 60
M 27	30	35	30 x 37	30 x 67
M 30	33	38	33 x 40	33 x 75
≥M36	d + 3	d + 8	(d+3) x (d+10)	(d+3)x2,5xd

UPN-300 için Kesit Özellikleri

$d = 300 \text{ mm}$ (Profil yüksekliği) $t_f = 16 \text{ mm}$ (Profil baş kalınlığı)

$b_f = 100 \text{ mm}$ (Profil genişliği) $t_w = 10 \text{ mm}$ (Profil gövde kalınlığı)

$A_p = 5874 \text{ mm}^2$ (Profil en kesit alanı)

$F_y = 275 \text{ N/mm}^2$ (Profile akma gerilmesi)

$F_u = 430 \text{ N/mm}^2$ (Profile çekme gerilmesi)

Başlık ve gövde levhası kesit tahkiki:

Ezilme dayanımı için bulon delik çapı (d_h) (Yönetmelik Tablo 13.8 Uyarınca)

$d_h = 18 \text{ mm}$

$A_{\text{başlık ek}} = (B \cdot t \cdot 2 \cdot d_h \cdot t)$

$A_{\text{başlık ek}} = 90 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} - 2 \times 26 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} = 950 \text{ mm}^2$

$A_{\text{başlık profil}} = (B \cdot t \cdot 2 \cdot d_h \cdot t)$

$A_{\text{başlık profil}} = 100 \text{ mm} \times 16 \text{ mm} - 2 \times 26 \text{ mm} \times 16 \text{ mm} = 768 \text{ mm}^2$

$950 \text{ mm}^2 > 768 \text{ mm}^2$ ise Başlık ek levha kalınlığı uygun

$A_{\text{gövde ek}} = (B \cdot t_1 \cdot 2)$

$A_{\text{gövde ek}} = 250 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \times 2 = 12500 \text{ mm}^2$

$$A_{\text{başlık profil}} = 100 \text{ mm} \times 16 \text{ mm} \times 2 = 3200 \text{ mm}^2$$

$$(A_{\text{gövde}} = A_{\text{profil}} - A_{\text{başlık}})$$

$$A_{\text{gövde}} = 5874 \text{ mm}^2 - 3200 \text{ mm}^2 = 2674 \text{ mm}^2$$

$12500 \text{ mm}^2 > 2674 \text{ mm}^2$ ise Gövde ek levha kalınlığı uygun

$$I_{\text{ek}} = 2 \left(B \cdot t \left(d + \frac{t}{2} \right)^2 + \left(t_1 \cdot \frac{B_1^3}{12} \right) \right)$$

$$I_{\text{ek}} = 2 \left(90 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} (162,5 \text{ mm})^2 + \left(25 \text{ mm} \times \frac{250 \text{ mm}^3}{12} \right) \right) = 183932291 \text{ mm}^4$$

$$I_{\text{başlıke}} = 2 \cdot (B \cdot t \left(d + \frac{t}{2} \right)^2)$$

$$I_{\text{başlıke}} = 2(90 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} (162,5 \text{ mm})^2) = 118828125 \text{ mm}^4$$

$$I_{\text{gövdeek}} = 2 \left(t_1 \cdot \frac{B_1^3}{12} \right) = 2 \left(25 \text{ mm} \times \frac{250 \text{ mm}^3}{12} \right) = 65104166,67 \text{ mm}^4$$

Başlık Bulonlarının Tahkiki :

Bulon: (8.8D Kalitesinde)

$\emptyset = 24 \text{ mm}$ (Bulon çapı)

$n_{\text{sp}} = 1$ (Kayma düzlemi sayısı)

$n = 3$ (Bulon sayısı)

$F_{\text{ub}} = 800 \text{ N/mm}^2$ (Bulon malzemesinin karakterisitik çekme dayanımı)

$F_{\text{nv}} = 0,450 F_{\text{ub}} = 360 \text{ N/mm}^2$ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)

$F_{\text{nv}} = 0,750 F_{\text{ub}} = 600 \text{ N/mm}^2$ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)

$A_b = \pi \cdot d^2/4 = \pi \times 24^2/4 = 452 \text{ mm}^2$ (Bulon kesit alanı)

$R_{\text{nt}} = n \cdot n_{\text{sp}} \cdot F_{\text{nv}} \cdot A_b = 3 \times 360 \text{ N/mm}^2 \times 452 \text{ mm}^2 = 610,73 \text{ kN}$

YDKT için Tasarım

$P_u = 237,18 \text{ kN}$ $M_u = 19,69 \text{ kNm}$ $V = 1,22 \text{ kN}$

$(M_{\text{başlıke}} = M_u \cdot I_{\text{başlıke}} / I_{\text{ek}})$

$M_{\text{başlıke}} = 19,69 \text{ kNm} \times 118828125 \text{ mm}^4 / 183932291,7 \text{ mm}^4 = 12,72 \text{ kNm}$

$(Z_{\text{başlıke}} = M_{\text{başlıke}} / d)$

$Z_{\text{başlıke}} = 12,72 \text{ kNm} / 0,30 \text{ m} = 42,40 \text{ kN}$

$Z_{\text{başlıke}} = 42,40 \text{ kN} + 237,18 \text{ kN} / 2 = 160,99 \text{ kN}$

Birleşimin tasarım dayanımı

$$\phi = 0,75 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

$$R_d = \phi R_n = 0,75 \times 610,73 \text{ kN} = 458,04 \text{ kN}$$

$$P_b / R_d = 160,99 \text{ kN} / 458,04 \text{ kN} = 0,34 < 1 \text{ ise OK}$$

GKT için Tasarım

$$P_u = 132,12 \text{ kN} \quad M_u = 15,99 \text{ kNm} \quad V = 0,52 \text{ kN}$$

$$M_{\text{başlıkek}} = M_u \cdot I_{\text{başlıkek}} / I_{ek}$$

$$M_{\text{başlıkek}} = 15,99 \text{ kNm} \times 118828125 \text{ mm}^4 / 183932291,7 \text{ mm}^4 = 10,33 \text{ kNm}$$

$$(Z_{\text{başlıkek}} = M_{\text{başlıkek}} / d)$$

$$Z_{\text{başlıkek}} = 10,33 \text{ kNm} / 0,30 \text{ m} = 34,43 \text{ kN}$$

$$Z_{\text{başlıkek}} = 34,43 \text{ Kn} + 132,12 \text{ kN} / 2 = 100,49 \text{ kN}$$

Birleşimin güvenli dayanımı

$$\Omega = 2 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)}$$

$$R_g = R_n / \Omega = 610,73 \text{ kN} / 2 = 305,36 \text{ kN}$$

$$V_a / R_g = 100,49 \text{ kN} / 305,36 \text{ kN} = 0,32 < 1 \text{ ise OK}$$

Gövde Bulonlarının Tahkiki :

$$M_{\text{gövdeek}} = M_u \cdot I_{\text{gövdeek}} / I_{ek}$$

$$M_{\text{gövdeek}} = 19,69 \text{ kNm} \times 65104166,67 \text{ mm}^4 / 183932291,7 \text{ mm}^4 = 6,97 \text{ kNm}$$

Bulon : (8.8D Kalitesinde)

$$\varnothing = 24 \text{ mm (Bulon çapı)}$$

$$n_{sp} = 2 \text{ (Kayma düzlemi sayısı)}$$

$$n = 6 \text{ (Bulon sayısı)}$$

$$F_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulon malzemesinin karakteristik çekme dayanımı)}$$

$$F_{nv} = 0,450 F_{ub} = 360 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)}$$

$$F_{nv} = 0,750 F_{ub} = 600 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulonun karakteristik kayma gerilmesi dayanımı)}$$

$$A_b = \pi \cdot d^2 / 4 = \pi \times 24^2 / 4 = 452,16 \text{ mm}^2 \text{ (Bulon kesit alanı)}$$

Gövde Bulonları Polar Atalet Momentleri

$$x_g = \left(\frac{e_2}{2} + e_1 + \frac{e_3}{2}\right) = \left(\frac{90 \text{ mm}}{2} + 70 \text{ mm} + \frac{0}{2}\right) = 115 \text{ mm}$$

$$y_g = \frac{e_7}{2} = \frac{130 \text{ mm}}{2} = 65 \text{ mm}$$

$$r_1 = \frac{e_7}{2} = \frac{130 \text{ mm}}{2} = 65 \text{ mm}$$

$$r_2 = \sqrt{\left(\frac{e_2}{2}\right)^2 + \left(\frac{e_7}{2}\right)^2} = \sqrt{(90 \text{ mm})^2 + \left(\frac{130 \text{ mm}}{2}\right)^2} = 111 \text{ mm}$$

$$\Sigma (r_1)^2 = 2 \times (65)^2 = 8450 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma (r_2)^2 = 2 \times (111)^2 = 24642 \text{ mm}^2$$

$$J_p = 8450 + 24642 = 33092 \text{ mm}^2$$

$$c = (e_1 + 2 \cdot e_2) = (70 \text{ mm} + 2 \times 90 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

YDKT

$$(M_{\text{gövdeek}} = M_{\text{gövde}} + v_3 \cdot c)$$

$$K = 65 \text{ mm}$$

$$M_{\text{gövdeek}} = 6,97 \text{ kNm} + 1,22 \text{ kN} \times 0,25 \text{ m} = 7,27 \text{ kNm}$$

$$P_{1x} = 6,97 \text{ kNm} \times 0,065 \text{ m} / 57734 \text{ mm}^2 = 7,84 \text{ kN} \quad (P_{1x} = M_g \cdot k / J_p)$$

$$M = 6 \text{ Gövdede Bulon Sayısı}$$

$$(P_{1y} = M_g \cdot v / J_p + V / m)$$

$$P_{1y} = 7,27 \text{ kNm} \times 0,045 \text{ m} / 57734 \text{ mm}^2 + 1,22 \text{ kN} / 6 = 5,86 \text{ kN}$$

$$P_1 = \sqrt{(P_x)^2 + (P_y)^2} = \sqrt{(7,84 \text{ kN})^2 + (5,86 \text{ kN})^2} = 9,78 \text{ kN}$$

En Dış Gövde Bulon Karakteristik Kesme Kuvveti Dayanımı

$$R_{nt} = 1 \times 2 \times 360 \text{ N/mm}^2 \times 452,16 \text{ mm}^2 = 325,55 \text{ kN} \quad (R_{nt} = n \cdot n_{sp} \cdot F_{nv} \cdot A_b)$$

Birleşimin tasarım dayanımı

$$\phi = 0,75 \quad (\text{Yönetmelik Bölüm 7.2.2})$$

$$R_d = \phi R_n = 0,75 \times 325,55 \text{ kN} = 244,08 \text{ kN}$$

$$P_u / R_d = 9,78 \text{ kN} / 244,08 \text{ kN} = 0,04 < 1 \text{ ise} \quad OK$$

GKT

$$(M_{g\ddot{v}deek} = M_{g\ddot{v}de} + v_3 \cdot c)$$

$$K = 65\text{mm}$$

$$M_{g\ddot{v}deek} = 6,97 \text{ kNm} + 0,52 \text{ kN} \times 0,065 \text{ m} = 7,00 \text{ kNm}$$

$$P1_x = 7,00 \text{ kNm} \times 0,065\text{m} / 57734 \text{ mm}^2 = 7,88 \text{ kN} \quad (P1_x = M_g \cdot k / J_p)$$

$$M = 6 \quad \text{Gövdede Bulon Sayısı}$$

$$(P1_y = M_g \cdot v / J_p + V / m)$$

$$P1_y = 7,00 \text{ kNm} \times 0,065\text{m} / 57734 \text{ mm}^2 + 0,52 \text{ kN} / 6 = 7,96 \text{ kN}$$

$$P_1 = \sqrt{(P_x)^2 + (P_y)^2} = \sqrt{(7,88 \text{ kN})^2 + (7,96 \text{ kN})^2} = 11,20 \text{ kN}$$

En Dış Gövde Bulon Karakteristik Kesme Kuvveti Dayanımı

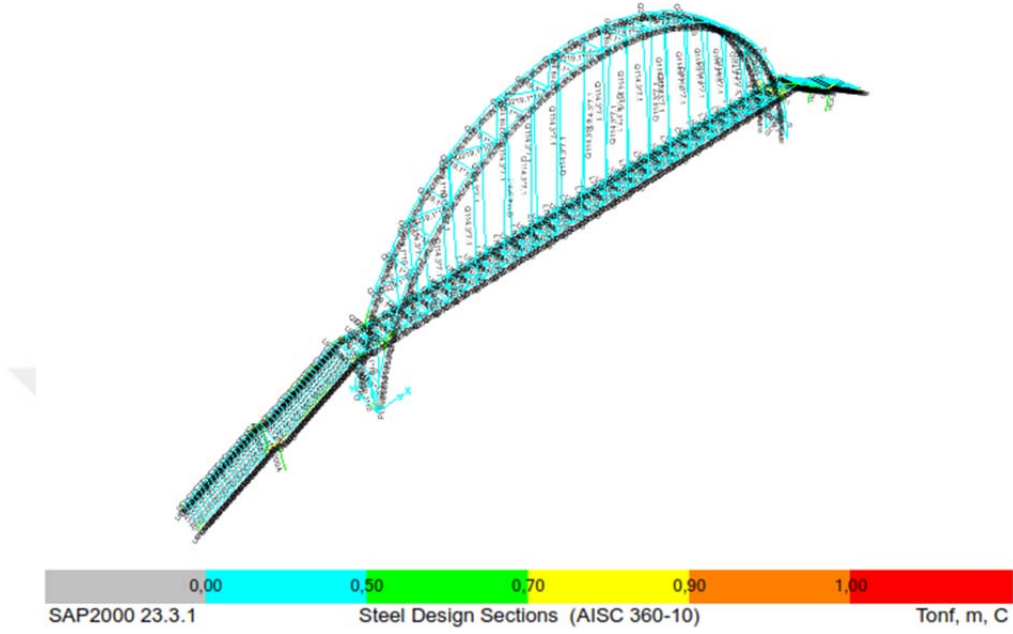
$$R_{nt} = 1 \times 2 \times 360 \text{ N/mm}^2 \times 452,16 \text{ mm}^2 = 325,55 \text{ kN} \quad (R_{nt} = n \cdot n_{sp} \cdot F_{nv} \cdot A_b)$$

Birleşimin güvenli dayanımı

$$\Omega = 2 \quad (\text{Yönetmelik Bölüm 7.2.2})$$

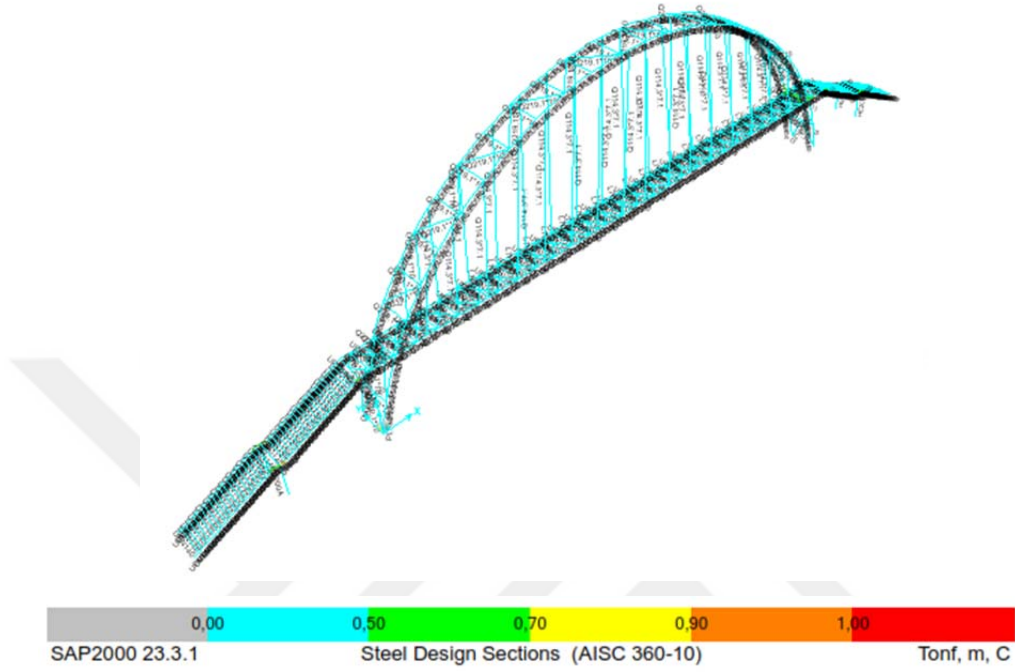
$$R_g = R_n / \Omega = 325,55 \text{ kN} / 2 = 162,86 \text{ kN}$$

$$P_u / R_g = 11,20 \text{ kN} / 162,86 \text{ kN} = 0,068 < 1 \text{ ise } OK$$



Şekil 4.53. YDKT'ye Göre Analiz Sonuçları

Bu örnekte açıklık ve mesnet bölgesindeki elemanlar maksimum yüklere maruz kalmış olup, bu elemanların taşıma kapasiteleri (0,70 -0,90) aralığındadır.



Şekil 4.54. GKT'ye Göre Analiz Sonuçları

Bu örnekte açıklık ve mesnet bölgesindeki elemanlar maksimum yüklere maruz kalmış olup, bu elemanların taşıma kapasiteleri (0,70 -0,90) aralığındadır.

S Steel Frame Design Preferences for AISC 360-10

Item	Value
1 Design Code	AISC 360-10
2 Multi-Response Case Design	Envelopes
3 Framing Type	SMF
4 Seismic Design Category	D
5 Importance Factor	1,
6 Design System Rho	1,
7 Design System Sds	0,683
8 Design System R	4,
9 Design System Omega0	3,
10 Design System Cd	5,5
11 Design Provision	LRFD
12 Analysis Method	Effective Length
13 Second Order Method	General 2nd Order
14 Stiffness Reduction Method	Tau-b Fixed
15 Phi(Bending)	0,9
16 Phi(Compression)	0,9
17 Phi(Tension-Yielding)	0,9
18 Phi(Tension-Fracture)	0,75
19 Phi(Shear)	0,9
20 Phi(Shear-Short Webbed Rolled I)	1,
21 Phi(Torsion)	0,9
22 Ignore Seismic Code?	Yes
23 Ignore Special Seismic Load?	Yes

Item Description

Explanation of Color Coding for Values

Blue: Default Value

Black: Not a Default Value

Red: Value that has changed during the current session

Set To Default Values

All Items Selected Items

Reset To Previous Values

All Items Selected Items

OK Cancel

Şekil 4.55. YDKT için Tasarım Kodu Parametreleri

S Steel Frame Design Preferences for AISC 360-10

Item	Value
1 Design Code	AISC 360-10
2 Multi-Response Case Design	Envelopes
3 Framing Type	SMF
4 Seismic Design Category	D
5 Importance Factor	1,
6 Design System Rho	1,
7 Design System Sds	0,683
8 Design System R	4,
9 Design System Omega0	3,
10 Design System Cd	5,5
11 Design Provision	ASD
12 Analysis Method	Effective Length
13 Second Order Method	General 2nd Order
14 Stiffness Reduction Method	Tau-b Fixed
15 Omega(Bending)	1,67
16 Omega(Compression)	1,67
17 Omega(Tension-Yielding)	1,67
18 Omega(Tension-Fracture)	2,
19 Omega(Shear)	1,67
20 Omega(Shear-Short Webbed Rolled I)	1,5
21 Omega(Torsion)	1,67
22 Ignore Seismic Code?	Yes
23 Ignore Special Seismic Load?	Yes

Item Description

Explanation of Color Coding for Values

Blue: Default Value

Black: Not a Default Value

Red: Value that has changed during the current session

Set To Default Values

All Items Selected Items

Reset To Previous Values

All Items Selected Items

OK Cancel

Şekil 4.56. GKT için Tasarım Kodu Parametreleri

4.2.7 YDKT İçin Çelik Elemanların Dizayn Sonuçları

Çizelge 4.33 Üstgeçit Çelik Eleman Dizayn Sonuçları

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - AISC 360-10					
Frame	Design Sect	Desn Type	Status	Ratio	Combo
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text
8	PL550	Brace	No Message	0,2	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
9	PL550	Brace	No Message	0,15	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
10	PL550	Brace	No Message	0,11	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
11	PL550	Brace	No Message	0,19	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
12	PL550	Brace	No Message	0,27	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
13	PL550	Brace	No Message	0,4	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
14	PL550	Brace	No Message	0,55	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
15	PL550	Brace	No Message	0,59	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
16	PL550	Brace	No Message	0,38	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
17	PL550	Brace	No Message	0,22	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
18	PL550	Brace	No Message	0,17	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
19	PL550	Brace	No Message	0,24	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
20	PL550	Brace	No Message	0,31	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
21	PL550	Brace	No Message	0,31	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
22	PL550	Brace	No Message	0,36	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
23	PL550	Brace	No Message	0,39	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
24	PL550	Brace	No Message	0,4	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
25	PL550	Brace	No Message	0,39	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
26	PL550	Brace	No Message	0,41	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
27	PL550	Brace	No Message	0,4	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
28	PL550	Brace	No Message	0,37	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
29	PL550	Brace	No Message	0,34	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
30	PL550	Brace	No Message	0,32	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
31	PL550	Brace	No Message	0,29	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
32	PL550	Brace	No Message	0,26	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
33	PL550	Brace	No Message	0,24	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
34	PL550	Brace	No Message	0,17	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
35	PL550	Brace	No Message	0,13	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
36	PL550	Brace	No Message	0,14	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN

Çizelge 4.33.(devamı)

37	PL550	Brace	No Message	0,15	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
38	PL550	Brace	No Message	0,21	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
39	PL550	Brace	No Message	0,24	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
40	PL550	Brace	No Message	0,26	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
41	PL550	Brace	No Message	0,3	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
42	PL550	Brace	No Message	0,34	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
43	PL550	Brace	No Message	0,35	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
44	PL550	Brace	No Message	0,38	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
45	PL550	Brace	No Message	0,41	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
46	PL550	Brace	No Message	0,41	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
47	PL550	Brace	No Message	0,42	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
48	PL550	Brace	No Message	0,42	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
49	PL550	Brace	No Message	0,39	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
50	PL550	Brace	No Message	0,39	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
51	PL550	Brace	No Message	0,4	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
52	PL550	Brace	No Message	0,33	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
53	PL550	Brace	No Message	0,3	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
54	PL550	Brace	No Message	0,25	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
55	PL550	Brace	No Message	0,2	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
56	PL550	Brace	No Message	0,17	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
57	PL550	Brace	No Message	0,13	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
58	PL550	Brace	No Message	0,14	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
59	PL550	Brace	No Message	0,21	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
60	PL550	Brace	No Message	0,26	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
61	PL550	Brace	No Message	0,3	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
62	PL550	Brace	No Message	0,37	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
63	PL550	Brace	No Message	0,4	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
64	PL550	Brace	No Message	0,42	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
65	PL550	Brace	No Message	0,44	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
66	PL550	Brace	No Message	0,46	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
67	PL550	Brace	No Message	0,47	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
68	PL550	Brace	No Message	0,48	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
69	PL550	Brace	No Message	0,49	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
70	PL550	Brace	No Message	0,43	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
71	PL550	Brace	No Message	0,42	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP

Çizelge 4.33.(devamı)

72	PL550	Brace	No Message	0,4	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
73	PL550	Brace	No Message	0,33	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
74	PL550	Brace	No Message	0,26	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
75	PL550	Brace	No Message	0,22	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
76	PL550	Brace	No Message	0,31	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
77	PL550	Brace	No Message	0,49	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
78	PL550	Brace	No Message	0,73	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
79	PL550	Brace	No Message	0,67	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
80	PL550	Brace	No Message	0,5	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
81	PL550	Brace	No Message	0,34	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
82	PL550	Brace	No Message	0,23	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
83	PL550	Brace	No Message	0,14	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
84	PL550	Brace	No Message	0,15	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
85	PL550	Brace	No Message	0,22	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYP
93	PL550	Brace	No Message	0,19	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
94	PL550	Brace	No Message	0,15	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
95	PL550	Brace	No Message	0,11	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
96	PL550	Brace	No Message	0,19	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
97	PL550	Brace	No Message	0,27	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
98	PL550	Brace	No Message	0,4	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
99	PL550	Brace	No Message	0,54	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
100	PL550	Brace	No Message	0,61	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
101	PL550	Brace	No Message	0,4	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
102	PL550	Brace	No Message	0,23	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
103	PL550	Brace	No Message	0,17	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
104	PL550	Brace	No Message	0,24	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
105	PL550	Brace	No Message	0,29	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
106	PL550	Brace	No Message	0,33	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
107	PL550	Brace	No Message	0,36	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
108	PL550	Brace	No Message	0,41	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
109	PL550	Brace	No Message	0,41	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
110	PL550	Brace	No Message	0,39	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
111	PL550	Brace	No Message	0,4	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
112	PL550	Brace	No Messages	0,41	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP

Çizelge 4.33.(devamı)

113	PL550	Brace	No Message	0,38	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
114	PL550	Brace	No Message	0,34	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
115	PL550	Brace	No Message	0,32	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
116	PL550	Brace	No Message	0,29	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
117	PL550	Brace	No Message	0,26	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
118	PL550	Brace	No Message	0,24	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
119	PL550	Brace	No Message	0,18	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
120	PL550	Brace	No Message	0,13	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
121	PL550	Brace	No Message	0,13	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
122	PL550	Brace	No Message	0,15	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
123	PL550	Brace	No Message	0,2	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
124	PL550	Brace	No Message	0,25	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
125	PL550	Brace	No Message	0,26	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
126	PL550	Brace	No Message	0,3	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
127	PL550	Brace	No Message	0,34	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
128	PL550	Brace	No Message	0,35	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
129	PL550	Brace	No Message	0,38	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
130	PL550	Brace	No Message	0,41	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
131	PL550	Brace	No Message	0,41	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
132	PL550	Brace	No Message	0,42	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
133	PL550	Brace	No Message	0,42	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
134	PL550	Brace	No Message	0,39	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
135	PL550	Brace	No Message	0,39	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
136	PL550	Brace	No Message	0,39	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
137	PL550	Brace	No Message	0,33	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
138	PL550	Brace	No Message	0,29	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
139	PL550	Brace	No Message	0,26	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
140	PL550	Brace	No Message	0,2	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
141	PL550	Brace	No Message	0,18	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
142	PL550	Brace	No Message	0,12	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
143	PL550	Brace	No Message	0,13	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
144	PL550	Brace	No Message	0,21	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN
145	PL550	Brace	No Message	0,26	1.2G+1.0Q+0.2S-1EXN-0,3EYN

Çizelge 4.33.(devamı)

146	PL550	Brace	No Message	0,31	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
147	PL550	Brace	No Message	0,37	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
148	PL550	Brace	No Message	0,4	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
149	PL550	Brace	No Message	0,42	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
150	PL550	Brace	No Message	0,44	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
151	PL550	Brace	No Message	0,46	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
152	PL550	Brace	No Message	0,47	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
153	PL550	Brace	No Message	0,48	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
154	PL550	Brace	No Message	0,48	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
155	PL550	Brace	No Message	0,45	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
156	PL550	Brace	No Message	0,41	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
157	PL550	Brace	No Message	0,42	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
158	PL550	Brace	No Message	0,34	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
159	PL550	Brace	No Message	0,26	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
160	PL550	Brace	No Message	0,22	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
161	PL550	Brace	No Message	0,3	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
162	PL550	Brace	No Message	0,49	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
163	PL550	Brace	No Message	0,72	1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP
164	PL550	Brace	No Message	0,67	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
165	PL550	Brace	No Message	0,5	1.2G+1.0Q+0.5S+1.6WYN
166	PL550	Brace	No Message	0,34	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP
167	PL550	Brace	No Message	0,23	1.2G+1.6Qr+1.0Q+0.8WXP

Çizelge 4. 33'te görüldüğü gibi, maksimum yük taşıma kapasiteleri 78 nolu elemanda meydana gelmiş olup, bu oran (1.2G+1.0Q+0.2S+1EYP+0,3EXP) yük birleşimi için 0,73 çıkmış ve sınır değerden küçük olduğu için tüm kesitler yeterlidir.

4.2.8 GKT İçin Çelik Elemanların Dizayn Sonuçları

Çizelge 4.34 Üst Geçit Çelik Eleman Dizayn sonuçlar

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - AISC 360-10					
Frame	Design Sect	Design Type	Status	Ratio	Combo
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text
8	PL550	Brace	No Message	0,13	G+0,75Q+0.75S+0,75WYP
9	PL550	Brace	No Message	0,1	G+0,75Q+0.75S+0,75WYP
10	PL550	Brace	No Message	0,08	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
11	PL550	Brace	No Message	0,14	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
12	PL550	Brace	No Message	0,2	G+0,75Q+0.75S+0,75WYP
13	PL550	Brace	No Message	0,29	G+0,75Q+0.75S+0,75WYP
14	PL550	Brace	No Message	0,4	G+0,75Q+0.75S+0,75WYP
15	PL550	Brace	No Message	0,43	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
16	PL550	Brace	No Message	0,28	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
17	PL550	Brace	No Message	0,16	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
18	PL550	Brace	No Message	0,12	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
19	PL550	Brace	No Message	0,18	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
20	PL550	Brace	No Message	0,23	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
21	PL550	Brace	No Message	0,23	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
22	PL550	Brace	No Message	0,26	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
23	PL550	Brace	No Message	0,29	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
24	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
25	PL550	Brace	No Message	0,29	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
26	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
27	PL550	Brace	No Message	0,29	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
28	PL550	Brace	No Message	0,27	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
29	PL550	Brace	No Message	0,25	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
30	PL550	Brace	No Message	0,24	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
31	PL550	Brace	No Message	0,21	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
32	PL550	Brace	No Message	0,19	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
33	PL550	Brace	No Message	0,18	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
34	PL550	Brace	No Message	0,13	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
35	PL550	Brace	No Message	0,09	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
36	PL550	Brace	No Message	0,09	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
37	PL550	Brace	No Message	0,11	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
38	PL550	Brace	No Message	0,15	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
39	PL550	Brace	No Message	0,18	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
40	PL550	Brace	No Message	0,19	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
41	PL550	Brace	No Message	0,22	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
42	PL550	Brace	No Message	0,25	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
43	PL550	Brace	No Message	0,25	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
44	PL550	Brace	No Message	0,28	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY

Çizelge 4.34.(devamı)

45	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
46	PL550	Brace	No Message	0,29	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
47	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
48	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
49	PL550	Brace	No Message	0,28	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
50	PL550	Brace	No Message	0,28	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
51	PL550	Brace	No Message	0,29	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
52	PL550	Brace	No Message	0,24	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
53	PL550	Brace	No Message	0,21	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
54	PL550	Brace	No Message	0,18	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
55	PL550	Brace	No Message	0,14	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
56	PL550	Brace	No Message	0,12	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
57	PL550	Brace	No Message	0,09	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
58	PL550	Brace	No Message	0,1	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
59	PL550	Brace	No Message	0,16	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
60	PL550	Brace	No Message	0,19	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
61	PL550	Brace	No Message	0,22	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
62	PL550	Brace	No Message	0,27	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
63	PL550	Brace	No Message	0,29	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
64	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
65	PL550	Brace	No Message	0,32	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
66	PL550	Brace	No Message	0,33	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
67	PL550	Brace	No Message	0,34	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
68	PL550	Brace	No Message	0,34	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
69	PL550	Brace	No Message	0,36	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
70	PL550	Brace	No Message	0,32	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
71	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
72	PL550	Brace	No Message	0,29	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
73	PL550	Brace	No Message	0,25	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
74	PL550	Brace	No Message	0,18	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
75	PL550	Brace	No Message	0,15	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
76	PL550	Brace	No Message	0,23	G+0,75Q+0.75S+0,75WYP
77	PL550	Brace	No Message	0,36	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
78	PL550	Brace	No Message	0,53	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
79	PL550	Brace	No Message	0,49	G+0,75Q+0.75S+0,75WYP
80	PL550	Brace	No Message	0,36	G+0,75Q+0.75S+0,75WYP
81	PL550	Brace	No Message	0,25	G+0,75Q+0.75S+0,75WYP
82	PL550	Brace	No Message	0,17	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
83	PL550	Brace	No Message	0,1	G+0,75Q+0.75S+0,75WYN
84	PL550	Brace	No Message	0,1	G+0,75Q+0.75S+0,75WYP
85	PL550	Brace	No Message	0,14	G+0,75Q+0.75S+0,75WYP
93	PL550	Brace	No Message	0,13	G+0,75Q+0.75S+0,75WYN
94	PL550	Brace	No Message	0,1	G+0,75Q+0.75S+0,75WYN

Çizelge 4.34.(devamı)

95	PL550	Brace	No Message	0,08	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
96	PL550	Brace	No Message	0,14	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
97	PL550	Brace	No Message	0,2	G+0,75Q+0.75S+0,75WYN
98	PL550	Brace	No Message	0,29	G+0,75Q+0.75S+0,75WYN
99	PL550	Brace	No Message	0,39	G+0,75Q+0.75S+0,75WYN
100	PL550	Brace	No Message	0,45	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
101	PL550	Brace	No Message	0,29	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
102	PL550	Brace	No Message	0,17	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
103	PL550	Brace	No Message	0,12	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
104	PL550	Brace	No Message	0,17	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
105	PL550	Brace	No Message	0,21	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
106	PL550	Brace	No Message	0,24	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
107	PL550	Brace	No Message	0,27	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
108	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
109	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
110	PL550	Brace	No Message	0,28	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
111	PL550	Brace	No Message	0,29	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
112	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
113	PL550	Brace	No Message	0,27	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
114	PL550	Brace	No Message	0,25	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
115	PL550	Brace	No Message	0,24	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
116	PL550	Brace	No Message	0,22	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
117	PL550	Brace	No Message	0,19	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
118	PL550	Brace	No Message	0,18	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
119	PL550	Brace	No Message	0,13	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
120	PL550	Brace	No Message	0,09	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
121	PL550	Brace	No Message	0,09	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
122	PL550	Brace	No Message	0,11	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
123	PL550	Brace	No Message	0,15	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
124	PL550	Brace	No Message	0,18	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
125	PL550	Brace	No Message	0,19	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
126	PL550	Brace	No Message	0,22	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
127	PL550	Brace	No Message	0,25	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
128	PL550	Brace	No Message	0,26	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
129	PL550	Brace	No Message	0,28	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
130	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
131	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
132	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
133	PL550	Brace	No Message	0,31	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
134	PL550	Brace	No Message	0,28	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
135	PL550	Brace	No Message	0,28	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
136	PL550	Brace	No Message	0,29	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
137	PL550	Brace	No Message	0,24	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX

Çizelge 4.34.(devamı)

138	PL550	Brace	No Message	0,21	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
139	PL550	Brace	No Message	0,19	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
140	PL550	Brace	No Message	0,14	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
141	PL550	Brace	No Message	0,13	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
142	PL550	Brace	No Message	0,09	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
143	PL550	Brace	No Message	0,09	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
144	PL550	Brace	No Message	0,15	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
145	PL550	Brace	No Message	0,19	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
146	PL550	Brace	No Message	0,22	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
147	PL550	Brace	No Message	0,27	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
148	PL550	Brace	No Message	0,29	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
149	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EX
150	PL550	Brace	No Message	0,32	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
151	PL550	Brace	No Message	0,33	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
152	PL550	Brace	No Message	0,34	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
153	PL550	Brace	No Message	0,35	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
154	PL550	Brace	No Message	0,35	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
155	PL550	Brace	No Message	0,33	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
156	PL550	Brace	No Message	0,3	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
157	PL550	Brace	No Message	0,31	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
158	PL550	Brace	No Message	0,25	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
159	PL550	Brace	No Message	0,19	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY
160	PL550	Brace	No Message	0,15	G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY

Çizelge 4. 34'te görüldüğü gibi, maksimum yük taşıma kapasitesi 78 nolu elemanda meydana gelmiş olup, bu oran ($G+0,75Q+0.75S+0,75*0,7EY$) yük birleşimi için 0,53 çıkmış ve sınır değerden küçük olduğu için tüm kesitler yeterlidir.

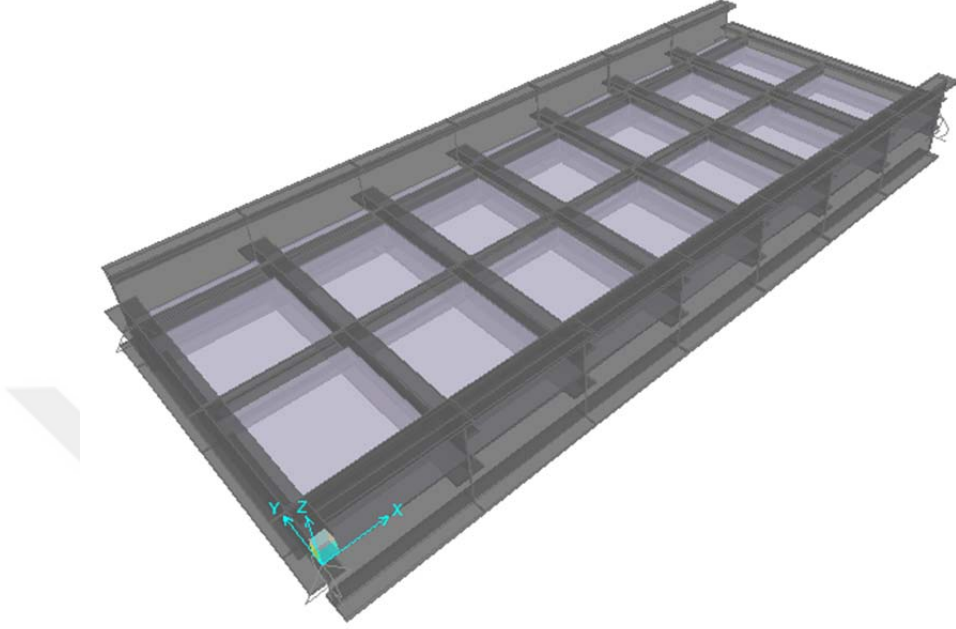
Ele aldığımız bu örnekte hem GKT hem de YDKT yöntemlerine göre tüm kesitlerin yeterli olduğu görülmüştür.

Yapılan analizler ve tasarımlar sonucunda, kemer askılı yaya üst geçit örneği, Karayolları 5. Bölge Müdürlüğü Toprakkale-İskenderun Otoyolu 239 + 400. Km'sinde mevcut ve yapılmış olan köprü projesinin güncel yönetmeliklere göre yeterli kesit ve boyutları sahip olduğu gözlenmiştir.

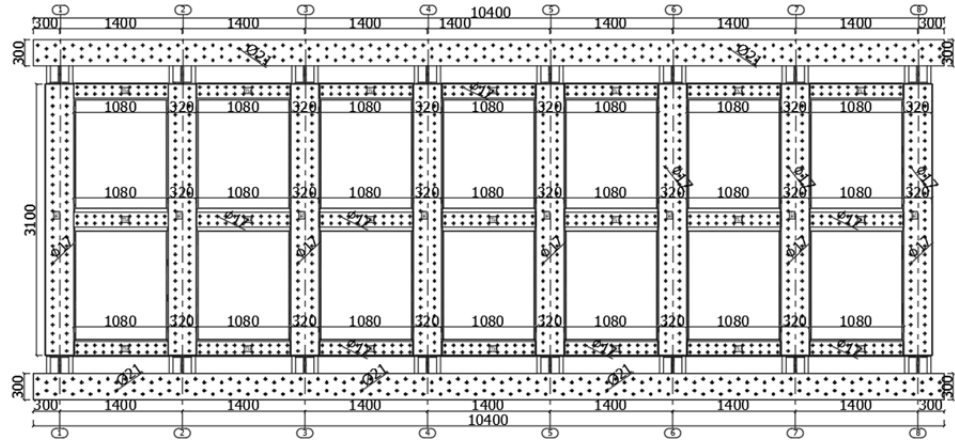
4.3 Perçinli Demiryolu Köprü Örneği

Perçinli demiryolu köprü örneği, tek hatlı demiryolu için tasarlanmış olup, köprünün açıklığı 9,80 m, genişliği 3,815 m, boylama kirişlerin yüksekliği 1,260 m üst ve alt başlık genişliği 0,30 m, gövde yüksekliği 1,20 m'dir. Kiriş başlığına yapılan ekte; içten L120 x 120 x 12 mm köşebent ve dıştan ise 15 mm çelik plakalar, kiriş profiline $\phi 20$ mm ve $\phi 16$ mm çaplı perçinler yardımıyla birbirine bağlanmıştır. Enleme kirişleri için HEA500 profilleri kullanılmıştır. İçteki boylama kirişleri için NPI380 profilleri kullanılmıştır. Köprü platformu, bir tarafta sabit ve diğer tarafta kayıcı olarak mesnetlenmiştir. Şekil 4.57'de köprünün 3 boyutlu SAP2000 modeli, Şekil 4.58-59'da köprü planı ve enkesitleri yer almaktadır. YPI1260 Kirişi ve plaka malzemeleri S235, HEA500 ve NPI380 malzemeleri S275 çelik sınıfındadır.

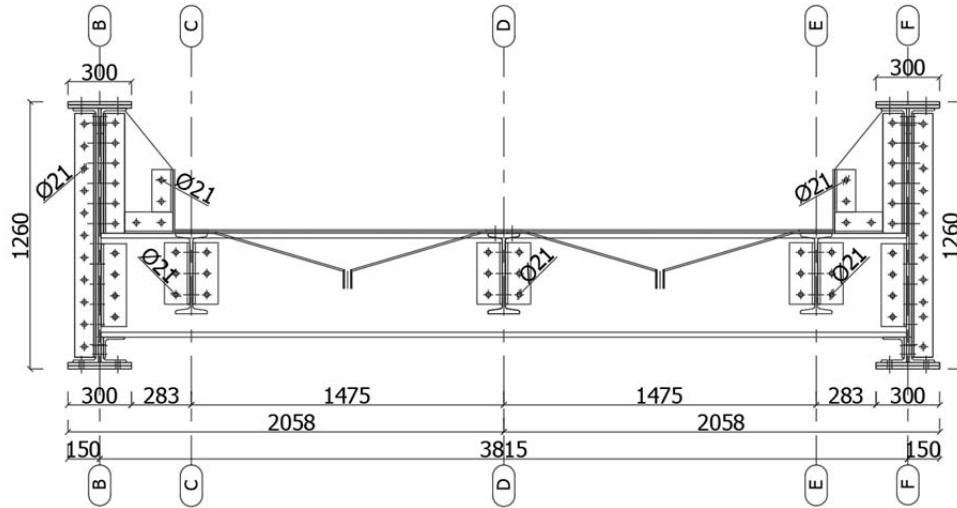
Perçinli demiryolu köprü örneği (<https://erproproje.com> web sayfasında yer almaktadır.) Hatay - İskenderun Suluca Deresi mevkiinde yer alan proje, güncel yönetmeliklere göre SAP2000 programı yardımıyla analizi yapılmıştır.



Şekil 4.57. Köprünün 3 Boyutlu Sap2000 modeli



Şekil 4.58. Köprü Planı

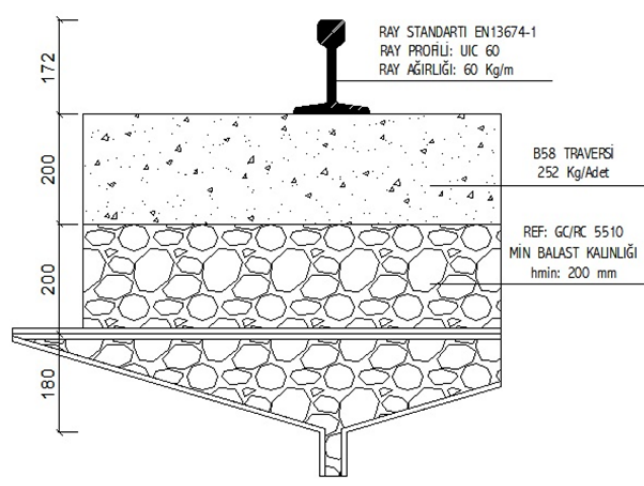


Şekil 4.59. Köprüye ait 1 Aksı Sistem Enkesitleri

4.3.1 Yükler

4.3.1.1 Ölü Yükler

Dead köprü zati yükü : Program tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır.



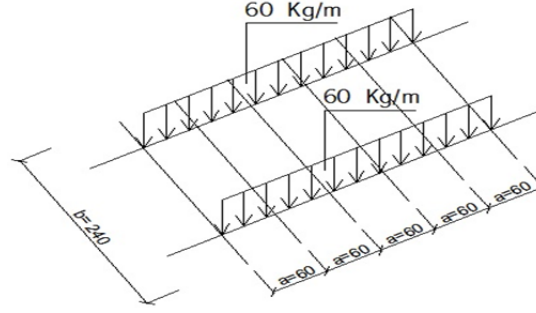
Şekil 4.60. Ray, Travers, Balast en kesiti

Balast özgül ağırlığı = $2,2 \text{ t/m}^3$

Balast hesap yüksekliği (h)= 40 cm olarak alınmıştır.

Traverslerin 60 aralıklarla yerleştirileceği düşünülmüştür.

$$G_{\text{ray}} = (2 \times 0,6 \times 60) / (2,40 \times 0,6) = 0,050 \text{ t/m}^2$$



Şekil 4.61. Ray Yüğü

$$g_{\text{travers}} = 0,252 / (2,4 \times 0,6) = 0,175 \text{ t/m}^2$$

$$a = 60 \text{ cm} = \text{Travers aralığı}$$

$$b = 240 \text{ cm} = \text{Travers uzunluğu}$$

$$G_1 - \text{Balast yükü} = 2,20 \text{ t/m}^3 \times 0,4 \text{ m} = 0,88 \text{ t/m}^2$$

$$G_2 - \text{Ray yükü} = 0,050 \text{ t/m}^2$$

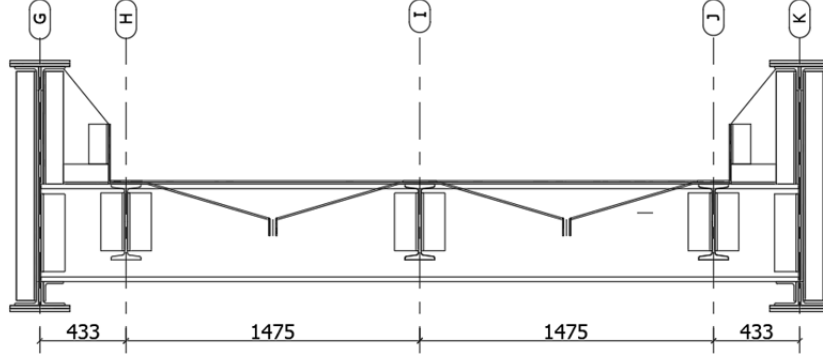
$$G_3 - \text{Travers Yüğü} = 0,175 \text{ t/m}^2$$

$$G_2 = 0,88 \text{ t/m}^2 + 0,050 \text{ t/m}^2 + 0,175 \text{ t/m}^2 = 1,105 \text{ t/m}^2$$

$$G_4 = \text{İlave yük yükleme}$$

$$G_4 = 1,105 \text{ ton/m}^2 \times 1,475 \text{ m} = 1,630 \text{ ton/m}$$

$$G_4 = 1,105 \text{ ton/m}^2 \times 0,433 \text{ m} = 0,478 \text{ ton/m}$$



Şekil 4.62. Köprü Enkesiti

G_5 - Sac tava yükü ($t=10$ mm) = $7,85/m^3 \times 0,01$ m = $0,079$ t/m²

(Çelik Özgül Ağırlığı $7,85$ t/m³'tür.)

G_6 - İlave yükler = $0,08$ t/m²

(Modele dahil edilmemiş olan yükler (perçin, ek levhalar vb.))

$G_7 = 0,079$ t/m² + $0,08$ t/m² = $0,159$ t/m²

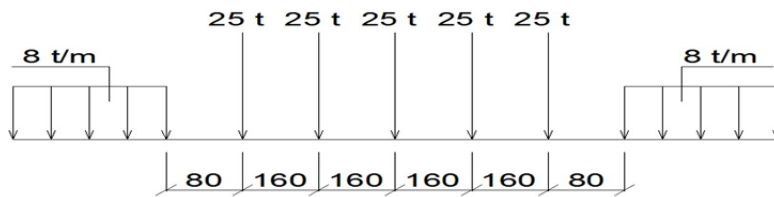
G_7 = İlave yük yükleme

$G_7 = 0,159$ ton/m² x $1,475$ m = $0,234$ ton/m

$G_7 = 0,159$ ton/m² x $0,433$ m = $0,068$ ton/m

4.3.1.2 Katar Yüğü

Katar yüğü: Load Model 71-(Referans UIC CODE 702e bakınız Sayfa:50)



Şekil 4.63. Tren yüğü

Titreşim yük katsayısı $\Phi = \left(\frac{2,16}{\sqrt{9,8-0,2}} \right) + 0,73 = 1,47$

$1.00 \leq \phi \leq 2.00$ EC1 6.4.5.2 (b)

4.3.1.3 Demeraj kuvveti:

Her hat için 3,3 t/m'lik yük köprü boyuna doğrultuda ray üstü kotundan etkidiği kabul edilmiştir.

4.3.1.4 Fren kuvveti:

Her hat için 2,0 t/m'lik yük köprü boyuna doğrultuda ray üstü kotundan etkidiği kabul edilmiştir.

4.3.1.5 Kar yükü hesabı

Çizelge 4.32 - Farklı topografik alanlar için tavsiye edilen C_e değerleri

Topografik bölge	C_e
Rüzgara açık (a)	0,8
Normal (b)	1
Korunmuş (c)	1,2

$C_e = 1$ olarak seçilmiştir .

a: Rüzgara açık topografik alanlar : her coğrafi yönden etkiye maruz kalan, arazi tarafından korunma imkanının olmadığı veya az olduğu daha yüksek yapıların veya ağaçların bulunmadığı engelsiz düz alanlar

b: Normal topografik alanlar: rüzgarın yapı üzerine etkisiyle kar kütlelerinin, arazi diğer yapılar ve ağaçlar sebebiyle önemli bir değişime uğramadığı alanlar

c: Korunmuş topografik alanlar: dikkate alınan yapının yüksekliğinin önemli ölçüde çevre arazisinden veya çevresindeki yüksek ağaçlardan ve/veya çevresindeki daha yüksek yapılardan düşük olduğu alanlar

Çizelge 4.44. Karın Ortalama Gevşek Yığın Birim Hacim Ağırlığı

Kar tipi	Yığın birim hacim ağırlığı (KN/m ³)
Yeni	1
Yerleşmiş(Kar yağdıktan sonra birkaç saat veya gün geçmiş)	2
Eski (Kar yağdıktan sonra bir kaç hafta veya ay geçmiş)	2,5 - 3,5
Islak	4

Çift Eğimli Çatılar İçin

Isı katsayısı C_t , yüksek sıcaklık iletiminden ($>1 \text{ W/m}^2\text{K}$) dolayı, özellikle binanın çatısı altındaki ısı kaybının çatı yüzeyini etkilemesi sebebiyle erimelerin meydana geldiği bazı cam kaplı çatılarda çatı yükündeki azalmanın hesaba katılması için kullanılır. Diğer bütün durumlar için: $C_t = 1,0$ alınmalıdır.

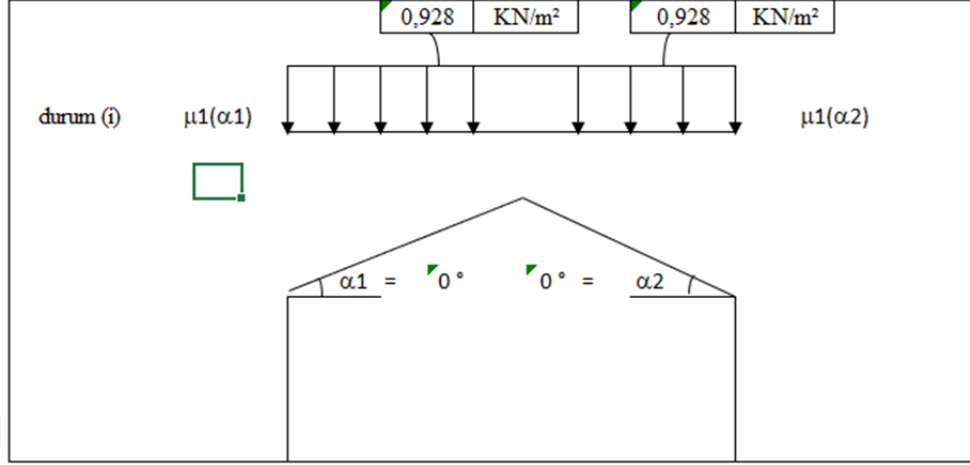
Kar Bölgesi :II

Yapının denizden yüksekliği :1050 m

Kar yükü $= 1,16 \text{ kN/m}^2$ Çizelge 3.4 ten alınmıştır.

Durum (i)

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0,8 \times 1 \times 1 \times 1,16 = 0,928 \text{ kN/m}^2$$



Şekil 4.64. Üst Geçit Kar Yükleme

- Üstgeçit için kar yükü bulunurken; kar yük ile enleme kirişler arası mesafesi çarpılmıştır.

$$S = 0,0928 \text{ ton/m}^2 \times 1,475 \text{ m} = 0,1368 \text{ ton/m}$$

$$S = 0,0928 \text{ ton/m}^2 \times 0,433 \text{ m} = 0,040 \text{ ton/m}$$

4.3.1.6 Rüzgar Yüğü Hesabı

$V_{b0} = 28,00 \text{ m/sn}$ Esas Rüzgâr Hızının Temel Değeri

$C_{dir} = 1$ Doğrultu katsayısı (Tavsiye edilen değer 1,0'dir.)

$C_{season} = 1$ Mevsim katsayısı (Tavsiye edilen değer 1,0'dir.)

$k = 0,2$ Şekil parametresi (Tavsiye edilen değer k için.)

$n = 0,5$ Üstel sayı (Tavsiye edilen değer n için.)

$p = 0,02$ (Tekerrür süresi 50 yıla eşit için)

$C_0(z) = 1$ esas rüzgâr hızı hesabında orografi dikkate alınır (Tavsiye edilen değer 1,0dir.)

$K_1 = 1$ Türbülans Katsayısı. (Tavsiye edilen değer 1,0'dir.)

$\rho = 0,00125 \text{ kN/m}^3$ Havanın yoğunluğu

$Z(h) = 6 \text{ m}$ (Yapı yüksekliği)

$b = 9,80 \text{ m}$ (Yapı uzunluğu)

$$d = 3,81 \text{ m (Yapı genişliği)}$$

$$Z_{o1} = 0,3 \text{ m (Arazi kategori) III için}$$

$$Z_{o2} = 0,05 \text{ m (Arazi kategori) II için}$$

$$Z_{\min} = 5 \text{ m} \quad Z_{\max} = 200 \text{ m} \quad \alpha = 0^\circ \text{ (Çatı eğimi)}$$

$$C_{\text{prop}} = \left[\frac{1 - K \cdot \ln(1-p)}{1 - K \cdot \ln(1 - \ln(0,98))} \right] = 1 \quad (\text{TS EN 1991_1_4})$$

$$\text{Esas rüzgar hızı (V}_b\text{)}$$

$$V_b = C_{\text{dir}} \cdot C_{\text{season}} \cdot V_{b0} \cdot C_{\text{pro}} \quad (\text{TS EN 1991_1_4})$$

$$V_b = 1 \times 1 \times 28,00 \text{ m/sn} \times 1 = 28,00 \text{ m/sn}$$

$$\text{Engebelilik uzunluğu (K}_r\text{)}$$

$$K_r = 0,19 \left(\frac{Z_{o1}}{Z_{o2}} \right)^{0,07} = 0,19 \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215 \quad (\text{TS EN 1991_1_4})$$

$$\text{Engebelilik katsayısı C}_r(z)$$

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln \left(\frac{z(h)}{z_{o1}} \right) = 0,215 \times \ln \left(\frac{6}{0,3} \right) = 0,645 \quad z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$\text{Ortalama Rüzgâr Hızı V}_m(z)$$

$$V_m(z) = C_r(z) \cdot C_o(z) \cdot V_b = 0,645 \times 1 \times 28 = 18,07 \text{ m/sn}$$

$$\text{Rüzgar Türbülansı (\sigma}_v\text{)}$$

$$\sigma_v = K_r \cdot V_b \cdot K_I = 0,215 \times 28 \times 1 = 6,031 \quad (\text{TS EN 1991_1_4 Denk.(4.6)})$$

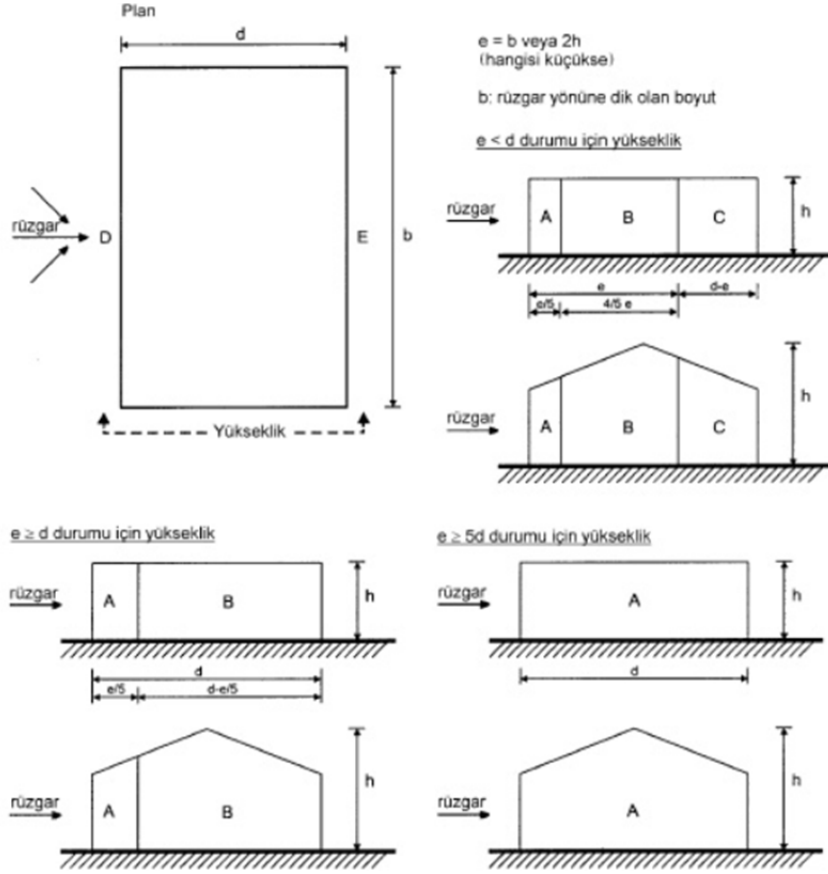
$$Z \text{ metre Yükseklikteki Türbülans Şiddeti I}_v(z)$$

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{V_m(z)} = \frac{6,031}{18,07} = 0,334 \quad z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$\text{Tepe Hız Kaynaklı Rüzgar Hasıncı q}_p(z) \quad (\text{TS EN 1991_1_4 Denk.(4.8)})$$

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \frac{1}{2} \rho v^2 m(z)$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \times 0,334] \frac{1}{2} 0,00125 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \times 18,07 \times 18,07 = 0,681 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



Şekil 4.65. A-B-C-D-E Tipi Düşey Duvarlar

Rüzgar Yönü $\theta = 0^\circ$ için Üst Geçide Etkiyen Rüzgar Yükünün Belirlenmesi

$b = 9,80$ m (Rüzgar yönüne dik boyut)

$d = 3,81$ m

$e = b$ veya $2h$ (Hangisi küçükse)

$e = \min(b; 2h) = \min(9,80 ; 2 \times 6,00) = 9,80$ m

$e = 9,80$ m $>$ $d = 3,81$ m 2. durum geçerli

$e = 9,80$ m $<$ $5d = 19,075$ m 2. durum geçerli

$h / d = 6 / 3,81 = 1,57 > 0,25$

Çizelge 4.35. Dikdörtgen Planlı Binaların Düşey Duvarları için Tavsiye Edilen Dış Basınç Katsayısı Değerleri

Bölge	A		B		C		D		E	
h / d	c _{pe,10}	c _{pe,1}	c _{pe,10}	c _{pe,1}	c _{pe,10}	c _{pe,1}	c _{pe,10}	c _{pe,1}	c _{pe,10}	c _{pe,1}
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1,0	-0,5	
≤ 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,7	1,0	-0,3	

Çizelge 4.36 Düşey Duvarlar için c_{pe,10} Dış Basınç Katsayıları

Bölge	A	B	C	D	E
c _{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,68

Güvenli tarafta kalmak için yönetmelikte yazan $h/d \leq 1$ olan binalar için bileşke kuvvet 0,85 ile çarpılır." ibaresi dikkate alınmamıştır. Bir duvara, çatıya veya yapı elemanına etkileyen net basınç, elemanların zıt yüzeylerde oluşan basınçların yönleri (işaretleri) de dikkate alınarak hesaplanan farkına eşittir. İç basınç katsayısı, bina içinde açıklıkların dağılımına ve boyutuna bağlıdır. Bu örnek için açıklık oranı belli olmadığından, iç basınç katsayısı, c_{pi} değeri +0,2 veya -0,3 olmak üzere, TS EN 1991-1-4 Bölüm 7.2.9 Not (2) uyarınca, tavsiye edilen değerleri kullanılarak hesaplanan net basınç katsayıları aşağıda verilmektedir.

Çizelge 4.37. Düşey Duvarlar için C_{pnet} Net Basınç Katsayıları (c_{pi} = -0,3)

bölge	A	B	C	D	E
c _{pnet} = c _{pe} - c _{pi}	-0,9	-0,5	-0,2	1,1	-0,38
w(z)=c _{pnet} · q _p (z)	-0,61	-0,34	-0,14	0,75	-0,26

Çizelge 4.38. Düşey Duvarlar için c_{pnet} Net Basınç Katsayıları (c_{pi} = +0,2) için

Bölge	A	B	C	D	E
c _{pnet} = c _{pe} - c _{pi}	-1,4	-1	-0,7	0,6	-0,88
w(z)=c _{pnet} · q _p (z)	-0,95	-0,68	-0,48	0,41	-0,60

Çizelge 4.39. Kullanılacak $w(z)$ $\{kN/m^2\}$ ($c_{pi}=+0,2$ için)

Bölge	A	B	C	D	E
$w(z)=c_{pnet} \cdot q_p(z)$	-0,95	-0,68	-0,48	0,41	-0,60

Dış boylama kirişine gelen rüzar basıncı hesabı

W_{YP} - Y Yönü (Rüzar Basıncı E Bölgesi)

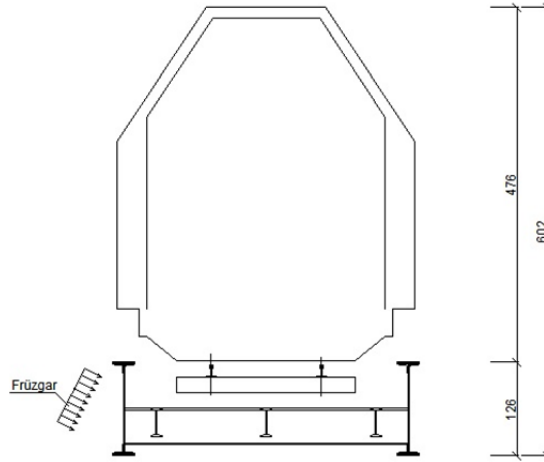
Üst geçit için y yönü rüzar basıncı e bölgesi yükünü bulunurken rüzar Basıncı tren yüksekliği ile çarpılmıştır.

$$W_{YP} = 0,041 \text{ ton/m}^2 \times 6,02 \text{ m} = 0,245 \text{ ton/m}$$

W_{YP} - Y Yönü (rüzar emmesi D bölgesi)

Üst geçit için Y (yönü rüzar emmesi D bölgesi) yükünü bulunurken; rüzar emmesi tren yüksekliği ile çarpılmıştır.

$$W_{YN} = 0,06 \text{ ton/m}^2 \times 6,02 \text{ m} = 0,359 \text{ ton/m}$$



Şekil 4.66. Köprü En Kesiti

4.3.1.7 Deprem Yüğü (E)

SAP2000 programına tanımlanacak deprem spektrumunun belirlenmesinde TBDY-2018' den faydalanılmıştır.

Yapının Bulunduğu Yerde Zemin Tipi : ZD

Bina Önem Katsayısı: 1

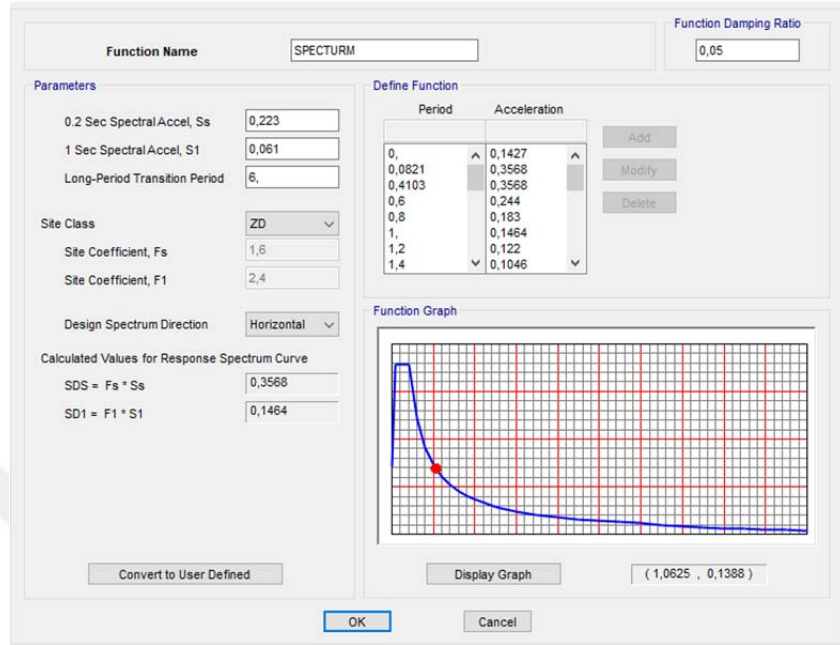
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R_x/R_y : 4/4 - (TBDY-2018-Tablo4.1)

Çarpan Değer (Scale Factor) = $A_0 \cdot I \cdot g / R = 1 \times 9,81/4 = 2,4525$

A_0 : Değeri SAP2000 programi tarafından otomatik olarak hesaplanacak

Load Pattern	Multiplier
DEAD	1,
Q1	0,3

Şekil 4.67. Kütle Kaynağı



Şekil 4.68. Tepki Spektrumu

The dialog box shows the 'Load Case Name' as 'EX'. The 'Load Case Type' is 'Response Spectrum'. The 'Modal Combination' section includes: CQC (selected), SRSS, Absolute, GMC, NRC 10 Percent, and Double Sum. The 'Modal Load Case' section includes: Use Modes from this Modal Load Case (MODAL), Standard - Acceleration Loading (selected), and Advanced - Displacement Inertia Loading. The 'Loads Applied' section shows a table of Load Type, Load Name, Function, and Scale Factor. The 'Other Parameters' section includes: Modal Damping (Constant at 0,05).

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	SPECTRUM	2,4525
Accel	U1	SPECTRUM	2,4525

Şekil 4.69. X Yönünde Deprem Yükleme

Load Case Name: EY Set Def Name Modify/Show...

Notes

Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:

- ☒ CQC
- ☐ SRSS
- ☐ Absolute
- ☐ GMC
- ☐ NRC 10 Percent
- ☐ Double Sum

GMC f1: 1, GMC f2: 0, Periodic + Rigid Type: SRSS

Modal Load Case:

Use Modes from this Modal Load Case: MODAL

- ☒ Standard - Acceleration Loading
- ☐ Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U2	SPECTURM	2.4525
Accel	U2	SPECTURM	2.4525

Add Modify Delete

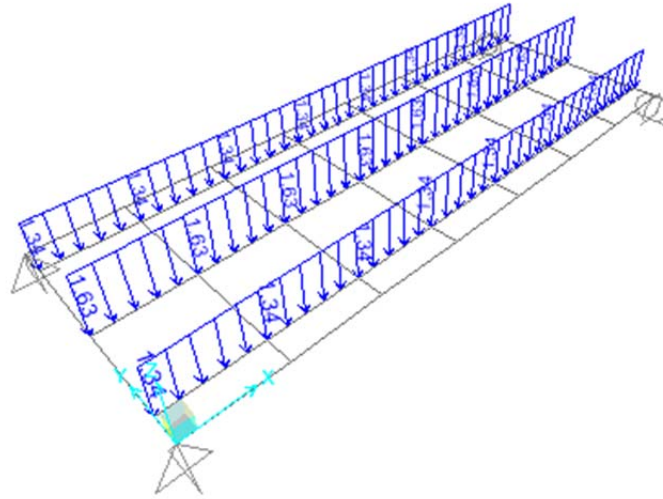
☐ Show Advanced Load Parameters

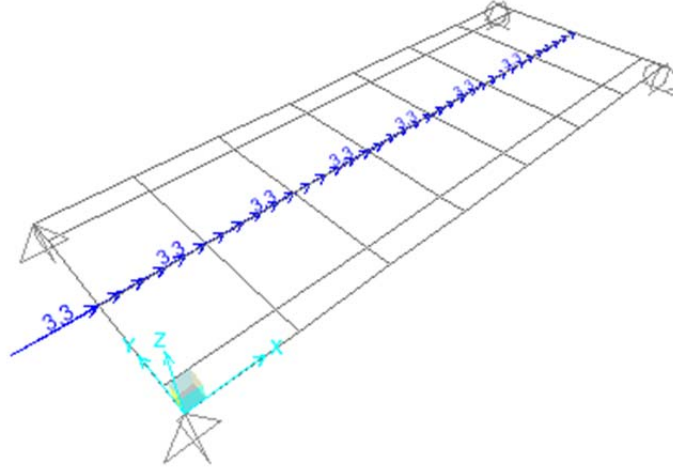
Other Parameters:

Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

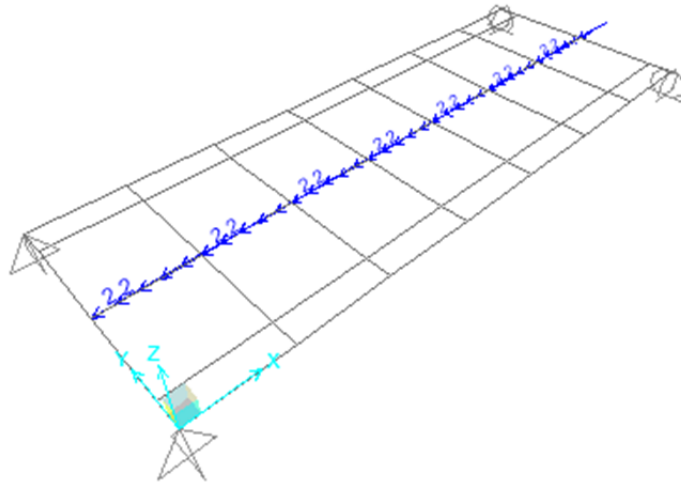
OK Cancel

Şekil 4.70. Y Yönünde deprem yüklemesi

Şekil 4.71. G₄ Yükleme



Şekil 4.74. Demeraj yüklemesi



Şekil 4.75. Fren yüklemesi

4.3.2 Düşey Deplasman Değerleri

Çizelge 4.40 Düşey deplasman değerleri

KAFES KİRİŞ DÜŞEY DEPLASMAN DEĞERLERİ L = 9,8m					
Joint	OutputCase	U3	Mutlak U3	Max. Sehim	Kontrol
Text	Text	m	cm	L/900 (cm)	OK / Hata
70	COMB01	-0,0009	0,0976	1,089	OK
70	COMB02	-0,0010	0,1011	1,089	OK
70	COMB03	-0,0010	0,1011	1,089	OK
70	COMB04	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB04	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB05	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB05	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB06	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB06	-0,004	0,4064	1,089	OK
70	COMB07	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB07	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB08	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB08	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB09	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB09	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB10	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB10	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB11	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB11	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB12	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB13	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB14	-0,0040	0,4064	1,089	OK

Çizelge 4.40.(devamı)

70	COMB15	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB16	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB17	-0,0040	0,4064	1,089	OK
70	COMB18	-0,0041	0,4099	1,089	OK
70	COMB19	-0,0041	0,4099	1,089	OK
70	COMB20	-0,0041	0,4099	1,089	OK
70	COMB21	-0,0041	0,4099	1,089	OK
72	COMB01	-0,0017	0,1725	1,089	OK
72	COMB02	-0,0017	0,1787	1,089	OK
72	COMB03	-0,0017	0,1787	1,089	OK
72	COMB04	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB04	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB05	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB05	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB06	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB06	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB07	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB07	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB08	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB08	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB09	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB09	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB10	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB10	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB11	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB11	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB12	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB13	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB14	-0,0072	0,7197	1,089	OK

Çizelge 4.40.(devamı)

72	COMB15	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB16	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB17	-0,0072	0,7197	1,089	OK
72	COMB18	-0,0072	0,7258	1,089	OK
72	COMB19	-0,0072	0,7258	1,089	OK
72	COMB20	-0,0072	0,7258	1,089	OK
72	COMB21	-0,0072	0,7258	1,089	OK
74	COMB01	-0,0021	0,213	1,089	OK
74	COMB02	-0,0022	0,2206	1,089	OK
74	COMB03	-0,0022	0,2206	1,089	OK
74	COMB04	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB04	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB05	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB05	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB06	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB06	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB07	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB07	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB08	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB08	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB09	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB09	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB10	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB10	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB11	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB11	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB12	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB13	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB14	-0,0089	0,8895	1,089	OK

Çizelge 4.40.(devamı)

74	COMB15	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB16	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB17	-0,0089	0,8895	1,089	OK
74	COMB18	-0,0089	0,8971	1,089	OK
74	COMB19	-0,0089	0,8971	1,089	OK
74	COMB20	-0,0089	0,8971	1,089	OK
74	COMB21	-0,0089	0,8971	1,089	OK
76	COMB01	-0,0021	0,213	1,089	OK
76	COMB02	-0,0022	0,2206	1,089	OK
76	COMB03	-0,0022	0,2206	1,089	OK
76	COMB04	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB04	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB05	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB05	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB06	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB06	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB07	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB07	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB08	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB08	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB09	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB09	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB10	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB10	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB11	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB11	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB12	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB13	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB14	-0,0089	0,8908	1,089	OK

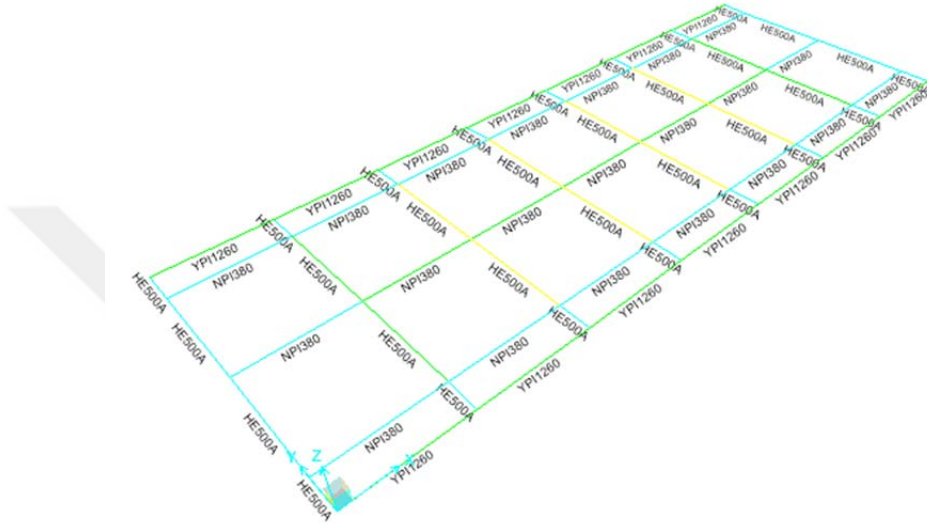
Çizelge 4.40.(devamı)

76	COMB15	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB16	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB17	-0,0089	0,8908	1,089	OK
76	COMB18	-0,0089	0,8984	1,089	OK
76	COMB19	-0,0089	0,89	1,089	OK
76	COMB20	-0,0089	0,89	1,089	OK
76	COMB21	-0,0089	0,89	1,089	OK
78	COMB01	-0,0017	0,17	1,089	OK
78	COMB02	-0,0017	0,1787	1,089	OK
78	COMB03	-0,0017	0,1787	1,089	OK
78	COMB04	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB04	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB05	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB05	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB06	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB06	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB07	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB07	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB08	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB08	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB09	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB09	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB10	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB10	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB11	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB11	-0,007	0,723	1,089	OK
78	COMB12	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB13	-0,0072	0,723	1,089	OK
78	COMB14	-0,0072	0,723	1,089	OK

Çizelge 4.40.(devamı)

78	COMB15	-0,0023	0,723	1,089	OK
78	COMB16	-0,0723	0,723	1,089	OK
78	COMB17	-0,0723	0,723	1,089	OK
78	COMB18	-0,0729	0,729	1,089	OK
78	COMB19	-0,0729	0,729	1,089	OK
78	COMB20	-0,0729	0,729	1,089	OK
78	COMB21	-0,0729	0,7291	1,089	OK
80	COMB01	-0,0098	0,0976	1,089	OK
80	COMB02	-0,0101	0,101	1,089	OK
80	COMB03	-0,0101	0,101	1,089	OK
80	COMB04	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB04	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB05	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB05	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB06	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB06	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB07	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB07	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB08	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB08	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB09	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB09	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB10	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB10	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB11	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB11	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB12	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB13	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB14	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB15	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB16	-0,0041	0,41	1,089	OK
80	COMB17	-0,0041	0,410	1,089	OK

Çizelge 4 .40'ta görüldüğü üzere, açıklıktaki maksimum düşey deplasman 74. elamanda 0,897 cm çıkmıştır. Maksimum deplasman (Comb20) yük birleşimi altında elde edilmiş olup, deplasman izin verilen deplasmandan küçüktür.



Şekil 4.78. Analiz Sonuçları

S Steel Frame Design Preferences for AISC-ASD89

Item	Value
1 Design Code	AISC-ASD89
2 Multi-Response Case Design	Envelopes
3 Framing Type	Moment Frame
4 Lateral Factor for Wind	1,15
5 Lateral Factor for Seismic	1,3333
6 Consider Deflection?	No
7 DL Limit, L/	120,
8 Super DL+LL Limit, L/	120,
9 Live Load Limit, L/	360,
10 Total Limit, L/	240,
11 Total-Camber Limit, L/	240,
12 Pattern Live Load Factor	0,75
13 Demand/Capacity Ratio Limit	0,98
14 Cm Calculation Option	Program Determined
15 Cm Calculation Tolerance	
16 Cb Calculation Option	Program Determined
17 Cb Calculation Tolerance	

Item Description
The selected design code. Subsequent design is based on this selected code.

Explanation of Color Coding for Values
Blue: Default Value
Black: Not a Default Value
Red: Value that has changed during the current session

Set To Default Values: All Items, Selected Items
Reset To Previous Values: All Items, Selected Items

OK Cancel

Şekil 4.79. AISC ASD89 için Tasarım Kodu Parametreleri

4.3.3 Köprü Çelik Eleman Dizayn Sonuçları

Çizelge 4.41 Köprü Çelik Eleman Dizayn Sonuçları

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - AISC-ASD89					
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	Combo
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text
1	YPI1260	Beam	No Messages	0,619	COMB18
2	YPI1260	Beam	No Messages	0,574	COMB18
3	YPI1260	Beam	No Messages	0,671	COMB18
4	YPI1260	Beam	No Messages	0,665	COMB18
5	YPI1260	Beam	No Messages	0,659	COMB18
6	YPI1260	Beam	No Messages	0,548	COMB18
7	YPI1260	Beam	No Messages	0,619	COMB18
8	YPI1260	Beam	No Messages	0,619	COMB18
9	YPI1260	Beam	No Messages	0,574	COMB18
10	YPI1260	Beam	No Messages	0,671	COMB18
11	YPI1260	Beam	No Messages	0,665	COMB18
12	YPI1260	Beam	No Messages	0,659	COMB18
13	YPI1260	Beam	No Messages	0,548	COMB18
14	YPI1260	Beam	No Messages	0,619	COMB18
15	NPI380	Beam	No Messages	0,373	COMB12
16	NPI380	Beam	No Messages	0,416	COMB12
17	NPI380	Beam	No Messages	0,405	COMB12
18	NPI380	Beam	No Messages	0,385	COMB12
19	NPI380	Beam	No Messages	0,359	COMB12
20	NPI380	Beam	No Messages	0,331	COMB12
21	NPI380	Beam	No Messages	0,284	COMB18
22	NPI380	Beam	No Messages	0,332	COMB12
23	NPI380	Beam	No Messages	0,608	COMB12

Çizelge 4.41.(devamı)

24	NPI380	Beam	No Messages	0,573	COMB18
25	NPI380	Beam	No Messages	0,561	COMB18
26	NPI380	Beam	No Messages	0,572	COMB18
27	NPI380	Beam	No Messages	0,575	COMB18
28	NPI380	Beam	No Messages	0,191	COMB12
29	NPI380	Beam	No Messages	0,327	COMB14
30	NPI380	Beam	No Messages	0,372	COMB14
31	NPI380	Beam	No Messages	0,364	COMB14
32	NPI380	Beam	No Messages	0,345	COMB14
33	NPI380	Beam	No Messages	0,34	COMB18
34	NPI380	Beam	No Messages	0,33	COMB18
35	NPI380	Beam	No Messages	0,284	COMB18
36	HE500A	Beam	No Messages	0,225	COMB12
37	HE500A	Beam	No Messages	0,271	COMB18
38	HE500A	Beam	No Messages	0,271	COMB18
39	HE500A	Beam	No Messages	0,182	COMB14
40	HE500A	Beam	No Messages	0,282	COMB12
41	HE500A	Beam	No Messages	0,617	COMB18
42	HE500A	Beam	No Messages	0,617	COMB18
43	HE500A	Beam	No Messages	0,235	COMB18
44	HE500A	Beam	No Messages	0,307	COMB18
45	HE500A	Beam	No Messages	0,734	COMB18
46	HE500A	Beam	No Messages	0,734	COMB18
47	HE500A	Beam	No Messages	0,307	COMB18
48	HE500A	Beam	No Messages	0,316	COMB18
49	HE500A	Beam	No Messages	0,741	COMB18
50	HE500A	Beam	No Messages	0,741	COMB18
51	HE500A	Beam	No Messages	0,316	COMB18
52	HE500A	Beam	No Messages	0,316	COMB18

Çizelge 4.41.(devamı)

53	HE500A	Beam	No Messages	0,738	COMB18
54	HE500A	Beam	No Messages	0,738	COMB18
55	HE500A	Beam	No Messages	0,316	COMB18
56	HE500A	Beam	No Messages	0,307	COMB18
57	HE500A	Beam	No Messages	0,726	COMB18
58	HE500A	Beam	No Messages	0,726	COMB18
59	HE500A	Beam	No Messages	0,307	COMB18
60	HE500A	Beam	No Messages	0,235	COMB18
61	HE500A	Beam	No Messages	0,605	COMB18
62	HE500A	Beam	No Messages	0,605	COMB18
63	HE500A	Beam	No Messages	0,235	COMB18
64	HE500A	Beam	No Messages	0,122	COMB12
65	HE500A	Beam	No Messages	0,269	COMB18
66	HE500A	Beam	No Messages	0,269	COMB18
67	HE500A	Beam	No Messages	0,114	COMB18

Çizelge 4. 41’de görüldüğü gibi, maksimum yük taşıma kapasiteleri 57 nolu elemanda meydana gelmiş olup, bu oran (COMB18) yük birleşimi için 0,726 çıkmış ve sınır değerden küçük olduğu için tüm kesitler yeterlidir.

Hatay-İskenderun Suluca Deresi mevkiinde yer alan Perçinli demiryolu köprü örneğinin güncel yönetmeliklere göre, bu çalışmada Sap2000 programı yardımıyla yeniden analiz ve tasarımları yapılmış olup, bütün yapı elemanlarının kesit ve boyutlarının yeterli olduğu gözlenmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında; biri kafes sistem, diğeri kemer askılı olmak üzere iki adet yaya üst geçidi projesinin 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre ve bir adet perçinli demiryolu köprüsünün farklı yönetmeliklere göre analiz ve tasarımları yapılmıştır. Ele alınan yapıların, Konya ili 37.500437° enlem ve 34.044326° boylamında inşa edildiği varsayılmış; yerel zemin sınıfı ise ZD “Orta sıkı - sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları ” olarak seçilmiştir. Sonuçların karşılaştırılabilmesi açısından, zemin parametrelerinin tüm örneklerde aynı olduğu düşünülmüştür.

Kefes kiriş modelinin 40 metre boyunda 2,5 metre eninde olup, x yönünde kolonlar üstünde 2,5 metre aralıklarla ve açıklıkta dikmeler arasındaki mesafe 1,7 m dir . y yönünde iki boylama kiriş arasındaki mesafe 2,5 metredir. 1,7 metre aralıklarla dikmeler diyagonaller enleme kirişler ve yatay çaprazlar ana boylama kirişlere mafsallı olarak bağlanmıştır. Kefes kiriş örneğinde deprem analizi için Mod Birleştirme Yöntemi seçilmiştir. Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında, çelik yapıların hesap ve boyutlandırılmasına dair yönetmelikte belirtilen Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım (YDKT) ve Güvenlik Katsayıları ile Tasarım (GKT) ilkeleri kullanılmıştır. Ve her iki tasarım ilkesine göre üst geçitte kullanılan profil boyutlarının yeterli olduğu görülmüştür. Kafes kirişin birleşim hesapları da YDKT ve GKT ilkelerine göre yapılmış olup, sonuçların birbirine oldukça yakın olduğu gözlenmiştir.

Kemer askılı yaya üst geçit modelinin 55 metre boyunda 3 metre eninde olup, x yönünde platform 3 metre aralıklarla boru profillerle kemer kirişe bağlanmıştır. y yönünde iki boylama kiriş arasındaki mesafe 3 metredir. 1 metre aralıklarla çapraz ve enleme kirişler ve yatay çaprazlar ana boylama kirişlere mafsallı olarak bağlanmıştır. Kemer askılı yaya üst geçit örneğinde de sistemin dinamik analizi Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılmıştır. Ve yapı

elemanlarının boyutlandırılmasında ise, YDKT ve GKT ilkeleri kullanılmıştır. Ve her iki tasarım ilkesine göre üst geçitte seçilen profillerin yeterli olduğu görülmüştür. Birleşim hesapları da yine aynı ilkelere göre yapılmış ve sonuçların birbirine oldukça yakın olduğu gözlenmiştir. Perçinli demiryolu köprüsü modelinin 9,80 metre boyunda 3,815 metre eninde olup, x yönünde platform 1,4 metre aralıklarla enleme kirişler boylama kirişlerine bağlanmıştır. y yönünde iki boylama kiriş arasındaki mesafe 3,815 metredir. Enleme kirişler boylama kirişlerine mafsallı olarak bağlanmıştır.

Perçinli demiryolu köprüsü örneği için sistem analizi, Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılmıştır. Ve yapı elemanlarının tasarımlarında ise sadece GKT ilkeleri kullanılmıştır. Köprüde seçilen taşıyıcı elemanların yeterli boyutlarda olduğu görülmüştür.

Bu tezde yapılan karşılaştırmalı analiz ve tasarımlardan görülmektedir ki, GKT ve YDKT ilkelerinden herhangi birinin seçilmesi yeterli olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aktaş, A.Y., 2019. Çelik Yapılarda “Yük Ve Dayanım Katsayıları İle Tasarım (YDKT)” Ve “Güvenlik Katsayıları ile Tasarım (GKT)” Yaklaşımlarının Değerlendirilip Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Yapı Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 105 s.
- Asfuroğlu S, 2018. Çok Katlı Çelik Binaların İtme Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 142s
- Aydinoğlu M. N., Özer E., Celep Z., Özaydın K., 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği.
- Celep Z., Kumbasar N., 2004. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul Teknik Üniversitesi Profesörleri, İstanbul.
- Çakmalı C. 2019. Çelik Yüksek Bir Binanın TBDY-2018’e Göre Tasarımı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 121s
- Çetmeli E, 1987. Plaklar Kitabı, Yayınevi İTÜ Vakfı.
- Danish A. 2021. Çok Katlı Yapılarda Merkezi Çelik Çapraz Sisteminin 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 122s
- EN 13674-1 Railway applications
- Deren H., Uzgider E., Piroğlu F., Çağlayan Ö., 2012. Çelik Yapılar. Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- GC/RC5510, Recommendations for the design of bridges Railway Safety, Aug 2000.

- Gündüz C. Baran, 2010. Öngerme Kirişli Betonarme Demiryolu Köprüsünün Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 109s
<https://erproproje.com> Erpro Proje İnşaat Mühendislik Ve Danışmanlık Ltd. Şti. Karayolları 5. Bölge Müdürlüğü Mersin - Bolge5
- Kulak, M., 2019. Çelik Yapıların Zaman Tanım Alanında Doğrusal Analizi ve Spektrum Eşleştirme Parametrelerinin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı Bilim Dalı, Eskişehir, 140 s.
- Mertol A., Mertol H.C.,2002. Deprem Mühendisliği Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı,Ankara.
- Nowbahari, F.A., 2021. Burulma Düzensizliği Bulunan Çok Katlı Çelik Yapıların 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre Analiz ve Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı Bilim Dalı, Sakarya, 99 s.
- Öz D., 2018. Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapımına Dair Esaslar ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Kuralları Doğrultusunda Çelik Yapıların Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir, 171 s.
- Özmen G., Orakdoğan E., Darılmaz K., 2018. Örneklerle SAP2000 v.20. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- SAP2000, Structural Analysis Program, Computers and Structures Inc., Berkeley, California
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017. Çelik Yapıların Tasarım, Hesap Ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik Hakkında Uygulama Kılavuzu, T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mesleki Hizmetler Genel Müdürlüğü, Ankara.
- TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) Eğitim El Kitabı, Ankara.

- TS 498 (1997). Yapı Elemanlarının Boyutlandırmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN 1991-1-3, 2007. Yapılar Üzerindeki Etkiler - Bölüm 1-3: Genel Etkiler-Kar Yükleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN 1991-1-4, 2007. Yapılar Üzerindeki Etkiler- Bölüm 1-4: Genel Etkiler-Rüzgar Etkileri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Tütüncü B., 2019. Çok Katlı Bir Çelik Yapının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018'e Göre Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul,.
- Uz A., 2020. Çok Katlı Bir Çelik Yapının TBDY-2019 Ve Çelik Yapılar Yönetmeliği-2016 Kullanılarak Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı Bilim Dalı, Eskişehir, 61 s.
- UIC 702, 2001. Static Loading Diagrams for the Design of Rail Carrying Structures
- Ünal A.,2021. Farklı yöntemlerle üretilmiş çelik yaya üst geçitlerinin 2018-ÇYTHYE'ye göre uygunluğunun araştırılması; ankara ili örneği. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 169 s
- Üstün Ç, 2019. Çelik Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Mevcut Bir Binanın Güncellenen Yönetmelikler Altında Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemi İle Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 83s
- Yılmaz M., 2018. Türkiye'deki Çelik Demiryolu Köprülerinin Deprem Etkisi Altında Olasılıksal Yöntemler Yardımı İle İncelenmesi. doktora tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 190 s

Yıldızhan Sağer B, 2021. Moment aktaran ve merkezi aprazlı çok katlı elik yapıların 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnaaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 190s

Yorgun C., Topkaya C., Vatansever C., 2017. elik Yapıların Tasarım, Hesap Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik Hakkında Eğitim Ders Notları, T.C evre ve Şehircilik Bakanlığı Mesleki Hizmetler Genel Müdürlüğü, Ankara



ÖZGEÇMİŞ

Mohammad Yatim SAMİM, 2014 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden 2018 yılında mezun oldu. 2018’de Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitime başladı. Bununla beraber, 2017 yılında özel bir şirkette inşaat mühendisi olarak çalışmaya başlamış olup, halen aynı şirkette iş hayatına devam etmektedir.

